

KPSKPSKPSKPS
PSKPSKPSKPS
SKPSKPSKPS
KPSKPSKPS
PSKPSKPS
SKPSKPS
KPSKPS
PSKPS
SKPS
KPS

SPS-KPS M 2009-0830

KPS

구조형 폴리에틸렌 하수도관

SPS-KPS M 2009-0830 : 2012

한국프라스틱공업협동조합연합회 표준화심의위원회 심의

1994년 10월 8일 제정

한국프라스틱공업협동조합연합회 발행

한국 플라스틱 표준

SPS-KPS M 2009-0830 : 2012

제정 1994. 10. 8

개정 2012. 3. 16



구조형 폴리에틸렌 하수도관

Structured Wall Polyethylene Sewer and Drainage Pipes

1. 적용범위

이 표준은 폴리에틸렌(PE)으로 성형된 구조형 하수도관에 대한 것으로, 관의 내면은 평활하고 외면은 요철(凹凸) 또는 평활한 모양을 가지는 구조형이고, 저압⁽¹⁾ 혹은 자연구배에 의한 흐름의 배수로, 하수로 및 농업용수로 등에 사용⁽²⁾되는 구조형 폴리에틸렌 하수도관(이하 관이라 한다)⁽³⁾에 대하여 적용한다.

주⁽¹⁾ 이 표준에서 저압이란 수두(水頭) 0.15 MPa 이하로 정의한다.

주⁽²⁾ 이 관을 매설 시공 시에는 표 5의 최소 공칭 원강성 값을 충분히 고려하여 시공하여야 한다.

주⁽³⁾ 금속재로 보강된 관은 제외한다.

2. 인용규격

다음에 나타내는 규격은 이 표준에 인용됨으로써 이 표준의 규정일부를 구성한다. 이러한 인용 규격은 그 최신판을 적용한다.

KS C 8455:2010 파상형 경질 폴리에틸렌 전선관

KS M ISO 161-1:2008 유체이송용 열가소성 플라스틱 배관 - 공칭외경 및 공칭압력- 제1부 : 미터법

KS M ISO 472:2006 플라스틱 - 용어

KS M ISO 1133:2007 플라스틱-열가소성 플라스틱의 용융질량흐름(MFR) 및 용융체적 흐름(MVR)의 측정

KS M ISO 1183:2006 플라스틱 - 비발포 플라스틱의 밀도 측정방법

KS M ISO 1872-2:2006 폴리에틸렌(PE) 성형 및 압출재료 제2부 : 시험편 제작 및 물성 측정

KS M ISO 3126:2008 플라스틱 배관계 - 플라스틱 배관 구성품 - 치수 측정

KS M ISO 3451-1:2007 플라스틱-회분 측정-제1부:통칙

KS M ISO 4065:2008 열가소성 플라스틱 관 - 관벽 두께

KS M ISO TR 9080:2008 플라스틱 배관계 - 외삽법에 의한 열가소성 플라스틱 관의 장기 내수압 강도 측정

- KS M ISO 9969:2008** 열가소성 플라스틱관 - 원강성의 측정
- KS M ISO TR 10837:2001** 가스 관 및 이음관용 폴리에틸렌의 열안정성 측정방법
- KS M ISO 11922-1:2003** 유체이송용 열가소성 플라스틱 관 - 치수 및 허용차
- ISO 161-1** Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids-Nominal outside diameters and nominal pressures-Part 1 : Metric series
- ISO 1133** Plastics-determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume flow rate(MVR) of thermoplastics
- ISO 3126** Polyethylene pipes-the measurements of dimensions specification
- ISO 3127** Thermoplastic pipes-Determination of resistance to external blows-Round-the-clock method
- ISO 3663** Polyethylene pipes fittings, metric series
- ISO 4059** Polyethylene pipes-Pressure drop in mechanical pipe-jointing systems-Method of test and requirements
- ISO 4065** Thermoplastics pipes-Universal wall thickness table
- ISO 4440-1** Thermoplastics pipes and fittings-Determination of melt mass flow rate-Part 1 : Test method
- ISO 4607** Plastics - Methods of exposure to natural weathering
- ISO 6259-1** Thermoplastics pipes-Determination of tensile properties-Part 1 : General test method
- ISO 6259-3** Thermoplastics pipes-Determination of tensile properties-Part 3 : Polyolefin pipes
- ISO 6964** Polyolefin pipes and fittings-Determination of carbon black content by calcination and pyrolysis-Test method and basic specification
- ISO 9080** Thermoplastics pipes for the transport of fluids-Method of extrapolation of hydrostatic stress rupture data to determine the long-term hydrostatic strength of thermoplastics pipe material
- ISO 9967:2004** Thermoplastic pipes - Determination of creep ratio
- ISO 9969:2004** Thermoplastic pipes - Determination of ring stiffness
- ISO 10837** Determination of the thermal stability of polyethylene(PE) for use in gas pipe and fittings
- ISO 11420** Method for the assessment of the degree of carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds
- ISO 11922-1** Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids-Dimension and tolerance Part 1 : Metric series.
- ISO 13761** Plastics pipes and fittings-pressure reduction factors for polyethylene pipeline system for use at temperatures above 20°C
- ISO 13949** Method for the assessment of the degree of pigment dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds

ISO 13968:2004 Plastics piping and ducting systems – Thermoplastics pipes–Determination of ring flexibility

ASTM D 638 Standard test method for tensile test of plastics

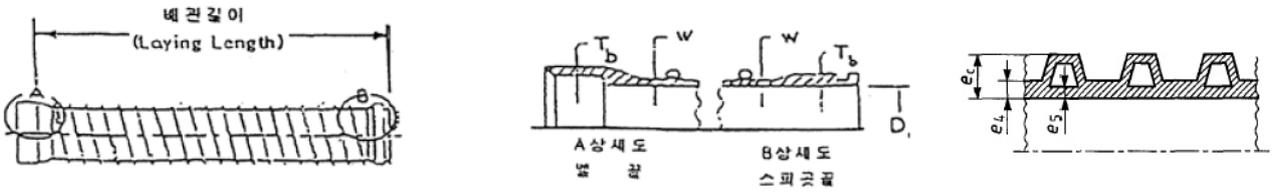
ASTM D 4065 Determining and reporting dynamic mechanical properties of plastics

ASTM F 2136 Standard test method for Notched, constant ligament–stress(NCLS) test to determine slow–crack–growth resistance of HDPE resins or HDPE corrugate pipe

3. 용어의 뜻

이 표준에서 사용하는 주된 용어는 다음과 같다.

- (1) 구조형관 (Structured wall pipe) : 관의 단면이 구조형으로 형성된 관으로 코러게이트관, 이중벽, 다중벽 및 충전벽관 등을 말한다.
- (2) 이중벽관 (DP : Double-wall Pipe) : 매끄러운 내외면을 제공하는 이중벽관을 말한다.
- (3) 다중벽관 (MP : Multi-wall Pipe) : 관의 단면이 2개 이상의 공간 층이 있는 관을 말한다.
- (4) 충전벽관 (FP : Filled-wall Pipe) : 관의 내면이 폴리에틸렌과 충전재의 복합체로 채워져 있는 관을 말한다.
- (5) 코러게이트관(CP : Corrugate Pipe) : 구조는 돌기(rib)또는 주름으로 된 바깥면을 가지는 관을 말한다.
- (6) 공칭 원강성 (SN : Nominal Ring Stiffness) : 관에 요구되는 원강성의 최소값을 반올림하여 나타난 원강성의 수치적 분류
- (7) 원강성 (RS : Ring Stiffness) : 관에 작용하는 수직 하중으로 인하여 관 안지름의 3 % 변형 시 관의 길이 당 평행판 하중을 관지름 변형 길이로 나눈 값이다.
- (8) 압출접합 (Extrusion Welding) : 두 개의 관 면 끝 사이에 폴리에틸렌 수지를 용융 압출하여 접합하는 방식이다.
- (9) 공칭 안지름 (IDn 또는 di : Nominal Inside Diameter) : 관지름에 대한 공통치수의 명칭
- (10) 관벽 두께 (H) : 프로파일과 접착수지층으로 이루어진 관의 축방향으로 형성된 관벽 단면의 전체두께
- (11) 최소관벽두께 (ti,min : minimum waterway thickness) : 물이 흐르는 내면 관벽으로부터 중공이나 충전층까지의 두께의 최소값
- (12) 최소요구강도 (MRS : Minimum Required Strength) : σ_{LCL} 값이 10 MPa 보다 작을 경우, ISO 3에 정의된 R 10 계열의 소수 이하를 버리고, σ_{LCL} 값이 10 MPa 보다 크거나 같을 경우, ISO 3에 정의된 R 20 계열에서 소수 이하를 버린 σ_{LCL} 값이며, MRS는 MPa 단위로써 관에 걸리는 원주 응력을 말함
- (13) 하한신뢰한계 (σ_{LCL} : Lower Confidence Limit) : 수온 20 °C의 내수압으로 50년 후의 시점에서 예측되는 장기 수압의 97.5 % 신뢰 한계 값이며 MPa 단위로 표시됨
- (14) 크리프비 (γ : Creep Ratio) : 시간 변수에 대한 관의 변형량의 비로 시간 '0'일 때의 관의 변형량과 일정시간 '2년' 또는 '50년'이 지났을 때의 관의 예상 변형량의 비
- (15) NCLS (Notched, Constant Ligament Stress) : PE 수지의 저속 균열 성장 저항성을 가속 환경 하에서 측정하는 시험

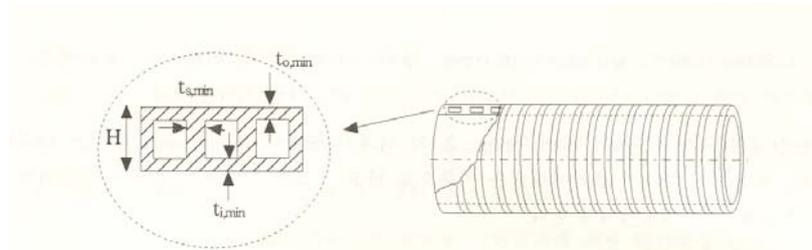


코러게이트관(CP)의 벨과 스피곳 끝

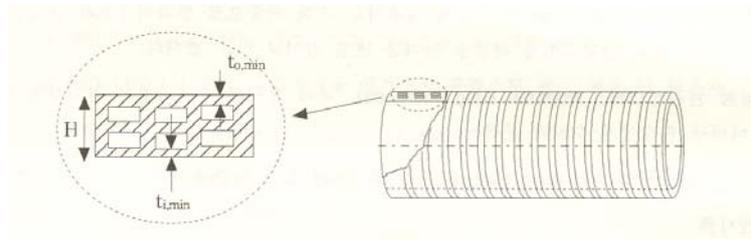
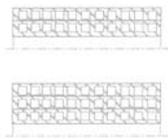
D_1 : 안지름

W : 물흐름속의 최소벽 두께

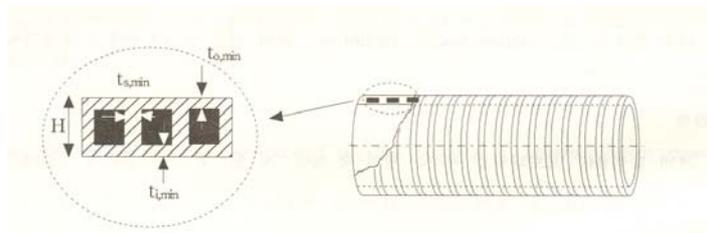
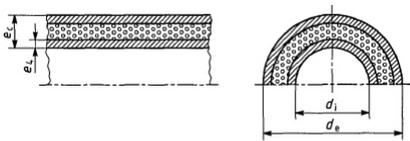
T_b : 벨 두께



이중벽관(DP)



다중벽관(MP)



충진벽관(FP)

그림-1 관의 유형

4. 연결 시스템의 종류

4.1 벨과 스피곳-가스켓 유형

관 끝단의 스피곳(Spigot)과 부리(Bill) 사이에 압축된 가스켓을 이용하여 접합부의 수밀을 가진다.(그림-2 참조)

4.2 벨과 스피곳-압출용접 유형

관 끝단의 벨(bell)과 스피곳 사이에 폴리에틸렌 수지를 용융 압출하여 수밀을 가진다.(그림-2 참조)

4.3 열 용착

관 끝을 용착기를 사용하여 맞대기 열용착을 하여 수밀을 가진다.(그림-3 참조)

4.4 단순한 관말 압출접합

관 끝 부위에 V형 홈을 형성하고 폴리에틸렌 수지를 용융 압출하여 수밀을 가진다(그림-4 참조)

4.5 기 타

현장여건에 따라 환봉지지결합, 플렌지, 열수축시트 및 전기용착식시트 접합 등이 사용될 수 있으나 그 접합성이 검증되어야 한다.



가스켓 연결구조

그림-2 압출용접 유형

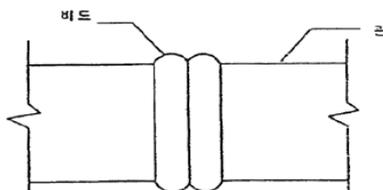


그림-3 열 용착

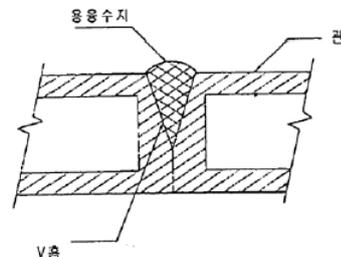


그림-4 압출 접합

5. 재료

5.1 기술 자료

원재료 공급업체는 표-1의 품질기준에 적합한 원재료를 공급하여야 하며, 원재료를 구매하는 당사자에게 품질을 보증할 수 있는 기술 자료를 제공하여야 한다.

5.2 원료의 특성

관이나 부속을 생산하는데 사용되는 재료는 폴리에틸렌 또는 에틸렌을 주체로 한 공중합체와 산화 방지제, 자외선 안정제, 안료 등을 투입한 폴리에틸렌으로 이루어진 컴파운드와 그에 상응하는 폴리에틸렌, 마스터배치 (MB) 및 첨가제를 이용하여도 되고, 표-1의 품질을 만족하여야 한다.

표-1 원료의 품질

시험 항목	단위	품질 기준	시험 조건	시험 방법
밀 도	g/cm ³	0.941 이상	23 °C	KS M ISO 1183
용융질량흐름지수 (MFR) ⁽¹⁾	g/10min	1.60 이하	190 °C, 5 kg	KS M ISO 1133
		0.40 이하	190 °C, 2.16 kg	
인장 강도	N/mm ²	20.0 이상	(50 ± 10) mm/min	KS M ISO 1872-2
파단 신장률	%	500 이상	(50 ± 10) mm/min	
카본블랙 함량(C/B) ⁽²⁾	wt. %	2.0 ~ 3.0	(800 ± 50) °C	ISO 6964
열안정성 (OIT)	분	20 이상	(200 ± 0.5) °C	KS M ISO TR 10837
최소요구강도(MRS)	MPa	8.0 이상	20 °C, 50년	KS M ISO TR 9080

주 (1) 충전벽의 경우 관벽을 구성하는 물질의 품질을 말한다.

주 (2) 카본블랙 함량은 컴파운드를 사용할 경우에 한한다.

5.3 재가공원료

본 표준에 사용할 수 있는 재가공원료는 사용된 적이 없는 관 또는 이음관, 또는 이들의 절단 및 후가공시 발생하는 분쇄물 등을 동일한 제조자가 재가공한 원료로서 표-1의 품질 기준을 만족하여야 한다.

또한 충전벽관의 충전층으로 사용되는 재료는 폴리에틸렌을 기본으로 하고 관벽 재질과 상용성이 있어야 한다.

6. 치 수

6.1 관의 치수

코러게이트관(CP)은 표-2를, 이중벽관(DP) 및 충전벽관(FP)은 표-3을, 다중벽관(MP)은 표-4를 따른다.

표-2 코러게이트관(CP)의 치수 및 허용차

단위 : mm

평균안지름	평균안지름에 대한 허용차	두 겹		벨부분의 최소두께 ⁽¹⁾	관의 길이 (m)
		SN 4	SN 2		
100	± 4.0	2.4	2.0	5.9	4 또는 6
125	± 4.0	3.4	2.4	7.4	
150	± 4.5	3.4	2.4	8.4	
200	± 4.5	3.4	3.0	9.1	
250	± 4.5	4.0	3.4	10.7	
300	± 5.1	4.0	3.4	12.6	
350	± 5.1	4.6	4.0	15.5	
400	± 5.1	4.6	4.6	17.8	
450	± 5.1	5.6	4.6	17.8	
500	± 5.1	6.1	4.6	17.8	
600	± 5.1	6.1	5.6	17.8	
700	± 6.4	6.1	6.1	17.8	
800	± 6.4	6.6	6.1	17.8	
900	± 6.4	7.6	6.6	26.7	
1000	± 6.4	9.7	7.6	29.2	
1200	± 6.4	9.7	7.6	31.8	
1350	± 7.6	10.7	9.7	31.8	
1500	± 7.6	13.2	9.7	33.0	
1650	± 8.3	17.0	10.7	33.0	
1800	± 9.0	22.8	10.7	33.0	
2000	± 10.0	22.9	17.0	34.3	
2200	± 11.0	24.1	22.9	34.3	
2400	± 12.0	24.1	22.9	34.3	
2600	± 13.0	24.1	22.9	34.3	
2800	± 14.0	24.1	22.9	34.3	
3000	± 15.0	24.1	22.9	34.3	

주 (1) 벨부분의 최소 두께는 관에 벨과 스피곳을 가공할 경우 적용한다.

비 고 1. 관의 길이는 4 m, 또는 6 m를 표준으로 한다. 기타 길이는 당사자 사이의 협정에 따른다.

2. 관의 길이의 허용차는 ${}_{0}^{+2}$ %이다.

표-3 이중벽관(DP) 및 충전벽관(FP)의 치수 및 허용차

단위 : mm

평균 안지름	평균 안지름에 대한 허용차	관벽두께							최소관벽 두께 ⁽¹⁾	길이 (m)
		DP				FP				
		SN8	SN5	SN4	SN2	SN16	SN13	SN8		
100	± 4.5	10		10		10			1.5	4 또는 6
150	± 4.5	13		12		13			2.0	
200	± 5.1	14		12		14			2.0	
250	± 5.1	15		14			15		2.0	
300	± 5.1	19		14			19		2.2	
350	± 5.1	22		15			22		2.3	
400	± 5.1	25		19			25		2.8	
450	± 5.1	29		22			29		3.0	
500	± 5.1	31		25			31		3.5	
600	± 5.1	39		31			39		4.0	
700	± 6.4		44		39		44		4.5	
800	± 6.4		50		44		50		4.5	
900	± 6.4		56		50		56		4.8	
1000	± 6.4		62		56		62		5.0	
1200	± 6.4		75		62			75	5.0	
1350	± 7.6		85		70			85	5.0	
1500	± 7.6		95		75			95	5.0	
1650	± 8.3		105		95			105	5.0	
1800	± 9.0		115		105			115	5.0	
2000	±10.0		125		115			125	5.0	
2200	±11.0		135		125			135	5.0	
2400	±12.0		145		135			145	5.0	
2600	±13.0		155		145			155	5.0	
2800	± 14.0		165		155			165	5.0	
3000	± 15.0		175		165			176	5.0	

주⁽¹⁾ 최소관벽두께는 유체가 흐르는 면의 구조형 관벽의 두께를 말한다.

- 비 고**
1. 관의 길이는 4 m 또는 6 m를 표준으로 한다. 기타 길이는 당사자 사이의 협정에 따른다.
 2. 관의 길이의 허용차는 ${}_{0}^{+2}$ %이다
 3. 두께의 허용차는 ± 8 %로 한다.

표-4 다중벽관(MP)의 치수 및 허용차

단위 : mm

평균안지름	평균 안지름에 대한 허용차	관벽 두께			최소관벽 두께 ⁽¹⁾	관의 길이 (m)
		SN 16	SN 13	SN 8		
100	± 4.5	14			1.5	4 또는 6
150	± 5.1	15			2.0	
200	± 5.1	16			2.0	
250	± 5.1		17		2.0	
300	± 5.1		20		2.2	
350	± 5.1		24		2.3	
400	± 5.1		30		2.8	
450	± 5.1		30		3.0	
500	± 5.1		35		3.5	
600	± 5.1		47		4.0	
700	± 6.4		50		4.5	
800	± 6.4		58		4.5	
900	± 6.4		62		4.8	
1000	± 6.4		75		5.0	
1200	± 6.4			95	5.0	
1500	± 6.4			105	5.0	

주⁽¹⁾ 최소관벽 두께는 유체가 흐르는 면의 구조형 관벽의 두께를 말한다.

- 비 고**
1. 관의 길이는 4 m 또는 6 m를 표준으로 한다. 기타 길이는 당사자 사이의 협정에 따른다.
 2. 관의 길이의 허용차는 ${}_{0}^{+2}$ %이다
 3. 두께의 허용차는 ± 8%로 한다.

6.2 연결 이음방식이 벨 및 스피곳(bell and spigot) 형식인 관인 경우 벨부분 최소두께(벨의 경사진 부분은 제외한다.)는 표-2와 표-3에 나타난 평균 이중벽 두께의 1/2 이상이어야 한다.

6.3 연결 이음방식이 벨 및 스피곳 형식인 관인 경우에는 길이는 그림-1과 같이 배관길이(laying length)로서 벨의 바닥부분에서 스피곳의 끝까지 측정하는 것으로 한다.

7. 관

7.1 관의 종류 및 강성의 분류

구조형 관의 종류는 제조방법과 단면의 형태에 따라 표-5와 같이 나눈다.

표-5 관의 종류

종 류	공칭 원강성(등급)	단위
코러게이트관(CP : Corrugated Pipe)	SN 2 또는 SN 4	kN/m ²
이중벽관(DP : Double-wall Pipe)	600 이하 SN 4, SN 8, SN 13 또는 SN 16	
다중벽관(MP : Multi-wall Pipe)		
충진벽관(FP : Filled-wall Pipe)	600 초과 SN 2, SN 5, SN 8, 또는 SN 13	

7.2 관의 강성의 분류

KS M ISO 9969에 의해 측정된 관의 공칭 원강성은 표-6에 따라 분류한다.

표-6 공칭 원강성

분 류	원강성(kN/m ²)
SN 2	2 이상
SN 4	4 이상
SN 5	5 이상
SN 7	7 이상
SN 8	8 이상
SN 13	13 이상
SN 15	15 이상

7.3 관의 기계적 성질

관은 표-7의 기계적 성능을 만족하여야 한다.

표-7 관의 기계적 성능

품질항목	품 질		시험방법	적용조항
원강성(kN/m ²)	표 6 에 따름		KS M ISO 9969	10.4
원연성시험	갈라짐, 균열, 파손이 없을 것		KS M ISO 13968	10.5
충격시험	갈라짐, 균열, 파손이 없을 것		KS C 8455	10.6
크리프비 ⁽⁴⁾	4 이하(2년)	10 이하(50년)	KS M ISO 9967	10.7

주⁽⁴⁾ 참고시험으로 한다. 다만 관의 변형량 예측을 위해 크리프 시험을 사용할 시에는 Modified IOWA 방정식(*)을 대신 사용하여도 된다.

$$(*)\text{Modified IOWA 방정식 } \Delta y = \frac{K(D_L W_c + W_L)}{0.149PS + 0.061E'}$$

8. 겉모양 및 색상

관은 색상, 불투명도, 밀도 및 기타 성질이 본질적으로 균일하여야 한다. 관의 내·외면은 무광이거나 반광택이어야 하고, 초킹, 끈끈함, 점착성이 없어야 한다. 약간의 줄무늬나 모드 자국은 인접한 정상적인 부분에서의 안지름보다 3.2 mm 이상의 변화가 없고, 이 표준의 다른 조건을 만족한다면 내면에서는 허용될 수 있다. 이중벽 및 다중벽의 설계상 만들어지는 매입된 공동부나 빈 부분 이외에는 관 단면은 육안으로 보이고 관 벽의 완전성에 영향을 끼치는 균열, 부풀음, 외부 이물질 또는 기타 결함이 없어야 한다. 볼름 또는 초킹은 직사광선(자외선 방사에너지)에 장기간 노출된 관에 나타날 수 있으며, 위의 규정은 직사광선에 장기간 노출된 관에는 적용하지 않는다.

9. 품 질

관의 품질은 10.의 시험방법에 따라 시험하고 표-8의 규정에 적합하여야 한다.

표-8 관의 성능

품 질 항 목	품 질	시험방법	적용조항
밀도(g/cm ³)	0.941 이상	KS M ISO 1183	10.8
용융질량흐름지수(g/10 min)	1.60 이하(190℃, 5 kg) 0.40 이하(190℃, 2.16 kg)	KS M ISO 1133	10.9
항복인장강도(N/mm ²)	20.0 이상	KS M 3006	10.10

회분 시험 ⁽¹⁾ (wt. %)	0.10 이하	KS M ISO 3451-1	10.11
카본블랙 함량 ⁽²⁾ (wt. %)	2.0 ~ 3.0	ISO 6964	10.12
열안정성(OIT)(min)	20 이상	KS M ISO TR 10837	10.13
NCLS(h)	24 이상	ASTM F 2136	10.14
연결부수밀시험 ⁽³⁾	누수가 없을 것	-	10.15

주 (1) 회분 시험은 흑색 관에 한하여 적용한다.

(2) 카본블랙 함량은 관의 내면이 폴리에틸렌 원색일 경우 적용하지 않으며, 표면의 흑색부분에 한하여 적용하고, 흑색 이외의 색상을 사용한 경우에는 자외선에 노출시 노화방지를 위한 적절한 재료를 사용하여야 한다.

(3) 연결부 수밀시험은 참고사항이며 특정수준의 기능에 대하여 관 연결설계의 적합성을 부여하기 위한 것이다.

참조 : 충전벽관(FP)의 경우 관벽을 구성하는 물질의 품질을 말한다.

10. 시험 방법

10.1 전처리

시험편은 온도 (23 ± 2)°C의 물에서 1시간 또는 동일 조건의 증에서 4시간 이상 둔 후 상대습도와는 상관없이 (23 ± 2)°C에서 시험한다.

10.2 겉모양

육안 또는 불빛을 사용하여 검사한다.

10.3 치수

10.3.1 평균 안지름

줄자 또는 원주자를 사용하여 관 끝에서 관 안지름만큼 들어간 위치에서 평균바깥지름을 측정하고 관두께의 2배를 제외한 값으로 하여 소수점 이하 1자리로 수치맺음 한다.

10.3.2 두께

버니어 캘리퍼스, 튜브마이크로미터 또는 초음파 두께측정기를 사용하여 원주를 따라 돌출부 사이를 8개소 이상 측정하여 최소 및 최대두께를 결정하여 소수점 이하 2자리로 수치맺음 한다.

10.3.3 최소관벽 두께

버어니어 캘리퍼스 또는 튜브마이크로미터로 유체가 흐르는 프로파일 안쪽면 두께의 최소치를 결정하여 소수점 이하 2자리로 수치맺음 한다.

10.3.4 관의 길이

강제줄자를 사용하여 임의의 1곳을 측정한다.

10.3.5 스피곳과 벨

벨과 스피곳에 따라 어느 점에서 벽을 측정한다. 벨 입구에 테이퍼 또는 등고선이 있는 것은 제외한다.

10.4 원강성 시험

KS M ISO 9969에 따른다.

10.4.1 시험편의 준비

관 1본에서 3 개의 시험편을 취한다. 시험편 양끝부분은 직각으로 절단하여 거친 면이 없어야 한다.

10.4.2 시험편의 길이

시험편의 길이는 (300 ± 10) mm로 한다.

단, 시험편의 프로파일은 최소 2개 이상이 되도록 시험편을 채취하여야 한다.

10.4.3 시험기

시험기는 크로스헤드 이동속도가 일정하게 유지될 수 있고 시험편에 걸리는 압축하중을 나타내는 눈금이 있어야 하며 압축은 수직하중에 직각인 면 위에서 서로 평행한 면에 가해지는 것이어야 한다. 또한 시험기에는 시험 도중 내경의 변화를 지속적으로 측정할 수 있는 장치가 부착되어야 한다.

10.4.4 하중판

시험은 상·하 서로 평행한 강판제로 된 하중판 사이에 시험편을 넣고 압축하중을 가하므로 하중판은 평평하고 굴곡이 없어야 하며 두께는 시험 중 하중판에 굽힘이나 변형이 없을 정도의 것이어야 한다. 하중판의 길이는 최소 시험편의 길이와 같아야 하고, 폭은 최대로 변형되었을 때 시험편과 접촉되는 폭과 같거나 커야 한다.

10.4.5 시험 절차

시험편의 길이 방향축이 하중판과 평행하도록 하며 중심을 맞추고 변형 속도를 ㅉ-9와 같이 한다. 하중판의 변형 길이를 측정하는 것이 아니라, 공칭 내경의 변화량이 $0.03 ID_n$ 이 될 때까지 지속적으로 하중을 가하고 이때의 하중값을 기록한다.

표-9 변형 속도

공칭 지름(mm)	변형 속도(mm/min)
$ID_n \leq 100$	2 ± 0.4
$100 < ID_n \leq 200$	5 ± 1
$200 < ID_n \leq 400$	10 ± 2
$400 < ID_n \leq 710$	20 ± 2
$ID_n > 710$	$0.03 \times ID_n \pm 2$

10.4.6 영점 보정

일반적으로 하중-변형 그림은 부드러운 곡선의 형태를 지니고 있으며 그림-5에 보여진 것처럼 영점을 잘못 나타내고 있다. 따라서 그림의 직선 부분을 외삽한 후 변형 축(x축)과 만나는 점을 영점으로 보정하여 변형률을 계산하여야 한다.

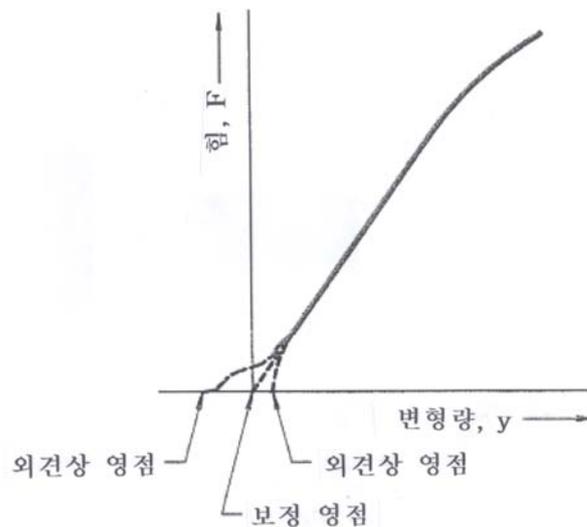


그림-5 영점 보정 방법

10.4.7 결과 계산

각 3개의 시험편에 대해 다음 식에 따라 개별 시험편의 원강성을 계산하고, 평균을 구하여 관의 원강성을 구한다.

$$S_a = \left(0.0186 + 0.025 \frac{y_a}{d_i} \right) \frac{F_a}{L_a \cdot y_a}$$

$$S_b = \left(0.0186 + 0.025 \frac{y_b}{d_i} \right) \frac{F_b}{L_b \cdot y_b}$$

$$S_c = \left(0.0186 + 0.025 \frac{y_c}{d_i} \right) \frac{F_c}{L_c \cdot y_c}$$

여기에서, F : 안지름의 3 % 변형시의 하중(kN)

L : 시험편의 길이(m)

y : 변형량(m)

d_i : 공칭안지름

$$S = \frac{S_a + S_b + S_c}{3}$$

10.5 원연성 시험

10.4.1과 10.4.2에 따라 준비한 시험편 3개를 적절한 프레스를 사용하여 안지름이 원래의 안지름의 30 %가 변형될 때까지 편평하게 한다. 하중속도는 ㅉ-9에 따라 호칭별로 균일하여야 하며 조명 하에서 육안으로 검사하였을 때 갈라짐, 균열, 파손 또는 관벽의 분리 또는 이중벽의 분리가 없어야 한다.

10.6 충격 시험

KS C 8455에 따른다. 다만, 시험조건은 상온으로 한다.

10.7 크리프 비

KS ISO 9967에 따른다.

10.8 밀도

밀도는 KS M ISO 1183에 따른다.

10.9 용융질량흐름지수

KS M ISO 1133에 의하고, 시험 조건은 190℃, 5 kg 또는 190℃, 2.16 kg의 조건에서 행한다.

10.10 항복인장강도

인장강도 시험은 KS M 3006에서 1, 2호형 시험편을 사용하여 인장 속도는 (200 ± 20) mm/분으로 하여 측정한다.

비 고 시험편은 시료를 관으로부터 과립상태로 잘라내어 KS M ISO 1872-2 폴리에틸렌 성형 및 압출 재료 제2부 : 시험편 제작 및 물성측정에 따라 제작한다.

10.11 회분시험

관의 회분 시험은 다음과 같이 한다. 시료에서 약 10 g의 시험편을 째은 책 모양으로 잘라 낸다.

KS L 1559에 규정하는 자기 도가니를 잘 씻은 후, 전기로 중에서 (700 ~ 800)℃ 로 약 1시간 가열하고 데시케이터에서 방랭하여 그 질량을 밀리그램(mg)까지 정확히 잰다.

다음에 이것에 약 10 g의 시험편을 넣고 정확히 단 후, 전열기 위에서 불꽃이 나오지 않도록 주의하면서 탄화시킨다. 시험편이 탄화된 후 실온에서 방랭하고 도가니의 옆벽과 뚜껑 안쪽 등에 부착한 탄화물을 비산하지 않도록 주의하면서 긁어내리고 도가니 가운데로 모은다. 다음에 이것을 전기로에 넣어 (700 ~ 800)℃로 탄화될 때까지 가열한 후, 데시케이터에서 방랭하여 밀리그램(mg)까지 달아 다음 식에 따라 회분을 계산한다.

$$A = \frac{c-a}{b-a} \times 100$$

여기에서 A : 회분 (%)

a : 자기 도가니의 질량 (g)

b : 자기 도가니에 시험편을 넣었을 때의 총질량 (g)

c : 자기 도가니와 탄화한 시험편의 총질량 (g)

10.12 카본블랙 함량 시험

카본블랙 함량 시험은 다음과 같이 한다. 시료를 넣은 연소보트를 500℃ 로 가열하고 데시케이터에서 30분 이상 방랭하고, 식힌 연소보트를 빨리 0.1 mg 까지 단다. 시료(1.0 ± 0.1) g를 달아서 연소보트에 넣고 총질량을 0.1 mg까지 단다(W_s). 질소가스의 유량을 매분 (1.7 ± 0.3) L가 되도록 조정하여 시료를 투명 석영관의 중앙에 놓고 열전대의 접점을 연소보트에 접하도록 조정한다.

다음에 로를 가열하여 10분 후에 350℃, 20분 후에는 450℃로 하고 전체 30분간에 500℃까지 승온시켜 15분간 500℃를 유지한다.

가열을 멈추고 5분간 방랭한 후 연소보트를 꺼내서 데시케이터에서 30분간 방랭한다. 잔존물을 포함한 연소 보트의 총무게를 0.1 mg 까지 측정하고(W_r), 800℃의 전기로 내에서 완전히 탄화시킨 후 데시케이터에서 방랭 한 다음 잔존물을 포함한 연소 보트의 총무게를 0.1 mg까지 측정하고(W_k), 다음 식에 따라 카본블랙함량을 계산한다.

$$B = \frac{W_r - W_k}{W_s} \times 100$$

여기에서 B : 카본블랙 함량 (%)

Ws : 시료의 질량 (g)

Wr : 카본과 회분을 포함한 연소보트의 질량 (g)

Wk : 카본을 탄화시킨 후 연소보트의 질량 (g)

10.13 열안정성[산화유도시간(OIT, Oxidative Induction Time)]

열 안정성은 산화유도시간으로 측정하며, 산화유도시간 측정 시 표준조건은 온도 200℃ 상압에서 시험한다.

10.13.1 시험장치 및 기구

(1) 시차주사열분석기(DSC)

비고 1. 질소, 산소 가스선택 스위치와 유량조절기가 부착된 것

2. 표준보정용 인듐, 주석의 용점을 측정하여 각각 156.63, 231.97℃ 인지 확인한 후 필요시 보정한다.

(2) 저울

시료 질량 0.1 mg 까지 측정 가능한 분석용 저울을 사용한다.

(3) 비누막 유량 측정기

(4) 시험편 팬

탈지된 알루미늄팬 또는 산화된 구리팬으로 직경 (6.0 ~ 7.0) mm, 높이 1.5 mm 의 것을 사용한다.

10.13.2 가스 및 용제

(1) 산소

고순도 등급을 사용한다.

(2) 질소

고순도 등급을 사용한다.

(3) 용제

시험편의 탈지용으로 사용한다.

10.13.3 시험편 채취 및 시험방법

(1) 시험편은 시험편 팬에 넣을 수 있도록 직경 6.4 mm 정도, 무게 약 (5 ~ 10)mg 정도로 제작한다.

(2) 질소 기류 하에서 시험편을 가열하기 전에 유량계로 공급되는 질소의 유량을 측정하여 조절한다. 잔류산소를 제거하기 위하여 5분간 질소를 (50 ± 5) mL/min 의 유속으로 흘려준 다음 동일한 질소 분위기에서 20℃/min 의 가열속도로 실온부터 200℃ 까지 가열한다.

- (3) 200℃에서 5분간 평형을 유지시킨 다음 질소는 차단하고 산소로 바꾸어 (50 ± 5) mL/min 의 유속으로 흘러주고 이때를 산화유도시간의 초기점으로 한다.
- (4) 산화가 진행되다가 발열반응에 의해 급격한 기울기가 나타나더라도 최소한 2분 이상을 등온상태로 계속 유지시킨다. 다만, 급격한 변화가 나타나지 않을 경우에는 최소한 60분 이상은 등온상태를 유지시킨다.
- (5) 산화유도시간의 종료점은 발열반응곡선의 베이스라인과 발열반응에 따른 급격한 기울기선의 외접선이 만나는 점으로 하며, 총 산화유도시간은 초기점으로부터 종료점까지의 시간(분)으로 한다.
- (6) 두 개의 시험편을 측정하여 그 평균값을 결과로 표시한다.

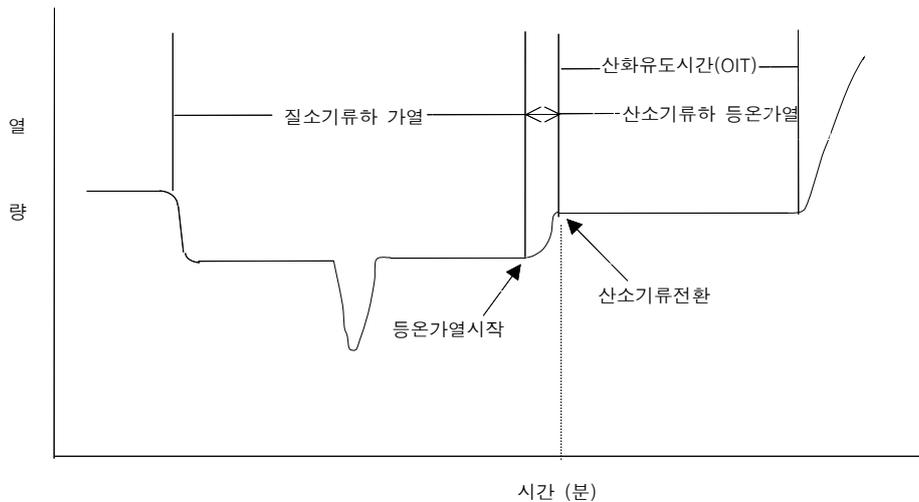


그림-6 산화유도시간 가열곡선

10.14 NCLS

관의 저속 균열성장 저항성을 측정하기 위한 노치가 부가된 줄-응력 시험은 **ASTM F 2136**에 따라 실시한다. 본 시험 방법은 가속 환경에서 일정한 줄(ligament)-응력 범위 하에서 주어진 폴리에틸렌 시편의 파괴 시간을 측정함으로써 관의 제작에 사용된 폴리에틸렌 수지의 저속 균열 성장에 대한 민감성을 측정하는 시험 방법이다.

10.14.1 시험편 및 시험장치

NCLS 시험편은 **그림-7**과 같고, 시험 방법 및 기구는 **ASTM F 2136**에 의한다. 또한 시험에는 그림 7과 같은 치수의 시편 제작을 위한 Blanking Die, ± 0.25 mm 까지 측정할 수 있는 마이크로미터, 그리고 노치의 깊이를 측정하기 위한 마이크로미터 혹은 동등한 정밀도의 기구가 장착된 현미경, 0.1시간 까지를 측정할 수 있는 파괴 시간 기록용 시간 측정 장치 등이 필요하다.

10.14.2 시험액

시험에 사용하는 시험액은 Igepal CO-630(노닐페닐폴리옥시에틸렌에탄올) 10 % 수용액을 사용하고, 시험액 수위는 매일 검사하고 이온 제거수를 이용하여 일정한 수위로 항상 유지하도록 하여야 한다. 50℃에서

시험액은 매 4주마다 교환을 하여야 한다.

10.14.3 시험편의 치수

시험하고자 하는 PE 펠렛(신재 혹은 관 파쇄품)을 ASTM D 1928의 순서 C에 규정된 것처럼 압축 몰딩하여 1.9 mm 두께의 시트로 제작한다. 단, 펠렛은 압축 몰딩을 하기 전에 롤밀을 이용해 분쇄하면 안된다. 만약 필요하다면 시트의 말단 효과를 제거하기 위해 양쪽 말단을 15 mm로 손질해도 된다.

시험편은 시트로부터 펀치를 해서 만든 후, 그림-7의 형태를 지닐 수 있도록 펀치를 이용해 구멍을 만든다.

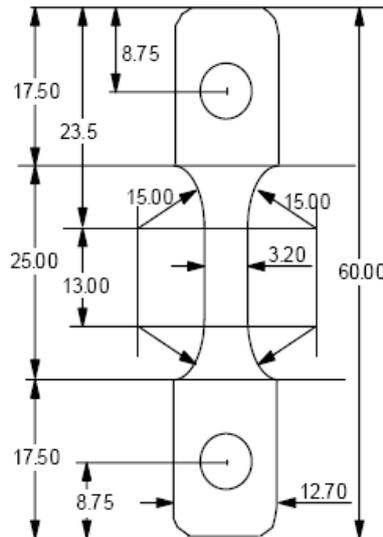


그림-7 시험편의 형태-시험편의 치수

참조 1 : 시험편은 ASTM D 5397 시험에 사용하는 시험편과 같은 규격과 치수를 가질 수 있다. 시험편의 길이는 시험 기구의 형태에 따라 바뀔 수 있다. 그러나 최소한 13 mm의 일정한 폭의 목 부분을 가져야 한다.

참조 2 : 시험편을 만드는 동시에 시험편을 시험 기자재에 부착하기 위한 구멍이 만들어 지도록 시험편을 제작하는 다이를 수정하는 것이, 시험편을 펀치로 제작한 후 다시 구멍을 만드는 것보다 더 좋다. 만약, 구멍을 나중에 제작해야 하는 경우, 시험편을 잘 정렬하여 시험편에 또 다른 응력이 가해지는 것을 막아야 하는 것이 매우 중요하다.

시험편 규격 및 허용 오차는 다음과 같다.

길이	=	(60.00 ± 0.25) mm
나비	=	(3.20 ± 0.02) mm
두께	=	(1.90 ± 0.08) mm

항복 인장의 15 % 수준의 띠-응력 하에서 5개의 시험편을 시험하고 그 결과의 평균을 취한다. 시험 수치에 대한 NCLS 시험치는 산술 평균을 취한다.

10.14.4 노치만들기

시험편은 두께의 수직 방향으로 노치를 만들어야 하고 노치의 깊이는 두께의 20 %가 되어야 한다.(그림-8 참조) 최대 노치 제작 속도는 2.5 mm/min이고, 노치의 깊이는 ± 0.025 mm 이내로 제어가 되어야 한다. 노치 깊이는 매우 중요한 변수이므로 현미경을 이용하여 주기적으로 주의 깊게 조절을 하여야 한다.

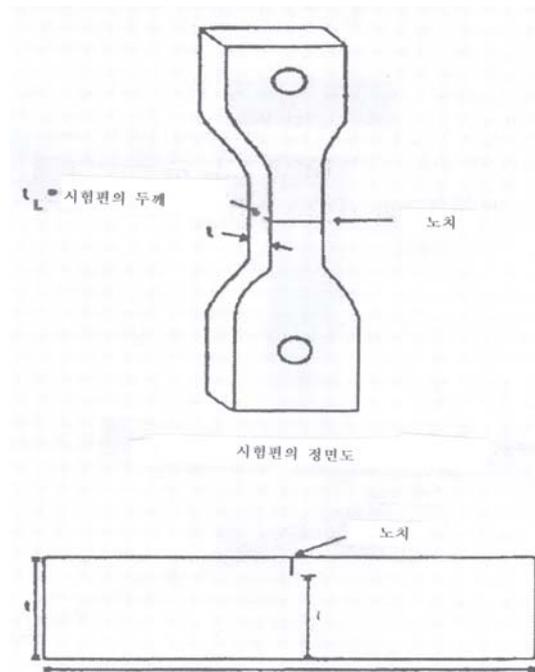


그림-8 시험편의 형태 - 노치 깊이

참조 3 : 응력 강도 인자, $K1$ 은 다음과 같이 정의 된다:

$$K1 = Y \times S \times (27.5 \times (1 - a/W)) \times (a)^{0.5}$$

여기서, Y = 형태 보정 인자이고 다음과 같다:

$$Y = 1.99 - 0.41(a/W) + 18.70(a/W)^2 - 38.48(a/W)^3 + 53.85(a/W)^4$$

a = 노치 깊이, 시험편 폭의 20 %

S = 가해진 일정한 띠-응력

노치를 만드는 날은 시험편 10개 이상을 사용할 수 없다.

10.14.5 시험편에 가해지는 부하의 계산

각 시험편의 나비(W), 두께(T), 그리고 노치 깊이(a)를 마이크로미터와 현미경을 이용하여 측정한다. 각각의 측정값을 0.25 mm 에 가깝도록 기록한다.

다음 계산식을 이용하여 띠-응력 수준을 정확하게 설정하기 위해 각 레버에 가해지는 부하를 g 으로 계산한다.

$$Load(g) = \frac{S \times (T - a) \times W}{[(MA) \times 9.81]} \times 1000 - \frac{CF}{MA}$$

여기서:

- a = 노치의 깊이 (mm)
- MA = 기기의 기계적 장점(장비고유치수)
- W = 시험편의 나비 (mm)
- T = 시험편의 두께 (mm)
- S = 일정 띠-응력 (MPa)
- CF = 레버 팔(arm) 무게에 대한 보정 인자(참조 4)

참조 4 : BT 혹은 동등한 장비의 팔 무게 보정 인자는 팔의 무게와 시험편 부착 기구에 의해 가해지는 응력에 대한 보정을 위한 것이다. 만약 장비 제조사에서 정하여 주지 않는다면, 아래와 같은 방법으로 보정 인자를 각각 결정하여야 한다.

팔 무게 보정 인자(CF)의 계산법 :

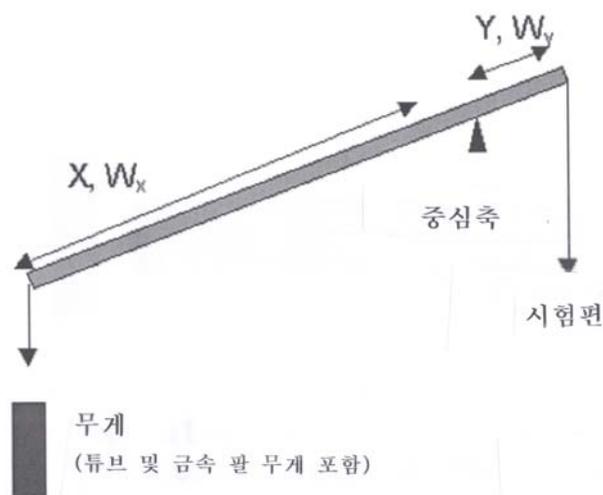


그림-9 시험기기-팔 무게 보정

위의 그림에서처럼, 각각의 무게가 W_x 와 W_y 인 X와 Y는 중심축으로부터 레버 팔의 길이를 말한다. 시험편 고정대의 무게를 W_1 이라하면, CF 방정식은 다음과 같다.

$$CF = [(1/MA)(W_1+W_y/2) - W_x/2]$$

10.14.6 시험 순서

- (a) 시험액이 담긴 욕조의 온도를 $(50 \pm 1)^\circ\text{C}$ 로 유지한다.
- (b) 각 시험편에 가해질 질량을 결정한 후, 전체 질량에 부착 핀의 질량을 포함한 정확한 질량을 통해 거치 시킨다.
- (c) 시험편을 시험 프레임에 부착한 후, 시험액에 시험편이 잠기도록 한 후, 시험편과 프레임이 평형에 이를 수 있도록 최소 30분 정도를 방치한다.
- (d) 무게 통을 적절한 팔에 연결한 후, 정확한 질량이 적절한 시험편에 부과되었는지의 여부를 확인한다.
- (e) 모든 시험 시간을 “0”으로 설정한 후 시험을 시작한다.

10.14.7 결과보고

- (a) 시험한 물질의 정확한 증명
- (b) 시험 시 시험편에 가해진 부하와 띠-응력의 수준
- (c) 각 시험편의 파괴에 걸린 시간을 0.1 시간까지의 정확한 기록
- (d) 5개의 시험편의 각각의 파괴 시간에 대한 기록과 5개 시험편의 산술 평균 시간.
산술 평균 시간은 가해진 줄-응력 수준에 대한 “평균 파괴시간”으로 표시함.

10.15 연결부 수밀시험

- (1) 관을 **그림-10**과 같이 하나의 이음관 또는 벨에 조립한다.
양 끝은 **그림-11**과 같이 solvent cement cap 이나 기계적 장치로 막는다. 다만, 시험제작이 어려운 500 mm 이상의 관은 300 mm의 시험편으로 대체할 수 있다. 연결에 가스켓이 사용되는 경우에는 제조자가 추천하는 대로 윤활하고 달리 윤활제가 없을 때는 물을 사용한다.
- (2) 직선 배열된 2관에 대해 (5)에 따라 압력 및 진공시험을 한다.
- (3) 제조자가 추천하는 최대 축 어긋남 각도로 이음을 편향시킨다. 편향된 이음으로 (5)에 따라 압력 및 진공 시험을 한다.
- (4) **그림-11**의 시험장치를 사용하여 하중이 관의 상부에 접촉할 때 변형을 측정하기 시작하여 하중 작용점이 아래쪽으로 관 바깥지름의 5 % 만큼 이동될 때까지 하중을 더 가하여 이 위치를 유지하고 (5)에 따라 압력 및 진공 시험을 한다.

10.15.1 시험 방법

모든 압력시험을 한 후 진공시험을 하는 것이 교대로 하는 것보다 편리하다.

(1) 압력 시험

조립체를 물로 채운다. 시험설비에 외부억제장치를 설치하여 압력 하에서 이음 분리를 방지한다.

0.07 MPa(게이지 압력)의 압력을 10분간 가하고, 연결이음부에서의 누수여부를 확인한다.

(2) 진공 시험(압력시험 후 한다)

조립체를 공기로만 채운 후 0.07 MPa의 진공을 가한다. 밸브를 잠그고 진공 라인을 제거한다. 시험 전 누설을 체크하기 위해 조립체를 10분간 유지시킨다.

내부 압력은 0.003 MPa 이상 변하지 않아야 한다. 다시 0.07 MPa의 진공을 가하고 10분 후까지의 내부 압력을 체크한다. 내부 압력은 이때 0.017 MPa 이상 변화하지 않아야 한다.

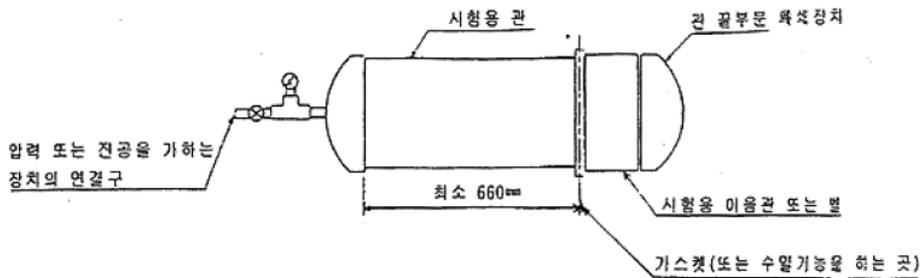


그림-10 수밀 시험편

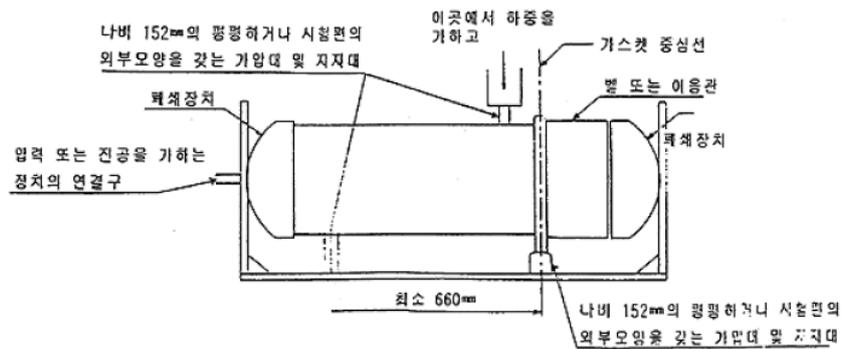


그림-11 수밀시험 장치

비 고 : 가스켓 중심선으로부터 실측 바깥지름의 1/2 이나 벨의 끝 중 큰 곳에 하중을 가한다.

11. 검사

11.1 검사방법

관의 겉모양 및 색상, 치수, 원강성, 원연성시험, 충격시험, 밀도, 용융질량흐름지수, 항복인장강도, 회분시험, 카본블랙 함량, 열안정성, NCLS 등에 대하여 10.의 시험방법에 따라 행하고 모든 시료는 6.~9.의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 크리프비시험과 연결부 수밀시험은 참고값으로 한다.

11.2 시료채취 방법

인수. 인도 당사자 사이의 협정에 따른다.

12. 표 시

관에는 쉽게 지워지지 않는 방법으로 다음 사항으로 표시하여야 한다.

- (1) 품명 및 관의 크기 (평균 안지름)
- (2) 종류, 공칭 원강성 및 기호
- (3) 제조 일자 또는 로트번호
- (4) 제조자 명 또는 그 약호

보 기 :

이중벽관(DP) SN 8

코러게이트관(CP) SN 2

다중벽관(MP) SN 13

충진벽관(FP) SN 13

SPS-KPS M 2009-0830



Korea Plastic Standard

제 정 자 : 한국플라스틱공업협동조합연합회

제 정 : 1994년 10월 8일

원안작성 : 한국플라스틱공업협동조합연합회 표준화심의위원회

이 표준에 대한 의견 또는 질문은 한국플라스틱공업협동조합연합회 시험원(☎ 02)2280-8261~5)으로 전화 또는 서신으로 연락하여 주십시오.