

폐석분 혼합토의 지반공학적 특성 및 활용에 관한 연구

Evaluation of Geotechnical Engineering Properties and Use of Mixed Soil Containing Waste Stone Sludge

김 찬 기^{1*} Kim, Chan-Kee
정 수 훈² Jung, Soo-Hoon
조 원 범³ Cho, Won-Bum

ABSTRACT

This study is conducted to investigate the possibility of the utilization of the mixed soil formed by mixing stone sludge, bentonite, and residual soil as a soil sealant sustaining both stability and capacity in the barrier system. A series of tests were performed on the mixed soils to evaluate basic properties such as compaction, compressive strength, permeability and CBR of these materials. The results indicates that as the stone sludge content increases, the optimum moisture content increases a little, but the maximum dry density decreases. The compressive strength and CBR decrease, and the cohesion, internal friction angle and expansion ratio increase. When the bentonite content increases, the maximum dry density decreases, and the optimum moisture content, compressive strength and cohesion, internal friction angle, CBR and expansion ratio increase. Mixing ratio of the mixed soil contained with the stone dust more than 10% and the bentonite less than 10% satisfies the standard of the permeability coefficient as the soil sealant.

요 지

본 연구는 화강토에 벤토나이트와 석분을 혼합하여 차수구조물을 조성할 때 구조물의 기능 및 안정을 확보할 수 있는 혼합토를 개발하고자 일련의 시험을 통하여 혼합비에 따른 혼합토의 다짐특성, 투수특성, CBR 및 압축강도특성을 밝혀 혼합토가 차수 재료로서 활용가능성을 검토하였다. 석분 함유량이 증가하면 최대건조밀도는 감소하고 최적함수비는 미소하게 증가하는 경향을 보이며 일축압축강도와 CBR값은 감소하고 점착력, 내부마찰각 그리고 팽창비는 증가하였다. 또한 벤토나이트 함유량이 증가하면 최대건조밀도는 감소하고 최적함수비, 일축압축강도, 점착력, 내부마찰각, CBR값과 팽창비 등은 증가하였다. 그리고 차수재료로서의 투수계수 규정을 충족하는 혼합토의 혼합비는 벤토나이트를 10%이상 함유하고 석분함유율이 10% 이내임을 알 수 있었다.

Keywords : Stone sludge, Soil sealant

1. 서 론

국내 여러 산업분야가 고도로 성장하면서 소비성향과 삶의 질을 추구하는 시대에서 생활하게 되었다. 이러한 시기에 가정 및 공장, 휴양지 등에서 지속적으로 발생하는 쓰레기를 처리하기 위하여 쓰레기 매립장을 건설하여 효

과적으로 처리하도록 하고 있으며, 인간생활의 풍요로움이 극대화되면서 쾌적한 자연환경의 조성과 여가공간을 위하여 인공호수 조성 등이 수행되고 있다. 이러한 쓰레기 매립장 및 인공호수의 조성 시 침출수에 의한 지하수의 오염을 방지하기 위하여 차수층을 설치하는데, 현재까지는 합성수지 및 비닐 슈트 등을 주로 적용하여 왔으나 장기적

1* 정회원, 대전대학교 공과대학 건설시스템공학과 교수 (Member, Professor, Dept. of Civil Engineering Daejin Univ., E-mail: cckim@daejin.ac.kr)
2 비회원, 대전대학교 공과대학 토목환경공학과 석사과정 (Non-Member, Graduate Student, Dept. of Civil Engineering Daejin Univ.)
3 비회원, 대전대학교 공과대학 토목환경공학과 박사과정 (Non-Member, Graduate Student, Dept. of Civil Engineering Daejin Univ.)

으로 자외선에 의한 노화현상 등으로 인하여 차수기능을 유지하는데 많은 문제점이 지적되어 온 것이 사실이다.

최근에 들어 이러한 문제를 해결하기 위하여 인공점토 차수공법 등이 연구, 적용, 보급되고 있으며 점토 차수법의 개량된 방법으로 일반토양과 벤토나이트, 석분을 혼합하여 다짐하는 방법 등이 개발되어있다. 석분은 석재 가공과정 중 생기는 부산물로서 석분 자체의 유해성으로 인해 폐기물로 지정된 것이 아니고 적절한 활용방안이 없어 산업폐기물로 지정되었으므로 활용방안만 마련되면 언제든지 자원으로 활용가능하다.

국·내외에서 석·골재 생산 후 발생하는 석분에 대한 재활용 방안이 연구 되고 있다. 국내에서는 석분의 효과적인 이용에 관한 연구(백신원, 2001)가 수행되었고, 폐기물 매립장의 차폐재와 침출화학성분과의 상호작용분석(정하익 등, 1992)과 폐기물 매립장을 위한 혼합 차수재의 물성에 관한 연구(손준익 등, 1992)등이 있고 시멘트에 사용되는 혼화재로서의 석분의 활용성(이상욱 등, 2003)과 현무암 가공 시 발생하는 석분을 이용한 차수재의 개발(김승범, 2006) 등에 관한 연구가 이루어졌다. 또한 국외에서는 4종의 흙-벤토나이트 혼합물에 대하여 삼축압축투수시험과 현장시료의 투수시험을 통하여 실내와 현장시료의 투수성에 대한 상호관계를 규정(Fernuik 등, 1989)하였고 모래-벤토나이트 혼합물의 지반공학적 특성에 관한 연구(Boosinsuk 등, 1991; Kenney 등, 1991)등이 이루어졌다.

본 연구는 점점 증가하는 석분의 재활용 및 환경오염 문제를 해결하고자 포천지역의 화강토에 벤토나이트와 석분을 혼합비에따라 혼합하여 기본특성, 다짐특성, 투수특성, CBR 및 압축강도 특성을 분석, 혼합토가 인공호수 및 쓰레기 매립장 등의 차수구조물에서 기능 및 안정을 확보할 수 있는 건설재료로서의 활용가능성을 검토하고자 한다.

2. 시험내용 및 방법

본 연구에 사용된 흙시료는 경기도 포천 지역에서 채취한 화강토를 실내에서 자연건조 시킨 후 #4번체를 통과시

킨 시료이고, 벤토나이트는 OO사에서 제작한 벤토나이트로서, 각각의 물리적 특성은 표 1에 나타난 바와 같이 통일 분류법으로 분류하면 화강토는 SM이고 벤토나이트(한국건설기술연구원, 1999)는 CL이다. 또한 석분은 석재 가공과정 중 생기는 부산물로서 석분 자체의 유해성으로 인해 폐기물로 지정된 것이 아니고 적절한 활용방안이 없어 산업폐기물로 지정되었으므로 활용방안을 마련하여 재활용하고자 한다. 석분의 물리적 특성은 모암에 따라 그 성질이 다르지만 포천지역의 석분은 화강암 가공시의 부산물로서 통일 분류상으로 ML이다. 그리고 각각의 시료에 대한 물리적 성질은 표 1에 나타낸바와 같으며 각각의 시료에 대한 입도분포곡선은 그림 1과 같다.

이와 같이 준비된 각각의 시료를 화강토 중량에 대한 석분과 벤토나이트의 중량 비를 각각 달리하여 혼합토를 제조하였으며 혼합비는 표 2에 나타낸바와 같다.

혼합토의 다짐특성과 CBR 특성을 밝히고자 다짐시험과 CBR시험을 한국공업규격에 준하여 실시하였으며, 투수특성을 밝히고자 삼축압축시험기를 이용한 투수시험을 실시하였다.

또한 강도특성을 알아보기 위해 직접전단시험과 일축압축시험을 실시하였으며 공시체의 함수비와 단위중량은 다짐시험에서 얻은 최대건조밀도와 최적함수비를 이용하였다. 공시체의 다짐은 시료의 총 중량으로부터 각 층의 양을 결정

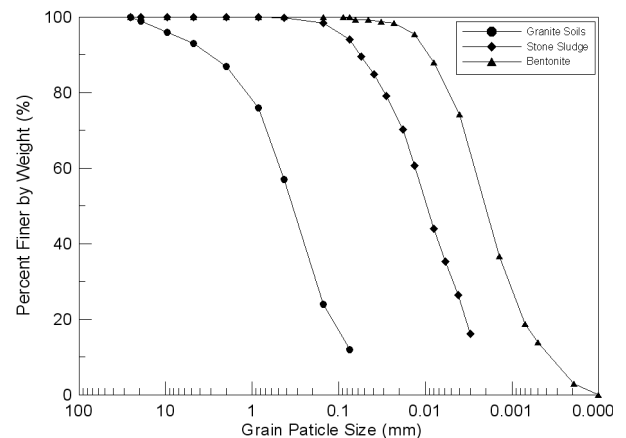


그림 1. 시료의 입도 분포 곡선

표 1. 시료의 물리적 특성

시료	PI(%)	#200통과율(%)	G _s	Li(%)	통일 분류
화강토	NP	17.15	2.67	2.80	SM
벤토나이트	227.4	100	1.7	-	CL
석분	NP	97.84	2.65	-	ML

한 다음 각층의 Un(percentage of under compaction)값과 다짐높이를 결정하여 다지는 방법(Ladd, 1978)을 이용하였다. 일축압축시험의 공시체는 높이 100mm, 직경 50mm로 제작하였고, 직접전단시험의 경우는 높이 60mm, 직경 30mm로 공시체를 제작하였다. 그리고 전단속도는 각각 1.0%/min로 하였다.

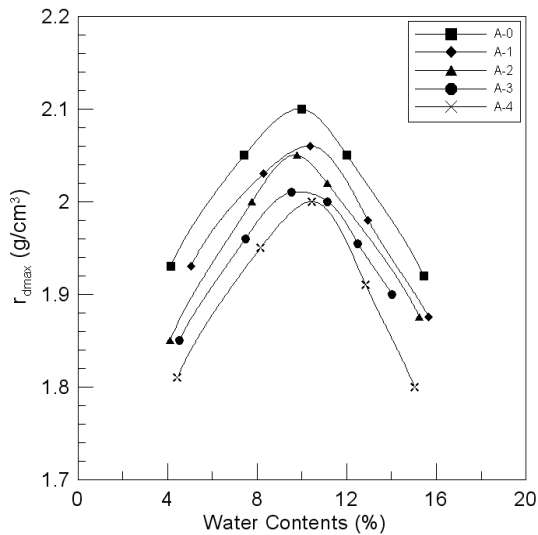
3. 시험결과 및 고찰

3.1 다짐특성

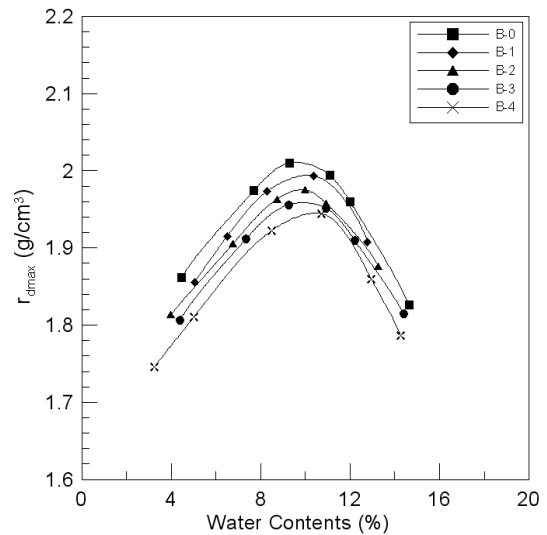
화강토에 석분과 벤토나이트를 일정한 중량비로 혼합하여 만든 혼합토의 다짐특성을 분석하기 위해 표준다짐 시험(D다짐)을 실시하였으며 그 결과를 그림 2에 나타내

표 2. 혼합토의 화강토-석분-벤토나이트 혼합비

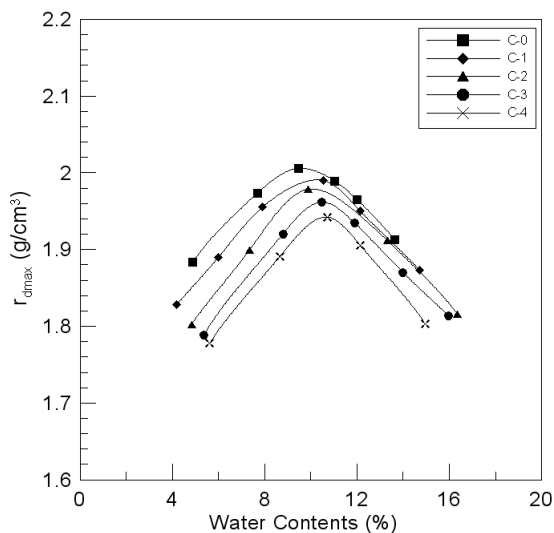
구분	석분(%)	벤토나이트(%)	구분	석분(%)	벤토나이트(%)	구분	석분(%)	벤토나이트(%)	구분	석분(%)	벤토나이트(%)
A-0	0	0	B-0	5	0	C-0	10	0	D-0	15	0
A-1	0	5	B-1	5	5	C-1	10	5	D-1	15	5
A-2	0	8	B-2	5	8	C-2	10	8	D-2	15	8
A-3	0	10	B-3	5	10	C-3	10	10	D-3	15	10
A-4	0	15	B-4	5	15	C-4	10	15	D-4	15	15



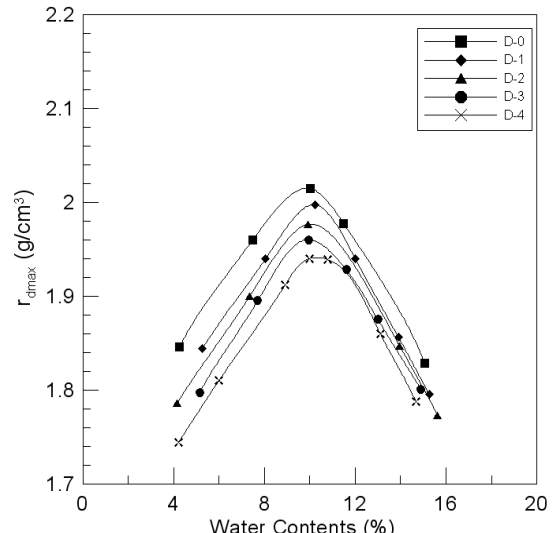
(a) 석분 함유량 0% 일 때의 다짐곡선



(b) 석분 함유량 5% 일 때의 다짐곡선



(c) 석분 함유량 10% 일 때의 다짐곡선



(d) 석분 함유량 15% 일 때의 다짐곡선

그림 2. 시료의 다짐곡선

었다.

그림 2는 각각의 혼합비에 따른 다짐특성을 나타낸 그림으로 그림 2(a)는 화강토에 벤토나이트를 5%, 8%, 10%, 15%씩 혼합한 혼합토의 다짐시험 결과이고, 그림 2(b)는 석분 5%를 혼합한 화강토에 벤토나이트 5%, 8%, 10%, 15%씩을 혼합한 혼합토의 다짐시험 결과이며 그림 2(c)와 (d)는 각각 석분 10%와 15%를 혼합한 화강토에 벤토나이트 5%, 8%, 10%, 15%씩을 혼합한 혼합토의 다짐시험 결과이다. 그림에 나타난바와 같이 모든 경우 벤토나이트 함량이 많아질수록 최대건조밀도는 작아지며 최적함수비는 증가하는 경향을 나타내고 있다.

그림 3은 벤토나이트와 석분의 혼합비에 따른 최대건조밀도의 변화를 나타낸 그림이다. 그림에 나타난바와 같이 석분의 혼합비에 따른 변화는 석분의 혼합비가 증가하면 최대 건조단위중량은 전반적으로 현저하게 감소하는 경향을 보이고 있지만 석분의 혼합비가 5%이상인 경우는 최대 건조밀도의 변화가 매우 작게 나타나고 있다. 또한 벤토나이트의 혼합비가 증가하면 증가 할수록 최대건조밀도는 감소하는 경향을 보이고 있다. 이러한 현상은 벤토나이트의 함수비 증가에 따른 부피 팽창으로 인한 밀도감소와 비중이 작은 벤토나이트의 혼합비 증가에 따른 상대적인 비중 감소로 나타나는 현상이라 판단되며 기존의 정하익 등(1992)과 손준익 등(1992)의 연구결과와도 유사한 경향을 보이고 있다.

그림 4는 벤토나이트와 석분의 혼합비에 따른 최적함수비의 변화를 나타낸 그림이다. 그림에 나타난바와 같이 벤

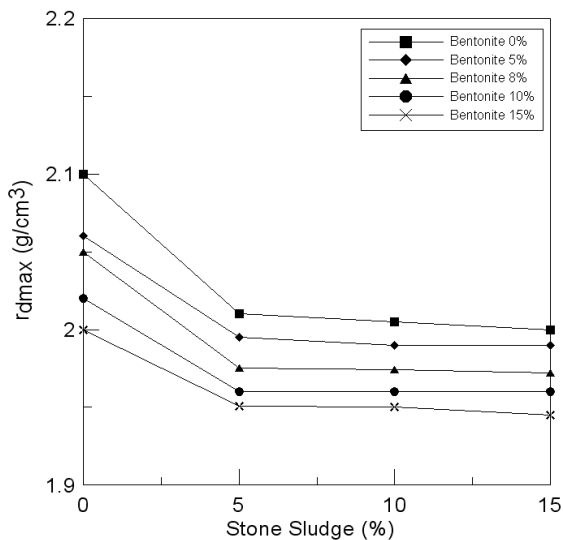


그림 3. 최대건조밀도의 변화

토나이트 혼합비의 증가에 따라 최적함수비가 증가하는 경향을 보이고 있다. 이것은 벤토나이트 혼합비의 증가에 따라 물을 함유하고자하는 벤토나이트의 성질에 의한 영향으로 보인다.

3.2 노상토 지지력특성

그림 5는 벤토나이트와 석분의 혼합비에 따른 노상토 지지력시험결과 나타낸 그림이다. 그림에 나타난바와 같이 벤토나이트 혼합비가 증가하면 CBR 값은 증가하는 경향을 보이고 있는 반면에, 석분 혼합비가 증가하면 CBR값이 감소하는 경향을 보이고 있다. 이와 같은 현상은 벤토나이트가 화강토의 간극을 메우고 벤토나이트의 큰 점성

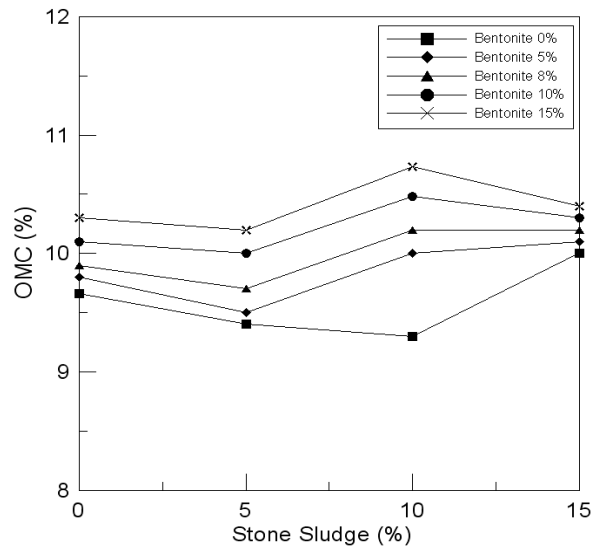


그림 4. 최적 함수비의 변화

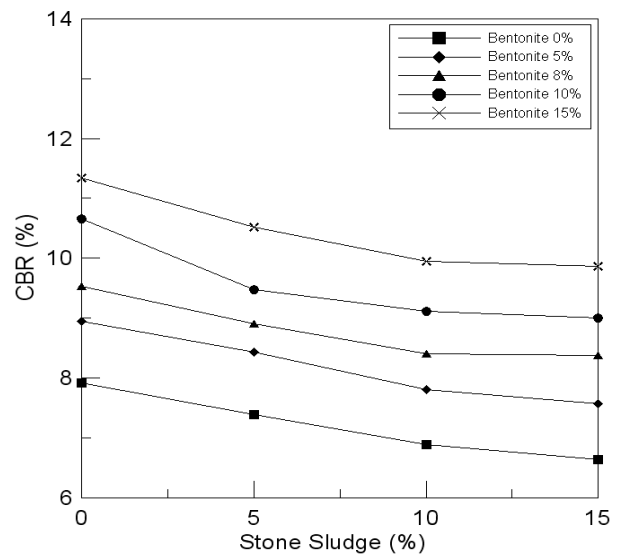


그림 5. 석분과 벤토나이트의 함유량에 따른 CBR 값의 변화

이 이들 간의 점착력의 증가로 이어져서 CBR값이 증가한 것으로 판단된다. 실험결과 CBR값은 6.64-11.33%로 노상재료의 품질기준(건설교통부, 2001)을 만족하므로 노상토 재료로서의 사용이 가능한 것으로 판단된다.

그림 6은 벤토나이트와 석분의 혼합비에 따른 노상토 지지력시험을 실시하여 팽창비의 변화를 나타낸 그림이다. 그림에 나타난바와 같이 벤토나이트의 혼합비가 증가하면 팽창비는 증가하고, 석분의 함유량을 증가시킨 경우도 팽창비는 미소하게 증가하고 있다. 일반적으로 잘 알려진 바와 같이 벤토나이트의 높은 팽창성으로 인해 벤토나이트의 혼합비가 증가 할수록 팽창비가 증가한 것으로 보이며 모든 경우의 팽창비가 1.0%이내의 작은 값을 보이고 있다.

3.3 투수특성

차수재는 침출수의 유출을 방지하기 위해 설치되는 것으로 투수특성은 차수재에 있어서 가장 중요한 부분이다. 우리나라 폐기물관리법에서는 투수계수를 $1 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ 이하로 규정하고 있다. 본 실험은 매립지 등에서 차수재로서의 가능성을 검토하기 위하여 화강토에 석분과 벤토나이트를 혼합한 경우에 대한 투수시험을 실시하였다.

그림 7은 각각의 경우에 대한 투수시험 결과 중 일부를 시간경과에 따른 투수계수의 변화로 나타낸 그림이다. 그림에 나타난바와 같이 투수계수는 약 20시간 이후 일정 값에 수렴하고 있으며, 화강토와 석분의 투수계수는 각각 $1.4 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ 와 $2.75 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ 로 상당히 크게 나타

고 있음을 알 수 있다.

혼합토 중에서 투수계수가 $1 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ 이하를 나타내는 경우는 벤토나이트가 10%이상 혼합된(A-3, A-4, B-3, B-4, C-3, C-4) 경우임을 알 수 있었다. 화강토에 벤토나이트 10%와 15%를 혼합한 시료 A-3과 A-4의 투수계수는 $4.41 \times 10^{-8} \text{cm/sec}$, $1.55 \times 10^{-8} \text{cm/sec}$ 이고, 화강토에 석분 5%와 벤토나이트 10%와 15%를 혼합한 시료 B-3과 B-4의 투수계수는 $8.21 \times 10^{-8} \text{cm/sec}$, $3.11 \times 10^{-8} \text{cm/sec}$ 이며, 화강토에 석분 10%와 벤토나이트 10%와 15%를 혼합한 시료 C-3과 C-4의 투수계수는 $6.74 \times 10^{-8} \text{cm/sec}$, $3.00 \times 10^{-8} \text{cm/sec}$ 로 차수재로서의 투수계수 기준을 충족시켜 주고 있다. 반면 화강토에 석분 15%와 벤토나이트를 10%와 15%를 각각 혼합한 시료 D-3과 D-4의 투수계수는 $7.09 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$, $1.33 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 으로 차수재로서의 투수계수 기준을 충족시키지 못하고 있다.

그림 8은 벤토나이트와 석분의 혼합비에 따른 투수계수

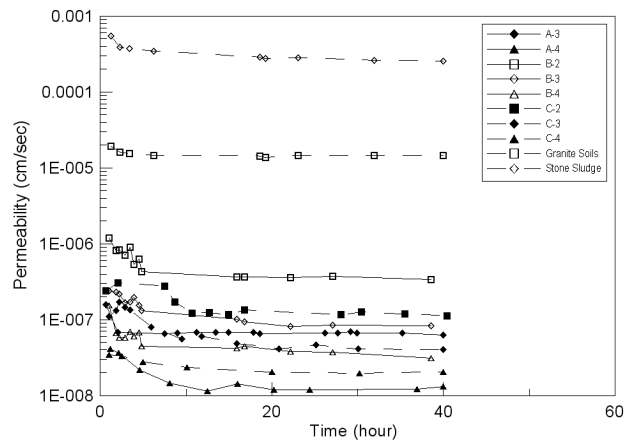


그림 7. 시간에 따른 투수계수의 변화

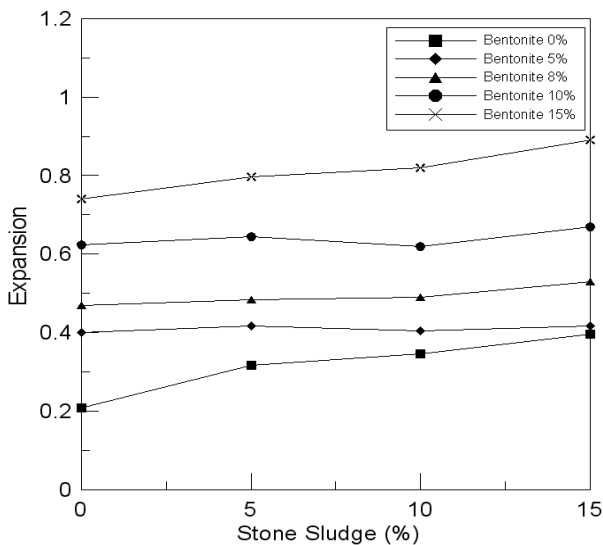


그림 6. 석분과 벤토나이트의 함유량에 따른 팽창비의 변화

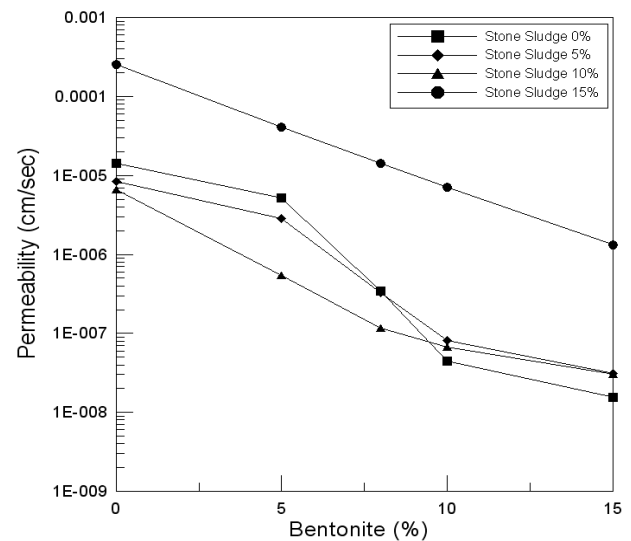


그림 8. 석분과 벤토나이트 함유량에 따른 투수계수의 변화

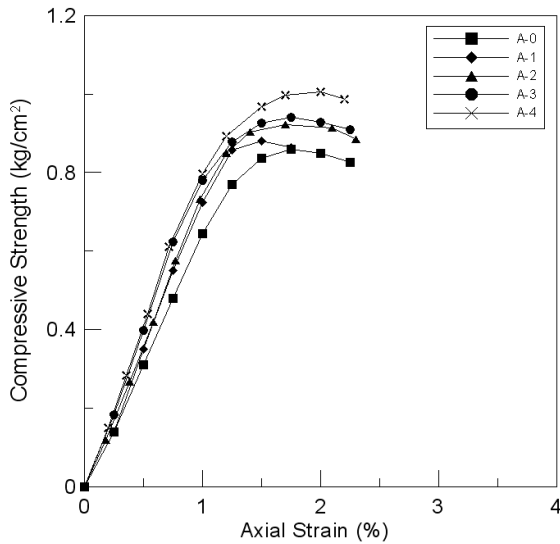
의 변화를 나타낸 그림이다. 그림에 나타난바와 같이 석분의 혼합비가 증가하면 투수계수는 현저히 증가하고 있는 반면에 벤토나이트 혼합비가 증가하면 투수계수가 감소하는 것을 알 수 있다.

특히, 차수재로서의 조건을 충족하기 위해서는 벤토나이트를 10% 이상 혼합해야 하고, 동시에 석분의 혼합비는 10% 이내이어야 함을 알 수 있었다.

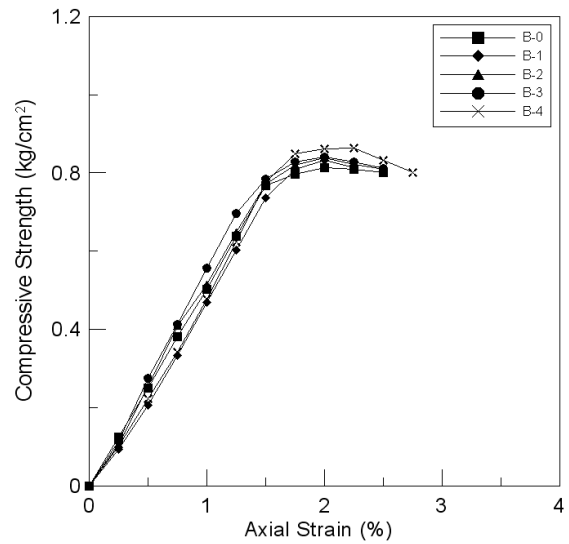
3.4 일축압축 강도특성

그림 9는 벤토나이트와 석분의 혼합비에 따른 일축압축 시험결과로서 응력-변형률의 관계를 나타낸 그림이다. 그

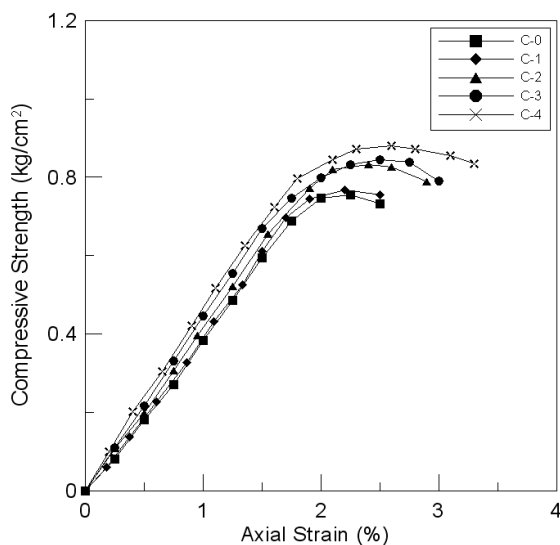
림 9(a)는 화강토에 벤토나이트를 5%, 8%, 10%, 15%씩 혼합한 혼합토의 일축압축시험 결과이고, 그림 9(b), 9(c)와 (d)는 각각 석분 5%, 10%와 15%를 혼합한 화강토에 벤토나이트 5%, 8%, 10%, 15%를 혼합한 혼합토의 일축압축시험 결과이다. 그림에 나타난바와 같이 벤토나이트 혼합비가 증가하면 벤토나이트가 가지고 있는 점성의 영향으로 큰 축 변형률에서 침두 강도를 갖는 것을 확인할 수 있다. 석분 함유량에 따른 응력-변형률의 관계는 석분 함유량이 없는 그림 9(a)의 경우가 석분 함유량이 5%인 그림 9(b)보다 초기접선의 기울기가 크고 작은 축 변형률에서 침두 강도가 나타나고 있으며 석분함유량이 증가 할수록 현저하게 이러한 현상이 나타나고 있다.



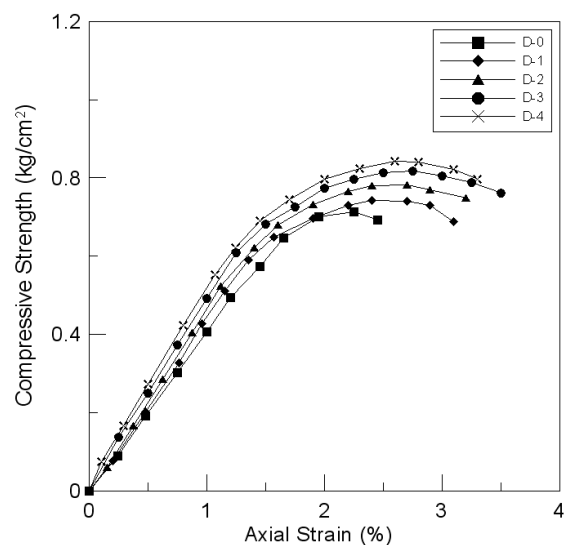
(a) 석분 함유량 0% 일 때의 다짐곡선



(b) 석분 함유량 5% 일 때의 다짐곡선



(c) 석분 함유량 10% 일 때의 다짐곡선



(d) 석분 함유량 15% 일 때의 다짐곡선

그림 9. 석분과 벤토나이트 함유량에 따른 일축 강도

그림 10은 벤토나이트와 석분의 혼합비에 따른 압축강도의 변화를 나타낸 그림이다. 그림에 나타난바와 같이 벤토나이트 혼합비가 증가하면 일축압축강도는 증가 하지만 석분의 혼합비가 증가하면 강도가 저하되는 현상을 보여 주고 있다. 벤토나이트 혼합비가 증가할수록 압축강도가 커지는 것은 화강토의 간극을 충전하고 벤토나이트의 높은 점성이 이들 간의 점착력의 증가로 이어져서 강도가 증가하는 것으로 보이며 사질토의 특성과 유사한 거동을 갖는 화강암의 미립자인 석분의 증가는 점성을 감소시켜 압축강도가 저하되는 것으로 판단된다. 일반적으로 쓰레기 매립장의 차수재는 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상의 강도를 요구 하고 있으나 투수계수를 만족하는 혼합토의 일축압축강도는 이 기준을 만족치 못하고 있다. 따라서 석분의 효용성을 더욱 넓히기 위해서는 강도증진을 위한 연구가 필요하다.

3.5 전단시험

그림 11과 그림 12는 벤토나이트와 석분의 혼합비에 따른 직접전단시험 결과로서 내부마찰각과 점착력의 변화를 나타낸 그림이다. 그림 11은 벤토나이트와 석분의 혼합비에 따른 점착력의 변화를 보여주고 있다. 그림에 나타난 바와 같이 석분의 변화에 의한 점착력의 변화는 작은 반면에 점성의 성질이 큰 벤토나이트의 함유량을 증가하면 점착력 또한 증가하고 있음을 알 수 있다.

그림 12는 내부마찰각의 변화를 보여주는 것으로 그림에 나타난바와 같이 입자가 미립분인 벤토나이트에 비해 입자의 입경이 큰 석분의 혼합비 변화에 더 큰 영향을 받

고 있다. 입자의 크기가 클수록 그 비표면적이 커지면서 입자와 입자간의 마찰 저항력이 크게 발생하기 때문으로 생각된다.

4. 결론

본 연구는 화강토에 벤토나이트와 석분의 혼합비를 달리하여 인공호수 및 쓰레기 매립장 차수공사 등의 건설재료로서 활용가능 한 혼합토를 개발하고자 일련의 실내시험을 통하여 혼합비에 따른 혼합토의 기본특성, 다짐특성, 투수특성, CBR 및 압축강도 특성을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

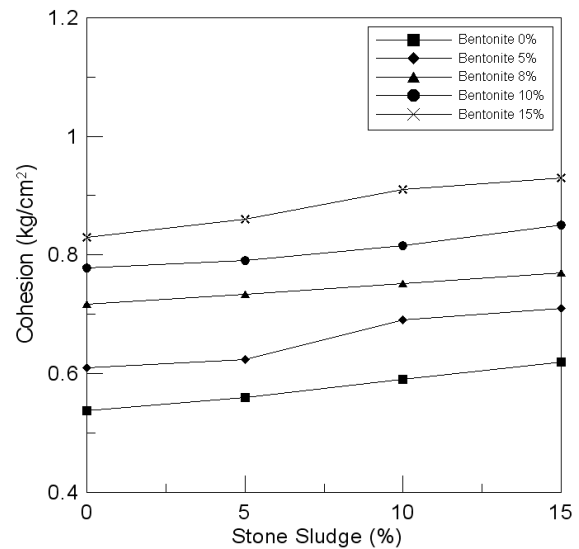


그림 11. 석분 첨가량에 따른 C값의 변화

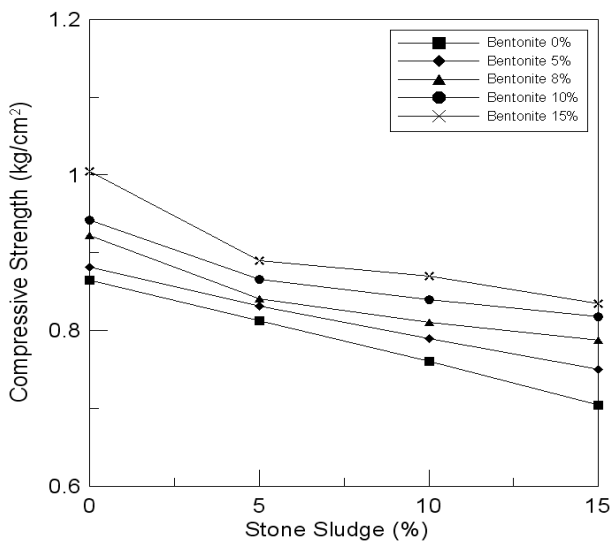


그림 10. 석분과 벤토나이트 함유량에 따른 일축 강도

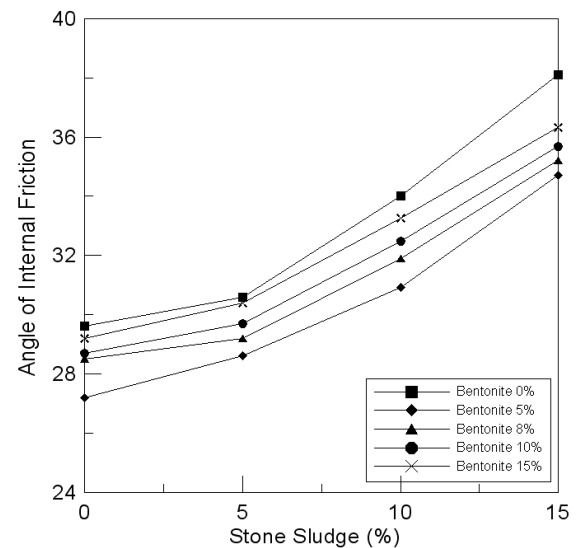


그림 12. 석분 첨가량에 따른 ϕ 값의 변화

- (1) 석분 함유량이 증가하면 최대건조밀도는 감소하고 최적함수비는 미소하게 증가하는 경향을 보인다. 또한 벤토나이트 함유량이 증가하면 최대건조밀도는 감소하고 최적함수비는 증가하는 경향을 보인다.
- (2) 석분 함유량이 증가하면 일축압축강도는 감소하고 점착력과 내부마찰각은 증가하지만, 벤토나이트 함유량이 증가하면 일축압축강도, 점착력, 내부마찰각이 모두 증가한다. 또한 내부마찰각은 벤토나이트 보다 석분의 혼합비가 증가할수록 증가하며 점착력은 벤토나이트의 혼합비가 증가할수록 증가한다.
- (3) 석분 혼합비가 증가하면 CBR값은 감소하고 팽창비는 증가하며, 벤토나이트 혼합비가 증가하면 CBR값과 팽창비는 증가한다.
- (4) 차수재로서의 투수계수 규정을 충족하는 혼합토의 혼합비는 벤토나이트 10% 이상을 함유하고, 석분함유율이 10% 이내 이어야 한다. 또한 매립장 차수재의 강도는 일반적으로 5kg/cm^2 이상이나 본 혼합토의 강도는 0.9kg/cm^2 정도로 석분의 효용성을 넓히기 위해서는 강도를 증진 할 필요가 있다.

감사의 글

이 논문은 2007학년도 대전대학교 학술연구비지원에 의한 것임.

참고문헌

1. 김승범 (2006), *현무암 석분슬러지의 차수재 활용에 관한 연구*, 석사학위논문, 제주대학교.
2. 백신원 (2001), “석분의 효과적인이용에 관한 연구”, *한국산업안전학회지*, 제 16권, 제 1호.
3. 손준익, 정하익, 장연수 (1992), “폐기물 매립장을 위한 혼합 차수재의 물성에 관한 연구”, *한국지반공학학회지*, 제 8권, 제 3호, pp.51-60.
4. 이상욱, 김성원, 오상균, 김정길, 마상준 (2003), “혼화재료로서의 석분토의 재활용 가능성 평가”, *건축학회 논문집*, 제 23권, 제 2호, pp.351-354.
5. 정하익, 장연수 (1992), “폐기물 매립장의 차폐재와 침출화학적 성분과의 상호작용분석”, *한국지반공학학회지*, 제 8권, 제 2호, pp.99-111.
6. 한국건설기술연구원 (1999), *강릉시 광역 쓰레기 매립장 벤토나이트 혼합층 품질관리 시험*.
7. 건설교통부 (2001), “도로설계편람(II), 제 4편 토공 및 배수”, pp.404-3~405-4.
8. Boonsinsuk P. Pulles B. C. Kjartanson B. H. Dixon D.A. (1991), “Prediction of Compactive Effort for a Bentonite-Sand Mixture”, *Canadian Geotechnical Society 44th Canadian Geotechnical Conference*, Vol.2, No.64, pp.1-12.
9. Ferniuk N. and Haung, M. D.(1989), “Comparison of Laboratory and Field Soil Liner Permeabilities”, *Canadian Geotechnical Conference*, Winnipeg, Manitoba, October.
10. Kenny, T. C. Veen, W. A., Swallow, M. A., and Sungaila, M. A. (1991), “Hydraulic Conductivity of Compacted Bentonite-Sand”, *Canadian Geotechnical Society 44th Canadian Geotechnical Conference*, Vol.2, No.63, pp.1-10.
11. Ladd, R. S. (1978), “Preparing Test Specimens Using Undercompaction”, *Geotechnical Testing Journal*, GTJODJ, Vol.1, No.1, pp.16-23.

(논문접수일 2008. 8. 1, 심사완료일 2008. 8. 21)