

現地引抜き試験に基づいた排水パイプの盛土補強効果に関する検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○金山 幸司 高馬 太一 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

排水パイプは、地下水位低下や間隙水圧消散を目的として、鉄道をはじめ多くの盛土で施工されている。しかし、排水パイプ自体がすべり破壊に対してどのように力学的に抵抗するかは、基礎データが不足していることもあり、評価が充分に行われていない。本稿では、実在の盛土における排水パイプの引抜き試験¹⁾の結果をもとに盛土補強効果について検討を行い、既存の地山補強土工法と比較して、排水パイプがどの程度盛土の安定性に寄与しているのかを検討した。



図1 標準タイプの排水パイプ

2. 現地における盛土補強効果の検討

2. 1 検討内容

本稿で述べる排水パイプを図1に示す。引抜き試験を実施した現地の鉄道盛土が、この排水パイプが打設されたことで無補強時と比べてどの程度安全率が向上するのかを検討した。なお、パイプに作用する力には図2に示すものが考えられるが、本稿では地山補強土工法と比較することから引張りに着目し検討した。

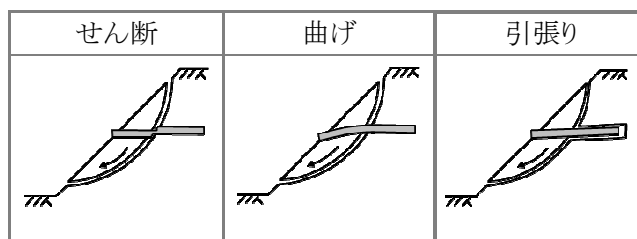


図2 応力イメージ

2. 2 検討方法

解析ソフトは「Design-SoilStructure」²⁾を使用し、修正フェレニウス法を用いた円弧すべり計算機能により試算した。破壊形態は盛土内の表層円弧すべりに限定した。断面、土質定数、パイプの配置、周面摩擦抵抗力度は現地引抜き試験及び原位置試験より得たデータから図3のように設定した。打設位置の上中下3段には、摩擦力の大小関係が確認されたことから、それらの違いを反映させたケースも合わせて比較した。

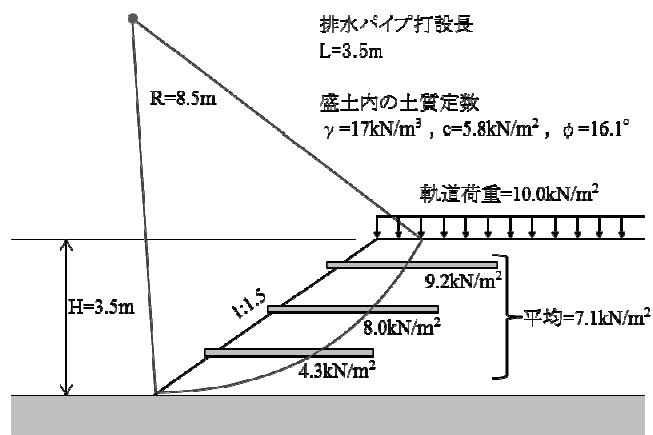


図3 解析断面

2. 3 検討結果

表1に結果を示す。平均した周面摩擦抵抗力度を設定したCase②は無補強のCase①に比べ6%安全率が上昇した。上中下にそれぞれの周面摩擦抵抗力度を設定したCase③はCase②に比べ僅かに抵抗モーメントが増加したが、安全率に有意な差は生じなかった。これは上中下それぞれのパイプの定着長と、すべり面に対する角度に大きな差がないためである。

表1 試験現場における安全率の試算結果

Case	抵抗モーメント (kN・m)	安全率	安全率の 比
①無補強	5654	1.28	1.00
②排水パイプあり(平均)	5990	1.36	1.06
③排水パイプあり(個別)	6006	1.36	1.06

※起動モーメント=4423kN・m

キーワード 排水パイプ, 鉄道盛土, 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 TEL06-6305-6958

3. 排水パイプと他工法の比較検討

3. 1 検討内容

既存の地山補強土工法は、ロックボルトなどのネイリングと呼ばれる小径の工法、ラディッシュアンカーなどのダウアリングと呼ばれる大径の工法などに体系化されている³⁾。排水パイプがそれらの工法に比べ、どの程度盛土の補強効果に寄与しているのかを比較した。

3. 2 検討方法

各工法の補強仕様は、補強材径 D 、周面摩擦抵抗力度 τ 、打設角度 α 、補強材間隔 A を図 4 のように仮定した。補強材長は一律に 3.5m とした。計算断面、土質定数は前項と同様とし、無補強の安全率を基準に比較した。当該盛土は平均換算 N 値 3 程度と軟弱であったことから、地山補強土工法の標準的な周面摩擦力を用いることが適当でないため、道路橋示方書⁴⁾の摩擦杭 ($\tau=5N$) を参考に $15.0kN/m^2$ とした。

3. 3 検討結果

検討結果を表 2 に示す。無補強に対するそれぞれの工法の安全率の比には「ダウアリング>ネイリング>排水パイプ」という大小関係を得た。ダウアリングは、補強材本数は少なくなるが総周面積が他の工法よりも大きいため安全率も大きくなる結果となった。ネイリングと排水パイプでは、打設角度が水平に近い排水パイプのほうが引張りには有利に働くが、周面摩擦抵抗力度の違いからこうした差が生じることがわかる。

4. まとめ

- ・排水パイプには僅かながら一定の盛土補強効果を有していることが示された。また、盛土上部に打設したパイプの周面摩擦抵抗力度が強いという現地の特徴は、円弧すべりにおける安全率としては評価できない結果となった。
- ・排水パイプの周面摩擦抵抗力度に着目した盛土補強効果と地山補強土工法とを比較すると、ロックボルトなどの標準的なネイリング工法に対して約 5 割、ラディッシュアンカーなどの標準的なダウアリング工法に対して約 2 割程度の補強効果があることが示唆された。

5. 今後の課題

本稿の検討では排水パイプの周面摩擦抵抗力度を現地引抜き試験の結果から一義的に定めた。今後は排水パイプの力学的補強効果を検討するために、基礎データを収集することで N 値等の盛土の物性値と周面摩擦抵抗力度の関係を深度化していく必要がある。また、本稿の検討では水位の影響を無視しているため、今後は本来期待されている水位低下効果による盛土の安定性に対する評価方法もあわせて検討する必要がある。

参考文献

- 1) 高馬 太一 他：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，第 69 回土木学会年次学術講演会(投稿中)
- 2) 鉄道総合技術研究所・富士通エフアイピー：Design-SoilStructure, 2012
- 3) 舘山 勝：ネイリング・マイクロパイリング・ダウアリング，土と基礎，2003
- 4) 社団法人 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，2012

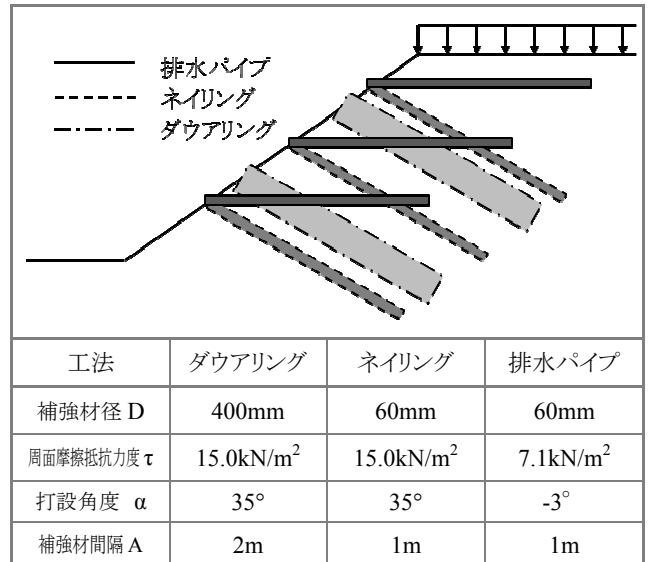


図 4 仮定した補強仕様

表 2 地山補強土工法と排水パイプの比較結果

工法	抵抗モーメント (kN・m)	安全率	安全率の 比
①排水パイプ	5990	1.36	1.06
②ネイリング	6450	1.46	1.14
③ダウアリング	7289	1.65	1.29

※起動モーメント=4423kN・m