

東北地方太平洋沖地震による盛土式乗降場の被災分析に関する一考察

東日本旅客鉄道 正会員 ○滝沢 聡 , 高崎 秀明, 阿部 慶太
 正会員 野本 将太, 佐々木 愛, 石橋 誠司

1. はじめに

過去の地震では、盛土式乗降場において笠石の滑動、背面盛土の沈下、組積擁壁の崩壊などの被害が生じている。中でも、組積擁壁の崩壊では、積み石が軌道内に散乱し、列車が衝撃することで脱線被害を引き起こす可能性がある。

本稿では、盛土式乗降場の被災要因を抽出することを目的とし、被害が多かった東北地方太平洋沖地震での被災状況や敷設環境について調査・分析した。

2. 盛土式乗降場の被災形態

2011年3月11日に発生した本震M9.0の東北地方太平洋沖地震（以下、本地震）は、広範囲かつ長時間の揺れをもたらした。盛土式乗降場に多くの被害をもたらした。本地震での被災形態は、①擁壁背面盛土のすべり崩壊により擁壁が崩壊するすべり崩壊、②擁壁背面盛土は自立した状態で積み石が崩壊する積み石崩壊、③擁壁が崩壊には至らず傾斜・滑動する傾斜・滑動、④その他擁壁天端の笠石のみ滑動や落下する形態が見られた（図-1）。



図-1 盛土式乗降場の被災状況

3. 被災分析

(1) 対象駅

本地震にて盛土式乗降場の被害が多かった茨城県内に位置する東北本線および常磐線、水郡線の被災駅と被災駅に近接する無被災駅を対象とした。対象駅を以下に示す。

- 東北本線 那須塩原～豊原：被災3駅，無被災1駅
 - 常磐線 高浜～磯原：被災5駅，無被災6駅
 - 水郡線 上菅谷～静：被災2駅，無被災1駅
- 対象駅の被災形態は表-1のとおりであった。

表-1 被災形態の分類

	東北本線	常磐線	水郡線
①すべり崩壊	1		
②積み石崩壊		2	
③傾斜・滑動	1	3	
④その他（笠石落下）	1		2
計	3	5	2

(2) 地震動

対象駅に最も近いK-net観測地点を選定して、地表面地震動の卓越方向を確認した。本地震では、地震動の継続時間が長いこともあり、明確な卓越方向は見られない箇所が多かったが、図-2に示す地震動のオービット図から、K-net日立は北西-南東方向、K-net高萩は東西方向に卓越する傾向にあったと想定される。

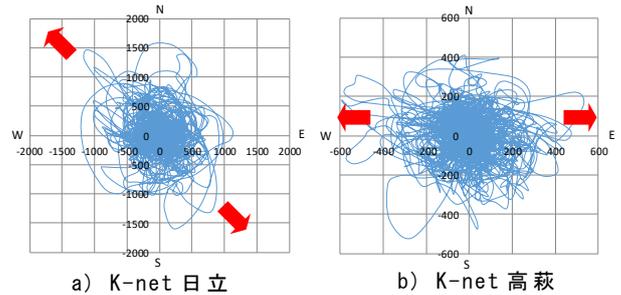


図-2 本震のオービット図

また、盛土式乗降場では、線路直角方向に対する地震動が最も影響を及ぼすと考えられることから、対象駅の最大地表面加速度を以下の手順で算出した¹⁾。

- ① 対象駅に最も近いK-net観測地点を選定して地盤情報と地表面加速度から、1次元重複反射理論による等価線形化法を適用して基盤波を算出
- ② 各駅の地盤情報を用いて1次元モデルに①で算出した基盤波を入力して、時刻歴応答解析にて地表面加速度を算出
- ③ 算出した各駅のNS-EW波から、線路直角方向に作用する最大加速度を算出

キーワード：盛土式乗降場、組積擁壁、災害分析

連絡先：東京都新宿区西新宿二丁目6番1号新宿住友ビル31階 東日本旅客鉄道（株）構造技術センターTEL. 03-6276-1251Fax. 03-5371-3524

(3) 微地形区分および地盤情報

微地形区分および地盤の特性が与える影響について分析した。図-3は微地形区分により分類し、上記(2)より算出した線路直角方向に作用する地表面最大加速度と被災との関連を示したものである。微地形区分は防災科学技術研究所の全国地震動予測地図の250mメッシュデータを使用した。同じ微地形区分に被災駅と無被災駅が混在しており、地表面最大加速度の違いによる影響は確認されなかった。

また、地盤種別および表層地盤の固有周期の被災への影響について分析した(図-4)。地盤種別および表層地盤の固有周期は、対象駅近隣の地質調査データから耐震標準²⁾に基づき算定した結果である。地盤種別および表層地盤の固有周期と被災との関連性は見られなかった。

次に、乗降場の支持地盤と被災との関連性を分析した。乗降場の支持地盤は、現地踏査および財産図等の資料から推定し、盛土・片切片盛・素地・切土に分類した。図-5より支持地盤が盛土もしくは片切片盛の箇所にて被災が多い傾向が見られた。

(4) 被災箇所の位置

対象駅の乗降場は200m以上の延長に亘り敷設されている。長い延長の中で乗降場のどの位置で発生したかを確認した。被災駅の10駅中9駅で乗降場の端部で被災していることを確認した。また、長い延長を被災した駅では、乗降場の端部がその他の箇所と比べ、被災の度合いが大きい傾向が見られた。これは、乗降場の端部は片側が拘束されていないため、中央部に比べて地震による揺れが大きかったと想定される。また、乗降場の端部は中央部に比べて乗降場の線路直角方向の幅員が狭くなっていることが多い。被災駅では、10駅中6駅で乗降場の幅員が3.0m未満であった。一方、無被災駅では、9駅中2駅であった。乗降場の幅員が狭いことにより、擁壁背面側の影響もあると想定される。

4. まとめ

本稿では、盛土式乗降場の被災要因を抽出することを目的とし、東北地方太平洋沖地震において盛土式乗降場の被害が多かった茨城県内の駅を対象とし、地震動や地盤情報等の敷設環境の違いが被災状況に与える影響を分析し報告した。その結果、乗降場の支持地盤が盛土や片切片盛の場合に被災が多いことや乗降場の幅員の狭い端部に被災が多いことを確認した。

今後は、組積擁壁の形状や材料の違いによる影響を調査・分析するとともに、過去被災した異なる地震の被災分析を行う。

謝辞

本研究を進める上で国立研究開発法人防災科学研究所が運用する共振観測網および全国地震動予測地図のデータを利用させて頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 野本ら：地震時における盛土式乗降場の崩壊メカニズムに関する実験的研究，第54回地盤工学研究発表会，2019。
- 2) 国土交通省監修，鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，2012.9

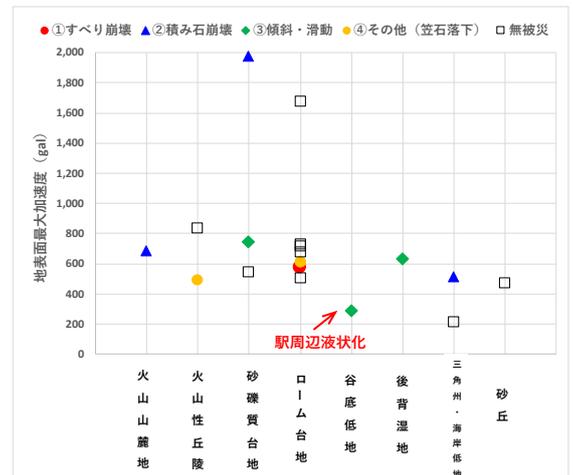


図-3 微地形区分と被災との関連

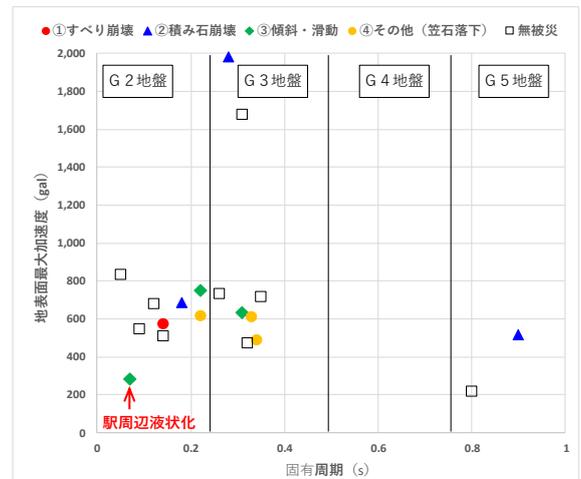


図-4 固有周期と被災との関連

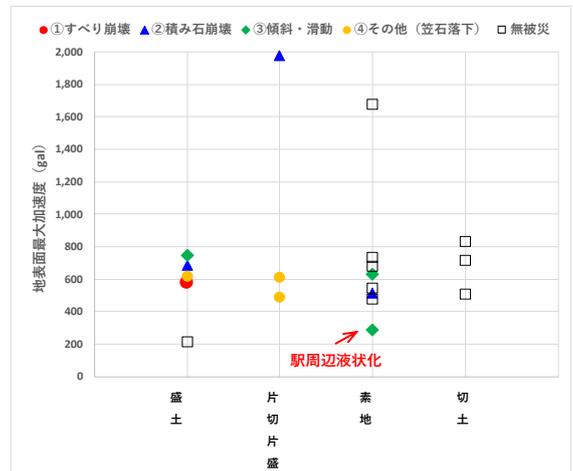


図-5 支持地盤と被災との関連