



고압가스용 저장탱크 및 압력용기 제조의 시설 · 기술 · 검사 기준

Code for Facilities, Technology and Inspection for Manufacturing of
High-Pressure Gas Storage Tanks and Pressure Vessels

가스기술기준위원회 심의 · 의결 : 2023년 10월 20일

산업통상자원부 승인 : 2023년 11월 7일

가 스 기 술 기 준 위 원 회

위 원 장 최 병 학 : 강릉원주대학교 교수

부위원장 장 기 현 : 인하대학교 교수

당 연 직 황 윤 길 : 산업통상자원부 에너지안전과장
 광 채 식 : 한국가스안전공사 안전관리이사

고압가스분야 최 병 학 : 강릉원주대학교 교수
 송 성 진 : 성균관대학교 부총장
 이 범 석 : 경희대학교 교수
 윤 춘 석 : (주)한울이엔알 대표이사
 안 영 훈 : (주)한양 부사장

액화석유가스분야 안 형 환 : 한국교통대학교 교수
 권 혁 면 : 연세대학교 연구교수
 천 정 식 : (주)E1 전무
 강 경 수 : 한국에너지기술연구원 책임
 이 용 권 : (주)대연 부사장

도시가스분야 신 동 일 : 명지대학교 교수
 김 정 훈 : 한국기계전기전자시험연구원 수석
 정 인 철 : (주)에스코 이사
 장 기 현 : 인하대학교 교수

수소분야 이 광 원 : 호서대학교 교수
 정 호 영 : 전남대학교 교수
 강 인 용 : 에이치엔파워(주) 대표
 백 운 봉 : 한국표준과학연구원 책임

이 기준은 「고압가스 안전관리법」 제22조의2, 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」 제45조, 「도시가스사업법」 제17조의5 및 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률」 제48조에 따라 가스기술기준위원회에서 정한 상세기준으로, 이 기준에 적합하면 동 법령의 해당 기준에 적합한 것으로 보도록 하고 있으므로 이 기준은 반드시 지켜야 합니다.

| KGS Code 제·개정 이력 | |
|------------------|-----------------------------------|
| 종목코드번호 | KGS AC111 ²⁰²³ |
| 코 드 명 | 고압가스용 저장탱크 및 압력용기 제조의 시설·기술·검사 기준 |

| 제·개정 일자 | 내 용 |
|---------------|-----------------------------|
| 2008. 12. 30. | 제 정 (지식경제부 공고 제2008-379호) |
| 2009. 5. 15. | 개 정 (지식경제부 공고 제2009-193호) |
| 2009. 6. 29. | 개 정 (지식경제부 공고 제2009-250호) |
| 2010. 1. 6. | 개 정 (지식경제부 공고 제2009-480호) |
| 2011. 1. 3. | 개 정 (지식경제부 공고 제2010-489호) |
| 2011. 10. 10. | 개 정 (지식경제부 공고 제2011-500호) |
| 2012. 8. 13. | 개 정 (지식경제부 공고 제2012-391호) |
| 2013. 12. 18. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2013-343호) |
| 2013. 12. 31. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2013-353호) |
| 2014. 11. 17. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2014-589호) |
| 2015. 5. 8. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2015-276호) |
| 2015. 10. 2. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2015-518호) |
| 2015. 12. 10. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2015-641호) |
| 2016. 1. 8. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2016-006호) |

| 제·개정 일자 | 내 용 |
|---------------|-----------------------------|
| 2016. 3. 9. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2016-094호) |
| 2016. 7. 11. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2016-354호) |
| 2016. 11. 23. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2016-603호) |
| 2017. 2. 10. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2017-066호) |
| 2017. 9. 29. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2017-475호) |
| 2017. 12. 14. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2017-582호) |
| 2018. 12. 13. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2018-607호) |
| 2019. 6. 14. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2019-375호) |
| 2020. 3. 18. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2020-167호) |
| 2020. 9. 4. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2020-525호) |
| 2021. 1. 12. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2021-014호) |
| 2021. 10. 8. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2021-699호) |
| 2022. 1. 10. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2022-12호) |
| 2023. 3. 6. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2023-220호) |
| 2023. 8. 25. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2023-666호) |
| 2023. 11. 7. | 개 정 (산업통상자원부 공고 제2023-807호) |
| | - 이 하 여 백 - |
| | |
| | |
| | |

목 차

| | |
|-------------------------------------------------|----|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 기준의 효력 | 1 |
| 1.3 다른 기준의 인정 | 1 |
| 1.3.1 신기술 제품 검사기준 | 1 |
| 1.3.2 외국 압력용기등 제조등록기준 | 2 |
| 1.3.3 내수소취성 성능평가에 관한 검사기준 <신설 22. 1. 10.> | 2 |
| 1.3.4 수소압축가스설비에 관한 검사기준 <신설 22. 1. 10.> | 2 |
| 1.4 용어정의 | 2 |
| 1.5 기준의 준용 | 4 |
| 1.6 경과조치 | 4 |
| 2. 제조시설기준 | 4 |
| 2.1 제조설비 | 4 |
| 2.2 검사설비 | 5 |
| 3. 제조기술기준 | 5 |
| 3.1 설계 | 5 |
| 3.2 재료 | 5 |
| 3.3 두께 | 12 |
| 3.3.1 관 이외 부분의 최소 두께 | 12 |
| 3.3.2 관의 최소두께 | 28 |
| 3.4 구조 및 치수 | 30 |
| 3.4.1 플랜지 규격 | 30 |
| 3.4.2 동체의 진원도 | 30 |
| 3.4.3 원추형동체의 형상 | 32 |
| 3.4.4 경판의 형상 | 32 |
| 3.4.5 압력용기등에 설치하여야 하는 구멍 | 34 |
| 3.5 가공 | 34 |
| 3.5.1 재료의 절단·성형 및 다듬질 | 34 |
| 3.5.2 관관에 관부착 방법 | 35 |
| 3.5.3 누출방지용접 | 36 |

| | |
|---------------------|----|
| 3.5.4 직관의 굽힘가공 | 36 |
| 3.5.5 스테이부착 | 36 |
| 3.5.6 신축이음매 | 37 |
| 3.5.7 구멍의 보강 | 39 |
| 3.5.8 보강테 | 44 |
| 3.6 용접 | 47 |
| 3.6.1 용접이음매의 분류 | 47 |
| 3.6.2 용접종류의 제한 | 48 |
| 3.6.3 용접이음매의 효율 | 49 |
| 3.6.4 용접부의 강도 등 | 50 |
| 3.6.5 맞대기용접 | 50 |
| 3.6.6 양면전두께필렛용접 | 52 |
| 3.6.7 경판과 동판의 용접 | 52 |
| 3.6.8 동판과 평판등의 용접 | 53 |
| 3.6.9 노즐, 보강재등의 용접 | 53 |
| 3.6.10 보강테의 용접 | 54 |
| 3.6.11 자켓용접 | 54 |
| 3.6.12 스테이 용접 | 54 |
| 3.6.13 용접부 다듬질 | 55 |
| 3.6.14 용접조건 | 55 |
| 3.7 열처리 | 57 |
| 3.7.1 성형 후 열처리 | 57 |
| 3.7.2 용접부 응력제거 | 58 |
| 3.8 성능 | 60 |
| 3.8.1 내수소취성 | 60 |
| 3.9 도장(내용 없음) | 74 |
| 3.10 안전장치 부착(내용 없음) | 74 |
| 3.11 부속장치 부착(내용 없음) | 74 |
| 3.12 도색 및 표시 | 74 |
| 4. 검사기준 | 75 |
| 4.1 검사종류 | 75 |
| 4.1.1 제조시설에 대한 검사 | 75 |
| 4.1.2 제품에 대한 검사 | 75 |

| | |
|------------------------------------------|-----|
| 4.2 공정검사 대상심사 | 76 |
| 4.2.1 심사신청 | 76 |
| 4.2.2 심사방법 | 76 |
| 4.2.3 판정위원회 | 76 |
| 4.3 검사항목 | 77 |
| 4.3.1 제조시설에 대한 검사 | 77 |
| 4.3.2 제품에 대한 검사 | 77 |
| 4.4 검사방법 | 79 |
| 4.4.1 시설에 대한 검사 | 79 |
| 4.4.2 제품에 대한 검사 | 79 |
| 4.5 그 밖의 기준 | 95 |
| 4.5.1 수입품 검사(내용 없음) | 95 |
| 4.5.2 검사일부 생략 | 95 |
| 4.5.3 불합격 제품 파기 방법 | 96 |
| | |
| 부록 A 철강 재료의 최대 허용 인장 응력값 | 97 |
| 부록 A의2 비철금속재료의 최대 허용 인장 응력값 | 117 |
| 부록 B | 128 |
| 부록 C 모재의 종류에 따른 열처리 온도 | 138 |
| 부록 D 열처리온도 감소에 따른 보정 정수 | 138 |
| 부록 E 모재의 구분 | 139 |
| 부록 F 피복아아크 용접봉의 구분 | 144 |
| 부록 G 용접용 와이어의 구분 | 145 |
| 부록 H | 146 |
| 부록 I 압력용기등 제조업소의 품질시스템 운영에 대한 일반기준 | 176 |
| 부록 J 덕타일 철 주조품 및 맬리어블 철 주조품 | 180 |
| 부록 K 냉간연신 압력용기등 제조의 기술·검사 기준 | 186 |
| 부록 L 수소압축가스설비에 관한 검사기준 | 190 |

고압가스용 저장탱크 및 압력용기 제조의 시설·기술·검사 기준 (Facility/Technical/Inspection Code for Manufacture of Storage Tanks and Pressure Vessels for High-pressure Gases)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 기준은 「고압가스 안전관리법」(이하 “법”이라 한다) 제3조제5호에 따른 특정설비 중 저장탱크(액화 천연가스 저장탱크는 제외한다. 이하 같다) 및 압력용기(이하 “압력용기등”이라 한다) 제조의 시설·기술·검사에 대하여 적용한다. <개정 17.9.29>

1.2 기준의 효력

1.2.1 이 기준은 법 제22조의2제2항에 따라 가스기술기준위원회의 심의·의결(안전번호 제2023-8호, 2023년 10월 20일)을 거쳐 산업통상자원부장관의 승인(산업통상자원부 공고 제2023-807호, 2023년 11월 7일)을 받은 것으로 법 제22조의2제1항에 따른 상세기준으로서의 효력을 가진다.

1.2.2 이 기준을 지키고 있는 경우에는 법 제22조의2제4항에 따라 「고압가스 안전관리법 시행규칙」(이하 “규칙”이라 한다) 별표 12에 적합한 것으로 본다.

1.3 다른 기준의 인정

1.3.1 신기술 제품 검사기준

1.3.1.1 규칙 별표 12제4호나목에 따라 압력용기등이 이 기준에 따른 검사기준에 적합하지 않으나, 기술개발에 따른 새로운 압력용기등으로서 안전관리를 저해하지 아니한다고 산업통상자원부장관의 인정을 받는 경우에는 그 압력용기등의 제조 및 검사방법을 그 압력용기등에 한정하여 적용할 수 있다.

1.3.1.2 압력용기등이 표 1.3.1.2에 따른 인정기준에 따라 해당 공인검사기관에서 검사를 받은 것에 대하여는 1.3.1.1에 따른 안전관리를 저해하지 않는다고 산업통상자원부장관이 인정한 경우로 보아 검사특례 신청·심사 없이 해당 인정기준에 따라 검사를 실시할 수 있다. <개정 15.5.8>

표 1.3.1.2 외국 압력용기등의 인정기준 및 공인검사기관 <개정 12.8.13, 17.9.29>

| 인정기준 | 공인검사기관 |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| ASME SEC.VIII ASME B31.3(tubular reactor 및 tubular cooler에 한함) | ASME에 등록된 AIA(authorized inspection agency) |
| PED(pressure equipment directive) | EC(european commission)에 등록된 공인검사 기관 (Notified Body) |
| 일본의 고압가스보안법 | 경제산업성 원자력안전·보안원, 고압가스보안협회 |
| API 560(직화식열교환기) 및 API 620(평저형저장탱크) <개정 21.1.12> | <삭제 15.5.8> |
| 산업통상자원부장관이 인정하는 기준 <개정 15.5.8> | 산업통상자원부장관이 인정하는 검사기관 <개정 15.5.8> |

1.3.2 외국 압력용기등 제조등록기준 <개정 12.8.13>

1.3.2.1 규칙 제9조의2제3항 단서에서 정한 “제조시설기준과 제조기술기준” 이란 표 1.3.1.2에 따른 외국 압력용기등의 인정기준을 말한다.

1.3.2.2 「고압가스 안전관리법 시행령」 제5조의2제2항제2호에 따라 표 1.3.1.2의 인정기준으로 제조하고 해당 공인검사기관의 검사를 받은 것으로 한다. 다만, API 기준으로 제조한 직화식 열교환기 및 평저형저장탱크는 제외한다. <개정 15.5.8>

1.3.3 내수소취성 성능평가에 관한 검사기준 <신설 22.1.10.>

1.3.1 및 1.3.2.2에도 불구하고 3.2.7.2에 따른 압력용기등을 제조하는 경우에는 이 기준 3.8.1.1에서 3.8.1.4까지에 적합해야 한다. 다만, 다음에 해당하는 압력용기등은 3.8.1.2에서 3.8.1.4까지에 적합한 것으로 본다. <신설 21.1.12., 개정 22.1.10.>

- (1) 표 1.3.1.2에 따른 ASME SEC.VIII으로 제조되어 ASME SEC.VIII DIV.3에서 정한 KD-10(수소 압력용기용 특별 요구사항)에 적합한 압력용기
- (2) 표 1.3.1.2에 따른 PED로 제조되어 독일 압력용기 워킹그룹(arbeitsgemeinschaft druckbehälter, 이하 “AD” 라 한다) 압력용기 규격 AD-2000 S2(피로하중 분석)에 적합한 압력용기

1.3.4 수소압축가스설비에 관한 검사기준 <신설 22.1.10.>

1.3.1 및 1.3.2.2에도 불구하고 1.4.7에 따른 수소압축가스설비를 제조하는 경우에는 부록 L에서 정한 검사기준에 적합해야 한다.

1.4 용어정의

이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 다만 이 기준에서 정의하지 않는 용어는 규칙, 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법 시행규칙」 및 「도시가스사업법 시행규칙」에서 사용한 용어와 같으며 그

밖에 용어는 한국산업표준에 따른다.

1.4.1 “저장탱크”란 고압가스를 충전·저장하기 위하여 지상 또는 지하에 고정 설치된 탱크를 말한다.

1.4.2 “압력용기”란 35℃에서의 압력 또는 설계압력이 그 내용물이 액화가스인 경우는 0.2MPa 이상, 압축가스인 경우는 1MPa 이상인 용기를 말한다. 다만, 다음 중 어느 하나에 해당하는 용기는 압력용기로 보지 아니한다. <개정 09.5.15>

- (1) 규칙 별표 10 용기 제조의 기술·검사 기준의 적용을 받는 용기
- (2) 설계압력(MPa)과 내용적(m³)을 곱한 수치가 0.004 이하인 용기
- (3) 펌프, 압축장치(냉동용압축기를 제외한다) 및 축압기(accumulator, 축압 용기 안에 액화가스 또는 압축가스와 유체가 격리될 수 있도록 고무격막 또는 피스톤 등이 설치된 구조로서 상시 가스가 공급되지 않은 구조의 것을 말한다)의 본체와 그 본체와 분리되지 않은 일체형 용기
- (4) 완충기 및 완충장치에 속하는 용기와 자동차에어백용 가스충전용기
- (5) 유량계, 액면계, 그 밖의 계측기기
- (6) 소음기 및 스트레이너(필터를 포함한다. 이하 같다)로서 다음의 어느 하나에 해당되는 것
 - (6-1) 플랜지 부착을 위한 용접부 이외에는 용접이음매가 없는 것
 - (6-2) 용접구조이나 동체의 바깥지름(D)이 320mm(호칭지름 12B 상당) 이하이고, 배관접속부 호칭지름(d)과의 비(D/d)가 2.0 이하인 것
- (7) 압력에 관계없이 안지름, 폭, 길이 또는 단면의 지름이 150mm 이하인 용기

1.4.2.1 이 기준을 적용하는 압력용기등의 기하학적 범위는 다음과 같다.

- (1) 용접으로 배관과 연결하는 것은 첫 번째 용접이음매까지
- (2) 플랜지로 배관과 연결하는 것은 첫 번째 플랜지이음면까지
- (3) 나사결합으로 배관과 연결하는 것은 첫 번째 나사결합부까지
- (4) 그 밖의 방법으로 압력용기와 배관을 연결하는 것은 그 첫 번째 이음부까지

1.4.2.2 압력용기등에 직접 용접부착된 지지구조물, 러그, 패드 등은 압력용기등의 본체로 본다.

1.4.3 “압력용기등”이란 저장탱크와 압력용기를 말한다.

1.4.4 “냉간연신(cold-stretching)”이란 오스테나이트계 스테인리스강 초저온 압력용기등을 제조하기 위한 방법으로서 재료의 항복강도를 증가시키기 위하여 상온에서 냉간연신압력으로 가압하는 것을 말한다. <신설 16.7.11>

1.4.5 “냉간연신압력”이란 압력용기등의 냉간연신을 하기 위한 압력으로서 설계압력의 1.5배에서 1.6배 사이의 압력을 말한다. <신설 16.7.11>

1.4.6 “수소취성(hydrogen embrittlement)”이란 금속이 수소원자의 침입으로 연성을 잃고 취성균열로 이어지는 현상을 말한다. <신설 21.1.12>

1.4.7 “수소압축가스설비”란 압축기로부터 압축된 수소가스를 저장하기 위한 것으로서 설계압

력이 41 MPa를 초과하는 압력용기를 말한다. <신설 22.1.10.>

1.5 기준의 준용

1.5.1 이 기준에서 정한 기준 이외에 필요한 기준은 한국가스안전공사 사장이 정하는 바에 따른다.<개정 09.5.15>

1.5.2 이 기준에서 정하고 있지 않은 사항은 한국산업표준 KS B 6750에 따른다.<신설 11.10.10>

1.6 경과조치 <신설 21.1.12>

1.6.1 내수소취성 성능평가에 관한 경과조치 <신설 22.1.10.>

이 기준은 공포한 날(2021년 1월 12일)부터 시행한다. 다만, 1.3.2.3의 단서 규정에 따른 압력용기등에 적용하는 3.8.1.1의 저속변형률 인장시험 기준은 이 기준 공포 후 3개월이 경과한 날(2021년 4월 12일)부터 시행한다.

1.6.2 수소압축가스설비 검사기준에 관한 경과조치 <신설 22.1.10.>

이 기준은 공포한 날부터 시행한다. 다만, 1.4.7에 따른 수소압축가스설비에 대하여 이 기준 시행일 이후 18개월까지는 1.3.4 및 부록 L등 수소압축가스설비 관련 검사기준을 적용하거나 종전의 기준을 적용하여 검사를 받을 수 있다.

2. 제조시설기준

2.1 제조설비

압력용기등을 제조하려는 자가 이 제조기술기준에 따라 압력용기등을 제조하기 위하여 갖추어야 할 제조설비(제조하는 압력용기등에 필요한 것에만 한정한다)는 다음과 같다. 다만, 규칙 제5조제2항제3호에 따른 기술검토결과 해당 압력용기등의 안전관리에 지장을 줄 우려가 없다고 인정하는 범위 안에서 해당 압력용기등과 관련한 열처리 또는 도장을 전문으로 하는 전문업체의 설비를 이용하거나, 부품의 전문생산업체로부터 해당 압력용기등의 부품 등을 공급받아 사용하는 경우에는 그 설비를 갖추지 아니할 수 있다.

- (1) 성형설비
- (2) 용접설비
- (3) 세척설비
- (4) 열처리로(노 안의 압력용기등을 가열하는 각 부분의 온도차가 25 K 이하가 되도록 한 구조의 것으로 한다) 및 그 노 안의 온도를 측정하여 자동으로 기록하는 장치
- (5) 전처리설비 및 부식방지도장설비

- (6) 냉간연신 가압설비(냉간연신압력에서 $\pm 1.5\%$ 범위 내로 압력을 유지할 수 있는 것으로 한다) 및 그 압력을 자동으로 기록하는 장치 <신설 16.7.11, 개정 17.12.14>
- (7) 그 밖에 제조에 필요한 설비 및 기구

2.2 검사설비

압력용기등을 제조하려는 자가 이 기준의 제조기술기준에 따라 압력용기등을 검사하기 위하여 갖추어야 하는 검사설비(제조하는 압력용기등에 필요한 것만을 말한다)는 다음과 같다.

- (1) 초음파두께측정기 · 나사케이지 · 버니어캘리퍼스 등 두께측정기
- (2) 내압시험설비
- (3) 기밀시험설비
- (4) 단열성능시험설비(해당시설에만 한정한다)
- (5) 표준이 되는 압력계
- (6) 표준이 되는 온도계
- (7) 마이크로시험설비
- (8) 누출시험설비(수소압축가스설비 제조시설에 한정한다) <신설 22.1.10.>
- (9) 그 밖에 특정설비검사에 필요한 설비 및 기구

3. 제조기술기준

3.1 설계

압력용기등의 설계는 그 압력용기등의 안전성을 확보하기 위하여 3.2부터 3.12까지에 적합하게 한다.

3.2 재료

압력용기등의 재료는 그 압력용기등의 안전성을 확보하기 위하여 다음 기준에 따른다.

3.2.1 압력용기등의 재료는 표면에 사용상 유해한 손상·타격흔적·부식 등 결함이 없는 것으로 한다.

3.2.2 내면 또는 외면에 0 Pa를 초과하는 압력을 받는 부분(이하 “내압부분” 이라 한다)에는 다음 기준에 따른 규격에 적합한 재료(이하 “규격재료” 라 한다) 또는 이와 동등 이상의 화학적 성분 및 기계적 성질을 갖는 재료(이하 “동등재료” 라 한다)를 사용한다. <개정 16.1.8>

- (1) KS D 3501(열간 압연 연강판 및 강대)
- (2) KS D 3503(일반 구조용 압연 강재)
- (3) KS D 3507(배관용 탄소 강관)
- (4) KS D 3512(냉간 압연 강판 및 강대)

- (5) KS D 3515(용접 구조용 압연 강재)
- (6) KS D 3521(압력용기용 강판)
- (7) KS D 3531(내식 내열 초합금 봉)
- (8) KS D 3532(내식 내열 초합금 판)
- (9) KS D 3533(고압가스 용기용 강판 및 강대)
- (10) KS D 3538(보일러 및 압력용기용 망가니즈 몰리브데넘강 및 망가지즈 몰리브데넘 니켈강)
- (11) KS D 3539(압력용기용 조질형 망가니즈·몰리브데넘강 및 망가니즈 몰리브데넘 니켈강 강판)
- (12) KS D 3540(중·상온 압력용기용 탄소 강판)
- (13) KS D 3541(저온 압력 용기용 탄소강 강판)
- (14) KS D 3543(보일러 및 압력용기용 크롬 몰리브데넘강 강판)
- (15) KS D 3560(보일러 및 압력용기용 탄소강 및 몰리브데넘강 강판)
- (16) KS D 3562(압력 배관용 탄소 강판)
- (17) KS D 3563(보일러 및 열교환기용 탄소 강판)
- (18) KS D 3564(고압 배관용 탄소 강판)
- (19) KS D 3569(저온 배관용 강판)
- (20) SPS-KOSA0013-D3570-5078(고온 배관용 탄소 강판)¹⁾
- (21) SPS-KOSA0014-D3571-5079(저온 열교환기용 강판)²⁾
- (22) KS D 3572(보일러, 열교환기용 합금강 강판)
- (23) SPS-KOSA0015-D3573-5080(배관용 합금강강판)³⁾
- (24) KS D 3576(배관용 스테인리스 강판)
- (25) KS D 3577(보일러, 열교환기용 스테인리스 강판)
- (26) KS D 3583(배관용 아크용접 탄소강 강판)
- (27) KS D 3586(저온 압력용기용 니켈 강판)
- (28) SPS-KOSA0017-D3587-5082(기열로용 강판)⁴⁾
- (29) KS D 3588(배관용 용접 대구경 스테인리스 강판)
- (30) KS D 3693(스테인리스 클래드강)
- (31) KS D 3698(냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대)
- (32) KS D 3705(열간 압연 스테인리스 강판 및 강대)
- (33) KS D 3706(스테인리스 강봉)
- (34) KS D 3710(탄소강 단강품)
- (35) KS D 3731(내열 강봉)
- (36) KS D 3732(내열 강판)
- (37) KS D 3752(기계 구조용 탄소강재)
- (38) KS D 3756(알루미늄 크롬 몰리브덴 강재)
- (39) KS D 3757(열교환기용 이음매 없는 니켈-크롬-철합금 판)
- (40) KS D 3758(배관용 이음매 없는 니켈-크롬-철 합금 판) <개정 16.11.23>
- (41) KS D 3867(기계구조용 합금강 강재)

1) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경

2) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경

3) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경

4) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경

- (42) SPS-KFCA-D4101-5004(탄소강 주강품)¹⁾
- (43) SPS-KFCA-D4103-5006(스테인리스강 주강품)²⁾
- (44) SPS-KFCA-D4105-5008(내열강 주강품)³⁾
- (45) SPS-KFCA-D4106-5009(용접 구조용 주강품)⁴⁾
- (46) SPS-KFCA-D4107-5010(고온 고압용 주강품)⁵⁾
- (47) SPS-KFCA-D4111-5012(저온 고압용 주강품)⁶⁾
- (48) KS D 4115(압력용기 부품용 스테인리스강 단강품)
- (49) KS D 4125(저온 압력용기용 단강품)
- (50) SPS-KFCA-D4301-5015(회 주철품)⁷⁾ <개정 17.2.10>
- (51) SPS-KFCA-D4302-5016(구상 흑연 주철품)⁸⁾ <개정 17.2.10>
- (52) KS D 5101(구리 및 구리합금 봉)
- (53) KS D 5201(구리 및 구리합금의 판 및 띠) <개정 16.11.23>
- (54) KS D 5301(이음매 없는 구리 및 구리합금 판)
- (55) KS D 5539(이음매 없는 니켈 동합금 판)
- (56) KS D 5545(구리 및 구리합금 용접관)
- (57) KS D 5546(니켈 및 니켈합금 판 및 조)
- (58) KS D 5574(타이타늄 및 타이타늄합금-이음매 없는 판) <개정 16.11.23>
- (59) KS D 5575(열교환기용 타이타늄관 및 타이타늄합금 판) <개정 16.11.23>
- (60) KS D 5604(타이타늄 및 타이타늄합금-봉) <개정 16.11.23>
- (61) SPS-KOSA0179-ISO5922-5244(가단 주철품)⁹⁾
- (62) KS D 6000(타이타늄 및 타이타늄합금의 판 및 띠) <개정 16.11.23>
- (63) KS D 6008(알루미늄 합금 주물)
- (64) KS D 6024(구리 및 구리합금 주물)
- (65) KS D 6701(알루미늄 및 알루미늄합금 판 및 조)
- (66) KS D 6713(알루미늄 및 알루미늄합금 용접관)
- (67) KS D 6726(타이타늄 및 타이타늄합금 용접관) <개정 16.11.23>
- (68) 부록 J에서 정한(덕타일 철주조품) <개정 15.5.8>
- (69) 부록 J에서 정한(멜리어블 철주조품) <개정 15.5.8>
- (70) KS D 6759(알루미늄 및 알루미늄합금 압출 형재)
- (71) KS D 6761(이음매 없는 알루미늄 및 알루미늄합금 판)
- (72) KS D 6763(알루미늄 및 알루미늄합금 봉 및 선)
- (73) SPS-KFCA-D6770-5022(알루미늄 및 알루미늄합금 단조품)¹⁰⁾

1) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
 2) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
 3) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
 4) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
 5) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
 6) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
 7) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
 8) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
 9) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경
 10) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경

(74) KS D 3031(저온 압력용기용 오스테나이트계 고망간 강판) <개정 18.12.13>

3.2.3 규격재료는 재료의 종류에 따라 부록 A에서 정한 허용인장응력에 대응하는 온도범위(부록 B 재료의 종류 란에서 정한 재료는 이 온도범위 안의 최고온도를 상한으로, 같은 부록 최저사용온도 란에서 정한 온도를 하한으로 하는 범위) 안에서 사용한다. 다만, 냉간연신을 이용하여 초저온 압력용기등을 제조하는 경우에는 부록 K에서 정한 허용인장응력을 사용할 수 있다. <개정 16.7.11>

3.2.4 외국의 기준에 따른 재료는 다음에 적합한 것 또는 이와 동등 이상이라고 한국가스안전공사의 사장이 인정하는 재료를 사용할 수 있다.

(1) 미국기계학회(the american society of mechanical engineers 이하 “ASME” 라 한다) 보일러 및 압력용기 규격(boiler and pressure vessel code) Section II, Part D의 표(table) 1A, 1B 및 3에서 정한 철 및 비철금속으로서 다음 조건을 만족하는 것

(1-1) 사용하려는 재료의 허용응력 값을 해당 표(table)에서 정한 허용인장응력 값으로 하고, 설계온도가 -29℃ 미만인 경우의 허용인장응력 값은 같은 표 중 최저온도값 란에서 정한 값으로 한다. 다만, 설계온도가 0℃ 미만인 경우로 해당 규격에 특별한 규정이 있는 것은 그 규정을 따른다. <개정 16.3.9>

(1-2) 해당 규격에서 정한 사용제한 재료가 아닌 것으로 한다. <개정 16.3.9>

(2) 미국표준협회(american national standards institute, 이하 “ANSI” 라 한다) 규격에서 정한 플랜지 재료는 ANSI B 16.5(pipe and flanged fittings)의 표 1A에서 정한 미국재료 및 검사협회(american society for testing and materials, 이하 “ASTM” 이라 한다) 규격에 적합한 재료인 것. 또한 ANSI B 16.5 표 1A에 있는 주의사항 및 ASME Section VIII Division I Appendix 2-2에서 정한 사용제한 재료가 아닌 것

(3) AD-2000 S2에서 정한 뜨임강(tempered steel, 34CrMo4) <신설 21.1.12>

3.2.5 동등재료는 설계온도에서 부록 B의 비고란에서 정한 방법에 따라 충격시험을 실시하여 불합격한 것은 0℃ 미만에서 사용되는 압력용기등의 재료로 사용하지 않는다.

3.2.6 표 3.2.6의 압력용기등 또는 압력용기등의 부분 중 내압부분에는 3.2.3에 불구하고 표 3.2.6에서 정한 사용금지재료 또는 이와 유사한 화학적 성분 및 기계적 성질을 갖는 재료를 사용하지 않는다.

표 3.2.6 사용금지재료

| 번호 | 압력용기등 또는 압력용기등의 부분 | 사용금지 재료 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 압력용기등의 용접하는 부분 | 탄소함유량이 0.35% 이상인 강재 또는 저합금 강재 |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 설계압력(해당 압력용기등을 사용할 수 있는 최고압력으로 설계된 압력을 말한다. 이하 같다)이 1.6 MPa를 초과하는 압력 ○ 독성가스용 압력용기등 ○ 두께가 16 mm를 초과하는 압력용기등의 동판, 그 밖에 이와 유사한 판과 설계압력이 1 MPa를 초과하는 압력용기등의 동체중 길이방향 용접을 하는 부분 및 용접으로 경관으로 하는 부분 | <ul style="list-style-type: none"> ○ KS D 3503(일반구조용 압연강재) ○ KS D 3515(용접구조용압연강재)에 해당하는 재료중 SM400A, SM490A 또는 SM490YA ○ KS D 3583(배관용 아이크용접 탄소강판) |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 설계압력이 3 MPa를 초과하는 압력용기등 | ○ KS D 3515(용접구조용압연강재) |

| 번호 | 압력용기등 또는 압력용기등의 부분 | 사용금지 재료 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> ○독성가스용 압력용기등 ○설계압력이 0.2MPa 이상인 액화가스용 압력용기등 ○설계압력이 1MPa를 초과하는 압력용기등 ○설계온도(당해 압력용기등을 사용할 수 있는 최고 또는 최저온도로 설계된 온도를 말한다. 이하 같다)가 0℃ 미만인 압력용기등 및 설계온도가 100℃(압축공기에 관계되는 것은 200℃, 설계압력이 0.2MPa 미만인 것은 350℃)를 초과하는 압력용기 | ○KS D 3507(배관용탄소강관) |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> ○독성가스용 압력용기등 ○설계압력이 0.2MPa 이상인 가연성가스용 압력용기등 ○설계압력이 1.1MPa를 초과하는 가연성가스 및 독성가스 이외의 가스용 압력용기등과 설계온도가 0℃ 미만 또는 250℃를 초과하는 압력용기등 | <ul style="list-style-type: none"> ○SPS-KFCA-D4302-501 61) (구상흑연주철품) <개정 17.2.10> ○SPS-KOSA0179-ISO592 2-5244(가단 주철품)²⁾ <개정 16.1.8> |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> ○포스켄 및 시안화수소용 압력용기등 ○설계온도가 -5℃ 미만 또는 350℃를 초과하는 압력용기등 및 설계압력이 1.8MPa를 초과하는 특정설비 | <ul style="list-style-type: none"> ○부록 J에서 정한 덩타일 철주조품 <개정 15.5.8> ○부록 J에서 정한 매타이블 철주조품 <개정 15.5.8> |

3.2.7 수소가 포함된 액화가스 또는 압축가스를 내용물로 하는 압력용기등은 다음의 기준을 준수해야 한다. <개정 21.1.12>

3.2.7.1 고온의 운전조건에서 사용하는 압력용기등의 경우에는 미국석유협회(american petroleum institute, API) Recommended Practice 941에 적합할 것 <신설 21.1.12>

3.2.7.2 95℃ 이하에서 운전하는 다음의 압력용기등은 3.8.1에 따른 내수소취성 성능을 만족할 것 <신설 21.1.12>

- (1) 설계압력 중 수소분압(수소가 차지하는 압력을 말한다. 이하 같다)이 41MPa를 초과하면서 용접부가 없는 압력용기등
- (2) 설계압력 중 수소분압이 5.2MPa를 초과하고, 인장강도가 945MPa를 초과하면서 용접부가 없는 압력용기등
- (3) 설계압력 중 수소분압이 17MPa를 초과하면서 용접부가 있는 압력용기등
- (4) 설계압력 중 수소분압이 5.2MPa를 초과하고, 인장강도가 620MPa를 초과하면서 용접부가 있는 압력용기등

3.2.8 재료의 허용인장응력은 다음 기준에 따라 선정한다.

3.2.8.1 규격재료의 경우 설계온도에서 허용인장응력 값은 부록 A에서 정한 온도범위를 설계온도범위로 하여 그 온도범위에 따라 같은 부록에서 정한 최대허용인장응력 값 이하로 한다. 다만, 규격재료 중 3.2.3에 따라 부록 A의 온도범위를 벗어나 사용되는 재료의 허용인장응력 값은 부록 A의 온도구분

1) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
 2) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경

중 가장 근사(近似)한 란에 대응하는 최대허용인장응력 값 이하로 한다.

3.2.8.2 동등재료의 설계온도에서 허용인장응력 값은 그 재료의 화학적 성분 및 기계적 성질에 대응하는 규격재료의 허용인장응력 값 이하로 한다.

3.2.8.3 크래드강(접합재와 모재가 완전히 접촉되어 있는 것 및 맞대기용접부의 접합재가 내식성이 좋은 용접금속(weld metal)으로 완전히 용착되어 있는 것에 한정한다)의 설계온도에서 허용인장응력 값은 3.2.8.2에 불구하고 다음 계산식으로 구한 값으로 한다.

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

여기에서

σ : 설계온도에서 크래드강의 허용인장응력(N/mm²)

σ_1 : 설계온도에서 모재의 허용인장응력(N/mm²)

σ_2 : 설계온도에서 접합재의 허용인장응력(N/mm²)

t_1 : 모재의 두께(mm)

t_2 : 접합재의 두께(mm)

3.2.9 재료의 허용굽힘응력은 다음 기준에 따라 선정한다.

압력용기등의 설계온도에서 재료의 허용굽힘응력은 재료의 종류에 따라 다음에서 정한 값으로 한다.

- (1) 탄소강, 저합금강 및 고합금강은 부록 A의 2에서 정한 설계온도에서 항복점(또는 0.2% 내력)의 1/2의 값 또는 설계온도에서 허용인장응력 값 중 큰 값
- (2) 덕타일 철주조품, 펠리어블 철주조품 및 주강품은 설계온도에서 허용인장응력 값의 1.2배(오스테나이트계 주강품은 1배)의 값
- (3) 비철금속재료는 설계온도에서 허용인장응력 값

3.2.10 압력용기등의 설계온도에서 재료의 허용전단응력은 그 온도에서 재료의 허용인장응력 값의 80%(탄소강재는 85%)로 한다.

3.2.11 압력용기등의 설계온도에서 재료의 허용압축응력은 그 온도에서 재료의 허용인장응력 또는 압력용기등의 부분에 따라 다음 에서 정한 계산식으로 계산한 값 중 작은 값으로 한다.

3.2.11.1 원통형동체

$$\sigma_a'' = \frac{0.3 E t}{D_m (1 + 0.004 E / \sigma_y)}$$

여기에서

σ_a'' : 허용 좌굴응력(buckling stress) (N/mm²)

E : 설계온도에서 재료의 종탄성계수(N/mm²)

t : 판의 두께(mm)

D_m : 동체의 평균지름(mm)

σ_y : 설계온도에서 재료의 항복점 또는 0.2%의 내력(N/mm²)

3.2.11.2 관

다음 조건식을 만족하는 경우에는 식(3.1), 그 밖의 것은 식(3.2)에 따라 계산한 값

$$\text{조건식} : \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{\sigma_y}} \leq \frac{kl}{i}$$

여기에서

k : 관 지지 방법에 따른 계수로서 지지방법에 따라 다음 표에서 정한 수치

| 관 지지 방법 | 계 수(k) |
|--------------------|--------|
| 관관 사이를 지지하는 경우 | 0.6 |
| 관관과 배플 사이를 지지하는 경우 | 0.8 |
| 배플 사이를 지지하는 경우 | 1.0 |

l : 관 지지 길이(mm)

i : 관의 단면 2차반지름(mm)

E : 설계온도에서 재료의 종탄성계수(N/mm²)

σ_y : 설계온도에서 재료의 항복점 또는 0.2%의 내력(N/mm²)

$$\sigma_a'' = \frac{\pi^2 E}{2 \left(\frac{kl}{i} \right)^2} \dots (3.1)$$

$$\sigma_a'' = \frac{\sigma_y}{2} \left\{ 1 - \frac{\frac{kl}{i}}{2 \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{\sigma_y}}} \right\} \dots (3.2)$$

식(3.1)과 식(3.2)에서 나타난 기호는 3.2.11.1에서 사용한 기호 및 위의 조건식에서 사용한 기호와 같다.

3.2.12 재료의 종탄성계수는 재료의 종류 및 설계온도에 따라 표 3.2.12에 정한 수치로 한다.

표 3.2.12 재료의 종탄성계수 <개정 16.11.23>

| 종류 및 기호 | 종 탄 성 계 수 (10 ³ N/mm ²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 설 계 온 도 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 20 | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 |
| 탄소강 C≤0.3(%) | 194 | 193 | 192 | 192 | 191 | 190 | 189 | 188 | 186 | 184 | 181 | 178 | 175 | 171 | 166 | 160 | 154 | 146 | 128 | 107 | 80 | - | - | - | - |
| 탄소강 C>0.3(%) | 205 | 204 | 204 | 203 | 201 | 200 | 199 | 197 | 195 | 192 | 189 | 186 | 182 | 178 | 175 | 169 | 163 | 157 | 141 | 124 | 102 | 76 | - | - | - |
| 몰리브덴강 | 204 | 203 | 202 | 202 | 201 | 201 | 200 | 199 | 198 | 196 | 195 | 193 | 191 | 188 | 185 | 181 | 178 | 174 | 163 | 149 | 133 | 114 | - | - | - |
| 니켈강 Ni≤3.5(%) | 194 | 193 | 192 | 192 | 191 | 190 | 189 | 188 | 186 | 184 | 181 | 178 | 175 | 171 | 166 | 160 | 154 | 146 | 128 | 107 | 80 | - | - | - | - |
| 크롬몰리브덴강 Cr≤3.0(%) | 204 | 203 | 202 | 202 | 201 | 201 | 200 | 199 | 198 | 196 | 195 | 193 | 191 | 188 | 185 | 181 | 178 | 174 | 163 | 149 | 133 | 114 | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 크롬몰리브덴강 5.0≤Cr≤9.0(%) | 190 | 188 | 187 | 186 | 185 | 184 | 182 | 181 | 180 | 179 | 178 | 177 | 175 | 174 | 172 | 170 | 168 | 166 | 161 | 156 | 150 | 143 | 135 | 127 | - |
| 마르텐사이트계 또는 페라이트계 스테인레스강 | 201 | 200 | 199 | 198 | 197 | 195 | 193 | 191 | 189 | 187 | 184 | 181 | 178 | 174 | 170 | 165 | 160 | 154 | 140 | 125 | 105 | 83 | - | - | - |
| 오스테나이트계 스테인레스강 | 195 | 193 | 192 | 190 | 188 | 187 | 185 | 183 | 181 | 180 | 178 | 177 | 175 | 173 | 171 | 169 | 167 | 165 | 161 | 156 | 151 | 146 | 140 | 134 | 127 |
| 니켈크롬철합금 | 195 | 193 | 191 | 189 | 187 | 186 | 184 | 182 | 180 | 179 | 178 | 176 | 174 | 173 | 171 | 169 | 167 | 165 | 161 | 156 | 151 | 146 | 140 | 134 | 127 |
| 알루미늄합금 | 69 | 69 | 68 | 68 | 67 | 65 | 63 | 59 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 구리 및 구리합금 | 117 | 117 | 116 | 115 | 114 | 112 | 111 | 109 | 108 | 106 | 105 | 103 | 102 | 101 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 구리합금(C6870 복수기용황동) | 104 | 102 | 101 | 100 | 100 | 99 | 98 | 97 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 88 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 구리합금(C4430) | 110 | 110 | 109 | 108 | 107 | 106 | 105 | 104 | 103 | 102 | 100 | 99 | 97 | 96 | 94 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 구리합금(C7060) | 125 | 123 | 122 | 121 | 120 | 119 | 118 | 117 | 116 | 115 | 113 | 112 | 110 | 108 | 106 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 구리합금(C7150) | 152 | 150 | 149 | 148 | 147 | 145 | 144 | 143 | 141 | 140 | 138 | 136 | 134 | 131 | 129 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 니켈구리합금 | 178 | 178 | 177 | 176 | 175 | 173 | 172 | 171 | 170 | 169 | 167 | 166 | 165 | 164 | 162 | 161 | 160 | 158 | 155 | 152 | 149 | 146 | - | - | - |
| 타이타늄, 타이타늄합금 | 107 | 106 | 105 | 103 | 102 | 100 | 99 | 97 | 95 | 92 | 90 | 88 | 86 | 84 | 81 | 79 | 77 | - | - | - | - | - | - | - | - |

[비고] : 설계온도 20℃ 이하는 20℃의 값을 사용한다.

3.3 두께

압력용기등의 두께는 그 압력용기등의 안전성을 확보하기 위하여 다음 기준에 따른다.

3.3.1 관 이외 부분의 최소 두께

3.3.1.1 다음 기준에서 기술한 압력용기등의 부분은 해당 기준에서 정한 최소두께 또는 한국가스안전공사의 사장이 설계조건에 따라 적절하다고 인정하는 두께 이상으로 한다. 이 경우 탄소강판 또는 저합금강판을 사용하는 부분의 두께는 2.5 mm(사용하는 탄소강판 또는 저합금강판이 부식되거나 마모될 우려가 있는 경우에는 3.5 mm 또는 다음 기준에서 정한 최소두께에 1 mm를 더한 두께 중 큰 값) 이상, 고합금강판 또는 비철금속을 사용하는 부분의 두께는 1.5 mm(사용하는 고합금강판 또는 비철금속판이 부식되거나 마모될 우려가 있는 경우에는 2.5 mm) 이상으로 한다.

3.3.1.1.1 내면에 압력을 받는 동판

내면에 압력을 받는 동판의 두께는 동판의 종류에 따라 (1)부터 (4)까지 정한 최소 두께 이상으로 한다.

(1) 원통형동체의 동판

(1-1) 한겹 원통형동체

(1-1-1) 부식여유를 제외한 최소두께가 동체의 안지름(이하 3.3.1.1에서는 단순히 “안지름” 이라 한다)의 1/4 이하인 경우는 다음 계산식으로 구한 최소두께 또는 3.3.2.1.1에서 정한 계산식으로 구한 최소두께

$$t = \frac{PD_i}{2\sigma_a\eta - 1.2 P}$$

여기에서

t : 동판의 최소두께(mm)

P : 설계압력(MPa)

D_i : 동체의 안지름(mm)

σ_a : 설계온도에서 재료의 허용응력(N/mm²), 다만, 용접부의 허용응력값이 모재의 허용응력값보다 낮을 경우에는 용접부의 허용응력을 적용한다. 이하 같다. <개정 18.12.13>

η : 용접이음매효율(3.6.3에서 정한 값. 이하 같다)

(1-1-2) 최소두께가 안지름의 1/4을 초과하는 경우에는 다음 계산식으로 구한 최소두께

$$t = \frac{D_i}{2} \left(\sqrt{\frac{\sigma_a\eta + P}{\sigma_a\eta - P}} - 1 \right)$$

여기에서

t, P, D_i, σ_a, η : 각각 (1-1-1)에서 정한 값

(1-2) 층성동체(multi-layered shell)

다음의 계산식에 따라 구한 최소두께

$$t = \frac{D_i}{2} \left\{ \exp \frac{\sqrt{3P}}{0.625\alpha\eta \frac{\sigma_{yi}t_i + \sigma_{yl}t_l + \sigma_{yo}t_o}{t_i + t_l + t_o} \left(2 - \frac{\sigma_{yl}}{\sigma_{Bl}} \right)} - 1 \right\}$$

여기에서

t, D_i, P : 각각 (1-1-1)에서 정한 값

α : 표 3.3.1.1.1(1)에서 정한 설계온도에 따른 수정계수

표 3.3.1.1.1(1) 설계온도에 따른 수정계수

| 설계온도(θ °C) | 수정계수(α) |
|---------------|--------------------------------|
| -30 ≤ θ ≤ 50 | 1 |
| 50 < θ ≤ 150 | 1 - $\frac{\theta - 50}{1000}$ |
| 150 < θ ≤ 350 | 0.9 |

η : 용접이음매 효율로서 다음 계산식으로 구한 값

$$\eta = \frac{t_i\eta_i + t_l \left\{ 1 - \frac{(1 - \eta_l)m}{n} \right\} + t_o\eta_o}{t_i + t_l + t_o}$$

여기에서

η_i : 내통의 용접이음매 효율

- η_1 : 층성부의 용접이음매 효율
 η_o : 외통의 용접이음매 효율
 m : 길이방향에 수직인 층성부의 단면에서 임의의 길이이음매 중심각의 3등분 또는 40 mm로 등분한 원주길이 중 큰 쪽의 범위 안에 있는 모든 층을 통과하는 길이이음매의 수
 n : 층성부의 층 수
 $\sigma_{yi}, \sigma_{yl}, \sigma_{yo}$: 각각 내통재, 층성재 및 외통재의 규격 최소항복점 또는 0.2% 내력(N/mm²)
 t_i : 내통 두께(mm)
 t_l : 층성부의 두께(mm)
 t_o : 외통의 두께(mm)
 σ_{El} : 층성재의 규격 최소인장강도(N/mm²)

(2) 구형동체(球形胴體)의 동판(胴板)

(2-1) 최소두께를 안지름으로 나누어 얻은 수치가 0.178 이하인 경우에는 다음 계산식으로 구한 최소두께

$$t = \frac{PD_i}{4\sigma_a\eta - 0.4P}$$

여기에서

t, P, D_i, σ_a 및 η : 각각 (1-1-1)에서 정한 값

(2-2) 최소두께를 안지름으로 나누어 얻은 수치가 0.178을 초과하는 경우에는 다음 계산식으로 구한 최소두께

$$t = \frac{D_i}{2} \left(\sqrt[3]{\frac{2(\sigma_a n + P)}{2\sigma_a n - P}} - 1 \right)$$

여기에서

t, P, D_i, σ_a 및 η : 각각 (1-1-1)에서 정한 값

(3) 원추형동체(圓錐形胴體)의 동판(胴板)

(3-1) 원추부분

다음 계산식으로 구한 최소두께

$$t = \frac{PD_i}{2\cos\theta(\sigma_a\eta - 0.6P)}$$

여기에서

D_i : 동판의 최소두께를 계산하기 위한 각 부분의 안지름으로서 원추의 축에 대하여 직각으로 측정한 값(mm)

η : 용접이음매 효율

θ : 원추 꼭지각의 1/2 값(°)

t, P, σ_a : 각각 (1-1-1)에서 정한 값

(3-2) 큰 지름쪽 가장자리의 동근부위

다음 계산식으로 구한 최소두께

$$t = \frac{PD_i W}{4 \cos \theta (\sigma_a \eta - 0.1P)}$$

여기에서

D_i : 지름이 큰 쪽의 경관과 접속하는 원통형 동체의 안지름(mm)

W : 원추형 동체의 형상계수로서 다음 계산식으로 구한 값

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{D_i}{2 \cos \theta r_o}} \right)$$

여기에서

r_o : 지름이 큰 쪽 경관부의 안쪽 반지름(mm)

t, P, θ, σ_a 및 η : 각각 (3-1)에서 정한 값

(3-3) 작은 지름쪽 가장자리의 등근부위

다음 계산식으로 구한 최소두께

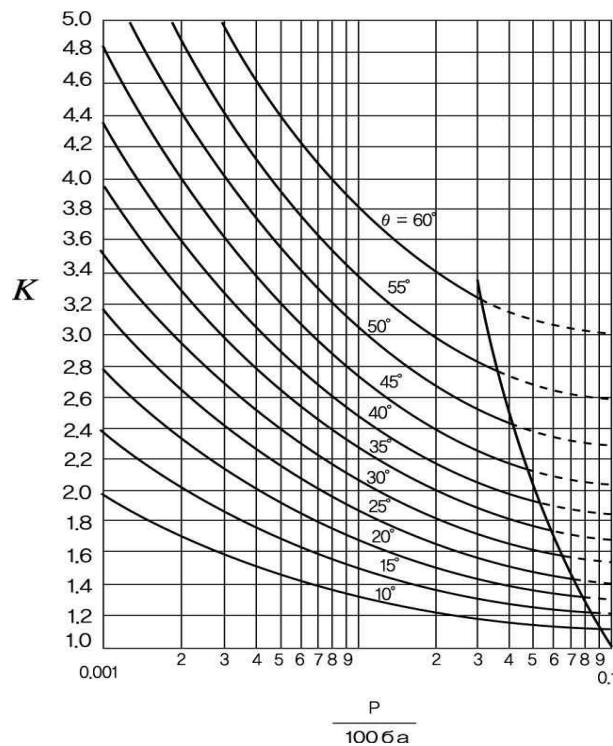
$$t = \frac{K t_s}{\eta}$$

여기에서

K : 다음 그림에서 P/σ_a 의 직선과 θ 의 곡선과의 교차점에 대응하는 계수로서 같은 그림에서 구한 값.

t_s : 지름이 작은 쪽의 최소지름에서 η 를 1로 하여 (3-1)의 식으로 구한 원통형 동체의 최소두께(mm)

t 및 η : 각각 (1-1-1)에서 정한 값



3.3.1.1.2 외면에 압력을 받는 등판

외면에 압력을 받는 동관의 두께는 동관의 종류에 따라 (1)부터 (3)까지에서 정한 최소두께 이상으로 한다.

(1) 원통형 동체의 동관

(1-1) 부식여유를 제외한 최소두께가 동체의 바깥지름[이하 (2)에서는 "바깥지름"이라 한다]의 1/10 이하인 경우에는 식(3.3)으로 구한 최소두께. 다만, 부록 H 그림 1의 B에서 B의 값이 같은 그림 중에 표시되지 아니한 경우에는 식(3.4)로 구한 최소두께

$$t = \frac{3PD_0}{4BC}, t \geq t_0 \cdots (3.3)$$

여기에서

t : 동관의 최소두께(mm)

t₀ : 가정한 최소두께(mm)

P : 설계압력(MPa)

D₀ : 바깥지름(mm)

B : 재료의 종류에 따른 계수로 부록 H 그림 1의 B에서 구한 값

C : 용접이음매의 종류에 따라 표 3.3.1.1.2(1)에서 정한 값(용접이음매가 없는 경우에는 1)

표 3.3.1.1.2(1) 용접이음매 종류에 따른 값

| 용접이음매의 종류 | C |
|-----------|-----|
| 맞대기용접이음매 | 1.0 |
| 겹치기용접이음매 | 0.5 |

$$t = \frac{3PD_0}{2AEC}, t \geq t_0 \cdots (3.4)$$

여기에서

A : 부록 H 그림 1의 A에서 구한 값

E : 재료의 종탄성계수로서 재료의 종류에 따라 부록 H 그림 1의 B에서 구한 설계온도에 대응하는 값

t, t₀, P, D₀ 및 C : 각각 식(3.3)에서 정한 값

(1-2) 최소두께가 바깥지름의 1/10을 초과하는 경우에는 다음의 두 가지 계산식에 따라 구한 Pa₁ 또는 Pa₂ 중 작은 것이 설계압력 보다 크게 될 때 그 Pa₁ 또는 Pa₂를 구하기 위하여 가정한 최소두께

$$Pa_1 = \left(\frac{2.167t_0}{D_0} - 0.0833 \right) BC$$

$$Pa_2 = \frac{2SCt_0}{D_0} \left(1 - \frac{t_0}{D_0} \right)$$

여기에서

Pa₁ 및 Pa₂ : 가정한 최고압력(MPa)

S : 설계온도에서 재료의 허용인장응력(N/mm²)의 2배 값 또는 설계온도에서 최소 항복점[또는 0.2% 내력(N/mm²)]의 수치에 0.9를 곱하여 구한 값 중 작은 값(N/mm²)

t_0 , D_0 , B 및 C : 각각 식(3.3)에서 정한 값

(2) 구형동체의 동판

식(3.5)로 구한 최소두께. 다만, 부록 H 그림 1 B에서 B의 값이 같은 그림 중에 나타나 있지 아니한 경우에는 식(3.6)에 따라 구한 최소두께

$$t = \frac{PR}{BC}, t \geq t_0 \cdots (3.5)$$

여기에서

R : 동체의 외측 반지름(mm)

B : 재료의 종류에 따른 계수로서 부록 H 그림 1 B에 따라 구한 값

t, t_0 , P 및 C : 각각 식(3.3)에서 정한 값

$$t = R \sqrt{\frac{P}{6.25EC}}, t \geq t_0 \cdots (3.6)$$

여기에서

R : 식(3.5)에서 정한 값

E : 식(3.4)에서 정한 값

t, t_0 , P 및 C : 각각 식(3.3)에서 정한 값

(3) 원추형 동체의 동판

(3-1) 원추의 꼭지각이 45° 이하인 경우에는 그 원추형 동체 축방향의 길이(강도보강테를 부착한 것은 강도보강테의 중심거리와 같은 길이)를 길이로 하고, 그 원추형동체축에 직각으로 측정된 최대 바깥지름[강도보강테를 부착한 것은 강도보강테의 중심을 통과하는 바깥지름중 최대의 것. (3-2)에서도 같다]을 바깥지름으로 한 원통형동체로 외면에 압력을 받는 것에 대해서는 (1)에 따라 구한 최소두께와 같은 두께

(3-2) 원추의 꼭지각이 45° 초과 120° 이하인 경우에는 그 원추형동체의 축에 직각으로 측정된 최대 바깥지름을 길이 및 바깥지름으로 하는 원통형동체로 외면에 압력을 받는 것에 대해서는 (1)에 따라 구한 최소두께와 같은 두께

(3-3) 원추의 꼭지각이 120도를 초과하는 경우에는 그 원추형동체의 축에 직각으로 측정된 최대 바깥지름을 지름으로 하는 평판에 대하여는 3.3.1.1.8(1)에서 정한 계산식으로 구한 최소두께

3.3.1.1.3 오목면에 압력을 받는 경판(다만 3.3.1.1.7에서 정한 것은 제외한다)

오목면에 압력을 받는 경판의 두께는 경판의 종류에 따라 다음 (1)과 (2)에서 정한 최소두께 이상으로 한다.

(1) 접시형 경판 또는 온반구형 경판

(1-1) (1-2)에서 정한 것 이외의 것은 다음 계산식으로 구한 최소두께

$$t = \frac{PRW}{2\sigma_a \eta - 0.2P}$$

여기에서

t : 경판의 최소두께(mm)

P : 설계압력(MPa)

R : 접시형 경관 중앙부의 안쪽 반지름 또는 온반구형 경관의 부식 여유를 제외한 안쪽 반지름(mm)

W : 접시형 경관의 형상계수로서 다음 계산식에 따라 구한 수치(온반구형 경관은 1)

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$$

여기에서

r : 접시형 경관의 부식여유를 제외한 경관 가장자리 단곡부의 안쪽 반지름(mm),

σ_a : 설계온도에서 재료의 허용인장응력(MPa)

η : 용접이음매(동체와 접합부의 용접이음매를 제외한다) 효율(용접이음매가 없는 것은 1)

(1-2) 맨홀 또는 최대지름이 150mm를 초과하는 구멍을 삽입플랜지로 보강하는 경우에는 다음 계산식으로 구한 최소두께

$$t = \frac{PRW}{2\sigma_a\eta - 0.2P} + t'$$

여기에서

R : (1-1)에서 정한 값. 다만, 그 값이 당해 경관이 부착되는 동체안지름의 값에 0.8을 곱하여 구한 값 미만일 때는 당해 동체안지름의 값에 0.8을 곱한 값으로 한다.

t' : (1-1)의 계산식에 P, R, W, σ_a 및 η 를 대입하여 구한 최소두께에 0.15를 곱한 값(이 값이 3 미만인 때에는 3)

t, P, W, σ_a 및 η : 각각 (1-1)에서 정한 값

(2) 반타원체형 경관

(2-1) (2-2)에서 정한 것 이외의 것은 다음 계산식에 따라 구한 최소두께

$$t = \frac{PDK}{2\sigma_a\eta - 0.2P}$$

여기에서

D : 부식여유를 뺀 경관 타원체 내면의 긴지름(mm)

K : 경관의 형상에 따라 정해진 계수로서 다음 계산식으로 구한 값

$$K = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{D}{2h} \right)^2 \right]$$

여기에서

h : 부식여유를 뺀 당해 경관 타원체 내면의 짧은 지름의 1/2(mm)

t, P, σ_a 및 η : 각각 (1-1)에서 정한 값

(2-2) 맨홀 또는 최대지름이 150mm를 초과하는 구멍을 삽입 플랜지로 보강하는 경우에는 다음 계산식으로 구한 최소두께

$$t = \frac{1.77PR}{2\sigma_a\eta - 0.2P} + t'$$

여기에서

R : 그 경관이 부착되는 동체의 안지름에 0.8을 곱한 값(mm)

t' : (1.1)의 식에서 P, R, W, σ_a 및 η 를 대입하여 구한 최소두께에 0.15를 곱하여 얻은 값(당해

값이 3 미만인 경우에는 3으로 한다)

t, P, σ_a 및 η : 각각 (1-1)에서 정한 값

3.3.1.1.4 내면에 압력을 받는 원추형 경판

내면에 압력을 받는 원추형 경판의 두께는 경판의 종류에 따라 (1)과 (2)에서 정한 최소두께 이상으로 한다.

(1) 원추의 꼭지각이 140° 이하인 경판의 원추부분은 다음 계산식으로 구한 최소두께

$$t = \frac{PD_i}{2 \cos \theta (\sigma_a \eta - 0.6P)}$$

여기에서

t : 경판의 최소두께(mm)

P : 설계압력(MPa)

D_i : 동판의 최소두께를 계산하는 각 부분의 안지름으로서 원추의 축에 대하여 직각으로 측정된 값(mm)

σ_a : 설계온도에서 재료의 허용인장응력(N/mm²)

η : 용접이음매(동체와 접합부의 이음매를 제외한다) 효율. 다만, 용접이음매가 없는 경우에는 1로 한다.

(2) 원추의 꼭지각이 140° 를 초과하는 경판의 원추부분은 3.3.1.1.1(3-1)의 식으로 구한 값 또는 다음 계산식으로 구한 값 중 작은 값의 최소두께

$$t = 0.5(D_o - r) \frac{\theta}{90} \sqrt{\frac{P}{\sigma_a \eta}}$$

여기에서

D_o : 원추의 큰 쪽 지름 끝에서의 바깥지름(mm)

r : 부식여유를 뺀 원추의 큰 쪽 지름 끝 둥근 부분의 안쪽 반지름(mm)

t, θ, P, σ_a 및 η : 각각 (1)에서 정한 값

(3) 경판 끝의 둥근 부분은 3.3.1.1.1(3-2)에서 정한 계산식으로 구한 최소 두께

3.3.1.1.5 외면에 압력을 받는 원추체형 경판

외면에 압력을 받는 원추체형 경판의 두께는 그 원추체형 경판의 원추꼭지각에 따라 각각 3.3.1.1.2(3-1), 3.3.1.1.2(3-2) 또는 3.3.1.1.2(3-3)에 따라 구한 최소두께 이상으로 한다.

3.3.1.1.6 원추형이외의 형상인 것으로서 볼록면에 압력을 받고, 스테이를 부착한 경판

원추형이외의 형상인 것으로서 볼록면에 압력을 받고, 스테이를 부착한 경판의 두께는 (1) 또는 (2)에 따른 최소두께 중 큰 것으로 한다.

(1) 해당 경판의 형상에 따라 3.3.1.1.3(1) 혹은 3.3.1.1.3(2) 또는 3.3.1.1.7에 따라 구한 최소 두께에 1.67을 곱하여 얻은 두께. 이 경우 용접이음매 효율은 1로 한다.

(2) 다음 계산식으로 구한 최소두께

$$t = \frac{PR}{B}$$

여기에서

t : 경관의 최소두께(mm)

P : 설계압력(MPa)

B : 3.3.1.1.2(2-1)에서 정한 B 값

R : 경관의 곡률반경(mm)으로 접시형 경관에서는 중앙부의 외측 반지름, 온반구형 경관에서는 온반구체의 외측 반지름, 반타원체형 경관에서는 외면에서 측정한 장축지름에 다음 표의 D/2h값에 대응하는 K 값을 곱하여 얻은 값

| | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| D/2h | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 |
| K | 0.50 | 0.57 | 0.65 | 0.73 | 0.81 | 0.90 |
| D/2h | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.0 | |
| K | 0.99 | 1.08 | 1.18 | 1.27 | 1.36 | |
| [비 고] 1.D는 반타원체형 경관 외측타원의 장축지름(mm) 2.h는 반타원체형 경관 외측타원의 단축지름의 1/2(mm) 3.표에서 나타낸 K의 중간 값은 비례계산에 따라 구한다. | | | | | | |

3.3.1.1.7 오목면에 압력을 받는 플랜지볼이 접시형 경관

오목면에 압력을 받는 플랜지볼이 접시형 경관의 두께는 (1)과 (2)에서 정한 경관의 종류에 따라 (1)과 (2)에서 정한 최소두께 이상으로 한다.

(1) 부록 H 그림 2의 (a)에 표시한 경관

3.3.1.1.3(1)에 준하여 구한 최소두께

(2) 부록 H 그림 2의 (b) 및 (c)에 표시한 경관

다음의 계산식으로 구한 최소두께

$$t = \frac{PR}{1.2\sigma_a\eta}$$

여기에서

t : 경관의 최소두께(mm)

P : 설계압력(MPa)

R : 부식여유를 제외한 경관 중앙부의 내측 반지름(mm)

σ_a : 설계온도에서 재료의 허용인장응력(N/mm²)

η : 용접이음매 효율(용접이음매가 없는 경우에는 1)

3.3.1.1.8 평경관, 평뿔개관, 평밑판등의 평판(이하 "평판"이라 한다)으로 스테이를 부착하지 아니한 것(3.3.1.1.9 또는 3.3.1.1.10)에서 정한 것을 제외한다

평경관, 평뿔개관, 평밑판등의 평판의 두께는 (1) 또는 (2)에서 정한 평판의 종류에 따라 당해 (1) 또는 (2)에서 정한 최소두께 이상으로 한다.

(1) 원형평판은 다음 계산식으로 구한 최소두께

$$t = d \sqrt{\frac{CP}{\sigma_a\eta}}$$

(2) 원형평판이외의 평판은 다음 계산식으로 구한 최소두께

$$t = d \sqrt{\frac{ZCP}{\sigma_a \eta}}$$

위의 (1)과 (2)의 식에서

t : 평판의 최소두께(mm)

d : 평판을 부착하는 방법에 따라 부록 H 그림 3의 (a)에서 (i-2)까지 표시한 직경 또는 최소 스판(mm)

C : 평판의 부착방법에 따른 계수로서 (2-1)부터 (2-10)까지에서 정한 값

(2-1) 부록 H 그림 3의 (a)에서 표시한 바와 같이 평판을 동체에 플랜지 또는 측판에 가스켓을 사용하여 볼트로 부착한 경우에는 0.25

(2-2) 부록 H 그림 3의 (b)에 표시한 바와 같이 플랜지붙이 평판이 동체와 일체이거나 맞대기로 용접된 경우에는 0.17. 다만, 다음 조건에 해당될 경우에는 0.10으로 할 수 있다.

(2-2-1) 플랜지부의 길이가 식(3.7)로 구한 길이(l_1) 이상이고, 당해 플랜지부의 구배가 1/3 이하인 원형평판의 경우

(2-2-2) 플랜지부의 길이가 식(3.7)로 구한 길이(l_1) 미만이고 플랜지부의 구배가 1/3 이하인 평판이 평판과의 접합부 끝에서 식(3.8)로 구한 길이(l_2)와 같은 길이부분의 두께가 식(3.9)로 구한 두께(t_s) 이상인 동체와 일체로 성형되거나 맞대기 용접된 경우

$$l_1 = \left(1.1 - 0.8 \frac{t_s^2}{t^2}\right) \sqrt{dt} \cdots (3.7)$$

$$l_2 = 2 \sqrt{dt_s} \cdots (3.8)$$

$$l_3 = 1.12t \sqrt{1.1 - \frac{1}{\sqrt{dt}}} \cdots (3.9)$$

위의 식(3.7), 식(3.8)과 식(3.9)에서

l_1 : 부록 H 그림 3의 b)에 표시한 l의 길이(mm)

l_2 : 플랜지붙이 평판에 접합한 동체의 평판과의 접합부 끝부분에 인접한 부분 중 두께를 측정하는 부분의 길이(mm)

t_s : 동판의 두께(mm)

t : 평판의 두께(mm)

d : 부록 H 그림 3의 (b)에 표시한 지름(mm)

(2-2-3) 부록 H 그림 3의 (c)에 표시한 바와 같이 플랜지붙이 평판이 동체와 일체로 성형되거나 동체와 맞대기 용접된 경우에는 0.17

(2-2-4) 부록 H 그림 3의 (d)에 표시한 바와 같이 플랜지붙이 평판이 동체와 일체로 성형되거나 동체와 맞대기 용접된 경우에는 다음 계산식으로 구한 값

$$C = 0.33 \frac{t_r}{t_s}, \quad C \geq 0.20$$

여기에서

t_r : 해당동체를 이음매 없는 동체로 가정한 경우의 해당 동체의 최소두께(mm)

t_s : 동판의 두께(mm)

(2-2-5) 부록 H 그림 3의 (d-1)에 표시한 바와 같이 안지름(d)이 600mm이하인 원형 평평판이

동체와 일체로 성형되거나 동체와 맞대기용접된 경우에는 0.13

(2-2-6) 부록 H 그림 3의 (e)에 표시한 바와 같이 플랜지볼이 평판이 동체와 양면전두께필렛용접된 경우에는 0.2 다만, 플랜지부의 길이가 (2-2-2)의 식(3.7)에 준하여 구한 길이 이상인 경우에는 0.13으로 할 수 있다.

(2-2-7) 부록 H 그림 3의 (f), (f-1), (f-2)에 표시한 바와 같이 원형 평판을 동체의 끝부분에 집어넣어 개스킷, 실링, 섹셔널링, 나사링 또는 체결 볼트로 고정시키고, 평판에 가해지는 압력에 의하여 발생하는 실링의 압축응력, 섹셔널링 또는 나사링에 걸리는 전단응력 및 굽힘응력, 동체 홈부에 걸리는 응력 등이 각각 허용응력 이하인 경우에는 0.3

(2-2-8) 부록 H 그림 3의 (g)에 표시한 바와 같이 평판이 동체 끝부분의 내측에 용접된 경우의 원형평판은 (2-2-4)에서 정한 계산식에 준하는 계산식으로 구한 값, 원형평판 이외의 평판은 0.33

(2-2-9) 부록 H 그림 3의 (h)에 표시한 바와 같이 원형평판이 동체의 끝부분에 용접된 경우에는 0.33

(2-2-10) 부록 H 그림 3의 (i), (i-1), (i-2)에 표시한 바와 같이 평판이 동체의 끝부분에 용접된 경우에는 (2-2-4)에서 정한 계산식에 준하는 계산식으로 구한 값

P : 설계압력(MPa)

σ_a : 설계온도에서 재료의 허용응력(N/mm²)

η : 용접이음매의 효율(용접이음매가 없는 경우에는 1)

Z : 다음 계산식으로 구한 값

$$Z = 3.4 - 2.4 \frac{d}{D}, Z \leq 2.5$$

여기에서

D : 최소 스팬에 직각으로 측정된 최대 스팬(mm)

3.3.1.1.9 부록 H 그림 3의 (i) 또는 (k)에 표시한 바와 같이 동체의 플랜지에 볼트로 부착한 평판(스태이틀 부착하지 아니한 것만을 말하며, 가스켓홈이 있는 것을 제외한다)

동체의 플랜지에 볼트로 부착한 평판의 두께는 (1)과 (2)에서 정한 평판의 종류에 따라 당해 (1)과 (2)에서 정한 계산식으로 구한 최소두께 이상으로 한다.

(1) 원형평판

$$t = G \sqrt{\frac{0.3P}{\sigma_a} + \frac{1.9Wh_G}{\sigma_a G^3}}$$

(2) 원형 이외의 평판

$$t = G \sqrt{\frac{0.3ZP}{\sigma_a} + \frac{6Wh_G}{\sigma_a LG^2}}$$

위의 (1) 및 (2)의 식에서,

t : 평판의 최소두께(mm)

G : 가스켓의 반력이 걸리는 위치를 통과하는 원의 지름 또는 최소스팬(mm)

P : 설계압력(MPa)

σ_a : 설계온도에서 재료의 허용인장응력(N/mm²)

W : 볼트 하중(N)

h_G : 모멘트 암(arm)으로서, 볼트 피치원지름과 G와의 차의 1/2(mm)

Z : 다음 계산식으로 구한 값

$$Z = 3.4 - 2.4 \frac{G}{D}, \quad Z \leq 2.5$$

여기에서

D : 최소 스패에 직각으로 측정된 최대스팬(mm)

L : 볼트구멍 중심원의 원주길이(mm)

3.3.1.1.10 부록 H 그림 3의 (k)에 표시한 비와 같이 볼트로 부착된 평판(스테인을 부착하지 아니한 것만을 말한다)의 가스켓 홈이 있는 부분

볼트로 부착된 평판의 두께는 (1)과 (2)에서 정한 평판의 종류에 따라 당해 (1)과 (2)에서 정한 계산식으로 구한 최소두께 이상으로 한다.

(1) 원형평판

$$t_n = \sqrt{\frac{1.9 Wh_G}{\sigma_a G}}$$

(2) 원형 이외의 평판

$$t_n = \sqrt{\frac{6 Wh_G}{\sigma_a L}}$$

위의 (1) 및 (2)의 식에서

t_n : 평판의 최소두께(mm)

G : 가스켓의 반력이 걸리는 위치를 통과하는 원의 지름 또는 최소 스패(mm)

σ_a : 설계온도에서 재료의 허용인장응력(N/mm²)

W : 볼트 하중(N)

h_G : 모멘트 이암(arm)으로서, 볼트의 피치원 지름과 G와의 차의 1/2(mm)

L : 볼트 구멍 중심원의 원주길이(mm)

3.3.1.1.11 스테인을 부착하는 평판(스테인이 규칙적으로 배열된 것만을 말한다)

스테인을 부착하는 평판의 두께는 다음의 계산식으로 구한 최소두께 이상으로 한다.

$$t = p \sqrt{\frac{P}{C \sigma_a}}$$

여기에서

t : 평판의 최소두께(mm)

p : 스테인의 평균피치로 스테인의 수평 및 수직방향 중심선간 거리의 평균 값(mm)

P : 설계압력(MPa)

σ_a : 설계온도에서 재료의 허용인장응력(N/mm²)

C : 스테인 부착방법에 따라 표 3.3.1.1.11에서 정한 값

표 3.3.1.1.11 스테이 부착방법에 따른 C 값

| 스테이 부착방법 | C |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 두께 11 mm 이하의 평판에 스테이를 나사박음하고, 그 끝부분을 리벳팅 한 것 | 2.1 |
| 두께 11 mm 초과하는 평판에 스테이를 나사박음하고, 그 끝부를 리벳팅 한 것 | 2.2 |
| 스테이를 평판에 나사박음하고 평판의 외측에 너트를 부착하거나 평판의 내외측에 외서없이 너트를 부착한 것 | 2.5 |
| 스테이를 평판에 꽃고 평판 내측에 너트를, 외측에 외서(외경이 당해 스테이 나사부 지름의 2.5배 이상이고 두께가 평판 최소두께의 1/2 이상인 것만을 말한다)와 너트를 부착한 것 | 2.7 |
| 평판에 스테이를 꽃아 넣고 평판의 내측에 너트를, 외측에는 외서(바깥지름이 당해 스테이 평균외경의 2/5 이상이고, 두께가 평판두께 이상인 것만을 말한다)와 너트를 스테이에 결합하는 것 | 3.2 |
| 두께가 11 mm 이하인 평판에 스테이를 꽃아 넣고 그 끝부분을 필렛용접을 한 것 | 2.1 |
| 두께가 11 mm를 초과하는 평판에 스테이를 꽃아 넣고 그 끝부분을 필렛용접을 한 것 | 2.2 |
| 평판에 용접음을 만들고, 스테이의 끝부분을 ㄴ형 용접을 한 것 | 2.5 |
| 평판에 용접된 외서, 조각판 또는 첨가판에 스테이를 나사박음한 것 | 1.9 |
| 카세트 스테이를 ㄴ형 또는 K형 용접으로 부착한 것 | 3.2 |

3.3.1.1.12 스테이를 부착하는 평판(3.3.1.1.11에서 정한 것을 제외한다)

3.3.1.1.11에서 정한 계산식으로 구한 최소두께. 이 경우 p와 C는 각각 다음에 정한 값을 이용한다.

p: 3개의 스테이 지점을 통과하고 그 내부에 다른 스테이를 포함하지 않는 최대원(이하 3.3.1.1.12에서는 “최대원”이라 한다)의 지름을 $\sqrt{2}$ 로 나누어 구한 값(mm)

C: 최대원이 통과하는 위치에 따른 정수로서 최대원이 통과하는 지점의 위치에 따라 표 3.3.1.1.12에 표시한 값(당해 값이 2개 이상 구해지는 경우에는 평균값)

표 3.3.1.1.12 최대원이 통과하는 지점의 위치에 따른 값

| | |
|--------------------------------------|------------------------------------------------|
| 경판의 곡선이 시작되는 선(tangential line)상의 지점 | 3.2 |
| 그 밖의 지점 | 3.3.1.1.11의 표 중 좌측에 표시한 스테이 부착방법에 따른 같은표 우측의 값 |

3.3.1.1.13 열교환기 및 이와 유사한 것의 평평한 관판 중 관스테이가 부착된 것으로서 관군부(管群部)

열교환기 및 이와 유사한 것의 평평한 관판 중 관스테이가 부착된 것으로서 관군부의 두께는 (1)과 (2)에서 정한 최소두께 이상으로 한다.

(1) 관스테이가 규칙적으로 배열된 경우에는 3.3.1.1.11에서 정한 계산식으로 구한 최소두께. 이 경우 p(mm)는 관스테이의 배치 방법에 따라 다음 표에 기재한 값으로 하고, C는 2.6으로 한다.

표 3.3.1.1.13 관스테이의 배치 방법에 따른 P값

| 관 스테이의 배치방법 | p |
|-----------------------------|-------------|
| 1개의 관스테이와 그것과 인접한 다른 관스테이와의 | 관 스테이의 평균외경 |

| | |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 사이에 있는 관의 수가 2개 이상인 것 | |
| 그 밖의 것 | 3개의 관스테인 중심점을 통과하고 그 내부에 다른 관스테인을 포함하지 아니한 최대원의 지름을 $\sqrt{2}$ 로 나누어 구한 값 |

(2) 관스테인이 불규칙적으로 배열된 경우에는 3.3.1.1.12에 준하여 구한 최소두께

3.3.1.1.14 열교환기 및 이와 유사한 것의 평평한 관판 중 관스테인이 부착된 것으로서 관군부(管群部) 이외의 부분

열교환기 및 이와 유사한 것의 평평한 관판 중 관스테인이 부착된 것으로서 관군부(管群部) 이외의 부분의 두께는 (1) 과 (2)에서 정한 최소두께 이상으로 한다.

(1) 관스테인이 규칙적으로 배열된 경우에는 3.3.1.1.11에서 정한 계산식에 준하는 계산식으로 구한 최소두께. 이 경우에 p 와 C는 각각 (1-1)과 (1-2)에서 정한 값으로 한다.

(1-1) 관판 바깥둘레의 고정선(관판이 고정링으로 3매 씬으로 설치되는 경우에는 가스켓의 반력이 걸리는 위치를 통과하는 원, 관판을 직접 동체플랜지에 볼트로 체결하는 경우에는 당해 볼트의 중심점을 연결한 원, 관판을 용접으로 동체에 고정하는 경우에는 그 동체 안지름을 지름으로 하는 원을 말한다. 이하 3.3.1.1.14와 3.3.1.1.15에서도 같다)에 접하고, 2개의 관스테인을 통과하는 최대원 또는 관판 바깥둘레의 고정선과 최상부의 관열(管列) 중심선에 접하는 최대원(내부에 스테인을 포함하지 아니한 것에 한정한다)의 지름을 $\sqrt{2}$ 로 나눈 값(mm)

(1-2) (1-1)에서 정한 최대원이 통과하는 지점의 위치에 따른 정수로서 지점의 위치에 따라 표3.3.1.1.14에서 정한 값의 평균값

표 3.3.1.1.14 최대원이 통과하는 지점의 위치에 따른 정수

| | |
|--------------|-----|
| 관열의 중심선 | 1.9 |
| 관스테인 | 2.9 |
| 관판 바깥둘레의 고정선 | 3.2 |

(2) 관스테인이 불규칙적으로 배열된 경우에는 3.3.1.1.12에 준하여 구한 최소두께

3.3.1.1.15 열교환기 및 그 밖에 열교환기와 유사한 것의 평평한 관판 중 관스테인이 부착되지 아니한 것

다음에 표시한 조건식을 만족하는 경우에는 식(3.10), 그 밖의 경우에는 식(3.10) 또는 식(3.11)에 정한 계산식으로 구한 최소두께 중 큰 값으로 한다.

$$16 \left(1 - \frac{d}{p} \right) > \frac{\sqrt{P\sigma_b}}{0.1\tau} \dots \text{조건식}$$

여기에서

d : 관구멍의 지름(mm)

p : 관구멍 중심사이의 거리(mm)

P : 설계압력(MPa)

σ_a : 설계온도에서 재료의 허용굽힘응력(N/mm²)

τ : 설계온도에서 재료의 허용전단응력(N/mm²)

$$t = \frac{CD}{2} \sqrt{\frac{P}{\sigma_b}} \dots (3.10)$$

$$t = \frac{P}{\tau} \left(\frac{A}{L} \right) \dots (3.11)$$

식(3.10) 및 식(3.11)에서

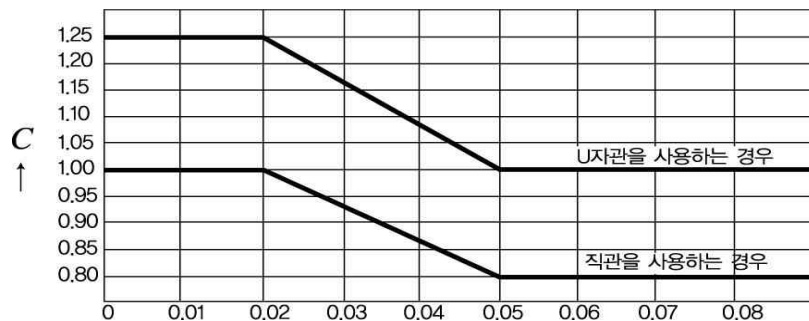
t : 관관의 최소두께(mm)

D : 관관 바깥둘레 고정선의 지름, 관관을 조임볼트로 동체 플랜지에 부착한 경우에는 가스킷의 반력이 걸리는 위치를 통과하는 원의 지름(mm), 관관을 용접하여 동체에 고정시킨 경우에는 동체의 안지름(mm)

A : 가장 외측 관구멍 중심을 차례로 연결한 다각형의 바깥둘레 길이에서 당해 관구멍 지름을 합한 길이를 뺀 길이(mm)

P, σ_b 및 τ : 조건식에서 정한 값

C : 관관과 동체를 일체로 성형하지 않은 경우 직관을 사용하는 때는 1.0(U자관을 사용하는 때는 1.25), 관관과 동체가 일체로 성형된 경우에는 관의 종류에 따라 그림 3.3.1.1.15에 표시한 값



→ 동관의 최소두께와 동체 안지름과의 비

그림 3.3.1.1.15 관의 종류에 따른 C 값

3.3.1.2 압력용기등에 설치하는 플랜지이음매는 다음의 규격(재료에 관련되는 부분을 제외한다)중 어느 하나에 적합한 것 또는 이와 동등 이상의 것으로 한다. 이 경우 압력용기등의 설계압력이 2MPa를 초과하는 것 및 압력용기등의 설계압력(MPa)과 플랜지 호칭안지름(mm)을 곱한 값이 5백을 초과하는 것은 허브플랜지를 사용한다. 다만, KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반)에 따라 응력을 계산하여 필요한 강도를 갖는다고 인정되는 것은 제외한다 <개정 15.5.8>

(1) KS B 1511(철강제 관플랜지의 기본치수)

(2) KS B 1503(강제 용접식 관플랜지)

3.3.1.3 오목면에 압력을 받는 접시형 경관에 부착하는 플랜지(동체에 짐 볼트로 부착하는 것에만 적용하고, 부록 H 그림 2의(a)에 표시한 것은 제외한다)는 3.3.1.1에 관계없이 다음 각각의 식에 따라 계산된 최소두께 이상으로 한다.

3.3.1.3.1 링가스켓을 사용하여 부록 H 그림 2의 (b)와 같이 플랜지를 부착하는 경우

$$T = \sqrt{\frac{M}{\sigma_f B} \left(\frac{A+B}{A-B} \right)}$$

여기에서

T : 플랜지의 최소두께(mm)

M : 플랜지에 작용하는 모우멘트로서, KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 부속서 2.6에서 정한 바에 따라 얻은 값(N/mm) <개정 15.5.8>

σ_f : 설계온도에서 플랜지 재료의 허용인장응력(N/mm²)

B : 플랜지의 안지름(mm)

A : 플랜지의 바깥지름(mm)

3.3.1.3.2 전면자리 가스켓 또는 평가스켓을 사용하여 부록 H 그림 2의 b)와 같이 플랜지를 부착하는 경우

$$T = 0.6 \sqrt{\frac{P}{\sigma_f} \left\{ \frac{B(A+B)(C-B)}{A-B} \right\}}$$

여기에서

P : 설계압력(MPa)

C : 볼트의 중심원을 지나는 원의 지름(mm)

T, σ_f , B 및 A : 각각 3.3.1.3.1에서 정한 값

3.3.1.3.3 링가스켓을 사용하여 부록 H 그림 2의(C)와 같이 플랜지를 부착하는 경우[3.3.1.3.4의 경우를 제외한다]

$$T = Q + \sqrt{\frac{1.875 M (C + B)}{\sigma_f B (7C - 5B)}}$$

여기에서

T, M, C, B 및 σ_f : 각각 3.3.1.3.1 및 3.3.1.3.2에서 정한 값

Q : 다음 계산식으로 구한 값

$$Q = \frac{PR}{4\sigma_f} \left(\frac{C+B}{7C-5B} \right)$$

여기에서

P, σ_f , C 및 B : 각각 3.3.1.3.1과 3.3.1.3.2에서 정한 값

R : 경관 중앙부 내면의 반지름(mm)

3.3.1.3.4 볼트 구멍을 오려낸 링가스켓을 사용하여 부록 H 그림 2의 (c)와 같이 플랜지를 부착하는 경우

$$T = Q_1 + \sqrt{\frac{1.875 M (C + B)}{\sigma_f B (3C - B)}}$$

여기에서

T, M, C, B 및 σ_f : 각각 3.3.1.3.1과 3.3.1.3.2에서 정한 값

Q₁ : 다음 계산식으로 구한 값

$$Q_1 = \frac{PR}{4\sigma_f} \left(\frac{C+B}{3C-B} \right)$$

여기에서

P, σ_f , C, B 및 R : 각각 3.3.1.3.1, 3.3.1.3.2 및 3.3.1.3.3에서 정한 값

3.3.1.3.5 평면자리 가스켓을 사용하여 부록 H 그림2의(c)와 같이 플랜지를 부착하는 경우

$$T = Q + \sqrt{Q^2 + \frac{3BQ(C-B)}{R}}$$

여기에서

T, B, C, Q 및 R : 각각 3.3.1.3.1, 3.3.1.3.2 및 3.3.1.3.3에서 정한 값

3.3.1.3.6 부록 H 그림2의 (d)와 같이 플랜지를 부착하는 경우

$$T = F + \sqrt{F^2 + J}$$

여기에서

T : 3.3.1.3.1에서 정한 값

F와 J : 각각 다음 식으로 구한 값

$$F = \frac{PB\sqrt{4R^2 - B^2}}{8\sigma_f(A-B)}$$

$$J = \left(\frac{M}{\sigma_f B} \right) \left(\frac{A+B}{A-B} \right)$$

여기에서

P, B, A, σ_f 및 R : 각각 3.3.1.3.1, 3.3.1.3.2 및 3.3.1.3.3에서 정한 값

M : KS B 6750(압력용기-설계 및 일반 제조) 부속서 2.6의 M_b에 다시 모멘트[Hh=(H_b cot β)_h]를 더한 값. M의 부호는 경관과 플랜지와의 부착부의 위치가 도심의 윗 쪽에 있을 때에는 (-), 아래쪽에 있을 때에는 (+)로 한다. <개정 15.5.8>

3.3.2 관의 최소두께

3.3.2.1 압력용기등의 관(3.3.2.2에서 정한 것을 제외한다)은 다음 기준에 기재한 관의 구분에 따라 해당 기준에서 정한 최소두께 또는 한국가스안전공사의 사장이 설계압력, 설계온도, 형상 등에 따라 적절하다고 인정하는 최소두께 이상의 두께로 한다.

3.3.2.1.1 내면에 압력을 받는 것

다음 계산식으로 구한 최소두께[나사를 낸 부분은 그 최소두께에 나사산의 높이를 더한 두께, 이하 3.3.2.1.2에서도 같다]

$$t = \frac{PD_0}{2\sigma_a\eta + 0.8P}$$

여기에서

t : 관의 최소두께(mm)

P : 설계압력(MPa)

D_0 : 관의 바깥지름(mm)

σ_a : 설계온도에서 재료의 허용인장응력(N/mm²)

η : 용접이음매 효율

3.3.2.1.2 외면에 압력을 받는 것

그림 3.3.2.1.2에서 구한 최소두께 (이 경우에 P , σ_a , t 및 D_0 는 3.3.2.1.1에서 정한 값을 표시한다) 다만, 3.3.1.1.2(1)에 준하여 최소두께를 구한 경우에는 그에 따라 구한 최소두께로 할 수 있다.

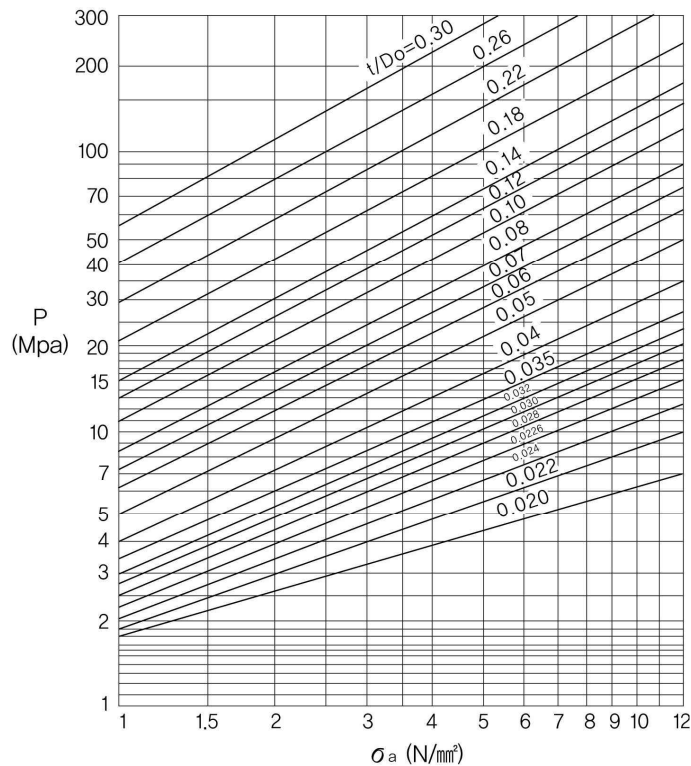


그림 3.3.2.1.2 외면에 압력을 받는 관의 최소두께

3.3.2.2 압력용기등의 관 중 굽힘가공을 하는 것으로 굽힘가공하는 부분의 중심선을 원주의 일부로 하는 원의 반지름(이하 3.3.2.2에서는 “곡률반경” 이라 한다)이 관 바깥지름의 4배 미만인 것은 다음에서 정한 관의 구분에 따른 계산식으로 구한 최소두께 또는 한국가스안전공사의 사장이 설계압력, 설계온도, 형상 등에 따라 적절하다고 인정하는 최소두께 이상으로 한다.

3.3.2.2.1 내면에 압력을 받는 것

$$t = \frac{PD_o}{2\sigma_a\eta + 0.8P} \left(1 + \frac{D_o}{4R}\right)$$

여기에서

t, P, D_o, σ_a 및 η : 각각 3.3.2.1.1에서 정한 값

R : 곡률반경(mm)

3.3.2.2.2 외면에 압력을 받는 것

$$t = t_o \left(1 + \frac{D_o}{4R}\right)$$

여기에서

t 및 D_o : 각각 3.3.2.1.1에서 정한 값

R : 3.3.2.2.1에서 정한 값

t_o : 3.3.2.1.2에 준하여 구한 관의 최소두께(mm)

3.4 구조 및 치수

압력용기등의 구조 및 치수는 그 압력용기등의 안전성·편리성 및 작동성을 확보하기 위하여 다음 기준에 따른다.

3.4.1 플랜지 규격

압력용기등을 설치하는 플랜지이음매는 그 설비에 적합한 규격(재료에 관련되는 부분을 제외한다)으로 하며, 이 경우 압력용기등의 설계압력이 2MPa를 초과하는 것 및 압력용기등의 설계압력을 MPa로 표시한 값과 플랜지의 호칭내경을 mm로 표시한 값의 곱이 5백을 초과하는 것은 허브플랜지를 사용한다. 다만, KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반)의 부속서 2에 따라 응력을 계산하여 필요한 강도를 갖는다고 인정되는 것은 그러하지 않는다. <개정 16.1.8>

3.4.2 동체의 진원도

3.4.2.1 원통형동체 및 원추형동체의 축에 수직인 단면에서 최대안지름과 최소안지름과의 차와 구형동체의 중심을 통과하는 최대안지름과 최소안지름과의 차(이하 "진원도"라 한다)는 각각 그 단면 기준안지름의 1/100(그 단면이 동체에 만들어진 구멍을 통과하고 있는 때에는 그 단면에서 기준안지름의 1/100에 그 구멍지름의 2/100를 더한 값 길이방향으로 겹치기이음이 있는 동체의 경우에는 그 단면에서 기준안지름의 1/100에 판 두께를 더한 값) 이하로 한다.

3.4.2.2 외면에 압력을 받는 동체의 진원에 대한 편차는 그림 3.4.2.2①에 따라 구한 e값(길이방향으로 겹치기이음이 있는 동체의 경우에는 e값에 판 두께를 더한 값) 이하로 한다. 이 경우에 동체의 진원에 대한 편차는 그림 3.4.2.2②에 따라 구한 호길이의 2배인 현이 있는 활모양의 형판을 사용하여 그림 3.4.2.2③과 같이 측정한다.

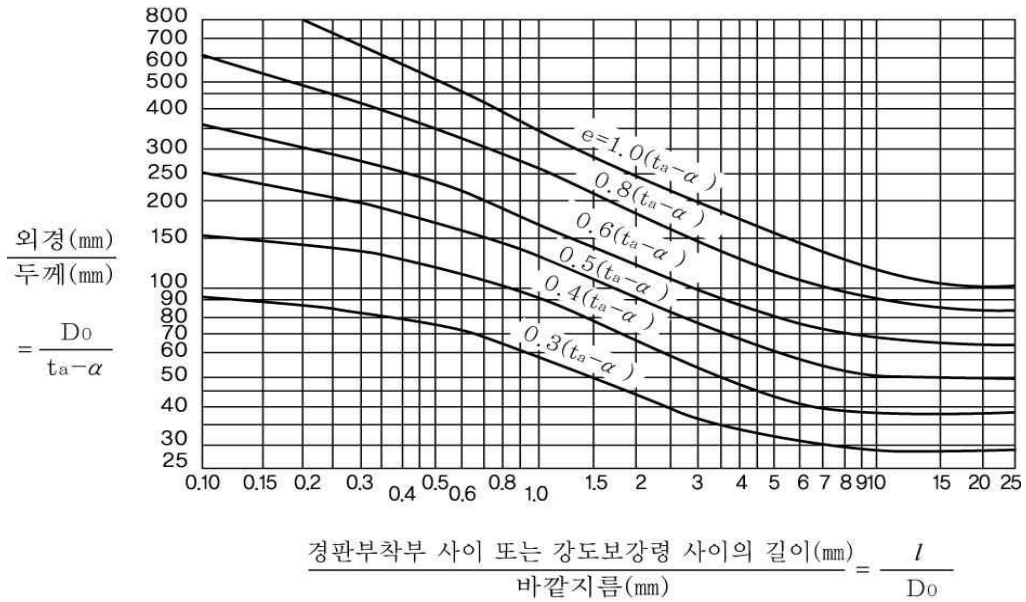


그림 3.4.2.2① 진원에 대한 최대 허용 편차

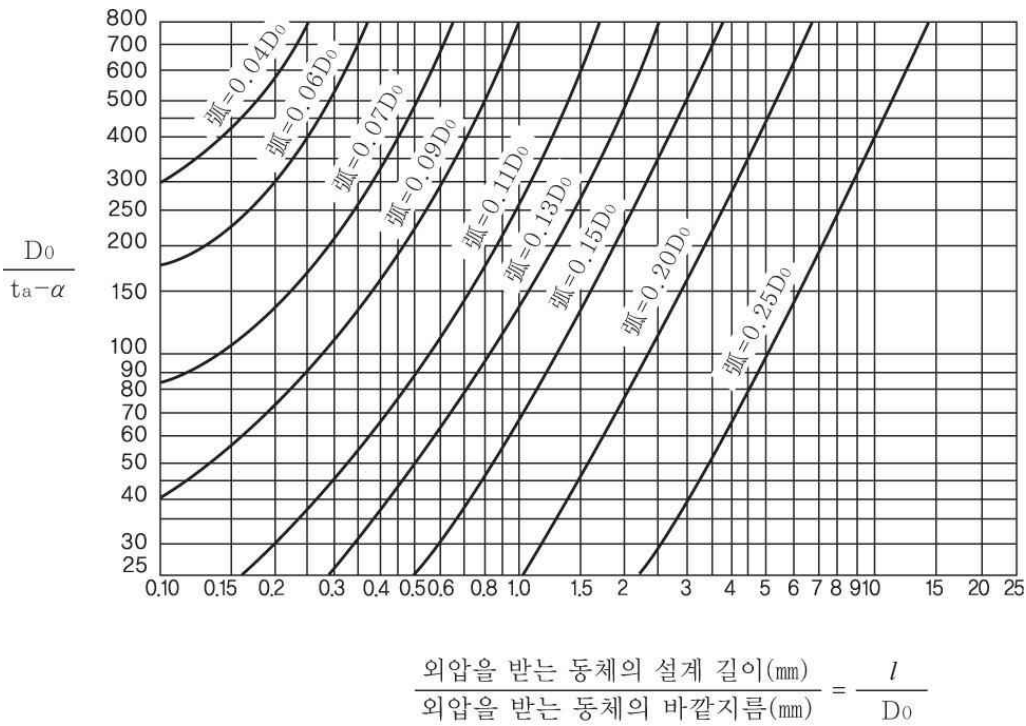


그림 3.4.2.2② 현의 길이

그림 3.4.2.2①과 그림 3.4.2.2②에서

D_0 : 동체의 바깥지름(mm)

t_a : 판 두께(mm)

α : 부식여유(mm)

l : 동체의 설계길이(mm)로서 부록 H 그림 1의 비고에서 정한 바에 따른다.

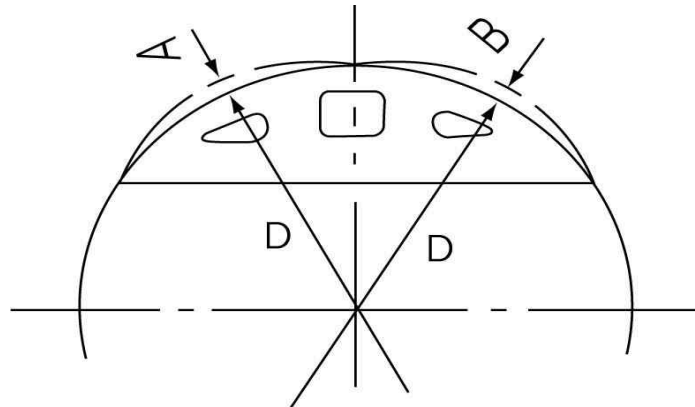


그림 3.4.2.2③ 진원에 대한 편차의 측정법

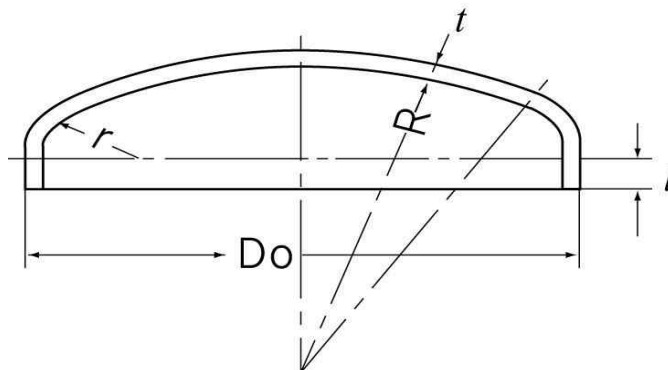
3.4.3 원추형동체의 형상

원추형동체는 부록 H 그림 4의 (a)에서 (d)까지 표시한 형상의 것으로 한다.

3.4.4 경판의 형상

경판의 형상은 경판의 구분에 따라 각각의 그림과 같이 한다.

3.4.4.1 접시형 경판



$$r \geq 3t, \quad r \geq 0.06D_o, \quad R \leq 1.5D_o$$

그림 3.4.4.1 접시형 경판

그림 3.4.4.1에서

r : 경판 구석 둥근부분의 안쪽 반지름(mm)

t : 경판의 최소두께(mm)

D_o : 경판의 바깥지름(mm)

R : 접시형 경판 중앙부의 안쪽 반지름(mm)

l : 동체의 설계길이(mm)로서 부록 H 그림 1의 비교에서 정한 바에 따른다.

3.4.4.2 온반구형 경판

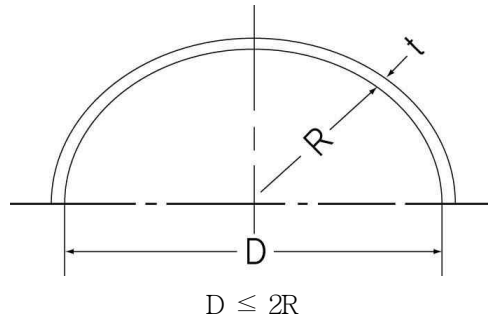


그림 3.4.4.2 온반구형 경판

그림 3.4.4.2에서

D : 경판 안지름(mm)

R : 경판 안쪽의 반지름(mm)

3.4.4.3 반타원체형 경판

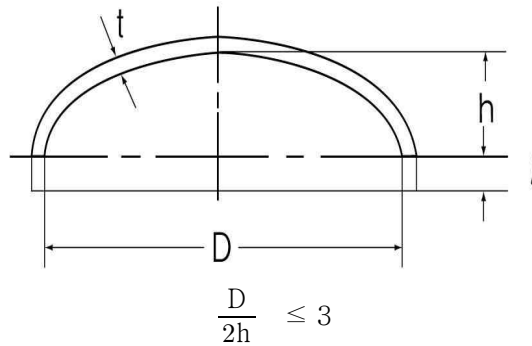


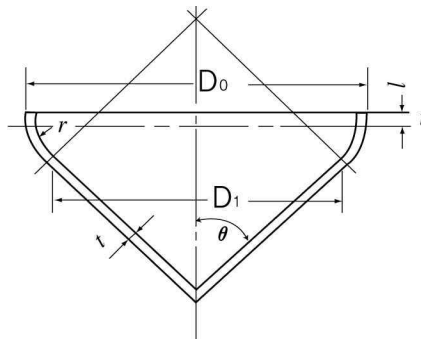
그림 3.4.4.3 반타원체 경판

그림 3.4.4.3에서

D : 반타원체형 경판 안쪽의 긴지름(mm)

h : 반타원체형 경판 안쪽 짧은지름의 1/2(mm)

3.4.4.4 원추형경판(원추의 꼭지각이 60° 를 초과하는 것에 한정한다)



$r \geq 3t$, $r \geq 0.06D_0$.

그림 3.4.4.4 원추형경판

그림 3.4.4.4에서

r : 경관 구석 둥근부분의 안쪽 반지름(mm)

t : 경관의 최소두께(mm)

D_o : 경관의 바깥지름(mm)

3.4.5 압력용기등에 설치하여야 하는 구멍

3.4.5.1 압력용기등에는 검사, 수리, 청소 등을 하기 위한 구멍을 설치한다. 다만, 다음의 압력용기등은 그러하지 않는다.

- (1) 동체의 안지름이 300 mm 이하인 압력용기등
- (2) 동체의 안지름이 500 mm 이하인 압력용기등으로 바깥지름 40 mm 이상인 떼어낼 수 있는 관을 2개 이상 부착한 것
- (3) 부식될 우려가 없고, 기밀한 구조로 할 필요가 있는 압력용기등으로 떼어낼 수 있는 바깥지름 40 mm 이상의 관을 2개 이상 부착한 것
- (4) 3.4.5.2에 따라 만들도록 한 구멍지름 크기 이상인 분리 가능한 경관, 뚜껑 등을 부착한 압력용기등
- (5) 구조, 형상 또는 용도상 검사, 수리, 청소 등에 사용하는 구멍을 만들 필요가 없다고 인정되는 압력용기등

3.4.5.2 3.4.5.1에 따른 구멍은 다음 기준에 따라 만든다.

3.4.5.2.1 동체의 안지름이 300 mm 초과 500 mm 이하인 압력용기등에는 2개 이상 만들고, 그 중 1개 이상은 긴지름이 75 mm 이상이고 짧은지름이 50 mm 이상인 타원형 또는 지름 75 mm 이상인 원형으로 한다.

3.4.5.2.2 동체의 안지름이 500 mm 초과 1 000 mm 이하인 압력용기등에는 긴지름이 375 mm 이상이고 짧은지름이 275 mm 이상인 타원형, 지름 375 mm 이상인 원형 또는 긴지름이 400 mm 이상이고 짧은지름이 250 mm 이상인 장원형의 맨홀을 1개 이상 만든다. 다만, 2개 이상 만들고 그 중 1개 이상이 긴지름 90 mm 이상 짧은지름 70 mm 이상인 타원형 또는 지름 90 mm 이상인 원형일 때에는 그렇지 않다.

3.4.5.2.3 동체의 안지름이 1 000 mm를 초과하는 압력용기등에는 3.4.5.2.2에서 정한 맨홀을 1개 이상 설치한다.

3.5 가공

압력용기등의 가공은 그 압력용기등의 기계적 강도 및 안전성을 확보하기 위하여 다음 기준에 따른다.

3.5.1 재료의 절단·성형 및 다듬질

3.5.1.1 재료의 절단·성형 그 밖의 가공(용접을 제외한다)은 가공 후 재료의 표면에 사용상 지장이 있는 상처·타격 흠·부식 등의 결함이 없는 것으로 한다.

3.5.1.2 동관 또는 경관에 사용하는 관은 재료의 기계적 성질을 손상되지 않도록 성형하고, 각부의 두께가 설계두께 이하가 되지 않도록 성형한다.

3.5.1.3 경관의 성형 공차는 동관과의 접속부 안지름의 1.25 % 이하로 한다.

3.5.1.4 두께 8 mm 이상의 관에 구멍을 뚫을 경우에는 편칭가공으로 하지 않는다.

3.5.1.5 두께 8 mm 미만의 관에 편칭가공으로 구멍을 뚫은 경우에는 그 가장자리를 1.5 mm 이상 깎아낸다.

3.5.1.6 가스로 구멍을 뚫은 경우에는 그 가장자리를 3 mm 이상 깎아낸다. 다만, 뚫은 자리를 용접하는 경우에는 그러하지 않는다.

3.5.1.7 관구멍은 관의 양면에 날카로운 테두리가 없도록 양면을 모따기 한다.

3.5.1.8 관 구멍은 확관으로 넓히지 않는다. 다만, 관관의 두께가 확관 하기에 충분할 경우에는 그렇지 않다.

3.5.1.9 합금강 및 경화성이 있는 재료를 가스열·아이크열 등으로 용단한 경우에는 필요에 따라 변질부 및 경화된 부분을 제거한다.

3.5.1.10 가스로 절단한 관의 단면은 필요에 따라 그라인더로 다듬질을 한다.

3.5.1.11 노즐, 맨홀 등의 설치부 중 현저히 큰 응력이 생긴 부분에는 그 설치부 관 두께의 4분의 1 또는 3 mm 중에서 작은 값 이상의 반경으로 둥글게 하거나 45도의 각도로 2 mm 이상의 모따기를 한다.

3.5.1.12 다층권 입력용기는 다음 기준에 따른다.

3.5.1.12.1 층성동체에는 구멍을 뚫지 아니한다. 다만, 소구경의 구멍(내통을 관통하지 않은 구멍에만 적용한다) 또는 동체의 플랜지 및 안지름의 4분의 1 이하인 구멍으로서 허브볼이 관대를 설치하는 경우에는 그렇지 않다.

3.5.1.12.2 층성동체를 구성하는 내통 및 층성재 사이는 충분히 밀착한다.

3.5.1.12.3 인접하는 층성재의 길이이음매의 용접부는 원주방향으로 80 mm 이상 띄운다.

3.5.2 관편에 관부착 방법

3.5.2.1 확관하여 관을 부착하는 관관의 관구멍 중심 간의 거리는 관바깥지름의 1.25배 이상으로 한다.

3.5.2.2 확관하여 관을 부착하는 관관의 관 부착부 두께는 10 mm 이상으로 한다.

3.5.3 누출방지용접

관·관대 등을 용접외의 방법으로 동관 또는 경관에 설치하는 경우에는 누출방지용접을 한다.

3.5.4 직관의 굽힘가공

직관을 굽힘가공하여 만드는 관의 굽힘가공부분의 곡률반경은 관바깥지름의 4배[KS B 6231의 4.9 (4)에 따른 최소두께 이상의 두께를 가지는 직관의 경우에는 1.5배] 이상의 값으로 한다.

3.5.5 스테이부착

3.5.5.1 스테이는 두께 8mm 미만인 판에는 부착하지 아니한다. 다만, 스테이의 피치가 500mm(스테이 길이가 200mm 이하인 경우에는 200mm)이하인 봉스테이를 용접으로 부착하는 경우에는 그렇지 않다.

3.5.5.2 봉스테이 및 관스테이는 다음 기준에서 정한 바와 같이 부착한다.

3.5.5.2.1 스테이를 판에 나사박음 하는 경우에는 다음 어느 하나의 방법에 따라 부착한다.

- (1) 2개 이상의 나사산을 판면으로부터 돌출시켜 이것을 리벳팅 한다.
- (2) 판의 외측에 너트를 부착한다.
- (3) 판의 양측에 와서 없이 너트를 부착한다.
- (4) 판의 내측에 너트를, 판의 외측에 강제와셔와 너트를 부착한다.

3.5.5.2.2 스테이를 판이음매로 부착하는 경우에는 판이 2면 전단을 받도록 하고, 판의 단면적을 3.6.12에서 정한 스테이 최소단면적의 3/4 이상으로 하며, 스테이 휘그엔드의 단면적을 스테이 최소단면적의 5/4 이상으로 한다.

3.5.5.2.3 봉스테이를 용접으로 부착하는 경우에는 3.6.12에서 정한 용접방법으로 용접한다.

3.5.5.2.4 관스테이를 용접하여 부착하는 경우에는 두께를 2.3mm(스테인리스강은 2.0mm) 이상으로 하고, 관스테이의 축에 평행하게 전단력을 받는 용접면의 면적을 관스테이 단면적의 1.25배 이상으로 한다.

3.5.5.3 스테이볼트는 2개 이상의 나사산을 판면으로부터 돌출시켜 이것을 리벳팅 한다.

3.5.5.4 카셋트스테이는 용접으로 부착 한다. 이 경우에는 3.6.12.2에서 정한 용접방법으로 용접한다.

3.5.5.5 스테이는 다음 계산식으로 구한 최소단면적(용접이음매가 있는 스테이는 해당 최소단면적에 5/3를 곱한 면적) 이상의 단면적으로 한다.

$$A = \frac{1.1W}{\sigma_a}$$

여기에서

A : 스테이의 최소단면적(mm)

σ_a : 설계온도에서의 재료의 허용인장응력(N/mm²)

W : 스테이가 지지하는 하중으로 다음 (1)과 (2)에서 정한 값

(1) 3개 이상의 스테이가 규칙적으로 배치된 경우

각각 스테이의 중심점을 연결한 선이 만든 다각형의 면적에서 스테이의 단면적[관스테인은 관스테인 바깥지름을 지름으로 하는 원의 단면적에서 관스테인 안지름을 지름으로 하는 단면적을 뺀 면적. 이하 (2)에서도 같대이 점유하는 면적의 합을 뺀 값에 대해 스테이가 부착된 압력용기등의 설계압력을 곱한 값(N)

(2) (1)에서 정한 것 이외의 경우

당해 스테이가 지지한다고 인정되는 판 부분의 면적에서 당해 스테이의 단면적을 뺀 면적에 해당 스테이가 부착되는 압력용기등의 설계압력을 곱한 값(N)

3.5.6 신축이음매

3.5.6.1 다음 계산식으로 구한 동판 또는 관에 걸리는 인장응력·압축응력이 동판 또는 관 재료의 설계온도에 서의 허용인장응력·허용압축응력을 초과하는 압력용기등에는 동판에 신축이음매를 부착한다.

$$\sigma_s = \frac{-F_1 + F_2}{A_s}$$

$$\sigma_t = \frac{F_1 + F_3}{A_t}$$

여기에서

σ_s : 동판에 걸리는 인장응력 또는 압축응력(N/mm²)

σ_t : 관에 걸리는 인장응력 또는 압축응력(N/mm²)

A_s : 동판의 횡단면적(mm²)

A_t : 관 단면적의 합계(mm²)

F_1 : 동판과 관의 온도차 때문에 걸리는 힘으로 다음 계산식으로 구한 값(N)

$$F_1 = \frac{\delta A_s A_t E_s E_t}{l(A_s E_s + A_t E_t)}$$

여기에서

δ : 동체와 관과의 신축량 차이로서, 다음 식으로 구한 값(mm)

$$\delta = \{ \alpha_s (T_s - T_o) - \alpha_t (T_t - T_o) \} l$$

여기에서

α_s : 동판 재료의 선팽창계수

α_t : 관 재료의 선팽창계수

T_o : 상온

T_s : 동판의 설계온도

T_t : 관의 설계온도

E_s : 동판 재료의 종탄성계수(N/mm²)

E_t : 관 재료의 종탄성계수(N/mm²)

l : 관 또는 동체의 상온에서의 길이(mm)

F₂ : 동판과 관에 걸리는 압력차이 때문에 동판에 가해지는 힘으로서 다음 계산식으로 구한 값(N)

$$F_2 = \frac{P_1 A_s E_s}{A_s E_s + A_t E_t}$$

여기에서

P₁ : 다음의 계산식으로 구한 값

$$P_1 = \frac{\pi}{4} \{ (D^2 - nd^2) P_s + n(d - 2t)^2 P_t \}$$

여기에서

P_s : 동체의 설계압력(MPa)

P_t : 관의 설계압력(MPa)

D : 동체의 안지름(mm)

d : 관의 바깥지름(mm)

n : 관의 수

t_t : 관의 두께(mm)

F₃ : 동판과 관에 걸리는 압력차이 때문에 관에 가해지는 힘으로 다음 계산식으로 구한 값(N)

$$F_3 = \frac{P_1 A_t E_t}{A_s E_s + A_t E_t}$$

3.5.6.2 3.5.6.1에 따라 부착하는 신축이음매는 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

3.5.6.2.1 그림 3.5.6.2.1과 같은 형상 또는 동판이나 관에 걸리는 인장응력 또는 압축응력을 완화할 수 있는 형상으로 한다.

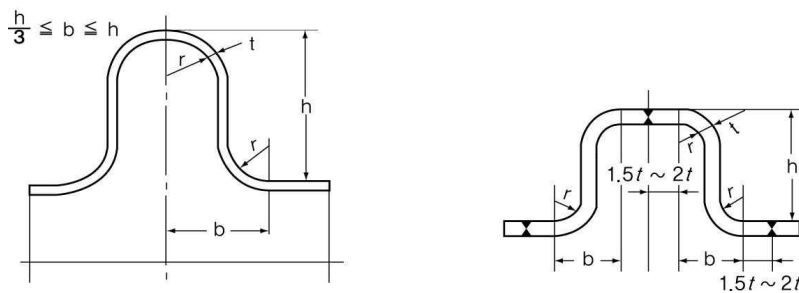


그림 3.5.6.2.1 신축이음매 형상

3.5.6.2.2 다음 계산식으로 구한 신축이음매에 걸리는 응력과 다음 계산식 중 $Ph^2/2t^2$ 및 Ph/t 값이 해당 신축이음매를 부착하는 동체의 설계온도에서 그 신축이음매 재료의 항복점을 초과하지 않은 것으로 한다. 다만 다음에 정한 계산식으로 구한 신축이음매에 걸리는 응력에 따른 싸이클 수를 정한 경우에는 이를 제한하지 아니한다.

$$\sigma = \frac{1.5 E t \delta}{b^{0.5} h^{1.5} N} + \frac{Ph^2}{2t^2}$$

(콘트롤링이 없는 경우)

$$\sigma = \frac{1.5Et\delta}{b^{0.5}h^{1.5}N} + \frac{Ph}{t}$$

(콘트롤링이 있는 경우)

여기에서

σ : 신축이음매에 걸리는 응력(N/mm²)

E : 신축이음매 재료의 종탄성계수(N/mm²)

t : 신축이음매 판의 두께(mm)

l : 관 또는 동체의 상온에서의 길이(mm)

b : 파(波) 피치의 1/2(mm)

h : 파(波)의 높이(mm)

N : 파(波) 수의 2배 값

P : 신축이음매를 부착하는 동체의 설계압력(MPa)

δ : 동체와 관의 신축량 차이로서 다음 계산식으로 구한 값(mm)

$$\delta = \{ \alpha_s(T_s - T_o) - \alpha_t(T_t - T_o) \} l$$

여기에서

α_s : 동판 재료의 선팽창계수

α_t : 관 재료의 선팽창계수

T_o : 상온

T_s : 동판의 설계온도

T_t : 관의 설계온도

3.5.7 구멍의 보강

압력용기등에 뚫린 구멍은 3.5.7.1 또는 3.5.7.2에 따라 보강재로 보강한다. 다만, 다음의 어느 하나에 해당하는 구멍[용접부의 끝에서 부식여유를 뺀 구멍의 최대지름(이하 3.5.7부터 3.5.9까지에서는 “구멍 지름”이라고 한다)의 2.5배(관 두께가 38 mm 이하인 것은 38 mm)의 범위 내에 뚫는 경우에는 당해 용접부가 방사선투과시험에 합격한 것에만 적용한대은 보강하지 아니할 수 있다.

- (1) 최소두께가 10 mm 이하인 동판 또는 경판에 뚫은 구멍으로 호칭지름이 3B 이하인 관 또는 비깔지름이 90 mm 이하인 부착물을 용접하는 구멍
- (2) 최소두께가 10 mm를 초과하는 동판 또는 경판에 뚫은 구멍으로 호칭지름이 2B 이하인 관 또는 비깔지름 61 mm 이하인 부착물을 용접하는 구멍
- (3) 동판 또는 경판에 뚫린 구멍의 지름이 61 mm 이하이고, 동체 또는 경판 플랜지부 안지름의 1/4 이하인 구멍
- (4) 원형평판인 경우에는 식(3.12), 원형이외의 평판은 식(3.13)에서 정한 계산식으로 구한 두께 이상인 평판에 뚫은 구멍(구멍지름이 부록 H 그림 3의 (a)에서 (i-2)까지 표시한 지름 또는 최소스팬 (d)의 1/2 이하인 것에만 적용한다)

$$t = d \sqrt{\frac{2CP}{\sigma_a \eta}} \dots (3.12)$$

$$t = d \sqrt{\frac{2ZCP}{\sigma_a \eta}} \quad \dots (3.13)$$

식(3.12)와 식(3.13)에서

t, d, C, P, σ_a , η 및 Z : 각각 3.3.1.1.8에서 정한 값 이 경우 식(3.13) 중 C가 0.375를 초과하는 경우에는 0.375로 할 수 있다.

(5) 원형평판의 경우에는 식(3.14), 원형이외의 평판은 식(3.15)에서 정한 계산식으로 구한 두께 이상인 평판에 뚫은 구멍(구멍지름이 부록 H 그림3의 (a)에서 (i-2)까지 표시한 지름 또는 최소 스패 (d)의 1/2을 초과하는 것에만 적용한다)

$$t = d \sqrt{\frac{2.25CP}{\sigma_a \eta}} \quad \dots (3.14)$$

$$t = d \sqrt{\frac{2.25ZCP}{\sigma_a \eta}} \quad \dots (3.15)$$

식(3.14)와 식(3.15)에서

t, d, C, P, σ_a , η 및 Z : 각각 3.3.1.1.8에서 정한 값

(6) 원형평판의 경우에는 식(3.16), 원형이외의 평판은 식(3.17)에서 정한 계산식으로 구한 두께 이상인 평판에 뚫은 구멍(구멍지름이 부록 H 그림3의 (j)에서 (k)까지 표시한 지름 또는 최소 스패 (G)의 1/2 이하인 것에만 적용한다)

$$t = G \sqrt{2 \left(\frac{0.3P}{\sigma_a} + \frac{1.9Wh_G}{\sigma_a G^3} \right)} \quad \dots (3.16)$$

$$t = G \sqrt{2 \left(\frac{0.3ZP}{\sigma_a} + \frac{6Wh_G}{\sigma_a LG^2} \right)} \quad \dots (3.17)$$

식(3.16)과 식(3.17)에서

t, G, P, σ_a , W, h_G , Z 및 L : 각각 3.3.1.1.9에서 정한 값

(7) 원형평판의 경우에는 식(3.18), 원형이외의 평판은 식(3.19)로 구한 두께 이상인 평판에 뚫은 구멍(구멍지름이 부록 H 그림3의 (j)에서 (k)까지 표시한 지름 또는 최소 스패 (G)의 1/2을 초과하는 것에만 적용한다)

$$t = G \sqrt{2.25 \left(\frac{0.3P}{\sigma_a} + \frac{1.9Wh_G}{\sigma_a G^3} \right)} \quad \dots (3.18)$$

$$t = G \sqrt{2.25 \left(\frac{0.3ZP}{\sigma_a} + \frac{6Wh_G}{\sigma_a LG^2} \right)} \quad \dots (3.19)$$

여기에서

t, G, P, σ_a , W, h_G , Z 및 L : 각각 3.3.1.1.9에서 정한 값

(8) 3.5.7.1.1에서 정한 구멍보강에 유효한 범위 내에 있는 3.5.7.1.2에서 정한 구멍보강에 유효한 단면적이 3.5.7.1.3에서 정한 구멍보강에 필요한 단면적보다 큰 구멍

3.5.7.1 보강 유효 범위 내에 구멍이 1개 있는 경우

보강재는 3.5.7.1.1에서 정한 구멍보강의 유효한 범위 내에 있는 3.5.7.1.2에서 정한 구멍보강의 유효한 단면적이 3.5.7.1.3에서 정한 구멍보강에 필요한 단면적 보다 작은 경우에는 3.5.7.1.4부터 3.5.7.1.6까지에서 정한 바에 따라 부착한다.

3.5.7.1.1 구멍보강의 유효범위는 다음 (1)에서 기술한 2개의 직선과 (2)에서 기술한 2개의 직선으로 둘러싸인 범위로 한다.

(1) 구멍중심에서 그 양측에 각각 판면에 연하고, 구멍중심을 포함하며 판면에 수직인 임의의 단면에 투영된 구멍지름 또는 당해 단면에 투영된 구멍의 반지름(부식여유를 뺀 것을 말한다. 이하 3.5.7.1.1에서 같다), 부식여유를 뺀 판두께(이하 “판의 부식 후 두께” 라 한다) 및 노즐을 부착하는 경우에는 부식여유를 뺀 노즐벽 두께(이하 “노즐벽의 부식후 두께” 라 한다)의 합계 값 중 큰 값과 같은 거리에 있는 직선
(2) 판면에서 그 양측으로 각각 판의 부식 후 두께의 2.5배 또는 노즐을 부착하는 경우에는 노즐벽 두께의 2.5배와 보강재의 두께(용접금속부의 두께를 제외한다)를 더한 값[보강재부가 일체로 된 노즐은 당해 노즐벽의 부식후 두께의 2.5배와 당해 노즐에서 판에 상당하는 범위 및 노즐벽에 상당하는 범위를 제외한 범위 내에서 그럴 수 있는 최대의 직각삼각형(판과 이루는 각도가 60° 인 것만을 말한다)의 높이를 더한 값] 중 작은 값과 같은 거리에 있는 직선

3.5.7.1.2 구멍보강에 유효한 단면적은 (1)에서 정한 구멍보강에 유효한 범위 내에 있는 판의 부분 단면적, 노즐을 부착하는 경우에는 (2)에서 정한 구멍보강에 유효한 범위 안에 있는 노즐벽의 부분 단면적 및 용접부 목부의 단면적의 합계로 한다.

(1) 다음 2가지의 계산식으로 구한 단면적 중 큰 것

$$A = (\eta t - t_r) d$$

$$A = 2(\eta t - t_r) (t + t_n)$$

여기에서

A : 구멍보강에 유효한 범위 안에 있는 판부분 보강에 유효한 단면적(mm²)

η : 구멍이 길이 이음매 또는 동판과 경판과의 접합부 원주이음매를 관통하지 않는 경우 1, 그 밖의 경우에는 용접이음매의 효율

t : 당해단면 판의 부식 후 두께(mm)

t_r : 이음매 없는 것으로서 3.3.1.1에 따라 구한 판의 최소두께(mm)

d : 해당단면의 구멍지름(mm)

t_n : 노즐을 부착하는 경우, 노즐벽의 부식후 두께(mm)

(2) 다음 2 가지의 계산식으로 구한 단면적 중 작은 것

$$A_n = 5t(t_n - t_m)$$

$$A_n = (5t_n + 2t_e) (t_n - t_m)$$

여기에서

A_n : 구멍보강에 유효한 범위 안에 있는 노즐벽부분의 보강에 유효한 단면적(mm²)

t_m : 이음매 없는 것으로서 3.3.1.1에 따라 구한 노즐벽의 최소두께 (mm)

t_e : 보강재의 두께(mm)

t 및 t_n : 각각 (1)에서 정한 값

3.5.7.1.3 보강에 필요한 단면적은 (1), (2) 또는 (3)에서 정한 압력용기등의 부분에 따라 당해 (1),

(2) 또는 (3)에서 정한 단면적으로 한다.

(1) 동관

다음의 계산식으로 구한 단면적(외면에 압력을 받는 동관의 경우에는 당해 단면적의 1/2)

$$A = d t F$$

여기에서

A : 보강에 필요한 단면적(mm²)

d : 구멍의 지름(mm)

t : 3.3.1.1에 따른 당해 관의 최소두께(mm). 이 경우에 용접이음매의 효율은 1로 한다.

F : 3.5.7.2.3에 따른 계수

(2) 평판[구멍지름이 부록 [H그림 3의 (a)에서 (k)까지 표시한 지름 또는 최소 스팬(d 또는 G)의 1/2 이하인 경우에만 적용한다]

다음 계산식으로 구한 단면적

$$A = 0.5 dt$$

여기에서

A : 보강에 필요한 단면적(mm²)

d : 구멍의 최대지름(mm)

t : 평판의 최소두께(mm)

(3) 경관

다음 계산식으로 구한 단면적(외면에 압력을 받는 경관은 당해 단면적의 1/2)

$$A = dt$$

여기에서

A : 보강에 필요한 단면적(mm²)

d : 구멍지름(mm)

t : 3.3.1.1에 따른 해당 관의 최소두께(mm). 이 경우에 용접이음매의 효율은 접시형 경관에 보강재 전부가 경관 중앙부의 인쪽반지름에 관한 경관부에 있는 경우에는 W를 1로 구한 값으로 하고, 반타원체형 경관에 보강재 전부가 경관의 중심점을 중심으로 한 원통형동체 안지름의 80%를 지름으로 한 경관부에 있는 경우에는 3.3.1.1.6(2)에서 정한 R 값과 같은 안지름을 갖는 온반구형 경관으로 구한 값으로 한다.

3.5.7.1.4 보강재는 3.5.7.1.1에서 정한 구멍 보강의 유효범위 내에 부착한다. 이 경우 (1)과 (2)에 해당하는 것은 보강재 단면적 2/3 이상이 구멍의 중심선 양측 동체 또는 경관면을 따라서 당해 단면 구멍 지름의 3/4과 같은 거리에 있는 2개의 직선과 3.5.7.1.1(2)에서 정한 2개의 직선으로 둘러싸인 범위 내에 있도록 부착한다.

(1) 안지름이 1500 mm 미만인 동체 또는 경관에 뚫린 구멍으로 구멍의 지름이 동체 또는 경관 안지름의 1/2 또는 500 mm를 초과하는 것

(2) 안지름이 1500 mm 이상인 동체 또는 경관에 뚫린 구멍으로 구멍의 지름이 동체 또는 경관 안지름의 1/3 또는 1000 mm를 초과하는 것

3.5.7.1.5 보강재는 구멍중심을 포함, 판면에 수직한 임의에 단면에 투영된 구멍 중심선 양측의 단면적 (3.5.7.2에서는 “보강재 양측의 단면적” 이라 한다)이 각각 3.5.7.1.3에서 정한 보강에 필요한 단면적으로 3.5.7.1.2에서 정한 보강에 유효한 단면적을 뺀 면적의 1/2 이상으로 한다.

3.5.7.1.6 보강재의 설계온도에서 재료의 허용인장응력은 보강재로 보강하고자 하는 부분의 설계온도에서 재료의 허용인장응력 이상으로 한다. 다만, 보강재의 허용인장응력이 보강하고자 하는 부분의 재료보다 적은 경우로서 보강재의 단면적을 증가시켜 동일한 강도를 유지토록 한 경우에는 그렇지 않다.

3.5.7.2 구멍이 2개 이상 근접한 경우

보강하여야 하는 구멍이 2개 이상 근접하고 있고, 보강에 유효한 범위가 중첩된 경우, 보강재는 다음 3.5.7.2.1부터 3.5.7.2.3까지에서 정한 방법으로 부착한다.

3.5.7.2.1 보강재로 보강하는 인접한 2개의 구멍 사이의 중심거리는 2개 구멍 평균지름의 1.3배 이상으로 한다.

3.5.7.2.2 1개의 보강재로 2개 이상의 구멍을 보강하는 경우(3.5.7.2.3에서 정한 경우는 제외한다)에는 보강재 양측의 단면적이 3.5.7.1.3에 따른 각각의 구멍 보강에 필요한 단면적의 합계에서 3.5.7.1.2에 따른 보강에 유효한 단면적을 뺀 면적의 1/2 이상으로 한다.

3.5.7.2.3 동체에 1군(群)의 관구멍 또는 이와 유사한 구멍을 뚫은 경우에는 보강재 양측 단면적이 식(3.20)에서 정한 계산식으로 구한 보강에 필요한 단면적에서 3.5.7.1.2에 따른 보강에 유효한 단면적을 뺀 면적의 1/2 이상이고, 당해 1군(群)의 관구멍 또는 이와 유사한 구멍을 뚫은 동판에 인접한 2개의 구멍 사이의 단면적(노즐벽의 면적을 포함한다)이 식(3.21)로 구한 최소단면적 이상으로 한다.

$$A = dt F \cdots(3.20)$$

$$A_s = 0.7 l t F \cdots(3.21)$$

여기에서

A : 보강에 필요한 단면적(mm²)

d : 해당 단면의 구멍지름(mm)

t : 이음매 없는 동판의 두께로 3.3.1.1에 따라 구한 최소 두께(mm)

A_s : 최소단면적(mm²)

l : 인접한 2개의 구멍 중심 사이의 거리(mm)

F : 당해 단면을 길이 축으로 한 각도에 따라 그림 3.5.7.2.3에서 구한 계수

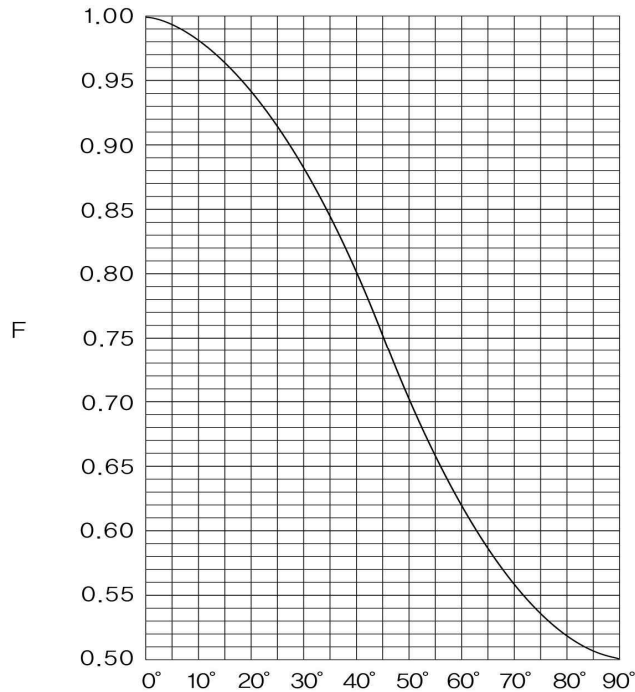


그림 3.5.7.2.3 단면과 길이방향 축이 이루는 각도

3.5.8 보강테

3.5.8.1 부록 H 그림 4의 (d)에 표시한 바와 같이 원추형동체와 원통형동체가 접속되는 경우에는 그 원추형동체 원추 꼭지각의 1/2이 표 3.5.8.1에서 정한 동체의 설계압력에 대한 동체의 설계온도에서 재료의 유효인장응력의 비율에 따른 구분에 따라 같은 표에서 정한 각도를 초과하는 때에는 그 원추형동체와 원통형동체의 접속부중 원추형동체의 지름이 큰 쪽의 끝에 속한 부분(이하 3.5.8.1에서는 “큰지름 끝부” 라 한다)에 다음에서 정한 바와 같은 보강테를 부착한다.

표 3.5.8.1 유효인장강도 비율

| 동체 설계압력에 대한 설계온도에서 의 동체 재료의 유효인장강도의 비 율 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 이상 |
|-----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------|
| 각 도(°) | 2 | 15 | 18 | 21 | 23 | 25 | 27 | 28.5 | 30 |
| [비 고] 표 중 중간 값은 비례계산으로 구한다. | | | | | | | | | |

3.5.8.1.1 보강테는 큰지름 끝부에서 원추형동체 및 원통형동체의 판면을 따라서 각각 식(3.22)로 구한 거리범위(이하 3.5.8.1.1에서는 “유효범위” 라 한다)내에 있는 부분의 단면적(이하 3.5.8.1.1에서는 “보강테의 유효단면적” 이라 한다)이 식(3.23)에서 정한 최소 단면적 이상으로 한다. 이 경우 원추형동체 및 원통형동체 동판 유효범위내의 두께(부식여유를 제외한 것을 말한다)가 각각의 최소두께를 초과하는 때에는 식(3.24)로 구한 면적을 보강테의 유효단면적에 산입할 수 있다.

$$a = \sqrt{\frac{D_1 t_0}{2}} \dots (3.22)$$

$$A = \frac{PD_i^2}{8\sigma_a\eta} \left(1 - \frac{\theta_1}{\theta}\right) \tan\theta \cdots (3.23)$$

$$A_e = 4t_e \sqrt{\frac{D_i t_o}{2}} \cdots (3.24)$$

위의 식(3.22), 식(3.23) 및 식(3.24)에서

- a : 큰지름 끝부에서 동체의 판면을 따라서 측정한 거리(mm)
- D_i : 원추형동체 큰지름 끝에 접속한 부식여유를 제외한 원통형동체 안지름(mm)
- t_o : 원추형동체 큰지름 끝에 접속하는 부식여유를 제외한 원통형동체의 두께(mm)
- A : 보강테의 최소단면적(mm²)
- θ₁ : 당해 원추형동체의 설계압력에 대한 설계온도에서 재료의 유효인장응력 비율의 구분에 따라 표 3.5.8.1 에서 정한 각도
- P : 설계압력(MPa)
- σ_a : 설계온도에서 재료의 허용인장응력(N/mm²)
- η : 용접이음매의 효율
- θ : 원추 꼭지각의 1/2
- A_e : 동판 단면적중 보강테의 유효단면적에 산입할 수 있는 단면적(mm²)
- t_e : 다음 2개의 계산식으로 구한 값 중 작은 것(mm)
 - t_e = t_o - t'
 - t_e = t $\frac{t'}{\cos\theta}$

여기에서

- t : 원통형동체 유효범위 안 동판의 최소두께(mm)

3.5.8.1.2 보강테 단면의 중심은 큰지름 끝부에서 원추형동체 및 원통형동체의 판면을 따라서 식(3.22)로 구한 값의 1/2과 같은 거리 범위 안에 있는 것으로 한다.

3.5.8.2 부록 H 그림 4의 (c) 또는 (d)에 표시한 바와 같은 원추형동체와 원통형동체를 접속하는 경우에는 그 원추형동체 원추꼭지각의 1/2이 표 2.6.8.2에서 정한 동체의 설계압력에 대한 설계온도에서 재료의 유효인장응력 비율에 따른 구분에 따라 같은 표 에서 정한 각도를 초과하는 때에는 그 원추형동체와 원통형동체의 접속부중 원추형동체의 지름이 작은 쪽의 끝에 속한 부분(이하 이하항에서 “작은지름 끝부” 라 한다)에 다음 기준에서 정한 바와 같이 보강테를 부착한다.

표 3.5.8.2 유효인장강도비율

| | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|------|---------|
| 동체 설계압력에 대한 설계온도에서 동체 재료의 유효인장강도 비율 | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 4.0 | 8.0 | 10.0 | 12.5 이상 |
| 각 도(°) | 4 | 6 | 9 | 12.5 | 17.5 | 24 | 27 | 30 |
| [비고] 표 중 중간 값은 비례계산으로 구한다. | | | | | | | | |

3.5.8.2.1 보강테는 작은지름 끝부에서 원추형동체 및 원통형동체의 판면을 따라서 각각 식(3.25)에서 정한 계산식으로 구한 유효범위 내에 있는 보강테의 유효단면적이 식(3.26)에서 정한 최소 단면적이상으로 한다. 이 경우 원추형동체 및 원통형동체 동판 유효범위내의 두께(부식여유를 제외한 것을 말한다)가 각각의 최소두께를 초과하는 때에는 식(3.27)에서 정한 계산식으로 구한 면적을 보강테의 유효단면적에 산입할 수 있다.

$$a = \sqrt{\frac{D_s t_s}{2}} \dots (3.25)$$

$$A = \frac{P D_s^2}{8 \sigma_a \eta} \left(1 - \frac{\theta_2}{\theta}\right) \tan \theta \dots (3.26)$$

$$A_e = m \sqrt{\frac{D_s t_s}{2}} \left\{ \left(t - \frac{t'}{\cos \theta}\right) + (t_s - t') \right\} \dots (3.27)$$

위의 식(3.25), 식(3.26) 및 식(3.27)에서

a : 작은지름 끝부에서 동체의 판면을 따라서 측정된 거리(mm)

D_s : 원추형동체 작은지름 끝부에 접속한 부식여유를 제외한 경우의 원통형동체의 안지름 (mm)

t_s : 원추형동체 작은지름 끝에 접속하는 부식여유를 제외한 원통형동체의 두께(mm)

θ_2 : 당해 원추형동체의 설계압력에 대한 설계온도에서 재료의 유효인장응력비율의 구분에 따라 표 3.5.8.2의 하단에서 정한 각도

P : 설계압력(MPa)

σ_a : 설계온도에서 재료의 허용인장응력(N/mm²)

η : 용접이음매의 효율

θ : 원추꼭지각의 1/2

A_e : 동판의 단면적 중 보강테의 유효단면적에 산입할 수 있는 단면적(mm²)

t' : 원통형동체의 유효범위 내 동판의 최소두께(mm)

m : 다음 2개의 계산식으로 구한 값 중 작은 것(mm)

$$m = \frac{t_s}{t} \cos(\theta - \theta_2)$$

$$m = \frac{t \cos \theta \cos(\theta - \theta_2)}{t'}$$

여기에서

t : 원추형동체의 유효범위내의 동판의 최소두께(mm)

3.5.8.2.2 보강테의 중심은 작은지름 끝부에서 원추형동체 및 원통형동체의 판면을 따라서 식(3.25)로 구한 거리의 1/2과 같은 거리 범위 내에 있는 것으로 한다.

3.5.8.3 외면에 압력을 받는 원통형동체에 뚫린 보강테 단면의 중심을 통과하고, 동체의 중심선에 평행한 축에 대한 관성모우먼트는 다음 계산식으로 구한 값 이상으로 한다.

$$I_s = \frac{D_o^2 I_s}{14} \left(t + \frac{a}{I_s} \right) A$$

여기에서

I_s : 보강테에 필요한 관성모우멘트(mm^4)

D_o : 부식여유를 제외한 원통형동체의 바깥지름(mm)

l_s : 보강테 중심사이의 거리 또는 동체의 끝에서 가장 가까운 보강테의 중심에서 경판의 둥글기가 시작되는 곳까지의 길이에 해당 경판 깊이의 1/3을 더한 길이 중 큰 것(mm)

t : 부식여유를 제외한 동판의 두께(mm)

a : 보강테의 단면적(mm^2)

A : 보강재의 재료에 따른 계수로서 부록 H 그림 1의 B에 따라 구한 값[다만, B 값이 같은 그림 중에 표시되지 아니한 경우에는 식(3.28)식으로 구한 값 이 경우에 B는 식(3.29)로 구한다.

$$A = \frac{2B}{E} \cdots (3.28)$$

$$B = \frac{3}{4} \frac{PD_o}{t + \frac{a}{I_s}} \cdots (3.29)$$

여기에서

P : 3.3.1.1.1(1-1-1)에서 정한 값

E : 3.3.1.1.1(1-1-2)에서 정한 값

3.5.8.4 3.5.8.3의 경우에는 다음 기준에 모두 적합할 때 동판의 관성모우멘트를 보강테의 관성 모우멘트에 산입(算入)할 수 있다.

3.5.8.4.1 동판과 보강테와의 합성관성모우멘트는 3.5.8.3의 계산식으로 구한 값의 1.3배 이상으로 한다.

3.5.8.4.2 관성모우멘트를 산입할 수 있는 동판의 폭은 보강테의 중심을 중심으로 하여 동판면을 따라서 그 양측에 다음 계산식으로 구한 폭 이하로 한다. 이 경우 보강테가 근접하여 설치되어 당해 폭이 중복되는 때에는 중복된 폭의 1/2을 중복된 폭에 더한다.

$$W = 0.55 \sqrt{D_o t}$$

여기에서

W : 관성모우멘트에 산입할 수 있는 동판의 폭(mm)

D_o : 부식여유를 제외한 원통형동체의 바깥지름(mm)

t : 동판의 최소두께(mm)

3.6 용접

압력용기등은 그 압력용기등의 이음매의 기계적 강도 및 기밀성능을 확보하기 위하여 KS B 6751(압력용기 - 용접일반)에 따라 인정된 용접사가 용접절차서에 따라 다음 방법으로 용접한다. <개정 11.1.3>

3.6.1 용접이음매의 분류

압력을 받는 부분의 용접이음매는 그 위치에 따라 다음 기준과 같이 분류하고 그 대표적인 예를 그림 3.6.1과 같이 표시한다.

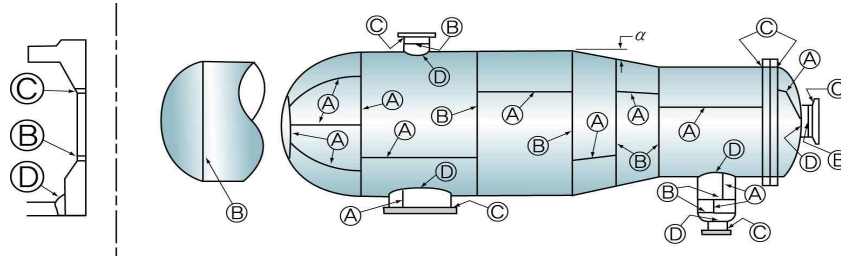


그림 3.6.1 용접이음매의 분류

3.6.1.1 다음에서 정한 용접이음매는 A이음매로 분류한다.

(1) 원통형동체, 원추형동체, 노즐 및 연결압력실(communicating chamber)등 압력을 받는 부분의 길이어음매

[비고] 연결압력실이란 압력용기등의 동체 또는 경판과 교차하여 압력용기에 종속된 압력실로 셉프(ump), 돔(dome), 맨홀(manhole) 등을 말한다.

(2) 구형동체, 성형경판, 평경판 또는 뚜껑판 등의 모든 이음매

(3) 반구형 경판을 원통형동체, 노즐 또는 연결압력실에 부착하는 원주이음매

3.6.1.2 다음에서 정한 용접이음매는 B이음매로 분류한다.

(1) 원통형동체, 원추형동체, 노즐 및 연결압력실등 압력을 받는 부분의 원주이음매로 원추형동체의 큰지름 끝부분에 원통형동체 또는 노즐넥크를 접합하는 용접이음매

(2) 온반구형 경판 이외의 성형경판을 원통형동체, 원추형동체, 노즐 또는 연결압력실에 부착하는 원주이음매

(3) 동체, 경판등에 노즐 또는 연결압력실을 부착하기 위한 허브가 없고 맞대기용접하는 이음매

3.6.1.3 플랜지, 스티브엔드, 관판(tube sheet), 평경판 또는 자켓 폐쇄판을 원통형동체, 원추형동체, 성형경판, 노즐 또는 연결압력실에 부착하는 원주이음매는 C이음매로 분류한다.

3.6.1.4 다음에서 정하는 용접이음매는 D이음매로 분류한다.

(1) 노즐 또는 연결압력실을 원통형동체, 구형동체, 원추형동체, 성형경판, 평경판 또는 뚜껑판에 부착하는 용접이음매

(2) 노즐을 연결압력실에 부착하는 용접이음매

3.6.2 용접종류의 제한

표 3.6.2의 오른쪽 란에서 정한 이음매에 대하여는 왼쪽 란의 용접의 종류에 따른 용접으로 한다.

표 3.6.2 용접의 종류에 따른 이음매

| 분류 번호 | 용접의 종류 | 이 음 매 |
|-------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1 | 반침쇠를 사용한 맞대기한면 용접으로 반침쇠를 남기는 것 | 독성가스용 압력용기등 및 저온에서 사용하는 압력용기등에 관련된 A이음매와 증성동체에 관련된 길이어음매 이외의 이음 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | 매 |
| 2 | 받침쇠를 사용하지 않은 맞대기한면용접 (뒤면 비이드 용접 또는 삽입링법 등에 따라 완전히 용입될 수 있는 것을 제외한다) | 압력용기등에 관련된 A이음매 및 B이음매(독성가스의 압력 용기등 및 저온에서 사용하는 압력용기등외의 압력용기등으로서 두께가 18mm 이하이며 또한 외경이 610mm 이하인 것에 관련된 B이음매를 제외한다)외의 이음매 |
| 3 | 양면전두께필렛 접치기용접 | 두께 18mm 이하인 압력용기등에 속하는 B이음매, 두께 10mm 이하의 압력용기등에 관련된 A이음매 및 돔·관대·보강재등을 설치하기 위한 이음매 |
| 4 | 플러그용접을 하는 한면전두께필렛접치기 용접 | 두께 12mm 이하인 동체에 바깥지름 610mm 이하로 볼록면에 압력을 받는 경관을 설치하기 위한 B이음매, 두께 18mm 이하인 자켓을 동체에 설치하기 위한 B이음매(플러그용접부의 중심에서 관 끝까지의 거리가 플러그 구멍지름의 1.5배 이하인 것만을 말한다) 및 이와 유사한 이음매 |
| 5 | 플러그용접을 하지 않은 한면전두께필렛접치기용접 | 동체에 두께 18mm 이하인 볼록면에 압력을 받는 경관을 부착하기 위한 이음매, 안지름 610mm 이하의 동체에 경관을 부착하기 위한 이음매(플랜지의 외면 필렛길이가 6mm 이하인 것만을 말한다) 및 이와 유사한 이음매 |
| <p>[비고]</p> <p>1. 이 표에서 A이음매란 내압부분의 길이이음매, 경관을 만들기 위한 이음매, 온반구형 경관을 동체에 부착하기 위한 원주이음매를 말한다.</p> <p>2. 이 표에서 B이음매란 내압부분의 원주이음매 및 노즐을 원주체형 경관의 작은 지름쪽에 부착하기 위한 이음매를 말한다.</p> | | |

3.6.3 용접이음매의 효율

용접이음매의 효율은 용접이음매의 종류[표3.6.3의 분류번호 1 및 2에 기재한 종류의 용접이음매는 용접이음매의 종류 및 같은 표 가운데 란에 기재한 용접부(용접금속부 및 용접열영향부로 재질이 변화되는 모재부분을 말한다. 이하 같다)의 전 길이에 대하여 방사선투과시험을 실시한 용접부의 비율에 따라서 같은 표 오른쪽 란에 기재한 용접효율에 길이이음매는 1, 원주이음매는 2를 곱한 값(1을 초과하는 경우에는 1로 한다)으로 한다.

표 3.6.3 용접효율

| 분류 번호 | 용접이음매의 종류 | 방사선투과시험 비율(%) | 용접효율 (η) |
|-------|----------------------------------------|---------------|-----------------|
| 1 | 맞대기양면용접 또는 이와 동등이라고 할 수 있는 맞대기 한면용접이음매 | 100 | 1.00 |
| | | 100 미만 20 이상 | 0.85 |
| | | 해당 없음 | 0.70 |
| 2 | 받침쇠를 사용한 맞대기한면용접이음매로 받침쇠를 남기는 것 | 100 | 0.90 |
| | | 100 미만 20 이상 | 0.80 |
| | | 해당 없음 | 0.65 |
| 3 | 상기 2를 제외한 맞대기한면용접이음매 | 해당 없음 | 0.60 |
| 4 | 층성동체의 층성재 또는 외통의 맞대기 한면용접이음매 | 해당 없음 | 0.65 |
| 5 | 양면전두께 필렛용접이음매 | 해당 없음 | 0.55 |
| 6 | 플러그용접을 하는 한면전두께 필렛용접이음매 | 해당 없음 | 0.50 |
| 7 | 플러그용접을 하지 않은 한면전두께 필렛용접이음매 | 해당 없음 | 0.45 |
| [비고] | | | |

1. 분류번호 1중 맞대기양면용접과 동등 이상이라고 할 수 있는 한면맞대기용접이란 이면의 상황을 확인할 수 있는 경우로서 다음의 것을 말한다.
 - 1.1 제1층에 이너트가스아크용접 또는 이면비이드용접 등으로 충분한 용입을 얻고, 또한 이면이 매끄럽게 되는 맞대기한면용접
 - 1.2 모재와 같은 재료의 받침쇠를 사용한 맞대기한면용접이음매로 용접 후 받침쇠를 연삭하여 표면을 매끄럽게 다듬질 한 것
 - 1.3 삽입링 등으로 충분한 용입을 얻고 또한 이면이 매끄럽게 되는 한면맞대기용접
 - 1.4 모재와 다른 재료의 받침쇠를 사용하여 충분한 용입을 얻고, 또한 표면을 매끄럽게 한 맞대기한면용접
2. 표의 분류번호 4중 다층동체의 층성재 또는 외통의 맞대기한면용접이음매란 다층동체 중 내통을 제외한 부분을 제작하기 위한 맞대기한면용접 이음매를 말한다.

3.6.4 용접부의 강도 등

3.6.4.1 용접부는 모재의 규격에 따른 인장강도의 최소값(모재가 서로 다른 경우에는 가장 작은 값) 이상의 강도를 유지한다. 다만, 모재를 알루미늄 및 알루미늄합금, 구리 및 구리합금, 타이타늄 및 타이타늄합금, 9% 니켈강 또는 KS D 3031(저온 압력용기용 오스테나이트계 고망간 강판)으로 하여 허용인장응력 이하로 사용하는 것으로서 그 허용인장응력 값의 3.5배 이상의 강도를 갖는 경우에는 그렇지 않다. <개정 16.11.23, 19.6.14>

3.6.4.2 용접부는 용입이 충분하고 균열이나 언더컷·오우버랩·크레이터·슬래그혼입·블로우홀 등의 유해한 결함이 없고, 유해한 지그자국도 없는 것으로 한다.

3.6.5 맞대기용접

맞대기용접은 다음 기준에서 정한 바와 같이한다.

3.6.5.1 맞대기용접에서 이음면의 엇갈림오차는 이음매의 위치 및 판의 두께(판의 두께가 다른 경우에는 얇은 쪽의 판두께. 이하 3.6.5와 3.6.6에서도 같다)에 따라 표 3.6.5.1에서 정한 엇갈림 오차 값을 초과하지 아니한다.

표 3.6.5.1 엇갈림 오차 값

| 이음매의 위치 | 판 두께 | 엇갈림 오차 값 |
|----------------------------------------------|----------|----------------------------|
| 길이이음매, 구형동체의 원주이음매 및 동체와 경판을 접합하기 위한 이음매 | 50 mm 이하 | 판 두께의 1/4 또는 3.2 mm |
| | 50 mm 초과 | 판 두께의 1/16 또는 9.0 mm |
| 원주이음매(구형동체에 관련된 것 및 동체와 경판을 접합하기 위한 것을 제외한다) | 50 mm 이하 | 판 두께의 1/4 또는 5.0 mm |
| | 50 mm 초과 | 판 두께의 1/8 또는 19.0 mm |
| 층성동체 내통의 원주이음매 | | 판두께의 1/10 또는 5.0 mm 중 작은 값 |

3.6.5.2 두께가 서로 다른 판을 맞대기용접하는 경우에는 그림 3.6.5.2① 또는 그림 3.6.5.2②에 표시한 것과 같이 기울기를 만든다.

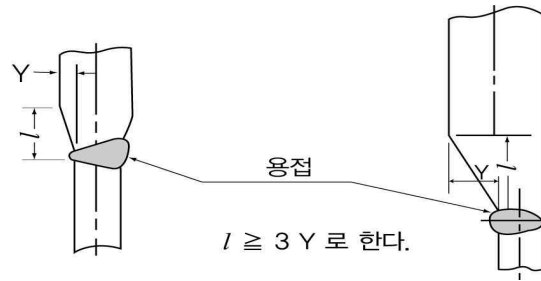


그림 3.6.5.2① 두께가 서로 다른 판의 맞대기용접

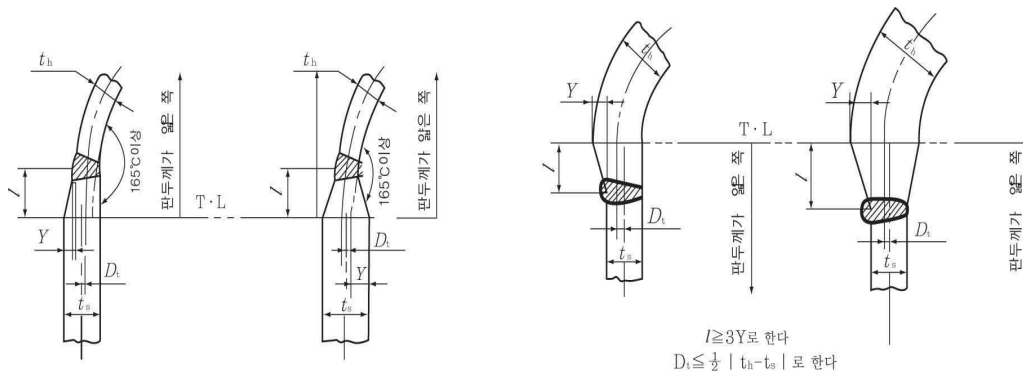


그림 3.6.5.2② 두께가 서로 다른 동판과 경판의 맞대기용접

3.6.5.3 증성동체와 경판과의 맞대기용접하는 경우에는 그림 3.6.5.3①부터 그림 3.6.5.3③까지에서 표시한 것과 같이 한다.

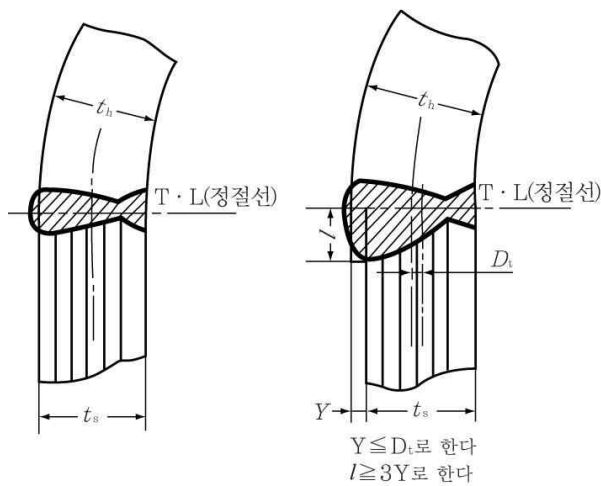


그림 3.6.5.3① 두께가 같은 경판과 증성동체와의 맞대기용접

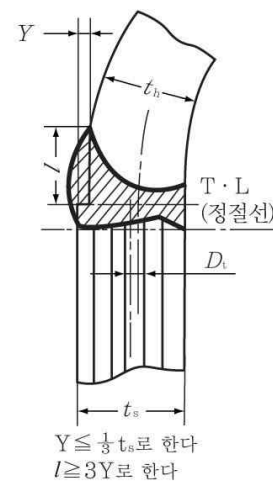


그림 3.6.5.3② 두께가 서로 다른 경판과 증성동체와의 맞대기 용접
(두께 차이가 작은 경우)

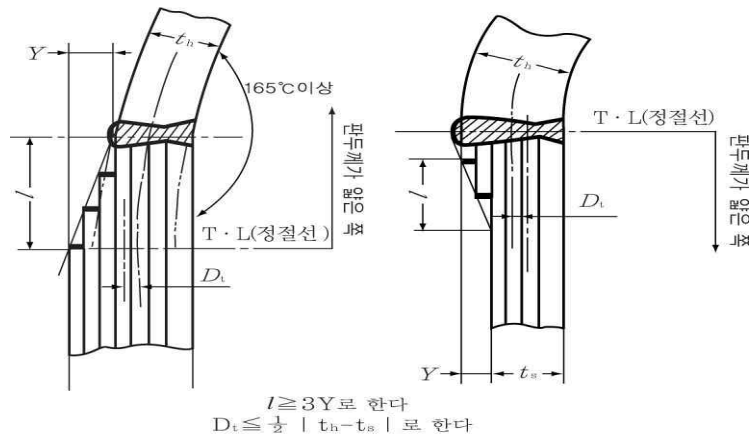


그림 3.6.5.3③ 두께가 서로 다른 경관과 증성동체와의 맞대기 용접
(두께 차이가 큰 경우)

3.6.5.4 양면용접을 한 경우에는 한 쪽에서 용접을 한 후, 다른 쪽에서 용접을 하기 전에 루트(root)부분에 균열, 용입불량, 이물(산화물을 포함) 등의 결함을 완전히 제거한다.

3.6.5.5 길이어음매 또는 원주이음매의 맞대기용접부에 근접한 길이어음매 또는 원주이음매의 맞대기용접 부와의 거리는 그 용접부 모재두께의 5배 또는 50 mm 중 큰 값 이상으로 한다.

3.6.5.6 동관 또는 경관의 길이어음매 또는 원주이음매의 용접선상에 부착물을 용접하는 경우, 그 용접부는 관의 표면과 같은 면이 되도록 매끄럽게 다듬질하고, 방사선투과시험에 합격한 것으로 한다.

3.6.6 양면전두께필렛용접

양면전두께필렛용접은 판이 겹친 부분의 길이를 판두께의 4배(해당 판두께의 4배 값이 25 mm 미만인 경우에는 25 mm) 이상이 되도록 한다.

3.6.7 경관과 동관의 용접

압력용기등의 경관과 동관과의 용접부착은 다음 기준에서 정한 것과 같이 실시한다.

3.6.7.1 경관 플랜지부의 길이는 부록 H 그림6의 (a)부터 (g)까지에서 정한 용접방법 구분에 따라 각각의 그림에 표시한 플랜지부의 길이 이상으로 한다.

3.6.7.2 플러그용접을 하는 한면필렛용접으로 경관을 동관에 부착하는 경우에는 3.6.7.2.1부터 3.6.7.2.3 까지에서 정한 것과 같이 한다.

3.6.7.2.1 플러그가 분담하는 하중의 합계는 용접부에 가해지는 전하중의 1/5 이하로 한다.

3.6.7.2.2 1개의 플러그가 분담하는 하중은 다음 계산식으로 구한 허용하중 이하로 한다.

$$F = (0.8d - 5)^2 \sigma$$

여기에서

F : 1개의 플러그의 허용하중(N)

d : 구멍 밑면에서 플러그의 지름(mm)

σ : 모재의 허용응력으로 플러그가 전단력을 받을 때에는 허용전단응력(N/mm²), 인장력을 받을 때에는 허용인장응력(N/mm²)

3.6.7.2.3 플러그의 지름은 동판의 두께에 6 mm를 더한 값(그 값이 25 mm 미만인 때에는 25 mm) 이상으로 한다. 다만, 판 두께가 50 mm를 초과하는 경우에는 56 mm로 할 수 있다.

3.6.7.3 부록 H 그림 6(c)에 정한 형상의 경관을 동판의 끝에 부착하는 경우에는 동판의 두께를 16 mm 이상으로 한다.

3.6.8 동판과 평판등의 용접

압력용기등의 동판과 평판 또는 동판과 관판을 접합하는 용접은 부록 H 그림 7과 같이 하고 그 이외의 것은 다음 기준에서 정한 것과 같이 한다.

3.6.8.1 두께 13 mm 이상의 단조판·압연판을 재료로 한 관판 또는 평판을 용접하는 경우에는 용접 전에는 개선편 또는 절단면에 대하여, 용접후에는 절단면 중 용접되지 않은 부분에 대하여 각각 지분탐상시험 또는 침투탐상시험을 실시하여 4.4.2.2.1(7-3) 또는 4.4.2.2.1(8-3)에 적합한 것으로 한다.

3.6.8.2 동판과 허브볼이 평판 또는 관판을 접합하는 경우에는 다음을 모두 만족하는 것으로 한다.

- (1) 허브부분은 압연판을 기계가공하여 만들지 아니한다.
- (2) 평판 또는 관판은 재료의 최소인장강도 및 연신율이 손상(규격치 미만으로 떨어지는 것)되지 않도록 단조한 것으로 한다.

3.6.9 노즐, 보강재등의 용접

3.6.9.1 노즐, 보강재 및 이와 유사한 것을 압력용기등의 동판 또는 경판에 부착하기 위한 용접은 부록 H 그림 8에 표시한 것과 같이 한다. 이 경우에 4.4.2.2.1(5-1-1), 4.4.2.2.1(5-1-6) 및 4.4.2.2.1(5-1-5)에서 정한 것과 저온에서 사용하는 것(가열끼워맞춤 플랜지에 용접된 두께 12 mm 이하의 이음매를 제외한다)은 완전용입 용접을 한다.

3.6.9.2 3.6.9.1에서 정한 것과 같은 용접부의 강도는 모재의 허용인장응력 값에 표 3.6.9.2에서 정한 용접방법 및 용접부에 걸리는 응력의 종류에 따라서 같은 표에서 정한 정수 및 접합면의 면적을 곱한 값이 그 용접면에 가해진 전 하중 이상으로 한다.

표 3.6.9.2 응력의 종류에 따른 정수

| 용접방법 | 용접부에 걸리는 응력의 종류 | 정 수 |
|-------|-----------------|------|
| 필렛용접 | 전단응력 | 0.49 |
| 맞대기용접 | 전단응력 | 0.60 |
| | 인장응력 | 0.74 |

3.6.10 보강테의 용접

외면에 압력을 받는 원통형동체에 보강테를 설치하기 위한 용접은 다음 기준에 따른다.

3.6.10.1 보강테가 동판에 완전히 접촉되도록 용접한다.

3.6.10.2 단속용접으로 부착하는 경우에는 각 용착금속부 길이의 합계가 동체바깥지름의 1/2(동체안쪽에 보강테를 설치하는 경우에는 1/3) 이상이고, 하나의 용착금속부와 그것에 인접한 다른 용착금속부와의 간격이 동판 최소두께의 8배(동체 안쪽에 보강테를 설치하는 경우에는 12배) 이하로 한다.

3.6.11 자켓용접

3.6.11.1 동판에 자켓(반원판코일자켓을 제외한다)을 부착하기 위한 용접은 부록 H 그림9에 표시한 것과 같이 한다.

3.6.11.2 동판에 반원통코일자켓을 부착하기 위한 용접은 하나의 반원통코일자켓을 부착하기 위한 용접부와 그것에 인접한 다른 하나의 반원통코일을 부착하기 위한 용접부 사이의 거리가 동판 두께의 2배 이상이 되도록 한다.

3.6.12 스테이 용접

3.6.12.1 스테이(3.6.12.2에서 정한 것을 제외한다)를 설치하기 위한 용접은 그림 3.6.12.1과 같이 한다. 이 경우에 그림 3.6.12.1의 (a)부터 그림 3.6.12.1의 (c)까지에서 정한 방법으로 용접하는 때에는 스테이 축에 평행한 방향으로 전단응력이 작용하는 용접면의 면적은 스테이 최소단면적의 1.25배 이상으로 한다.

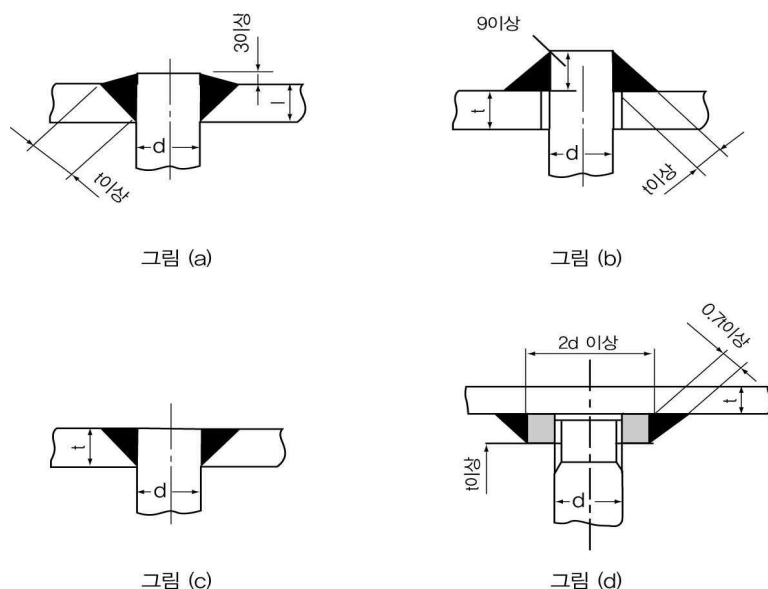


그림 3.6.12.1 스테이 용접

3.6.12.2 경사스테인 또는 가셋트 스테이를 설치하기 위한 용접은 다음 기준에서 정한 것과 같이 한다.

3.6.12.2.1 스테이를 경관의 내면에 부착하는 경우에는 완전용입용접으로 한다.

3.6.12.2.2 스테이를 동관의 내면에 부착하는 경우에는 완전용입용접 또는 필렛용접으로 한다. 다만, 필렛용접으로 하는 경우에는 스테이 부착부 전 둘레를 용접하고, 경사스테인은 스테이가 용접될 부분의 단면적 및 동체의 축에 평행하게 측정된 필렛 목부분의 단면적이 스테이 최소단면적의 1.25배 이상, 가셋트 스테이는 스테이 양쪽 목부분 두께의 합이 가셋트 스테이 관두께의 1.25배 이상으로 한다.

3.6.13 용접부 다듬질

3.6.13.1 압력용기등의 용접부로서 비파괴검사를 실시할 표면은 매끄럽게 하고 모재의 표면보다 낮지 않게 하며 모재의 표면과 층이 생기지 않도록 다듬질을 한다. 이 경우 방사선투과시험을 필요로 하는 맞대기용접부의 보강덧붙임 높이는 표 3.6.13.1의 모재의 재질 및 모재의 두께(모재의 두께가 다른 경우에는 얇은 판의 두께)에 따른 보강덧붙임높이의 값 이하로 한다.

표 3.6.13.1 보강 덧붙임 높이

| 모재의 재질 | 모재의 두께 | 보강덧붙임높이 |
|--------------------|-------------------|-------------|
| 알루미늄 및 알루미늄합금 | 6 mm 이하 | 2 mm |
| | 6 mm 초과 15 mm 이하 | 판 두께의 3분의 1 |
| | 15 mm 초과 25 mm 이하 | 5 mm |
| | 25 mm 초과 | 7 mm |
| 알루미늄 및 알루미늄합금 외의 것 | 12 mm 이하 | 1.5 mm |
| | 12 mm 초과 25 mm 이하 | 2.5 mm |
| | 25 mm 초과 50 mm 이하 | 3 mm |
| | 50 mm 초과 | 4 mm |

3.6.13.2 고장력강(탄소강으로서 인장강도 규격치의 최소치가 568.4N/mm² 이상의 것을 말한다. 이하 같다)을 사용하는 압력용기등의 용접부 내면의 보강덧붙임을 깎아낸다. 다만, 응력제거를 위하여 열처리를 실시한 압력용기등은 그렇지 않다.

3.6.13.3 증성동체의 내통 및 증성재의 길이이음매에 속하는 용접부는 곡률에 맞추어 매끄럽게 다듬질 한다.

3.6.14 용접조건

3.6.1부터 3.6.13까지에서 정한 것과 같이 용접한 경우의 용접조건은 용접방법, 모재의 종류, 용접봉의 종류, 예열온도, 응력제거 방법, 시일드가스의 종류 등에 따라 다음 기준과 같이 구분한다.

3.6.14.1 용접방법의 구분

용접방법의 구분은 표 3.6.14.1에서 정한 구분으로 분류하고, 표 이외의 용접방법은 그 용접방법으로 구분한다. 또한, 2가지 이상의 용접방법이 조합된 경우에는 그 조합된 것을 하나의 용접방법으로 구분한다.

표 3.6.14.1 용접방법의 구분

| 용접방법의 구분 | 용 접 방 법 |
|------------------------------|-------------------|
| SMAW(A) | 피복 아아크용접 |
| GTAW(T) | 티그(TIG)용접 |
| FCAW(M) | 미그(MIG)용접 |
| GMAW(G) | 매그용접(탄산가스아아크용접포함) |
| SAW(U) | 서브머지드아아크용접 |
| PAW(P) | 플라즈마아아크용접 |
| ESW(Es) | 일렉트로슬래그용접 |
| EGW(Eg) | 일렉트로가스아아크용접 |
| [비고] ()에 병기한 기호로 표시할 수도 있다. | |

3.6.14.2 모재의 구분

모재의 구분은 부록 E에 열거한 것은 P번호에 따라 구분(그룹 번호가 있는 것은 그룹번호로 구분)하고, 그 이외의 모재의 종류는 그 종류 및 성분조합에 따라 구분한다. 또한 2가지 이상으로 구분된 모재를 조합하는 경우에는 그 조합된 것을 하나의 구분으로 한다.

3.6.14.3 피복 아아크용접봉의 구분

피복아아크용접봉은 부록 F에 열거한 것은 같은 표의 구분에 따라, 그 이외의 것은 용접봉의 종류 및 성분조합으로 구분한다. 또한, 두 가지 이상의 피복아아크용접봉을 조합하여 사용하는 경우에는 그 조합된 것을 하나의 구분으로 한다.

3.6.14.4 용접용 와이어 및 티그(TIG)용접봉의 구분

용접용 와이어 및 티그(TIG)용접봉을 사용하는 경우에는 부록 G에 열거한 바에 따라 구분하고, 그 이외의 것은 그 종류 및 성분 조합에 따라 구분한다. 또한 2 가지 이상의 용접용와이어 및 티그용접봉을 조합하여 사용하는 경우에는 그 조합된 것을 하나의 구분으로 한다.

3.6.14.5 용제(flux)의 구분

용제의 종류 및 성분조성에 따라 구분한다.

3.6.14.6 예열의 구분

예열을 하는 경우에는 예열온도의 하한을 구분으로 한다. 다만, 기온저하 등의 조건으로 50℃ 이하로 예열하는 경우에는 “예열을 하지 아니하는 경우” 로 구분한다.

3.6.14.7 응력제거의 구분

응력제거를 실시하는 경우에는 유지온도의 하한 및 최소유지시간의 조합으로 구분한다.

3.6.14.8 시일드가스의 구분

시일드가스를 사용하는 경우에는 그 종류로 구분한다. 또한, 2가지 이상의 시일드가스를 혼합하여 사용하는 경우에는 그 종류 및 혼합비의 조합으로 구분한다.

3.6.17.9 이면에서 가스보호 구분

이면에서 가스보호를 하는 경우와 하지 않은 경우로 구분한다.

3.6.14.10 전극의 구분

전극의 수로 구분한다.

3.6.14.11 층수의 구분

층수 구분은 단층육성과 다층육성으로 구분한다.

3.6.14.12 용접자세의 구분

용접자세는 위보기, 아래보기, 수직용접, 수평용접 등으로 구분한다.

3.6.14.13 모재 두께의 구분

모재 두께 10mm 미다 하나의 구분으로 한다.

3.7 열처리

열처리가 필요한 재료로 제조한 압력용기등은 그 압력용기등의 안전성을 확보하기 위하여 다음 기준에 따라 열처리를 한다.

3.7.1 성형 후 열처리

3.7.1.1 다음의 어느 하나에 해당하는 성형조건에서는 성형 후 반드시 후열처리를 한다.

- (1) 탄소강 및 저합금강을 단조온도에서 타격으로 성형하는 경우
- (2) 탄소강판 및 저합금강판으로 성형을 한 동판·경판 그 밖의 내압부재가 성형후 판의 신장률이 3.7.1.2의 식에 따라 5%를 넘으면서 다음 중 하나의 조건에 해당되는 경우
 - (2-1) 치사성 물질[시아노화 수소, 시아노젠, 겨자가스, 불화자일렌, 그 밖에 TLV-TWA(threshold limit value-time weight average, 정상인이 1일 8시간 주40시간 통상적인 작업을 수행함에 있어 건강상 나쁜 영향을 미치지 않은 정도의 공기 중 가스농도를 말한다)기준농도 1ppm 이하인 것을 말한다. 이하 같다]을 취급할 것을 목적으로 하는 압력용기 <개정 17.6.2>
 - (2-2) 충격시험이 요구되는 재료
 - (2-3) 냉간성형에 따른 판의 두께가 16mm를 넘는 것
 - (2-4) 냉간성형에 따른 판 두께 감소율이 10%를 넘는 것
 - (2-5) 480℃ 이하의 성형온도에서 재료성형이 이루어진 것
- (3) 모재의 구분 P-1 그룹번호 1 및 2의 재료로서 3.7.1.1(2-1)부터 3.7.1.1(2-5)까지의 조건 이외의 것은 냉간성형 후 판의 신장률이 3.7.1.2의 식에 따라 40%를 넘는 경우

3.7.1.2 성형 후 신장률은 다음 식으로 계산한다.

(1) 경판등 2차 곡률을 갖는 것

$$\text{성형후의 신장률(\%)} = \frac{75t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_e} \right)$$

(2) 원통형·원추형 동판등 1차 곡률을 갖는 것

$$\text{성형후의 신장률(\%)} = \frac{50t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_e} \right)$$

여기에서

t : 판의 호칭두께(mm)

R_f : 성형후 판의 중립축에서의 반지름(mm)

R_e : 성형전 판의 중립축에서의 반지름(평판인 경우는 ∞)(mm)

3.7.2 용접부 응력제거

3.7.2.1 압력용기등의 용접부는 용접 후에 잔류응력을 제거하기 위하여 열처리를 한다. 다만, 치사성 물질(시아니화수소, 시아노젠, 겨자가스, 불화화이렌, 그 밖의 TLV-TWA 기준농도가 1 ppm 이하인 것을 말한다)을 수용하기 위한 압력용기등으로서 (6)과 (7)에 해당하는 것은 열처리를 하지 아니할 수 있고, 치사성 물질 외의 물질을 수용하기 위한 압력용기등으로서 (1)부터 (7)까지에 해당하는 것은 열처리를 하지 아니할 수 있다. <개정 15.10.2, 17.6.2>

(1) 부록C 제1호에 열거하는 재료를 사용한 모재의 용접부로서 (1-1)부터 (1-3)까지에서 정한 것

(1-1) 모재의 두께가 32 mm 이하인 것

(1-2) 모재의 두께가 32 mm 초과 38 mm 이하인 것으로서 예열온도가 95 °C 이상인 것

(1-3) 모재의 두께가 38 mm를 초과하는 것으로서 (1-3-1) 또는 (1-3-2)에서 정한 것(그 용접부를 포함한 압력용기등의 다른 용접부가 열처리를 필요로 하지 않는 경우에 한정한다)

(1-3-1) 안지름 50 mm 이하인 노즐의 부착물을 크기가 12 mm 이하인 그루우브(groove)용접 또는 목두께가 12 mm 이하인 필렛용접에 의하여 부착한 용접부로서 예열온도가 95 °C 이상인 것

(1-3-2) 부착물(내압부분이 아닌 것에 한정한다)을 목두께가 12 mm 이하인 필렛용접에 의하여 부착한 용접부로서 예열온도가 95 °C 이상인 것

(2) 부록C 제2호에 열거하는 재료(규격 최소인장강도가 548.8 N/mm² 이상의 것을 제외한다)를 사용한 모재의 용접부로서 (2-1) 또는 (2-2)에서 정한 것

(2-1) 모재의 두께가 16 mm 이하인 것

(2-2) 모재의 두께가 16 mm를 초과하는 것으로서 (2-2-1) 또는 (2-2-2)에서 정한 것(그 용접부를 포함한 압력용기등의 다른 용접부는 열처리할 필요가 없는 경우에만 적용한다)

(2-2-1) 부착물을 내압부분이 아닌 부분 또는 탄소함유량이 0.25 % 이하인 재료를 사용한 모재에 목두께가 12 mm 이하인 필렛용접으로 부착한 용접부로서 예열온도가 95 °C 이상인 것

(2-2-2) 탄소의 함유율이 0.25 % 이하인 재료를 사용하고, 또한 두께가 12 mm 이하인 판의 원주이음매에 속하는 용접부

(3) 부록C 제3호에 열거하는 재료 중 탄소함유량이 0.15 % 이하이고, 두께가 16 mm 이하이며, 호칭지름이 4B 이하인 판을 맞대기용접 한 원주이음매에 속하는 용접부로서 예열온도가 120 °C 이상인 것

(4) 부록C 제4호에 열거하는 재료 중 탄소함유량이 0.15 % 이하, 크롬함유량이 3.0 % 이하이고, 두께가 16 mm 이하이며, 호칭지름이 4B 이하인 판을 맞대기용접 한 원주이음매에 속하는 용접부로서 예열온도가

95 ℃ 이상인 것

(5) 부록C 제7호에 열거하는 재료를 사용한 용접부로서 (5-1) 또는 (5-2)에서 정한 것

(5-1) 모재의 두께가 16 mm 이하인 것

(5-2) 부착물(내압부분이 아닌 것에만 적용한다)을 두께가 16 mm를 초과하는 모재에 폭두께가 12 mm 이하인 필렛용접으로 부착한 용접부로서 예열온도가 95 ℃ 이상인 것. [당해 용접부를 포함한 압력용기 등의 다른 용접부는 열처리할 필요가 없는 것에만 적용한다]

(6) 오스테나이트계 스테인리스강, 오스테나이트-페라이트계 스테인리스강, 9% 니켈강, KSD 3031(저온 압력용기용 오스테나이트계 고망간 강판) 또는 비철금속을 사용한 모재의 용접부 <개정 18.12.13>

(7) 다층동체에 관계되는 용접부[내통의 길이이음매 및 가열기위맞춤에 따른 다층동체의 층성재 길이이음매로서 (1)부터 (6)까지에서 정한 것을 제외한다]

3.7.2.2 열처리방법은 다음 기준에 따른다.

3.7.2.2.1 용접부를 노 안에 넣는다.

3.7.2.2.2 압력용기의 크기 및 형상에 따라 용접부를 2회 이상으로 나누어 열처리를 하는 경우에는 가열부(압력용기등의 노 안에 있는 부분을 말한다. 이하 3.7.2.2에서 같다)와 노외에 있는 부분 사이에 노즐, 그 밖에 이와 유사한 것이 없도록 하고, 또한 노외에 있는 부분과 가열부와의 온도구배가 재질에 유해한 영향을 주지 않도록 노외 부분을 보온시킨다.

3.7.2.2.3 가열부를 노 안에 넣을 때와 빼낼 때, 노 내 온도는 300 ℃ 이하로 한다.

3.7.2.2.4 노 안을 300 ℃ 이상으로 가열하는 경우에는 1시간의 온도차가 다음의 계산식으로 구한 값(그 값이 220K를 초과하는 경우에는 220 ℃, 그 값이 55K 미만인 되는 경우로서 해당 압력용기등이 현저한 열응력에 따라 손상을 받을 우려가 없을 때에는 55 ℃) 이하로 하고, 가열부 표면에서 임의의 두 점 사이의 거리가 4 500 mm 이상일 때 두 점사이의 온도차가 100K(3.7.2.2.6 단서의 경우에는 50K) 이하가 되도록 가열한다.

$$R = 220 \times \frac{25}{T}$$

여기에서

R : 온도차(K)

T : 용접부의 최대두께(mm)

3.7.2.2.5 300 ℃ 이상으로 가열된 노 안에 있는 가열부를 냉각하는 경우에는 1시간의 온도차가 다음 계산식으로 구한 값(그 값이 275 K를 초과하는 때에는 275 ℃, 그 값이 55 K 미만인 되는 경우로서 해당 압력용기등이 현저한 열응력으로 손상 받을 우려가 없을 때는 55 ℃) 이하로 하고, 또한 가열부표면에서 임의의 두 점 사이의 거리가 4 500 mm 이상일 때 두 점 사이의 온도차가 100 K(3.7.2.2.6의 단서에서 정한 경우에는 50 K) 이하가 되도록 냉각 시킨다.

$$R = 275 \times \frac{25}{T}$$

여기에서

R 및 T : 3.7.2.2.4에서 정한 것

3.7.2.2.6 용접부는 부록 C의 왼쪽에 열거한 모재의 종류에 따라 같은 표 오른쪽에 열거한 온도 이상의 온도로 모재의 두께 25 mm를 1시간으로 하여 계산한 시간(모재의 두께가 12.5 mm 이상 25 mm 미만인 경우에는 1시간, 모재의 두께가 6 mm 이상 12.5 mm 미만인 경우에는 30분간, 모재의 두께가 6 mm 미만인 경우에는 15분간. 이하 3.7.2.2.6에서는 같다) 이상 유지한다. 다만, 부록C에 열거한 온도 이상의 온도로 유지하기 곤란한 경우에는 모재의 두께 25 mm를 1시간으로 하여 계산한 시간에 부록 D의 왼쪽에 열거한 온도차(부록 C의 오른쪽에 열거한 온도와 당해 노 내의 온도와의 차)에 따라 부록D에 열거한 정수를 곱한 시간 이상 유지할 경우에는 그렇지 않다.

3.7.2.2.7 용접부를 가열하는 경우, 그 표면에서 임의의 두 점 사이의 온도차는 50K 이하로 한다.

3.7.2.3 원주이음매 용접부, 또는 노즐, 시트 등을 압력용기등에 부착하는 용접부(판의 일부를 잘라내어 부착물을 맞대기용접한 것을 제외한다)에는 용접금속부의 최대 폭부분에서 양측으로 각각 모재 두께의 6배(원주이음매는 2배) 이상의 폭을 3.7.2.2.4부터 3.7.2.2.7까지에 따라 가열 및 냉각하는 경우에는 국부가열에 따라 응력제거를 할 수 있다.

3.7.2.4 설치장소에서 용접을 하는 압력용기등의 용접부로서 3.7.2.2에서 정한 방법으로 열처리하기 곤란한 경우에는 한국가스안전공사의 사장이 인정하는 방법으로 응력제거를 할 수 있다.

3.8 성능 <개정 21.1.12>

3.8.1 내수소취성 <신설 21.1.12>

3.2.7.2에 따른 압력용기등은 그림 3.8.1과 같이 내수소취성 성능에 대한 평가를 실시해야 한다.

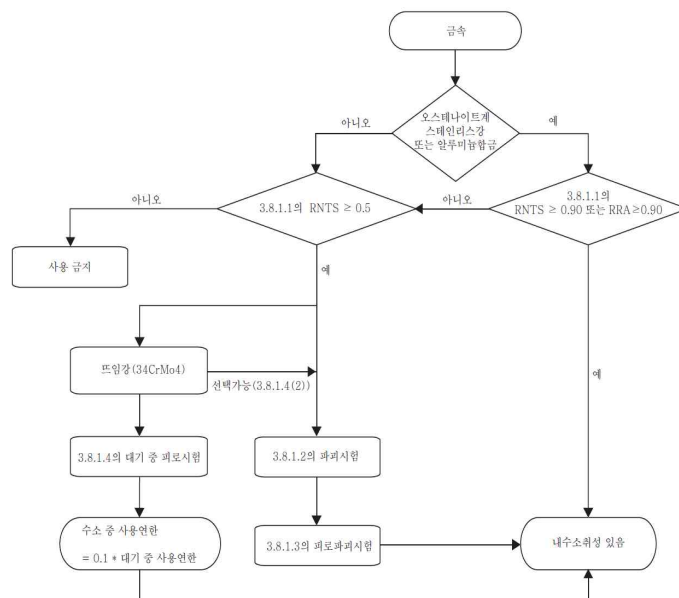


그림 3.8.1 내수소취성 평가 흐름도

3.8.1.1 저속변형률 인장시험

저속변형률 인장시험은 압력용기등에 사용하는 동일 재료(압력용기 제조 조건과 동일한 열처리 등을 적용한 재료를 말한다. 이하 같다)를 사용하여 다음 기준에 따라 실시한다.

(1) 시험방법

(1-1) 표 3.8.1.1에서 정한 시험편 등 시험조건을 만족하여 다음 기준에 따라 실시한다. 다만, 이 기준에서 정하고 있지 않은 시험조건에 관한 사항은 ASTM E8 및 ASTM G142에 따른다.

표 3.8.1.1 저속변형률 인장시험 <개정 23. 3. 6.>

| 구분 | 조건 | 비고 | |
|-------|-----------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 시험편 | | | |
| | | 알루미늄, 스테인리스강의 경우 노치시험편 대신 가능 | |
| 수량 | 시험군, 대조군 각각 3개씩 | | |
| 챔버분위기 | 시험군 | 상온에서 압력용기등의 설계압력으로 가압된 수소가스 | 300 계열의 스테인리스강의 경우에는 챔버분위기의 온도를 -53 ℃로 설정 |
| | 대조군 | 상온의 일반분위기(수소분위기 외의 불활성가스, 대기, 진공분위기를 말한다. 이하같다) | |
| 시험 속도 | 노치 시험편 | 0.02 mm/s ± 10 % | ASTM G142 |
| | 노치없는시험편 | 0.002 mm/s ± 10 % | |

(1-2) 시험군(설계압력의 고압수소 분위기) 및 대조군(일반분위기)의 인장시험결과를 다음의 식을 이용하여 비교한다.

$$RNTS = \frac{NTS_H}{NTS_R}$$

$$RRA = \frac{RA_H}{RA_R}$$

여기에서

RNTS: 수소/일반 노치인장강도 비교(relative notch tensile strength)

NTS_H : 수소 노치인장강도(notch tensile strength after testing in the hydrogen environment)

NTS_R : 일반 노치인장강도(notch tensile strength after testing in the reference environment)

RRA: 수소/일반 단면수축률 비교(relative reduction of area)

RA_H : 수소 단면수축률(reduction of area after testing in the hydrogen environment)

RA_R : 일반 단면수축률(reduction of area after testing in the reference environment)

(2) 적합기준

저속변형률 인장시험은 다음 기준을 모두 만족하는 경우 적합으로 한다.

(2-1) RNTS의 값이 0.5 이상이어야 한다. 이 경우, 3.8.1.3에 따른 피로 및 파괴시험을 추가로 실시하여 내수소취성 성능을 평가한다.

(2-2) 알루미늄 및 오스테나이트계 스테인리스강의 경우에는 RNTS 또는 RRA의 값 중 어느 하나가 0.9 이상이어야 한다.

3.8.1.2 파괴시험

3.8.1.2.1 표 3.8.1.2.1에서 정하고 있는 변환식으로 압력용기등에 사용하는 동일 재료에 대한 한계응력확대계수(K_{Ic})을 정한다.

(1) K_{Ic} 란 한계응력확대계수로서 I 모드의 파괴시험에서 구해지며, 균열이 발생하는 양상이 변화하는(급속도로 균열성장) 임계점(c)의 응력확대계수를 말한다.

(2) K ($\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$) K는 응력(stress, σ)과 균열크기(crack size, a)가 결합된 복수인자로 응력확대계수(stress intensity factor)로 표현한다. 아래 첨자 중 I은 응력(σ)의 변화가 균열면의 수직인 축으로만 이루어지는 모드를 말한다.

표 3.8.1.2.1 한계응력확대계수(파괴인성) 변환식 <개정 23. 11. 7.>

| 파괴인성 인자 | 변환식 | 참조 |
|--------------------------------|-----|-----------|
| 한계응력확대계수(평면변형 파괴인성, K_{Ic}) | - | ASTM E399 |

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 탄성-소성 파괴인성 (elastic-plastic fracture toughness, J_{IC}) | $K_{Ic} = \sqrt{J_{IC} \cdot E_y} \quad (\text{plain stress})$ $K_{Ic} = \sqrt{\frac{J_{IC} \cdot E_y}{1 - \nu^2}} \quad (\text{plain strain})$ | ASTM E1820 |
| 샤르피 V노치 충격시험에 의한 흡수에너지 (CVN) | $\left(\frac{K_{Ic}}{\sigma_{YS}}\right)^2 = 0.64 \left(\frac{CVN}{\sigma_{YS}} - 0.01\right)$ | ASTM SA-370 |
| 균열선단개구변위 (Crack tip opening displacement, CTOD) | $K_{Ic} = \sqrt{(CTOD) \cdot E_y \cdot \sigma_{YS}}$ | ASTM E1290 |
| <p>[비고]</p> <p>K_{Ic} = plane-strain fracture toughness (평면변형 파괴인성) J_{IC} = elastic-plastic fracture toughness (탄성-소성 파괴인성) CVN = charpy v-notch impact strength (샤르피 V노치 충격시험에 의한 흡수에너지) CTOD = crack tip opening displacement (균열선단개구변위) E = modulus of elasticity (적정온도에서의 탄성계수) ν = poisson's ratio (푸아송 비) σ_{YS} = engineering yield stress evaluated at the temperature of interest (적정 온도에서의 항복 응력)</p> | | |

3.8.1.2.2 파괴시험 및 피로파괴시험은 압력용기등에 초기결함(a_0) 발생을 가정하여 실시하며, 초기결함(결함의 깊이를 말한다. 이하 같다)의 크기 및 결함의 종류는 다음의 기준에 따라 선정한다. 이 경우, ASME Sec.VIII Div.3 Nonmandatory Appendix D 또는 API 579-1/ASME FFS-1 Part 9를 참조할 수 있다. <신설 22.1.10.>

(1) 결함의 크기 <신설 22.1.10.>

초기결함의 크기는 다음의 기준에 따라 결정해야 한다.

(1-1) 초기결함 깊이는 다음에 따른 초음파탐상시험의 대비시험편을 이용하여 결정한다.

(1-1-1) 대비시험편은 압력용기등의 지름, 두께, 열처리 조건, 재료의 화학적 성분과 동일해야 한다.

(1-1-2) 대비시험편에 발생시키는 임의의 결함(이하 “표준결함” 이라 한다)은 다음의 기준을 만족해야 한다.

(1-1-2-1) 표준결함의 길이는 25mm 이하이고, 깊이는 0.1mm 또는 압력용기등의 두께 3% 중 큰 값을 초과하지 않을 것

(1-1-2-2) 표준결함의 폭은 사각노치나 U-노치의 경우 1.6mm를 초과하지 않고, V-노치의 경우 결함의 깊이에 비례할 것

(1-1-2-3) 원주방향으로 초음파탐상시험을 실시하는 경우, 표준결함은 길이방향으로 대비시험편의 안쪽 또는 바깥쪽 표면에 노치를 만들 것

(1-1-2-4) 길이방향으로 초음파탐상시험을 실시하는 경우, 표준결함은 원주방향으로 대비시험편의 안쪽 또는 바깥쪽 표면에 노치를 만들 것

(1-1-3) (1-1-1)과 (1-1-2)에 따라 결정된 대비시험편의 표준결함의 크기를 초기결함크기

(a_0)로 정한다.

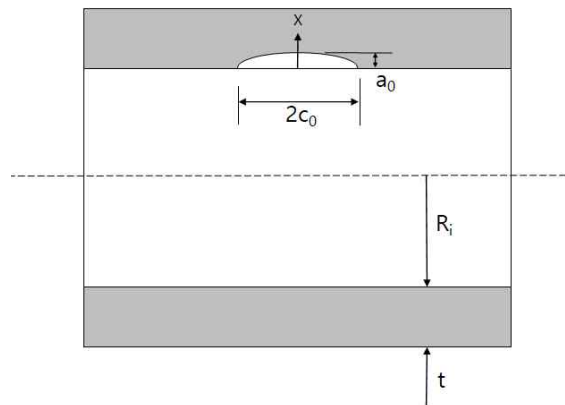
(1-1-4) 압력용기등은 대비시험편의 표준결함 크기보다 큰 결함지시가 발생되지 않아야 한다.

(1-2) (1-1)에 따른 초기결함크기를 결정하기 곤란한 경우에는 다음의 기준에 따라 결함의 크기를 정한다.

(1-2-1) 결함의 모양은 반타원형(semielliptical)일 것

(1-2-2) 결함의 깊이(a_0)와 길이($2c_0$)의 종횡비($a_0/2c_0$)는 1/3일 것. 이 경우, 결함의 길이, 폭 또는 깊이 중 어느 하나의 크기는 최소 1.6mm 이상이어야 한다. <개정 23. 8. 25.>

그림 3.8.1.2.2(1-2-2) 결함의 종횡비 <개정 23. 8. 25.>

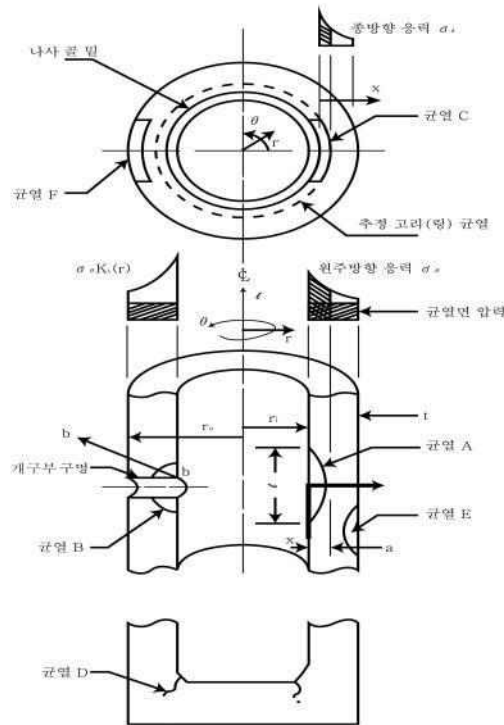


(2) 결함의 종류 <신설 22.1.10.>

압력용기등의 형태, 압력 등을 고려하여 다음의 결함 종류 중 해당 압력용기등에 발생 가능한 결함을 선정한다. 다만, 압력용기등의 구조해석 등을 통해 아래의 결함 종류 외 발생 가능한 결함이 예상되는 경우에는 그 결함의 종류를 포함할 수 있다.

- (2-1) 동판 내면의 축 방향 균열(A)
- (2-2) 동판의 개구부(cross bore) 내면의 균열(B)
- (2-3) 나사부의 나사굴(root) 고리 모양 균열(C)
- (2-4) 경판과 일체 구조의 동판 모서리 접속부 내면의 고리 모양 균열(D)
- (2-5) 동판 외면의 축 방향 균열(E)
- (2-6) 동판 외면의 원주 방향 균열(F)

그림 3.8.1.2.2(2) 결함의 종류



3.8.1.2.3 다음의 기준에 따라 압력용기등의 파열전누출(leak-before-burst, LBB)모드를 확인해야 한다.

- (1) 표 3.8.1.2.1으로 구한 한계응력확대계수(K_{IC})로부터 한계균열깊이(a_c)를 구한다.
- (2) 한계균열깊이(a_c)는 압력용기등의 두께 이상이어야 해당 압력용기등의 파열전누출모드를 갖춘 것으로 본다.
- (3) 표 3.8.1.2.1에 따른 한계응력확대계수(K_{IC}) 변환식의 제한 등으로 한계균열깊이(a_c)는 압력용기등의 두께에 0.8배 이상의 값으로 계산되지 않을 수 있다. 이 경우, 다음의 기준을 모두 만족할 때 해당 압력용기등의 파열전누출모드를 갖춘 것으로 본다. <개정 22.1.10.>
 - (3-1) 압력용기등의 두께에 0.8배의 균열 크기는 API579-1/ASME FFS-1에 따라 고장평가도표(failure assessment diagram)에 따라 구한 한계균열깊이(a_c)보다 작을 것 <신설 22.1.10.>
 - (3-2) 균열부의 끝나는 지점(tip)에서 균열이 진행되는 쪽의 표면으로부터 남은 거리(ligament)가 $(K_{IC}/\sigma_{YS})^2$ 보다 작을 것 <신설 22.1.10.>
- (4) 3.8.1.2.2(2)에 따른 나사부의 나사골(root) 고리 모양 균열에 대하여 파열전누출모드의 확인이 곤란한 경우에는 그 균열에 대한 사용가능 사이클(수명)을 결정한다. <신설 22.1.10.>

3.8.1.2.4 다음의 기준에 따라 고압수소 분위기에서 결정되는 수소한계응력확대계수(threshold stress intensity factors for hydrogen assisted cracking, K_{IH})를 확인해야 한다.

- (1) 수소한계응력확대계수(K_{IH})은 표 3.8.1.2.4에 따른 시험방법으로 결정한다. 다만, 이 기준에서 정하고 있지 않은 시험방법에 관한 사항은 ASTM E1681에 따른다.

표 3.8.1.2.4 수소한계응력확대계수(K_{IH}) 결정 시험방법 <개정 23. 11. 7.>

| 구분 | 조건 | 비고 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 참조규격 | ASTM E1681 | |
| 시험순서 | 1. 시험편 로딩 > 2. 챔버 배기 > 3. 챔버 내 고압가스 가압 > 4. 시험 > 5. 수소 가스 조성 측정 | |
| 시험편 | <p>두께</p> <p>가능한 최종 열처리 조건에서 가장 두꺼운 단면, 압력용기등 설계 두께의 85% 이상</p> | <p>85% 미만인 경우 비교의 시험편 구속유효성 조건만족시 사용 가능</p> |
| | <p>노치 구조</p> <p>수정된 볼트부하 소형시험편을 사용한 일정 변위 K_{max} 시험의 일반적 시험 배치; $H/W=0.486$</p> <p>범 시험편</p> | |
| 시험편 | <p>노치 방향</p> <p>TL 또는 CL</p> | <p>용접부와 열영향부에서 TL 방향이 불가능할시 LT로 대체</p> |
| | <p>수량</p> <p>모재, 용접부, 열영향부 각각 3개씩</p> | |

| 사전균열의 방법 (precracking) | | <ol style="list-style-type: none"> 사전균열은 시험편 두께(B)의 10% 또는 1 mm 중 큰 값보다 커야 한다. 사전균열 생성시 마지막 1 mm 부위는 예상되는 수소한계 응력확대계수(K_{IH})의 60%보다 크지 않은 최대응력확대계수(K_{max})로 수행한다. 균열면은 시험편의 폭과 두께의 방향과 $\pm 10^\circ$ 범위 내에서 평행하게 한다. K_{IH}가 $20 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ 아래인 민감한 물질은 예상되는 K_{IH}의 60%보다 큰 최대응력확대계수(K_{max})로 시작하여 단계적으로 힘을 줄여가며 (force shedding or K decreasing) 사전균열을 제작한다. 사전균열(pre-crack)을 내는 중에 균열부(crack)가 오염되는 것을 주의해야 한다. | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------|-----|-----------|-----|----------|-----|----------|
| 캠버분위기 | | 상온에서 압력용기등의 설계압력으로 가압된 수소가스 | | | | | | | | |
| 초기적용 탄성응력확 대계수 | 일정 하중 | 초기값 필요없음. $K_{IAPP} \geq K_{IH}$ 로 적용 응력확대계수 (K_{IAPP}) | | | | | | | | |
| | 일정 변위 | $1.5 K_{IH} < K_{IAPP} < 198 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ <p>페라이트강의 경우, 항복강도에 따른 초기적용 탄성 응력확대계수(K_{IAPP})</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>항복강도(σ_{YS}, MPa)</th> <th>초기적용 탄성 응력확대계수(K_{IAPP}, MPa · m^{1/2})</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>621</td> <td>159 ~ 198</td> </tr> <tr> <td>759</td> <td>93 ~ 159</td> </tr> <tr> <td>897</td> <td>71 ~ 115</td> </tr> </tbody> </table> | 항복강도(σ_{YS} , MPa) | 초기적용 탄성 응력확대계수(K_{IAPP} , MPa · m ^{1/2}) | 621 | 159 ~ 198 | 759 | 93 ~ 159 | 897 | 71 ~ 115 |
| 항복강도(σ_{YS} , MPa) | 초기적용 탄성 응력확대계수(K_{IAPP} , MPa · m ^{1/2}) | | | | | | | | | |
| 621 | 159 ~ 198 | | | | | | | | | |
| 759 | 93 ~ 159 | | | | | | | | | |
| 897 | 71 ~ 115 | | | | | | | | | |
| 시험시간 | 페라이트강 및 마르텐사이트 스테인리스 강 | 1000시간 | | | | | | | | |
| | 오스테나이트 스테인리스 강 | 5000 시간 | | | | | | | | |

| <p>시험종료 직후 수소가스 불순물제한</p> | <p>시험종료 직후 수소가스 내 불순물의 제한</p> <table border="1" data-bbox="662 459 1093 616"> <thead> <tr> <th>O₂</th> <th>CO₂</th> <th>CO</th> <th>H₂O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 1ppm</td> <td>< 1ppm</td> <td>< 1ppm</td> <td>< 3ppm</td> </tr> </tbody> </table> | O ₂ | CO ₂ | CO | H ₂ O | < 1ppm | < 1ppm | < 1ppm | < 3ppm | <p>99.999 %의 수소가스순도로 시험할 경우에는 시험가스의 불순물 측정 제외</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|----|------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------------------------------------|
| O ₂ | CO ₂ | CO | H ₂ O | | | | | | | |
| < 1ppm | < 1ppm | < 1ppm | < 3ppm | | | | | | | |
| <p>파괴인성 한계응력확대계수 관련 보고서</p> | <p>①시험편 정의: 시험 타입, 두께, 폭, 주방향 및 노치방향, 노치깊이, 사전균열 길이 ②시험기기 정의: 로딩체, 로딩방법, 최소로딩속도, 변위 측정기, 환경챔버 종류 등 시험에 쓰이는 모든 관측 및 측정 기기들 ③시험대상 재료 정의: 화학조성(측정방법), 기계적 특성 (0.2%오프셋 항복강도, 인장강도 등) ④사전균열 상세절차: K_{max}, 응력확대계수 범위, 사전균열시 최종에 사용된 ΔK ⑤시험전반 시험편 저장, 챔버 내 수소가스 등 가스 화학조성, 저장(사용)기간, 온도, 교체주기 ⑥관측 및 측정결과(일별 기록 및 경향점검): 환경변수 조절, 시험편 전위, 온도, pH, 시험가스 내 산소 등 불순물 포함 조성 ⑦균열형태: 피로균열 불균일성, 면외 균열, 균열가지, 전단선(shear lips), 임계이하 균열성장의 증거 ⑧KIEAC: 1) 한계값 결정에 사용된 KI 와 시간-균열 값 2)레플리카 시험의 수 3)고장(run out failure) 없는 시험기간 4) 한계응력확대계수 결정에 사용된 시험편의 a_0/W 값 5)유효성 범위 포함 여부 ⑨시험 중 특이점, 중단점, 변곡점의 크기, 시간, 발생수, 기간 등</p> | | | | | | | | | |
| <p>[비고] 시험편 구속유효성 조건: $2.5 \times (K_{IH}/\sigma_{YS})^2$의 값이 시험편의 두께(B), 초기균열길이($a_0$) 및 표면으로부터 남은 길이(ligament, $W-a_0$) 각각의 값보다 같거나 작아야 유효하다.</p> | | | | | | | | | | |

(2) 시험편의 수소균열부는 다음의 방법으로 확인한다.

(2-1) 수소균열부를 약 300 ℃의 온도에서 30분 동안 열 착색한다.

(2-2) 열 착색한 수소균열부는 주사 전자 현미경(scanning electron microscope)으로 성장된 균열 크기를 측정한다. 이 경우 측정 지점은 사전균열과 수직한 방향으로 시험편 두께의 25 %, 50 %, 75 %의 위치에서 각각 측정한다.

(3) 수소한계응력확대계수(K_{IH})은 다음의 기준에 따라 결정한다.

(3-1) K_{IAPP} (시험 초기 시험편에 적용하는 탄성 응력확대계수를 말한다. 이하 K_{IAPP} 라 한다)를 일정하중 방법으로 적용하여 시험한 경우에는 K_{IAPP} 를 K_{IH} 로 한다.

(3-2) K_{IAPP} 를 일정변위 방법을 적용하여 시험한 경우에는 K_{IAPP} 의 1/2배가 되는 값을 K_{IH} 로 한다. 이 경우 최종균열크기는 시험편의 넓이(W)의 0.95배를 초과하지 않아야 한다.

(3-3) 표 3.8.1.2.4의 비고에 따른 시험편 구속유효성 조건과 일치하지 않는 시험편을 사용하여 결정된 수소한계응력확대계수(K_{IH})은 해당 압력용기등에만 적용해야 한다.

(3-4) 결정된 수소한계응력확대계수(K_{IH})은 동등재료(재료 제조사 및 재료의 화학조성, 열처리가 동일한 경우를 말한다)의 압력용기등에 적용할 수 있다. 이 경우 해당 압력용기등 재료의 인장강도 및 항복강도는 그 수소한계응력확대계수(K_{IH}) 결정 시 사용된 재료의 인장강도 및 항복강도 각각의 5%를 초과하지 않아야 한다.

(4) 시험시간 내 시험결과, 수소분위기에서의 한계균열깊이(a_{cH})가 사전균열크기로부터 0.25 mm 초과하지 않는다면, 해당 압력용기등의 재료는 내수소취성 성능을 갖는 것으로 본다.

(5) (3)에 따라 결정된 수소한계응력확대계수(K_{IH})로부터 수소분위기에서의 한계균열깊이(a_{cH})를 구한다. 이 경우, 수소한계균열깊이(a_{cH})를 구할 때 필요한 초기결함(a_0)은 3.8.1.2.2에 따라 결정해야 한다. <신설 22.1.10.>

3.8.1.3 피로파괴시험

압력용기등은 피로파괴시험을 통하여 고압수소 분위기에서의 피로균열성장률(fatigue crack growth rate, da/dN)과 그 압력용기등의 사용가능 사이클(수명)을 결정해야 한다.

3.8.1.3.1 피로균열성장률

(1) 시험은 표 3.8.1.3.1(1)에 따라 실시한다. 다만, 이 기준에서 정하고 있지 않은 시험방법에 관한 사항은 ASTM E647에 따른다.

표 3.8.1.3.1(1) 피로균열성장률 측정 시험방법

| 구분 | 조건 | 비고 |
|------|-----------------------------------------------------------------|----|
| 참조규격 | ASTM E647 | |
| 시험순서 | 1. 시험편 로딩 > 2. 챔버 배기 > 3. 챔버 내 고압가스 가압 > 4. 시험 > 5. 수소 가스 조성 측정 | |
| 시험편 | | |

| | 노치 방향 | TL 또는 CL 표3.8.1.3.2의 그림 참조 | 용접부 노치는 용접부의 중간, 열영향부는 노치가 열영향부를 최대한 많이 포함하도록 한다. | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------|----|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------------------------------------|
| | 수량 | 모재, 용접부, 열영향부 각각 3개씩 | | | | | | | | | |
| 사전균열의 방법 (precracking) | | 표3.8.1.2.3의 사전균열의 방법 동일 | | | | | | | | | |
| 챔버분위기 | | 상온에서 압력용기등의 설계압력으로 가압된 수소가스 | | | | | | | | | |
| 시험속도 상한 | | 1 Hz | CSA | | | | | | | | |
| R(K_{min}/K_{max}) 비율 | | 설계에 사용되는 값보다 적지 않아야 한다. 최고사용압력, 최저사용압력에 서 추론 | | | | | | | | | |
| 시험종료 직후 수소가스 불순물제한 | | 시험종료 직후 수소가스 내 불순물의 제한 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>O₂</th> <th>CO₂</th> <th>CO</th> <th>H₂O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">< 1ppm</td> <td style="text-align: center;">< 1ppm</td> <td style="text-align: center;">< 1ppm</td> <td style="text-align: center;">< 3ppm</td> </tr> </tbody> </table> | O ₂ | CO ₂ | CO | H ₂ O | < 1ppm | < 1ppm | < 1ppm | < 3ppm | 99.999 %의 수소 가스순도로 시험 할 경우에는 시험 가스의 불순물 측 정 제외 |
| O ₂ | CO ₂ | CO | H ₂ O | | | | | | | | |
| < 1ppm | < 1ppm | < 1ppm | < 3ppm | | | | | | | | |
| 피로균열성장률 관련 보고서 | | ①시험편 정의 : 시험편 타입, 두께, 폭(MT 타입 이나 타입이 정의되지 않는다면, 시험편과 그 립의 형상이 제공되어야 함.) ②시험기기 정의 : 시험기기와 균열 측정 | | | | | | | | | |

| | | |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | <p>및 균열 정밀에 사용된 기기</p> <p>③시험 재료 특성: 열처리, 화학조성, 기계적 특성(0.2%오프셋 항복강도, 인장강도, elongation 또는 reduction). 판재, 환재, 단조품의 크기, 모양: 가능하면 응력해소 방법. 열처리 방법의 상세, 시간, 온도, 분위기. 비열처리 방법인 경우 힘과 주기의 상세</p> <p>④균열면 판방향, 시험편이 채취된 위치</p> <p>⑤사전균열시 최종값에서의 ΔK, R. 만약 사전균열에 가해지는 힘을 단계적으로 줄인다면, 그 가해지는 절차를 제시하고, 최종 단계의 힘에서의 균열 양을 제시해야 함.</p> <p>⑥로딩변수 : 압력차, R, 주기(cyclic frequency, 파형(cyclic waveform))</p> <p>⑦환경변수: 온도, 화학조성, 압력, 대기분위기 시험인 경우 상대습도, 불활성 분위기 시험인 경우 시험 후 잔기스의 수분 및 산소 수준. 모든 값은 최대 편차와 액면값을 기록해야 함. 챔버 내 포함된 가스와 불순물을 제거하는 화학/전기화학적 반응 등이 기술되어야 함.</p> <p>⑧데이터 분석방법: a와 N값을 da/dN으로 변환하는 기술, 균열 곡면(crack curvature)을 보정하는 특별 절차와 보정크기(magnitude)</p> <p>⑨시험편의 K-교정, 탄성거동이 주요한 크기 한계</p> <p>⑩ΔK(x축)에 대하여 da/dN(y축). Log-Log 좌표로 주로 쓰임. 적합한 시험편의 크기 요건을 위반하는 모든 데이터는 확인 필요(시험 크기를 위한 σ_{YS} 또는 σ_{FS} 중 사용값 언급)</p> <p>⑪특이 데이터 정의(테스트 중단에 따른 변곡 또는 로딩 변수의 변화 등)</p> <p>⑫K-감소 시험의 경우, C의 값과 K와 a의 초기값. K-감소 데이터가 K-증가 데이터로 확인이 되었는지 확인 여부, 한계값 근처 성장률 ΔK_{th}, ΔK_{th}를 구하기 위한 피팅선, ΔK_{th}를 구하기 위해 다른 방법을 사용했다면 그 절차. ΔK_{th}를 구할 때 사용한 최저성장</p> | |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

| | | |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | 물.(주로 x의 경우, $K_{II}(x)$ 로 표현, x는 앞에서 언급한 최저성장률) ⑬ a, N, ΔK , da/dN 및 가능한 데이터(③, ⑥, ⑦의 시험변수)의 데이터는 각 시험별로 표로 작성. 적합한 시험편의 크기 요건을 위반하는 모든 데이터는 확인필요(시험 크기를 위한 σ_{YS} 또는 σ_{FS} 중 사용값 언급 | |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

(2) 피로균열성장률은 다음의 식으로 결정한다.

$$da/dN = c(\Delta K)^m [m/cycle]$$

여기서,

c, m : 3.8.1.3.1(1)에 따른 시험을 통하여 얻은 상수

(ΔK): $K_{I_{max}} - K_{I_{min}}$

$K_{I_{max}}$: 고압수소분위기 내 압력용기등의 한 사이클 내 최대전압력에서의 한계응력확대계수로 K_{IH} 을 말한다

$K_{I_{min}}$: 고압수소분위기 내 압력용기등의 한 사이클 내 최소대전압력에서의 한계응력확대계수를 말한다.

(3) 결정된 피로균열성장률은 동등재료(재료 제조사 및 재료의 화학조성, 열처리가 동일한 경우를 말한다)의 압력용기등에 적용할 수 있다. 이 경우 해당 압력용기등 재료의 인장강도 및 항복강도는 그 피로균열성장률 결정 시 사용된 재료의 인장강도 및 항복강도 각각의 5%를 초과하지 않아야 한다.

(4) (1)에도 불구하고, 다음의 조건을 모두 만족하는 압력용기등의 경우에는 표 3.8.1.3.1(4)에서 정하고 있는 값으로 피로균열성장률을 결정할 수 있다. 이 경우, 수소한계응력확대계수(K_{IH})는 $40 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 를 초과하지 않아야 한다.

(4-1) 재료의 측정된 인장강도가 915 MPa를 초과하지 않는 것으로서 ASME Section VIII에 따른 SA-372 또는 SA-723을 사용한 압력용기등

(4-2) 운전압력이 103 MPa를 초과하지 않는 압력용기등

표 3.8.1.3.1(4) SA-372와 SA-723 재료의 피로균열성장률 <개정 22.1.10.>

| | |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 1) 길이방향 $da/dN = C[f(R_k)](\Delta K)^m$ 2) 길이방향 $dl/dN = 2C[f(R_k)](\Delta K)^m$ 여기서, $\Delta K = K_{max} - K_{min}$, $R_k = K_{min}/K_{max}$ $f(R_k) = \frac{1 + C_H R_k}{1 - R_k}$ |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

$K_{min} < 0$ 이면 $K_{min}=0$ 으로 한다.

피로균열성장률 인자값

| 인자 | da/dN_{low} | da/dN_{high} |
|------------|---------------|----------------|
| C(m/cycle) | 3.5 E-14 | 1.5 E-11 |
| m | 6.5 | 3.66 |
| C_H | 0.43 | 2.0 |

$$\Delta K_c = (8.475 + 4.062R_k - 1.696R_k^2) \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$$

여기서 $\Delta K < \Delta K_c$ 이면 da/dN_{low} 의 인자를, $\Delta K \geq \Delta K_c$ 이면 da/dN_{high} 의 인자를 사용한다.

비고 입력용기등 설치 이후 입력용기등의 안전성은 운전 중 검출된 결함의 크기가 해당 입력용기의 피로균열성장률에 대비하여 수소한계균열깊이(a_{cH})으로 성장하지 않는지 평가하여 확인한다.

3.8.1.3.2 입력용기등의 사용가능 사이클(수명) 결정

3.2.7.2에 따른 입력용기등은 다음의 기준에 따라 해당 입력용기등의 사용가능 사이클(수명)을 결정해야 한다.

(1) 사용가능 사이클(수명)은 입력용기등의 운전압력에 따라 결정된 수소한계응력확대계수(K_{IH})에 대응하는 다음의 값 중 작은 값으로 결정한다.

(1-1) 한계사용횟수(N_c) 1/2배가 되는 시점의 사용횟수

(1-2) 입력용기등의 설계두께의 1/4배에 해당하는 시점의 사용횟수 <개정 22.1.10.>

(1-3) 초기결함 크기(a_0)와 수소분위기에서의 한계균열깊이(a_{cH})에서 초기결함 크기(a_0)의 차이 값을 더한 값에 1/4배 한 수치를 더한 값에 해당하는 시점의 사용횟수 <신설 22.1.10.>

$$a_0 + (a_{cH} - a_0) / 4$$

(2) 그 밖에 입력용기등의 사용가능 사이클(수명) 결정에 필요한 사항은 ASME SEC.VIII DIV.3에서 정한 KD-3(피로평가) 및 KD-4(파괴역학평가)를 참고한다.

3.8.1.4 사용수명 결정 피로시험

(1) 다음의 조건을 모두 만족하는 입력용기등은 AD-2000 S2에 따른 피로분석으로 사이클(최대·최소 압력(응력)변동 대비 입력용기등의 사용가능횟수를 말한다. 이하 같다)을 결정해야 한다. 이 경우, 최종 허용사이클은 결정된 사이클의 1/10 횟수로 사용해야 하며, 그 사이클은 1000회에서 50000회의 범위를 벗어나지 않아야 한다.

(1-1) 압연(rolled) 또는 압출(extruded)된 재료를 사용하는 입력용기등

(1-2) 3.2.4(3)에 따른 뜨임강을 사용한 입력용기등

(1-3) 3.8.1.1에 따른 저속변형률 인장시험에 적합한 재료를 사용하는 입력용기등

(2) (1)에도 불구하고 3.2.4(3)에 따른 뜨임강을 사용한 입력용기등은 이 기준 3.8.1.2 및 3.8.1.3으로 사용수명을 결정할 수 있다.

3.9 도장(내용 없음)

3.10 안전장치 부착(내용 없음)

3.11 부속장치 부착(내용 없음)

3.12 도색 및 표시

3.12.1 외면 도색(내용 없음)

3.12.2 가스종류 표시(내용 없음)

3.12.3 제품표시

규칙 별표 24제4호에 따라 압력용기등 제조자나 수입자는 금속박판에 다음 사항을 각인하여 이를 그 압력용기등의 보기 쉬운 곳에 떨어지지 않도록 부착한다.

- (1) 제조자의 명칭 또는 약호
- (2) 충전하는 가스의 명칭
- (3) 제조번호 및 제조연월
- (4) 사용재료명
- (5) 동체 및 경판의 두께(기호 : t, 단위 : mm)
- (6) 내용적(기호 : V, 단위 : L)
- (7) 설계압력(기호 : DP, 단위 : MPa)
- (8) 설계온도(기호 : DT, 단위 : °C)
- (9) 검사기관의 명칭 또는 약호
- (10) 내압시험에 합격한 연월
- (11) CS(냉간연신 공법으로 제조한 압력용기등에 한정한다) <신설 16.7.11>
- (12) 수소취성취성확대계수(K_{SH}) 값(내수소취성 성능 확인이 필요한 압력용기등에 한정한다) <신설 21.1.12>

3.12.4 합격표시

규칙 별표 25 제1호에 따라 다음과 같이 "K"자의 각인을 한다. 다만, 재검사에 불합격되어 수리를 한 저장탱크의 경우에는 "K"자의 각인과 함께 다음과 같이 "R" 자의 각인을 한다.



크기: 6mm×10mm



원의 바깥지름 : 10 mm

4. 검사기준

4.1 검사종류

압력용기등에 대한 검사는 제조시설에 대한 검사와 제품에 대한 검사로 구분한다.

4.1.1 제조시설에 대한 검사

제조시설에 대한 검사는 압력용기등을 제조하고자 하는 자가 압력용기등 제조시설의 설치공사 또는 변경공사를 완공한 때에 실시한다.

4.1.2 제품에 대한 검사

압력등 대한 검사는 이 기준에 따른 제조기술기준과 검사기준에의 적합여부에 대하여 실시한다.

4.1.2.1 설계단계검사(내용 없음)

4.1.2.2 생산단계검사

압력용기등에 대하여는 다음 기준에 따라 생산단계검사를 실시한다. 이 경우 압력용기등 제조자는 자체검사 능력 및 품질관리능력에 따라 표 4.1.2.2에 따른 제품확인검사·생산공정검사 또는 종합공정검사 중 어느 하나를 선택하여 받을 수 있으며, 생산공정검사 또는 종합공정검사를 받고자 하는 경우에는 4.2에 따른 공정검사 대상 심사를 받는다.

표 4.1.2.2 생산단계검사의 종류 및 주기

| | 종 류 | 주 기 | 비 고 |
|------------|------------|---------|-----------------------------------------------|
| (1) 제품확인검사 | 전 항목검사 | 신청 시 마다 | 생산공정검사 또는 종합공정검사대상 외의 품목 |
| (2) 생산공정검사 | 공정확인심사 | 6개월에 1회 | 제조공정·자체검사공정에 대한 품질시스템의 적합성을 충족할 수 있는 품목 |
| | 부분항목검사 | 신청 시 마다 | |
| (3) 종합공정검사 | 종합품질관리체계심사 | 1년에 1회 | 공정 전체(설계·제조·자체검사)에 대한 품질시스템의 적합성을 충족할 수 있는 품목 |
| | 중요항목검사 | 신청 시 마다 | |

4.1.2.2.1 제품확인검사는 전 항목검사를 실시하는 것으로 한다.

4.1.2.2.2 생산공정검사는 공정확인심사와 부분항목검사로 구분하여 각각 실시하는 것으로 하며, 생산공정 검사를 받는 자는 필요에 따라 제품확인검사를 신청하여 받을 수 있다.

4.1.2.2.3 종합공정검사는 종합품질관리체계심사와 중요항목검사로 구분하여 각각 실시하는 것으로 하며, 종합공정검사를 받는 자는 필요에 따라 제품확인검사를 신청하여 받을 수 있다.

4.2 공정검사 대상심사

4.2.1 심사신청

부록 I(특정설비 제조업소의 품질시스템 운영에 대한 일반기준)에 따라 압력용기등을 제조한 이행실적이 3개월 이상 있고, 이를 증명할 자료를 보유하고 있는 압력용기제조자는 생산공정검사 또는 종합공정검사 대상 심사를 신청할 수 있다.

4.2.2 심사방법

압력용기등 제조자가 신청한 생산공정검사 또는 종합공정검사 대상 심사는 다음 기준에 따라 실시한다.

4.2.2.1 한국가스안전공사는 부록 I(압력용기등 제조업소의 품질시스템 운영에 대한 일반기준)에 따라 공정확인심사 또는 종합품질관리체계심사를 실시하고 그 결과를 4.2.3에 따른 판정위원회에 제출한다.

4.2.2.2 판정위원회는 한국가스안전공사에서 제출한 심사결과서를 심의하여 압력용기등 제조자가 생산공정검사 또는 종합공정검사 대상에 해당하는지 여부를 판정한다.

4.2.2.3 한국가스안전공사는 판정위원회의 심의결과 적합판정을 받은 압력용기등 제조업체에 대하여 생산공정검사 또는 종합공정검사 대상 적합통지서를 발급한다.

4.2.2.4 한국가스안전공사는 판정위원회의 심의결과 부적합판정을 받은 압력용기등 제조업체에 대하여 생산공정검사 또는 종합공정검사 대상 부적합통지서를 발급한다.

4.2.3 판정위원회

생산공정검사 및 종합공정검사 대상을 심의하기 위하여 다음과 같이 한국가스안전공사에 판정위원회를 둔다

4.2.3.1 판정위원회는 위원장 1인을 포함한 5인 이내의 위원으로 구성한다.

4.2.3.2 위원은 가스안전 또는 품질관리에 관한 학식 및 경험이 풍부한 자와 심의의 투명성을 확보하고 소비자의 권익을 대표할 수 있는 자 가운데에서 한국가스안전공사의 사장이 위촉하는 자로 한다.

4.2.3.3 위원회의 운영에 관하여 필요한 사항은 한국가스안전공사 사장이 정하는 바에 따른다.

4.3 검사항목

4.3.1 제조시설에 대한 검사

제조자가 제조설비 및 검사설비를 갖추었는지 확인하기 위한 검사항목은 다음과 같다.

- (1) 2.1에 따른 제조설비 구비 여부
- (2) 2.2에 따른 검사설비 구비 여부

4.3.2 제품에 대한 검사

압력용기등이 이 제조기술기준에 적합하게 제조되었는지 확인하기 위한 검사항목은 다음과 같다.

4.3.2.1 설계단계검사(내용 없음)

4.3.2.2 생산단계검사

제조기술 기준에 적합한지 확인하기 위해 실시하는 생산단계검사의 검사종류별 검사항목은 다음과 같다.

4.3.2.2.1 제품확인검사(전항목검사)

- (1) 4.4.2.2.1(1)에 따른 제조기술기준 준수여부 확인
- (2) 4.4.2.2.1(2)에 따른 설계검토
- (3) 4.4.2.2.1(3)에 따른 재료 초음파탐상검사
- (4) 4.4.2.2.1(4)에 따른 용접부 기계적검사
- (5) 4.4.2.2.1(5)에 따른 방사선투과검사
- (6) 4.4.2.2.1(6)에 따른 초음파탐상검사
- (7) 4.4.2.2.1(7)에 따른 자분탐상검사
- (8) 4.4.2.2.1(8)에 따른 침투탐상검사
- (9) 4.4.2.2.1(10)에 따른 내압검사
- (10) 부록 L에 따른 수소압축가스설비의 검사 <신설 22.1.10.>

4.3.2.2.2 생산과정검사

(1) 부분항목검사

- (1-1) 4.4.2.2.2(1-1)에 따른 제조기술기준 준수여부 확인
- (1-2) 4.4.2.2.2(1-2)에 따른 설계검토
- (1-3) 4.4.2.2.2(1-3)에 따른 재료 초음파탐상검사
- (1-4) 4.4.2.2.2(1-4)에 따른 용접부 기계적검사
- (1-5) 4.4.2.2.2(1-5)에 따른 방사선투과검사
- (1-6) 4.4.2.2.2(1-6)에 따른 초음파탐상검사
- (1-7) 4.4.2.2.2(1-7)에 따른 자분탐상검사
- (1-8) 4.4.2.2.2(1-8)에 따른 침투탐상검사
- (1-9) 4.4.2.2.2(1-10)에 따른 내압검사
- (1-10) 부록 L에 따른 수소압축가스설비의 검사 <신설 22.1.10.>

(2) 공정확인심사

공정확인심사의 심사항목은 표 4.3.2.2.2(2)에 따른다.

표 4.3.2.2.2(2) 공정확인심사와 종합품질관리체계심사의 심사항목 <개정 15.12.10>

| 심사항목 | | 판정기준 | 적용여부 | |
|-----------------------|--------------|--------------------------------------------------|------------|--------------------|
| | | | 공정확인 심사 | 종합 품질관리 체계심사 |
| 일반 사항 | 조직 | 적정한 기술적·업무적 능력이 있는 조직 확보 | ○ | ○ |
| | | 잠재적인 고장원인을 제품설계에 반영할 수 있는 연구 또는 개발 조직 보유 | | ○ |
| | 품질시스템 | 적정한 품질시스템 운영 및 운영성과 검토 | ○ | ○ |
| | 인적자원 | 품질에 영향을 주는 직원 적격성 유지 관리 | ○ | ○ |
| | 시설·장비 | 제품의 요구사항 및 품질관리에 적합한 시설 및 장비 확보 | ○ | ○ |
| 설계 | 설계 개발 | 제품의 요구사항에 적합한 설계 및 개발시스템 확보 | | ○ |
| | | 잠재적 고장영향분석, 신뢰성 평가 등을 통한 제품설계 증명 및 출력물 제공 결과 | | ○ |
| | | 설계 개발의 타당성 확인 및 변경 절차 운영 | | ○ |
| 제조 | 구매 | 구매품에 대한 적절한 관리체계 유지 | ○ | ○ |
| | | 공급자 평가의 구매정책 반영 | | ○ |
| | 생산 | 제품의 요구사항에 적합한 생산공정 보유 및 실행증명 | ○ | ○ |
| | | 공정승인합격판정기준 보유 | ○ | ○ |
| | | 통계적 기법을 활용한 공정관리능력 증명 | | ○ |
| | | 관리계획서 및 작업지침서 운영 | | ○ |
| | | 예방 및 예측 보전, 생산치 공구 관리시스템 운영 | | ○ |
| 자재와 제품의 취급 및 보관시스템 운영 | ○ | ○ | | |
| 자 체 검사 | 검사방법 및 절차 | 제품적합성을 확보할 수 있는 검사방법 및 절차 유지 | ○ | ○ |
| | | 계수값 데이터 샘플링에 대한 합격수준은 무결점 수준 유지 | | ○ |
| | | 측정 장치 결정 및 유효한 결과를 보장하기 위한 소급성 유지, 기록관리 등의 절차 유지 | ○ | ○ |
| | | 측정시스템 분석 수행 | | ○ |
| | 시정 및 예방 조치 | 부적합 사항 관리 및 재발방지를 위한 예방조치 운영 | ○ | ○ |
| 의무 | 내부감사 | 시스템에 대한 문서화된 관리규정 유지 | ○ | ○ |
| | 합격표시 | 합격표시에 대한 문서화된 관리규정 유지 | ○ | ○ |
| | 안전관리 | 제품불량사고 및 부적합 제품 유통 방지 | ○ | ○ |
| 그 밖의 사항 | | 그 밖의 안전유지에 관한 사항 | ○ | ○ |

4.3.2.2.3 종합공정검사**(1) 중요항목검사**

- (1-1) 4.4.2.2.3(1-1)에 따른 제조기술기준 준수여부 확인
- (1-2) 4.4.2.2.3(1-2)에 따른 설계검토
- (1-3) 4.4.2.2.3(1-3)에 따른 재료 초음파탐상검사

- (1-4) 4.4.2.2.3(1-4)에 따른 용접부 기계적검사
- (1-5) 4.4.2.2.3(1-5)에 따른 방사선투과검사
- (1-6) 4.4.2.2.3(1-6)에 따른 초음파탐상검사
- (1-7) 4.4.2.2.3(1-7)에 따른 자분탐상검사
- (1-8) 4.4.2.2.3(1-8)에 따른 침투탐상검사
- (1-9) 4.4.2.2.3(1-10)에 따른 내압검사
- (1-10) 부록 L에 따른 수소압축가스설비의 검사 <신설 22.1.10.>

(2) 종합품질관리체계심사

종합품질관리체계심사의 심사항목은 표 4.3.2.2(2)에 따른다.

4.4 검사방법

4.4.1 시설에 대한 검사

제조시설에 대한 검사방법은 2.1. 및 2.2에 따른 제조시설 및 검사설비의 구비 여부를 확인하여 필요한 설비를 모두 구비한 경우 합격으로 한다.

4.4.2 제품에 대한 검사

4.4.2.1 설계단계검사(내용 없음)

4.4.2.2 생산단계검사

4.4.2.2.1 제품확인검사(전항목검사)

제품확인검사는 압력용기가 각 검사항목별 제조기술기준에 적합하게 제조되었는지 확인하기 위하여 다음 검사방법으로 실시한다.

(1) 제조기술기준 준수여부 확인 <개정 09.6.29>

이 기준에 따른 제조기술기준 중 다음 사항을 확인한다.

(1-1) 재료검사

압력용기등의 동판, 경판 재료가 3.2.1부터 3.2.7까지에 적합한지 여부를 확인한다.

(1-2) 두께검사

압력용기등의 동판, 경판 두께가 3.3에 적합한지 여부를 확인한다.

(1-3) 구조 및 치수검사

압력용기등의 구조 및 치수가 3.4.2에 적합한지 여부를 확인한다.

(1-4) 가공검사

압력용기등에 대한 가공이 3.5.1.1부터 3.5.1.3에 적합한지 여부를 확인한다.

(1-5) 용접검사

압력용기등에 대한 용접이 3.6.4.2, 3.6.5.1부터 3.6.5.5까지, 3.6.13.1부터 3.6.13.2까지에 적합한지 여부를 확인한다.

(1-6) 열처리검사

압력용기등에 대한 성형후열처리 및 용접후열처리가 3.7.2.2부터 3.7.2.4까지에 적합한지 여부를 확인한다.

(1-7) 내수소취성 성능 확인 <개정 21.1.12>

압력용기등에 대한 내수소취성 성능이 3.8.1에 적합한지 여부를 확인한다.

(1-8) 제품표시 확인 <신설 21.1.12>

압력용기등에 대한 제품표시가 3.12.3에 적합한지 여부를 확인한다.

(2) 설계검토

(2-1) 압력용기등은 설계의 적정성 확인과 공정별 검사과정에서 발생하는 문제점을 최소화시키기 위하여 제조 전에 한국가스안전공사의 설계검토를 받는다.

(2-2) 설계검토는 3.1에 적합한 지에 대하여 실시하며, 이에 부적합한 설계는 보완한다.

(2-3) 설계검토는 검사를 신청하는 압력용기등 마다 실시하며, 최초 설계검토 후 설계온도, 설계압력, 사용재료 내용적 등의 변경으로 인해 강도계산을 다시 하여야 하는 경우에는 다시 설계검토를 실시한다. 다만, 설계검토 적합판정을 받은 압력용기등을 동일규격으로 반복적으로 제조하는 경우와 수입되는 압력용기등에 대해서는 설계검토를 생략할 수 있다. <개정 11.1.3>

(2-4) (2-1)에 따라 설계검토를 받아야 할 자는 제조하고자 하는 압력용기등의 설계사양서, 강도계산서, 도면, 용접절차서, 용접도면 등의 관련 자료를 한국가스안전공사에 제출한다. <개정 11.1.3>

(3) 재료 초음파탐상검사

재료 초음파탐상검사는 제조자가 다음 기준에 따라 실시하여 작성한 자체검사 성적서를 확인하는 것으로 한다. <신설 09.6.29>

(3-1) 압력용기등의 내압부분에 사용하는 재료 중 다음의 것은 초음파탐상시험을 하여 적합한 것으로 한다.

(3-1-1) 두께가 50 mm 이상인 탄소강

(3-1-2) 두께가 38 mm 이상인 저합금강

(3-1-3) 두께가 19 mm 이상이고, 최소인장강도가 568.4 N/mm² 이상인 강(오스테나이트계 스테인리스강을 제외한다)

(3-1-4) 두께가 19 mm 이상인 저온(0 °C 미만을 말한다. 이하 같다)에 사용되는 강(오스테나이트계 스테인리스강을 제외한다)

(3-1-5) 두께가 13 mm 이상인 2.5 %니켈강 및 3.5 %니켈강

(3-1-6) 두께가 6 mm 이상인 9 %니켈강

(3-1-7) KS D 3031(저온 압력용기용 오스테나이트계 고망간 강판) <개정 18.12.13>

(3-2) 단강품외의 재료에 대한 초음파탐상시험은 KS D 0233(압력용기용 강판의 초음파탐상검사방법)에서 정한 방법에 따라 실시한다. 이 경우 중결함의 개수, 결함 1개의 최대지시길이 · 밀집도 및 점적울의 수치가 그 재료의 결함정도에 따라 같은 규격의 표 10과 표 11에 따른 수치 이하인 것으로 한다.

(3-3) 단강품에 대한 초음파탐상시험은 초음파를 재료에 전달하기 위하여 사용하는 매질에 액상 또는 젤상의 물질을 사용하고, 표면을 깨끗하고 매끈하게 한 재료에 주파수가 1 MHz 이상 5 MHz 이하인 초음파에 의하여 직교하는 두 방향에서 모든 부분을 주사하여 단강품의 결함이 없는 부분의 이랫면으로부터 반사파의 높이가 브라운관 전체눈금의 75 % 이상 90 % 이하가 되도록 시험장치를 조정하여 실시한다. 이 경우 아랫면에서의 반사파의 높이가 전체눈금의 5 % 이하가 되는 부분이 없는 것으로 한다.

(3-4) 시험의 방법 및 시험을 하는 자의 상황 등에 따라 한국산업표준 표시인증을 받은 제조자가

실시한 초음파탐상시험의 성적증명서가 있는 재료에 대하여는 초음파탐상시험을 생략할 수 있다.

(4) 용접부 기계적검사

(4-1) 시험편

압력용기등의 맞대기용접부는 다음 기준에 따라 제작된 시험편에 대하여 기계적 성질을 시험한다. 다만, 기계적 시험을 하기 위한 시험편 채취용 판(이하 “시험판” 이라고 한다)을 다음 기준에 따라 만드는 것이 곤란한 것은 (4-3-5)에 따를 수 있다.

(4-1-1) 길이어음매로 분류된 용접(헤더와 관에 대한 용접부를 제외한다)을 하는 경우에는 그 용접과 연속하여 동일한 조건으로 별개로 용접하여 1개(동일사양의 압력용기등을 동일한 제조공정으로 연속하여 제조하는 경우에는 그 다수의 압력용기등으로부터 1개, 용접을 동일한 조건으로 할 수 없는 경우에는 조건이 다른 부분마다 1개)의 시험판을 만들되, 동심원방식에 따른 층성동체에 관한 것은 부록 H 그림 10 및 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반)에 적합한 것으로 한다. 다만, 시험판을 연속하여 동일한 조건으로 별개로 용접하기가 곤란한 경우에는 용접사기량시험으로 갈음할 수 있다. <개정 16.11.23>

(4-1-2) 원주이음매로 분류되는 용접(헤더와 관에 대한 용접을 제외한다)을 하는 경우에는 그 용접과 연속하여 동일한 조건으로 별개로 용접하여 1개(동일사양의 압력용기등을 동일한 제조공정으로 연속하여 제조하는 경우에는 그 다수의 압력용기등으로부터 1개, 용접을 동일한 조건으로 할 수 없는 경우에는 조건이 다른 부분마다 1개)의 시험판을 만들되 층성동체에 관한 것은 부록 H 그림 10 및 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반)에 적합한 것으로 한다. 다만, (4-1-1)에 따라 시험판을 만든 경우 그 시험판을 만들 때의 조건과 동일한 조건에서 용접하는 경우에는 따로 원주이음매의 용접부시험을 위한 시험판을 만들지 아니할 수 있다. <개정 16.11.23>

(4-1-3) 헤더 또는 관에 대하여 길이어음매로 분류된 용접을 하는 경우에는 그 용접과 연속하여 동일한 조건으로 별개로 용접하여 1개(판 두께의 차가 6 mm 이하이고, 동일 재질의 재료를 사용한 헤더 또는 관의 길이어음매를 동일조건에서 연속하여 용접하는 경우에는 용접선의 길이 60m 또는 그 단수마다 1개)의 시험판을 만든다.

(4-1-4) 헤더 또는 관에 대하여 원주이음매로 분류된 용접을 하는 경우에는 그 용접과 연속하여 동일한 조건으로 별개로 용접하여 1개(용접을 동일한 조건으로 할 수 없는 경우에는 조건이 다른 부분마다 1개)의 시험판을 만든다. 다만, (4-1-3)의 시험판을 만들 때의 조건과 동일한 조건에서 용접하는 경우에는 따로 원주이음매의 용접부시험을 위한 시험판을 만들지 아니할 수 있다.

(4-1-5) 시험판은 모재의 규격과 동일하고 모재와 동일한 두께(판의 두께가 다른 경우에는 얇은 쪽 판의 두께)로 한다.

(4-1-6) 본체의 용접부에 대하여 응력제거를 하는 경우에는 시험판에 대하여도 이와 동일한 응력제거를 한다.

(4-1-7) 시험판이 용접으로 휘어질 경우에는 응력제거를 하기 전에 바로 잡는다.

(4-2) 시험의 종류 등

용접부 기계시험의 종류는 다음과 같으며, 시험편의 갯수는 (4-2-1)부터 (4-2-4)까지의 시험에서는 시험종류마다 1개, (4-2-5)의 시험은 용착금속부 및 열영향부에 대하여 각각 3개로 한다.

(4-2-1) 이음매인장시험

(4-2-2) 표면굽힘시험(모재의 두께가 19 mm 미만인 용접부 및 열간끼워맞춤방식의외의 방식으로 층성동체의 층성재의 길이어음매로 분류된 용접을 하는 경우의 그 용접부에 한한다). 다만, 모재 서로간 또는 모재와 용접금속부의 굽힘특성이 현저하게 다른 용접부에 대하여는 가로표면 굽힘시험으로 할 수 있다.

<개정 14.11.17>

(4-2-3) 측면굽힘시험(모재의 두께가 19mm 미만인 용접부, 열간끼워맞춤 방식으로 증성동체의 증성재의 길이이음매로 분류된 용접부 및 안전확보상 지장이 없다고 인정되는 재료에 속하는 용접부를 제외한다)

(4-2-4) 이면굽힘시험(증성동체의 원주이음매에 속한 용접부를 제외한다) 다만, 모재의 두께가 19mm 이상인 맞대기양면용접부에 대해서는 표면굽힘시험으로 하고 모재 서로 간 또는 모재와 용접금속부간 굽힘특성이 현저하게 다른 용접부에 대해서는 가로이면굽힘시험에 따른다.

(4-2-5) 충격시험(설계온도 0℃ 미만의 용접부에 한정하며 오스테나이트계 스테인리스강 및 비철금속에 속하는 것을 제외한다)

(4-3) 시험의 방법·기준

(4-3-1) 이음매인장시험

(4-3-1-1) 이음매인장시험에 사용하는 시험편은 증성동체에 속하는 것을 제외하고는 다음 기준에 적합한 것으로 하고, 증성동체에 속하는 것은 부록 H 그림 10 및 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반)에서 정한 기준에 적합한 것으로 한다. <개정 15.5.8>

(4-3-1-1-1) 시험편의 양끝에서부터 용접선에 수직으로 50mm 폭 분만큼을 잘라낸 나머지 부분에서 채취한다.

(4-3-1-1-2) 형상 및 치수는 KS B ISO 4136(금속 용접부 파괴시험-횡방향 인장시험)에 따른다. 다만, 시험기의 능력이 부족하여 시험편의 판두께 그대로는 시험을 할 수 없는 경우에는 얇은 톱으로 필요한 두께로 절단한 것을 사용할 수 있다. <개정 17.12.14>

(4-3-1-2) 이음매인장시험을 실시한 결과 시험편[(4-3-1-1-2) 단서의 경우에는 잘라낸 모든 시험편]의 인장강도가 모재의 규격에 따른 인장강도의 최소치(알루미늄 및 알루미늄 합금, 타이타늄, 9%니켈강 또는 KS D 3031(저온 압력용기용 오스테나이트계 고망간 강판)을 모재로 하는 경우로서 허용인장응력값 이하로 사용되는 것은 그 허용인장응력값의 3.5배) 이상으로 한다. <개정 16.11.23, 18.12.13>

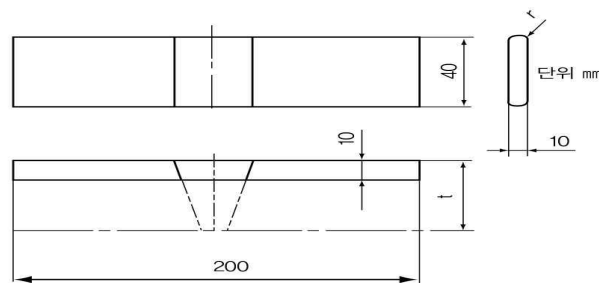
(4-3-1-3) 이음매인장시험을 실시한 결과 시험편이 모재부분에서 잘라진 경우 그 인장강도가 모재의 최소인장강도값의 95% 이상이고 용접부에 결함이 없을 때에는 그 시험편은 적합한 것으로 본다.

(4-3-2) 표면굽힘시험·가로표면굽힘시험·측면굽힘시험·이면굽힘시험 및 가로이면굽힘시험

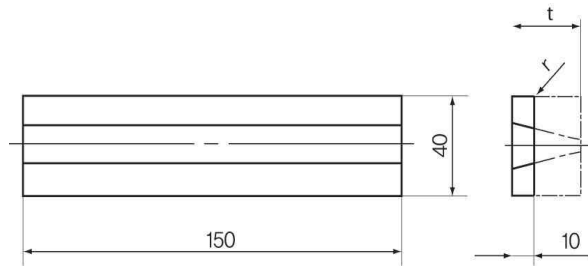
(4-3-2-1) 표면굽힘시험·가로표면굽힘시험·측면굽힘시험·이면굽힘시험 및 가로이면굽힘시험에 사용하는 시험편은 다음 기준에 적합한 것으로 한다. 다만, 다층동체에 관련된 것은 부록 H 그림 10에 적합하고, 다음 모든 기준에 적합한 것으로 한다.

(4-3-2-1-1) 시험편의 양쪽 끝에서 용접선에 수직으로 50mm 폭 부분을 잘라낸 나머지 부분에서 채취한다.

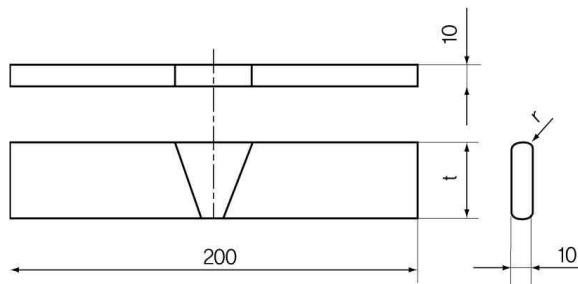
(4-3-2-1-2) 시험편의 형상 및 치수는 그림 4.4.2.1(4)①과 같이한다.



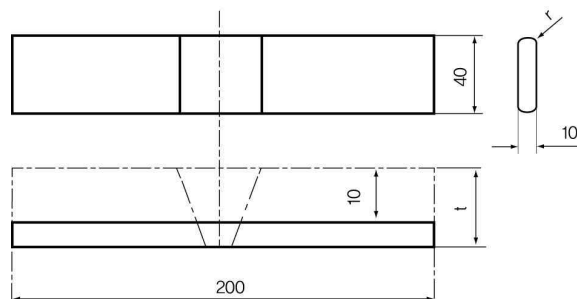
(a) 표면시험시험편



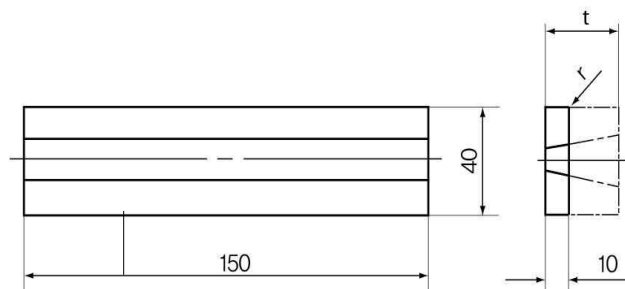
(b) 가로표면굽힘시험편



(c) 측면굽힘시험편



(d) 이면굽힘시험편



(e) 가로이면굽힘시험편

- [비 고]
1. $r \leq 1.5\text{mm}$ 로 할 것
 2. 용접부 표면은 모재면과 같도록 다듬질 할 것
 3. 모재의 두께가 10mm 미만인 경우에는 시험편의 두께를 $t\text{mm}$ 로 할 것
- 그림 4.4.2.2.1(4)① 각종 굽힘 시험편의 형상 및 치수

- (4-3-2-1-3) 용접부의 보강덧붙임은 모재와 동일면까지 깎는다.
 - (4-3-2-1-4) 용접부의 표면은 매끄럽고 시험편의 길이방향외에는 절삭자국이 없도록 한다.
 - (4-3-2-1-5) 가스로 절단한 경우는 절단한 끝면을 3mm 이상 깎는다.
- (4-3-2-2) 표면굽힘시험 · 가로표면굽힘시험, 측면굽힘시험, 이면굽힘시험 및 가로이면굽힘시험은

시험편의 용접부를 중앙에 놓되 표면굽힘시험 및 가로표면굽힘시험은 용접부의 넓은 쪽이 아래쪽에, 측면굽힘시험은 어느 한쪽면이 아래쪽에, 이면굽힘시험은 용접부의 좁은 쪽이 아래쪽에 오도록 하여 시험편 두께의 2배[표 4.4.2.2.1(4)①에서 정한 것은 같은 표에서 정한 값의 인쪽 반지름을 갖는 가이드에 따라서 180도로 굽히며, 이 경우 아래쪽으로 한 용접부가 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

표 4.4.2.2.1(4)① 용접부 재료구분에 따른 가이드의 인쪽 반지름

| 용접부 재료의 구분 | 가이드의 인쪽 반지름 |
|------------------------------------------------------------------|---------------|
| 알루미늄 및 알루미늄합금(부록 A 기호구분에서 5083에 적합한 것에 한한다) | 시험편 두께의 10/3배 |
| 타이타늄(부록 A 종류의 구분에서 제1종, 제2종 및 제12종에 적합한 것에 한한다) <개정 16.11.23> | 시험편 두께의 4배 |
| 타이타늄(부록 A 종류의 구분에서 제3종 및 제13종에 적합한 것에 한한다) <개정 16.11.23> | 시험편 두께의 5배 |

(4-3-2-2-1) 길이 3 mm를 초과하는 균열(모서리에 생긴 것을 제외한다)이 없는 것으로 한다.

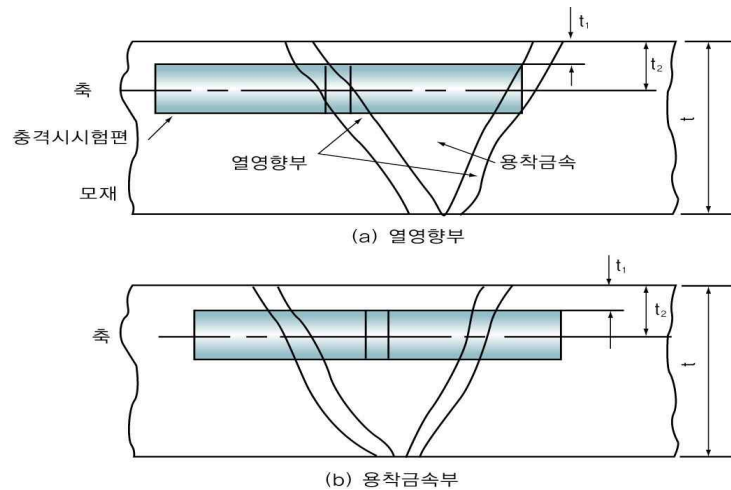
(4-3-2-2-2) 길이 3 mm 이하인 균열길이의 합계가 7 mm를 초과하지 않은 것으로 한다.

(4-3-2-2-3) 균열 및 블로우홀 갯수의 합계가 10개를 초과하지 않은 것으로 한다.

(4-3-3) 충격시험

(4-3-3-1) (4-2-5)의 충격시험에 사용하는 시험편은 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

(4-3-3-1-1) 시험편의 양끝에서 용접선에 수직으로 50 mm폭으로 잘라내고, 시험편의 나머지 부분에서 열영향부 및 용착금속부에서 각각 그림 4.4.2.2.1(4)②와 같이 시험편을 채취한다. 이 경우, 층상동체와 관련된 것은 부록 H 그림 10에 적합한 것으로 한다.



[비 고] 1. t 는 시험재의 두께(mm)를 표시한다.

2. t_1 은 시험재의 표면에서 1 mm 이상으로 한다.

3. t_2 는 t 의 1/4(t 가 20 mm 이하인 경우를 제외한다)로 한다.

그림 4.4.2.2.1(4)② 충격시험편의 채취 위치

(4-3-3-1-2) 시험편의 형상과 치수는 KS B 0809(금속 재료 충격 시험편)의 그림1 V노치 시험편으로 한다. 이 경우 시험편의 크기 때문에 시험편의 폭을 10 mm로 할 수 없을 경우에는 7.5 mm, 5 mm 또는 2.5 mm 중 해당 시험편의 크기에 따라 가장 큰 값으로 한다.

(4-3-3-2) 충격시험은 모든 시험편을 모재의 설계온도 이하에서 KS B 0810(금속 재료 충격 시험

방법)의 샤르피충격시험 방법으로 실시하고, 모든 시험편의 흡수에너지가 표 4.4.2.2.1(4)②의 모재의 최소인장강도 구분에 따른 최소흡수에너지 값[4-3-3-1-2의 후단 에 따라 소형시험편을 사용한 경우에는 표 4.4.2.2.1(4)③에 표시한 시험편의 폭에 따른 최소흡수에너지 값으로 하며, (4-3-4-3)에서도 또한 같다. 이상인 것으로 한다. <개정 17.12.14>

표 4.4.2.2.1(4)② 재료의 최소인장강도에 따른 최소흡수에너지

| 재료의 최소인장강도 | 최소흡수에너지(J) | |
|-------------------------|------------|---------|
| | 3개의 평균치 | 1개의 최소치 |
| $\delta \leq 450$ | 18 | 14 |
| $450 < \delta \leq 520$ | 20 | 16 |
| $520 < \delta \leq 660$ | 27 | 20 |
| $660 < \delta$ | 27 | 27 |

표 4.4.2.2.1(4)③ 시험편의 폭에 따른 최소흡수에너지

| 시험편의 폭 | 10 | 7.5 | 5 | 2.5 |
|----------------|----|-----|----|-----|
| 최소흡수에너지 (J) | 27 | 20 | 14 | 7 |
| | 20 | 15 | 10 | 5 |
| | 18 | 14 | 9 | 5 |
| | 16 | 12 | 8 | 4 |
| | 14 | 11 | 7 | 4 |

(4-3-4) 재시험

(4-3-1)부터 (4-3-3)까지의 시험결과가 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 하나의 시험에 사용한 시험편과 동시에 제작한 시험편에서 다시 채취한 시험편[이하 (4-3-4)에서는 “재시험편”이라 한다]을 사용하여 재차 그 시험을 하고, 시험편이 이에 합격한 때에는 해당 시험편을 채취한 시험편이 속한 용접부는 그 기계적 성질 시험에 적합한 것으로 본다. 이 경우 재시험편의 수는 처음 시험에 사용한 시험편의 2배로 하고, 시험편 수 이외의 시험방법은 처음 시험할 때와 같다.

(4-3-4-1) 이음매인장시험에 불합격되고, 또한 시험편이 용접부에서 잘라진 때의 인장강도가 모재 규격에서 요구하는 최소인장강도 값의 90% 이상일 때

(4-3-4-2) 표면굽힘시험, 가로표면굽힘시험, 측면굽힘시험, 이면굽힘시험 또는 가로이면굽힘시험 중 어느 한 가지 이상 시험에 불합격되고, 또한 그 불합격 원인이 용접부의 결함이 아닌 것이 명확할 때

(4-3-4-3) 충격시험에 불합격되고, 또한 3개 시험편의 흡수에너지의 평균치 및 2개 이상 시험편의 흡수에너지 최소치가 각각 표 4.4.2.2.1(4)②의 최소흡수에너지란에서 정한 값 이상인 때

(4-3-5) 용접부 기계적검사의 특례

(4-3-5-1) (4-1)에 따른 시험편 제작이 곤란한 압력용기(관 또는 동체의 외경이 50mm 이하인

것에 한정한다)의 맞대기용접에 따른 용접부의 기계시험은 그 압력용기등의 용접에 연속하여 동일한 조건에서 별개로 용접한 압력용기등에 대하여 인장시험을 실시한다. 이 경우 그 압력용기등의 용접부 인장강도가 모재[모재가 다른 경우에는 인장강도 규격 값이 최소인 모재. 이하 (4-3-5-2)에서 같대의 규격 값의 최소값 이상인 때에는 합격한 것으로 본다. 다만, 알루미늄 및 알루미늄합금, 구리 및 구리합금, 타이타늄, 9% 니켈강 또는 KS D 3031(저온 압력용기용 오스테나이트계 고망간 강판)을 모재로 하는 경우로서 허용인장응력 값의 3.5배 이상의 강도를 갖는 경우에는 그렇지 않다. <개정 16.11.23, 19.6.14> (4-3-5-2) (4-3-5-1)에 따라 인장시험에 부적합되고 그 시험편이 그 용접부에서 잘라진 때의 인장강도가 모재규격에 따른 인장강도 최소값의 90% 이상인 경우에는 동일 조건으로 만들어진 2개의 시험편에 대하여 (4-3-5-1)에 따라 인장시험을 실시하여 이에 적합한 때에는 기계적시험에 적합한 것으로 본다.

(4-3-6) 용접부 다듬질

(4-3-6-1) 비파괴시험을 실시하는 압력용기등 용접부의 표면은 매끄럽고, 모재 표면보다 낮지 않아야 하며 또한, 모재 표면과 층이 생기지 않도록 완만하게 다듬질한다. 이 경우 방사선투과시험을 하여야 하는 맞대기용접부 보강덧붙임 높이는 모재의 재질 및 모재의 두께(모재의 두께가 서로 다른 경우에는 얇은 쪽의 두께)에 따라 각각 표 4.4.2.2.1(4)④에서 정한 값 이하로 한다.

표 4.4.2.2.1(4)④ 용접부 보강덧붙임 높이

| 모재의 재질 | 모재 두께 구분 | 보강 덧붙임 높이 |
|------------------|-------------------|-----------|
| 알루미늄 및 알루미늄합금 | 6 mm 이하 | 2 mm |
| | 6 mm 초과 15 mm 이하 | 판두께의 1/3 |
| | 15 mm 초과 25 mm 이하 | 5 mm 이하 |
| | 25 mm 초과 | 7 mm 이하 |
| 그 밖의 것 | 12 mm 이하 | 1.5 mm |
| | 12 mm 초과 25 mm 이하 | 2.5 mm |
| | 25 mm 초과 50 mm 이하 | 3 mm |
| | 50 mm 초과 | 4 mm |

(4-3-6-2) 고장력강[탄소강은 규격최소인장강도가 568.4N/mm² 이상인 것을 말한다. 이하 (5)와 (7)에서도 같대]을 사용하는 압력용기등은 용접부 인쪽의 보강덧붙임을 깎아낸다. 다만, 응력제거를 위하여 열처리를 하는 압력용기등은 그렇지 않다.

(4-3-6-3) 증성동체의 내통 및 증성재의 길이어음매에 속한 용접부는 곡률에 맞추어서 매끄럽게 다듬질한다.

(5) 방사선투과검사

(5-1) 맞대기용접부에 속하는 용접부 중 다음에 열거한 것은 용접부 전길이에 대하여 방사선투과시험을 실시하고 시험에 적합한 것으로 한다. 다만, 압력용기등을 밀폐시키기 위한 동체 또는 경판의 마지막 용접이음매는 (6)에 따른 초음파탐상시험으로 갈음할 수 있으며, 호칭지름 300 mm 이하의 노즐을 부착하기 위한 용접부등 방사선투과시험을 실시하기 곤란한 것은 자분탐상시험, 초음파탐상시험 또는 침투탐상시험 등으로 갈음할 수 있다. <개정 18.12.13>

- (5-1-1) 독성가스(규칙 제2조제1항제2호에서 정한 것을 말한다)를 수용하는 압력용기등의 용접부
- (5-1-2) 다층동체에 속한 길이어음매(내통의 길이어음매 및 열간끼워맞춤 방식의 다층동체 및 층성재의 길이어음매에 한정한다) 및 원주이음매에 속하는 것
- (5-1-3) 두께 38 mm 이상의 탄소강을 사용한 동판 또는 경판에 속한 용접부
- (5-1-4) 저합금강 또는 오스테나이트계 스테인리스강을 사용한 동판 또는 경판으로 두께가 25 mm 이상인 용접부
- (5-1-5) 기체로 내압시험을 실시하는 압력용기등의 용접부
- (5-1-6) 모재가 KS D 3521(압력용기용 강판), KS D 3539(압력용기용 조질형 망가니즈·몰리브데넘강 및 망가니즈 몰리브데넘 니켈강 강판), KS D 3541(저온압력용기용 탄소강 강판) 또는 KS D 3586(저온압력용기용 니켈 강판)에 해당하는 재료 및 이 재료들과 동등한 재료[부록A의 제조방법 등의 항 (66)에 기재한 허용응력 값을 이용한 것에만 적용한다]인 용접부 <개정 14.11.17>
- (5-1-7) 모재가 페라이트계 스테인리스강, 마르텐사이트계 스테인리스강 및 오스테나이트·페라이트계 스테인리스강[두께가 25 mm(판은 13 mm)인 것으로 오스테나이트계 용접봉을 사용한 것에만 적용한다]인 용접부
- (5-1-8) 모재가 크래드강(접합재와 모재가 완전히 밀착된 것과 맞대기 용접부의 접합재가 내부식성의 용착금속으로 완전히 용착되어 있는 것에 한정한다)인 용접부
- (5-1-9) 모재가 두께 19 mm 이상인 고장력강인 용접부
- (5-1-10) 모재가 저온에서 사용되는 두께 19 mm 이상인 강 용접부
- (5-1-11) 모재가 저온에서 사용되는 두께 13 mm 이상인 2.5 % 니켈강 또는 3.5 % 니켈강 용접부
- (5-1-12) 모재가 두께 8 mm 이상인 9% 니켈강인 용접부
- (5-1-13) 모재가 두께 13 mm 이상인 알루미늄 또는 알루미늄합금인 용접부
- (5-1-14) 모재가 두께 5 mm 이상인 타이타늄 및 타이타늄합금인 용접부 <개정 16.11.23>
- (5-1-15) 모재가 KS D 3031(저온 압력용기용 오스테나이트계 고망간 강판)인 용접부 <신설 18.12.13>
- (5-1-16) (5-1-1)부터 (5-1-5)까지의 용접부 또는 (5-1-6)부터 (5-1-15)까지의 재료를 사용한 압력용기등의 동판 또는 경판에 플랜지 또는 노즐을 부착하는 용접부에 속하는 것
- (5-2) 맞대기용접부에 속한 용접부 중 (5-1)에서 정한 것 이외의 용접부는 같은 용접방법 및 같은 용접조건으로 용접한 용접부 마다 그 전용접길이 20 % 이상의 길이(용접이음매가 교차하는 곳이 있는 경우에는 그 교차하는 부분을 우선적으로 선택한다)에 대하여 방사선투과시험을 실시한다. 다만, 다음에 열거하는 용접부는 그렇지 않다.
 - (5-2-1) 방사선투과시험을 하지 않은 것으로 설계된 용접부
 - (5-2-2) 외면에서만 압력을 받는 용접부
- (5-3) 방사선투과시험은 용접금속의 종류에 따라 표 4.4.2.1(5)①에서 정한 시험방법으로 실시하고 같은 표에서 정한 합격기준에 적합한 것으로 한다.

표 4.4.2.1(5)① 방사선투과시험 방법 및 합격기준 <개정 16.11.23., 21.10.08.>

| 용접금속의 종류 | 시험 방법 | 합격 기준 |
|----------|--------------------------------------|------------------------------------------------|
| 강 재 | KS B 0845(강 용접 이음부의 방사선투과검사)에서 정한 방법 | 투과사건이 KS B 0845의 투과사건 등급분류방법에 따른 2류(범주2) 이상일 것 |

| | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 알루미늄 및 알루미늄합금 | KS D 0242(알루미늄 용접부의 방사선 투과시험검사 방법)에서 정한 방법 | 투과사진이 KS D 0242의 투과사진 등급분류방법에 따른 2류(범주2) 이상일 것 |
| 스테인리스강, 내열내식조합금, 9%니켈강과 그 밖에 이와 유사한 것 | KS D 0237(스테인리스강 용접부의 방사선투과검사 방법)에서 정한 방법 | 투과사진이 KS D 0237의 투과사진 등급분류방법에 따른 2류(범주2) 이상일 것 |
| 타이타늄 및 타이타늄합금 | KS D 0239(타이타늄 용접부의 방사선 투과검사 방법)에서 정한 방법 | 투과사진이 KS D 0239의 투과사진 등급분류방법에 따른 2류(범주2) 이상일 것 |

(6) 초음파탐상검사

초음파탐상검사는 제조자가 다음 기준에 따라 실시하여 작성한 자체검사 성적서를 확인하는 것으로 한다. <개정 09.6.29>

(6-1) (5-1)에서 정한 용접부 중 (6-1-1), (6-1-2) 또는 (6-1-3)에 기재한 것 및 방사선투과시험을 실시하기 곤란한 용접부 중 (6-1-4) 또는 (6-1-5)에 기재한 것(모재의 두께가 10mm 이하인 것과 오스테나이트계 스테인리스강 및 오스테나이트 조직인 강을 제외한다)은 초음파탐상시험을 실시하고 동 시험에 적합한 것으로 한다.

(6-1-1) 모재가 두께 75mm 이상의 탄소강인 용접부의 길이이음매 및 원주이음매

(6-1-2) 모재가 두께 50mm 이상의 저합금강인 용접부의 길이이음매 및 원주이음매

(6-1-3) 다층동체와 관련한 길이이음매 및 원주이음매(방사선투과시험을 실시한 것을 제외 한다)

(6-1-4) 평판 또는 관관을 동체에 부착하기 위한 것(완전용입용접에 한정한다)

(6-1-5) 노즐, 보강재 및 그 밖에 이와 유사한 것을 동판 또는 경판에 부착하기 위한 것(완전용입용접에 한정한다)

(6-2) (6-1)에서 정한 초음파탐상시험은 KS B 0896(페라이트계 강용접 이음부에 대한 초음파 탐상검사)에 따르되 용접부의 치수 형상 등에 따라 다음 기준에서 정한 방법으로 실시한다. <개정 21.10.08.>

(6-2-1) 검출레벨은 M검출레벨로 한다.

(6-2-2) 모재의 음향이방성의 유무가 명확하지 아니한 경우에는 모재의 이방성검정을 실시한다.

(6-2-3) 경사각법의 주사는 KS B 0896에서 정한 목돌림주사, 진자주사, 지그재그주사, 좌우주사, 전후주사 및 경사평행주사로 실시한다. 다만, 경사평행주사에 의해 가로균열을 검출한 경우에는 두갈래주사 또는 용접선상주사를 실시한다. 이 경우 모재의 두께가 40mm 이상 300mm 이하인 때에는 텐덤주사를 병용한다.

(6-2-4) (6-1-1)부터 (6-1-3)까지에서 정한 용접이음매는 경사법으로 실시한다. 다만, 모재가 저합금강이고, 그 두께가 100mm 이상인 경우에는 길이이음매 및 원주이음매를 경사각법 및 수직법으로 실시한다.

(6-2-5) (6-1-4)와 (6-1-5)에서 정한 용접이음매는 수직법[(6-1-4)에서 정한 용접이음매 중 안지름이 100mm 미만인 것을 제외한다] 및 경사법으로 실시한다.

(6-3) 초음파탐상시험 결과 균열이 없고 다음 기준을 만족할 경우에 적합한 것으로 한다.

(6-3-1) 표 4.4.2.2.1(6)에 따른 결함등급이 1급 또는 2급으로 한다.

(6-3-2) 표 4.4.2.2.1(6)에서 1급을 1, 2급을 2로 수치화한 결함수의 합계가 모든 용접부의 길이 300mm 범위 안에서는 4 [용접이음매의 길이가 300mm 미만인 경우에는 300mm에 대한 용접이음매 길이의 비에 4를 곱한 값(소수점이하는 절사)] 이하로 한다. 다만, 결함지시 길이가 1mm 미만인 것은 대상에서 제외한다.

표 4.4.2.2.1(6) 결함에코높이 영역과 결함지시 길이에 따른 결함등급 분류

| 등급 | 관두께 | III | | | IV | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|----------|--------|--------|----------|-------|
| | 영역 | 18 이하 | 18-16 | 60 이하 | 18 이하 | 18-60 | 60 이상 |
| 1급 | 6 mm 이하 | t/3 이하 | 20 mm 이하 | 4mm 이하 | t/4 이하 | 15 mm 이하 | |
| 2급 | 9 mm 이하 | t/2 이하 | 30 mm 이하 | 6mm 이하 | t/3 이하 | 20 mm 이하 | |
| 3급 | 18 mm 이하 | t 이하 | 60 mm 이하 | 9mm 이하 | t/2 이하 | 30 mm 이하 | |
| 4급 | 3급을 초과하는 것 | | | | | | |
| [비고] | | | | | | | |
| 1. t는 개선 한 쪽의 모재 두께(mm). 다만, 맞대기용접으로 맞대기한 모재의 두께가 다를 경우에는 얇은 쪽의 관두께로 한다. | | | | | | | |
| 2. 이 표를 적용할 때, 동일하다고 볼 수 있는 깊이에서의 결함과 결함과의 간격이 큰 쪽의 결함지시길이 보다 짧은 경우에는 같은 결함군으로 보고 그들의 간격을 포함한 연속된 결함으로 취급한다. | | | | | | | |
| 3. 결함과 결함과의 간격이 양쪽의 결함지시길이 중 큰 쪽의 결함지시 보다 긴 경우에는 각각 독립된 결함으로 본다. | | | | | | | |

(7) 자분탐상검사

자분탐상검사는 제조자가 다음 기준에 따라 실시하여 작성한 자체검사 성적서를 확인하는 것으로 한다.
<신설 09.6.29>

(7-1) 다음에 기재한 용접부 또는 지그자국(고정구 자국 및 가접부를 포함한다. 이하 같다)은 그 전길이에 대하여 자분탐상시험을 실시하여 시험에 적합한 것으로 한다. 다만, 비자성체 및 압력용기등의 용접부 형상 또는 크기에 따라 자분탐상시험장치의 자화기가 당해 압력용기등의 검사부분 내부에 삽입할 수 없는 것과 자분을 뿌릴 수 없는 것 등 자분탐상시험을 실시하기 곤란한 것은 그렇지 않다.

(7-1-1) 모재가 KS D 3521(압력용기용 강판), KS D 3539(압력용기용 조질형 망가니즈·몰리브데넘강 및 망가니즈 몰리브데넘 니켈강 강판), KS D 3541(저온압력용기용 탄소강 강판) 또는 KS D 3586(저온압력용기용 니켈 강판)에 해당하는 재료 및 동등재료(부록 A의 제조방법 등의 항 (66)에 기재한 허용응력 값을 이용한 것에만 한정한다)인 용접부 <개정 14.11.17>

(7-1-2) 모재가 고장력강, 저온용(설계온도가 0℃ 미만) 강 또는 저합금강[(7-1-1)에서 정한 것을 제외한다)인 용접부

(7-1-3) (7-1-1) 및 (7-1-2)에서 정한 모재와 관련한 지그자국

(7-1-4) (5-1) [(5-1-5)를 제외한다)에서 정한 용접부가 있는 압력용기등의 개구부 및 보강재, 노즐 등을 부착하는 부분과 관련된 용접부.

(7-1-5) 매다는 고리에 관련된 용접부 및 기체로 내압시험을 실시하는 압력용기등에 비내압부재(목부분의 두께가 6 mm 이하인 것을 제외한다)를 부착하는 부분에 관련된 용접부.

(7-1-6) 모재가 두께 50 mm 이상인 탄소강인 용접부[(7-1-1)에서 정한 것을 제외한다]

(7-1-7) 증성동체에 관련된 용접부 및 지그자국[(7-1-1)부터 (7-1-6)까지에서 정한 것을 제외한다]

(7-1-8) 탭류 또는 저장탱크와 그 지지구조물과의 용접부

(7-2) (7-1)에서 정한 시험은 KS D 0213(강자성 재료의 자분탐상검사 방법 및 자분 모양 분류)에 따라 실시한다. 이 경우 표준시험편은A2-30/100을 사용하고, 자화방법은 극간법(M), 자분의 분산방법은 습식법, 자분작용에 대한 자화시기는 연속법으로 한다. <개정 21.10.08.>

(7-3) 자분탐상시험을 실시하고 다음 기준에 적합할 때 이를 적합한 것으로 한다.

(7-3-1) 표면에 균열에 의한 결함지시가 없는 것으로 한다.

(7-3-2) 선상결함지시[융합불량, 스톱혼입 및 오버랩에 한정한다. 이하 (7-3)에서 같다] 및 원형상 결함지시의 최대길이 또는 최대지름이 4 mm 이하인 것으로 한다.

(7-3-3) 한 변의 길이는 최대 150 mm 이하이고, 면적이 2 500 mm²인 시험범위 안에 그 최대길이 또는 최대지름이 4 mm 이하인 선상 또는 원형상 결함지시가 다수 있는 경우(“분산결함지시”라 한다)에는 결함지시의 종류, 결함지시의 최대길이 또는 최대지름에 따라 표 4.4.2.2.1(7)에 따른 총점수가 12 이하인 것으로 한다.

표 4.4.2.2.1(7) 분산결함지시의 점수

| 결함지시 | 최대길이 또는 최대지름이 2 mm 이하인 것 | 최대길이 또는 최대지름이 2 mm 초과 4 mm 이하인 것 |
|---------|--------------------------|----------------------------------|
| 선상결함지시 | 3 | 6 |
| 원형상결함지시 | 1 | 2 |

(8) 침투탐상검사

침투탐상검사는 제조자가 다음 기준에 따라 실시하여 작성한 자체검사 성적서를 확인하는 것으로 한다. <신설 09.6.29>

(8-1) (5-1)에서 정한 용접부와 모재가 내열합금, 구리합금, 니켈동합금, 알루미늄, 알루미늄합금, 타이타늄등인 용접부중 비자성체인 부분 및 그 밖에 자분탐상시험을 실시하기 곤란한 것은 그 전길이에 대해 침투탐상시험을 실시하고 이에 적합한 것으로 한다. <개정 16.11.23>

(8-2) (8-1)의 침투탐상시험은 KS B 0816(침투탐상시험 방법 및 침투지시모양의 분류)에 따라 실시한다.

(8-3) 침투탐상시험 적합기준은 (7-3)을 준용한다.

(9) 비파괴검사의 재시험

비파괴검사의 재시험은 제조자가 다음 기준에 따라 실시하여 작성한 자체검사 성적서를 확인하는 것으로 한다. <신설 09.6.29>

(9-1) 방사선투과시험[(5-2)의 방사선투과시험은 제외한다], 초음파탐상시험, 자분탐상시험 또는 침투탐상시험 결과가 각각의 적합기준에 적합하지 않은 경우에는 부적합 원인이 된 결함부를 제거하여 그 위에 재용접 또는 그 밖에 보수를 실시할 수 있고, 해당 보수를 한 부분에 대하여 다시 소정의 시험을 실시하며, 해당시험 결과가 적합기준에 적합할 때에는 당해 보수를 실시한 용접부는 소정의 시험에 적합한 것으로 한다.

(9-2) (5-2)의 방사선투과시험 결과가 (5-3)에서 정한 적합기준에 적합하지 않은 경우에는 해당 용접부에 인접한 임의의 2개소에 대하여 방사선투과시험을 실시할 수 있으며, 다음 어느 하나에 해당하는 때에 해당 용접부는 방사선시험에 합격한 것으로 한다.

(9-2-1) 해당 방사선투과시험을 실시한 2개소가 모두 합격한 경우에는 당초 방사선투과시험에서 부적합 원인이 된 결함부분을 제거한 후, 그 위에 재용접하고 그 밖의 보수를 실시하고, 당해 보수한 부분이 방사선투과시험에 적합한 것으로 한다.

(9-2-2) 해당 방사선투과시험을 실시한 2개소 중 어느 한 곳만 적합한 경우에는 해당 용접부의 전 길이에 대해 방사선투과시험을 실시하고 해당 방사선투과시험에 부적합 된 모든 결함을 제거한 후 그 위에 재용접을 하고 그 밖에 필요한 보수를 실시한 후 당해 보수한 부분이 방사선투과시험에 적합한 것으로 한다.

(9-2-3) (9-1)에 따라 실시하는 방사선투과시험, 초음파탐상시험, 자분탐상시험 또는 침투탐상시험의 방법 및 적합기준은 각각 (5), (6), (7) 및 (8)에서 정한 것과 같다.

(10) 내압검사

(10-1) 내압시험에 관한 일반적인 요건은 다음 각 기준과 같다.

(10-1-1) 압력용기등의 내압시험은 수압시험으로 하는 것을 원칙으로 하되, 하되, 다음의 경우에는 기압시험으로 할 수 있다. <개정 11.1.3>

(10-1-1-1) 압력용기등의 내부가 격실구조등으로 복잡하여 완전배수가 불가능한 경우

(10-1-1-2) 압력용기등의 내부에 촉매등의 물질이 채워져 급수가 곤란하거나 수분과의 화학반응으로 위험한 경우

(10-1-1-3) 액두압으로 인한 지반붕괴의 우려가 있는 경우

(10-1-1-4) 완전배수가 어려운 구조의 초저온저장탱크 경우

(10-1-2) 압력용기등은 (10-2) 및 (10-3)에서 정한 압력으로 내압시험을 실시하여 국부적인 팽창, 늘어남 또는 누출 등이 생기지 않은 것으로 한다.

(10-1-3) 내압시험 후 내압부의 주요부분에 용접보수를 한 경우에는 다시 내압시험을 한다.

(10-1-4) 2실 이상으로 구성된 복합압력용기의 경우의 내압시험은 다음 기준에서 정한 것에 따라 실시한다.

(10-1-4-1) 각각의 실이 독립적으로 조작되는 경우 각각 별개의 압력용기등으로 취급하여 한쪽을 내압시험하는 때는 다른 한쪽은 비워둔다.

(10-1-4-2) 복합용기의 각 실이 운전개시, 운전 중 및 정지기간 중에 발생하는 최대 차압으로 설계된 공동부재가 있는 경우로서 그 차압이 인접한 실의 높은 압력보다 작을 때에는 그 공동부재는 설계차압을 설계압력으로 하여 (10-2) 및 (10-3)에 따라 산정한 내압시험압력으로 시험한다.

(10-1-4-3) (10-1-4-2)에서 정한 공동부재의 시험 후 인접한 실을 동시에 내압시험을 한다. 이 경우, 공간의 차압을 공동부재의 시험에 이용한 압력으로 제한한다.

(10-1-5) 납 라이닝, 아연도금 또는 비금속재료로 라이닝 혹은 코팅한 압력용기등의 내압시험은 도금, 라이닝 또는 코팅한 전후 어느 때나 실시할 수 있다.

(10-1-6) 에나멜 또는 유리를 열간시공한 압력용기등은 시공 후 설계압력을 내압시험압력으로 하여 내압시험을 실시할 수 있다.

(10-2) 내압을 받는 압력용기등의 내압시험을 물로 하는 경우에는 다음 기준에서 정한 압력으로 실시한다. 다만, (10-1-6)의 경우에는 그렇지 않다.

(10-2-1) (10-2-2)에서 정한 것을 제외한 압력용기등의 내압시험 압력은 다음 식으로 계산한 압력으로 한다.

$$P_t = \mu P \left(\frac{\sigma_t}{\sigma_d} \right)$$

여기에서

P_t : 내압시험압력(MPa)

P : 설계압력(MPa)

σ_t : 수압시험온도에서의 재료의 허용응력(N/mm²)

σ_d : 설계온도에서의 재료의 허용응력(N/mm²)

μ : 표 4.4.2.2.1(10)의 왼쪽에 기재한 압력용기등의 설계압력에 따라 같은 표 오른쪽에 기재한 값

표 4.4.2.2.1(10) 내압시험압력

| 압력용기등의 설계압력 범위 | μ |
|-----------------------|------------------------------------------------------|
| 20.6 MPa 이하 | 1.3 |
| 20.6 MPa 초과 98 MPa 이하 | 1.25 |
| 98 MPa 초과 | $1.1 \leq \mu \leq 1.25$ 의 범위에서 사용자와 제조자가 합의하여 결정한다. |

(10-2-2) 압력용기등의 재질이 주철인 경우에는 내압시험압력을 설계압력의 2배로 한다.

(10-3) 내압을 받는 압력용기등의 내압시험을 기체로 하는 경우에는 설계압력에 따라 다음에서 정한 압력으로 실시한다. 다만, (10-1-6)의 경우에는 그렇지 않다. <개정 10.1.6>

$$P_t = 1.1P \left(\frac{\sigma_t}{\sigma_d} \right)$$

여기에서

P_t : 내압시험압력(MPa)

P : 설계압력(MPa)

σ_t : 수압시험온도에서의 재료의 허용응력(N/mm²)

σ_d : 설계온도에서의 재료의 허용응력(N/mm²)

(10-4) 내압시험에 사용하는 유체의 온도는 압력용기등이 취성파괴를 일으킬 우려가 없는 온도로 한다.

(10-5) 내압시험은 설계압력의 1/2의 압력까지 압력을 올리고, 그 설계압력의 1/10 씩 단계적으로 압력을 높여 시험압력에 도달한 후, 다시 설계압력까지 압력을 떨어뜨린 경우에 이상 유무를 확인한다.

(11) 수소압축가스설비 검사 <신설 22.1.10.>

1.4.7에 따른 수소압축가스설비는 부록 L에 따른 검사기준에 적합한지 확인한다.

(12) 합부 판정 <신설 22.1.10.>

압력용기등이 4.4.2.2.1에 따른 검사에 모두 적합한 경우 합격한 것으로 본다.

4.4.2.2.2 생산공정검사

(1) 부분항목검사

부분항목검사는 압력용기가 각 검사항목별 제조기술기준에 적합하게 제조되었는지 확인하기 위하여 다음 검사방법으로 실시한다.

(1-1) 제조기술기준 준수여부 확인 <개정 09.6.29>

이 기준에 따른 제조기술기준 중 다음 사항을 확인한다.

(1-1-1) 재료검사

압력용기등의 동판, 경판 재료가 3.2.1부터 3.2.7까지에 적합한지 여부를 확인한다.

(1-1-2) 두께검사

압력용기등의 동판, 경판 두께가 3.3에 적합한지 여부를 확인한다.

(1-1-3) 용접검사

압력용기등에 대한 용접이 3.6.4.2, 3.6.5.1부터 3.6.5.5까지, 3.6.13.1부터 3.6.13.2까지에 적합한지 여부를 확인한다.

(1-1-4) 제품표시 확인

압력용기등에 대한 제품표시가 3.12.3에 적합한지 여부를 확인한다.

(1-2) 설계검토

설계검토는 4.4.2.2.1(2)에 따라 실시한다.

(1-3) 재료 초음파탐상검사

재료 초음파탐상검사는 제조자가 4.4.2.2.1(3)에 따라 실시하여 작성한 자체검사 성적서를 확인하는 것으로 한다. <개정 09.6.29>

(1-4) 용접부 기계적검사

용접부 기계적검사는 제조자가 4.4.2.2.1(4)에 따라 실시하여 작성한 자체검사 성적서를 확인하는 것으로 한다. <개정 09.6.29>

(1-5) 방사선투과검사

방사선투과검사는 제조자가 4.4.2.2.1(5)에 따라 실시하여 작성한 자체검사 성적서를 확인하는 것으로 한다. <개정 09.6.29>

(1-6) 초음파탐상검사

초음파탐상검사는 제조자가 4.4.2.2.1(6)에 따라 실시하여 작성한 자체검사 성적서를 확인하는 것으로 한다. <개정 09.6.29>

(1-7) 지분탐상검사

지분탐상검사는 제조자가 4.4.2.2.1(7)에 따라 실시하여 작성한 자체검사 성적서를 확인하는 것으로 한다. <개정 09.6.29>

(1-8) 침투탐상검사

침투탐상검사는 제조자가 4.4.2.2.1(8)에 따라 실시하여 작성한 자체검사 성적서를 확인하는 것으로 한다. <개정 09.6.29>

(1-9) 내압검사

내압검사는 4.4.2.2.1(10)에 따라 실시한다.

(1-10) 수소압축가스설비 검사 <신설 22.1.10.>

1.4.7에 따른 수소압축가스설비는 부록 L에 따른 검사기준에 적합한지 확인한다.

(1-11) 합부판정 <신설 22.1.10.>

(1-11-1) 압력용기등이 (1-1)부터 (1-10)까지의 검사에 모두 적합한 경우 합격한 것으로 한다.

(1-11-2) 압력용기등이 부적합한 경우에는 4.2.2.3에 따른 적합통지서를 회수하고 압력용기등 제조자에게 부적합 내용을 통보하며 4.4.2.2.1에 따른 제품확인검사를 실시한다.

(1-11-3) 압력용기등 제조자는 부적합 통보가 된 날로부터 3개월 이후에 종합공정검사를 재신청할 수 있다.

(2) 공정확인심사

(2-1) 부록 I의 심사기준에 따라 심사하여 이에 적합한 경우 합격한 것으로 한다.

(2-2) 공정확인심사에 부적합한 경우에는 4.2.2.3에 따른 적합통지서를 회수하고 용기제조자에게 부적합 내용을 통보하며 4.4.2.2.1에 따른 제품확인검사를 실시한다.

(2-3) 압력용기등 제조자는 부적합 통보가 된 날로부터 3개월 이후에 생산공정검사를 재신청할 수 있다.

4.4.2.2.3 종합공정검사

(1) 중요항목검사

중요항목검사는 압력용기가 각 검사항목별 제조기술기준에 적합하게 제조되었는지 확인하기 위하여 다음 검사방법으로 실시한다.

(1-1) 제조기술기준 준수여부 확인

제조기술기준 준수여부 확인은 4.4.2.2.1(1)에 따라 실시한다.

(1-2) 설계검토

설계검토는 4.4.2.2.1(2)에 따라 실시한다.

(1-3) 재료 초음파탐상검사

재료 초음파탐상검사는 압력용기등 제조자가 자체적으로 실시한 검사기록을 확인한다.

(1-4) 용접부 기계적검사

용접부 기계적검사는 압력용기등 제조자가 자체적으로 실시한 검사기록을 확인한다.

(1-5) 방사선투과검사

방사선투과검사는 압력용기등 제조자가 자체적으로 실시한 검사기록을 확인한다.

(1-6) 초음파탐상검사

초음파탐상검사는 압력용기등 제조자가 자체적으로 실시한 검사기록을 확인한다.

(1-7) 자분탐상검사

자분탐상검사는 압력용기등 제조자가 자체적으로 실시한 검사기록을 확인한다.

(1-8) 침투탐상검사

침투탐상검사는 압력용기등 제조자가 자체적으로 실시한 검사기록을 확인한다.

(1-9) 내압검사

내압검사는 4.4.2.2.1(10)에 따라 실시한다.

(1-10) 수소압축가스설비 검사 <개정 22.1.10.>

1.4.7에 따른 수소압축가스설비는 부록 L에 따른 검사기준에 적합한지 확인한다.

(1-11) 합부판정 <신설 22.1.10.>

(1-11-1) 압력용기등이 (1-1)부터 (1-10)까지의 검사에 모두 적합한 경우 합격한 것으로 한다.

(1-11-2) 압력용기등이 부적합한 경우에는 4.2.2.3에 따른 적합통지서를 회수하고 압력용기등 제조자에게 부적합 내용을 통보하며 4.4.2.2.1에 따른 제품확인검사를 실시한다.

(1-11-3) 압력용기등 제조자는 부적합 통보가 된 날로부터 3개월 이후에 생산공정검사를 재신청할 수 있다.

(2) 종합품질관리체계심사

(2-1) 부록 I의 심사기준에 따라 심사하여 이에 적합한 경우 합격한 것으로 한다.

(2-2) 종합품질관리체계심사에 부적합한 경우에는 4.2.2.3에 따른 적합통지서를 회수하고 압력용기등 제조자에게 부적합 내용을 통보하며 4.4.2.2.1에 따른 제품확인검사를 실시한다.

(2-3) 압력용기등 제조자는 부적합 통보가 된 날로부터 3개월 이후에 종합공정검사를 재신청할 수 있다.

4.5 그 밖의 기준

4.5.1 수입품 검사(내용 없음)

4.5.2 검사일부 생략

4.5.2.1 외국용기등 제조등록 제품

법 제5조의2제1항에 따라 외국용기등의 제조등록을 한 자가 제조한 압력용기등에 대하여 표 1.3.1.2에 따른 해당 공인검사기관에서 발행한 합격증빙서류(API 530으로 제조한 직화식 열교환기의 경우에는 발주자의 검사성적서, API 620으로 제조한 평저형 저장탱크의 경우에는 발주자 또는 제3자 검사기관의 검사성적서로 할 수 있다)를 제출하는 경우 규칙 제38조제4항제1호에 따라 그 압력용기등의 검사를 생략할 수 있는 검사항목은 다음과 같다. <개정 15.5.8, 17.9.29>

- (1) 재료검사(모재 및 용접부)
- (2) 용접 적정성검사
- (3) 비파괴검사
- (4) 내압검사 <개정 16.7.11>

4.5.2.2 외국용기등 제조등록 면제 제품 <개정 12.8.13>

4.5.2.2.1 규칙 제9조의2에 따른 외국용기등 제조등록 면제 압력용기등이 규칙 제38조제4항제4호에 따라 표 1.3.1.2에 따른 인정기준으로 제조하고 해당 공인검사기관의 검사를 받은 경우에는 4.5.2.1에 따른 검사의 일부를 생략할 수 있다. <개정 16.7.11>

4.5.3 불합격 제품 파기 방법

규칙 별표 23제1호에 따라 검사에 불합격된 압력용기등은 다음 기준에 따라 파기한다.

4.5.3.1 불합격 된 압력용기등에 대하여는 절단 등의 방법으로 파기하여 원형으로 복원할 수 없도록 한다.

4.5.3.2 파기하는 때에는 검사장소에서 검사원 입회하에 압력용기등 제조자가 실시하게 한다.

| 규격 명칭 | 종류 및 기호 | 제 조 방법등 | 규정 최소 인장 강도 (N/mm) | 규정 최소 항복강도 내력 | 최대 허용 인장 응력(N/mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------|-----------|---------------------|--------------------|---------------|-------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| | | | | | -268 ℃ | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | -5 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | | |
| KS D 4115 압력 용기용 스테인 리스강 단강품 <개정 16.3.9> | STSF 304H | (22) | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 123 | 114 | 108 | 103 | 100 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 82 | 80 | 79 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 71 | 69 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | | |
| | | (21),(22) | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 137 | 134 | 130 | 128 | 127 | 124 | 122 | 119 | 116 | 114 | 111 | 109 | 107 | 105 | 103 | 101 | 99 | 97 | 92 | 79 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | | |
| | | (23) | 480 | 205 | - | - | - | - | - | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 123 | 114 | 108 | 103 | 100 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 82 | 80 | 79 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 71 | 69 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | | |
| | STSF 304L | (21),(23) | 480 | 205 | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 133 | 129 | 126 | 122 | 120 | 118 | 117 | 117 | 116 | 115 | 114 | 111 | 109 | 107 | 105 | 103 | 101 | 99 | 97 | 92 | 79 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | | |
| | | (22) | 480 | 175 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 104 | 97 | 93 | 88 | 85 | 81 | 79 | 76 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | (21),(22) | 480 | 175 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 112 | 109 | 106 | 103 | 100 | 98 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | (23) | 450 | 175 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 104 | 97 | 93 | 88 | 85 | 81 | 79 | 76 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | STSF 310 | (21),(23) | 450 | 175 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 113 | 112 | 110 | 108 | 105 | 102 | 100 | 98 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | (19),(20),(22) | 520 | 205 | - | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 125 | 119 | 115 | 110 | 107 | 104 | 101 | 98 | 97 | 95 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 86 | 85 | 76 | 60 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | | |
| | STSF 316 | (19),(20),(22) | 520 | 205 | - | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 125 | 119 | 115 | 110 | 107 | 104 | 101 | 98 | 97 | 95 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 86 | 85 | 76 | 60 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | | |
| | | (19),(20),(21),(22) | 520 | 205 | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 136 | 133 | 130 | 126 | 122 | 119 | 116 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | | |
| | | (19),(20),(21),(23) | 480 | 205 | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 125 | 118 | 113 | 107 | 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | | |
| | | (19),(20),(21),(22) | 480 | 205 | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 137 | 136 | 134 | 133 | 132 | 129 | 126 | 122 | 119 | 116 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | | |
| | STSF 316H | (22) | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 125 | 118 | 113 | 107 | 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | | |
| | | (21),(22) | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 136 | 133 | 130 | 126 | 122 | 119 | 116 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | | |
| | | (23) | 480 | 205 | - | - | - | - | - | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 125 | 118 | 113 | 107 | 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | | |
| | | (21),(23) | 480 | 205 | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 137 | 136 | 134 | 133 | 129 | 126 | 122 | 119 | 116 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | | | |
| | STSF 316L | (22) | 480 | 175 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 104 | 97 | 92 | 87 | 84 | 81 | 79 | 76 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 66 | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | (21),(22) | 480 | 175 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 112 | 109 | 106 | 103 | 101 | 98 | 96 | 94 | 93 | 91 | 89 | 88 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | (23) | 450 | 175 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 104 | 97 | 92 | 87 | 84 | 81 | 79 | 76 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 66 | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | (21),(23) | 450 | 175 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 112 | 109 | 106 | 103 | 101 | 98 | 96 | 94 | 93 | 91 | 89 | 88 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | SUSF 321 | (19),(20),(22) | 520 | 205 | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 129 | 123 | 118 | 114 | 110 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 92 | 91 | 89 | 88 | 87 | 86 | 85 | 84 | 83 | 75 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | | |
| | | (19),(20),(21),(22) | 520 | 205 | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 137 | 134 | 132 | 130 | 129 | 129 | 129 | 128 | 127 | 125 | 123 | 120 | 119 | 117 | 115 | 114 | 113 | 107 | 87 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | | |
| | | (19),(20),(21),(23) | 480 | 205 | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 129 | 123 | 118 | 114 | 110 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 92 | 91 | 89 | 88 | 87 | 86 | 85 | 84 | 83 | 75 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | | |
| | | (19),(20),(21),(22) | 480 | 205 | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 133 | 130 | 126 | 123 | 122 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 120 | 119 | 117 | 115 | 114 | 113 | 107 | 87 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | |
| | STSF 321H | (22) | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 129 | 123 | 118 | 114 | 110 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 92 | 91 | 89 | 88 | 87 | 86 | 85 | 84 | 83 | 82 | 75 | 59 | 46 | 37 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 9 | | |
| | | (21),(22) | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 137 | 134 | 132 | 130 | 129 | 129 | 129 | 128 | 127 | 125 | 123 | 120 | 119 | 117 | 115 | 114 | 113 | 112 | 100 | 77 | 59 | 46 | 37 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 9 | | |
| | | (23) | 480 | 205 | - | - | - | - | - | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 129 | 123 | 118 | 114 | 110 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 92 | 91 | 89 | 88 | 87 | 86 | 85 | 84 | 83 | 82 | 75 | 59 | 46 | 37 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 9 | | |
| | | (21),(23) | 480 | 205 | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 133 | 130 | 126 | 123 | 122 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 120 | 119 | 117 | 115 | 114 | 113 | 112 | 100 | 77 | 59 | 46 | 37 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 9 | | |
| | STSF 347 | (19),(20),(22) | 520 | 205 | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 130 | 126 | 122 | 118 | 114 | 111 | 108 | 105 | 102 | 100 | 98 | 96 | 95 | 94 | 94 | 93 | 93 | 92 | 92 | 88 | 76 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | | |
| | | (19),(20),(21),(22) | 520 | 205 | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 137 | 133 | 129 | 126 | 123 | 121 | 119 | 118 | 117 | 116 | 116 | 116 | 116 | 116 | 115 | 115 | 112 | 98 | 76 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | | | |
| | | (19),(20),(21),(23) | 480 | 205 | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 130 | 126 | 122 | 118 | 114 | 111 | 108 | 105 | 102 | 100 | 98 | 96 | 95 | 94 | 94 | 93 | 93 | 92 | 92 | 88 | 76 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | | |
| (19),(20),(21),(22) | | 480 | 205 | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 134 | 130 | 126 | 121 | 118 | 115 | 113 | 111 | 110 | 109 | 109 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 107 | 106 | 96 | 76 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | | | |
| STSF 347H | (22) | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 130 | 126 | 122 | 118 | 114 | 111 | 108 | 105 | 102 | 100 | 98 | 96 | 95 | 94 | 94 | 93 | 93 | 92 | 92 | 92 | 92 | 87 | 70 | 54 | 42 | 32 | 24 | 19 | 15 | 11 | | | |
| | (21),(22) | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 137 | 133 | 129 | 126 | 123 | 121 | 119 | 118 | 117 | 116 | 116 | 116 | 116 | 116 | 115 | 115 | 114 | 112 | 107 | 91 | 70 | 54 | 42 | 32 | 24 | 19 | 15 | 11 | | | | |
| | (23) | 480 | 205 | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 규격 명칭 | 종류 및 기호 | 제 조 방법등 | 규정 최소 인장 강도 (N/mm) | 규정 최소 항복점 또는 내력 | 최대 허용 인장 응력(N/mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------|------------|-----------|--------------------|-----------------|-------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|---|---|
| | | | | | -268℃ | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | -5 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | | | | | |
| KS D 3577 보일러·열교환기 용 스테인리스 강관 <개정 16.3.9> | STS 347HTB | S | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 130 | 126 | 122 | 118 | 114 | 111 | 108 | 105 | 102 | 100 | 98 | 96 | 95 | 94 | 94 | 93 | 93 | 92 | 92 | 92 | 92 | 87 | 70 | 54 | 42 | 32 | 24 | 19 | 15 | 11 | | | | |
| | | S (21) | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 137 | 133 | 129 | 126 | 123 | 121 | 119 | 118 | 117 | 116 | 116 | 116 | 116 | 116 | 115 | 115 | 114 | 112 | 107 | 91 | 70 | 54 | 42 | 32 | 24 | 19 | 15 | 11 | | | | | |
| | | W (25) | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 111 | 107 | 104 | 101 | 97 | 94 | 92 | 89 | 87 | 85 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 78 | 74 | 59 | 46 | 35 | 27 | 20 | 16 | 13 | 10 | | | | |
| | | W | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 116 | 113 | 110 | 107 | 105 | 103 | 101 | 100 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 97 | 97 | 96 | 90 | 78 | 59 | 46 | 35 | 27 | 20 | 16 | 13 | 10 | | | | |
| | | (21),(25) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | STS329J1TB | S | 590 | 390 | - | - | - | - | - | - | - | 169 | 169 | 169 | 169 | 148 | 142 | 140 | 137 | 135 | 132 | 131 | 130 | 129 | 127 | 127 | 127 | 126 | 126 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | W | 590 | 390 | - | - | - | - | - | - | - | 144 | 144 | 144 | 144 | 126 | 121 | 119 | 116 | 115 | 112 | 111 | 110 | 110 | 108 | 107 | 104 | 102 | 99 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | STS 410TB | S | 410 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 117 | 116 | 115 | 114 | 113 | 113 | 112 | 110 | 109 | 107 | 104 | 101 | 97 | 93 | 87 | 69 | 52 | 38 | 27 | 18 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | W | 410 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 100 | 99 | 99 | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 92 | 91 | 89 | 86 | 83 | 79 | 74 | 59 | 44 | 32 | 23 | 16 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | STS 430TB | S | 410 | 245 | - | - | - | - | - | - | - | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 117 | 116 | 115 | 114 | 113 | 113 | 112 | 110 | 109 | 107 | 104 | 101 | 97 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| W | | 410 | 245 | - | - | - | - | - | - | - | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 100 | 99 | 99 | 98 | 97 | 96 | 95 | 95 | 94 | 92 | 91 | 89 | 86 | 83 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SPS-KOSA0014 -D3571-5079 저온·열교환기용 강관 <개정 16.3.9> | STLT 380 | S | 380 | 205 | - | - | - | - | - | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 106 | 104 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | E | 380 | 205 | - | - | - | - | - | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 89 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | STLT 450 | S | 450 | 245 | - | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 126 | 123 | 119 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | STLT 690 | S | 690 | 520 | - | - | 197 | 197 | 197 | 197 | 197 | 197 | 197 | 197 | 197 | 193 | 183 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| 규격 명칭 | 종류 및 기호 | 제 조 | 규정 최소 인장 강도 (N/mm) | 규정 최소 항복점 또는 내력 | 최대 허용 인장 응력(N/mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------|------------|-----------|--------------------|-----------------|-------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| | | | | | 0℃ | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | 815 | 825 | 850 | 875 | 900 | 925 | 950 | 975 | 985 | | | | | | |
| SPS-KOSA0017 -D3587-5082 가열로용 강관 <개정 16.3.9> | STF 410 | S | 410 | 245 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 93 | 74 | 57 | 42 | 30 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | STFA 12 | S | 380 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 86 | 53 | 32 | 20 | 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | STFA 24 | S | 410 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 96 | 71 | 53 | 39 | 29 | 21 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | STFA 25 | S | 410 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | | |
| | STFA 26 | S | 410 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | | |
| | STS 304TF | S | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 114 | 112 | 110 | 108 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 96 | 95 | 80 | 64 | 52 | 41 | 33 | 27 | 22 | 18 | 14 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | (19),(20) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | STS 304HTF | S | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 114 | 112 | 110 | 108 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 96 | 95 | 80 | 64 | 52 | 41 | 33 | 27 | 22 | 18 | 14 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | STS 316TF | S | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 117 | 115 | 113 | 111 | 110 | 108 | 107 | 106 | 105 | 104 | 103 | 102 | 83 | 64 | 49 | 37 | 28 | 22 | 17 | 13 | 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | (19),(20) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | STS 316HTF | S | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 117 | 115 | 113 | 111 | 110 | 108 | 107 | 106 | 105 | 104 | 103 | 102 | 83 | 64 | 49 | 37 | 28 | 22 | 17 | 13 | 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | STS 321TF | S | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 112 | 110 | 108 | 107 | 106 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 104 | 92 | 73 | 57 | 45 | 36 | 28 | 23 | 18 | 14 | 11 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | STS 321HTF | S | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 127 | 127 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | |
| | | (19),(20) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| STS 347TF | S | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 127 | 127 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | | |
| STS 347HTF | S | 520 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 127 | 127 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | |
| NCF 800HTF | S | 450 | 175 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 127 | 127 | 126 | 125 | 123 | 120 | 108 | 84 | 65 | 61 | 50 | 41 | 33 | 27 | 23 | 19 | 17 | 15 | 12 | 10 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | - | - | - | - | - | | |

- 1) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경
- 2) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경

| 규격 명칭 | 종류 및 기호 | 제 조 방법등 | 규정 최소 인장 강도 (N/mm) | 규정 최소 항복점 또는 내력 | 최대 허용 인장 응력(N/mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------|-------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|
| | | | | | -268℃ | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | -5 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | | | |
| KS D 3758 배관용 이음매없는 니켈-크롬-철 합금 관 <개정 16.11.23> | NCF600TP | (17),(59) | 550 | 205 | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 134 | 131 | 129 | 126 | 124 | 121 | 119 | 117 | 115 | 113 | 111 | 109 | 108 | 107 | 105 | 104 | 103 | 84 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | | | |
| | | (17),(21),(59) | 520 | 175 | - | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 111 | 109 | 107 | 105 | 103 | 101 | 99 | 97 | 96 | 94 | 93 | 91 | 90 | 89 | 88 | 86 | 86 | 78 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | | | |
| | | (17),(21),(60) | 550 | 245 | - | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 150 | 146 | 145 | 143 | 142 | 142 | 141 | 140 | 139 | 138 | 137 | 136 | 135 | 134 | 132 | 129 | 115 | 86 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | | | |
| | | (17),(61) | 550 | 245 | - | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 150 | 146 | 145 | 143 | 142 | 142 | 141 | 140 | 139 | 138 | 137 | 136 | 135 | 134 | 132 | 129 | 115 | 86 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | | | |
| | | (17),(21),(61) | 550 | 245 | - | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 150 | 146 | 145 | 143 | 142 | 142 | 141 | 140 | 139 | 138 | 137 | 136 | 135 | 134 | 132 | 129 | 115 | 86 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | | | |
| | (17),(21),(62) | 550 | 205 | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 134 | 131 | 129 | 126 | 124 | 121 | 119 | 117 | 115 | 113 | 111 | 109 | 108 | 107 | 105 | 104 | 103 | 84 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | | | |
| | (17),(21),(62) | 550 | 205 | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 134 | 131 | 129 | 126 | 124 | 121 | 119 | 117 | 115 | 113 | 111 | 109 | 108 | 107 | 105 | 104 | 103 | 84 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | | | |
| | NCF 800TP | (63) | 450 | 175 | - | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 109 | 105 | 102 | 99 | 97 | 94 | 92 | 90 | 88 | 85 | 83 | 82 | 80 | 79 | 77 | 75 | 74 | 73 | 72 | 71 | 70 | 68 | 62 | 51 | 41 | 34 | 28 | 23 | 18 | 15 | | | |
| | | (21),(63) | 450 | 175 | - | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 114 | 113 | 110 | 108 | 105 | 104 | 102 | 100 | 99 | 97 | 96 | 90 | 76 | 62 | 51 | 41 | 34 | 28 | 23 | 18 | 15 | | | |
| | (64) | 520 | 205 | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 131 | 127 | 125 | 123 | 121 | 119 | 118 | 116 | 115 | 113 | 112 | 111 | 109 | 108 | 107 | 106 | 104 | 103 | 102 | 101 | 96 | 84 | 64 | 45 | 30 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | | | |
| (21),(64) | 520 | 205 | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 131 | 127 | 125 | 123 | 121 | 119 | 118 | 116 | 115 | 113 | 112 | 111 | 109 | 108 | 107 | 106 | 104 | 103 | 102 | 101 | 96 | 84 | 64 | 45 | 30 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | | | | |
| NCF800HTP | (65) | 450 | 175 | - | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 109 | 105 | 102 | 99 | 97 | 94 | 92 | 90 | 88 | 85 | 83 | 82 | 80 | 79 | 77 | 75 | 74 | 73 | 72 | 71 | 70 | 68 | 62 | 51 | 41 | 34 | 28 | 23 | 18 | 15 | | | | |
| | (21),(65) | 450 | 175 | - | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 114 | 113 | 110 | 108 | 105 | 104 | 102 | 100 | 99 | 97 | 96 | 90 | 76 | 62 | 51 | 41 | 34 | 28 | 23 | 18 | 15 | | | | |
| KS D 3757 열교환기용 이음매 없는 니켈·크로 뮴·철 합금관 | NCF 600TB | (17) | 550 | 245 | - | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 150 | 146 | 145 | 143 | 142 | 142 | 141 | 140 | 139 | 138 | 137 | 136 | 135 | 134 | 132 | 129 | 115 | 86 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | | | | |
| | | (21),(17) | 550 | 245 | - | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 157 | 150 | 146 | 145 | 143 | 142 | 142 | 141 | 140 | 139 | 138 | 137 | 136 | 135 | 134 | 132 | 129 | 115 | 86 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | | | |
| | NCF 800TB | (39) | 520 | 205 | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 131 | 127 | 125 | 123 | 121 | 119 | 118 | 116 | 115 | 113 | 112 | 111 | 109 | 108 | 107 | 106 | 104 | 103 | 102 | 101 | 96 | 84 | 64 | 45 | 30 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | | | |
| | | (21),(39) | 520 | 205 | - | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 137 | 131 | 127 | 125 | 123 | 121 | 119 | 118 | 116 | 115 | 113 | 112 | 111 | 109 | 108 | 107 | 106 | 104 | 103 | 102 | 101 | 96 | 84 | 64 | 45 | 30 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | | | |
| NCF 800HTB | (40) | 450 | 175 | - | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 109 | 105 | 102 | 99 | 97 | 94 | 92 | 90 | 88 | 85 | 83 | 82 | 80 | 79 | 77 | 75 | 74 | 73 | 72 | 71 | 70 | 68 | 62 | 51 | 41 | 34 | 28 | 23 | 18 | 15 | | | | |
| | (21),(40) | 450 | 175 | - | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 114 | 113 | 110 | 108 | 105 | 104 | 102 | 100 | 99 | 97 | 96 | 90 | 76 | 62 | 51 | 41 | 34 | 28 | 23 | 18 | 15 | | | | |
| SPS-KFCA-D4 101-5004 탄소강 주강품 ¹⁾ | SC360 | (41) | 360 | 175 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 67 | 67 | 65 | 64 | 62 | 61 | 59 | 57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | |
| | | (42),(43) | 360 | 175 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 81 | 80 | 78 | 77 | 74 | 73 | 70 | 69 | 66 | 61 | 53 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | |
| | SC410 | (41) | 410 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 78 | 76 | 74 | 72 | 70 | 68 | 65 | 60 | 51 | 42 | 31 | 22 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| | | (42),(43),(44),(45) | 410 | 205 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 93 | 91 | 88 | 86 | 83 | 81 | 78 | 72 | 60 | 50 | 37 | 26 | 18 | 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| SC450 | (41) | 450 | 225 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 85 | 84 | 82 | 80 | 78 | 76 | 73 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | (42),(43),(44),(45) | 450 | 225 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 102 | 101 | 98 | 96 | 94 | 91 | 88 | 86 | 76 | 64 | 50 | 39 | 29 | 19 | 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| SC480 | (41) | 480 | 245 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 91 | 89 | 87 | 84 | 82 | 78 | 68 | 56 | 45 | 34 | 23 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | (42),(43),(44),(45) | 480 | 245 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 109 | 106 | 103 | 100 | 97 | 93 | 82 | 67 | 54 | 41 | 27 | 18 | 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| SPS-KFCA-D4 106-5009용접구 조용 주강품 ²⁾ | SCW410 | (41) | 410 | 235 | - | - | - | - | - | - | - | - | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 77 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | | (43) | 410 | 235 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 92 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | SCW480 | (41) | 480 | 275 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 90 | 82 | 68 | 56 | 45 | 34 | 23 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | (43) | 480 | 275 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 107 | 98 | 82 | 67 | 54 | 41 | 27 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SCW550 | (41) | 550 | 355 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 103 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | (43) | 550 | 355 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 124 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SCW620 | (41) | 620 | 430 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 117 | 117 | 116 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | (43) | 620 | 430 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 141 | 140 | 139 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

1) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
2) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경

[비 고]

- 이 표의 제조방법등의 란에서 S는 이음매 없는 관, E는 전기저항용접관, A는 아크용접관, B는 단접관, W는 자동아크용접관 또는 전기저항용접관을 표시한다.
- 이 표에서 각 온도 중간의 허용인장응력 값은 비례계산법으로 구한다.
- 이 표중 제조방법등의 란에서 표시된 숫자는 각각 다음과 같은 의미를 나타낸다.

- (1) 두께가 16 mm 이하의 것에 적용한다.
- (2) 350 °C를 343 °C로 바꿔 읽는다.
- (3) 두께가 16 mm 초과 40mm 이하의 것에 적용한다.
- (4) 두께가 40 mm 초과 100mm 이하의 것에 적용한다.
- (5) 두께가 100mm 초과 160mm 이하의 것에 적용한다.
- (6) 두께가 160mm 초과 200mm 이하의 것에 적용한다.
- (7) 두께가 40mm 초과 75mm 이하의 것에 적용한다.
- (8) 두께가 75mm 초과 100mm 이하의 것에 적용한다.
- (9) 두께가 6mm 이상 50mm 이하인 것에 적용한다.
- (10) 두께가 50mm 초과 100mm 이하의 것에 적용한다.
- (11) 두께가 100mm 초과 150mm 이하의 것에 적용한다. KS D 3521 (압력 용기용 강판) SPPV 235에 있어서는 100mm 초과 200mm 이하의 것에 적용한다. <개정 20.3.18>
- (12) 425 ° C를 초과하는 온도에서 장시간 사용하는 경우, 재료의 흑연화를 주의해야 한다.
- (13) 550°C를 538°C로 바꿔 읽는다.
- (14) 두께가 40mm 이하의 것에 적용한다.
- (15) 두께가 40mm를 초과하는 것에 적용한다.
- (16) 이 난의 값은 탄소 함유량 0.35% 이하의 것에 적용한다.
- (17) 650°C를 649°C로 바꿔 읽는다.
- (18) 이 난에서 크리프 특성이 요구되는 경우에는 불순물로서의 니켈 함유량을 0.5% 이하로 한다.
- (19) 이 난의 550°C 이상의 값은 탄소 함유량이 0.04% 이상인 재료에 적용한다.
- (20) 이 난의 525°C를 넘는 값은 1,040°C 이상의 온도에서 급랭하여 고용화 처리를 한 재료에 적용한다.
- (21) 이 난의 값은 변형이 어느 정도 허용 가능한 경우에 적용할 수 있다.
- (22) 직경, 두께 또는 외경이 130mm 미만의 것에 적용한다.
- (23) 지름 또는 가 130mm 이상 200mm 이하의 것에 적용한다.
- (24) 이 허용응력의 수치는 맞대기 내외면 서브머지드 용접에 의해 제조된 것으로 용접 이음의 효율 0.7을 곱해 얻은 값이다.
- (25) 이 난의 350°C를 넘는 값은 용가재를 사용하지 않는 자동 아크 용접으로 제조하여 냉간 가공 후 모재 및 용접부의 완전한 내식성을 얻기 위한 최적 고용화 처리를 한 재료에 적용한다.

- (26) 이 난의 값은 용접 이음의 효율 0.7을 곱해 얻은 값이다.
- (27) 이 수치를 사용하는 경우에는 KS D 0001 강재의 검사통칙에 따라 검사를 하고, 소정의 최소인장강도를 확인할 것. 또한 KS D 3752 기계구조용탄소강재는 S10C를 제외하고, 상단의 값은 강재 지름, 대각선 길이 또는 주체부의 두께가 100mm이하인 것에, 하단의 값은 강재 지름, 대각선 길이 또는 주체부의 두께가 100mm초과 200mm이하인 것에 적용한다.
- (28) 이 난의 값은 강도 구분 1의 재료에 적용한다.
- (29) 이 난의 값은 강도 구분 2의 재료에 적용한다.
- (30) 강판 또는 강대에 적용한다.
- (31) 이 난의 허용 인장 응력값은 열간마무리 후, 어닐링을 한 바깥지름 127 mm 이하의 관에 적용한다.
- (32) 이 난의 허용 인장 응력값은 변형이 어느 정도 허용되는 경우 적용한다.
- (33) 이 난의 허용 인장 응력값은 열간마무리 후, 어닐링을 한 바깥지름 127 mm를 초과하는 관에 적용한다.
- (34) 이 난의 허용 인장 응력값은 냉간마무리 후, 어닐링을 한 바깥지름 127 mm 이하의 관에 적용한다.
- (35) 이 난의 허용 인장 응력값은 냉간마무리 후, 어닐링을 한 바깥지름 127 mm를 초과하는 관에 적용한다.
- (36) 이 난의 허용 인장 응력값은 열간마무리 후, 어닐링을 한 관에 적용한다.
- (37) 이 난의 외압차트번호를 사용하는 경우는 성형마무리 후, 어닐링한 경우에는 KS B 6750 부도 2 gg)를 적용하고, 성형마무리 후 고용화열처리를 할 경우는 KS B 6750 부도 2 hh)를 적용한다.
- (38) 이 난의 허용 인장 응력값은 냉간마무리 후, 어닐링을 한 관에 적용한다.
- (39) 이 난의 값은 어닐링한 재료에 적용한다.
- (40) 이 난의 값은 고용화 열처리한 재료에 적용한다.
- (41) 이 난의 허용 인장 응력값은 허용 인장 응력의 설정기준(KS B 6750 해설첨부서)에 따라 구한 허용 인장 응력의 주조계수 0.67을 곱한 값이다.
- (42) 이 난의 허용 인장 응력값을 사용하는 경우, 재료는 다음 1)~4)의 화학성분을 만족해야 한다.
- 1) C 함유량은 재료의 기호가 SC360 및 SC410인 경우 0.25 % 이하, SC450 및 SC 480인 경우 0.35 % 이하로 한다.
 - 2) Mn의 함유량은 0.70 % 이하로 한다. 다만, C의 함유량을 1)에서 규정한 값보다 0.01 % 줄이는 것으로 Mn의 함유량을 0.04 %씩 증가시킬수 있다. 그러나 Mn의 함유량은 1.10 %를 초과해서는 안 된다.
 - 3) P 및 S의 함유량은 0.04 % 이하, Si의 함유량은 0.60 % 이하로 한다.
 - 4) 불순물로서의 Ni, Cr, Cu는 각각 0.5 % 이하, 합해서 1.0 % 이하로 한다.
- (43) 이 난의 허용 인장 응력값은 허용 인장 응력의 설정기준(KS B 6750 해설첨부서)에 따라 구한 허용 인장 응력에 주조품질계수 0.8을 곱하여 구한 것이다. 그러나 다음의 1~3)의 어느 것의 검사를 해서 합격한 경우는 0.9, 4)의 검사를 해서 합격한 경우는 1.0을 취할 수 있다.
- 1) 제품 전체(1개인 경우를 포함. 이후 이 항과 동일)를 KS D 0227에 따라 방사선투과검사를 하고 KS D 0227에서 규정한 3종류의 결함에 대해 각각 3종류 이상 합격한 경우
 - 2) 제품 전체를 자분탐상시험 또는 침투탐상시험을 해서 합격하는 경우
 - 3) 제품을 선정하여, KS D 0227에 따라 결함 발견이 쉬운 부분에서 방사선투과검사를 하고, KS D 0227에 규정하고 있는 종류의 결함에 대하여 각각 3종류 이상 합격하고, 거기에 자분탐상시험 또는 침투탐상시험에 합격한 경우. 여기서 제품선정은 새로운 설계의 목형마다 처음 제작한 3개 이상 5개 이내를, 그 이하로 제조될 때는 5개 또는 그 우수리당 1개씩 선정한다.
 - 4) 제품 전체를 KS D 0227에 의하여 방사선투과검사하고, KS D 0227에서 규정하는 3종류의 결함에 대해 각각 3종류 이상에서 합격하고 거기에 자분탐상검사 또는 침투탐상검사에 합격한 경우
- (44) 425 ° C를 초과하는 온도에서 장시간 사용하는 경우, 재료의 흑연화를 주의해야 한다.
- (45) 550 ° C를 538 ° C로 읽어 치환한다.

- (46) 이 난의 550 ° C 이상의 온도에서의 허용 인장 응력값은 탄소함유량이 0.04 % 이상인 재료에 적용한다.
- (47) 이 난의 525 ° C를 초과하는 온도에서의 허용 인장 응력값은 1 040 ° C 이상의 온도에서부터 급랭하여 고용화열처리(솔루션 어닐링)한 재료에 적용한다.
- (48) 750°C ~ 1,010°C의 허용인장응력은 개질관, 개질관의 경관, 개질관의 덮개관 및 개질관의 평관에 사용하는 이외에 사용해서는 안 된다.
- (49) 465 ° C를 초과하는 온도에서 장시간 사용하는 경우, 재료의 흑연화를 주의해야 한다.
- (50) 이 란의 -10°C미만의 값은 기계적 성질인 충격시험의 시험온도를 당해 설비의 설계온도이하에서 실시하여, 만족한 경우에 적용할 수 있다.
- (51) -5°C를 -10°C로 바꾸어 읽는다.
- (52) 이 란의 값은 열처리후 전면을 기계다듬질 하여 결함이 인정되지 않는 경우에는 1.0625배, 다음 조건에 적합한 경우에는 1.125배로 할 수 있다.
- (a) 최초 로트 5개중 3개에 대하여, 그 후에는 5개에 1개씩 방사선투과시험을 하고 어느 경우나 나머지 것은 자분탐상시험 또는 침투탐상시험을 하여 합격하는 경우
- (i) 방사선투과시험은 KS D 0227 (주강품의 방사선투과시험방법 및 투과사진의 등급 분류방법)으로 방사선투과시험을 실시하고 동 규격에 정한 종류의 결함에 대해 각각 3급이상일 것
- (ii) 자분탐상시험, 침투탐상시험은 전 표면을 검사하고 합격할 것
- (b) 전수가 (a) (i)에 의한 방사선투과시험에 합격하는 경우
- (c) 관관과 같이 전두께에 다수의 가공한 구멍이 있는 것은 내부검사 하고 결함이 없는 것을 확인한 경우
- (53) 두께가 40mm를 초과하는 것에 적용한다.
- (54) 외경이 9.5mm 이하의 것에 적용한다.
- (55) 항복점 값으로부터 구한 허용인장응력 값을 표시한다.
- (56) KS D 3752, KS D 3706, KS D 6763, KS D 6759에 대해, 이 란의 외압차트번호를 사용하는 경우는 압축링에 사용하는 경우에만 적용가능하다.
- (57) 이 난의 허용 인장 응력값은 고용화열처리를 한 후, H1 시효처리를 한 재료에 적용한다.
- (58) 이 난의 허용 인장 응력값은 고용화열처리를 한 후, H2 시효처리를 한 재료에 적용한다.
- (59) 이 난의 값은 열간 다듬질 후 어닐링한 바깥지름 127mm 이하인 관에 적용한다.
- (60) 이 난의 값은 열간 다듬질 후 어닐링한 바깥지름 127mm를 초과하는 관에 적용한다.
- (61) 이 난의 값은 냉간 다듬질 후 어닐링한 바깥지름 127mm 이하인 관에 적용한다.
- (62) 이 난의 값은 냉간 다듬질 후 어닐링한 바깥지름 127mm를 초과하는 관에 적용한다.
- (63) 이 난의 값은 열간 다듬질 후 어닐링한 관에 적용한다.
- (64) 이 난의 값은 냉간 다듬질 후 어닐링한 관에 적용한다.
- (65) 이 난의 값은 열간 다듬질 또는 냉간 다듬질 후 고용화 처리한 관에 적용한다.
- (66) 이 난의 허용 인장 응력값은 항복점 또는 0.2% 내력을 기본으로 한 허용 인장 응력이다. 이 허용 인장 응력을 사용하여 제작한 것의 해당 용접부는 전체 길이에 대해 별도로, 지정된 방사선투과검사, 자분탐상검사 또는 침투탐상검사를 하고 여기에 합격해야 한다. <신설 14.11.17>
- (67) 판 두께가 50 mm 이하의 경우에 한한다. <신설 14.11.17>
- (68) 840 ° C 이상 890 ° C 이하의 온도에서 어닐링 한 것 <신설 14.11.17>

| 규격 명칭 | 합금번호 | 합금기호 | 질별 | 규정 최소인장 강도 (N/mm) | 규정최소항복 점 또는 내력 | 주 | 최대 허용 인장 응력(N/mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------|--------------------|------------------|----------------------|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|--|--|--|
| | | | | | | | 40℃ | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | | | | | |
| KS D 5546 | NW2200 | Ni99.0 | A | 380 | 100 | (⁶) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | |
| 니켈 및 니켈합금 판 및 조 | NW2201 | Ni99.0-LC | A | 345 | 80 | (⁶) | 55 | 54 | 53 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 51 | 51 | 50 | 42 | 33 | 27 | - | | | | |
| | NW4400 | NiCu30 | A | 480 | 195 | (⁶) | 128 | 118 | 112 | 108 | 105 | 103 | 102 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 100 | 99 | 79 | 61 | - | - | | | | |
| | NW0001 | NiMo30Fe5 | A | 790 (두께 4mm이하) | 345 | (⁶) | 226 | 214 | 207 | 202 | 197 | 193 | 189 | 186 | 183 | 181 | 178 | 176 | 174 | 172 | 171 | 170 | - | - | - | - | | | | |
| | | | | | | | (⁴), (⁶) | 227 | 227 | 227 | 227 | 227 | 225 | 223 | 222 | 221 | 220 | 220 | 219 | 218 | 217 | 216 | 216 | - | - | - | - | | | |
| | NW0665 | NiMo28 | A | 750 | 350 | (⁶) | 197 | 191 | 186 | 182 | 177 | 174 | 170 | 167 | 165 | 162 | 160 | 158 | 157 | 155 | 154 | 152 | - | - | - | - | | | | |
| | | | | | | | (⁴), (⁶) | 197 | 197 | 197 | 197 | 197 | 196 | 194 | 193 | 192 | 191 | 191 | 191 | 189 | 189 | 188 | 188 | - | - | - | - | | | |
| | NW0276 | NiMo16Cr15Fe6W4 | A | 690 | 275 | (⁶) | 188 | 177 | 170 | 164 | 158 | 153 | 148 | 143 | 139 | 135 | 131 | 128 | 125 | 122 | 120 | 118 | 117 | 116 | 115 | | | | | |
| | | | | | | | (⁴), (⁶) | 188 | 188 | 188 | 188 | 188 | 188 | 188 | 187 | 186 | 182 | 177 | 172 | 169 | 165 | 162 | 159 | 158 | 156 | 155 | | | | |
| | NW6007 | NiCr22Fe20Mo6Cu2Nb | A | 620 (두께 19mm이하) | 240 | (⁶) | 160 | 150 | 144 | 139 | 134 | 131 | 127 | 124 | 121 | 119 | 117 | 115 | 114 | 113 | 112 | 112 | 111 | 110 | 110 | | | | | |
| | | | | | | | (⁴), (⁶) | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 160 | 158 | 156 | 154 | 153 | 152 | 150 | 150 | 149 | 148 | | | | | |
| NW6002 | NiCr21Fe18Mo9 | A | 660 (두께 0.5mm이상) | 240 | (⁶) | 137 | 129 | 123 | 119 | 115 | 112 | 109 | 106 | 104 | 102 | 100 | 99 | 98 | 97 | 96 | 96 | 95 | 95 | 94 | | | | | | |
| | | | | | | (⁴), (⁶) | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 137 | 135 | 134 | 132 | 131 | 130 | 129 | 128 | 128 | 127 | | | | | |
| NW6002 | NiCr21Fe18Mo9 | A | 660 (두께 0.5mm이상) | 240 | (⁶) | 160 | 150 | 143 | 138 | 132 | 128 | 123 | 119 | 115 | 112 | 110 | 107 | 105 | 104 | 103 | 101 | 101 | 100 | 100 | | | | | | |
| | | | | | | (⁴), (⁶) | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 158 | 155 | 152 | 148 | 145 | 142 | 140 | 139 | 137 | 136 | 135 | 135 | | | | |

| 규격 명칭 | 합금번호 | 합금기호 | 질별 | 규정 최소인장 강도 (N/mm) | 규정최소항복 점 또는 내력 | 주 | 최대 허용 인장 응력(N/mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------|--------------------|------------------|----------------------|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| | | | | | | | 525 ℃ | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | 825 | 850 | 875 | 899 | | |
| KS D 5546 니켈 및 니켈합금 판 및 조 | NW2201 | Ni99.0-LC | A | 345 | 80 | (⁶), (⁶) | 23 | 19 | 16 | 13 | 10 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | NW0276 | NiMo16Cr15Fe6W4 | A | 690 | 275 | (⁶) | 114 | 114 | 110 | 99 | 82 | 67 | 55 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | | | | (⁴), (⁶) | 154 | 142 | 119 | 99 | 82 | 67 | 55 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | NW6007 | NiCr22Fe20Mo6Cu2Nb | A | 620 (두께 19mm이하) | 240 | (⁶) | 109 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | (⁴), (⁶) | 148 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| NW6002 | NiCr21Fe18Mo9 | A | 660 (두께 0.5mm이상) | 240 | (⁶) | 94 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | | | (⁴), (⁶) | 126 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| NW6002 | NiCr21Fe18Mo9 | A | 660 (두께 0.5mm이상) | 240 | (⁶) | 99 | 99 | 98 | 98 | 95 | 77 | 65 | 55 | 45 | 36 | 29 | 24 | 19 | 15 | 11 | 8 | | | |
| | | | | | | (⁴), (⁶) | 134 | 133 | 129 | 115 | 95 | 77 | 65 | 55 | 45 | 36 | 29 | 24 | 19 | 15 | 11 | 8 | | |

주 (1) 용접이음의 허용인장응력값 및 이음인장시험에서 최소인장강도는 동기호의 질별 O값을 사용한다.

(2) 40℃를 65℃로 바꿔 읽는다.

(3) 이 허용인장응력의 값은 용접 또는 용접절단한 것에는 적용하지 않는다. 용접이음의 허용인장응력값 및 이음인장시험에서 인장강도는 각각 W를 붙인 질별 또는 기호의 값을 사용한다.

(4) 이 난의 값은 변형이 어느 정도 허용가능한 경우에 적용 가능하다.

(5) 650℃를 649℃로 바꿔 읽는다.

(6) 0.5% 내력이 규정최소항복점 또는 내력 난의 값 이상인 것을 확인할 것. 또, 당해 값이 62인 것에 있어서는 재질에 영향을 주지 않을 정도에서 시험편을 가공하는 것이 가능하다.

(7) 0.5% 내력이 규정최소항복점 또는 내력 난의 값 이상인 것을 확인할 것.

(8) -29℃ 미만 온도에서 운전되도록 설계에 적용해야 하는 최대 허용 인장 응력값은 40℃에 대해 부록 A에 제시한 값 이하이어야 한다.

비고 1. 이 표에 있어서 각 온도 중간에서의 기본 허용 인장응력의 값은 비례계산에 의해 계산한다.

2. KS D 5546, SPS-KONMA17-ISO6207-5512¹⁾ 및 KS D 6720의 질별의 나에 있어서 A는 어닐링, SR은 응력제거법 어닐링, S는 용체화처리를 나타낸다.

3. 이 표의 규정 최소 항복점 또는 내력의 난의 단위는 (N/mm²)로 한다.

1) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국비철금속협회의 대체표준으로 변경

부록 B

| 구분 | 재료의 종류 | 최저사용온도 |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1 | KS D 3515 용접구조용 압연강재 (SM400A, SM490A 및 SM490YA를 제외한다)에 적합한 재료 KS D 3521 압력용기용강관에 적합한 재료 | <비고 1>의 충격시험에 합격한 경우, 당해 충격 시험을 행한 시험온도에 대응하는 <비고 3>의 시험온도표중 최저사용온도 |
| 2 <개정 16.11. .23> | KS D 3541 저온압력용기용탄소강강관에 적합한 재료 (두께가 50mm를 초과하는 것에 한한다) KS D 3541 저온압력용기용탄소강강관 SLA1 325 B 및 SLA1 360에 적합한 재료(두께가 32mm를 초과하는 것에 한한다) | <비고 2>의 충격시험에 합격한 경우, 당해 충격 시험을 행한 시험온도 |
| 3 | KS D 3541 저온압력용기용탄소강강관에 적합한 재료로서 전호 이외의 것 | <비고 1>의 충격시험에 합격한 경우, 당해 충격 시험을 행한 시험온도에 대응하는 <비고 3>의 시험온도표중 최저사용온도 |
| 4 | KS D 3710 탄소강단강품에 적합한 재료 KS D 4122 압력용기용탄소강단강품에 적합한 재료 KS D 4123 압력 용기용 합금강단강품에 적합한 재료 <개정 14.11.17> | <비고 2>의 충격시험에 합격한 경우, 당해 충격 시험을 행한 시험온도 |
| 5 <개정 16.1. 8> | SPS-KFCA-D4101-5004 ¹⁾ 탄소강 주강품에 적합한 재료 SPS-KFCA-D4106-5009 ²⁾ 용접구조용 주강품에 적합한 재료 SPS-KFCA-D4103-5006 ³⁾ 스테인리스강 주강품에 적합한 재료 | <비고 2>의 충격시험에 합격한 경우, 당해 충격 시험을 행한 시험온도 |
| 6 <개정 16.11. .23> | KS D 3752 기계구조용탄소강강재에 적합한 재료 KS D 3867 기계구조용 합금강 강재-니켈크롬강에 적합한 재료 KS D 3867 기계구조용 합금강 강재-니켈크롬몰리브덴강에 적합한 재료 KS D 3867 기계구조용 합금강 강재-크롬강에 적합한 재료 KS D 3867 기계구조용 합금강 강재-크롬몰리브덴강에 적합한 재료 KS D 3867 기계구조용 합금강 강재-망가니즈강 및 망가니즈 크롬강에 적합한 재료 KS D 3756 알루미늄크롬몰리브덴강강재에 적합한 재료 | <비고 2>의 충격시험에 합격한 경우, 당해 충격 시험을 행한 시험온도 |

[비고 1] 일반강관의 충격시험

가. 부록B 제1호에 기재한 재료의 시험온도는 각각 KS D 3515 용접구조용압연강재 및 KS D 3521 압력용기용강관에서 정하는 시험온도에 20K흡수에너지의 규격값이 47J이상인 것은 10K)를 더한 온도로 한다.

이 경우에 재료의 사용응력은 원칙적으로 한국산업표준에서 정한 당해 재료의 항복점 값의 2분의 1로 하고, 당해 1/2의 값에 상당한 값이 <비고 3>의 시험온도표 중에 없을 때에는 그것에 가장 가까운 값을 갖는 당해재료의 사용응력의 값으로 한다. <개정 16.11.23>

나. 충격시험은 당해 재료의 각 차지에서의 판두께중 가장 두께운 판의 정상부에서 채취한 2mm V노치 샤프피 시험편 3개에 대하여 실시한다. 이 경우 판두께에 따라서 시험편의 두께를 10mm로 할 수 없을 때에는 판두께에 대한 시험편의 치수 및 시험온도를 다음 표에 기재된 값으로 한다.

- 1) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 2) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 3) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경

| 관두께(mm) | 시험편의 치수(mm) (두께×폭×길이) | 시험온도 |
|-------------------|--------------------------|--------------------------------|
| $6 \leq t < 8.5$ | 5×10×55 | ○비고 3의 시험온도표의 시험온도에 20도를 더한 온도 |
| $8.5 \leq t < 11$ | 7.5×10×55 | ○비고 3의 시험온도표의 시험온도에 10도를 더한 온도 |

다. 시험편의 채취방법 및 재시험은 재료의 형상 또는 종류에 따라 다음 표에 규정된 한국산업표준에 의한 것(〈비고 2〉에서도 같다)

| 재료의 형상 또는 종류 | 한국산업표준 |
|--------------|-----------------------------------------------------------|
| 주조재 | SPS-KFCA-D4111-5012 저온고압용주강품 ¹⁾ <개정 16.1.8> |
| 단조품 | KS D 0028 단강품의 검사통칙 |
| 관 | KS D 3569 저온배관용강관 |
| 판 | KS D 3521 압력용기용강판 |

라. 충격시험은 충격시험을 실시한 시험편 3개의 평균흡수에너지의 값중 최고흡수에너지의 값(3개의 시험편의 전단파면율이 100%가 되는 온도에서 당해 3개의 시험편의 평균흡수에너지의 값을 말한다)에 대한 비율이 50%이상인 것을 합격으로 한다.

[비고 2] 저온 압력용기용 탄소강 강판등의 충격시험

가. 충격시험은 당해재료의 각 차자마다 두께가 가장 두꺼운 판등의 정상부에서 채취한 2mm V노치 사르피 시험편 3개에 대하여 실시한다

나. 시험편의 채취방법 및 재시험은 [비고 1] 다목에 준한다

다. 기목의 시험편 3개에 대하여 실시한 충격시험에서 최소흡수에너지의 값이 다음 표에 기재된 재료의 최소인장강도에 대응한 최소흡수에너지의 값 이상인 때에 합격으로 한다.

| 최소흡수에너지(단위:J) | | 재료의 최소인장강도 σ (단위:N/mm) |
|---------------|---------|----------------------------------|
| 1개의 최소값 | 3개의 평균값 | |
| 14 | 18 | $\sigma \leq 450$ |
| 16 | 20 | $450 < \sigma \leq 520$ |
| 20 | 27 | $520 < \sigma \leq 660$ |
| 27 | 27 | $660 < \sigma$ |

1) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경

[비고]

이 표의 최소흡수에너지란에 기재된 수치는 두께 10mm, 폭 10mm, 길이 55mm의 시험편에 대하여 적용하며, 동 치수의 시험편이외의 시험편의 경우에는 그 시험편의 치수에 따라 다음 표에 기재한 바에 따른 최소흡수에너지의 값으로 한다.

| 구분 | 시험편의 치수(mm) (두께×폭×길이) | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------|-----------|----------|
| | 2.5×10×55 | 5×10×55 | 7.5×10×55 | 10×10×55 |
| 최소흡수 에너지의 값 (단위:J) | 7 | 14 | 20 | 27 |
| | 5 | 10 | 15 | 20 |
| | 5 | 9 | 14 | 18 |
| | 4 | 8 | 12 | 16 |
| | 4 | 7 | 11 | 14 |

[비고 3]

시험온도표 (단위 °C)

| 판두께의 구분(mm) | 최저사용 온도(°C) 사용 응력 (N/mm) | 0 | -10 | -20 | -30 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 |
|----------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 6이상 | 50 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 0 | -15 | -30 |
| 100 | 20 | | 20 | 20 | 0 | 0 | -15 | -30 | -40 | -40 | -60 |
| 150 | 20 | | 20 | 20 | 5 | -10 | -25 | -35 | -50 | -50 | -70 |
| 200 | 20 | | 20 | 15 | 0 | -15 | -30 | -45 | -55 | -55 | -75 |
| 250 | 20 | | 20 | 5 | -5 | -25 | -35 | -50 | -60 | -60 | -80 |
| 13이하 | 300 | 20 | 15 | 0 | -10 | -25 | -40 | -50 | -60 | -60 | -80 |
| | 350 | 20 | 10 | 0 | -15 | -30 | -45 | -55 | -65 | -65 | -80 |
| | 400 | 20 | 5 | -5 | -20 | -35 | -45 | -55 | -70 | -70 | -85 |
| | 450 | 15 | 5 | -10 | -25 | -35 | -50 | -60 | -70 | -70 | -90 |
| 13초과 | 500 | 15 | 0 | -10 | -25 | -40 | -50 | -60 | -70 | -70 | -90 |
| | 50 | 20 | 20 | 20 | 20 | 15 | 0 | -15 | -30 | -45 | -55 |
| | 100 | 20 | 20 | 20 | 10 | -5 | -20 | -30 | -45 | -55 | -65 |
| | 150 | 20 | 20 | 15 | 0 | -15 | -30 | -40 | -50 | -65 | -75 |
| 20이하 | 200 | 20 | 20 | 5 | -5 | -20 | -35 | -45 | -60 | -70 | -80 |
| | 250 | 20 | 15 | 0 | -10 | -25 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 |
| | 300 | 20 | 10 | -5 | -20 | -30 | -45 | -55 | -65 | -75 | -85 |
| | 350 | 20 | 5 | -10 | -20 | -35 | -50 | -60 | -70 | -80 | -85 |
| | 400 | 15 | 0 | -10 | -25 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 450 | 10 | 0 | -15 | -30 | -45 | -55 | -65 | -75 | -85 | -95 |
| | 500 | 10 | -5 | -20 | -30 | -45 | -55 | -65 | -75 | -85 | -95 |

| 관두계의 구분(mm) | 최저사용 온도(℃) 사용 응력 (N/mm ²) | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -180 | -190 | -196 |
|----------------|---------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 6이상 | 50 | -60 | -75 | -85 | -95 | -105 | -115 | -130 | -140 | -150 |
| | 100 | -75 | -85 | -95 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -170 |
| | 150 | -80 | -90 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 |
| | 200 | -85 | -95 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -170 | -175 |
| | 250 | -90 | -100 | -110 | -115 | -125 | -140 | -145 | -155 | -165 | -175 | -180 |
| | 300 | -90 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -165 | -175 | -180 |
| 13이하 | 350 | -95 | -105 | -115 | -125 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -180 | -185 |
| | 400 | -95 | -105 | -115 | -125 | -135 | -140 | -155 | -160 | -170 | -180 | -185 |
| | 450 | -100 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -170 | -180 | -185 |
| | 500 | -100 | -110 | -120 | -130 | -135 | -145 | -155 | -165 | -175 | -185 | -190 |
| 13초과 | 50 | -65 | -75 | -85 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 |
| | 100 | -75 | -85 | -85 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -165 | -175 |
| | 150 | -85 | -95 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -160 | -170 | -175 |
| | 200 | -90 | -100 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -175 | -180 |
| | 250 | -90 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -165 | -175 | -185 |
| | 300 | -95 | -105 | -115 | -125 | -135 | -140 | -150 | -160 | -170 | -180 | -185 |
| 20이하 | 350 | -95 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -170 | -180 | -185 |
| | 400 | -100 | -110 | -120 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -175 | -185 | -185 |
| | 450 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -155 | -165 | -175 | -185 | -190 |
| | 500 | -105 | -115 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -165 | -175 | -185 | -190 |

| 관두계의 구분(mm) | 최저사용 온도(°C) 사용 응력 (N/mm) | 0 | -10 | -20 | -30 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 |
|----------------|--------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | | 20초과 | 50 | 20 | 20 | 20 | 20 | 10 | -10 | -20 | -35 |
| | 100 | 20 | 20 | 20 | 5 | -10 | -25 | -35 | -50 | -60 | -70 |
| | 150 | 20 | 20 | 10 | -5 | -20 | -35 | -45 | -55 | -65 | -75 |
| | 200 | 20 | 15 | 0 | -15 | -25 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 |
| | 250 | 20 | 10 | -5 | -20 | -35 | -45 | -55 | -65 | -75 | -85 |
| 26이하 | 300 | 15 | 5 | -10 | -25 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 |
| | 350 | 10 | 0 | -15 | -30 | -40 | -55 | -65 | -75 | -85 | -90 |
| | 400 | 10 | -5 | -20 | -30 | -45 | -55 | -65 | -75 | -85 | -95 |
| | 450 | 5 | -10 | -20 | -35 | -50 | -60 | -70 | -80 | -85 | -95 |
| | 500 | 0 | -10 | -25 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 | -100 |
| 26초과 | 50 | 20 | 20 | 20 | 15 | 0 | -15 | -30 | -40 | -50 | -65 |
| | 100 | 20 | 20 | 10 | -5 | -20 | -30 | -45 | -55 | -65 | -75 |
| | 150 | 20 | 15 | 0 | -15 | -25 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 |
| | 200 | 20 | 5 | -5 | -20 | -35 | -45 | -60 | -70 | -80 | -85 |
| | 250 | 10 | 0 | -15 | -25 | -40 | -50 | -65 | -75 | -80 | -90 |
| | 300 | 10 | -5 | -20 | -30 | -45 | -55 | -65 | -75 | -85 | -95 |
| 32이하 | 350 | 5 | -10 | -25 | -35 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 | -95 |
| | 400 | 0 | -10 | -25 | -40 | -55 | -65 | -75 | -80 | -90 | -100 |
| | 450 | -5 | 15 | -30 | -45 | -55 | -65 | -75 | -85 | -95 | -100 |
| | 500 | -5 | -20 | -35 | -45 | -55 | -70 | -80 | -85 | -95 | -105 |

| 관두개의 구분(mm) | 최저사용 온도(°C) | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -180 | -190 | -196 |
|----------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 사용 응력 (N/mm) | | | | | | | | | | | |
| 20초과 | 50 | -70 | -80 | -90 | -100 | -110 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -170 |
| | 100 | -80 | -90 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 |
| | 150 | -85 | -95 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -175 | -180 |
| | 200 | -90 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 | -185 |
| | 250 | -95 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -150 | -160 | -170 | -180 | -185 |
| 26이하 | 300 | -100 | -110 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -175 | -180 | -190 |
| | 350 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -155 | -165 | -175 | -185 | -190 |
| | 400 | -105 | -115 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -165 | -175 | -185 | -190 |
| | 450 | -105 | -115 | -125 | -135 | -140 | -150 | -160 | -170 | -180 | -185 | -190 |
| | 500 | -110 | -115 | -125 | -135 | -145 | -150 | -160 | -170 | -180 | -190 | -195 |
| 26초과 | 50 | -75 | -85 | -95 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -170 |
| | 100 | -85 | -95 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -175 | -180 |
| | 150 | -90 | -100 | -100 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 | -185 |
| | 200 | -95 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -170 | -180 | -185 |
| | 250 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -145 | -155 | -165 | -175 | -185 | -190 |
| 32이하 | 300 | -105 | -115 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 | -185 | -190 |
| | 350 | -105 | -115 | -125 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -180 | -190 | -195 |
| | 400 | -110 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -170 | -180 | -190 | -195 |
| | 450 | -110 | -120 | -130 | -135 | -145 | -155 | -165 | -175 | -185 | -190 | |
| | 500 | -115 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -165 | -175 | -185 | -195 | |

| 관두계의 구분(mm) | 최저사용 온도(°C) 사용 응력 (N/mm ²) | 0 | -10 | -20 | -30 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 | -100 |
|----------------|----------------------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| | | 32초과 | 50 | 20 | 20 | 20 | 10 | -5 | -15 | -30 | -45 | -60 |
| | 100 | 20 | 20 | 5 | -10 | -20 | -35 | -45 | -60 | -70 | -80 | -90 |
| | 150 | 20 | 10 | -5 | -15 | -30 | -45 | -60 | -70 | -75 | -85 | -95 |
| | 200 | 10 | 0 | -10 | -25 | -40 | -55 | -65 | -75 | -85 | -90 | -100 |
| | 250 | 5 | -5 | -20 | -30 | -45 | -60 | -70 | -75 | -85 | -95 | -105 |
| 40이하 | 300 | 0 | -10 | -25 | -35 | -50 | -65 | -70 | -80 | -90 | -100 | -110 |
| | 350 | -5 | -15 | -25 | -40 | -55 | -65 | -75 | -85 | -95 | -100 | -110 |
| | 400 | -5 | -20 | -30 | -45 | -60 | -70 | -80 | -85 | -95 | -105 | -115 |
| | 450 | -10 | -20 | -35 | -50 | -65 | -70 | -80 | -90 | -100 | -105 | -115 |
| | 500 | -15 | -25 | -40 | -55 | -65 | -75 | -85 | -90 | -100 | -110 | -115 |
| 40초과 | 50 | 20 | 20 | 20 | 10 | -5 | -20 | -30 | -45 | -60 | -70 | -80 |
| | 100 | 20 | 20 | 5 | -10 | -20 | -35 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 |
| | 150 | 20 | 5 | -5 | -20 | -30 | -45 | -60 | -70 | -75 | -85 | -95 |
| | 200 | 10 | 0 | -15 | -25 | -40 | -55 | -65 | -75 | -85 | -95 | -100 |
| | 250 | 5 | -5 | -20 | -30 | -45 | -60 | -70 | -80 | -85 | -95 | -105 |
| 50이하 | 300 | 0 | -10 | -25 | -35 | -50 | -65 | -75 | -80 | -90 | -100 | -110 |
| | 350 | -5 | -15 | -30 | -40 | -60 | -65 | -75 | -85 | -95 | -100 | -110 |
| | 400 | -10 | -20 | -30 | -45 | -60 | -70 | -80 | -85 | -95 | -105 | -115 |
| | 450 | -10 | -20 | -35 | -50 | -65 | -70 | -80 | -90 | -100 | -105 | -115 |
| | 500 | -15 | -25 | -40 | -55 | -65 | -75 | -85 | -90 | -100 | -110 | -115 |

| 관두계의 구분(mm) | 최저사용 온도(°C) 사용응력 (N/mm ²) | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -180 | -190 | -196 |
|----------------|------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 32초과 | 50 | -90 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 |
| | 100 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -145 | -155 | -165 | -175 | -180 |
| | 150 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -150 | -160 | -170 | -180 | -185 |
| | 200 | -110 | -120 | -130 | -140 | -145 | -155 | -165 | -175 | -185 | -190 |
| | 250 | -115 | -125 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 | -185 | -190 |
| | 300 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -160 | -170 | -180 | -190 | -195 |
| 40이하 | 350 | -120 | -130 | -135 | -145 | -155 | -165 | -170 | -180 | -190 | -195 |
| | 400 | -120 | -130 | -140 | -150 | -155 | -165 | -175 | -185 | -195 | |
| | 450 | -125 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 | -185 | -195 | |
| | 500 | -125 | -135 | -145 | -150 | -160 | -170 | -180 | -185 | | |
| 40초과 | 50 | -90 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 |
| | 100 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -145 | -155 | -165 | -175 | -180 |
| | 150 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -160 | -170 | -180 | -185 |
| | 200 | -110 | -120 | -130 | -135 | -145 | -155 | -165 | -175 | -185 | -190 |
| | 250 | -115 | -125 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 | -185 | -190 |
| | 300 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -160 | -170 | -180 | -190 | -195 |
| 50이하 | 350 | -120 | -130 | -140 | -145 | -155 | -165 | -175 | -180 | -190 | |
| | 400 | -120 | -130 | -140 | -150 | -155 | -165 | -175 | -185 | -195 | |
| | 450 | -125 | -135 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 | -185 | -195 | |
| | 500 | -125 | -135 | -145 | -155 | -160 | -170 | -180 | -190 | | |

| 관두계의 구분(mm) | 최저사용 온도(℃) 사용응력 (N/mm ²) | 0 | -10 | -20 | -30 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 | -100 |
|----------------|-----------------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| | | 50초과 | 50 | 20 | 20 | 20 | 10 | -5 | -20 | -35 | -45 | -60 |
| | 100 | 20 | 15 | 5 | -5 | -25 | -35 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 |
| | 150 | 20 | 5 | -5 | -20 | -35 | -45 | -60 | -70 | -80 | -90 | -100 |
| | 200 | 10 | -5 | -15 | -25 | -40 | -55 | -65 | -75 | -85 | -95 | -100 |
| | 250 | 5 | -10 | -20 | -35 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 | -100 | -105 |
| 70이하 | 300 | 0 | -15 | -25 | -40 | -55 | -65 | -75 | -85 | -90 | -100 | -110 |
| | 350 | -5 | -20 | -30 | -45 | -60 | -70 | -75 | -85 | -95 | -105 | -110 |
| | 400 | -10 | -20 | -35 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 | -100 | -105 | -115 |
| | 450 | -15 | -25 | -40 | -55 | -65 | -75 | -85 | -90 | -100 | -110 | -115 |
| | 500 | -15 | -30 | -45 | -60 | -65 | -75 | -85 | -95 | -100 | -110 | -120 |
| 70초과 | 50 | 20 | 20 | 20 | 5 | -10 | -25 | -35 | -50 | -60 | -70 | -80 |
| | 100 | 20 | 15 | 0 | -15 | -25 | -40 | -55 | -65 | -75 | -85 | -95 |
| | 150 | 15 | 0 | -10 | -25 | -35 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 | -100 |
| | 200 | 5 | -5 | -20 | -30 | -45 | -60 | -70 | -75 | -85 | -95 | -105 |
| | 250 | 0 | -10 | -25 | -35 | -50 | -65 | -75 | -80 | -90 | -100 | -110 |
| | 300 | -5 | -15 | -30 | -45 | -60 | -70 | -75 | -85 | -95 | -105 | -110 |
| 100이하 | 350 | -10 | -20 | -35 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 | -95 | -105 | -115 |
| | 400 | -10 | -25 | -40 | -55 | -65 | -75 | -80 | -90 | -100 | -110 | -115 |
| | 450 | -15 | -30 | -45 | -60 | -70 | -75 | -85 | -95 | -100 | -110 | -120 |
| | 500 | -20 | -30 | -50 | -60 | -70 | -80 | -85 | -95 | -105 | -115 | -120 |

| 관두계의 구분(mm) | 최저사용 온도(°C) 사용응력 (N/mm) | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -180 | -190 | -196 |
|----------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 50초과 | 50 | -90 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 |
| | 100 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -165 | -175 | -180 |
| | 150 | -105 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -160 | -170 | -180 | -185 |
| | 200 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -155 | -165 | -175 | -185 | -190 |
| | 250 | -115 | -125 | -135 | -140 | -150 | -160 | -170 | -180 | -185 | -195 |
| 70이하 | 300 | -120 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -170 | -180 | -190 | -195 |
| | 350 | -120 | -130 | -140 | -145 | -155 | -165 | -175 | -185 | -190 | |
| | 400 | -125 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 | -185 | -195 | |
| | 450 | -125 | -135 | -145 | -150 | -160 | -170 | -180 | -185 | -195 | |
| | 500 | -130 | -135 | -145 | -155 | -160 | -170 | -180 | -190 | | |
| 70초과 | 50 | -90 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 |
| | 100 | -100 | -110 | -120 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 | -185 |
| | 150 | -110 | -120 | -125 | -135 | -145 | -155 | -165 | -175 | -180 | -190 |
| | 200 | -115 | -125 | -130 | -140 | -150 | -160 | -170 | -175 | -185 | -190 |
| | 250 | -115 | -125 | -135 | -145 | -155 | -160 | -170 | -180 | -190 | -195 |
| | 300 | -120 | -130 | -140 | -145 | -155 | -165 | -175 | -180 | -190 | -195 |
| 100이하 | 350 | -125 | -130 | -140 | -150 | -160 | -165 | -175 | -185 | -195 | |
| | 400 | -125 | -135 | -145 | -150 | -160 | -170 | -175 | -185 | -195 | |
| | 450 | -130 | -135 | -145 | -155 | -160 | -170 | -180 | -190 | | |
| | 500 | -130 | -140 | -145 | -155 | -165 | -175 | -180 | -190 | | |

부록 C 모재의 종류에 따른 열처리 온도

| 호 | 모재의 종류 | 온도(단위℃) |
|---|----------------------------------------------------------|---------|
| 1 | 탄소강 | 600이상 |
| 2 | 저합금강중 크롬 함유율이 1%미만이고, 또한 몰리브덴 함유율이 1%미만의 표준합금 성분을 갖는 강 | 600이상 |
| 3 | 저합금강중 크롬 함유율이 1%이상이고, 또한 몰리브덴 함유율이 0.55이상의 표준합금 성분을 갖는 강 | 600이상 |
| 4 | 저합금강중 제2호제3호 및 제7호에 열거한 것 이외의 것 | 680이상 |
| 5 | 마르텐사이트계 스테인리스강 | 760이상 |
| 6 | 페라이트계 스테인리스강 | 740이상 |
| 7 | 저합금강중 니켈함유율이 2.5%에서 3.5%의 강 | 600이상 |

부록 D 열처리온도 감소에 따른 보정 정수

| 부록C의 온도와 당해 노내 온도와의 차 | 정수 |
|-----------------------|------|
| 0℃ | 1 |
| 30℃ | 2 |
| 60℃ | 3 |
| (90)℃ | (5) |
| (120)℃ | (10) |

비고

1. 괄호안의 값은 탄소강에 대해서만 적용한다.
2. 표중의 중간값은 비례계산에 의하여 계산한다.

부록 E 모재의 구분 <개정 16.11.28>

| 모재의 구분 | 그룹 번호 | 종 류 | 규 격(보기) |
|--------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P-1 | 1 | 일반탄소강으로서 규격에서의 최소인장강도가 49kgf/mm ² (481N/mm ²)미만인 것 | SS 330, SS 400 (KS D 3503) SPP (KS D 3507) SWS 400A~C (KS D 3515) SPPV 235 (KS D 3521) SG 255, SG 295 (KS D 3533) SGV 410 SGV 450 (KS D 3540) SLA1 235A~B, SLA1 325A~B (KS D 3541) SB 410, SB 450 (KS D 3560) SPPS 370, SPPS 410 (KS D 3562) STBH 340, STBH 410 (KS D 3563) SPPH 370, SPPH 410 (KS D 3564) SPLT 380 (KS D 3569) SPHT 370, SPHT 410 (SPS-KOSA0013-D3570-5078) ¹⁾ STLT 380 (SPS-KOSA0014-D3571-5079) ²⁾ SPW 400 (KS D 3583) SF 340A, SF 390A, SF 440A (KS D 3710) SM 10C, SM 12C, SM 15C, SM 17C, SM 20C, SM 22C, SM 25C, SM 28C (KS D 3752) SC 360, SC 410, SC 450 (SPS-KFCA-D4101-5004) ³⁾ SCW 410 (SPS-KFCA-D4106-5009) ⁴⁾ SCPH 1 (SPS-KFCA-D4107-5010) ⁵⁾ |
| | 2 | 일반탄소강으로서, 규격 최소인장강도가 49kgf/mm ² (481N/mm ²)이상이고, 56kgf/mm ² (549N/mm ²)미만인 것 | SWS 490A~C, SWS 520B~C (KS D 3515) SPPV 315, SPPV 355 (KS D 3521) SG 325, SG 365 (KS D 3533) SGV 480 (KS D 3540) SLA1 360 (KS D 3541) SB 480 (KS D 3560) SPPH 480 (KS D 3564) SPHT 480 (SPS-KOSA0013-D3570-5078) ⁶⁾ SF 490A (KS D 3710) SC 480 (SPS-KFCA-D4101-5004) ⁷⁾ SCW 480 (SPS-KFCA-D4106-5009) ⁸⁾ SCPH 2 (SPS-KFCA-D4107-5010) ⁹⁾ SFV 1 (KS D 4109) SDPL 1 (SPS-KFCA-D4111-5012) ¹⁰⁾ |
| | 3 | 일반 탄소강으로서, 규격 최소인장강도가 56kgf/mm ² (549N/mm ²)이상이고, 63kgf/mm ² (618N/mm ²)미만인 것 | SWS 570 Q (KS D 3515) SPPV 450 Q, SPPV 490 Q (KS D 3521) |
| P-2 | | 일반탄소강과 동등한 성능으로 담금질 및 어닐링을 하고, 규격 최소인장강도 56kgf/mm ² (549N/mm ²), 63kgf/mm ² (618N/mm ²) 미만인 것 | SWS 570 Q (KS D 3515) SPPV 450 Q, SPPV 490 Q (KS D 3521) |

| 모재의 구분 | 그룹 번호 | 종 류 | 규 격(보기) |
|--------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P-3 | 1 | 저합금강으로서 몰리브데넘강, 망가니즈 몰리브데넘강, 크롬 몰리브데넘강, 니켈 크롬 몰리브데넘강 등의 저합금강으로 크롬의 함유량이 1%미만, 몰리브데넘의 함유량이 1%미만인 표준 합금 성분을 가진 것으로서, 규격 최소 인장강도가 49kgf/mm ² (481N/mm ²) 미만인 것 | SCMV 1 (KS D 3543) SB 450 (KS D 3560) STHA 12, STHA 13, STHA 20 (KS D 3572) SPA 12 (SPS-KOSA0015-D3573-5080) ¹⁾ SCPH 11 (SPS-KFCA-D4107-5010) ²⁾ SCPL 11 (SPS-KFCA-D4111-5012) ³⁾ |
| | 2 | 저합금강으로서 몰리브데넘강, 망가니즈 몰리브데넘강, 크롬 몰리브데넘강, 니켈 크롬 몰리브데넘강 등의 저합금강으로 크롬의 함유량이 1%미만, 몰리브데넘의 함유량이 1%미만인 표준 합금 성분을 가진 것으로, 규격 최소 인장강도가 49kgf/mm ² (481N/mm ²) 이상이고, 56kgf/mm ² (549N/mm ²) 미만인 것 | SBV 1 A (KS D 3538) SCMV 1 Q (KS D 3543) SB 480 M (KS D 3560) |
| | 3 | 저합금강으로서 몰리브덴강, 망간 몰리브덴강, 크롬 몰리브덴강, 니켈 크롬 몰리브덴강 등의 저합금강으로 크롬의 함유량이 1%미만, 몰리브덴의 함유량이 1%미만인 표준 합금 성분을 가진 것으로, 규격 최소 인장강도가 56kgf/mm ² (549N/mm ²) 이상이고, 63kgf/mm ² (618N/mm ²) 미만인 것 | SBV 1B, SBV 2, SBV 3 (KS D 3538) SQV 1A~B, SQV 2A~B, SQV 3A~B (KS D 3539) SFV 2, SFV 3 (KS D 4109) |
| P-4 | 1 | 저합금강으로서 크롬의 함유량이 1%이상, 몰리브덴 함유량이 0.5%이상인 표준합금성분을 가진 것으로서 규격 최소 인장강도가 49kgf/mm ² (481N/mm ²) 미만인 것 | SCMV 2, SCMV 3, SCMV 2 Q (KS D 3543) STHA 22, STHA 23 (KS D 3572) SPA 22, SPA 23 (SPS-KOSA0015-D3573-5080) ⁴⁾ |
| | 2 | 저합금강으로서 크롬의 함유량이 1%이상, 몰리브덴의 함유량이 0.5%이상인 표준 합금 성분을 가진 것으로서 규격 최소 인장강도가 49kgf/mm ² (481N/mm ²) 이상이고, 56kgf/mm ² (549N/mm ²) 미만인 것 | SCMV 3 Q (KS D 3543) SCPH 21 (SPS-KFCA-D4107-5010) ⁵⁾ |
| | | 저합금강으로서 크롬의 함유량이 1%이상, 몰리브덴의 함유량이 0.5%이상인 표준 합금 성분을 가진 것으로서 규격 최소 인장강도가 49kgf/mm ² (481N/mm ²) 이상이고, 56kgf/mm ² (549N/mm ²) 미만인 것 | SCPH 22, SCPH 23 |

- 1) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경
- 2) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경
- 3) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 4) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 5) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 6) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경
- 7) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 8) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 9) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 10) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경

| | | | |
|-----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 3 | 브렌의 함유량이 0.5%이상인 표준 합금 성분을 가진 것으로서 규격 최소 인장강도가 56kgf/mm ² (549N/mm ²)이상인 것 | (SPS-KFCA-D4107-5010) ⁶⁾ |
| P-5 | 1 | 저합금강으로, P-3 및 P-4이외의 것으로서, 규격 최소 인장강도가 49kgf/mm ² (481N/mm ²)미만인 것 | SCMV 4, SCMV 5, SCMV 6 (KS D 3543) STHA 24, STHA 25, STHA 26 (KS D 3572) SPA 24, SPA 25, SPA 26 (SPS-KOSA0015-D3573-5080) ⁷⁾ |
| | 2 | 저합금강으로, P-3 및 P-4이외의 것으로서, 규격 최소 인장강도가 49kgf/mm ² (481N/mm ²)이상이고, 56kgf/mm ² (549N/mm ²)미만인 것 | SCMV 4 Q, SCMV 5 Q, SCMV 6 Q(KS D 3543) SCPH 32 (SPS-KFCA-D4107-5010) ⁸⁾ |

| 모재의 구분 | 그룹 번호 | 종 류 | 규 격(보기) |
|--------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P-5 | 3 | 저합금강으로, P-3 및 P-4이외의 것으로서, 규격 최소 인장강도가 56kgf/mm ² (549N/mm ²)이상인 것 | SCPH 61 (SPS-KFCA-D4107-5010) <개정 20.9.4> |
| P-6 | | 고합금강 마르텐사이트계 스테인리스강 | STS 410 TB (KS D 3577) STS 403, STS 410 (KS D 3698, KS D 3705, 3706) |
| P-7 | | 고합금강 페라이트계 스테인리스강 | STS 430 TB (KS D 3577) STS 405, STS 430 (KS D 3698, KS D 3705, 3706) |
| P-8 | | 고합금강 오스테나이트계 스테인리스강 | STS 304 TP, STS 304 LTP, STS 321 TP, STS 321 HIP, STS 316 TP, STS 316 HT, STS 316 LTP, STS 310 STP, STS 347 T, STS 347 HTP (KS D 3576) STS 304 TB STS 304 HTB, STS 304 LTB, STS 321 TB, STS 316 TB, STS 316 HTB, STS 316 LTB, STS 309 STB, STS 310 STB, STS 347 TB, STS 347 HTB (KS D 3577) STS 301, STS 302, STS 304, STS 304 L, STS 309 S, STS 310 S, STS 316, STS 316 L, STS 316 J1, STS 316 J1L, STS 317, STS 317 L, STS 321, STS 321 HTB, STS 347 (KS D 3698, KS D 3705, 3706) |

- 1) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경
- 2) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 3) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 4) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경
- 5) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 6) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 7) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경
- 8) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경

| | | | |
|-----------|--|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | SSC 13, SSC 14, SSC 16, SSC 17, SSC 19, SSC 21 (SPS-KFCA-D4103-5006) ¹⁾ |
| P-9A | | 저온용 합금강 2.25% 니켈강 2.5% 니켈강 | SDPL 21 (SPS-KFCA-D4111-5012) ²⁾ |
| P-9B | | 저온용 합금강 3.5%니켈강 | SPLT 450 (KS D 3569) STLT 450 (SPS-KOSA0014-D3571-5079) ³⁾ SDPL 31 (SPS-KFCA-D4111-5012) ⁴⁾ |
| P-11 A | | 저온용 합금강 9% 니켈강 | SL 9N520, SL 9N590 (KS D 3586) SPLT 690 (KS D 3569) STLT 690 (SPS-KOSA0014-D3571-5079) ⁵⁾ |
| P-21 | | 알루미늄 알루미늄 - 망간합금 | A 1050, A 1070, A 1080, A 1100, A 1200, A 3003, A 3203 (KS D 6701) |
| P-22 | | 알루미늄 - 마그네슘 합금으로서, 마그네슘 함유량이 4%미만인 것 | A 5052, A 5154 (KS D 6701) |
| P-23 | | 알루미늄 - 마그네슘 - 규소합금 | A 6061, A 6063 (KS D 6701) |
| P-25 | | 알루미늄 - 마그네슘 합금으로서, 마그네슘의 함유율이 4%이상인 것 | A 5056, A 5083 (KS D 6701) |

| 모재의 구분 | 그룹 번호 | 종 류 | 규 격(보기) |
|--------|-------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| P-27 | | 알루미늄 - 아연 - 마그네슘합금 | A 7003, A 7 N 01 (KS D 6701, KS D 6763, KS D 6761, KS D 6759) |
| P-31 | | 구리 및 구리합금 | OFcu, TCu 1, DCu 1 A, DCu 1 B, Cu2, Bs 1, Bs 2, Bs 3 (KS D 5201, KS D 5101, KS D 5301) |
| P-32 | | 나이벨 황동 | NBsS 1-F, NBsS 2-F (KS D 5528) |
| P-34 | | 백동 | NCuS 1, NCuS 3 (KS D 5526) |
| P-35 | | 특수 알루미늄 청동 | ABS 1, ABS 4, ABS 5 (KS D 5536) ABBD, ABBE, ABBF |

- 1) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 2) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 3) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경
- 4) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 대체표준으로 변경
- 5) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 대체표준으로 변경

| | | | |
|------|---|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P-42 | | 니켈 동합금 | NCuP (KS D 5546) NCuT (KS D 5539) NCuB (KS D 3594) |
| P-43 | | 니켈 - 크롬 - 철합금 | NCF 18, NCF 3B (KS D 3531) NCF 1P, NCF 3P (KS D 3532) NCF 1 TP (KS D 3758) NCF 2 TB (KS D 3757) |
| P-45 | | 철 - 니켈 - 크롬합금 | NCF 2 B (KS D 3531) NCF 2 P (KS D 3532) NCF 2 TP, NCF 2 HTP (KS D 3758) NCF 2 TB, NCF 2 HTB (KS D 3757) |
| P-51 | 1 | 타이타늄 | TP 28, TP 35 (KS D 6000) TH 28, TH 35 |
| | 2 | 타이타늄 | TB 45 (KS D 5604) TP 45 (KS D 6000) TP 49 |

부록 F 피복아이크 용접봉의 구분

| 용접봉의 구분 | 대응하는 모재(보기) | 종 류 | 규 격(보기) |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F-1-(1) | P-1-1 | 연강용 피복 아이크 용접봉 | D 43 XX (KS D 7004), D 50 XX (KS D 7006) |
| F-1-(2) | P-1-2 | 고장력 피복 아이크 용접봉 용접봉의 규격 최소인장강도 49kgf/mm ² (481N/mm ²) 이상, 63kgf/mm ² (618N/mm ²)이하의 것 | D 50 XX, D 53 XX (KS D 7006) |
| F-2 | P-1-3 P-2-2 | 용접봉의 규격 최소인장강도 56kgf/mm ² (481N/mm ²) 이상, 63kgf/mm ² (618N/mm ²)이하의 것 | D 58 XX (KS D 7006) D 62 XX (KS D 7020) |
| F-3-(1) | P-3-1 | 몰리브덴강 피복 아이크 용접봉 크롬 몰리브덴강 피복 아이크 용접봉의 (P-3-(1)) 상당의 합금 성분의 것 | DT 1216 (KD D 7022) |
| F-4-(2) | P-4-2 P-4-3 | 크롬 몰리브덴강 피복 아이크 용접봉 P-4-(2) 재에 상당하는 합금 성분의 것 P-4-(3) 재에 상당하는 합금 성분의 것 | DT 2313, DT 2315, DT 2316, DT 2318 (KS D 7022) DT 2413, DT 2415, DT 2416, DT 2418 (KS D 7022) |
| F-5-(1) | P-5-1 | 크롬 몰리브덴강 피복 아이크 용접봉 P-5-(1) 재에 상당하는 합금 성분의 것 | DT 2516 (KS D 7022) |
| F-6 | P-6 | 스테인리스강 피복 아이크 용접봉 410 계 | D 410 (KS D 7014) |
| F-7 | P-7 | 스테인리스강 피복 아이크 용접봉 430 계 | D 430 (KS D 7014) |
| F-8-(1) | P-8-308계 P-8-309계 P-8-309계 P-8-310계 P-8-316계 P-8-317계 P-8-347계 | 스테인리스강 피복 아이크 용접봉 308 계 스테인리스강 피복 아이크 용접봉 309 계 스테인리스강 피복 아이크 용접봉 309 Mo 계 스테인리스강 피복 아이크 용접봉 310 계 스테인리스강 피복 아이크 용접봉 316 계 스테인리스강 피복 아이크 용접봉 317 계 스테인리스강 피복 아이크 용접봉 347 계 | D 308, D 308 L (KS D 7014) D 309, D 309 L (KS D 7014) D 309 Mo (KS D 7014) D 310 (KS D 7014) D 316, D 316 L, D 316 JIL (KS D 7014) D 317, D 317 L (KS D 7014) D 347 (KS D 7014) |
| F-9-A | P-9A | 저온용 피복 아이크 용접봉 (2.5%Ni) | DL 5016-C-2 |
| F-9-B | P-9B | 저온용 피복 아이크 용접봉 (3.5%Ni) | DL 5016-C-3 |
| F-31 F-32 F-33 F-35 F-36 F-42 | P-31 P-32 P-33 P-35 P-36 P-42 | 동용 피복 아이크 용접봉 규소 황동용 피복 아이크 용접봉 인청동 피복 아이크 용접봉 알루미늄 청동 피복 아이크 용접봉 특수 알루미늄 청동 피복 아이크 용접봉 니켈 합금 피복 아이크 용접봉 | DCu (KS D 7012) DCuSi A, DCuSi B (KS D 7012) DCuSn A, DCuSn B (KS D 7012) DCuAl A (KS D 7012) DCuAl Ni (KS D 7012) DNiCu-X (KS D 7021) |

비고 1. 이 표의 종류는 각각 대응 모재의 화학성분, 강도 등에 상당하는 봉의 구분을 나타낸 것

2. 이 표의 규격(보기)란 중의 "X"의 기호는 규격에서 각각 수치 또는 기호가 정해져 있으나 이의 어느 것에도 적용함을 표시한다.

부록 G 용접용 와이어의 구분

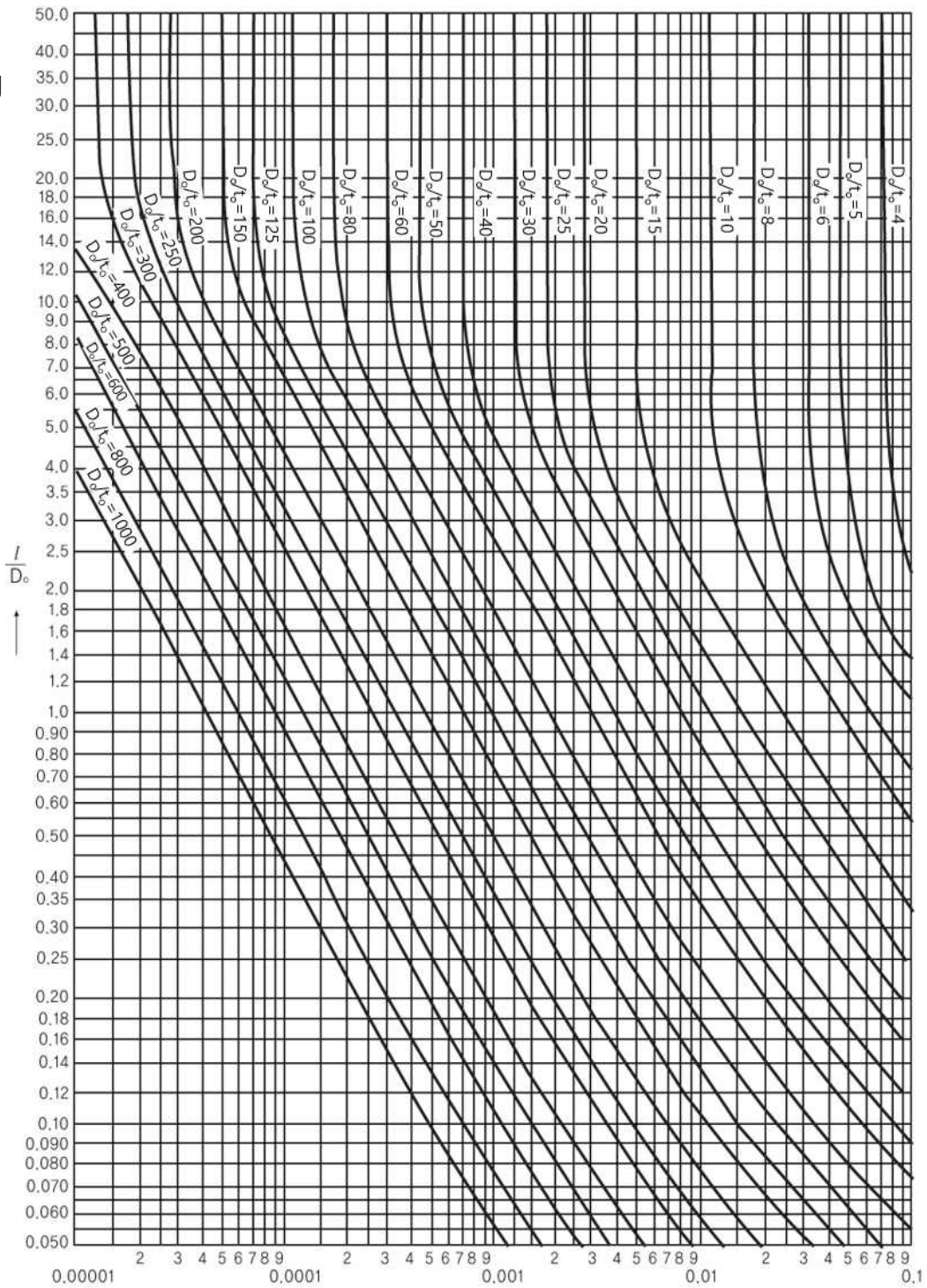
| 용접봉 의구 분 | 대응하는 모 재 | 종 류 | 규 격(보기) |
|-------------|-------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Y-1-1 | P-1 P-2 | 탄산가스 용접용 와이어 | YCW 1, YCW 2, YCW 3, YCW 4 A, YCW 4 B (KS D 7025) |
| Y-1-2 | P-1 | 연강, 고장력강 및 저온용강용 아크 용접 플럭스 코어선 <개정 16.1.8> | KS D 7104 <개정 16.1.8> |
| A-21 | P-21 | 알루미늄 및 알루미늄합금 용접봉과 전극 와이어 (알루미늄) | A 1070 BY, A 1070 WY, A 1100 BY, A 1100 WY, A 1200 BY, A 1200 WY (KS D 7028) |
| A-22 | P-22 | 알루미늄 및 알루미늄합금 용접봉과 전극 와이어 (알루미늄 - 마그네슘합금) | A 5652 BY, A 5652 WY, A 5554 BY, A 5554 WY, A 5654 BY, A 5654 WY, A 5356 BY, A 5356 WY, A 5556 BY, A 5556 WY, A 5183 BY, A 5183 WY (KS D 7028) |
| A-23 | P-23 | 알루미늄 및 알루미늄합금 용접봉과 전극 와이어 (알루미늄 - 규소합금) | A 4043 BY, A 4043 WY (KS D 7028) |
| Y-6 | P-6 | 스테인리스강 봉 및 와이어 (페라이트계) | Y 410 (KS D 7026) |
| Y-7 | P-7 | 스테인리스강 봉 및 와이어 (페라이트계) | Y 430 (KS D 7026) |
| Y-8 | P-8 | 스테인리스강 봉 및 와이어 (오스테나이트계) | Y 308, Y 308L, Y 309S, Y 310, Y 316, Y 316L, Y 316JIL, Y 317, Y 321, Y 347 (KS D 7026) |

부록 H

[그림 1]

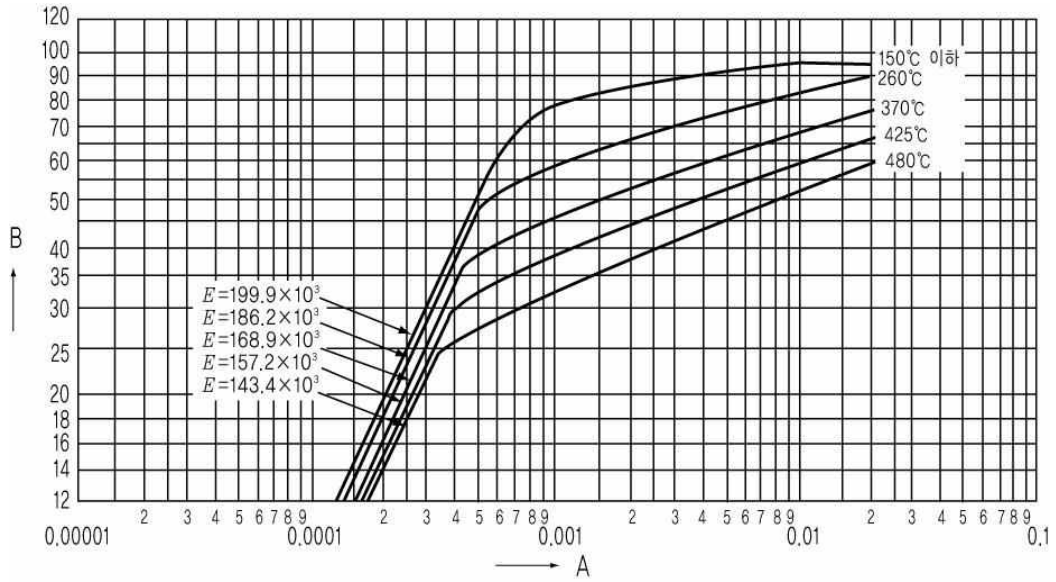
A. 외압을 받는 원통동체의 형상곡선

B 외

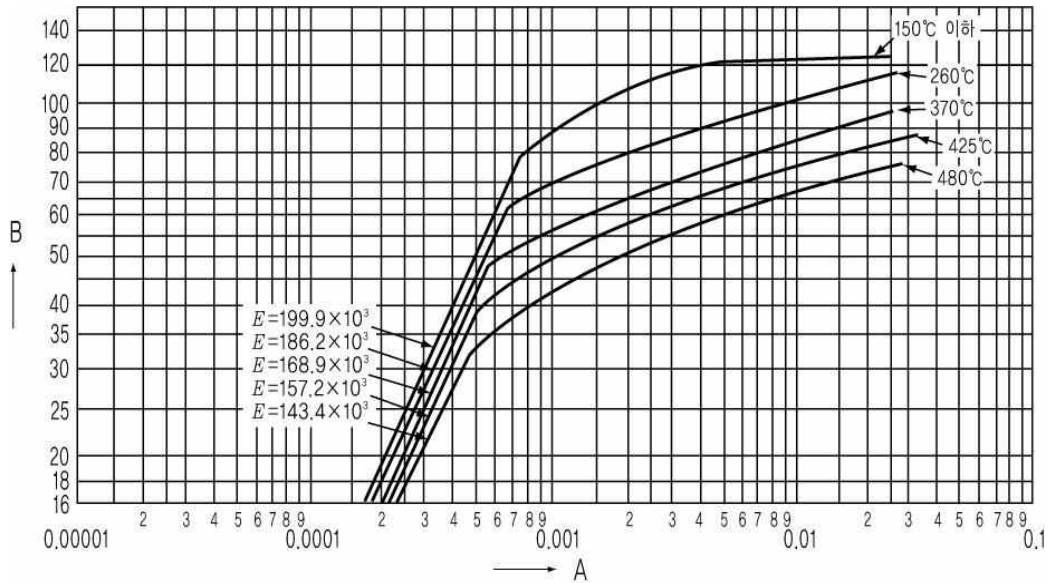


→ A
 압을 받는 원통동체 또는 구형동체의 계산에 이용하는 재료곡선

B-1 탄소강 및 저합금강(규격항복점 164.6N/mm²이상 206.86N/mm²미만)

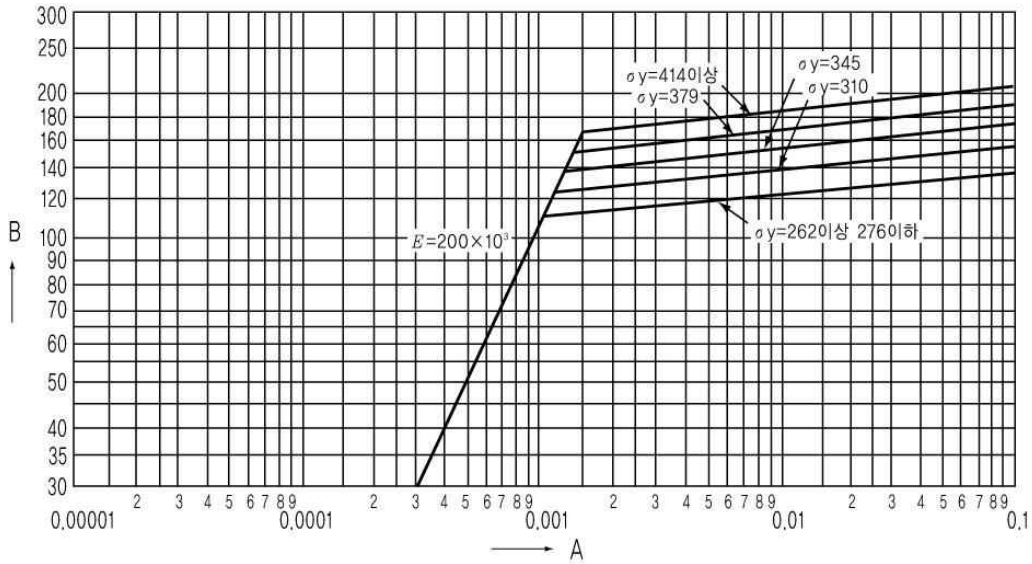


B-2 탄소강 및 저합금강(규격항복점 206.86N/mm²이상 261.7N/mm²미만)
405계, 410계 스테인리스강

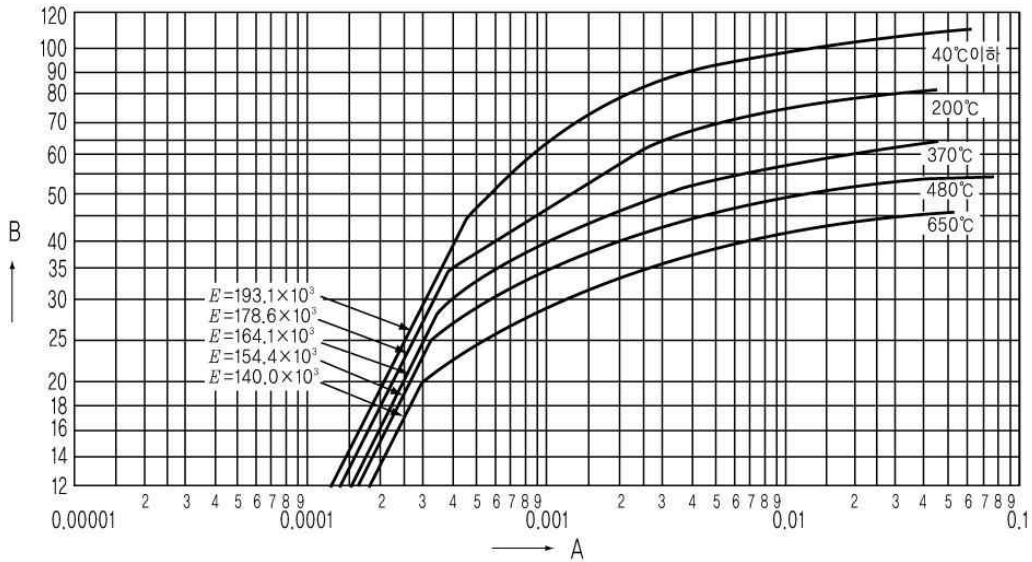


B-3 탄소강 및 저합금강(규격항복점 261.7N/mm²이상)

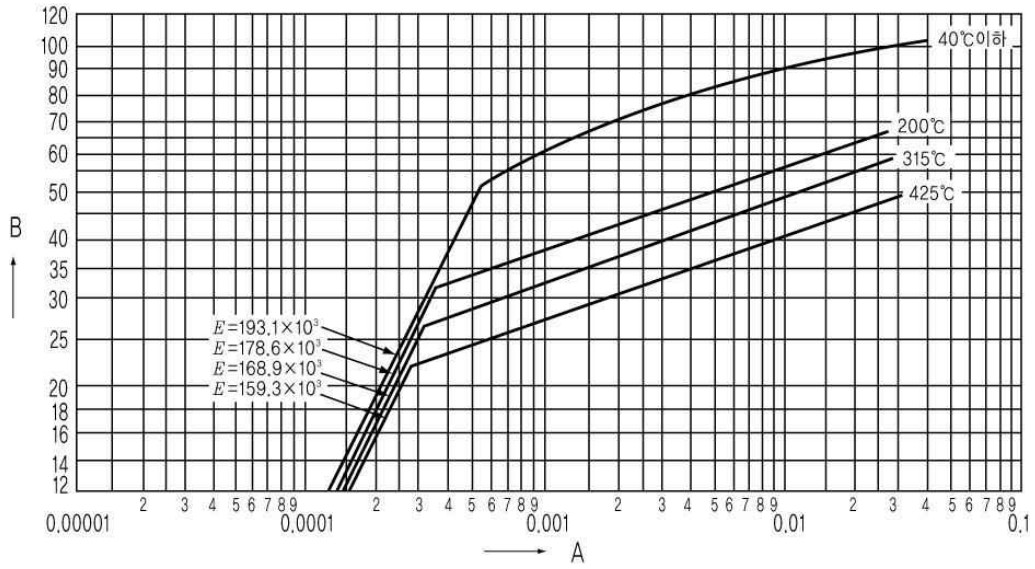
(주) 설계온도가 150℃이하의 경우에 적용하며, 150℃초과는 B-2에 의한다. σ_y 는 규격항복점을 표시한다.



B-4 304계 스테인리스강

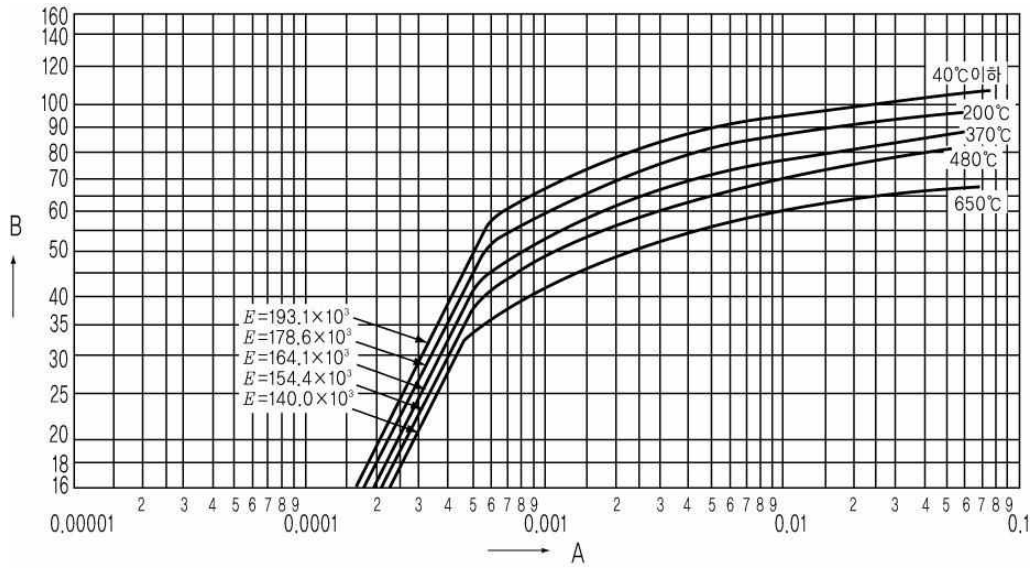


B-5 304L계 스테인레스강

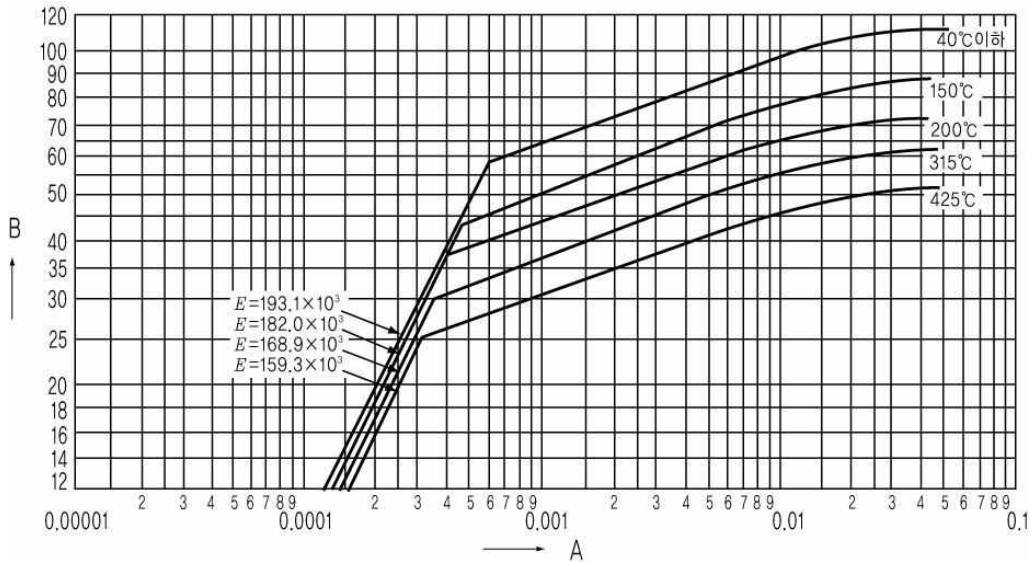


B-6 309계(595°C이하에 한한다)

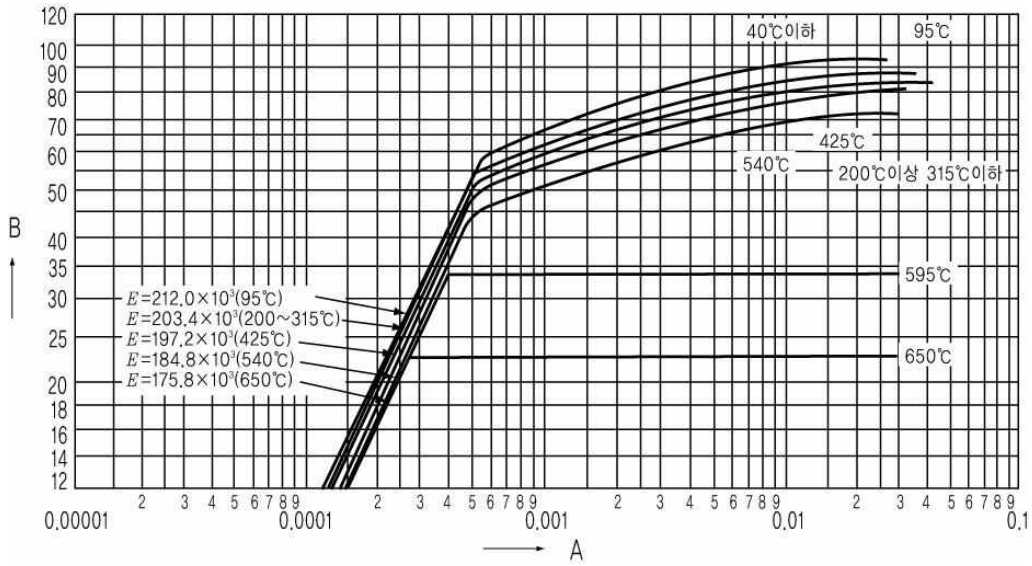
310계, 316계, 321계, 347계, 329J1 (400°C이하에 한한다) 및 430계(370°C이하에 한한다) 스테인리스강



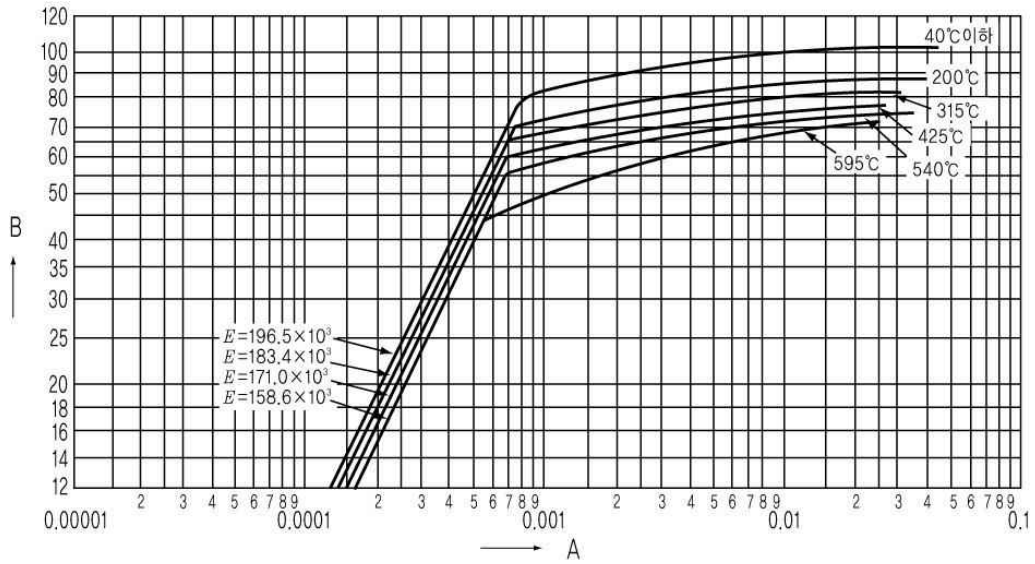
B-7 316계 및 317계 스테인레스강



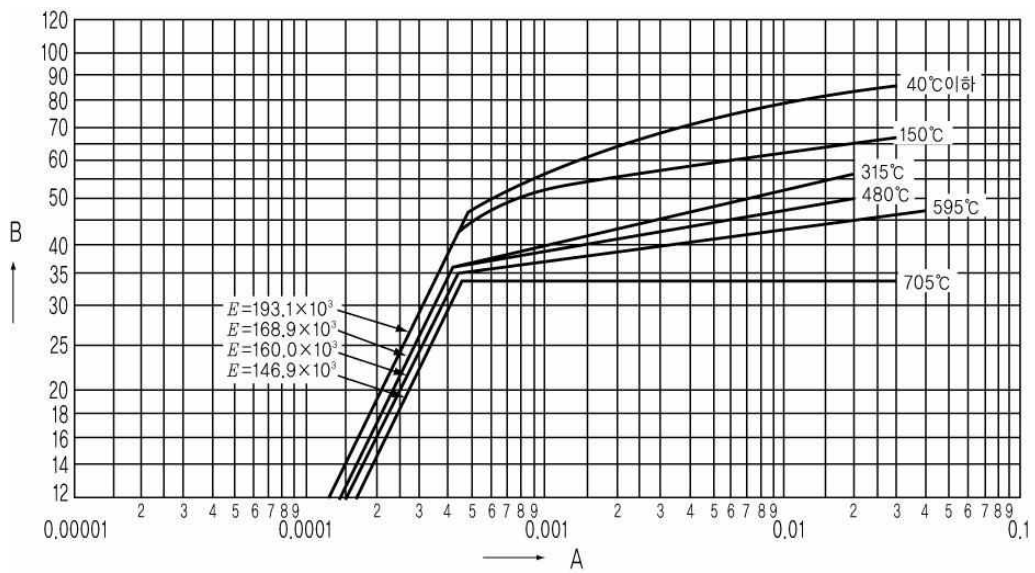
B-8 니켈·크롬·철 합금(NCF 600)



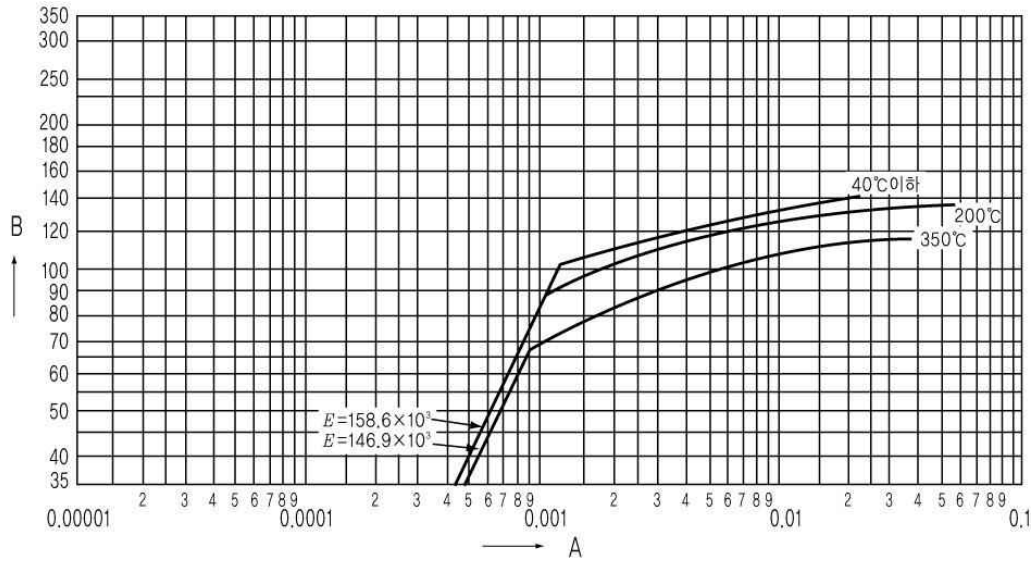
B-9 니켈·크롬·철 합금(NCF 800) (폴립)



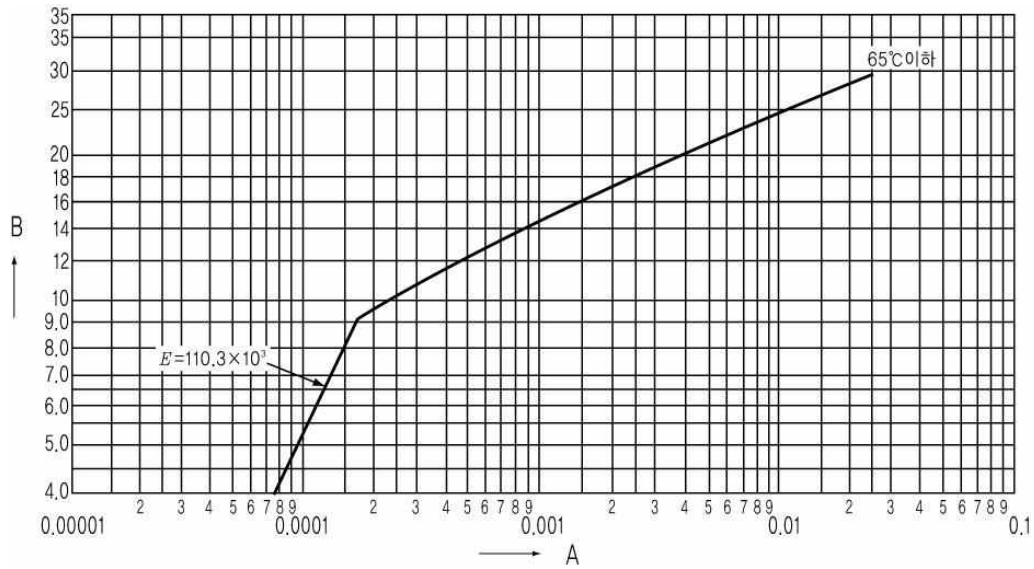
B-10 니켈·크롬·철 합금(NCF 800H) (고용화 열처리)



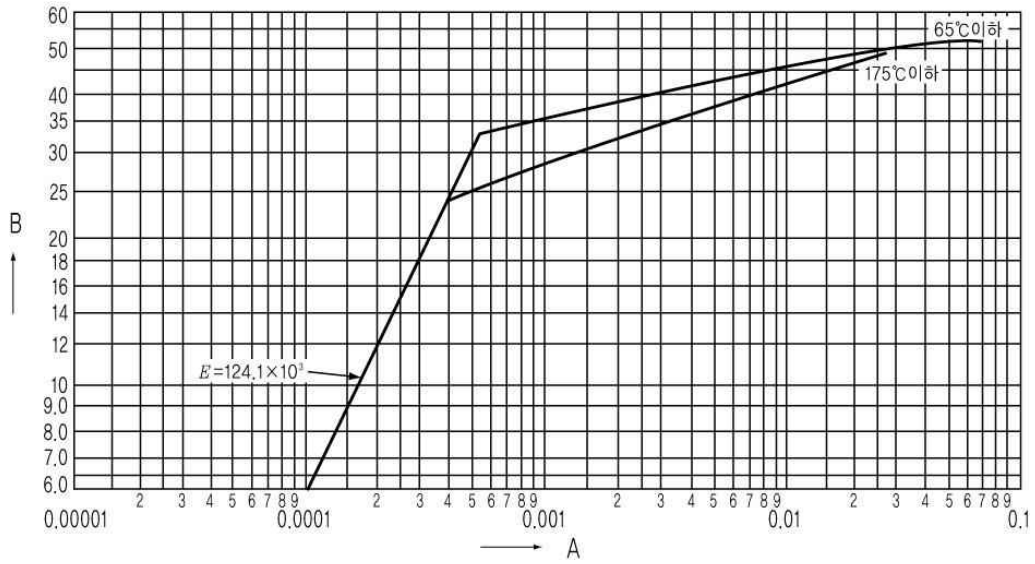
B-11 덕타일 철주조품(규격 0.2%내력 274.4N/mm²이상)



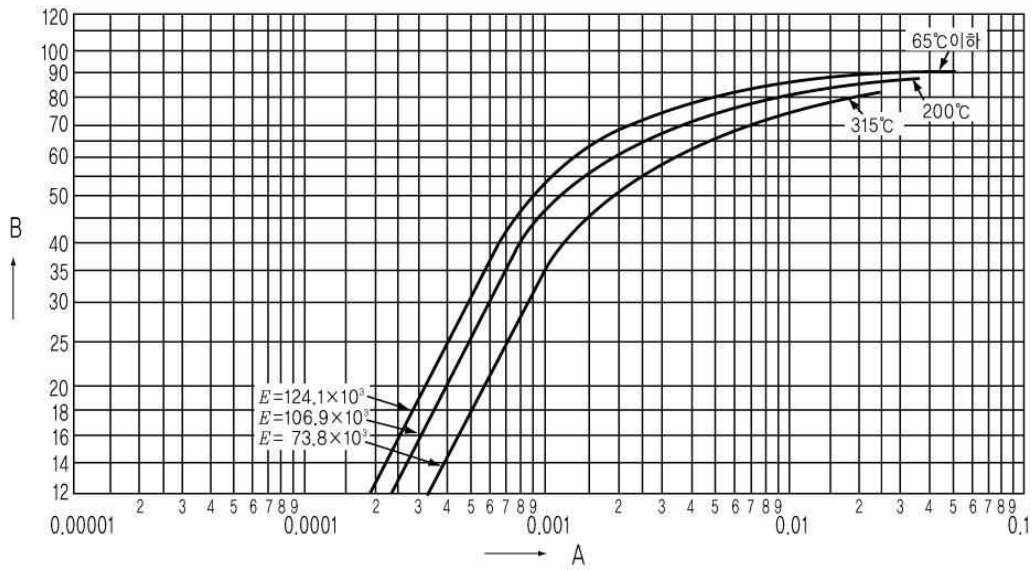
B-12 인탈산동 (폴림)



B-13 네이벌 · 복수기용 황동 및 단동



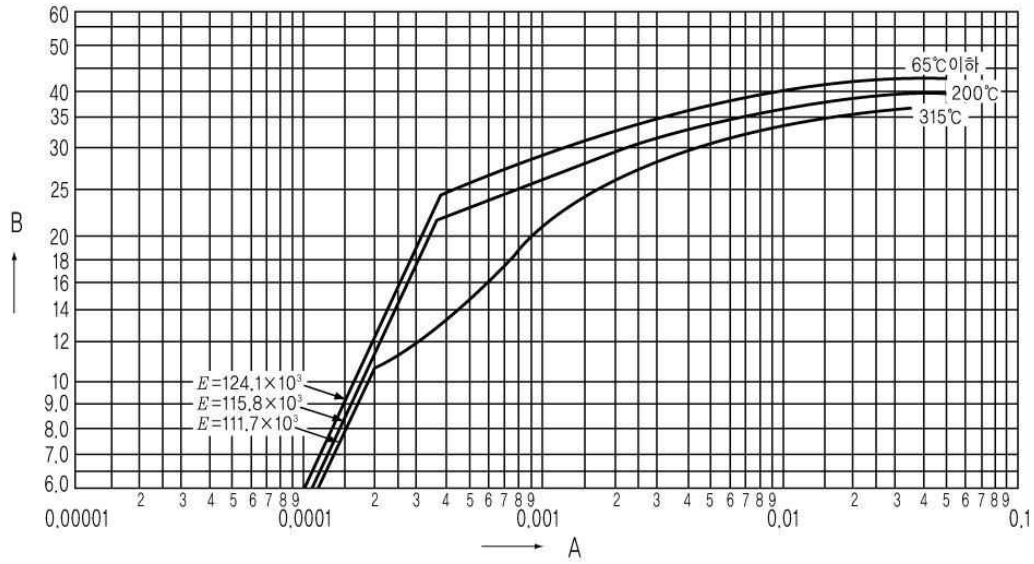
B-14 알루미늄청동



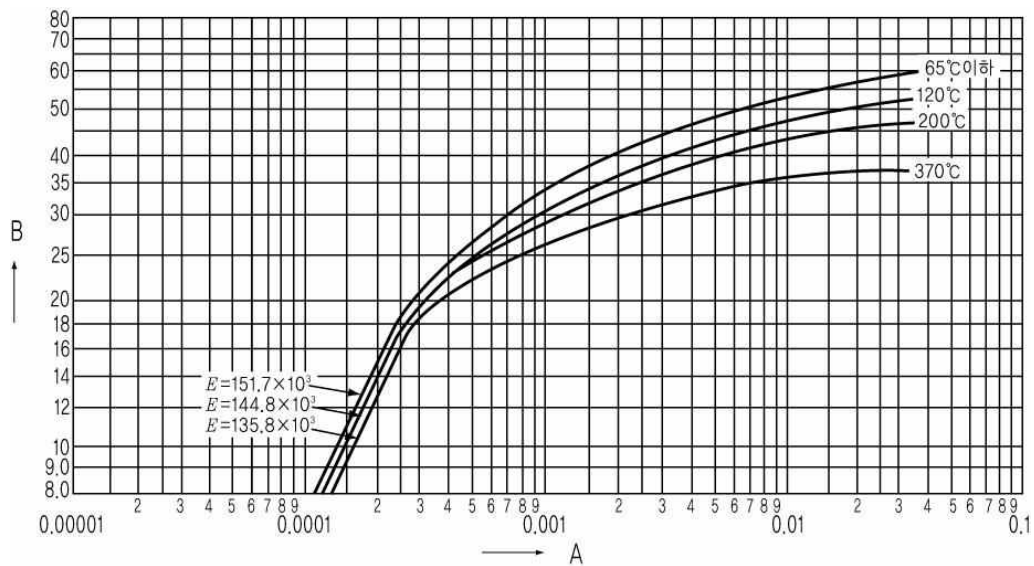
B-15 백동(90-10) 및 이음매 없는 동관

(종류 1020, 1021, 1220 질별 H)

(주) 이음매없는 동관(종류 1020, 1021, 1022 질별 H)은 이 그림을 적용하는 경우에는 기계적성질인 0.5%내력이 205.8N/mm²이상인 것을 확인하여야 한다.

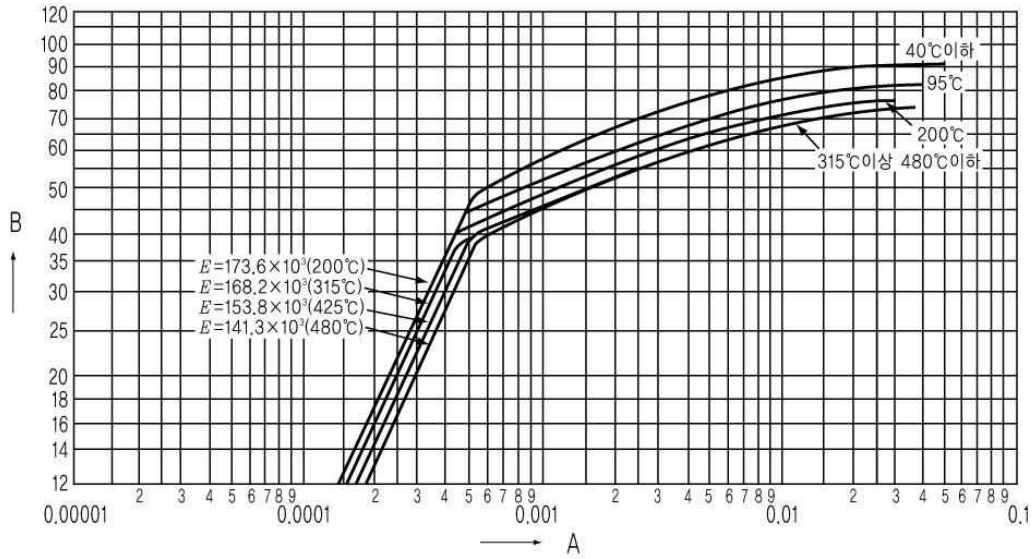


B-16 (백동 70-30)



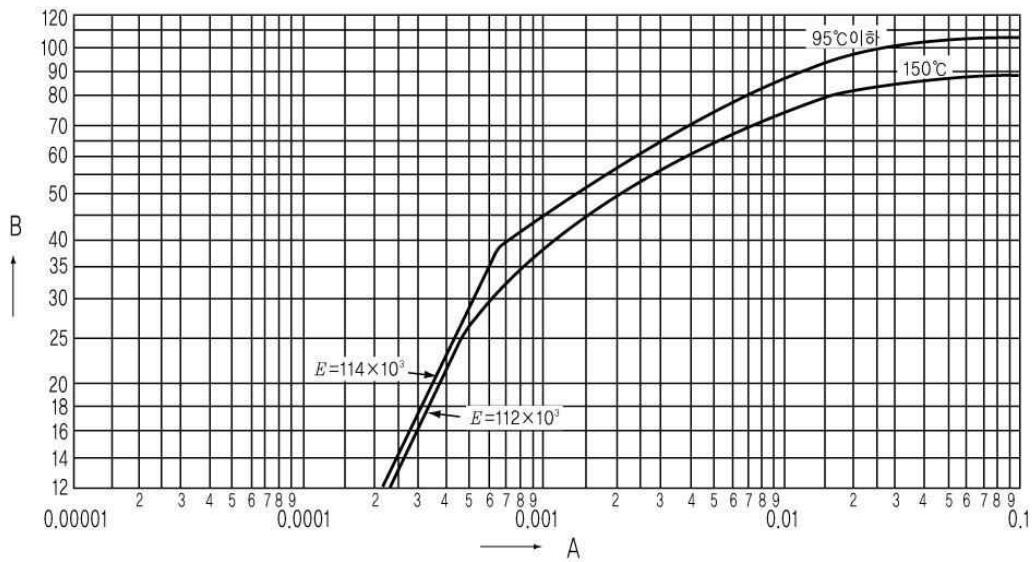
B-17 니켈·동합금

(주) 이 그림을 적용하는 경우에는 기계적성질인 0.2%내력이 196N/mm²이상인 것을 확인하여야 한다.



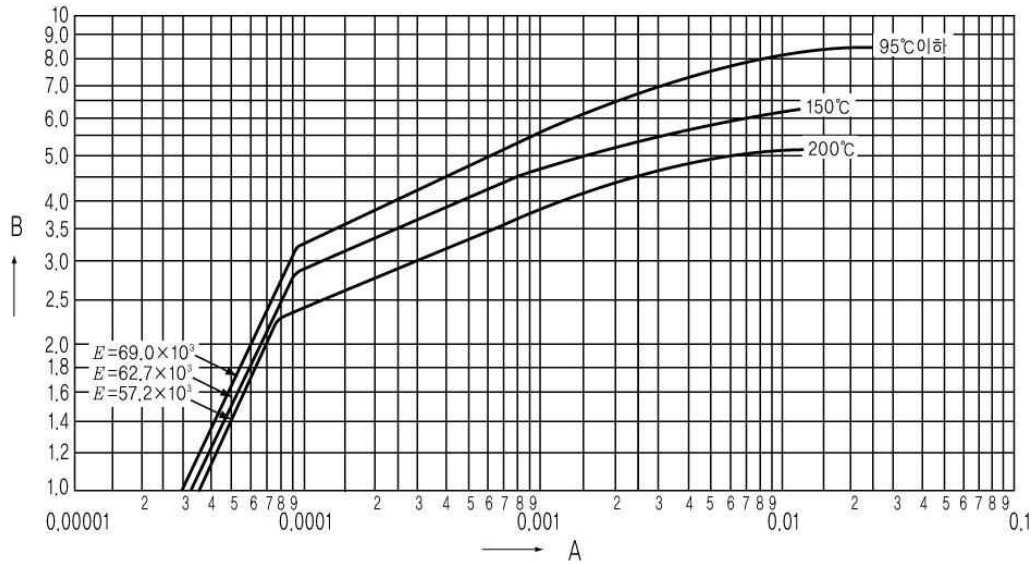
B-18 이음매없는 동관(종류 1020, 1220 질별 1/2H)

(주) 이 그림은 이음매없는 관에만 적용하고, 0.5%내력이 205.8N/mm²이상인 것을 확인하여야 한다.



B-19 알루미늄 및 알루미늄합금(종류 1050, 1070, 1080, 1100, 1200 다만, 종류 1070, 1080은 질별 O, H112을 제외한다)

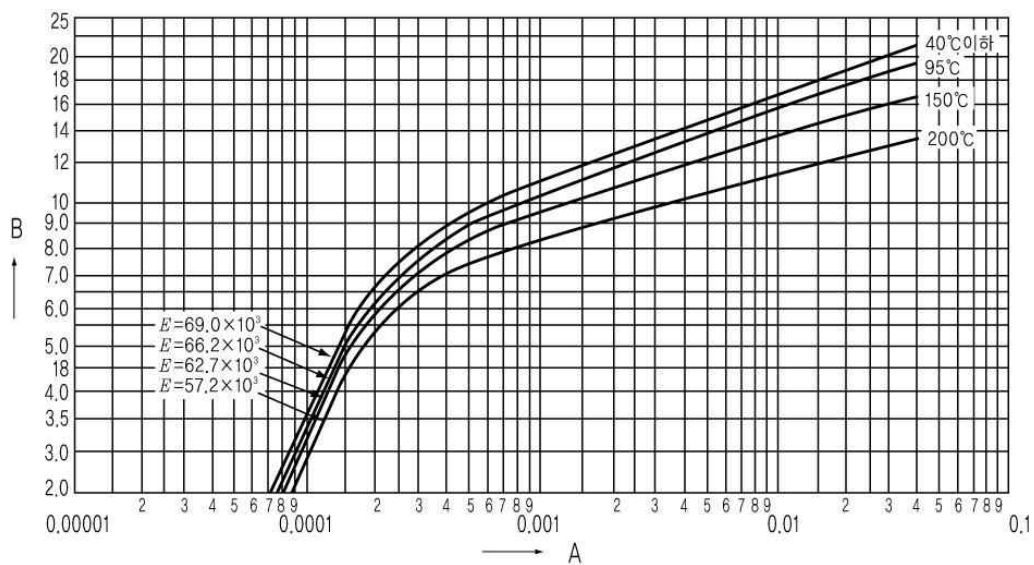
(주) 이 그림을 적용하는 경우에는 규격 0.2%내력이 규정되고 확인되어야 한다.



B-20 알루미늄 및 알루미늄 합금(종류 3003, 3203 질별 O, H12, H18, H112 종류 6063 질별 T1, T5, T6)

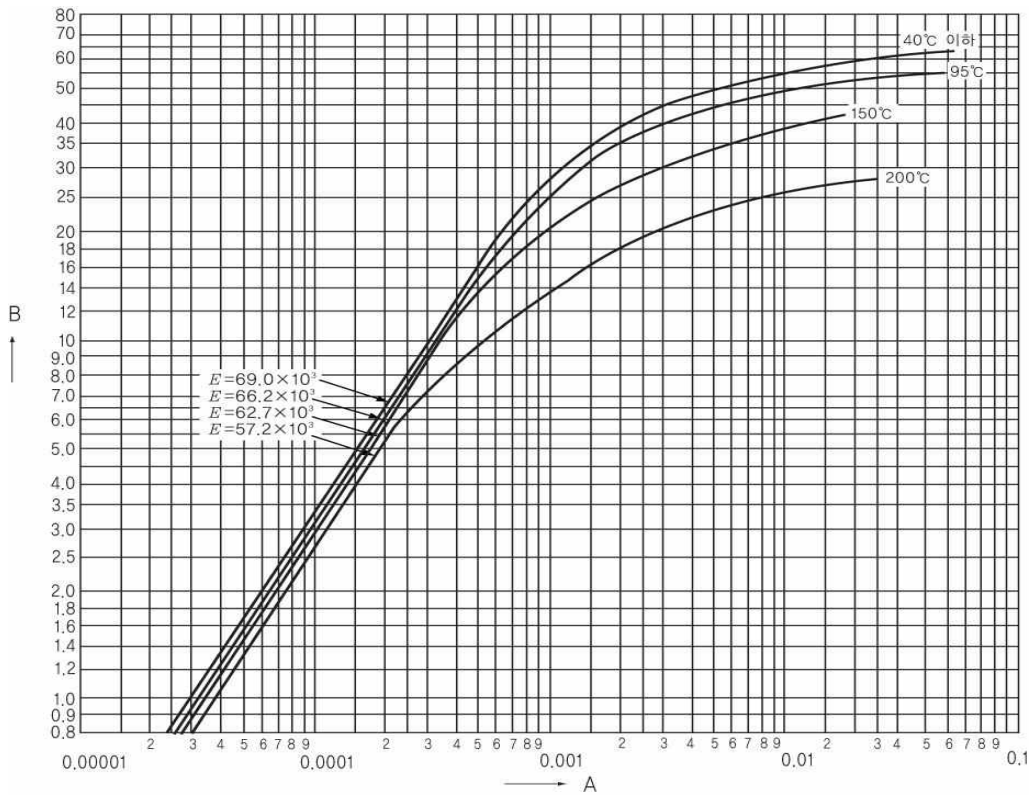
(주) 1. 이 그림을 적용하는 경우에는 규격 0.2%내력이 규정되고 확인 되어야 한다.

2. 종류 6063 질별 T1, T5, T6는 이음매없는 관에만 적용한다.



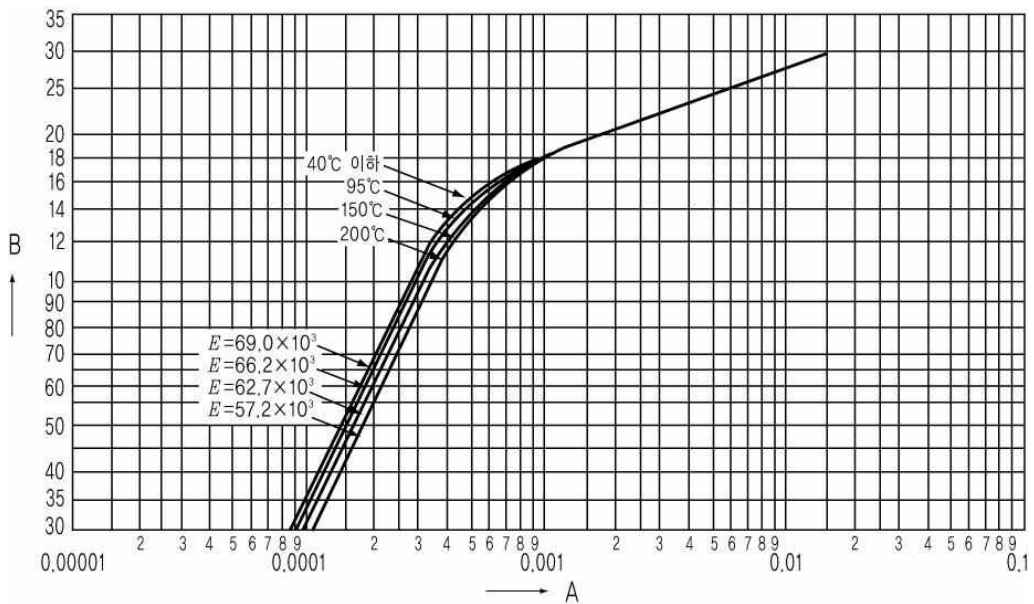
B-21 알루미늄 및 알루미늄합금(종류 3003, 3203 질별 H14, H24)

- (주) 1. 용접하는 경우는 이 그림을 적용할 수 없다. 또한 종류 3003, 3203 질별 H14의 용접관은 그림 B-20을 적용한다.
- 2. 이 그림을 적용하는 경우에는 규격 0.2%내력이 규정되고 확인되어야 한다.

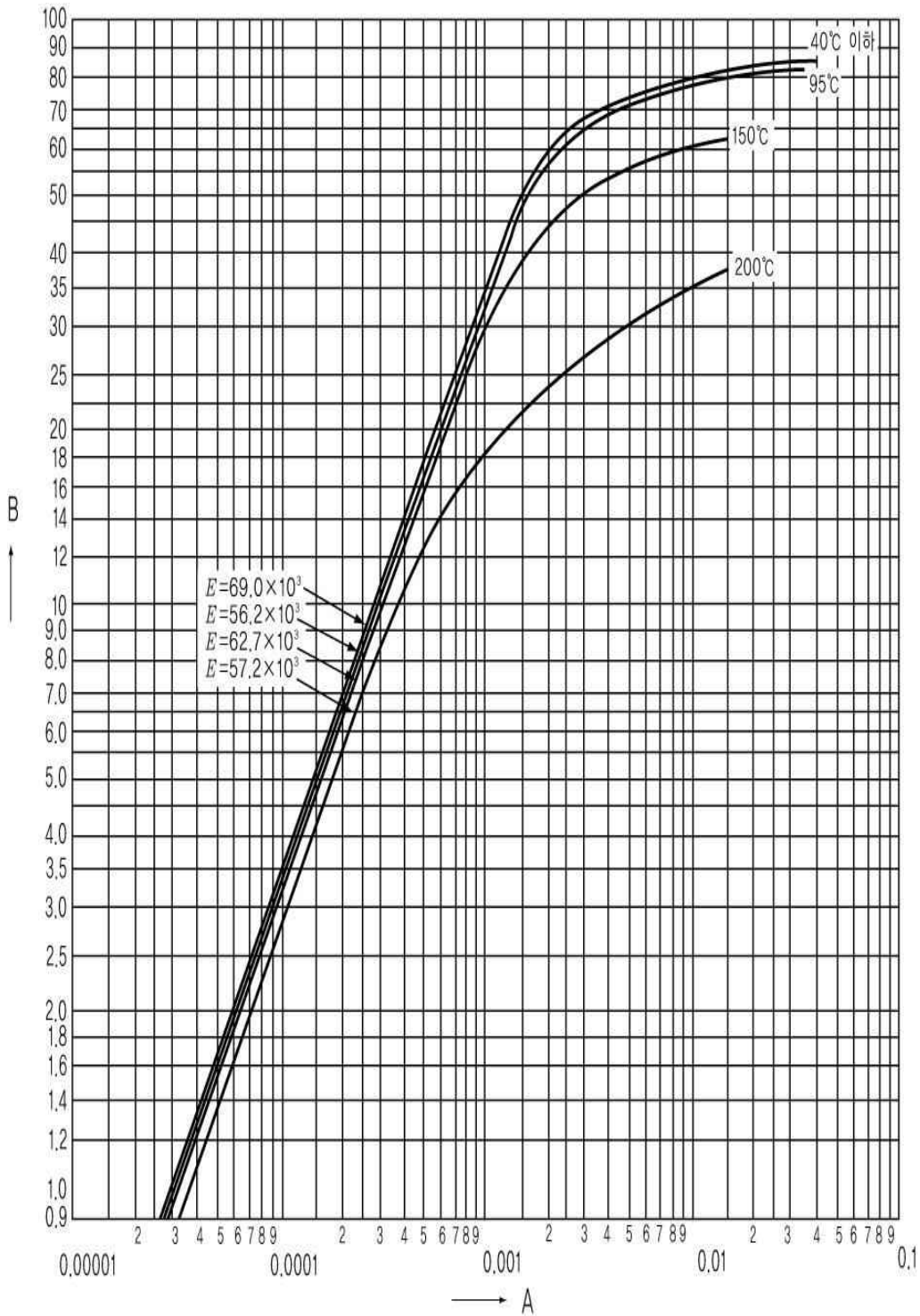


B-22 알루미늄 및 알루미늄합금(종류 3004 질별 O, H32)

- (주) 이 그림을 적용하는 경우에는 규격 0.2%내력이 규정하고 확인되어야 한다.



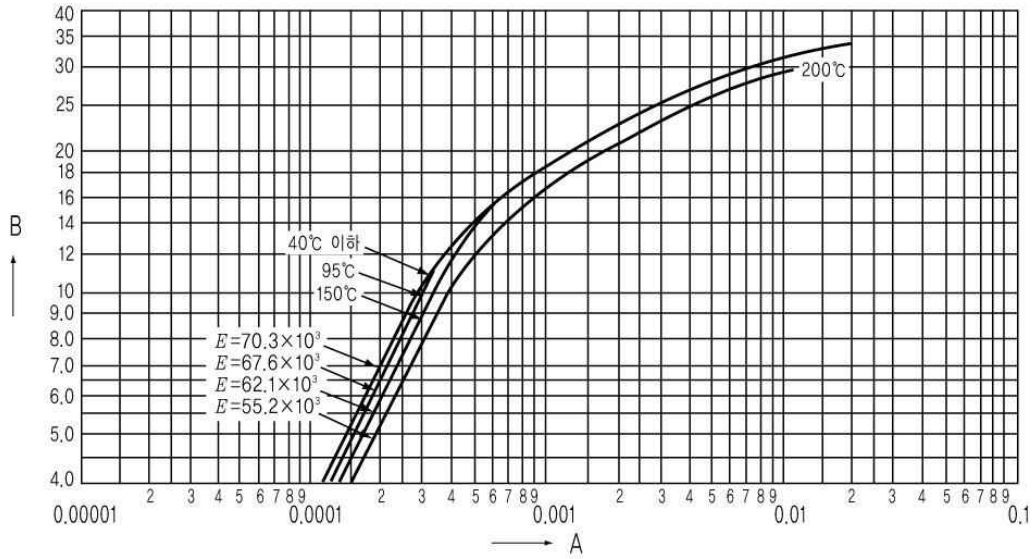
B-23 알루미늄 및 알루미늄합금(종류 3004 질별 O, H34 종류 5052, 5652, 질별 H14, H34)



- (주) 1. 용접하는 경우는 이 그림을 적용할 수 없다. 또한 종류 5052 질별 H14, H34의 용접관은 그림 B-24를 적용한다.
- 2. 이 그림을 적용하는 경우에는 규격 0.2%내력이 규정되고 확인되어야 한다.

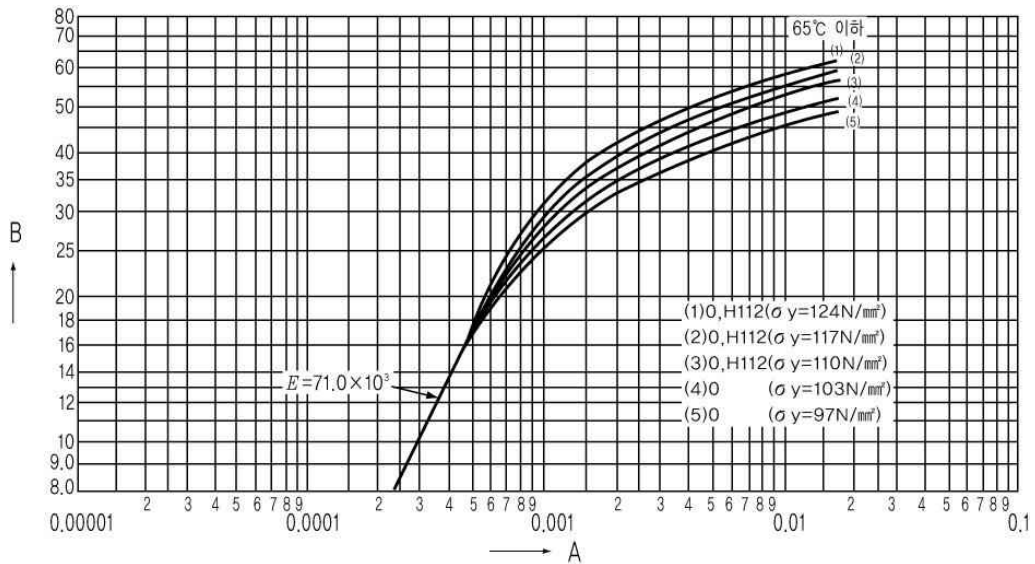
B-24 알루미늄 및 알루미늄합금(종류 5052, 5652, 질별 O, H12, H32, H112)

(주) 이 그림을 적용하는 경우에는 규격 0.2%내력이 규정되고 확인되어야 한다.

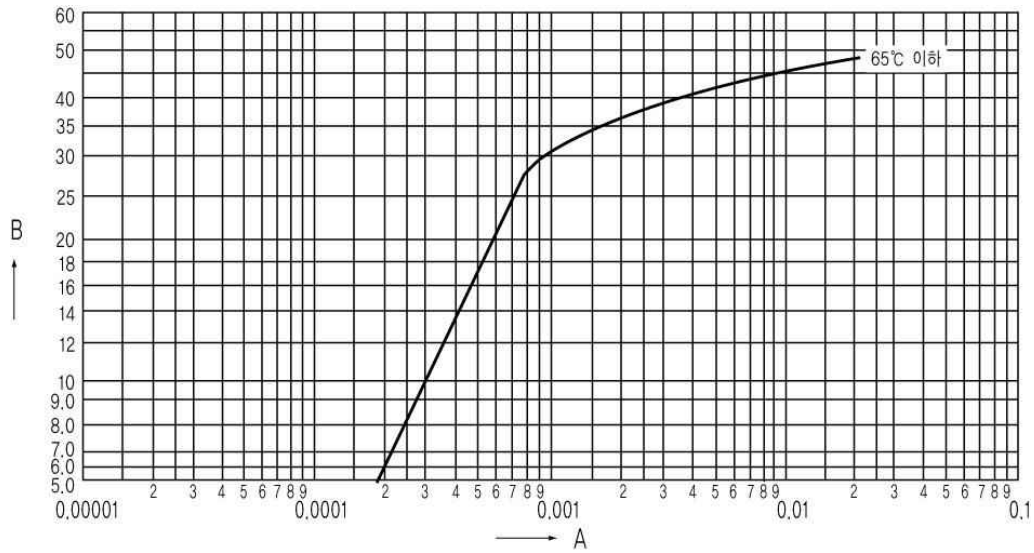


B-25 알루미늄 및 알루미늄합금(종류 5083 질별 O, H32, H112, H321, 종류 5086, 5154, 5254 질별 H32, H34)

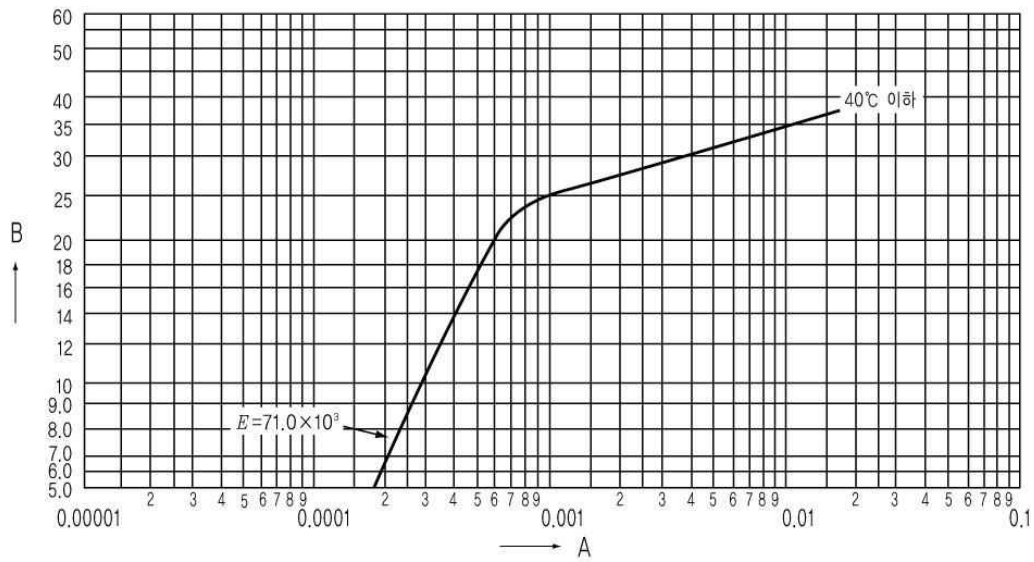
(주) σ_y 는 0.2%내력을 표시한다.



B-26 알루미늄 및 알루미늄합금(종류 5086 질별 O, H112)

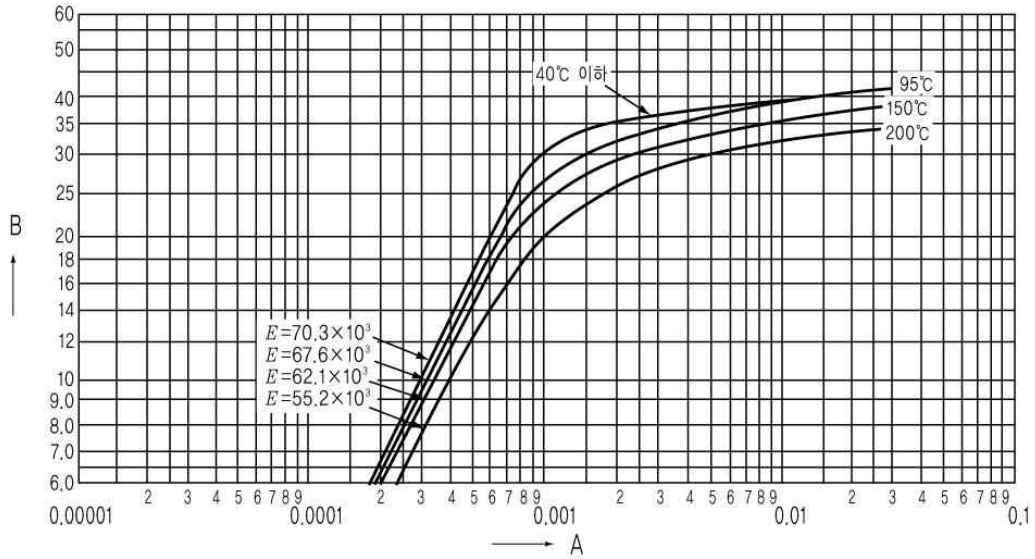


B-27 알루미늄 및 알루미늄합금(종류 5154 질별 O, H112)



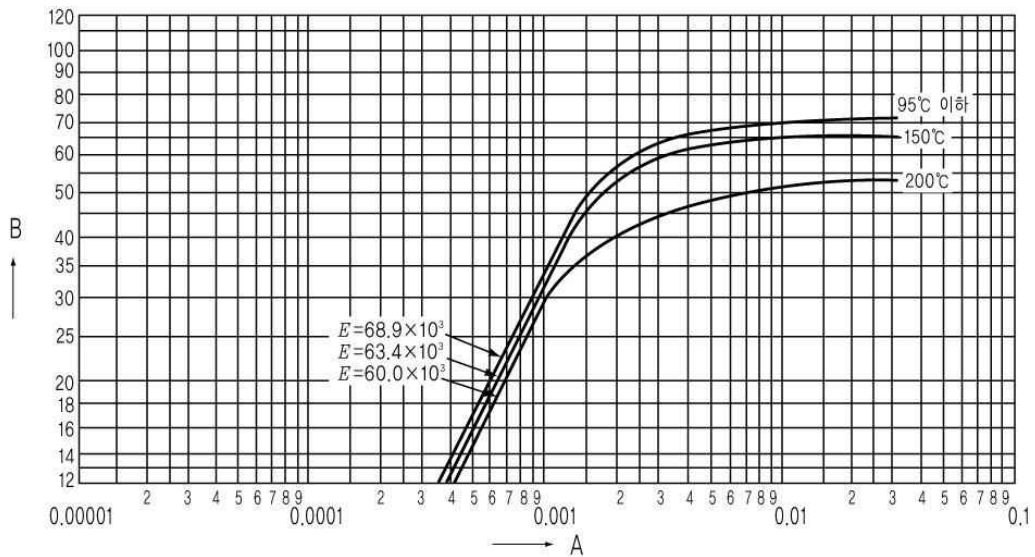
B-28 알루미늄 및 알루미늄합금

(종류 5454 질별 O, H112 종류 2014 질별 T4, T6)



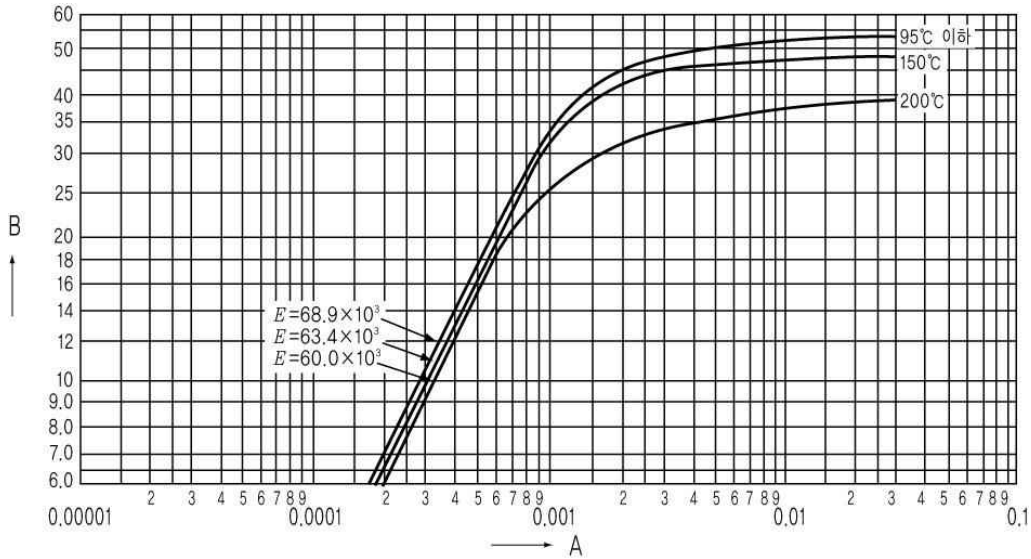
B-29 알루미늄 및 알루미늄합금(종류 6061 질별 T6, T651)

(주) 이 그림은 5356 및 5556의 용가재를 사용하여 용접하는 경우에는 모든 모재 두께에 적용하고, 4043 및 5554의 용가재를 사용하여 용접하는 경우에는 모재두께 9.5mm이하에 적용한다.



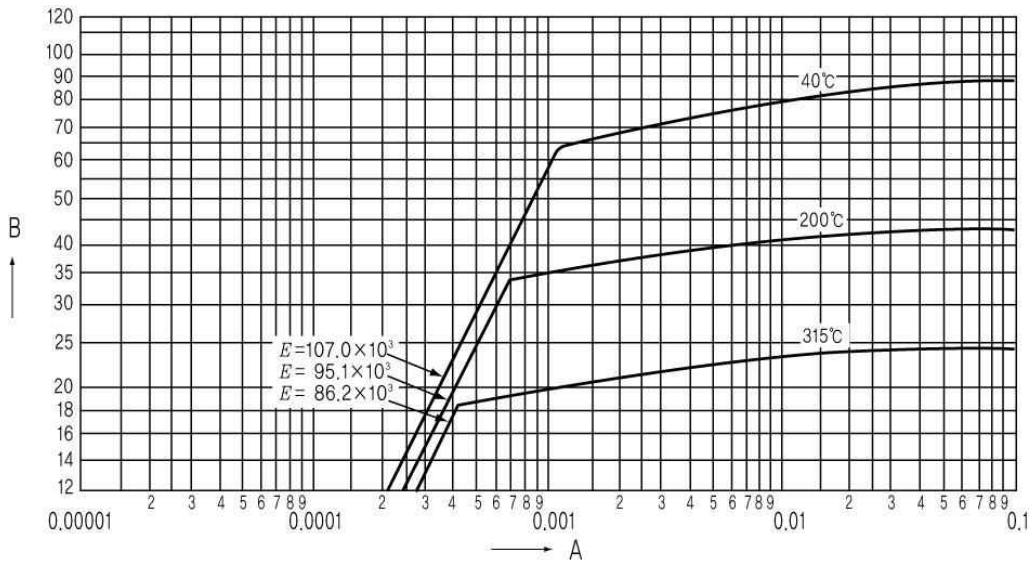
B-30 알루미늄 및 알루미늄합금(종류 6061 질별 T4, T451, T6, T651)

(주) 이 그림은 질별 T4, T451에 대하여 4043, 5554, 5536, 및 5556의 용가재로 용접하는 경우에는 모든 모재 두께에 적용하고, 질별 T6, T651은 4043 및 5554의 용가재로 용접하는 경우에는 모재 두께 9.5mm를 초과하는 것에 적용한다.



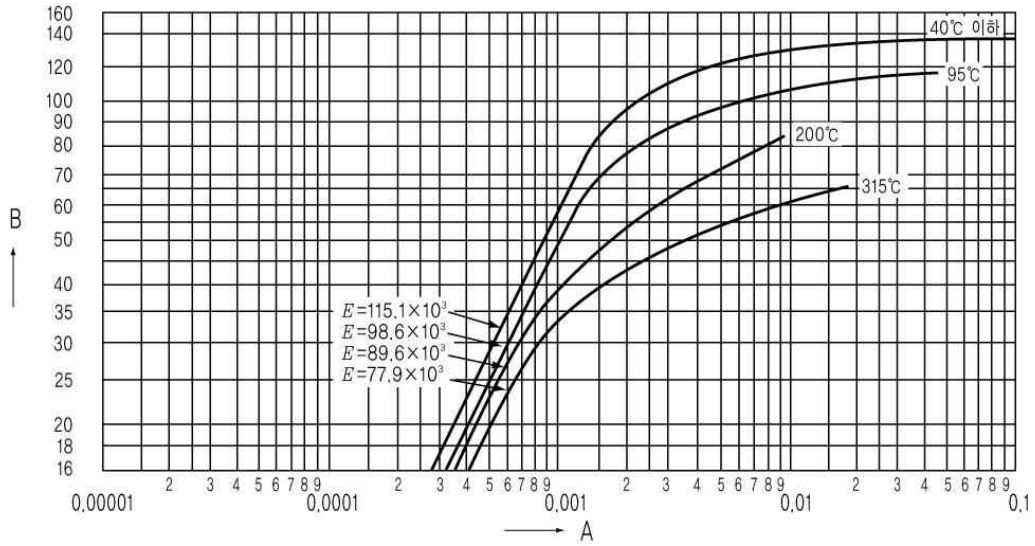
B-31 티탄 1종

(주) 이 그림을 적용하는 경우에는 0.2%내력이 18kg/mm이상인 것을 확인하여야 한다.



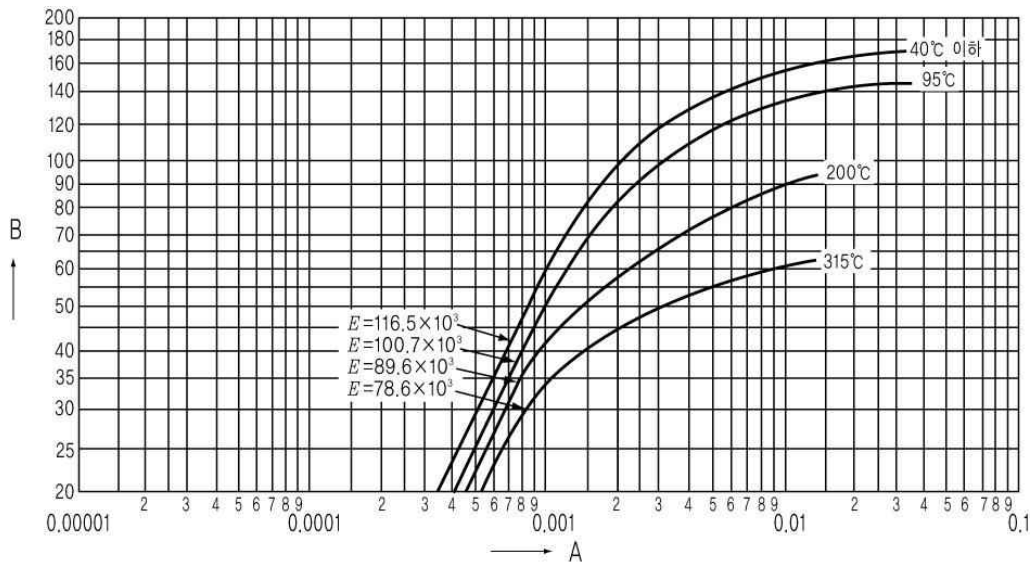
B-32 티탄 2종, 티탄·팔라듐 합금 12종

(주) 이 그림을 적용하는 경우에는 0.2%내력이 274.4N/mm²이상인 것을 확인하여야 한다.

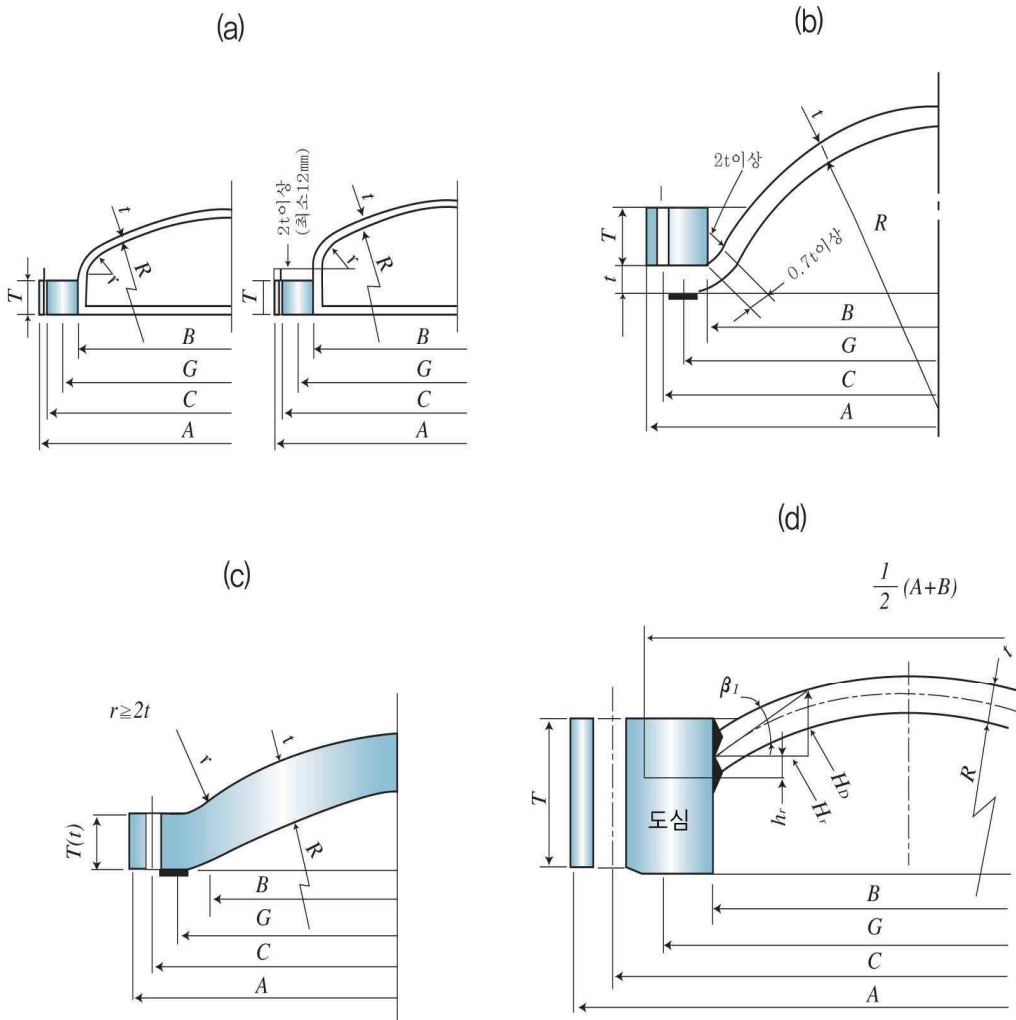


B-33 티탄 3종, 티탄·팔라듐 합금 13종

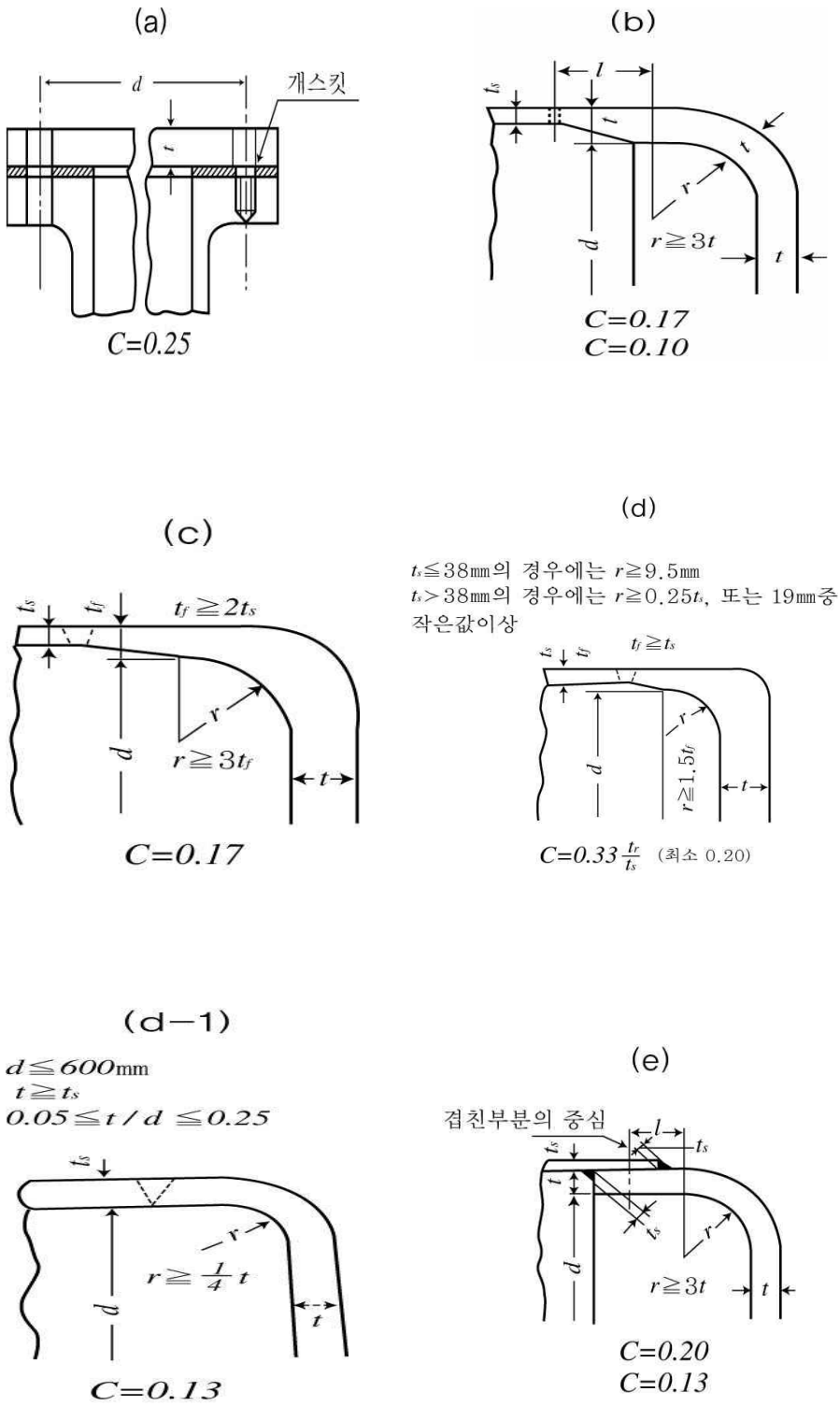
(주) 이 그림을 적용하는 경우에는 0.2%내력이 343N/mm²이상인 것을 확인하여야 한다.

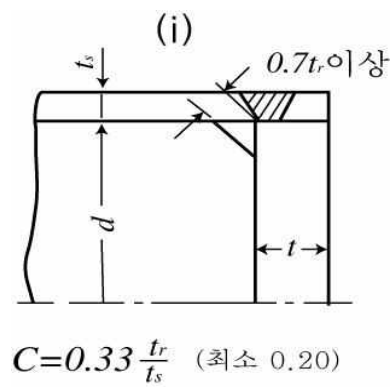
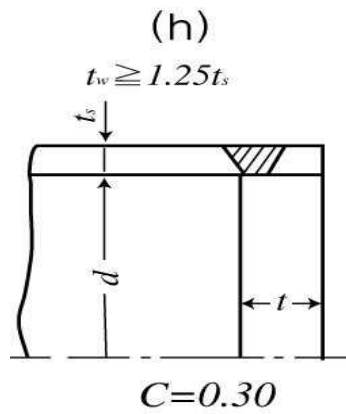
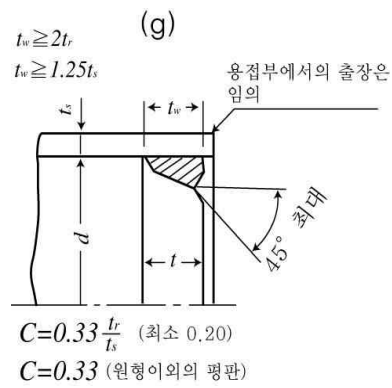
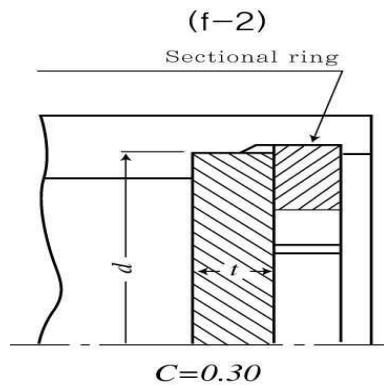
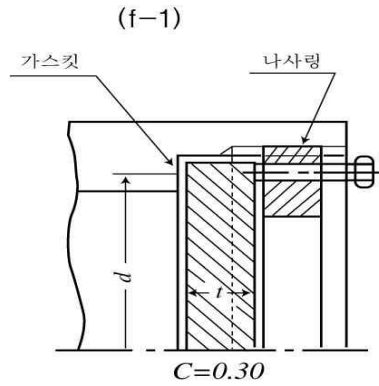
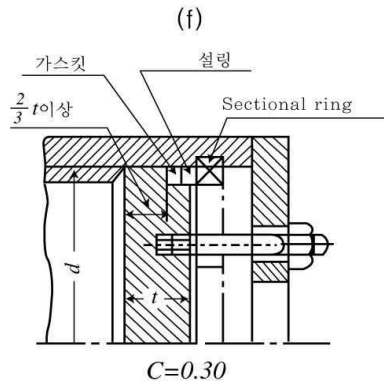


[그림 2]



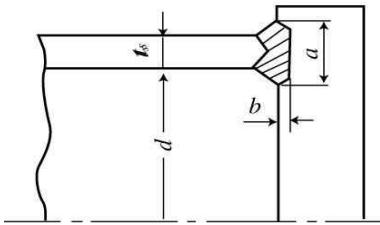
[그림 3]





(i-1)

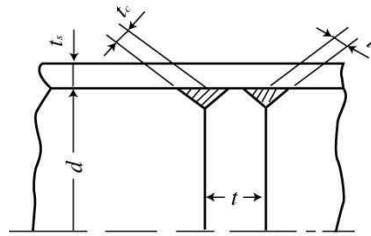
$t_s \leq 16\text{mm}$
 $a+b=2t_s$ 이상



$C=0.33 \frac{t_r}{t_s}$ (최소 0.20)

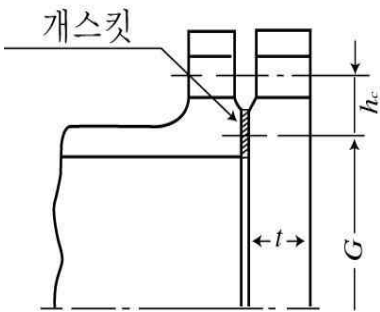
(i-2)

$t_c \geq 0.7t_r$ 이상

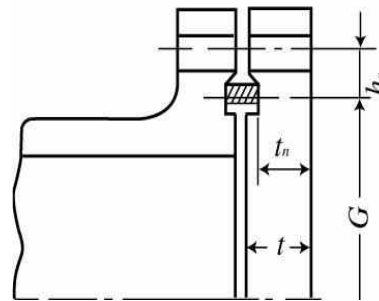


$C=0.33 \frac{t_r}{t_s}$ (최소 0.20)

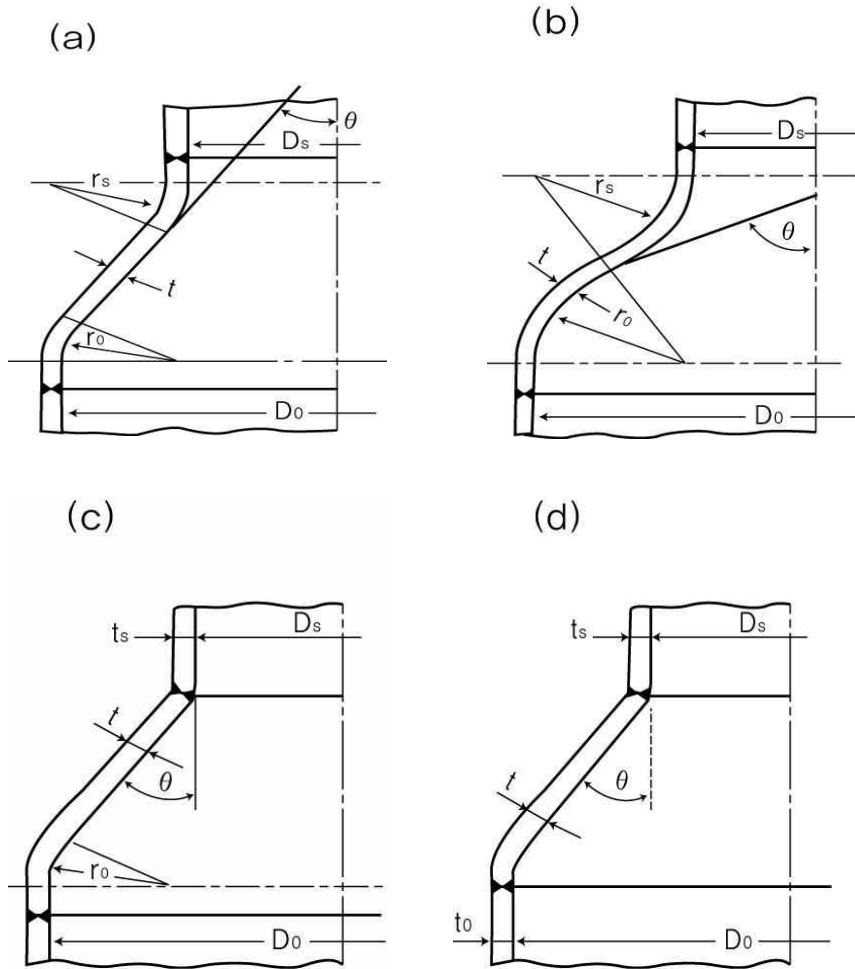
(i)



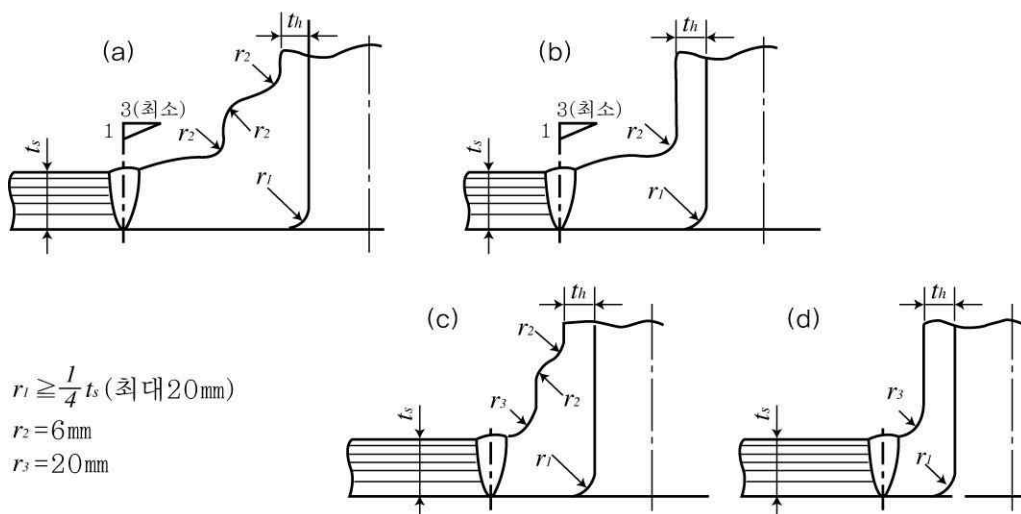
(k)



[그림 4]

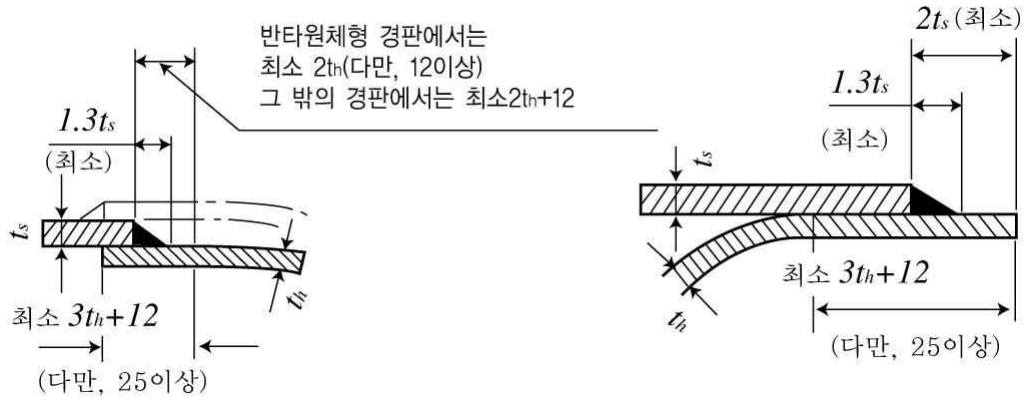


[그림 5]

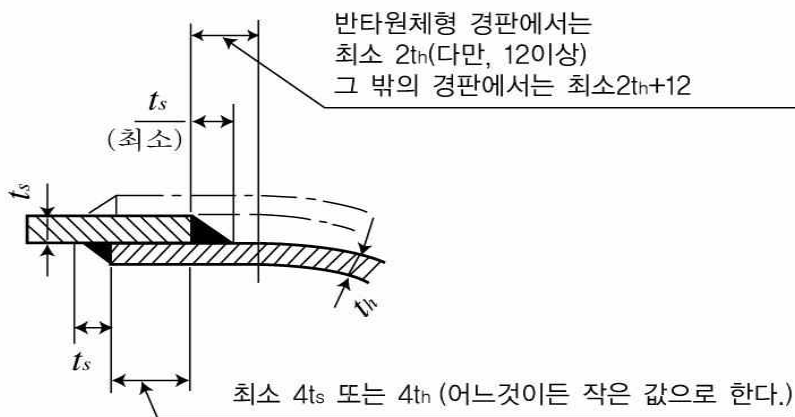


[그림 6]

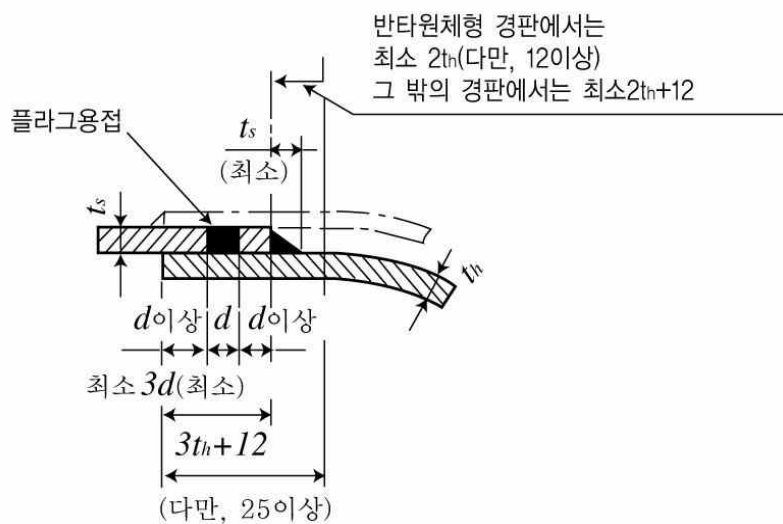
(a) 한쪽 필렛 겹치기 용접



(b) 양쪽 필렛 겹치기 용접

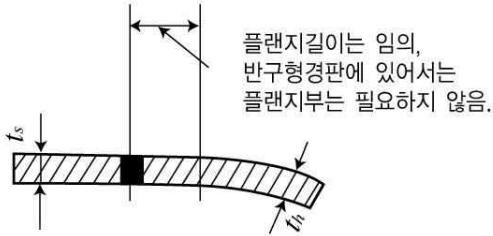


(c) 플러그용접을 하는 필렛 겹치기 용접



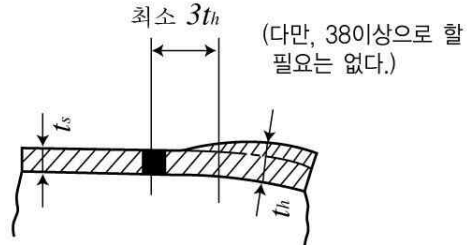
(d) 맞대기 용접(1)

t_h 가 $1.25t_s$ 이하의 경우

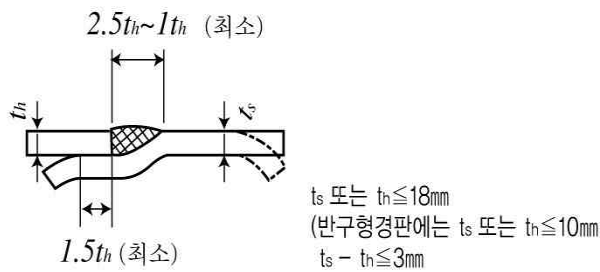


(d) 맞대기 용접(2)

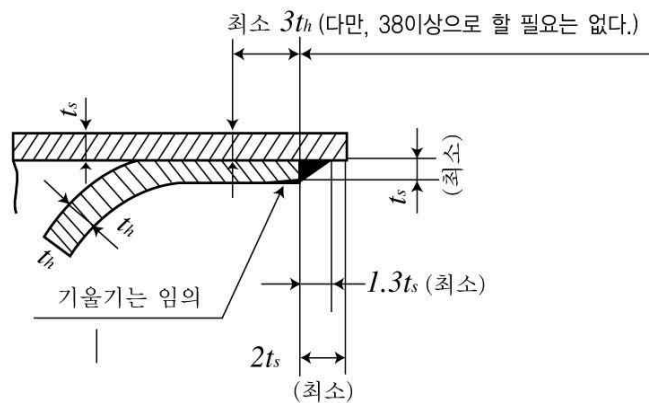
t_h 가 $1.25t_s$ 를 초과하는 경우



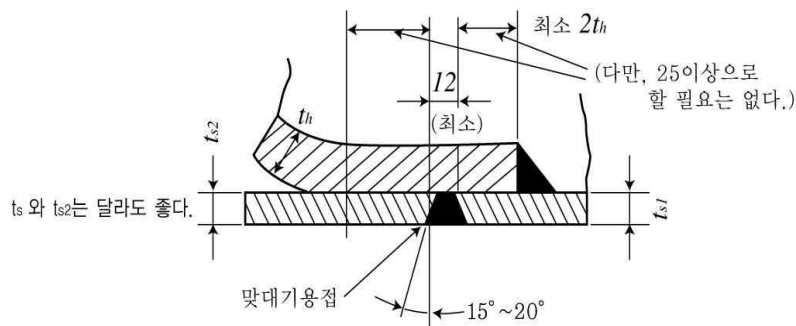
(e) 경판의 삽입용접



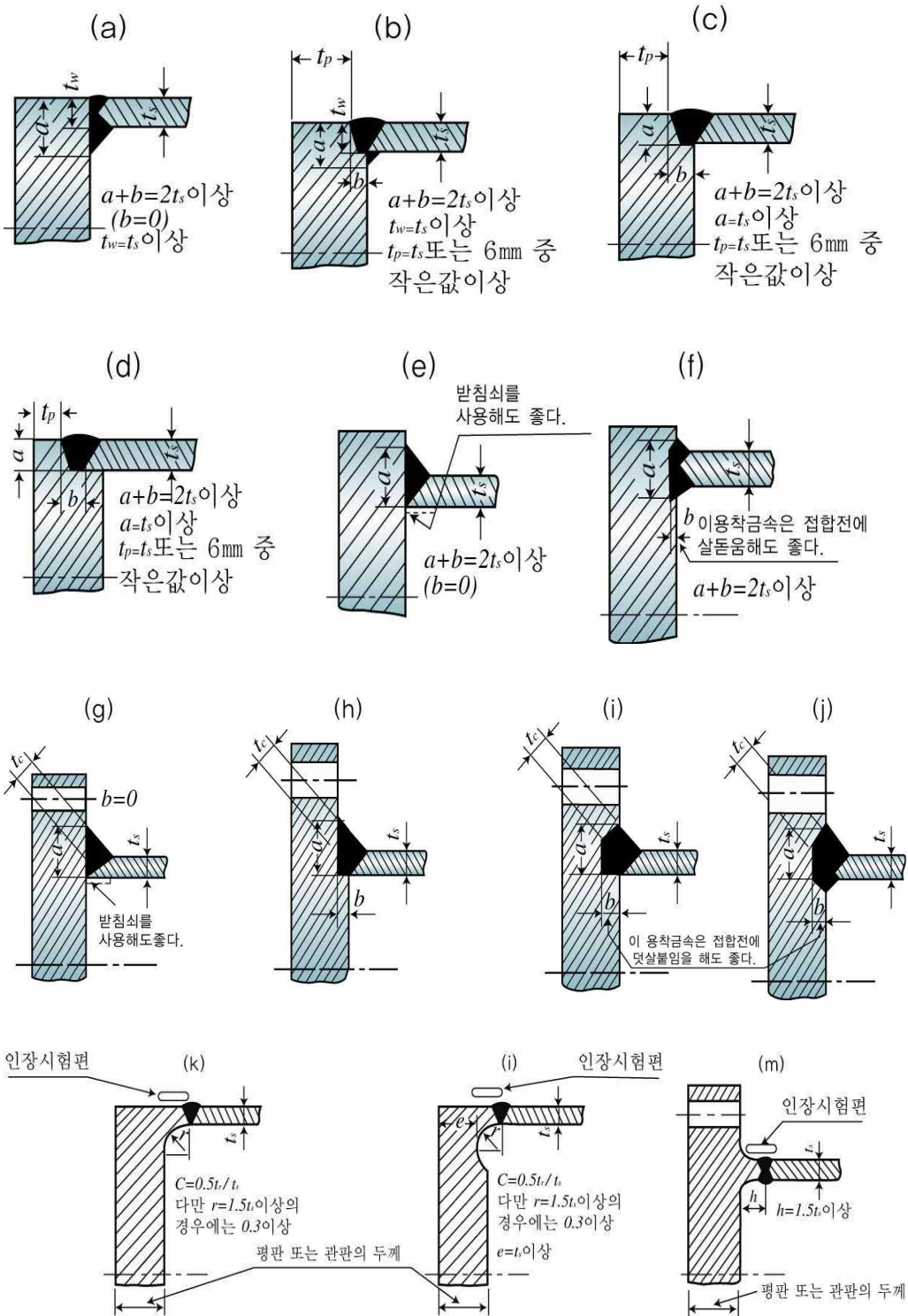
(f) 한쪽 필렛접기 용접

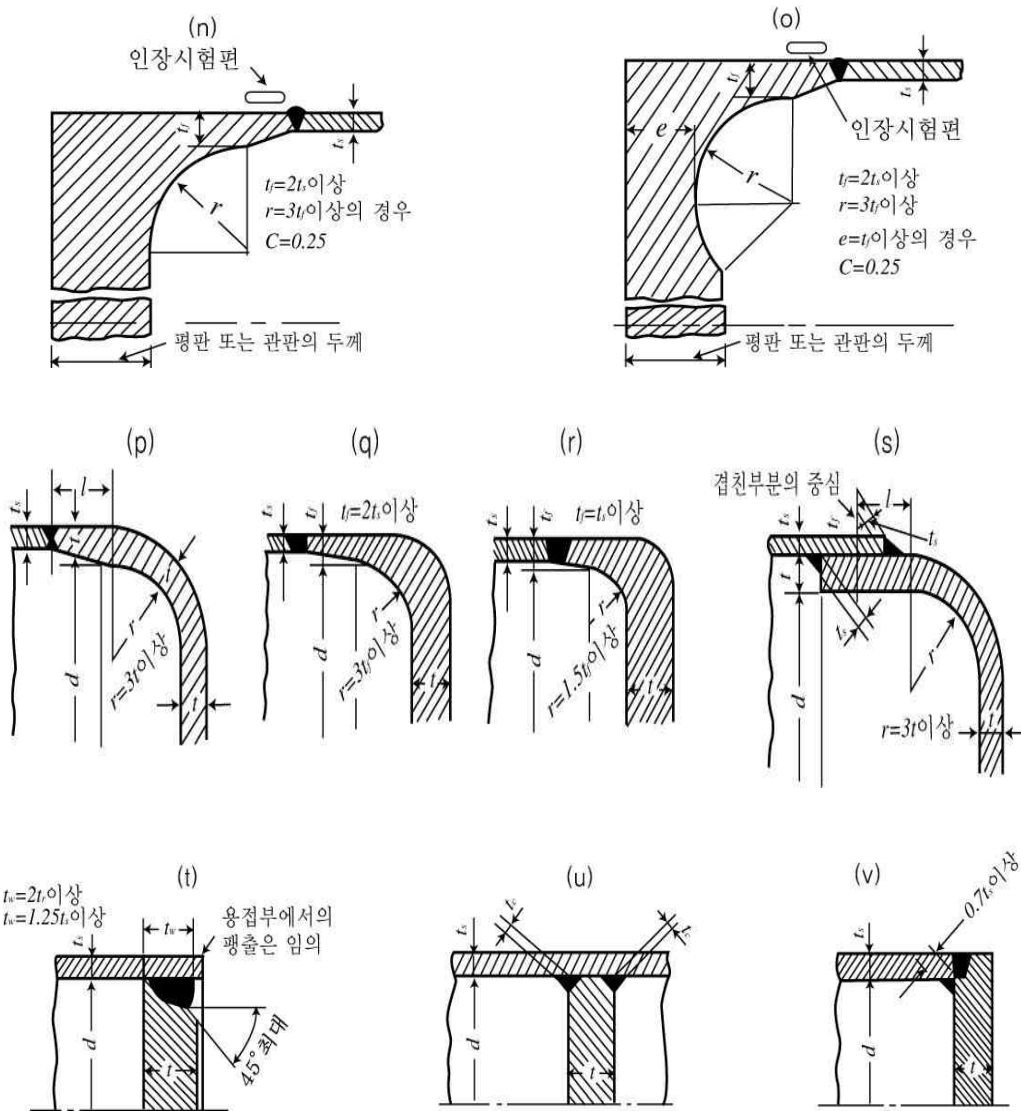


(g) 중간 경판

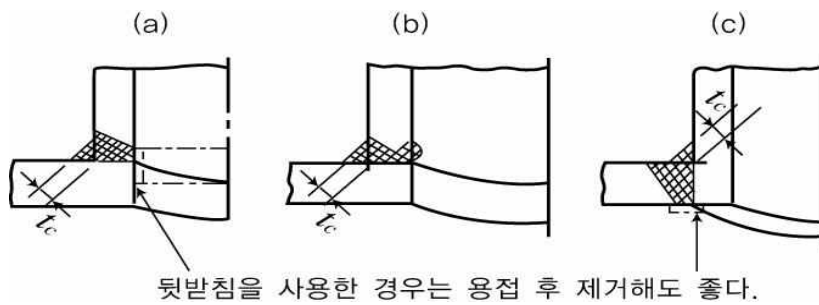


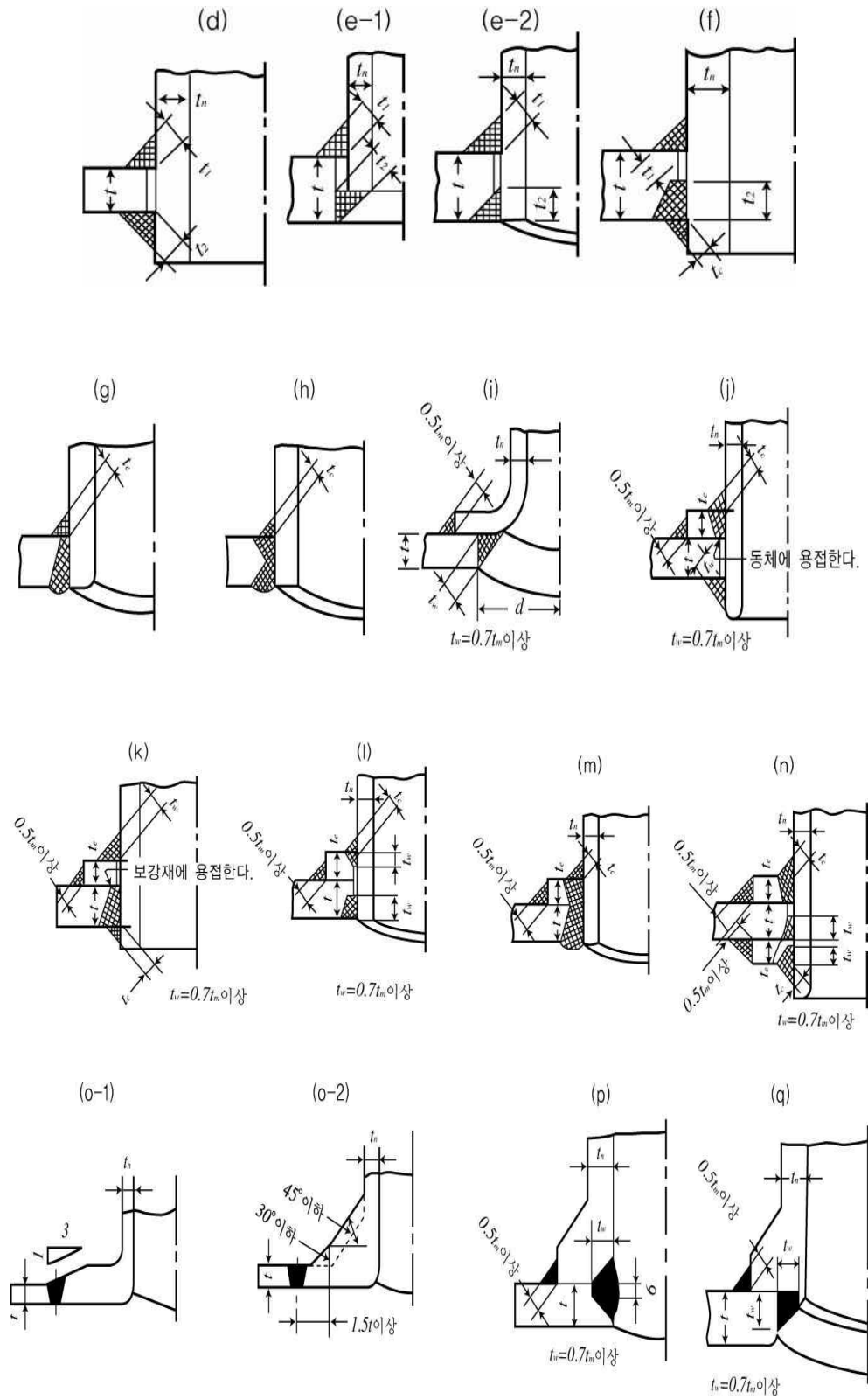
[그림 7]

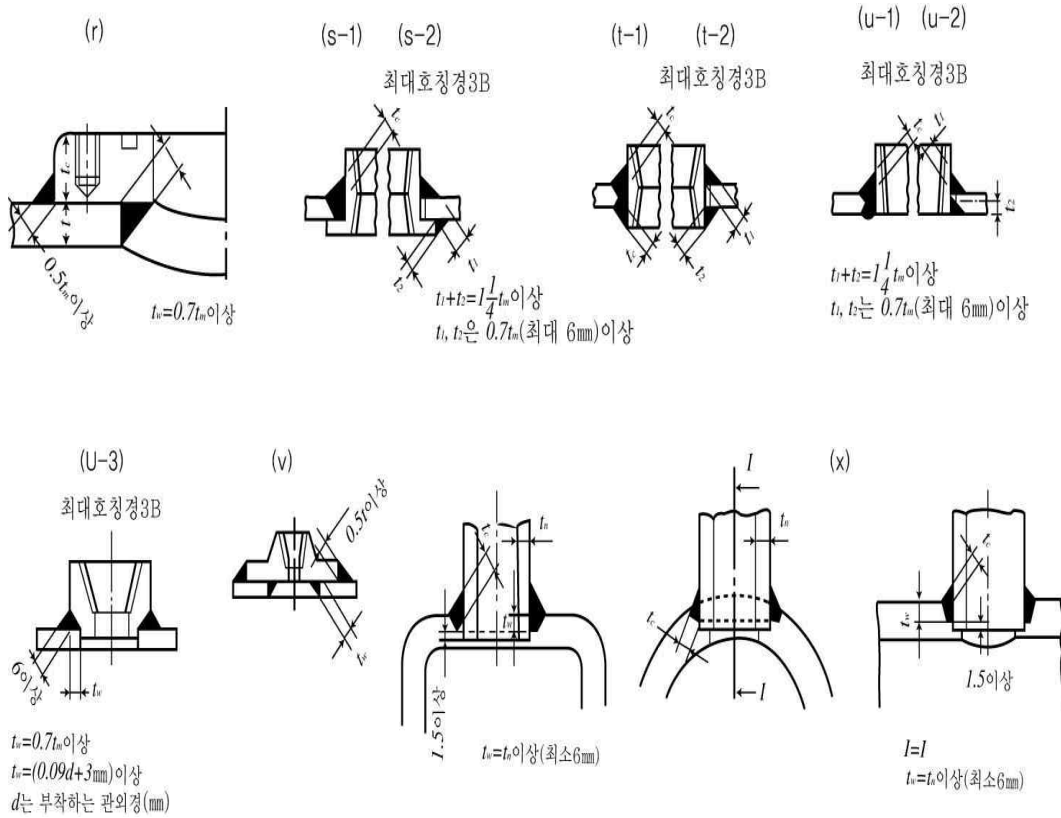




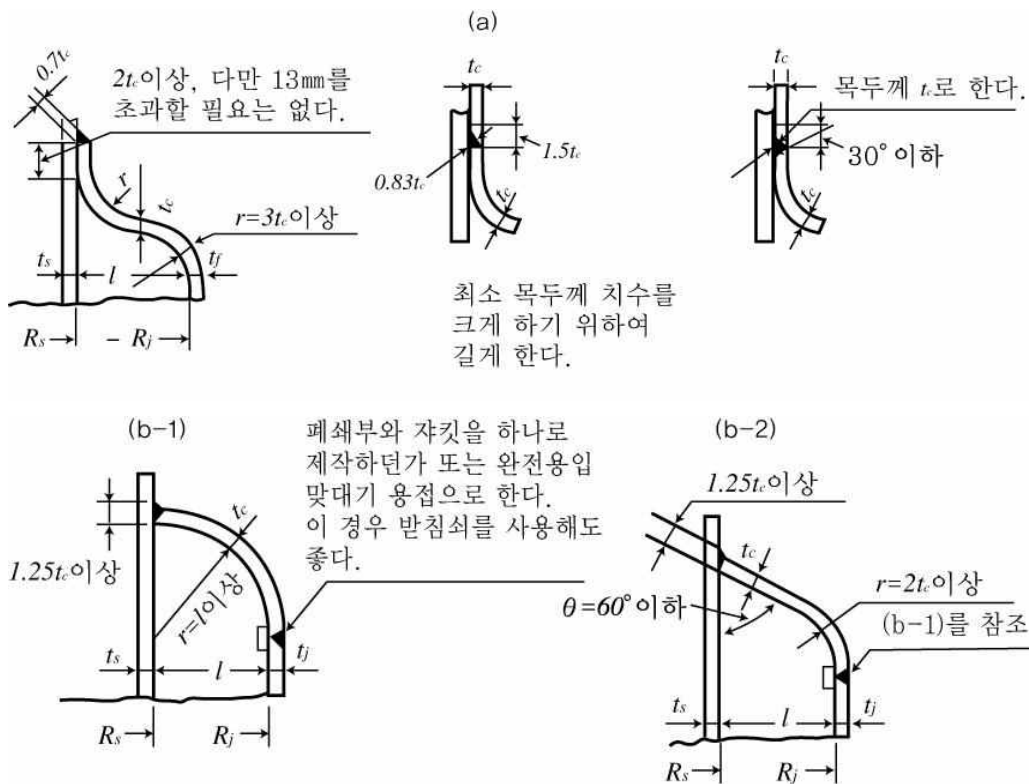
[그림 8]

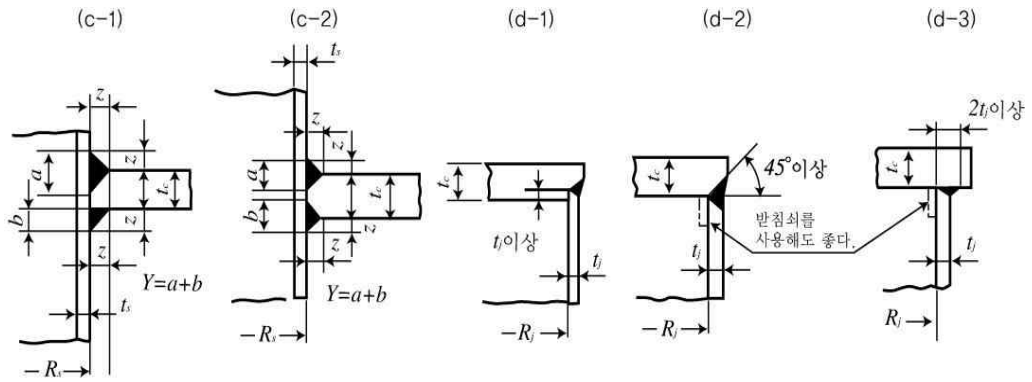




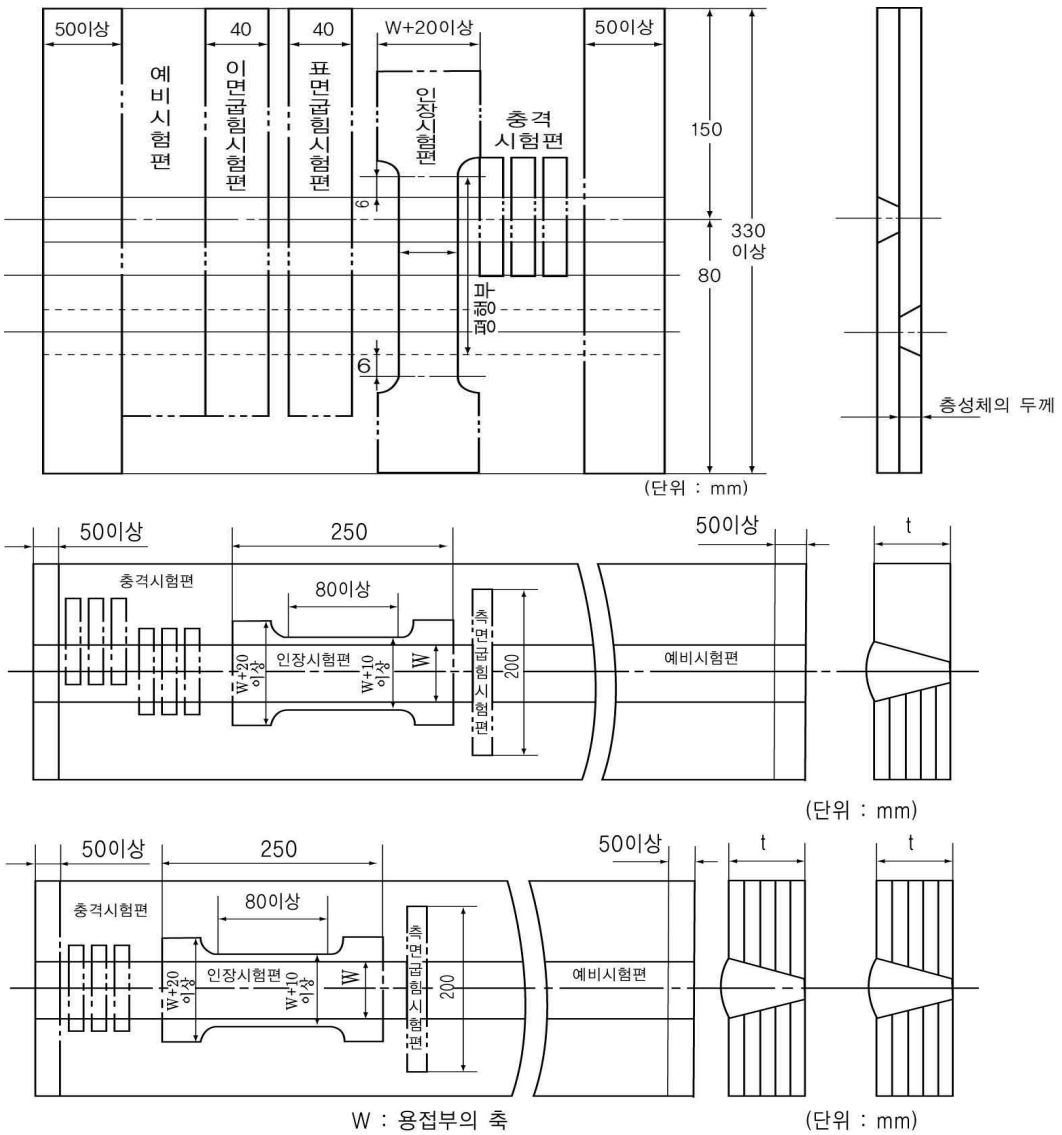


[그림 9]





[그림 10]



부록 I 입력용기등 제조업소의 품질시스템 운영에 대한 일반기준

| | |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 서문 | |
| | <p>가. 이 기준은 생산단계검사 중 생산공정검사 및 종합공정검사를 통해서 압력용기등을 제조업소가 안전하고 신뢰성 있는 제품을 생산할 수 있도록 작성된 것이다.</p> <p>나. 이 기준은 일반사항, 설계, 제조, 자체검사, 의무 조항으로 구성 되어 있으며, 제조업소의 품질시스템이 생산단계검사 중 생산공정검사 또는 종합공정검사를 받기 위한 요구사항에 적합한가를 평가하기 위하여 사용된다.</p> |
| 2. 일반사항 <개정 15.12.10> | |
| 가. 조직 | |
| (1) | 고객 및 법적요구사항에 충족하는 제품을 제공할 수 있는 기술적·업무적 능력이 있는 조직이어야 한다. |
| (2) | 최고경영자는 품질시스템에 필요한 공정 및 절차가 수립되고 실행되며 유지됨을 보장하여야 한다. |
| (3) [종합] | <p>설계 과정 또는 장기간 사용으로 나타날 수 있는 고장형태 등을 연구하여 설계에 반영할 수 있도록 다음사항을 포함하는 연구·개발 조직을 보유하여야 한다.</p> <p>(가) 연구·개발책임자 및 인력</p> <p>(나) 연구·개발에 필요한 적정 설비 및 장비</p> |
| 나. 품질시스템 | |
| (1) | 제조업소는 이 기준의 요구사항에 따라 품질시스템을 수립, 문서화하고 실행하여야 한다. |
| (2) | 품질시스템의 변경이 계획되고 실행될 때 시스템의 완전성을 유지하여야 하며, 지속적인 개선을 통하여 최신의 상태로 유지하여야 한다. |
| (3) | <p>최고경영자는 품질시스템의 개발 및 실행, 그리고 품질시스템의 효과성을 지속적으로 개선하기 위한 실행증거를 다음을 통하여 제시하여야 한다.</p> <p>(가) 품질방침 및 품질목표의 수립</p> <p>(나) 경영검토(품질시스템의 효과성 및 제품의 개선)의 수행</p> |
| (4) <신설 15.12.10> | <p>품질시스템에 필요한 문서는 관리되어야 하며 다음사항의 관리에 필요한 문서화된 절차가 수립되어 있어야 한다.</p> <p>(가) 문서의 승인, 검토, 갱신 및 재승인</p> <p>(나) 문서의 식별(최신본, 외부출처 문서 등) 및 배포관리</p> <p>(다) 효력 상실 문서의 오사용 방지</p> |
| 다. 인적자원 | |
| (1) | <p>제품품질에 영향을 미치는 인원은 적절한 학력, 교육훈련, 숙련도 및 경력에 근거하여 적격하여야 하며 제조업소는 문서화된 절차를 통해서 다음 사항을 이행하여야 한다.</p> <p>(가) 인원에 대한 적격성 결정 수행</p> <p>(나) 적격성을 충족시키기 위한 교육훈련 등의 제공 및 효과성 평가</p> <p>(다) 적격성에 대한 적절한 기록 유지</p> |
| (2) [종합] | 제품의 설계·개발에 책임을 가진 인원의 경우 설계·개발 요구사항을 달성하고 적용할 도구 및 기법에 숙련됨을 보장하여야 한다. |
| 라. 시설 및 장비 | |
| (1) [주기] | <p>제품의 요구사항에 대한 적합성을 달성하는데 필요한 시설, 장비 및 업무환경을 결정, 확보 및 유지하여야 한다.</p> <p>(가) 건물, 업무장소 및 유틸리티</p> <p>(나) 프로세스장비(하드웨어 및 소프트웨어)</p> <p>(다) 지원서비스(운송, 통신 등)</p> |
| (2) [주기] | 제품 및 제조공정의 요구에 적합하도록 현장을 정돈, 청결한 상태로 유지하여야 한다. |
| (3) | 종업원에 대한 잠재적인 위험을 최소화하기 위한 수단이 설계, 개발 및 제조활동에 표현되어야 |

| | |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 【종합】 | 한다. |
| 3. 설계 | |
| 가. 설계 및 개발 | |
| (1) 【종합】 | 제품의 요구사항에 적합한 제품을 실현할 수 있는 설계 및 개발 능력을 확보하여야 한다. |
| (2) 【종합】 | 제품설계출력은 요구사항에 대하여 검증이 가능한 형태로 제공되고 배포 전에 승인되어야 하며 다음사항을 포함하여야 한다. (가) 잠재적 고장영향분석 등 분석결과 및 신뢰성결과 (나) 제품의 특성, 필요시 시방서 (다) 해당되는 경우, 제품의 실수방지를 위한 조치 (라) 도면 또는 수학적 기초데이터가 포함된 제품의 정의 (마) 제품설계검토 결과 |
| (3) 【종합】 | 공정설계출력은 요구사항에 대하여 검증이 가능한 형태로 제공되고 배포 전에 승인되어야 하며 다음 사항을 포함하여야 한다. (가) 도면 및 필요시 시방서 (나) 제조공정 흐름도 및 레이아웃 (다) 잠재적 고장영향분석 등 분석 결과 (라) 관리계획서 (마) 작업지침서 (바) 공정승인합격기준 (사) 제품/공정 부적합사항에 대한 검출 및 피드백 방법 |
| (4) 【종합】 | 설계 및 개발의 결과에 대한 타당성 확인을 실시하여야 하며 타당성 확인결과 및 모든 필요한 조치에 대한 기록을 유지하여야 한다. |
| (5) 【종합】 | 설계 및 개발의 변경은 쉽게 파악되고 그 기록이 유지되어야 한다. 변경사항은 해당되는 경우 검토, 검증, 타당성확인이 되어야 하며 실행 전에 승인되어야 한다. |
| 4. 제조 | |
| 가. 구매 | |
| (1) 【주기】 | 구매한 제품이 규정된 구매요구사항을 충족시킨다는 것을 보장하는데 필요한 검사 또는 그 밖의 활동을 수립하고 실행하여야 한다. |
| (2) | 규정된 구매요구사항에 적합한 제품을 제공할 수 있는 능력을 근거로 공급자를 선정하여야 한다. 선정기준은 수립되어 있어야 하며 선정에 관련된 모든 기록을 유지하여야 한다. |
| (3) 【종합】 | 공급자를 정기적으로 평가하고 그 평가 결과는 구매정책에 반영하여야 하며 이에 따라 공급자 관리방법은 달라져야 한다. |
| 나. 생산 | |
| (1) | 제조업소는 다음 사항을 포함한 관리조건하에서 생산을 계획하고 수행하여야 한다. (가) 필요에 따른 업무지침서의 사용 (나) 적절한 장비의 사용 (다) 측정의 실행 (라) 공정승인합격판정기준의 사용 |
| (2) 【주기】 | 제조업소는 제조단계에서 측정 요구사항과 관련하여 제품상태를 식별하여야 한다. |
| (3) 【종합】 【주기】 | 제조업소는 제조단계에서 측정 요구사항 및 추적성과 관련하여 제품상태를 식별하여야 한다. |
| (4) 【주기】 | 작업준비는 작업의 첫 가동, 자재의 교체 또는 작업변경시 마다 검증되어야 한다. |
| (5) 【종합】 | 각 공정에 대한 적절한 통계적 기법은 양산 전에 결정되어야 하고 관리계획서에 포함되어야 한다. 산포, 공정능력 같은 기본적 개념은 조직 전반에서 이용되어야 한다. |
| (6) 【종합】 | 제조업소는 제품, 제조공정에서 잠재적 고장영향분석 등 분석결과를 고려한 관리계획서를 갖추어야 한다. |

| | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (7) 【중합】 【주기】 | 제품품질에 영향을 미치는 모든 인원을 위하여 문서화된 작업지침서를 작성하여야 한다. 이 지침서는 작업장에서 쉽게 열람이 가능하여야 한다. |
| (8) 【중합】 | 제조업소는 주요공정을 파악하고 기계/장비/치공구의 보전을 위한 자원을 제공해야 하며 효과적으로 계획된 총체적 예방보전 시스템을 개발하여야 한다. 시스템에는 다음사항을 포함하여야 한다. (가) 계획된 보전 활동 (나) 장비, 치공구 및 게이지의 포장 및 보전 (다) 주요 제조장비에 대한 교체용 부품의 가용성 (라) 보전 활동의 문서화, 평가 및 개선 (마) 생산, 수리 또는 폐기와 같은 상태를 규정한 식별 <개정 15.12.10> |
| 5. 자체검사 | |
| 가. 검사방법 및 절차 | |
| (1) 【주기】 | 제조업소는 수행하여야 할 검사를 결정하고 결정된 요구사항에 대한 제품적합성 여부를 검사하여야 한다. 이는 제품생산공정의 적절한 단계에서 수행하여야 한다 |
| (2) 【주기】 | 검사한 제품에 대하여는 합격판정기준에 적합하다는 증거가 유지되어야 한다. 기록에는 제품의 불출을 승인하는 인원이 나타나야 한다. |
| (3) 【중합】 【주기】 | 계수값 데이터 샘플링에 대한 합격수준은 무결점이어야 한다. |
| (4) 【주기】 | 측정은 요구사항에 일치하는 방법으로 수행되도록 하여야 하고 유효한 결과를 보장하기 위하여 측정장비는 다음과 같아야 한다. (가) 규정된 주기 또는 사용전에 국제표준 또는 국가표준에 소급 가능한 측정표준으로 교정 또는 검증. 그러한 표준이 없는 경우 교정 또는 검증에 사용된 근거를 기록 (나) 교정상태가 결정될 수 있도록 식별 (다) 측정결과를 무효화 시킬 수 있는 조정으로부터 보호 (라) 취급, 유지보전 및 보관하는 동안 손상, 열화로부터 보호 |
| (5) 【주기】 | 교정 및 검증결과에 대한 기록은 유지되어야 하며 측정값은 보정의 형태로 활용되어야 한다. |
| (6) 【중합】 | 통계적 방법을 사용하여 각 형태의 측정 및 시험의 결과에 나타난 측정시스템의 변동을 분석하여야 한다. |
| (7) 【중합】 | 제조업소의 시험실은 다음 기술적 요구사항을 규정하여 품질시스템 문서화에 포함되어야 한다. 가) 인원, 장비 및 시설의 적격성 나) 시험을 관련 규격에 따라 정확하게 수행하는 능력 다) 외부시험실은 KS Q ISO/IEC 17025 또는 동등한 인정기관 <개정 14.11.17> |
| 나. 시정 및 예방조치 | |
| (1) 【주기】 | 부적합품 및 의심스런 제품이 식별되고 관리됨을 보장하여야 한다. |
| (2) | 부적합의 재발방지를 위한 조치를 취하여야 하며, 문서화된 절차에는 다음 사항을 규정하여야 한다. (가) 부적합의 검토 (고객불평 포함) (나) 시정조치의 결정, 실행 및 기록 |
| (3) | 품질방침, 품질목표, 심사결과, 데이터분석, 시정조치, 예방조치 및 경영검토의 활용을 통하여 품질시스템의 효과성을 지속적으로 개선하여야 한다. |
| (4) | 부적합의 발생방지를 위하여 잠재적 부적합의 원인을 제거하기 위한 예방조치를 실행하여야 한다. |
| 다. 내부감사 | |
| (1) | 제조업소는 품질시스템이 효과적으로 실행되고 유지되는지에 대하여 계획된 주기로 내부감사를 수행하여야 한다. |
| (2) | 감사의 계획, 수행, 감사의 독립성 보장, 결과의 보고 및 기록유지에 대한 책임과 요구사항은 문서화된 절차에 규정되어야 한다. |

| 6. 의무 <개정 15.12.10> | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 가. 합격표시 | |
| (1) 【주기】 | 제조업소는 합격표시(필증 또는 각인)에 대한 관리규정을 문서화해야 하며, 합격표시의 수령·사용·보관 폐기 등에 관한 기록은 즉시 최신의 상태로 유지되어야 하며 관리규정에는 다음 사항을 포함하여야 한다. (가) 합격표시(필증 또 각인)는 반드시 권한 있는 직원만이 취급 (나) 합격표시는 반드시 계획된 절차에 의하여 최고경영자/ 경영대리인의 승인을 거쳐 사용 (다) 합격표시의 사용내용에 대한 기록 (라) 합격표시의 오용방지를 위한 자체계획을 수립 (마) 합격표시는 훼손 또는 도난을 방지할 수 있도록 보관 |
| 나. 안전관리 | |
| (1) | 제조업소는 최근 1년간 제품결함으로 인한 사고가 없고 수집검사를 받은 결과 부적합이 없어야 한다. |
| (2) 【종합】 | 제조업소는 최근 3년간 제품결함으로 인한 사고가 없고 수집검사를 받은 결과 부적합이 없어야 한다. |
| 다. 그 밖의 사항 | |
| (1) | 제품의 품질 저하 또는 사용자의 안전에 중대한 위해를 발생시킬 수 있는 사인이 발생한 경우에 제조업소는 적절한 조치를 취하여야 한다. |
| (2) | 제조업소의 품질시스템 운영상에 중대한 변경이 있을 경우 15일 이내에 한국가스안전공사에 통보하여야 한다. |

[비고]

1. 【종합】은 종합공정검사 대상에만 적용하는 기준
2. 【주기】는 검사주기에 따른 검사시 적용하는 기준
3. 표시가 없는 조항은 생산공정검사 및 종합공정검사의 공통기준

부록 J 덕타일 철 주조품 및 맬리어블 철 주조품 <신설 15.5.8>

1. 덕타일 철 주조품

1.1 적용 범위

이 부록은 덕타일 철 주조품(이하 "주조품"이라 한다)에 대하여 적용한다.

1.2 제 조

용해 및 흑연의 구상화는 제품 품질에 악영향을 주지 않는 방법으로, 주조는 주조품의 각 부에 균일한 기계적 성질을 주도록, 열처리하는 주조품이 균일한 페라이트상이 되도록 한다.

1.3 제 품

1.3.1 주조품은 주물 가공, 균열, 주물사의 부착, 그 밖의 해로운 결함이 없고, 표면은 매끄럽고 품질은 1.4의 규정에 만족해야 한다.

1.3.2 주조품은 용접, 납땜 등에 의한 보수를 해서는 안 된다.

1.4 품 질

주조품의 품질은 다음에 따른다.

1.4.1 화학 성분

주조품의 화학 성분은 표 1.4.1과 같다.

표 1.4.1 주조품의 화학 성분

| 성 분 | 규 격 값 | 비 고 | 시험 방법 |
|-------|-----------|---------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 합계 탄소 | 3.00 % 이상 | 시료는 드릴 가공 가루로는 채용하지 않는다. | 1.7.1 분석 시험에 따른다. |
| 규소 | 2.50 % 이하 | 다만 인을 0.01 % 낮출 때마다 규소를 0.08%씩 늘릴 수 있으나 이 경우 규소는 2.75 %를 넘지 않아야 한다. | |
| 인 | 0.08 % 이하 | | |

1.4.2 기계적 성질

주조품의 기계적 성질은 표 1.4.2와 같다.

표 1.4.2 주조품의 기계적 성질

| 항 목 | 규 격 값 | 공 시 재 | 시험편 · 시험 방법 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------|-------------------|
| 인장 강도 | 412 N/mm ² 이상 | 1.5 공시재에 따른다. | 1.7.2 인장 시험에 따른다. |
| 0.2 % 내구력 | 275 N/mm ² 이상 | | |
| 연 신 율 | 18 % 이상 | | |
| 브리넬 경도 | 143 이상 187 이하 | 1.5 공시재에 따른다. | 1.7.3 경도 시험에 따른다. |
| 샤르피 흡수 에너지 값 | 3개의 평균값 15J 이상 최저값 13J 이상 | 1.5 공시재에 따른다. | 1.7.4 충격 시험에 따른다. |
| [비고] 브리넬 경도시험 결과가 허용 범위를 벗어난 경우는 1.4.3 현미경 조직과 표 1.4.2의 인장 강도를 만족하고 있으면 특별 채용할 수 있다. | | | |

1.4.3 현미경 조직

1.4.3.1 주조품의 현미경 조직에서의 흑연 모양은 그림 1.4.3.1의 A형 및 B형으로 한다.

1.4.3.2 흑연의 구상화율은 90 % 이상이어야 한다.

1.4.3.3 시험 방법은 1.7.5 현미경 조직 시험에 따른다.

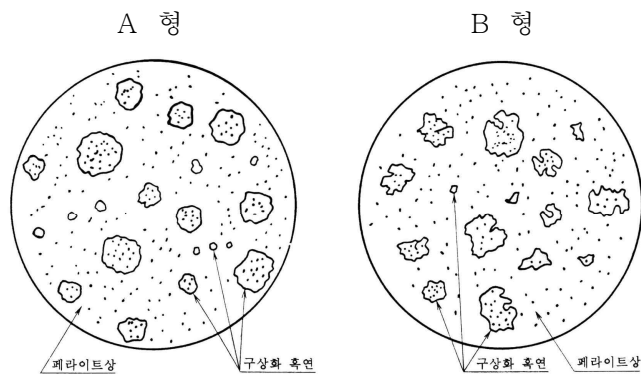


그림 1.4.3.1 주조품의 현미경 조직

1.5 공 시 재

공시재는 다음에 따른다.

1.5.1 시험편을 채취하는 공시재는 흑연 구상화 처리한 레이들마다 그 최종 용탕에서 최종 벽 두께 38mm의 적정한 주형을 사용하여 주조한다(제품 주조 후 신속히 한다). 공시재는 주조품과 동일한 노에서 동시에 열처리한다.

1.5.2 공시재에는 주조품과 대비 가능한 표지를 붙인다.

1.5.3 인장 시험, 경도 시험 및 충격 시험에 사용하는 시험편은 원칙적으로 Y블록에서 채취한다. Y블록의 모양·치수는 주조품의 두께에 따라 그림 1.5.3 및 표 1.5.3에 따른다.

단위 : mm

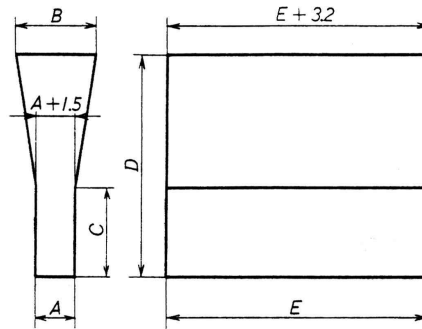


그림 1.5.3 Y블록의 모양·치수

표 1.5.3 Y블록의 치수

단위 : mm

| | 주조품의 두께 | | |
|---|---------|-------|----------|
| | 13 미만 | 13~33 | 38을 넘는 것 |
| A | 약 13 | 약 25 | 약 75 |
| B | 약 40 | 약 50 | 약 100 |
| C | 약 50 | 약 75 | 약 125 |
| D | 약 100 | 약 150 | 약 175 |
| E | 약 175 | 약 175 | 약 200 |

[비고] 살 두께 38mm를 넘는 것의 치수는 참고값이다.

1.5.4 현미경 조직 시험에 사용하는 시험편은 그림 1.5.4의 주형을 사용하여 만든 공시재에서 채취하거나 또는 주조품에 붙인 테스트리그에 의한다.

단위 : mm

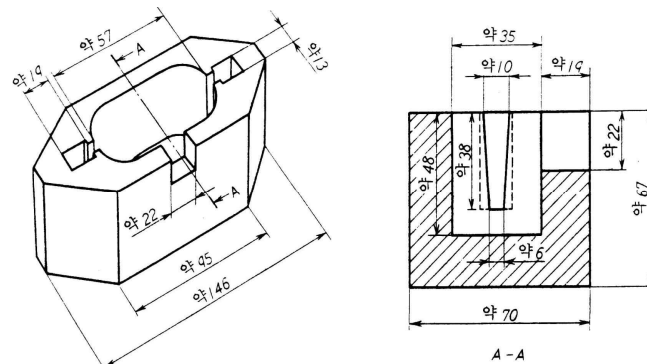


그림 1.5.4 현미경 조직 시험편 주조 주형

1.6 시험 횟수 및 재시험

1.6.1 인장 시험, 경도 시험 및 충격 시험은 흑연 구상화 처리한 레이들마다 작성한 Y블록 공시재에 대하여 1회씩 한다.

1.6.2 현미경 조직 시험은 특별한 지정이 없는 한 1.7.2의 규정에 의한 인장 시험 대신에 할 수 있다. 현미경 조직 시험을 적용하는 경우는 레이들마다 1회 한다. 다만 이 경우의 인장 시험은 각자의 용해 및 열처리마다 1회 한다.

1.6.3 인장 시험편에 주조상 또는 기계 가공상 결함이 있을 때는 동일 Y블록 공시재 또는 동일 레이들, 동일 열처리한 다른 Y블록 공시재에서 채취한 시험편으로 재시험할 수 있다.

1.6.4 시험편이 불합격이 되었을 때 불합격된 시험 항목에 대하여 다시 2회의 시험을 할 수 있다. 이 경우 어떤 시험의 결과이든 불합격이 되었을 때는 이 구조품을 불합격으로 한다.

1.7 시험 방법

1.7.1 분석 시험

1.7.1.1 구조품의 성분 분석은 KS D 1804, KS D 1805, KS D 1802, KS D 1650 또는 KS D 1652에 따른다.

1.7.2 인장 시험

1.7.2.1 인장 시험편은 KS B 0801의 4호 시험편 또는 부록 J 그림 1.7.2.1의 모양·치수로 한다. 그림 1.7.2.1의 Y블록의 A치수가 13mm 미만인 경우는 그림 1.7.2.1의 시험편으로 한다.

1.7.2.2 인장 시험 방법은 KS B 0802에 따른다.

단위 : mm

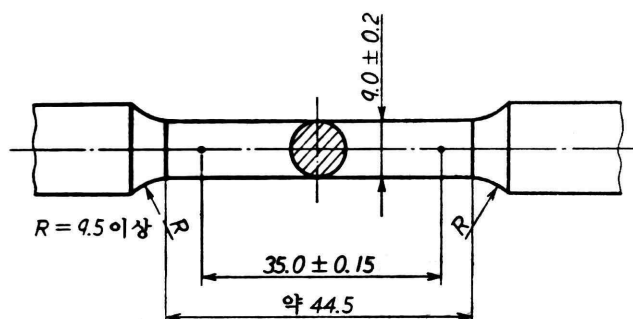


그림 1.7.2.1 인장 시험편의 치수와 모양

1.7.3 경도 시험

1.7.3.1 경도 시험편 및 시험 방법은 KS B 0805에 따른다. 시험 하중은 29.42kN으로 한다.

1.7.4 충격 시험

1.7.4.1 충격 시험편은 KS B 0809의 시험편으로 한다.

1.7.4.2 시험 방법은 KS B 0810의 “샤르피 충격 시험기를 사용할 경우”에 따른다.

1.7.4.3 시험 온도는 23 ± 5 °C로 한다. 다만 -10 °C를 넘는 저온에서 사용하는 경우에는 그 최저 사용 온도 이하로 하고 그 시험 온도를 제품에 각인한다.

1.7.5 현미경 조직 시험

1.7.5.1 현미경 조직 시험을 적용하는 경우 현미경 조직에서 흑연의 구상화율의 산정은 배율 100배의 시야 안에서 그림 1.4.3.1의 A형과 같이 구상화한 흑연의 수를 그림 1.7.5.1의 구상화되어 있지 않은 흑연의 수도 포함한 전체 흑연의 수로 나눈 백분율로 나타낸다.

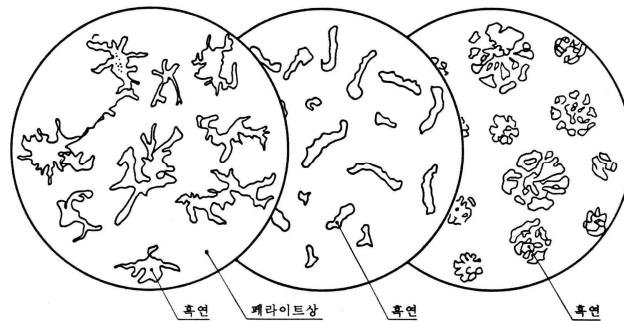


그림 1.7.5.1 주조품의 현미경 조직

1.7.5.2 인장 시험 대신에 하는 현미경 조직 시험에서는 그 사진을 주조품과 대비할 수 있는 표지를 붙여서 보존해야 한다.

2. 맬리어블 철 주조품

2.1 적용 범위

이 부록 J의 2는 맬리어블 철 주조품(이하 "주조품"이라 한다)에 대하여 적용한다.

2.2 제 조

2.2.1 주조품은 백선 주물로 주조 후, 주로 흑연화를 목적으로 한 열처리를 하여 제조한다.

2.2.2 주조품은 용접, 납땜 등에 의한 보수를 해서는 안 된다.

2.3 품 질

2.3.1 주조품은 2.4.4에 규정한 충격값을 만족해야 한다.

2.3.2 충격 시험편은 시험편으로 가공할 수 있는 공시재에서 채취할 수 있다.

2.4 충격 시험

2.4.1 충격 시험편은 KS B 0809의 시험편으로 한다.

2.4.2 시험 방법은 KS B 0810의 샤르피 충격 시험기를 사용하는 경우에 따른다.

2.4.3 시험 온도는 23 ± 5 °C로 한다. 다만 -10 °C를 넘는 저온에서 사용하는 경우는 그 저온 사용 온도 이하로 하고 그 시험 온도를 제품에 각인한다.

2.4.4 샤르피 흡수 에너지는 3개의 평균값 15J 이상, 최저값 13J 이상이어야 한다.

부록 K 냉간연신 압력용기등 제조의 기술·검사 기준 <신설 16.7.11>

K1 적용범위

이 부록은 내면에 압력을 받는 냉간연신 공법으로 제조하는 압력용기등에 대하여 적용한다. 다만, 이 부록에서 정하지 아니한 사항은 본문의 규정에 따른다.

K2 설계

K2.1 압력용기등의 동판의 사용두께는 30mm 미만으로 한다.

K2.2 압력용기등의 설계온도는 -196°C 이상, 50°C 이하로 한다.

K2.3 압력용기등의 동판 및 경판의 사용두께는 각각 균일한 것으로 한다.

K2.4 압력용기등은 접시형 경판이 부착된 원통형 동체 또는 구형 동체로서 노즐에 보강재가 없는 것으로 한다.

K2.5 압력용기등의 두께계산 시 적용하는 안전계수는 냉간연신 전의 안전계수로 한다.

K3 재료

K3.1 압력용기등에 사용하는 재료는 다음 중 어느 하나의 재료 또는 이와 동등 재료를 사용한다.

- (1) KS D 3705(열간압연 스테인리스 강판 및 강대)
- (2) KS D 3698(냉간압연 스테인리스 강판 및 강대)

K3.2 압력용기등의 동판 및 경판 재료의 허용인장응력은 표 K3.2에서 정한 최대 허용 인장응력 값을 사용한다. 다만, 구멍 보강재 및 노즐의 허용인장응력은 부록 A에서 정한 최대 허용 인장응력 값을 사용한다.

표 K3.2 규격재료의 최대 허용 인장응력

| 규격명칭 | 재료 및 기호 | 최대 허용 인장응력 (N/mm ²) |
|------------------------|-----------|---------------------------------|
| KS D 3705 | STS 304 | 270 |
| 열간압연 스테인리스 강 관 및 강대 | STS 304L | 247 |
| | STS 304N | 293 |
| KS D 3698 | STS 316 | 270 |
| 냉간압연 스테인리스 강 관 및 강대 | STS 316L | 247 |
| | STS 316LN | 270 |
| | STS 316N | 293 |

K3.3 압력용기등에 사용하는 용접재료의 최소 인장강도는 모재의 최소 인장강도보다 커야 한다.

K4 두께

K4.1 압력용기등의 동관 및 경관의 두께는 본문 3.3에 따른 최소 두께 이상으로 한다.

K4.2 지지 구조물 보강재의 두께는 동관 두께 이하로 한다.

K5 구조

K5.1 접시형 경관 구석 둥근부분의 인쪽 반지름은 경관 중앙부의 인쪽 반지름의 10%를 초과하는 것으로 한다.

K5.2 압력용기등에 부착하는 노즐의 크기는 150 mm 미만으로 한다. 다만, 경관 중앙부에 설치하는 노즐의 크기는 200 mm 미만으로 할 수 있다.

K6 가공

냉간연신은 검사원의 입회 하에 다음 기준에 따라 실시한다.

K6.1 압력용기등 내부의 공기를 제거한 후 물을 완전히 채운다.

K6.2 냉간연신압력을 가하기 전에 원주길이의 증가가 가장 클 것으로 판단되는 동관의 원주길이(B용접 이음매와 B용접 이음매 사이의 중앙의 길이)를 말한다. 이하 “전체 동관 원주길이” 라 한다)를 측정한다.

K6.3 냉간연신을 위한 가압공정은 다음 기준에 따른다.

- (1) 냉간연신을 위한 가압 장치는 고장 시 갑작스런 압력 방출로 인하여 작업자에게 위해를 가할 수 있으므로 “안전 구역” 을 설정하고 적절한 관리 하에 실시한다. 이 경우 “안전 구역” 내에 있는 시간과 인력은 최소화한다.
- (2) 냉간연신압력은 설계압력의 1.5배에서 1.6배 사이의 압력으로 한다.
- (3) 압력을 가할 때에는 설계압력까지 서서히 압력을 올린 후 그 상태에서 10분 동안 정지한다.
- (4) 설계압력에서 냉간연신압력까지는 1분당 0.1 MPa씩 단계적으로 압력을 증가시킨다.
- (5) 냉간연신압력 하에서 최소 유지시간은 1시간(동체의 직경이 2000 mm 이하인 경우에는 30분) 이상으로 한다.
- (6) 30분 동안의 변형률이 0.1 %/hr 이하가 될 때까지 냉간연신압력을 30분(동체의 직경이 2000 mm 이하인 경우에는 15분) 동안 유지한다.

K6.4 냉간연신의 변형률 측정은 다음 기준에 따른다.

- (1) 원주길이 증가의 측정은 $\pm 0.05\%$ 의 정확도를 갖는 측정용 장치를 이용하여 측정한다.
- (2) 30분(동체의 직경이 2000 mm 이하인 경우에는 15분) 동안의 변형률이 0.1 %/hr 이하가 되는 때의 전체 동관 원주길이를 측정하여 계산한다.

K7 용접

K7.1 압력용기등의 A이음매는 본문 표 3.6.3의 분류번호 1로 하고, B이음매는 표 3.6.3의 분류번호 1 또는 2로 한다. <개정 16.11.23>

K7.2 모든 노즐 용접부는 완전용입용접으로 한다.

K7.3 지지구조물 보강재 용접부는 전두께 필렛용접으로 한다.

K7.4 A이음매 용접부의 덧붙임 높이는 동관 두께의 10% 또는 3 mm 중 작은 높이로 한다.

K7.5 압력용기등의 용접부는 용입이 충분하고 균열이나 언더컷·오우퍼랩·슬래그혼입·블로우홀 등의 유해한 결함이 없고, 유해한 지그자곡도 없는 것으로 한다.

K7.6 냉간연신을 실시한 압력용기등에 용접 수리가 필요한 경우에는 냉간연신을 재실시한다.

K8 표시사항

K8.1 냉간연신을 실시한 압력용기등은 금속박판에 “CS” 를 표시한다.

K8.2 압력용기등의 제조자 또는 수입자는 검사 성적서에 “본 압력용기등은 냉간연신 공법으로 제조되었음” 을 기록한다.

K9 검사

K9.1 압력용기등의 맞대기용접부는 냉간연신을 실시하기 전에 전 길이에 대하여 방사선투과시험을 실시한다.

K9.2 냉간연신 후에는 A이음매와 노즐 등 부착물 용접부에 대하여 침투탐상시험을 실시한다. 다만, 해당 용접부에 균열 등의 결함이 발견되는 경우에는 모든 용접부에 대하여 침투탐상시험을 실시한다.

K9.3 냉간연신 후 압력용기등에 용접을 하는 경우에는 냉간연신을 재실시한다. 다만, 용접부의 길이가 6 mm 이하인 가접부 또는 용접부는 제외한다.

K9.4 K9.3에 따른 용접부는 K9.2에 따라 침투탐상시험을 실시한다.

K9.5 K9.3의 단서에 따라 냉간연신을 재실시 하지 않은 경우에는 용접 후 수압시험 또는 기압시험을 실시한다.

K9.6 냉간연신 공법으로 제조하는 압력용기등의 맞대기 용접부는 본문 4.4.2.2.1(4)에 따라 용접부 기계적검사(충격시험을 포함한다)를 냉간연신 후에 실시한다. 다만, 용접사 기량시험(시험편은 냉간연신 후에 채취한 것으로 한다)을 실시하여 적합 판정을 받은 방법으로 용접하는 경우에 대하여는 기계적검사를 생략할 수 있다.

K9.7 냉간연신 공법으로 제조하는 압력용기등은 본문 4.4.2.2.1(10)에 따른 내압검사를 생략할 수 있다.

K10 냉간연신 보고서

냉간연신을 실시한 압력용기등은 다음 사항이 포함된 시험 성적서를 한국가스안전공사에 제출한다.

- (1) 냉간연신을 위한 압력 및 시간 등의 세부 절차
- (2) 기압 전·중·후의 동체 원주길이 측정 기록
- (3) 변형률 계산
- (4) 압력용기의 기능과 관련되어 모양 및 크기의 심각한 변화가 있는 경우 해당된 내용
- (5) 냉간연신을 재실시한 경우 관련 정보

부록 L 수소압축가스설비에 관한 검사기준 <신설 22.1.10.>

L1 적용범위

이 부록은 이 기준 1.4.7에 따른 수소압축가스설비에 대하여 적용한다. 다만, 이 부록에서 정하지 아니한 사항은 본문의 규정에 따른다.

L1.1 이 부록을 적용하는 수소압축가스설비의 기하학적 범위는 압력용기등의 개구부와 체결되는 막음플러그부(오링, 백업링 등을 포함한다. 이하 같다)까지를 말한다.

L2 용어의 정의

이 부록에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

L2.1 “수소압축가스설비”란 압축기로부터 압축된 수소가스를 저장하기 위한 것으로서 설계압력이 41 MPa를 초과하는 압력용기(금속재 라이너에 복합재료를 부분적으로 감싼 압력용기를 포함한다. 이하 같다)를 말한다.

L2.2 “연결부”란 오링, 백업링 등 기밀유지부품을 포함하여 수소압축가스설비의 개구부와 막음플러그가 체결된 부분만을 말한다.

L2.3 “오링홈부”란 오링, 백업링 등 기밀유지를 위한 부품이 접촉하는 수소압축가스설비 연결부의 금속부를 말한다.

L2.4 “개구부”란 수소압축가스설비 경관 또는 동관 쪽 구멍(opening)으로 나사부를 말한다.

L2.5 “막음플러그”란 나사가 절삭된 마개로써 개구부와 연결되는 나사부를 말한다.

L3 검사기준

수소압축가스설비는 다음의 검사기준에 적합해야 한다.

L3.1 수소압력반복검사

L3.1.1 검사대상

다음 중 어느 하나에 해당하는 수소압축가스설비의 연결부는 수소압력반복검사를 실시한다.

- (1) 제조자가 그 업소에서 수소압축가스설비를 본문 1.6.2에 따른 시행일 이후 최초로 제조하는 수소압축가스설비
- (2) 수입자가 그 업소에서 수소압축가스설비를 본문 1.6.2에 따른 시행일 이후 최초로 수입하는 수소압축가스설비
- (3) 다음 중 어느 하나에 해당하는 변경사항이 있는 경우
 - (3-1) 연결부의 재료 변경
 - (3-2) 연결부의 수량, 형상 및 치수의 변경
 - (3-3) 오링홈부의 형상 및 치수 변경
- (4) 다음의 기준을 모두 만족하는 경우에는 중전의 수소압력반복검사 결과를 적용할 수 있다.
 - (4-1) 중전에 검사를 실시한 연결부와 동일한 재료, 형상, 치수 등을 갖는 경우
 - (4-2) 중전에 검사를 실시한 연결부의 설계압력 이하인 경우

L3.1.2 시험방법

수소압력반복검사의 시험체는 최소 2개 이상의 연결부를 사용하여 다음 기준에 따라 실시한다.

- (1) 시험체에 수소가스를 사용하여 설계압력까지 가압한 후 3분간 유지하여 누출여부를 확인한다.
- (2) 누출여부 확인 후, 다음의 압력범위에서 수소를 사용하여 매 분당 10회 미만으로 60 000회 이상 가압한다.
 - (2-1) 설계압력이 87.5 MPa를 초과하는 수소압축가스설비의 경우에는 50 MPa부터 95 MPa까지의 압력구간. 다만, 설계압력이 95 MPa 미만인 경우에는 50 MPa부터 87.5 MPa까지로 한다.
 - (2-2) 설계압력이 87.5 MPa 이하인 수소압축가스설비의 경우에는 20 MPa부터 65 MPa까지의 압력구간. 다만, 설계압력이 65 MPa 미만인 경우에는 20 MPa부터 50 MPa까지로 한다.
- (3) (2)에 따른 수소압력반복시험 후, (1)에 따라 시험체의 누출여부를 재확인한다.

L3.1.3 적합기준

수소압력반복검사는 다음 기준을 모두 만족하는 경우 적합으로 한다.

- (1) 압력반복 횟수 동안 연결부의 누출, 변형(개구부 및 플러그의 나사산을 포함한다) 등이 없을 것. 다만, 시험체의 누출이 없는 경우에 한하여 오링, 백업링 등 기밀유지부품의 변형은 제외한다.
- (2) 시험체에 누출이 생기지 않을 것

L3.2 누출검사

L3.2.1 누출시험

수소압축가스설비 전수(全數)에 대하여 다음 기준에 따라 누출검사를 실시한다.

- (1) 건조한 상태에서 질소에 4% 이상의 헬륨 또는 4% 이상에서 5% 이하의 수소를 포함하는 혼합가스를 사용하여 설계압력 이상을 가압한다. <개정 23. 8. 25.>
- (2) 누출검사는 설계압력 이상 가압하여 3분 이상 유지한 후 수소압축가스설비 전체에 발포액 등을 도포하여 누출이 없는지 확인한다.
- (3) 누출이 없는 경우 적합으로 한다.

L3.2.2 검사방법

(1) 수소압축가스설비의 누출검사는 L3.2.1에 적합한지 확인한다. 다만, 법 제5조의2제1항에 따라 외국용기등의 제조등록을 한 자가 제조한 수소압축가스설비의 누출검사는 이 기준의 표 1.3.1.2에 따른 해당 공인검사기관에서 발행한 누출검사 성적서를 제출하는 것으로 이를 갈음할 수 있다.

(2) (1)의 단서규정도 불구하고, 다음의 기준을 모두 만족하는 경우, 법 제5조의2제1항에 따라 외국용기등의 제조등록을 한 자가 제조한 수소압축가스설비의 누출검사는 제조자의 누출검사 성적서를 확인하여 이를 갈음할 수 있다.

(2-1) 영상 등을 첨부하여 누출시험의 절차를 확인하고 그 결과가 적합한 것을 입증하는 경우

(2-2) 본문 1.6.2에 따른 시행일 이후 검사원이 입회(立會)하여 누출검사를 확인한 날로부터 1년 이내인 경우

L3.3 연결부의 구조 및 치수

L3.3.1 연결부의 설계

수소압축가스설비의 연결부는 다음 기준에 따라 그 연결부에 대한 설계의 적정성을 확인해야 한다.
<개정 23. 11. 7.>

(1) 연결부 내에서의 응력은 적절한 유한요소 응력해석 프로그램 등을 이용하여 계산하되 각 재료의 공칭두께 및 공칭물성을 사용한다.

(2) 연결부의 응력해석은 수소압축가스설비의 설계압력 및 4.4.2.2.1(10)에 따른 내압시험 압력 값을 사용하고 그에 따른 응력값을 표로 요약하여 작성한다.

(3) 수소압축가스설비의 개구부는 3.8.1.2에 따른 파괴시험 및 3.8.1.3에 따른 피로파괴시험을 통하여 사용가능 수명(사이클)을 정한다.

L3.3.2 연결부의 구조 및 치수

연결부의 구조 및 치수는 그 수소압축가스설비의 안전성·편리성 및 작동성을 확보하기 위하여 다음 기준에 적합한지 확인한다.

(1) 연결부의 개구부와 막음 플러그의 접합은 플랜지식을 제외한 나사식 등으로 한다.

(2) 연결부 중 개구부의 나사산 수는 막음 플러그의 나사산 수 이상이어야 한다. 다만, 개구부의 나사산 수가 막음플러그의 나사산 수 미만인 경우에는 토크 측정 등 제조사가 보증한 방법 및 수치에 따라 연결부의 체결력을 확인한다. <개정 23. 8. 25.>

(3) 다음의 사항은 수소압축가스설비의 제조사가 보증한 수치에 적합해야 한다. 이 경우 측정방법은 수소압축가스설비의 제조자가 제시한 방법에 따른다. <개정 23. 8. 25.>

(3-1) 수소압축가스설비의 간극(체결된 상태에서의 개구부와 막음플러그 사이의 간격을 말한다)

(3-2) 수소압축가스설비 오링홈부 공차 및 표면조도

(3-3) 수소압축가스설비 연결부의 나사산 공차 정밀도. 이 경우, 표 L3.3.2(3)에 따른 정밀도 이상 또는 이와 동등 이상의 정밀도를 갖도록 하고, 나사 치수를 플러그게이지(plug-gauge) 등으로 측정한다.

표 L3.3.2(3) 수소압축가스설비 연결부의 나사산 정밀도

| 구분 | 나사산의 공차 정밀도 | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|
| | 미터나사 | 유니파이나사 |
| 개구부 | 4H, 5H | 3B |
| 막음 플러그 | 4h | 3A |
| <p>[비고]</p> <p>1. 미터나사의 공차 정밀도에 관한 사항은 KS B 0235(미터나사의 공차방식) 또는 이와 동등 이상의 기준을 적용한다.</p> <p>2. 유니파이나사의 공차 정밀도에 관한 사항은 KS B 0213(유니파이 보통나사의 허용한계 치수 및 공차) 또는 이와 동등 이상의 기준을 적용한다.</p> | | |

L3.3.3 검사방법

(1) 수소압축가스설비의 연결부 구조 및 치수는 L3.3.1 및 L3.3.2에 적합한지 확인한다. 다만 법 제5조의2 제1항에 따라 외국용기등의 제조등록을 한 자가 제조한 수소압축가스설비의 연결부 구조 및 치수는 이 기준의 표 1.3.1.2에 따른 해당 공인검사기관에서 발행한 연결부 구조 및 치수는 성적서를 제출하는 것으로 이를 갈음할 수 있다. <개정 23. 8. 25.>

(2) (1)의 단서규정에도 불구하고, 다음의 기준을 모두 만족하는 경우, 법 제5조의2제1항에 따라 외국용기등의 제조등록을 한 자가 제조한 수소압축가스설비의 연결부 구조 및 치수는 제조자의 성적서를 확인하여 이를 갈음할 수 있다.

(2-1) 영상 등을 첨부하여 연결부의 구조 및 치수 확인 절차 및 결과가 적합한 것을 입증하는 경우

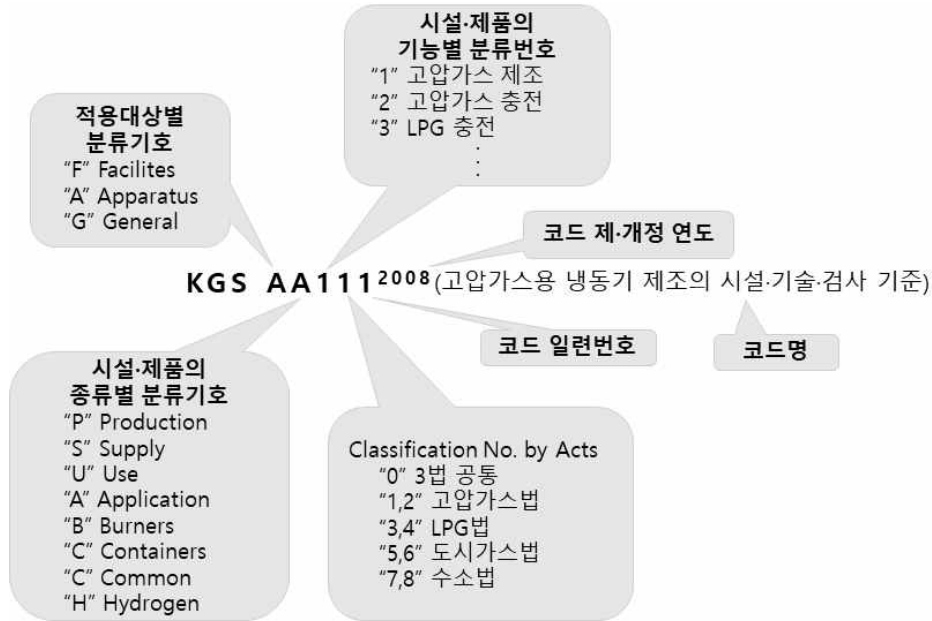
(2-2) 본문 1.6.2에 따른 시행일 이후 검사원이 입회(立會)하여 연결부 구조 및 치수를 확인한 날로부터 1년 이내인 경우

L4 그 밖의 기준

L4.1 수소압축가스설비의 제조자나 수입자는 최저·최대 압력구간(설계압력을 포함한다)을 포함하여 그 설비에 가압될 수 있는 다양한 운전압력 구간별 사용가능 사이클(수명)을 제시해야 한다.

KGS Code 기호 및 일련번호 체계

KGS(Korea Gas Safety) Code는 가스관계법령에서 정한 시설·기술·검사 등의 기술적인 사항을 상세기준으로 정하여 코드화한 것으로 가스기술기준위원회에서 심의·의결하고 산업통상자원부에서 승인한 가스안전 분야의 기술기준입니다.



| 분야 및 기호 | | 종류 및 첫째 자리 번호 | | 분야 및 기호 | | 종류 및 첫째 자리 번호 | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------|
| 제품 (A) (Apparatus) | 기구(A) (Appliances) | 냉동장치류 | 1 | 시설 (F) (Facilities) | 제조·충전 (P) (Production) | 고압가스 제조시설 | 1 | |
| | | 배관장치류 | 2 | | | 고압가스 충전시설 | 2 | |
| | | 밸브류 | 3 | | | LP가스 충전시설 | 3 | |
| | | 압력조정장치류 | 4 | | | 도시가스 도매 제조시설 | 4 | |
| | | 호스류 | 5 | | | 도시가스 일반 제조시설 | 5 | |
| | | 경보차단장치류 | 6 | | | 도시가스 충전시설 | 6 | |
| | | 기타 기구류 | 9 | | 고압가스 판매시설 | 1 | | |
| | | 연소기 (B) (Burners) | 보일러류 | | 1 | 판매·공급 (S) (Supply) | LP가스 판매시설 | 2 |
| | 히터류 | | 2 | | LP가스 집단공급시설 | | 3 | |
| | 레인지류 | | 3 | | 도시가스 도매 공급시설 | | 4 | |
| | 기타 연소기류 | | 9 | | 도시가스 일반 공급시설 | | 5 | |
| | 용기(C) (Containers) | 탱크류 | 1 | | 저장·사용 (U) (Use) | 고압가스 저장시설 | 1 | |
| | | 실린더류 | 2 | | | 고압가스 사용시설 | 2 | |
| | | 캔류 | 3 | | | LP가스 저장시설 | 3 | |
| | | 복합재료 용기류 | 4 | | | LP가스 사용시설 | 4 | |
| | | 기타 용기류 | 9 | | | 도시가스 사용시설 | 5 | |
| | 수소 (H) (Hydrogen) | 수소추출기류 | 1 | | | 일반 (G) (General) | 공통 (C) (Common) | 수소 연료 사용시설 |
| | | 수전해장치류 | 2 | | 기본사항 | | | 1 |
| | | 연료전지 | 3 | | 공통사항 | | 2 | |

