

CVC(強制圧密脱水)工法の室内模型試験装置の試作とその結果の解釈

長崎大学工学部 正会員 棚橋由彦 丸山工業株式会社 正会員 塩野敏昭
 長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静 長崎大学大学院 学生員 篠原 努
 長崎大学大学院 学生員 上原高寛

1.はじめに

地盤改良工法の一つである CVC(強制圧密脱水)工法は、地表から打設した鉛直ドレーンとその頭部を連結させた水平ドレーン及び有孔集水管(排気・排水パイプ)に対し、地盤の地表面を気密シートで覆い真空ポンプを作動させ、そのドレーンと有孔管を通じて強制的に地中の水と空気を排気・排出する圧密促進工法である。プレローディング工法と比べ盛土材の搬入や撤去がなく、地盤支持力に応じた段階施工も必要ないため、工期短縮と工費削減が図れる。

本研究の目的は、CVC 工法の原理を模擬した室内模型試験装置(真空圧密試験機)の試作とそれを用いた試験結果の解釈を行った。また別途実施した原位置試験で観測された現象¹⁾との比較も行い、両者の整合性をはかりつつ、圧密促進効果を解明すると共に合理的な設計手法の確立に資することにある。

2.試験装置と試験方法

強制圧密脱水工法を模擬できる試験装置を試作した。図-1 に試験装置の概要を示す。供試体中央にドレーン材(引張りピストンリングにキッチンペーパーを巻き作製)を、供試体内にセラミック間隙水圧計を設置した。間隙水圧計センサー内は十分に脱気した水で満たし使用した。ドレーン材を介して真空圧を作用させ、排水条件は試料の外周からドレーンに向かう放射流れのみである。全試料についてそれぞれ真空圧 - 80kPa で 24 時間真空圧密を行った。体積変化量は排水量から算定し、軸変位は外部変位計によって計測した。ひずみについては、真空圧負荷前の供試体高さ h_0 と体積 V_0 を基準として軸ひずみ ϵ_a と体積ひずみ ϵ_v を算出し、側方ひずみ ϵ_r はこの両者から $\epsilon_r = (\epsilon_v - \epsilon_a)/2$ と間接的に求める。

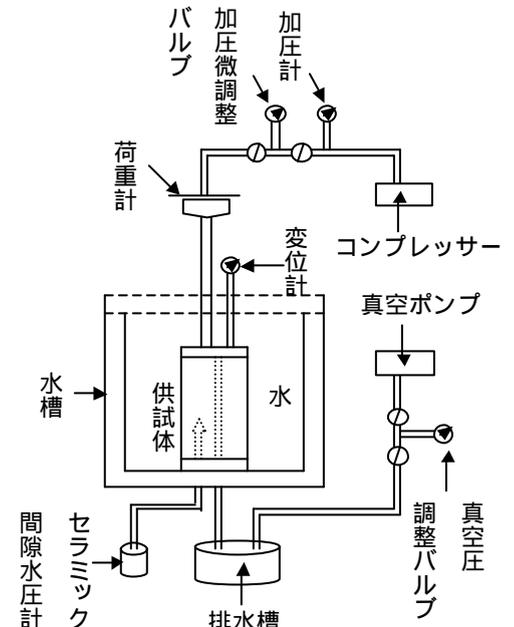


図-1 試験装置の概要

3.試料及び供試体

本研究で使用した試料は、佐賀県小城郡で不攪乱採取した有明粘土を用いた。シンウォールサンプラーより抜き出し直径 7.4cm、高さ 15cm の円柱供試体とした。試料概要を表-1 に示す。

表-1 試料概要

4.実地盤と模型試験の関係

実施工と室内模型試験間の時間スケールの設定については、ドレーン工法の設計手法(バロン式)に従う。

$$t = \frac{d_e^2}{c_h} \cdot T_h \quad \text{より} \quad t_m = \left(\frac{d_{em}}{d_{ep}} \right)^2 \cdot t_p \quad (1)$$

ここに、m:模型、p:実地盤、 d_e :等価有効円の直径、t:時間である。

深度 (GL - m)	実地盤 土質	模型試験 供試体 No		土質調査結果(実地盤)		
				含水比 (%)	液性限界 W_L (%)	塑性指数 I_p
2.0	粘土	T-1	T-1-1	154.8	127.4	79.1
	シルト質粘土		T-1-2			
4.75	シルト混り砂	T-2	T-2-1	123.7	112.5	67.9
			T-2-2			
5.00	シルト質粘土	T-2	T-2-3	115.6	116.2	74.5
			T-2-4			
9.30	シルト質粘土	T-3	T-3-1	67.7	66.5	35.8
			T-3-2			
12.5						

キーワード：地盤改良，強制圧密脱水工法，真空圧，室内模型試験，粘性土

連絡先：長崎市文教町 1 14 長崎大学工学部社会開発工学科，Tel：095 847 1111，Fax：095 848 3624

また、 $d_{em} = 7.4$ (cm)、 $d_{ep} = 1.128d = 1.128 \times 80$ (cm) = 90.24(cm)

を式(1)に代入すると、

$$t_m = 6.72 \times 10^{-3} t_p \quad (2)$$

が導かれ、これを実地盤と模型試験の時間換算式とする。

5. 試験結果と考察

以下に試験結果を示す。ただし、各試験における経過時間を実地盤に対応させている。

図-2 に軸ひずみ(ϵ_a)、側方ひずみ(ϵ_r)関係を示す。経過日数 80 日の $\epsilon_a - \epsilon_r$ 関係は、いずれの試験ケースにおいても $\epsilon_a < \epsilon_r$ であり、 ϵ_a に対する ϵ_r の割合は T-1-1 で 1.01、T-1-2 で 1.31、T-2-1 で 3.43、T-2-3 で 2.25、T-2-4 で 2.61、T-3-1 で 3.19 である。圧縮性に関していずれの実験ケースに関しても鉛直方向より水平方向の圧縮性の方が高い傾向を示した。

図-3 に沈下量の経時変化を示す。模型試験より求めたひずみに各層厚を乗じ総沈下量を求めた。軸ひずみより算定した経過日数 82 日の沈下量は約 32cm となる。実施工改良域内では 32~83cm の沈下が生じており、模型試験より算定した沈下量が小さい値となった。

図-4 に排水量の経時変化を示す。模型試験より求めた体積ひずみに実施工の各層体積を乗じ総排水量を求めた。経過日数 40 日までは模型試験より求めた排水量の方が実施工より大きく、40 日以降は実施工が大きな値を示した。実施工では 26 日目までは真空圧が低下したために排水量が小さく、その後の補修により実施工が大きくなったと思われる。

図-5 に間隙水圧計の経時変化を示す。T-1-1 は、真空圧の作用に伴う間隙水圧の低下が確認できる。しかし、その他の実験ケースでは真空圧の作用に伴う間隙水圧の低下を評価するのは難しい。間隙水圧計センサー内を満たす水の脱気が不十分であったか、間隙水圧計細部からの空気の漏れが要因で試験結果に影響したと思われる。

6. 結論

本研究に用いた試料は不攪乱であり原位置試験との比較を試みたが、試験結果は模型試験の方が小さい値となった。その要因として、まず実地盤における土被り圧を考慮しなかったことが挙げられる。また、ドレーン工法の設計手法(バロン式)に従った時間スケールの設定についても検討の余地がある。

室内模型試験では、間隙水圧計の測定が十分にできなかった。現在、測定できなかった原因解明を行っており、脱気水はもちろんのことであるが、間隙水圧計細部からのわずかな空気の漏れが大きな要因であると考えた。円筒の本体(金具)とチューブの接続部において、真空圧作用に伴いチューブが収縮し漏れが生じることが確認された。これを含め、合理的設計手法が未確立である本工法での施工の事前調査における変形予測の役割が果たせるように今後改良・改善を行っていく予定である。

(参考文献)

- 1) 棚橋由彦・塩野敏昭・蔣 宇静・篠原努・上原高寛：CVC(強制圧密脱水)工法の有明粘土地盤試験施工における動態観測，第37回地盤工学研究発表会講演概要集，大阪，2002。

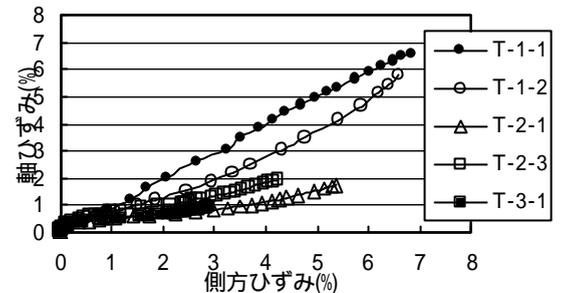


図-2 軸ひずみ(ϵ_a) - 側方ひずみ(ϵ_r)

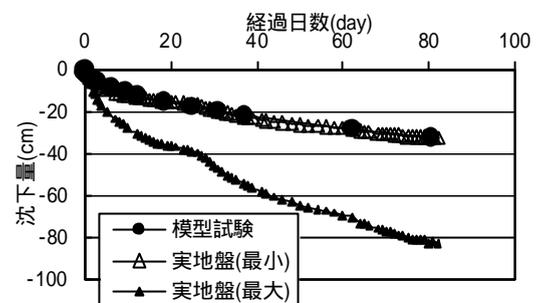


図-3 沈下量の経時変化

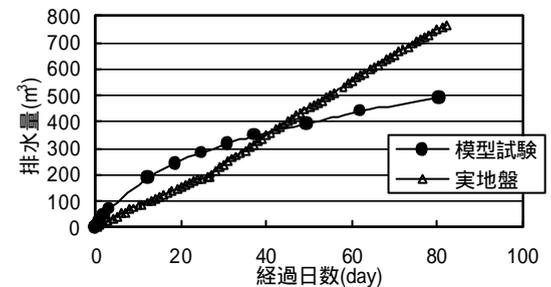


図-4 排水量の経時変化

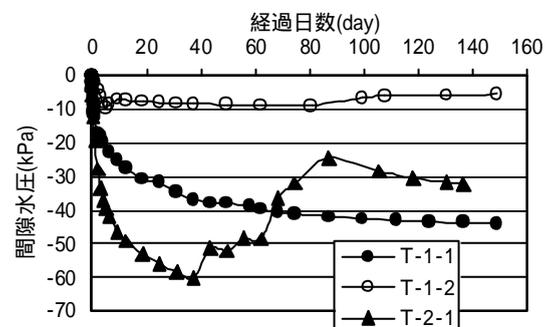


図-5 間隙水圧計の経時変化