

排水パイプの盛土補強効果確認のための現地引抜き試験

西日本旅客鉄道株式会社 正 会 員 ○ 高馬 太一 金山 幸司 山田 孝弘
 太田ジオリサーチ 正 会 員 太田 英将
 京都大学大学院 フェロー 杉山 友康

1. はじめに

降雨時の盛土の間隙水圧の上昇を抑える工法の一つとして排水パイプ工がある。この工法には排水効果の他に地震時の動的間隙水圧の消散効果や盛土の表層すべりに対する補強効果も期待されている¹⁾。

そこで、本研究では、排水パイプに期待される2つの効果のうち、後者の効果を定量的に把握することを目的として、実盛土において、鉄道で多数の施工実績がある標準的な排水パイプに対して、引張り補強材としての効果に着目した引抜き試験を実施した。本稿では、排水パイプの引抜き試験の概要と打設後2カ月間の極限周面摩擦抵抗力度について報告する。

2. 引抜き試験の概要

(1) 試験内容

試験箇所は、沖積低地上に構築された建設後約70年を経過した単線盛土(廃線)である。盛土高さは約3.5mであり、土質は粘性土質礫質砂、土粒子の密度 $\rho_s=2.675\text{g/cm}^3$ 、含水比 $w=1.42\%$ である。

排水パイプは、50mm×5mmのスリットを設けた直径 $D=60.5\text{mm}$ 、全長 $L=3.6\text{m}$ であり、鋼材の表面は防食処理として高耐食性メッキを施している(図1)。

この排水パイプを図2のような配置で、定着長 $L=3.5\text{m}$ として水平に打設した。また、引抜き試験は、上段、中段および下段の各1本を1セットとし、打設5日後、約1カ月後、約2カ月後に実施した。

(2) 試験方法

本試験ではバックホウを反力として、排水パイプをレバーホイストにより緩速で引抜き、荷重が1kNごとに増加した時点でパイプ軸方向の変位量 δ と引抜き荷重 T を計測した(図3)。ここで、変位の計測にはダイヤルゲージを、荷重の計測には油圧指示計を用い、変位量 δ が急速に増大した時点で終了とした。

なお、载荷は単サイクルであり、本稿では、試験で得られた引抜き耐力 $T_{\max}$ (最大引抜き荷重)により、極限周面摩擦抵抗力度 $\tau_{\max}$ を算出して評価した²⁾。

$$\tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{\pi \cdot D \cdot L} \quad \dots(\text{式1})$$

ここに、 $T_{\max}$: 引抜き耐力(kN)

D : 排水パイプの直径(m)

L : 定着長(m)

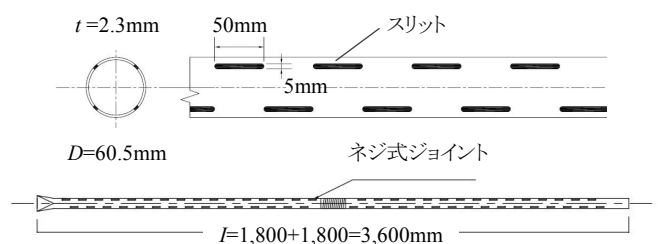


図1 排水パイプの構造

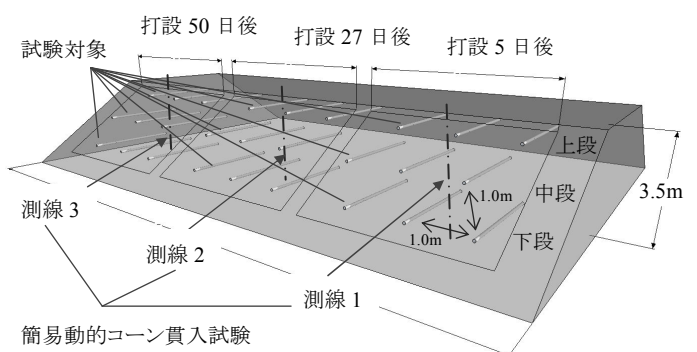


図2 引抜き試験の概要



図3 引抜き試験の状況

キーワード 鉄道盛土、排水パイプ、引抜き試験、極限周面摩擦抵抗力度

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 西日本旅客鉄道株式会社 構造技術室 TEL.06-6305-6958

3. 引抜き試験の結果

排水パイプの引抜き試験後の状況と打設位置ごとの引抜き変位量 δ と引抜き荷重 T との関係を図 4 に示す。また、排水パイプの極限周面摩擦抵抗力度 $\tau_{\max}$ と打設後の降雨量 R との関係を図 5 に示す。図 5 より、盛土に打設された排水パイプの極限周面摩擦抵抗力度 $\tau_{\max}$ は $3.1 \sim 10.3 \text{ kN/m}^2$ であり、同じ盛土でも打設位置や引抜き試験の時期によってばらつきがあることがわかる。なお、本試験では、降雨量 R の増加とパイプ外周の土粒子再配列に伴う摩擦力の変化を追跡したが、期間内においては、降雨量が比較的小さく明確な差を把握するには至らなかった。

次に、排水パイプの極限周面摩擦抵抗力度 $\tau_{\max}$ に及ぼす打設位置の影響を把握するために換算 N 値 (図 2 の簡易動的コーン貫入試験から求まる N_d を換算して 3 測線を平均した値) との関係について検討を行った。図 6 より、パイプ外周の土質状況などのローカルな特性により両者の詳細な関係については不明であるが、極限周面摩擦抵抗力度 $\tau_{\max}$ は、盛土上部ほど大きくなる傾向があることがわかる。これは、鉄道では、列車振動や道床バラストの締固めなどによって、軌道下に硬い層が形成されることがあり、そのような鉄道特有の影響を受けていると考えられる。

図 7 は、本試験で得られた結果を用いて、排水パイプの引張り補強効果を概略的に把握したものである。同図より、打設後 2 カ月経過した排水パイプの極限周面摩擦抵抗力度 $\tau_{\max}$ は、換算 N 値がほぼ同程度である打設後 5 カ年経過した排水パイプに対して 13.3% であり、引張り補強材としての効果は現時点においては小さいと考えられる。

4. おわりに

本稿では、排水パイプに期待される 2 つの効果のうち、現時点での補強材としての効果を述べた。今後とも経時的に引抜き試験を実施し、追跡データを蓄積する予定である。また、主となる排水効果の定量的な評価手法の検討も進めており、盛土安定性に与える排水パイプの排水効果と今回検討した補強効果を考慮した合理的な設計法を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 池原武一郎: 十勝沖地震による鉄道盛土の被害に関する研究, 鉄道技術研究報告, No.791, 1972.1
- 2) 泉並 良二 他: 盛土内に打設された排水パイプの引抜き抵抗力について, 第 45 回地盤工学研究発表会, 2010.7
- 3) 公益社団法人地盤工学会: 地山補強土工法設計・施工マニュアル, 平成 25 年 10 月



＜排水パイプの引抜き後の状況＞

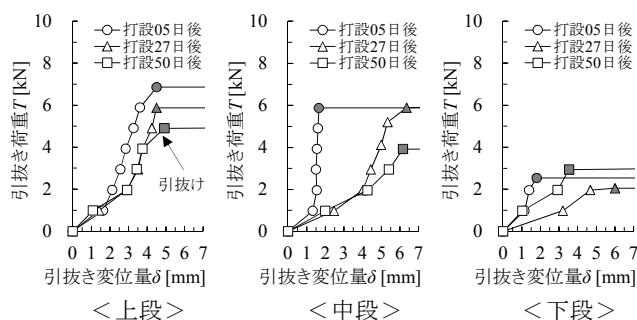


図 4 引抜き変位量と引抜き荷重の関係

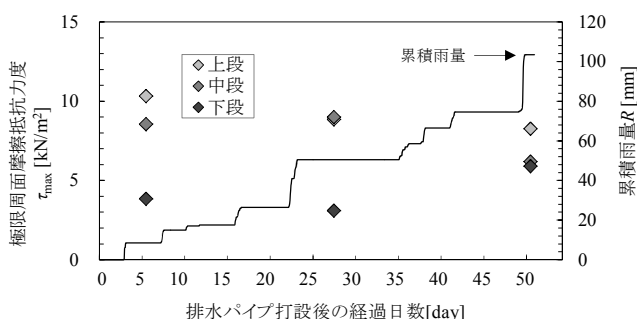


図 5 排水パイプの引抜き試験結果

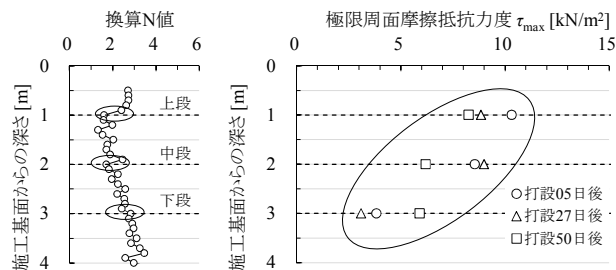


図 6 換算 N 値と極限周面摩擦抵抗力度の関係

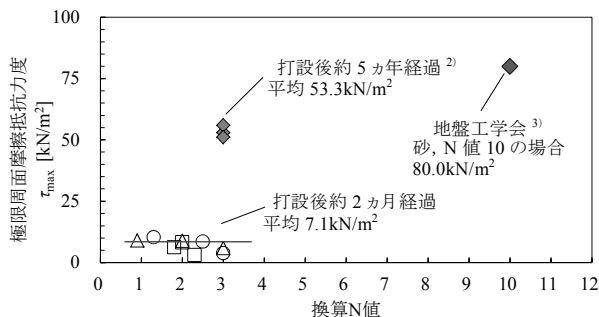


図 7 排水パイプの盛土補強効果