

직포 지오텍스타일 튜브의 여과와 탈수에 대한 연구

A Study of Dewatering and Filtration on Woven Geotextile Tube

김 태 형^{1*} Kim, Tae-Hyung
정 수 정² Jung, Soo-Jung

ABSTRACT

The purposes of this paper are to study the use possibility of geotextile tubes for dewatering of high water content sludges and sediments and to evaluate affecting factors on dewatering. To do this, pressure filtration tests are conducted on four high water content materials with two geotextiles under two filtration pressures. Based on the test results, although woven geotextile tubes are not satisfied the soil retention criteria used in filter design commonly, a great portion of fines are retained by filter cake formation on geotextile tube's upstream side, but also after formation of filter cake, the permeability drops sharply. Higher filtration pressure tends to increase dewatering rate, but has very little effect on filtration efficiency. Dewatering capacity is affected by several factors which are related to the geotextile, but the property of sludge appears to be the dominant control factor for dewatering efficiency.

요 지

본 논문에서 고함수비 슬러지와 퇴적물 탈수에 지오텍스타일 튜브의 이용가능성과 이에 영향을 미치는 요인들에 대한 평가를 수행하였다. 네 가지 고함수비물질을 사용하여 두 가지 지오텍스타일에 대해 다른 두 여과압력으로 실험을 실시하였다. 실험결과, 직포지오텍스타일 튜브는 일반적인 토사보유성기준을 만족하지 않지만 상류측의 필터케익 형성에 의해 세립자의 많은 부분을 유지하였고, 필터케익 형성 후, 투수성은 급속하게 감소하였다. 높은 여과압력은 탈수율을 증가시키는 경향이 있지만 여과효율에는 매우 적은 영향을 미치고, 탈수능력은 지오텍스타일에 관계된 여러 요인에 의해 영향을 받는데 슬러지 재료 자체의 특성이 탈수효율에 지배적인 요소로 나타남을 알 수 있었다.

Keywords : Geotextile tubes, Dewatering, Filter cake, Sediments, Sludges

1. 서 론

고함수비 폐기물은 채광작업, 수로준설, 폐수처리 시설, 수질처리 시설, 제지공장, 농업, 공업대지들과 같은 여러 경로를 통해 매년 배출되고 있다. 예를 들어 수백만톤의 바닥 퇴적물이 매년 항구와 항해가능한 수로유지를 위해 준설되어지고 처리되어지는데 고함수비와 낮은 전단강도의 특성 때문에 이러한 물질은 재활용 또는 처분하기에 매

우 어렵고 비경제적이다. 그래서 고함수비폐기물에서 탈수는 물의 부피를 줄이기 위해서 먼저 이루어져야 한다. 그 다음, 탈수된 재료는 매립지에 수송되어지거나 독 건설, 습지대 복구 또는 건설시 건축재료 유용하게 사용되어진다(Gaffney 등, 2001). 지오텍스타일 튜브는 큰 부피의 폐기물을 신속하게 처분하고, 시공의 용이함, 편리한 배치, 높은 능률, 저비용, 노동력 절감, 낮은 환경오염 등의 이점을 가지고 있기 때문에, 고함수비의 폐기물 물질을 탈수하

1* 국립 한국해양대학교 건설환경공학부 조교수 (Assistant Prof., Division of Civil and Environ. Engrg., Korea Maritime University, E-mail: kth67399@hhu.ac.kr)

2 국립 한국해양대학교 대학원 토목환경공학과 학생 (Graduate Student, Department of Civil and Environmental Engineering, Korea Maritime University)

는데 사용되어진다. 지오텍스타일 튜브는 준설토, 오수슬러지(Fowler, 1997)와 무두질슬러지(Hasbach, 1999)의 탈수작업에 사용되었다. 지오텍스타일 튜브의 탈수기능은 지오텍스타일의 필터 기능에 의존한다. 필터기능은 제조된 지오텍스타일의 면을 통하여 물을 배수하는 것과 동시에 그것의 상류측 토사를 유지하는 것과 관련된다. 이러한 기능으로 인하여 지오텍스타일은 모든 종류의 토목공학 프로젝트에서 알갱이로 이루어진 재래식 필터를 대신하여 필터재로 사용되어진다. 1972년 이후, 많은 연구자들은 지오텍스타일 필터 설계를 연구하였고, 많은 필터재 기준을 발표하였다. 일반적으로, 두 가지의 필터 기준이 재래식 지오텍스타일 필터설계에 이용된다: 토사보유성기준, 투수성기준(Koerner 1999, Christopher, 1997, Calhoun, 1972, Giroud, 1982 등) 때때로 다른 기준들(자외선 및 화학제의 노출에 대한 저항성기준, 장기적 클로킹 방지 기준과 같은)도 고려되어진다(Luettich 등, 1992). 근본적으로 이 필터 기준들의 대부분은 흙 입자의 입도분포와 섬유의 간극구조 특징 사이의 특정한 관계를 기본으로 한다. 이 관계는 일반적으로 약간의 수정을 통해 알갱이로 이루어진 토사 필터설계 기준으로부터 만들어졌다.

토사보유성, 투수성과 같은 문제는 탈수에 이용되는 지오텍스타일 튜브에도 똑같이 적용되지만, 토사보유성을 위해 사용된 지오텍스타일과 탈수를 위해 튜브로 사용된 지오텍스타일사이에는 몇 가지 중요한 차이점이 있다. 필터이용에 있어서, 토사의 보유성은 중요한 관심사이다. 투수성은 상류측에서 과잉간극수압이 증가하지 못하도록 하기에 충분해야 한다. 최대 토사보유성은 흙 덩어리의 안정 확보가 요구되어진다. 튜브의 탈수 이용에 있어서는, 충분한 입자가 내부에 보존되는 조건 하에서의 투수성이 중요 관심 분야이다. 높은 투수성 또는 유량은 고풍수비의 물질이 가능한 한 빨리 탈수되도록 보증하는 것이 요구된다. 여과효율은 토사보유성의 지표로서 사용되어 질 수 있는 반면, 탈수효율은 탈수용량을 나타내는 더 나은 지표이다.

섬유의 겉보기구멍크기(AOS)는 종종 필터의 기준으로 사용된다. AOS는 지오텍스타일의 유효구멍크기로 ASTM D 4751에 의해 측정된 지오텍스타일의 95%의 구멍 크기로 결정된다. 이 시험은 건습법에 의해 실시된다. 이전의 경험에서 AOS를 이용한 필터설계에 사용된 기준이 지오텍스타일 튜브를 이용한 탈수에 적용할 수 없음을 보여주었다. 대부분의 지오텍스타일의 AOS범위 안에서, 흙 입자크기와 지오텍스타일 AOS는 튜브 안의 재료의 성공적인

보유와 매우 적은 연관성이 있다는 주장을 뒷받침한다 (Gaffney 등, 1999)

이 논문의 목적은 다른 두 종류의 지오텍스타일에 대해 여러 고풍수비 재료들을 사용한 압력여과시험을 실시하여 지오텍스타일 튜브의 필터재로서의 적합성(보유성과 투수성)과 이용가능성 및 효율성을 평가하는 것이다. 압력여과시험은 탈수능력에 영향을 미치는 요소인 여과압력 및 지오텍스타일과 슬러지 특성 그리고 필터케익 형성에 의해 초래된 투수성 저하에 대한 평가를 위해 수행되어진다.

2. 압력여과시험

2.1 실험재료

두 가지의 직포 지오텍스타일(G1, G2)이 본 연구에 사용되었다. 첫 번째 제품은 모노필라멘트와 소섬유로 된 폴리프로필렌 섬유로 구성되었고 두 번째 제품은 멀티섬유 폴리에스테르섬유로 구성되었다. 지오텍스타일의 강도와 AOS를 포함하는 수리학적 특징은 제조사(표 1)로부터 얻어졌으며, 통계학적으로, 그것은 품질보증테스트로부터 얻어진 모든 샘플에 대하여 97.7%의 신뢰도를 나타낸다.

네 가지 고풍수비 물질(M1, M2, M3, M4)이 시험 되어졌다. M1은 항구지역의 퇴적물이고 M2는 M1을 희석시킨 것이다. 한편, M3과 M4는 각각 펄프와 제지공장들로부터 얻어진 슬러지들이다. ASTM 시험방법이 물리학적, 지반공학적 특징(표 2)과 입자의 입도분포(그림 1)를 결정하는데 사용되었다.

2.2 실험장비

압력여과시험은 그림 2의 시험장치를 사용하여 수행되어졌다. 이 장치는 스테인레스 스틸로 만들어졌고 128.45mm

Table 1. Geotextile properties

Geotextile properties	G1	G2
Fiber type	Polypropylene	Polyester
Wide width tensile strength, (kN/m)	70105	210210
Wide width elongation, (max)	20%	15%
Puncture strength, (N)	1155	1555
Apparent opening size (AOS), (mm)	0.425	0.425
Water Flow Rate, (l/min/m ²)	810	200
Permittivity, (sec ⁻¹)	0.3	0.1

Table 2. Materials properties

Properties	Values			
	M1	M2	M3	M4
Water content (%)	142.0	326.0	121.5	269.0
Percent solids (%)	41.3	23.5	45.1	25.2
Density (g/cm ³)	1.37	1.17	1.37	1.16
Initial void ratio, e	3.6	8.5	3.3	6.3
Degree of saturation, S (%)	100.0	100.0	100.0	100.0
Viscosity value (mPa·s) (25°C)	310	65	13000	5600
Organic content (%)	9.59	N/A	8.37	25.2
Specific gravity of solid, G _s	2.62	2.62	2.66	2.28
Plastic limit, PL (%)	29.7	29.7	39.5	48.5
Liquid limit, LL (%)	48.0	48.0	55.0	64.0
Plasticity index PI (%)	18.3	18.3	15.5	15.5
Shrinkage limit SL (%)	25.5	25.5	38.2	N/A
Shrinkage ratio SR	1.58	1.58	1.27	N/A
Percent passing No.200 sieve (%)	72	72	100	100
D ₈₅ (mm)	0.19	0.19	0.031	0.021
D ₅₀ (mm)	0.040	0.040	0.014	0.005
D ₁₅ (mm)	0.003	0.003	0.002	0.0006
C _u	83.3	83.3	30.0	12.6
C _c	4.6	4.6	4.5	1.68

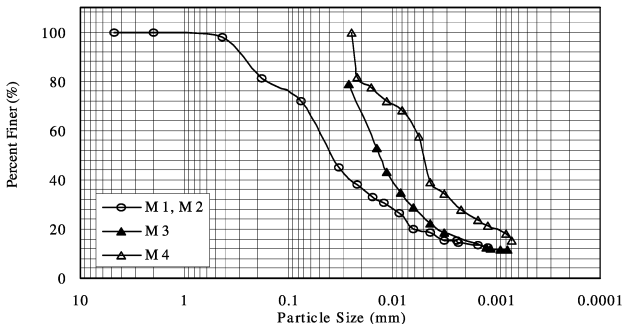


Fig. 1. Particle size distributions

의 내부직경을 가진 চেইম্বা, 압력입구와 압력게이지를 가진 윗 판, 섬유 필터 홀더와 여과액을 모으는 출구를 가진 아랫판의 세부분과 지지대로 구성되어 있다. 공기압은 윗 판의 입구에서 가해지도록 되어있다.

샘플은 চেইম্বা 안에 놓기 전에 충분히 혼합하여 초기함수비를 측정한다. 샘플을 চেইম্ব아 안에 놓은 후, 초기 높이를 표시한다. 그 다음 윗 판의 나사들을 고정시키고, 공기압을 필요한 만큼 신속하게 조정하여 가해준다. 눈금실린더는 시간에 따른 여과액의 부피를 측정하는데 사용되어진다. 시험이 끝난 후, 여과 장치는 분리되어진다. 탈수된 케익의 최종높이를 측정하여 총 침하량을 계산한다. 최종적으로, 탈수된 케익과 여과액의 분석이 실행되어진다.

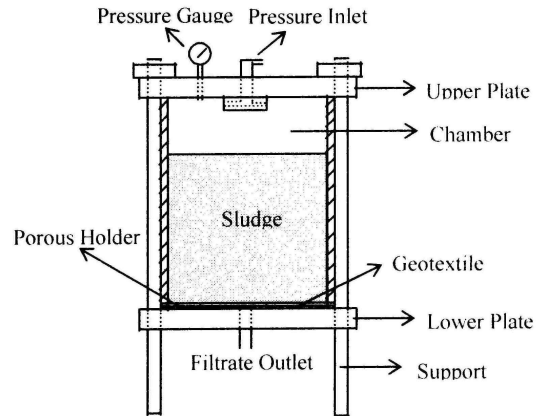


Fig. 2. Schematic diagram of filtration test apparatus

2.3 결과

본 연구에서는 표 3에 정리한 바와 같이 4가지의 고태수비 물질(M1, M2, M3, M4)을 사용하여 2가지 지오텍스타일(G1, G2)에 대해 5psi(34.5kPa)과 10psi(69.0kPa)의 두 가지 여과압력 조건에서 압력여과시험을 수행하였다. 필터케익은 튜브에 슬러지가 가득 찬 실제 현장 조건과 비슷할 때의 압력인 5psi(34.5kPa)에서 형성된다고 보고되어 5psi 압력으로 시험을 실시하였다. 또한 높은 압력에 대한 효과를 알아보기 위해 10psi(69.0kPa)에 대해서도 실행

험을 실시하였다.

압력여과시험으로부터 얻어진 데이터는 여과와 탈수 거동에 영향을 끼칠 수 있는 요소를 확인하기 위해 분석되었다. 표 4는 초기함수비, 여과효율, 탈수효율, 탈수율, 여과액의 부유 입자량(TSS), 압밀계수를 포함한 테스트 결과를 요약한 것이다.

여과효율은 아래의 식에서 보여진 것처럼 샘플의 여과 전 슬러지의 고형물질농도(TS)에 여과액의 최종 TSS를 비교함으로써 결정된다.

$$FE = \frac{TS_{initial} - TSS_{final}}{TS_{initial}} \times 100\% \quad (1)$$

여기서, FE = 여과효율, %

TS_{initial} = 여과 전 슬러지의 고형물질농도, mg/L

TSS_{final} = 여과액의 최종 고형물질농도, mg/L

비슷한 개념의 탈수효율은 각각의 시험에서 탈수정도를 나타내는 것으로 사용되어진다. 이것은 초기입자비율에 최종입자비율을 비교함으로써 결정된다.

Table 3. List of pressure filtration tests conducted

	G1-5*	G1-10	G2-5	G2-10
M1	✓	N/A	✓	N/A
M2	✓	N/A	✓	N/A
M3	✓	✓	✓	✓
M4	✓	✓	✓	✓

✓ indicates the test conducted, *G1-5 means geotextile G1 is used and the filtration pressure is 5psi.

Table 4. Summary of pressure filtration test results

Materials	Geotextile & Pressure	Initial Water Content (%)	Filtration Efficiency (%)	Dewatering Efficiency (%)	Dewatering Rate (min ⁻¹)	Max. TSS in Filtrate (mg/L)	Consolidation Coefficient (cm ² /sec)
M1	G1-5	144.0	95.0	30.53	0.0048	34962	3.71 × 10 ⁻⁵
	G2-5	147.0	94.9	27.60	0.0043	34690	3.48 × 10 ⁻⁵
M2	G1-5	330.7	95.3	118.33	0.0161	14159	7.45 × 10 ⁻⁵
	G2-5	351.2	95.1	141.62	0.0174	14108	6.05 × 10 ⁻⁵
M3	G1-5	121.5	99.9	21.45	0.0396	1250	9.66 × 10 ⁻⁵
	G1-10	115.8	99.9	20.41	0.1357	1000	1.33 × 10 ⁻⁴
	G2-5	121.2	99.8	20.92	0.0528	2000	1.39 × 10 ⁻⁴
	G2-10	114.7	99.9	14.78	0.1787	970	1.46 × 10 ⁻⁴
M4	G1-5	269.1	99.3	38.23	0.0039	2697	2.79 × 10 ⁻⁵
	G1-10	269.1	99.7	36.57	0.0824	8743	5.99 × 10 ⁻⁵
	G2-5	269.1	99.5	32.12	0.0207	1723	5.19 × 10 ⁻⁵
	G2-10	269.1	99.5	36.19	0.0791	1767	9.80 × 10 ⁻⁵

$$DE = \frac{PS_{final} - PS_{initial}}{PS_{initial}} \times 100\% \quad (2)$$

여기서, DE = 탈수효율, %

PS_{initial} = 초기고형물질비율, %

PS_{final} = 최종평균고형물질비율, %

탈수 작업의 성공 또는 실패는 적절한 건조상태(보통 입자비율로 정의되는)가 될 때까지 슬러지 입자가 얼마나 빠르게 탈수되어지는지에 달려있다. 이 개념을 나타내기 위하여, 탈수율은 입자비율과 시간의 곡선 기울기로 정의되어진다(그림 6~그림 8).

압밀계수 C_v는 아래의 식을 이용하여 초기단계 logt방법(Das, 1997)에 의하여 측정 되어졌다.

$$C_v = \frac{0.0385H_{dr}^2}{t_{22.14}} \quad (3)$$

여기에서, C_v = 압밀계수(cm²/sec)

t_{22.14} = 평균압밀도 22.14%에 해당하는 시간(초)

H_{dr} = 압밀되는 동안 배수거리(채임버 안에서 물질층의 초기와 최종 높이의 평균 값이 사용되어진다.)

3. 결과 분석

3.1 필터케익

토사보유성을 나타내는 여과효율을 보면 거의 모든 시

험에서 매우 높다는 것을 알 수 있다. 앞의 네 가지 고탍수 비물질들의 입도분포곡선에서 대부분의 샘플 입자 크기가 지오텍스타일의 AOS보다 매우 작은 것을 확인하였는데 그림에도 불구하고 여과효율이 높다는 것은 지오텍스타일이 여전히 입자들을 매우 높은 비율로 보유한다는 것을 나타낸다. 탈수과정동안 오직 입자의 매우 작은 양만이 실제로 여과압력아래 여과액과 함께 지오텍스타일을 통해 통과한다.

표 4에서 볼 수 있는 바와 같이 거의 모든 시험에서 여과효율이 매우 높다는 것을 보여준다. 지오텍스타일을 필터재로 사용할 때 선택하는 AOS 크기결정은 #200 통과량이 50%이하일 경우, AOS 크기는 #30의 체눈 크기에 해당하는 0.59mm보다 작아야 하며, #200번체 통과량이 50%를 넘어서는 경우, AOS 크기는 #50의 체눈 크기에 해당하는 0.297mm보다 작아야 한다(지반환경공학, 장연수, 이광열 공저) 본 실험에 사용된 네 가지 고탍수비물질들은 앞서 입도분포곡선에서 본 것과 같이 네 가지 재료 모두 #200 통과량이 50%를 넘었으므로 0.297mm보다 더 작은 AOS 크기의 지오텍스타일을 사용해야 하지만 실험에 사용된 지오텍스타일의 AOS 크기는 0.425mm로서 일반적인 기준을 만족하지 않았다. 그럼에도 불구하고 높은 여과효율을 나타낸다는 것은 비록 대부분의 샘플 입자의 크기가 지오텍스타일의 AOS보다 매우 작을지라도 지오텍스타일은 여전히 입자들을 매우 높은 비율로 보유한다는 것을 나타낸다. 오직 입자의 매우 작은 양만 실제로 여과압력아래 여과액과 함께 지오텍스타일을 통해 통과한다. 여과액안의 TSS는 시험을 시작할 때는 높으나, 필터케익이 형성되면 매우 빨리 극적으로 떨어질 것이다. 두 가지 여과압력에서 각각의 슬러리/지오텍스타일 시험결과의 비교는 더 높은 여과압력은 여과효율에서 매우 작은 효과를 가지는 것을 보여주어 압력은 세립자의 보유성을 조절하는 요소가 아니라는 것을 알 수 있다.

지오텍스타일의 공극 크기 지표로서 AOS를 사용할 때, 일반적으로 필터설계에서 사용된 거의 모든 토사 보유성 기준은 여과시험에서 만족되지 않는다. 그것은 물이 빠져나가는 동안 지오텍스타일 튜브에 토립자가 남아 있도록 하는 필터케익과 지오텍스타일의 조합에 의해 결정되는 여과능력이다. 여과는 지오텍스타일의 다공성 구조와 시험 동안의 필터케익의 형성에 의해 좌우된다. 폴리프로필렌 섬유는 다공성 구조는 고유한 실의 특성 때문에 폴리에스테르 섬유와 매우 다르다. 필터케익의 형성은 시험되는

동안 유량을 추적하는 것으로 모니터링 할 수 있다. 그림 3~그림 5는 시험동안의 유량의 변화를 보여준다. 유량은 여과시험이 시작된 후 빠르게 떨어지는 것을 볼 수 있다. 이러한 경향은 시험 샘플과 지오텍스타일 사이의 상호작용에 의한 필터케익의 형성을 나타낸다. 여과초기에 물과 약간의 세립자들은 여과압력아래 지오텍스타일을 통하여 흘러나간다. 이 때, 지오텍스타일의 높은 투수성 때문에 유량은 높고 이 과정동안, 일부 입자들은 구멍에 브리징대를 만들기 시작하고 지오텍스타일 안의 빈 공간을 채운다. 필터층의 투수성은 새로운 평형에 도달할 때까지 감소한다.

필터케익의 형성 또한 탈수 후 함수비 분포에 의해 입증될 수 있다. 함수비 분포의 기본 경향은 윗부분부터 바닥면(슬러리/지오텍스타일 접촉면)으로 갈수록 감소한다. 바

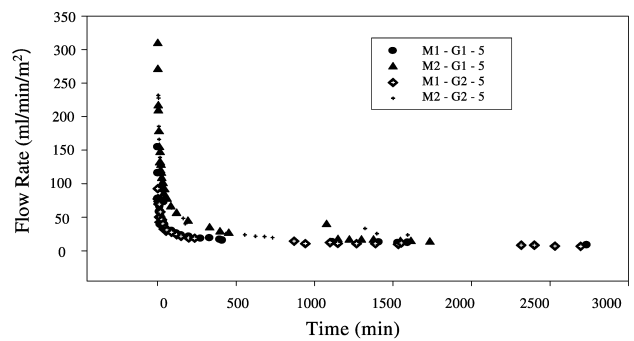


Fig. 3. Flow rate of tests on M1 and M2

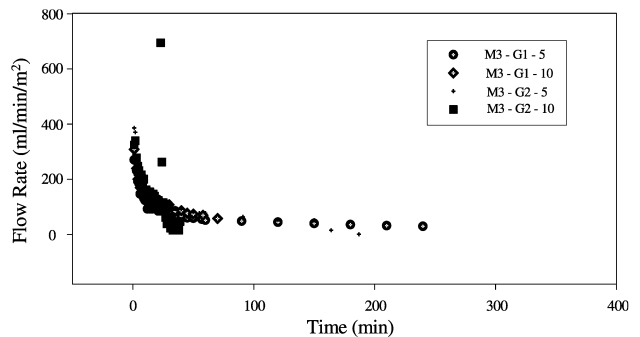


Fig. 4. Flow rate of tests on M3

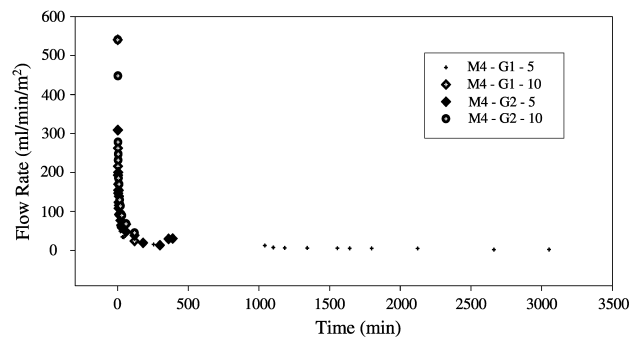


Fig. 5. Flow rate of tests on M4

꾸어 말하면, 탈수된 케익의 함수비는 지오텍스타일 층으로 근접함에 따라 감소된다. 지오텍스타일의 상류 층에 붙어있는 많이 건조된 얇은 층의 흙은 분리될 수 있다. 지오텍스타일과 함께 이 얇은 층은 세립자를 유지하기 위한 필터로서의 기능을 하고 투수율 저하를 초래한다. 또한, 이러한 결과는 현장시험결과와 일치한다. 지오텍스타일 튜브가 슬러지 또는 퇴적물을 탈수하는데 사용되어질 때, 건조한 껍질층이 지오텍스타일/토사의 접촉면 가까이 형성될 수 있으며 함수비는 지오텍스타일로부터 멀어짐에 따라 증가할 것이다(Gaffney 등, 1999).

필터케익이 형성되어질 수 있는지, 필터케익이 얼마나 빠르게 형성되는지는 슬러지의 특성 예를 들면 간극률, 점성, 비중과 지오텍스타일의 수리적 특성, 흐름상태, 여과 압력에 달려있다. 필터케익이 형성될 수 없거나 매우 느리게 형성되는 경우에는 흙 내부에 파이핑이 야기되어 세립자 유실보다 훨씬 더 많은 유실을 발생시킬 수도 있다.

3.2 탈수능력

지오텍스타일 튜브가 고함수비물질을 탈수하는데 사용되어질 때 탈수능력은 중요한 관심사일 것이다. 그것은 두 가지 측면을 포함한다: 탈수효율(얼마나 높은 최종입자비율을 얻을 수 있는가)과 탈수율(얼마나 빠르게 탈수될 수 있는가). 명백하게 탈수효율과 탈수율은 슬러지와 지오텍스타일 사이의 상호작용에 의해 조절되어지고, 슬러지 특징, 지오텍스타일 특징, 여과압력에 의해서도 영향을 받을 것이다.

표 4에는 또한 수행된 모든 테스트의 탈수효율 값이 정리되어 있다. 같은 여과 압력에서의 같은 재료에서의 탈수효율은 지오텍스타일의 수리학적 특징에 따라 변한다. 비중, 여과압력과 같은 다른 요소들도 또한 탈수효율에 약간의 영향을 미친다.

예상한 바와 같이 그림 6~그림 8에서 보여주는 대로 입자비율은 탈수과정동안의 시간과 함께 증가한다. 퇴적물에서는 선형적인 경향을, 생물학(활성화된 폐기물) 슬러지에서는 곡선적인 경향을 나타낸다. 그 기울기는 재료의 특성, 지오텍스타일, 압력에 따라 변화한다. 그러나, 재료마다 각 요소의 중요성은 다르다. 같은 슬러지이지만 다른 함수비를 가지는 M1과 M2의 경우, 탈수율은 상당히 다르다. 높은 함수비는 높은 탈수율을 야기시켰지만, 두 가지의 지오텍스타일(G1과 G2)에 따른 영향은 적게 나타났다.

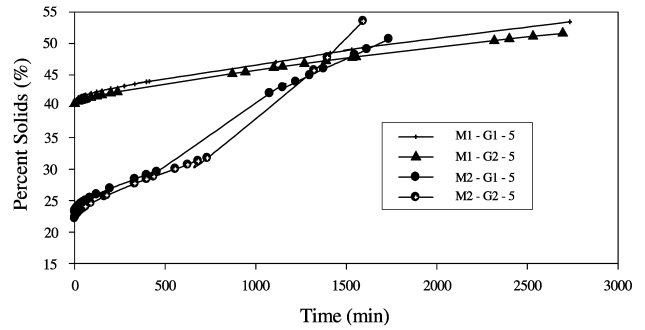


Fig. 6. Percent solids changing in tests on M1 and M2

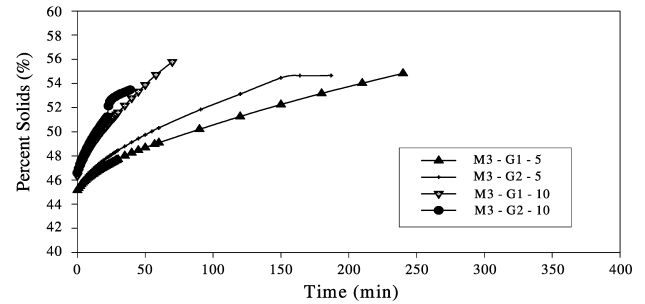


Fig. 7. Percent solids changing in tests on M3

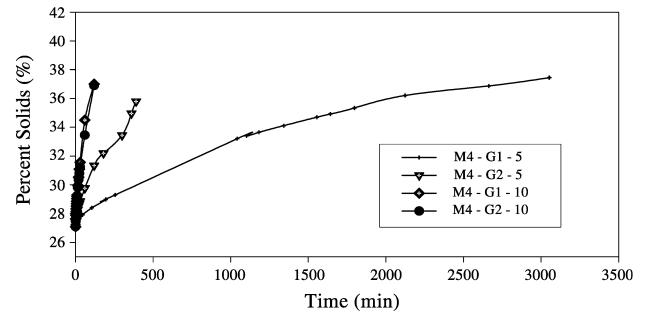


Fig. 8. Percent solids changing in tests on M4

한편, 슬러지 M3과 M4에서 탈수율은 지오텍스타일에 따라 명백하게 변화한다. 여과 압력의 영향은 그림 7과 그림 8에서 확인할 수 있는데 높은 여과 압력은 탈수율을 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라 클로킹을 초래할 수 있는 높은 능력을 가져 투수성을 감소시킬 수 있다. 슬러지 특성은 지배적인 요소로 나타난다. 이러한 이유로 슬러지에 대한 시험은 종종 현장에 사용하기 전에 해보는 것을 권한다. 누구도 지오텍스타일의 AOS 또는 입자 크기에 따라서 탈수작업이 성공할 수 있다고 예견할 수는 없다.

4. 결 론

본 연구에서는 고함수비 슬러지와 퇴적물 탈수에 지오텍스타일 튜브의 이용을 조사하고 그것의 실행가능성과

영향을 미치는 요인들의 평가를 수행하였다. 본 연구에서 압력여과시험이 실시되었고 그 결과가 분석되어 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 직포 지오텍스타일 튜브는 빠른 탈수, 시공의 용이함, 저비용, 적은 환경오염 등의 이점을 가지므로 고효수비 물질 탈수에 매우 좋은 필터재이다.
- (2) 직포 지오텍스타일 튜브를 탈수에 이용할 때, 토사 보유성은 문제되지 않는다. 일반적인 토사 보유성기준은 만족되지 않지만, 상류층의 필터케익의 형성에 의해 세립자의 많은 부분이 튜브 안에 유지되어진다. 필터케익 형성 후, 투수성은 급속하게 감소한다.
- (3) 높은 여과압력은 탈수율을 증가시키는 경향이 있지만 여과효율에는 매우 적은 영향을 가진다. 바꾸어 말하면, 그것은 더욱 빠른 탈수를 초래할 수 있지만 더 높은 최종입자비율을 얻는 것을 돕지는 않는다.
- (4) 탈수효율과 탈수율 두 가지 측면을 포함하는 탈수능력은 슬러지뿐만 아니라 지오텍스타일에 관계된 각각의 요인에 의해 영향을 받는데 슬러지 특성이 탈수효율에 지배적인 요소로 나타난다. 이러한 이유로, 슬러지 시험은 미리 종종 현장에 사용하기 전에 해보는 것을 권한다. 누구도 탈수성공이 AOS 또는 입자 크기에 크게 관계된다고 예견할 수 없다.

참고문헌

1. 장연수, 이광열, “지반환경공학”, pp.414-417.
2. Calhoun, C. (1972), Development of Design Criteria and Acceptance Specifications for Plastic Filter Cloths, Technical Report 5-72-7, USWES, Vicksburg, PA, U.S.A.
3. Christopher, B. R. (1997), “Geotextiles in Filtration Applications”, Geosynthetics Asia'97, 26-29 November, Bangalore, India.
4. Das, B. M. (1997), Principles of Geotechnical Engineering, PWS Publishing Company.
5. Fowler, J., Bagby, R. M. and Trainer, E. (1997), Dewatering Sewage Sludge with Geotextile Tubes, Geotechnical Fabrics Report, pp.26-30.
6. Gaffiney, D. A., Martin, S.M., Maher, M.H., and Bennert, T.A. (1999), “Dewatering Contaminated, Fine-Grained Material Using Geotextiles”, *Geosynthetics '99*, pp.1016-1031.
7. Gaffiney, D. A., Wells, L., Wickoren, D. and Skelton, B.A. (2001), “Environmental Benefits of Dredged Material Contained in Geotextile Tubes - Drakes Creek, TN”, *Proceedings of 32nd, International Conference on Erosion Control Association*, Las Vegas, NV.
8. Giroud, J. P. (1982), “Filter Criteria for Geotextiles”, 2nd International Conference on Geotextiles, Vol.1, Las Vegas, U.S.A.
9. Hasbach, A. (1999), “Geotextile Tubes Handle Sludge Overload”, *Pollution Engineering*, October, 1999.
10. Koerner, R. M. (1999), Edsigning with Geosynthetics, Prentice-Hall, Inc.
11. Luetlich, S. M., Giroud, J. P. and Bachus, R. C. (1992), “Geotextile Filter Design Guide”, Geotextiles and geomembranes, Vol.11, No.4-6, pp.355-370.

(논문접수일 2006. 6. 14, 심사완료일 2006. 6. 21)