

水平排水井におけるストレーナー材の目詰まりに関する研究

岡山大学環境理工学部 正会員 西垣 誠 同 正会員 小松 満
 岡山大学大学院 学生会員 ○小川 佳裕
 JR 東日本 正会員 成田 昌弘

1. はじめに

地下空間利用において、既存施設の地下を開発する場合、水平排水井を用いて地下水位を低下させることが必要不可欠である。しかし、豎井戸(縦方向井戸)とは異なりフィルター層を設置することが困難であるため、同様の機能を持ったストレーナー材を用いる必要がある。しかし、その目詰まり特性に代表される機能性については解明されていないことから、本研究では、水平排水井で使用使用するストレーナー材の目詰まり特性の把握を目的とする。さらに、実地盤への適用を視野に入れ、ストレーナー材の選定に対する基準の作成を試みた。

2. ストレーナー材の種類

今回ストレーナー材として使用したものは、不織布ストレーナー(繊維型)、合成樹脂製俵状結合ストレーナー(樹脂型)の2種類、4個のストレーナー材である。試験で使用したストレーナー材の種類及び特徴を表-1に示す。なお、空隙率はストレーナー材を脱気し、脱気前後の重量変化より求めたものである。また、樹脂型の寸法は俵状粒子1個の大きさである。なお、試験に用いた砂は細砂であり、物理特性を表-2に示す。

表-1 ストレーナー材の特性

タイプ	繊維型(A)	樹脂1型(B-1)	樹脂2型(B-2)	樹脂3型(B-3)
材質	不織布(ポリプロピレンとポリエチレンの複合体)	合成樹脂製俵状結合ストレーナー		
空隙率(%)	65.4%	51.5%	38.8%	19.9%
寸法(mm)	-	φ2.3×L3.1	φ1.0×L1.0	φ0.7×L0.7

表-2 試験砂の物理物性

G _S (g/cm ³)	D ₈₅ (μm)	ρ _{dmax} (g/cm ³)	k(cm/s)
2.65	80	1.81	9.68×10 ⁻³

3. 鉛直一次元目詰まり試験¹⁾

まず、目詰まり特性を把握するために鉛直一次元目詰まり試験を実施した。φ=100mm、高さ10mmのストレーナー材を用いて、動水勾配i=5で約1ヶ月通水し、目詰まり状況を観察した。通水前後におけるストレーナー材の透水係数の比較を表-3に示す。繊維型はわずかに透水性が低下した程度であり、一方樹脂型に関しては空隙率の大きいものほど目詰まりしやすい傾向にあった。なお、低下率とは試験後の試験前に対する透水係数の変化率である。

表-3 試験前後におけるストレーナー材の透水係数の比較

	繊維型	樹脂1型	樹脂2型	樹脂3型
試験前(cm/s)	1.40×10 ⁰	2.31×10 ⁰	5.63×10 ⁻¹	5.21×10 ⁻¹
試験後(cm/s)	8.66×10 ⁻¹	2.74×10 ⁻¹	3.05×10 ⁻¹	1.39×10 ⁻¹
低下率(%)	61.8	11.9	54.1	26.7

4. 目詰まり粒径評価²⁾

目詰まり試験で使用したストレーナー材の目詰まり現象を観察するため、マイクロ스코プによってストレーナー材の空隙径及び目詰まりした土粒子径を調査した。その結果をそれぞれ図-1、図-2、および表-4に示す。樹脂型については空隙率が大きくなるほど両頻度分布のピークも大きくなっていることがわかる。また繊維型は樹脂3型とほぼ同じピークとなっている。この結果を用いて、分布の代表粒径と試験砂の粒径D₈₅との比をとると以下ようになる。

繊維型 $D_p/D_{85}=100/80=1.25$

樹脂1型 $D_p/D_{85}=150/80=1.88$

樹脂2型 $D_p/D_{85}=150/80=1.88$

樹脂3型 $D_p/D_{85}=120/80=1.50$

表-4 ストレーナー材の空隙径及び目詰まりした土粒子径

	繊維型	樹脂1型	樹脂2型	樹脂3型
ストレーナー材の代表空隙径D _p (μm)	100	150	150	120
目詰まりした代表土粒子径(μm)	63	87	80	63

ここでD_p:ストレーナー材の代表空隙径(ピーク部分) D₈₅:通過百分率が85%の原土の粒径

キーワード: ストレーナー材, 目詰まり, 透水係数, 粒径

連絡先: 〒700-8530 岡山市津島中 3-1-1 TEL/FAX;086-251-8164 E-mail:n_makoto@cc.okayama-u.ac.jp

目詰まりした代表土粒子径：ストレーナー材に目詰まりした土粒子径(ピーク部分)

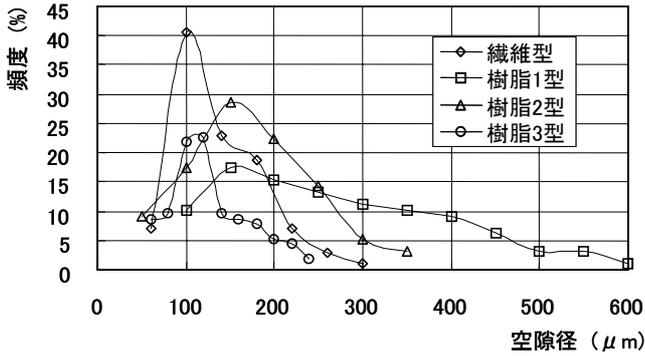


図-1 ストレーナー材の空隙径頻度分布

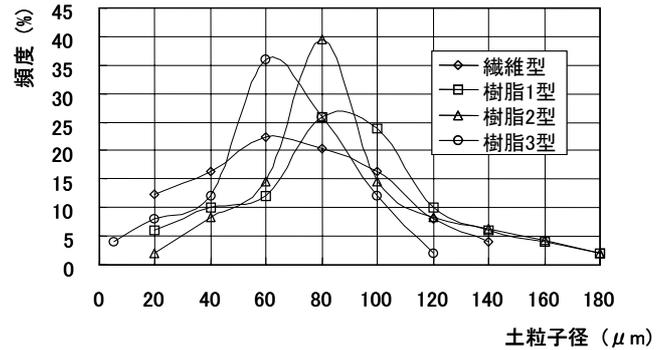


図-2 ストレーナー材に目詰まりした土粒子径頻度分布

5. 選定基準の設定評価

次に従来から使用されているストレーナー材の設計基準を検討するため、縦10cm、横20cm、高さ20cmの亚克力水槽に、内径4.5mmから0.7mmまでの穴をあけ、水中に沈め定水位にして実験を行った。試験装置図を図-3、図-4に示す。各々の穴をストレーナー材の代表空隙径と仮定し、前述の試験砂を用いて落下挙動を観察した。動水勾配は目詰まり試験と同様に $i=5$ で試験を行った。試験結果を表-5に示す。

表-5 試験結果

穴の径(mm)	0.7	1.2	1.6	2.2	3	3.5	4	4.5
供試体長(試験砂)(mm)	62	62	62	62	59	56	55	54
	58	58	58	56	37	38	3	3

試験結果より明確に土粒子の骨格が崩れているのは、穴の径が3mm以上である。それ以下は落下したのではなく、圧密による変化のみで土粒子の骨格は崩れていないことがわかった。これらの結果を従来の基準にあてはめると $D/D_{85} < 3/0.8 \approx 3.8$ となる。

ここでD：通過百分率が15%のストレーナー材の粒径、ここでは穴の径。

6. まとめ

本研究では、ストレーナー材の空隙径及び目詰まりした土粒子径によりストレーナー材についての選定基準に対して評価を行い、指標となる数値を示した。従来の研究では $D/D_{85} < 3.8$ という評価値であるが、ストレーナー材の選定基準には、さらに小さな値を設定する必要があることを確認した。

今後の課題として様々な動水勾配での試験の実施、および、鋼製のストレーナー材も含めた選定基準についての検討を行うことが挙げられる。

【参考文献】

- 1) 西垣誠, 小松満, 成田昌弘, 小川佳裕: 水平排水井におけるストレーナー材の目詰まりに関する研究, 土木学会中国支部研究発表会, 2001
- 2) Harry R.Cedergren: Seepage, Drainage, and Flow Nets Chapter 5 Filter and Drain Design, pp.175-220, 1977.

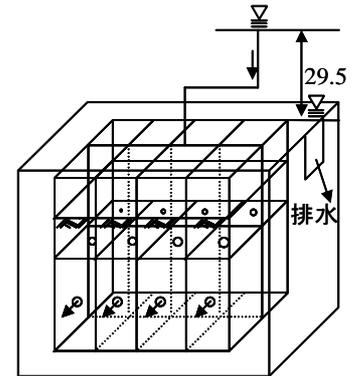


図-3 全体図

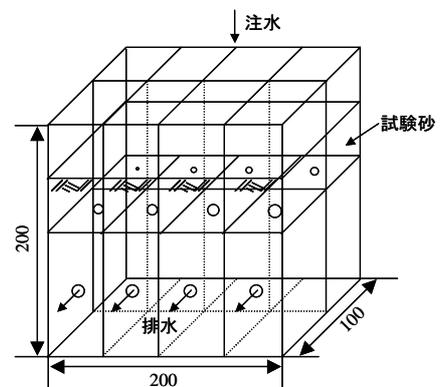


図-4 供試体図