

ファイバードレーンの排水特性に関する基礎実験

佐賀大学 大学院 ○学 唐 民 正 三浦哲彦
復建調査設計(株) 正 房野幹夫 正 室田博文

1. まえがき

バーチカルドレーン工法による軟弱地盤改良においては、サンドドレーンに代わる材料としてプラスチックボードドレーンの利用が盛んに行われている。最近、新たに導入が検討されているファイバードレーン(FDと略称)は四つのコイア(ココナツ繊維)の紐と粗いジュート麻布で構成されている。FDは自然材料であるために土中においてドレーンとしての機能を果たした後は腐蝕して土と一体化することが予想されており、この点がFDの特徴であると期待されている。本実験は、FDの排水特性に関する基本的な性質を調べたものである。

2. 実験試料および実験方法

1) 通水試験: 図-1にFD材の断面を示している。この材料が土中で圧力を受けた状態での透水性を調べるために、前報¹⁾に示す装置を用いて実験を行った。アクリル円筒(20cm, 高さ50cm)内に厚さ0.4cmのゴムスリーブで覆った長さ40cmドレーン材を設置し、三軸試験と同様の方法で側圧をかけた。ドレーン材について縦方向の変形(屈曲なし, 2箇所強制折曲), 側圧0.5kgf/cm², 動水勾配(0.5, 0.9)の各条件のもとでドレーン材の下から上へ通水した。はじめに実験装置内の空気を抜き、20分間隔(屈曲なしドレーン材)と30分間隔(2箇所強制折曲ドレーン材)で測定を行った。

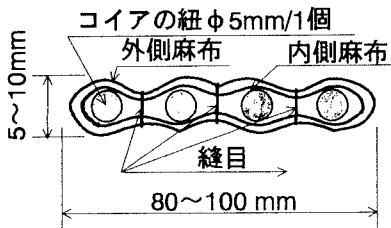


図-1 ファイバードレーンの断面図

2) 大型圧密実験: 練り返した有明粘土($W_n=105\%$, $W_L=86.2\%$, $I_p=47.9$)を直径120cm, 高さ130cmの大型鋼鉄製圧密試験装置を用いて0.5kgf/cm²の圧力で予圧密させた。その後FD材を試料中央に挿入し、2段階の圧密圧力(1.0kgf/cm²と3.0kgf/cm²)のもとで、126日間圧密した。図-2は沈下曲80%と排水量曲線を示す。3t法で圧密終了を判断したのち、ドレーン材および粘土試料を取り出し、ドレーン材の引っ張り強度、周辺粘土の含水比、一軸圧縮強度を調べた。

3) 引っ張り試験: FDは土中に打設した後に強度低下をきたすことが考えられる。圧密終了した後にドレーン材が腐蝕して形状を残さないとすれば、その後の地盤工事にはむしろ都合がよい。実験は次の条件で行った。a) 新しいFD; b) 粘土間隙水の中で4日間放置; c) 室外で50日間風化させる; d) 粘土の圧密に用いたFD。引っ張り強さは、有効長さ20cmのFDを万能材料試験機により、引っ張り速度は1.0%/minで試験を行った。

3. 実験結果及び考察

1) FD材の通水性: 図-3に通水実験結果を示している。条件A($\sigma_3=0.5\text{kgf/cm}^2$, $i=0.5$, 屈曲なし)の場合は、透水係数 $k=12\times 10^{-2}\sim 8\times 10^{-2}$, 条件B($\sigma_3=0.5\text{kgf/cm}^2$, $i=0.5$, 2箇所強制折曲)では $k=7\times 10^{-2}\sim 4\times 10^{-2}$, 条件C($\sigma_3=0.5\text{kgf/cm}^2$, $i=0.9$, 屈曲なし)では $k=10\times 10^{-2}\sim 8\times 10^{-2}$, 条件D($\sigma_3=0.5\text{kgf/cm}^2$, $i=0.9$, 2箇所強制折曲)では $k=6\times 10^{-2}\sim 4\times 10^{-2}$ であった。透水係数は動水勾配の増加に伴って下がっている。

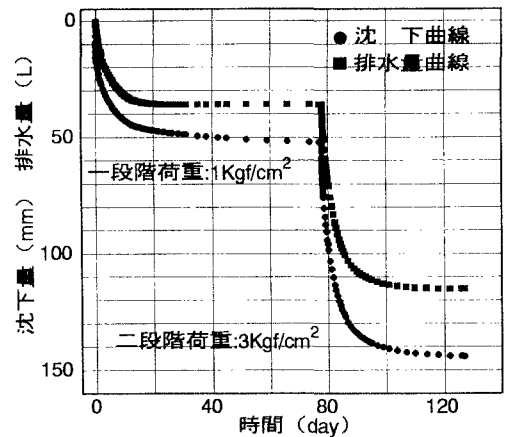
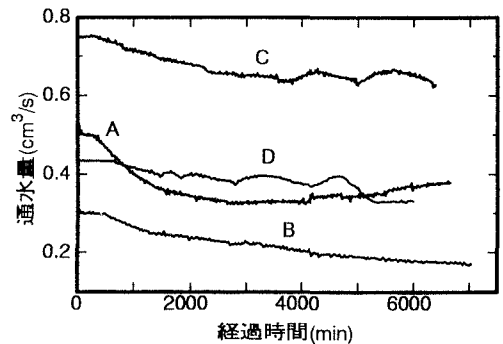


図-2 大型鋼鉄円筒排水圧密試験結果



A: $i=0.5$, $\sigma_3=0.5(\text{kgf/cm}^2)$
B: $i=0.5$, $\sigma_3=0.5(\text{kgf/cm}^2)$, Folding(w-30)
C: $i=0.9$, $\sigma_3=0.5(\text{kgf/cm}^2)$
D: $i=0.9$, $\sigma_3=0.5(\text{kgf/cm}^2)$, Folding(w-30)

図-3 ファイバードレーンの通水特性

強制折曲の場合は、透水係数も動水勾配の増加に伴って低下している。これは、側圧を受けてドレーン材の断面積が徐々に減少していったのが一因と考えられる。データのばらつきは、気泡の影響であると推測される。全体的に見れば、透水係数は 1.0×10^{-3} より大きいと言える。

2) FD材の引っ張り強さ：引っ張り実験結果は図-4に示した。四つの条件で調べたドレーン材の強さは、新しいFDでは916kg、50日間に風化した場合は860kgであった。水中で4日間に水浸したものは776kg、大型圧密装置の粘土中で、 1.0 から 3.0 kgf/cm^2 の圧力の下で、126日間圧密した場合の引っ張り強さは208kgに低下しており、新しいFDの強さの23%であった。植物材料で作られたドレーン材は長期間に土の中で圧力を受けたことにより、植物繊維が劣化したものと考えられる。

3) 圧密粘土の含水比分布：図-5に示したのは、大型鋼鉄円筒圧密装置中にFD材で排水圧密した粘土の含水比分布である。試料採取位置はFD面に垂直な方向(90度)および面に平行な方向(180度)で行った。90度方向の含水比は53~66%, 180度方向では含水比は59~65%であった。深さ方向の含水比の変化はあまり大きくない。

4) 圧密粘土の一軸圧縮強度：実験結果は図-6に示す。90度方向と180度方向のいずれも r/R 値(r はFDから試料採取場所の距離、 R は試料半径)が大きくなるに従って一軸圧縮強度は小さくなっている。90度方向の一軸圧縮強度が大きいのはFDへの間隙水移動に方向性があるためである。

4・あとがき

実験で得られた知見をまとめると次のようである。

(1) 大型圧密試験(上載荷重 $1.0 \sim 3.0 \text{ kgf/cm}^2$)を行って、FDの排水性能は十分発揮されることを確認した。

(2) FDの透水係数は $1.0 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ より大きく、 0.5 kgf/cm^2 圧力下で、排水性能を維持できる。

(3) 植物材料で作られたFDの引っ張り強さは、長期間土中で圧力を受けて、新しいFD強さの23%に低下した。

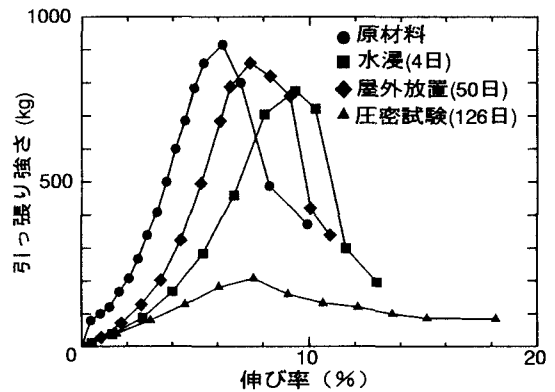
(4) FD周辺の粘土の圧密度はFD面に垂直な方向と平行方向で異なり、間隙水の移動に方向性のあることがわかった。

FD材は伸張、たわみ性があり、大変形にもドレーン遅れは生じない。また、植物繊維なので、環境汚染がない、産業廃棄物にならない、バーチャルドレーン工法の中に、良いドレーン材であると思われる。

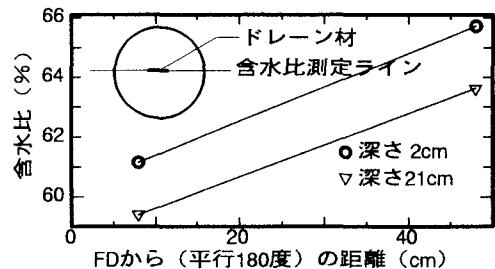
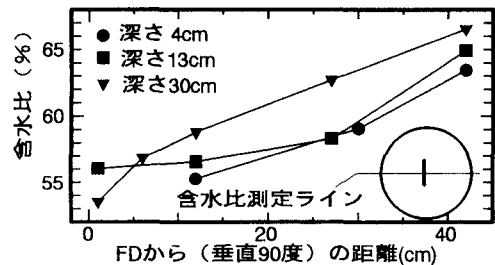
参考文献

1) 三浦哲彦他：プラスチックボードドレーンの排水性能に関する基礎的研究。土木学会論文集No. 48 1/Ⅲ-25. pp31~40. 1993. 12.

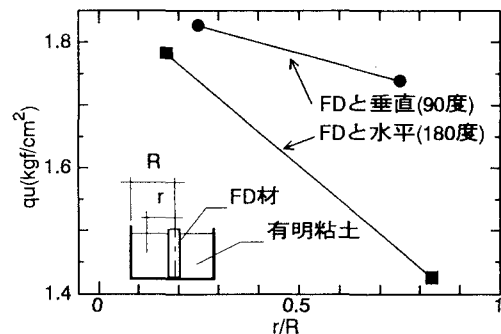
2) 福原 茂他：プラスチックドレーン材の縦方向透水性に関する室内試験。土木学会西部支部研究発表会。Ⅲ-30. pp460~461. 1991. 03.



図・4 FD材の引っ張り試験



図・5 粘土中含水比の分布特性



図・6 qu と r/R の関係