



이동형 연료전지(노면전차용) 제조의 시설·기술·검사 기준

Facility/Technical/Inspection Code for Manufacture of Portable Fuel Cells
applied to Trams

가스기술기준위원회 심의·의결 : 2025년 11월 21일

기후에너지환경부 승인 : 2025년 12월 9일

가 스 기 술 기 준 위 원 회

위 원 장 신 동 일 : 명지대학교 교수

부위원장 이 용 권 : (주)대연 부사장

당 연 직 권 덕 중 : 산업통상자원부 자원안보정책과장
서 원 석 : 한국가스안전공사 안전관리이사

고압가스분야 김 윤 제 : 성균관대학교 교수
윤 춘 석 : (주)한울이앤알 대표이사
이 기 백 : 한국교통대학교 교수
이 범 석 : 경희대학교 교수

액화석유가스분야 박 달 재 : 서울과학기술대학교 교수
손 승 길 : (주)경동나비엔 상무
유 은 철 : SK가스(주) 부사장
이 용 권 : (주)대연 부사장
조 규 선 : 호서대학교 부교수

도시가스분야 공 병 근 : JB주식회사 본부장
신 동 일 : 명지대학교 교수
안 영 훈 : (주)한양 부사장
윤 익 근 : 한국가스공사 가스연구원 수석
이 창 원 : 벽산엔지니어링(주) 부사장

수소분야 강 경 수 : 한국에너지기술연구원 책임
백 운 봉 : 한국표준과학연구원 책임
정 호 영 : 전남대학교 교수
최 병 학 : 강릉원주대학교 교수

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

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 기준의 효력	1
1.3 다른 기준의 인정	1
1.3.1 신기술 제품 검사기준	1
1.3.2 외국 제품 제조등록기준	1
1.4 용어정의	2
1.5 기준의 준용	3
1.6 경과조치	3
2. 제조시설기준	3
2.1 제조설비	3
2.2 검사설비	3
3. 제조기술기준	4
3.1 재료	4
3.2 구조 및 치수	5
3.3 장치	10
3.3.1 안전장치	10
3.3.2 그 밖의 장치	10
3.4 성능	12
3.4.1 제품 성능	12
3.4.2 재료 성능	14
3.4.3 작동 성능	15
3.5 열처리(내용 없음)	23
3.6 표시	23
3.6.1 제품표시	24
3.6.2 합격표시	24
3.6.3 설명서첨부	24
3.6.4 가스안전수칙 표시	25
3.6.5 배관표시	25

4. 검사기준	25
4.1 검사종류	25
4.1.1 제조시설에 대한 검사	25
4.1.2 제품에 대한 검사	25
4.2 공정검사 대상 심사	27
4.2.1 심사 신청	27
4.2.2 심사 방법	27
4.2.3 판정위원회	27
4.3 검사항목	28
4.3.1 제조시설에 대한 검사	28
4.3.2 제품에 대한 검사	28
4.4 검사방법	30
4.4.1 제조시설에 대한 검사	30
4.4.2 제품에 대한 검사	30
4.5 그 밖의 검사기준	33
4.5.1 수입품 검사	33
4.5.2 검사일부 생략	33
4.5.3 불합격 제품 파기 방법(해당 없음)	33
4.5.4 세부검사기준	33
부록 A 수소용품 제조업소 품질시스템 운영에 대한 일반기준	34
부록 B 시험환경	39
부록 C 연료전지 시험방법	41

이동형 연료전지(노면전차용) 제조의 시설·기술·검사 기준 (Facility/Technical/Inspection Code for Manufacture of Portable Fuel Cells applied to Trams)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 기준은 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률 시행규칙」(이하 “규칙”이라 한다) 제2조제3항제1호나목에 따른 연료전지 중 「도시철도법」 제2조제2호에 따른 노면전차(이하 “노면전차”라 한다)에 고정 설치되어 사용하는 것으로서 정격출력전압이 DC 1000V 이하이고 수소를 연료로 사용하는 고분자전해질형 연료전지(PEMFC)와 그 부대설비(이하 “연료전지”라 한다) 제조의 시설·기술·검사 기준에 적용한다.

1.2 기준의 효력

1.2.1 이 기준은 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률」(이하 “법”이라 한다) 제48조제2항에 따라 「고압가스 안전관리법」(이하 “고법”이라 한다) 제33조의2에 따른 가스기술기준위원회의 심의·의결(안전번호 제2025-9호, 2025년 11월 21일)을 거쳐 기후에너지환경부장관의 승인(기후에너지환경부 공고 제2025-150호, 2025년 12월 9일)을 받은 것으로 법 제48조제1항에 따른 상세기준으로서의 효력을 가진다.

1.2.2 이 기준을 지키고 있는 경우에는 법 제48조제4항에 따라 규칙 별표 1에 적합한 것으로 본다.

1.3 다른 기준의 인정

1.3.1 신기술 제품 검사기준

규칙 별표 1 제4호가목에 따라 기술개발에 따른 새로운 연료전지의 제조 및 검사방법이 이 기준에 따른 시설·기술·검사 기준에는 적합하지 않으나 안전관리를 저해하지 않는다고 기후에너지환경부장관의 인정을 받은 경우에는 그 연료전지에 한정하여 적용할 수 있다.

1.3.2 외국 제품 제조등록기준

규칙 제26조제2항 단서에서 정한 “외국의 제조의 시설기준과 기술기준”이란 법 제48조에 따른 상세기준을 말한다.

1.4 용어정의

이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1.4.1 “연료전지”란 수소와 산소의 전기화학적 반응을 통하여 전기와 열을 생산하는 설비와 그 부대설비로서 1.1에 따른 것을 말하며, 그 기하학적 범위는 다음과 같다.

(1) 연료공급장치, 스택, 열관리장치, 전력변환장치, 제어장치 등 수소와 산소의 전기화학 반응에 필요한 설비 및 부대설비와 이를 연결하는 배관으로서 인입밸브(3.2.3.9에 따른 것을 말한다) 전단에 설치된 필터부터 외부 출력 접속기까지

(2) (1)에 해당하는 설비가 하나의 외함으로 둘러싸인 구조인 경우 외함 외부에 노출되는 각 장치의 접속부까지

1.4.2 “고분자전해질형 연료전지(PEMFC)”란 수소 이온을 통과시키는 고분자막을 전해질로 사용하는 연료전지를 말한다.

1.4.3 “외부 출력 접속기”란 연료전지에서 발생하는 전기를 노면전차로 제공하기 위한 전기연결부를 말한다.

1.4.4 “충전부”란 연료전지의 정상운전 상태에서 전류가 흐르는 도체 또는 도전부를 말한다.

1.4.5 “로크아웃(lockout)”이란 연료전지를 안전하게 정지하고 이후 수동으로만 운전을 다시 시작할 수 있도록 제어하는 것을 말한다.

1.4.6 “IP(ingress protection) 등급”이란 위험 부분으로의 접근, 외부의 분진 또는 물 침투에 대한 외함의 보호 등급을 말한다.

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

1.4.8 “형식”이란 구조, 재료, 용량 및 성능 등에서 구별되는 제품의 단위를 말한다.

1.4.9 “정기품질검사”란 설계단계검사를 받은 제품이 동일하게 제조되고 있는지 확인하기 위해 생산된 제품에서 정기적으로 시료를 채취하여 성능을 확인하는 것을 말한다.

1.4.10 “상시샘플검사”란 같은 생산 단위(lot)로 제조된 동일 형식의 제품에서 시료를 채취하여 성능을 확인하는 것을 말한다.

1.4.11 “공정확인심사”란 제품의 제조·자체검사공정에 대한 품질시스템의 운영 적합성을 확인하는 것을 말한다.

1.4.12 “수시품질검사”란 설계단계검사를 받은 제품이 동일하게 제조되고 있는지 확인하기 위해 생산된 제품에서 예고 없이 시료를 채취하여 성능을 확인하는 것을 말한다.

1.4.13 “종합품질관리체계심사”란 제품의 설계·제조·자체검사공정 등 제품 제조 전 공정에 대한 품질시스템의 운영 적합성을 확인하는 것을 말한다.

1.5 기준의 준용

연료전지에 설치된 압력을 받는 부품 등이 고법 제17조에 따라 검사를 받아야 하는 용기등에 해당하 는 경우에는 그 검사에 합격한 것을 사용한다.

1.6 경과조치

이 기준은 2025년 12월 9일부터 시행한다. 다만, 이 기준의 시행 전에 「산업융합 촉진법」, 「규제 자유특구 및 지역특화발전특구에 관한 규제특례법」 등에 따라 실증을 위한 특례를 부여받아 제조한 연료전지로서 법 제44조에 따른 검사에 합격한 연료전지는 이 기준에 적합한 것으로 본다.

2. 제조시설기준

2.1 제조설비

연료전지를 제조하려는 자는 이 기준에 따라 연료전지를 제조하기 위하여 다음의 제조설비(제조하는 연료전지에 필요한 것만을 말한다)를 갖춘다. 다만, 허가관청이 부품의 품질향상을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 그 부품을 제조하는 전문생산업체의 설비를 이용하거나 그가 제조한 부품을 사용할 수 있으며, 이 경우 허가관청은 그 필요성을 인정하기 전에 고법 제28조에 따른 한국가스안전공사(이하 “한국가스안전공사”라 한다)에 검토를 요청해야 한다.

- (1) 구멍가공기·프레스·관굽힘기·절곡기·주물가공설비
- (2) 표면처리 및 도장설비
- (3) 가스용접기 또는 전기용접기 및 동력용조립지그·공구
- (4) 셀 및 스택 제작 설비
- (5) 전기회로기관 회로인쇄·부품삽입·납땀설비
- (6) 그 밖의 제조에 필요한 가공설비

2.2 검사설비

2.2.1 연료전지를 제조하려는 자는 제품의 성능을 확인·유지할 수 있도록 다음의 검사설비를 갖춘다. 이 경우 검사설비는 안전관리규정에 따른 자체검사를 수행할 수 있고 해당 사업소의 제품 생산능

력에 맞는 처리능력을 갖는 것으로 한다.

- (1) 버니어캘리퍼스·마이크로미터·나사게이지 등 치수 측정설비
- (2) 내압·기밀 성능시험 설비
- (3) 절연저항·절연내력 성능시험 설비
- (4) 내진동 성능시험 설비
- (5) 연료소비량 성능시험 설비
- (6) 온도상승 성능시험 설비
- (7) 발전부 안정 성능시험 설비
- (8) 안전장치 성능시험 설비
- (9) 환경 성능시험 설비
- (10) 배기가스 성능시험 설비
- (11) 기율기 성능시험 설비
- (12) 그 밖의 검사에 필요한 설비 및 기구

2.2.2 2.2.1에도 불구하고 다음 중 어느 하나의 기관에 의뢰하여 설계단계검사 항목의 시험·검사를 하거나 다음 중 어느 하나의 기관과 설계단계검사 항목에 필요한 시험·검사설비의 임대차계약을 체결한 경우에는 2.2.1에 따른 검사설비 중 해당 설계단계검사 항목의 검사설비를 갖춘 것으로 본다.

- (1) 한국가스안전공사
- (2) 「국가표준기본법」에 따라 지정을 받은 해당 공인시험·검사기관

3. 제조기술기준

3.1 재료

연료전지는 그 연료전지의 안전성을 확보하기 위하여 다음 기준에 따른 재료를 사용한다.

3.1.1 재료는 사용 조건의 온도에 견디고 수소 및 물 등 유체가 통하는 부분의 재료는 해당 유체에 충분한 내식성이 있는 재료 또는 코팅된 재료를 사용하는 것으로 한다.

3.1.2 배기가스 통로, 외함 및 수분 접촉에 따른 부식의 우려가 있는 부분에 사용되는 금속은 스테인리스강 등 내식성이 있는 재료를 사용해야 하며, 탄소강을 사용하는 경우에는 부식에 강한 코팅을 한다.

3.1.3 스택으로 수소를 공급하는 배관은 금속재료를 사용한다.

3.1.4 고무 또는 플라스틱의 비금속성 재료는 단기간에 열화(劣化)되지 않도록 사용 환경에 적합한 것으로 한다.

3.1.5 전기 절연물과 단열재는 접촉부 및 그 부근의 온도에 충분히 견디고 흡습성이 적은 것으로 한다.

3.1.6 도전재료는 동, 동합금, 스테인리스강 또는 이와 동등 이상의 전기적·열적 및 기계적인 안전성이 있는 것으로 한다. 다만, 탄성이 필요한 부분 또는 구조적으로 사용하기 곤란한 부분은 그렇지 않다.

3.1.7 연료전지에는 다음의 재료를 사용하지 않는다.

- (1) 폴리염화비페닐(PCB)
- (2) 석면
- (3) 카드뮴

3.1.8 수소 또는 배기가스가 통하는 부분에는 최고 운전 온도에 적합한 불연성 또는 난연성의 재료를 사용한다. 다만, 기밀을 유지하기 위해 사용되는 패킹류, 실(seal)재 등은 불연성 또는 난연성의 재료를 사용하지 않을 수 있다.

3.2 구조 및 치수

연료전지는 그 연료전지의 안전성·편리성 및 호환성을 확보하기 위하여 다음 기준에 따른 구조와 치수를 갖는 것으로 한다.

3.2.1 일반구조

3.2.1.1 모든 부품은 뒤틀림, 이완 및 그 외의 손상에 견디는 안전한 구조로 한다.

3.2.1.2 분해가 가능한 패널·커버 등은 본래 설치된 곳 외의 다른 위치에 설치되는 것을 방지하기 위하여 서로 호환되지 않는 구조로 하고, 반복되는 분해·조립에 따른 마모 등으로 인한 기능 손상이 발생되지 않는 것으로 한다.

3.2.1.3 인체와 접촉될 가능성이 있는 부품은 날카로운 돌출 부분이나 모퉁이가 없는 구조로 한다.

3.2.1.4 점검, 보수, 교체 및 분해가 용이한 구조로 한다.

3.2.1.5 유지보수가 필요한 부분에 사용되는 단열재는 배관, 부품 등에 접근이 용이한 구조로 한다.

3.2.1.6 연료전지의 안전장치가 작동해야 하는 설정값은 원격조작 등을 통하여 임의로 변경할 수 없도록 한다.

3.2.1.7 연료전지는 노면전차에 용이하고 견고하게 부착이 가능한 구조로 한다.

3.2.1.8 환기팬 등 연료전지의 운전 상태에서 사람이 접할 우려가 있는 가동부는 쉽게 접할 수 없도록 적절한 보호틀이나 보호망 등을 설치한다.

3.2.1.9 입력전압 또는 입력주파수를 수동으로 변환하는 기구를 가진 것은 변환된 입력전압과 입력주파수를 쉽게 식별할 수 있는 구조로 한다.

3.2.1.10 연료전지의 외함 내부에는 수소가 체류하거나 외부로부터 이물질이 유입되지 않는 구조로 한다.

3.2.1.11 다음 중 어느 하나에 해당하는 가스는 방출관 등을 이용하여 외함 외부로 직접 배출하는 구조로 하고, 방출관 등은 작동 중에 이탈되지 않도록 견고하게 고정한다.

(1) 배기가스

(2) 과압안전장치(압력조정기 등 단위 부품에 내장된 것을 포함한다)를 통해 방출되는 가스

3.2.1.12 긴급사태 발생 시 사용자가 연료전지의 운전을 수동으로 정지할 수 있도록 제어 입력장치 등 비상정지를 실행할 수 있는 수단을 제공한다.

3.2.1.13 비충전부는 정전기의 축적을 방지하기 위해 본딩(bonding)을 한다.

3.2.1.14 충전부와 충전부 사이의 접속 부분과 충전부와 비충전부 사이의 접속 부분은 사용 상태에서 서 이완이 발생하지 않고 사용 환경에 견딜 수 있는 구조로 한다.

3.2.1.15 용기(1.4.1(2)에 따른 연료전지의 외함 내에 장착된 것으로 한정한다. 이하 3.2.1.15 및 3.2.1.16에서 같다)에 수소를 공급받기 위한 충전라인에는 역류 방지 기능이 있는 리셉터클을 설치하고, 그 리셉터클과 용기 사이에는 역류방지밸브를 추가로 설치한다.

3.2.1.16 용기와 역류방지밸브 사이에 차단밸브가 없는 경우 발생할 수 있는 충격, 진동 및 우발적 손상을 최소화하기 위해 용기에는 과류방지밸브와 역류방지밸브를 직접 설치하거나 직렬로 설치한다.

3.2.2 셀, 스택 구조

3.2.2.1 셀 스택은 압력·진동·열 등으로 인하여 발생하는 응력에 충분히 견디는 구조로 한다.

3.2.2.2 셀 스택은 사용 환경에서 절연 열화 방지 등 전기안전성을 갖는 구조로 한다.

3.2.2.3 셀 스택에는 전도체의 낙하로 인한 단락 및 누설전류 방지 등을 위해 절연 덮개 또는 외함을 설치하는 등 적절한 보호조치를 한다.

3.2.3 배관 구조

3.2.3.1 배관은 수소, 물 등 유체가 누출되지 않는 구조로 한다.

- 3.2.3.2** 배관은 열 및 부식에 따른 위해의 우려가 없는 장소에 설치하고 방호 등의 조치를 한다.
- 3.2.3.3** 배관은 진동, 자중, 내압력, 열하중 등으로 인하여 발생하는 응력에 견딜 수 있는 것으로 한다.
- 3.2.3.4** 배관의 접합부는 용접, 나사 이음, 플랜지 이음 또는 이와 동등 이상의 방법으로 기밀을 유지할 수 있는 구조로 한다.
- 3.2.3.5** 배관의 기밀유지부는 열화에 대한 내성을 갖는 구조로 한다.
- 3.2.3.6** 외함의 배관 접속부는 다음 기준에 적합한 것으로 한다.
- (1) 배관의 구경에 적합할 것
 - (2) 외부에 노출되어 있거나 외부에서 쉽게 확인할 수 있는 위치에 설치할 것
 - (3) 진동, 자중, 내압력, 열하중 등으로 인하여 발생하는 응력에 견딜 수 있을 것
- 3.2.3.7** 배관은 연마 분말 등 내부의 이물질을 완전히 제거한 후 설치한다.
- 3.2.3.8** 중력으로 응축수를 배출하는 배관은 내경이 13 mm 이상인 것으로 한다.
- 3.2.3.9** 연료전지로 수소를 공급받기 위한 배관에는 독립적으로 작동하는 연료인입(引入) 자동차단밸브(이하 “인입밸브” 라 한다)를 직렬로 2개 이상 설치한다. 이 경우 인입밸브는 구동원이 상실되었을 경우 수소의 통로를 자동으로 차단하는 구조(fail-safe)로 한다.
- 3.2.3.10** 인입밸브는 공인인증기관의 인증품 또는 부록 C(연료전지 시험방법)의 C1(인입밸브 성능 시험)에 따른 시험을 만족하는 것을 사용한다.
- 3.2.3.11** 인입밸브 전단에는 가스필터를 설치한다. 이 경우 가스필터의 여과재는 최대 직경이 1.5 mm 이하이고, 1 mm 초과하는 틈이 없는 것으로 한다.

3.2.4 전기배선 구조

- 3.2.4.1** 배선은 사용 시 피복의 손상 등이 생기지 않는 구조로 한다.
- 3.2.4.2** 배선은 가능한 한 최단 경로로 하고 필요한 장소에는 절연, 방열(防熱), 방호 및 고정 등의 조치를 한다.
- 3.2.4.3** 전선은 가동부에 접촉하지 않도록 설치하고, 설치된 상태에서 2N의 힘을 가하였을 때 가동부에 접촉할 우려가 없는 구조로 한다.
- 3.2.4.4** 전선은 고온부에 접촉하지 않도록 설치하고, 설치된 상태에서 2N의 힘을 가하였을 때 고온

부에 접촉할 우려가 있는 전선은 충분한 내열 성능을 갖는 피복을 사용하는 것으로 한다.

3.2.4.5 전선이 구조물을 통과하거나 설치된 상태에서 2N의 힘을 가하였을 때 구조물에 접촉할 우려가 있는 경우 피복의 손상이나 절연파괴 등의 우려가 없도록 부상 등을 이용하여 적절한 보호조치를 한다.

3.2.4.6 전기접속기에 접속한 것은 5N의 힘을 가하였을 때 접속이 풀리지 않는 구조로 한다.

3.2.4.7 사용자가 쉽게 교체할 수 있는 리드선 또는 단자 등은 잘못 접속된 경우에도 장치가 작동하지 않거나 이상 없이 작동하는 것으로 한다.

3.2.4.8 리드선, 단자 등은 숫자, 문자, 기호, 색상 등을 구분하여 식별 표시를 한다. 다만, 접속부의 크기 또는 형태 등을 달리하는 물리적 방법으로 오접속을 방지하는 경우 식별 표시를 하지 않을 수 있다.

3.2.4.9 단락, 과전류 등과 같은 이상 상황 발생 시 전류를 효과적으로 차단하기 위해 과전류 보호장치를 설치한다.

3.2.4.10 아크(arc)가 전달될 우려가 있는 부분에 사용하는 전기 절연물은 아크로 인하여 성능이 저하되지 않도록 한다.

3.2.4.11 단자대(terminal block)의 충전부와 비충전부 사이 및 단자대와 단자대가 설치되는 접촉부 사이에는 절연 조치를 하고, 감전 등의 위해가 발생하지 않도록 적절한 보호조치를 한다.

3.2.4.12 외부 출력 접속기는 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

- (1) 연료전지의 출력에 적합할 것
- (2) 외부의 위해요소로부터 쉽게 파손되지 않도록 적절한 보호조치를 할 것
- (3) 150N 이하의 힘으로 분리가 가능하고, 분리 시 케이블의 손상을 방지할 수 있는 구조일 것

3.2.4.13 전선은 공인인증기관의 인증품으로서 사용 온도에 적합한 것을 사용한다.

3.2.5 접지 구조

3.2.5.1 접지용 단자 및 접지용 케이블 또는 그 부근에는 쉽게 지워지지 않는 방법으로 접지용 단자 또는 접지용 케이블임을 나타내는 표시를 한다.

3.2.5.2 접지 기구는 사람이 접촉할 수 있는 금속부와 전기적으로 안전하게 접속하거나 쉽게 느슨해지지 않도록 견고하게 설치할 수 있는 것으로 한다.

3.2.5.3 접지용 단자의 재료는 충분한 기계적 강도를 가지고 부식되지 않는 것으로 한다.

3.2.5.4 접지용 단자는 접지용 케이블을 쉽고 확실하게 설치할 수 있고 접지용 케이블의 보호도체 (protective conductor)와 충분한 접촉 면적을 확보할 수 있는 것으로 한다.

3.2.5.5 접지용 케이블의 보호도체 단면적은 선도체의 단면적에 따라 표 3.2.5.5의 최소 단면적 이상으로 한다.

표 3.2.5.5 접지용 케이블의 보호도체 최소 단면적

(단위: mm²)

선도체의 단면적(S, 구리)	접지용 케이블의 보호도체 최소 단면적(구리)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$\frac{1}{2}S$
[비고] 선도체 또는 보호도체를 구리(Cu) 이외의 것으로 사용하는 경우 보호도체의 최소 단면적은 KS C IEC 60364-5-54(저압전기설비 - 전기기기의 선정 및 설치 - 접지설비 및 보호도체)의 543.1(최소 단면적)을 따른다.	

3.2.6 유체 이동 관련 기기 구조

3.2.6.1 팬, 블로어, 펌프 등은 용도에 적합한 것을 선정하고 접점이 용이한 구조로 한다.

3.2.6.2 베어링은 운전 온도에 적합한 것을 선정하고 필요에 따라 윤활유 공급 방법이 갖추어져 있는 것으로 한다.

3.2.6.3 축실링은 공급되는 유체의 종류, 온도, 압력 등 사용 환경에 적합한 것으로 한다.

3.2.6.4 유체 이동 관련 기기에 사용되는 전동기는 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

- (1) 회전자의 위치와 관계없이 시동이 가능할 것
- (2) 정상적인 운전을 지속할 수 있을 것
- (3) 전원에 이상이 있는 경우에도 안전에 지장 없을 것
- (4) 통상의 사용 환경에서 전동기의 회전자가 회전에 지장을 받지 않는 구조일 것

3.2.7 외함 구조

3.2.7.1 외함은 내부의 구성요소를 보호하기 위해 충분한 기계적 강도와 화학적 특성을 갖는 것으로 한다.

3.2.7.2 외함에는 내부의 온도상승이나 가연성가스의 체류 등을 방지하기 위해 충분한 환기 성능을 갖는 기계 환기장치와 환기구를 함께 설치한다. 이 경우 환기구는 먼지, 눈, 식물 등에 의해 환기를 방해받지 않는 구조로 한다.

3.2.7.3 외함은 그 내부에 응축수 또는 빗물이 고이지 않고 효과적으로 배출될 수 있는 구조로 한다.

3.3 장치

연료전지는 그 연료전지의 안전성과 편리성을 확보하기 위하여 한국가스안전공사 또는 공인시험·검사기관의 성능인증을 받은 부품을 사용하거나 다음 기준에 따른 장치를 갖춘다.

3.3.1 안전장치

연료전지에는 다음 기준에 따른 제어기능을 갖는 안전장치를 설치한다.

3.3.1.1 시동 제어

(1) 시동(재시동을 포함한다. 이하 3.3.1.1에서 같다)은 모든 안전장치가 정상적으로 작동하고 안전조건이 충족된 경우에만 가능하도록 제어되어야 한다.

(2) 올바른 시동 시퀀스를 보증하기 위해 적절한 연동장치를 갖춘다.

3.3.1.2 비상정지 제어

(1) 다음 중 어느 하나의 상황이 발생하는 경우 비상정지를 실행하도록 제어되어야 한다.

(1-1) 공급 수소의 압력이 현저하게 상승한 경우

(1-2) 공급 수소의 온도가 현저하게 상승한 경우

(1-3) 수소의 누출을 검지한 경우

(1-4) 에너지 저장장치에 이상 전압이 발생한 경우

(1-5) 제어 전원 전압이 현저하게 저하되는 등 제어장치에 이상이 발생할 우려가 있는 경우

(1-6) 스택에 과전류가 발생한 경우

(1-7) 스택의 출력전압에 이상이 발생한 경우

(1-8) 스택의 온도가 현저하게 상승한 경우

(1-9) 외함 내의 온도가 현저하게 상승한 경우

(1-10) 환기장치에 이상이 발생한 경우

(1-11) 냉각수의 유량이 현저하게 감소한 경우

(2) 비상정지는 다른 기능 및 동작보다 우선하여 실행되고 외부로부터 방해받지 않는 것으로 한다.

(3) 비상정지로 인한 추가적인 위험 상황이 발생하지 않도록 한다.

(4) 비상정지가 실행되는 경우 연료전지는 로크아웃 상태로 전환되고 비상정지가 실행되었음을 알리기 위한 신호를 노면전차로 제공해야 한다.

(5) 수동 조작을 통한 방법으로도 비상정지를 실행할 수 있도록 한다.

3.3.2 그 밖의 장치

3.3.2.1 전기장치

(1) 전기장치는 열적 영향이 적은 위치에 설치한다.

(2) 전기장치의 작동은 원활하고 확실한 것으로 한다.

- (3) 전기부품 및 그 부속품의 최대허용전압과 최대허용전류는 전기부품 및 그 부속품에 가해지는 최대전압과 최대전류 이상인 것으로 한다.
- (4) 기기에 부착된 콘센트 주위에는 최대허용전력 또는 최대허용전류를 표시한다.
- (5) 지락(地絡), 단락 사고 시의 보호조치는 다음 기준을 따른다.
 - (5-1) 전기회로가 지락되는 경우 연료전지는 이를 검출하여 안전하게 정지할 것
 - (5-2) 에너지 저장장치를 갖는 연료전지는 직류 회로를 보호하는 퓨즈, 배선용 차단기 등을 갖출 것
 - (5-3) 스택에는 외부 기기로부터 전류가 유입되지 않도록 할 것

3.3.2.2 전력변환장치

- (1) 전력변환장치는 입력전압 범위에서 출력전압과 출력주파수 등이 정격에 적합하고 안정적으로 운전되는 것으로 한다.
- (2) 전력변환장치는 입력전압 범위에서 비정상인 동작 또는 고장이 없는 것으로 한다.
- (3) 전력변환장치는 전부하 용량에 대하여 충분히 여유가 있는 운전 용량을 갖는 것을 사용한다.

3.3.2.3 과압안전장치

- (1) 압력 조절 실패 등으로 인해 상용압력 이상의 압력이 발생될 우려가 있는 배관 등에는 안전밸브 또는 릴리프밸브 등의 과압안전장치를 설치한다.
- (2) 과압안전장치는 해당 압력부에 통하는 유체의 종류와 압력상승 특성을 고려하여 과압을 효과적으로 해소할 수 있는 것으로 선정한다.

3.3.2.4 수소 누출검지장치

- (1) 수소 누출검지장치는 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」 제37조에 따른 형식승인을 받거나 같은 법 제40조에 따라 성능인증을 받은 제품 또는 다음 기준을 만족하는 것을 사용한다.
 - (1-1) 검지 설정값이 1% 이하인 것
 - (1-2) 검지 설정값의 $\pm 10\%$ 이내의 범위에서 수소를 검지하고, 검지한 시점으로부터 20초 이내에 수소를 검지하였음을 알리는 신호를 발신할 수 있는 것
 - (1-3) 검지 소자는 사용 상태에서 불꽃을 발생시키지 않는 것인 것. 다만, 검지 소자에서 발생한 불꽃이 외부로 확산되는 것을 차단하는 조치(스트레이너 설치 등)를 한 경우 불꽃을 발생시키는 것으로 할 수 있다.
- (2) 수소 누출검지장치의 검지부는 수소의 특성 및 외함의 내부 구조 등을 고려하여 누출된 수소가 체류하기 쉬운 장소에 설치한다.

3.3.2.5 에너지 저장장치

3.3.2.5.1 배터리

에너지 저장장치로 배터리를 사용하는 경우 다음 기준을 만족하는 것으로 한다.

- (1) 배터리는 공인인증기관의 인증품을 사용할 것
- (2) 배터리의 회로는 적합한 역충전 보호기능을 포함하는 것으로 할 것
- (3) 배터리함 내부의 배터리와 배터리 사이, 금속제 배터리함과 그 내부의 배터리 사이에는 절연 조치를 할 것
- (4) 비금속제 배터리함은 전해액으로 인한 열화를 줄이기 위해 그 배터리함 내부 표면에 도장 등의

조치를 할 것

(5) 나사 체결 방식의 배터리 단자는 체결이 느슨해지는 것을 방지하기 위해 잠금 와셔 또는 이와 동등 이상의 도구를 사용하여 체결할 것. 이 경우 잠금 와셔를 사용하는 부위에는 잠금 와셔와 접촉되는 단자의 손상을 방지하기 위해 평와셔를 함께 설치할 것

(6) 배터리의 단자는 절연 부트(boots)나 절연 덮개로 보호할 것

3.3.2.5.2 슈퍼 커패시터

에너지 저장장치로 슈퍼 커패시터를 사용하는 경우 다음 기준을 만족하는 것으로 한다.

(1) 슈퍼 커패시터에는 과전압 충전 및 과전류 충·방전 방지를 위한 통합 충전회로를 갖출 것

(2) 슈퍼 커패시터함과 그 내부의 슈퍼 커패시터 사이, 슈퍼 커패시터함 내부의 슈퍼 커패시터와 슈퍼 커패시터 사이에는 절연 조치를 할 것

(3) 비금속제 슈퍼 커패시터함은 전해액으로 인한 열화를 줄이기 위해 그 슈퍼 커패시터함 내부 표면에 도장 등의 조치를 할 것

(4) 슈퍼 커패시터함 외부에는 누설전류 방지를 위해 절연 덮개를 설치할 것

(5) 나사 체결 방식의 슈퍼 커패시터 단자는 체결이 느슨해지는 것을 방지하기 위해 잠금 와셔 또는 이와 동등 이상의 도구를 사용하여 체결할 것. 이 경우, 잠금 와셔를 사용하는 부위에는 잠금 와셔와 접촉하는 단자의 손상을 방지하기 위해 평와셔를 함께 설치할 것

(6) 슈퍼 커패시터의 단자는 절연 부트나 절연 덮개로 보호할 것

3.4 성능

연료전지는 그 연료전지의 안전성과 편리성을 확보하기 위하여 다음 기준에 따른 성능을 갖는 것으로 한다.

3.4.1 제품 성능

3.4.1.1 내압 성능

(1) 수소 등 유체의 통로(스택은 제외한다)는 상용압력의 1.5배 이상의 수압으로(그 구조상 물로 실시하는 것이 곤란하여 공기·질소·헬륨 등의 기체로 내압시험을 실시하는 경우 상용압력의 1.25배를 적용한다. 이하 3.4.1.1에서 같다) 20분간 내압시험을 실시하여 팽창·누설 등의 이상이 없어야 한다. 다만, 고법 제17조에 따른 검사에 합격한 용기등 또는 「산업안전보건법」 제84조에 따른 안전인증을 받은 압력용기는 내압시험을 실시하지 않을 수 있으며, 펌프·압축기는 제조자의 자체시험 성적서로 내압시험을 갈음할 수 있다.

(2) 스택은 다음 기준에 따라 공통압력시험 및 차압시험을 실시하여 팽창·누설 등의 이상이 없어야 한다. 다만, 고법 제17조에 따른 검사에 합격한 용기등 또는 「산업안전보건법」 제84조에 따른 안전인증을 받은 압력용기는 공통압력시험을 실시하지 않을 수 있으며, 연료전지의 정상운전 조건에서 스택의 음극과 양극에 동압(同壓)이 형성되도록 설계된 스택은 차압시험을 실시하지 않을 수 있다.

(2-1) 공통압력시험은 스택 상용압력(음극과 양극의 상용압력이 서로 다른 경우 더 높은 압력을 기준으로 한다)의 1.5배 이상의 수압으로 음극과 양극의 유체통로를 동시에 20분간 가압한다. 이 경우 스택의 음극과 양극에 가압을 위한 압력원은 공통으로 해야 한다.

(2-2) 차압시험은 제조자가 제시한 최대허용차압(정상운전 조건에서 음극과 양극 사이에 형성되는 압력차 이상으로 한다)의 1.5배 이상의 수압으로 음극과 양극 중 더 높은 압력이 형성되는 전극부를 20분간 가압한다.

3.4.1.2 기밀 성능

수소 등 유체의 통로는 다음 기준에 따라 기밀시험을 실시하여 처음과 마지막에 측정한 압력(측정 시점의 온도가 서로 다른 경우 이를 보정한 값을 말한다)의 차이가 측정기구의 허용오차 범위 내에 있어야 한다. 다만, 내압시험 또는 공통압력시험을 기체로 실시한 경우 기밀시험을 생략할 수 있다.

- (1) 기밀시험은 원칙적으로 공기 또는 위험성이 없는 기체로 실시한다.
- (2) 기밀시험은 그 설비가 취성 파괴를 일으킬 우려가 없는 온도에서 실시한다.
- (3) 기밀시험은 상용압력 이상의 압력으로 하되 상용압력이 0.7 MPa를 초과하는 경우 0.7 MPa 이상의 압력으로 하고, 기밀시험의 유지 시간은 표 3.4.1.2를 따른다.

표 3.4.1.2 시험 용적에 따른 유지 시간

측정기구	시험 용적	유지 시간
압력계 또는 자기압력기록계	1 m ³ 미만	48분
	1 m ³ 이상 10 m ³ 미만	480분
	10 m ³ 이상	48 × V분 (2880분을 초과하는 경우 2880분으로 할 수 있다)
[비고] V는 시험 용적(m ³)을 말한다.		

3.4.1.3 절연저항 성능

500 V의 절연저항계(정격전압이 300 V를 초과하는 것은 1000 V의 절연저항계를 말한다)로 측정된 연료전지의 충전부와 외면(외면이 전기 절연물인 경우 외면에 밀착시킨 10 cm × 20 cm 이내 크기의 금속박을 말한다. 이하 3.4.1.4 및 3.4.3.9.1에서 같다) 사이의 절연저항은 1 MΩ 이상이어야 한다.

3.4.1.4 절연내력 성능

연료전지의 충전부와 외면 사이에 표 3.4.1.4에 따른 시험전압을 1분간 연속하여 가했을 때 절연과 파괴가 일어나지 않아야 하고, 시험 후 3.4.1.3에 따른 절연저항 성능을 만족해야 한다. 이 경우 절연내력 성능시험에 앞서 보호 임피던스 및 방해 잡음 억제용 필터를 제거할 수 있다.

표 3.4.1.4 절연내력 시험전압

구분	시험전압(V) ¹⁾			
	SELV ⁴⁾	정격전압(V _{rms}) ²⁾		동작전압(U) ³⁾
		150 V 이하	150 V 초과 250 V 이하 ⁵⁾	250 V 초과

기초 절연 ⁶⁾	500	1 250	1 250	1.2U + 950
부가 절연 ⁷⁾		1 250	1 750	1.2U + 1 450
강화 절연 ⁸⁾		2 500	3 000	2.4U + 2 400

1) 표 3.4.1.4의 시험전압은 교류(실효치) 기준의 시험전압을 나타낸 것이며, 시험전압으로 직류를 사용하고자 하는 경우 표 3.4.1.4의 시험전압에 $\sqrt{2}$ 를 곱하여 인가한다.

2) 다상 기기의 경우 선로-중성점 또는 선로-대지 전압은 정격전압으로 사용된다. 480V 다상 기기용 시험전압은 150V 초과 250V 이하 범위에서 정격전압으로 규정된 것이다.

3) 기기에 정격전압을 공급하여 통상 동작 상태로 운전할 때 해당 부분이 받게 되는 최대전압을 말한다.

4) 안전초저전압(safety extra low voltage)은 선간전압 및 도체와 대지 사이의 전압이 42V 이하로서 무부하 전압이 50V 이하인 전압을 말한다.

5) 정격전압이 150V 이하인 기기의 경우, 이러한 시험전압은 동작전압이 150V 초과 250V 이하인 부분에 공급한다.

6) 기초적인 감전 방지를 제공하기 위해 충전부에 제공된 절연을 말한다.

7) 기초 절연이 파손된 경우에 감전 방지를 위하여 기초 절연에 추가한 독립적인 절연을 말한다.

8) 이중 절연(기초 절연과 부가 절연을 모두 포함하는 절연 방식을 말한다)과 동등한 감전 방지 정도를 갖도록 충전부에 적용한 단독 절연을 말한다.

3.4.1.5 내진동 성능

연료전지는 부록 C(연료전지 시험방법)의 C2(내진동 성능시험)에 따른 시험을 실시한 후 다음 기준에 따른 성능을 만족해야 하고 사용상 지장이 있는 외관의 손상 및 열화 등이 없어야 하며, 부록 C2.3에 따른 기능 랜덤시험을 실시하는 동안 제어 전원의 신호가 정상적으로 유지되어야 한다.

- (1) 3.4.1.1에 따른 내압 성능
- (2) 3.4.1.2에 따른 기밀 성능
- (3) 3.4.1.3에 따른 절연저항 성능
- (4) 3.4.1.4에 따른 절연내력 성능
- (5) 3.4.3.5에 따른 발전부 안정 성능[3.4.3.5.1에 따른 발전출력 시험으로 한정하며 측정시간은 출력 조건별로 10분(최대출력 조건은 제조자가 제시한 지속 가능 시간) 이상으로 한다]

3.4.2 재료 성능

3.4.2.1 내가스 성능(내용 없음)

3.4.2.2 내식 성능

다음 중 어느 하나에 해당하는 부분에 사용되는 금속재료는 부록 C(연료전지 시험방법)의 C3(내식 성능시험)에 따른 시험을 실시하여 이상이 없어야 하며, 합성수지는 (80 ± 3) °C의 공기 중에 1시간 동안 방치한 후 자연냉각했을 때 부풀, 균열, 갈라짐 등의 이상이 없어야 한다. 다만, 표 3.4.2.2에서 정한 내식성을 갖는 규격재료나 이와 동등 이상의 기계적 성질 및 화학적 성분을 갖는 재료 또는 한국가스안전공사에서 부록 C(연료전지 시험방법)의 C3(내식 성능시험)에 따른 시험을 실시하여 이상이 없음을 확인한 이력이 있는 재료는 내식 성능을 만족하는 것으로 본다.

- (1) 배기가스 통로
- (2) 외함

(3) 수분 접촉에 따른 부식의 우려가 있는 부분(금속재료에 한정한다)

표 3.4.2.2 내식성을 갖는 규격재료

규격(표준)번호	규격(표준)명
KS D 3506	용융 아연 도금 강판 및 강대
KS D 3528	전기 아연 도금 강판 및 강대
KS D 3534	스프링용 스테인리스 강대
KS D 3535	스프링용 스테인리스 강선
KS D 3536	기계 구조용 스테인리스강 강판
KS D 3544	용융 알루미늄 도금 강판 및 강대
KS D 3576	배관용 스테인리스 강판
KS D 3698	냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대
KS D 3702	스테인리스 강선재
KS D 3705	열간 압연 스테인리스 강판 및 강대
KS D 3706	스테인리스 강봉
KS D 5101	구리 및 구리합금 봉
KS D 5201	구리 및 구리합금 판 및 띠
KS D 5301	이음매 없는 구리 및 구리합금 관
KS D 6005	아연 합금 다이캐스팅
KS D 6006	다이캐스팅용 알루미늄 합금
KS D 6008	알루미늄 합금 주물
KS D 6024	구리 및 구리 합금 주물
KS D 6701	알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 띠
KS D 6713	알루미늄 및 알루미늄 합금 용접관
KS D 6759	알루미늄 및 알루미늄 합금 압출 형재
KS D 6761	이음매 없는 알루미늄 및 알루미늄 합금 관

3.4.3 작동 성능

3.4.3.1 연료소비량 성능

연료전지는 부록 C(연료전지 시험방법)의 C4(연료소비량 성능시험)에 따른 시험을 실시하여 측정된 연료소비량이 제조자가 제시한 값의 ± 5 % 이내이어야 한다.

3.4.3.2 온도상승 성능

연료전지는 3.4.3.1에 따른 연료소비량 성능시험을 실시하는 동안 측정된 항목별 온도가 표 3.4.3.2에 따른 최고허용온도에 적합해야 한다.

표 3.4.3.2 항목별 최고허용온도

항목	최고허용온도
조작 시 손이 금속제, 도자기제 및 유리제의 것	50 °C 이하

닿는 부분	그 외의 것	55 ℃ 이하
가연성가스 차단밸브(기구 밸브를 포함한다) 본체의 가연성가스가 통과하는 부분의 외표면		85 ℃ 또는 내열시험 온도에서 기밀시험에 적합하고 조작성 이상 없는 것이 확인된 온도 이하
권선(괄호 안의 수치는 회전기에 적용한다)		A종 절연: 100 ℃ 이하
		E종 절연: 115 ℃ 이하
		B종 절연: 125(120) ℃ 이하
		F종 절연: 150(140) ℃ 이하
		H종 절연: 170(165) ℃ 이하
기기후면, 측면 및 위쪽찬장면의 목벽의 표면과 기기 아랫면의 목대(거치형만을 말한다)의 표면		100 ℃ 이하
배기온도		60 ℃ 이하

3.4.3.3 용기 고정 성능

용기(1.4.1(2)에 따른 연료전지의 외함 내에 장착된 것으로 한정한다. 이하 3.4.3.3에서 같다)는 장착된 상태에서 그림 3.4.3.3과 같이 4방향으로 용기의 무게(완충 시의 수소 무게를 포함한다)와 동일한 하중을 순차적으로 가하였을 때, 이탈 또는 고정 장치의 파손 등이 없어야 한다.

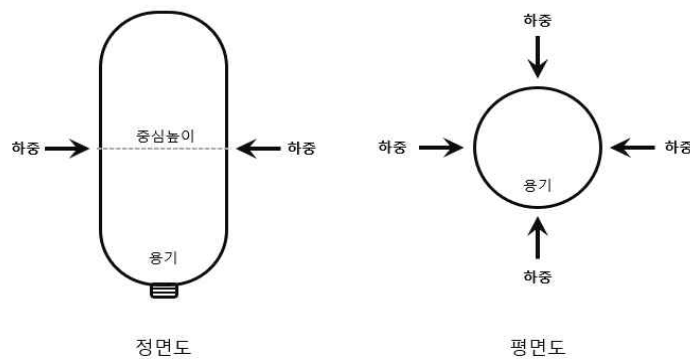


그림 3.4.3.3 용기 고정 성능시험의 하중 인가 조건

3.4.3.4 환기 성능

환기 유량은 외함 내의 수소 농도를 1% 미만으로 유지할 수 있도록 충분한 것으로 하고 외함 내로 유입되거나 외함 외부로 배출되는 공기의 유량은 제조자가 제시한 유량 이상이어야 한다.

3.4.3.5 발전부 안정 성능

3.4.3.5.1 발전출력 시험

연료전지는 부록 C(연료전지 시험방법)의 C5(발전부 안정 성능시험)에 따른 시험을 실시하여 측정 한 발전출력이 표시발전출력(3.6.1(6)에 따른 것을 말한다)의 $\pm 5\%$ 이내이어야 한다.

3.4.3.5.2 발전효율 시험

연료전지는 부록 C(연료전지 시험방법)의 C5(발전부 안정 성능시험)에 따른 시험을 실시하여 측정 한 발전효율이 제조자가 제시한 값 이상이어야 한다.

3.4.3.6 외함 강도 성능

연료전지의 외함 상부 중 임의의 930 cm^2 영역에 1110 N 의 힘을 1분 동안 가하였을 때 외함은 찌그러짐, 파손 등의 변형이 없어야 한다. 다만, 노면전차의 차체 등으로 보호되어 연료전지의 외함에는 외력이 작용할 우려가 없다고 제조자가 선언하는 경우 성능시험을 실시하지 않을 수 있다.

3.4.3.7 안전장치 성능

연료전지는 다음 중 어느 하나의 상황이 발생하는 경우 비상정지 제어기능이 정상적으로 작동되어야 한다. 이 경우 제조자와 협의를 통해 비상정지 제어기능의 정상 작동 여부를 모의시험으로 확인할 수 있다.

- (1) 공급 수소의 압력이 현저하게 상승한 경우
- (2) 공급 수소의 온도가 현저하게 상승한 경우
- (3) 수소의 누출을 검지한 경우
- (4) 에너지 저장장치에 이상 전압이 발생한 경우
- (5) 제어 전원 전압이 현저하게 저하되는 등 제어장치에 이상이 발생할 우려가 있는 경우
- (6) 스택에 과전류가 발생한 경우
- (7) 스택의 출력전압에 이상이 발생한 경우
- (8) 스택의 온도가 현저하게 상승한 경우
- (9) 외함 내의 온도가 현저하게 상승한 경우
- (10) 환기장치에 이상이 발생한 경우
- (11) 냉각수의 유량이 현저하게 감소한 경우

3.4.3.8 환경 성능

3.4.3.8.1 온습도 사이클 시험

연료전지는 KS C IEC 60068-2-38(환경 시험 - 제238부: 시험 - 시험 Z/AD: 복합 온도/습도 사이클 시험)의 7.4.1(온도/습도 서브사이클)과 7.4.2(저온 서브사이클)의 서브사이클로 구성된 시험 사이클을 5회 실시한 후 3.4.1.3에 따른 절연저항 성능과 3.4.1.4에 따른 절연내력 성능을 만족해야 한다.

3.4.3.8.2 유충 시험(내용 없음)

3.4.3.9 절연 성능

3.4.3.9.1 누설전류 시험

연료전지는 전원의 한쪽과 외면 사이에서 측정된 누설전류가 0.7 mA 이하이어야 한다. 이 경우 누설 전류 시험에 앞서 보호 임피던스 및 방해 잡음 억제용 필터를 제거할 수 있으며, 누설전류 측정 장비는 KS C IEC 60990(접촉 전류와 보호 도체 전류의 측정법)의 그림 4(측정 네트워크, 감지 반응 또는 놀람-반작용 반응에 대한 기중 접촉 전류)에 따른 네트워크를 사용하는 것으로 한다.

3.4.3.9.2 절연거리 시험

(1) 공간거리 측정 시험

연료전지의 주회로는 표 3.4.3.9.2(1)①에 따라 오염 등급을 구분하여 표 3.4.3.9.2(1)② 및 표 3.4.3.9.2(1)③에 따른 공간거리 이상이거나 표 3.4.3.9.2(1)② 및 표 3.4.3.9.2(1)③에 따른 임펄스 전압을 인가하였을 때 절연파괴가 일어나지 않아야 한다.

표 3.4.3.9.2(1)① 오염 등급의 구분

오염 등급	환경
1	주요 환경 조건이 비전도성 오염이 없는 마른 곳, 오염이 누적되지 않는 곳
2	주요 환경 조건이 비전도성 오염이 일시적으로 누적될 수도 있는 곳
3	주요 환경 조건이 오염이 누적되고 습기가 있는 곳
4	주요 환경 조건이 먼지, 비, 눈 등에 노출되어 오염이 누적되는 곳

표 3.4.3.9.2(1)② 공간거리 및 임펄스전압(주회로와 주회로 외부의 전도체 사이)

정격절연전압(V_{rms})	공간거리 (mm)				임펄스전압 (kV)
	오염 등급				
	1	2	3	4	
$50 < x \leq 100$	0.5	0.5	0.8	1.6	1.5
$100 < x \leq 150$	1.5	1.5	1.5	1.6	2.5
$150 < x \leq 300$	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0
$300 < x \leq 600$	5.5	5.5	5.5	5.5	6.0
$600 < x \leq 1000$	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0

[비고] 임펄스전압은 1.2/50 μ s 파형을 갖는 것으로 한다.

표 3.4.3.9.2(1)③ 공간거리 및 임펄스전압(주회로 내부의 전도체 사이)

정격절연전압(V_{rms})	공간거리 (mm)				임펄스전압 (kV)
	오염 등급				
	1	2	3	4	
$50 < x \leq 100$	0.1	0.2	0.8	1.6	0.8
$100 < x \leq 150$	0.5	0.5	0.8	1.6	1.5

$150 < x \leq 300$	1.5	1.5	1.5	1.6	2.5
$300 < x \leq 600$	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0
$600 < x \leq 1000$	5.5	5.5	5.5	5.5	6.0
[비고] 임펄스전압은 1.2/50 μ s 파형을 갖는 것으로 한다.					

(2) 연면거리 측정 시험

연료전지 주회로는 표 3.4.3.9.2(1)①에 따른 오염 등급과 표 3.4.3.9.2(2)①에 따른 전기 절연물질의 재료 그룹에 따라 구분하여 표 3.4.3.9.2(2)②에 따른 연면거리 이상이어야 한다. 이 경우 3.4.3.9.2(2)①에 따라 전기 절연물질의 재료 그룹 구분을 위한 CTI(comparative tracking index) 값은 KS C IEC 60664-1(저압공급계통 내 기기의 절연협조 - 제1부: 원칙, 요구사항, 시험)의 4.6.3(비교 트래킹 지수)을 따른다.

표 3.4.3.9.2(2)① CTI 값에 따른 전기 절연물질의 재료 그룹

재료 그룹	CTI
I	$600 \leq CTI$
II	$400 \leq CTI < 600$
IIIa	$175 \leq CTI < 400$
IIIb	$100 \leq CTI < 175$

표 3.4.3.9.2(2)② 오염 등급 및 전기 절연물질의 재료 그룹에 따른 연면거리

정격절연전압 (V_{rms})	연면거리 (mm)						
	오염 등급						
	1	2			3		
	재료 그룹	재료 그룹			재료 그룹		
	I, II, IIIa, IIIb	I	II	IIIa, IIIb	I	II	IIIa, IIIb
$50 < x \leq 80$	0.22	0.67	0.95	1.3	1.7	1.9	2.1
$80 < x \leq 125$	0.28	0.75	1.05	1.5	1.9	2.1	2.4
$125 < x \leq 250$	0.56	1.25	1.8	2.5	3.2	3.6	4.0
$250 < x \leq 500$	1.30	2.5	3.6	5.0	6.3	7.1	8.0
$500 < x \leq 1000$	3.2	5.0	7.1	10.0	12.5	14.0	16.0

3.4.3.9.3 감전보호 시험

연료전지는 KS C IEC 60529(외함의 밀폐 보호등급 구분)에 따른 IP45 등급을 만족해야 한다.

3.4.3.9.4 접지연속성 시험

연료전지는 무부하 전압이 12V 이하인 교류 또는 직류 전원을 사용하여 접지 단자 또는 접지극과 사람이 닿을 수 있는 금속부 사이에 25 A의 전류를 인가하였을 때 전류와 전압 강하로부터 산출한 저항이 0.1Ω 이하이어야 한다.

3.4.3.10 전자기 적합 성능

3.4.3.10.1 정전기 방전 내성 시험

연료전지에 정격전압을 공급하고 대기, 작동 및 로크아웃 상태에서 표 3.4.3.10.1의 시험 등급별 시험전압을 인가하였을 때 연료전지는 각 시험 등급별 성능평가 기준을 만족해야 한다. 이 경우 시험 파형, 시험 환경 및 절차에 관하여 필요한 사항은 KGS GC105(전자기 적합성 시험·평가 기준)의 2.1(정전기 방전 내성)을 따르며, 3등급에 해당하는 시험전압을 인가하였을 때 연료전지가 정상적으로 작동하는 경우 2등급에 해당하는 시험을 생략할 수 있다.

표 3.4.3.10.1 정전기 방전 내성 시험 등급별 시험전압 및 성능평가 기준

시험 등급	접촉방전 시험전압(kV)	기중방전 시험전압(kV)	성능평가 기준
2	4	4	정상 작동
3	6	8	안전한 상태 유지

3.4.3.10.2 전기적 빠른 과도현상, 버스트 내성 시험

연료전지(에너지 저장장치가 외부전원을 연결하여 충전이 가능하도록 구성된 연료전지로 한정한다. 이하 3.4.3.10.2부터 3.4.3.10.6까지 같다)에 정격전압을 공급하고 에너지 저장장치는 충전 중인 상태에서 표 3.4.3.10.2의 시험 등급별 시험전압을 인가하였을 때 연료전지는 각 시험 등급별 성능평가 기준을 만족해야 한다. 이 경우 시험 파형, 시험 환경 및 절차에 관하여 필요한 사항은 KGS GC105(전자기 적합성 시험·평가 기준)의 2.3(전기적 빠른 과도현상, 버스트 내성)을 따르며, 3등급에 해당하는 시험전압을 인가하였을 때 연료전지가 정상적으로 작동하는 경우 2등급에 해당하는 시험을 생략할 수 있다.

표 3.4.3.10.2 전기적 빠른 과도현상, 버스트 내성 시험 등급별 시험전압 및 성능평가 기준

시험 등급	전원 포트, 접지 포트 시험전압(kV)	신호 및 제어 포트 시험전압(kV)	성능평가 기준
2	1	0.5	정상 작동
3	2	1	안전한 상태 유지

3.4.3.10.3 서지 내성 시험

연료전지에 정격전압을 공급하고 에너지 저장장치는 충전 중인 상태에서 표 3.4.3.10.3의 시험 등급별 시험전압을 인가하였을 때 연료전지는 각 시험 등급별 성능평가 기준을 만족해야 한다. 이 경우 시험 파형, 시험 환경 및 절차에 관하여 필요한 사항은 KGS GC105(전자기 적합성 시험·평가 기준)의 2.4(서지 내성)를 따르며, 3등급에 해당하는 시험전압을 인가하였을 때 연료전지가 정상적으로 작동하는 경우 2등급에 해당하는 시험을 생략할 수 있다.

표 3.4.3.10.3 서지 내성 시험 등급별 시험전압 및 성능평가 기준

시험 등급	선로와 선로 사이의 시험전압(kV)	선로와 접지 사이의 시험전압(kV)	성능평가 기준
2	0.5	1	정상 작동
3	1	2	안전한 상태 유지

3.4.3.10.4 전압 강하, 순간 정전 내성 시험

연료전지에 정격전압을 공급하고 에너지 저장장치는 충전 중인 상태에서 표 3.4.3.10.4의 시험전압을 인가하였을 때 연료전지는 각 시험전압 별 성능평가 기준을 만족해야 한다. 이 경우 시험 파형, 시험 환경 및 절차에 관하여 필요한 사항은 KGS GC105(전자기 적합성 시험·평가 기준)의 2.7(전압 강하, 순간 정전, 전압 변동 내성)을 따른다.

표 3.4.3.10.4 전압 강하, 순간 정전 내성 시험의 시험전압, 적용 주기 및 성능평가 기준

구분	시험전압	적용 주기	성능평가 기준
전압 강하 내성	정격전압의 0%	1주기	정상 작동
	정격전압의 40%	12주기	안전한 상태 유지
	정격전압의 70%	30주기	안전한 상태 유지
순간 정전 내성	정격전압의 0%	300주기	안전한 상태 유지

[비고] 시험은 1사인파(sinusoidal wave)를 1주기로 하며, 60Hz를 기준으로 한다.

3.4.3.10.5 전도성 RF 전자기장 내성 시험

연료전지에 정격전압을 공급하고 에너지 저장장치는 충전 중인 상태에서 표 3.4.3.10.5의 시험 등급별 시험전압을 인가하였을 때 연료전지는 각 시험 등급별 성능평가 기준을 만족해야 한다. 이 경우 시험 파형, 시험 환경 및 절차에 관하여 필요한 사항은 KGS GC105(전자기 적합성 시험·평가 기준)의 2.5(전도성 RF 전자기장 내성)를 따르며, 3등급에 해당하는 시험전압을 인가하였을 때 연료전지가 정상적으로 작동하는 경우 2등급에 해당하는 시험을 생략할 수 있다.

표 3.4.3.10.5 전도성 RF 전자기장 내성 시험 등급별 시험전압 및 성능평가 기준

주파수 대역 150 kHz ~ 80 MHz			
시험 등급	시험전압		성능평가 기준
	$U_0 [dB(\mu V)]$	$U_0 [V]$	
2	129.5	3	정상 작동
3	140	10	안전한 상태 유지

[비고] 시험전압은 RF 신호 발생기의 출력전압(e.m.f.)을 말한다.

3.4.3.10.6 플리커 시험

연료전지를 정격출력으로 운전하는 상태에서 표 3.4.3.10.6의 시험 항목을 측정하였을 때 그 측정된 값은 각 시험 항목별 성능평가 기준을 만족해야 한다. 이 경우 시험 환경 및 절차에 관하여 필요한 사항은 IEC 61000-3-3(Electromagnetic compatibility(EMC) - Part 3-3: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current $\leq 16A$ per phase and not subject to conditional connection)을 따른다.

표 3.4.3.10.6 플리커 시험 항목 및 성능평가 기준

시험 항목	성능평가 기준
단기 플리커 가혹도(P_{st})	1.0 이하
장기 플리커 가혹도(P_{lt})	0.65 이하
전압 변화 특성이 3.3%를 초과하는 누적 시간 값(T_{max})	500 ms 이하
최대 상대 안전상태의 전압 변화(d_c)	3.3% 이하
최대 상대 전압 변화(d_{max})	4% 이하

3.4.3.11 부품 내구 성능

다음 중 어느 하나에 해당하는 부품은 연료전지의 안전한 동작을 위해 내구성능을 만족하는 것으로 한다. 다만, 공인인증기관의 인증품은 그렇지 않을 수 있다.

3.4.3.11.1 자동 차단밸브

자동 차단밸브(급수밸브 등과 같이 오작동 또는 기능 손상에 따라 화재, 폭발 등과 같은 위험한 상황으로 이어질 우려가 없는 밸브와 인입밸브는 제외한다)는 (2~20)회/분 속도로 개폐를 250 000회 반복하여 실시한 후 작동 성능에 이상이 없어야 하며, 3.4.1.2에 따른 기밀 성능을 만족해야 한다. 다만, 다음의 조건을 모두 충족하는 연료전지는 내구성능의 확인을 위한 밸브의 개폐 반복 횟수를 제조자가 제시한 값으로 할 수 있다.

(1) 밸브의 개폐 횟수가 자동으로 측정, 기록 및 관리되는 것

- (2) 밸브의 개폐 횟수가 제조자가 제시한 값의 85%를 초과하는 경우 사용자가 그 사실을 쉽게 인지할 수 있도록 적절한 경보가 표시되는 구조인 것
- (3) 밸브의 개폐 횟수가 제조자가 제시한 값의 90%를 초과하는 경우 연료전지의 운전이 시작되지 않도록 제어되는 것

3.4.3.11.2 자동제어시스템

자동제어시스템은 (2~20)회/분 속도로 250 000회 반복하여 작동한 후 성능에 이상이 없어야 하며, 3.4.3.7에 따른 안전장치 성능을 만족해야 한다.

3.4.3.11.3 이상압력차단장치

이상압력차단장치는 (2~20)회/분 속도로 5 000회 반복하여 작동한 후 성능에 이상이 없어야 하며, 압력 차단 설정값의 $\pm 5\%$ 이내의 범위에서 안전하게 차단해야 한다.

3.4.3.11.4 과열방지안전장치

과열방지안전장치는 (2~20)회/분 속도로 5 000회 반복하여 작동한 후 성능에 이상이 없어야 하며, 과열 차단 설정값의 $\pm 5\%$ 이내의 범위에서 안전하게 작동해야 한다.

3.4.3.12 자동제어시스템 안전 성능

- (1) 자동제어시스템은 정상사용 상태에서 발생할 수 있는 부주의함을 포함하여 일반적으로 예상되는 기계적, 화학적, 온도 및 환경 조건에서 안전하게 작동해야 한다.
- (2) 자동제어시스템의 프로그램은 정상적으로 작동하고 안전을 손상하지 않아야 한다.
- (3) 자동제어시스템은 고장모드에 의한 결점 회피와 결점 허용을 감안하여 설계하고, 고장 발생 시 안전한 상태(fail-safe)에 도달해야 한다.
- (4) 자동제어시스템의 부품은 그 시스템에서 일어날 수 있는 최악의 상태에 기초하여 적합한 것으로 선정한다.
- (5) 자동제어시스템의 소프트웨어는 전자제어 기능을 손상하지 않도록 구성하고, 안전과 관련된 기능을 가진 제어부는 소프트웨어로 인해 발생할 수 있는 결함 및 에러를 회피하고 조절하는 방법을 사용해야 한다.
- (6) 자동제어시스템 안전 성능에 관하여 그 밖의 필요한 사항은 KS C IEC 60730-1(자동제어장치 - 제1부: 일반 요구사항)을 따른다.

3.4.3.13 배기가스 성능

연료전지는 정격출력으로 운전하는 상태에서 60분 동안 5초 이하의 간격으로 측정된 배기가스 중 수소의 평균 농도가 10 000 ppm 이하이어야 한다.

3.4.3.14 기율기 성능

연료전지는 부록 C(연료전지 시험방법)의 C6(기율기 성능시험)에 따라 시험을 실시하여 측정된 정격출력이 표시정격출력(3.6.1(6-1)에 따른 것을 말한다)의 $\pm 5\%$ 이내이어야 하고, 누출 및 사용상 지장이 있는 외관의 손상이 없어야 한다.

3.5 열처리(내용 없음)

3.6 표시

연료전지는 안전하게 사용할 수 있도록 다음 기준에 따른 표시를 한다.

3.6.1 제품표시

연료전지에는 보기 쉬운 곳에 쉽게 떨어지지 않는 방법으로 다음 사항이 기재된 명판을 부착한다.

- (1) 제품명
- (2) 형식호칭(모델명)
- (3) 사용연료명
- (4) 사용연료 압력 범위(kPa)
- (5) 정격출력 연료소비량(kW)
- (6) 발전출력(kW)
 - (6-1) 정격출력
 - (6-2) 최소부하출력
 - (6-3) 최대효율출력
 - (6-4) 최대출력
- (7) 최대출력 지속 가능 시간(분)
- (8) 정격출력 발전효율(%)
- (9) IP등급
- (10) 최대 기울기 각도(°)
- (11) 정격전압(V), 정격주파수(Hz) (에너지 저장장치가 외부전원을 통해 충전 가능한 것에 한정한다)
- (12) 제조번호나 로트번호
- (13) 제조연월일
- (14) 품질보증기간
- (15) 제조자명(수입품은 판매자명)

3.6.2 합격표시

연료전지에는 법 제44조제2항에 따라 검사에 합격한 것을 쉽게 식별할 수 있도록 다음 기준에 따라 합격표시를 한다.

- (1) 합격표시는 그림 3.6.2(1)과 같이한다.

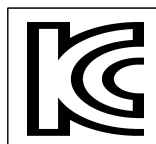


그림 3.6.2(1) 합격표시

- (2) 합격표시의 크기는 가로 30 mm, 세로 30 mm로 한다.

- (3) 합격표시의 색상은 은백색 바탕에 검은색 문자로 한다.
- (4) 연료전지를 일관공정으로 제조하는 경우에는 제조과정 중에 그 합격표시를 하게 할 수 있다.

3.6.3 설명서첨부

연료전지에는 그 연료전지를 안전하게 사용할 수 있도록 하기 위하여 다음 기준에 따라 설치방법과 사용방법에 관한 설명서를 첨부하고 사용방법에 관한 표지를 보기 쉬운 곳에 부착한다.

3.6.3.1 설치방법

- (1) 설치형태
- (2) 설치장소
- (3) 시운전요령 등

3.6.3.2 사용방법

- (1) 사용 전·사용 중 및 사용 후 확인사항
- (2) 장기간 미사용시 운용지침
- (3) 동결방지방법
- (4) 안전장치 작동 시 조치방법
- (5) 자동차단밸브의 유지관리 및 교체 방법
- (6) 그 밖의 필요사항

3.6.4 가스안전수칙 표시

연료전지를 안전하게 사용할 수 있도록 다음 중 어느 하나에 해당하는 부분에는 그 부근 또는 외부의 보기 쉬운 장소에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 주의 표시를 한다.

- (1) 극성이 서로 다른 충전부 사이
- (2) 충전부와 사람이 접촉할 수 있는 비충전 금속부 사이의 침투전압이 600 V를 초과하는 부분
- (3) 배기가스 방출부

3.6.5 배관 표시

연료전지를 안전하게 사용할 수 있도록 배관연결부 주위에는 그 배관에 흐르는 유체의 종류, 흐름 방향 및 압력 등을 식별할 수 있도록 표시한다.

4. 검사기준

4.1 검사종류

연료전지의 검사는 제조시설에 대한 검사와 제품에 대한 검사로 구분한다.

4.1.1 제조시설에 대한 검사

연료전지를 제조하고자 하는 자가 연료전지 제조시설의 설치공사 또는 변경공사를 완공한 때에는 제조시설에 대한 검사를 받아야 한다.

4.1.2 제품에 대한 검사

연료전지를 제조하거나 수입한 자는 연료전지의 성능을 확인·유지하기 위하여 다음 기준에 따라 검사를 받아야 한다. 다만, 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률 시행령」 제49조제1항 또는 같은 조 제2항에 해당하는 연료전지는 검사의 전부 또는 일부를 생략할 수 있다.

4.1.2.1 설계단계검사

다음 중 어느 하나에 해당하는 경우 설계단계검사를 받아야 한다. 다만, 한국가스안전공사 또는 공인 시험·검사기관이 인증한 시험성적서를 제출한 경우에는 그 부품에 대한 설계단계검사를 면제할 수 있다.

- (1) 수소용품 제조사업자가 그 사업소에서 일정 형식의 제품을 처음 제조하는 경우
- (2) 수소용품 수입자가 일정 형식의 제품을 처음 수입하는 경우
- (3) 설계단계검사를 받은 형식의 제품으로서 재료나 구조가 변경되어 제품의 성능이 변경된 경우
- (4) 설계단계검사를 받은 형식의 제품으로서 설계단계검사를 받은 날부터 매 5년이 지난 경우

4.1.2.2 생산단계검사

설계단계검사에 합격한 연료전지는 다음 기준에 따라 생산단계검사를 받아야 한다. 이 경우 생산단계검사는 자체검사능력 및 품질관리능력에 따라 표 4.1.2.2에 따른 제품확인검사·생산공정검사 또는 종합공정검사 중 어느 하나를 선택하여 받을 수 있다.

표 4.1.2.2 생산단계검사의 종류·단위 및 주기

검사 종류	대상	구성 항목	검사 단위	주기
제품확인검사	생산공정검사 또는 종합공정검사 대상 이외 품목	정기품질검사	형식	2개월에 1회
		상시샘플검사	형식	신청 시마다
생산공정검사	제조공정·자체검사공정에 대한 품질시스템의 적합성을 충족할 수 있는 품목	정기품질검사	형식	3개월에 1회
		공정확인심사	품목	3개월에 1회
		수시품질검사	대표형식	1년에 2회 이상
종합공정검사	공정 전체(설계·제조·자체검사)에 대한 품질시스템의 적합성을 충족할 수 있는 품목	종합품질관리체계심사	품목	6개월에 1회
		수시품질검사	대표형식	1년에 1회 이상

4.1.2.2.1 제품확인검사는 다음 기준에 따라 실시한다.

- (1) 제품확인검사는 정기품질검사와 상시샘플검사로 구분하여 각각 실시한다. 이 경우 상시샘플검사는 정기품질검사에 합격한 경우에 실시한다.
- (2) (1)에 따라 검사에 합격한 제품은 형식별로 2개월에 1회 정기품질검사를 받는다.
- (3) (1)에 따라 검사에 합격한 제품은 형식별로 검사신청 시마다 상시샘플검사를 실시한다.

4.1.2.2.2 생산공정검사는 다음 기준에 따라 실시한다.

- (1) 생산공정검사는 정기품질검사, 공정확인심사 및 수시품질검사로 구분하여 각각 실시한다.
- (2) 심사를 받고자 신청한 제품의 공정확인심사는 부록 A(수소용품 제조업소 품질시스템 운영에 대한 일반기준)에 따라 적절하게 문서화된 품질시스템의 이행 실적이 3개월 이상 있는 경우 실시한다.
- (3) 수시품질검사는 정기품질검사 및 공정확인심사를 받은 품목에 대하여 1년에 2회 이상 예고 없이 실시한다.
- (4) 수시품질검사는 품목 안의 대표성 있는 1종의 형식에 대하여 정기품질검사와 같은 방법으로 실시한다.
- (5) 생산공정검사를 받는 자는 필요에 따라 제품확인검사를 신청할 수 있다.

4.1.2.2.3 종합공정검사는 다음 기준에 따라 실시한다.

- (1) 종합공정검사는 종합품질관리체계심사 및 수시품질검사로 구분하여 각각 실시한다.
- (2) 심사를 받고자 신청한 제품의 종합품질관리체계심사는 부록 A(수소용품 제조업소 품질시스템 운영에 대한 일반기준)에 따라 적절하게 문서화된 품질시스템의 이행 실적이 3개월 이상 있는 경우 실시한다.
- (3) 수시품질검사는 종합품질관리체계심사를 받은 품목에 대하여 1년에 1회 이상 예고 없이 실시한다.
- (4) 수시품질검사는 품목 안의 대표성 있는 1종의 형식에 대하여 정기품질검사와 같은 방법으로 실시한다.
- (5) 종합공정검사를 받는 자는 필요에 따라 제품확인검사를 신청할 수 있다.

4.2 공정검사 대상 심사

4.2.1 심사 신청

수소용품 제조자가 부록 A(수소용품 제조업소 품질시스템 운영에 대한 일반기준)에 따라 수소용품을 제조한 이행 실적이 3개월 이상 있는 경우에는 생산공정검사 또는 종합공정검사를 신청할 수 있다.

4.2.2 심사 방법

심사는 공정검사를 받고자 하는 자, 공정검사에 불합격한 자 또는 4.4.2.2.2(5)에 따른 재공정검사를 신청하는 자(이하 “공정검사신청자” 라 한다)에 대하여 실시한다.

4.2.2.1 신규·불합격 또는 재공정검사 업소 심사

공정검사신청자에 대한 공정확인심사나 종합품질관리체계심사의 심사 기준은 부록 A(수소용품 제조업소 품질시스템 운영에 대한 일반기준)에 따른다.

4.2.2.2 정기 심사

3개월에 1회 하는 공정확인심사와 6개월에 1회 하는 종합품질관리체계심사의 경우에는 주기 내의 변경사항, 공정관리, 자체검사 및 합격표시 활용 등 부록 A(수소용품 제조업소 품질시스템 운영에 대

한 일반기준)에서 정한 품질시스템의 유지 상태를 심사한다.

4.2.3 판정위원회

생산공정검사 및 종합공정검사 결과의 합·부 판정에 관한 사항을 심의하기 위하여 다음과 같이 한 국가가스안전공사에 판정위원회를 둔다.

- (1) 판정위원회는 위원장 1인을 포함한 5인 이내의 위원으로 구성한다.
- (2) 위원은 가스안전이나 품질관리에 관한 학식과 경험이 풍부한 자와 심의의 투명성을 확보하고 소비자의 권익을 대표할 수 있는 자 가운데에서 한국가스안전공사의 사장이 위촉하는 자로 한다.
- (3) 위원회의 운영에 관하여 필요한 사항은 한국가스안전공사 사장이 정하는 바에 따른다.

4.3 검사항목

4.3.1 제조시설에 대한 검사

연료전지의 제조시설 검사는 제조설비 및 검사설비를 갖추었는지 확인하기 위해 다음 항목에 대하여 실시한다.

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

4.3.2 제품에 대한 검사

연료전지에 대한 검사는 제조 기준에 적합한지 확인하기 위해 다음 기준에 따라 설계단계검사와 생산단계검사로 구분하여 실시한다.

4.3.2.1 설계단계검사

설계단계검사의 검사항목은 다음과 같다. 다만, 한국가스안전공사 또는 공인시험·검사기관이 성능을 인증한 부품에 대한 시험성적서를 제출한 경우에는 그 부품에 대한 설계단계검사를 면제할 수 있다.

- (1) 1.5에 따른 검사품 사용 여부
- (2) 3.1에 따른 재료 적합 여부
- (3) 3.2에 따른 구조 및 치수 적합 여부
- (4) 3.3에 따른 장치 적합 여부
- (5) 3.4에 따른 성능 적합 여부
- (6) 3.6에 따른 표시 적합 여부

4.3.2.2 생산단계검사

생산단계검사의 검사 종류별 검사항목은 다음과 같다.

4.3.2.2.1 제품확인검사

- (1) 정기품질검사
 - (1-1) 1.5에 따른 검사품 사용 여부
 - (1-2) 3.2에 따른 구조 적합 여부

- (1-3) 3.4.1.1에 따른 내압 성능 적합 여부
- (1-4) 3.4.1.2에 따른 기밀 성능 적합 여부
- (1-5) 3.4.1.3에 따른 절연저항 성능 적합 여부
- (1-6) 3.4.1.4에 따른 절연내력 성능 적합 여부
- (1-7) 3.4.3.7에 따른 안전장치 성능 적합 여부
- (1-8) 3.4.3.13에 따른 배기가스 성능 적합 여부
- (2) 상시샘플검사
 - (2-1) 1.5에 따른 검사품 사용 여부
 - (2-2) 3.4.1.2에 따른 기밀 성능(스택으로 수소를 공급하는 배관으로 한정한다) 적합 여부
 - (2-3) 3.4.3.7(3) 및 (10)에 따른 안전장치 성능 적합 여부
 - (2-4) 3.6에 따른 표시 적합 여부

4.3.2.2.2 생산공정검사

- (1) 정기품질검사
정기품질검사의 검사항목은 4.3.2.2.1(1)에 따른다.
- (2) 공정확인심사
공정확인심사의 심사항목은 표 4.3.2.2.2에 따른다.
- (3) 수시품질검사
수시품질검사의 검사항목은 4.3.2.2.1(1)에 따른다.

표 4.3.2.2.2 공정확인심사 및 종합품질관리체계심사 항목

구분		심사항목	적용 여부	
			공정확인심사	종합품질관리 체계심사
일반사항	조직	적정한 기술적·업무적 능력이 있는 조직 확보	○	○
		잠재적인 고장원인을 제품설계에 반영할 수 있는 연구 또는 개발조직 보유		○
	품질시스템	적정한 품질시스템 운영 및 운영성과 검토	○	○
	인적자원	품질에 영향을 주는 직원 적격성 유지관리	○	○
	시설·장비	제품의 요구사항 및 품질관리에 적합한 시설 및 장비 확보	○	○
설계	설계·개발	제품의 요구사항에 적합한 설계 및 개발시스템 확보		○
		잠재적 고장영향분석, 신뢰성 평가 등을 통한 제품설계 증명 및 출력물 제공 결과		○
		설계·개발의 타당성 확인 및 변경 절차 운영		○
제조	구매	구매품에 대한 적절한 관리체계 유지	○	○
		공급자 평가의 구매정책 반영		○

	생산	제품의 요구사항에 적합한 생산공정 보유 및 실행 증명	○	○
		공정승인합격판정기준 보유	○	○
		통계적 기법을 활용한 공정관리능력 증명		○
		관리계획서 및 작업지침서 운영		○
		예방 및 예측 보전, 생산치공구 관리시스템 운영		○
		자재와 제품의 취급 및 보관시스템 운영	○	○
자체검사	검사방법 및 절차	제품적합성을 확보할 수 있는 검사방법 및 절차 유지	○	○
		계숫값 데이터 샘플링에 대한 합격 수준은 무결점 수준 유지		○
		측정장치 결정 및 유효한 결과를 보장하기 위한 소급성 유지, 기록관리 등의 절차 유지	○	○
		측정시스템 분석 수행		○
		설계단계검사 전체 항목에 대한 자체검사(1회/년) 실행	○	
		설계단계검사 전체 항목에 대한 자체검사(2회/년) 실행		○
시정 및 예방 조치	부적합 사항 관리 및 재발방지를 위한 예방조치 운영	○	○	
내부감사	시스템에 대한 적정성 유지능력의 보유	○	○	
의무	합격표시	합격표시에 대한 문서화된 관리규정 유지	○	○
		합격표시 제작에 관하여 별도로 문서화된 규정 유지		○
	안전관리	제품불량사고 및 부적합제품 유통 방지	○	○
그 밖의 사항	그 밖의 안전유지에 관한 사항	○	○	

4.3.2.2.3 종합공정검사

(1) 종합품질관리체계심사

종합품질관리체계심사의 심사항목은 표 4.3.2.2.2에 따른다.

(2) 수시품질검사

수시품질검사의 검사항목은 4.3.2.2.1(1)에 따른다.

4.4 검사방법

4.4.1 제조시설에 대한 검사

제조시설에 대한 검사는 4.3.1에 따라 제조설비 및 검사설비를 갖추었는지를 확인하여 필요한 설비를 모두 갖춘 경우 합격한 것으로 한다.

4.4.2 제품에 대한 검사

4.4.2.1 설계단계검사

- (1) 설계단계검사 방법은 4.3.2.1에서 규정하고 있는 검사항목에 따른 시험방법 및 합격 기준을 준수해야 한다.
- (2) 그 밖의 검사방법에 필요한 사항은 제조 기준에 적합 여부를 명확하게 판정할 수 있도록 한국가스안전공사의 사항이 정하는 기준에 따른다.

4.4.2.2 생산단계검사

생산단계검사 방법은 검사항목별 제조 기준에 적합한지 명확하게 판정할 수 있도록 다음 기준에 따른다.

4.4.2.2.1 제품확인검사

(1) 샘플링

- (1-1) 정기품질검사를 하기 위한 시료의 채취 기준은 다음과 같다.
 - (1-1-1) 정기품질검사 시료 수는 2개로 한다. 다만, 정기품질검사를 실시하는 해당 월을 기준으로 해당 형식 제품의 제조 수량이 1개일 경우 1개로 할 수 있다.
 - (1-2) 상시샘플검사를 하기 위한 시료의 채취 기준은 다음과 같다.
 - (1-2-1) 같은 생산 단위로 제조된 동일 제품을 1조로 한다.
 - (1-2-2) (1-2-1)에 따라 형성된 조에서 채취하는 시료 수는 표 4.4.2.2.1(1)과 같이한다.

표 4.4.2.2.1(1) 상시샘플검사 시료 수

1조를 형성하는 수	10개 이하	11개 이상 100개 이하	101개 이상 300개 이하	301개 이상 700개 이하	701개 이상 3000개 이하	3001개 이상
시료 수	전수	10개 이상	15개 이상	20개 이상	25개 이상	검사신청 수량의 1/100

(2) 합부판정

- (2-1) 제품확인검사는 정기품질검사와 상시샘플검사를 실시하여 모두 합격한 경우 검사에 합격한 것으로 한다.
- (2-2) 상시샘플검사는 채취한 시료를 검사하여 합격한 조는 그 조에 속하는 모든 제품이 합격한 것으로 하고, 불합격한 조는 그 조에 속하는 모든 제품이 불합격한 것으로 한다.

4.4.2.2.2 공정검사

(1) 샘플링

생산공정검사와 종합공정검사의 정기품질검사 및 수시품질검사 시료 수는 2개로 한다.

(2) 합부판정

(2-1) 공정검사신청자 합부판정

공정검사신청자에 대한 생산공정검사나 종합공정검사의 합·부 판정은 다음 기준에 따른다. 이 경우 판정위원회의 결정전까지는 중전의 검사 결과를 따른다.

(2-1-1) 한국가스안전공사는 정기품질검사와 공정확인심사 또는 종합품질관리체계심사의 결과보고서를 작성하여 판정위원회에 제출한다.

(2-1-2) 판정위원회는 제출된 보고서를 심의하여 합·부를 결정한다. 이 경우 심의 결과 품질시스템의 일부를 보완할 필요가 있다고 판단될 경우에는 조건부 합격을 할 수 있다.

(2-1-3) 형식별 정기품질검사와 품목에 대한 공정확인심사에 모두 합격하였을 경우 생산공정검사에 합격한 것으로 한다.

(2-1-4) 종합품질관리체계심사에 합격하였을 경우 종합공정검사에 합격한 것으로 한다.

(2-2) 정기 공정검사 합부판정

3개월에 1회 하는 생산공정검사와 6개월에 1회 하는 종합공정검사의 합·부 판정은 다음 기준에 따른다.

(2-2-1) 한국가스안전공사는 정기품질검사 및 공정확인심사 또는 종합품질관리체계심사를 실시하여 합·부를 결정한다.

(2-2-2) 형식별 정기품질검사와 품목에 대한 공정확인심사에 모두 합격하였을 경우 생산공정검사에 합격한 것으로 한다.

(2-2-3) 종합품질관리체계심사에 합격하였을 경우 종합공정검사에 합격한 것으로 한다.

(2-3) 수시품질검사 합부판정

수시품질검사에 대한 합·부 판정은 정기품질검사와 같은 방법으로 검사를 실시하여 한국가스안전공사가 결정한다.

(3) 검사결과 처리**(3-1) 공정검사신청자의 검사 결과처리**

공정검사신청자에 대한 생산공정검사나 종합공정검사의 결과처리는 다음 기준에 따른다.

(3-1-1) 한국가스안전공사는 심의에 합격한 경우 신청자에게 합격통지서를 발급한다.

(3-1-2) 심사에 조건부 합격을 한 경우에는 다음 기준에 따른다.

(3-1-2-1) 신청자는 1개월 이내에 품질시스템 보완 결과를 한국가스안전공사에 제출한다.

(3-1-2-2) 한국가스안전공사는 제출된 보완 결과를 검토하여 보완이 완료되었다고 확인된 경우 합격으로 처리한다.

(3-1-2-3) 한국가스안전공사는 조건부 합격판정을 받은 신청자가 기한 내에 조치 결과를 제출하지 않는 경우에는 불합격으로 처리한다.

(3-1-3) 심사에 불합격한 경우에는 다음 기준에 따른다.

(3-1-3-1) 한국가스안전공사는 불합격 내용을 신청자에게 통보한 후 제품확인검사를 실시한다.

(3-1-3-2) 불합격 통보를 받은 신청자가 생산공정검사나 종합공정검사를 받고자 하는 때에는 판정위원회에서 불합격 통보를 한 날로부터 3개월 이후에 생산공정검사나 종합공정검사를 신청할 수 있다.

(3-1-3-3) 종합공정검사에 불합격한 신청자는 생산공정검사로 전환할 수 있다.

(3-2) 정기 공정검사 결과처리

3개월에 1회 하는 생산공정검사와 6개월에 1회 하는 종합공정검사의 결과처리는 다음 기준에 따른다.

(3-2-1) 한국가스안전공사는 검사에 합격한 경우 신청자에게 생산공정검사나 종합공정검사의 합격

을 통보한다.

(3-2-2) 한국가스안전공사는 검사에 불합격한 경우 신청자에게 불합격내용을 통보 후 합격통지서를 회수하고 제품확인검사를 실시한다.

(3-2-3) 검사에 불합격 통보를 받은 자가 생산공정검사나 종합공정검사를 받고자 하는 때에는 한국가스안전공사가 불합격 통보를 한 날로부터 3개월 이후에 생산공정검사나 종합공정검사를 신청할 수 있다.

(3-3) 수시품질검사 결과처리

수시로 실시하는 품질검사의 결과처리는 다음과 같이한다.

(3-3-1) 수시품질검사에서 불합격되었을 경우 한국가스안전공사는 제조자나 수입자에게 동 사실을 통보하고 2차 수시품질검사를 실시한다.

(3-3-2) 2차 수시품질검사는 채취하는 시료 수를 2배로 하여 실시한다.

(3-3-3) 2차 수시품질검사에도 합격하지 못한 경우에는 불합격 처리한 후 제품확인검사를 실시하고 해당 형식에 대하여 수집검사를 실시한다.

(3-3-4) 불합격 통보를 받은 자가 생산공정검사나 종합공정검사를 받고자 하는 때에는 한국가스안전공사가 불합격 통보를 한 날로부터 3개월 이후에 생산공정검사나 종합공정검사를 신청할 수 있다.

(4) 휴지 또는 검사의 종류 변경

규칙 별표 1 제3호나목에 따라 생산공정검사나 종합공정검사를 받고 있는 자가 검사대상 품목의 생산을 6개월 이상 중단하거나 검사의 종류를 변경하고자 하는 경우에는 한국가스안전공사에 신고하고 합격통지서를 반납해야 한다.

(5) 재공정검사

규칙 별표 1 제3호나목에 따라 생산공정검사나 종합공정검사를 받고 있는 자가 다음 중 어느 하나에 해당하는 경우에는 생산공정검사나 종합공정검사를 다시 받아야 한다.

(5-1) 사업소의 위치를 변경하는 경우

(5-2) 품목을 추가한 경우

(5-3) 생산공정검사나 종합공정검사 대상 심사에 합격한 날부터 3년이 지난 경우. 다만, 수소용품의 품목을 추가하는 경우에는 기존 품목의 나머지 기간으로 한다.

4.5 그 밖의 검사기준

4.5.1 수입품 검사

수입품의 검사는 수입자가 원하는 장소에서 실시하는 것을 원칙으로 하고, 검사에 필요한 장비·재료 등 검사에 소요되는 비용은 신청자가 부담한다.

4.5.2 검사일부 생략

생산공정검사나 종합공정검사를 받는 자가 품목을 추가하는 경우 공정확인심사나 종합품질관리체계 심사의 일부를 생략할 수 있다.

4.5.3 불합격 제품 파기 방법(해당 없음)

4.5.4 세부검사기준

그 밖의 설계단계검사와 생산단계검사에 필요한 세부사항은 한국가스안전공사 사장이 정하는 바에 따른다.

부록 A 수소용품 제조업소 품질시스템 운영에 대한 일반기준

1. 서문	
	<p>가. 이 기준은 규칙 별표 1 제3호나목2)나)에 따라 생산단계검사 중 생산공정검사 및 종합공정 검사를 통해서 수소용품을 제조하고자 하는 제조업소들이 안전하고 신뢰성 있는 제품을 생산할 수 있도록 작성된 것이다.</p> <p>나. 이 기준은 일반사항, 설계, 제조, 자체검사 및 의무 조항으로 구성되어 있으며, 수소용품 제조업소의 품질시스템이 공정확인심사나 종합적품질관리체계심사를 받기 위한 요구사항에 적합한가를 평가하기 위하여 사용된다.</p>
2. 일반사항	
가. 조직	
(1)	고객 및 법적요구사항에 충족하는 제품을 제공할 수 있는 기술적·업무적 능력이 있는 조직이어야 한다.
(2)	최고경영자는 품질시스템에 필요한 공정 및 절차가 수립되고 실행되며 유지됨을 보장해야 한다.
(3)	설계 과정 또는 장기간 사용으로 나타날 수 있는 고장 형태 등을 연구하여 설계에 반영할 수 있도록 다음 사항을 포함하는 연구·개발 조직을 보유해야 한다.
【종합】	<p>(가) 연구·개발 책임자 및 인력</p> <p>(나) 연구·개발에 필요한 적정 설비 및 장비</p>
나. 품질시스템	
(1)	제조업소는 이 기준의 요구사항에 따라 품질시스템을 수립, 문서화하고 실행해야 한다.
(2)	품질시스템의 변경이 계획되고 실행될 때 시스템의 완전성이 유지되어야 하며, 지속적인 개선을 통하여 최신의 상태로 유지되어야 한다.
(3)	최고경영자는 품질시스템의 개발 및 실행, 그리고 품질시스템의 효과성을 지속적으로 개선하기 위한 실행 증거를 다음을 통하여 제시해야 한다.
	<p>(가) 품질방침 및 품질목표의 수립</p> <p>(나) 경영검토(품질시스템의 효과성 및 제품의 개선)의 수행</p>
(4)	품질시스템에 필요한 문서는 관리되어야 하며 다음 사항의 관리에 필요한 문서화된 절차가 수립되어 있어야 한다.
	<p>(가) 문서의 승인, 검토, 갱신 및 재승인</p> <p>(나) 문서의 식별(최신본, 외부 출처 문서 등) 및 배포 관리</p> <p>(다) 효력 상실 문서의 오사용 방지</p>
다. 인적자원	
(1)	제품 품질에 영향을 미치는 인원은 적절한 학력, 교육훈련, 숙련도 및 경력에 근거하여 적격해야 하며 제조업소는 문서화된 절차를 통해서 다음 사항을 이행해야 한다.
	<p>(가) 인원에 대한 적격성 결정 수행</p> <p>(나) 적격성을 충족하기 위한 교육훈련 등의 제공 및 효과성 평가</p> <p>(다) 적격성에 대한 적절한 기록 유지</p>
(2)	제품의 설계·개발에 책임이 있는 인원의 경우 설계·개발 요구사항을 달성하고 적용할 도구 및 기법에 숙련됨을 보장해야 한다.
【종합】	

라. 시설 및 장비	
(1) 【주기】	제품의 요구사항에 대한 적합성을 달성하는 데 필요한 시설, 장비 및 업무환경을 결정, 확보 및 유지해야 한다. (가) 건물, 업무 장소 및 유틸리티 (나) 프로세스장비(하드웨어 및 소프트웨어) (다) 지원서비스(운송, 통신 등)
(2) 【주기】	제품 및 제조공정의 요구에 적합하도록 현장을 정돈, 청결한 상태로 유지해야 한다.
(3) 【종합】	종업원에 대한 잠재적인 위험을 최소화하기 위한 수단이 설계, 개발 및 제조활동에 표현되어야 한다.
3. 설계	
가. 설계 및 개발	
(1) 【종합】	제품의 요구사항에 적합한 제품을 실현할 수 있는 설계 및 개발 능력을 확보해야 한다.
(2) 【종합】	제품설계출력은 요구사항에 대하여 검증이 가능한 형태로 제공되고 배포 전에 승인되어야 하며 다음 사항을 포함해야 한다. (가) 잠재적 고장영향 분석 등 분석 결과 및 신뢰성 결과 (나) 제품의 특성, 필요시 시방서 (다) 해당되는 경우, 제품의 실수 방지를 위한 조치 (라) 도면 또는 수학적 기초데이터가 포함된 제품의 정의 (마) 제품설계검토 결과
(3) 【종합】	공정설계출력은 요구사항에 대하여 검증이 가능한 형태로 제공되고 배포 전에 승인되어야 하며 다음 사항을 포함해야 한다. (가) 도면 및 필요시 시방서 (나) 제조공정 흐름도 및 레이아웃 (다) 잠재적 고장영향 분석 등 분석 결과 (라) 관리계획서 (마) 작업지침서 (바) 공정승인합격 기준 (사) 제품/공정 부적합사항에 대한 검출 및 피드백 방법
(4) 【종합】	설계 및 개발의 결과에 대한 타당성 확인을 실시해야 하며 타당성 확인 결과 및 모든 필요한 조치에 대한 기록은 유지되어야 한다.
(5) 【종합】	설계 및 개발의 변경은 쉽게 파악되고 그 기록이 유지되어야 한다. 변경사항은 해당되는 경우 검토, 검증, 타당성 확인이 되어야 하며 실행 전에 승인되어야 한다.
4. 제조	
가. 구매	
(1) 【주기】	구매한 제품이 규정된 구매요구사항을 충족한다는 것을 보장하는 데 필요한 검사 또는 그 밖의 활동을 수립하고 실행해야 한다.

(2)	규정된 구매요구사항에 적합한 제품을 제공할 수 있는 능력을 근거로 공급자를 선정해야 한다. 선정 기준은 수립되어 있어야 하며 선정에 관련된 모든 기록은 유지되어야 한다.
(3) 【종합】	공급자를 정기적으로 평가하고 그 평가 결과는 구매정책에 반영해야 하며 이에 따라 공급자 관리 방법은 달라져야 한다.
나. 생산	
(1)	제조업소는 다음 사항을 포함한 관리조건하에서 생산을 계획하고 수행해야 한다. (가) 필요에 따른 업무지침서의 사용 (나) 적절한 장비의 사용 (다) 측정의 실행 (라) 공정승인합격판정기준의 사용
(2) 【주기】	제조업소는 제조단계에서 측정 요구사항과 관련하여 제품 상태를 식별해야 한다.
(3) 【종합】 【주기】	제조업소는 제조단계에서 측정 요구사항 및 추적성과 관련하여 제품 상태를 식별해야 한다.
(4) 【주기】	작업준비는 작업의 첫 가동, 자재의 교체 또는 작업변경 시마다 검증되어야 한다.
(5) 【종합】	각 공정에 대한 적절한 통계적 기법은 생산 전에 결정되어야 하고 관리계획서에 포함되어야 한다. 산포, 공정능력 같은 기본적 개념은 조직 전반에서 이용되어야 한다.
(6) 【종합】	제조업소는 제품, 제조공정에서 잠재적 고장영향 분석 등 분석 결과를 고려한 관리계획서를 갖추어야 한다.
(7) 【종합】 【주기】	제품 품질에 영향을 미치는 모든 인원을 위하여 문서화된 작업지침서를 작성해야 한다. 이 지침서는 작업장에서 쉽게 열람이 가능해야 한다.
(8) 【종합】	제조업소는 주요 공정을 파악하고 기계/장비/치공구의 보전을 위한 자원을 제공해야 하며 효과적으로 계획된 총체적 예방보전 시스템을 개발해야 한다. 시스템에는 다음 사항을 포함해야 한다. (가) 계획된 보전 활동 (나) 장비, 치공구 및 게이지의 포장 및 보전 (다) 주요 제조장비에 대한 교체용 부품의 가용성 (라) 보전 활동의 문서화, 평가 및 개선 (마) 생산, 수리 또는 폐기와 같은 상태를 규정한 식별
5. 자체검사	
가. 검사방법 및 절차	
(1) 【주기】	제조업소는 수행해야 할 검사를 결정하고 결정된 요구사항에 대한 제품적합성 여부를 검사해야 한다. 이는 제품생산공정의 적절한 단계에서 수행되어야 한다.
(2) 【주기】	검사한 제품에 대하여는 합격판정 기준에 적합하다는 증거가 유지되어야 한다. 기록에는 제품의 불출을 승인하는 인원이 나타나야 한다.
(3) 【종합】 【주기】	계숫값 데이터 샘플링에 대한 합격 수준은 무결점이어야 한다.

(4) 【주기】	측정은 요구사항에 일치하는 방법으로 수행되도록 해야 하고 유효한 결과를 보장하기 위하여 측정 장비는 다음과 같아야 한다. (가) 규정된 주기 또는 사용 전에 국제표준 또는 국가표준에 소급 가능한 측정표준으로 교정 또는 검증. 그러한 표준이 없는 경우 교정 또는 검증에 사용된 근거를 기록 (나) 교정 상태가 결정될 수 있도록 식별 (다) 측정 결과를 무효화할 수 있는 조정으로부터 보호 (라) 취급, 유지보전 및 보관하는 동안 손상, 열화로부터 보호
(5) 【주기】	교정 및 검증 결과에 대한 기록은 유지되어야 하며 측정값은 보정의 형태로 활용되어야 한다.
(6) 【종합】	통계적 방법을 사용하여 각 형태의 측정 및 시험의 결과에 나타난 측정시스템의 변동을 분석해야 한다.
(7) 【주기】	제조업소는 1년에 1회 이상 설계단계검사 전체 항목에 대한 검사를 실시하고 그 기록을 유지해야 한다.
(8) 【종합】 【주기】	제조업소는 1년에 2회 이상 설계단계검사 전체 항목에 대한 검사를 실시하고 그 기록을 유지해야 한다.
(9) 【종합】	제조업소의 시험실은 다음 기술적 요구사항을 규정하여 품질시스템 문서화에 포함되어야 한다. 가) 인원, 장비 및 시설의 적격성 나) 시험을 관련 규격에 따라 정확하게 수행하는 능력 다) 외부 시험실은 KS Q ISO IEC 17025 또는 같은 수준의 인정기관
나. 시정 및 예방조치	
(1) 【주기】	부적합품 및 의심스러운 제품이 식별되고 관리됨을 보장해야 한다.
(2)	부적합의 재발 방지를 위한 조치를 취해야 하며, 문서화된 절차에는 다음 사항을 규정해야 한다. (가) 부적합의 검토 (고객 불만 포함) (나) 시정조치의 결정, 실행 및 기록
(3)	품질방침, 품질목표, 심사 결과, 데이터분석, 시정조치, 예방조치 및 경영검토의 활용을 통하여 품질시스템의 효과성을 지속적으로 개선해야 한다.
(4)	부적합의 발생 방지를 위하여 잠재적 부적합의 원인을 제거하기 위한 예방조치를 실행해야 한다.
다. 내부감사	
(1)	제조업소는 품질시스템이 효과적으로 실행되고 유지되는지 계획된 주기로 내부감사를 수행해야 한다.
(2)	감사의 계획, 수행, 감사의 독립성 보장, 결과의 보고 및 기록 유지에 대한 책임과 요구사항은 문서화된 절차에 규정되어야 한다.
6. 의무	
가. 합격표시	

(1) 【주기】	제조업소는 합격표시(증명서나 각인)에 대한 관리규정을 문서화해야 하며, 합격표시의 수령·사용·보관, 폐기 등에 관한 기록은 즉시 최신의 상태로 유지되어야 하고 관리규정에는 다음 사항을 포함해야 한다. (가) 합격표시(증명서나 각인)는 반드시 권한 있는 직원만이 취급 (나) 합격표시는 반드시 계획된 절차에 따라 최고경영자/경영대리인의 승인을 받아 사용 (다) 합격표시의 사용 내용에 대한 기록 (라) 합격표시의 오용 방지를 위한 자체 계획을 수립 (마) 합격표시는 훼손 또는 도난을 방지할 수 있도록 보관
(2) 【종합】 【주기】	합격표시 제작에 관한 규정을 별도로 문서화해야 하며 합격표시의 제작·변경에 대한 사항은 전부 기록되어야 하고 최신의 상태로 유지되어야 한다.
나. 안전관리	
(1)	제조업소는 최근 1년간 제품 결함으로 인한 사고가 없고 수집검사를 받은 결과 부적합이 없어야 한다.
(2) 【종합】	제조업소는 최근 3년간 제품 결함으로 인한 사고가 없고 수집검사를 받은 결과 부적합이 없어야 한다.
다. 그 밖의 사항	
(1)	제품의 품질 저하 또는 사용자의 안전에 중대한 위해를 발생시킬 수 있는 사인이 발생한 경우에 제조업소는 적절한 조치를 취해야 한다.
(2)	제조업소의 품질시스템 운영상에 중대한 변경이 있을 경우 15일 이내에 한국가스안전공사에 통보해야 한다.

- [비고] 1. 【종합】 은 종합공정검사 대상에만 적용하는 기준
 2. 【주기】 는 검사 주기에 따른 검사 시 적용하는 기준
 3. 표시가 없는 조항은 공정확인심사나 종합적품질관리체계심사의 공통 기준

부록 B 시험환경

B1. 시험실 조건

시험실 조건에 관하여 특별한 규정이 없는 경우 시험실 조건은 아래의 기준을 따른다. 다만, 시험 결과에 영향을 주지 않는 경우 또는 대형 제품으로서 시험실 내에서 시험을 하는 것이 상당히 곤란한 경우에는 이에 따르지 않을 수 있다.

- (1) 시험실의 온도는 (20 ± 5) °C로 하고, 시험 중 온도의 변동은 ± 2 °C 이내로 한다.
- (2) 시험실의 상대습도는 (65 ± 20) %로 한다.
- (3) 연료전지는 태양의 직접 복사에너지로부터 보호되어야 한다.

B2. 시험연료 기준

시험가스의 성분 및 특성은 15 °C, 101.32 kPa 기준에서 표 B2와 같다.

표 B2 시험가스 성분 부피비

가스 그룹	성분 부피(%)						특성		
	수소 H ₂	메탄 CH ₄	프로판 C ₃ H ₈	부탄 C ₄ H ₁₀	질소 N ₂	공기 O ₂ 21 % N ₂ 79 %	고위발열량 MJ/Nm ³	저위발열량 MJ/Nm ³	비중 (공기 = 1)
수소	99.97 이상	-	-	-	-	-	12.75	10.77	0.070

B3. 설치 조건

- (1) 연료전지는 제조자가 제공하는 취급 설명서에 따라 설치하고 동작해야 한다.
- (2) 작동 성능 기준에서 별도의 언급이 없으면 연료전지는 다음의 조건으로 동작해야 한다.
 - (2-1) 기준가스 및 표준압력
 - (2-2) 정격출력 조건

B4. 측정 불확도

- (1) 특정 항목에서 언급된 경우를 제외하고 측정 불확도는 표 B4(1)을 따른다.

표 B4(1) 측정 불확도(오차)의 범위

대기압	± 500 Pa
가스 압력	± 2 % full scale

물 배관의 압력 손실		± 5 %
물의 양		± 1 %
가스양		± 1 %
공기량		± 2 %
시간	1시간 이하	± 0.2 s
	1시간 초과	± 0.1 %
보조 전기에너지		± 2 %
온도	주위 온도	± 1 °C
	물 온도	± 2 °C
	연소 생성물 온도	± 5 °C
	가스 온도	± 0.5 °C
	표면 온도	± 5 °C
배기 손실 계산 시 CO, CO ₂ 및 O ₂		± 6 % full scale
배기가스 중의 CO, O ₂ , H ₂		± 0.5 % full scale
가스 발열량		± 1 %
가스 밀도		± 0.5 %
질량		± 0.05 %
토크		± 10 %
힘		± 10 %

(2) 측정장비는 예상되는 최대 측정값 및 다음의 사항을 고려하여 선택해야 한다.

(2-1) 기밀시험 시 누출량 측정은 측정 오차가 0.01 L/h를 초과하지 않는 정확도를 가진 방법이 사용되어야 한다.

(2-2) 표 B4(1)의 측정 불확도는 개개의 측정값과 관련이 있다.

(2-3) 개개의 측정값을 조합하여 얻게 되는 측정값의 경우, 개개의 측정값으로 결합된 낮은 불확도가 총 불확도를 제한하는 데 필요할 수도 있다.

부록 C 연료전지 시험방법

C1. 인입밸브 성능시험

인입밸브는 KS C IEC 60068-2-38(환경 시험 - 제238부: 시험 - 시험 Z/AD: 복합 온도/습도 사이클 시험)의 7.4.1(온도/습도 서브사이클)과 7.4.2(저온 서브사이클)의 서브사이클로 구성된 시험 사이클을 5회 실시한 후 다음 기준을 만족해야 한다.

- (1) 밸브를 잠근 상태에서 밸브의 입구 측에 공기 또는 질소 등의 불활성기체를 이용하여 상용압력 이상의 압력(0.7 MPa을 초과하는 경우 0.7 MPa 이상으로 한다)으로 2분간 가압하였을 때 밸브의 출구 측으로 누출이 없어야 한다.
- (2) 밸브는 (2~20)회/분 속도로 개폐를 250 000회 반복하여 실시한 후 3.4.1.2에 따른 기밀성능을 만족해야 한다. 다만, 다음의 조건을 모두 충족하는 연료전지는 내구성능의 확인을 위한 밸브의 개폐 반복 횟수를 제조자가 제시한 값으로 할 수 있다.
 - (2-1) 밸브의 개폐 횟수가 자동으로 측정, 기록 및 관리되는 것
 - (2-2) 밸브의 개폐 횟수가 제조자가 제시한 값의 85%를 초과하는 경우 사용자가 그 사실을 쉽게 인지할 수 있도록 적절한 정보가 표시되는 구조인 것
 - (2-3) 밸브의 개폐 횟수가 제조자가 제시한 값의 90%를 초과하는 경우 연료전지의 운전이 시작되지 않도록 제어되는 것
- (3) 밸브의 차단 시간(제어부에서 차단신호를 보낸 시점으로부터 밸브의 유로가 완전히 차단되기까지 걸리는 시간을 말한다)은 표 C1(3)을 만족해야 한다.

표 C1(3) 밸브의 차단 시간

밸브의 호칭 지름	차단 시간
100 A 미만	1초 이내
100 A 이상 200 A 미만	3초 이내
200 A 이상	5초 이내

C2. 내진동 성능시험

연료전지는 다음 기준에 따라 내진동 성능시험을 실시한다. 이 경우 C2.1, C2.2 및 C2.3의 시험을 순서대로 진행하는 것을 원칙으로 하며, 내진동 성능시험에 관하여 그 밖에 필요한 사항은 KS C IEC 61373(철도적용 - 철도차량 장치 - 충격 및 진동시험)의 8(기능 랜덤 진동 시험 조건), 9(증가된 랜덤 진동 수준에서의 모의 장기 수명시험) 및 10(충격 시험 조건)을 따른다.

C2.1 모의 장기 수명시험

- (1) 시험은 랜덤시험(random test)으로 진행한다.

[비고] 랜덤시험은 시험 주파수 범위 내의 모든 주파수에 대하여 각 주파수별로 형성되는 정현파를 동시에 가진(加振)시키는 것을 말한다.

(2) 시험 주파수의 범위는 표 C2.1(2)를 따른다.

표 C2.1(2) 모의 장기 수명시험의 시험 주파수 범위

연료전지 질량(kg)	시험 주파수 범위(Hz)	
	최소(f_1)	최대(f_2)
500 이하	5	150
500 초과 1 250 이하	$\frac{1250}{M} \times 2$	$\frac{1250}{M} \times 60$
1 250 초과	2	60

[비고] M은 연료전지의 질량(단위: kg)을 말한다.

(3) 시험은 수직축, 횡축 및 종축으로 구분하여 각 축별로 5시간 동안 실시한다.

(4) 전력스펙트럼밀도[power spectral density(g^2/Hz), 이하 “PSD” 라 한다]는 시험 축별로 표 C2.1(4)와 그림 C2.1(4)을 따른다.

[비고] g는 표준 중력가속도($9.8 m/s^2$)를 말한다. 이하 C2에서 같다.

표 C2.1(4) 시험 축별 적용 PSD

구분	수직축	종 축	횡 축
PSD (g^2/Hz)	0.005539	0.001364	0.002436
실흔값 (RMS)	0.434 g	0.213 g	0.289 g

[비고] 시험 축별 PSD 값은 그림 C2.1(4)의 “X” 값을 나타낸다.

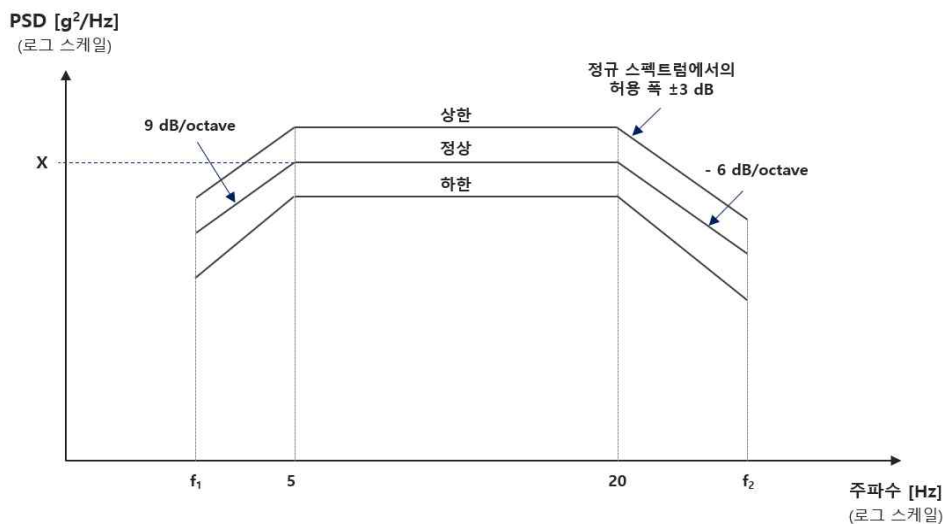


그림 C2.1(4) 시험 축별 적용 PSD

C2.2 충격 시험

- (1) 시험은 반주기 정현파(half-sinusoidal wave) 단펄스(single pulse)로 실시한다.
- (2) 시험 파형의 최대 가속도(A)와 지속 시간(D)은 표 C2.2(2)를 따르고, 시험 파형의 자세한 형상은 그림 C2.2(2)를 따른다.

표 C2.2(2) 시험 파형의 최대 가속도 및 지속 시간

구분	최대 가속도, A (m/s ²)	지속 시간, D (ms)
수직축	30	30
중 축	30	30
횡 축	50	30

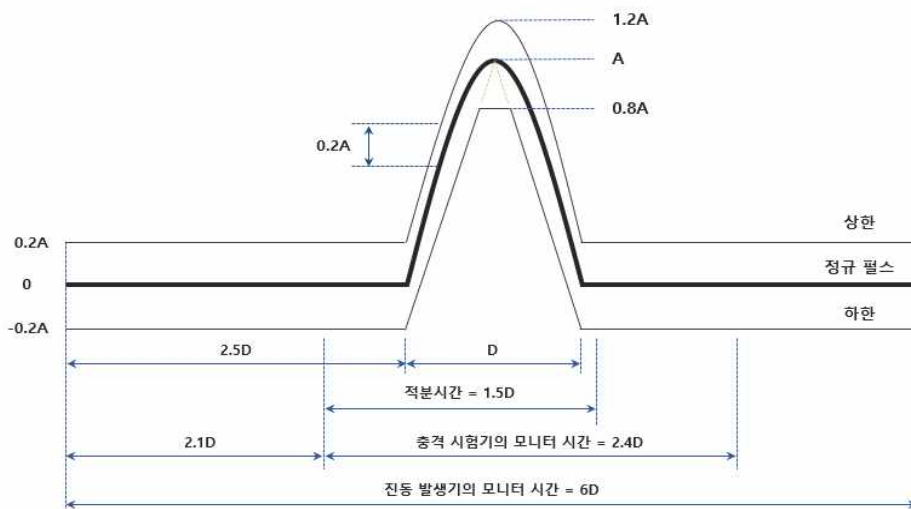


그림 C2.2(2) 시험 파형의 형상 및 허용 한계

- (3) 충격은 수직축, 중축, 횡축에 대해 정방향과 부방향으로 구분하여 각각 3회씩 총 18회를 가한다. 이 경우 연료전지가 먼저 가해진 충격에 따른 공진 효과로부터 회복할 수 있도록 충분한 시간 간격을 두고 충격을 가해야 한다.

C2.3 기능 랜덤시험

- (1) 시험은 랜덤시험으로 진행한다.
- (2) 시험 주파수의 범위는 표 C2.1(2)를 따른다.
- (3) 시험은 연료전지의 제어 전원을 공급하는 상태에서 수직축, 횡축 및 중축으로 구분하여 각 축별로 10분 동안 실시한다.
- (4) PSD는 시험 축별로 표 C2.3(4)와 그림 C2.1(4)를 따른다.

표 C2.3(4) 시험 축별 적용 PSD

구분	수직축	종 축	횡 축
PSD (g ² /Hz)	0.000173	0.000043	0.000076
실효값 (RMS)	0.077 g	0.038 g	0.051 g

[비고] 시험 축별 PSD 값은 그림 C2.1(4)의 "X" 값을 나타낸다.

C3. 내식 성능시험

(1) 금속재료는 KS D 9502[염수 분무 시험 방법(중성, 아세트산 및 캐스분무 시험)]에 따라 염수 분무 시험을 하였을 때 레이팅 넘버가 9 이상이어야 한다. 이 경우 시험용 염수 용액은 KS D 9502[염수 분무 시험 방법(중성, 아세트산 및 캐스분무 시험)]의 8.2.1(중성 염수 분무 시험)에 따라 pH를 조절하고 분무 시간은 24시간으로 한다.

(2) (1)에도 불구하고 도장을 한 금속재료는 다음 기준에 따라 내식 성능시험을 실시하여 이상이 없는 것으로 한다.

(2-1) 시험편은 가로 130 mm, 세로 100 mm의 크기로 하고, 시험편의 표면에는 한쪽 날 절단용 칼을 5N의 힘으로 눌러서 그림 C3(2)와 같이 크로스컷을 새겨 넣는다.

(2-2) 크로스컷을 새긴 시험편은 KS D 9502[염수 분무 시험 방법(중성, 아세트산 및 캐스분무 시험)]에 따라 염수 분무 시험을 하였을 때 그림 C3(2)의 판정 영역에는 부품이 없고 레이팅 넘버가 9 이상이어야 한다. 이 경우 시험용 염수 용액은 KS D 9502[염수 분무 시험 방법(중성, 아세트산 및 캐스분무 시험)]의 8.2.1(중성 염수 분무 시험)에 따라 pH를 조절하고 분무 시간은 24시간으로 한다.

(2-3) 시험편에 묻은 염수를 물로 씻어내고 실온에서 24시간 동안 건조한 다음 시험편의 크로스컷을 따라 KS T 1058(셀로판 점착 테이프)에 따른 너비 12 mm의 셀로판 점착 테이프를 붙인 후 다시 도장면의 직각 방향으로 당겨서 떼어냈을 때 그림 C3(2)의 판정 영역의 도장은 벗겨지지 않아야 한다.

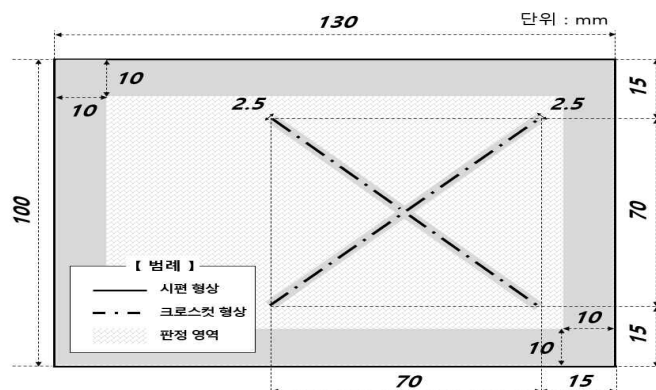


그림 C3(2) 도장을 한 금속재료 시험편의 크로스컷 형상 및 판정 영역

C4. 연료소비량 성능시험

(1) 연료전지는 표 C4(1)에 따라 구분된 출력으로 운전하며 각각 2시간(최대출력 조건의 경우 2시간 이내의 범위에서 제조자가 제시한 지속 가능 시간으로 한다) 동안 공급되는 수소의 유량, 온도, 압력, 밀도 및 측정 장소의 대기압을 측정한다. 이 경우 연료전지를 정격출력으로 30분 이상 운전한 후 안정한 상태(출력 변동이 정격출력의 $\pm 2\%$ 이내에 있는 상태를 말한다. 이하 같다)에서 측정을 시작해야 하며, 연속하여 시험하는 경우 두 번째 시험부터는 정격출력으로 30분 이상 운전하지 않을 수 있다.

표 C4(1) 연료전지의 출력 구분 및 정의

출력 구분	정의
정격출력 (rated power)	지속적이고 안정적으로 운전이 가능한 최대 출력
최소부하출력 (idle power)	지속적이고 안정적으로 운전이 가능한 최소 출력
최대효율출력 (maximum efficiency power)	지속적이고 안정적으로 운전이 가능한 출력으로서 발전효율이 최대로 나타나는 지점의 출력
최대출력 (maximum power)	일정 시간 동안 운전이 가능한 최대 출력
[비고] 정격출력, 최소부하출력, 최대효율출력, 최대출력은 각각 연료전지의 제조자가 제시한 값을 말한다.	

(2) (1)에 따라 측정한 값을 통해 아래의 식에 따라 연료전지의 출력 조건별로 기준 조건[15℃, 101.32 kPa(1 atm), 건조가스]에서의 연료소비량(Q_{rp} , Q_{ip} , Q_{mep} , Q_{mp})을 각각 산출한다.

$$Q = H_i \cdot \frac{10^3}{3600} \cdot V \cdot \sqrt{\frac{101.32 + p_g}{101.32} \cdot \frac{p_a + p_g}{101.32} \cdot \frac{288.15}{273.15 + t_g} \cdot \frac{d}{d_r}}$$

여기에서,

- Q : 저위발열량으로 보정한 연료소비량, kW
 [비고] 정격출력 연료소비량(Q_{rp}), 최소부하출력 연료소비량(Q_{ip}), 최대효율출력 연료소비량(Q_{mep}), 최대출력 연료소비량(Q_{mp})
- V : 공급 수소의 체적유량, m³/h
- H_i : 10.77 MJ/Nm³ (기준 조건에서의 수소 저위발열량)
- t_g : 공급 수소의 온도, °C
- d : 기준 조건에서의 공급 수소의 밀도
- d_r : 0.08988 kg/Nm³ (기준 조건에서의 수소 밀도)
- p_g : 공급 수소의 압력, kPa
- p_a : 측정 장소의 대기압, kPa

[비고] 공급 수소의 체적유량(V), 온도(t_g) 및 압력(p_g)은 동일한 가스미터에서 측정한다.

C5. 발전부 안정 성능시험

(1) 연료전지는 표 C4(1)에 따라 구분된 출력으로 운전하며 각각 2시간(최대출력 조건의 경우 2시간 이내의 범위에서 제조사가 제시한 지속 가능 시간으로 한다) 동안의 입·출력 전력량 및 연료소비량을 측정한다. 이 경우 연료전지를 정격출력으로 30분 이상 운전한 후 안정한 상태에서 측정을 시작해야 하며, 연속하여 시험하는 경우 두 번째 시험부터는 정격출력으로 30분 이상 운전하지 않을 수 있다.

(2) (1)에 따라 측정된 값을 통해 아래의 식에 따라 연료전지의 발전출력($P_p, P_{ip}, P_{mep}, P_{mp}$)과 발전효율($\eta_{rp}, \eta_{ip}, \eta_{mep}, \eta_{mp}$)을 계산한다.

$$P = \frac{W_{out} - W_{in}}{\Delta t}$$

$$\eta = \frac{W_{out} - W_{in}}{I} \times 100$$

여기에서,

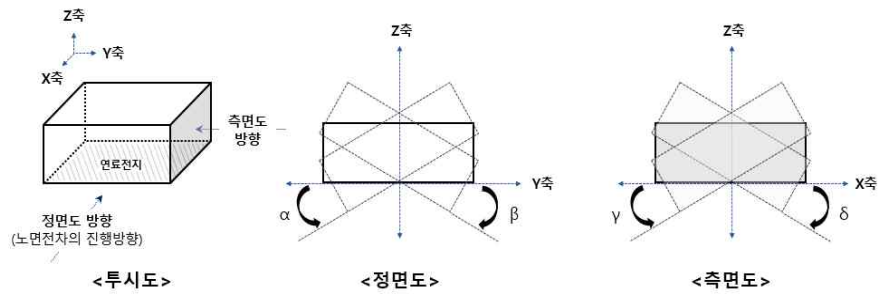
- P : 발전출력(kW)
[비고 정격출력(P_p), 최소부하출력(P_{ip}), 최대효율출력(P_{mep}), 최대출력(P_{mp})]
- W_{out} : 출력 전력량(kWh)
- W_{in} : 입력 전력량(kWh)
- Δt : 측정시간(h)
- η : 발전효율(%)
[비고 정격출력 발전효율(η_{rp}), 최소부하출력 발전효율(η_{ip}), 최대효율출력 발전효율(η_{mep}), 최대출력 발전효율(η_{mp})]
- I : 누적 연료소비량(kWh)

C6. 기울기 성능시험

연료전지를 표 C6에 따른 조건으로 각각 기울인 상태에서 발전출력(표 C4(1)에 따른 정격출력 조건의 발전출력으로 한정한다)을 측정하고, 누출 및 사용상 지장이 있는 외관의 손상 여부를 확인한다.

표 C6 기울기 성능시험 조건

기울기 방향	기울기 각도(°)	발전출력 측정시간(분)
그림 C6의 α	제조사가 제시한 값 (6.8 이상으로 한다)	30
그림 C6의 β		
그림 C6의 γ	제조사가 제시한 값 (3.4 이상으로 한다)	
그림 C6의 δ		
[비고 출력 측정은 연료전지가 안정한 상태에 도달한 후 시작한다.]		

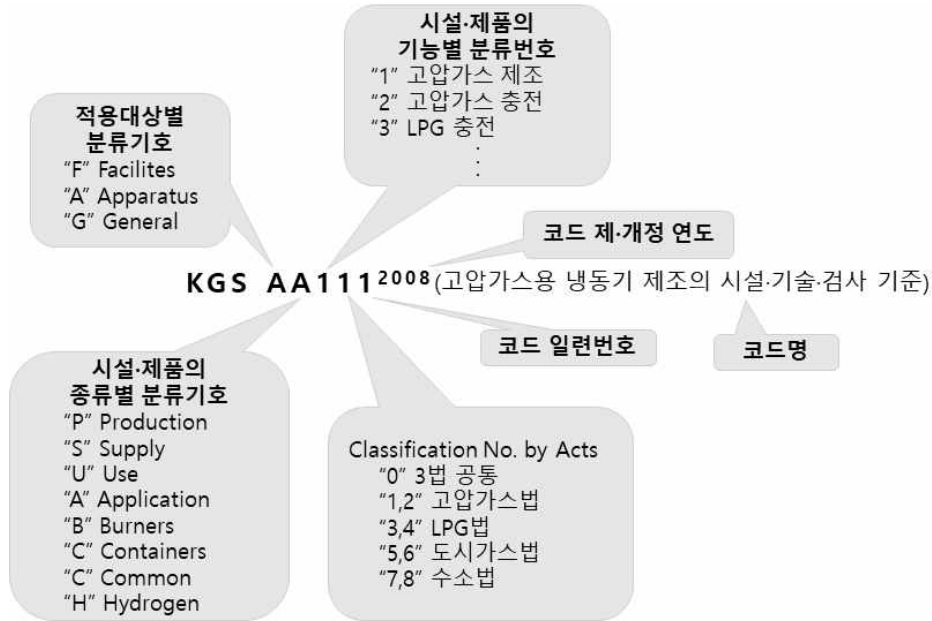


- [비고] 1) 투시도 상의 빗금 친 부분(밑면)은 연료전지의 바닥면을 나타낸다.
 2) "노면전차의 진행방향"은 연료전지의 제조자가 의도한 방향을 기준으로 한다.

그림 C6 기울기 성능시험의 기울기 방향

KGS Code 기호 및 일련번호 체계

KGS(Korea Gas Safety) Code는 가스관계법령에서 정한 시설·기술·검사 등의 기술적인 사항을 상세기준으로 정하여 코드화한 것으로 가스기술기준위원회에서 심의·의결하고 산업통상자원부에서 승인한 가스안전 분야의 기술기준입니다.



분야 및 기호		종류 및 첫째 자리 번호		분야 및 기호		종류 및 첫째 자리 번호	
제품 (A) (Apparatus)	기구(A) (Appliances)	냉동장치류	1	시설 (F) (Facilities)	제조·충전 (P) (Production)	고압가스 제조시설	1
		배관장치류	2			고압가스 충전시설	2
		밸브류	3			LP가스 충전시설	3
		압력조정장치류	4			도시가스 도매 제조시설	4
		호스류	5			도시가스 일반 제조시설	5
		경보차단장치류	6			도시가스 충전시설	6
		기타 기구류	9		고압가스 판매시설	1	
		연소기 (B) (Burners)	보일러류		1	판매·공급 (S) (Supply)	LP가스 판매시설
	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)		수소 연료 사용시설	6
		수전해장치류	2		공통 (C) (Common)	기본사항	1
		연료전지	3			공통사항	2

