

中国で架設された CFT アーチ橋の固有振動・地震応答に及ぼす横構配置の影響

長崎大学大学院 学生会員○松坂博幸 長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄
 長崎大学工学部 正会員 呉 慶雄 長崎大学工学部 正会員 中村聖三

1. はじめに

CFT アーチ橋は地震作用時に、充填したコンクリートの重量により面外方向の応答が大きくなるおそれがあるため面外方向の耐震性を十分に検討する必要がある。横構の配置はその一方策である。本研究では、中国で架設された CFT アーチ橋(江漢五橋)を解析対象とし、横構の配置を変化させた計算モデルについて振動解析を行ない、横構の配置が CFT アーチ橋の固有振動特性および地震応答に及ぼす影響を検討する。

2. 解析対象橋梁

江漢五橋は、中国湖北省の武漢市に架設されており、橋長は 372m(60.5m+251m+60.5m)で中路的 CFT アーチ橋ある。側面図および平面図を図-1 に示す。主径間アーチリブは純径間 240m、ライズ比 1/5 で、3 種類の CFT 断面で構成されており、スプリングから水平距離 10.000m までは RIII 断面、それより水平距離 15.467m の部分は RII 断面、その他は RI 断面となっている。その断面詳細図を図-2 に示す。側径間アーチリブは RC 構造で純径間 55m、ライズ比 1/3.85 である。横構は、主径間アーチに K 型横構 6 組および X 型横構 1 組、側径間アーチに K 型横構 2 組が配置されている(図-1 参照)。江漢五橋(実橋)についての固有振動および地震応答については文献 1) に詳しく述べている。

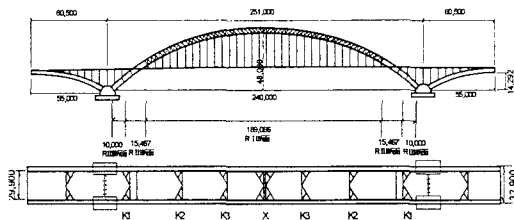


図-1 側面図および平面図(単位: mm)

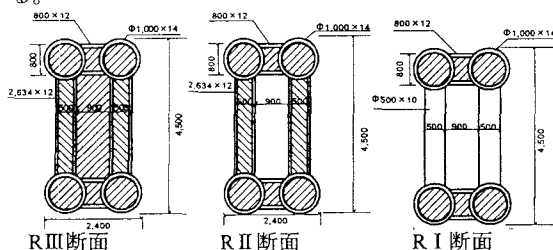


図-2 主径間アーチリブ断面図(単位: mm)

3. 解析モデル

解析モデルは、アーチリブの鉛直材、斜材および吊材をトラス要素とし、その他の部材をはり要素とする立体骨組みモデルである¹⁾。また、アーチリブの材料非線形性を考慮するためにファイバー要素を用いる。基礎は剛と仮定し、橋脚基部は全自由度固定とする。解析には汎用ソフト TDAPⅢを用いる。

4. 横構の配置モデル

本研究で配置を変化させる横構は主径間アーチリブの X 型、K2 および K3 横構である。横構の配置を変化させた解析モデルは 8 ケースであり、各 Case の横構の配置を図-3 に示す。Case1~4 はクラウン部の X 型横構と K2 および K3 横構の組み合わせ、Case5~8 は X 型横構が無い横構配置である。

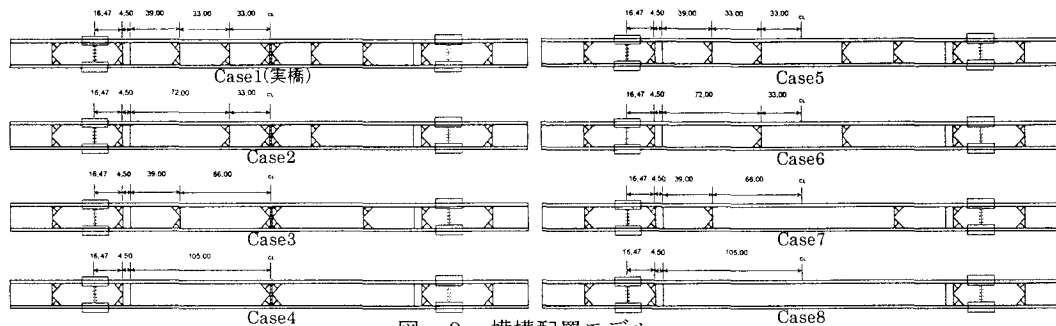


図-3 横構配置モデル

5. 解析結果

(1) 横構配置が固有振動特性に及ぼす影響

横構配置の変化に伴う固有振動数の変動を評価するために、各ケースで出現する固有振動モードが同じもので振動数の比較を行なう。図-4(a)に面外対称モードの固有振動数の変動を示す。図中の同位相・逆位相とはアーチリブと床版の変位の関係である。対称モードでは対称1次(同位相)モード、対称4次(逆位相)モードで横構配置の影響が顕著である。これらのモードではX型横構を有するCase1、3およびX型横構が無いCase5、7においてともに振動数が高い。X型横構の効果は小さいが、残りの横構配置に着目したところK2横構が効いていると考えられる。図-4(b)に面外逆対称モードの固有振動数の変動を示す。逆対称モードでは全モードでX型横構が効いているが、それ以外の横構配置の影響は各モードで異なっている。以上より面外振動ではクラウンおよびアーチリブ1/4点に配置された横構(X型およびK2横構)が固有振動数に影響を与えられと考えられる。面内振動に関しても検討を行なったが、横構配置の変化の影響はない。

(2) 横構配置がアーチリブの地震応答に及ぼす影響

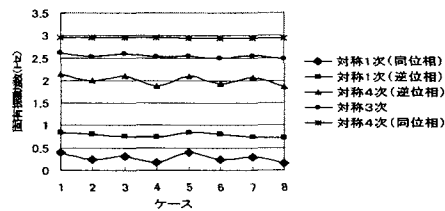
入力地震波は道路橋示方書のI種地盤、標準波形タイプI・I-3(T113)を用いて、地震波を橋軸直角方向に入力した場合に横構配置がアーチリブの地震応答に及ぼす影響を評価する。図-5(a)、(b)、(c)および(d)に横構配置の変化によるRⅢ断面、RⅡ断面、RⅠ断面上弦材およびRⅠ断面下弦材の鋼管最外縁最大ひずみの変動を示す。図中にプロットした鋼管最外縁最大ひずみは、等断面を有する複数の部材の鋼管最外縁ひずみの中で絶対値が最大のものである。RⅢ断面ではCase4で応答値が最小となるが、他のRⅡ断面、RⅠ断面上弦材およびRⅠ断面下弦材ではCase3において応答値が最小となる。このことより、本解析に用いた地震波に対しては、クラウンおよびアーチリブ1/4点の横構が地震応答を抑制する効果があると考えられる。

6. まとめ

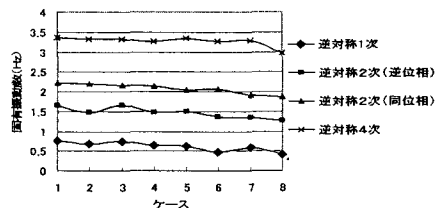
江漢五橋の横構配置は面外固有振動および地震応答に影響を及ぼすことがわかった。今後、地震応答の評価に関しては3波の平均を用いて横構配置の影響を調べるとともに、他の橋梁に関しても横構配置の影響を調べる必要があると考えている。

参考文献

- 1) 呉、高橋、松坂、陳、中村：中国で架設されたCFTアーチ橋の固有振動・地震応答について、鋼構造年次論文報告集、第11巻、pp.177-184、2003.11

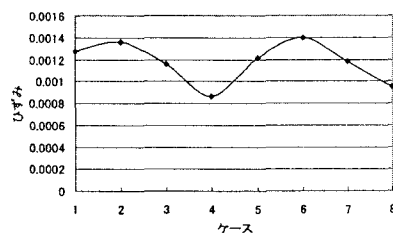


(a) 面外対称モード

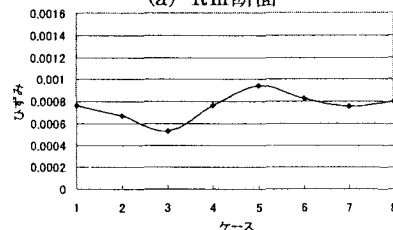


(b) 面外逆対称モード

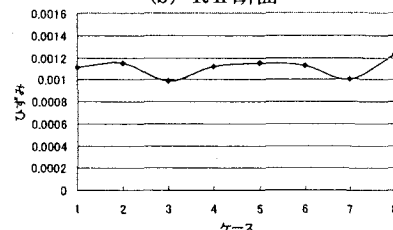
図-4 固有振動数の変動



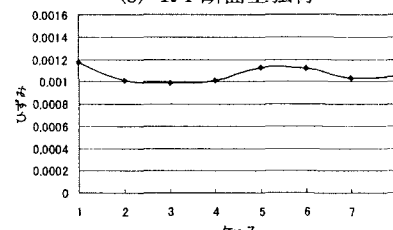
(a) RⅢ断面



(b) RⅡ断面



(c) RⅠ断面上弦材



(d) RⅠ断面下弦材

図-5 鋼管最外縁最大ひずみの変動