

I-582

千葉県東方沖地震で被害を受けた高架橋の補強前後の振動特性について

埼玉大学工学部 小牧 昭三
 京浜急行電鉄(株) 丹生 春雄
 鹿島技術研究所 正員○大保 直人
 鹿島横浜支店 江上 仁士

1. まえがき 1987年12月17日に発生した千葉県東方沖地震によって、震央より約80km離れた京浜急行電鉄久里浜線の水深第一高架橋のRCラーメン柱に、ひび割れ並びに一部かぶりの剝落の被害が生じた。被害は、特に地震動、高架橋付近の地盤および高架橋が競合しあい、高架橋に大きな加速度が生じたことに起因したと報告されている¹⁾⁻³⁾。被害原因解明および各種補修・補強方法検討後³⁾、この高架橋は、橋軸直角方向に耐震壁を用いて補強された。

ここでは、耐震壁の効果を確認するために、被害直後の応急復旧後での高架橋の常時微動測定と、耐震壁を用いて補強された高架橋で地震観測および常時微動測定を実施し、応急復旧時と補強後の高架橋の振動特性の変化から耐震壁の効果が確認出来たので紹介する。

2. 被害・補強の概要 被害を受けた水深第一高架橋(図-1参照)は、高さが8m、複線支持の1層スパン両張り出し式で、鉄筋コンクリートのラーメン構造である。著しい被害を受けた第2、第3ブロックは、高架橋の柱上端付近において、ひび割れやかぶりの剝離(写真-1参照)が生じるなどのせん断破壊であった。

被害を受けた高架橋は、①今回と同一の地震に対しては、若干のひび割れは許容するがコンクリートの剝落は許容しない、②大地震に対しては、他の構造物と同程度の損傷は許容するが脆性的な破壊は生じさせない、等の条件で被害を受けた部分を含め高架橋全体が耐震壁を用いて補強された(写真-2参照)³⁾。

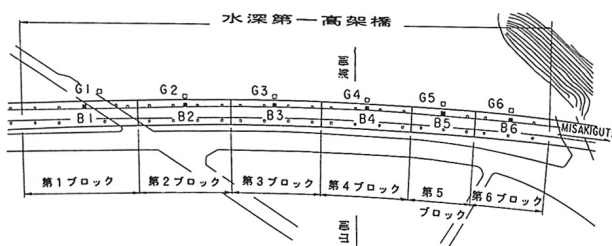


図-1 水深高架橋の概要と測定点の配置

3. 応急復旧時および補強後の振動特性

被害を受けた水深第一高架橋の応急復旧時と補強後の卓越振動数及び周辺地盤の振動特性を調べるための常時微動測定、さらに被害の大きかった第3ブロックにおいて補強後の振動特性を調べるために地震観測を実施した。各測点とも高架橋とその直下の地盤で橋軸、橋軸直角および上下方向に速度計を設置し、京浜急行の最終電車が通過した後に、高架橋とその直下の地盤で同時に常時微動観測を実施した(図-1参照)。

応急復旧時の振動特性 高架橋の固有振動数を求めるために、高架橋上と直下の地盤で同時に測定された波

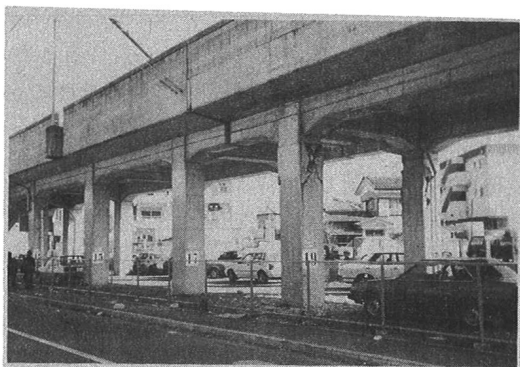


写真-1 地震発生後の第3ブロックの被害状況

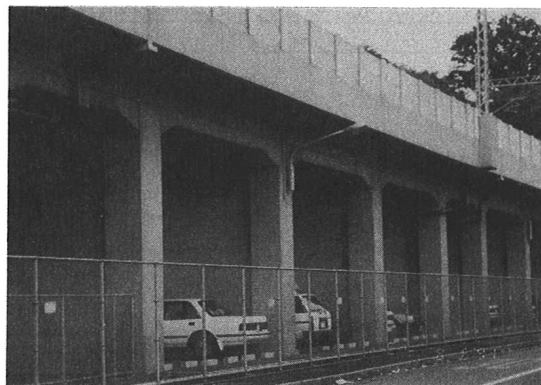


写真-2 第3ブロックの補強後の状況

形のフーリエ振幅比を求めた。図-2は、高架橋の第2～4ブロックの橋軸直角方向のフーリエ振幅比を示す。被害の大きかった第2、3ブロックでの卓越振動数は、両者とも2.6Hzであるが、各ブロックの応答倍率は11倍および13倍である。一方、被害の軽かった第4ブロックの卓越振動数は2.5Hz、応答倍率は約3倍である。

補強後の振動特性 1990年7月から10月の期間に地震観測を実施した。この期間に6個の地震が収録できた。代表的な波形を用いて橋軸直角方向の地盤と高架橋上のフーリエ振幅の比の伝達関数を図-3に示す。地震観測から得られた第3ブロックの橋軸直角方向の卓越振動数は6.3Hz、応答倍率は約4倍である。

常時微動観測から得られた第2～4ブロックの橋軸直角方向の伝達関数を図-4に示す。橋軸直角方向の卓越振動数は、6.2～6.6Hzで応答倍率はブロックによってやや異なるが、約4倍程度である。卓越振動数に関しては、地震観測結果と常時微動観測結果は、良く対応している。

4. あとがき 千葉県東方沖地震で被害を受けた水深第一高架橋の補強後の振動特性を解明するために、応急復旧時および補強後の常時微動、および補強後に地震観測を実施した。得られた結果をまとめると以下のようになる。①補強後の橋軸直角方向の卓越振動数6.2Hzは、応急復旧時の卓越振動数(2.5Hz)より大きくなった。②補強後および被害の少ない高架橋の橋軸直角方向の倍率は応急復旧時の3分の1程度と小さくなった。常時微動観測から、耐震壁が高架橋の橋軸直角方向のせん断変形の拘束に有効であることが定性的に確認出来た。今後は、補強前後の応答解析を実施し、定量的な検討を実施したい。

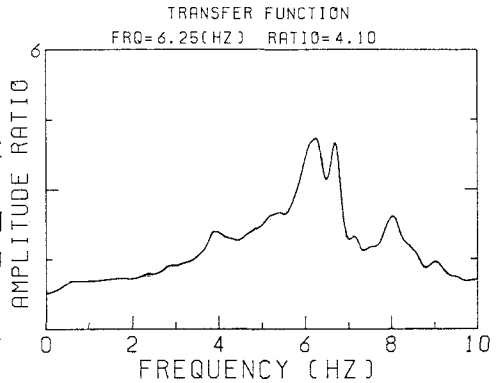


図-3 補強後の第3ブロックの伝達関数

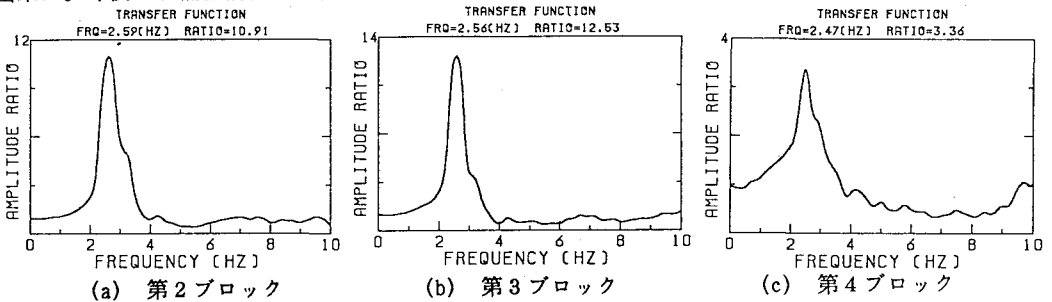


図-2 応急復旧後の高架橋橋軸直角方向の伝達関数

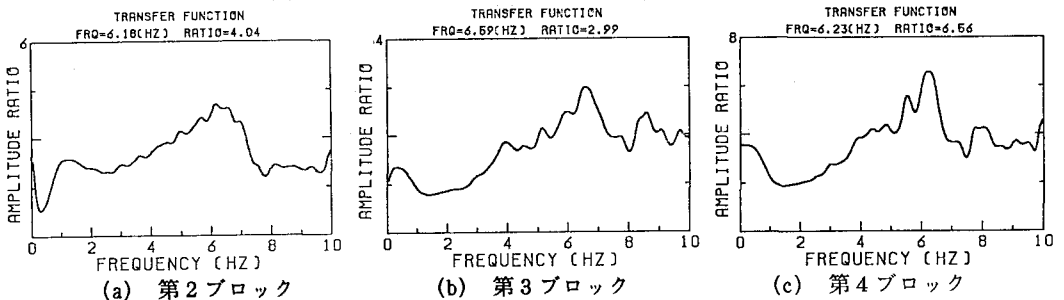


図-4 補強後の高架橋橋軸直角方向の伝達関数

- (参考文献) 1) 棚村他; 鉄道高架橋の震害と原因の推定(その1)、第20回地震工学研究発表会、1990年
 2) 西村他; 鉄道高架橋の震害と原因の推定(その2)、第20回地震工学研究発表会、1990年
 3) 水深高架橋被害調査委員会; 千葉県東方沖地震による水深高架橋被害調査報告書、1988年