

プラスチックドレーンの長期通水能力における動水勾配と径深の影響

佐賀大学 理工学部 学生員 ○大和 岳
同 理工学部 学生員 松本 将吾
同 低平地研究センター 正会員 柴 錦春
錦城護謨株式会社 土木技術部 正会員 野村 忠明

1. はじめに

地盤改良において、プラスチックバーチカルドレーン (PVD) とプラスチック水平ドレーン (PHD) は幅広く利用されている (以下、PVD と PHD を PD と総称する)。PD の通水能力は設計パラメーターの一つである。これまでの研究結果により、PD の長期通水能力は試験に用いる動水勾配 (i) と PD の通水路径深 (R =断面積/潤辺長さ) が影響していることが分かっている。 i と R が大きいほど、時間の経過に伴う通水能力の低下率が小さい¹⁾。しかし、 i と R の相互影響についてはまだ検討されていない。本研究では、 R 値が異なる 4 種類の PVD 材および 3 種類の PHD 材を用いて、その長期通水能力における i 値と R 値の相互影響を室内試験データに基づいて検討する。

表-1 粘土の物性

粒度			γ_t	ω
粘土分(%)	シルト分(%)	砂礫分(%)	(kN/m^2)	(%)
31.0	67.8	1.2	13.93	97.13

2. 試験装置および試験条件

通水試験には $0.2\text{m} \times 1.0\text{m}$ の PD 材を用いる大型装置と $0.1\text{m} \times 0.26\text{m}$ の PD 材を用いる小型装置を使用した。試験の手順および測定方法は既に報告されている¹⁾。現場の条件を考慮して、粘土拘束で約 3 ヶ月間試験を行った。使用した粘土は佐賀平野で採取した有明粘土で、その物性値は表-1 にまとめる。試験に用いた拘束圧は 50kPa 、動水勾配は 0.1 と 0.4 であった。

通水路径深の影響を検討するために、拘束した状態での PD フィルターおよびコアのクリープ変形を考慮して、 R 値を計算する必要がある。図-1 に示すように変形したフィルターの形状を円弧と仮定し、有効通水路面積と潤辺長さを計算して R 値を求める。各 PD の初期および 50kPa の圧力で変形後 (経過時間 1 ヶ月) の R 値を表-2 に示している。

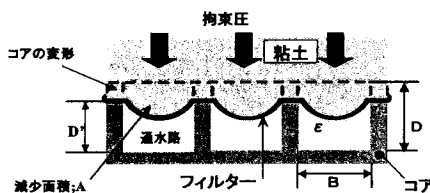


図-1 粘土拘束における PD 材のフィルター、

コアの変形モデル

表-2 単位通水路径深の変化

PD	初期径深(mm)	拘束後径深(mm)
PVD(A)	0.41	0.40
PVD(B)	0.41	0.39
PVD(C)	0.41	0.33
PVD(D)	0.47	0.38
PHD(A)	1.11	1.07
PHD(B)	0.38	0.37
PHD(C)	1.03	1.00

3. $i=0.1$ 、 0.4 における PD の通水能力変化

PVD の試験結果は既に報告されている²⁾。また、PHD の $i=0.1$ における試験も昨年実施された³⁾。本研究は 3 種類の PHD の $i=0.4$ での長期通水能力試験を行った。例として、PHD(A) と PHD(B) の結果を図-2 に比較している。これらの比較により、 R 値が大きい程通水量減少率が小さいこと、 $i=0.1$ と $i=0.4$ の結果の比較により i の増加に伴って通水量減少率も小さくなることを再確認することができた。

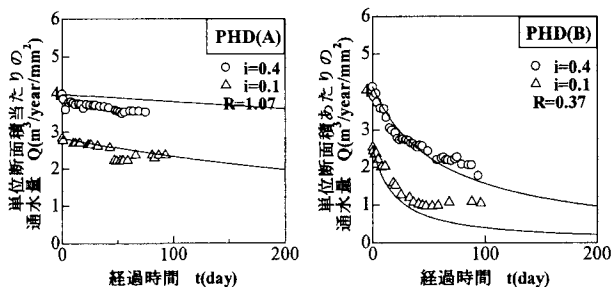


図-2 粘土拘束下における PHD の長期通水性能

4. $Q-R$ の関係における i の影響

本研究で行った PD の通水試験結果と以前の試験結果を用いて、初期と 2 ヶ月時点での通水路径深と単位断面積あたりの通水能力の関係を $i=0.1$ と $i=0.4$ の場合で整理し、図-3, 4 に示す。初期値については、フィ

ルターの開孔径など他の要因の影響によって、データのばらつきが大きく R 値の影響がはっきり見えない (図-3(a)と図-4(a))。しかし、経過時間 2 ヶ月については R 値の影響が

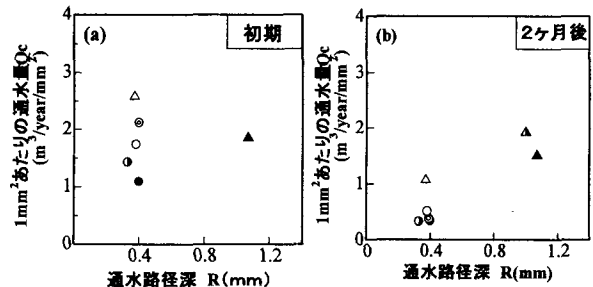
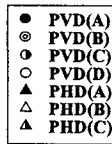


図-3 $\sigma = 50 \text{ kPa}$, $i = 0.1$ における通水量と径深の関係

よく分かり、R 値が大きい程 Q_c の低下率が小さくなっている。また、図-3(b)と図-4(b)を比べると R 値の影響としては、 $i = 0.1$ の場合は $i = 0.4$ の場合より大きい。通水路の詰まりにより通水量が減少すると考えているため、 i と R が増加することにより通水路が詰まりにくくなる。しかし、 i と R は独立な要因ではなく相互影響しており、 i の増加によって R の影響程度が低減し、 R の増加によって i の影響程度も低減する。

5. 短期試験結果からの長期通水能力の予測

一般的に、PD メーカーが提供している通水能力はゴムスリーブ拘束の短期試験値である。実務

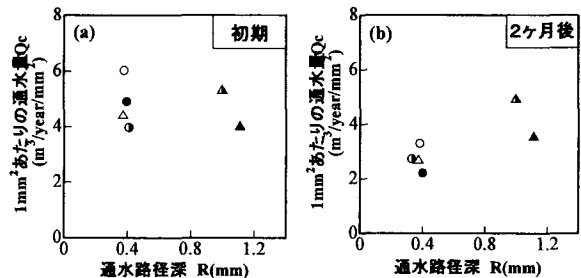


図-4 $\sigma = 50 \text{ kPa}$, $i = 0.4$ における通水量と径深の関係

上、多くの場合粘土拘束で長期試験を行うことが困難である。そして、ゴムスリーブ拘束の短期試験値(Q_R)から、粘土拘束の長期通水能力(Q_c)を予測することが望ましい。基本的な考えは、(1)拘束圧の影響を Q_R に反映していること、(2)粘土拘束の初期値はゴムスリーブ拘束のものと同じであること、である。そして、動水勾配(i)と経過時間(t)を変量として一つの式が提案された²⁾が、径深(R)の影響を考慮していないため PHD の試験結果を予測することができない。よって、試験結果に基づいて、以下の式を提案する。

$$Q_c = Q_R \frac{i}{0.01 \cdot \left(\frac{R_c}{R} \right)^3 \frac{t}{t_1} + i} \dots \dots (1)$$

ここで、 R_c : 径深の参考値 ($= 0.3 \text{ mm}$)、 t : 経過時間、 t_1 : 時間定数 ($= 1 \text{ 日}$)

図-2の実線は式(1)の予測値である。PHD(A)については、予測値が実測値と非常に近い値を示した。PHD(B)は誤差が大きいが、傾向が実測値と近くなっている。また図-5に PVD(A)の実測値と予測値を比較している。従って、提案した式により実測値に近い値を予測することができた。

6. まとめ

本研究では、PD の通水能力における通水路径深(R)と動水勾配(i)の影響を検討した。室内試験結果より、 R と i 値が大きい程通水能力の低下が小さいことが分かった。また、 R と i が相互影響し、 i の増加によって R の影響程度が減少することを明らかにした。 R 、 i の影響を考慮して PD の短期通水試験結果から、粘土拘束の長期通水能力を予測する経験式を提案し、経験式は実測値に近い値を示すことが分かった。

<参考文献>

- 1) Miura, N. Chai, J.-C. (2000). Discharge Capacity of prefabricated vertical drains confined in clay. Geosynthetics International. vol. 7, no. 2, pp. 119-135.
- 2) 山崎英記：プラスチックドレーンの通水性能に関する研究、佐賀大学修士論文
- 3) 阿部謙太：プラスチックドレーンの通水性能に及ぼす通水路径深の影響、佐賀大学論文

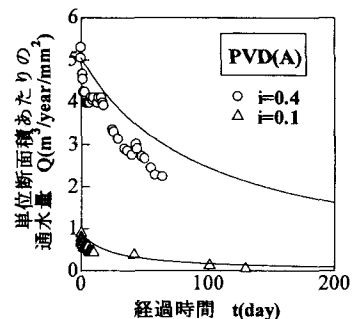


図-5 PVD(A)の予測値と実測値