

中路式鋼アーチ橋の耐震補強に関する一考察

ジェイアール九州コンサルタンツ(株) 正会員 飯星智博

九州大学大学院 フェロー 大塚久哲

(株)構造技術センター 正会員 大江 豊

1.はじめに

1995年の阪神大震災における橋梁被害を教訓として、今後、中径間以上の橋梁の耐震補強を真剣に考えていく必要がある。ここでは、中路式鋼アーチ橋の耐震補強に関して幾つかの検討を行ったので、その結果を報告する。

2.解析モデル

表-1に対象橋梁の構造概要を、図-1に中路式鋼アーチ橋のモデル図を示す。アーチリブは2ヒンジ、補剛桁は一端がピン(図-1左側)、片方がローラー支承である。補剛桁はI型断面(アーチリブとの結合部は箱型断面)、アーチリブは箱型断面である。補剛桁とアーチリブは非線形はり要素、横繫ぎ材、横桁、鉛直材を線形はり要素、その他は線形トラス要素とした。以上が既存橋梁のモデルである(Case0)。さらにピン支承部近くを補強し、塑性に至る部材を補強したモデルをCase1、補剛桁のピンローラー支承をゴム支承に変更し、アーチリブのスプリング部を補強したモデルをCase2とする。

3.解析手法

以上の3つのモデルについて動的解析を行う。材料の非線形特性は、軸力変動バイリニアとした(図-3(a))、2次剛性は、1次剛性の0.001。M-N曲線は、図-3(b)に示す線形相関とした。

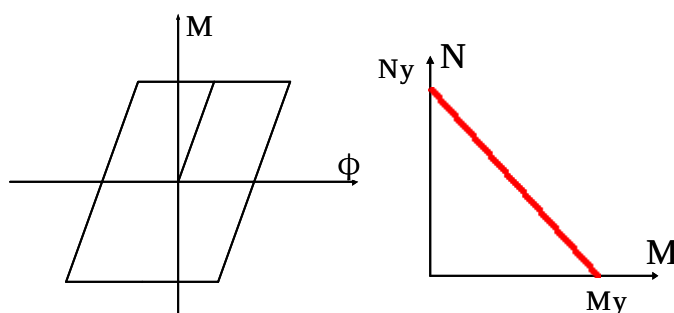


図-3(a)軸力変動バイリニア

図-3(b)M-N相関曲線

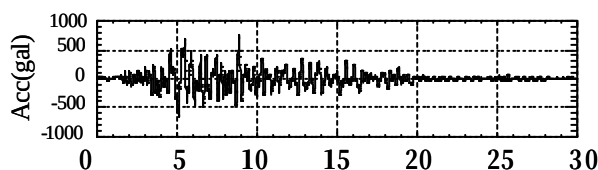


図-4(b) EW成分(Type2-2)

表-1 対象橋梁の構造概要

構造形式	中路式鋼アーチ橋
橋長	199.0m
アーチ支間長	160.0m
ライズ	30.0m
総幅員	8.8m
有効幅員	6.5m

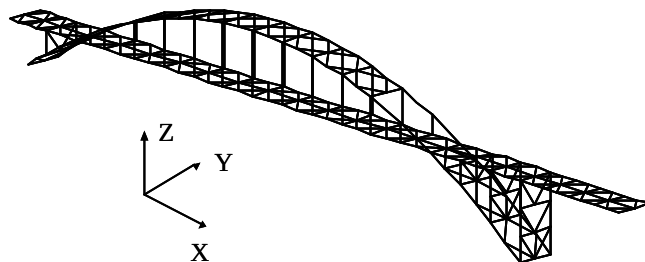
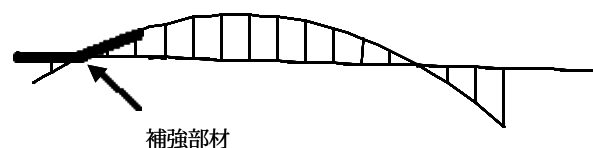
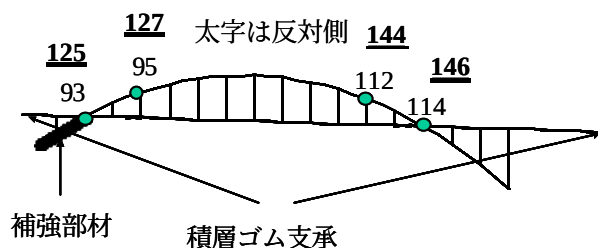


図-1 解析モデル



(a)補強モデル(Case1)



(b)免震モデル(Case2)

図-2 中路式鋼アーチ橋の補強モデル

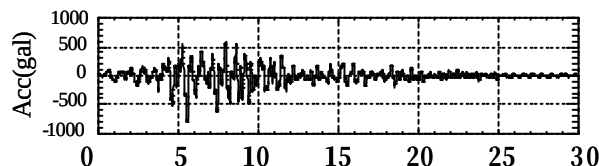


図-4(a) NS成分(Type2-1)

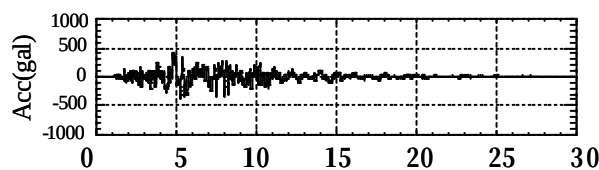


図-4(c) UD成分(JMAK0BE.UD)

キーワード 鋼アーチ橋 耐震補強 免震

連絡先 〒812-8581 福岡市博多区博多駅前3-16-10 TEL 092-413-1021 Fax 092-413-1022

図-4に示した3波をそれぞれ、EW成分を橋軸方向に、NS成分を橋軸直角方向に、UD成分鉛直方向に入力した。解析に用いる橋梁は宮崎県に存在することから地震波は従来の0.85倍とした。免震モデルの積層ゴムは高減衰積層ゴムを想定したモデルで材料特性は図-5に示す高減衰積層ゴム修正バイリニア型（低弾性KL301）を用いた。時刻歴応答解析における数値積分法は、Newmark β 法（ $\beta = 1/4$ ）を用いた。

4. 解析結果

以上の3つの解析の結果を以下に示す。弾塑性動的解析による解析結果である。図-6、図-7に補剛桁とアーチリブの軸力分布を示す。

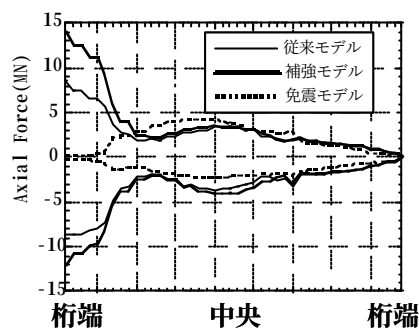


図-6 補剛桁の軸力分布

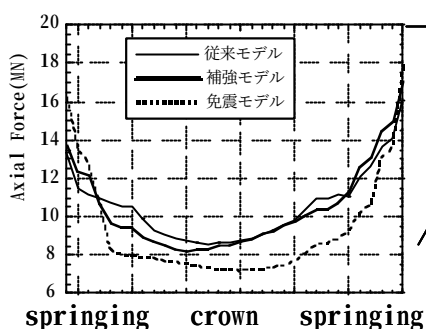


図-7 アーチリブの軸力分布

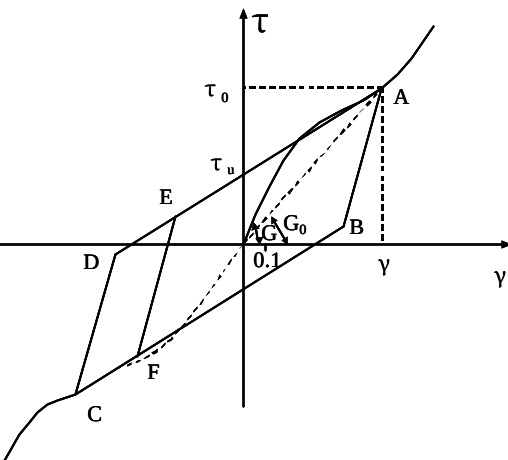


図-5 高減衰積層ゴム修正バイリニア型

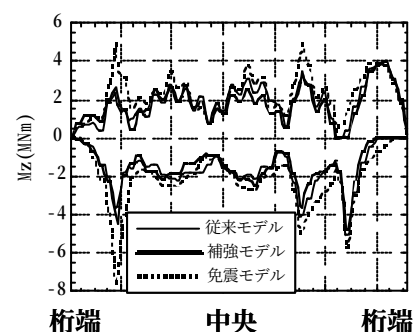


図-8 補剛桁の面内曲げ分布

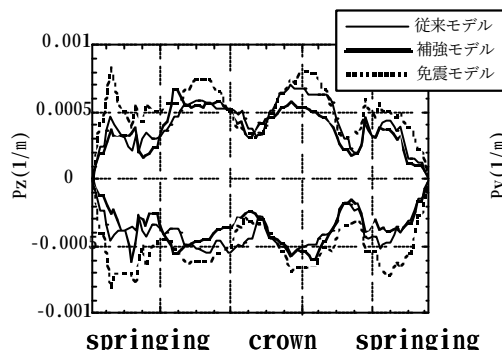


図-9 アーチリブの面内曲率分布

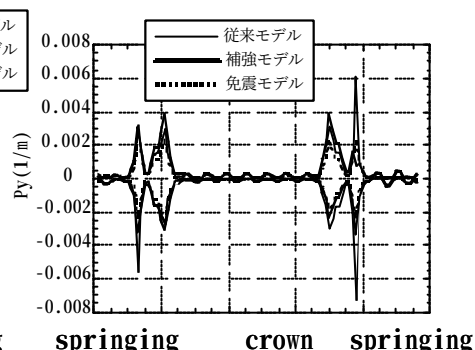


図-10 アーチリブの面外曲率分布

従来モデルは補剛桁のピン支承部で軸力による塑性に至っている。補強モデルはピン支承部を補強しているため、軸力は大きい、塑性には至っていない。免震モデルはピン支承部を積層ゴムに変更したため、桁端の軸力の低減がはかられている。次にアーチリブの軸力に関しては、スプリング部を除く免震モデルの軸力の低減効果は大きいことがわかる。しかしながら、スプリング部は逆に軸力が増大している。

図-8は補剛桁の最大面内曲モーメント分布を示す。免震モデルは、積層ゴムの影響により、変位が生じるため、補剛桁とアーチリブの結合部の曲げモーメントが増大するが、軸力が積層ゴムにより低減されているため、塑性には至らない。図-9、図-10にアーチリブの面内、面外曲率分布を示す。面内曲率については、免震モデルは大きな変形が生じていることがわかる。補強モデルは従来モデルより小さいところもあれば、大きいところもある。面外曲率に関しては、免震モデルの曲率が他のモデルより小さい。

表-2にアーチリブの応答塑性率を示す（部材の着目点は図-2(b)に示す）。Case1（補強モデル）は、Case0（従来モデル）に比べ、塑性率が小さくなっているが、逆に塑性に至っていない部材が塑性に至るなど、補強によって塑性部材が増えている結果となっている。一方、Case2（免震モデル）は積層ゴムと補強により部材の塑性化を防ぎ、全ての部材を弾性域にとどめている。

5. まとめ

中路式鋼アーチ橋の補強対策について検討した結果、免震と補強を組み合わせることによって全ての部材を弾性域にとどめることができた。免震と補強の組合せが耐震性向上策の有効な一手法となり得ると言える。

表-2 アーチリブの応答塑性率

	Case0	Case1	Case2
93	弾性	1.471	弾性
95	弾性	1.086	弾性
112	弾性	弾性	弾性
114	2.038	1.920	弾性
125	2.219	1.936	弾性
127	2.069	1.386	弾性
144	1.091	2.753	弾性
146	1.107	2.692	弾性