

2003年十勝沖地震で被災したRC橋脚の加振実験について

(株) 構研エンジニアリング 正会員 ○京田 英宏
 国土交通省 北海道開発局 正会員 佐藤 昌志
 (独) 北海道開発土木研究所 正会員 石川 博之
 (株) ケイジーエンジニアリング 正会員 小澤 靖

1. はじめに

2003年9月26日4時50分頃、釧路沖の深さ42kmを震源とする気象庁マグニチュード8.0の2003年十勝沖地震が発生し、十勝川を渡る一般国道242号の千代田大橋の橋脚も大きな損傷を受けた。本論文では、橋脚の補修後に実施されたダンプトラックの急制動を利用した強制加振実験の結果に基づき、その復旧状態について検討を行った。

2. 千代田大橋の被災概要

千代田大橋は一般国道242号の池田町と幕別町の間位置し十勝川に架かる橋長706mの橋梁である。主橋梁部は昭和29年に架設された5連の曲弦ワーレントラス、側橋梁部は昭和41年に両岸に架設された5連のポストテンション方式PCT桁からなる。橋脚形式は、主橋梁部が小判壁式、側橋梁部が小判柱張出し式であり、基礎形式は全てオープンケーソンである。なお、側橋梁部の橋脚8基の躯体寸法および配筋についてはほぼ同様となっている。

図-1には、千代田大橋の側面図を被災箇所と併せて示している。主橋梁部のP-8橋脚では、天端部において支承からの水平力による損傷が見られた。また、側橋梁部のうちP-1橋脚を除く7基では、主鉄筋断落し部に曲げ破壊が生じていた。ただし、起終点で損傷の程度に差が見られ、起点側のP-2~P-4橋脚では曲げひび割れ程度であった

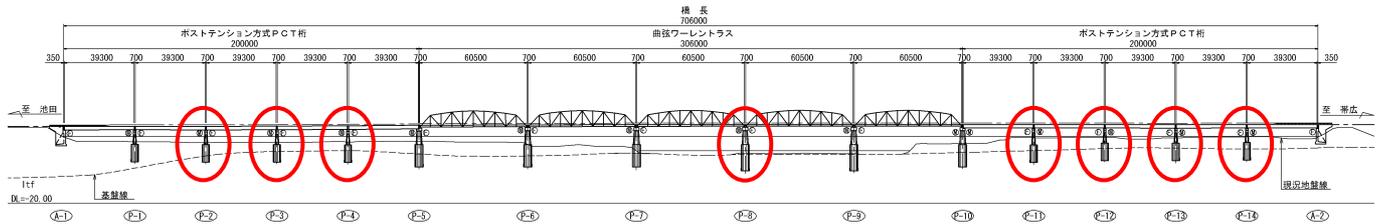


図-1 千代田大橋 側面図 (○：被災箇所)



写真-1 P-13橋脚 被災状況

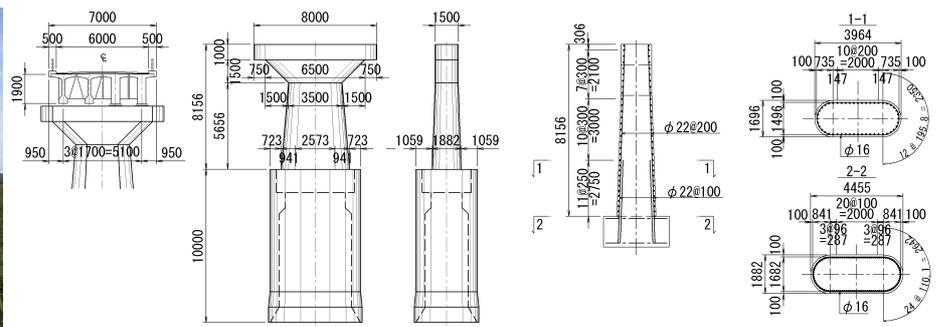


図-2 P-13橋脚 構造図および配筋図



写真-2 P-13橋脚 被災状況

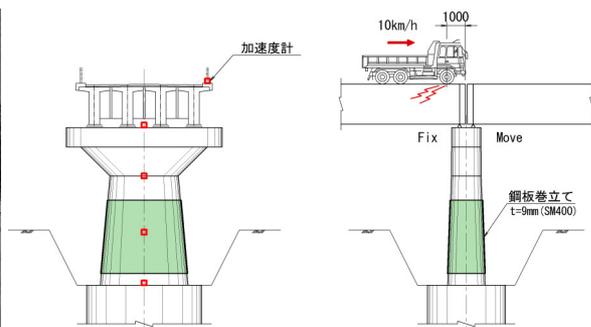


図-3 実験概要図

表-1 加速度計の仕様

使用センサ	デジタルサーボ
計測範囲	±200gal
分解能	0.0001gal
サンプリング周波数	200Hz

キーワード 強制加振実験, 振動モード, RC橋脚, 2003年十勝沖地震

連絡先 〒065-8510 札幌市東区北18条東17丁目1番1号 (株) 構研エンジニアリング 橋梁部 TEL.011-780-2816 FAX.011-785-1501

ものの、終点側の P-11～P-14 橋脚では曲げひび割れおよび被りコンクリートの部分的な剥落が発生していた。写真-1、写真-2 に示しているように、最も損傷の大きかった P-13 橋脚では主鉄筋のはらみ出しも見られた。主橋梁部の P-8 橋脚天端および側橋梁部の P-2～P-4、P-11～P-14 橋脚 7 基の段落し部に対しては、鋼板巻立て補強が施された。

3. 実験概要

側橋梁部の被災橋脚 7 基の復旧状態を把握する目的で、ダンプトラックの急制動を利用した強制加振実験が実施された。図-2 には P-13 橋脚の構造図および配筋図を、図-3 には実験の概要図を示している。本実験では、ダンプトラック (20t) を固定支承側から 10km/h で走行させ、橋脚中心の 1.0m 手前で急制動をかけることにより、支承を介して橋脚の橋軸方向に水平動を与えている。振動の計測にはデジタルサーボ加速度計を使用し、図に示している地覆部、橋脚天端、張出し下端、主鉄筋段落し部、ケーソン基礎天端の計 5 箇所を設置した。表-1 には、加速度計の仕様を示している。加振は全面通行止めのうで各橋脚に対して 2 回実施している。なお、復旧工事にとまない橋脚の周囲はケーソン基礎天端まで掘削されていたため、橋脚に側方土圧が作用しない状況下で実施している。

4. 固有振動モードの算出

各橋脚の固有振動モードは、計測加速度波形から以下の過程に基づいて算出している。

- 1) 加速度波形の 10 秒間 (2048 個) を用いて FFT によりフーリエスペクトルを算出し、卓越周波数を抽出する。
- 2) 卓越周波数の振幅および位相スペクトルを用いて逆 FFT により各計測位置における加速度波形を求める。
- 3) 2) で算出した加速度波形から、振幅が最大となる計測位置を基準に 1/2 振幅毎の振動モードを算出する。
- 4) 3) で算出した振動モードの対称性を確認のうで、固有振動モードを決定する。

5. 実験結果

図-4 には、実験より得られた P-2～P-4、P-11～P-14 橋脚の固有振動モードを示している。ここで、各橋脚の振動特性が 2 回の実験を通して大略一致していることから、実験結果は妥当と考えられる。したがって、この結果に基づき各橋脚の復旧状態を検証することとする。起点側の P-2～P-4 橋脚の振動モードについては、何れも明瞭な 1 次モードを示しており、また、終点側の P-12、P-14 橋脚についても概ね 1 次モードを示していることから、補修効果が発揮されているものと推察される。しかしながら、終点側の P-11、P-13 橋脚では、張出し下端付近において振動モードが湾曲し S 字状を呈していることから、健全な状態とは判断し難い。この原因として、張出し下端付近における損傷の可能性や主鉄筋段落し部に対する補修が完全ではない可能性等が考えられる。この結果を受けて、損傷程度の大きかった終点側の P-11～P-14 橋脚に対して追加補強が実施されるとともに、千代田大橋の架橋地点に設置された地震計および非常警報表示板を用いた管理システムが導入された。

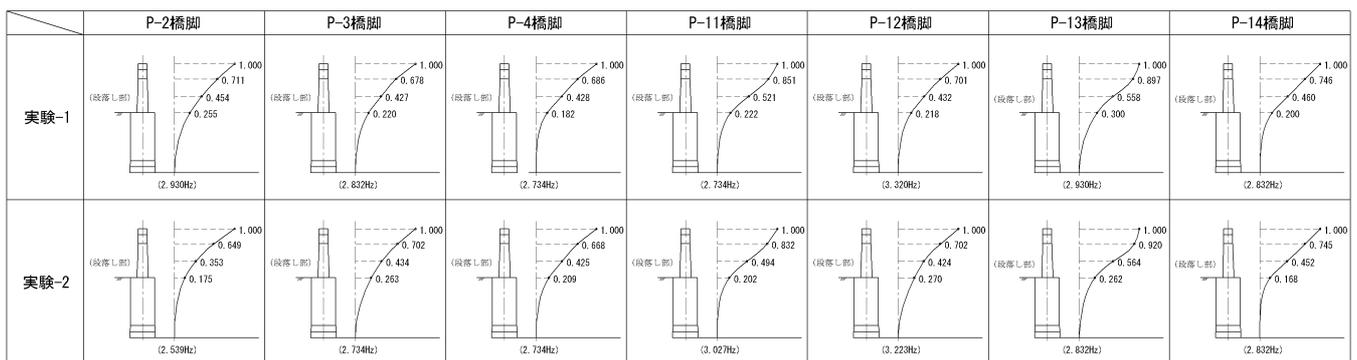


図-4 固有振動モード

6. まとめ

2003 年十勝沖地震により被災した千代田大橋の RC 橋脚 7 基に対して、ダンプトラックの急制動を利用した強制加振実験を実施し、各橋脚の固有振動モードからその復旧状態を確認した。その結果、被災橋脚に対する追加補強や、地震計および非常警報表示板を用いた管理システムの導入等の対策が実施された。

参考文献

- 1) 大崎順彦：新・地震動のスペクトル解析入門，鹿島出版会，1994.5
- 2) 長松昭夫：モード解析入門，学術文献普及会，1993.7