

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	理工学部	学生員	○阿部 謙太
同	理工学部	学生員	松本 将吾
同	理工学部	正会員	柴 錦春
同	理工学部	正会員	三浦 哲彦

1. まえがき

軟弱地盤改良の圧密・排水工法の一つとしてプラスチックドレーン(PD)工法がある。この工法に用いられる PD 材料の通水性能は、粘土拘束下では経過時間に伴って低下することがわかっている¹⁾。しかし、図-1 に示す通り一部の PD の通水性能低下率は低く(図 1-a)、一部の PD の低下率は高い(図 1-b)。PD の通水性能低下の影響要因として、通水路断面の径深 R (通水路断面積/周長) が考えられる。本研究では、通水路断面の異なる 4 種類のプラスチックバーチカルドレーン(PVD)材、及び 3 種類のプラスチック水平ドレーン(PHD)材の粘土拘束下における通水試験を行い、通水路径深と単位通水面積の通水量の関係を検討した。本文では PVD と PHD を PD と総称している。

2. 粘土拘束下における PD の通水路径深 R

粘土拘束下において各 PD のフィルターは変形し、これにより通水路断面積および通水路径深が変化する。径深の影響を評価するには、相応拘束圧(σ)下の値を利用しなければならない。本研究では図-2 に示すように拘束圧によって変形した PD 材のフィルター形状を円弧と仮定し、また拘束圧がフィルターの伸張力(T)の分力($T \sin \alpha$)に平衡するという条件でフィルター変形後の通水路断面積と周長を求める。フィルターの伸張力(T)とひずみ(ϵ)の関係はクリープ試験¹⁾によって測定する。具体的な計算については、フィルターの伸張力(T)とひずみ(ϵ)の関係と、フィルターの伸張力(T)と拘束圧(σ)のつりあいの両方を満足できるように角度(α)を変えながら、試行錯誤法で答えを求める。これにより、変形したフィルターの円弧の半径(r)がわかるため、通水路の減少面積(A)と変形部の長さ(L)は式(1)と式(2)で計算することができる。

$$A = \frac{2\pi r^2}{360} \cdot \sin^{-1} \frac{B}{2r} - \frac{B}{2} \cdot \sqrt{r^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2} \quad \dots (1)$$

$$L = 2 \cdot \frac{\sin^{-1}(B/2r)}{360} \cdot 2\pi r \quad \dots (2)$$

ただし、B：単位通水路の幅

これにより、変形後の通水路径深(R)を以下のように計算することができる。

$$R = \frac{B \cdot D - A}{B + 2D + L} \quad \dots (3)$$

ただし、D：単位通水路の深さ

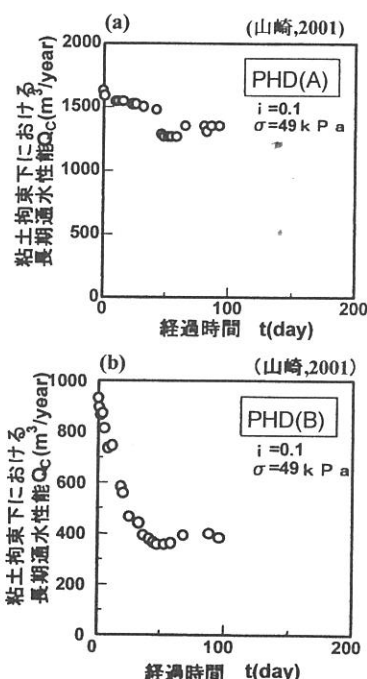


図-1 粘土拘束下における PD の長期的通水性能

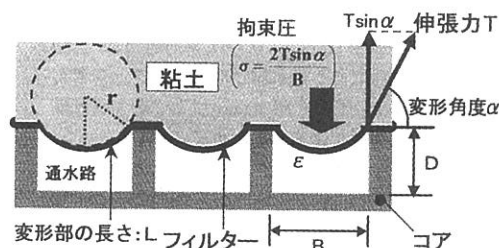


図-2 フィルターのクリープ変形

表-1 各 PD の通水路断面積と面積減少率

PD	初期面積 (mm²)	拘束後面積 (mm²)	面積減少率 (%)
PVD(A)	2.70	2.62	3.0
PVD(B)	5.15	4.88	5.0
PVD(C)	2.86	2.37	17.0
PVD(D)	3.98	3.18	20.0
PHD(A)	20.70	20.08	3.0
PHD(B)	4.60	4.50	2.0
PHD(C)	24.50	—	—

試験したPDについて、拘束圧49kPaで計算した単位通水路の断面積と径深の値は表-1と表-2にまとめている。PHD(C)についてはクリープ試験がまだ終わっていないので変形後の値は現時点では求めることができず、以下の検討には初期径深の値を利用している。それにより少しの誤差が含まれるが全体の傾向に影響がないと考えている。

3. 通水量と通水路径深の関係

本研究で行ったPDの通水試験結果と以前の試験結果^{1) 2)}を用いて、通水路径深と単位通水面積あたりの通水能力の関係を検討した。図-3は拘束圧 $\sigma=49\text{kPa}$ 、動水勾配 $i=0.1$ における各PDの初期、1ヵ月後、3ヵ月後の単位面積あたりの通水量と径深の関係を示している。初期では径深の影響があまり見られないが(図3-a)、1ヵ月後と3ヵ月後の結果については影響ははっきりと見える。これにより径深が大きい程、単位通水面積あたりの通水性能は高いことがわかる(図3-b,c)。

3ヵ月後の通水能力と初期通水能力の比と径深の関係は図-4に示している。径深が小さい(約0.4mm)PDについて3ヵ月後の通水能力は初期の約30%で、径深が大きい(約1.1mm)PDについては、3ヵ月後の通水能力は初期の85%である。

これにより、径深が大きいPDの経過時間における通水性能は低下率は小さいということが分かる。

測定値がばらついているが、その原因は、PDの長期通水性能における径深以外の影響要因があると考えられる。例えば、フィルターの開孔径はその一つである³⁾。

この結果により、径深が大きいPD、即ち通水路断面積が大きく、周長が小さく、さらに拘束圧によるフィルターの変形が小さいPDの長期通水性能が高いことが分かる。具体的に言えば、同じ大きさの断面積ならば正方形の通水路は長方形より有利である。

4. まとめ

本研究では、粘土拘束下における数種のPD材料の通水性能と通水路径深の関係を検討した。拘束圧 $\sigma=49\text{kPa}$ 、動水勾配 $i=0.1$ の条件において、PDの径深が大きい程、通水性能が高く、通水能力の低下が小さいことがわかった。

この結果により、断面積の大きさが同じでも径深の大きい方が通水性能の低下が小さいため、同断面積の通水路において長方形よりも正方形の方が有利であると言える。

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	0.36
PVD(C)	0.41	0.33
PVD(D)	0.47	0.38
PHD(A)	1.11	1.07
PHD(B)	0.38	0.31
PHD(C)	1.24	—

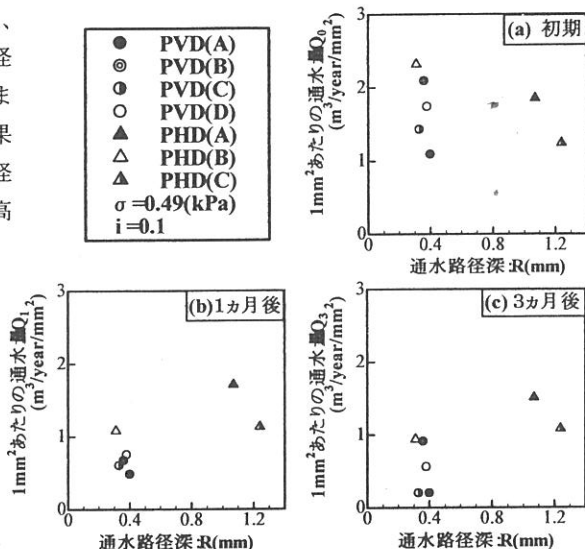


図-3 $\sigma=49\text{kPa}$ 、 $i=0.1$ における通水量と径深の関係

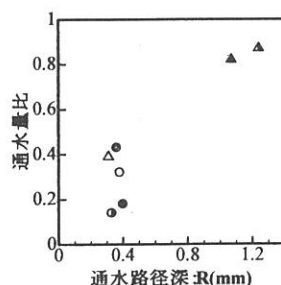


図-4 3ヵ月後の初期に対する通水量比

参考文献

- 1) 豊田清光：粘土拘束下におけるプラスチックドレーンの排水性能に関する研究、佐賀大学修士論文、1999.2
- 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、2001.2
- 3) 三浦哲彦、柴錦春、粘土拘束下におけるプラスチックドレーンの通水性能について、ジオシンセティックス論文集、第15巻、P102-111、2000