

시공 시 손상에 의한 지오텍스타일 및 지오멤브레인의 장기성능

전한용, 목문성, 류원석*, 이준석*, 홍상진**

전남대학교 응용화학공학부, *영남대학교 섬유패션디자인학부, **주식회사 파인텍스

Long-Term Performance of Geotextile and Geomembranes by Installation Damage

Han-Yong Jeon, Mun-Sung Mok, Won-Seok Lyoo*, Jun-Seok Lee*, Sang-Jin Hong**

Faculty of Applied Chemical Engineering, Chonnam National University, Gwangju, Korea.

**School of Textiles, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

**PINE TEX Co., Ltd., Koryung, Korea

1. 서론

폐기물 매립시스템은 크게 폐기물의 토양으로의 유출에 의한 오염방지를 위한 lining system과 폐기물에서 발생하는 가스의 방출차단과 빗물의 매립시스템으로의 침투방지를 위한 covering system으로 나뉘어진다. Lining system은 폐기물 하부에 차수층, 침출수 배수층, 침출수 차단층과 차수재 보호층 순으로 구성되며, covering system은 폐기물 상부에 집수관을 설치한 후 중간 복토층을 둔 후, 가스 차단층, 봉합층, 배수장치와 보호층 순으로 구성되어진다. 또한 쓰레기 매립지의 경우 일반적으로 차수막으로 사용되는 지오멤브레인 상·하부에 지오텍스타일을 적용하는 시스템이 채택되고 있으며 지오텍스타일은 지오멤브레인의 손상을 방지하는 보호재로 이용된다. 국토가 매우 협소한 우리나라의 경우에는 폐기물의 매립 후 최종 침하 후에 이 지역을 재활용하는 것이 바라직한데, 토양의 재활용을 위해서는 lining 시스템 못지 않게 적절한 covering 시스템 방법의 선택이 매우 중요하다.

매립지 커버층으로부터 침투한 물은 쓰레기에 존재하는 용해성 물질들과 반응하여 침출수가 되는 데 이때 침투한 물의 양이 많으면 많을수록 발생하는 침출수의 양도 이에 비례하여 증가하게 된다. 따라서, 매립지 커버층의 설계를 바꿔줌으로써 매립지의 전체적인 물의 양을 조절할 수 있는 효과를 얻게되며 결과적으로 쓰레기 매립 기간의 침출수의 발생량과 완전 매립 후 침출수의 발생량을 줄이는 효과를 얻게된다. 결과적으로 매립지 커버층의 이상적인 설계를 통해서 침출수의 양을 줄이는 것은 이후 수반되는 긴 기간동안 실시해야하는 침출수 취급과 처리 시스템에서의 비싼 비용을 줄일 수 있는 효과를 얻게된다. 국내의 폐기물 매립시스템에서 lining system의 경우 규정에 따른 시공이 이루어지고 있으나, 이에 반해 covering system의 경우, 명확히 규정된 복토 방법에 의한 시공이 아직 실시되지 않고 있다.

따라서, 폐기물 매립지의 적절한 covering system의 결정이 매우 중요하며, 본 연구에서는 폐기물 매립시스템에서 다양한 형태의 covering 조건을 고려하여 현장시험시공을 실시한 후 일정 기간이 경과한 후 차수재와 보호재로 사용된 각각의 지오멤브레인과 지오텍스타일 시료를 회수하여 물성의 변동값을 측정함으로써, 시공 시 손상에 의한 지오텍스타일과 지오멤브레인의 장기 내구성을 평가하였다.

2. 실험

2.1. 시료의 준비

폐기물 매립지에서 차수막으로 이용되는 두께 2 mm 고밀도폴리에틸렌 지오멤브레인과 covering system에서 차수층과 배수층을 보호하는 보호재로 적용되는 300, 700g/m² 2종의 니들펀치 부직포 지오텍스타일을 이용하였다.

2.2. 현장 시험시공 조건

본 연구에서는 4가지 복토조건을 고려하여 현장 시험시공을 실시 한 후 각각의 경우의 시공 시 손상에 의한 지오펜브레인과 지오텍스타일의 내구성을 평가하였다. 그림 1에서는 각각의 복토조건을 나타내고 있다. 그림에서 보는바와 같이 a, b, c의 경우에는 차수재로 지오펜브레인을 사용하였으며 차수층과 배수층의 보호재로 지오텍스타일을 이용하였다. 또한 보호재로 사용되는 지오텍스타일의 경우에는 상부에 작은 지오텍스타일을(300g/m²) 하부에 중량이 큰 지오텍스타일을(700g/m²) 포설하였다. 이때 사용되는 차단층으로 이용되는 재료가 달라지게 되는데 a의 경우에는 원지반토를 b의 경우에는 원지반토에 시멘트2%를 c의 경우에는 일반토사에 폐석회를 사용하여 차단층을 형성하였다. d의 경우에는 차수재로 지오펜브레인을 사용하지 않고 차단층의 두께를 30cm에서 50cm로 더욱 더 두껍게 하였고, 차수층과 배수층의 보호재로 같은 종류의 지오텍스타일을 각각 상부와 하부에 사용하였다.

2.3. 시공 시 손상에 의한 인장특성 평가

지오펜브레인의 시공 시 손상에 의한 인장특성 변화정도를 평가하기 위하여 ASTM D 638을 이용하여 시공 이전 상태와 시공 이후 상태의 지오펜브레인에 대하여 각각 인장특성실험을 실시한 후 재료의 장기성능특성에 영향을 미치는 여러 요소 중 시공 시 손상에 의한 감소인자를 산출하였다. 또한 지오텍스타일의 경우에도 ASTM D 751에 의거하여 시공 전과 시공후의 인장특성의 변화를 평가하여 역시 시공 시 손상에 의한 감소인자값을 산출하였다.

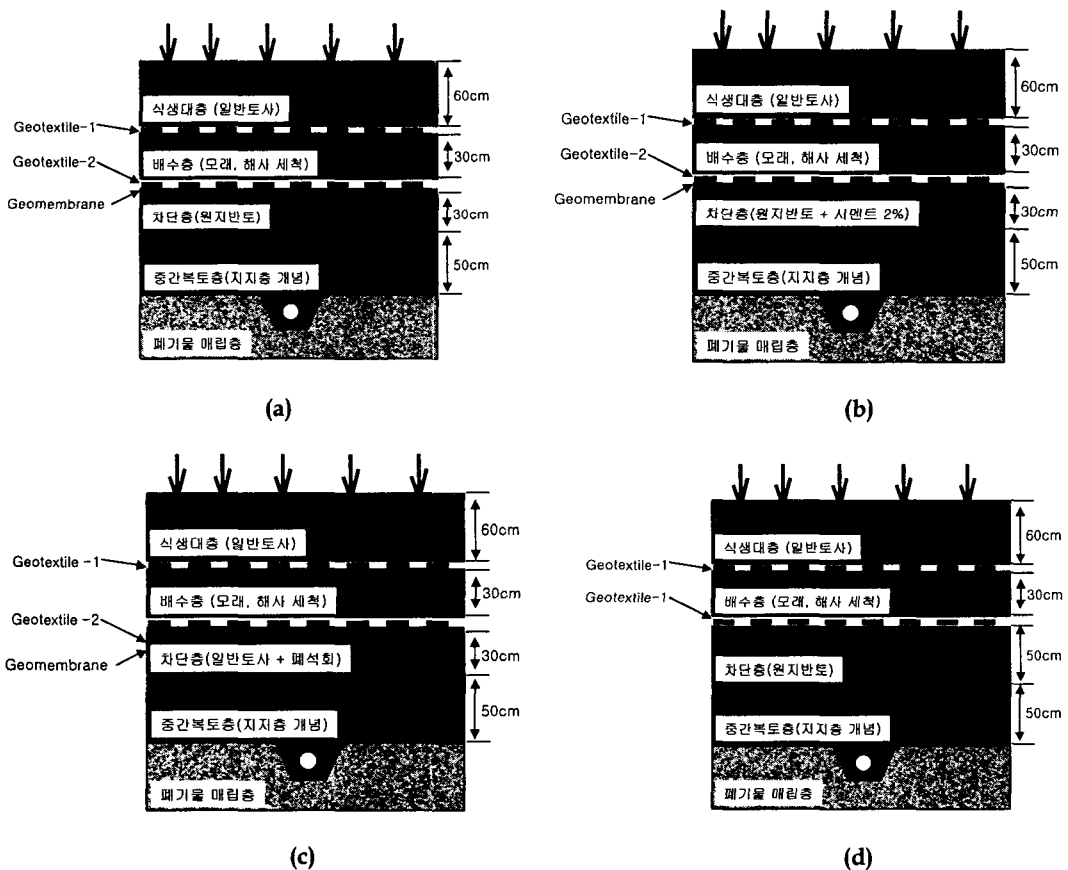


그림 1. 복토 조건에 따른 포설 형태

3. 결과 및 고찰

그림 2에서는 각각의 복토조건에서 현장 시공이 실시된 후 채취된 지오멤브레인과 지오텍스타일 시료에 대한 인장특성의 변화율을 보여주고 있다. a, b, c의 경우 상부의 지오텍스타일 1의 경우보다 하부의 지오텍스타일 2의 인장강도 변화율이 더 큼을 확인할 수 있으며, 각각의 경우에 지오텍스타일 2의 인장강도의 저하값이 MD의 경우 50%에 가까운 값을 나타내고 있다. 이로부터 차단층과 배수층의 보호재로 사용되는 지오텍스타일의 경우 상층부보다 하층부에서의 시공 시 손상정도가 더 심할 것으로 예측된다. 지오멤브레인의 경우 사용되는 차단재료의 종류에 의해서 영향을 많이 받게 되는데 차단재료로 원지반토나 일반토사와 폐석회가 사용될 경우보다 시멘트가 이용되었을 때의 인장강도의 감소정도가 더 심한 것으로 나타났다. 지오멤브레인을 차단막으로 이용하지않고 단지 차단층의 두께만을 증가한 d의 경우에는 보호재로 사용되는 지오텍스타일의 강도감소가 a, b, c의 경우보다 더욱 심하게 나타남을 확인할 수 있다. 표 3 ~6에서는 각각의 복토조건에서의 시공 시 손상에 의한 감소인자계수 값을 나타내고 있다. 시공시 손상에 의한 감소계수값은 1.05 ~ 1.80 사이의 값을 가지며 복토조건 b의 경우에는 감소계수값이 1.79를 나타냄으로써 상당히 높은 값을 지니고 있음을 확인할 수 있다.

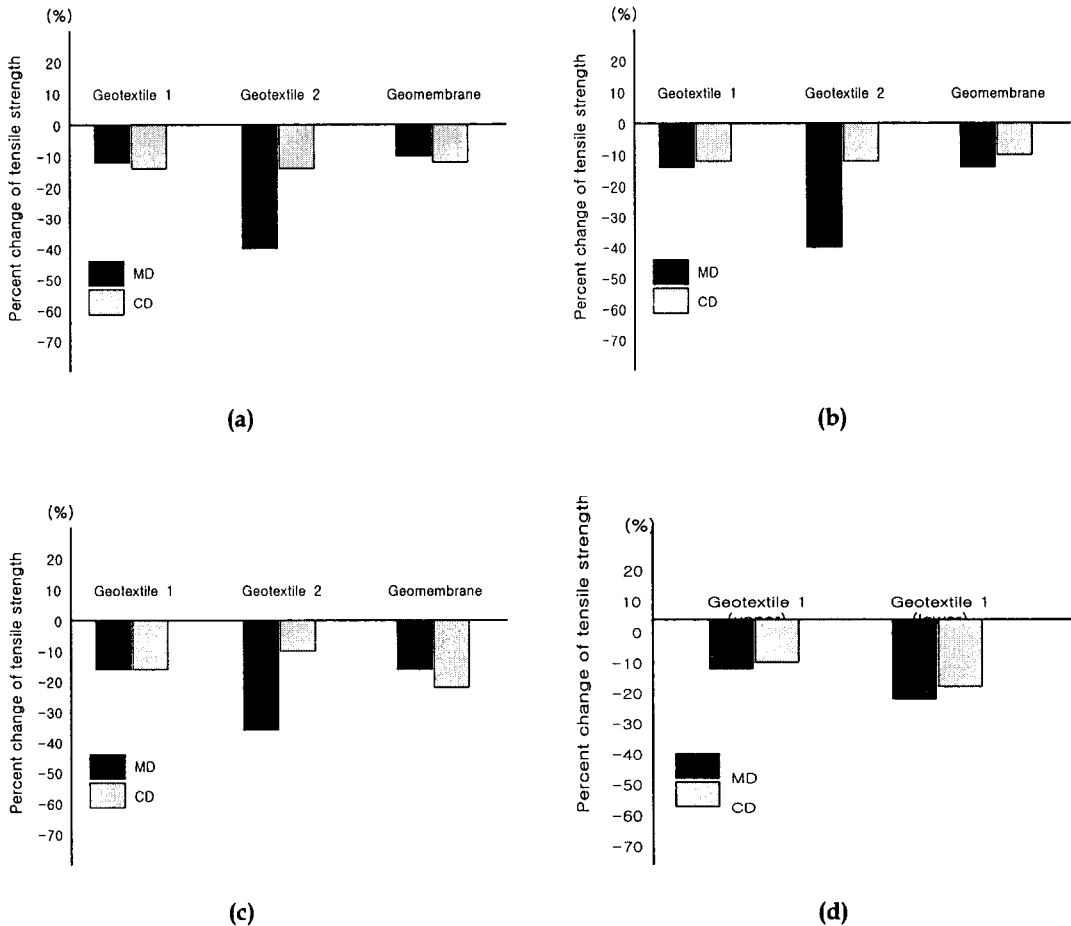


그림 2. 각각의 복토조건에서의 시공 후 인장강도 변화율
(a)복토조건-a (b)복토조건-b (c)복토조건-c (d)복토조건-d

표 3. 복토조건-a에서의 시공시손상에 의한 감소인자계수

Specimens	MD	CD
Geotextile 1	1.13	1.16
Geotextile 2	1.70	1.17
Geomembrane	1.07	1.13

표 4. 복토조건-b에서의 시공시손상에 의한 감소인자계수

Specimens	MD	CD
Geotextile 1	1.15	1.14
Geotextile 2	1.74	1.13
Geomembrane	1.13	1.12

표 5. 복토조건-c에서의 시공시손상에 의한 감소인자계수

Specimens	MD	CD
Geotextile 1	1.19	1.18
Geotextile 2	1.59	1.16
Geomembrane	1.18	1.26

표 6. 복토조건-d에서의 시공시손상에 의한 감소인자계수

Specimens	MD	CD
Geotextile 1 (upper)	1.19	1.16
Geotextile 1 (lower)	1.30	1.27

4. 결론

- (1) 매립지 커버에서 보호재로 이용되는 지오텍스타일의 경우 상층부보다 하층부에서의 인장강도 감소값이 더 크게 나타났다.
- (2) 매립지 커버의 복토시 차단층으로 시멘트를 사용할 경우 보호재의 인장강도의 감소값이 다른 경우에 비해 크게 나타났다.
- (3) 매립지 커버에서 차단층에서 차단막으로 지옴embr레인을 사용하지 않고 차단층의 두께를 증가시킬 경우 보호재의 인장강도 감소값이 다른 경우에 비해 더 크게 나타났다.

참고문헌

1. R. M. Koerner, *Designing with Geosynthetics*, 4th Edition, Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey, 1998.
2. Edward A. McBean and Frank A. Rovers, *Solid Waste Landfill Engineering and Design*, Prentice Hall PTR, New Jersey, 1995.