

III-A 207

排水パイプ工の散水強度の影響に関する実験

鉄道総合技術研究所 正員 藤井 昌隆 正員 杉山 友康
 正員 村石 尚
 国土館大学 正員 岡田 勝也

1. はじめに

排水パイプ工は降雨時の斜面崩壊を防止する工法として、鉄道盛土に対しても多数施工されており（図1）、パイプの持つ排水効果と盛土に対する力学的補強効果について、現場の実態として十分な効果が確認されてきたが、降雨強度や、施工ピッチの違いによる排水効果の定量的な評価がなされていなかった。そのため、実際の施工におけるパイプの施工位置や施工ピッチは経験的なものに頼らざるを得ず、施工後の排水効果が不明確であるという問題点を抱えていた。筆者ら¹⁾はパイプの排水効果についての定量的評価を目指して、これまで、小型土槽を用いた排水実験を行い、排水パイプは $k_s=10^{-3}$ cm/s程度の透水係数を持つ盛土に対して最も有効であることを報告した。今回、中型土槽を用いて、排水効果が最も期待できる $k_s=10^{-3}$ cm/s程度の地盤に対して、パイプが挿入されている層全体からの排水を考慮し、その上で散水強度の違いがパイプの排水効果に及ぼす影響を調べるための3次元的な実験を行ったのでその結果を報告する。

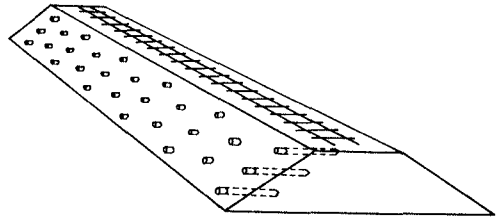


図1 排水パイプが施工された鉄道盛土

2. 実験装置の概要

実験に使用した土槽は図2に示すような、長さ2200mm、幅500mm、高さ700mm(いずれも内法)の鋼製で、土槽正面には、底面から35mmの位置に高さ65mmの排水窓を設けた。これは、パイプからの排水だけでなくパイプが挿入されている層全体としての排水効果を確認するためのものである。また土槽底面に横方向250mm、奥行き方向へは前面から手前(100mm)、中(250mm)、奥(400mm)の位置に底面水圧観測用の孔を設け、背面にピエゾメータを立ち上げた。

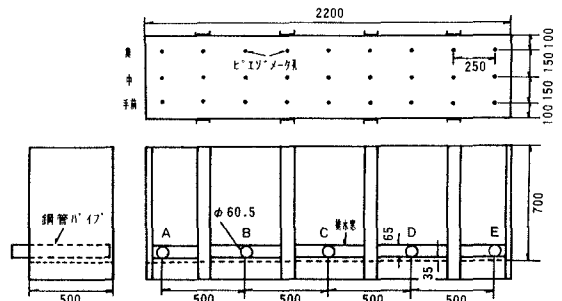


図2 実験土槽

3. 実験方法

鉄道で多く使用されている鋼管パイプ（φ=60.5mm）を0.7mに切断し（上中部分は0.5m）、土槽底部に0.5m間隔で5本並べ、その上から稲城砂を投入した。使用した稲城砂の上粒子密度は $\rho_s=2.659$ g/cm³、粒度分布は図3に示す通りである。砂を約67cmの高さまで盛った後、散水装置により散水を行い、自然状態で締固めた。排水窓は金網とナイロン布で土槽内の砂が流出しないようにし、パイプと排水窓からの流出量をそれぞれ計測するとともに、ピエゾメータにより底面圧力も測定した。パイプ内部は当初端部の1本(φ17°A)を残してすべて稲城砂を詰

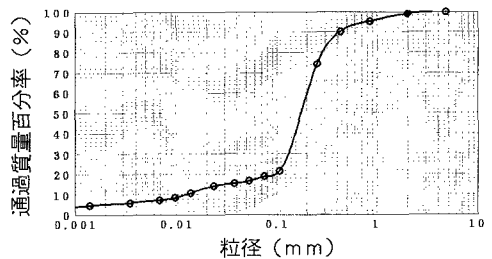


図3 稲城砂の粒度分布

めておき、これを4.0mピッチに敷設した場合の半断面とみなした。その後順次所定のピッチに相当するパイプ内の砂を掻き出し2.0, 1.0, 0.5mピッチの実験を行った。散水強度はそれぞれの施工ピッチに対して設定散水強度10, 20, 30, 50mm/hの4ケースとし、流出量およびピエゾメータの水位が安定した段階をそのケースの終了と見なして次のケースへ移行した。実験ケースを表1に示す。実験後に測定した稲城砂の乾燥密度はいずれも $\rho_s=1.35\text{g/cm}^3$ で、別に行った透水試験の結果から透水係数は $k_s=4\times 10^{-3}\text{cm/s}$ であり、実験の目標値に合致している。

表1 実験ケース

パイプ長さ L(m)	ピッチ P(m)	設定散水強度 r(mm/h)
0.5	0.5	10, 20, 30
	1.0	10, 20, 30, 50
	2.0	10, 20, 30, 50
	4.0	10, 20, 30, 50
	なし	10, 20, 30

4. 実験結果および考察

図4は、ピッチ2.0m、散水強度20mm/hについて、土槽手前から100, 250および400mmのピエゾメータの底面圧力を水位と見なした時の実測値と、これらに対数関数で近似して示したものである。また、これらの近似曲線から、奥行き方向に対する水位の変化を求めて推定したものが土槽手前から10mmの曲線である。さらに、これらの水位の近似曲線を各ケースについて求め、土槽内の飽和部分の体積(飽和水量)を計算した。このようにして求めた飽和水量と、流出水量から逆算した散水強度との関係を示したものが図5である。これより、散水強度が大きくなるにしたがって、飽和水量の増加率が小さくなる傾向を示すケースがいくつかあるものの、現実に観測される80mm/h程度までの降雨であれば、飽和水量は散水強度にほぼ比例して増加することがわかる。

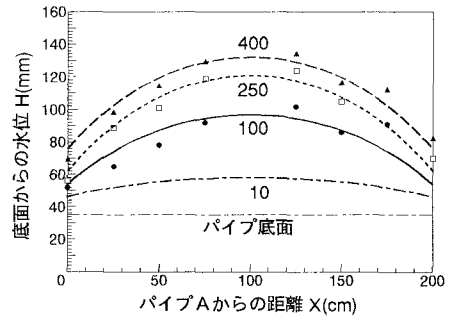


図4 土槽内の水位

さらに排水パイプの効果を表す指標として、各ケースの飽和水量 V_i をパイプなしのケースでの飽和水量 V_0 で割った飽和水量比 V_i/V_0 を求めた。飽和水量が散水強度に比例することから V_i/V_0 はパイプピッチが定まれば、散水強度によらず一定値となる。パイプピッチと飽和水量比の関係を図6に示す。

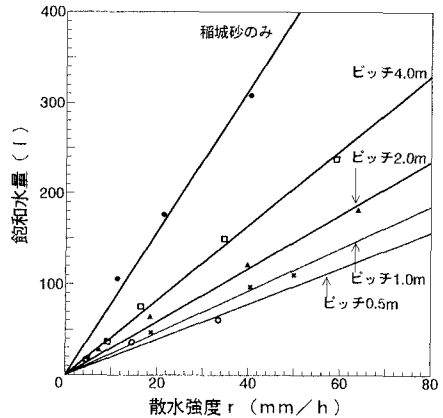


図5 散水強度と飽和水量の関係

図5および図6より、排水パイプを施工した場合、土中の飽和水量は散水強度に比例して増加するが、効果は散水強度に関係なく一定で、パイプピッチによって決定されることがわかる。

5. おわりに

今回の報告では、散水強度と土中の飽和水量および排水効果との関係について述べた。今後、パイプの長さに関する排水効果を求め、さらにパイプと同様の効果が得られる水平な透水層の透水係数を実験で確認していきたいと考えている。

【参考文献】1) 藤井, 村石, 杉山, 福司, 外狩: パイプ工の排水効果確認基礎実験, 土木学会第50回年次学術講演会, 1995, 9

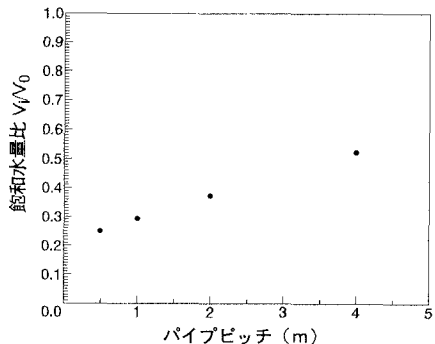


図6 パイプピッチと飽和水量比の関係