

폴리에스테르/폴리프로필렌 복합형 지오텍스타일의 내후성 평가 Assesment of Weatherability of Polyester/Polypropylene Geotextile Composites

전 한 용, Han-Yong Jeon

전남대학교 섬유공학과 교수, Professor, Dept. of Textile Engineering, Chonnam National University

SYNOPSIS : Geotextile composites to improve the weatherability were composed of recycled polyester geotextile with carbon black as ultraviolet stabilizer and polypropylene geotextile by needle-punching method, and evaluated physical properties, ultraviolet resistance and chemical stability. Retention ratio of tensile properties of nonwoven polypropylene geotextiles were decreased about 50% by the exposed condition with ultraviolet but those of geotextile composites were slightly decreased than polypropylene geotextiles. Geotextile composites which have larger weights of polyester geotextile were more stable against ultraviolet. For chemical stability, the changes of tensile properties of geotextile composites were in the range of $-20 \sim +10\%$ at the various chemical conditions.

Key words : needle-punching method, geotextile composites, ultraviolet resistance, chemical stability, retention ratio of tensile properties

1. 서 론

지오텍스타일은 모래, 흙, 자갈 등의 환경에 노출, 사용되는 고분자 재료로서 토목공사의 시공기술과 밀접한 관계를 가지는 토목용 섬유제품이다. 지오텍스타일은 보강, 분리, 여과, 배수 등 다양한 기능을 가지며 지오텍스타일을 이용한 구조물의 장기 안정성을 위해서는 이러한 기능을 유지해야하기 때문에 재료의 내구성이 상당히 중요하게 취급되어야만 한다. 지오텍스타일을 구성하는 원료로는 폴리프로필렌 (Polypropylene, PP), 폴리에스테르 (Polyester, PET), 폴리아미드 (Polyamide, PA) 등을 들 수 있고, 지오텍스타일의 내구성은 이와 같은 원료 고분자의 특성에 많은 영향을 받으며, 원료 고분자의 취화에 의한 분해는 지오텍스타일의 안정성에 중대한 영향을 미치게 된다. 한편, 지오텍스타일의 내구성을 저하시키는 취화로는 산소, 수증기, 토양의 산/알칼리도 등에 의한 화학적 취화, 자외선과 높은 온도에 의한 광취화 그리고 효소와 곰팡이와 같은 미생물에 의한 취화를 들 수 있다. 특히 지오텍스타일은 시공과정에서 노출조건에 의한 물성저하가 유발되며, 자외선에 의한 취화, 열 산화 및 광 산화, 가수분해, 화학적 취화 등에 영향을 받기 때문에 노출조건들이 매우 중요하게 고려되어야만 한다. 폐기물 매립장의 경우, 매립장 건설 도중 또는 건설된 매립장에서 매립이 완료되기 전 매립이 진행 중일 때는 사면 보강용으로 이용된 지오텍스타일은 일광에 노출이 되며, 매립 완료 후 배수 또는 여과, 지오텍스타일의 보호기능 등으로 이용된 지오텍스타일은 침출수와의 반응으로 광취화, 화학적 취화가 예상된다. 현재 국내에서 사용되는 지오텍스타일의 약 90%는 자외선 안정제인 카본 블랙이나 기타 첨가제를 포함하지 않은 PP 지오텍스타일 제품이다. 한편, 주위 환경에 대한 토목 섬유 고분자 재료의 적용성, 즉 토목 섬유 고분자 재료

의 여러 환경에 대한 내구성을 평가한 연구를 살펴보면 T. L. Baker(1997)는 폴리프로필렌 부직포형 지오텍스타일의 자외선 안정성 평가를 위하여 xenon-arc type weatherometer와 옥외노출실험과의 연관성에 관하여 연구한 결과 두 실험 모두 지오텍스타일의 두께의 영향을 받으며, 유사한 경향을 갖는다고 하였다. R. M. Koerner(1998) 등은 PP, PET 지오텍스타일의 자외선 저항성 평가 결과 PET 지오텍스타일이 PP에 비하여 자외선에 대한 저항성이 매우 컸으며, O. Artières(1997) 등은 PET 지오텍스타일이 자외선 안정성은 크지만, 화학제에 대한, 특히 알칼리에 대한 저항성이 낮다고 보고한 바 있다. A. Mathur(1994) 등은 폴리프로필렌 지오텍스타일의 경우 산, 염기(pH 3과 10), 해수의 조건하에서 상당히 안정함으로 보이고, 폴리에스테르 지오텍스타일의 경우에는 유리전이 이상의 온도에서 가수분해에 의한 취화가 발생함을 발견했다. A. Salman(1997)은 중성수, 산성 그리고 알칼리성 환경에 따른 폴리에스테르 지오텍스타일의 가수분해에 대하여 화학적으로 설명하였다. 본 연구에서는 폴리프로필렌 지오텍스타일의 자외선 안정성을 향상시킬 목적으로 자외선 안정제인 카본블랙이 첨가된 재생 폴리에스테르 지오텍스타일과 현재 사용되고 있는 폴리프로필렌 지오텍스타일을 이용하여 복합지오텍스타일을 제조하여, 역학적 성질변화에 의한 자외선 안정성과 화학저항성을 측정, 검토하였다.

2. 실험

2.1. 시료

2.1.1 지오텍스타일

폐기물 매립장에 적용되는 700, 800, 1000g/m²의 카본블랙이 첨가되지 않은 3종의 PP 지오텍스타일과 카본블랙이 첨가된 200, 300g/m²의 재생 PET 지오텍스타일을 복합형 지오텍스타일 제조에 사용되는 시료로 택하였다.

2.1.2 복합지오텍스타일의 제조

기존의 PP 지오텍스타일의 자외선 안정성 향상을 목적으로 자외선 안정제로써 카본블랙을 첨가한 재생 PET 지오텍스타일과 PP 지오텍스타일을 니들펀칭 방식(Needle-punching method)으로 복합화하였으며, 표 1과 같이 중량을 달리한 3종의 시료를 제조하였다.

표 1. 부직포 지오텍스타일 복합재료의 규격

Geocomposites \ Compositons	PP/PET (g/m ²)
GC1	700/300
GC2	800/200
GC3	1,000/200

2.2. 노출실험

지오텍스타일과 복합 지오텍스타일의 자외선에 대한 안정성 평가는 Xenon-arc를 이용한 ASTM D 4355, ASTM Committee G 26에 의거하여 102분의 광조사와 18분의 물 분사로 이루어진 120분 사이클

을 반복하여 총 500시간을 노출시킨 후 노출전과의 물성을 비교, 평가하였다.

2.3. 화학저항성

지오텍스타일의 화학저항성을 평가하기 위한 일반화된 방법이 없으므로 본 실험에서는 미국 환경부에 서 제시한 FML(flexible membrane liner)의 화학저항성 평가 방법인 EPA 9090 Test Method를 적용하였다. 이 방법은 25°C와 50°C의 침지액에 시료를 침지시킨 후 매 30일 간격으로 120일 까지 시료를 취하여 MD 및 CD 양방향에서의 인장실험을 행하고 각각의 노출시간에 따른 인장강도와 신도 보유율로써 화학저항성을 평가하는 방법이며, 이 때 인장실험은 ASTM D 5034에 의거하여 행하였다. 일반적으로 매립되는 폐기물의 경우에 매립과정에서 분해되어 강산성의 침출수를 발생하며 기타 고형 폐기물 등이 산화, 분해되면 침출수는 강알칼리성이 되는 경우도 고려하면 침출수의 pH 범위는 산성에서 알칼리성까지 매우 광범위하다고 볼 수 있다. 따라서 본 실험에서는 pH 3과 12의 완충용액과 실제 쓰레기 매립장에서 취한 침출수를 침지액으로 이용하였다.

2.3.1. 완충용액의 제조

노출 기간동안 침지액의 농도 변화를 막기 위해서 완충용액을 제조하였다. pH 3의 완충용액은 0.1M의 K_2HPO_4 와 0.1M의 HCl을, pH 12의 완충용액은 0.1M의 NaOH와 0.05M의 HNa_2PO_4 을 이용하여 제조하였다.

2.3.2. 침출수

본 실험에 사용된 침출수는 국내 폐기물 매립 현장에서 취하였으며, pH 8.34의 약 알칼리성을 띄고 있으며 침출수의 성분을 표 2에 나타내었다.

표 2. 폐기물 매립지 침출수의 성분

pH	8.34	Ni, mg/ℓ	0.2
COD, mg/ℓ	2200.0	Fe, mg/ℓ	43807.7
TS, mg/ℓ	214.1	Mn, mg/ℓ	1.6
Na, mg/ℓ	2441.9	Cr, mg/ℓ	0.2
Zn, mg/ℓ	0.5	Mg, mg/ℓ	107.7
Cd, mg/ℓ	< 0.1	Cu, mg/ℓ	0.1
K, mg/ℓ	1481.9	Ca, mg/ℓ	94.3
Pb, mg/ℓ	0.1	Cl, mg/ℓ	9040.0
Alkalinity, mg $CaCO_3$ /ℓ	9050.0		

1. ppm = parts per million
2. ND = Not Detected
3. < = less than

2.4. 역학적 성질

지오텍스타일에 대한 자외선의 영향 및 화학저항성을 분석하기 위하여 인장강도의 변화를 평가하였다. 인장강도는 Instron 4302를 이용하여 ASTM D 5034의 grab test법에 의거하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 역학적 성질

3.1.1. 지오텍스타일

표 3은 지오텍스타일의 인장강신도이며, PET에 비하여 PP 지오텍스타일의 인장성질이 우수하였고, 카본블랙이 첨가된 PP, PET 지오텍스타일의 인장성질이 첨가되지 않은 시료의 경우보다 상당히 저하됨을 보인다. 이는 카본블랙의 함량과 분산에 따른 문제로 생각되며, 각 지오텍스타일의 길이 방향과 폭 방향의 인장강도 수치에 차이는 지오텍스타일 제조과정 중 섬유 배향 방향의 차이 및 섬유 밀도 차에 기인한 것으로 생각된다.

표 3. 지오텍스타일의 인장특성

Tensile properties		Strength(kgf)	Strain(%)
Geotextiles(g/m ²)			
Polypropylene (700g/m ²)	MD	208.5	88
	CD	284.0	84
Polyester (700g/m ²)	MD	170.1	90.15
	CD	166.4	101.87
Polypropylene (1,200g/m ²)	MD	250.1	80.6
	CD	138.7	76.4
Polyester (1,200g/m ²)	MD	127.3	99.1
	CD	184.3	104.7

3.1.2. 복합지오텍스타일

표 4는 카본블랙이 첨가된 재생 PET 지오텍스타일과 카본블랙이 첨가되지 않은 PP 지오텍스타일을 니들펀칭법으로 제조한 세 종류 복합지오텍스타일의 초기 인장강신도이다. 복합지오텍스타일의 인장강도는 동일 중량을 갖는 PP 지오텍스타일의 약 85~80% 정도이며, 이는 두 가지 재료의 복합화에 따른 결과로 기존의 PP 지오텍스타일과 비교하여 인장강도의 차이가 크지 않았다.

표 4. 복합지오텍스타일의 인장특성

Tensile Properties		Strength(kgf)	Strain(%)
Geotextile Composites(g/m ²)			
GC1 (1,000g/m ²)	MD	260.97	63.85
	CD	324.30	57.20
GC2 (1,000g/m ²)	MD	229.18	71.00
	CD	316.08	59.25
GC3 (1,200g/m ²)	MD	296.70	62.68
	CD	420.50	57.15

3.2. 자외선 안정성

그림 1은 자외선에 의한 고분자의 취화 메커니즘으로 그림에서 볼 수 있듯이 일광에 장시간 노출되는 경우 자외선 에너지에 의하여 고분자에 자유 라디칼이 생성되고, 생성된 라디칼들이 연쇄적인 반응을 하여 고분자 사슬이 절단되고 결국에는 최종 제품의 물성이 현저하게 저하되는 것이다. 지오텍스타일 표준 시방서인 AASHTO(American Association of State Highway and Transportation Officials) M 288-96에 따르면 지오텍스타일은 인공광원인 xenon-arc에 500시간 노출 후 70% 이상의 인장 강도 보유율을 가져야 한다고 명시되어있다.

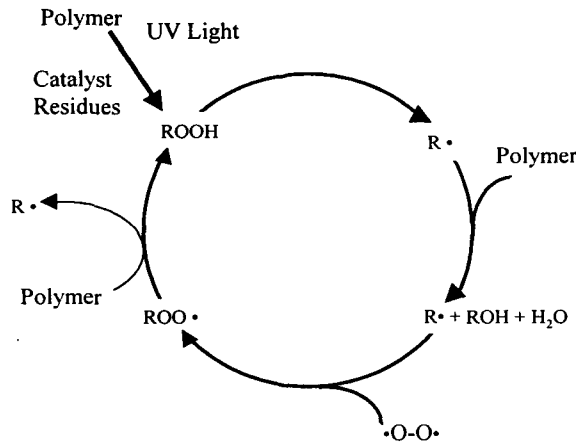


그림 1. 광 산화에 의한 분해과정

3.2.1. 지오텍스타일

자외선에 500시간의 노출 후 지오텍스타일의 물성변화를 표 5에 나타내었다. 여기서 PP 지오텍스타일은 인장강도와 신도 모두 현저한 감소를 보였으며, 평균적으로 인장강도는 초기강도의 약 30~70%가 감소함을 보였고, 신장도 또한 약 16~40%의 감소를 나타내었다. PP 지오텍스타일 중 1,500g/m²의 시료가 인장강도 뿐만 아니라 신도의 감소 폭이 가장 적게 나타났다. 이는 섬유 중량이 증가할수록 두께가 증가함에 따라 투과되는 자외선 조사량이 감소되어 강도변화가 적게 나타나는 것이다. 또한 PP 지오텍스타일은 광 조사 후 약 30~40%의 강도 보유율을 갖는 반면, PET 지오텍스타일은 90% 이상으로 이는 PP와 비교하여 자외선에 대한 안정성은 큰 편인 PET의 영향일 뿐만 아니라 자외선에 의한 취화를 억제하는 카본블랙을 첨가함으로써 자외선에 의한 강도변화가 크게 발생하지 않는다고 생각되어진다.

표 5. 지오텍스타일의 인장특성 보유율

Tensile Properties	Strength(kgf)		Elongation(%)	
	MD	CD	MD	CD
Geotextiles				
PP(700g/m ²)	35%	40%	84%	70%
PP(1,000g/m ²)	32%	27%	61%	69%
PET(1,000g/m ²)	99.3%	98.8%	90.6%	84.7%
PP(1,500g/m ²)	62%	70%	73%	82%

3.2.2. 복합지오텍스타일

PP 지오텍스타일의 자외선 안정성을 향상시키기 위하여 제조한 복합지오텍스타일의 자외선 저항성 평가 결과를 표 6에 나타내었다. 여기서, 복합지오텍스타일 세 종류 모두 80% 이상의 인장강도 보유율을 갖음으로 기존의 PP 지오텍스타일과 비교해 볼 때 자외선에 대한 안정성이 크게 향상되었음을 알 수 있다. 복합화된 지오텍스타일에서, 전체 중량을 동일할 때 카본블랙이 첨가된 PET 지오텍스타일의 중량을 증가시킬수록 자외선에 의한 인장강도와 신도의 저하 폭이 감소하였으며, PET 지오텍스타일의 중량을 동일하게 하고 PP 지오텍스타일의 중량을 증가시킨 경우에도 PP 지오텍스타일의 중량에 따라 인장강신도의 저하가 감소되었다. 이는 단 섬유인 PP의 중량이 증가할수록 단위 체적당 섬유밀도가 커짐으로 광원이 조사되는 면적감소에 기인하는 결과라고 생각된다. 그러나, PP 지오텍스타일보다 PET 지오텍스타일의 중량을 증가시키는 경우에 더욱 큰 효과를 얻을 수 있었다.

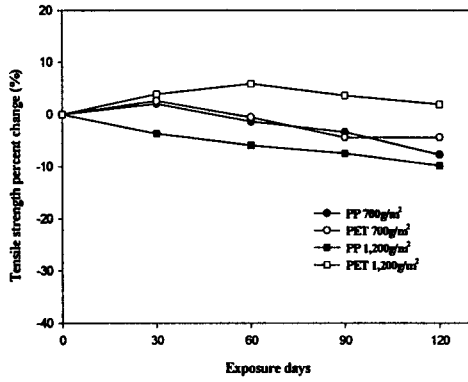
표 6. 복합지오텍스타일의 인장특성 보유율

Geotextile Composites(g/m ²)	Tensile Properties		Strength		Strain	
	MD	CD	MD	CD	MD	CD
GC1	86.8%	84.9%	75.5%	82.7%		
GC2	83.4%	79.7%	77.5%	77.9%		
GC3	96.7%	80.3%	83.6%	80.1%		

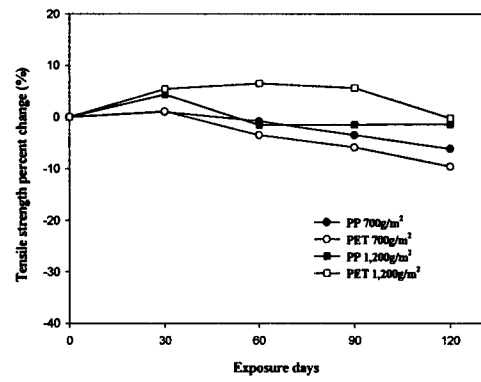
3.3. 화학저항성

3.3.1. 지오텍스타일

그림 2, 3, 4, 5는 pH 3의 산성용액에서 지오텍스타일의 안정성을 평가한 결과이며 pH 3의 완충용액에 침지한 PP, PET 지오텍스타일 모두 인장강도 변화율은 노출 전에 비하여 약 -10% 정도의 변화를 보였으며, 인장신도는 10~20% 정도 감소되었지만, 25℃, 50℃의 pH 3 산성용액에 대하여 안정함을 보였다. 그림 6, 7, 8, 9는 pH 12의 알칼리용액에서 지오텍스타일의 안정성을 평가한 결과이며 인장강신도 변화율로 나타내었다. 25℃, 50℃의 온도조건에서 지오텍스타일들은 안정함을 보였지만, PP 지오텍스타일의 인장강도는 10% 정도 감소하였고 PET의 경우에는 -20%의 변화율을 나타내었다. 한편 인장신도 변화율은 pH 3의 완충용액에 침지한 경우와 마찬가지로 20% 정도 인장신도가 감소되었고, PET 지오텍스타일의 경우 약 30~40% 정도로 감소폭이 가장 큼을 알 수 있었다. 이는 알칼리에 취약한 PET의 고유한 특성으로 생각된다. 폐기물, 특히 음식폐기물 매립지에서 발생하는 침출수에 대한 지오텍스타일의 인장강도 변화율을 그림 10, 11에 나타내었다. 본 실험에서 이용한 침출수는 pH 8.34의 약 알칼리성이며 9,050의 상당히 높은 알칼리도를 갖기 때문에 인장강도는 PP, PET 지오텍스타일 모두 -20~10%의 변화율을 보이며, 침지온도가 25℃ 보다는 50℃의 경우에 감소폭이 더 컸다. 인장신도 변화율은 그림 12, 13과 같이 PP의 경우에는 20% 정도 감소하였고, PET의 경우에는 40~50%의 감소율을 나타내었다. 지오텍스타일의 화학저항성을 평가한 결과 PP 지오텍스타일은 pH 3의 산성용액, pH 12의 알칼리용액 및 침출수에 대한 안정성을 갖지만, PET 지오텍스타일은 pH 12의 알칼리용액과 침출수에 대하여 인장강도 및 인장신도 감소율이 크게 나타남으로써 화학저항성이 낮음을 알 수 있었다.

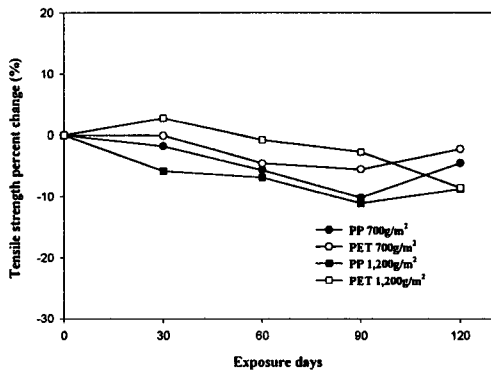


(a)

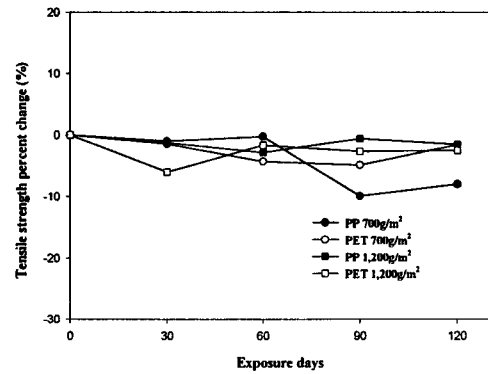


(b)

그림 2. pH 3, 온도 25°C에서의 지오텍스타일의 인장강도 변화율 : (a) MD (b) CD

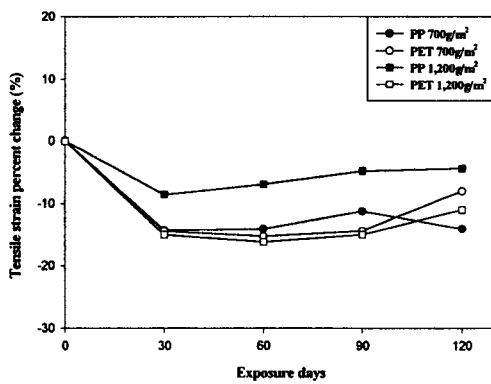


(a)

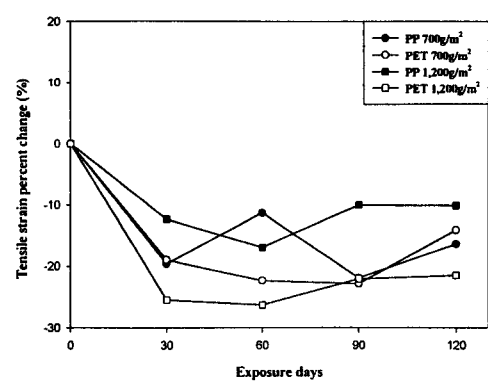


(b)

그림 3. pH 3, 온도 50°C에서의 지오텍스타일의 인장강도 변화율 : (a) MD (b) CD

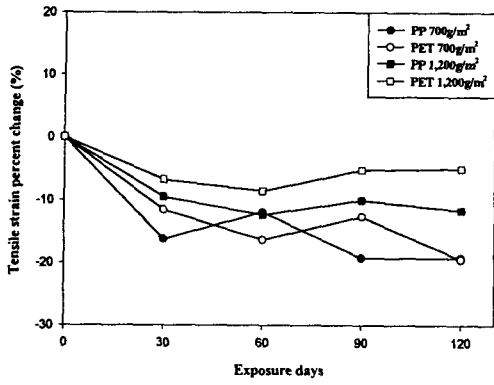


(a)

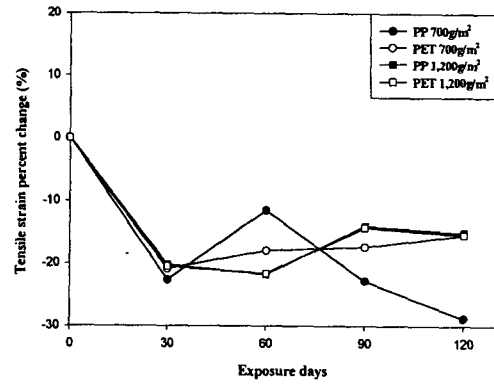


(b)

그림 4. pH 3, 온도 25°C에서의 지오텍스타일의 인장신도 변화율 : (a) MD (b) CD

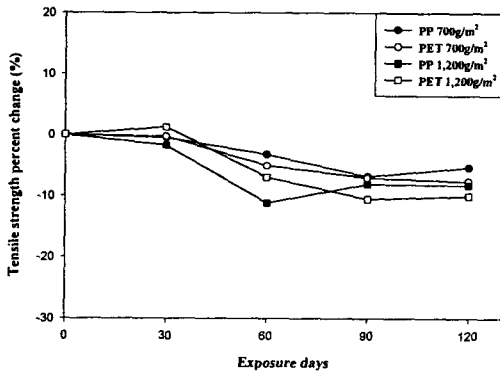


(a)

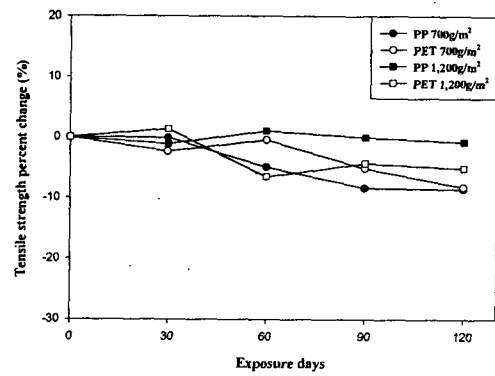


(b)

그림 5. pH 3, 온도 50°C에서의 지오텍스타일의 인장신도 변화율 : (a) MD (b) CD

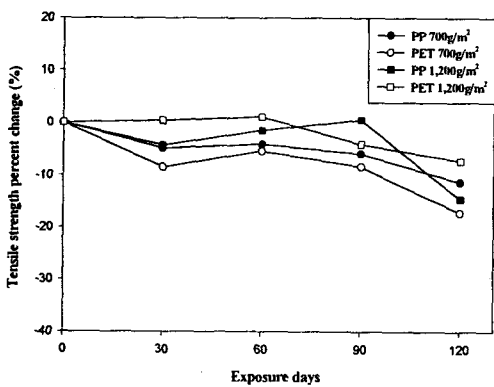


(a)

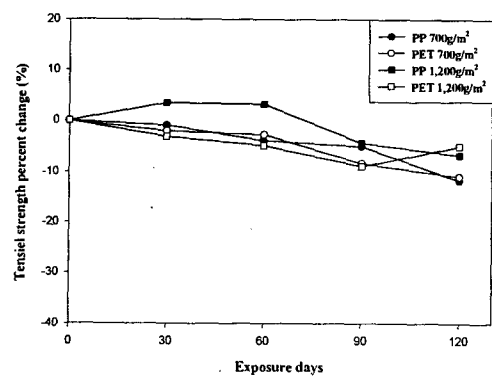


(b)

그림 6. pH 12, 온도 25°C에서의 지오텍스타일의 인장강도 변화율 : (a) MD (b) CD

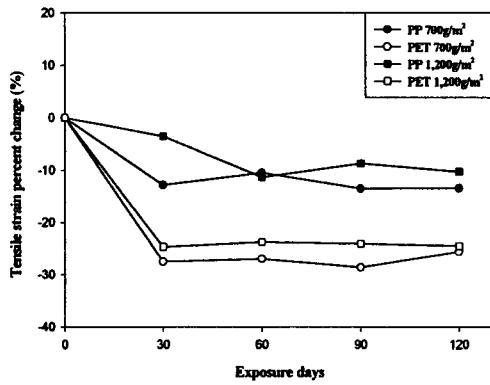


(a)

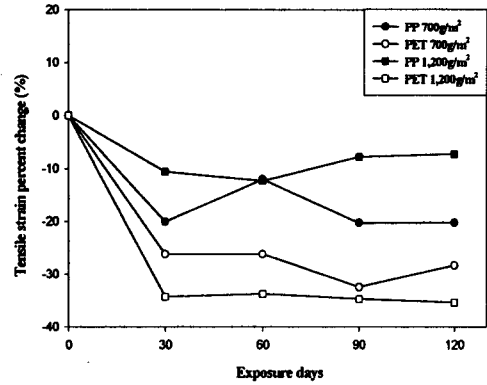


(b)

그림 7. pH 12, 온도 50°C에서의 지오텍스타일의 인장강도 변화율 : (a) MD (b) CD

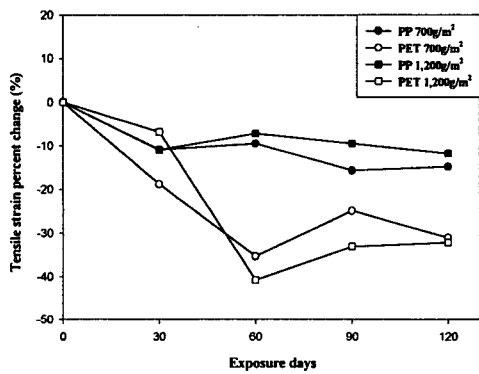


(a)

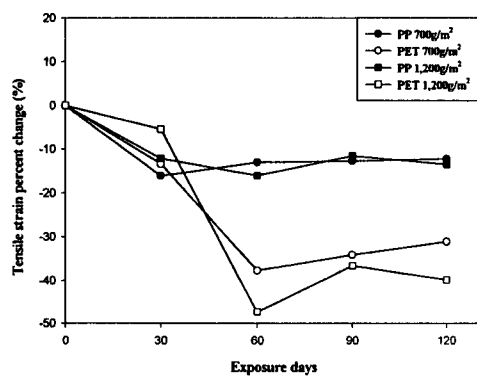


(b)

그림 8. pH 12, 온도 25°C에서의 지오텍스타일의 인장신도 변화율 : (a) MD (b) CD

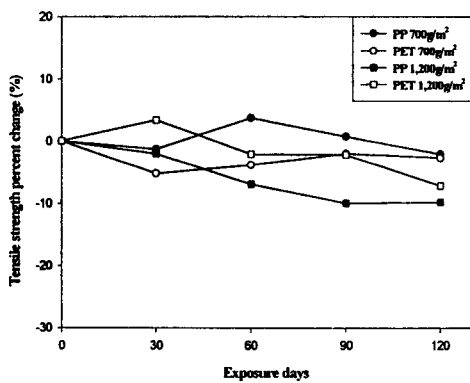


(a)

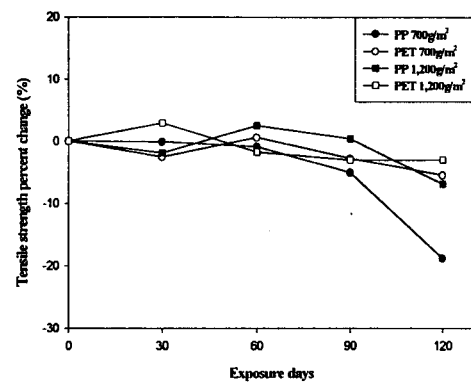


(b)

그림 9. pH 12, 온도 50°C에서의 지오텍스타일의 인장신도 변화율 : (a) MD (b) CD

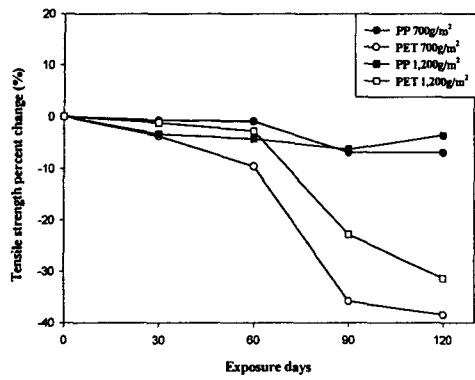


(a)

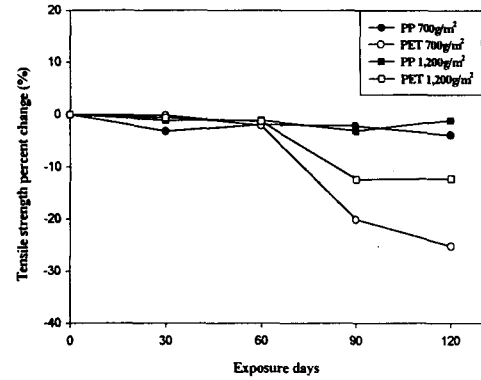


(b)

그림 10. 침출수 온도 25°C에서의 지오텍스타일의 인장강도 변화율 : (a) MD (b) CD

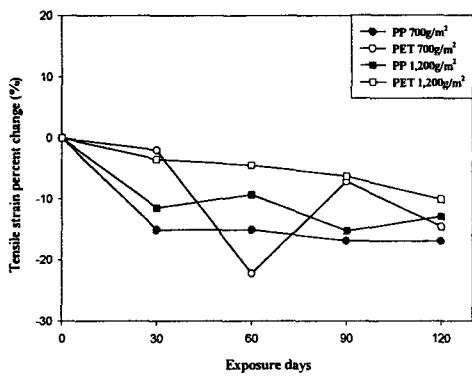


(a)

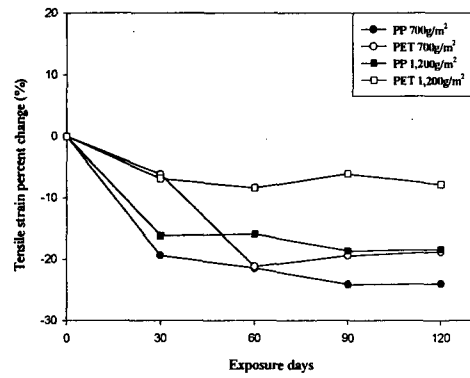


(b)

그림 11. 침출수 온도 50°C에서의 지오텍스타일의 인장강도 변화율 : (a) MD (b) CD

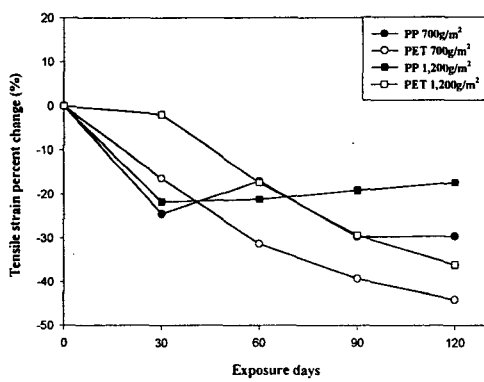


(a)

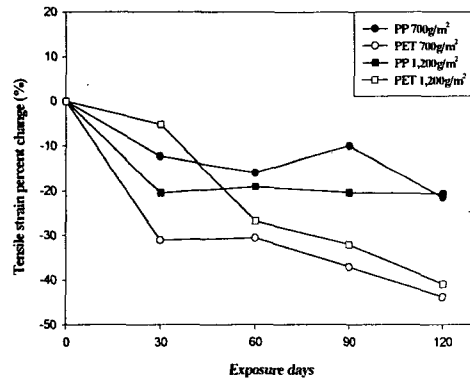


(b)

그림 12. 침출수 온도 25°C에서의 지오텍스타일의 인장신도 변화율 : (a) MD (b) CD



(a)



(b)

그림 13. 침출수 온도 50°C에서의 지오텍스타일의 인장신도 변화율 : (a) MD (b) CD

3.3.2. 복합지오텍스타일

pH 3의 산성용액에 대한 안정성 평가 결과는 그림 14, 15에 인장강도와 그림 16, 17에 인장신도의 변화율을 나타냈으며, 앞서 실험한 지오텍스타일의 안정성 평가 결과와 유사하게 약 10% 정도의 인장강도 감소를 나타냄으로 pH 3의 용액에 안정함을 알 수 있다. 한편, 인장신도 변화율은 10~20%의 감소를 보이며, pH 3의 완충용액에 침지함에 따라 강도저하 보다는 신도 감소율이 커짐을 알 수 있었다. 그림 18~21은 각각 pH 12의 알칼리용액에 노출시킨 복합 지오텍스타일들의 인장강신도 변화율이며, 여기서 인장강도는 약 10~20% 정도 감소된 반면, 인장신도는 약 20~40% 정도의 인장신도 감소가 나타났다. 그림 22, 23은 침출수에 노출시킨 복합지오텍스타일의 인장강도 변화율을, 그림 24, 25에는 인장신도 변화율을 나타내었다. 앞서 살펴본 pH 3과 12의 완충용액에 노출시킨 결과와 유사하게 인장강신도 모두 10~20%의 감소를 보였으며, 25℃의 조건에서보다 50℃의 경우에 감소폭이 더 큼을 알 수 있었다. 이와 같은 결과로 제조된 세 종류의 복합 지오텍스타일은 화학용액들에 의하여 인장신도가 크게 저하되었지만, 인장강도 변화율이 약 ±20% 정도로 화학용액에 대한 안정성을 가짐을 알 수 있었다.

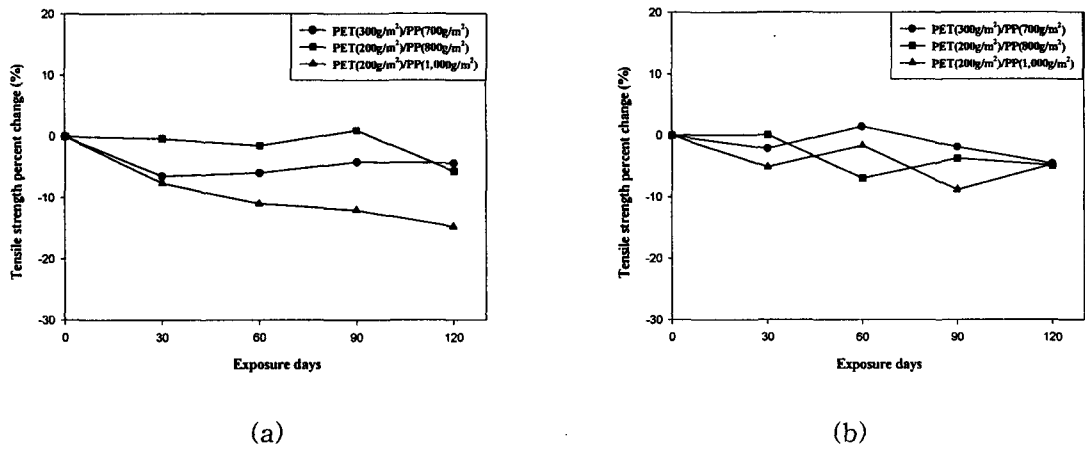


그림 14. pH 3, 온도 25℃에서의 복합 지오텍스타일의 인장강도 변화율 : (a) MD (b) CD

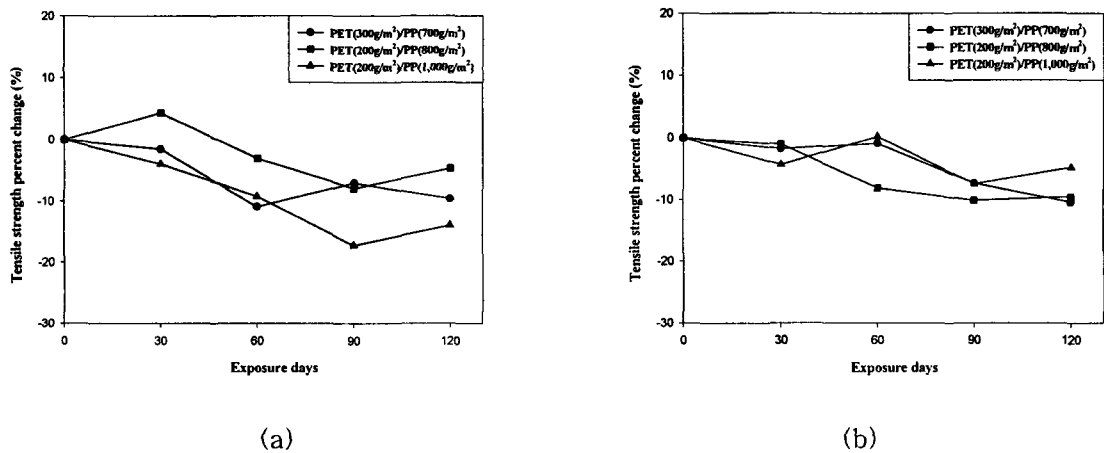
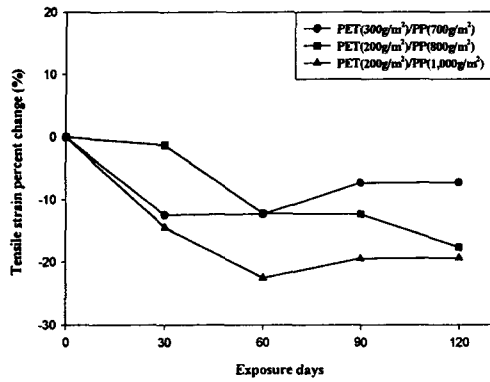
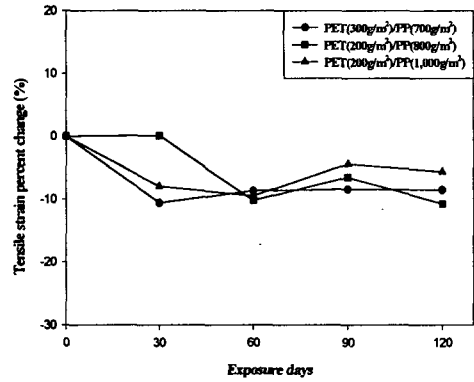


그림 15. pH 3, 온도 50℃에서의 복합 지오텍스타일의 인장강도 변화율 : (a) MD (b) CD

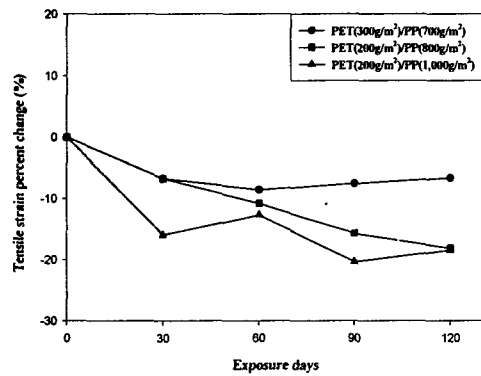


(a)

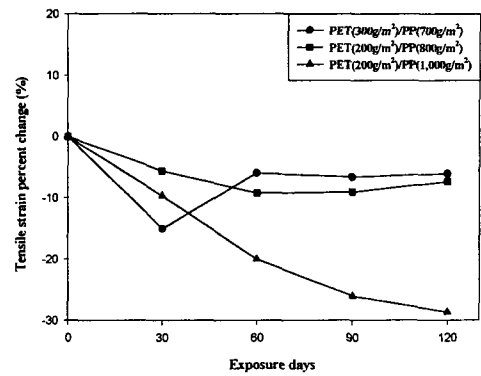


(b)

그림 16. pH 3, 온도 25°C에서의 복합 지오텍스타일의 인장신도 변화율 : (a) MD (b) CD

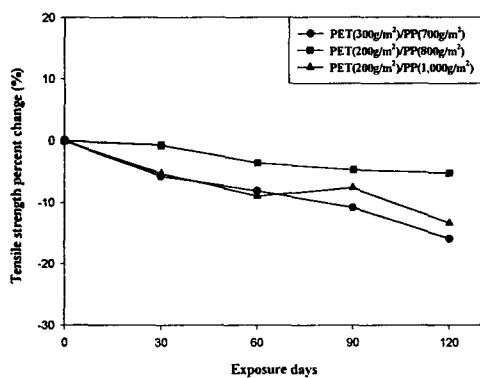


(a)

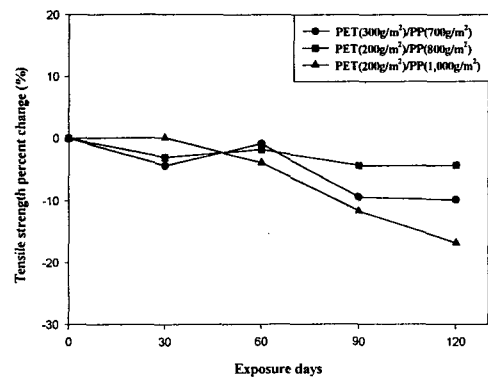


(b)

그림 17. pH 3, 온도 50°C에서의 복합 지오텍스타일의 인장신도 변화율 : (a) MD (b) CD

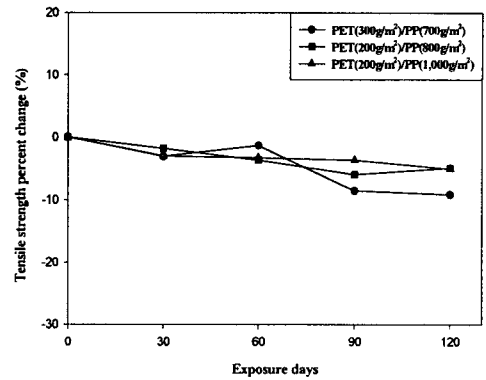
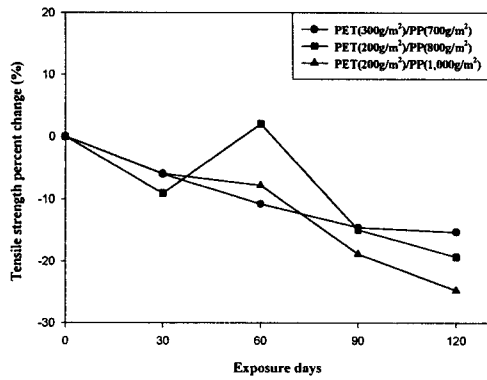


(a)



(b)

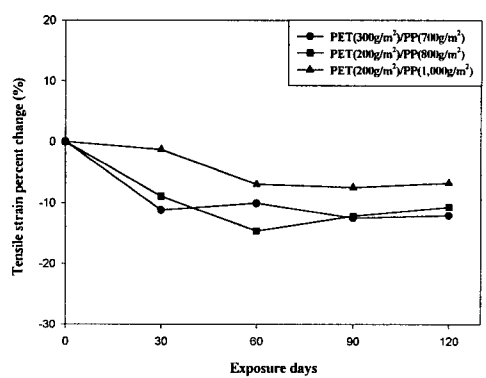
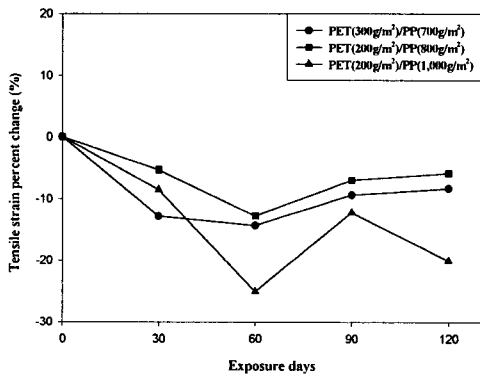
그림 18. pH 12, 온도 25°C에서의 복합 지오텍스타일의 인장강도 변화율 : (a) MD (b) CD



(a)

(b)

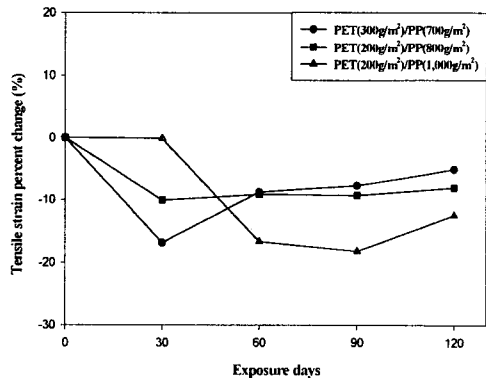
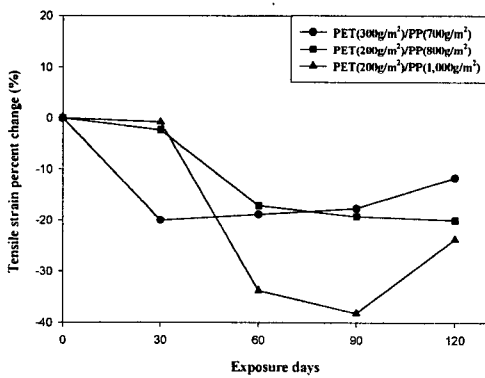
그림 19. pH 12, 온도 50°C에서의 복합 지오텍스타일의 인장강도 변화율 : (a) MD (b) CD



(a)

(b)

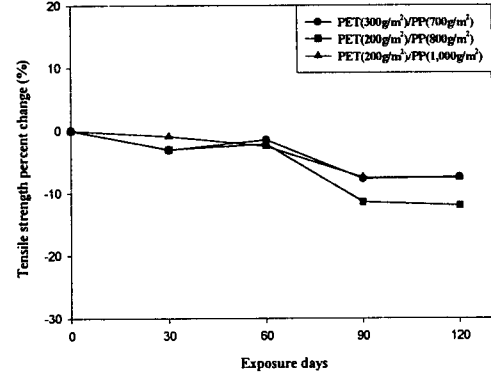
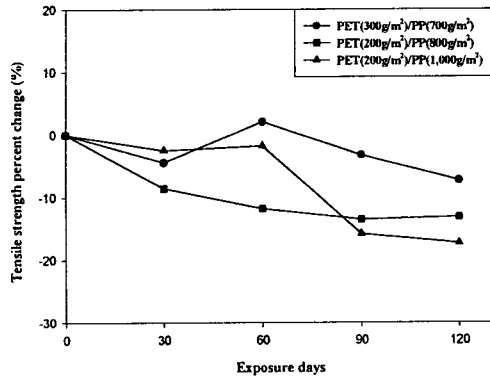
그림 20. pH 12, 온도 25°C에서의 복합 지오텍스타일의 인장신도 변화율 : (a) MD (b) CD



(a)

(b)

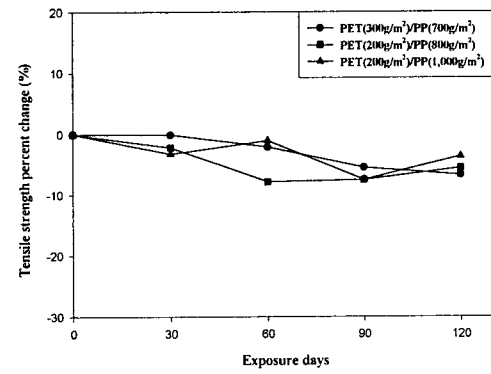
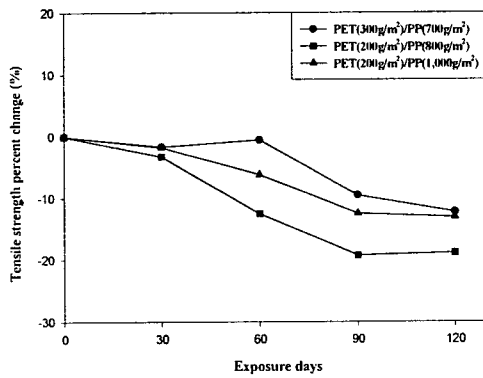
그림 21. pH 12, 온도 50°C에서의 복합 지오텍스타일의 인장신도 변화율 : (a) MD (b) CD



(a)

(b)

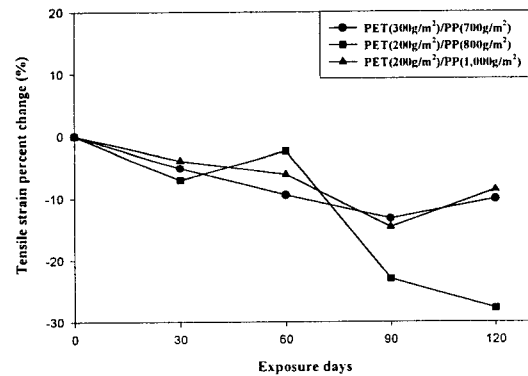
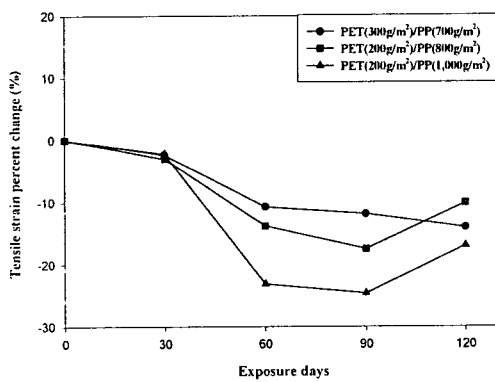
그림 22. 침출수 온도 25°C에서의 복합 지오텍스타일의 인장강도 변화율 : (a) MD (b) CD



(a)

(b)

그림 23. 침출수 온도 50°C에서의 복합 지오텍스타일의 인장강도 변화율 : (a) MD (b) CD



(a)

(b)

그림 24. 침출수 온도 25°C에서의 복합 지오텍스타일의 인장신도 변화율 : (a) MD (b) CD

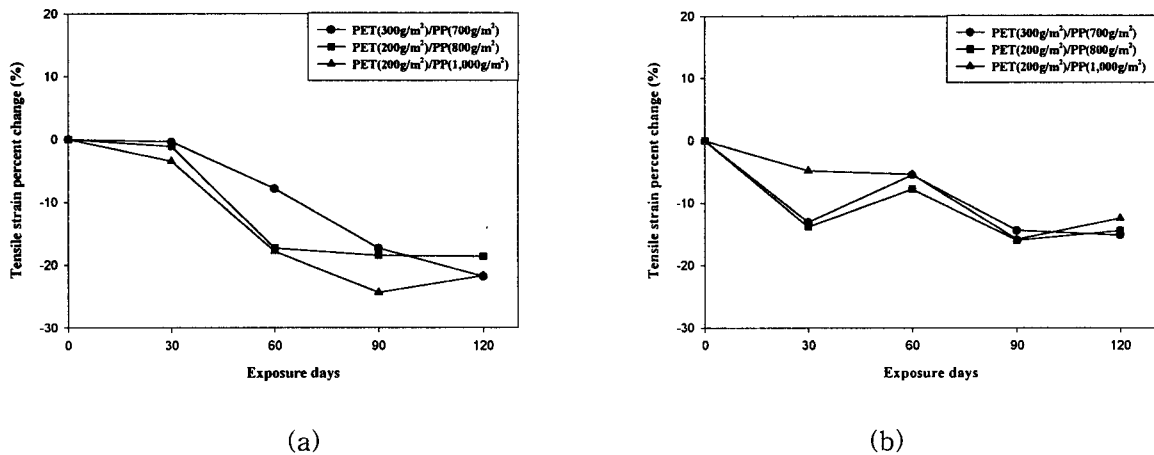


그림 25. 침출수 온도 50°C에서의 복합 지오텍스타일의 인장신도 변화율 : (a) MD (b) CD

4. 결론

폐기물 매립장에서 상용되고 있는 지오텍스타일과 복합 지오텍스타일의 자외선 안정성 및 화학저항성 평가 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 카본블랙이 첨가된 재생 폴리에스테르 지오텍스타일의 자외선 안정성 평가 결과 90% 이상의 강도 보유율을 보이며, 폴리에스테르 지오텍스타일은 화학저항성 평가결과 pH 3 용액에 안정하였지만, pH 12 용액과 침출수에 대하여 70~80%의 인장강도 보유율과 50~60%의 인장신도 보유율을 가짐으로써 안정성이 낮음을 알 수 있었다.
- 2) 복합 지오텍스타일은 자외선에 노출 후 강도 보유율이 80% 정도이며, PET 지오텍스타일의 중량이 커질수록 자외선에 안정함을 나타내었다.
- 3) 복합 지오텍스타일의 경우 PP 지오텍스타일의 중량이 증가함에 따라 강도보유율이 증가하였다.
- 4) 복합 지오텍스타일의 화학저항성 평가 결과 80~90% 이상의 인장강신도 보유율을 나타냄으로써 침출수 뿐만 아니라 pH 3과 12의 완충용액에 대하여 안정함을 보였다.

실제로 지오텍스타일이 적용되는 건설공사 현장에서는 자외선뿐만 아니라, 자외선 외의 일광, 빗물, 온도, 습도, 산소 등 여러 환경인자들이 복합적으로 전반적인 물성에 영향을 미치기 때문에, 이들 인자들에 따른 내후도 시험에 대한 검토가 향후 보완되어야 할 것이다.

참고문헌

1. T. L. Baker, *Proceedings of '97 Geosynthetics Conference*, 3, 829(1997).
2. G. R. Koerner, G. Y. Hsuan and R. M. Koerner, *J. of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 124, 1(1998)
3. O. Artières, S. Gaunet, and C. Bloquet, *Geosynthetics International*, 4, 393(1997).
4. A. Mathur et. al, *Geotextiles and Geomembranes*, 13, 591(1994).
5. A. Salman et al., *Proceedings of '97 Geosynthetics Conference*, 1, 217(1997).