

埋立解析における投入実質土量の推定と検証

国土交通省九州地方整備局 東 俊夫 渡邊和重 池田高則 高田忠宏
 沿岸開発技術研究センター 中野 勉 豊饒智樹
 日建設計中瀬土質研究所 ○片桐雅明 寺師昌明
 日建設計シビル 村川史朗 吉福 司

1. はじめに

浚渫土を用いた埋立は、時間とともに圧密する層ならびにある層に作用する上載荷重が増加していく圧密現象である。そのため、詳細な埋立解析を行う場合には、投入する粘土の圧密パラメータとともに、浚渫土の実質土量(粘土粒子のみの体積)とその履歴が必要となる。通常、浚渫土の実質土量の推定には、浚渫予定地の浚渫体積とその地点で調査された含水比および土粒子密度が用いられる。しかしながら、一旦ポケットなどに仮置きされたものを部分的に揚土する場合や浚渫予定地の地盤調査が行われていない場合には、投入した間隙水を含む浚渫粘土の体積は正確に把握できたとしても、埋立解析で必要となる粘土粒子の実質土量の推定精度は低下する。本文では、このような投入された粘土の質量が十分把握されていない浚渫粘土埋立地において、今後の受入れ可能容積を求めるために、投入された粘土の質量とその履歴を推定する方法を示し、新北九州空港2工区の浚渫粘土埋立を事例として、提案した方法の妥当性を検証する。

2. 実質土量の推定方法

埋立途中における埋立土の実質土量とその履歴を推定する方法は次のとおりである。

- (1) 埋立途中に地盤調査を行い、埋立地内の深度方向の含水比分布を求め、単位長さあたりの実質土量高さ h_{su} の分布を求める。ここで、 h_{su} とは、単位長さ・単位面積あたりの土粒子のみの高さである。
- (2) 投入された土量(間隙水も含む)の履歴と実質土量高さ $h_s(h_{su}$ の総計)から、投入された浚渫土の含水比を仮定して、一月に投入された実質土量を算出する。
- (3) この投入履歴に対して、埋立解析を行う。ここで、最初の圧密パラメータとして、江頭ら¹⁾が示した液性限界と圧密パラメータの関係を利用する。
- (4) 泥面高さの経時変化および地盤調査時の含水比分布について、解析結果と実測値を比較する。
- (5) 解析結果が実測値を再現できなければ、圧密パラメータを修正して、(3)に戻る。
- (6) それでも解析結果が実測値を再現できなければ、実質土量の履歴を修正して、(3)に戻る。
- (7) 上記のイタレーションから、実質土量の履歴と圧密パラメータが確定できる。これらを用いて次の予測解析を行う。

ここで、埋立解析手法として、今井²⁾が示した一般化された一次元圧密方程式とそれらを逐次組み込んでいくカップリング手法をベースとして構築したプログラム“CONAN”を用いた。その詳細ならびに圧密パラメータの設定については、江頭ら¹⁾が詳しい。

3. 新北九州空港2工区の例

新北九州空港2工区(図-1参照)は、埋立開始後約1年で埋立が休止され、浚渫土砂は一旦3工区に仮置きさ

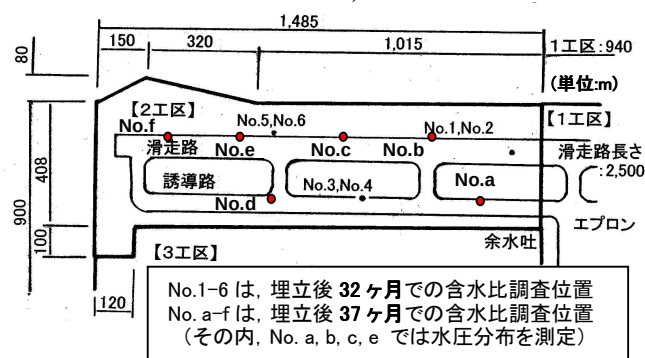


図-1 2工区の地盤調査位置

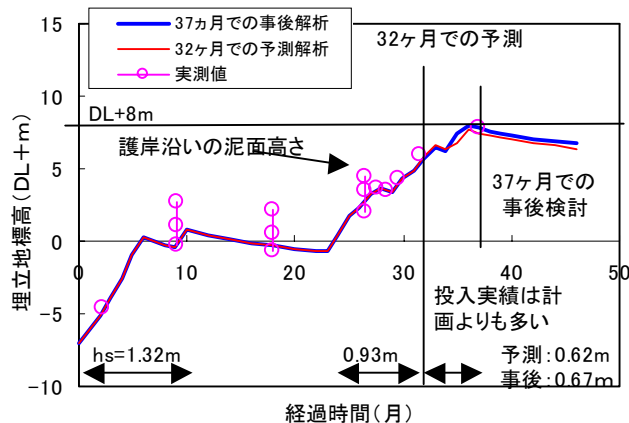


図-2 泥面高さの経時変化

キーワード：浚渫粘土、埋立解析、観測、計測、事後解析

連絡先 〒212-0055 川崎市幸区南加瀬4-11-1 日建設計中瀬土質研究所 TEL 044-599-1151

れた。その後約1年後に、仮置きされていた浚渫土の揚土が開始され、計画土量の3分の2程度投入された時点で、その後どの程度浚渫土を投入できるかが問題となった。そこで、埋立開始後32ヶ月の時点(図-2 参照)の地盤調査とそれまでの泥面高さの経時変化を用いて、上記手法の妥当性を検討した。

32ヶ月での地盤調査の位置は、図-1に示す3地点で、計6ボーリングの含水比分布を求めた。図-3は、含水比と土粒子密度から求めた単位長さ(1 m)あたりの実質土量高さ h_{su} の分布である。この h_{su} の大きさは、圧密の進行とともに大きくなるが、地盤を構成する粘土の種類にも依存する。そのため、同図に示すように、別途行った液性限界の平均的な値も考慮して、埋立層を3層に分割して、それぞれの層の平均的な分布を検討対象とした。問題はこれらの層と投入した土量の関係を設定することである。

図-2に、試行錯誤した後決定した実質土量履歴で計算した解析結果と実測した泥面高さの経時変化を示す(32ヶ月までは、37ヶ月時の事後解析と一致している)。32ヶ月での含水比分布も実測値を再現していることを確認しており、多くの試行解析を行う必要はあるが、提案手法により実質土量の投入履歴とそれらの圧密パラメータを決定できることがわかった。

それ以後の可能投入量は、埋立層上層の諸量を与えて、揚土計画を基に予測した。その結果、計画を変更する必要がないことがわかった。

実際には、この期間の揚土量が、計画よりも多くなった。そこで、多くの浚渫土が投入できたこと、埋立層表層部の液性限界が、60-110%にばらついていたが、平均的に85%であったことから、32ヶ月以降に投入された上層の実質土量を増加させ、圧密パラメータを修正することにした。試行錯誤の結果、妥当と考えられる実質土量ならびに圧密パラメータを用いた解析結果を図-2ならびに図-4に示す。図-4は、3成分コーンを用いて、貫入後24時間放置して測定した埋立地内の間隙水圧からその埋立地盤表層からの静水圧を差し引いたものである。3成分コーンによって計測された埋立地内水圧は、貫入後徐々に低下し、5時間以降はほぼ一定値であったことから24時間後の測定水圧はその深度の間隙水圧とみなした。解析結果は、多少のばらつきがあるものの、実測結果を表現しているとみなせる。

図-5は、埋立開始後37ヶ月に測定した含水比分布から算出した h_{su} の深度分布である。同図には両解析に用いた h_{su} も示している。砂分が混入して、 h_{su} が過大評価されることを考慮して、 h_{su} の分布を図中に示すような最小・平均・最大の分布と考えると、それぞれの h_s は、2.49, 3.00, 3.67 m となった。解析で用いた値は、32ヶ月予測で2.87 m, 37ヶ月事後解析で2.92 mであり、これらは実測値の平均値とよく対応していることが確認できた。

4. まとめ

本文では、投入した実質土量と実質土量の投入履歴が不明確な場合において、ある時点の地盤調査結果から解析的にそれらを推定する方法を提案し、その方法の妥当性について新北九州空港2工区で検証した。

参考文献: 1)江頭ら(2002): 浚渫粘土による埋立の予測と評価, 土木学会論文集, No.715/III-60, pp.147-164. 2) Imai (1995): Analytical examinations of the foundations to formulate consolidation phenomena with inherent time-dependence, Proc. of IS-Hiroshima'95, Vol. 2, pp.891-935.

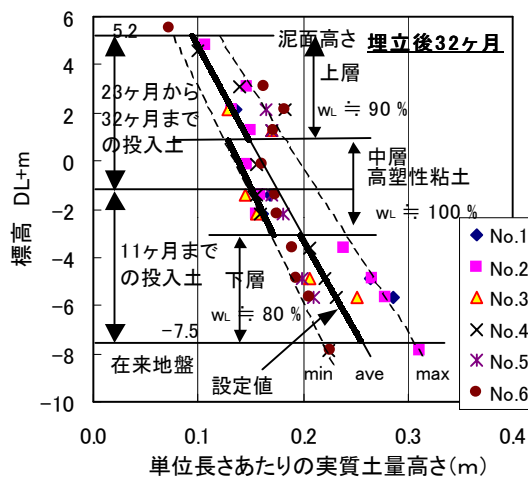


図-3 埋立後 32 ヶ月における h_{su} 分布

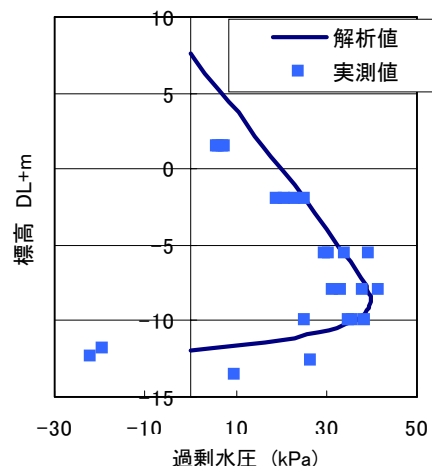


図-4 過剰間隙水圧分布(at 37m)

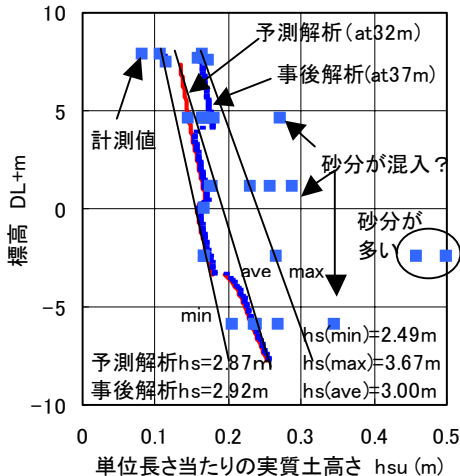


図-5 埋立完了時(37ヶ月)の h_{su} 分布