

호남해안지역 연약점토의 토질특성과 제 토질정수와의 상관성에 관한 연구

김종렬^{*1)} · 추연우²⁾ · 강희복³⁾ · 김교준⁴⁾ · 이상훈⁵⁾

¹⁾전남대학교 공과대학 토목공학과, ²⁾한국토지공사, ³⁾한영대학 토목환경과
⁴⁾(주)동아기술공사, ⁵⁾전남도청

A Study on Correlation between Soil Properties and Parameters of Soft Clay in Honam Coastal Region

Jong-Ryeol Kim^{*1)} · Youn-Woo Choo²⁾ · Hee-Bog Kang³⁾ · Gyo-Jun Kim⁴⁾ · Sang-Hun Lee⁵⁾

¹⁾Dept. of Civil Engineering, Chonnam National University, ²⁾Korea Land Corporation,
³⁾Dept. of Civil & Environmental Engineering, Hanyeong College, ⁴⁾Dong-A Engineering. Co,
⁵⁾Jeollanam-do Provincial

본 연구는 호남해안 7개 지역에 대한 연약점토의 토질조사 자료를 분석하여 지반의 물리적·역학적 토질특성과 제 토질정수들 간의 경험방정식을 도출하였다. 기본 물성 값을 분석한 결과 대부분이 통일분류상 CL, CH에 해당되며 자연함수비가 액성한계를 초과하는 지역이 많아 불안정한 상태를 보였다. 압축지수는 자연함수비, 액성한계, 초기간극비와 상관성을 보였으며 호남지역의 연약점토는 일반적으로 사용되는 Terzaghi & Peck의 식 $C_c = 0.009(LL - 10)$ 과 비교 시 전반적으로 위쪽에 분포하는 것으로 나타났다. 또한, 기존의 국내의 연구결과와는 유사한 분포를 보였으며 압축지수 상관관계식에서 호남해안지역이 경기해안과 경남해안의 관계식의 기울기보다 상대적으로 약간 높게 나타나 액성한계, 초기간극비, 자연함수비의 변화에 따른 압축지수의 변화가 크게 됨을 알 수 있었다. 액성한계와 소성지수는 상관계수(R)가 0.93으로 매우 높은 상관성을 보였으며 자연함수비와 액성한계, 자연함수비와 초기간극비와의 관계에도 상관성을 보여 경험방정식을 제시하였다.

주요어 : 연약지반, 토질조사, 토질특성, 토질정수, 상관관계, 상관계수

Soil investigation data at 7 different locations around Honam costal region were analyzed and experimental correlations between soil properties and parameters of soft clay were presented. Most soils were classified as CL and CH by the Unified Soil Classification System and were unstable structurally because the water contents were generally greater than the liquid limits. The compression index has good correlations with water content, liquid limit and initial void ratio. The trend of these correlations were similar to the Skempton equation $C_c = 0.009(LL - 10)$ and other studies for Korean soft clays but the constants were small different. The slope of these correlations for Honam costal region were slightly greater than those for Kyunggi costal region and Kyungnam costal region. The correlation coefficient (R) between the liquid limit and the plastic index is 0.93. It is seen that not only the water content and the liquid limit but also the water content and the initial void ratio are correlate, therefore the experimental equations were presented for the practical purpose.

Key words : Soft clay, Soil investigation, Soil property, Soil parameter, Experimental correlation, Correlation coefficient

* Corresponding author : jrkim@chonnam.ac.kr

서 론

우리나라는 국토면적이 협소하고 자원이 부족하여 산업단지, 항만, 택지, 공항 등의 시설이 해안 인근지역에 많이 건설되고 있다. 특히 국토의 삼면이 바다와 인접하고 있는 서남해안은 지역여건상 연약지반이 많이 분포하고 있어 많은 학자와 기술자들의 연구대상이 되고 있으며 연약 지반에 성토나 구조물을 시공할 경우 많은 문제점이 야기 되고 있어 지반에 대한 정확한 정보가 요구되고 있다. 이러한 정확한 정보의 추정 은 현장시험이나 실내시험을 통하여 추정하며 원위치 시험 및 현장시험들의 상관식이나 토질정수 상호간의 관계식에 대한 경험식들이 국내외의 연구자들에 의해 이루어지고 있다. 국내의 연구로는 송만순(1988)이 우리나라 서남해안의 지역에서 시행된 토질조사 성과를 가지고 자연시료에 대한 토질물성치와 압축지수의 상관관계를 검토하여 경기·전남·경남지역의 적합한 압축 지수 추정을 위한 경험식을 단일변수형태로 제안하였으며 신은철 등(1995)은 인천해안지역에 분포하는 해성점토의 토질특성에 관한 연구결과를 발표한 바 있다. 또한 장정욱 등(2001)은 경남해안지역 연약점토의 토질특성과 압축지수와의 상관성에 관한 연구를 수행 하였으며 윤길림 과 김병탁(2003)은 1800여개의 압밀 시험결과를 근거로 하여 경기·전남·경남지역의 적합한 압축지수 추정을 위한 경험식을 단일변수형태 와 복합지반변수 형태로 제시하였다. 그 외 많은 국내의 연구자들에 의해 지역별 해성점토의 공학적 특성에 관한 연구가 활발히 이루어졌으며(임병조,1968: 김주범, 유기송, 1974: 진병익,천병식,1977: 유기송, 김시원, 1978: 박성영, 오다영, 1998) 국외의 연구자에 의해서 도 많은 연구가 이루어 졌다.(Terzaghi & Peck, 1948: Nishida,1956: Cozzolino, 1961: Azzouz et al, 1976: Yamagutshi, 1970: Koppula, 1981: Herrero, 1983) 그러나 이들의 연구 및 경험식들은 국내의 특정지역, 특정토질이거나 과거에 시행된 연구로서 호남해안지역 사업지구에 직접 적용하기에는 신뢰성이 부족한 것으로 판단되며 국외의 연구는 국내지반과 다른 퇴적환

경, 응력이력을 지닌 외국지역의 경우로서 국내 적용 시 많은 불확실성이 예상된다.(윤길림,2003) 따라서 본 연구에서는 최근까지의 호남해안지역 해성점토의 토 성시험으로부터 물리적 및 역학적 특성과 자연함수비 (W_n), 액성한계(LL), 소성지수(PI), 초기간극비 (e_o), 압축지수(Cc)등 제 토질정수의 상관관계를 검토하고 회귀분석법을 이용하여 상관관계식을 제시 하였으며 기 발표된 송만순(1988), 윤길림(2003)의 경험식과 비교 검토하였다.

토질정수에 관한 기존의 경험식

압축지수와 제 토질정수의 상관 관계식

Table 1은 국내외의 여러 학자들에 의해 연구된 압축지수와 제 토질정수의 상관관계에 대한 경험식을 나타낸 것이다. 압축지수에 직접적인 영향을 줄 수 있는 인자는 액성한계 (LL), 자연함수비 (W_n), 초기 간극비 (e_o) 그리고 소성지수 (PI)로 규정하고 있다. 압축지수와 지반변수의 관계는 대부분이 선형식으로 제안되고 있다. 이러한 이유는 압축성을 표현하는 압축지수는 큰 등가 간극비를 갖는 콜로이드 점토에 영향이 크며 단위질량당 큰 표면적을 갖는 콜로이드 입자와 점토의 간극이 클수록 많은 양의 물을 함유할 수 있기 때문이다.(Al-Khafaji, 1979)

자연함수비, 액성한계 등 제 토질정수와 상관 관계식

Table 2는 국내의 점토에 대한 자연함수비와 액성한계, 자연함수비와 초기간극비, 액성한계와 소성지수와의 관계 등 지금까지 연구된 경험식을 나타낸 것이다.

Table 1. Experimental correlations between compression index and parameters of soft clay

기존 경험식	제안자	비고
$C_c = 0.009(LL - 10)$	Terzaghi(1967)	정규압밀점토
$C_c = 0.0046(LL - 9)$	Cozzolino(1961)	브라질점토
$C_c = 0.007(LL - 10)$	Skempton(1944)	재성형점토
$C_c = 0.006(LL - 9)$	Azzouz(1976)	그리스점토
$C_c = 0.013(LL - 13.5)$	Yamagutshi(1959)	일본점토
$C_c = 0.016(LL - 15)$	Song(1988)	서남해안점토
$C_c = 0.01(W_n - 5)$	Azzouz(1976)	그리스점토
$C_c = 0.01W_n$	Koppula(1981)	시카고점토
$C_c = 0.01(W_n - 7.549)$	Herrero(1983)	모든점토
$C_c = 0.016(W_n - 22)$	Song(1988)	서남해안점토
$C_c = 0.54(e_o - 0.35)$	Nishida(1956)	모든점토
$C_c = 0.43(e_o - 0.25)$	Cozzolino(1961)	브라질점토
$C_c = 0.75(e_o - 0.5)$	Sowers(1970)	저소성점토
$C_c = 0.5(\rho_w^2 / \rho_d^2)^{1.2}$	Herrero	미국9개주점토
$C_c = 0.55(\rho_w^2 / \rho_d^2)^{1.55}$	Song(1988)	전국해안점토
$C_c = 0.57(\rho_w^2 / \rho_d^2)^{1.72}$	"	경기점토
$C_c = 0.64(\rho_w^2 / \rho_d^2)^{1.26}$	"	전남점토
$C_c = 0.54(\rho_w^2 / \rho_d^2)^{0.89}$	"	경남점토

Table 2. Experimental correlations between soil properties and parameters of soft clay

기존 경험식	제안자	비고
$LL = 1.28W_n - 10$	김주범, 유기송(1974) 한상수(1984) 송만순(1988) " " "	포항점토
$LL = 1.031W_n - 10.134$		신안점토
$LL = 0.72(W_n + 16)$		전국해안점토
$LL = 0.54(W_n + 32)$		경기점토
$LL = 0.76(W_n + 9)$		전남점토
$LL = 0.59(W_n + 42)$	"	경남점토
$e_o = 0.0263W_n + 0.041$	한상수(1984) 임병조(1968) 송만순(1988) " " "	신안점토
$e_o = 0.0208W_n + 0.312$		울산점토
$e_o = 0.0265W_n + 0.041$		전국해안점토
$e_o = 0.026(W_n + 3)$		경기점토
$e_o = 0.027W_n$		전남점토
$e_o = 0.027W_n$		경남점토
$PI = 0.85(LL - 21)$	송만순(1988)	경기점토
$PI = 0.76(LL - 18)$		전남점토
$PI = 0.66(LL - 13)$		경남점토

연구대상지반의 토질특성

본 연구는 최근 개발이 활발히 진행되고 있는 군산산업기지, 군산나운, 군산수송, 군산장항, 남악신도시, 목포대불공단, 여천돌산 등 7개 지역의 해성점토에 대한 지반조사결과(전라남도, 2003: 한국토지공사, 1986~1998)를 활용하여 지반의 물리적 특성과 제토질정수와의 상관관계를 분석하고자 하였다. Table 3은 대상지반 해성점토의 기본 물성값을 나타낸 것이며 통일분류상 대부분이 CL, CH이며 일부는 ML, MH, OH로 분류되었다. 물리적 특성은 자연함수비가 21.7~114.4%의 분포를 보이며, 액성한계는 24.0~98.1%, 소성지수는 1.9~68.2% 정도로서 자연함수비가 액성한계를 초과하는 지역이 많아 불안정한 상태였다. 단위중량은 1.43~2.10t/m³의 범위를 보이고 있으며, 일축압축강도는 0.05~8.06t/m² 정도의 범위로 하부로 갈수록 증가하는 경향을 보였으며, 비배수강도는 0.05~6.4t/m³의 범위를 나타내었다. 압밀특성을 살펴보면 간극비는 0.695~2.815, 압축지수는 0.096~1.4, 팽창지수는 0.026~0.294 정도의 분포를 보이고 있으며 연직압밀계수는 1.50×10⁻⁴ ~ 2.0×10⁻²cm²/sec의 범위를 나타내고 있다.

제 토질정수와 상관관계 고찰

압축지수와 제 토질정수와의 관계

제 토질정수 상관관계식은 기존연구와 비교하기 위해 회귀분석에 의한 1차식 과 2차식으로 나타냈다. 회귀분석은 변수들 간의 함수적 관계를 규명하기 위해 어떤 수학적 모형을 가정하고, 이모형을 측정된 변수들의 자료로부터 추정하는 통계적 분석방법을 말하며, 일반적으로 추정된 모형을 사용하여 필요한 예측을 하거나 관심 있는 통계적 추정과 검정을 실시하게 된다. 일반적으로 회귀분석에 의해 종속변수를 설명하

는 데 일차함수로 충분하다는 가정 즉 $Y=A+BX$ 라는 가정이 옳다고 생각하고 일차함수에 의해 회귀분석을 한다. 본 연구에서는 회귀방정식의 계수 A, B와 상관정도를 나타내는 R(상관계수)값을 구하였으며 상관정도는 통계학이론마다 약간씩 차이가 있으나 본 연구에서는 송만순(1988)의 논문기준에 따라 R값이 0.4미만이면, 상관정도가 낮고, 0.4~0.69일 경우 보통의 상관성이 있고, 0.7~0.89일 경우 높은 상관성을 나타내며, 0.9이상일 경우는 매우 높은 상관성이 있는 것으로 판단하였다. 본 연구는 1986년부터 2003년까지 호남해안지역의 자연시료를 분석한 것으로 Fig. 1은 액성한계와 압축지수와의 관계를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 액성한계가 증가함에 따라 압축지수도 증가하는 경향을 보이고 있으며 액성한계(LL)와 압축지수(Cc)와의 관계식은 식(1)과 같으며 Terzaghi & Peck이 제안한 식에 의해 재성형압축지수(Cc')를 구하면 식(2)와 같다. 상관계수(R)는 0.61을 보였으며 기존의 송만순, 윤길림의 제안식과 비교하면 액성한계 60%이하에서는 거의 비슷한 결과를 나타내었다. 또한 일반적으로 사용되는 Terzaghi & Peck(1948) 식과 비교 시 전반적으로 위쪽에 분포하는 것을 알 수 있다. Fig. 2는 자연함수비와 압축지수와의 관계를 나타낸 것으로 관계식은 식(3)과 같다. 상관계수(R)는 0.63이며 윤길림 식과는 거의 같고 송만순의 제안식과는 큰 차이가 없으며 그림에서 알 수 있는 바와 같이 압축지수는 자연함수비의 증가에 따라 증가하는 경향을 보이고 있다. Fig. 3은 초기간극비(e_o)와 압축지수(Cc) 관계를 나타내었으며 상관계수(R)는 0.81로서 높은 상관성을 보이고 있다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 기존의 연구와 거의 일치하며 압축지수는 초기간극비가 클수록 증가하는 경향을 보였다. 식 (4)는 초기간극비와 압축지수와의 관계를 나타낸 것이다. 영공극곡선과 압축지수와의 관계는 Fig. 4에 나타내었으며 상관계수가 0.78로 높은 상관성을 보이고 있으며 이를 식으로 나타내면 식(5)과 같다. 송만순 제안식과 비교하면 서로 비슷하며 (ρ_w^2/ρ_d^2)값이 1.2이하에서는 압축지수분포가 거의 같음을 알 수 있다.

Table 3. Physical & mechanical properties of the soft clay

Region	Wn(%)	LL(%)	PI(%)	qu(kg/cm ²)	c (kg/cm ²)	e_o	Cc
Honam	21.7~114.4	24.0~98.1	1.9~68.2	0.05~8.06	0.05~6.4	0.695~2.815	0.096~1.4

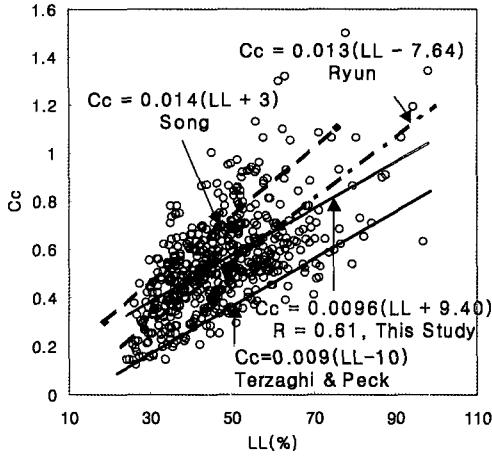


Fig. 1. Relationship between liquid limit and compression index

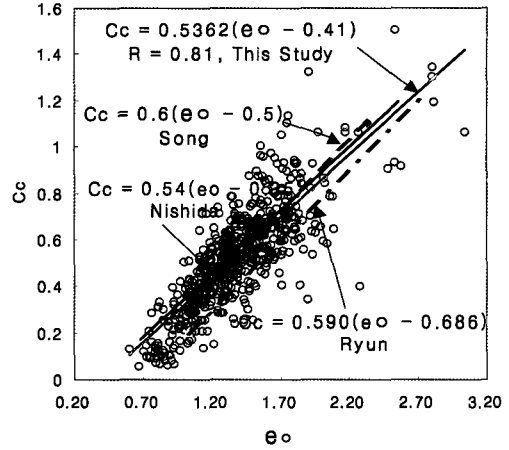


Fig. 3. Relationship between initial void ratio and compression index

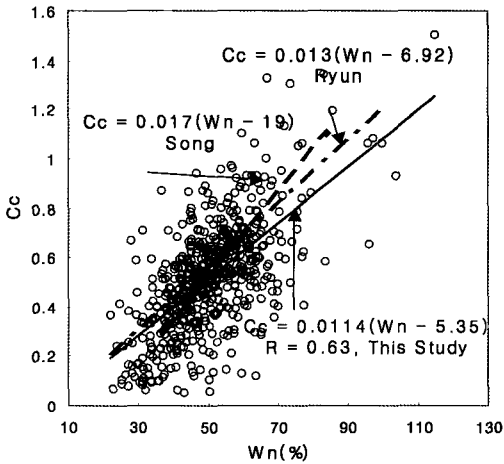


Fig. 2. Relationship between water content and compression index

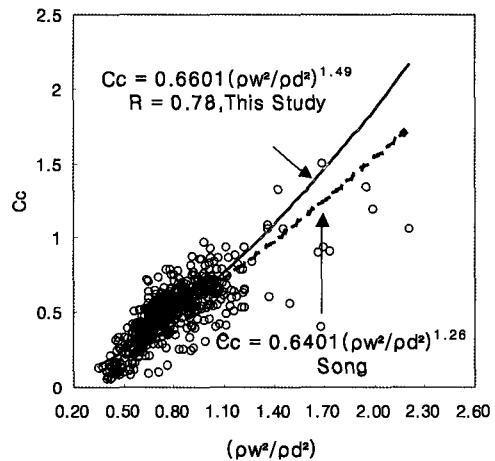


Fig. 4. Relationship between zero air void curve and compression index

자연함수비와 액성한계 관계

- (1) $C_c = 0.0096(LL + 9.40)$
- (2) $C_c' = 0.0075(LL + 9.40)$
- (3) $C_c = 0.0114(W_n - 5.35)$
- (4) $C_c = 0.5362(e_0 - 0.41)$
- (5) $C_c = 0.6601(\rho_w^2 / \rho_d^2)^{1.49}$

자연함수비와 액성한계관계를 고찰하기 위하여 호남해안지역 약 530개의 자연시료를 분석하였으며 그 결과를 Fig. 5에 도시하였다. 함수비가 증가함에 따라 액성한계도 증가하는 경향을 보이고 있으며 관계식은 식(6)과 같고 상관계수는 0.73을 보였다.

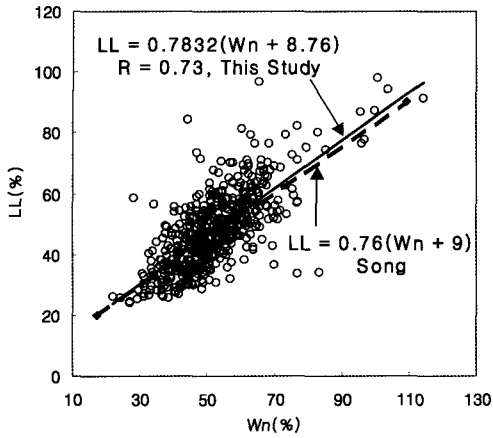


Fig. 5. Relationship between water content and liquid limit

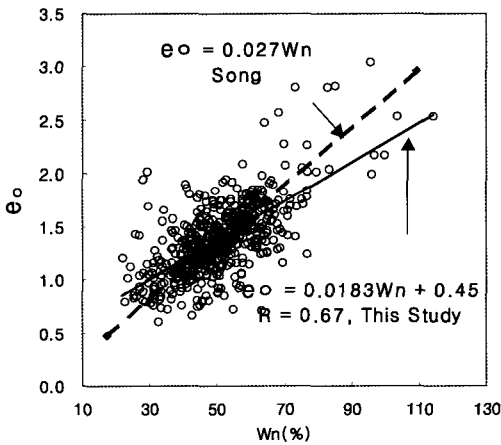


Fig. 6. Relationship between water content and initial void ratio

$$LL = 0.7832(Wn + 8.76) \quad (6)$$

자연함수비와 초기간극비 관계

Fig. 6은 자연함수비와 초기간극비의 관계를 나타낸 것이며 호남해안지역 약 570개의 자연시료를 분석한 결과 자연함수비와 초기간극비의 상관관계식은 식(7)과 같이 나타낼 수 있다. 상관계수는 0.67이며 송만순의 제안식과 비교하면 기울기에서 차이가 있으나

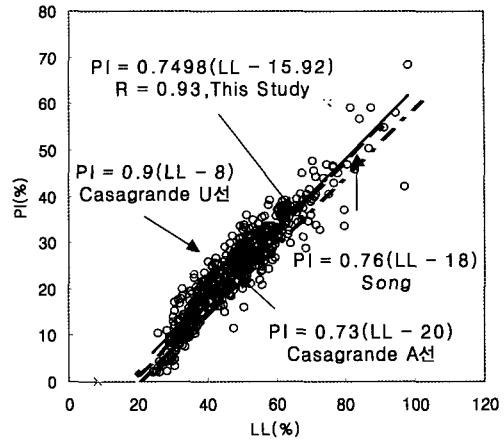


Fig. 7. Relationship between liquid limit and plasticity index

자연함수비 20~70%의 범위에서는 거의 일치하는 것으로 나타났다.

$$e_0 = 0.0183Wn + 0.45 \quad (7)$$

액성한계와 소성지수 관계

Fig. 7은 액성한계와 소성지수의 관계를 도시한 것으로 액성한계의 증가에 따라 소성지수도 증가하는 경향을 보이고 있다. Casagrande의 소성도표와 비교해 보면, 전반적으로 A선과 U선 사이에 위치하며 대부분 CL, CH이고, 일부 ML을 포함하고 있다. 상관관계식은 식(8)과 같으며 상관계수는 0.93으로 매우 높은 상관성을 보였다.

$$PI = 0.7498(LL - 15.92) \quad (8)$$

기존의 경험식과 본 연구 제안식의 비교 고찰

Table 4는 기존에 연구된 경험식과 본 연구에서 제안된 경험식을 비교한 것이다. 압축지수와의 관계식 중 가장 높은 상관성을 보인 것은 초기간극비와의 관계로 상관계수가 0.81이며 기존의 경험식과는 유사한 것으로 나타났다. 전반적으로 상관계수가 0.61~0.93으로 높은 상관성을 보였으며 액성한계와 소성지수와의

Table 4. Comparison of this study and other experimental equations

구 분	기 존 연 구		본 연구 제안식	상관 계수(R)
	경 험 식	제 안 자		
액성한계와 압축지수관계	$C_c = 0.014(LL + 3.0)$ $C_c = 0.013(LL - 7.64)$	송만순(1988) 윤길립(2003)	$C_c = 0.0096(LL + 9.40)$	0.61
초기간극비와 압축지수관계	$C_c = 0.6(e_0 - 0.5)$ $C_c = 0.590(e_0 - 0.686)$	송만순(1988) 윤길립(2003)	$C_c = 0.5362(e_0 - 0.41)$	0.81
자연함수비와 압축지수관계	$C_c = 0.017(W_n - 19.0)$ $C_c = 0.013(W_n - 6.92)$	송만순(1988) 윤길립(2003)	$C_c = 0.0114(W_n - 5.35)$	0.63
자연함수비와 액성한계 관계	$LL = 0.76(W_n + 9.0)$	송만순(1988)	$LL = 0.7832(W_n + 8.76)$	0.73
자연함수비와 초기간극비 관계	$e_0 = 0.027W_n$	송만순(1988)	$e_0 = 0.0183W_n + 0.45$	0.67
액성한계와 소성지수 관계	$PI = 0.76(LL - 18.0)$	송만순(1988)	$PI = 0.7498(LL - 15.92)$	0.93
영공극곡선과 압축지수 관계	$C_c = 0.64(\rho_w w^2 / \rho d^2)^{1.26}$	송만순(1988)	$C_c = 0.6601(\rho_w w^2 / \rho d^2)^{1.49}$	0.78

관계식은 상관계수가 0.93으로 매우 높은 상관성을 보였다. 또한 전절 2장에서 제시한 경기점토와 경남점토의 경험식과 비교 시 호남해안지역 점토의 액성한계, 초기간극비 및 자연함수비와 압축지수 상관관계 등 관계식의 기울기의 구배가 약간 크게 나타났다.

결 론

본 연구는 호남해안 7개 지역의 연약점토에 대한 토질조사 자료를 분석하여 물리적, 역학적 특성을 파악하고, 토질정수 상호간의 경험식을 비교분석하였으며 결론을 요약하면 다음과 같다.

1. 호남해안지역의 연약점토에 대한 물리적, 역학적 토질특성을 살펴보면 자연함수비가 21.7~114.4% 정도의 분포를 보이며, 액성한계는 24.0~98.1%, 소성지수는 1.9~68.2% 정도로서 통일분류상 대부분이 CL, CH에 해당된다. 또한, 일축압축강도는 0.05~8.06t/m² 정도이고 하부로 갈수록 증가하는 경향을 보였으며 비배수강도는 0.05~6.4t/m², 간극비는 0.695~2.815, 압축지수는 0.096~1.4, 팽창지수는 0.026~0.294 정도의 값을 보였다.

2. 침하량 결정시 가장 중요한 인자인 압축지수와 제 토질정수와의 경험식에서 액성한계와의 관계식은 상관계수가 0.61로 보통의 상관성을 가지고 있으며 일

반적으로 사용되는 Terzaghi & Peck의 식 $C_c = 0.009(LL - 10)$ 과 비교 시 전반적으로 위쪽에 분포하는 것으로 나타났다. 또한, 초기간극비와 압축지수는 가장 높은 상관성을 보였으며(R=0.81) 송만순과 윤길립, Nishida의 경험식과는 유사하게 나타났다.

3. 액성한계, 초기간극비 및 자연함수비와 압축지수 상관 관계식에서 호남해안지역이 경기해안과 경남해안의 관계식의 기울기보다 상대적으로 약간 높게 나타나고 있어 액성한계, 초기간극비, 자연함수비의 변화에 따른 압축지수의 변화가 크게 됨을 알 수 있었다.

4. 자연함수비와 액성한계와의 관계식은 상관계수가 0.73으로 상관성이 높고 함수비의 증가와 더불어 액성한계가 증가하였으며 매우 높은 상관성(상관계수 0.93)을 보인 액성한계와 소성지수 관계식을 보면 Casagrande가 제안한 소성도표의 A선과 U선 사이에 분포하여 흙의 분류상 대부분 CL, CH로 분류 되었다.

참고문헌

- 김주범, 유기송, 1974, 포항충적토의 물리적 성질, 한국농공학회지, Vol.16, No4, pp.17~22.
박성영, 오다영, 1998, 국내 연약지반의 지역별 공학적 특성(1), 대한토목학회지, Vol.46, No9, pp.69~79.
박성영, 오다영, 1998, 국내 연약지반의 지역별 공학적

- 특성(2), 대한토목학회지, Vol.46, No10, pp.46~57.
- 신은철, 이규진, 신방웅, 1995, 인천해안지역에 분포하는 해성점토의 토질특성, 한국지반공학회 학술발표회 논문집, pp.15~20.
- 송만순, 1988, 우리나라 해성점토의 토질계수의 상관관계, 공학석사학위논문, 한양대학교.
- 임병조, 1968, 우리나라 점토의 압밀성과 투수성에 대한 추정법, 대한토목학회지, Vol.15, No2, pp.27~35.
- 유기송, 김시원, 1978, 충적점토의 토질공학적 제 성상에 관한 연구, 한국농공학회지, Vol.20, No4, pp.37~43.
- 윤길립, 2003, 국내 해양지반에 적합한 압축지수 예측식 제안, 대한토목학회지, Vol. 23, No3C, pp.169~176.
- 진병익, 천병식, 1977, A Casagrand의 소성도에 관한 실험적 연구, 대한토목학회지, Vol.25, No2, pp.85~94.
- 장정욱, 최성민, 박춘식, 2001, 경남해안지역 연약점토의 토질특성과 압축지수와의 상관성에 관한 연구, 한국해안-해양공학회지, Vol.13, No4, pp.282~289.
- 한상수, 1984, 충적토의 토성에 관한 연구, 공학석사학위논문, 한양대학교
- Al-Khafaji, A.W.N., 1979, Decomposition effects on engineering properties of fibrous organic soils, Ph.D. Thesis, Michigan State University.
- Azzouz, A.S., Krizek, R.J., and Cortis, R.B., 1976, Regression analysis of soil compressibility, Soil and foundation, Tokyo, Japan, 16(2). pp.19-29
- Cozzolino, V.M., 1961, Statistical forecasting of compression index, proc., 5th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Eng., Paris, France, Vol. 1, pp.51-53
- Herrero, O.R., 1983, Universal compression index equation; Closure, J. Geotech. Eng. ASCE, 109(5), pp.755-761
- Hough, B.K., 1957, Basic Soil Engineering, The Ronald Press Company New York, pp.114-115.
- Koppula, S.D., 1981, Statistical estimation of compression index, Geotech. Testing J., 4(2), pp.68-73.
- Nishida, Y., 1956, A brief note on compression index of soil, J Soil Mech Found. Eng., ASCE, 82(3), pp.1-14.
- Oswald Rendon-Herrero, 1983, Universal compression index equation, J. Geotech. Engrg. Div., ASCE, 109(5), PP.755-761.
- Sowers, G.B., 1970, Introductory soil mechanics and foundations, 3rd Ed., The Macmillan Company, London, England.
- Terzaghi, K. and Peck, R.B., 1948, Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley and Sons Inc., New York N.Y.
- Yamagutchi(1970), 不知火海 沖積粘土의 토질에 대하여, 일본구주농업시험장보고서, 5(4), pp.349-358.

투 고 일 2004년 11월 1일
 심 사 일 2004년 11월 2일
 심사완료일 2004년 11월 30일

김종렬
 전남대학교 토목공학과 부교수
 500-757 광주광역시 북구 용봉동 300번지
 Tel : 062-530-1654
 Fax : 062-530-1651
 E-mail : jrkim@chonnam.ac.kr

추연우
 한국 토지공사 시험연구소
 305-731 대전광역시 유성구 전민동 462-2번지
 Tel : 042-866-8760
 Fax : 042-866-8753
 E-mail : chooyeun@hanmail.net

강희복
 한영대학 토목환경과
 550-260 여수시 여서동 산19번지
 Tel : 061-650-4104
 Fax : 061-650-4020
 E-mail : kang4104@hanmail.net

김교준

(주)동아기술공사 상무이사

519-801 전라남도 화순군 화순읍 다지리 291-3번지

Tel : 061-373-8303

Fax : 061-373-9393

E-mail : jun827474@hanmail.net

이상훈

전라남도 도청

501-702 광주광역시 동구 광산동 13

Tel : 062-222-0011

Fax : 062-232-7195

E-mail : lsh1621@chol.com