

### 既設盛土の耐震補強工法

東海旅客鉄道 正会員 大木 基裕 正会員 永尾 拓洋  
 フェロー 関 正樹 正会員 山本 哲也  
 大林組 正会員 浜井 邦彦 正会員 山田 宏

#### 1. 目的

鉄道構造物の耐震性の向上は、運行区間の重要度などに応じて実施する必要がある<sup>1)</sup>。しかし土構造物(盛土)は被災後の復旧の容易さから、建設時に耐震設計がなされていないものも多く、他の構造物と同等の耐震性を有する必要がある。被災時の盛土の破壊形態はその要因に関連しいくつかのパターンがある。破壊形態に応じた対策を実施することで、盛土沈下量を効果的に抑制する対策工となる<sup>2)</sup>。本稿で触れる地山補強土工法(ネイリング)<sup>3)</sup>は、盛土堤体を強化する方法としてのり面の円弧すべりのような破壊形態に有用性がある<sup>4)</sup>。本稿では、地山補強土工法の試験施工の概要と、実施工への適用性について報告する。

#### 2. 施工検討

図1は盛土の断面図である。山土は大きな礫(粒径100mm超)を含む粘土質礫であり、削孔が困難であると予想される。のり面は粘着性を有する山土を、盛土深部は締め固めやすい砂を、排水性を高める目的でのり尻には切り込み砂利を用いている。また、降雨対策としてのり面には格子枠張りブロック工がなされ、その自重は円弧すべりを増長させる方に作用する。従って、今回実施する対策には、盛土の耐震性を向上させ、格子枠と地山との定着を図ることが求められる。

地山補強土工法は想定する円弧すべりに対し、主に補強材の引き抜き抵抗力により盛土形状を保持する工法である。施工する改良体の直径の大きさにより複数の工法があるが、施工による軌道変状が抑えられる、削孔径が小さいネイリング工法に着目して検討を進めた。図2にネイリングの施工フローを示す。セメントミルクを先端より噴射させながら掘削を進め、削孔後芯材(異形棒鋼 D22)を挿入し、頭部でのり面との定着を図る工法である。図3にネイリングの構造を示す。本施工ではネイリングと既設の格子枠を頭部処理工により定着することで、格子枠を受圧構造体として利用した。つまり格子枠を、円弧すべりを促すものから(1)補強効果の向上に寄与する部材とし、かつ(2)地山と定着を図ったことに特徴がある。対策工は盛土の円弧すべりに対する安定計算(水平震度  $K_h = 0.35$ )として安全率 1.2 を満たすように検討した結果、長さ 4m のネイリングを 5 本設置する仕様となった。打設間隔は格子枠の配置に沿い、のり面方向は 1.7m ピッチで 5 段、線路延長方向は 2.15m ピッチで、3 列(格子枠 1 区画)合計 15 本のネイリングを本体に施工した。およそ  $4\text{m}^2 / 1$  本の割合である。

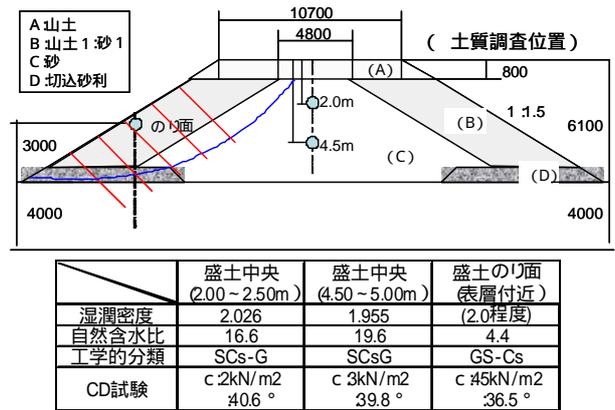


図1 盛土断面と対策概要



図2 施工フロー

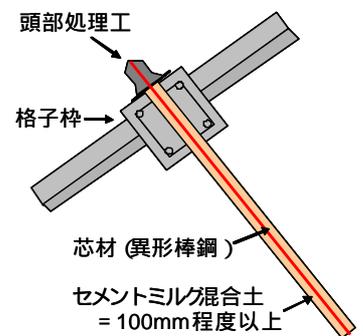


図3 ネイリングの構造

キーワード 盛土, 円弧すべり, 地山補強土工法, ネイリング, 受圧構造体

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 東海旅客鉄道(株)技術開発部 TEL 0568-47-5375

### 3. 施工状況

図4に施工状況および施工したのり面の状況を示す。今回はBHを改良し、先端に削孔機(エアドリフタ)を搭載し、セメントミルクの噴射と打撃を主体とした削孔を実施した。治具により打設角度を固定し、スライムを回収する方式を採った。今回の施工は2日間で実施したが、周辺環境や機材・プラントの設置状況などにより、施工性は異なる。また、盛土天端の鉛直変位量を計測し、施工を通じて変状は確認されなかった。



図4 ネイリング施工状況・及び完成状況

### 4. 引き抜き試験結果

図5に引き抜き試験の状況及び引き抜き抵抗力の計測結果を示す。本体の施工とは別に定着長1mの試験体を3本施工し、引き抜き試験を実施した。

引き抜き抵抗力を適正に評価するため、地山の拘束圧を高めよう、大型の反力盤を用いた。

引き抜き後の地山の乱れた範囲より補強材打設位置を中心に直径700mmが影響範囲と考えられる。引き抜き抵抗力は設計

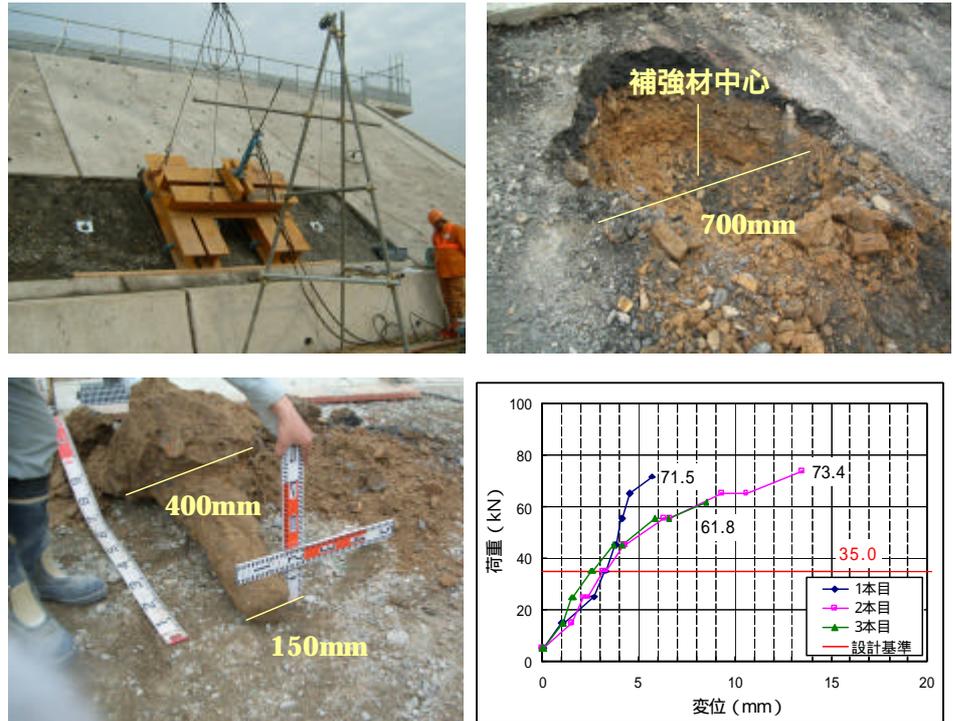


図5 引き抜き試験状況・結果

- (1) 試験状況 (2) 引き抜き後の盛土の状況  
(3) 引き抜いた試験体 (4) 引き抜き抵抗力計測結果

の定着力35kNを大きく上回る結果を収めた。試験体の1本を完全に引き抜いたところ、試験体上部では山土との改良が行われ直径400mm、試験体下部では砂との改良が行われ直径150mm程度の出来型となった。

### 5. まとめ

試験施工において把握した施工性、及び引き抜き試験の結果について次のようにまとめる。

- 1) 孔壁の自立が困難である礫質土の地山に対しても一定の施工性を有し、本工法の適用性が確認できた。
- 2) 施工全般を通じて盛土天端での変状はなく、安全な施工が実施できた。
- 3) のり面工と一体化が図れる頭部処理により、格子枠の表面拘束効果により耐震性の向上が期待できる。
- 4) 引き抜き試験では設計を上回る抵抗力が計測された。改良体の径は上部400mm、下部150mmであった。

以上の知見より、技術面での適用性は十分に有ると判断できる。今後は施工性向上、コストダウンを目的に施工方法の改良・改善を進めると共に、今回補強したのり面において補強効果の評価を行う。

### 参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計), 丸善, 1999 他。
- 2) 野沢, 新幹線鉄道構造物の耐震強化に関する研究, 鉄道技術研究報告 No.1304, 1986。
- 3) 新しい補強土擁壁のすべて - 盛土から地山まで -, 総合土木研究所, 2005。
- 4) 大木ら, 盛土の破壊形態と対策工の関係, 第42回地盤工学研究会(投稿中)。