



가스배관시설 건전성관리 수행계획서의 작성 · 검토 및 이행 결과 확인 기준

(Establish/Review/Check Code for Pipeline System Integrity
Management Program)

가스기술기준위원회 심의 · 의결 : 2023년 11월 17일

산업통상자원부 승인 : 2024년 3월 13일

가 스 기 술 기 준 위 원 회

위 원 장 최 병 학 : 강릉원주대학교 교수

부위원장 장 기 현 : 인하대학교 교수

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

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

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

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

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

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

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 기준의 효력	1
1.3 용어정의	1
1.4 경과조치	2
1.4.1 건전성관리 수행계획서 제출시기에 관한 특례	2
1.4.2 건전성관리 수행계획서 이행 결과 확인의 시기에 관한 특례	2
1.5 건전성관리 개요	3
1.5.1 건전성관리 수행계획서 구성요소	3
2. 기본수행계획서 및 세부수행계획서 작성기준	3
2.1 규범기반-건전성관리계획	3
2.1.1 데이터 관리	3
2.1.2 위험성평가	5
2.1.3 건전성평가	8
2.1.4 대응 및 완화	9
2.1.5 건전성관리계획의 보완	13
2.1.6 그 밖의 기준	13
2.2 실적기반-건전성관리계획	13
2.3 성능관리계획	14
2.3.4 성능척도	15
2.3.6 내부평가	16
2.3.7 성능향상	16
2.4 정보공유계획	17
2.4.1 일반사항	17
2.4.2 대외 정보공유	17
2.4.3 대내 정보공유	17
2.5 변경관리계획	17
2.6 품질관리계획	18
3. 기본수행계획서 제출 및 검토 기준	18
3.1 기본수행계획서 제출 기준	18

3.2 기본수행계획서 검토 기준	19
4. 세부수행계획서 제출 및 이행 결과 확인 기준	19
4.1 세부수행계획서 제출 기준	19
4.2 세부수행계획서 이행 결과 확인 기준	19
5. 그 밖에 필요한 사항	20
부록 A 위험요소별 규범기반-건전성관리계획 기준	21

가스배관시설 건전성관리 수행계획서 작성·검토 및 이행 결과 확인 기준 (Establish/Review/Check Code for Pipeline System Integrity Management Program)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 기준은 「도시가스사업법」(이하 “법”이라 한다) 제17조의4에 따른 가스배관시설에 대한 건전성관리 수행계획서의 작성·검토 및 이행 결과 확인 기준에 대하여 적용한다.

1.2 기준의 효력

1.2.1 이 기준은 법 제17조의5제2항에 따라 「고압가스안전관리법」 제33조의2에 따른 가스기술 기준위원회의 심의·의결(안전번호 제2023-9호, 2023년 11월 17일)을 거쳐 산업통상자원부장관의 승인(산업통상자원부 공고 제2024-210호, 2024년 3월 13일)을 받은 것으로 법 제17조의5제1항에 따른 상세기준으로서의 효력을 가진다.

1.2.2 이 기준을 지키고 있는 경우에는 법 제17조의5제4항에 따라 「도시가스사업법 시행규칙」(이하 “규칙”이라 한다) 별표 7의4에 적합한 것으로 본다.

1.3 용어정의

이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1.3.1 “건전성(integrity)”이란 운영 중 예상되는 모든 부하에 견딜 수 있는 배관설비의 성능을 말한다.

1.3.2 “검지신호(indication)”란 비파괴적인 기술 또는 기법에 의하여 찾아낸 신호를 말한다.

1.3.3 “이상신호(anomaly)”란 검지신호 데이터를 분석한 결과로 배관의 재료, 코팅 또는 용접이 표준에서 벗어난 신호가 굴착검사로 확인되지 않은 것을 말한다.

1.3.4 “결함(defect)”이란 굴착검사를 통하여 확인된 손상부위로서 허용수준을 초과한 크기 또는 특성을 지녔다고 평가된 이상신호를 말한다.

1.3.5 “공학적 임계 평가(ECA, engineering critical assessment)”란 허용 가능한 이상신호의 최대크기를 결정할 수 있는 파괴역학에 기반을 둔 분석 방법을 말한다.

1.3.6 “규범기반-건전성관리(prescriptive integrity management program)”란 예방, 검사 및 완화조치의 방법과 시기를 미리 설정된 조건에 따라 일정한 주기로 수행하는 건전성관리 방법을 말한다.

1.3.7 “실적기반-건전성관리(performance-based integrity management program)”란 예방, 검출 및 완화조치의 방법과 시기를 위험성 관리 원칙과 위험성평가 기법에 의하여 수행하는 건전성관리 방법을 말한다.

1.3.8 “근접간격전위조사(close interval potential survey)”란 배관을 따라 수 미터에서 수십 미터 사이의 미리 선정된 일정한 간격으로 지상에서 배관과 토양 사이의 전위를 측정하는 검사 기술을 말한다.

1.3.9 “배관구간(pipeline section)”이란 규칙 제27조의5제2항에 따른 본관 및 공급관으로서 정압지와 정압지 사이, 정압지와 밸브기지(긴급차단장치만 설치된 것을 포함한다. 이하 같다) 사이 또는 밸브기지과 밸브기지 사이를 연결하는 배관을 말한다.

1.3.10 “완화(mitigation)”란 특정 사건의 발생확률과 예상피해를 제한하거나 감소시키는 것을 말한다.

1.3.11 “특정배관구간(segment)”이란 배관구간 내에서 동일한 특성을 가진 일정한 길이의 배관을 말한다.

1.3.12 “인라인검사(ILI : In-line inspection)”란 배관 내부를 통과하면서 금속의 부식에 따른 두께감소, 변형 및 그 밖의 결함에 관한 이상신호를 찾아내는 장비(인텔리전트 피그 또는 스마트 피그 등)를 사용하여 수행하는 강제(鑿製) 배관에 대한 검사기법을 말한다.

1.4 경과조치

1.4.1 건전성관리 수행계획서 제출시기에 관한 특례

4.1(1)에도 불구하고 가스배관시설이 최초로 시공감리증명서를 받은 날이 속하는 해부터 15년이 되는 해가 2018년 전인 경우에는 최초로 시공감리증명서를 받은 날이 속하는 해부터 15년이 되는 해를 2018년으로 본다.

1.4.2 건전성관리 수행계획서 이행 결과 확인의 시기에 관한 특례

건전성관리를 수행하는 사업자는 1.4.1에 따라 2018년에 처음으로 세부수행계획서를 제출한 가

스베관시설의 경우 4.2.2 본문에도 불구하고 4.1(1)의 해부터 5년 이내에 한국가스안전공사와 협의하여 확인 시기를 정하여 이행 결과 확인을 받을 수 있다.

1.5 건전성관리 개요

1.5.1 건전성관리 수행계획서 구성요소

1.5.1.1 건전성관리 수행계획서는 건전성관리계획, 성능관리계획, 정보공유계획, 변경관리계획 및 품질관리계획으로 구성한다.

1.5.1.2 건전성관리계획은 규범기반-건전성관리계획 또는 실적기반-건전성관리계획으로 구성한다.

1.5.2 기본수행계획서는 1.5.1.1의 건전성관리 수행계획서 구성 항목이 모두 포함되도록 작성하고, 기본수행계획서에 따른 세부수행계획서는 데이터관리, 위험성평가, 건전성평가, 대응 및 완화 방법에 관하여 규범기반-건전성관리 또는 실적기반-건전성관리로 구분하여 도시가스배관 구간별 또는 지역별로 작성한다.

1.5.3 사업자는 건전성관리 수행계획을 수립할 때 건전성관리의 목표와 목적을 명시한다.

1.5.4 대상 배관구간에 대하여 규범기반-건전성관리 수행계획을 적용한 건전성평가를 통하여 필요한 데이터가 확보된 경우 실적기반-건전성관리 수행계획을 수립할 수 있다.

2. 기본수행계획서 및 세부수행계획서 작성기준

2.1 규범기반-건전성관리계획

2.1.1 데이터 관리

2.1.1.1 위험성평가, 건전성평가, 대응 및 완화를 하는 때에는 표 2.1.1.1의 파손유형에 따른 위험요소를 검토한다.

표 2.1.1.1 위험요소의 구분

(1) 시간인자에 따른 구분	(2) 파손유형에 따른 구분	(3) 사고원인에 따른 구분
(1-1) 시간 의존적 위험요소	(2-1) 외부부식 (2-2) 내부부식 (2-3) 응력부식균열	(3-1) 외부부식 (3-2) 내부부식 (3-3) 응력부식균열
(1-2) 시간 독립적 위험요소	(2-4) 타공사 및 기계적 손상	(3-4) 제1, 제2 또는 제3 관계자에 의한 손상 (3-5) 덴트(Dent), 가우지(Gouge) (지연 손상 모드) (3-6) 고의적 파손
	(2-5) 부정확한 운전절차	(3-7) 부정확한 운전절차
	(2-6) 기후 및 외력	(3-8) 한파 (3-9) 번개 (3-10) 폭우 또는 홍수 (3-11) 지반 이동

2.1.1.2 표 2.1.1.1의 각 위험요소와 각 배관구간에 대해 타당성 및 효용성이 확보된 표 2.1.1.2의 데이터를 수집·통합·체계화 및 검토한다.

표 2.1.1.2 건전성관리계획에 필요한 데이터 요소

구분	데이터
(1) 배관속성	(1-1) 배관 두께 (1-2) 직경 (1-3) 용접 종류 및 용접효율 (1-4) 제조자 (1-5) 제조일 (1-6) 재료특성
(2) 시공	(2-1) 설치 연도 (2-2) 굽힘 방법 (2-3) 용접 방법, 용접 절차 및 검사결과 (2-4) 매설 깊이 (2-5) 교차점 또는 케이싱 (2-6) 수압시험 (2-7) 현장 피복 방법 (2-8) 토양, 되메움재 (2-9) 준공일 (2-10) 설치된 전기방식 (2-11) 피복 종류
(3) 운영	(3-1) 가스 품질 (3-2) 유량 (3-3) 허용운전압력 (3-4) 누출 또는 파손 이력 (3-5) 전기방식시스템 성능

	(3-6) 가스온도 (3-7) 이격거리 미유지 타시설물 (3-8) 수리 (3-9) 고의파손 (3-10) 외력손상
(4) 검사	(4-1) 수압시험 (4-2) 인라인검사(ILI) (4-3) 지오메트리피그 검사 (4-4) 굴착 검사 (4-5) 전기방식검사 (4-6) 피복상태검사 (4-7) 검사결과 보고서 (4-8) 내부 평가 및 검토

2.1.1.3 건전성평가, 대응 및 완화를 완료한 경우와 각 배관구간에 관한 새로운 운전 및 유지관리 정보를 확보한 경우에도 2.1.1.2의 작업을 반복수행한다.

2.1.1.4 2.1.1.2 및 2.1.1.3에 따른 데이터는 다음 기준에 따라 위험성평가 및 건전성평가를 수행하는 때에 활용한다.

- (1) 확보된 데이터는 주로 건전성평가 및 완화활동의 우선순위를 설정하는데 사용한다.
- (2) 사업자가 데이터를 확보하지 못한 경우에는 유사환경 등의 데이터를 사용한다. 다만, 사용한 데이터는 이력관리를 할 수 있도록 관련기록을 보존한다.

2.1.1.5 건전성관리계획에는 데이터의 수집, 분석 및 통합에 관한 세부 내용을 포함한다.

2.1.2 위험성평가

2.1.2.1 위험성평가는 배관의 변경정보 등을 고려한 새로운 정보를 반영하기 위해 주기적으로 실시한다. 이 경우 새로운 정보 반영 시 배관구간 변경사항, 외부 변경사항 등을 고려한다.

2.1.2.2 위험성평가의 결과는 건전성평가, 대응 및 완화의 우선순위에 활용한다.

2.1.2.2.1 수행계획서를 최초로 제출하는 배관구간은 재료의 최소항복강도(SMYS, Specified Minimum Yield Strength) 대비 최고사용압력에 따른 후프응력(%)과 설치 후 경과된 기간에 따라 상대적인 위험성을 구별한다.

- (1) 배관의 최초 건전성평가는 최소항복강도 대비 최고사용압력의 후프응력(%)에 따라 우선순위를 선정할 수 있다.
- (2) 대응 및 완화의 우선순위는 인라인검사 결과 나타난 이상신호의 위험도(예상파손압력(Pf)/최고사용압력)에 따른 즉각조치, 계획수립, 모니터링을 구분하여 적용한다.
- (3) 건전성평가 후 재평가 주기는 표 2.1.2.3.2를 따른다.

2.1.2.2.2 규범기반-건전성관리를 수행하는 경우 향후 실적기반-건전성관리 수행계획에 대비하여 표 2.1.1.2에 따른 데이터를 수집하고 축적한다.

2.1.2.2.3 건전성평가, 대응 및 완화의 우선순위를 선정하는 위험성평가는 다음 방법에 따라 위험성 우선순위를 설정한다.

- (1) 위험성 값은 1에서 3까지(발생가능성과 피해영향을 높음, 중간 및 낮음으로 분류)의 값으로 나타내거나 배관구간 간 차별성을 확대하기 위하여 상세하게 나타낼 수 있다.
- (2) 상대적 발생 가능성 값과 그 피해영향 값을 곱하여 배관구간의 상대적 위험성과 건전성평가의 상대적 우선순위를 구할 수 있다.

2.1.2.3 건전성관리계획에는 위험성평가의 방법과 재평가 주기에 관한 내용을 포함한다.

2.1.2.3.1 사업자는 다음의 평가 방법을 포함하여 건전성관리의 목적에 일치하는 방법을 선택하여 위험성평가를 실시한다.

- (1) SME법(SMEs ; Subject Matter Experts)
 - (1-1) 전문가는 기술문헌에서 획득한 정보 등을 참고하여 파손 발생 가능성과 그 피해영향에 관한 상대적인 값을 계산한다.
 - (1-2) 이 평가 방법은 운영자가 배관구간에 대하여 상대적 파손발생 가능성과 피해영향을 설정하고 상대적 위험성을 계산할 때 사용한다.
- (2) 상대평가법(Relative Assessment Models)
 - (2-1) 이 평가 방법은 배관설비 운전 경험과 광범위한 데이터를 이용한다.
 - (2-2) 이 평가 방법은 과거의 배관 운영과 관련된 주요위험 및 피해영향을 확인하고 정량적 가중치를 적용한다.
 - (2-3) 상대평가법 접근 방법 모델과 획득한 정보는 건전성관리계획에 문서화 한다.
- (3) 시나리오평가법(Scenario-Based Models)
 - (3-1) 이 평가 방법에서는 하나의 사건 또는 사건 시리즈를 묘사하는 모델을 만들어 위험성 등급을 결정하며, 그 사건들의 발생가능성과 피해영향을 평가한다.
 - (3-2) 이 평가 방법에서는 사건수(event tree), 의사결정수(decision tree), 결함수(fault tree)를 도출하여 위험성 값을 결정한다.
- (4) 확률적평가법(Probabilistic Models) : 이 평가 방법은 사업자가 설정한 수용 가능한 위험성 기준과 비교할 수 있는 확률적 수치를 도출한다.

2.1.2.3.2 위험성평가 결과는 배관구간의 최초 건전성평가 우선순위를 설정하는데 활용하며, 배관구간의 건전성평가 이후에는 표 2.1.2.3.2에 따라 재평가 주기를 결정한다.

표 2.1.2.3.2 규범기반-건전성관리계획의 건전성평가 주기

검사 기법	주기 (년) (주1)	기 준		
		최소항복강도(SMYS) 대비 최고사용압력의 후프응력(%) 50% 초과 시	최소항복강도(SMYS) 대비 최고사용압력의 후프응력(%) 30% 초과 50% 이하	최소항복강도(SMYS) 대비 최고사용압력의 후프응력(%) 30% 이하
내압 시험	5	TP가 MAOP 1.25배 이상일 경우 (주2)	TP가 MAOP 1.39배 이상일 경우 (주2)	TP가 MAOP 1.65배 이상일 경우 (주2)

	10	TP가 MAOP 1.39배 이상일 경우 (주2)	TP가 MAOP 1.65배 이상일 경우 (주2)	TP가 MAOP 2.20배 이상일 경우 (주2)
	15	해당 없음	TP가 MAOP 2.00배 이상일 경우 (주2)	TP가 MAOP 2.75배 이상일 경우 (주2)
	20	해당 없음	해당 없음	TP가 MAOP 3.33배 이상일 경우 (주2)
인라 인검 사	5	Pf가 MAOP 1.25배 초과 (주3)	Pf가 MAOP 1.39배 초과 (주3)	Pf가 MAOP 1.65배 초과 (주3)
	10	Pf가 MAOP 1.39배 초과 (주3)	Pf가 MAOP 1.65배 초과 (주3)	Pf가 MAOP 2.20배 초과 (주3)
	15	해당 없음	Pf가 MAOP 2.00배 초과 (주3)	Pf가 MAOP 2.75배 초과 (주3)
	20	해당 없음	해당 없음	Pf가 MAOP 3.33배 초과 (주3)
직접 평가	5	모든 즉시조치대상 및 하나의 계획수립대상 검지신호 굴착검사·수리(주4)	모든 즉시조치대상 및 하나의 계획수립대상 검지신호 굴착검사·수리(주4)	모든 즉시조치대상 및 하나의 계획수립대상 검지신호 굴착검사·수리(주4)
	10	모든 즉시조치대상 및 모든 계획수립대상 검지신호 굴착검사·수리 (주4)	모든 즉시조치대상 및 절반을 초과한 계획수립대상 검지신호 굴착검사·수리(주4)	모든 즉시조치대상 및 하나의 계획수립대상 검지신호 굴착검사·수리(주4)
	15	해당 없음	모든 즉시조치대상 및 모든 계획수립대상 검지신호 굴착검사·수리(주4)	모든 즉시조치대상 절반을 초과한 계획수립대상 검지신호 굴착검사·수리(주4)
	20	해당 없음	해당 없음	모든 즉시조치대상 및 모든 계획수립대상 검지신호 굴착검사·수리(주4)
<p>주1 : 건전성 평가주기는 최대 주기를 의미한다. 다만, 시간의존성 위험요소에 따라 파손이 발생한 경우에는 건전성평가를 즉시 시행한다.</p> <p>주2 : TP는 내압시험압력, MAOP는 최고사용압력을 의미한다.</p> <p>주3 : Pf는 ASME B31G 혹은 이와 동등한 기준에 따른 예상파손압력을 의미한다.</p> <p>주4 : 직접평가의 경우, 검지신호들의 등급(즉시 또는 계획)과 우선순위는 위험요소에 따라 다음 기준에 따른다.</p> <p>(1) NACE SP0204, Stress Corrosion Cracking (SCC) Direct Assessment Methodology</p> <p>(2) NACE SP0206, Internal Corrosion Direct Assessment Methodology for Pipelines Carrying Normally Dry Natural Gas(DG-ICDA)</p> <p>(3) NACE SP0502, Pipeline External Corrosion Direct Assessment Methodology.</p>				

2.1.2.3.3 위험성평가에 필요한 위험요소 중 다음과 같은 경우에는 해당 위험요소를 제외할 수 있다.

- (1) 배관구간에서 그 위험요소가 영향을 미쳤다는 이력이 없을 것
- (2) 관련 산업에 그 위험요소가 영향을 미쳤다는 근거가 없을 것
- (3) 관련된 데이터로 판단 시 해당 위험과 관련되지 않을 것
- (4) 배관구간의 운영조건에 관련된 데이터로 판단 시 해당위험이 적용되지 않을 것

2.1.3 건전성평가

2.1.3.1 위험성평가 결과에 따라 적절한 건전성평가를 수행한다.

2.1.3.2 건전성평가 방법은 기본적으로 인라인검사 또는 내압시험으로 하고 이 방법이 어려울 경우 직접 평가로 한다.

2.1.3.3 건전성평가 대상 위험요소의 종류를 고려하여 건전성평가 방법을 선정한다.

2.1.3.3.1 인라인검사 방법에서 사용하는 장비는 다음과 같다.

- (1) 내부 및 외부 부식 위험요소를 파악하기 위한 장비는 다음과 같다.
 - (1-1) 자속누설탐상, 표준해상도 장비(Magnetic Flux Leakage, Standard Resolution Tool)
 - (1-2) 자속누설탐상, 고해상도 장비(Magnetic Flux Leakage, High-Resolution Tool)
 - (1-3) 압축초음파탐상 장비(Ultrasonic Compression Wave Tool)
 - (1-4) 전단초음파탐상 장비(Ultrasonic Shear Wave Tool)
 - (1-5) 원주방향자계탐상 장비(Transverse Flux Tool)
- (2) 응력부식균열 위험요소를 파악하기 위한 장비는 다음과 같다.
 - (2-1) 전단초음파탐상 장비(Ultrasonic Shear Wave Tool)
 - (2-2) 원주방향자계탐상 장비(Transverse Flux Tool)
- (3) 타공사 손상 및 기계적 손상 위험요소를 파악하기 위한 장비는 다음과 같다.
 - (3-1) 두께감소측정을 위한 인라인검사장비
 - (3-2) 캘리퍼 피그
 - (3-2) 지오메트리 피그

2.1.3.3.2 내압시험 방법은 시험압력까지 충분히 가압한 후 압력강하, 이상변형 및 파손이 없는지 확인을 통해 외부부식, 내부부식, 응력부식균열에 대한 배관의 건전성 및 누출여부를 확인한다.

2.1.3.3.3 직접평가 방법은 부식위험에 따라 다음과 같은 검사 방법을 따른다.

- (1) 외부부식에 대한 건전성을 평가하기 위한 외부부식직접평가(ECDA)
 - (1-1) 외부부식직접평가는 사전평가, 간접검사, 직접검사, 사후평가의 4단계로 구성된다.
 - (1-2) 외부부식직접평가 공정에서는 2종류 이상의 간접검사, 직접검사에 의한 확인 점검 및 사후평가를 실시한다.
- (2) 내부부식에 대한 건전성을 평가하기 위한 내부부식직접평가(ICDA)
 - (2-1) 물과 같은 전해질이 가장 먼저 축적될 수 있는 배관구간의 낮은 지점 또는 경사진 지점에 대한 굴착검사를 통해 내부부식직접평가를 실시한다.
 - (2-2) 물 또는 전해질이 축적될 수 있는 지점에 부식이 존재하지 않을 경우 다른 지점에는 부식

가능성이 없다고 판단할 수 있다.

(2-3) 비정상 상태에서 물 또는 전해질이 축적될 수 있는 곳을 예측하여 우선순위를 정한다.

(2-4) 배관 내 새로운 유체인입 또는 배출로 전해질의 혼입 가능성 또는 유동 특성이 변화할 수 있는 지점에 대해서도 적용한다.

(2-5) 전해질의 축적이 예상되는 지점에 대하여 방사선 또는 초음파 비파괴시험에 의하여 잔존 두께를 측정하는 굴착검사를 실시한다.

(2-6) 배관이 노출되면, 내부부식 모니터링으로 재평가 주기를 연장할 수 있고 내부부식의 발생이 쉬운 지점을 모니터링하여 내부부식을 관리한다.

(3) 응력부식균열에 대한 건전성을 평가하기 위한 응력부식균열직접평가(SCCDA)

(3-1) 응력부식균열직접평가 방법은 응력부식균열 위험성이 있는 유사한 운전 특성과 물리적 환경을 가진 배관에 대하여 데이터를 수집하고 분석하여 응력부식균열 위험이 상대적으로 높은 구간을 선택한다.

(3-2) 선택된 구간은 굴착검사 시 손상된 피복지점 내 배관모재부와 용접연결부를 자분탐상검사(MPI) 또는 이와 동등 이상의 기술로 건전성을 평가한다.

2.1.3.4 건전성평가 후에는 획득한 새로운 정보를 건전성관리계획에 반영한다.

2.1.3.5 모든 건전성평가는 우선순위에 따라 수행한다.

2.1.3.6 건전성관리 수행 이전에 이 기준에서 규정하는 것과 동등이상의 수준으로 건전성평가를 수행한 경우, 그 건전성평가를 이 기준에 적합한 것으로 본다.

2.1.3.7 건전성관리계획에는 건전성평가의 방법과 적용시기에 관한 세부 내용을 포함한다.

2.1.4 대응 및 완화

2.1.4.1 대응 및 완화는 건전성평가로 확인된 검지신호 및 이상신호에 대한 다음과 같은 대응계획 및 검사주기의 수립 방법을 포함한다.

- (1) 검지신호 및 이상신호에 대한 굴착검사 활동
- (2) 불안정한 상태의 개선 또는 수리 활동
- (3) 배관의 건전성에 대한 위험요소의 감축 또는 예방활동
- (4) 대응 및 완화활동 후 남아있는 검지신호 및 이상신호에 따른 재평가 주기 선정

2.1.4.2 사업자는 이상신호의 특성, 완화활동, 예방기법 또는 이상신호의 성장을 감안하여 표 2.1.2.3.2에 따른 평가주기를 결정한다.

2.1.4.3 대응의 방법은 즉시조치, 계획수립 또는 모니터링 중 하나로 한다.

2.1.4.4 인라인검사 결과 대응 방법은 다음과 같다.

2.1.4.4.1 내부 및 외부부식에 따른 두께감소 측정 대응 방법은 다음과 같다.

- (1) 즉시조치가 필요한 이상신호는 배관설비 강도에 영향을 미쳐 가까운 시간 안에 누출이나 파열을 유발할 것으로 예상되거나 부식부위의 예상파손압력(Pf)이 최고사용압력의 1.1배 이하인 경우를 말한다.
- (2) 즉시조치 대상의 이상신호는 5일 이내에 굴착확인을 실시한다. 다만, 굴착확인까지 운전압력 강하 등 안전조치를 할 경우 기간을 연장할 수 있다.
- (3) 굴착확인 및 평가 결과 수리나 교체가 필요한 것으로 나타난 결함은 즉시 수리 또는 제거한다. 다만, 수리나 교체와 동등한 안전성 향상이 가능하도록 운전압력을 강하한 경우에는 그러하지 아니하다.
- (4) 계획수립 대상에 해당하는 이상신호는 계획된 대응조치 기간 동안 심각할 정도로 악화되지 않는 한 즉각적인 대응 없이 운전을 계속 할 수 있다.
- (5) 즉시조치에 해당되지 않는 이상신호는 6개월 이내에 대응계획을 수립한다.
- (6) 예상파손압력이 최고사용압력의 1.1배를 초과하는 이상신호는 그림 2.1.4.4.1에 의하여 선정된 대응주기 기간 내에 굴착확인 및 평가를 수행한다.
- (7) 모니터링 대상에 해당하는 이상신호는 심각도가 가장 낮은 것으로서 그림 2.1.4.4.1에 의한 대응주기가 표 2.1.2.3.2에 의한 건전성평가 주기를 초과할 경우에는 굴착확인 및 평가 대상에서 제외한다.
- (8) 실제 운영하는 압력이 문서화된 절차 또는 관리로 최고사용압력보다 항상 낮게 운전된다면 운전압력 최대값을 최고사용압력 대신 적용할 수 있다.

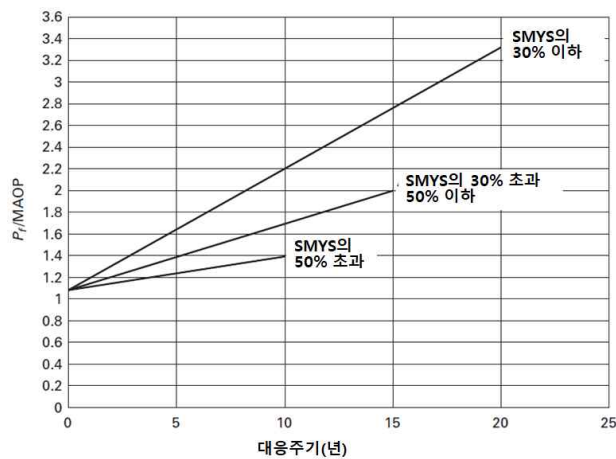


그림 2.1.4.4.1 이상신호의 예상파손압력에 따른 계획 대응 주기(규범기반-건전성관리계획)

- [비고] 1. 부식된 배관의 잔류강도 평가를 위해 ASME B31G 또는 이와 동등 이상의 기준을 이용하여 예상파손압력(Pf)을 계산한다.
2. 최소항복강도 대비 최고사용압력의 후프응력(%)과 최고사용압력에 대한 예상파손압력(Pf)비에 따라 대응주기(년)을 산정한다.

2.1.4.4.2 응력부식균열(SCC)에 따른 균열 측정 대응 방법은 다음과 같다.

- (1) 응력부식균열 검지신호의 검출에 인라인검사를 활용하는 경우 사업자는 평가계획, 대응계획 및 수리계획을 수립해야 한다. 다만, 5일 이내에 굴착시험 또는 압력 강하 등의 즉시조치 대응을 하는 응력부식균열 검지신호의 경우에는 그러하지 아니하다.
- (2) 굴착시험 결과 즉시 수리나 교체가 필요한 결함은 수리 또는 교체 조치하거나 수리 또는 교체가

완료될 때까지 운전압력을 강하시킨다.

2.1.4.4.3 타공사 손상 및 기계적 손상 대응 방법은 다음과 같다.

(1) 최소항복강도의 30% 초과 후프응력으로 운영되는 배관으로서 텐트(지름이 감소하고 인쪽으로 오목하게 들어간 배관의 원형 단면의 영구적인 변형)가 다음 중 어느 하나 이상인 경우 1년 이내에 굴착검사를 실시한다. 이 경우 텐트 변형률 산출은 ASME B31.8 부록R을 적용한다. <개정 24. 3. 13.>

(1-1) 텐트가 배관 호칭지름의 6%를 초과하고 배관 변형률이 6%를 초과하는 경우

(1-2) 텐트에 가우지가 있는 경우

(1-3) 텐트에 균열이 있는 경우

(1-4) 텐트가 배관 호칭지름의 2%를 초과하고 배관 변형률이 4%를 초과하는 것으로 원주방향 또는 길이방향 용접부와 인접하여 발생하여 용접부에 영향을 미칠 수 있는 경우

(2) 시험 및 평가 결과 즉시 수리나 제거가 필요한 결함은 즉시 수리 또는 제거조치 한다. 다만, 수리나 제거와 동등한 안전성을 확보할 수 있도록 운전압력을 강하한 경우에는 그러하지 아니하다.

2.1.4.4.4 그 밖의 대응 방법은 다음과 같다.

(1) 내부부식, 외부부식 또는 응력부식균열과 같은 시간 의존성 검지신호에 대하여 가정 값으로 결함의 성장속도를 산정하는 경우, 계획된 수리시기 또는 차기 검사 시기까지 예상결함이 심각할 정도로 성장하지 않는다는 것을 확인한다.

(2) 수리주기를 결정할 때 결함의 성장속도를 촉진시킬 수 있는 타공사 손상, 시공관련 위험요소가 있을 경우 시험 및 평가주기를 단축해야 한다.

(3) 배관의 파손을 유발할 수 있는 결함의 평가주기는 보수적으로 결정한다.

(4) 분석결과 파손도달 예상시간이 수리 계획보다 짧을 것으로 판정된 경우 수리가 완료될 때 까지 압력강하와 같은 임시조치를 한다.

2.1.4.5 내압시험 결과 대응 방법은 다음과 같다.

2.1.4.5.1 내압시험에 불합격한 결함은 즉시 수리 또는 교체한다.

2.1.4.5.2 내압시험에 따른 외부 및 내부 부식 위험요소에 대한 평가주기는 표 2.1.2.3.2에 따른다.

2.1.4.5.3 응력부식균열에 대한 내압시험 결과 대응 및 완화 방법은 다음 표 2.1.4.5.3을 따른다.

표 2.1.4.5.3 응력부식균열 평가주기 선정자료

응력부식균열 파손 발생 이력이 없는 경우	응력부식균열 파손이 발생한 경우
(1) 기술적으로 타당한 주기의 내압(수압)시험 계획 수립 (2) SCC 위험평가와 완화조치 방법을 선정한 공학적 임계 평가	(1) 기술적으로 타당한 내압(수압)시험 프로그램 이행 (2) 문서화된 수압시험 주기의 기술적 타당성 검토
[비고] 조치 방법으로 상기 2가지 방법 중 하나를 선택	[비고] 조치 방법으로 상기 2가지 방법 모두 수행

2.1.4.6 직접평가 결과 대응 방법은 다음과 같다.

2.1.4.6.1 외부부식직접평가 결과 대응 방법 및 재평가 주기는 표 2.1.2.3.2에 따라 수행한다.

2.1.4.6.2 내부부식직접평가 대응 방법은 다음과 같다.

- (1) 내부부식직접평가 수행결과 전해질의 축적이 우려되는 지점으로 굴착검사가 필요한 부위에 대해 1년 이내에 검사 및 평가를 실시한다.
- (2) 그 이후의 재평가 주기는 그림 2.1.4.4.1에 따른다.

2.1.4.6.3 응력부식균열직접평가 대응 방법은 다음과 같다.

- (1) 응력부식균열직접평가 수행결과 응력부식균열 위험이 상대적으로 높은 구간으로 굴착검사가 필요한 부위에 대하여 1년 이내에 검사 및 평가를 실시한다.
- (2) 굴착검사 결과 배관 내 균열이 심각한 크기로 광범위하게 확인되는 경우 인라인검사 또는 내압시험(수압시험)을 실시한다.
- (3) 응력부식균열에 대한 재평가 주기는 그림 2.1.4.4.1 또는 부록 A3에 따른 건전성평가 주기를 따른다.

2.1.4.7 완화의 방법은 다음에 따른다.

- (1) 수리 : 건전성평가의 결과 및 조치대상 위험요소의 종류에 따라 적절한 수리 방법을 선택하고 적용한다.
- (2) 예방 : 예방을 통해 배관설비의 열화(deterioration)를 중지하거나 열화속도를 낮출 수 있는 경우에 적용한다.
- (3) 각 위험요소에 따른 수리 및 예방 방법은 표 2.1.4.7에 따라 선정할 수 있다.

표 2.1.4.7 위험요소에 따른 수리 및 예방 방법

예방, 탐지 및 수리 방법	타공사 손상			부식		부정확한 운전	기후	외력	환경
	외력손상	기준손상	고의파손	외부부식	내부부식	부정확한 운전	폭우 또는 홍수	지반이동	응력부식 균열
예방 및 탐지									
항공순찰	○	○	○	-	-	-	○	○	-
도보순찰 또는 차량순찰	○	○	○	○	-	-	○	○	-
육안 및 기계적 검사	-	-	-	-	-	-	-	-	-
굴착공사정보제공시스템	○	○	○	-	-	-	-	-	-
내부 평가	-	-	-	-	-	○	-	-	-
순찰자 및 운전자 교육	○	-	-	-	-	○	-	-	-
운전 또는 유지관리 절차서	○	○	○	○	○	○	○	○	○
배관표시 관리	○	○	-	-	-	-	-	-	-
외력외부 보호	○	○	○	-	-	-	○	○	-

전기방식 모니터링 및 유지	-	-	-	○	-	-	-	-	○
누출 시 비상방산체제	-	○	○	○	○	-	-	-	-
지오메트리 피그	-	-	-	-	-	-	○	○	-
외부응력감축	-	-	-	-	-	-	-	○	○
수리									
배관 부분이설	○	-	○	-	-	-	○	○	-
수리	-	○	-	○	○	-	-	○	○
압력 강하	-	○		○	○	-	-	-	○
교체	-	○	○	○	○		○	○	○
공학적 임계 평가	-	-	-	○	○	-	-	-	-
그라운드 수리 및 공학적 임계 평가	-	○	○	-	-	-	-	-	○
육성용접	-	○	○	○	○	-	-	-	-
B형 슬리브 수리	-	○	○	○	○	-	-	-	○
A형 슬리브 수리	-	○	○	○	-	-	-	-	○
복합재료 슬리브	-	○	○	○	-	-	-	-	-
에폭시 충전 슬리브	-	○	○	○	-	-	-	○	-
기계적 누출 클램프	-	-	-	○	-	-	-	-	-
[비고] 1. ○ : 적용가능, - : 적용불가 2. 이 외에 신뢰할 수 있는 수리 및 예방방법을 선택하여 적용할 수 있다.									

2.1.4.8 모든 완화활동은 우선순위 및 계획에 따라 수행하되, 새로운 정보가 수집되면 우선순위 및 계획을 수정한다.

2.1.4.9 건전성관리계획에는 대응과 완화의 시기 및 방법에 관한 세부내용을 포함한다.

2.1.5 건전성관리계획의 보완

검사활동, 완화활동, 일상안전 및 유지관리활동 등에 따라 수집되는 데이터의 지속적인 통합작업과 주기적인 위험성평가 작업 등을 통하여 주기적으로 건전성관리계획을 수정·보완한다.

2.1.6 그 밖의 기준

이 기준 이외에 규범기반-건전성관리계획 기준은 부록 A를 따른다.

2.2 실적기반-건전성관리계획

2.2.1 규범기반-건전성관리계획의 수행으로 실적기반-건전성관리계획 수행에 필요한 데이터가 확보된 경우 실적기반-건전성관리계획을 수행할 수 있다.

2.2.1.1 실적기반-건전성관리 수행계획서의 건전성관리계획에는 다음 사항을 포함한다.

- (1) 상세한 위험성평가 방법
- (2) 각 특정배관구간에 적용 가능한 모든 데이터의 문서화
- (3) 다음에 따른 건전성평가 주기 및 완화 방법을 결정하는데 적용한 분석 방법의 문서화
 - (3-1) 규범기반-건전성관리 수행계획과는 다른 건전성평가 주기를 적용할 수 있다.
 - (3-2) 규범기반-건전성관리 수행계획과는 다른 수리 방법 및 다른 예방 방법을 선택할 수 있다.
- (4) 규범기반-건전성관리 수행계획에서 요구하는 데이터 요소는 모두 포함하고 운전이력 정보, 건전성평가 결과, 대응 및 완화 등 건전성관리계획의 이행에 따른 축적된 자료가 확보되어야 한다.

2.2.1.2 실적기반-건전성관리 수행계획의 위험성평가

2.2.1.2.1 실적기반-건전성관리 수행계획에서 위험성평가 방법은 검사주기의 결정에 활용한다.

2.2.1.2.2 위험성평가 방법은 규범기반-건전성관리 수행계획보다 많은 데이터와 정밀한 분석이 필요하다.

2.2.1.2.3 위험성평가 결과는 완화 방법 및 예방 방법과 그 시행시기를 결정하는데 사용한다.

2.2.1.2.4 위험성평가 방법은 여러 검사, 시험 및 평가 데이터와 결과로 위험요인의 위험성을 확인하고 향후 변화경향을 예측할 수 있어야 한다.

2.2.1.3 실적기반-건전성관리 수행계획의 대응

2.2.1.3.1 일부 결함의 수리 또는 재평가 주기를 연장하기 위해서 공학적 임계 평가 방법을 적용한다.

2.2.1.3.2 공학적 임계 평가를 적용하는 경우 이상신호를 평가하고 현장특성을 반영한 결함성장 속도를 적용한다.

2.3 성능관리계획

2.3.1 건전성관리에 관한 다음 사항을 확인할 수 있도록 성능관리계획을 수립한다.

- (1) 수행계획서 목표의 달성 여부
- (2) 수행계획서를 통한 가스배관시설 건전성 및 안전성의 효과적 증진 여부

2.3.2 수행계획서의 효용성을 항상 유지할 수 있도록 건전성관리계획에 대한 평가는 매년 실시한다.

2.3.3 2.3.2의 평가를 위한 성능기준은 다음 기준에 따라 특정 지역에 대한 평가, 특정 위험요소에 대한 평가 및 수행계획서 전체에 대한 평가가 가능한 것이어야 한다.

2.3.3.1 성능기준은 표 2.3.3.1에 따른다.

표 2.3.3.1 성능기준

위험요소	규범기반-건전성관리 수행계획에 관한 성능기준
(1) 외부부식	(1-1) 외부부식으로 인한 내압시험 불합격 횟수 (1-2) 인라인검사 결과에 따라 수행한 수리 횟수 (1-3) 직접평가 결과에 따라 수행한 수리 횟수 (1-4) 외부부식으로 인한 누출 횟수
(2) 내부부식	(2-1) 내부부식으로 인한 내압시험 불합격 횟수 (2-2) 인라인검사 결과에 따라 수행한 수리 횟수 (2-3) 직접평가 결과에 따라 수행한 수리 횟수 (2-4) 내부부식으로 인한 누출 횟수
(3) 응력부식균열	(3-1) 응력부식균열로 인한 사용 중 누출 횟수 (3-2) 응력부식균열로 인한 교체수리 횟수 (3-3) 응력부식균열로 인한 수압시험 불합격 횟수
(4) 타공사 손상	(4-1) 타공사로 인한 누출 또는 파손 횟수 (4-2) 이전에 손상된 배관에 의한 누출 또는 파손 횟수 (4-3) 고의에 의한 누출 또는 파손 횟수 (4-4) 타공사로 인한 손상을 누출 또는 파손 이전에 수리한 횟수
(5) 부정확한 운전	(5-1) 부정확한 운전으로 인한 누출 또는 파손 횟수 (5-2) 내부 평가 및 점검 수행 횟수 (5-3) 내부 평가 및 점검에 따른 심각 등급의 결함 발견 횟수
(6) 기후 및 외력	(6-1) 기후 또는 외력에 의한 누출 횟수 (6-2) 기후 또는 외력에 의한 수리, 교체 또는 재배치 횟수

2.3.3.2 건전성관리 수행계획의 적용을 받는 대상 배관구간과 다른 배관구간을 비교하여 성능을 분석한다.

2.3.3.3 성능기준과 관련된 성능측정 결과는 문서화한다.

2.3.4 성능척도

2.3.4.1 2.3.2의 평가를 위한 성능척도는 공정 또는 활동 척도, 운영 척도 및 직접적 건전성 척도로 구분한다.

2.3.4.2 안전성 증진과 건전성관리의 효과를 보여주는 성능척도는 건전성관리의 효과를 보여주는 것으로서 성능척도가 유효하게 유지되도록 변경사항을 감시해야 한다.

2.3.4.3 성능척도는 표 2.3.4.3에 따라 후속척도와 선행척도로 분류한다.

표 2.3.4.3 성능척도

척도의 구분	후속척도	선행척도	비 고
(1) 공정 또는 활동 척도	(1-1) 굴착 개소 당 발견된 배관 손상 건수	(1-2) 굴착 요청 통보 건수, 순찰 탐지 건수	예방 또는 완화 활동 평가
(2) 운영 척도	(2-1) 인라인검사서에서 발견된 주요 부식 이상신호 개수	(2-2) 새로 설치한 정류기 수 및 그라운드 베드(ground bed) 수, 음극방식소요전류 변화, 근접간격전위조사에 의한 방식전위 취약지점 건수	건전성관리 수행계획에 대한 시스템 반응여부 확인
(3) 직접적 건전성 척도	(3-1) 건전성관리수행 후 1 km 당 발견된 누출 건수	(3-2) 1 km 당 누출 건수의 변화	-

2.3.5 성능측정의 결과에 따라 건전성관리의 효과성을 높이기 위하여 필요한 경우에는 수행계획서를 변경한다.

2.3.6 내부평가

2.3.6.1 사업자는 건전성관리 수행계획의 유효성을 입증하고, 문서화된 계획에 따라 건전성을 관리하고 있다는 것을 확인하기 위하여 정기적으로 내부평가를 시행한다.

2.3.6.2 내부평가 시행에서 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

- (1) 문서화된 기본수행계획서와 세부수행계획서 구비여부
- (2) 문서화된 건전성관리계획의 절차서 및 업무분장의 업데이트의 적합성 여부
- (3) 건전성관리계획에 따라 모든 활동이 수행되고 있는지 여부
- (4) 담당자가 필요한 자료를 활용할 수 있는지 여부
- (5) 규정에 따른 담당자 요건 충족 여부
- (6) 건전성관리 수행계획이 문서화되어 있는 요구조건에 부합하는지 여부
- (7) 요구되는 활동의 문서화 여부
- (8) 조치 사항 또는 부적합 사항은 적시에 조치되고 있는지 여부
- (9) 적용된 위험성 기준이 검토되고 문서화되고 있는지 여부
- (10) 예방, 완화 및 수리의 기준이 적합하게 수립되어 있고, 문서화되어 있는지 여부

2.3.6.3 건전성관리 수행계획의 특정 성능기준으로부터 도출된 데이터, 비교에 의한 성능분석 결과 및 내부평가의 결과를 건전성관리 수행계획의 효과적인 평가를 위해 활용한다.

2.3.7 성능향상

2.3.7.1 성능측정의 결과를 건전성관리 수행계획 수정에 활용한다.

2.3.7.2 성능측정 결과, 내부평가 및 이행확인 결과를 분석하여 변경 및 개선 권고사항을 도출한다.

2.3.7.3 사업자는 건전성관리 수행계획에 대한 성능측정 결과, 권장사항 및 그에 따른 변경사항을 문서화한다.

2.4 정보공유계획

2.4.1 일반사항

2.4.1.1 사내 종사자, 정부 관계자에 대하여 건전성관리를 위한 노력과 그 결과에 관한 정보제공이 가능하도록, 정보공유계획을 수립한다.

2.4.1.2 정보공유계획에 따른 정보는 일상적으로 전달하거나 필요할 때마다 전달할 수 있으며, 회사나 정부의 홈페이지를 이용하여 전달하는 것도 가능하다.

2.4.2 대외 정보공유

대외 정보공유 항목은 다음과 같다.

- (1) 회사명, 위치 및 연락 방법에 관한 정보
- (2) 위치정보 및 지도를 구할 수 있는 곳에 관한 정보
- (3) 가스의 종류
- (4) 누출발생 시 인지 방법, 연락 방법 및 대응 방법
- (5) 연락 가능한 일상전화 번호 및 긴급전화 번호
- (6) 사업자가 수행한 예방조치, 건전성 확보 수단 및 긴급대응 방법에 관한 사항과 건전성관리계획의 주요내용을 확인할 수 있는 방법에 관한 정보
- (7) 굴착공사신고 전화번호, 굴착공사신고센터 요구사항 및 손상 발생 시 연락처 등 손상 예방을 위한 정보
- (8) 기타 가스배관시설 건전성관리를 위하여 공유가 필요한 정보

2.4.3 대내 정보공유

2.4.3.1 경영진과 그 밖에 관련 직원은 건전성관리 수행계획을 이해하고 지원한다.

2.4.3.2 성능측정 결과의 정기적 검토 및 결과를 반영한 건전성관리 수행계획 수정 등의 자료를 공유해야 한다.

2.5 변경관리계획

2.5.1 변경관리란 기술적, 물리적, 절차적 및 조직적 관점에서 영구적인 또는 일시적인 변경을 관리하는 것을 말하며, 변경이 가스배관시설의 건전성에 미치는 영향을 식별하고 대처할 수 있도록 변경관리계획을 수립한다.

2.5.2 중요한 변경뿐만 아니라 사소한 변경도 모두 수용할 수 있도록 변경관리계획을 수립한다.

2.5.3 변경관리범위에는 다음 사항을 포함한다.

- (1) 변경의 이유
- (2) 변경의 승인 권한
- (3) 변경영향의 분석
- (4) 필요한 작업허가의 취득
- (5) 문서화
- (6) 이해당사자들과 변경에 관한 정보교환
- (7) 시간적 제약
- (8) 관계자의 자격요건

2.5.4 가스배관시설에 변경이 발생하거나 새로운 데이터 또는 수정된 데이터를 사용할 수 있게 되는 경우 건전성관리공정의 실용성과 효과성이 유지되도록 변경관리를 한다.

2.6 품질관리계획

2.6.1 품질관리란 “수행계획서의 모든 조건을 잘 준수하고 있다는 것을 문서로 입증하는 것” 을 말하며, 문서화, 이행 및 유지관리에 관한 내용이 포함되도록 품질관리계획을 수립한다.

2.6.2 품질관리계획에는 다음 사항을 포함한다.

- (1) 위험성평가, 건전성관리계획, 건전성관리보고서 및 데이터 등을 포함하는 문서화 대상
- (2) 품질관리의 책임과 권한에 관한 명확한 정의
- (3) 건전성관리와 품질관리의 결과에 대한 정기적 검토 및 개선권고사항 제시
- (4) 건전성관리 및 품질관리에 종사하는 자의 자격
- (5) 건전성관리가 건전성관리계획 및 문서에 따라 수행되고 있는지에 관한 모니터링 방법
- (6) 건전성관리 및 품질관리에 대한 정기적 내부 또는 외부 평가 방법

3. 기본수행계획서 제출 및 검토 기준

3.1 기본수행계획서 제출 기준

기본수행계획서는 다음의 해에 한국가스안전공사의 의견서를 첨부하여 산업통상자원부장관에게 제출한다.

- (1) 2018년
- (2) (1)의 해부터 매 5년이 되는 해

3.2 기본수행계획서 검토 기준

한국가스안전공사는 3.1에 따른 의견서를 작성하는 경우 기본수행계획서와 관련하여 다음의 기준에 적합한지 여부에 대해 검토한다.

- (1) 기본수행계획서가 2.1부터 2.6에 따른 기준에 적합하게 작성되었는지 여부
- (2) 기본수행계획서의 구축 및 운영에 관한 사항을 사내 규정으로 운영하고 있는지 여부
- (3) 기본수행계획서의 실행을 위한 전산시스템을 구축·운영하고 있는지 여부
- (4) 검사요원, 운전요원 및 유지관리요원이 참여하는 건전성관리조직을 운영하고 있는지 여부
- (5) 건전성관리조직 구성원의 자격 및 역할이 포함된 업무분장기준을 보유·시행하고 있는지 여부

4. 세부수행계획서 제출 및 이행 결과 확인 기준

4.1 세부수행계획서 제출 기준

세부수행계획서는 다음의 해에 산업통상자원부장관에게 제출한다.

- (1) 가스배관시설이 최초로 시공감리증명서를 받은 날이 속한 해부터 15년이 되는 해
- (2) 3.1(2)에 해당하는 해

4.2 세부수행계획서 이행 결과 확인 기준

4.2.1 건전성관리를 수행하는 사업자는 세부수행계획서의 이행 결과를 4.1(1)에 따른 해부터 매 5년이 되는 해에 그 이행 결과를 산업통상자원부장관에게 보고한다.

4.2.2 건전성관리를 수행하는 사업자는 세부수행계획서의 이행 결과에 대하여 한국가스안전공사에게 4.1(1)에 따른 해부터 매 5년이 되는 해에 확인을 받아야 한다. 다만, 이행 결과 확인업무의 효율적 수행을 위하여 필요한 경우 사업자와 한국가스안전공사가 협의하여 그 시기를 조절할 수 있다.

4.2.3 4.2.2에 따른 이행 결과 확인을 받으려는 자는 확인을 받으려는 해의 1월 31일까지 이행 결과 확인신청서에 세부수행계획서를 첨부하여 한국가스안전공사에 제출한다.

4.2.4 한국가스안전공사는 이행 결과 확인이 끝난 날부터 30일 이내에 그 결과를 산업통상자원부장관에 게 보고하고, 이행 결과 확인을 받은 자에게 통보한다.

4.2.5 세부수행계획서의 이행 결과 확인은 다음 사항에 대하여 실시한다.

- (1) 세부수행계획서가 기본수행계획서의 건전성관리계획에 적합하게 작성되었는지 여부와 세부수행계획서의 적정 이행 여부
- (2) 성능관리계획, 정보공유계획, 변경관리계획 및 품질관리계획의 적정 이행 여부

4.2.6 세부수행계획서의 이행 확인 결과는 세부수행계획서의 건전성관리 적용수준과 세부수행계획서의 적정 이행 수준에 따라 다음 표 4.2.6과 같이 4개 등급으로 구분한다.

표 4.2.6 이행 확인 결과 등급

이행 등급	이행 등급 기준
우수	(1) 내부평가결과 우수, 이행확인 결과 우수 (2) 수행계획서에 따른 문서관리 및 현장 수행사항 모두 달성 (3) 해당구간 위험요소의 성능기준에 대한 지속적인 개선
양호	(1) 내부평가결과 우수, 이행확인 결과 우수 (2) 수행계획서에 따른 문서관리 및 현장 수행사항 모두 달성
보통	(1) 수행계획서에 따른 건전성평가 및 이상신호의 즉시조치·계획조치에 대한 적정 이행 완료 (2) 이행 결과 문서화 미흡
미흡	(1) 건전성평가 미실시 또는 즉시조치·계획조치 대상의 계획기간 내 미완료 (2) 수행계획서에 따른 이행사항 미실시 (3) 건전성관리 수행계획서에 따른 건전성관리 이후 사고 발생
[비고] 1.우수 ~ 보통의 이행등급 기준은 모든 기준을 충족할 경우 해당 이행 등급을 부여한다. 2.미흡의 이행등급 기준은 하나라도 해당될 경우 미흡의 이행등급을 부여한다.	

5. 그 밖에 필요한 사항

그 밖에 건전성관리 수행계획서 작성·검토 및 이행 결과 확인에 관하여 필요한 사항은 한국가스안전공사 사장이 정하는 바에 따른다.

부록 A 위험요소별 규범기반-건전성관리계획 기준

A1. 외부부식 위험요소

A1.1 적용범위

외부부식의 위험요소, 건전성평가 방법 및 완화 방법을 포함하는 건전성관리계획에 관하여 규정한다.

A1.2 사업자는 각 대상배관구간에 대하여 다음의 데이터를 수집하고 관리한다.

- (1) 준공연도
- (2) 피복 종류
- (3) 적절한 전기방식 운영기간(연수)
- (4) 부적절한 전기방식 운영기간(연수)
- (5) 토양, 되메움재
- (6) 확인된 미생물학적 부식여부
- (7) 누출 이력
- (8) 배관 직경 및 배관두께
- (9) 배관재료의 최소항복강도 대비 최고사용압력에 따른 후프응력 수준(최소항복강도 대비 후프응력(%))

A1.3 건전성평가

사업자는 배관의 결함을 탐측할 수 있는 인라인검사, 내압시험 또는 외부부식직접평가 등 3가지 방법 중 하나를 선택하고 KGS GC255 2.1.3에 따라 건전성평가를 수행한다.

A1.4 대응 및 완화

A1.4.1 건전성평가 결과에 대한 대응 방법은 KGS GC255 2.1.4를 따른다.

A1.4.2 수리의 방법 및 예방의 방법은 KGS GC255 표 2.1.4.7에 따라 선택한다.

A1.5 성능기준

건전성관리 수행계획의 효율성과 건전성평가 주기의 타당성을 확보할 수 있도록 외부부식 위험요소에 관한 다음의 성능기준을 문서화한다.

- (1) 외부부식에 기인하는 내압시험 불합격 횟수

- (2) 인라인검사 결과에 따른 즉시수리 및 계획수리 횟수
- (3) 직접평가 결과에 따른 즉시수리 및 계획수리 횟수
- (4) 외부부식으로 인한 누출 횟수

A2. 내부부식 위험요소

A2.1 적용범위

A2.1.1 내부부식의 위험요소, 건전성평가 방법 및 완화 방법을 포함하는 건전성관리계획에 대하여 규정한다.

A2.1.2 운영 중 물 또는 그 밖에 전해질이 있는 배관구간으로 가스품질검사 시 수분의 응축조건이 확인되는 경우 내부부식에 대한 건전성평가를 수행한다.

A2.2 사업자는 각 대상배관구간에 대하여 다음의 데이터를 수집하고 관리한다.

- (1) 설치 연도
- (2) 기존의 배관검사보고서 또는 수리보고서
- (3) 누출 이력
- (4) 배관직경 및 배관두께
- (5) 기체, 액체 및 고체 분석 (특히 황화수소, 이산화탄소, 산소, 물 및 염소)
- (6) 박테리아 배양 시험 결과
- (7) 부식 탐지 장치 (시편(coupon), 부식감시장치 등)
- (8) 운전 변수 (특히 압력, 유속, 비유동 기간)
- (9) 배관재료의 최소항복강도 대비 최고사용압력에 따른 후프응력 수준(최소항복강도 대비 후프응력(%))

A2.3 건전성평가

사업자는 배관의 결함을 탐측할 수 있는 인라인검사, 내압시험 또는 내부부식직접평가(ICDA) 등 3가지 방법 중 하나를 선택하여 건전성평가를 수행한다.

A2.4 대응 및 완화

내부부식위험요소에 대한 건전성 평가 후 대응 및 완화조치는 KGS GC255 2.1.4를 따른다.

A2.5 성능기준

건전성관리 수행계획의 효율성과 건전성평가주기의 타당성을 확보할 수 있도록 내부부식 위험요소에 관한 다음의 성능기준을 문서화한다.

- (1) 내부부식에 기인하는 내압시험 불합격 횟수
- (2) 인라인검사 결과에 즉시수리 및 계획수리 횟수
- (3) 직접평가 결과에 따른 즉시수리 및 계획수리 횟수
- (4) 내부부식으로 인한 누출 횟수

A3. 응력부식균열 위험요소

A3.1 적용범위

응력부식균열의 위험요소, 건전성평가 방법 및 완화 방법을 포함하는 건전성관리계획에 대하여 규정한다.

A3.2 사업자는 각 대상배관구간에 대하여 다음의 데이터를 수집하고 관리한다.

- (1) 배관 설치 후 경과 연수
- (2) 배관재료의 최소항복강도 대비 최고사용압력에 따른 후프응력 수준(최소항복강도 대비 후프응력(%))
- (3) 운전 온도
- (4) 승압관리소부터 특정배관구간까지의 거리
- (5) 피복 종류
- (6) 이전 내압시험 정보

A3.3 평가 기준

A3.3.1 응력부식균열 위험요소 발생 가능성

배관구간이 다음 모두에 해당하는 경우 응력부식균열 관련 위험요소 발생 가능성을 평가한다.

- (1) 운전 스트레스 수준 > 최소항복강도의 60%
- (2) 배관 설치 후 경과 연수 > 10년

A3.3.2 그 밖의 사항

- (1) 응력부식균열에 의하여 사고가 1건 이상 발생한 경우 또는 내압시험에서 파열이나 누출이 발생한 경우 그 배관구간에 대해 응력부식균열 위험요소에 대한 평가를 시행한다.
- (2) 응력부식균열 위험요소는 발생 가능성과 운영조건을 비교하는 방법에 의하여 평가한다.
- (3) 특정배관구간에 응력부식균열 이력이 있는 경우 그 배관구간은 응력부식균열 발생 위험성이

있는 것으로 판단한다.

A3.4 건전성평가 방법으로는 내압시험, 인라인검사 및 응력부식균열직접평가(SCCDA)가 있다.

A3.4.1 건전성평가

- (1) 응력부식균열 발생 가능 조건에 해당하는 경우 문서화된 검사계획, 시험계획 및 평가계획을 수립한다.
- (2) 응력부식균열로 인한 사용 중 누출이나 파열 이력이 있는 배관구간의 경우에는 해당 특정배관구간에 대하여 12개월 이내에 문서화된 내압시험계획을 수립하고 내압시험을 실시한다.
- (3) 응력부식균열의 위험성을 내포하고 있는 특정배관구간에 대한 검사, 대응 및 완화의 방법은 표 A3.4.1①과 표 A3.4.1②에 따른다.
- (4) 응력부식균열 이상신호의 심각정도는 표 A3.4.1①을 따른다.

표 A3.4.1① 응력부식균열(SCC)의 심각도 기준

구분	균열의 심각도	재평가 주기
0	균열의 깊이가 배관두께의 10 % 미만인 경우 또는 51 mm 이하의 균열길이와 균열의 깊이가 배관두께의 30 % 미만인 경우	15년 이하
1	예상파손압력이 SMYS의 110 % 초과인 경우	10년 이하
2	예상파손압력이 MAOP의 125 % 초과 SMYS의 110 % 이하인 경우	5년 이하
3	예상파손압력이 MAOP의 110 % 초과 125 % 이하인 경우	2년 이하
4	예상파손압력이 MAOP의 110 % 이하인 경우	1년 이하

[비고] 응력부식균열에 대한 예상파손압력은 검증된 공학적 파괴역학기법에 의하여 산출한다.

표 A3.4.1② 굴착 중 응력부식균열(SCC) 발견 시의 조치

균열의 심각도	대응 방안
SCC 없음 또는 구분 0	- 적절한 SCCDA 일정 수립. SCC를 위한 1회 굴착으로 충분
구분 1	- 추가적으로 2개 지점 이상을 굴착 - 가장 큰 결함이 구분 1인 경우 다음 평가는 3년 내에 수행 - 가장 큰 결함이 구분 2, 3 또는 4인 경우 해당 구분에 맞게 대응
구분 2	- 수압시험, 인라인검사 또는 MPI가 완료될 때까지 일시적 압력 강하 고려 - 수압시험, 인라인검사, 100 % MPI 시험 또는 이와 동등한 검사를 2년 이내에 수행하여 그 특정배관구간을 평가. 추가적인 평가의 유형과 시기는 수압시험, 인라인검사 또는 MPI 결과에 따라 달라진다.
구분 3	- 즉각적인 감압 및 다음 중 하나의 방법에 의한 그 특정배관구간 평가 (1) 수압시험 (2) 인라인검사 (3) 100 % MPI 또는 이와 동등한 시험

균열의 심각도	대응 방안
구분 4	<ul style="list-style-type: none"> - 즉각적인 감압 및 다음 중 하나의 방법에 의한 그 특정배관구간 평가 (1) 수압시험 (2) 인라인검사 (3) 100 % MPI 또는 이와 동등한 시험

A3.4.2 굴착검사 및 평가 방법

- (1) 응력부식균열에 민감한 배관구간에 대하여, 건전성 확인 굴착을 시행하는 경우 피복박리 또는 코팅손상에 따른 배관부위에 대해서는 자분탐상검사 또는 이와 동등한 비파괴시험검사를 실시한다.
- (2) 응력부식균열의 이력이 있는 배관은 타공사 등으로 배관이 노출될 경우 자분탐상검사를 실시한다.
- (3) 문서화된 절차에 따라 응력부식균열 검사활동을 수행하고, SCC 평가는 표 A3.4.1①과 표 A3.4.1②에 따른다.
- (4) 위험요소를 평가하기 위하여 공학적 임계 평가를 수행할 수 있다.

A3.4.3 응력부식균열 검사를 위한 수압시험의 기준은 다음과 같다.

- (1) 수압시험에 따른 후프응력(%)은 최소항복강도의 100 % 이상
- (2) 시험압력을 10분 이상 유지할 것
- (3) 배관설비에 가스를 재공급할 때, FID 등의 장비에 의하여 누출시험을 실시할 것
- (4) 수압시험 결과 응력부식균열에 의한 누출 또는 파열의 발생여부에 따른 완화조치는 KGS GC255 표 2.1.4.5.3에 따른다.

A3.4.4 응력부식균열 검사를 위한 인라인검사

- (1) 인라인검사에 의하여 식별된 응력부식균열 이상신호에 대응하는 방법은 다음과 같다.
 - (1-1) 응력부식균열(SCC) 검출에 인라인검사를 활용하는 경우 사업자는 적절한 평가계획, 대응계획 및 수리계획을 수립한다.
 - (1-2) 굴착시험 및 평가 결과 즉시 수리나 교체가 필요한 것으로 나타난 결함에 대하여는 수리 또는 교체 조치를 취하거나 수리 또는 교체가 완료될 때까지 운전압력을 낮춘다.
- (2) 모든 대상배관구간에 대한 검사를 완료한 경우로서, 인라인검사에 의한 재평가 주기의 설정 시에는 표 A3.4.1① 을 적용한다.

A3.4.5 응력부식균열직접평가(SCCDA)

- (1) 응력부식균열직접평가는 특정배관구간에 대하여 응력부식균열 존재여부와 심각도를 평가하기 위한 절차 및 방법이다.
- (2) 응력부식균열직접평가는 유사한 운전 특성과 유사한 물리적 환경을 가진 배관에 대하여 데이터를 수집하고 분석하여 선택된 배관구간내의 배관연결부를 자분탐상검사 또는 이와 동등 이상의 기술에 의하여 수행한다.
- (3) 응력부식균열직접평가를 위해서는 응력부식균열 건전성평가를 수행할 수 있는 적절한 굴착 위치 선정에 관한 지침이 필요하다.

A3.5 성능기준

건전성관리 수행계획의 효율성과 건전성평가 주기의 타당성을 확보할 수 있도록 응력부식균열 위험요소에 관한 다음의 성과척도를 문서화한다.

- (1) 응력부식균열에 기인하는 사용 중 누출 및 파손 횟수
- (2) 응력부식균열에 기인하는 수리 또는 교체 횟수
- (3) 응력부식균열에 기인하는 수압시험 불합격 횟수

A4. 타공사 손상 위험요소**A4.1 적용범위**

타공사 손상 관련 위험요소, 건전성평가 방법 및 완화 방법을 포함하는 건전성관리계획에 대하여 규정한다.

A4.2 각 특정배관구간에 대하여 다음에서 규정하는 데이터를 수집하고, 건전성평가를 수행한다.

- (1) 고의에 의한 사고
- (2) 충격을 받은 부분에 대한 배관 검사보고서
- (3) 즉각적 손상에 따른 누출 보고서
- (4) 이전의 손상을 포함하는 사고
- (5) 배관 상부에 있는 텐트 및 가우지에 관한 인라인검사 결과
- (6) 굴착공사 신고
- (7) 이격거리 미유지 타시설물

A4.3 건전성평가

A4.3.1 순찰과 누출조사 업무로 타공사 손상을 확인할 수 있다.

A4.3.2 인라인검사 같은 이전의 검사에 의하여 결함이 발견된 경우에는 굴착공사 신고 등에 나타난 굴착활동 관련 여부를 조사한다.

A4.3.3 타공사손상 및 기계적 손상 위험요소를 파악하기 위한 검사장비는 다음과 같다.

- (1) 두께감소측정을 위한 인라인검사장비
- (2) 캘리퍼 피그
- (3) 지오메트리 피그

A4.4 대응 및 완화

- (1) 타공사 손상에 대한 완화조치는 검사 등으로 발견된 손상의 수리 또는 예방활동으로 수행한다.
- (2) 사업자는 타공사 손상 예방 프로그램을 이행함으로써 타공사 손상을 방지한다.
- (3) 타공사 손상 예방계획 수립 등 추가적인 예방활동은 KGS GC255 표 2.1.4.7을 따른다.

A4.5 성능기준

건전성관리 수행계획의 효율성을 확보하고 검사주기의 타당성을 확인할 수 있도록 타공사 관련 위험요소에 관한 다음의 성능기준을 문서화한다.

- (1) 타공사 손상으로 인한 누출 또는 파손의 횟수
- (2) 이전에 손상된 배관으로 인한 누출 또는 파손의 횟수
- (3) 고의 사고로 인한 누출 또는 파손의 횟수
- (4) 누출 또는 파손 발생 전에 타공사 손상으로 인하여 수행한 수리 횟수

A5. 부정확한 운전 관련 위험요소**A5.1 적용범위**

부정확한 운전 관련 위험요소, 건전성평가 방법 및 완화 방법을 포함하는 건전성관리계획에 대하여 규정한다.

A5.2 대상배관구간에 대하여 다음에서 규정하는 데이터를 수집하고 평가한다.

- (1) 계통운영절차 검토 정보
- (2) 부정확한 운전으로 인한 파손사례

A5.3 평가 기준

A5.3.1 운전이 절차서에 따라 정확히 수행되는 것이 데이터 또는 문서로 확인되는 경우에는 추가적인 건전성평가를 하지 아니한다.

A5.3.2 운전이 절차서에 따라 수행되는지 데이터 또는 문서로 주기적으로 평가한다.

A5.3.3 특정배관구간에 변경이 발생한 경우에는 절차서의 개정 및 담당자에 대한 추가교육이 필요하다.

A5.4 대응 및 완화

- (1) 부정확한 운전 관련 위험요소에 대한 완화의 방법은 KGS GC255 표 2.1.4.7에 따라 선정한다.
- (2) 사업자는 절차서가 업데이트 된 것이고, 담당자가 절차서를 준수하고 있는지 확인한다.
- (2) 내부 전문가 또는 제3자 전문가에 의한 내부 조사 또는 내부 평가 프로그램을 시행한다.

A5.5 성능기준

건전성관리 수행계획의 효율성을 확보하고 검사주기의 타당성을 확인할 수 있도록 부정확한 운전 관련 위험요소에 관한 다음의 성능척도를 문서화한다.

- (1) 부정확한 운전으로 인한 누출 또는 파손 횟수
- (2) 내부 평가 또는 조사를 수행한 횟수
- (3) 내부 평가 또는 조사에 따른 지적 또는 절차서 변경 횟수

A6. 기후 및 외력 관련 위험요소**A6.1 적용범위**

기후 관련 및 외력 관련 위험요소, 건전성평가 방법 및 완화 방법을 포함하는 건전성관리계획에 대하여 규정한다.

A6.2 각 특정배관구간에 대하여 다음에서 규정하는 최소 데이터 집합을 수집하고 검토를 마친 후 건전성평가를 수행하며, 데이터는 건전성평가를 통하여 수집되기도 하고, 상태의 규명과 같은 특수한 활동을 통하여 수집되기도 한다.

- (1) 용접 방법
- (2) 지형 및 토양 조건
- (3) 지진발생 이력
- (4) 동결 심도
- (5) 설치 연도
- (6) 배관 등급, 직경 및 두께

A6.3 평가 기준

A6.3.1 배관은 다음의 위치에 매설된 경우 기후 및 외력과 관련된 위험을 관리한다.

- (1) 산사태 또는 도로유실로 인한 배관손상이 발생된 구간
- (2) 물 또는 강의 하상 이동으로 인한 배관손상이 발생된 구간

- (3) 토양 또는 지반침하로 인한 배관손상이 발생된 구간
- (4) 배관이 동결심도보다 높은 위치에 매설된 위치
- (5) 지진발생 지역내 손상이 발생된 구간
- (6) 지반 가속도가 0.2g 초과한 이력이 있는 배관구간

A6.3.2 배관의 위치가 A6.3.1에 해당하는 경우에는 위험요소를 평가한다.

A6.4 건전성평가

기후 관련 및 외력 관련 위험요소의 경우, 건전성평가는 일반적으로 운영 및 수리(O&M) 절차서에 따른다.

A6.5 대응 및 완화

기후 및 외력에 관한 위험요소에 대한 완화의 방법은 KGS GC255 표 2.1.4.7에 따라 선정한다.

A6.6 평가주기

기후 및 외력 관련 위험요소로 배관의 손상이 발생한 이력이 있는 배관구간은 다음 인라인검사 시 배관의 손상유무를 확인하여 평가한다.

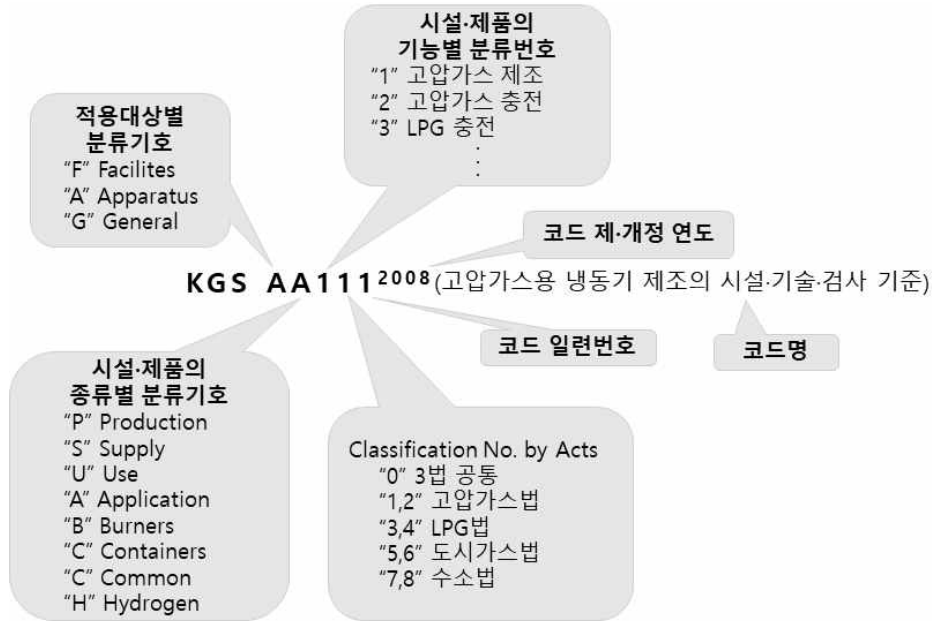
A6.7 성능기준

건전성관리 수행계획의 효율성을 확보하고 검사주기의 타당성을 확인할 수 있도록 기후 및 외력 관련 위험요소에 관한 다음의 성능기준을 문서화한다.

- (1) 기후 또는 외력 관련 위험요소에 기인하는 누출의 횟수
- (2) 기후 또는 외력 관련 위험요소에 기인하는 수리, 교체 또는 이설작업 횟수

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)	공통 (C) (Common)	수소 연료 사용시설
		수전해장치류	2		기본사항			1
		연료전지	3		공통사항		2	

