

深浅測量から得られた載荷履歴・沈下量を用いて算出した圧密定数について

東亜建設工業（株）正会員 〇山根 信幸 深沢 健
 正会員 菊地 雄也
 関西国際空港（株）正会員 水上 純一

1. はじめに

軟弱地盤上に建設される構造物の一般的な沈下・安定管理は、沈下板による沈下量の測定により実施されることが多く、軟弱地盤対策が施されている場合は、その改良効果を確認するための土質調査、等も併せて実施されている。この方法では、沈下板を設置していない箇所では直接沈下量を得ることができず、その様な場所の沈下量は、近傍の沈下板の沈下量から推定しなければならない。さらに、海上工事で施工水深が深く、施工範囲が広大である場合、陸上工事のように沈下板を密に設置することはできず、また、対象地盤の土質特性を把握するための土質調査も十分に実施できないのが現状である。そのため、大規模埋立工事における効率的な施工管理システムの開発が求められていた。

筆者らは、これまで施工管理に積極的に用いることが少なかった深浅測量により施工層厚、沈下量および施工（載荷）履歴等を把握できるシステムの開発を行い実施工に適用してきた。本論文では、本システムから得られるデータを用いて、圧密定数の算出を行い、その妥当性の検討を行ったので結果を報告する。

2. NMB 音響測深機を用いた深浅測量の概要

本施工システムでの深浅測量は、ナローマルチビーム（NMB）音響測深機と RTK-GPS を組み合わせて行っている。これら機材を用いた施工管理システム¹⁾のフローを図-1に示す。図に示すように本システムは2つの過程より構成されている。1つは「層厚・沈下量把握」の過程で、NMB 音響測深機により得られた日々の深浅測量結果より、施工層厚と沈下量を把握するシステムである。一方の「施工（載荷）履歴取得」の過程では、土砂投入毎の土質情報と深浅測量データとを関連付けることで、施工エリア全域の載荷履歴（載荷重）を取得するものである。これら2つの過程から得られた結果より、任意地点（断面）での施工層厚、沈下量および載荷重を把握でき、軟弱地盤における沈下・安定管理に適用されている²⁾。

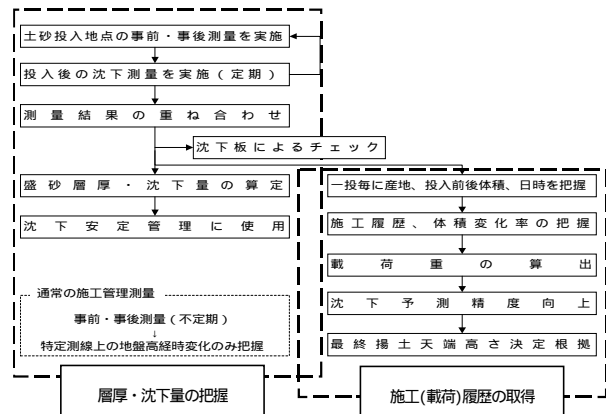


図-1 層厚・沈下量・載荷履歴解析フロー

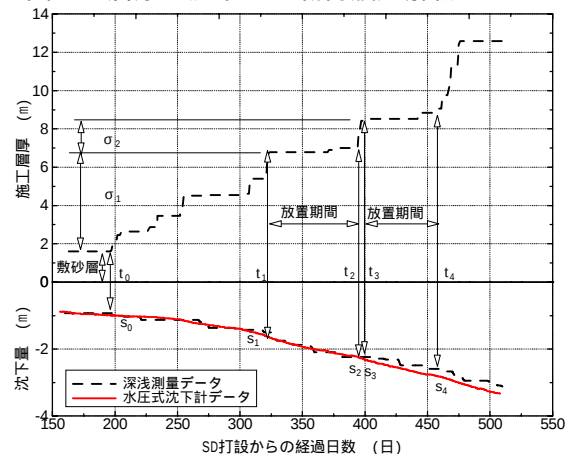


図-2 施工層厚・沈下量の経時変化

3. 深浅測量データを用いた圧密定数の算出

3-1 圧密定数算出の考え方

図-2 に深浅測量を用いた本施工管理システムから得られる施工層厚、沈下量の経時変化を示す。本システムでは、図に示すような施工層厚、沈下量を任意の地点で把握することができる。また同図には、深浅測量エリア近傍に設置してある水圧式沈下計のデータも併せて示してある。水圧式沈下計と深浅測量から得られる沈下量は、沈下傾向、沈下量とも良い一致を示しており、深浅測量による沈下量が施工管理として十分な精度があることを確認している。

今回の検討では、図-2 に示すような、本システムで得られる施工層厚と沈下量のデータを用いて、圧密定数の算出を行った。算出手順を以下に示す。

200×200mの測量範囲を設定し、その中心および4隅の深浅測量データ（全5地点）を用いて、施工層厚・沈下量の経時変化図を描く。

施工展開により設定される未施工期間（放置期間）のデータを用いて、双曲線法によりその載荷応力（ σ ）での最終沈下量（ s_f ）を求める。

算出した s_f とある時点（ t ）での実測沈下量（ s_t ）を用いて平均粘土層厚（ H_{ave} ）を求め、それと σ より体積圧縮係数（ m_v ）を算出する。

s_t および s_f より圧密度（ U ）を求め、 U と経過日数より圧密係数（ c_v ）の算出を行う。

施工層厚、沈下量、圧密定数

東亜建設工業（株） 大阪支店 関西国際空港総合事務所 岸和田市地蔵浜町 11-1 TEL 0724(39)0852 FAX 0724(39)0854

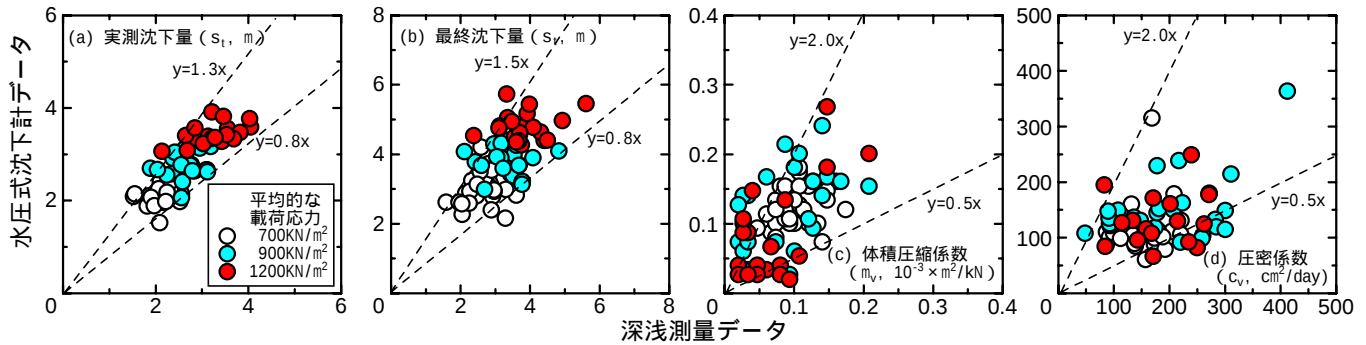


図-3 圧密定数算出結果(深浅測量データと水圧式沈下計データとの比較)

また、設定した測量範囲内に水圧式沈下計が設置してある場合は、その沈下データを用いて同様に圧密定数の算出を実施している。なお、荷重応力(σ)は深浅測量で得られる施工層厚に、本システムより得られた埋立地盤の水中密度($\rho'=1.1\text{t/m}^3$)を乗じた値としている。

3-2 算出結果の検討 - 水圧式沈下計との比較 -

深浅測量データと水圧式沈下計データとの計算結果の比較を図-3に示す。今回は3段階の σ で圧密定数の算出を行っている。図-3(a)は、深浅測量データと水圧式沈下計データからの実測の沈下量(s_t)であるが、両者の沈下量は良い相関を示し、ほぼ1:1の関係が得られている。この s_t を用いて算出した最終沈下量(s_f)は、 s_t と同様な傾向を示しているが、バラツキが多少大きくなっている。

図-3(c)、(d)は、体積圧縮係数(m_v)と圧密係数(c_v)の算出結果である。両定数とも s_t 、 s_f を用いて算出されるためデータのバラツキはより大きくなっている。

3-2 算出結果の検討 - 既往の圧密試験との比較 -

工事着工前に実施されている既往の圧密試験との比較を図-4に示す。この圧密試験データは、施工区域内に分布する沖積粘性土(層厚約24m)を対象とした圧密試験の結果であり、区域内の5地点の結果を表示している。

算出した m_v 、 c_v ともバラツキはあるが、得られた値は既往の圧密試験の結果の範囲内にあり、今回の結果が妥当なものであることが確認できる。また、 m_v 、 c_v は本来ともに応力依存性を示し、圧密降伏応力(σ'_y)を境界としてその挙動が大きく変化する。今回は、3段階の σ で実施しているが、いずれの結果も2段階目の σ の場合がバラツキが大きくなっている。この要因として、2段階目の σ は、検討の対象としている沖積粘性土の σ'_y 付近の応力レベルであること、十分な放置期間が設定できず、沈下量自体にバラツキがあった、また、沖積粘性土層下部に分布する洪積粘性土の一部においても、その量は少ないが圧密沈下を開始しており、その沈下データが加味されている、等の要因が考えられる。

4. まとめ

深浅測量を用いた施工管理システムから得られる施工層厚・沈下量を用いて圧密定数の算出を試みた。この施工管理システムでは任意の地点で施工層厚・沈下量を求めることができるため、圧密定数も任意の地点で算出することができる。このため、従来の点での管理に加え、面的な土質状態を把握することが可能となる。また、得られた圧密定数はバラツキはあるものの、既往の圧密試験の範囲内にあることが確認できた。そのバラツキの要因としては、検討を実施した荷重応力が対象とする粘性土の σ'_y 付近の応力レベルであったことや放置期間が短かったことが考えられた。そのため今後は、十分な放置期間が設定できる期間で、粘性土が完全に正規圧密状態となる応力状態で算出を行うとともに、算出結果の精度向上を図って行きたい。

【参考文献】

- 1) 深沢健, 保坂嘉彦(2001): 深浅測量による盛砂層厚・沈下量・施工履歴測定システムの開発, 近畿地方整備局管内技術研究発表会論文集, pp. 技術 24-1~24-6.
- 2) 深沢健, 平林弘, 保坂嘉彦, 増田稔(2001): 深浅測量による盛土層厚・沈下量・施工履歴測定, 第36回地盤工学研究発表会講演集, PP183-184.

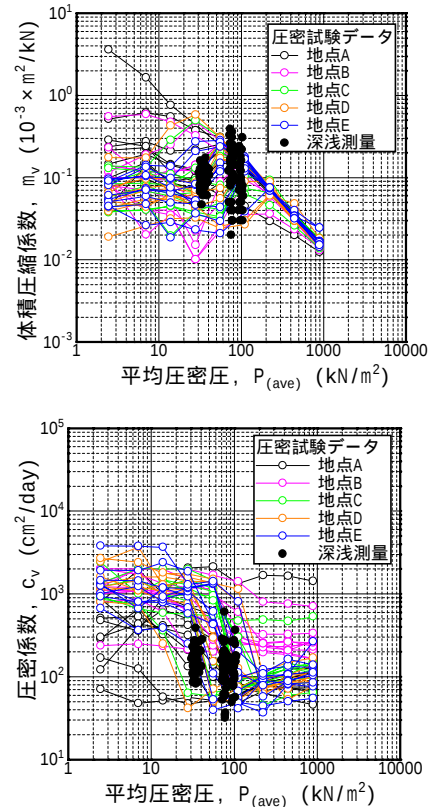


図-4 圧密定数算出結果
(既往圧密試験結果との比較)