

排水パイプの集水孔仕様が排水特性へ及ぼす影響について

日鐵住金建材株式会社 正会員 ○古谷 浩平
 正会員 安富 懸一
 正会員 大高 範寛

1. 背景・目的

道路や鉄道等の盛土において、降雨による水位上昇の抑制や地震時の過剰間隙水圧の消散を目的として排水パイプが設置されている。しかし、排水パイプには、排水による効果を期待する一方、土粒子の排出により地盤を不安定化させることが懸念されている。そのため、排水パイプにあけられる集水孔には、十分な通水能力と過剰な土砂流出を起こさせないことが求められる。

そこで、今回排水パイプの孔形状および開孔率に着目し、これらが排水性・排砂性に及ぼす影響について、定水位透水試験により検証した。

2. 試験概要

図-1に、今回使用した試験機の概要図を示す。内寸法でφ150mm×H172mmの透水円筒を用い、土試料の下に、任意の孔をあけた試験体（有孔円板（t = 3 [mm]））を設置し、2層系の透水試験を行った。

表-1に試験体諸元および試験条件を示す。試験体は、3種類用い、孔形状もしくは開孔率が異なるものを使用した。透水条件は定水位（動水勾配 $i = 0.456$ ）とし、1.5時間透水を継続させ、0.5時間ごとに排水量を計測した。また、1.5時間を1サイクルとし、同じ供試体にて3サイクル試験を行った。各サイクル間では、一度給水をやめ、越流水槽からも水を抜き、0.5時間試料の端面が空気と触れるようにした。

試料にはまさ土を用いており、締固め度 $D_c = 90$ [%]となるように締固めを行った。表-2および図-2に、今回使用したまさ土の物性値と粒径加積曲線を示す。

3. 試験結果・考察

図-3に各試験体における、全体系（土試料と有孔円板）の透水係数のサイクル毎の経時変化を示す。これを見ると、試験体1と試験体2は、2サイクル目を除き、左程透水係数は変わらないことが分かる。また、試験体3はどの地点においても、他の試験体より1.2倍弱透水係数が高くなっていた。

表-1に示したように、試験体1、2は、開孔率が同じであるが、孔形状・寸法が異なり、試験体3は、試験体2と同じ孔形状・寸法であるが、開孔率が約2倍大きい試験体である。そのため、前記結果より透水係数は、孔形状による影響を左程受けず、開孔率に依存することが分かる。しかし、全体系の透水係数は、各層の透水係数および層厚が関係する。そのため、開孔率が2倍に増えていても透水係数は1.2倍程度にしかなってはいなかったものと考えられる。

次に、透水係数の経時変化とサイクル変化について見てみる。サイクル変化については、試験体1、試験体2の1サイクル目と2サイクル目の間で10%程度の透水係数の低下が見られ、その他に関してはどの試験体も若干ではあるが透水係数が低下していた。経時変化については、各サイクル内では試験体2、試験体3は一意的な変化を起こしていないが、試験体1については、各サイクル内で透水係数が上昇する傾向が見られた。また、経時変化とサイクル変化を併せて見てみる

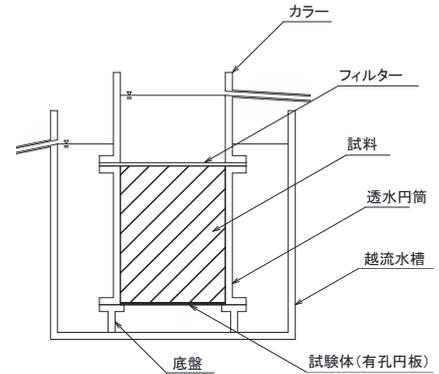


図-1 試験機概要

表-1 試験体諸元および試験条件

試験体No.	試験体諸元				試験条件		
	孔形状	孔寸法[mm]	開孔率[%]	平面図	動水勾配	サイクル数	n数
試験体1	長孔	5×50	5.33		0.456	3	3
試験体2	丸孔	φ5	5.41				
試験体3	丸孔	φ5	11.1				

表-2 試料物性値

試料名		まさ土
土粒子密度	ρ_s	g/cm^3 2.657
最大粒径	D_{max}	mm 26.5
細粒分含有率	Fc	% 14.4
最大乾燥密度	ρ_{dmax}	g/cm^3 1.975
最適含水比	w_{opt}	% 11.0
透水係数	k_s	cm/sec 0.00131

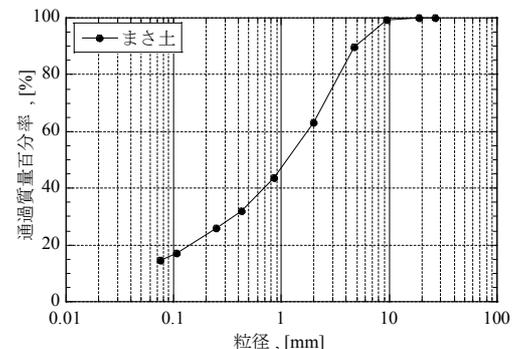


図-2 粒径加積曲線

キーワード 排水パイプ、透水係数、排砂

連絡先 〒135-0042 東京都江東区木場2丁目17番12号 日鐵住金建材株式会社 TEL 03-3630-2497

と、試験体2、試験体3では透水係数が低下する傾向にあり、試験体1では2,3サイクルで逆に上昇する傾向が見られた。

まず、前記サイクル変化についてだが、これはサイクル間で一度試料が空気と触れることにより、表面が不飽和化したことが原因と考えられる。ただし、サイクル間での透水係数の低下量は各試験体で異なっており、試験体1で低下量が大きく、試験体3ではわずかな低下量に留まっていた。これは、後述の図-4に示す排砂量と関係しているものと考えられ、単位孔面積あたりの排砂量が多い試験体1では、空気の侵入量が多く、同排砂量が少ない試験体3では空気の侵入量が少なかったことが原因と考えられる。次に、経時変化についてだが、こちらも図-4より、試験体1では排砂量が多かったことから、時間とともに排砂が進み、透水係数が上昇したのと考えられる。試験体2、試験体3も排砂をしているが、試験体1と比べて排砂量が少なく、透水係数を上昇させるほどではなかったものと考えられる。

次に、各試験体の排砂量について見てみる。図-4より、どの試験体もサイクルが進むほど排砂量が増えており、1サイクル目での排砂量が多く、2サイクル目からは排砂量が低下する傾向が見受けられる。しかし、各サイクルで排出される排砂量は試験体毎に異なり、同程度の開孔率である試験体1と試験体2では、試験体1の方が2倍程度多かった。また、試験体2と試験体3では、試験体3の方が1.5倍弱排砂量が多く、試験体1と試験体3では、試験体3の方が3割近く排砂量が少ない結果となった。

前記排砂量が1サイクル目と2サイクル目以降で大きく異なる原因として、1サイクル目は孔周辺のかみ合わせの弱い土粒子が排砂されたこと、2サイクル目以降は孔周辺が不飽和化していたことが考えられる。次に、各試験体の排砂量の違いについてだが、試験体1と試験体2については、孔寸法が短辺方向で同一であるのに対し、長辺方向では試験体1の方が10倍大きかったため、粒径の大きい土粒子が排砂可能であったことが原因と考えられる。図-5に、排出された砂の粒径加積曲線を示すが、試験体2、試験体3では、ほとんど同じ粒度分布を示しているのに対し、試験体1では、粒径の大きい土粒子の排出が多くなっていた。最後に、試験体2と試験体3との排砂量の違いについてだが、試験体3の方が、通水面積が大きく、孔周りの流速が小さかったために、開孔率が2倍近くあっても排砂量が1.3倍程度で収まっていたものと考えられる。

4. まとめ

今回の試験により、排水性については、開孔率の影響を強く受けることが分かった。また、排水性は排砂量の影響を受けることも考えられ、この排砂量は孔形状・寸法の影響を強く受けることから、間接的に排水性も孔形状・寸法の影響を受けることが分かった。また、同孔形状・寸法で開孔率が異なる場合、開孔率の変化量ほど排水量・排砂量が変化しないことも分かった。これらの結果より、排水性を確保しつつ、排砂量を抑える孔仕様として、開孔率が大きく、1孔サイズの小さい仕様が良いものと考えられる。

しかし、今回の試験はかなり限定された条件の下で行われており、試験時間・サイクル間の脱水時間・サイクル数・動水勾配・土質条件等々、今後の検討していく必要がある。特に、今回の試験は有効円板を用いた試験であり、実際の排水パイプの形状を再現したものではなかった。また、実際の排水パイプでは、打設時の影響も無視できない。そのため、実際の排水パイプを用いた透水模型実験を実施している。この結果については、別報⁹⁾にて報告する。

参考文献

1) 安富懸一ほか, 集水孔仕様が排水パイプの排水特性に及ぼす影響に関する定水位浸透模型実験, 土木学会第71回年次学術講演会, 2016(投稿中)

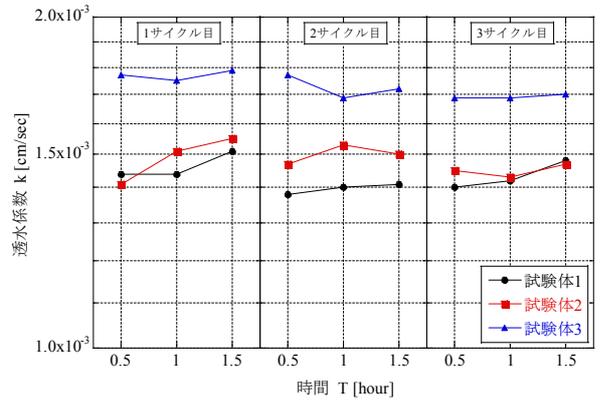


図-3 透水係数の時間変化

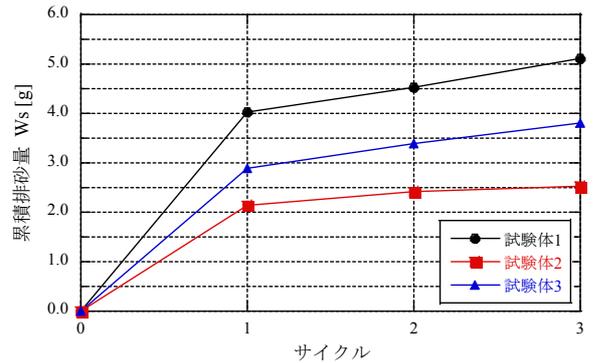


図-4 累積排砂量

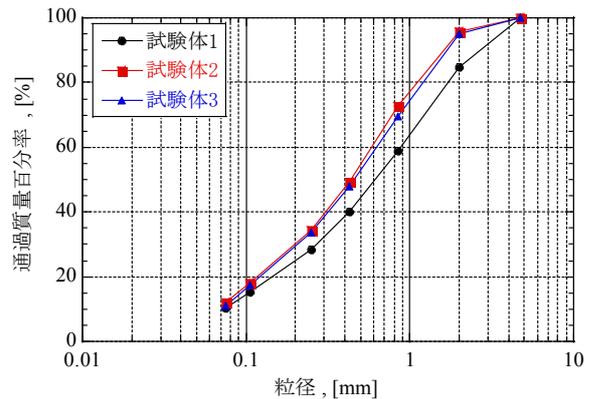


図-5 排出された試料の粒径加積曲線