

## 점성토의 일축압축 강도와 탄성계수의 상관관계식에 관한 연구

### A Study the Relationship Fofmula of Elastic Modulus and Axcial Stress of clay

서효식<sup>1)</sup>, Hyo-Sik Seo, 박춘식<sup>2)</sup>, Choon-Sik Park, 김종환<sup>3)</sup>, Jong-Hwan Kim

<sup>1)</sup> 창원대학교 토목공학과 석사과정, Master's Course, Dept. of Civil Engineering, Chanwon University

<sup>2)</sup> 창원대학교 토목공학과 교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, Chanwon University

<sup>3)</sup> 창원대학교 토목공학과 박사과정, Doctor's Course, Dept. of Civil Engineering, Chanwon University

**SYNOPSIS** : In this study, the clay specimen of Busan-Gyeongnam region was used for unconfined compression test to compare the relationship formula between elasticity modulus at peak( $E_f$ ), elasticity modulus at  $q_u/2(E_{50})$ , and cohesion when the sample breaks down by region and by level of cohesion. As the result, the regional results were found to be in the range of  $E_f = 14c \sim 47c$  and  $E_{50} = 43c \sim 137c$ ; by cohesion, the results for very soft ground was  $E_f = 15c \sim 40c$  and  $E_{50} = 54c \sim 101c$ ,  $E_f = 13c \sim 63c$  and  $E_{50} = 40c \sim 147c$  for soft ground,  $E_f = 18c \sim 47c$  and  $E_{50} = 57c \sim 144c$  for medium ground, and  $E_f = 25c \sim 45c$  and  $E_{50} = 68c \sim 115c$  for solid ground. The average of the relationship formula between elasticity modulus-cohesion for the clay used in this study was  $E_f = 32c, E_{50} = 93c$ . This is 2.5~5 times smaller than the existing relationship formula.

**Keywords** : Unconfined Compression, Elasticity Modulus, Cohesion, Clay Specimen

## 1. 서 론

흙의 전단강도는 흙 속의 임의의 면을 따라 발생하는 파괴와 활동에 저항하는 흙의 단위면적당 내부 저항이다. 지지력, 사면안정, 그리고 토류 구조물의 횡압과 같은 흙의 안정 문제를 해석하려면, 흙의 전단 저항 특성을 이해하여야 한다. 실내 실험의 흙의 전단강도 정수(shear strength parameter)의 결정은 주로 직접 전단 시험, 일축 압축시험, 삼축 압축 시험 등을 통해 얻어 지고 있다. 직접 전단시험은 가장 간단하고 빠르게 결과값이 나온다는 장점이 있지만 흙의 가장 약한 면을 따라서 전단되기 때문에 전단 응력은 전단면에 골고루 분포되지 않는다. 이러한 단점에도 불구하고, 건조 또는 사질토의 경우 직접 전단 시험은 가장 간단하고 가장 경제적인 시험이라고 할 수 있다 삼축 시험은 전단 강도 정수를 결정하기 위하여 이용하는 시험 방법 중에서 가장 신뢰성이 있다. 그 종류로는 압밀 배수 시험(Consoildated-Drained test), 압밀 비배수 시험(Consoildated-Undrained test), 비압밀 비배수 시험(Unconsoildated-Undrained test)시험이 있다. 일축 압축시험은 삼축 시험의 비압밀 비배수 시험의 한 형태이다. 즉, 구속 압력  $\sigma_3 = 0$  인 시험과 동일하다. 일축 압축 시험은 간단하고 경제적이기 때문에 이 실험을 많이 사용한다. 이 시험의 특징은 점성토 지반에서는 편리한 시험이고, 전단시 배수 조건이 비압밀 비배수 시험과 유사하다. 이 시험에 의한 전단 정수 값은 연약한 점토위에 급속히 성토할 때, 포화 점토가 성토직후 급속한 파괴가 예상될 때, 점토의 단기간 안정 검토 시, 포화 점토 지반이 시공 중 압밀이나 함수비의 변화가 없고 체적의 변화가 없다고 예상될 때, 전단 시 간극수의 출입을 허용하지 않을 때 등 중요한 강

도 정수를 나타낸다. 그 중에 특히 탄성계수값은 지반강도 해석 시 중요한 부분을 차지하지만 시험에 의해 정해지거나 일반적으로 정해지는 예가 많았고 연경도의 정도에 따라서는  $E=250c \sim 500c$ 의 범위에 있다고 하였다. 그러나 일반적으로 남해안에 분포하고 있는 점토의 일축압축시험에 의한 탄성계수는 이러한 상관관계식에 비해 작은 결과값을 도출하고 있다. 따라서 본 연구에서는 남해안 지역에 분포하고 있는 점성토의 개략적인 탄성계수를 추정하기 위해 여러 지역의 점성토를 대상으로 일축압축시험을 실시하고 그 결과를 이용하여 일축압축시험을 통한 탄성계수와 점착력의 상관관계를 도출하는데 그 목적이 있다.

## 2. 탄성계수-점착력 관계

### 2.1 지역에 따른 탄성계수-점착력 관계

본 연구에서 일축압축 시험결과 부산, 경남 지방 점토의 탄성계수와 점착력의 관계를 알아보기 위하여 다음과 같은 분류를 사용하여 조건에 따른 탄성계수와 점착력의 관계식을 유출해 보고자 한다.

표.1 지역에 따른 분류

지역	종류
부산지역	부산점토
김해지역	김해1
	김해2
	김해3

본 연구에서는 부산, 김해1, 2, 3 지역의 점토시료를 채취하여 일축 압축강도를 실험하여 파괴시의 탄성계수( $E_f$ )와 점착력과의 관계식과 의한  $q_u/2$  일때의 탄성계수( $E_{50}$ )와 점착력의 추정식을 비교해 보았다. 이 데이터를 비교함으로써 지역별 점토의 특징을 확인 할 수 있었다.

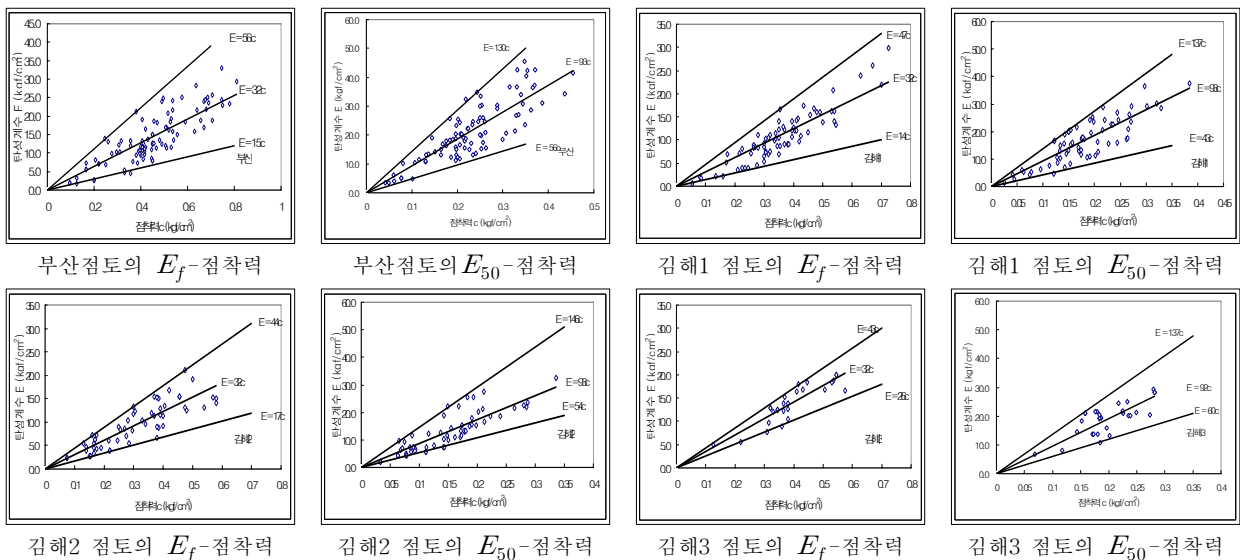
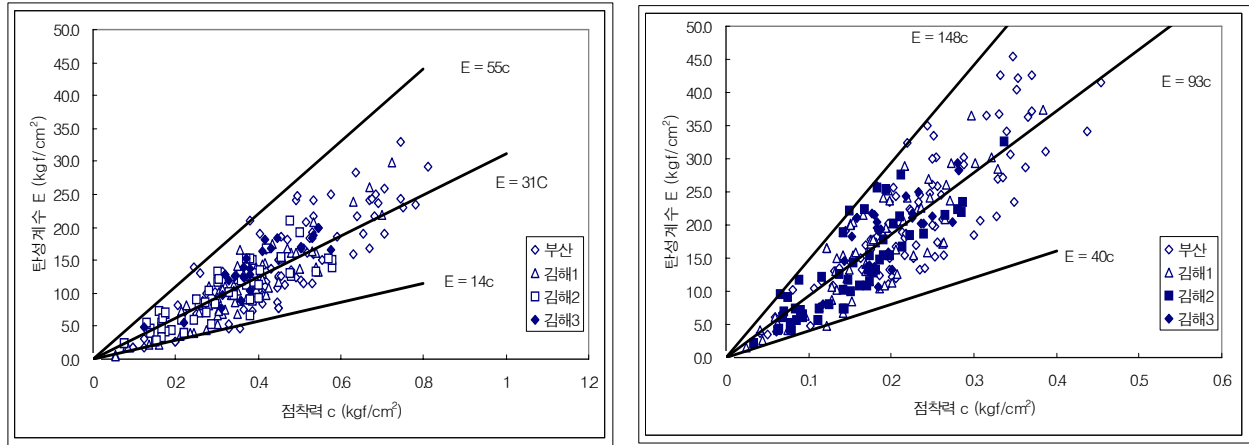


그림.1 지역에 따른 탄성계수-점착력 관계



$E_f$ -점착력

$E_{50}$ -점착력

그림.2 각 지역의 따른 탄성계수-점착력 관계

표.2 지역에 따른 탄성계수-점착력 관계

	부산점토	김해1	김해2	김해3	비고
$E_f$	15c~56c	14c~47c	17c~44c	26c~43c	
평균	32c	32c	32c	32c	
$E_{50}$	56c~130c	43c~137c	54c~146c	60c~137c	
평균	93c	93c	93c	92c	

## 2.2 점착력에 따른 탄성계수-점착력 관계

점착력에 따른 탄성계수와 점착력의 관계를 알아보기 위하여 일반적인 점토구분법 표.3 을 기준으로 시험에 사용된 부산, 경남 지방의 점토를 나누어 보았다.

표.3 c값에 따른 분류

컨시스턴스	일축압축강도 $q_u [kgf/cm^2]$	점착력 $c [kgf/cm^2]$
대단히 연약	$q_u < 0.3$	$c < 0.15$
연약	$0.3 < q_u < 0.6$	$0.15 < c < 0.30$
중간	$0.6 < q_u < 1.2$	$0.30 < c < 0.60$
약간 굳음	$1.2 < q_u < 2.4$	$0.60 < c < 1.20$

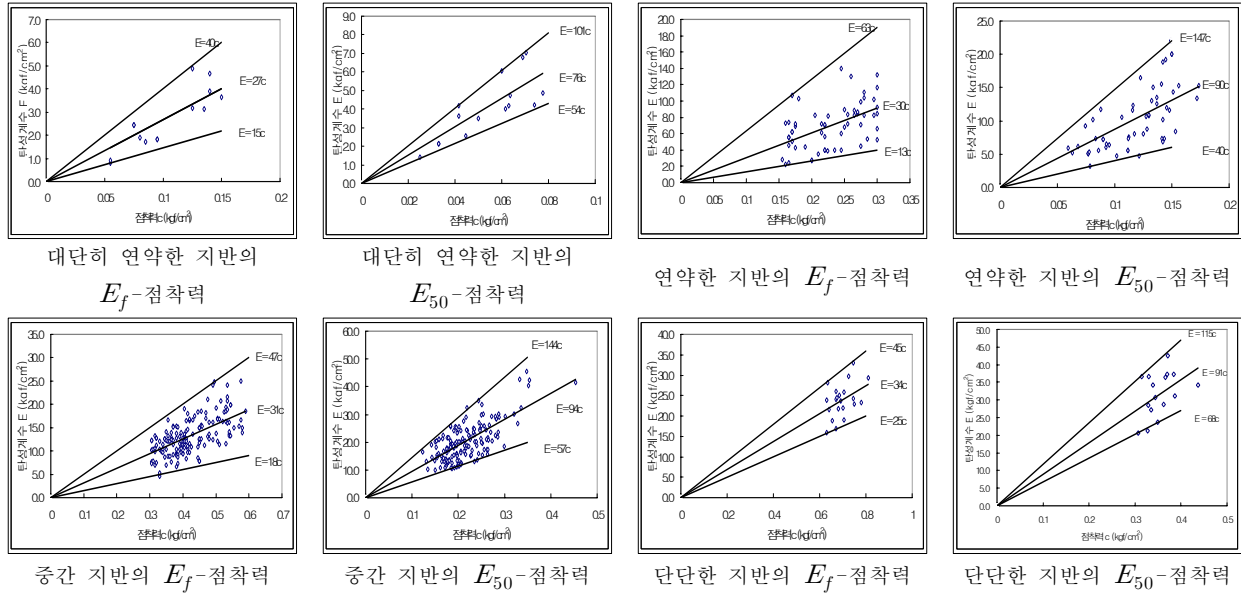


그림.3 점착력에 따른 탄성계수-점착력 관계

표.4 점착력에 따른 탄성계수-점착력 관계

	대단히 연약한 지반 $c < 0.15$	연약한 지반 $0.15 < c < 0.3$	중간지반 $0.3 < c < 0.6$	단단한 지반 $c < 0.6$	비고
$E_f$	15c ~ 40c	13c ~ 63c	18c ~ 47c	25c ~ 45c	
평균	27c	30c	31c	34c	
$E_{50}$	54c ~ 101c	40c ~ 147c	57c ~ 144c	68c ~ 115c	
평균	76c	90c	94c	91c	

### 3. 결 론

본 연구에서는 일축 압축시험을 통하여 각 지역별 점토시료의 점착력과  $E_f$ ,  $E_{50}$ 의 관계식을 비교해 보았다. 그 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1) 시험에 사용된 점토의 지역별로 나누어 시험을 실시한 결과 위 표.2 과 같은 탄성계수-점착력 관계식을 구할 수 있었다. 위 표2의 관계식을 보면 일정한 크기의 파괴 시 탄성계수-점착력을 구할 수 있었다. 이는 점토시료의 지역에 따른 탄성계수-점착력 관계식의 차이는 거의 없는 것으로 보인다. 시험에 사용된 시료의 점착력에 따른 탄성계수 - 점착력 식을 알아본 결과 다음 표 4와 같은 결론을 얻었다. 그 결과 점착력에 따른 탄성계수-점착력 관계식은 점착력의 크기에 관계없이 비슷한 값을 보이는 것으로 보인다.

2) 부산-경남 지역 점토의 탄성계수-점착력관계식의 평균값은  $E_f=32c$ ,  $E_{50}=93c$ 로 나타났다.

3) 일반적으로 사용하는 Scfmertmann(1970)의 정규압밀 탄성계수  $E_s=250c\sim 500c$ , 과압밀 점토의  $E_s=750c\sim 1000c$  보다는 본 연구의 부산-경남 지방 점토의 탄성계수는 대체적으로 2.5~5배 작게 산정되었다.

## 참고문헌

1. 박성채, 오원택, 정경환(2002), “종류가 다른 샘플러로 채취된 점성토의 토질특성에 관한 연구”, 지반 5월호 기술기사, pp.12~21.
2. 배종건, 이만기, 백승훈, 정성교(2000), “시료 채취기의 직경에 따른 해성점토의 압축특성에 대한 비교연구”, 대한토목학회 2000년 학술발표회논문집, pp.177~180.
3. 이상덕, “토질실험”, pp.279~293
4. 윤지선 저 “흙 강도와 지반 파괴 입문”, pp.180~194.
5. 정진섭(1995) “한계상태 토질역학”
6. 정인준(1994) “기초공학원론”
7. 박춘식(2008) “지반공학특론”
8. 안상모, 류신우 (2001) “토질시험의 방법과 해설”