

## I-352 ゴム支承を用いた5径間連続鋼箱桁橋の強震時の挙動について

茨 城 県      正 員      坂 入   健      正 員      富 永   幸 一  
 （株）横河橋梁製作所      正 員      清 田 鍊 次      正 員      佐 々 木   保 隆

## 1. まえがき

近年、地震時の衝撃的な水平力を各橋脚に均等に分散させ、橋脚形状の同一化を図る目的で、ゴム支承を用いた連続形式の橋梁が設計される機会が増えている。茨城県笠間常陸太田線那珂川に架かる5径間連続鋼箱桁橋である千代橋にも、この種のゴム支承が採用され、現在供用中である。しかし、耐震設計上重要となる地震時の橋軸、橋軸直角方向の振動特性について実測地震データに基づいて検証した事例は少ない。

千代橋においては、地震時の動的挙動を明らかにするため、強震観測システムが設置され、供用開始時の平成1年より強震観測が続けられている。その結果、地震記録が多数集積されている。本報告は、地震時の挙動について実測記録よりその応答特性を分析し、合わせて地震時の応答を時刻歴応答解析により検討した結果について報告するものである。

## 2. 強震観測システム

千代橋の強震観測システムを図-1に示す。サーボ型加速度計は、P3、P4の箱桁内、P3、P4橋脚天端、およびA2橋台から約5.5m離れた位置の地下2.2mの地盤に設置され、10secの遅延を持つデジタル収録装置にサンプリング10msecにて記録されるシステムとなっている。

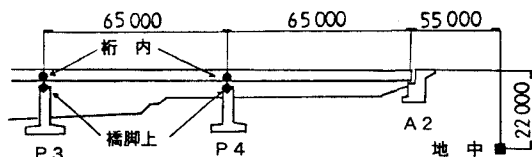


図-1 千代橋強震観測システム

## 3. 強震時の応答および固有性状

観測期間中に記録された合計65回の全地震データについて、発生した最大加速度を求め、地盤、橋脚天端、桁上の応答の相互関係について整理した。記録された地震の大部分は、茨城県南西部および千葉県周辺部で発生した小、中規模の地震であり、水戸で震度ivを記録したのは2回であり、いずれも約20gal程度であった。図-2は、橋軸方向に入力された地震加速度に対するP3橋脚天端とその直上の桁で発生した応答加速度の関係を示す。一般に、橋軸方向の地震動に対しては、橋脚上で増幅された地盤の加速度は、橋脚上のゴム支承を介することによって、桁上では減少する傾向を示している。図-3は、ゴム支承上下における応答倍率として示している。応答倍率が1.0を下回る範囲を免震域、1.0を越える範囲を非免震域とした場合、ほぼ全ケースがゴム支承を用いることにより橋軸方向の桁の加速度が減少していることがわかる。図-4に橋軸直角方向の地震動に対する応答結果を示す。橋軸直角方向の入力地震加速度10gal以上の領域では、橋脚天端で発生した加速度と桁の加速度は、ほぼ同レベルであるが、10gal以下の領域では、橋脚天

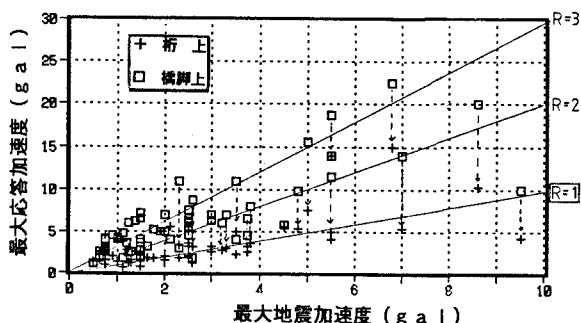


図-2 最大応答加速度（P3橋軸方向）

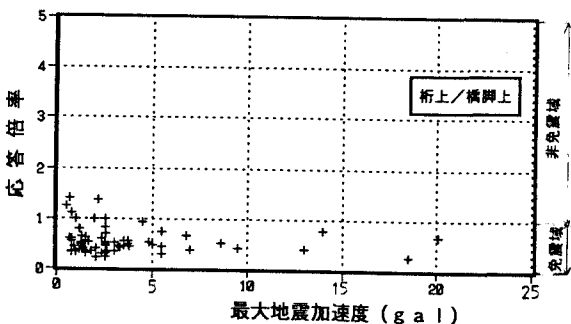


図-3 加速度応答倍率（P3橋軸方向）

端に比べ桁の応答加速度が増幅されており、橋軸方向で得られた結果と逆の結果を示している。図-5に橋軸直角方向の応答倍率を示す。ゴム支承上下での応答倍率は、ほぼ1.0程度あるいは1.0を上回るケースが多いことがわかる。すなわち、橋脚と桁が同レベルの応答を示すか、または桁上の応答が増幅される傾向を示している。実測結果より、橋軸方向地震に対して免震効果が認められるのに対し、橋軸方向では逆に増幅される理由としては、次の理由が考えられる。

- ①橋軸方向振動モードの対数減衰率は、振動実験の結果より、橋軸直角方向振動モードに比べかなり大きめの値を示した。この減衰力の違いにより、橋軸方向地震動に対し免震効果が現われたものと思われる。
- ②橋軸1次モードの桁の固有周波数は、地震時の卓越周波数に比べ高く、周波数域が離れているが、橋軸直角方向の振動モードは、地震時の卓越周波数に近い周波数域に数種のモードが存在するために振動を起こしやすい。
- ③橋軸直角方向の振動に対しては、ゴム支承のサイドブロックがゴムのせん断変形を拘束し、衝突現象が認められる。

また、微小な地震入力レベルに対しては、応答倍率が1.0を上回ることが多く、増幅傾向を示した。特に、橋軸直角方向に対して顕著である。この現象は、振動実験で確認された微小振幅域におけるゴム支承せん断バネ定数の非線形性に起因しているものと推定される。

#### 4. 時刻歴応答解析

図-6に橋軸方向地震波を用いたモーダルアナリシスによる時刻歴応答解析で得られた最大加速度と実測結果を比較した結果を示す。自由振動実験結果を参考に減衰定数は、橋脚に対して0.02、桁に対して0.04を用いた場合、実測結果に近い。

#### 5. まとめ

強震記録に基づき、ゴム支承を用いた5径間連続鋼箱桁橋の地震時の振動特性について検討した。微小地震域においては、ゴム支承の非線形性により増幅する傾向も認められたが、橋脚に対する水平力の分散効果、さらに橋軸方向地震動に対しては免震効果が期待できることが確認できた。非線形解析結果については、別途報告する予定である。

- 参考文献 1) 茨城県水戸土木事務所、(株)横河橋梁製作所：千代橋地震応答解析報告書、平成2年3月  
2) 川島一彦他：強震記録に基づく斜張橋の減衰特性の解析、橋梁と基礎89-11

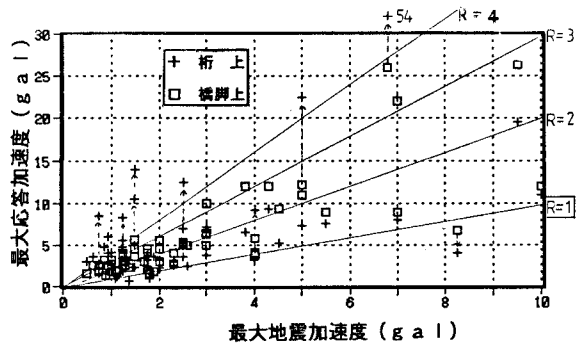


図-4 最大応答加速度（P3橋軸直角方向）

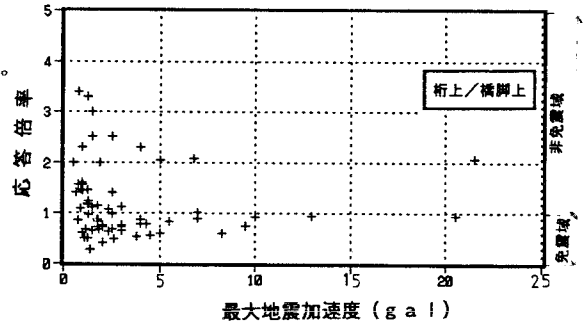


図-5 加速度応答倍率（P3橋軸直角方向）

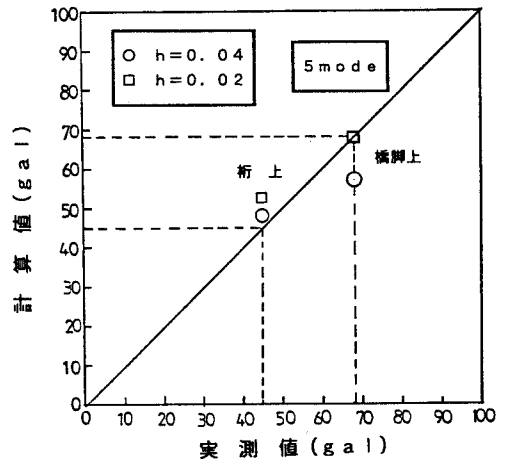


図-6 実測値と計算値の比較（P3橋軸方向）