

真空圧を用いた超軟弱粘土地盤の自重圧密促進工法に関する実験的検討

福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 福岡大学工学部 学生会員○吉田健一
 福岡大学工学部 正会員 吉田信夫 不動産建設(株) 正会員 前田忠良
 錦城護謨(株) 正会員 野村忠明

1. はじめに

著者ら¹⁾はこれまでに、埋立てポンド内に投入する浚渫粘土の投入量の増加を目的として、高含水比の超軟弱粘土中に打設されたプラスチックドレーン(以下PD)材の、自重圧密促進効果に関する研究を行ってきた。その結果、PD材打設による自重圧密促進効果が大きい事が明らかになった。そこで本研究では、図-1に示すようにPDF工法に真空圧を併用させ、さらなる圧密促進を図ることを考えた。従来の真空圧密工法は、鉛直ドレーン材に水平ドレーン材を組み合わせ、地表面を気密シートで覆い、水平ドレーン材に真空圧を負荷させることにより、圧密を促進させる工法である。しかし、真空圧を併用したPDF工法は、海中施工であるために気密シートを用いることができず、浚渫粘土による気密性の確保が要求される。そこで本研究では、模擬した圧密沈降筒を用いて浚渫粘土による気密性を確保できるかについて、粘土層厚及び含水比に着目し、実験的に検討を行った。

2 実験概要

2.1 粘土試料 実験試料には、博多湾より採取した博多粘土を使用した。図-2に博多粘土の物理特性及び粒径加積曲線を示す。博多粘土と苅田粘土(2mmふるい通過試料)を比較すると、苅田粘土のシルト分は36%であるのに対し、博多粘土は70%とほぼ2倍であり、シルト分が多い粘土である。

2.2 真空圧負荷試験 図-3に試験装置の概要図と含水比採取の測定位置を、図-4にPD材の断面形状及び試験装置底部の拡大図を示す。このPD材は、厚さ5mmのドレーン材であり、ポリエチレン製の溝型コアの両面に不織布を張り合わせた一体構造となっている。実験では、試験装置底部に、有効排水範囲が8cm×8cmとなるPD材を水平に設置し、図の手前面よりコアに真空圧を負荷させる。また、含水比の経時変化を確認するため、高さ30cm、直径30cmのアクリル円筒を所定の高さまで積み上げ、内部を仕切り板により4つに区切った。検討項目としては、層厚、真空圧の大きさ、測定時間に着目し、表-1に示すように実験条件を設定した。含水比の採取位置は図-3に示すように、実験①では、PD材の中心から半径方向に8ヶ所、深さ方向は粘土の初期層厚に応じて1、2ヶ所程度であり、2、4、6時間経過時に測定を行った。また、層厚を厚くした場合(実験②)は、半径方向に6ヶ所、深さ方向には最上面を0cmとして10cmピッチで6ヶ所、3、6、9、12日経過時に測定を行った。気密性の確保の評価は、最上面部分の含水比が低下しなければ、その部分までは真空圧が負荷されていないと考え、浚渫粘土を用いたPD材上面の気密性の確保が可能であると考えらる。

3. 実験結果及び考察

実験①において、図-5に真空圧を10kPa、図-6に50kPa、図-7に70kPaの場合の、各層厚における最上面含水比の半径方向の分布を示す。いずれの真空圧の場合でも、計測時間6時間において、層厚5cm以上で最上面含水比は $w_0=200\%$ から低下していないことがわかる。また水平方

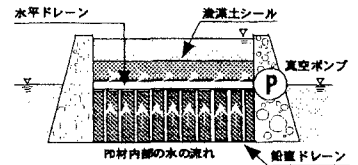


図-1 真空圧を併用したPDF工法

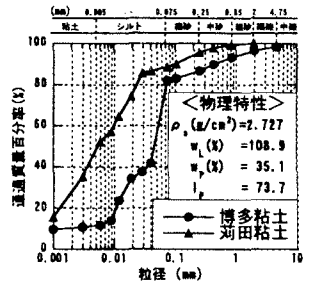


図-2 物理特性及び粒径加積曲線

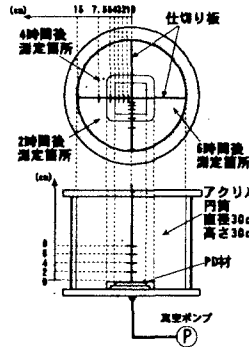


図-3 真空圧負荷試験装置及び測定位置

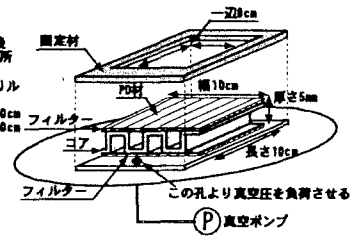


図-4 PD材の断面形状及び試験装置底部(拡大図)

表-1 実験条件

実験番号	真空圧 (kPa)	初期含水比 w_0 (%)	測定時間	初期層厚 d_0 (cm)	深さ方向含水比採取位置 (cm)
①	10 50 70	200	2, 4, 6 (hour)	2	平均
				3	平均
				4	2, 4
				5	3, 5
				6	4, 6
				7	5, 7
②	60	200	3, 6, 9 12 (day)	50	0, 10, 20 30, 40, 50

向には、ドレーン材中心から 5cm までにおいて $w_0=200\%$ から低下している。初期層厚の影響は、 $d_0=2, 3\text{cm}$ において、明らかな含水比低下が見られるが、 $d_0=4\text{cm}$ においては、真空圧 50kPa、70kPa の場合、含水比が 150% まで低下しているのに対し、真空圧 10kPa の場合は、含水比が 180% 程度と低下はあまりみられない。これらの結果より、図-8 に真空圧 70kPa の場合の含水比分布図を示す。特に、PD 材直近 (層厚 2cm、半径 4cm) で含水比低下が著しく、模擬した圧密沈降筒内において含水比は、PD 材を中心として放射状に分布していることが確認される。

次に、図-9 にアクリル円筒中心部、図-10 に端部における最上面含水比の初期層厚による違いを示す。中心部では、 $d_0=2, 3\text{cm}$ において含水比低下が見られるが、 $d_0=4\text{cm}$ 以上では、 $w_0=200\%$ を保っている。また、端部においては、全ての d_0 で含水比低下は見られなかった。このことから真空圧は鉛直方向に負荷し、計測時間 6 時間においては層厚 5cm 以上で気密性の確保が可能であるといえる。

実験②において、図-11 にアクリル円筒中心部、図-12 に端部における含水比の経時変化を示す。ここで、泥面は経時的に沈下するが、含水比採取は泥面から深さ方向に 10cm ピッチで行っている。そのため測定位置にばらつきが生じているので、次式を用いて補正し、考察を行った。

$$\frac{z}{z_0} = \frac{\text{測定深さ}}{\text{計測時の地盤深さ}}$$

いずれの図においても、含水比は $z/z_0=1.0$ に近いほど、すなわち、PD 材に近いほど低下していることがわかる。また 12 日経過後には $z/z_0=0.4$ 、すなわち、PD 材から 30cm 付近において含水比の低下が確認され、この部分まで真空圧が負荷していると考えられる。 $z/z_0=0.4 \sim 0.8$ では含水比は経時的に低下している。一方図-12 では、中心部に比べ含水比変化は少ないものの、深さ方向に $z/z_0=0.4$ 付近から $z/z_0=1.0$ へと PD 材に近づくにつれて含水比は 150~180% 程度まで低下し、経時的にも低下していることがわかる。しかし、この含水比分布には、自重圧密沈下に伴う排水の影響も含まれている。

4. まとめ

1) 今回の真空負荷の実験から得られた含水比分布より、真空圧が負荷する範囲は、ある程度予測ができた。しかし、真空負荷の影響範囲は、PD 材の有効範囲、粘土層厚及び真空負荷時間の影響が考えられる。

2) 実験①では層厚 5cm 以上で、実験②では層厚 30cm 以上で含水比低下が見られなくなったため、浅深粘土を用いた PD 材の気密性の確保は可能である。今後、含水比、層厚、及び真空負荷時間の影響、さらに、ペーンせん断試験による強度変化についても検討していく予定である。

[参考文献] 1) 小山隆之、佐藤研一、吉田信夫、野村忠明：「PD 材を用いた超軟弱浅深粘土の自重・載荷圧密試験」、第 35 回地盤工学研究発表会、pp1371~1372

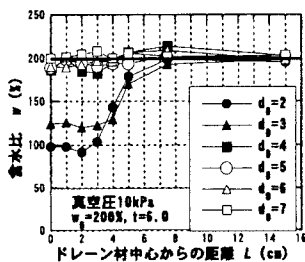


図-5 各層厚の最上面含水比 (10kPa)

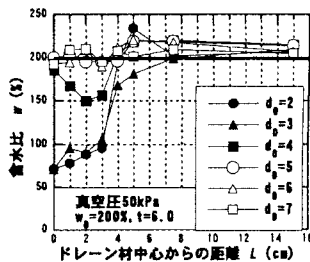
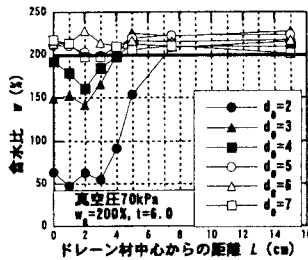


図-6 各層厚の最上面含水比 (50kPa)

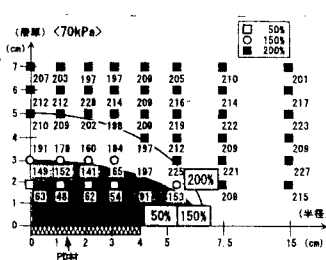


図-7 各層厚の最上面含水比 (70kPa)

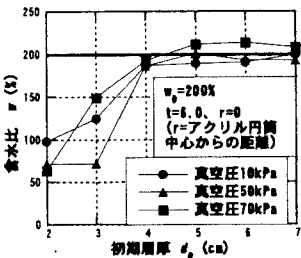


図-9 最上面含水比の初期層厚による違い (中心部)

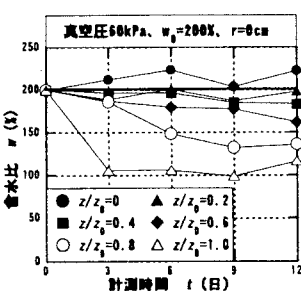


図-8 含水比分布図 (70kPa)

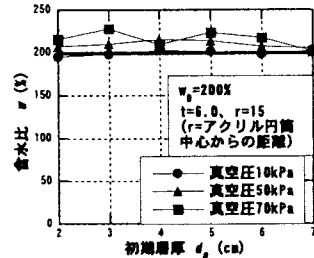


図-10 最上面含水比の初期層厚による違い (端部)

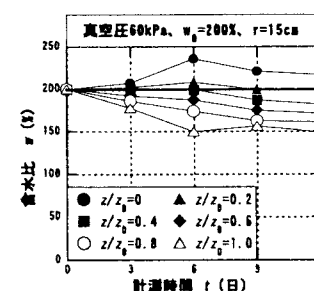


図-11 含水比経時変化 (中心部)

図-12 含水比経時変化 (端部)