

2007

선급 및 강선규칙

제2편 재료 및 용접

규
칙

2007

선급 및 강선규칙 적용지침

제2편 재료 및 용접

적
용
지
침

2007

선급 및 강선규칙

제 2 편

재료 및 용접

선급 및 강선규칙 중 “제 2 편 재료 및 용접”의 개정부분 및 시행일자

(2006년도 규칙에 대한 개정부분을 나타낸 것임)

시행일자 : 2007년 7월 1일

제 1 장 재 료

제 3 절 압 연 강 재

- 301.의 재료기호 개정함.
- 305.의 재료기호 개정함.
- 308.의 재료기호 개정함.
- 310.의 7항 (2)호 개정함.

제 4 절 강 관

- 403.의 재료기호 개정함.

제 5 절 주 조 품

- 501.의 4항 (1)호 표 2.1.67 일부 개정함.
- 501.의 6항 (2)호 신설함.
- 505.의 재료기호 개정함.

제 7 절 동 및 동합금

- 702.의 재료기호 개정함.

제 2 장 용 접

제 1 절 일반사항

- 102.의 1항 용어 개정함.
- 103. 개정함.
- 104. 용어의 정의 신설함.

제 3 절 용접시공 및 검사

- 308. 전면 개정함.
- 310. 용어 개정함.

제 4 절 용접절차 인정시험

- 401.의 3항 (2)호 개정함.
- 402.의 1항 및 2항 개정하고 3항 및 4항 신설함.
- 403.의 1항 및 2항 개정하고 3항 신설함.
- 404.의 표 2.2.4, 표 2.2.7, 그림 2.2.6 및 그림 2.2.7을 개정함.
- 404.의 5항 개정하고, 6항 (3)호 신설함.
- 404.의 7항, 8항, 9항 및 10항을 전면 개정함.
- 404.의 11항을 삭제함.
- 405.의 2항, 3항 및 그림 2.2.8을 개정함.
- 405.의 5항 및 7항을 신설함.
- 현행 405.의 5항을 6항으로 하고 전면 개정함.
- 406.의 1항 및 2항을 전면 개정함.
- 407.의 2항을 신설함.

제 5 절

용접사 및 기량시험

- 502.의 표 2.2.11 개정함.
- 503.의 1항 재료기호 개정함.

제 6 절

용접용재료

- 601.의 1항 (1)호 개정함.
- 601.의 3항 전면개정하고, 현행 3항 (3)호는 5항 (1)호로 이설함.
- 601.의 5항을 신설함.
- 현행 601.의 5항을 6항으로 하고 (1)호를 전면 개정함.
- 602.의 표 2.2.13 및 표 2.2.16 개정함.
- 현행 602.의 4항 내지 13항을 통합하여 4항 내지 7항으로 개정함.
- 602.의 수소시험 관련 내용을 전면 개정함.
- 603.의 1항 개정함.
- 603.의 표 2.2.22, 표 2.2.24, 표 2.2.25 및 표 2.2.26을 개정함.
- 현행 603.의 4항 내지 13항을 통합하여 4항 내지 7항으로 개정함.
- 현행 603.의 표 2.2.32와 표 2.2.31을 통합하여 표 2.2.28 하나로 개정함
- 604.의 1항 및 2항 개정함.
- 604.의 표 2.2.30, 표 2.2.31 및 표 2.2.32를 개정함.
- 현행 604.의 4항 내지 13항을 통합하여 4항 내지 7항으로 개정함.
- 현행 604.의 표 2.2.37과 표 2.2.38을 통합하여 표 2.2.33으로 개정함
- 현행 604.의 표 2.2.39와 표 2.2.40을 통합하여 표 2.2.34로 개정함
- 604.의 수소시험 관련 내용을 전면 개정함.
- 605.의 표 2.2.36 및 표 2.2.38을 개정함.
- 현행 605.의 4항 내지 8항을 통합하여 4항으로 개정함.
- 현행 605.의 표 2.2.45, 표 2.2.46 및 표 2.2.47을 통합하여 표 2.2.39로 개정함
- 606.의 1항 개정함.
- 606.의 표 2.2.43 및 표 2.2.45를 개정함.
- 현행 606.의 4항 내지 8항을 통합하여 4항으로 개정함.
- 607.의 표 2.2.48을 개정함.
- 현행 607.의 4항 내지 8항을 통합하여 4항 내지 5항으로 개정함.
- 608.의 1항 및 2항을 개정함.
- 608.의 표 2.2.57, 표 2.2.58, 표 2.2.60 및 표 2.2.61을 개정함.
- 현행 608.의 3항 및 4항을 통합하여 3항으로 개정함.
- 현행 608.의 5항 내지 9항을 통합하여 4항 내지 5항으로 개정함.
- 609.의 표 2.2.63, 표 2.2.64, 표 2.2.65, 표 2.2.66 및 표 2.2.67을 개정함.
- 현행 609.의 3항 및 4항을 통합하여 3항으로 개정함.
- 현행 609.의 5항 내지 10항을 통합하여 4항 내지 5항으로 개정함.
- 현행 609.의 12항 내지 14항을 통합하여 7항으로 개정함.

차 례

제 1 장 재 료	1
제 1 절 일 반 사 항	1
101. 적 용	1
102. 제조법 승인 및 제조관리	1
103. 화학성분	1
104. 시험 및 검사	1
105. 시험 및 검사의 시행	1
106. 재료의 확인	2
107. 시험증명서 등	2
108. 품질 및 결함의 보수	2
109. 재시험	2
110. 합격재의 표시	3
제 2 절 시험편 및 시험방법	4
201. 일반사항	4
202. 시험편의 모양 및 치수	4
203. 시험방법	8
제 3 절 압 연 강 재	10
301. 선체 구조용 압연강재	10
302. 보일러용 압연강판	16
303. 압력용기용 압연강판	18
304. 저온용 압연강재	20
305. 압연 스테인리스 강재	22
306. 체인용 봉강	24
307. 보일러용 압연봉강	27
308. 용접구조용 조질고장력 압연강재	28
309. 스테인리스강 클래드 강판	31
310. 두께방향 특성에 관한 특별규정	33
제 4 절 강 관	36
401. 보일러 및 열교환기용 강관	36
402. 압력배관용 강관	40
403. 스테인리스 강관	45
404. 저온용 강관	47
405. 헤더용 재료	49
제 5 절 주 조 품	52
501. 주강품	52
502. 체인용 주강품	55
503. 스테인리스강 주강품	57
504. 저온용 주강품	58
505. 프로펠러용 스테인리스 주강품	59
506. 주철품	60

제 6 절 단 강 품	63
601. 단강품	63
602. 스테인리스강 단강품	72
603. 체인용 단강품	73
604. 저온용 단강품	74
제 7 절 동 및 동합금	76
701. 동관 및 동합금관	76
702. 동합금 주물	77
제 8 절 알루미늄 합금재	79
801. 알루미늄 합금재	79
 제 2 장 용 접	 83
제 1 절 일 반 사 항	83
101. 적 용	83
102. 승인사항	83
103. 특수용접	83
104. 용어의 정의	83
제 2 절 시험편 및 시험방법	84
201. 일반사항	84
202. 시험편의 채취	84
203. 시험편의 모양 및 치수	84
204. 시험방법	84
제 3 절 용접시공 및 검사	89
301. 이음의 상세	89
302. 용접표준	89
303. 용접용재료의 사용구분	89
304. 용접준비	91
305. 용접순서 및 그 진행방향	91
306. 본용접	91
307. 자동용접	92
308. 고장력강의 용접	92
309. 용접부의 품질	92
310. 용접부의 보수	92
제 4 절 용접절차 인정시험	93
401. 일반사항	93
402. 용접절차 시방서	93
403. 용접절차 인정시험	93
404. 맞대기용접 이음시험	94
405. 필릿 용접부 이음시험	101
406. 재시험 및 인정시험 기록서	102
407. 승인된 용접절차 시방서의 허용범위	102

제 5 절 용접사 및 기량시험	103
501. 일반사항	103
502. 기량자격의 종별 및 시험자세에 따른 인정범위	103
503. 기량자격시험의 방법	110
제 6 절 용접용재료	112
601. 일반사항	112
602. 연강, 고장력강 및 저온용강의 피복아크 용접봉	113
603. 연강, 고장력강 및 저온용강의 자동용접용재료	121
604. 연강, 고장력강 및 저온용강의 반자동 용접용재료	130
605. 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스 용접용재료	135
606. 연강, 고장력강 및 저온용강의 일면 자동용접용 재료	138
607. 스테인리스강 용접용재료	143
608. 알루미늄합금재의 용접용재료	152
609. 용접구조용 조질고장력강의 용접용재료	156

제 1 장 재 료

제 1 절 일 반 사 항

101. 적 용

1. 이 장의 규정은 선체구조, 의장품 및 기관장치 등의 각 편에서 규정하는 재료에 대하여 적용한다.
2. 이 장에 규정한 규격과 다른 재료는 설계와 관련하여 특별히 승인한 경우에 한하여 사용할 수 있다. 이 경우에는 해당재료의 제조법, 화학성분 및 기계적 성질 등에 대한 상세한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

102. 제조법 승인 및 제조관리

1. 제조법 승인

- (1) 이 장에 규정하는 철강재료는 특별히 규정한 것을 제외하고 우리 선급의 승인을 받은 제조공장에서 평로, 전기로, 순산소전로 또는 기타 제조법에 따라 제조한 것이어야 한다. 이 경우, 철강재료의 제조법(제강, 조괴, 압연, 주조, 단조, 열처리 등)에 대하여는 우리 선급이 별도로 정한 기준에 따라 승인을 받아야 한다.
- (2) 다른 제조공장에서 강괴 등을 공급받는 경우에도 전 (1)호의 규정에 따라야 한다.
- (3) 이 장에 규정하는 비철재료에 대하여는 전 각 호의 규정을 준용한다.

2. 제조관리

- (1) 제조자는 제품의 제조사양을 준수하고 제조공정에 대한 관리가 유효함을 보장하여야 할 책임이 있다.
- (2) 제조자는 제조공정관리의 불안정으로 제품의 품질이 저하할 가능성이 있는 경우 그에 대한 원인을 조사하고 재발방지 대책을 수립하여야 한다. 또한, 관련 조사 보고서를 검사원에게 제출하여야 한다.
- (3) 전 (2)호에 의해 영향을 받은 제품을 사용하고자 하는 경우에는 추가적인 시험을 하고 검사원이 만족하여야 한다. 또한 우리선급이 필요하다고 인정하는 경우 후속제품에 대하여 시험의 빈도를 증가시킬 수 있다.
- (4) 강재가 그것을 압연한 제조공장이 아닌 다른 제조공장에서 최종 생산되는 경우, 압연공장에서는 제조공정, 그것을 공급한 제조자의 명칭, 주조 식별번호 또는 기호 및 화학성분(레이들분석치)을 기재한 제조증명서를 검사원에게 제출하여야 한다.

103. 화학성분

1. 화학성분의 분석은 적절한 설비와 숙련된 기술자를 갖춘 제조자의 실험실에서 원칙적으로 각 용탕에 대한 레이들마다 하고 이 장에 규정하는 화학성분에 관한 규격에 적합하여야 한다.
2. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 제품분석 시험을 요구할 수 있다.

104. 시험 및 검사

1. 이 장에 규정한 재료는 특별히 규정한 것을 제외하고, 이 장의 규정에 따라 우리 선급 검사원의 입회하에 시험 및 검사를 하고 이에 합격하여야 한다.
2. 이 장에 규정한 규격과 다른 재료의 시험 및 검사는 101.의 2항에 따라 우리 선급이 승인한 시험규격에 따라야 한다.
3. 우리 선급이 적절하다고 인정하는 시험증명서를 가진 재료에 대하여는 검사원의 재량에 따라 해당재료의 재료시험을 생략할 수 있다.
4. 우리 선급이 별도로 정하는 품질보증제도의 승인을 받고 제조한 재료에 대하여는 우리 선급 검사원의 입회하에 실시하는 시험 및 검사의 일부 또는 전부를 제조자에게 위임할 수 있다.

105. 시험 및 검사의 시행

1. 제조자는 검사원이 제조공장에서 승인을 받은 제조법을 제조자가 준수하고 있는지의 여부를 확인할 수 있도록 모든 편의를 제공함과 동시에 이 장의 규정에 따라 요청되는 시험재의 선정, 시험의 입회 및 시험기의 정밀도 등의 확인을 위해 공장내의 필요하다고 생각되는 곳에 출입하는 것을 인정하여야 한다.

2. 재료의 시험 및 검사는 그 제조공장에서 재료의 발송전에 하여야 한다. 시험편 및 시험방법은 이 장 제2절에 따르고, 별도로 규정되지 않는 한, 모든 시험편은 검사원에 의해서 선정되고 각인되어야 한다.
3. 제조자는 주문자의 특별한 요구사항이 있는 경우에는 재료의 시험 및 검사에 앞서 이를 검사원에게 제시하여야 한다.
4. 별도로 규정하는 경우를 제외하고, 재료의 표면검사 및 치수의 확인은 제조자의 책임하에 하는 것을 원칙으로 한다. 검사원에 의한 승인이 이러한 제조자의 책임을 면제하는 것은 아니다.

106. 재료의 확인

제조자는 재료에 적절한 번호 또는 기호를 붙이고 제품의 용해, 압연, 열처리 등의 관련사항을 명백히 하는 조치를 취하여야 한다.

107. 시험증명서 등

1. 이 장의 규정에 따라 시험 및 검사를 받아 합격한 재료에 대하여는 재료검사증서를 발급한다.
2. 재료검사증서에는 치수 및 중량 이외에 적어도 다음의 사항을 기재하여야 한다.
 - (1) 발주자의 명칭 또는 구매번호 및 재료가 사용될 선박명 또는 그 공사번호(확정된 경우)
 - (2) 주조 및 압연 식별번호 또는 기호
 - (3) 제조자의 명칭 또는 그 기호
 - (4) 재료 기호
 - (5) 화학성분(규정된 성분의 레이블분석치) 및 다음 식에 따라 계산된 탄소당량(Ceq)(규정된 경우)

$$Ceq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} (\%)$$

- (6) 기계적 성질
- (7) 열처리 상태(예, 노멀라이징, 온도제어압연 등. 다만, 압연 그대로인 경우는 제외한다.)
- (8) 탈산방법(림드강인 경우에만 표시)
3. 전항의 규정에도 불구하고, 시험에 합격한 재료에 대하여는 그 재료기호별로 전 2항에 따른 기재사항이 기재된 시험증명서(mill sheets)를 제출받아 검사원이 서명함으로써 전 1항의 재료검사증서 발급을 생략할 수 있다. 이 경우 제조자는 시험증명서에 제조자의 명칭 또는 기호 및 그 강재가 승인된 방법에 따라 제조되고 각 규정의 시험에 합격한 것을 나타내는 아래의 내용을 국문 또는 영문으로 기재하여야 하며 또한, 제조공장의 품질보증 또는 검사 책임자가 이 시험증명서에 서명하여야 한다.

「이 재료는 승인된 방법으로 제조되고 시험결과가 사단법인 한국선급의 규칙에 적합하다는 것을 증명한다.」

108. 품질 및 결함의 보수


1. 재료는 품질이 균일하고 사용에 유해한 표면 또는 내부결함이 없는 것이어야 한다.
2. 시험 및 검사에 합격한 재료라도 후속의 가공공정이나 시험중에 재료에 기인한 결함을 발견하였을 때에는 이전의 시험결과나 증서의 발급 여부에 관계없이 검사원의 재량에 따라 불합격으로 할 수 있다.
3. 결함을 보수할 목적으로 용접 및 기타의 가공을 할 경우에는 보수개소, 보수방법(용접법 및 열처리 등 포함)에 대하여 검사원의 승인을 받아야 한다. 특히 검사원의 동의를 얻은 경우를 제외하고 이 보수공사는 검사원의 입회하에 하여야 한다.

109. 재시험

1. **충격시험 이외의 기계시험** 시험성적의 일부가 규격에 합격하지 아니하더라도 기타의 성적이 양호할 경우에는 그 시험편을 채취한 시험재료부터 규격에 합격하지 못한 시험마다 소정의 시험편수의 2배수의 시험편을 채취하여 다시 시험을 할 수 있다. 이 경우의 성적이 모두 규격에 합격하였을 때에는 합격으로 한다.
2. **충격시험**
 - (1) 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 다음 (가) 또는 (나)의 경우를 제외하고 그 시험편을 채취한 시험재료부터 다시 1조의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다.
 - (가) 시험편 3개 모두가 규정의 평균흡수에너지값에 미치지 못한 경우

- (나) 시험편 중 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우
- (2) 재시험은 최초 불합격한 시험편의 값을 포함하여 함께 6개의 시험편의 흡수에너지 평균치가 규정의 평균흡수에너지값 이상이고, 동시에 해당시험편 중 규정의 평균흡수에너지값보다 작은 시험편의 수가 2개 이하이고 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 시험편의 수가 1개 이하이면 동일 로트에 속한 재료는 전부 합격으로 한다.
3. 열처리를 한 시험재의 성적이 불량할 경우에는 그 재료에 2회(최초 포함 3회)까지를 한도로 열처리 및 재시험을 할 수 있다. 이 경우에는 기계시험의 전부를 다시 하여야 한다.
4. 인장시험의 경우 시험편이 표점사이의 중앙으로부터 양단 방향으로 각각 표점거리의 1/4을 초과하는 곳에서 절단되고 연신율에 대한 성적이 규정에 합격하지 아니하였을 경우에는 그 시험을 무효로 하고 최초의 시험편을 채취한 시험재에서 소정의 시험편을 채취하여 다시 시험을 할 수 있다.

110. 합격재의 표시

1. 규정의 시험 및 검사에 합격한 모든 재료에는 제품마다 우리 선급 소정의 합격인  및 재료기호를 각 인하고, 또한 다음의 사항을 제조자가 명확히 표시하여야 한다.
 - (1) 제조자의 명칭 또는 그 기호
 - (2) 식별번호 또는 그 기호
 - (3) 발주자의 명칭 또는 그 기호(발주자가 요구할 경우)
2. 전 101.의 2항에 따라 특별히 승인된 재료에 대하여는 재료기호 뒤에 “S”를 각인 또는 적절히 표시하여야 한다.
3. 각인하기에 적당하지 아니한 재료에 대하여는 재료의 종류에 따라 소인(燒印), 압인(押印) 등 적절한 방법으로 표시를 하여도 좋다.
4. 최종제품에 양각되는 제조자의 명칭 또는 등록상표를 제외한 각인 및 표시내용들은 페인트로 외곽선을 둘러싸거나 다른 방법으로 표시하여 쉽게 확인할 수 있도록 해야 한다.
5. 치수가 작기 때문에 전 각 항의 규정과 같이 표시할 수 없는 재료는 일괄하여 적절히 표시를 하여도 좋다.
6. 무게가 가벼운 다수의 재료들을 한 개의 번들로 견고하게 묶을 경우, 제조자는 우리 선급의 승인을 받아, 각 번들의 최상위 판에만 합격표시를 하거나 또는 각각의 번들에 합격표시가 된 라벨을 견고하게 부착할 수 있다.
7. 우리 선급의 합격표시가 부착된 어떠한 재료가 108.의 2항에 따라 불합격된 경우, 제조자는 합격표시를 빠짐없이 제거하여야 한다.

제 2 절 시험편 및 시험방법

201. 일반사항

1. 적 용

- (1) 이 장에 규정하는 재료에 대한 시험편 및 시험방법에 대하여는 각 절에서 별도로 규정한 경우를 제외하고 이 절의 규정에 따른다.
- (2) 이 장에서 규정하지 않는 시험편 또는 시험방법을 적용할 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2. 시험기

- (1) 이 장에 따라서 시험에 사용하는 모든 시험기는 숙련된 기술자에 의해 취급되어야 하며, 우리 선급이 인정하는 기준에 따라 주기적으로 검교정을 받고 그 증명서를 가진 것이어야 한다.
- (2) 인장시험기의 하중 정밀도는 $\pm 1\%$ 이내이어야 한다.

3. 시험편의 채취

- (1) 이 장에 규정하는 재료에 대한 시험편의 채취방법은 각 절의 규정에 따른다.
- (2) 별도로 규정하는 경우와 특히 우리 선급이 승인한 경우를 제외하고, 검사원이 부호를 각인하기 전에 시험재를 모재로부터 떼어 내어서는 아니 된다.
- (3) 시험재를 가스가공 또는 전단가공으로 모재에서 절단할 경우에는 충분한 가공여유를 주어야 한다.
- (4) 시험편의 가공은 과도한 냉간변형 또는 가열을 하여서는 아니 된다.
- (5) 시험편의 가공이 불량하든지 또는 재질에 관계가 없다고 인정되는 결함이 있을 때에는 시험 전에 이것을 폐기하고 다른 시험편으로 바꾸든지 또는 그 재료에서 시험재를 다시 채취할 수 있다.

202. 시험편의 모양 및 치수

1. 인장시험편 인장시험편은 재료의 종류에 따라 다음 각 호의 모양 및 치수로 가공하여야 한다. 이 경우 시험편의 양단은 시험기에 따라서 적합한 모양으로 가공할 수 있다.

- (1) 인장시험편의 모양 및 표시기호는 그림 2.1.1과 같이 한다.

(가) 단강품, 주강품 및 봉강

R 14A호 시험편을 사용하며 그 치수는 다음과 같이 한다. 원칙적으로 I형 시험편을 사용하여야 하나 제품의 크기에 따라 I형 시험편의 사용이 불합리하다고 인정되는 경우에는 II형 시험편을 사용하여도 좋다. 다만, 구상흑연주철 및 규정된 연신율이 10 % 이하인 재료에 대하여는 R을 1.5 d 이상으로 한다.

I	II
$d = 14 \text{ mm}$	$L = 5 d$
$L = 70 \text{ mm}$	$P \cong L + 0.5d$
$P \cong 85 \text{ mm}$	$R = 10 \text{ mm}$
$R = 10 \text{ mm}$	

(나) 두께 3 mm 이상인 판

R 14B호 시험편을 사용하며, 그 치수는 다음 III 또는 IV형 중 어느 하나를 적용한다. 다만, 원재료의 두께가 시험기의 용량을 초과할 경우에는 한쪽면만을 가공하여 그 두께를 경감할 수 있다. 또한 두께가 40 mm를 넘는 경우에는 R 14A호 I형 또는 II형 시험편을 사용할 수 있다.

III	IV
$a = t$	$a = t$
$W = 25$	$W = 25$
$L = 5.65 \sqrt{A}$	$L = 200$
$P \cong L + 2 \sqrt{A}$	$P \cong 212.5$
$R = 25$	$R = 25$

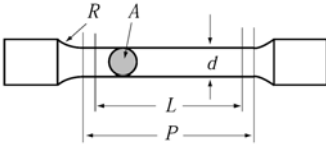
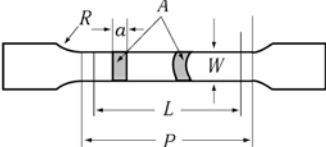
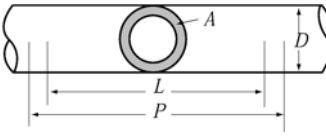
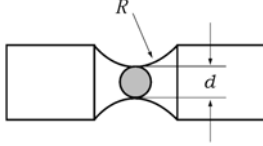
기호	시험편의 모양	적용재료
R 14A		회주철품을 제외한 전 재료
R 14B		금속재료의 판 및 관
R 14C		금속재료의 관
R 8		회주철품
<p>(비 고)</p> <p>그림의 기호는 다음에 따른다.</p> <p>d : 지름 A: 단면적 a : 시험편의 두께 R: 어깨의 반지름 W : 너비 D: 관의 바깥지름 L : 표점거리 t : 원재료의 두께 P : 평행부의 길이</p>		

그림 2.1.1 인장시험편의 모양 및 표시기호 (단위 : mm)

(다) 두께 3 mm 미만인 판 R 14B호 시험편을 사용하며 그 치수는 다음과 같이 한다.

$$\begin{aligned}
 a &= t & W &= 12.5 \\
 L &= 50 & P &\cong 75 \\
 R &= 25
 \end{aligned}$$

(라) 관 R 14B호 또는 R 14C호 시험편을 사용하며 그 치수는 다음과 같이 한다.

R 14B	R 14C
$a = t$ $W \geq 12$ $L = 5.65\sqrt{A}$ $P \cong L + 2W$ $R = 25$	$L = 5.65\sqrt{A}$ $P \cong L + 0.5D$ 이때 P 는 처크 사이의 거리로 한다.

(마) **회주철품** R 8호 시험편을 사용하며 그 치수는 다음과 같다. 다만, 시험편은 본체와 별도 주조된 지름 30 mm의 봉모양 시험재를 가공한다.

$$d = 20, \quad R = 25$$

- (2) 전호에서 산출된 표점거리 L 은 5 mm 단위의 정수값으로 할 수 있다. 이 경우 정수값과 L 과의 차는 0.1 L 이상이어서는 아니 된다.
- (3) 제조자는 우리 선급의 승인을 받아 (1)호의 시험편 이외에 임의의 시험편을 사용할 수 있다. 이 경우 연신을 n 에 대하여는 다음 식에 따라서 보정하여야 한다.

$$n = a \cdot E \left(\frac{\sqrt{A}}{L} \right)^b$$

n : 임의의 시험편을 사용할 경우의 연신율.

E : (1)호에 규정한 비례치수 시험편을 사용할 경우의 상당 연신율.

A : 임의의 시험편의 단면적.

L : 임의의 시험편의 표점거리.

a 및 b : 재료에 따른 계수로서 표 2.1.1에 따른다.

표 2.1.1 a 및 b 의 값

재료 \ 계수	a	b
재료 1	2.0	0.40
재료 2	2.6	0.55
(비 고)		
(1) 재료 1은 인장강도 590 N/mm^2 이하의 탄소강 및 저합금강으로 열간 압연한 것 또는 어닐링, 노멀라이징 또는 노멀라이징 후 템퍼링을 하는 것으로 한다.		
(2) 재료 2는 탄소강 및 저합금강으로서 담금질 후 템퍼링을 하는 것으로 한다.		
(3) 재료 1 및 재료 2에 해당되지 아니하는 재료에 대한 a 및 b 의 값은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.		

- (4) 기계가공을 한 평행부의 허용편차(최대와 최소값의 차이)는 표 2.1.2에 따른다.

표 2.1.2 평행부의 허용편차

기계가공을 한 원형단면인 경우의 지름 또는 사각형단면인 경우의 두께 및 너비 (mm)	허 용 편 차(mm)	
	원형단면인 경우	사각형 단면인 경우
3을 넘고 6 이하	0.03 이하	0.06 이하
6을 넘고 16 이하	0.04 이하	0.08 이하
16을 넘는 것	0.05 이하	0.10 이하

2. **굽힘시험편** 굽힘시험편은 그림 2.1.2에 규정하는 모양 및 치수로 가공하여야 한다.

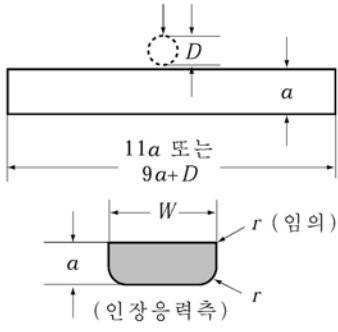
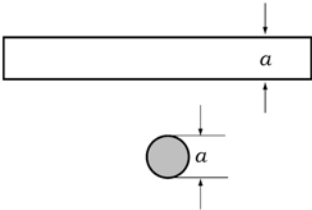
종 류	모 양	치 수	적 용 재 료
R1 호		$a = 20$ $W = 25$ $r = 1 \sim 2$	헤더용 재료 (4절 405.)
		$a = t$ $W = 30$ $r = 1 \sim 2$ 원재료의 두께 t 가 25mm를 넘는 경우에는 한 쪽면(압축응력을 받는 쪽)만을 기계가공하여 시험편의 두께를 25mm까지 경감할 수 있다.	압연강재(강판) (3절)
R2 호		$a = d$ 원재료의 지름 또는 대변거리 d 가 35mm를 넘는 경우에는 기계가공하여 시험편의 지름을 35mm까지 경감할 수 있다.	압연강재(보일러용 압연봉강) (3절 307.)
(비 고) 그림의 기호는 다음에 따른다. a : 시험편의 두께, 지름 및 대변거리. W : 시험편의 나비. t : 원재료의 두께. d : 원재료의 지름 및 대변거리 r : 시험편 모서리의 둥글새의 반지름. D : 맨드릴의 지름			

그림 2.1.2 굽힘시험편의 모양 및 치수 (단위 : mm)

3. 충격시험편

- (1) 충격시험편은 1조를 3개로 하며 그림 2.1.3 및 표 2.1.3에 표시한 모양 및 치수로 가공하여야 한다.
- (2) 충격시험편의 노치(notch)는 재료의 종류에 따라 압연면, 단조면 또는 주조면에 수직이 되도록 시험편의 면에서 잘라낸다. 노치의 위치는 가스절단면 또는 전단면에서 25mm 이상 떨어져야 한다.
- (3) 전 (1)호에서 규정한 치수의 R4호 충격시험편을 채취할 수 없는 압연강재 및 강관의 경우에는 시험편의 너비 W 를 표 2.1.4에 규정한 서브사이즈 시험편의 너비로 하여도 좋다. 이 경우의 압연강재 및 강관의 흡수에너지는 규정의 흡수에너지에 시험편의 너비에 따라 각각 표 2.1.4에 정한 값을 곱한 것 (소수점 2째 자리 이하는 반올림) 이상으로 한다.
- (4) 시험재의 두께가 6mm 미만인 경우와 강관의 용접부에서 표 2.1.4에 규정된 서브사이즈 시험편을 채취할 수 없는 경우에는 충격시험을 생략할 수 있다.

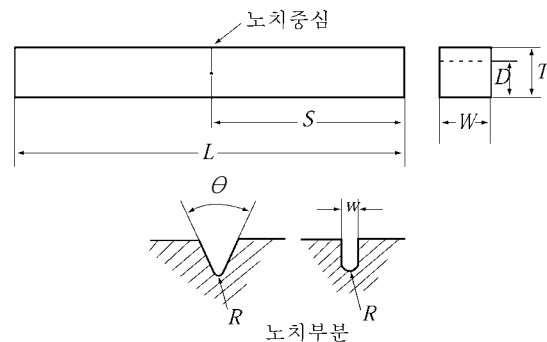


그림 2.1.3 충격시험편의 모양

표 2.1.3 충격시험편의 치수

치수		종류	R 4호	R 5호
			샤르피 2 mm V노치 시험편	샤르피 5 mm U노치 시험편
길 이	L		55 ± 0.6	55 ± 0.6
너 비	W		10 ± 0.11	10 ± 0.11
두께	T		10 ± 0.06	10 ± 0.11
노치의 각도(deg)	θ		45 ± 2	-
노치의 너비	w		-	2 ± 0.14
노치 아래 단면두께	D		8 ± 0.06	5 ± 0.09
노치 밑부분의 반지름	R		0.25 ± 0.025	1 ± 0.07
시험편 한쪽 끝에서 노치 중심까지 거리	S		27.5 ± 0.42	27.5 ± 0.42
노치부의 대칭평면과 시험편의 길이방향 중 심축선과의 각도(deg)			90 ± 2	90 ± 2
적용 재료			모든 재료	601.에 규정한 저합금강단강품

표 2.1.4 규정의 흡수에너지에 곱하는 값

서브사이즈 시험편의 두께와 너비 $t \times W(mm)$	흡수에너지의 곱수	
	평균흡수 에너지 값	
$10 \times 5 \pm 0.06$	2/3	
$10 \times 7.5 \pm 0.11$	5/6	

4. 시험편 치수의 확인 시험편의 모양 및 치수는 시험을 하기 전에 적절한 방법으로 검사하고 확인하여야 한다.

203. 시험방법

1. 인장시험

- (1) 항복현상이 명료하게 나타나는 경우의 항복강도(항복응력)는 상항복점으로 하고, 항복현상이 명료하게 나타나지 아니하는 경우의 항복강도(내력)는 0.2 % 영구 변형량에 따른 강도로 한다.
- (2) 항복점 또는 항복강도를 측정할 경우의 응력증가율은 다음에 따른다.

재료의 탄성율(E) (N/mm^2)	응력증가율 ($N/mm^2.s^{-1}$)	
	최소	최대
$< 150,000$	2	20
$\geq 150,000$	6	60

- (3) 항복점 또는 항복강도에 도달한 이후 연성재료의 인장강도를 측정할 경우 인장속도는 변형증가율이 $0.008s^{-1}$ 이하에 상당하는 속도로 하여야 한다. 다만, 주철 등과 같이 연성이 없는 재료인 경우에는 응력증가율이 $10N/mm^2/sec$ 이하로 하여야 한다.

2. 충격시험 충격시험은 용량이 $150J$ 이상의 샤르피 충격시험기를 사용하고 충격속도는 $4.5\sim 6 m/sec$ 로 하고, 규정된 온도의 $\pm 2^{\circ}C$ 로 조절된 온도에서 하여야 한다.

제 3 절 압 연 강 재

301. 선체 구조용 압연강재

1. 적 용

- (1) 이 규정은 선체구조에 사용하는 두께 100 mm 이하의 선체 구조용 압연강재(이하 **강재**라고 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 표 2.1.5에 규정된 적용두께를 넘는 강재에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
- (3) 사용용도에 따라 특별히 두께방향의 기계적 성질을 요구하는 두께 15 mm 이상의 강재(이하 **두께방향 특성 강재**라고 한다)에 대하여는 301.의 규정에 따르는 이외에 310.에 규정한 두께방향특성시험에도 합격하여야 한다.
- (4) 301.에 규정하지 아니한 강재에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 강재의 종류는 표 2.1.5에 따른다.

표 2.1.5 강재의 종류

종 류		재 료 기 호	적용두께 $t(mm)$
연강 ⁽¹⁾	강판 ⁽³⁾	A, B, D, E	$t \leq 100$
	형강 및 봉강		$t \leq 50$
고장력강 ⁽²⁾	강판 ⁽³⁾	AH 32, DH 32, EH 32, FH 32 AH 36, DH 36, EH 36, FH 36 AH 40, DH 40, EH 40, FH 40	$t \leq 100$
	형강 및 봉강	AH 32, DH 32, EH 32, FH 32 AH 36, DH 36, EH 36, FH 36 AH 40, DH 40, EH 40, FH 40	$t \leq 50$
(비 고)			
(1) 충격시험 여부 및 충격시험 온도규정에 따라 A, B, D, E의 4종류로 구분한다.			
(2) 항복강도에 따라 3등급(315, 355, 390 N/mm^2)으로 구분하며, 동일 강도내에서도 충격시험 온도규정에 따라 4개의 종류(예 : AH 32, DH 32, EH 32, FH 32)로 구분한다.			
(3) 강판에는 너비 600 mm 이상의 평강을 포함한다.			

3. **탈산방법 및 화학성분** 강재의 탈산방법 및 화학성분은 표 2.1.6에 따른다. 다만, 두께가 50 mm를 넘는 강판(너비 600 mm 이상의 평강을 포함)과 열처리가 열가공제어법(이하 **TMCP**라고 한다)인 경우의 화학성분은 우리 선급의 승인을 받아 표 2.1.6의 규격과 다르게 할 수 있다.

4. **열처리** 강재의 열처리는 표 2.1.8 및 표 2.1.9에 따른다.

5. **기계적 성질** 강재의 기계적 성질은 표 2.1.7에 따른다.

6. 시험재의 채취

- (1) 시험재는 그것에 속하는 로트와 함께 동일하게 처리하여야 한다.
- (2) 인장시험편을 채취하는 시험재는 특히 우리 선급이 승인한 경우를 제외하고 50 톤을 넘지 않는 강재(동일 용강에 속하고 제조공정이 같은 것으로서 두께 또는 지름의 차이가 10 mm 이내의 것)를 1로트로 하고 로트마다 1개씩 채취한다.
- (3) 별도로 규정하는 경우와 특히 우리 선급이 승인한 경우를 제외하고 충격시험편을 채취하는 시험재는 탈산방법, 제품의 종류 및 열처리 방법에 따라 표 2.1.8 및 표 2.1.9에 규정하는 로트마다 해당 로트의 최대 두께의 것에서 1개를 채취한다.

표 2.1.6 탈산방법 및 화학성분(%)

종 류	재료 기호	두께 t (mm)	탈산 방법	화학성분 (%) ⁽⁵⁾																				
				C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	$Al^{(8)}$)	Nb	V	Ti	N							
연 강 ⁽¹⁾	A	$t \leq 50$	킬드 및 세미킬드 ⁽¹⁾	0.21 이하 ⁽³⁾⁽⁴⁾	0.50 이하	2.5×C 이상 ⁽⁴⁾	0.035 이하	0.035 이하	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
		$t > 50$	킬드																					
	B	$t \leq 50$	킬드 및 세미킬드	0.21 이하 ⁽⁴⁾	0.35 이하	0.8이상 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		$t > 50$	킬드																					
	D	$t \leq 25$	킬드	0.21 이하 ⁽⁴⁾	0.35 이하	0.6이상 ⁽⁴⁾							0.015 이상 ⁽²⁾⁽⁹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-			
		$t > 25$	세립킬드 ⁽²⁾																					
	E	$t \leq 100$	킬드 및 세미킬드	0.18 이하 ⁽⁴⁾	0.35 이하	0.7이상 ⁽⁴⁾							0.015 이상 ⁽⁹⁾											
	고 장 력 강 ⁽¹³⁾	$AH\ 32$	$t \leq 100$	킬드 및 세립킬드	0.18 이하	0.50 이하							0.90~ 1.60 ⁽⁷⁾	0.035 이하	0.035 이하	0.35 이하	0.20 이하	0.40 이하	0.08 이하	0.015 이상 ⁽¹⁰⁾	0.02~ 0.05 ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾	0.05~ 0.10 ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾	0.02 이하 ⁽¹¹⁾	-
		$DH32$																						
		$EH\ 32$																						
$AH\ 36$																								
$DH36$																								
$EH\ 36$		$t \leq 50$	0.16 이하		0.90~ 1.60	0.025 이하	0.025 이하	0.80 이하	0.009 이하 ⁽¹²⁾															
$AH\ 40$																								
$DH40$																								
$EH\ 40$																								
$FH\ 32$																								
$FH\ 36$																								
$FH\ 40$																								

(비 고)

- (1) 두께가 12.5 mm 이하인 형강에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 림드강으로 할 수 있다.
- (2) 두께가 25 mm를 넘을 경우에는 알루미늄 처리에 따른 세립킬드강으로 한다. 다만, 두께 50 mm까지는 우리 선급의 승인을 받아 킬드강으로 할 수 있다.
- (3) 형강의 경우 탄소의 함유량은 0.23 % 이하로 할 수 있다.
- (4) $C+Mn/6$ 의 함유량은 0.40 %를 넘어서는 아니 된다.
- (5) 기타의 원소가 제강과정에서 첨가되는 경우 함량을 표시하여야 한다.
- (6) 킬드강으로서 충격시험을 하는 경우 Mn 의 최소함유량을 0.60 %까지 감소시켜도 좋다.
- (7) 두께가 12.5 mm 이하인 강재에 대하여는 Mn 의 최소함유량을 0.70 %까지 감소시켜도 좋다.
- (8) Al 의 함유량은 산에 용해되는 Al 의 양으로 하지만 전 함유량으로 하여도 좋다. 다만, 이 경우에는 Al 의 전 함유량은 0.020 % 이상이어야 한다.
- (9) 우리 선급의 승인을 받아 기타의 세립화원소를 사용할 수 있다.
- (10) 강재에는 Al , Nb , V 또는 기타의 세립화 원소를 단독 또는 조합으로 함유시켜야 한다. 다만, 단독으로 함유시키는 경우에는 세립화 원소성분의 하한 규정을 적용하지만 조합하여 함유시키는 경우에는 각각의 세립화 원소성분의 하한 규정은 적용하지 아니한다.
- (11) Nb , V 및 Ti 의 합계 함유량은 0.12 % 이하이어야 한다.
- (12) 알루미늄 처리에 따른 세립킬드강은 0.012 % 이하로 할 수 있다.
- (13) 고장력강이 $TMCP$ 로 제조되는 경우의 각 강재에 대한 탄소당량($Ceq.$) 또는 균열감수성지수(Pcm)는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 지침에 따른다.

표 2.1.7 기계적 성질

재료 기호	인 장 시 험			시험 온도 ($^{\circ}\text{C}$)	충 격 시 험					
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 ⁽⁶⁾ ($L=5.65\sqrt{A}$) (%)		평균흡수에너지 ⁽¹⁾ (J)					
					두께, t (mm)					
					$t \leq 50$		$50 < t \leq 70$		$70 < t \leq 100$	
					$L^{(2)}$	$T^{(2)}$	$L^{(2)}$	$T^{(2)}$	$L^{(2)}$	$T^{(2)}$
A	235이상	400~520 ⁽³⁾	22이상	+20	-	-	(4)	(4)	(4)	(4)
B				0 ⁽⁵⁾	27이상	20이상	34이상	24이상	41이상	27이상
D				-20						
E				-40						
AH 32	315이상	440~570	22이상	0	31이상	22이상	38이상	26이상	46이상	31이상
DH 32				-20						
EH 32				-40						
FH 32				-60						
AH 36	355이상	490~630	21이상	0	34이상	24이상	41이상	27이상	50이상	34이상
DH 36				-20						
EH 36				-40						
FH 36				-60						
AH 40	390이상	510~660	20이상	0	39이상	26이상	46이상	31이상	55이상	37이상
DH 40				-20						
EH 40				-40						
FH 40				-60						

(비 고)

(1) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 하나라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(2) L 및 T 는 시험편의 길이 방향이 압연방향과 평행 또는 직각인 경우를 나타낸다.

(3) A급 형강에 대한 인장강도는 규격상한치를 넘어도 좋다.

(4) 열처리가 ARS 또는 CRS이고, 두께가 50 mm를 넘는 A급 연강에 대하여는 충격시험을 하여야 한다. 이 경우 평균흡수에너지값은 B급 연강의 기준과 동일하게 적용한다.

(5) 두께가 25 mm 이하인 B급 연강의 경우에는 충격시험을 생략하여도 좋다.

(6) R 14B호 IV형 시험편에 대한 연신율의 최소값은 다음에 따른다.

두께 t (mm)	$3 \leq t \leq 5$	$5 < t \leq 10$	$10 < t \leq 15$	$15 < t \leq 20$	$20 < t \leq 25$	$25 < t \leq 30$	$30 < t \leq 40$	$40 < t \leq 100$
재료기호								
A, B, D, E	14	16	17	18	19	20	21	22
AH 32, DH 32, EH 32, FH 32	14	16	17	18	19	20	21	22
AH 36, DH 36, EH 36, FH 36	13	15	16	17	18	19	20	21
AH 40, DH 40, EH 40, FH 40	12	14	15	16	17	18	19	20

표 2.1.8 연강의 열처리 및 충격시험의 로트

재료기호	탈산방법	제품 ⁽⁴⁾	열처리 및 충격시험의 로트 ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁾					
			두께(mm)					
			0	12.5	25	35	50	100
A	림드 ⁽⁵⁾	형강	AR <->					
	세미킬드	전제품	AR <->					
	킬드	강판	AR <->			N<-> TMCP <-> CRS<50> ⁽⁶⁾ AR S<50> ⁽⁶⁾		
		형강 및 봉강	AR <->					
B	세미킬드	전제품	AR <->	AR <50>				
	킬드	강판				N<50> TMCP <50> CRS<25> ARS<25>		
		형강 및 봉강						
D	킬드	전제품	AR <50>	TMCP <50> N<50> CR <50>				
	세립킬드	강판	AR <50>	TMCP <50> N<50> CR <50>		TMCP <50> N<50> CRS<25>		
		형강 및 봉강		TMCP <50> N<50> CR <50> ARS<25>				
E	킬드 및 세립킬드	강판	TMCP <P> N<P>					
		형강 및 봉강	TMCP <25> N<25> CRS<15> ARS<15>					

(비 고)

(1) 열처리 표시기호는 다음에 따른다. (이하 동일하다)
AR : 압연 그대로
CR : 온도제어압연
N : 노멀라이징
TMCP : 열가공제어법
ARS : 우리 선급에 의해 특별히 승인된 압연 그대로
CRS : 우리 선급에 의해 특별히 승인된 온도제어압연

(2) 표 중 열처리 기호 다음의 부호는 로트의 크기를 나타내는 것으로 < > 표시 안의 숫자는 각각 50 t, 25 t 및 15 t을 넘지 아니하는 강재(동일용강에 속하고 열처리 및 제조공정이 같은 것)를 1 로트로, <P>는 1 피스(piece)를 1 로트로 하는 것을 표시하며 <->는 충격시험이 요구되지 않는 것을 표시한다. 여기서 피스라 함은 1개의 강편(slab), 1개의 빌릿 또는 1개의 강괴로부터 직접 압연된 그대로의 강판, 형강 또는 봉강 전체를 말한다.

(3) AR 대신에 TMCP, N 또는 CR을 적용할 수 있으며 이들 강재에 대한 로트는 AR과 동일한 것으로 한다.

(4) 강판에는 너비 600 mm 이상의 평강을 포함한다.

(5) 두께가 12.5 mm 이하의 형강에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 림드강으로 할 수 있다.

(6) 표 2.1.7의 비고 (4) 참조

표 2.1.9 고장력강의 열처리 및 충격시험 로트

재료 기호			탈산방법 및 세립화 원소		제품 ⁽⁴⁾	열처리 및 충격시험의 로트 ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾					
						두께 (mm)					
					0	12.5	20	25	35	50	100
AH 32 AH 36	킬드 및 세립 킬드	Nb 및/또는 V처리 ⁽⁵⁾	강판	AR<50>	TMCP <50> N<50> CR <50>				TMCP <50> N<50> CR <25>		
			형강 및 봉강		TMCP <50> N<50> CR <50> ARS <25>						
		Al 또는 Al+ Ti 처리	강판	AR<50>	ARS <50>						
			형강 및 봉강		TMCP <50> N<50> CR <50>		TMCP <50> N<50> CR <25>				
DH 32 DH 36	킬드 및 세립 킬드	Nb 및/또는 V처리 ⁽⁵⁾	강판	AR<50>	TMCP <50> N <50> CR <50>				TMCP <50> N <50> CR <25>		
			형강 및 봉강		TMCP <50> N <50> CR <50> ARS <25>						
		Al 또는 Al+ Ti 처리	강판	AR <50>	ARS<25>						
			형강 및 봉강		TMCP <50> N<50> CR <50>		TMCP <50> N<50> CRS<25>				
EH 32 EH 36	킬드 및 세립 킬드	모든 세립화 원소	강판	TMCP <P> N<P>							
			형강 및 봉강	TMCP<25> N<25> CR <15> ARS<15>							
강판			TMCP<P> N<P> QT<P>								
형강 및 봉강			TMCP <25> N<25> QT<25> ARS<15>								
강판			AR<50>	TMCP<50> N<50> CR <50>			TMCP<50> N<50> QT <P>				
형강 및 봉강			AR<50>	TMCP<50> N<50> CR <50>							
강판			TMCP<50> N<50> CR<50>				TMCP<50> N<50> QT <P>				
형강 및 봉강			TMCP<50> N<50> CR<50>								
강판			TMCP<P> N<P> QT<P>								
형강 및 봉강			TMCP<25> N<25> QT<25>								
강판			TMCP<P> N<P> QT<P>								
형강 및 봉강			TMCP<25> N<25> QT<25>								

(비 고)

(1) 열처리 표시기호는 다음에 따른다. (이하 동일하다)

AR : 압연 그대로 CR : 온도제어압연

N : 노멀라이징 TMCP : 열가공제어법

QT : 담금질 후 템퍼링

ARS : 우리 선급에 의해 특별히 승인된 압연 그대로

CRS : 우리 선급에 의해 특별히 승인된 온도제어압연

(2) 표 중 열처리 기호 다음의 부호는 로트의 크기를 나타내는 것으로 < > 표시 안의 숫자는 각각 50 t, 25 t 및 15 t을 넘지 아니하는 강재(동일용강에 속하고 열처리 및 제조공정이 같은 것)를 1 로트로, <P>는 1 피스(piece)를 1 로트로 하는 것을 표시하며 <->는 충격시험이 요구되지 않는 것을 표시한다. 여기서 피스라 함은 1개의 강편(slab), 1개의 빌릿 또는 1개의 강괴로부터 직접 압연된 그대로의 강판, 형강 또는 봉강 전체를 말한다.

(3) AR 대신에 TMCP, N 또는 CR을 적용할 수 있으며 이들 강재에 대한 로트는 AR과 동일한 것으로 한다.

(4) 강판에는 너비 600 mm 이상의 평강을 포함한다.

(5) 세립화를 위해 함유량에 관계없이 단독 또는 조합으로 Nb를 첨가하는 것을 말한다.(표 2.1.6의 비고 (10)참조)

(4) 별도로 규정하는 경우를 제외하고 시험재는 다음 (가) 내지 (다)의 규정에 따라 **그림 2.1.4**와 같이 채취한다.

(가) 강판 및 너비 600 mm 이상의 평강 : 모서리로부터 너비의 대략 1/4의 위치로 한다.

(나) 형강 및 너비 600 mm 미만의 평강 : 플랜지 모서리로부터 플랜지 너비의 대략 1/3(H형강의 경우 1/6)의 위치로 한다. 다만, ㄷ형강, 구평형강 및 H형강에 대하여는 웨브의 중심선으로부터 웨브깊이의 대략 1/4의 위치로 할 수 있다.

(다) 봉강 : 시험편의 중심선이 가능한 한 다음에 규정하는 위치가 되도록 시험재를 채취한다. 다만, 단면치수가 작아서 해당 로트 중 최대치름의 제품에서 적당한 길이로 절단한 것을 그대로 인장시험편으로 하는 경우에는 제외한다.

(i) 단면이 원형이 아닌 것에 대하여는 외면으로부터 장지름선상의 해당 길이의 대략 1/6의 위치로 한다.

(ii) 단면이 원형인 것에 대하여는 외면으로부터 지름의 대략 1/6의 위치로 한다.

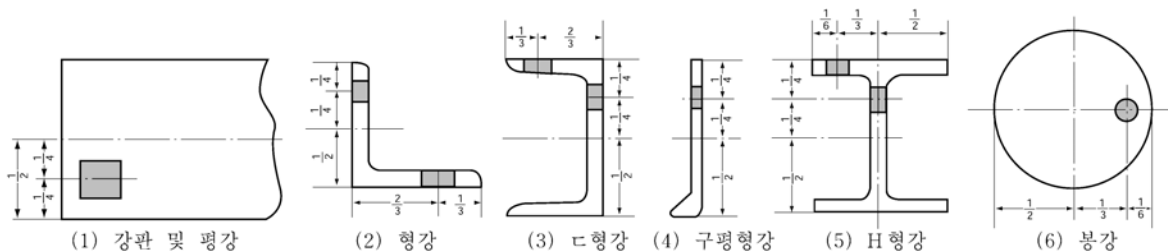


그림 2.1.4 시험재의 채취위치

7. 시험편의 채취

(1) 시험편은 본체와 별도로 열처리를 하여서는 아니 된다.

(2) 인장시험편은 다음 (가) 내지 (다)에 따라 채취한다.

(가) 1개의 시험재로부터 1개를 채취한다.

(나) 시험편의 길이방향을 압연방향에 직각(T방향)으로 채취한다. 다만, 형강, 봉강, 너비가 600 mm 미만인 평강 및 우리 선급이 특별히 승인한 경우에는 길이방향을 압연방향에 평행(L방향)으로 채취할 수 있다.

(다) 시험편은 일반적으로 판모양의 인장시험편을 사용하지만, 봉강 또는 두께 40 mm를 넘는 강판 및 형강에 대하여는 봉모양의 인장시험편을 사용할 수 있다. 강판 및 형강으로부터 봉모양 인장시험편을 채취하는 경우, 채취위치는 표면으로부터 두께의 대략 1/4에 위치하도록 한다.

(3) 충격시험편은 다음 (가) 내지 (다)에 따라 채취한다.

(가) 1개의 시험재로부터 1조(3개)를 채취한다.

(나) 시험편의 길이방향을 압연 방향에 평행(L방향)으로 채취한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 그 길이방향을 압연방향에 직각(T방향)으로 채취한다.

(다) 시험편은 강재의 두께가 40 mm 이하의 경우에는 강재의 표면과 시험편의 표면과의 간격이 2 mm 이하가 되도록 채취하고, 강재의 두께가 40 mm를 넘는 경우에는 강재의 표면으로부터 두께의 대략 1/4의 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 채취한다. 다만, 봉강의 경우에는 외면으로부터 지름의 대략 1/6의 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.

8. 치수허용차

(1) 강판(평강 포함)의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 0.3 mm로 한다. 다만 5 mm 미만의 두께에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(2) 강판 이외의 강재의 호칭두께에 대한 음의 허용차에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(3) 호칭두께에 대한 음의 허용차 이외의 치수 허용차에 대하여는 KS규격, 또는 동등 이상의 규격에 따른다.

(4) 두께 측정은 모서리로부터 10 mm 이상 떨어진 임의의 위치에서 측정하여야 한다.

9. 품질 및 결함의 보수

- (1) 강재의 품질에 대하여는 108. 1항 내지 2항에 따른다. 또한 강재에는 정도를 넘어서는 편석이나 비금속 개재물이 있어서는 아니 된다.
- (2) 표면결함은 그라인더로 부분적으로 제거하여도 좋다. 다만, 표면결함의 보수 허용기준에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

10. 재시험

- (1) 인장시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 그 시험편을 채취한 피스에서 다시 2개의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다. 이 경우에 시험성적이 모두 규격에 합격하였을 때에는 동일 로트에 속한 피스는 전부 합격으로 한다.
- (2) 전 호의 시험에서 2개 중 1개 이상이 불합격된 경우에는 시험편을 채취한 피스는 불합격으로 하지만 남은 피스에 대하여는 다시 2개의 피스를 선정하여 각각 1개의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다. 이 경우의 성적이 모두 규격에 합격하였을 때에는 동일 로트에 속하는 나머지 피스는 합격으로 한다.
- (3) (가) 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 다음 (i) 또는 (ii)의 경우를 제외하고 그 시험편을 채취한 피스로부터 다시 1조의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다.
 - (i) 시험편 3개 모두가 규정의 평균흡수에너지값에 미치지 못한 경우
 - (ii) 시험편 중 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우
 (나) 재시험은 최초 불합격한 시험편의 값을 포함하여 합계 6개의 시험편의 흡수에너지 평균치가 규정의 평균흡수에너지값 이상이고, 동시에 해당시험편 중 규정의 평균흡수에너지값보다 작은 시험편의 수가 2개 이하이고 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 시험편의 수가 1개 이하이면 동일 로트에 속한 피스는 전부 합격으로 한다.
- (4) 전 (3)호의 시험에서 불합격한 경우에는 시험편을 채취한 피스는 불합격으로 하지만 동일 로트에 속하는 두께가 최대인 2개의 피스로부터 다시 2조의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있으며 각조에 대한 시험결과가 모두 규격을 만족할 때는 동일 로트에 속하는 나머지 피스에 대하여는 합격으로 한다. 다만, 2조 중 어느 1조라도 불합격일 때에는 그 로트에 속하는 피스는 불합격으로 한다.
- (5) 시험이 시험편 가공의 잘못이나 눈에 보이는 결함 또는 인장시험의 경우에서와 같이 시험편이 표점사이의 중앙으로부터 양단 방향으로 각각 표점거리의 1/4을 초과하는 곳에서 절단되고 연신율에 대한 성적이 규정에 합격하지 아니하였을 경우에는 그 시험을 무효로 하고 동일 로트에 속하는 피스로부터 소정의 시험편을 채취하여 다시 시험을 할 수 있다.
- (6) 전 각호의 재시험에도 불합격한 경우에는 그 시험편을 채취한 피스는 불합격으로 하나 주문자와 제조자의 협의에 따라 대표된 로트의 각 피스에 대하여 피스마다 따로 규정된 모든 시험을 하고 그 성적이 규격에 합격하였을 경우에는 그 피스에 한해서 합격으로 할 수 있다.
- (7) 주문자와 제조자의 협의에 따라 불합격된 피스를 열처리하거나 또는 재열처리를 하고 시험을 다시 하든지 또는 낮은 등급으로 사용하고자 하는 경우 그 성적이 규격에 적합하면 그 피스를 합격으로 할 수 있다.

11. 표 시 규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 110.에 따른다. 또한, 열처리가 *TMCP*인 경우에는 재료기호의 뒤에 “*TM*” 을 부기한다. (예 : *EH 40 TM*)

302. 보일러용 압연강판

1. 적 용

- (1) 이 규정은 보일러용 및 고온에서 사용하는 압력용기용 압연강판(이하 **강판**이라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 302.에 규정하지 아니한 강판에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 강판의 종류는 표 2.1.10에 따른다.

3. 열처리

- (1) 두께 50 mm 이하의 *RSP 42*, *RSP 46* 및 *RSP 49* 강판과 두께 38 mm 이하인 *RSP 46A* 및 *RSP 49A* 강판은 압연 그대로 한다. 다만, 필요에 따라서 적절한 열처리를 한다.
- (2) 두께 50 mm를 넘는 *RSP 42*, *RSP 46* 및 *RSP 49* 강판과 두께 38 mm를 넘는 *RSP 46A* 및 *RSP 49A* 강판

은 정상적인 결정립도를 얻을 수 있는 노멀라이징을 하든가 또는 열간성형 가공시에 노멀라이징과 같은 효과를 얻을 수 있는 온도로 균일한 가열을 하여야 한다. 이 경우 노멀라이징은 원칙적으로 제조자가 하는 것으로 한다.

표 2.1.10 강판의 종류

재료기호	최대두께 (mm)
RSP 42	200
RSP 46	
RSP 49	
RSP 46A	150
RSP 49A	

4. 화학성분 강판의 화학성분은 표 2.1.11에 따른다.

표 2.1.11 화학성분

재료 기호	화학성분 (%)						
	두께 t (mm)	C	Si	Mn	P	S	Mo
RSP 42	$t \leq 25$	0.24 이하	0.15 ~ 0.30	0.90 이하	0.035 이하	0.040 이하	-
	$25 < t \leq 50$	0.27 이하					
	$50 < t \leq 200$	0.30 이하					
RSP 46	$t \leq 25$	0.28 이하					
	$25 < t \leq 50$	0.31 이하					
	$50 < t \leq 200$	0.33 이하					
RSP 49	$t \leq 25$	0.31 이하					
	$25 < t \leq 50$	0.33 이하					
	$50 < t \leq 200$	0.35 이하					
RSP 46A	$t \leq 25$	0.18 이하					0.45 ~ 0.60
	$25 < t \leq 50$	0.21 이하					
	$50 < t \leq 100$	0.23 이하					
	$100 < t \leq 150$	0.25 이하					
RSP 49A	$t \leq 25$	0.20 이하					
	$25 < t \leq 50$	0.23 이하					
	$50 < t \leq 100$	0.25 이하					
	$100 < t \leq 150$	0.27 이하					

(비 고)

(1) RSP 46 (두께 25 mm 이하는 제외)은 C를 0.30 %이하, Mn을 1.00 % 이하로 할 수 있다.

(2) RSP 49 에 대하여는 C를 0.30 %이하, Mn을 1.15 % 이하로 할 수 있다.

5. 기계적 성질 강판의 기계적 성질은 표 2.1.12에 따른다.

6. 시험재의 채취 및 열처리

- (1) 열처리를 하지 아니한 강판에 대하여는 1개의 강편 또는 강괴로부터 직접 압연된 그대로의 강판마다 1개의 시험재를 채취한다.
- (2) 열처리를 한 강판에 대하여는 1개의 강편 또는 강괴로부터 직접 압연되고 또한 동일한 열처리를 한 강판마다 1개의 시험재를 채취한다.

- (3) 주문자가 용접후 또는 가공 과정에서 응력제거 어닐링을 하는 경우, 제조자는 전 각호에 따라 채취한 시험재에 대하여 주문자의 지시(주문자는 주문서에 응력제거 어닐링 상세를 명시하여야 한다)에 따라 해당 응력제거 어닐링에 대응하는 열처리를 하여야 한다. 다만, 주문자로부터 응력제거 어닐링 방법에 대한 지시가 없는 경우에는 시험재를 $600^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$ 로 서서히 가열하고 두께 25 mm 마다 1시간 이상의 비율로 온도를 유지시킨 다음 300°C 까지 노중에서 냉각시킨 후 대기중에서 냉각한다.
- (4) 시험재는 강판의 모서리로부터 너비의 대략 1/4의 위치에서 채취한다.

표 2.1.12 기계적 성질

재료기호	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%) ($L = 5.65 \sqrt{A}$)
RSP 42	225이상	410~550	24이상
RSP 46	245이상	450~590	22이상
RSP 49	265이상	480~620	20이상
RSP 46A	255이상	450~590	23이상
RSP 49A	275이상	480~620	21이상
(비 고) 두께가 90 mm 를 넘는 강판의 연신율은 90 mm 를 초과하는 두께 12.5 mm 또는 그 단수마다 이 표의 연신율 값에서 0.5% 를 감소시킬 수 있다. 다만, 감소한도는 3% 로 한다.			

7. 시험편의 채취 인장시험편은 다음 (1) 내지 (3)에 따른다.

- (1) 1개의 시험재로부터 1개를 채취한다.
- (2) 시험편의 길이방향을 압연방향에 직각(T방향)으로 채취한다.
- (3) 봉모양 인장시험편을 채취하는 경우에는 시험편의 축을 표면으로부터 두께의 대략 1/4에 위치하도록 한다.

8. 치수허용차 치수허용차에 대하여는 301.의 8항에 따른다. 다만, 강판의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 0.25 mm 로 한다.

9. 재시험 인장시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

10. 표 시

- (1) 규정의 시험에 합격한 강판의 표시는 110.에 따르는 이외에 다음 (2)호에 규정하는 열처리에 관한 표시기호를 재료기호의 뒤에 부기하여야 한다.
- (2) 열처리에 관한 표시기호는 다음에 따른다.
강판에 노멀라이징을 한 경우 : N (예 : RSP 46N)
시험편에 응력제거 어닐링에 대응하는 열처리를 한 경우 : SR (예 : RSP 46N-SR)

303. 압력용기용 압연강판

1. 적 용

- (1) 이 규정은 주로 상온에서 사용하는 압력용기용 압연강판(이하 강판이라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 303.에 규정하지 아니한 강판에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 강판의 종류는 표 2.1.13과 같이 5종류로 한다.

표 2.1.13 강판의 종류

재료기호	적용최대두께 (mm)
RPV 24	200
RPV 32	100
RPV 36 RPV 46 RPV 50	75

3. 열처리

- (1) *RPV* 24, *RPV* 32 및 *RPV* 36 강판은 압연 그대로 한다. 다만, 필요에 따라 적절한 열처리를 할 수 있다.
 (2) *RPV* 46 및 *RPV* 50 강판은 담금질한 후 템퍼링을 하는 것으로 한다. 다만, 우리 선급의 승인을 받아 노멀라이징, 온도제어압연, *TMCP* 또는 압연 그대로 할 수 있다.

4. **화학적 성분** 강판의 화학성분은 표 2.1.14에 따른다. 다만, 필요에 따라 표 2.1.14에 규정한 이외의 원소를 첨가할 수 있다. 이 경우에는 이것을 시험성적서에 기재하여야 한다.

표 2.1.14 화학성분

재료기호	화학적분 (%)					탄소당량(%)		
	<i>C</i>		<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>t</i> ≤ 50(<i>mm</i>)	50 < <i>t</i> ≤ 75(<i>mm</i>)
<i>RPV</i> 24	<i>t</i> ≤ 100 <i>mm</i>	0.18이하	0.15 ~ 0.35	1.40이하	0.030 이하	0.030 이하	-	-
	<i>t</i> > 100 <i>mm</i>	0.20이하					-	-
<i>RPV</i> 32	0.18이하		0.15 ~ 0.55	1.50이하			-	-
<i>RPV</i> 36	0.20이하		0.15 ~ 0.55	1.60이하			-	-
<i>RPV</i> 46	0.18이하		0.15 ~ 0.75	1.60이하			0.44이하	0.46이하
<i>RPV</i> 50	0.18이하		0.15 ~ 0.75	1.60이하			0.45이하	0.47이하

5. **기계적 성질** 강판의 기계적 성질은 표 2.1.15에 따른다.

표 2.1.15 기계적 성질

재료 기호	인장시험					충격시험		
	항복강도 (N/mm^2)			인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%) ($L = 5.65 \sqrt{A}$)	시험 온도 ($^{\circ}c$)	평균흡수 에너지 (J)	개개의 흡수 에너지 (J)
	강판의 두께 t (mm)							
	$t \leq 50$	$50 < t \leq 100$	$100 < t \leq 200$					
$RPV\ 24$	235이상	215이상	195이상	400~510	23이상	0	47이상	27이상
$RPV\ 32$	315이상	290이상	-	490~610	22이상			
$RPV\ 36$	355이상	335이상	-	520~640	20이상			
$RPV\ 46$	450이상	430이상	-	570~695	17이상	-10		
$RPV\ 50$	490이상	470이상		610~735	16이상			

6. 시험재의 채취

- (1) 열처리를 하지 않은 강판에 대하여는 1개의 강편 또는 강괴로부터 직접 압연된 그대로의 강판마다 1개의 시험재를 채취한다.
 (2) 열처리를 한 강판에 대하여는 1개의 강편 또는 강괴로부터 직접 압연되고 또한 동일한 열처리를 한 강판마다 1개의 시험재를 채취한다.
 (3) 주문자가 용접후 또는 가공 과정에서 응력제거 어닐링을 하는 경우의 시험재에 대한 열처리는 302.의 6항 (3)호에 따른다.
 (4) 시험재는 강판의 모서리로부터 너비의 대략 1/4의 위치에서 채취한다.

7. 시험편의 채취

- (1) 인장시험편은 다음 (가) 내지 (다)에 따른다.
 (가) 1개의 시험재료로부터 1개를 채취한다.
 (나) 시험편의 길이방향을 압연방향에 직각(*T*방향)으로 채취한다.
 (다) 봉모양 인장시험편을 채취하는 경우에는 시험편의 축을 표면으로부터 두께의 대략 1/4에 위치하도록 한다.

(2) 충격시험편은 다음 (가) 내지 (다)에 따른다.

(가) 1개의 시험재로부터 1조(3개)를 채취한다.

(나) 시험편의 길이방향을 압연방향에 평행(L방향)으로 채취한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 그 길이방향을 압연방향에 직각(T방향)으로 채취한다.

(다) 시험편은 표면으로부터 두께의 대략 1/4의 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 채취한다.

8. 치수허용차 치수허용차에 대하여는 301.의 8항에 따른다. 다만, 강판의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 0.25 mm로 한다.

9. 재시험 인장 및 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

10. 표 시

(1) 규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 110.에 따르는 이외에 다음 (2)호에 규정하는 열처리에 관한 표시기호를 재료기호의 뒤에 부기하여야 한다.

(2) 열처리에 관한 표시기호는 다음에 따른다.

강판에 온도제어 압연을 한 경우 : CR

강판에 노멀라이징을 한 경우 : N

강판에 담금질 후 템퍼링을 한 경우 : QT

강판을 TMCP로 제조한 경우 : TM

시험편에 응력제거 어닐링에 대응하는 열처리를 한 경우 : SR

11. 동등 규격재

(1) 전 301.에 규정한 선체용 압연강재 중 D, E급 연강판 및 고장력 강판으로서 6항 및 7항의 규정에 따라 시험편을 채취하여 301.에 규정한 시험을 하고 합격한 것은 303.에 규정하는 강판과 동등한 것으로 간주한다. 이 경우 재료의 종류를 나타내는 표시기호는 301.에 규정하는 재료기호의 뒤에 [-PV]를 부기한다.

(2) 전 (1)호에 규정한 강판의 열처리 방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

304. 저온용 압연강재

1. 적 용

(1) 이 규정은 액화가스 산적운반선의 탱크, 탱크 주위 선체구조 및 냉동운반선 등의 저온에 노출되는 장소에 사용하는 두께가 40 mm 이하인 저온용 압연강재(이하 **강재**라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 두께가 40 mm를 넘는 강재에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(3) 304.에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 301.에 따른다.

(4) 304.에 규정하지 아니한 강재에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 강재의 종류는 표 2.1.16에 따른다.

표 2.1.16 종류 및 화학성분

재료기호	탈산방법	화학성분(%)						탄소당량(%)	
		<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ni</i>		
<i>RL 24A</i>	세립킬드 (Al처리)	0.16 이하	0.10~0.50	0.70~1.60	0.030 이하	0.025 이하	-	0.41 이하	
<i>RL 24B</i>		0.14 이하							
<i>RL 27</i>		0.14 이하							
<i>RL 33</i>		0.14 이하							
<i>RL 37</i>		0.14 이하	0.30 이하	0.70 이하	0.025 이하	0.025 이하	2.10~2.50	-	
<i>RL 2N30</i>		0.14 이하					3.25~3.75		
<i>RL 3N32</i>		0.14 이하		1.50 이하			4.75~6.00		
<i>RL 5N43</i>		0.12 이하		0.90 이하			8.50~9.50		
<i>RL 9N53</i>		0.10 이하							
<i>RL 9N60</i>									

3. 열처리 강재의 열처리는 표 2.1.17에 따른다.

표 2.1.17 열처리 및 기계적 성질

재료기호	열처리	인장시험			충격시험 ⁽³⁾⁽⁴⁾		
		항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%) ⁽²⁾ ($L = 5.65\sqrt{A}$)	시험온도 ⁽⁵⁾ ($^{\circ}C$)	평균흡수에너지(J) L T	
RL 24A	노멀라이징 또는 TMCP	235 이상	400~510	20 이상	-40	41이 상	27이 상
RL 24B					-50		
RL 27		265 이상	420~540		-60		
RL 33	담금질 후 템퍼링	325 이상	440~560				
RL 37	또는 TMCP	360 이상	490~610	-70			
RL 2N30	노멀라이징 또는	295 이상	420~570				
RL 3N32	노멀라이징 후	315 이상	440~590				
RL 5N43	템퍼링 ⁽¹⁾	420 이상	540~690				
RL 9N53	2회 노멀라이징 후 템퍼링 ⁽¹⁾	520 이상	690~830	18 이상	-196		
RL 9N60	담금질 후 템퍼링 ⁽¹⁾	590 이상	690~830				

(비 고)

(1) 우리 선급의 승인을 받아 TMCP로 할 수 있다.

(2) R 14B IV형 시험편을 사용하는 경우의 연신율 최소화는 다음 값에 따라도 좋다.

두께 t (mm)	$t \leq 5$	$5 < t \leq 10$	$10 < t \leq 15$	$15 < t \leq 20$	$20 < t \leq 25$	$25 < t \leq 30$	$30 < t \leq 35$	$35 < t \leq 40$
재료기호								
RL 24A, RL 24B, RL 27	13	14	15	16	17	18	18	19
RL 33	12	13	14	15	16	17	18	19
RL 37	11	12	13	14	15	16	17	18
RL 2N30, RL 3N32, RL 5N43	12	13	14	15	16	17	17	18
RL 9N53, RL 9N60	10	11	12	13	14	15	16	17

(3) L 및 T 는 시험편의 길이방향이 압연방향과 각각 평행 또는 직각인 경우를 나타낸다.

(4) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균 흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(5) 7편 5장의 규정이 적용되는 강재의 충격시험 온도는 표 2.1.18에 따른다.

4. 탈산방법 및 화학성분

- (1) 강재의 탈산방법 및 화학성분은 표 2.1.16에 따른다. 다만, 필요에 따라 표 2.1.16에 규정한 이외의 원소를 첨가할 수 있다.
- (2) 열처리를 TMCP로 하는 경우의 화학성분은 우리 선급의 승인을 받아 표 2.1.16의 규격과 다르게 할 수 있다.

5. 기계적 성질 강재의 기계적 성질은 표 2.1.17에 따른다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 노치인성을 확인하기 위한 시험을 요구할 수 있다.

6. 시험재의 채취

- (1) 강판에 대하여는 1개의 강편 및 강괴로부터 직접 압연된 강판마다 1개의 시험재를 채취한다.
- (2) 강판 이외의 강재에 대하여는 10톤을 넘지 않는 강재(동일 용강에 속하고 제조공정을 같이 하는 것으로 단면치수가 동일한 것)를 1로트로 하고 로트마다 1개의 시험재를 채취한다.
- (3) 시험재의 채취위치는 301.의 6항 (4)호에 따른다.

표 2.1.18 7편5장의 규정이 적용되는 강재의 충격시험온도

재료기호	두께 t (mm)	시험온도 (° c) ⁽¹⁾
RL 24A RL 24B RL 27 RL 33 RL 37	$t \leq 25$	-20 또는 (Td - 5) ⁽²⁾
	$25 < t \leq 30$	-20 또는 (Td - 10) ⁽²⁾
	$30 < t \leq 35$	-20 또는 (Td - 15) ⁽²⁾
	$35 < t \leq 40$	(Td - 20)
RL 2N30	$t \leq 25$	-70
	$25 < t \leq 30$	-70 또는 (Td - 10) ⁽²⁾
	$30 < t \leq 35$	-70 또는 (Td - 15) ⁽²⁾
	$35 < t \leq 40$	-70 또는 (Td - 20) ⁽²⁾
RL 3N32	$t \leq 25$	-95
	$25 < t \leq 30$	-95 또는 (Td - 10) ⁽²⁾
	$30 < t \leq 35$	-95 또는 (Td - 15) ⁽²⁾
	$35 < t \leq 40$	-95 또는 (Td - 20) ⁽²⁾
RL 5N43	$t \leq 25$	-110
	$25 < t \leq 30$	-110 또는 (Td - 10) ⁽²⁾
	$30 < t \leq 35$	-110 또는 (Td - 15) ⁽²⁾
	$35 < t \leq 40$	-110 또는 (Td - 20) ⁽²⁾
RL 9N53	$t \leq 40$	-196
RL 9N60		
(비 고)		
(1) Td 는 설계온도(° c)를 표시한다.		
(2) 낮은 쪽을 시험온도로 한다.		

7. 시험편의 채취

- (1) 인장시험편은 301.의 7항 (2)호에 따라 채취한다.
 (2) 충격시험편은 다음 (가) 및 (나)에 따라 채취한다.

(가) 301.의 7항 (3)호에 따른다.

(나) 강판에 대하여는 시험편의 길이방향을 압연방향과 직각(T 방향)으로, 강판 이외의 강재에 대하여는 시험편의 길이방향을 압연방향과 평행(L 방향)으로 채취한다.

8. 치수허용차 치수허용차에 대하여는 301.의 8항에 따른다. 다만, 강판의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 0.25 mm로 한다.

9. 재시험 인장시험 및 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

10. 표 시 규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 110.에 따른다. 또한, 표 2.1.17의 비고 (1) 및 (5)를 적용한 강재에는 재료기호의 뒤에 각각 “ TM ” 및 “충격시험 온도 T ”를 부기한다.(예 : RL33TM-50 T)

305. 압연 스테인리스 강재

1. 적 용

- (1) 이 규정은 액화가스 산적운반선의 탱크 또는 내식성을 필요로 하는 탱크에 사용하는 압연 스테인리스 강재(이하 강재라 한다)에 대하여 적용한다.
 (2) 305.에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 301.에 따른다.
 (3) 305.에 규정하지 아니한 강재에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 강재의 종류는 표 2.1.19에 따른다.

표 2.1.19 종류 및 화학성분

재료기호	화학성분 (%)											
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	<i>N</i>	기타		
<i>RSTS</i> 304	0.08 이하	1.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.030 이하	8.00~10.50	18.00~20.00	-	-	-		
<i>RSTS</i> 304 <i>L</i>	0.030이하		2.50 이하			9.00~13.00			0.10~0.25			
<i>RSTS</i> 304 <i>N</i> 1	0.08 이하					7.00~10.50					0.15~0.30	Nb≤0.15
<i>RSTS</i> 304 <i>N</i> 2						7.50~10.50						
<i>RSTS</i> 304 <i>LN</i>	0.030이하					2.00 이하	8.50~11.50			17.00~19.00	0.12~0.22	-
<i>RSTS</i> 309 <i>S</i>	0.08 이하	12.00~15.00	22.00~24.00				-					
<i>RSTS</i> 310 <i>S</i>		19.00~22.00	24.00~26.00									
<i>RSTS</i> 316		10.00~14.00	16.00~18.00					2.00~3.00	-			
<i>RSTS</i> 316 <i>L</i>	0.030이하	12.00~15.00					0.10~0.22					
<i>RSTS</i> 316 <i>N</i>	0.08 이하	10.00~14.00								0.12~0.22		
<i>RSTS</i> 316 <i>LN</i>	0.030이하	10.50~14.50	16.50~18.50				3.00~4.00	-				
<i>RSTS</i> 317	0.08 이하	1.00 이하	11.00~15.00					18.00~20.00	0.10~0.20			
<i>RSTS</i> 317 <i>L</i>	0.030이하											
<i>RSTS</i> 317 <i>LN</i>												
<i>RSTS</i> 321	0.08 이하							9.00~13.00	17.00~19.00	-	-	Ti≥5×C
<i>RSTS</i> 347											Nb≥10×C	

3. 열처리 강재는 원칙적으로 고용화열처리를 하여야 한다.

4. 화학성분 강재의 화학성분은 표 2.1.19에 따른다.

5. 기계적 성질

(1) 강재의 기계적 성질은 표 2.1.20에 따른다.

표 2.1.20 기계적 성질

재료기호	인장시험			경도시험		
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%) ($L=5.65\sqrt{A}$)	브리넬 H_B	로크웰 H_{RB}	비커스 H_V
RSTS 304	205이상	520이상	40이상	187이하	90이하	200이하
RSTS 304L	175이상	480이상				
RSTS 304N1	275이상	550이상	35이상	217이하	95이하	220이하
RSTS 304N2	345이상	690이상		248이하	100이하	260이하
RSTS 304LN	245이상	550이상	40이상	217이하	95이하	220이하
RSTS 309S	205이상	520이상		187이하	90이하	200이하
RSTS 310S						
RSTS 316						
RSTS 316L	175이상	480이상		35이상	217이하	95이하
RSTS 316N	275이상	550이상				
RSTS 316LN	245이상		40이상	217이하	95이하	220이하
RSTS 317	205이상	520이상				
RSTS 317L	175이상	480이상		217이하	95이하	220이하
RSTS 317LN	245이상	550이상				
RSTS 321	205이상	520이상			187이하	90이하
RSTS 347						

(2) 경도시험의 결과는 그 시험방법에 따라 표 2.1.20에 따른다.

(3) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 강재의 용도에 따라 내식성시험 및 충격시험을 요구할 수 있다.

6. 시험재의 채취

(1) 시험재는 1개의 강편, 빌릿 또는 강괴로부터 직접 압연되고 또한 동일한 열처리를 한 강재마다 1개의 시험재를 채취한다.

(2) 시험재의 채취 위치는 301.의 6항 (4)호에 따른다.

7. 시험편의 채취

(1) 인장시험편은 301.의 7항 (2)호에 따라 채취한다.

(2) 경도시험편은 인장시험편의 일부로서 대신할 수 있다.

8. 치수허용차

치수허용차에 대하여는 301.의 8항에 따른다. 다만, 강판의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 0.25 mm로 한다.

9. 표 시

규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 110.에 따른다.

306. 체인용 봉강

1. 적 용

(1) 이 규정은 4편 8장 4절에 규정하는 체인의 제조에 사용하는 압연봉강(이하 **봉강**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 306.에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 301.에 따른다.

(3) 306.에 규정하지 아니한 봉강에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류

체인용 봉강의 종류는 표 2.1.21에 따른다.

표 2.1.21 종 류

종 류	재료기호	적 용
제 1 종 체인용 봉강	RSBC 31	스터드가 없는 체인 제 1 종 체인
제 2 종 체인용 봉강	RSBC 50	제 2 종 체인
제 3 종 체인용 봉강	RSBC 70	제 3 종 체인
제 R 3 종 체인용 봉강	RSBCR 3	제 R 3 종 체인
제 R 3S 종 체인용 봉강	RSBCR 3S	제 R 3S 종 체인
제 R 4 종 체인용 봉강	RSBCR 4	제 R 4 종 체인

3. 탈산방법 및 화학성분

탈산방법 및 화학성분은 표 2.1.22에 따른다. 다만, 우리 선급의 승인을 받아 표 2.1.22에 규정한 이외의 원소를 첨가할 수 있다.

표 2.1.22 탈산방법 및 화학성분 (%)

재료기호	탈산방법	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Al</i> ⁽¹⁾
<i>RSBC</i> 31	킬드	0.20 이하	0.15~0.35	0.40 이상	0.040 이하	0.040 이하	-
<i>RSBC</i> 50 ⁽²⁾	세립킬드	0.24 이하	0.15~0.55	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하	0.020 이상
<i>RSBC</i> 70 ⁽²⁾		0.36 이하	0.15~0.55	1.00~1.90	0.035 이하	0.035 이하	0.020 이상
<i>RSBCR</i> 3	세립킬드	(3)					
<i>RSBCR</i> 3S							
<i>RSBCR</i> 4							

(비 고)

(1) *Al*의 함유량은 전 함유량으로 하며 일부를 기타의 세립화 원소로 치환할 수 있다.

(2) 우리선급의 승인을 받은 경우, 합금원소를 추가로 첨가할 수 있다.

(3) 상세한 화학성분은 우리 선급의 승인을 받아야 하며, *RSBCR* 4의 경우는 0.2 % 이상의 폴리브덴을 첨가하여야 한다.

4. 열처리 봉강은 압연한 그대로 한다.

5. 기계적 성질

(1) 봉강의 기계적 성질은 표 2.1.23에 따른다.

표 2.1.23 기계적 성질

재료기호	인장시험				충격시험 ⁽¹⁾	
	항복강도 (N/mm^2) ⁽³⁾	인장강도 (N/mm^2) ⁽³⁾	연신율(%) ($L=5d$)	단면수축률 (%)	시험온도(°C)	평균흡수에너지 (J)
RSBC 31	-	370~490 ⁽⁶⁾	25 이상	-	-	-
RSBC 50	295이상	490~690	22 이상	-	0	27 이상 ⁽²⁾
RSBC 70	410 이상	690 이상	17 이상	40 이상	0 ⁽⁴⁾	60 이상 ⁽⁴⁾
RSBCR 3	410 이상	690 이상	17 이상	50 이상	-20 ⁽⁵⁾	40 이상 ⁽⁵⁾
RSBCR 3S	490 이상	770 이상	15 이상	50 이상	-20 ⁽⁵⁾	45 이상 ⁽⁵⁾
RSBCR 4	580 이상	860 이상	12 이상	50 이상	-20	50 이상

(비 고)

- (1) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.
- (2) 4편 8장 406.에 따라 열처리를 한 RSBC 50에 대하여는 충격시험을 생략할 수 있다.
- (3) RSBCR 3, RSBCR 3S 또는 RSBCR 4의 항복비(항복강도를 인장강도로 나눈 값)는 0.92 이하이어야 한다.
- (4) RSBC 70의 경우 우리선급의 승인을 받아 -20 °C에서 충격시험을 실시할 수 있다. 이 경우 평균흡수에너지는 35 J 이상이어야 한다.
- (5) RSBCR 3, RSBCR 3S의 충격시험은 우리 선급의 승인을 얻은 후 0 °C에서 실시할 수 있고 이 경우 평균흡수에너지는 RSBCR 3은 60 J 이상, RSBCR 3S는 65 J 이상이어야 한다.
- (6) RSBC 31은 우리선급의 승인을 받아 인장강도의 하한값을 300 N/mm^2 이상으로 할 수 있다.

(2) 수소취성시험은 다음 (가) 내지 (라)에 따라 실시한다.

- (가) 한 개의 시험편은 기계가공 후 3시간 이내에 시험을 실시하거나 또는 기계가공 직후 즉시 -60 °C로 냉각한 후 최대 5일간 동일 온도로 유지한 후 인장시험을 실시한다.
- (나) 다른 한 개의 시험편은 기계가공 후 250 °C로 4시간 가열 유지한 후 인장시험을 실시한다.
- (다) 인장시험은 가능하면 낮은 변형증가율($0.0003 s^{-1}$ 이하)로 시험을 하고 인장강도, 연신율, 단면수축률 등을 측정하여야 한다.
- (라) 인장시험 결과는 다음 식을 만족하여야 한다.

$$Z_{(1)} / Z_{(2)} \geq 0.85$$

$Z_{(1)}$: (2)의 (가)에 규정한 시험에 의하여 측정된 단면수축률

$Z_{(2)}$: (2)의 (나)에 규정한 시험에 의하여 측정된 단면수축률

6. 시험재의 채취

- (1) 시험재는 50 톤을 넘지 않는 봉강(동일 용강에 속하고 제조공정을 같이하는 것)을 1로트로 하고 로트마다 최대지름의 봉강에서 1개씩 채취한다.
- (2) 제조자는 전 (1)호에 따라 채취한 시험재에 대하여 주문자의 지시(주문자는 주문서에 시험재의 열처리상세를 명시하여야 한다)에 따라 체인과 동일한 열처리를 하여야 한다. 다만, 주문자로부터 열처리방법에 대한 지시가 없는 경우에는 규칙 4편 8장 406.에 따라 시험재를 열처리 하여야 한다.

7. 시험편의 채취

(1) 시험편의 채취는 표 2.1.24에 따른다.

표 2.1.24 시험편의 수

재료기호	인장시험편의 수	충격시험편의 수
RSBC 31	1개	-
RSBC 50	1개	1조(3개) ⁽¹⁾
RSBC 70 RSBCR 3 RSBCR 3S RSBCR 4	1개	1조(3개)
(비 고)		
(1) 표 2.1.23의 비고 (2)를 적용하는 경우는 제외		

(2) RSBCR 3S 또는 RSBCR 4의 경우는 전 (1)호의 규정에 추가하여 다음 (가) 내지 (나)에 따라 동일한 열처리를 실시한 봉강의 중앙부에서 수소 취성시험을 위한 지름 20 mm의 인장시험편 2개를 채취한다.

(가) 연속주조재(continuous casting)의 경우 동일용강의 처음과 마지막을 대표할 수 있는 부분(용강혼합 부분 제외)에서 각각 1개씩 채취한다.

(나) 조괴재(ingot casting)의 경우 동일 용강의 다른 강괴에서 각각 1개씩 채취한다.

(3) 시험편의 길이방향을 압연방향에 평행(L방향)으로 채취한다.

(4) 시험편은 그림 2.1.5와 같이 시험재의 외면으로부터 지름의 대략 1/6의 위치에서 채취한다.

(5) 충격시험편의 노치는 봉강의 반지름 방향과 대략 일치시킨다.

8. 표면검사, 비파괴검사 및 치수 허용차

(1) 모든 봉강에 대하여는 표면검사를 실시하여야 하며 유해한 결함이 없어야 한다.

(2) RSBCR 3, RSBCR 3S, RSBCR 4는 제조중 적당한 단계에서 초음파 탐상을 실시하고 유해한 결함이 없어야 한다.

(3) RSBCR 3, RSBCR 3S, RSBCR 4는 모든 부분에 자분탐상이나 와류탐상 등 적당한 방법으로 비파괴 시험을 실시하고 유해한 결함이 없어야 한다.

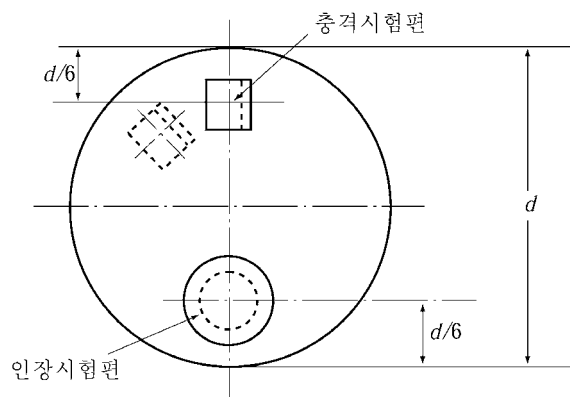


그림 2.1.5 시험편의 채취위치

(4) 제조자의 품질관리 상태 등이 양호하다고 인정하는 경우에는 전 (2)호 및 (3)호에서 규정한 비파괴시험의 빈도를 경감할 수 있다. 그러나 6항에 규정된 시험재에 대하여는 어떠한 경우라도 비파괴시험을 실시하여야 한다.

(5) 봉강의 치수 허용차는 표 2.1.25에 따른다.

표 2.1.25 치수 허용차

호칭치수 (mm) ⁽¹⁾	지름에 대한 허용차 (mm)	진원도($d_{\max} - d_{\min}$) (mm) ⁽²⁾
25미만	-0, +1.0	0.6이하
25이상 35이하	-0, +1.2	0.8이하
36이상 50이하	-0, +1.6	1.1이하
51이상 80이하	-0, +2.0	1.50이하
81이상 100이하	-0, +2.6	1.95이하
101이상 120이하	-0, +3.0	2.25이하
121이상 160이하	-0, +4.0	3.00이하
(비 고)		
(1) 호칭치수 161 mm 이상인 경우는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.		
(2) d_{\max} 및 d_{\min} 은 봉강의 최대 및 최소 지름이다.		

9. 재시험

- (1) 인장시험 또는 충격시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.
- (2) 시험재에 대한 부적절한 열처리 때문에 인장시험 또는 충격시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 동일 피스에 속하는 봉강에서 새로운 시험재를 채취하여 열처리를 한 후 모든 시험을 다시 할 수 있다.

10. 표 시 규정의 시험에 합격한 봉강의 표시는 110.에 따른다.

307. 보일러용 압연봉강

1. 적 용

- (1) 이 규정은 보일러용 스테이볼트에 사용하는 열간압연봉강(이하 **봉강**이라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 307.에 규정하지 아니한 봉강에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 봉강의 종류는 표 2.1.26에 따른다.

3. 열처리 봉강의 열처리는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

4. 화학성분 봉강의 화학성분은 표 2.1.26에 따른다.

표 2.1.26 종류 및 화학성분

재료기호	화학성분 (%)		
	<i>C</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
RSB 42	0.30 이하	0.04 이하	0.05 이하
RSB 46	0.33 이하		

5. 기계적 성질 봉강의 기계적 성질은 다음에 따른다.

- (1) 인장시험 규격치는 표 2.1.27에 따른다.
- (2) 굽힘시험은 시험편을 상온에서 표 2.1.28에 정하는 안쪽 반지름으로 180° 굽혀도 바깥쪽에 흠 또는 균열이 생겨서는 아니 된다.

표 2.1.27 인장시험

재료기호	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L = 5.65 \sqrt{A}$)
RSB 42	225 이상	410~490	24 이상
RSB 46	245 이상	450~540	22 이상
(비 고) 지름이 100 mm를 넘는 봉강의 항복강도 규격치는 상기 표에 관계없이 RSB 42에 대하여는 205 N/mm^2 이상, RSB 46에 대하여는 225 N/mm^2 이상으로 할 수 있다.			

표 2.1.28 굽힘안쪽 반지름의 시험편 지름에 대한 비율

봉강의 지름 $d(mm)$	굽힘안쪽반지름의 시험편 지름에 대한 비율	
	$RSB\ 42$	$RSB\ 46$
$d \leq 25$	0.75	1
$25 < d \leq 50$	1	1.25
$50 < d \leq 75$	1.25	
$75 < d$		1.5

6. 시험재의 채취 시험재는 동일 용강에 속하고 제조공정을 같이 하는 것으로서 지름의 차이가 10 mm 미만인 것을 1로트로 하고 해당로트의 크기에 따라 표 2.1.29와 같이 채취한다.

표 2.1.29 시험재의 수

1로트의 중량(ton)	시험재의 수
25이하	각 1 개
25를 넘고 30이하	각 2 개
30을 넘는 것	각2개+초과분 10톤 또는 그 단수마다 각1개

7. 시험편의 채취

- (1) 1개의 시험재에서 인장시험편 및 굽힘시험편을 각각 1개씩 채취한다.
- (2) 시험편의 길이방향을 압연방향에 평행(L방향)으로 채취한다.
- (3) 인장시험편은 그림 2.1.5와 같이 시험재의 외면으로부터 지름의 대략 1/6의 위치에서 채취한다.

8. 치수의 허용차 봉강의 지름의 허용차는 표 2.1.30에 따른다.

표 2.1.30 치수의 허용차

봉강의 지름 $d(mm)$	허 용 차
$d < 16$	$\pm 0.4 mm$
$16 \leq d < 28$	$\pm 0.5 mm$
$28 \leq d$	$\pm 1.8 \%$

9. 표 시 규정의 시험에 합격한 봉강의 표시는 110.에 따른다.

308. 용접구조용 조질고장력 압연강재

1. 적 용

- (1) 이 규정은 해양구조물, 액화가스산적운반선의 탱크 및 프로세스용 압력용기 등에 사용하는 두께 70 mm 이하의 용접구조용 조질고장력 압연강재(이하 강재라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 두께가 70 mm를 넘는 강재에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(3) 308.에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 301.에 따른다.

(4) 308.에 규정하지 아니한 강재는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 강재의 종류는 표 2.1.31에 따른다.

표 2.1.31 강재의 종류

종 류	재 료 기 호
용접구조용 조질고장력강	AH 43, AH 47, AH 51, AH 56, AH 63, AH 70 DH 43, DH 47, DH 51, DH 56, DH 63, DH 70 EH 43, EH 47, EH 51, EH 56, EH 63, EH 70 FH 43, FH 47, FH 51, FH 56, FH 63, FH 70

3. 탈산방법 및 화학성분

(1) 강재의 탈산방법 및 화학성분은 표 2.1.32에 따른다. 다만, 필요에 따라 표 2.1.32에 규정한 이외의 원소를 첨가할 수 있다.

표 2.1.32 탈산방법 및 화학성분 (%)

재료 기호	탈산 방법	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cu</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	<i>V</i>	<i>B</i>	<i>N</i>				
<i>AH</i> 43	세립 킬드	0.21이하	0.55 이하	1.70이하	0.035이하	0.035이하	-	-	-	-	-	0.020 이하				
<i>DH</i> 43		0.20이하		1.70이하	0.030이하	0.030이하										
<i>EH</i> 43		0.20이하		1.70이하	0.030이하	0.030이하										
<i>FH</i> 43		0.18이하		1.60이하	0.025이하	0.025이하										
<i>AH</i> 47		0.21이하		1.70이하	0.035이하	0.035이하										
<i>DH</i> 47		0.20이하		1.70이하	0.030이하	0.030이하										
<i>EH</i> 47		0.20이하		1.70이하	0.030이하	0.030이하										
<i>FH</i> 47		0.18이하		1.60이하	0.025이하	0.025이하										
<i>AH</i> 51		0.21이하		1.70이하	0.035이하	0.035이하										
<i>DH</i> 51		0.20이하		1.70이하	0.030이하	0.030이하										
<i>EH</i> 51		0.20이하		1.70이하	0.030이하	0.030이하										
<i>FH</i> 51		0.18이하		1.60이하	0.025이하	0.025이하										
<i>AH</i> 56		0.21이하		1.70이하	0.035이하	0.035이하										
<i>DH</i> 56		0.20이하		1.70이하	0.030이하	0.030이하										
<i>EH</i> 56		0.20이하		1.70이하	0.030이하	0.030이하										
<i>FH</i> 56		0.18이하		1.60이하	0.025이하	0.025이하										
<i>AH</i> 63		0.21이하		1.70이하	0.035이하	0.035이하	0.50 이하	1.00 이하	0.60 이하	0.10 이하	0.006 이하					
<i>DH</i> 63		0.20이하		1.70이하	0.030이하	0.030이하		1.20 이하								
<i>EH</i> 63		0.20이하		1.70이하	0.030이하	0.030이하										
<i>FH</i> 63		0.18이하		1.60이하	0.025이하	0.025이하										
<i>AH</i> 70		0.21이하		1.70이하	0.035이하	0.035이하										
<i>DH</i> 70		0.20이하		1.70이하	0.030이하	0.030이하										
<i>EH</i> 70		0.20이하		1.70이하	0.030이하	0.030이하										
<i>FH</i> 70		0.18이하		1.60이하	0.025이하	0.025이하										

(2) 열처리가 *TMCP*인 경우의 화학성분은 우리선급의 승인을 받아 표 2.1.32의 규격과 다르게 할 수 있다.

4. 열처리 강재의 열처리는 표 2.1.33에 따른다.

표 2.1.33 열처리 및 기계적 성질

재료기호	열처리	인장시험			충격시험 ⁽²⁾⁽³⁾		
		항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ⁽⁵⁾ ($L = 5.65\sqrt{A}$)	시험온도 ⁽⁴⁾ ($^{\circ}C$)	평균흡수에너지 (J)	
						L	T
AH 43	담금질 후 템퍼링 ⁽¹⁾	420이상	530~680	18이상	0	42이상	28이상
DH 43					-20		
EH 43					-40		
FH 43					-60		
AH 47		460이상	570~720	17이상	0	46이상	31이상
DH 47					-20		
EH 47					-40		
FH 47					-60		
AH 51		500이상	610~770	16이상	0	50이상	33이상
DH 51					-20		
EH 51					-40		
FH 51					-60		
AH 56		550이상	670~830	16이상	0	55이상	37이상
DH 56					-20		
EH 56					-40		
FH 56					-60		
AH 63		620이상	720~890	15이상	0	62이상	41이상
DH 63					-20		
EH 63					-40		
FH 63					-60		
DH 70		690이상	770~940	14이상	0	69이상	46이상
AH 70					-20		
EH 70					-40		
FH 70					-60		

(비 고)

- (1) 우리 선급의 승인을 받아 담금질 후 템퍼링 대신에 *TMCP*로 할 수 있다.
- (2) L 및 T 는 시험편의 길이방향이 압연방향과 각각 평행 및 직각인 경우를 나타낸다.
- (3) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.
- (4) 7편 5장의 규정을 적용하는 강재의 충격시험 온도는 표 2.1.34에 따른다.
- (5) R14호 IV형 시험편을 사용하는 경우의 연신율 최소값은 다음에 따른다.

재료기호	두께 (mm)						
	$t \leq 10$	$10 < t \leq 15$	$15 < t \leq 20$	$20 < t \leq 25$	$25 < t \leq 40$	$40 < t \leq 50$	$50 < t \leq 70$
AH43, DH 43, EH 43, FH 43	11	13	14	15	16	17	18
AH47, DH 47, EH 47, FH 47	11	12	13	14	15	16	17
AH51, DH 51, EH 51, FH 51	10	11	12	13	14	15	16
AH56, DH 56, EH 56, FH 56	10	11	12	13	14	15	16
AH63, DH 63, EH 63, FH 63	9	11	12	12	13	14	15
AH70, DH 70, EH 70, FH 70	9	10	11	11	12	13	14

표 2.1.34 7편 5장의 규정을 적용하는 강재의 충격시험 온도

재료기호	두께 t (mm)	시험온도 (°C)
AH 43, DH 43, AH 47, DH 47 AH 51, DH 51, AH 56, DH 56 AH 63, DH 63, AH 70, DH 70	$t \leq 20$	0
	$20 < t \leq 40$	-20
	$40 < t$	(1)
(비 고) (1) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.		

5. 기계적 성질

- (1) 강재의 기계적 성질은 표 2.1.33에 따른다.
- (2) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 표 2.1.33의 시험 이외에 용접성 또는 노치인성을 확인하기 위한 시험을 요구할 수 있다.

6. 시험재의 채취

- (1) 시험재는 1개의 강편, 빌릿 또는 강괴로부터 직접 압연되고 또한 동일한 열처리를 한 강재마다 1개의 시험재를 채취한다.
- (2) 시험재의 채취위치는 301.의 6항 (4)호에 따른다.

7. 시험편의 채취

- (1) 인장시험편은 301.의 7항 (2)호에 따라 채취한다.
- (2) 충격시험편은 304.의 7항 (2)호에 따라 채취한다.

8. 표면검사 및 치수허용차

표면검사 및 치수허용차는 제조자의 책임하에 하는 것으로 하지만 호칭두께에 대한 음의 허용차는 강판에 있어서는 0.25 mm로 한다. 강판 이외의 강재에 대한 치수허용차는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

9. 재시험

- (1) 인장시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우의 재시험에 대하여는 109.의 1항에 따른다.
- (2) 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우의 재시험에 대하여는 109.의 2항에 따른다.

10. 표 시

규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 110.에 따른다. 또한, 표 2.1.33의 비고 (4)를 적용한 강재에는 재료기호 뒤에 “충격시험온도 T”를 부기한다.(예 : DH 63-25T)

309. 스테인리스강 클래드 강판

1. 적 용

- (1) 이 규정은 위험화학품 산적운반선의 탱크 및 탱크주위 선체구조와 내식성을 필요로 하는 탱크 등에 사용하는 두께 50 mm 이하의 스테인리스강 클래드 강판(이하 **강판**이라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 309.에 규정하지 아니한 사항에 대하여는 301.에 따른다.
- (3) 두께가 50 mm를 초과하는 강판 및 309.에 규정하지 아니한 강판에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 제조방법

- (1) 강판의 제조방법은 다음 (가) 내지 (마)에 따른다.
 - (가) 압연법
 - (나) 폭작압연법
 - (다) 육성압연법
 - (라) 주입압연법
 - (마) 폭작법
- (2) 전 호에 규정한 것 이외의 제조방법에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

3. 구성재료

- (1) 강판의 모재 및 접합재는 각각 301.에 규정한 선체용 압연강재의 연강판 및 305.에 규정하는 압연스테인리스 강재의 강판으로 한다. 다만 육성압연 및 주입압연법의 경우에는 표면으로부터의 규정 두께에 대하여 접합재에 해당하는 스테인리스 주강 및 용접재료 규격의 화학성분에 따른다.
- (2) 강판의 기호는 모재와 접합재의 재료기호를 조합하여 나타낸다. (예 : A + RSTS 316)

4. 열처리 강판의 열처리는 모재의 규정에 따른다.

5. 기계적 성질

(1) 강판의 기계적 성질은 표 2.1.35에 따른다.

표 2.1.35 기계적 성질

모재	인장시험 ⁽¹⁾			전단강도시험 ⁽³⁾	충격시험
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%)	전단강도 (N/mm^2)	
A, B, D, E	235이상	σ_B 이상 ⁽²⁾	모재의 규격에 적합할 것	200 이상	모재의 규격에 적합할 것

(비 고)

(1) 인장시험편은 R 14 B-IV호 시험편으로 한다.

(2) σ_B 는 다음 식에 따라 산출한다.

$$\sigma_B = \frac{t_1\sigma_1 + t_2\sigma_2}{t_1 + t_2}$$

σ_B : 강판의 인장강도 (N/mm^2) σ_1 : 모재 인장강도의 규격최소치 (N/mm^2)
 σ_2 : 접합재 인장강도의 규격최소치 (N/mm^2) t_1 : 모재의 두께 (mm)
 t_2 : 접합재의 두께 (mm)

(3) 전단강도 시험방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다. 다만, 육성압연법의 경우에는 전단강도시험을 생략할 수 있다.

(2) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 강재의 용도에 따라 내식성 시험을 요구할 수 있다.

6. 시험재의 채취

(1) 시험재는 동일 압연원판에 속하고 제조공정이 같은 것을 1 로트로 하고 로트마다 1개씩 채취한다. 다만, 육성압연법의 경우에는 제조공정과 동일한 조건으로 별도의 시험재를 제작할 수 있다.

(2) 시험재의 채취위치는 301.의 6항 (4)호에 따른다.

7. 시험편의 채취

(1) 인장시험편은 301.의 7항 (2)호에 따라 채취한다.

(2) 충격시험편은 301.의 7항 (3)호에 따라 접합재를 제거한 모재로부터 채취한다. 이 경우 접합재를 제거한 모재의 두께를 판두께로 한다.

(3) 전단시험편은 다음 (가) 내지 (나)에 따라 채취한다.

(가) 1개의 시험재에서 1개를 채취한다.

(나) 시험편의 치수 및 모양은 그림 2.1.6에 따른다.

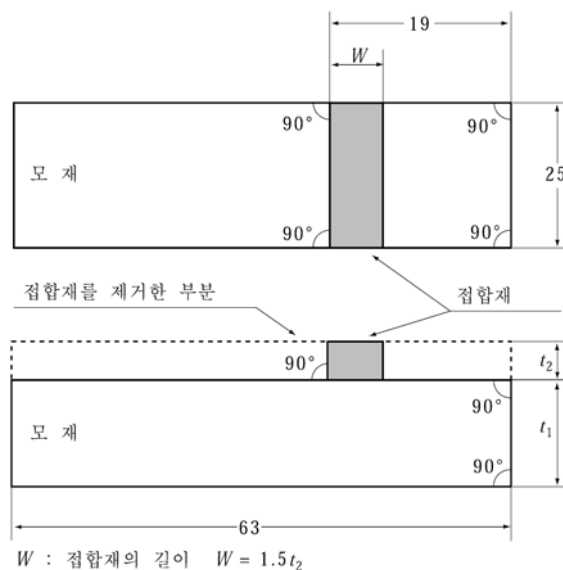


그림 2.1.6 전단강도시험편의 치수 및 모양(단위: mm)

8. 치수허용차 강판의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

9. 품질 및 결함의 보수

- (1) 강판의 접합상태를 확인하기 위하여 강판마다 초음파 탐상시험을 하여야 한다. 시험방법에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
- (2) 1개의 비접합부의 길이는 50 mm, 면적은 20 cm² 이하이어야 하며, 비접합부의 총 면적은 강판 표면적의 1.5 % 이내이어야 한다.
- (3) 전 (2)호의 규정을 초과하는 비접합부는 108.의 3항에 따라 우리 선급의 승인을 받고 용접보수 할 수 있다.

10. 표시등

- (1) 시험 증명서는 107.에 따르는 이외에 강판의 제조방법 및 접합재의 두께를 기재하여야 한다.
- (2) 규정의 시험에 합격한 강판의 표시는 110.에 따르는 이외에 제조방법에 관한 다음의 표시기호를 재료 기호의 뒤에 부기하여야 한다. (예 : A + RSTS 316 - R)

압연법 : [-R]
 폭작압연법 : [-BR]
 육성압연법 : [-WR]
 주입압연법 : [-ER]
 폭작법 : [-B]

310. 두께방향 특성에 관한 특별규정

1. 적 용

- (1) 이 규정은 설계시 두께방향의 특성이 특별히 요구되는 두께 15 mm 이상의 선체용 압연강재와 용접구조용 조질고장력 압연강재의 강판 및 평강 (이하 **두께방향 특성강재**라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우에는 전 (1)호 이외의 강재에 대하여도 이 규정을 적용할 수 있다.

2. 두께방향 특성 등 두께방향 특성강재는 두께방향 인장시험을 하고 등급별로 표 2.1.36의 규격에 적합하여야 한다.

표 2.1.36 두께방향 특성

강재의 종류	두께방향 특성등급	두께방향 인장시험 ⁽¹⁾	
		3개의 단면수축률의 평균치 (%)	개개의 단면수축률 (%)
선체용 압연강재	Z25	25 이상	15 이상
용접구조용 조질고장력 강재	Z35	35 이상	25 이상
(비 고) (1) 3개의 단면수축률의 평균치가 규정의 평균치 이상이고 동시에 해당시험편 중 규정의 평균치보다 작은 시험편의 수가 1개 이하이면 합격으로 한다. 다만 개개의 단면수축률 값보다 작은 것이 있어서는 아니된다.			

3. 탈산방법 및 화학성분 두께방향 특성강재의 탈산방법 및 화학성분은 강재의 종류별로 각각 301. 및 308.에 따른다. 다만 S의 함유량은 0.008% 이하이어야 한다.

4. 시험재의 채취

- (1) 두께방향인장시험편을 채취하는 시험재는 제품의 종류별로 표 2.1.37에 정한 로트마다 1개씩 채취한다.
- (2) 시험재는 그림 2.1.7과 같이 주 압연방향의 중앙단부에서 채취한다.

표 2.1.37 두께방향 인장시험의 로트

제품의 종류	$S > 0.005\%$	$S \leq 0.005\%$
강판	$\langle P \rangle$	$\langle 50 \rangle$
두께 25 mm 이하의 평강	$\langle 10 \rangle$	$\langle 50 \rangle$
두께 25 mm 초과 평강	$\langle 20 \rangle$	$\langle 50 \rangle$

(비 고)

(1) 표 중 $\langle \rangle$ 표시 안의 숫자는 각각 50 t, 20 t 및 10 t을 넘지 아니하는 강재(동일 용강에 속하고 열처리 및 두께가 같은 것)를 1 로트로, $\langle P \rangle$ 는 1 피스(piece)를 1 로트로 하는 것을 표시한다. 여기서 피스라 함은 한 개의 강편(slab) 또는 강괴로부터 직접 압연된 그대로의 강판 제품 전체를 말한다.

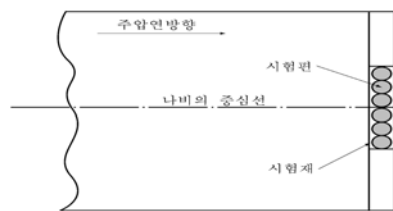


그림 2.1.7 시험재의 채취위치

5. 시험편의 채취

- (1) 두께방향 인장시험편은 우리 선급이 인정하는 규격에 따른 원형 비례시험편으로 하고, 1개의 시험재에서 3개를 채취한다.
- (2) 시험편의 치수는 표 2.1.38에 따른다.
- (3) 강재의 두께에 따라 시험편의 단부(접합부)를 용접으로 접합할 수 있다. 이 경우 시험편의 평행부가 용접에 의한 영향을 받아서는 아니 된다.

표 2.1.38 두께방향 인장시험편의 치수

재료 두께 t (mm)	시험편 지름 d (mm)	평행부 길이 P (mm)
$15 \leq t \leq 25$	$d = 6$	$P \geq 2d$
$t > 25$	$d = 10$	$P \geq 2d$

6. 재시험

- (1) 두께방향 인장시험의 합부 판정방법 및 재시험 허용기준은 그림 2.1.8에 따른다.

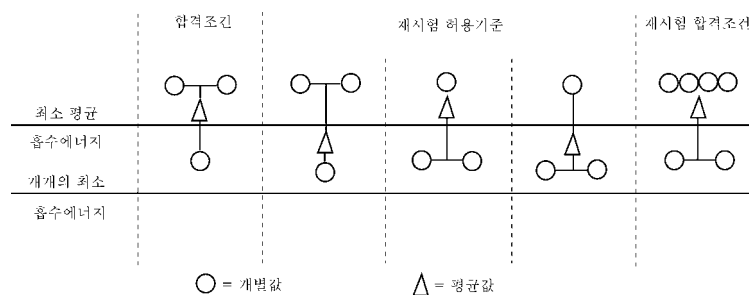


그림 2.1.8 두께방향 인장시험의 합부 판정방법 및 재시험 허용기준

- (2) 두께방향 인장시험에 불합격하였으나 **그림 2.1.8**의 재시험 허용기준을 충족하는 경우에는 다시 나머지의 시험재로부터 3개의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다. 이 경우 최초 불합격한 시험편의 값을 포함하여 합계 6개의 시험편의 단면수축률의 평균치가 규정의 평균치 이상이고, 동시에 해당시험편 중 규정의 평균치보다 작은 시험편의 수가 2개 이하이면 동일 로트에 속한 강재는 합격으로 한다.
- (3) 전 (2)호의 재시험에도 불합격된 경우에는 시험편을 채취한 피스는 불합격으로 하지만 동일 로트에 속하는 각 피스마다 시험편을 채취하여 시험을 하고 그 성적이 규격에 합격하였을 때에는 그 피스에 한해서 합격으로 할 수 있다.
- (4) 시험편이 용접부나 용접열영향부에서 파단되고, 단면수축률에 대한 성적이 규정에 합격하지 아니하였을 경우에는 그 시험을 무효로 하고 동일 로트에 속하는 피스로부터 소정의 시험편을 채취하여 다시 시험을 할 수 있다.

7. 초음파탐상시험

- (1) 두께방향 특성강재에 대하여는 최종 열처리 후 매 피스마다 초음파탐상을 실시하여야 한다.
- (2) 초음파탐상시험방법 및 판정기준에 대하여는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따른다. 다만, 탐촉자의 주파수는 일반적으로 4 MHz를 사용한다.

8. 표 시 규정의 시험에 합격한 강재의 표시는 재료기호의 뒤에 “Z25” 또는 “Z35”를 부기한다.(예 : EH36Z25, EH36Z35,)

제 4 절 강 관

401. 보일러 및 열교환기용 강관

1. 적 용

- (1) 이 규정은 보일러의 연관, 수관, 지주관, 과열기의 관 및 기타 고온용 열교환기의 관 등 주로 관의 내에서 열교환을 목적으로 하는 장소에 사용하는 강관(이하 관이라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 401.에 규정하지 아니한 관에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 관의 종류는 표 2.1.39에 따른다.

표 2.1.39 관의 종류

관의 종류	재 료 기 호
보일러 및 열교환기용 탄소강 강관	RSTH 35 RSTH 42 RSTH 52
보일러 및 열교환기용 합금강 강관	RSTH 12 RSTH 22 RSTH 23 RSTH 24

3. 열처리 관의 열처리는 표 2.1.40에 따른다.

표 2.1.40 열처리

재료기호	이음매 없는 강관		전기저항 용접강관		
	열간가공	냉간가공	열간·냉간가공 이외	열간가공	냉간가공
RSTH 35	제조한 그대로	저온어닐링	노멀라이징	제조한 그대로	노멀라이징 ⁽¹⁾
RSTH 42		노멀라이징 또는 완전어닐링		저온어닐링	
RSTH 52	노멀라이징				
RSTH 12	저온어닐링, 등온어닐링, 완전 어닐링, 노멀라이징 또는 노멀라이징 후 템퍼링 ⁽²⁾				
RSTH 22	저온어닐링, 등온어닐링, 완전 어닐링 또는 노멀라이징 후 템퍼링 ⁽²⁾				
RSTH 23	등온어닐링, 완전 어닐링 또는		-		
RSTH 24	노멀라이징 후 650 °C이상의 템퍼링				
(비 고)					
(1) 냉간가공 전에 노멀라이징을 하는 것은 어닐링으로 마무리 할 수 있다.					
(2) 전기저항 용접강관에는 저온어닐링을 적용하지 않는다.					

4. 화학성분 관의 화학성분은 표 2.1.41에 따른다.

표 2.1.41 화학성분

재료기호	화학생분 (%)						
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>
<i>RSTH</i> 35	0.18 이하	0.10~0.35	0.30~0.60	0.035 이하	0.035 이하	-	-
<i>RSTH</i> 42	0.32 이하		0.30~0.80				
<i>RSTH</i> 52	0.25 이하		1.00~1.50				
<i>RSTH</i> 12	0.10~0.20	0.10~0.50	0.30~0.80			0.030 이하	0.030 이하
<i>RSTH</i> 22	0.15 이하	0.50 이하	0.30~0.60	1.00~1.50			
<i>RSTH</i> 23		0.50~1.00		1.90~2.60			
<i>RSTH</i> 24		0.50 이하		0.87~1.13			
(비 고)							
<i>RSTH</i> 35 및 <i>RSTH</i> 42는 우리 선급의 승인을 받은 경우 <i>Si</i> 가 0.10% 미만인 킬드강으로 할 수 있다.							

5. 기계적 성질 관의 기계적 성질은 다음 각호의 규정에 따른다.

(1) 인장시험 : 관의 인장시험 규격치는 표 2.1.42에 따른다.

표 2.1.42 인장시험

종 류	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)
RSTH 35	175 이상	340 이상	26(22) 이상
RSTH 42	255 이상	410 이상	
RSTH 52	295 이상	510 이상	
RSTH 12	205 이상	380 이상	21(17) 이상
RSTH 22		410 이상	
RSTH 23			
RSTH 24			
(비 고)			
(1) 연신율의 괄호내의 값은 시험편을 압연방향과 직각으로 채취한 경우에 적용한다. 이 경우 시험편을 편평하게 한 후 $600^{\circ}c \sim 650^{\circ}c$ 로 가열하여 응력제거 어닐링을 하여야 한다.			
(2) 전기저항 용접강관에서 관모양이 아닌 시험편을 채취할 경우에는 용접선을 포함하지 아니하는 부분에서 채취하여야 한다.			

(2) 편평시험 : 관의 끝에서 관모양 그대로의 시험편을 채취하여 상온에서 2개의 평판 사이에 끼워 평판의 거리가 다음 식의 값 H 가 될 때까지 편평하게 눌러도 관의 벽에 흠 또는 균열 등이 생겨서는 아니 된다. 이 경우 시험편의 길이 L 은 50 mm 이상으로 하나 100 mm 를 넘을 필요는 없다. 또한 전기저항 용접강관의 경우에는 그림 2.1.9 (a)와 같이 용접선을 압축방향에 직각이 되도록 하여야 한다. 다만, 두께가 바깥지름의 15 % 이상인 관에 대하여는 그림 2.1.9 (b)와 같이 관모양 시험편의 원주의 일부를 절단한 C형 시험편으로 할 수 있다.

$$H = \frac{(1+e)t}{e + \frac{t}{D}}$$

H : 2개의 평판 사이의 거리(mm)

t : 관의 두께(mm).

D : 관의 바깥지름(mm).

e : 계수로서 관의 종류에 따라 표 2.1.43에 정하는 값.

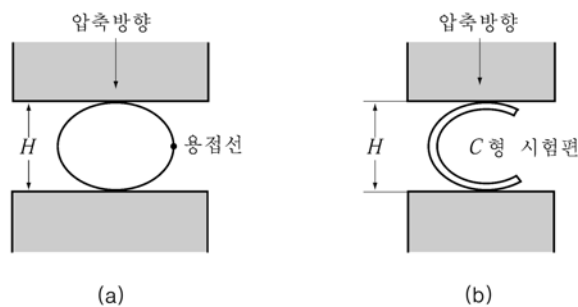


그림 2.1.9 관의 편평시험

표 2.1.43 계수 e

재 료 기 호	e 값
<i>RSTH</i> 35	0.09
<i>RSTH</i> 42 <i>RSTH</i> 12 <i>RSTH</i> 22 <i>RSTH</i> 23 <i>RSTH</i> 24	0.08
<i>RSTH</i> 52	0.07

(3) **확관시험**

관의 끝에서 관모양 시험편을 채취하고, 상온에서 각도가 60° 인 원추형 공구로 관끝의 바깥지름이 표 2.1.44의 값이 될 때까지 50 mm/min 을 넘지 않는 속도로 확관시켜도 흠 또는 균열 등이 생겨서는 아니 된다. 이 경우 시험편의 길이 L 은 $1.5D$ 로 하든가 50 mm 이상이어야 한다.

표 2.1.44 확관후의 관끝의 바깥지름

종 류	관끝의 바깥지름
<i>RSTH</i> 35, <i>RSTH</i> 42 <i>RSTH</i> 52	관의 바깥지름의 1.2배
<i>RSTH</i> 12, <i>RSTH</i> 22, <i>RSTH</i> 23, <i>RSTH</i> 24	관의 바깥지름의 1.14배

(4) **전개시험**

관의 끝에서 길이 100 mm 의 관모양 시험편을 채취하고 용접선의 반대쪽을 용접선에 평행하게 관의 길이방향으로 절단하고 시험편을 벌려서 편평하게 되도록 눌러도 용접선 내면에 흠 또는 균열 등이 생겨서는 아니 된다. 또한 용접 이음의 어긋남, 용입불량 및 겹침 등의 불량이 있어서는 아니 된다. 다만, 이 시험은 전기저항 용접강관에만 적용한다.

(5) **수압시험**

(가) 관은 제조소에서 최고 사용압력의 2배 이상의 압력으로 수압시험을 하고 이에 합격하여야 한다. 다만, 최저수압 시험압력은 7 MPa 로 한다.

(나) 전 (가)의 수압시험압력 P 는 다음 식의 압력을 넘을 필요는 없다.

$$P = \frac{2.0St}{D} (\text{Mpa})$$

t : 관의 두께(mm).

D : 관의 바깥지름(mm).

S : 항복강도 규격치(최소값)의 60 % (N/mm^2).

(다) 제조자가 여러 개의 관을 연속하여 제조하고, 그 제조과정에서 각 관마다 수압시험을 하고 그 성적서를 제출하는 경우에는 검사원의 입회시험을 생략할 수 있다.

(라) 전 (가)의 수압시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴시험으로 대신할 수 있다.

6. 시험편의 채취 시험편은 열처리를 한 관에 대하여는 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관들 중에서, 열처리를 하지 아니한 관에 대하여는 동일종류, 동일치수의 관들 중에서 각각 다음 각 호의 규정에 따라 채취한다. 여기서 동일치수라 함은 바깥지름과 두께가 동일한 것을 말한다.

(1) 이음매 없는 강관

관 50개 또는 그 단수마다 1개의 비율로 시험용 관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편, 편평시험편 및 확관시험편을 1개씩 채취한다.

(2) 전기저항 용접강관

전기저항 용접강관은 전 (1)호에 규정하는 시험편 외에 관 100개 또는 그 단수마다 1개의 비율로 시험용관을 추가로 채취하고 여기에서 전개시험편 각 1개를 채취한다.

7. 치수허용차 관의 바깥지름 허용차는 표 2.1.45에 따르고, 두께의 허용차는 표 2.1.46에 따른다.

표 2.1.45 관의 바깥지름 허용차

바깥지름의 구분	바깥지름의 허용차			
	이음매 없는 강관		전기저항 용접강관	
	열간가공	냉간가공	냉간가공 이외	냉간가공
$D < 25$	+0.4 -0.8	± 0.10	± 0.15	± 0.10
$25 \leq D < 40$		± 0.15	± 0.20	± 0.15
$40 \leq D < 50$		± 0.20	± 0.25	± 0.20
$50 \leq D < 60$		± 0.25	± 0.30	± 0.25
$60 \leq D < 80$		± 0.30	± 0.40	± 0.30
$80 \leq D < 100$		± 0.40	+0.40 -0.60	± 0.40
$100 \leq D < 120$	+0.4 -1.2	+0.40 -0.60	+0.40 -0.80	+0.40 -0.60
$120 \leq D < 160$		+0.40 -0.80	+0.40 -1.00	+0.40 -0.80
$160 \leq D < 200$	+0.4 -1.6	+0.40 -1.20	+0.40 -1.20	+0.40 -1.20
$200 \leq D$	+0.4 -1.8	+0.40 -1.60	+0.40 -1.60	+0.40 -1.60

표 2.1.46 두께의 허용차

구 분	두께 t (mm) 바깥지름 D (mm)		$t < 2$	$2 \leq t < 2.4$	$2.4 \leq t < 3.8$	$3.8 \leq t < 4.6$	$4.6 \leq t$
	$D < 100$	$D \geq 100$	-	+40 % 0 %	+35 % 0 %	+33 % 0 %	+28 % 0 %
열간가공이음매 없는 강관	$D < 100$	$D \geq 100$	-	+40 % 0 %	+35 % 0 %	+33 % 0 %	+28 % 0 %
	$D \geq 100$		-				
냉간가공 이음매 없는 강관 및 냉간가공 전기저항 용접강관	$D < 40$	$D \geq 40$	+0.4mm 0 mm	+22 % 0 %			
	$D \geq 40$			+22 % 0 %			
냉간가공 이외의 전기저항용접강관	$D < 40$	$D \geq 40$	+0.3mm 0 mm	+18 % 0 %			
	$D \geq 40$			+18 % 0 %			
(비 고)							
열간가공 이음매 없는 강관의 편심의 허용차는 두께의 22.8 % 이하로 한다. 다만, 두께 5.6 mm 미만의 강관에는 적용하지 아니한다.							

8. 품 질

- (1) 관마다 수압시험 또는 비파괴검사를 실시하고 누설이나 유해한 결함이 없어야 한다.
- (2) 관은 다듬질이 양호하여야 한다. 특히 전기저항 용접강관의 경우, 그 용접부 바깥면의 용접돌기는 평탄하고 매끈하게 제거하여야 하며 용접부 내면의 돌기는 그 높이가 0.25 mm 이하로 가공하여야 한다.

9. 재시험 관의 인장시험, 편평시험, 확관시험 또는 전개시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.**10. 표시**

- (1) 규정의 시험에 합격한 관에는 출하에 앞서 바깥지름 30 mm 이상의 관은 매 관마다, 바깥지름 30 mm 미만의 관은 묶음 또는 용기마다 제조자의 명칭 또는 상표, 관의 종류 및 치수를 표시하여야 하며 다음 (2)호에 규정하는 제조방법에 관한 표시기호를 재료기호의 뒤에 부기하여야 한다. 또한, 우리 선급의 합격각인은 상기의 표시 근처에 하여야 한다.
- (2) 제조방법에 관한 표시기호는 다음에 따른다.
- 열간가공 이음매 없는 강관 : -S -H
 냉간가공 이음매 없는 강관 : -S -C
 열간가공 및 냉간가공 이외의 전기저항 용접강관 : -E -G
 열간가공 전기저항 용접강관 : -E -H
 냉간가공 전기저항 용접강관 : -E -C

402. 압력배관용 강관**1. 적 용**

- (1) 이 규정은 주로 5편 6장에서 규정하는 배관에 사용하는 이음매 없는 강관 및 전기저항 용접강관(이하 관이라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 5편 6장 102.의 2항 (4)호에 규정하는 배관용 탄소강관은 KS D 3507 (SPP) 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것이어야 한다. 다만, 검사원의 입회시험은 필요하지 아니하다.
- (3) 402.에 규정하지 아니한 관에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 관의 종류는 표 2.1.47에 따른다.**표 2.1.47 관의 종류**

관의 종류	재 료 기 호	적용 스케줄
제1종 압력 배관용 탄소강관	RST 138 RST 142	Sch.10~Sch.80
제2종 고압 배관용 탄소강관	RST 238 RST 242 RST 249	Sch.40~Sch.160
제3종 고온 배관용 탄소강관	RST 338 RST 342 RST 349	Sch.10~Sch.160
제4종 배관용 합금강관	RST 412 RST 422 RST 423 RST 424	

3. 열처리 관의 열처리는 표 2.1.48에 따른다.

표 2.1.48 열처리

종류 및 재료기호		이음매 없는 강관		전기저항 용접강관		
		열간가공	냉간가공	제조한 그대로	열간가공	냉간가공
제1종	RST 138 RST 142	제조한 그대로	어닐링	제조한 그대로	제조한 그대로	어닐링
제2종	RST 238		저온어닐링 또는	-		
	RST 242					
	RST 249		노멀라이징			
제3종	RST 338 RST 342	제조한 그대로	저온어닐링 또는 노멀라이징	저온어닐링 또는 노멀라이징	제조한 그대로	저온어닐링 또는 노멀라이징
	RST 349					
제4종	RST 412	저온어닐링, 등온어닐링, 완전 어닐링, 노멀라이징 또는 노멀라이징 후 템퍼링				
	RST 422	저온어닐링, 등온어닐링, 완전 어닐링 또는 노멀라이징 후 템퍼링				
	RST 423 RST 424	등온어닐링, 완전 어닐링 또는 노멀라이징 후 650℃ 이상의 템퍼링				

4. 화학성분 관의 화학성분은 표 2.1.49에 따른다.

표 2.1.49 화학성분

종류 및 재료기호		화학적분 (%)						
		<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>
제1종	<i>RST</i> 138	0.25이하	0.35 이하	0.30~0.90	0.040 이하	0.040 이하	-	-
	<i>RST</i> 142	0.30이하		0.30~1.00				
제2종	<i>RST</i> 238	0.25이하	0.10~0.35	0.30~1.10	0.035 이하	0.035 이하		
	<i>RST</i> 242	0.30이하		0.30~1.40				
	<i>RST</i> 249	0.33이하		0.30~1.50				
제3종	<i>RST</i> 338	0.25이하		0.30~0.90				
	<i>RST</i> 342	0.30이하		0.30~1.00				
	<i>RST</i> 349	0.33이하						
제4종	<i>RST</i> 412	0.10~0.20	0.10~0.50	0.30~0.80	0.030 이하	0.030 이하	0.80~1.25	0.45~0.65
	<i>RST</i> 422	0.15이하	0.50 이하	0.30~0.60			1.00~1.50	
	<i>RST</i> 423		0.50~1.00				1.90~2.60	0.87~1.13
	<i>RST</i> 424		0.50이하					

5. 기계적 성질 관의 기계적 성질은 다음 각 호에 따른다.

(1) 인장시험 : 관의 인장시험 규격치는 표 2.1.50에 따른다.

(2) 편평시험 :

(가) 제1종 전기저항 용접강관 이외의 강관 : 관의 끝에서 관모양 그대로의 시험편을 채취하여 상온에서 2개의 평판 사이에 끼워 평판의 거리가 다음 식의 값 H 가 될 때까지 편평하게 눌러도 관의 벽에

흙 또는 균열이 생겨서는 아니 된다. 이 경우 시험편의 길이 L 은 401.의 5항 (2)호에 따른다. 다만, 두께가 바깥지름의 15 % 이상인 관에 대하여는 그림 2.1.9 (b)와 같이 상기의 관모양 시험편의 원주의 일부를 절단한 C형 시험편으로 할 수 있다.

표 2.1.50 인장시험

종류 및 기호		항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%) ($L = 5.65 \sqrt{A}$)
제1종	RST 138	215 이상	370 이상	24 이상 (20 이상)
제2종	RST 238			
제3종	RST 338			
제1종	RST 142	245 이상	410 이상	21 이상 (17 이상)
제2종	RST 242			
제3종	RST 342			
제2종	RST 249	275 이상	480 이상	19 이상 (15 이상)
제3종	RST 349			
제4종	RST 412	205 이상	380 이상	21 이상 (17 이상)
제4종	RST 422		410 이상	
	RST 423			
	RST 424			

(비 고)

(1) 연신율의 괄호내의 값은 시험편을 압연방향과 직각으로 채취한 경우에 적용한다. 이 경우 시험편을 편평하게 한 후 $600^{\circ}C \sim 650^{\circ}C$ 로 가열하여 응력제거 어닐링을 하여야 한다.

(2) 전기저항 용접강관에서 관모양이 아닌 시험편을 채취할 경우에는 용접선을 포함하지 아니하는 부분에서 채취하여야 한다.

$$H = \frac{(1+e)t}{e + \frac{t}{D}}$$

H : 두 평판 사이의 거리(mm).

t : 관의 두께(mm).

D : 관의 바깥지름(mm).

e : 계수로서 관의 종류에 따라 표 2.1.51에 정하는 값.

표 2.1.51 계수 e

재료기호	RST 142, RST 242, RST 249, RST 342 RST 349	RST 138, RST 238, RST 338, RST 412 RST 422, RST 423, RST 424
e	0.07	0.08

(나) 제1종 전기저항 용접강관의 경우에는 용접부를 압축방향에 직각으로 놓고, 그림 2.1.10과 같이

$H = \frac{2}{3}D$ 에서 용접부를, $H = \frac{1}{3}D$ 에서는 용접부 이외의 상태를 조사한다.

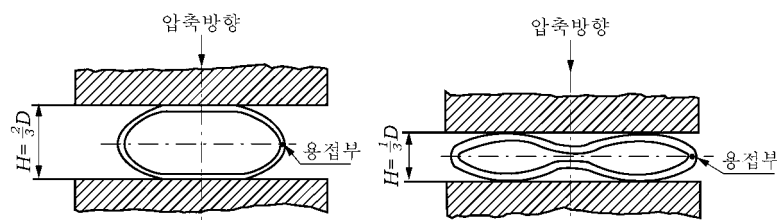


그림 2.1.10 제1종 전기저항 용접강관의 편평시험

- (3) **굽힘시험** : 관의 바깥지름이 50 mm 이하인 관에서는 편평시험 대신에 굽힘시험으로 할 수 있다. 이 경우, 관의 끝에서 적절한 길이의 관모양 시험편을 채취하고 상온에서 표 2.1.52에 정하는 값까지 굽혀도 관의 벽에 흠 또는 균열 등이 생겨서는 아니 된다. 다만, 제4종의 관에 대하여는 이 시험을 하지 아니한다.

표 2.1.52 굽힘 각도 및 굽힘 안쪽 반지름

종 류	굽힘 각도	굽힘 안쪽 반지름
제1종, 제2종, 제3종	90 °	관의 바깥지름의 6배
(비 고) 전기저항 용접강관에 대하여는 용접선이 제일 바깥에 오도록 위치시킨 후 굽혀야 한다.		

(4) 수압시험

- (가) 관은 제조소에서 표 2.1.53에 정하는 압력으로 수압시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
(나) 주문자에 의해 특히 (가)의 시험압력 이상의 압력이 지정된 2종 내지 4종관의 경우에는 그 압력으로 시험을 한다. 다만, 다음 식에 의한 압력을 넘을 필요는 없다.

$$P = \frac{2.0St}{D} (Mpa)$$

t : 관의 두께(mm).

D : 관의 바깥지름(mm).

S : 항복강도 규격치의 60% (N/mm^2)

- (다) 제조자가 여러 개의 관을 연속하여 제조하고, 그 제조과정에서 각 관마다 수압시험을 하고 그 성적서를 제출하는 경우에는 검사원의 입회시험을 생략할 수 있다.

- (라) 전 (가)의 수압시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴시험으로 대신할 수 있다.

6. 시험편의 채취 시험편은 열처리를 한 관에 대하여는 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관들 중에서, 열처리를 하지 아니한 관에 대하여는 동일종류, 동일치수의 관들 중에서 각각 다음 각 호의 규정에 따라 채취한다.

- (1) **제1종 관** : 표 2.1.53에 정하는 관의 호칭지름에 따라 다음과 같이 시험용 관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편 및 편평시험편 또는 굽힘시험편을 1개씩 채취한다.
 - (가) 호칭지름이 50A 이하인 것 : 동일치수의 관 1000 개 또는 그 단수마다 1 개
 - (나) 호칭지름이 65A 이상 125A 이하인 것 : 동일치수의 관 500 개 또는 그 단수마다 1 개
 - (다) 호칭지름이 150A 이상 300A 이하인 것 : 동일치수의 관 250 개 또는 그 단수마다 1 개
 - (라) 호칭지름이 350A 이상인 것 : 동일치수의 관 150 개 또는 그 단수마다 1 개
- (2) **제2종 관** : 열처리를 한 관에 대하여는 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관 50개 또는 그 단수마다, 제조한 그대로의 관에 대하여는 동일종류, 동일치수의 관 50개 또는 그 단수마다 1개의 비율로 시험용 관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편 및 편평시험편 또는 굽힘시험편을 1개씩 채취한다.
- (3) **제3종 관** : 전 (2)호의 규정에 따른다.
- (4) **제4종 관** : 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관 50개 또는 그 단수마다 1개의 비율로 시험용 관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편 및 편평시험편을 1개씩 채취한다.

표 2.1.53 스케줄 및 수압시험

호칭지름 (A)	바깥지름 (mm)	호칭두께 (mm)									
		Sch.10 (10S)	Sch.20 (20S)	Sch.30	Sch.40	Sch.60	Sch.80	Sch.100	Sch.120	Sch.140	Sch.160
6	10.5	(1.2)	(1.5)	-	1.7	2.2	2.4	-	-	-	-
8	13.8	(1.65)	(2.0)	-	2.2	2.4	3.0	-	-	-	-
10	17.3	(1.65)	(2.0)	-	2.3	2.8	3.2	-	-	-	-
15	21.7	(2.1)	(2.5)	-	2.8	3.2	3.7	-	-	-	4.7
20	27.2	(2.1)	(2.5)	-	2.9	3.4	3.9	-	-	-	5.5
25	34.0	(2.8)	(3.0)	-	3.4	3.9	4.5	-	-	-	6.4
32	42.7	(2.8)	(3.0)	-	3.6	4.5	4.9	-	-	-	6.4
40	48.6	(2.8)	(3.0)	-	3.7	4.5	5.1	-	-	-	7.1
50	60.5	(2.8)	3.2(3.5)	-	3.9	4.9	5.5	-	-	-	8.7
65	76.3	(3.0)	4.5(3.5)	-	5.2	6.0	7.0	-	-	-	9.5
80	89.1	(3.0)	4.5(4.0)	-	5.5	6.6	7.6	-	-	-	11.1
90	101.6	(3.0)	4.5(4.0)	-	5.7	7.0	8.1	-	-	-	12.7
100	114.3	(3.0)	4.9(4.0)	-	6.0	7.1	8.6	-	11.1	-	13.5
125	139.8	(3.4)	5.1(5.0)	-	6.6	8.1	9.5	-	12.7	-	15.9
150	165.2	(3.4)	5.5(5.0)	-	7.1	9.3	11.0	-	14.3	-	18.2
200	216.3	(4.0)	6.4(6.5)	7.0	8.2	10.3	12.7	15.1	18.2	20.6	23.0
250	267.5	(4.0)	6.4(6.5)	7.8	9.3	12.7	15.1	18.1	21.4	25.4	28.6
300	318.5	(4.5)	6.4(6.5)	8.4	10.3	14.3	17.4	21.4	25.4	28.6	33.3
350	355.6	6.4	7.9	9.5	11.1	15.1	19.0	23.8	27.8	31.8	35.7
400	406.4	6.4	7.9	9.5	12.7	16.7	21.4	26.2	30.9	36.5	40.5
450	457.2	6.4	7.9	11.1	14.3	19.0	23.8	29.4	34.9	39.7	45.2
500	508.0	6.4	9.5	12.7	15.1	20.6	26.2	32.5	38.1	44.4	50.0
550	558.8	6.4	9.5	12.7	15.9	22.2	28.6	34.9	41.3	47.6	54.0
600	609.4	6.4	9.5	14.3	17.5	24.6	31.0	38.9	46.0	52.4	59.5
650	660.4	7.9	12.7	-	18.9	26.4	34.0	41.6	49.1	56.6	64.2
시험압력 (Mpa)	1종관	2.0	3.5	5.0	6.0	9.0	12.0	-	-	-	-
	2종관	-	-	-	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	20.0	20.0
	3종관 및 4종관	2.0	3.5	5.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	20.0	20.0
(비 고)											
호칭두께 난의 ()의 값은 스테인리스 강관에만 적용한다.											

7. 치수허용차 관의 바깥지름 및 두께의 허용차는 표 2.1.54에 따른다.

8. 품 질

- (1) 관마다 수압시험 또는 비파괴검사를 실시하고 누설이나 유해한 결함이 없어야 한다.
- (2) 관은 다듬질이 양호하고 유해한 결함이 없는 것이어야 한다.

9. 재시험 관의 인장시험, 편평시험 또는 굽힘시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

10. 표 시

- (1) 규정의 시험에 합격한 관에는 출하에 앞서 바깥지름 60 mm 이상의 관은 매 관마다, 바깥지름 60 mm 미만의 관은 묶음마다 제조자의 명칭 또는 상표, 관의 종류 및 치수를 표시하여야 하며 다음 (2)호에 규정하는 제조방법에 관한 표시기호를 재료기호의 뒤에 부기하여야 한다. 또한, 우리 선급의 합격각인은 상기의 표시 근처에 하여야 한다.
- (2) 제조방법에 관한 표시기호는 401.의 10항 (2)호에 따른다.

표 2.1.54 치수허용차

구 분	관의 바깥지름 D (mm)	바깥지름의 허용차	두께의 허용차					
			제1종			제2종, 제3종, 제4종		
열간가공이음매 없는 강관	$D < 50$	± 0.5 mm	관 의 두 께	4 mm 미만	+0.6 mm -0.5 mm	관 의 두 께	4 mm 미만	± 0.5 mm
	$D \geq 50$	± 1 %		4 mm 이상	+15 % -12.5%		4 mm 이상	± 12.5 %
냉간가공이음매 없는 강관 및 전기저항 용접강관	$D < 40$	± 0.3 mm		3 mm 미만	± 0.3 mm		2 mm 미만	± 0.2 mm
	$D \geq 40$	± 0.8 %		3 mm 이상	± 10 %		2 mm 이상	± 10 %
(비 고)								
제2종, 제3종 및 제4종의 열간가공 이음매 없는 강관에 대한 두께의 편차는 두께의 20 % 이하로 한다. 다만, 두께 5.6 mm 미만의 관에는 적용하지 아니한다.								

403. 스테인리스 강관

1. 적 용

(1) 이 규정은 저온용 또는 내식용의 배관에 사용하는 스테인리스 강관(이하 **관**이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 403.에 규정하지 아니한 관에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 관의 종류는 표 2.1.55에 따른다.

3. 열처리 관은 원칙적으로 표 2.1.55에 따라 고용화 열처리를 하여야 한다. 또한 RSTS 321TP 및 RSTS 347TP에 대하여는 안정화 열처리를 요구할 수 있다. 이 경우 열처리온도는 850~930℃로 한다.

4. 화학성분 관의 화학성분은 표 2.1.55에 따른다.

표 2.1.55 종류 및 화학성분

재료기호	고용화열처리 (℃)	화학성분 (%)												
		<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	기타				
<i>RSTS 304TP</i>	1010이상, 급랭	0.080이하	1.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.030 이하	8.00~11.00	18.00~20.00	-	-				
<i>RSTS 304LTP</i>	1010이상, 급랭	0.030이하					9.00~13.00							
<i>RSTS 309STP</i>	1030이상, 급랭	0.080이하	1.50 이하				12.00~15.00	22.00~24.00						
<i>RSTS 310STP</i>	1030이상, 급랭						19.00~22.00	24.00~26.00						
<i>RSTS 316TP</i>	1010이상, 급랭		1.00 이하				10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00					
<i>RSTS 316LTP</i>	1010이상, 급랭	0.030이하					12.00~16.00							
<i>RSTS 317TP</i>	1010이상, 급랭	0.080이하					11.00~15.00	18.00~20.00	3.00~4.00					
<i>RSTS 317LTP</i>	1010이상, 급랭	0.030이하												
<i>RSTS 321TP</i>	920이상, 급랭	0.080이하					9.00~13.00	17.00~19.00	-	Ti≥5×C				
<i>RSTS 347TP</i>	980이상, 급랭									Nb≥10×C				

5. 기계적 성질

(1) 관의 기계적 성질은 다음에 따른다.

(가) 인장시험 : 관의 인장시험 규격치는 표 2.1.56에 따른다.

표 2.1.56 인장시험

재료기호	항복강도(N/mm^2)	인장강도(N/mm^2)	연신율(%) ($L = 5.65 \sqrt{A}$)	
			L	T
RSTS 304TP	205 이상	520 이상	26 이상	22 이상
RSTS 304LTP	175 이상	480 이상		
RSTS 309STP	205 이상	520 이상		
RSTS 310STP				
RSTS 316TP				
RSTS 316LTP	175 이상	480 이상		
RSTS 317TP	205 이상	520 이상		
RSTS 317LTP	175 이상	480 이상		
RSTS 321TP	205 이상	520 이상		
RSTS 347TP				
(비 고)				
(1) T 는 시험편의 길이방향이 압연방향과 직각인 경우를, L 은 시험편의 길이방향이 압연방향과 평행인 경우를 표시한다.				
(2) 호칭지름 200 mm 이상인 관에 대하여는 T 방향에서 시험편을 채취할 수 있다.				
(3) 자동 아크용접 강관 및 전기저항 용접강관에서 관모양이 아닌 인장시험편을 채취할 경우에는 용접선을 포함하지 아니한 부분에서 채취하여야 한다.				

(나) 편평시험 : 402.의 5항 (2)호에 따른다. 다만, 이 규정을 적용함에 있어 e 의 값은 0.09로 한다.

(다) 수압시험

(i) 관은 제조소에서 표 2.1.57에 정하는 압력으로 수압시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

표 2.1.57 수압시험압력

스케줄 번호	Sch. 10S	Sch. 20S	Sch. 40S	Sch. 80S	Sch. 120S	Sch. 160S
시험압력 (MPa)	2.0	3.5	6.0	12.0	18.0	20.0

(ii) 주문자가 특히 전 (i)의 시험압력 이상의 압력으로 지정한 경우에는 그 압력으로 시험을 한다. 다만, 다음 식에 의한 압력을 넘을 필요는 없다.

$$P = \frac{2.0St}{D} (Mpa)$$

P : 수압시험압력.

t : 관의 두께(mm).

D : 관의 바깥지름(mm).

S : 항복강도 규정치의 60 % (N/mm^2).

(iii) 제조자가 여러 개의 관을 연속하여 제조하고 그 제조 과정에서 각 관마다 수압시험을 하고 그 성적서를 제출하는 경우에는 검사원의 입회시험을 생략할 수 있다.

(iv) 전 (i)의 수압시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴시험으로 대신할 수 있다.

(2) 우리 선급은 관의 용도에 따라 충격시험 및 내식성 시험을 요구할 수 있다.

6. 시험편의 채취

시험편은 동일 용강에 속하고 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관들 중에서 50개 또는 그 단수마다 1개의 시험용관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편 및 편평시험편을 1개씩 채취한다.

7. 치수의 허용차 관의 바깥지름 및 두께의 허용차는 표 2.1.58에 따른다.

표 2.1.58 치수의 허용차

구 분	바깥지름의 허용차	두께의 허용차
열간가공 이음매 없는 강관	50 mm 미만 : $\pm 0.5 \text{ mm}$	4 mm 미만 : $\pm 0.5 \text{ mm}$
	50 mm 이상 : $\pm 1 \%$	4 mm 이상 : $\pm 12.5 \%$
냉간가공 이음매 없는 강관, 자동 아크 용접 강관 및 전기저항 용접강관	30 mm 미만 : $\pm 0.3 \text{ mm}$	2 mm 미만 : $\pm 0.2 \text{ mm}$
	30 mm 이상 : $\pm 1 \%$	2 mm 이상 : $\pm 10 \%$
(비 고) 열간가공 이음매 없는 강관의 편심의 허용차는 두께의 20 % 이하로 한다. 다만, 두께 5.6 mm 미만의 관에는 적용하지 아니한다.		

8. 품 질

(1) 관마다 수압시험 또는 비파괴검사를 실시하고 누설이나 유해한 결함이 없어야 한다.

(2) 관은 다듬질이 양호하고 유해한 결함이 없는 것이어야 한다.

9. 재시험 관의 인장시험 또는 편평시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

10. 표시 규정의 시험에 합격한 관의 표시는 402.의 10항에 따른다. 다만, 자동 아크 용접강관의 제조방법에 관한 표시기호는 다음에 따른다.

자동 아크 용접강관 : -A

냉간가공 자동 아크 용접강관 : -A -C

용접부 가공 다듬질 자동 아크 용접강관 : -A -B

404. 저온용 강관

1. 적 용

(1) 이 규정은 액화가스산적운반선에 사용되는 설계온도가 0°C 보다 낮은 온도에서 사용하는 강관으로서 두께가 25 mm 이하인 이음매 없는 강관 및 전기저항 용접강관(이하 관이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 두께가 25 mm를 넘는 관에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

(3) 404.에 규정하지 아니한 관에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 관의 종류는 표 2.1.59에 따른다.

3. 탈산방법 및 화학성분 관의 탈산방법 및 화학성분은 표 2.1.59에 따른다.

표 2.1.59 종류 및 화학성분

재료기호	탈산방법	C	Si	Mn	P	S	Ni
RLPA	세립킬드	0.23 이하	0.35 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하	-
RLPB		0.18 이하	0.35 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하	-
RLPC		0.18 이하	0.35 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하	-
RLP 2		0.19 이하	0.10~0.35	0.90 이하	0.035 이하	0.035 이하	2.00~2.60
RLP 3		0.16 이하	0.10~0.35	0.90 이하	0.030 이하	0.030 이하	3.20~3.80
RLP 9		0.10 이하	0.10~0.35	0.90 이하	0.030 이하	0.030 이하	8.40~9.50

4. 열처리 관의 열처리는 표 2.1.60에 따른다.

5. 기계적 성질

(1) 관의 기계적 성질은 다음 (가) 내지 (마)의 규정에 따른다.

(가) 인장시험 : 관의 인장시험 규격치는 표 2.1.60에 따른다.

표 2.1.60 열처리 및 기계적 성질

재료기호	열처리	인장시험 ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾				굽힘시험		충격시험	
		항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)		굽힘 반지름	굽힘 각도 ($^{\circ}$)	시험 온도 ($^{\circ}C$)	평균흡수 에너지(J) ⁽⁴⁾
				L	T				
$RLPA$	노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링	205 이상	380 이상	26 이상	19 이상	관의 바깥 지름의 6배	90	-40 ⁽⁵⁾	27 이상
$RLPB$								-50 ⁽⁵⁾	
$RLPC$								-60 ⁽⁵⁾	
$RLP\ 2$		245 이상	450 이상	20 이상	14 이상			-70	34 이상
$RLP\ 3$								-95	
$RLP\ 9$	2회 노멀라이징 후 템퍼링 또는 담금질 후 템퍼링	520 이상	685 이상	15 이상	11 이상			-196	41 이상

(비 고)

(1) L 및 T 는 각각 시험편의 길이방향이 압연방향과 평행 또는 직각인 경우를 나타낸다.

(2) 호칭지름 200 mm 이상의 관에 대하여는 T 방향에서 인장시험편을 채취할 수 있다.

(3) 전기저항 용접강관에서 관모양이 아닌 인장시험편을 채취하는 경우에는 용접선을 포함하지 아니하는 부분에서 채취하여야 한다.

(4) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(5) 7편 5장의 규정이 적용되는 관에 대한 충격시험 온도는 설계온도보다 $5^{\circ}C$ 낮은 온도 또는 $-20^{\circ}C$ 중 낮은 온도로 한다.

(나) 충격시험 : 관의 충격시험 규격치는 표 2.1.60에 따른다.

(다) 편평시험 : 편평시험은 402.의 5항 (2)호에 따른다. 다만, 이 규정을 적용함에 있어 e 의 값은 0.08로 한다. 다만, 관의 바깥지름이 50 mm 이하인 관에서는 편평시험 대신에 굽힘시험으로 할 수 있다. 이 경우, 관의 끝에서 적절한 길이의 관모양 시험편을 채취하고 상온에서 표 2.1.60에 정하는 값까지 굽혀도 관의 벽에 흠 또는 균열 등이 생겨서는 아니 된다. 또한 전기저항 용접강관에 대하여는 용접선이 제일 바깥쪽에 오도록 굽혀야 한다.

(라) 수압시험 : 수압시험은 402.의 5항 (4)호에 따라 모든 관에 대하여 한다.

(2) 우리 선급은 관의 용도에 따라 다른 종류의 시험을 요구할 수 있다.

6. 시험편의 채취

(1) 시험편은 동일용강에 속하고 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관들 중에서 50개 또는 그 단수마다 1개의 시험용관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편 및 편평시험편을 1개씩 채취한다.

(2) 시험용관으로부터 그림 2.1.11과 같이 충격시험편 1조(3개)를 채취한다. 또한 전기저항 용접강관인 경우에는 추가로 그림 2.1.12와 같이 용접부에서 충격시험편 1조(3개)를 채취한다.

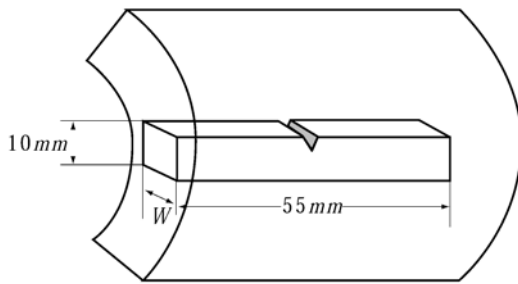


그림 2.1.11 이음매 없는 강관 및 전기저항 용접강관의
용접부 이외의 충격시험편 채취위치

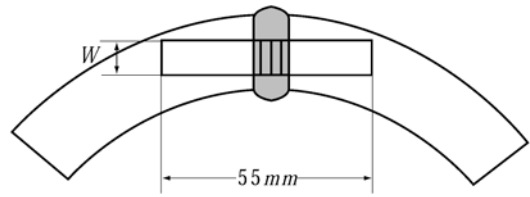


그림 2.1.12 전기저항 용접강관의 용접부에서의
충격시험편 채취위치

7. 치수허용차 관의 바깥지름 및 두께의 허용차는 표 2.1.61에 따른다.

표 2.1.61 치수 허용차

구 분	바깥지름 D (mm)	두께 t (mm)
열간가공 이음매 없는 강관	$D < 50 : \pm 0.5 \text{ mm}$ $50 \leq D < 250 : \pm 1 \%$ (다만, 최대치는 2.0 mm) $250 \leq D : \pm 0.8 \%$	$t < 4 : \pm 0.5 \text{ mm}$ $t \geq 4 : \pm 12.5 \%$
냉간가공 이음매 없는 강관 및 전기저항 용접강관	$\pm 0.8 \%$ (다만, 최대치는 0.3 mm)	$t < 2 : \pm 0.2 \text{ mm}$ $t \geq 2 : \pm 10 \%$
(비 고) 열간가공 이음매 없는 강관의 편심의 허용차는 두께의 20 % 이하로 한다. 다만, 두께 5.6 mm 미만 의 강관에는 적용하지 아니한다.		

8. 품 질 관은 다듬질이 양호하고 유해한 결함이 없는 것이어야 한다.

9. 재시험

- (1) 충격시험 이외의 기계시험에 불합격한 경우에는 109.의 규정에 따라 재시험을 할 수 있다.
- (2) 충격시험의 재시험은 301.의 10항 (3)호에 따른다.

10. 표 시 규정의 시험에 합격한 관의 표시는 402.의 10항에 따른다. 또한, 표 2.1.60의 비고 (5)를 적용한 관에는 재료기호의 뒤에 “충격시험온도 T ”를 부기한다. (예 : RLPA-25 T)

405. 헤더용 재료

1. 적 용

- (1) 이 규정은 보일러에 사용하는 헤더용 재료(이하 재료라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 405.에 규정하지 아니한 재료에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 재료의 종류는 표 2.1.62에 따른다.

표 2.1.62 종류

종 류	제 1 종	제 2 종	제 3 종	제 4 종	제 5 종	제 6 종
재료기호	RBH 1	RBH 2	RBH 3	RBH 4	RBH 5	RBH 6

3. 열처리 재료는 어닐링 또는 노멀라이징을 하는 것으로 한다.

4. 화학성분 재료의 화학성분은 표 2.1.63에 따른다.

표 2.1.63 화학성분

재료기호	화학성분 (%)							
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	
<i>RBH 1</i>	0.25 이하	0.10~0.35	0.30~0.80	0.040이하	0.040이하	-	-	
<i>RBH 2</i>	0.30 이하							
<i>RBH 3</i>	0.10~0.20	0.10~0.50		0.030이하		0.80~1.20	0.45~0.65	
<i>RBH 4</i>							0.20~0.45	
<i>RBH 5</i>	0.15 이하		0.30~0.60		0.030이하	0.030이하	0.80~1.20	0.45~0.65
<i>RBH 6</i>								0.90~1.10

5. 기계적 성질 재료의 기계적 성질은 다음 각 호에 따른다.

(1) 인장시험 : 인장시험은 표 2.1.64에 따른다.

표 2.1.64 인장시험

재료기호	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%) ($L = 5.65 \sqrt{A}$)	단면수축률 (%)
$RBH\ 1$	205 이상	410 이상	24 이상	38 이상
$RBH\ 2$	225 이상	450 이상	23 이상	40 이상
$RBH\ 3$	205 이상	380 이상	22 이상	
$RBH\ 4$		410 이상	21 이상	
$RBH\ 5$				
$RBH\ 6$				
(비 고)				
시험편을 압연방향과 직각으로 채취할 경우에는 항복강도 및 인장강도의 값은 표와 같이 하고 연신율의 값은 표의 값에서 5 % 감한 것으로 한다. 또한 단면수축률의 값은 단지 참고사항으로 기록한다.				

(2) 굽힘시험 : 시험편을 상온에서 안쪽 반지름 12 mm로 180° 굽혀도 바깥쪽에 흠 또는 균열이 생겨서는 아니 된다. 다만, 시험편의 두께를 20 mm로 할 수 없을 경우에는 원재료의 두께를 사용하여도 좋다. 이 경우 시험편의 너비는 두께의 1.5 배 이상으로 하고 굽힘안쪽 반지름은 두께와 같도록 하여야 한다.

6. 시험편의 채취

- (1) 인장시험편은 압연방향 또는 이와 직각방향으로, 굽힘시험편은 압연방향과 직각으로 각각 재료의 개구 단에서 채취하여야 한다.
- (2) 인장시험편 및 굽힘시험편은 동일 용강에 속하고 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일치수의 것 중에서 표 2.1.65에 따라 채취하여야 한다.

표 2.1.65 시험편의 수

종류	길이 l (mm)	시험편의 수
<i>RBH 1</i> <i>RBH 2</i>	$3000 \leq l$	1개마다 1조
	$2000 \leq l < 3000$	3개마다 1조
	$2000 > l$	5개마다 1조
<i>RBH 3</i> <i>RBH 4</i> <i>RBH 5</i> <i>RBH 6</i>	$3000 \leq l$	1개마다 양끝에서 1조
	$3000 > l$	1개마다 1조

- (3) 재료의 양쪽 끝을 밀폐한 것은, 오픈하기 전에 개구 끝에서 적절한 시험재를 채취할 수 있다.
- (4) 원통형 재료 등에서 편평하게 할 필요가 있을 때에는 열처리 전에 시험재를 채취하여 편평하게 한 후 본체와 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 시험재에서 시험편을 채취하든지 또는 열처리 후에 시험재를 채취하여 상온에서 편평하게 한 후 $600^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$ 로 가열하여 편평가공에 의한 응력을 제거한 시험재에서 소정의 시험편을 채취하여야 한다.
- 7. **치수허용차** 두께의 허용차는 $\pm 12.5\%$ 로 한다. 다만, 원통형 또는 각형 재료의 밀폐부, 각형 재료의 필릿 부 및 파형 재료에 대하여는 예외로 한다.
- 8. **품 질** 재료는 품질이 균일하고 유해한 결함이 없는 것이어야 한다.
- 9. **표 시** 규정의 시험에 합격한 재료의 표시는 401.의 10항에 따른다.

제 5 절 주 조 품

501. 주강품

1. 적 용

- (1) 이 규정은 선체구조, 의장품, 기관장치 등의 각 편에 규정된 부분에 사용하는 주강품(다만, 502, 503, 및 504.에 규정한 것은 제외)에 대하여 적용한다.
- (2) 501.에 규정하지 아니한 주강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 주강품의 종류는 표 2.1.66에 따른다.

표 2.1.66 종류 및 기계적 성질

종 류	재료기호	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$)	단면수축률 (%)
탄소강 주강품	RSC 42	205 이상	410 이상	24 이상	38 이상
	RSC 46	225 이상	450 이상	22 이상	29 이상
	RSC 49	245 이상	480 이상	20 이상	27 이상
	RSC 53	265 이상	520 이상	18 이상	25 이상
	RSC 57	305 이상	560 이상	15 이상	20 이상
	RSC 61	325 이상	600 이상	13 이상	20 이상
저합금강 주강품	RSC 45A	245 이상	440 이상	22 이상	40 이상
	RSC 49A	275 이상	480 이상	17 이상	35 이상
	RSC 56A	345 이상	550 이상	16 이상	35 이상
(비 고)					
(1) 이 표의 중간에 해당하는 인장강도 값에 대한 항복강도, 연신율 및 단면수축률은 보간법에 의한다. 다만, 소수점 한자리에서 반올림한다.					
(2) 인장강도의 상한은 각 규격의 최소인장강도로 부터 $150 N/mm^2$ 이내이어야 한다.					

3. 제조법

- (1) 주강품의 압탕, 여유치수를 제거하기 위한 가스절단, 스카핑 또는 아크 가우징은 공인된 방법에 따라 최종 열처리 전에 하여야 한다. 주강품의 화학성분 또는 치수에 따라 필요한 경우, 예열처리를 하여야 한다. 또한, 필요하다고 인정된 경우, 영향을 받은 부분에 대하여는 기계가공 또는 그라인딩으로 매끈하게 가공하여야 한다.
- (2) 주강품의 표면을 고주파담금질, 질화, 냉간롤 가공 등의 방법으로 경화 처리할 경우에는 제조방법에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
- (3) 2개 이상의 주강품을 용접으로 조립하고자 하는 경우에는 적용하는 용접절차시방서를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 하며, 용접절차 인정시험이 요구될 수 있다.

4. 화학성분

- (1) 주강품은 킬드강으로 제조하여야 하며 화학성분은 표 2.1.67에 따른다.
- (2) 각 용강에 대한 화학성분은 제조자가 주입과정에서 적당하게 채취한 시험재를 사용하여 결정하여야 한다. 여러 개의 용강을 하나의 레이들에 합하여 제조하는 경우 레이들 분석치를 적용한다.
- (3) 제조자는 AI 등과 같은 적절한 세립화 원소를 첨가할 수 있다. 이때 이들 원소의 레이들 분석결과를 성적서에 기록하여야 한다.

5. 열처리

- (1) 주강품은 어닐링, 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링 등의 열처리를 하여야 한다. 이때 템퍼링 온도는 550°C 이상이어야 한다.

표 2.1.67 화학성분

종 류	용 도	화 학 성 분 (%)										
		C	Si	Mn	S	P	잔 류 원 소					잔류원소 합계
							Cu	Cr	Ni	Mo	W	
탄소강 주강품	일 반 구조용 주강품	0.40 이하	0.60 이하	0.50- 1.60	0.040 이하	0.040 이하	0.30 이하	0.30 이하	0.40 이하	0.15 이하	-	0.80 이하
	용 접 구조용 주강품	0.23 이하 ⁽¹⁾	0.60 이하	1.60 이하	0.040 이하	0.040 이하	0.30 이하	0.30 이하	0.40 이하	0.15 이하	-	0.80 이하
저합금강 주강품		0.25 이하	0.60 이하	0.50 - 0.80	0.030 이하	0.030 이하	0.50 이하	1.50 이하	0.50 이하	1.20 이하	0.10 이하	1.00 이하
(비 고)												
(1) 탄소당량(Ceq.)이 0.41%이하인 경우 우리 선급의 승인을 받아 탄소량을 이 표의 값 이상으로 증가시킬 수 있다.												

- (2) 열처리후 주강품에 국부가열 또는 냉간으로 과도의 교정을 한 경우에는 응력제거를 위한 처리를 하여야 한다.
- (3) 크랭크 축 및 기관거치대와 같이 치수의 안정성과 내부응력이 중요한 주강품에 대하여는 응력제거 열처리를 하여야 한다. 이때 가열온도 550℃ 이상이어야 하고 300℃ 이하로 될 때까지 노랭하여야 한다.
- (4) 열처리는 효율적으로 유지되고 적합한 온도조절 및 기록장치를 가진 열처리로에서 행하여야 한다. 열처리로는 주강품 전체를 필요로 하는 온도까지 균일하게 가열할 수 있는 크기의 것이어야 한다. 대형 주강품의 경우, 우리 선급의 승인을 받아 적절한 방법으로 열처리할 수 있다. 노내의 온도가 균일하다는 것을 일정한 주기로 검증할 수 없는 경우, 온도의 균일성을 확인하기 위하여 충분한 수의 열전대를 노내 주강품에 연결하여 온도를 측정 하고 기록하여야 한다.
- (5) 제조자는 각 주강품에 대하여 사용한 가열로, 노내 주강품, 일자, 온도 및 가열시간을 식별할 수 있도록 열처리 기록을 유지하여야 하며, 검사원이 요구하는 경우 이를 제시하여야 한다.

6. 기계적 성질

- (1) 주강품의 기계적 성질은 표 2.1.66에 따른다.
- (2) 용접구조용 주강품의 경우에는 충격시험을 요구할 수 있다. 이 경우 충격시험 규격치는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

7. 시험편의 채취

- (1) 시험편은 본체와 동시에 주조하거나 본체에 붙여 주조한 시험재에서 채취하며 특별히 인정하는 경우를 제외하고 시험재의 두께는 30 mm 이상이어야 한다.
- (2) 시험편은 본체와 동시에 열처리한 것이어야 한다.
- (3) 시험편의 수는 표 2.1.68에 따른다.

표 2.1.68 인장시험편 채취수

주강품의 상태	시험편의 수
모양이 복잡한 주강품 또는 1개의 중량이 10톤을 넘는 주강품	제품마다 2개
단위중량이 1톤을 넘고 10톤 이하의 주강품	제품마다 1개
동일용강에 속하고 동시에 열처리한 비슷한 모양 및 치수의 것으로 단위중량이 1톤 이하의 주강품을 여러개 생산할 때	용강마다 1개
대형주강품을 1개의 레이드에서 합하지 아니하고 2개 이상의 용강으로 주입할 때	각 용강마다 1개
(비 고)	
시험재는 본체에 붙여 주조하여야 하며, 그 위치는 가능한 한 서로 멀리 떨어져 있도록 하여야 한다.	

8. 육안검사 및 치수검사

- (1) 주강품은 열처리 후 및 최종 다듬질 가공 후 또는 필요하다면 중간가공 공정의 적절한 때에, 가능하다면 내면 및 구멍을 포함하여 육안검사를 하여야 한다.
- (2) 모든 주강품에 대하여 검사 전에 산세처리(pickling), 소작세척(caustic cleaning), 와이어 브리싱, 국부적인 그라인딩, 쇼트블라스팅 또는 샌드블라스팅을 포함하는 적절한 방법으로 세정 및 검사를 위한 준비를 하여야 한다. 다만, 주강품의 표면에는 햄머링이나 피닝 또는 결함을 가릴 수 있는 방법을 적용해서는 안된다.
- (3) 특별히 규정하는 경우를 제외하고, 주강품의 치수검사는 제조자의 책임하에 하는 것으로 한다.

9. 품 질

- (1) 주강품은 품질이 균일하고 사용에 유해한 표면 또는 내부결함이 없는 것이어야 한다.
- (2) 주강품의 후속가공 또는 시험중에 유해한 결함이 발견된 경우에는 이전의 시험 결과에 관계없이 불합격으로 처리한다.

10. 비파괴 검사

- (1) 초음파 탐상시험은 다음에 따른다.
 - (가) 제조자는 선미재, 타끌재, 선체의 중요한 구조부재로 사용되는 주강품 및 5편 2장 201.의 1항에 규정하는 주강품에 대하여 적절한 공정에서 초음파 탐상시험을 하고 그 성적서를 검사원에게 제시 또는 제출하여야 한다.
 - (나) 대형 주강품의 탐상에 사용하는 초음파 탐상기는 그 주강품의 탐상에 적합한 성능을 가진 것이어야 한다.
 - (다) 초음파 탐상에 종사하는 자는 주강품의 탐상에 대한 충분한 기술과 경험을 가진 자이어야 한다.
- (2) 다음 주강품의 중요부분에 대하여는 적절한 공정에서 자분탐상시험을 하여야 한다. 다만, 기계가공면에 대하여는 액체침투 탐상시험으로 대신할 수 있다.
 - (가) 선미재, 타끌재 및 선체의 중요한 구조부재에 사용하는 주강품
 - (나) 5편 2장 201.의 1항에 규정하는 주강품
 - (다) 프로펠러
 - (라) 터빈 케이싱
- (3) 우리 선급은 전 각호의 시험방법에 관계없이 적절하다고 인정하는 비파괴시험 방법의 채용을 승인할 수 있다.
- (4) 우리 선급은 (1)호 및 (2)호에 규정하는 주강품 이외에 우리 선급이 필요하다고 인정하는 주강품에 대하여 방사선투과시험, 초음파 탐상시험, 자분 탐상시험, 액체침투 탐상시험 등의 비파괴시험을 요구할 수 있다.
- (5) 용접구조에 사용하는 주강품의 용접부에 대하여는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 비파괴시험을 하여야 한다.

11. 결함의 보수

(1) 일반사항

- (가) 결함을 제거한 주강품을 그대로 사용하거나 또는 용접보수를 하여 사용하고자 하는 경우에는 미리 우리선급의 승인을 받아야 한다.
- (나) 결함의 제거 및 용접보수절차에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.
- (다) 용접보수를 필요로 하는 부분은 그라인딩 등으로 용접보수에 적합한 모양으로 수정하여야 한다. 또한 흠을 매끈하게 그라인딩하고 자분탐상시험 또는 액체침투탐상시험으로 결함이 완전히 제거되었는가를 확인하여야 한다.
- (라) 결함을 제거한 부분의 얇은 흠 또는 함몰부가 주강품의 강도 감소에 영향을 주지 않는다고 검사원이 인정하는 경우에는 그대로 사용할 수 있다. 흠 또는 함몰부는 매끈하게 그라인딩하여야 하며 자분탐상시험 또는 액체침투탐상시험으로 결함이 완전히 제거되었는가를 확인하여야 한다.
- (마) 제조자는 각 주강품마다 보수 범위 및 위치, 용접절차 및 보수에 적용한 열처리 방법에 대한 상세한 기록을 유지하여야 한다. 검사원이 요구하는 경우 이를 제출하여야 한다.

(2) 용접보수

주강품을 용접 보수하는 경우 다음의 규정을 따른다.

- (가) 용접을 시작하기 전에 용접보수의 범위 및 위치, 적용 용접절차, 열처리 및 그에 따른 검사절차에 대한 상세한 사항을 제출하여 승인을 받아야 한다.

- (나) 모든 저합금강주강품 및 크랭크축용 주강품은 용접보수 전에 적절한 예열처리를 하여야 한다. 탄소강 주강품에 대하여도 그 화학성분, 치수 및 용접보수부위를 고려하여 예열처리를 요구할 수 있다.
- (다) 보수용접은 적합한 감독하에 기량자격을 가진 용접사가 외풍 및 용접에 나쁜 영향을 미치는 기후조건을 피하여 실내에서 실시하여야 한다. 가능한 한 모든 용접은 아래보기 자세로 실시하여야 한다.
- (라) 용접용재료는 용착금속의 기계적 성질이 모재와 동등이상의 것을 가질 수 있는 조성을 가져야 한다. 제조자는 전 5항에 따라 열처리를 실시한 후 만족스러운 기계적 성질을 나타낼 수 있는 용접절차 인정시험을 실시하여야 한다.
- (마) 용접보수가 끝난 주강품은 전 5항 (1)호에 정한 열처리를 하든지 또는 550 °c 이상의 온도에서 응력제거 열처리를 하여야 한다. 이때 열처리의 종류는 주강품의 화학성분과 결합의 치수, 위치, 및 특성 종류에 따라 정한다.
- (바) 보수범위가 작고 주강품에 대한 기계가공이 상당히 진행된 단계에 있는 경우, 미리 우리선급의 승인을 받아 후열처리를 생략하거나 또는 국부 응력 제거 열처리의 실시를 특별히 고려할 수 있다.
- (사) 열처리가 끝난 후 용접보수부와 그 주변 모재부는 매끄럽게 그라인딩 하고 자분탐상 검사 또는 액체침투 탐상검사를 하여야 한다. 또한, 최초 결합의 상태, 치수에 따라 초음파 탐상 또는 방사선 투과시험을 추가로 요구할 수 있다. 이 경우 적용된 모든 비파괴 시험에 합격하여야 한다.

12. 재시험

- (1) 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.
- (2) 재시험을 위한 시험편은 최초의 시험편을 채취한 부분과 인접한 부분에서 채취하는 것이 바람직하다. 다만, 부득이한 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 주강품 또는 주강 로트를 대표할 수 있는 다른 위치 또는 시험재에서 채취할 수 있다.
- (3) 주강품 또는 주강 로트에 대한 시험결과가 불합격인 경우, 제조자는 재열처리하여 시험을 다시 요청할 수 있다.

13. 표 시

- (1) 규정의 시험에 합격한 주강품에는 그 재료기호, 제조자의 명칭 또는 상표를 주조하든가 또는 각인하여야 한다. 또한, 1개당 250 kg 이상의 주강품에 대하여는 해당제품의 용해번호를 각인하여야 하며 우리 선급의 합격각인은 상기의 표시 근처에 하여야 한다.
- (2) 표 2.1.66의 비고 (1)이 적용되는 경우, 재료기호 표시는 RSC-(또는 RSC-A)의 -에 요구되는 인장강도값을 기입한다.
(예 : 요구되는 인장강도가 420 N/mm²인 탄소강 주강품 : RSC 43)
- (3) 표 2.1.67의 규정에서 용접구조에 사용하는 탄소강 주강품에 대하여는 재료기호의 뒤에 “W” 를 부기한다. (예 : RSC 42-W)

14. 크랭크 스로우(crank throw)에 대한 특별규정

- (1) 디젤 기관에 사용하는 반조립형 크랭크 스로우를 주강으로 제조할 때에는 제조자는 그 제조방법에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
- (2) 크랭크 스로우의 치수를 경감하기 위하여 특수한 제조방법을 택할 경우(5편 2장 208.)에는 미리 우리 선급이 지정하는 시험을 받아야 한다.

502. 체인용 주강품

1. 적 용

- (1) 이 규정은 4편 8장에 규정하는 체인케이블 및 체인용 부품에 사용하는 주강품(이하 주강품이라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 502.에 규정하지 아니한 주강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 주강품의 종류는 표 2.1.69에 따른다.

3. 열처리

- (1) 주강품은 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링 또는 우리 선급의 승인을 받은 방법에 따라 열처리를 하여야 한다.
- (2) 열처리를 한 후 주강품에 국부가열 또는 냉간중에 과도한 교정을 한 경우에는 우리 선급의 승인을 받은 방법에 따라 응력제거를 위한 처리를 하여야 한다.

표 2.1.69 종 류

종 류	재료기호	용 도
제 2 종 체인용 주강품	RSCC 50	제 2 종 체인
제 3 종 체인용 주강품	RSCC 70	제 3 종 체인
제 R 3 종 체인용 주강품	RSCCR 3	제 R 3 종 체인
제 R 3 S 종 체인용 주강품	RSCCR 3S	제 R 3 S 종 체인
제 R 4 종 체인용 주강품	RSCCR 4	제 R 4 종 체인

(3) 주강품의 압탕, 여유두께 등을 제거하기 위한 가스가공 등은 열처리 전의 적절한 시기에 하여야 한다.

4. 화학성분 주강품의 화학성분은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

5. 기계적 성질 주강품의 기계적 성질은 표 2.1.70에 따른다.

표 2.1.70 기계적 성질

재료기호	인 장 시 험				충 격 시 험 ⁽¹⁾	
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5d$)	단면수축률 (%)	시험온도 ($^{\circ}C$)	평균흡수 에너지(J)
RSCC 50	295 이상	490~690	22 이상	-	-	-
RSCC 70	410 이상	690 이상	17 이상	40 이상	0	60 이상
RSCCR 3	410 이상	690 이상	17 이상	40 이상	-20 ⁽³⁾	40 이상 ⁽³⁾
RSCCR 3S	490 이상	770 이상	15 이상	40 이상	-20 ⁽³⁾	45 이상 ⁽³⁾
RSCCR 4	580 이상	860 이상	12 이상	35 이상	-20	50 이상

(비 고)

(1) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(2) RSCCR 3, RSCCR 3S 또는 RSCCR 4의 항복비(항복강도를 인장강도로 나눈 값)는 0.92 이하이어야 한다.

(3) RSCCR 3, RSCCR 3S의 충격시험은 우리 선급의 승인을 얻은 후 0 $^{\circ}C$ 에서 실시할 수 있고 이 경우 최소 흡수에너지 값은 RSCCR 3은 60 J 이상, RSCCR 3S는 65 J 이상이어야 한다.

6. 시험편의 채취

(1) 주강품의 시험편은 동일 용강, 동일 열처리 조건의 주강품 본체 또는 본체에 부착하여 주조한 본체와 동일한 단면적 이상의 시험재에서 그림 2.1.5와 같이 시험재의 외주로부터 대략 지름의 1/6의 위치에서 채취한다.

(2) RSCC 50은 인장시험편 1개, 기타 체인용 주강품은 인장시험편 1개와 충격시험편 1조(3개)를 채취한다.

7. 표면검사 주강품은 열처리 후 표면검사를 하여야 한다.

8. 품 질 주강품은 품질이 균일하고 유해한 결함이 없어야 한다.

9. 비파괴시험

(1) RSCCR 3, RSCCR 3S, RSCCR 4는 열처리후 초음파 탐상시험을 실시하며 유해한 결함이 없어야 한다.

(2) RSCC 50 또는 RSCC 70에 대하여는 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 초음파 탐상시험과 같은 비파괴 시험을 요구할 수 있다.

10. 결함의 보수 주강품의 결함의 보수방법은 501.의 11항에 따른다.

11. 재시험 인장시험 또는 충격시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 306.의 9항에 따라 재시험을 할 수 있다.

12. 표 시 규정의 시험에 합격한 주강품의 표시는 501.의 13항 (1)호에 따른다.

503. 스테인리스강 주강품

1. 적 용

- (1) 이 규정은 설계온도 -165°C 이상의 저온용 또는 내식용 관장치의 밸브, 부착품 등에 사용하는 스테인리스강 주강품(이하 **주강품**이라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 503.에 규정하지 아니한 주강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 주강품의 종류는 표 2.1.71에 따른다.

표 2.1.71 종류 및 화학성분

재료 기호	화 학 성 분 (%)								
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	기타
<i>RSSC</i> 13	0.08 이하	2.00 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.030 이하	8.00~11.00	18.00~21.00	—	—
<i>RSSC</i> 14		1.50 이하				10.00~14.00	17.00~22.00	2.00~3.00	—
<i>RSSC</i> 16	0.030 이하					12.00~16.00			—
<i>RSSC</i> 17	0.08 이하	2.00 이하				12.00~15.00	22.00~26.0	—	—
<i>RSSC</i> 18						19.00~22.00	23.00~27.0	—	—
<i>RSSC</i> 19	0.030 이하					8.00~12.00	17.00~21.0	—	—
<i>RSSC</i> 21	0.08 이하					9.00~12.00	18.00~21.0	1.35≥Nb+Ta≥10×C	

3. 열처리 주강품은 원칙적으로 고용화 열처리를 하여야 한다.

4. 화학성분 주강품의 화학성분은 표 2.1.71에 따른다.

5. 기계적 성질

- (1) 주강품의 기계적 성질은 표 2.1.72에 따른다.
- (2) 우리 선급은 주강품의 용도에 따라 충격시험 또는 내식성시험을 요구할 수 있다.

표 2.1.72 기계적 성질

재료기호	인장시험			경도시험
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%) ($L=5.65\sqrt{A}$)	브리넬 H_B
RSSC 13	185 이상	440 이상	26 이상	183 이하
RSSC 14				
RSSC 16	175 이상	390 이상	31 이상	
RSSC 17	205 이상	440 이상	26 이상	
RSSC 18	185 이상			
RSSC 19		390 이상	31 이상	
RSSC 21	205 이상	440 이상	26 이상	

6. 시험편의 채취

- (1) 1개의 중량이 500 kg 이상의 것은 주강품 1개마다 인장시험편 및 경도시험편을 1개씩 채취한다.
- (2) 1개의 중량이 500 kg 미만으로서 비슷한 치수 및 모양의 것을 동일 용강에서 여러 개 주조하는 것은 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 것들에 대하여 인장시험편 및 경도시험편을 2개씩 채취한다.
- (3) 경도시험편은 인장시험편의 일부로서 대용할 수 있다.

7. 표 시 규정의 시험에 합격한 주강품의 표시는 110.에 따른다.

504. 저온용 주강품

1. 적 용

- (1) 이 규정은 설계온도가 0°C 보다 낮은 온도에서 사용하는 액화가스 탱크선의 관장치의 밸브 및 관부착품 등에 사용하는 주강품(이하 **주강품**이라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 504.에 규정하지 아니한 주강품 또는 전호 이외의 장소에 사용하는 주강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 주강품의 종류는 표 2.1.73에 따른다.

3. 열처리 주강품은 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링 등의 열처리를 하여야 한다.

4. 탈산방법 및 화학성분 주강품의 탈산방법 및 화학성분은 표 2.1.73에 따른다.

표 2.1.73 종류 및 화학성분

종류	탈산방법	화 학 성 분 (%)						
		<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ni</i>	<i>Mo</i>
<i>RLCA</i>	세립킬드	0.30 이하	0.60 이하	1.00 이하	0.035 이하	0.035 이하	-	-
<i>RLCB</i>		0.25 이하		0.50~0.80				0.45~0.65
<i>RLC 2</i>		0.25 이하			0.030 이하	0.030 이하	2.00~3.00	-
<i>RLC 3</i>		0.15 이하					3.00~4.00	

5. 기계적 성질

- (1) 주강품의 기계적 성질은 표 2.1.74에 따른다.
- (2) 우리 선급은 주강품의 용도에 따라 다른 시험을 요구할 수 있다.

표 2.1.74 기계적 성질

재료기호	인 장 시 험				충 격 시 험 ⁽²⁾	
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%) ($L = 5d$)	단면수축률 (%)	시험온도 ($^{\circ}c$)	평균흡수 에너지 (J)
$RLCA$	245 이상	450 이상	21 이상	35 이상	- 40 ⁽¹⁾	27 이상
$RLCB$					- 50 ⁽¹⁾	
$RLC\ 2$	275 이상				- 70	34 이상
$RLC\ 3$						

(비 고)

(1) 7편 5장의 규정이 적용되는 주강품에 대한 충격시험 온도는 설계온도보다 $5^{\circ}c$ 낮은 온도 또는 $-20^{\circ}c$ 중 낮은 온도로 한다.

(2) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70% 미만인 경우는 불합격으로 한다.

6. 시험편의 채취

- (1) 1개의 중량이 500 kg 이상의 것은 주강품 1개마다 인장시험편 1개 및 충격시험편 1조를 채취한다.
- (2) 1개의 중량이 500 kg 미만으로서 비슷한 치수 및 모양의 것을 동일 용강에서 여러 개 주조하는 것은 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 것들에 대하여 인장시험편 2개 및 충격시험편 2조를 채취한다.

7. 재시험

- (1) 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.
- (2) 충격시험에 대하여는 301.의 10항 (3)호에 따라 재시험을 할 수 있다.

8. 표 시 규정의 시험에 합격한 주강품의 표시는 501.의 13항 (1)호에 따른다. 또한 표 2.1.74의 비고 (1)을 적용한 주강품에는 재료기호의 뒤에 “충격시험온도 T ”를 부기한다.(예 : *RLCA*-25 T)

505. 프로펠러용 스테인리스 주강품

1. 적 용

- (1) 이 규정은 프로펠러, 프로펠러 블레이드 및 보스에 사용하는 스테인리스 주강품(이하 **프로펠러 주강품**이라 한다.)에 대하여 적용한다. 또한 우리 선급이 적당하다고 인정하는 경우 사용 중 손상을 입은 프로펠러 주강품의 보수에도 적용할 수 있다.
- (2) 505.에 규정하지 아니한 프로펠러 주강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 프로펠러 주강품의 종류는 표 2.1.75에 따른다.

3. 화학성분 프로펠러 주강품의 화학성분은 다음 표 2.1.75에 따른다.

표 2.1.75 종류 및 화학성분

종류 및 재료기호		화 학 성 분 (%)				
		C	Mn	Cr	Mo ⁽¹⁾	Ni
12Cr1Ni	마르텐사이트계	0.15 이하	2.0 이하	11.5 - 17.0	0.5 이하	2.0 이하
13Cr4Ni		0.06 이하	2.0 이하	11.5 - 17.0	1.0 이하	3.5 - 5.0
16Cr5Ni		0.06 이하	2.0 이하	15.0 - 17.5	1.5 이하	3.5 - 6.0
19Cr11Ni	오스테나이트계	0.12 이하	1.6 이하	16.0 - 21.0	4.0 이하	8.0 -13.0
(비 고)						
(1) 최소값은 우리 선급의 승인을 받아 공인된 국가 또는 국제규격을 따를 수 있다.						

4. 열처리 마르텐사이트계 주강품은 담금질 후 템퍼링을 하며 오스테나이트계 주강품은 고용화 열처리를 하여야 한다.

5. 기계적 성질 프로펠러 주강품의 기계적 성질은 표 2.1.76에 따른다. 이 표의 값은 프로펠러 블레이드 또는 허브와 일체로 주조한 시험체로부터 채취한 시험편에 대하여 적용한다.

표 2.1.76 기계적 성질

종 류	인 장 시 험				충 격 시 험
	항복강도 ⁽¹⁾ (N/mm ²)	인장강도 (N/mm ²)	연신율 (%)	단면수축률 (%)	평균흡수에너지(J) ⁽³⁾
12Cr1Ni	440 이상	590 이상	15 이상	30 이상	20 이상
13Cr4Ni	550 이상	750 이상	15 이상	35 이상	30 이상
16Cr5Ni	540 이상	760 이상	15 이상	35 이상	30 이상
19Cr11Ni	180 이상 ⁽²⁾	440 이상	30 이상	40 이상	-
(비 고)					
(1) 0.2 %의 항복강도로 한다.					
(2) 1.0 %의 항복강도인 경우에는 205 N/mm ² 이상으로 한다.					
(3) 대빙구조의 선급부호를 가지는 선박에 대하여만 적용하며 이 경우 충격시험을 -10 °c에서 실시한다. 단, 일반용도 및 가장 낮은 대빙구조 선급부호(4등급)를 가지는 선박에는 요구되지 않는다.					

6. 시험재 및 시험편의 채취

- (1) 시험재는 가능한 한 0.5~0.6R(R은 프로펠러의 반지름)에 위치한 블레이드에 부착하여 주조하여야 한다.
- (2) 시험재는 최종 열처리가 완료된 후 프로펠러 주강품에서 분리하여야 하며 이때 열영향을 받지 않는 방법을 이용하여야 한다.
- (3) 시험재를 별도로 주조하는 경우에는 사전에 우리 선급의 승인을 받아야 하며 시험재는 대표하는 프로펠러 주강품과 동일 용탕으로 주조하며 동일한 열처리를 하여야 한다.

- (4) 시험재는 프로펠러 주강품마다 1개씩 채취한다. 다만, 동일 용강으로 부터 지름이 1 m 미만인 동일 크기의 소형 프로펠러를 여러 개 주조하고 동일 열처리로에서 동시에 열처리하는 경우에는 5개의 프로펠러 주강품을 1로트로 하고 로트마다 1개씩 채취한다.

7. 육안검사 및 치수검사

- (1) 검사원은 프로펠러 주강품에 대하여 최종 가공 후 및 필요하다면 적당한 가공공정에서 육안으로 표면 검사를 하여야 한다. 또한 검사원은 용접보수를 조사할 목적으로 에칭(etching)을 요구할 수 있다.
- (2) 프로펠러 주강품에는 균열, 고온터짐(hot tear) 또는 기타 사용상 지장을 줄 수 있을 정도의 유해한 결함이 없어야 한다.
- (3) 프로펠러 주강품의 치수검사는 제조자의 책임으로 하되, 치수검사 결과를 검사원에게 제출하여야 한다. 검사원은 치수검사의 입회를 제조자에게 요구할 수 있다.

8. 비파괴 검사

- (1) 프로펠러 주강품의 중요부분에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른 액체침투 탐상시험을 실시하여야 한다.
- (2) 프로펠러 주강품의 영역별 중요도에 따른 구분은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.
- (3) 프로펠러 주강품의 내부품질이 의심스러운 경우, 검사원은 초음파 탐상시험 및/또는 방사선 투과탐상시험을 추가로 요구할 수 있다. 이 경우, 합격기준은 제조자와 우리 선급간의 협의에 따른다.
- (4) 제조자는 각각의 프로펠러 주강품에 대하여 추적 가능한 검사기록을 유지하여야 하며, 이 기록은 검사원에 의해 검토되어야 한다. 또한, 제조자는 비파괴 검사 결과가 만족하였음을 확인 할 수 있는 기록을 검사원에게 제시하여야 한다.

9. 결함의 보수

- (1) 프로펠러 주강품의 결함은 그라인딩 또는 밀링과 같은 기계적인 방법으로 제거할 수 있다. 다만, 결함의 제거 후에도 치수 요건을 만족하여야 하며 또한 그 사용 여부에 대하여 우리 선급 검사원의 승인을 받아야 한다.
- (2) 결함을 제거한 부분은 주위의 표면과 매끄럽게 가공되어 날카로운 형상을 피해야 하며 또한 결함이 완전히 제거되었는지를 확인하기 위해 액체침투탐상검사를 하여야 한다.
- (3) 결함 제거부의 용접보수는 필요한 경우에 한하여 우리 선급 검사원의 승인을 받은 경우에는 허용될 수 있다. 다만, 용접보수부의 단면적은 5 cm^2 이상이어야 한다.
- (4) 용접보수방법에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따라 미리 우리선급 검사원의 승인을 받아야 한다.
- (5) 제조자는 용접 흠의 위치 및 주요 치수를 나타내는 사진 또는 스케치를 포함하는 용접보수 관련 기록을 작성하여야 하며 검사원에게 제출하여야 한다.

10. 재시험 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

11. 표 시 규정의 시험에 합격한 프로펠러 주강품의 표시는 110.에 따른다.

506. 주철품

1. 적 용

- (1) 이 규정은 프로펠러 및 기관장치의 중요부분에 사용하는 회주철품 및 구상흑연주철품 등(이하 **주철품**이라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 우리 선급이 인정할 경우 KS규격 또는 이와 동등 이상의 규격을 적용할 수 있다.

2. 종류 및 기계적 성질

- (1) 회주철품의 종류 및 기계적 성질은 KS D 4301에 따른다. 다만, 최소인장강도는 200 N/mm^2 이상이어야 한다.
- (2) 구상흑연주철품의 종류 및 기계적 성질은 KS D 4302의 규격에 따른다.

3. 제조법

- (1) 주철품의 제조자는 적절한 제조설비와 시험설비를 갖추어야 하며, 그 제조법에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
- (2) 주철품의 잉여(surplus) 덧살을 제거할 때에는 적절한 기계가공 방법으로 하여야 하며, 기계가공 전의 예비적인 처리 이외의 열적 절단방법을 사용해서는 안된다.

- (3) 다량생산방식으로 생산되는 소형 주철품의 시험 및 검사에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아, 검사원의 입회하에 정기적인 품질확인 등으로 대체할 수 있다.
- (4) 고온에서 사용되는 주철품 또는 치수의 안정성이 요구되는 경우에는, 적절한 템퍼링 또는 응력제거열처리가 요구될 수 있다.
- (5) 구상흑연주철품에 대하여 국부적으로 표면경화처리를 하는 경우에는 시공 및 시험방안에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

4. 시험편의 채취

- (1) 시험재는 본체와 별도로 주조하는 것을 원칙으로 하며, 주물 본체의 주조에 사용하는 것과 동일한 주형재료를 사용하여 동일 레이들의 탕에서 채취하여야 한다. 또한 구상흑연주철의 경우에는 레이들의 최종 용탕을 시험재에 주입하여야 한다.
- (2) 회주철품의 시험재는 지름 30 mm의 봉모양으로 주조하여야 하고 구상흑연주철품의 시험재는 일반적으로 KS D 4302 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
- (3) 회주철품의 시험재를 동일 주형으로 2개 이상 동시에 주조하는 경우, 시험재의 간격은 적어도 50 mm 이상이어야 한다.(그림 2.1.13 참조)

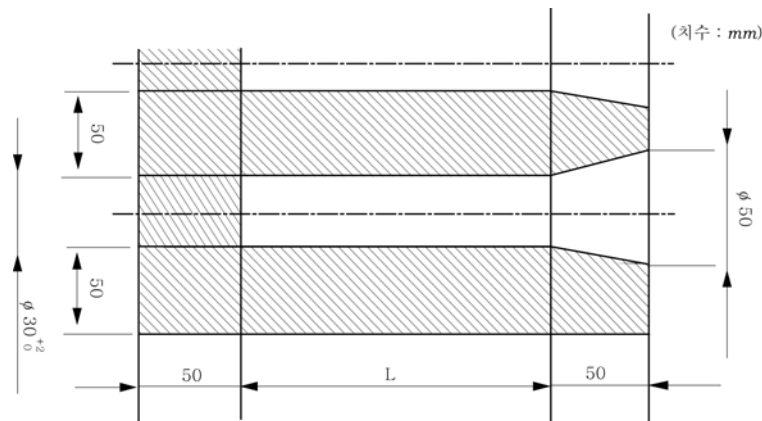


그림 2.1.13 회주철품 시험재의 간격

- (4) 시험재는 주입 후 온도가 500 °C 이하가 될 때까지 주형에서 빼어내어서는 아니 된다.
- (5) 주조품의 중량이 200 kg을 넘고 두께가 20 mm 이상인 경우로서, 구매자가 동의한 경우에는 시험재를 본체와 일체로 주조할 수 있다. 시험재의 모양과 위치는 본체와 동일한 냉각조건을 갖도록 선택되어야 한다.
- (6) 주조품에 대하여 열처리를 하는 경우, 시험재에 대하여도 동일한 열처리를 하여야 한다. 본체와 일체로 주조한 시험편의 경우에는 열처리를 완료한 후에 시험편을 본체로부터 분리하여야 한다.
- (7) 각 시험재에서 1개의 인장시험편을 기계가공하여 채취한다. 구상흑연주철에 대하여 충격시험이 요구되는 경우에는 1조 3개의 충격시험편을 추가로 채취한다.
- (8) 시험편의 수는 표 2.1.77에 따른다.

표 2.1.77 시험편의 채취 수

주철품의 상태	시험편수
대형 주철품으로 1개 이상의 레이들의 용탕을 주입할 경우	레이들수마다 인장시험편 1개
동일 레이들의 용탕으로서 모양 및 치수가 비슷하고 단위중량이 1톤 이하의 주철품을 여러 개 생산할 경우	2톤마다 인장시험편 1개
상기 이외의 것	제품마다 인장시험편 1개

5. 시험 및 검사

- (1) 회주철품에 대하여는 설계와 관련하여 특히 지정하는 것을 제외하고 시험 및 검사시 검사원의 입회가

필요 없다.

- (2) 프로펠러용 주철품 및 구상흑연주철의 시험 및 검사에는 검사원이 입회하여야 한다.
- (3) 특별히 규정하는 경우를 제외하고, 주조품의 치수검사는 제조자의 책임하에 하는 것으로 한다.

6. 품질

- (1) 주철품은 품질이 균일하고 사용상 지장을 초래하는 내부 또는 표면결함이 없는 것이어야 한다. 또한 표면 마무리 상태는 사용목적에 적합해야 한다.
- (2) 주철품을 후속 가공중 또는 시험중 유해한 결함이 발견된 경우에는 이전의 시험 결과에 관계없이 불합격으로 처리한다.

7. 결함의 보수

- (1) 국부적인 작은 결함은 검사원의 승인을 받아 연마기로 제거할 수 있다.
- (2) 국부적인 기공(porosity)결함으로서 이 기공이 연장되어도 주철품의 강도상 문제가 없다고 인정될 경우, 검사원의 사전승인을 받아 플라스틱 충전제(plastic filler)로 충전하여 보수할 수 있다.
- (3) 주철품의 용접보수는 원칙적으로 인정하지 아니한다.

8. 재시험 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

9. 표 시 규정의 시험에 합격한 주철품의 표시는 110.에 따른다.

제 6 절 단 강 품

601. 단강품

1. 적 용

- (1) 이 규정은 선체구조, 의장품, 기관장치 등의 각 편에 규정된 부분에 사용하는 단강품(다만, 602, 603. 및 604.에 규정한 것은 제외)에 대하여 적용한다. 또한, 단순한 형상의 부품에 사용되는 압연봉강 및 기타 단강품(이하 단강품이라 한다)에 대하여도 적용한다
- (2) 601.에 규정하지 아니한 단강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 단강품의 종류는 표 2.1.81 및 표 2.1.82에 따른다.

3. 제조법

- (1) 단강품은 킬드강으로 제조하여야 한다.
- (2) 강괴는 유해한 파이프 및 편석을 제거하기 위하여 상·하부를 적절히 제거하여야 한다.
- (3) 단강품은 강괴, 강괴를 단조 또는 압연한 강재 또는 강괴를 단조와 압연을 조합하여 제조한 강재로부터 프레스, 해머 등으로서 열간가공을 하여야 한다.
- (4) 열간가공은 각부가 중심까지 균일하게 가공되도록 하고 단강품의 사용응력 조건에 적합한 금속유동(metal flow)을 얻을 수 있도록 최종 모양 및 치수에 될 수 있는 한 가까워야 한다.
- (5) 단강품의 단조비는 다음에 따른다.
- (가) 금속유동(metal flow)이 길이 방향인 단강품 단조비는 표 2.1.78에 정한 것 이상이어야 한다.

표 2.1.78 단면수축률

제조방법	제품의 모양 ⁽¹⁾	단조비 ⁽²⁾⁽³⁾
직접 강괴로부터 또는 단조블룸(bloom)이나 단조빌릿(billet)으로부터 제조할 경우	$L > D$	3 : 1
	$L \leq D$	1.5 : 1
압연품으로부터 제조할 경우	$L > D$	4 : 1
	$L \leq D$	2 : 1
(비 고)		
(1) L 및 D 는 각각 단강품 주요부의 길이 및 지름을 나타낸다.		
(2) 단조비는 강괴의 단면적에 대한 비로 계산한다. 다만, 이미 업셋가공된 재료를 사용할 경우에는 업셋 가공 후의 평균단면적을 기준으로 하여 계산한다.		
(3) 단순모양의 부품에 사용되는 봉강의 단조비는 6:1 이상이어야 한다.		

(나) 업세팅(upsetting) 방법으로 제조하는 디스크형 단강품

- (i) 디스크의 어느 부위의 두께도 단련전의 빌릿길이의 1/2 이하이어야 한다. 다만, 이 빌릿은 1.5 이상의 단조비를 가진 것이어야 한다.
- (ii) 전 (i)에서 다만 강괴를 절단만을 한 재료 또는 1.5 미만의 단조비를 가진 빌릿을 사용하여 제조할 경우에는 디스크의 어느 부위의 두께도 단련전의 빌릿(또는 재료) 길이의 1/3 이하이어야 한다.
- (6) 단강품을 가스절단, 스카핑 또는 아크 가우징 하는 경우, 공인된 방법에 따라 하여야 하며, 특별히 승인을 받지 않는 한 최종 열처리 전에 하여야 한다. 단강품의 화학성분 및 두께에 따라 필요하다고 인정될 때에는 예열처리를 하여야 한다. 또한 특정부품에 대하여는 가스절단부의 표면에 대하여 기계가공을 추가로 요구할 수 있다.
- (7) 2개 이상의 단강품을 용접으로 결합하고자 하는 경우에는 적용하는 용접절차시방서를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 하며, 용접절차 인정시험이 요구될 수 있다.

4. 열처리

- (1) 단강품은, 다음 (5)호에 정하는 경우를 제외하고, 모든 열간가공을 완료한 후 적절한 제조단계에서 입자미세화 및 요구되는 기계적 성질을 얻기 위하여 표 2.1.79와 같은 열처리를 하여야 한다. 또한, 템퍼링 온도는 550 °C 이상이어야 한다.
- (2) 저합금강 단강품으로 노멀라이징 후 템퍼링 열처리를 하는 경우에는 그 기계적 성질에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

표 2.1.79 열처리

종 류	열 처 리
탄소강단강품	어닐링, 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링
저합금강단강품	담금질 후 템퍼링

- (3) 단강품에 열처리를 한 후 열간가공을 한 경우에는 재열처리를 하여야 한다.
- (4) 단강품을 최종 열처리 후 국부적으로 재가열 또는 냉간으로 과도한 교정을 할 경우에는 응력제거를 위한 열처리를 하여야 한다.
- (5) 단강품에 고주파 침탄, 질화의 표면경화처리를 할 때에는 적절한 단계에서 이에 적합한 열처리를 하여야 한다.
- (6) 단강품에 침탄 처리를 할 경우, 기계가공 및 침탄처리를 위해 적절한 단계에서 적당한 조건으로 열처리(일반적으로 완전어닐링 또는 노멀라이징 후 템퍼링중 하나)를 하여야 한다.
- (7) 단강품에 표면경화 처리를 하는 경우, 제조방법 및 사양에 대한 상세한 자료를 우리선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 또한, 우리선급이 필요하다고 인정하는 경우, 이 승인을 위해서 제안된 제조방법이 요구되는 경도 및 깊이를 가진 균일한 표면층을 이루며, 단강품의 특성 및 건전성에 해가 없다는 것을 나타내는 시험을 요구할 수 있다.
- (8) 열처리는 효율적으로 유지되고 적합한 온도조절 및 기록장치를 가진 열처리로에서 행하여야 한다. 열처리로는 노내 단강품을 필요로 하는 온도까지 균일하게 가열할 수 있는 크기의 것이어야 한다. 대형 단강품의 경우, 우리 선급의 승인을 받아 적절한 방법으로 처리할 수 있다. 노내의 온도가 균일하다는 것을 일정한 주기로 검증할 수 없는 경우, 충분한 수의 열전대를 노내 단강품에 연결하여 온도를 측정하고 기록하여 온도의 균일성을 확인하여야 한다.
- (9) 각 단강품에 대하여 사용한 가열로, 노내 장입물, 온도, 일자 및 가열시간을 식별할 수 있는 열처리 기록을 유지하여야 하며, 검사원이 요구하는 경우 이를 제시하여야 한다.

5. 화학성분

- (1) 단강품의 화학성분은 표 2.1.80에 따른다.

표 2.1.80 화학성분

종 류		화학성분 (%)									
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu ⁽³⁾	잔류원소 합계
선제용 단강품 ⁽⁵⁾	탄소강	0.23 ⁽¹⁾⁽²⁾ 이하	0.45 이하	0.30- 1.50	0.035 이하	0.035 이하	0.30 ⁽³⁾ 이하	0.15 ⁽³⁾ 이하	0.40 ⁽³⁾ 이하	0.30 이하	0.85 이하
	저합금강	(4)	0.45 이하	(4)	0.035 이하	0.035 이하	(4)	(4)	(4)	0.30 이하	-
기관용 단강품	탄소강	0.65 ⁽¹⁾ 이하	0.45 이하	0.30- 1.50	0.035 이하	0.035 이하	0.30 ⁽³⁾ 이하	0.15 ⁽³⁾ 이하	0.40 ⁽³⁾ 이하	0.30 이하	0.85 이하
	저합금강 ⁽⁶⁾	0.45 이하	0.45 이하	0.30- 1.00	0.035 이하	0.035 이하	0.40 ⁽⁷⁾ 이상	0.15 ⁽⁷⁾ 이상	0.40 ⁽⁷⁾ 이상	0.30 이하	-

(비 고)

- (1) 용접구조물에 사용하고자 하는 탄소강 단강품의 탄소량은 0.23% 이하이어야 한다. 다만, 탄소당량(Ceq.)이 0.41%이하인 경우 탄소량을 이 표의 값 이상으로 증가시킬 수 있다.
- (2) 용접구조물에 사용하지 않는 탄소강 단강품의 탄소량은 0.65 %이하로 할 수 있다.
- (3) 이들 성분은 잔류원소로 고려한다.
- (4) 상세한 화학성분은 우리선급의 승인을 받아야 한다.
- (5) 타두재와 핀들은 용접성이 좋은 품질이어야 한다.
- (6) 저합금강단강품을 용접용구조물에 사용하고자 하는 경우 상세한 화학성분은 우리선급의 승인을 받아야 한다.
- (7) 최소한 한개 이상의 원소 함량이 규정치 이상이어야 한다.

- (2) 각 용강에 대한 화학성분은 제조자가 제강공정에서 적당하게 채취한 시험재를 사용하여 결정하여야 한다. 여러 개의 용강을 하나의 레이들에 합하여 제조하는 경우 레이들분석치를 적용한다.
- (3) 제조자는 *Al*, *Nb* 또는 *V* 등과 같은 적합한 세립화 원소를 첨가할 수 있다. 이때 이들 원소의 레이들 분석결과를 성적서에 기록하여야 한다.

6. 기계적 성질

- (1) 단강품의 기계적 성질은 표 2.1.81 및 2.1.82에 따른다.
- (2) 다음의 경우에 대하여 경도시험을 요구할 수 있다. 시험결과를 기록하여 보고하여야 하며 참고값으로서 브리넬 경도값은 표 2.1.82에 따른다.
- (i) 열처리 완료하고 톱니를 가공하기 전의 기어용 단강품에 대하여는 톱니가공 표면의 원주부를 동일한 간격으로 4등분하여 경도를 측정한다. 톱니 가공부의 계획가공지름이 2.5 m를 초과하는 경우 측정위치를 8 개소로 증가시켜야 한다. 기어립의 폭이 1.25 m를 초과하는 경우에는 기어 단강품의 양쪽 끝부분을 8등분한 위치에서 경도를 측정하여야 한다.
- (ii) 로트단위로 시험을 실시하는 기어용 단강품 및 소형 크랭크축에 대하여는 각 단강품에 대하여 최소한 1개 이상의 경도시험을 실시하여야 한다.
- (3) 단강품의 표면을 고주파 담금질, 질화, 탄화처리하는 경우에도 경도시험을 요구할 수 있다. 기어용 단강품의 경우, 최종 가공이 끝난 톱니면에 대하여 가능하다면 표면경화처리 후 경도시험을 실시하여야 한다. 시험의 결과는 승인된 기준에 만족하여야 한다.

표 2.1.81 선체용 단강품의 종류 및 기계적 성질

종 류	재료기호	인 장 시 험					
		인장강도 (N/mm^2)	항복강도 (N/mm^2)	연신율 (%) ($L = 5.65\sqrt{A}$) (최소값)		단면수축률 (%) (최소값)	
				L	T	L	T
탄소강 단강품	$RSF\ 41H$	400 이상	200 이상	26	19	50	35
	$RSF\ 45H$	440 이상	220 이상	24	18	50	35
	$RSF\ 49H$	480 이상	240 이상	22	16	45	30
	$RSF\ 53H$	520 이상	260 이상	21	15	45	30
	$RSF\ 57H$	560 이상	280 이상	20	14	40	27
	$RSF\ 61H$	600 이상	300 이상	18	13	40	27
저합금강 단강품	$RSF\ 56AH$	550 이상	350 이상	20	14	50	35
	$RSF\ 61AH$	600 이상	400 이상	18	13	50	35
	$RSF\ 66AH$	650 이상	450 이상	17	12	50	35

(비 고)

(1) 이 표의 중간에 해당하는 최소인장강도를 갖는 재료를 사용하고자 할 경우 그 재료의 기계적 성질은 보간법에 따른다. 다만, 소수점 이하는 소수점 한자리에서 반올림한다.

(2) 인장강도의 상한값은 각 최소인장강도로부터 다음에 정하는 범위이내일 것을 추가로 요구할 수 있다.

최소인장강도(N/mm^2)	상한범위(N/mm^2)
600 미만	120
600 이상	150

(3) L 및 T 는 각각 단조방향 및 접선방향을 말한다.

표2.1.82 기관용 단강품의 종류 및 기계적 성질

종 류	인 장 시 험							경도시험
	재료기호	인장강도 (N/mm^2)	항복강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5.65\sqrt{A}$) (최소값)		단면수축률(%) (최소값)		경 도 (H_B)
				L	T	L	T	
탄소강 단강품	$RSF\ 41M$	400 이상	200 이상	26	19	50	35	110 - 150
	$RSF\ 45M$	440 이상	220 이상	24	18	50	35	125 - 160
	$RSF\ 49M$	480 이상	240 이상	22	16	45	30	135 - 175
	$RSF\ 53M$	520 이상	260 이상	21	15	45	30	150 - 185
	$RSF\ 57M$	560 이상	280 이상	20	14	40	27	160 - 200
	$RSF\ 61M$	600 이상	300 이상	18	13	40	27	175 - 215
	$RSF\ 65M$	640 이상	320 이상	17	12	35	27	185 - 230
	$RSF\ 69M$	680 이상	340 이상	16	12	35	24	200 - 240
	$RSF\ 73M$	720 이상	360 이상	15	11	35	24	210 - 250
	$RSF\ 77M$	760 이상	380 이상	14	10	35	24	225 - 265
저합금강 단강품	$RSF\ 61AM$	600 이상	360 이상	18	14	50	35	175 - 215
	$RSF\ 71AM$	700 이상	420 이상	16	12	45	30	205 - 245
	$RSF\ 81AM$	800 이상	480 이상	14	10	40	27	235 - 275
	$RSF\ 91AM$	900 이상	630 이상	13	9	40	27	260 - 320
	$RSF\ 101AM$	1000 이상	700 이상	12	8	35	24	290 - 365
	$RSF\ 112AM$	1100 이상	770 이상	11	7	35	24	320 - 385
(비 고)								
(1) 이 표의 중간에 해당하는 최소인장강도를 갖는 재료를 사용하고자 할 경우 그 재료의 기계적 성질은 보 간법에 따른다. 다만, 소수점 이하는 소수점 한자리에서 반올림한다.								
(2) 인장강도의 상한값은 각 최소인장강도로부터 다음에 정하는 범위내일 것을 추가로 요구할 수 있다.								
최소인장강도(N/mm^2)				상한범위(N/mm^2)				
900 미만				150				
900 이상				200				
(3) L 및 T 는 각각 단조방향 및 접선방향을 말한다.								
(4) 대빙구조의 선급부호를 가지는 선박<가장 낮은 등급(4등급)은 제외>에 사용하는 프로펠러축에 대하여는 충격시험을 -10°C 에서 실시하여야 하며 평균흡수 에너지는 27 J 이상이어야 한다. 이 경우, 시험편의 길이방향을 단조방향에 평행하게 채취한다. 또한, 기관용 중요부품에 대한 충격시험은 우리선급이 별도로 정하는지침에 따른다.								
(5) 경도값은 참고로 한다.								

7. 시험편의 채취

- (1) 단강품의 시험편은 열처리 후 특별히 규정된 것을 제외하고 본체보다 작지 아니한 단면적을 가진 부분에서 일반적으로 단조방향(L 방향) 또는 접선방향(T 방향)으로 채취하여야 한다.
- (2) 시험편은 최종 열처리가 끝날 때까지 본체에서 떼어내서는 아니 된다. 다만, 형단조나 표면경화처리를 하는 경우 등 검사원이 부득이하다고 인정하는 경우에는 최종열처리 전에 적절한 단계에서 떼어낼 수 있다.

(3) 시험편의 수 및 방향은 다음 (가) 내지 (자)에 따른다.

(가) 타두재, 핀틀 등의 선체부품 및 축, 연결봉 등의 일반기계부품 : 단강품의 한쪽 끝에서 1조의 시험편을 길이방향으로 채취한다. 다만, 1개의 열처리 후 본체의 중량(이하 **중량**이라 한다)이 4톤 이상이고 본체의 길이가 3m 이상인 경우에는 단강품의 양쪽 끝에서 각각 1조의 시험편을 채취하여야 한다. 또한 제조자의 요청이 있는 경우에는 그림 2.1.14 내지 그림 2.1.16과 같이 시험편을 채취할 수 있다.

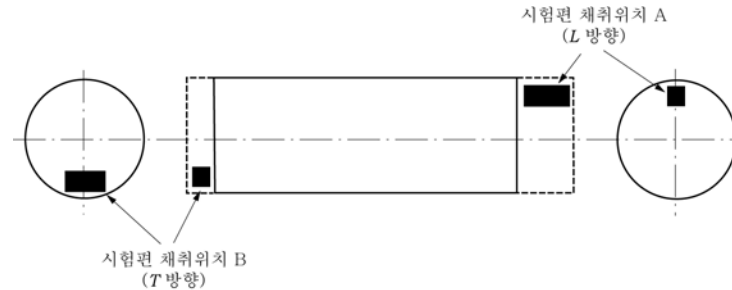


그림 2.1.14 평 축

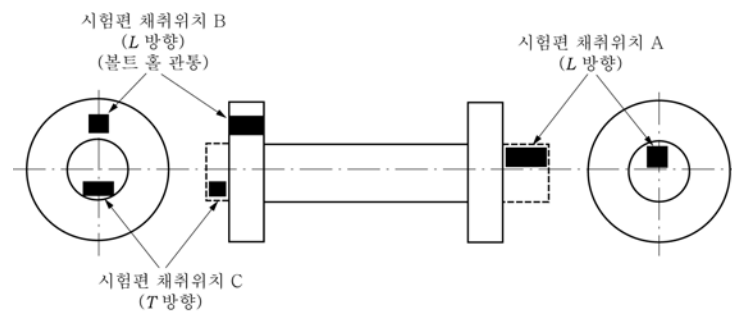


그림 2.1.15 플랜지 축

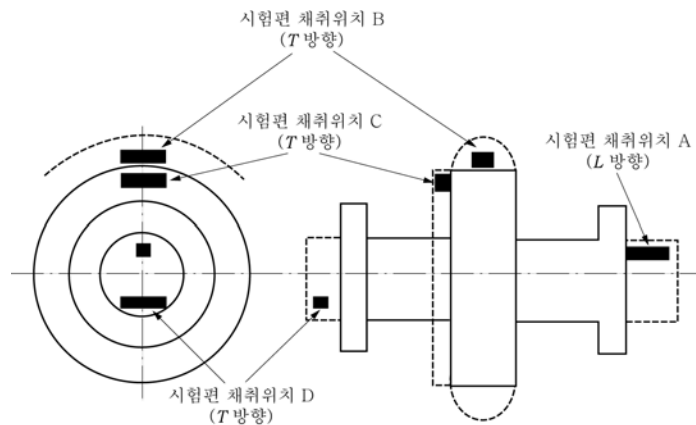


그림 2.1.16 칼라가 있는 플랜지 축

(나) 피니언 : 톱니가공부의 계획가공 지름이 200 mm를 넘는 경우에는 톱니가공부에 근접하는 위치에서 접선방향으로 1조의 시험편을 채취한다. (그림 2.1.17 B 참조) 다만, 축부(저널)의 크기로 인하여 톱니가공부에서 시험편의 채취가 곤란할 경우에는 축의 한쪽 끝에서 접선방향으로 1조의 시험편을 채취한다. (그림 2.1.17 C 참조) 그러나 축부의 지름이 200 mm 이하의 경우에는 축의 한쪽 끝에서 길이 방향으로 1조의 시험편을 채취한다. (그림 2.1.17 A 참조) 계획가공 길이가 1.25 m를 넘을 때에는 양쪽 끝에서 각각 1조씩 채취한다

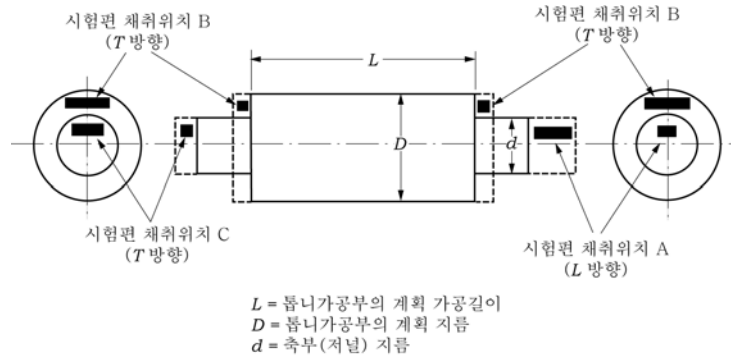


그림 2.1.17 피니언

- (다) **소형 피니언** : 톱니가공부의 계획가공 지름이 200 mm 이하의 경우에는 기어축부에서 길이방향으로 1조의 시험편을 채취한다. (그림 2.1.17 A 참조)
- (라) **기어 휠** : 단강품의 한쪽 끝에서 1조의 시험편을 접선방향으로 채취한다. (그림 2.1.18 A 또는 B 참조)

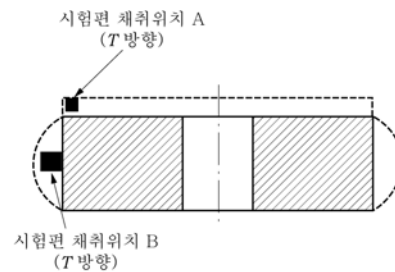


그림 2.1.18 기어 휠

- (마) 감속기어에 사용되는 기어림 및 디젤기관의 캠축구동장치에 사용되는 기어림(5편 2장 201.의 1항 참조)은 다음의 규정에 따른다.
- (i) 중량이 3톤 또는 계획가공 지름이 2.5 m 를 넘는 림은 지름방향의 반대위치에서 각각 1조의 시험편을 채취한다. (그림 2.1.19 A 및 B 참조) 이 경우, 기계적 성질은 단조방향에 평행하게 채취한 경우의 규정을 적용한다.

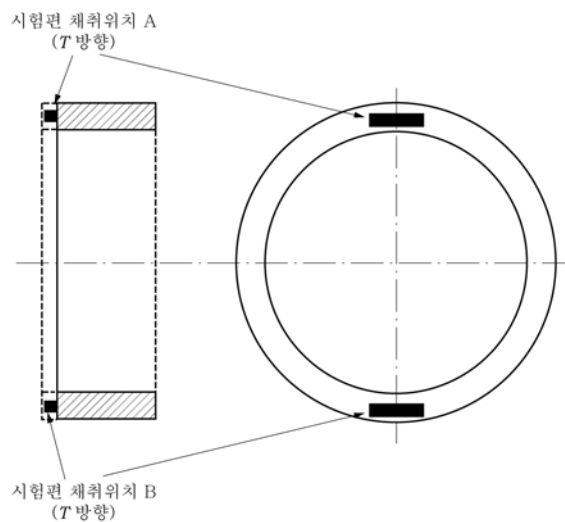


그림 2.1.19 기어 링

- (ii) 중량 및 계획가공 지름이 (i)에 해당되지 아니하는 경우에는 (i)의 규정 중 어느 한 위치에서 1조

의 시험편을 채취한다.

- (바) **피니언 슬리브** : 단강품의 한쪽 끝에서 1조의 시험편을 접선방향으로 채취한다. (그림 2.1.20 A 또는 B 참조) 다만 계획가공 길이가 1.25 m를 넘을 때에는 양쪽 끝에서 각각 1조씩 채취한다.

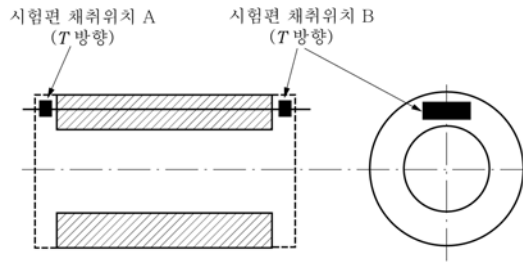


그림 2.1.20 피니언 슬리브

- (사) **크랭크 웹** (crank web) : 단강품의 한쪽 끝에서 1조의 시험편을 접선방향으로 채취한다.

- (아) **자유단조 크랭크축** (solid open die forged crankshaft) : 단강품의 회전축 쪽 끝부에서 1조의 시험편을 길이방향으로 채취한다. (그림 2.1.21 (A) 참조) 또한 중량이 3톤을 넘는 경우에는 축의 양끝에서 축의 길이방향으로 각각 1조씩의 시험편을 채취한다. (그림 2.1.21 A 및 B 참조) 다만, 크랭크스로우(crankthrows)를 가스절단이나 기계가공으로 제작하는 경우, 한 조의 시험편은 회전축 반대쪽 끝부의 가공으로 제거될 부분에서 접선방향으로 채취한다.(그림 2.1.21 C 참조)

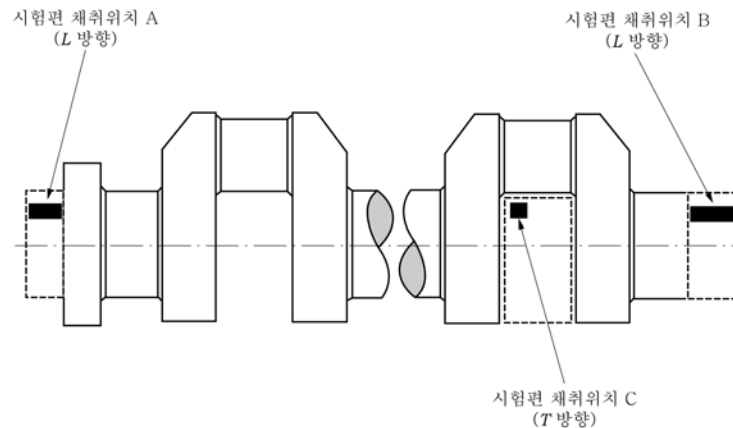


그림 2.1.21 자유단조 크랭크축

- (자) 1조의 시험편이란 인장시험편 1개 및 규정된 경우, 충격시험편 1조를 말한다.
- (4) 특별히 협의된 경우를 제외하고 시험편의 길이방향이 다음에 위치하도록 한다.
- (가) 지름 또는 두께가 50 mm 이하인 경우, 시험편의 길이방향을 단면의 중심부 또는 두께의 1/2부에 오도록 한다.
- (나) 두께 또는 지름이 50 mm를 넘는 경우, 열처리된 표면으로부터 두께 또는 지름의 1/4부 또는 80 mm 중 작은 쪽에 위치하도록 한다.
- (5) 형단조 크랭크축 및 우리 선급의 승인을 받은 특별한 제조방법에 따라 제조되는 크랭크축 단강품에 대한 시험편의 수 및 채취위치는 제조방법과 관련하여 우리 선급의 별도 승인을 받아야 한다.
- (6) 하나의 단조품이 후속 공정에서 여러 개의 부품으로 나누어지고, 이들 모든 부품들이 가열로에서 동시에 열처리 되는 경우에는 시험목적상 한 개의 단조품으로 간주하고 이들 모든 부품들의 총 길이 및 합계중량에 따라 시험편의 수를 결정한다.
- (7) 단조품을 침탄처리 하는 경우에는 단조상태에서의 예비시험과 침탄처리 완료 후의 최종 시험 모두를 위하여 충분한 시험재를 준비하여야 한다. 이러한 목적으로 전 (3)호에 규정한 위치에서 규정된 시험편의 수의 2배를 채취한다. 다만, 단조품의 치수나 중량에 관계없이 시험편은 한 쪽 위치에서만 채취한다. 또한 일체형 저널을 가진 단조품의 경우, 시험편은 길이방향으로 채취한다. 시험재는 톱니가공부의

계획가공지름의 1/4 또는 60 mm 중 작은 수치까지 기계가공되어야 한다. 단조상태에서의 예비시험에서는 1조의 시험재를 공침탄(blank carburizing, 침탄제 대신에 중성제 또는 보호 도포제를 사용하여 침탄할 때와 같은 조작을 하는 처리) 및 단조품에 대하여 적용되는 것과 같은 열처리 사이클을 적용하여야 한다. 최종인정시험에서는 두 번째의 시험재를 공침탄 및 단조품과 함께 열처리한다. 제조자의 사정에 따라 시험재의 큰 단면부는 공침탄 또는 침탄처리를 할 수 있다. 그러나 이들 시험재는 최종 담금질 및 템퍼링 열처리 전에 요구되는 지름까지 기계가공되어야 한다. 침탄처리되는 단조품에 대한 다른 시험방법에 대하여는 우리 선급의 특별한 승인을 받아야 한다.

- (8) 단위중량이 1000 kg 이하인 노멀라이징 처리 단조품 및 각각의 중량이 500 kg 이하인 담금질 후 템퍼링 처리 단조품에 대하여는 로트단위로 시험할 수 있다. 이 때 로트는 동일한 형상과 치수의 것으로, 동일 용강에서 만들어지고 또한 동일 가열로에서 동시에 열처리한 것으로 노르말라이징 처리 단조품의 경우는 6톤 이하, 담금질 후 템퍼링 처리 단조품의 경우에는 3톤 이하로 한다.
- (9) 단순모양의 부품에 사용하는 압연봉강에 대한 로트는 다음에 따른다.
- (가) 동일 슬래브에 속하고 동일 가열로에서 동시에 열처리한 것, 또는
- (나) 동일 용강에 속하고 동일 지름이며, 동일 가열로에서 동시에 열처리한 것으로 총중량 2.5톤 또는 그 단수

8. 육안검사 및 치수검사

- (1) 단강품은 열처리후 및 최종다듬질 가공후 또는 필요하면 중간가공 공정 중에서 적절한 때에, 가능하면 내면 및 구멍을 포함하여 육안검사를 하여야 한다.
- (2) 특별히 규정하는 경우를 제외하고 단강품의 치수검사는 제조자의 책임하에 하는 것으로 한다.

9. 품 질

- (1) 단강품은 품질이 균일하고 사용에 유해한 표면 또는 내부결함이 없는 것이어야 한다.
- (2) 단조품을 후속 가공중 또는 시험중 유해한 결함이 발견된 경우에는 이전의 시험 결과에 관계없이 불합격으로 처리한다.

10. 비파괴 검사

- (1) 초음파 탐상시험에 대하여는 다음에 따른다.
- (가) 제조자는 다음의 단강품에 대하여 적절한 공정에서 초음파 탐상시험을 하고 그 성적서를 검사원에게 제시 또는 제출하여야 한다.
- i) 타두재, 핀틀
 - ii) 5편 2장 201.의 1항에 규정하는 단강품
 - iii) 추력축, 중간축, 프로펠러축
 - iv) 감속기어, 감속기어축
 - v) 터빈 로터, 터빈 디스크, 터빈 블레이드
- (나) 대형 단강품의 탐상에 사용하는 초음파 탐상기는 그 단강품의 탐상에 적합한 성능을 가져야 한다.
- (다) 초음파 탐상에 종사하는 자는 단강품의 탐상에 대한 충분한 기술과 경험을 가져야 한다.
- (2) 다음 단강품의 중요부분에 대하여는 적절한 공정에서 자분탐상시험 또는 액체침투탐상시험을 하여야 한다.
- (가) 5편 2장 201.의 1항에 규정하는 단강품
- (나) 프로펠러축
- (다) 감속기어
- (라) 터빈 로터, 터빈 디스크, 터빈 블레이드
- (3) 우리 선급은 기어의 톱니부에 상당하는 부분에 대하여 유황프린트의 채취를 요구할 수 있다.
- (4) 우리 선급은 전 각호의 시험방법에 관계없이 적절하다고 인정하는 비파괴시험 방법의 채용을 승인할 수 있다.
- (5) 우리 선급은 (1)호 및 (2)호에 규정하는 단강품 이외에 우리 선급이 필요하다고 인정하는 단강품에 대하여 비파괴시험을 요구할 수 있다.
- (6) 용접구조에 사용하는 단강품의 용접부에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴시험을 하여야 한다.

11. 결함의 보수

- (1) 단강품의 결함은 그라인딩으로 제거할 수 있다. 다만 결함 제거 후에도 치수 요건을 만족하여야 한다.
- (2) 결함 제거부는 적절한 비파괴시험 방법으로 결함이 완전히 제거되었는지를 확인하여야 한다.

- (3) 결함을 제거한 부분은 그 밑면이 깊이의 대략 3배 정도의 곡률반경을 가져야 하며, 또한 주위의 표면과 매끄럽게 가공되어 날카로운 형상을 피해야 한다. 또한 그 사용 여부에 대하여 우리 선급 검사원의 승인을 받아야 한다.
- (4) 크랭크축 이외의 단조품에 대한 결함제거부의 용접보수는 우리 선급의 사전 승인을 받는 경우 허용될 수 있다. 이 경우 용접보수부의 위치 및 범위에 대한 상세, 용접시공방법, 열처리 및 후속의 검사방법 등에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
- (5) 제조자는 보수를 실시한 단강품에 대한 보수내용 및 후속검사결과를 기록하여 유지하여야 하며, 검사원이 요구하는 경우, 이를 제시하여야 한다.

12. 재시험

- (1) 인장시험 또는 경도시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.
- (2) 충격시험에 대하여는 301.의 10항 (3)호에 따라 재시험을 할 수 있다.
- (3) 재시험을 위한 시험편은 최초의 시험편을 채취한 부분과 인접한 부분에서 채취하는 것이 바람직하다. 다만, 부득이한 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 단조품 또는 단조 로트를 대표할 수 있는 다른 위치 또는 시험재에서 채취할 수 있다.
- (4) 단조품 또는 로트에 대한 시험결과가 불합격인 경우, 제조자는 재열처리하여 시험을 다시 요청할 수 있다.

13. 표 시

- (1) 규정의 시험에 합격한 단강품의 표시는 110.에 따른다.
- (2) 표 2.1.81 및 2.1.82의 비고 (1)이 적용되는 경우, 재료기호 표시는 RSF -(또는 $RSF-A$)의 -에 요구되는 인장강도값을 기입한다.
(예 : 요구되는 인장강도가 420 N/mm^2 인 탄소강 단강품 : $RSF\ 43$)
- (3) 표 2.1.80의 비고 (1)의 규정에서 용접구조에 사용하는 탄소강 단강품의 재료기호 뒤에 “W”를 부기한다. (예 : $RSF\ 45-W$)
- (4) 압연봉강의 재료기호의 표시는 「 RSF 」 다음에 “B”를 부기한다. (예 : $RSF\ B\ 61$)

14. 크랭크축에 대한 특별규정

- (1) 일반적인 제조방법으로 제조된 축의 계획가공 지름이 250 mm 이상인 일체형 크랭크축은 원칙적으로 크랭크부를 다듬질 모양에 가까운 상태로 가공한 후 열처리를 하여야 한다.
- (2) 일반적인 제조방법과 다른 특수한 방법으로 제조한 일체형 크랭크축 및 반조립형 크랭크축의 크랭크스로우 및 전조립형 크랭크암의 제조방법 및 시험편의 채취요령에 대하여는 미리 우리 선급이 지정하는 시험을 받아야 한다.
- (3) 크랭크축의 치수를 경감하기 위하여 특수한 제조방법을 적용하고자 할 경우(5편 2장 208. 참조)에는 미리 우리 선급이 지정하는 시험을 받아야 한다.

15. 터빈 로터 등에 대한 특별규정

- (1) 터빈 로터는 다음 각 호의 규정에 따라 시험편을 채취하여야 한다.
(가) 중량이 3톤을 넘는 경우 : 축의 양끝에서 축의 길이방향 및 동체부에서 접선방향으로 각각 1조씩의 시험편을 채취한다. (그림 2.1.22 참조)

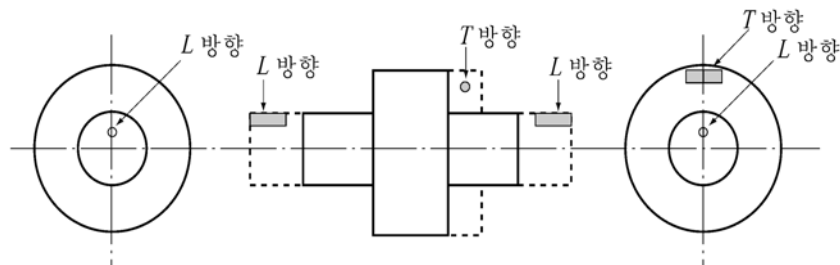
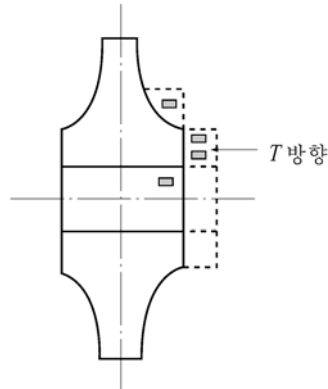


그림 2.1.22 터빈로터에서 시험편을 채취하는 방법

- (나) 중량이 3톤 이하의 경우 : 축의 한쪽 끝에서 축의 길이방향 및 동체부에서 접선방향으로 각각 1조씩의 시험편을 채취한다.

- (2) 터빈 디스크는 그 보스부에서 접선방향으로 1조의 시험편을 채취하여야 한다. (그림 2.1.23 참조)
- (3) 증기의 입구온도가 400℃를 넘는 추진용 일체형 터빈 로터(용접구조를 포함)는 황삭, 열처리후 또는 그후의 적절한 시기에 적어도 1회의 가열계측 시험을 하여야 한다. 가열계측 시험방법에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.



(비고) 시험편은 상기 어느 곳에서 채취하여도 좋다.

그림 2.1.23 터빈 디스크에서의 시험편의 채취방법

16. 터빈 블레이드에 대한 특별규정 터빈 블레이드는 승인된 시험규격으로 시험을 하여야 한다.

602. 스테인리스강 단강품

1. 적 용

- (1) 이 규정은 설계온도 -165℃ 이상의 저온용 또는 내식용의 관장치의 밸브, 부착품 등에 사용하는 스테인리스강 단강품(이하 단강품이라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 602.에 규정하지 아니한 단강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 단강품의 종류는 표 2.1.83에 따른다.

3. 열처리 단강품은 원칙적으로 고용화 열처리를 하여야 한다.

4. 화학성분 단강품의 화학성분은 표 2.1.83에 따른다.

표 2.1.83 종류 및 화학성분

종 류	화 학 성 분 (%)							
	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	기타
RSSF 304	0.08 이하	2.00 이하	0.040 이하	0.030 이하	1.00 이하	18.00 ~ 20.00	8.00 ~ 12.00	-
RSSF 304 L	0.030 이하							
RSSF 309 S	0.08 이하					22.00 ~ 24.00	12.00 ~ 15.00	
RSSF 310 S						24.00 ~ 26.00	19.00 ~ 22.00	
RSSF 316	0.030 이하					16.00 ~ 18.00	10.00 ~ 14.00	Mo 2.00 ~ 3.00
RSSF 316 L								Mo 2.00 ~ 3.00
RSSF 317	0.08 이하					18.00 ~ 20.00	10.00 ~ 15.00	Mo 3.00 ~ 4.00
RSSF 321						17.00 ~ 19.00	9.00 ~ 12.00	Ti ≥ 5×C
RSSF 347							9.00 ~ 13.00	Nb+ Ta ≥ 10×C

5. 기계적성질

- (1) 단강품의 기계적 성질은 표 2.1.84에 따른다.
- (2) 우리 선급은 단강품의 용도에 따라 충격시험 또는 내식성 시험을 요구할 수 있다.

표 2.1.84 기계적 성질

재료기호	인 장 시 험			
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%) ($L=5.65\sqrt{A}$)	단면수축률 (%)
RSSF 304 L	175 이상	450 이상	37 이상	50 이상
RSSF 316 L				
상기이외	205 이상	520 이상	37 이상	50 이상

6. 시험편의 채취

- (1) 인장시험편의 수는 601.의 7항에 따른다.
- (2) 인장시험편은 우리 선급이 특히 지정하는 경우를 제외하고 그 길이방향을 단조방향과 평행으로 채취한다.
- (3) 601.의 7항 (3)호의 (다) 및 (라)의 대표제품에 대하여 시험을 할 경우 검사원은 제품마다 경도시험을 요구할 수 있다.

7. 표 시 규정의 시험에 합격한 단강품의 표시는 110.에 따른다.

603. 체인용 단강품

1. 적 용

- (1) 이 규정은 4편 8장에 규정하는 체인케이블 및 체인용 부품에 사용하는 단강품(이하 단강품이라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 603.에 규정하지 아니한 단강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.
- (3) 본 규정 이외의 사항에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

2. 종 류 단강품의 종류는 표 2.1.85에 따른다.

표 2.1.85 종류

종 류	재료기호	용 도
제 2 종 체인용 단강품	RSFC 50	제 2 종 체인
제 3 종 체인용 단강품	RSFC 70	제 3 종 체인
제 R 3 종 체인용 단강품	RSFCR 3	제 R 3 종 체인
제 R 3 S 종 체인용 단강품	RSFCR 3 S	제 R 3 S 종 체인
제 R 4 종 체인용 단강품	RSFCR 4	제 R 4 종 체인

3. 열처리 단강품은 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질후 템퍼링 또는 우리 선급의 승인을 받은 방법에 따라 열처리를 하여야 한다.

4. 탈산방법 및 화학성분 단강품의 탈산방법 및 화학성분은 표 2.1.86에 따른다. 다만, 우리 선급의 승인을 받아 표 2.1.86에 규정한 이외의 원소를 첨가할 수 있다.

5. 기계적 성질 단강품의 기계적 성질은 표 2.1.87에 따른다.

6. 시험편의 채취

- (1) 단강품의 시험재는 동일 용강에 속하는 제품 25개마다 본체에서 채취하며 작은 지름을 갖는 단강품에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 그 수를 감할 수 있다. 다만, 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 단조 공정 중의 적절한 시기에 채취하거나 또는 제품 본체와 같은 정도의 단조효과를 가진 것으로 할 수 있다. 이때 시험재의 열처리는 제품 본체에 한 것과 같은 조건이어야 한다.
- (2) 시험편은 전 (1)호의 시험재료부터 단조방향으로, 제 1 종 및 제 2 종 체인용 단강품에 대하여는 인장시험편 1개, 기타 체인용 단강품에 대하여는 인장시험편 1개와 충격시험편 1조를 채취한다.
- (3) 시험편은 그림 2.1.5와 같이 외주로부터 지름의 대략 1/6의 위치에서 채취한다.

표 2.1.86 탈산방법 및 화학성분 (%)

재료기호	탈산방법	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Al</i> ⁽¹⁾
<i>RSFC</i> 50	세립킬드	0.24 이하	0.15~0.55	1.60 이상	0.035 이하	0.035 이하	0.020 이상
<i>RSFC</i> 70		0.36 이하	0.15~0.55	1.00~1.90	0.035 이하	0.035 이하	0.020 이상
<i>RSFCR</i> 3	세립킬드	(2)(3)					
<i>RSFCR</i> 3S							
<i>RSFCR</i> 4							
(비 고)							
(1) Al의 함유량은 전함유량으로 하며 일부를 세립화 원소로 치환할 수 있다.							
(2) 상세한 화학성분은 우리 선급의 승인을 받아야 한다.							
(3) <i>RSFCR</i> 4의 경우는 0.2 % 이상의 몰리브덴을 첨가하여야 한다.							

표 2.1.87 기계적 성질

재료기호	인장시험				충격시험 ⁽¹⁾	
	항복강도 (N/mm^2) ⁽²⁾	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L=5d$)	단면수축률 (%)	시험온도 ($^{\circ}C$)	평균흡수에너지 (J)
RSFC 50	295 이상	490~690	22 이상	-	-	-
RSFC 70	410 이상	690 이상	17 이상	40 이상	0	60 이상
RSFCR 3	410 이상	690 이상	17 이상	50 이상	-20 ⁽³⁾	40 이상 ⁽³⁾
RSFCR 3S	490 이상	770 이상	15 이상	50 이상	-20 ⁽³⁾	45 이상 ⁽³⁾
RSFCR 4	580 이상	860 이상	12 이상	50 이상	-20	50 이상
(비 고)						
(1) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 %미만인 경우는 불합격으로 한다.						
(2) RSFCR 3, RSFCR 3S 또는 RSFCR 4의 항복비(항복강도를 인장강도로 나눈값)는 0.92 이하이어야 한다.						
(3) RSFCR 3, RSFCR 3S의 충격시험은 우리 선급의 승인을 얻은 후 0 $^{\circ}C$ 에서 실시할 수 있고 이 경우 최소 흡수에너지 값은 RSFCR 3은 60 J 이상, RSFCR 3S는 65 J 이상이어야 한다.						

7. 표면검사

단강품은 열처리후 표면검사를 실시하여야 하며 유해한 결함이 없어야 한다.

8. 비파괴 검사

RSFCR 3, RSFCR 3S 또는 RSFCR 4는 제조중 적당한 단계에서 초음파 탐상시험을 실시하여야 하며 유해한 결함이 없어야 한다.

9. 재시험 인장시험 또는 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 306.의 9항에 따라 재시험을 할 수 있다.

10. 표 시 규정의 시험에 합격한 단강품의 표시는 110.에 따른다.

604. 저온용 단강품

1. 적 용

- (1) 이 규정은 저온용 관장치의 밸브, 부착품 등에 사용하는 단강품(이하 단강품이라 한다)에 대하여 적용한다.

(2) 604.에 규정하지 아니한 단강품 또는 전호 이외의 장소에 사용되는 단강품에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 단강품의 종류는 표 2.1.88에 따른다.

3. 열처리 단강품은 노멀라이징, 노멀라이징 후 템퍼링, 담금질 후 템퍼링 또는 2회 노멀라이징 후 템퍼링 등의 열처리를 하여야 한다.

4. 탈산방법 및 화학성분 단강품의 탈산방법 및 화학성분은 표 2.1.88에 따른다.

표 2.1.88 종류 및 화학성분

종류	탈산방법	화 학 성 분 (%)								
		<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>Al</i>
<i>RLFA</i>	세립킬드	0.23 이하	0.15~0.35	1.10 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	-	-	-
<i>RLFB</i>		0.20 이하	0.15~0.35	1.60 이하						
<i>RLFC</i>		0.12 이하	0.10~0.35	0.55~1.00			0.50~0.95	0.50~0.95	0.40~0.75	0.04~0.30
<i>RLF 3</i>		0.20 이하	0.15~0.35	0.90 이하			3.25~3.75	-	-	-
<i>RLF 9</i>		0.10 이하	0.10~0.35	0.90 이하			8.50~9.60			

5. 기계적 성질

(1) 단강품의 기계적 성질은 표 2.1.89에 따른다.

(2) 우리 선급은 단강품의 용도에 따라서 기타의 시험을 요구할 수 있다.

표 2.1.89 기계적 성질

재료기호	인장시험				충격시험 ⁽²⁾	
	항복강도 (<i>N/mm²</i>)	인장강도 (<i>N/mm²</i>)	연신율(%) ($L = 5.65\sqrt{A}$)	단면수축률 (%)	시험온도 ($^{\circ}C$)	평균흡수에너지 (<i>J</i>)
<i>RLFA</i>	205 이상	410 이상	23 이상	40 이상	-40 ⁽¹⁾	27 이상
<i>RLFB</i>	275 이상	490 이상	20 이상		-50 ⁽¹⁾	
<i>RLFC</i>	205 이상	410 이상	23 이상		-60 ⁽¹⁾	
<i>RLF 3</i>	275 이상	490 이상	23 이상	50 이상	-95	34 이상
<i>RLF 9</i>	520 이상	680 이상	19 이상	45 이상	-196	41 이상

(비 고)

(1) 7편 5장의 규정이 적용되는 단강품에 대한 충격시험온도는 설계온도보다 5 $^{\circ}C$ 낮은 온도 또는 -20 $^{\circ}C$ 중 낮은 온도로 한다.

(2) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 하나라도 규정의 평균흡수에너지값의 70% 미만인 경우는 불합격으로 한다.

6. 시험편의 채취

(1) 시험편의 수는 601.의 7항에 따른다.

(2) 인장시험편 및 충격시험편은 특별히 인정하는 경우를 제외하고 그 길이방향을 단조방향에 평행으로 채취한다.

(3) 601.의 7항 (3)호의 (다) 및 (라)의 대표제품에 대하여 시험을 할 경우에는 검사원은 제품마다 경도시험을 요구할 수 있다.

7. 재시험

(1) 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

(2) 충격시험에 대하여는 304.의 9항에 따라 재시험을 할 수 있다.

8. 표 시 규정의 시험에 합격한 단강품의 표시는 601.의 13항 (1)호에 따른다. 또한, 표 2.1.89의 비고 (1)을 적용한 단강품에는 재료기호의 뒤에 “충격시험온도 *T*”를 부기한다. (예 : *RLFA*-25 *T*).

제 7 절 동 및 동합금

701. 동관 및 동합금관

1. 적 용

- (1) 이 규정은 동관 및 동합금관에 대하여 적용한다.
 (2) 동관 및 동합금관은 KS D 5301의 규격 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합하여야 한다.
 (3) 701.에 규정하지 아니한 동관 및 동합금관에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 동관 및 동합금관의 종류는 표 2.1.90에 따른다.

표 2.1.90 종 류

구 분	종 류	재 료 기 호
동 관	이음매 없는 인탈산 동관	C 1201, C 1220
동합금관	이음매 없는 황동관	C 2600, C 2700, C 2800
	이음매 없는 복수기용 황동관	C 4430, C 6870, C 6871, C 6872
	이음매 없는 복수기용 백동관	C 7060, C 7100, C 7150

3. 기계적 성질 동관 및 동합금관의 기계적 성질은 표 2.1.91에 따른다.

표 2.1.91 기계적 성질

종 류	재료기호	인장시험 ⁽¹⁾	
		인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%)
이음매 없는 인탈산 동관	C 1201, C 1220	206 이상	40 이상
이음매 없는 황동관	C 2600	275 이상	45 이상
	C 2700	294 이상	40 이상
	C 2800	314 이상	35 이상
이음매 없는 복수기용 황동관	C 4430	314 이상	30 이상
	C 6870, C 6871, C 6872	373 이상 ⁽²⁾	40 이상
		353 이상 ⁽³⁾	
이음매 없는 복수기용 백동관	C 7060	275 이상	30 이상
	C 7100	314 이상	30 이상
	C 7150	363 이상	30 이상
(비 고)			
(1) 어닐링으로 열처리를 한 동관 및 동합금관의 기계적성질			
(2) 관의 바깥지름이 5~50(mm)인 것.			
(3) 관의 바깥지름이 51~200(mm)인 것.			

4. 시험 및 검사 시험 및 검사는 KS D 5301의 규정에 따른다. 다만, 최고사용압력이 1MPa 이하의 것에 대하여는 검사원의 입회를 필요로 하지 아니한다.

5. 표 시 규정의 시험에 합격한 동관 및 동합금관의 표시는 110.에 따른다.

702. 동합금 주물

1. 적 용

- (1) 이 규정은 프로펠러, 프로펠러 블레이드 및 보스부에 사용하는 동합금주물(이하 **프로펠러 주물**이라 한다)에 대하여 적용한다. 또한, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 사용 중 손상을 입은 프로펠러 주물의 보수 및 검사에도 적용할 수 있다.
- (2) 프로펠러 이외의 중요부분에 사용하는 동합금 주물은 한국산업규격(KS) 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것이어야 한다. 이 경우 설계와 관련하여 특별히 지정한 것에 대하여는 검사원의 입회하에 시험 및 검사를 실시하여야 한다.
- (3) 702.에 규정하지 아니한 프로펠러 주물에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 프로펠러 주물의 종류는 표 2.1.92에 따른다.

표 2.1.92 종류

종 류	재료기호
고강도 황동주물 제 1 종	CU 1
고강도 황동주물 제 2 종	CU 2
알루미늄 청동주물 제 3 종	CU 3
알루미늄 청동주물 제 4 종	CU 4

3. 열처리 프로펠러 주물의 열처리는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

4. 화학성분 프로펠러 주물의 화학성분은 표 2.1.93에 따른다.

표 2.1.93 화학성분 (%)

재료기호	Cu	Al	Mn	Zn	Fe	Sn	Ni	Pb
CU 1	52~62	0.5~3.0	0.5~4.0	35~40	0.5~2.5	0.1~1.5	1.0 이하	0.5 이하
CU 2	50~57	0.5~2.0	1.0~4.0	33~38	0.5~2.5	0.15 이하	3.0~8.0	0.5 이하
CU 3	77~82	7.0~11.0	0.5~4.0	1.0 이하	2.0~6.0	0.1 이하	3.0~6.0	0.03 이하
CU 4	70~80	6.5~9.0	8.0~20.0	6.0 이하	2.0~5.0	1.0 이하	1.5~3.0	0.05 이하

5. 기계적 성질 프로펠러 주물의 기계적 성질은 표 2.1.94에 따른다. 다만, 이 표의 값은 본체와 별도로 주조한 시험재에 대하여 적용하며 본체에 부착하여 주조한 시험재의 기계적 성질에 대하여는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따른다.

표 2.1.94 기계적 성질

재료기호	항복강도 ⁽¹⁾ (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%) ($L=5d$)
CU 1	175 이상	440 이상	20 이상
CU 2	175 이상	440 이상	20 이상
CU 3	245 이상	590 이상	16 이상
CU 4	275 이상	630 이상	18 이상
(비 고)			
(1) 항복강도는 0.2% 내력으로 측정되며, 특별히 요구되는 경우에 대하여 적용한다.			

6. 시험재 및 시험편의 채취

- (1) 프로펠러 주물의 시험재는 원칙적으로 프로펠러 주물과 별도로 주조하여야 하며 주물 본체를 주조하는 데 사용하는 레이들의 용탕을 사용하여 주조하고 동일 조건으로 냉각 및 열처리를 하여야 한다.
- (2) 시험재의 형상 및 치수에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.
- (3) 인장시험편은 시험재를 본체와 일체로 주조한 경우에는 제품마다 1개 또는 별도 주입한 경우에는 각 레이들에서 채취한 시험재마다 1개를 채취하여야 한다.
- (4) 시험재를 본체와 일체로 주조한 경우 시험재의 채취위치는 블레이드의 중심으로부터 $0.5 \sim 0.6R$ 사이로 (R 은 프로펠러의 반지름) 한다. 또한, 시험재를 프로펠러 주물로부터 제거하고자 하는 경우에는 열영향을 받지 않는 방법을 사용하여야 한다.

7. 표면검사 및 치수검사

- (1) 프로펠러 주물의 전체 표면에 대하여 적당한 가공단계 및 최종 공정에서 육안으로 표면검사를 하여야 한다.
- (2) 프로펠러 주물의 치수검사는 제조자의 책임이며 검사원이 입회하여 치수 검사를 할 수 있으며, 치수검사 결과를 검사원에게 제출하여야 한다. 또한 교정을 하는 경우, 교정방법에 대하여는 우리선급이 적당하다고 인정하는 지침에 따른다.
- (3) 검사원은 용접보수를 조사할 목적으로 에칭(예 : 염화철)을 요구할 수 있다.

8. 품 질 프로펠러 주물은 품질이 균일하고 유해한 결함이 없는 것이어야 한다.

9. 비파괴검사

- (1) 프로펠러 주물의 중요부분에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른 액체침투 탐상시험을 실시하여야 한다.
- (2) 프로펠러 주물의 영역별 중요도에 따른 구분은 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.
- (3) 프로펠러 주물의 내부품질이 의심스러운 경우에는 검사원이 추가로 초음파 탐상검사 및/또는 방사선 투과탐상검사를 요구할 수 있다. 이 경우, 합격기준은 제조자와 우리 선급간의 협의에 따른다.
- (4) 프로펠러 주물에 용접보수를 실시하는 경우, 모든 결함에 대하여 그 위치 및 치수를 도면상에 표시하여야 한다. 또한, 제조자는 추가로 검사 절차서를 작성하여야 하며 용접보수를 실시하기 전에 이를 검사원에게 제출하여야 한다.

10. 결함의 보수

- (1) 프로펠러 주물에 결함을 발견하였을 경우에는 이것을 그라인딩 등으로 제거할 수 있다. 또한, 결함을 제거한 부분은 액체침투탐상시험으로 결함이 완전히 제거되었는가를 확인하여야 한다.
- (2) 결함을 제거한 부분을 그대로 사용할 경우에는 그 사용여부에 대하여, 결함을 제거한 부분에 용접보수를 할 경우에는 그 여부에 대하여 우리 선급 검사원의 승인을 받아야 한다.
- (3) 용접보수부는 용접후 응력제거를 위한 처리를 하여야 한다.
- (4) 용접보수부는 액체침투 탐상시험 등의 비파괴시험 방법으로 유해한 결함이 없는가를 확인하여야 한다.
- (5) 용접보수방법에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따라 미리 우리선급 검사원의 승인을 받아야 한다.

11. 재시험 인장시험의 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 109.에 따라 재시험을 할 수 있다.

12. 표 시 규정의 시험에 합격한 동합금 주물의 표시는 110.에 따른다.

제 8 절 알루미늄 합금재

801. 알루미늄 합금재

1. 적 용

- (1) 이 규정은 선체구조, 선루, 해상구조물 및 액화가스 산적 운반선의 탱크에 사용하는 알루미늄 합금 압연재 및 압출형재(이하 **알루미늄 합금재**라 한다)에 대하여 적용한다.
- (2) 표 2.1.97 및 표 2.1.98에 규정한 최대치수를 넘는 알루미늄 합금재를 제조하는 경우에는 별도로 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
- (3) 801.에 규정하지 아니한 알루미늄 합금재에 대하여는 101.의 2항에 따른다.

2. 종 류 알루미늄 합금재의 종류는 표 2.1.95에 따른다.

표 2.1.95 종류

제 품		재료기호	열처리
압연재	5000 계열	5083P, 5086P, 5383P 5059P, 5754P	O, H111, H112, H116, H32, H321
압출형재	5000 계열	5083S, 5383S, 5059S, 5086S	O, H111, H112
	6000 계열	6005AS ⁽¹⁾ , 6061S ⁽¹⁾ , 6082S	T5, T6
(비 고)			
(1) 희생양극이나 방식도장으로 보호되지 않는 한 해수와 직접 접촉하는 곳에 사용하여서는 안된다.			

3. 화학성분 알루미늄 합금재의 화학성분은 표 2.1.96에 따른다.

표 2.1.96 화학성분

재료기호	화학성분 (%)										Al
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	불순물 ⁽¹⁾		
									각각	합계	
5083 P 5083 S	0.40 이하	0.40 이하	0.10 이하	0.40~1.0	4.0~4.9	0.05~0.25	0.25 이하	0.15 이하	0.05 이하	0.15 이하	나머지
5383 P 5383 S	0.25 이하	0.25 이하	0.20 이하	0.70~1.0	4.0~5.2	0.25 이하	0.40 이하	0.15 이하	0.05 이하 ⁽⁴⁾	0.15 이하 ⁽⁴⁾	
5059 P 5059 S	0.45 이하	0.50 이하	0.25 이하	0.60~1.2	5.0~6.0	0.25 이하	0.4~0.90	0.20 이하	0.05 이하 ⁽⁵⁾	0.15 이하 ⁽⁵⁾	
5086 P 5086 S	0.40 이하	0.50 이하	0.10 이하	0.20~0.7	3.5~4.5	0.05~0.25	0.25 이하	0.15 이하	0.05 이하	0.15 이하	
5754 P ⁽²⁾	0.40 이하	0.40 이하	0.10 이하	0.50 이하	2.6~3.6	0.30 이하	0.20 이하	0.15 이하	0.05 이하	0.15 이하	
6005 AS ⁽³⁾	0.50~0.9	0.35 이하	0.30 이하	0.50 이하	0.40~0.7	0.30 이하	0.20 이하	0.10 이하	0.05 이하	0.15 이하	
6061 S	0.40~0.8	0.7 이하	0.15~0.40	0.15 이하	0.8~1.2	0.04~0.35	0.25 이하	0.15 이하	0.05 이하	0.15 이하	
6082 S	0.7~1.3	0.50 이하	0.10이하	0.40~1.0	0.6~1.2	0.25 이하	0.20 이하	0.10 이하	0.05 이하	0.15 이하	
(비 고)											
(1) 불순물은 통상의 분석과정에서 함유된 것으로 인정하는 경우에 한하여 분석한다.											
(2) $0.10 \leq Mn + Cr \leq 0.60$											
(3) $0.12 \leq Mn + Cr \leq 0.50$											
(4) % Zr 는 최대 0.20 %. 단, 불순물의 합계에는 포함하지 않는다.											
(5) % Zr 는 0.05~0.250 %. 단, 불순물의 합계에는 포함하지 않는다.											

4. 열처리 알루미늄 합금재의 열처리는 표 2.1.97 및 표 2.1.98에 따른다.

표 2.1.97 압연재의 기계적 성질 ⁽¹⁾

재료기호	열처리 ⁽²⁾	두께 t (mm)	인장시험		
			항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ⁽⁴⁾ ($L = 5.65 \sqrt{A}$)
5083 P	O	$t \leq 50$	125 이상	275~350	15 이상
		$50 < t \leq 80$	120~195	275~345	14 이상
		$80 < t \leq 100$	110 이상	265 이상	
		$100 < t \leq 120$		260 이상	12 이상
		$120 < t \leq 160$	105 이상	255 이상	
		$160 < t \leq 200$	100 이상	250 이상	10 이상
	H 111	$t \leq 50$	125 이상	275~350	15 이상
	H 112			275 이상	10 이상
	H 116		215 이상	305 이상	
	H 32			305~380	9 이상
	H 321				
	$50 < t \leq 80$	200~295	285~380		
5383 P	O/H 111	$t \leq 50$	145 이상	290 이상	17 이상
	H116 또는 H321		220 이상	305 이상	10 이상
5059 P	O/H 111	$t \leq 50$	160 이상	330 이상	24 이상
	H116 또는 H321		270 이상 ⁽³⁾	370 이상 ⁽³⁾	10 이상
5086 P	O	$t \leq 50$	100 이상	240~310	16 이상
	H 111				
	H 112	$t \leq 12.5$	125 이상	250 이상	9 이상
		$12.5 < t \leq 50$	105 이상	240 이상	
	H 116	$t \leq 50$	195 이상	275 이상	
	H 32		185 이상	275~335	
H 321					
5754 P	O	$t \leq 50$	80 이상	190~240	17 이상
	H 111				

(비 고)

(1) 우리선급의 승인을 얻은 경우 이 표와 다른 규격값을 적용할 수 있다.

(2) 열처리 표시기호는 다음과 같다.

O : 어닐링, H 111 : 가공경화, H 112 : 가공경화,
H 116 : 가공경화 H 32 : 가공경화 후 안정화 처리, H 321 : 가공경화 후 안정화 처리
T 6 : 용체화처리 후 인공시효경화처리

(3) 이 표에 규정하는 연신율의 규격치는 두께가 12.5 mm를 넘는 알루미늄합금재에 비례치수시험편을 사용하는 경우를 가리킨다. 비례치수시험편 이외의 시험편을 사용하는 경우 또는 두께가 12.5 mm 이하의 경우 연신율의 규격치에 대하여는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따른다.

(4) 두께가 20 mm를 넘는 경우, 항복강도는 260 N/mm^2 , 인장강도는 360 N/mm^2 이상으로 한다.

표 2.1.98 압출형재의 기계적 성질⁽¹⁾

재료기호	열처리 ⁽²⁾	두께 t (mm)	인장시험		
			항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%) ⁽³⁾ ($L = 5.65 \sqrt{A}$)
5083 S	O	$t \leq 50$	125 이상	270 이상	12 이상
		$50 < t \leq 130$	110 이상	275 ~ 355	
	H 111	110 이상	270 이상		
	H 112	125 이상			
5383 S	O/H 111	$3 \leq t \leq 50$	145 이상	290 이상	17 이상
	H 112	$3 \leq t \leq 50$	190 이상	310 이상	13 이상
5059 S	H 112	$3 \leq t \leq 50$	200 이상	330 이상	10 이상
5086 S	O	$t \leq 50$	95 이상	240 ~ 320	16 이상
	H 111			240 이상	12 이상
	H 112				
6005 AS	T 5	$t \leq 50$	215 이상	260 이상	6 이상
	T 6				
6061 S	T 5	$t \leq 50$	240 이상	260 이상	8 이상
	T 6				
6082 S	T 5	$t \leq 50$	260 이상	310 이상	8 이상
	T 6				

(비 고)

(1) 우리선급의 승인을 얻은 경우 이 표와 다른 규격 값을 적용할 수 있다.

(2) 열처리 표시기호는 다음과 같다.

O : 어닐링, H 111 : 가공경화, H 112 : 가공경화
T 5 : 고온가공에서 냉각후 인공시효경화처리,
T 6 : 용체화처리 후 인공시효경화처리

(3) 이 표에 규정하는 연신율의 규격치는 두께가 12.5 mm을 넘는 알루미늄합금재에 비례치수시험편을 사용하는 경우를 가리킨다. 비례치수시험편 이외의 시험편을 사용하는 경우 또는 두께가 12.5 mm 이하의 경우의 연신율의 규격치에 대하여는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따른다.

5. 기계적 성질

- (1) 알루미늄 합금재의 기계적 성질은 표 2.1.97 및 표 2.1.98에 따른다.
- (2) 우리 선급은 알루미늄 합금재의 용도에 따라 다른 시험을 요구할 수 있다.

6. 시험재의 채취

- (1) 압연재에 대한 시험재는 우리선급이 특별히 지정한 경우를 제외하고 2톤을 넘지 않는 압연재(동일합금 및 용탕에 속하고, 제조공정이 같은 것으로 열처리 및 두께가 동일 한 것)를 1 로트로 하고 로트마다 1개씩을 채취한다. 단, 중량이 2톤을 넘는 단일 압연재나 단일 코일의 경우에는 개개의 제품을 1 로트로 하고 로트마다 1개씩을 채취한다.
- (2) 압출형재에 대한 시험재는 우리선급이 특별히 지정한 경우를 제외하고 단위길이당 호칭중량이 1 kg/m 미만인 경우에는 1톤을 넘지 않는 압출형재 (동일합금 및 용해에 속하고, 제조공정이 같은 것으로 열처리 및 치수가 동일 한 것)를, 단위길이당 호칭중량이 1 kg/m 이상 5 kg/m 이하인 경우에는 2톤을 넘지 않는 압출형재를, 단위길이당 호칭중량이 5 kg/m을 넘는 경우에는 3톤을 넘지 않는 압출형재를 1 로트로 하고 로트마다 1개씩을 채취한다.
- (3) 시험재의 채취위치는 압연재의 경우에는 모서리로부터 너비의 대략 1/3의 위치 또한 압출형재의 경우에는 가장 두꺼운 부분의 모서리로부터 너비의 1/3 ~ 1/2의 위치로 한다.

7. 시험편의 채취

인장시험편의 채취는 다음 (1)부터 (4)에 따른다.

- (1) 1개의 시험재로 부터 1개를 채취한다.

- (2) 압연재의 시험편은 시험편의 길이 방향을 압연방향과 직각으로 채취한다. 다만, 압연재의 너비가 작기 때문에 시험편을 채취할 수 없는 경우나 가공경화형 압연재의 경우에는 압연방향에 평행으로 채취할 수 있다.
- (3) 압출형재의 경우 시험편의 길이 방향을 압출방향과 평행하게 채취한다.
- (4) 시험편의 채취위치는 시험재의 두께가 40 mm 이하의 경우에는 표면에서 두께의 대략 1/2의 위치에서 또한 40 mm를 넘는 경우에는 표면에서 두께의 대략 1/4의 위치로 한다.

8. 부식저항시험

- (1) 표 2.1.97의 열처리 표시기호가 H 116 및 H 321 인 알루미늄합금 압연재를 해수와 직접적으로 빈번하게 접촉되는 해양구조물이나 선박에 사용되는 경우에는 부식저항시험을 하여야 한다.
- (2) 부식저항시험재는 6항 (1)호에서 정하는 로트마다 1개씩 채취하고, 시험재의 채취위치는 압연재의 단부에서 너비의 중앙부의 위치로 한다.
- (3) 부식저항시험 방법 및 판정기준에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 바에 따른다.

9. 표면검사 및 치수 허용차

- (1) 표면검사 및 치수검사는 원칙적으로 제조자의 책임하에 한다.
- (2) 압연재의 호칭두께에 대한 음의 허용차는 표 2.1.99에 따른다. 다만, 압출재의 호칭두께에 대한 음의 허용차 및 그 외의 치수허용차에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

표 2.1.99 압연재의 호칭두께에 대한 음의 허용차

호칭두께 t (mm)	호칭너비 W (mm)		
	$W < 1500$	$1500 \leq W < 2000$	$2000 \leq W < 3500$
	음의 허용차 (mm)		
$3 \leq t < 4$	0.10	0.15	0.15
$4 \leq t < 8$	0.20	0.20	0.25
$8 \leq t < 12$	0.25	0.25	0.25
$12 \leq t < 20$	0.35	0.40	0.50
$20 \leq t < 50$	0.45	0.50	0.65

- (3) 전 (2) 이외의 치수 허용차는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

10. 품 질

- (1) 알루미늄 합금재는 품질이 균일하고 사용상 유해하다고 생각되는 내부결함 및 표면결함이 없는 것이어야 한다.
- (2) 표면결함은 연마기에 의해 부분적으로 제거하여도 좋다. 다만, 연마기에 의한 결함제거부의 깊이는 표 2.1.99에 규정하는 두께의 허용차 이내로 한다.

11. 재시험

- (1) 인장시험 결과가 표 2.1.97 및 표 2.1.98에 합격하지 아니한 경우에는 그 시험편을 채취한 알루미늄 합금재로부터 다시 2개의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다. 이 경우에 시험 성적이 규격에 합격하였을 때에는 동일 로트에 속하는 알루미늄 합금재는 합격으로 한다.
- (2) 전 (1)호의 시험에서 2개중 1개 또는 모두 불합격된 경우에는 시험편을 채취한 알루미늄 합금재는 불합격으로 하지만 나머지의 알루미늄 합금재에 대하여는 다시 2개의 알루미늄합금재를 선정하여 각각 1개의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다. 이 경우의 성적이 모두 합격하였을 때에는 동일 로트에 속하는 나머지의 알루미늄 합금재는 합격으로 한다.

12. 표 시

- (1) 규정의 시험에 합격한 알루미늄 합금재의 표시는 110.의 1항에 따른다. 이 경우 재료기호의 뒤에 열처리의 표시기호를 부기 한다. (예 : 5083PH321)
- (2) 8항에 규정한 부식저항시험을 하고 이에 합격한 경우에는 전 (1)호의 표시기호 뒤에 [M]을 부기한다. (예 : 5083PH321 M) ⇓

제 2 장 용 접

제 1 절 일 반 사 항

101. 적 용

1. 선체구조 및 중요한 의장품에 사용되는 용접은 별도로 규정된 경우를 제외하고 이 장의 규정에 따른다.
2. 보일러 및 압력용기, 주기관 및 보조기관 그리고 관장치 등의 용접에 대하여는 이 장의 규정에 따르는 이외에 각각 5편 2장, 5장 및 6장의 규정에 따른다.

102. 승인사항

1. 용접은 미리 승인을 받은 용접법에 따라 승인된 용접봉, 용접와이어 및 플럭스(이하 **용접용재료**라 한다) 또는 이와 동등하다고 인정되는 것을 사용하고 우리 선급의 기량자격을 가진 용접사에 의하여 실시하여야 한다.
2. 이 장의 규정 대신에 우리 선급이 적당하다고 인정하는 경우에는 국가규격, 공인된 국제규격 또는 이와 동등하다고 인정하는 규격을 적용할 수 있다.

103. 특수용접

이 장에 규정하지 아니한 특수한 용접을 하거나 또는 특수한 재료에 용접을 할 때에는 용접법을 포함하는 용접절차 및 용접용재료 등에 대하여 미리 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

104. 용어의 정의

1. 수동용접 : 수동용접이란 피복 아크 용접과 같이 용접은 손으로 하고 용접봉도 수동으로 공급하는 것을 말한다.
2. 반자동용접 : 반자동용접이란 메탈아크용접 또는 플럭스 코어드 아크용접과 같이 용접은 손으로 하고 용접와이어만을 자동으로 공급하는 것을 말한다.
3. 자동용접 : 자동용접이란 서브머지드 아크용접 또는 일렉트로 가스용접 등과 같이 용접과 용접용재료의 공급이 자동인 것을 말한다.

제 2 절 시험편 및 시험방법

201. 일반사항

1. 이 장에서 규정하는 용접절차 인정시험, 용접사 기량시험, 용접용재료의 승인시험과 정기검사에 사용하는 시험편 및 시험방법은 이 절의 규정에 따른다.
2. 이 절에서 규정하지 아니하는 시험편 및 시험방법을 적용하는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

202. 시험편의 채취

1. 시험편의 채취요령은 각 절의 규정에 따른다.
2. 특히 검사원의 동의를 얻은 경우를 제외하고 검사원이 각인한 후에 시험재에서 시험편을 절단하여야 한다.
3. 시험재에서 시험편을 절단할 경우에는 충분한 가공여유를 갖도록 하여야 한다.
4. 시험편을 가공할 때에는 과도한 냉각 또는 가열을 하여서는 아니 된다.
5. 시험편의 다듬질이 불량하거나 또는 용접에 관계가 없다고 인정되는 흠이 있는 경우에는 시험 전에 이들을 폐기하고 다른 시험편으로 바꾸든가 또는 그 재료에서 시험재를 다시 채취할 수 있다.

203. 시험편의 모양 및 치수

1. 인장시험편

- (1) 인장시험편의 모양과 치수는 표 2.2.1에 따른다. 이 경우 시험편의 양단은 시험기에 적합한 모양으로 가공할 수 있다.
- (2) 용접이음부는 모재면까지 다듬질한다.
- (3) 시험기의 용량을 초과하는 두꺼운 시험편의 경우에는 시험편의 두께방향으로, 분할된 두 개 이상의 시험편으로 시험을 실시할 수 있다. 이 경우에는 분할된 모든 시험편이 규정의 인장강도값을 만족하여야 한다.

2. 굽힘시험편

- (1) 굽힘시험편의 모양과 치수는 표 2.2.2에 따른다.
- (2) 앞면굽힘시험편, 뒷면굽힘시험편에서 시험편의 두께가 시험재의 두께와 다를 때에는 굽히는 안쪽부를 가공한다.
- (3) 용접이음부는 모재면까지 다듬질한다.

3. 충격시험편

충격시험편은 1장 202.의 3항 R 4호 시험편으로 하고 그 모양 및 치수는 그림 2.1.3, 표 2.1.3 및 표 2.1.4에 따른다.

4. 시험편 치수의 확인

시험편의 모양 및 치수는 시험을 하기 전에 적절한 방법에 따라 확인하여야 한다.

204. 시험방법

1. 인장시험 및 충격시험

인장시험 및 충격시험 방법은 1장 203.의 규정에 따른다.

2. 굽힘시험

- (1) 특히 형굽힘시험이 요구되는 경우를 제외하고 굽힘시험은 각 절에 규정하는 굽힘반지름을 가진 플런저(plunger)와 적절히 그 스팬이 조정될 수 있는 지지롤러를 가진 롤러굽힘시험으로 한다.
- (2) 형굽힘시험용 지그(Jig)는 그림 2.2.1 및 그림 2.2.2에 따른다.
- (3) 롤러굽힘시험용 지그는 그림 2.2.3에 따른다.

표 2.2.1 인장시험편의 모양 및 치수(단위 : mm)

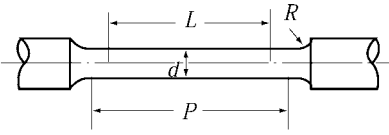
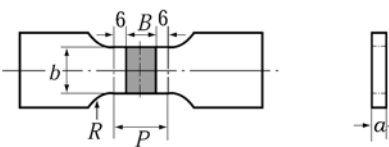
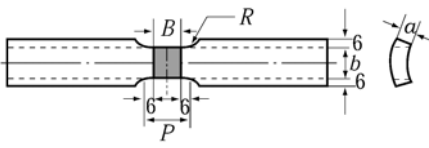
기 호	시험편의 모양	시험편의 치수	적 용
R 14호		$d = 10$ $L = 50$ $P = 55$ $R \geq 10$ 원칙적으로 상기의 시험편을 사용하나 다음과 같은 수의 시험편을 사용하여도 좋다. $L = 5d$ $P \cong L + 0.5d$ $R = 10$	용착금속인장시험 세로방향인장시험
R 10호		$t = 12$ $d = 6.0$ $L = 24$ $P = 32$ $R \cong 6$	용착금속인장시험 (스테인리스강용 용접용재료)
		$t = 19 \sim 25$ $d = 12.5$ $L = 50$ $P = 60$ $R \cong 15$	
R 2A호		$a = t,$ $b = 12 \ (t \leq 2)$ $b = 25 \ (t > 2)$ $P = B + 60$ $R > 25$	관의 맞대기 용접 인장시험
R 2B호		$a = t$ $t \leq 25, \quad t > 25$ $b = 38, \quad b = 25$ $P = B + 12$ $R \geq 50$	관의 맞대기 용접 인장시험
(비 고) 이 표의 기호는 다음에 따른다. d : 시험편의 지름 a : 시험편의 두께 b : 시험편의 너비 L : 표점거리 P : 평행부의 거리 B : 용접부의 너비 R : 턱의 반지름 t : 시험재의 두께			

표 2.2.2 굽힘시험편의 모양 및 치수(단위 : mm)

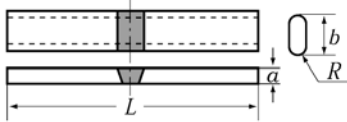
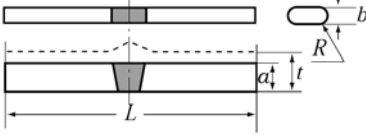
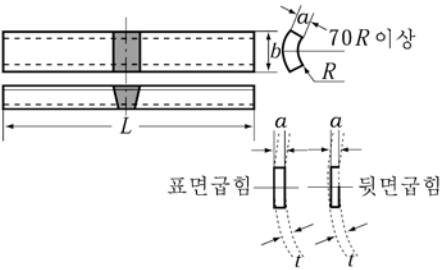
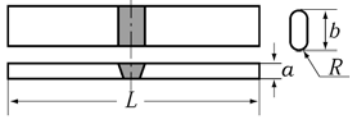
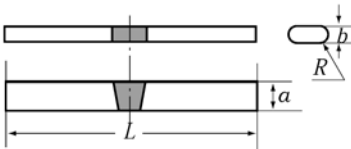
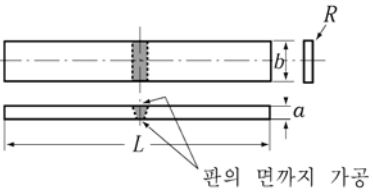
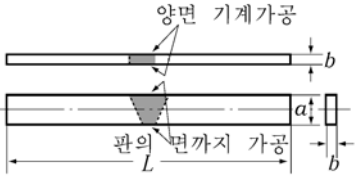
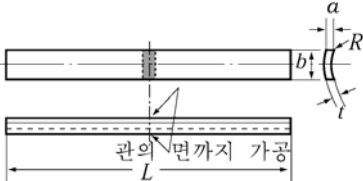
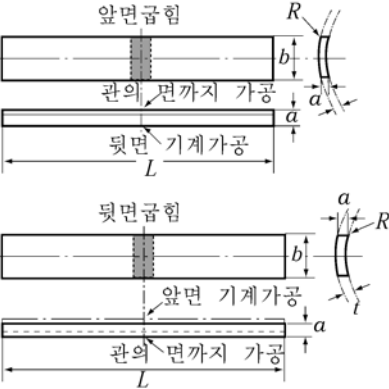
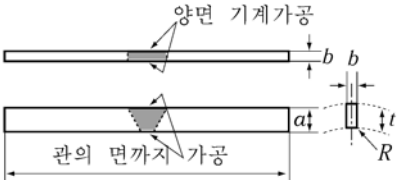
용 도	기 호	시험편의 모양	시험편의 치수 ⁽¹⁾	적 용
용 접 절 차 인 정 시 험	앞 면 · 뒷 면 굽힘시험편	RB 1호	 $t \leq 20$ 인 경우 $a = t$ $b = 30$ $L \geq 200$ $R = 1 \sim 2$	판의 맞대기 용접 굽 힘시험 판의 맞대기 용접의 세로 방향 굽힘시험 ⁽²⁾
	측면 굽힘시험편	RB 2호	 $t > 20$ 인 경우 $a = t$ ⁽³⁾ $b = 10$ $L \geq 200$ $R = 1 \sim 2$	판 및 판의 맞대기 용 접 굽힘시험
	앞 면 · 뒷 면 굽힘시험편	RB 3호	 $0 < t < 9$ 인 경우 $a = t$ $b = t + D/10$ $L \approx 250$ $R \leq a/6$ $9 \leq t \leq 20$ 인 경우 $a = 9$ $b = 40$ $L \approx 250$ $R \leq 1.5$	판의 맞대기 용접 굽 힘시험
용 접 용 재 료 의 승 인 시 험 및 정 기 검 사	앞 면 · 뒷 면 굽힘시험편	RB 4호	 $a = t$ $b = 30$ $L \geq 200$ $R \leq 1.5$ 시험재의 두께 t 가 25 mm를 넘는 경우에 는 압축응력측을 기계 가공하여 두께를 25 mm로 한다.	맞대기 용접시험
	측면 굽힘시험편	RB 5호 RB 6호	 $a = t$ $b = 10$ $L \geq 200$ $R \leq 1.5$ $a = t$ $b = 9$ $L \geq 200$ $R \leq 1.5$	일렉트로슬래그 및 일 렉트로가스 용접의 굽 힘시험 맞대기 용접의 굽힘시 험(알루미늄합금 용접 용재료의 MIG 양면 각 1층용접)
용 접 사 기 량 시 험	앞 면 · 뒷 면 굽힘시험편	RB 7호	 $t < 9.5$ 인 경우 $a = t$ $b = 40$ $L \approx 150$ $R \leq 1.5$	판의 맞대기 용접 굽 힘시험

표 2.2.2 굽힘시험편의 모양 및 치수(단위 : mm)(계속)

용 도	기 호	시험편의 모양	시험편의 치수 ⁽¹⁾	적 용
용 접 사 기 량 시 험	측면 굽힘 시험편	RB 8호 	$t \geq 9.5$ 인 경우 $a = t^{(3)}$ $b = 9$ $L \approx 150$ $R \leq 1.5$	관의 맞대기 용접 굽힘시험
	RB 9호		$t \leq 9.5$ 인 경우 $a = t$ $L \approx 150$ $R \leq 1.5$ $b = 40(D > 100)$ 또는 $25(D \leq 100)$	관의 맞대기 용접 굽힘시험
	앞면·뒷면 굽힘 시험편	RB 10호 	$t > 9.5$ 인 경우 $a = 10$ $L \approx 150$ $R \leq 1.5$ $b = 40(D > 100)$ 또는 $25(D \leq 100)$	
	측면 굽힘 시험편	RB 11호 	$t \geq 9.5$ 인 경우 $a = t^{(3)}$ $b = 9$ $L \approx 150$ $R \leq 1.5$	

(비 고)

(1) 이 표의 기호는 다음에 따른다.

 a : 시험편의 두께, b : 시험편의 너비, L : 시험편의 길이, R : 모서리의 반지름, t : 시험재의 두께, D : 관의 시험재의 바깥지름(2) 9 % Ni강 용접용재료의 세로방향 굽힘시험에도 적용한다. 다만 용접부의 너비 B 가 26 mm 이상인 경우에는 $b = B + 12$ (한쪽면 6 mm)로 한다.(3) 시험재의 두께 t 가 40 mm를 넘는 경우에는 시험편을 최소 20 mm의 두께로 분할하고 각 시험편 마다 시험을 실시할 수 있다.

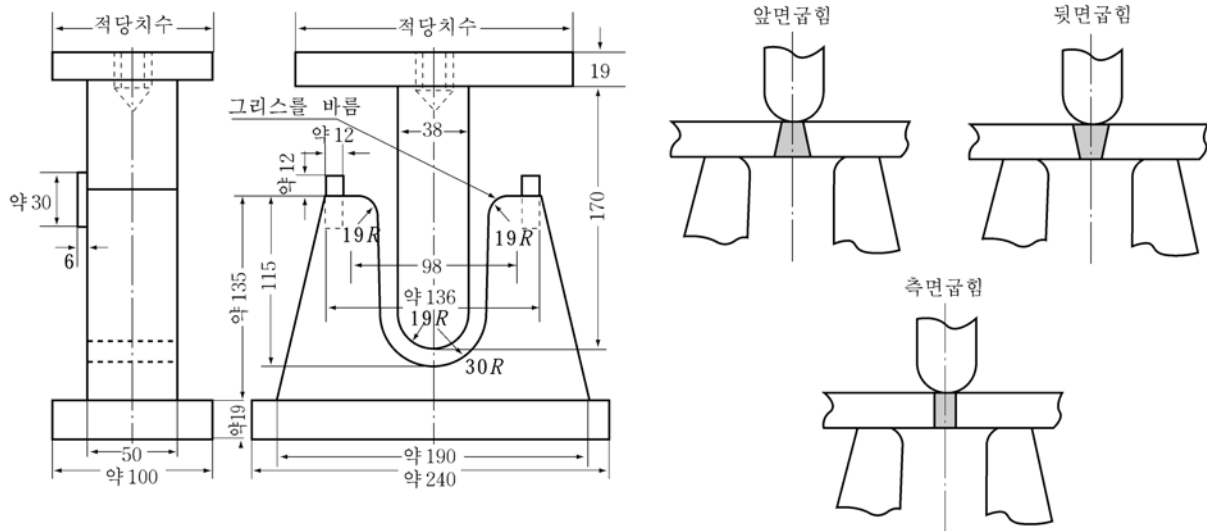


그림 2.2.1 형굽힘시험용 지그 (두께 9 mm의 굽힘시험편용, 단위 : mm)

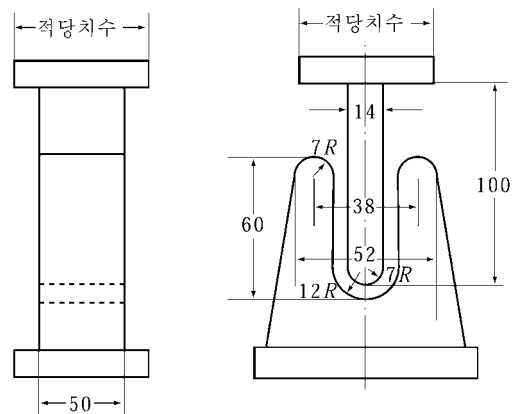


그림 2.2.2 형굽힘시험용 지그

(두께 3.2 mm용, 단위 : mm)

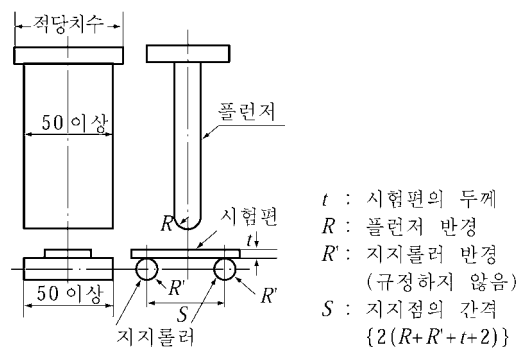


그림 2.2.3 롤러 굽힘시험용 지그

(단위 : mm)

제 3 절 용접시공 및 검사

301. 이음의 상세

1. 적 용 수동용접 이음의 상세는 다음의 각 항에 따라야 한다. 자동용접 등 다른 용접법에 대한 이음의 상세는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
2. 맞대기이음
 - (1) 맞대기이음의 모양 및 치수는 그림 2.2.4에 따르는 것을 원칙으로 한다.
 - (2) 판두께의 차가 4 mm를 넘는 판의 맞대기이음에 대하여는 두꺼운 판쪽에 적절한 경사를 주어야 한다.
3. 두꺼운 부재의 맞대기이음 주강품과 같은 매우 두꺼운 부재의 홈(groove)은 그림 2.2.5에 따르는 것을 원칙으로 한다.

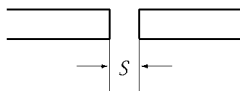
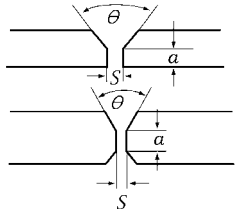
판두께(mm)	이음의 모양	치 수(mm)
$t \leq 6.0$		$S \leq 3.0$
$t > 6.0$		$S \leq 5.0$ $a \leq 3.0$ $\theta \geq 50^\circ$

그림 2.2.4 이음의 모양

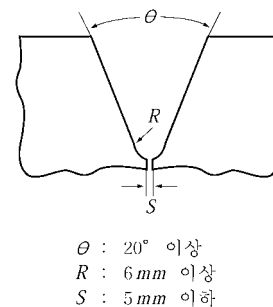


그림 2.2.5 두꺼운 부재의 이음

4. 겹이음

- (1) 겹이음에 있어서 굽힘을 고려하여야 할 때에는 겹쳐지는 너비 b 는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다. 다만, 50 mm를 넘을 필요는 없다.

$$b = 2t + 25 \quad (\text{mm})$$

t : 판의 얇은 쪽의 두께(mm).

- (2) 판을 조글링한 겹이음의 겹쳐지는 너비 b 는 굽힘을 고려하여야 할 때에는 다음 식에 의한 것 이상으로 한다. 다만, 40 mm를 넘을 필요는 없다.

$$b = t + 25 \quad (\text{mm})$$

t : 판의 얇은 쪽의 두께(mm).

302. 용접표준(welding practice)

1. 용접표준은 선체구조에 적용하는 용접작업에 대한 전반적인 사항을 상세하게 기술한 것으로서 적용 용접법, 용접용재료의 사용구분, 용접작업표준, 시공관리, 용접절차 시방서(WPS) 및 선체의 주요 구조부의 용접순서 등을 기재하고 우리 선급에 제출하여야 한다.
2. 전 항에 규정하는 용접절차 시방서는 4절에 규정하는 용접절차 인정시험에 합격한 것이어야 한다.

303. 용접용재료의 사용구분

선체구조의 용접이음에 대하여는 다음 각 호의 규정에 따라서 6절에 규정하는 용접용재료를 사용하여야 한다.

- (1) 각종 강재의 용접이음에 대한 용접용재료의 사용구분은 표 2.2.3에 따른다.

표 2.2.3 용접용재료의 사용구분

강재의 종류 및 재료기호			용접용재료의 기호 ⁽¹⁾
선 체 용 압 연 강 재	연강	A	1, 2, 3, 51, 52, 53, 54, 52Y40, 53Y40, 54Y40, L1, L2, L3
		B, D	2, 3, 51, 52, 53, 54, 52Y40, 53Y40, 54Y40, L1, L2, L3
		E	3, 53, 54, 53Y40, 54Y40, L1, L2, L3
	고장력강	AH32, AH36	51, 52, 53, 54, 52Y40, 53Y40, 54Y40, L2 ⁽²⁾ , L3, 2Y42, 3Y42, 4Y42, 5Y42
		DH32, DH36	52, 53, 54, 52Y40, 53Y40, 54Y40, L2 ⁽²⁾ , L3, 3Y42, 4Y42, 5Y42
		EH32, EH36	53, 54, 53Y40, 54Y40, L2 ⁽²⁾ , L3, 4Y42, 5Y42
		FH32, FH36	54, 54Y40, L2 ⁽²⁾ , L3, 5Y42
		AH40, DH40	52Y40, 53Y40, 54Y40, 3Y42, 4Y42, 5Y42, 2Y46, 3Y46, 4Y46, 5Y46
		EH40	53Y40, 54Y40, 3Y42, 4Y42, 5Y42, 3Y46, 4Y46, 5Y46
		FH40	54Y40, 4Y42, 5Y42, 4Y46, 5Y46
저온용 압연강재		RL24A	54, 54Y40, L1, L2, L3
		RL24B, RL27, RL33	5Y42, L2, L3 ⁽³⁾
		RL37	5Y42, L3
		RL9N53, RL9N60	L91, L92
용접구조용 조질고장력 압연강재		AH43	2Y42, 3Y42, 4Y42, 5Y42, 2Y46, 3Y46, 4Y46, 5Y46, 2Y50, 3Y50, 4Y50, 5Y50
		DH43	3Y42, 4Y42, 5Y42, 3Y46, 4Y46, 5Y46, 3Y50, 4Y50, 5Y50
		EH43	4Y42, 5Y42, 4Y46, 5Y46, 4Y50, 5Y50
		FH43	5Y42, 5Y46, 5Y50
		AH47	2Y46, 3Y46, 4Y46, 5Y46, 2Y50, 3Y50, 4Y50, 5Y50
		DH47	3Y46, 4Y46, 5Y46, 3Y50, 4Y50, 5Y50
		EH47	4Y46, 5Y46, 4Y50, 5Y50
		FH47	5Y46, 5Y50
		AH51	2Y50, 3Y50, 4Y50, 5Y50, 2Y55, 3Y55, 4Y55, 5Y55
		DH51	3Y50, 4Y50, 5Y50, 3Y55, 4Y55, 5Y55
		EH51	4Y50, 5Y50, 4Y55, 5Y55
		FH51	5Y50, 5Y55
		AH56	2Y55, 3Y55, 4Y55, 5Y55, 2Y62, 3Y62, 4Y62, 5Y62
		DH56	3Y55, 4Y55, 5Y55, 3Y62, 4Y62, 5Y62
		EH56	4Y55, 5Y55, 4Y62, 5Y62
		FH56	5Y55, 5Y62
		AH63	2Y62, 3Y62, 4Y62, 5Y62, 2Y69, 3Y69, 4Y69, 5Y69
		DH63	3Y62, 4Y62, 5Y62, 3Y69, 4Y69, 5Y69
		EH63	4Y62, 5Y62, 4Y69, 5Y69
		FH63	5Y62, 5Y69
		AH70	2Y69, 3Y69, 4Y69, 5Y69
		DH70	3Y69, 4Y69, 5Y69
		EH70	4Y69, 5Y69
		FH70	5Y69
(비 고) (1) 용접용재료의 기호에 대하여는 표 2.2.13, 표 2.2.22, 표 2.2.30, 2.2.36 및 표 2.2.64에 따른다. (2) “L 2” 용접용재료는 AH 32, DH 32, EH 32 또는 FH 32에만 적용한다. (3) “L 3” 용접용재료는 RL 33에만 적용한다.			

- (2) 동일강도로써 인성이 다른 강재 상호간의 이음에 사용하는 용접용재료는 인성이 낮은 강재에 대한 것을 사용할 수 있다.
- (3) 강도가 다른 강재 상호간의 이음에 대한 용접용재료에는 균열의 발생을 방지하는 대책을 고려할 것을 조건으로 하여 강도가 낮은 강재에 대한 것을 사용할 수 있다.
- (4) 고장력강재 상호간의 용접 또는 고장력강과 연강재의 피복아크 용접에는 저수소계 용접용재료를 사용하여야 한다. 다만, 우리 선급이 인정하고 또한 강의 탄소당량(C_{eq})이 0.40 % 이하일 때에는 보통의 용접봉을 사용할 수 있다.

304. 용접준비

1. 흠 가공

- (1) 흠 가공은 그 모양을 도면과 같은 것으로 하고 용접부에 유해한 결함이 생길 우려가 있는 수분, 유지, 녹, 도료 또는 기타의 불순물은 제거하여야 한다.
- (2) 흠 가공면은 평탄하고 균일해야 하며 노치, 층상흠(lamination) 또는 균열 등과 같은 결함이 없어야 한다.
- (3) 흠 가공면에 결함이 있는 경우에는 이를 제거하여야 하며 살붙임용접은 가능한 한 저수소계 용접용재료로 시행한 후 평탄하고 균일하게 연마하여야 한다.

2. 가용접

- (1) 가용접은 우리 선급의 기량자격을 보유한 자가 시행하여야 한다.
- (2) 가용접은 강력갑판, 현측후판, 외판 또는 기타 중요한 맞대기이음에 있어서는 본용접 전에 제거하든가 또는 본용접과 같은 방법으로 결함이 생기지 않게 하여야 하며 가용접에 사용되는 용접용재료는 본용접에 사용되는 용접용재료와 동급 이상의 것이어야 한다.
- (3) 가용접부에 유해한 결함이 있을 때에는 충분히 제거하여야 하며 가용접으로 인한 흠, 형상의 변화로 본용접에 영향을 미칠 때에는 본용접에 지장이 없도록 제거되어야 한다.
- (4) 고장력강, 용접구조용 조질고장력강 및 잔류응력이 클 것으로 예상되는 부위에는 가용접 전에 적절히 예열하여야 한다.

3. 고정구(fixture)

- (1) 용접이음의 조립에 쓰이는 고정구는 용접부에 균열 등의 결함을 남기지 아니할 정도의 구속을 주는 것으로 한다.
- (2) 고정구를 붙이기 위한 것 등의 가용접은 떼고 난 후 모재에 상처를 남기지 아니하여야 한다.

305. 용접순서 및 그 진행방향

1. 용접순서 및 그 진행방향은 용접부에 결함이 생기지 아니하도록 하고 가능한 한 용접에 따른 변형이 적게 되도록 택하여야 한다.
2. 용접에 의한 수축이 큰 이음은 가능한 한 수축이 작은 이음보다 먼저 용접하여야 한다.
3. 용접은 가능한 한 자유단을 향하여 진행하도록 하여야 하며 특별한 경우를 제외하고는 수직하진용접을 하여서는 아니 된다.

306. 본용접

1. 용접은 그 내부에 유해하다고 인정되는 결함이 남지 아니하도록 시공하여야 한다.
2. 용접은 습기, 비, 바람, 눈을 피하여 실시하고 한냉시에는 필요에 따라 예열하여야 한다.
3. 중요한 맞대기이음의 끝부분에는 불임편(run-off tabs)을 붙이든지 또는 용접부의 길이에 여유를 두고 모든 용접이 완료된 후에는 이들을 절단하여야 한다.
4. 맞대기이음은 일면용접 등 특히 승인된 것을 제외하고 원칙적으로 뒷면 다듬질을 실시하여 표면 용접부의 결함을 제거한 후 뒷면용접을 하여야 한다.
5. 과대한 구속상태에서의 용접, 매우 두꺼운 강판이나 주·단강품 등의 용접에 대하여는 균열의 발생을 방지하기 위하여 필요에 따라 예열이나 저수소계 용접봉 사용 등의 특별한 고려를 하여야 한다.
6. 응력집중이 현저한 부분의 필릿용접 끝부분은 용접을 돌려야 하며 기타 개소의 필릿용접의 끝부분은 크레이터를 메워 처리할 수 있다.
7. 맞대기이음의 흠의 틈이 과다할 때에는 흠 면을 용접으로 살붙임(weld up)하든가, 뒷담판(backing strip)

을 붙이고 용접하든지 또는 모재를 일부 바꾸어 용접하여야 하며 그대로 용접하여 메우거나 섷조각을 넣어서는 아니 된다.

8. 필릿이음으로서 모재 사이에 틈이 있을 경우, 틈의 크기가 2 mm 이하일 때에는 규정의 각장으로 용접할 수 있다. 틈이 2 mm를 넘을 때에는 필릿용접의 각장을 틈의 크기에 따라서 적절히 증가하여 용접할 수 있으나 틈이 5 mm를 넘을 때에는 적당한 라이너를 넣어 용접하든지, 뒷담판을 대고 용접하든지 또는 모재의 일부를 바꾸어 용접하여야 한다.
9. 예열처리, 층간온도 및 후열처리는 승인된 용접법 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

307. 자동용접

1. 자동용접의 홈의 모양은 특히 정확하게 시공하여야 한다.
2. 자동용접은 용접절차 인정시험시에 승인된 경사 내에서 실시하여야 한다.
3. 두께가 16 mm를 넘고 강판이 교차하는 맞대기이음에서는 원칙적으로 한방향의 맞대기이음의 앞면 및 뒷면의 자동용접 종료 후 다른 방향의 맞대기이음의 자동용접을 실시하여야 한다.
4. 림드강의 자동용접에서 균열 발생의 우려가 있는 것에 대하여는 특별한 고려를 하여야 한다.

308. 고장력강의 용접

1. 아크 스트라이크(arc strike)는 극력 피하여야 한다.
2. 쇼트 비드(short bead), 용접보수 최소길이, 선상가열온도 등에 대하여는 우리 선급이 인정하는 용접관리 기준에 따른다.

309. 용접부의 품질

1. 용접부의 표면은 모양이 일정하여야 하며 과대한 용접, 유해하다고 인정되는 언더컷(under-cut), 겹침(over-lap) 등의 결함이 있어서는 아니 된다.
2. 용접 구조부에는 용접에 의한 현저한 변형이 있어서는 아니 된다.
3. 용접이음에 대하여는 별도로 정하는 지침에 따라 비파괴검사를 하여야 한다.
4. 외관검사를 포함하여 적절한 비파괴검사 및 수압검사 등으로 발견된 용접결함중 검사원이 유해하다고 인정한 것은 떼어내고 보수하여야 한다.

310. 용접부의 보수

1. 유해한 용접 결함의 제거는 가우징, 그라인딩, 치핑 등의 적절한 방법으로 모재에 손상을 주지 않도록 하여야 한다. 다만 용접구조용 조질고장력강에는 산소가우징을 하여서는 아니 된다.
2. 결함제거 부위는 깨끗이 다듬질하여 보수용접에 나쁜 영향을 주지 않도록 하여야 한다. 또한 보수용접은 가능한 한 저수소계 용접봉을 사용하고 본용접에 사용한 것보다 크기가 작은 용접봉을 사용하여야 한다.
3. 용접으로 인하여 변형된 부재의 수정은 기계적인 방법이나 국부가열에 의하여 수정하여야 한다. 다만, 국부가열을 하는 경우의 가열 부위의 온도는 모재의 기계적 성질을 열화시키지 않는 범위 내에서 하여야 한다.

제 4 절 용접절차 인정시험

401. 일반사항

1. 적 용

- (1) 이 절의 규정은 선체구조 및 액화가스 산적운반선의 탱크, 그 주위의 선체구조 및 관장치에 적용하는 용접 절차인정시험에 대하여 적용한다.
- (2) 전 (1)호에 규정하지 아니한 장소에 적용하는 용접절차 인정시험에 대하여는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

2. 용어의 정의

- (1) **용접절차 시방서(WPS)** : 특정 용접이음부에 적용하는 용접특성, 용접방법 및 재료 등을 상세히 기술한 것을 말한다.
- (2) **용접절차 인정시험(WPQT)** : 규정된 용접절차 시방서에 따라 만들어진 용접이음부가 주어진 요구조건에 만족함을 확인하기 위하여 실시되는 시험을 말한다.
- (3) **인정시험 기록서(PQR)** : 전 (2)호의 규정에 따라 승인용 시험재를 용접하는 동안 적용되는 실제 용접특성에 대한 기록과 비파괴검사 및 기계적 시험에 대한 결과를 말한다.

3. 용접절차 인정시험의 요건

- (1) 제조자는 다음 (가)부터 (나)에 해당하는 경우, 용접시공을 하기 전에 해당 용접절차에 대하여 승인을 받아야 한다.
 - (가) 해당 용접방법이 전 1항에 규정한 장소에 처음 적용되는 경우
 - (나) 402.의 2항 (1)부터 (9)에 규정된 용접변수가 승인된 용접절차 시방서에 기재되어 있는 범위를 넘어 변경되는 경우
- (2) 용접절차 승인을 위해서는 402.에 규정하는 예비 용접절차 시방서에 대하여 우리 선급의 검토를 받은 후 404. 또는 405.에 규정하는 용접절차 인정시험에 합격하여야 한다. 또한 승인된 용접절차 시방서에 는 시험재를 용접하는 동안 적용되는 실제 용접특성에 대한 기록과 비파괴검사 및 기계적 시험에 대한 결과를 기록한 인정시험 기록서가 첨부되어야 한다.

402. 용접절차 시방서

1. 용접절차 인정시험을 하고자 하는 조선소 또는 제조자는 용접절차 인정시험을 실시하기 전에 용접절차 시방서를 우리 선급에 제출하여 검토를 받아야 하며, 이 시방서는 예비 용접절차 시방서로 간주된다.
2. 용접절차 시방서에는 최소한 다음의 용접변수를 기재하여야 하며, 필요한 경우 용접절차 인정시험중에 수정 또는 개정될 수 있다.
 - (1) 용접법
 - (2) 모재의 종류 및 치수범위
 - (3) 용접용재료(종류, 보호가스 및 뒷담판 등)
 - (4) 용접자세
 - (5) 용접이음의 상세
 - (6) 용접전기 특성(전류, 전압 및 극성 등)
 - (7) 예열 및 최대 층간온도
 - (8) 후열처리 온도(필요시)
 - (9) 기타 해당 용접절차에 필요한 사항 (예 : 용접속도, 입열량 등)
3. 예비용접절차 시방서에 따라 용접한 시험재가 시험에 불합격한 경우, 조선소 또는 제조자는 예비 용접절차 시방서를 수정하여 새로운 예비 용접절차 시방서를 작성하고 그에 따라 시험을 하여야 한다.
4. 용접절차 시방서는 제품용접을 위한 근거로 사용되어야 하며, 예비 용접절차 시방서에 따른 시험결과가 적합한 경우, 우리 선급은 예비 용접절차 시방서를 용접절차 시방서로 승인할 수 있다. 우리 선급이 용접절차 시방서를 승인한 경우, 승인 범위는 407.에 따른다.

403. 용접절차 인정시험

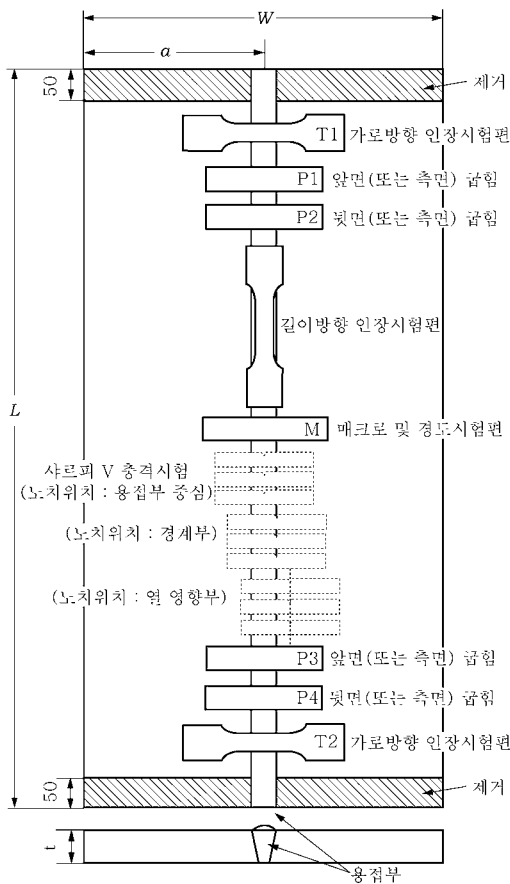
1. 용접절차 인정시험이 요구되는 경우, 시험재의 용접은 실제 시공과 동일한 환경에서 실시되어야 하며 또한, 예비 용접절차 시방서에 기재되어 있는 용접조건 내에서 실시하여야 한다.
2. 용접절차 인정시험(시험재의 용접 및 시험편에 대한 시험)은 우리 선급 검사원의 입회하에 실시하여야 한다.
3. 실제 용접시공에 있어서 가용접 및/또는 용접의 멈춤 및 재시작 부위가 본용접에 포함되는 경우, 시험재

의 용접에서도 이들이 포함되어야 한다.

4. 스테인리스 클래드강의 용접절차 인정시험은 404. 및 405.의 규정을 준용한다. 다만, 스테인리스 클래드강의 모재에 대하여 동일한 용접시공조건으로 이미 용접절차를 승인받은 경우에는 충격시험을 생략할 수 있다.
5. 이 절에 규정하지 아니한 재료에 대한 용접절차 인정시험은 우리 선급이 승인한 시험규격에 따라서 실시되어야 한다.
6. 재료의 사용조건을 고려하여 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 이 절의 규정과 다른 시험조건의 시험 또는 이 절에 규정하지 아니한 시험을 요구할 수 있다.

404. 맞대기용접 이음시험

1. **적 용** 이 규정은 수동용접, 반자동 또는 자동용접에 의한 맞대기용접 이음시험에 적용한다.
2. **시험의 종류** 시험의 종류는 시험재에 따라서 표 2.2.4에 따른다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정할 때에는 이들 이외의 시험을 요구할 수 있다.
3. **시험재**
 - (1) 시험재는 실제 시공에 사용하는 재료와 동일하든지 또는 이와 동등한 것으로 한다.
 - (2) 시험재의 치수 및 모양은 그림 2.2.6에 따른다.
 - (3) 시험재의 용접은 실제 공사에서 적용하는 각각의 용접자세로서 한다.
 - (4) 실제 공사의 판의 바깥지름이 모두 500 mm를 넘을 때의 용접절차 인정시험의 시험재는 강판에 대한 시험재로 할 수 있다.
 - (5) 판의 시험재의 맞대기 용접의 경우 시험재의 압연방향에 따른 용접방향은 다음에 따른다.
 - (가) 모재의 충격시험시 충격시험편의 길이방향을 압연방향과 평행(L방향)하게 채취하도록 규정되어 있는 강재를 시험재로 사용하는 경우에는 시험재의 용접방향을 시험재의 압연방향과 직각으로 한다.

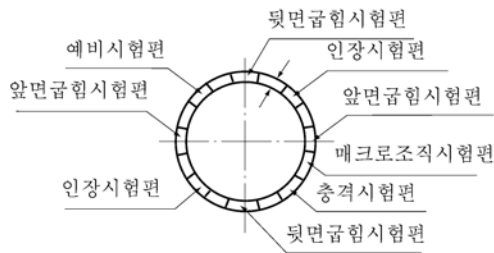


(비고) 시험재의 길이는 다음에 따른다.

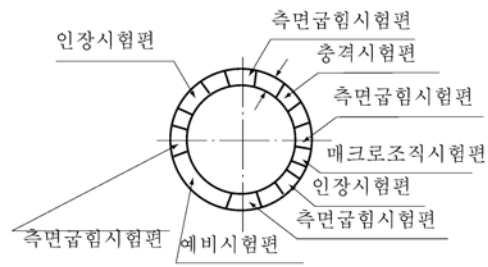
- (1) 수동 및 반자동 용접
너비(W) : $2a$, $a = 3 \times t$ 단, 150mm 이상
길이(L) : $6 \times t$ 단, 350mm 이상
- (2) 자동 용접
너비(W) : $2a$, $a = 4 \times t$ 단, 200mm 이상
길이(L) : 1000mm 이상

(A) 선체구조용 압연강재 및 용접구조용 조철강재의 시험재

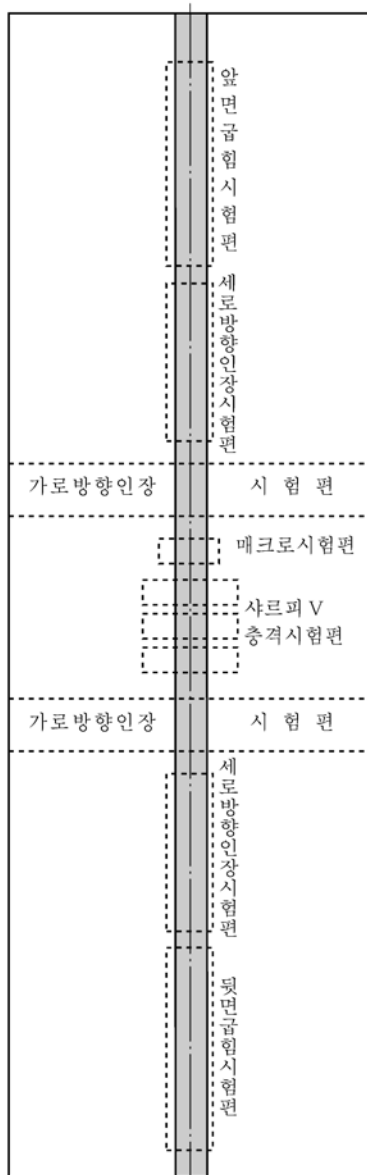
그림 2.2.6 용접절차 인정시험의 시험재의 모양 및 치수 (단위 : mm) (계속)



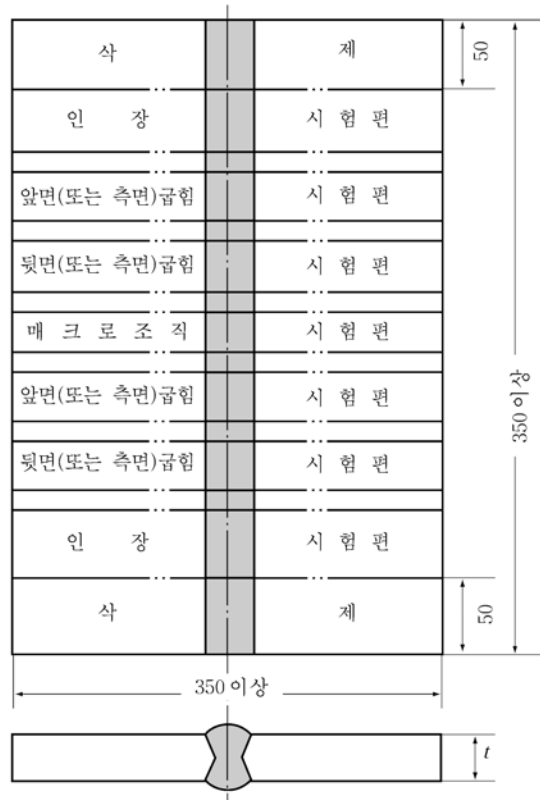
(B) 두께가 20 mm 이하인 관의 시험재



(C) 두께가 20 mm를 넘는 관의 시험재



(D) RL 9N 53, RL 9N 60의 시험재



(E) 스테인리스강 또는 알루미늄 합금계의 관의 시험재

(비고) 스테인리스강계의 경우 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편을 각각 1개씩 채취한다.

그림 2.2.6 용접절차 인정시험의 시험재의 모양 및 치수 (단위 : mm)

표 2.2.4 맞대기용접 이음시험의 종류

시험재의 종류 및 재료기호			시험의 종류 및 시험편의 수(개) ⁽¹⁾								
			외관 검사	인장 시험	굽힘 시험	충격 시험	매크로 시험	경도 시험	비파괴 검사 ⁽⁴⁾		
선체구조용 압연강재	연강	A, B, D, E	2	4 ⁽²⁾	2	(3)	1	-	용접부 전장		
	고장력강	AH 32, DH 32, EH 32, FH 32, AH 36, DH 36, EH 36, FH 36, AH 40, DH 40, EH 40, FH 40						1 ⁽¹¹⁾			
저온용 압연강재		RL 24A, RL 24B, RL 27, RL 33, RL 37 RL 2N30, RL 3N32, RL 5N43	4 ⁽⁵⁾	2				(3)		1	-
		RL 9N53, RL 9N60									-
저온용 강관		RLPA, RLPB, RLPC, RLP 2, RLP 3, RLP 9	2	4 ⁽²⁾	(3)(10)	1	1 ⁽¹¹⁾	-			
용접구조용 조절고장력 압연강재		AH 43, DH 43, EH 43, FH 43, AH 47, DH 47, EH 47, FH 47, AH 51, DH 51, EH 51, FH 51, AH 56, DH 56, EH 56, FH 56, AH 63, DH 63, EH 63, FH 63, AH 70, DH 70, EH 70, FH 70									
용접구조용 주강품 및 선체용 단강품		RSC 42, RSC 46, RSC 49, RSC 53, RSC 57, RSC 61, RSC 45A, RSC 49A, RSC 56A, RSF 42H, RSF 46H, RSF 49H, RSF 53H, RSF 57H, RSF 61H, RSF 45AH, RSF 49AH, RSF 56AH									
스테인리스 압연강재		RSTS 304, RSTS 304L, RSTS 304N1, RSTS 304N2, RSTS 304LN, RSTS 309S, RSTS 310S, RSTS 316, RSTS 316L, RSTS 316N, RSTS 316LN, RSTS 317, RSTS 317L, RSTS 317LN, RSTS 321, RSTS 347									
스테인리스 강관		RSTS 304TP, RSTS 304LTP, RSTS 309STP, RSTS 310STP, RSTS 316TP, RSTS 316LTP, RSTS 317TP, RSTS 317LTP, RSTS 321TP, RSTS 347TP	4	2	(6)	-	-	-			
알루미늄 합금재 ⁽⁷⁾	5000계열	5083P, 5383P, 5059P, 5086P, 5754P, 5083S, 5383S, 5059S, 5086S ⁽⁸⁾									
	6000계열	6005AS, 6061S, 6082S ⁽⁹⁾									

(비 고)

(1) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 마이크로 조직시험 등 기타 다른 시험을 요구할 수 있다.

(2) 2개의 앞면굽힘시험과 2개의 뒷면굽힘시험을 한다. 두께가 12 mm 이상인 경우에는 4개의 측면굽힘시험으로 할 수 있다.

(3) 시험재료로부터 채취하는 시험편의 수 및 노치의 위치는 그림 2.2.7에 따른다.

(4) 방사선 투과검사 또는 초음파 탐상검사에 의한 내부결함 탐상과 자분탐상 또는 액체침투탐상에 의한 표면결함 탐상검사를 실시하여야 한다.

(5) 가로방향과 세로방향으로 각각 두 개의 시험편을 채취한다.(그림 2.2.6 참조)

(6) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 그 강재에 대응하는 충격시험을 요구할 수 있다.

(7) 알루미늄 합금재의 재료기호에는 열처리 표시기호를 포함하여야 한다.

(8) 동일한 재료기호와 열처리 표시기호를 가지는 알루미늄 합금 압연재를 사용할 수 있다.

(9) 인장강도가 260 N/mm² 이상인 6000 계열의 다른 알루미늄 합금 압연재를 사용할 수 있다.

(10) 용접구조용 주강품 및 단강품에 대하여 충격치가 규정된 경우에만 적용한다.

(11) 항복강도가 355 N/mm² 이상인 선체구조용 압연강재 및 용접구조용 조절고장력강에 대하여는 경도(H_V10) 시험을 하여야 한다.

(나) 모재의 충격시험시 충격시험편의 길이방향을 압연방향과 직각(T 방향)으로 채취하도록 규정되어 있는 강재(예: 용접구조용 조질고장력 강판)를 시험재로 사용하는 경우에는 시험재의 용접방향을 시험재의 압연방향과 평행하게 한다.

4. 외관검사 용접부의 표면은 균일하여야 하고 균열, 언더컷, 겹침 등 유해하다고 인정되는 결함이 있어서는 아니 된다.

5. 인장시험

- (1) 시험재로부터 채취하는 인장시험편의 수는 재료의 종류에 따라서 표 2.2.4에 따른다.
 (2) 시험편의 모양은 표 2.2.1에 따른다. 인장강도는 표 2.2.5에 규정하는 이외의 것에 대하여는 모재에 규정하는 인장강도의 최소값 이상이어야 한다. 다만, 강도가 다른 강재 상호간의 맞대기용접이음에서의 인장강도는 강도가 낮은 강재에 대한 것을 사용할 수 있다.

표 2.2.5 맞대기용접 인장시험 규격치

시험재의 종류	재료기호	인장강도 (N/mm^2)	항복강도 (N/mm^2)
저온용 강재	RL 9N53, RL 9N60	590 이상 ⁽¹⁾	315 이상
		630 이상 ⁽²⁾	-
저온용 강판	RLP 9	630 이상	-
알루미늄 합금재	5083P-H321	275 이상	-
	6082S ⁽³⁾	170 이상	-
(비고)			
(1) 가로방향 인장시험편			
(2) 세로방향 인장시험편			
(3) 표 2.2.4의 비고 (9) 참조.			

- (3) 부득이하게 우리 선급의 승인을 받지 못한 용접용재료에 대하여는 용접부에서 표 2.2.1의 R 14호 세로방향 인장시험편 1개를 추가로 채취하고, 기계적 성질은 사용된 용접용재료에 대하여 규정하는 최소값 이상이어야 한다. 또한 시험재의 용접에 한개 이상의 용접법 또는 용접용재료를 사용하는 경우, 시험편은 첫 번째 층의 용접 또는 이면 용착부에 사용된 용접법 또는 용접용재료를 제외한 용접부에서 채취되어야 한다.

6. 굽힘시험

- (1) 시험재로부터 채취하는 시험편의 수는 재료의 종류에 따라 표 2.2.4에 따르고 시험편의 채취위치는 그림 2.2.6에 따른다.
 (2) 앞면굽힘 시험편 및 뒷면굽힘 시험편 또는 측면굽힘 시험편의 모양과 치수는 표 2.2.2의 RB 1호, RB 2호 및 RB 3호에 따른다. 굽힘시험방법 및 안쪽 반지름은 표 2.2.6에 따른다. 시험편을 굽힌 후 표면에는 어떠한 방향으로도 길이 3 mm 이상의 균열 또는 기타의 결함이 생겨서는 아니 된다.
 (3) 서로 종류가 다른 강판들을 맞대기용접하는 경우, 가로방향 굽힘시험편 대신에 길이방향의 앞면 및 뒷면굽힘시험편을 사용할 수 있다.

표 2.2.6 굽힘시험의 안쪽반지름

시험재의 종류	재료기호	안쪽반지름 (mm) ⁽¹⁾	굽힘각도
저온용 강판	<i>RLP 9</i>	$\frac{10}{3}t$	180°
용접구조용 조질고장력강	<i>AH 56, DH 56, EH 56, FH 56, AH 63, DH 63, EH 63, FH 63, AH 70, DH 70, EH 70, FH 70</i>	$\frac{5}{2}t$	
알루미늄 합금재	<i>5754 P-O</i>	$\frac{3}{2}t$	
	<i>5086 P-O, 5083 P-O, 5083 P-H321</i>	<i>3t</i>	
	<i>6082 S⁽²⁾</i>		
상기 이외의 재료		<i>2t</i>	
(비 고)			
(1) <i>t</i> 는 시험편의 두께			
(2) 표 2.2.4의 비고 (9) 참조.			

7. 충격시험

(1) 선체구조용 압연강재

(가) 충격시험편은 1장 표 2.1.3의 R 4호 시험편으로 하고 그 채취위치는 그림 2.2.6에 따른다.

(나) 시험재로부터 채취하는 시험편의 수 및 노치의 위치는 그림 2.2.7에 따른다.

입열량	두께	노치의 위치 ⁽³⁾
통상의 용접입열 $\leq 50 \text{ kJ/cm}$	$t \leq 50 \text{ mm}^{(1)}$	
	$t > 50 \text{ mm}$	
대입열 $> 50 \text{ kJ/cm}$	$t \leq 50 \text{ mm}^{(2)}$	
	$t > 50 \text{ mm}$	
<p>(비 고)</p> <p>(1) 두께 20 mm를 넘는 일면 일층용접의 경우에는 이면측에 대하여도 “a” 노치 위치를 추가하여야 한다.</p> <p>(2) 두께 20 mm를 넘는 일면 일층용접의 경우에는 이면측에 대하여도 “a”, “b” 및 “c” 노치 위치를 추가하여야 한다.</p> <p>(3) 노치위치:</p> <p>a : 용접부 중심 “WM”</p> <p>b : 용융선상 “FL”</p> <p>c : 용융선으로부터 2 mm의 용접열영향부</p> <p>d : 용융선으로부터 5 mm의 용접열영향부</p> <p>e : 용접입열이 200 kJ/cm를 넘는 경우, 용융선으로부터 10 mm의 용접열영향부</p>		

그림 2.2.7 시험재로부터 채취하는 시험편의 수 및 노치의 위치

(다) 충격시험편은 모재의 표면으로부터 1~2 mm 아래에서 용접부에 직각으로, 그리고 측면이 용접최

중층을 포함하도록 채취한다.
(라) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.7에 따른다.

표 2.2.7 맞대기용접 이음의 충격시험 규격치 ($t \leq 50 \text{ mm}$) ⁽¹⁾⁽²⁾

강재의 종류	시험온도 ($^{\circ}c$)	평균흡수에너지 (J) ⁽⁴⁾		
		수동 및 반자동 용접이음		자동용접 이음
		하향, 수평	수직상진, 수직하진	
$A^{(3)}$	20	47 이상	34 이상	34 이상
$B^{(3)}, D$	0			
E	-20			
$AH\ 32, AH\ 36$	20			
$DH\ 32, DH36$	0			
$EH\ 32, EH\ 36$	-20			
$FH\ 32, FH\ 36$	-40			
$AH\ 40$	20		39 이상	39 이상
$DH\ 40$	0			
$EH\ 40$	-20			
$FH\ 40$	-40			
(비 고)				
(1) 모재의 두께가 50 mm 이상인 경우 우리 선급의 승인을 받아 표와 다르게 할 수 있다.				
(2) 이 규격은 시험재의 맞대기용접이 판의 압연방향과 직각인 경우에 적용한다.				
(3) 용융선 및 열영향부에서의 충격시험의 평균흡수에너지값은 27 J 이상으로 한다.				
(4) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개의 시험편이라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.				

(마) 서로 종류가 다른 강판들을 맞대기용접하는 경우, 시험편은 인성이 낮은 강판의 이음부 측에서 채취하여야 한다. 시험온도 및 평균흡수에너지값은 인성이 낮은 강판에 대한 규격값에 따른다.

(바) 시험재의 용접에 한개 이상의 용접법 또는 용접용재료를 사용하는 경우, 시험편은 각각을 대표하는 위치에서 각각 채취하여야 한다. 다만, 첫 번째 층의 용접 또는 이면 용착부에 사용된 용접법 또는 용접용재료를 경우에는 적용하지 않는다.

(사) 용착금속부의 크기나 형상 때문에 R4호 시험편을 채취할 수 없는 경우에는 1장 202.의 3항을 준용한다.

(2) 용접구조용 조질고장력 압연강재

(가) 충격시험편, 채취위치, 시험편의 수 및 노치의 위치는 전 (1)호에 따른다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 모재의 규정에 따른다.

(3) 용접구조용 주강품 및 선체용 단강품

용접구조용 주강품 및 선체용 단강품에 대하여 충격치가 규정된 경우, 시험온도 및 평균흡수에너지값은 모재의 규정에 따른다.

(4) 저온용 압연강재 및 저온용 강판

(가) 충격시험편은 1장 표 2.1.3의 R 4호 시험편으로 하고 그 채취위치는 그림 2.2.6에 따른다.

(나) 시험재료로부터 채취하는 시험편의 수, 노치의 위치, 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.8에 따른다.

(5) 스테인리스 압연강재 및 강판

(가) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 그 강재에 대응하는 충격시험을 요구할 수 있다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 모재의 규정에 따른다.

표 2.2.8 맞대기용접 이음의 충격시험 (저온용강)

재료기호	시험온도 ($^{\circ}\text{C}$) ⁽⁴⁾	$A^{(1)}$	$B, C, D, E^{(1)}$	
		평균흡수에너지 (J) ⁽³⁾	평균흡수에너지 (J) ⁽³⁾	
			$L^{(2)}$	$T^{(2)}$
<i>RL 24A</i>	-40	27 이상	41 이상	27 이상
<i>RL 24B</i>	-50			
<i>RL 27</i>	-60			
<i>RL 33</i>	-60			
<i>RL 37</i>	-60			
<i>RL 2N30</i>	-70			
<i>RL 2N32</i>	-95			
<i>RL 5N43</i>	-110			
<i>RL 9N53</i>	-196			
<i>RL 9N60</i>	-196			
<i>RLPA</i>	-40		27 이상	-
<i>RLPB</i>	-50			
<i>RLPC</i>	-60			
<i>RLP 2</i>	-70			
<i>RLP 3</i>	-95		34 이상	
<i>RLP 9</i>	-196		41 이상	

(비 고)

- (1) 그림 2.2.7에 표시한 시험편의 노치의 위치
- (2) L 은 시험재의 압연방향이 용접방향과 직각인 경우, T 는 시험재의 압연방향이 용접방향과 평행인 경우를 표시한다.
- (3) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개의 시험편이라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.
- (4) 7편 5장의 규정이 적용되는 경우 충격시험온도는 다음에 따른다.
 - (가) *RL 24A* 내지 *RL 5N43*까지의 충격시험 온도는 2편 1장 표 2.1.18에 규정하는 온도 중 어느 쪽이든 낮은 쪽의 온도로 한다.
 - (나) *RLPA* 내지 *RLPC*까지의 충격시험 온도는 설계온도보다 5°C 낮은 온도 또는 -20°C 중 낮은 쪽의 온도로 한다.

8. 매크로조직 시험

- (1) 시험편은 용접금속, 용융선 및 열영향부가 분명히 나타나도록 용접부의 횡단면을 부식시킨다. 또한 용접열영향을 받지 않은 모재부의 약 10 mm를 포함하여야 한다.
- (2) 시험은 모재와 용접층간의 용융 형상을 드러내어야 하며, 균열, 용입불량, 융합(融合)불량 또는 기타 유해하다고 인정되는 결함이 있어서는 아니 된다.

9. 비파괴 검사

- (1) 시험편을 채취하기 전에 시험재 용접부의 전 길이(그림 2.2.6의 시험재의 제거부분 제외)에 대하여 비파괴검사를 하여야 한다. 후열처리가 요구되거나 규정된 경우, 비파괴검사는 열처리 후에 하여야 한다.
- (2) 항복강도 420 N/mm^2 이상의 용접구조용 조질고장력강의 경우에는 열처리를 하지 않는 한 용접완료후 최소한 48시간 후에 비파괴검사를 하여야 한다.
- (3) 비파괴검사 방법에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 용접부의 전 길이에 대한 비파괴 검사 결과 균열 또는 기타의 유해한 결함이 없어야 하며 판정기준은 각 규칙의 관련 규정에 따른다.

10. 경도시험

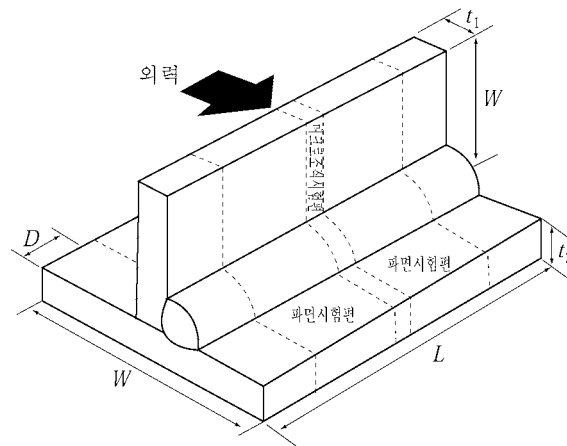
- (1) 항복강도가 355 N/mm^2 이상인 선체구조용 압연강재 및 용접구조용 조질고장력강에 대하여는 경도(H_V10)시험을 하여야 한다.
- (2) 경도시험은 용접부, 열영향부 및 모재부에 대하여 2열 이상 측정하여야 하며 또한 각 경도측정열에 대하여 용접부, 열영향부(양쪽) 및 모재부(양쪽)에서 3점 이상을 측정하여야 한다.

(3) 시험결과는 다음에 규정하는 경도값을 넘지 않아야 한다.

- 항복강도 420 N/mm^2 이하의 강 : 350 H_V10
- 항복강도가 420 N/mm^2 을 넘고 690 N/mm^2 이하인 강 : 420 H_V10

405. 필릿용접 이음시험

1. **적 용** 이 절의 규정은 수동용접, 반자동용접 또는 자동용접 등에 의한 각 용접자세의 필릿 용접이음부 시험에 적용한다.
2. **시험의 종류** 시험의 종류는 외관검사, 표면균열 검출시험, 매크로 조직시험, 경도시험 및 파면시험으로 한다. 또한 우리 선급이 필요하다고 인정할 때에는 이들 이외의 시험을 요구할 수 있다.
3. **시험재 및 용접**
 - (1) 시험재는 실제시공에 사용되는 재료와 동일하든지 또는 이와 동등한 것으로 한다.
 - (2) 시험재의 모양 및 치수는 **그림 2.2.8**에 따른다.



(비 고)

1. 시험재의 길이는 다음에 따른다.
 - (1) 수동 및 반자동 용접의 경우 : 너비(W) : $3 \times t$, 단 150 mm 이상
길이(L) : $6 \times t$, 단 350 mm 이상
 - (2) 자동용접의 경우 : 너비(W) : $3 \times t$, 단 150 mm 이상
길이(L) : 1000 mm 이상
2. 시험재의 웹 및 플랜지의 판두께 t_1 및 t_2 는 실제공사에 사용되는 보통의 판두께의 것으로 한다.
3. 시험재에는 가용접을 하여도 좋다.
4. 필릿의 각장은 실제공사에서 사용되는 보통의 것으로 한다.

그림 2.2.8 필릿용접이음 시험재 (단위 : mm)

- (3) 용접은 실제시공에서 적용하는 각각의 용접자세에 따라서 한다.
- (4) 시험재는 검사원이 필요하다고 인정하는 경우를 제외하고 한쪽면만을 용접한다.
- (5) 일층 수동용접 및 반자동 용접의 경우 시험재 길이의 중앙부에 용접의 멈춤 및 재시작 부위를 만들어야 하며, 다음 시험을 위하여 그 위치를 분명히 표시하여야 한다.
4. **외관검사** 필릿용접은 표면이 일정하여야 하고 균열, 언더컷, 겹침 또는 기타 유해하다고 인정되는 결함이 있어서는 아니 된다.
5. **비파괴 검사**
 - (1) 시험편을 채취하기 전에 시험재 용접부의 전 길이에 대하여 표면균열 검출을 위한 비파괴검사(액체침투탐상 또는 자분탐상시험)를 하여야 한다. 후열처리가 요구되거나 규정된 경우, 비파괴검사는 열처리 후에 하여야 한다.
 - (2) 항복강도 420 N/mm^2 이상의 용접구조용 조철고장력강의 경우에는 열처리를 하지 않는 한 용접완료 후 최소한 48시간 후에 비파괴검사를 하여야 한다.
 - (3) 비파괴검사 방법에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 용접부의 전 길이에 대한 비파괴 검사 결과 균열 또는 기타의 유해한 결함이 없어야 한다.

6. 매크로 조직시험

- (1) 매크로 조직시험편의 채취위치는 **그림 2.2.8**에 따른다. 다만, 선체구조용 압연강재 및 용접구조용 조철 고장력강의 경우에는 2개의 매크로 조직시험편을 채취한다. 또한, 수동용접 및 반자동 용접의 경우 매크로 조직시험편 중 한 개는 용접의 멈춤 및 재시작 부위에서 채취하여야 한다.
 - (2) 시험편은 용접금속, 용융선 및 열영향부가 분명히 나타나도록 용접부의 횡단면을 부식시킨다. 또한 용접열영향을 받지 않은 모재부의 약 10 mm를 포함하여야 한다.
 - (3) 시험은 모재와 용접층간의 용융 형상을 드러내어야 하며, 균열, 용입불량, 융합(融合)불량 또는 기타 유해하다고 인정되는 결함이 있어서는 아니 된다.
- 7. 경도시험** 항복강도가 355 N/mm^2 이상인 선체구조용 압연강재 및 용접구조용 조철고장력강은 **404**의 10항에 따라 경도(H_V10)시험을 하여야 한다.
- 8. 파면시험** 매크로 조직시험편을 채취한 후 나머지 시험재를 **그림 2.2.8**에 표시한 방향으로 외력을 가해 파단하고 파면에 균열, 기공(blow hole), 용입불량 등의 유해하다고 인정되는 결함이 있어서는 아니 된다. 다만, 양단부를 제외하고 기공과 용입불충분 개소의 길이의 합계가 용접부 전 길이의 10 % 이하이어야 한다.

406. 재시험 및 인정시험 기록서

1. 재시험

- (1) 외관검사 또는 비파괴검사에 불합격한 경우에는 동일 용접조건으로 새로이 용접된 시험재에 대하여 재시험을 실시하고 이에 합격하여야 한다. 재시험에도 불합격한 경우, 예비 용접절차 시방서는 수정을 하지 않는 한 이 규칙의 요건에 부적합한 것으로 간주한다.
- (2) 인장시험 또는 굽힘시험에 불합격한 경우 그 해당 시험에 대하여 2배수의 시험편을 채취하여 재시험을 하고 모든 시험편이 시험에 합격할 경우에 합격으로 한다.
- (3) 허용 최대 경도값을 초과하는 부위가 1개소인 경우에는 시험편의 반대쪽 또는 시험면을 충분히 연마한 후 재시험을 할 수 있다. 재시험 결과 측정된 경도값들은 요구되는 최대경도값을 초과해서는 안된다.
- (4) (가) 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 다음 (i) 또는 (ii)의 경우를 제외하고 그 시험편을 채취한 시험재로부터 다시 1조의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다.
 - (i) 시험편 3개 모두가 규정의 평균흡수에너지 값에 미치지 못한 경우
 - (ii) 시험편 중 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지 값의 70 % 미만인 경우
 (나) 재시험은 최초 불합격된 시험편의 값을 포함하여 합계 6개의 시험편의 흡수에너지 평균치가 규정의 평균흡수에너지 값 이상이고, 동시에 해당시험편 중 규정의 평균 흡수에너지 값보다 작은 시험편의 수가 2개 이하이고 규정의 평균흡수에너지 값의 70 % 미만인 시험편의 수가 1개 이하이면 합격으로 한다.
- (5) 남은 시험재에서 재시험용 시험편을 채취할 수 없는 경우에는 새로운 시험재를 동일 용접조건으로 용접하여 재시험용 시험편을 채취하여야 한다.
- (6) 재시험에도 불합격한 경우에는 용접조건을 변경하여 다시 시험을 받을 수 있다. 이때에는 그 시험재에 대하여 모든 시험을 하고 이에 합격할 경우에 합격으로 한다.

- 2. 인정시험기록서** 시험재에 대한 용접조건 및 시험의 결과를 종합한 인정시험 기록서 3부를 우리 선급에 제출하여야 한다. 용접절차 인정시험 기록서의 서식은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

407. 승인된 용접절차 시방서의 허용범위

1. 승인된 용접절차 시방서에 기재되어 있는 용접변수는 실제 용접시공시 허용된 범위 내에서 적용되어야 한다. 만약 한개 이상의 용접변수가 허용된 범위를 넘어 변경되는 경우에 해당 용접절차 시방서는 재승인되어야 한다.
2. 숏 프라이머는 필릿용접의 품질에 영향을 미칠 수 있으므로 고려되어야 한다. 숏 프라이머를 한 강재에 대한 용접절차 승인은 숏 프라이머를 하지 않은 강재에 대하여도 승인한 것으로 본다. 그러나 그 반대는 허용되지 않는다.
3. 용접절차 시방서의 재승인이 필요한 용접변수의 허용범위는 우리 선급이 별도로 정하는 지침에 따른다.

제 5 절 용접사 및 기량시험

501. 일반사항

1. 용접사

- (1) 이 절에 규정하는 수동용접, 반자동 용접 공사에 종사하는 용접사는 적용하는 용접방법 및 재료에 대하여 각각 정하여진 기량시험에 합격하고 그 기량자격을 가진 자이어야 한다. 다만, 반자동용접이란 용접은 손으로 하고 와이어만을 자동으로 공급하는 것을 말한다.
- (2) 가용접에 종사하는 가용접사는 본용접에 종사하는 용접사와 동등한 기량을 가진 자이어야 한다.
- (3) 자동용접에 종사하는 자는 종사하는 작업에 대하여 숙련된 자이어야 한다.
- (4) 이 절에 규정되지 아니하는 특수한 재료 및/또는 용접에 종사하는 용접사의 기량시험에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
- (5) 이 절의 규정 대신에 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따를 수 있다.

2. 자격유지조건

- (1) 우리 선급으로부터 기량자격을 취득한 용접사를 고용한 해당회사는 고용된 용접사의 고용, 교육, 훈련 및 시험 등에 관한 제반사항을 관리하여야 할 책임이 있다.
- (2) 용접사가 해당직종에서 6개월 이상 종사하지 아니한 경우 그 기량자격이 상실된다.
- (3) 용접사가 우리 선급기준에 미달한다고 우리 선급이 인정하는 경우에는 그 용접사의 기량자격을 정지할 수 있다.

3. 재시험

- (1) 시험편 가공의 잘못으로 시험편 치수가 규정치수와 다를 경우에는 시험재의 용접을 다시 하여야 한다.
- (2) 시험의 일부에 불합격한 용접사는 불합격이 된 날로부터 1개월 이내에 불합격이 된 시험에 대해서 2배수의 시험편을 채취하여 시험을 하고 이에 합격하면 합격한 것으로 할 수 있다.
- (3) 최초 시험의 전부 또는 전 (2)호의 재시험에 불합격한 응시자는 불합격한 날로부터 1개월 이상 경과하지 아니하면 다시 수험할 수 없다.

4. 용접 및 각종의 처리 일반

- (1) 시험재의 아크용접은 교류 또는 직류 중 어느 것이어도 좋다.
- (2) 시험편은 용접을 시작하여 완료할 때까지 시험재의 상하좌우의 방향을 바꾸어서는 아니되며 수직자세에서의 용접은 상진용접으로 하여야 한다.
- (3) 용접은 한쪽에서 하고 뒷면용접을 하여서는 아니 된다.
- (4) 판의 시험재는 원칙적으로 역변형(strain)이나 구속 등의 방법으로 용접 후의 각 변형이 5°를 넘지 아니하도록 용접하여야 한다.
- (5) 시험재는 모든 용접의 전후를 통하여 열처리, 피닝(peening) 등을 하여서는 아니 된다.
- (6) 시험재에 사용하는 뒷담판으로는 강판, 동판, 세라믹 또는 충분한 용입을 얻을 수 있는 유사한 재료를 사용할 수 있다.

502. 기량자격의 종별 및 시험자세에 따른 인정범위

1. 기량자격의 종별 판 및 판의 기량자격시험에 대한 종별 구분은 표 2.2.9 및 표 2.2.10에 따른다.
2. 기량자격의 자세별 기량자격시의 시험자세와 실제용접공사시의 인정자세는 표 2.2.11에 따른다.

표 2.2.9 판의 기량시험의 종별, 시험재의 두께, 시험항목 및 인정범위

종별	판의 시험재 두께 t (mm)	굽힘시험편의 수 ⁽¹⁾			실제 용접시공에 적용이 인정되는 판의 두께 (mm)
		앞면	뒷면	측면	
1종 ⁽²⁾	$t < 9.5$	1	1	-	3 ~ 19
2종 ⁽³⁾	$9.5 \leq t < 25$	-	-	2	3 ~ $2t$
3종 ⁽⁴⁾	$t \geq 25$	-	-	2	3 이상

(비고)

(1) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 굽힘시험 대신 방사선 투과시험을 실시할 수 있다.

(2) 판의 시험재의 모양 및 치수는 그림 2.2.11에 따른다.

(3) 판의 시험재의 모양 및 치수는 그림 2.2.12에 따른다.

(4) 판의 시험재의 모양 및 치수는 그림 2.2.13에 따른다.

표 2.2.10 판의 기량시험의 종별, 시험재의 두께, 시험항목 및 인정범위

종별	관의 시험재 (mm)		굽힘시험편의 수 ⁽¹⁾						실제 용접시공에 적용되는 인정범위 (mm)	
			1G-P 및 2G-P 자세			5G-P, 6G-P 및 6GR-P 자세				
	바깥지름, D	두께, t	앞면	뒷면	측면	앞면	뒷면	측면	바깥지름	관의 두께
1종 ⁽⁴⁾	$D \leq 100$	제한없음	-	2 ⁽²⁾	-	2	2	-	19~100	3 ~ 19
2종 ⁽⁵⁾	$D > 100$	$t \leq 9.5$	1	1	-	2	2	-	100이상 ⁽³⁾	3 ~ 19
3종 ⁽⁶⁾		$t > 9.5$	-	-	2	-	-	4		5이상
3R 종 ⁽⁷⁾ (T, K 및 Y 이음)	$D > 150$	$t \geq 12.5$	-	-	-	-	-	4	100이상	5이상

(비 고)

(1) 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 굽힘시험 대신 방사선 투과시험을 실시할 수 있다.

(2) 알루미늄 합금재인 경우는 앞면굽힘시험 및 뒷면굽힘시험으로 한다. (그림 2.2.14 참조)

(3) 바깥지름의 최소값은 시험재 직경의 1/2이나 100 mm 중 큰 쪽으로 한다.

(4) 관의 시험재의 모양 및 치수는 그림 2.2.14에 따른다.

(5) 관의 시험재의 모양 및 치수는 그림 2.2.15에 따른다.

(6) 관의 시험재의 모양 및 치수는 그림 2.2.16에 따른다.

(7) 관의 시험재의 모양 및 치수는 그림 2.2.17에 따른다.

표 2.2.11 용접기량자격의 자세

종 별	시험자세 ⁽¹⁾⁽²⁾	실제 용접시공에 인정되는 용접자세 ⁽³⁾	
		판의 용접	관의 용접
각 종별 관의 용접	하향용접(1G)	F	F ⁽⁵⁾
	수평용접(2G)	F, H	F, H ⁽⁵⁾
	수직용접(3G)	F, H, V	F, H, V ⁽⁵⁾
	상향용접(4G)	F, OH	F, OH ⁽⁵⁾
	(4)	전자세	전자세 ⁽⁵⁾
각 종별 판의 용접	수평회전(1G-P)	F	F
	수직고정(2G-P)	F, H	F, H
	수평고정(5G-P)	F, V, OH	F, V, OH
	수직고정+수평고정(2G-P)+(5G-P)	전자세	전자세
	경사고정(6G-P)	전자세	전자세
	제한링을 가지는 경사고정(6GR-P)	전자세 ⁽⁶⁾	전자세 ⁽⁶⁾

(비 고)

(1) 그림 2.2.9 및 그림 2.2.10에 따른다.

(2) 상위 종별의 각 시험자세별 자격자는 하위종별의 같은 시험자세를 가진 것으로 간주한다.

(3) F=하향용접(flat), V=수직용접(vertical), H=수평용접(horizontal), OH=상향용접(overhead)

(4) 실제 용접시공에 사용되는 재료의 종류에 따라 다음 표에 규정하는 2가지 시험에 동시에 합격하여야 한다.

종별 \ 재료	일반강 및 스테인리스강	알루미늄합금재
1 종	3G와 4G	2G와 4G
2 종		
3 종	2G와 3G	

(5) 관의 직경이 600 mm 이상이고 뒷땀판을 사용하거나 또는 뒷면다듬질(back gouging)을 실시하는 경우에 인정한다.

(6) T, K 및 Y 이음의 자격(3R종 판) 및 접근이 제한된 장소의 용접을 위한 자격이 요구될 때 적용된다.

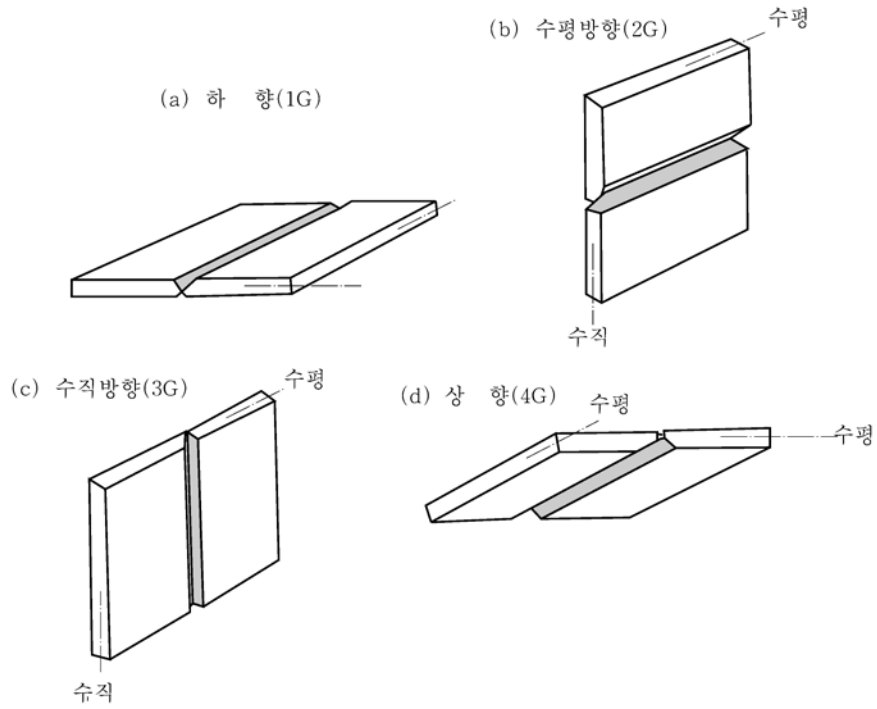


그림 2.2.9 판의 용접자세

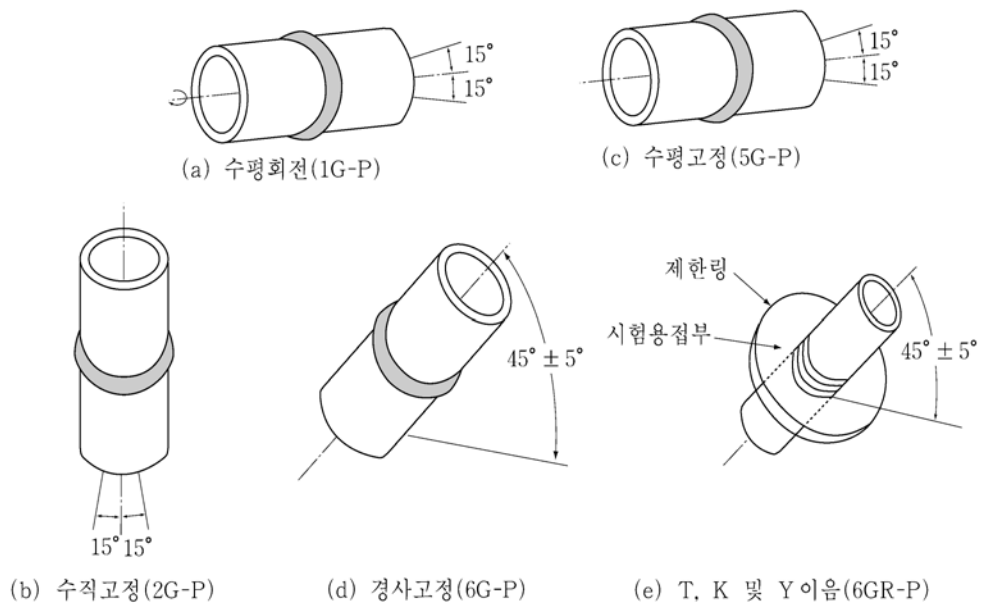


그림 2.2.10 관의 용접자세

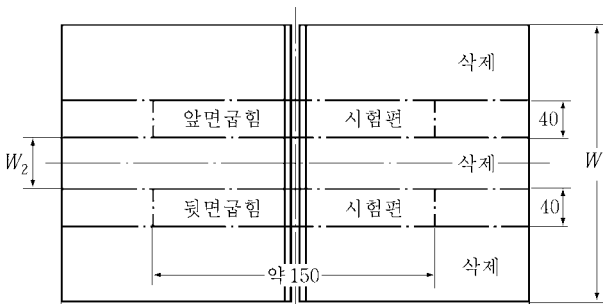
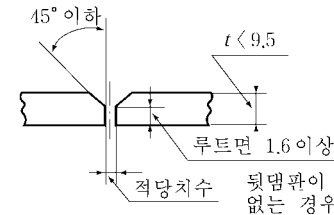
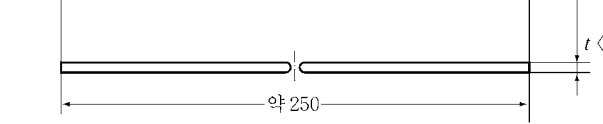
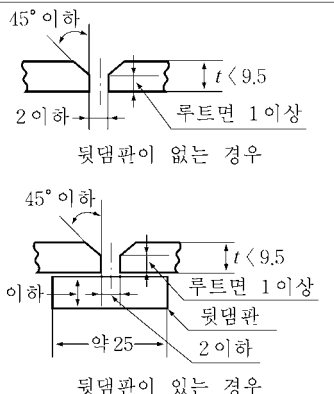
재료구분	시 험 재 의 치 수	홈 의 모 양
일 반 강 및 스테인리스강	 <p> W_1 : 수동 및 TIG 용접에서는 약 150 mm 반자동 용접에서는 약 200 mm W_2 : 수동 및 TIG 용접에서는 30 mm 이하 반자동 용접에서는 약 40 mm </p>	 <p>45° 이하 $t < 9.5$ 루트면 1.6 이상 적당치수 뒷땀판이 없는 경우</p>
알 루 미 늬 합 금 재	 <p> W_1 : 수동 및 TIG 용접에서는 약 150 mm 반자동 용접에서는 약 200 mm W_2 : 수동 및 TIG 용접에서는 30 mm 이하 반자동 용접에서는 약 40 mm </p>	 <p>45° 이하 $t < 9.5$ 루트면 1 이상 뒷땀판이 없는 경우</p> <p>45° 이하 $t < 9.5$ 루트면 1 이상 뒷땀판 2 이하 약 25 뒷땀판이 있는 경우</p>

그림 2.2.11 1종 판의 시험재의 치수 및 홈의 모양 (단위 : mm)

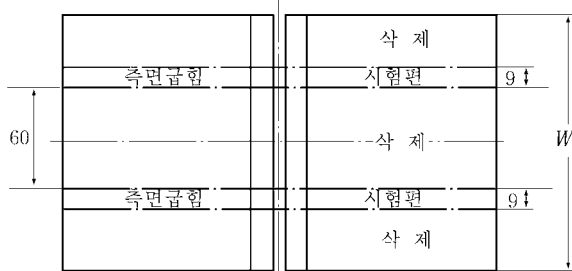
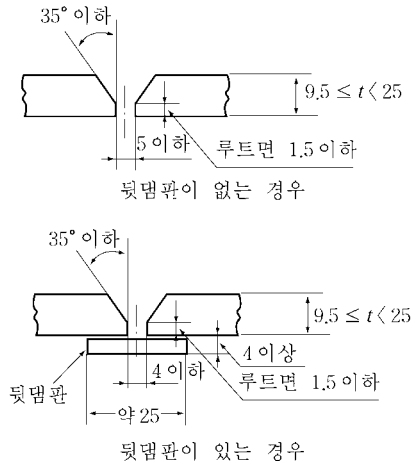
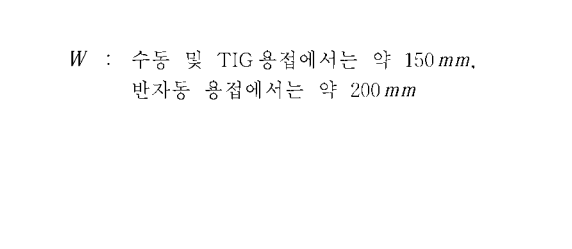
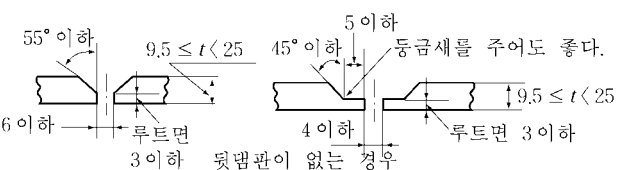
재료구분	시 험 재 의 치 수	홈 의 모 양
일 반 강 및 스테인리스강	 <p> W : 수동 및 TIG 용접에서는 약 150 mm, 반자동 용접에서는 약 200 mm </p>	 <p>35° 이하 $9.5 \leq t < 25$ 5 이하 루트면 1.5 이하 뒷땀판이 없는 경우</p> <p>35° 이하 $9.5 \leq t < 25$ 4 이하 4 이상 루트면 1.5 이하 약 25 뒷땀판이 있는 경우</p>
알 루 미 늬 합 금 재	 <p> W : 수동 및 TIG 용접에서는 약 150 mm, 반자동 용접에서는 약 200 mm </p>	 <p>55° 이하 $9.5 \leq t < 25$ 6 이하 루트면 3 이하 뒷땀판이 없는 경우</p> <p>55° 이하 $9.5 \leq t < 25$ 8 이하 루트면 3 이하 6 이하 뒷땀판이 있는 경우</p> <p>5 이하 45° 이하 4 이하 루트면 3 이하 등금세를 주어도 좋다.</p>

그림 2.2.12 2종 판의 시험재의 치수 및 홈의 모양 (단위 : mm)

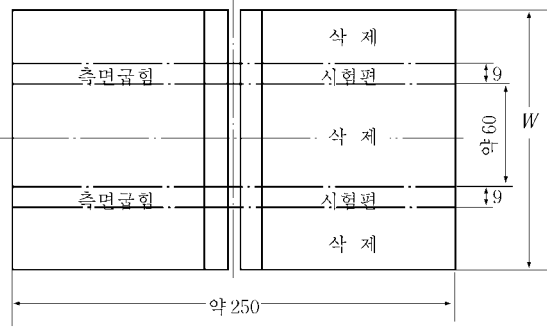
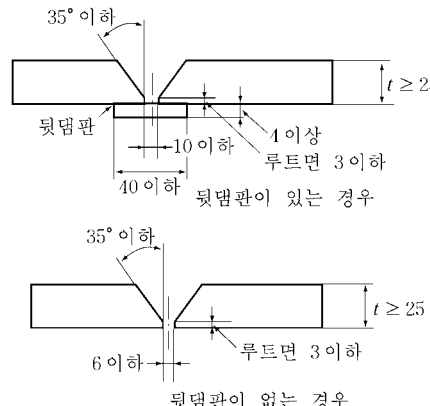
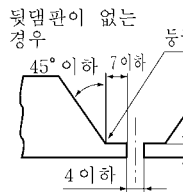
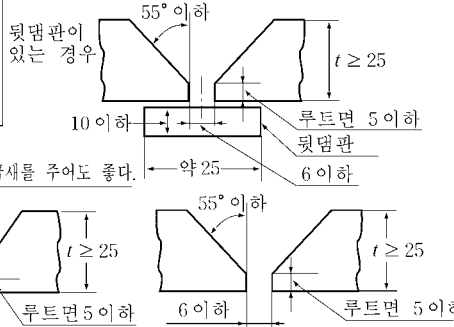
재료구분	시 험 재 의 치 수	홈 의 모 양
일 반 강 및 스테인리스강	 <p>W : 수동 및 TIG 용접에서는 약 150 mm, 반자동 용접에서는 약 200 mm</p>	 <p>35° 이하 10 이하 40 이하 1 이상 루트면 3 이하 뒷땀판이 있는 경우</p> <p>35° 이하 6 이하 루트면 3 이하 뒷땀판이 없는 경우</p>
알 루 미 늑 합 금 재	 <p>뒷땀판이 없는 경우 45° 이하 7 이하 4 이하 등금새를 주어도 좋다. t ≥ 25 루트면 5 이하</p>	 <p>55° 이하 10 이하 25 이하 6 이하 루트면 5 이하 뒷땀판이 있는 경우</p> <p>55° 이하 6 이하 루트면 5 이하 뒷땀판이 없는 경우</p>

그림 2.2.13 3종 판의 시험재의 치수 및 홈의 모양 (단위: mm)

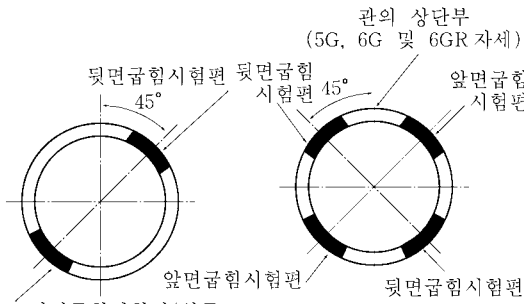
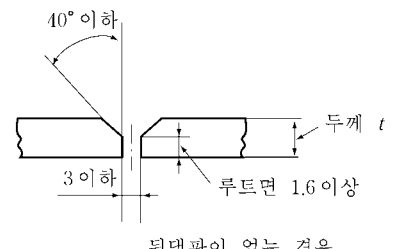
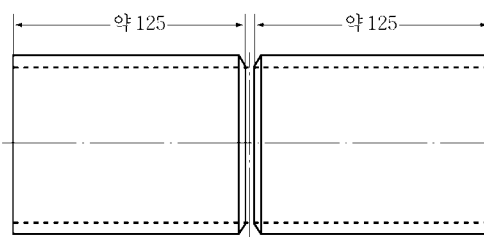
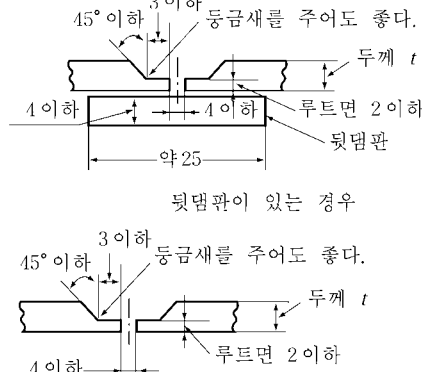
재료구분	시 험 재 의 치 수	홈 의 모 양
일 반 강 및 스테인리스강	 <p>관의 상단부 (5G, 6G 및 6GR 자세) 45° 앞면굽힘시험편 뒷면굽힘시험편</p>	 <p>40° 이하 3 이하 루트면 1.6 이상 뒷땀판이 없는 경우</p>
알 루 미 늑 합 금 재	 <p>1G-P 및 2G-P 자세의 경우 5G-P, 6G-P 및 6GR-P 자세의 경우 약 125 약 125</p>	 <p>45° 이하 3 이하 4 이하 루트면 2 이하 뒷땀판이 있는 경우</p> <p>45° 이하 3 이하 4 이하 루트면 2 이하 뒷땀판이 없는 경우</p>

그림 2.2.14 1종 관의 시험재의 치수 및 홈의 모양 (단위 : mm)

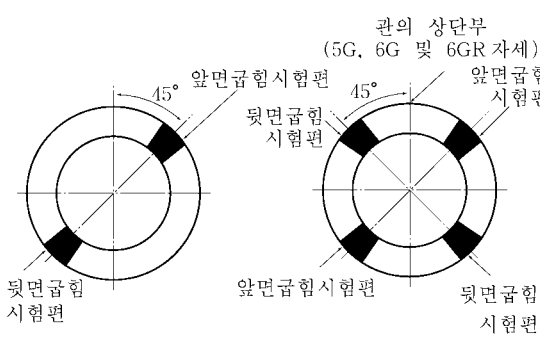
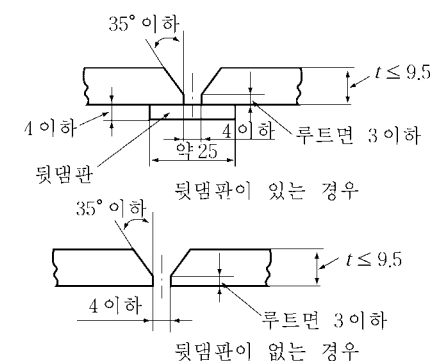
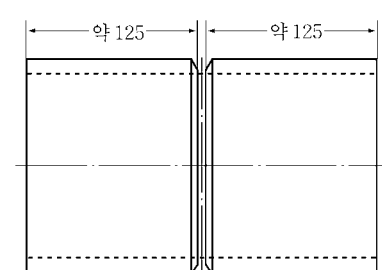
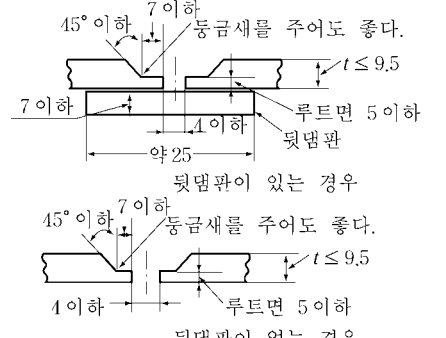
재료구분	시 험 재 의 치 수	홈 의 모 양
일 반 강 및 스테인리스강	<p>관의 상단부 (5G, 6G 및 6GR 자세)</p>  <p>앞면굽힘시험편 뒷면굽힘시험편</p>	 <p>35° 이하 4 이하 약 25 루트면 3 이하 뒷땀판 뒷땀판이 있는 경우 t ≤ 9.5 35° 이하 4 이하 루트면 3 이하 뒷땀판이 없는 경우</p>
알 루 미 늑 합 금 재	<p>1G-P 및 2G-P 자세의 경우</p>  <p>5G-P, 6G-P 및 6GR-P 자세의 경우</p>	 <p>45° 이하 7 이하 동급새를 주어도 좋다. 루트면 5 이하 뒷땀판 뒷땀판이 있는 경우 t ≤ 9.5 45° 이하 7 이하 동급새를 주어도 좋다. 루트면 5 이하 뒷땀판이 없는 경우</p>

그림 2.2.15 2종 관의 시험재의 치수 및 홈의 모양 (단위 : mm)

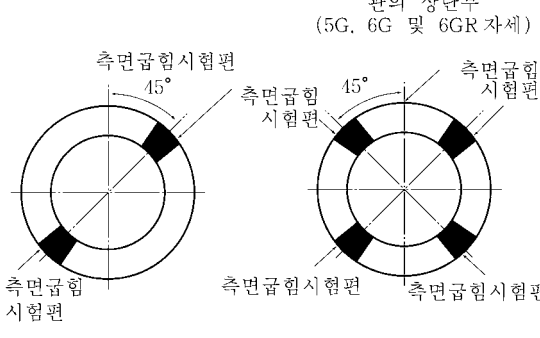
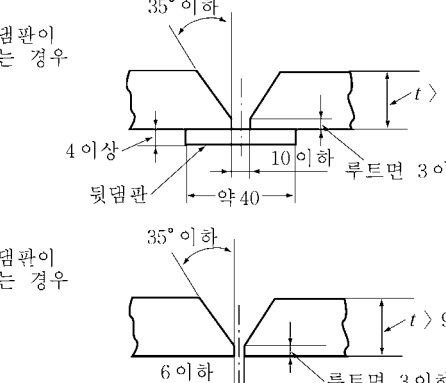
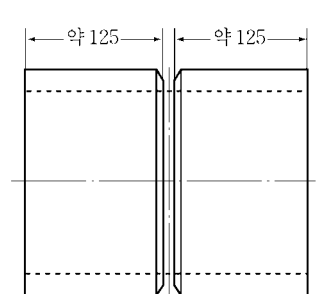
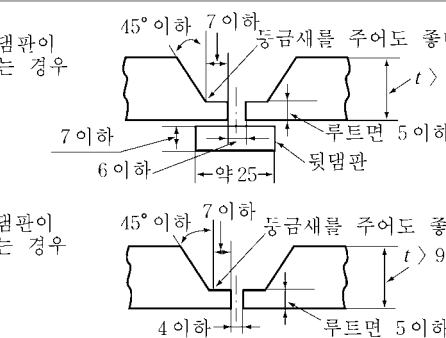
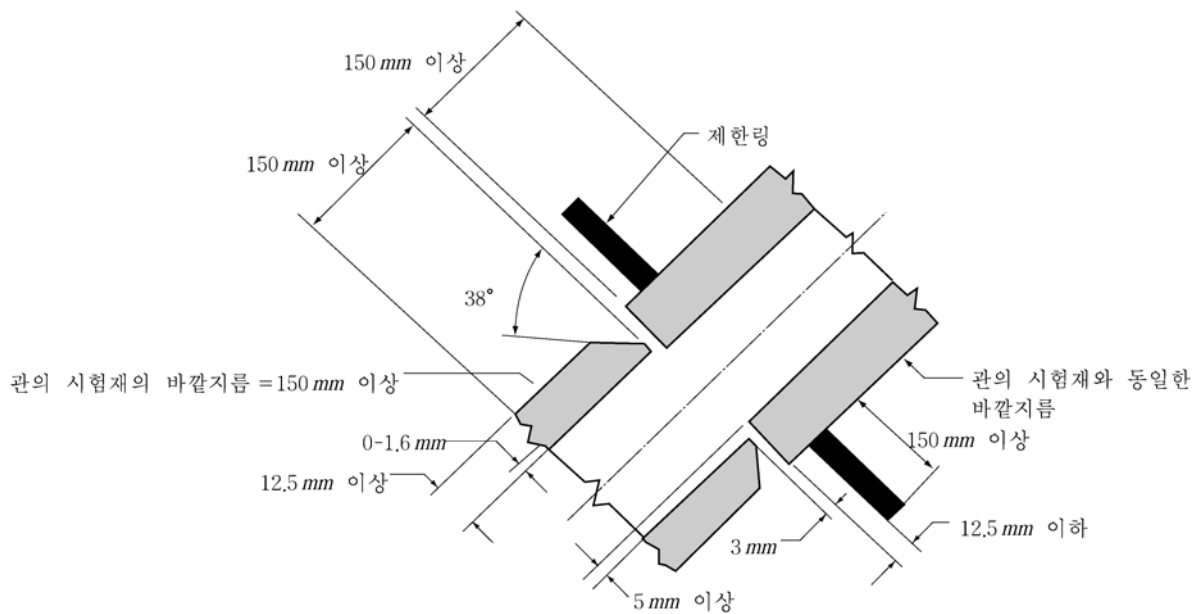
재료구분	시 험 재 의 치 수	홈 의 모 양
일 반 강 및 스테인리스강	<p>관의 상단부 (5G, 6G 및 6GR 자세)</p>  <p>측면굽힘시험편</p>	 <p>35° 이하 4 이상 10 이하 루트면 3 이하 뒷땀판 뒷땀판이 있는 경우 t > 9.5 35° 이하 6 이하 루트면 3 이하 뒷땀판이 없는 경우</p>
알 루 미 늑 합 금 재	<p>1G-P 및 2G-P 자세의 경우</p>  <p>5G-P, 6G-P 및 6GR-P 자세의 경우</p>	 <p>45° 이하 7 이하 동급새를 주어도 좋다. 루트면 5 이하 뒷땀판 뒷땀판이 있는 경우 t > 9.5 45° 이하 7 이하 동급새를 주어도 좋다. 루트면 5 이하 뒷땀판이 없는 경우</p>

그림 2.2.16 3종 관의 시험재의 치수 및 홈의 모양 (단위 : mm)



T, K 및 Y 이음(6GR-P)의 경우

그림 2.2.17 3R 종 관의 시험재의 치수 및 모양

503. 기량자격시험의 방법

1. 시험재 및 용접용재료

(1) 일반강의 시험재 및 용접용재료

(가) 관의 시험재는 다음 중 어느 것 또는 우리 선급이 이와 동등하다고 인정하는 것으로 한다.

- (i) 선체용 압연강판(A, B, D, E)
- (ii) 보일러용 압연강판(RSP 42, RSP 46)
- (iii) KS D 3503 일반구조용 압연강재(SS 400)
- (iv) KS D 3560 보일러 및 압력용기용 폴리브덴강 강판(SBB 42, SBB 46)
- (v) KS D 3515 용접구조용 압연강재(SWS 41A, SWS 41C)

(나) 관의 시험재는 다음 중 어느 것 또는 우리 선급이 이와 동등하다고 인정하는 것으로 한다.

- (i) 압력배관용 강관 제1종 내지 제3종(RST 1 내지 RST 3)
- (ii) KS D 3563 보일러 및 열교환기용 탄소강관(STH 42)
- (iii) KS D 3562 압력배관용 탄소강 강관(SPPS 42)
- (iv) 전 (가)의 관의 시험재에 사용하는 압연강재로 가공한 것

(다) 시험에 사용하는 용접용재료는 연강용으로서 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다.

(2) 스테인리스강의 시험재 및 용접용재료

(가) 관 및 관의 시험재는 1장에 규정된 압연스테인리스 강재 및 스테인리스 강관 또는 이와 동등하다고 인정하는 것으로 한다.

(나) 시험에 사용하는 용접용재료는 스테인리스강용으로서 우리 선급이 승인하는 것이어야 한다.

(3) 알루미늄합금재의 시험재 및 용접용재료

(가) 관의 시험재는 1장에 규정된 5083P-O 또는 이와 동등하다고 인정하는 것으로 한다.

(나) 관의 시험재는 전 (가)의 재료로 가공한 것으로 한다.

(다) 시험에 사용되는 용접용재료는 알루미늄합금재용으로서 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다.

2. 시험편

(1) 1종 관의 시험재에 대한 앞면 및 뒷면굽힘 시험편은 표 2.2.2의 RB 7호로 하고 2종 및 3종 관의 시험재에 대한 측면굽힘시험편은 표 2.2.2의 RB 8호로 한다.

(2) 1종 또는 2종 관의 시험재에 대한 앞면 및 뒷면 굽힘시험편은 각각 표 2.2.2의 RB 9호 또는 RB 10호로 하고 3종 및 3R종 관의 시험재에 대한 측면굽힘시험편은 표 2.2.2의 RB 11호로 한다.

3. 굽힘시험

- (1) 굽힘시험은 형굽힘시험 또는 롤러굽힘시험의 어느 하나로 하여 시험편을 180°로 굽힌다. 다만, 알루미늄합금은 롤러굽힘시험을 원칙으로 하되 우리 선급이 승인하는 경우에는 적절한 방법의 형굽힘시험으로 대신할 수 있다. 또한, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우 굽힘시험 대신 방사선 투과시험을 실시할 수 있다.
- (2) 판 또는 관의 시험편은 **그림 2.2.1** 또는 **그림 2.2.2**의 형굽힘지그를 사용하는 형굽힘시험으로 한다. 다만, 1종 관의 시험편은 롤러 굽힘시험으로 하여야 한다.
- (3) 롤러 굽힘시험은 **표 2.2.12**의 조건에 따라 **그림 2.2.3**의 롤러 굽힘용지그를 사용하여 시험하여야 한다.

표 2.2.12 롤러 굽힘시험 조건

시 험 재		플런저 단부의 반지름
일반강	1종 판	1.5 t
	1종 판, 2종 판, 3종 판 2종 관, 3종 관	2.0 t
스테인리스강	1종 판, 2종 판, 3종 판	
알루미늄합금재	1종 판, 2종 판, 3종 판	$3\frac{1}{3}t$
(비 고)		
t : 시험편의 두께		

- (4) 시험의 결과 시험편의 표면에는 길이 3 mm를 넘는 균열 또는 현저한 결함이 있어서는 아니 된다.

제 6 절 용접용재료

601. 일반사항

1. 적 용

- (1) 이 절에서 규정하는 각종 구조물의 용접에 사용되는 수동 및 그래비티 용접용 피복용접봉, 가스실드(gas shield) 아크 용접용재료(용접와이어/보호가스), 이층 또는 다층 서브머지드(submerged) 아크 용접용재료(용접와이어/플럭스), 플럭스코어드(flux cored) 아크 용접용재료(플럭스코어드 와이어), 일렉트로슬래그(electro slag) 및 일렉트로가스(electro gas) 용접용재료는 이 절에서 규정하는 승인된 용접용재료이어야 한다.
- (2) 전 호에 규정하는 이외의 용접법에 사용하는 용접용재료 또는 전 호의 규정을 적용하는 것이 적절하지 아니하다고 생각되는 특수한 용접용재료는 우리 선급의 승인을 받은 것이어야 한다.
- (3) 이 절에서 규정하지 아니한 용접용재료에 대한 승인시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

2. 제조법 승인용접용재료는 우리 선급의 승인을 받은 제조소에서 승인을 받은 방법으로 제조자의 책임하에서 품질이 균일하게 제조되는 것이어야 한다.

3. 승인시험

- (1) 용접용재료의 승인시험에 대하여는 602. 부터 609.의 규정에 따라 승인시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (2) 용접용재료는 각각의 제품에 대하여 각 제조소마다 승인을 받아야 한다. 다만, 다음 (가) 내지 (나)의 경우로서, 사용되는 재료와 제조공정이 승인을 받은 용접용재료에 대한 것과 동일함을 입증할 수 있는 경우, 우리 선급의 승인을 받아 정기검사와 동등한 수준으로 시험을 경감할 수 있다. 그러나 어떠한 의문이라든가 있는 경우에는 전체적인 시험이 요구될 수 있다.
 - (가) 승인을 받은 용접용재료의 제조자가 다른 제조소에서 해당 용접용재료를 제조하는 경우
 - (나) 승인을 받은 용접용재료의 제조자와 기술제휴에 의하여 해당 용접용재료를 제조하는 경우
- (3) 서브머지드 아크 용접용재료의 경우로서, 동일한 회사에 속하는 여러 공장에서 공급된 다른 용접와이어들과 한 종류의 플럭스를 조합해서 사용하는 경우, 우리 선급의 승인을 받아 하나의 용접와이어-플럭스 조합에 대해서만 시험할 수 있다. 다만, 서로 다른 용접와이어들은 동일한 기술사양에 적합한 것이어야 한다.
- (4) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 규정의 시험검사 이외에 또 다른 시험검사를 요구할 수 있다.

4. 정기검사

- (1) 승인받은 용접용재료의 정기검사는 각 용접용재료마다 정해진 시험 및 검사를 받아야 한다.
- (2) 승인받은 용접용재료의 제조방법 및 설비는 12개월을 넘지 아니하는 간격으로 우리 선급 검사원의 검사를 받아야 한다.

5. 승인내용의 변경

- (1) 승인된 용접용재료에 대하여 용작금속의 화학성분 및 기계적성질에 변경을 초래할 수 있는 변경이 있는 경우, 제조자는 그 변경사항을 우리 선급에 즉시 통보하여야 한다. 우리 선급은 추가적인 시험을 요구할 수 있다.
- (2) 제조자의 요청이 있는 경우, 이미 승인을 받은 용접용재료에 대하여 강도 또는 인성에 관한 종류를 변경할 수 있다. 다만, 변경시기는 원칙적으로 정기검사에 한다. 일반적으로 통상적인 정기검사에 추가하여 맞대기 용접이음에 대한 시험이 추가로 요구된다.

6. 재시험

(1) 인장 및 굽힘시험

- (가) 인장시험 또는 굽힘시험에 불합격한 경우 그 해당 시험에 대하여 2배수의 시험편을 채취하여 재시험을 하고 모든 시험편이 시험에 합격하였을 때에는 합격으로 한다.
- (나) 최초의 용접시험재료부터 시험편 채취가 어려운 경우에는 동일 배치의 용접용재료를 사용하여 새로운 시험재를 준비하여야 한다.
- (다) 새로운 시험재가 최초의 시험재와 동일한 방법(특히 용접층수)으로 용접된 경우, 그 해당 시험에 대하여만 2배수의 시험편을 채취하여 재시험을 한다. 그렇지 않은 경우에는 모든 시험에 대하여 재시험을 하여야 한다.

(2) 충격시험

(가) 충격시험 결과가 규격에 합격하지 아니한 경우에는 다음 (i) 또는 (ii)의 경우를 제외하고 그 시험편을 채취한 시험재로부터 다시 1조의 시험편을 채취하여 재시험을 할 수 있다.

(i) 시험편 3개 모두가 규정의 평균흡수에너지값에 미치지 못한 경우

(ii) 시험편 중 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우

(나) 재시험은 최초 불합격된 시험편의 값을 포함하여 함께 6개의 시험편의 흡수에너지 평균치가 규정의 평균흡수에너지값 이상이고, 동시에 해당시험편 중 규정의 평균흡수에너지값보다 작은 시험편의 수가 2개 이하이고 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 시험편의 수가 1개 이하이면 합격으로 한다.

(3) 재시험에서도 불합격이 되는 경우에는 용접조건을 변경하고 다시 시험을 받을 수 있다. 이때에는 그 시험재에 관한 모든 시험을 하고 이것에 합격하였을 때에 합격으로 한다.

7. 승인의 취소 승인받은 용접용재료가 다음 각 호의 어느 것에 해당할 때에는 제조자에 통지하고 승인을 취소할 수 있다.

(1) 품질이 승인할 때보다 현저하게 저하 또는 균일하지 아니하다고 인정될 때

(2) 소정의 정기검사에 합격하지 아니하였을 때

(3) 소정의 정기검사를 받지 아니하였을 때

8. 자 료 우리 선급이 필요할 때에는 용접용재료의 특성에 관한 자료의 제출을 요구할 수 있다.

9. 승인용접용재료의 포장 및 표시

(1) 용접용재료는 수송 및 저장에 대하여 품질을 보장할 수 있도록 적절히 포장되어야 한다.

(2) 포장에는 다음의 사항 및 우리 선급의 승인을 표시하는 문자를 표시하여야 한다.

(가) 상표

(나) 제조소명

(다) 가스를 사용하는 경우에는 그 종류

(라) 용접용재료의 종류 또는 그 기호

(마) 전류의 종류 및 극성

(바) 용접자세

(사) 제조년월일 또는 제조번호

(아) 치수(봉 또는 와이어의 지름, 봉 또는 와이어의 길이, 서브머지드 아크 자동용접용 플럭스의 입도 등)

(자) 특별히 주의를 요하는 사항

602. 연강, 고장력강 및 저온용강의 피복아크 용접봉**1. 적 용**

(1) 다음 (가) 및 (나)의 연강, 고장력강 및 저온용강용 피복아크 용접봉(이하 **용접봉**이라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 602.의 규정에 따른다.

(가) 수동용접봉

(i) 맞대기용접 전용

(ii) 필릿용접 전용

(iii) 맞대기용접 및 필릿용접 겸용

(나) 그레비티 또는 이와 유사한 용접기구를 사용하는 경우의 용접봉

(i) 필릿용접 전용

(ii) 맞대기용접 및 필릿용접 겸용

(2) 이과 용접봉에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

2. 종류 및 기호

(1) 용접봉의 종류 및 기호는 표 2.2.13에 따른다.

(2) 저수소계 용접봉으로서 6항에 규정하는 수소시험에 합격한 것에는 해당 용접봉의 기호 뒤에 표 2.2.19의 표시기호를 부기한다. (예 : 2Y H5)

표 2.2.13 종류 및 기호

연강용	고장력강용	저온용강용
1	2Y, 2Y40	L 1, L 2, L 3,
2	3Y, 3Y40	L 91, L 92
3	4Y, 4Y40	

3. 시험일반

- (1) 전 1항 (1)호 (가)의 (i) 및 (iii)의 용접봉에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수, 시험재의 용접에 사용하는 용접봉의 지름, 용접자세 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 갯수는 표 2.2.14에 따른다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 이 표에 규정하는 시험 외에 우리 선급이 적절하다고 인정하는 고온균열시험을 요구할 수 있다.

표 2.2.14 피복아크 용접봉의 시험의 종류

시험의 종류	시 험 재					각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
	용접자세	봉의 지름 (mm)	갯수	모양 및 치수	판두께 (mm)	
용착금속 시험	하 향	4	1 ⁽¹⁾	그림 2.2.18	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
		최대지름	1 ⁽¹⁾			
맞대기 용접시험	하 향	최초의 층 : 4 최종 2개 층 : 최대지름 나머지 층 : 5이상	1	그림 2.2.19	15~20	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개) ⁽⁵⁾
		최초의 층 : 4 두번째 층 : 5 또는 6 나머지 층 : 최대지름	1 ⁽²⁾			
	수 평 ⁽⁴⁾	최초의 층 : 4 또는 5 나머지 층 : 5	1			
	수직상진	최초의 층 : 3.2 나머지 층 : 4 또는 5	1			
	수직하진	⁽³⁾	1			
	상 향	최초의 층 : 3.2 나머지 층 : 4 또는 5	1			
필릿용접 시험 ⁽⁶⁾	수 평	편 측 : 최대지름 반대측 : 최소지름	1	그림 2.2.20	20	매크로조직시험편 : 3개 ⁽⁸⁾ 경도시험편 : 3개 ⁽⁸⁾ 파면시험편 : 2개
수소시험 ⁽⁷⁾	하 향	4	4	⁽⁹⁾	12	수소시험편 : 1개
(비 고) (1) 제조하는 봉의 지름이 1종류뿐인 경우의 시험재는 1개로 한다. (2) 하향자세에만 대하여 시험을 하는 경우에는 이 종류의 시험재를 추가한다. (3) 제조자가 지정하는 봉지름의 용접봉을 사용한다. (4) 하향 및 수직상진의 맞대기 용접시험에 합격한 용접봉은 우리 선급의 승인을 받아 수평자세의 시험을 생략할 수 있다. (5) 상향용접에 대하여는 충격시험을 생략한다. (6) 맞대기용접 및 필릿용접 겸용의 용접봉에만 이 시험을 추가한다. (7) 저수소계 용접봉의 경우에만 이 시험을 한다. (8) 매크로조직시험 및 경도시험에 사용하는 시험편은 동일한 것으로 한다. (9) 모양 및 치수는 602.의 6항에 따른다.						

- (2) 전 1항 (1)호 (가) (ii)의 용접봉에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수, 시험재의 용접에 사용하는 용접봉의 지름, 용접자세 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 갯수는 표 2.2.15에 따른다.

표 2.2.15 필릿용접용 용접봉의 시험의 종류

시험의 종류	시험재					각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
	용접자세	봉의 지름 (mm)	갯수	모양 및 치수	판두께 (mm)	
용착금속 시험	하 향	4	1	그림 2.2.18	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
		최대지름	1			
필릿용접 시험	하 향	편측 : 최대지름 반대측 : 최소지름	1	그림 2.2.20	20	매크로조직시험편 : 3개 ⁽¹⁾ 경도시험편 : 3개 ⁽¹⁾ 파면시험편 : 2개
	수 평		1			
	수직상진		1			
	수직하진		1			
	상 향		1			
수소시험 ⁽²⁾	하 향	4	4	⁽³⁾	12	수소시험편 : 2개
(비 고) (1) 매크로시험 및 경도시험은 동일 시험편으로 한다. (2) 저수소계 용접봉의 경우에만 이 시험을 한다. (3) 모양 및 치수는 602.의 6항에 따른다.						

(3) 전 1항 (1)호 (나)의 용접봉에 대한 시험은 다음 (가) 및 (나)의 규정에 따른다.

(가) 전 1항 (1)호 (나) (i)의 용접봉에 대하여는 전 (2)호에 규정하는 표 2.2.15의 시험을 한다.

(나) 전 1항 (1)호 (나) (ii)의 용접봉에 대하여는 전 (가)의 시험 및 전 (1)호에 규정하는 표 2.2.14의 맞대기용접 시험을 한다.

(4) 전 1항 (1)호 (가) 및 (나)에 대하여 겸용 승인을 받고자 하는 경우에는 각각에 규정하는 모든 시험을 하여야 한다. 다만, 전 1항 (1)호 (나)의 용접봉에 대한 용착금속시험은 생략할 수 있다.

(5) 시험재로 사용되는 강판은 용접봉의 종류에 따라서 표 2.2.16에 따른다.

표 2.2.16 시험재로 사용되는 강판의 종류

용접봉의 종류	시험재로 사용되는 강판의 종류 ⁽¹⁾⁽²⁾
1	A
2	A, B 또는 D
3	A, B, D 또는 E
2Y	AH 32, AH 36, DH 32 또는 DH 36
3Y	AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32 또는 EH 36
4Y	AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32, EH 36, FH 32 또는 FH 36
2Y40	AH 40 또는 DH 40
3Y40	AH 40, DH 40 또는 EH 40
4Y40	AH 40, DH 40, EH 40 또는 FH 40
L 1	E 또는 RL 24A
L 2	E, RL 24A, RL 24B, RL 27 또는 RL 33
L 3	RL 27, RL 33 또는 RL 37
L 91	RL 9N53 또는 RL 9N60
L 92	RL 9N53 또는 RL 9N60
(비 고) (1) 용착금속 시험재에는 이 표의 규정에 관계없이 연강 또는 고장력강을 사용할 수 있다. 이 경우 L 91 및 L 92의 시험재에 대하여는 적절한 버터링을 한 것이어야 한다. (2) 맞대기용접 시험재로 사용되는 AH 32, DH 32, EH 32 및 FH 32 고장력강의 인장강도는 490 N/mm ² 이상이어야 한다.	

- (6) 용접전류, 용접전압 및 용접속도 등 용접조건은 제조자가 지정하는 범위내로 한다. 또한 교류 및 직류 겸용인 것에 대하여는 교류를 사용한다.
- (7) 용접봉의 승인시험은 품목마다 전 (1)호 내지 (4)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (8) 용접후 시험재에는 어떠한 열처리도 하여서는 아니 된다.
- (9) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선의 전반에 걸쳐 방사선 시험을 할 수 있다.

4. 용착금속 시험

(1) 용착금속 시험재의 용접

- (가) 시험재의 치수는 그림 2.2.18에 따르며 하향자세에서 보통의 방법으로 용접한다.
- (나) 각 층은 1패스 또는 여러 패스 중 어느 방법으로 용접하여도 좋으나 각 층의 용접진행방향은 시험재의 끝에서 층마다 서로 바꾸어야 한다. 또한 각 층의 두께는 2 mm 이상으로 하고 4 mm를 넘어서는 아니 된다.
- (다) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음 표면에서 계측한 온도가 100 °c 이상 250 °c 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.

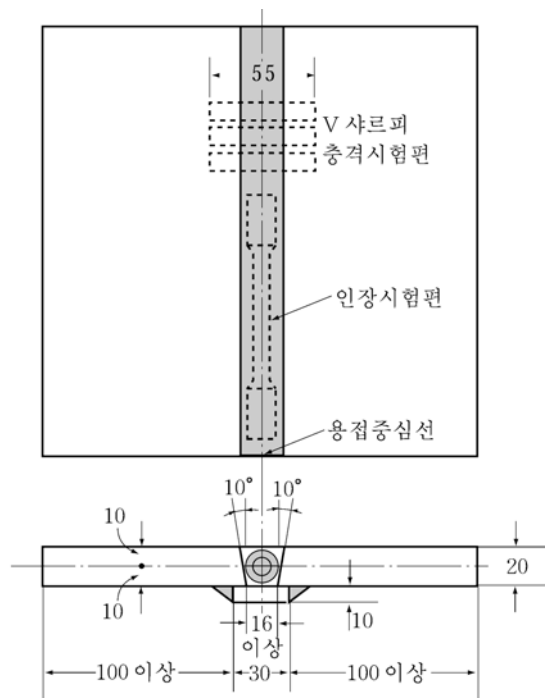
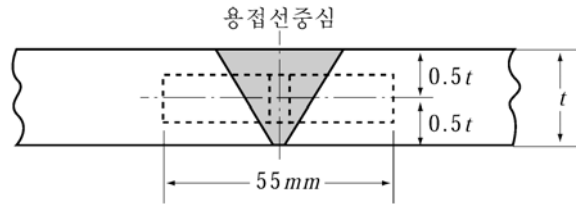


그림 2.2.18 피복아크 용접의 용착금속 시험재 (단위 : mm)

- (2) **화학성분** 제조자는 각 시험재에 대하여 용착금속의 화학성분을 분석하고 그 결과를 우리 선급에 제출하여야 한다. 또한 화학성분에는 주요 합금원소를 포함하여야 한다.
- (3) **용착금속 인장시험**
 - (가) 각 시험재로부터 표 2.2.1의 R 14호 인장시험편 1개를 채취한다. 시험편의 다듬질은 기계다듬질로 하고 시험편의 세로축 중심선이 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.
 - (나) 인장시험편은 수소제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위내에서 250 °c를 넘지 않게 가열하여도 좋다.
 - (다) 각 시험편의 인장강도, 항복강도 및 연신율은 표 2.2.17에 따른다. 다만, 인장강도가 규격치의 상한을 넘는 것에 대하여는 기타의 기계적 성질 및 용착금속의 화학성분을 고려하여 합격으로 할 수 있다.
- (4) **용착금속 충격시험**
 - (가) 각 시험재로부터 표 2.1.3의 R 4호 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이방향을 용접선에 직각으로 하고 그림 2.2.19에 따라 시험재 두께의 1/2 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.
 - (나) 시험편의 노치는 용접선의 중심과 일치시키고 노치의 길이방향을 시험재의 표면에 수직으로 한다.

그림 2.2.19 이음부의 충격시험편 채취위치 (t : 판두께)

(다) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.17에 따른다.

표 2.2.17 용착금속 인장시험 및 충격시험의 규격치

용접봉의 종류	인장강도 (N/mm^2)	항복강도 (N/mm^2)	연신율 (%)	충격시험	
				시험온도 (°c)	평균흡수에너지 (J)
1	400 ~ 560	305 이상	22 이상	20	47 이상
2				0	
3				-20	
2Y,	490 ~ 660	375 이상	22 이상	0	
3Y				-20	
4Y				-40	
2Y40	510 ~ 690	400 이상	22 이상	0	
3Y40				-20	
4Y40				-40	
L 1	400 ~ 560	305 이상	22 이상	-40	34 이상
L 2	440 ~ 610	345 이상	22 이상	-60	
L 3	490 ~ 660	375 이상	21 이상	-60	
L 91	590 이상	375 이상 ⁽¹⁾	25 이상	-196	27 이상
L 92	660 이상	410 이상 ⁽¹⁾	25 이상	-196	
(비 고)					
(1) 0.2 % 항복강도로 한다.					

(라) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

5. 맞대기용접 시험

(1) 맞대기용접 시험재의 용접

- (가) 시험재의 치수는 그림 2.2.20에 따르고 제조자가 지정하는 각 용접자세(하향, 수평, 수직상진, 수직하진 및 상향)에서 보통의 방법으로 용접한다.
- (나) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음 표면에서 계측한 온도가 $100^{\circ}C$ 이상 $250^{\circ}C$ 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.
- (다) 모든 시험재는 루트부에 건전한 용접금속이 확보되도록 뒷면다듬질을 한 후 지름 4 mm의 용접봉으로 그 시험재에 대응한 용접자세로 뒷면용접을 한다. 하향용접에만 사용하는 용접봉인 경우에는 시험재를 뒤집어서 뒷면용접을 할 수 있다.

(2) 맞대기 용접의 인장시험

- (가) 각 시험재로부터 표 2.2.1의 R 2A호 인장시험편 1개를 채취한다.
- (나) 용접부는 모재면까지 다듬질한다.
- (다) 시험편의 인장강도는 표 2.2.18에 따른다. 또한 인장강도는 파단위치와 함께 기록하여야 한다.

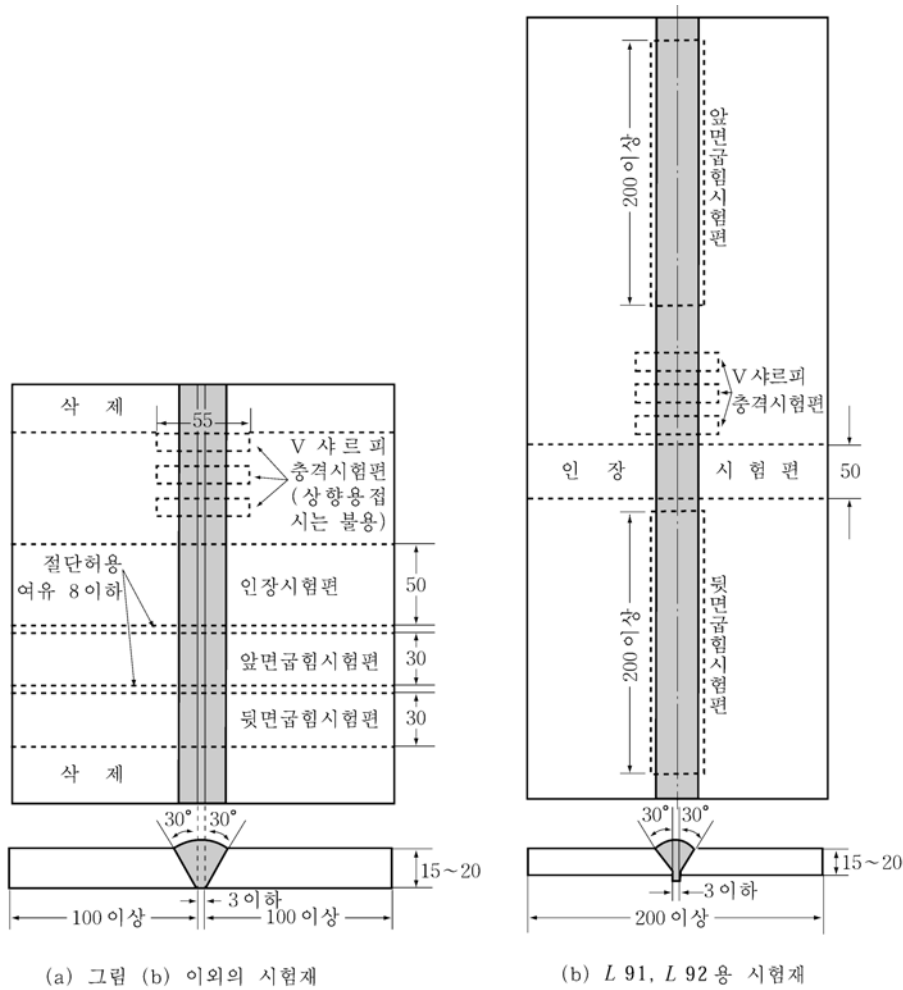


그림 2.2.20 피복아크 용접의 맞대기용접 시험재 (단위 : mm)

표 2.2.18 맞대기용접 인장시험 및 충격시험의 규격치

용접봉의 종류	인장강도 (N/mm^2)	충격시험		
		시험온도 ($^{\circ}C$)	평균흡수에너지 (J)	
			하향, 수평, 상향	수직상진, 수직하진
1	400 이상	20	47 이상	34 이상
2		0		
3		-20		
2Y	490 이상	0		39 이상
3Y		-20		
4Y		-40		
2Y40	510 이상	0		
3Y40		-20		
4Y40		-40		
L 1	400 이상	-40	27 이상	27 이상
L 2	440 이상	-60		
L 3	490 이상	-60		
L 91	630 이상	-196		
L 92	670 이상	-196		

(3) 맞대기용접 굽힘시험

- (가) 각 시험재료부터 표 2.2.2의 RB4호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편 각 1개를 채취한다. 다만, L 91 및 L 92에 대하여는 표 2.2.2의 RB1호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘시험편 각 1개를 세로방향으로 채취한다.
- (나) 용접부는 모재면까지 편평하게 다듬질한다. 또한 시험편의 모서리는 반경이 2 mm를 넘지 않도록 곡면가공한다.
- (다) 시험편은 판두께의 1.5배에 상당하는 안쪽반지름을 갖는 플런저로 앞면굽힘 및 뒷면굽힘을 하고 굽힘각도가 120° 이상에 도달하여도 시험편의 표면에 3 mm를 넘는 균열 또는 기타의 결함이 생겨서는 아니 된다. 다만, L 91 및 L 92에 대한 굽힘의 안쪽반지름은 판두께의 2배로 하고 굽힘각도는 180°로 한다.

(4) 맞대기용접 충격시험

- (가) 각 시험재료부터 표 2.1.3의 R 4호 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다.
- (나) 시험편의 채취위치는 그림 2.2.19에 따르고 그 모양, 치수, 노치의 위치 및 방향은 4항 (4)호의 용착 금속 충격시험의 규정에 따른다.
- (다) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.18에 따른다.
- (라) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균 흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

6. 수소시험

- (1) 수소시험은 KS B ISO 3690에 규정된 수은법 또는 가스 크로마토그래피와 같은 방법이 사용되어야 한다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우 글리세린치환법을 사용할 수 있다.
- (2) 4개의 시험편의 용착금속에서 얻어진 수소량의 평균치는 전 (1)호에서 규정하는 시험방법 및 기호의 종류에 따라 표 2.2.19의 규격에 합격하여야 한다.

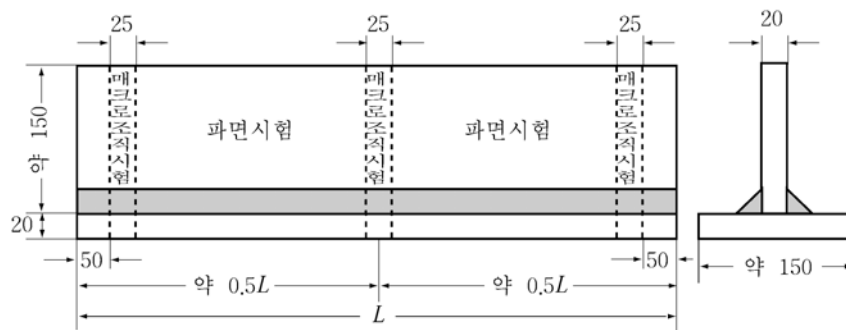
표 2.2.19 수소량의 규격치 ($\text{cm}^3/100\text{g}$)

표시기호	수 은 법	글리세린 치환법
H15	15 이하	10 이하
H10	10 이하	5 이하
H5	5 이하	-

7. 필릿용접 시험

(1) 필릿용접 시험재

- (가) 시험재의 치수는 그림 2.2.21에 따르고 제조자가 지정하는 각 용접자세(하향, 수평, 수직상진, 수직하진 및 상향)에 대하여 각 1개씩 용접한다.



(시험재의 길이 L은 적어도 용접봉 1개를 전부 사용하여 용접한 용접길이 이상이어야 한다.)

그림 2.2.21 필릿용접 시험재 (단위 : mm)

- (나) 최초의 필릿용접은 최대지름의 용접봉을 반대편 필릿용접에는 최소지름의 용접봉을 사용한다.
- (다) 각 장의 크기는 용접봉의 지름과 시험중에 사용되는 용접전류에 따라 적절히 한다.
- (라) 그라비티 또는 이와 유사한 용접기구를 사용하는 경우의 필릿용접은 신청된 용접법에 따라 최대길이의 용접봉을 사용하여야 한다. 또한 연장 및 고장력강 겸용의 용접봉으로 신청된 경우, 시험재는 고장력강으로 한다.

(2) 필릿용접의 매크로조직시험

- (가) 매크로조직시험편은 그림 2.2.21과 같이 3곳에서 너비 25 mm의 것을 채취한다.
- (나) 용접부 횡단면의 매크로 조직을 표시하는 시험편에는 과대한 상하 각 장의 차이, 용입불량 및 균열, 기타 유해한 결함이 있어서는 아니 된다.
- (3) 필릿용접의 경도시험 경도는 전 (2)호에 규정하는 매크로시험을 한 각 시험편의 용접금속, 열영향부 및 모재에 대하여 그림 2.2.22와 같이 측정하고 각각의 경도는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

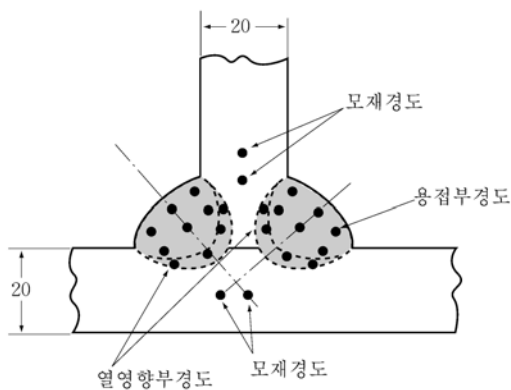


그림 2.2.22 경도시험 (단위 : mm)

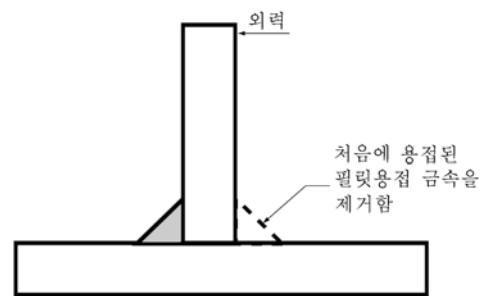


그림 2.2.23 파면시험

(4) 필릿용접의 파면시험

- (가) 매크로조직시험편을 채취한 나머지의 시험재 중 하나에 대하여는 필릿용접의 파단을 쉽게 하기 위하여 처음에 용접된 필릿용접금속을 제거하고 그림 2.2.23과 같이 필릿용접의 루트부에 인장이 걸리도록 반대쪽에 힘을 가하여 파단시킨 후 파단면을 검사한다. 다른 또 하나의 시험재에 대하여는 나중에 용접된 필릿용접 금속을 제거하고 동일하게 파면시험을 한다.
- (나) 파단면에는 불완전 용입 및 기타 유해한 결함이 있어서는 아니 된다.

8. 정기검사

- (1) 정기검사는 승인된 품목마다 다음 (2)호 및 (3)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (2) 수동용접봉에 대한 정기검사의 시험종류 등은 표 2.2.20에 따른다.
- (3) 그라비티 또는 이와 유사한 용접기구를 사용하는 경우의 용접봉에 대한 정기검사의 시험종류 등은 표 2.2.21에 따른다.
- (4) 전 (2)호 및 (3)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 전 4항에 따른다.

9. 종류의 변경

- (1) 승인된 용접봉의 강도나 인성에 관한 종류의 변경을 하는 경우에는 601.의 5항 (2)호의 규정에 따라 다음 각 호의 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (2) 강도에 관한 종류의 변경에 대하여는 전 8항의 정기검사 및 전 3항 (1)호에 규정하는 맞대기용접 시험을 한다.
- (3) 인성에 관한 종류의 변경에 대하여는 전 8항의 정기검사 및 전 3항 (1)호에 규정하는 맞대기용접 시험 중 충격시험만을 한다.

표 2.2.20 시험의 종류

시험의 종류 ⁽²⁾	시 험 재					각 시험재료로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
	용접자세	봉의지름(<i>mm</i>)	갯수	모양 및 치수	판두께(<i>mm</i>)	
용착금속시험	하향	4 ⁽¹⁾	1	그림 2.2.18	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
		4를 넘고 8이하	1			
(비 고)						
(1) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 봉지름 4 <i>mm</i> 의 용착금속시험 대신에 표 2.2.14에 규정하는 하향 또는 수직(상진 또는 하진) 용접자세의 맞대기용접 시험을 요구할 수가 있다. 이 경우에는 충격시험편 1조(3)개를 채취하는 것으로 한다.						
(2) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우 저수소계 용접봉에 대하여는 수소시험을 요구할 수 있다.						

표 2.2.21 시험의 종류

시험의 종류	시 험 재					각 시험재료로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
	용접자세	봉의지름(mm)	갯수	모양 및 치수	판두께(mm)	
용착금속 시험	하향	4이상	1	그림 2.2.18	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)

603. 연강, 고장력강 및 저온용강의 자동용접용재료

1. 적 용

- (1) 다음 (가) 내지 (다)의 연강, 고장력강 및 저온용강용 자동용접용 재료(이하 **자동용접용재료**라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 603.의 규정에 따른다.
 - (가) 서브머지드 아크 자동용접용 재료(와이어-플럭스 조합)
 - (나) 가스실드아크 자동용접용 재료(가스를 사용하는 플럭스코어드 와이어 또는 솔리드 와이어 자동용접용 재료)
 - (다) 셀프실드아크 자동용접용 재료(가스를 사용하지 않는 플럭스코어드 와이어 또는 플럭스피복 와이어 자동용접용 재료)
- (2) 2전극 이상의 자동용접용재료는 별도의 승인시험을 받아야 한다. 일반적으로 603.의 규정에 따라 시험하여야 한다.

2. 종류 및 기호

- (1) 자동용접용재료의 종류 및 기호는 표 2.2.22에 따른다.

표 2.2.22 종류 및 기호

연강용	고장력강용	저온용강용
1, 2, 3	1Y, 2Y, 3Y, 4Y 2Y40, 3Y40, 4Y40	L 1, L 2, L 3, L 91, L 92

- (2) 표 2.2.25의 각 용접법의 시험에 합격한 자동용접용재료에는 그 기호의 뒤에 표 2.2.23의 표시기호를 부기한다.

표 2.2.23 표시기호

용 접 법	표 시 기 호
다층용접법 ⁽¹⁾	<i>M</i>
양면 일층용접법 ⁽²⁾	<i>T</i>
다층 및 양면일층 겸용 용접법	<i>TM</i>
(비 고)	
(1) 다층용접법이란 용접봉의 패스를 여러 번에 걸쳐 완성하는 용접방법을 말한다.	
(2) 양면 일층용접법이란 용접봉의 패스를 양쪽에서 각각 한 번씩 하는 용접방법을 말한다.	

- (3) 가스실드아크 자동용접용 재료에는 전 (2)호의 표시기호 뒤에 *G*를, 셀프실드아크 자동용접용 재료에는 *N*을 부기한다. 또한 사용하는 보호가스의 종류는 표 2.2.24에 따르고 구분기호는 표시기호 *G* 다음에 부기한다. (예 : 3YTMG(M1))

표 2.2.24 보호가스의 종류

구분기호	종류	성 분			
		CO_2	O_2	H_2	$Ar^{(1)(2)}$
$M\ 1$	$M\ 11$	1~5	—	1~5	나머지
	$M\ 12$	1~5	—	—	나머지
	$M\ 13$	—	1~3	—	나머지
	$M\ 14$	1~5	1~3	—	나머지
$M\ 2$	$M\ 21$	6~25	—	—	나머지
	$M\ 22$	—	4~10	—	나머지
	$M\ 23$	6~25	1~8	—	나머지
$M\ 3$	$M\ 31$	26~50	—	—	나머지
	$M\ 32$	—	11~15	—	나머지
	$M\ 33$	6~50	9~15	—	나머지
C	$C\ 1$	100	—	—	—
	$C\ 2$	나머지	1~30	—	—
I	$I\ 1$	—	—	—	100
E	$E\ 1$	상기제외			
(비 고)					
(1) Ar 은 Ar 함량의 95% 까지 He 으로 대체될 수 있다.					
(2) 승인은 동등 이상의 He 함량을 가지는 혼합가스에만 적용된다.					

3. 시험일반

- (1) 자동용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수 그리고 각 시험재료로부터 채취하는 시험편의 종류와 갯수는 표 2.2.25에 따른다.
- (2) 시험재료 사용되는 강판은 용접용재료의 종류에 따라서 표 2.2.26에 따른다.
- (3) 자동용접용재료의 승인시험은 품목마다 전 (1)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (4) 가스실드아크 자동용접용 재료는 표 2.2.24의 가스 종류 중에서 제조자가 지정하는 것마다 전 (3)호의 시험을 한다. 다만, 제조자가 표 2.2.24의 구분기호 *M* 1, *M* 2 또는 *M* 3 또는 *C*에 포함되는 가스를 지정 한 경우에는 어느 한 종류의 가스에 대하여 전 (3)호의 시험을 하고 이에 만족하면 동일구분내 다른 종류의 가스에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 시험을 생략할 수 있다.
- (5) 용접전류, 용접전압 및 용접속도 등 용접조건은 제조자가 지정하는 범위내로 한다. 또한 교류 및 직류 겸용인 것에 대하여는 교류를 사용한다.

표 2.2.25 자동용접용 재료의 시험의 종류

용접법 ⁽⁷⁾	시험의 종류 ⁽⁸⁾		용접용재료의 종류	시 험 재			각 시험재료로부터 채취하는 시험편의 종류와 갯수
				갯수	모양 및 치수	판두께 (mm) ⁽³⁾	
다층 용접법	용착금속시험		1, 2, 3, 1Y, 2Y, 3Y, 4Y,	1	그림 2.2.24	20	인장시험편 : 2개 충격시험편 : 1조(3개)
	맞대기 용접시험		2Y40, 3Y40, 4Y40, L1, L 2, L 3 L 91, L 92	1 ⁽⁴⁾	그림 2.2.25	20~25	인장시험편 : 2개 ⁽⁴⁾ 앞면굽힘시험편 : 2개 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾ 뒷면굽힘시험편 : 2개 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾ 충격시험편 : 1조(3개)
양면 일층 용접법 ⁽⁹⁾	맞대기 용접시험	서브머지드 아크 자동용접	1, 1Y	1	그림 2.2.26	12~15	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 ⁽⁵⁾ 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
				1		20~25	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 ⁽⁵⁾ 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
			2, 3, 2Y, 3Y, 4Y, 2Y40, 3Y40, 4Y40,	1		20~25	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 ⁽⁵⁾ 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
				1		30~35	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 ⁽⁵⁾ 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
		가스실드 아크 및 셀프실드 아크 자동용접	1, 2, 3, 1Y, 2Y, 3Y, 4Y, 2Y40, 3Y40, 4Y40,	1		12~15 ⁽¹⁾	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 ⁽⁵⁾ 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
				1		20 ⁽²⁾	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 ⁽⁵⁾ 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
				1		20~25 ⁽¹⁾	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 ⁽⁵⁾ 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
				1		적용 최대두께 ⁽²⁾	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 ⁽⁵⁾ 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
	맞대기 용접시험		L 1, L 2, L 3 L 91, L 92	1		12~15	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 ⁽⁵⁾ 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
				1		20 또는 적용 최대두께	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 ⁽⁵⁾ 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)

(비 고)

(1) 적용최대 판 두께가 25 mm 이하인 경우의 시험재 두께.

(2) 적용최대 판 두께가 25 mm를 넘는 경우의 시험재 두께.

(3) 용접법과 관련하여 판 두께에 제한이 있는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 시험재의 두께를 변경할 수 있다. 다만, 양면일층용접의 시험재는 승인을 받고자 하는 등급에 관계없이 12~15 mm 및 20~25 mm 강판을 사용한다.

(4) 가스실드아크 및 셀프실드아크 다층용접법에 대한 맞대기용접 시험재의 개수는 승인받고자 하는 각 용접 자세마다 1개씩으로 한다. 다만, 용접자세가 두 가지 이상인 경우에는 각 용접자세의 시험재료로부터 채취하는 인장시험편, 앞면굽힘시험편 및 뒷면굽힘시험편의 개수는 규정의 1/2로 할 수 있다.

(5) 2개의 시험재 중 판 두께가 두꺼운 쪽의 시험재에서 채취한다.

(6) L 91, L 92의 맞대기용접 시험재에서 채취하는 앞면 및 뒷면굽힘시험편의 개수는 각 1개를 채취한다.

(7) 다층 및 양면일층용접법 겸용의 자동용접용 재료에 대하여는 다층 및 양면일층용접법의 양쪽에 대한 시험을 모두 하고 시험재의 개수, 모양 및 치수, 판 두께 그리고 각 시험편의 종류와 개수는 각각의 용접법의 규정에 따른다. 다만, 다층용접법의 용착금속시험의 인장시험편은 1개로 한다.

(8) 제조자의 신청에 따라 수소시험을 할 수 있다.

(9) 용접용재료가 연강 및 고장력강 겸용으로 승인신청된 경우, 고장력강을 사용하여 2개의 시험재를 준비한다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 연강을 사용한 두개의 시험재를 요구할 수 있다.

표 2.2.26 시험재로 사용되는 강판의 종류

용접용재료의 종류	시험재로 사용되는 강판의 종류 ⁽¹⁾⁽²⁾
1	A
2	A, B 또는 D
3	A, B, D 또는 E
1Y	AH 32 또는 AH 36
2Y	AH 32, AH 36, DH 32 또는 DH 36
3Y	AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32 또는 EH 36
4Y	AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32, EH 36, FH 32 또는 FH 36
2Y40	AH 40 또는 DH 40
3Y40	AH 40, DH 40 또는 EH 40
4Y40	AH 40, DH 40, EH 40 또는 FH 40
L 1	E 또는 RL 24A
L 2	E, RL 24A, RL 24B, RL 27 또는 RL 33
L 3	RL 27, RL 33 또는 RL 37
L 91	RL 9N53 또는 RL 9N60
L 92	RL 9N53 또는 RL 9N60

(비 고)

(1) 용착금속 시험재에는 이 표의 규정에 관계없이 연강 또는 고장력강을 사용할 수 있다. 이 경우 L 91 및 L 92의 시험재에 대하여는 적절한 버터링을 한 것이어야 한다.

(2) 맞대기용접 시험재로 사용되는 AH 32, DH 32, EH 32 및 FH 32 고장력강의 인장강도는 490 N/mm^2 이상이어야 한다.

(6) 용접후 시험재에는 어떠한 열처리도 하여서는 아니 된다.

(7) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선의 전반에 걸쳐 방사선 시험을 할 수 있다.

4. 다층용접법의 용착금속시험

(1) 다층 용접법의 용착금속 시험재

(가) 시험재의 치수는 그림 2.2.24에 따르며 보통의 방법으로 하향자세에서 다층 용접을 하고 각 패스의 용접진행 방향은 층마다 서로 바뀌어야 한다. 또한 각층의 용접을 완료한 후 플럭스와 용접슬래그를 제거하여야 한다.

(나) 각 층의 두께는 서브머지드 아크 자동용접용 재료에 대하여는 와이어의 지름 또는 4 mm 중 큰 쪽 이상으로, 가스실드아크 및 셀프실드아크 자동용접용 재료에 대하여는 3 mm 이상으로 하여야 한다.

(다) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음표면에서 측정한 온도가 100°C 이상 250°C 이하가 될때 까지 대기중에서 냉각한다.

(2) **화학적분** 제조자는 각 시험재에 대하여 용착금속의 화학성분을 분석하고 그 결과를 우리 선급에 제출하여야 한다. 또한 화학성분에는 주요 합금원소를 포함하여야 한다.

(3) 다층용접법의 용착금속 인장시험

(가) 각 시험재로부터 표 2.2.1의 R 14호 인장시험편 2개를 채취한다. 시험편의 다듬질은 기계다듬질로 하고 시험편의 세로축 중심선이 시험재의 용접중심선과 판 두께의 중심에 일치하여야 한다.

(나) 용착금속 인장시험의 규격치는 표 2.2.27에 따른다. 다만, 인장강도가 규격치의 상한을 넘는 것에 대하여는 기타의 기계적 성질 및 용착금속의 화학성분을 고려하여 합격으로 할 수 있다.

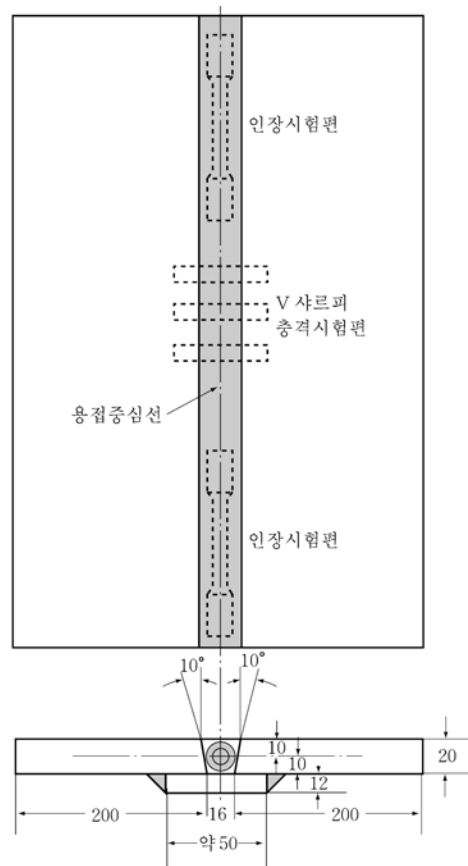


그림 2.2.24 다층 용접법의 용착금속 시험재 (단위 : mm)

표 2.2.27 용착금속 인장시험 및 충격시험의 규격치

용접용재료의 종류	인장강도 (N/mm^2)	항복강도 (N/mm^2)	연 신 율 (%)	충격시험		
				시험온도 ($^{\circ}C$)	평균흡수에너지 (J)	
1	400 ~ 560	305 이상	22 이상	20	34 이상	
2				0		
3				- 20		
1Y	490 ~ 660	375 이상	22 이상	20		34 이상
2Y				0		
3Y				- 20		
4Y				- 40		
2Y40	510 ~ 690	400 이상	22이상	0	39 이상	
3Y40				- 20		
4Y40				- 40		
L 1	400 ~ 560	305 이상	22 이상	- 40	27 이상	
L 2	440 ~ 610	345 이상	22 이상	- 60		
L 3	490 ~ 660	375 이상	21 이상	- 60		
L 91	590 이상	375 이상 ⁽¹⁾	25 이상	- 196		
L 92	660 이상	410 이상 ⁽¹⁾	25 이상	- 196		
(비 고)						
(1) 0.2 % 항복강도로 한다.						

(다) 인장시험편은 수소제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위 내에서 250°C 를 넘지 않게 가열하여도 좋다.

(4) 다층용접법의 용착금속 충격시험

(가) 각 시험재료로부터 표 2.1.3의 R 4호 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이 방향을 용접선에 직각으로 하고 그림 2.2.19에 따라 시험재 두께의 1/2 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.27에 따른다.

(다) 시험편의 노치는 용접선의 중심과 일치시키고 노치의 길이 방향을 시험재의 표면에 수직으로 한다.

(라) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균 흡수에너지 값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

5. 다층용접법의 맞대기용접시험

(1) 다층용접법의 맞대기용접 시험재

(가) 시험재의 치수는 그림 2.2.25에 따르며 하향자세에서 다층 용접으로 하고 그 용접방법은 전 4항 (1) 호의 규정에 따른다. 다만, 가스실드아크 및 셀프실드아크 자동용접용 재료의 경우에는 제조자가 지정하는 각 용접자세로 용접한다.

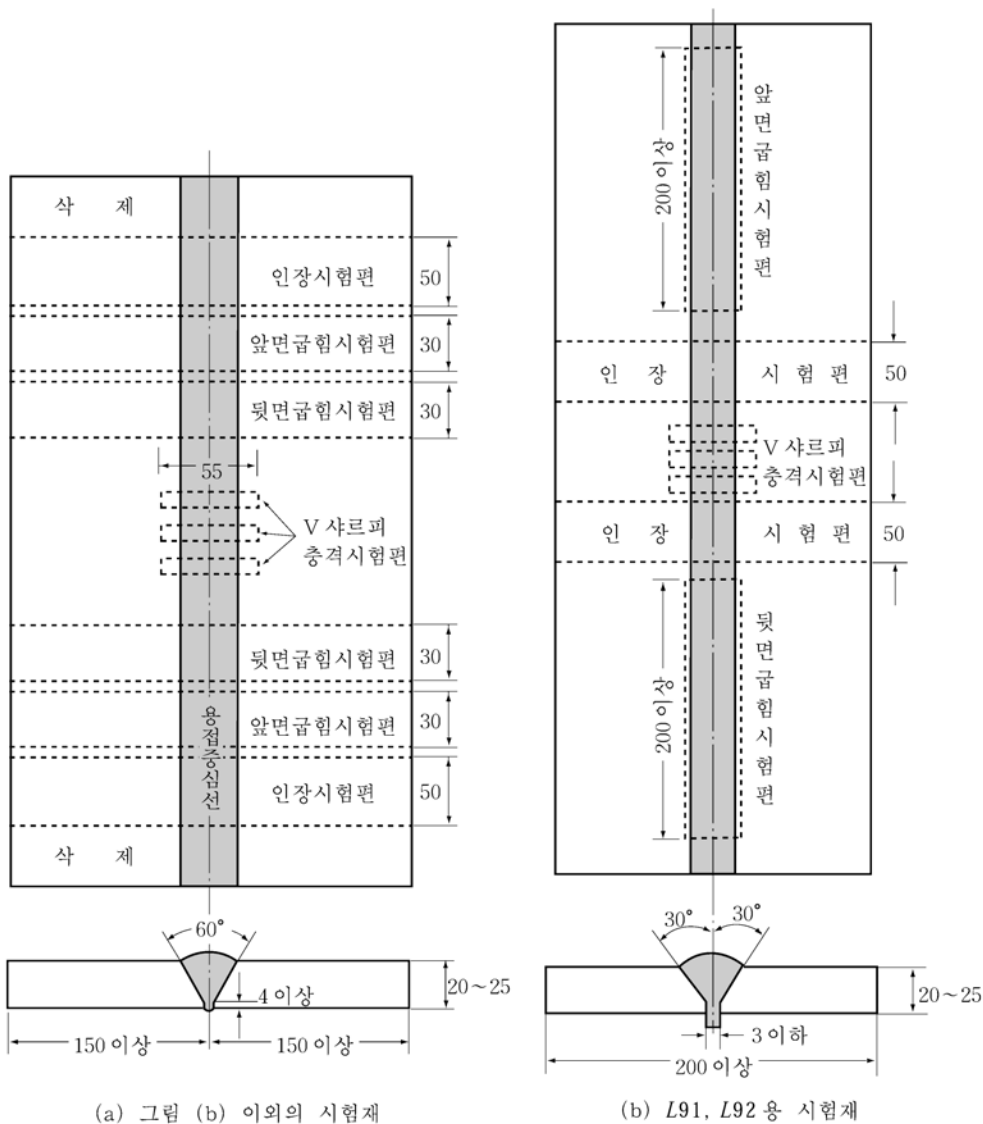


그림 2.2.25 다층 용접법의 맞대기용접 시험재 (자동용접, 단위 : mm)

(나) 시험재는 하향자세에서 앞면용접 후 뒷면용접을 한다. 또한 루트부에 건전한 용접금속이 얻어지도록 뒷면다듬질을 하여도 좋다.

(2) 다층 용접법의 맞대기용접 인장시험

(가) 각 시험재로부터 표 2.2.1의 R 2A 호 인장시험편 2개를 채취한다.

(나) 용접부는 모재면까지 다듬질한다.

(다) 시험편의 인장강도는 표 2.2.28에 따른다.

표 2.2.28 맞대기용접 인장시험 및 충격시험의 규격치

용접용재료의 종류	인장강도 (N/mm^2)	충격시험	
		시험온도 ($^{\circ}C$)	평균흡수에너지 (J)
1	400 이상	20	34 이상
2		0	
3		-20	
1Y	490 이상	20	
2Y		0	
3Y		-20	
4Y		-40	
2Y40	510 이상	0	39 이상
3Y40		-20	
4Y40		-40	
L 1	400 이상	-40	27 이상
L 2	440 이상	-60	
L 3	490 이상	-60	
L 91	630 이상	-196	
L 92	670 이상	-196	

(3) 다층 용접법의 맞대기용접 굽힘시험

(가) 각 시험재로부터 표 2.2.2의 RB 4호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편 각 2개를 채취한다. 다만, L 91 및 L 92에 대하여는 표 2.2.2의 RB 1호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편 각 1개를 세로방향으로 채취한다.

(나) 시험편은 판두께의 1.5배에 상당하는 안쪽반지름을 갖는 플런저로 앞면굽힘 또는 뒷면굽힘을 하고 굽힘각도가 120° 이상에 도달하여도 시험편의 표면에 $3mm$ 를 넘는 균열 또는 기타의 결함이 생겨서는 아니 된다. 다만, L 91 및 L 92에 대한 굽힘의 안쪽반지름은 판두께의 2배로 하고 굽힘각도는 180° 로 한다.

(4) 다층 용접법의 맞대기용접 충격시험

(가) 각 시험재로부터 표 2.1.3의 R 4호 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이 방향을 용접선에 직각으로 하고 그림 2.2.19에 따라 시험재 두께의 1/2위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.28에 따른다.

(다) 전 4항 (4)호 (다) 및 (라)의 규정을 이 항에도 적용한다.

6. 양면 일층용접법의 맞대기용접시험

(1) 양면 일층용접법의 맞대기용접 시험재

(가) 시험재의 치수는 그림 2.2.26에 따르고 개선형상 및 사용하는 용접와이어의 지름은 그림 2.2.27에 따른다. 다만, 우리 선급의 승인을 받아 이를 변경할 수 있다.

- (나) 시험재의 용접은 보통의 방법으로 하향자세에서 양측에서 각각 1패스씩 용접하고 첫 번째 층의 용접 종료 후 용접선의 중앙의 이음부 표면에서 측정한 온도가 100°C 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.
- (2) 양면 일층용접법의 맞대기용접 인장시험
- (가) 각 시험재로부터 표 2.2.1의 R 24호 인장시험편 2개를 채취한다.
- (나) 용접부는 모재면까지 다듬질한다.
- (다) 시험편의 인장강도는 표 2.2.28에 따른다.
- (라) 표 2.2.25의 2개의 시험재 중 판 두께가 두꺼운 쪽의 시험재에서 다시 표 2.2.1의 R 14호 세로방향 인장시험편 1개를 채취한다. 또한 이 시험편의 세로축 중심선은 시험재의 용접중심선과 최종 층의 두께중심에 일치하여야 한다.
- (마) 전 (라)에 규정하는 세로방향의 인장시험편은 수소제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위 내에서 250°C 를 넘지 않게 가열하여도 좋다.
- (바) 전 (라) 및 (마)에 규정하는 인장시험의 규격치는 표 2.2.27에 따른다. 다만, 인장강도가 규격치의 상한을 넘는 것에 대하여는 기타의 기계적성질 및 용착금속의 화학성분을 고려하여 합격으로 할 수 있다.

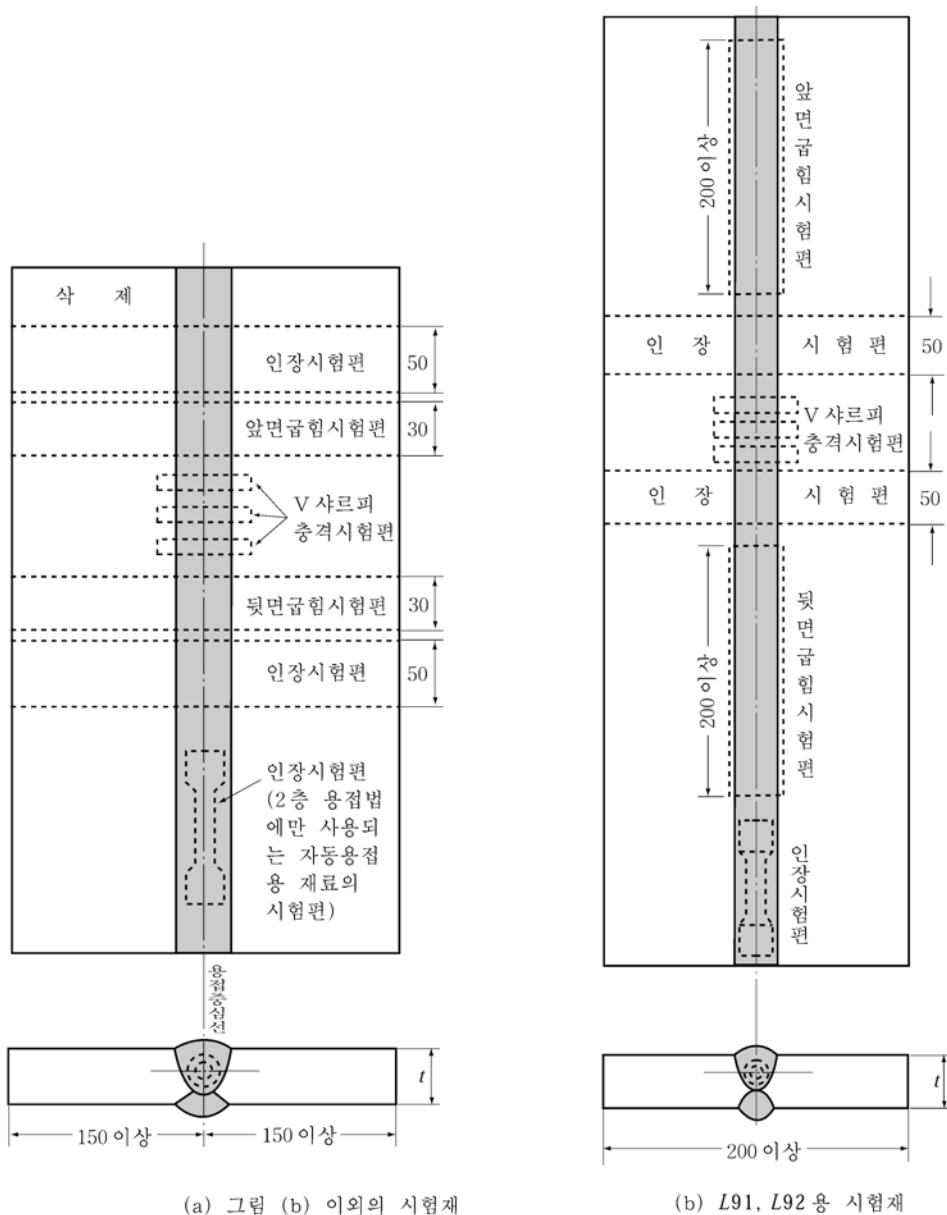


그림 2.2.26 양면 일층용접법의 맞대기용접 시험재 (자동용접, t : 판두께, 단위: mm)


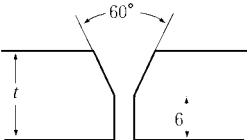
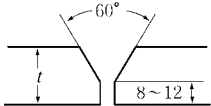
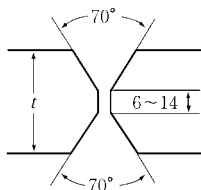
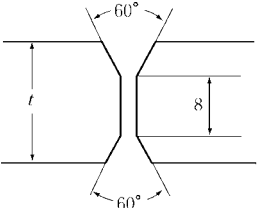
(A) 서브머지드 자동용접용 재료의 경우			(B) 가스실드아크 자동용접용 재료 및 셸프실드아크 자동용접용 재료의 경우		
시험재의 판 두께	홈 의 모 양 ⁽¹⁾	와이어의 최대지름	시험재의 판 두께 ⁽²⁾	홈 의 모 양 ⁽²⁾	와이어의 최대지름
12 ~ 15		5	12 ~ 15		제조자의 지정에 따른다.
20 ~ 25		6			
30 ~ 35		7	20 ~ 25		
(비 고)					
(1) 루트 간격은 1.0mm를 초과하여서는 아니된다.					
(2) 판두께가 25mm를 넘는 경우의 개선행상은 제조자가 지정하는 것으로 하며 시험재의 두께는 표 2.2.28의 비고 (2)에 따른다.					

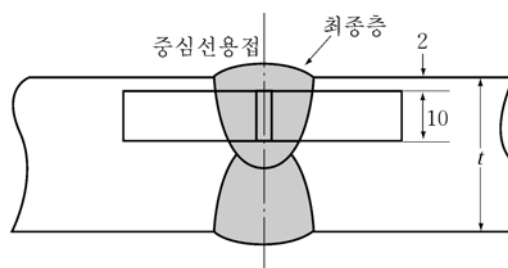
그림 2.2.27 양면 일층용접법의 홈의 모양 (t : 판두께, 단위 : mm)**(3) 양면 일층용접법의 맞대기용접 굽힘시험**

(가) 각 시험재로부터 표 2.2.2의 RB 4 또는 RB 5호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편을 각각 1개씩 채취한다. 다만, L 91 및 L 92에 대하여는 표 2.2.2의 RB 1호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편 각 1개를 세로 방향으로 채취한다.

(나) 전 5항 (3)호 (나)의 규정을 이 항에도 적용한다.

(4) 양면 일층용접법의 맞대기용접 충격시험

(가) 각 시험재로부터 표 2.1.3의 R 4호 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이방향을 용접선에 직각으로 하고 그림 2.2.28와 같이 시험재의 표면으로부터 2mm 떨어진 위치와 시험편의 표면이 일치하도록 한다.

그림 2.2.28 양면 일층용접법의 맞대기용접 충격시험편 채취 위치 (t : 판두께, 단위 : mm)

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지 값은 표 2.2.28에 따른다.

(다) 전 4항 (4)호 (다) 및 (라)의 규정을 이 항에도 적용한다.

7. 수소시험 수소시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.**8. 정기검사**

- (1) 정기검사시에는 승인된 품목마다 다음 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (2) 정기검사에 관한 시험의 종류 등은 표 2.2.29에 따른다.
- (3) 전 (2)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 전 4항 내지 6항에 따른다.

표 2.2.29 시험의 종류

용접용재료의 종류	용접법 ⁽¹⁾	시험의 종류		시험재			각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
				갯수	모양 및 치수	판두께(mm)	
1, 2, 3 1Y, 2Y, 3Y, 4Y 2Y40, 3Y40, 4Y40 L 1, L 2, L 3 L 91, L 92	다층용접법	용착금속시험		1	그림 2.2.24	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
	양면 일층용접법	맞대기용접시험	서브머지드 아크 자동용접	1	그림 2.2.26	20	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
			가스실드 아크 및 셀프실드 아크 자동용접	1		20~25	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
(비 고)							
(1) 다층 및 양면 일층용접법 겸용의 자동용접용재료에 대하여는 다층 및 이층 용접법의 양쪽에 대한 시험을 모두 한다. 다만, 양면 일층용접법의 세로방향 인장시험은 생략한다.							

9. 종류의 변경

- (1) 승인된 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경을 하는 경우에는 601.의 5항 (2)호의 규정에 따라 다음 각 호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (2) 다층 서브머지드 아크 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경에 대하여는 다음 (가) 및 (나)에 따른다.
 - (가) 강도에 관한 종류의 변경에 대하여는 전 8항의 정기검사 및 전 3항 (1)호에 규정하는 맞대기용접 시험을 한다.
 - (나) 인성에 관한 종류의 변경에 대하여는 전 8항의 정기검사 및 전 3항 (1)호에 규정하는 맞대기용접 시험 중 충격시험만을 한다.
- (3) 양면 일층서브머지드 아크 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경에 대하여는 다음 (가) 및 (나)에 따른다.
 - (가) 강도에 관한 종류의 변경에 대하여는 전 3항 (1)호에 규정하는 모든 시험을 한다.
 - (나) 인성에 관한 종류의 변경에 대하여는 전 8항의 정기검사 및 전 (가)에 규정한 맞대기용접 시험 중 충격시험만을 한다.
- (4) 다층 및 양면 일층용접 겸용의 서브머지드 아크 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경은 전 (2)호 및 (3)호의 규정에 따른다.

604. 연강, 고장력강 및 저온용강의 반자동 용접용재료

1. 적 용

다음 (가) 및 (나)의 연강, 고장력강 및 저온용강용 반자동 용접용재료(이하 **반자동 용접용재료**라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 604.의 규정에 따른다.

- (가) 가스실드아크 반자동 용접용재료(보호가스를 사용하는 플럭스코어드 와이어 또는 솔리드 와이어)
- (나) 셀프실드아크 반자동 용접용재료(보호가스를 사용하지 않는 플럭스코어드 와이어 또는 플럭스피복 와이어)

2. 종류 및 기호

- (1) 반자동 용접용재료의 종류 및 기호는 표 2.2.30에 따른다.

표 2.2.30 종류 및 기호

연강용	고장력강용	저온용강용
1, 2, 3	1Y, 2Y, 3Y, 4Y 2Y40, 3Y40, 4Y40	L 1, L 2, L 3, L 91, L 92

- (2) 표 2.2.31의 시험에 합격한 반자동 용접용재료에는 승인되었음을 나타내기 위하여 그 기호의 뒤에 S를 부기한다. 또한 자동 및 반자동 겸용 와이어의 경우에는 각각의 기호를 조합해서 부기한다.(예 : 3YSM)
- (3) 가스를 사용하는 가스실드 아크 용접용재료는 그 기호의 뒤에 G, 가스를 사용하지 아니하는 셀프실드 아크 용접용재료에는 N을 부기한다. 또한, 사용하는 가스의 종류는 표 2.2.24에 따르고 그에 속하는 구분기호를 표시기호 G 다음에 부기한다. (예 : 3YSG(M1))
- (4) 저수소계 용접용재료로서 7항에 규정하는 수소시험에 합격한 것에는 해당 용접용재료의 기호 뒤에 표 2.2.19의 표시기호를 부착한다. (예 : 3YS H5)

3. 시험일반

- (1) 맞대기용접 전용 또는 맞대기 및 필릿용접 겸용 반자동 용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수, 시험재의 용접에 사용하는 반자동 용접용재료의 와이어지름, 용접자세 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 갯수는 표 2.2.31에 따른다.

표 2.2.31 반자동용접용재료의 시험의 종류

시험의 종류 ⁽⁸⁾	시 험 재					각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
	용접자세	용접와이어의 지름(mm)	갯수	모양 및 치수	판두께(mm)	
용착금속 시험	하향	최대지름	1 ⁽¹⁾	그림 2.2.18	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
		최소지름	1 ⁽¹⁾			
맞대기 용접시험	하향	최초의 층 : 최소지름 나머지 층 : 최대지름 ⁽⁴⁾	1 ⁽²⁾	그림 2.2.20	15~20	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개) ⁽³⁾
	수평 ⁽⁵⁾		1			
	수직상진		1			
	수직하진		1			
	상향		1			
필릿용접시험 ⁽⁶⁾	수평	편측 : 최대지름 반대측 : 최소지름	1	그림 2.2.21	20	매크로조직시험편 : 3개 ⁽⁷⁾ 경도시험편 : 3개 ⁽⁷⁾ 파면시험편 : 2개

(비 고)

- (1) 제조하는 용접와이어의 지름이 1종류뿐인 경우 시험재는 1개로 한다.
- (2) 하향자세만으로 시험을 하는 경우에는 다른 지름의 용접와이어로 용접한 시험재 1개를 추가한다. 또한 제조하는 용접와이어의 지름이 1종류뿐인 경우 시험재는 1개로 한다.
- (3) 상향용접에 대하여는 충격시험을 생략한다.
- (4) 하향자세 이외의 자세에서의 맞대기용접시험재는 첫 번째 층은 최소지름의 용접와이어로, 나머지는 용접자세와 관련하여 제조자가 권고하는 최대지름의 용접와이어로 용접한다.
- (5) 하향 및 수직상진의 맞대기용접 시험에 합격한 반자동용접용재료는 우리 선급의 승인을 받아 수평자세의 시험을 생략할 수 있다.
- (6) 맞대기 및 필릿용접 겸용의 반자동용접용재료에 대해서만 이 시험을 추가한다.
- (7) 매크로조직시험 및 경도시험에 사용하는 시험편은 동일한 것으로 한다.
- (8) 저수소계 용접용재료의 경우 제조자의 신청에 따라 수소시험을 할 수 있으며 시험재는 602.의 6항 (1)호에 따른다.

- (2) 필릿용접 전용의 반자동용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수, 시험재의 용접에 사용하는 와이어의 지름, 용접자세 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 갯수

는 표 2.2.15에 따른다.

(3) 시험재로 사용되는 강판은 반자동용접용재료의 종류에 따라서 표 2.2.32에 따른다.

표 2.2.32 시험재로 사용되는 강판의 종류

용접용재료의 종류	시험재로 사용되는 강판의 종류 ⁽¹⁾⁽²⁾
1S	A
2S	A, B 또는 D
3S	A, B, D 또는 E
1YS	AH 32 또는 AH 36
2YS	AH 32, AH 36, DH 32 또는 DH 36
3YS	AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32 또는 EH 36
4YS	AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32, EH 36, FH 32 또는 FH 36
2Y40S	AH 40 또는 DH 40
3Y40S	AH 40, DH 40 또는 EH 40
4Y40S	AH 40, DH 40, EH 40 또는 FH 40
L 1S	E 또는 RL 24A
L 2S	E, RL 24A, RL 24B, RL 27 또는 RL 33
L 3S	RL 27, RL 33 또는 RL 37
L 91S	RL 9N53 또는 RL 9N60
L 92S	RL 9N53 또는 RL 9N60
(비 고) (1) 용착금속 시험재에는 이 표의 규정에 관계없이 연강 또는 고장력강을 사용할 수 있다. 이 경우 L 91 및 L 92의 시험재에 대하여는 적절한 버터링을 한 것이어야 한다. (2) 맞대기용접 시험재로 사용되는 AH 32, DH 32, EH 32 및 FH 32 고장력강의 인장강도는 490 N/mm^2 이상이어야 한다.	

- (4) 반자동용접용재료의 승인시험은 품목마다 전 (1)호 및 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (5) 가스를 사용하는 반자동용접용재료는 표 2.2.24의 가스의 종류 중 제조자가 지정하는 것마다 전 (4)호의 시험을 한다. 다만, 제조자가 표 2.2.24의 구분기호 M 1, M 2, M 3 또는 C에 포함되는 가스를 지정하는 경우에는 어느 한 종류의 가스에 대하여 전 (4)호의 시험을 하고 이에 만족하면 동일구분내 다른 종류의 가스에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 시험을 생략할 수 있다.
- (6) 용접전류, 용접전압 및 용접속도 등 용접조건은 제조자가 지정하는 범위내로 한다. 또한 교류 및 직류 겸용인 것에 대하여는 교류를 사용한다.
- (7) 용접후 시험재에는 어떠한 열처리도 하여서는 아니 된다.
- (8) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선의 전반에 걸쳐 방사선 시험을 할 수 있다.

4. 용착금속 시험

(1) 용착금속 시험재

(가) 시험재의 치수는 그림 2.2.18에 따르며 하향자세에서 보통의 방법으로 용접한다.

(나) 각 층은 1패스 또는 여러 패스 중 어느 방법으로 용접하여도 좋으나 각 층의 용접진행방향은 층마다 서로 바뀌어야 한다. 또한 각 층의 두께는 2 mm 이상으로 하고 6 mm를 넘어서는 아니 된다.

(다) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음표면에서 측정한 온도가 100°C 이상 250°C 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.

(2) 화학성분 제조자는 각 시험재에 대하여 용착금속의 화학성분을 분석하고 그 결과를 우리 선급에 제출

하여야 한다. 또한 화학성분에는 주요 합금원소를 포함하여야 한다.

(3) 용착금속 인장시험

- (가) 각 시험재료로부터 표 2.2.1의 R 14호 인장시험편 1개를 채취한다. 시험편의 다듬질은 기계다듬질로 하고 시험편의 세로축 중심선이 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.
- (나) 인장시험편은 수소 제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위내에서 250 °C를 넘지 않게 가열하여도 좋다.
- (다) 각 시험편의 인장강도, 항복강도 및 연신율은 표 2.2.33에 따른다. 다만, 인장강도가 규격치의 상한을 넘는 것에 대하여는 기타의 기계적 성질 및 용착금속의 화학성분을 고려하여 합격으로 할 수 있다.

표 2.2.33 용착금속 인장시험 및 충격시험의 규격치

용접용재료의 종류	인장강도 (N/mm^2)	항복강도 (N/mm^2)	연 신 율 (%)	충격시험	
				시험온도 (°C)	평균흡수에너지 (J)
1S	400 ~ 560	305 이상	22 이상	20	47 이상
2S				0	
3S				-20	
1YS	490 ~ 660	375 이상	22 이상	20	
2YS				0	
3Y				-20	
4YS				-40	
2Y40S	510 ~ 690	400 이상	22이상	0	
3Y40S				-20	
4Y40S				-40	
L 1S	400 ~ 560	305 이상	22 이상	-40	34 이상
L 2S	440 ~ 610	345 이상	22 이상	-60	
L 3S	490 ~ 660	375 이상	21 이상	-60	
L 91S	590 이상	375 이상 ⁽¹⁾	25 이상	-196	27 이상
L 92S	660 이상	410 이상 ⁽¹⁾	25 이상	-196	

(비 고)

(1) 0.2 % 항복강도로 한다.

(4) 용착금속 충격시험

- (가) 각 시험재료로부터 표 2.1.3의 R 4호 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이방향을 용접선에 직각으로 하고 그림 2.2.19에 따라 시험재 두께의 1/2 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.
- (나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.33에 따른다.
- (다) 시험편의 노치는 용접선의 중심과 일치시키고 노치의 길이방향을 시험재의 표면에 수직으로 한다.
- (라) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균 흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

5. 맞대기용접 시험

(1) 맞대기용접 시험재

- (가) 시험재의 치수는 그림 2.2.20에 따르고 제조자가 지정하는 각 용접자세(하향, 수평, 수직상진, 수직하진 및 상향)로 용접한다.
- (나) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음표면에서 측정한 온도가 100 °C 이상 250 °C 이하가 될 때까지 대기 중에서 냉각한다.

(2) 맞대기용접 인장시험

- (가) 각 시험재료로부터 표 2.2.1의 R 2A호 인장시험편 1개를 채취한다.
- (나) 용접부는 모재면까지 다듬질한다.

(다) 시험편의 인장강도는 표 2.2.34에 따른다.

표 2.2.34 맞대기용접 인장시험 및 충격시험의 규격치

용접용재료의 종류	인장강도 (N/mm^2)	충격시험		
		시험온도 ($^{\circ}C$)	평균흡수에너지 (J)	
			하향, 수평, 상향	수직상진, 수직하진
1S	400 이상	20	47 이상	34 이상
2S		0		
3S		-20		
1YS	490 이상	0		
2YS				
3YS		-20		
4YS		-40		
2Y40S	510 이상	0		39 이상
3Y40S		-20		
4Y40S		-40		
L 1S	400 이상	-40	27 이상	27 이상
L 2S	440 이상	-60		
L 3S	490 이상	-60		
L 91S	630 이상	-196		
L 92S	670 이상	-196		

(3) 맞대기용접 굽힘시험

(가) 각 시험재료로부터 표 2.2.2의 RB 4호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편 각 1개를 채취한다. 다만, L 91 및 L 92에 대하여는 표 2.2.2의 RB 1호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편 각 1개를 세로방향으로 채취한다.

(나) 시험편은 판두께의 1.5배에 상당하는 안쪽반지름을 갖는 플린저로 앞면굽힘 또는 뒷면굽힘을 하고 굽힘각도가 120° 이상에 도달하여도 시험편의 표면에 $3mm$ 를 넘는 균열 또는 기타의 결함이 생겨서는 아니 된다. 다만, L 91 및 L 92에 대한 굽힘의 안쪽반지름은 판두께의 2배로 하고 굽힘각도는 180° 로 한다.

(4) 맞대기용접 충격시험

(가) 각 시험재료로부터 표 2.1.3의 R 4호 충격시험편 1조(3개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이방향을 용접선에 직각으로 하고 그림 2.2.19에 따라 시험재 두께의 1/2 위치와 시험편의 중심선이 일치하도록 한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.34에 따른다.

(다) 전 4항 (4)호 (다) 및 (라)의 규정을 이 항에도 적용한다.

6. 필릿용접 시험

(1) 필릿용접 시험재

시험재는 602.의 7항 (1)호의 규정을 준용한다.

(2) 필릿용접의 매크로조직시험 매크로조직시험은 602.의 7항 (2)호의 규정을 준용한다.

(3) 필릿용접의 경도시험 경도시험은 602.의 7항 (3)호의 규정을 준용한다.

(4) 필릿용접의 파면시험 파면시험은 602.의 7항 (4)호의 규정을 준용한다.

7. 수소시험 용접용재료 기호 2S, 2YS, 2Y40S, 3S, 3YS, 3Y40S, 4YS 또는 4Y40S의 요건에 적합한 플렉스 코어드 와이어 또는 플렉스피복 와이어는 제조자의 요청이 있는 경우, 제조자가 권고하는 용접조건을 사용해서 그리고 수동용접봉을 사용할 때 용착된 것과 유사하게 용착금속의 무게를 주기 위하여 용착속도를 조정하여 602.의 6항에 따라 수소시험을 할 수 있다.

8. 정기검사

(1) 정기검사시에는 승인된 품목마다 다음 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(2) 정기검사에 관한 시험의 종류 등은 표 2.2.35에 따른다.

표 2.2.35 시험의 종류

시험의 종류	시 험 재					각 시험재료로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
	용접자세	와이어의 지름(mm)	갯수	모양 및 치수	판두께(mm)	
용착금속 시험	하향	(1)	1	그림 2.2.18	20	인장시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개)
(비 고)						
(1) 와이어의 지름은 제조자가 지정하는 범위내로 한다.						

(3) 전 (2)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 전 4항에 따른다.

9. 종류의 변경

- (1) 승인된 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경을 하는 경우에는 601.의 5항 (2)호의 규정에 따라 다음 각 호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (2) 강도에 관한 종류의 변경에 대하여는 전 8항의 정기검사 및 전 3항 (1)호에 규정하는 맞대기용접 시험을 한다.
- (3) 인성에 관한 종류의 변경에 대하여는 전 8항의 정기검사 및 전 3항 (1)호에 규정하는 맞대기용접 시험 중 충격시험만을 한다.

605. 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스 용접용재료

1. 적 용 연강 및 고장력강의 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스 용접용재료(이하 용접용재료라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 605.의 규정에 따른다.
2. 종류 및 기호 용접용재료의 종류 및 기호는 표 2.2.36에 따른다.

표 2.2.36 종류 및 기호

연강용	고장력강용
1V, 2V, 3V	1YV, 2YV, 3YV, 4YV 2Y40V, 3Y40V, 4Y40V

3. 시험일반

- (1) 용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수 그리고 각 시험재료로부터 채취하는 시험편의 종류와 갯수는 표 2.2.37에 따른다.

표 2.2.37 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스 용접용재료의 시험의 종류

시험의 종류	시 험 재 ⁽¹⁾			각 시험재료로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
	갯수	모양 및 치수	판두께(mm) ⁽²⁾	
맞대기 용접시험	1	그림 2.2.29	20 ~ 25	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 2개 충격시험편 : 2조(6개) 측면굽힘시험편 : 2개 매크로조직시험편 : 2개
	1		35 ~ 40	

(비 고)

(1) 연강 및 고장력강 겸용으로 승인신청된 경우, 시험재는 고장력강으로 한다. 다만, 우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우, 연강을 사용할 수 있다.

(2) 용접법과 관련하여 판두께에 제한이 있는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 시험재의 판두께를 변경할 수 있다. 이 때에는 그 시험재의 두께를 최대두께로 한다.

(2) 시험재로 사용되는 강판은 용접용재료의 종류에 따라서 표 2.2.38에 따른다.

표 2.2.38 시험재로 사용되는 강판의 종류

용접용재료의 종류	시험재로 사용되는 강판의 종류 ⁽¹⁾⁽²⁾
1V	A
2V	A, B 또는 D
3V	A, B, D 또는 E
1YV	AH 32 또는 AH 36
2YV	AH 32, AH 36, DH 32 또는 DH 36
3YV	AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32 또는 EH 36
4YV	AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32, EH 36, FH 32 또는 FH 36
2Y40V	AH 40 또는 DH 40
3Y40V	AH 40, DH 40 또는 EH 40
4Y40V	AH 40, DH 40, EH 40 또는 FH 40
(비 고) (1) 시험재로 사용되는 AH 32, DH 32, EH 32 및 FH 32 고장력강의 인장강도는 490 N/mm^2 이상이어야 한다. (2) 입자미세화원소의 함유량과 관련하여 특정한 고장력강에만 사용이 제한되는 경우, Nb 처리강이 승인시험에 사용된다.	

- (3) 용접용재료의 승인시험은 품목마다 전 (1)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
 (4) 용접전류, 용접전압 및 용접속도 등 용접조건은 제조자가 지정하는 범위내로 한다. 또한 교류 및 직류 겸용인 것에 대하여는 교류를 사용한다.
 (5) 용접후 시험재에는 어떠한 열처리도 하여서는 아니 된다.
 (6) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선의 전반에 걸쳐 방사선 시험을 할 수 있다.

4. 맞대기용접 시험

(1) 맞대기용접 시험재

- (가) 시험재의 치수는 그림 2.2.29에 따르며 수직상진 자세에서 1패스 용접한다.
 (나) 시험재의 용접조건, 홈의 모양 등은 제조자가 지정하는 범위내로 한다.

(2) 맞대기용접 인장시험

- (가) 각 시험재로부터 표 2.2.1의 R 2A호 인장시험편 2개와 R 14호 세로방향 인장시험편 2개를 채취한다. 또한, 세로방향 인장시험편의 세로축 중심선이 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.
 (나) 세로방향 인장시험편은 수소 제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위내에서 250°C 를 넘지 않게 가열하여도 좋다.
 (다) R 2A호 인장시험편의 인장강도 및 R 14호 세로방향 인장시험편의 인장강도, 항복점 및 연신율은 표 2.2.39에 따른다. 다만, 세로방향 인장시험편의 인장강도가 규격치의 상한을 넘는 것에 대하여는 기타의 기계적 성질 및 용착금속의 화학성분을 고려하여 합격으로 할 수 있다.

(3) 맞대기용접 굽힘시험

- (가) 각 시험재로부터 표 2.2.2의 RB 6호 측면굽힘시험편 2개를 채취한다.
 (나) 시험편은 판두께의 2배에 상당하는 안쪽반지름을 갖는 플런저로 측면굽힘을 하고 굽힘각도가 180° 이상에 도달하여도 시험편의 표면에 3 mm 가 넘는 균열 또는 기타의 결함이 생겨서는 아니 된다.

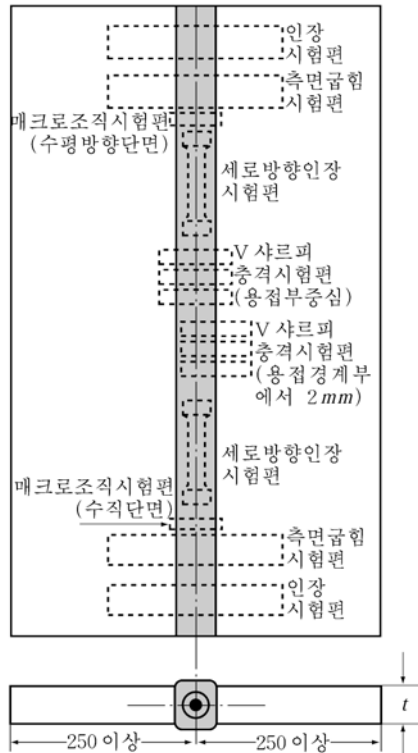
그림 2.2.29 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스 용접용 맞대기용접 시험재 (t : 판두께)

표 2.2.39 맞대기용접 인장시험 및 충격시험의 규격치

용접용재료의 종류	가로방향 인장시험	세로방향 인장시험			충격시험	
	인장강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	항복강도 (N/mm^2)	연신율 (%)	시험온도 ($^{\circ}C$)	평균흡수에너지 (J)
1V	400 이상	400 ~ 560	305 이상	22 이상	20	34이상
2V					0	
3V					-20	
1YV	490 이상	490 ~ 660	375 이상	22 이상	20	
2YV					0	
3YV					-20	
4YV					-40	
2Y40V	510 이상	510 ~ 690	400 이상	22 이상	0	39이상
3Y40V					-20	
4Y40V					-40	

(4) 맞대기용접 충격시험

(가) 각 시험재로부터 표 2.1.3의 R 4호 충격시험편 2조(6개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이방향을 용접선에 직각으로 하고, 그림 2.2.30에 따라 시험재 표면에서 2 mm 떨어진 위치와 시험편의 표면이 일치하도록 한다.

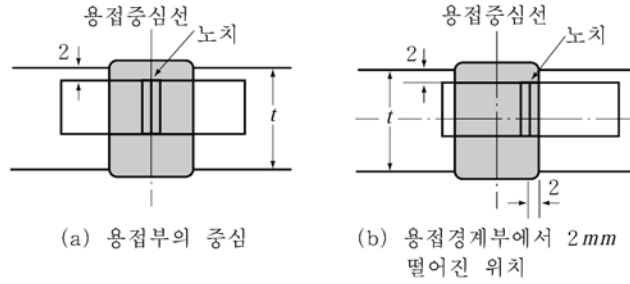


그림 2.2.30 충격시험편의 노치위치 (t : 판두께, 단위: mm)

- (나) 시험편의 노치 위치는 각 조마다 그림 2.2.30의 (a) 및 (b)에 따르며 노치의 길이방향을 시험재의 표면에 수직으로 한다.
- (다) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.39에 따른다.
- (라) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.

(5) 맞대기용접 매크로조직시험

- (가) 매크로조직시험편은 그림 2.2.29와 같이 2곳에서 채취한다. 2개의 매크로조직시험편 중 하나는 시험재 표면에 수직한 면, 다른 하나는 시험재 표면에 평행한 중심면을 피검면으로 한다.
- (나) 용접부 및 용접경계부는 완전한 용입을 나타내고 유해한 결함이 있어서는 아니 된다.

5. 정기검사

- (1) 정기검사시에는 승인된 품목마다 다음 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (2) 정기검사에 관한 시험의 종류 등은 표 2.2.40에 따른다.

표 2.2.40 시험의 종류

시험의 종류	시 험 재			각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
	갯수	모양 및 치수	판두께 (mm) ⁽¹⁾	
맞대기 용접시험	1	그림 2.2.29	20 ~ 25	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1개 충격시험편 : 2조(6개) ⁽¹⁾ 측면굽힘시험편 : 2개
(비 고)				
(1) 우리 선급의 승인을 득한 경우 용접부 중심에서의 충격시험편 1조(3개)로 할 수 있다.				

- (3) 전 (2)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 전 4항에 따른다.

6. 종류의 변경 승인된 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경을 하는 경우에는 601.의 5항 (2)호의 규정에 따라 전 3항 (1)호에 규정하는 모든 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

606. 연강, 고장력강 및 저온용강의 일면 자동용접용재료

1. 적 용

- (1) 다음 (가) 내지 (다)의 연강, 고장력강 및 저온용강의 일면자동용접용재료(이하 일면자동용접용재료라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 606.의 규정에 따른다.
- (가) 서브머지드 아크 일면자동용접용재료
- (나) 가스실드아크 일면자동용접용재료(보호가스를 사용하는 솔리드 와이어 또는 플럭스코어드 와이어)
- (다) 셀프실드아크 일면자동용접용재료(보호가스를 사용하지 않는 플럭스코어드 와이어 또는 플럭스피복 와이어)

- (2) 연강, 고장력강 및 저온용강의 일면 피복아크 용접봉 및 일면 반자동용접용재료의 승인시험 및 정기검사는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
- (3) 2전극 이상의 일면자동용접용재료의 승인시험 및 정기검사는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

2. 종류 및 기호

- (1) 일면자동용접용재료의 종류 및 기호는 603.의 2항에 따른다. 다만, 표 2.2.42의 각 용접법의 시험에 합격한 일면자동용접용재료에는 그 기호의 뒤에 표 2.2.41의 표시기호를 부기한다.

표 2.2.41 표시기호

용 접 층 수 ⁽¹⁾	표 시 기 호
일층용접법	SR
다층용접법	MR
일층 및 다층용접법	SMR
(비 고)	
(1) 일층 용접법 또는 다층 용접법이란 전극수에 관계없이 1회 또는 2회 이상의 패스로 이루어지는 용접을 말한다.	

표 2.2.42 일면자동용접용재료의 시험종류

용접용재료의 종류	용접법	시험의 종류 ⁽⁴⁾	시 험 재			각 시험재료부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
			갯수	판두께 (mm) ⁽¹⁾	모양 및 치수	
1, 2, 3 1Y, 2Y, 3Y, 4Y 2Y40, 3Y40, 4Y40 L 1, L 2, L 3 L 91, L 92	일층용접법	맞대기 용접시험	1	12~15	그림 2.2.31	인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 2조(6개) 매크로조직시험편 : 1개
			1	적용 최대두께		인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 2조(6개) 매크로조직시험편 : 1개
	다층용접법		1	15~25		인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 2조(6개) 매크로조직시험편 : 1개
			1	35		인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 2조(6개) 매크로조직시험편 : 1개
	일층 및 다층 겸용 용접법		1	적용최대두께 ⁽²⁾		인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 2조(6개) 매크로조직시험편 : 1개
			1	35 ⁽³⁾		인장시험편 : 2개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 2조(6개) 매크로조직시험편 : 1개

(비 고)

(1) 용접법과 관련하여 판두께에 제한이 있는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아 시험재의 판두께를 변경할 수 있다. 이때에는 그 시험재의 두께를 적용최대두께로 한다.

(2) 일층용접법으로 하는 시험재의 두께.

(3) 다층용접법으로 하는 시험재의 두께.

(4) 제조자의 신청에 따라 수소시험을 할 수 있다.

- (2) 가스실드아크 일면자동용접용재료에는 전 (1)호의 표시기호 끝에 *G*를, 셀프실드아크 일면자동 용접용 재료에는 *N*을 부기한다. 또한 사용하는 보호가스의 종류는 표 2.2.24에 따르고 구분기호는 표시기호 *G* 다음에 부기한다. (예 : 3Y SMR *G*(M1))

3. 시험일반

- (1) 일면자동용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수 그리고 각 시험재료부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수는 표 2.2.42에 따른다.
- (2) 시험재로 사용되는 강재는 표 2.2.43에 따른다.

표 2.2.43 시험재로 사용되는 강판의 종류

용접용재료의 종류	시험재로 사용되는 강판의 종류 ⁽¹⁾
1	<i>A</i>
2	<i>A, B</i> 또는 <i>D</i>
3	<i>A, B, D</i> 또는 <i>E</i>
1Y	<i>AH 32</i> 또는 <i>AH 36</i>
2Y	<i>AH 32, AH 36, DH 32</i> 또는 <i>DH 36</i>
3Y	<i>AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32</i> 또는 <i>EH 36</i>
4Y	<i>AH 32, AH 36, DH 32, DH 36, EH 32, EH 36, FH 32</i> 또는 <i>FH 36</i>
2Y40	<i>AH 40</i> 또는 <i>DH 40</i>
3Y40	<i>AH 40, DH 40</i> 또는 <i>EH 40</i>
4Y40	<i>AH 40, DH 40, EH 40</i> 또는 <i>FH 40</i>
<i>L 1</i>	<i>E</i> 또는 <i>RL 24A</i>
<i>L 2</i>	<i>E, RL 24A, RL 24B, RL 27</i> 또는 <i>RL 33</i>
<i>L 3</i>	<i>RL 27, RL 33</i> 또는 <i>RL 37</i>
<i>L 91</i>	<i>RL 9N53</i> 또는 <i>RL 9N60</i>
<i>L 92</i>	<i>RL 9N53</i> 또는 <i>RL 9N60</i>
(비 고)	
(1) 맞대기용접 시험재로 사용되는 <i>AH 32, DH 32, EH 32</i> 및 <i>FH 32</i> 고장력강의 인장강도는 490 N/mm^2 이상이어야 한다.	

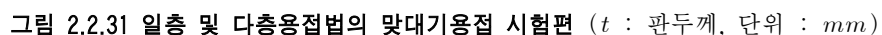
- (3) 일면자동용접용재료의 승인시험은 품목마다 전 (1)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (4) 가스실드아크 일면자동용접용재료는 표 2.2.24의 가스 종류 중에서 제조자가 지정하는 것마다 전 (3)호의 시험을 한다. 다만, 제조자가 표 2.2.24의 구분기호 *M 1, M 2, M 3* 또는 *C*에 포함되는 가스를 지정한 경우에는 어느 한 종류의 가스에 대하여 전 (3)호의 시험을 하고 이에 만족하면 동일구분내 다른 종류의 가스에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 시험을 생략할 수 있다.
- (5) 일면자동용접용재료의 조합은 적용하는 용접방법에 따라 표 2.2.44에 따른다.

표 2.2.44 일면자동용접용재료의 조합

용 접 방 법	용접용재료의 조합
서브머지드 일면자동용접	용접와이어+플럭스+충진제+뒷담판재
가스실드아크 일면자동용접	용접와이어+보호가스+충진제+뒷담판재
셀프실드아크 일면자동용접	용접와이어+충진제+뒷담판재
(비 고) 충진제를 사용하지 아니하는 경우에는 충진제를 제외한다.	

- #### 4. 일층 및 다층용접법의 맞대기용접 시험

(가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.31**에 따르고 개선형상 및 루트 간격과 사용하는 와이어의 지름 등은 제조자가 지정하는 범위내로 한다.



- 141

- (다) 여러 패스 용접의 경우 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음표면에서 측정한 온도가 100°C 이상 250°C 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.
- (2) **일층 및 다층용접법의 맞대기용접 인장시험**
- (가) 각 시험재로부터 표 2.2.1의 R 2A호 인장시험편 2개와 R 14호 세로방향 인장시험편 1개를 채취한다. 또한 세로방향 인장시험편의 세로축 중심선이 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.
- (나) 세로방향 인장시험편은 수소제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위내에서 250°C 를 넘지 않게 가열하여도 좋다.
- (다) 각 시험재로부터 표 2.2.1의 R 2A호 인장시험편의 인장강도는 표 2.2.28에 따르며, R 14호 세로방향인장 시험편의 인장강도, 항복강도 및 연신율은 표 2.2.27에 따른다. 다만, 세로방향 인장시험편의 인장강도가 규격치의 상한을 넘는 것에 대하여는 기타의 기계적 성질 및 용착금속의 화학성분을 고려하여 합격으로 할 수 있다.
- (3) **일층 및 다층용접법의 맞대기용접 굽힘시험** 굽힘시험은 603.의 5항 (3)호 및 6항 (3)호에 따른다.
- (4) **일층 및 다층용접법의 맞대기용접 충격시험**
- (가) 각 시험재로부터 표 2.1.3의 R 4호 충격시험편 2조(6개)를 기계절단으로 채취한다. 또한 시험편의 길이방향을 용접선에 직각으로 하고 그림 2.2.32에 따라 채취한다.

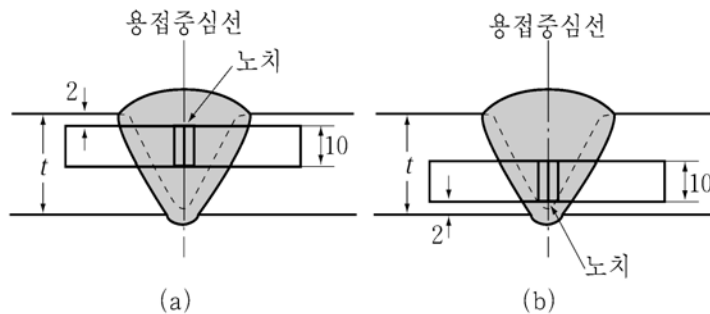


그림 2.2.32 일층 및 다층용접법의 맞대기용접 충격시험편의 채취위치 (t : 판두께, 단위 : mm)

- (나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.28에 따른다.
- (다) 시험편의 노치는 용접선의 중심과 일치시키고 노치의 길이방향을 시험재의 표면에 수직으로 한다.
- (라) 1조의 시험편 중에서 2개 이상이 규정의 평균흡수에너지값 미만이거나 어느 한 개라도 규정의 평균흡수에너지 값의 70 % 미만인 경우는 불합격으로 한다.
- (5) **일층 및 다층용접법의 맞대기용접 매크로조직시험**
- (가) 매크로조직시험편은 그림 2.2.31에 표시하는 위치에서 피검면이 시험재 표면에 수직이 되도록 채취한다.
- (나) 용접부 및 용접경계부는 완전한 용입을 나타내고 유해한 결함이 있어서는 아니 된다.
5. **수소시험** 수소시험은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.
6. **정기검사**
- (1) 정기검사시에는 승인된 품목마다 다음 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (2) 정기검사에 관한 시험의 종류 등은 표 2.2.45에 따른다.
- (3) 전 (2)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 전 4항에 따른다.
7. **종류의 변경** 승인된 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류의 변경을 하는 경우에는 601.의 5항 (2)호의 규정에 따라 전 3항 (1)호에 규정하는 모든 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

표 2.2.45 시험의 종류

용접용재료의 종류	용접법	시험의 종류	시 험 재			각 시험재료로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
			갯수	모양 및 치수	판두께 (mm) ⁽¹⁾	
1, 2, 3 1Y, 2Y, 3Y, 4Y 2Y40, 3Y40, 4Y40 L 1, L 2, L 3 L 91, L 92	일층 용접법	맞대기 용접시험 ⁽²⁾	1	그림 2.2.31	20	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개) ⁽³⁾
	다층 용접법		1		20~25	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개) ⁽³⁾
	일층 및 다층 겸용 용접법		1		20~25	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개 충격시험편 : 1조(3개) ⁽³⁾
(비 고)						
(1) 표 2.2.42의 비고 (1)에 따라 시험재의 두께를 변경하여 승인된 용접용재료에 대하여는 승인시험시의 최대두께를 적용한다.						
(2) 일층 및 다층 겸용용접법에 대한 맞대기용접 시험은 일층용접법으로 한다.						
(3) 충격시험편의 노치 및 채취위치는 그림 2.2.32의 (b)로 한다.						

607. 스테인리스강 용접용재료

1. 적 용 1장 3절에 규정된 압연 스테인리스 강재의 용접용재료(이하 용접용재료라 한다)에 대한 승인시험 및 정기검사는 607.의 규정에 따른다.

2. 종류 및 기호

(1) 용접용재료의 종류 및 기호는 표 2.2.46에 따른다.

표 2.2.46 종류 및 기호

피복아크 용접봉	TIG 및 MIG 용접용재료	플렉스코어드 와이어 반자동 용접용재료	서브머지드 아크자동용접용재료
RD 308	RY 308	RW 308	RU 308
RD 308L	RY 308L	RW 308L	RU 308L
RD 309	RY 309	RW 309	RU 309
RD 309L	RY 309L	RW 309L	-
RD 309Mo	RY 309Mo	RW 309Mo	RU 309Mo
RD 309MoL	-	RW 309MoL	-
RD 310	RY 310	RW 310	RU 310
-	RY 310S	-	-
RD 310Mo	-	-	-
RD 316	RY 316	RW 316	RU 316
RD 316L	RY 316L	RW 316L	RU 316L
RD 317	RY 317	RW 317	RU 317
RD 317L	RY 317L	RW 317L	RU 317L
-	RY 321	-	-
RD 347	RY 347	RW 347	RU 347

- (2) 표 2.2.48에 규정한 각 용접법의 시험에 합격한 서브머지드 아크 자동용접용재료에는 그 기호의 뒤에 표 2.2.47의 표시기호를 부기한다.

표 2.2.47 표시기호

용 접 법	표 시 기 호
다층용접법	<i>M</i>
이층용접법	<i>T</i>
다층 및 이층 겹용접법	<i>TM</i>

- (3) 전 (1)호의 플럭스코어드 와이어 반자동용접용재료에 있어서 가스를 사용하는 용접용재료에는 그 기호 뒤에 *G*를, 가스를 사용하지 않는 용접용재료에는 *N*을 부기한다. 또한 사용하는 보호가스의 종류는 표 2.2.24에 따르고 그에 속하는 구분기호는 표시기호 *G* 다음에 부기한다. (예 : *RW 308G(C)*)

3. 시험일반

- (1) 용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수, 시험재의 용접에 사용하는 용접용재료의 봉지름이나 와이어지름, 용접자세 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 갯수는 표 2.2.48에 따른다. 다만, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 그 강재의 용도에 따라 표 2.2.48에 규정하는 시험 외에 우리 선급이 적절하다고 인정하는 내식성시험, 충격시험 및 매크로시험 등을 요구할 수 있다.
- (2) 시험재로 사용되는 강판은 용접용재료의 종류에 따라 표 2.2.49에 따른다.

표 2.2.49 시험재로 사용되는 강재의 종류

용접용재료의 종류	적용강종 ⁽¹⁾
<i>RD 308, RY 308, RW 308, RU 308</i>	<i>RSTS 304</i>
<i>RD 308L, RY 308L, RW 308L, RU 308L</i>	<i>RSTS 304L</i>
<i>RD 309, RY 309, RW 309, RU 309</i>	<i>RSTS 309S</i>
<i>RD 309L, RY 309L, RW 309L</i>	
<i>RD 309Mo, RY 309Mo, RW 309Mo, RU 309Mo</i>	
<i>RD 309MoL, RW 309MoL</i>	
<i>RD 310, RY 310, RW 310, RU 310</i>	<i>RSTS 310S</i>
<i>RY 310S</i>	
<i>RD 310Mo</i>	
<i>RD 316, RY 316, RW 316, RU 316</i>	<i>RSTS 316</i>
<i>RD 316L, RY 316L, RW 316L, RU 316L</i>	<i>RSTS 316L</i>
<i>RD 317, RY 317, RW 317, RU 317</i>	<i>RSTS 317</i>
<i>RD 317L, RY 317L, RW 317L, RU 317L</i>	<i>RSTS 317, RSTS 317L</i>
<i>RY 321</i>	<i>RSTS 321</i>
<i>RD 347, RY 347, RW 347, RU 347</i>	<i>RSTS 321, RSTS 347</i>
(비 고)	
(1) 용착금속 시험재에는 이 표의 규정에 관계없이 연강 또는 고장력강을 사용할 수 있다. 이 경우 시험재에 대하여는 적절한 버터링을 한 것이어야 한다.	

- (3) 용접용재료의 승인시험은 품목마다 전 (1)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

표 2.2.48 스테인리스강 용접용재료의 시험 종류

시험종류			시 험 재					각 시험재료로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수	
			판두께 (mm)	갯 수	용접자세	봉 또는 와이어의 지름 ⁽¹⁾ (mm)	모양 및 치수		
피복아크 용접봉	용착금 속시험	12	1	하향	3.2	그림 2.2.33	인장시험편 : 1개		
		19	1		4.0				
	맞대기 용접 시험	9~12	1	하향	3.2 또는 4.0	그림 2.2.34	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개		
			1	수평					
			1	수직상진					
			1	수직하진					
TIG 용접용재료	용착금 속시험	12	1	하향	2.4	그림 2.2.33	인장시험편 : 1개		
		19	1		3.2				
	맞대기 용접 시험	9~12	1	하향	2.0~3.2	그림 2.2.34	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개		
			1	수평					
			1	수직상진					
			1	수직하진					
MIG 용접용재료	용착금 속시험	12	1	하향	1.2	그림 2.2.33	인장시험편 : 1개		
		19	1		1.6				
	맞대기 용접 시험	9~12	1	하향	1.2~2.0	그림 2.2.34	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개		
				수평					
				수직상진					
				수직하진					
플렉스코어드 와이어 반자동 용접용재료	용착금 속시험	12	1	하향	1.2~2.4	그림 2.2.33	인장시험편 : 1개		
		19	1		3.2 또는 최대지름				
	맞대기 용접 시험	9~12	1	하향	1.2~3.2	그림 2.2.34	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개		
				수평					
				수직상진					
				수직하진					
서브머지 드아크 자동용접 용재료 ⁽²⁾	다 층 용 접	용착금 속시험	19~ 25	1	하향	1.2~4.0	그림 2.2.33	인장시험편 : 1개	
		맞대기 용접 시험	19	1	하향	1.2~4.0	그림 2.2.35(a)	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개	
	양 면 일 층 용 접	맞대기 용접 시험	12	1	하향	1.2~2.4	그림 2.2.35(b)	인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개	
			19	1	하향	4.0		인장시험편 : 1개 세로방향 인장시험편 : 1개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개	
		(비 고)							
		(1) 우리 선급의 승인을 득한 경우에는 봉지름 또는 와이어지름을 변경할 수 있다.							
(2) 다층 및 양면일층 겸용용접용재료에 대하여는 다층 및 양면일층용접법의 양쪽에 대한 시험을 모두 하고 시험체의 갯수, 모양 및 치수, 판두께 그리고 각 시험편의 종류와 갯수는 각각의 용접법의 규정에 따른다. 다만, 이중용접법의 세로방향 인장시험은 생략한다.									

(비 고)

(1) 우리 선급의 승인을 득한 경우에는 봉지름 또는 와이어지름을 변경할 수 있다.

(2) 다층 및 양면일층 겸용용접용재료에 대하여는 다층 및 양면일층용접법의 양쪽에 대한 시험을 모두 하고 시험재의 갯수, 모양 및 치수, 판두께 그리고 각 시험편의 종류와 갯수는 각각의 용접법의 규정에 따른다. 다만, 이층용접법의 세로방향 인장시험은 생략한다.

- (4) 가스를 사용하는 플럭스코어드 용접와이어 반자동용접용재료는 표 2.2.24의 가스의 종류 중 제조자가 지정하는 것마다 전 (3)호의 시험을 한다. 다만, 제조자가 표 2.2.24의 구분기호 M 1, M 2 또는 M 3에 포함되는 가스를 지정하는 경우에는 어느 한 종류의 가스에 대하여 전 (3)호의 시험을 하고 이에 만족하면 동일구분내 다른 종류의 가스에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 시험을 생략할 수 있다.
- (5) 용접전류, 용접전압 및 용접속도 등 용접조건은 제조자가 지정하는 범위내로 한다. 또한 교류 및 직류 겸용인 것에 대하여는 교류를 사용한다.
- (6) 용접후 시험재에는 어떠한 열처리도 하여서는 아니 된다.
- (7) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선 전반에 걸쳐 방사선 시험을 할 수 있다.

4. 용착금속시험

(1) 용착금속 시험재

- (가) 시험재의 치수는 **그림 2.2.33**에 따르고 제조자가 지정하는 방법에 따라 하향자세로 용접한다.
- (나) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음표면에서 측정한 온도가 15°C 이상 150°C 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.

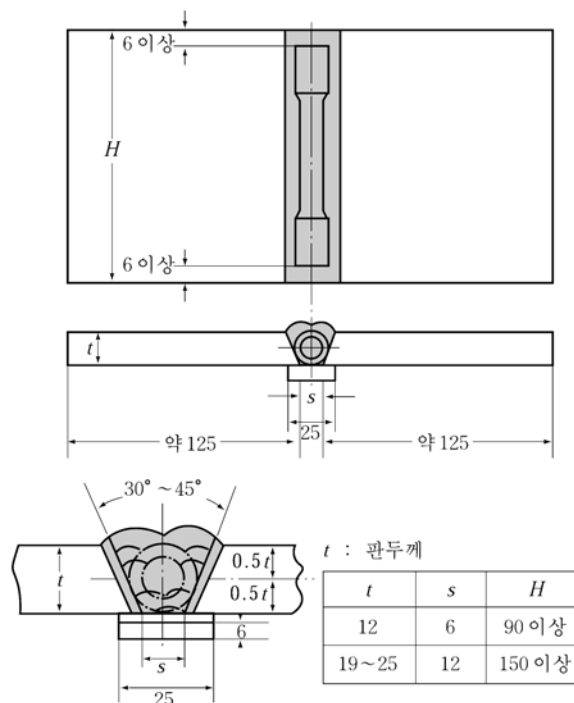


그림 2.2.33 스테인리스강의 용착금속 시험재 (단위 : mm)

(2) 화학성분

- (가) 피복아크 용접봉, 플렉스코어드와이어 반자동용접용재료 및 서브머지드 아크 자동용접용와이어의 화학성분은 용착금속의 분석치로 하고 각각 표 2.2.50, 표 2.2.52 및 표 2.2.53에 따른다.
- (나) TIG 및 MIG 용접용재료의 화학성분은 용강분석치로 하고 표 2.2.51에 따른다.

(3) 용착금속 인장시험

- (가) 각 시험재료로부터 **표 2.2.1**의 R 10호 인장시험편 1개를 채취한다. 다만, 우리 선급의 승인을 득한 경우에는 R 14호 인장시험편 1개로 할 수 있다. 또한 시험편의 세로축 중심선은 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.
- (나) 인장시험편은 수소제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위내에서 250 °c를 넘지 않게 가열하여도 좋다.
- (다) 용착금속 인장시험의 규격치는 **표 2.2.54**에 따른다.

표 2.2.50 피복아크 용접봉의 용착금속 화학성분

종류	화학성분 (%)								
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	기타
<i>RD 308</i>	0.08이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	18.0~21.0	—	—
<i>RD 308L</i>	0.04이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	9.0~12.0	18.0~21.0	—	—
<i>RD 309</i>	0.15이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	—	—
<i>RD 309L</i>	0.04이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	12.0~16.0	22.0~25.0	—	—
<i>RD 309Mo</i>	0.12이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	—
<i>RD 309MoL</i>	0.04이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	—
<i>RD 310</i>	0.20이하	0.75이하	2.50이하	0.03이하	0.03이하	20.0~22.0	25.0~28.0	—	—
<i>RD 310Mo</i>	0.12이하	0.75이하	2.50이하	0.03이하	0.03이하	20.0~22.0	25.0~28.0	2.0~3.0	—
<i>RD 316</i>	0.08이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	11.0~14.0	17.0~20.0	2.0~2.75	—
<i>RD 316L</i>	0.04이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	11.0~16.0	17.0~20.0	2.0~2.75	—
<i>RD 317</i>	0.08이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	18.0~21.0	3.0~4.0	—
<i>RD 317L</i>	0.04이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	12.0~16.0	18.0~21.0	3.0~4.0	—
<i>RD 347</i>	0.08이하	0.90이하	2.50이하	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	18.0~21.0	—	Nb8×C (%)~1.0

표 2.2.51 TIG 및 MIG 용접용재료의 화학성분

종류	화학성분 (%)								
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	기타
<i>RY 308</i>	0.08이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	9.0~11.0	19.0~22.0	—	—
<i>RY 308L</i>	0.03이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	9.0~11.0	19.0~22.0	—	—
<i>RY 309</i>	0.12이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	12.0~14.0	23.0~25.0	—	—
<i>RY 309L</i>	0.03이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	12.0~14.0	23.0~25.0	—	—
<i>RY 309Mo</i>	0.12이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	12.0~14.0	23.0~25.0	2.0~3.0	—
<i>RY 310</i>	0.15이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	20.0~22.5	25.0~28.0	—	—
<i>RY 310S</i>	0.08이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	20.0~22.5	25.0~28.0	—	—
<i>RY 316</i>	0.08이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	11.0~14.0	18.0~20.0	2.0~3.0	—
<i>RY 316L</i>	0.03이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	11.0~14.0	18.0~20.0	2.0~3.0	—
<i>RY 317</i>	0.08이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	13.0~15.0	18.5~20.5	3.0~4.0	—
<i>RY 317L</i>	0.03이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	13.0~15.0	18.5~20.5	3.0~4.0	—
<i>RY 321</i>	0.08이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	9.0~10.5	18.5~20.5	—	Ti9×C (%)~1.0
<i>RY 347</i>	0.08이하	0.65이하	1.0~2.5	0.03이하	0.03이하	9.0~11.0	19.0~21.5	—	Nb10×C (%)~1.0

표 2.2.52 플렉스코어드와이어 반자동용접용재료의 용착금속 화학성분

(a) 가스를 사용하는 경우

종류	화학성분 (%)								
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	기타
<i>RW</i> 308	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	18.0~21.0	—	—
<i>RW</i> 308L	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	9.0~12.0	18.0~21.0	—	—
<i>RW</i> 309	0.10이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	—	—
<i>RW</i> 309L	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	—	—
<i>RW</i> 309Mo	0.12이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	—
<i>RW</i> 309MoL	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	—
<i>RW</i> 310	0.20이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	20.0~22.0	25.0~28.0	—	—
<i>RW</i> 316	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	11.0~14.0	17.0~20.0	2.0~3.0	—
<i>RW</i> 316L	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	11.0~14.0	17.0~20.0	2.0~3.0	—
<i>RW</i> 317	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	18.0~21.0	3.0~4.0	—
<i>RW</i> 317L	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~16.0	18.0~21.0	3.0~4.0	—
<i>RW</i> 347	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	18.0~21.0	—	Nb8×C (%)~1.0

(b) 가스를 사용하지 않는 경우

종류	화학성분 (%)								
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	기타
<i>RW</i> 308	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	19.5~22.0	—	—
<i>RW</i> 308L	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	9.0~12.0	19.5~22.0	—	—
<i>RW</i> 309	0.10이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	23.0~25.5	—	—
<i>RW</i> 309L	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	23.0~25.5	—	—
<i>RW</i> 309Mo	0.12이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	—
<i>RW</i> 309MoL	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	—
<i>RW</i> 310	0.20이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	20.0~22.0	25.0~28.0	—	—
<i>RW</i> 316	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	11.0~14.0	18.0~20.5	2.0~3.0	—
<i>RW</i> 316L	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	11.0~14.0	18.0~20.5	2.0~3.0	—
<i>RW</i> 317	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	13.0~15.0	18.5~21.0	3.0~4.0	—
<i>RW</i> 317L	0.04이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	13.0~15.0	18.5~21.0	3.0~4.0	—
<i>RW</i> 347	0.08이하	1.0이하	0.5~2.5	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	19.0~21.5	—	Nb8×C (%)~1.0

표 2.2.53 서브머지드 아크 자동용접용재료의 용착금속 화학성분

종류	화학성분 (%)								
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	기타
<i>RU</i> 308	0.08이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	18.0~21.0	—	—
<i>RU</i> 308L	0.04이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	9.0~12.0	18.0~21.0	—	—
<i>RU</i> 309	0.15이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	—	—
<i>RU</i> 309Mo	0.12이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	22.0~25.0	2.0~3.0	—
<i>RU</i> 310	0.20이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	20.0~22.0	25.0~28.0	—	—
<i>RU</i> 316	0.08이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	11.0~14.0	17.0~20.0	2.0~2.75	—
<i>RU</i> 316L	0.04이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	11.0~16.0	17.0~20.0	2.0~2.75	—
<i>RU</i> 317	0.08이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	12.0~14.0	18.0~21.0	3.0~4.0	—
<i>RU</i> 317L	0.04이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	12.0~16.0	18.0~21.0	3.0~4.0	—
<i>RU</i> 347	0.08이하	1.0이하	2.5이하	0.04이하	0.03이하	9.0~11.0	18.0~21.0	—	Nb8×C (%)~1.0

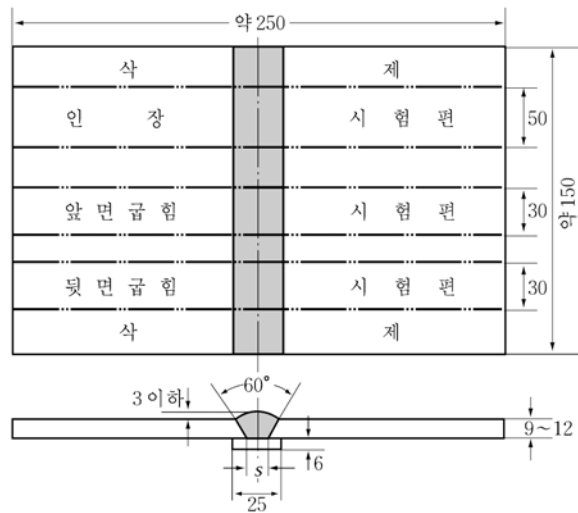
표 2.2.54 용착금속 인장시험의 규격치

피복아크용 접봉	TIG 및 MIG 용접용재료	플렉스코어드와이어 반자동용접용재료	서브머지드아크 자동용접용재료	인장강도 (N/mm^2)	항복강도 (N/mm^2)	연신율 (%)
<i>RD</i> 308	<i>RY</i> 308	<i>RW</i> 308	<i>RU</i> 308	550이상	225이상	35이상
<i>RD</i> 308L	<i>RY</i> 308L	<i>RW</i> 308L	<i>RU</i> 308L	510 이상	205 이상	35 이상
<i>RD</i> 309	<i>RY</i> 309	<i>RW</i> 309	<i>RU</i> 309	550 이상	225 이상	30 이상
<i>RD</i> 309L	<i>RY</i> 309L	<i>RW</i> 309L	—	510 이상	205 이상	30 이상
<i>RD</i> 309Mo	<i>RY</i> 309Mo	<i>RW</i> 309Mo	<i>RU</i> 309Mo	550 이상	225 이상	30 이상
<i>RD</i> 309MoL	—	<i>RW</i> 309MoL	—	510 이상	205 이상	30 이상 ⁽¹⁾
<i>RD</i> 310	<i>RY</i> 310	<i>RW</i> 310	<i>RU</i> 310	550 이상	225 이상	30 이상
—	<i>RY</i> 310S	—	—	550 이상	225 이상	30 이상
<i>RD</i> 310Mo	—	—	—	550 이상	225 이상	30 이상
<i>RD</i> 316	<i>RY</i> 316	<i>RW</i> 316	<i>RU</i> 316	550 이상	225 이상	30 이상
<i>RD</i> 316L	<i>RY</i> 316L	<i>RW</i> 316L	<i>RU</i> 316L	510 이상	205 이상	35 이상
<i>RD</i> 317	<i>RY</i> 317	<i>RW</i> 317	<i>RU</i> 317	550 이상	225 이상	30 이상
<i>RD</i> 317L	<i>RY</i> 317L	<i>RW</i> 317L	<i>RU</i> 317L	510 이상	205 이상	30 이상
—	<i>RY</i> 321	—	—	550 이상	225 이상	30 이상
<i>RD</i> 347	<i>RY</i> 347	<i>RW</i> 347	<i>RU</i> 347	550 이상	225 이상	30 이상
(비 고)						
(1) <i>RW</i> 309MoL에 대한 연신율은 20% 이상으로 한다.						

5. 맞대기용접시험

(1) 맞대기용접 시험재

(가) 시험재의 치수는 그림 2.2.34 및 그림 2.2.35에 따르고 제조자가 지정하는 각 용접자세(하향, 수평, 수직상진, 수직하진 및 상향)로 용접한다.



용 접 용 재료의 종류	용 접 용 재료의 종류	TIG 용접용	MIG 용접용	플렉스코어드 반자동용접용 재료
$s(mm)$	용 접 용 재료의 종류	5 이하	5 이하	6 이하

그림 2.2.34 스테인리스강의 맞대기용접 시험재
(단위 : mm) (서브머지드 아크 자동용접은 제외)

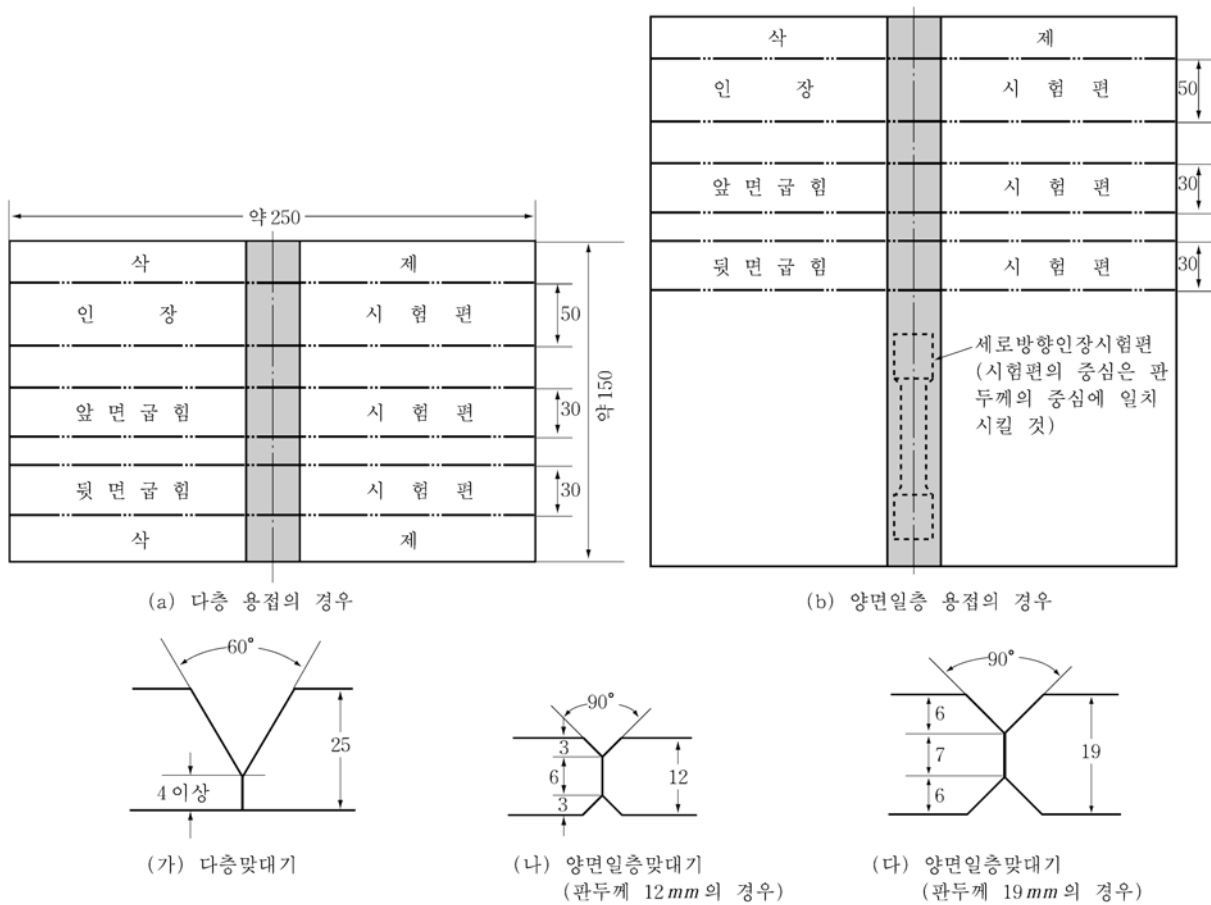


그림 2.2.35 스테인리스강의 서브머지드 아크 자동용접의 맞대기용접 시험재 (단위 : mm)

(나) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음표면에서 측정한 온도가 15°C 이상 150°C 이하가 될 때까지 대기중에서 냉각한다.

(2) 맞대기용접 인장시험

(가) 각 시험재료로부터 표 2.2.1의 R 2A호 인장시험편 1개를 채취한다.

(나) 시험편의 인장강도는 표 2.2.55에 따른다.

표 2.2.55 맞대기용접 인장시험의 규격치

피복아크용접봉	TIG 및 MIG 용접용재료	플럭스코어드와이어 반자동용접용재료	서브머지드아크 자동용접용재료	인장강도 (N/mm^2)
RD 308	RY 308	RW 308	RU 308	520 이상
RD 308L	RY 308L	RW 308L	RU 308L	480 이상
RD 309	RY 309	RW 309	RU 309	520 이상
RD 309L	RY 309L	RW 309L	—	520 이상
RD 309Mo	RY 309Mo	RW 309Mo	RU 309Mo	520 이상
RD 309MoL	—	RW 309MoL	—	520 이상
RD 310	RY 310	RW 310	RU 310	520 이상
—	RY 310S	—	—	520 이상
RD 310Mo	—	—	—	520 이상
RD 316	RY 316	RW 316	RU 316	520 이상
RD 316L	RY 316L	RW 316L	RU 316L	480 이상
RD 317	RY 317	RW 317	RU 317	520 이상 ⁽¹⁾
RD 317L	RY 317L	RW 317L	RU 317L	520 이상 ⁽¹⁾
—	RY 321	—	—	520 이상
RD 347	RY 347	RW 347	RU 347	520 이상
(비 고)				
(1) 시험재료 RSTS 317L을 사용한 경우에는 $480 N/mm^2$ 이상으로 한다.				

(다) 서브머지드 아크 자동용접용재료로서 이층용접법에 대하여만 시험을 하는 경우에는 2개의 시험재중 판두께가 두꺼운쪽의 시험재에서 표 2.2.1의 R14호 세로방향 인장시험편 1개를 채취한다. 또한, 시험편의 세로축중심선은 시험재의 용접중심선과 판두께의 중심에 일치하여야 한다.

(라) 전 (다)에 규정하는 세로방향 인장시험편은 수소제거를 위하여 시험을 하기 전에 16시간을 초과하지 않는 범위내에서 250°C 를 넘지 않게 가열하여도 좋다.

(마) 전 (다) 및 (라)에 규정하는 시험편의 인장강도, 항복점 및 연신율은 표 2.2.54에 따른다.

(3) 맞대기용접 굽힘시험

(가) 각 시험재료로부터 표 2.2.2의 RB 4호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편을 1개씩 채취한다.

(나) 시험편은 판두께의 1.5배에 상당하는 안쪽반지름을 갖는 플런저로 앞면굽힘 또는 뒷면굽힘을 하고 굽힘각도가 120° 이상에 도달하여도 시험편에 3mm 를 넘는 균열, 기타의 결함이 생겨서는 아니된다.

6. 정기검사

(1) 정기검사시에는 승인된 품목마다 다음 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.

(2) 정기검사에 관한 시험의 종류 등은 표 2.2.56에 따른다.

(3) 전 (2)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 전 4항 내지 5항에 따른다.

표 2.2.56 시험의 종류

용접용재료의 종류		시험의 종류	시 험 재					각 시험재료로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
			용접 자세	봉 또는 와이어 지름(mm)	갯수	모양 및 치수	판두께(mm)	
피복아크용접봉	용착금속시험	하향		3.2~4.0	1	그림 2.2.33	12~19	인장시험편 : 1개
TIG 용접용재료				2.4~3.2				
MIG 용접용재료				1.2~1.6				
플럭스코어드 와이어반자동 용접용재료				1.2~3.2				
서브머지드 아크 자동용접용재료 ⁽¹⁾	다층 용접법	용착금속속시험	하향	1.2~4.0	1	그림 2.2.33	19~25	인장시험편 : 1개
	양면 일층 용접법	맞대기 용접시험	하향	2.4~4.0	1	그림 2.2.35(b)	12~19	인장시험편 : 1개 세로방향인장시험편 : 1 개 앞면굽힘시험편 : 1개 뒷면굽힘시험편 : 1개
(비 고) (1) 다층 및 양면일층 겸용용접용재료에 대하여는 다층 및 양면일층 용접법의 양쪽에 대한 시험을 모두 하고 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수 그리고 각 시험편의 종류와 갯수는 각각의 용접법의 규정에 따른다. 다만, 양면일층 용접법의 세로방향 인장시험편은 생략한다.								

608. 알루미늄합금재의 용접용재료

1. 적 용

(1) 다음 (가) 및 (나)의 알루미늄 합금재의 용접용재료(이하 **용접용재료**라 한다.)에 대한 승인시험 및 정기 검사는 608.의 규정에 따른다.

(가) TIG 용접 또는 플라스마 아크 용접용 용접봉

(나) MIG 용접, TIG용접 또는 플라스마 아크 용접용 와이어

(2) 608.에서 특별히 규정되지 아니한 사항에 대하여는 601. 내지 605.의 규정을 준용한다.

2. 종류 및 기호

(1) 용접용재료의 종류 및 기호는 표 2.2.57에 따른다.

표 2.2.57 종류 및 기호

용접용재료의 종류	종류 및 기호
용접봉	RA, RB, RC, RD
용접와이어	WA, WB, WC, WD

(2) He, Ar 또는 그 혼합가스를 보호가스를 사용하는 용접용재료는 표시기호 뒤에 “G”를 부기하고 표 2.2.58에 따른 보호가스 구분기호를 용접용재료의 표시기호 뒤에 부기한다.(예: RB G(I-3)) 그 외의 가스를 보호가스로 사용하는 경우에는 표시기호 뒤에 “S” 및 가스의 성분 또는 순도를 부기한다.(예: RB S(CO2 100%)) 특정한 보호가스를 사용하여 승인된 용접와이어 또는 용접봉을 동일 구분기호 내의 다른 가스조성으로 적용하고자 하는 경우에는 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

표 2.2.58 가스의 종류

구분기호	종류	가스조성(%)	
		He	Ar
I	I-1	-	100
	I-2	100	-
	I-3	> 0 - 33	나머지
	I-4	> 33 - 66	나머지
	I-5	> 66 - 95	나머지
S		상기제외	

3. 시험일반

- (1) 용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수 그리고 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 갯수는 표 2.2.59에 따른다.

표 2.2.59 용접용재료의 시험의 종류

시험의 종류	시 험 재				각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
	용접자세	갯수	모양 및 치수	판두께(mm)	
용작금속 시험(화학적 성분 분석시험)	하향	1	그림 2.2.36	-	-
맞대기 용접시험	하향	1	그림 2.2.37	10~12	인장시험편 : 2 앞면굽힘시험편 : 2 뒷면굽힘시험편 : 2 매크로조직시험편 : 1
	수평	1 ⁽¹⁾			
	수직상진	1			
	상향	1			
	하향	1	그림 2.2.38	20~25	인장시험편 : 2 앞면굽힘시험편 : 2 뒷면굽힘시험편 : 2 매크로조직시험편 : 1
(비고)					
(1) 하향 및 수직상진의 맞대기 용접시험에 합격한 용접용재료는 우리 선급의 승인을 얻어 수평자세의 시험을 생략할 수 있다.					

- (2) 시험재로 사용되는 알루미늄 합금제는 용접용재료의 종류에 따라서 표 2.2.60에 따른다.

표 2.2.60 시험재로 사용하는 알루미늄 합금제의 종류

용접용재료의 종류	시험재로 사용되는 알루미늄 합금제의 재료기호	
RA, WA	5000 계열	5754
RB, WB		5086
RC, WC		5083, 5383, 5456, 5059
RD, WD	6000 계열	6005A, 6061, 6082
(비고)		
(1) 5000계열의 합금중 고강도의 알루미늄합금에 대하여 승인된 용접용재료는 그보다 낮은 강도를 가지는 동일 계열의 알루미늄합금에 대하여도 승인된 것으로 간주한다.		

- (3) 용접용재료의 승인시험은 품목마다 전 (1)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (4) 가스실드 용접용재료는 표 2.2.58의 가스 종류 중에서 제조자가 지정하는 것마다 전 (1)호의 시험을 한다. 다만, 제조자가 표 2.2.58의 구분기호 I에 포함되는 가스를 지정한 경우에는 어느 한 종류의 가스에 대하여 전 (1)호의 시험을 하고 이에 만족하면 다른 종류의 가스에 대하여는 우리 선급의 승인을 받아 시험을 생략할 수 있다.
- (5) 제조자가 전 (4)호에 규정된 시험에 구분기호 S에 포함되는 가스를 지정한 경우에는 보호가스의 조성을 우리 선급에 제출하여야 한다.
- (6) 용접후 시험재에는 어떠한 열처리 또는 피닝을 하여서는 아니 된다.
- (7) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선 전반에 걸쳐 방사선 시험을 할 수 있다.

4. 용착금속시험

(1) 용착금속 시험재

- (가) 시험재의 치수는 그림 2.2.36에 따르며 제조자가 지정한 용접법에 따라 하향자세로 용접한다.

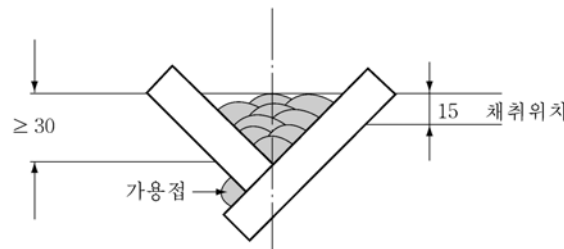


그림 2.2.36 용착금속 시험용 시험재 (단위: mm)

- (나) 용접법과 용접용재료에 따른 화학성분 분석을 위한 충분한 크기의 시험재를 채취하여야 한다.
- (2) 화학성분 용접용재료의 화학성분은 그림 2.2.36에 규정된 용착금속을 분석하고 그 결과는 제조자가 규정한 값에 따른다.

5. 맞대기용접시험

(1) 맞대기 용접 시험재

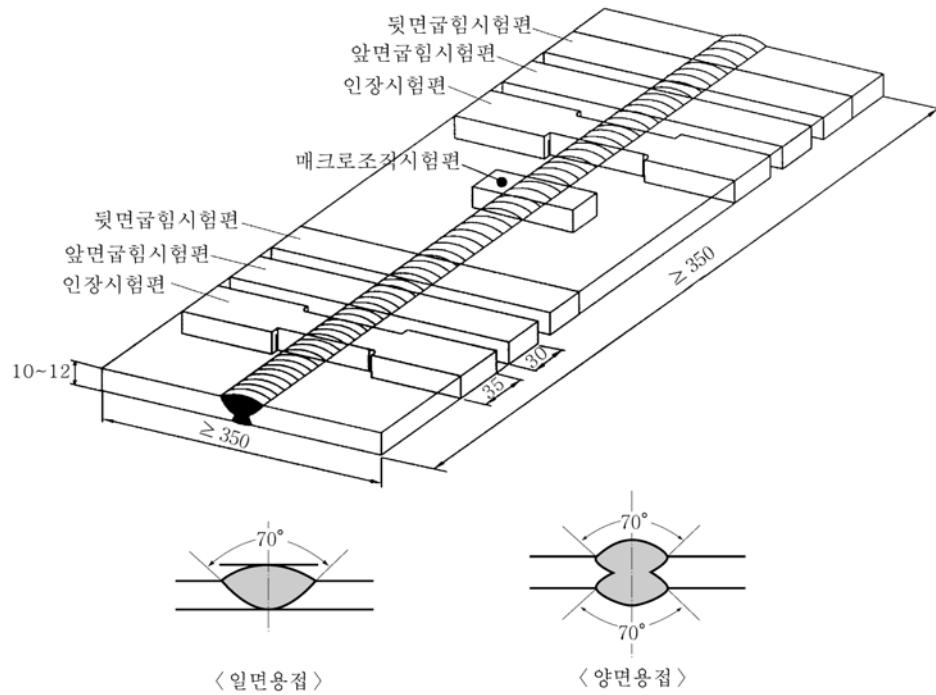
- (가) 시험재의 치수는 그림 2.2.37 및 그림 2.2.38에 따르며 그림 2.2.37의 경우, 제조자가 지정하는 각 용접 자세(하향, 수평, 수직상진 및 상향)로 용접하고 그림 2.2.38의 경우 하향자세로 용접한다.
- (나) 시험재는 각 패스마다 용접선 중앙의 이음 표면에서 측정한 온도가 상온이 될 때까지 대기중에서 냉각한다. 단, RD 및 WD의 시험재는 용접이 완료된 후 시험을 시작하기 전에 최소 72시간동안 자연시효를 할 수 있다.

(2) 맞대기 용접 인장시험

- (가) 각 시험재료로부터 표 2.2.1의 R 2A호 인장시험편 2개를 채취한다.
- (나) 시험편의 인장강도는 표 2.2.61에 따른다.

표 2.2.61 기계적 성질

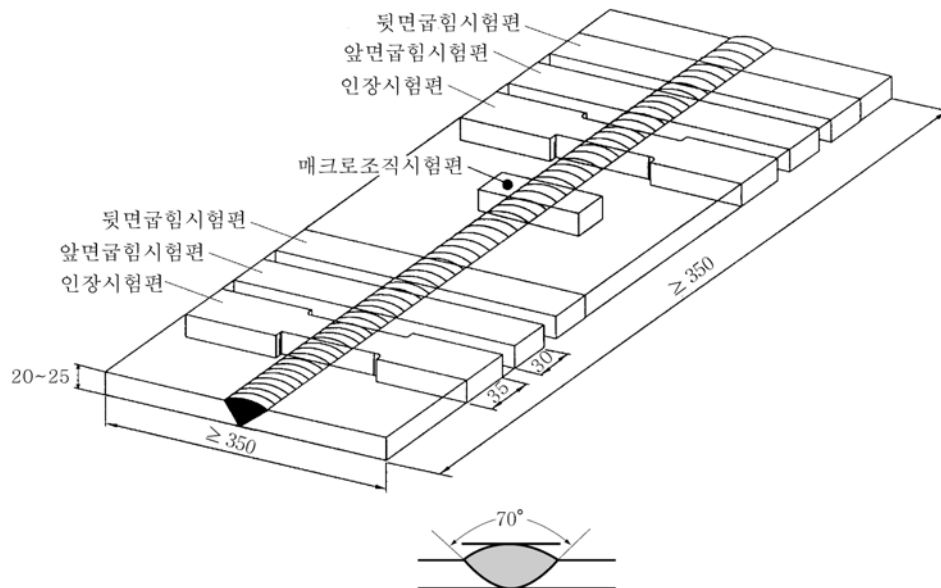
용접용재료의 기호	시험재의 재료기호	인장강도 (N/mm^2)	굽힘시험	
			안쪽 지름(mm)	굽힘각도
RA/WA	5754	190 이상	$3t^{(1)}$	180°
RB/WB	5086	240 이상	$6t^{(1)}$	
RC/WC	5083	275 이상		
	5383, 5456	290 이상		
	5059	330 이상		
RD/WD	6061, 6005A, 6082	170 이상		
(비고)				
(1) t : 시험편의 두께				



(비고)

- (1) 일면용접의 경우 뒷면용접을 할 수 있다.
- (2) 양면용접의 경우 동일한 용접자세로 양쪽면을 용접하여야 한다.

그림 2.2.37 알루미늄합금재의 맞대기용접 시험재 (두께 10~12 mm의 경우, 단위 : mm)



(비고)

- (1) 뒷면용접을 할 수 있다.

그림 2.2.38 알루미늄합금재의 맞대기용접 시험재 (두께 20~25 mm의 경우, 단위 : mm)

(3) 맞대기 용접 굽힘시험

- (가) 각 시험재로부터 표 2.2.2의 RB 4호 앞면굽힘 및 뒷면굽힘 시험편 각 2개를 채취한다.
- (나) 시험편은 표 2.2.61에 나타난 안쪽지름을 갖는 플런저로 앞면 및 뒷면굽힘을 하고 굽힘각도가 180° 이상에 도달하여도 시험편의 표면에 길이가 3 mm를 넘는 어떠한 결함도 생겨서는 아니 된다.

(4) 맞대기 용접 매크로 조직시험

- (가) 그림 2.2.37 및 그림 2.2.38에 따라 1개의 매크로 조직시험편을 맞대기 용접 시험재로부터 채취한다.
- (나) 용접부 횡단면의 매크로 조직을 표시하는 시험편에는 용합불량, 용입불량 또는 균열, 기타 유해한 결함이 있어서는 아니 된다.

6. 정기검사

- (1) 정기검사시에는 승인된 품목마다 다음 (2)호에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (2) 정기검사에 관한 시험의 종류 등은 표 2.2.62에 따른다.
- (3) 전 (2)호에서 규정하는 시험의 시험재에 대한 용접방법 및 규격은 전 4항 및 5항에 따른다.

표 2.2.62 시험의 종류

시험의 종류	시 험 재				각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류 및 갯수
	용접자세	갯수	모양 및 치수	판두께 (mm)	
용착금속 시험 (화학성분 분석)	하향	1	그림 2.2.36	-	-
맞대기 용접시험	하향	1	그림 2.2.37	10 - 12	인장시험편 : 2 앞면굽힘시험편 : 2 뒷면굽힘시험편 : 2 매크로조직시험편 : 1

609. 용접구조용 조질고장력강의 용접용재료

1. 적 용

다음 (가) 내지 (다)의 용접구조용 조질고장력강의 용접용재료(이하 609.에서는 용접용재료라고 한다.)에 대한 승인시험 및 정기검사는 609.의 규정에 따른다.

- (가) 피복아크 용접봉(602.의 1항 (1)호 및 (2)호에 규정한 것.)
- (나) 자동 용접용재료(603.의 1항 (1)호 및 (2)호에 규정한 것. 다만, 원칙적으로 다층용접법에 사용하는 것으로 한정한다.)
- (다) 반자동 용접용재료

2. 종류 및 기호

- (1) 용접용재료의 종류 및 기호는 표 2.2.64에 따른다.
- (2) 다음 3항 (1)호의 시험에 합격한 용접용재료에는 그 기호의 뒤에 603.의 2항 (2)호 및 (3)호 또는 604.의 2항 (2)호 및 (3)호의 규정에 준하여 표시기호를 부기한다.
- (3) 저수소계 용접용재료로서 6항에 규정하는 수소시험에 합격한 것에는 해당 용접용재료의 기호 뒤에 표 2.2.67의 표시기호를 부기한다. (예 : 3Y46S H5)

3. 시험일반

- (1) 용접용재료에 대한 시험의 종류, 시험재의 갯수, 판두께, 모양 및 치수, 시험재의 용접에 사용되는 용접봉의 지름 또는 와이어의 지름, 용접자세 및 각 시험재로부터 채취하는 시험편의 종류와 갯수는 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 3항, 603.의 3항 또는 604.의 3항의 규정을 준용한다. 다만, 표 2.2.14의 비고 (4) 및 표 2.2.31의 비고 (5)의 규정은 준용하지 않는다. 또한, 자동용접용재료는 원칙적으로 다층용접법에 대한 규정을 준용한다.
- (2) 시험에 사용되는 강재는 용접용재료의 종류에 따라서 표 2.2.63에 나타난 강판의 종류, 또는 우리 선급이 이와 동등하다고 인정하는 것으로 한다.
- (3) 용접용재료의 승인시험은 품목마다 전 602., 603. 또는 604.에 규정하는 시험을 하고 이에 합격하여야 한다.
- (4) 용접후 시험재에는 어떠한 열처리를 하여서는 아니 된다.

표 2.2.63 시험재로 사용하는 강판의 종류

용접용재료의 종류	시험재로 사용하는 강판의 종류
2Y42, 2Y46, 2Y50, 2Y55, 2Y62, 2Y69	AH 43~AH 70
3Y42, 3Y46, 3Y50, 3Y55, 3Y62, 3Y69	AH 43~AH 70, DH 43~DH 70
4Y42, 4Y46, 4Y50, 4Y55, 4Y62, 4Y69	AH43~AH70, DH 43~DH 70, EH 43~EH 70
5Y42, 5Y46, 5Y50, 5Y55, 5Y62, 5Y69	AH 43~AH 70, DH 43~DH 70, EH 43~EH 70, FH 43~FH 70
(비 고)	
용착금속의 시험재에는 본 표의 규정에 관계없이 연강 또는 다른 고장력강을 사용할 수 있지만 적절한 버터링을 한 것이어야 한다.	

- (5) 용접된 시험재는 시험을 하기 전에 용접부에 결함이 없는 것을 확인하기 위하여 용접선 전반에 걸쳐 방사선 시험을 할 수 있다.

4. 용착금속시험

- (1) **용착금속시험재** 시험재 및 시험재의 용접방법은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 4항 (1)호, 603.의 4항 (1)호 또는 604.의 4항 (1)호의 규정을 준용한다.
- (2) **용착금속 인장시험**
- (가) 각 시험재로부터 채취하는 인장시험편의 종류, 개수 및 채취방법 등은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 4항 (3)호, 603.의 4항 (3)호 또는 604.의 4항 (3)호의 규정을 준용한다.
- (나) 각 시험편의 인장강도, 항복강도 및 연신율은 표 2.2.64에 따른다.

표 2.2.64 용착금속 시험의 규격치

용접용재료의 종류	인장시험			충격시험	
	인장강도 (N/mm^2) ⁽¹⁾	항복강도 (N/mm^2)	연신율 (%)	시험온도 (° c)	평균흡수에너지 (J)
2Y42	530 ~ 680	420 이상	20 이상	0	47이상
3Y42				-20	
4Y42				-40	
5Y42				-60	
2Y46	570 ~ 720	460 이상	20 이상	0	
3Y46				-20	
4Y46				-40	
5Y46				-60	
2Y50	610 ~ 770	500 이상	18 이상	0	50이상
3Y50				-20	
4Y50				-40	
5Y50				-60	
2Y55	670 ~ 830	550 이상	18 이상	0	55이상
3Y55				-20	
4Y55				-40	
5Y55				-60	
2Y62	720 ~ 890	620 이상	18 이상	0	62이상
3Y62				-20	
4Y62				-40	
5Y62				-60	
2Y69	770 ~ 940	690 이상	17 이상	0	69이상
3Y69				-20	
4Y69				-40	
5Y69				-60	
(비 고)					
(1) 인장강도는 우리 선급의 승인을 받아 본 표에 나타낸 규격과 다른 것으로 할 수 있다.					

(다) 602.의 4항 (3)호 (나)의 규정을 준용한다.

(3) 용착금속 충격시험

(가) 각 시험재료로부터 채취하는 충격시험편의 종류, 갯수, 채취방법 등은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 4항 (4)호, 603.의 4항 (4)호 및 604.의 4항 (4)호의 규정을 준용한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.64에 따른다.

(다) 602.의 4항 (4)호 (나) 및 (라)의 규정을 준용한다.

5. 맞대기용접시험

(1) 맞대기용접시험재 시험재 및 시험재의 용접방법은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 5항 (1)호, 603.의 5항 (1)호 또는 604.의 5항 (1)호의 규정을 준용한다.

(2) 맞대기용접 인장시험

(가) 각 시험재료로부터 채취하는 인장시험편의 종류, 갯수 등은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 5항 (2)호, 603.의 5항 (2)호 또는 604.의 5항 (2)호의 규정을 준용한다.

(나) 시험편의 인장강도는 표 2.2.65에 따른다.

표 2.2.65 맞대기 용접 인장시험의 규격치

용접용재료의 종류	인장강도 (N/mm^2)
2Y42, 3Y42, 4Y42, 5Y42	530 이상
2Y46, 3Y46, 4Y46, 5Y46	570 이상
2Y50, 3Y50, 4Y50, 5Y50	610 이상
2Y55, 3Y55, 4Y55, 5Y55	670 이상
2Y62, 3Y62, 4Y62, 5Y62	720 이상
2Y69, 3Y69, 4Y69, 5Y69	770 이상

(3) 맞대기용접 굽힘시험

(가) 각 시험재료로부터 채취하는 굽힘시험편의 종류, 갯수 등은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 5항 (3)호, 603.의 5항 (3)호 또는 604.의 5항 (3)호의 규정을 준용한다.

(나) 시험편은 표 2.2.66에 규정하는 안쪽반지름을 갖는 플런저로 앞면굽힘 및 뒷면굽힘을 하고 굽힘각도 120° 이상에 도달하여도 시험편의 표면에 3 mm를 넘는 균열, 또는 기타의 결함이 생겨서는 아니 된다

표 2.2.66 맞대기 용접 굽힘시험의 굽힘 반지름

용접용재료의 종류	안쪽 반지름
2Y42~50, 3Y42~50, 4Y42~50, 5Y42~50	2.0 t
2Y55~69, 3Y55~69, 4Y55~69, 5Y55~69	2.5 t

(4) 맞대기용접 충격시험

(가) 각 시험재료로부터 채취하는 충격 시험편의 종류, 갯수, 채취방법 등은 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 5항 (4)호, 603.의 5항 (4)호 또는 604.의 5항 (4)호의 규정을 준용한다.

(나) 시험온도 및 평균흡수에너지값은 표 2.2.64에 따른다.

(다) 602.의 5항 (4)호 (나) 및 (라)의 규정을 준용한다.

6. 수소시험

(1) 수소시험은 우리 선급이 적당하다고 인정하는 글리세린치환법, 수은법, 가스 크로마토그래피 또는 기타 우리 선급이 적당하다고 인정하는 바에 따른다.

(2) 수소량의 평균치는 전 (1)호에서 규정하는 시험방법 및 용접용재료의 종류에 따라서 표 2.2.67의 규격에 합격하여야 한다.

표 2.2.67 수소량의 규격치

용접용재료의 종류	표시기호	수소량의 규격치 (cm^3/g)		
		글리세린 치환법	수소법	가스 크로마트 그래프법
2Y42~50, 3Y42~50, 4Y42~50, 5Y42~50	H 10	0.05 이하	0.10 이하	0.10 이하
2Y55~69, 3Y55~69, 4Y55~69, 5Y55~69	H 5	-	0.05 이하	0.05 이하

7. 필릿용접 시험

- (1) 필릿용접 시험재 시험재는 602.의 7항 (1)호의 규정을 준용한다.
- (2) 필릿용접의 매크로조직시험 매크로조직시험은 602.의 7항 (2)호의 규정을 준용한다.
- (3) 필릿 용접의 경도시험 경도시험은 602.의 7항 (3)호의 규정을 준용한다.
- (4) 필릿용접의 파면시험 파면시험은 602.의 7항 (4)호의 규정을 준용한다.

8. 정기검사

연차검사는 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 8항, 603.의 8항 또는 604.의 8항의 규정을 준용한다. 단, 자동용접용재료는 원칙으로서 다층용접법에 대한 규정을 준용한다.

9. 종류의 변경

승인된 용접용재료의 강도나 인성에 관한 종류를 변경하는 경우에는 용접용재료의 종류에 따라서 602.의 9항, 603.의 9항 또는 604.의 9항의 규정을 준용한다. ⚡

2007

선급 및 강선규칙 적용지침

제 2 편

재료 및 용접

「지침의 적용」

이 적용지침(이하 **지침**이라 한다.)은 선급 및 강선규칙을 적용함에 있어 규칙 적용상 통일을 기할 필요가 있는 사항 및 규칙에 상세히 규정하지 않은 사항 등에 대하여 정한 것으로서 해당 규정에 추가하여 이 지침에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 한다. 다만, 이 지침에서 정하는 것과 동등하다고 본 선급이 인정하는 경우에는 별도로 고려할 수 있다.

선급 및 강선규칙 적용지침 중
“제2편 재료 및 용접”의 개정부분 및 시행일자
(2006년도 적용지침에 대한 개정부분을 나타낸 것임)

시행일자 : 2007년 7월 1일

제 1 장	재 료
제 1 절	일반사항 - 103.의 2항 (2)호를 일부 개정함.
제 2 절	시험편 및 시험방법 - 201.의 2항을 일부 개정함.
제 3 절	압연강재 - 301.의 표 2.1.3 및 3항의 재료기호를 개정함. - 301.의 3항 (2)호를 삭제함. - 301.의 4항 (2)호 및 (3)호를 일부 개정함 - 302.의 1항 (3)호를 일부 개정함 - 303.의 1항 (3)호 및 2항 (2)호를 일부 개정함 - 304.의 1항을 일부 개정함 - 305.을 신설함 - 308.의 1항을 일부 개정함 - 308.의 표 2.1.7의 재료기호를 개정함. - 308.의 2항을 삭제함. - 309.의 1항 및 2항을 일부 개정함
제 4 절	강관 - 401.의 3항 (3)호를 일부 개정함
제 5 절	주조품 - 501.의 1항을 개정하고 (2)호를 신설함. - 501.의 2항 및 표 2.1.13을 신설함. - 505.의 2항을 일부 개정함
제 6 절	단강품 - 601.의 3항 및 8항을 일부 개정함.
제 7 절	동 및 동합금 - 702.의 1항 및 3항을 일부 개정함.
제 8 절	알루미늄 합금재 - 801.의 1항, 2항 및 표 2.1.19를 일부 개정함.
제 2 장	용 접
제 1 절	일반사항 - 103.의 1항 및 5항을 일부 개정함.

제 3 절	용접시공 및 검사
	- 305.의 표 2.2.2의 재료기호를 개정함.
	- 306.의 표 2.2.4의 재료기호를 개정함.
제 4 절	용접절차 인정시험
	- 401.의 표 2.2.5를 일부 개정함.
	- 404.의 1항, 2항 3항을 일부 개정함.
	- 405.의 2항 및 그림 2.2.7을 개정함.
	- 407.을 전면 개정함.
제 5 절	용접사 및 기량시험
	- 501.의 1항을 일부 개정함.
	- 503.의 1항을 일부 개정함.
제 6 절	용접용재료
	- 602.의 2항을 개정함.
	- 603.의 1항을 개정함.
	- 604. 및 606.을 삭제함.
부록 2-5	선체용 주강품의 보수검사 기준
	- 전면 개정함
부록 2-8	동합금재 프로펠러주물의 액체침투 탐상검사 및 결함보수기준
	- 전면 개정함
부록 2-9	선체 용접이음부의 방사선 투과검사 및 초음파 탐상검사 기준
	- 전면 개정함

차 례

제 1 장 재 료	1
제 1 절 일 반 사 항	1
101. 적 용	1
103. 화학성분	1
104. 시험 및 검사	1
109. 재시험	1
제 2 절 시험편 및 시험방법	2
201. 일반사항	2
202. 시험편의 모양 및 치수	2
제 3 절 압 연 강 재	3
301. 선체 구조용 압연강재	3
302. 보일러용 압연강판	5
303. 압력용기용 압연강판	6
304. 저온용 압연강재	6
305. 압연 스테인리스강재	6
308. 용접구조용 조질고장력 압연강재	7
309. 스테인리스강 클래드 강판	7
제 4 절 강 관	8
401. 보일러 및 열교환기용 강관	8
402. 압력 배관용 강관	9
제 5 절 주 조 품	10
501. 주 강 품	10
505. 프로펠러용 스테인리스 주강품	10
506. 주철품	12
제 6 절 단 강 품	14
601. 단 강 품	14
제 7 절 동 및 동합금	16
702. 동합금 주물	16
제 8 절 알루미늄 합금재	17
801. 알루미늄 합금재	17
제 2 장 용 접	21
제 1 절 일 반 사 항	21
103. 특수용접	21
제 3 절 용접시공 및 검사	23
305. 용접순서 및 그 진행방향	23
306. 본용접	24

309. 용접부의 품질	25
제 4 절 용접절차 인정시험(WPQT)	26
401. 일반사항	26
404. 맞대기용접 이음시험	27
405. 필릿 용접부 이음시험	28
407. 승인된 용접절차 시방서의 용접 허용범위	29
제 5 절 용접사 및 기량시험	32
501. 일반사항	32
503. 기량자격시험의 방법	34
제 6 절 용접용재료	35
602. 연강, 고장력강 및 저온용강의 피복아크 용접봉	35
603. 연강, 고장력강 및 저온용강의 자동용접용 재료	36
 <부 록>	
부록 2-1 강재의 이음매 없는 단조동체 검사기준	37
부록 2-2 선체용 주강품의 초음파탐상검사 및 표면검사 기준	38
부록 2-3 크랭크축의 표면검사 기준	41
부록 2-4 주강재 크랭크스로우의 용접보수 검사기준	50
부록 2-5 선체용 주강품의 보수검사 기준	53
부록 2-6 단강품(크랭크축 제외)의 표면검사 기준	55
부록 2-7 단강품의 초음파탐상검사 기준	58
부록 2-8 동합금재 프로펠러주물의 액체침투 탐상검사 및 결함보수 기준	67
부록 2-9 선체 용접이음부의 방사선 투과검사 및 초음파 탐상검사 기준	73

제 1 장 재 료

제 1 절 일 반 사 항

101. 적 용

보일러용 이음매 없는 단조동체에 대하여는 부록 2-1에 따른다.

103. 화학성분

1. 규칙 103.의 1항의 적용은 다음에 따른다.

- (1) 레이들마다의 화학분석 시험은 철강재료에 적용한다.
- (2) 용탕마다의 화학분석 시험은 비철재료에 적용한다.

2. 규칙 103.의 2항의 적용은 다음에 따른다.

- (1) 분석시료 채취방법

분석시료는 기계시험편 또는 기계시험편을 채취한 인접한 곳에서 채취한다.

- (2) 강재의 제품분석 허용 변동치

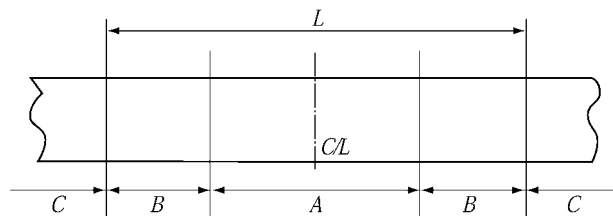
철강재료의 화학성분 허용 변동치는 KS D 0228(강재의 제품 분석 방법 및 그 허용 변동치)에 따른다.

104. 시험 및 검사

규칙 104.의 4항의 “우리 선급이 별도로 정하는 품질보증제도의 승인” 이란 “제조법 및 형식승인 등에 관한 기준” 제5장의 규정에 따라 재료 제조자의 품질보증제도를 승인한 경우를 말한다.

109. 재시험

규칙 109.의 4항의 적용에 있어서, “시험편이 표점사이의 중앙으로부터 양단 방향으로 각각 표점거리의 1/4 을 초과하는 곳에서 절단” 이라 함은 지점 그림 2.1.1의 “B” 및 “C” 부분에서 절단되는 경우를 말한다.



L : 표점거리

A : 표점사이의 중앙으로부터 양단 방향으로 각각 표점거리의 1/4 이내

B : 표점사이의 중앙으로부터 양단 방향으로 각각 표점거리의 1/4 을 초과하고 표점이내

C : 표점 초과

그림 2.1.1 인장시험편의 절단위치 구분

제 2 절 시험편 및 시험방법

201. 일반사항

1. **적 용 규 칙** 201.의 1항 (2)호의 규정에서 *ISO* 또는 *KS* 규격에 따른 시험편 또는 시험방법을 적용할 경우에는 우리 선급의 승인을 받을 필요가 없다.
2. **시험편의 채취** 규칙 201.의 3항 (2)호의 “승인된 경우” 라 함은 “제조법 및 형식승인 등에 관한 기준” 제2장의 규정에 따라 해당재료가 제조법 승인을 받은 경우를 말한다.

202. 시험편의 모양 및 치수

1. 인장시험편

- (1) **규칙 그림 2.1.1**에 규정하는 *R 14B*호 시험편은 **규칙 201.**의 1항 (2)호의 규정에 따라서 **지침 표 2.1.1**에 규정된 표점 거리를 가진 시험편을 사용하여도 좋다.

표 2.1.1 표점거리를 구하는 방법

시험편의 두께 t (mm)	시험편의 나비 W (mm)	표점거리 L (mm)
$3 \leq t \leq 4$	25	50
$4 < t \leq 5$		60
$5 < t \leq 7$		70
$7 < t \leq 10$		80
$10 < t \leq 15$		100
$15 < t \leq 20$		120
$20 < t \leq 30$		140
$30 < t \leq 40$		160

- (2) **규칙 202.**의 1항 (3)호의 적용은 다음에 따른다.

- (가) 스테인리스강 및 알루미늄합금은 **규칙 표 2.1.1**의 재료 1로 한다. 한편 동합금의 경우에는 **규칙 202.**의 1항 (3)호에 규정된 보정은 필요하지 아니하다.
- (나) 시험편의 수가 많아서 **규칙 202.**의 1항 (3)호에 정하는 보정을 하기가 복잡할 경우에는 연신율 규격치를 다음 식에 따라서 보정하여도 좋다. 이때 재료시험의 성적서에는 보정한 규격치를 기재하여야 한다.

$$E = n \cdot F$$

E : **규칙 그림 2.1.1**에서 규정하는 비례치수 시험편 ($L = 5.65\sqrt{A}$)을 사용할 경우에 상당하는 연신율.

n : 임의의 시험편을 사용할 경우의 연신율.

F : 연신율의 보정계수로서 비례치수 시험편에 대한 F 의 값은 시험편의 표점거리에 따라 **지침 표 2.1.2**에 따른다.

표 2.1.2 F 의 값

시험편의 표점거리 (L)	재료 1	재료 2
$8D$	1.21	1.29
$8\sqrt{A}$	1.15	1.21
$4D$	0.91	0.88
$4\sqrt{A}$	0.87	0.82
D : 시험편의 지름, A : 시험편의 단면적		

제 3 절 압 연 강 재

301. 선체 구조용 압연강재

1. 탈산방법 및 화학성분

- (1) 규칙 301.의 3항에서 “열가공제어법(TMCP)”의 정의는 다음 2항에 따른다.
 (2) 규칙 301.의 3항, 표 2.1.6의 비고 (13)에서 규정한 TMCP로 제조한 고장력강에 대한 탄소당량(Ceq) 값은 지침 표 2.1.3에 따른다.

표 2.1.3 TMCP로 제조한 고장력강의 탄소당량(Ceq)

강재의 종류	탄소당량 (%)	
	$t \leq 50 \text{ mm}$	$50 < t \leq 100 \text{ mm}$
AH 32, DH 32, EH 32, FH 32	0.36 이하	0.38 이하
AH 36, DH 36, EH 36, FH 36	0.38 이하	0.40 이하
AH 40, DH 40, EH 40, FH 40	0.40 이하	0.42 이하

- (3) 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 전 (2)의 탄소당량 대신 아래 식에 의하여 구한 강재의 균열감수성 지수값(P_{cm})의 제출을 요구할 수 있다.

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$$

2. 열처리 규칙 301.의 4항 표 2.1.8 및 표 2.1.9의 비고 (1)에서 규정한 열처리의 정의는 다음에 따른다.(지침 그림 2.1.2 참조)

(1) 압연 그대로, AR

압연그대로란, 강재를 고온에서 압연한 후 공기 중에서 냉각시키는 압연법을 말한다. 일반적으로 압연 및 최종 압연을 노멀라이징 온도이상 및 오스테나이트 재결정 온도구역에서 실시한다. 이 공정으로 생산된 강재의 강도 및 연성은 압연 후 열처리를 실시한 강재 또는 개선된 공정으로 생산된 강재의 것보다 낮다.

(2) 노멀라이징, N

노멀라이징이란, 압연된 강재를 A_{c3} 임계온도 이상의 오스테나이트 재결정 온도구역에서 가열하고 공기 중에 냉각시키는 열처리 공정을 말한다. 이 공정으로 생산된 압연 그대로인 강재는 입자의 크기가 미세화 되어 기계적 성질이 개선된다.

(3) 온도제어압연 (노멀라이징 압연), CR(NR)

온도제어압연이란, 최종압연온도를 노멀라이징 열처리 구간내로 제어하는 압연법을 말하며 이 압연법으로 생산된 강재의 기계적 성질은 일반적으로 노멀라이징 열처리를 실시한 강재와 동등하다.

(4) 퀸칭 후 템퍼링 : QT

퀸칭이란 A_{c3} 이상의 적당한 온도로 가열한 후 강재의 미세조직을 경화시키기 위하여 적당한 냉각제를 이용하여 냉각하는 열처리 공정을 말한다. 퀸칭 후 실시하는 템퍼링이란 강재의 미세조직을 개선하여 인성을 회복하기 위하여 A_{c1} 이하의 적당한 온도로 재가열하는 열처리 공정을 말한다.

(5) 열가공압연 (열가공제어법), TM(TMCP)

제어압연의 일종으로서 압연 온도뿐만 아니라 압하량을 엄격히 제어하는 것으로서 일반적으로 대부분의 압연을 오스테나이트 비재결정 구역에서 실시하고 A_{r3} 근방의 온도구역(오스테나이트와 페라이트의 이상(dual-phase) 복합구간 포함)에서 압연을 종료하는 압연법을 말한다.

열가공압연이 완료된 후 가속냉각, 직접소입법(direct quenching) 또는 템퍼링 처리는 별도로 선급의 승인을 얻은 후 적용할 수 있다.

(6) 가속냉각, AcC

가속냉각이란, 최종압연 후 A_{r3} 이하의 온도구역을 냉각할 때 냉각속도를 공기 냉각보다 빠른 냉각속도로 제어하여 강재의 기계적성질을 개선하기 위한 공정을 말한다.

조 직	온 도	종 류					
		종래의 제조법				열가공제어법	
		AR	N	CR (NR)	QT	TM	
재결정 오스테나이트	슬래브 가열온도						
비재결정 오스테나이트	노멀라이징 또는 담금질온도						
오스테나이트 + 페라이트	Ar ₃ 또는 Ac ₃						
펠라이트+페라이트 또는 페라이트+베이나이트	Ar ₁ 또는 Ac ₁						
(비 고) R : 압연(reduction) AR : 압연그대로(as rolled) N : 노멀라이징(normalising) CR(NR) : 온도제어압연(노멀라이징 압연) : controlled rolling(normalising rolling) AcC : 가속냉각(accelerated cooling) TM(TMCP) : 열가공압연(thermal-mechanical rolling) (열가공제어법(thermal-mechanical controlled process)) (*) : 오스테나이트와 페라이트의 2상(dual-phase) 온도구역에서 압연을 종료하는 경우를 말한다.							

그림 2.1.2 선체용 압연강재의 압연 프로세스

3. 시험재의 채취

규칙 301.의 6항 (3)호의 규정에서 “우리 선급이 승인한 경우”에 대하여는 다음에 따라도 좋다.

- (가) 제조법 승인시 특별히 지정된 경우를 제외하고 AH 32 및 AH 36의 충격시험은 우리 선급 검사원의 입회하에 정기적 검사를 하는 것으로 생략할 수 있다.
- (나) 전 (가)의 정기적 검사라 함은 1개월에 1회 하는 것을 말한다. 이때 임의의 시험재료로부터 채취한 1조(3개)의 시험편에 대하여 충격시험을 하여 합격되는 것을 확인하는 검사를 말한다.
- (다) 충격시험의 결과가 불합격된 경우, 이에 대응하는 대표 로트의 강재를 채취하여 규칙 301.의 10항에 따라서 재시험을 할 수 있다.
- (라) 재시험에서도 불합격 된 경우에는 그 이후 제조된 강재는 규칙 301.의 6항 표 2.1.8 및 표 2.1.9에 따라서 충격시험을 하여야 한다. 다만, 그 기간은 6개월로 하고 이 기간 중의 결과가 양호할 경우에는 전 (나)에 따라서 취급하여도 좋다.
- (마) 제조자는 매년 1회 충격시험의 결과를 종합하여 우리 선급에 제출하여야 한다.

4. 표면검사 및 치수허용차 규칙 301.의 8항의 적용은 다음 각 호에 따른다.

- (1) 우리 선급은 강재의 품질이 승인 당시와 동일하다는 것을 확인하기 위하여 표면검사를 할 수가 있다.
- (2) 강판의 표면결함 중 기포 및 흠에 대한 표면검사기준은 KS D 0208(강의 소지흠 육안 시험 방법)을 표준으로 한다.

- (3) 강재의 치수허용차는 강판의 호칭두께에 대한 마이너스 허용차를 제외하고는 KS D 3051(열간 압연 봉강 및 코일 봉강의 모양·치수 및 무게와 그 허용차), KS D 3052(열간압연 평강의 모양·치수 및 무게와 그 허용차), KS D 3500(열간압연 강관 및 강대의 모양·치수, 무게 및 그 허용차), KS D 3502(열간 압연 형강의 모양·치수 및 무게와 그 허용차)를 표준으로 한다.

5. 품질 및 결함의 보수 규칙 301.의 9항 (2)호의 적용은 다음 각 호에 따른다.

- (1) 다음의 경우에는 우리 선급 검사원의 입회하에 표면결함을 그라인더로 부분적으로 제거할 수 있다. 또한 그라인더로 보수한 두 지역 간의 거리가 평균 너비보다 작은 경우에는 하나의 보수지역으로 간주한다.
- (가) 보수의 깊이는 어떠한 장소에도 결함을 제거한 후의 강재의 두께가 호칭두께의 93% 이하이어서는 아니 되며 또한 어떠한 경우에도 보수의 깊이가 3 mm를 넘어서는 안 된다.
 - (나) 결함을 제거한 후의 개개의 보수 넓이는 $0.25 m^2$ 이하이어야 하며, 보수 넓이의 총 합계는 강판 표면적의 2%를 넘어서는 안 된다.
 - (다) 강판 양면의 서로 반대쪽에 위치한 표면결함을 그라인더로 보수하는 경우, 전 (가)호에 규정하는 값 이상으로 판두께를 감소시켜서는 안 된다.
 - (라) 결함의 완전한 제거를 확인하기 위하여 제조자는 자분탐상시험 또는 액체침투탐상시험을 하고 그 결과를 우리 선급 검사원에게 제출하여야 한다.
 - (마) 필요한 경우, 당해 강재의 마이너스 두께허용차에 의해 허용되는 깊이까지 강재의 전 표면을 그라인딩 할 수 있다.
- (2) 전 (1)호의 보수로써 제거할 수 없는 결함은 우리 선급 검사원의 승인을 받고 다음에 따라 결함을 제거한 후 용접으로 보수할 수 있다. 이 보수는 특별히 우리 선급의 승인을 받은 경우를 제외하고는 검사원의 입회하에 하여야 한다.
- (가) 어느 한 용접보수의 넓이는 $0.125 m^2$ 이하이어야 하며, 용접보수 넓이의 총 합계는 강판 표면적의 2%를 넘어서는 안 된다. 또한 두 용접보수 사이의 거리는 그들의 평균 너비보다 작아서는 안 된다.
 - (나) 용접전의 상태에 있어서 결함을 제거한 깊이가 호칭두께의 20%를 넘어서는 안 된다.
 - (다) 용접은 미리 승인된 방법에 따라서 우리 선급이 승인한 기량자격을 가진 용접사가 승인된 용접봉으로 하여야 한다. 용접봉은 저수소계의 적절히 건조된 것으로 용접 전 및 용접 중에 흡습되지 않도록 보호하여야 한다.
 - (라) 용접보수는 적절한 길이의 그리고 최소한 3패스 이상의 평행한 용접비드를 강재의 표면보다 높게 형성한 후 원래의 판두께까지 편평하게 그라인더로 다듬질하여야 한다.
 - (마) 용접금속은 용합부족, 언더컷, 균열 등의 유해한 결함이 없는 건전한 것이어야 한다. 제조자는 용접금속에 대하여 초음파탐상시험, 자분탐상시험 또는 액체침투탐상시험을 하고 그 결과를 우리 선급 검사원에게 제출하여야 한다.
 - (바) 열처리 조건으로 공급되는 강재는 열처리 전에 용접보수를 하거나 새로 열처리를 하여야 하며, CR 또는 AR로 공급되는 강재는 용접보수 후 적절한 열처리를 요구할 수 있다. 그러나 제조자가 요구되는 특성이 열처리를 하지 않고도 유지됨을 시험으로 입증하는 경우에는 후열처리를 생략할 수 있다.
 - (사) 매 용접보수에 대하여 제조자는 용접재료, 후열처리, 비파괴검사(초음파탐상시험, 자분탐상시험 또는 액체침투탐상시험)를 포함하는 용접보수절차의 상세, 결함의 크기와 위치를 나타낸 그림 및 서면 보고서를 우리 선급 검사원에게 제출하여야 한다.
- (3) 전 (2)호의 규정에 따라 용접보수를 하는 경우, 제조자는 다음의 자료를 제출하고 그 보수방법에 대하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
- (가) 보수대상 결함의 종류, 제거방법 및 용접방법 등을 포함하는 용접보수절차서
 - (나) 전 (가)호의 절차서에 기재된 용접보수 방법에 따라 보수를 하고 그 부분에 대한 인장시험, 굽힘시험, 충격시험, 매크로시험 및 경도시험의 성적서

302. 보일러용 압연강판

1. 시험재의 채취 규칙 302.의 6항을 적용함에 있어서 주문자가 자기 공장에서 규칙 302.의 3항 (2)호에 규정하는 노멀라이징을 하는 경우의 시험재의 채취는 다음에 따른다.

- (1) 제조자는 주문자의 요구에 따라 시험재에 한하여 노멀라이징을 한다. 다만, 주문자의 요구가 없는 경우에는 제조자가 적절히 노멀라이징을 하여도 좋다. 이 경우에 제조자는 시공한 노멀라이징 조건을 주문자에게 통고하도록 한다.

(2) 시험재는 주문자의 공장에서 노멀라이징을 한 강판에서 채취하든가 또는 강판과 동시에 노멀라이징을 행한 것으로 한다.

(3) 전 각호의 시험편의 기계적 성질은 **규칙 표 2.1.12**에 따른다.

2. 표 시 지침 302.의 1항의 규정에 따라 시험재에 노멀라이징을 한 경우에는 재료기호 끝에 “TN”을 부기한다.

303. 압력용기용 압연강판

1. 시험재의 채취 **규칙 303.**의 6항을 적용함에 있어서 주문자가 자기 공장에서 **규칙 303.**의 3항 (2)호에 규정하는 노멀라이징을 하는 경우의 시험재의 채취는 다음에 따른다.

(1) 제조자는 주문자의 요구에 따라 시험재에 한하여 노멀라이징을 한다. 다만, 주문자의 요구가 없는 경우에는 제조자가 적절한 노멀라이징을 하여도 좋다. 이 경우에 제조자는 시공한 노멀라이징 조건을 주문자에게 통고하도록 한다.

(2) 시험재는 주문자의 공장에서 노멀라이징을 한 강판에서 채취하든가 또는 강판과 동시에 노멀라이징을 하여야 한다.

(3) 전 각호의 시험편의 기계적 성질은 **규칙 표 2.1.15**에 따른다.

2. 규칙 303.의 7항 (2)호에서 “다만 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우”의 적용은 다음에 따른다.

(1) 압력용기용 압연강판을 상온액화가스를 저장하는 구형탱크 또는 원통형탱크의 경판 등에 사용하는 경우 충격시험편은 압연방향과 직각으로 채취하여야 한다.

(2) 전 호에 따라 채취한 경우의 충격시험 규격치에 대하여는 **규칙 표 2.1.15**에 따른다.

3. 표 시 지침 303.의 1항의 규정에 따라 시험재에 노멀라이징을 한 경우에는 재료기호 끝에 “TN”을 부기한다.

304. 저온용 압연강재

1. 기계적성질 **규칙 표 2.1.17** 비고 (2)의 R 14B IV형 시험편 대신에 KS B 0801 (금속 재료 인장 시험편)의 5호 시험편을 사용할 때의 연신율의 최소치는 **지침 표 2.1.4**에 정한 값으로 하여도 좋다.

표 2.1.4 연신율의 최소치 (%)

재료기호 \ 두께 t (mm)	$t \leq 5$	$5 < t \leq 10$	$10 < t \leq 15$	$15 < t \leq 20$	$20 < t \leq 25$
RL 24A, RL 24B, RL 27	22	24	26	28	30
RL 33	23	26	29	32	35
RL 37	21	24	27	30	33
RL 2N30, RL 3N32, RL 5N43		23	25	27	29
RL 9N53, RL 9N60	19	22		28	31

305. 압연 스테인리스 강재

1. 적용 **규칙 305.**의 1항 (3)호의 적용에 있어서 판두께 75 mm 이하의 오스테나이트-페라이트계 스테인리스강(이하 **듀플렉스 스테인리스강**이라 한다)의 종류, 화학성분 및 기계적 성질은 다음에 따른다.

(1) **종류 및 화학성분** 듀플렉스 스테인리스강의 종류 및 화학성분은 **지침 표 2.1.5**에 따른다.

표 2.1.5 종류 및 화학성분

재료기호	화학성분 (%)								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N
S31803	0.030이하	1.00이하	2.00이하	0.035이하	0.015이하	4.5~6.5	21.0~23.0	2.5~3.5	0.10~0.22
S32750						6.0~8.0	24.0~26.0	3.0~4.5	0.24~0.35

(2) 기계적성질 듀플렉스 스테인리스강의 기계적성질은 **지침 표 2.1.6**에 따른다.

표 2.1.6 기계적 성질

재료기호	인장시험			충격시험		
	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L = 5.65\sqrt{A}$)	시험온도 ($^{\circ}C$)	평균흡수에너지(J)	
					L	T
S31803	460이상	640이상	25이상	- 20	41	27
S32750	530이상	730이상	25이상			

2. 기계적성질 **규칙 305.**의 5항 (1)호의 적용에 있어서 우리 선급의 승인을 받는 경우에는 최소항복강도를 **규칙 표 2.1.20**에서 정하는 값보다 크게 할 수 있다. 이 경우 재료기호의 뒤에 최소항복강도 및 **지침 301.**의 2항에 정하는 열처리기호를 부기하여야 한다. (예 : RSTS 316LN - 400TM)

308. 용접구조용 조질고장력 압연강재

1. 탈산방법 및 화학성분

- (1) **규칙 308.**의 3항을 적용함에 있어서 강재의 용접성을 평가하기 위한 균열감수성 지수값 (P_{cm})은 **지침 301**의 1항 (3)호에 규정하는 식에 의해서 구한다.
- (2) 용접구조용 조질고장력 압연강재에 대한 최대 균열감수성 지수값 (P_{cm})은 **지침 표 2.1.7**에 따른다.

표 2.1.7 강재의 종류 및 균열감수성 지수

재료 기호	균열감수성 지수 (P_{cm}) (%)	
	두께 t (mm)	
	$t \leq 50$	$50 < t \leq 70$
AH 43, DH 43, EH 43, FH 43	0.25 이하	0.27 이하
AH 47, DH 47, EH 47, FH 47	0.26 이하	0.28 이하
AH 51, DH 51, EH 51, FH 51	0.26 이하	0.28 이하
AH 56, DH 56, EH 56, FH 56	0.28 이하	0.30 이하
AH 63, DH 63, EH 63, FH 63	0.29 이하	0.31 이하
AH 70, DH 70, EH 70, FH 70	0.30 이하	0.32 이하

309. 스테인리스강 클래드 강판

1. 기계적 성질 전단강도 시험방법은 원칙적으로 KS D 0234 (클래드강의 시험 방법)에 따른다.
2. 품질 및 결함의 보수 초음파 탐상시험방법은 원칙적으로 KS D 3693 (스테인리스 클래드강) 및 KS D 0234에 따른다.

제 4 절 강 관

401. 보일러 및 열교환기용 강관

1. 열처리 규칙 401.의 3항 표 2.1.40에서 규정한 열처리의 정의는 다음에 따른다.

(1) 저온어닐링(low temperature annealing)

상온가공 등에 의한 내부응력(스트레스)을 제거해서 연화시키거나 또는 담금질의 변형을 적게 하기 위한 전처리에 이용하는 어닐링. 450~600℃가 적당하다. 스트레스는 450℃ 이상으로 가열되지 않으면 제거되지 않는다.

(2) 노멀라이징(normalizing)

A_{c3} 임계온도 이상의 오스테나이트 재결정 온도구역에서 가열한 후 공기 중에서 냉각하는 열처리. 그 목적은 앞 가공의 영향을 제거하고 결정립자를 미세화 하여 기계적성질을 개선하는 데 있다.

(3) 완전어닐링(full annealing)

A_3 점(아공석강) 또는 A_1 점(과공석강) 이상의 온도로 가열하고, 그 온도에서 충분한 시간을 유지한 다음 극히 천천히 냉각시켜 연화시키는 어닐링.

(4) 등온어닐링(isothermal annealing)

A_3 점(아공석강) 또는 A_1 점(과공석강) 이상의 온도로 가열한 후, A_1 점 이하의 비교적 빠르게 펄라이트 변태가 일어나는 온도까지 급랭하고 그 온도로 유지하여 오스테나이트를 페라이트와 탄화물로 변태시켜 비교적 단시간에 연화시키는 어닐링. 사이클 어닐링(cycle annealing)이라고도 한다.

2. 화학성분 RSTH33의 화학성분은 지침 표 2.1.8에 따른다.

표 2.1.8 화학성분

재료기호	화학성분(%)				
	C	Si	Mn	P	S
RSTH 33	0.18 이하	0.35 이하	0.25~0.60	0.035 이하	0.035 이하

3. 열처리 및 기계적 성질

(1) RSTH 33의 열처리는 RSTH 35와 같이 한다.

(2) RSTH 33의 기계적성질은 다음 각 호의 규정에 따른다.

(가) 인장시험 : RSTH 33의 인장시험 규격치는 지침 표 2.1.9에 따른다.

표 2.1.9 인장시험

종 류	항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%) ($L = 5.65\sqrt{A}$)
RSTH 33	175 이상	325 이상	26(22) 이상
(비 고)			
1. 연신율의 괄호내의 값은 시험편을 압연방향과 직각으로 채취한 경우에 적용한다. 이 경우의 시험편은 편평하게 한 후 600℃ ~ 650℃로 가열하고 응력을 제거하기 위하여 어닐링을 하여야 한다.			
2. 전기저항 용접강관에서 관모양이 아닌 시험편을 채취할 경우에는 용접선을 포함하지 아니하는 부분에서 채취하여야 한다.			

(나) 편평시험 : RSTH 33의 편평시험은 규칙 401.의 5항 (2)호에 따른다. 다만, 계수 e 값은 0.09로 한다.

(다) 플랜징 시험

관의 끝에서 관모양의 시험편을 채취하고 상온에서 관축에 직각이 되도록 플랜지 모양으로 만들어 그 플랜지의 바깥지름을 지침 표 2.1.10의 크기로 하여도 플랜지에 홈 또는 균열 등이 생겨서는 아니 된다. 이 경우 시험편의 길이 L 은 플랜징 후 플랜지부 이외의 길이가 0.5 D 이상이 되도록 하여

야 한다. 다만, 이 시험은 RSTH 33중에서 두께가 바깥지름의 1/10 이하이고 또한 5 mm 이하의 관에 대하여만 적용한다.

표 2.1.10 플랜징 후의 플랜지 바깥지름

관의 바깥지름 (mm)	플랜지의 바깥지름 (mm)
63 미만	관의 바깥지름의 1.3배
63 이상	관의 바깥지름 + 20

(라) 종압축시험

검사원은 RSTH 33의 관에 대하여 종압축시험을 요구할 수 있다. 이 시험에서 길이 65 mm의 관 모양 시험편을 채취하고 상온에서 관의 축방향으로 압력을 가하여 지침 표 2.1.11에 정하는 높이까지 압축하여도 흠 또는 균열이 생겨서는 아니 된다.

표 2.1.11 압축후의 높이

관의 두께 t (mm)	압축후의 높이
$t \leq 3.4$	19 mm 또는 바깥쪽의 접히는 부분이 서로 닿을 때까지
$t > 3.4$	32 mm

(마) 전개시험 : RSTH 33의 전개시험은 규칙 401.의 5항 (4)호에 따른다.

(바) 수압시험 : RSTH 33의 수압시험은 규칙 401.의 5항 (5)호에 따른다.

(3) 규칙 401.의 5항 (5)호 (라)에 규정한 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴시험”이라 함은 초음파 탐상 시험 또는 와류탐상시험을 말한다.

(가) 초음파 탐상시험은 KS D 0250(강관의 초음파 탐상 검사 방법)에 따라 시행하고 탐상감도 구분 UD로부터 대비시험편의 인공흠에서의 신호와 동등 이상의 신호가 검출되지 아니한 관은 합격으로 한다.

(나) 와류탐상시험은 KS D 0251(강관의 와류탐상 검사 방법)에 따라 시행하고 탐상감도 구분 EY로부터 대비시험편의 인공흠에서의 신호와 동등 이상의 신호가 검출되지 아니한 관은 합격으로 한다.

4. 시험편의 채취 RSTH 33 강관의 시험편 채취는 열처리를 한 관에 대하여는 동일 가열로에서 동시에 열처리를 한 동일종류, 동일치수의 관들 중에서, 열처리를 하지 아니한 관에 대하여는 동일종류, 동일치수의 관들 중에서 각각 다음 각 호의 규정에 따라 채취한다.

- (1) 이음매 없는 강관 : 100개 또는 그 단수마다 1개의 비율로 시험용 관을 채취하고 각 시험용 관에서 인장시험편, 편평시험편 1개씩과 플랜징시험편 또는 확관시험편 1개를 채취한다.
- (2) 전기저항 용접강관 : 전기저항 용접강관은 전 호에 규정하는 시험편 외에 100개미만은 50개 또는 그 단수마다, 100개 이상은 100개 또는 그 단수마다 1개의 비율로 시험용관을 채취하고 여기에서 전개시험편 각 1개를 채취한다.

402. 압력 배관용 강관

1. 기계적성질 규칙 402.의 5항 (4)호 (라)에 규정한 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 비파괴시험”이라 함은 지침 401.의 3항 (3)호에 따른다.

제 5 절 주 조 품

501. 주 강 품

1. 화학성분

- (1) 규칙 501.의 4항을 적용함에 있어서 고파지력 앵커용 등과 같이 높은 인성이 요구되는 특수 주강품의 화학성분은 지침 표 2.1.12에 따른다. 제조자는 Al 등과 같은 적절한 세립화 원소를 첨가하여야 한다. 이때 이들 원소의 레이블 분석결과를 성적서에 기록하여야 한다.

표 2.1.12 화학성분

재료	화학성분 (%)						
	C	Si	Mn	P	S	Al	기타
특수 주강품 (탄소강 주강품)	0.23 이하	0.60 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하	0.015~0.08	규칙 표 2.1.67에 따른다.

- (2) 규칙 501. 4항 표 2.1.67의 비고 (1)을 적용함에 있어서 “우리 선급의 승인을 받아”는 동일한 화학성분을 가지는 용접구조용 주강품에 대하여 용접절차 인정시험에 합격한 경우를 말한다.

2. 기계적성질 규칙 501.의 6항 (2)호를 적용함에 있어서 “우리 선급이 별도로 정하는” 충격시험 규격치는 지침 표 2.1.13에 따른다.

표 2.1.13 용접구조용 주강품의 평균흡수에너지

종류의 기호	충격시험	
	시험온도 (℃)	평균흡수에너지 (J)
RSC 42, RSC 46, RSC 49, RSC 56, RSC 63	0	27 이상

3. 육안검사 및 치수검사 규칙 501.의 8항을 적용함에 있어서 선미재, 타골재 및 크랭크축의 검사는 다음 각 호의 규정에 따른다.

- (1) 선미재 및 타골재의 표면검사는 부록 2-2에 따른다.
(2) 주강재 크랭크축의 표면검사는 부록 2-3에 따른다.

4. 비파괴 시험 규칙 501.의 10항 (1)호 및 (2)호의 규정을 적용함에 있어서 선미재, 타골재 및 크랭크축의 비파괴 시험에 대하여는 다음 각 호에 따른다.

- (1) 선미재 및 타골재의 비파괴시험은 부록 2-2에 따른다.
(2) 주강재 크랭크축의 비파괴시험은 부록 2-3에 따른다.

5. 결함의 보수 규칙 501.의 11항 (1)호 (나)를 적용함에 있어 주강품의 용접 보수방법은 다음에 따른다.

- (1) 주강재 크랭크 스톱의 용접보수는 부록 2-4에 따른다.
(2) 합금강 주강품의 용접보수는 부록 2-4의 7항(예비시험)을 준용한다.
(3) 선미재, 타골재 및 선체의 중요한 구조부재가 되는 주강품의 보수는 부록 2-5에 따른다.

505. 프로펠러용 스테인리스 주강품

1. 비파괴 검사

- (1) 규칙 505.의 8항 (1)호의 프로펠러 주강품의 액체침투탐상 검사는 부록 2-8에 따른다.
(2) 규칙 505.의 8항 (2)호의 프로펠러 주강품의 영역별 중요도에 따른 구분은 부록 2-8의 그림 1 및 그림 2을 적용한다.

2. 결함의 보수

규칙 505.의 9항 (4)호를 적용함에 있어서, 결함의 보수방법은 다음에 따른다.

- (1) 용접보수의 범위는 부록 2-8의 3항 (2)호 내지 (4)호의 규정에 따른다.

(2) **용접보수절차** 전 (1)호의 규정에 따라 용접보수를 하는 경우에는 다음에 따른다.

(가) 용접을 시작하기 전에 다음 사항을 포함한 상세한 용접절차시방서를 우리 선급에 제출하고 다음 (3)호의 규정에 따라 용접절차인정시험을 실시하여야 한다.

- 용접부 가공, 용접자세, 용접변수, 용접용재료, 예열, 후열 및 검사방법

(나) 모든 용접보수는 우리 선급이 적당하다고 인정하는 자격을 가진 용접사에 의하여 실시하여야 한다.

(다) 용접은 외풍 및 용접에 나쁜 영향을 미치는 기후조건을 피할 수 있는 조건하에서 실시하여야 한다.

(라) 보수용접에 사용되는 용접용재료는 용접절차인정시험에 사용하였던 것과 같은 것을 사용하여야 한다. 또한 용접용재료는 제조자의 권장사항에 따라 보관되고 다루어져야 한다.

(마) 마르텐사이트계 스테인리스 프로펠러 주강품은 용접보수 후에 노내 템퍼링을 실시하여야 한다. 다만, 우리 선급의 사전 승인을 받은 경우 경미한 보수부에 대하여는 국부적인 응력제거 열처리를 할 수 있다.

(바) 열처리가 끝난 후 용접보수부와 그 주변 모재부를 매끄럽게 그라인딩하고 액체침투탐상검사를 실시하여야 한다.

(사) 제조공장에서는 보수된 주강품의 검사, 열처리 및 용접에 대한 기록을 유지하여야 한다. 이들 기록은 검사원에 의하여 검토되어야 한다.

(3) **용접절차 인정시험**

(가) **시험재의 준비** 시험재는 **지침 그림 2.1.3**에 따른다. 시험재의 개선형상은 원칙적으로 V형, 개선 각도는 60도 이상으로 한다.

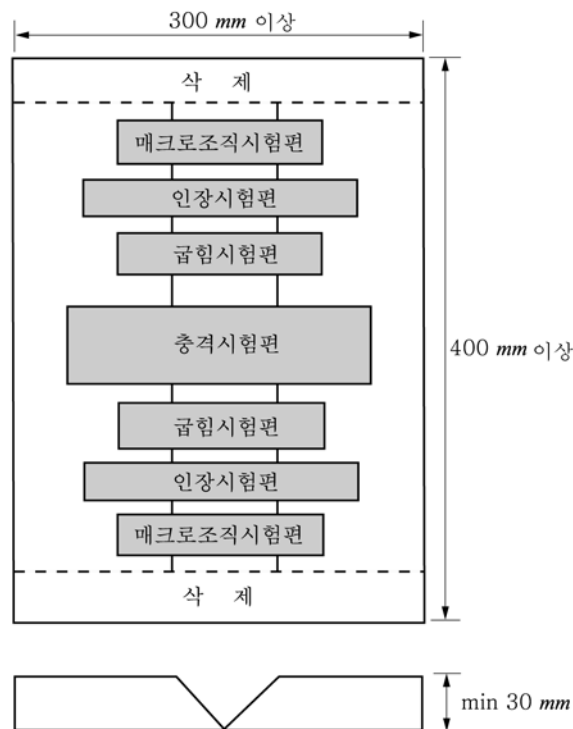


그림 2.1.3 용접이음 시험재 (단위 : mm)

(나) **비파괴시험** 시험재의 용접부에 대하여 육안검사 및 액체침투탐상검사를 실시하여야 한다.

(다) **매크로 조직시험** 두 개의 매크로 시험편을 준비하며 균열 및 3 mm 이상의 깊이 또는 지름을 가지는 결함이 없어야 한다.

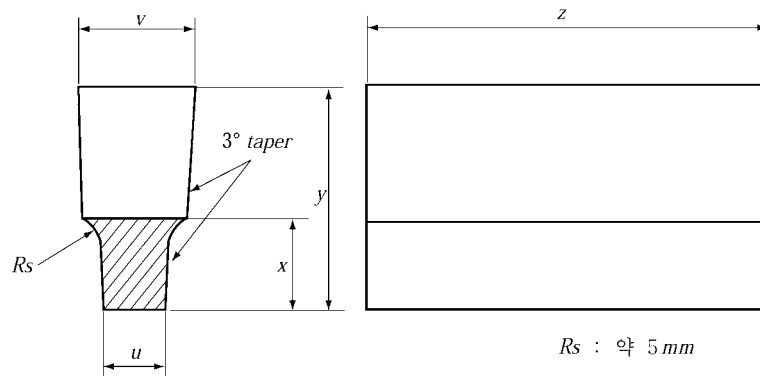
(라) **인장시험** 용접부에 수직인 두 개의 인장시험편을 채취한다. 인장강도는 모재에서 규정한 최소 인장강도 이상이어야 하며, 인장시험 후 파단위치(예: 용착금속, 열영향부 또는 모재부)를 기록하여야 한다.

(마) **굽힘시험** 용접부에 수직인 두 개의 측면 굽힘시험편을 채취한다. 굽힘시험의 안쪽지름은 마르텐사이트계의 경우 4 t, 오스테나이트계의 경우 3 t로 한다. 시험편을 굽힌 후에 표면에 길이 2 mm 이상의 표면결함이 없어야 한다.

- (바) 충격시험 모재에서 충격시험을 요구하는 경우에 충격시험을 실시한다. 2조의 시험편을 채취하며 1조는 용착금속부의 중심에 노치가 위치하도록 하고 또 1조는 용융선에 위치하도록 한다. 시험온도 및 흡수에너지는 모재에서 규정하는 기준에 따른다.
- (사) 경도시험 매크로 조직시험편 1개에 경도시험(Hv5)을 실시한다. 최소한 용착금속부, 열영향부(양면) 및 모재부에 대하여 측정하도록 하여야 한다. 이 값은 참조로 보고하여야 한다.

506. 주철품

1. 시험재 규칙 506.의 4항 (2)호의 규정 중 “우리 선급이 적절하다고 인정하는 경우” 라 함은 **지침 그림 2.1.4 내지 그림 2.1.6**에 규정된 시험재를 말한다. 시험편이 채취되는 부분(그림에서 빗금 친 부분)의 두께 “u” 는 일반적으로 25 mm로 한다. 25 mm 이외의 치수를 사용하는 경우에는 **지침 그림 2.1.4** 또는 **그림 2.1.6**에 규정된 치수로 채취하여야 한다.



	표준치수	표준치수 이외의 것을 사용하는 경우의 치수		
		(1)	(2)	(3)
u(mm)	25	12	50	75
v(mm)	55	41	90	125
x(mm)	40	30	60	65
y(mm)	100	80	150	165
z	시험기에 따른 적당한 길이			

그림 2.1.4 U형 시험재

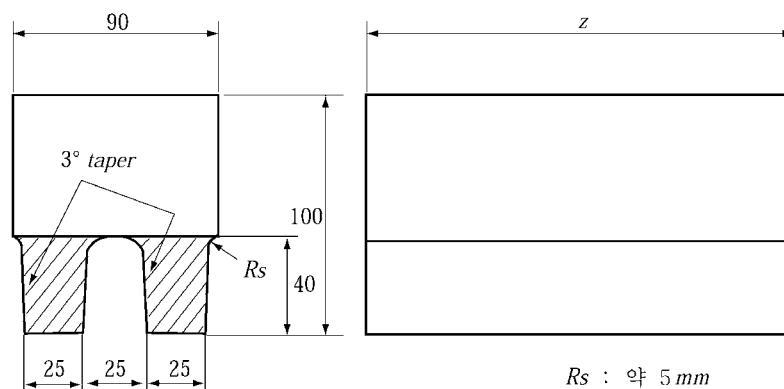
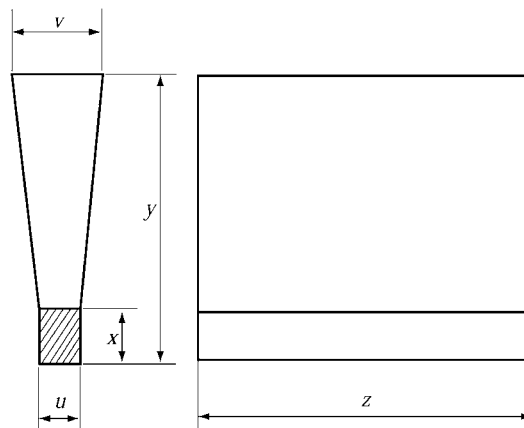


그림 2.1.5 Double-U 형 시험재



	표준치수	표준치수 이외의 것을 사용하는 경우의 치수		
		(1)	(2)	(3)
$u(mm)$	25	12	50	75
$v(mm)$	55	40	100	125
$x(mm)$	40	25	50	65
$y(mm)$	140	135	150	175
z	시험기에 따른 적당한 길이			

그림 2.1.6 Y형 시험재

제 6 절 단 강 품

601. 단 강 품

1. 제조법 규칙 601.의 3항 (6)호의 적용은 다음에 따른다.

- (1) 이 규정은 크랭크축의 절단부분 등 응력을 받는 중요한 부분을 가스 가공할 경우에 적용하고 가공방법 (예열을 포함) 및 가공에 따른 재질변화 등에 관한 자료를 제출하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

2. 열처리 규칙 601.의 4항 (1)호의 적용은 다음에 따른다.

- (1) 제품치수와 열처리 설비와의 관련으로서, 제품의 전 길이를 동일 노에서 동시에 열처리가 불가능할 경우에는 미리 검사원의 승인을 받아야 하며, 시험편은 제품의 양단부에서 각각 1조씩 채취한다.
또한 열처리가 겹치는 부분에 대하여는 초음파 탐상시험 등 우리 선급이 적절하다고 인정하는 방법으로 조직의 균일한 정도를 확인하여야 한다.

3. 기계적성질

규칙 601.의 6항 표 2.1.82의 비고 (4)를 적용함에 있어서, 기관용 중요 부품에 사용되는 저합금강 단강품 중 충격시험을 요구할 수 있는 단강품의 종류 및 이들의 평균흡수에너지는 지침 표 2.1.14에 따른다.

표 2.1.14 저합금강 단강품의 종류 및 평균흡수에너지

재료기호	적용부분	충격시험			
		평균흡수에너지(J)			
		V 노치		U 노치	
		L	T	L	T
RSF 61AM	- 크랭크 축 - 기어용 단강품	41 이상	24 이상	35 이상	24 이상
RSF 71AM		32 이상	22 이상	30 이상	23 이상
RSF 81AM		32 이상	20 이상	30 이상	22 이상
RSF 101AM		25 이상	16 이상	25 이상	18 이상
RSF 112AM		21 이상	13 이상	23 이상	15 이상
(비고) 충격시험은 상온(18 -25 °c)에서 실시한다.					

4. 육안검사 및 치수검사 규칙 601.의 8항에 대한 적용은 다음에 따른다.

- (1) 크랭크축 단강재 크랭크축의 표면검사는 부록 2-3에 따른다.
(2) 기타의 단강품 추진축계, 엔진부품 등의 표면검사는 부록 2-6에 따른다.

5. 비파괴 시험

- (1) 규칙 601.의 10항 (1)호 및 (2)호에 대한 적용은 다음에 따른다.
(가) 크랭크축 단강재 크랭크축의 비파괴시험은 부록 2-3 및 부록 2-7에 따른다.
(나) 기타의 단강품 추진축계, 엔진부품 등의 비파괴시험은 부록 2-6 및 부록 2-7에 따른다.
(2) 규칙 601.의 10항 (1)호 (다)에 규정하는 “단강품의 탐상에 대한 충분한 기술과 경험을 가져야 한다.”라 함은 다음 중 어느 것에 해당되는 초음파 탐상 종사자로서 우리 선급이 적절하다고 인정하는 자를 말한다.
(가) 단강품의 제조공장에 근무하는 동시에 우리 선급이 적절하다고 인정하는 제조공정관리 및 품질관리 체제하에서 단강품의 초음파 탐상작업에 종사하고 있으며 단강품의 특징 및 그 성질 등에 대하여 충분한 지식이 있다고 인정되는 자.
(나) 우리 선급이 인정할 수 있는 자격을 가진 자.

6. 결함의 보수 규칙 601.의 11항 (4)호에 대한 적용은 다음에 따른다.

- (1) 단강품의 응력정도에 중요하지 아니하다고 판단되는 부분은 모양 보수 목적으로 용접보수를 할 수 있다.

7. 크랭크축에 대한 특별규정

- (1) 규칙 601.의 14항 (1)호를 적용함에 있어서 일체형 크랭크축의 크랭크부를 절단 제거하지 아니하고 열

처리하는 경우에는 열처리 후, **지침 그림 2.1.7**과 같이 절단부분 중에서 핀에 근접하는 위치에서 1조의 시험편을 채취한다. 이때 시험편은 중앙의 크랭크스로우에서 채취한다.

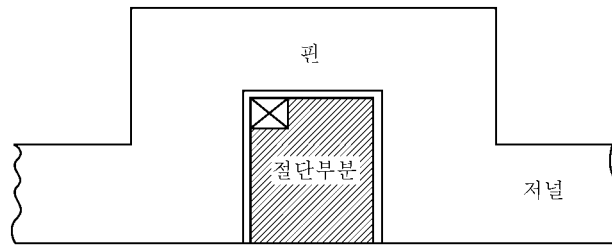


그림 2.1.7 시험편의 채취위치

(2) **규칙 601.의 14항 (2)호**에 규정된 반조립형 크랭크축의 크랭크스로우에 대한 적용은 다음에 따른다.

(가) 시험편은 통상 앞의 양단에서 길이방향으로 1조씩 채취한다.

(나) 승인된 제조방법을 변경하는 경우 또는 종래보다 대형 크랭크축을 제조할 경우에는 제조자는 다시 우리 선급이 지정하는 시험을 다시 받아야 한다.

8. 감속기어 등에 대한 특별규정 **규칙 601.의 7항 (7)호**에 규정된 침탄처리 이외의 표면경화처리를 하는 기어의 시험편 채취방법 및 경도시험 등은 다음에 따른다.

(1) **고주파 담금질 또는 질화처리 기어**

(가) 인장 및 충격시험편 표면경화처리 전의 최종 열처리 후에 기어 본체로 부터 **규칙 601.의 7항 (3)호**

(나) 내지 (마)의 규정에 따라서 소정의 시험편을 채취한다.

(나) **경화층 깊이**

(a) **고주파 담금질의 경우** 최초 제품의 본체에 대하여 고주파 담금질에 의한 경화층 깊이를 측정한다. 다만, 그 후의 제품에 대하여 측정할 필요는 없다.

(b) **질화처리의 경우**

(i) **시험재의 채취** 시험재는 제품과 동일조건으로 처리한 동일강종의 것이어야 한다.

(ii) **시험재의 크기** 적절한 크기로 한다.

(iii) **시험재의 열처리** 시험재에는 제품과 동시에 열처리 및 질화처리를 하여야 한다.

(iv) **경화층 깊이의 측정** 동일 질화처리 로트마다 한다.

(2) **표면경화처리를 하는 기어의 경도시험에 대한 적용은 다음에 따른다.**

(가) **경도 측정**은 **규칙 5편 3장**의 규정에 따르고, 경도값은 제조법 승인과 관련하여 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

(나) 기어의 치수, 모양 등의 이유로 제품 개개마다 경도측정이 곤란한 경우에는 (가)의 제조법 승인시험의 결과로부터 기어의 경도를 대표할 수 있는 적절한 위치를 선정하여 경도를 측정한다.

제 7 절 동 및 동합금

702. 동합금 주물

1. 화학성분 규칙 702.의 4항의 적용에 있어서, CU 1 및 CU 2에 대하여는 다음 각 호에도 적합하여야 한다.

(1) 다음에서 정하는 아연당량(%)은 45 %를 초과하여서는 아니 된다.

$$\text{아연당량}(\%) = 100 - \frac{100 \times Cu(\%)}{100 + A}$$

$$\text{이 경우 } A = Sn + 5Al - 0.5Mn - 0.1Fe - 2.3Ni(\%)$$

(2) 각 인장시험편에 대하여 동일 단면상 5개소의 α 상을 측정하여 이로부터 평균치가 25 % 이상이어야 한다.

2. 기계적성질 규칙 702.의 5항 표 2.1.94 비고 (1)의 항복강도 시험이 특별히 요구되는 경우는 다음의 경우를 말한다.

- (1) 동합금주물의 제조자가 우리 선급의 제조법승인을 받지 아니한 경우
- (2) 우리 선급의 제조법승인을 받은 제조자의 품질관리상태가 미흡한 것으로 인정되는 경우
- (3) 우리 선급 검사원이 항복강도 시험이 필요한 것으로 인정하는 경우

3. 시험재 규칙 702.의 6항 (2)호의 시험재의 형상 및 치수는 지침 그림 2.1.8의 실선 또는 점선모양의 시험재로 하여도 좋다.

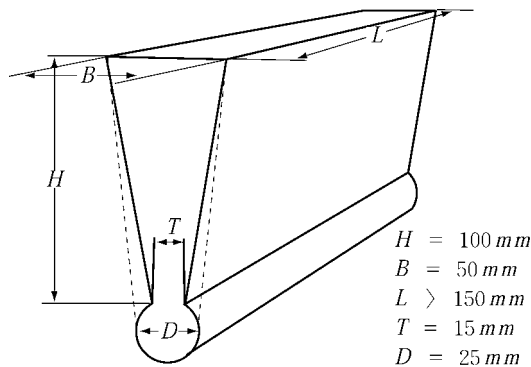


그림 2.1.8 시험재의 모양

4. 표면검사 및 치수검사

규칙 702의 7항 (2)호를 적용함에 있어 프로펠러 주물의 교정방법에 대하여는 부록 2-8에 따른다.

5. 비파괴 검사

- (1) 규칙 702.의 9항 (1)호의 프로펠러 주물의 액체침투 탐상검사는 부록 2-8에 따른다.
- (2) 규칙 702.의 9항 (2)호의 프로펠러 주물의 영역별 중요도에 따른 구분은 부록 2-8의 그림 1 및 그림 2에 따른다.

6. 결함의 보수 규칙 702.의 10항을 적용함에 있어서 프로펠러 주물의 용접보수기준은 부록 2-8에 따른다.

제 8 절 알루미늄 합금재

801. 알루미늄 합금재

1. 기계적성질

- (1) 규칙 801.의 5항 표 2.1.97 및 표 2.1.98의 비고 (3)을 적용함에 있어 연신율의 최소값은 다음 규정에 따른다.
- (가) 비례치수 인장시험편 대신에 KS 4호 인장시험편을 사용할 경우 연신율의 최소치는 지침 표 2.1.15 및 2.1.16에 따른다.

표 2.1.15 압연재의 연신율 값

재료기호	열처리	두께 t (mm)	연신율(%)
5083P	O	$12.5 < t \leq 50$	17 이상
		$50 < t \leq 100$	16 이상
		$100 < t \leq 160$	14 이상
		$160 < t \leq 200$	11 이상
	H111	$12.5 < t \leq 50$	17 이상
	H112/H116		11 이상
	H32		10 이상
	H321	$12.5 < t \leq 80$	
5383P	O/H111	$12.5 < t \leq 50$	19 이상
	H116/H321		11 이상
5059P	O/H111	$12.5 < t \leq 50$	27 이상
	H116/H321		11 이상
5086P	O/H111	$12.5 < t \leq 50$	18 이상
	H112/H116, H32/H321		10 이상
5754P	O	$12.5 < t \leq 50$	19 이상
	H111		

표 2.1.16 압출형재의 연신율 값

재료기호	열처리	두께 t (mm)	연신율 (%)
5083S	O	$12.5 < t \leq 130$	14 이상
	H111/H112	$12.5 < t \leq 50$	
5383S	O/H111	$12.5 < t \leq 50$	19 이상
	H112		15 이상
5059S	H112	$12.5 < t \leq 50$	11 이상
5086S	O/H111	$12.5 < t \leq 50$	21 이상
	H112		14 이상
6005AS	T5/T6	$12.5 < t \leq 50$	7 이상
6061S	T5/T6	$12.5 < t \leq 50$	9 이상
6082S	T5/T6	$12.5 < t \leq 50$	9 이상

(나) 알루미늄 합금재의 두께가 12.5 mm 이하인 경우 판형(flat) 인장시험편을 사용하며 연신율의 최소치는 **지침 표 2.1.17** 및 **표 2.1.18**에 따른다.

표 2.1.17 압연재의 연신율 값

재료기호	열처리	두께 t (mm)	연신율(%) ($L = 50$ mm)
5083P	O/H111	$t \leq 12.5$	16 이상
	H112	$t \leq 12.5$	12 이상
	H116	$t \leq 6$	10 이상
		$6 < t \leq 12.5$	12 이상
	H32/H321	$t \leq 12.5$	10 이상
5086P	O/H111	$t \leq 12.5$	17 이상
	H112	$t \leq 12.5$	8 이상
	H116	$t \leq 12.5$	10 이상
	H32/H321	$t \leq 6$	8 이상
		$6 < t \leq 12.5$	10 이상
5754P	O/H111	$t \leq 12.5$	18 이상

표 2.1.18 압출형재의 연신율 값

재료기호	열처리	두께 t (mm)	연신율(%) ($L = 50$ mm)
5083S	H111	$t \leq 12.5$	10 이상
	O/H112	$t \leq 12.5$	10 이상
5086S	O/H111	$t \leq 12.5$	15 이상
	H112	$t \leq 12.5$	10 이상
6005AS	T5/T6	$t \leq 12.5$	8 이상
6061S	T5/T6	$t \leq 12.5$	10 이상
6082S	T5/T6	$t \leq 12.5$	10 이상

(2) **규칙 801.**의 5항 (2)호의 규정과 관련하여 중공 압출형재에 대하여는 압접부 용융상태를 확인하기 위하여 다음에 따라 확관시험을 하여야 한다.

(가) 중공 압출형재 5개 또는 그 단수마다 1개를 샘플링하고 제품의 양단에서 각 1개씩 총 2개의 확관시험편을 채취한다.

(나) 중공 압출형재의 길이가 6 m를 넘는 경우에는 매 제품마다 압접이 시작되는 부분에서 확관시험편 1개를 채취한다. 다만, 처음 3~5개의 제품에 대한 확관시험 결과가 양호한 경우에는 전 (가)와 같이 5개 또는 그 단수마다 1개로 시험수를 감소할 수 있다.

(다) 시험편의 크기 및 시험방법은 **규칙 401.**의 5항 (3)호를 준용한다.

(라) 시험편을 확관시켜도 융합부족으로 간주될 수 있는 벌어짐이 생겨서는 아니 된다.

2. 열처리

규칙 801.의 4항 **표 2.1.97** 및 **표 2.1.98**의 비고 (2)에 규정된 열처리의 정의는 다음 **지침 표 2.1.19**에 따른다.

표 2.1.19 열처리의 정의

열처리 기호	정 의 ⁽¹⁾	뜻 ⁽¹⁾
<i>O</i>	어닐링	가장 연질상태를 얻도록 어닐링 한 것
<i>H111, H112</i> 및 <i>H116</i>	가공경화	소정의 기계적성질을 얻기 위하여 추가 열처리를 하지 않고 가공경화(냉간가공)만 한 것
<i>H32</i> 및 <i>H321</i>	가공경화 후 안정화 처리 ⁽²⁾	가공경화 한 제품을 저온 가열하여 안정화처리 한 것. 그 결과 강도는 약간 저하하나 연신율은 증가한다.
<i>T5</i>	고온가공에서 냉각 후 인공시효경화처리 ⁽³⁾	압출형재와 같이 고온의 제조공정에서 냉각 후 적극적인 냉간가공을 하지 않고 인공시효 경화처리 한 것
<i>T6</i>	용체화 처리 ⁽⁴⁾ 후 인공시효경화처리 ⁽³⁾	용체화처리 후 적극적인 냉간가공을 하지 않고 인공시효 경화처리 한 것
(비 고) (1) <i>KS D 0049</i> (철강제품 - 열처리용어) 및 <i>KS D 0004</i> (알루미늄 및 알루미늄 합금의 질별 기호) 참조 (2) 안정화 처리라 함은 저온 가열하여 조직을 안정화시키는 열처리를 말한다. (3) 인공시효 경화처리라 함은 급냉, 냉간가공 등을 한 후에 실온 이상의 적당한 온도에서 가열하여 강도를 향상시키는 처리를 말한다. (4) 용체화 처리라 함은 강의 합금성분을 고용체에 용해하는 온도 이상으로 가열하여 충분한 시간을 유지하고 급냉시켜 그 석출을 저지하여 강도를 향상시키는 처리를 말한다.		

3. 부식시험

규칙 801.의 8항 (3)호의 부식저항 시험방법 및 판정기준은 다음에 따른다.

(1) 금속조직시험 *ASTM B928* 또는 우리 선급이 인정하는 방법에 따라 금속조직시험을 실시한다.

(2) 부식시험

(가) 박리 및 입계부식 저항성과 관련하여 *ASTM G66* 및 *ASTM G67*, 또는 우리 선급이 인정하는 방법으로 부식시험을 실시한다.

(나) *ASTM G66*에 따라 부식시험을 하는 경우, 시험재에는 부식에 의한 박리(exfoliation)가 없어야 하며, 점식(點蝕, pitting corrosion)의 등급은 *ASTM G66*에서 규정하는 *PB* 이하(*N, PA, PB*)이어야 한다.

(다) *ASTM G67*에 따라 부식시험을 하는 경우, 시험재는 입계부식으로 인한 질량 손실이 15 mg/cm^2 보다 커서는 안 된다.

4. 표면검사 및 치수허용차

규칙 801.의 9항 (3)호를 적용함에 있어서 “전 (2) 이외의 치수 허용차”에 대하여는 우리 선급이 인정하는 국제 또는 국가 규격을 적용할 수 있다. ↕

제 2 장 용 접

제 1 절 일 반 사 항

103. 특수용접

액화가스 산적운반선의 탱크 및 그 주위의 선체구조에 대한 용접시공시험은 다음에 따른다.

1. 적 용 독립형 탱크를 용접할 때는 **규칙 2장 4절**에서 규정하는 용접절차 인정시험 이외에 다음 각 호의 규정에 따라 각 용접자세마다 용접시공시험을 하여야 한다.

- (1) A형 독립형 탱크는 적어도 주요 구조부재의 맞대기 용접의 용접길이 50 m마다 1개의 시험재에 대하여 용접시공시험을 하는 것으로 한다. 단, 제조소의 실적 및 품질관리의 실태를 고려하여 시험재의 수를 감하든지 또는 용접시공시험을 생략할 수가 있다.
- (2) B형 독립형 탱크는 적어도 주요 구조부재의 맞대기 용접의 용접길이 50 m마다 1개의 시험재에 대하여 용접시공시험을 하여야 한다. 단, 제조소의 실적 및 품질관리의 실태를 고려하여 시험재의 수를 용접길이 100 m마다 1개까지 감할 수 있다. 단, 적어도 하나의 탱크에 대하여 1개 이상의 시험재를 채취하여야 한다.
- (3) C형 독립형 탱크는 적어도 주요 구조부재의 맞대기용접의 용접길이 30 m마다 1개의 시험재에 대하여 용접시공시험을 하는 것으로 한다. 단, 제조소의 실적 및 품질관리의 실태를 고려하여 시험재의 수를 용접길이 50 m마다 1개로 감할 수가 있다.

비 고 : A, B 및 C형 독립형 탱크의 정의는 **규칙 7편5장 402.의 4항**의 규정에 따른다.

2. 시험절차

- (1) 용접시공시험은 동일한 용접법, 용접자세 및 용접조건의 이음에 대하여 전 항에 규정된 용접 길이마다 행한다.
- (2) 시험편은 원칙으로 본체의 용접이음과 동일선상에 있도록 부착하고 본체와 동시에 용접하는 것으로 한다.

3. 시험 종류 시험 종류는 **지침 표 2.2.1**과 같이 한다.

표 2.2.1 시험의 종류

재 료	시험의 종류
9% Ni강	인장시험, 굽힘시험 및 충격시험
스테인리스강	인장시험 및 굽힘시험
알루미늄합금재	인장시험 및 굽힘시험
저온용강(9 % Ni강 제외)	인장시험, 굽힘시험 및 충격시험

4. 시험재 시험재의 모양 치수는 **지침 그림 2.2.1**에 따른다. 단, A형 및 B형 독립형 탱크의 경우 인장시험은 할 필요가 없다.

5. 시험편

- (1) 인장시험편의 모양 및 치수는 **규칙 표 2.2.1**의 R 2A호 시험편으로 한다.
- (2) 굽힘시험편의 모양 및 치수는 **규칙 표 2.2.2**의 RB 1호 또는 RB 2호 시험편으로 한다. 또한 시험재의 두께가 19 mm를 넘는 것에 대하여는 앞면 및 뒷면 굽힘시험편 대신에 측면 굽힘시험편으로 한다.
- (3) 충격시험편은 **규칙 표 2.1.3**의 R 4호 시험편으로 한다. 충격시험은 각 시험재마다 1조(3개)의 시험편을 채취하여 시험한다. 또한 시험편은 **규칙 그림 2.2.7**의 a의 위치와 b, c, d, e 중 용접절차 인정시험에서 최저치를 나타낸 위치로부터 교대로 채취한다. 즉 어떤 시험재로부터 a의 위치에서 3개 1조의 시험편을 채취하고, 다음의 시험재로부터는 b로부터 e까지의 중에서 최저치를 나타낸 위치에서 3개 1조의 시험편을 채취하며, 순서적으로 이를 반복한다. 단, 스테인리스강 및 알루미늄합금의 경우는 충격시험편을 채취할 필요는 없다.

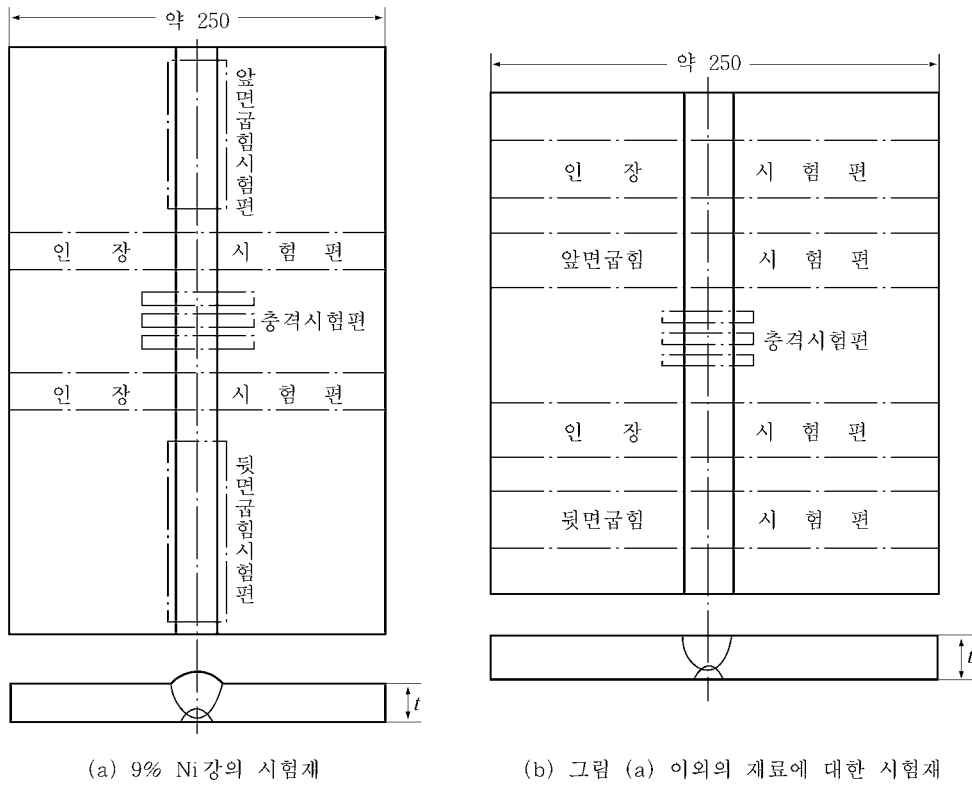


그림 2.2.1 용접시험의 시험재 (단위 mm, 두께 t)

6. 인장시험

- (1) 9 % Ni강의 인장강도는 630 N/mm^2 이상으로 한다.
- (2) 스테인리스강, 알루미늄합금재 및 저온용강(9 % Ni강은 제외)의 인장강도는 모재의 규격치 이상으로 한다.

7. 굽힘시험

- (1) 시험편은 판두께의 2배(알루미늄합금재의 경우 $3\frac{1}{3}$ 배)에 상당하는 안쪽반지름으로 굽힘 각도 180° 까지 굽힌다.
- (2) 굽힘시험의 결과 굽혀진 바깥표면에 어떠한 방향으로도 길이 3 mm를 넘는 균열 또는 기타의 현저한 결함이 없어야 한다.

8. 충격시험

충격시험의 규격치는 **규칙 표 2.2.8**에 따른다.

제 3 절 용접시공 및 검사

305. 용접순서 및 그 진행방향

1. 규칙 305.의 3항에 규정된 “특별한 경우”라 함은 아래 조건을 만족하는 필릿용접의 경우를 말한다.

- (1) 규칙 4절에 규정된 용접절차 인정시험(WPQT)에 합격하여야 한다.
- (2) 용접용재료는 우리 선급의 승인을 받은 하진 용접용재료이어야 한다.
- (3) 수직하진용접이 제한되는 강재의 이음은 원칙적으로 **지침 표 2.2.2**에 따른다.

표 2.2.2 수직하진용접이 제한되는 강재의 이음부

강재의 구분	용접이음
선체용 압연강재	E급 (E, EH 32 및 EH 36) 상호간의 이음
저온용 강재	저온용강재 상호간의 이음, 저온용강재와 전 강종의 이음
용접구조용 조질고장력 강재	용접구조용 조질고장력강재 상호간의 이음, 용접구조용 조질고장력강재와 전 강종의 이음
스테인리스 클래드 강재	클래드강재 상호간의 이음, 클래드 강재와 전 강종의 이음
스테인리스 강재	스테인리스강재 상호간의 이음, 스테인리스강재와 전 강종의 이음

- (4) 선체구조에 수직하진용접이 제한되는 부위는 원칙적으로 **지침 표 2.2.3**에 따른다.

표 2.2.3 수직하진용접이 제한되는 부위

구 분	위 치 및 부재
1차 구조부재(primary strength)의 필릿용접 연결부	<ul style="list-style-type: none"> - 격벽(BHD) 용접부(지침 그림 2.2.2의 (a) 참조) - 실체 늑판(solid floor)과 거더(girder) 연결부위 중 지침 그림 2.2.2의 (c)에 해당하는 부위 - 1차 구조부재와 선저외판(bottom shell), 선측외판(side shell), 상갑판(upper deck) 및 이중저 탱크 정부(double bottom tank top)의 연결부
수밀, 유밀 및 기밀이 요구되는 부위	<ul style="list-style-type: none"> - 수밀, 유밀 및 기밀이 요구되는 경계선 - 타이트 칼라 플레이트(tight collar plate)의 단부에서 최소 50 mm에 해당되는 부위(지침 그림 2.2.2의 (d) 참조)
구조의 연속성이 요구되거나, 응력집중이 높다고 판단되는 부위	<ul style="list-style-type: none"> - 해비 브래킷(heavy bracket) 단부 (지침 그림 2.2.2의 (b) 참조) - 종강도 부재(지침 그림 2.2.2의 (e) 참조)
집중하중이 작용하는 부위	<ul style="list-style-type: none"> - 크레인 포스트(crane post) 하부 - 크레인 지지대(crane pedestal) 하부
특정부위	<ul style="list-style-type: none"> - 주기관(main engine) 하부 : 주기관(main engine) 거더(girder)와 늑판(floor) 간의 연결부 - 창구덮개(hatch cover) : 사이드 플레이트(side plate)와 엔드 플레이트(end plate) 연결부 - 창구코밍(hatch coaming) : 주기관(main plate)과 탑 플레이트(top plate) 간의 연결부, 메인 플레이트(main plate) 상호간의 연결부 - 샤프트 베드(shaft bed) - 러더 혼(rudder horn) : 주강과 연강의 연결부 - 타(rudder) : 타심재와 타골재간의 연결부, 주·단강과 연강의 연결부 - 브래킷 토투(bracket toe) 부분
(비 고)	<p>필요시 자분탐상검사 또는 액체침투탐상 검사 등의 방법으로 균열 등 유해한 결함이 있는지 확인할 수 있으며, 그 정도가 심할 경우에는 개선 대책이 수립되기 전까지 그 시공을 전면 중단하여야 한다.</p>

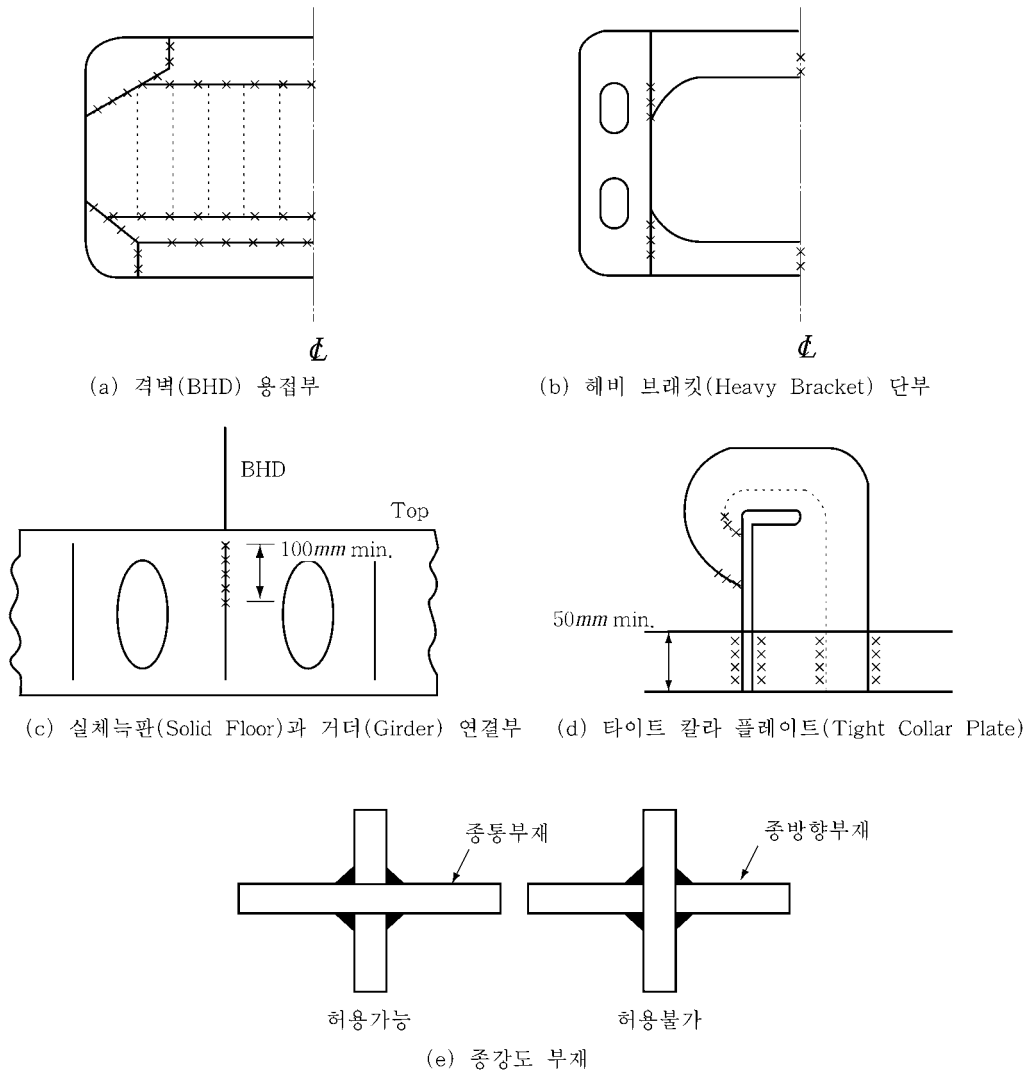


그림 2.2.2 수직하진 용접이 제한되는 부위(그림의 xxxxx 표시부위)

2. 전 1항의 (3)호 및 (4)호의 규정에도 불구하고 조선소 또는 제조자가 이와 다른 방안을 제시하는 경우, 우리 선급 검사원은 해당 조선소의 품질관리 상태 및 해당 용접이음의 중요도 등을 감안하여 적절하다고 인정하는 경우에는 그 방안을 인정할 수 있다.

306. 본용접

1. 규칙 306.의 2항을 적용함에 있어서 선체용압연강재에 대한 저온에서의 예열기준은 지침 표2.2.4에 따른다.

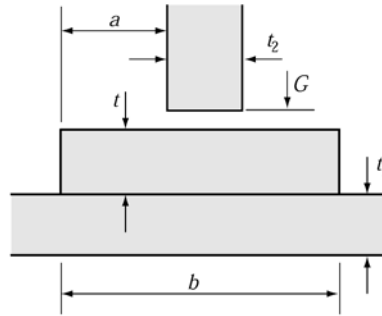
표 2.2.4 선체용 압연강재에 대한 예열기준

강재의 종류	예 열 기 준	
	예열이 필요한 모재의 온도	예열온도
연강 (A, B, D, E)	0℃ 이하	20 ℃ 이상 ⁽¹⁾
고장력강 (AH 32, DH 32, EH 32, AH 36, DH 36, EH 36)		

(비 고)

(1) 승인된 용접절차시방서에 규정된 예열온도가 이보다 높게 규정되어 있는 경우를 제외하고 이 온도를 적용한다.

2. 규칙 306.의 8항에 규정한 “적당한 라이너를 넣은 용접” 이란 지침 그림 2.2.3을 따른다.



(비 고)

1. 용접치수는 다음에 따른다.

$$t_2 \leq t \leq t_1$$

$$G \leq 2mm$$

$$a = 5mm + \text{필릿 다리길이 (leg length)}$$

2. 화물구역 또는 인장응력이 라이너에 수직으로 작용하는 부위에는 적용하지 않아야 한다

그림 2.2.3 라이너를 사용한 필릿용접

309. 용접부의 품질

규칙 309.의 3항에 규정한 “별도로 정하는 비파괴 검사” 는 부록 2-9에 따른다.

제 4 절 용접절차 인정시험(WPQT)

401. 일반사항

1. 적 용

규칙 401.의 1항 (2)호를 적용함에 있어 기관용 재료에 대한 용접절차 인정시험은 다음의 규정을 따른다.

(1) 적 용

(가) 이 규정은 보일러, 압력용기 및 관장치의 용접절차 인정시험에 대하여 적용한다.

(나) 이 규정 이외의 사항에 대하여는 규칙 2편 2장 4절의 규정을 적용한다.

(2) 용접절차 인정시험의 요건

(가) 제조자는 다음에 규정한 용접시공을 처음 적용하는 경우, 용접시공을 하기 전에 해당 용접절차에 대하여 승인을 받아야 한다.

(i) 용접구조의 보일러, 제1급 및 제2급 압력용기의 용접시공

(ii) 기관 주요부품 (규칙 5편 2장 표 5.2.1 및 3장에 규정된 주요부품을 말한다.) 및 관 장치의 용접시공

(iii) 특수한 재료를 사용한 용접시공

(iv) 특수한 용접법을 채용한 용접시공

(나) 용접절차 인정시험을 실시하는 경우, 적용하는 용접시공과 관련된 다음의 자료를 제출하여 우리 선급의 검토를 받아야 한다.

(i) 공장시설개요(공장설비개요, 주요 용접기의 종류 및 수, 열처리설비 및 시험검사설비의 개요)

(ii) 용접사의 자격 및 인원수

(iii) 용접구조물의 생산 실적

(iv) 용접관리체제 및 시공기준에 대한 자료

(v) 승인을 받고자 하는 용접법과 채용하는 제품의 종류 또는 명칭

(vi) 상기 제품의 최대 판두께, 재료의 종류 및 규격

(vii) 용접절차 인정시험실시 방안(시험의 종류, 시험편 채취요령 및 시험편의 치수 등을 기재)

(3) 용접절차 인정시험

(가) 용접절차 인정시험이 요구되는 경우, 시험재의 용접은 실제 시공과 동일한 환경에서 실시되어야 하며 또한, 용접절차 시방서에 기재되어 있는 용접조건 내에서 실시하여야 한다.

(나) 용접절차 인정시험은 우리 선급 검사원의 임회하에 실시하여야 한다.

(4) 맞대기 및 필릿용접 이음시험

(가) 시험의 종류 및 시험편의 수 시험의 종류 및 시험편의 수는 지침 표 2.2.5에 따른다.

(나) 시험재, 시험편 및 시험방법 시험재 및 시험편의 형상, 치수 및 시험방법은 규칙 2편 2장 4절에 따른다. 단, 우리 선급의 승인을 얻은 경우에는 적당한 규격에 의한 것을 적용할 수 있다.

404. 맞대기용접 이음시험

1. 인장시험

(1) 규칙 404.의 5항 (2)호를 적용함에 있어서 “강도가 낮은 강재”라 함은 지침 그림 2.2.4 (2)의 경우 E급 연강재를 말한다.

(2) 규칙 404.의 7항 (1)호 (마)를 적용함에 있어서 “인성이 낮은 강재”라 함은 지침 그림 2.2.4의 (1)의 경우 D급 연강재를 말한다.

(3) 규칙 404.의 5항 (3)호의 “부득이한 경우”라 함은 다음을 말한다.

(가) 공정이 긴박한 경우

(나) 향후 적용 빈도가 희박할 것으로 예상되는 소규모 용접용재료인 경우

2. 비파괴 검사 규칙 404.의 9항을 적용함에 있어 비파괴 검사의 판정기준이 규정된 관련 규칙은 다음을 따른다. 다만, 우리 선급이 인정하는 경우 ISO 5817을 적용할 수 있다. 이 경우 판정기준은 B급으로 한다.

(1) 선체용 압연강재 - 부록 2-9

(2) 용접구조용 조철고장력강재 - 부록 2-9 또는 규칙 7편 5장

(3) 저온용 강재 - 규칙 7편 5장

(4) 기관용(보일러, 압력용기 및 관장치)재료 - 규칙 5편 5장 또는 6장

표 2.2.5 시험의 종류 및 시험편의 수

구 분		시험의 종류 및 시험편의 수 (개) ⁽¹⁾⁽²⁾										
		맞대기 용접								필릿용접		
		외관 검사	방사선 투과검사	매크로 조직시험	경도 시험	인장 시험	굽힘 시험 ⁽⁴⁾	충격시험 ⁽⁵⁾⁽⁶⁾		매크로 조직시험	외관 검사	파면 검사
조	노치의 위치											
보일러 및 압력용기 의 용접	보일러 및 제1급 압력용기	용접 부	용접부	1	1	2	4	3	a, b, c	1	용접 부	2
	제2급 압력용기			1	1	2	4	-	-			
	제3급 압력용기	우리 선급이 특히 필요하다고 인정하는 경우이외에는 생략할 수 있다.										
관의 용접 ⁽⁸⁾	배관용 강관	용접 부	용접부 ⁽³⁾	1	1	2	4	-	-	-	-	-
	고온· 고압용 강관 ⁽⁷⁾			1	1	2	4	1	a			

(비 고)

(1) 특수한 재료 또는 용접법이 적용되는 경우 또는, 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우에는 이 절의 규정과 다른 시험조건의 시험 또는, 이 절에 규정하지 아니한 시험을 요구할 수 있다.

(2) 고온에서 사용되는 재료에 대하여는 크리프 시험 또는 고온인장시험을 요구할 수 있다.

(3) 바깥지름이 130 mm 이상이고 설계압력이 30 kgf/cm² 이상으로서 설계온도가 400 °c 를 넘는 관에 대하여 실시한다. 단, 바깥지름이 130 mm 미만의 관이라도 사용재료, 사용조건에 따라서는 방사선투과검사를 요구할 수 있다.

(4) 관지름에 따라 상기 시험편의 채취가 불가능한 경우, 두께 19 mm 이하의 것에 대해서는 앞면굽힘시험편 및 뒷면굽힘시험편을 각 1조를, 또한 두께 19 mm를 넘는 것에 대해서는 측면굽힘시험편을 1조를 경감할 수 있다.

(5) 노치의 위치는 **규칙 그림 2.2.7**에 따른다.

(6) 충격치의 규격이 없는 모재를 용접하는 경우 또는 관의 치수에 따라 충격시험편의 채취가 불가능한 경우에는 우리 선급의 승인을 얻어 충격시험을 생략할 수 있다.

(7) 설계압력이 30 kgf/cm² 이상으로 설계온도가 400 °c 를 넘는 장소에 사용되는 증기관과 플랜지의 용접에 적용한다.

(8) 바깥지름 50 mm 미만의 관의 경우에는 2개의 시험재를 제작하여 상기의 시험 종류에 관계없이 1개에 대해서는 인장시험을 실시하고 또 다른 1개에 대해서는 매크로 및 경도시험을 실시한다.

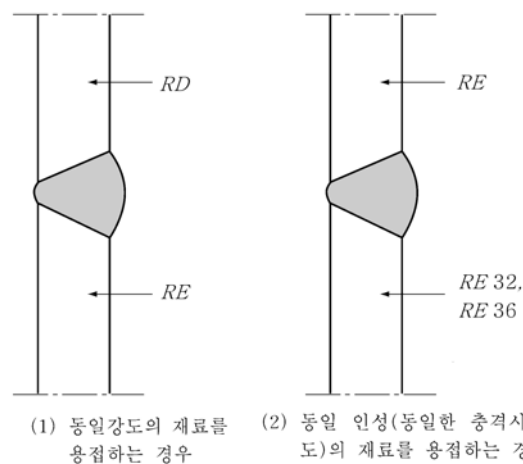


그림 2.2.4 이중금속간의 맞대기 용접

3. 경도시험 규칙 404.의 10항에 따라 경도시험을 하는 경우에는 다음에 따른다.

(1) 지침 그림 2.2.5에 가리키는 부위에서 경도분포를 측정한다.

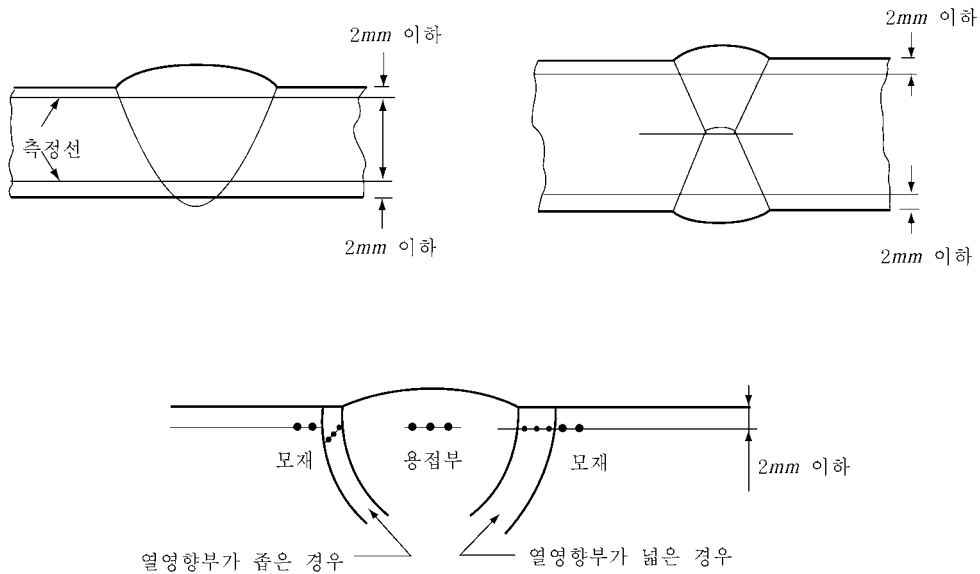


그림 2.2.5 경도시험 (단위 : mm)

(2) 경도시험은 저온용강(Ni강)에 대하여 요구할 수 있다.

(3) 측정하중은 비커스 10 kg, 측정간격은 1 mm로 한다.

405. 필릿 용접부 이음시험

1. 시험의 종류 규칙 405.의 2항을 적용함에 있어 알루미늄 합금의 필릿용접 이음시험에는 지침 그림 2.2.6에 나타난 시험재의 필릿용접 +자 이음 인장시험을 참고로 추가한다.

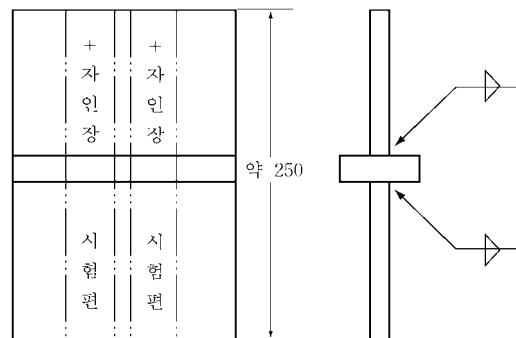


그림 2.2.6 필릿용접 +자형 인장시험재 (단위: mm)

2. 경도시험 규칙 405.의 7항에 따라 경도시험을 하는 경우에는 다음에 따른다.

(1) 지침 그림 2.2.7에 가리키는 부위에서 경도분포를 측정한다.

(2) 경도시험은 저온용강(Ni강)에 대하여 요구할 수 있다.

(3) 측정하중은 비커스 10 kg, 측정간격은 1 mm로 한다.

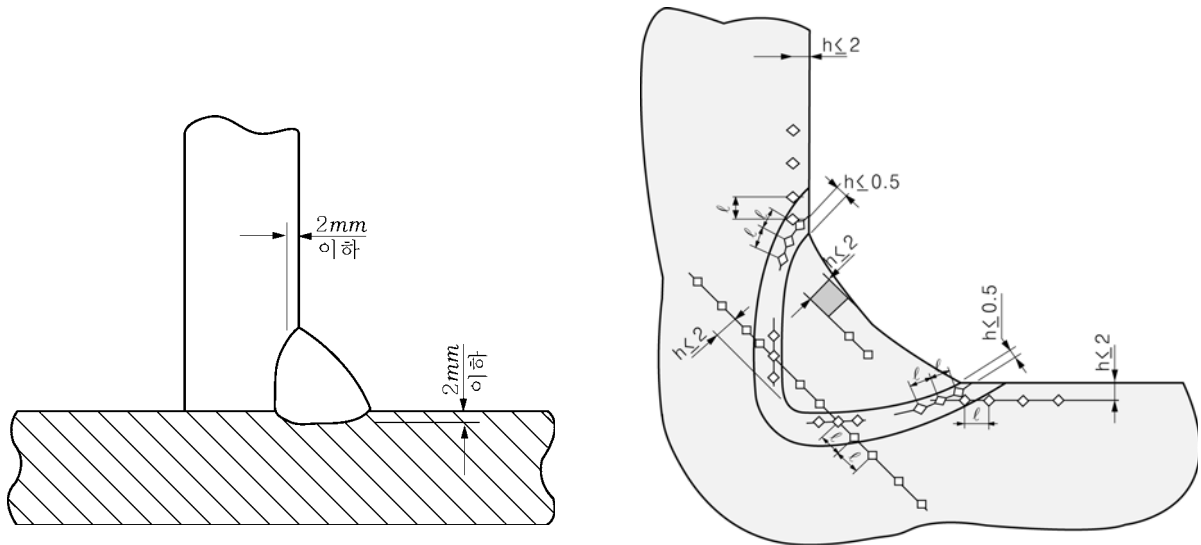


그림 2.2.7 필릿용접부의 경도시험 (단위: mm)

407. 승인된 용접절차 시방서의 용접 허용범위

규칙 407.의 3항을 적용함에 있어서 용접절차 시방서의 재승인이 필요한 용접변수의 허용범위는 다음의 규정에 따른다.

- 이미 승인된 용접절차 시방서의 내용 중 다음 2항에 정한 하나 이상의 용접 필수변수가 규정된 허용범위를 넘어 변경되는 경우에는 용접절차 인정시험을 다시 실시하고 용접절차 시방서를 재승인 받아야 한다.
- 승인된 용접절차 시방서의 용접 허용범위는 다음에 따른다. 단 국제적으로 공인된 규격(AWS, ASME 등)에 따른 사항일 경우 이를 동등하게 인정할 수 있다.

(1) 모재

(가) 모재의 종류는 다음 5개의 그룹으로 구분한다.

- 연강(A, B, D 및 E) 또는 인장강도 $400 \sim 520 \text{ N/mm}^2$ 에 해당하는 구조용 강재
- 고장력강(AH 32, DH 32, EH 32, FH 32, AH 36, DH 36, EH 36, FH 36, AH 40, DH 40, EH 40 및 FH 40) 또는 최소 항복강도 $315 \sim 390 \text{ N/mm}^2$ 에 해당하는 구조용 강재
- 용접구조용 조질고장력강 (규칙 2편 1장 308.의 용접구조용 조질고장력강재 또는 최소 항복강도 $420 \sim 690 \text{ N/mm}^2$ 에 해당하는 구조용 강재)
- C 및 C-Mn계 용접구조용 주강품
- C 및 C-Mn계 선체용 단강품

(나) 각 강도그룹에 대하여 승인된 용접절차는 그보다 인성이 같거나 낮은 강에 대하여 적용할 수 있다.

(다) 선체구조용 강재의 경우 각 인성 그룹에 대하여 승인된 용접절차는 그보다 강도가 같거나 두 단계 낮은 강에 대하여 적용할 수 있다.

(라) 용접구조용 조질고장력강재의 경우 각 인성레벨에 대하여 승인된 용접절차는 그보다 강도가 같거나 한 단계 낮은 강에 대하여 적용할 수 있다.

(마) 전 (나) 및 (다)의 규정을 자동 또는 반자동 2층 용접법, 일렉트로 슬래그 및 일렉트로 가스용접과 같이 50 kJ/cm 을 넘는 대입열용접에 적용하는 경우, 승인된 용접절차는 그보다 인성이 낮은 그룹의 선체구조용 강재에 대하여는 허용되지 않는다.

(바) 조질고장력강재에 대한 승인은 TMCP강에 대하여 적용할 수 없으며, 반대도 역시 같다.

(사) 조질 처리한 용접구조용 주강품 또는 선체용 단강품에 대한 승인은 다른 열처리의 용접구조용 주강품 또는 선체용 단강품에 대하여 적용할 수 없으며, 반대도 역시 같다.

(2) 모재의 두께 및 바깥지름

(가) 두께 t 의 판 및 관의 시험재에 대하여 수행한 용접절차 시방서에 대한 허용 두께 범위는 지침 표 2.2.6에 따른다.

표 2.2.6 관 및 판의 맞대기용접 이음, T-이음 및 필릿용접이음의 모재두께 승인범위

시험재의 두께, $t(mm)$ (1)	승인 두께범위, $t(mm)$	
	맞대기 용접이음 및 T-이음의 일층용접 또는 양면 일층용접	맞대기 용접이음 및 T-이음의 다층용접 및 필릿용접이음 ⁽²⁾
$3 < t \leq 12$	$0.7t \sim 1.1t$	$3 \sim 2t$ 까지
$12 < t \leq 100$	$0.7t \sim 1.1t^{(3)}$	$0.5t \sim 2t$ (max.150)
$t > 100$	$0.8t \sim 1.1t^{(3)}$	$0.5t \sim 1.5t$
(비 고) (1) 여러 용접법을 사용하는 용접절차의 경우, 각 용접법에 대하여 기록된 두께를 기초로 각 용접법에 대한 승인두께범위를 정한다. (2) 필릿용접에 있어서 승인두께의 범위는 양쪽 모재에 대하여 적용한다. (3) 50 kJ/cm 를 넘는 대입열용접의 경우, 승인두께범위의 상한은 $1.0t$ 로 한다.		

(나) **지침 표 2.2.6**의 요건에 추가하여 필릿용접의 목두께(a)에 대한 승인의 범위는 다음에 따른다.

(a) 일층용접 : $0.75a \sim 1.5a$

(b) 다층용접 : 다층용접의 맞대기 용접이음과 같이 한다 (즉 $a=t$)

(다) 관의 시험재에 대하여 수행한 용접절차 시방서에 대한 허용 바깥지름 범위는 **지침 표 2.2.7**에 따른다.

표 2.2.7 관의 바깥지름 승인범위

시험재의 바깥지름 $D(mm)$	승인 범위
$D \leq 168.3$	$0.5D \sim 2D$
$D > 168.3$	$\geq 0.5D$

(라) 수직하진 용접에서 시험재의 두께 “ t ”는 승인범위의 상한으로 취급하여야 한다.

(마) 두께가 다른 재료를 맞대기 용접하는 경우 모재의 두께는 얇은 쪽에 따른다.

(바) 위의 규정에도 불구하고, 열영향부에서의 3개의 경도값이 **규칙 404. 10**항 (3)호 및 **규칙 405. 7**항에 규정한 허용 최대값의 25 Hv 이내인 경우, 승인최대두께는 시험재의 두께로 제한될 수 있다.

(3) **용접자세** 어떠한 자세로 용접된 시험에 대한 승인은 당해 자세로 한정된다. (**규칙 그림 2.2.9** 및 **그림 2.2.10** 참조) 여러 자세를 승인받기 위해서는 시험재는 가장 입열이 큰 용접자세와 가장 입열이 작은 용접자세에서 각각 용접되어야 하며, 또한 각 자세로 용접된 시험재에 대하여 모든 시험을 하여야 한다.

(4) 용접법

(가) 승인은 용접절차 인정시험에 사용된 용접법에 대하여만 유효하다. 다층용접법에서 일층용접법으로의 변경은 인정되지 않는다.

(나) 둘 이상의 용접법을 사용하는 경우, 용접절차 승인은 각 용접법에 대하여 별도의 용접절차 인정시험을 하여야 한다. 둘 이상의 용접법을 사용하여 용접절차 인정시험을 할 수 있으나, 승인은 용접절차 인정시험동안 행해진 용접순서를 유지하는 경우에 한해 유효하다.

(5) 용접용재료

(가) 50 kJ/cm 를 넘는 대입열용접을 제외하고는, 시험된 용접재료와 관련하여 **규칙 2편 2장 6절**에 규정된 모든 부기기호를 포함하는 동일 용접재료기호의 우리 선급의 승인을 받은 다른 용접용재료에 대하여 인정이 가능하다.

(나) 강재의 종류에 대하여 **규칙 2장 표 2.2.3**의 용접용재료의 사용구분에 규정된 용접용재료 이외의 용접용재료로의 변경은 인정되지 않는다.

(다) **규칙 2편 2장 603.의 3**항 (4)호에 규정하는 이외의 보호가스의 변경은 인정되지 않는다.

(6) 용접조건

- (가) 용접용재료가 녹아들어가는 방식이 단락아크에서 스프레이 아크 또는 펄스아크 등으로 변경 또는 이와 반대의 경우로 변경
- (나) 전류 또는 전압이 $\pm 15\%$ 이상 변경
- (다) 용접속도가 $\pm 15\%$ 이상 변경
- (라) 최저 예열온도 및 최대 층간온도는 인정시험에 사용된 온도보다 작아서는 안 된다.
- (마) 인정시험에 사용된 후열처리는 제조동안에도 유지되어야 한다. 유지시간은 두께에 따라 적절히 조정되어야 한다.

(7) 용접 입열량

- (가) 승인된 입열량의 상한은 시험재의 용접에 사용된 것보다 25% 큰 값 또는 55 kJ/cm 중 작은값으로 한다. 다만 50 kJ/cm 을 넘는 대입열용접의 경우에는 상한값을 10% 큰 값으로 한다.
- (나) 승인된 입열량의 하한은 시험재의 용접에 사용된 것보다 25% 작은 값으로 한다.

(8) 이음의 형태

- (가) 시험재의 용접이음의 형태에 따른 승인의 범위는 **지침 표 2.2.8**에 따른다.
- (나) 맞대기용접에 대하여 승인된 용접절차는 전 (2)호 (가)에 규정된 필릿용접 승인두께 범위 내에서 필릿용접에 대하여도 승인된 것으로 간주한다. 그러나 그 반대는 허용되지 않는다.

표 2.2.8 용접이음의 형태에 따른 승인의 범위

시험재의 용접이음의 형태				승인의 범위
맞대기용접	일면용접	뒷면판이 있는 경우	A	A, C, D
		뒷면판이 없는 경우	B	A, B, C, D
	양면용접	뒷면 다듬질을 하는 경우	C	C
		뒷면 다듬질을 하지 않는 경우	D	C, D

- (다) 용접부의 용입 및 용융 등에 중대한 영향을 미칠 수 있는 용접이음의 변경은 허용되지 않는다.

- (a) 홈 각도의 감소
- (b) 루트 간격의 감소 또는 루트면의 증가

(9) 기타

전 (1)부터 (8)호에 규정되지 아니한 필수 용접변수에 대한 용접 허용범위는 공인된 국제, 국가규격 (AWS, ASME 등)에 따를 수 있다.

3. 전 2항 이외의 사항이 변경되는 경우에는 용접절차 인정시험을 생략할 수 있으며, 이 경우 관련 인정시험 기록서가 첨부된 용접절차 시방서를 재승인 받아야 한다.

제 5 절 용접사 및 기량시험

501. 일반사항

1. 용접사 규칙 501.의 1항에 대한 지침은 다음에 따른다.

- (1) 가스용접 기량자격시험에 대하여는 다음에 따른다. 가스용접사는 재료의 종류, 두께 및 용접자세에 따라 규칙 표 2.2.9, 표 2.2.10 및 표 2.2.11에 적합한 기량자격을 가져야 한다. 기량시험의 시험재는 뒷담판을 사용하지 않는 것으로 하고, 가스용접봉은 KS D 7005(연강용 가스 용접봉)의 인정품 또는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 것으로 한다. 기타 시험의 종류 및 방법 등은 규칙 5절의 규정을 적용하는 것으로 한다. 단, 굽힘 지그의 모양 및 지지롤러의 반지름은 10 mm로 하고, 롤러의 스패는 53 mm로 한다. 또한 가스용접사 자격에는 기호 G를 붙이는 것으로 한다.

- (2) 9 % Ni강의 용접사 기량시험은 다음에 따른다.

(가) 기량자격

- (a) 용접사는 실제 공사에 있어서 용접하는 재료의 두께 및 용접자세에 따라 규칙 표 2.2.9, 표 2.2.10 및 표 2.2.11에 적합한 기량자격을 가져야 한다. 다만 전자세 용접자격에 있어서는 보통강과 동일한 기준을 적용한다.
- (b) 9 % Ni강에 대한 종별, 급별 용접자격을 취득하고자 할 경우 수험자는 보통강에 대한 동등 이상의 자격을 가져야 한다.
- (c) 용접법의 종류는 피복아크용접, 반자동 용접으로 하고 각 용접법의 종류마다 자격을 취득하여야 한다.
- (d) 전 (c)에 관계없이 피복아크 용접에 관한 자격을 가진 용접사 중에서 반자동 용접의 자격을 취득하고자 하는 자는 우리 선급이 승인하는 경우에는 그가 소지하고 있는 피복아크 용접에 관한 자격과 동등 이하의 자격에 관하여 반자동 용접의 자격시험을 받을 수 있다.

(나) 시험의 종류 및 방법

용접사가 각 기량자격을 취득하고자 하는 경우의 용접방법은 규칙 표 2.2.9 및 표 2.2.10에 따른다. 다만 시험방법은 판에 대하여는 앞면굽힘시험과 뒷면굽힘시험 대신에 세로방향 앞면굽힘시험을, 측면굽힘시험 대신에 세로방향 앞면굽힘시험을 할 수가 있고 판에 대하여는 굽힘시험 대신에 방사선 검사를 할 수가 있다.

(다) 시험재 및 용접용재료

- (a) 판의 시험재는 규칙 1장에 규정된 RL 9N53 과 RN 9N60 또는 우리 선급이 이와 동등하다고 인정하는 것으로 한다.
- (b) 판의 시험재는 규칙 1장에 규정하는 RLP 9또는 우리 선급이 이와 동등하다고 인정하는 것으로 한다.
- (c) 시험에 사용하는 용접용재료는 9 % Ni강용으로서 우리 선급이 승인하는 것으로 한다.

(라) 판의 시험재

맞대기 용접으로 하고 시험재의 치수 및 홈의 모양은 지침 그림 2.2.8에 따른다.

(마) 판의 시험재

판의 용접에 대한 시험재의 치수 및 홈의 모양은 지침 그림 2.2.9에 따른다.

(바) 세로방향 굽힘시험

시험편의 모양 및 치수는 규칙 표 2.2.2의 RB 1호에 따르고 규칙 그림 2.2.1 또는 규칙 그림 2.2.2와 같은 형굽힘 지그를 사용하여 앞면굽힘시험을 한다. 시험결과 시험편의 표면에는 어떠한 방향에도 3 mm를 넘는 균열 또는 기타의 결함이 생겨서는 아니 된다.

(사) 방사선투과시험

판의 시험재의 모든 용접선에 대하여 방사선투과시험을 하고 현저한 결함이 생겨서는 아니 된다.

- (3) 규칙 501.의 1항 (5)호를 적용함에 있어서, 이 절의 용접사 기량자격시험 규정 대신에 공인된 국제규격(AWS, ASME 등) 또는 이와 동등하다고 우리 선급이 인정하는 기준에 따라 시험을 실시하는 경우, 이를 동등하게 인정할 수 있다.

	시험재의 모양	홈의 모양		비 고
		뒷담판이 있는 경우	뒷담판이 없는 경우	
1종		—		$t < 9.5$
2종				$9.5 \leq t < 25$
3종				$t \geq 25$

그림 2.2.8 9% Ni강 기량시험의 판의 시험재의 치수 및 홈의 모양 (단위 : mm)

	시험재의 모양	홈의 모양		비 고
		뒷담판이 있는 경우	뒷담판이 없는 경우	
1종		—		$t = \text{제한 없음}$ $D \leq 100$
2종				$t \leq 9.5$ $D > 100$
3종				$t > 9.5$ $D > 100$

그림 2.2.9 9% Ni강 기량시험의 판의 시험재 (단위 : mm)

2. 자격 유지조건

- (1) **규칙 501.의 2항 (3)호**의 용접기량 자격의 정지는 다음에 따른다.
 - (가) 용접사가 기량자격을 취득한 회사에서 이직하였을 때
 - (나) 기량자격자의 용접능력에 의문이 생겼을 때
- (2) 전직한 용접사의 기량자격 유효성은 다음 각 호의 모든 조건을 만족할 때 계속 유지될 수 있다.
 - (가) 용접사는 이직 전의 회사에서 기량자격을 보유하고 있었음을 입증할 것
 - (나) 용접조건은 이직 전 회사에서 종사했던 용접 분야에서의 조건과 유사해야 하며 기 보유한 용접자격에 대응하는 분야의 용접에 종사함을 입증할 것
 - (다) 이직 전 6개월간 계속해서 동 자격분야의 용접에 종사한 경력을 입증할 수 있을 것

503. 기량자격시험의 방법

1. **굽힘시험** **규칙 503.의 3항 (1)호**를 적용함에 있어서 굽힘시험을 방사선 투과시험으로 대체 적용하고자 하는 경우의 요령은 다음에 따른다.
 - (1) 용접 후 외관검사시 용접입열량이 많다고 인정될 때에는 방사선 투과시험과는 별도로 굽힘시험을 요구할 수 있다.
 - (3) 방사선 투과시험의 등급은 **부록 2-9의 2항, (6)호, (다)**의 등급의 분류에 따른 2급 이상이어야 한다.

제 6 절 용접용재료

602. 연강, 고장력강 및 저온용강의 피복아크 용접봉

1. 시험일반 규칙 602.의 3항 (1)호에서 규정하는 고온균열시험에 대하여는 다음에 따른다.

- (1) 시험재는 **지침 그림 2.2.10**와 같이 T이음으로 한다. 수직판의 하면은 곧게 다듬질하여 아래판의 표면에 밀착시킨다. 용접을 하기 전에 판 표면의 요철(凹凸)은 모두 제거하여야 한다. 필릿용접의 준비를 위한 가용접은 판의 양단면에서 하여야 한다. 아래판은 용접에 의한 변형을 방지하기 위하여 3개의 휨보강재로 보강한다.

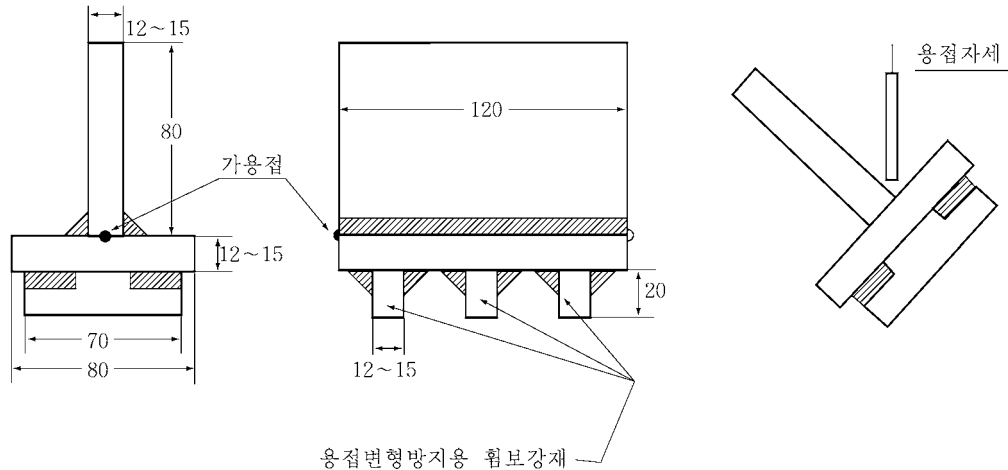


그림 2.2.10 고온균열 시험재 (단위 : mm)

- (2) 시험재의 수는 용접봉의 지름(4 mm, 5 mm 및 6 mm)마다 각 1개씩 채취한다.
 (3) 필릿용접은 하향자세로서 양측에 각 1패스씩 용접한다. 용접전류는 사용하는 용접봉의 지름에 대하여 제조자가 지정하는 범위 내의 최대의 것으로 한다.
 (4) 나중에 용접하는 측의 필릿용접은 처음의 필릿용접 종료 즉시 처음 용접을 종료한 단부로부터 한다. 용접은 모두 일정한 속도로 하고 위빙(weaving)을 하여서는 아니 된다.
 (5) 각 필릿이음의 모든 길이(120 mm)를 용접할 때에는 **지침 표 2.2.9**에 정하는 길이만큼 용접봉을 용융하여야 한다.

표 2.2.9 고온균열시험시의 용접봉의 용융길이 (단위 : mm)

용접봉의 지름	용접봉의 용융길이	
	처음에 하는 필릿용접	나중에 하는 필릿용접
4	약 200	약 150
5	약 150	약 100
6	약 100	약 75

- (6) 용접 후 슬래그(slag)를 제거하고 완전히 냉각된 후 확대경 또는 액체침투탐상법으로 균열의 유무를 조사한다.
 (7) 처음에 용접된 필릿용접을 제거하고 **지침 그림 2.2.11**에 표시한 것과 같이 힘을 가하여 파단시킨 뒤 나중에 용접한 필릿용접부의 고온균열의 유무를 조사한다.
 (8) 고온균열시험에서는 크레이터(crater) 균열을 제외하고 필릿용접의 내부 및 표면에 균열이 있어서는 아니 된다.

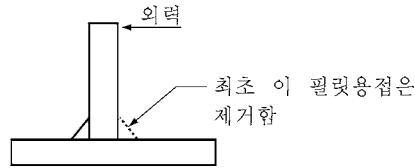


그림 2.2.11 고온균열시험

2. 수소시험 규칙 602.의 6항을 적용함에 있어서 글리세린치환법, 수은법 또는 가스 크로마토그래프법으로 할 수 있으며 시험방법은 다음에 따른다.

(1) 글리세린 치환법

(가) 시험재

(a) 시험재는 원칙적으로 연강 또는 고장력강으로 하며, 두께 12 mm, 나비 25 mm, 길이 125 mm의 것을 4개로 하고 용접하기 전에 0.1 g의 정도(精度)로서 그 질량을 측정한다. 나비 25 mm의 시험편의 표면에 지름 4 mm의 용접봉을 약 150 mm 용융하여 길이 100 mm의 비드를 만든다. 용접은 아크 길이를 가능한 한 짧게 하고 약 150 A의 전류로써 용접한다.

(b) 용접봉은 용접 전에 제조자가 지정하는 보통의 방법으로 건조(dry)할 수 있다.

(나) 전 (가)에 따라 제작된 각 시험편은 비드 용착 완료 후 30초 이내에 슬래그를 제거하여 약 20 °c의 물로서 급냉한다. 다시 30초 후에 세척하여 치환법에 의한 수소 포집기 중에 봉입한다. 글리세린은 시험을 하는 중에는 약 45 °c를 유지한다. 4개의 전 시험편을 용접하여 수소 포집기 중에 봉입될 때까지 요하는 시간은 30분 이내로 한다. 시험편은 글리세린에 48시간 담근 후 물과 알코올로 세척하고, 건조 후 0.1 g의 정도(精度)에서 그 질량을 측정하여 용착금속의 질량을 구한다. 포집된 수소가스의 양은 0.05 cm³의 정도(精度)에서 측정하고, 온도 20 °c 및 대기압(760 mmHg)으로 하여 그 양을 환산한다.

(2) 수은법 수은법에 대하여는 KS B ISO 3690 (용접 및 관련공정 -페라이트강 아크 용접부의 수소함량 결정)의 규정에 따른다.

(3) 가스 크로마토그래프법

(가) 가스 크로마토그래프법의 시험방법은 KS D 0064(강 용접부의 수소량 측정방법)의 규정에 따른다.

(나) 수소량의 평균치는 지침 표 2.2.10에 따른다.

표 2.2.10 수소량의 규격치

표시기호	수소량의 평균치(cm ³ /100 g)
H15	15이하
H10	10이하
H5	5이하

603. 연강, 고장력강 및 저온용강의 자동용접용 재료

1. 적 용 규칙 603.의 1항 (1)호 (나) 및 (다)의 적용에 있어서 우리 선급이 인정하는 경우에는 규칙 2편 2장 604.에 따라 반자동 다층용접용으로 승인된 가스실드 아크용접용 재료 또는 셀프실드 아크용접용 재료는 추가적인 시험 없이 자동 다층용접용으로 승인될 수 있다. 다만, 용접전류 및 입열조건이 동일하여야 한다.

2. 수소시험 규칙 603.의 7항에 규정하는 수소시험은 지침 602.의 2항을 준용한다.

부록 2-1 강재의 이음매 없는 단조동체 검사기준

1. 강재의 이음매 없는 단조동체

1.1 적 용

- (1) 이 규정은 보일러에 사용하는 강재의 이음매 없는 단조동체(이하 **단조동체**라 한다)에 적용한다.
 (2) 이 규정 이외의 사항에 대하여는 **규칙 2편 1장 1절** 및 **2절**에 따른다.

1.2 종 류

단조동체의 종류는 **표 1**에 따른다.

표 1 종 류

재료기호
RSFB 42
RSFB 53

1.3 기계적성질

단조동체는 다음과 같은 기계적 시험에 합격하여야 한다.

(1) 인장시험

인장시험의 규격치는 **표 2**에 따른다.

표 2 인장시험

재료기호	항복강도 [N/mm^2]	인장강도 [N/mm^2]	연신율(%) ($L = 5D$)	단면수축률(%)
RSFB 42	205 이상	410 이상	24 이상	38 이상
RSFB 53	255 이상	520 이상	22 이상	40 이상

(2) 굽힘시험

시험편을 상온에서 **표 3**에서 정하는 안쪽 반지름으로 180°굽혀도 바깥쪽에 흠 또는 균열이 생겨서는 아니 된다.

표 3 굽힘 안쪽반지름

재료기호	RSFB 42	RSFB 53
굽힘 안쪽 반지름	인장강도가 $490 N/mm^2$ 이하의 것: 6 mm 인장강도가 $490 N/mm^2$ 를 넘는 것: 9.5 mm	인장강도가 $560 N/mm^2$ 이하인 것: 9.5 mm 인장강도가 $560 N/mm^2$ 를 넘는 것: 16 mm

1.4 시험편의 채취

- (1) 동체의 각 단부에서 인장시험편 및 굽힘시험편 1조씩을 동체의 중심선과 직각으로 채취한다. 이때 동체의 중심선의 서로 반대 측에서 각각 채취한다.
 (2) 동체의 단부를 기계가공 후 재 단조하여 밀폐하는 경우에 한하여 시험재를 재 단조하기 전에 본체에서 채취하고 본체와 동시에 열처리를 하여 재료시험을 할 수 있다. 이 경우 재 단조후 본체를 다시 열처리한다. 이 열처리는 시험재와 동시에 한 열처리가 어닐링일 경우에는 강재의 변태온도 이상에서 하고(다만, 당초의 어닐링 온도 이하의 온도에서 어닐링 한다) 당초의 열처리가 노멀라이징 후 템퍼링일 경우에는 당시의 열처리와 동일 열처리를 한다.

부록 2-2 선체용 주강품의 초음파탐상검사 및 표면검사 기준

1. 적 용

본 기준은 선미재(강판재 선미재의 주강부품을 포함) 및 타골재에 사용하는 주강품(이하 **주강품**이라 한다)의 초음파 탐상검사 및 표면검사에 적용한다. 다만 덧붙임 용접하는 것에 대하여는 적용하지 아니한다.

2. 초음파 탐상검사

(1) 일 반

제조자는 주강품의 열처리 후 적절한 시기에 이 장의 기준에 따라서 자체적으로 초음파 탐상검사를 한다. 초음파 탐상검사의 성적은 검사원의 요구가 있을 경우에는 제출하여야 한다.

(2) 탐상장치

탐상장치는 사용주파수 1~5 MHz의 펄스반사형 초음파 탐상기를 원칙으로 한다.

(3) 탐상조건

표 1에 따르는 것을 표준으로 한다.

표 1 표준 탐상조건

탐상주파수	1 MHz
탐상감도	KS B 0827 STB-G형 V 15-5,6 = 20 %
접촉매질	기 계 유

(4) 탐상범위

그림 1 및 그림 2에 따른다. 다만 보스 내면의 탐상에 대하여는 (6)호를 적용하는 것을 원칙으로 한다.

(5) 판정기준

결함 에코만으로서 저면반사가 전혀 없는 범위가 연속되는 경우에는 검사원에게 그 사실을 알려야 한다. 검사원은 다른 주파수 또는 탐촉자에 의한 탐상결과 및 3항에 규정하는 표면검사의 결과 등에서 종합적으로 판단하여 그 처리방법을 결정한다. 다만, 모양적인 원인인 경우에는 그러하지 아니한다.

(6) 특수한 탐상

보스내면의 탐상은 분해 능력이 큰 탐상기로서 시간축을 설정하고 가능하면 분할형 탐촉자를 사용하는 등, 이때 탐상면으로부터 깊이 20 mm 이내를 검사할 수 있는 장치 및 방법을 사용하여야 한다.

3. 표면검사

(1) 검사의 종류

표면검사는 육안검사 및 자분탐상검사로 한다.

(2) 육안검사

육안검사는 눈으로 검사 가능한 주물표면 및 기계가공면 전면에 대하여 한다.

(3) 자분탐상검사

(가) 탐상방법

자분탐상은 건식 또는 습식 프로드법 또는 극간법으로서 자장의 방향이 서로 직각이 되도록 두 개의 방향에서 한다. 자화방법은 프로드법의 경우 프로드 간격은 200~300 mm 자화전류는 DC 800~1,200A, 극간법의 경우 교류극간식은 4.5 kg, 직류극간식은 18 kg 이상의 자화력(lifting power)을 가져야 한다.

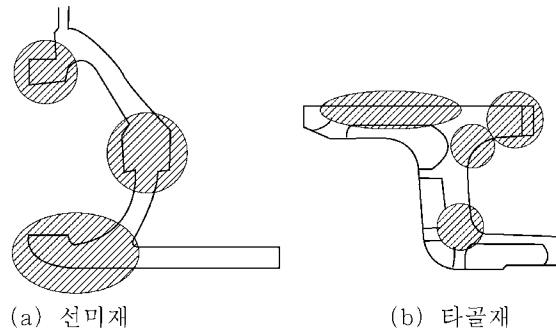
(나) 탐상범위

탐상범위는 그림 1 및 그림 3에 따른다.

(4) 판정기준

(가) 표면검사의 결과 표 2에 표시하는 치수 이하의 기공 또는 모래개입이 검출된 경우에는 그대로 사용하여도 좋다.

(나) 균열성 결함 및 표 2에 표시하는 치수를 넘는 기공 또는 모래개입은 부록 2-5에 따라서 보수한다.



(사선부는 개략도를 나타낸 것이다)

그림 1 비파괴검사의 탐상범위

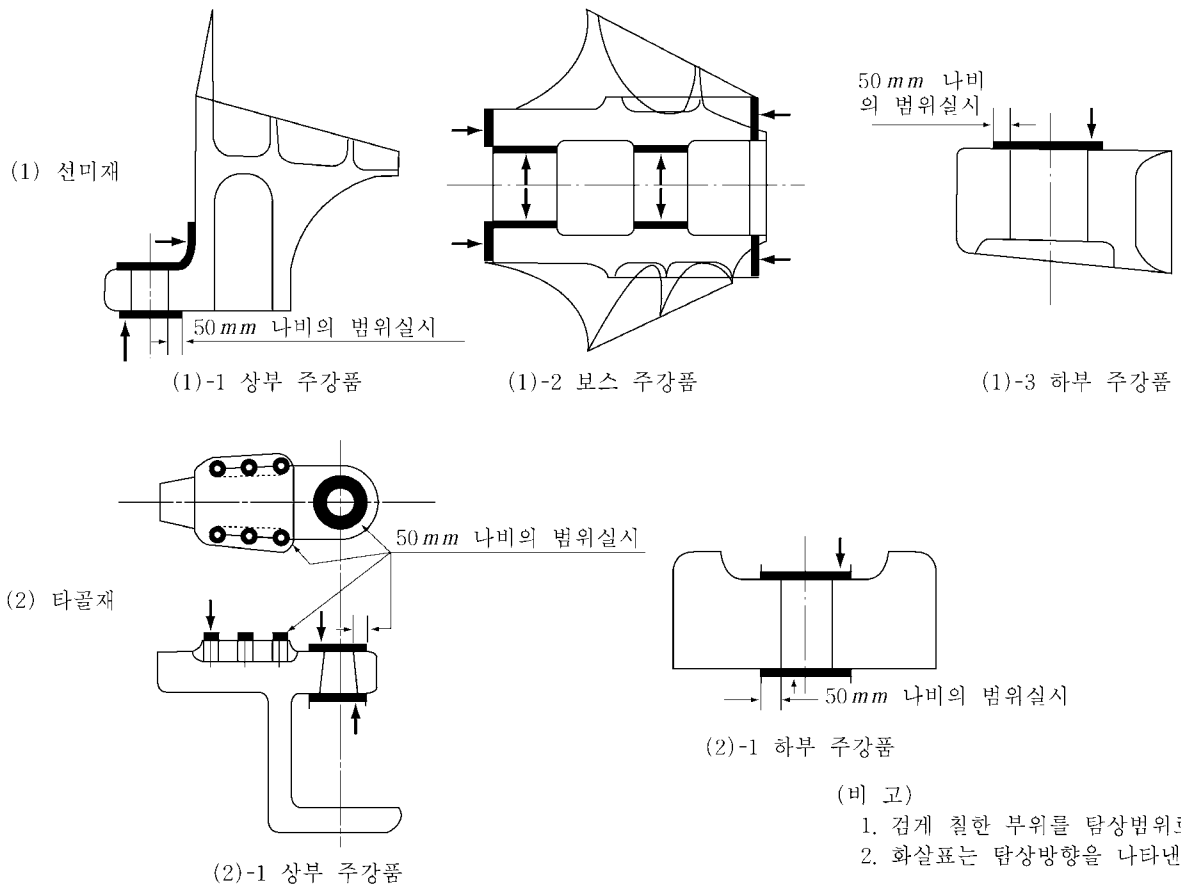


그림 2 초음파 탐상검사의 적용예

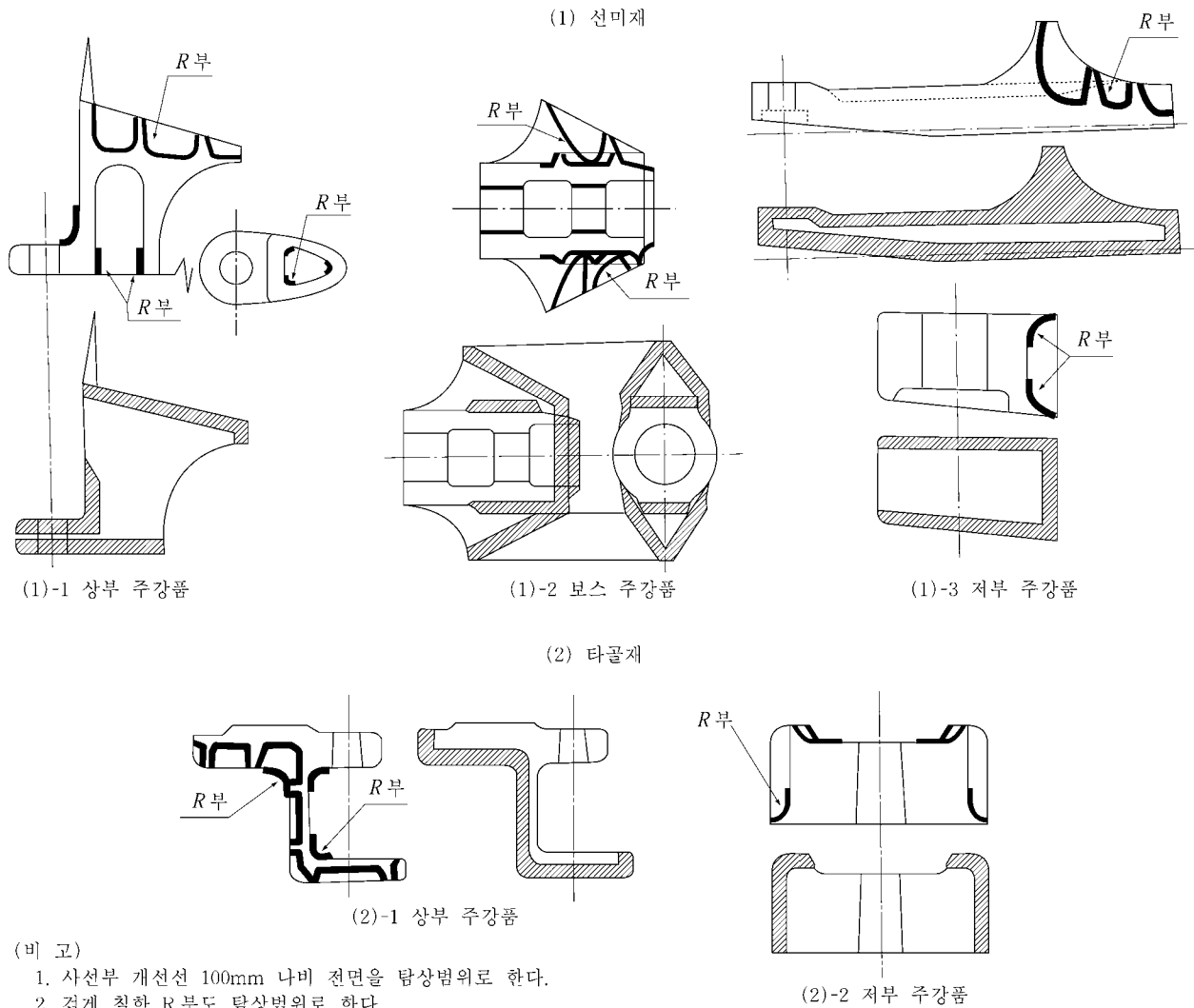


그림 3 자분탐상검사의 적용예

표 2 표면결함의 최대허용치수

결함의 종류	균 열	기 공	모래개입 (모래흙, 소착)
탐상범위			
개 선 부	불가	2 mm	불가
그림 3의 비고 1,2,3의 표시부분 및 기계 가공부	불가	4 mm	
기타의 부분	불가	10 mm	
(비 고)			
1. 결함의 치수는 모두 실제치수로 한다.			
2. 결함의 밀집도에 대하여는 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.			

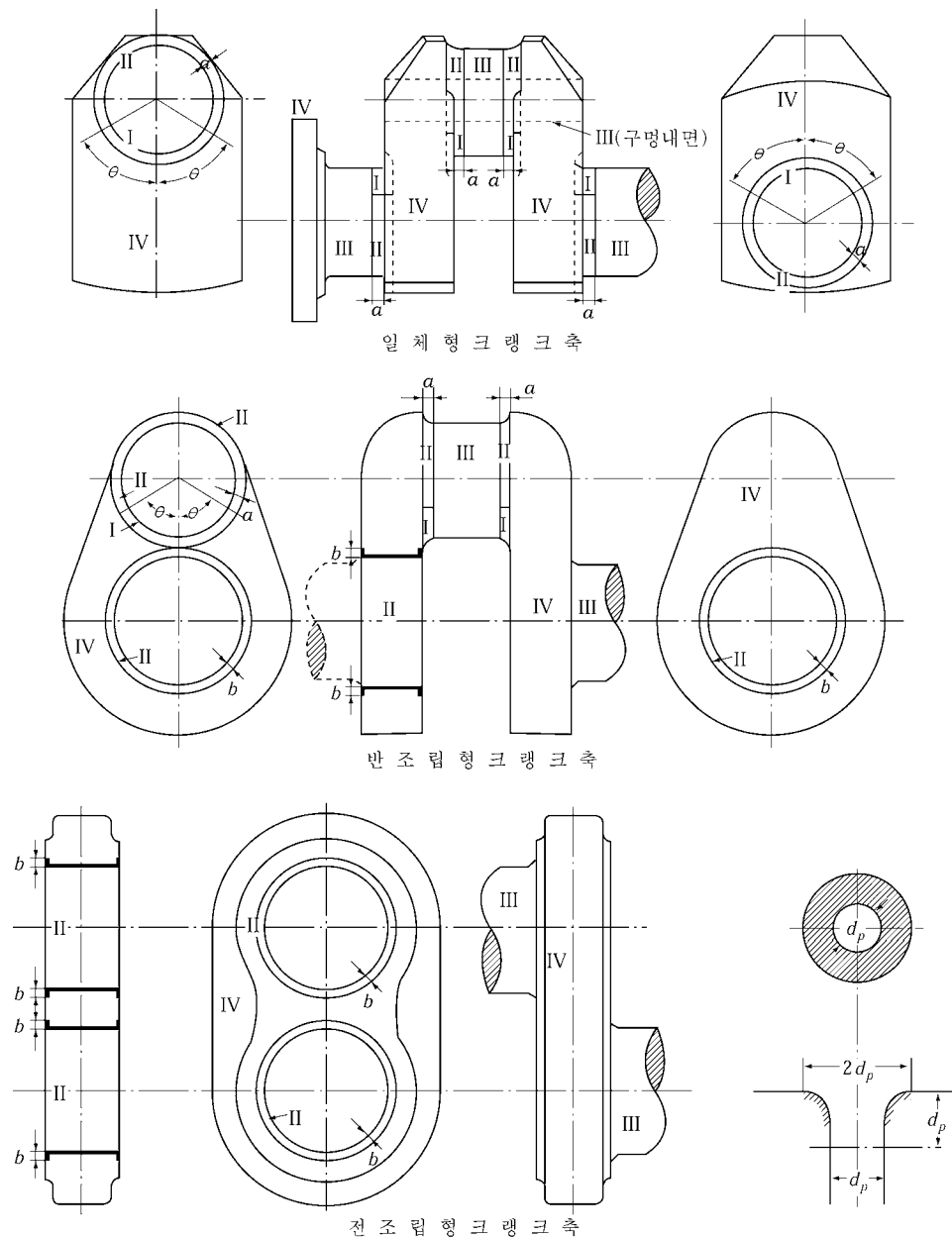
부록 2-3 크랭크축의 표면검사 기준

1. 적 용

- (1) 크랭크축은 기계가공 완료 후(다만 열박음부는 열박음하기 전에)에 표면검사를 받아야 한다.
- (2) 표면검사는 3항에서 정하는 검사방법에 따라서 행하고 이 검사의 결과 결함이 검출된 경우에는 6항에서 정하는 판정기준에 따라서 판정한다.
- (3) 제조중 중간공정에서의 검사는 제조자의 책임하에서 하는 것으로 하나 그 검사방법은 4항에 따른다.

2. 검사표면의 구분

크랭크축의 검사표면을 그림 1의 I부터 IV까지 4개로 구분하여 각각 검사방법 및 판정기준을 정한다.



(비 고)

1. 핀 또는 저널에 기름구멍을 가진 경우에는 기름구멍의 주변(그림 참조)은 구분 II로 한다.
2. d 는 크랭크축의 지름,
 $\theta = 60^\circ$, $a = 0.1d$, $b = 0.05d$ (다만 25mm 이상)

그림 1 크랭크축의 표면검사 구분

3. 검사방법

- (1) 표면검사는 2항에서 규정한 검사표면의 구분에 따라서 다음과 같이 행한다. 다만 검사 결과 CC종(주강의 경우) 결함(표 4 참조)이 검출되었을 경우에는 초음파 탐상시험을 요구할 수 있다.

구 분	검사종류
I 및 II	자분 탐상검사 또는 액체침투 탐상검사
III 및 IV	육안검사

(비 고)

1. 흑피 그대로 사용하는 부분은 위의 규정에 관계없이 자분탐상검사를 한다.
2. 담금질 후 템퍼링을 하는 크랭크축 및 표면경화 처리를 하는 크랭크축의 구분 III은 위의 규정에 관계없이 자분탐상 또는 액체침투탐상시험을 한다.

- (2) 자분 탐상검사, 액체침투 탐상검사 및 육안검사의 방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

4. 중간공정에서의 검사

- (1) 제조자는 제조공정중의 적절한 시기에 초음파탐상시험을 하여 내부에 유해한 결함이 없는가를 자체적으로 확인하여야 한다.
- (2) 제조자는 제조과정의 각 단계에서 자체적으로 표면검사를 하여야 한다. 이 결과 유해한 재료결함이 발견된 경우에는 지체 없이 검사원에게 통고하여 지시를 받아야 한다. 주강재 크랭크스로우에 대하여는 검사원의 승인을 받아 **부록 2-4**에 따라서 결함부의 용접보수가 가능하다.
- (3) 표면경화처리를 하는 크랭크축에 대하여 제조자는 경화처리 전에 자체적으로 표면검사를 하여야 한다. 표면검사의 결과는 검사원의 요구가 있을 경우 제출하여야 한다.

5. 표면검사에 대한 판정

- (1) 3항에서 규정한 표면검사의 결과 결함이 검출된 경우에는 4항의 검사결과를 감안하여 6항에서 정한 판정기준에 따라서 합격, 불합격을 판정한다. 다만 6항에서 규정한 판정기준에 합격되지 아니한 것에 대하여도 결함의 위치, 방향 및 모양 외에 크랭크스로우의 모양, 치수 등을 고려하여 참작할 수 있다. 또 이 판정기준에 합격한 것이라도 결함의 수가 많고 결함의 모양, 분포, 방향 등이 크랭크축으로서 부적합하다고 인정되는 경우에는 이것을 불합격으로 할 수 있다.
- (2) 표면검사의 판정을 위한 결함의 취급은 다음에 따른다.
 - (가) 결함의 길이는 육안검사로 확인되는 결함의 최대 실제 길이로 한다.
 - (나) 결함은 검사원의 승인을 받아 제거할 수 있다.
 - (다) 결함의 제거는 그라인딩에 의한다. 다만 고주파 담금질을 한 경화부는 줄로써 하여야 한다.
 - (라) 두개 이상의 결함의 상호거리가 5 mm 이내에 있을 경우에는 이것을 한 개의 결함으로 간주하여 제거한다.
 - (마) 결함을 제거한 오목부와 축 표면과의 접속부의 모서리는 가능한 한 큰 둥근새를 주어야 한다.
 - (바) 결함을 제거한 경우의 오목부의 크기는 열가공 이전의 크기로 정한다.
 - (사) 주강재 크랭크스로우에 대하여는 검사원의 승인을 받아 **부록 2-4**에 따라서 결함부를 용접보수 할 수가 있다.
 - (아) 결함을 제거할 경우 자분탐상검사 또는 액체침투탐상검사를 하여 검사원의 확인을 받아야 한다.
 - (자) 검사의 결과 결함이 아직 남아있는 것과 결함을 제거한 것에 대하여 제조자는 상세한 검사기록서를 작성하여 검사원에게 제출하여야 한다. 이 기록서에는 피검사면에 존재하는 결함의 위치, 크기, 방향 및 모양 외에 결함을 제거한 오목부의 위치 및 치수를 기재한다.

6. 표면검사에 대한 판정기준

- (1) 표면처리를 하지 아니하는 일체형 크랭크축

(가) 적 용

- (a) 이 기준은 가공한 지름이 100 mm 이상의 탄소강 및 저합금강재 단조 일체형 축으로서 표면처리

를 하지 아니하는 것에 적용한다.

(b) 판정은 결함이 있는 크랭크스로우를 (나)에서 규정하는 등급에 따라서 분류하며 (라)에 규정하는 등급에 따라서 시행한다.

(c) (라)에 기재되어 있지 않은 결함은 (다)에서 규정하는 결함의 분류에 따른다.

(나) 크랭크스로우의 등급

크랭크스로우의 등급은 다음 표와 같이 4등급으로 분류한다.

등급	암의 필릿부 응력레벨
AA급	$k > 1.5$
A급	$1.25 \leq k \leq 1.5$
B급	$0.75 < k < 1.25$
C급	$k \leq 0.75$

(비 고)

k 는 암의 필릿부 응력레벨을 표시하는 계수로서 다음 식에 의한 값.

① 4사이클 기관의 크랭크스로우에서 서로 인접하는 스로우의 위상각이 55° 이하인 경우

$$k = 1.3 \left\{ \left(\frac{d_0}{d} \right)^3 \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \right\} z$$

② 전 ① 이외인 경우

$$k = \left(\frac{d_0}{d} \right)^3 \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5$$

d_0 : 사용재료가 RSF 45일 경우 크랭크축의 소요지름(mm).

d : 크랭크축의 실제 지름(mm).

f_1, f_2, f_3, f_4, f_5 : 그림 3 내지 그림 7에서 정하는 계수로서 이 그림 중의 기호는 그림 2 및 다음에 따른다.

t : 크랭크암의 두께(크랭크암의 양단면 사이의 거리를 말한다)(mm).

b : 크랭크암의 나비(핀 중심과 저널 중심과의 중앙에서 암을 횡단할 경우의 나비를 말한다)(mm)

s : 크랭크핀과 크랭크저널이 겹치는 부분(mm). 한편 그림 2(a)와 같이 핀, 저널이 겹치지 아니하는 것을 부(-), 그림 2(b)와 같이 겹치는 것을 정(+)으로 한다.

r : 크랭크암 필릿부 등급세의 반지름(mm).

q : 크랭크암 필릿부의 도려낸 깊이(mm)

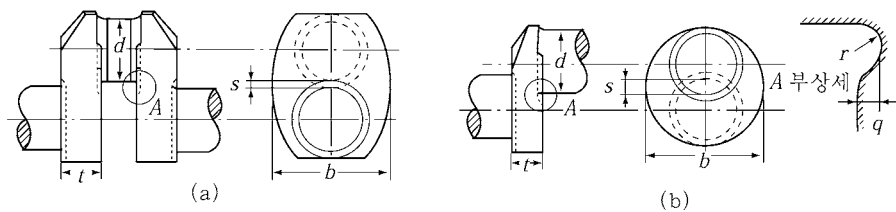


그림 2 기호의 설명도

(다) 재료결함의 분류

표면에 나타나는 결함은 표 1에 따라서 분류한다. 다만 A종 결함은 결함으로 취급하지 아니한다.

(라) 판정기준

크랭크스로우의 등급별 판정기준은 표 2에 따른다.

표 1 결함의 분류

분류	결함의 명칭		
A종결합	현미경으로 확인한 비금속 개재물	유화물, 규산염계	
		알루미나계	
		입상산화물계	
B종결합	육안으로 확인한 비금속 개재물	모래 흠	유화물, 규산염계
			알루미나계
			입상산화물계
		모래개입	
C종결합	수축공(1차 수축공, 2차 수축공)		
	균 열 흠		
	이상 편석 흠(헤어크랙)		
	일 반 균 열	겹침	
		거북등무늬 균열	
		과열처리 균열	
	열 균 열		
	연 마 균 열		

표 2 판정기준

등급	사용 재료	구 분	판 정 기 준
AA 급	-	I 및 II	C종 결함이 검출된 경우에는 불합격으로 하며 B종 결함은 제거한다. 결함을 제거한 후의 오목부의 깊이는 $0.01d$ (d 는 크랭크축의 지름) 이하로 하고 암 필릿부의 R부에 대하여는 원래의 모양이 손상되지 아니하도록 가공할 것. 그 외의 부분에 대하여는 흠 깊이의 3배 이상의 등금새를 주어 가공할 것.
		III	C종 결함이 검출된 경우에는 불합격으로 하며 B종 결함은 제거하여야 한다. 다만, 길이가 2 mm 이하의 것은 존재하여도 좋다. 결함을 제거한 흠의 깊이는 $0.01d$ 이하로 하고 흠의 밑면은 흠깊이의 2배 이상의 등금새를 주어 가공한다.
		IV	C종 결함이 검출된 경우에는 불합격으로 하며 B종 결함은 제거한다. 다만, 길이가 5 mm 이하의 것은 존재하여도 좋다. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 그 부분의 강도에 영향을 미치지 아니하는 것으로서 검사원의 승인을 필요로 한다.
A 급	탄소 강	I	검출된 결함은 제거한다. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 $0.01d$ 이하로 하고 암 필릿부의 R부에 대하여는 원래의 모양을 손상하지 아니하도록 특히 조심스럽게 가공한다. 또 평행부 또는 평면부에 대하여는 흠의 밑면에 흠 깊이의 3배 이상의 등금새를 주어 가공한다.
		II	검출된 결함은 제거한다. 다만, 다음의 경우에는 존재하여도 좋다. (i) 액체침투탐상검사에서 식별되는 점모양의 형태로서 쉽게 육안으로 식별 가능한 정도의 몇 개의 B종 결함. (ii) 결함 상호간의 거리가 충분히 분리되어 있는 길이 2 mm 이하의 B종 결함. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 $0.01d$ 이하로 하고 흠의 밑면에서 흠 깊이의 3배 이상의 등금새를 주어 가공하는 것을 원칙으로 하고 이 등금새는 어떠한 경우에도 흠깊이의 2배미만으로 하여서는 아니 된다.
		III	검출된 결함은 제거한다. 다만, 다음의 경우에는 존재하여도 좋다. (i) 길이가 10 mm 이하인 B종 결함. (ii) 길이가 5 mm 이하인 C종 결함. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 $0.01d$ 이하로 하고 흠의 밑면에는 흠의 깊이의 2배 이상의 등금새를 주어 가공한다.

표 2 판정기준 (계속)

등급	사용 재료	구 분	판 정 기 준
A 급		IV	검출된 결함은 제거한다. 다만, 다음의 것은 존재하여도 좋다. (i) 길이가 20 mm 이하인 B종 결함. (ii) 길이가 10 mm 이하인 C종 결함. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 그 부분의 강도에 지장이 없는 것이어야 하고 검사원의 승인을 받아야 한다.
	저합금강	-	C종 결함이 검출된 경우에는 구분에 관계없이 불합격으로 하며, B종 결함이 검출된 경우의 판정 기준은 탄소강에 대한 기준을 적용한다.
B급	탄소강	I	검출된 결함은 제거한다. 다만, 다음의 경우에는 존재하여도 좋다. (i) 액체침투탐상 검사로서 식별되는 점 모양의 현상으로서 쉽게 육안으로 식별되는 정도의 몇 개의 B종 결함. (ii) 결함 상호간의 거리가 충분히 떨어져 있는 길이 2 mm 이하의 B종 결함. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 0.01 d 이하로 하고 흠의 밑면에는 흠 깊이의 3배 이상의 등금색을 주어 가공하는 것을 원칙으로 하나 이 등금색은 어떠한 경우에는 흠 깊이의 2배미만으로 하여서는 아니 된다.
		II	검출된 결함은 제거한다. 다만, 다음의 경우에는 존재하여도 좋다. (i) R부 : 결함 상호간의 거리가 충분히 떨어져 있는 길이 2 mm 이하인 B종 결함. (ii) 평행부 또는 평면부 : 결함 상호간의 거리가 충분히 떨어져 있는 길이 5 mm 이하의 B종 결함. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 0.01 d 이하로 하고 흠의 밑면에는 흠 깊이의 2배 이상의 등금색을 주어 가공한다.
		III	검출된 결함은 제거한다. 다만, 다음의 경우에는 존재하여도 좋다. (i) 길이가 10 mm 이하인 B종 결함. (ii) 길이가 5 mm 이하인 C종 결함. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 0.01 d 이하로 하고 흠의 밑면에는 흠 깊이의 2배 이상의 등금색을 주어 가공하여야 한다.
		IV	검출된 결함은 제거한다. 다만, 다음의 경우에는 존재하여도 좋다. (i) 길이가 20 mm 이하인 B종 결함. (ii) 길이가 10 mm 이하인 C종 결함. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 그 부위의 강도에 지장이 없어야 하며 검사원의 승인을 받아야 한다.
	저합금강	-	C종 결함이 검출된 경우에는 구분에 관계없이 불합격으로 하며, B종 결함이 검출된 경우의 판정 기준은 탄소강에 대한 기준을 적용한다.
	C 급	탄소강	I 및 II
III			검출된 결함은 제거한다. 다만, 다음의 경우에는 존재하여도 좋다. (i) 길이가 10 mm 이하인 B종 결함. (ii) 길이가 5 mm 이하의 C종 결함. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 0.01 d 이하로 하고 흠의 밑면에는 흠 깊이의 2배 이상의 등금색을 주어 가공한다.
IV			검출된 결함은 제거한다. 다만, 다음의 경우에는 존재하여도 좋다. (i) 길이가 20 mm 이하인 B종 결함. (ii) 길이가 10 mm 이하의 C종 결함. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 그 부분의 강도에 지장이 없는 것으로서 검사원의 승인을 받아야 한다.
저합금강		-	C종 결함이 검출된 경우에는 구분에 관계없이 불합격으로 하며, B종 결함이 검출된 경우의 판정 기준은 탄소강에 대한 기준을 적용한다.

(2) 고주파 담금질을 한 일체형 크랭크축

(가) 적 용

- (a) 이 기준은 가공 지름이 250 mm 이하의 탄소강 및 저합금강재 단조 일체형 크랭크축으로서 크랭크핀 또는 크랭크 저널의 평행부에 한하여 고주파 담금질을 한 것에 적용한다.
- (b) 판정은 결함이 있는 크랭크스로우를 (나)에서 정하는 등급에 따라 분류하고 (다)에서 정하는 등급별의 기준에 따라서 판정한다.
- (c) 결함의 분류에 대하여는 전 (1)호 (다)와 동일하게 처리한다.
- (나) 크랭크스로우의 등급은 다음 표와 같이 2등급으로 분류한다.

등급	암의 필릿부 응력레벨
HA 급	$k \geq 1.25$
HB 급	$k < 1.25$
(비 고) k 에 대하여는 (1)호 (나)에 따른다.	

(다) 판정기준

크랭크스로우의 등급별 판정기준은 표 3에 따른다.

표 3 판정기준

등 급	구 분	판 정 기 준
HA급	비경화부	각 구분에 대한 판정기준은 표 2의 AA급에 대한 판정기준을 적용한다.
	경화부	C종 결함이 검출된 경우에는 불합격으로 하며, B종 결함은 제거한다. 다만, 길이가 0.02d 이하의 것에 존재하여도 좋다. 결함을 제거한 후의 홈의 깊이는 0.01d 또는 계획 담금질 깊이의 1/3중에서 작은 값으로 하고 홈 부의 밑면에는 홈 깊이의 2배 이상의 등금새를 주어 가공한다.
HB급	비경화부	각 구분에 대한 판정기준은 표 2의 A급에 대한 판정기준을 적용한다.
	경화부	경화부에 대한 판정기준은 HA급의 경화부에 대한 판정기준을 적용한다.

(3) 단강재 반조립형 크랭크축

단강재 반조립형 크랭크축에 대한 판정기준은 전 (1)호 (나)에서 정하는 B급의 기준을 적용한다.

(4) 주강재 반조립형 및 전조립형 크랭크축

(가) 적 용

- (a) 이 기준은 주강재 반조립형 크랭크스로우 및 전조립형 크랭크암에 적용한다. 또한 단강재 크랭크저널 및 핀에 대하여는 전 (1)호 (나)에서 정하는 B급의 기준을 적용한다.
- (b) 이 기준에 기재되어 있는 결함이라 함은 다음 (나)에 정한 CC종 결함을 말한다.
- (나) 재료결함의 분류

표면에 나타나는 결함을 표 4와 같이 분류한다. 다만 CA종 및 CB종 결함은 결함으로 취급하지 아니한다.

표 4 결함의 분류

분 류	결함의 명칭
CA종 결함	현미경으로 확인한 비금속개재물
CB종 결함	길이가 0.2 mm 이하인 핀홀, 개재물
CC종 결함	· 길이가 0.2 mm를 넘는 핀홀, 기공 모래개입, 슬래그개입 · 수축공, 수축균열 · 열간균열, 냉간균열

(다) 판정기준

판정기준은 표 5에 따른다.

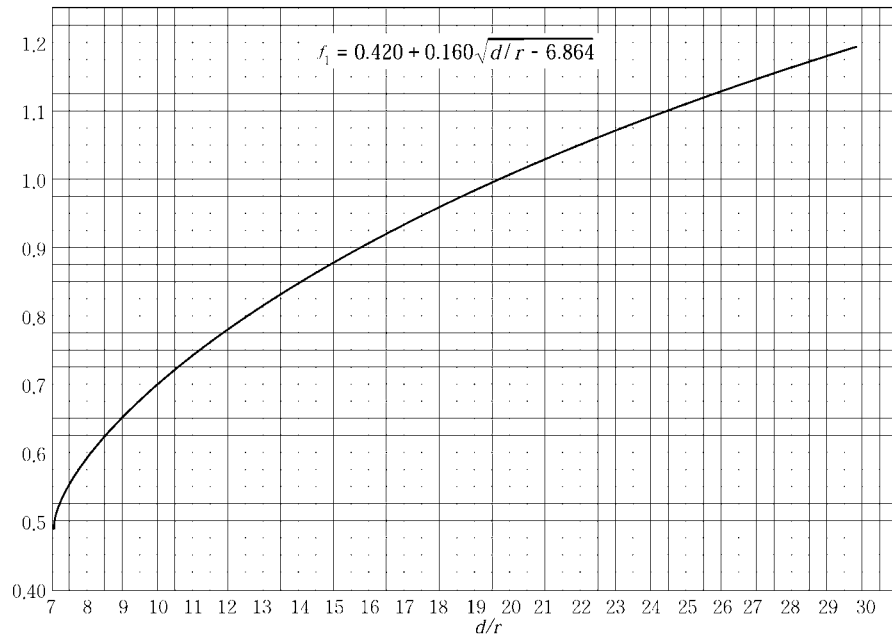


그림 3 f_1 을 구하는 곡선

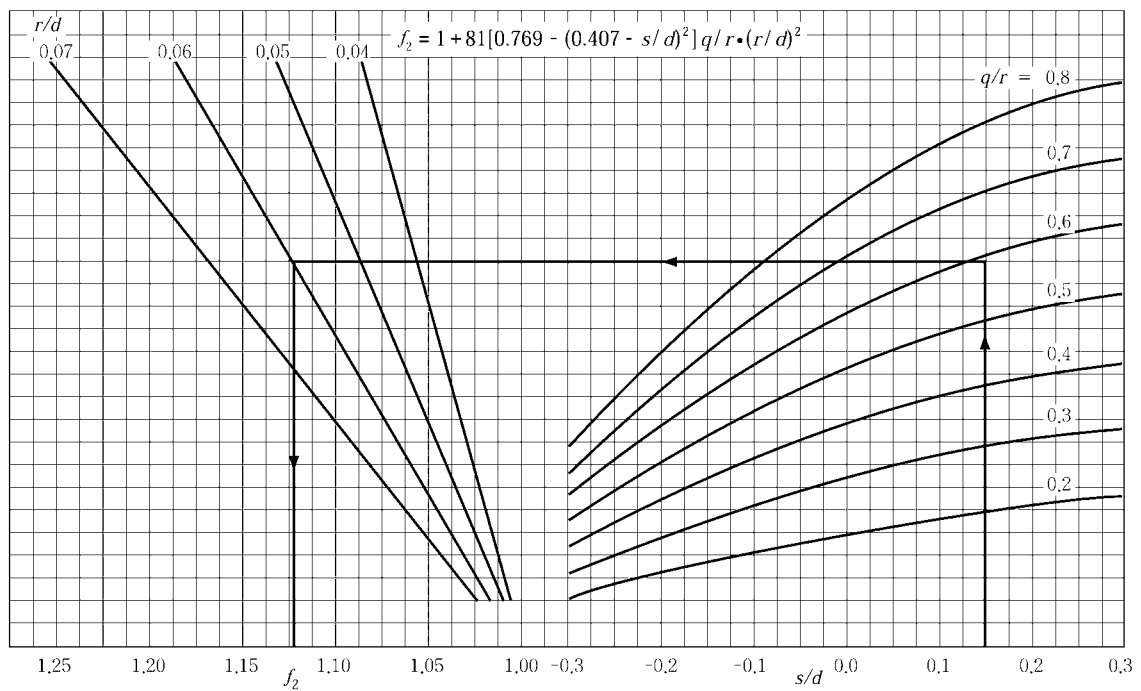


그림 4 f_2 을 구하는 곡선

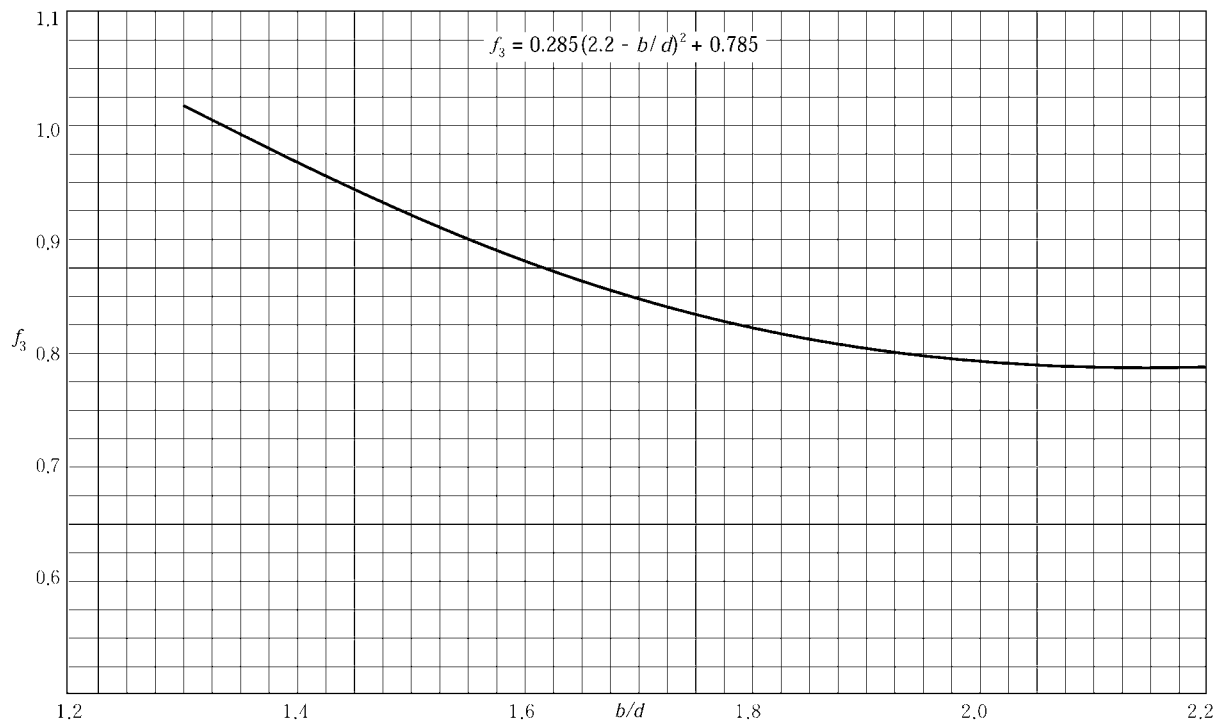


그림 5 f_3 을 구하는 곡선

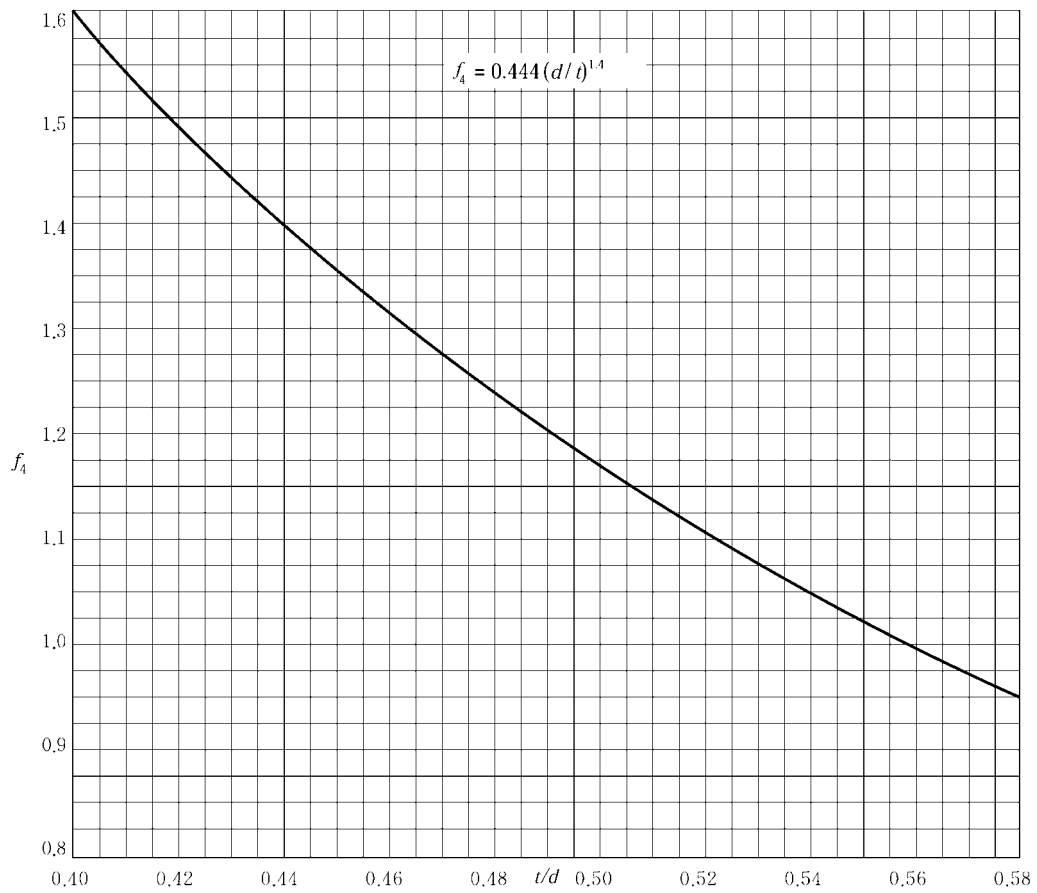


그림 6 f_4 을 구하는 곡선

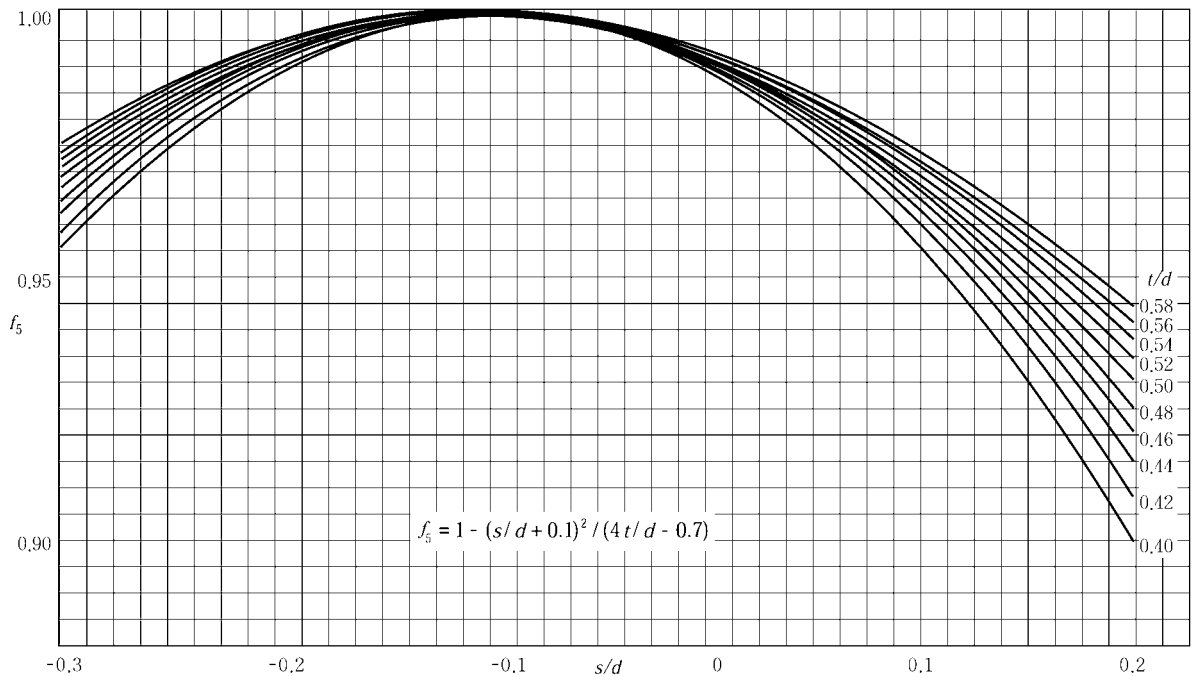
그림 7 f_5 를 구하는 곡선

표 5 판정기준

구 분	판 정 기 준
I	검출된 결함은 제거할 것. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 $0.01d$ 이하로 하고 암필릿부의 R 부에 대하여는 원래의 모양이 손상되지 아니하도록 조심스럽게 가공할 것. 또한 평행부에 대하여는 흠의 밑면에 흠 깊이의 3배 이상의 등금새를 주어 가공하여야 한다.
II	검출된 결함은 제거할 것. 다만 다음의 경우에는 존재하여도 좋다. (i) 특히 밀집되어 있지 아니한 1 mm 이하의 결함. (ii) 결함 상호간의 거리가 충분히 떨어져 있는 3 mm 미만의 결함. 결함을 제거한 후 흠의 깊이는 $0.01d$ 이하로 하고 흠의 밑면은 흠 깊이의 3배 이상의 등금새를 주어서 가공하는 것을 원칙으로 하고 어떠한 경우에도 흠 깊이의 2배 미만이어서는 아니 된다.
III	검출된 결함은 제거할 것. 다만, 다음의 경우에는 존재하여도 좋다. (i) 특히 밀집되어 있지 아니한 3 mm 이하의 결함. (ii) 결함 상호간의 거리가 충분히 떨어져 있는 5 mm 미만의 결함. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 $0.01d$ 이하로 하고 흠의 밑면에는 흠 깊이의 2배 이상의 등금새를 주어 가공할 것.
IV	검출된 결함은 제거할 것. 다만, 8 mm 미만의 결함은 존재하여도 좋다. 결함을 제거한 후의 흠의 깊이는 그 부분의 강도에 지장이 없는 것으로 하고 검사원의 승인을 받아야 한다

부록 2-4 주강재 크랭크스로우의 용접보수 검사기준

1. 적 용

- (1) 제조중의 주강재 크랭크축의 크랭크스로우(전조립형 크랭크암을 포함한다. 이하 **크랭크스로우**라 한다)에 결함이 발견된 경우에는 이 기준에 따라서 용접보수를 할 수 있다. 다만, 결함을 제거한 후의 홈의 깊이가 $0.05t$ (t 는 암의 두께) 미만의 경우에는 용접보수를 하지 아니하고 사용하여도 좋다. 이때 홈의 밑면에는 홈 깊이의 2배 이상의 등금새를 주고 홈과 표면과의 이루는 각에는 충분한 R 를 주어 가공하여야 한다.
- (2) 용접보수를 하는 경우에는 검사원의 승인을 받아야 한다. 검사원은 용접보수가 적절하지 아니하다고 인정되는 경우 또는 용접보수 장소가 부적합하다고 인정되는 경우에는 용접보수를 인정하지 아니하고 크랭크스로우를 불합격으로 처리할 수 있다.
- (3) 용접보수를 하는 경우에는 미리 7항에 규정하는 예비시험을 하여 합격하여야 한다.

2. 용접보수를 하는 범위와 조건

- (1) 편과 암과의 주위 등 : **그림 1**의 빗금(cross hatching)친 범위는 용접보수를 하여서는 아니 된다.
- (2) 결함을 제거한 후 홈의 깊이는 $0.1t$ 이하로 한다.

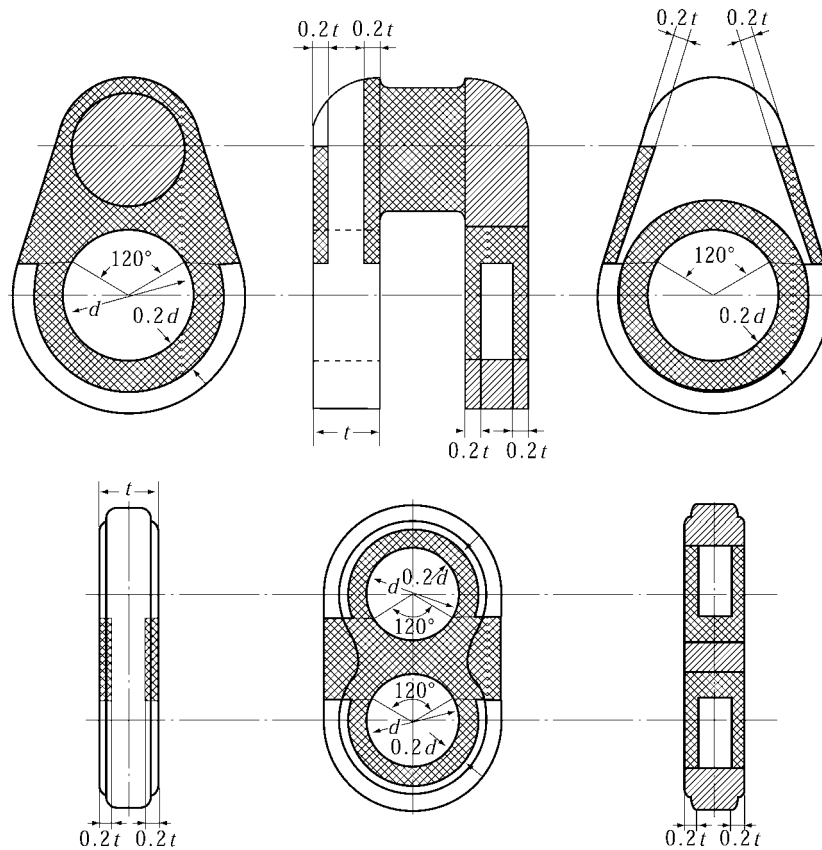


그림 1 용접보수 금지범위 (빗금(Cross Hatching) 범위)

3. 보수의 시기

용접보수는 크랭크스로우의 열처리 전에 하여야 한다. 다만 검사원의 승인을 받을 경우 비교적 작은 결함의 용접보수는 열처리 후에도 할 수 있다.

4. 보수의 방법

용접보수의 방법은 다음에 따른다.

(1) 용접사

보수에 종사하는 용접사는 우리 선급의 용접사기량시험에 합격한 자로서 7항에 규정하는 예비시험시의 용접에 종사한 자라야 한다.

(2) 결함의 제거

결함은 그라인딩 또는 가우징으로 제거한 후에 용접에 적합한 흠을 만든다. 이때 검사원은 자분탐상 또는 액체침투탐상검사를 하여 결함이 완전히 제거된 것을 확인하여야 한다.

(3) 예 열

용접보수 장소 및 그 주위는 200°C 이상의 온도로 예열하여야 한다.

(4) 용접방법

용접은 하향 수동 아크용접을 한다.

(5) 용접봉

우리 선급의 승인을 받은 저수소계의 것을 사용한다.

(6) 후 열

용접완료 후 크랭크스로우는 규정된 열처리를 하여야 한다. 또한 검사원의 승인을 받아서 열처리 후에 용접보수를 하는 것에 대하여는 $600\sim 650^{\circ}\text{C}$ 에서 응력제거 열처리를 하여야 한다.

(7) 보수후의 가공

보수부는 그라인딩으로 평탄하게 가공하여야 한다.

5. 보수 후의 검사

용접부 및 그 주위는 자분탐상검사를 하여 유해한 결함이 없는가를 확인하여야 한다.

6. 기 록

제조자는 용접보수 부분의 위치 및 치수에 대하여 스케치, 보수방법, 열처리의 상세, 검사성적 등을 기재한 기록서를 작성하여 검사원에게 제출하여야 한다.

7. 예비시험

제조자는 용접보수를 하기에 앞서 다음과 같은 예비시험을 할 필요가 있다. 다만 사용재료, 용접조건, 용접시공자 등의 변경이 있을 경우 우리 선급이 특별히 필요하다고 인정되는 경우를 제외하고는 그 때마다 시험을 할 필요는 없다.

(1) 결함보수 용접시험

(가) 시험재

크랭크스로우와 동등의 재료로 한다.

(나) 시험재의 모양 및 용접보수 요령

시험재의 치수는 그림 2와 같이 하고 그림과 같이 흠을 만들어 살불임용접을 한다.

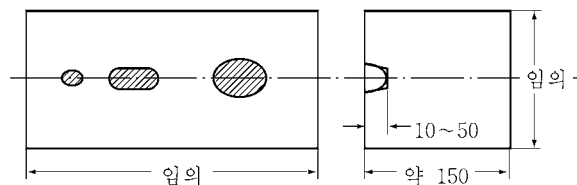


그림 2 시험재의 치수 및 모양 (단위: mm)

(a) 흠의 크기

운봉이 충분히 가능한 범위 내에서 적절한 크기로 한다.

(b) 흠의 배열

배열 및 흠에서 시험재의 단부까지의 거리는 실물의 용접에 가까운 조건으로 한다.

(c) 용접방법

실제의 경우와 동등한 방법으로 한다.

- (d) 용접봉
실제로 사용되는 용접봉을 사용한다.
- (e) 예열 및 후열
크랭크스로우와 동등한 열처리를 한다.
- (다) 시험
 - (a) 매크로조직시험
열처리 후 용접부를 포함한 면에서 시험재를 절단하여 용접밀면의 용접상태, 균열의 유무를 확인한다.
 - (b) 경도시험
용착금속부, 모재부 및 그 경계부의 경도의 변화에 이상이 없는가를 확인한다.
 - (c) 현미경조직
용착금속부, 모재부 및 그 경계부의 조직을 조사하여 이상이 없는가를 확인한다.
- (2) 맞대기용접 이음시험
 - (가) 시험재
크랭크스로우와 동등의 재료로 한다.
 - (나) 시험재의 모양 및 용접보수 요령
시험재의 치수 및 모양은 **그림 3**과 같이 한다. 또한 용접조건 및 열처리(1)호에 정하는 바에 따른다.
 - (다) 시험
그림 3의 시험재로부터 **그림 4**와 같이 인장시험편 및 굽힘시험편 각 2개를 채취한다.

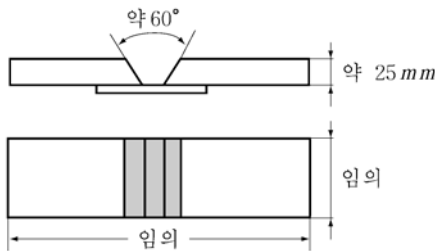


그림 3 시험재의 치수 및 모양

	제 거
	인장시험편
	굽힘시험편
	굽힘시험편
	인장시험편
	제 거

그림 4 시험편의 채취

- (a) 인장시험
용착금속부를 시험편의 표점거리의 중앙부가 되도록 하여 인장시험을 한다. 또한 그 성적은 모재의 규격 최저값 이상이어야 한다. (시험편 치수 : $14\text{ mm}\phi \times 70\text{ mm}$)
- (b) 굽힘시험
용착금속부를 시험편의 중앙부가 되도록 하여 안쪽 반지름 25 mm 로서 180° 굽혀도 용접부 및 열영향부에 균열이나 흠이 생겨서는 아니 된다. (시험편 치수 : $25\text{ mm} \times 19\text{ mm} \times$ 임의의 길이)

부록 2-5 선체용 주강품의 보수검사 기준

1. 적 용

- (1) 선미재, 타골재 및 선체의 중요한 구조부재가 되는 탄소강주강품(이하 **주강품**이라 한다)에 결함이 발견된 경우에는 이 기준에 따라서 보수할 수 있다.
- (2) 결함을 제거한 부분을 그대로 사용할 경우 또는 결함을 제거한 부분에 용접보수를 할 경우에는 검사원의 승인을 받아야 한다. 다만 결함을 제거한 후의 홈의 깊이가 15 mm 이하 또는 두께의 10 % 중 작은 값을 넘지 않고 또한 그 길이가 100 mm 이하인 경우에는 용접보수를 하지 아니하고 사용하여도 좋다.

2. 결함의 보수

주강품의 결함부분은 그라인딩, 치핑 및 그라인딩 또는 에어가우징 및 그라인딩 등으로 제거하여야 하며, 열적인 제거방법은 최종 열처리 전에만 허용된다. 또한 결함 제거부분의 보수방법은 다음에 따른다.

- (1) **용접보수를 하지 않을 경우** 결함을 제거한 후에 용접보수를 필요로 하지 않는 장소에는 그라인딩 등으로 다음과 같이 수정 가공하여야 한다.
 - (가) 모든 홈 바닥은 홈 깊이의 약 3배 이상의 둥근새를 주어야 한다.
 - (나) 홈 부와 그 주변부는 특별한 모양의 변화가 없도록 가공하여야 한다.
 - (다) 결함 제거부는 수정 후 액체침투 탐상시험 또는 자분탐상시험을 하여 유해한 결함이 없는가를 확인하여야 한다.
- (2) **용접보수를 할 경우** 용접보수를 필요로 하는 부분은 그라인딩 등으로 용접보수에 적합한 모양으로 수정한 후 전 2항 (1)호 (다)에 규정된 비파괴검사에 따라서 결함이 없는가를 확인하여야 한다. 또한 용접보수부의 등급분류는 다음에 따르고, 용접보수 방법은 다음 3항에 따른다.
 - (가) 주요 용접보수
 - (a) 보수깊이가 두께의 25% 또는 25 mm 중 작은값보다 큰 경우
 - (b) 주강품의 총 보수용접 면적이 주강품 표면의 2%를 넘는 경우. 다만, 두 보수용접부 사이의 거리가 그들의 평균너비보다 작은 경우에는 하나의 보수용접부로 간주한다.
 - (c) 주요보수부에 대하여는 보수용접을 하기 전에 우리 선급의 승인을 받아야 한다. 보수용접은 최종 열처리 전에 실시하여야 한다.
 - (나) 경미한 용접보수
 - (a) 총 보수용접부 면적(길이 x 너비)이 500 mm²를 넘는 경우
 - (b) 경미한 보수의 경우에는 우리 선급의 승인을 요구하지는 않으나, 용접보수에 대한 상세는 기록 및 유지되어야 하며, 검사원의 요청이 있는 경우에는 제출되어야 한다. 보수용접은 최종 열처리 전에 실시하여야 한다.
 - (다) 외관을 위한 용접보수
 - (a) 모든 기타 용접부
 - (b) 외관을 위한 용접보수의 경우에는 우리 선급의 승인을 요구하지는 않으나, 용접보수에 대한 상세는 기록 및 유지되어야 한다. 보수용접은 최종열처리 후에 실시할 수 있으나 용접 후 국부응력 완화열처리를 하여야 한다.

3. 용접보수 방법

용접보수 방법은 다음에 따른다.

- (1) **용접사** 보수에 종사하는 용접사는 우리 선급의 용접사기량 시험에 합격한 자이어야 한다.
- (2) **용접용재료** 용접용재료는 우리 선급의 승인을 받은 저수소계의 것 또는 이것과 동등 이상의 것으로 한다.
- (3) **예 열**
 - (가) 탄소당량이 0.44 %를 초과할 경우에는 원칙적으로 용접보수부 및 그 주변을 200 °C 이상의 온도로 예열하여야 한다. 이때의 탄소당량은 다음 식에 따른다.

$$C_{eq}(\%) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

(나) 탄소당량이 0.44 % 이하의 경우에도 모양, 치수 등을 고려하여 용접작업상 필요하다고 인정되는 경우에는 예열을 하여야 한다.

(4) **용접자세** 용접자세는 원칙적으로 표 1에 따른다.

표 1 용접자세

종 류 \ 용접 자세	하향	수직	수평방향	상향
수동용접	○	○	○	○
자동용접	○	—	○	—

(5) **후열처리**

(가) 다음과 같은 경우에는 후열처리를 생략하여도 좋다. 다만 탄소당량이 0.44 %를 초과하는 경우에는 그러하지 아니하다.

(a) 결함제거 후의 파낸 홈의 깊이가 25 mm 이하(또는 두께의 20 % 이하 중의 작은 쪽)이고 또한 길이가 200 mm 이하의 경우

(b) 표면결합에서 결함제거 후의 깊이가 15 mm 이하 또한 그 면적이 250,000 mm²이하의 경우

(나) 후열처리는 노내에서 하여야 한다. 가열온도는 550~650 °C, 유지시간은 용접 깊이 25 mm당 1시간 이상으로 한다. 다만 제품의 가공 상태나 기타의 이유에서 노중 어닐링이 불가능할 경우 또는 용접 깊이가 50 mm 이하이고 길이가 300 mm 이하의 것은 국부적인 후열처리를 할 수가 있다. 국부적인 후열처리를 할 수가 있다. 국부적인 후열처리는 용접부 및 주위 100 mm 이내의 범위를 600 °C 이상으로 가열하여 서냉하여야 한다. 유지시간은 용접 깊이 25 mm당 10분 이상으로 한다.

(6) **용접보수 후의 가공** 용접보수부는 그라인더 등으로 검사를 할 수 있을 정도까지 가공하여야 한다.

(7) **용접보수 후의 검사** 용접보수부 및 그 주위는 최초 검사와 같은 방법 뿐 아니라 검사원이 요구하는 추가적인 방법으로 검사되어야 한다.

부록 2-6 단강품(크랭크축 제외)의 표면검사 기준

1. 적 용

- (1) 이 기준은 **규칙 2편 1장 601.의 8항 및 10항 (2)호**의 규정에 따라 표면검사를 하여야 하는 단강품 중 크랭크축을 제외한 탄소강단강품(이하 **단강품**이라 한다)의 표면검사에 적용한다.
- (2) 크랭크축에 대하여는 **부록 2-3**에 따른다.
- (3) **2항** 이하에 기재된 것 이외의 제품에 대하여는 그 용도, 모양 및 이들이 사용되는 장소의 응력상태 등을 고려하여 이 기준을 준용한다.

2. 표면검사의 구분

표면검사는 제품에 따라서 각각 **표 1** 및 **그림 1**와 같이 구분한다.

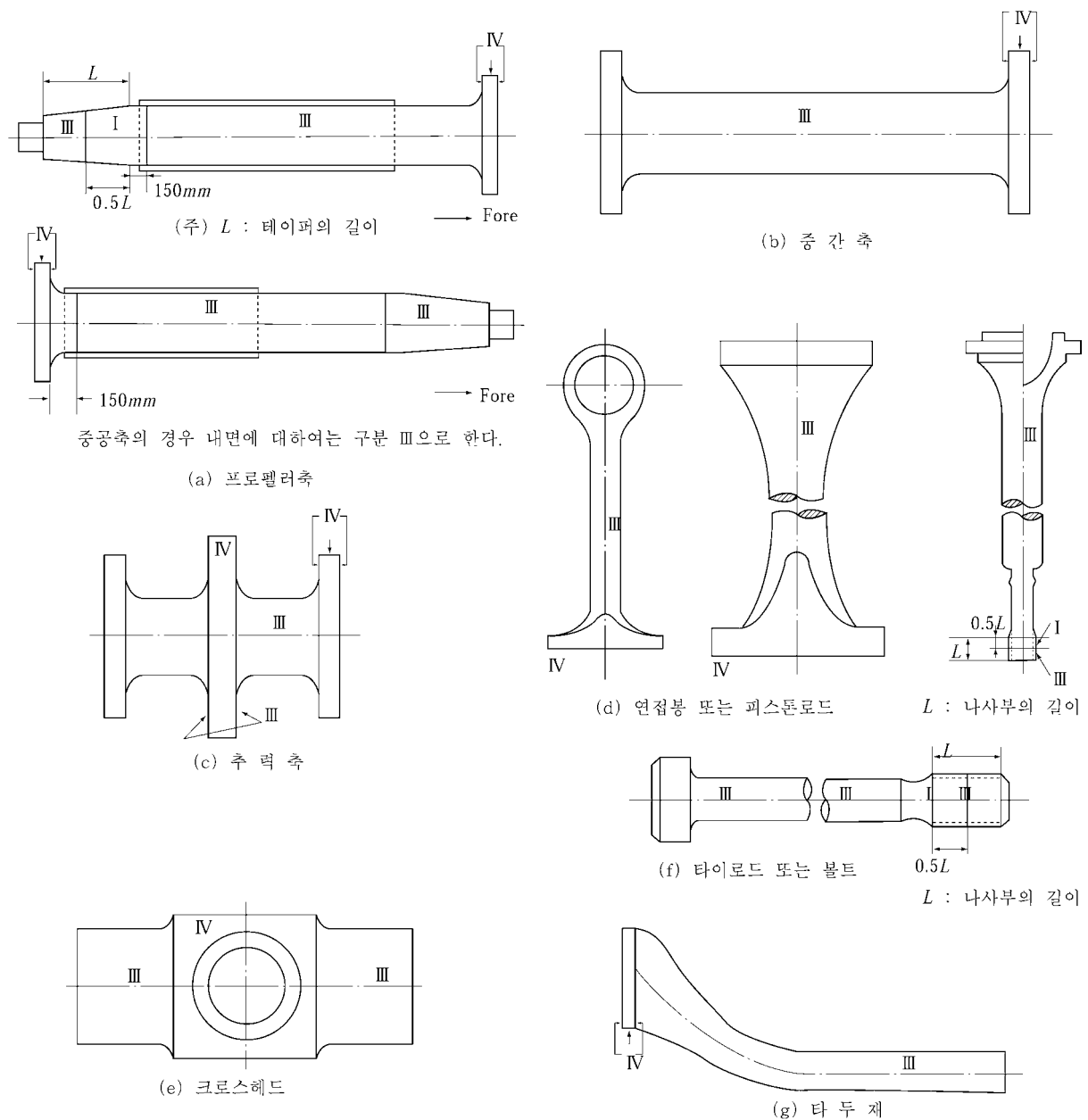


그림 1 제품표면의 구분

표 1 표면검사의 구분

제 품 명	구 분
프로펠러축	그림 1(a)에 표시한 I, III, IV의 3구분
중간축, 추력축	그림 1(b)(c)에 표시한 III, IV의 2구분
연접봉, 피스톤로드	그림 1(d)에 표시한 I, III, IV의 3구분
크로스헤드	그림 1(e)에 표시한 III, IV의 2구분
각종볼트 ⁽¹⁾	그림 1(f)에 표시한 I, III의 2구분
타 두 재	그림 1(g)에 표시한 III, IV의 2구분
(비 고)	
1. 실린더커버볼트, 타이로드, 크랭크핀볼트, 주축계볼트 등 변동하중을 직접 받는 볼트를 말한다.	

3. 검사시기

표면검사는 기계가공을 완료한 후에 한다. 다만 슬리브를 열박음하는 것에 대하여는 슬리브 열박음 전에 검사를 한다.

4. 검사종류 및 방법

(1) 표면검사는 2항에서 정하는 표면검사 구분에 따라 다음 표에 정하는 검사를 행한다.

구 분	검 사 종 류
I	자분 탐상검사 또는 액체침투 탐상검사
III 및 IV	육안검사
(비 고)	
표면경화처리를 한 부분과 연접봉 등으로서 혹피 그대로 사용되는 부분에 대하여는 상기 규정과 관계없이 자분탐상검사 또는 액체침투 탐상검사를 한다.	

(2) 자분 탐상검사, 액체침투 탐상검사 및 육안검사방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

5. 표면검사에 대한 판정

- (1) 4항에 규정한 표면검사 결과, 결함이 검출된 경우에는 초음파탐상 및 기타의 조사결과를 감안하여 6항에 정하는 판정기준에 따라서 합부를 판정한다. 다만, 6항에 정하는 판정기준에 합격하지 않은 것에 대하여도 결함의 위치, 크기, 방향 및 성상 등과 아울러 그 제품의 모양, 치수 등을 고려하여 합격여부를 정하는데 참조 할 수 있다. 또한 그 판정기준에 합격한 것에 대하여도 결함의 수가 많고 동시에 결함의 모양, 분포 및 방향등이 제품으로서 부적합하다고 인정되는 경우 이것을 불합격으로 할 수가 있다.
- (2) 표면검사의 판정을 위한 결함의 취급은 부록 2-3의 5항 (2)호에 따른다.
- (3) 표면검사의 판정을 위한 결함의 종류는 부록 2-3의 6항 (1)호 (다)에 따른다.

6. 판정기준

표면검사의 판정기준은 표 2에 따른다.

표 2 표면검사의 판정기준

제품명	적용범위	구분 I	구분 III	구분 IV
프로펠러축	다듬질한 지름이 100 mm 이상인 것	검출된 결함은 전부 제거. 결함 제거 후의 홈 깊이는 0.01 d (최대 1.5 mm) 이하로 하고 밀면에 홈 깊이의 2배 이상의 등금새를 주어 가공한다.(d : 프로펠러축의 지름) ⁽¹⁾	검출된 길이가 10 mm 이하의 B종 결함을 제외하고 전부 제거한다. 결함 제거 후의 홈의 깊이는 0.01 d (최대 3 mm) 이하로서 밀면에 2배 이상의 등금새를 주어 가공한다.(d : 프로펠러축의 지름) ⁽²⁾	검출된 결함은 다음의 것을 제외하고 전부 제거한다. (i) 길이 20 mm 이하의 B종 결함 (ii) 길이 10 mm 이하의 C종 결함 보수는 그 부분의 강도상 지장이 없는 정도이어야 하며 검사원의 승인이 있어야 한다.
중간축, 추력축, 타두재	가공한 지름이 100 mm 이상인 것	-	검출된 결함은 다음의 것을 제외하고 전부 제거한다. (i) 길이 10 mm 이하의 B종 결함 (ii) 길이 5 mm 이하의 C종 결함 결함제거 후의 홈의 깊이는 0.01 d (최대 3 mm) 이하이어야 하고 밀면에 홈 깊이의 2배 이상의 등금새를 주어 가공한다.(d : 중간축, 추력축, 연접봉 등의 직경)	
연접봉·피스톤 로드	줄기부분 지름이 75 mm 이상인 것	결함이 없어야 한다.		
크로스 헤드	전 체	-	그라인더로 가볍게 연마하여 없어지는 정도의 경미한 결함 이외의 결함이 없는 것이어야 하며 상기 정도의 결함은 검사원의 승인을 받아 그라인더로 제거하여도 좋다.	
타이로드 및 각종 볼트	줄기부분 지름이 50 mm 이상인 것	-	검출된 결함은 길이 0.1 d 이하의 길이방향의 B종 결함을 제외하고 전부 제거한다. 결함제거 후의 홈의 깊이는 0.1 d 이하이어야 하고 밀면에 홈 깊이의 2배 이상의 등금새를 주어 가공한다.(d : 볼트 지름)	-
(비 고) 1. (i) 프로펠러보스 압입 대단부 부근에 있어서는, 결함제거를 위하여 생긴 보스 접촉면의 감소는 임의 축 단면에 있어서 접촉되지 않는 길이가 단면 외주길이의 5 %를 넘지 않아야 한다. (ii) 슬리브 끝 부근의 보수에 대하여는 검사원의 승인이 필요하다. 2. 슬리브 끝 부근의 보수와 나사부에 있어서 잔존결함의 허용한도와 보수에 대하여는 검사원의 승인이 필요하다				

부록 2-7 단강품의 초음파탐상검사 기준

1. 적 용

- (1) 이 기준은 단강재 크랭크축, 프로펠러축, 중간축, 터빈로터축, 타두재 등 **규칙 2편 1장 601.의 10항 (1)호**의 규정에 따라 단강품(이하 **단강품**이라 한다)의 초음파탐상검사에 적용한다.
- (2) 4항 이하에 기재되어 있는 것 이외의 제품에 대해서는 그 용도, 모양 및 그것이 사용되는 장소의 응력 상황 등을 고려하여 2항 이하를 준용한다.

2. 탐상시기

탐상은 소정의 기계적성질을 얻기 위하여 최종 열처리 한후 전역탐상이 실시 가능한 시기에 한다. 최종 열처리 전에 디스크 사이에 홈 가공 등 가공을 하고 최종 열처리 후 초음파탐상이 어려운 현상인 경우에는 가공 전에 탐상하고 열처리 후에는 가능한 한 전역탐상을 한다.

3. 탐상장치의 성능

탐상장치는 *KS B 0817*(금속재료의 펄스반사법에 따른 초음파탐상 시험방법)에 적합하여야 하며 또한 다음 사항을 만족하여야 한다.

(1) 중합감도와 잡음범위

탐상기는 주파수 2 MHz 또는 2.25 MHz 의 수정진동자를 사용할 때 *KS B 0827*(초음파탐상용 G형 감도 표준 시험편)(이하 STB-G라 한다) V 15-1의 결함에코 높이가 눈금판의 80 % 이상 되어야 하고 이때 잡음범위는 눈금판의 5 % 이하이어야 한다.

(2) 펄스나비

펄스나비는 주파수 2 MHz 또는 2.25 MHz 를 사용할 때 감도가 STB-G V 15-1 $\geq 50\%$ 에 있어서 강중의 길이로 20 mm 이하 또 감도가 STB-G V 15-5.6 $\geq 50\%$ 에 있어서 10 mm 이하이어야 한다. 이때 펄스나비의 측정은 눈금판의 가로축의 20 %의 위치에 있는 것으로 한다.

(3) 증폭 직선성

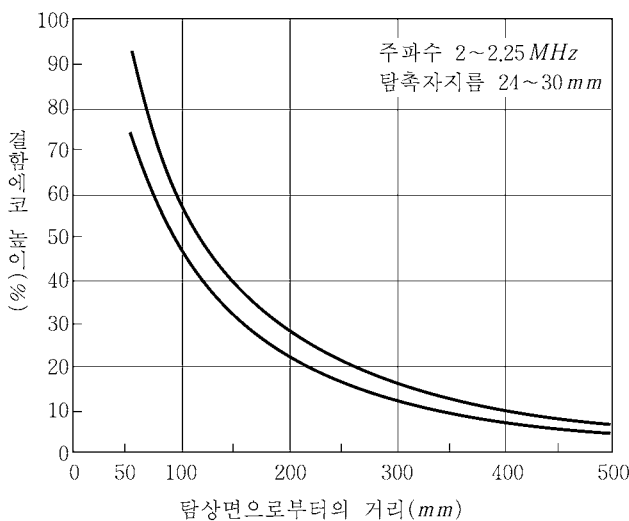
*KS B 0817*에 따라서 측정하고 등급이 1급이어야 한다.

(4) 시간축 직선성

탐상거리 $100\sim 2000\text{ mm}$ 범위에 있어서 시간축 직선성은 *KS B 0817*에 따라서 측정하고 그 오차는 $\pm 2\%$ 이내이어야 한다.

(5) 원거리 분해능

*KS B 0817*에 따라서 주파수 2 MHz 또는 2.25 MHz 로 측정하여 B급 이상이어야 한다.



결함에코 높이 탐상면으로부터의 거리(mm)	허 용 범 위	
	상 한(%)	하 한(%)
50	95	75
100	55	45
200	28	22
300	17	13
400	11	9
500	8	7

그림 1 결함 에코 높이의 거리진폭 특성

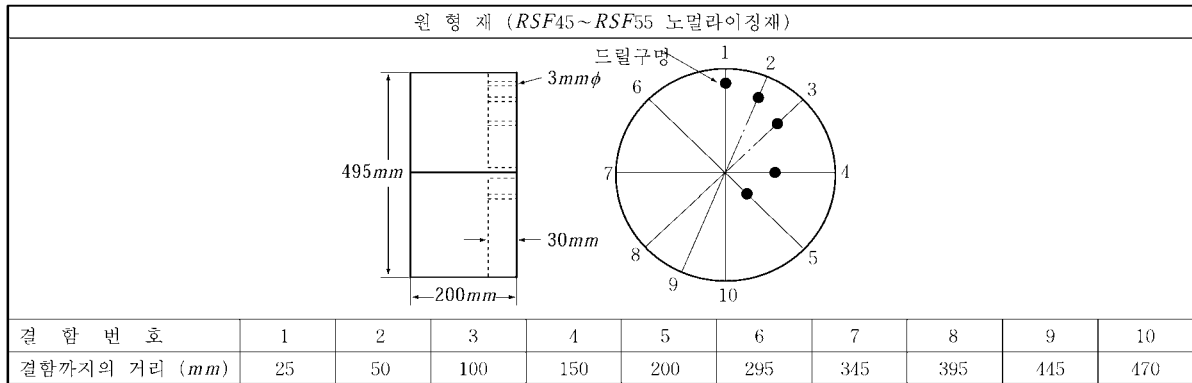


그림 2 거리진폭 특성 측정용 시험재 (인공결함)

(6) 거리진폭특성

탐상기는 주파수 2 MHz(또는 2.25 MHz)로서 탐상거리 50~500 mm 범위에 있어서 에코 높이의 변동이 그림 1에 표시한 허용범위를 넘지 않는 것이어야 한다. 거리진폭특성 측정용 시험재는 RSF 45~RSF 55로 매크로적인 편석이 없고 노멀라이징을 한 균일한 투과도를 갖는 것이어야 한다. 그림 2는 그 한 예를 나타낸 것이다. 본 시험재와 다른 것을 사용하는 경우에는 이 사항을 충분히 고려하여야 한다. 또한 거리진폭 특성곡선은 수시로 필요에 따라 재출할 수 있도록 항상 준비하여야 한다.

(7) 관 리

탐상장치는 적어도 연 1회 또는 장치의 정밀도에 영향을 미치게 하는 보전, 보수 또는 부품교환 등을 행할 때마다 성능을 검정하여 이 항에 적합함을 확인한다.

4. 탐상요령

탐상요령은 표 1과 같이 한다.

표 1 탐상요령

제품명	탐상범위	탐상면의 조도	접촉매질	주파수	탐촉자	탐상감도 ⁽¹⁾⁽²⁾	평가감도
크랭크축	전면 그림 3 참조	핀, 저널부 : 25s 암부 : 35s	기계유 또는 동등의 임피던스를 가진 매질	2~2.25 MHz	재질 : 수정, 티탄산 바륨, 실리콘 티탄산 납 중 어느 것 지름 : 20~30 mm	각 탐상부위 모두 와 건전부의 제 1 회 저면에코를 눈 금판의 80 %에 조 정한 후 감도조정 은 6 dB 높은 감 도로 한다.	각 탐상부위 모 두와 건전부의 제 1 회 저면에 코를 눈금판의 8 0 %로 만든 감 도로써 탐상결과 를 평가한다.
프로펠러축 중간축 추력축	그림 4 참조	35s		1MHz	재질 : 수정, 티탄산 바륨, 실리콘 티탄산 납 중 어느 것 지름 : 30 mm		
연접봉 피스톤로드 크로스헤드	그림 5 참조						
타 두 재	그림 6 참조						
터빈로터축	외표면 전면	25s		2~2.25 MHz	재질 : 수정, 티탄산 바륨, 실리콘 티탄산 납 중 어느 것 지름 : 20~30 mm	각 탐상부위마다 그 건전부에 제 1 회 저면에코를 눈금판의 100 %에 조정한 후 탐상부위의 직경 및 중 심구멍에 따라 그림 7 에서 구한 감 도배수를 곱한 값이 되도록 조정 감도로 한다.	
(비 고)							
(1) 탐상감도조정의 경우, 모양적 원인으로 저면에코의 규정이 불가능한 부위에 대하여는 동등한 재질로서 모양이 다른 부위에서 조정할 수 있다.							
(2) 탐상감도조정의 경우, 필스나비는 필요 최소한으로 하고 리젝션은 0 또는 off로 한다.							

5. 판정기준

(1) 판정구분

제품에 따라서 각각 표 2와 같이 한다.

표 2 판정구분

제 품 명	구 분
크랭크축	그림 3의 I, II, III의 3구분
프로펠러축, 중간축, 추력축	그림 4의 II, III의 2구분
연접봉, 피스톤로드, 크로스헤드	그림 5의 II, III의 2구분
타두재	그림 6의 III의 1구분
터빈로터축	전역을 I의 1구분

(2) 판정기준

- (가) 크랭크축 및 터빈로터축에 대하여는 구분 I의 범위에서, 결함 에코의 높이가 저면 에코 높이를 넘는 경우 및 모든 구분에서 결함 에코가 없어도 저면 에코 높이가 눈금판의 10 % 이하가 되는 부분이 있는 경우에는 불합격으로 한다. 그러나 모양에 따라 저면 에코를 얻을 수 없는 경우에는 이를 적용하지 아니한다.
- (나) 기타의 제품에 대하여는 결함에코만으로서 저면에코가 나타나지 아니하는 경우 불합격으로 한다. 다만, 모양에 따라서 저면에코를 얻을 수 없는 경우에는 이를 적용하지 아니한다.
- (다) 상기 규정에 따르는 이외에 결함에코가 검출된 경우에는 표 3에 따라 합격여부를 결정한다.

표 3 판정기준

제 품 명	판정 기준 선로	구 분		합 격 범 위
크랭크축	그림 8 ⁽¹⁾	I	AA급 및 A급 ⁽²⁾	결함에코가 없는 것
			기 타 ⁽²⁾	기준선 I-2 이내
		II		기준선 II-2 이내
		III		기준선 III-2 이내
프로펠러축 중간축 추력축 타두재	그림 9 ⁽¹⁾	II 외측부 ⁽³⁾ III 외측부 ⁽³⁾		기준선 II-1 이내 기준선 III-1 이내
연접봉 피스톤로드 크로스헤드	그림 9 ⁽¹⁾	II		기준선 II-1 이내
		III		기준선 III-1 이내
터빈로터축	그림 10	I		단독결함 예코 ⁽⁴⁾ 기준선 II-2 이내 밀집결함 예코 ⁽⁴⁾ 기준선 I-2 이내

(비 고)

- (1) 탐상거리 50 mm 이내 및 500 mm 이상에 존재하는 결함에 대하여는 다른 주파수나 탐촉자를 사용하여 재탐상하고, 또한 표면의 비파괴검사 및 기타의 조사결과를 고려하여 합격여부를 결정한다.
- (2) 급별 분류는 부록 2-3에 따른다.
- (3) 외측부라 함은 축단면의 중심으로부터 축 반지름의 1/3을 넘는 부분을 말한다.
- (4) 밀집결함 에코라 함은 시간축 상의 강중거리 50 mm 내에 5개 이상의 결함에코가 있는 경우를 말하고 그 이하의 경우를 단독결함 에코라 한다.

(라) 표 3의 합격범위를 넘는 결함예코가 검출된 경우에는 다른 주파수나 탐촉자 등을 사용하여 탐상하든지 표면의 비파괴검사 및 기타의 조사결과 등도 합쳐 상세한 검토를 하여 종합적으로 판단하여 합격여부를 판정한다. 다만, 터빈로터축에 대하여는 특히 다음과 같은 사항을 조사할 필요가 있다.

- (a) 감쇄나 결함의 방향성 등을 고려한 결함크기의 추정
- (b) 결함 밀집도의 상세한 조사
- (c) 기타의 주파수에 의한 탐상
- (d) 결함이 존재하는 위치의 작용응력, 파괴인성 등으로부터 한계결함치수를 계산할 것.

6. 기 록

(1) 탐상성적의 표시

(가) 터빈로터축을 제외하고 단강품의 탐상결과는 각 탐상 부품마다 다음의 표시에 따라 표시한다. 결함예코의 기록의 한계는 각 판정기준선의 50 %선 이상의 것은 모두 기록하고 그 이하의 경우는 제외하여도 좋다. 또한 특별한 기록을 필요로 하는 결함예코의 상세 및 저면예코 높이가 저면의 모양에 기인하지 않고 평가감도로서 눈금판의 50 %에 미달하는 부분에 대하여는 그 위치 및 범위를 명시하여야 한다. 또한 이상 예코가 없는 경우의 기록은 +6dB의 탐상감도에서의 결과만으로도 좋으며, 그 대표 도형을 표시에 (1)에 따라 기록한다.

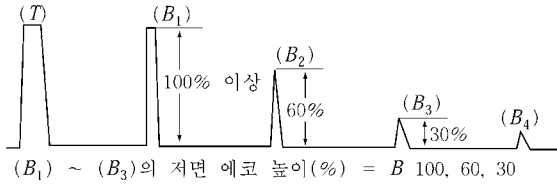
(나) 터빈로터축의 경우 단독결함 예코로서 그림 10의 기준선 I-2를 넘는 것 및 밀집결함 예코로서 동 그림의 점선곡선을 넘는 것은 다음의 예에 따라서 전부 기록한다. 이때 특별기록을 필요로 하는 결함예코의 상세에 대하여는 그 위치 및 범위를 명시한다. 또 결함예코 높이가 100 %를 넘는 경우에는 감쇠기로 측정하여 %로 표시한다.

(2) 탐상 성적

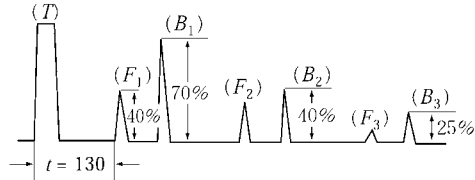
탐상성적서에는 다음 사항이 기재되어야 한다.

- (a) 선박 번호
- (b) 도면 번호
- (c) 주문 번호
- (d) 용해 번호
- (e) 제품 번호
- (f) 강 종
- (g) 품명 및 형식
- (h) 대략의 치수 및 탐상부위(강괴의 T 및 B를 명기)
- (i) 시험일자
- (j) 탐상기명, 형식
- (k) 탐상주파수
- (l) 탐촉자의 종류, 치수
- (m) 표면 거칠기
- (n) 탐상 감도
- (o) 펄스 나비(강 환산)
- (p) 접촉 매질
- (q) 탐상 성적의 표시
- (r) 탐상자 명
- (s) 시험책임자의 의견 및 서명

(표시에 1) 건전부



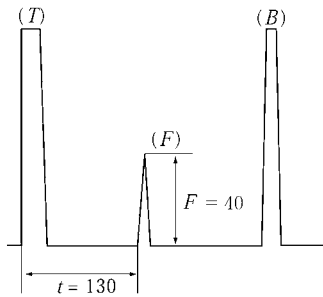
(표시에 2) 결함부



$$\frac{(F_1) \text{결함 에코 높이}(\%) * ((t) \text{탐상면으로부터의 거리}(mm))}{(B_1) \sim (B_3) \text{의 저면 에코 높이}(\%)}$$

$$= \frac{40(130)}{70, 40, 25}$$

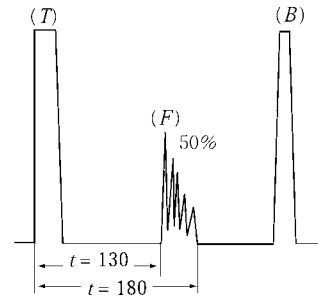
(표시에 3) 단독결함 에코의 예



$$\frac{(F) \text{결함 에코 높이}(\%) * ((t) \text{탐상면으로부터의 거리}(mm))}{F/B \text{ dB 값}}$$

$$= \frac{40(130)}{26}$$

(표시에 4) 밀집결함 에코의 예



$$\frac{(F) \text{결함 에코 높이}(\%) * ((t) \text{탐상면으로부터의 거리}(mm))}{F/B \text{ dB 값}}$$

$$= \frac{50, 45, 35, 25, 20(130 \sim 180)}{16, 17, 19, 22, 24}$$

(비 고)

- (1) 특별한 기록을 필요로 하는 결함에코라 함은 합격범위 내에 있어도 밀집구역이 연속하고 있는 결함에코를 말한다.
- (2) 밀집결함 에코라 함은 그림 10 의 점선 이상의 결함 에코로서 브라운관의 시간축 상에서 강중거리 50 mm 사이에 5개 이상의 결함 에코가 있는 경우를 말한다. 다만, 잡음 에코가 큰 경우 점선곡선은 그 잡음 에코의 높이를 더한 것으로 한다. 그 이외의 것은 단독결함 에코라 한다.

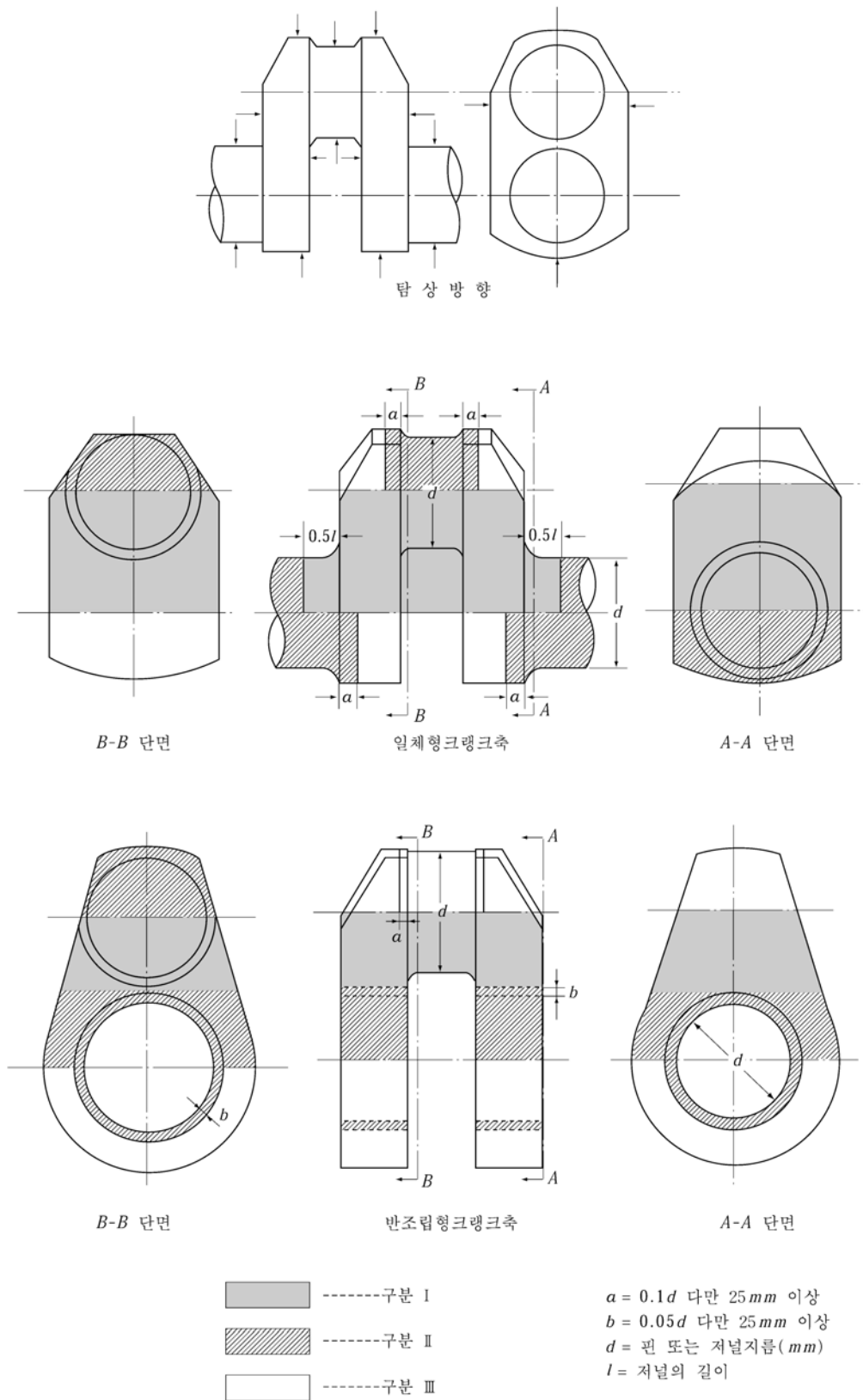


그림 3 크랭크축의 탐상범위 및 구분

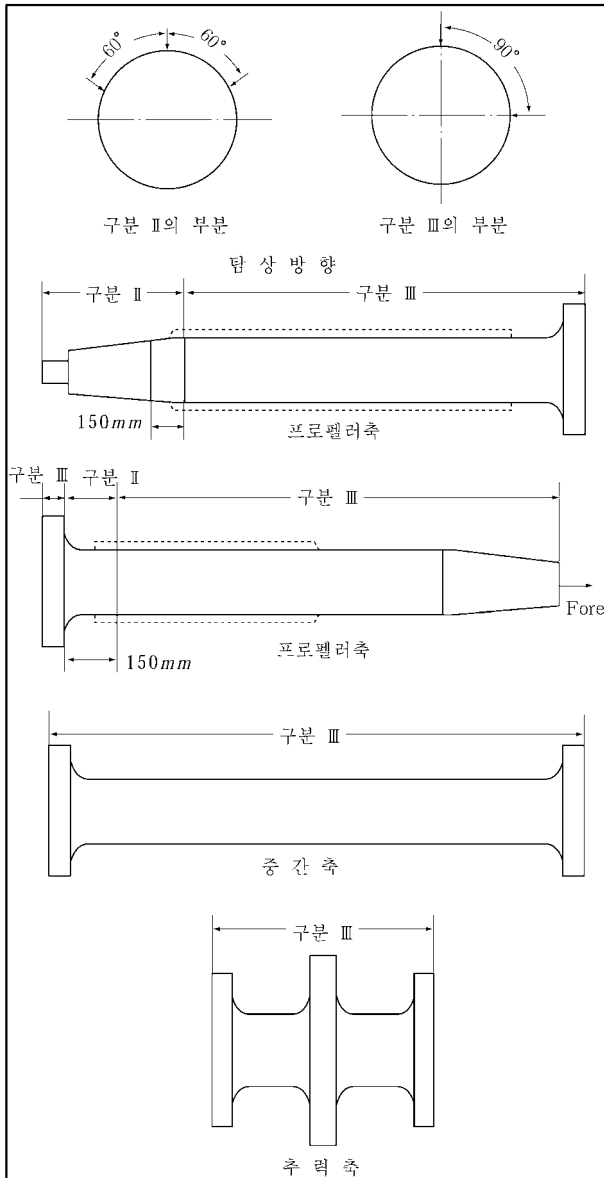


그림 4 축계부품의 탐상범위 및 구분

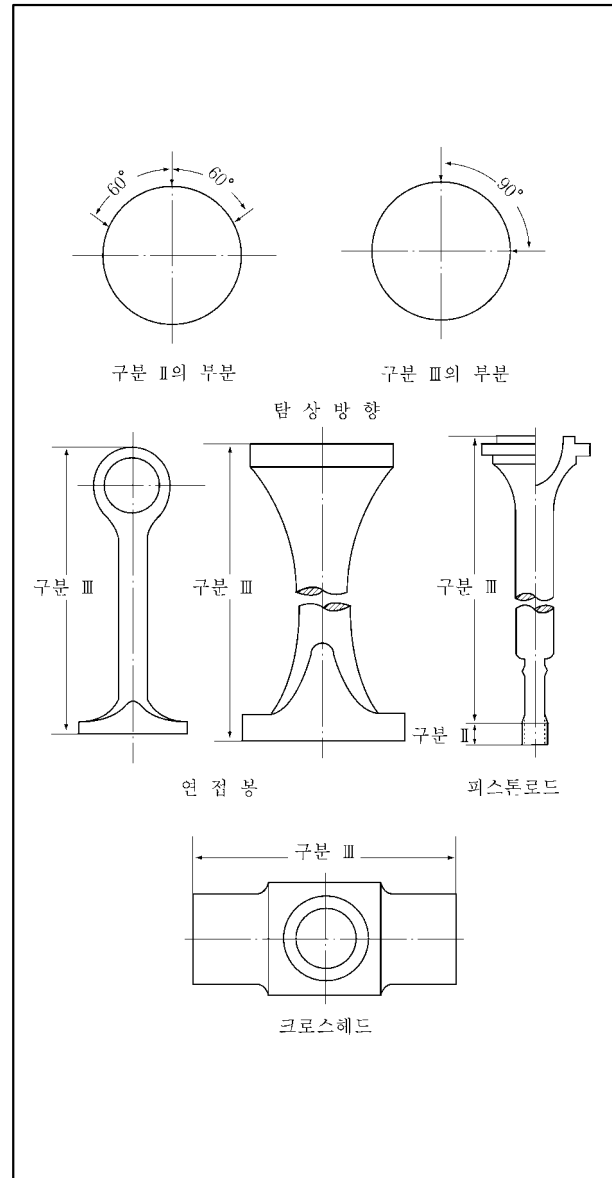


그림 5 연접봉, 피스톤로드, 크로스헤드의 탐상범위 및 구분

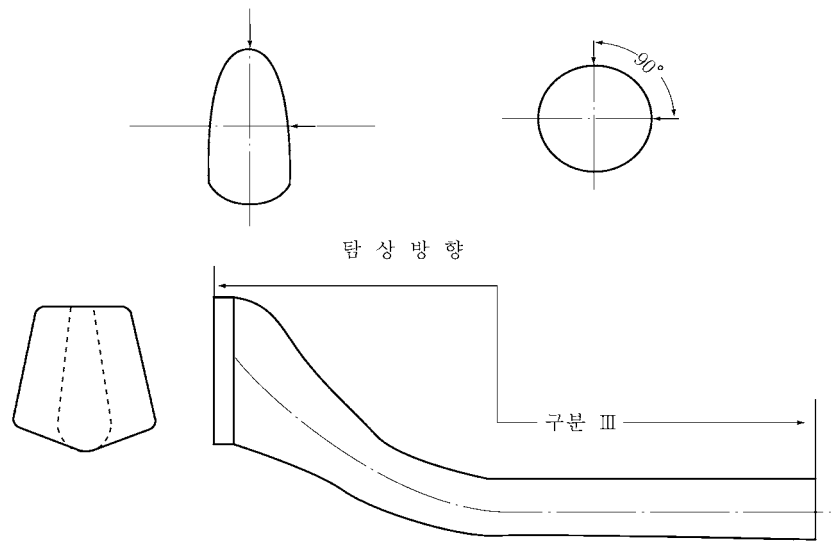


그림 6 타두재의 탐상범위 및 구분

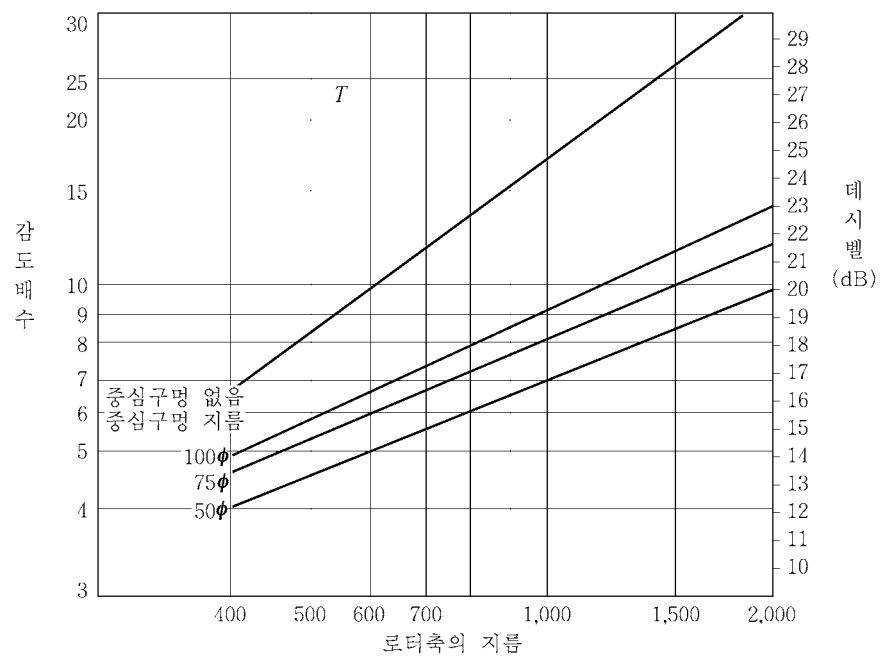


그림 7 로터축의 지름과 감도배수의 관계

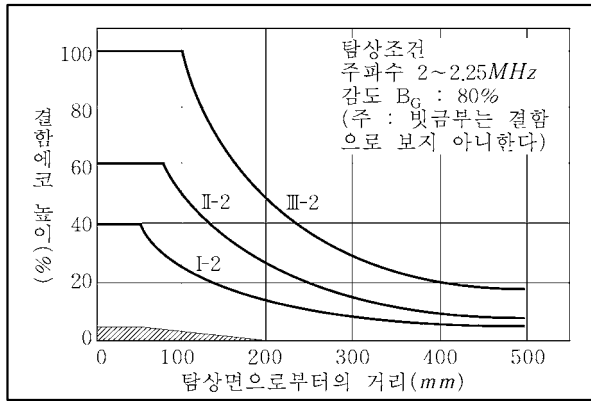


그림 8 크랭크축의 판정기준선도

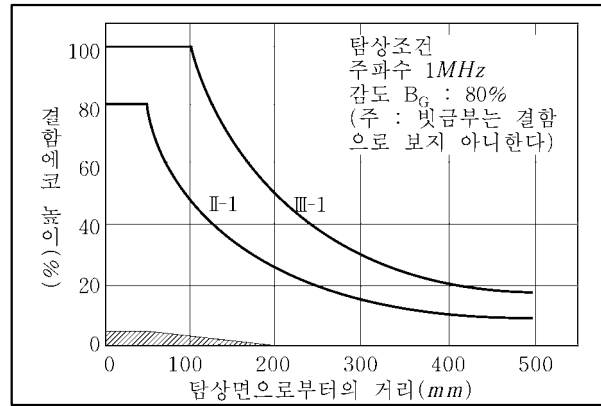


그림 9 축류, 타두재 및 봉류 판정기준선도

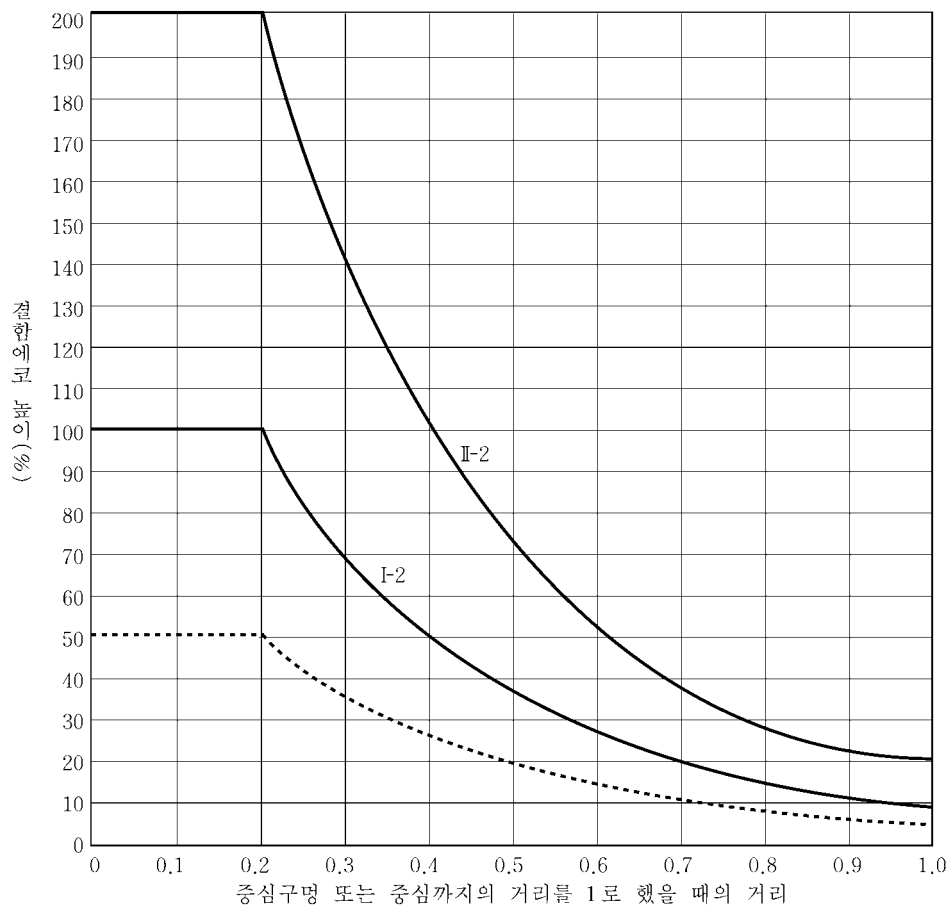


그림 10 터빈로터축의 판정기준선도

부록 2-8 동합금재 프로펠러주물의 액체침투 탐상검사 및 결함 보수기준

1. 적 용

이 기준은 일반적으로 동합금재 프로펠러의 액체침투탐상검사 및 결함보수 등에 적용한다. 이 기준과 상이한 프로펠러의 보수방법은 우리 선급이 적절하다고 인정하는 바에 따른다.

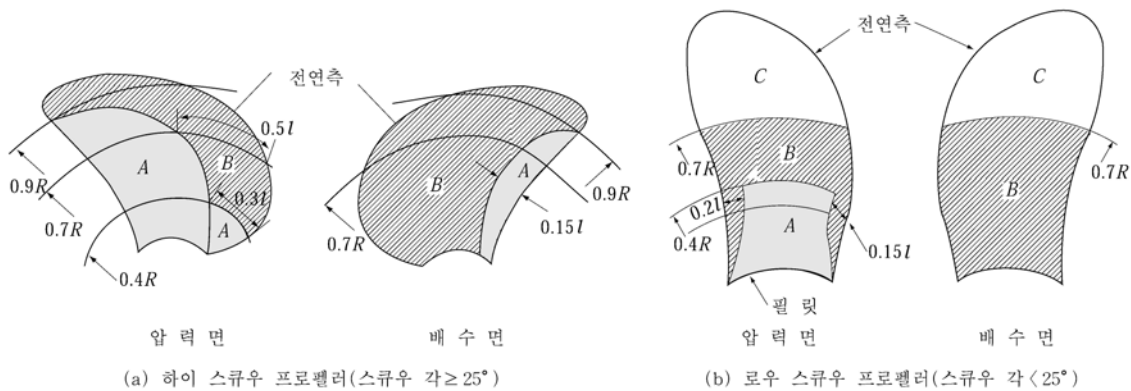
2. 액체침투 탐상검사

(1) 시험방법

시험방법은 KS B 0816 또는 이와 동등의 기준에 따른다. 결함침투지시모양이 나타난 경우에는 결함의 종류와 그 지시모양의 치수 등에 대한 상세한 내용을 기록하고 검사원에게 제시하여야 한다. 또한, 참고로 결함의 실제치수를 확인한다.

(2) 검사영역(탐상범위)

검사영역은 그림 1 및 그림 2에 가리키는 영역 A로 한다. 단, 검사원의 요구가 있는 경우에는 영역 B 또는 영역 C에 대하여도 시험을 실시할 수 있다. 또한, 프로펠러를 수리한 경우는 보수작업의 위치에 관계없이 수리부위에 대하여 액체침투 탐상시험을 하여야 한다.



* 스쿠우 각의 정의는 적용지침 5편 3장 303.의 규정에 따른다.

(비 고)

- (1) R : 프로펠러 반지름, l : 현 길이
- (2) 일체형 프로펠러의 보스부는 영역 C로 한다.
- (3) 응력분포 등에 대하여 상세한 검토를 실시한 경우, 우리 선급의 승인을 받아 상기 그림과 다른 검사영역으로 할 수 있다.

그림 1 프로펠러 주물의 검사영역

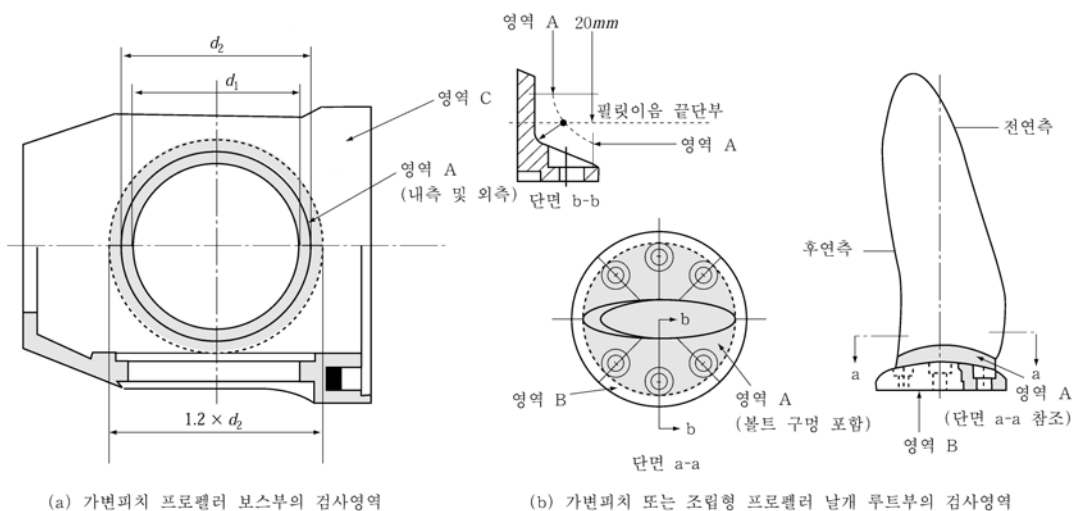


그림 2 가변피치프로펠러 보스부 및 가변피치 또는 조립형 프로펠러 날개 루트부의 검사영역

(3) 결함의 종류

침투탐상시험에 의해 검출된 결함의 종류는 다음에 따른다.

- (가) 균열 : 균열이라고 인정되는 것.
- (나) 원형상 결함 : 균열 이외의 결함으로 그 길이가 나비의 3배미만의 것
- (다) 선상결함 : 균열 이외의 결함으로, 그 길이가 나비의 3배 이상의 것.
- (라) 연속결함

여러 개의 원형상 결함 또는 선상결함이 거의 동일선상에 연속하여 존재(결함 상호의 지시모양의 거리가 2 mm 이하)하여 연속한 결함이라고 인정되는 것. 또한, 연속결함의 길이는 결함 개개 길이 및 상호거리를 합친 값으로 한다.

(4) 판정기준

액체침투 탐상검사 결과, 균열 또는 표 1에 나타내는 허용기준을 넘는 결함이 검출된 경우에는 다음 3항의 규정에 따라 보수하여야 한다.

표 1 결함의 허용기준

검사영역	결함의 종류 (균열은 제외)	허용기준		
		모든 결함의 합계수(I)	동일 종류의 결함	
			결함의 종류별 최대 허용 개수(II)	개별 결함지시의 최대 허용길이 (III) (mm)
영역 A	원형상결함	7	5	4
	선상결함		2	3
	연속결함		2	3
영역 B	원형상결함	14	10	6
	선상결함		4	6
	연속결함		4	6
영역 C	원형상결함	20	14	8
	선상결함		6	6
	연속결함		6	6

(비 고)

(1) 결함의 보수는 허용기준(I) 부터 (III) 중 어느 하나 이상의 허용기준을 초과하는 경우에 실시한다.

(2) 결함의 합계수의 산정은 결함 밀집도가 가장 높은 개소에서 한다. 검사시야는 면적 100 cm²으로 한다.

(3) 단독의 원형상결함으로서 영역 A에서 결함지시모양의 지름이 2 mm 이하인 경우 및 그 외의 영역에서 3 mm 이하인 경우에는 결함의 합계수에 포함하지 않는다.

(4) 원형상 결함만이 존재하는 경우, 모든 결함의 합계수(I)에 의해 보수여부를 결정한다.

3. 결함의 보수

(1) 보수절차

- (가) 결함은 그라인딩, 밀링 또는 치핑(chipping)에 의하여 제거되어야 한다. 밀링이나 치핑으로 결함을 제거할 경우, 밀링이나 치핑 후에 그라인딩을 하여야 한다. 그라인딩 작업은 적절한 그라인딩 압력으로 하고 고속 그라인더를 사용하는 것이 좋다.
- (나) 결함 제거부의 모양은 응력집중이나 캐비테이션 침식(cavitation corrosion)이 발생하지 아니하도록 가능한 한 매끈하게 하여야 한다.

(2) 영역 A의 결함보수

- (가) 그림 1 및 그림 2의 영역 A는 용접보수를 하여서는 아니 된다.
- (나) 결함의 제거는 승인도면상의 블레이드의 두께를 유지하는 범위까지 허용될 수 있다.
- (다) 전 (나)에서 허용하는 것보다 더 깊은 결함의 보수에 대하여는 우리 선급의 특별한 승인을 받아야 한다.

(3) 영역 B의 결함보수

- (가) 그림 1 및 그림 2의 영역 B에서의 결함의 깊이가 규칙에서 규정하는 최소국부두께(min. local

thickness)보다 $t/40$ (t 는 규칙에 따른 최소국부두께) 또는 2 mm 중 큰 값보다 깊이 얇은 경우에는 전 3항 (1)호에 따라 제거할 수 있다.

(나) 전 3항 (2)호 (나)에서 허용하는 것보다 더 깊은 결함은 우리선급의 승인을 받아 4.에 따라 용접보수를 할 수 있다.

(다) 전 (나)의 규정에 따라 영역 B를 용접보수하는 경우의 보수 범위는 표 2에 규정된 값 이하이어야 한다.

표 2 용접보수의 범위 ⁽²⁾⁽³⁾

	압 력 면	배 수 면
개개의 용접보수 면적 ⁽¹⁾	75 cm^2 또는 $0.006 S$ 중 큰 값	150 cm^2 또는 $0.01 S$ 중 큰 값
용접보수부의 전체면적	200 cm^2 또는 $0.02 S$ 중 큰 값	
용접 깊이(cm)	원칙적으로 $0.1 t$	원칙적으로 $0.15 t$
(비 고) (1) 점용접 등과 같이 1개의 용접 면적이 극히 적은 용접은 피하여야 한다. (2) $S = \frac{\pi D^2 \cdot B}{4n} (\text{cm}^3)$ D : 프로펠러의 바깥지름(cm) n : 프로펠러 날개의 수 B : 전개 면적비 (3) t 는 용접보수부의 두께를 말한다.(cm)		

(4) 영역 C의 결함보수

그림 1 및 그림 2의 영역 C는 4항에 따라 용접보수를 할 수 있다.

4. 보수용접

전 3항 (3)호 및 (4)호의 규정에 따라 용접보수를 하는 경우에는 다음에 따른다.

(1) 용접사 용접사는 우리 선급의 기량자격을 가진 자이어야 한다.

(2) 용접개선

(가) 용접보수될 결함은 전 3항 (1)호에 따라 제거되어야 하며, 액체침투탐상시험으로 결함의 제거가 확인되어야 한다.

(나) 결함을 제거한 후의 용접 홈 형상은 그림 3 및 그림 4에 따른다.

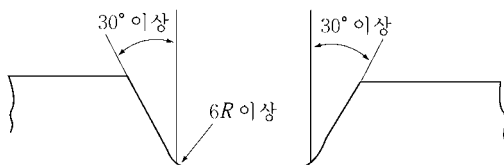


그림 3 결함을 제거한 후의 홈형상

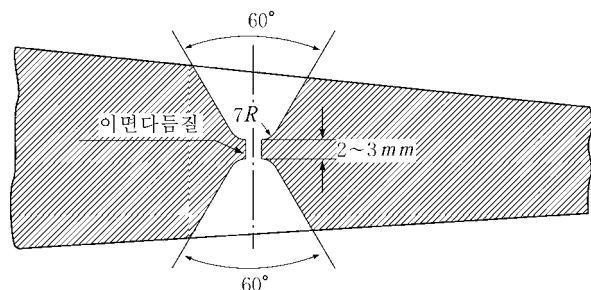


그림 4 날개 끝부분의 용접 보수를 위한 이음모양

(3) 프로펠러의 떼어내기 프로펠러를 축으로부터 떼어내기 위하여 보스를 가열할 경우에는 서서히 열을 가하여야 하며 온도가 150°C 를 초과하여서는 아니 된다. 이 경우 열이 집중되는 가열방법을 피하여야 하며 열원으로 증기 및 전열기를 사용하는 것이 좋다.

(4) 용접보수절차

- (가) 용접의 종류는 원칙적으로 피복아크용접 또는 가스메탈 아크용접(GMAW)으로 한다. 가스텅스텐 아크용접(GTAW)의 경우에는 열이 집중되므로 주의해야 한다.
- (나) 두께가 30 mm 미만인 CU1 및 CU2 동합금주물의 경우에는 가스용접을 할 수 있다.
- (다) 용접용재료는 원칙적으로 표 3에 따른다. 다만, 다음 (5)호의 용접절차 인정시험에 따라 승인된 것 이어야 한다.

표 3 열처리의 온도

재료기호	용접용재료	예열온도(°C)	충간온도(°C)	응력제거온도(°C)
CU1	Al-청동계 ⁽¹⁾ Mn-청동계	150 이상	300 이상	350~500
CU 2	Al-청동계 Ni-Mn-청동계	150 이상	300 이상	350~550
CU 3	Al-청동계 Ni-Al-청동계 ⁽²⁾ Mn-Al-청동계	50 이상	250 이상	450~550
CU 4	Mn-Al-청동계	100 이상	300 이상	450~600
(비 고)				
(1) Ni-Al-청동계 및 Mn-Al-청동계 용접용재료를 사용할 수 있다.				
(2) Ni-Al-청동계 용접용재료를 사용하는 경우에는 응력제거열처리를 생략할 수 있다.				

- (라) 용접자세는 하향자세로 한다. 하향자세의 용접이 곤란한 경우에는 가스메탈 아크용접으로 용접하여야 한다.
- (마) 용접개선면은 청결하여야 하며, 피복아크용접봉은 제조자의 권고에 따라 용접전에 건조되어야 한다.
- (바) 용접을 하기 전에 국부과열을 피하기 위하여 표 3에 따라 예열처리를 하여야 한다.
- (사) 다음 층을 용접하기 전에 슬래그, 언더컷 및 기타 결함을 제거하여야 한다.
- (아) 변형 및 균열방생 가능성을 방지하기 위하여 충간온도를 표 3에 따라 낮게 유지하여야 한다.
- (자) CU3 동합금주물을 Ni-Al-청동계 용접용재료로 용접한 경우외의 모든 용접보수부에 대하여는 용접 후 응력부식균열의 방지를 위하여 표 3에 따라 응력제거열처리를 하여야 한다. 다만, 영역 B의 주요 부 및 영역 A(특별히 승인된 경우에 한한다)에 대한 용접보수 또는 응력부식균열이 발생할 가능성이 높은 용접용재료를 사용한 경우에는 응력제거열처리를 하여야 한다. 이 경우 용접보수의 범위에 따라 450°C~500°C에서 응력제거열처리를 하거나 또는 650°C~800°C에서 어닐링처리를 하여야 한다.
- (차) 응력제거시의 유지시간은 표 4에 따른다. 응력제거열처리 후 냉각속도는 온도가 200°C에 달할 때까지는 50°C/h를 넘지 않아야 한다.

표 4 응력제거시의 유지시간

응력제거온도	CU 1 및 CU 2		CU 3 및 CU 4	
	두께 25 mm 당 유지시간(h)	최대유지시간(h)	두께 25 mm 당 유지시간(h)	최대유지시간 (h)
350	5	15	-	-
400	1	5	-	-
450	1/2	2	5	15
500	1/4	1	1	5
550	1/4	1/2	1/2	2
600	-	-	1/4	1

(5) 용접절차 인정시험

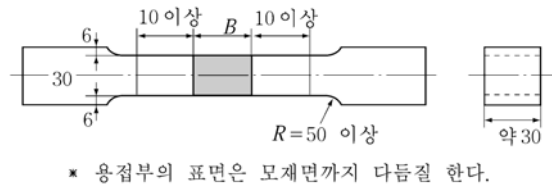
영역 B 또는 C에 대하여 용접보수를 하는 프로펠러 제조자는 다음에 규정하는 용접절차 인정시험에 합격하여야 한다. 이 승인시험은 해당 규정에 따르는 이외에 **규칙 2편 2장 4절**의 규정에 따른다.

(가) 맞대기용접 이음시험

- (a) 시험재 맞대기 용접시험재의 치수는 **그림 5**에 따르고 개선형상은 V형 또는 적절한 방법으로 할 수 있으며 각도는 원칙적으로 60° 이상으로 한다.
- (b) 용접방법 용접방법은 전 (4)호에 따른다.
- (c) 외관검사 용접부의 표면은 모양이 일정하여야 하며 유해하다고 인정되는 균열 및 언더컷 등의 결함이 있어서는 아니 된다.
- (d) 인장시험 인장시험은 **그림 5**와 같이 2개의 인장시험편을 채취하고 인장강도는 **표 5**에 따르며 그 모양 및 치수는 **그림 6**에 따른다.



그림 5 시험재 (단위 : mm)



* 용접부의 표면은 모재면까지 다듬질 한다.

그림 6 인장시험편의 모양 및 치수 (단위 : mm)

표 5 용접절차 인정시험의 인장강도

재 료	인장강도 (N/mm^2)
CU 1	370 이상
CU 2	410 이상
CU 3	500 이상
CU 4	550 이상

(e) 비파괴 검사 용접부 전 길이에 대한 액체침투 탐상검사 결과 균열 또는 결함이 없어야 한다.

(f) 매크로시험 매크로시험편은 **그림 5**와 같이 준비하고 시험편에 균열 및 3mm 이상의 기공이 없어야 한다.

(나) 살붙임 용접시험(test of mold cavity welding)

(a) 시험재 및 시험재의 치수 시험재는 실제프로펠러와 동등한 재료를 사용한다.

시험재의 치수는 **그림 7**과 같이 하고 그림과 같이 홈을 만들어 실제의 경우와 같은 용접조건으로 용접한다.

(b) 홈의 크기 운봉이 충분히 가능한 범위 내에서 적절한 크기로 한다.

(c) 홈의 배열 홈의 배열 및 홈에서 시험재의 단부까지의 거리는 실제용접과 가까운 조건으로 한다.

(d) 용접방법 실제용접과 동일한 조건으로 용접한다.

(e) 매크로 조직시험 용접부를 포함하는 면에서 시험재를 절단하여 용접면의 상태 및 균열 등 유해하다고 인정되는 결함이 있어서는 아니 된다.

(f) 경도시험 용착금속, 모재 및 열영향부의 경도값을 측정하고 각각의 경도치는 과대한 차이가 있어서는 아니 된다.

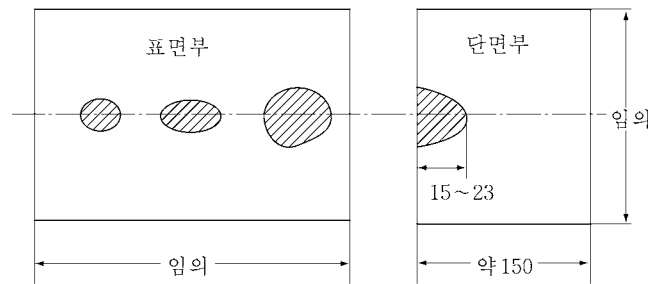


그림 7 살붙임 용접시험 (단위 : mm)

- (g) 비파괴 검사 용접부에 대하여 초음파 탐상검사 또는 액체침투 탐상검사를 실시하고 시험결과 균열 또는 유해한 결함이 없어야 한다.
- (다) 기타 우리 선급이 적절하다고 인정하는 기타의 시험을 요구할 수 있다.

4. 날개교정(Straightening)

(1) 열간교정

- (가) 흰 프로펠러 날개를 교정할 경우 흰 부분에서 양쪽 약 50 cm 폭까지 표 6에서 정하는 적당한 온도범위에서 가열한 후 교정하여야 한다. 이 경우 가열은 서서히 균일하게 하고, 산소-아세틸렌이나 산소-프로판 같은 열이 집중되는 불꽃은 사용하지 말아야 한다.

표 6 열간교정시의 온도범위

재 료	CU 1	CU 2	CU 3	CU 4
열간교정 온도 (°C)	500~800	500~800	700~900	700~850

- (나) 날개단면의 전체 두께에 걸쳐 온도가 균일하게 분포되도록 충분한 시간동안 가열하여야 하며, 교정 작업 중 온도는 표 6의 온도 범위 내를 유지하여야 한다.
- (다) 온도를 계측하기 위하여 열전대 또는 온도를 지시하는 크레용을 사용하여 측정한다.
- (라) 교정작업 후 냉각속도를 늦추기 위하여 가열부분은 석면포 기타 유사한 것으로 둘러싸야 한다.
- (2) 냉간교정

날개 끝이나 가장자리부의 경미한 휨은 냉간교정 할 수 있다. CU 1, CU 2 및 CU 4 재질을 교정작업 후 재료의 응력부식 균열 때문에 응력제거 열처리를 하여야 한다.(표 3 및 표 4 참조)

(3) 하중을 가하는 방법

열간 교정 작업시는 정적하중은 물론 동적하중도 사용할 수 있으나 냉간교정 작업시는 정적인 하중만을 사용하여야 한다.

부록 2-9 선체 용접이음부의 방사선 투과검사 및 초음파 탐상검사 기준

1. 일반사항

(1) 적용

이 기준은 선체 용접이음부의 품질을 확인하기 위한 방사선 투과검사 및 초음파 탐상검사에 대하여 적용한다. 다만, 별도로 규정되거나 승인을 받은 경우에는 우리 선급이 인정하는 국내 또는 국제기준을 적용할 수 있다.

(2) 검사장비

방사선 투과검사 및 초음파 탐상검사 및 판정에 사용되는 장비는 우리 선급이 인정하는 국내 또는 국제 기준의 요건에 적합한 것으로 적절히 보정된 것이어야 한다.

(3) 검사자의 자격

(가) 방사선 투과검사 및 초음파 탐상검사에 종사하는 검사자는 SNT-TC-1A와 같은 국제적으로 공인된 자격인정제도에 따른 Level II 또는 동등 이상의 자격을 가진 자이어야 한다.

(나) 절차의 승인을 포함하는 방사선 투과검사 및 초음파 탐상검사 활동에 책임이 있는 검사자는 Level III 또는 동등 이상의 자격을 가진 자이어야 한다.

(다) 방사선 투과검사 및 초음파 탐상검사에 종사하는 기술자의 자격은 자격증명서로 확인될 수 있어야 한다.

(라) 방사선 투과검사 및 초음파 탐상검사에 종사하는 기술자에 대하여는 자격인정제도에 따라 주기적으로 평가를 하여 검사가 정확하게 수행되는 가를 확인하여야 한다.

(4) 비파괴검사계획(NDE plan)

방사선 투과검사 및 초음파 탐상검사는 우리 선급이 승인한 비파괴검사계획에 따라 실시되어야 한다. 비파괴검사계획에는 검사범위, 검사방법 등이 규정되어야 한다.

(5) 표면상태

(가) 검사원은 방사선 투과검사 및/또는 초음파 탐상검사가 지정된 선체용접이음부에 대하여는 표면상태를 확인하여야 한다.

(나) 방사선 투과검사의 검사대상 용접이음부의 비드 표면은 결함을 정확히 판정할 수 있도록 깨끗하게 처리되어야 한다.

(다) 초음파탐상검사를 하는 경우, 표면용접부 가장자리로부터 1 스킵 거리까지의 강재표면에는 탐촉자와 시험대상강재간의 적절한 접촉상태를 방해하는 모든 용접스패터, 먼지, 스케일 등이 없어야 한다.

2. 방사선 투과검사

(1) 일반사항

(가) 이 규정은 원칙적으로 길이가 30 m를 넘는 선박의 선체 용접이음부의 방사선 투과검사(이하 **투과검사**라고 한다)에 대하여 적용한다.

(나) 이 규정은 철 및 비철 재료의 용접부에도 적용할 수 있으며 우리 선급의 승인을 받을 경우 해상구조물 등에도 적용할 수 있다.

(다) 우리 선급의 승인을 받아 투과검사의 일부 또는 전부를 초음파 탐상검사로 대신할 수 있으며 이 경우에는 3항의 규정에 따른다.

(라) 이 규정 이외의 용접이음부에 대하여는 4항에 따른다.

(2) 검사범위의 결정

(가) 선박의 외판 및 강력갑판 용접이음부

(a) 검사대상

검사대상은 중앙부 0.5 L 이내에 있는 강력갑판(창구측 선내는 제외), 현측후판, 선측외판, 만곡부 외판 및 선저외판 (평판용골을 포함)의 맞대기 이음(이하 **맞대기 이음**이라고 한다) 용접부로 한다.

(b) 검사수

(i) 선박 중앙부 0.5L 이내에 적용하는 검사수는 다음 식으로부터 구한 검사수 또는 선박의 길이 (m) 중 큰 값으로 한다.(소수점이하 4사5입)

$$n = \frac{L(B+D)}{46.5}$$

여기서

n = 최소 검사 대상수

L = 규칙 3편 1장 102.에 규정된 선박의 길이 (m)

B = 규칙 3편 1장 104.에 규정된 선박의 나비 (m)

D = 규칙 3편 1장 106.에 규정된 선박의 깊이 (m)

(c) 검사수의 경감

- (i) 검사대상 이음이 자동용접으로 되어 있고 검사결과, 그 용접법의 품질이 지속적으로 균일하게 유지될 수 있다고 판단되는 경우에는 검사 수를 적당히 경감할 수 있다.
- (ii) 전 (i)에 따라 검사 수를 경감한 자동용접이음부에 대한 투과검사 결과 보수가 필요한 용접부가 발견되면 즉시 전 (b)에 정해진 검사수 만큼을 추가로 검사하고 그 후 충분한 기간에 걸쳐서 품질이 양호하다고 인정될 때까지는 검사수를 경감하지 아니한다.

(d) 검사수의 배분

- (i) 전 (b) 및 (c)에서 구한 검사수를 중앙부 $0.5L$ 이내의 강력갑판의 스트링거판, 현측후판, 선측외판, 만곡부외판 및 평판용골의 맞대기이음 용접과 심(seam) 용접의 교차부, 그리고 갑판상 화물창 모서리부 및 선루단부의 맞대기 이음부에 배분한다. 또한 검사수를 배분하는 경우에는 다음의 사항을 고려하여 현장검사원이 검사위치를 선정하여야 한다.
 - ① 응력이 집중되는 용접이음부
 - ② 작업조건이 나쁜 부위
 - ③ 현장 용접이음의 교차부위
 - ④ 용접이음상 품질이 의심스러운 부위
- (ii) 구조상 정해진 검사부위에 대하여 투과검사를 할 수 없는 경우에는 접근 가능한 인접부위에 대하여 검사한다.
- (iii) $0.5L$ 이외의 장소에 대하여는 검사원이 중요하다고 인정하는 임의의 장소를 추가로 선정하여 투과검사를 요구할 수 있다.

(나) 선박의 내부구조부재의 용접이음부

(a) 검사대상

- (i) 강력갑판에 부착된 종통부재(갑판 종통 비임, 갑판 중 거더, 길이가 $0.15L$ 을 넘는 창구 코밍 등)의 웹 및 면재의 맞대기이음 용접부. 다만, 창구측선내의 갑판에 붙는 종통부재는 제외한다.
- (ii) 종통격벽 최상부 1조의 강판의 맞대기이음 용접부
- (iii) 종통격벽 최하부 1조의 강판의 맞대기이음 용접부
- (iv) 현측후판, 외판, 만곡부 외판 및 평판용골에 붙는 종통부재(종늑골, 중심선 거더 등)의 웹 및 면재의 맞대기이음 용접부
- (v) 각종 횡거더, 수평거더의 웹 및 면재의 맞대기이음 용접부

(b) 검사수

- (i) 전 (a)의 (i) 및 (ii)에 정한 맞대기이음 용접부에 대하여는 $L/8$ 로 등분하고 그 길이마다 각 1매씩 촬영한다.
- (ii) 전 (a)의 (iii), (iv) 및 (v)에 정한 맞대기이음 용접부에 대하여는 $L/16$ 개소로 등분하고 각 개소마다 1매씩 촬영한다.
- (iii) 이전에 건조한 선박의 내부구조부재에 대한 투과검사 결과, 불합격 판정을 받은 용접부가 전 검사수의 20%를 초과하는 경우에는 전 (i) 및 (ii)의 검사수를 2배로 하여야 한다.

(c) 검사수의 경감

- (i) 검사대상 이음이 자동용접으로 되어 있고 투과검사 결과, 그 용접법의 품질이 지속적으로 균일하게 유지될 수 있다고 판단되는 경우에는 검사수를 적당히 경감할 수 있다.
- (ii) 전 (i)에 따라 검사수를 경감한 자동용접이음부에 대한 투과검사 결과 보수가 필요한 용접부가 발견되면 즉시 전 (b)에 정해진 검사수만큼을 추가로 투과검사하고 그 후 충분한 기간에 걸쳐서 품질이 양호하다고 인정될 때까지는 검사수를 경감하지 아니한다.
- (iii) 길이가 $120m$ 이하의 선박에 대하여는 검사대상 및 검사수를 적당히 경감할 수 있다.

(d) 검사수의 배분

전 (b) 및 (c)에서 구한 검사수는 전 (2)호 (가) (d)의 (ii) 및 (iii)에 따라 적당히 배분되어야 한다.

(3) **검사 방법, 성적 및 결함 분류방법** 투과검사 방법, 성적 및 결함 분류방법은 (6)호의 규정에 따른다.

(4) **판정 및 보수기준**

(가) 판정 및 보수 투과사진의 등급분류 판정결과, 3급 이상으로 판정된 용접부는 보수가 필요 없으나 4급으로 판정된 용접부는 보수를 하여야 한다.

(나) 불합격 용접부의 보수

(a) 전 (가)에 따라 보수가 필요한 결함이 발견된 경우에는 결함을 보수한 후에 다시 그 부근에서 동일 용접조건으로 용접된 다른 용접부 2곳을 추가로 선정하여 투과검사하고, 이들 용접부 모두가 전 (가)에 따라 보수할 필요가 없을 때에는 그 이음은 재검사할 필요가 없다. 이때 동일 용접조건 용접부라 함은 수동 및 반자동 용접의 경우 동일 용접사가 동일 용접자세로서 대략 동일한 시기에 행한 용접부를 말하고, 자동용접의 경우에는 동일 용접방법으로 거의 동일한 시기에 행한 용접부를 말한다.

(b) 전 (a)에 따라 보수가 필요한 결함 용접부가 발견되는 경우 동일 용접조건으로 용접된 이음 전부를 추가로 투과검사하고 결함 용접부를 보수하거나 또는, 이음의 전 길이를 재 용접하여야 한다.

(5) **평가**

(가) 전 (2)에서 정하여진 검사수의 전체 성적 중 1~3급 판정 용접부가 95 % 이상이고, 4급 판정 용접부가 5 % 미만이면 그 선박의 용접은 만족한 수준으로 평가할 수 있다.

(나) 1~3급 판정 용접부가 80 % 미만이고, 4급 판정 용접부가 20 %를 넘는 성적의 선박은 중요한 용접부에 대하여 검사수를 증가시켜 추가로 투과검사하여 용접결함을 발견 및 보수함과 동시에 조선소의 용접작업 전반에 대한 주의를 환기시켜 용접시공의 품질수준을 향상시키도록 한다.

(6) **투과검사 방법, 성적 및 결함 분류방법**

(가) 투과검사 방법

(a) 검사방법

투과검사 방법과 관련하여 이 기준에 별도로 규정되지 아니한 사항에 대하여는 KS B 0845 (강 용접이음부의 방사선 투과시험 방법)에 따르며 우리 선급의 승인을 받은 경우에는 다른 공인된 규격을 적용할 수 있다.

(b) 투과사진에는 최소한 검사장소, 선체번호를 표시하는 기호가 동시에 촬영되고 또한 투과사진과 검사장소의 관련이 명백하게 나타나야 한다.

(c) 투과사진의 농도범위

촬영된 투과사진의 시험부에서 결함의 상 이외의 부분의 투과사진 농도는 1.8~4.0 범위 이내이어야 한다.

(d) 투과도계

(i) 투과도계의 구조는 KS A 4054에 규정하는 바늘형 투과도계에 따른다.

(ii) 식별 최소 선지름을 포함하는 투과도계를 검사부 선원측 표면에 용접이음부를 넘어서 검사부 유효길이의 양 끝 부근에 투과도계의 가장 가는 선이 위치하도록 각 1개를 둔다. 이 때 가는 선이 바깥쪽이 되도록 한다. 다만, 검사부의 유효길이가 투과도계의 너비의 3배 이하인 경우, 투과도계는 중앙에 1개만 둘 수 있다.

(iii) 촬영된 투과사진의 검사부에서 투과도계의 식별 최소 선지름은 표 1에 규정하는 값 이하이어야 한다.

(나) 투과사진의 결함 분류방법

(a) 결함의 중별구분

(i) 결함의 중별구분은 표 2에 따른다.

(ii) 제1종의 결함인지 제2종의 결함인지 구별하기 곤란한 경우에는 모두 제1종 결함 및 제2종 결함으로 취급하여 각각에 대하여 등급을 부여하고 그 중 하위등급의 것으로 한다.

(b) 결함점수 및 결함길이

(i) 제1종 및 제4종의 결함점수

① 결함점수는 표 3에 나타내는 시험시야를 설정하여 측정한다. 결함이 시험시야의 경계선상에 위치한 경우는 시험시야 외의 부분도 포함하여 측정한다.

표 1 투과도계의 식별 최소 선지름

(단위 : mm)

모재의 두께	투과도계의 식별 최소 선지름
4.0 초과, 5.0 이하	0.10
5.0 초과, 6.3 이하	0.125
6.3 초과, 10.0 이하	0.16
10.0 초과, 16.0 이하	0.20
16.0 초과, 20.0 이하	0.25
20.0 초과, 25.0 이하	0.32
25.0 초과, 32.0 이하	0.40
32.0 초과, 40.0 이하	0.50
40.0 초과, 50.0 이하	0.63
50.0 초과, 80.0 이하	0.80
80.0 초과, 125 이하	1.00
125 초과, 200 이하	1.25
200 초과, 320 이하	1.60
320 초과	2.00

표 2 결함의 종별

종별구분	결함의 종류
제 1 종	둥근 블로우 홀 및 이와 유사한 결함
제 2 종	가늘고 긴 슬래그 혼입, 파이프, 용입불량, 융합불량 및 이와 유사한 결함
제 3 종	터짐 및 이와 유사한 결함
제 4 종	팅스텐 혼입

표 3 시험시야의 크기

단위: mm

모재의 두께	25 이하	25 초과 100 이하	100 초과
시험시야의 크기	10 × 10	10 × 20	10 × 30

- ② 시험시야는 시험부의 유효길이 중에서 결함점수가 가장 커지는 부위에 적용한다.
- ③ 제1종 결함이 1개인 경우의 결함점수는 결함의 긴지름의 치수에 따라 표 4의 값을 사용한다.
다만, 결함의 긴지름이 표 5에 나타내는 값 이하인 것은 결함점수로서 산정하지 않는다.

표 4 결함점수

단위: mm

결함의 긴지름 (mm)	1.0 이하	1.0초과	2.0초과	3.0초과	4.0초과	6.0초과	8.0 초과
		2.0이하	3.0이하	4.0이하	6.0이하	8.0이하	
점 수	1	2	3	6	10	15	25

표 5 산정하지 않는 결함의 치수

단위: mm

모재두께	결함의 치수
20이하	0.5
20초과 50이하	0.7
50초과	모재 두께의 1.4%

④ 제4종 결함은 제1종 결함과 마찬가지로 ①, ② 및 ③의 방법에 따라 점수를 구한다. 다만, 결함의 점수는 결함의 긴지름의 치수에 따라 표 4의 값의 1/2로 한다.

⑤ 결함이 2개 이상인 경우의 결함의 점수는 시험시야내의 존재하는 각 결함 점수의 총합으로 한다.

⑥ 제1종 결함과 제4종 결함이 동일 시험시야 내에서 공존하는 경우는 양자의 점수의 총합을 결함점수로 한다.

(ii) 제2종 결함의 결함길이

제2종 결함의 길이를 측정하여 결함의 길이로 한다. 다만, 결함이 일직선상에 존재하고, 결함과 결함의 간격이 큰 쪽의 길이 이하인 경우는 결함과 결함과의 간격을 포함하여 측정한 치수를 그 결함군의 결함길이로 한다.

(다) 결함의 등급분류 및 종합판정

(a) 일 반

(i) 검사결과는 각 촬영장소마다 다음에 따라 등급을 판정하고 여기에서 규정되지 아니한 사항은 KS B 0845에 따른다.

(ii) 등급의 판정은 조선소 전문가(이 부록 1항 (3)호에 규정하는 자격을 가진 검사자)에게 의뢰하여도 좋지만 수시로 그 결과를 확인하여야 한다. 또한 필요하다고 인정할 경우에는 그 선택에 관련된 촬영필름 전체를 제출받도록 한다.

(b) 제1종 및 제4종 결함의 등급분류

투과사진에 의해 검출된 결함이 제1종 및 제4종의 결함인 경우의 등급분류는 표 6의 기준에 따라 실시하는 것으로 한다. 표 안의 숫자는 결함점수의 허용한도를 나타낸다. 다만, 결함의 긴지름이 모재 두께의 1/2을 초과할 때는 4급으로 한다. 또한, 결함의 긴지름이 표 5에 나타내는 값 이하의 것이라도 1급에 대하여는 시험시야 내의 10개 이상 있으면 아니 된다.

표 6 제1종 및 제4종 결함의 등급구분

등급구분	시험시야 (mm)				
	10 × 10		10 × 20		10 × 30
	모재두께 (mm)				
	10이하	10초과 25이하	25초과 50이하	50초과 100이하	100초과
1급	1	2	4	5	6
2급	3	6	12	15	18
3급	6	12	24	30	36
4급	결합점수가 3급보다 많은 것.				

(c) 제2종 결함의 등급분류

투과사진에 의해 검출된 결함이 제2종 결함인 경우의 등급분류는 표 7의 기준에 따라 실시하도록 한다. 표 안의 값은 결함길이의 허용한도를 나타낸다. 다만, 1급의 경우에도 용입불량 또는 융합불량이 있으면 2급으로 한다.

표 7 제2종 결함의 등급구분

단위: mm

등 급 \ 모재두께	12이하	12초과 48미만	48이상
1급	3이하	모재두께의 1/4 이하	12이하
2급	4이하	모재두께의 1/3 이하	16이하
3급	6이하	모재두께의 1/2 이하	24이하
4급	결함 길이가 3급보다 긴 것		

(d) 제 3종 결함의 등급분류

투과사진에 의해 검출된 결함이 제3종 결함인 경우의 등급은 모두 4급으로 한다.

(e) 종합판정 검사부위의 유효 길이를 대상으로 결함의 종별마다 등급 분류한 결과에 따라 결정하는 종합판정은 다음에 따른다.

(i) 결함의 종별이 1개종인 경우는 그 판정결과를 종합 판정으로 한다.

(ii) 결함의 종별구분이 2개종 이상인 경우는 그 중의 하위등급의 것을 종합 판정으로 한다.

(iii) 제1종결함 및 제4종결함의 시험시야에 제2종의 결함이 혼재하는 경우로서 모두 같은 등급일 때는 한 등급 하위로 한다.

(iv) 1급 판정되었으나, 제1종과 제4종결함이 각각 단독으로 존재하는 경우에는 2급으로 한다.

(v) 1급 판정되었으나, 제1종과 제4종결함이 혼재하는 경우로서 허용 결함점수의 1/2 초과하는 경우에는 2급으로 한다.

(vi) 1급 판정되었으나, 제1종결함 및 제4종결함의 시험시야에 제2종의 결함이 혼재하는 경우로서 허용 결함길이의 1/2 초과하는 경우에는 2급으로 한다.

(7) 검사성적서

검사성적서는 다음에 표시하는 사항을 기재하고, 그 기록과 검사부위를 항상 대조할 수 있도록 정리해 두어야 한다. 또한 필름 각 1매에 대한 결함의 종류, 용입부족 및 균열에 관한 그 합계길이와 보수 용접전의 총 검사수에 대한 4급 판정 용접부의 비율을 기록한다.

(가) 검사부위 관련

- (a) 제조소 명
- (b) 공사명 또는 제품명
- (c) 검사부위의 번호 및 기호
- (d) 재질
- (e) 모재의 두께
- (f) 용접이음부의 모양(덧살의 유무 등)

(나) 촬영 년 월 일

(다) 투과검사자의 소속 및 성명

(라) 투과검사조건

- (a) 사용 장치 및 재료
 - ① 방사선 투과 장치명 및 실효초점의 치수
 - ② 필름 및 증감지의 종류
 - ③ 투과도계의 종류
- (b) 촬영조건
 - ① 사용 관전압 또는 방사성 동위원소의 종류
 - ② 사용 관전류 또는 방사능의 강도
 - ③ 노출시간
- (c) 촬영배치
 - ① 선원과 필름간의 거리
 - ② 투과도계와 필름간의 거리
 - ③ 검사부위의 유효길이

- (d) 현상조건
 - ① 현상액, 현상온도 및 현상시간(수동현상의 경우)
 - ② 자동현상기 명 및 현상액(자동현상의 경우)
- (마) 투과사진의 필요조건 확인
 - (a) 관찰기의 종류 및 관찰조건
 - (b) 투과도계의 식별 최소 선지름
 - (c) 시험부의 농도
 - (d) 투과사진의 적합 여부
- (바) 결함의 등급분류 년 월 일
- (사) 등급분류 결과
 - (a) 제1종 및 제4종 결함의 등급분류 결과
 - ① 제1종 결함 등급분류
 - ② 제4종 결함 등급분류
 - ③ 제1종 결함과 제4종 결함의 공존 유무
 - ④ 공존결함의 등급분류
 - (b) 제2종 결함의 등급분류 결과
 - (c) 제3종 결함의 등급분류 결과
 - (d) 시험시야 내의 제2종 결함 혼재 유무
 - (e) 종합판정
- (아) 기타 필요한 사항
- (자) 비고

3. 초음파 탐상검사

(1) 일반사항

- (가) 적 용
 - (a) 이 규정은 선박의 선체 용접이음부의 펄스 반사법에 의한 초음파 탐상검사(이하 **탐상검사**라고 한다)에 대하여 적용한다.
 - (b) 우리 선급이 적당하다고 인정하는 경우에는 (a)에서 규정하지 아니한 용접이음부에 대하여도 적용할 수 있다.
 - (c) 이 규정은 주로 탄소강과 저합금강에 적용한다. 다만, 알루미늄합금재 또는 스테인리스강의 검사에 적용하고자 할 경우에는 탐상검사에 사용하는 탐촉자의 규격과 감도표준시험편이 탐상검사에 적합하다는 것이 인정되어야 한다.
 - (d) 이 규정은 원칙적으로 모재의 두께가 6 mm 이상 50 mm 이하의 재료에만 적용하는 것으로 한다. 이 이외의 두께를 가진 재료에 대하여 탐상검사를 하고자 할 경우에는 그 탐상방법과 작업표준에 대하여 별도로 우리 선급의 승인을 받아야 한다.
 - (e) 이 규정 이외의 검사방법에 대하여는 KS B 0817(금속 재료의 펄스 반사법에 따른 초음파 탐상 시험 방법 통칙) 및 KS B 0896(강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법)에 따른다.
- (나) 방사선 투과검사 대신에 초음파 탐상검사를 적용할 경우

방사선 투과검사 대신에 탐상검사를 비파괴 검사방법으로 채택하고자 하는 경우에는 다음 (a) 부터 (c)의 규정을 만족하여야 한다.

 - (a) 검사요령서의 제출 검사에 앞서 다음 사항을 기재한 검사요령서를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다.
 - (i) 초음파 탐상에 의하여 발견되는 용접결함의 종류, 크기 및 파형과의 관계
 - (ii) 초음파 탐상방법과 감도의 조정
 - (iii) 초음파 탐상 판정기준(다만 KS B 0896의 3급 이상이나 동등의 규격이 적용될 수 있다.)
 - (iv) 탐상결과의 기록
 - (v) 종사하는 검사기술자의 명단(공인된 기술자격의 명시)
 - (b) 조선소의 능력 탐상검사 방법의 신뢰성에 대한 조선소의 능력을 다음 사항에 의거하여 판단하여야 한다.
 - (i) 기술자의 자격

- (ii) 품질관리 상태
- (iii) 신뢰도
- (iv) 표준규격 비치와 이의 적합한 적응능력
- (v) 결함의 형상 및 정도와 보수에 관한 자료
- (c) 방사선 투과검사에 의한 확인
 - (i) 탐상검사의 초기에는 검사결과가 전 (a), (iii) 의 판정기준과 일치하는지를 확인하기 위하여 검사원의 지시에 따라 전 검사대상 용접이음부 중 1/10에 상당하는 동일 용접부에 대하여 방사선 투과검사를 병행하여야 한다. 다만, 탐상수가 4 곳 이하인 경우에는 검사원이 일부의 탐상검사 에 입회하는 것을 조건으로 방사선 투과검사의 병행을 생략할 수 있다.
 - (ii) 검사원이 중요하다고 인정하는 부위에 대하여는 방사선 투과검사와 같은 비파괴 검사를 요구할 수 있다.
- (2) 검사범위의 결정
 - (가) 선박의 외판 및 강력갑판 용접이음부
 - (a) 검사범위에 대하여는 전 2항의 (2)호, (가)의 규정에 따른다.
 - (b) 탐상길이는 이음의 전장 또는 750 mm 중 작은 쪽으로 한다.
 - (나) 선박의 내부구조부재의 용접이음부
 - (a) 검사범위에 대하여는 전 2항의 (3)호 (가)의 규정에 따른다.
 - (b) 탐상길이는 이음의 전장 또는 300 mm 중 작은 쪽으로 한다.
- (3) 탐상장치의 성능, 점검 및 검사방법
 - (가) 탐상장치의 성능 및 점검은 (5)호의 규정에 따른다.
 - (나) 검사방법은 (6)호의 규정에 따른다.
- (4) 판정 및 보수기준
 - (가) 판정기준은 전 (1)호, (나), (a)의 (iii)에서 정한 판정기준에 따른다. 다만, (6)호의 (사)에서 정한 등급 분류에 따른 3급 이상이어야 한다.
 - (나) 보수기준은 전 2항 (4)호의 규정에 따른다.
- (5) 탐상장치의 성능 및 점검
 - (가) 일반사항
 - (a) 적용
 - (i) 이 규정은 탐상장치의 성능검사에 적용한다.
 - (ii) 이 규정 이외의 사항에 대하여는 KS B 0896의 5항(초음파 탐상장치의 기능 및 성능)에 따른다.
 - (b) 정기적 검사 탐상장치는 1년마다 점검하여야 한다. 다만, 이 기간 내에 장치의 정밀도에 영향을 미치는 보수를 할 경우에는 즉시 검사를 받아야 한다.
 - (나) 탐상기의 성능 탐상기에 필요한 성능은 다음에 따른다.
 - (a) 증폭 직선성은 KS B 0534(초음파 탐상장치의 성능측정방법)의 4.1(증폭 직선성)에 따라 측정하여 $\pm 3\%$ 의 범위 내로 한다.
 - (b) 시간축의 직선성은 KS B 0534의 4.2(시간축 직선성)에 따라 측정하여 $\pm 1\%$ 의 범위 내로 한다.
 - (c) 감도 여유값은 KS B 0534의 4.3(수직탐상의 감도 여유값)에 따라 측정하여 40dB 이상으로 한다.
 - (다) 탐 측 자
 - (a) 탐촉자의 치수 탐촉자(진동자)의 치수는 다음에 따른다.
 - (i) 경사각 탐상 : 표 8에 따른다.

표 8 경사각탐촉자의 치수와 주파수와의 관계

주파수 (MHz)	굴절각	45°, 60°, 70°
2		10 mm×10 mm, 14 mm×14 mm, 20 mm×20 mm,
5		10 mm×10 mm, 14 mm×14 mm

(ii) 수직 탐상 : 표 9에 따른다.

표 9 수직 탐촉자의 치수와 주파수와의 관계

시험주파수 (MHz)	유효지름 (mm)
2	20, 28
5	10, 20

(b) 성능측정방법 KS B 0896의 5.2 (탐촉자)에 따른다.

(라) 탐상장치 성능검사 성적서

조선소는 전 (나) 및 (다)에 규정된 탐상장치의 성능검사결과에 대한 성적서를 작성하여야 한다.

(6) 시험방법

(가) 시험의 준비

(a) 시험방법의 선택

(i) 용접부의 탐상은 원칙적으로 경사각법으로 한다. 다만, 경사각법의 적용이 곤란한 개소 및 수직 법에 따르는 것이 결함의 검출에 적합한 개소에는 수직법을 사용할 수 있다.

(ii) 용접부에 용접 후 열처리 등의 지정이 있는 경우, 탐상은 최종 열처리 후에 하여야 한다.

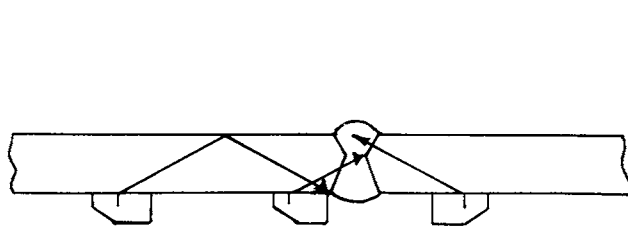
(b) 모재의 탐상 모재 중에서 탐상시에 초음파가 통과하는 부위는 사전에 수직탐상법으로 탐상하여 탐상의 장애가 되는 라미네이션 등의 결함유무를 확인하여야 한다.

(c) 용접부 표면의 손질 돌음살의 모양이 시험결과 해석에 지장을 주는 경우에는 적당히 다듬질 하여야 한다.

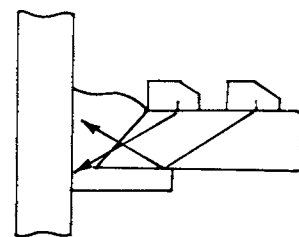
(나) 탐상위치와 방향 경사각 탐상법을 원칙적으로 하고, 이음의 모양 및 판두께에 따라 표 10 및 그림 1에 따른다. 다만, 용접부를 평면으로 가공한 이음부는 탐촉자를 직접 용접면에 접촉시켜 용접 축에 따라서 평행하게 수직 탐상할 수 있다.

표 10. 탐상위치와 방향

이음의 모양	판두께 (mm)	탐상면과 방향	탐상의 방법
맞대기이음	100 이하	한면의 양쪽	직사법 및 1회 반사법
	100 초과	양면의 양쪽	직사법
T이음, 모서리이음	60 이하	한면의 한쪽	직사법 및 1회 반사법
	60 초과	양면의 한쪽	직사법



(a) 맞대기이음의 탐상



(b) T 이음 및 모서리 이음의 탐상

그림 1 탐상위치와 방향

(다) 탐촉자

(a) 일 반

(i) 용접부위를 탐상하는 탐촉자는 원칙적으로 경사각 탐촉자를 사용한다.

(ii) 수직 탐촉자를 사용할 경우의 규격에 대하여는 KS B 0896에 따른다.

- (b) 주파수의 선정 시험재의 두께에 따른 주파수는 표 11에 따른다. 다만 초음파의 감쇄가 심한 시험재의 탐상에는 표 11에서 정한 것보다 낮은 주파수를 사용할 수 있으며 분해능을 향상시키기 위한 경우에는 표 11에서 정한 것보다 높은 주파수를 사용할 수 있다.

표 11 경사각탐촉자의 주파수

모재의 판두께(mm)	주파수(MHz)
75 이하	5 또는 2
75 초과	2

- (c) 굴절각 판두께에 따른 굴절각은 표 12에 따른다. 다만, 우리 선급이 인정할 경우에는 다른 종류의 굴절각을 가진 탐촉자를 사용할 수 있다.

표 12 굴절각

모재의 판두께(mm)	굴절각
40 이하	70°
40 초과 60이하	70° 또는 60°
60 초과	70°와 45°의 병용 또는 60°와 45°의 병용

- (d) 썰기 피 검사체에 초음파 비임을 적합하게 입사할 수 있도록 탐촉자에 적당한 썰기를 부착할 수 있다.
- (라) 접촉매질
- (a) 원칙적으로 농도 75 % 이상의 글리세린 수용액을 사용한다.
- (b) 시험재의 검사시에 사용하는 접촉매질의 종류와 온도는 탐상장치의 조정시에 사용한 것과 동일한 조건이어야 한다.
- (마) 탐상작업
- (a) 탐상장치의 조정
- (i) 입사점의 측정과 표시 : 그림 2의 A1형 표준시험편 또는 그림 4의 A3형 표준시험편을 사용하여 ± 1 %의 정밀도로 측정하여 그 위치를 탐촉자의 양쪽에 표시한다.
- (ii) 굴절각의 측정 : 그림 2의 A1형 표준시험편 또는 그림 4의 A3형 표준시험편을 사용하여 0.5°의 단위까지 읽는다.
- (iii) 시간축의 조정 및 원점의 수정 : 그림 2의 A1형 표준시험편 또는 그림 4의 A3형 표준시험편을 사용하여 측정범위를 1%의 정밀도로 조정하고 또한 원점을 수정한다.
- (b) 탐상장치의 점검
- (i) 탐상장치 : 입사점, 굴절각, 측정범위 및 탐상감도는 작업 개시 및 작업 개시 후 매 4시간마다 측정하여야 한다.
- (ii) 탐촉자 : 입사점 및 굴절각에 대하여 작업개시 및 작업 개시 후 매 8시간마다 측정하여야 한다.
- (iii) 전원이 단속되거나 판독에 잘못의 여지가 있을 때마다 다시 보정하여야 한다.
- (c) 전원 투입 시기 탐상장치의 전원은 장치를 안정시키기 위하여 탐상작업의 개시 15분전에 투입하여야 한다. 다만, 전지를 전원으로 사용하는 경우에는 5분전에 투입하여도 좋다.
- (d) 탐상감도 조정용 시험편의 지정
- (i) A2형 표준시험편에 따른 경우 굴절각 60° 또는 70°를 사용하는 경우 $\phi 4 \times 4$ mm의 표준 구멍의 에코 높이가 H선에 맞도록 게인을 조정하고, 굴절각 45°를 사용하는 경우는 $\phi 4 \times 4$ mm의 표준 구멍의 에코 높이가 H선에 맞도록 게인을 조정한 후 감도를 6 dB 높여 탐상감도로 정한다.
- (ii) RB-4에 따른 경우 표준 구멍의 에코 높이가 H선에 맞도록 게인을 조정한 후 감도를 6 dB 높여 탐상감도로 정한다.
- (iii) 우리 선급의 승인을 받아 (i) 또는 (ii)에서 정한 시험편과 동일한 감도가 얻어지는 것이 인정될 경우에는 다른 종류의 시험편을 사용할 수 있다.

단위 : mm

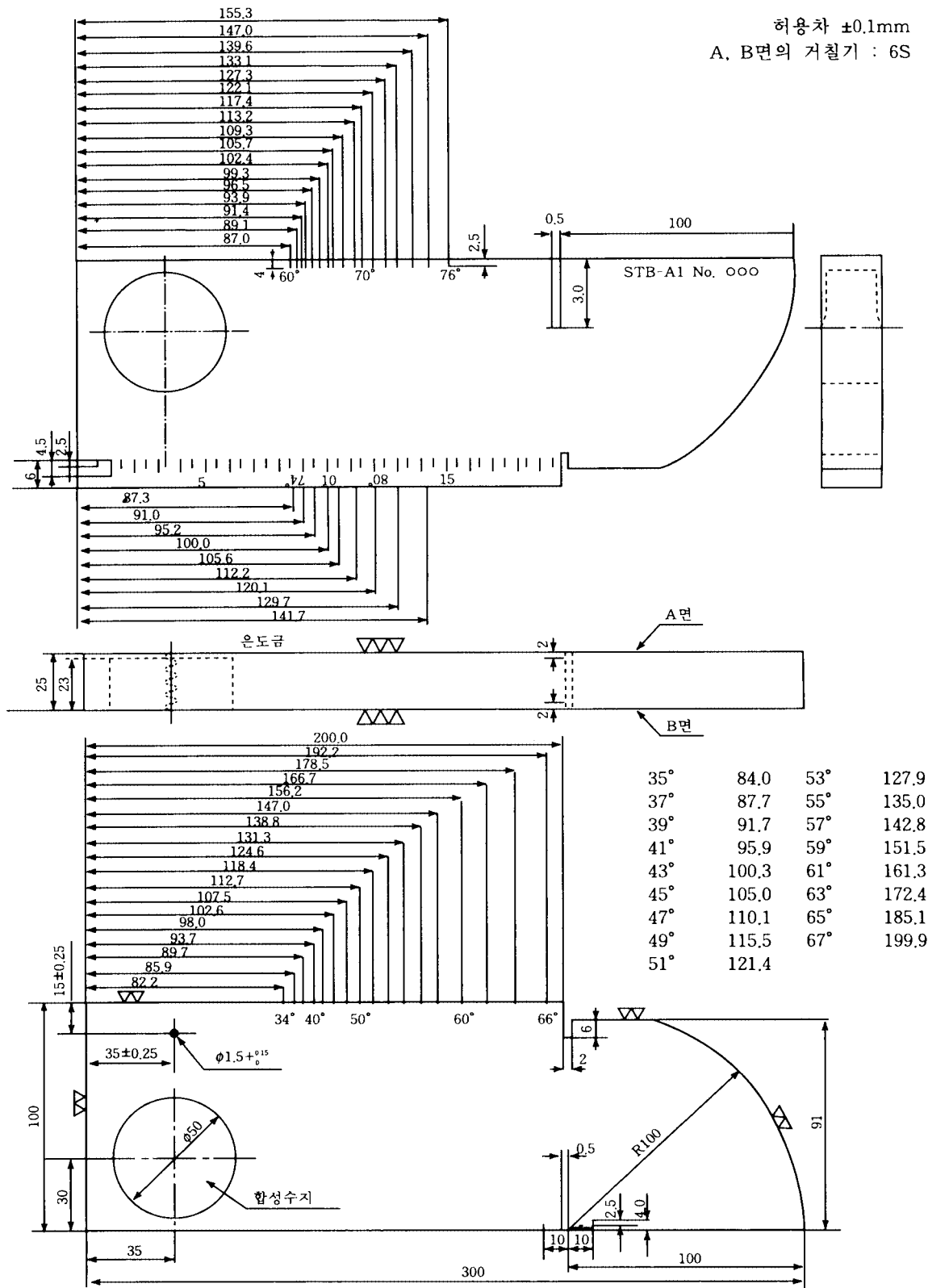


그림 2 STB-A1 표준시험편

단위 : mm

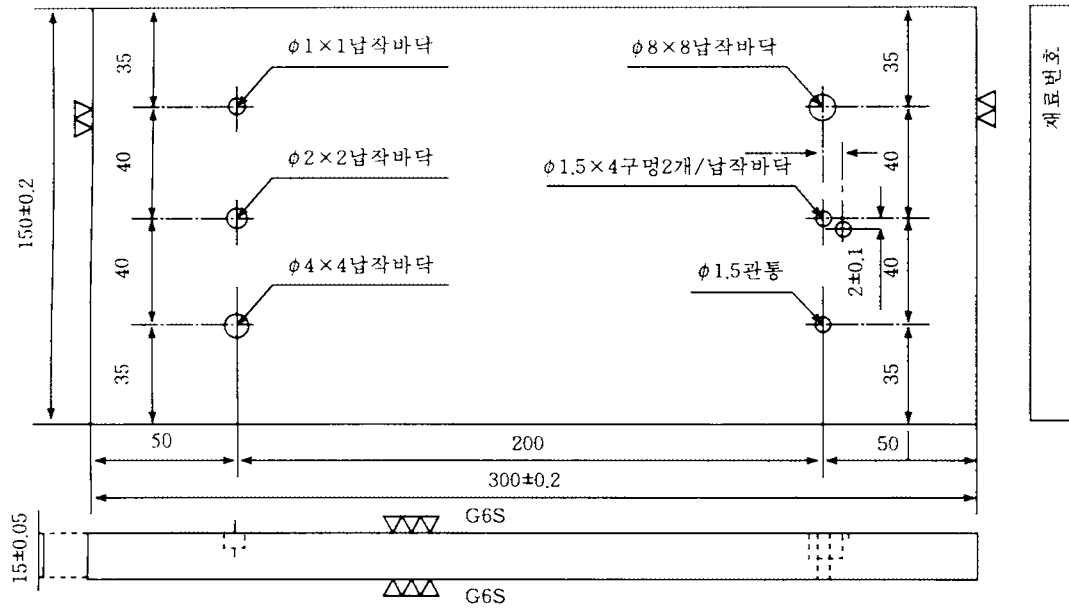


그림 3 STB-A2 표준시험편

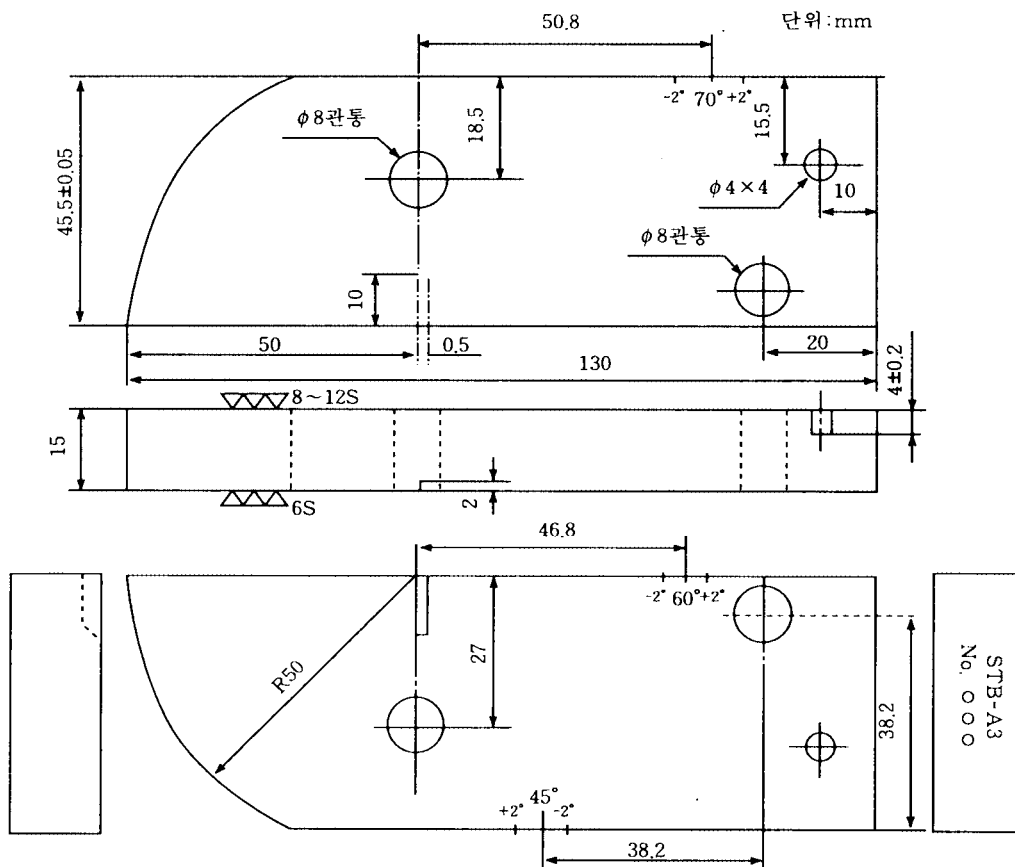


그림 4 STB-A3 표준시험편 (현행과 동일)

(e) 에코의 높이 구분선 작성

- (i) 에코 높이 구분선 결함을 평가하기 위하여 에코 높이를 그림 6과 같이 4개의 영역으로 구분한다. 이때 거리진폭특성곡선에 의한 에코 높이 구분선 작성을 위한 탐촉자의 위치는 그림 5에 따른다.

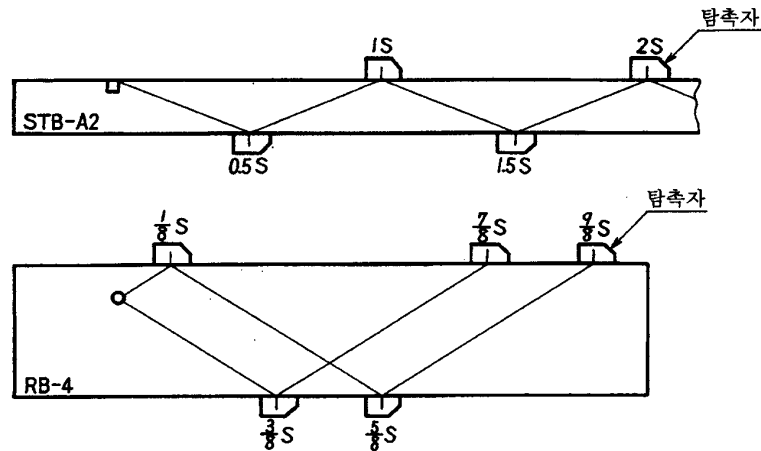


그림 5 에코높이 구분선의 작성을 위한 탐촉자 위치

측정범위가 125mm 이고, 평가하는 비입행정이 85mm 까지의 경우에 밑에서 3번째의 구분선을 H 선으로 한 보기

측정범위가 125mm 이고, 평가하는 비입행정이 75 - 115mm 까지의 경우에 맨 위의 구분선을 H 선으로 한 보기

사용탐촉자 : 5Z10 x 10A70

사용탐촉자 : 5Z10 x 10A70

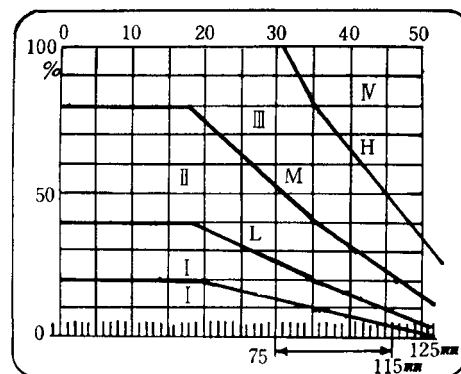
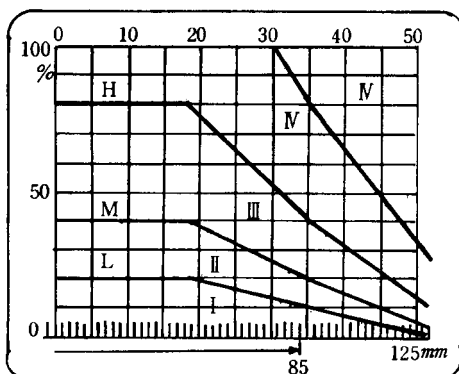


그림 6 에코높이 구분선의 작성

- (ii) H선, M선, L선의 결정 전 (d)의 탐상감도에 의한 에코 높이 구분선을 H선으로 정하고 H선보다 6dB 낮은 에코 높이 구분선을 M선으로, 12dB 낮은 에코 높이 구분선을 L선으로 정한다. 이때 H선은 그 높이가 40% 이하가 되지 않는 선으로 한다.
- (iii) 영역 H선, M선, L선으로 구획된 영역은 표 13에 표시하는 이름을 붙이고, 영역구분의 보기를 그림 6에 표시한다.

표 13 영역구분

에코 높이의 범위	에코 높이의 영역
L선 이하	I
L선 초과 M선 이하	II
M선 초과 H선 이하	III
H선 초과	IV

(바) 결함 지시 길이의 측정과 결함위치의 표시방법

(a) 결함 지시 길이의 측정

(i) 최대 에코 높이를 표시하는 위치를 중심으로 하여 그 주위를 주사하여 에코의 높이가 L선을 넘는 탐촉자의 이동거리를 구하여 그 긴지름을 1 mm 단위로 측정하여 결함 지시 길이로 한다.

(ii) 탐촉자를 접촉시키는 부분의 판두께가 75 mm 이상으로서 주파수 2MHz, 진동자 치수 20×20 mm의 탐촉자를 사용하는 경우에는 최대 에코 높이의 1/2 (-6dB)을 넘는 탐촉자의 이동거리를 측정하여 결함지시 길이로 한다.

(b) 결함위치의 표시 그림 7과 같이 결함의 횡단면의 위치[깊이(d), 용접선에 직각방향의 위치(k)]는 최대 에코가 얻어지는 탐촉자의 위치(X_p)에서, 또한 편면 위치는 결함의 지시 길이(L)의 시단(X_s) 및 종단(X_e)으로 표시한다.

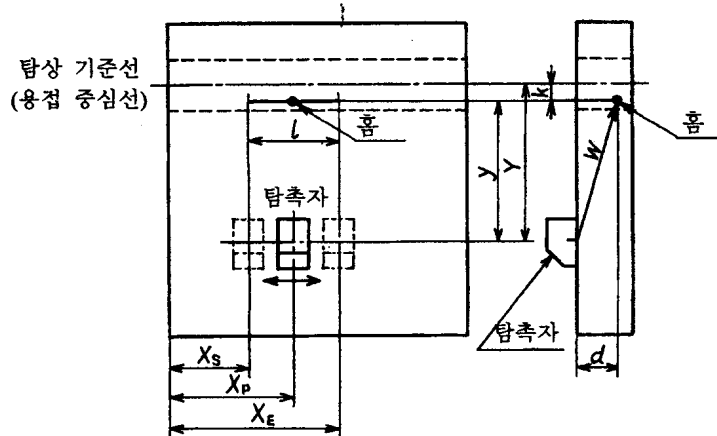


그림 7 결함 위치의 표시

(사) 등급분류

(a) 결함의 등급분류는 결함 에코 높이의 영역과 결함길이에 대응하여 표 14에 따라 분류한다.

(b) 2방향 이상에서 탐상한 경우로서 동일한 결함의 등급 분류가 다를 때는 하위의 등급을 채용한다.

표 14 결함 에코 높이의 영역과 결함지시 길이에 의한 결함의 등급 분류

영역 판두께 등급	M검출 레벨의 경우는 III L검출 레벨의 경우는 II와 III			IV		
	18 이하	18 ~ 60	60 이상	18 이하	18 ~ 60	60 이상
1 급	6 mm 이하	t/3 이하	20 mm 이하	4 mm 이하	t/4 이하	15 mm 이하
2 급	9 mm 이하	t/2 이하	30 mm 이하	6 mm 이하	t/3 이하	20 mm 이하
3 급	18 mm 이하	t 이하	60 mm 이하	9 mm 이하	t/2 이하	30 mm 이하
4 급	3급을 초과하는 것					

비 고:

1. t는 이음부 끝단의 모재의 두께(mm). 다만, 맞대기 용접에서 맞대는 모재의 판두께가 다를 경우는 얇은 쪽의 판두께로 한다.
2. 이 표의 적용에 있어 동일하다고 볼 수 있는 깊이에 있어 결함과 결함과의 간격이 큰 쪽의 결함지시 길이보다 짧은 경우는 동일 결함군으로 보고, 그들의 간격을 포함한 연속된 결함으로 취급한다. 결함과 결함과의 간격이 양자의 결함지시 길이 중 큰 쪽의 결함지시 길이보다 긴 경우는 각각 독립한 결함으로 본다. 또한, 경사 평행 주사, 두 갈래 주사, 용접선상 주사 또는 탠덤주사로 검출된 결함의 등급분류는 주문자와의 협의에 따른다.

(7) 탐상시험 성적서

(가) 탐상시험 성적서의 작성 초음파 탐상시험 성적서를 작성하여 시험결과를 기록하여야 한다.

(나) 시험성적서의 내용 시험성적서에는 다음과 같은 내용이 반드시 포함되어야 한다.

(i) 시공 또는 제조자명

(ii) 건조번호와 선명

(iii) 기술자의 성명과 자격

(iv) 시험일자

(v) 사용표준시험편 또는 대비시험편

(vi) 탐상기(탐상기명, 탐촉자의 형식, 크기, 주파수, 굴절각 등)의 성능(vii) 용접비드의 이상 조건

(viii) 용접방법 및 용접 홈의 모양

(ix) 모재의 재질과 두께

(x) 시험부의 위치와 길이

(xi) 결함의 위치 및 결함지시 길이

(xii) 결함의 등급

(xiii) 접촉매질

(xiv) 탐상감도

(xv) 기타사항(지정사항, 협의사항, 입회, 샘플링방법 등)

(다) 시험성적서의 평가 시험성적서는 엄격한 품질관리 상태 하에서 작성되었다는 것에 대하여 검사원의 확인을 받아야 한다.

4. 선체 용접이음의 시공관리**(1) 적 용**

이 규정은 선박의 용접이음 전체에 적용한다.

(2) 검사대상

검사대상은 다음과 같으며 원칙적으로 이 검사는 검사원의 지시에 따라서 실시되어야 한다.

(가) 용접 시공상 의문되는 부위

(나) 새로운 용접법을 채용한 부위

(다) 결함이 발생하기 쉬운 부위

(라) 작업조건이 나쁜 부위

(마) 기타 검사원이 필요하다고 인정하는 부위

(3) 검사대상 및 수

검사대상 및 수는 조선소의 시공 실정에 따라 검사원이 적당히 정하며 용접결함이 발생할 가능성이 있는 부위는 다음과 같다.

(가) 선수미 홈 부의 결함이 곤란한 현장이음.

(나) 자동용접이음의 끝부분(엘렉트로가스, 엘렉트로 슬래그용접 포함)

(다) 현장용접 이음의 교차 부분

(라) 응력집중부 부근의 용접이음

(마) 각종 개구의 폐쇄 용접부

(바) 특수한 용접법을 적용한 부분

(사) 특수한 구조양식 또는 건조법에 의한 부위

(4) 판정 및 보수기준

판정 및 보수기준은 전 2항 및 3항의 규정을 준용한다. 이 경우의 검사성적은 조선소에 대한 용접 시공과 검사의 참고로서 취급하고 특히 중요하다고 인정되는 것은 본부에 제출하여야 한다. Ⓡ

선급 및 강선규칙
선급 및 강선규칙 적용지침

인 쇄 2007년 2월 15일
발 행 2007년 3월 1일

제2편 재료 및 용접

발행인 오 공 균
발행처 한 국 선 급
대전광역시 유성구 장동 23-7, 신성로 54
전화 : (042) 869-9114
FAX : (042) 862-6011
Website : <http://www.krs.co.kr>

등록번호 : 제 9호(2000. 3. 22)