

中路式鋼ローゼ橋の耐震補強効果について

九州産業大学 フェロー 水田洋司
日本交通技術(株) 正 会 員 ○江藤靖浩

1. 序論

本研究では、2002年版道路橋示方書耐震設計編（道示と略記）に則り、1973年に架設された中路式鋼ローゼ橋について耐震補強の必要性を照査し、耐震補強後の耐震性能についても検討した。まず、レベル1地震動で耐震性能1について照査した。次に、レベル2のタイプII地震動で耐震性能2について照査した。その結果、対象橋梁は耐震補強が必要となり、耐震補強後の耐震性能についても照査した。

2. 対象橋梁と解析条件

対象橋梁の骨組みモデルを図-1、諸元を表-1、使用鋼材の特性値を表-2に示す。部材の減衰定数は道示に従い、弾性域の部材は2%、塑性域に入る部材は1%とした。対象橋梁の基礎は直接基礎のため、地盤バネを考慮していない。また、地域別補正係数は架設地を考慮して0.85（区分B）としている。解析手法には、Newmark β 法（ $\beta=1/4$ ）を用いた。積分時間間隔は0.01秒とし、40秒間の時刻歴応答を求めた。地盤はII種地盤とし、レベル1地震動には板島周辺地盤上、レベル2タイプII地震動にはJR西日本鷹取駅構内の加速度波を用いた。解析にはTDAPIIIを用いた。

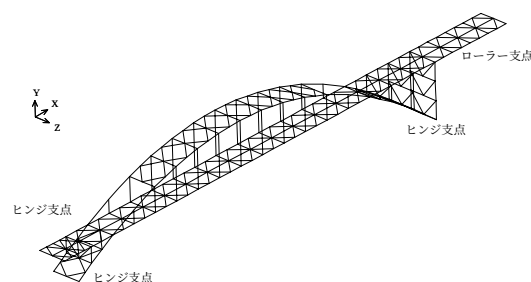


図-1 骨組みモデル

表-1 対象橋梁の諸元

橋長	アーチスパン	アーチライズ	ライズ比	幅員	車道幅員
199m	160m	30m	1/5.3	8.8m	6.5m

表-2 鋼材の特性値

材料	弾性係数 N/mm ²	降伏点 N/mm ²	二次勾配 %
SM490	200000	315	1

3. 現橋の耐震性能照査

本橋は重要度がB種に該当する。したがって、レベル1地震動で耐震性能1、レベル2タイプII地震動で耐震性能2を満足するかを照査した。照査では部材の線形履歴モデルと非線形履歴モデルを用いて動的弾性応答解析と動的弾塑性応答解析を実施し、検討した。

(1) レベル1地震 耐震性能1の照査では、応答曲げモーメントが降伏曲下モーメント以下になることを確かめた。その結果、レベル1地震動による応答曲下モーメントは全て弾性範囲内であり、耐震性能1を満足していることが確認できた。

(2) レベル2地震 レベル2地震動で、耐震性能1を満足するかを調べた。橋軸方向加震時の主桁と面外方向加震時のアーチリブで降伏が見られ、耐震性能1を満足しないことが判った。耐震性能2では動的弾塑性応答解析結果について検討した。塑性域における鋼材の評価には弾性解析時の最大応答軸力を考慮した

$N_{max}-M-\phi$ のバイリニアを用いた。鋼材は図-2に示す応力-ひずみ曲線とし、二次勾配は軟鋼で多く用いられている1%とした。耐震性能2では、各部材に生じる曲率が許容曲率以下であることを照査した。許容曲率は

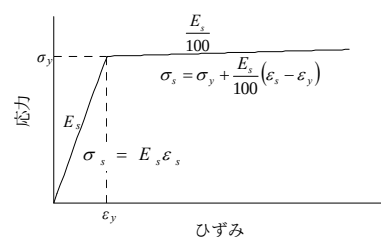


図-2 鋼材の応力-ひずみ

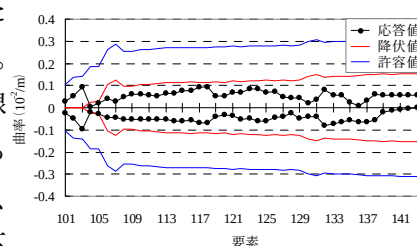


図-3 橋軸方向加震(主桁)

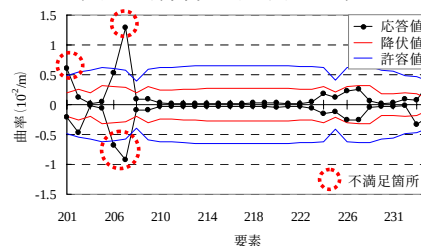


図-4 面外方向加震(アーチリブ)

キーワード：中路式鋼ローゼ橋、耐震補強、耐震性能、PUFA、すべり支承、曲率

連絡先：〒813-8503 福岡市東区松香台 2-3-1 九州産業大学都市基盤デザイン工学科 092 (673) 5671

主桁・アーチリブ共に安全側に見込んで降伏曲率の2倍とした。レベル2地震動による曲率の応答値と許容値の比較を図-3、4に示している。主桁は全て許容値以下となっているが、アーチリブは面外方向加震時に許容値を上回るため耐震性能2を満足せず、耐震補強が必要である。

4. 補強後の耐震性能

現橋にコンクリート充填、PUFA¹⁾充填、すべり支承²⁾設置等の補強を実施したが、レベル2地震動ではいずれの補強も耐震性能2を満足しなかった。しかし、PUFA充填とすべり支承設置の併用補強で耐震性能2を満足した。以下にこれらの概要を記す。

(1) コンクリート充填による補強では充填箇所の曲率を抑制できるが、重量増加が大きく、橋軸方向加震、面外水平方向加震共に充填していない健全な部材で曲率の増大(図-6)が生じた。表-3にコンクリートの特性値を、図-5にコンクリートの応力-ひずみ曲線を示している。

(2) PUFA充填による補強では、コンクリート充填と同様に充填箇所の曲率を抑制できるが、充填していない健全な部材で曲率の増大(図-8)が見られた。表-4に特性値を、図-7に応力-ひずみ曲線を示している。

(3) バイリニアの履歴特性を持つすべり支承をヒンジ支点A(図-9)に4個設置した。1個あたりのすべり支承の特性値を表-5に示している。この補強では、主桁のヒンジ支点付近の軸力が開放され、ほとんどの主桁部材の曲率が弾性域に納まり、アーチリブの曲率も抑制されたが、アーチアバット付近で曲率が許容値を超えた。

(4) 補強効果が一番高かったすべり支承の弱点であるアーチアバット付近を表-4の特性値を持つPUFAで充填し、表-5のすべり支承を用い、図-9に示すように補強した。レベル2地震動による曲率の応答値と許容値の比較を図-10に示す。全ての曲率が許容値以下となり耐震性能2を満足した。

5. 結論

本橋の耐震性能を道示に則して照査した結果、レベル1地震動では耐震性能1を満足したが、レベル2地震動で耐震性能2を満足しなかった。アーチアバット付近へのPUFA充填とすべり支承設置による耐震補強により耐震性能2を満足することができた。

参考文献

1) 劉・大塚・水田：PUFAを充填した鋼製橋脚柱の弾塑性応答特性と新しい耐震補強工法の提案、第12回日本地震工学シンポジウム論文集、pp.1050-1053、2006年11月。
2) 水田・橋本：ゴムとコンクリートのすべり摩擦を利用したすべり支承とその減衰効果、構造工学論文集 Vol.49A、pp.611-621、2003年3月。

表-3 コンクリートの特性値

密度 t/m ³	弾性係数 N/mm ²	圧縮強度 N/mm ²
1.4	22000	18

表-4 PUFAの特性値

密度 t/m ³	弾性係数 N/mm ²	圧縮強度 N/mm ²
0.8	2600	19.8

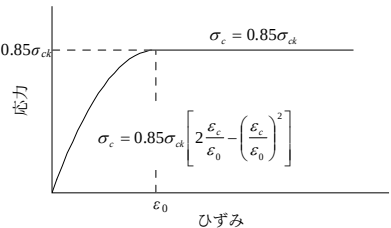


図-5 コンクリートの応力-ひずみ

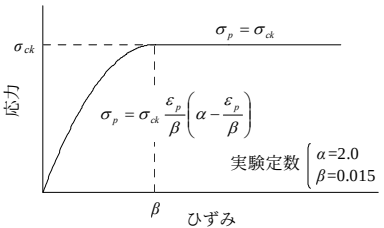


図-7 PUFAの応力-ひずみ

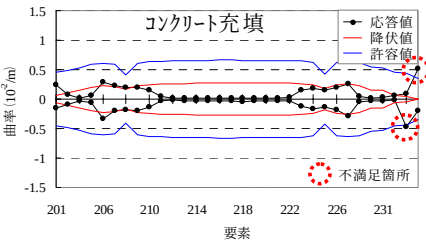


図-6 面外方向加震(アーチリブ)

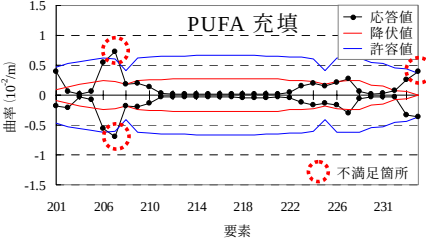


図-8 面外方向加震(アーチリブ)

表-5 すべり支承の特性値(一個当たり)

	寸法 mm	等価剛性 kN/m ²	すべり抵抗力 kN	二次勾配 %
A	150×150×50	441	25.3	0
B	250×250×83	738	74.2	0

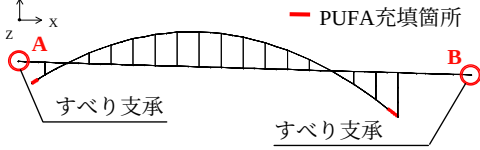


図-9 補強箇所

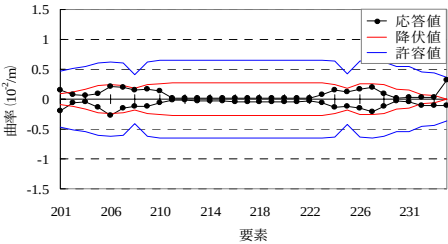


図-10 面外方向加震(アーチリブ)