

폐기물 매립지 인공합성 차수재 강도와 침하영향에 관한 연구

A Study on the Strength of Geotextile and the Influence of Settlement in a Waste Landfill

장연수* · 임학수** · 권강오**

*동국대학교 토목환경공학과 부교수

**동국대학교 토목환경공학과 석사과정

ABSTRACT

In this paper, the results of the direct shear interface friction test is introduced to understand interface friction between geosynthetic materials that are required for analyzing slope stability of the liner system of waste landfills. Tensile stresses that occur in a liner system due to differential settlement with waste load are estimated using FLAC. It was shown that HDPE/geocomposite interface friction angle is 11.9° , HDPE/wastes is 12.0° and geotextile/wastes is 28.0° . Tensile stress due to settlement in a foundation of landfill is well within the limits of tensile strength regulated by waste treatment law.

Key words : Landfill, Geosynthetics, Interface friction, Settlement

I. 서 언

국내에서 발생하는 쓰레기의 최종 처분은 대부분 매립에 의한 방법으로 처리되고 대부분의 매립지 사면부 차수시스템에는 토목섬유재가 사용되고 있다. 매립된 사면부 쓰레기의 하중으로 인해 차수시스템에 인장력이 발생하며 이로 인해 인장파괴나 고정단에서 분리등의 현상으로 인하여 차수시스템이 손상되어 매립지내 오염물질의 유출이 발생할 수 있다. 따라서 매립지 사면부 차수시스템 안정성 해석에 필요한 토목섬유재간의 마찰특성을 파악하기 위하여 토목섬유재간의 직접전단 접촉 마찰각 시험을 수행하여 재료간의 마찰특성을 분석하였으며 설계에 반영할 수 있는 값을 제시하였다. 또한 국내 매립장 설계시 부등침하로 인해 차수시스템에 발생하는 인장응력을 검토하였다.

II. 토목섬유 차수재의 접촉마찰특성 시험

1. 시험장치 및 방법

직접전단 접촉마찰각 시험장치는 흙의 직접전단 시험장치를 응용한 것으로 전단상자의 단면구조는 그림 1과 같다. 전단력이 가해지면 상부상자가 하부상자위를 미끌어져 나가며 접촉면에서 파괴가 일어나도록 구성되어 있다. 시험방법은 ASTM D5321의 규정에 따라 시험을 수행하였으며 연직응력은 0.1kg/cm², 0.2kg/cm², 0.3kg/cm²의 3단계의 연직하중을 적용하였으며 전단속도는 1mm/min로 하였다.

2. 시험에 사용된 재료의 특성

시험에 사용된 토목섬유재의 특성을 표 1에 나타내었으며 흙시료의 특성을 표 2에 나타내었다. 본 시험에서 사용한 점토는 수도권 매립지 3공구 원지반토이며 모래는 주문진 표준사를 사용하였다.

표 1 시험에 사용된 토목섬유 제품의 특성

토목섬유	두께 (mm)	항복인장 강도 (t/m ²)	항복인장력 (t/m)	비고
지오킴포지트	8.6	300	2.4	-
HDPE sheet	2.0	1940	3.9	폐기물관리법 만족
A벤토메트	6.5	231	1.5	-
B벤토메트	6.5	246	1.6	friction type

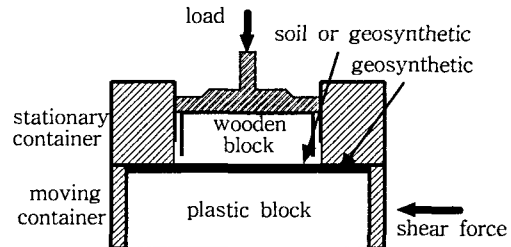


그림 1 상·하부 전단상자 단면

표 2 시험에 사용된 점토와 모래의 역학적 특성

재료	비중 G _s	함수비 %	액성 한계%	소성 한계%	습윤단위 중량 g/cm ³	건조단위 중량 g/cm ³	최적 함수비%	통일분류
점토	2.68	35	42	25.5	2.02	1.75	13.5	CL

재료	비중 G _s	입경		건조밀도		통일분류	내부마찰각 φ (°)
		C _u	C _g	γ _{dmax}	γ _{dmin}		
주문진 표준사	2.65	1.72	1.06	1.64	1.39	SP	40

3. 시험결과

재료간의 접촉마찰각은 단계별로 가한 연직응력과 각각의 연직응력에 대한 파괴점에서의 전단응력을 구하여 연직-전단응력 그래프를 도시함으로써 알 수 있으며 직선의 기울기가 두 재료간의 마찰각이 된다. HDPE와 부지포를 중심으로 재료간의 접촉 마찰각을 그림 2와 3에 나타내었다.

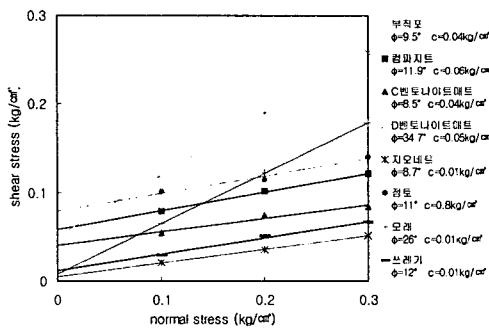


그림 2 HDPE와 재료간의 마찰각

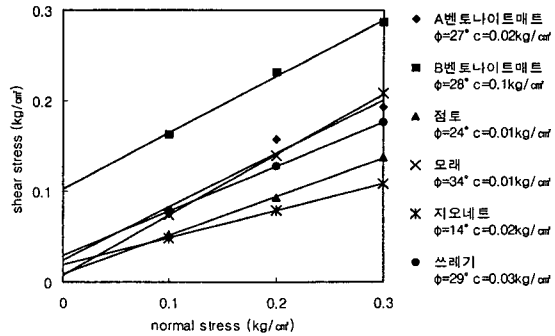


그림 3 부직포와 재료간의 마찰각

4. 시험결과와 기존 문헌에 나타난 접촉마찰각과의 비교

시험을 통하여 알게된 재료간의 접촉마찰각과 기존문헌에 나타난 마찰각의 범위를 비교하여 그림 4에 나타내었다. 시험결과치들은 기존 문헌에 나타난 마찰각의 범위에 포함되는 값을 알 수 있으며 문헌에 나타나지 않은 HDPE/지오컴파지트의 마찰각은 11.9°로 측정되었으며 HDPE/쓰레기의 마찰각은 12°, 부직포/쓰레기의 마찰각은 29°로 각각 측정되었다.

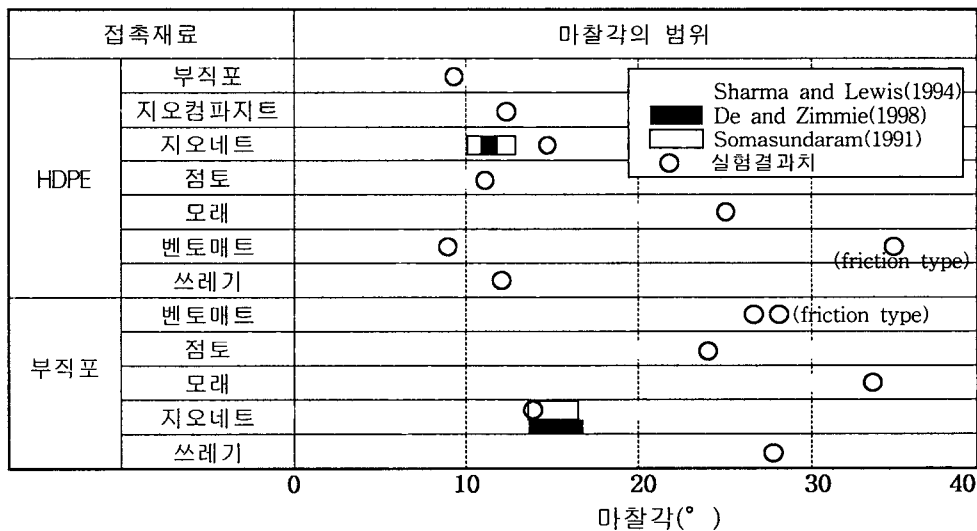


그림 4 기존문헌에 나타난 접촉마찰각과 시험결과치의 비교

III. 사면부 수직침하에 의한 토목섬유의 안정성 평가

쓰레기 매립으로 인한 매립장사면부에 수직·수평응력증가 따른 침하가 발생하게 되며 이로 인하여 토목섬유에도 인장력이 발생하게 된다. 또한 사면부 시작부분과 끝

부분에서는 응력집중현상에 의해 부등침하가 발생하며 토목섬유는 지반의 부등침하로 인한 토목섬유에 인장응력이 발생하게 되어 파괴될 수 있다. 본논문에서는 최대매립고 12m인 해안부근에 소재하는 지정폐기물 매립지를 대상으로 매립장사면부 및 기초부 차수층에 대하여 토목섬유에 발생하는 인장응력을 응력-변형 수치해석 프로그램인 FLAC을 이용하여 각 지점별 침하량과 부등침하량을 해석하여 사면부 지반의 침하에 따른 토목섬유에 발생하는 인장력을 분석하였다.

표 3은 그림 5의 해석결과로부터 각지점의 침하량과 인장력을 나타낸 것과 같이 사면부가 시작되는 부분에서 침하량이 증가하였으며, 다른 지점에 비해 부등침하량이 크게 발생되어 이 지점에서 HDPE sheet에 작용하는 인장력이 증가하는 것으로 나타났으며 발생한 최대인장력은 0.7t/m이나 HDPE(t=2.5mm)의 허용인장력 3.8t/m보다 적어 안정한 것으로 판단되었다.

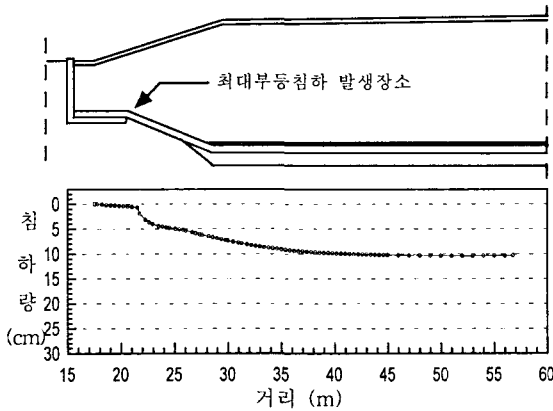


그림 5 거리별 혼합차수층에 발생하는 침하량

표 3 각 지점의 인장력

거리 (m)	전지점의 침하량 h_1 (cm)	현지점의 침하량 h_2 (cm)	HDPE 탄성계수 (t/cm^2)	인장력 (t/m)
21	0.46	0.72	1.3	0.01
24	4.58	5.00	1.3	0.70
25	5.0	5.31	1.3	0.31
26	5.31	6.09	1.3	0.23
27	6.09	6.7	1.3	0.18
32	8.28	8.67	1.3	0.49

IV. 요약 및 결론

매립지 사면부에 사용된 토목섬유 차수재의 인장에 대한 안정성 검토에 필요한 재료간의 직접 전단 접촉마찰각 시험결과와 원지반 부등침하로 인해 토목섬유재 발생하는 인장응력 검토방법에 대하여 요약하면 다음과 같다.

1. 매립지 설계시 토목섬유재의 접촉 마찰각은 인장력에 대한 안정성 검토시 중요한 매개변수이므로 직접전단 접촉마찰각 시험이나 인발마찰강도시험을 통하여 정확한 값을 산출하여 설계에 적용하여야 한다.
2. 직접전단 접촉마찰각 시험 결과 문헌상에 나타나 있지 않은 HDPE/지오컴퍼지트는 11.9° , HDPE/쓰레기의 마찰각은 12.0° , 부직포/쓰레기의 마찰각은 28.0° 로 나타

났다.

3. 차수층 부등침하로 인하여 토목섬유에 발생하는 인장력 0.7t/m로 허용인장응력 3.8t/m(t=2.5mm)보다 적어 인장력에 대해서 안정한 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

- 장연수, 권강오, 홍성길, 한봉수(2000), ○○ 지정폐기물 공공처리장(2단계) 차수재의 벤토나이트 적정 혼합률 분석에 관한 연구, 동국대학교.
- ASTM(1992), "Standard test method for determining the coefficient of soil and geosynthetic or geosynthetic and geosynthetic friction by the direct shear method" D5321-92.
- Sharma, H.D. and Lewis, S.P.(1994), Waste containment systems, waste stabilization, and landfills : Design and Evaluation, John Wiley & Sons, Inc.
- Koernor, R.M. (1994), Designing with Geosynthetics 3rd. ED., Prentice Hall, pp. 482-484.