

IV-273

新幹線盛土排水パイプの機能分析

東海旅客鉄道㈱

正会員 杉崎 英司

正会員 増田 幸宏

（財）鉄道総合技術研究所

正会員 岡田 勝也

正会員 村石 尚

1. はじめに

東海道新幹線においては、開業初期のころに豪雨により砂質盛土ののり面崩壊が続発し、この防止対策としてのり面に排水パイプが施工された。しかし、敷設後約20年が経過した現在、この排水パイプが腐食し、当初に期待した機能が低下している懸念がもたれており、その排水機能性とりの面工未対策の盛土の対策方法の見直しをせまられている。今回、この排水パイプの現況調査を豊橋地区(260k350m～260k500m)で実施した。

2. 調査内容

1) 外観調査

現地は純盛りの砂質盛土であり、昭和41年8月に左右のり面に鋼管パイプ（図1）が図2のように盛土に敷設された。まず当該区間の排水パイプの概況を把握するため、外観の目視検査によって排水パイプの出口付近の土砂の堆積状況を調査すると共に、ファイバースコープを用いてパイプ内部の状況を観察した。

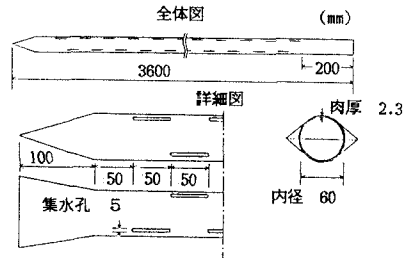


図1 鋼管排水パイプ

2) パイプの引き抜き調査

調査区間内において、10本の鋼管パイプの引き抜きを行い、腐食状況と内部に堆積した土砂とパイプに付着した土砂の物理試験を実施した。腐食状況については、パイプの長手方向の肉厚を測定し、その一例を図3に示した。

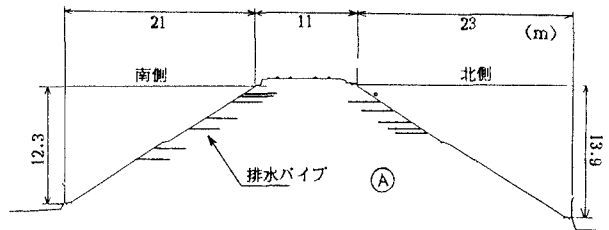


図2 排水パイプ施工盛土断面

10本の鋼管は破断することなく、すべて回収できたが鋼管周囲に厚さ約10mmの固結した土砂が付着していた。この付着土砂は固結した形状を保持したまま、鋼管から剝すことが可能であったため、透水試験試料としてこれを取った。

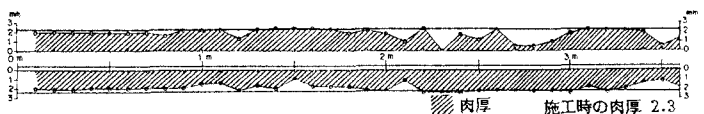


図3 パイプの腐食状況

3) 採取した付着土砂の透水試験

上記の付着土砂を整形して供試体を作成し、三軸セルを使用して透水試験を実施した。採取した試料の試験結果は表1の通りであった。また、盛土堤体の透水係数と比較するため図2のAに示した地点から採取した不覚乱試料についても透水試験と粒度試験を実施した。これらの粒度分布は図4の通りであった。

酸化鉄膜	パイプ付着土			盛土材料
有り	1.28×10^{-6}	8.71×10^{-6}	8.10×10^{-6}	
なし	8.07×10^{-6}	2.28×10^{-5}	1.66×10^{-5}	4.30×10^{-5}

表1 透水試験結果 (cm/s)

3 結果のまとめと考察

1) 排水パイプの堆積状況について

豊橋地区において鋼管パイプ1765本の外観検査を実施した結果、平均するとパイプ出口の土砂が管径の1/3以上堆積したものは 9.7%、1/3～1/4のもの11.6%、それ以下のもの78.7%であった。また、パイプ内部には、通水に支障する様な堆積状態がほとんど見られなかった。

図5の高さ別のパイプ内土砂の堆積状況を見ると、のり肩や犬走りに近いほど多くなる傾向があり、これらの部分でパイプが有効に機能していたことが伺える。

2) 排水パイプの腐食状況について

鋼管の腐食は、空気と表面水に常時接するのり面表層部において局部的に著しい箇所がみられるが、一般的には比較的健全であり、力学的補強効果が20年経った現在でもある程度期待できることがわかった。

3) 排水機能について

引き抜いた10本のすべての鋼管周囲に固結した土砂が付着していた。表1に示すように、これらの供試体の透水係数は盛土堤体の透水試験の結果の約1/5から1/30である。

また、薄い酸化鉄被膜を除去した固結土砂の透水係数の結果より、透水係数の低下が酸化被膜の部分で著しく、鋼管の酸化鉄被膜が付着土砂の透水係数が低下した原因のひとつと考えられる。

排水機能を定量的に評価するために、図6中に示すような円管への1元的な定常状態の浸透を仮定し計算すると、均一な透水係数 k_1 の場合の流量 q_1 は、

$$q_1 = k_1 \delta \theta \quad r \frac{dh}{dr} \quad \text{より、} \quad q_1 = \frac{k_1 \delta \theta h}{\ln(r_2/r_0)}$$

となる。同様に、異なる透水係数 k_2 が存在する場合の流量 q_2 及び流量比 q_1/q_2 は、

$$q_2 = \frac{\delta \theta h}{\frac{1}{k_1} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{k_2} \ln \frac{r_1}{r_0}} \quad \frac{q_1}{q_2} = \frac{k_2 \ln \frac{r_2}{r_1} + k_1 \ln \frac{r_1}{r_0}}{k_2 \ln \frac{r_2}{r_1}}$$

となる。仮定より $(r_2 - r_1)$ は水頭 h に等しく、透水係数の比 (k_1/k_2) として試験結果の平均値を用いると、その結果は図6に示すようになる。

この結果から、鋼管周辺土砂の透水係数の減少は、水頭が小さな場合にパイプの排水機能に大きく影響すると言える。

4 まとめ

鋼管排水パイプの長期的な性能として、施工時に比べ力学的補強効果の低下は小さいが、排水機能は低下していると考えられる。このため、更に実際の降雨時の調査および他地域の調査を実施し、検討を加える必要がある。

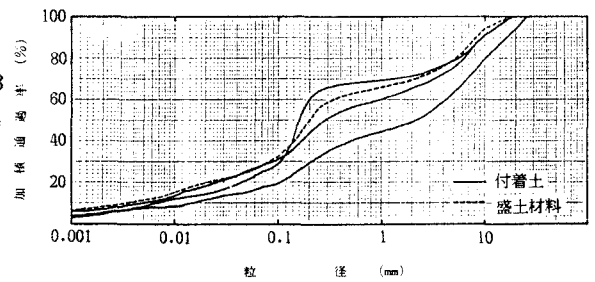


図4 粒径加積曲線

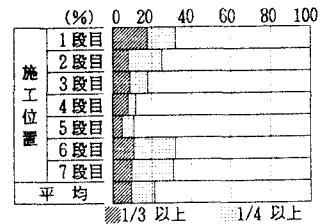


図5 パイプ内部堆積状況（円形断面）

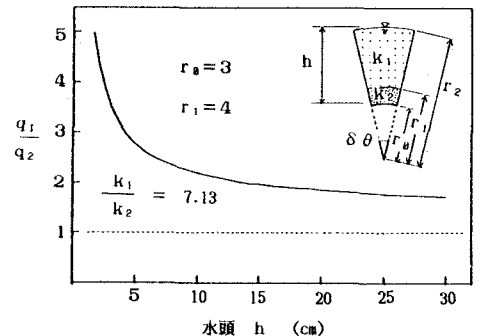


図6 固着土による流量の変化