

시료성형에 따른 점성토의 변형 · 강도 특성에 관한 연구

A Study on the Strength and Deformation Characteristics of Clay due to the Specimen Shaping

박종수¹⁾, Jong-Su Park, 박춘식²⁾, Choon-Sik Park, 장정욱³⁾, Jeong-Wook Jang

¹⁾ 국립 창원대학교 공과대학 토목공학과 석사과정, Graduate Student of Civil Engineering, of Changwon National Univ.

²⁾ 국립 창원대학교 공과대학 토목공학과 교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, of Changwon National Univ.

³⁾ 국립 창원대학교 공과대학 토목공학과 부교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, of Changwon National Univ.

SYNOPSIS(개요) : This study carried out unconfined compression tests to identify deformation and strength characteristics of clay. The conclusions are presented in the following.

(1) The comparison of unconfined compression strengths according to specimen disturbance showed great differences, except for a few data.

(2) The comparison of E_{50} 's according to specimen disturbance proved that the two values were similar in general.

(3) The comparison of strains at the peak according to specimen disturbance showed that non-shaped specimens had been slightly more disturbed in general.

(4) The comparison of E_{50}/q_u also suggested that non-shaped specimens had been slightly more disturbed in general.

Key words : Strength, Deformation, Young Modulus, Specimen Disturbance

1. 서론

흙의 전단강도는 흙 속에 임의의 면을 따라 발생하는 파괴와 활동에 저항하는 흙의 단위 면적 당 내부 저항이다. 지지력, 사면안정, 그리고 토류 구조물의 횡압과 같은 흙의 안정 문제를 해석하려면, 흙의 전단 저항 특성을 이해하여야 한다.

실내 실험에 의한 흙의 전단강도 정수(Shear Strength Parameter)의 결정은 주로 직접 전단 시험, 일축 압축시험, 삼축 압축시험 등을 통해 얻어지고 있다.

직접 전단 시험은 실험하기가 간단하지만 몇 가지 문제점을 내포하고 있다. 이것은 흙의 가장 약한 면을 따라서 전단이 일어나는 것이 아니고, 전단상자의 분리면을 따라서 전단되기 때문이다.

삼축 시험은 전단강도 정수를 결정하기 위하여 이용하는 시험 방법 중에서 가장 신뢰성이 있다.

일축 압축시험은 삼축 시험의 비압밀 비배수 시험의 한 형태이다. 즉, 구속압력 $\sigma_3=0$ 인 시험과 동일하다. 일축 압축시험은 간단하고 경제적이기 때문에 이 실험을 많이 사용한다. 그러나 일축 압축시험은 중요한 시험임에도 불구하고 시료를 채취하는 과정이나, 이동 중 또는 실내에서 시료를 성형하는 과정에서 교란이 발생하여 시험결과의 신뢰성에 문제가 발생한다.

따라서 본 연구는 현장에서 들어온 시료를 그대로 실험한 것과 시료의 직경을 교란되었다고 생각되는 범위 만큼 제거해서 실험한 것의 강도 및 변형특성을 비교 분석하여 시료의 교란의 영향에 관하여 연구하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 연구방법

2.1 성형 시료

- ① 시료튜브로부터 시료를 빼내어 흐트러진 부분을 제거하고 공시체의 지름 및 높이 보다 약 20% 크게 잘라낸다.
- ② 시료를 트리머 위에 세우고 줄 톱으로 주변을 깎아서 원주를 만든다. 흠을 잘라낼 때에는 공시체가 교란될 염려가 있으므로 한번에 자르지 않고 여러 번으로 나누어 절단한다. 공시체의 직경은 50[mm], 높이는 2 ~ 2.5배로 한다.
- ③ 대표되는 흠 시료를 3개 채취하여 함수비를 측정한다.
- ④ 원주로 깎은 시료를 마이터 박스에 넣어 옆으로 눕혀 놓고 줄 톱 또는 곧은 날로 마이터 박스의 단면을 따라 잘라낸다. 잘라낸 시료는 교란시료시험에 사용해야하므로 마르지 않도록 습기상자에서 잘 보관한다.
- ⑤ 공시체의 성형이 끝나면 무게를 달고 직경과 길이를 측정한다. 직경은 공시체의 상중하를 측정하여 평균한 값을 사용한다.

2.2 미성형 시료

- ① 시료를 트리머로 자르지않고 원 시료를 그대로 일축압축 시험한다(직경 약 75mm).
- ② 직경의 2~2.5배가 되도록 자른다.
- ③ 공시체가 만들어지면 무게를 달고 직경과 길이를 측정한다.

2.3 교란시료

- ① 시료를 함수비가 변하지 않도록 비닐로 싸서 조금씩 회전시키면서 10분 이상 충분히 반죽한다.
- ② 마이터 박스의 내면에 셀룰로이드판을 두르고 그 속에 교란시킨 흠을 넣고 잘 다져서 단위중량을 고르게 되도록 한다. 시료는 여러 층으로 나누어 넣고 각 층이 충분히 밀착하여 전체가 균질 해지도록 다짐 붐으로 채워 넣는다.
- ③ 마이터 박스 양끝에 나온 시료를 잘라내고 셀룰로이드판을 제거한다.
- ④ 공시체의 성형이 끝나면 무게를 달고 직경과 길이를 측정한다. 직경은 공시체의 상중하 세 곳에서 측정하여 평균한 값을 사용한다.

3. 결과 분석

3.1 시료 교란에 따른 일축 압축강도 비교

미성형 시료와 성형한 시료의 일축 압축강도 비교는 그림 1과 같다.

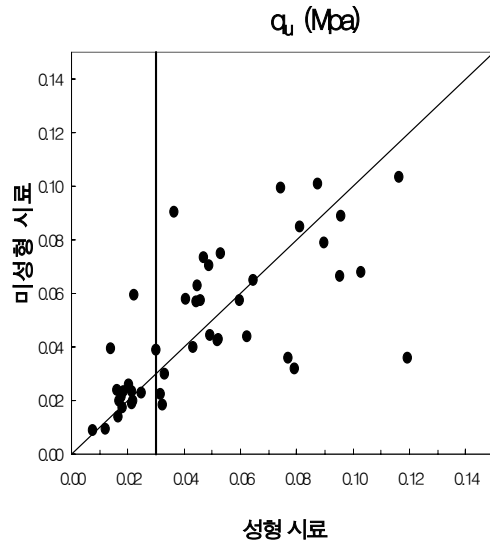


그림 1. 시료교란에 따른 일축 압축강도 비교

그림 1은 미성형 시료와 성형 시료의 일축 압축강도를 비교하였다. 총 45개의 시료를 비교하였는데 전체적으로 보면 성형 시료 23개가 미성형 시료보다 값이 더 크게 나타났다. 일축 압축강도 0.03 Mpa이하에 있어서는 몇 개의 data를 제외하고는 두 값이 거의 일치하였으나 그 이상에 있어서는 차이가 크게 나타났다.

3.2 시료 교란에 따른 E_{50} 비교

미성형 시료와 성형한 시료의 최대 변형률 비교는 그림 2와 같다.

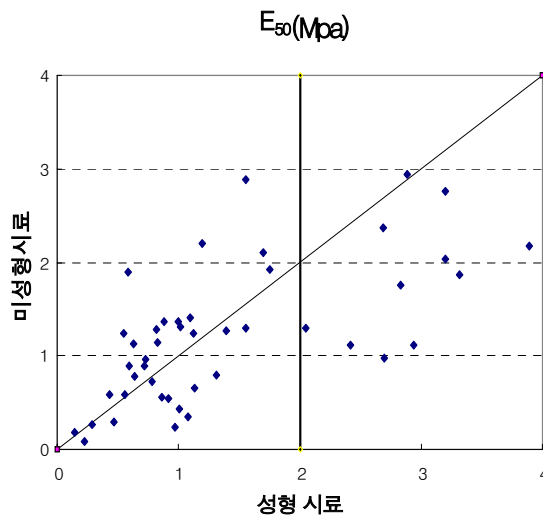


그림 2. 각 시료간의 E_{50} 비교

그림 2는 각 시료간 E_{50} 을 각각 비교하였다. 2 Mpa를 기준으로 할 때, 2 Mpa이상에서는 성형 시료가 더 크게 나타났으며, 2 Mpa이하에서는 미성형시료가 약간 더 크게 나타났다. 그러나 45개의 시료중에 미성형 시료 23개가 더 크다.

3.3 시료 교란에 따른 Peak시의 변형률 비교

미성형 시료와 성형한 시료의 최대 변형률 비교는 그림 3과 같다.

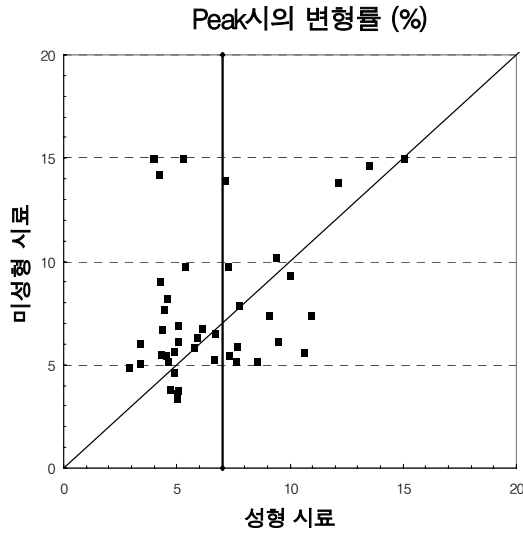


그림 3. 각 시료간의 Peak시의 변형률(%) 비교

그림 3은 각 시료별 Peak시의 변형률 값을 비교한 것이다. 여기서 Peak시의 변형률이 7%를 기준으로 해서 7%보다 작으면 미성형 시료가 더 크게 나타났으며, 7%보다 크면 성형 시료가 크게 나타났다. 전체적으로는 45개의 시료중에 17개의 성형 시료가 더 크게 나왔으며 28개의 미성형 시료가 더 크게 나왔다.

3.4 시료 교란에 따른 E_{50}/q_{li} 비교

미성형 시료와 성형한 시료의 교란도 비교는 그림 4와 같다.

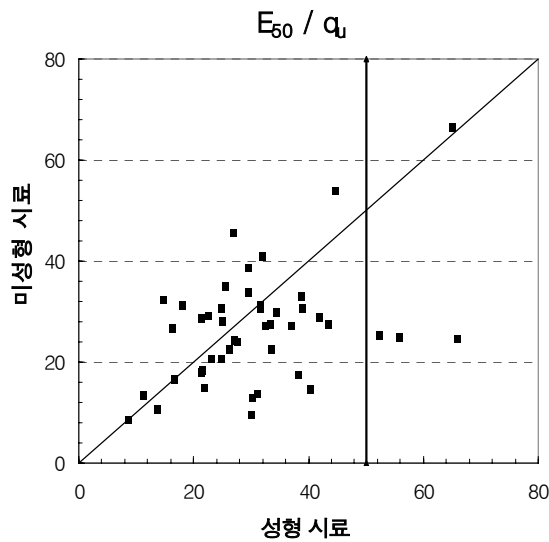


그림 4. 각 시료간의 E_{50}/q_{li} 비교

그림 4는 각 시료간의 교란도를 각각 비교하였다. 총 45개중 시료를 비교하였는데 성형 시료가 26개가 미성형 시료보다 값이 더 크고 미성형 시료는 성형시료보다 15개가 더 컸다. 즉, Peak시의 변형률에 따른 결과

와 비슷하게 성형시료가 미성형 시료보다 교란도가 약간 작다는 것을 알 수 있다.

3.5 각 시료간의 깊이에 따른 교란도 비교

각 시료의 깊이에 따른 교란도 평가는 그림 5와 같다.

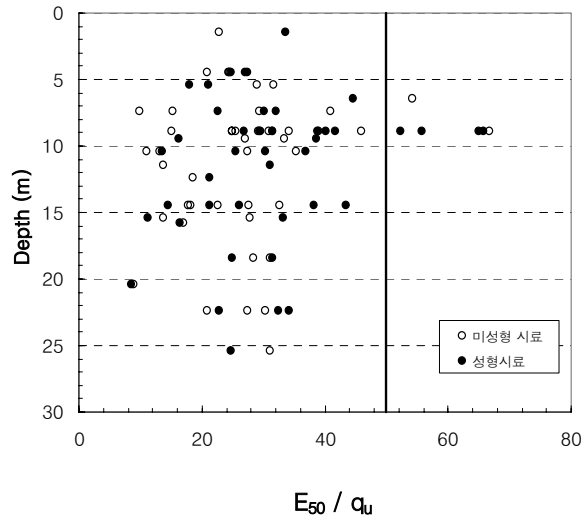


그림 5. 각 시료의 깊이에 따른 교란도 평가

이 그림을 통해 45개의 시료 중에서 E_{50}/q_u 값의 50을 넘는 것이 미성형 시료가 2개, 성형시료는 4개가 있었다. 이것은 성형시료가 교란이 적게 생겼다는 것을 의미한다. 그러나 전체적으로 두 시료가 비슷한 결과를 얻었다. 깊이에 관계없이 전 시료 대부분이 교란되었음을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구는 일축압축 시험에 있어서 미성형 시료를 그대로 시험한 것과 성형한 시료로 시험한 값을 비교함으로써 더욱 더 정밀한 토질정수를 얻고자 하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 시료 교란에 따른 일축 압축강도 비교에서 일축 압축강도 0.03 Mpa이하에서는 몇 개의 data를 제외하고는 일치하였으나 그 이상에서는 차이가 크게 나타났다.

(2) 시료 교란에 따른 비교에서는 2 Mpa를 기준으로 할 때, 2 Mpa이상에서는 미성형 시료가 더 크게 나타났으며, 2 Mpa이하에서는 성형시료가 약간 더 크게 나타났다. 그러나 45개의 시료 중에 미성형 시료 23개가 더 크다. 따라서 전반적으로 두 값이 비슷하다는 것으로 평가된다.

(3) 시료 교란에 따른 Peak시의 변형률 비교에서 45개의 시료중에 17개의 성형 시료가 더 크게 나왔으며 28개의 미성형 시료가 더 크게 나왔다. 즉, 전체적으로 미성형 시료가 교란이 약간 많이 되었다는 것을 의미한다.

(4) 시료 교란도에 따른 비교에서 Peak시의 변형률에 따른 결과와 비슷하게 성형시료가 미성형 시료보다 교란도가 약간 작다는 것으로 평가 된다.

(5) 각 시료간의 깊이에 따른 교란도 비교에서 성형시료가 교란이 약간 적게 일어났지만, 전반적으로 깊이에 관계없이 전 시료 대부분이 교란되었다.

일반적으로 시료가 교란될수록 일축압축강도(q_u)와 50% 변형시의 탄성계수(E_{50})가 감소하고 극한강도시의 변형률(ϵ_p)은 증가한다. 이 실험을 통해 성형 시료가 미성형 시료보다 교란도가 약간 작다는 것을 알 수

있었다. 하지만 그 값의 차이가 현저히 적고 어떤 값이 더 정밀한 토질 정수인지 가릴 수가 없었다. 따라서 두 실험의 방법 중에서 어떤 방법을 이용해도 무방하다고 생각된다.

그러나 본 연구에 사용한 시료의 종류와 수가 많지 않기 때문에 위 결론을 완전히 신뢰할 수는 없으므로 앞으로 더 많은 종류와 수의 흙에 대한 시험 결과를 바탕으로 위 결론을 검증하여야 할 것이다.

참고문헌

1. 박춘식(2002), "점성토의 시료채취방법에 따른 시료교란도의 영향에 관한 연구", ISSMGE ATC-7 SYMPOSIUM, pp.173~177.
2. 박성재, 오원택, 정경환(2002), "종류가 다른 샘플러로 채취된 점성토의 토질특성에 관한 연구", 지반 5월호 기술기사, pp.12~21.
3. 이상덕, "토질실험", pp.279~293
4. 이용길, 이영남(1998) "채취방법에 따른 시료의 교란도와 특성변화에 대한 연구", 대한토목학회논문집, Vol.18, No.3~5, pp.699~709.
5. 윤지선 譯 "흙 강도와 지반 파괴 입문", 殿美書館 pp.180~194.
6. jamiolkowski, M.B., Ladd, C.C., Germaine, J.T., and Lancellotta, R.(1985), "Recent Developments in Laboratory and Field Testing" Theme Lecture No.2, Proceedings of the XI International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering San Francisco, Calif., Vol.1, pp.57~153