

매립지 바닥차수층에 이용되는 SS/SH 고화토의 지반공학적 특성

이 송 · 채 점 식
(서울시립대학교 토목공학과)

Geotechnical Properties on the SS/SH Stabilized Soils used in Landfill Bottom Liner

Lee, Song · Chae, Jum Sik

ABSTRACT

This paper describes the effect of compaction method on the compression strength and impermeable capacity in outer layer stabilized treatment method liner. With the that results, the compression strength of stabilized soil is increased in proportion to aging period regardless of compaction method, and the compression strength of the specimen remolded by D compaction method is increased more than that of specimen remolded by A compaction method. Consequently it is found that compression strength has more than 10 kg/cm^2 when those pass 7 days. Therefore, it could be obtained that safety of filling work on waste overburden fill and workability of equipment.

Also, the rate of reduce hydraulic conductivity from S_A specimen has a similar value regardless of compaction method. However, that of P_B specimen has a irregular value regard of compaction method, and it is found that hydraulic conductivity of S_B specimen remolded by D compaction method is much decreased. However, it is found that both S_A sample and S_B sample is unsuitable for impermeable barrier. On the other hand, S_{AB} specimens by D compaction method have a hydraulic conductivity of impermeable barrier when those passed 28 day.

As a result, it was concluded that the stabilized soils is suitable for waste landfill liner constructed by D compaction criteria

Key Words : Compression Strength, Hydraulic Conductivity, Compaction Method, S_A , S_B

I 서론

최근, 인구증가와 산업발달과 더불어 폐기물 발생량은 매년 증가하는 추세에 있으며, 부지 확보 및 입지선정에 어려움을 겪은 실정이라서 해안지역의 연약지반과 같은 상대적으로 지반조건이 열악한 부지까지도 이용하는 사례가 증가하고 있다.

현재, 국내외적으로 해안매립지역별로 여러 가지 연약지반 처리공법이 개발되었다. 특히, 해안지역에 준설매립으로 조성된 연약지반의 경우, 차수기능과 지지기능을 동시에 확보 할 수 있는 표층고화처리공법이 적용하고 있다. 이 공법은 원 지반토에 시멘트 또는 약액을 일정한 비율로 혼합하여 만든 고화토를 원지반 상에 포설하고 다져서 지지층과 차수층을 형성하는 것이다. 이 공법의 특징은 지지층으로 장비의 주행성 확보와 상재 매립하중에 의한 국부적인 부등침하를 방지하고, 저투수성 차단층을 형성함으로써 폐기물에서 발생되는 침출수에 의한 지하수 및 원지반의 오염을 최소화 할 수 있다.

이 공법은 지금까지 주로 연약 지반을 개량하기 위한 방법으로 사용되어 왔으며, 이 과정에서 많은 경험과 자료가 축적되었다. 하지만, 국내에서 매립지 차수층으로 이용하기 위한 자료와 연구가 전무한 실정이라서 실무에서 어려움을 겪고 있다.

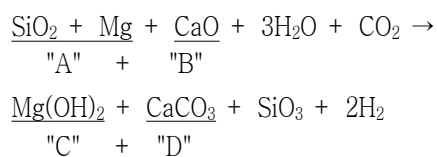
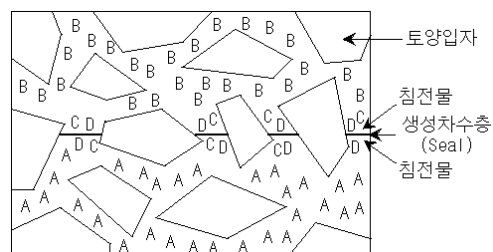
따라서, 본 연구에서는 국내 폐기물 매립지에 주로 적용되고 있는 Self Sealing & Self Healing(SS/SH) 고화처리층을 구성하는 고화토를 가지고 여러 가지 실내시험을 실시하여 그 압축특성과 투수능을 파악함으로써 폐기물 매립지 건설시 다짐에 따른 압축강도와 차수능 효과를 연구하고 안전성을 검토하여 설계 및 시공에 반영하는데 목적을 두었다.

II 이론적 고찰

1. SS/SH 공법의 원리

“자가형성 및 자가치유성 차수재”에 기반을 둔 쓰레기격리에 대한 원리는 1991년 Van der Sloot 등에 의하여 최초로 제시되었다. 이 원리는 포졸란 반응을 이용하여 복합 차수층을 조성하는 방법이다. 즉, 주된 화학조성이 상이한 한 쌍의 포졸란 반응물질을 모토와 혼합하여 조성한 “반응차수층”을 분리 시공하여 두 개의 반응 차수층 경계면에 화학반응을 통한 불투수막이 초기에 자가형성 되도록 하는 한편, 시공후 침하 등에 의한 균열이 발생해도 자가치유 및 복구되는 장점을 가지고 있다.

자가형성 및 자가치유 과정의 화학적 반응원리는 S_B 층에 함유된 알칼리 성분과 S_A 층에 함유된 실리카 및 알루미늄 성분이 수분의 공존하에 장기적으로 서서히 새로운 물질을 생성하는 것으로서 토양과 함수율의 정도에 따라서 그 비율이 상이하게 구성된다. 이러한 반응의 가장 큰 역할을 하는 화학물질은 SiO_2 와 소량의 Mg 성분을 포함한 실리카겔 무기물인 S_A 층과 $Ca(OH)_2$ 가 주종을 이루는 칼슘계 무기물인 S_B 층으로 구성되었으며 화학반응식은 다음과 같으며, 반응모식도는 <Fig. 1-1>과 같다.



<Fig. 1-1> 생성차수층의 반응 모식도

2. SS/SH 공법의 특징

SS/SH 표층고화 차수층의 기능은 첫째, 매립 하중에 따른 지반의 국부적인 침하를 방지하여 침출수 집배수관로 및 배수층의 기능을 원활히 유지시키며, 둘째는 해안지역과 같은 연약지반상에 기반시설조성 및 매립작업시 장비의 주행성과 작업성을 확보하도록 하는 것이며, 세 번째는 균등한 투수성을 가진 저투수성을 확보하여 침출수로 인한 주변지반 및 수질오염을 방지하는 것이다. 이상과 같은 복합적인 매립지차수층의 기능을 발휘하는 SS/SH 표층고화 차수층은 다음과 같은 특징을 갖는다.

1) 흡착력

본 차수막은 자체가 중금속 등 오염물질에 대한 흡착력과 수리학적 저항력이 매우 높을 뿐만 아니라 가스상 혹은 용존 물질의 확산에 대해서도 높은 저항력을 가지고 있다. 1997년 McGregor & Stegemann가 SS/SH층에 주석염료를 이용한 확산 실험결과, S_A , S_B 의 접합에 형성된 차단층에 중금속농도가 급격히 저하하는 불연속면이 나타났으며, S_B 층을 통과한 경우에는 거의 나타나지 않았다.

2) 자가치유능력

지금까지 HDPE를 이용한 차단막이 가장 우수한 차수재로 인식되어왔으나, 현장시공시 HDPE의 접합부 문제가 지금까지도 미해결 과제로 남아있으며, 해안매립지 연약지반에서는 부등침하에 기인된 광범위한 찢어짐 등의 손상을 입을 수 있으며, 자가치유는 불가능한 실정이다. 이에 반하여 SS/SH 공법은 자가치유기능을 가지고 있으므로 종래의 차수재로는 불가능했던 손상부분을 쉽게 복구시킬 수 있다는 뛰어난 장점을 가지고 있다.

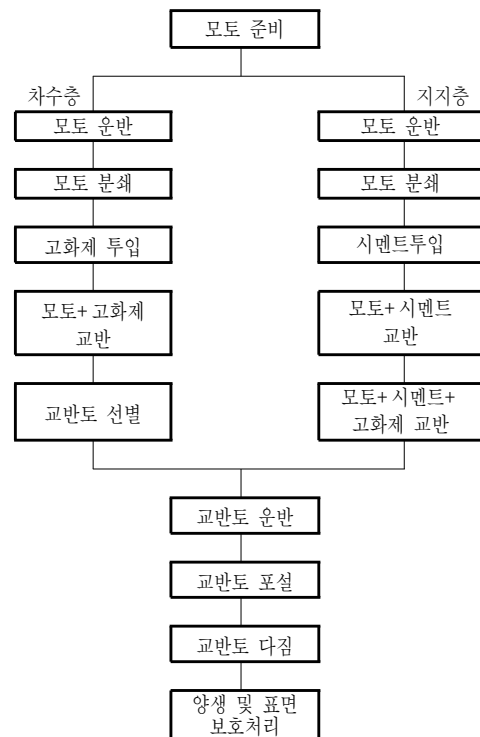
3) 내구성

SS/SH 표층고화차수층은 동결융해, 습윤건조와 같은 기상변화에 영향을 받지 않고 그 성능을 유지할 수 있다. 이는 차수층에서 초기 수화반응을 지연시켜 수화열 감소효과를 일으킴으로써 칼슘계 및 유리질계 구조물의 균열발생을 억제하는 것으로 알려져 있다.

1997년 McGregor 등은 이러한 차수층을 가지고 일주일 동안 한번씩 습윤건조를 반복하고 증류수를 이용하여 4일간 시료를 포화시킨 후, 건조로에서 60℃ 조건으로 3일간 방치하였다. 그 결과, 8회에 걸친 건습반복작용을 가한 경우에도 다짐점도 차수층의 한계치인 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ 를 초과하지 않는 양호한 차단효과를 유지하는 것으로 나타났다.

3. SS/SH 공법의 시공방법

SS/SH 공법의 시공순서는 그림 2.1과 같다.



<Fig. 2-1> SS/SH 공법 시공 순서도

Ⅲ. 시료 및 시험장치

1. 시료

본 연구에서 사용된 교반토 S_A시료와 S_B시료는 단위체적당 원지반 해성점토에 포함된 고화제의 배합비가 <Table. 3-1>과 같으며, 각 시료의 토질정수는 <Table 3-2>와 같다.

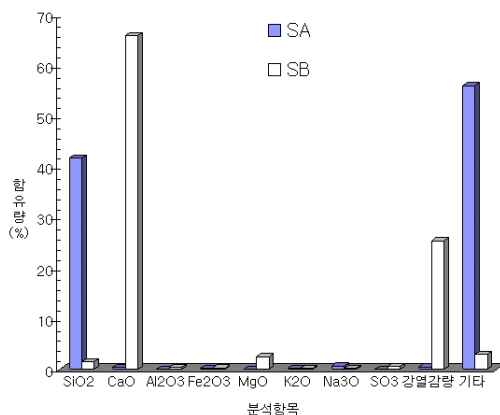
<Table. 3-1> 교반토별 시료배합비

구 분	S _A 시료	S _B 시료
단위체적당 배합비(kg)	251	188

<Table. 3-2> 시료별 토질 정수

구 분	S _A 시료	S _B 시료
Gs	2.66	2.62
LL (%)	27.7	N.P
PI (%)	9.6	N.P
No. 200 통과량	82.6	86.6
흙의 종류	CL	ML

각 교반토에 포함된 고화제의 구성성분을 살펴보면 <Table. 3-3>과 같이 S_A시료는 SiO₂가 주성분이고 소량의 Mg성분을 포함한 실리카겔 무기질이고 P_B시료는 CaO가 주종을 이루는 칼슘계 무기질이다.



<Fig. 3-1> 고화제별 구성 성분비율

2. 시험장치 및 방법

본 연구에서 수행한 시험은 다짐시험, 일축압축시험 그리고, 삼축투수시험 등으로 사용한 시험장치와 방법은 다음과 같다.

(1) 다짐시험기

각 시료별 최적함수비와 최대 건조단위중량을 파악하기 위해서 ASTM D-698 규정에 의거 표준다짐장비를 이용하였으며, 일축압축 및 투수시험용 공시체를 제작하기 위해서 <Fig. 3-2>와 같이 공시체 성형다짐기를 제작하였다. 이 장비의 제원은 <Table. 3-3>과 같다.

<Table. 3-3> 장비제원

구분	제원
몰드 내경 (cm)	5
몰드 높이 (cm)	10
램머 무게 (kg)	1.5
낙하 높이 (cm)	20



<Fig. 3-2> 제작장비

본 공시체는 원주형으로서 높이가 지름의 2배가 되도록 지름 5cm, 높이 10cm로 성형하였다.

먼저, 적정량의 건조된 시료를 최적함수비 상태로 만들기 위해 깨끗하고 수분증발이 없도록 젖은 금속팬 속에서 혼합하거나 강철 테이블 위에서 날이 무딘 흙손을 사용하여 물을 가하면서 덩어리진 것이 충분히 섞일 때까지 혼합하고 대표적인 시료를 채취하여 함수비를 측정한다.

몰드 측면과 하부에는 얇게 구리스를 발라 공시체가 잘 분리될 수 있도록 하며, 조립한 몰드는 지지대에 단단히 고정시켜 다짐작업시 움직이지 않도록 한다.

적정량의 시료를 얇은 주걱으로 몰드 측벽들

레로 밀어 넣고 램머를 정점에서 떨어뜨려 시료의 전 단면에 고른 다짐을 실시한다. 이와 같이 공시체를 3층으로 높이가 10cm 정도로 될 때까지 밀면에서 시작하여 위 부분으로 오면서 착실하고 견고하게 다진다. 이때 각 층의 분리를 예방하고 접합을 좋게 하기 위해서 1층, 2층 다짐 후에는 시료상부에 스크래칭을 실시하고 구멍이 남지 않도록 주의하여 다져야 한다.

다짐을 완료한 후에는 지지대에서 몰드를 분리한 다음, 몰드를 주의 깊게 해체하여 공시체를 꺼낸다. 그리고, 바로 공시체의 무게를 측정하여 건조단위중량을 계산함으로써 공시체 제작이 적합한지를 확인한다. 만약, 공시체의 건조단위중량이 차이가 크게 발생하면 압축강도와 투수계수에 영향을 미치게 되므로 재성형한다.

(2) 일축압축시험기

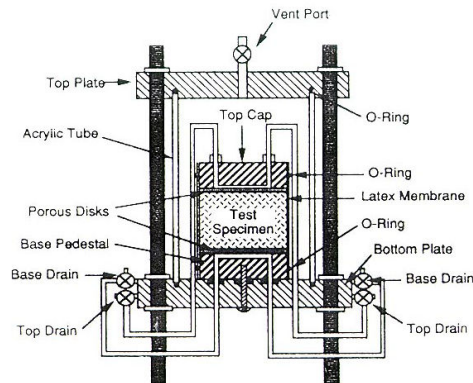
고화차수층의 압축강도는 영국 ELE사에서 제작한 자동화 일축압축시험기로 측정하였다. 이 장비는 하중을 가하는 로드 프레임과 재하판이 있으며, 프레임 상부에는 로드셀과 프루브링이 부착되어 있어 하중을 측정한다. 그리고, 프루브링 하부에 변형률계가 부착되어 있어 축 변형률을 측정할 수 있다.

시험전 공시체 단면의 평탄성을 끝은 날로 검사하여 필요하다면 석고 반죽으로 캐핑한다. 캐핑한 표면은 0.05mm 이상의 요철이 없어야 하며, 공시체의 수평축에 평행하여야 한다. 하부 재하판 상에 공시체를 놓고, 공시체의 연직축이 원형 재하판의 중심과 일치선이 되도록 위치를 조정한다. 자동으로 공시체는 매분 1mm의 속도로 압축되는데 하중은 연속적으로 충격 없이 가해야 한다. 실험도중에 모니터상의 나타나는 응력-변형률 그래프를 관찰하여 파괴하중을 지나면 시험을 종료한다.

(3) 삼축투수시험기

본 삼축투수시험기는 미국의 GEOTEC사에서

제작한 FlowTrac으로 투수셀은 <Fig. 3-3>과 같이 구성되어있다. 먼저, 시료 상부와 하부에서 배압을 가하여 95% 이상 포화시킨 다음, 시료 상·하부에 배압차이를 주어 소정의 동수구배를 발생시킴으로서 시료내의 흐름을 유발시킨다. 그 결과 유입, 유출량을 측정하여 투수계수를 산정한다.



<Fig. 3-3> 삼축투수셀의 모식도

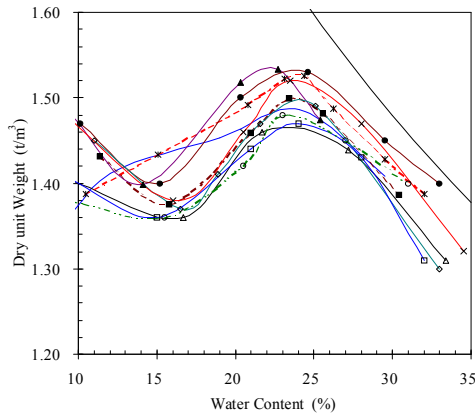
IV. 시험결과 및 고찰

1. 다짐특성

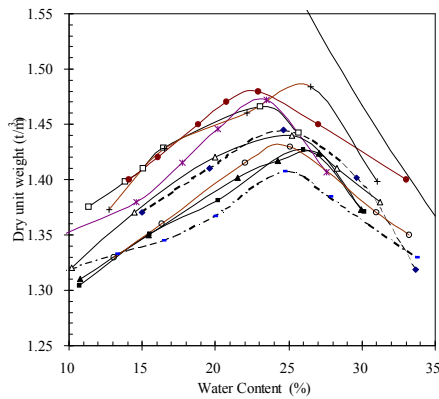
각 시료별로 다짐특성을 파악하기 위해서 비교적 다짐에너지가 작은 표준 A 다짐시험과 다짐에너지가 큰 수정 D 다짐시험을 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

(1) 표준 A 다짐시험결과

<Fig. 4-1>은 S_A시료의 표준 A 다짐곡선으로 곡선형태를 살펴보면, 주로 액성한계가 30% 이하인 시료에서 나타나는 형태이다. 그림에서 보듯이 초기부분에 함수비가 작음에도 불구하고 건조단위중량이 크게 측정되는 이유는 모세관 인장효과의 영향으로 알려져 있다. 다시 말하면, 낮은 함수비에서는 간극수에 의한 모세관 현상이 발생하여 흙 입자가 조밀한 상태로 되려는 경향을 보이기 때문이다. 그러나, 함수비를 더욱 증가시키면 모세관 현상이 사라지므로 건조단위중량은 감소하게 된다.



<Fig. 4-1> SA시료의 표준 A 다짐곡선



<Fig. 4-2> SB시료의 표준 A 다짐곡선

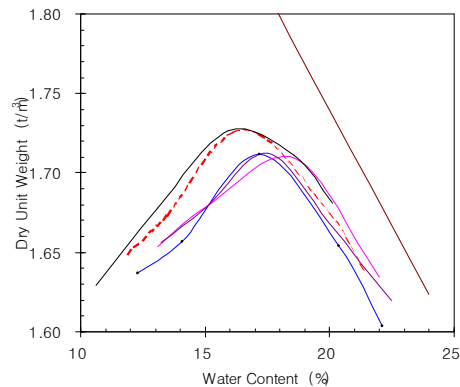
10회의 다짐시험 결과, S_A시료의 최적 함수비는 22.2~24.1 %로 나타났고, 최대 건조단위중량은 1.466~1.535 g/cm³ 정도로 나타나 최적 다짐곡선을 최대 건조단위중량이 1.499 g/cm³이고, 최적함수비가 23.4 %인 곡선으로 결정하였다.

한편, S_B시료의 경우 <Fig. 4-2>와 같이 다짐곡선을 얻어 최적다짐곡선을 최대 건조단위중량이 1.446 g/cm³ 이고, 최적 함수비가 24.2 %로 결정하였다.

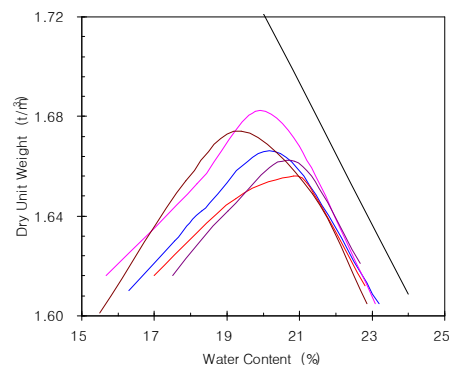
이와같이 표준 A 다짐의 경우, 두 시료의 최적 함수비 차이가 미소하였으며, 최대 건조단위중량은 전반적으로 S_A시료가 S_B시료보다 크게 나타났다.

(2) 수정 D 다짐시험결과

수정 D다짐을 실시한 결과, S_A시료는 <Fig. 4-3>와 같이 최적 함수비가 17.23 %로 나타났으며, 최대 건조단위중량은 1.715 g/cm³ 이었다. 그리고, S_B시료의 최적다짐곡선은 <Fig 4-4>에 의해서 최대건조단위중량이 1.690 g/cm³이고, 이때 최적함수비가 20.3 % 이었다. 이처럼 다짐에너지가 증가하면, 두 시료 모두 다짐곡선이 왼쪽으로 이동하여 함수비가 감소하였으며, 건조단위중량은 크게 증가하였다. 한편, A 다짐에 비해 두 시료의 최적함수비가 다소 차이가 나타난 것은 S_B 시료가 S_A 시료보다 실트질 세립토를 많이 함유하여 건조단위중량이 작게 나타나고 최적함수비가 증가한 것으로 판단된다.



<Fig. 4-3> SA시료의 수정 D 다짐곡선



<Fig. 4-4> SB시료의 수정 D 다짐곡선

(3) 고안다짐시험결과

본 연구에서는 공시체를 표준 A 다짐 및 수정 D 다짐에너지로 얻어지는 동일한 다짐 조건으로 제작하기 위하여 다짐방법을 결정하였다.

다짐에너지를 비교해 보면, 고안 다짐에너지가 표준 A 다짐에너지의 2~3배로 나타났으며, 수정 D 다짐에너지의 3~4배에 해당되었다. 이는 자체 고안된 램머가 간접적으로 흙에 충격을 가하는 구조상의 문제로 인한 것이다. 그래서, 표준 A 다짐시험 방법을 결정하기 위하여 각 시료를 최적 함수비로 혼합한 다음 3층 다짐으로 램머의 타격수를 증가시키면서 최대 건조단위중량을 측정하였다. 그리고, 수정 D 다짐의 경우는 5층 다짐으로 실시하였다. 이렇게 얻어진 결과를 앞서 표준 A 다짐시험 및 수정 D 다짐시험에서 구한 최대 건조단위중량과 비교하여 동일한 건조단위중량에 해당되는 타격수를 <Table. 4-1>과 같이 구하였다.

<Table. 4-1> 고안 다짐시 타격횟수

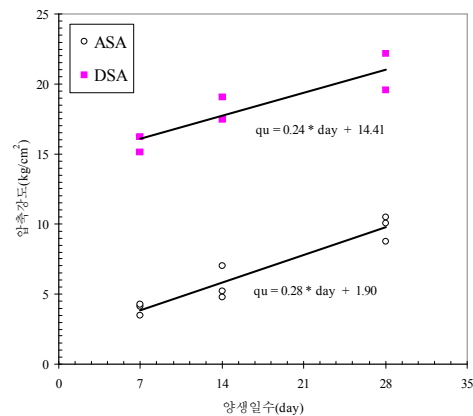
구 분	고안 다짐시 타격횟수	
	S _A 시료	S _B 시료
표준 A 다짐에너지	35	25
수정 D 다짐에너지	80	100

2. 압축강도특성

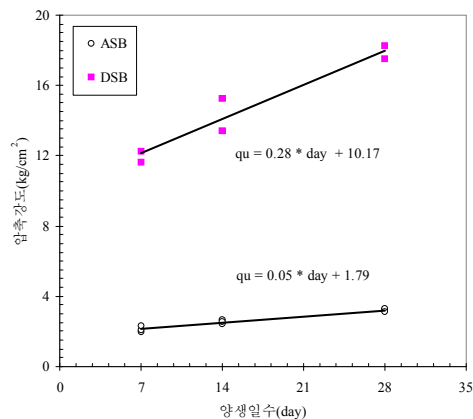
표층고화차수층은 시공장비의 주행성 확보와 상재 매립하중에 의한 국부적인 부등침하를 방지하기 위해서 최소한의 지지력을 가져야 한다. 국내매립지의 경우, 매립단별 폐기물 4.5m, 복토 0.5m인 8단으로 총 40m에 이른다. 폐기물의 단위중량은 전용장비를 사용할 경우 약 0.9 t/m³으로 볼 수 있으므로 최소한 5 kg/cm² 이상의 압축강도가 요구된다.

<Fig. 4-5>는 S_A 시료를 표준 A 다짐방법으로 제작한 AS_A 공시체와 수정 D 다짐방법으로 제작한 DS_A 공시체의 일축압축강도를 양생일수에 따라

나타낸 것이다. 그림에서 보듯이 S_A 시료의 강도 증가율은 다짐방법에 관계없이 유사하게 나타났으나, 7일 동안 양생한 DS_A 공시체의 강도가 AS_A 공시체에 비해서 3.94배 증가했으며, 14일 강도는 3.23배, 그리고 28일 강도는 3.10배 증가하였다. 한편, S_B 시료의 경우는 <Fig. 4-6>과 같이 DS_B 시료의 강도증가율이 크게 나타났으며, 7일 양생한 DS_B 공시체의 강도가 AS_B 공시체에 비해서 5.62배 증가하였으며, 14일 양생강도와 28일 양생강도가 각각 5.67배, 5.60배 증가하였다.



<Fig. 4-5> 다짐방법별 S_A 공시체 일축압축강도



<Fig. 4-6> 다짐방법별 S_B 공시체 일축압축강도

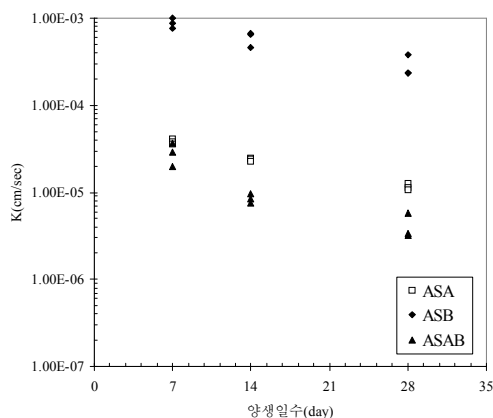
전반적으로 다짐방법에 관계없이 모든 시료에서 양생일수가 증가할수록 압축강도는 증가하는 경향을 나타냈으며, 동일한 양생일수에서 압축강

도를 비교하면 S_A 공시체가 S_B 공시체에 비하여 대체적으로 크게 측정되었다. 이러한 경향은 S_A 공시체 제작시 측정된 건조단위중량이 S_B 공시체에 비하여 전반적으로 크게 나타난 것과 유사한 것으로 압축강도는 현장의 다짐도에 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다.

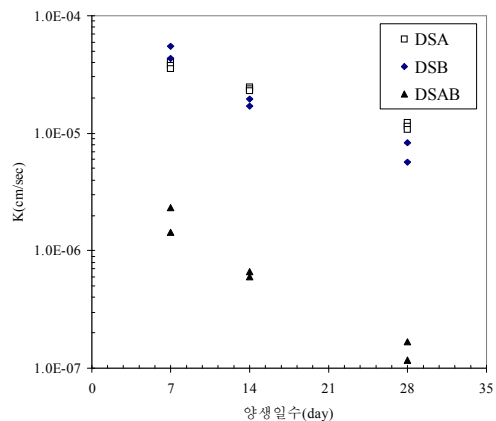
3. 투수특성

투수에 대한 다짐효과를 파악하기 위해 S_A , S_B , S_{AB} 시료를 가지고 다짐방법을 달리하여 제작한 공시체를 일정기간 동안 자연양생시킨 후에 삼축투수시험을 실시하였다. 이때, 구속압은 현장조건을 고려하여 5 kg/cm^2 를 가하였다. 하지만, 예비시험결과에 의하면 고화된 공시체의 투수계수는 구속압의 영향이 미비하였다.

<Fig. 4-7>은 표준 A 다짐방법으로 제작된 공시체의 투수계수를 양생일수별로 나타낸 것으로, 대체적으로 모든 시료에서 양생일수가 증가할수록 투수계수는 감소하는 경향을 보였으며, 동일한 양생일수에서 투수계수를 비교해 보면, S_A 시료가 S_B 시료에 비하여 대체적으로 작게 측정되었으며, 두 시료로 제작한 S_{AB} 시료는 반응차수층 효과로 더 작게 측정되었다. 그러나, 모든 시료가 28일 양생후에도 $K=1 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$ 이하의 저투수성 차단층을 확보하지는 못했다.



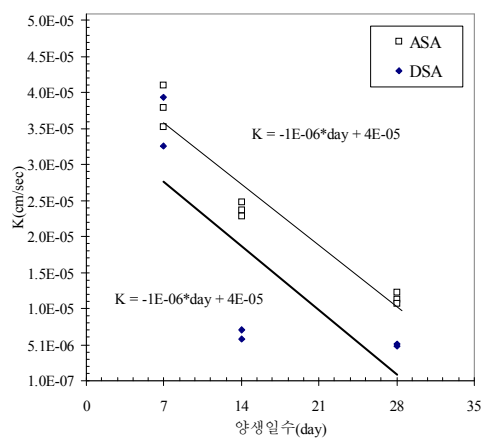
<Fig. 4-7> 표준 A 다짐으로 제작된 시료별 투수계수



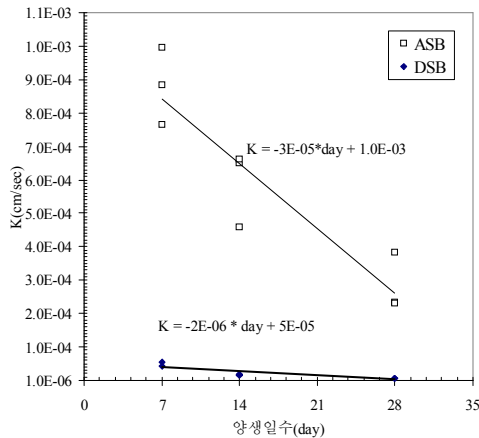
<Fig. 4-8> 수정 D 다짐으로 제작된 시료별 투수계수

한편, <Fig. 4-8>은 수정 D 다짐방법으로 제작된 공시체를 양생일수별로 투수계수의 변화를 나타낸 것으로, A 다짐방법으로 제작된 공시체와 유사하게 모든 시료에서 양생일수가 증가할수록 투수계수는 감소하는 경향을 보였으며, 동일한 양생일수에서 투수계수를 비교해 보면, S_A 시료와 S_B 시료는 대체적으로 차이가 미소하였다. 그리고, S_{AB} 시료는 두 시료사이에 생성된 반응차수층 효과로 투수계수가 감소하였다.

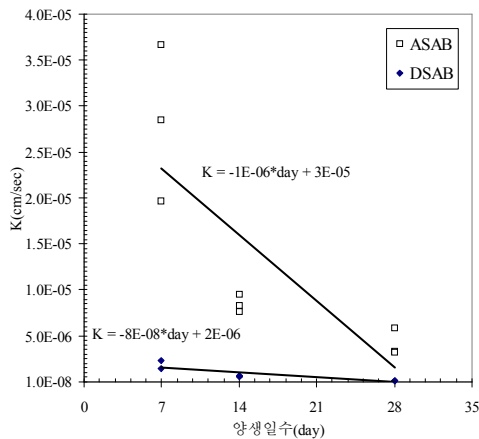
각각 단독으로 제작된 DS_A , DS_B 공시체의 경우는 28일 양생후에도 저투수성 차단층을 확보하지는 못하였으나, DS_{AB} 공시체는 28일 양생후에는 $K=1 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$ 이하의 저투수성 차단층에 근접하는 것으로 나타났다.



<Fig. 4-9> 다짐방법별 S_A 시료 투수계수



<Fig. 4-10> 다짐방법별 S_B시료 투수계수



<Fig. 4-11> 다짐방법별 S_{AB}시료의 투수계수

<Fig. 4-9>는 공시체 AS_A와 DS_A의 투수계수를 양생일수에 따라 비교한 것이다. 그림에서 보듯이 S_A 시료의 투수계수 감소율은 다짐방법에 관계없이 동일하게 나타났으나, DS_A 공시체의 투수계수가 AS_A 공시체에 비해서 평균적으로 2.3배 감소하였다.

한편, S_B 시료의 경우는 <Fig. 4.10>과 같이 다짐방법에 따라 투수계수 감소율이 상이하였다. AS_B 공시체의 경우는 $3 \times 10^{-5} \text{cm/sec/day}$ 의 투수계수 감소율을 보인 반면, DS_B 공시체는 $2 \times 10^{-6} \text{cm/sec/day}$ 의 완만한 투수계수 감소율을 보였다. 양생기간별로 살펴보면, DS_B 공시체의 투수계수가 AS_B 공시체에 평균적으로 30배 감

소하였다.

S_{AB} 시료의 경우는 <Fig. 4-11>과 같이 다짐방법에 따라 투수계수 감소율이 상당한 차이를 나타냈다. AS_{AB} 공시체의 경우는 $1 \times 10^{-6} \text{cm/sec/day}$ 의 투수계수 감소율로 크게 나타난 반면, DS_{AB} 공시체는 $8 \times 10^{-8} \text{cm/sec/day}$ 의 완만한 투수계수 감소율을 보였다. DS_{AB} 공시체의 투수계수가 AS_{AB} 공시체에 평균적으로 19배 감소하는 것으로 나타났다.

이상과 같이 S_A 시료의 경우는 비교적 다짐방법에 따라 투수계수의 변화가 미소하였으나, S_B 시료의 경우는 D 다짐방법으로 실시할 경우 큰 투수계수 감소효과를 얻을 수 있었다. 그러나, 두 시료를 독자적으로는 시공할 경우 저투수성 차단층에 적합한 투수계수를 갖지 못하는 것으로 나타났다. 하지만, 두 시료를 함께 사용하여 성형한 공시체의 경우 반응차수층이 생성되어 저투수성 차단층에 근접한 투수계수를 갖는 것으로 나타났다. 즉, 본 연구에서 S_A와 S_B 차수층의 접촉면 사이에 생성되는 불투수층의 생성막을 직접적으로 확인하지 못하였으나, 동일한 양생일수에 따른 투수계수의 변화를 살펴본 결과, 두 차수층사이에 반응차수막이 생성되어 투수계수가 감소하는 효과를 볼 수 있었다.

V. 결론

본 연구에서는 매립지 바닥차수층에 사용되는 표층고화토에 대한 여러 가지 실내시험을 실시함으로써, 표층고화토의 다짐특성과 압축특성, 그리고 투수특성을 파악한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 표준 A 다짐시험 결과, S_A 시료와 S_B 시료의 최적함수비는 차이가 미소하였으며, 최대 건조단위중량은 전반적으로 S_A 시료가 S_B 시료보다 크게 나타났다. 한편, D 다짐시험에서는

다짐에너지의 영향으로 각 시료별로 최적함수비가 감소하였으며, 최대 건조단위중량은 두 시료 모두 크게 증가하였다.

2. 압축강도의 경우, 다짐방법에 관계없이 모든 시료에서 양생일수가 증가할수록 압축강도는 증가하였으며, 동일한 양생일수에서 압축강도를 비교하면 S_A 공시체가 S_B 공시체에 비하여 대체적으로 크게 측정되었다.
3. 투수계수의 경우, 대체적으로 다짐방법에 관계없이 모든 시료에서 양생일수가 증가할수록 투수계수는 감소하는 경향을 보였으며, 동일한 양생일수에서 투수계수를 비교해 보면 S_A 시료가 S_B 시료에 비하여 대체적으로 작게 측정되었다. 그러나, 두 시료 모두 저투수성 차단층으로는 부적합하였다. 한편, S_{AB} 시료는 D 다짐방법으로 다짐하면 28일 경과 후에 저투수성에 차수단층에 해당되는 투수계수를 갖는 것으로 나타났다.

결론적으로, 두 시료는 D 다짐방법을 시공할 경우에 압축강도는 상재매립하중으로 인한 바닥층의 부등침하에 대한 안정성과 작업성을 확보하는 지지층으로 충분할 것으로 판단된다. 반면, S_A , S_B 층의 투수계수는 다소 크게 나타나 단독으로는 폐기물 침출수를 차단하는 저투수층으로 보기에는 다소 무리가 있었고, S_{AB} 층은 두 층사이에 생성되는 반응차수막의 효과로 저투수성 차단층의 기능을 갖는 것으로 나타났다.

그러므로, 표층고화토 S_A , S_B 시료를 이용하여 매립지 바닥차수막을 시공할 경우에는 D 다짐기준에 의거하여 품질관리를 하거나, 이에 상응하는 품질기준을 마련하는 것이 폐기물 매립지 바닥차수층의 안전성을 높일 수 있는 방법이다.

향후에는 두 시료의 구성성분에 대한 추가적인 연구를 수행하여 최적의 혼합비율을 산정하는 것이 필요하며, 실제 매립지에 발생하는 침

출수에 따른 강도 및 투수특성을 연구하여 현장 적용성을 검토해야 하겠다. 또한, S_A 와 S_B 차수층 접촉면 사이에 생기는 불투수층의 중금속 흡착효과를 높이는 연구가 필요하겠다.

<참 고 문 헌>

1. 이송, 이재영, 김홍석, 고화토를 이용한 매립지 바닥층의 동결/융해 현상에 관한 실험적 연구 (1999), 서울시립대학교 산업기술연구소 논문집 제7집, pp. 195 ~ 206
2. 이송, 이재영, 김홍석, 폐기물 매립지 바닥층의 고화토 포설시 동결/융해 현상에 관한 연구 (2000), 한국지반공학회 논문집 제16권 1호, pp. 179 ~ 198
3. 이송, 이재영, 정대적, 김홍석, 동결/융해 현상이 고화토로 포설된 폐기물 매립지 바닥층에 미치는 영향(1999), 대한토목학회 학술발표 논문집 (II), pp 465 ~ 468
4. 채점식, CRS 시험시 변형속도가 압밀특성에 미치는 영향(1998), 서울 시립대학교 대학원 석사 학위논문
5. 한국지반공학회, 수도권 매립지 3공구 기반시설공사 표층고화처리공법 시방서 작성에 관한 연구(1997)
6. Benson, G. H. and Boutwell, G. P., Compaction control and scale dependent hydraulic conductivity of clay liners,(1992), Pro 15th Annual Madison Waste Con
7. McGregor, R., Stegemann, J. A., Performance characteristics of a self-sealing/self-healing barrier(1997), Int Containment Technology Conf. and Exhibition, St. Petersburg Florida U.S.A.
8. Van der Sloot H. A., Self-sealing and self-repairing seals for waste isolation. Proceedings Geoconfin '93(1993), Vol. 1, Geology and Confinement of Toxic Wastes. Montpellier, pp. 73 ~ 79.