

水平排水井におけるストレーナー材の目詰まり特性に関する研究

岡山大学 正会員 西垣 誠

同 正会員 小松 満

岡山大学院 学生会員 ○小川 真男

1.はじめに

地下水低下工法において、既設構造物により、鉛直方向の井戸の設置が困難である場合、水平排水井を用いる必要がある。しかし、フィルター層の設置が困難であるため、同様の機能をもったストレーナー材を用いる必要がある。現在、ストレーナー材の適用に関する指針がなく、またそれを定量的に評価した研究はほとんどされていないのが現状であって、現在これらのストレーナー材に対する目詰まり特性の定量的な評価が、急務な課題となっている。そこで本研究では、ストレーナー材の目詰まり試験を行い、目詰まり特性を定量的に把握することで、水平排水井による地下水低下工法のストレーナー材の選定基準を提案することを目的とする。また、最終的にはストレーナー材の評価を加えた水平排水井の設置ピッチの設定へといく。

2.従来の研究における問題点と課題

西垣・小川の研究¹⁾では通水に使用した水は、水道水を使用している。そのため、空気による目詰まりが生じていると考えられる。動水勾配も $i=5$ のみである。そこで本研究では、通水には脱気水を使用し、動水勾配は 0.25, 1, 5, の3パターンで実験を行った。

3.ストレーナー材の種類

今回使用したストレーナー材の特性を表-1に示す。

4.鉛直一次元目詰まり実験

ストレーナー材の目詰まり特性を把握するため、鉛直一次元目詰まり実験を行った。試験装置図を図-1に示す。上流定水位タンクから脱気水を鉛直上方に流入させ、下流定水位タンクから排水される仕組みになっている。表-2に示すように、マンメーターを接続して各区間の間隙水圧を測定して目詰まり現象を把握する。動水勾配 $i=0.25, 1, 5$ の3パターンで通水を行った。飽和度測定はストレーナー材のみ、供試体作成直後、各動水勾配通水後の5回測定した²⁾。下流低水位タンクから排水される流量、各区間透水係数、水頭の経事変化を計測し、結果の一部を図-2,3に示す。排水流量が減少しているが、図-2,3より供試体上部(区間1-2)で目詰まりが生じている。飽和度測定結果より空気による目詰まりではないことが判明したが、試験砂による目詰まりが生じている。他のモールドも同様の傾向があった。表-3より目詰まりは生じているが、試験砂の透水係数(約 $k=1.0\times10^{-2}$)より低下は見られなかった。

表-1 ストレーナー材の特性¹⁾

タイプ	C型	P1型	P2型	P3型	L0.1型	L0.5型
材質	複合繊維	合成樹脂	依状結合硬質体	ステンレス製		
幅(mm)	-	-	-	-	0.1	0.5
厚さ(mm)	10	5	5	5	-	-

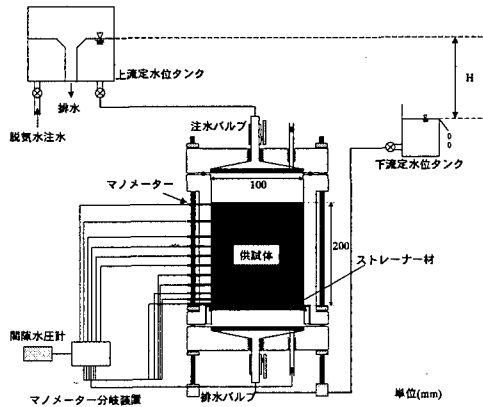


図-1 鉛直一次元目詰まり実験装置全体図 (Case1)

表-2 マンメーターNo. とストレーナー材上部からの高さ

No.	Case1												Case2						Case3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
ストレーナー材上部からの高さ(mm)	200	150	100	75	50	40	30	20	12.5	5	直上	下ふた	70	60	25	20	直上	下ふた	25	20	直上	下ふた

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

	Case1		Case2			Case3			小川らの研究 ¹⁾				
	C型	P2型	C型	P3型	P1型	C型(No.1)	C型(No.2)	P2型	C型	P1型	P2型	P3型	
試験砂	王子微細砂					まさ土	王子微細砂			王子微細砂			
試験前(cm/sec)	6.29×10 ⁻¹	1.29×10 ⁰	6.20×10 ⁻¹	3.47×10 ⁻¹	1.80×10 ⁰	6.87×10 ⁻¹	7.30×10 ⁻¹	2.33×10 ⁻¹	1.40×10 ⁰	2.31×10 ⁰	5.63×10 ⁻¹	5.21×10 ⁻¹	
試験後(cm/sec)	1.64×10 ⁻¹	2.99×10 ⁻¹	2.18×10 ⁻¹	1.31×10 ⁻¹	2.42×10 ⁻¹	2.66×10 ⁻¹	3.22×10 ⁻¹	1.38×10 ⁻¹	8.66×10 ⁻¹	2.74×10 ⁻¹	3.05×10 ⁻¹	1.39×10 ⁻¹	
低下率(%)	26.1	23.2	35.2	37.8	13.4	38.7	44.1	59.2	61.9	11.9	54.2	26.7	

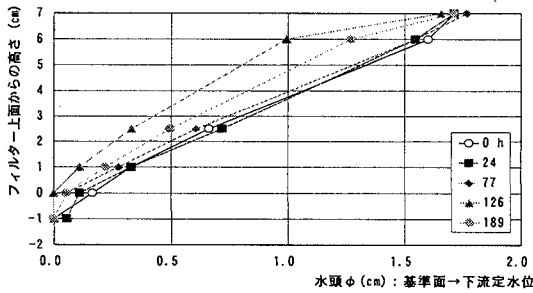


図-2 P3 型の水頭の経時変化 (Case2-STEP1)

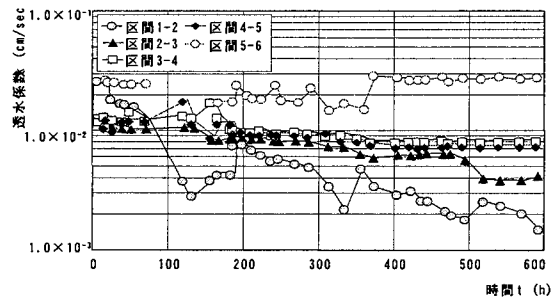


図-3 P3 型の各区間の透水係数の経時変化 (Case2)

5. 目詰まり粒径評価

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。その結果を図-4, 5 に示す。この結果を用いて、 D_p/D_{85} および D_p/D_{15} で表すと以下のようになる。

P1 型 $D_p/D_{85}=500/600=0.83$ $D_p/D_{15}=500/120=4.12$
 P3 型 $D_p/D_{85}=250/600=0.42$ $D_p/D_{15}=250/120=2.08$

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

5. ストレーナー材の通過特性評価試験

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 のアクリル水槽に、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-6 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、王子微細砂を用いて落下挙動を観察した。動水勾配は同様に $i=0.25, 1, 5$ で試験を行った。表-4 に示すようにすべての動水勾配で 3.0mm 以上の穴の径では、試験砂が通過して土粒子の骨格が崩れた。これらの結果を従来の基準にあてはめると

$D/D_{85} < 3/0.6 = 5$ 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

今試験で得られた結果は、①空気による目詰まりではないことが判明。②今回使用した試料では評価が困難である。③骨格を保持する粒径が判明し、動水勾配によって変わらないことが判明。

今後の課題として、ストレーナー材の目詰まり評価を行うには、試験砂による目詰まりが生じないようにしなければならない、試験砂の限界動水勾配を求める必要がある。

【参考文献】小川佳裕、西垣誠、小松満：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、土木学会第 56 回年次学術講演会、p.470, 2001.

2) 西垣誠：室内透水試験法の改良(その 1)、地下水と井戸とポンプ、第 27 巻第 10 号、pp.16-19, 1985.

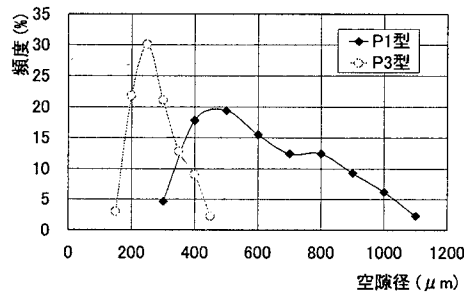


図-4 ストレーナー材の空隙径頻度分布

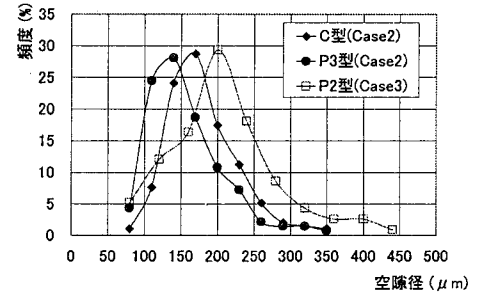


図-5 目詰まりした土粒子径頻度分布

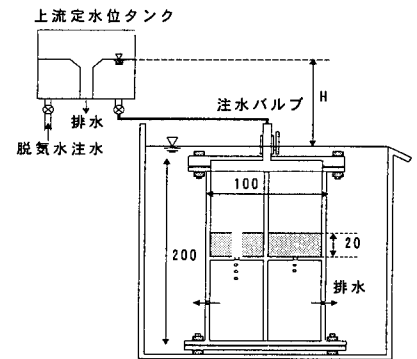


図-6 通過特性評価試験装置図

(unit:mm)

表-4 試験結果

穴の径(mm)	0.7	1.2	1.6	2.2	3	3.5	4	4.5
骨格の保持	可能				不可能			