



## 인천 및 광양항 점성토의 지반공학적 특성 비교

### Analysis of Geotechnical Characteristics of Coastal Clay Soil Found in Incheon and Gwangyang

이성열\* · 백원진\*\* · 고화빈\*\*\* · 김대호\*\*\*\* · 임길상\*\*\*\*\* · 임중재\*\*\*\*\*

Lee, Sungyeol\*, Baek, Wonjin\*\*, Ko, Hwabin\*\*\*, Kim, Daeho\*\*\*\*, Lim, Gilsang\*\*\*\*\*, and Lim, Joungjae\*\*\*\*\*

#### Abstract

Recently, there has been an increase in the number of projects involving the planning and construction of business complex facilities and land development in coastal regions. However, coastal regions are characterized by very soft clay soil. Consequently, such clay soil needs to be augmented for facilitating land procurement. Furthermore, to realize land improvement, the associated geotechnical characteristics need to be analyzed through laboratory tests by acquiring pristine samples of cohesive soil. According to the results obtained from previous studies, the characteristics of the cohesive soil found in Korea can vary depending on the region and depositional environment. The objective of this study is to examine the representative physical and mechanical characteristics of marine clay found in Namhae coast (Gwangyang) and Seohaee coast (Incheon) by comparing and analyzing these characteristics. To this end, land examinations were conducted during planning and construction, and data were gathered from 445 sites in Incheon and 844 sites in Gwangyang for comparing the associated physical and mechanical characteristics. Subsequently, by conducting regression analysis, equations of correlation between liquid limit and natural water content, effective surface load and pre-consolidation load, compression index and liquid limit, and compression index and natural water content were deduced. The obtained results indicate that compared to the soil found in Incheon, the clay fraction, natural water content, liquid limit, plasticity index, liquidity index, initial void ratio, and compression index of the soil found in Gwangyang are higher.

**Key words :** Deposit Environment, Geotechnical Properties, Marine Clay, Regression Analysis, Correlation Equation

#### 요 지

최근 해안지역을 중심으로 단지조성 및 배후지구 시설에 대한 설계 및 시공이 증가하고 있다. 하지만, 해안지역은 초연약 지반의 특성을 가지며 부지 확보를 위한 지반의 개량이 필수적으로 요구된다. 정확한 지반의 개량을 위해서는 점성토 지반의 불교란 시료를 확보하여 실내실험을 통한 지반공학적 특성을 규명해야한다. 기존의 연구결과에 따르면 국내의 경우 점성토 지반은 퇴적환경에 따라 지역별 지반정수 특성의 차이가 나타날 것으로 판단된다. 본 연구에서는 서해안의 인천 및 남해안의 광양지역의 해성점토에 대한 물리·역학적 특성을 비교/분석하여 대표적인 특성을 정리하고자 하였다. 이를 위하여, 설계 및 시공 시 수행된 지반조사 결과를 취합하여 인천지역 445개소, 광양지역 844개소의 data를 이용하여 두 지역의 물리·역학적 특성을 비교하고, 액성한계와 자연함수비, 유효상재하중과 선행압밀하중, 압축지수와 액성한계, 압축지수와 자연함수비의 회귀 분석을 통한 상관식을 도출하였다. 그 결과, 광양지역의 점토에서 점토분이 상대적으로 우세한 것으로 나타났으며, 자연함수비, 액성한계, 소성지수, 액성지수, 초기 간극비, 압축지수가 큰 값을 나타냈다.

**핵심용어 :** 퇴적환경, 지반정수, 해성점토, 회귀분석, 상관식

\*정회원, 전남대학교 지역·바이오시스템공학과 박사과정(E-mail: sungyeal86@naver.com)

Member, Ph.D. Candidate, Department of Rural & Biosystems Engineering, Chonnam National University

\*\*교신저자, 정회원, 전남대학교 지역·바이오시스템공학과 교수(Tel: +82-62-530-2151, Fax: +82-62-530-2159, E-mail: bwj215@jnu.ac.kr)

Corresponding Author, Member, Professor, Department of Rural and Biosystems Engineering & BK21 Education and Research Unit for Climate-Smart Reclaimed-Tideland Agriculture, Chonnam National University

\*\*\*전남개발공사 오룡사업단 단장

Head of Oryong Project, Jeonnam Development Corp.

\*\*\*\*(주)에스케이 이사

Executive Director, Suk-Jung Eng. Co. Ltd.

\*\*\*\*\*전남대학교 지역·바이오시스템공학과 박사과정

Ph.D. Candidate, Department of Rural & Biosystems Engineering, Chonnam National University

\*\*\*\*\* (주)태화기술공사 대표

President, Tae-Hwa Eng. Development Co. Ltd.

## 1. 서론

국토의 대부분이 산지로 이루어진 국내 특성상, 평활한 부지확보를 위해 해·연안 지역을 중심으로 간척 및 매립사업을 통한 대규모 단지와 도로, 철도 등의 구조물들이 조성되고 있다. 이에 따라 매우 연약한 점성토 지반에 상부 구조물의 특성에 맞는 다양한 지반 개량과 구조물의 설계 및 시공이 꾸준히 진행되고 있는 추세이다. 이와 같이 연약지반 상부에 시공되는 구조물의 대형화로 증가 하중이 점차 커지는 상황 속에서 현장 조건의 정확한 판단을 위해 다수의 지반조사와 실내시험은 매우 중요하다. 실내 물성 및 역학시험의 경우 지역 특성에 따라 일정한 범위 내에서 결과 값이 나타나는 경향이 있으며, 실험 결과 값에 따른 상호간의 유의미한 상관성을 보이고 있다. 국내의 경우 삼면이 바다로 둘러싸여 있고, 육원성과 해양성 등의 퇴적 환경에 따라 서해안과 남해안, 동해안 연약지반의 점토 광물 구성에 큰 차이를 나타내고 있으며(Kim, 1987), 이에 따른 지반정수 값에 지역적 특성을 고려해야 할 것이다. 그동안 국내의 해안지역의 토질공학적인 특성에 관한 연구는 많이 진행 되었으며, 대표적으로 Park and Oh (1998)은 서해안과 남해안 지역의 연약지반은 수계의 폭과 거리, 퇴적 요인에 따른 특성 차이가 발생한다고 발표하였으며, Kim et al. (2003)은 국내의 해성 점토에 대한 실험결과를 취합하여 경험식에 의한 회귀모델을 구하고, 물리특성과 압축지수간의 상관성을 제시하였다. Heo et al. (2008)과 Heo et al. (2010)은 남해안 해성점토에 대해 선형 및 비선형 회귀분석을 통해 토질정수간 상관성 분석을 수행하였다. Jeong (2013)은 서해안과 남해안의 지반공학적인 특성 비교를 수행한 바 있으며, Lim and Yoo (2014)는 남해안 지역의 해성점토의 물리특성과 압축지수간의 상관성 분석을 통해 자연함수비와의 높은 상관성을 발표하였다. 서해안 점토에 대해서는 Heo et al. (2015)가 서해안 점토를 대상으로 수정압축지수와 초기간극비 사이의 상관성에 대해 제시하였다. 이와 같이, 지역 특성에 따른 지반정수 차이 및 회귀식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 추세이며, 퇴적환경 등의 지역적 특성에 의한 지반정수 값의 분포 및 상호간의 관계식에 대한 연구가 요구된다.

따라서, 본 연구에서는 퇴적 환경과 수계가 다른 인천과, 광양지역을 선정하여 기본 및 실시 설계시 이루어진 실내시험의 지반정수 값을 취합하여 물리·역학적 특성을 비교하고, 지반정수 사이의 회귀식을 지역별로 도출하여 상관관계를 분석하고자 하였다.

## 2. 연구대상 지역의 지반 특성

### 2.1 서해안 연안

인천, 김포 등을 중심으로 한 서해안 북부의 경우 한강을 수계로 하며, 매우 큰 조수간만의 차가 나타나 점토질의

퇴적이 상대적으로 적은 지역 특성을 보이고 있다. 대부분의 서해안 지역에서는 실트질 모래와 모래질 실트가 풍화암 위에 퇴적되어 있으며, 상부에는 실트질이 다량 포함된 점토층이 분포되어 있다. 군산, 목포를 중심으로 한 서해안 남부는 금강과 영산강을 통해서 육원성 실트 및 점토분이 유입되고, 조수간만의 차가 북부지역에 비하여 적으며 강도가 작고 압축성이 큰 특성을 갖고 있다. 통일 분류법에 의한 서해안 지역 해성점토의 분류는 주로 CL, ML을 나타내고 있다. 또한, 서해안 연약지반 퇴적물의 점토 광물은 중국 황하강에서 흘러든 퇴적토의 영향과 장석의 풍화산물이 잔적토의 지질특성을 갖고 있어, 2층 구조인 Kaolinite가 가장 우세하고, 3층 구조로 이루어진 Illite와 Chlorite가 분포되어 있으며, 3층 구조인 Montmorillonite는 극소량으로 구성되어 있는 특징을 나타내고 있다(Kim, 1987).

지반 특성의 특성은 지역에 분포되어 있는 지질의 특성과 매우 밀접한 관련이 있다. 서해안 지역은 변성암, 퇴적암 등이 모암으로 이루어져있고, 이는 대부분 석영과 장석 등으로 구성되어 있어, 이러한 구성물들이 Kaolinite를 생성했을 것으로 추측된다(Kim, 1998).

### 2.2 남해안 연안

광양과 부산 지역 등을 중심으로 한 남해안 지역은 섬진강과 낙동강을 수계로 하고 있으며, 자갈 및 전석층이 분포되어 있고 그 위에 점성토층이 퇴적되어 있는 특징을 나타낸다. 남해안 지역의 경우 상대적으로 강한 파랑작용이 발생하지만, 조수간만의 차가 적은 리아스식 해안으로 상대적으로 세립분이 퇴적되기 쉬운 환경을 갖고 있다. 따라서, 섬진강과 낙동강 하구의 경우 대표적인 연약 지반층이 형성되어 있으며, 퇴적층의 심도가 매우 깊고 통일 분류법으로는 대부분 CL, CH, OH를 나타낸다. 또한, 남해안 연약지반의 점토 광물은 서해안과 동일하게 Illite의 분포가 가장 우세하지만, Chlorite에 비하여 Kaolinite의 비율이 더 크며, Montmorillonite는 소량 분포되어 있는 특징을 나타내고 있다(Kim, 1987).

남해안 지역의 지질은 주로 변성암과 화산암 등이 기반암으로 구성되어 있고, 이는 유문암으로 구분할 수 있기 때문에, 남해안의 지질특성은 Illite가 우세한 것으로 추측된다(Kim, 1998).

## 3. 지반정수의 비교

연약지반의 물리·역학적 특성을 비교하기 위해 연구 대상지역으로 퇴적환경과 수계가 다른 서해안 연안의 인천 지역과 남해안 연안의 광양지역을 선택하였다. 인천 남항과 송도신도시, 하수종말처리장 현장 인근 총 13개 지구 445개 공, 광양항 준설토 투기장 17개 지구 844개 공의 지반조사 데이터를 취합하였으며, 두 지역에 대한 심도에 따른 소성도, 자연 함수비, 액성한계, 소성지수, 액성지수, 포화 단위중량,

초기 간극비, 일축압축강도, 압축지수, 선행압밀하중을 비교하여 지역특성을 고려한 기초 자료로 제공하고자 하였다. 또한, 각 Fig에 나타난 점선은 인천지역, 실선은 광양지역의 실험값의 평균 또는 추세선을 의미한다.

### 3.1 지역별 소성도에 따른 특성 비교

Fig. 1은 Casagrande가 제안한 소성 도표에 연구대상 지역의 특성 값을 도시한 것으로 점선으로 표시된 인천지역의 소성도 회귀선이 A line에 상대적으로 가깝게 위치해 있는 것을 알 수 있으며, 인천지역의 점토성분 구성은 상대적으로 실트성분이 우세하고, 광양지역은 상대적으로 점토성분이 우세한 것으로 판단할 수 있다.

### 3.2 자연함수비의 심도별 분포

Fig. 2는 인천과 광양지역 연약지반의 심도별 자연함수비를 비교한 그래프이다. 자연함수비를 이용하여 흙의 성질을 추정할 수 있는 경험식이 다수 제안되어 있으며, 특히 간극비와 압축성, 압축강도 등의 추정지표로 사용되고 있다. 인천지역의 자연함수비는 평균 31.5%로 나타나고 있으며, 광양지역은 76.5%의 함수비로 인천지역보다 높은 함수비를 나타낸

다. 이는 광양지역이 상대적으로 세립분 함유량이 많아 나타난 현상으로 판단된다.

### 3.3 액성한계 및 소성지수의 심도별 분포

Figs. 3과 4는 인천과 광양지역의 심도별 액성한계, 소성지수를 나타낸 그래프이다. Fig. 1의 소성도에서 알 수 있는 것처럼 실트분이 다량함유된 인천지역의 경우, 비교적 저압축성 점토의 특성을 보이며 액성한계 평균값은 36.8%로 분산이 크지만 상대적으로 세립분이 다량 함유된 광양지역은 75.1%를 나타낸다. 또한, 소성지수도 동일하게 광양지역이 큰 것으로 나타났다. 자연함수비와 동일하게 지역특성에 따른 실트의 함유량에 따라 고압축성인 광양지역의 액성한계 값과 소성지수가 크게 나타난 것으로 사료된다.

### 3.4 액성지수의 심도별 분포

Fig. 5는 연구대상 지역의 액성지수의 심도별 분포를 나타낸 그래프이다. 액성지수는 자연상태에서 흙의 유동성을 파악할 수 있는 정수로서 1에 가까울수록 유동성이 큰 경향을 보이며, 보통 0~1의 범위에서 값이 나타나지만 자연 함수비가 액성한계보다 큰 경우 액성지수는 1보다 큰 값을 나타낸

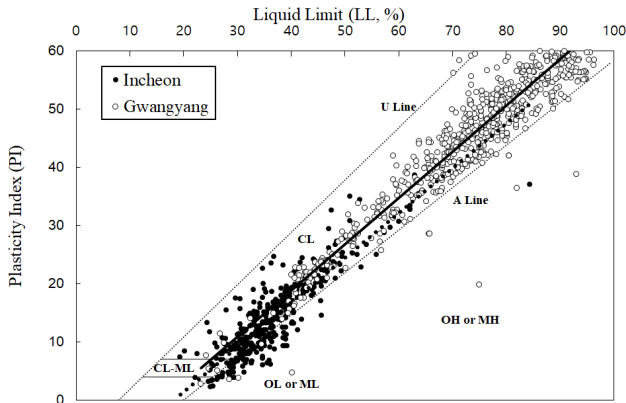


Fig. 1. Plasticity Chart of Incheon and Gwangyang

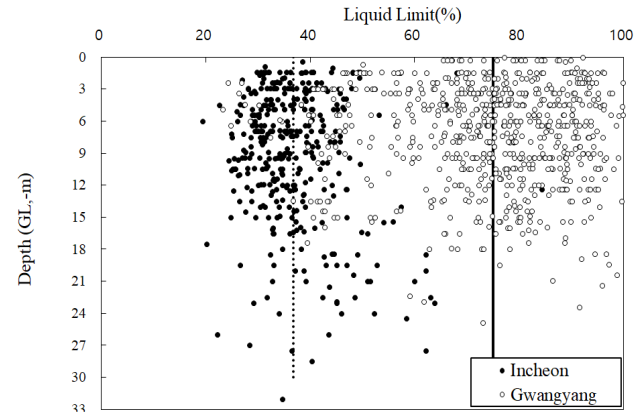


Fig. 3. Liquid Limit of Incheon and Gwangyang

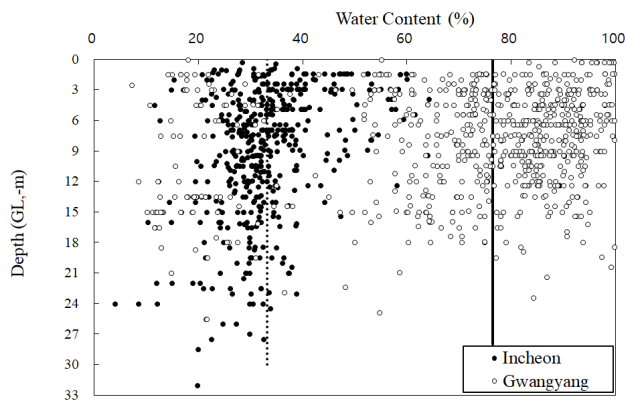


Fig. 2. Natural Water Content of Incheon and Gwangyang

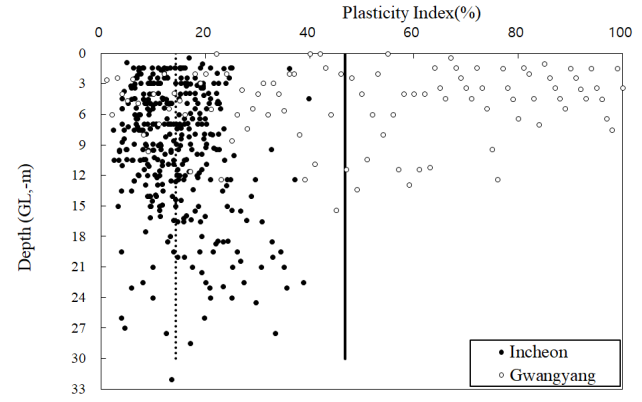


Fig. 4. Plasticity Index of Incheon and Gwangyang

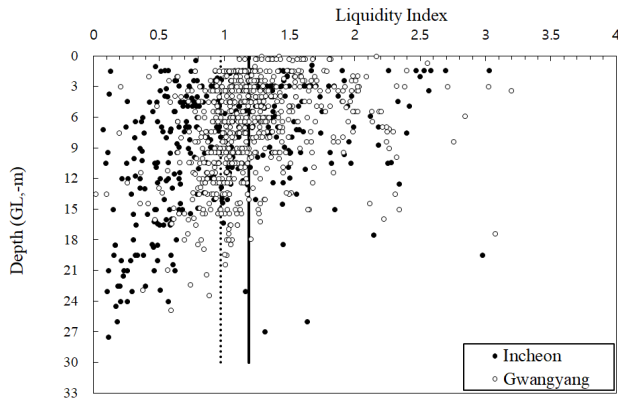


Fig. 5. Liquidity Index of Incheon and Gwangyang

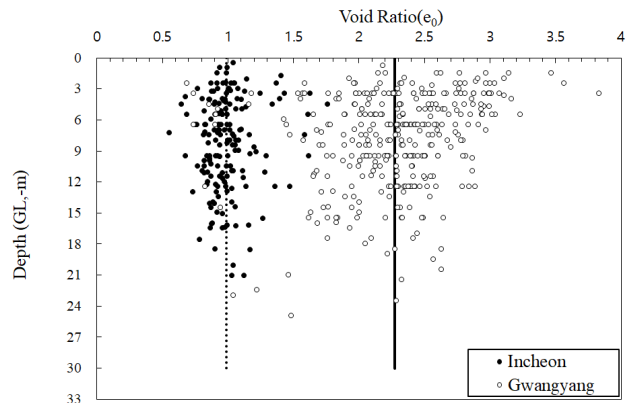


Fig. 7. Initial Void Ratio of Incheon and Gwangyang

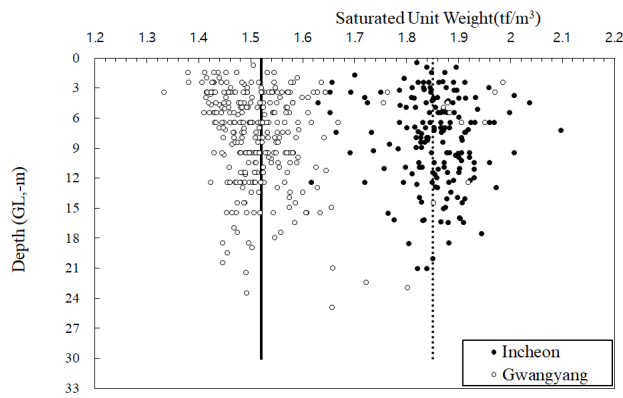


Fig. 6. Saturated Unit Weight of Incheon and Gwangyang

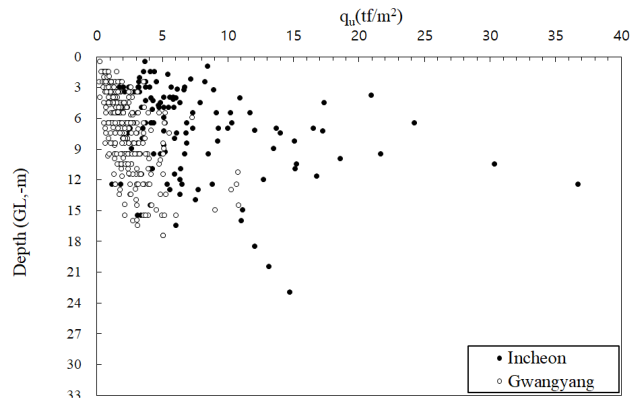


Fig. 8. Uniaxial Compressive Strength of Incheon and Gwangyang

다. 또한, 과압밀이 된 흙의 함수비가 소성한계보다 작은 경우 액성지수는 0보다 작은 값을 나타낸다. 다양한 조사공에 대한 분석으로 분산이 크긴 하지만 평균적으로 인천지역의 액성지수는 0.97을 나타내며, 광양지역은 1.19로 1보다 큰 값을 나타낸다. 또한, 인천지역의 경우 표층부에 다량의 실트분이 함유되어 있어 액성한계가 낮고 자연함수비는 큰 상태로 존재하므로 액성지수가 높게 나타나고 심도가 깊어질수록 실트질 성분의 함유량이 낮아 액성한계가 증가하게 되어 액성지수가 낮아지는 경향을 나타내는 것으로 판단된다. 광양지역의 경우는 전술한 바와 같이 자연 함수비가 높은 상태로, 평균이 1보다 높은 값이 나타나 인천지역에 비하여 점토가 액상상태로 존재하고 있는 것으로 사료된다.

### 3.5 포화 단위중량의 심도별 분포

Fig. 6은 연구대상 지역의 포화단위 중량을 나타낸 그래프이며, 그림에 나타난 것처럼 확연하게 두 지역의 차이가 나타나며, 인천 지역의 경우 평균  $1.85 \text{ tf/m}^3$ , 광양 지역은  $1.52 \text{ tf/m}^3$ 의 값이 나타난다. 포화 단위중량은 후술하는 초기 간극비에 크게 영향을 받으며 인천지역은 실트분의 영향에 의한 초기 간극비의 차이로 인한 결과로 판단된다.

### 3.6 초기 간극비의 심도별 분포

Fig. 7은 연구 대상지역의 초기 간극비의 심도별 분포를 나타낸 그래프이며, 광양지역이 인천지역보다 높은 값을 나타낸다. 연약 지반에서 초기 간극비는 침하에 큰 영향을 미치는 인자이며, 비표면적이 큰 세립분의 함유량이 높은 광양지역에서 그 값이 크게 나타난 것으로 판단된다. 따라서, 광양지역 연약지반의 침하량을 고려할 때 주의를 기울여야 할 것으로 판단된다.

### 3.7 일축압축강도의 심도별 분포

Fig. 8은 불교란 시료에 대한 일축압축강도를 나타낸 그래프이다. 그림에 나타난 바와 같이 인천지역의 경우는 상층부에서의 실트분과 점토분의 혼합효과 및 낮은 자연함수비로 인하여 광양지역의 경우에 비해 크게 나타났으며, 심도의 증가와 더불어 강도증가율이 큰 것을 알 수 있다. 이에 비해 광양지역은 세립분이 다량 함유되어 있으며 고함수비 상태로 존재하므로 심도에 따른 강도 증가율에 변화가 거의 없는 것으로 판단된다. 이처럼 강도정수의 심도에 따른 증가율은 자연함수비, Consistency, 초기간극비 등의 기본적인 특성에 영향을 받음을 알 수 있다.

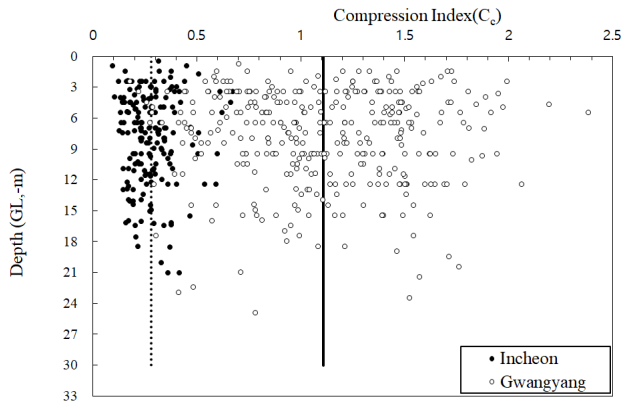


Fig. 9. Compression Index of Incheon and Gwangyang

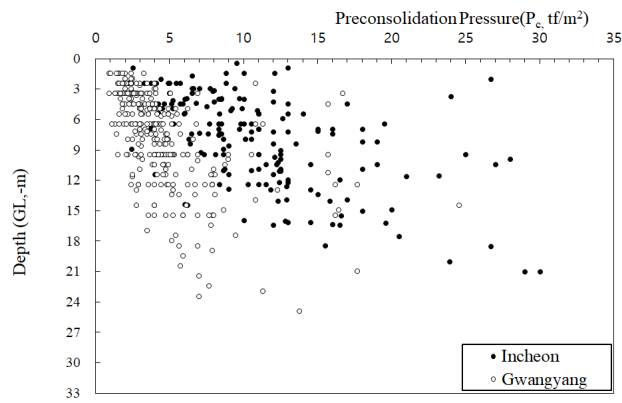


Fig. 10. Preconsolidation Pressure of Incheon and Gwangyang

### 3.8 압축지수의 심도별 분포

Fig. 9는 연구대상 지역의 심도별 압축지수를 나타낸 그래프이다. 인천지역의 평균 압축지수는 0.280이며 광양지역은 1.109의 값을 나타냈다. 압축지수는 초기 간극비와 연관성이 크며, 인천지역의 경우 장기간의 압밀침하의 양은 미소할 것으로 판단된다. 또한, 광양지역 연약지반의 침하량을 산정할 경우 장기압밀 침하량에 대한 신중한 고려가 필요할 것으로 사료된다.

### 3.9 선행압밀하중의 심도별 분포

Fig. 10은 선행압밀하중의 분포를 나타낸 그래프이며, 인천지역의 경우 5~10 tf/m<sup>2</sup>에 밀집되어 있고, 광양지역은 2~30 tf/m<sup>2</sup>에 분산되어 있다. 분산이 크지만 대체적으로 광양지역의 선행압밀하중이 상대적으로 큰 경향을 나타내며, 심도가 깊어질수록 연직구속응력이 증가함에 따라 선행압밀하중이 증가하는 경향이 나타난다.

### 3.10 심도별 입도특성

Fig. 11은 인천과 광양지역의 심도에 따른 0.002 mm체 통과율을 나타낸 그래프이다. 인천지역의 경우 평균 0.002 mm체

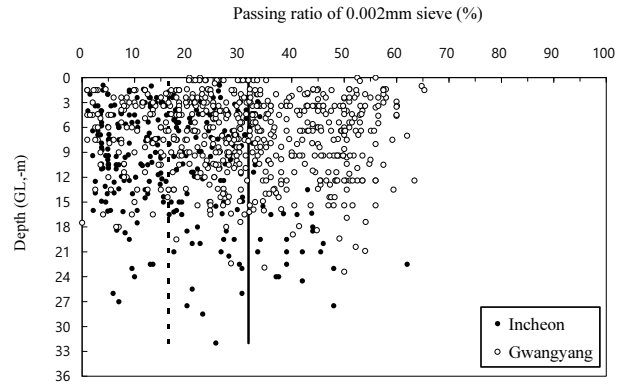


Fig. 11. Pass Ratio of 0.002 mm in Incheon and Gwangyang

통과율은 16.5%이고, 광양지역은 31.72%로 나타났다. 동일 분류법에 따르면 0.002 mm체 통과율은 시료의 점토성분 함유량과 밀접한 관련이 있으며, 광양지역이 인천지역에 비하여 점토성분이 다량 함유된 것을 알 수 있다.

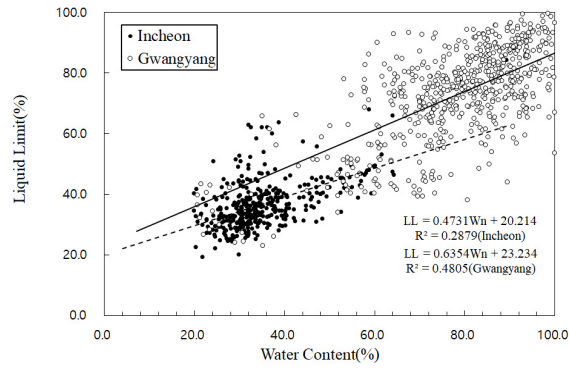
## 4. 지반정수의 상관성분석

본 장에서는 지반정수 분석에 사용된 결과 값을 이용하여 인천지역과 광양지역의 지반정수 사이의 회귀식을 도출한 뒤 상관성 분석을 위하여 선형회귀분석을 수행하였다. 선형 회귀분석을 통하여 지역에 따른 액성한계와 자연함수비, 유효상재하중과 선행압밀하중, 액성한계와 압축지수, 압축 지수와 초기간극비의 회귀식을 도출하고 상관계수를 제시 하였다.

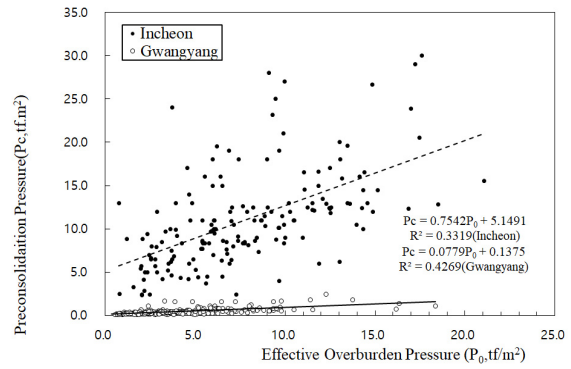
Fig. 12는 전술한 각 지반정수 사이의 선형 회귀식과 결정 계수를 산정한 그림이다. 그림에 나타난 것처럼 본 연구에서의 연구대상지역이 대분류를 통해 인천과 광양으로 분류함에 따라 각 지역에서의 지역특성의 차이로 분산이 다소 크게 나타났으며, Figs. 12(a)~12(d)에 나타난 선형회귀식과 결정계수를 정리한 것이 Table 1이다. 상관성에 대한 각 정수 간의 결정계수를 살펴보면 인천지역의 경우 0.2579~0.5993의 값을 나타내며 이는, 지반정수 사이의 도출된 관계식의 적합도가 상대적으로 낮은 적합도를 나타낸다고 할 수 있다. 광양지역은 결정계수가 0.4126~0.5967의 값을 나타냈으며, 인천지역과 비교하여 지반정수 사이에 도출된 관계식의 적합도가 상대적으로 유의미한 것으로 판단할 수 있다. 이는 기존의 현장데이터를 정리한 Bae and Kim (2009)의 논문에서의 결정계수값 보다 높은 결과를 보였다.

## 5. 결론

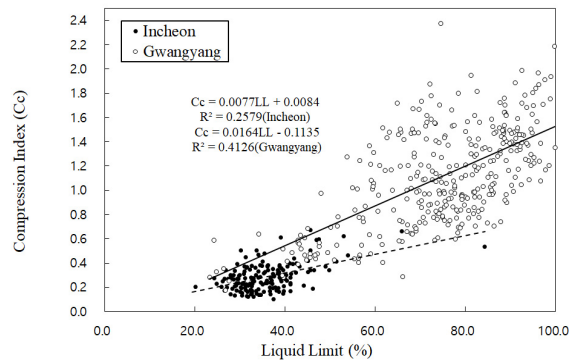
본 연구는 연약지반 점토의 실트성분 함유량에 따른 지반 정수의 특성 비교를 위해 국내의 대표적인 실트분이 다량 함유된 인천지역과 세립분 함유량이 많은 광양지역을 대상



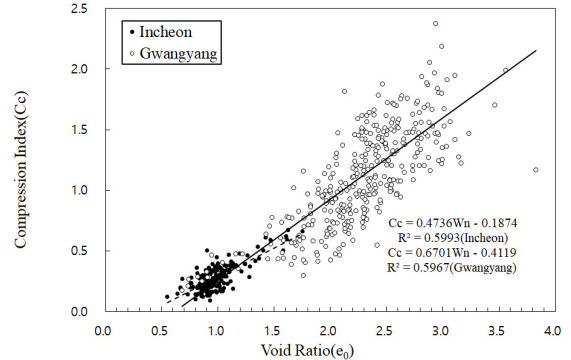
(a) Liquid Limit - Water Content



(b) Preconsolidation Pressure - Effective Overburden Pressure



(c) Compression Index - Liquid Limit



(d) Compression Index - Void Ratio

Fig. 12. Linear Regression Equation of Between Incheon and Gwangyang

Table 1. Linear Regression Equation and Correlation Coefficient of between Incheon and Gwangyang

Region	Region	Regression Equation	R <sup>2</sup>
LL-Wn	Incheon	$LL = 0.4731Wn + 20.214$	0.2897
	Gwangyang	$LL = 0.6354Wn + 23.234$	0.4805
Pc-P <sub>0</sub>	Incheon	$P_c = 0.7542P_0 + 5.1491$	0.3319
	Gwangyang	$P_c = 0.7779P_0 + 0.1375$	0.4269
Cc-LL	Incheon	$Cc = 0.0077LL + 0.0084$	0.2579
	Gwangyang	$Cc = 0.0164LL - 0.1135$	0.4126
Cc-Wn	Incheon	$Cc = 0.4736Wn - 0.1874$	0.5993
	Gwangyang	$Cc = 0.6701Wn - 0.4119$	0.5967

으로 기존의 지반조사 결과 및 설계과정 및 시공과정에 획득된 정보를 수집하여 도출된 지반정수의 차이를 비교하고 지역특성에 따른 회귀식을 도출하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 인천지역과 광양지역 연약지반 점토에 대한 점토분과 실트분의 구성을 비교한 결과, 소성도표 상에서 인천지역의 값에 대한 회귀선이 A Line에 근접한 것으로 나타났다. 이를 통하여 인천지역 점토에 실트성분이

상대적으로 우세하며, 광양지역의 점토는 점토분이 상대적으로 우세한 것으로 판단된다.

2. 연구대상 지역의 연약지반 점토에 대한 물리·역학적 특성을 비교한 결과, 광양지역의 자연함수비, 액성한계, 소성지수, 액성지수, 초기 간극비, 압축지수에 대한 값이 인천지역과 비교하여 상대적으로 큰 값을 나타냈다. 이는 광양지역의 점토가 비표면적이 큰 점토성분을 상대적으로 다량 함유하고 있어 나타난 현상으로 판단

된다.

3. 인천지역의 액성한계와 자연 함수비( $LL = 0.4731W_n + 20.214$ ), 유효상재하중과 선행압밀하중( $P_c = 0.7542P_0 + 5.1491$ ), 압축지수와 액성한계( $C_c = 0.0077LL + 0.0084$ ), 압축지수와 초기 간극비( $C_c = 0.4736W_n - 0.1874$ )에 대한 회귀식을 도출하였으며, 결정계수가 0.2579~0.5993의 범위에서 유의한 값을 나타내었다.
4. 광양지역의 액성한계와 자연 함수비( $LL = 0.6354W_n + 23.234$ ), 유효상재하중과 선행압밀하중( $P_c = 0.7779P_0 + 0.1375$ ), 압축지수와 액성한계( $C_c = 0.0164LL - 0.1135$ ), 압축지수와 초기 간극비( $C_c = 0.6701W_n - 0.4119$ )에 대한 회귀식을 도출하였으며, 결정계수가 0.4126~0.5967의 범위에서 유의한 값을 나타내었다.

## References

- Bae, W.S., and Kim, J.W. (2009). Correlations Between the Physical Properties and Compression Index of Kwang Yang Clay. *Journal of the Korean Geo-Environmental Society*, Vol. 10, No. 7, pp. 7-14 (in Korean).
- Heo, Y., Hwang, I.S., Kang, C.W., and Bae, W.S. (2008). Analysis on the Relationship of Soil Parameters of Marine Clay. *Journal of the Korean Geo-Environmental Society*, Vol. 9, No. 4, pp. 37-45 (in Korean).
- Heo, Y., Hwang, I.S., Kang, C.W., and Bae, W.S. (2015). Correlations Between the Physical Properties and Consolidation Parameter of West Shore Clay. *Journal of the Korean Geo-Environmental Society*, Vol. 16, No. 4, pp. 33-40 (in Korean).
- Heo, Y., Yun, S.H., Jung, K.C., and Oh, S.T. (2010). Analysis on the Relationship of Geotechnical Strength Parameters in the Marine Clay. *Journal of the Korean Geo-Environmental Society*, Vol. 11, No. 7, pp. 33-43 (in Korean).
- Jeong, H.S. (2013). *Comparison of geotectonical characteristic between the West and South shore areas*. Paper of masters degree to the Korea University (in Korean).
- Kim, D.H., Woong, K.W., and Baek, Y.S. (2003). Relationship Between Physical Properties and Compression Index for Marine Clay. *Journal of the Korean geotechnical society*, Vol. 19, No. 6, pp. 371-378 (in Korean).
- Kim, S.K. (1987). The situation of soft ground in Korea. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 35, No. 6, pp. 14-21 (in Korean).
- Kim, S.K. (1998). Clay Minerals and Their Distribution in the Soft Ground Deposited along the Coastline. *Journal of the Korean geotechnical society*, Vol. 14, No. 6, pp. 73-80 (in Korean).
- Lim, S.H., and Yoo, N.J. (2014). Correlation Analysis between Physical Properties and Compression Index for Dredged and Reclaimed Marine Clay in the Southern Coast of Korea. *Journal of Industrial Technology*, Vol. 34, pp. 53-59.
- Park, S.Y., and Oh, D.Y. (1998). Geotechnical characteristics of soft ground in Korea. *Journal of the Korean of Civil Engineer*, Vol. 46, No. 9, pp. 69-79 (in Korean).

---

Received August 9, 2021

Revised August 10, 2021

Accepted August 25, 2021