

上路アーチ橋の補強効果に関する解析的検討

東京都市大学 学生会員 ○鈴木 琢生
東京都市大学 正会員 白旗 弘実

1. はじめに

平成 8 年の耐震設計に関する道路橋示方書の改訂や平成 5 年の走行車両の大型化に対応した規制緩和を受けて、この以前に建設された橋梁には、改定後の耐震基準や車両荷重の影響に適応するような補強の導入を必要とするものがある。そこで、昭和 44 年に架設された鋼橋を対象とし、供用中に実際に導入された補強が地震や車両荷重に対して有効であるか、またその効果について有限要素解析により検討し、考察を行った。

2. 解析モデルについて

解析対象は図-1 に示すような鋼上路アーチ橋で橋長 120m, 3 車線を持ち、道路橋の重要度区分は B 種の橋である。また、アーチリブの剛性が低いランガー形式であり、供用開始から約 30 年後には、そのアーチリブの剛性を高めるため、アーチリブに鉄筋コンクリートを巻立てる補強方法が導入されている。解析モデルは、RC 床版及びアーチリブ補強をソリッド要素、鋼部材はシェル要素を使用してモデル作成及び解析を行った。

3. 地震に対する効果

アーチリブ補強の導入前後において、L1 地震動に昭和 43 年日向灘地震を、L2 地震動に平成 7 年兵庫県南部地震のものをそれぞれ橋軸直角方向に入力し動的解析を行った。解析結果を表-1 に示す。

L1 地震に対しては補強の有無に関わらず、部材の塑性化がなかったことから耐震性能 1 を満たす。そして、L2 地震に対して、補強無しの場合、下横構が座屈したことや主部材であるアーチリブ端部が塑性化したことから耐震性能 3 とした。対して、補強導入後は、下横構や対傾構といった二次部材のみに損傷が発生したことから、耐震性能 2 を満たした。対象とするアーチ橋は B 種の橋であるが、このような橋は、L2 地震に対して耐震性能 2 を満たすように耐震設計がされる必要がある²⁾。したがって、補強を施したことによって対象橋梁が保有すべき耐震性能を満たすことができるようになった。

キーワード：有限要素解析、アーチリブ補強、耐震、車両荷重

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL 03-5707-0104

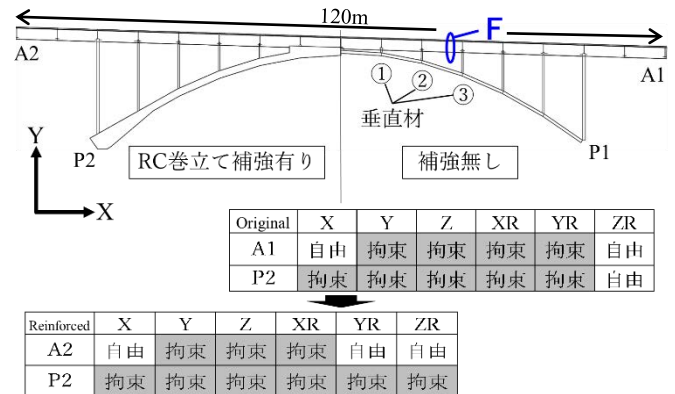


図-1. 解析対象の鋼上路アーチ橋

表-1. 各地震入力時の解析結果

耐震性能		L1地震	L2地震
アーチリブ補強	無	耐震性能1	耐震性能3 ・二次部材が座屈 ・アーチリブが塑性化
	有	耐震性能1	耐震性能2 ・二次部材が座屈

4. 車両荷重に対する効果

車両荷重については、死荷重を考慮せず、1 台の 25t トラックを想定した静的荷重を載荷し、静的解析を実施した。想定するトラックは 3 軸とし、各タイヤ位置計 6 カ所に荷重を分配した。主に最後軸の荷重を垂直材直上に置き、橋軸方向と橋軸直角方向に荷重移動させた。

1 台の 25t トラックに対して、鋼上路アーチ橋では、垂直材とその周囲において比較的大きな応力が発生していた。特に、アーチクラウンを除いて最も短い垂直材(図-1 中①)下端では、その直上に荷重が載荷されたとき、100MPa を超えるとりわけ大きな応力が発生した。

ここで、部材ごとに着目して、アーチリブ補強の有無による応力の差異について比較を行った。

1) 垂直材とその周辺部材

前述した、大きな応力が発生していた垂直材は、コン

クリートによるアーチリブの補強によって、その部材の全体が補強されているため、一部補強されている隣接した垂直材(図-1 中②)に着目した。最後軸の片タイヤの荷重が垂直材②の直上にあるときの応力を図-2 に示す。垂直材下端では、応力が約 16%低減した。また、垂直材と結合する補剛桁下フランジでは約 55%低減した。さらに図-1 に示す③の垂直材では、それぞれの箇所、約 38%、50%低減している結果となった。

2) 縦桁および補剛桁

垂直材③上の後輪荷重を橋軸直角方向に平行移動させた際の補剛桁と縦桁の応力変化を図-3 に示す。応力は、特に変形の大きかった図-1 中 F の位置で測定した。桁の下フランジでは、補強によって応力が低減した。対して、桁のウェブ上部では元の応力が比較的小さく、補強有無による応力の変化が大きくないことが分かった。

3) 考察

アーチリブの補強有無による橋梁の変形の比較を図-4 に示す。これは、垂直材②直上に後輪荷重を載荷させたケースであるが、補強後の垂直材②下端の鉛直変位は、補強前の約 36%となった。図-1 に示した境界条件を比較すると、補強導入前のアーチリブ端部は橋軸直角まわりの回転が許容されていたため、アーチリブの変形が大きくなりやすい構造であったと考えられる。したがって補強に加えて、端部が完全固定されたアーチリブの変形量が小さくなったことで、桁構造下部(桁下フランジから垂直材上端の周辺)の変形量も減少し、その近傍で発生する応力が小さくなったことが考えられる。

5. まとめ

アーチリブの RC 巻立て補強について、対象の橋梁が保有すべき耐震性能 2 を確保したことから、耐震効果はあると言える。また、車両荷重の載荷では、アーチリブの剛性が向上したことによってアーチリブの変形とそれに伴う桁構造下部の変形も小さくなり、応力がほぼ半減し補強効果が発揮されたことが分かった。しかし、垂直材下端については、補強後も大きな応力が発生していることから垂直材の変形を抑えるような補強を別に加える必要があると言える。

参考文献

- 1) 竈本武弘,大島正康,夏目惣治,定木紳:コンクリート巻立てによる鋼逆ランガー橋の補強,橋梁と基礎,Vol.32,No.11,pp.2-8,1998.
- 2) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説V耐震設計編,丸善,2002.

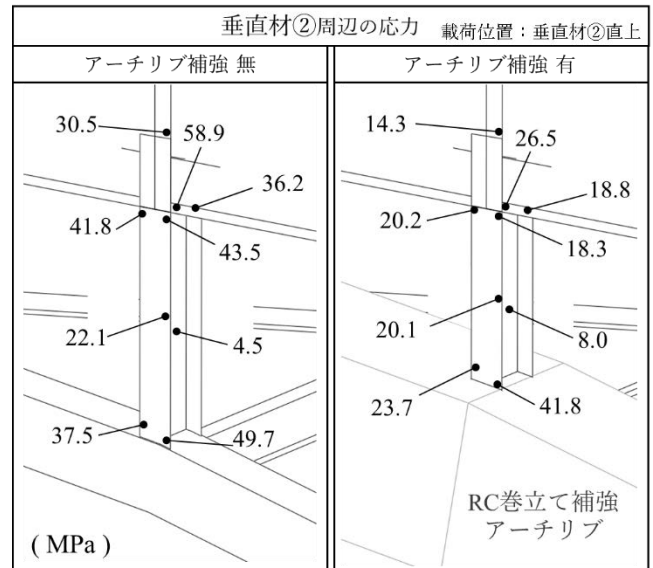


図-2. 垂直材②周辺の補強有無による応力比較

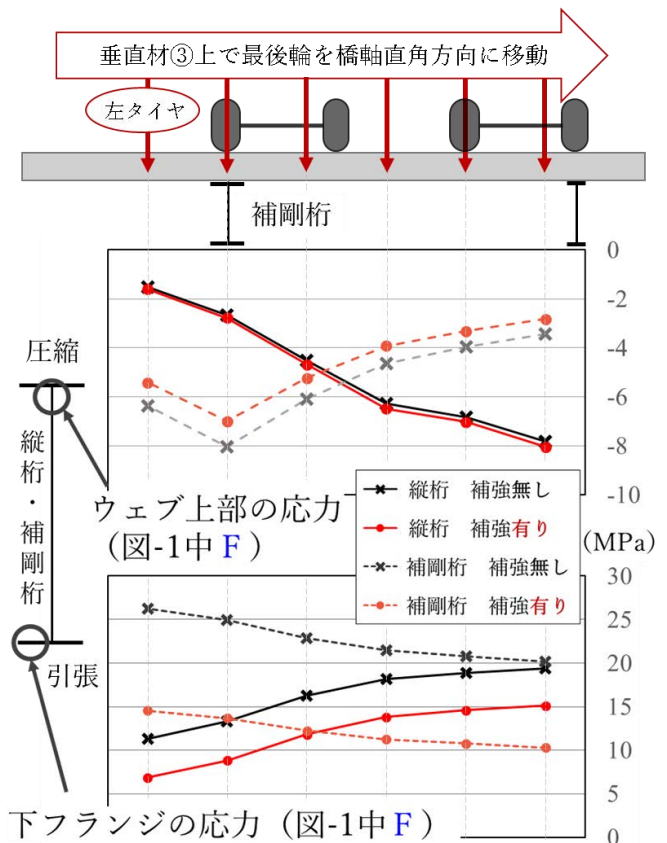


図-3. 橋直方向に荷重移動させた時の桁の応力変化

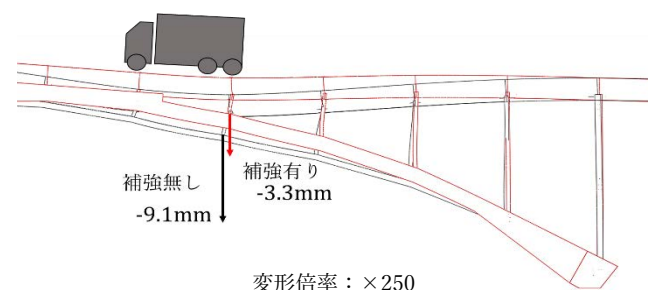


図-4. 垂直材②下端の鉛直変位