

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、竖井戸(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。

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)、ステンレス製ストレーナー(鋼製型)の 3 種類、6 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 個の大きさを表し、鋼製型の寸法はスリット幅を表す。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	樹脂1型	樹脂2型	樹脂3型	鋼製0.1型	鋼製0.5型
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			ステンレス製	
空隙率(%)	65.4%	51.5%	38.8%	19.9%	－	－
寸法(mm)	－	φ 2.3×L3.1	φ 1.0×L1.0	φ 0.7×L0.7	0.1	0.5

表-2 試験砂の物理物性

$G_s(g/cm^3)$	$D_{85}(\mu m)$	$\rho_{dmax}(g/cm^3)$	$k(cm/s)$
2.65	80	1.81	9.68×10^{-3}

3. 二次元軸対称目詰まり試験¹⁾

実際に現場で使用されているものと同サイズのストレーナー材を使用し、二次元軸対称目詰まり試験を行った。目詰まりによるストレーナー材の機能低下を試験土内の間隙水圧を測定することによって評価し、ストレーナー材の機能性を検討した。試験装置はφ=50cm、高さ100cmの大型土層で含水比w=12%、空隙比e=1、空隙率n=0.5になるように締固めて作成した。試験装置の蓋にマンメータを取り付け、内部の間隙水圧を測定した。試験装置図を図-1 に示す。動水勾配 i=5 で通水した試験結果を図-2 に示す。5 種類(鋼製0.5 型以外)のストレーナー材を用いて試験を行ったが、目詰まりによるストレーナー材の明確に違いは得られなかった。また、試験土と碎石の境界付近で目詰まりがおこり、ストレーナー材の目詰まり特性を把握することは困難であった。しかし、試験前後において透水係数にほぼ変化のない樹脂1型、

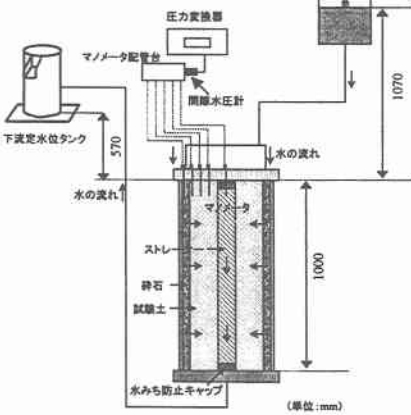


図-1 二次元軸対称目詰まり試験装置図

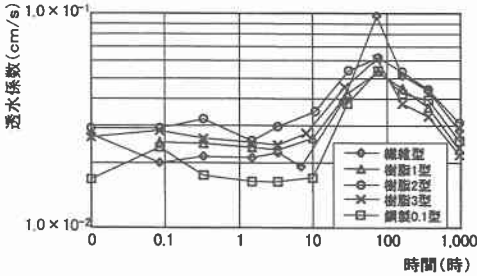


図-2 二次元軸対称目詰まり試験 透水係数変化

樹脂3型、鋼製0.1型の透水性が悪くなり易い傾向にあると思われる。100時間付近で透水係数が良くなっているのは、供試体内部の飽和度の変化によるものと思われる。

4. 鉛直一次元目詰まり試験

次に、二次元軸対称目詰まり試験で明確な結果が得られなかったため、鉛直一次元目詰まり試験を実施した。 $\phi=100\text{mm}$ 、高さ10mmの円板形ストレーナー材を用いて、含水比 $w=12\%$ 、間隙比 $e=1$ 、間隙率 $n=0.5$ の条件下で試験を行った。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、ほとんど目詰まりがおこっていないといえる。一方樹脂型に関しては、空隙率の大きいもの(樹脂1型>樹脂2型>樹脂3型)ほど透水係数の低下が大きく、目詰まりしやすい傾向にあった。鋼製型に関しては試験後の透水試験が実施できなかったため比較が行えなかった。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

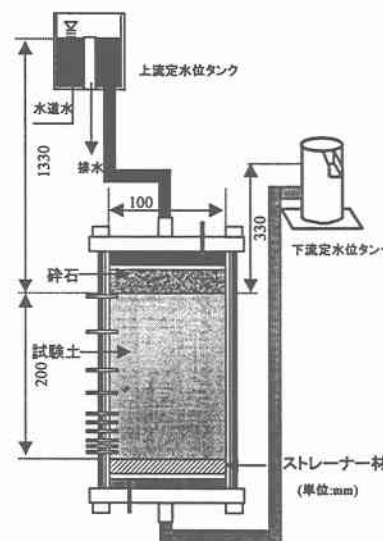


図-3 鉛直一次元目詰まり試験

5. 目詰まり現象の比較・検討²⁾

鉛直一次元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、マイクロスコー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。その結果を表-4に示す。樹脂型については空隙率が大きくなるほど、ストレーナー材の代表空隙径及び目詰まりした代表土粒子径も大きくなっていることがわかる。また繊維型は樹脂3型とほぼ同じ代表径となっている。鋼製型は暗室で裏側から光を照射して閉塞率の観察を行った。スリット間に土粒子が付着しており、閉塞率は約20.9%であった。

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(頻度分布曲線におけるピーク部分)

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(頻度分布曲線におけるピーク部分)

6. まとめ

本研究では、二次元軸対称および鉛直一次元目詰まり試験によりストレーナー材の目詰まり特性に関して評価を行った。その結果、樹脂型において、ストレーナー材の空隙率が大きい(樹脂1型>樹脂2型>樹脂3型)ほど目詰まりしやすく、粒径の大きな土が目詰まりしていることが確認できた。また、繊維型はほとんど目詰まりをおこさないということを把握できた。鋼製型については目詰まり特性を明確に把握できなかった。

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、鋼製ストレーナーも含めたストレーナー材の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) 善功企, 大根多秀明, 入澤一明: 碎石ドレーン材の目詰まり評価法に関する室内実験, 港湾技研資料 No.534, pp1-20, 1985.
- 2) Harry R.Cedergren: Seepage, Drainage, and Flow Nets Chapter5 Filter and Drain Design, pp.175-220, 1977.