

플라스틱 製品試驗

國立工業標準試驗所
有機化學課 張 庾 俸

1. 概 況

高分子材料 즉 플라스틱 材料는 製品이 要求하는 특성에 맞추어 다양한 용도의 소재(素材)로서 널리 사용하고 있으며 전기 전자분야, 機械工業分野, 建築分野, 일용잡화 및 포장분야 등에 密接한 關係를 맺고 있다. 따라서 본 재료를 素材로 하여 만들어진 製品이 수없이 많고 이에 대한 品質 및 적성검사에 必要한 試驗種類도 상당량 제정되어 있다. 國際的으로는 ISO-Plastics로부터 KS(韓國工業規格) JIS(日本工業規格) BS(英國工業規格) DIN(獨逸工業規格) FS(美國聯邦規格) 등의 國家規格이 있으며 대단위기관에서 소단위 제조회사에 이르기까지 製品의 生産 需給 使用에 必要한 사항을 규정하고 이에 따라 플라스틱 제품시험에 임하고 있다.

여기서는 國內 대표적인 플라스틱제품 즉 범용성 제품으로 製品유통체계를 원활히 하기 위하여 이미 國家工業規格으로 제정된 것에 주로 중점을 두고 이에 對한 製品試驗에만 언급하려 한다.

플라스틱製品 試驗에 있어 對象이 되는 플라스틱 性質을 제종별로 분류하면 다음과 같다.

기계적 성질(재료역학적 성질, 가공성 등)

전기적 성질(전자기학적 제성질)

물리적 성질(물성, 열적성질, 광학적성질)

화학적 성질(내약품성, 열화성 등)

상기 성질을 정확히 측정하고 그 특성을 충분히 발휘할 수 있는 용도에 적절히 使用하여야만이 본 材料의 부가 價値를 높히게 된다.

이와 같이 플라스틱 제품을 시험 평가 함에 있어서 그 평가결과가 재현성이 있어야 하고 평가자 장소, 시기등의 제인자에 관계없이 정확하고 객관성이 있어야 한다. 따라서 단위 플라스틱 製品을 試驗함에 있어 간명료한 시험편채취 및 conditioning 方法 등의 試驗條件이 決定되어 있어야 한다.

2. 試驗 條件

1) 샘플링 方法

플라스틱製品을 試驗하기 앞서 우선 제품 롯트로 부터 시료를 추출하고 시험편을 제작하는 作業이 있고 이어 시험結果를 판정기준에 따라 우열을 결정한다. 여기에서의 시료추출방법을 샘플링 方法이라 하며 본 샘플링으로 選擇된 시료는 전롯트를 대표되게끔 작업이 필요하다.

모든 제품은 일일이 檢査함으로써 그전 品質이 完全히 保證된다. 이런 뜻에서 전수검사를 하는 것이 마땅하나 검사의 성질상 전수검사가 안 될때 혹은 전수검사가 經濟的으로 불리할 때는 샘플링 方法을 취한다. 본 샘플링방법은 個個 製品의 品質을 保證할 수는 없으나 어떤 확률로서 롯트마다의 품질을 보증할 수가 있고 또 檢査의 수고의 節約등 經濟的으로 유리할 때가 많다.

플라스틱 製品試驗에는 破壞檢査가 主로 되어 있어 物品을 保證하는데 샘플링方法 이외는 생각할 수 없다.

샘플링 方法이 有利한 경우는

- 多數 多量の 것으로 어느程度 不良品이 섞여도 괜찮은 경우
- 檢査 項目이 많은 경우
- 不完全한 전수검사에 비해 信頼性이 높은 結果를 얻어지는 경우
- 檢査費用을 적게 하고싶은 경우
- 生産者에게 品質向上의 刺戟을 주고 싶을때 등으로 이 경우 주로 랜덤샘플링 方法(KSA 3151參照)을 이용한다.

2) 材料試驗의 時間 依存性

플라스틱材料에 機械的性質을 시험함에 있어 高分子物質의 재료역학적성질 特徵에 의하여 時間依存性이 있다.

應力試驗에 있어 應力減少現象이 應力緩和(가소성)

성질에 기인하므로 應力速度 또는 變型速度를 일정하게 하여 기계적 정수로 表示한다. 應力變化試驗의 한 예로 Creep 시험은 일정응력을 가하여 변형의 증가속도를 측정한다.

인장속도는 KSM3006 (플라스틱의 인장성측정방법)에 그 種類를 規定하고 있다.

인장속도 A 1mm/min \pm 50%

인장속도 B 10mm/min \pm 20%

인장속도 C 50mm/min \pm 10%

인장속도 D 100mm/min \pm 10%

인장속도 E 500mm/min \pm 10%

압축하중시험에 있어 압축속도는 ASTM-695에 1.3 \pm 0.3mm로 되어 있고 굴곡강도는 h/2 mm/min \pm 0.2 mm/min(h는 시료의 두께)로 規定되어 있다. 즉 時間의 要素를 고려하지 않으면 하중속도 변형속도에 의하여 機械的性質이 크게 變하게 된다.

3) 材料試驗의 溫度 依存性

플라스틱材料는 溫度 變化에 따라 큰 影響을 받는다. 材料分子의 配列狀態가 탄성 및 점성이 열역학적 變化의 影響을 받아 달라진다고 함으로 이에 따른 물성의 變化가 금속보다 크게 나타난다고 한다. 그래서 금속의 탄성을 energy탄성이라 하고 高分子材料의 탄성을 entropy탄성이라 하여 절대온도에 關係가 된다.

實際 製品에 있어 試驗溫度와 使用溫度等の 基準에 따라 계산식이 있어 각 溫度에 있어서의 강도치를 환산한다.

실예 1) KSM3401 (수도용 경질 염화 비닐판)의 인장강도 시험치를 試驗標準溫度 20°C때의 강도로 환산하는 식이 있다.

$$F = Ft + 5.7(t - 20)$$

F : 20°C에서의 인장강도(Kg/cm²)

Ft : t°C

t : 시험할 때의 溫度(°C)

실예 2) JISK6741(수도용 경질 염화비닐판)

$$F = Ft + 6.65(t - 15)$$

주 : 사용온도가 15°C를 기준으로 하고 실예

1)의 환산식계수와 다른것이 特徵

실예 3) JISK6742(경질 염화비닐판)

$$F = Ft + 6.65(t - 20)$$

환산관계식이 없이 각 溫度의 試驗시험 및 신장보정계수표가 사용되는 예도 있다.

4) Conditioning 및 시험편 채취방법

플라스틱제품의 기계적 성질을 측정함에 있어 그性質이 여러가지 外的 條件에 따라 쉽게 左右되기 때문

에 측정 條件에 따라 측정치가 差異가 난다. 이러한 측정치에 影響을 주는 인자를 면밀히 檢討할 必要가 있다. 이 原因의 인자로 材料試驗條件의 불확정한 問題를 들수 있다. 플라스틱材料의 점탄성특성에 적합한 시험하중속도 결정은 용이하지 않은 問題이다. 또 外的 溫度 및 濕度인자로서 일년중 또는 하루중 溫度變化에 對한 資料가 있어야 하며 실험실의 恒온 恒습시설이 없어 전처리를 등한히 하는 경우가 많은데 ASTM D-618 및 D-832 規定대로 전처리를 하여야 한다. 또 시험편의 洗淨化에 關하여는 ASTM D-1371에 기술하고 있다.

그리고 시험편의 치수조정문제 및 채취에 있어서도 주의를 하여야 한다. 기계적성질시험의 시험편은 사출 성형에 의한 채취방법과 판재 또는 봉재등에서 절삭 가공하는 방법이 있는데 이는 시험결과에 대단한 關係가 있다.

3. 製品別 試驗

다양한 플라스틱製品中에서 지면관계상 使用量이 많고 國家工業規格에 이미 規定되어 있는 製品으로 現 플라스틱 加工業界의 比重이 큰 製品에 대하여만 시험내용을 언급한다.

1) 필름

플라스틱 필름이 전후 급격한 추세로 포장용, 전기용, 기타의 분야에 使用되어 왔다. 이로서 필름의 독자적인 시험방법이 필요하게 되었다.

필름의 정의는 ASTM에는 10 mil (0.25 mm)이하로 規定하고 있고 이 以上の 두께의 것은 쉬이트로 呼稱하게끔 되어 있다. 日本의 경우는 대체로 0.3 mm 以下の 두께를 갖는 쉬이트상의 것을 필름이라 呼稱하나 嚴密히 規定되어 있지는 않는 모양이다. 우리나라에서 이러한 規定은 없고 다만 外國의 예에 따라 區分하면 될것으로 본다.

플라스틱製品에 對한 製品試驗은 다음과 같다.

가) 인장강도 신장율 시험

플라스틱제품의 인장시험은 KSM3006(플라스틱의 인장성 시험) KSM3001(폴리에틸렌 필름의 기계적성질 시험방법) KSM3503(폴리에틸렌필름) 및 KSM3505(농업용 폴리염화비닐필름) 韓國工業規格과 ASTM D882-56T에 規定되어 있다.

A) 시료의 형상

필름제품은 두께가 얇다는 점에서 타 성형재료 수지의 시험과 다르고 이 시료의 형상은 단구형(그림 1 參

照)이 ASTM D882-56T에 規定되어 있다. 한편 KS의 농업용 비닐필름 및 농업용 폴리에틸렌필름은 담벨형(그림 2 參照)을 이용하고 있다. KS規格에 담벨형을 採擇한 根據는 박막하나 담벨형이 시료조제가 용이하고 미숙련자에도 측정이 용이하므로 광범위하게 이용되고 있다. 다만 역학적인 특성으로 하여 이 根本的인 試驗法의 可否에 대한 규명이 있어야 하겠다.

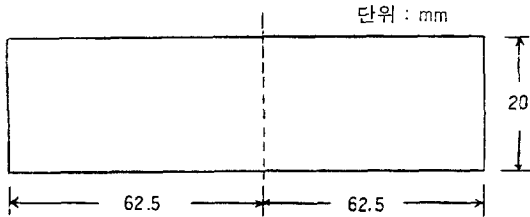


그림 1. 인장강도 시험편(단구형)

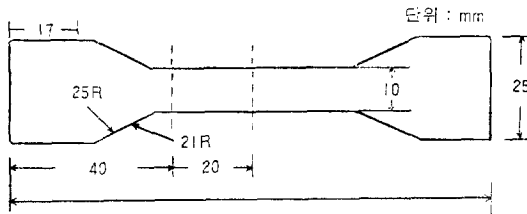


그림 2. 인장강도 시험편(담벨형)

B) 인장속도

인장속도나 인장율에 影響을 주는 인장속도에 대해서 ASTM에는 100%以上の 것은 20in/min 그 以下の 것에 대해서는 2in/min로 規定하고 있다. 日本에서는 포장용 폴리에틸렌에는 50cm/min 農業用 폴리에틸렌 및 농업용 염화비닐필름에 대해서는 200mm/min으로 規定하고 있다. KS에서는 상기 필름종히 500mm/min로 KSA3001에 規定하고 있다.

一般的으로 인장속도증가는 인장강도를 增加케 하고 신장율을 減少케 한다.

KS에 規定한 폴리에틸렌필름 및 농업용 폴리염화비닐필름의 품질기준은 표 1 표 2와 같다.

〈表 1〉 폴리에틸렌필름 품질 기준

항 목 두께 (mm)	인장강도 (Kg/cm ²)	신장율 (%)	인 열	
			보 통	점 온 곳
0.02	100이상	150이상	40이상	35이상
0.03	110이상	150이상	45이상	40이상
0.04	120이상	150이상	50이상	40이상
0.05	120이상	250이상	50이상	40이상
0.06이상	120이상	250이상	60이상	42이상

〈表 2〉 폴리염화비닐필름 품질기준

두께 (mm)	0.2	0.15	0.13	0.1	0.075	0.05	0.03
시험항목	이 상 개 소 10 개 이 내						
외 관 시 험							
인장하중(Kg)	3.0이상	2.2이상	1.8이상	1.4이상	1.1이상	0.7이상	0.5이상
신 장 율 (%)	230이상	230이상	230이상	230이상	200이상	180이상	180이상

주: 외관시험은 3개의 시료에서 각각 50mm×50mm 시험편 1개씩 절취하여 유리판위에 놓고 유리판 밑에서 전등으로 비취 기포이물질 편홀등의 이상개소의 수를 육안으로 조사하여 3개 시험의 平均 갯수를 구한다.

나) 인열강도 시험

A) 셀렌돌프식 인열강도시험

JISP8119(중이의 인열강도시험)에 規定된 試驗方法을 플라스틱 필름의 인열시험에 인용한다. 이것은 그림 3과 같은 형태의 시험편을 만들어 使用한다.

B) 솟파식 인열강도시험

이 方法은 그림 4와 같은 형상의 시료를 인장강도 시험기에 걸어 측정한다. 이 시험에 있어서는 중앙부의 90도부분에서의 시험절취형태가 시험결과에 影響을 주므로 시험편채취에 極히 주의해야 한다. 인열속도는

20-50 cm/min로 하여 90°절취된 부분에 應力을 집중시켜야 한다.

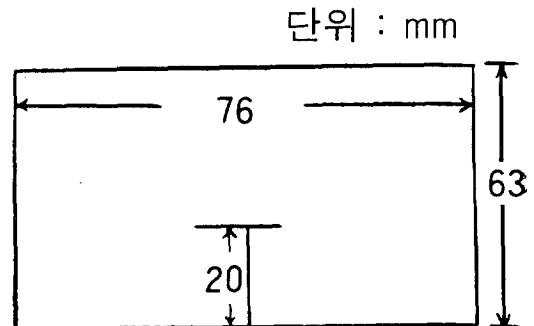


그림 3. 인열강도 시험편

단위 : mm

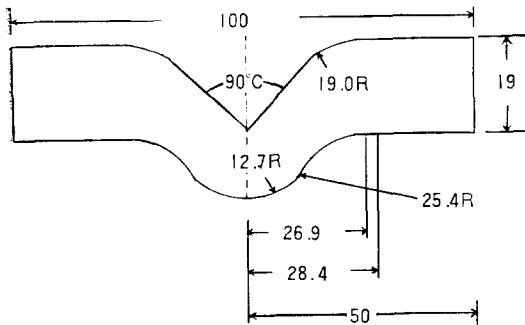


그림 4. 인열강도 시험편

다) 충격강도 시험

필름이 사용중에破壊되는데는 정적파괴에 기인하는 것보다 충격적인 동적파괴에 일어나는 경우가 많다. 이때문에 다음과 같은 필름의 충격의 충격에 관한 시험방법이 제안 규정하고 있다.

- A) Soft ball 시험
- B) 모래주머니 낙하시험 (sand bag test)
- C) 투사 시험 (dart test)
- D) 충격인장강도 (tensile impact strength)

〈表 3〉 내충격시험

항 목	두께 (mil)	soft ball 시험 (ft)	투사시험 (g)	sand bag 시험 (ft)
보통 필름	1.0	1.0	40	1.5
	1.5	1.5	65	2.5
	2.0	2.0	85	3.4
	3.0	3.0	125	5.3
	4.0	4.0	165	7.0
重포장용	1.0	2.5	105	5.5
	1.5	3.5	140	6.5
	2.0	4.5	175	7.5
	3.0	6.5	245	9.5
	4.0	8.5	315	11.5

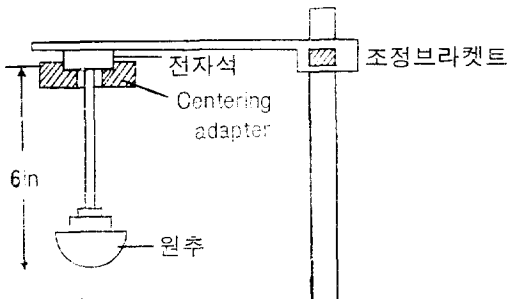


그림 5.

라) 투명도 시험

투명도는 특히 포장용필름인 경우 필요하므로 이때문에 투명도측정방법이 필요하다. 이에 대해서도 다음 3가지 種類가 있다.

A) 투시도 (See thru)

투시도는 필름에接觸하지 않은 物體를 필름을 통하여 명료하게 보이는 정도를 말하며 사람의 눈으로부터 14in의 거리에 필름을 두고 한눈을 사용하여 A. M. A (America Medicial Aso)의 표준자판 (30ft)이 보이는 거리를 ft로 표시한다. 유니온 카바이트 Co. 에서 개인 오차를 배제한 측정기 See thru test를 製作하였다.

B) Haze도

ASTM D1003-52에 規定되어 있다.

C) 광택 (gloss)

ASTM D523-53T에 規定되어 있고 입사각이 60°인 경우와 45°의 경우가 있다.

다) 투과성 시험

플라스틱필름은 금속박 종이, 초자등과는 달라서 수증기 기체등의 투과도 기름의 침투도가 상당히 다르다. 이에 대한 시험방법이다.

A) 수증기 투과도 (투습도)

이 시험은 일정시간에 일정면적의 피막을 通過하는 수증기의 重量을 測定한다. 40°C±1° 관측습도 90% 풍속 1m/min의 환경에서 24시간 경과후의 重量增加를 測定한다. 그림 6의 장치를 이용한다.



그림 6. 투습점

단위환산식 ;

$$g/100in^2/24hr \times 15.5 = g/m^2/24hr$$

2) 파이프

플라스틱파이프에 對하여 要求되는 試驗에도 다음과 같은 種類의 項目等이 있다.

치수 및 외관검사 : 외관은 특히 內面の 조연도가 問題가 된다.

인장강도 : 담뱃형시험편에 의한다. 파괴수압치 산출

의 資料도 된다.

충격강도 : 단관시험편에 對하여 납추의 낙하에 의한 파괴여부 시험

편평시험 : 관측에 직각방향의 압축시험

수압시험 : 내압에 대한 파괴 또는 보증시험

연화점시험 : Heat distribution 또는 Uicat등에 의한 연화점도시험

가열시험 : 가열 방냉후의 복원율 및 변형율의 測定

내연성시험 : 각 플라스틱의 연소성시험

침지시험 : 약품 캐스관에는 벤젠에 對한 침지후의 重量變化率測定 또 흡수율도 이 試驗의 一種이다.

용해시험 : 관내에 충전된 음료수에 對한 위생상에 전지에서 水質變化의 測定 主로 수도관의 경우에 한한다.

절연저항 및 내전압시험 : 전선관의 경우

파이프는 폴리에틸렌과 연화비닐수지가 주로 使用되

며 韓國工業規格으로는

KSM3401(수도용경질염화비닐관)

KSM3402(수도용경질염화비닐이음관)

KSM3404(일반용경질염화비닐관)

KSM3406(연질비닐관)

KSM3407(일반용폴리에틸렌관)

KSM3431(경질비닐전선관) 등이 제정되어 있고 상기 製品規格에 명시되어 있는 중요제품의 품질규정은 다음표와 같다.

수도용경질염화비닐관의 품질규정

시험항목	시험온도	시료갯수	품 질
인장강도	20°C	3	480 Kg/cm ² 이상
수 압	상 온	1	샌다든지 기타 결점이 없을 것
편 평	상 온	3	균열, 파열 또는 관 안팎면에 기공이 없을 것
가열침입	—	3	83°C 이상
복 원 력	—	1	10분 이내 복원
용해도	상 온	시험용액마다	탁도 0.5도 이내
			색도 1.0도 이내
			과당간칼슘소비량의 증가 2 ppm 이내
			납 0.1ppm 이내 잔유염소의 감량 1.0 ppm 이내 냄새 및 맛 : 이상이 없을 것

일반용경질염화비닐관의 품질규정

시	험	항	목	품	질
인장강도(Kg/cm ²)				480이상	
수 압 시 험				물이 샌다든지 기타의 결함이 없어야 한다.	
편 평 시 험				관의 파열 또는 관안팎면의 균열 및 기공이 없어야 한다.	
침지시험	{	물에서의 중량 변화(g/m ²)		± 2.0 이내	
		NaCl용액에 의한 중량변화		± 2.0 이내	
		황산용액에 의한 중량변화		± 2.0 이내	
		질산용액에 의한 중량변화		± 2.0 이내	
		NaOH 용액에 의한 중량변화		± 2.0 이내	

〈표〉 연질비닐관의 품질규정

시 험 항 목	품
---------------	---

〈표〉 일반용폴리에틸렌관의 품질규정

시 험 항 목	품 질	
	1 종	2 종
인 장 강 도 (Kg/cm ²)	95이상	200이상
수압시험	호칭지름 20이하(Kg/cm ²)	18 30
	" 25-30	13 22
	" 40-75	10 16
	" 100-15	6 13
	호칭지름 200이하(Kg/cm ²)	

시 험 항 목		품 질	
		1 종	2 종
인 장 강 도 (Kg/cm^2)		95이상	200이상
침지시험	NaCl용액에 의한 중량변화 (G/m^2)	± 0.5 이내	
	황산용액에 "	± 0.5 이내	
	질산용액에 "	± 1.0 이내	
	NaOH용액에 "	± 0.5 이내	
	에틸알콜용액에 "	± 4.0 이내	
회분시험	회분의 중량%	0.1이하	

3) 其他製品

現 KS에 制定되어 있는 其他 플라스틱製品規格 및 試驗項目은 다음과 같으며 個別製品의 品質內容은 생

략한다.

KSM3405(분무용비닐호오스) : 수압시험, 박리시험, 인장시험, 가열시험

KSM3502(경질염화비닐골판) : 치수, 굴곡시험, 충격시험

KSM3602(염화비닐비옷) : 인장강도, 신장율, 인열강도, 가열시험, 접착시험, 내한시험, 접착부의 인장강도

KSM3802(비닐석면타일) : 치수안정성, 압입시험, 압입변형관류시험, 굴곡시험, 가열감량 충격시험

KSA1551(합성수지제소금포대) : 인장강도, 신장율, 마찰계수, 압축강도, 낙하시험