

## 굴패각을 이용한 친환경적 지오텍스타일 게비언의 지지력 평가

신은철<sup>1)</sup> · 박정준<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수 · <sup>2)</sup> 인천대학교 공학기술연구소 선임연구원

### Estimation on Bearing Capacity of Environmentally Sustainable Geotextile Gabion Using Oystershell

**Shin, Eun-Chul<sup>1)</sup> and Park, Jeong-Jun<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Professor, University of Incheon,

<sup>2)</sup> Senior Researcher, University of Incheon.

#### ABSTRACT

Recently, oystershell wastes cause serious environmental problem and the need for the researches on the recycling of oystershell have been increased and various methods are already in operation. Field plate bearing tests and numerical analysis were performed to investigate the bearing capacity of oystershell filled geotextile gabion which utilized the waste oystershell at the coastal oyster farm site. The waste oystershell mixed soil specimens were prepared for the laboratory test and field test in terms of varying blending ratio of granite soil and oystershell. Based on the cyclic plate load test results, the spring constant, subgrade modulus of ground, and the reinforcing parameters were determined. The field plate load test results indicate that the bearing capacity of the soil ground with the oystershell mixed ratio of 20% is greater than that of the original ground. Two-dimensional numerical analysis was evaluated the expected deformation in the given conditions. Analysis results show a similar characteristics on bearing capacity with the results of the field plate load test. These findings suggest that the oystershells are very promising construction materials for landfill and earth embankment in coastal area.

Key Words : *Oystershell, Geotextile, Gabion, Bearing Capacity, Plate Load Test, Numerical Analysis.*

---

**Corresponding author** : Park, Jeong-Jun, Research Institute for Engineering and Technology, University of Incheon,  
Tel : +82-32-770-4383, E-mail : frostjun@incheon.ac.kr

**Received** : 10 September, 2007. **Accepted** : 5 December, 2007.

## I. 서 론

우리 나라의 해안 양식업에서 비중이 높은 굴 양식업은 많은 양의 굴폐각을 발생시켜 연안어장의 오염과 공유수면 관리상 매립지 확보가 곤란하고, 자연경관을 훼손시키는 등 환경문제를 초래하고 있다. 특히, 경상남도의 총 굴폐각 발생량은 28만톤에 이르고 있으나, 그 중 10%정도만이 가공 처리되고 있을 뿐이다. 또한, 굴폐각을 매립 또는 적재할 경우 매립지 확보 및 적재시 심각한 악취와 오염으로 인해 주변위생과 주거환경에 큰 영향을 미친다. 이러한 현황을 감안할 때, 해양수산 폐기물인 굴폐각의 처리방안과 자원으로의 재활용 연구는 시급하다고 할 수 있으며, 굴폐각에 대한 환경오염이 사회문제로 대두되면서 굴폐각 처리 및 재활용에 대한 많은 연구가 수행되고 있다.

Okamura and Miyaji(2000)는 굴폐각을 연약지반 개량재, 샌드 파일재로서 활용하고자 연구가 진행된 바 있으며, 이기호 등(2001)은 굴폐각을 혼합한 해상점토를 매립재료로 활용하는 방안, 윤길립 등(2001)은 굴폐각을 혼합한 모르타르 혼합토의 강도특성 등 굴폐각에 대한 기초 연구가 진행되고 있다. 또한, 굴폐각을 충전제로 이용하는 생물학적 오수처리방안시 질소 제거효과는 생물막공법이 비교적 높게 나타났으며, 충전율의 경제성을 위해서는 20% 정도가 효율적인 것으로 제시하였다. 이상의 연구와 같이 환경 및 건설분야에서는 굴폐각의 화학적 반응과 재활용에 대한 많은 연구가 수행됨에도 불구하고 굴폐각의 활용은 30%에 불과하며, 나머지 70%의 굴폐각은 매립이나 해안 방치가 되고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 폐기물로 처리되고 있는 굴폐각을 재활용하기 위하여 굴폐각을 이용한 친환경적 지오텍스타일 계비언에 대한 효율적인 설계인자를 도출하고자 지반공학적인 특성시험, 현장시험 및 수치해석을 실시하였다. 즉, 실내시험에서는 굴폐각과 화강풍화토의 상관성을 확인하

고자 혼합비에 따른 특성을 살펴보았으며, 현장 시험에서는 굴폐각이 충전된 지오텍스타일 계비언의 지지력 특성을 분석하였다. 또한, 수치해석은 현장시험을 바탕으로 지오텍스타일 계비언의 지지력과 응력 분포를 비교 분석하였다.

## II. 굴폐각 혼합토의 지반공학적인 특성

굴폐각 혼합토의 물리적 특성 및 역학적 특성을 연구하고자 비중시험, 입도분포시험, 다짐시험, 투수시험, 직접전단시험을 수행하였다. 각 시험은 굴폐각 시료 및 화강풍화토 원시료에 대한 특성 시험을 비롯하여, 굴폐각과 화강풍화토의 혼합비에 따른 상관성을 도출하고자 굴폐각 기준 0%, 20%, 40%, 60%, 100%의 혼합비에 대한 시험을 각각 실시하였다. 시험에 사용한 굴폐각 시료는 1차 파쇄 후 입자화 시킨 시료를 가지고 시험을 수행하였다.

### 1. 굴폐각 혼합토의 물리적 특성

No. 4번체를 통과한 시료로 수행된 굴폐각 혼합토의 비중시험 결과, 굴폐각과 화강풍화토의 비중은 각각 2.55, 2.62으로 나타났으며, 혼합비에 따른 비중시험 결과, 2.55~2.62의 범위를 나타내었다. 또한, 그림 1은 굴폐각 혼합토의 입도분포 시험 결과를 나타낸 것으로서, 모든 굴폐각 혼합

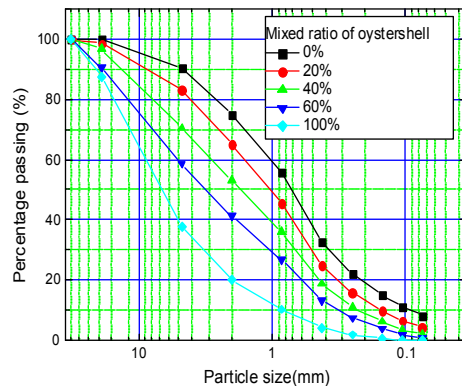


그림 1. 혼합비에 따른 입도분포 곡선.

표 1. 굴패각 혼합비에 따른 다짐 및 투수시험 결과.

혼합비(%)	최대건조단위중량 ( $kNm^3$ )	최적함수비 (%)	투수계수 ( $cm/sec$ )
굴패각(100)	12.5	30.2	$4.388 \times 10^{-4}$
화강풍화토(100)	18.7	12.1	$1.771 \times 10^{-5}$
굴패각(20) : 화강풍화토(80)	17.9	15.1	$4.849 \times 10^{-5}$
굴패각(40) : 화강풍화토(60)	16.3	18.7	$8.083 \times 10^{-5}$
굴패각(60) : 화강풍화토(40)	15.1	20.8	$1.539 \times 10^{-5}$

토의 균등계수가 6 이상으로 도출되었으며, 굴패각 100%, 화강풍화토 100%, 굴패각(20%) : 화강풍화토(80%)는 곡률계수가 1~3으로서 입도분포가 양호한 시료로 판단할 수 있고, No. 200번체 통과량은 굴패각 혼합비가 증가할수록 감소함을 나타내었다.

## 2. 굴패각 혼합토의 역학적 특성

각 혼합비에 따른 최대건조단위중량과 최적함수비를 산정하기 위하여 굴패각과 화강풍화토와의 중량비를 굴패각 기준 0%, 20%, 30%, 40%, 60%, 70%, 100%로 혼합하여 다짐시험을 실시하였다. 굴패각 혼합비에 따른 혼합토의 다짐곡선은 그림 2에 나타낸 바와 같이 화강풍화토는 최대건조 단위중량이  $19.1 kNm^3$ , 최적함수비는 12.1%, 굴패각은 최대건조 단위중량이  $12.5 kNm^3$ , 최적함수비는 30.2%로 나타났다. 각 혼합비에 따른 최대건조 단위중량은  $12.5 kNm^3 \sim 19.1 kNm^3$  범위에 속하였고, 최적함수비는 12.1%~30.2% 범위를 나타내었다. 굴패각 혼합비 증가에 따라 최대건조 단위중량은 감소하였으며, 최적함수비는 증가함을 나타내었다.

그림 3은 굴패각 혼합비에 따른 투수계수의 변화를 나타낸 것으로서, 화강풍화토의 투수계수는  $1.771 \times 10^{-5} cm/sec$ 이며, 굴패각의 투수계수는  $4.388 \times 10^{-4} cm/sec$ 으로 나타났다. 각 혼합비에 따른 투수계수는  $1.771 \times 10^{-5} cm/sec \sim 4.388 \times 10^{-4} cm/sec$ 의 범위로 도출되었다. 즉, 굴패각 시료는

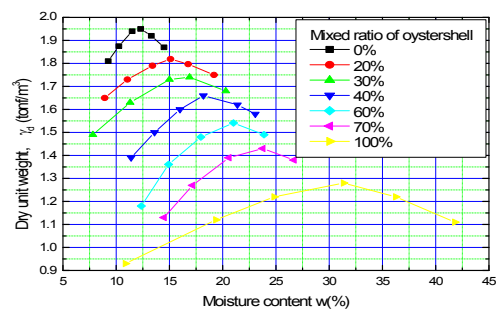


그림 2. 굴패각 혼합비에 따른 다짐곡선.

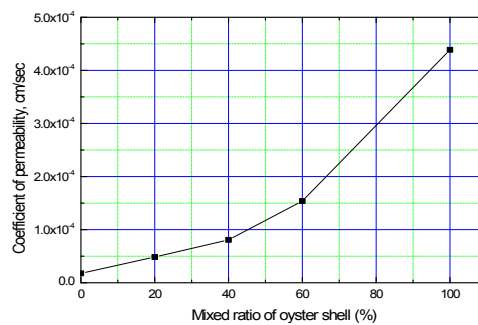


그림 3. 혼합비에 따른 투수계수.

화강풍화토 보다 간극비가 크기 때문에 굴패각 혼합비가 증가할수록 투수계수가 커지는 것으로 판단된다.

## III. 현장 모형실험

### 1. 실험 방법

굴패각을 이용한 지오텍스타일 계비언의 지지

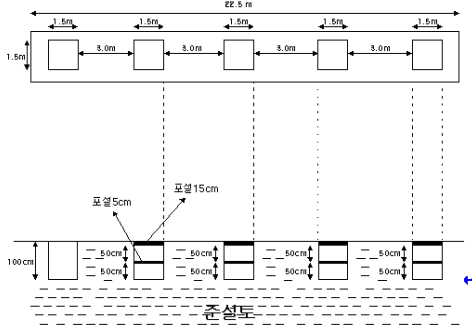


그림 4. 현장 모형실험구간 평·단면도.



그림 5. 굴폐각 충전 게비언 설치.

력 확보 및 침하특성을 파악하기 위하여 ○○공유수면 매립지 현장에서 지지력 시험을 실시하였다. 현장지반은 준설매립을 통하여 조성된 연약지반이며, 그림 4는 현장 모형실험 구간의 평·단면도를 나타낸 것이다.

본 연구에서는 직경이 30cm인 평판을 사용하여 재하시험을 실시하였으며, 유압 하중 잭, 레퍼런스 빔, 다이얼게이지 등으로 구성된다. 굴폐각 충전 지오텍스타일 게비언의 크기는 각 길이 50cm 정방향 육면체 형태이고, 그림 5와 같이 가로, 세로 3개씩 1.5m를 포설하였다. 1층의 게비언을 적재한 후 그 위에 다시 게비언을 설치한 다음, 복토재인 화강풍화토를 15cm의 깊이로 성토 후 하중재하 실험을 실시하였다.

굴폐각 혼합비는 굴폐각 기준 20%, 40%, 60%, 100%로 4개의 시험구간과 굴폐각 혼합비 0%인 원지반으로 조성하여 5개 시험구간에 대하여 현장실험을 실시하였다. 여기서, 원지반은 지오텍

스타일 없이 화강풍화토만으로 조성한 것이다.

본 현장 모형실험 지반은 준설매립이 진행된 현장으로 상부는 준설매립토, 하부는 해성 점토지반으로 구성되어있다. 준설토의 비중은 2.66이며, 자연함수비는 27.6%으로 나타났다. 준설토에 대한 입도분포시험 결과 2.0mm체는 100%, 0.4mm체는 95.95%, No. 200번체는 17.79% 통과율을 보였으며, 통일 분류법에 의하여 SM인 실트질 모래로 판명되었다.

또한, 본 연구에 사용된 화강풍화토는 공유수면 매립지 현장의 복토재로서, 비중은 2.62이며, 입도분포 시험결과, 균등계수는 11.23, 곡률계수는 1.46으로 입도분포가 좋은 것으로 나타났으며, 통일분류법에 의하여 SW-SM으로 입도분포가 좋은 실트질 모래로 판명되었다. 다짐시험결과, 최대건조단위중량은 18.3 kN/m<sup>3</sup>, 최적함수비는 12.1%, 투수계수는 1.771×10<sup>-5</sup> cm/sec로 도출

표 2. 평판재하시험 결과.

혼 합 비	$K_{1.25mm}$ (kgf/cm <sup>3</sup> )		$K_{2.5mm}$ (kgf/cm <sup>3</sup> )		항복하중 (kg)	항복지지력 (kgf/cm <sup>2</sup> )	허용지지력 (kgf/cm <sup>2</sup> )
	$K_{30}$	$K_{75}$	$K_{30}$	$K_{75}$			
굴폐각(100%)	4.13	1.88	3.50	1.59	1349	1.91	0.95
원 지 반	4.70	2.14	4.55	2.07	1668	2.36	1.18
굴폐각(20%) : 화강풍화토(80%)	6.70	3.05	6.35	2.89	2056	2.91	1.46
굴폐각(40%) : 화강풍화토(60%)	7.72	3.51	5.67	2.58	1619	2.29	1.15
굴폐각(60%) : 화강풍화토(40%)	6.30	2.86	5.01	2.28	1482	2.10	1.05

되었다.

사용된 지오텍스타일의 물성치는 인장강도 10 tonf/m, 신율은 10%~30%, 투수계수는  $1 \times 10^{-2}$  cm/sec, 비중은 1.1, 중량은  $300 \text{ gf/m}^2$ 을 나타내었다.

2. 시험 결과

1) 단계별 하중-침하 및 지반반력 계수

각 조건별로 평판재하시험에 의하여 항복하중 강도, 항복지지력, 허용지지력을 나타낼 수 있으며, 하중-침하 곡선에서 지반 반력계수를 구할 수 있다. 그림 6은 굴패각 혼합토의 하중-침하곡선으로 허용지지력을 살펴보면, 굴패각 충전 지오텍스타일을 포설한 지반의 허용지지력이 원지반의 허용지지력에 비하여 20%, 혼합시에는 23% 증가하였고, 40% 혼합시는 거의 유사한 값을 나타내었다. 또한, 60% 혼합시와 100% 혼합시는 원지반의 허용지지력 보다 작게 나타났다. 즉, 굴패각 혼합비가 증가함에 따라 허용지지력은 감소하는 경향을 나타내어 지오텍스타일 게비언 포설 지반의 지지력은 굴패각 혼합비와 지오텍스타일 보강에 따른 복합적 거동을 하는 것으로 판단된다.

지반반력 계수(K)의 경우 굴패각 혼합비 20%, 40%, 60%가 원지반에 비하여 높은 값을 나타내었으나, 굴패각 100%는 원지반보다 작은 값을 나타내었다. 표 2는 평판재하시험 결과를 나타낸 것이다.

2) 탄성회복률의 변화

굴패각 혼합비에 따른 탄성거동을 분석하기 위하여 단계별 하중재하(loading)시의 침하량과 하중제하(unloading)시의 침하량을 측정하여 탄성회복률을 산정하였다.

탄성회복률은 굴패각 혼합비 40%가 가장 큰 값을 나타내고 있음을 알 수 있었으며, 전체적으로 지오텍스타일이 보강된 경우는 탄성회복률이 준설 매립 지반에 비해서 크게 나타내고 있었다.

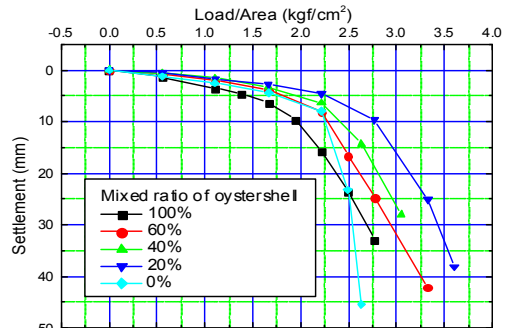


그림 6. 굴패각 혼합토의 하중-침하곡선.

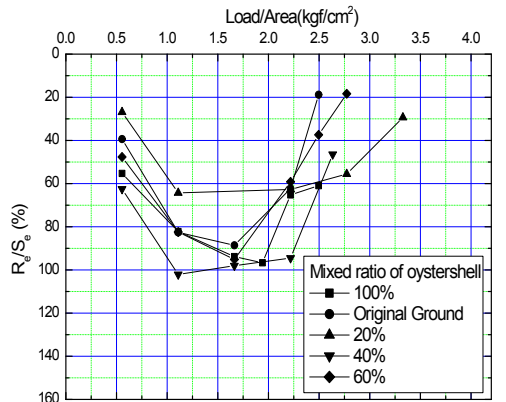


그림 7. 하중단계별 전체침하량에 대한 탄성회복률 변화.

그림 7에 나타난 바와 같이 작은 하중에서는 일정한 탄성회복률을 가지고 있으나, 하중이 증가함에 따라 탄성회복률은 증가함을 알 수 있다. 또한, 각 굴패각 혼합비에 따른 탄성회복률은 항복하중까지는 일정한 값을 가지나, 항복하중이상에서는 탄성회복률이 감소됨을 알 수 있다. 이는 하중증가와 함께 굴패각 파쇄로 인한 입자 재배열로 소성변형률이 상대적으로 증가한 것으로 판단된다.

3) 스프링상수 및 지반계수의 변화

스프링 상수 및 지반계수는 지반의 거동 분석하는데 있어 중요한 지반변수이다. 본 연구에서는 현장 반복 평판재하시험을 실시하였으며, 이때 단계별 하중에서의 침하량(S)와 지지력(q)를 구하여 지반계수(C)와 스프링 상수(k)를 구하였다.

표 3. 굴패각 혼합비에 따른 스프링상수와 지반계수의 변화.

혼합비	스프링상수, $k$ ( $kgf/cm$ )	지반계수, $C_z$ ( $kgf/cm^3$ )
굴패각(100%)	4481	6.34
준설 매립 지반	7118	10.07
굴패각(20%) : 풍화토(80%)	9062	12.82
굴패각(40%) : 풍화토(60%)	7436	10.52
굴패각(60%) : 풍화토(40%)	6602	9.34

지반계수와 스프링 상수는 서로 면적에 대해서 비례적인 관계이므로, 스프링 상수를 기준으로 살펴보면, 준설 매립 지반을 기준으로 굴패각 혼합비가 20%일 때는 27% 증가하였고, 40% 혼합시는 거의 유사한 값을 보였다. 60% 혼합시는 8%, 100% 혼합시는 32% 감소하는 경향을 보였다. 이는 지지력 시험결과와 같은 경향으로 스프링 상수와 지지력은 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있다. 표 3은 굴패각 혼합비에 따른 스프링 상수, 지반계수의 변화를 나타낸 것이다.

4) 토압의 변화

굴패각 혼합비에 따른 지중응력분포를 조사하기 위하여, 토압계를 굴패각이 충전된 지오텍스타일 케비언 1층 위에 설치하였다. 각 토압계 설치위치는 중심부와 중심부에서 50 cm 거리를 둔 위치에 설치하였으며, 하중단계별로 전달되는 토압을 측정하였다. 재하판에 가해진 단위 면적당 하중  $q$ 와 토압계에 전달된 토압으로부터 굴패각 혼합비에 따른 하중 분산각을 산정하였다.

실험 결과, 중심부에서는 상재하중이 증가함에 따라 토압의 변화가 나타났지만, 중심부에서 50 cm 거리를 두고 설치한 곳에서는 거의 변화가 나타나지 않아 중심부에서 측정한 토압만을 이용하였다. 그림 8에 나타난 바와 같이 중심부에 설치한 토압계의 상재하중에 따른 토압의 변화를 굴패각 혼합비별로 살펴보면, 모든 시험구간에서 상부하중이 증가하면, 중심부의 토압은 증가하였

다. 또한, 상부하중 증가에 따른 토압의 증가비는 굴패각 혼합비 40%, 60%, 100% 순으로 작아졌으며, 굴패각 혼합비 20%와 준설 매립 지반은 유사한 값을 보였다.

그림 9는 상재하중에 따른 중심부 아래에서의  $\alpha_{max}$ 의 변화를 이용하여, 하중 분산각  $\alpha$ 의 변화를 나타낸 것으로, 초기 하중이 0.5  $kgf/cm^2$ 일 때 하중분산각은 일정한 값을 가지고 있으나, 하중 증가에 따른  $\alpha$ 의 값은 작아지는 경향을 보였다. 하중 분산각의 초기 값을 살펴보면, 준설 매립 지반의 경우 25.87°, 굴패각 20%인 경우 27.91°, 굴패각 40%인 경우 18.01°, 굴패각 60%인 경우 12.23°, 굴패각 100%인 경우는 18.41°로 나타났다. 그러나, 하중 2.2  $kgf/cm^2$ 일 때는 준설 매립 지반의 경우 27.15°, 굴패각 20%인 경우 23.85°, 굴패각 40%인 경우 7.75°, 굴패각 60%인 경우 10.65°, 굴패각 100%인 경우는 12.19°로 나타났다.

이와 같이, 하중 분산각은 하중 2.2  $kgf/cm^2$ 일 때, 굴패각 혼합비 40%, 60%, 100% 순으로 커졌으며, 준설 매립 지반과 굴패각 혼합비 20%는 유사한 값을 보여, 하중 증가에 따른 토압의 증가와는 반대의 경향을 나타내었다.

Gabr(1998)는 모래를 사용한 실내실험에서 0.3 m × 0.3 m 크기의 정방형 재하판을 사용하여 지지력 시험을 실시하였으며, 이규진(2001)은 연약지반에 지오텍스타일을 보강하여 현장 지지력 시험을 수행하였고, 지중 응력분포의 측정은 재하판 중심에 토압계를 설치하여 측정하였다. 그 결과, 하중 분산각은 하중 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내어, 기 제안된 결과와 유사한 결과를 나타내었다. 또한, Gabr(1998)와 본 연구에서는 하중 분산각이 하중 증가에 따라 수렴되지 않았으나, 지오텍스타일을 보강한 경우는 약 5.0  $kgf/cm^2$  ~ 6.0  $kgf/cm^2$ 의 하중에서 하중 분산각의 감소율이 감소하여 각각 일정값에 수렴하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 지반 재료 및 지반에 보강된 재료의 복합거동에 의한 것으로 사료된다.

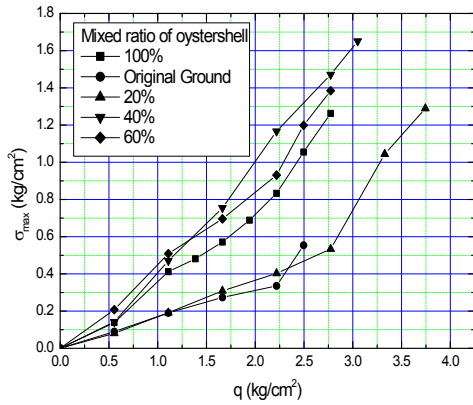


그림 8. 상재하중에 대한 토압의 변화곡선.

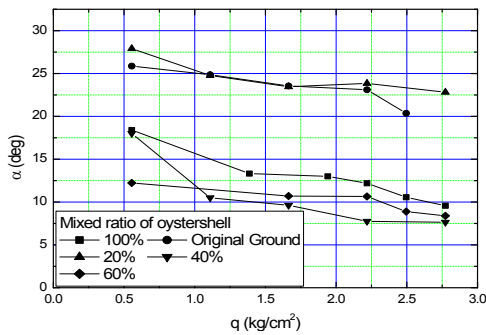


그림 9. 상재하중에 따른 α의 변화 곡선.

#### IV. 수치해석

본 연구에서는 굴폐각이 증진된 친환경적 지오텍스타일 게비언의 매립지반의 복합거동 특성을 파악하기 위하여 유한차분법 지반해석 범용 프로그램인 FLAC(Fast Lagrangian Analysis of Continue)을 사용하였다.

지반은 준설토층, 굴폐각 혼합층 및 복토층으로 구성되었으며, 각 층은 Mohr-Coulomb 모델을 이용하여 해석하였다. 굴폐각이 증진된 지오텍스타일 게비언에 대해서는 굴폐각 혼합층과 지오텍스타일 보강으로 모델링하였다. 지오텍스타일에 대해서는 적합한 모델이 없어 본 프로그램에서 지원하는 여러 해석모델 중 가장 유사한 거동을 보이는 탄성모델을 이용하였으며, 그림 10은 해

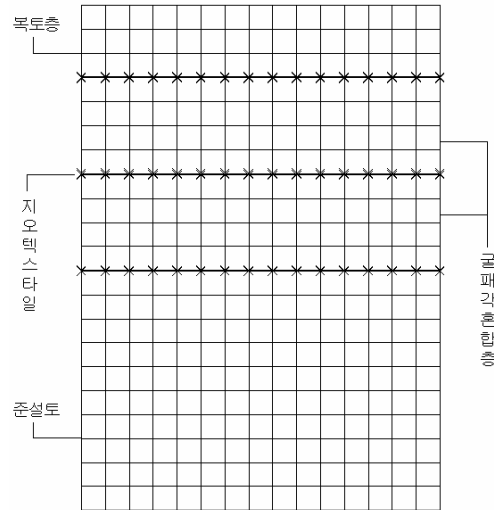


그림 10. 수치해석에 사용된 지반의 모델링.

석 모델링을 나타낸 것이다.

수치해석 설계정수인 단위중량, 마찰각, 점착력, 현장단위중량은 실내실험과 현장실험 결과를 바탕으로 산정하였으며, 탄성계수( $E$ )와 포아송비( $\nu$ )는 Das(1998), Bowles(1996)이 제안한 값을 이용하였고, 지오텍스타일의 특성값과 두께는 Finley and Holtz(2001), Zhan and Yin(2001)이 제시한 결과값을 참조하였다. 본 논문에서의 지오텍스타일 탄성계수는  $1326 \text{ tonf/m}^2$ , 포아송비 0.38, 단위중량  $0.11 \text{ tonf/m}^3$ , 두께 27 mm를 사용하였다.

본 수치해석에서는 유한요소망을 복토층과 굴폐각 게비언층, 준설토층으로 구분하였고, 게비언에 사용된 지오텍스타일은 Cable요소를 이용하여 해석을 하였으며, 해석단면의 대상지반은 Mohr-Coulomb 모델을 이용하였다. 해석은 등분포하중을 중심부 30cm에 평판재하시험과 동일하게 주어 각 하중단계별 침하량을 측정하여 굴폐각 혼합토별 허용지지력을 측정하였다.

##### 1. 항복지지력

5개의 모델에 대해서 수치해석으로 항복지지력을 구한 결과, 굴폐각 혼합비 100%인 경우

1.91 kgf/cm<sup>2</sup>, 준설 매립 지반인 경우 2.33 kgf/cm<sup>2</sup>, 혼합비 20%인 경우 2.76 kgf/cm<sup>2</sup>, 혼합비 40%인 경우 2.37 kgf/cm<sup>2</sup>, 혼합비 60%인 경우 2.20 kgf/cm<sup>2</sup>으로 나타났다.

수치해석과 현장실험으로 구한 항복지지력을 비교하면, 굴폐각 100%인 경우는 같은 값을 보였으며, 수치해석이 현장실험 결과보다 준설 매립 지반인 경우 2%, 굴폐각 혼합비 20%인 경우 5% 감소하였고, 굴폐각 혼합비 40%인 경우 3%, 굴폐각 혼합비 60%인 경우 5% 증가하여 항복하중에 대해서 오차 5%내외의 유사한 값을 보였다.

침하량은 수치해석이 현장실험보다 크게 나타났으며 하중-침하곡선에서 파괴유형을 살펴보면, 현장실험과 마찬가지로 준설 매립 지반의 경우는

관입전단파괴의 형태이며, 굴폐각 혼합에 따른 지반의 경우는 국부전단파괴의 형태를 보였다. 그림 11은 수치해석으로 구한 하중-침하곡선을 각 조건별로 나타낸 것이며, 그림 12는 굴폐각 혼합비에 따른 항복지지력을 나타낸 것이다.

2. 토압의 변화

현장실험에서 측정된 토압과 수치해석한 응력 값을 비교하여 하중작용시 지중응력분포를 분석하였다. 측정은 굴폐각 충전 지오텍스타일 게비언 1층과 2층 사이 중심에서 y방향의 응력값을 구하였다.

수치해석 결과 일정하중이 작용할 때의 굴폐각 혼합비에 따른 응력의 분포값은 다소 차이는 있었지만, 그림 13에서 상재하중 증가에 따른 응력의 증가비는 유사한 값을 보였다.

현장실험 결과와 비교하면, 상재하중 0.5 kgf/cm<sup>2</sup> 일 때 측정된 응력은 수치해석이 다소 높은 값을 보였으나, 하중이 1.0 kgf/cm<sup>2</sup> ~ 2.0 kgf/cm<sup>2</sup>에서는 비슷한 값을 보였다.

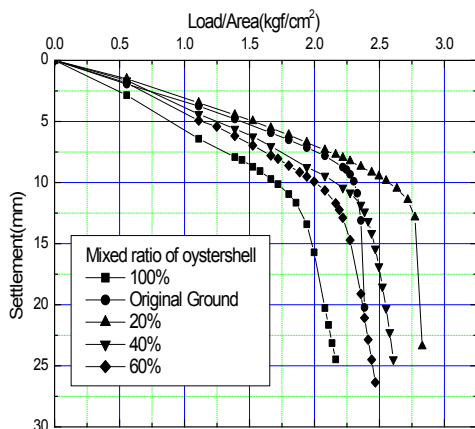


그림 11. 수치해석 굴폐각 혼합비에 따른 하중-침하 곡선.

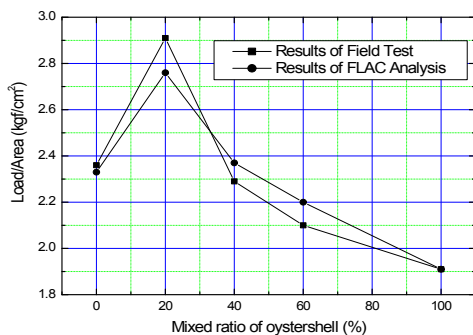


그림 12. 굴폐각 혼합비에 따른 항복지지력.

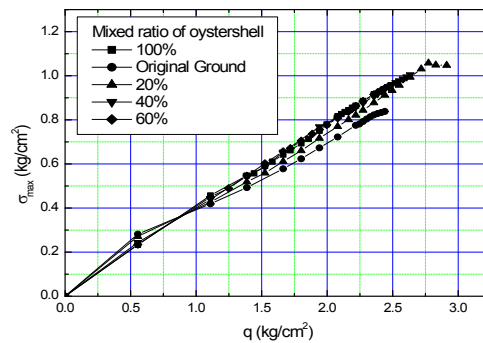


그림 13. 상재하중에 대한 응력의 변화곡선.

V. 결 론

본 연구에서는 폐기물로 처리되고 있는 굴폐각을 재활용하기 위하여 굴폐각이 충전된 친환경적 지오텍스타일 게비언에 대한 효율적인 설계인자를 도출하고자 실내시험, 현장실험 및 수치해



석을 수행하였다.

실내시험에서는 굴폐각과 화강풍화토의 상관성을 확인하고자, 혼합비를 변화시키면서 그 특성을 살펴보았으며, 현장시험에서는 굴폐각 충전 지오텍스타일 계비언의 지지력 특성을 분석하였다. 수치해석은 현장시험을 모델로 굴폐각 충전 지오텍스타일 계비언의 지지력과 응력의 분포를 연구하였다. 본 연구를 통하여 도출된 결론은 다음과 같다.

1. 평판재하 시험결과 준설 매립 지반에 비해서 굴폐각을 20% 혼합시 23% 증가하였고, 40% 혼합시는 거의 유사한 값을 나타내었다. 60%와 100% 혼합시는 준설 매립 지반의 항복지지력 보다 작게 나타났다. 실내시험에서 화강풍화토가 가장 큰 단위중량을 가지고 있으면서도 항복지지력 값이 굴폐각 혼합비 20%에 비해 작은 값을 나타낸 것은 지오텍스타일의 보강효과로 사료된다.
2. 실내시험 결과 굴폐각 혼합비가 증가할수록 비중, 최대건조단위중량은 작아지는 반면에 굴폐각 시료는 화강풍화토 보다 간극비가 크기 때문에 굴폐각 혼합비가 증가할수록 투수계수가 커지는 것으로 판단된다.
3. 굴폐각 혼합비가 증가함에 따라 허용지지력은 감소하는 경향을 나타내었고, 이는 지오텍스타일 계비언 포설 지반의 지지력은 굴폐각 혼합비와 지오텍스타일 보강에 따른 복합적 거동을 하는 것으로 판단된다.
4. 굴폐각 혼합비에 따른 탄성회복량은 항복하중까지는 일정한 값을 가지나, 항복하중이상에서는 탄성회복량이 감소되어 이는 하중증가와 함께 굴폐각 파쇄로 인한 입자 재배열로 소성변형량이 상대적으로 증가한 것으로 사료된다.
5. 수치해석 결과, 굴폐각 충전 지오텍스타일 계비언의 항복지지력과 파괴유형은 현장시험결과와 잘 일치하였다. 즉, 굴폐각을 이용한 친환경적 지오텍스타일 계비언을 토목구조물에 사용을 한다면, 현재 산업폐기물로 발생하는 굴폐각을 처리

하는데 있어 상당히 효율적인 방안이 될 것이다.

## 인 용 문 헌

- 윤길림 · 김병탁 · 김준형 · 채영수 · 서승남 · 심재설. 2001. 굴폐각 혼입한 모르타르 혼합토의 강도특성 연구. 한국지반공학회논문집 17(5) : 51-60.
- 이규진. 2001. 반복하중하에서 지오텍스타일로 보강된 연약지반상 얇은기초의 거동. 충북대학교 대학원 박사학위논문.
- 이기호 · 박준범. 2001. 굴폐각 포함한 혼합토의 전단 · 변형 특성평가를 위한 균질화법의 적용. 한국지반공학회논문집 17(4) : 183-190.
- Bowles, J. E. 1996. Foundation analysis and design. McGraw-Hill Co. 4rd Ed. pp.123-125.
- Das, B. M. 1998. Principles of geotechnical engineering. PWS Publishing Co. 4rd Ed. pp. 256-296, 352-353.
- Finley, C. A., and Holtz, R. D. 2001. Investigation and modeling of two composite landfill covers. Geosynthetics International, 8(2) : 97-112.
- Gabr, M. A., Dodson, R., and Collin J. G. 1998. A study of stress distribution in geogrid-reinforced sand, geosynthetics in foundation reinforcement and erosion control system. Geotechnical Special Publication, No. 76 : 62-76.
- Okamura, T., and Miyaji, Y. 2000. Geo-material properties of wasted oystershell-sand mixture and its application as material for sand compaction pile. Proc. of Coastal Geotechnical Engineering in Practice. Balkema, Rotterdam, 675-680.
- Zhan, C., and Yin, J. H. 2001. Elastic analysis of soil-geosynthetic interaction. Geosynthetics International, 8(1) : 27-48.