

現場に学ぶメンテナンス

橋台基礎の震災復旧対応事例

1. はじめに

新潟県柏崎市を流れる鯖石川に架かる一般国道8号豊田橋は、平成19年7月16日に発生した新潟県中越沖地震(マグニチュード6.8)により、橋台と橋脚が側方へ移動するなどの被害を受けました。この橋の復旧対応について2回に分けて紹介します。今回は、被害の概要と、橋台基礎の復旧対応及び留意点についてです。

橋梁諸元は次の通りです。

橋梁形式：3径間連続鋼箱桁 (写真-1)

下部構造：逆T式橋台(場所打ち杭)、張出し式小判型橋脚(場所打ち杭)

架設年次：平成16年

橋長：150.5m

適用基準：平成14年道路橋示方書

その他：暫定2車線で供用。A2橋台のみ4車線分が一体となった橋台があり。

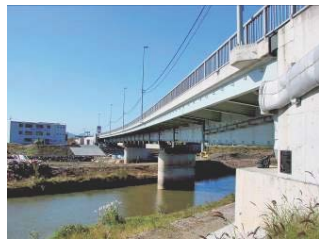


写真-1 豊田橋全景

2. 地震と被害の概要

新潟県中越沖地震では、本橋の近くの地震観測点(柏崎市中央町)で震度6強が観測されました。この地震により本橋では、全ての下部構造が移動し、下部構造の中で最も移動量が大きかったA2橋台では橋軸方向に370mm河心側、橋軸直角方向で210mm下流側に移動しました(図-1)。さらに、ゴム支承部に残留変形や伸縮装置の遊間の縮み、パラペットのひび割れ、橋台背面土の沈下による段差が生じました。なお、橋台の移動量は、既存基準点が地震により移動したためGPS測量により新たな点を設け、3Dレーザースキャナーを用いた計測結果から現況の橋梁図を作成し、竣工時のCADデータとの差分より求めました。

橋台の杭体について、河川堤防の開削の影響が少ない前杭を対象に、橋台フーチング上面よりコアボーリングし、ボアホールカメラ*による杭体調査を行いました。フーチング正面から12m(うち、杭体内は10m)の区間で調査を行った結果、変位の大きいA2橋台では、杭体の折損はなくフーチング下

面から杭頭部付近1m程度だけに幅1~3mm程度の水平ひび割れが6本程度(写真-2)、A1橋台も杭頭部付近に幅1~3mm程度の水平ひび割れが3本程度それぞれ確認されました。

橋台背面の裏込め土とそれに続く橋近傍の盛土部は土圧軽減のために軽量材料が用いられていましたが、特にA2側では最大40cm程度沈下しました(写真-3)。

本橋周辺では、堤防の沈下とともにA2側では堤体に亀裂も確認されました。また本橋付近の地盤データには、軟弱層が50~60m程度と厚く分布しており、さらに一部液状化が生じると可能性がある層が含まれていました。これらのことから、地盤自体が動いたと考えられましたが、その原因については特定できませんでした。

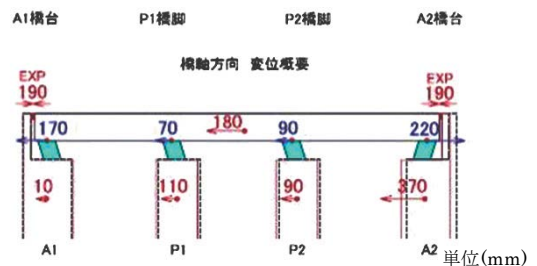


図-1 地震による豊田橋の変状(橋軸方向の変位)

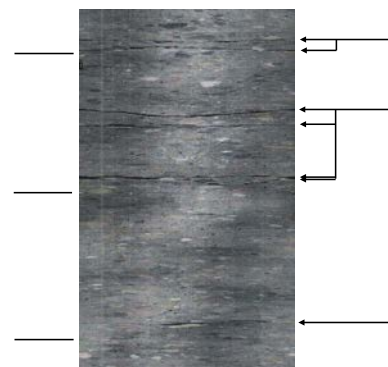


写真-2 ボアホールカメラでとらえた場所打ち杭のひび割れの様子 (A2橋台)



写真-3 A2側橋台背面の沈下

*土木用語解説：ボアホールカメラ

3. 対策工

3.1 基礎の補修、補強方法の検討

本橋では、杭体の損傷の程度から下部構造の撤去再構築は行わず橋台基礎の補修補強を行うとともに、桁の水平及び回転移動による支承の残留変形の修正、パラペットの打換え等により復旧をしました。今回は、このうち橋台基礎の中で移動量が大きいA2の復旧工法について紹介します。

橋台基礎の復旧工法としては、(1)増し杭工法による補強、(2)増し杭と地盤改良の併用工法、(3)杭体のひび割れへの樹脂注入、が考えられました。

前述のように、この地点は軟弱層が厚く堆積していること、地盤の移動原因が特定できていないこと、杭体の損傷状況等を総合的に検討し、最終的に(3)の杭のひび割れ損傷の樹脂注入に加えて、(1)の耐力低下の補強として既設フーチング前面及び側面に増杭工を行うこととしました。

増杭の設計においては、既設杭の評価が重要な点となります。前述のようにボアホールカメラを用いた調査結果から、杭頭部付近1m程度の範囲のみにひび割れが確認できていました。このため、最も杭の鉛直反力が大きくなると考えられる前杭と同程度の損傷が生じていたと仮定しても既設杭は既設の下部構造の鉛直力(押し込み側)のみは負担できると判断し、地震に対する作用力(水平力、曲げモーメント)に対しては、既設杭を無視して増し杭のみで負担できるように設計しました。最終的に増し杭は、河川断面の確保できる範囲で、既存フーチングの前面側と側面側を拡幅した部分に配置しました。

3.2 施工における配慮点とその対応

一部の増し杭は、空頭余裕が6mしか確保できない桁下での施工となりました。リバース工法は、孔壁保護のため水頭差を2m以上確保する必要がありますが、施工基盤面より現況地下水位が高かったことから、ディープウェル工法と釜場工法を組み合わせた地下水位低下工法を補助工法として用いて地下水位を下げ、水頭差を確保しました。

4. 本事例からの教訓

本事例では、ボアホールカメラを用いた杭体の損傷調査を行っています。この際、どの杭を調査することが基礎全体の損傷を推測するために適切か、

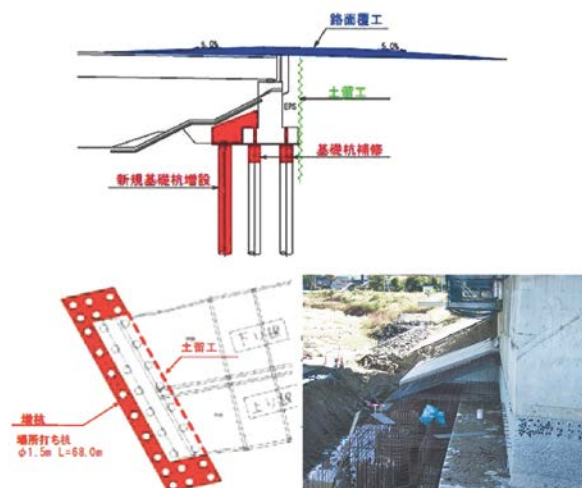


図-2 橋台部の復旧工法(A2橋台)

言い換えればどの杭が最も損傷が大きくなりうるかを考えることが大切です。また、基礎は地中にあることから限られた調査しかできていないことに注意して、確実に分担できると見込める効果は見込みつつも、信頼性が低い部分は確実にそれを補うことができるような補修補強対策の検討が重要です。またフーチングを貫通してのコアボーリング施工は鉄筋を損傷させないように十分な注意が必要です。

本事例では、橋台背面に軽量材料を用いて、基礎地盤の上載荷重の軽減による軟弱粘性土層の圧密沈下量の低減や橋台への作用土圧の軽減を期待した設計がなされていました。このような、地盤条件が良くない場合の橋の設計や施工では、架橋地点だけでなく近隣の橋や河川の堤防など、周辺の構造物の地盤・地質条件や過去の被災履歴などを慎重に調査した上で、供用中の維持管理、地震による被災の可能性や復旧方法なども考慮して適切なものとなるようにすることが重要です。

5. おわりに

地中にある基礎は復旧が容易でなく、本事例でも基礎の復旧工事だけで1年近くを要しています。このことから、基礎の復旧を極力しなくてすむように、計画、設計施工の段階でできる限りの配慮をしておくことが大切です。

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 玉越隆史
国土交通省北陸地方整備局長岡国道事務所管理第二課
修繕係長 横山則夫
国土交通省北陸地方整備局長岡国道事務所小出維持出張所長
(前建設監督官) 羽深圭一
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 中谷昌一