

東日本大震災における被災橋りょう下部工健全度診断に関する一考察

東日本旅客鉄道(株) 仙台支社 仙台土木技術センター 正会員 ○阿部 嘉貴*
東日本旅客鉄道(株) 仙台支社 仙台土木技術センター 正会員 高橋 天平

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、津波による被害なども加わり、各地に甚大な被害を与えた。当社においても高架橋柱や電化柱の損傷が発生し、利用されるお客さまに多大なる影響を与えた。本稿では、当社仙台支社管内において被災した在来線鉄道橋について、主に下部工に着目し、変状の概要及び列車通過の可否の検討を行うための健全度診断及び応急工事の概要について報告する。

2. 変状概要

今回被災した橋りょうは、昭和17年に施工され、構造は、支間長11.9m, 22.25mの鋼上路桁で構成された全長約35mの橋りょうで、平面線形は直線、縦断線形はレベルである。被災した橋脚は無筋コンクリート製で、木杭基礎(L5m、φ200mm)である。

変状概要としては、被災直後の現地確認により軌道変位が発見され、規模としては、1P直上部において、軌道の通り不良(115mm)、周辺地盤が地震の揺れによって約100mm程度沈下している状況であった。このことから、橋脚の変位(沈下・移動・傾斜)、橋脚の耐力低下等が懸念されたため、下部工の健全度評価を実施した。



写真-1 測定対象橋りょう



写真-2 変状概要

3. 下部工健全度評価

3-1 衝撃振動試験

現在、鉄道分野においては、橋りょう下部工構造物の健全度評価方法としては、重錘を用いて橋脚の頭部に衝撃を与えその際の応答波形から橋脚の固有振動数を算定する衝撃振動試験(図-1)が定着しており、著しい残留変位の残る当該橋脚の健全度評価においても、衝撃振動試験を用いることとした。衝撃振動試験を用いた健全度判定方法としては、一般的に1)新設時、あるいは健全なときに実施した衝撃振動試験結果と比較2)診断基準値(固有振動数の標準値)との比較、3)固有値解析による判定の

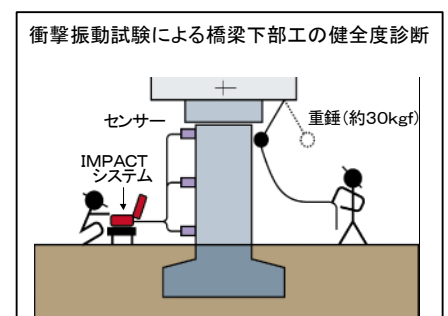


図-1 衝撃振動試験概要

Key Words : 東日本大震災, 下部工健全度評価, 固有振動数

連絡先 : *〒983-0853 宮城県仙台市宮城野区東六番町 31-2 Tel 022-266-2397 Fax 022-227-6605

3 ケースが挙げられる。今回のケースでは、新設時あるいは健全なときに実施した衝撃振動試験結果がなかったため、診断基準値との比較及び固有値解析による判定の2 ケースを行った。

3-2 測定結果及び健全度判定

1) 測定結果及び診断基準値との比較

診断基準値との比較を行うに際し、当該橋脚の衝撃振動試験を行った結果、フーリエスペクトルの卓越、位相差スペクトルの値から、固有振動数は4.27Hzと特定できた。(写真-3) また、実測振動数と診断基準値との比較による健全度判定では、「A-1: 異常時外力に対して危険な変状がある。他の調査結果も参照し、補修・補強を行う」判定となる結果であった。

2) 固有値解析による判定

1) に加え、実測固有振動数および振動モードを固有値解析モデルによりシミュレートすることにより、地盤ばね定数および橋脚躯体の曲げ剛性を逆解析的に算定し、橋脚の安全性と基礎の支持力性状を定量評価した。その解析結果より、所定の地盤強度(側方N値1、底面N値6)を有していない結果となった。以上のことから、総合的に判断すると、橋脚周辺の地盤が側方流動的な動きを呈し、これにより本来締まっていたはずの木杭の周りの土質が緩められており基礎の支持力不足になっていると推定し、応急工事を行うこととした。

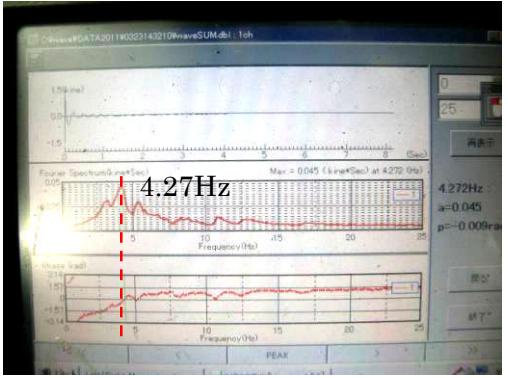


写真-3 測定波形

表-1 標準値による健全度判定結果

橋脚名	振動数 (Hz)		健全度指標	判定
	実測値	標準値		
1P	4.27	7.2	0.59	A1

コメント

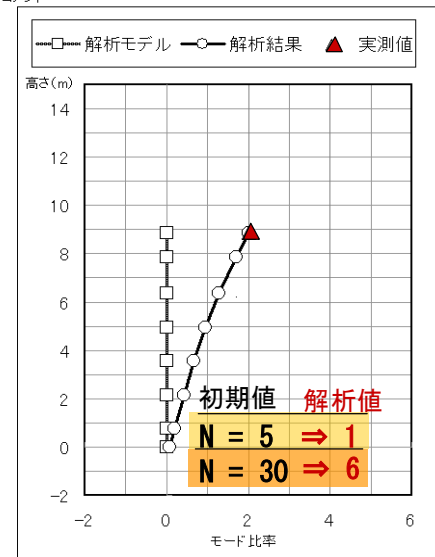


図-2 固有値解析によるシミュレーション結果

4. 応旧工事施工概要

応急工事の施工としては、列車通過までの日数が限られていることや材料搬入や施工機械の手配などを鑑み、鋼矢板にて1P橋脚を締め切ると共に、高圧注入工にて地盤改良を行った。また、仮ベンチにて仮受けを行い列車通過時の荷重分散を図った。



写真-4 施工写真

5. まとめ

東日本大震災では、当社においても多くの被害が発生した。特に目視が困難な下部構造物に対しては、衝撃振動試験を用いた健全度評価が定量的な診断手法として有効であるといえる。

参考文献)

- 1) 鉄道総研：鉄道構造物等設計標準・同解説（基礎構造物・抗土圧構造物偏）平成12年6月
- 2) 鉄道総研：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（基礎構造物・抗土圧構造物偏）平成19年1月