

준설토 매립량 산정을 위한 침하 분석

Settlement Analysis for the Dredged Material Landfill Calculation

이 은 한* · 박 정 준** · 강 정 구***

Lee, Eun-Han · Park, Jeong-Jun · Kang, Jeong-Gu

요 약

본 연구는 ○○ 공구 공유수면 매립공사 수행 중에 매립토량의 부족이 발생함에 따라 이를 대상으로 원인을 분석하고자 수행하였다. 매립지의 토량부족 원인을 파악하기 위해 설계 및 계측자료를 수집하여 시공 현황을 파악하고 지반조사를 통해 해안지역과 매립지반의 시료를 채취하여 정상분석과 원지반에 대한 공학적 특성을 비교 검토하였다. 특히, 현장 시추조사에 의한 경계면 분석과 토질 종류를 점성토, 사질토, 부유토로 구분하고 침하량 공식에 따라 발생량을 산출하였다. 구역의 구분은 설계 시와 동일한 조건에서 침하량을 계산하였고 설계 시 지반고가 침식과 퇴적으로 인해 일부 변경되어 설계시 지반고와 착공시 지반고를 구분하여 기재하고 각각의 침하량을 비교하였다.

keywords : 침하량, 침하율, 경계면 조사, 준설토

1. 서 론

새로운 해양공간을 창출하고, 국토의 효율적인 이용을 위해서 서해안, 남해안을 중심으로 해안 매립사업들이 활발히 진행되고 있다. 해안 매립에 필요한 이상적 재료는 양질의 모래, 쇄석 등의 골재가 되겠지만, 이러한 골재들의 공급이 점점 더 어려워지고 환경훼손의 문제 또한 대두되기 때문에 최근에는 물량확보가 용이한 인근지역의 준설토를 매립의 주재료로 이용하고 있다. 본 연구에서는 최근 진행되고 있는 ○○ 정부항로 준설토를 이용한 준설토 매립 공사를 대상으로 준설토량 산정을 위해 토질 종류를 점성토, 사질토, 부유토로 구분하고 침하량 공식에 따라 발생량을 산출하였다. 구역의 구분은 설계 시와 동일한 조건에서 침하량을 계산하였고 설계 시 지반고가 침식과 퇴적으로 인해 일부 변경되어 설계시 지반고와 착공시 지반고를 구분하여 기재하고 각각의 침하량을 비교하였다.

2. 즉시침하량과 압밀침하량 산정

사질토지반은 불교란시료 채취 및 성형이 어려워 탄성계수를 포함한 역학적 특성 값을 산정하기 어렵다. 사질토의 침하량은 점성토의 침하량보다 작기 때문에 점성토와 사질토로 이루어진 지반에 있어서 통상 사질

* 정회원 · 대우건설 토목사업본부 상무 leh1036@naver.com

** 정회원 · 지케이엔지니어링(주) 총괄본부장 smearjun@hanmail.net

*** 인천대학교 공학기술연구소 연구교수 jeong99k@incheon.ac.kr

건설/해양 분과 발표

토의 침하량은 고려하지 않으나 모래층이 두껍고 큰 하중이 작용할 경우 즉시침하에 대한 검토는 De Beer 식을 사용하였다.

또한, 원지반고를 산출함에 있어 착공전 수심측량 자료(2013년)와 지반조사 및 계측자료를 이용하여 지표면의 변화를 분석하였다. 지표면은 체결구간을 중심으로 심한 세굴이 발생하였으며 세굴량은 외부유출과 내부 퇴적으로 나타났다. 착공 전까지 퇴적된 부유토사의 즉시침하량은 침강압밀실험을 통해 도출한 준설토의 간극비의 변화량을 이용하였다.

사질토층에서 발생하는 침하는 하중의 제하와 동시에 발생하는 즉시침하이며, 즉시침하량을 산정하는 방법은 Schmertmann, Meyerhof, Peck, De Beer, Parry 등이 제안한 방법이 있다. 탄성침하에 대한 검토는 De Beer가 제안한 식 (1)을 이용하였으며, 부유토사의 즉시침하는 Hough 도표를 이용하여 Δ_e 법으로 침하량을 계산하였다. 또한, 압밀침하의 경우 심도에 따라 압축지수 변화가 작아 압축지수법을 사용하여 산정하였다.

$$S_{e(1)} = 0.4 \frac{P_0}{N} \cdot \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \cdot H_s \quad (1)$$

여기서, $S_{e(1)}$ = 사질토의 즉시침하

P_0 = 사질토층 중앙에서의 유효상재하중(kgf/cm²)

N = 사질토층의 평균 N치

ΔP = 사질토층 중앙에서의 유효응력 증가량(kgf/cm²)

H_s = 사질토층의 두께(cm)

3. 침하량 계산 및 침하율 분석

구역 구분은 그림 1과 같으며, 8개 지역 중 대표적으로 1-1-6구역에 대한 검토단면을 통해 예상 침하량 및 침하계산 결과를 나타내었다.

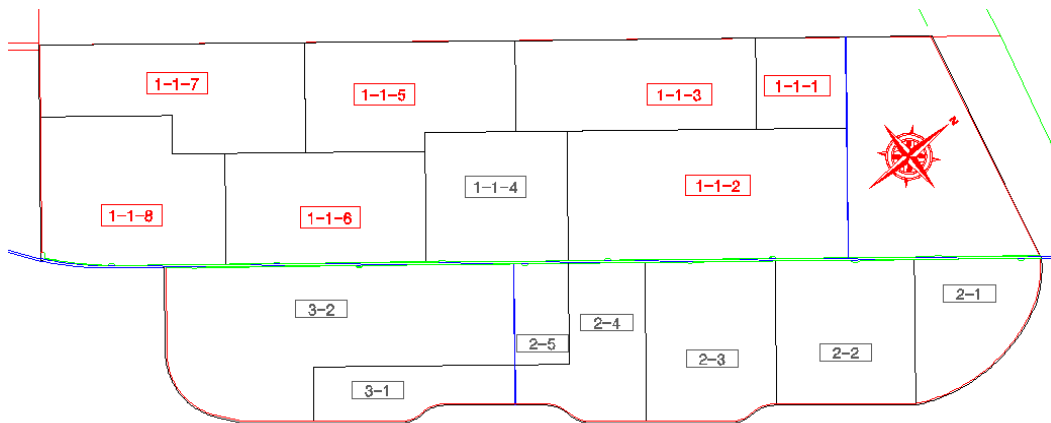


그림 1 여성구간 평면도

3.1 검토단면

1-1-6구역은 그림 1에 도시된 매립지역의 중앙하단에 위치한 지역으로 수심측량결과 2009년보다 2013년

착공당시 지반고가 더 낮은 것으로 나타났다. 원설계단면은 그림 2와 같다.

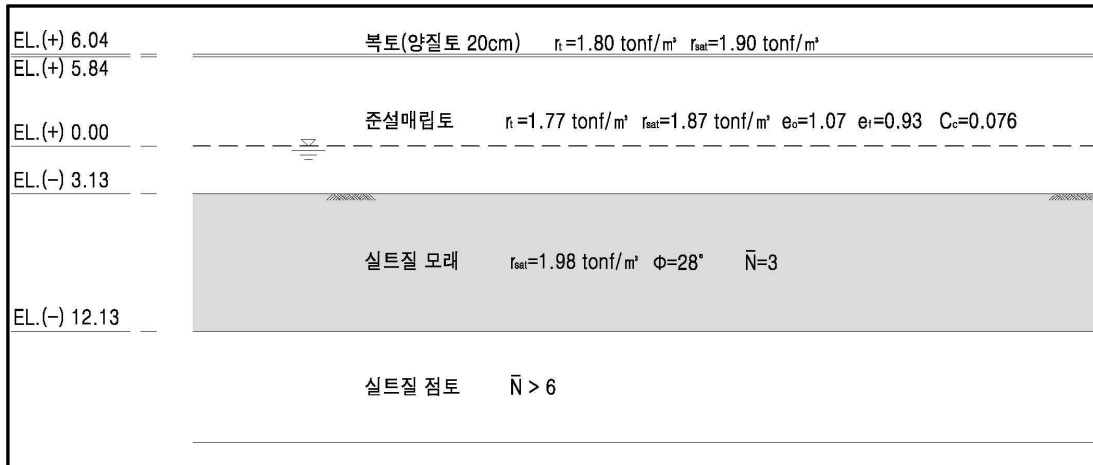


그림 71. 1-1-6구역 원설계 단면

3.2 예상침하량 및 총 성토고

NBB-7 지역은 설계 시 원지반고가 EL. -3.13m에서 착공당시 EL.-4.24m이다. 설계 시 즉시침하는 30.61cm 발생하였으며 착공당시 126.77cm, 부유토사에 의한 즉시침하가 67cm 발생한 것으로 계산되었다. 결과는 표 1과 같다.

표 1. 1-1-6구역 예상침하량

구 분		원지반고 (EL, m)	연약층두께 (m)	예상침하량(cm)		총침하량(cm)			
				침하종류	침하량	즉시 침하(1)	즉시 침하(2)	압밀 침하	계
설계	사질	-3.13	9.0	즉시침하	30.61	30.61	-	-	30.61
착공당시	실트	-4.24	3.9	압밀침하	18.12	11.48	67.00	48.29	126.77
	모래		2.2	즉시침하	11.48				
	점토		4.8	압밀침하	30.17				

3.3 침하계산 결과

착공당시 원지반고와 확인지반고는 209cm 단차가 발생하며, 확인지반고와 착공당시 원지반 침하를 고려하였을 때 1m 이상의 세굴이 발생한 것으로 추정할 수 있다. 이 지역은 최종체절이 진행되었던 구간 주변에 위치하여 지반교란과 침식이 발생한 지역으로 4.5m~5.5m 깊이의 지반이 넓게 형성되어 있는 지역이다. 따라서 지반고의 단차는 체절로 인한 지반의 세굴과 주변 붕괴가 주요 원인으로 작용하였을 것으로 추정된다. 그림 3은 압밀도에 따른 침하량 계산결과이다.

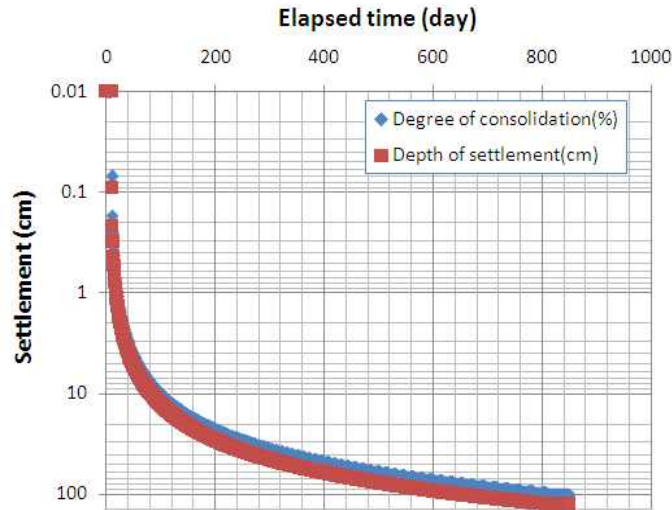


그림 3. 1-1-6구역 압밀도에 따른 침하량 계산결과

4. 결론

2009년 설계시에 산정한 원지반고와 2013년 착공당시 수심측량자료에 의한 원지반고를 비교분석한 결과 체질지역을 중심으로 지반고의 변화가 발생한 것으로 나타났다. 착공당시 시추에 의한 지반조사 자료가 없는 관계로 착공당시 수심측량자료에 의해 지반고를 확인하였으며, 일부구간에서는 퇴적이 발생하였고 최종 체질 구간을 중심으로 세굴에 의한 침식이 발생한 것으로 나타났다.

지반조사에서 채취한 시료의 압밀실험결과 이용하여 침하량을 재 산정하였으며, 퇴적이 발생한 구간은 부유토사에 의한 퇴적토량으로 판단하여 침하에 반영하였다. 설계시 발생 침하량은 7.09cm~44.27cm의 범위에서 평균적으로 28.9cm 침하가 발생하였다. 본 연구에서 계산된 원지반 침하량은 14.95~59.77cm로 나타나 평균적으로 33.04cm의 침하가 발생하였다. 퇴적된 부유토로 인한 즉시 침하는 경우 2.89~94.67cm로 나타나 평균 21.93cm가 발생한 것으로 산정되었다.

설계시 침하량보다 더 증가한 원인은 원지반의 침식 및 퇴적에 의한 지반고의 변화가 발생한 점, N값이 5 이하 또는 10이하의 연약층 범위가 확대된 점 등에 의해 침하량이 증가하였으며, 퇴적에 의한 부유토사의 즉시침하가 침하율 상승에 주된 요인으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국민안전처 방재안전분야 전문인력 양성사업의 연구비로 수행되었음.

참고문헌

- DeBeer, E.E. (1970) Experimental Determination of the Shape Factors and the Bearing Capacity Factors of Sand, *Geotechnique*, 20(4), pp. 347~411.
- Peck, R.B., Hanson, W.E. and Thornburn, T.H. (1974) Foundation Engineering, end ed., *John Wiley & Sons, Inc.*, New York.
- Schmertmann, J.H. (1955) The Undisturbed Consolidation Behavior of Clay, *Transactions, ASCE*, Vol. 120, pp. 1201~1233.