

東北地方太平洋沖地震における鉄道盛土被害についての一考察

東日本旅客鉄道（株）構造技術センター 正会員 ○中村 貴志
 東日本旅客鉄道（株）構造技術センター 正会員 高崎 秀明

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、JR 東日本管内の鉄道路線は広範囲に渡り被害が発生した。盛土構造物についても、千葉県東部から宮城県北部を中心とした広範囲で被害が発生した。本論では、東北地方太平洋沖地震で被災した盛土のすべり面の位置に着目して分類を行い、すべり面位置に影響を与える要因について考察を行ったので、その結果を報告する。

2. すべり面の位置の分類

すべり破壊により崩壊した盛土に対して、すべり面の位置に着目して整理を行った。すべり面の位置を地震発生時の現地調査結果をもとに分類すると、図-1に示すように、①のり肩のすべり、②上り線と下り線間のすべり、③盛土天端全幅のすべり、の3つに区分に分類することができた。なお、3区分以外に、軌道直下にすべり面が発生するような形態は発生していない。

すべり面の位置を分類した結果、図-2に示すように、区分1ののり肩からすべり面が発生しているケースが最も多く、すべり破壊全体の79%であった。なお、すべり破壊に至らず、写真-1のような亀裂被害については、のり肩からのすべり破壊の前兆と捉え区分1に分類し集計を行った。その割合は、すべり破壊全体の33%

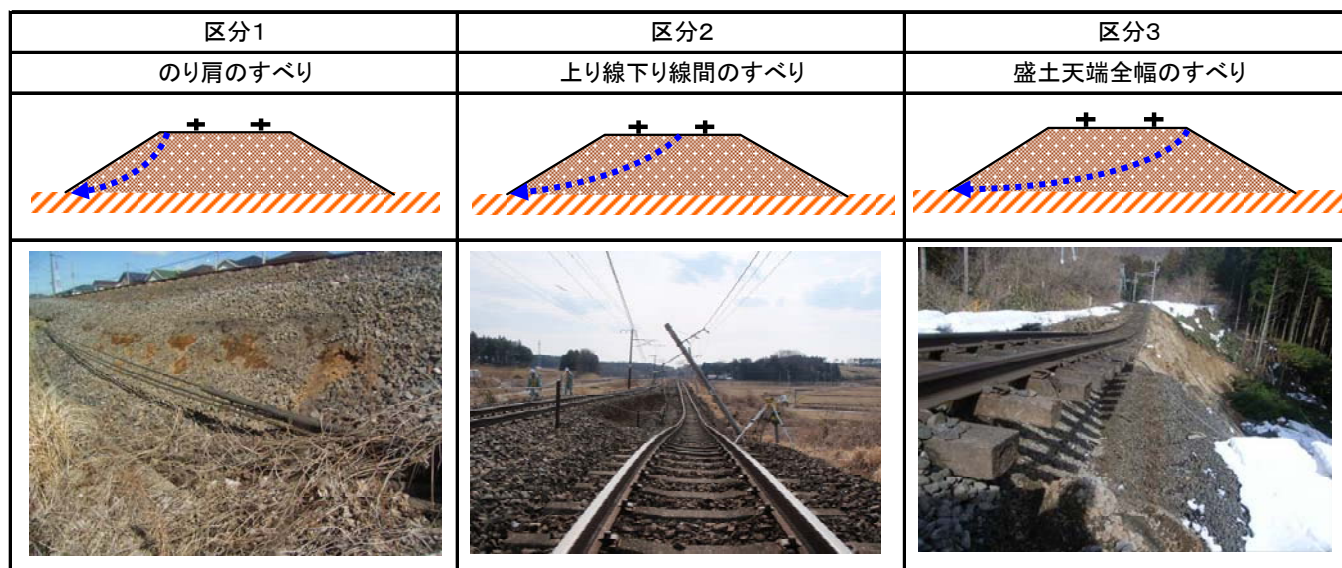


図-1 すべり面位置の区分

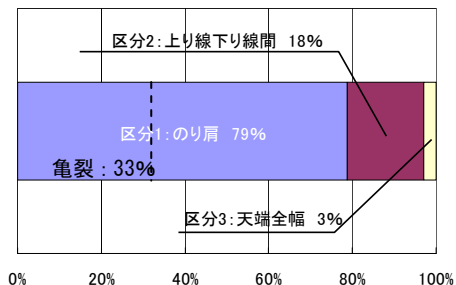


図-2 すべり面位置の分類結果



写真-1 亀裂被害例

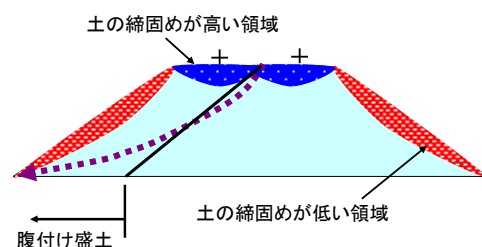


図-3 上り線下り線間でのすべり破壊概略

キーワード 鉄道盛土、東北地方太平洋沖地震、地震被害、被害形態

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区2-2-2 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター TEL03-5334-1288

に当たる。一方、軌道の変状を伴う、すべり区分 2～3 については、すべり破壊全体件数の 21%であった。なお、すべり面が最も深い位置で発生する区分 3 については、東北地方太平洋沖地震においては、1 件のみの発生であった。

3. すべり破壊の要因に関する考察

すべり破壊の 79%がすべり区分 1 の、のり肩にすべり面が発生する形態であった。発生割合が高くなった理由として、鉄道構造物等設計標準・土構造物¹⁾に記載があるように、「盛土表層部付近は、転圧が不十分で盛土深部に比べて締固めが緩く」なる傾向にあるため、盛土の弱点部となり、すべり面が発生したものと考えられる。

上り線と下り線の間ですべり面が発生している区分 2は、区分1に次いで多く確認された。また、区分2に分類された全ての盛土は、単線開業した後、複線化に伴い腹付けを行った盛土であった。

すべり面位置が上り線下り線間となる理由は、複線盛土が腹付け盛土の場合、図-3に示すように、既設盛土と腹付け盛土の境界部が弱点となることと、軌道直下は、列車の繰返し荷重による締固め効果があるのに対して、上り線と下り線の間は締固め効果が軌道直下に比べ小さいため、弱点となっていると推察される。また、すべり面位置が軌道直下となる被害がなかったのも、上記の理由であると考えられる。

盛土の天端全幅が崩壊する区分3は、今回の地震においては1件のみの発生であった。当該盛土は、図-4に示すように、単線盛土であり、区分2と同様に軌道直下が列車の繰返し荷重による締固め効果により周囲より強度があったものと推察される。

鉄道盛土の盛土体内部の物性や動的特性等の物理特性を把握することを目的とした研究として、弾性波トモグラフィを用いた既往の研究があり²⁾、その結果においても、盛土表層部はせん断波速度が低い点、線間表層部も軌道直下と比較してせん断波速度が低い傾向がある点が示されている(図-5参照)。また、軌道直下のせん断波速度が周囲と比較して高い理由の一つとして、供用開始後の列車荷重の繰返し荷重による締固め効果の影響が推察されている。本トモグラフィ結果から、盛土表層部は盛土全体として最も強度が低い箇所であり、線間表層部も軌道直下と比較して強度が低い箇所であることが伺える。本研究におけるすべり面位置による分類結果において、区分1が79%と最も多く、区分2が次いで18%となった点は、上記の既往研究結果と調和的である。

4. まとめ

東北地方太平洋沖地震により、すべり破壊が生じた鉄道盛土のすべり破壊形態の分析を行った。その結果、盛土のり肩部にすべり面が発生するケースが最も多かった。また、列車の繰返し荷重による土の締固め効果が低い部分にすべり面が発生していることが分かった。今後も分析を深度化するとともに、解析的にも検討していきたい。

【参考文献】

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物：鉄道総合技術研究所編，丸善，2007.1
- 2) 神田仁ほか：弾性波トモグラフィを用いた既設鉄道盛土の探査法に関する研究，土木学会論文集，No.791，pp19-30，2005.

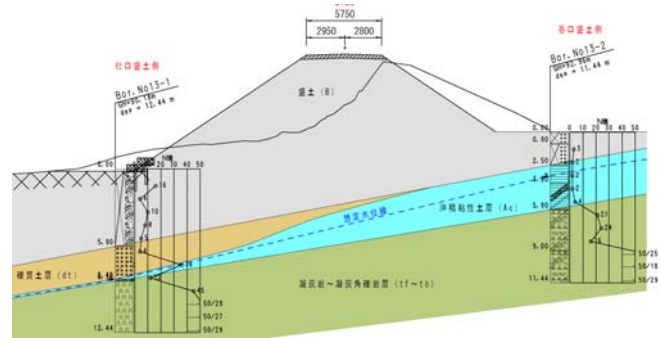


図-4 盛土天端全幅崩壊例

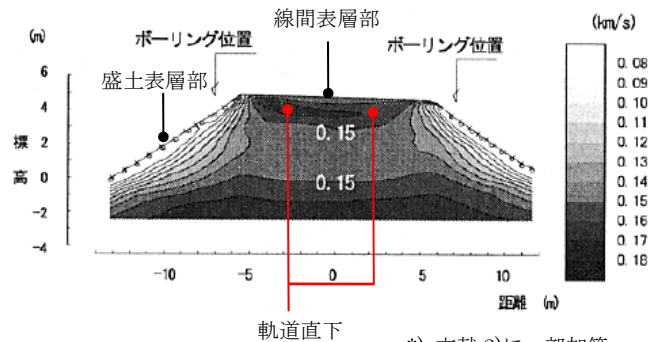


図-5 盛土体内弾性波速度の例²⁾