

III-PS 3

遠心模型実験を用いた埋立地盤高さ予測の現場への適用

東洋建設(株) 技術研究所 正会員 三宅 達夫

東洋建設(株) 技術研究所 正会員 ○ 佐藤 毅

東洋建設(株) 技術研究所 正会員 和田 眞郷

1. まえがき

細粒土からなる浚渫土を埋立材として再利用する場合、埋立土量は地山土量に対して見掛け上膨れ上がった状態となる。特に、ポンプ式浚渫を行った場合その傾向は顕著であり、この時の地盤高さの予測は埋立規模の決定や将来の沈下を見越した余盛高さの決定に大きな影響を与える。筆者らは、このような埋立に対して遠心模型実験を用い、高含水比状態の浚渫土の沈降・自重圧密を含む沈下量及び沈下速度の予測を行ってきた。しかし、浚渫土を用いた埋立現場の地盤高さに関する長期間の追跡調査データが少なく遠心模型実験の予測精度を検証することが困難であった。本報告では、現場での追跡調査結果が得られたので、それと遠心模型実験での予測値を比較し、遠心模型実験による予測手法の現場への適用性を検証した。

2. 現場条件

現場は、航路維持と泊地確保のために浚渫した土砂（土量 $V = 354.310 \text{ m}^3$ ）を埋立面積 $A = 125.000 \text{ m}^2$ の埋立処分場へ28日間投入する工事である。現場条件は、現場で得られたボーリング資料や施工計画に基づいて表-1の様に設定した。表中の含泥率は現在までに行われた浚渫工事の実績から推定した値であり、含泥率と含水比の関係は綱干、三宅ら¹⁾を参照されたい。

表-1 現場条件

地山の含水比 ω	63.55 %
土粒子の比重 G_s	2.701
海水の比重 G_w	1.024
地山土量 V_0	354.310 m^3
埋立地面積 A_0	125.000 m^2
換算地山高さ h	1.07m
含泥率 ξ	10%、15%

3. 実験条件と実験方法

実験試料は浚渫区域の海底から採取した粘性土で、海水を用いて含水比を調整した。表-2に試料の物理的性質を示す。埋立投入実験は遠心加速度40Gで行った。実験では4回の投入を行い、1回当たりの投入高さは含泥率 $\xi = 10\%$ で17.9cm、

表-2 試料の物理的性質

比重 G_s	2.701
液性限界 ω_L	71.00 %
塑性限界 ω_P	35.84 %
塑性指数 I_P	35.16 %

$\xi = 15\%$ で11.9cmとした。これは、4回（28日間）投入で所定の埋立層厚になる場合の総実質土粒子高さ（ $h_s = 1.07\text{m}$ ）から、換算埋立層厚が $\xi = 10\%$ で7.148m、 $\xi = 15\%$ で

表-3 沈降・自重圧密に関する
投入1回当たりの放置時間

	含泥率:10%(含水比:97.38%)		
	実物規模	模型(20G)	模型(40G)
沈降時間(分)	2791.47	66.0	27.7
自重圧密(分)	7288.53	18.2	4.6
全時間(分)	10080.00	84.2	32.3
	含泥率:15%(含水比:63.8.92%)		
	実物規模	模型(20G)	模型(40G)
沈降時間(分)	2622.29	62.0	26.1
自重圧密(分)	7457.71	18.6	4.7
全時間(分)	10080.00	80.6	30.8

4.765mとなることから算定した²⁾。なお、遠心場では高含水比の浚渫土を埋立てる際に起きる沈降と圧密と時間に関する相似則が異なる³⁾ため、予備実験として単層投入実験（含泥率 $\xi = 10\%$ 、 15% で17.87cm、11.91cm）を行い沈降終了時間 t_0 を求めた。これより、沈降・自重圧密における1回投入当たりの放置時間は表-3のようになった。この時の遠心加速度は20Gで行った。なお、投入実験方法の詳細に関しては、三宅ら²⁾を参照されたい。

表-4 入力データ

圧縮指数 C_c	2.8
圧密係数 $C_v(\text{cm}^2/\text{min})$	0.395
初期体積比 f_0	7.76
土粒子の比重 G_s	2.701
投入間隔 $\Delta t(\text{day})$	7
1回の投入高さ $\Delta H(\text{m})$	2.08

さらに、層厚変化を考慮した三笠理論³⁾による一次元圧密方程式に $f - \log p$ 、 $f - \log C_v$ の直線関係を仮定した差分化プログラムを用い、圧密解析及び実験による予測値と実測値との比較

を行った。しかし、圧密解析では地盤の沈降現象は表現できないため、 $f-\log p$ 、 $f-\log C_v$ の関係は、沈降終了時の含水比に調整した試料の遠心単層投入実験結果から求めた。なお、沈降終了時の含水比は1 G場での沈降実験（内径 $\phi 15.0\text{cm}$ のアクリル円筒容器、投入高さは $\xi = 10\%$ 、 15% で 1.02m 、 0.681m ）から求め、各含泥率とも約250％であった。表-4に解析に用いた入力データの一覧を示す。

4. 実験結果と解析結果

図-1に4回目投入後300日の含水比分布を示す。なお、図の縦軸は、各位置の地盤高さに対する相対位置（以後、相対深度と呼ぶ）で示している。図より、実験値は各含泥率とも相対深度 $0.6 \sim 0.7$ 付近で不連続に分布している。これは、含水比測定のために遠心容器を移動する際のわずかな衝撃によって地盤の水平方向に亀裂が発生し、この事により含水比がシフトしたと思われる。そこで、含水比分布をシフトした値だけ補正すると図中の●▲印のようになり、

実験値と実測値はほぼ近い分布を示していることがわかる。また、解析値と実験値との整合性も良好である。なお、相対深度 0.1 付近で実験値の含水比が大きくなっているのは、試料採取の際に試料上部に残る上澄み水が採取試料に混入した事が原因である。

また、投入開始から300日までの地盤高さの経時変化を図-2に示す。図中には、

遠心実験結果と解析結果、さらに現場での実測値を示している。図より、実測値は含泥率 $\xi = 10\%$ 、 15% における実験結果の中間付近に有り、実施工時の含泥率がこの間に合ったと考えられる。これより、適切な含泥率の設定で予測精度の向上が図れるものと考えられる。また、解析結果は、含泥率 $\xi = 15\%$ の遠心実験結果と近い値を示しており、実測値との整合性も良好である。この事は、沈降を考慮できない一次元圧密解析においても遠心模型実験で得られた $f-\log p$ 、 $f-\log C_v$ の関係をを用いることによって実測値の予測に十分活用できることを示唆するものである。

5. あとがき

現場での追跡調査結果を用いて遠心模型実験による埋立地盤高さ予測の適用性を検証することができた。なお、追跡調査の実施に際して、多大な協力を頂きました運輸省第四港湾建設局熊本港工事事務所をはじめ関係各位に感謝の意を表します。

参考文献 1) 瀬川、三宅他：「遠心力場における沈降・自重圧密特性（その1）」、第21回土質工学研究発表会／2) 三宅他：「液状・埋立計画における遠心模型実験の利用」、土と基礎、平成4年5月号掲載予定／3) 三笠正人：「軟弱粘性土の圧密」、鹿島出版会

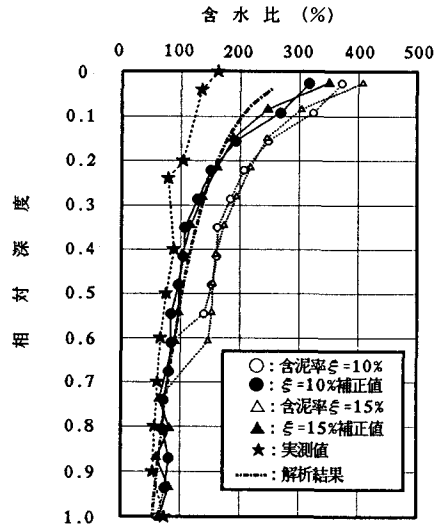


図-1 4回目投入後300日の含水比分布

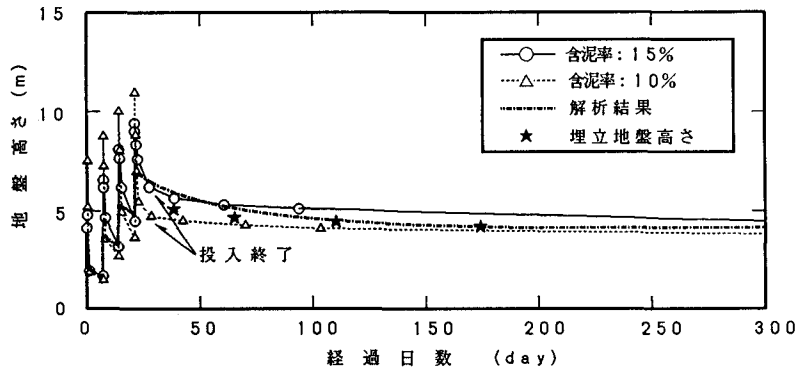


図-2 投入開始から300日までの地盤高さの経時変化