

松島橋の補強前後の耐震性能の検討

熊本大学工学部 学生員 ○宮近 謙策

熊本大学大学院 フェロー 山尾 敏孝 熊本県八代振興局 田村 伸司

1. はじめに

天草五橋は熊本県宇土半島先端の三角から、天草諸島の大矢野島、長浦島、大池島、池島、前島を経て天草上島までを結ぶ5つの橋の総称であり昭和41年に架設された。その中の前島と天草上島を結ぶ橋が松島橋と呼ばれるが、交通量の増加等に伴い多くの損傷箇所が見つけた。そこで平成8～10年度に健全度調査を行ったところ、垂直材の腐食やアーチ基部の疲労クラック、及び全体的な剛性の低下が認められた。この結果に加えてB活荷重の変更もあり、松島橋は構造の変更を伴う抜本的な補強対策が必要と判断され、斜材の挿入やRC床版から鋼床版に打ち換える等の補強・補修対策を実施している¹⁾。写真1が現在の松島橋の全体図であり、写真2, 3は詳細図である。しかし、これらの補修・補強は部材の疲労損傷の防止を目的として行なったため耐震性能については未検討であった。昭和39年の示方書で設計され、かつ補修・補強されたこの橋の耐震性能については未確認であることから、本研究では耐震検討を試みた。解析より耐震性能が不十分である場合は耐震補強対策についても検討する。



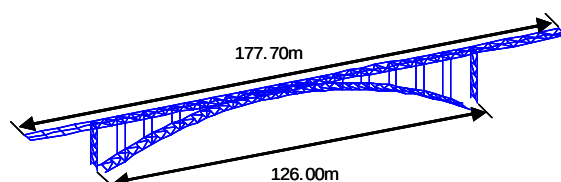
写真1 松島橋全体図



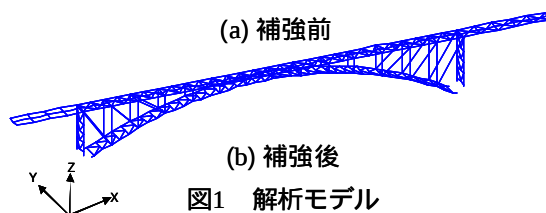
写真2 松島橋詳細図



写真3 松島橋詳細図



(a) 補強前

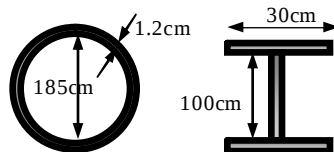


(b) 補強後

図1 解析モデル

2. 解析モデル及び解析手法

図1は松島橋の補強前後をモデル化したものである。橋梁の断面構成は、端支柱、アーチリブ、アーチリブの横桁、アーチリブの横構と支柱の一部が円型断面、残りのアーチリブの横構と支柱、補剛桁、補剛桁横桁の一部がI型断面、また一部の補剛桁の横桁にL型断面が使用されている。図2に構成部材の断面図の一例を示す。鋼種は補剛桁、アーチリブ、アーチリブ横構がSM50A、それ以外はSS41である。



(a) アーチリブ (b) 補剛桁

図2 構成部材の断面図

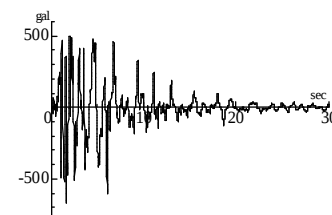


図3 入力地震動(JRT)

図3に入力地震動を示すが、入力地震波形は1995年兵庫県南部地震(M7.2)において、JR西日本鷹取駅構内地盤上(一種地盤)で観測された記録(以下JRT)である。

地震動は図1に示すY方向である橋軸直角方向のみに入力する、1方向のみの解析とした。本研究で使用した解析ツールは汎用解析プログラムTDAP²⁾である。数値計算法は直接積分法として、積分手法はNewmark β 法($\beta=0.25$)を用いた。質量は集中質量とし、床版に関してのみ回転慣性を考慮した。また減衰はRayleigh減衰とした。

3. 解析結果及び考察

表1に固有値解析の結果を示す。表において各方向の有効質量比が最も高

表1 固有値解析結果

(a) 補強前

(b) 補強後

次数	固有振動数 (Hz)	固有周期 (sec)	有効質量費(%)		
			X	Y	Z
1	0.56397	1.77320	22	0	0
2	0.65293	1.53150	0	77	0
3	1.16810	0.85612	4	0	1
4	1.22500	0.81630	61	0	0
5	1.44190	0.69351	0	0	0
6	1.93950	0.51560	0	0	10
7	2.15930	0.46311	0	0	16
8	2.31360	0.43223	0	0	44
9	2.62540	0.38090	0	3	0
10	2.75130	0.36346	0	0	0

次数	固有振動数 (Hz)	固有周期 (sec)	有効質量費(%)		
			X	Y	Z
1	0.71081	1.4068	0	74	0
2	0.94719	1.0558	47	0	0
3	1.5513	0.64461	0	3	0
4	1.5756	0.63468	0	0	0
5	1.9538	0.51183	0	0	26
6	1.9967	0.50083	0	0	0
7	2.1839	0.4579	0	1	0
8	2.295	0.43573	0	0	0
9	2.6725	0.37418	0	5	0
10	2.9093	0.34373	0	0	0

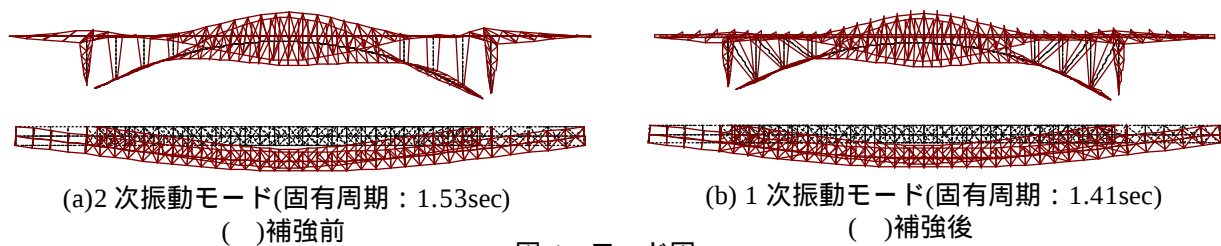


図4 モード図

い次数が卓越する次数である。橋軸直角方向においては補強前では2次で補強後では1次で卓越していた。また、橋軸方向は補強前では4次で補強後では2次で、鉛直方向は補強前では8次で補強後では15次で卓越していた。図4に補強前後の橋軸直角方向において卓越した振動モード図を示す。補強前後で全方向での卓越する次数が異なったのは、補強により剛性が大きくなったためと思われる。

図5は時刻歴応答解析を行った場合の補強前後の塑性化状況を示している。実線(赤色)で示す部材が塑性化した部材である。これらの結果よりアーチリブの横構、そして端支柱での塑性化が著しく見られた。補強前後の塑性化部材数を比較すると、端支柱での塑性化部材数はほとんど変化が見られなかったが、アーチリブの横構において塑性化部材数が補強前の41箇所から補強後では32箇所と減少していることが分かった。

図6は赤丸Aで囲ったアーチリブクラウン部における時刻歴応答変位を示している。最大応答変位は補強前では72.1cm、補強後では62.3cmであった。つまり、松島橋は補修・補強により剛性は大きくなっているが、耐震性能の面から見ると十分できていないと思える。

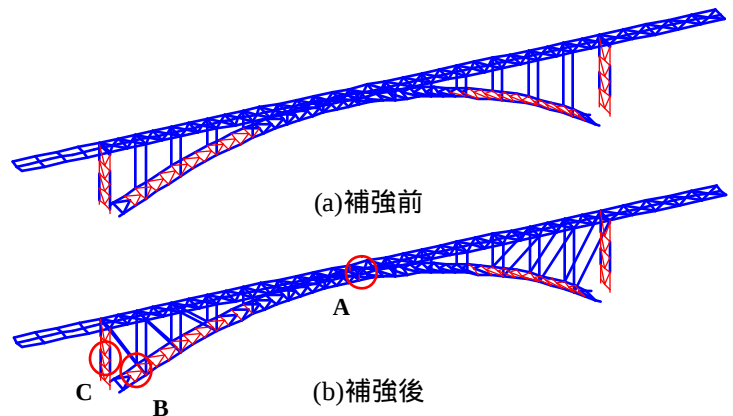


図5 塑性化状況

赤丸Bで囲ったアーチリブ基部及び赤丸Cで囲った端支柱基部の断面内における最大ひずみ発生部位の時刻歴応答を図7に示した。縦軸は発生ひずみ ε を降伏ひずみ ε_y で無次元化している。アーチリブ基部においては補強前では最大 $4.74\varepsilon_y$ のひずみが発生していたが、補強後では $3.46\varepsilon_y$ であり、端支柱基部においては補強前では最大 $7.36\varepsilon_y$ のひずみが発生していたが、補強後では $6.91\varepsilon_y$ これより。これより、耐震性能を確保するためには、新たな耐震補強対策の検討が必要であることが分かった。詳細については講演当日に発表する予定である。

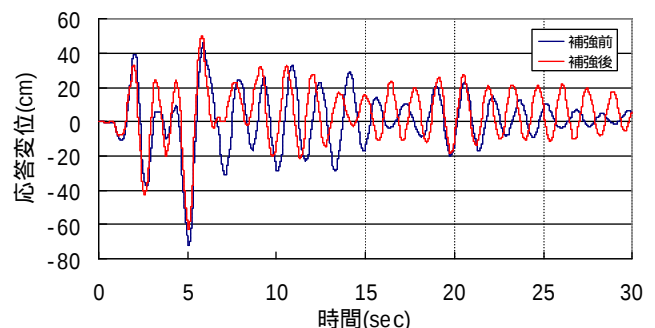
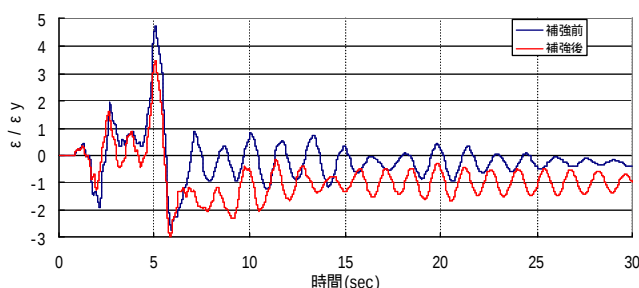
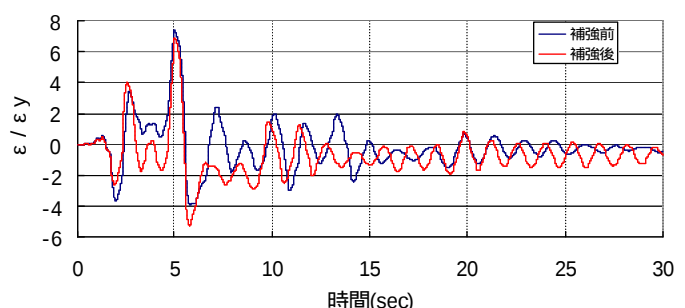


図6 アーチクラウン部の時刻歴応答変位



(a)アーチリブ基部



(b)端支柱基部

図7 アーチリブ基部及び端支柱基部のひずみの時刻歴応答

参考文献

- 1) 熊本県本渡土木事務所：国道266号松島橋橋梁補修委託報告書，2000。
- 2) (株)アーク情報システム：TDAP ver.2.00 user's マニュアル，1998。
- 3) 日本鋼構造委員会：鋼橋の耐震・制震設計ガイドライン，2006。