

시설하우스용 연질필름의 물리적 특성에 관한 연구

장유섭, 한길수, 김승희, 정두호, 김기철
농업기계화연구소

Study on the Physical Property of Soft Film for Greenhouse

Chang, Y. S. • Han, K. S. • Kim, S. H. • Chyong, D. H. • Kim, K. C.
National Agricultural Mechanization Research Institute

Abstract

This study was performed to induce a quality improvement and standardization of materials used for greenhouse. For this purpose, physical and mechanical properties of agricultural films for greenhouse were measured by kinds and thickness of the films. The properties are composed of impact, tensile, tear propagation strength and light transmittance.

The results were summarized as follows.

1 . At the impact test result of the falling dart, the thicker the film, the greater the impact strength of soft film. The impact weight at 50 percents is from 158g to 213g and the strength of low density polyethylene(LDPE) film is higher than the rest of any other films.

2 . Seeing the leveling of the impact rupture, maximum impact weight which was ruptured very little ranges from 62g to 192g. The impact strength of 0.1mm films was higher than that of 0.05mm as from 1.8 to 3.2 times.

3 . Tensile weight covers from 0.95kg to 2.22kg in the test materials, and the weight of lengthwise film is larger than that of width. LDPE film has high value of tensile weight. Elongation range is from 345 to 102 percent and lengthwise elongation is greater than width as much as from 1.4 to 2.7 times.

4 . Tear propagation strength ranges from 80.5kg/cm to 121.7 kg/cm, and unlike which of LDPE film has high value, EVA film has low value in the films tested. The width strength is higher than the lengthwise.

5 . The light transmittance of the soft film is about 78~92 percent in the range of ultraviolet ray, but has high value in the visible ray range.

키 워 드 : 연질필름, 충격강도, 인장강도, 인열강도, 신장율, 광투과성

Key words : soft film, impact propagation strength, tensile propagation strength, tear propagation strength, elongation range, light transmittance

서 론

우리나라 원예시설 면적은 현대화, 대형화 사업에 의해 매년 증가되고 있는 추세로 1975년 1,835ha에서 1994년 41,666ha로 증가하여 년 평균 18%의 높은 증가속도를 보이고 있다¹⁾. 시설의 외피복재도 PE필름이 73.0%, EVA 필름이 16.3%로 유리, PC 등 경질판 피복재로 변화되어 가고 있다^{2,3,4)}. 그러나, 아직도 원예시설의 외피복재는 연질필름이 대부분의 원예시설에 사용되고 있다. 이러한 연질필름의 피복재에 관한 충격강도, 인장, 인열, 신장율 등 물리적 기계적 성질이나 광투과성에 관한 연구가 진행되고 있다^{5,11,12,14,15,16)}. 특히, 시공시 피복재 인장파열, 신장변형 훼손, 충격에 의한 파손 등 뿐만아니라 투광율 등에 관한 많은 문제점이 노출되고 있어 이러한 문제점에 대한 검토가 절실하게 요구되고 있다^{6,7,8,9,10,13)}. 따라서, 본연구에서는 시판 사용되고 있는 PE, EVA 등 연질필름의 재료별, 두께별 물리적 광학적 특성을 규명하여 자재규격화에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 실험에 사용한 공시재료는 Table 1에서 보는 바와 같이 4종의 연질필름으로서 피복재의 물리적 특성과 광투과성 특성을 규명하기 위한 것으로 현재 농업용으로 생산 시판되고 있는 것이다. 물리적 특성을 위한 공시재료는 Polyethylene(PE)필름, Low Density Polyethylene(LDPE)필름 2종류, Ethylene Vinyl Acetate(EVA)필름의 총 4종류이며, 한 재료에 3수준의 두께로 나누어 충격강도, 인장 및 인열 강도 그리고 광투과성 시험재료로 공시하였다.

2. 시험방법

가. 충격강도시험

충격강도 시험장치는 Fig. 1에서 보는 바와

Table 1. Experimental materials for tensile properties, tear propagation strength, free falling dart and light transmittance materials.

Materials	Thickness(mm)
PE	0.05, 0.06, 0.1
LDPE 1	0.05, 0.06, 0.1
LDPE 2	0.05, 0.06, 0.1
EVA	0.06, 0.07, 0.1

같이 한국공업규격 KSA 1028 과 KSM 3074 방법을 이용하여 시설 하우스용 피복재의 충격강도 시험에 알맞도록 제작되었다. 충격 시험장치는 시험편 지지대 및 크램프, 추 이 탈장치, 다트와 분동 및 에어 콤프레셔 등으로 구성되어 있다. 시험편을 지지하는 태는 안지름이 127mm, 바깥지름이 152mm이고 두께가 3.1mm이며, 경도(Hs)가 50~60인 고무 를 사용하였다.

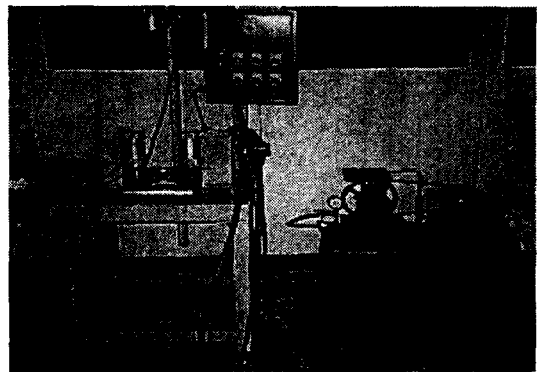


Fig. 1. Testing equipment for impact resistance of plastic film by the free falling dart method.

시험편이 압착지지되는 면은 0.1mm 이상 미끄러지지 않도록 사포로 제작되었으며, 크램프는 실린더의 공기압이 7kgf/cm²으로 유지하여 시험편을 압착지지될 수 있도록 제작하였다.

다트를 고정하고 자유낙하 시키는 추 이탈 장치는 3kg 정도의 추를 고정하고 자유낙하 시킬 수 있는 충분한 용량의 전자석을 선택하여 제작하였다.

충격강도 시험은 다트식 낙추 방식으로 전자석에 부착된 다트가 전원단락에 의해 66cm 높이에서 자유낙하하여 시편에 충격을 가하는 방식이다. 다트가 시편에 충격을 가할 때 시편이 크램프에서 미끄러짐을 확인하기 위하여 낙하전후에 크램프에 물린 시편에 원을 그리는 방법을 이용하였다. 이때 다트가 시편면에 재충격을 가하지 않도록 세심한 주의가 요구된다. 시험편은 피복재의 길이방향으로 좌우 2개소를 5m 간격으로 20개소에서 채취하였으며, 시험편 크기는 고정 크램프 직경보다 크게 가로 세로 공히 210mm로 제작하였다. 시험편 처리는 KSM 7012의 전처리 조건에 따라 온도 18~22℃, 습도 64~68%범위에서 48시간 처리하였다. 시험은 50% 파괴 수준이 예상되는 무게를 설정하고, 최소 10개의 시험편을 15g 또는 5g씩 하중을 증감하여 반복 시험하였다. 충격파괴무게를 찾기 위하여 시험편이 전혀 파괴가 일어나지 않는 0%와 완전 파괴가 일어나는 100%의 파괴무게 사이에서 최소한 3점 이상 무게의 증감을 시도하였다. 이때 시험편에 어떠한 흠집도 파괴로 간주하였다. 본 시험에서의 충격 강도 분석은 파괴된 시험편 수와 이때의 무게로서 파괴율을 계산하고, 다음식에 의하여 충격파괴 무게를 산정하였다.

$$W_F = W_L - \Delta W \left(\frac{S}{100} - \frac{1}{2} \right) \dots\dots\dots (1)$$

여기서,

- W_F : 필름의 충격파괴 무게(g)
- W_L : 시험편 10개를 모두 파괴하는 가장 낮은 증추 무게(g)
- ΔW : 파괴하중의 등차증가 증량(g)
- S : 각 증추무게에서 파괴한 % 종합

한편, 시험결과를 종합하여 증추 무게와 파괴율을 KSA 1628에 명시된 방법에 의하여

확률지에 도식하였다.

나. 인장 및 인열강도시험

인장 및 인열강도측정은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 크로스 헤드 스트록이 1100mm이며, 크로스 헤드가 사각 스크류에 상하 작동하도록 되어 있다. 인장 및 인열하중은 로드 셀에 의해 검출되고 검출결과가 리니어 레코더에 의해 기록되는 범용형 인장시험기가 사용되었다. 시험장치의 상단 고정부와 하단의 크로스 헤드 가동부에는 시편에 하중을 가했을 때 미끄러지거나 빠지지 않도록 시험편 지지용 그림이 부착되어 있다. 로드셀은 인장 인열 하중측정시 필요에 따라 50, 100, 500kg 용으로 교환 사용할 수 있고, 또 검출된 값을 임의설정 증폭변환하여 사용할 수 있도록 조절기가 프레임에 설치되어 있다. 하중에 대한 측정전압은 0~5V로 이 값을 외부로 출력하여 PC로 계측 저장할 수 있도록 하였다. 인장인열 시험에 사용한 A/D interface는 Adventech Co., Ltd의 PCL-718 LAB Card를 사용하였다. PCL-718은 12bit 분해능의 A/D, D/A converter와 D/I, D/O, programmable Timer/counter, DMA(Direct Memory Access)의 기능이 지원되는 것이며, analog input은 16채널의 single-ended와 8채널의 differential 입력 방식을 선택하여 사용할 수 있는 것으로 데이터의 정도를 높이기 위하여 8채널의 differential로 데이터를 계측하도록 하였다. 크로스 헤드 속도의 범위는 5~500mm/min로 임의 조정할 수 있으며, 인장 인열하중과 신장율은 측정과 동시에 기록되며, 기록지의 속도는 19~40mm/min 범위에서 3단계로 조절할 수 있다.

인장시험은 재료시험기의 속도를 500mm/min로 설정하고 항복강도, 최대인장강도 및 파괴강도를 구하였다. 인장강도에 사용된 시험편은 Fig. 3에서 보는 바와 같으며, 시험재료를 펼쳐놓은 상태에서 5m 간격으로 가로와 세로방향 20군데에서 시료를 채취하고, Fig. 4와 같은 시험편 제작용 램퍼펀치를 사용하여 시험편을 제작하였다. 신장율을 측정하기 위하여 표선길이는 4cm로 중앙을 중심으로 좌우 2cm에 표시하였으며, 신장율은 표선길이

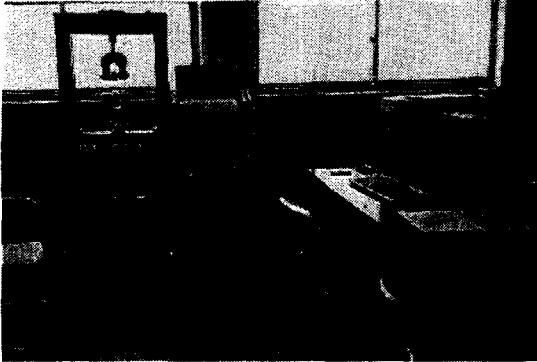


Fig. 2. Schematic diagram of universal testing machine.

와 시험편이 파단될 때의 총 늘어난 길이의 비로 분석하였다. 이때, 총 늘어난 길이는 시험기의 크로스 헤드의 속도와 파단 순간의 시간으로 산출하였다. 인장강도와 신장율을 구하는 식은 다음과 같다.

$$\sigma_r = \frac{R}{A_0} \dots\dots\dots (2)$$

여기서

σ_r : 인장항복강도, 인장강도, 인장파괴강도 (kgf/cm²)

R: 항복최대하중 및 파괴시 하중 (kgf)

A_0 : 시험전 시험편의 최소 단면적 (cm²)

$$L = L \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

여기서

L: 신장율 (%)

L_1 : 최대하중시 표선간 거리 (mm)

L_0 : 시험전 표선간 거리 (mm)

한편, 인열시험은 시험기기의 속도를 500mm/min로 설정하고 시험편이 그림에 미끄러지지 않도록 설치하여 인열강도를 측정하였다. 인열시험용 시험편은 Fig. 5에서와 같으며 시험편 제작용 햄머 펀치를 사용하여 시험편을 제작하였다. 인열하중은 시험기기의 크로스헤드가 하강할때 시험편이 받는 최대하중

을 측정하였으며, 인열강도는 다음식으로 분석하였다.

$$\alpha = \frac{F_c}{W} \dots\dots\dots (4)$$

α : 인열강도 (kgf/cm)

F_c : 파괴시 최대하중 (kgf)

W: 시험전 시험편의 두께 (cm)

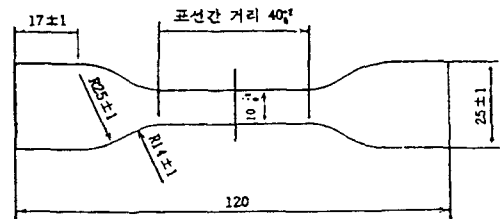


Fig. 3. Tensile specimen.

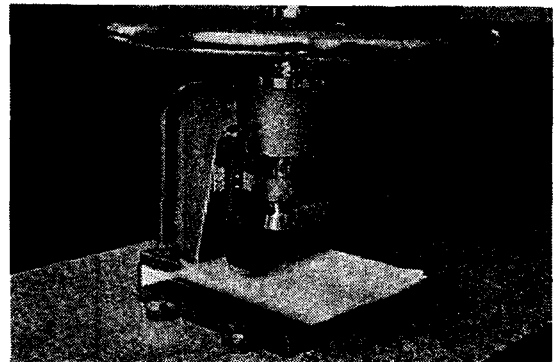


Fig. 4. Schematic diagram of punch hammer for tensile and tear propagation specimen.

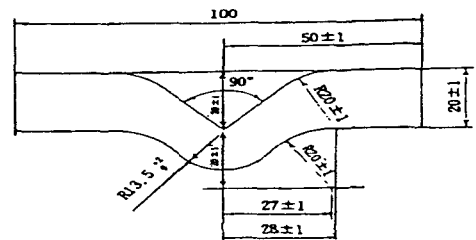


Fig. 5. Tear propagation specimen.

다. 광투과 시험

광투과 측정 시스템은 계측제어부 및 출력부 등으로 구성되어 있고, 190~3200nm 파장대 영역을 측정할 수 있는 적분구 반사영역을 가지고 있다. 광투과 측정은 UV-3101PS 분광광도계를 이용하여 적외선과 가시광선 영역의 광원은 50W 텅스텐 할로겐 램프를 사용하였고, 자외선 영역은 Deuterium lamp를 광원으로 사용하였다. 자외선과 가시광선 영역의 수광부는 photo-multiflier(광전자 증배관) R-298이고, 근적외선 광량의 측정부는 PbS 이다. 기기의 분해능은 0.1nm이고, 정확도는 0.3nm이며, 주사속도는 200nm/min이다. 데이터는 PC에 저장하고 레이저 프린터를 이용하여 출력하도록 되어있다. 광투과성 측정에 사용한 시험편은 측정장치의 구조상 50mm의 장방형으로 제작 사용하였으며, 측정 파장대는 작품의 광합성에 밀접한 관련이 있는 자외선과 가시광선영역으로 하였다. 측정용 시편은 측정 장비의 시료구(sample port 15×25mm)에 밀착시켰으며, 측정자료는 시편을 투과하는 광 이외의 광이 수광되지 않도록 하였으며, 재료별, 두께별 광투과 특성을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 충격강도 시험

필름 종류별 두께별 충격파괴 하중(g)을 알기 위하여 0.1% 파괴점과 99.9%의 파괴점 사이를 다트에 분동무게를 중감(중추무게)시키면서 시험한 결과는 Fig. 6과 같다.

그림에서 보는 바와 같이 각 필름별 두께별 공히 중추가 증가될수록 파괴율은 증가하였고 필름의 두께가 두꺼울수록 파괴하중은 증가하였다. 각 필름간에 파괴하중에서 0.1mm의 PE인 경우가 가장 높은것으로 나타났고, 나머지에서는 큰 차이점이 보이지 않았다. 필름 두께별 파괴하중의 차이를 보면 0.05mm와 0.06mm 또는 0.06mm와 0.07mm에서 0.01mm 증가에 따른 파괴하중의 변화량은 LDPE1과 EVA에서는 약 6g 이내로 큰 차이가 없으나

LDPE2와 PE에서는 각각 14g과 28g으로 그 차이가 컸다. 시험결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Weight of impact rupture. (unit:g)

Normal thickness (mm)	0.05 0.06 0.1		
	(0.06)	(0.07)	
Item			
PE	75.8	104.0	213.0
LDPE 1	81.6	87.2	157.1
LDPE 2	86.4	103.6	151.1
EVA	(90.8)	(96.9)	158.0

※ Weight : dart and added weight at 50% rupture.

Table 3. Rupture grade of materials.

Rupture grade	Materials	Falling weight(g)		
		Normal thickness(mm)		
		0.05	0.06	0.1
		(0.06)	(0.07)	
Non-rupture	PE	62.09	92.0	192.0
	LEPE1	71.9	72.1	136.9
	LEPE2	72.1	86.9	126.7
	EVA	(82.3)	(86.8)	137.0
1 row rupture	PE	67.39	97.2	197.0
	LEPE1	77.1	77.1	142.1
	LEPE2	77.1	92.0	136.9
	EVA	(87.4)	(92.0)	141.7
2 row rupture	PE	136.9	152.0	226.9
	LEPE1	121.9	136.9	226.9
	LEPE2	92.0	166.9	197.0
	EVA	(152.0)	(166.9)	212.0
Full rupture	PE	302.1	347.4	552.5
	LEPE1	347.4	377.5	552.5
	LEPE2	332.4	362.5	502.2
	EVA	(457.5)	(537.4)	712.5

※ Circle : falling dart trace.

필름의 파괴정도를 분석하기 위해서 추의 무게를 15g 씩 증가시켜 가면서 필름 종류별 두께별로 파손 상태를 분석한 결과는 Table 3 과 같다.

무게 증가량에 따른 필름의 파손형태의 변화는 1줄 파괴에서 2줄 파괴로 그리고 구멍이 뚫리는 형태로 전개된다. 따라서 본 실험에서는 파손상태를 비파괴, 1줄 파괴, 2줄 파괴, 완전 파괴로 나누어 분석하였다. 비파괴는 필름에 어떠한 손상도 일어나지 않은 상태를 말

범위이고 121.9~342.4g까지는 2줄 파괴이며, 342.4g 이상은 완전 파괴를 말한다. 각 파손상태 구분간에 5g의 차이는 분동의 등차 중량무게가 5g에서 기인된다. 비파괴의 무게는 다량의 충격 파괴 무게를 나타낸 그림에서 0.1%의 파괴점과 같다. 필름 종류별 각 파손상태에서의 파괴하중을 보면, 비파괴에서 2줄 파괴의 범위까지는 필름 종류별 큰 차이가 없었으나 완전 파괴에서는 EVA가 다른 3종류 보다 큰 차이를 보이고 있다. 그 차이를 PE를

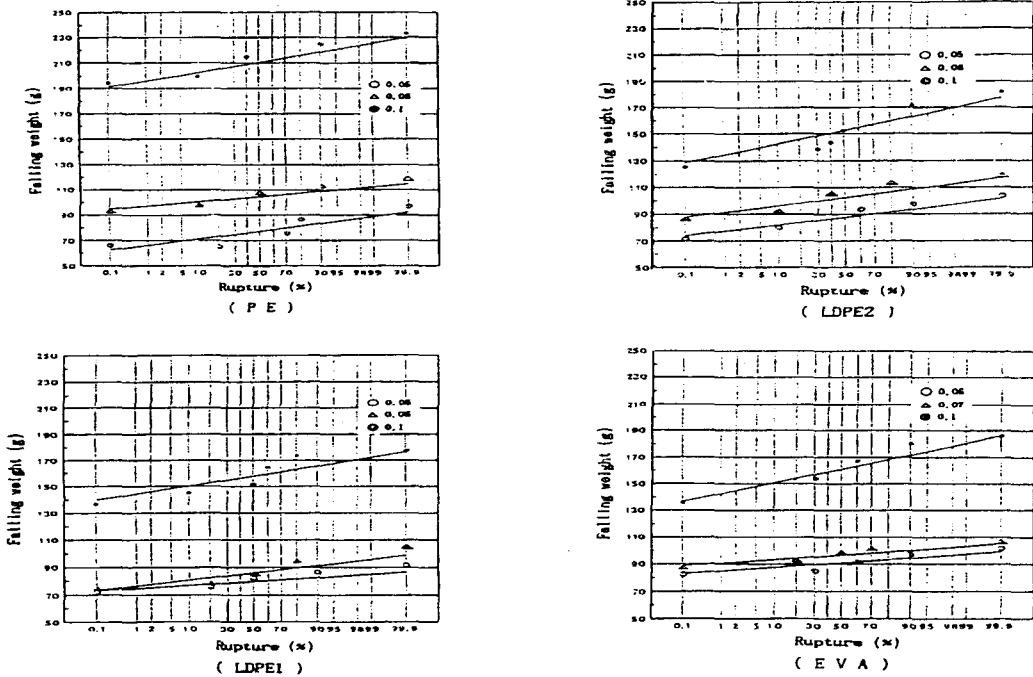


Fig. 6. Relationship of rupture and falling weight.

하고, 1줄 파괴는 조그마한 점 손상에서부터 시작하여 2줄 파괴가 일어나기 직전까지의 상태이고, 2줄 파괴는 2줄 파괴가 시작되는 점에서부터 완전 파괴가 일어나기 직전까지의 상태이며, 완전 파괴는 필름에 지름 3.81cm의 반원형 머리의 형상을 하고 있는 다투형태의 구멍이 뚫린 상태를 말한다. 즉 Table 3에서 0.05mm LDPE1의 경우 0~71.9g까지는 비파괴 범위이며, 77.1~121.99까지는 1줄 파괴의

기준해서 보면 EVA는 PE보다 완전 파괴 하중이 0.06mm, 0.1mm에서 공히 약 1.3배 더 큰 것으로 나타났다.

2. 인장·인열강도 시험

재료별, 두께별 인장하중은 길이방향과 폭 방향으로 구분하여 Table 4에 나타내었다. 인장하중은 재료의 종류와 두께에 따라 영향을 받기 때문에 두께가 증가함에 따라 인장하중

이 증가하는 경향으로 나타났다.

재료별로 보면 LDPE1 필름이 1.02~2.22kg의 범위로 가장 높고 PE필름이 1.06~1.89kg의 범위로 대체로 낮게 나타났다. 방향별로 인장하중을 보면 폭 방향이 길이방향보다 인장하중이 3.2~20.0% 정도 더 높게 나타났다. 이것은 필름을 압축성형하는 과정에서 나타나는 물리적 특성에서 비롯된 것으로 판단된다⁹⁾.

Table 4. Tensile load by films.
(unit:kgf/mm²)

Item	Lengthwise		Crosswise		
	Yield	Maximum	Yield	Maximum	
PE	0.05	0.514	0.946	0.490	1.064
	0.06	0.631	1.183	0.625	1.267
	0.1	0.927	1.707	0.943	1.891
LDPE1	0.05	0.484	1.009	0.535	1.196
	0.06	0.666	1.182	0.635	1.219
	0.1	1.024	1.914	1.064	2.079
LDPE2	0.05	0.490	1.080	0.506	1.019
	0.06	0.655	1.163	0.639	1.391
	0.1	1.136	2.114	1.126	2.216
EVA	0.05	0.415	1.083	0.521	1.519
	0.06	0.420	1.127	0.456	1.289
	0.1	0.644	1.601	0.765	2.000

Table 5에는 재료별 두께별로 인장하중이 증가하여 재료가 파단될 때까지 늘어난 신장률을 나타낸 것이다. 방향별로 보면 폭방향이 960~1060%의 신장율을 보이고, 길이방향은 350~790%의 신장율을 나타내었다. 재료별 신장율은 길이방향의 경우 EVA가 632~784%로 가장 높고 LDPE1 필름이 366~628%로 가장 낮게 나타났으며, 폭 방향은 LDPE2가 1003~1170%로 매우 높고 EVA가 971~1015%로 가장 낮게 나타났다. 재료별, 두께별 인장하중과 신장율을 길이방향과 폭방향으로 나누어 Fig. 7, 8에 각각 예시하였다. 한편, Table 6에는 재료의 단면적과 두께에 따라서 재료에 미치는 인장강도를 나타내었다. 인장

Table 5. Elongation by films.

(unit:%)

Item	Lengthwise		Crosswise		
	Yield	Maximum	Yield	Maximum	
PE	0.05	45	345	18	956
	0.06	46	474.5	20	1056.2
	0.1	32.5	730	22	987
LDPE1	0.05	28	366	20	1055.6
	0.06	25	535.6	21.2	984.4
	0.1	28.5	628	23	1020.5
LDPE2	0.05	28.1	496.9	24	1002.5
	0.06	28.7	395.8	17.5	1023.7
	0.1	28.5	731	21	1171
EVA	0.05	28.5	783.5	27.5	987.5
	0.06	44	786	30.6	971.2
	0.1	45.5	632	29.5	1015.5

강도는 길이방향에서는 LDPE2가 2.07~2.39kgf/mm²로 가장 높고, PE가 1.95~2.34kgf/mm²로 가장 낮게 나타났다. 폭방향에서는 LDPE2가 1.91~2.20kgf/mm²로 가장 높고, EVA가 1.64~1.91kgf/mm²로 가장 낮게 나타났다. 따라서 인장강도 측면에서 보면 길이방향과 폭방향의 강도는 차이가 나타날 수 있지만 각 재료의 두께별로는 인장강도의 차이가 거의 없는 것이 일반적이나^{7, 8, 10)} 시험에 나타난 결과는 상당한 차이가 있었다.

인열강도는 시험편이 절단될 때까지 걸리는 최대하중을 측정하고 시험전 시험편의 두께로 나눈 값으로 Table 7에 나타내었다.

길이방향의 경우 인열강도는 80.5~121.7kgf/cm의 범위로 LDPE1 필름이 가장 높고 EVA가 가장 낮게 나타났다.

폭방향의 경우 인열강도는 61.5~98.6kgf/cm 범위로 PE가 가장 높고 EVA가 가장 낮게 나타났다. 인열강도는 같은 재질에서는 호칭 두께와 실제 두께가 상당한 차이가 있기 때문에 두께별로 일정한 경향이 없는 것으로 나타났다.

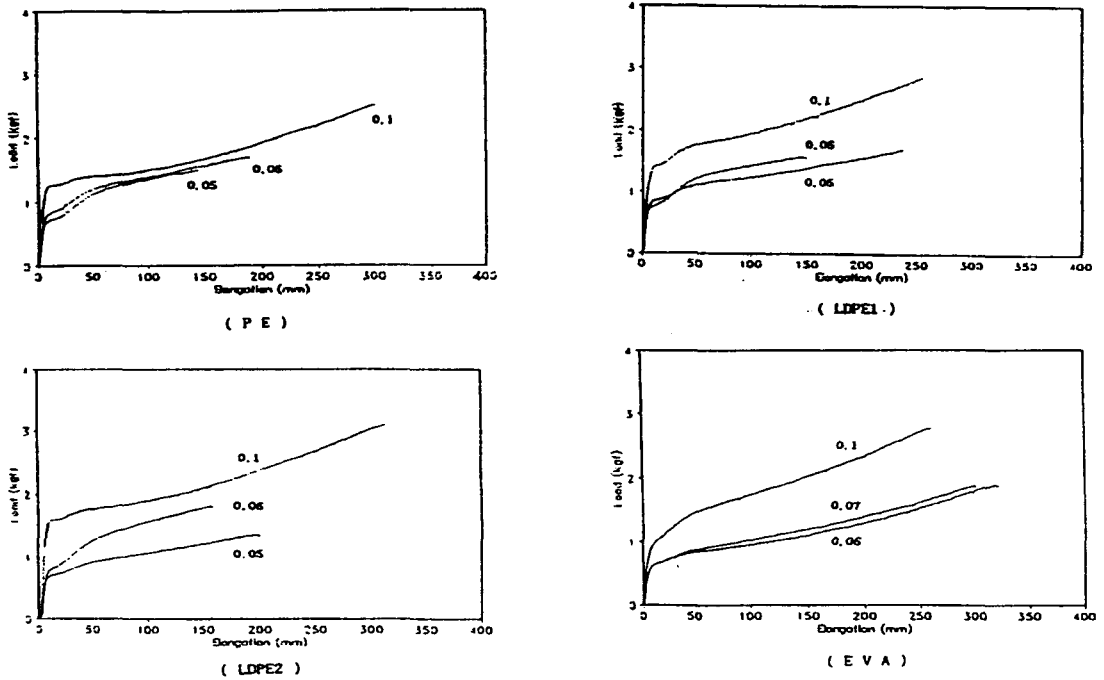


Fig. 7. Relationship of elongation and load (Lengthwise).

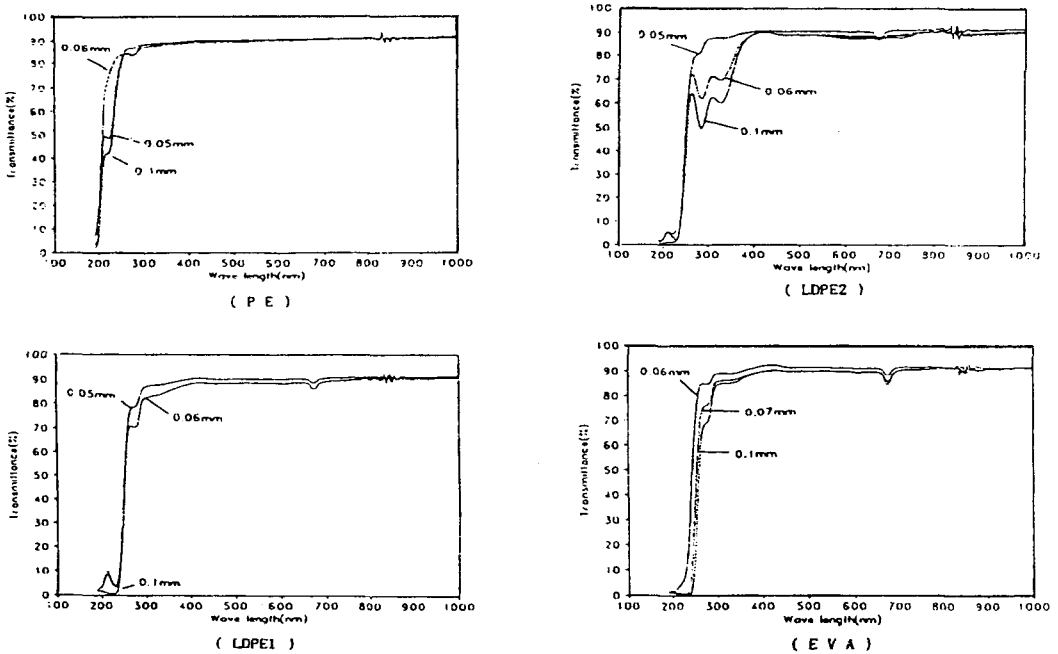


Fig. 8. Relationship of elongation and load(Crosswise).

Table 6. Tensile Strength.

(unit:kgf/mm²)

Item	Lengthwise		Crosswise		
	Yield	Maximum	Yield	Maximum	
PE	0.05	1.077	2.340	1.173	2.161
	0.06	1.059	2.149	1.078	2.022
	0.1	0.970	1.947	0.997	1.837
LDPE1	0.05	1.074	2.401	0.957	1.979
	0.06	1.129	2.167	1.118	1.984
	0.1	1.097	2.143	1.059	1.983
LDPE2	0.05	1.027	2.072	0.987	2.177
	0.06	1.098	2.388	1.098	1.908
	0.1	1.146	2.258	1.184	2.201
EVA	0.05	0.803	2.344	0.731	1.911
	0.06	0.719	2.032	0.655	1.761
	0.1	0.756	1.977	0.661	1.644

Table 7. Tear Propagation Strength.

(unit:kgf/cm)

Item	Direction of length	Direction of width	
	Yield	Yield	
PE	0.05	101.001	98.587
	0.06	100.382	98.639
	0.1	95.319	73.702
LDPE1	0.05	121.738	98.025
	0.06	101.353	84.818
	0.1	101.192	82.490
LDPE2	0.05	99.887	79.495
	0.06	107.422	79.960
	0.1	100.443	82.077
EVA	0.06	89.386	75.671
	0.07	80.407	74.768
	0.1	84.702	61.260

3. 광투과특성

분광 광도계를 이용하여 재료별, 두께별로 광투과특성을 측정하였으며, 측정된 결과를 Fig. 9에 나타내었다. 그림에서 보는바와 같이 가시광선영역에서는 광투과특성에 차이가 크지 않으나 자외선 영역에서는 현저한 차이를 보이고 있다. 재료별 광투과특성을 비교하여 보면 연질필름의 경우 400nm이하 파장대 영역에서의 투과특성은 PE 필름이 가장 높고 LDPE 필름이나 EVA는 다소 낮은 것으로 나타났다. 작물생육에 가장 큰 영향을 미치는 380~760nm의 영역에서는 재료별, 두께별로 큰 차이가 나타나지 않았으며, 투과율은 87~92% 범위에 있었다. 투과 특성을 보면 가시광선영역에서 PE 필름은 거의 일정한 경향으로 변화하나 LDPE 필름과 EVA는 600~700nm 사이에서 투과율이 감소하다가 증가하는 경향을 보였다. 따라서, 연질필름의 종류별 광투과특성은 가시광선영역에서 큰 차이가 없으나 자외선영역에서는 큰 차이가 나고 있다. Fig. 10은 연질필름의 파장대별 광투과특성을 나타낸 것이다. 연질필름 0.1mm 두께에서의 광투과특성을 비교하여 보면 가시광선영역에서 PE 필름이 가장 높고 LDPE 필름, EVA 순으로 광투과성이 낮은 경향을 보였다.

적 요

시설하우스에 이용되는 시설자재의 규격화와 품질개선을 유도하기 위하여 피복자재의 종류별, 두께별로 물리적 기계적 특성을 시험 분석하였다. 피복자재의 물리적 기계적 특성은 충격강도, 인장 인열강도 및 파장별 투과율을 측정하였으며, 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 닥트식 낙추시험에서 연질필름의 충격강도는 피복재가 두꺼울수록 파괴하중이 증가하여 50% 파괴수준의 하중이 158~213g 범위에 있었으며, LDPE 필름이 대체로 높게

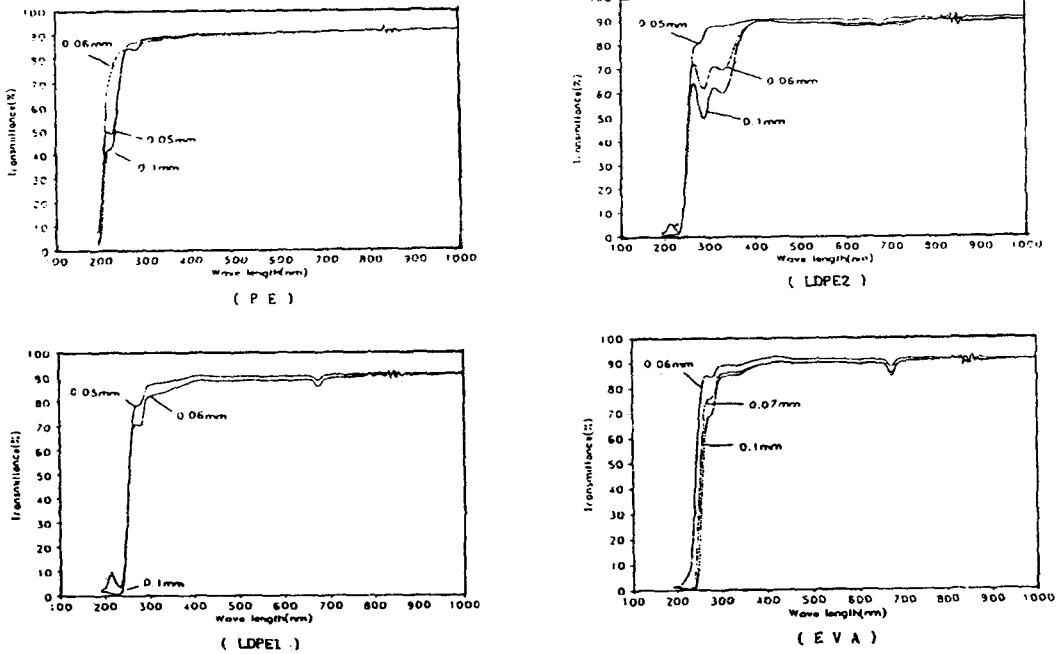


Fig. 9. Relationship of elongation and load (Crosswise).

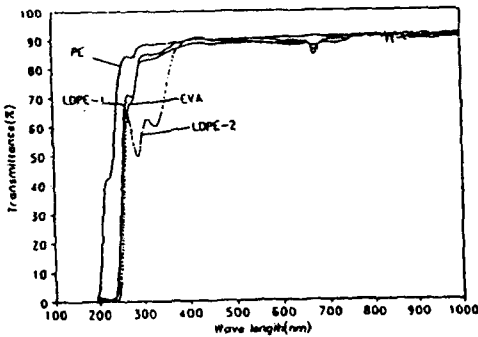


Fig. 10. Relationship of wavelength and transmittance at PE, LDPE1, LDPE2, and EVA films.

나타났다.

2. 충격파괴정도를 보면 전혀 파괴되지않는 최대 충격하중이 62~192g 범위였으며, 0.05mm에 비해 0.1mm 두께의 필름이 충격에 견디는 힘이 1.8~3.2배 더 강한 것으로 나타

났다.

3. 인장하중은 0.95~2.22kg 범위로 피복재 길이 방향이 높고, LDPE 필름이 높게 나타났으며, 신장율은 345~1020% 범위로 길이보다 폭방향이 1.4~2.7배 더 신장되는 것으로 나타났다.

4. 인열강도는 80.5~121.7kg/cm의 범위로 LDPE 필름이 높고 EVA가 낮은 것으로 나타났다으며, 길이방향보다 폭방향에 더 큰 값으로 나타났다.

5. 연질필름의 종류별 광투과특성은 자외선 영역에서 87~92%로 큰 차이가 나타나지 않았으나 가시광선 영역에서 높은 투과율을 나타내었다.

인용문헌

1. 김문기 외3인. 1994. 시설구조의 기준화

- 및 작물재배연구.농촌진흥청. pp. 199.
2. 박중춘 외5인. 1994. 시설원예현대화하우스 모델설정 및 재배효과에 관한 연구. 농촌진흥청. pp. 40.
 3. 이영대. 1994. 우리나라 시설농업의 정책 방향 심포지움. 농어촌진흥공사. pp. 5-7.
 4. 이석건 譯. 1992. 농업환경 조절공학. 교보문고. pp. 28-33.
 5. 오인식 외6. 1992. 하우스용 필름 내구성 시험. 농업기계화연구소 시험연구보고서. pp. 101-106.
 6. 한국공업규격 KS M 3054. 플라스틱필름 및 시트의 인장시험 방법.
 7. 한국공업규격 KS M 3508. 농업용 에틸렌 초산비닐 공중합체 필름.
 8. 한국공업규격 KS M 3054. 농업용 폴리에틸렌 필름.
 9. 한국공업규격 KS A 1028. 플라스틱 필름의 닥트식 낙하시험 방법.
 10. 한양화학주식회사. 폴리에틸렌 가공기술.
 11. 日本施設園藝協會. 1987. 施設園藝ハンドブック. pp. 90-108.
 12. 三原義秋. 1972. 施設園藝の氣候管理. 成文堂新光社. pp. 7-20, 56-68.
 13. 三原義秋. 1983. 溫室設計の基礎と實際. 養賢堂. pp. 102-117.
 14. 林水産技術會事務局. 1981. 高能率施設園藝に関する綜合研究. 農林弘濟會. pp. 44-50.
 15. 日本農業氣象學會關東支部. 1988. 農業氣象 測器 測定法. 農業技術協會. pp. 213-219.
 16. L.K.Subbarao. Experiments in materials science. McGRAW-HILL. pp. 101-109.