橋脚耐震補強による曲線橋の動的応答特性の変化について

九州大学大学院	学生員()崔	準祜
九州大学大学院	フェロー	大塚	久哲
九州大学大学院	学生員	下野	将樹

外曲側

P3

P3 P4

P4

平面図

図-1 対象橋梁の一般図

表-1 橋梁の諸元

側面図

P2

P2

上部工形式

地盤種別

橋長

支間長

曲率半径

内曲側

外曲側

内曲側

<u>外曲側</u> 内曲側

外曲側

内曲側

P5 P6

P5

4径間連続非合成箱格

232 m

253 m

55m + 59m + 66m + 52m

58m + 70m + 74m + 51m

100 m

120 m

Ⅲ種

P7 P8

P8

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震以降,道路橋示方書V編が大きく改訂され,多くの既設橋梁の橋脚に対して耐震補強が 行われた.しかし,主たる橋脚に対し地震時保有水平耐力法に基づいて行っており,橋梁全体系の地震応答解析 による耐震性の検討事例は少ない.また,曲線橋は地震時の挙動が複雑であるため,橋の応答に寄与する主要振 動モードが静的解析で想定したモードと異なることから,動的解析による検討が望ましいとされている¹⁾.

そこで、本研究では、橋脚部に対し耐震補強を行った既設曲線橋を対象とし、レベル2地震動に対する橋梁全 体系の地震応答解析を行い、橋脚補強前と補強後の応答特性について比較検討を行った.

2. 対象橋梁及び解析手法

2-1 対象橋梁

本研究に用いられた対象橋梁を図-1に示しており、2つの路線からなる 曲線橋である.橋梁の諸元を表-1に示しており、曲率半径が100m程度で 曲率半径が短い橋梁である.また、本橋梁は、橋脚に対し、道路橋示方 書V編(H8)に準じて耐震補強されており、その詳細を表-2に示す.なお、 支承は鋼製支承である.

2-2 解析モデル及び解析手法

対象橋梁の解析モデルを図-2に示す.上部構造および下部構造は梁要素,支承部は弾性バネ要素としてモデル化を行った.P2橋脚の内曲側路線の支承,P5橋脚の支承は固定とし,他は可動とした.また,橋脚部のみ材料非線形特性を考慮しており,RC橋脚に対してはトリリニア型武田 モデル,鋼製橋脚に対してはバイリニアモデルを用いた.

解析手法はNewmark β 法($\beta = 0.25$),積分間隔は0.01秒とした.減衰 はRayleigh減衰とし,固有値解析により得られた有効質量比の卓越する 主要なモードを用いた.入力地震波は,道示標準波TYPE131, TYPE231,

福岡県西方沖地震観測波(K-Net)を用いて,3方向 同時加震とした.

3. 解析結果

3-1 固有値解析

対象橋梁に対し固有値解析を行い,1次から10次 までの固有値を表-3に示す.橋脚部の耐震補強に より,橋脚の剛性が大きくなったため,全体的に 固有周期が短くなっていることが分かる.ま た,図-3に2次の固有変形モードを示してお り,橋脚の耐震補強により対象橋梁の固有変形 モードが異なっていることが分かる.このこと から,両モデルにおいて地震時の挙動も異なる ことが推測できる.



キーワード 曲線橋, 耐震補強, 動的応答特性

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡744ウェスト2号館1101 TEL 092-802-3374

3-2 支承部の最大反力

図-4, 図-5は, 法線方向及び接線方向の最 大支承反力において, 橋脚の耐震補強前に対 し, 補強後の最大反力がどれほど変化したの か, その変化率をプロットしたものである. 法線方向反力においては, P1橋脚で7%, P8 橋脚で20%程度増加するところが見られる

が、P2橋脚、P4橋脚では逆に減少する結果となっており、補強 前に比べ補強後の反力が大きく変化していることが分かる. 接 線方向反力においても、P2橋脚で11%程度増加、P5橋脚で12% 程度減少するなど、法線方向と同様な傾向が見られた. このよ うな結果は、橋脚部の耐震補強により、橋梁全体系の振動特性 が変化したため、上部工へ働く慣性力が補強前と補強後とにお いて変化したことに起因すると考えられる.

3-3 橋脚柱部の最大曲げモーメントの比較

図-6は、P2橋脚柱部において、橋脚補強前と補強後の最大面 外曲げモーメントを示したものである.橋脚基部において、補 強後の最大曲げモーメントが補強前に比べ、TYPE231加震時に 約10%程度、TYPE131加震時には約20%増加していることが分か る.図-7は、P4橋脚柱部の最大面内曲げモーメントを比較した ものであり、補強前に比べ補強後の最大曲げモーメントが全て の地震波において20%~30%程度増加する結果となった.また、 両橋脚において、橋脚補強により降伏曲げモーメントが約10% 程度増加しているが、補強後においても降伏曲げモーメントが約10% 程度増加しているが、補強後においても降伏曲げモーメントが増 加した原因としては、3-2で述べたとおり、上部工へ働く慣 性力が変化したことにより支承反力が変化したこと、また橋脚 剛性の変化により地震時の橋梁振動特性が変わったことが挙げ られる.

3-4 RC橋脚最大せん断力の比較

図-8は、P6橋脚において、地震時法線方向へ作用する最大せん断力を示したものである.橋脚耐震補強前と補強後とにおいて、地震時の最大せん断力は、ほぼ差がないことが分かる.また、橋脚補強前においては、全ての地震波に対してせん断耐力を超える結果となったが、補強後においては、鋼板巻き立て補強によりせん断耐力が大きくなったため、全ての地震波に対し耐力以内であることが確認できた.

4. まとめ

対象橋梁に対し、補強前と補強後の橋梁全体系地震応答解析 を行ったところ、橋脚補強により橋梁全体の振動特性が変わる ため、地震時の支承反力や橋脚の応答値にも大きな変化が見ら れた.曲線橋のような地震時動的挙動が複雑である橋梁におい て、耐震補強等の検討には、橋梁全体系の地震応答解析による 照査が必要であると考えられる.

参考文献

1) 日本道路協会:道路橋示方書·同解説V耐震設計編 平成14年3月







8

→ TYPE_131 → TYPE_231 → 福岡_西方