

地震・津波による橋梁等道路構造物の被害

玉越隆史* 星隈順一** 横井芳輝***

1. はじめに

平成23年3月11日14時46分頃に、三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の巨大地震（東北地方太平洋沖地震）が発生した¹⁾。この地震により宮城県栗原市で震度7、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の広い範囲で震度6強の強い揺れを観測した。また、太平洋沿岸では高い津波を観測し、東北地方から関東地方と広い範囲で甚大な被害が発生した。道路橋においても、津波による上部構造の流出や橋台背面土の流出など過去にあまり例のない被害がみられた。国土技術政策総合研究所と土木研究所では、道路橋の被害状況の調査及び耐震診断や復旧方法等道路管理者への技術的支援を目的として、地震発生直後から岩手県、宮城県、福島県、栃木県、茨城県、千葉県、神奈川県 of 国道、県道、市道にかかる橋梁等の調査を実施した²⁾。本報告では、道路橋の被害について、調査した橋梁の中から地震動による被害、津波による被害、液状化の影響による被害について、その被災状況を報告する。

2. 地震動による被害

地震動による被害については、兵庫県南部地震以降に改訂された平成8年道路橋示方書による橋梁やこれに準じて耐震補強が行われた橋梁では、落橋が危惧されるような致命的な被害は確認されていない。一方で、耐震補強が施されていない橋梁にはRC橋脚の損傷、上部工部材の座屈及び破断、支承の損傷、パイルベント橋脚を有する橋梁の上部構造喪失等が発生するなど、耐震補強の有無により損傷に差がみられる事例があり、兵庫県南部地震を踏まえて行われた設計基準の改訂および現在まで進めてきた耐震補強策について有効性が確認されたものと考えられる。

国田大橋（橋長360m、3径間連続鋼箱桁橋（2連）、昭和58年竣工、昭和46年道路橋耐震設計指

針適用）では、RC橋脚の曲げ損傷、固定支承を有する橋脚の曲げせん断ひび割れ（写真-1）、可動支承のローラーの抜け出し（写真-2）等の損傷が見られた。なお、橋脚の損傷はいずれも昭和55年以前の基準を適用した橋にみられる軸方向鉄筋の段落し部付近で生じたものと推測される。

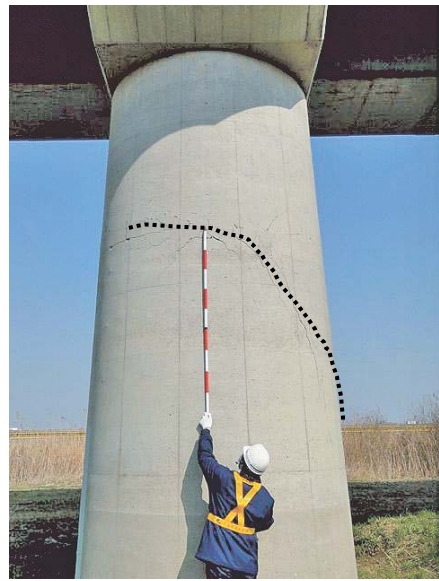


写真-1 国田大橋RC橋脚のひびわれ（固定支承部）



写真-2 国田大橋における可動支承のローラーの抜け出し

天王橋のアーチ橋部（橋長368m、3径間ゲルバー鋼ランガーアーチ橋、昭和34年竣工、昭和31年道示適用）では、上横構の損傷（座屈、破断）（写真-3）、支承取付ボルトの破断等、これまでの大規模な地震においてもみられた損傷が確認された。



写真-3 下路ランガーアーチ橋の上横構の損傷（天王橋）
鹿行大橋（橋長405m、21径間単純合成鋼板桁、昭和43年竣工）は、パイルベント橋脚を有する橋梁で、3径間分の上部構造の落下（写真-4）が生じた。上部構造落下の原因については、現在調査中である。



写真-4 パイルベント式橋脚を有する橋梁の上部構造落下（鹿行大橋）

3. 津波による被害

今回の地震では、東北地方から関東地方にかけて広範囲で津波の影響を受け、道路橋についても津波により上部構造や橋台背面土が流出するなどの被害が生じた。一方で、上部構造まで津波により浸水した道路橋でも、流出していないものも多い。

気仙大橋（橋長182m、3+2径間連続鋼板桁橋、昭和57年竣工）は支間長36.0m、幅員13.3mの橋梁で、津波により全径間の上部構造が流出した（写真-5）。また、ゴム支承やダンパーの損傷も確認された。

小泉大橋（橋長182m、3径間連続鋼板桁（2連）、昭和50年竣工）は支間長30.1m、幅員11.3mの橋梁で、津波により全径間の上部構造と

5基の橋脚のうち、中央に位置する橋脚1基が流出した（写真-6）。上部構造は著しく変形し（写真-7）450m程度上流に、橋脚は柱の基部付近で破壊してフーチングと完全に分離し、50m程度上流に流れ着いていることを確認した。



写真-5 気仙大橋上部構造流出状況



写真-6 小泉大橋上部構造、下部工流出状況



写真-7 小泉大橋の流出した桁の状況

水尻橋（橋長34m、（上り）単純鋼H桁橋（3連）（下り）単純RCT桁橋（3連）、昭和46年竣工）は最大支間長11.4m、幅員11.7mの橋梁で、上部構造は、下流側が鋼H桁、上流側がRCT桁となっており、隣接している。津波により上部構造は下流側桁部（鋼H桁）の一部区間が流出したものの、隣接する上流側の桁（RCT桁）は流出しなかった（写真-8）。



写真-8 一部区間の上部構造流出（水尻橋）

歌津大橋（橋長304m、単純ポステンT桁、単純PCプレテンT桁、昭和47年竣工）は、支間長40.0mのポステンT桁（2径間）、支間長13.8mのプレテンT桁（5径間）、支間長29.2mのポステンT桁（5径間）、幅員8.3mの橋梁で、全12径間のうち8径間の上部構造が流出した（写真-9）。このうちP7～P10の桁はすべて裏返しに着地していた（写真-10）。また、P2～P4の2径間及びP4～P7の3径間は、構造的には分離しているものの高欄等が流出後もつながっており、桁に作用する津波の特性により流出形態が異なる可能性が伺えた。



写真-9 歌津大橋周辺の流出状況
（国土交通省東北地方整備局提供 2011年3月19日撮影）



写真-10 歌津大橋の上部構造流出状況

橋脚については、RC巻立て部の上端部の上流側にかぶりコンクリートの剥落、軸方向鉄筋および帯鉄筋のはらみ出しなどの損傷（写真-11）が生じているものもあったが、地震力によるものか、津波の影響によるものかについては不明であり、現在調査中である。



写真-11 歌津大橋RC橋脚の損傷

二十一浜橋（橋長17m、単純PCプレテンT桁橋、昭和45年竣工）は支間長16.0m、幅員8.3mの橋梁で、津波により車道部の桁は流出しなかったが、橋台背面土が流出し（写真-12）、通行止めを余儀なくされた。また、橋台基礎の杭頭部が洗掘により露出していた（写真-13）。



写真-12 二十一浜橋の橋台背面土の流出



写真-13 二十一浜橋における橋台基礎の杭頭部の露出
（国土交通省東北地方整備局提供 2011年4月9日撮影）

4. 液状化の影響による被害

美浜大橋（橋長177m、3径間連続鋼箱桁橋、昭和60年竣工）の周辺では、液状化による憤砂が多く見られ、本橋でも、液状化の影響と思われる橋台前面の護岸の沈下（写真-14）が確認された。また、橋台上の可動支承には橋軸方向のずれが生じ（写真-15）、桁とパラペットとの間の遊間がなくなっており、設計時に比べて橋台が前面に移動している可能性が伺えた。



写真-14 美浜大橋における橋台前面護岸の沈下（約70cm）



写真-15 美浜大橋の可動支承に生じた変位

5. まとめ

本報告では、東北地方太平洋沖地震による道路橋の被災状況について、地震動による被害、津波による被害、液状化の影響による被害について特徴的な被害を取り上げ報告した。

今回の地震では、平成8年道路橋示方書以降により耐震性が確保されているものと確保されていないもので損傷に差がみられるなど、これまで進めてきた耐震補強の有効性が確認できたと考えられる。しかし、これまであまり経験のなかった津波による被害も発生し、こうした津波や広範囲に発生した液状化が橋梁にどのような影響を及ぼしたのかについては未だ不明な点も多く、今後、調査や分析を進めていく必要があると考えている。

謝 辞

道路橋の被害調査の実施にあたり、国土交通省本省、同東北地方整備局、同関東地方整備局、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県、千葉市をはじめとする関係諸機関には、災害対応でご多忙の中にも関わらず、多大なご協力をいただきました。ここに記して深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) 気象庁ホームページ：
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/jishin-portal.html>
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所ホームページ：
東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）被災地派遣状況・災害調査報告
<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h23tohoku/index.html>

玉越隆史*



国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部道路構造物管理研究室長
Takashi TAMAKOSHI

星隈順一**



独立行政法人土木研究所構造物メンテナンス研究センター橋梁構造研究グループ 上席研究員
Jun-ichi HOSHIKUMA

横井芳輝***



国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部道路構造物管理研究室 研究官
Yoshiteru YOKOI