

절취 연약점성토의 성토재 활용에 따른 압밀침하량 산정에 관한 연구

A Study on Consolidation Settlement Calculation of Cutting Soft Clay as Fill Material

박 용 희[†]

Yonghee Park

Received: December 13th, 2023; Revised: January 2nd, 2024; Accepted: March 5th, 2024

ABSTRACT : In the case of creating a site in the reclaimed land (public waters), due to the nature of the coastal sedimentary ground, large-scale construction materials are required, It is necessary to utilize soft clay, which is inevitably generated during construction of the complex, as a fill material in terms of resource recycling and economic aspects (reducing the amount of embankment required). In this study, changes in the consolidation characteristics of cut-out disturbed soft clay due to the recycling of soft clay soil were identified, and a consolidation settlement design plan was proposed. Through the results of the consolidation test of the study site, the change in consolidation characteristics (compression index reduction, precede load uncountable) due to disturbance (cutting) was confirmed, the method of calculating (consolidation settlement) the filling clay layer as the composite target layer (consolidation target layer, loading load layer) was analyzed as a result consistent with the actual behavior.

Keywords : Soft ground, Soft clay fill material, Consolidation analysis, Consolidated ground

요 지 : 간석지(공유수면) 내 단지를 조성하는 경우, 해안 퇴적지반 특성상 대규모 성토재가 필요하고, 단지공사 시 불가피하게 발생하는 연약점성토를 성토재로 활용하는 것이 자원재활용 및 경제적 측면(소요토양감소)에서 필요한 실정이다. 본 연구에서는 연약점성토의 성토재활용에 따른 절취교란된 점성토의 압밀특성변화를 파악하고, 압밀침하량 설계방안에 대하여 제안하였다. 연구 대상지의 압밀시험결과를 통해 교란(절취)에 따른 압밀특성치 변화(압축지수감소, 선행하중산정불가)를 확인하였고, 점성토 성토층을 복합대상층(압밀대상 및 상재하중층)으로 산정(압밀침하량)하는 방안이 실제거동과 부합한 결과로 분석되었다.

주요어 : 연약지반, 연약점토성토재, 압밀해석, 압밀지반

1. 서 론

산업 및 주택용지의 수요증가에 따라 제한된 국토의 한계성 및 토지보상비 증가로 인해 간석지(공유수면)를 택지로 활용하는 경우가 많아지고 있으며, 해안지역 특성상 점성토 지반이 대부분으로 단지조성을 위한 대규모 성토재와 계획 고기준 절취된 원지반(점성토)에 대한 처리가 필요한 실정이다.

연약점성토란 미세한 입자로 구성된 압축되기 쉬운 점토질 흙을 말하며, 지반상에 축조되는 목적물의 허용침하량에 대하여 상대적으로 연약한 지반을 말한다(Lee, 2002).

각 목적별 품질기준에 따라 현장에서 발생하는 다양한 토질에 대하여 성토재로 사용되거나, 중간처리를 거쳐 활용 또는 반출처리 되고 있으며, 이는 각 토질의 활용에 있어 시공성 및 경제성 판단결과에 따라 선택적으로 사용되고 있는

실정이다(Kim & Jeong, 2012).

점성토지반의 경우, 일반적으로 소량이 발생되고, 낮은 심도로 목적물에 맞는 연약지반처리에 있어 대부분 치환(절취)공법이 적용되고 있으며, 절취 시 발생하는 점성토는 녹지구간 식재료 또는 외부사토 등으로 제한적으로 활용되고 있다(Park & Ku, 2002).

절취점성토의 경우, 세립분(0.08mm체 이하)이 대부분이고 소성지수가 크므로(10% 이상) 성토재료의 품질기준에 적합하지 않으며, 절취에 따른 교란으로 압축성이 크고, 전단강도가 작아 건설재료의 단독사용이 불가능하여 고화처리 및 건조처리, 양질토 혼합 등의 지반처리과정을 통하여 시공성 및 품질을 확보한 후 사용됨으로써, 이에 따른 경제적, 시간적인 사유로 인해 대부분 외부 사토처리(현장활용 불가)로 시공되고 있어 성토재의 대규모 활용사례가 적다.

본 연구는 해안지형 단지조성 시 불가피하게 발생하는 원

[†] Graduate Student, Civil Engineering Department, Kyonggi University (Corresponding Author : 77448577@krcon.co.kr)

지반점성토에 대한 처리방안과 대규모 성토재 수급이 필요한 점을 고려하여, 절취된 연약점성토를 성토용재료로 활용 시, 절취되어 교란된 원지반의 압밀특성 변화를 파악하고, 점질토 성토층에 대한 압밀침하량 산정방안에 대하여 검토하였다.

연약점성토 성토재 활용 시, 절토 및 성토에 따른 압밀특성 변화 산정을 위해, 현장 불교란시료 4개를 채취하여 불교란조건과 교란조건에 대하여 실내압밀시험을 실시하였다.

연약점성토 성토층에 대한 압밀침하량 설계에 있어, 압밀대상층으로만 산정하는 방안과 압밀대상인 동시에 상재하중으로 작용하는 복합대상층으로 산정하는 방안을 제안하였다. 또한, 연약점성토를 성토재로 활용한 현장을 선정하여, 대표적인 4개 구간에 대하여, 설계방안과 실측결과를 비교하여 설계의 신뢰성을 검증하였다.

2. 성토재 활용 시 압밀침하량 설계방안

2.1 설계개요

연약점성토지반의 침하량 산정은 작은투수계수로 인해 장기적인 침하가 발생되고, 발생시기에 따라 1, 2차 압밀침하로 구분되며, 총침하량은 이들의 합으로 산정된다(Taylor & Merchant, 1940), 1차 압밀침하량 산정방법에는 체적압축계수(m_v)법 및 압축지수(C_c)법, 초기간극비(e_0)법 등이 있으나, 산정이 용이하고 실무적으로 통용되는 압축지수(C_c)법을 적용하였으며, Table 1에 나타내었다.

연약지반상 하중재하에 따른 침하발생은 공용 시 잔류침하로 인한 부등침하 등으로 목적물에 손상을 일으키는 문제가

Table 2. Settlement calculation of treatment period

| List | Calculation |
|---------------------------------|---|
| Time coefficient (T_v) | $T_v = \frac{t C_v}{D^2}$, t (Processing period), C_v (Consolidation coefficient) |
| Degree of consolidation (U) | $U < 53\%$, $T_v = \frac{\pi}{4} \left(\frac{U}{100}\right)^2$ $54\% < U < 100\%$, $T_v = 1.781 - 0.933 [\log(100 - U)]$ T_v (Time coefficient) |
| Processing settlement (S_i) | $S_i = S_f U$ S_f (Total settlement), U (Degree of consolidation) |
| Judgment criteria | $S_g = S_f - S_r$, $S_g < S_i$, "OK" S_i (Processing), S_r (Remain), S_g (Goals) |

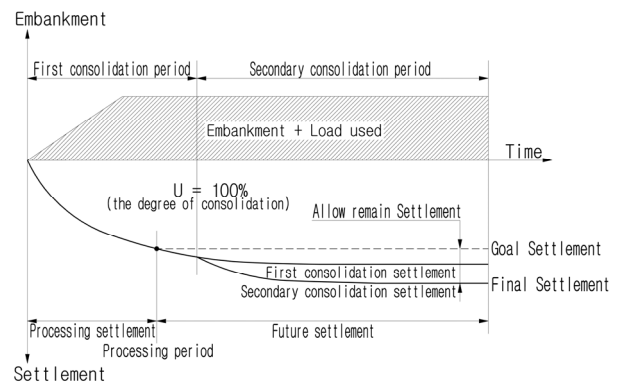


Fig. 1. Load-settlement relation graph

발생되어, 처리기간 내에 허용잔류침하량을 만족하는 처리공법을 선정하며, 침하량을 산정하기 위하여 압밀도(U)와 총침하량(S_f)을 산출하고, Terzaghi(1968)의 평균압밀도(U)와 시간계수(T_v)의 관계식으로부터 Table 2와 Fig. 1과 같이 처리시간(t)에 따른 목표침하량(S_i)을 산정한다(Taylor, 1948).

2.2 설계방안

점질토 성토에 대한 단면형상은 Fig. 2와 같으며, 압밀침하량 설계방안은 Table 3과 같이 점성토 성토층(ΔH)을 원지반연약층(H)과 합산하여 압밀대상층으로만 적용하는 방안(제안-1)과 점성토 성토층(ΔH)을 압밀대상층 및 상재하중 증가분으로 적용하는 방안(제안-2)을 제안하였다.

침하량 산정에 있어, 제안-1은 상재하중($r_2 h$) 및 원지반 층(H)과 점성토성토층(ΔH)을 합산하여 압밀대상층(H')으로만 설계침하량(S_f)을 산정하고, 제안-2는 점성토성토층(ΔH)과 연약지반층(H)을 구분하여, 점성토성토층 침하량(S_{f1})은 압밀대상층(ΔH) 및 상재하중($r_2 h$)으로, 원지반층 침하량(S_{f2})은 압밀대상층(H) 및 상재하중($r_2 h + r_1' \Delta H$)으로 침하량을 산출한 후, 합산하여 설계 침하량($S_f = S_{f1} + S_{f2}$)을 산정하였다.

Table 1. Consolidation settlement calculation

| Settlement | Calculation | Graph |
|-----------------------------------|--|-------|
| First consolidation (S_c) | $\frac{C_c}{1 + e_0} H \log\left(\frac{P'_o + \Delta P}{P'_o}\right)$ C_c : Compression index e_0 : Initial void ratio H : Soft ground layer P'_o : Effective load ΔP : Load increase | |
| Secondary consolidation (S_s) | $\frac{C_\alpha}{1 + e_p} H_p \log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)$ C_α : Secondary Compression index e_p : End of consolidation void ratio H_p : End of consolidation Soft ground layer t_1, t_2 : time of consolidation | |

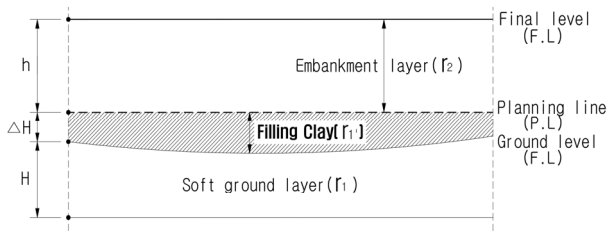


Fig. 2. Original ground embankment section

Table 3. Settlement calculation method Proposal

| List | Settlement calculation |
|--|--|
| Proposal-1 (Consolidation target layer) | Consolidation target Soft ground layer(H), Filling clay layer(ΔH) |
| | Load increase Embankment layer(h) |
| | Calculation $S_f = \frac{C_c}{1 + e_0} H' \log\left(\frac{P_o' + \Delta P}{P_o'}\right)$ $H' (\text{Consolidation target}) = H + \Delta H$ $P_o' (\text{Effective load}) = r_1 \frac{1}{2} (\Delta H + H)$ $\Delta P (\text{Load increase}) = r_2 h$ |
| Proposal-2 (Compound target layer) | Consolidation target Soft ground layer(H), Filling clay layer(ΔH) |
| | Load increase Embankment layer(h), Filling clay layer(ΔH) |
| | Calculation $S_f = S_{f_1} (\text{Filling clay layer}) + S_{f_2} (\text{Soft ground layer})$ $S_{f_1} = \frac{C_{c_1}}{1 + e_{0_1}} \Delta H \log\left(\frac{P_{o_1}' + \Delta P_1}{P_{o_1}'}\right)$ $P_{o_1}' (\text{Effective load}) = r_1' \left(\frac{1}{2} \Delta H\right)$ $\Delta P_1 (\text{Load increase}) = r_2 h$ $S_{f_2} = \frac{C_{c_2}}{1 + e_{0_2}} H \log\left(\frac{P_{o_2}' + \Delta P_2}{P_{o_2}'}\right)$ $P_{o_2}' (\text{Effective load}) = r_1 \left(\frac{1}{2} H\right)$ $\Delta P_2 (\text{Load increase}) = r_2 h + r_1' \Delta H$ |

3. 실제거동 비교·분석

3.1 연구대상지

연구 대상지는 서해안 지역의 송산택지현장으로 위치는 Fig. 3에 나타내었다. 당 부지는 방조제 건설을 통해 해수유입

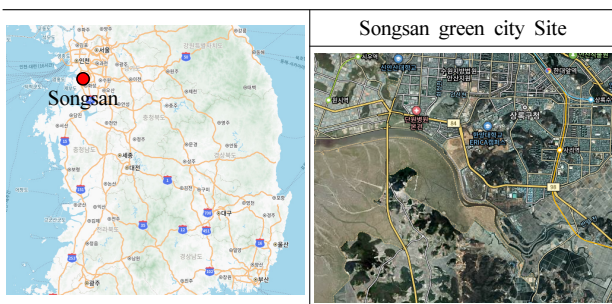


Fig. 3. Study area with site investigation locations

을 차단하여 노출된 대규모 간석지(공유수면 내)이며, 우수에 의해 세립분이 하류에 운반된 지형특성으로 연약퇴적층이 두껍게 분포되어 있다(Won et al., 2004).

우수 유출형태에 따라 원지반이 굴곡된 형태(갯골)를 띠고 있어, Fig. 4와 같이 계획선기준 원지반 절취와 절취된 점성토를 성토재로 활용하였다.

대상지의 지층구성은 Fig. 6과 같이 공유수면 경계를 따라

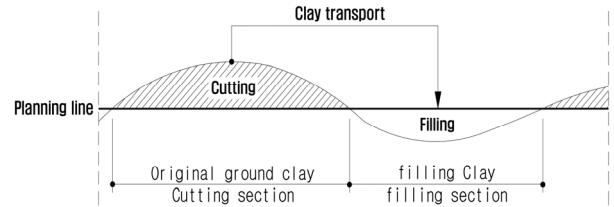


Fig. 4. Design outline diagram

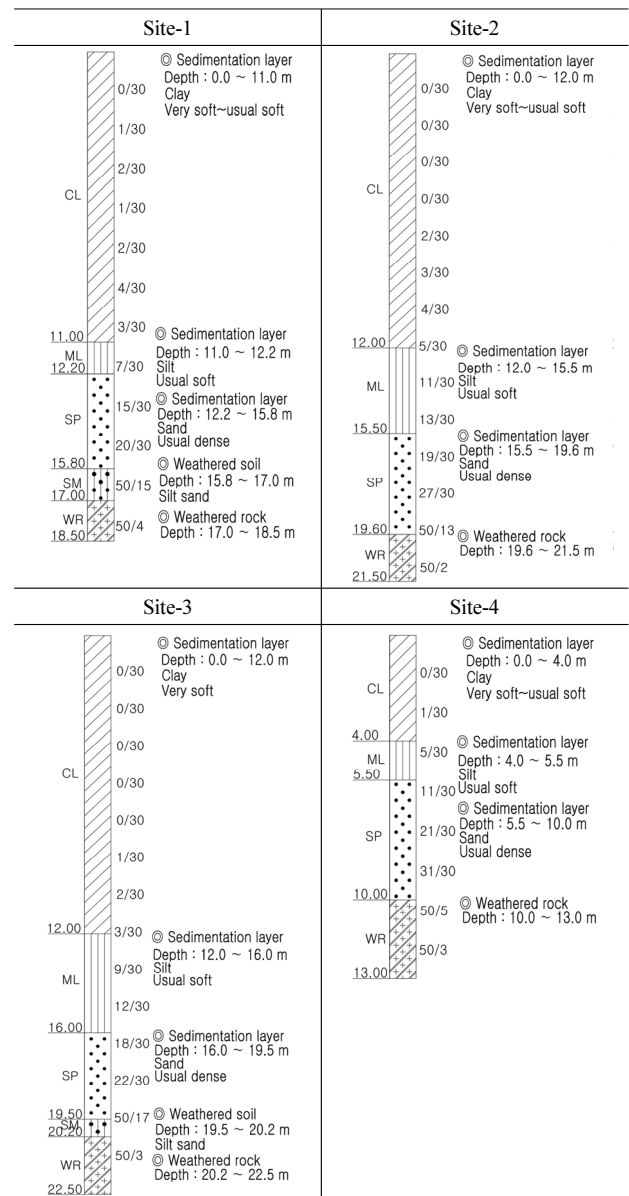


Fig. 5. Geological columnar section

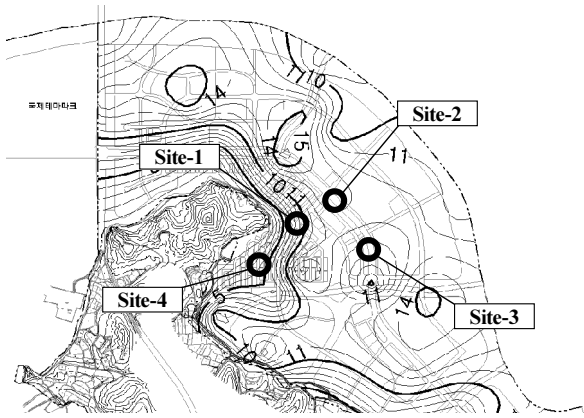


Fig. 6. Soft ground distribution chart

지표에서 연약퇴적층(1.0m~20.0m)이 형성되었으며, 퇴적층 하부에 풍화토와 풍화암층이 분포하였다(K-water, 2011). 퇴적층은 연약한 점성토층(CL)이 대부분이며, 점성토층은 매우연약에서 연약한 지층조건을 구성하고 있다(N치: 0/30 ~ 12/30).

본 연구에서는 Fig. 6과 같이 연약점성토를 성토재로 활용한 4개 구간(Site-1~4)에 대하여 압밀침하 설계방안과 실험결과를 비교하였다.

각 구간의 지층구성은 Fig. 5와 같으며, 관련기준(단지, 도로설계)에 따라 N치 5이하의 점성토층을 압밀침하층으로 산정하였다.

3.2 성토재활용 시 압밀특성변화

연약점성토의 성토재 활용시, 불교란 원지반조건에서 절토 및 성토로 인해 교란조건으로 불가피하게 바뀌게 된다. 일반적으로 교란 시 선행하중(P_c)이전 재압축지수(C_r)는 커지고, 선행하중이후 압축지수(C_c)는 작아짐으로, 과압밀구간 침하량은 크게 정규압밀구간 침하량은 작게 산정된다(Lee, 2002).

Table 4. Changes in consolidation properties

| Consolidation parameter | | Sample -1 | Sample -2 | Sample -3 | Sample -4 | Average |
|---|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------|
| Compression index (C_c) | Undisturbed | 0.43 | 0.44 | 0.40 | 0.38 | 0.41 |
| | Disturbed | 0.34 | 0.35 | 0.37 | 0.28 | 0.34 |
| Recompression index (C_r) | Undisturbed | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.07 |
| | Disturbed | - | - | - | - | - |
| Over consolidation ratio (OCR= P_c/P_0') | Undisturbed | 1.47 (72.5÷ 49.2) | 1.58 (87.9÷ 55.6) | 2.09 (110.9÷ 53.1) | 1.86 (73.9÷ 39.8) | 1.75 |
| | Disturbed | - | - | - | - | - |
| Initial void ratio (e_0) | Undisturbed | 1.32 | 1.20 | 1.08 | 1.23 | 1.21 |
| | Disturbed | 1.29 | 1.19 | 1.07 | 1.19 | 1.19 |
| USCS | | CL | CL | CL | CL | |

본 연구에서 성토재활용에 따른 교란 시의 압밀특성변화를 산정하기 위해 연구대상지의 원지반 불교란시료를 채취하여 실내압밀시험을 실시하였으며, 성토재 활용 시 기계시공으로 인해 완전교란상태로 가정하여, 채취된 불교란 시료를 완전교란시켜 실시하였다.

4개 구간에 대하여 시료채취 후 실내압밀시험을 실시하여 교란에 따른 압밀특성변화를 Table 4와 Fig. 7에 나타내었다.

교란에 따른 압축지수(C_c)는 평균(Average) 0.41 → 0.34 (-0.07,-17.1%)로 감소하였으며, 교란시료에서는 선행하중(P_c) 산정이 불가능하여, 재압축지수(C_r) 및 과압밀비(OCR)는 산출되지 않았다. 이는 일반적인 교란특성과 일치하여 과압밀구간 침하량은 크게 정규압밀구간 침하량은 작은 결과로 산정된다.

3.3 설계침하량 산정

성토재로 활용한 4개 구간에 대하여 설계침하량을 검토하였으며, 산정방안은 Table 3에 제안된 방법에 따라, 점성토 성토층을 압밀대상층으로만 적용하는 방안(제안-1)과 압밀대상층인 동시에 상재하중 증가분으로 적용하는 복합대상

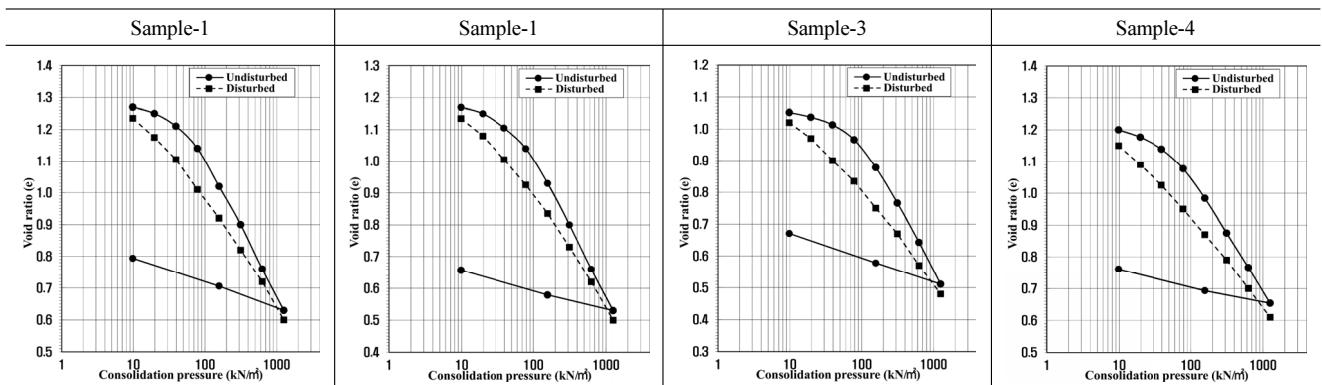


Fig. 7. Consolidation curve

층으로 산정하는 방안(제안-2)을 검토하였으며, Fig. 8은 단면상세를 Table 5는 4개 시료에 대한 실내압밀시험결과의 평균을 적용하였다.

산출결과, Table 6과 같이 제안-1의 (압밀대상층)경우, 점성토성토층(ΔH)의 침하량은 평균 19.2cm(15.0~23.8), 원지반연약층(H)의 침하량은 평균 17.6cm(12.5~22.9)로 산정

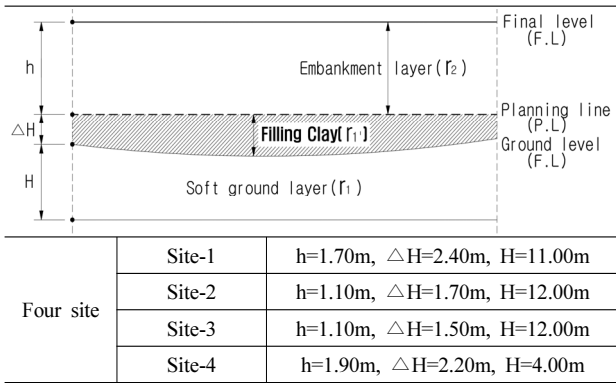


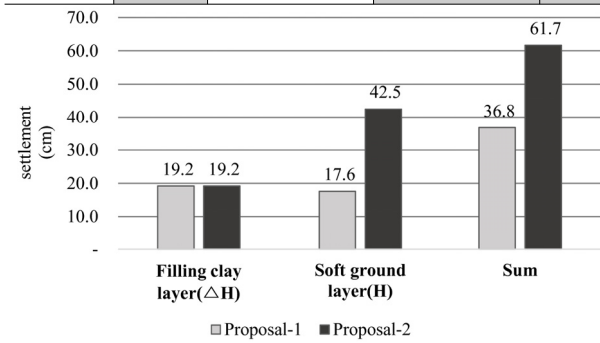
Fig. 8. Sectional shape

Table 5. Ground characteristic value

| List | Design parameters |
|--------------------|--|
| Embankment layer | $r_2=18.00kN/m^3$ |
| Filling clay layer | $r_1=17.80kN/m^3$, OCR=1.00, $e_0=1.19$ Cc=0.34 |
| Soft ground layer | $r_1=17.80kN/m^3$, OCR=1.75, $e_0=1.21$ Cc=0.41, Cr=0.06 |

Table 6. Calculation results of the consolidation settlement

| List | Filling clay layer (ΔH) | Soft ground layer (H) | Sum | |
|------------|-----------------------------------|---------------------------|-------|-------|
| Proposal-1 | Site-1 | 22.02 | 22.86 | 44.88 |
| | Site-2 | 15.85 | 12.52 | 28.37 |
| | Site-3 | 14.95 | 12.52 | 27.47 |
| | Site-4 | 23.83 | 22.49 | 46.32 |
| | Average | 19.16 | 17.60 | 36.76 |
| Proposal-2 | Site-1 | Proposal-1 identical | 55.02 | 77.04 |
| | Site-2 | | 38.15 | 54.00 |
| | Site-3 | | 35.63 | 50.58 |
| | Site-4 | | 41.19 | 65.02 |
| | Average | | 42.50 | 61.66 |



되었고, 제안-2의 (복합대상층)경우, 점성토 성토층(ΔH)의 침하량은 제안-1의 산출결과와 같았고, 원지반연약층(H)의 침하량은 평균 42.5cm(35.6~55.0)로 제안-1의 산출침하량보다 평균 24.9cm 크게 산정되었다.

점성토성토층(ΔH)은 제안-1, 2에서 동일하게 압밀대상층으로 적용하여 같은 침하량이 산정되었고, 원지반연약층(H)은 제안-1에서는 압밀대상층으로만 산정하였으나, 제안-2에서는 압밀대상 및 상재하중으로 작용하는 복합대상층으로 산정하여, 이에 따른 상재하중에 의한 응력증가분(ΔP)이 제안-1보다 크게 적용되어, 제안-2의 침하량이 제안-1보다 크게 산정되는 결과였다.

3.4 실제거동 비교·분석

연약점성토 성토구간에 대한 설계침하량과 실측침하량 비교·분석을 위해, 보편적이고 측정이 용이한 지표침하판을 Fig. 9와 같이 원지반층과 점성토성토층 상단에 각각 설치하였으며, 점성토성토층과 연약지반층의 발생침하량을 기간별로 계측하여 Fig. 10에 나타내었다.

계측치를 이용 실측침하량을 예측하는 기법은 Hyperbolic 법(Tan et al., 1991), Hoshino법(Hoshino, 1962), Asaoka법(Asaoka, 1978)이 있으며, Fig. 11에 예측방법을 나타내었다. 각 예측치의 평균값을 적용한 실측침하량 산정결과는 Table 7에 나타내었다.

Table 6에서 산출된 설계침하량(Design)과 예측곡선을 통해 산정된 실측침하량(Measurement)을 비교한 결과를 Table 8에 나타냈으며, 제안-1의 설계침하량은 실측침하량대비 점성토성토층(ΔH)은 3.3cm(+20.5%) 크게 산출되었고, 원지반연약층(H)은 21.7cm(-55.2%) 작게 산출되었다. 제안-2의 설계침하량은 실측침하량 대비 점성토 성토층(ΔH)은 제안-1과 같이 3.3cm(+20.5%) 크게 산출되었고, 원지반연약층(H)은 3.2cm(+8.1%) 크게 산출되었다.

점성토성토층(ΔH)의 설계침하량은 제안-1, 2에서 동일하게 실측침하량과 유사한 결과로 산정되었으며, 원지반연

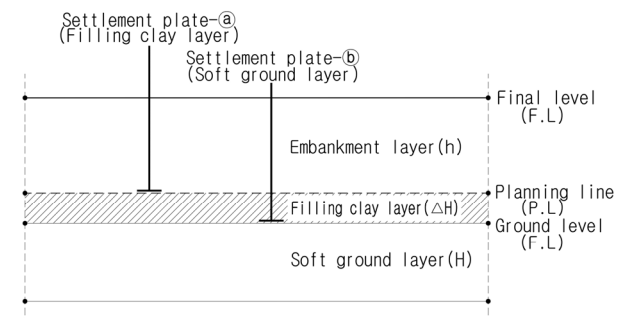


Fig. 9. Installation section of surface settlement plate

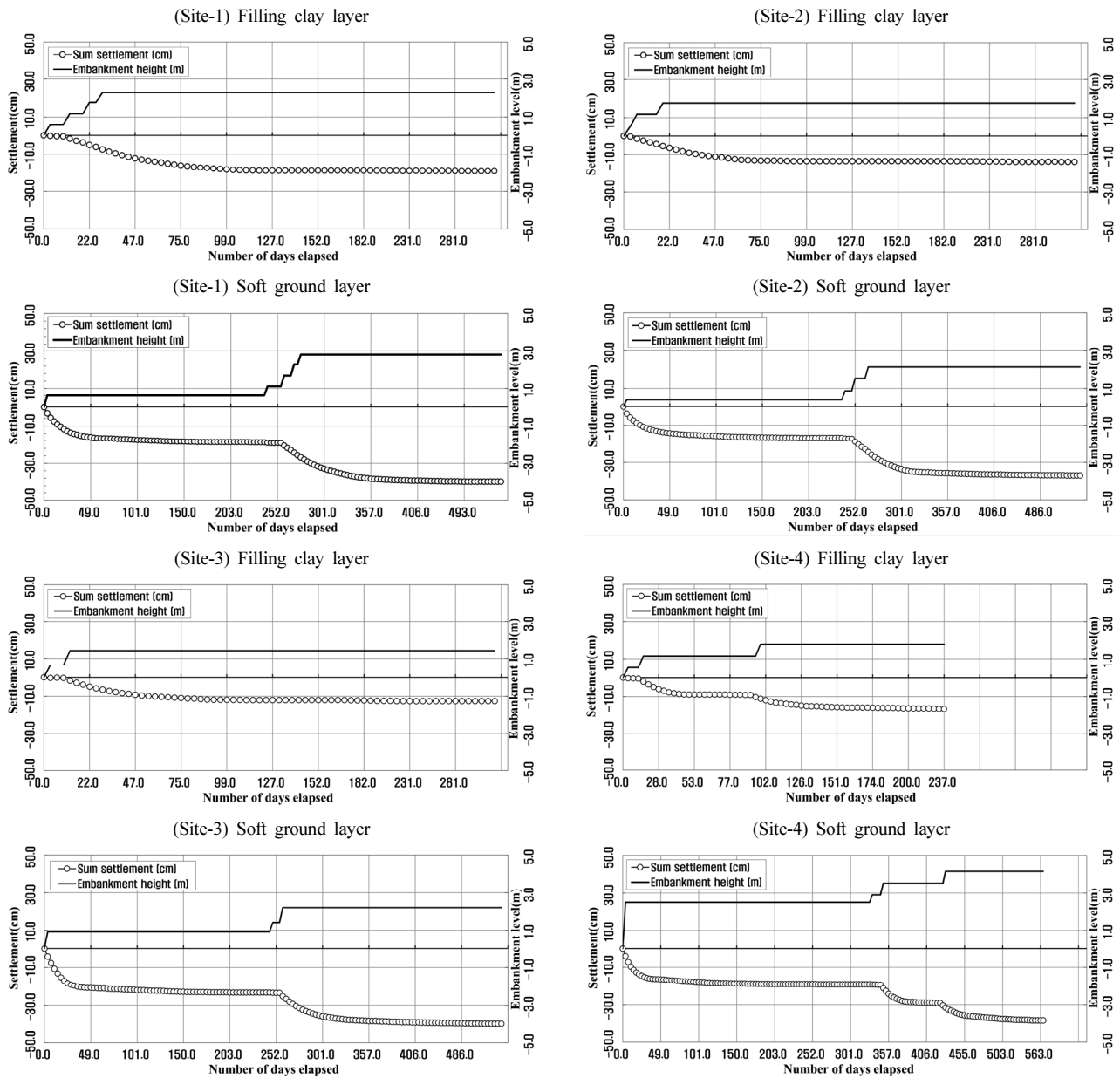


Fig. 10. Measurement settlement curve

Table 7. Measurement settlement prediction result

| | List | Filling clay layer (ΔH) | Soft ground layer (H) | Sum |
|--------|----------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------|
| Site-1 | Hyperbolic | 19.30 | 40.40 | 59.70 |
| | Hoshino | 19.30 | 40.40 | 59.70 |
| | Asaoka | 19.20 | 39.80 | 59.00 |
| | Average | 19.30 | 40.20 | 59.50 |
| Site-2 | Hyperbolic | 14.20 | 37.40 | 51.60 |
| | Hoshino | 14.20 | 37.40 | 51.60 |
| | Asaoka | 14.50 | 36.80 | 51.30 |
| | Average | 14.30 | 37.20 | 51.50 |
| Site-3 | Hyperbolic | 12.90 | 40.40 | 53.30 |
| | Hoshino | 13.00 | 40.50 | 53.50 |
| | Asaoka | 12.60 | 39.60 | 52.20 |
| | Average | 12.80 | 40.20 | 53.00 |
| Site-4 | Hyperbolic | 17.40 | 39.80 | 57.20 |
| | Hoshino | 17.60 | 40.60 | 58.20 |
| | Asaoka | 16.60 | 38.60 | 55.20 |
| | Average | 17.20 | 39.70 | 56.90 |

약층(H)의 설계침하량은 제안-1에서 실측침하량 대비 매우 적게 산정되었고, 제안-2에서는 실측침하량과 유사한 결과로 산정되었다.

점성토성토층과 원지반연약층의 합계침하량 비교결과, 제안-1은 실측침하량 대비 -18.4cm(-33.3%), 제안-2는 +6.5cm (11.8%) 차이로, 제안-2(복합대상층)의 설계방안이 실제거동과 유사한 결과를 나타냈으며, 점성토성토층(ΔH)이 압밀대상층 및 상재하중으로 작용하는 것을 검증할 수 있었다.

다만, 제안-2의 경우도 침하량 차이가 일정부분 발생하는 것은 복잡한 자연지반(복잡한)을 단순화하고, 지반물성치(다양한)를 정규화하는 등의 연약지반 설계의 한계성으로 인하여, 설계와 실제발생의 차이는 불가피한 것으로 판단된다.

| | | |
|-------------------|---|--|
| Hyperbolic method | | $S_t = S_0 + \frac{t}{\alpha + \beta t}$ $S_f = S_0 + \frac{1}{\beta}$ |
| | <p>As a method of estimating the future subsidence by the initial actual measurement amount under the assumption that the average speed of subsidence decreases hyperbolically, and calculates the subsidence amount by plotting the time (t) and $t/(S_i - S_0)$ based on the actual measurement amount after the end of stacking (Tan et al., 1991)</p> | |
| Hoshino method | | $S_t = S_0 + \frac{A \cdot K \cdot \sqrt{t}}{\sqrt{1 + K^2 t}}$ $S_f = S_0 + \sqrt{\frac{1}{\beta}}$ |
| | <p>As a method of estimating future subsidence from the assumption that the amount of total subsidence including flow deformation is proportional to the square root of time, time (t) and $t/(S_i - S_0)^2$ are plotted based on the actual subsidence after the end of stacking, and the amount of subsidence is calculated by the unknown A and K by connecting the straight parts of the latter half of these points (Hoshino, 1962)</p> | |
| Asaoka method | | $S_t = \beta_0 + \beta_1 S_{t-1}$ $S_f = \frac{\beta_0}{1 - \beta_1}$ |
| | <p>Based on the one-dimensional consolidation equation, It is a simple formula that shows the amount of subsidence when the load is constant, Calculate the amount of subsidence by plotting (S_1, S_2), (S_2, S_3), and (S_{i-1}, S_i) corresponding to the time (Δt) of the same interval in the actual subsidence-time curve, Calculate the amount of subsidence by finding the straight line connecting the points (Asaoka, 1978)</p> | |

Fig. 11. Settlement prediction graph

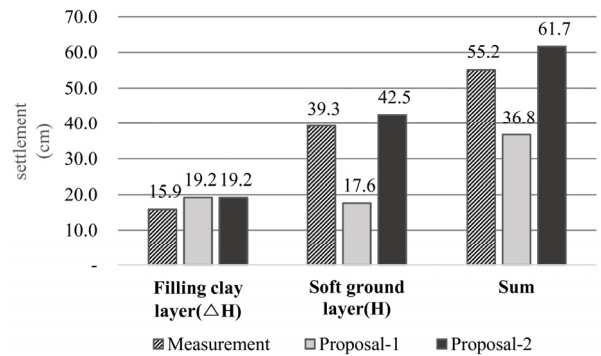
4. 요약 및 결론

본 연구에서는 택지조성 공사 시 발생하는 연약점성토를 성토재로 사용하기 위한 압밀침하량 설계방안에 대하여 검토하였다. 이를 위해, 성토재 활용 시 압밀특성변화를 파악하고, 점성토성토층에 대한 설계방안을 제안하였다. 연구대상지에 대하여 압밀침하량 설계방안과 실제거동을 비교·검토하여 현장 적용성을 판단하였으며, 다음과 같은 결과를 도출하였다.

- (1) 원지반 불교란조건과 교란조건에 대한 실내압밀시험을 실시한 결과, 압축지수(C_c)는 감소하고 과압밀비(OCR)

Table 8. Comparison of measurement settlement and design settlement

| List | | Proposal-1 | | | | | Proposal-2 | | | | |
|-----------------------------------|---------|------------|--------|--------|--------|---------|----------------------|-------|-------|-------|---------|
| | | Site1 | Site2 | Site3 | Site4 | Average | Site1 | Site2 | Site3 | Site4 | Average |
| Filling clay layer (ΔH) | Measure | 19.30 | 14.30 | 12.80 | 17.20 | 15.90 | Proposal-1 identical | | | | |
| | Design | 22.02 | 15.85 | 14.95 | 23.83 | 19.16 | | | | | |
| | (+,-) | +2.72 | +1.55 | +2.15 | +6.63 | +3.26 | | | | | |
| Soft ground layer (H) | Measure | 40.20 | 37.20 | 40.20 | 39.70 | 39.30 | 40.20 | 37.20 | 40.20 | 39.70 | 39.30 |
| | Design | 22.86 | 12.52 | 12.52 | 22.49 | 17.60 | 55.02 | 38.15 | 35.63 | 41.19 | 42.50 |
| | (+,-) | -17.31 | -24.68 | -27.68 | -17.21 | -21.70 | +14.82 | +0.95 | -4.57 | +1.49 | +3.20 |
| Sum ($\Delta H+H$) | Measure | 59.50 | 51.50 | 53.00 | 56.90 | 55.20 | 59.50 | 51.50 | 53.00 | 56.90 | 55.20 |
| | Design | 44.88 | 28.37 | 27.47 | 46.33 | 36.76 | 77.04 | 54.00 | 50.58 | 65.02 | 61.66 |
| | (+,-) | -14.62 | -23.13 | -25.53 | -10.57 | -18.44 | +17.54 | +2.50 | -2.42 | +8.12 | +6.46 |



는 산출되지 않아, 과압밀구간침하량은 크게 정규압밀구간침하량은 작은 결과로 나타났다.

- (2) 점성토 성토층 침하량은 압밀대상층으로만 산정하는 방안과 압밀대상 및 상재하중으로 작용하는 복합대상층으로 산정하는 방안을 검토하였으며, 복합대상층으로 산정하는 압밀침하량이 크게 산출되었다.
- (3) 연구대상지에서 점성토를 성토재로 활용한 구간의 실측 결과와 설계방안을 검토한 결과, 점성토 성토층을 복합대상층(압밀대상+상재하중)으로 적용하는 방안이 실제 거동과 유사한 결과를 보였다.
- (4) 장래, 절취된 연약점성토를 경제적 및 자원재활용 측면에서 성토재로 활용하기 위하여 다양한 사례검토를 통해 설계기준 설정이 필요할 것으로 판단된다.

References

1. Asaoka, A. (1978), Observational procedure of settlement prediction, Soils and Foundation, Vol. 18, No. 4, pp. 87~101.
2. Hoshino. (1962), 最新にめける基礎の諸問題, 土質學會誌, Vol. 47, No. 7, pp.63~67.
3. Kim, Y. J. and Jeong, M. H. (2012), A study on the recycling of construction waste, Society of Organic Resources, Vol. 20, No. 7 (In Korean).
4. K-water (2011), Construction of the east side district of songsan green city ground survey report, pp. 23~27 (In Korean).

5. Lee, C. S. (2002), Soil and basic engineering theory and practice, Yeamoonsa, pp. 842~844 (In Korean).
6. Park, H. K. and Ku, J. M. (2002), A Study on the use of organic mixed soil as a construction material, Journal of the Korean Geo-Environmental Society, Vol. 3, No. 4, pp. 29~35 (In Korean).
7. Taylor, D. W. (1948), Fundamentals of soil mechanics, John Wiley and Sons, New York, No. 4~14.
8. Taylor, D. W. and Merchant, W. (1940), A theory of clay consolidation accounting for secondary consolidation, j. Math. Phys. Vol. 19, No. 6, pp. 167.
9. Tan, T. S., Lnoe, T. and Lee, S. L. (1991), Hyperbolic method for consolidation analysis, Jge, Asce, Vol. 117, No. 11, pp. 1723~1737.
10. Terzaghi, K. (1968), Theoretical soil mechanics, John Willy and Sons, pp. 265~296.
11. Won, J. Y., Jang, B. U., Kim, D. B. and Son, Y. H. (2004), An experimental study on depositional environments and consolidation properties of shihwa deposits, Journal of the korean geotechnical society, Vol. 20, No. 5, pp. 49~58 (In Korean).