

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
 長崎大学工学部 学生員 上原高寛

1.はじめに

地盤改良工法の一つである強制圧密脱水工法は、改良区域内の地表面を気密シートで覆い、ドレーン材を通じて地盤に真空圧を作用させ排気・排水により地盤を改良する工法である。

本研究の目的は、強制圧密脱水工法の室内模型試験装置(真空圧密試験機)の試作とその結果の解釈を通じ、また試験施工で観測された現象¹⁾との整合性をはかりながら粘性土に対して本工法の原理を解釈することにある。

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。間隙水圧計の飽和は十分に脱気した水を使用した。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。体積変化量は水槽の水位変化量と、排水量から算定する2つの方法で計測し、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と体積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 $\varepsilon_r=(\varepsilon_v-\varepsilon_a)/2$ と間接的に求める。

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¹⁾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。

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(バルン式)に従う。

$$t = \frac{d_e^2}{c_h} \cdot T_h \text{ より, } t_m = \left(\frac{d_m}{d_p} \right)^2 \cdot t_p \quad (1)$$

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。

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

また、変位スケールについては模型試験より求まったひずみに各層厚を乗じ試験施工結果と対応させる。実地盤、試料概要を表-1に示す。

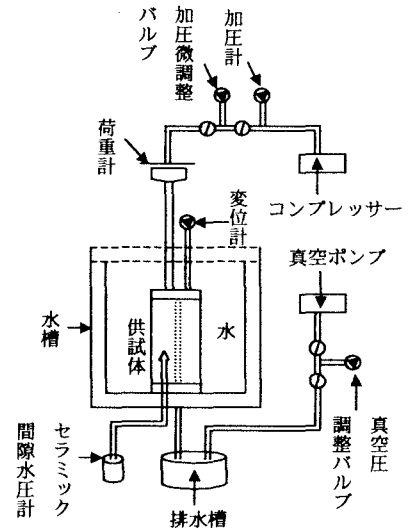


図-1 試験装置の概要

表-1 試料概要

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 (%)	密度 (g/cm ³)	液性限界 WL(%)	塑性指 数 I _p
2.0	粘土	T-1	T-1-1	154.8	2.666	127.4	79.1
4.75	シルト質粘土		T-1-2				
5.00	シルト混り砂	T-2	T-2-1	123.7	2.635	112.5	67.9
			T-2-2				
	シルト質粘土		T-2-3	115.6	2.686	116.2	74.5
			T-2-4				
9.30	シルト質粘土	T-3	T-3-1	67.7	2.695	66.5	35.8
12.5			T-3-2				

5. 試験結果

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現場に対応させている。

図-2に軸ひずみ(ε_a)、図-3に軸ひずみ(ε_a)、排水量から算定した体積ひずみ(ε_v)から計算した側方ひずみ(ε_r)の経時変化を示す。経過日数80日の $\varepsilon_a - \varepsilon_r$ 関係は、いずれの実験ケースにおいても $\varepsilon_a < \varepsilon_r$ 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。T-1、T-2、T-3のひずみの違いは土質構成によるものであり、より軟弱な高含水比試料T-1ほど軸ひずみ、側方ひずみは大きく $\varepsilon_a \approx \varepsilon_r$ となった。

図-4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経過日数80日の総沈下量を求めた。軸ひずみより実地盤の沈下量を算定すると約33cmとなる。実地盤では30~70cmの沈下が生じている。また体積ひずみから排水量を算定すると約500 m^3 となる。実地盤では800 m^3 であるが、実地盤では改良域外からの水の流入も考えられるので、沈下量、排水量ともに模型試験が小さい値となった。

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。脱気水・間隙水圧計細部からの空气の漏れなどが要因で試験結果に影響したと思われる。

図-6に、試験後の供試体含水比を測定し排水量から逆算して求めた供試体の初期含水比および実地盤80日相当時の含水比を示す。より軟弱な高含水比試料T-1において含水比の低下が大きい。実地盤においても、施工前後において20%前後の低下が確認できている。

6. おわりに

本試験結果では軸ひずみ、体積ひずみ共に模型試験が実地盤より小さい値となった。強制圧密脱水工法は、改良域内外が収縮するという特殊なメカニズムがあり、ドレーン工法の設計手法(バロン式)の適用性を検討する余地があると思われる。今後、問題点などの解決をはかると共に実地盤と模型試験の整合性等の考察を深めていく予定である。

《参考文献》

1) 棚橋由彦, 蔣宇静, 塩野敏昭, 上原高寛, 篠原努: 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, 平成14年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 2002.

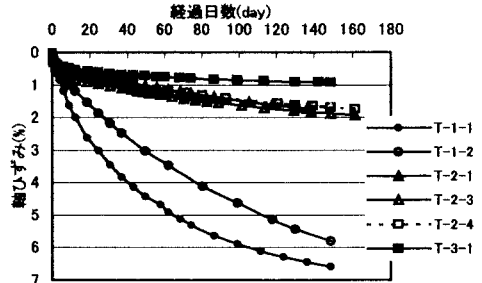


図-2 軸ひずみ(ε_a)の経時変化

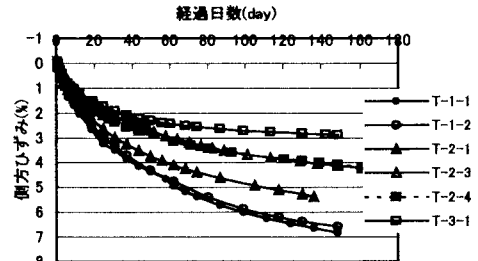


図-3 側方ひずみ(ε_r)の経時変化

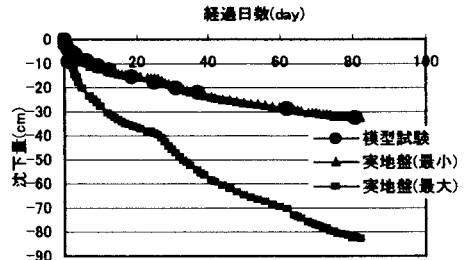


図-4 沈下量の経時変化

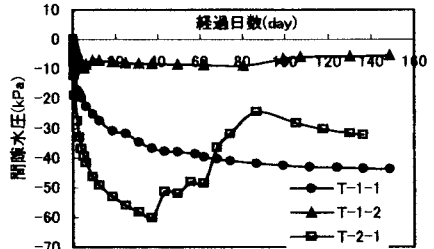


図-5 間隙水圧の経時変化

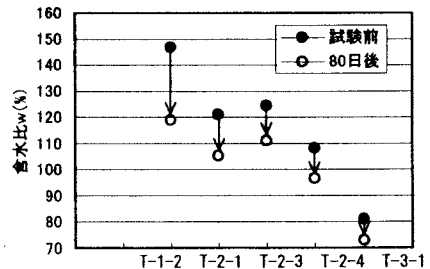


図-6 供試体の含水比