



수소연료사용시설의 시설 · 기술 · 검사 기준

Facility/Technical/Inspection Code for Use of Hydrogen Gases

가스기술기준위원회 심의 · 의결 : 2021년 9월 10일

산업통상자원부 승인 : 2021년 10월 8일

가 스 기 술 기 준 위 원 회

위 원 장 최 병 학 : 강릉원주대학교 교수

부위원장 장 기 현 : 귀뚜라미 전무

당 연 직 홍 순 파 : 산업통상자원부 에너지안전과장
 곽 채 식 : 한국가스안전공사 안전관리이사

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

액화석유가스분야 안 형 환 : 한국교통대학교 교수
 권 혁 면 : 연세대학교 연구교수
 천 정 식 : (주)E1 대표이사
 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 : 귀뚜라미 전무

도시가스분야 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」 제27조의2 및 「도시가스사업법」 제17조의5에 따라 가스기술기준 위원회에서 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 FU671 ²⁰²¹
코 드 명	수소연료사용시설의 시설·기술·검사 기준

[illegible]

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 기준의 효력	1
1.3 용어 정의	1
1.4 기준의 준용(내용 없음)	3
1.5 경과조치	3
1.6 용품사용제한	3
1.7 가스시설 설치제한	4
2. 시설기준	4
2.1 배치기준	4
2.1.1 화기와의 거리	4
2.1.2 보호시설과의 거리	5
2.2 기초기준	5
2.2.1 지반조사	5
2.2.2 기초공사	8
2.2.3 수소저장설비 고정	10
2.3 수소제조설비 및 수소저장설비 기준	13
2.3.1 수소제조설비 및 수소저장설비 설치설 재료	13
2.3.2 수소저장설비 구조	13
2.4 수소가스설비 기준	13
2.4.1 수소가스설비 재료	13
2.4.2 수소가스설비 구조	14
2.4.3 수소가스설비 두께 및 강도	14
2.4.4 수소가스설비 성능	19
2.4.5 수소가스설비 설치	19
2.4.6 압력조정기 설치	20
2.4.7 계량기 설치	21
2.4.8 중간밸브 설치	22
2.5 배관설비기준	22
2.5.1 배관설비 재료	22
2.5.2 배관설비 구조	28

2.5.3 배관설비 두께	29
2.5.4 배관설비 접합	30
2.5.5 배관설비 신축흡수조치	30
2.5.6 배관설비 절연조치	32
2.5.7 배관설비 설치	32
2.5.8 배관부대설비 설치	41
2.5.9 배관설비 성능	42
2.5.10 배관의 표시	43
2.6 정압기 기준(내용 없음)	44
2.7 연료전지 설치기준	44
2.8 사고예방설비기준	49
2.8.1 과압안전장치 설치	49
2.8.2 가스누출경보 및 자동차단장치 설치	59
2.8.3 긴급차단장치 설치	61
2.8.4 역류방지장치(내용 없음)	61
2.8.5 역화방지장치 설치(내용 없음)	61
2.8.6 위험감시 및 제어장치 설치(내용 없음)	61
2.8.7 오발진 방지장치 설치(내용 없음)	62
2.8.8 전기방폭설비 설치	62
2.8.9 환기설비 설치	62
2.8.10 부식방지설비 설치	62
2.8.11 정전기제거설비 설치	63
2.8.12 전도방지설비 설치(내용 없음)	63
2.8.13 절연설비 설치(내용 없음)	63
2.8.14 내부반응감시 설비 설치	63
2.8.15 위험사태발생 방지설비 설치	63
2.9 피해저감설비기준	63
2.9.1 방류둑 설치(내용 없음)	63
2.9.2 방호벽 설치	64
2.9.3 살수장치 설치(내용 없음)	66
2.9.4 제독설비 설치(내용 없음)	67
2.9.5 중화·이송설비 설치(내용 없음)	67
2.9.6 풍향계 설치(내용 없음)	67
2.9.7 소화설비 설치(내용 없음)	67

2.9.8 통행시설 설치(내용 없음)	67
2.9.9 온도상승방지설비 설치	67
2.10 표시기준	68
2.10.1 경계표지	68
2.10.3 경계책	70
2.12 그 밖의 기준(내용 없음)	70
3. 기술기준	70
3.1 안전유지기준	70
3.1.1 기초 유지관리(내용 없음)	70
3.1.2 저장설비 유지관리	70
3.1.3 가스설비 유지관리	73
3.1.4 배관 유지관리(내용 없음)	75
3.1.5 사고예방설비 유지관리	75
3.1.6 피해저감설비 유지관리(내용 없음)	75
3.2 제조 및 충전기준	75
3.2.1 제조 및 충전 준비	75
3.2.2 제조작업	75
3.3 점검기준	76
3.3.1 전체시설 점검(내용 없음)	76
3.3.2 기초점검(내용 없음)	76
3.3.3 저장설비 점검(내용 없음)	76
3.3.4 수소가스설비 점검	76
3.3.5 배관설비점검(내용 없음)	78
3.3.6 사고예방설비 점검(내용 없음)	78
3.3.7 피해저감설비 점검	78
3.4 수리·청소 및 철거기준	78
3.4.1 수리·청소 및 철거준비	78
3.4.2 수리·청소 및 철거작업	79
3.4.3 수리·청소 및 철거 사후조치	80
4. 검사기준	81
4.1 검사항목	81
4.1.1 중간검사(내용 없음)	81

4.1.2 완성검사	81
4.1.3 정기검사	81
4.2 검사방법	82
4.2.1 중간검사(내용 없음)	82
4.2.2 완성검사 및 정기검사	82

수소연료사용시설의 시설·기술·검사 기준 (Facility/Technical/Inspection Code for Use of Hydrogen Gases)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 기준은 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률」(이하 “법”이라 한다) 제2조제9호에 따른 수소연료사용시설의 시설·기술·검사에 대하여 적용한다.

1.2 기준의 효력

1.2.1 이 기준은 법 제48조제2항에 따라 「고압가스 안전관리법」 제33조의2에 따른 가스기술기준위원회의 심의·의결(안전번호 제2021-7호, 2021년 9월 10일)을 거쳐 산업통상자원부장관의 승인(산업통상자원부 공고 제2021-699호, 2021년 10월 8일)을 받은 것으로 법 제48조제1항에 따른 상세기준으로서의 효력을 가진다.

1.2.2 이 기준을 지키고 있는 경우에는 법 제48조제4항에 따라 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률 시행규칙」(이하 “규칙”이라 한다) 별표 5에 적합한 것으로 본다.

1.3 용어 정의

이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1.3.1 “수소제조설비”란 수소를 제조하기 위한 것으로서 규칙 제2조제3항에 따른 수소용품 중 수전해설비 및 수소추출설비를 말한다.

1.3.2 “수소저장설비”란 수소를 충전·저장하기 위하여 지상 또는 지하에 고정 설치하는 저장탱크(수소의 품질을 균질화하기 위한 것을 포함한다)를 말한다.

1.3.3 “수소가스설비”란 수소제조설비, 수소저장설비 및 연료전지와 이들 설비를 연결하는 배관 및 그 부속설비 중 수소가 통하는 부분을 말한다.

1.3.4 “수소용품”이란 연료전지(「자동차관리법」에 따른 자동차에 장착되는 연료전지는 제외한다), 수전해설비 및 수소추출설비로서 다음에 따른 것을 말한다.

(1) 연료전지 : 수소와 산소의 전기화학적 반응을 통하여 전기와 열을 생산하는 고정형(연료소비량이

232.6kW 이하인 것을 말한다) 및 이동형 설비와 그 부대설비

(2) 수전해설비 : 물의 전기분해에 의하여 그 물로부터 수소를 제조하는 설비

(3) 수소추출설비 : 도시가스 또는 액화석유가스 등으로부터 수소를 제조하는 설비

1.3.4 “불연재료”란 「건축법 시행령」 제2조제10호에 따른 불연재료를 말한다.

1.3.5 “방호벽”이란 높이 2m 이상, 두께 0.12m 이상의 철근콘크리트 또는 이와 같은 수준 이상의 강도를 가지는 것으로서 2.9.2에서 정하는 벽을 말한다.

1.3.6 “보호시설”이란 제1종보호시설 및 제2종보호시설로서 다음의 것을 말한다.

1.3.6.1 제1종보호시설

(1) 다음 중 어느 하나에 해당하는 건축물[(1-4)의 경우에는 건축물 또는 공작물]

(1-1) 「초·중등교육법」 제2조 및 「고등교육법」 제2조에 따른 학교

(1-2) 「유아교육법」 제2조제2호에 따른 유치원

(1-3) 「영유아보육법」 제2조제3호에 따른 어린이집

(1-4) 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이놀이시설

(1-5) 「노인복지법」 제36조제2호에 따른 경로당

(1-6) 「청소년활동진흥법」 제10조제1호에 따른 청소년수련시설

(1-7) 「학원의 설립·운영 및 과외교습에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 학원

(1-8) 「의료법」 제3조제2항제1호 및 제3호에 따른 병원급 의료기관 및 의원급 의료기관(「의료법」 제49조제1항제4호에 따른 장례식장을 포함한다)

(1-9) 「도서관법」 제2조제1호에 따른 도서관

(1-10) 「전통시장 및 상점가 육성을 위한 특별법」 제2조제1호에 따른 전통시장

(1-11) 「공중위생관리법」 제2조제1항제2호 및 제3호에 따른 숙박업 및 목욕장업의 시설

(1-12) 「영화 및 비디오물의 진흥에 관한 법률」 제2조제10호에 따른 영화상영관

(1-13) 「건축법 시행령」 별표 1 제6호에 따른 종교시설

(2) 사람을 수용하는 「건축법」 제2조제1항제2호에 따른 건축물(가설건축물과 「건축법 시행령」 별표 1 제18호가목에 따른 창고는 제외한다)로서 사실상 독립된 부분의 연면적이 1천㎡ 이상인 것

(3) 「건축법 시행령」 별표 1 제5호 및 제28호에 따른 공연장·예식장·전시장 및 장례식장에 해당하는 건축물, 그 밖에 이와 유사한 시설로서 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 별표 3에 따라 선정된 수용인원이 300명 이상인 건축물

(4) 「사회복지사업법」 제2조제4호에 따른 사회복지시설로서 사회복지시설 신고증에 따른 수용 인원이 20명 이상인 건축물

(5) 「문화재보호법」 제2조제2항에 따라 지정문화재로 지정된 건축물

1.3.6.2 제2종보호시설

(1) 「건축법 시행령」 별표 1에 따른 단독주택 및 공동주택에 해당되는 건축물

(2) 사람을 수용하는 「건축법」 제2조제1항제2호에 따른 건축물(가설건축물과 「건축법 시행령」 별표 1 제18호가목에 따른 창고는 제외한다)로서 사실상 독립된 부분의 연면적이 100㎡ 이상 1천㎡ 미만인 것

1.3.7 “설계압력”이란 수소가스설비 등의 각부의 계산두께 또는 기계적 강도를 결정하기 위하여 설계된 압력을 말한다.

1.3.8 “상용압력”이란 내압시험압력 및 기밀시험압력의 기준이 되는 압력으로서 사용상태에서 해당 설비 등의 각부에 작용하는 최고사용압력을 말한다.

1.3.9 “터미널(terminal)”이란 배기가스를 건축물 바깥 공기 중으로 배출하기 위하여 배기시스템 말단에 설치하는 부속품(배기통과 터미널이 일체형인 경우에는 배기가스가 배출되는 말단부분)을 말한다.

1.3.10 “설정압력(set pressure)”이란 안전밸브의 설계상 정한 분출압력 또는 분출개시압력으로서 명판에 표시된 압력을 말한다.

1.3.11 “축적압력(accumulated pressure)”이란 내부유체가 배출될 때 안전밸브에 의해 축적되는 압력으로서 그 설비 안에서 허용될 수 있는 최대압력을 말한다.

1.3.12 “초과압력(over pressure)”이란 안전밸브에서 내부유체가 배출될 때 설정압력 이상으로 올라가는 압력을 말한다.

1.3.13 “평형 벨로우즈형 안전밸브(balanced bellows safety valve)”란 밸브의 토출측 배압의 변화에 따라 성능특성에 영향을 받지 않는 안전밸브를 말한다.

1.3.14 “일반형 안전밸브(conventional safety valve)”란 밸브의 토출측 배압의 변화에 따라 직접적으로 성능특성에 영향을 받는 안전밸브를 말한다.

1.3.15 “배압(back pressure)”이란 배출물 처리설비 등으로부터 안전밸브의 토출측에 걸리는 압력을 말한다.

1.4 기준의 준용(내용 없음)

1.5 경과조치

이 기준은 2022년 2월 5일부터 시행한다. 다만, 시행일 이전에 설치된 수소연료전지 사용시설에 대해서는 이 기준에 적합한 것으로 본다.

1.6 용품사용제한

법 제44조에 따라 검사를 받아야 하는 수소용품은 법 제44조에 따른 검사에 합격한 것을 설치 또는 사용한다. 다만, 시행일 이전에 제조된 수소용품은 그렇지 않다.

1.7 가스시설 설치제한

1.7.1 가스계량기 설치제한

1.7.1.1 가스계량기는 「건축법 시행령」 제46조제4항에 따른 공동주택의 대피공간, 방·거실 및 주방 등으로서 사람이 거처하는 장소에 설치하지 않는다.

1.7.1.2 가스계량기는 계량기에 나쁜 영향을 미칠 우려가 있는 다음의 장소에는 설치하지 않는다.

- (1) 진동의 영향을 받는 장소
- (2) 석유류 등 위험물의 영향을 받는 장소
- (3) 수전실, 변전실 등 고압전기설비가 있는 장소

2. 시설기준

2.1 배기기준

2.1.1 화기와의 거리

2.1.1.1 수소가스설비 외면으로부터 화기(그 설비 안의 화기는 제외한다)를 취급하는 장소 사이에 유지하여야 하는 거리는 우회거리 8m(산소의 저장설비는 5m) 이상으로 하며, 작업에 필요한 양 이상의 연소하기 쉬운 물질을 두지 않는다. 이 때 우회거리는 수소가스설비 외면으로부터 화기를 취급하는 장소까지의 최단 수평거리로서 수소가스설비와 화기를 취급하는 장소 사이에 유동방지시설을 설치하는 경우에는 이 시설을 우회한 거리를 말한다.

2.1.1.2 유동방지시설은 높이 2m 이상의 내화성 벽(「건축법 시행령」 제2조제7호, 「건축물의 피난·방화구조등의 기준에 관한 규칙」 제3조에서 정한 내화구조의 벽)으로 한다.

2.1.1.3 2.1.1.1에도 불구하고 연료전지가 설치된 건축물 내에 위치하는 연료전지와 배관 및 그 부속설비의 경우에는 화기를 취급하는 장소 사이에 유지하여야 하는 거리를 우회거리 2m 이상으로 할 수 있다.

2.1.1.4 압상관과 화기(그 시설 안에서 사용하는 자체화기를 제외한다) 사이에 유지해야 하는 거리는 우회거리 2m 이상으로 한다.

2.1.1.5 화기를 사용하는 장소가 불연성 건축물 내에 있는 경우 수소제조설비 및 수소저장설비로부터 수평거리 8m 이내에 있는 그 건축물의 개구부는 방화문 또는 다음에 따른 유리를 사용하여 폐쇄하고 사람이 출입하는 출입문은 이중문으로 한다.

- (1) KS L 2006(망 판유리 및 선 판유리) 중 망 판유리
- (2) 공인시험기관의 시험결과 이와 같은 수준 이상의 유리

2.1.2 보호시설과의 거리

규칙 별표 5 제1호기목1)에 따라 수소저장설비가 그 외면으로부터 「도시가스사업법 시행규칙」 별표 1에 따른 보호시설(사업소에 있는 보호시설 및 전용공업지역에 있는 보호시설은 제외한다)까지 유지하여야 할 거리는 표 2.1.2에서 정한 거리 이상으로 한다. 다만, 2.9.2에 따른 방호벽을 설치한 경우에는 그렇지 않을 수 있다.

표 2.1.2 보호시설과의 안전거리 (단위 : m)

저장능력(단위 : m)	제1종 보호시설	제2종 보호시설
1만 이하	17	12
1만 초과 2만 이하	21	14
2만 초과 3만 이하	24	16
3만 초과 4만 이하	27	18
4만 초과	30	20

[비고]

1. 수소저장설비의 저장능력은 다음 계산식에 따라 산정한다.

$$Q = (10P + 1)V_1$$

여기에서,

Q : 저장능력(m)

P : 수소저장설비의 설계압력(MPa)

V₁ : 내용적(m)

2. 같은 사업소에 2개 이상의 저장설비가 있는 경우에는 그 저장능력별로 각각 안전거리를 유지한다.

2.2 기초기준

수소제조설비(압축기는 제외한다) 및 수소저장설비 기초는 지반점하로 그 설비에 유해한 영향을 끼치지 않도록 다음 기준에 따라 지반조사, 기초공사 및 고정조치를 한다. 이 경우 건축물의 옥상, 지하주차장 상부 등 건축구조물 위에 설치하는 경우에는 건축사 건축관련 기술사 등 전문가가 발행하는 해당 건축구조물의 강도계산서 등을 통해 수소제조설비 및 수소저장설비의 하중을 견딜 수 있는 구조물임을 확인한다.

2.2.1 지반조사

수소가스설비의 지반조사는 다음 기준에 따라 실시한다.

2.2.1.1 수소제조설비 및 수소저장설비(중량이 1ton 이상인 것에 한정하며, 복수의 수소제조설비 또는 수소저장설비가 동일한 프레임 위에 고정설치된 경우에는 설비중량과 프레임의 중량을 합산한 중량이 1ton 이상인 것에 한정한다)를 설치할 경우에는 그 장소에서 수소가스설비에 유해한 영향을 미치는 부등침하 등의 원인의 유무에 대하여 제1차 지반조사를 한다.

2.2.1.2 제1차 지반조사는 그 장소의 과거의 부등침하 등의 실적조사, 보링 등의 방법에 따라 다음과 같이 실시한다.

2.2.1.2.1 지반조사는 「엔지니어링기술 진흥법」 등 관련 법령에 따라 건설부문(토질·지질) 엔지니어링

활동주체 신고를 한 엔지니어링사 또는 「기술사법」 등 관련 법령에 따라 토질 및 기초기술사, 지질 및 지반기술사 등 전문가거나 전문가가 실시한다.

2.2.1.2.2 지반조사 위치는 수소저장설비와 수소가스설비 외면으로부터 10m 내에서 2곳 이상 실시한다. 다만, 부지의 성토 또는 절토로 기초 위치가 변경되어 기존 지반조사서로서 지반확인이 되지 않는 경우에는 지반조사를 재 실시한다.

2.2.1.3 제1차 지반조사 결과 그 장소가 습윤한 토지, 매립지로서 지반이 연약한 토지, 급경사지로서 붕괴의 우려가 있는 토지, 그밖에 사태(砂汰), 부등침하 등이 일어나기 쉬운 토지인 경우에는 그 정도에 따라 성토·지반개량·옹벽설치 등의 조치를 강구한다.

2.2.1.4 2.2.1.3의 조치를 강구한 후 그 지반의 허용지지력도 또는 기초파괴침단(尖端)의 지반허용지지력을 구하기 위하여 필요에 따라 다음 방법에 따라 제2차 지반조사를 실시한다.

2.2.1.4.1 보링(boring)조사에 따른 지반의 종류에 따라 필요한 깊이까지 굴착한다.

2.2.1.4.2 표준관입시험(標準貫入試験)은 KS F 2307(흙의 표준 관입 시험 방법)에 따라 N값을 구한다.

2.2.1.4.3 배인(vane)시험은 배인시험용 배인을 흙속으로 밀어 넣고 이를 회전시켜 최대 토크(torque) 또는 모멘트를 구한다.

2.2.1.4.4 토질시험은 KS F 2314(흙의 일축 압축시험)에 따라 지반의 점착력, 지반의 단위체적중량 및 1축 압축강도를 구하거나 3축 압축시험(원통형 시료에 고무 막을 씌운 것을 액체 속으로 넣어 축압 및 수직압을 가한 상태에서 시료의 용적변화를 측정하는 방법으로 한다) 또는 직접전단(剪斷)시험(시료를 상하로 분리된 전단상자에 넣어 전단시험기로 전단력을 가하려는 방향과 직각의 방향으로 압축력을 가한 후 전단력을 가하여 전단하는 것으로 한다)에 따라 지반의 점착력 또는 내부 마찰력을 구한다.

2.2.1.4.5 평판 재하시험(評判載荷試驗)은 KS F 2310(도로의 평판재하시험방법)에서 정하는 방법에 준해서 시험하여 항복하중(降伏荷重) 및 극한하중(極限荷重)을 구한다.

2.2.1.4.6 파일재하시험은 수직으로 박은 파일에 수직정하중(垂直靜荷重)을 걸어 그 때의 하중과 침하량을 측정하는 방법으로 항복하중 및 극한하중을 구한다.

2.2.1.5 2.2.1.4에 따른 제2차 지반조사결과를 기초로 하여 식(2.1) 또는 식(2.2)의 계산식에 따라 그 지반의 허용지지력도를 구한다. 다만, 지반의 종류가 확인된 경우의 지반 허용지지력도는 그 지반의 종류에 따라 각각 표 2.2.1.5①의 값(2가지 이상의 종류로 된 지반에서 가장 작은 값)으로 한다.

표 2.2.1.5① 지반의 종류에 따른 허용지지력도

지반의 종류	허용지지력도(MPa)	지반의 종류	허용지지력도(MPa)
암반	1	조밀한 모래질 지반	0.2
단단히 응결된 모래층	0.5	단단한 점토질 지반	0.1

황토흙	0.3	점토질 지반	0.02
조밀한 자갈층	0.3	단단한 흙(loam)층	0.1
모래질 지반	0.05	흙(loam)층	0.05

$$q_a = \frac{1}{3}(\alpha CN_c + \frac{1}{10^6}\beta\gamma_1 BN_r + \frac{1}{10^6}\gamma_2 D_f N_q) \cdots (2.1)$$

$$q_a = \frac{1}{3}N'\gamma_2 D_f + q_t \cdots (2.2)$$

식(2.1) 및 식(2.2)에서

q_b : 지반의 허용지지력도(MPa)

α 및 β : 기초하중면의 형상에 따른 표 2.2.1.5②에 기재하는 형상계수

표 2.2.1.5② 기초하중면의 형상계수

계수	기초하중면의 형상	
	원형	원형 외의 형상
α	1.3	1.0+0.3 B/L
β	0.3	0.5-0.1 B/L

[비고] 위 표에서 B 및 L은 각각 기초하중면의 짧은 변 또는 지름 및 긴 변 또는 긴 지름의 길이(m)를 표시한다.

C : 기초하중면 아래에 있는 지반의 점착력(MPa)으로서 3축 압축시험 결과[모어의 응력원(Mohr's circle)을 그려서 구한 값], 1축 압축시험의 결과(호트러지지 않은 시료의 1축 압축시험 강도의 1/2) 또는 다음 식에 따라 얻는 값

$$\frac{0.06M}{\pi D^2(3H + D)}$$

여기에서

M : 배인시험에서 최대 토오크 또는 모멘트(N·cm)

D : 배인의 직경(cm)

H : 배인의 축방향의 길이(cm)

B : 기초하중면의 짧은 변 또는 지름(m)

N_c , N_q 및 N_γ : 지반의 내부 마찰력에 따른 표 2.2.1.5③에 기재하는 지지력 계수

표 2.2.1.5③ 지지력계수

지지력 계수	내 부 마 찰 각									
	0	5	10	15	20	25	28	32	36	40 이상
N_c	5.3	5.3	5.3	6.5	7.9	9.9	11.4	20.9	42.2	95.7
N_r	0	0	0	1.2	2.0	3.3	4.4	10.6	30.5	114.0
N_q	3.0	3.4	3.9	4.7	5.9	7.6	9.1	16.1	33.6	83.2

[비고]

1. 내부마찰각은 직접전단시험의 결과(수직응력 : 전단응력선도의 경사각으로부터 구한 값) 또는 3축 압

축시험의 결과(모어의 응력원을 그려서 구한 값)에 따라 구한 값 또는 $\sqrt{15N} + 15(N$ 은 표준관입시험에 따른 0.3m당 타격회수)로 한다.

2. 위의 표에 적은 내부마찰각 이외의 내부 마찰각에 따른 N_c , N_q 및 N_γ 는 같은 표에 적은 수치를 각각 직선적으로 보간(補間)한 수치로 한다.

γ_1 : 기초하중면 아래에 있는 지반의 단위체적중량 또는 지하수면 아래에 있는 경우에는 수중단위체적중량(N/m)

γ_2 : 기초하중면보다 윗쪽에 있는 지반의 평균 단위체적중량 또는 지하수면 아래에 있는 경우에는 수중 단위체적중량(N/m)

D_f : 기초에 근접한 최저 지반면으로부터 기초하중면까지의 깊이(m)

q : 평판재하시험에 따른 항복하중도의 1/2의 수치 또는 극한응력도의 1/3의 수치 중 작은 것(N/Mpa)

N' : 기초하중면 아래의 지반의 종류에 따른 표 2.2.1.5③에 적은 계수

표 2.2.1.5③ 지반의 종류에 따른 계수

계수 N'	지반의 종류
12	단단히 응결된 모래 또는 이와 유사한 지반
9	조밀한 모래질 지반 또는 이와 유사한 지반
6	단단한 점토질 지반 또는 이와 유사한 지반
3	모래질 지반 또는 이와 유사한 지반
3	점토질 지반 또는 이와 유사한 지반

2.2.2 기초공사

수소가스설비의 기초공사는 다음 기준에 따라 실시한다.

2.2.2.1 기초는 2.2.1.5의 식에 따라 구한 지반의 허용지지력의 값이 해당 수소가스설비 등, 그 내용물 및 그 기초에 따른 단위면적당 하중을 초과하도록 공사한다. 다만, 설비 중량이 1ton 미만인 수소가스설비의 경우에는 콘크리트 기초로 공사할 수 있다.

2.2.2.2 2.2.1.3의 방법에 따른 것이 안전확보상 곤란한 지반에서는 기초파일로 보강한 후 기초공사를 한다. 이 경우 2.2.2.2.1 또는 2.2.2.2.2에서 정하는 기초파일의 침단지반허용지지력, 기초파일과 그 주위의 지반과의 마찰력 또는 기초파일의 허용지지력의 값이 해당 수소가스설비 등, 그 내용물 및 기초의 하중을 초과하도록 공사한다.

2.2.2.2.1 지지파일은 식(2.3)부터 식(2.6)까지에 따라 계산한 기초파일 침단의 지반허용지지력 또는 기초파일의 허용응력(주로 압축응력으로 하며, 필요에 따라 굽힘응력 또는 전단응력을 고려한 것으로 한다) 중에서 작은 값으로 한다.

$$R_a = q_b A_p \cdots (2.3)$$

$$R_a = Q \cdots (2.4)$$

$$R_a = \frac{F}{5S + 0.1} \cdots (2.5)$$

$$R_a = \frac{30}{3} N A_p \cdots (2.6)$$

식(2.3)부터 식(2.6)까지에서

R_a : 기초파일첨단의 지반허용지지력(N)

q_a : 2.2.1.5의 식(2.1) 또는 식(2.2)에 따라 계산한 지반의 허용지지력도(N/m²)

A_p : 기초파일첨단의 유효 단면적(m²)

Q_a : 파일재하시험에 따른 항복하중의 1/2의 수치 또는 극한응력의 1/3의 수치 중 작은 값(N)

F : 해머 타격에너지(J)

S : 기초파일의 최종 관입량(m)

N : 기초파일첨단 지반의 표준관입시험에 따른 타격회수[15를 초과할 때는 식(2.7)의 N' 값으로 한다]

$$N' = 15 + \frac{1}{2}(N - 15) \cdots (2.7)$$

여기에서

N : 실 타격회수

N' : 수정 N 값

2.2.2.2 마찰파일은 다음 식에 따라 계산한 기초파일과 주위의 지반과의 마찰력 또는 기초파일의 허용지지력 중 작은 값으로 한다.

$$R_a = Q \cdots (2.8)$$

$$R_a = \frac{1}{3} \psi L C_a \cdots (2.9)$$

여기에서

R_a : 기초파일과 그 주위의 지반과의 마찰력(N)

Q : 식(2.4)의 Q 와 같음

ψ : 기초파일의 둘레길이(m)

L : 기초파일의 매립깊이(m)

C_a : 지반의 1축 압축강도의 1/2(3을 초과할 때는 3으로 한다) (N/m²)

2.2.2.3 수소저장설비(설비 중량 1ton이상의 것에 한정한다)의 지주(지주가 없는 수소저장설비는 아랫부분)는 부등침하로 그 설비에 유해한 영향을 끼치지 않도록 그림 2.2.2.3과 같이 동상(同上)의 수평기초면(2.2.1.4 및 2.2.1.5의 방법으로 인하여 안전확보상 지장이 있는 지반은 기초파일로 보강한 것)에 설치하고, 지주 상호간은 단단히 연결한다.

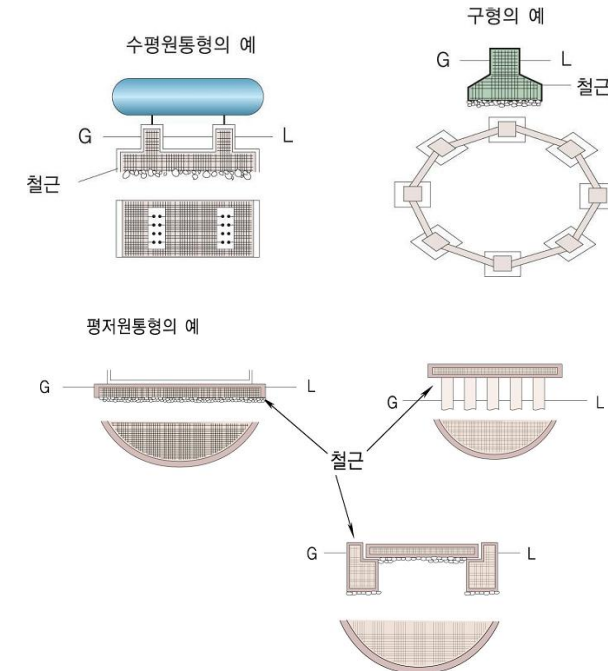


그림 2.2.2.3 수소저장설비의 수평기초면

2.2.3 수소저장설비 고정

수소저장설비(설비 중량 1ton미만인 수소저장설비는 제외한다)를 기초에 고정하는 방법은 다음 기준에 따른다.

2.2.3.1 수소저장설비를 기초에 고정할 때는 앵커볼트(기초 중의 철근에 용접하거나, 콘크리트로 기초에 고정하는 것에 한정한다) 또는 앵커스트랩(anchor strap) (기초 중의 철근에 용접하거나 콘크리트로 기초에 고정하는 것 또는 기초를 관통시켜 기초의 바닥면에 고정하는 것에 한정한다)으로 고정시킨다.

2.2.3.2 앵커볼트·너트·평와셔 및 앵커스트랩의 재료는 그 사용온도에 따라 다음 규격에 적합한 것 또는 이들과 동등 이상의 강도를 갖는 것 중 적당한 것으로 한다.

- (1) KS B 1012(6각 너트)
- (2) KS B 1326(평와셔)
- (3) KS D 3503(일반구조용 압연강재)
- (4) KS D 3504(철근콘크리트 봉강)
- (5) KS D 3541(저온압력용기용 탄소강강판)
- (6) KS D 3586(저온압력용기용 니켈강판)

- (7) KS D 3705(열간압연 스테인레스강판 및 강대)
 (8) KS D 3706(스테인레스 강봉)
 (9) KS D 3867(기계구조용 합금강 강재)
 (10) SPS-KOSA0028-D3723-5093(특수 볼트용 합금봉강)¹⁾

2.2.3.3 앵커볼트의 모양·치수 및 소요수량의 보기는 표 2.2.3.3 및 그림 2.2.3.3과 같다. 다만, 그 치수 및 소요수량은 앵커볼트의 지름 및 강도(인장강도 및 전단강도)와 이에 작용하는 하중과의 관계에 대하여 강도 계산을 하여 구한 경우에는 그 구한 치수 및 수량으로 할 수 있다.

표 2.2.3.3 앵커볼트의 치수 및 소요수량

치 수			설비 중량(T)별 앵커볼트의호칭지름별소요수량											
호칭지름	나사길이	전 길이	1 T	6 T	10 T	15 T	20 T	30 T	40 T	50 T	60 T	70 T	80 T	
20	50	250	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	63	315	-	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	
30	80	400	-	-	-	8	8	8	8	-	-	-	-	
36	90	500	-	-	-	-	-	-	-	8	8	8	8	

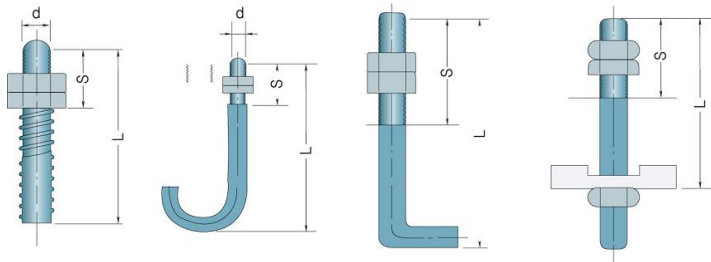


그림 2.2.3.3 앵커볼트의 치수표시

2.2.3.4 수평원통형(水平圓筒形) 수소저장설비의 안쪽 앵커볼트는 그림 2.2.3.4의 예와 같이 고정한다.

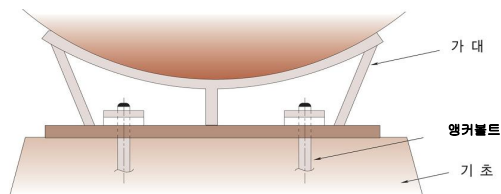


그림 2.2.3.4 앵커볼트의 고정방법

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

2.2.3.5 수평원통형 수소저장설비의 가대(架臺)의 지지간격(span)이 5m 이상인 수소저장설비의 유동 측 가대에 대해서는 기초설치면과 가대바닥면과의 사이에는 다음 기준에 따라 미끄럼판을 설치한다(그림 2.2.3.5 참조).

2.2.3.5.1 미끄럼판은 기초에 튼튼하게 고정시키고 가대가 수소저장설비의 전후 방향으로 용이하게 미끄러질 수 있는 구조로 한다. 다만, 이 경우 미끄럼판은 가대의 바닥면보다 작지 않은 것으로 한다.

2.2.3.5.2 미끄럼판의 재료는 KS D 3503(일반 구조용 압연강재)으로 하고, 두께 12mm 또는 16mm를 표준으로 한다.

2.2.3.5.3 미끄럼판의 미끄럼 면은 휨 또는 끝 굽힘이 없는 것으로 한다.

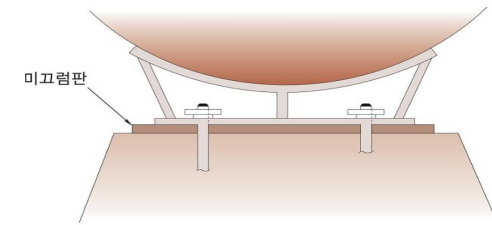


그림 2.2.3.5 미끄럼판의 설치방법

2.2.3.6 구형수소저장설비의 앵커볼트는 그림 2.2.3.6 또는 이와 동등 이상의 효과를 갖는 방법에 따라 설치한다.

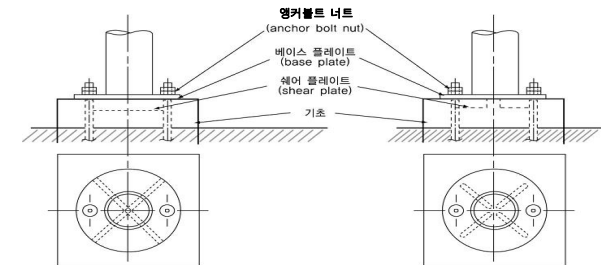


그림 2.2.3.6 구형수소저장설비 지주와 기초에 앵커볼트 체결방법

2.2.3.7 평저원통형(平底圓筒形) 수소저장설비의 앵커스트랩은 그림 2.2.3.7 또는 이들과 동등 이상의 효과를 갖는 방법에 따라 설치한다.

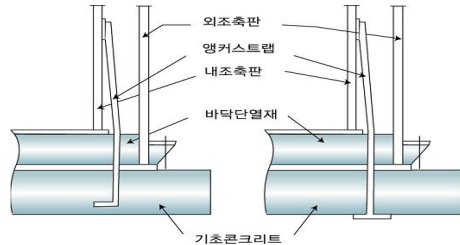


그림 2.2.3.7 평저형 수소저장설비의 앵커스트립 설치방법

2.3 수소제조설비 및 수소저장설비 기준

2.3.1 수소제조설비 및 수소저장설비 설치설 재료

수소제조설비 및 수소저장설비를 실내에 설치하는 경우 그 실 벽은 그 설비의 보호와 그 설비를 사용하는 시설의 안전 확보를 위하여 불연재료를 사용하고, 그 자봉은 불연 또는 난연의 가벼운 재료를 사용한다.

2.3.2 수소저장설비 구조

수소저장설비는 그 수소저장설비를 보호하고 가스누출을 방지하며, 지진발생 시 수소저장설비를 보호하기 위하여 다음 기준에 적합한 구조로 설치한다.

2321 수소저장설비는 가스가 누출되지 않는 구조로 하고, 5m³ 이상의 가스를 저장하는 것에는 가스방출장치설치한다.

2322 설비 중량 5ton 이상인 수소저장설비와 수소저장설비의 지지구조물 및 기초는 KGS GC203(가스시설 및 지상 가스배관 내진설계 기준)에 따라 지진의 영향으로부터 안전한 구조로 설계·제작·설치하고, 그 성능을 유지한다.

2.3.3 수소제조설비 및 수소저장설비 방호조치

수소제조설비 및 수소저장설비를 설치한 장소가 차량 등의 전입으로 손상의 우려가 있는 경우에는 수소제조설비, 수소저장설비 및 그 부속설비의 손상을 방지하기 위하여 다음 기준에 따라 보호대 등의 방호조치를 한다.

(1) 보호대는 다음중 어느 하나를 만족하는 것으로 한다.

(1-1) 두께 0.12m 이상의 철근콘크리트

(1-2) 호칭지름 100A 이상의 KS D 3507(배관용 탄소강관) 또는 이와 동등 이상의 기계적 강도를 가진 강관

(2) 보호대의 높이는 0.8m 이상으로 한다.

(3) 보호대는 차량의 충돌로부터 수소제조설비, 수소저장설비 및 그 부속설비를 보호할 수 있는 형태로 한다. 말뚝형태일 경우 말뚝은 2개 이상을 설치하고, 간격은 1.5m 이하로 한다.

(4) 보호대의 기초는 다음 중 어느 하나를 만족하는 것으로 한다.

(4-1) 철근콘크리트제 보호대는 기초에 0.25m 이상의 깊이로 묻고, 보호대를 바닥과 일체가 되도록 콘크리트를 타설한다.

(4-2) 강관제 보호대는 (4-1)과 같이 콘크리트 기초에 묻거나, KS B 1016(기초볼트)에 따른 앵커볼트를 사용하여 표 2.3.3(4-2) 및 그림 2.3.3(4-2)와 같이 콘크리트 기초에 고정한다.

표 2.3.3(4-2) 강관제 보호대의 받침대 치수

보호대 관지름	받침대 치수(mm)	
D	a, b	T
100A 이상	D+100 이상	6 ± 0.5 이상
[비고] 받침대의 재료는 KS D 3503(일반구조용 압연강재) 또는 이와 동등 이상의 기계적 강도를 갖는 것으로 한다.		

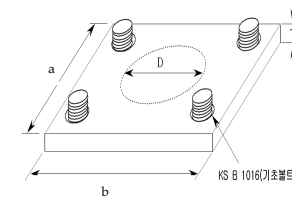


그림 2.3.3(4-2) 강관제 보호대의 받침대 설치 방법

(5) 수소제조설비, 수소저장설비 및 그 부속설비와 보호대간 거리는 보호대가 전도되어도 전도된 보호대가 수소제조설비, 수소저장설비 및 그 부속설비에 닿지 않는 거리로 한다.

(6) 보호대의 외면에는 야간식별이 가능하도록 야광 페인트로 도색하거나 야광 테이프 또는 반사지 등으로 표시한다.

2.4 수소가스설비 기준

수소연료사용시설에는 그 시설의 안전 확보 및 정상작동을 위하여 다음기준에 따라 압력조정기·가스계량기·중간밸브 등을 설치한다.

2.4.1 수소가스설비 재료

수소가스설비의 재료는 수소의 취급에 적합한 기계적 성질 및 화학적 성분을 가지는 것으로서 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

2.4.1.1 수소가스설비에 사용하는 재료는 수소의 성질·온도 및 압력 등에 적합한 것으로 한다.

2.4.2 수소가스설비 구조

수소가스설비의 구조는 수소가 누출되지 않는 것으로 한다.

2.4.3 가스설비 두께 및 강도

수소가스설비는 수소를 안전하게 취급할 수 있도록 다음 기준에 적합한 두께 및 강도를 가지는 것으로 한다.

24.3.1 상용압력이 29.4 MPa 이하인 수소가스설비(다층 원통을 제외한다)의 두께계산은 KS B 6750(압력 용기-설계 및 제조 일반)에 따른다.

24.3.2 사용압력이 98 MPa 미만인 수소가스설비(다층원통을 제외한다)의 두께계산은 다음 식에 따른다.

(1) 원통형의 것

표 2.4.3.2(1) 원통형 수소가스설비의 두께계산식

수소가스설비의 부분		동체외경과 내경의비가 1.2 미만인 것	동체외경과 내경의 비가 1.2 이상인 것
동 관		$t = \frac{PD}{0.5f\eta - P} + C$	$t = \frac{D}{2} \left(\sqrt{\frac{0.25f\eta + P}{0.25f\eta - P}} - 1 \right) + C$
경관	접시형의 경우	$t = \frac{PDW}{f\eta - P} + C$	
	반타원체형의 경우	$t = \frac{PDV}{f\eta - P} + C$	
	원추형의 경우	$t = \frac{PD}{0.5f\eta \cos \alpha - P} + C$	
	그 밖의 경우	$t = d \sqrt{\frac{KP}{0.25f\eta}} + C$	

[비고] 위의 표에서 “반타원체형” 이란 내면의 장축부 길이와 단축부 길이의 비가 2.6 이하인 반타원체형을 말한다.

(2) 구형의 것

$$t = \frac{PD}{f\eta - P} + C \cdots (2.10)$$

표 2.4.3.2(1) 및 식(2.10)에서

t : 두께의 수치(mm)

P : 상용압력의 수치(MPa). 다만, 가운데가 볼록한 경관은 그 1.67배의 압력수치

D : 원통형의 경우 동관은 동체의 내경, 접시형 경관은 그 중앙만곡부의 내경, 반타원체형 경관은 반타원체 내면의 장축부 길이, 원추형경관은 그 단곡부의 내경에서 그리고 구형의 경우에는 내경에서 각각 부식여유에 상당하는 부분을 뺀 부분의 수치(mm)

W : 접시형경관의 형상에 따른 계수로서 다음 식에 따라 계산 수치

$$\frac{3 + \sqrt{n}}{4}$$

여기에서

n : 경관중앙만곡부의 내경과 단곡부 내경과의 비를 표시한다.

V : 반타원체형경관의 형상에 따른 계수로서 다음 식에 따라 계산한 수치

$$\frac{2 + m^2}{3}$$

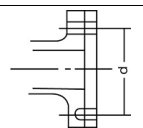
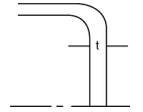
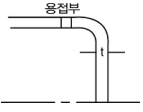
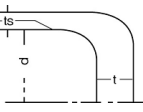
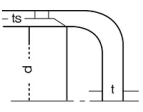
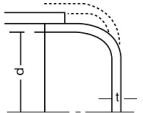
여기에서

m : 반타원체형 내면의 장축부길이와 단축부길이의 비를 표시한다.

d : 부식여유에 상당하는 부분을 제외한 동체의 내경(mm). 다만, K에 관한 표 중 d에 대하여 따로 정한 경우에는 그 수치(mm)

K : 경관의 부착방법에 따른 계수로서 표 2.4.3.2(2)①의 왼쪽란에 개기한 부착방법에 따라서 각각 같은 표의 오른쪽란에 규정한 수치

표 2.4.3.2(2)① 경관의 부착방법에 따른 계수 K

부 착 방 법	K의 수치
	경관이 리벳 또는 볼트로 부착된 경우 0.162
	경관이 동관과 일체로 되어 있고 d가 600 mm 이하이고 또한 t가 0.05d 이상인 경우 0.162
	경관이 동관에 용접되고 d가 600 mm 이하이고 또한 t가 0.05d 이상인 경우 0.162
	경관이 동관과 일체로 되어 있고 또한 단곡부 내면의 반지름이 동관두께(ts)의 3배 이상인 경우 0.250
	경관이 동관에 용접되고 또한 단곡부 내면의 반지름이 동관두께(ts)의 3배 이상인 경우 0.250
	경관이 접치기 리벳 이음매 또는 나사조임으로 부착되고 또한 단곡부 내면의 반지름이 3t 이상인 경우 0.300

	경판이 나사조임림으로 부착되는 경우	0.300
	경판이 패킹을 끼워 나사조임림 및 볼트로 부착되는 경우	0.300
	경판이 그림과 같은 방법으로 동판에 용접되는 경우	0.500
	경판이 그림과 같은 방법으로 동판에 용접되고 또한 동판두께 (ts)의 2배 이상인 경우	0.500
	경판이 그림과 같은 방법으로 동판에 용접되는 경우	0.500
	경판이 볼트로서 그림과 같은 방법으로 부착되는 경우	여기에서 $0.3 + \frac{1.4Wa}{H(d+2ts)}$ $W : \text{전볼트에 작용하는 힘(N)의 수치}$ $a : \text{볼트 중심원의 지름에서 d와 동판두께(ts)의 2배를 뺀 길이(mm)의 1/2의 수치}$ $H : \text{경판의 접촉면 외경 안의 면적에 작용하는 힘(N)의 수치}$
	경판이 볼트로서 패킹을 끼워 동판에 부착되는 경우	여기에서 $0.3 + \frac{1.4Wa}{Hd}$ $W : \text{전볼트에 작용하는 힘(N)의 수치}$ $a : \text{볼트 중심원의 지름에서 d를 뺀 길이(mm)의 1/2수치}$ $H : \text{패킹 외경 안의 면적에 작용하는 힘(N)의 수치}$
그 밖의 경우		0.750

f : 재료의 항복점 σ_y (N/mm)에 표 2.4.3.2(2)②의 왼쪽란에 기재하는 재료의 구분에 따라서 각각 같은 표의 오른쪽란에 기재하는 수치를 곱한 수치 또는 재료의 인장강도 σ_b (N/mm)의 수치. 다만 σ_b 는 재료규격상의 최소인장강도로 하고 규격이 없는 경우에는 재료의 인장시험의 결과에

따른다. σ_y 는 재료규격상의 최소항복점 또는 0.2% 내력으로 하고 규격이 없는 경우에는 재료의 인장시험결과에 따른다.

표 2.4.3.2(2)② f값 계산수치

재료의 구분	수 치
KS D 3515에 따른 SWS에 상당하는 재료 이상. 다만, 재료의 항복점과 인장강도의 비가 0.9를 넘는 것을 제외한다.	$3.4 - 2\gamma$ 여기에서 γ : 그 재료의 항복점과 인장강도 비(0.7 미만의 경우에는 0.7)를 표시한다.
그 밖의 강	1.6

사용온도가 상온 이상인 경우에는 상기 수치에서 표 2.4.3.2(2)③에 기재하는 온도에 따른 강도저하계수를 곱한 것을 f로 한다.

[비고] σ_y 와 σ_b 를 혼용하지 않는다.

표 2.4.3.2(2)③ 온도에 따른 f값 보정수치

사용온도(°C) (θ)	조질고장력강	일반저탄소강·비조질저합금강 및 합금강
0~50	1	사용온도에서 재료의 항복점(또는 인장강도)
50~150	$1 - \frac{\theta - 50}{1000}$	항복점(또는 인장강도)의 규격최소치
150~350	0.9	다만 위의 식의 비가 1을 넘을 때는 1로 한다.

α : 원추형 경판의 꼭지각의 1/2에 해당하는 각도

C : 부식여유 두께(mm)

η : 동체의 길이 이음매 또는 경판의 중앙부 이음매효율로서 다음 (2-1)과 (2-2)의 구분에 따른 수치

(2-1) 리벳 이음매의 경우에는 다음 두 가지 식에 따라 계산한 수치 중 작은 것으로 한다.

$$1 - \frac{d_r}{P} \cdots (2.11)$$

$$\frac{\pi d_r^2 f_s}{4P t f} \cdots (2.12)$$

식(2.11) 및 식(2.12)에서

d_r : 리벳의 지름(mm)

P : 리벳간의 피치(mm)

f_s : 리벳의 전단강도(N/mm²)

(2-2) 용접이음매의 경우에는 표 2.4.3.2(2)④의 값란에 기재한 구분에 따라 각각 같은 표의 음란에 기재한 수치

표 2.4.3.2(2)④ 용접이음매효율 η <개정 21.10.08.>

값	음
용접이음매의 종류	방사선검사의 구분 용접이음매효율(%)

맞대기양면 용접이음매 또는 이와 동등하다고 인정되는 맞대기한면 용접이음매	A B C	100 95 70
1. 제1층을 불활성가스 아크용접 또는 뒷면 물결용접 등으로 충분히 용입되고 또한 뒷면이 매끈하게 된 한면용접 2. 같은 금속으로 된 반침쇠로 한면맞대기 방법으로 반침쇠를 용접한 후 떼어내고 뒷면을 매끄럽게 다듬질 한 것 3. 종류가 다른 재료의 반침쇠로 충분히 용입되고 또한 뒷면이 매끈하게 된 한면용접		
반침쇠를 사용한 맞대기한면 용접이음매로서 반침쇠를 남기는 경우	A B C	90 85 65
맞대기한면 용접이음매	—	60
양면전두깨필렛접치기이음매	—	55
플러그용접을 한 한면전두깨필렛접치기이음매	—	50
플러그용접을 하지 않은 한면전두깨필렛접치기 이음매	—	45
[비고] 1. 방사선검사의 구분 1.1 A는 용접선의 전 길이에 대하여 방사선검사를 하여 2의 합격기준에 적합한 것으로서 이때 투과사진의 상질은 보통급으로 한다. 1.2 B는 갈이이음매 및 원주이음매에서 각각 임의로 채취하되 그 중 적어도 1개소 이상은 갈이이음매와 원주이음매의 교차부를 포함한 용접선 전길이의 20% 이상 길이에 대하여 방사선 검사를 하여 2의 합격기준에 적합한 것으로서 이때 투과사진의 상질은 보통급으로 한다. 1.3 C는 방사선검사를 하지 않은 것으로 한다. 2. 방사선검사의 합격기준 방사선검사의 결과가 KS B 0845(강 용접 이음부의 방사선투과검사)에 따른 등급분류의 2류(범주2) 이상일 때에는 그 방사선검사에 합격된 것으로 한다. 다만 방사선검사에 합격한 경우에도 인장강도의 규격치가 568.4 N/mm ² 이상의 탄소강판을 사용한 고압설비 및 인장강도에 관계없이 강판의 두께가 25mm 이상인 탄소 강판을 사용한 고압설비에 KS D 0213(강자성 재료의 자분탐상검사 방법 및 자분 모양 분류) 또는 KS B 0816(침투탐상시험방법 및 지시모양의 분류)에 따른 탐상시험을 실시하여 표면 및 그 밖의 부분에 유해한 결함이 없는 것으로 한다. 3. 결함부의 보수 및 재시험방법 3.1 전 길이에 대하여 방사선검사를 한 것은 불합격의 원인이 된 결함부를 완전히 제거하고 재용접하여 그 부분에 대한 방사선검사를 다시 하여 합격한 것으로 한다. 3.2 부분 방사선검사를 한 것은 불합격된 부분에 인접한 2개소 또는 불합격된 방사선사진을 대표하는 용접이음매, 이음매부분 또는 이음매군 중 임의의 2개소에 대하여 방사선검사를 한다. 다만 그 검사를 생략하고 해당 용접이음매·이음매부분 또는 이음매군의 전 길이에 대하여 방사선검사를 할 수 있다. 3.2.1 비고 3.2에서 말한 2개소의 쌍방이 모두 방사선검사에 합격한 경우에는 해당 용접이음매·이음매부분 또는 이음매군의 최초의 방사선검사에서 불합격된 곳의 결함부를 완전히 제거하여 재용접하고 그 부분에 대한 방사선검사를 다시하여 여기에 합격한 것은 방사선검사에 합격한 것으로 한다. 3.2.2 비고 3.2에서 말한 2개소 중 적어도 1개소가 방사선검사에 불합격된 경우에는 해당 용접이음매·이음매부분 또는 이음매군의 전 길이가 불합격된 것으로 보고 용접을 다시 한다. 다만 해당 용접이음매·이음매부분 또는 이음매군의 전 길이에 대하여 방사선검사를 하여 불합격된 모든 부분의 결함부를 완전히 제거하여 재용접한 후 방사선검사를 다시하고 그 결과 합격한 경우에는 용접을 다시하지 않을 수 있다. 3.3 외관검사, KS D 0213(강자성 재료의 자분탐상검사 방법 및 자분 모양 분류) 또는 KS B 0816(침투탐상시험방법 및 침투 지시모양의 분류)에 따른 탐상시험으로 검출된 균열 및 흠 등의 결함 부분은 이를 깎아내고 용접으로 결함부분의 보수를 한다. 다만, 결함을 제거하기 위하여 깎아낸 부분의 깊이가 호칭관 두께의 7% 또는 3mm 중 적은 것을 넘지 않는 경우(부식여유를 포함할 필요가 있는 두께 미만으로 되어서는 안된다)는 결함을 제거한 후 평면으로 다듬질한 할 수 있다. 3.4 비고 3.3에 따른 보수 후 재열처리를 한 것은 재열처리 후 비고 3.3의 탐상시험을 하여 합격한 것으로 한다. 이 경우 용접으로 보수를 한 것은 각각의 방사선검사의 구분에 따라 비고 3.1 및 비고 3.2에 따른 방법에 따라 시험을 하고 이에 합격한 것으로 한다.		

2.4.4 수소가스설비 성능

수소가스설비는 수소를 안전하게 취급할 수 있도록 다음 기준에 적합한 내압·기밀성능을 가지는 것으로 한다.

2.4.4.1 수소가스설비(수소용품을 제외한다)는 상용압력의 1.5배(그 구조상 물로 실시하는 내압시험이 곤란하여 공기·질소 등의 기체로 내압시험을 실시하는 경우 및 압력용기 및 그 압력용기에 직접 연결되어 있는 배관의 경우에는 1.25배) 이상의 압력(이하 “내압시험압력”이라 한다)으로 내압시험을 실시하여 이상이 없어야 한다.

2.4.4.2 수소가스설비(연료전지를 제외한다)는 안전을 확보하기 위하여 최고사용압력의 1.1배 또는 8.4kPa 중 높은 압력 이상에서 기밀성능(완정검사를 받은 후의 정기검사 시에는 사용압력 이상의 압력에서 누출성능)을 가지는 것으로 한다.

2.4.5 수소제조설비 설치

2.4.5.1 수전해설비 설치

2.4.5.1.1 수전해설비설의 환기가 강제환기만으로 이루어지는 경우에는 강제환기가 중단되었을 때 수전해설비의 운전이 정지되도록 한다.

2.4.5.1.2 수전해설비를 실내에 설치하는 경우 해당 실 내의 산소 농도가 23.5% 이하가 되도록 유지한다.

2.4.5.1.3 수전해설비를 실외에 설치하는 경우 눈, 비, 낙뢰 등으로부터 보호할 수 있는 조치를 한다.

2.4.5.1.4 수전해설비의 수소 및 산소 방출관의 방출구는 다음 기준에 적합하도록 설치한다.

- (1) 수소 및 산소의 방출관 방출구는 방출된 수소 및 산소가 채류할 우려가 없는 통풍이 양호한 장소에 설치한다.
- (2) 수소의 방출관 방출구는 지면에서 5m 이상 또는 설비 상부에서 2m 이상의 높이 중 높은 위치로 설치하며, 화기를 취급하는 장소와 6m 이상 떨어진 장소에 위치하도록 한다.
- (3) 산소의 방출관 방출구는 수소의 방출관 방출구 높이보다 낮은 높이에 위치하도록 한다.

2.4.5.1.5 산소를 대기로 방출하는 경우에는 그 농도가 23.5% 이하가 되도록 공기 또는 불활성가스와 혼합하여 방출한다.

2.4.5.1.6 수전해설비의 동결로 인한 파손을 방지하기 위하여 해당 설비의 온도가 5℃ 이하인 경우에는 설비의 운전을 자동으로 차단하는 조치를 한다.

2.4.5.2 수소추출설비 설치

2.4.5.2.1 수소추출설비를 실내에 설치하는 경우에는 다음 기준에 따른다.

- (1) 수소추출설비 캐비닛 내 또는 수소추출설비실 내에 일산화탄소를 감지하기 위한 감지부를 설치한다.
- (2) 수소추출설비실 내의 산소농도가 19.5 % 미만인 되는 경우 수소추출설비의 운전이 정지되도록 한다.

2.4.5.2.2 수소추출설비의 급기구는 배기가스 등 오염된 공기가 흡입되지 않는 곳에 위치하도록 하고 외부로부터의 이물질이 유입되지 않도록 적절한 조치를 한다.

2.4.5.2.3 수소추출설비의 배기구는 배기가스가 실내로 유입되지 않는 안전한 장소에 위치하도록 한다.

2.4.6 압력조정기 설치

2.4.6.1 압력조정기는 다음 기준에 적합한 장소에 설치한다.

- (1) 압력조정기는 실외에 설치한다. 다만, 부득이하게 실내에 설치할 경우에는 환기가 양호한 장소에 설치한다.
- (2) 빗물 등이 조정기에 들어가지 않고 직사광선을 받지 않는 장소에 설치한다. 다만, 격납상자에 설치하는 경우에는 그렇지 않을 수 있다.
- (3) 압력조정기는 차량 등에 의하여 손상될 위험이 없는 안전한 장소에 설치한다. 다만, 불가피한 사유로 차량 등에 의해 손상될 위험이 있는 장소에 설치하는 경우에는 2.3.3에 따른 방호조치를 한다.
- (4) 보호대의 외면에는 야간식별이 가능하도록 야광 페인트로 도색하거나 야광 테이프 또는 반사지 등으로 표시한다.

2.4.6.2 압력조정기는 다음 기준에 따라 설치한다.

- (1) 배관 내의 스케일, 먼지 등을 제거한 후 설치한다.
- (2) 배관의 비틀림 또는 조정기의 중량 등에 의하여 배관에 유해한 영향이 없도록 설치한다.
- (3) 조정기 입구쪽에 스트레이너 또는 필터가 부착된 조정기를 설치한다. 다만, 압력조정기 입구쪽에 인접한 정압기에 스트레이너 또는 필터가 부착된 경우에는 그렇지 않다.
- (4) 릴리프식 안전장치가 내장된 조정기를 건축물내에 설치하는 경우에는 가스방출구를 실외의 안전한 장소에 설치한다.
- (5) 지면으로부터 1.6m 이상 2m 이내에 설치한다. 다만, 격납상자에 설치하는 경우에는 그렇지 않을 수 있다.
- (6) 제조회사의 설치설명서 등에 따라 설치한다.

2.4.7 계량기 설치

2.4.7.1 계량기는 수소가스 사용에 적합한 것으로 한다.

2.4.7.2 가스계량기의 설치장소는 다음 기준에 따라 설치한다.

- (1) 가스계량기는 검침, 교체, 유지관리 및 계량이 용이하고 환기가 양호하도록 다음의 어느 하나의 조치를 한 장소에 설치하되, 직사광선 또는 빗물을 받을 우려가 있는 곳에 설치하는 경우에

는 보호상자 안에 설치한다.

- (1-1) 가스계량기를 설치한 실내의 상부에 50cm² 이상 환기구(철망 등을 부착할때는 철망 등이 차지하는 면적을 뺀 면적) 등을 설치한 장소
- (1-2) 가스계량기를 설치한 실내에 기계환기설비를 설치한 장소
- (1-3) 가스누출자동차단장치를 설치하여 가스누출시 경보를 울리고 가스계량기 전단에서 가스가 차단될 수 있도록 조치한 장소
- (1-4) 환기가 가능한 창문 등(개방시 환기면적이 100cm² 이상에 한정한다)이 설치된 장소
- (2) 주택에 설치하는 가스계량기는 가스사용자가 구분하여 소유하거나 점유하는 건축물의 외벽에 설치한다. 다만, 실외에서 가스사용량을 검침할 수 있는 경우에는 그렇지 않다.
- (3) 가스계량기(30m³/h 미만에 한정한다)의 설치높이는 바닥으로부터 1.6m 이상 2.0m 이내에 수직·수평으로 설치하고 밴드·보호가대 등 고정장치로 고정한다. 다만, 보호상자 내에 설치, 기계실에 설치, 보일러실(가정에 설치된 보일러 실은 제외한다)에 설치 또는 문이 달린 파이프 덕트(Pipe Shaft, Pipe Duct)내에 설치하는 경우 바닥으로부터 2.0m 이내 설치한다.
- (4) 가스계량기와 전기계량기 및 전기개폐기와의 거리는 0.6m 이상, 굴뚝(단열조치를 하지 않은 경우에 한정하며, 밀폐형 강제급배기식 보일러(FF식보일러)의 2중구조의 배기통은 '단열조치가 된 굴뚝으로 보아 제외한다)·전기점멸기 및 전기접속기와의 거리는 0.3m 이상, 절연조치를 하지 않은 전선과의 거리는 0.15m 이상의 거리를 유지한다.
- (5) (4)에서 전기설비와 가스계량기와의 이격거리 적용 시에는 각 설비의 외면 간의 거리를 기준으로 한다.

2.4.8 중간밸브 설치

2.4.8.1 연료전지가 설치된 곳에는 조작하기 쉬운 위치에 배관용 밸브를 다음 기준에 따라 설치한다.

- (1) 수소연료사용시설에는 연료전지 각각에 대하여 배관용 밸브를 설치한다.
- (2) 배관이 분기되는 경우에는 주배관에 배관용밸브를 설치한다.
- (3) 2개 이상의 실로 분기되는 경우에는 각 실의 주배관마다 배관용 밸브를 설치한다.

2.4.8.2 중간밸브는 해당 수소연료사용시설의 사용압력 및 유량에 적합한 것으로 한다.

2.5 배관설비기준

2.5.1 배관설비 재료

배관·관이음매·밸브(이하 “배관등”이라 한다)에 사용하는 재료는 수소의 성질·상태·온도 및 압력 등에서 안전성을 확보할 수 있도록 수소를 취급하기에 적합한 기계적 성질 및 화학적 성분을 가지는 것으로서, 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

2.5.1.1 배관재료 적용제외

다음 배관은 2.5.1의 배관재료 기준을 적용하지 않는다.

- (1) 최고사용압력이 98MPa 이상의 배관
- (2) 최고사용온도가 815℃를 초과하는 배관
- (3) 직접화기를 받는 배관

(4) 이동제조설비용 배관

2.5.1.2 고압배관재료

25.1.2.1 1MPa 이상의 압력을 받는 부분(이하 “내압부분”이라 한다)에 사용하는 재료는 가스의 종류·성질·온도 및 압력 등의 사용조건에 따라 다음에서 정한 규격의 재료 또는 이와 동등 이상의 기계적 성질 및 화학적 성분을 갖는 재료를 사용한다.

(1) 관 재료

(1-1) KS D 3562(압력배관용 탄소강관)

(1-2) KS D 3563(보일러 및 열교환기용 탄소강관)

(1-3) KS D 3564(고압배관용 탄소강관)

(1-4) SPS-KOSA0013-D3570-5078(고온배관용 탄소강관)²⁾(1-5) SPS-KOSA0015-D3573-5079(배관용 합금강 강관)³⁾

(1-6) KS D 3576(배관용 스테인리스 강관)

(1-7) KS D 3572(보일러, 열교환기용 합금강관)

(1-8) KS D 3577(보일러, 열교환기용 스테인리스 강관)

(1-9) KS D 3569(저온 배관용 강관)

(1-10) KS D 3758(배관용 이음매 없는 니켈-크로뮴-철합금 관)

(1-11) KS D 5301(이음매 없는 구리 및 구리합금 관)

(1-12) KS D 5539(이음매 없는 니켈 동합금관)

(1-13) KS D 6761(이음매 없는 알루미늄 및 알루미늄 합금관)

(1-14) KS D 5574(타이타늄 및 타이타늄합금-이음매 없는 관)

(1-15) KS 허가제품인 폴리에틸렌 피복강관

(2) 형·관·대체

(2-1) KS D 3503(일반구조용 압연강재)

(2-2) KS D 3560(보일러 및 압력용기용 탄소강 및 몰리브덴강 강판)

(2-3) KS D 3515(용접구조용 압연강재)

(2-4) KS D 3521(압력용기용 강판)

(2-5) KS D 3540(중·상온 압력용기용 탄소강판)

(2-6) KS D 3538(보일러 및 압력용기용 망가니즈 몰리브덴강 및 망가니즈 몰리브덴 니켈강 강판)

(2-7) KS D 3541(저온 압력용기용 탄소강 강판)

(2-8) KS D 3752(기계구조용 탄소강재)

(2-9) KS D 3867(기계 구조용 합금강 강재) 중 니켈 크로뮴강

(2-10) KS D 3867(기계 구조용 합금강 강재) 중 니켈 크로뮴 몰리브덴강

(2-11) KS D 3867(기계 구조용 합금강 강재) 중 크로뮴강

(2-12) KS D 3867(기계 구조용 합금강 강재) 중 크로뮴 몰리브덴강

(2-13) KS D 3867(기계 구조용 합금강 강재) 중 망가니즈강 및 망가니즈 크로뮴강

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

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

(2-14) KS D 3543(보일러 및 압력용기용 크로뮴 몰리브덴강 강판)

(2-15) KS D 3756(알루미늄 크로뮴 몰리브덴 강재)

(2-16) KS D 3705(열간 압연 스테인리스 강판 및 강대)

(2-17) KS D 3698(냉간압연 스테인리스 강판 및 강대)

(2-18) KS D 3732(내열강판)

(2-19) KS D 3532(내식내열 초합금판)

(2-20) KS D 5201(구리 및 구리합금의 판 및 띠)

(2-21) KS D 5546(니켈 및 니켈합금 판 및 조)

(2-22) KS D 6701(알루미늄 및 알루미늄 합금판 및 조)

(2-23) KS D 6759(알루미늄 및 알루미늄합금 압출형재)

(2-24) KS D 6000(타이타늄 및 타이타늄합금의 판 및 띠)

(3) 단조품

(3-1) KS D 3710(탄소강 단강품)

(3-2) KS D 4125(저온압력용기용 단강품)

(3-3) KS D 4115(압력용기용 스테인리스강 단강품)

(3-4) SPS-KFCA-D6770-5022(알루미늄 및 알루미늄 합금단조품)⁴⁾

(4) 주조품

(4-1) SPS-KFCA-D4101-5004(탄소강 주강품)⁵⁾(4-2) SPS-KFCA-D4106-5009(용접구조용 주강품)⁶⁾(4-3) SPS-KFCA-D4103-5006(스테인리스강 주강품)⁷⁾(4-4) SPS-KFCA-D4107-5010(고온 고압용 주강품)⁸⁾

(4-5) KS D 4111(저온 고압용 주강품)

(4-6) SPS-KFCA-D4302-5016⁹⁾ (구상 흑연 주철품)(4-7) SPS-KOSA0179-ISO5922-5244(가단 주철품) 중 흑심 가단 주철품¹⁰⁾(4-8) SPS-KOSA0179-ISO5922-5244(가단 주철품) 중 백심 가단 주철품¹¹⁾(4-9) SPS-KOSA0179-ISO5922-5244(가단 주철품) 중 퍼얼라이트 가단 주철품¹²⁾

(4-10) KGS AC111 부록 J에서 정한 덕타일 철주조품

(4-11) KGS AC111 부록 J에서 정한 델리아블 철주조품

(4-12) KS D 6024(구리 및 구리합금 주물) 중 청동주물

(4-13) KS D 6008(알루미늄 합금주물)

(5) 봉재료

(5-1) KS D 3503(일반구조용 압연강재)

(5-2) KS D 3526(마봉강용 일반강재)

4) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 단체표준으로 변경

5) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 단체표준으로 변경

6) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 단체표준으로 변경

7) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 단체표준으로 변경

8) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 단체표준으로 변경

9) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 단체표준으로 변경

10) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 단체표준으로 변경

11) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 단체표준으로 변경

12) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 단체표준으로 변경

- (5-3) KS D 3592(냉간압조용 탄소강 선재)
- (5-4) KS D 3752(기계 구조용 탄소 강재)
- (5-5) KS D 3706(스테인리스 강봉)
- (5-6) KS D 3731(내열 강봉)
- (5-7) KS D 3531(내식 내열 초합금 봉)
- (5-8) KS D 5101(구리 및 구리 합금 봉) 중 무산소동, 타프피치동, 인탈산동, 황동, 캐삭황동, 단조용황동, 내이벌황동)
- (5-9) KS D 6763(알루미늄 및 알루미늄 합금 봉 및 선)
- (5-10) KS D 5604(타이타늄 및 타이타늄합금-봉)

[비고] 1. (2-1)과 (2-3)의 재료에 대하여는 2.5.1.5.3(1)의 사용제한을 따른다.
 2. (2-3)의 재료에 대하여는 2.5.1.5.3(2)의 사용제한을 따른다.
 3. (4-6), (4-7), (4-8) 및 (4-9)의 재료에 대하여는 2.5.1.5.4(1)의 사용제한을 따른다.
 4. (4-6)과 (4-7)의 재료에 대하여는 2.5.1.5.4(2)의 사용제한을 따른다.
 5. (4-10)과 (4-11)의 재료에 대하여는 2.5.1.5.4(3)의 사용제한을 따른다.

2.5.1.2.2 수소 배관의 경우에는 고온의 운전조건에서 수소침식을 방지하기 위하여 미국석유회회(american petroleum institute, API) Recommended Practice 941을 따른다.

2.5.1.3 저압배관재료

내압부분 외의 가스가 통하는 배관의 압력을 받는 부분에 사용되는 재료는 사용조건에 따라 다음의 재료 또는 이와 동등 이상의 화학적 성분 및 기계적 성질을 갖는 재료를 사용한다. 다만, 2.5.1.2에 따른 고압배관의 재료와 2.5.1.4에 따른 관이음매 및 밸브는 저압배관등에 사용할 수 있다.

(1) 관재료

- (1-1) KS D 3631(연료 가스 배관용 탄소 강관)
- (1-2) KS D 3583(배관용 아크 용접 탄소강 강관)

(2) 관이음매

- (2-1) KS D 3631(연료 가스 배관용 탄소 강관)
- (2-2) KS B 1543(강제 맞대기 용접식 관이음쇠)
- (2-3) KS B 1531(나사식 가단 주철제 관 이음쇠)
- (2-4) KS에 따른 관플랜지는 KS B 1501(철강제 관 플랜지의 압력 단계)에 따른 범위 안에서 가스설비의 저압배관등에 사용할 수 있다. 다만, 회주철제 플랜지는 사용하지 않는다.

2.5.1.4 배관 이음매 및 밸브재료

배관 이음매 및 밸브는 수소의 성질·온도 및 압력 등의 사용조건에 따라 다음에 적합한 것 또는 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가지는 것을 사용한다.

(1) 용접식 관이음매

- (1-1) KS B 1541(배관용 강제 삽입 용접식 관 이음쇠)
- (1-2) KS B 1542(배관용 강판제 맞대기 용접식 관 이음쇠)

(2) 관플랜지 이음매

- (2-1) KS B 1501(철강제 관 플랜지의 압력 단계)
- (2-2) KS B 1519(관 플랜지의 개스킷 자리 치수)
- (2-3) KS B 1511(철강제 관플랜지의 기본 치수 및 치수 허용차)
- (2-4) KS B 1511(철강제 관플랜지의 기본 치수 및 치수 허용차)의 호칭 압력 5K 플랜지의 기본치수
- (2-5) KS B 1510(구리 합금제 관 플랜지의 기본 치수)
- (2-6) KS B 1511(철강제 관플랜지의 기본 치수 및 치수 허용차)의 호칭 압력 10K 플랜지의 기본치수
- (2-7) KS B 1511(철강제 관플랜지의 기본 치수 및 치수 허용차)의 호칭 압력 16K 플랜지의 기본치수
- (2-8) KS B 1511(철강제 관플랜지의 기본 치수 및 치수 허용차)의 호칭 압력 20K 플랜지의 기본치수
- (2-9) KS B 1511(철강제 관플랜지의 기본 치수 및 치수 허용차)의 호칭 압력 30K 플랜지의 기본치수
- (2-10) KS B 1511(철강제 관플랜지의 기본 치수 및 치수 허용차)의 호칭 압력 40K 플랜지의 기본치수
- (2-11) KS B 1511(철강제 관플랜지의 기본 치수 및 치수 허용차)의 호칭 압력 63K 플랜지의 기본치수
- (2-12) KS B 1503(강재용접식 관 플랜지)
- (2-13) 상기의 KS에 따른 플랜지는 KS B 1501(철강제 관 플랜지의 압력 단계)에 따른 범위 안에서 배관등에 사용할 수 있다.

(3) 밸브

- (3-1) KS B 2361(주강 플랜지형 밸브)의 10K 플랜지형 글로브밸브
- (3-2) KS B 2361(주강 플랜지형 밸브)의 10K 플랜지형 앵글 밸브
- (3-3) KS B 2361(주강 플랜지형 밸브)의 10K 플랜지형 바깥나사 게이트 밸브
- (3-4) KS B 2361(주강 플랜지형 밸브)의 10K 플랜지형 스윙체크 밸브
- (3-5) KS B 2361(주강 플랜지형 밸브)의 10K 플랜지형 글로브 밸브
- (3-6) KS B 2361(주강 플랜지형 밸브)의 20K 플랜지형 앵글 밸브
- (3-7) KS B 2361(주강 플랜지형 밸브)의 20K 플랜지형 바깥나사 게이트 밸브
- (3-8) KS B 2361(주강 플랜지형 밸브)의 20K 플랜지형 스윙체크 밸브
- (3-9) KS B 2301(청동밸브)

2.5.1.5 재료의 사용제한

2.5.1.5.1 배관재료는 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 중 부표1-2에 표시된 허용응력 값에 대응하는 온도 범위를 초과하여 사용하지 않는다. 또한 동등 이상의 재료는 설계온도에 대하여 다음 방법에 따라 충격시험을 실시하여 불합격한 것은 0℃ 미만에서 사용되는 배관 등의 재료로 사용하지 않는다.

(1) 충격시험에 사용하는 시험편은 다음 기준에 따른다.

(1-1) 시험편의 양쪽 끝으로부터 용접선에 수직으로 폭 부분을 50mm 잘라낸 나머지 부분의 열영향부 및 용착금속부에서 채취한 것으로 한다.

(1-2) 시험편의 형상과 치수는 KS B 0809(금속재료 충격시험편)의 4호 시험편에 따른다. 다만 시험편의 치수에 따라 시험편 두께를 10mm로 할 수 없을 경우에는 시험편 두께를 7.5mm, 5mm 또는 2.5mm 가운데 그 시험편의 치수를 따라 가장 큰 것으로 한다.

(2) 충격시험은 모든 시험편에 대해서 모재의 설계온도 이하에서 KS B 0810(금속재료 충격시험방법)의 사트프충격시험에 따라 실시하고 모든 시험편의 흡수에너지가 표 2.5.1.5.1①에 따른 그 모재의 최소인장강도에 대응한 최소흡수에너지값[(1-2)의 단서의 경우에는 그 시험편두께에 따라 표 2.5.1.5.1②에

다른 시험편두께에 대응한 값을 표 2.5.1.5.1①의 값으로 대체한 값 이상일 때에 이를 합격으로 한다.

표 2.5.1.5.1① 모재의 최소인장강도에 대응한 최소흡수에너지값

재료의 최소인장강도	최소흡수에너지(단위 : J)	
δ (단위 : N/mm ²)	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 2.5.1.5.1② 시험편두께에 대응한 값

시험편의 두께(단위 : mm)	10	7.5	5	2.5
최소흡수에너지 (단위 : J)	27	20	14	7
	20	15	10	5
	18	14	9	5
	16	12	8	4
	14	11	7	4

2.5.1.5.3 다음의 탄소강 강재는 배관재료로 사용하지 않는다.

(1) KS D 3503(일반 구조용 압연 강재) 및 KS D 3515(용접구조용 압연강재)의 1종 A, 2종 A 및 3종 A는 다음에 기재하는 것에 사용하지 않는다.

(1-1) 설계압력이 1.6 MPa를 초과하는 내압부분

(1-2) 설계압력이 1 MPa를 초과하는 길이 이음매를 갖는 관 또는 관이음

(1-3) 두께가 16 mm를 초과하는 내압부분

(2) KS D 3515(용접 구조용 압연 강재) (1종 A, 2종 A, 3종 A를 제외한다)는 설계압력이 3 MPa를 초과하는 배관등에 사용하지 않는다.

2.5.1.5.4 다음의 주철품은 배관재료로 사용하지 않는다.

(1) SPS-KFCA-D4302-5016(구상 흑연 주철품)¹³⁾의 3종·4종 및 5종, SPS-KOSA0179-ISO5922-5244(가단 주철품)¹⁴⁾ 중 GCMB 30-6, 백심가단 주철품, 퍼얼라이트 가단주철품은 다음에 기재하는 것에 사용하지 않는다.

(1-1) 설계압력이 0.2 MPa 이상인 배관등

(1-2) 설계온도가 0 °C 미만 또는 250 °C를 초과하는 배관등

(2) KS D 4302(구상흑연 주철품)의 1종, 2종 및 KS D ISO 5922(가단 주철품) 중 SPS-KOSA0179-ISO5922-5244(가단 주철품)¹⁵⁾ 중 GCMB는 다음에 기재하는 것에 사용하지 않는다.

(2-1) 설계압력이 1.6 MPa를 초과하는 밸브 및 플랜지

(2-2) 설계온도가 0 °C 미만 또는 250 °C를 초과하는 배관등

13) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국주물공업협동조합의 단체표준으로 변경

14) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 단체표준으로 변경

15) 국가기술표준원의 국가표준 민간 이양 정책 추진에 따라 한국철강협회의 단체표준으로 변경

(3) KGS AC111 부록 J에서 정한 덕타일 철주조품 및 밸리어블 철주조품은 다음에 기재하는 것에 사용하지 않는다.

(3-1) 설계압력이 2.4 MPa를 초과하는 밸브 및 플랜지

(3-2) 설계온도가 -5 °C 미만 또는 350 °C를 초과하는 배관등

2.5.1.5.5 다음의 동·동합금 및 니켈동합금은 배관재료로 사용하지 않는다.

(1) KS B 6733(압력용기-기반규격) 중 허용인장응력치에 대응하는 온도를 초과하는 것 다만, 압력계·액면계 연결관에 사용하는 것을 제외한다.

(2) 동 및 동합유량이 62%를 초과하는 합금으로 내부 유체에 아세틸렌이 함유된 것

2.5.1.5.6 알루미늄 및 알루미늄합금은 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 중 부표1에 표시된 허용인장력치에 대응하는 온도를 초과하여 사용하지 않는다. 다만, 압력계·액면계 연결관에 사용하는 것을 제외한다.

2.5.1.5.7 티탄은 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 중 부표1에 표시된 허용인장응력치에 대응하는 온도를 초과하여 사용하지 않는다.

2.5.2 배관설비 구조

배관은 수소를 안전하게 수송할 수 있도록 다음 기준에 적합한 구조를 가진 것으로 한다.

2.5.2.1 배관 구조는 수송되는 수소의 중량, 배관등의 내압, 배관등 및 그 부속설비의 자체무게, 토압, 수압, 열차하중, 자동차하중, 부력 그 밖의 주하중과 풍화중, 설하중, 온도변화의 영향, 진동의 영향, 지진의 영향, 배닷으로 인한 충격의 영향, 파도 및 조류의 영향, 설치 시의 하중의 영향, 다른 공사로 인한 영향 그 밖의 중하중으로 인해 생기는 응력에 대한 안전성이 있는 것으로 한다.

2.5.2.2 사업소 밖에 설치하는 배관은 KGS GC203(가스시설 및 저장 가스배관 내진설계 기준) 및 KGS GC204(매설 가스배관 내진설계 기준)에 따라 지진의 영향에 대하여 안전한 구조로 설계·설치하고 그 성능을 유지한다.

2.5.3 배관설비 두께

배관설비의 두께는 상용압력의 2배 이상의 압력에 항복을 일으키지 않도록 다음 기준에 따라 계산한 두께 이상으로 한다.

2.5.3.1 배관 두께 계산식은 다음과 같다.

(1) 외경과 내경의 비가 1.2 미만인 경우

$$t = \frac{PD}{2 \frac{f}{s} - P} + C \quad \cdots (2.13)$$

(2) 외경과 내경의 비가 1.2 이상인 경우

$$t = \frac{D}{2} \left(\sqrt{\frac{\frac{f}{s} + P}{\frac{f}{s} - P}} - 1 \right) + C \cdots (2.14)$$

식(2.13) 및 식(2.14)에서

t : 배관의 두께의 수치(mm)

P : 상용압력의 수치(MPa)

D : 내경에서 부식여유에 상당하는 부분을 뺀 부분의 수치(mm)

f : 재료의 인장강도(N/mm) 규격 최소치이거나 항복점(N/mm) 규격 최소치의 1.6배

C : 관내면의 부식여유의 수치(mm)

s : 안전율로서 표 2.5.3.1의 환경의 구분에 따라 각각 같은 표의 오른쪽쪽에 나타난 수치

표 2.5.3.1 환경 구분에 따른 안전율 S

구분	환경	안전율
A	공로 및 가옥에서 100m 이상의 거리를 유지하고 지상에 가설되는 경우와 공로 및 가옥에서 50m 이상의 거리를 유지하고 지하에 매설되는 경우	3.0
B	공로 및 가옥에서 50m 이상 100m 미만의 거리를 유지하고 지상에 가설되는 경우와 공로 및 가옥에서 50m 미만의 거리를 유지하고 지하에 매설되는 경우	3.5
C	공로 및 가옥에서 50m 미만의 거리를 유지하고 지상에 가설되는 경우와 지하에 매설되는 경우	4.0

2.5.3.2 배관의 두께는 다음 기준에 따른 두께 이상으로 한다.

(1) 배관용 스테인레스 강관을 사용할 때의 최소 두께

표 2.5.3.2(1) 배관용 스테인레스 강관 최소 두께

호칭지름		나사를 내지 않은 경우		나사를 낸 경우	
A	B	두께(mm)	스케줄번호	두께(mm)	스케줄번호
6	1/8	1.0	5S	1.7	40
8	1/4	1.2	5S	2.0	20S
10	3/8	1.2	5S	2.0	20S
15	1/2	1.65	5S	2.5	20S
20	3/4	1.65	5S	2.5	20S
25	1	1.65	5S	2.8	10S
32	1 1/4	1.65	5S	2.8	10S
40	1 1/2	1.65	5S	2.8	10S
50	2	1.65	5S	2.8	10S
65	2 1/2	2.1	5S	3.2	—
80	3	2.1	5S	3.2	—
90	3 1/2	2.1	5S	3.2	—
100	4	2.1	5S	3.2	—

125	5	2.8	5S	3.4	—
150	6	2.8	5S	3.5	—
200	8	2.8	5S	3.9	—
250	10	3.4	5S	4.5	—
300	12	4.0	5S	4.9	—

(2) 그 밖의 강관을 사용할 때의 최소 두께

표 2.5.3.1(2) 배관용 스테인레스 강관 외의 강관 최소 두께

호칭지름		두께(mm)		스케줄 번호
A	B	나사를 내지 않은 경우	나사를 낸 경우	
6	1/8	1.7	1.7	40
8	1/4	2.2	2.2	40
10	3/8	2.8	2.8	40
15	1/2	2.8	2.8	40
20	3/4	2.9	2.9	40
25	1	3.4	3.4	40
32	1 1/4	3.6	3.6	40
40	1 1/2	3.7	3.7	40
50	2	3.9	3.9	40
65	2 1/2	4.5	4.5	20
80	3	4.5	4.5	20
90	3 1/2	4.5	4.5	20
100	4	4.9	4.9	20
125	5	5.1	5.1	20
150	6	5.5	5.5	20
200	8	6.4	6.4	20
250	10	6.4	6.4	20
300	12	6.4	6.4	20
350	14	6.4	—	10
400	16	6.4	—	10
450	18	6.4	—	10
500	20	6.4	—	10

2.5.4 배관설비 접합

배관은 수소의 누출을 방지할 수 있도록 다음 기준에 따라 접합하고, 이를 확인하기 위하여 필요한 경우에는 비파괴시험을 한다.

254.1 배관등의 접합부분은 용접을 한다. 다만 용접이 적당하지 않은 경우에는 플랜지접합 또는 나사접합으로 할 수 있으며, 이 경우에는 점검을 할 수 있는 조치를 한다.

2.5.4.2 배관등의 용접은 아크용접 또는 그 밖에 이와 동등 이상의 효과를 갖는 용접방법으로 하고, KGS GC205(가스시설 용접 및 비파괴시험 기준)에 따라 비파괴 검사를 실시한다.

2.5.5 배관설비 신축흡수조치

배관의 신축 등으로 인하여 수소가 누출하는 것을 방지하기 위하여 배관에 나쁜 영향을 미칠 정도의 신축이 생길 우려가 있는 부분에는 다음 기준에 따라 신축을 흡수하는 조치를 한다.

2.5.5.1 곡관(bent pipe)을 사용한다. 다만, 압력 2MPa 이하인 배관으로서 곡관을 사용하기가 곤란한 곳에는 벨로우즈형(bellows type) 신축이음매를 사용할 수 있다. 이 경우 벨로우즈형 신축이음매는 고정 지지되어 있고, 유체압력·운동으로 인한 작동력 및 미찰저항 그 밖의 원인에 따른 끝부분의 반력에 견딜 수 있도록 설치한다.

2.5.5.2 곡관 등의 종류·배치 및 고정방법은 온도변화에 따라 배관에 발생하는 열변위합성응력이 다음 식에 따른 허용값 이하가 되도록 한다.

$$\sigma_A = f(1.25 \sigma_c + 0.25 \sigma_n)$$

여기에서

σ_A : 열변위합성응력의 허용값(N/mm²)

σ_c : 정상운전 또는 정지기간 중에서 예상되는 최저금속온도에서 그 재료의 표 2.5.5.2①에 따른 허용인장응력(N/mm²)

σ_n : 정상운전 또는 정지기간 중에서 예상되는 최고금속온도에서 그 재료의 표 2.5.5.2①에 따른 허용인장응력(N/mm²)

표 2.5.5.2① 크리프영역에 달하지 않은 설계온도에서의 허용인장응력

재 료	허 용 인 장 응 력
탄소강 강관 또는 저합금강 강관	상온에서 규격최소항복점의 50 %
스테인레스강관 또는 비철금속관	다음 값 중 최소값으로 한다. 1. 상온에서 규격 최소인장강도의 33.3 %의 값 2. 설계온도에서 인장강도의 33.3 %의 값 3. 상온에서 규격최소항복점 또는 0.2 % 내력의 66.7 %의 값 4. 설계온도에서의 항복점 또는 0.2 % 내력의 66.7 %의 값 다만, 오스테나이트계 스테인레스강관에서는 3을 초과하지 않는 범위에서 각각의 값의 99 %의 값

f : 응력감소 계수로서 전예상수명에 걸쳐 온도사이클을 합한 수에 따라 정해진 인자(factor)이며, 표 2.5.5.2②에서 정한 것으로 한다.

표 2.5.5.2② 온도사이클을 합한 수에 따른 응력감소 계수

사이클을 합한 수	f
7 000 이하	1.0
7 000 초과 14 000 이하	0.9

14 000 초과 22 000 이하	0.8
22 000 초과 45 000 이하	0.7
45 000 초과 100 000 이하	0.6
100 000 초과	0.5

[비고] 전예상수명이란 배관장치의 총 운전예상 연수를 말한다.

2.5.6 배관설비 절연조치

배관에는 유자관리에 지장이 없고, 위해(危害)의 우려가 없도록 하기 위하여 다음 기준에 따라 절연설비를 설치한다.

2.5.6.1 배관장치에는 필요에 따라 안전용 접지 또는 이와 유사한 장치를 설치한다.

2.5.6.2 배관장치는 안전확보를 위하여 지지물에 이상전류가 흘러 배관장치가 대지전위(對地電位)로 인하여 부식이 예상되는 다음 장소에 설치된 배관은 지지물 그 밖의 구조물로부터 절연시키고 절연용 물질을 삽입한다. 다만, 절연이음물질 사용 등의 방법에 따라서 매설배관에 부식이 방지될 수 있는 경우에는 절연조치를 하지 않을 수 있다.

(1) 누전으로 인하여 전류가 흐르기 쉬운 곳

(2) 직류전류가 흐르고 있는 선로(線路)의 자계(磁界)로 인하여 유도전류가 발생하기 쉬운 곳

(3) 흙 속 또는 물 속에서 미로전류(謬路電流)가 흐르기 쉬운 곳

2.5.6.3 배관장치에 접속되어 있는 기기, 저장탱크 그 밖의 설비가 배관의 부식방지에 해로운 영향을 미칠 우려가 있는 경우에는 해당 설비와 배관을 절연이음 물질로 절연한다. 다만, 해당 설비에 대한 양극의 설치 등으로 전기방식의 효과를 얻을 수 있는 경우에는 절연을 하지 않을 수 있다.

2.5.6.4 배관을 구분하여 전기방식하는 것이 필요한 경우 지하에 매설된 배관의 부분과의 경계, 배관의 분기부 및 지하에 매설된 부분 등에는 절연이음물질을 설치한다.

2.5.6.5 피뢰기(피뢰침 및 고압철탑기 등 그리고 이들 접지케이블과 매설지선을 말한다)의 접지장소에 근접하여 배관을 매설하는 경우는 다음 기준에 따라 절연조치를 한다.

2.5.6.5.1 피뢰기와 배관 사이의 거리 및 흙의 전기저항 등을 고려하여 배관을 설치함과 동시에 필요한 경우에는 배관의 피복, 절연재의 설치 등으로 절연조치를 한다.

2.5.6.5.2 피뢰기의 낙뢰전류(落雷電流)가 기기, 저장탱크 그 밖의 설비를 지나서 배관에 전류가 흐를 우려가 있는 경우 2.5.6.3 및 2.5.6.4에 따라 절연이음물질을 설치하여 절연함과 동시에 배관의 부식방지에 해로운 영향을 미치지 않는 방법으로 배관을 접지한다.

2.5.6.5.3 2.5.6.5.1 및 2.5.6.5.2의 경우 절연을 위한 조치를 보호하기 위하여 필요한 경우에는 스파크 간극 등을 설치한다.

2.5.7 배관설비 설치

배관은 수소의 특성 및 설치 환경조건을 고려하여 위해(危害)의 우려가 없도록 다음 기준에 따라 설치한다.

2.5.7.1 배관 설치장소 선정

2.5.7.1.1 배관은 건축물의 내부 또는 기초의 밑에 설치하지 않아야 한다. 다만, 그 건축물에 가스를 공급하기 위한 배관은 건축물의 내부에 설치할 수 있다.

2.5.7.1.2 배관은 과거의 실적이나 환경조건의 변화(토지조성 등으로 인하여 지형의 변경이나 배수의 변화 등)를 고려하여 땅의 붕괴, 산사태 등의 발생이 예상되는 곳을 통과하지 않도록 한다.

2.5.7.1.3 배관은 지반침하가 현저하게 진행 중인 곳이나 과거의 실적으로 미루어 지반침하의 우려가 추정되는 곳을 통과하지 않도록 한다.

2.5.7.1.4 배관을 수중에 설치하는 경우에는 선박·파도 등에 의한 영향을 받지 않는 깊은 곳에 설치한다.

2.5.7.2 배관 매몰설치

2.5.7.2.1 사업소 안의 배관 매몰설치

수소연료사용시설의 사업소 안에 매몰 설치하는 배관은 다음 기준에 따라 설치한다.

- (1) 배관은 지면으로부터 최소한 1m 이상의 깊이에 매설한다. 이 경우 공동(公道)의 지하에는 그 위를 통과하는 차량의 교통량 및 배관의 관경 등을 고려하여 더 깊은 곳에 매설한다.
- (2) 도로폭이 8m 이상인 공동(公道)의 횡단부 지하에는 지면으로부터 1.2m 이상인 곳에 매설한다.
- (3) (1) 또는 (2)에서 정한 매설깊이를 유지할 수 없을 경우는 커버플레이트·케이싱 등을 사용하여 보호한다.
- (4) 철도 등의 횡단부 지하에는 지면으로부터 1.2m 이상인 곳에 매설하고 또는 강제의 케이싱을 사용하여 보호한다.
- (5) 지하철도(전철) 등을 횡단하여 매설하는 배관에는 전기방식조치를 강구한다.

2.5.7.2.2 사업소 밖의 배관 매몰설치

사업소 밖에 매몰 설치하는 배관은 다음 기준에 따라 설치한다.

- (1) 배관은 건축물과는 1.5m, 지하도로 및 터널과는 10m 이상의 거리를 유지한다.
- (2) 배관은 그 외면으로부터 지하의 다른 시설물과 0.3m 이상의 거리를 유지한다.
- (3) 지표면으로부터 배관의 외면까지 매설깊이는 산이나 들에서는 1m 이상 그 밖의 지역에서는 1.2m 이상으로 한다. 다만, 다음 기준에 적합한 방호구조물 안에 설치하는 경우에는 그 방호구조물의 외면까지의 깊이를 0.6m 이상으로 한다.
- (3-1) 케이싱파이프(casing pipe)·철근콘크리트박스·실드세그먼트(shield segment)·공동구(共同溝) 등 그 배관의 외면과 지표면과의 거리를 확보하는 것과 동등 이상의 안전성이 확보되도록 충분한 내구력(耐久力)을 갖도록 한다.
- (3-2) 배관의 구조에 대하여 지장을 주지 않는 구조로 한다.
- (3-3) 케이싱파이프(casing pipe)는 배관으로 사용하는 강관 다음 중 어느 하나의 관 또는 폴리카보네이트관 등 배관의 설치조건에 따라 적절한 것으로 한다.

(3-3-1) KS D 3507(배관용 탄소 강관)

(3-3-2) KS D 3566(일반 구조용 탄소 강관)

(3-3-3) KS D 3583(배관용 아크 용접 탄소강 강관)

(3-3-4) KS D 4308(터타일 주철 이형관)

(3-3-5) KS D 4311(터타일 주철관)

(3-3-6) KS F 4402(진동 및 전압 철근 콘크리트관)

(3-3-7) KS F 4403(원심력 철근 콘크리트관)

(4) 배관은 지반의 동결로 인하여 손상을 받지 않는 깊이로 매설한다.

(5) 성토하였거나 절토한 경사면 부근에 배관을 매설하는 경우에는 흙이나 돌 등이 흘러내려서 안전확보에 지장이 오지 않도록 안전율 1.3 이상의 미끄럼면을 유지하게 한다.

(6) 배관입상부·지반급변부 등 지지조건이 급변하는 곳에는 곡관의 삽입, 지반의 개량 및 그 밖에 필요한 조치를 한다.

(7) 굴착 및 되매우기는 다음 기준에 따라 실시한다.

(7-1) 배관은 가능한 한 균일하고 연속해서 지지되도록 시공한다.

(7-2) 도로 그 밖의 공작물의 구조에 지장을 주지 않도록 시공한다.

(7-3) 배관의 외면으로부터 굴착구의 측벽에 대하여 0.15m 이상의 거리를 유지하도록 시공한다.

(7-4) 굴착구의 바닥면은 배관 등에 손상을 줄 우려가 있는 암석(岩石) 등을 제거하고, 모래 또는 사질토(砂質土)를 0.2m(열차하중 또는 자동차하중을 받을 우려가 없는 경우는 0.1m)이상의 두께로 깔거나 모래주머니를 0.1m 이상의 두께로 깔아서 평탄하게 한다.

(7-5) 도로의 차도(車道)에 매설할 경우에는 배관의 바닥부분에서 노면바닥까지의 사이를, 그 밖의 경우에는 배관의 바닥부분에서 배관 정상부(頂上部)의 위쪽으로 0.3m(열차하중 또는 자동차하중을 받을 우려가 없는 경우는 0.2m)까지의 사이를 모래 또는 사질토(砂質土)로 채우고 충분히 다진다.

(7-6) 배관등 또는 그 배관등에 관한 도복장(塗覆裝)에 손상을 줄 우려가 있는 대형다짐기를 사용하지 않는다.

2.5.7.2.3 배관 도로매설

배관을 도로에 매설하는 경우에는 2.5.7.2.2[2.5.7.2.2(3) 및 2.5.7.2.2(4)]를 제외한다 및 다음 기준에 따라 설치한다.

(1) 원칙적으로 자동차 등의 하중의 영향이 적은 곳에 매설한다.

(2) 배관의 외면으로부터 도로의 경계까지 1m 이상의 수평거리를 유지한다.

(3) 배관(방호구조물 안에 설치하는 경우에는 그 방호구조물을 말한다)은 그 외면으로부터 도로 밑의 다른 시설물과 0.3m 이상의 거리를 유지한다.

(4) 시가지의 도로 밑에 배관을 매설하는 경우에는 그 도로와 관련이 있는 공사로 인하여 손상을 받지 않도록 다음 중 어느 하나의 조치를 한다.

(4-1) 다음 기준에 적합한 보호관을 배관의 정상부로부터 0.3m 이상 떨어진 그 배관의 직상부에 설치한다.

(4-1-1) 보호관의 재료는 KS D 3503(일반 구조용 압연 강재) 또는 이와 동등 이상의 화학적 성분 및 기계적 성질을 가진 것으로 한다.

(4-1-2) 보호관에는 직경 30mm 이상 50mm 이하의 구멍을 3m 이하의 간격으로 뚫어 누출된 가스가 지면으로 확산이 되도록 한다.

(4-1-3) 보호관의 재질이 금속제인 경우에는 보호관과 보호관을 가접하거나 연결철재고리로 고정

또는 겹침설치하는 등 보호관과 보호관이 이격되지 않도록 한다. 다만, 매설깊이를 확보할 수 없어 보호관 등을 사용한 경우에는 보호관을 설치하지 않을 수 있다.

(4-1-4) 보호관은 숏브라스팅 등으로 내·외면의 이물질을 완전히 제거하고, 방청도료(primer)를 1회 이상 도포한 후, 도막두께가 80 μm 이상 되도록 에폭시타입 도료를 2회 이상 코팅하거나 이와 동등 이상의 방청 및 코팅효과를 가진 것으로 한다.

(4-1-5) 보호관의 치수는 표 2.5.7.2.3(4)과 같고, 그 치수는 그림 2.5.7.2.3(4)에서 측정된 값으로 한다.

표 2.5.7.2.3(4) 보호관의 치수

파이프관경 D	치 수(mm)					
	A	B	L	R(곡률반경)	α (내각)	T
	D+100	100	1 500 이상	5~10	90° ~135°	6

[비고] 치수에 대한 허용차는 KS D 3500에 적합하여야 한다.

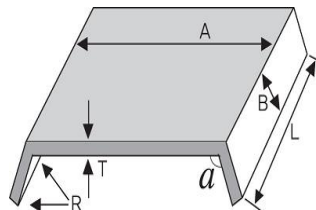


그림 2.5.7.2.3(4) 보호관의 치수 측정

(4-2) 배관을 단단하고 내구력을 가지며 도로 및 배관의 구조에 대하여 지장을 주지 않는 구조의 방호구조물 안에 설치한다.

(5) 사가지의 도로노면 밑에 매설하는 경우에는 노면으로부터 배관의 외면까지의 깊이를 1.5m 이상으로 한다. 다만, 방호구조물 안에 설치하는 경우에는 노면으로부터 그 방호구조물의 외면까지의 깊이를 1.2m 이상으로 할 수 있다.

(6) 사가지 외의 도로노면 밑에 매설하는 경우에는 노면으로부터 배관의 외면(방호구조물 안에 설치하는 경우에는 그 방호구조물의 외면을 말한다)까지의 깊이를 1.2m 이상으로 한다.

(7) 포장되어 있는 차도에 매설하는 경우에는 그 포장부분의 노반(차단층이 있는 경우에는 그 차단층을 말한다. 이하 같다) 밑에 매설하고 배관의 외면(방호구조물 안에 설치하는 경우에는 그 방호구조물의 외면을 말한다)과 노반의 최하부와의 거리는 0.5m 이상으로 한다.

(8) 인도·보도 등 노면외의 도로 밑에 매설하는 경우에는 지표면으로부터 배관의 외면까지의 깊이는 1.2m 이상으로 한다. 다만, 방호구조물 안에 설치하는 경우에는 그 방호구조물의 외면까지의 깊이를 0.6m(사가지의 노면외의 도로 밑에 매설하는 경우에는 0.9m) 이상으로 할 수 있다.

(9) 전선·상수도관·하수도관·가스관 및 그 밖에 이와 유사한 것(각 사용가구에 인입하기 위하여 설치되는 것에 한정한다)이 매설되어 있는 도로 또는 매설할 계획이 있는 도로에 매설하는 경우에는 이들의 하부에 매설한다.

2.5.7.2.4 배관 철도부지 매설

배관을 철도부지에 매설하는 경우에는 2.5.7.2.2[2.5.7.2.2(4)]를 제외한다 및 다음 기준에 따라 설치한다.

(1) 배관의 외면으로부터 궤도중심까지 4m 이상, 그 철도부지의 경계까지는 1m 이상의 거리를 유지한다. 다만, 다음 중 어느 하나에 해당하는 경우에는 그렇지 않으며, 철도부지가 도로와 인접되어 있는 경우에는 배관의 외면과 철도부지경계와의 거리를 유지하지 않을 수 있다.

(1-1) 배관을 열차하중의 영향을 받지 않는 위치에 매설하는 경우

(1-2) 배관이 열차하중의 영향을 받지 않도록 적절한 방호구조물로 방호되는 경우

(1-3) 배관의 구조가 열차하중을 고려한 것일 경우

(2) 지표면으로부터 배관의 외면까지의 깊이를 1.2m 이상으로 한다.

2.5.7.2.5 배관 하천구역 매설

배관을 「하천법」에 따른 하천구역(연안구역)에 매설하는 경우에는 하천제방과 하천관리상 필요한 거리를 유지한다.

2.5.7.2.6 배관 도로횡단 매설

도로를 횡단하여 배관을 매설하는 경우에는 다음 기준에 따라 설치한다.

(1) 2중 보호관 그 밖의 방호구조물 안에 설치한다.

(2) 2.5.7.2.2 외에 2.5.7.2.3[2.5.7.2.3(1) 및 2.5.7.2.3(2)]를 제외한다를 준용하여 설치한다.

2.5.7.2.7 배관 철도부지횡단 매설

철도부지를 횡단하여 배관을 매설하는 경우에는 2.5.7.2.4(2) 및 2.5.7.2.6(1)을 준용하여 설치한다.

2.5.7.3 배관 노출설치

2.5.7.3.1 사업소 인의 배관 노출설치

수소연료사용시설의 사업소 안에 설치하는 노출배관은 다음 기준에 따라 설치한다.

(1) 배관의 부식방지 및 검사 및 보수를 위하여 지면으로부터 0.3m 이상의 거리를 유지한다.

(2) 배관은 차량 등이 충돌할 위험이 없는 안전한 장소에 설치하고, 부득이한 경우에는 다음 방법에 따라 방호조치를 한다.

(2-1) “ㄷ” 형태로 가공한 방호철판에 의한 방호구조물은 다음 기준에 따른다.

(2-1-1) 방호철판의 두께는 4mm 이상이고 재료는 KS D 3503(일반구조용압연강재) 또는 이와 같은 수준 이상의 기계적 강도가 있는 것으로 한다.

(2-1-2) 방호철판은 부식을 방지하기 위한 조치를 한다.

(2-1-3) 방호철판 외면에는 야간식별이 가능한 야광테이프 또는 야광페인트로 가스배관임을 알려주는 경계표지를 한다.

(2-1-4) 방호철판의 크기는 0.8m 이상으로 하고 앵커볼트 등으로 건축물 외벽에 견고하게 고정 설치한다.

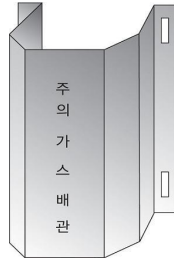


그림 2.5.7.3.1(2)① “ㄷ” 형태로 가공한 철판제 방호구조물에 의한 방호조치

(2-1-5) 방호철판과 배관은 서로 접촉되지 않도록 설치하고 필요한 경우에는 접촉을 방지하기 위한 조치를 한다.

(2-1-6) 방호철판의 하단부는 지면과 0.2m 이상 0.3m 이하로 이격하여 설치한다.

(2-2) 파이프를 “ㄷ” 형태로 가공한 강관제 구조물에 의한 방호구조물은 다음 기준에 따른다.

(2-2-1) 방호파이프는 호칭지름 50A 이상으로 하고 재료는 KS D 3507(배관용 탄소강관) 또는 이와 같은 수준 이상의 기계적 강도가 있는 것으로 한다.

(2-2-2) 강관제 구조물은 부식을 방지하기 위한 조치를 한다.

(2-2-3) 강관제 구조물 외면에는 야간식별이 가능한 야광테이프 또는 야광페인트로 가스배관임을 알려주는 경계표지를 한다.

(2-2-4) 그 밖에 강관제 구조물의 크기 및 설치방법은 (2-1-4) 및 (2-1-5)에 따른다.

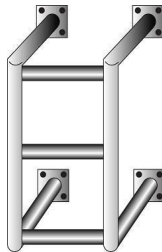


그림 2.5.7.3.1(2)② “ㄷ” 형태로 가공한 강관제 구조물에 의한 방호조치

(2-3) “ㄷ” 형태의 철근콘크리트제 방호구조물은 다음 기준에 따른다.

(2-3-1) 철근콘크리트제는 두께 0.1m 이상, 높이 1m 이상으로 한다.

(2-3-2) 철근콘크리트제 구조물 외면에는 야간식별이 가능한 야광테이프 또는 야광페인트로 가스배관임을 알려주는 경계표지를 한다.

(2-3-3) 철근콘크리트제 구조물은 건축물 외벽에 견고하게 고정 설치한다.

(2-3-4) 철근콘크리트에 의한 방호구조물과 배관은 서로 접촉되지 않도록 설치하고 필요한 경우에는 접촉을 방지하기 위한 조치를 한다.



그림 2.5.7.3.1(2)③ “ㄷ” 형태의 철근콘크리트제 방호구조물에 의한 방호조치

(3) 다음 식에 따라 신축량을 계산하고, 굽힘관, 루프 또는 벨로즈형이나 슬라이드형 신축이음매를 사용하는 등의 방법으로 그 신축량을 흡수할 수 있는 조치를 한다.

$$(\text{신축량}) = (\text{선팽창계수}) \times (\text{온도차}) \times (\text{배관길이})$$

여기에서

온도차 : 예상되는 최고 또는 최저의 사용온도와 주위 평균온도와의 차 (°C)

선팽창계수 : 탄소강인 경우에는 $11.7 \times 10^{-6} \text{ (}^{\circ}\text{C}^{-1}\text{)}$

탄소강 이외의 재료인 경우에는 공인되는 값

(4) 지상에 설치한 배관을 지지하는 행거, 서포트 등은 배관의 신축을 저해하지 않도록 배관을 지지하는 것으로 한다. 다만, 배관을 고정하여 배관에 과대한 응력이 발생할 우려가 없는 것이 명확한 경우에는 그렇지 않다.

(5) 배관이 건축물의 벽을 통과하는 부분에는 부식방지피복조치를 하고 보호관을 설치한다.

(6) 입상관은 환기가 양호한 장소에 설치하며 입상관 밸브는 밸브 손잡이가 부착된 부분(중심)을 기준으로 바닥으로부터 1.6m 이상 2m 이내에 설치한다. 다만, 부득이 1.6m 이상 2m 이내에 설치하지 못할 경우 다음 기준을 따른다.

(6-1) 입상관 밸브를 1.6m 미만으로 설치 시 보호상자 안에 설치한다.

(6-2) 입상관 밸브를 2.0m 초과하여 설치할 경우에는 다음 중 어느 하나의 기준을 따른다.

(6-2-1) 입상관 밸브 차단을 위한 전용계단을 견고하게 고정·설치한다.

(6-2-2) 원격으로 차단이 가능한 전동밸브를 설치한다. 이 경우 차단장치의 제어부는 바닥으로부터 1.6m 이상 2.0m 이내에 설치하며, 전동밸브 및 제어부는 빗물을 받을 우려가 없도록 조치한다.

2.5.7.3.2 사업소 밖의 배관 노출설치

사업소 외의 지역에 배관을 노출해 설치하는 경우에는 다음 기준에 따라 설치한다.

(1) 배관은 주택·학교·병원·철도 그 밖의 이와 유사한 시설과 다음 기준에 따라 안전 확보 상 필요한 거리를 유지한다.

(1-1) 주택, 학교, 병원, 철도 및 그 밖에 이와 유사한 시설은 표 2.5.7.3.2(1)에 열거한 시설로 하고, 시설의 종류에 따라 안전확보상 필요한 수평거리는 같은 표에 열거한 거리 이상의 거리로 한다. 다만, 교량에 설치하는 배관으로서 적절한 보강을 하였을 때는 그 거리를 적용하지 않을 수 있다.

표 2.5.7.3.2(1) 주택 등 시설과 지상배관의 수평거리

번호	시 설	수평거리(m)
1	철도(화물 수송용으로만 쓰이는 것을 제외한다)	30

2	도로(전용공업지역 안에 있는 도로를 제외한다)	30
3	학교, 유치원, 세미올유아원, 사설강습소	30
4	아동복지시설 또는 심신장애자복지시설로서 수용능력이 20인 이상인 건축물	30
5	병원(의원을 포함한다)	30
6	공공공지(도시계획시설에 한정한다) 또는 도시공원(전용공업지역 안에 있는 도시공원을 제외한다)	30
7	극장, 교회, 공회당 그밖에 이와 유사한 시설로서 수용능력이 300인 이상을 수용할 수 있는 곳	30
8	백화점, 공중목욕탕, 호텔, 여관 및 그 밖에 사람을 수용하는 건축물(가설 건축물을 제외한다)로서 사실상 독립된 부분의 연면적이 1,000㎡ 이상인 곳	30
9	「문화재보호법」에 따라 지정문화재로 지정된 건축물	70
10	주택(1부터 10까지 열거한 것 도는 가설 건축물을 제외한다) 또는 1부터 10까지 열거한 시설과 유사한 시설로서 다수인이 출입하거나, 근무하고 있는 곳	30

(2) 배관 양측에는 표 2.5.7.3.2(2)에서의 상용압력구분에 따른 폭 이상의 공지를 유지한다. 다만, 다음 기준에 따라 안전에 필요한 조치를 강구한 경우에는 공지를 유지하지 않을 수 있다.

표 2.5.7.3.2(2) 배관의 공지 폭

상 용 압 력	공지의 폭
0.2MPa 미만	5m
0.2MPa 이상 1MPa 미만	9m

[비고] 공지의 폭은 배관양쪽의 외면으로부터 계산하되, 다음에서 정하는 지역에 설치하는 경우에는 위 표에서 정한 폭의 3분의 1로 할 수 있다.

- 「도시계획법」에서의 전용공업지역 또는 일반공업지역
- 그 밖에 산업통상자원부장관이 지정하는 지역

(2-1) 배관(2개 이상의 배관이 인접해 있는 경우에는 그 중 임의의 배관)의 한쪽 면에 사도(私道), 그 밖에 해당 사업소의 관계자가 주로 통행하는 도로(전용공업지역 안에 있는 것에 한정한다) 또는 해당 배관의 방재(防災)활동 및 보전(保全)활동용으로 마련된 용지(用地)가 있는 경우

(2-2) (2-2-1) 또는 (2-2-2)의 조치를 한 경우

(2-2-1) 해당 배관 구간의 배관단위 표면적(㎡)당 5L/분 이상의 물을 살수 할 수 있는 설비를 설치하고 해당 배관에 관계되는 관련사업소에 소방차 및 긴급작업차를 배치한 경우

(2-2-2) 기밀성(氣密性)을 갖는 케이싱파이프(casing pipe) 등을 설치하고 배관과 케이싱(casing)사이의 기체를 항상 흡입하여 가스의 누출을 감지하거나 이와 동등 이상의 감지조치를 취한 경우

(3) 배관은 지진·풍압·지반침하·온도변화에 따른 신축 등에 대하여 안전한 구조의 지지물로 지지한다.

(4) (3)의 지지물은 철근콘크리트구조 또는 이와 동등 이상의 내화성을 가지는 것으로 한다. 다만, 화재로 인한 변형의 우려가 없는 경우에는 내화성을 갖지 않는 것으로 할 수 있다.

(5) 자동차등의 충돌로 인하여 배관 또는 그 지지물이 손상을 받을 우려가 있는 경우에는 단단하고 내구력이 있는 방호설비를 적절한 위치에 설치한다.

(6) 배관은 다른 시설물(그 배관의 지지물을 제외한다)과 그 배관의 유지관리에 필요한 간격을 유지한다.

2.5.7.4 배관 수중설치

수소연료사용시설 사업소 안에서 수중에 설치하는 배관은 다음 기준에 따라 설치한다.

2.5.7.4.1 배관을 선박이 항해하는 수역의 해저에 설치할 경우에는 선박의 닻으로 인한 손상을 방지하기 위하여 선박의 크기와 해저토질을 감안하여 필요하다고 인정되는 깊이 이상에 매설한다.

2.5.7.4.2 해저·하천 등 물의 유동으로 인하여 펴 상태로 될 수 있는 토양 중에 배관을 설치하는 경우에는 사용하지 않을 때의 배관의 비중을 사질토의 경우에는 물(해저의 경우는 해수)의 비중 이상, 점질토의 경우에는 액상 한계에서의 토양의 단위 체적 중량 이상으로 하고 또는 앵커 등으로 배관의 부상이나 이동을 방지하는 조치를 한다.

2.5.7.4.3 배관을 파도의 영향을 받는 접안부에 설치하는 경우에는 파도나 부유물 등으로 인한 배관의 손상을 방지하기 위하여 케이싱, 콘크리트 방호벽 또는 방파책 등으로 방호조치를 한다.

2.5.7.4.4 배관을 하천에 설치하는 경우에는 흐르는 물로 인하여 토사가 유실되지 않는 깊이 이상의 곳에 매설한다.

2.5.7.4.5 배관을 수로가 불안정한 강바닥에 매설할 경우에는 수로가 얇은 부분에서도 깊은 부분의 배관과 수평으로 되도록 매설한다.

2.5.7.5 배관 해저·해상설치

2.5.7.5.1 해저 및 해상에 설치하는 배관은 다음 기준에 따라 설치한다.

(1) 배관은 해저면 밑에 매설한다. 다만, 닻내림 등으로 인한 배관손상의 우려가 없거나 그 밖에 부득이한 경우에는 매설하지 않을 수 있다.

(2) 배관은 원칙적으로 다른 배관과 교차하지 않아야 한다.

(3) 배관은 원칙적으로 다른 배관과 30m 이상의 수평거리를 유지한다.

(4) 두 개 이상의 배관을 동시에 설치하는 경우에는 해당 배관이 서로 접촉되지 않도록 다음 기준에 따라 조치를 강구한다. 이 경우 표지판의 설치, 잠수원(潛水員)의 검사 등으로 배관의 위치를 조사하고, 되매우기 전과 필요한 경우에는 되매우기 한 후에 수중탐사기(水中探査機) 등으로 배관의 상대 위치를 확인한다.

(4-1) 2개 이상의 배관을 형강(形鋼) 등으로 매거나 구조물에 조립하여 설치한다.

(4-2) 충분한 간격을 두고 부설한다.

(4-3) 부설한 후 적절한 간격이 되도록 배관을 이동시켜 매설한다.

(5) 배관의 입상부에는 방호시설물을 설치한다.

(6) 배관을 매설하는 경우에 해저면으로부터 배관의 외면까지의 깊이는 닻내림시험의 결과, 토질, 되매우기 하는 재료, 선박교통사정 등을 참작하여 안전한 거리를 유지한다. 이 경우 그 배관을 매설하는 해저에 준설계획이 있는 경우에는 계획되어 있는 준설 후의 해저면 밑 0.6m를 해저면으로 본다.

(7) 패일 우려가 있는 (7-1)부터 (7-4)까지의 장소에 매설하는 배관에는 (8)에 따른 패임을 방지하기 위한 조치를 강구한다.

(7-1) 해류의 영향으로 해저가 패이거나 조류(潮流)의 간만(干滿)으로 해저의 모래가 이동하는 등의

표사현상(漂砂現象)을 일으킬 우려가 있는 장소

(7-2) 해안선의 앞바다에 있는 쇄파대(碎波帶)의 영향으로 해저가 패일 우려가 있는 장소

(7-3) 해안부근에서 해안 및 구조물의 영향으로 패일 우려가 있는 장소

(7-4) 그 밖에 자연현상 등의 영향으로 해저가 패일 우려가 있는 장소

(7-5) 패임을 방지하기 위하여 다음의 조치를 한다.

(7-5-1) 해안선 형상의 변경, 구축물 등의 설치, 개조, 철거, 장애물 등으로 인한 패임의 발생을 방지하는 조치

(7-5-2) 조류, 폭풍, 하천의 영향 등으로 인하여 패일 우려가 있는 경우에는 패임이 예상되는 깊이보다 깊은 위치에 배관을 매설하는 조치

(8) 굴착 및 되메우기는 안전이 유지되도록 적절한 방법으로 실시한다.

(9) 해저면 밑에 배관을 매설하지 않고 설치하는 경우에는 해저면을 고르게 하여 배관이 해저면에 닿게 한다.

(10) 배관이 부양하거나 이동할 우려가 있는 경우에는 다음 기준에 따라 이를 방지하기 위한 조치를 한다.

(10-1) 사용할 때의 배관의 비중을 주위의 흙이 사질토(砂質土)인 경우에는 해수(海水)의 비중 이상, 점질토인 경우에는 액성한계(液性限界)에서 흙의 단위체적중량 이상으로 한다.

(10-2) 앵커(anchor) 등을 사용하여 배관을 고정한다.

(10-3) 지반의 변동으로 인하여 부상(浮上)을 일으킬 우려가 없는 깊이에 배관을 설치한다.

(10-4) 배관을 매설할 수 없을 때에는 파랑 및 조류(潮流)의 영향을 고려하고 필요한 경우에는 배관의 중량조절, 새들(saddle)의 설치, 수중(水中)콘크리트 공사 등의 조치를 한다.

2.5.7.5.2 해상배관은 다음 기준에 따라 설치한다.

(1) 배관은 지진·풍압·파도압 등에 대하여 안전한 구조의 지지물로 지지한다.

(2) 배관은 선박의 항행으로 인하여 손상을 받지 않도록 해면과의 사이에 필요한 공간을 확보하여 설치한다.

(3) 선박의 충돌 등으로 인하여 배관 또는 그 지지물이 손상 받을 우려가 있는 경우에는 방호설비를 설치한다.

(4) 배관은 다른 시설물(그 배관의 지지물을 제외한다)과 배관의 유지관리에 필요한 거리를 유지한다.

2.5.7.6 배관 하천횡단 설치

하천횡단 배관은 다음 기준에 따라 설치한다.

2.5.7.6.1 하천을 횡단하여 배관을 설치하는 경우에는 교량에 설치한다. 다만, 교량에 설치할 수 없는 경우에는 하천 밑을 횡단하여 매설할 수 있다.

2.5.7.6.2 교량에 설치할 수 없어 하천 밑을 횡단하여 매설하는 경우, 배관의 외면과 계획하상높이(계획하상높이가 가장 깊은 하상높이보다 높을 때에는 가장 깊은 하상높이, 이하 같다)와의 거리는 원칙적으로 4.0m 이상, 소하천·수로를 횡단하여 배관을 매설하는 경우에는 배관의 외면과 계획하상높이와의 거리는 원칙적으로 2.5m 이상, 그 밖의 좁은 수로(용수로, 개천 또는 이와 유사한 것을 제외한다)를 횡단하여 배관을 매설하는 경우에는 배관의 외면과 계획하상높이와의 거리는 원칙적으로 1.2m 이상으로 하고, 아울러 제방 또는 그 밖에 하천관리시설의

기준 또는 계획 중인 기초시설물에 지장을 주지 않으며 하상변동·패임·닷내림 등의 영향을 받지 않는 깊이에 매설한다.

2.5.7.6.3 하천 또는 수로를 횡단하여 배관을 매설하는 경우에는 다음 기준에 따른 방호구조물 안에 설치한다.

(1) 방호구조물은 충분한 내구력을 가진 것으로 한다.

(2) 방호구조물은 하천용 또는 수로(水路) 및 배관의 구조에 지장을 주지 않는 구조로 한다. 이 경우 안전확보에 필요한 경우에는 양끝을 폐쇄시킨 것으로 하고, 방호구조물이 터널형(tunnel type)일 경우에는 그 내부를 점검할 수 있는 구조로 한다.

2.5.7.6.4 2.5.7.6.3에 따른 방호구조물은 다음 중 어느 하나의 조치를 강구하여 부양이나 선박의 닻내림 등으로 인한 손상을 방지한다.

(1) 사용할 때의 방호구조물(내포되는 공기 및 물의 중량을 포함한다)의 비중을 주위의 흙이 사질토(砂質土)인 경우에는 물의 비중 이상, 점질토인 경우에는 액성한계(液性限界)에서 흙의 단위체적중량 이상으로 한다.

(2) 앵커(anchor)를 사용하여 방호구조물을 고정시킨다.

(3) 지반의 변동 또는 크리프(creep)로 인하여 부상(浮上)을 일으킬 우려가 없는 깊이에 방호구조물을 설치한다.

(4) 충분한 깊이에 케이싱터널(casing tunnel) 등을 설치한다.

2.5.7.6.5 그 밖에 하천 및 수로를 횡단하는 배관에 대하여는 2.5.7.6.1부터 2.5.7.6.4까지 외에 2.5.7.2.2[2.5.7.2.2(3) 및 2.5.7.2.2(4)]를 제외한다와 2.5.7.3.2[교량에 설치하는 경우에는 2.5.7.3.2(2)를 제외한다를 준용하여 설치한다.

2.5.7.7 배관 하천 병행매설

정비가 완료된 하천으로서 시장·군수·구청장이 하천부지 외에는 배관을 설치할 장소가 없다고 인정하는 경우로서 배관을 하천과 병행하여 매설하는 경우에는 다음 기준에 따라 설치한다.

2.5.7.7.1 설치지역은 하상(河床)이 아닌 곳으로 한다.

2.5.7.7.2 배관은 견고하고 내구력을 갖는 방호구조물 안에 설치한다.

2.5.7.7.3 매설심도는 배관의 외면으로부터 2.5m 이상 유지한다.

2.5.7.7.4 배관손상으로 인한 가스누출 등 위급한 상황이 발생한 때에 그 배관에 유입되는 가스를 신속히 차단할 수 있는 장치(“차단장치”라 한다. 이하 2.5.7.7.4에서 같다)를 설치한다. 다만, 매설된 배관이 포함된 구간 간의 가스를 30분 이내에 화기 등이 없는 안전한 장소로 방출할 수 있는 벤트스택 또는 플래스택을 설치한 경우에는 차단장치를 설치하지 않을 수 있다.

2.5.8 배관부대설비 설치

배관은 그 배관의 안전한 유지·관리를 위하여 다음 기준에 따라 필요한 설비를 설치하거나 필요한 조치를 강구한다.

2.5.8.1 압력계 설치

배관은 위해(危害)의 우려가 없도록 배관의 적당한 곳에 압력계를 설치한다.

2.5.8.2 순회감시자동화 보유

사업소 밖 배관의 유지 상태를 감시하기 위하여 필요한 경우에는 순회감시차를 보유하고 배관의 유지, 보수, 수리 등을 위한 기자재창고 등을 설치한다.

2.5.8.3 운영상태 감시장치 설치

2.5.8.3.1 사업소 밖의 배관장치(배관 및 그 배관과 일체가 되어 수소의 수송용으로 사용되는 압축기·펌프·밸브 및 이들의 부속설비를 포함한다. 이하 같다)에는 압축기·펌프 및 밸브의 작동상황 등 그 배관장치의 운영상태를 감시하는 장치를 다음 기준에 따라 설치한다.

- (1) 배관장치에는 적절한 장소에 압력계·유량계·온도계(필요한 경우에 한정한다) 등의 계기류(計器類)를 설치한다.
- (2) 압축기 또는 펌프에 관련되는 계기실(배관장치의 경로에 설치한 관리실을 포함한다)에는 해당 압축기 또는 펌프의 작동상황을 나타내는 표시등 및 긴급차단밸브의 개폐상태를 나타내는 표시등을 설치한다.

2.5.8.3.2 사업소 밖의 배관장치에는 압력 또는 유량의 이상변동 등 이상상태가 발생한 경우에 그 상황을 경보하는 장치를 다음 기준에 따라 설치한다.

- (1) 경보장치의 경보수신부는 해당 경보장치가 경보를 올리는 때에 지체 없이 필요한 조치를 할 수 있는 장소에 설치한다.
- (2) 경보장치는 다음의 경우에 경보를 올리는 것으로 한다.
 - (2-1) 배관 안의 압력이 상용압력의 1.05배를 초과한 때
 - (2-2) 배관 안의 압력이 정상운전 시의 압력보다 15% 이상 강하한 때
 - (2-3) 배관 안의 유량이 정상운전 시의 유량보다 7% 이상 변동한 때
 - (2-4) 긴급차단밸브의 조작회로가 고장난 때 또는 긴급차단밸브가 폐쇄된 때

2.5.8.4 안전제어장치 설치

2.5.8.4.1 사업소 외의 배관장치에는 수소의 압력과 배관의 길이에 따라 다음의 제이기능을 갖는 안전제어장치를 설치한다.

- (1) 압력안전장치, 가스누출감지경보장치, 긴급차단장치 또는 그 밖에 안전을 위한 설비 등의 제어회로가 정상상태로 작동되지 않는 경우에 압축기 또는 펌프가 작동되지 않는 제이기능
- (2) 다음의 이상상태가 발생한 경우에 재해발생방지를 위하여 압축기·펌프·긴급차단장치 등을 신속하게 정지 또는 폐쇄하는 제이기능
 - (2-1) 2.5.8.3.1에 따라 설치한 압력계로 측정한 압력이 상용압력의 1.1배를 초과하였을 때
 - (2-2) (2-1)에서 정한 압력계로 측정한 압력이 정상 운전 시의 압력보다 30% 이상 강하였을 때
 - (2-3) 2.5.8.3.1에 따라 설치한 유량계로 측정한 유량이 정상운전 시의 유량보다 15% 이상 증가했을 때

- (3) 압력안전장치, 가스누출감지경보설비 등 그 밖에 안전을 위한 설비 등의 조작회로에 동력(動力)이 공급되지 않을 때 또는 경보장치가 경보를 올리고 있을 때에는 압축기 또는 펌프가 작동하지 않는 제이기능

2.5.8.4.2 2.5.8.4.1에 따른 압력안전장치는 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

- (1) 배관 안의 압력이 상용압력을 초과하지 않고, 또한 수격(water hammer)현상으로 인하여 생기는 압력이 상용압력의 1.1배를 초과하지 않도록 하는 제이기능을 갖춘 것
- (2) 재질 및 강도는 가스의 성질, 상태, 온도 및 압력 등에 상응되는 적절한 것
- (3) 배관장치의 압력변동을 충분히 흡수할 수 있는 용량을 갖춘 것

2.5.8.5 피뢰설비 설치

배관장치에는 낙뢰 등으로부터 설비를 보호하기 위하여 KS C IEC 62305-1,2,3,4(피뢰 시스템)에서 정하는 규격의 피뢰설비를 설치한다.

2.5.8.6 배관의 내용물누출경고장치 설치

사업소 밖의 배관에는 서로 인접하는 긴급차단장치의 구간마다 그 배관 안의 수소를 이송하고 불활성가스 등으로 치환할 수 있는 조치를 한다.

2.5.9 배관설비 성능

배관은 수소를 안전하게 사용할 수 있도록 하기 위하여 다음 기준에 따라 내압성능 및 기밀성능을 가지도록 한다.

2.5.9.1 상용압력이 0.1MPa 이상인 배관은 상용압력의 1.5배 이상의 압력에서 내압성능을 갖도록 한다.

2.5.9.2 배관은 상용압력의 1.1배 또는 8.4kPa중 높은 압력이상의 압력으로 기밀성능(완성검사를 받은 후의 정기검사 시에는 사용압력 이상의 압력으로 실시하는 누출성능)을 갖는 것으로 한다.

2.5.9.3 사업소 경계 밖의 지하에 설치하는 배관은 다음 시기에 실시하는 기밀시험에 적합한 성능을 갖는 것으로 한다.

- (1) 최초로 설치할 때
- (2) 기밀시험(공기 또는 불활성기체를 배관에 주입하여 가스가 누출되는지를 확인하는 검사를 말한다. 이하 같다) 및 내압시험을 실시하고, 완성검사를 받은 날부터 15년이 경과한 연도 및 그 이후 매 4년이 경과한 날이 속하는 연도

2.5.10 배관의 표시

배관은 안전을 확보하기 위해 그 배관의 외부에는 수소를 사용하는 배관임을 명확하게 식별할 수 있도록 다음기준에 따라 도색 및 표시를 한다.

2.5.10.1 배관은 그 외부에 사용가스명·최고사용압력 및 가스의 흐름방향을 표시한다. 다만, 지하에 매설하는 경우에는 흐름방향을 표시하지 않을 수 있다.

2.5.10.2 지상배관은 부식방지도장 후 표면색상을 황색으로 도색하고, 지하매설배관은 최고사용압

력이 0.1 MPa 미만인 배관은 황색, 0.1 MPa 이상인 배관은 적색으로 한다. 다만, 지상배관의 경우 건축물의 내·외벽에 노출된 것으로서 바닥(2층이상의 건물의 경우에는 각층의 바닥을 말한다)에서 1m의 높이에 폭 0.03m의 황색띠를 2중으로 표시한 경우에는 표면색상을 황색으로 하지 않을 수 있으며, 아연도금강관(백관)은 별도의 부식방지 도장이 없어도 부식방지조치를 한 것으로 본다. 이때, 바닥·벽의 관통부 및 건축물 내 다습부 등은 추가적으로 부식방지 도장을 하도록 한다.

2.5.10.3 배관을 지하에 매설하는 경우 배관의 직상부에 보호포를 설치한다. 이 경우 보호포는 일반형보호포와 탐지형보호포(지면에서 매설된 보호포의 설치위치를 탐지할 수 있도록 제조된 것을 말한다)로 구분하고 재질·규격 및 설치기준은 다음과 같다.

2.5.10.3.1 재질 및 규격

- (1) 보호포는 폴리에틸렌수지·폴리프로필렌수지 등 잘 끊어지지 않는 재질로 직조한 것으로서 두께는 0.2mm 이상으로 한다.
- (2) 보호포의 폭은 0.15m 이상으로 한다.
- (3) 보호포의 바탕색은 최고사용압력이 0.1 MPa 미만인 관은 황색, 0.1MPa이상 1MPa 미만인 관은 적색으로 하고, 가스명·최고사용압력·공급자명 등을 표시한다.

2.5.10.3.2 설치기준

- (1) 보호포는 호칭지름에 0.10m를 더한 폭으로 설치하고, 2열 이상으로 설치할 경우 보호포간의 간격은 해당 보호포 폭 이내로 한다.
- (2) 보호포는 다음 기준에 적합하게 설치한다.
 - (2-1) 보호포는 배관 정상부로부터 0.4m 이상 떨어진 곳에 설치한다.
 - (2-2) (2-1)에도 불구하고 다음의 경우에는 해당 기준에 적합하게 설치한다.
 - (2-2-1) 매설깊이를 확보할 수 없어 보호관등을 사용한 경우에는 보호관 직상부에 보호포를 설치할 수 있다.
 - (2-2-2) 도로복구 등으로 인하여 보호포가 훼손될 우려가 있는 경우에는 (2-1)에서 정한 보호포 설치위치 이하에 설치할 수 있다.
 - (2-2-3) 압입구간 등 부득이한 경우에는 보호포를 설치하지 않을 수 있다.

2.6 정압기 설치기준 (내용 없음)

2.7 연료전지 설치기준

연료전지는 화재 및 폭발 사고를 방지하기 위하여 수소연료사용시설의 안전확보와 정상작동이 가능하도록 다음 기준에 따라 설치한다. 다만 가스소비량이 232.6kW(20m³/h)를 초과하는 연료전지는 제외한다.

2.7.1 연료전지 공통 설치기준

연료전지 종류와 관계없이 적용되는 공통 설치기준은 다음과 같다.

2.7.1.1 연료전지는 연료전지실[연료전지 설치장소 안의 가스가 방, 거실, 목욕탕, 샤워장 및 그 밖에 사람이 거주하는 곳(이하 “거실등”이라 한다)으로 들어가지 않는 구조로서 연료전지 설

치장소와 거실등 사이의 경계벽은 출입구를 제외하고는 내화구조의 벽으로 한 것을 말한다]에 설치한다. 다만, 각각의 경우에는 연료전지실에 설치하지 않을 수 있다.

- (1) 밀폐식 연료전지
- (2) 연료전지를 옥외에 설치한 경우

2.7.1.2 밀폐식 연료전지는 거실등 및 그 밖에 환기가 잘되지 않아 연료전지의 배기가스가 누출되는 경우 사람이 질식할 우려가 있는 곳에는 설치하지 않는다.

2.7.1.3 연료전지실에는 부압(대기압보다 낮은 압력을 말한다) 형성의 원인이 되는 환기팬을 설치하지 않는다.

2.7.1.4 연료전지실에는 사람이 거주하는 거실·주방 등과 통기될 수 있는 가스렌지 배기덕트(후드)등을 설치하지 않는다.

2.7.1.5 연료전지는 가연성 물질 또는 인화성 물질을 저장·취급하는 장소와 1.5m 이상 이격하여 설치하며, 조작·연소·확인 및 점검수리에 필요한 간격을 두어 설치한다.

2.7.1.6 연료전지를 옥외에 설치할 때는 눈·비·바람 등에 의하여 연소에 지장이 없도록 보호조치를 강구한다. 다만, 옥외형 연료전지는 보호조치를 하지 않을 수 있다.

2.7.1.7 물이 침입하거나 침투할 우려가 없는 위치에 설치한다.

2.7.1.8 연료전지 및 구성부품은 출입구의 개폐 및 사람의 움직임에 방해가 되지 않도록 설치한다.

2.7.1.9 바닥 설치형 연료전지는 그 하중에 충분히 견디는 구조의 평평한 바닥면 위에 설치하고, 벽걸이형 연료전지는 그 하중에 충분히 견디는 구조의 벽면에 견고하게 설치한다.

2.7.1.10 연료전지 및 구성부품은 쉽게 탈착되지 않는 구조로 하며, 움직이지 않도록 고정 부착한다.

2.7.1.11 지진과 그 외의 진동 또는 충격(이하 지진 등이라고 한다.)에 의해 쉽게 전도하거나 균열 또는 파손을 일으키지 않으며, 그 배선 및 배관 등의 접속부가 쉽게 풀리지 않는 구조로 한다.

2.7.1.12 연료전지는 지하실 또는 반지하실에 설치하지 않는다. 다만, 밀폐식 연료전지 및 급배기 시설을 갖춘 연료전지실에 설치된 반밀폐식 연료전지의 경우에는 지하실 또는 반지하실에 설치할 수 있다.

2.7.1.13 배기통의 재료는 스테인리스강판 또는 배기가스 및 응축수에 내열·내식성이 있는 것으로서 배기통은 한국가스안전공사 또는 공인시험기관의 성능인증을 받은 것으로 한다. 다만, 성능인증을 받은 규격의 제품이 없는 경우에는 제조자의 제조기준에 따를 수 있다.

2.7.1.14 연통이 가연성의 벽을 통과하는 부분은 방화조치를 하고 배기가스가 실내로 유입되지

않도록 조치한다.

2.7.1.15 연통의 터미널에는 동력관을 부착하지 않는다. 다만, 부득이 무동력관을 부착할 경우에는 무동력관의 유효단면적이 공동배기구의 단면적 이상이 되도록 한다.

2.7.1.16 연료전지 연통 접속부의 호칭지름은 연료전지와 접속되는 연통의 호칭지름 이상인 것으로 하며, 연통과 연료전지의 접속부 및 연통과 연통의 접속부는 내열실리콘 등(석고봉대를 제외한 다)으로 마감조치해 기밀이 유지되도록 한다.

2.7.1.17 연료전지에서 발생하는 가연성 가스는 건축물 밖으로 배기되도록 한다.

2.7.1.18 연료전지는 발전전압 및 수전전압에 따라 감전 또는 화재의 우려가 없도록 설치한다.

2.7.1.19 연료전지는 접지하여 설치한다.

2.7.1.20 전선은 나선을 사용하지 않으며, 수도관, 가스관 등과 접촉하지 않도록 설치한다.

2.7.1.21 전선은 연료전지의 발열부분으로부터 0.15m 이상 이격하여 설치한다.

2.7.1.22 연료전지의 가스접속배관은 금속배관을 사용하고 가스의 누출이 없도록 확실하게 접속한다.

2.7.1.23 이 기준에서 규정하지 않은 사항은 제조자가 제시한 시공지침에 따른다.

2.7.1.24 연료전지를 설치 시공한 자는 그가 설치·시공한 시설에 대하여 표 2.7.2.24와 같이 시공표지판을 부착한다.

표 2.7.1.24 시공표지판

시 공 표 지 판		
시 공 자	명 칭 또 는 상 호	
	시 공 자 등 록 번 호	
	사 무 소 소 재 지	
	시 공 관 리 자 성 명	(전화번호)
연료전지	제 조 자 명	
	모 델 명 및 기 종	
	제 조 번 호	
시 공 내 역	설 치 기 준 적 합 여부	
	시 공 년 월 일	
	특 기 사 항	

2.7.1.25 연료전지를 설치·시공하는 자는 그가 설치·시공한 시설이 연료전지의 설치기준에 적합한 때에는 표 2.7.1.25의 예와 같이 연료전지 설치 시공 확인서를 작성하여 5년간 보존해야 하며 그 사본(지질 백상지 260g/m²)을 연료전지 사용자에게 교부하고 작동요령에 대한 교육을 실시한다.

표 2.7.1.25 연료전지 설치시공 및 보험가입 확인서의 예

연료전지 설치·시공 확인서				
사 용 자	① 성 명			② 전화번호
	③ 주 소			
	④ 건축물소재지			
시 공 자	⑤ 명칭 또는 상호			⑥ 시공자등록번호
	⑦ 대표자			⑧ 전화번호
	⑨ 사무소소재지			
건축물	⑩ 분 류	단독주택, 공동주택(아파트, 연립, 다세대), 기타()		
	⑪ 규 모	건축면적(), 난방면적(), (평형) (세대), (층수 층)		
연료 전지	⑫ 제조자명			⑬ 제조번호
	⑭ 모델명			⑮ 급·배기방식
	⑯ 사용가스종류			⑰ 전기 및 난방출력
시 공 내 역	⑱ 배기통재료			⑲ 배기통 높이: m 직경: mm
	⑳ 연료전지설치장소		전용연료전지실, 기타()	
	㉑ 시공년월일	년 월 일		
시 공 · 확 인 사 항	㉒ 급기구, 상부환기구의 적합 여부	☐ 적합 ☐ 부적합		
	㉓ 공동배기구, 배기통의 막힘 여부	☐ 없음 ☐ 있음		
	㉔ 가스누출 여부	☐ 없음 ☐ 있음		
	㉕ 연료전지의 정상작동 여부	☐ 정상 ☐ 비정상		
	㉖ 배기가스 적정배기 여부	☐ 적합 ☐ 부적합		
향	㉗ 누전여부	☐ 적합 ☐ 부적합		
	㉘ 가연성 물질 적치 여부	☐ 적합 ☐ 부적합		
	㉙ 사용교육의 실시여부	☐ 실시 ☐ 미 실시		
	㉚ 기타 특기사항			
KGS FU671 2.7.1.25에 따라 위와 같이 확인하고 이를 교부합니다.				
년 월 일 시공자 (인)				

2.7.2 반밀폐식 연료전지

반밀폐식 연료전지의 급·배기 설비 설치기준은 다음과 같다.

2.7.2.1 강제배기식

(1) 배기통은 단독으로 설치한다.

- (2) 배기통의 유효단면적은 연료전지의 배기통 접속부 유효 단면적 이상으로 한다.
- (3) 배기통은 기울기를 주어 응축수가 외부로 배출될 수 있도록 설치한다. 다만, 응축수가 내부로 유입이 가능한 연료전지는 내부로 유입될 수 있도록 설치할 수 있다.
- (4) 배기통은 점검 및 유지가 용이한 장소에 설치하되, 부득이하여 천장 속 등의 은폐부에 설치되는 경우에는 배기통을 단열조치하고, 수리나 교체에 필요한 점검구 및 외부환기구를 설치한다.
- (5) 터미널에는 새·취 등 직경 16 mm 이상인 물체가 통과할 수 없는 방조망을 설치한다.
- (6) 터미널의 전방·측면·상하주위 0.6m(방열판이 설치된 것은 0.3m) 이내에는 가연물이 없도록 한다.
- (7) 배기통은 자중·풍압·적설하중 및 진동 등에 견디도록 견고하게 설치한다.
- (8) 터미널 개구부로부터 0.6m 이내에는 배기가스가 실내로 유입할 우려가 있는 개구부가 없도록 한다.
- (9) 급기구 및 상부환기구의 유효단면적은 배기통의 단면적 이상으로 한다.
- (10) 상부환기구는 될 수 있는 한 높게 설치하며, 보조보일러가 없는 경우 최소한 연료전지 본체 상단이상 높게 설치한다.
- (11) 상부환기구 및 급기구는 외기와 통기성이 좋은 장소에 개구되어 있도록 한다.

2.7.3 밀폐식 연료전지

밀폐식 연료전지의 급·배기 설비 설치기준은 다음과 같다.

2.7.3.1 일반사항

- (1) 밀폐식 연료전지는 급·배기통과 벽과의 사이에 배기가스가 실내로 들어올 수 없도록 밀폐하여 설치한다.
- (2) 급·배기통은 옥외에 물고임 등이 없을 정도의 기울기를 주어 설치한다.
- (3) 터미널의 주위에는 장애물이 없도록 한다.
- (4) 눈내림 구역에 설치하는 경우에는 터미널 주위의 적설을 처리할 수 있는 구조로 한다.
- (5) 급·배기통의 최대 연장길이는 연료전지의 취급설명서에 적힌 최대연장길이 이내이고 터미널은 바깥벽에 설치한다.
- (6) 급·배기통과 부착된 벽 및 연료전지 본체와 벽의 접속은 단단하게 고정되도록 한다.
- (7) 급·배기통은 점검 및 유지가 용이한 장소에 설치하되, 부득이 천정 속 등의 은폐부에 설치될 경우에는 수리나 교체에 필요한 점검구 및 외부환기구를 설치할 것

2.7.3.2 강제급·배기식

- (1) 급·배기통은 단독으로 설치한다.
- (2) 터미널은 충분히 개방된 옥외 공간에 충분히 벽외부로 나오도록 설치하되 수평이 되게 한다.
- (3) 터미널은 좌우 또는 상하에 설치된 돌출물간의 거리가 1.5m 미만인 곳에는 설치하지 않는다.
- (4) 터미널은 전방 0.15 m 이내에 장애물이 없는 장소에 설치한다.
- (5) 터미널의 벽관통부는 터미널 본체와 벽과의 사이에 배기가스가 실내로 유입되지 않도록 한다.
- (6) 터미널의 높이는 바닥면 또는 지면으로부터 0.15m 위쪽으로 한다.
- (7) 터미널과 상방향 건축물 돌출물과의 떨어진 거리는 0.25m 이상으로 한다.
- (8) 터미널 개구부로부터 0.6m 이내에 배기가스가 실내로 유입할 우려가 있는 개구부가 없도록 한다.

- (9) 급·배기통은 기울기를 주어 응축수가 외부로 배출될 수 있도록 설치한다. 다만, 응축수가 내부로 유입이 가능한 연료전지는 내부로 유입될 수 있도록 설치할 수 있다.
- (10) 급·배기통과 설치되는 벽 및 연료전지 본체와의 접속은 확실히 한다.

2.7.4 옥외식

2.7.4.1 연료전지의 공기 급기구는 연료전지 이외의 배기가스 또는 오염물질로 인한 영향을 받지 않도록 한다.

2.7.4.2 터미널에는 새·취 등 직경 16 mm 이상인 물체가 통과할 수 없는 방조망을 설치한다.

2.7.4.3 터미널 개구부로부터 0.6m 이내에는 배기가스가 실내로 유입할 우려가 있는 개구부가 없도록 한다.

2.7.4.4 연료전지와 접하는 지지대 및 구조물과 지붕재는 불연성의 물질이어야 한다.

2.7.4.5 연료전지는 풍압, 지진, 번개에 의해 악영향을 받지 않도록 견고히 고정되어야 한다.

2.7.4.6 연료전지는 가연성, 인화성, 위험성 물질을 저장하기 위한 장소에 설치할 수 없다.

2.7.4.7 연료전지는 급·배기에 영향이 없도록 벽, 담 등 건축물과 0.3m 이상 이격하여 설치한다.

2.7.4.8 터미널 또는 배기구의 전방·측면·상하주위 0.6m(방열판이 설치된 것은 0.3m) 이내에는 가연물이 없도록 한다.

2.7.4.9 연료전지와 그 구성부품은 동파방지 조치를 한다.

2.8 사고예방설비기준

2.8.1 과압안전장치 설치

수소가스설비에는 그 설비 안의 압력이 상용의 압력을 초과하는 경우 즉시 상용의 압력 이하로 되돌릴 수 있도록 하기 위하여 다음 기준에 따라 과압안전장치를 설치한다.

2.8.1.1 과압안전장치 선정

수소가스설비등에서의 압력상승 특성에 따라 다음 기준과 같이 과압안전장치를 선정한다.

- (1) 기체 및 증기의 압력상승을 방지하기 위하여 설치하는 안전밸브
- (2) 급격한 압력상승, 독성가스의 누출, 유체의 부식성 또는 반응생성물의 생성 등에 따라 안전밸브를 설치하는 것이 부적당한 경우에 설치하는 파열판

- (3) 펌프 및 배관에서 액체의 압력상승을 방지하기 위하여 설치하는 릴리프밸브 또는 안전밸브
- (4) (1)부터 (3)까지의 안전장치와 병행 설치할 수 있는 자동압력제어장치(수소가스설비 등의 내압이 상용의 압력을 초과한 경우 그 수소가스설비 등으로의 가스유입량을 감소시키는 방법 등에 따라 그 수소가스설비 등 안의 압력을 자동적으로 제어하는 장치)

2.8.1.2 과압안전장치 설치위치

과압안전장치는 수소가스설비 중 압력이 최고허용압력 또는 설계압력을 초과할 우려가 있는 다음의 구역마다 설치한다.

- (1) 내·외부 요인으로 압력상승이 설계압력을 초과할 우려가 있는 압력용기 등
- (2) 도출측의 막힘으로 인한 압력상승이 설계압력을 초과할 우려가 있는 압축기의 최종단(다단 압축기의 경우에는 각 단) 또는 펌프의 출구측
- (3) (1)부터 (2)까지 이외에 압력조절설배, 이상반응, 밸브의 막힘 등으로 인한 압력상승이 설계압력을 초과할 우려가 있는 수소가스설비 또는 배관 등

2.8.1.3 과압안전장치 구조 및 재질

과압안전장치의 구조 및 재질은 그 과압안전장치가 설치되는 수소가스설비등의 안에 있는 수소의 압력 및 온도에 견딜 수 있고, 내식성이 있는 것으로 한다.

2.8.1.4 과압안전장치 분출면적

안전밸브·파열판 또는 릴리프밸브의 분출면적 또는 유출면적은 다음의 계산식에 따라 계산한 면적 이상으로 한다.

- (1) 임계흐름압력이 배압보다 크거나 같은 경우(음속흐름)

$$A = \frac{13160W \sqrt{TZ}}{CK_d K_b K_c P_1 \sqrt{M}} \quad \cdots (2.19)$$

$$A = \frac{35250V \sqrt{TZM}}{CK_d K_b K_c P_1} \quad \cdots (2.20)$$

$$A = \frac{189750V \sqrt{TZG}}{CK_d K_b K_c P_1} \quad \cdots (2.21)$$

- (2) 임계흐름압력이 배압보다 작은 경우(아음속흐름)

$$A = \frac{17.9W}{F_2 K_b K_c} \sqrt{\frac{ZT}{MP_1(P_1 - P_2)}} \quad \cdots (2.22)$$

$$A = \frac{47.95V}{F_2 K_b K_c} \sqrt{\frac{ZTM}{P_1(P_1 - P_2)}} \quad \cdots (2.23)$$

$$A = \frac{258V}{F_2 K_b K_c} \sqrt{\frac{ZTG}{P_1(P_1 - P_2)}} \quad \cdots (2.24)$$

식(2.19)부터 식(2.24)까지에서

P_1 : 분출량 결정압력(절대압력으로 설정압력과 초과압력의 합) [kPa(a)]

$$\frac{P_{cf}}{P_1} = \left[\frac{2}{k+1} \right]^{\frac{k}{k-1}}$$

여기에서

P_{cf} : 임계흐름압력(절대압력을 말한다) [kPa(a)]

k : 비열비($\frac{C_p}{C_v}$)의 수치

C_p : 정압비열

C_v : 정적비열

P_2 : 대기압을 포함하는 배압(절대압력을 말한다) [kPa(a)]

A : 필요분출면적(mm)

W : 2.8.1.6에서 규정하는 필요분출량(kg/h)

C : 비열용량계수로서 그림 2.8.1.4① 또는 표 2.8.1.4(1)에서 나타난 값으로 한다.

T : 분출량 결정압력에서 가스의 절대온도(K)

M : 가스의 분자량

K_d : 분출계수(제작자의 설계분출계수)로서 안전밸브는 0.975, 파열판은 0.62로 한다.

K_b : 배압보정계수로서 대기압이면 1, 평형벨로우즈형(balanced bellows type)은 그림 2.6.1.4②,

일반형(conventional type)은 그림 2.8.1.4③에서 구한 값

K_c : 안전밸브와 파열판을 함께 설치한 경우 0.9, 안전밸브만 설치한 경우 1.0으로 한다.

Z : 그림 2.8.1.4④에서 나타난 압축계수의 값 단, 명확하지 않은 경우는 $Z=1.0$ 으로 한다.

V : 2.8.1.6에서 정하는 필요분출량 (Nm/min), [0 °C, 101.325 kPa(a)]

G : 표준상태에서의 가스비중[0 °C, 101.325 kPa(a)]으로 공기 1을 기준으로 한다.

F_2 : 아음속계수로서 그림 2.8.1.4⑤에서 구한 값 또는 다음 식에 따라 계산한 값으로 한다.

$$F_2 = \sqrt{\left(\frac{k}{k-1} \right) \cdot r^{\frac{2}{k}} \left[\frac{1-r^{\frac{k-1}{k}}}{1-r} \right]}$$

여기에서 $r = P_2/P_1$

표 2.8.1.4(1) 비열용량계수

k	C	k	C	k	C	k	C
1.00	315	1.26	343	1.52	366	1.78	386
1.01	317	1.27	344	1.53	367	1.79	386
1.02	318	1.28	345	1.54	368	1.80	387
1.03	319	1.29	346	1.55	369	1.81	388
1.04	320	1.30	347	1.56	369	1.82	389
1.05	321	1.31	348	1.57	370	1.83	389
1.06	322	1.32	349	1.58	371	1.84	390
1.07	323	1.33	350	1.59	372	1.85	391
1.08	325	1.34	351	1.60	373	1.86	391
1.09	326	1.35	352	1.61	373	1.87	392
1.10	327	1.36	353	1.62	374	1.88	393
1.11	328	1.37	353	1.63	375	1.89	393

1.12	329	1.38	354	1.64	376	1.90	394
1.13	330	1.39	355	1.65	376	1.91	395
1.14	331	1.40	356	1.66	377	1.92	395
1.15	332	1.41	357	1.67	378	1.93	396
1.16	333	1.42	358	1.68	379	1.94	397
1.17	334	1.43	359	1.69	379	1.95	397
1.18	335	1.44	360	1.70	380	1.96	398
1.19	336	1.45	360	1.71	381	1.97	398
1.20	337	1.46	361	1.72	382	1.98	399
1.21	338	1.47	362	1.73	382	1.99	400
1.22	339	1.48	363	1.74	383	2.00	400
1.23	340	1.49	364	1.75	384		
1.24	341	1.50	365	1.76	384		
1.25	342	1.51	365	1.77	385		

표 2.8.1.4(3) 과열 수증기 보정계수

설정압력		온도(℃/℉)										
MPa	psig	149/300	204/400	260/500	316/600	371/700	427/800	482/900	538/1000	593/1100	649/1200	
0.10	15	1.00	0.98	0.93	0.88	0.84	0.80	0.77	0.74	0.72	0.70	
0.14	20	1.00	0.98	0.93	0.88	0.84	0.80	0.77	0.74	0.72	0.70	
0.28	40	1.00	0.99	0.93	0.88	0.84	0.81	0.77	0.74	0.72	0.70	
0.41	60	1.00	0.99	0.93	0.88	0.84	0.81	0.77	0.75	0.72	0.70	
0.55	80	1.00	0.99	0.93	0.88	0.84	0.81	0.77	0.75	0.72	0.70	
0.69	100	1.00	0.99	0.93	0.88	0.84	0.81	0.77	0.75	0.72	0.70	
0.83	120	1.00	0.99	0.94	0.89	0.84	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	
0.90	140	1.00	0.99	0.94	0.89	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	
1.10	160	1.00	0.99	0.94	0.89	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	
1.24	180	1.00	0.99	0.94	0.89	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	
1.38	200	1.00	0.99	0.95	0.89	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	
1.52	220	1.00	0.99	0.95	0.89	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	
1.66	240	—	1.00	0.96	0.90	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	
1.79	260	—	1.00	0.96	0.90	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	
1.93	280	—	1.00	0.96	0.90	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	
2.07	300	—	1.00	0.96	0.90	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	
2.41	350	—	1.00	0.96	0.90	0.86	0.82	0.78	0.75	0.72	0.70	
2.76	400	—	1.00	0.96	0.91	0.86	0.82	0.78	0.75	0.72	0.70	
3.45	500	—	1.00	0.96	0.92	0.86	0.82	0.78	0.75	0.73	0.70	
4.14	600	—	1.00	0.97	0.92	0.87	0.82	0.79	0.75	0.73	0.70	
5.52	800	—	—	1.00	0.95	0.88	0.83	0.79	0.76	0.73	0.70	
6.90	1000	—	—	1.00	0.96	0.89	0.84	0.78	0.76	0.73	0.71	
8.61	1250	—	—	1.00	0.97	0.91	0.85	0.80	0.77	0.74	0.71	
10.30	1500	—	—	—	1.00	0.93	0.86	0.81	0.77	0.74	0.71	
12.10	1750	—	—	—	1.00	0.94	0.86	0.81	0.77	0.73	0.70	
13.79	2000	—	—	—	1.00	0.95	0.85	0.80	0.76	0.72	0.69	

17.19	2500	—	—	—	1.00	0.95	0.82	0.78	0.73	0.69	0.66
20.69	3000	—	—	—	—	1.00	0.82	0.74	0.69	0.65	0.62

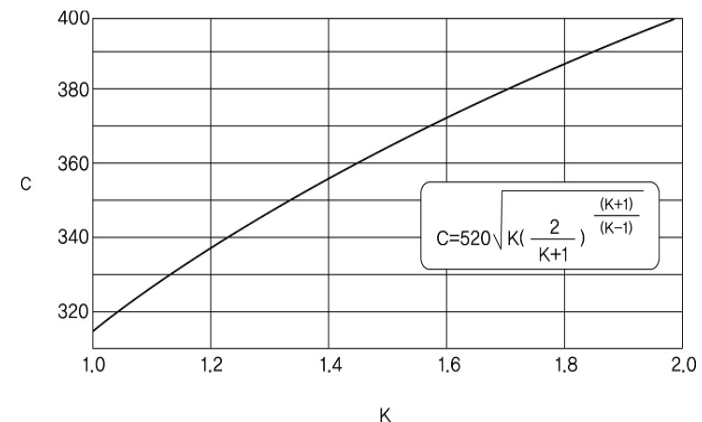
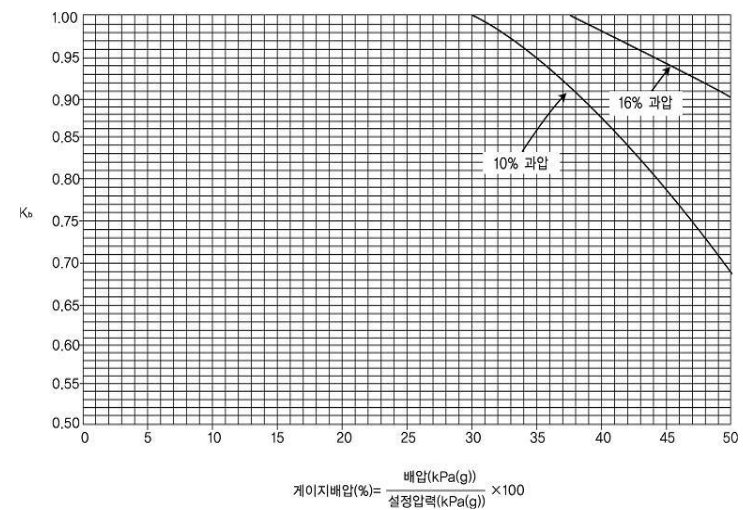
그림 2.8.1.4① 열용량비 $k=C_p/C_v$ 

그림 2.8.1.4② 밸런스 벨로우즈형 안전밸브 배압보정계수

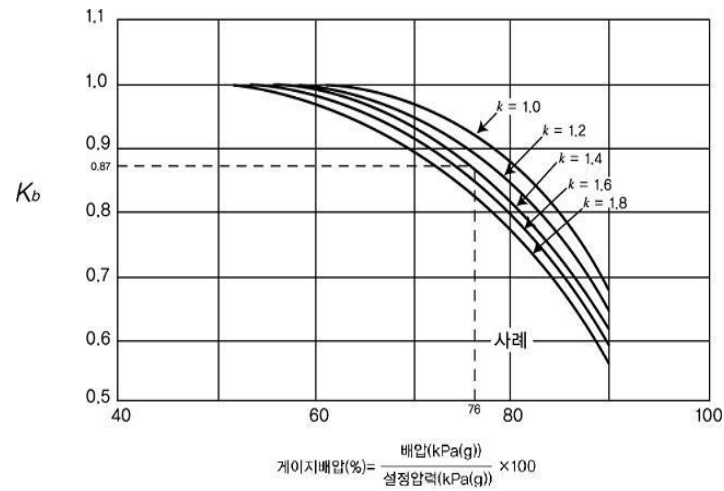


그림 2.8.1.4③ 일반형(conventional) 안전밸브 배압조정계수

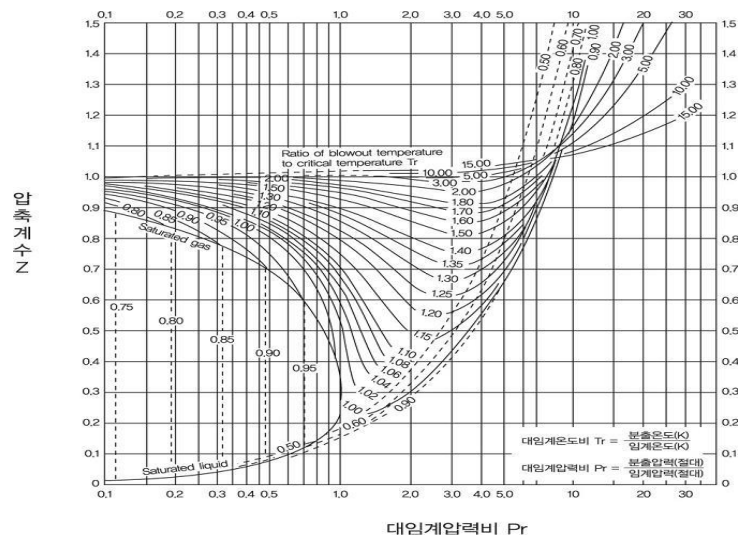


그림 2.8.1.4④ 압축계수

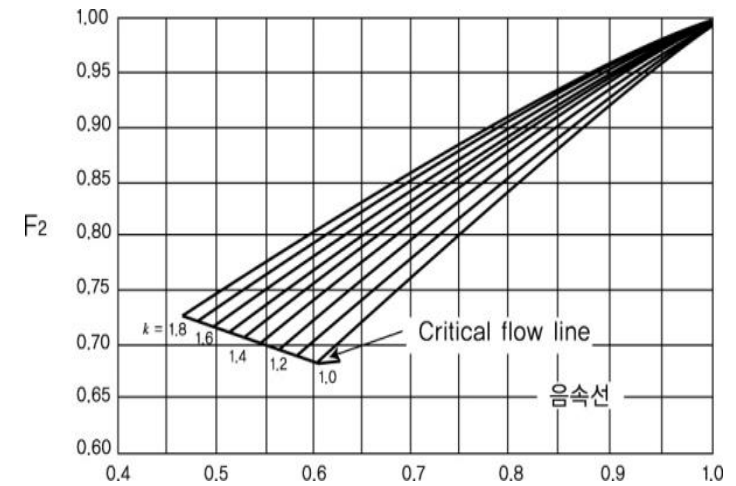


그림 2.8.1.4⑤ 아음속계수

2.8.1.5 고압안전장치 축적압력

안전밸브 · 파열판 또는 릴리프밸브(이하 2.8.1.5에서 “안전밸브” 라 한다)의 축적압력은 다음 기준에 적합한 것으로 한다. 이 경우 안전밸브의 축적압력 · 설정압력 및 초과압력의 보기는 표 2.8.1.5과 같다.

(1) 분출원인이 화재가 아닌 경우

(1-1) 안전밸브를 1개 설치한 경우의 안전밸브의 축적압력은 최고허용압력(MAWP : maximum allowable working pressure. 이하 같다)의 110 % 이하로 한다.

(1-2) 안전밸브를 2개 이상 설치한 경우의 안전밸브의 축적압력은 최고허용압력의 116 % 이하로 한다.

(2) 분출원인이 화재인 경우

안전밸브의 축적압력은 안전밸브의 수량에 관계없이 최고허용압력의 121 % 이하로 한다.

표 2.8.1.5 안전밸브의 축적압력 · 설정압력 및 초과압력

원 인		안전밸브 1개 설치			안전밸브 2개 이상 설치		
		최대설정압력	최대축적압력	초과압력	최대설정압력	최대축적압력	초과압력
화재 시가 아닌 경우	첫 번째 밸브	100 %	110 %	10 %	100 %	116 %	16 %
	추가된 밸브	—	—	—	105 %	116 %	11 %
화재 시인 경우	첫 번째 밸브	100 %	121 %	21 %	100 %	121 %	21 %
	추가된 밸브	—	—	—	105 %	121 %	16 %
	나머지 밸브	—	—	—	110 %	121 %	11 %

[비고] 모든 수치는 최대허용압력의 %임

2.8.1.6 과압안전장치 분출량

안전밸브나 파열판에서 필요분출량은 2.8.1.6.1부터 2.8.1.6.3의 기준에 따라 구한 값이나(2.8.1.6.1에 따라 구한 양이 해당 설비내의 수소량을 초과하는 경우에는 해당 설비내의 수소량) 그 이상으로 한다.

2.8.1.6.1 수소가스설비등(2.8.1.6.2에서 정한 경우를 제외한다)

$$W = 0.28 V \gamma d^2$$

여기에서

W : 시간당 소요분출량(kg/h)

V : 도입관 안의 압축가스유속(m/s)

γ : 안전장치의 입구측에서의 가스밀도(kg/m³)

d : 도입관의 내경(cm)

2.8.1.6.2 펌프 또는 압축기는 시간당의 토출량(kg/h)을 시간당의 소요 분출량으로 한다.

2.8.1.6.3 수소가스설비 안의 수소가 외부화재에 노출되어 분출되는 경우[액체표면화재(pool fire)가 발생할 가능성이 없는 경우에는 제외한다]

$$W = 0.277 (MP_1)^{0.5} \frac{(T_w - T_1)^{1.25} A}{T_1^{1.1506}}$$

여기에서

W : 필요 분출량(kg/h)

A : 용기의 노출표면적(m²)

P₁ : 분출량 결정압력(절대압력으로 설정압력과 초과압력의 합을 말한다) [kPa(a)]

M : 기체 또는 증기의 분자량

T_w : 용기표면온도(탄소강의 최대용기표면온도를 865 K로 권장되며, 그 외의 합금강의 경우 좀 더 높은 온도를 권장) (K)

T₁ : 분출 시 온도로서 다음 식에 따라 계산된 값으로 한다.

$$T_1 = T_n \left(\frac{P_1}{P_n} \right)$$

여기에서

P_n : 정상운전압력[kPa(a)]

T_n : 정상운전온도(K)

2.8.1.7 과압안전장치 작동압력

수소가스설비에 부착하는 과압안전장치는 압력이 상용압력을 초과한 경우에 그 압력을 직접 받는 부분마다 각각 2.8.1.5에서 정한 압력이하에서 작동되는 것으로 한다.

2.8.1.8 과압안전장치 방출관 설치

2.8.1에 따라 설치한 과압안전장치 중 안전밸브 또는 파열판에는 가스방출관을 설치한다. 이 경우 가스방출관의 방출구는 빗물 등이 고이지 않는 구조로 하고 위치는 다음 기준에 따른다.

2.8.1.8.1 수소저장설비에 설치하는 경우에는 지상으로부터 5m 이상의 높이 또는 수소저장설비의 정상부로부터 2m의 높이 중 높은 위치로서 주위에 화기 등이 없는 안전한 위치에 설치한다.

2.8.1.8.2 수소저장설비 외의 수소가스설비에 설치하는 것은 인근의 건축물 또는 시설물 높이 이상의 높이로서 주위에 화기 등이 없는 안전한 위치에 설치한다.

2.8.1.9 국제공인기준적용 특례

안전밸브나 파열판의 분출량결정 및 설치는 API, ASME, ISO 공인기준을 적용한 경우와 그 밖에 산업통상자원부와 한국가스안전공사가 협의하여 인정하는 국제적인 공인기준을 적용한 경우에는 2.8.1.1부터 2.8.1.8까지에도 불구하고 적합한 것으로 본다.

2.8.2 가스누출경보기 및 가스누출자동차단장치 설치

수소연료사용시설에는 가스가 누출될 경우 이를 신속히 감지하여 효과적으로 대응할 수 있도록 하기 위하여 다음 기준에 따라 가스누출감지경보장치(이하 “감지경보장치” 라 한다)를 설치한다.

2.8.2.1 가스누출경보기 및 가스누출자동차단장치 기능

감지경보장치는 수소의 누출을 감지하여 그 농도를 지시함과 동시에 경보를 울리는 것으로서 다음의 기능을 가진 것으로 한다.

2.8.2.1.1 경보는 점촉연소방식, 격막갈바니전지방식, 반도체방식, 그 밖의 방식으로 감지엘리먼트의 변화를 전기적 신호에 따라 이미 설정하여 놓은 가스농도(이하 “경보농도” 라 한다)에서 자동적으로 울리는 것으로 한다. 이 경우 경보기는 담배연기 등 잡가스에는 경보하지 않는 것으로 한다.

2.8.2.1.2 경보농도는 감지경보장치의 설치장소, 주위 분위기 온도에 따라 폭발 하한계의 1/4 이하 이하로 한다.

2.8.2.1.3 경보기의 정밀도는 경보농도 설정치의 $\pm 25\%$ 이하로 한다.

2.8.2.1.4 감지에서 발신까지 걸리는 시간은 경보농도의 1.6배 농도에서 보통 30초 이내로 한다.

2.8.2.1.5 감지경보장치의 경보정밀도는 전원의 전압 등 변동이 $\pm 10\%$ 정도일 때에도 저하되지 않아야 한다.

2.8.2.1.6 지시계의 눈금은 0~폭발 하한계 값을 명확하게 지시하는 것으로 한다.

2.8.2.1.7 경보를 발신한 후에는 원칙적으로 분위기 중 가스농도가 변화해도 계속 경보를 울리고, 그 확인 또는 대책을 강구함에 따라 경보가 정지되는 것으로 한다.

2.8.2.2 가스누출경보기 및 가스누출자동차단장치 구조

감지경보장치의 구조는 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

2.8.2.2.1 충분한 강도(특히 감지엘리먼트 및 발신회로는 내구성을 가지는 것일 것)를 지니고, 취급 및 정비(특히 감지엘리먼트의 교체 등)가 쉬운 것으로 한다.

2.8.2.2.2 수소에 접촉하는 부분은 내식성의 재료 또는 충분한 부식방지 처리를 한 재료를 사용하고 그 외의 부분은 도장이나 도금처리가 양호한 재료인 것으로 한다.

2.8.2.2.3 수소제조설비 및 수소저장설비의 누출감지를 위하여 설치하는 감지경보장치는 방폭성능을 가지는 것으로 한다.

2.8.2.2.4 2개 이상의 검출부에서 감지신호를 수신하는 경우 수신회로는 경보를 올리는 다른 회로가 작동하고 있을 때에도 해당 감지경보장치가 작동하여 경보를 올릴 수 있는 것으로서 경보를 올리는 장소를 식별할 수 있는 것으로 한다.

2.8.2.2.5 수신회로가 작동상태에 있는 것을 쉽게 식별할 수 있는 것으로 한다.

2.8.2.2.6 경보는 램프의 점등 또는 점멸과 동시에 경보를 올리는 것으로 한다.

2.8.2.3 가스누출경보기 및 가스누출자동차단장치 설치장소 및 설치개수

감지경보장치의 검출부 설치장소 및 설치 개수는 다음 기준에 따른다.

2.8.2.3.1 사업소 안

- (1) 건축물 안에 설치되어 있는 압축기·수소생산설비·수소저장설비 등 가스가 누출하기 쉬운 수소가스 설비등이 설치되어 있는 장소의 주위에는 누출한 가스가 채류하기 쉬운 곳에 이들 설비군의 바닥면 둘레 10m 마다 1개 이상의 비율로 계산한 수
- (2) 건축물 밖에 설치되어 있는 (1)에 적은 수소가스설비가 다른 가스설비, 벽이나 그 밖의 구조물에 인접하여 설치된 경우, 피트 등의 내부에 설치되어 있는 경우 및 누출한 가스가 채류할 우려가 있는 장소에 설치되어 있는 경우에는 누출한 가스가 채류할 우려가 있는 장소에 그 설비군의 바닥면 둘레 20m마다 1개 이상의 비율로 계산한 수.
- (3) 가열로 등 발화원이 있는 제조설비가 누출한 가스가 채류하기 쉬운 장소에 설치되는 경우에는 그 장소의 바닥면 둘레 20m마다 1개 이상의 비율로 계산한 수

2.8.2.3.2 사업소 밖

- (1) 긴급차단 장치가 설치된 부분(밸브피트를 설치한 곳에는 해당 밸브 피트 안)
- (2) 슬라이브관, 2중관 또는 방호구조물 등으로 밀폐되어 설치(매설을 포함한다) 되는 부분
- (3) 누출된 가스가 채류하기 쉬운 구조인 부분

2.8.2.3.3 감지경보장치의 검출부 설치 위치는 천정으로부터 감지부 하단까지의 거리가 0.3m 이하가 되도록 설치한다.

2.8.2.3.4 2.8.2.3.3에도 불구하고 공장 등과 같이 천장높이가 지나치게 높은 건물에서 감지경보장치 검출부를 천장부분에 설치할 경우에는 다량의 가스누출이 되어 위험한 상태가 되어야만 감지가 가능하므로

이를 보완하기 위하여 다음과 같이 포집장을 설치한다.

- (1) 가스가 소량누출시 감지가 가능하도록 수소가스설비 중 가스가 누출되기 쉬운 부분의 상부에 검출부를 설치하고 가스 누출 시 포집이 가능하도록 검출부에 포집장을 설치한다.
- (2) 포집장의 규격은 가로, 세로 0.4m 이상(사각형의 경우) 또는 직경 0.4m 이상(원형의 경우)이 되도록 한다.

2.8.2.3.5 감지경보장치의 경보부, 램프의 점등 또는 점멸부는 관계자가 상주하는 곳으로 경보가 올린 후 각종 조치를 하기에 적합한 장소에 설치한다.

2.8.3 긴급차단장치 설치

시기자주요화환호수 등을 횡단하는 배관에는 긴급 시 가스의 누출을 효과적으로 차단하기 위하여 다음 기준에 따라 긴급차단장치 또는 이와 동등이상의 효과가 있는 장치(이하 “긴급차단장치” 라 한다)를 설치한다.

2.8.3.1 부칙위치

긴급차단장치는 시기자주요화환호수 등을 횡단하는 배관으로서 횡단거리가 500m 이상인 배관에 그 배관 횡단부의 양 끝으로부터 가까운 거리에 설치하며, 배관이 4km 연장되는 구간마다 긴급차단장치를 추가로 설치한다.

2.8.3.2 긴급차단장치 차단조작기구 및 기능

2.8.3.2.1 긴급차단장치의 조작 동력원은 차단밸브의 구조에 따라 액압기압전기(어느 것이나 정전시에 비상전력 등으로 사용 가능하게 한 것) 또는 스프링 등으로 한다.

2.8.3.2.2 긴급차단장치를 조작할 수 있는 위치는 주변 상황에 따라서 해당 차단조작을 신속히 할 수 있는 위치로 한다.

2.8.3.2.3 차단조작은 간단히 할 수 있고 확실하고 신속히 차단되는 구조로 한다.

2.8.3.2.4 제조자 또는 수리자가 긴급차단장치를 제조 또는 수리한 경우 긴급차단장치는 KS B 2304(밸브검 사통칙)에서 정하는 기준에 따라 수압시험 방법으로 밸브시트의 누출검사를 하여 누출되지 않는 것으로 한다. 다만, 수압 대신 공기 또는 질소 등의 기압을 사용하여 누출검사를 하는 경우에는 차압 0.5 MPa ~ 0.6 MPa에서 분당 누출량이 50 mL×[호칭경(mm)/25 mm] (330 mL를 초과하는 경우에는 330 mL) 를 초과하지 않는 것으로 한다.

2.8.3.3 긴급차단장치 수격방지 조치

긴급차단장치에는 그 차단에 따라 그 긴급차단장치 및 접속하는 배관 등에서 수격(water hammer) 이 발생하지 않는 조치를 강구한다.

2.8.4 역류방지장치(내용 없음)

2.8.5 역화방지장치 설치(내용 없음)**2.8.6 위험감시 및 제어장치 설치(내용 없음)****2.8.7 오일진 방자장치 설치(내용 없음)****2.8.8 전기방폭설비 설치**

수소제조설비 및 수소저장설비에 설치하는 전기설비는 그 전기설비가 누출된 가스의 점화원이 되는 것을 방지하기 위하여 KGS GC101(가스시설의 폭발위험장소 종류 구분 및 범위산정에 관한 기준) 및 KGS GC102(방폭전기기의 설계, 선정 및 설치에 관한 기준)에 따라 방폭성능을 갖도록 설치한다.

2.8.9 환기설비 설치

수소가스설비를 실내에 설치하는 경우에는 누출된 수소가 채류하지 않도록 다음 기준에 따라 환기설비를 설치한다.

2.8.9.1 수소가스설비실(수소연료전지만 설치된 실을 제외한다)에는 천정이나 벽면 상부에서 0.3m 이내에 2방향 이상의 환기구를 설치한다. 이 때 외기에 접하여 설치된 환기구의 통풍 가능 면적 합계는 바닥 면적 1㎡ 마다 300㎤(철망 등을 부착할 때는 철망이 차지하는 면적을 뺀 면적으로 한다)의 비율로 계산한 면적 이상(1개 환기구의 면적은 2,400㎤ 이하로 한다. 다만, 지붕과 벽 사이의 공간을 통하여 환기가 가능한 경우에는 환기구의 면적을 제한하지 않는다)으로 한다.

2.8.9.2 2.8.9.1에 따른 통풍구조가 불가능할 경우에는 강제환기설비를 다음 기준에 적합하게 설치한다.

- (1) 통풍능력은 바닥면적 1㎡ 마다 0.5 m³/분 이상으로 한다.
- (2) 배기구는 천장 가까이에 설치한다.
- (3) 배기가스 방출구는 지면에서 3m 이상의 높이에 설치한다.

2.8.9.3 수소연료전지를 실내에 설치하는 경우에는 실내 바닥면 면적 당 분당 0.3 m³ 이상의 환기능력을 갖추고 또한 분당 45m³ 이상의 환기능력을 만족하도록 한다.

2.8.10 부식방지설비 설치**2.8.10.1 저장설비 부식방지설비 설치**

수소저장설비가 부식되는 것을 방지하기 위하여 모든 수소저장설비의 외면에는 녹이 슬지 않도록 도장을 한다.

2.8.10.2 배관 부식방지설비 설치

지상 또는 지하에 설치하는 배관에는 부식을 방지하기 위하여 다음 기준에 따라 부식방지조치를 강구한다.

2.8.10.2.1 배관을 지상에 설치하는 경우에는 그 외면에 녹이 슬지 않도록 도장을 한다.

2.8.10.2.2 배관을 지하에 매설하는 경우에는 아스팔트 또는 쿨타르, 에나멜 등의 도장재와 주트(jute,

황마), 비닐론클로스, 글래스매트 또는 글래스클로스 등의 피복재와의 조합으로 도복장(塗覆場) 또는 이들과 동등 이상의 성능을 갖는 합성수지나 아스팔트매스틱 등의 도장으로 배관의 외면을 보호한다.

2.8.10.2.3 지하에 설치하는 배관에는 KGS GC202(가스시설 전기방식 기준)에 따라 전기부식방지 조치를 한다.

2.8.10.2.4 보온·보냉된 배관 중 빗물유입, 누수, 살수설비 등에 노출되어 있는 부분 및 응축 등으로 인한 국부부식이나 응력부식균열이 발생 할 수 있는 부분에는 부식방지조치를 한다.

2.8.10.2.5 보온·보냉된 배관에는 다음 기준에 따라 부식진행여부 등을 확인할 수 있는 조치를 한다.

- (1) 점검구의 설치
- (2) 그 밖에 점검 가능한 방법

2.8.11 정전기제거설비 설치

수소연료사용시설에는 그 설비에서 발생한 정전기가 점화원으로 되는 것을 방지하기 위하여 다음 기준에 따라 정전기제거설비를 설치한다.

2.8.11.1 수소제조설비의 정전기제거설비 설치

수소제조설비[2.8.11.2에서 정한 것 및 접지저항치의 총합이 100 Ω(피뢰설비를 설치한 것은 총합 10 Ω) 이하의 것을 제외한다 등에서 발생하는 정전기를 제거하는 설비를 다음 기준에 따라 설치한다.

2.8.11.1.1 탭류·저장탱크열교환기·회전기계·벤트스택 등은 단독으로 접지한다. 다만, 기계가 복잡하게 연결되어 있는 경우 및 배관 등으로 연속되어 있는 경우에는 본당용 접속선으로 접속하여 접지할 수 있다.

2.8.11.1.2 본당용 접속선 및 접지접속선은 단면적 5.5㎟ 이상의 것(단선은 제외한다)을 사용하고 경납불임·용접·접속금구 등을 사용하여 확실히 접속한다.

2.8.11.1.3 접지 저항치는 총합 100 Ω(피뢰설비를 설치한 것은 총합 10 Ω) 이하로 한다.

2.8.12 전도방지설비 설치(내용 없음)**2.8.13 절연설비 설치(내용 없음)****2.8.14 내부반응감시 설비 설치(내용 없음)****2.8.15 위험상태발생 방지설비 설치(내용 없음)****2.8.16 인터록제어장치 설치(내용 없음)****2.9 파해저금설비기준**

2.9.1 방류둑 설치(내용 없음)

2.9.2 방호벽 설치

수소의 저장능력(「고압가스 안전관리법 시행규칙」 별표 1에 따라 산정한 저장능력을 말한다)이 60m³ 이상인 수소저장설비를 실내에 설치하는 경우 해당 공간의 벽은 다음 기준에 따른 방호벽으로 설치한다.

2.9.2.1 철근콘크리트제 방호벽 설치

철근콘크리트 방호벽은 다음 기준에 따라 설치한다.

2.9.2.1.1 직경 9mm 이상의 철근을 가로·세로 400mm 이하의 간격으로 배근하고 모서리 부분의 철근을 확실히 결속한 두께 120mm 이상, 높이 2000mm 이상으로 한다.

2.9.2.1.2 기초는 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

- (1) 일체로 된 철근콘크리트 기초로 한다.
- (2) 그림 2.7.2.1.2와 같이 높이는 350mm 이상, 되메우기 깊이는 300mm 이상으로 한다.
- (3) 기초의 두께는 방호벽 최하부 두께의 120% 이상으로 한다.

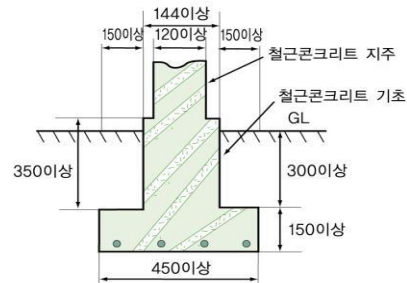


그림 2.7.2.1.2 철근콘크리트제 방호벽 설치예

2.9.2.2 콘크리트블럭제 방호벽 설치

콘크리트블럭제 방호벽은 다음 기준에 따라 설치한다.

2.9.2.2.1 철근을 2.7.2.1.1과 같이 배근·결속하고 블럭공동부에는 콘크리트 몰탈을 채운 두께는 150mm 이상, 높이는 2000mm 이상으로 한다.

2.9.2.2.2 두께 150mm 이상, 간격 3200mm 이하의 보조벽을 그림 2.7.2.2.2와 같이 본체와 직각으로 설치한다.

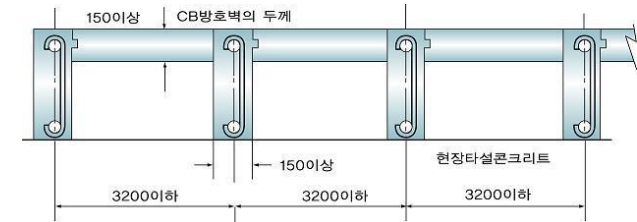


그림 2.9.2.2.2 보조벽의 배치

2.9.2.2.3 보조벽은 그림 2.9.2.2.3와 같이 방호벽면으로부터 400mm 이상 돌출한 것으로 하고, 그 높이는 방호벽의 높이보다 400mm 이상 아래에 있지 않도록 한다.

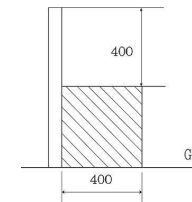


그림 2.9.2.2.3 보조벽의 높이

2.9.2.2.4 기초는 일체로 된 철근콘크리트 기초이고, 기초의 높이는 350mm 이상으로 하되, 되메우기 깊이는 300mm 이상으로 한다.

2.9.2.3 강판제 방호벽 설치

강판제 방호벽은 다음 기준에 따라 설치한다.

2.9.2.3.1 두께 6mm(허용공차:±0.6mm) 이상의 강판 또는 두께 3.2mm(허용공차:±0.34mm) 이상의 강판에 30mm×30mm 이상의 앵글강을 가로·세로 400mm 이하의 간격으로 용접 보강한 강판을 1800mm 이하의 간격으로 세운 지주와 용접 결속하여 높이 2000mm 이상으로 한다.

2.9.2.3.2 앵글강의 보강은 그림 2.9.2.3.2와 같이 한다.

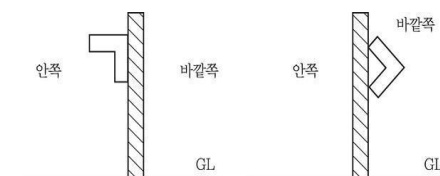


그림 2.9.2.3.2 강판제방호벽의 앵글강 보강

2.9.2.3.3 지주는 1800 mm 이하의 간격으로 하되 벽면과 모서리 및 벽면 양쪽 끝에도 설치한다.

2.9.2.3.4 지주와 벽면은 그림 2.9.2.3.4와 같이 펠렛용접으로 결속하고, 모서리 부의 지주는 모서리의 안쪽에, 벽부의 지주는 벽면의 바깥쪽에 설치하기 곤란한 경우에는 안쪽에 설치할 수 있다)에 설치한다.

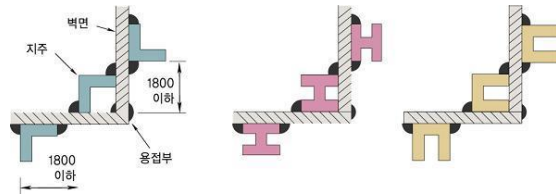


그림 2.9.2.3.4 지주의 설치방법

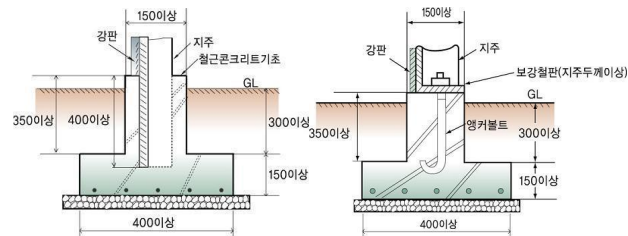
2.9.2.3.5 지주 규격은 표 2.9.2.3.5의 치수 이상으로 한다.

표 2.9.2.3.5 지주로 사용하는 형강의 치수(단위 : mm)

등변 ㄱ 강	100×100
I 형 강	100×75
H 형 강	100×100
ㄷ 형 강	100×50

2.9.2.3.6 기초는 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

- (1) 일체로 된 철근콘크리트 기초로 한다.
- (2) 높이는 350 mm 이상, 되배우기 깊이는 300 mm 이상으로 한다.
- (3) 지주는 그림 2.7.2.3.6의 예와 같이 기초에 400 mm 이상의 깊이로 묻거나, M20 이상의 앵커볼트를 사용하여 고정시킨다.



지주를 기초에 묻는 구조 지주를 기초에 앵커볼트로 고정하는 구조

그림 2.9.2.3.6 강판제 방호벽의 고정방법 예

2.9.3 살수장치 설치(내용 없음)

2.9.4 제독설비 설치(내용 없음)

2.9.5 중화·이송설비 설치(내용 없음)

2.9.6 통형계 설치(내용 없음)

2.9.7 소화설비 설치(내용 없음)

2.9.8 통형시설 설치(내용 없음)

2.9.9 온도상승방지설비 설치

2.9.9.1 수소저장설비 온도상승방지설비 설치

2.9.9.1.1 온도상승방지설비 설치범위

온도상승방지장치를 설치하여야 하는 수소저장설비(지주를 포함한다)는 가연성가스 저장탱크 또는 가연성 물질을 취급하는 설비와 (1)부터 (3)까지의 거리 이내에 있는 저장탱크로 한다.

- (1) 방류독을 설치한 가연성가스저장탱크의 경우 해당 방류독 외면으로부터 10m 이내
- (2) 방류독을 설치하지 않은 가연성가스저장탱크의 경우 해당 저장탱크 외면으로부터 20m 이내
- (3) 가연성물질을 취급하는 설비의 경우 그 외면으로부터 20m 이내

2.9.9.1.2 온도상승방지설비 설치방법

수소저장설비 및 그 지주는 다음의 기준에 따라 온도상승방지조치를 한다.

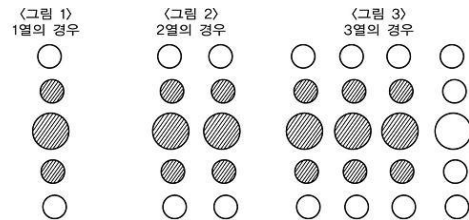
- (1) 수소저장설비 표면적 1 m²당 5 L/분 이상의 비율로 계산된 수량을 수소저장설비 전 표면에 분무(살수(撒水))를 포함한다. 이하 같다할 수 있도록 고정된 장치를 설치한다. 이 경우 수소저장설비가 암면두께 25 mm 이상 또는 이와 동등 이상의 내화성을 갖는 단열재로 피복 되고 그 외측을 두께 0.35 mm 이상의 KS D 3506(용융 아연도금 강판 및 강대) SBFHG2 또는 이와 동등 이상의 강도 및 내화성을 갖는 재료로 피복한 것(이하 “준내화구조수소저장설비”라 한다)에는 그 표면적 1 m²당 2.5 L/분 이상의 비율로 계산된 수량을 분무시킬 수 있는 고정된 장치를 설치한다.
- (2) 수소저장설비외면으로부터의 거리가 40 m 이내인 위치에, 수소저장설비를 향하여 어느 방향에서도 방수할 수 있는 소화전(호스 끝 수압 0.3 MPa 이상, 방수능력 400 L/분 이상의 것을 말한다. 이하 같다)을 해당 수소저장설비표면적 50 m²당 1개의 비율로 계산된 수 이상 설치한다. 이 경우 준내화구조수소저장설비에는 해당 수소저장설비의 표면적 100 m²당 소화전 1개의 비율로 계산된 수 이상의 소화전을 설치한다.
- (3) 높이 1 m 이상의 지주(구조물 위에 설치된 수소저장설비에는 해당 구조물의 지주를 말한다)에는 두께 50 mm 이상의 내화콘크리트 또는 이와 동등 이상의 내화성을 갖는 불연성의 단열재로 피복한다. 다만, (1) 또는 (2)에서 정한 물분무장치나 소화전을 지주에 살수시킬 수 있도록 설치한 경우에는 해당 조치를 한 것으로 볼 수 있다.

2.9.9.1.3 온도상승방지설비의 수원

- (1) 분무장치와 소화전 등은 해당 설비를 30분 이상 연속하여 동시에 방수할 수 있는 수량을 갖는 수원에 접속한다.

(2) 물분무장치 등에 연결된 입상배관에는 겨울철에 동결 등을 방지할 수 있도록 드레인밸브설치 등 적절한 조치를 하여야 한다.

(3) 4기 이상의 수소저장설비가 상호 인접하여 설치되어 있는 경우에는 2.9.9.1.2(1) 또는 2.9.9.1.2(2)의 분무 또는 방수용 펌프의 능력 및 수원의 수량은 그림 2.9.9.1.3와 같이 임의의 수소저장설비와 인접하는 수소저장설비의 조합을 수소저장설비 군으로 분류할 때 합계 표면적이 최대가 되는 수소저장설비군의 표면적에 의거 계산하는 것으로 한다.



주) 사진 친 부분의 저장탱크가 대상표면적이 됨.

그림 2.9.9.1.3 온도상승방지설비 능력 산정 기준

2.9.9.2 배관의 온도상승방지조치

배관에는 다음기준에 따라 그 온도를 40℃ 이하로 유지할 수 있는 조치를 강구한다. 다만, 열팽창안전밸브의 설치 등 안전조치를 한 경우에는 온도를 40℃ 이하로 유지할 수 있는 조치를 하지 않을 수 있다.

- (1) 배관에 가스를 공급하는 설비에는 상용온도를 초과한 가스가 배관에 송입되지 않도록 처리할 수 있는 필요한 조치
- (2) 배관을 지상에 설치하는 경우 온도의 이상상승을 방지하기 위하여 부식방지도료를 칠한 후 은백색도료로 재도장하는 등의 조치. 다만, 지상설치 부분의 길이가 짧은 경우에는 본문에 따른 조치를 하지 않을 수 있다.
- (3) 배관을 교량 등에 설치할 경우에는 가능하면 교량 하부에 설치하여 직사광선을 피하도록 하는 조치

2.10 표시기준

2.10.1 경계표지

수소연료사용시설의 안전을 확보하기 위하여 필요한 곳에는 수소를 취급하는 시설 또는 일반인의 출입을 제한하는 시설이라는 것을 명확하게 식별할 수 있도록 다음 기준에 따라 경계표지를 설치한다.

2.10.1.1 수소연료사용시설 경계표지

수소연료사용시설에 설치하는 경계표지는 다음 기준에 따라 설치한다.

2.10.1.1.1 수소연료사용시설의 경계표지는 해당 수소연료사용시설의 출입구 (경계울터리, 담 등에 설치되어 있는 것) 등 외부에서 보기 쉬운 곳에 게시한다.

2.10.1.1.2 수소연료사용시설 안의 시설 중 일부만이 같은 법의 적용을 받을 때에는 해당 시설이 설치되어 있는 구획, 건축물 또는 건축물 안에 구획된 출입구 등 외부로부터 보기 쉬운 장소에 게시한다. 이 경우 해당 시설에 출입 또는 접근할 수 있는 장소가 여러 방향일 때에는 그 장소마다 게시한다.

2.10.1.1.3 경계표지는 법의 적용을 받고 있는 사업소 또는 시설임을 외부 사람이 명확하게 식별할 수 있는 크기로 한다. 또한 해당 사업소에서 준수하여야 할 안전 확보에 필요한 주의사항을 덧붙여 쓸 수 있다.

[보기] 수소연료사용시설 경계표지

수소 제조 사업소
출 입 금 지
화 기 절 대 엄 금
○ ○ 가 스 저 장 소
○ ○ 가 스 기 계 설

2.10.1.2 배관의 경계표지

지상에 설치하거나 지하에 매설한 배관의 경계표지는 다음 기준에 따라 설치한다.

2.10.1.2.1 표지판은 배관이 설치되어 있는 경로에 따라 배관의 위치를 정확히 알 수 있도록 설치한다. 다만, 표지판의 설치로 인하여 교통 등의 장애가 우려되는 경우에는 배관으로부터 가장 가까우며, 일반인이 보기 쉬운 장소를 선택하여 설치할 수 있다.

2.10.1.2.2 지하에 설치된 배관은 500m 이하의 간격으로, 지상에 설치된 배관은 1000m 이하의 간격으로 설치하며, 배관의 위치를 알기 어려운 곳(굽어지는 곳, 분리되는 곳, 다른 가스배관과 교차되는 곳 등)에는 표지판을 추가로 설치한다. 다만, 지상에 설치한 배관의 경우 배관의 표면에 가스의 종류, 연락처 등을 표시한 때에는 이를 표지판에 갈음할 수 있다.

2.10.1.2.3 하나의 도로에 2개 이상의 수소배관이 함께 설치되어 있는 경우에는 사업주간에 협의하여 공동표지판을 2.10.1.2.1 및 2.10.1.2.2에 따라 설치한다.

2.10.1.2.4 표지판에는 가스의 종류, 설치구역명, 배관설치(매설) 위치, 신고처, 회사명 및 연락처 등을 명확하게 적는다.

[보기] 배관 표지판

제○○구역 수소배관의 표지판		
이 지역에는 아래와 같이 수소배관이 설치(매설)되어 있습니다. 가스누출이나 그 밖의 이상을 발견하신 분은 즉시 신고 또는 연락하여 주시기 바랍니다. 신고처 : 한국가스안전공사 또는 소방서(119)		
가스의 종류	표지판에서 본 배관위치	회사명 및 연락처
수소	○방향 ○m지점	(주)○○ ☎○○-○○○○
수소	○방향 ○m지점	(주)○○ ☎○○-○○○○
수소	○방향 ○m지점	(주)○○ ☎○○-○○○○

2.10.2 식별표지 및 위험표지(내용 없음)

2.10.3 경계책

수소연료사용시설의 안전을 확보하기 위하여 수소제조설비·수소저장설비 및 연료전지를 설치한 장소 주위에는 외부인의 출입을 통제할 수 있도록 다음 기준에 따라 경계책을 설치한다. 다만 수소제조설비·수소 저장설비 및 연료전지가 건축물 안에 설치된 경우 또는 차량의 통행 등 조업시행이 현저히 곤란하여 위해(危害)요인이 가중될 우려가 있는 경우에는 경계책을 설치하지 않을 수 있다.

2.10.3.1 경계책 높이는 1.5m 이상으로 한다.

2.10.3.2 경계책의 재료는 철책, 철망 또는 2.3.1 및 3.1.3.7에 적합한 것으로 한다.

2.10.3.3 경계책 주위에는 외부사람이 무단출입을 금하는 내용의 경계표지를 보기 쉬운 장소에 부착한다.

2.10.3.4 경계책 안에는 누구도 화기, 발화 또는 인화하기 쉬운 물질을 휴대하고 들어갈 수 없도록 필요한 조치를 강구한다. 다만, 해당 설비의 정비수리 등 불가피한 사유가 발생한 경우에 한정하여 시설책임자의 감독 하에 휴대 조치할 수 있다.

2.11 그 밖의 기준

수소연료 사용시설에 설치 또는 사용하는 설비가 다른 법령에 따른 검사대상인 경우에는 그 검사에 합격한 것을 사용한다.

3. 기술기준

3.1 안전유지기준

3.1.1 기초 유지관리(내용 없음)

3.1.2 저장설비 유지관리

수소저장설비의 안전성 및 작동성을 확보하고 수소저장설비 주위에서의 위해(危害)요소 발생을 방지하기 위하여 다음 기준에 따라 필요한 조치를 강구한다.

3.1.2.1 수소저장설비

수소저장설비는 수소를 안전하게 저장하기 위하여 다음 기준에 따라 유지·관리한다.

3.1.2.1.1 수소저장설비 침하방지조치

수소저장설비(저장능력이 100 m³ 미만인 것은 제외한다.)의 침하로 인한 위해(危害)를 예방하기 위하여 다음 기준에 따라 주기적으로 침하상태를 측정한다.

(1) 수소저장설비(계단·사다리·배관 등의 부속품을 포함한다. 이하 3.1.2.1.2에서 같다)의 침하상태 측정주기는 1년에 1회 이상으로 한다.

(2) 수소저장설비의 침하상태 측정방법은 다음과 같이 한다. 이 경우 저장능력이 100ton 이하인 수소저장설비는 (2-1)의 조치를 생략할 수 있다.

(2-1) 벤치마크(bench mark, 수준점) 또는 가(假)벤치마크를 다음 기준과 같이 설정한다. 다만, 해당 저장탱크로부터 2km 이내에 국립지리원의 일등수준점이 있는 경우에는 벤치마크 또는 가벤치마크를 설정하지 않을 수 있다.

(2-1-1) 벤치마크는 그림 3.1.2.1.2(2)①과 같이 지진 사태(沙汰), 침하 그 밖의 외력으로 인해 변형이 일어나지 않는 구조로 한다.

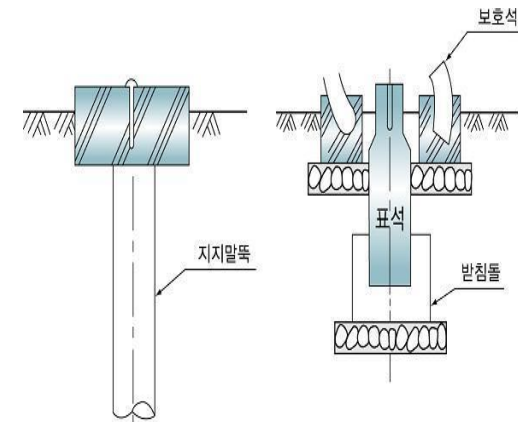


그림 3.1.2.1.2(2)① 벤치마크의 구조

(2-1-2) 가벤치마크는 그림 3.1.2.1.2(2)과 같이 설정 한다.

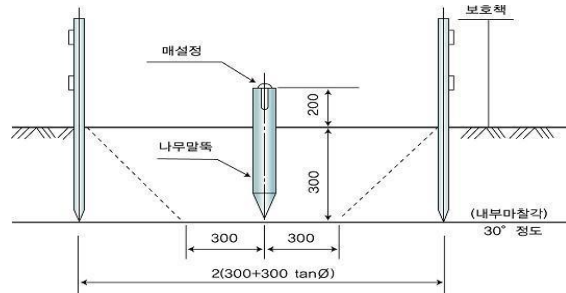


그림 3.1.2.1.2(2) 가벤치마크의 설정

(2-1-3) 벤치마크는 해당 사업소 안의 면적 50만 m² 당 1개소 이상 설치한다.

(2-1-4) 벤치마크 또는 가벤치마크는 차량의 통행 등으로 인하여 파손되지 않는 위치이고 또한 관측하기 쉬운 위치에 설치한다.

(2-2) 해당 수소저장설비의 기조를 관측하기 쉬운 곳에는 레벨차를 측정할 수 있도록 레벨측정기를 설치한다.

(2-3) 침하상태측정은 해당 수소저장설비의 기조면 또는 밀판의 측정점과 벤치마크 또는 가벤치마크와의 레벨차를 측정한다.

(2-4) 측정 결과에 따라 해당 수소저장설비의 기조면 또는 밀판의 침하로 인한 기울기가 최대도 되는 기조면 또는 밀판에 2점을 정하고 그 2점간의 레벨차(단위 : mm 기호 : h) 및 그 2점간의 수평거리(단위 : mm 기호 : l)를 측정한다.

(2-5) (2-4)에서 측정한 결과로 침하량(h/l)을 계산한다.

3.1.2.1.2 수소저장설비 침하상태에 따른 조치

수소저장설비의 침하상태에 따라 다음과 같이 안전조치를 한다.

(1) 침하량(h/l)이 0.5%를 초과한 경우

(1-1) 3.1.2.1.2에 따라 침하량을 1년 동안 매월(수소저장설비 내부를 개방해서 부분적인 침하량을 측정하는 경우에는 6개월마다) 측정하여 기록한다.

(1-2) (1-1)의 측정결과, 침하가 진행되고 있는 경우로서 다음 1년 동안의 침하량이 1%를 초과할 것으로 판단되는 경우에는 (1-1)의 측정을 계속한다.

(2) 침하량(h/l)이 1%를 초과한 경우

(2-1) 수소저장설비의 사용을 중지하고 수소저장설비의 형상, 구조, 용량 및 제조 후의 경과연수 등에 따라 다음 중 어느 하나의 조치 또는 이에 준하는 유효한 조치를 한다.

(2-1-1) 앵커볼트를 분리한 후 수소저장설비에 무리한 하중이 걸리지 않도록 지지하면서 수소저장설비를 기조로부터 들어 올리고 해당 기조의 경사 또는 침하량에 따라 필요한 두께의 라이너를 삽입하거나 무수축 콘크리트를 충전한다.

(2-1-2) 수소저장설비를 들어 올리고 침하되지 않은 쪽 아래의 토사를 수평이 될 때까지 깎아낸다.

(2-1-3) 수소저장설비를 들어 올려 밀판을 떼어내고 기조면을 수평으로 한 후 밀판을 설치한다.

(2-2) 기조를 수정한 경우에는 수소저장설비를 들어 올릴 때 특별히 응력이 발생한 것으로 추정되는 부분에 다음 방법 중 적절한 방법으로 시험을 하고 균열 등의 유해한 결함이 없음을 확인한다.

(2-2-1) KS D 0213(강자성 재료의 자분탐상검사 방법 및 자분 모양 분류)에 따른 자분탐상시험 <개정 21.10.08.>

(2-2-2) KS B 0816(침투 탐상 시험 방법 및 침투 지시 모양의 분류)에 따른 침투탐상시험

(2-2-3) KS B 0896(페라이트계 강용접 이음부에 대한 초음파 탐상검사)에 따른 초음파탐상시험 <개정 21.10.08.>

(2-2-4) KS B 0845(강 용접 이음부의 방사선투과검사)에 따른 방사선투과시험 <개정 21.10.08.>

(2-3) 기조를 수정한 경우(2-2)의 검사를 한 것은 그 검사를 한 뒤에는 수소저장설비에 대한 외관검사 및 충수(充水)시험에 병행해서 기조의 침하상태를 측정하는 것이 이상이고 기조의 침하량이 설정치 이하인 것을 확인한다.

(2-4) 기조를 수정한 후에는 적어도 3개월에 2회, 그 후에는 6개월마다 1회씩 부등침하량을 측정하고 이상이 없음을 확인한다.

3.1.3 가스설비 유지관리

수소가스설비의 안전성 및 작동성을 확보하고 제조설비 주위에서의 위해(危害)요소 발생을 방지하기 위하여 다음 기준에 따라 필요한 조치를 강구한다.

3.1.3.1 진동방지 조치

수소가스설비 중 진동이 심한 곳에는 진동을 최소한도로 줄일 수 있는 조치를 한다.

3.1.3.2 가스설비 접속

수소가스설비를 이음쇠로 접속할 때에는 그 이음쇠와 접속되는 부분에 잔류응력이 남지 않도록 조립하고 이음쇠 밸브류를 나사로 조일 때에는 무리한 하중이 걸리지 않도록 한다.

3.1.3.3 밸브 또는 콕의 조작

수소가스설비에 설치한 밸브나 콕(조작스위치로 그 밸브 나 콕을 개폐하는 경우에는 그 조작스위치를 말한다. 이하 “밸브등”이라 한다)에는 다음의 기준에 따라 종업원이 그 밸브 등을 적절히 조작할 수 있는 조치를 한다.

3.1.3.3.1 각 밸브등에는 그 명칭이나 플로우시트(flow sheet)에 의한 기호, 번호 등을 표시하고 그 밸브등의 핸들 또는 별도로 부착한 표시판에 그 밸브등의 개폐방향(조작스위치로 그 밸브등이 설치된 설비에 안전상 중대한 영향을 미치는 밸브등에는 그 밸브등의 개폐상태를 포함한다)이 표시되도록 한다.

3.1.3.3.2 밸브등(조작스위치로 개폐하는 것을 제외한다)이 설치된 배관에는 그 밸브등의 가까운 부분에 쉽게 식별할 수 있는 방법으로 그 배관내의 가스 및 그 밖에 유체의 종류 및 방향이 표시되도록 한다.

3.1.3.3.3 조작하여 그 밸브등이 설치된 설비에 안전상 중대한 영향을 미치는 밸브등(압력을 구분하는 경우에는 압력을 구분하는 밸브, 안전밸브의 주밸브, 긴급차단밸브, 긴급방출용밸브, 제어용공기 및

안전용불활성가스 등의 송출 또는 이입용밸브, 조정밸브, 감압밸브, 차단용 밸브 등)에는 작업원이 그 밸브들을 적절히 조작할 수 있도록 다음과 같은 조치를 강구한다.

(1) 밸브등에는 그 개폐상태를 명시하는 표시판을 부착한다. 이 경우 특히 중요한 조정밸브 등에는 개도계(開度計)를 설치한다.

(2) 안전밸브의 주밸브 및 보통 사용하지 않는 밸브등(긴급용인 것을 제외 한다)은 합부로 조작할 수 없도록 자물쇠의 채움, 봉인, 조작금지 표시의 부착이나 조작시에 지장이 없는 범위내에서 핸들을 제거하는 등의 조치를 하고, 내압·기밀시험용 밸브 등은 플러그 등의 마감 조치로 이중차단기능이 이루어지도록 강구한다.

(3) 계기판에 설치한 긴급차단밸브, 긴급방출밸브 등의 버튼핸들(button handle), 노칭다바이스핸들(not ching device handle) 등 (갑자기 작동할 염려가 없는 것을 제외한다)에는 오조작 등 불시의 사고를 방지하기 위해 덮개, 캡 또는 보호장치를 사용하는 등의 조치를 함과 동시에 긴급차단밸브 등의 개폐상태를 표시하는 시그널램프 등을 계기판에 설치한다. 또한 긴급차단밸브의 조작위치가 2곳 이상일 경우 보통 사용하지 않는 밸브 등에는 “합부로 조작하여서는 안된다” 는 뜻과 그것을 조작할 때의 주의사항을 표시한다.

3.1.3.3.4 밸브등의 조작위치에는 그 밸브등을 확실하게 조작할 수 있도록 필요에 따라 발판을 설치한다.

3.1.3.3.5 밸브등을 조작하는 장소에는 밸브등의 조작에 필요한 조도를 150 lx 이상으로 유지한다. 이 경우 계기실(시설을 제어하기 위해 기기를 집중적으로 설치한 실을 말한다. 이하 같다) 및 계기실 이외의 계기판에는 비상조명장치를 설치한다.

3.1.3.3.6 밸브등의 조작은 다음 기준에 따라 실시한다.

(1) 밸브등의 조작에 대하여 유의 할 사항을 작업기준 등에 정하여 작업원에게 알린다.

(2) 조작함으로써 관련된 가스설비 등에 영향을 미치는 밸브등의 조작은 조작전후에 관계처와 긴밀한 연락을 취하여 상호 확인하는 방법을 강구한다.

(3) 이 법에 따른 시설 중 계기실 이외에서 밸브등을 직접 조작하는 경우에는 계기실에 있는 계기의 지시에 따라서 조작할 필요가 있으므로 계기실과 해당 조작장소간 통신시설로 긴밀한 연락을 취하면서 적절하게 대처한다.

3.1.3.3.7 밸브등에 무리한 힘을 가하지 않도록 하기 위하여 다음 기준에 따라 조치를 한다.

(1) 직접 손으로 조작하는 것을 원칙으로 한다. 다만 직접 손으로 조작하기가 어려운 밸브는 밸브렌치(valve wrench) 등을 사용 할 수 있다.

(2) (1)의 단서기준에 따라 밸브등의 조작에 밸브렌치 등을 사용하는 경우에는 해당 밸브등의 재질 및 구조에 대해서 안전한 개폐에 필요한 표준토크를 조작력 등의 일정 조작 조건에서 구하여 얻은 길이의 밸브렌치 또는 토크렌치(torque wrench : 한가지 기능형으로 한다)로 조작한다. 또한 이 경우에는 다음 [보기] 와 같은 명확한 표시를 그 밸브에 기재하고 밸브렌치 등에도 소정의 표시를 부착한다.

[보기] 밸브에 기재하는 조작 밸브렌치 표시

밸브 렌치 제 ○ 호

[비고] ○호는 사업소에서 정한 일련번호 등을 나타낸다

3.1.3.4 스톱밸브의 유지관리

안전밸브 또는 방출밸브에 설치된 스톱밸브는 그 밸브의 수리 등을 위하여 특별히 필요한 때를 제외하고는 항상 완전히 열어놓는다.

3.1.3.5 가연성물질 취급

수소가스설비의 부근에는 작업에 필요한 양 이상의 연소하기 쉬운 물질을 두지 않는다.

3.1.4 배관 유지관리(내용 없음)

3.1.5 사고예방설비 유지관리

3.1.5.1 긴급차단장치

3.1.5.1.1 이미 설치되어 있는 긴급차단장치는 자체 정기보수시마다 밸브시트의 누출 및 작동검사를 실시하여 그 누출량이 안전상 지장이 없는지 확인하고 개폐 조작기능 등이 원활하고 확실하게 되는지 확인한다.

3.1.5.1.2 긴급차단장치를 수리하였을 경우에는 소정의 검사에 합격한 것으로 한다.

3.1.5.2 정전기제거설비

정전기 제거설비를 정상상태로 유지하기 위하여 다음 사항을 확인한다.

- (1) 지상에서 잡지 저항치
- (2) 지상에서의 접속부의 접속상태
- (3) 지상에서의 절선 그밖에 손상부분의 유무

3.1.6 피해저감설비 유지관리(내용 없음)

3.2 제조 및 충전기준

3.2.1 제조 및 충전 준비(내용 없음)

3.2.2 제조작업

수소의 제조작업은 가스의 누출 등으로 인한 사고를 방지하기 위하여 다음 기준에 따라 실시한다.

3.2.2.1 수소 제조 시 압축금지

수소를 제조하는 경우 다음의 가스는 압축하지 않는다.

- (1) 수소 중의 산소 부피 용량이 전체 부피 용량의 2% 이상인 것
- (2) 산소 중의 수소의 부피 용량 합계가 전체 부피 용량의 2% 이상인 것

3.2.2.2 가스의 분석

수소 또는 산소(물을 전기분해하여 제조하는 것만을 말한다)를 제조할 때에는 발생장치·정제장치 및 수소저장설비의 출구에서 1일 1회 이상 그 가스를 채취하여 지체 없이 분석한다.

3.2.2.3 품질검사

산소 및 수소를 제조하는 경우에는 다음 기준에 따라 품질검사를 실시한다. 다만, 자체사용을 목적으로 제조하는 경우에는 품질검사를 하지 않을 수 있다.

3.2.2.3.1 품질검사방법

검사는 1일 1회 이상 가스제조장에서 실시한다.

3.2.2.3.2 품질검사결과 판정기준

수소는 피로카를 또는 하이드로설파이드시약을 사용한 오르자트법에 의한 시험에서 순도가 98.5 % 이상인 것으로 한다.

3.3 점검기준

수소연료사용시설의 안전을 확보를 위하여 설치한 설비에 대하여서는 다음 기준에 따라 주기적으로 작동상태를 점검하고 그 결과 이상이 있을 때에는 그 설비가 정상적으로 작동할 수 있도록 필요한 조치를 강구한다.

3.3.1 전체시설 점검(내용 없음)

3.3.2 기초점검(내용 없음)

3.3.3 저장설비 점검(내용 없음)

3.3.4 수소가스설비 점검

수소연료사용시설의 사용개시 전과 사용종료 후에는 반드시 그 수소연료사용시설에 속하는 소비설비의 이상 유무를 점검하는 것 외에 1일 1회 이상 소비설비의 작동상태에 대하여 점검·확인하고, 이상이 있을 때에는 그 설비의 보수 등 필요한 조치를 한다.

3.3.4.1 사용 전·후 점검

수소연료사용시설의 설비(이하 “수소설비”라 한다) 사용개시 및 종료 시에는 다음의 작업 수칙에 따라 그 제조설비 등의 이상 유무를 점검한다.

(1) 점검작업 준비

(1-1) 안전관리총괄자는 사전에 안전관리담당자와 협의하여 점검계획을 정하고 이를 각각의 안전관리 부문 담당자에게 철저히 주지시킨다. 이를 변경한 때에도 또한 같다.

(1-2) 점검계획을 기준으로 점검표를 작성하고 점검원에게 실시요령 및 주의 사항을 철저히 주지시킨다.

(1-3) 점검계획에는 지시 및 보고체계를 명시한다.

(1-4) 점검에 사용하는 공구·측정기구·보호구 등을 준비하고 이를 확인한다.

(2) 사용개시 전 점검사항

(2-1) 수소설비에 있는 내용물의 상황

(2-2) 계기류의 기능 특히 인터록(interlock), 긴급용시퀀스, 경보 및 자동제어장치의 기능

(2-3) 긴급차단 및 긴급방출장치, 통신설비, 제어설비, 정전기방지 및 제거설비와 그 밖에 안전설비의 기능

(2-4) 각 배관계통에 부착된 밸브 등의 개폐상황 및 맹판의 탈착·부착 상황

(2-5) 회전기계의 윤활유 보급상황 및 회전구동상황

(2-6) 수소설비의 전반적인 누출 유무

(2-7) 수소가 채류하기 쉬운 곳의 해당 가스농도

(2-8) 전기·물·증기·공기 등 유틸리티시설의 준비상황

(2-9) 안전용 불활성가스 등의 준비상황

(2-10) 비상전력 등의 준비상황

(2-11) 그 밖에 필요한 사항의 이상 유무

(3) 사용종료 시 점검사항

(3-1) 사용종료 직전에 각 설비의 운전상황

(3-2) 사용종료 후에 수소설비에 있는 잔유물의 상황

(3-3) 수소설비 안 수소의 불활성가스 등에 의한 치환상황, 특히 수리점검 작업상 설비 안에 사람이 들어갈 경우에는 공기로의 치환상황

(3-4) 개방하는 수소설비와 다른 수소설비와의 차단상황

(3-5) 수소설비의 전반에 대하여 부식, 마모, 손상, 폐쇄, 결합부의 풀림, 기초의 경사 및 침하, 그 밖의 이상 유무

3.3.4.2 일일점검

운전 중인 수소연료사용시설의 설비(이하 “운전 중 수소설비”라 한다)는 1일 1회 이상 다음 기준에 따라 해당 설비 등의 작동상태에 대하여 이상 유무를 점검한다.

(1) 점검기준

(1-1) 점검하는 설비, 부문, 항목, 점검방법, 판정기준, 조치 등을 기재한 점검표를 작성한다.

(1-2) 점검표에 지시·보고체계 등을 정한다.

(1-3) 점검에 사용하는 공구·측정기구·보호구 등의 준비상태를 확인한다.

(2) 운전 중의 점검사항

(2-1) 수소설비로부터의 누출

(2-2) 계기류의 지시·경보·제어의 상태

(2-3) 수소설비의 온도·압력·유량 등 조업조건의 변동상황

(2-4) 수소설비의 외부부식, 마모, 균열, 그 밖의 손상 유무

(2-5) 회전기계의 진동, 이상음, 이상온도상승, 그 밖의 작동상황

(2-6) 탭류·저장탱크류·배관 등의 진동 및 이상음

(2-7) 가스누출 경보장치 및 가스경보기의 상태

(2-8) 저장탱크 액면의 지시

(2-9) 접지접속선의 단선, 그 밖의 손상 유무

(2-10) 그 밖에 필요한 사항의 이상 유무

3.3.4.3 점검결과 조치

운전 중 수소설비에 대한 점검결과 이상이 발견되었을 때에는 다음 기준에 따라 해당 설비의 보수 및 그 밖에 위험방지조치를 강구하고, 또한 수소설비에서 일어날 수 있는 이상상태를 가감하여 미리 각각의 조치에 대한 작업기준 등을 작성 비치하여 긴급 시에 지시, 보고 및 연락계통, 그 밖에 필요한 조치에 관한 비상연락망체계를 정한다.

3.3.4.3.1 수소설비에서 발생한 이상의 정도에 따라 다음 중 어느 하나 이상의 조치를 강구하여 위험을 방지한다.

- (1) 이상이 발견된 설비에 대한 원인의 규명과 제거
- (2) 예비기로 교체
- (3) 부하의 저하
- (4) 이상을 발견한 설비 또는 공정의 운전정지 후 보수

3.3.4.3.2 이상상태로 인하여 수소설비의 운전을 정지한 경우에는 이상 원인을 규명하여 적절한 조치를 하고 안전을 확인한 후 운전을 재개한다.

3.3.4.4 점검기록

운전 중 수소설비의 점검결과에 따른 보수 등 실시기록을 작성·비치하고 이를 검토하여 설비의 열화경향 그 밖의 특성을 파악하고 차기 점검·보수 등의 계획과 설비개선 등에 활용한다.

3.3.5 배관설비점검(내용 없음)

3.3.6 사고예방설비 점검(내용 없음)

3.3.7 피해저감설비 점검

3.3.7.1 물분무장치 등 점검

물분무장치 등은 매월 1회 이상 작동상황을 점검하여 원활하고 확실하게 작동하는지 확인하고 그 기록을 작성·유지한다. 다만, 동결할 우려가 있는 경우에는 펌프구동만으로 통수시험을 갈음할 수 있다.

3.4 수리·청소 및 철거기준

수소가 통하는 설비를 수리·청소 및 철거하는 때에는 그 작업의 안전 확보와 그 설비의 작동성 유지를 위하여 다음 작업 안전수칙에 따라 수리·청소 및 철거를 한다.

3.4.1 수리·청소 및 철거준비

3.4.1.1 작업 계획 수립

수소가스설비의 수리·청소 및 철거(이하 “수리등”이라 한다)를 할 때에는 해당 수리등의 작업내용, 일정, 책임자 그 밖의 작업담당구분, 지휘체제, 안전상의 조치, 소요자재 등을 정한 작업계획을 미리 해당

작업의 책임자 및 관계자에게 주지시키는 동시에 그 작업계획에 따라 해당 책임자의 감독 하에 실시한다.

3.4.1.2 가스의 치환

수소가스설비의 수리등을 할 때에는 다음 기준에 따라 미리 그 내부의 가스를 불활성가스 또는 물 등 수소와 반응하지 않는 가스 또는 액체로 치환한다.

- (1) 수소가스설비의 내부가스를 그 압력이 대기압 가까이 될 때까지 다른 저장탱크 등에 회수한 후 잔류가스를 서서히 안전하게 방출하거나 연소장치에 유도하여 연소시키는 방법으로 대기압이 될 때까지 방출한다.
- (2) (1)의 처리를 한 후에는 잔류가스를 불활성가스 또는 물이나 스팀 등 해당 가스와 반응하지 않는 가스 또는 액체로 서서히 치환한다. 이 경우에 가스방출 방법은 (1)의 방법을 따른다.
- (3) (1) 및 (2)의 잔류가스를 대기 중에 방출할 경우에는 방출한 수소의 착화농도가 폭발하한계의 1/4 이하가 되도록 방출관으로부터 서서히 방출시킨다. 이 농도확인용 가스검지기 그밖에 해당 가스농도식별에 적합한 분석방법(이하 “가스검지기등”이라 한다)으로 한다.
- (4) 치환 결과를 가스검지기등으로 측정하고 수소의 농도가 의 폭발하한계의 1/4 이하가 될 때까지 치환을 계속한다.
- (5) 수리등의 작업 대상 및 작업내용이 다음 기준에 해당 하는 것은 (1)부터 (4)까지에도 불구하고 가스치환 작업을 하지 않을 수 있다.
 - (5-1) 수소가스설비의 내용적이 1 m³ 이하인 것
 - (5-2) 출입구의 밸브가 확실히 폐지되어 있고 내용적이 5 m³ 이상의 수소가스설비에 이르는 사이에 2개 이상의 밸브를 설치한 것
 - (5-3) 사람이 그 설비의 밖에서 작업하는 것
 - (5-4) 화기를 사용하지 않는 작업인 것
 - (5-5) 설비의 간단한 청소 또는 가스켓의 교환, 그 밖에 이들에 준비하는 경미한 작업인 것

3.4.2 수리·청소 및 철거작업

3.4.2.1 가스 재치환

수소가스설비의 수리등을 위하여 작업원이 그 수소가스설비 안에 들어갈 때에는 3.4.1.2의 치환작업에 사용된 가스 또는 액체를 다음 기준에 따라 공기로 재치환하고 수리등을 하는 중에는 산소의 농도를 수시로 확인한다. 이 경우 3.4.1.2에 따른 치환을 불활성가스 등으로 하는 경우에는 특히 주의한다.

3.4.2.1.1 가연성가스 가스설비

- (1) 가연성 가스설비의 재치환작업은 가스설비 내부에 남아있는 가스 또는 액체가 공기와 충분히 혼합되어 혼합된 가스가 방출관·맨홀 등으로부터 대기 중에 방출되어도 유해한 영향을 끼칠 염려가 없는 것을 확인한 후 3.4.1.2의 치환방법에 따라 실시한다.
- (2) 공기로 재치환 한 결과를 산소측정기 등으로 측정하여 산소의 농도가 18 %에서 22 %로 된 것이 확인될 때까지 공기로 반복하여 치환한다.

3.4.2.2 가스 누출방지 조치

수소가스설비를 개방하여 수리등을 할 경우에는 다음 기준에 따라 가스가 누출되지 않도록 조치를 강구한다.

3.4.2.2.1 3.4.1.2에 따른 가스치환 조치가 완료된 후(해당 개방한 부분에 설치한 회수용 배관 등으로부터 직접 가스를 회수하는 경우에는 3.4.1.2의 조치를 하기 전)에는 개방하는 수소가스설비의 전후 밸브를 확실히 닫고 개방하는 부분의 밸브 또는 배관의 이음매에 맹판을 설치한다. 다만, 3.4.1.2.4에 해당하는 경우에는 맹판을 설치하지 않을 수 있다.

3.4.2.2.2 설비의 기능상 또는 작업상 수시로 개방할 필요가 있는 가스설비에 대한 작업(3.4.1.2.4에 따른 작업에 한정한다)은 3.4.2.2.1 또는 다음 중 어느 하나에 따라 실시한다. 다만, 다음 기준에 따라 작업하는 경우에는 그 작업 기준을 안전관리 규정에 명확하게 규정한다.

(1) 개방하는 수소가스설비에 접속하는 배관 출입구에 2중으로 밸브를 설치하고, 2중 밸브 중간에 수소를 회수 또는 방출 할 수 있는 회수용 배관 등을 설치하여 그 회수용 배관등을 통하여 수소를 회수 또는 방출하여 개방한 부분에 수소의 누출이 없음을 확인한다. 이 경우에 대기압 이하의 수소는 회수 또는 방출하지 않을 수 있다.

(2) 개방하는 수소가스설비의 부분 및 그 전후부분의 상용압력이 대기압에 가까운 설비(압력계를 설치한 것에 한정한다)는 그 설비에 접속하는 배관의 밸브를 확실히 닫고 해당 부분에 가스의 누출이 없음을 확인한다.

3.4.2.2.3 3.4.2.2.1 또는 3.4.2.2.2의 조치를 하였을 때에는 밸브의 닫힌 부분이나 맹판의 설치부분에 밸브조작 또는 맹판 제거의 금지표시를 하고, 자물쇠 채움 또는 봉인을 하거나 감시원을 배치하는 등의 조치를 한다. 이 경우 계기관 등에 설치된 조작 스위치 및 핸들 등에도 같은 조치를 한다.

3.4.3 수리·청소 및 철거 시후조치

수소가스설비의 수리 등을 완료한 때에는 다음 기준에 따라 그 가스설비가 정상으로 작동하는지를 확인한다.

3.4.3.1 내압강도에 관계가 있는 부분으로서 용접으로 보수의 실시 또는 부식 등으로 인하여 내압강도가 저하되었다고 인정될 경우에는 비파괴검사·내압시험 등으로 내압강도를 확인한다.

3.4.3.2 기밀시험을 실시하여 누출이 없는 것을 확인한다.

3.4.3.3 계기류가 소정의 위치에서 정상으로 작동하는 것을 확인한다.

3.4.3.4 수리등을 위하여 개방된 부분의 밸브등은 개폐상태가 정상으로 복구되고 설치한 맹판 및 표시등이 제거되어 있는지 확인한다.

3.4.3.5 안전밸브, 긴급차단장치 그 밖의 안전장치가 소정의 위치에서 이상 없이 작동하는지 확인한다.

3.4.3.6 회전기계 내부에 이물질이 없고 구동상태가 정상인지 및 이상 진동, 이상음이 없는지 확인한다.

3.4.3.7 그 내부가 불활성가스 등으로 치환되어 있는지 확인한다.

4. 검사기준

4.1 검사항목

4.1.1 중간검사(내용 없음)

4.1.2 완성검사

수소연료사용시설의 완성검사 항목은 1 및 2에 따른 항목으로 한다.

4.1.3 정기검사

수소연료사용시설의 정기검사 항목은 다음과 같다.

- (1) 1.6에 따른 용품사용제한
- (2) 1.7.1에 따른 가스계량기 설치제한
- (3) 2.1.1에 따른 화기와의 거리
- (4) 2.1.2에 따른 보호시설과의 거리
- (5) 2.2에 따른 수소제조설비 및 수소저장설비의 기초기준
- (6) 2.3.1에 따른 수소제조설비 및 수소저장설비 설치설 재료
- (7) 2.3.2에 따른 수소저장설비 구조
- (8) 2.4.2에 따른 수소가스설비 구조
- (9) 2.4.3에 따른 가스설비 두께 및 강도
- (10) 2.4.5.2에 따른 기밀성능
- (11) 2.4.6, 2.4.7, 2.4.8, 2.4.9 에 따른 가스설비 설치
- (12) 2.5.2에 따른 배관설비 구조
- (13) 2.5.3에 따른 배관설비 두께
- (14) 2.5.5에 따른 배관설비 신축흡수조치
- (15) 2.5.6에 따른 배관설비 절연조치
- (16) 2.5.7.1.1에 따른 배관 설치장소 선정
- (17) 2.5.7.3.1에 따른 배관 노출설치
- (18) 2.5.7.3.2에 따른 사업소외 배관 노출설치
- (19) 2.5.7.5.2에 따른 배관 해상설치
- (20) 2.5.7.6.1에 따른 배관하천횡단설치(교량설치에 한정한다)
- (21) 2.5.8.1에 따른 압력계
- (22) 2.5.8.3에 따른 운영상태 감시장치
- (23) 2.5.8.4에 따른 안전제어장치 설치
- (24) 2.5.8.5에 따른 피뢰설비 설치
- (25) 2.5.8.6에 따른 배관의 내용물제거장치 설치
- (26) 2.5.9에 따른 배관설비 성능
- (27) 2.7에 따른 연료전지 설치
- (28) 2.8.1에 따른 과압안전장치 설치
- (29) 2.8.2에 따른 가스누출경보 및 자동차단장치 설치

- (31) 2.8.3에 따른 긴급차단장치 설치
- (32) 2.8.8에 따른 전기방폭설비 설치
- (33) 2.8.9에 따른 환기설비 설치
- (34) 2.8.10에 따른 저장설비 및 배관부식방지설비 설치
- (35) 2.8.11에 따른 정전기 제거설비
- (36) 2.9.2에 따른 방호벽 설치
- (37) 2.9.9.1 및 2.9.9.2에 따른 온도상승방지조치
- (38) 2.10에 따른 경계표지
- (39) 3.1.2에 따른 저장설비 유지관리
- (40) 3.1.3.1에 따른 진동방지조치
- (41) 3.1.3.3에 따른 밸브 또는 콕의 조작
- (42) 3.1.3.4에 따른 스톱밸브의 유지관리
- (43) 3.1.3.5에 따른 가연성물질 취급
- (44) 3.1.5에 따른 사고예방설비 유지관리
- (45) 3.2.2.6에 따른 수소 제조 시 압축금지
- (46) 3.2.2.7에 따른 가스의 분석
- (47) 3.3.4에 따른 가스설비 점검

4.2 검사방법

4.2.1 중간검사(내용 없음)

4.2.2 완성검사 및 정기검사

완성검사 및 정기검사 방법은 다음 기준에 따르며, 시설검사 시 용기 등의 검사품 여부를 확인한다.

4.2.2.1 기초 확인방법

4.2.2.1.1 기초설치를 필요로 하는 공정의 경우 보링조사·표준관입시험·배인시험·토질시험·평판재하시험·파일재하시험 등을 하였는지, 그 결과의 적합여부를 문서 등으로 확인한다. 검사신청자는 그 시험한 기관의 서명이 된 보고서를 첨부하며 해당 서류를 첨부하지 경우 부적합한 것으로 처리한다.

4.2.2.1.2 수소가스설비 및 저장탱크의 기초에 대하여 관련서류 또는 도면에 의해 확인 및 측정한다.

4.2.2.2 배관 확인방법

배관을 지하에 설치하는 경우 법에 정한 시설기준 및 기술기준에 적합하고, 배관을 매몰하기 위한 공정별 진행은 검사원의 확인 후 진행한다. 검사원의 확인 전 설치자가 임의로 공정을 진행한 경우에는 검사원이 불합격 처리한다.

4.2.2.3 용접 및 비파괴 성능 확인방법

4.2.2.3.1 용접기구 및 용접재료는 KS D 7004(연강용 피복 아크 용접봉) 등 관련규격에 따른 용접에 적합한 기구 및 재료가 사용되는지 확인한다.

4.2.2.3.2 용접시공은 적합한 용접절차서(W.P.S)에 따라 진행한다.

4.2.2.3.3 용접부의 비파괴시험방법이 관련기준에 적합한지 확인하고, 비파괴검사를 실시한자가 서명한 결과보고서 및 필름을 첨부 받아 적합한지 확인하여 처리한다.

4.2.2.3.4 그 밖의 작업공정은 검사원의 확인 없이 제작자 또는 설치자가 임의로 진행한 경우 불합격처리한다.

4.2.2.4 방호벽 확인방법

방호벽의 적정설치 여부는 실측하여 확인한다.

4.2.2.5 화기와의 거리

수소가스설비와 화기를 취급하는 장소 사이가 적정거리를 유지하고 있는지와 유동방지시설이 적정하게 설치되었는지 확인한다.

4.2.2.6 안전거리

수소저장설비 외면과 제1종 보호시설 및 제2종 보호시설과 안전거리 유지 여부를 실측한다.

4.2.2.7 수소가스설비의 기초

수소제조설비 및 수소저장설비의 기초에 대하여 관련서류 또는 도면으로 확인 및 측정한다.

4.2.2.8 수소제조설비 및 수소저장설비 설치설

수소제조설비설 · 수소저장설비설의 환기구조, 구분설치상황이 도면과 일치하는지 확인하고 성능시험을 실시한다.

4.2.2.9 내압 및 기밀시험

수소가스설비의 내압기밀시험은 자기압력기록계 등을 사용하여 이상 유무를 확인한다.

4.2.2.9.1 내압시험방법

(1) 내압시험은 원칙적으로 수압으로 실시한다. 다만, 부득이한 이유로 물을 채우는 것이 부적당한 경우에는 공기 또는 위험성이 없는 기체의 압력으로 할 수 있다.

(2) 수소가스설비와 사업소 안에 설치되는 배관에 대하여 공기 등의 기체의 압력으로 내압시험을 실시하는 경우에는 작업을 안전하게 하기 위하여 그 설비의 길이이음매, 원주이음매(배관은 그 설치장소에서 용접을 한 것으로써 바깥지름 160mm를 넘는 관의 원주이음매에 한정한다) 및 경편의 제작을 위한 이음매 중 맞대기 용접에 의한 강관용접부의 전 길이(관은 용접부 전 길이의 20% 이상)에 대하여는 내압시험 전에 KS B 0845(강 용접 이음부의 방사선투과검사)에 따라 방사선투과 시험을 하고 그 등급분류가 2류(범주2) 이상임을 확인한다. 다만, 완성검사의 경우 배관의 길이 이음매에 대하여는 해당 배관을

제조한 사업소에서 내압시험을 실시한 시험성적서 등으로 확인할 수 있는 것은 그렇지 않다. 또한 다음에 기재하는 용접부에 대하여는 KS D 0213(강자성 재료의 자분탐상검사 방법 및 자분 모양 분류) 또는 KS B 0816(침투 탐상 시험 방법 및 침투 지시 모양의 분류)에 따라 탐상시험을 하고 표면 및 그 밖의 부분에 유해한 결함이 없음을 확인한다. <개정 21.10.08.>

(2-1) 인장강도 규격값의 최소값이 568 N/mm² 이상인 탄소강강판을 사용한 수소가스설비의 용접부
(2-2) 판두께가 25 mm 이상인 탄소강강판을 사용한 수소가스설비의 용접부
(2-3) 개구부·노즐부(nozzle stub)·보강재 등의 부착물을 수소가스설비에 부착한 부분의 용접부(배관에 관한 것은 제외한다)

(2-4) 배관의 원주이음매에 관한 용접부로서 그 설치장소에서 용접을 한 것 중 방사선투과시험을 하지 않은 것

(3) 사업소 경계밖에 설치되는 배관에 대하여는 KGS GC205(가스시설 용접 및 비파괴시험 기준)의 3.1.1에 따라 비파괴시험을 실시한다. 다만, 공기 등의 기체의 압력으로 내압시험을 실시하는 경우에는 작업을 안전하게 하기 위하여 내압시험 전에 비파괴시험을 실시한다.

(4) 사업소 경계 밖에 설치되는 배관의 양 끝부에는 이음부의 재료와 동등 이상의 성능이 있는 배관용 엔드캡(end cap), 막음플랜지 등을 용접으로 부착하고 비파괴시험을 실시한 후 내압시험을 실시한다.

(5) 내압시험은 해당 설비가 취성파괴를 일으킬 우려가 없는 온도에서 실시한다.

(6) 내압시험은 상용압력의 1.5배(공기 등의 기체의 압력으로 하는 내압시험은 상용압력의 1.25배) 이상으로 하고, 규정압력을 유지하는 시간은 5분에서 20분간을 표준으로 한다.

(7) 내압시험에 종사하는 사람의 수는 작업에 필요한 최소인원으로 하고, 관측 등을 하는 경우에는 적절한 방호시설을 설치하고 그 뒤에서 한다.

(8) 내압시험을 하는 장소 및 그 주위는 잘 정돈하여 긴급한 경우 대피하기 좋도록 하고 2차적으로 인체에 피해가 발생하지 않도록 한다.

(9) 내압시험은 내압시험압력에서 팽창·누설 등의 이상이 없을 때 합격으로 한다.

(10) 내압시험을 공기 등의 기체의 압력으로 하는 경우에는 먼저 상용압력의 50%까지 승압하고 그 후에는 상용압력의 10%씩 단계적으로 승압하여 내압시험압력에 달하였을 때 누설 등의 이상이 없고 그 후 압력을 내려 상용압력으로 하였을 때 팽창·누설 등의 이상이 없으면 합격으로 한다.

(11) 사업소 경계밖에 설치되는 배관의 내압시험 시 시공관리자는 시험이 시작되는 때부터 끝날 때까지 시험구간을 순회점검하고 이상 유무를 확인한다.

4.2.2.9.2 내압시험 생략

(1) 사업소 경계 밖에 설치되는 배관에 대하여 내압시험을 생략할 수 있는 경우는 다음과 같다.

(1-1) 내압시험을 위하여 구분된 구간과 구간을 연결하는 이음관으로서 그 관의 용접부가 방사선투과시험에 합격된 경우

(1-2) 길이가 15m 미만인 배관의 이음부와 동일재료, 동일치수 및 동일시공방법으로 접합시킨 시험을 위한 관을 이용하여 미리 상용압력의 1.5배(공기 등의 기체의 압력에 의한 경우에는 1.25배) 이상인 압력으로 시험을 실시하여 합격된 경우

(2) 사업소 경계 안에 설치되는 배관으로서 (1-1)에 해당하고, 내압시험의 실시로 인하여 뜨임취화 현상의 발생 등 배관에 손상을 줄 우려가 있는 경우에는 내압시험을 생략할 수 있다.

4.2.2.9.3 기밀시험방법

수소가스설비와 배관의 기밀시험은 다음 기준에 따라 실시한다.

(1) 기밀시험은 원칙적으로 공기 또는 위험성이 없는 기체의 압력으로 실시한다.

(2) 기밀시험은 그 설비가 취성 파괴를 일으킬 우려가 없는 온도에서 한다.

(3) 기밀시험압력은 상용압력 이상으로 하되, 0.7 MPa를 초과하는 경우 0.7 MPa압력 이상으로 한다. 이 경우 표 4.2.1.5.3과 같이 시험할 부분의 용적에 대응한 기밀유지시간 이상을 유지하고 처음과 마지막 시험의 측정압력차가 압력측정기구의 허용오차 안에 있는 것을 확인한다. 처음과 마지막 시험의 온도차가 있는 경우에는 압력차를 보정한다.

표 4.2.2.9.3 시험 용적에 따른 기밀유지시간

압력측정기구	용 적	기밀유지시간
압력계 또는 자기압력기록계	1 m ³ 미만	24분
	1 m ³ 이상 10 m ³ 미만	240분
	10 m ³ 이상	24×V분(다만, 1 440분을 초과한 경우는 1 440분으로 할 수 있다)

[비고] V는 피시험부분의 용적(단위 : m³)이다.

(4) 검사의 상황에 따라 위험이 없다고 판단되는 경우에는 수소를 사용하여 기밀시험을 할 수 있다. 이 경우 압력은 단계적으로 올려 이상이 없음을 확인하면서 승압한다.

(5) 기밀시험은 기밀시험압력에서 누설 등의 이상이 없을 때 합격으로 한다.

(6) 기밀시험에 종사하는 인원은 작업에 필요한 최소인원으로 하고, 관측 등은 적절한 장해물을 설치하고 그 뒤에서 한다.

(7) 기밀시험을 하는 장소 및 그 주위는 잘 정돈하여 긴급한 경우 대피하기 좋도록 하고 2차적으로 인체에 피해가 발생하지 않도록 한다.

4.2.2.10 배관

배관이 적정하게 설치되어 있는지를 확인한다.

4.2.2.11 가스누출검지경보장치

가스누출검지경보장치의 설치 여부와 성능 등을 확인한다.

4.2.2.12 긴급차단장치

(1) 수소가스설비에 설치한 긴급차단장치의 설치상황은 도면으로 확인한다.

(2) 작동기능을 작동시험을 하거나, 기록으로 확인한다.

(3) 밸브시트의 누설 여부는 기록으로 확인한다.

4.2.2.13 수소저장설비의 구조 및 설치

수소저장설비 구조 적합여부 및 적정설치 여부를 측정·확인한다.

4.2.2.14 사업소 외 배관

- (1) 배관·관이음매 및 밸브의 재료는 KS허가제품 및 동등 이상의 것인지 시험성적서로 확인한다.
- (2) 배관등의 구조는 하중, 응력, 타공사 등에 대한 안전성 여부를 조사·확인한다.
- (3) 배관에는 부식을 방지하는 조치를 하였는지 확인하고, 도면과 일치 여부를 실측한다.
- (4) 배관의 지상 또는 지하에 매설한 경우에는 보기 쉬운 곳에 연락처 등 필요한 사항을 기록한 표지판이 설치되어 있는지 육안으로 확인한다.
- (5) 배관의 설치도면 또는 기록으로 확인 실측한다.
- (6) 배관을 지하에 매설하는 경우 적합하게 설치하였는지 관련서류, 육안 확인 및 실측한다.
- (7) 배관을 도로 밑에 매설하는 경우 적합하게 설치하였는지 육안 확인 및 실측한다.
- (8) 배관을 철도부지 밑에 매설하는 경우 적합하게 설치하였는지 육안 확인 및 실측한다.
- (9) 배관을 「하천법」에 따른 연안구역 안에 매설하는 경우 하천제방과 하천관리상 필요한 이격거리유지 여부를 도면과 실측·확인한다.
- (10) 배관을 지상에 설치하는 경우 도면 및 기록으로 적합하게 설치하였는지 육안 확인 및 실측한다.
- (11) 배관을 도로에 횡단설치하는 경우 적합하게 설치하였는지 육안 확인 및 실측한다.
- (12) 배관이 철도부지를 횡단하여 매설하는 경우 적합하게 설치하였는지 육안 확인 및 실측한다.
- (13) 배관을 하천 등에 횡단매설 시는 적합하게 설치하였는지 육안 확인 및 실측한다.
- (14) 배관을 해저에 설치하는 경우 적합하게 설치하였는지 관련기록 (도면)을 제출받아 확인한다.
- (15) 배관을 해상에 설치하는 경우 적합하게 설치하였는지 도면 또는 기록으로 확인한다.
- (16) 배관의 적정설치 여부를 측정·확인한다.
- (17) 내압·기밀시험 기준은 4.2.2.5를 준용하고, 자기압력기록계 등을 사용하여 확인 및 계측한다.
- (18) 배관의 내진설계에 대하여 관련서류 및 도면으로 적합하게 설치되었는지 여부를 확인 및 측정한다.
- (19) 배관을 특수성질반중에 설치하는 경우 안전한 방법으로 누출된 가스의 확산방지조치 여부와 배관의 주위상황에 따라 필요한 장소에는 2중관 및 가스누출검지경보장치를 설치하였는지 확인한다.
- (20) 배관장치에는 그 장치의 운영상태를 감시하는 장치와 설치상황을 도면 및 기록으로 확인한다.
- (21) 안전제어 장치가 설치되어 있는지 도면 또는 기록으로 확인하고 작동상태에서 성능을 확인한다.
- (22) 배관장치에는 가스의 종류 및 압력과 배관의 주위상황에 따라 필요한 장소에 가스누출검지경보장치가 적정하게 설치되어 있는지 확인하고, 작동시켜 성능을 확인한다.
- (23) 시가지·주요하천·호수등을 횡단하는 배관에는 가스공급을 긴급히 차단할 수 있는 긴급차단장치 또는 이와 동등이상의 효과가 있는 장치가 설치되어 있는지 확인한다.
- (24) 배관에는 서로 인접하는 긴급차단장치의 구간마다 그 배관내의 수소를 이송하고 불활성가스등으로 치환할 수 있는 조치가 되어 있는지 확인한다.
- (25) 안전용 접지등의 상태를 확인 및 계측한다.
- (26) 배관장치에는 피뢰설비를 설치하였는지 확인한다.
- (27) 순회감시자 보유여부 및 기자재 창고등이 설치되어 있는지 확인한다.

4.2.2.15 사업소 내 배관

- (1) 배관의 적정설치 여부를 측정·확인한다.
- (2) 배관의 지상 또는 지하에 매설한 경우에는 보기 쉬운 곳에 연락처 등 필요한 사항을 기록한 표지판이 설치되어 있는지 육안으로 확인한다.
- (3) 배관을 수중에 설치하는 경우 적합하게 설치하였는지 도면 또는 기록에 의해 확인한다.
- (4) 배관에는 부식을 방지하는 조치를 하였는지 확인하고, 도면과 일치 여부를 실측한다.
- (5) 배관을 지하에 매설하는 경우 적합하게 설치하였는지 관련서류, 육안확인 및 실측한다.

- (6) 배관을 지상에 설치하는 경우 도면 및 기록에 의해 적합하게 설치하였는지 육안 확인 및 실측한다.

4.2.2.16 방호벽

방호벽 적정설치 여부를 실측으로 확인한다.

4.2.2.17 경계표지

경계표지 및 경계책 설치장소의 도면과 일치 여부 확인과 적정설치 여부를 측정·확인한다.

4.2.2.18 온도상승방지 장치

물분무장치 또는 살수장치의 설치상황이 도면과 일치하는지 여부를 확인하고, 성능은 작동시험으로 확인한다.

4.2.2.19 부식방지도장

수소저장설비의 외면에 도장을 하였는지 확인한다.

4.2.2.20 수소가스설비의 재료

가스설비의 재료는 제조자의 시험성적서로 확인한다.

4.2.2.21 수소가스설비의 구조

수소가스설비는 발포액, 누설검지기 또는 디지털압력계 등으로 누출검사를 실시하여 가스가 누출하지 않는지 확인한다.

4.2.2.22 방폭구조

방폭지역을 도면으로 확인하고, 전기설비의 방폭성능을 성적서, 명판 등으로 확인한다.

4.2.2.23 수소가스설비의 강도 등

수소가스설비의 두께 및 강도는 제조자의 KS표시 허가제품 또는 이와 동등 이상의 재료인지 여부를 시험성적서 또는 규격에 의한 서류로 확인하고, 확인이 불가능한 경우는 두께 및 강도를 계측한다.

4.2.2.24 압력계

수소가스설비에 적합한 규격(눈금범위)의 압력계가 도면과 맞게 설치되었는지를 확인한다.

4.2.2.25 안전장치 등

수소가스설비에 안전장치 및 안전밸브가 적정하게 설치되어 있는지 여부 및 검사품인지 확인한다.

4.2.2.26 정전기 제거

정전기 제거조치가 적정하게 설치되어 있는지 확인 및 계측한다.

4.2.2.27 내진설계

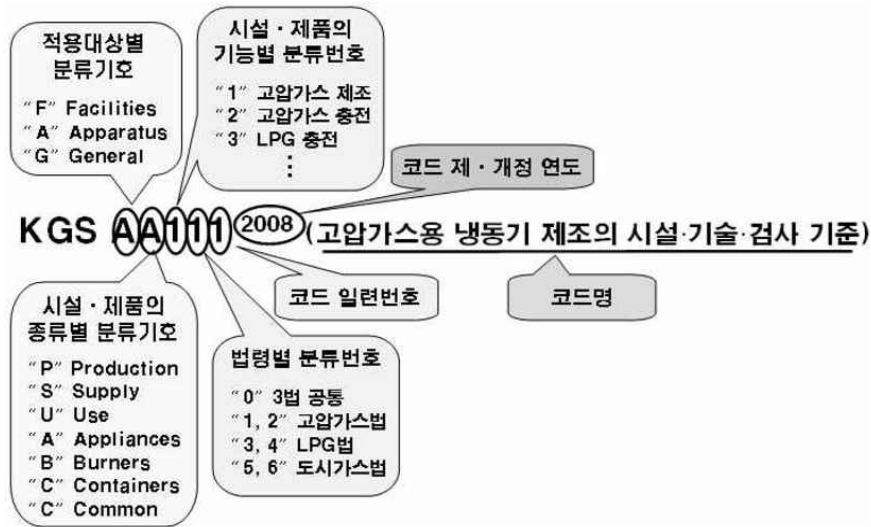
수소저장설비 등의 내진설계에 대하여 관련서류 및 도면으로 적합하게 설치되었는지를 확인 또는 측정한다.

4.2.2.28 그 밖의 검사

그 밖의 검사에 필요한 사항은 한국가스안전공사 사장이 가스안전기술심의위원회의 심의를 거쳐 정하는 바에 따른다.

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.



분류		종류 및 첫째 자리 번호		분류		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		판매·공급 (S) (Supply)	고압가스 판매시설	1
	연소기 (B) (Burners)	보일러류	1			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	6
		수전해장치류	2			기본사항	1
		연료전지	3			공통사항	2

