

III-71 杭状改良地盤の圧密時の土圧変化

東洋建設（株）技術研究所 正 三宅 達夫
正 赤本 弘文

1. まえがき

深層混合処理工法（以降 D・M・M と称する）により杭状に改良した場合の、設計手法の確立を目指して、遠心力載荷装置による一連の研究を行ってきた¹⁾²⁾。今回は、盛土法面下のみを D・M・M により部分的に杭状改良した地盤上の盛土建設に伴う圧密による D・M・M 改良体に加わる外力の経時変化について実験的に検討した。杭状改良地盤では個々の改良体は三次元的な変形を示すものと考えられるが、今回の実験では二次元的に変形するとしてモデル化した。このモデル化の差異による影響は別の機会に報告したい。

2. 実験概要

実験に使用した試料土の物理的性質および実験装置の主な諸元は文献1)を参照されたい。部分改良した模型地盤の作成は、先ず含水比 $w=150\%$ の十分脱気した粘土を模型実験用二次元試料容器へ投入した後、圧密圧力 0.1 kgf/cm^2 で予備圧密して一様地盤を作成する。予備圧密終了後、地盤表面を遠心力装置の回転曲率と同じ円弧状に鋼製の治具で成形する。次に、シンウォール・サンブラーで所定の面積改良率になるように地盤を削孔する。この溝と同じ寸法の塩ビ板を挿入する。その後、地盤内変位測定用の光学ターゲットを埋設し、地盤表面に予備圧密圧力と等しいサーチャージとして $\phi 2\text{ mm}$ の真鍮棒を敷き並べ、 80 G の遠心加速度の下で約 40 時間、平均圧密度 90% に達した後、一旦運転を止める。模型地盤の圧密度は地盤内中央深度に埋設した間隙水圧計と地表面の沈下量との経時変化から図-1.で示すように $\sqrt{t}$ 法で確認した。ここで、先に挿入した塩ビ板を引抜き、換りに土圧計を貼付した改良体を押し込む。また、盛土下の未改良部分には 2 cm 幅のろ紙をペーパードレーンとして 2 cm ピッチの千鳥状に打設する（以降、P・D地盤と称する）。D・M・M地盤と土圧計、間隙水圧計、実験終了後の含水比測定位置を図-2.に示す。盛土の作成は圧密の進行に伴い部分的な水没による盛土荷重の変化を避けるため、完全に没水した状態で 1 G の場合で行った。盛土高さは各ケースとも実験中は一定である。実験ケースは、改良体強度と改良率をパラメーターとして表-1.に示す。

表-1. 実験ケース

Case No.	一軸圧縮強度 $q_u(\text{kgf/cm}^2)$	面積改良率 $A_s(\%)$	盛土荷重 $q(\text{kgf/cm}^2)$
1.	1.2	30	0.28
2.	1.2	60	0.26
3.	7.0	60	0.32

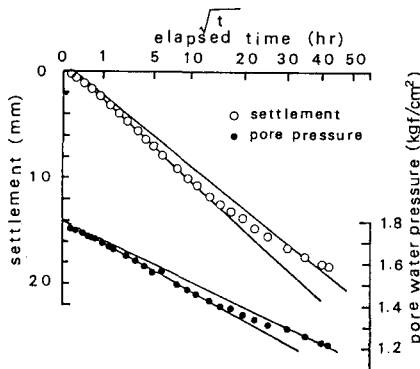


図-1. 模型地盤作成時の沈下・間隙水圧の経時変化

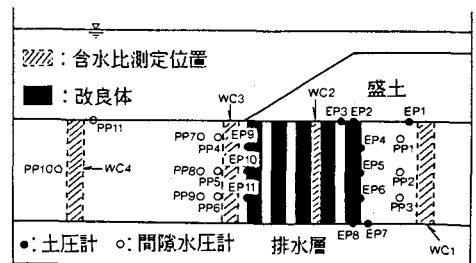


図-2. 間隙水圧計・土圧計配置図

3. 実験結果と考察

各ケースにおいて、盛土載荷直後の主働・受働土圧は次式により求めた。

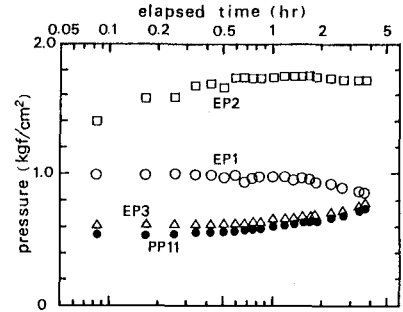
$$\text{主働土圧: } p_a = (r' \cdot z + q) - 2 \cdot C_u + u_s$$

$$\text{受働土圧: } p_p = r' \cdot z + 2 \cdot C_u + u_s$$

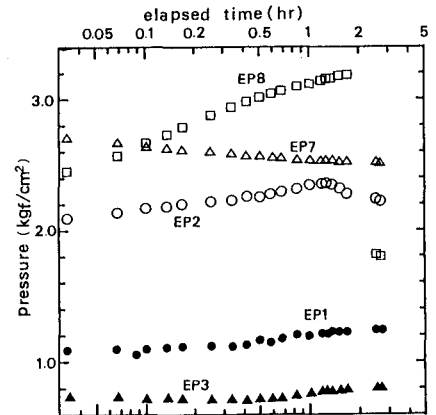
ここに、 r' は土の水中単位体積重量、 z は地盤深さ、 q は上載荷重（盛土荷重＋サーチャージ 0.1 kgf/cm²）、 C_u は粘土の非排水せん断強度、 u_s は静水圧である。ここで、各ケースについて計算に使用した数値および計算結果と実験値を表-2. に示す。僅かに計算値の方が実験値より大きめの値を与える傾向にあるが、比較的計算値と実験値は近い値を示している。各ケース共圧密の進行に伴い水平土圧は減少する傾向にある。改良体は水平力に対して載荷直後に最大外力を受けることになる。鉛直土圧・間隙水圧の経時変化を図-3. (a)～(c) に示す。各ケースとも圧密期間中には、改良体上の鉛直圧力は1.2 時間（平均圧密度 $U=80\%$ ）経過した時点でピークを迎え、その後減少する。改良体間の粘土地盤表面の鉛直圧力は 0.6時間経過時点まで一定値を保ち、その後少し増加するが、改良体上の鉛直圧力がピークを迎えた後減少する期間に一定値に収束する。地盤の表面と底面の各鉛直圧力の経時変化を見ると改良体にネガティブフリクションが働いている。

表-2. 載荷直後の主働・受働土圧の計算条件と結果

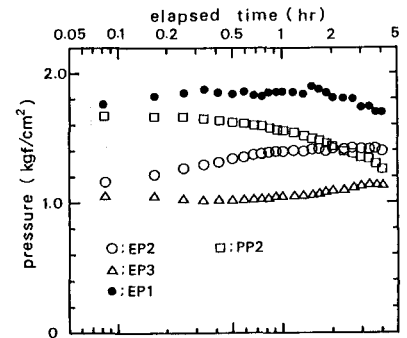
				Case.1	Case.2	Case.3	
	$r'(\text{tf/m}^3)$	$z(\text{m})$	$C(\text{tf/m}^2)$	$u_s(\text{tf/m}^2)$	$u_s(\text{tf/m}^2)$	$u_s(\text{tf/m}^2)$	
上 部	0.456	2.4	0.44	7.8	7.8	10.3	
中間部	0.481	4.8	0.77	10.3	10.3	12.7	
下 部	0.509	7.2	1.19	12.5	12.5	15.1	
$q(\text{tf/m}^2)$				3.8	3.6	4.2	
	Case.1		Case.2		Case.3		
	主働土圧(tf/m^2)		主働土圧(tf/m^2)		主働土圧(tf/m^2)		受働土圧(tf/m^2)
	計算値	実験値	計算値	実験値	計算値	実験値	計算値 実験値
上 部	11.8	11.0	11.6	12.6	14.7	11.5	12.3 12.1
中間部	14.9	11.6	14.7	15.2	17.7	15.4	18.5 15.4
下 部	17.6	16.7	17.4	17.0	20.6	20.2	21.1 19.3



(a) ケース. 1



(b) ケース. 2



(c) ケース. 3

4. あとがき

今回の実験では比較的小さい盛土荷重を用いたが、更に極限荷重に近い荷重状態で検討する予定である。

参考文献

- 1) 網干, 三宅, 赤本(1987): 深層混合処理地盤の変形と破壊モード, 第22回土質工学研究発表会, pp.999～1002.
- 2) 三宅, 赤本, 網干(1988): 遠心力場における盛土建設に伴う深層混合処理工法による杭状改良地盤の変形特性, 広島大学工学部研究報告, Vol.36, No.2, pp.159～170

図-3. 鉛直土圧・間隙水圧の経時変化