내면 BPF 에폭시 분체 도장
덕타일 주철관 제작·구입 시방서

◉ 목 차 ◉

1. 적용범위

2. 덕타일 주철관

3. 내면 BPF 에폭시 분체 도장

4. 접합부속품

5. 검사 및 표시

 1) BPF 에폭시 수지의 확인

 2) 도막 부착력 시험

 3) 위생안전기준

 4) 검사항목

6. 취급

1. 적용범위

이 시방서는 **내면 BPF 에폭시 분체 도장 덕타일 주철관 및 이형관**(1)과 접합 부속품의 규격, 제조방법, 품질, 허용차, 시험・검사 및 운반 납품에 대하여 적용한다.
제품은 본 시방의 규정과 관련 KS표준 최신 개정판에 따라 제조되어야 하고, 제조업체는 국가종합전자조달 시스템 입찰참가자격 등록한 업체로 반드시 G2B목록번호로 입찰 참가 등록하여야 하며, 입찰대상물품에 대한 KS인증 업체로 한정한다.

注(1) **내면 BPF 에폭시 분체 도장 덕타일 주철관 및 이형관**
본 시방에 따른 덕타일 주철관 및 이형관은 관 내면에 BPF 에폭시 수지 분체 도료로 도장하여야 한다. 여기서 BPF 에폭시 분체 도료는 비스페놀 F형 에폭시 수지와 경화제로 만들어지며, 덕타일 주철관 내면에 도장함으로써 환경 유해성 없는 도막을 형성한다.

2. 덕타일 주철관

1) 제조방법

가) 관은 덕타일 주철용에 적합한 양질의 원료를 용해하고, 주방 상태에서 흑연을 구상화 시키는 적당한 처리를 한 다음, 이를 원심력을 이용하여 주조하여야 한다.

나) 관은 주형에서 꺼낸 후 규정된 기계적 성질을 가지도록, 필요하다면 적당한 방법으로 열처리를 하여야 한다.

다) 관은 인체에 해롭지 않은 도료로 도장해야 한다. 관의 인장강도 및 연신율은 다음 표1의 값 이상이어야 한다.

2) 품질

가) 관은 실용적으로 직관 부는 곧으며, 안둘레・바깥둘레는 동심원이고, 그 양 끝은 관축에 대하여 직각이어야 한다.

나) 관의 안・바깥 면은 매끈하여야 하며 홈이나 그 밖의 해로운 결함이 없고 조직이 균일하며, 가공하기 쉬운 것 이어야 한다. 경미한 흠은 주문자・제조자 사이의 협의에 따라 용접 등 적당한 방법으로 보수할 수 있다.

다) 관의 인장강도 및 연신율은 표 1 의 값에 따른다.

[표1]

시험 항목 / 호칭지름(mm)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%)
80～1200	420이상	10이상

라) 관의 경도는 230 HB 이하이어야 하고 흑연 구상화율은 80% 이상이어야 한다.

마) 수압시험은 관의 호칭 지름에 따라 통상 도장전의 관에 대하여 하고, 다음 표 2 의 수압을 10초 이상 유지 하였을 때 이것에 견디며, 누수나 그 밖의 결함이 없어야 한다.

[표2]

호칭지름 (mm)	시험수압 (Mpa)			
	1종관	2종관	3종관	4종관
300이하	7	6	5	-
350~600	6	5	4	3.2
700~1000	5	4	3.2	2.5
1100~2000	4	3.2	2.5	1.8

3) 모양, 치수, 무게 및 허용차

가) 관의 이음방법은 KP 메커니컬 조인트, 타이튼 조인트이며, 관의 소켓 및 직관에 대한 모양, 치수 무게는 KS D4311 표준의 부표에 따른다.

나) 관 두께의 (-)허용차는 (1.3+ 0.001DN)mm로 한다. (+)허용차는 바깥지름의 치수에 영향이 없는 한 제한하지 않는다. DN은 관의 호칭지름을 말한다.

다) 관의 유효길이의 허용차는 ±30mm로 한다. 다만, 관 삽입구 쪽에서 시험편을 채취한 것에 대하여는 제한하지 않는다.

라) 관 무게의 허용차는 표 3 에 따른다.

[표3]

구분	허용차(%)
200mm이하	-8
200mm초과	-5

비고) +는 규정하지 않는다.

3. 내면 BPF 에폭시 분체 도장

1) 도료

도료는 사용상 유해한 성분을 포함하지 않는 것으로 경화 후에는 물에 녹지 않아야 한다. 또한 수질에 악영향을 주지 않으며, 다음과 같은 조성과 품질을 가져야 한다.

가) 조성 : 도료의 조성은 BPF 에폭시 수지, 경화제 및 안료를 주로 하는 원료를 사용한 열경화성의 분체 도료로 한다.

나) 품질 : 도료의 시험 및 품질은 [표4] 품질규정을 따른다.

[표4]

품 질 항 목	품 질 규 정
도막의 비중	KS D 4317표준 6.4의 시험을 한 경우, 비중은 1.8이하일 것
도막의 밀착성	KS D 4317표준 6.4의 시험을 한 경우, 100/100 일 것
도막의 내충격성	KS D 4317표준 6.4의 시험을 한 경우, 충격에 의한 변형으로 균열, 벗겨지지 않을 것
도막의 가요성	KS D 4317표준 6.4의 시험을 한 경우, 균열이 발생하지 않을 것
도막의 긁힘 저항성	KS D 4317표준 6.4의 시험을 한 경우, 이상이 없을 것
도막의 방식성	KS D 4317표준 6.4의 시험을 한 경우, 녹, 부풂, 균열 등이 없을 것
도막의 내온도 반복성	KS D 4317표준 6.4의 시험을 한 경우, 주름살, 균열, 부풂, 벗겨짐 등이 발생하지 않고 변색이 크지 않을 것

3) 제품 도막의 품질

제품 도막의 시험 및 품질은 [표5] 제품 도막의 품질을 따른다.

[표5] 제품 도막의 품질

품 질 항 목	품 질 규 정
도막의 겉모양	KS D4317 표준 7.2의 시험을 한 경우, 이물의 혼입, 도장 얼룩, 도장 누락 등이 없고 표면은 평활하며 균일한 도막일 것.
	핀홀 및 도장이 벗겨진 곳의 검사는 홀리데이 디텍터를 사용하여 하고, 불꽃이 발생할 정도의 결함이 없을 것. 이 경우, 전압은 1000v로 하며 전수 검사를 시행한다.
도막의 부착성	KS D4317 표준 7.3의 시험을 한 경우, 박리가 없을 것
	본 시방서 5. 2)의 도막 부착성 시험을 한 경우, 도막 부착 강도가 6MPa 이상일 것.
도막경화의 정도	KS D4317 표준 7.4의 시험을 한 경우, 결함 및 벗겨짐이 생기지 않을 것
도막의 두께	제품의 도막 두께는 KS D 4317 표준의 부도1에 나타낸 B의 부분이 0.3mm 이상일 것.
도막의 긁힘 저항성	KS D4317 표준 7.6의 시험을 한 경우, 이상이 없을 것.

4) 제품 도막의 용출 시험

제품 도막의 품질 및 용출 시험은 KS D 4317 및 KS I 3225를 따르며, 표7의 수도용 자재 및 제품의 위생안전기준을 만족하여야 한다.

5) 도장방법

가) 도장면의 전처리 : 도장면의 전처리는 다음과 같이 한다.

① 주물 혹, 녹, 기타 도장에 유해한 부착물 등은 연마기, 투사기 등을 사용하여 제거하고, 가능한 한 평활하게 마무리 하고, 전처리 후 표면은 KS D ISO 8501-1 Sa 2 1/2 동등 이상이어야 한다.

② 전처리를 한 주철면은 도장하기까지의 사이에 다시 녹이 슬거나, 먼지·기름 등이 부착하지 않도록 보호한다.

나) 도료조정 : 도료는 도료제조자가 지정하는 유효기간 내에 사용한다. 또한 회수한 도료를 사용할 경우는 150-220㎛의 체를 사용하여 이물을 제거한 후, 새로운 도료의 50% 이내로 배합하여 사용할 수 있다.

다) 도장 : 도장은 다음과 같이 한다.

① 도장은 예열한 관에 적당한 분체 도장 장치를 사용하여 도료를 불어 넣고 도막을 형성시킨다. 예열 온도는 도료제조자의 지정에 따른다.
또한, 도장이 끝난 관은 도막을 충분히 경화시켜야 한다.

② 도장은 이물질의 혼입, 도장 무늬, 핀홀. 도장 누락 등의 결점이 없고 표면은 평활하며 균일한 도막이 얻어지도록 행한다.

라) 도장의 범위 : 도장의 범위는 KS D 4317 표준 부도1에 따른다.

마) 도장의 재손질 : 도장의 재손질은 제품도막의 시험결과, 제품도막의 품질의 규정에 적합하지 않는 경미한 결함에 대해서 주문자의 승인이 있는 경우 도장 시공자가

상온 경화형의 에폭시 수지계 도료를 사용하여 행할 수 있다.
또한, 곧은 관의 경우는 도장면을 연마기, 투사기 등을 사용하여 연마한 후 , (5) 다)에 의해 재차 도장하여 손질할 수 있다.

4. 접합부속품

1) 조인트용 압륜(이하 압륜이라 한다)은 구상 흑연 주철품이어야 한다.
2) 조인트용 볼트, 너트(이하 볼트, 너트라 한다)는 KS D 4302(구상 흑연 주철품)의 GCD 400 또는 GCD 450의 사형 주철품이어야 한다.
3) 조인트용 고무링(이하 고무링이라 한다)은 최상품의 가황 고무로 제조한 것이어야 한다.
4) 압륜 및 볼트, 너트는 인체에 해롭지 않은 도료로 도장하여야 한다.
5) 압륜의 기계적 성질은 표 1 에 따른다.
6) 볼트, 너트는 다음에 따른다.
   가) 볼트, 너트는 조립한 상태로서, 볼트의 머리와 너트를 적당한 방법으로 인장했을 때 표 6의 하중에 견디고 영구히 변형되지 않아야 하며, 또한 나사부에도 이상이 없어야 한다.

[표6]

볼트의 호칭	시험하중kN
M16	38
M20	60
M24	86
M27	113
M30	138

7) 고무링은 다음에 따른다.
   가) 고무링은 모양이 고르고 표면이 매끈하며, 혹, 블로 홀, 흠 등의 해로운 결함이 없어야 한다.
   나) 고무링은 물에 해로운 맛과 냄새가 나거나 용해되는 위생상 해로운 물질을 함유해서는 안 된다.
   다) 고무링의 물리적 성질은 KS M 6613에 따른다.

5. 검사 및 표시

- 시험 방법과 검사 및 표시는 KS D 4311, KS D 4308 및 KS D 4317 최신 개정판에 따르며, 상기 표준 외의 시험 방법과 검사는 본 시방에 따른다.

1) BPF 에폭시 수지의 확인
(1) BPF 에폭시 분체 도료
- 비스페놀 F형 에폭시 수지와 경화제를 분산 반응시켜, 덕타일 주철관 내면에 도장함으로써 환경 유해성 없는 도막을 형성하는 BPF형 에폭시 분체 조성물

⑵ BPF 에폭시 수지의 확인

- 덕타일 주철관 내면 도장용으로 사용된 BPF 에폭시 분체 도료를 FT-IR(적외선 분광분석시험) 시험법으로 분석하여 BPF 에폭시 수지 분체도료가 내면 도장재로 사용되었음을 확인하여야 한다.

① 시료 채취 방법

ㄱ. 현장 채취

BPF 에폭시 분체 도료로 도장된 덕타일 주철관의 내면에서 스크래퍼(SCRAPER), 날카로운 공구 등을 이용하여 분체 도장 시료 약100g을 채취한다. 이때 분체도료 이 외의 이물질이 혼입되지 않도록 유의한다.

ㄴ. 공장 채취

생산 라인에서 사용 중인 도장 전의 BPF 에폭시 분체 도료 중 분말상의 시료 100g을 채취한다.

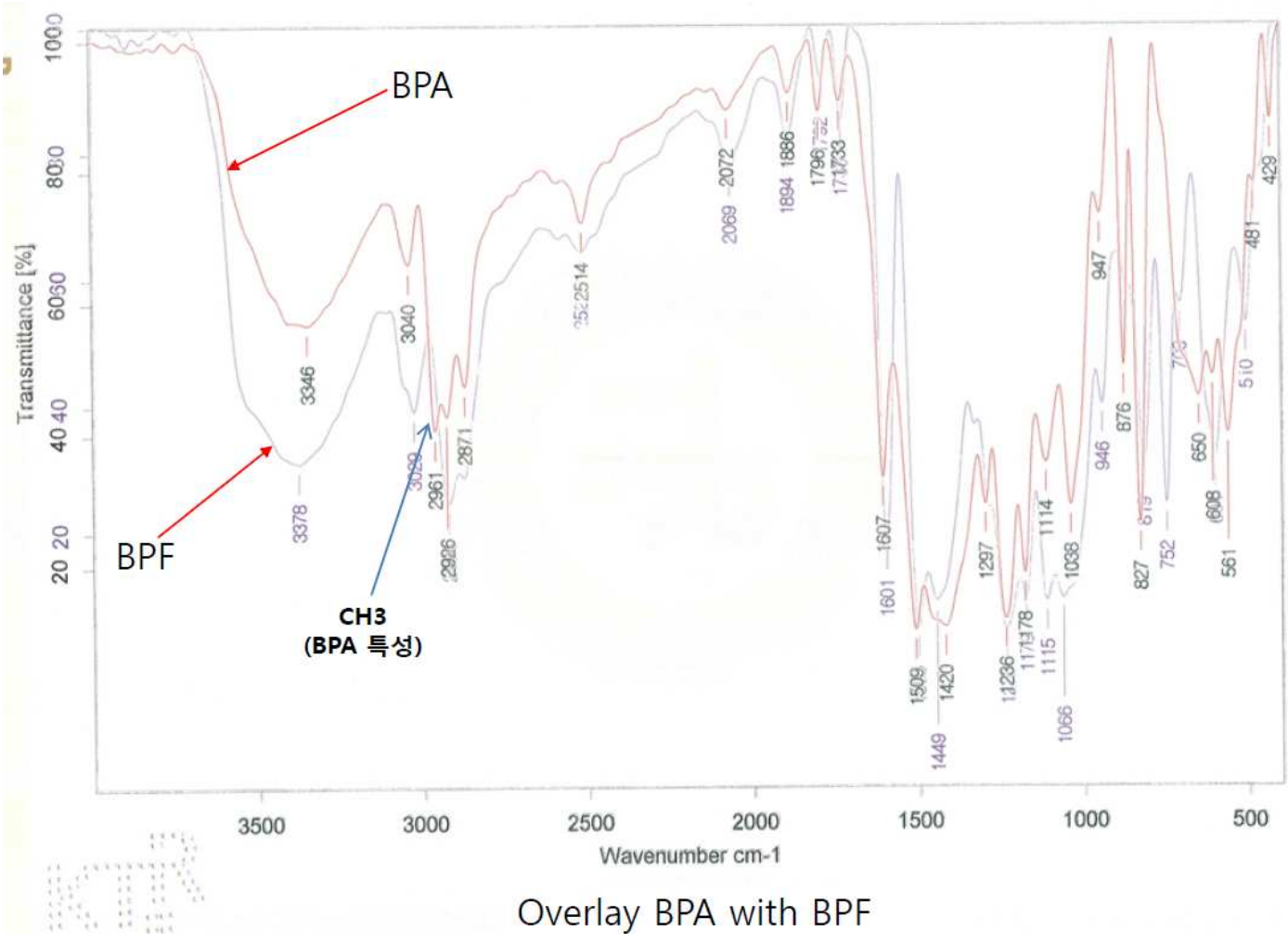
② 시험 방법

- 채취된 BPF 에폭시 분체 도료 시료를 FT-IR(적외선 분광분석시험) 분석한다.

③ BPF 에폭시 분체도료 확인

- 채취된 시료의 FT-IR 분석 그래프를 [그래프1]의 BPF에폭시 분체 도료의 스펙트럼과 비교하여 채취된 시료가 BPF 에폭시 수지를 사용한 분체 도료인지 확인한다.

[그래프1] BPF, BPA 에폭시 분체도료 스펙트럼



2) 도막 부착성 시험

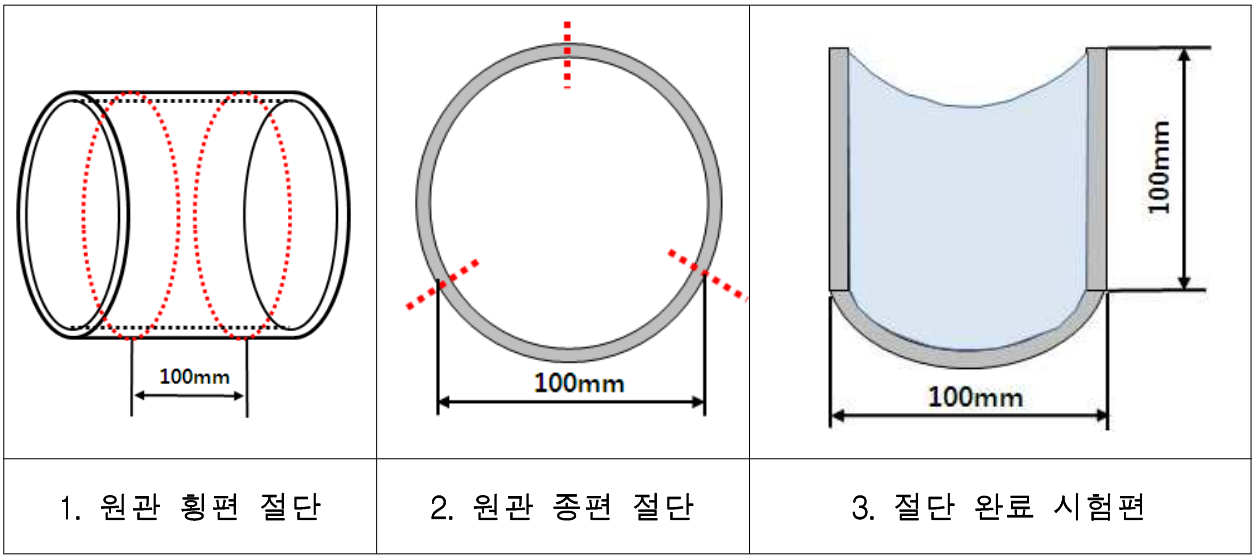
- 내면 에폭시 수지 분체 도장관을 절단/가공하여 시험편을 제작한 후 부착성 시험을 시행 한 결과 도막의 부착 강도는 6Mpa 이상이어야 한다.

(1) 시험편 제작 방법

- 시험편인 덕타일 주철관의 구성은 원관 내면에 에폭시 수지 분체 도장된 제품으로 부터 채취한다. 관의 종류 및 제조 방법은 KS D 4311 또는 KS D 4308과 KS D 4317을 따르며, 본 시방서의 부착성 시험에는 DN100mm의 직관 또는 이형관을 사용한다.

① 현장 제작

- DN100mm인 내면 에폭시 분체 도장관을 [그림1] 시험편 채취 방법에 따라 적당한 방법으로 절단하며, 시험편 가공시 발생하는 열이나, 이물질, 물리적 충격 등에 도막이 손상되지 않도록 유의한다. 또한, 절단된 시험편의 길이방향 절단면(종편 절단면)이 평편하고 원주방향에 수직이 되도록 하며, 인위적으로 원관이 가진 곡률을 변형시키지 않는다. 시험편은 특별한 지정이 없는 한 원관의 가운데 부분에서 채취한다. 단, 시험편의 현장 채취가 어려울 경우 시험편을 공장에서 채취하여 부착성 시험을 시행한다.

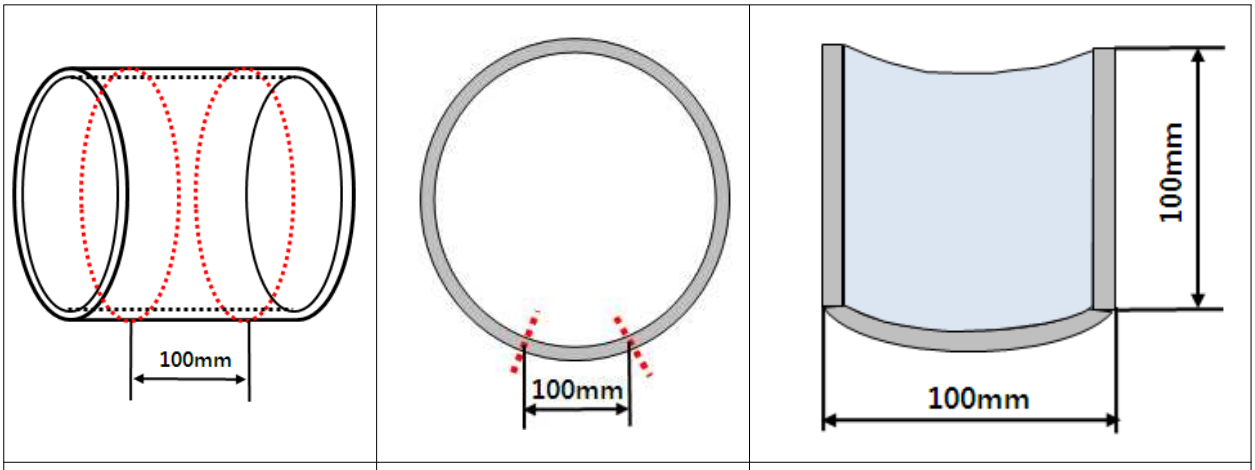


1. 원관 횡편 절단	2. 원관 종편 절단	3. 절단 완료 시험편

[그림1] 시험편 채취 방법1

② 공장 제작

- DN100mm인 내면 에폭시 분체 도장관의 경우는 현장 제작 방법과 동일하게 시험편을 제작하고, DN150mm 이상인 내면 에폭시 분체 도장관은 [그림2] 원관 절단 방법2에 따라 적절한 방법으로 절단하며, 시험편 가공시 발생하는 열이나, 이물질, 물리적 충격 등에 도막이 손상되지 않도록 유의한다. 또한, 절단된 시험편의 길이방향 절단면(종편 절단면)이 평편하고 원주방향에 수직이 되도록 하며, 인위적으로 원관이 가진 곡률을 변형시키지 않는다. 시험편은 특별한 지정이 없는 한 원관의 가운데 부분에서 채취한다.



1. 원관 횡편 절단	2. 원관 종편 절단	3. 절단 완료 시험편

[그림2] 시험편 채취 방법2

⑵ 부착성 시험

① 시험 준비물

ㄱ. 인장 시험기

박리하중은 도장된 소지 면에 수직한 방향으로 적용하여야 하고, 인장 속도를 균등한 속도로 증가시키되 1MPa/s를 넘지 않아야 한다.

ㄴ. 돌리(dolly)

인장 시험기와 함께 사용할 수 있도록 설계된 철 또는 알루미늄 표면의 원통으로 구성되며, 돌리는 한쪽 끝에 접착제/도막과 접합을 할 수 있는 평면과 다른 쪽 끝에는 인장 시험기와 연결할 수 있는 장치로 구성된다.

돌리의 공칭 지름은 20mm이고 시험 중에 뒤틀어지지 않도록 충분한 두께를 가져야한다.

돌리 형상은 KS M ISO 4624에 따른다.

ㄷ. 접착제

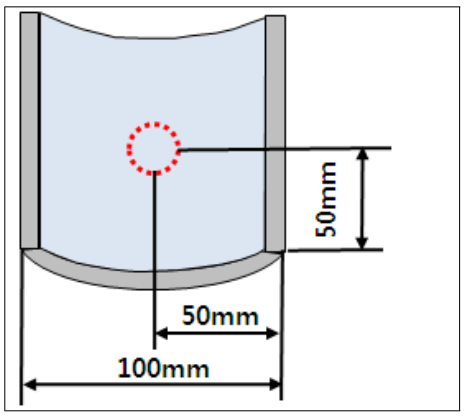
접착제는 도장된 시험편과 돌리를 접합하기 위해 사용하며, 시험할 도장보다 접착제의 접합력이 더 커야한다.

시아노아크릴레이트 및 퍼옥사이드로 촉진된 폴리에스터 접착제가 추천된다.

② 시험 방법

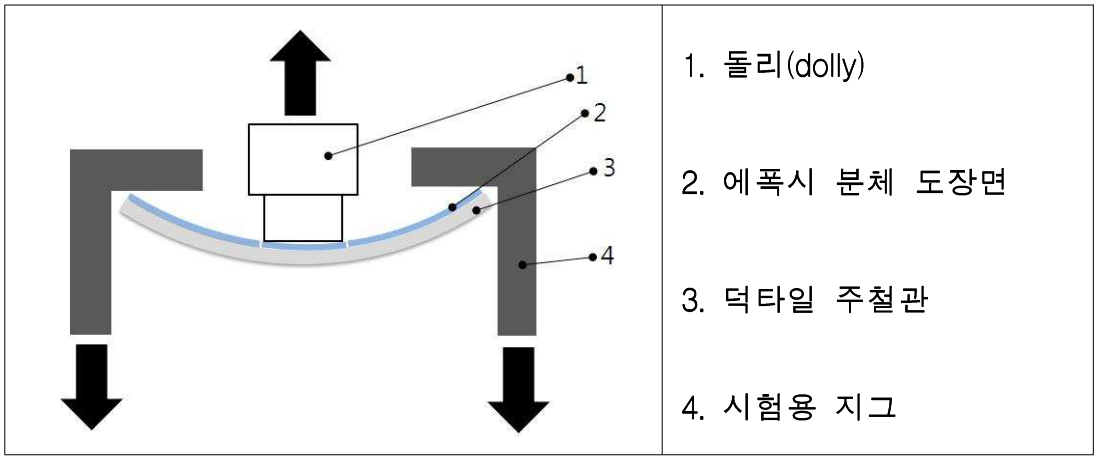
ㄱ. 그림2 또는 그림3 과 같이 절단이 완료된 시험편 도막에 균열, 부풀음, 박리, 핀홀 등 기타 결함이 발생하지 않은 시험편을 준비한다.

ㄴ. 커터 칼 등을 이용하여 [그림3]와 같이 시험편 정 중앙에 직경 20mm(돌리 크기)의 원형으로 소지 면에 닿을 때까지 도막에 선을 긋는다.



[그림3] 도막 가공

ㄷ. 접착제를 도장 면(직경 20mm 원형면)에 바른 후 돌리를 시험편 중심에 놓이도록 한다.
ㄹ. 접착제가 경화(24시간)될 때까지 기다린 후 인장 시험기를 이용하여 시험을 실시한다.



[그림4] 시험 개략도

⑤ 굽힘 모멘트 없이 인장력이 시험 영역에 균일하게 인가되도록 인장 시험기에 DOLLY와 시험편을 고정 시킨 후, 인장 하중은 시험 조립체[a]의 파괴가 인장 하중의 초기 인가 후 90초 이내에 발생하도록 소지 도장면에 수직으로 1MPa/s를 초과하지 않게 점차 늘리면서 인가한다. 시험 조립체의 파괴에 필요한 인장 하중을 기록하고 준비한 시험 조립체별로 부착 박리 시험을 반복한다.

[a] 시험 조립체 - 에폭시 분체 도장면에 돌리가 접착된 상태의 조립체

(3) 결과의 표시

- 상기 시험 방법에 따라 부착성 시험을 한 경우, 시험결과는 아래 식에 의해 산출되며, 부착 강도 측정값은 6.0 MPa 이상이어야 한다.

$$\sigma = F/A \ (N/mm^2, MPa)$$

여기서, σ: 부착 강도, F : 박리하중(N), A : 돌리 단면적(mm^2)

3) 위생안전기준

(1) 표7의 수도용 자재 및 제품의 위생안전기준을 만족하여야 한다.

[표7] 항목별 위생안전기준(수도법시행규칙 제 10조)

항 목	기 준	항 목	기 준
카드뮴	0.0005 mg/L 이하	과망간산칼륨소비량	1.0 mg/L 이하
수은	0.0001 mg/L 이하	맛	이상 없을 것
셀레늄	0.001 mg/L 이하	디클로로메탄	0.002 mg/L 이하
납	0.005 mg/L 이하	시스-1,2-디클로로에틸렌	0.004 mg/L 이하
비소	0.005 mg/L 이하	테트라클로로에틸렌	0.001 mg/L 이하
6가크롬	0.005 mg/L 이하	냄새	이상 없을 것
시안	0.001 mg/L 이하	색도	0.5 도 이하
사염화탄소	0.0002 mg/L 이하	탁도	0.2 NTU 이하
1,2-디클로로에탄	0.0004 mg/L 이하	에피클로로히드린	0.01 mg/L 이하
1,1-디클로로에틸렌	0.003 mg/L 이하	아민류	0.01 mg/L 이하
1,1,2-트리클로로에탄	0.0006 mg/L 이하	2,4-톨루엔디아민	0.002 mg/L 이하
트리클로로에틸렌	0.003 mg/L 이하	2,6-톨루엔디아민	0.001 mg/L 이하
벤젠	0.001 mg/L 이하	아세트산비닐	0.01 mg/L 이하
철	0.03 mg/L 이하	스티렌	0.002 mg/L 이하
구리	0.1 mg/L 이하	1,2-부타디엔	0.001 mg/L 이하
1,1,1-트리클로로에탄	0.01 mg/L 이하	1,3-부타디엔	0.001 mg/L 이하
페놀류	0.0005 mg/L 이하	N,N-디메틸아닐린	0.01 mg/L 이하

4) 검사 항목

순서	검사 / 시험 항목		방 법	기준	시험/검사결과	비 고
1	겉모양		육 안	유해한 결함 없을것		KS D 4311
2	모 양		육 안	유해한 결함 없을것		KS D 4311
3	인장강도		UTM	420(N/mm^2) 이상		KS D 4311
4	연신율		UTM	10% 이상		KS D 4311
5	경도시험		브리넬 경도기	230HB 이하		KS D 4311
6	구상화율		금속 현미경	80% 이상		KS D 4311
7	수압검사		수압 시험기	누수 없을것		KS D 4311
8	에폭시 수지분체 도장	겉모양	육 안	유해한 결함 없을것		KS D 4317
		두 께	게이지	300 ㎛ 이상		KS D 4317
		부착강도	UTM	6Mpa 이상		
		핀 홀	홀리데이 디텍터	직관 내면 검사시 불꽃이 발생하지 않을것		전압:1000V
9	외부도장	겉모양	육 안	유해한 결함 없을것		
		표시사항	육 안	재질,호칭지름,관종, 이음방법,제조년월, 제조자명		
10	용출시험		공인기관 시험의뢰	용출시험 기준을 만족할 것		수도법 위생안전기준

6. 취급

1) 검사에 합격한 제품은 지정된 장소에 가지런히 적재하여야 하며 관이 굴러 떨어지거나 미끄러지지 않도록 하고, 안전에 이상이 없도록 하여야한다.
2) 훅크나 클램프 등을 사용하여서는 안 된다.
3) 관을 차량에 적재 할 때는 관의 끝 부분이 변형되지 않도록 조심하여야 한다.
4) BPF 에폭시 분체 도장관
   ⑴ 수구와 삽구부에는 항상 보호 캡을 장착하여 보관한다.
   ⑵ 분체 도막의 가스 절단 등은 도막을 연화해 열변형이 생겨 관과 도막의 밀착이 손상되므로 절대 실시하지 않는다.
   ⑶ 절관부의 보수는 단면 보수용 도료를 이용해 실시 한다.
   ⑷ 삽구 단면부 도막을 손상시키지 않도록 운반 및 취급시 주의한다.
   ⑸ 이음새 접합용의 부품, 공구류 등을 관내에 던지면 , 내면의 도막을 손상시킬 우려가 있으므로, 절대로 하여서는 안 된다.