

다짐 풍화잔적토의 거동특성 연구

Behavioral Characteristics of Decomposed Residual Solis

이 인 모*1

Lee, In-Mo

이 승 철*2

Lee, Seung-Cheal

김 용 진*3

Kim, Yong-Jin

Abstract

The purpose of this study is to analyze the compression and strength characteristics of the decomposed-weathered soil originating from biotite gneiss or fine grained gneiss sampled from Poidong, Seoul: to figure out the behavioural characteristics of the decomposed-weathered soil in accordance with mineral composition and origin by comparing experimental results of residual soils originating from granites and sampled from Bulam, Andong and Kimchun area. A series of CIU, CID CK₀U, CK₀D tests were carried out.

Although weathered soils have different origin and mineral composition, the slope of the NCL, λ was similar. It was also shown that plastic strain ratio was about 85% mainly due to the particle crushing effect during compression. The Poidong soil showed strain-softening phenomenon unlike the Kimchun and Andong soils. This implies that the behavioural characteristics are affected by the origin and the mineral composition of the soil particles.

Moreover, it was found that the angle of the shear resistance(ϕ') was dependent on the mineral composition. On the other hand, measured A_v values of decomposed-weathered soils were more than one regardless of the origin and the mineral composition.

요 지

삼축압축시험의 결과를 이용해 2차광물성분을 많이 포함하고 있는 모암이 편마암인 풍화잔적토의 압축 및 강도특성을 분석하여, 모암 및 광물성분비가 다른 기존의 연구결과와 비교하여 풍화잔적토의 모암과 광물성부네 따른 강도정수의 차이 및 거동특성을 파악하기 위한 근간을 제시

*1 정회원, 고려대학교 공과대학 토목공학과 교수

*2 고려대학교 대학원 토목환경공학과 석사과정졸

*3 (주)삼보기술단 기술연구소 소장

하고자 본 연구를 수행하였으며, 이를 위하여 CIU, CID, CK₀U, CK₀D 등의 삼축압축시험을 실시하였다.

기원 및 광물성분이 다른 풍화잔적토라도 정규압축곡선(NCL)의 기울기는 유사한 양상을 보이며, 압축시 입자파쇄효과로 인하여 약 85%의 소성변형량을 나타냈다. 전단시 포이동 시료는 김천 및 안동 시료와는 다르게 응력연화현상을 나타내 기원 및 구성광물에 따라 다른 거동을 보여줌을 알 수 있었다. 전단저항각은 시료가 석영과 장석성분 등의 1차 광물과 2차광물의 구성성분에 따라 달라짐을 알 수 있었으며, 반면에 간극수압계수는 기원 및 광물성분을 막론하고 1 이상의 큰 값을 나타냈다.

Keywords : Degree of saturation, Mineral, Pore pressure, Stress-strain Curve, Undrained test, X-ray

1. 서론

우리나라 전국토의 대부분은 모암인 화강암과 편마암이 원지반에서 풍화된 풍화잔적토(residual soil)로 이루어져 있기 때문에 풍화잔적토는 토목공사에서 쉽게 접하게 되는 흙

이다. 풍화잔적토는 대부분이 1차 광물성분인 석영, 장석, 운모 등과 2차 광물성분인 점토광물로 이루어져 있으며, 일반적으로 깊이가 깊은 곳에서 표층으로 올라 오수록 풍화의 정도가 심하다. 풍화가 많이 된 흙일수록 2차 광물성분인 점토광물이 많이 나타나며, 광물성분에

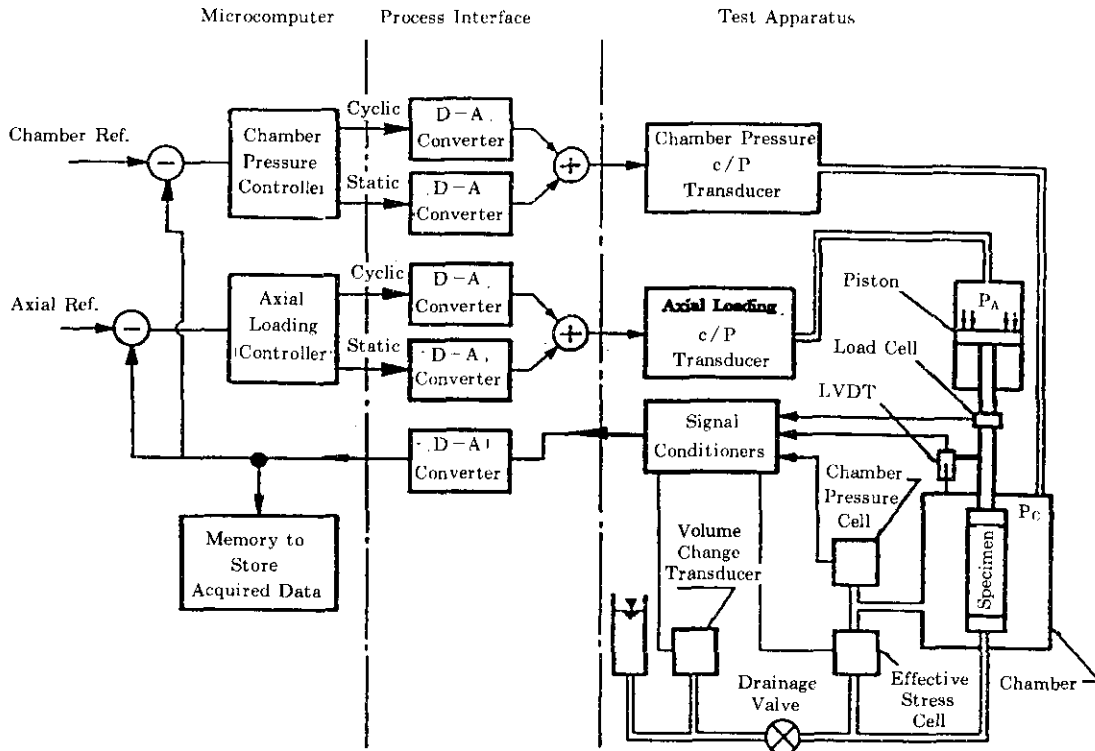


그림 1. 삼축시험장비의 흐름도

따라 강도정수(c' , ϕ') 등이 차이를 나타낸다 (임병조 등, 1988). 풍화잔적토는 건조시에는 외관상으로 암의 형태를 취하며 강한 강성을 보이지만, 물과 접촉하게 되면 강성이 상당히 저하되어 거동형태가 달라진다. 따라서 위와 같은 특성으로 인하여 시공현장에서 많은 어려움을 겪고 있다. 그러므로 모암의 성질 및 광물성분에 따른 풍화잔적토의 거동을 체계적으로 연구하는 것이 필요하다. Lee(1991) 및 김(1993)의 연구에서 1차 광물성분을 많이 포함하고 있는 풍화화강토는 일반적인 모래나 점토와는 다른 거동을 보여주고 있음을 발표한 바 있다. 그러한 일련의 연구로서 본 연구에서는 2차 광물성분을 많이 포함하고 있는 모암이 편마암인 풍화잔적토의 압축 및 강도특성을 분석하여, 모암 및 광물성분비가 다른 기존의 연구결과와의 비교를 통하여 풍화잔적토의 모암과 광물성분에 따른 강도정수의 차이 및 거동특성을 파악하기 위한 근간을 제시하고자 본 연구를 수행하였다.

2. 시험장비 및 시험

2.1 시험장비

시험에 사용된 장비는 Chan 등(1990)에 의해 개발된 자동삼축시험기(the automated triaxial testing system; C.K.C type)를 사용하였으며, 주시험장치는 그림1과 같이 3개 부분으로 나누어진다.

2.2 시험

2.2.1 시험방법

재성형시료의 성형방법이 흙의 거동특성에 많은 영향을 주기 때문에, 재성형시 입도분리 현상을 최소화하여 시료가 균일성을 갖도록 성형해야 한다. 본 시험에서는 현장의 흙상태를 어느 정도 재현하고 삼축압축시험 후의 입자파쇄현상을 분석하기 위하여 원지반에서 채취한 시료를 자연건조시켜 진식체분석과 습식체분석을 실시하였으며, 시료의 다짐은 단층습윤다짐법을 사용하였으며, 시료의 성형은 건조단위 중량이 $1.54g/cm^3$, 함수비가 10%가 되도록 만든 시료를 강제 원통(높이=185mm, 직경=50mm인 stainless mold)속에 투사한 후 양쪽 마개를 막고 손으로 눌러 시료를 제작하였다 (김용진, 1993). 일반적으로 포화토와 불포화토는 거동이 다르므로 흙의 거동을 정확히 파악하기 위하여 시료의 포화도를 100%에 가깝게 만드는 것이 중요하다. 포화도는 B값으로 측정하며, 일반적으로 B값이 점토인 경우에는 0.98 이상, 사질토인 경우에는 0.95 이상일 때 거의 포화가 되었다고 생각한다(Chan, 1990). 본 시험에서는 진공법(vacuum supply)과 배압법(back pressure)을 병행하여 사용하였다.

2.2.2 시료의 특성

본 시험에 사용된 시료는 강남구 포이동 지역에 건설중인 도시 고속도로 현장 입구에서 채취하였으며 포이동 시료의 지질형태는 지체 구조상 경기육괴에 해당하는 지역으로 선 캄브

표 1. 풍화잔적토의 특성

시료	다 짐		액 소 성(%)			#200계 통과량 (%)	G _s	통일분류	참고문헌
	γ_{dmax} (t/m ³)	O.M.C (%)	액성한계	소성한계	소성지수				
포이동	1.80	11.8	36.20	11.92	24.28	31.04	2.675	SC	
불 압	1.80	12.0				6.0	2.610		Lee(1991)
김 천	1.85	11.0	NP			17.0	2.660	SM	김(1993)
안 동	1.945	12.2				14.0	2.660	SM	

표 2. X-Ray 회절시험결과

시 료	1차 광 물(%)			2차 광 물(%)				참고문헌
	Quartz	Feldspar	Mica	Kaolinite	Illite	Chlorite	Vermicu- lite	
포이동	17.7	15.0	9.8	23.5	20.7	4.5	8.4	
불 압	33.3	50.0	9.0	6.0			2.0	Lee
김 천 안 동	22.13	26.88	3.05	4.59		2.80		김

리아기의 호상 흑운모 편마암(banded biotite gneiss)과 세립질 편마암(fine grained gneiss) 및 신생기 4기의 층적층으로 대별된다. 포이동 시료의 물리적 성질은 표.1에서와 같이 다른 풍화잔적토와 비교하여 나타내었다. 또한, 시료의 구성성분을 알기 위하여 X-Ray 회절시험을 수행하였으며 X-Ray 회절시험결과에서 나온 광물성분은 표 2와 같다.

2.2.3 시험종류

풍화잔적토의 거동특성을 파악하기 위해 실시한 시험종류 및 횟수는 표 3과 같다.

표 3. 시험종류 및 횟수

종 류		시험횟수
CIU	정 규	4
	과압밀	5
CID	정 규	5
	과압밀	5
CK ₀ U	정 규	3
	과압밀	5
CK ₀ D	과압밀	4

3. 시험결과

3.1 압축특성(등방압축 시험결과)

포이동의 정규압축곡선(NCL)의 기울기(λ)는 그림.2에서 볼 수 있듯이 0.0886의 값을 나타냈으며, 팽창곡선의 기울기(κ , 카파)는 0.

0115 정도를 나타냈다. 표.4에 나타낸 것과 같이 포이동 흙의 λ 는 Lee(1991)의 불압지역 풍화화강토 및 김(1993)의 김천과 안동지역 풍화화강토에서의 λ 와 유사한 값을 나타냈으나, κ (카파)의 경우는 불압지역 풍화화강토와는 다소의 차이를 나타냈다.

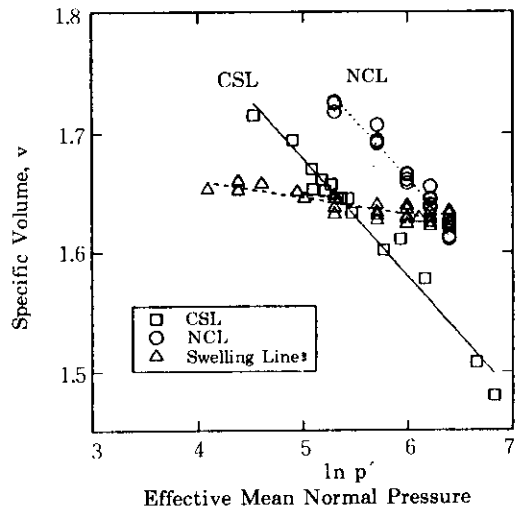


그림 2. 정규압축곡선(NCL)

표 4. 압축 및 재하곡선의 기울기 비교

Soils	지 역	λ	κ	N	λ/κ	Reference
다짐 잔적토	포이동	0.0886	0.0115	2.1774	7.704	
	안 동	0.104	0.011	2.148	9.5	김(1993)
	김 천	0.097	0.011	2.141	8.8	김(1993)
	불 압	0.09	0.005	2.17	18	Lee(1991)

등방압밀시험에서 재하 및 재하시 발생하는 소성변형량의 검토를 위하여 $\ln p'-v$ 공간에서 구한 λ 와 κ 로 부터 소성체적비(plastic strain ratio, $\Lambda = (\lambda - \kappa) / \lambda$)를 구하여 보면, 평균 0.86으로 표5에 나타낸 것과 같이 풍화잔적토의 등방압밀시험시 발생하는 전체 변형량 가운데 약 85% 이상이 소성 변형량으로 나타난다고 볼 수 있으며, 이것은 등방압밀시 발생하는 풍화잔적토 입자의 이동 및 파쇄로 인한 것임을 추정할 수 있다.

표 5. 다짐잔적토의 소성체적비

지역	포이동 시료	김천 시료	안동 시료
소성체적비	$\Lambda = (\lambda - \kappa) / \lambda$	$\Lambda = (\lambda - \kappa) / \lambda$	$\Lambda = (\lambda - \kappa) / \lambda$
평균값	0.860	0.860	0.871

3.2 전단특성(등방압축)

3.2.1 정규압밀된 흙

그림 3의 비배수시험(CIU)에서 포이동시료는 변형이 계속 진행됨에 따라 축차응력이 감소하는 변형률 연화현상을 보이나, 간극수압은 변형률이 증가함에 따라 일정해지는 양상을 보인다. 그림 4의 김(1993)의 연구에서 석영과

장석을 많이 포함하고 있는 안동과 김천지역 풍화화강토는 점토 광물을 많이 포함한 포이동 시료와는 다르게 변형률 연화현상이 없으며 극한상태에 도달됨을 알 수 있었다.

변형률 연화현상에 대한 세립분(#200체 통과량)의 영향을 알아보기 위한 시험결과, 그림 5에서 알수 있듯이 변형률 연화현상은 세립분 양에 관계없이 발생하였으나, 간극수압은 세립분 함유량이 적을수록 더 큰 간극수압을 나타냈다. 결과적으로 변형률 연화현상은 세립분 함유량의 차이에 의한 것 보다는 시료의 기원 및 광물성분 차이에 의한 것으로 추론할 수 있다. 그림 5를 상세히 보면 세립분 함유율이 많을수록 전단강도는 커지고, 간극수압은 작아지는 것을 알 수 있다. 이것은 전단시 세립분이 많을수록 상대적으로 입자파쇄가 적게 일어나기 때문에 생기는 현상이다.

배수시험(CID) 결과 역시 포이동 흙의 경우는 변형률 연화현상을 나타내었으나 김(1993)의 김천 및 안동지역의 흙은 어느 정도 축차응력의 지속적인 증가양상을 보이는 경화현상을 나타내고 있다. 이러한 거동특성의 차이는 표2에 나타낸 것과 같이 안동과 김천지역의 흙은 모암이 풍화암이고 구성광물은 주로 풍화화강

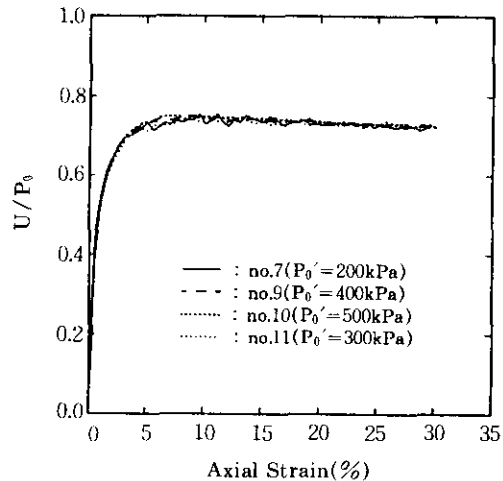
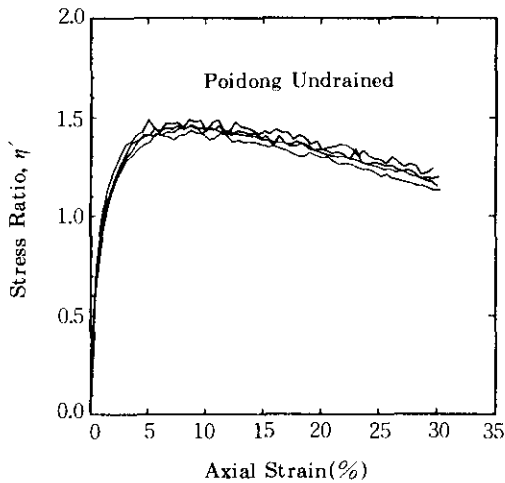


그림 3. 등방압밀 비배수 압축 거동

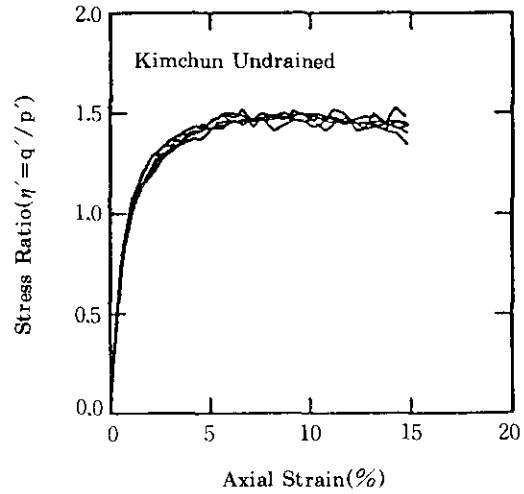
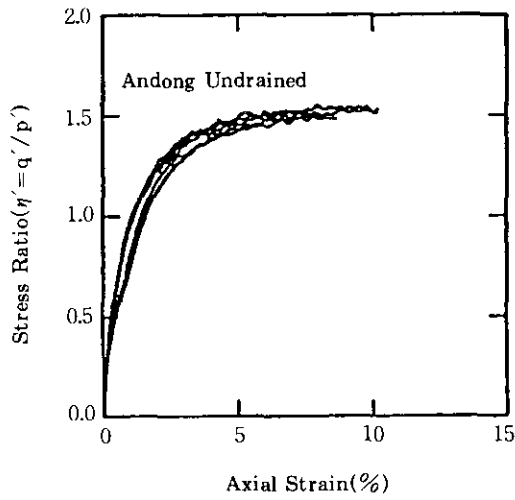
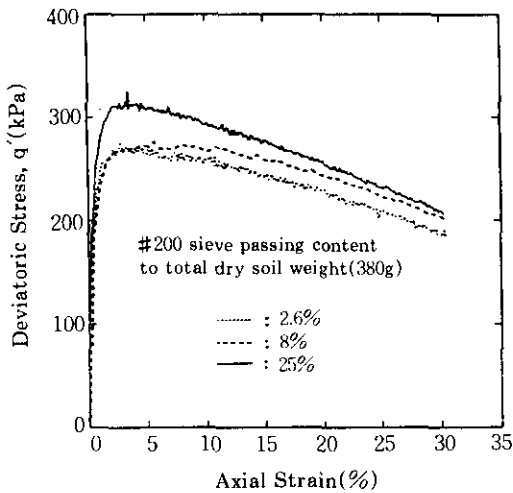
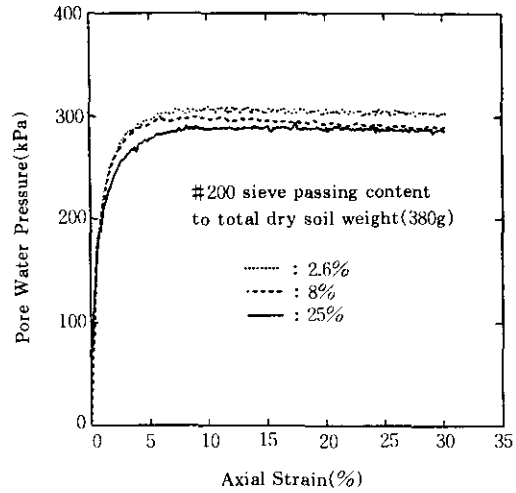


그림 4. 안동과 김천지역 풍화화강토의 거동



(a) 축차응력-변형률



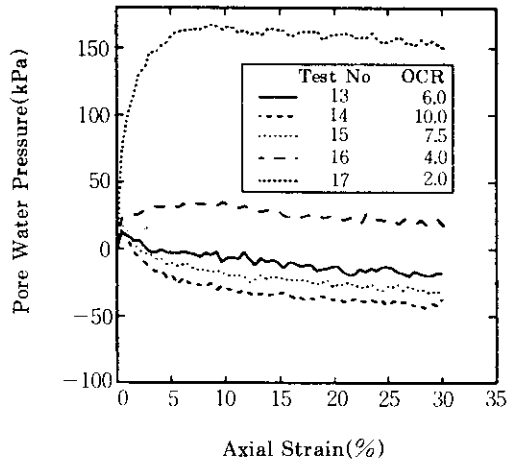
(b) 간극수압-변형률.

그림 5. 세립분 함유량에 따른 풍화잔적토의 거동

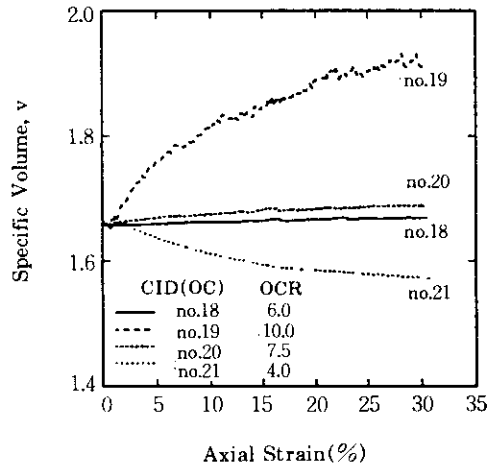
토의 1차 광물성분인 석영이나 장석류가 주를 이루고 있는 반면, 포이동 혹은 모암이 혹은 모편마암이고 2차 광물인 Kaolinite나 Illite 등의 점토광물이 많이 포함되어 있어 거동특성의 차이가 있는 것으로 생각된다.

3.2.2 과압밀된 흙

그림 6의 비배수시험에서 과압밀비가 6 이상인 경우에는 부(-)의 간극수압이, 4 이하인 경우에는 정(+)의 간극수압을 나타냈으며, 배수시험에서 과압밀비가 6 이상인 흙에서는 체적팽창현상을 나타내고 있다. 따라서 한계과압밀비는 약 4~6 사이에 있음을 알 수 있다.



(a) 과잉간극수압(CIU)



(b) 체적변화(CID)

그림 6. 과압밀비에 따른 풍화잔적토의 거동

3.3 K_0 시험

3.2.1 압축특성

포이동 시료의 $\ln p' - v$ 평면에서 K_0 압축곡선은 그림 7에 나타낸 것과 같이 등방압축곡선의 좌측에 위치하고 있으며, K_0 압축곡선의 기울기는 NCL의 기울기와 거의 비슷한 값을 나타내고 있다. K_0 압축곡선은 NCL과 CSL사이에 존재함을 알 수 있다.

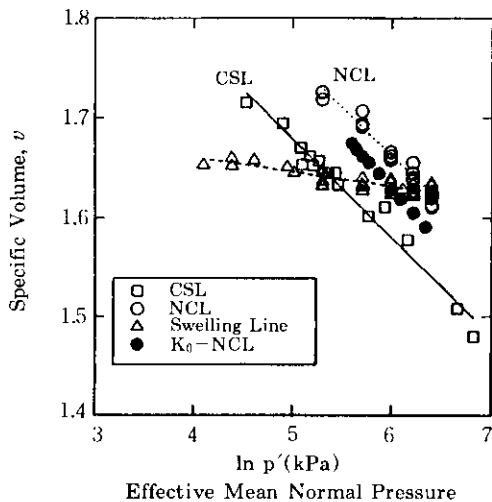


그림 7. K_0 -압축곡선

그림 8에서 K_0 압축곡선은 $\sigma'_1 - \sigma'_3$ 공간에서 일정한 경로를 따라 발생하고 있으며, 기울기 즉, K_0 값은 0.4863 정도이다. Jaky의 식을 사용하여 K_0 값으로부터 산정한 전단저항각(ϕ')은 30.91° 였다. 포이동 시료의 K_0 값은 표 6에 나타낸 바와 같이 김(1993)의 김천 및 안동시료에 비해서 큰 값으로 나타났으며, 마찰특성을 지배하는 풍화잔적토의 광물성분의 차이 때문인 것으로 추정된다.

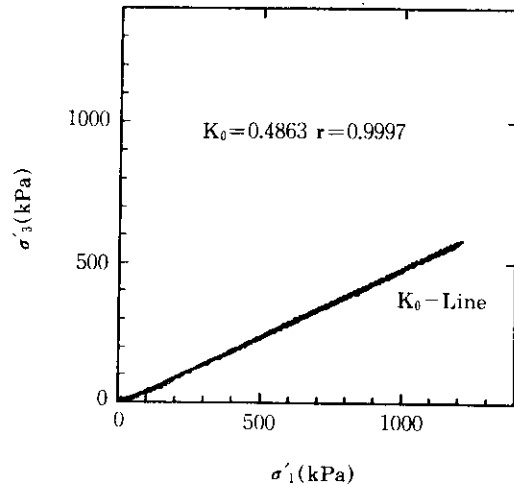


그림 8. K_0 -압밀시험 결과

표 6. 풍화잔적토의 K_0 값과 전단저항각

시 료	K_0 값	전단저항각 (°)*	참고문헌
포이동	0.4863	30.91	
김 천	0.4383	34.20	김(1993)
안 동	0.4447	33.70	

*Jaky식 이용

포이동 풍화잔적토의 OCR과 K_0 값의 관계를 김(1993)의 안동 및 김천지역 풍화잔적토와 같이 그림 9에 나타냈다. 여기에서 OCR은 1차원 압밀시험과 같이, 수직응력의 비= σ'_{vmax}/σ'_v 를 의미한다. 시료 성형시 채성형(다짐)시료에 가해진 하중보다 더 큰 하중을 압밀하중으로 하여 시료를 정규압밀 시켰으며, 이러한 시료를 다시 제하시켜 과압밀된 시료로 규정하였다. 그림 9에서 OCR(σ'_{vmax}/σ'_v)이 6까지는 포이동 흙과 안동 및 김천 흙의 곡선은 유사한 경향을 나타냈으나 OCR(σ'_{vmax}/σ'_v)이 6 이상일 경우에는 안동 및 김천 흙에서의 K_0 값이 더 큰 경향을 나타내었다. 포이동 풍화잔적토의 각 OCR에 따른 K_0 값의 관계는 식(1)와 같이 나타낼 수 있다.

$$K_0 = -0.0046(OCR)^2 + 0.1629(OCR) + 0.4242 \quad (1)$$

단, $1 \leq OCR(\sigma'_{vmax}/\sigma'_v) \leq 19.18$

제하시에 K_0 값과 OCR의 관계를 Schmidt & Alpan(1965), Mayne and Kulhawy(1982)는 식(2) 및 식(4)와 같이 각각 제안하였다. m은 K_0 -제하시에 관계되는 계수로서 식(3)과 같이 나타낼 수 있으며, Alpan(1965)등은 0.4~0.5, Schmertmann(1965)은 0.42, Ladd등(1965)은 소성도가 낮으면 0.42, 높은 소성도에서는 0.32 정도로 제시하였다. Brooker(1965)등은 m을 소성지수에 대한 값으로 제시하였다.

$$\frac{K_0(OC)}{K_0(NC)} = (OCR)^m \quad (2)$$

$$m = \frac{\log[K_0(OC) - \log[K_0(NC)]]}{\log[OCR]} \quad (3)$$

$$K_0 = (1 - \sin\phi')(OCR)^{sin\phi'} \quad (4)$$

시험결과와 Schmidt(1965) 등 및 Mayne(1982) 등의 이론치를 비교한 것은 그림 10과 같다. 식(2)를 이용하였을 때의 m은 Brooker(1965) 등의 연구에서 소성지수(P.I.=24.28%)를 이용하여 구한 0.39를 사용하였고, 식(4)를 이용할 때의 전단저항각은 30.92°를 사용하였다.

그림 10에 나타낸 것과 같이 Mayne(1982) 등이 제시한 식(4)의 경우에는 실측치와 이론

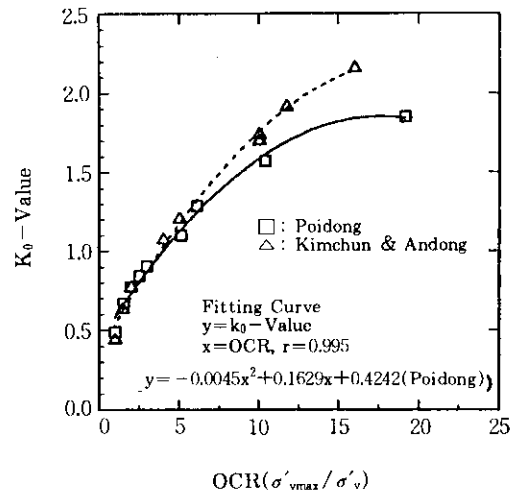


그림 9. K_0 와 OCR과의 관계 회귀분석

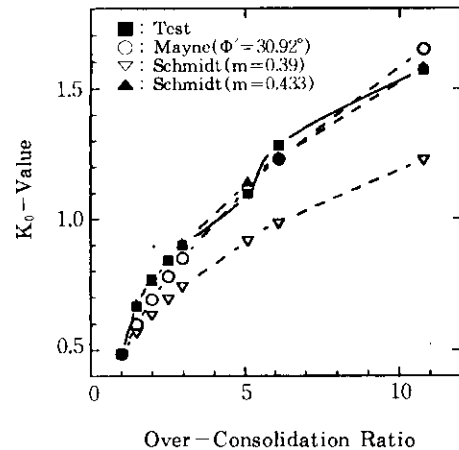


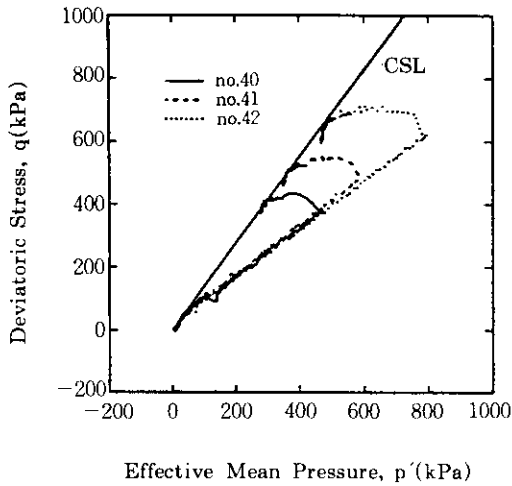
그림 10. K_0 -OCR 관계의 예측값과 측정값 비교

치가 어느정도 유사한 값을 나타냈으며, Schmidt & Alpan(1965)의 제안식(2)에 본 실험결과가 일치되기 위하여 m 값은 0.433 정도의 값을 가져야 함을 알 수 있었다.

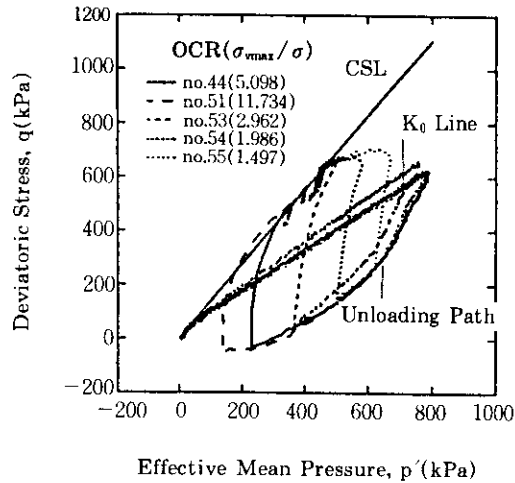
3.3.2 전단특성

K_0 -압밀된 흙의 전단시험에서도 변형률 연화현상을 나타내었으며 그림 11에 나타낸 것과 같이 정규압밀된 흙의 응력경로는 K_0 -선상에

서, 우측으로부터 CSL로 접근하고 있으나, 과압밀된 흙에서는 OCR의 크기에 따라 CSL로 접근하는 방향이 다르다. 즉, OCR이 약 3이하인 응력경로는 재하선상에서 임의의 축차응력까지 수직상승한 후에 정규압밀된 흙과 같이 우측에서 CSL로 접근하고 있으나, OCR이 6 이상인 흙은 좌측에서 CSL로 접근한다. 따라서, 한계과압밀비가 약 4~6사이에 존재함을 추정할 수 있다.



(a) 정규압밀 흙



(b) 과압밀 흙

그림 11. CK₀U 시험의 응력 경로

3.4 한계상태

배수 및 비배수시험의 결과를 이용해 p' - q' 공간에서 구한 한계상태마찰상수(M)와 전단저항각은 다음 표7과 같다.

표 7. 한계상태마찰상수 비교

Soils	M	ϕ'	ϕ'_p	c'_p (kPa)	Reference
불암	1.59	39°	39°~51°		Lee(1991)
김천	1.45	36°			김(1993)
안동	1.50	37°			김(1993)
포이동	1.24	30.92°	32°~34.8°	12.3~15.5	

표 7에 나타낸 것과 같이 M 은 흙에 따라 차이를 나타내고 있다. 기존의 연구결과로부터 세립분과 Peak시의 마찰저항각과의 관계를 그림 12에 나타내었으며, 석영과 장석 함유량에 따라 전단저항각의 관계를 그림 13에 나타내었다. 그림 12에서는 세립분의 증가에 따라 peak시의 전단저항각(ϕ'_p)이 작아지는 경향에 포이동 시료도 같은 성향을 보여 주었으며, 그림 13에서 장석과 석영의 함유량이 감소함에 따라 전단저항각(ϕ')이 작아지는 양상을 나타낸다. 즉, 풍화잔적토의 마찰저항은 구성광물 및 세립분에 따라 다른 양상을 나타냄을 알 수 있었다.

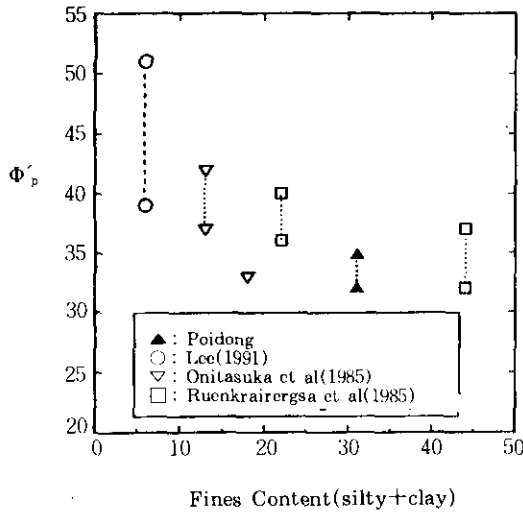


그림 12. 세립분과 Peak 마찰저항각

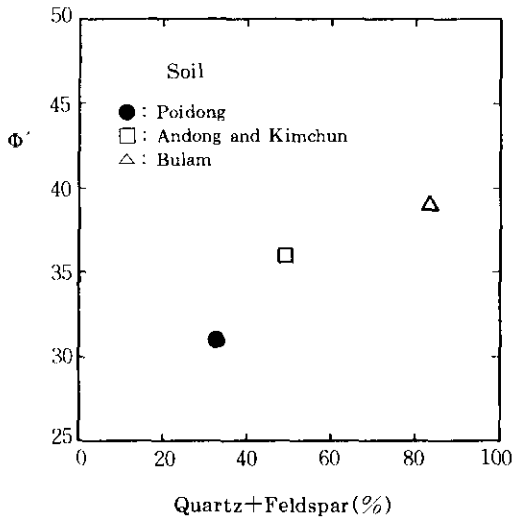


그림 13. 석영과 장석 함유량에 따른 마찰저항각

3.5 간극수압계수(A_r)

비배수시험결과의 A_r 값과 Wroth(1984)와 Mayne(1982) 등이 각각 제시한 식(5), 식(6)을 이용해 구한 A_r값과 비교하여 그림 14에 나타내었다.

$$A_r = \frac{1}{M} \left(\frac{1}{r} \right)^{\Lambda} + \frac{M}{3} - 1 : \text{정규압밀} \quad (5)$$

$$A_r = \frac{1}{M} \left[\frac{\text{OCR}}{r} \right]^{\Lambda} + \frac{M}{3} - 1 : \text{과압밀} \quad (6)$$

OCR : 과압밀비

Λ : 소성체적비

r : 공간비

$$A_r = \frac{1 - \sin \phi'}{\sin \phi'} : \text{정규압밀} \quad (7)$$

A_r =

$$\frac{(1 - \sin \phi') \left(\text{OCR}^{\sin \phi'} - \frac{2}{3} \text{OCR}^{\Lambda} - \left(\frac{c'}{\sigma'_{\max}} \right) \left(\frac{\text{OCR}}{\tan \phi'} \right) \right)}{(1 - \sin \phi') \text{OCR}^{\sin \phi'} + \frac{4}{3} \sin \phi' \text{OCR}^{\Lambda} - 1}$$

: 과압밀 (8)

식(5) 및 식(6)에서 공간비 r은 포이동 시료로부터 구한 1.2와 수정 (Cam-Clay 모델에서 일반적으로 적용되는 2를 사용하였으며, 식(8)에서의 c'값은 시험에서 구한 15.2kPa를 이용하였다.

그림 14에서 등방정규압밀된 포이동 흙의 A_r 값은 1.05로 일정한 값을 보이며, 과압밀된 흙의 경우는 Wroth(1984) 및 Mayne(1982) 등이 제시한 식으로 구한 A_r값과 비교하여 그림 15에 나타냈다. 시험결과의 A_r값은 예측치보다 큰 값을 나타냈으며, 1 이상의 A_r값은 전단시

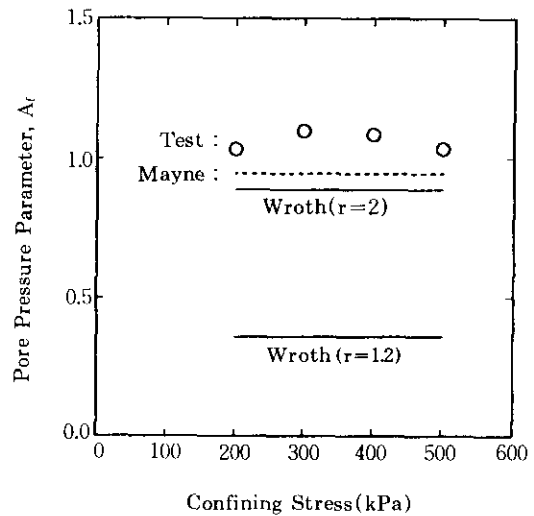


그림 14. 구속압력과 간극 수압계수(A_r)와의 관계

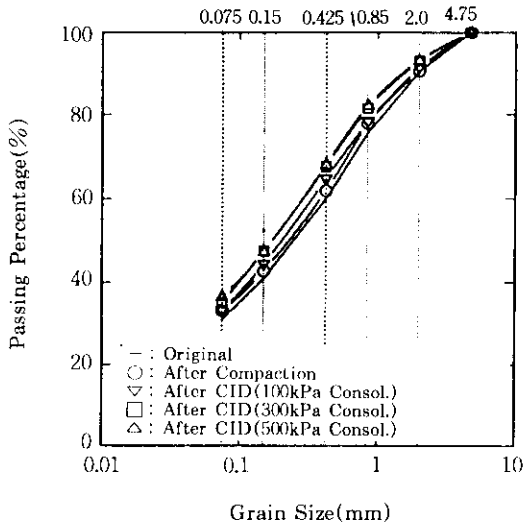


그림 15. 전단시험 후의 입도곡선 변화

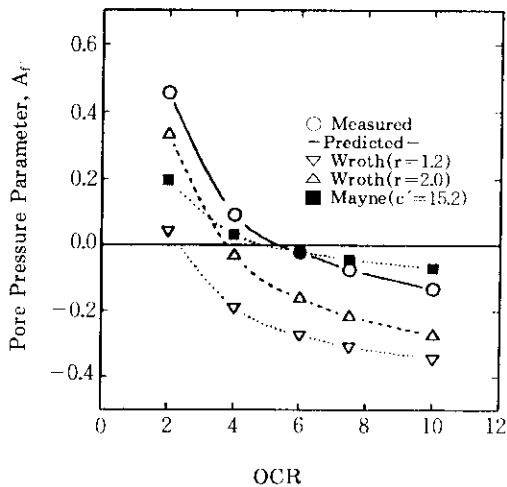


그림 16. 과압밀비(OCR)와 간극수압계수와와의 관계

발생하는 입자의 파쇄로 인해 과도한 간극수압이 발생하기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 입자파쇄현상에 대해 시험전의 입도와 몰드(mold)에 성형한 후의 입도, 전단시험 후의 입도를 비교하여 그림 15에 나타내었다. 그림 15에서 알 수 있듯이 압밀과정 및 전단과정에서 상당한 양의 입자가 파쇄됨을 확인할 수 있었다. 그림 16의 등방과압밀된 흙에서의 A_r 값은

Mayne식의 경우 시험결과에서 구한 A_r 값과 유사한 경향을 보이거나 Wroth가 제안한 식에 의한 예측치보다는 일반적으로 더 큰 값을 가짐을 알 수 있다.

4. 결론

삼축압축시험의 결과를 이용해 모암이 편마암인 풍화잔적토의 압축 및 강도특성을 분석하고 모암 및 광물성분비가 다른 기존의 연구결과와 비교를 통하여 풍화잔적토의 모암과 광물성분에 따른 강도정수의 차이 및 거동특성을 파악하기 위한 근간을 제시하고자 본 연구를 수행하였으며, 본 연구에서의 결론은 다음과 같다.

- 1) 본 연구에 이용된 풍화잔적토의 정규압축곡선의 기울기는 약 0.0886이며, 다른 모암 및 광물성분을 함유하고 있는 풍화잔적토(불암 : 0.09, 안동 : 0.104, 김천 : 0.097)와 근사치의 값을 나타냈고, 정규압축곡선(NCL)의 기울기는 유일한 값을 나타냈다.
- 2) 포이동 풍화잔적토의 거동특성은 변형률연화현상을 나타내었고, 그 현상은 세립분(#200체 통과량)의 함유량과는 무관하게 발생한다는 것을 알 수 있었다. 또한, 비슷한 종류의 풍화잔적토라 하더라도 모암의 성질 및 광물성분에 따라 거동특성이 다르게 나타남을 알 수 있다. 과잉 간극수압은(비배수시험) 과압밀비가 2, 4에서는 양(+)의 간극수압이, 6이상에서는 부(-)의 간극수압이 발생하였으며, 비체적변화(배수시험)는 과압밀비가 4이하에서는 체적압축, 과압밀비가 6이상에서는 체적팽창이 발생하였다. 따라서 포이동 풍화잔적토의 한계과압밀비는 4~6 사이에 존재함을 알 수 있다.
- 3) K_0 압밀된 흙의 정규압축곡선은 NCL과 CSL 사이에 존재하였고, 기울기는 모두

유사한 값을 나타냈다. 포이동 풍화잔적토의 OCR과 K_0 값의 관계는 식(1)로서 제안할 수 있으며, 이는 모암이 다른 김천 및 안동지역 흙에서의 경우와 비교하여 OCR이 6이하인 경우에 유사한 관계식으로 나타낼 수 있었다. 따라서 풍화잔적토의 OCR로부터 K_0 값을 예측 가능하다고 볼 수 있다.

- 4) 전단저항각은 풍화잔적토의 1차 광물성분인 석영과 장석의 함유량 또는 세립분(2차광물)의 함유율에 따라 크게 영향을 받음을 알 수 있다. 한편 파괴시 간극수압계수 A 는 모암의 성질에 따라 차이는 있으나 그 값이 공히 1.0 이상으로 여타의 흙에 비하여 큰 값을 갖음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 김용진(1993), "구성방정식을 이용한 다짐화강토의 공학적 특성", 고려대학교 박사학위논문
2. 임병조 등(1988), "최신토질역학상론", 학연사
3. Brooker, E.W. and Ireland, H.O.(1965), "Earth Pressures at Rest Related to Stress History", Can. Geotech. J., Vol. 2, pp. 1~15.
4. Chan, C.K.(1990), Automated Triaxial Testing Manual.
5. Head, K.H.(1982), "Manual of Soil Laboratory Testing", Pentech Press.
6. Ladd, C.C.(1965), "Stress-Strain Behavior of Anisotropically Consolidated Clays during Undrained Shear", Proc. 6th ICSMFE, Vol. 1, pp.282~285.
7. Ladd, C.C., Foott, R., Ishihara, K., Schlosser, F., and Poulos, H.G.(1977), "Stress-Deformation and Strength Characteristics: State-of-the-Art Report", Proc. of 9th ICSMFE, Vol.2, pp. 1014~1035.
8. Lee, I.-K.(1991), "Mechanical Behavior of Compacted Decomposed Granite Soil", Ph.D. Thesis, City Univ.
9. Mayne, P.W. and Kulhawy, F.H.(1982), " K_0 -OCR Relationships in Soil", ASCE, Vol. 108, No. GT6, pp.851~872.
10. Schmidt, B.(1966), "Discussion of Earth Pressure at Rest Related to Stress History", Can. Geotech. J., Vol. 3(4), pp. 239~242.
11. Skempton, A.W.(1954), "The Pore Pressure Coefficients A and B", Geotechnique 4, pp. 143~147.
12. Wroth, C.P.(1984), "The Interpretation of In-situ Soil Test", Geotechnique, Vol.34(4), pp.449~489.

(접수일자 1996. 4. 13)