

경량기포혼합토의 축변형율 - 체적변형율 관계

Axial strain - Volumetric strain Relationship of Light-Weighted Foam Soil

김주철¹⁾, Zu-Cheol Kim, 김병탁²⁾, Byung-Tak Kim, 윤길림²⁾, Gil-Lim Yoon, 서인식³⁾, In-Shik Seo

¹⁾ 삼성물산(주) 건설부문 토목기술팀 과장, Member, Manager, Civil Engineering & Technology Team, Samsung Corporation

²⁾ 한국해양연구원 연안항만공학연구본부 선임연구원, Member, Senior Researcher, Coastal & Harbor Engrg., Div., Korea Ocean Research & Development Institute

³⁾ 경동정보대학 토목과 교수, Member, Professor, Dept. of Civil Engineering, Kyungdong College of Techno-Information

SYNOPSIS : Relationship between axial strain and volumetric strain of Light-Weighted Foam Soil (LWFS) are investigated. LWFS is composed of the dredged soil from offshore, cement and foam to reduce the unit weight and also increase compressive strength. For this purpose, the triaxial compression tests are carried out on the prepared specimens of LWFS with various conditions such as initial water contents, cement contents, and curing stresses. The test results of LWFS indicated that the axial strain - volumetric strain relationship is almost linearity with increase cement contents and the unit weight but the relationship is non-linearity with decrease cement contents and the unit weight. In this study, it is found that assuming no change of cross section area of LWFS, axial strain occurring the poisson's ratio of zero, that the axial strain same to volumetric strain, steeply increases with decrease the unit weight, initial water content, and cement contents.

Key words : dredged soil, light-weighted foam soil(LWFS), cement, volumetric strain

1. 서론

산업시설의 확충과 항만, 택지개발 등과 같은 기반시설의 신설 및 확장은 토지의 가용면적증대와 매립 및 성토시 양질의 기반재료에 대한 수요 증가를 필요로 한다. 부산 신항만 건설공사, 광양만 개발공사, 군산항 건설공사 및 서해안 고속도로 공사 등 최근 국책사업이 활발히 진행되어 매립, 성토재료로서 막대한 토사를 사용하고 있지만 환경보존의 중요성등을 감안하면 대량의 육상토나 해사를 사용하는 것은 매우 어려울 뿐 아니라 상당한 비용이 소요되고 있는 실정이다. 한편, 연간 항로유지준설과 연안준설로 인해 대량으로 발생하는 해양준설토는 준설직후 대부분 외해에 투기하거나 또는 투기장에 장기간 방치하여 건조·처리하는 상황이며, 이를 위해서는 대규모 부지확보, 처리비용부담 및 주변환경오염이 발생하는 등 많은 문제점이 제기되고 있다.

해양준설토를 건설자원으로서 재활용하는 방안을 적극 검토하는 것은 매우 시급한 실정이지만 국내에서는 최근에 와서야 연구가 진행중이나, 선진국에서는 이미 해양환경보호라는 측면에서 해양준설토의 재활용에 대한 필요성을 절감하여 이에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 해양준설토를 재활용하는 방법은 여러 측면에서 고려할 수 있으나 경량기포혼합토로 만들어 그 효용성을 증대시킨다면 매우 유용

한 처리 방안이 될 것이다. 그 이유는 기존의 연약지반상에서 일반적인 토사를 항만매립 및 안벽의 뒷채움 재료로 사용하는 경우 지반내 응력증가에 따른 침하, 활동과괴, 측방유동 등의 문제가 빈번히 발생하고 있는바 이를 경량기포혼합토로 대체한다면 압축성이 큰 토질과 관련된 침하문제, 항만구조물 배면매립시 토압경감 문제 등을 보완할 수 있을 것으로 예상된다(土田, 1996).

국내에서는 김홍택과 방윤경(1996)에 의하여 폐 EPS조각을 혼합한 경량성토재를 대상으로 토질공학 적 특성에 관련된 시험을 수행하였고, 홍상기(2000)는 해성점토와 EPS를 혼합한 경량혼합토의 강도특성에 관한 실험적 연구를 실행한 바 있으나 기포제를 이용한 경량혼합토에 대한 연구는 국내에서 기포를 포함하는 경량기포혼합토에 대한 연구를 윤 등(2002, 2003)과 김 등(2002)이 수행한바가 있다.

본 연구는 위와 같은 사실에 근거하여 해양준설토를 새로운 건설재료로 사용하기 위하여 고화재(시멘트)를 혼합하고, 경량화를 위하여 기포를 첨가한 경량기포혼합토의 축변형율 - 체적변형율 관계 특성을 구명하기 위해 수행되었다. 이를 위하여 해양준설토의 초기함수비, 고화재 함유율, 습윤단위중량 그리고 양생압력을 달리한 비압밀-비배수 삼축압축시험을 수행하였다. 이러한 시험결과들의 정량적인 비교 분석을 통하여 지반재료로서 경량기포혼합토의 체적변형 특성을 구명하려는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 경량기포혼합토의 제작과 삼축압축 실험

2.1 해양준설토와 기포제의 특성

본 연구에서 사용된 시료는 해양준설토로 기본 물성은 다음의 표 1과 같고, 사용된 해양준설토를 통일분류법에 근거하여 분류하면 CL이다. 사용된 기포제는 환경친화적인 측면을 고려하여 식물성 계면활성제를 사용하였다. 그리고, 균질한 기포의 생성을 위하여 자체제작한 발포장치를 사용하여 기포제와 물의 비율을 1:20으로 섞은 후 공기압이 2~3 kgf/cm²하에 발포시킨 기포를 사용하였다. 이러한 조건에서 발포된 기포의 평균 단위중량은 0.047 gf/cm³으로 나타났다.

표 1. 사용한 해양준설토의 물성값

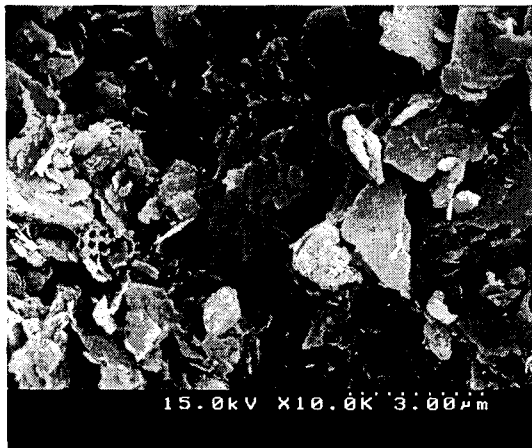
비중	액성한계(%)	소성한계(%)	소성지수(%)	균등계수	곡률계수	통일분류법
2.65	44~48	23~24	21~24	15	2	CL

2.2 경량기포혼합토의 배합 및 양생

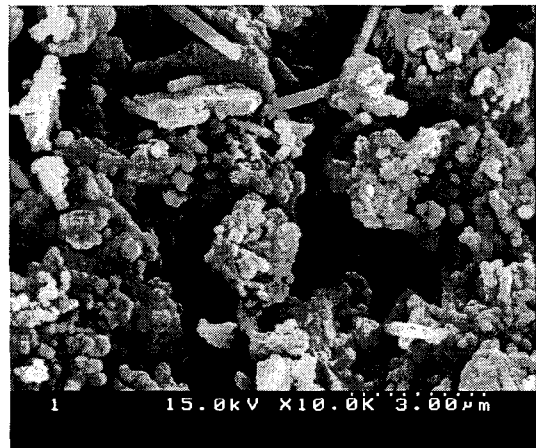
다양한 배합조건으로 제작된 경량기포혼합토의 축변형율 - 체적변형율 관계 특성을 규명하고자 해양준설토의 초기함수비(ω_i), 고화재 함유율(C_m), 기포 함유율(A_m)의 각 요소들의 조건을 달리하여 배합설계치를 산정하고 이에 따라 경량기포혼합토를 제작하였다. 이때 경량기포혼합토의 목표단위중량은 1.0, 1.1, 1.2, 1.3gf/cm³이며 초기함수비, 고화재 함유율, 그리고 기포 함유율은 해양준설토에 대한 중량 및 체적 백분율로 산정하였다.

본 연구를 위한 실내 시험에서 기포가 포함된 경량기포혼합토를 제작하기 위해 PVC몰드를 사용하였다. 경량기포혼합토의 제작과정을 간략히 서술하면, 먼저 삼축압축시험을 위한 직경 5cm, 높이 12cm의 PVC 몰드를 준비하고 몰드하부를 가로, 세로 10cm인 아크릴판으로 밀봉하였다. 경량기포혼합토를 구성하는 인자들을 공시체 내에서 균등하게 분포시키는 것이 중요하기 때문에 비교적 균등한 상태의 배합시료를 제작하기 위해 다음과 같은 방법으로 시료를 배합하였다(土田, 1999); 1) 현장에서 채취한 해양준설토의 초기함수비가 100%이하이므로 경량기포혼합토 제작조건과 일치하는 함수비를 맞추기 위해 해수를 첨가한후 1주일 정도 방치한 상태에서 함수비를 측정하고 오차의 범위를 $\pm 3\%$ 이내가 되도록 조절하

였으며; 2) 각 배합조건에 맞는 함수비로 조정된 시료에 고화재를 첨가하여 충분히 혼합한 후 목표단위 중량과 일치하도록 기포를 주입하였다. 공시체가 목표단위중량과 일치하지 않을 때는 기포량을 증가시켜 목표단위중량에 맞게 조정하였는데 기포의 재혼합은 3회로 제한하여 실시하였고, 공시체 제작과정에서 기포의 소포 및 고화재의 경화되는 영향을 고려하여 10분이 경과하면 이들 시료는 공시체 제작을 제외시켰다. 그리고, 각각의 배합 설계치에 따른 해양준설토와 고화재를 혼합한 다음, 발포장치로 생성시킨 기포를 섞어 배합장치 내에서 바로 PVC 몰드로 직접 주입을 하였다. 제작된 공시체는 3일간 항온항 습상태($20\pm 2^{\circ}\text{C}$, 60%습도)에서 양생된 후 25일간 수중($20\pm 2^{\circ}\text{C}$)에서 양생과정을 실시하였다. 그리고, 본 연구에서 양생시 수중양생임에 따라 수압에 의한 영향을 고려하기 위하여 양생시 압력을 가하였으며 양생압력의 크기는 $0.5, 1.0\text{kgf/cm}^2$ 으로 하였다. 그림 1은 고화재 혼합전 해양준설토와 혼합후 경량기포혼합토의 SEM사진을 나타내고 있으며, 그림에서 고화재에 의한 해양준설토 입자의 코팅 및 상호 고결효과를 잘 보여주고 있다.



(a) 해양 준설토



(b) 경량기포혼합토

그림 1. 해양준설토와 경량기포혼합토의 SEM 사진

2.3 경량기포혼합토의 체적변형 실내실험

표 2. 본 연구에서 수행한 실내실험의 요약

실험 조건	삼축 압축 실험
해양준설토 초기함수비, ω_i (%)	140, 160
고화재 함유율, C_m (%)	4, 6, 8, 10
기포함유율, A_m (%)	14 ~ 19 %
구속압, σ_c (kgf/cm^2)	0.5
양생압력, σ_{cs} (kgf/cm^2)	0.5, 1.0
양생기간, T_c (day)	28

하는 체적변형량이 매우 작기 때문에 매우 정밀한 압력센서를 사용하여야 하나, 0.5kgf/cm^2 이상의 용량을 갖는 압력센서의 정밀도가 낮기 때문에 구속압을 0.5kgf/cm^2 로 고정하고 실험을 수행하였다. 여기서 포화과정은 생략하였는데 이는 경량기포혼합토내의 기포를 경량화에 필요한 하나의 재료로 보았으므로 강제포화시켰을 경우 기포로 인한 경량기포혼합토의 영향을 파악할 수 없기 때문이다.

본 실험에서 연구대상으로 하고 있는 경량기포혼합토 재료는 공시체내에 기포가 인위적으로 혼입되기 때문에 비배수 상태로 압축하여도 공시체의 체적이 변화한다. 이는 공시체내 기포가 외부하중에 의하여

본 연구에서 수행한 실내시험을 요약하면 표 2와 같다. 삼축압축실험의 경우에는 동일한 초기 함수비, 습윤단위중량 그리고 시멘트 함유율에 대해서 경량기포혼합토의 축변형과 체적변형의 관계를 파악하고자 하였다. 삼축압축시험의 경우 $0.3\%/min$ 의 속도로 축변형을 제어하였다. 삼축압축시험의 경우 비압밀비배수 조건하에서 구속압(σ_c)을 0.5kgf/cm^2 로 고정하고 실험하였다. 이는 경량기포혼합토의 축변형시 발생

체적이 감소하기 때문이다. 이를 본 연구에서는 경량기포혼합토의 비배수 체적변형(ϵ_v)이라 정의하였다. 비배수상태에서의 경량기포혼합토의 체적변화를 측정하기 위하여 본 연구에서는 이중셀과 기준관(reference관)을 제작하여 삼축압축시험기에 추가적으로 설치하여 실험을 수행하였다. 삼축압축시험기에 부착된 이중셀과 기준관의 설치는 그림 2와 같다.

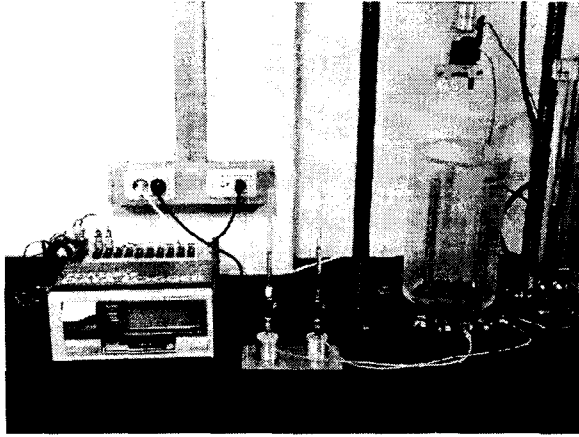


그림 2. 경량기포혼합토의 체적변형 측정장치

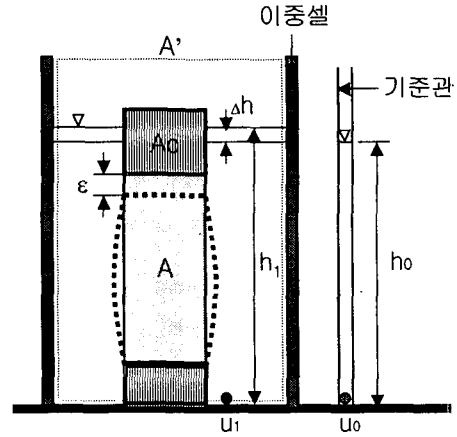


그림 3. 체적변형 개념도

그림 2에서와 같이, 경량기포혼합토의 체적변화를 측정하기 위하여 이중셀과 기준관내의 수위를 측정할 수 있는 고 정밀도의 압력게이지를 삼축압축시험기와 연결하였으며, 압력게이지의 값은 데이터 로거(Data logger)를 통하여 디지털로 저장하였다.

본 실험에서는 공시체를 삼축셀내에 설치한 후 이중셀을 부착하고 이중셀내에 de-aired water를 채우고 동일한 수위까지 기준관에도 de-aired water를 채웠다. 그리고 삼축압축응력이 가해지는 동안에 발생하는 이중셀내의 수위변화를 기준관내의 기준수위와 비교하여, 공시체의 체적변형을 계산하였다. 공시체의 체적변형에 관한 개념도는 그림 3과 같으며, 체적변형의 계산과정은 식(1), 식(2) 및 식(3)과 같다. 고 정밀도의 압력게이지는 미소한 기계적 진동이나 온도변화, 전기적 자기장 등이 측정값에 큰 영향을 미침으로 본 실험에서는 이러한 영향인자에 매우 세심한 주의를 기울여 실험을 수행하였다.

$$u_1 = \gamma_w \cdot h_1, \quad u_0 = \gamma_w \cdot h_0 \quad (1)$$

$$\Delta h = \left(\frac{u_1 - u_0}{\gamma_w} \right) \quad (2)$$

$$\overline{\epsilon_v} = \frac{\overline{V}}{V} = \frac{1}{V} (A_c \cdot \Delta L - A' \cdot \Delta h) \quad (3)$$

여기서, u_0 는 기준관의 수압, u_1 는 이중셀 내부의 수압, h_0 는 기준관 내부의 수위, h_1 는 이중셀 내부의 수위, $\overline{\epsilon_v}$ 는 체적변화량, A_c 는 상부캡 면적, A' 는 이중셀 전체 면적 그리고 V 는 이중셀 전체 부피이다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 축변형율(ϵ)과 체적변형율($\overline{\epsilon_v}$)의 관계

경량기포혼합토는 비압축성인 해양준설토와 고화재 그리고 압축성인 기포를 기본적으로 포함하고 있다. 따라서, 경량기포혼합토 체적에 대한 동일한 기포체적의 비에 대하여 구속압이 증가되는 경우 또는 동일 구속압에서 경량기포혼합토 체적에 대한 기포체적의 비가 증가되는 경우, 비압밀-비배수 삼축압축 조건에서 전단응력이 작용함에 따른 경량기포혼합토의 체적변화는 발생할 가능성이 존재한다고 할 수 있고, 이는 전단응력의 증가에 따른 기포내 공기압의 증가로 인하여 기포의 체적이 감소하기 때문이다. 이러한 현상은 이상기체법칙(ideal gas law)으로 설명될 수 있다(Fredlund & Rahardjo, 1993).

건조 및 습윤 공기는 주로 지반공학에서 접하는 온도와 압력하에서 이상기체(ideal gas)로서 거동하는 것으로 간주할 수 있으며 이상기체법칙은 식(4)와 같다.

$$\bar{u}_a \cdot V_a = \frac{M_a}{\omega_a} \cdot R \cdot T \quad (4)$$

여기서, \bar{u}_a 는 절대공기압 ($\bar{u}_a = u_a + \bar{u}_{atm}$, kN/m^2 or kPa), u_a 는 측정공기압 (kN/m^2 or kPa), \bar{u}_{atm} 는 대기압 (101.3 kPa), V_a 는 공기체적 (m^3), M_a 는 공기질량 (kg), ω_a 는 공기분자질량 (kg/kmol), R 는 가스의 질량상수 ($8.31432 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$), T 는 절대온도 ($T = t^0 + 273.16$) (K), t^0 는 온도 ($^{\circ}\text{C}$)이다.

식(4)에서 $(M_a/\omega_a) RT$ 항은 일반적으로 일정한 질량과 온도조건하에서는 일정한 값을 가지므로, 이러한 일정한 질량과 온도조건하에서 식(5)은 Boyle's 법칙으로 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\bar{u}_{a1} \cdot V_{a1} = \bar{u}_{a2} \cdot V_{a2} \quad (5)$$

여기서, \bar{u}_{a1} 와 V_{a1} 는 조건 1에서 각각의 절대공기압력과 공기체적, \bar{u}_{a2} 와 V_{a2} 는 조건 2에서 각각의 절대공기압력과 공기체적이다.

즉, 공기압이 증가하는 경우 공기의 체적이 감소하여 $\bar{u}_a \cdot V_a$ 가 일정하게 유지되는 것으로 정의되고 있다. 이상과 같은 이론에 근거하여 본 연구에서는 기본적으로 경량기포혼합토내에 존재하는 기포, 즉 공기를 재료측면으로 간주하고 경량기포혼합토의 축변형율 - 체적변형율 거동을 분석하였다. 또한, 전단응력의 재하시 비압밀-비배수 조건임에도 불구하고 발생하는 경량기포혼합토의 체적변형 특성을 고찰하기 위하여 앞에서 제시한 체적변형률 측정장치를 이용하여 축변형 발생에 따른 체적변형을 측정하여 분석하였다.

3.2 경량기포혼합토의 축변형율 - 체적변형율 관계

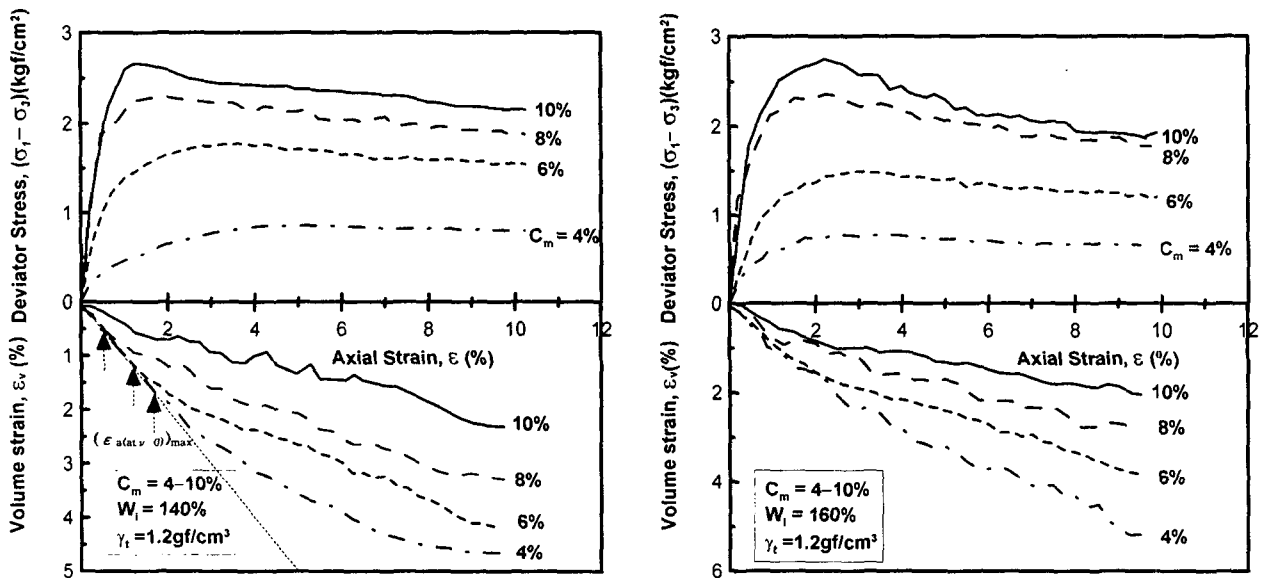
3.2.1 초기함수비와 고화재 함유율의 영향

축변형율(ϵ_a)과 체적변형율($\bar{\epsilon}_v$)의 관계를 초기함수비와 고화재 함유율을 달리한 경우에 대하여 검토하였으며, 체적변형율의 변화가 매우 미소하게 발생하기 때문에 고정밀의 압력게이지를 요구하는 관계로 삼축압축시험은 구속압 0.5 kgf/cm^2 에 국한하여 수행하였다. 고화재 함유율 4% ~ 10%로 달리한 경우에서 초기함수비가 각각 140%와 160%일때 달리함에 따른 삼축압축시험시 발생하는 축변형율-체적변형율의 관계는 그림 4와 같고, 양생압력이 작용하지 않은 경우의 경량기포혼합토이다.

그림 4와 같이 전반적으로 축변형율-체적변형율의 관계는 동일함수비에서 고화재 함유율이 증가할수록 거의 선형적으로 나타나고 있으나, 고화재 함유율이 감소할수록 축변형율이 증가함에 따라 체적변형율은 감소하는 비선형 관계를 나타내고 있다. 전단응력의 증가에 의하여 축변형이 발생하는 동안 경량

기포혼합토 시료의 단면적이 변화하지 않고 기포에 의하여 형성된 기포골격의 붕괴 또는 공기의 체적감소에 기인하는 체적변형이 발생하는 조건은 축변형율과 체적변형율이 같을 경우이고, 이때 포와슨비(ν)는 '0'이 될 것이다.

그림 4에서 '0'의 포와슨 비(ν)가 발생하는 최대 축변형율($(\epsilon_{a(at \nu=0)})_{max}$)은 고화재 함유율이 4%에서 10%로 증가함에 따라 초기함수비가 140%인 경우, 각각 1.75%, 1.3%, 0.54%, 0.0%로 그리고 초기함수비가 160%인 경우 각각 1.05%, 0.49%, 0.2%, 0.0%로 나타났다. 이들 최대 축변형율 이후에는 더 이상의 자체압축이 발생하지 않고, 횡방향 변형이 발생하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 동일 고화재 함유율에서 초기함수비의 증가에 의한 기포체적의 감소로 인하여 그리고 동일 초기함수비에서 고화재 함유율의 증가에 의한 cement bonding 효과의 증가로 '0'의 포와슨 비가 발생하는 최대 축변형율이 감소하는 것으로 판단된다.



(a) 초기함수비 140%

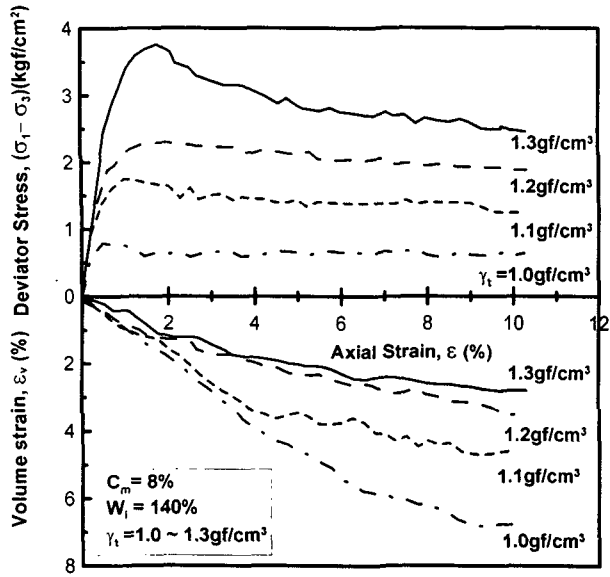
(b) 초기함수비 160%

그림 4. 축변형율 - 체적변형율의 관계 ($C_m = 4\% \sim 10\%$)

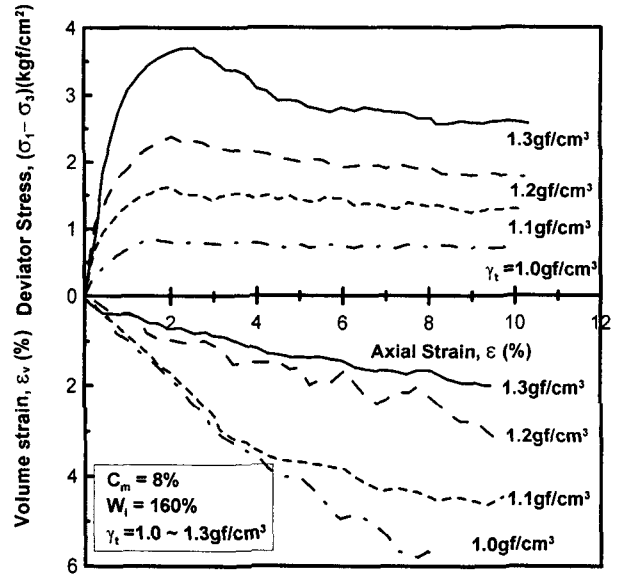
3.2.2 습윤단위중량의 영향

고화재 함유율이 8%, 초기함수비가 각각 140%와 160%일 때 경량기포혼합토의 단위중량이 $1.0 \text{ gf/cm}^3 \sim 1.3 \text{ gf/cm}^3$ 으로 증가함에 따른 축변형율-체적변형율의 관계는 그림 5와 같이 나타내었으며, 이때의 경량기포혼합토는 양생압력이 작용하지 않은 경우이다.

전반적으로, 임의 축변형율에 대한 체적변형율은 초기함수비가 증가할수록 그리고 경량기포혼합토의 단위중량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내고 있다. 또한, 축변형율-체적변형율의 관계는, 경량기포혼합토의 단위중량이 1.1 gf/cm^3 이하의 경우, 낮은 축변형율에서는 선형적인 관계를 나타낸 후 축변형에 대한 체적변형의 증가정도가 낮아지는 비선형성을 보이는 반면에, 경량기포혼합토가 1.1 gf/cm^3 이상의 경우에는 거의 선형적인 축변형율-체적변형율 관계를 나타내고 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 그림 5에서 '0'의 포와슨 비가 발생하는 최대 축변형율은 경량기포혼합토의 단위중량이 $1.0 \text{ gf/cm}^3 \sim 1.3 \text{ gf/cm}^3$ 로 증가함에 따라 초기함수비가 140%인 경우, 각각 3.65%, 1.09%, 0.54%, 0.0%로 그리고 초기함수비가 160%인 경우 각각 3.0%, 0.58%, 0.2%, 0.0%로 나타났다. 이들 최대 축변형율 이후에는 더 이상의 자체압축이 발생하지 않고 횡방향 변형이 발생하는 것으로 나타났다. 이와 같이, 경량기포혼합토의 단위중량이 $1.0 \text{ gf/cm}^3 \sim 1.1 \text{ gf/cm}^3$ 의 범위에서는 전단응력이 가해지는 초기에는 경량기포혼합토의 골격구조의 변화로 인한 경량기포혼합토의 자체압축이 축변형을 유발하고 있는 것으로 판단되어진다.



(a) 초기함수비 140%

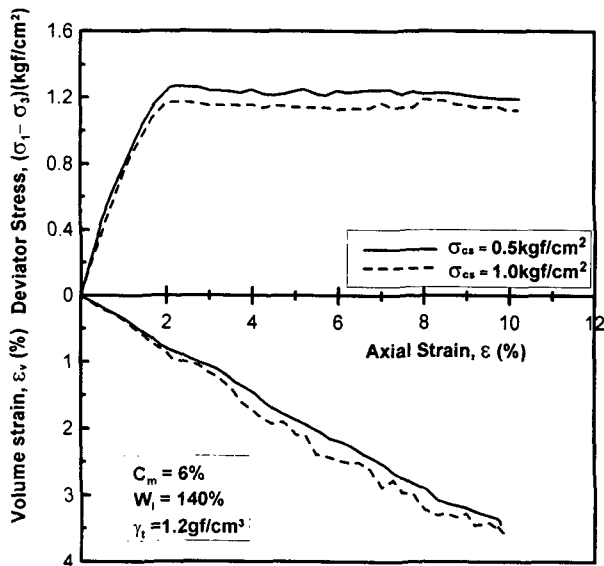


(b) 초기함수비 160%

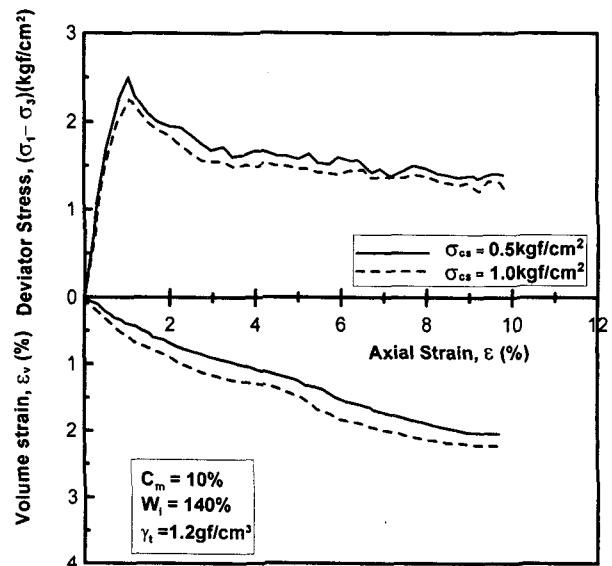
그림 5. 단위중량에 따른 축변형율-체적변형율 ($C_m = 8\%$)

3.2.3 양생압력(σ_{cs})의 영향

한편, 경량기포혼합토의 단위중량이 1.2 gf/cm^3 일 때 고화재 함유율과 초기함수비의 변화에 따른 양생압력 작용시 경량기포혼합토의 축변형율-체적변형율 관계는 그림 6과 같이 나타났다.



(a) 양생압력별 ($C_m = 6\%$, $\omega_i = 140\%$)



(b) 양생압력별 ($C_m = 10\%$, $\omega_i = 140\%$)

그림 6. 양생압력에 따른 축변형율-체적변형율 관계

압력양생된 경량기포혼합토에서 임의의 축변형율에 대한 체적변형율은 전반적으로 초기함수비가 감소할수록 그리고 고화재 함유율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 이러한 거동은 압력양생하지 않은 경우(그림 4 참조)와 유사하게 나타났다. 그리고, 축변형율-체적변형율의 관계는 고화재 함유율이 작고 초기함수비가 높은 경량기포혼합토의 경우 낮은 축변형율에서는 선형적인 관계를 나타낸 이

후 축변형율에 대한 체적변형율의 증가정도가 낮아지는 비선형성을 보이는, 반면에 경량기포혼합토의 고화재 함유율이 증가할수록 그리고 초기함수비가 감소할수록 거의 선형적인 축변형율-체적변형율 관계를 나타내고 있다. 또한, 양생압력의 크기에 따른 축변형율-체적변형율의 관계는 양생압력이 증가함에 따라 임의의 축변형율에 대한 체적변형율이 10% ~ 15% 정도 크게 나타났다. 이는 압력양생시 양생압력이 클수록 기포의 체적감소가 크게 발생하고, 이로 인하여 전단응력이 작용할 경우 동일 구속압, 동일 기포함유율 조건에서 기포 체적감소가 많이 발생한 양생압력이 큰 경우에서 체적변형율이 크기 때문에 판단된다. 그리고 그림 6에서 '0'의 포와슨 비가 발생하는 최대 축변형율은 압력양생된 경량기포혼합토의 고화재 함유율이 작고 초기함수비가 높은 조건에서는 0.5% 이하로 나타났고, 이들 축변형율 이후에는 더 이상의 자체압축이 발생하지 않고 횡방향 변형이 발생하는 것으로 나타났다. 그러나, 압력양생된 경량기포혼합토의 고화재 함유율이 높고 초기함수비가 작은 조건에서는 축변형 발생과 동시에 자체 압축만이 아닌 횡방향 변형도 동시에 발생하는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 준설토와 시멘트, 그리고 기포를 혼합한 경량혼합토를 다양한 배합조건으로 실험하여 이에 대한 축변형율 - 체적변형율 관계 특성을 분석하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 경량기포혼합토는 비압축성인 해양준설토와 고화재 그리고 압축성인 기포를 기본적으로 포함하는 지반재료로 전반적인 $\epsilon - \epsilon_v$ 의 관계는 동일한 함수비조건에서 고화재 함유율과 단위중량이 증가할수록 거의 선형적으로 나타나고 있으나, 고화재 함유율과 단위중량이 감소할수록 축변형율의 증가에 따라 체적변형율의 증가성이 감소하는 비선형 관계를 나타내고 있다.
- 2) 경량기포혼합토의 전단시 혼합토의 단면적이 변하지 않는다는 가정하에서, 축변형율과 체적변형율이 동일한 경우인 '0'의 포와슨 비가 발생하는 최대 축변형율은 단위중량, 초기함수비 그리고 고화재함유율이 감소할수록 급격히 증가하였다. 이러한 최대 축변형율은 특히 단위중량이 1.1 gf/cm³에서 1.0 gf/cm³으로 감소하는 경우에서 더 크게 증가하는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 해양수산부 국책과제로서 한국해양연구원 연안항만공학연구본부에서 수행한 "2002년도 준설토 재활용 방안 연구"의 일부임을 밝히며, 연구가 가능하도록 지원해주신 해양수산부 담당자에게 사의를 표합니다.

참고문헌

1. 김주철, 이종규(2002), "준설토를 이용한 경량기포혼합토의 역학적 특성연구", 한국지반공학회 논문집 제18권 제4호 pp309~317
2. 김홍택, 방윤경(1996), "지오그리트-페 E.P.S. 조각 혼합경량토의 마찰특성" 한국지반공학회지 학회지 제 12권 제 6호 pp 163~182
3. 윤길림, 김주철, 김병탁(2002), "준설토 재활용 방안 연구(II)", 한국해양연구원 연구과제
4. 윤길림, 김병탁(2003), "준설토 재활용 방안 연구(III)", 한국해양연구원 연구과제
5. 홍상기(2000), "해성점토를 사용한 EPS 경량혼합토의 강도특성에 관한 실험적 연구", 중앙대학교 석사학위 논문
6. 土田(1996), 港灣空港事業における輕量混合處理土工法の開發と適用事例. 運輸省港灣技術研究所.
7. 土田(1999), 建設發生土を 活用した輕量混合處理土の空港事業への適用, 運輸省港灣技術研究所
8. Fredlund & Rahardjo(1993), "Soil Mechanics For Unsaturated Soils", Wiley Inter-Science, pp 20~24