

## 고소성 해성점토지반의 압축지수에 대한 비교 연구

### A Comparison Study on Compression Index of Marine Clay with High-Plasticity

정 길 수\* 박 병 수\*\* 홍 영 길\*\*\* 유 남 재\*\*\*\*

Jung, Gil-Soo Park, Byung-Soo Hong, Young-Kil Yoo, Nam-Jae

#### Abstract

In this paper, for the highly plastic marine soft clay distributed in west and southern coast of Korean peninsula of Kwangyang and Busan New Port areas, correlation between compression index and other indices representing geotechnical engineering properties such as liquid limit, void ratio and natural water content were analyzed. Appropriate empirical equations of being able to estimate the compressibility of clays in the specific areas were proposed and compared with other existing empirical ones.

For analyses of the data and test results, data for marine clays were used from areas of the South Container Port of the Busan New Port, East Breakwater, Passenger Quay, Jungma Reclamation and Reclamation Containment in the 3rd stage in Kwangyang.

In order to find the best regression model by using the commercially available software, MS EXCEL 2000, results obtained from the simple linear regression analysis, using the values of liquid limit, initial void ratio and natural water content as independent variables, were compared with the existing empirical equations. Multiple linear regression was also performed to find the best fit regression curves for compression index and other soil properties by combining those independent variables. On the other hands, another software of SPSS for non-linear regression was used to analyze the correlations between compression index and other soil properties.

키워드 : 원심모형실험, 모래다짐말뚝, 개량폭

Keywords : *Centrifuge model experiment. Sand compaction pile, width of improved area*

#### 1. 서론

최근 들어서, 서해안 고속도로 공사, 영종도 신공항 공사, 새만금 지역 개발 계획, 신항만 건설 등 연약지반의 개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 연약지반의 개발시 경제성 또는 환경문제로 인하여 매립재를 해성점토로 사용하는 경우가 많다. 이렇게 조성된 지반은 지반공학적으로 상당히 불안한 지반

이 되어 구조물의 침하, 지반의 지지력 부족, 측방 지반의 융기 등이 문제가 된다.

이와같은 지반공학적 문제를 해결하기 위하여 시공 전 원지반과 매립될 흙의 기본물성과 압밀침하 파악에 보다 정확한 자료가 필요한데, 이런 자료들은 기본물성시험과 표준압밀시험, CRS시험, 자중압밀시험 등을 통해서 얻어진다. 압밀시험은 일반적으로 Terzaghi의 1차원 압밀이론에 근거를 두고, 시험을 통하여 압밀계수, 압축지수, 체적압축계수 등과 같은 압밀정수를 산정하여 실제 지반의 압밀거동을 분석하는데 사용한다. 여기서 압축지수의 경우 주어진 지반조건에서 하중이나 시간 변화에 따른 지반의 침하특성을 예측하기 위한 정수로서, 압밀이론

\* 강원대학교 대학원 토목공학과, 박사수료

\*\* 강원대학교 토목공학과 연구원 공학박사

\*\*\* 한림성심대학 토목과 교수, 공학박사

\*\*\*\* 강원대학교 토목공학과 교수, 공학박사

(Consolidation Theory)과 같이 재하직후 발생된 과잉간극수압의 소산과 더불어 발생하는 압축특성을 나타내는 압축지수( $C_c$ )와 이후 흙 구조의 소성적 재배열 등에 의해 발생하는 압축특성을 나타내는 이차압축지수( $C_\alpha$ )를 들 수 있다.

특히 압축지수는 침하량 결정시 가장 중요한 인자로 분류되며, 일반적으로 흙이 연약할수록 값이 크게 나타나고, 예민비의 크기와 유기질 함유량에 따라 변동이 있어 정확한 값의 산정이 요구되고 있다. 그러나 압축지수는 많은 시간이 필요한 압밀시험을 통해 획득할 수 있으므로, 시료채취가 용이하지 않거나 간단한 물리적 시험만으로 압축지수를 추정할 수 있는 경험식에 대하여 많은 연구가 진행되어 왔다.

Brenner et al.(1981)은 자연 퇴적토에서  $C_c$  값에 영향을 미치는 인자로서 퇴적과정의 탈수작용, 화학적 풍화, 고결작용 등이 있는데 이로 인하여  $C_c$  값은 감소되는 경향이 있으며, 용출작용에 의해서는 증가되는 경향이 있다고 하였으며 Mesri 등(1973)은 Ladd(1971)의 결과에 추가하여 넓은 유효응력의 범위에서 자연퇴적토의 자연함수비에 따라  $C_c$  값은 지역적인 특성과 함께 초기간극비에 크게 의존하고 있음을 연구하였다.

압축지수에 관한 기존의 연구를 살펴보면 주로 초기간극비( $e_o$ ), 자연함수비( $w_n$ ), 액성한계(LL)의 함수로 나타낼 수 있다는 가정하에서 실험결과를 회귀분석한 형태의 다양한 경험식들이 제안되었다.

Skempton(1944)은 교란된 점토의 압축지수와 액성한계와의 상관관계를 경험식으로 추정하는 한편, 불교란 시료의 중위 혹은 저위의 예민비( $S_r < 4$ )를 갖는 점토의 압축지수는 교란점토 압축지수의 1.3배와 같다고 보고하였다.

한편, 초기간극비, 액성한계, 자연함수비 등의 복합적인 상관관계를 이용하여 Azzous(1976), 등이 압축지수를 구하는 경험식을 제안하였다.

따라서 본 연구에서는 광양만, 부산신항 등 우리나라 서남해안에 위치한 대표적인 연약지반에 대하여 액성한계, 간극비, 자연함수비 등과 같은 토질정수 변화에 따른 압축지수와와의 상관관계를 분석하고 기존에 제안된 경험식 등과 비교분석을 통하여 지역별로 압축성을 추정할 수 있는 적정의 경험식을 제안하고자 하였다.

## 2. 조사범위 및 내용

본 연구에서는 우리나라 남해안에 위치한 연약지반의 압축성을 분석하기 위하여 표 1에서와 같이 부산신항과 광양항 2개 지역에 대한 지반조사 자료

와 실험결과를 이용하였다. 이 때 시료는 시료조건에 의한 일관성을 유지하기 위하여 통일분류법에 의해 CH로 입도 분류 되는 시료에 국한하여 자료를 분석하였으며, 지역별로 각각 2~3개소 위치에서 72~79회에 걸쳐 실시된 표준압밀시험 결과를 분석자료로 활용하였다. 또한 불교란시료와 교란시료의 압축지수변화를 분석하기 위하여 광양지역의 경우 준설투기시 시료의 교란효과가 반영된 재성형된 시료를 사용하여 표준압밀시험을 실시하여 불교란 시료와 비교분석을 실시하였다.

표 1 조사지역 현황 및 시험횟수

대상지역		시료상태 실험결과	시험 횟수
지역명	세부위치		
부산신항	남컨테이너 부두	불교란시료	15
	동방파제	불교란시료	24
	일반여객 부두	불교란시료	40
	소 계		79
광양항	중마매립지	불교란/교란시료	56/2
	3단계 준설투기장	불교란/교란시료	15/6
	소 계		71/8

### 2.1 지역별 물리적 특성

#### 2.1.1 비중 분포

부산신항 지역 CH 시료의 비중은 그림 1에서와 같이 깊이에 따라 2.68~2.74의 크기를 보이고 있으며, 평균 2.71의 분포를 보이고 있다. 깊이에 따른 비중 값의 분포를 분석한 결과 0~20m 지점의 경우 평균 2.72, 20~40m 지점의 경우 평균 2.70의 분포를 보이는 것으로 나타나 20m지점을 경계로 하여 비중변화가 있는 것으로 나타났다.

또한 광양항 지역 CH시료의 비중은 그림 1에서와 같이 깊이에 따라 2.66~2.76의 크기를 보이고 있으며, 평균 2.71의 분포를 보이고 있다. 또한 깊이에 따른 비중분포는 부산신항 지역에 비하여 위치에 따라 분포범위가 크게 나타나며 깊이에 따라 상대적으로 변화는 크지 않은 것으로 나타났다.

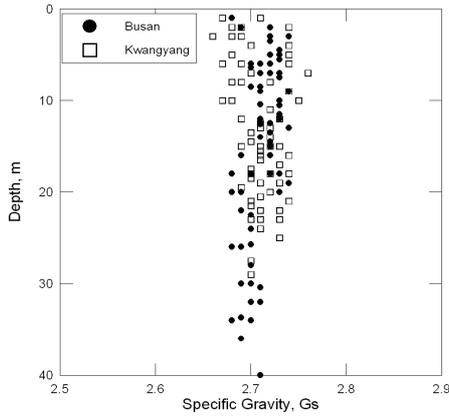


그림 1 CH점토의 깊이별 비중 분포

2.1.2 연경도 분포

그림 2는 부산신항과 광양항 지역에 위치하고 있는 CH시료에 대한 깊이별 액성한계 분포를 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 부산신항 지역에 분포하고 있는 CH시료의 액성한계는 50.3~90.1%의 범위로 평균 68.8%로 나타났으며, 깊이에 따른 특성을 분석한 결과 앞서 언급한 깊이별 비중 분포결과와 같이 20m 심도를 경계로 하여 하부층에 비해 상부층에서 평균 15.7%이상 액성한계가 크게 분포하는 것으로 나타났다.

광양항 지역에 분포하고 있는 CH시료의 경우 그림 2에서 보는 바와 같이 액성한계는 103.1~56.7%의 범위로 평균 80.0%로 나타났으며, 그림 3에서 보는 바와 같이 소성도표에서 A선 위에 존재하는 두 지역의 CH시료를 비교할 때 광양항 지역의 시료가 부산신항 지역의 시료에 비하여 전반적으로 액성한계와 소성지수가 크게 나타나는 경향을 보이며 액성한계 차이는 평균 11.2%로 나타났다. 그러나 이들 두 지역의 액성한계-소성지수 관계는 A선 위에서 평행하게 분포함으로써 점토의 생성기원이 유사한 것으로 추정할 수 있다(NAVFAC DM 7.1).

2.1.3 간극비 분포

부산신항과 광양항 지역에 위치한 CH시료에 대한 깊이별 간극비 분포를 정리하여 그림 4에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 부산신항 지역에 분포하고 있는 CH시료의 깊이별 간극비 분포는 깊이에 따라 0.987~2.252의 크기를 보이며 평균 1.575로 나타났다. 또한 깊이에 따른 특성을 분석한 결과 앞서 언급한 비중, 연경도에서와 같이 20m를 경계로 하여 상부층의 간극비가 다소 크게 나타나며 그 차이의 크기는 평균 0.3으로 나타났다.

광양항 CH시료의 경우 그림에서 보는 바와 같이 깊이에 따라 1.293~3.681의 크기를 보이며 평균 2.338로 나타났다. 또한 부산신항 지역에 비하여 간

극비는 상대적으로 크게 나타나며 평균적으로 0.763 이상 큰 것으로 나타났다.

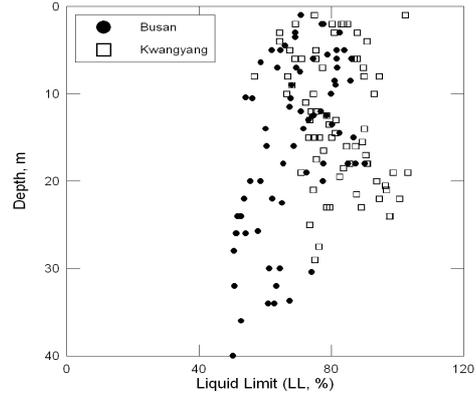


그림 2 CH점토의 깊이별 액성한계 분포

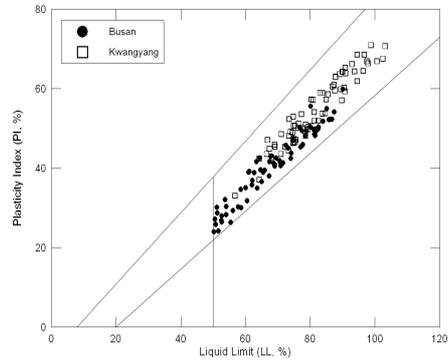


그림 3 CH 점토의 소성도표

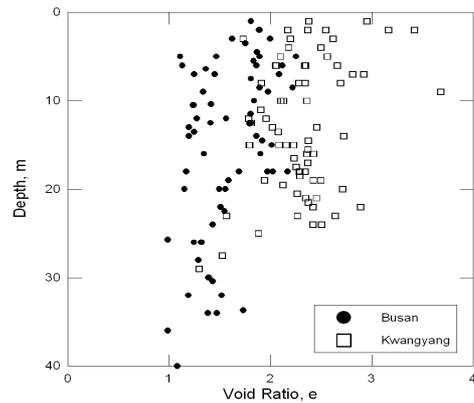


그림 4 CH 점토의 깊이별 간극비 분포

2.1.4 자연함수비 분포

그림 5는 부산신항과 광양항 지역에 위치하고 있는 CH시료에 대한 깊이별 자연함수비 분포를 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 부산신항 지역에 분포하고 있는 CH시료의 함수비는 34.8~80.1%의 범위로 평균 56.3%로 나타났다. 깊이에 따른 경향을 분석한 결과 깊이에 따라 큰 변화는 없는 것으로 나타났으나 0~20m 깊이에 60~80%의 고풍수비 상태로 존재하는 시료들이 많은 것으로 나타났다.

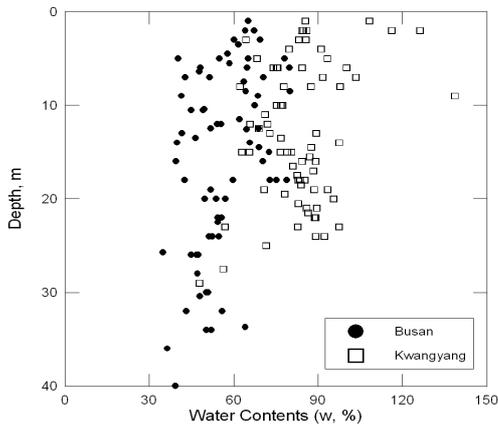


그림 5 CH 점토의 깊이별 자연함수비 분포

광양항 CH시료의 경우 그림에서 보는 바와 같이 깊이에 따라 함수비는 47.8~138.7%의 범위로 평균 84.4%로 나타났으며, 깊이에 따른 경향을 분석한 결과 대부분 60~100%의 함수비 분포를 보이며 상부에 부분적으로 110%이상의 고풍수비 상태의 시료가 존재하며 하부의 경우 60%이하의 함수비를 지닌 시료들이 존재하는 특징을 보이고 있다. 또한 부산신항에 비하여 전반적으로 함수비가 높게 나타났다.

2.1.5 압축지수 분포

그림 6은 부산신항과 광양항 지역에 위치하고 있는 CH시료에 대한 깊이별 압축지수 분포를 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 부산신항 지역에 분포하고 있는 CH시료의 압축지수는 0.31~1.09의 범위로 평균 0.65로 나타났다. 깊이에 따른 경향을 분석한 결과 앞서 언급한 비중, 액소성한계 등에서 나타났던 20m 심도를 경계로 하여 압축지수의 변화는 나타나지 않으며 전반적으로 심도에 따라 일정한 분포 구간을 유지한 상태에서 10~20m 심도에서만 압축지수가 상대적으로 큰 일부지점들이 나타나는 특징을 보이고 있다.

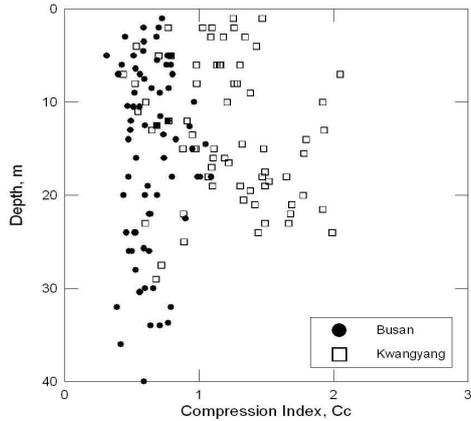


그림 6 CH 점토의 깊이별 압축지수 분포

광양항 CH시료의 경우 그림에서 보는 바와 같이 깊이에 따라 압축지수는 0.44~2.05의 범위로 평균 1.22로 나타났으며, 깊이에 따른 경향을 분석한 결과 0~10m 구간에서 압축지수는 비교적 일정한 경향을 유지하고 있으나 이후 15~30m 깊이에서는 깊이가 증가함에 따라 압축지수가 다소 증가하는 경향을 보이고 있다. 또한 광양항 지역의 압축지수는 부산신항 지역에 비하여 전반적으로 크게 나타나며, 그 차이는 평균 0.57에 달한다.

3. 상관관계 분석

액성한계, 함수비, 간극비 등의 토질정수와 압축지수 간의 상관관계를 분석하고 최적의 회귀모형을 구하기 위하여 상용프로그램인 MS EXCEL 2000과 SPSS(Statistical Package for the Social Science) 프로그램을 사용하여 회귀분석을 실시하였다.

3.1 단순 선형회귀분석 결과

표 2와 그림 7~9는 부산신항과 광양지역의 CH 점토에 대한 토질정수와 압축지수에 대한 단순 선형회귀분석 결과와 기존의 경험식과의 비교분석 결과를 나타낸다. 먼저 그림 7에 나타난 액성한계와 압축지수의 단순선형회귀분석 결과 결정계수( $R^2$ )는 0.48로 두 토질정수 간의 상관관계가 낮은 것으로 나타났다. 또한 기존의 연구문헌에 나타난 경험식과 비교분석한 결과 그림에서와 같이 부산신항 지역과 광양항 지역의 액성한계에 따른 압축지수는 기존에 제안된 경험식에 비하여 상대적으로 큰 값을 지니고 있으며 제안된 경험식을 적용하는 경우 전반적으로 압축지수는 과소평가되는 것으로 나타났다.

표 2 단순선형회귀분석 결과

변수	회귀계수		95% 신뢰구간		결정계수 (R <sup>2</sup> )
			하한치	상한치	
액성한계 (LL)	기울기 (β <sub>1</sub> )	0.023	0.019	0.027	0.48
	절편 (β <sub>0</sub> )	-0.776	-1.090	-0.461	
초기간극비 (e <sub>0</sub> )	기울기 (β <sub>1</sub> )	0.764	0.681	0.847	0.72
	절편 (β <sub>0</sub> )	-0.492	-0.651	-0.332	
자연함수비 (w <sub>n</sub> )	기울기 (β <sub>1</sub> )	0.021	0.019	0.023	0.74
	절편 (β <sub>0</sub> )	-0.494	-0.645	-0.342	

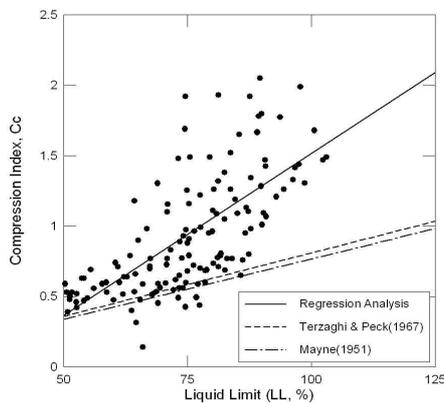


그림 7 액성한계와 압축지수의 단순선형회귀분석

또한 그림 8에 나타난 바와 같이 초기간극비와 압축지수의 단순 선형회귀분석 결과 상관계수 0.72로 액성한계 결과에 비해 상대적으로 신뢰도가 높게 나타났다.

또한 그림 9에 나타난 바와 같이 자연함수비와 압축지수의 단순 선형회귀분석 결과 상관계수 0.74로 액성한계 결과에 비해 상대적으로 신뢰도가 높게 나타났다. 또한 자연함수비와 관련된 기존의 경험식과 비교분석한 결과 Azzouz (1976)의 제안식 모두 실험결과의 하한치보다도 작게 나타나며 제안된 경험식을 적용하는 경우 전반적으로 압축지수는 과소평가되는 것으로 나타났다.

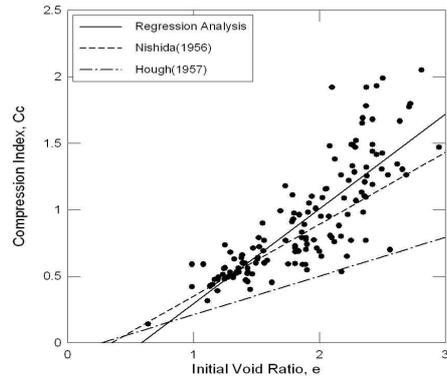


그림 8 초기간극비와 압축지수의 단순선형회귀분석

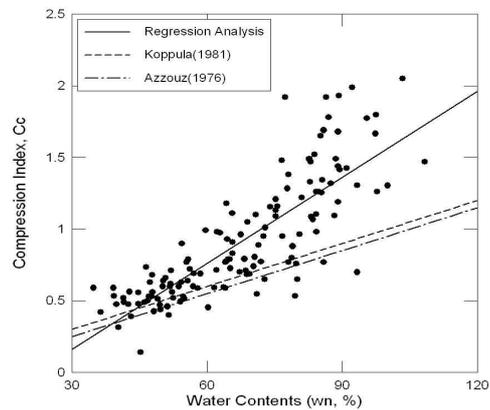


그림 9 자연함수비와 압축지수의 단순선형회귀분석

이와같은 단순선형회귀분석 결과에 비추어 볼 때 액성한계보다는 자연함수비와 초기간극비를 이용하여 압축지수를 추정하는 것이 상대적으로 신뢰도가 높은 경험식을 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

### 3.2 다중 선형회귀분석 결과

앞서 단순선형회귀분석에서 독립변수로 사용된 액성한계, 초기간극비, 자연함수비를 조합하여 압축지수와 다중선형회귀분석을 실시하여 식(1)~식(4)와 같은 회귀분석식을 구한 다음 각각의 독립변수들을 적용하여 압축지수를 구하고 그에 대응하는 실험결과를 정리하여 그림 10~13에 나타내었다. 그림 10은 액성한계와 초기간극비를 조합한 독립변수를 사용하여 실시한 다중선형회귀분석 결과 식 (1)과 같은 다중회귀식을 구할 수 있었으며 회귀식의 결정계수(R<sup>2</sup>)는 0.72로 나타났다. 또한 기존의 연구 문헌에 나타난 다중회귀식과 비교분석한 결과 압축지수 1.0이하의 구간에서는 유사하게 진행되나 이후

과소평가되는 경향을 보이고 있다.

이와 같이 2~3개의 독립변수들을 조합하여 다중 선형회귀분석을 실시하여 식(1)~식(4)와 같은 회귀 분석식을 구하였으며, 이때 각 식들의 결정계수들은 0.74로 다른 결과들에 비하여 비교적 신뢰성 있는 추정식을 구할 수 있었다.

그리고 액성한계, 초기간극비, 자연함수비를 조합하여 Azzouz (1976)가 제안한 경험식을 실험결과에 적용한 결과 그림에서 보는 바와 같이 압축지수의 크기가 0.8이하인 구간에서는 실험값과 비교적 유사한 크기를 보이고 있으나 이후 압축지수가 증가할수록 증가폭은 둔화되어 실험값과 크게 차이가 발생되는 것으로 나타났다.

- 액성한계, 초기간극비

$$c_c = 0.002LL + 0.724e_0 - 0.556, R^2 = 0.72 \quad (1)$$

- 액성한계, 자연함수비

$$c_c = 0.001LL + 0.021w_n - 0.535, R^2 = 0.74 \quad (2)$$

- 자연함수비, 초기간극비

$$c_c = 0.019w_n + 0.086e_0 - 0.498, R^2 = 0.74 \quad (3)$$

- 액성한계, 초기간극비, 자연함수비

$$c_c = 0.001LL + 0.019w_n + 0.072e_0 - 0.535, R^2 = 0.74 \quad (4)$$

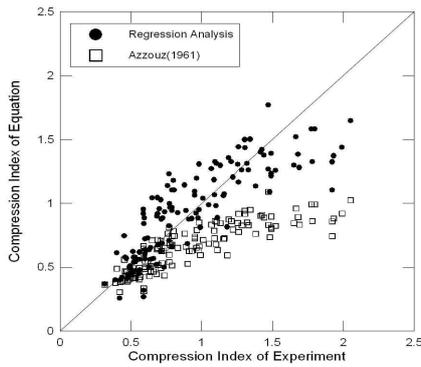


그림 10 다중회귀분석( $LL, e_0$ )과 실험에 의한 압축지수 비교분석

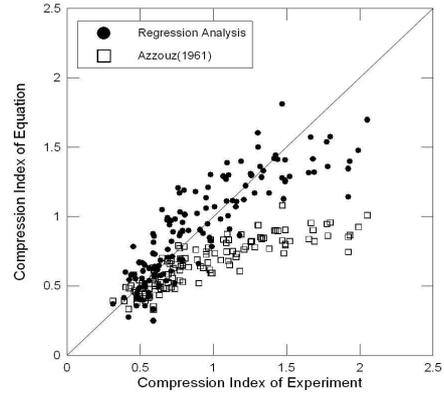


그림 11 다중회귀분석( $LL, w_n$ )과 실험에 의한 압축지수 비교분석

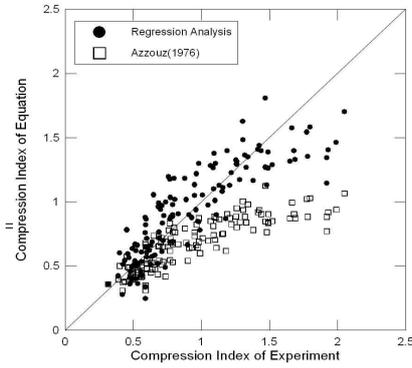


그림 12 다중회귀분석( $e_0, w_n$ )과 실험에 의한 압축지수 비교분석

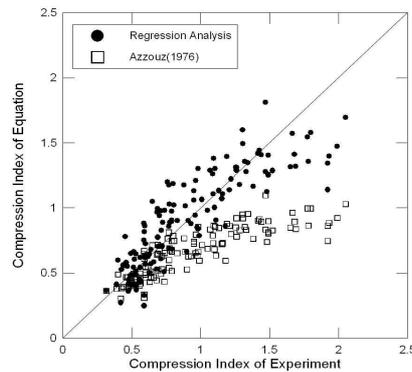


그림 13 다중회귀분석( $LL, e_0, w_n$ )과 실험에 의한 압축지수 비교분석

3.3 비선형회귀분석 결과

하나 또는 두 개이상의 물성치를 독립변수를 사용하여 압축지수와 선형적인 상관관계를 분석한 결과 조건에 따른 결정계수는 최대 0.48~0.74로 두 변수들 간에 선형적인 개연성은 크지 않은 것으로 나타나 비선형 회귀분석을 실시하였다. 비선형 회귀분석을 위하여 상용통계프로그램 SPSS를 사용하였으며 SPSS의 경우 표 3에서와 같이 9가지 회귀모형을 통하여 비선형회귀분석이 가능하다. 본 연구에서는 표에 제시된 회귀모형중 지수모형과 누승모형을 사용하여 토질정수와 압축지수와의 상관관계를 분석하였다.

표 3 비선형회귀분석 방정식

모형	방정식	선형화된 방정식
대수모형	$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(x)$	
역모형	$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot (\beta_1/x)$	
2차모형	$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot x^2$	
3차모형	$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot x^2 + \beta_3 \cdot x^3$	
복합모형	$y = \beta_0 \cdot \beta_1^x$	$\ln(y) = \ln(\beta_0) + \ln(\beta_1) \cdot x$
누승모형	$y = \beta_0 \cdot x^{\beta_1}$	$\ln(y) = \ln(\beta_0) + \beta_1 \ln(x)$
S-모형	$y = \exp(\beta_0 + \frac{\beta_1}{x})$	$\ln(y) = \beta_0 + \frac{\beta_1}{x}$
성장모형	$y = \exp(\beta_0 + \beta_1 \cdot x)$	$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x$
지수모형	$y = \beta_0 \cdot \exp(\beta_1 \cdot x)$	$\ln(y) = \ln(\beta_0) + \beta_1 \cdot x$

표 4 비선형회귀분석 결과

변수	비선형회귀분석식			결정계수 (R <sup>2</sup> )
	구분	$\beta_0$	$\beta_1$	
액성한계 (LL)	지수형	0.131	0.025	0.52
	누승형	0.0004	1.77	0.51
초기간극비 (e <sub>0</sub> )	지수형	0.181	0.829	0.77
	누승형	0.358	1.46	0.76
자연함수비 (w <sub>n</sub> )	지수형	0.183	0.023	0.78
	누승형	0.002	1.46	0.76

앞서 언급한 바와 같이 액성한계, 초기간극비, 자연함수비의 물성치와 압축지수에 대한 비선형회귀분석을 실시하고 그 결과를 정리하여 표 4와 그림 14~16에 나타내었다. 표와 그림에서 보는 바와 같이 액성한계와 압축지수와의 비선형적인 상관관계를 분석한 결과 결정계수는 0.51~0.52로 상관성이 낮은 것으로 나타났으며, 초기간극비와 자연함수비의 경우 적용된 모형에 따라 결정계수는 0.76~0.78로 다른 모형에 비하여 상대적으로 상관성이 큰 것으로 나타났다.

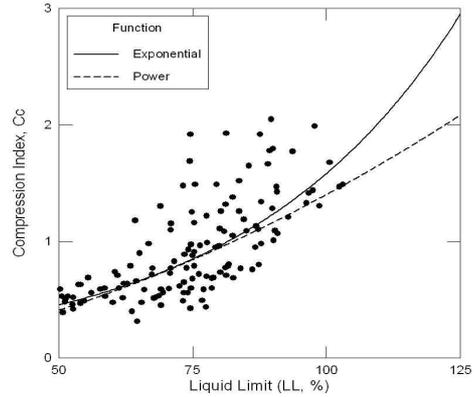


그림 14 액성한계를 이용한 비선형회귀분석 결과

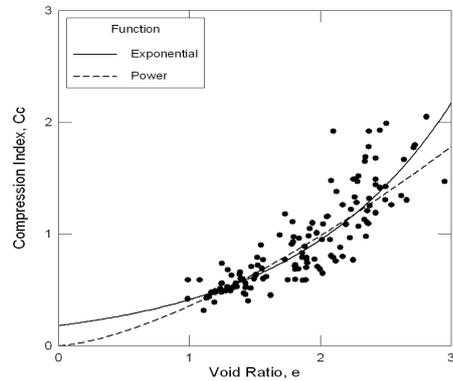


그림 15 초기간극비를 이용한 비선형회귀분석 결과

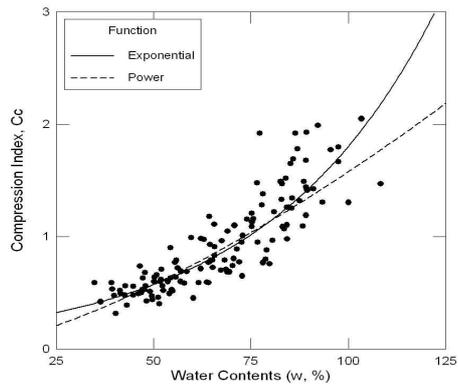


그림 16 자연함수비를 이용한 비선형회귀분석 결과

#### 4.4 분석결과 고찰

부산신항과 광양지역의 CH점토의 액성한계, 초기간극비, 자연함수비 등의 물성치와 압축지수에 대한 상관관계를 분석하기 위하여 선형 및 비선형회귀분석을 실시하였다.

먼저 하나의 물성치를 독립변수로 사용한 단순 선형회귀분석을 통하여 산정된 회귀분석식의 결정계수는 조건에 따라 0.48~0.74로 나타나 전반적으로 곡선의 적합도가 낮은 것으로 나타났으며 특히 액성한계의 경우 0.48로 개연성이 가장 작은 것으로 나타났다. 또한 기준에 제안된 경험식과 실험결과를 비교분석한 결과 대부분의 경험식에서 실험결과에 비해 압축지수가 과소평가되는 것으로 나타났다.

또한 액성한계, 초기간극비, 자연함수비 중 2개 이상의 물성치를 조합하여 압축지수와 다중선형회귀분석을 실시하여 산정된 다중선형회귀모형의 상관계수는 0.72~0.74로 나타나 공학적으로 결정된 모형을 적용하기엔 적합도가 다소 부적합한 것으로 나타났다. 그리고 액성한계, 초기간극비, 자연함수비를 조합하여 Azzouz (1976)가 제안한 경험식을 실험결과에 적용한 결과 압축지수의 크기가 0.8이하인 구간에서는 실험값과 비교적 유사한 크기를 보이고 있으나 이후 압축지수가 증가할수록 증가폭은 둔화되어 실험결과와 크게 차이가 발생하는 것으로 나타났다.

지수모형과 능승모형을 사용하여 물성치와 압축지수에 대한 비선형회귀분석을 실시한 결과 액성한계와 압축지수와의 비선형적인 상관관계를 분석한 결과 결정계수는 0.51~0.52로 적합도는 낮은 것으로 나타났으며, 초기간극비와 자연함수비의 경우 적용된 모형에 따라 결정계수는 0.76~0.78로 다른 모형에 비하여 상대적으로 상관성이 큰 것으로 나타났다. 이들 결과중 지수모형을 이용하여 자연함수비 또는 초기간극비와 압축지수의 상관관계를 분석한 결과가 적합도가 가장 높은 것으로 나타났다.

이러한 결과를 종합분석한 결과 부산신항과 광양항 지역에 분포하고 있는 CH점토시료에 대한 물성치를 이용하여 압축지수를 추정할 수 있는 최적의 추정식은 다음과 같다.

$$c_c = 0.183 \cdot \exp(0.023 \cdot w_n)$$

$$c_c = 0.181 \cdot \exp(0.829 \cdot e_0)$$

또한 전반적으로 선적합도가 낮은 것은 불교란시료를 채취하여 압밀시험을 수행하는 과정에서 발생하는 시료 교란이 그 원인인 것으로 추정되나 이에 대한 자료부족으로 인하여 보다 심도있는 연구를 진행할 수 없었으며, 물성치와 압축지수의 신뢰성 높은 상관관계식의 산정하기 위해서는 시료교란에 따른 영향분석에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

광양만, 부산신항 등 우리나라 남해안에 위치한 CH 점토시료의 액성한계, 간극비, 자연함수비 등과 같은 토질정수 변화에 따른 압축지수와의 상관관계를 분석하고 기준에 제안된 경험식 등과 비교분석을 통하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1) 단순 및 다중 선형회귀분석 결과 조건에 따른 관계식의 결정계수는 0.48~0.74로 산정된 관계식의 선적합도가 낮은 것으로 나타났다.

2) 물성치와 압축지수의 비선형회귀분석 결과 초기간극비와 자연함수비를 독립변수로 적용한 경우 선적합도가 높은 것으로 나타났다.

3) 압축지수를 추정하기 위한 기존의 경험식과 비교분석한 결과 실험결과에 비하여 과소평가되는 것으로 나타났다.

4) 회귀분석 결과 부산신항과 광양항 지역에 분포하고 있는 CH점토시료에 대한 물성치를 이용하여 압축지수를 추정할 수 있는 최적의 추정식은 다음과 같다.

$$\cdot \text{자연함수비-압축지수} : C_c = 0.183 \cdot \exp(0.023 \cdot w_n)$$

$$\cdot \text{초기간극비-압축지수} : C_c = 0.181 \cdot \exp(0.829 \cdot e_0)$$

5) 선적합도가 낮은 것은 불교란시료를 채취하여 압밀시험을 수행하는 과정에서 발생하는 시료 교란이 그 원인인 것으로 추정되며, 물성치와 압축지수의 신뢰성 높은 상관관계식의 산정하기 위해서는 시료교란에 따른 영향분석에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

#### 참고 문헌

- [1] Azzouz, A. S., Krizek, R. J. & Corotis, R. B., (1976), "Regression Analysis of Soil Compressibility", *Soils and Foundations*, Vol.16, No.4, pp.19~29.
- [2] Brenner, R. P., Natulaya, P., Chilingarian, G. V. and Robertson, J. O. (1981), "Chapter 2, Soft clay engineering", Edited by E. W. Brand and R. P. Brenner, Elsevier, Amsterdam.
- [3] Ladd, C. C. (1971), "Settlement analysis of cohesive soil", *Soils Publication 272*, Massachusetts Institute of Technology, Department of Civil Engineering, Cambridge, Mass, pp.92.

산업기술연구(강원대학교 산업기술연구소 논문집), 제25권 A호, 2005.

고소성 해성점토지반의 압축지수에 대한 비교 연구

- [4] Mesri, M. (1973), "A coefficient of secondary compression", *Proc. ASCE*. Vol. 99, pp. 123-137.
- [5] Skempton, A, W. (1944), "Notes on the compressibility of clays", *Quart. Journ. Geol. Soc. London, C*, pp.119.