

PD 材を用いた超軟弱粘土の自重・載荷圧密試験

福岡大学工学部 学生員 ○小山 隆之 福山 雅彦
 福岡大学工学部 正員 佐藤 研一 正員 吉田 信夫
 錦城護謄株式会社 正員 野村 忠明

1. 研究目的 著者ら^{1),2)}はこれまでに、埋め立てポンド内に投入する浚渫土砂の投入量の増加を目的として、プラスチックボードドレーン材(以下 PD 材と略す)による自重圧密促進効果を模型実験を用いて調べてきた。その結果、PD 材を打設しないものに比べ圧密時間の促進効果があることが明らかになった。また、自重圧密終了後に載荷圧密試験を行い、自重圧密においてダメージを受けた PD 材の載荷圧密過程における効果についても検討を行った。そこで全試験終了に伴い、自重圧密、載荷圧密過程の両過程における PD 材の打設の効果について模型実験を行った結果について報告する。

2. 実験概要 実験には、図-1(a)に示すような高さ 210cm のアクリル製の自重圧密用沈降筒を用いた。試料には、苅田湾沖より採取した、自然含水比 140% ($G_s=2.525\text{g/cm}^3$, $W_L=84.2\%$, $W_p=36.9\%$, $I_p=47.3\%$)の粘土に塩分濃度 3% に調整した塩水を混合し、スラリー状態で十分に攪拌し、初期含水比約 1000% に調整した泥水を用いた。この泥水を 1 日当り約 100cm の割合で沈降筒に投入し、5 日間で全 5 層の浚渫粘土による泥水柱の作成を行った。自重圧密過程では、この泥水柱を用い、PD 材を打設しない場合と PD 材を打設した場合のそれぞれについて自重圧密特性を調べた。PD 材は、図-2 に示すように幅 5cm 厚さ 3.6mm であり、ポリエチレン製の溝型コアの両面に不織布を張合せた一体構造である。また、PD 材の打設は 5 層目投入後 24 時間経過後に、PD 材の下端部にステンレスワイヤーを取り付け、アクリル円筒の下端からワイヤーを引っ張ることにより泥面中央部に打設を行った。自重圧密中の沈下量の計測は目視により行っている。載荷圧密過程は自重圧密終了後に、図-1(b)に示す載荷圧密装置を用いることにより、PD 材が打設された模型地盤の上に、 $\sigma_v=19.6\text{kPa}$, 49.0kPa の各荷重にてステージ載荷圧密試験を行った。載荷圧密試験終了後の模型地盤については、粘土層の強度特性を把握するために、地盤上部の任意の測点位置からベーンせん断強度並びに含水比分布の測定を平面方向と深さ方向(5cm おき)に行った。さらに、模型地盤からブロックサンプリングした試料を用い、粒度試験と一軸圧縮試験を実施し、PD 材により圧密された試料を用いて物理・力学特性の把握を行った。また、各ステージ載荷圧密試験終了後に PD 材の透水性能試験を行っている。

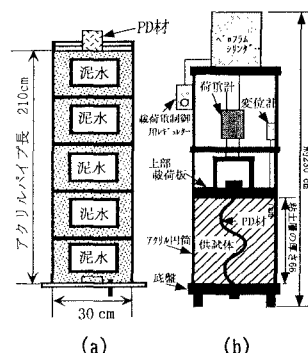


図-1 自重・載荷圧密装置図

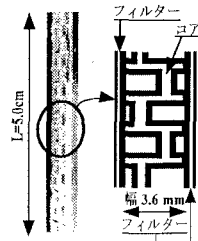


図-2 PD 材の断面

いずれの実験も間隙水圧は、円筒下部に取り付けられた間隙水圧計により、データロガーにより計測している。

3. 実験結果及び考察

泥水投入及び自重圧密試験

図-3 に、PD 材を打設した場合と打設しない場合の自重圧密終了時における泥水柱の泥面沈下曲線を示す。この図から、泥面の沈下速度に PD 材打設による圧密促進の効果が顕著に現われている。PD 材を打設した場合は、61 日で求めた最終沈下量 $S_f=90.1\text{cm}$ に到達している。PD 材を打設しない場合は、310 日目に $S_f=90.1\text{cm}$ に至っている。そこで、自重圧密過程における PD 材の効果についてまとめた結果を表-1 に示す。その結果、圧密度 90% では PD 材を打設しないものに比べ、約 11.5 倍の圧密時間の促進効果があることが明らかになった。これは、自重圧密の促進に PD 材が十分に機能を有していることを示している。

3.2 載荷圧密試験

図-4 に自重・載荷圧密過程における時間～沈下曲線を示す。この図から自重・載荷圧密終了までに要する時間を比較してみると、PD 材を打設した場合は、240 日で終了しているのに対し、打設しない場合は、720 日と約 3 倍の時間を費やしていることがわかる。こ

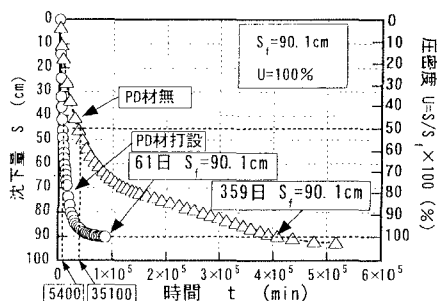


図-3 時間～沈下曲線

表-1 圧密促進効果

圧密度 U (%)	圧 密 時 間		促進 効果 t_2/t_1
	PD材有 t_1	PD材無 t_2	
90	24550	281530	11.5

のこのことから、載荷圧密過程においても PD 材が十分な排水機能を有していることが伺える。そこで、19.6kPa、49.0kPa の各々の過程において、沈下曲線から算出される最終沈下量を用いて、圧密度 50% における圧密時間により考察した結果を表-2 に示す。この表より、PD 材を打設することによって 19.6kPa 過程では約 6.9 倍、49.0kPa 過程では約 25.9 倍の時間の促進効果がある。図-5 には、 $\sigma_v=49.0\text{kPa}$ の載荷圧密終了時における模型地盤内の PD 材の動水勾配 i が 1.0 のもとで行った通水性能試験結果を示している。図中には三軸セル内で行った結果も示している。その結果、模型地盤中の通水量は、三軸セル内と比較すると約 1/9 に小さくなっている。しかし、この通水量から透水係数を換算すると、 $k=4.3\text{cm/sec}$ となり、模型粘土地盤の透水性と比較すると十分にその排水機能を有していることが明らかとなった。

3.3 実験終了時の模型地盤の含水比及び強度特性 図-6 に載荷圧密試験終了後における PD 材の変形状態を示す。PD 材は図からわかるように、変形に追従するように左右に折れ曲がりながら、軸方向に約 67% ひずみで変形しており、PD 材の通水性能に影響を及ぼす急激な折れ曲がりや破損はまったく見られていないことがわかる。図-7 に PD 材からの距離と有効径 D_{50} の関係を示す。模型地盤内の粒度分布は、PD 材からの距離が離れるにつれて有効径がわずかながら大きくなる傾向を示している。しかし、ほぼ粒径の均一な粘土層が形成されており、粘土粒子の集積による目詰まりは問題ないと考えられる。図-8 に PD 材を打設した場合と打設しない場合の模型地盤中の中央部と端部の含水比分布図を示す。この図から深さ方向の含水比は、約 20% 異なっていることが分かる。これは、PD 材と模型地盤上部からの上面排水の影響であると考えられる。また、未処理地盤と比較しても PD 材打設による効率的な地盤改良が行われていることがわかる。図-9 にコーン試験より求められた模型地盤端部のせん断強度と深さ方向の関係を示す。模型地盤の強度は、いずれの模型地盤ともに深さ方向の含水比の上昇に伴って、わずかな強度の低下を示すが、ほぼ同じせん断強度を有しており、粘土地盤の強度に及ぼす PD 材打設の影響は小さいと考えられる。

4. まとめ

- ①自重圧密過程において、PD 材打設による圧密促進効果は非常に大きく、圧密度 90% の圧密時間により評価した結果、打設しない場合の約 11.5 倍であった。
- ②各ステップの載荷圧密過程における PD 材打設の効果は大きく、自重圧密過程における PD 材のダメージはほとんどないと考えられる。
- ③自重・載荷圧密終了後の PD 材には急激な折れ曲がりや破損はみられず、十分な通水性能があることが明らかになった。
- ④載荷圧密終了時の模型地盤の強度に、PD 材打設による影響は見られなかった。

【参考文献】1) 佐藤研一、吉田信夫、野村忠明：「PD 材を用いた自重圧密促進に関する研究」，第 33 回地盤工学研究発表会講演概要集、2-2, pp. 2123~2124, 1998. 2) 佐藤研一、吉田信夫、野村忠明、吉川雅史：「PD 材を用いた自重圧密終了後の載荷圧密試験」，第 34 回地盤工学研究発表会講演概要集、2-1, pp. 213~214, 1999.

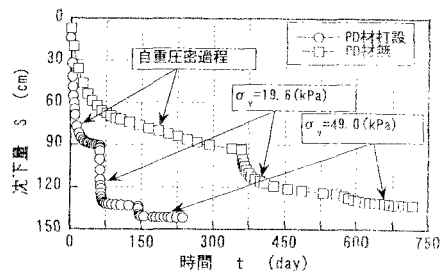


図-4 時間～沈下曲線

表-2 圧密促進効果

載荷 σ_v (kPa)	圧密度 U (%)	圧密 時 間		促進 効果 t_2 / t_1
		PD材有 t_1	PD材無 t_2	
19.6	50	2500	17190	6.9
49.0	50	1330	34430	25.9

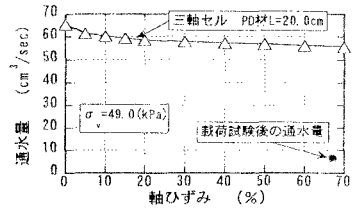


図-5 通水性能試験結果

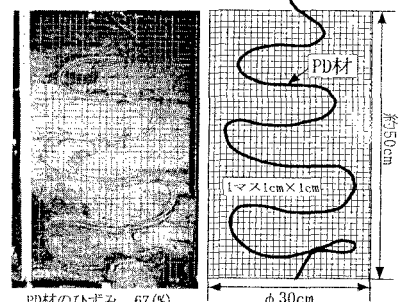


図-6 PD 材の変形状況

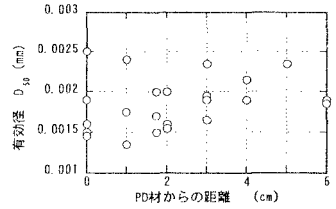


図-7 PD 材からの距離と有効径

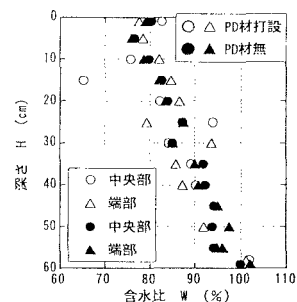


図-8 含水比分布

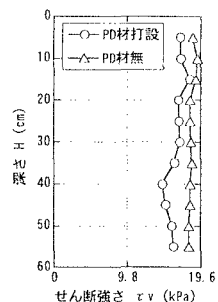


図-9 せん断強度