

東北地方太平洋沖地震における鉄道橋りょう橋台部の被害に関する一考察

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○高橋 範明

東日本旅客鉄道(株) 正会員 高崎 秀明

1. はじめに

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、JR東日本の在来線の鉄道構造物も多くの被害を受けた。本稿では、本地震により被害を受けた在来線の鉄道橋りょうの橋台、橋台翼壁および橋台背面の盛土を対象に実際に被害を受けた範囲と過去の研究にもとづく想定被害範囲の比較結果、地形区分および地表面最大速度（以下「PGV」とする）と被害の発生率との相関性について報告する。

2. 被害形態

本地震によりJR東北貨物線長町～仙台貨物(タ)間の七郷川橋りょうでは、土留壁が倒壊し橋台背面の盛土が崩壊する被害を受け(図-1)、盛土補強土壁工法(RRR工法)により復旧している¹⁾。当該箇所のほかにも多くの橋りょう橋台部で被害を受けたが、構造物が大きく損傷して復旧に数日以上を要した箇所は極めて少なく(津波による流出被害箇所は除く)、橋りょう橋台部における被害の9割以上は半日以下程度(軌道整備のみによる復旧含む)で復旧可能な非常に規模の小さい被害であった。

橋台部に受けた被害の状況は図-2に示す3つの形態に大きく分類される。①構造物の変状は、橋台の移動や傾斜あるいは橋台と翼壁の接合部において目開きが生じたもの。②構造物の損傷は、橋台や橋台翼壁および周辺の土留め構造物に亀裂等の損傷が見られたもの。③橋台背面の沈下は、橋台背面の盛土の沈下や陥没、あるいは盛土の沈下に伴い発生した橋台側壁下部の隙間から道床バラストが流出したものである。表-1には、橋台部に被害を受けた箇所における被害形態別の発生率を示す。被害の傾向としては、構造物の変状や橋台背面部の沈下等の被害が約半数となっており、構造物の損傷に比べて多い傾向にあった。

3. 想定被害範囲との比較

過去の研究²⁾³⁾においてマグニチュードMと震央からの距離 Δ (km)により被害の範囲を推定する方法が提案されており、 $M > 7.9$ では半径215kmの範囲で、 $M \leq 7.9$ では $\log \Delta = 0.61M - 2.4$ で算出した値(半径km)とされている。

図-3は橋台、橋台翼壁あるいは橋台背面の盛土に被害を受けた橋りょうの位置と、上記により求めた想定被害範囲を示したものである。なお、範囲の中心は本震および本地震の震源域で本震当日(3/11)に発生したM7.0以



図-1 橋台翼壁の倒壊と橋台背面盛土の流出被害

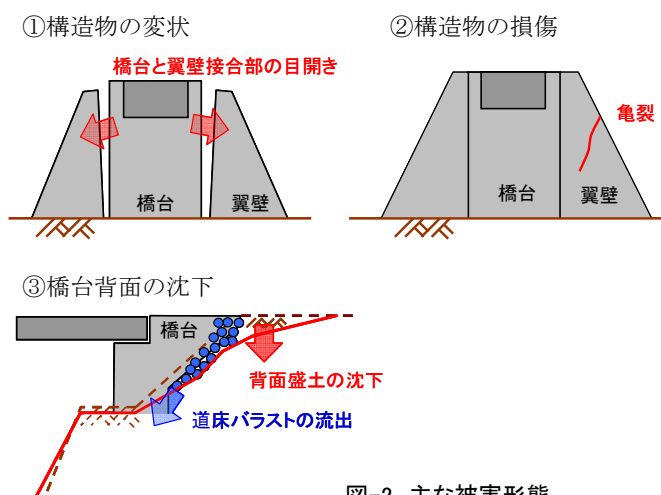


図-2 主な被害形態

表-1 被害形態別の発生率

被害形態	発生率(%)
①(変状)のみ	28.9
②(損傷)のみ	21.2
③(盛土沈下)のみ	25.0
①+②	2.9
①+③	12.4
②+③	4.8
①+②+③	4.8

①構造物に変状が見られた箇所:49.0%

②構造物に損傷(亀裂等)が見られた箇所:33.6%

③橋台背面部に沈下等被害が見られた箇所:47.1%

キーワード 東北地方太平洋沖地震, 鉄道構造物, 橋台, 地表面最大速度

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2 東日本旅客鉄道(株) 建設工事事部 構造技術センター

上の余震の震央としている。被害は本震および茨城県沖で発生した M7.7 の余震から推定される範囲内にほぼ分布した結果となっている。

4. 被害箇所の地盤条件

被害箇所の地盤を公開データ⁴⁾により微地形区分および地盤増幅率の値別に区分したものを図-4に示す。微地形区分では後背湿地が34%、次いで谷底低地が16%と全体の半分を占めている。また、地盤増幅率では、2.0以上が34%、1.5~2.0が28%となっており、ゆれやすい地盤上に位置する箇所被害が発生している傾向にある。

5. 地表面最大速度 (PGV) と被害の発生率

一般に地震による土構造物の被害はPGVとの相関性が高いとされている。図-5は被害箇所近傍の地震計 (K-NET) におけるPGVの値に対する橋台部の被害の発生率を示したものである。被害はPGV=30cm/sec以上で多く発生しており全体の約85%を占めている。なお、被害率は15cm/sec以上から増加しPGVが高くなるにつれ被害率も高くなる傾向にある。

6. まとめ

東北地方太平洋沖地震による JR 東日本の在来線の橋りょう橋台部における被害については以下のことが言える。

- ・構造物の復旧に日数を要さない小規模の被害が多く、被害形態としては亀裂等の構造物の損傷に比べ、橋台、橋台翼壁の変状や橋台背面の盛土の沈下(道床バラストの流出)被害が多い。
- ・過去の研究で提案されている被害範囲の推定方法により求めた想定被害範囲内に本地震の被害範囲も当てはまる。
- ・被害は後背湿地や谷底低地、地盤増幅率 1.5 以上のゆれやすい地盤上で多く発生している。
- ・PGV が大きくなるにつれ被害の発生率も高くなり、PGV=30cm/sec 以上の箇所での被害が多い。

今後は被害箇所の地震動や地盤条件および構造形式を踏まえ、被害程度の分析を詳細に行なっていく予定である。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道(株)：特集「東北地方太平洋沖地震と鉄道構造物」SED, No37, 2011.11
- 2) 那須 誠：地震被害と地盤振動，土木学会第41回年次学術講演会 I-556, pp.1111~1112, 1986
- 3) 岡田勝也・福島弘文：地震時における橋台裏盛土の沈下量評価手法の提案，土木学会論文集 第418号/III-13 1990.6
- 4) 防災科学技術研究所：J-SHIS 地震ハザードステーション (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>)

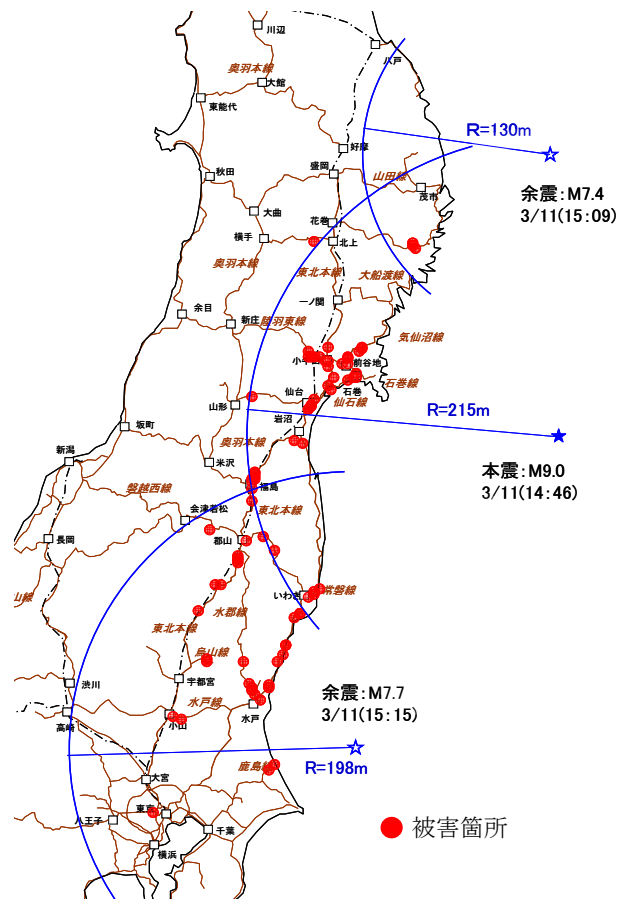


図-3 被害箇所と被害想定範囲

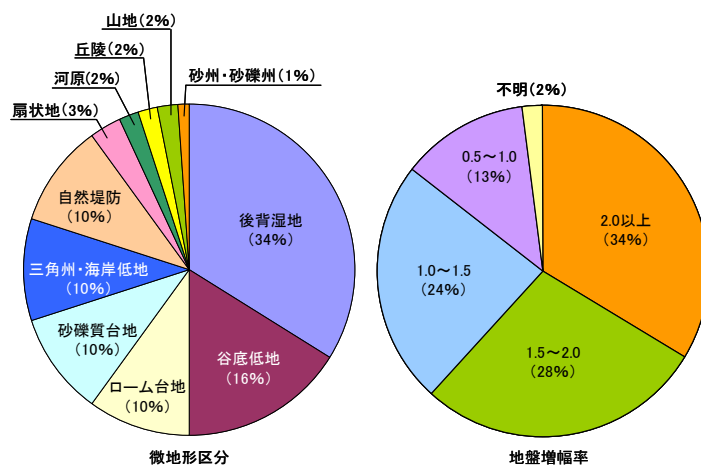


図-4 被害箇所の微地形区分と地盤増幅率

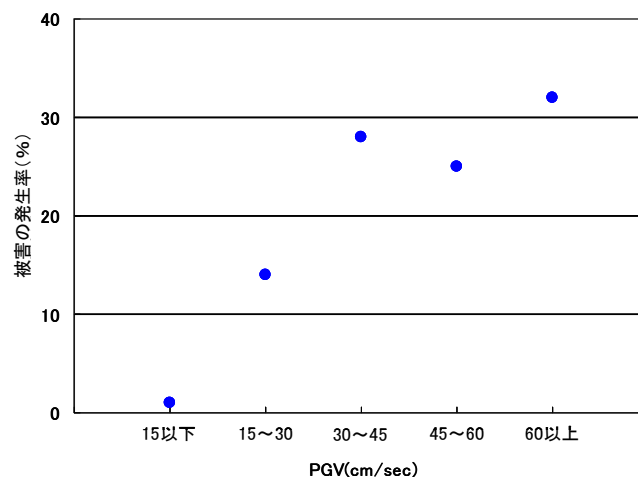


図-5 PGV と被害の発生率