

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

横河工事株式会社 正会員 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)で中路式 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 R 断面、それより水平距離 15.467m の部分は R 断面、その他は R 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)。

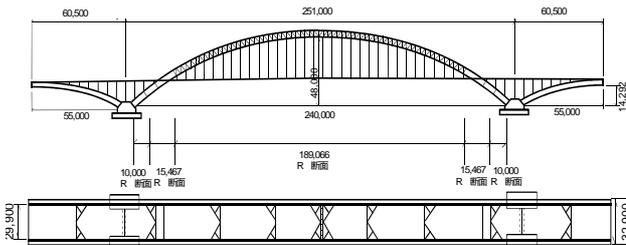


図 - 1 側面図および平面図(単位：mm)

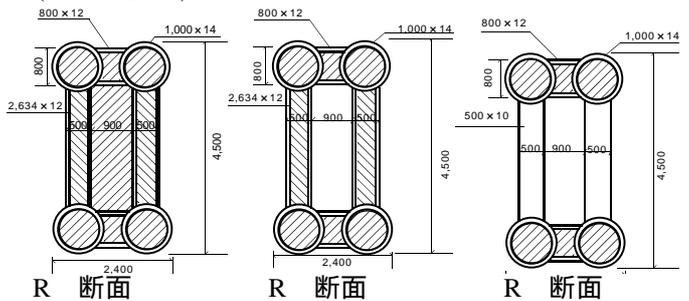


図 - 2 主径間アーチリブ断面図(単位：mm)

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 TDAP 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。

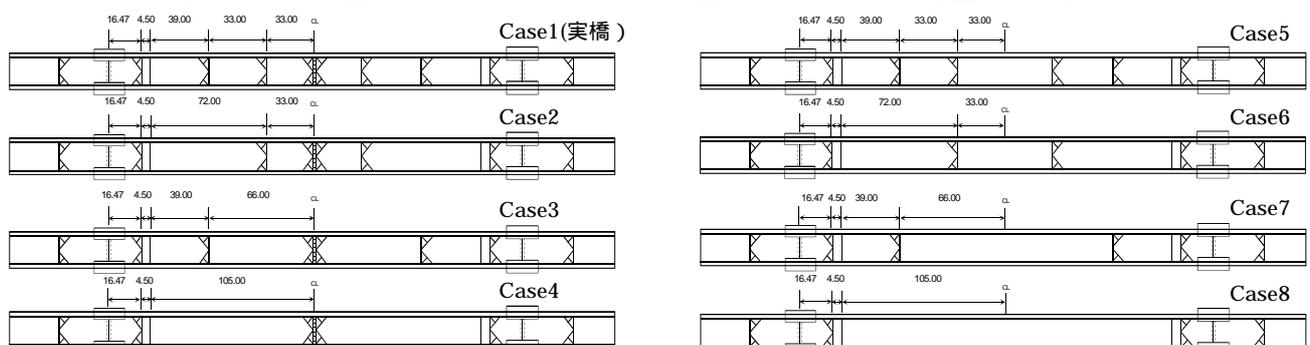


図 3 横構配置モデル

キーワード：アーチ橋、耐震性、コンクリート充填鋼管 (CFT)、横構配置

連絡先：〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 (TEL) 095-819-2610

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にあたっては、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。対称モードでは対称1次モード、対称4次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、他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。また、対称1次モードのCase5(0.388Hz)においてCase8(0.149Hz)からの固有振動数の増加が最大となり、その増加率は160%である。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。また、逆対称1次モードのCase1(0.762Hz)においてCase8(0.414Hz)からの固有振動数の増加が最大となり、その増加率は84%である。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される。

(2)横構配置がアーチリブの地震応答に及ぼす影響

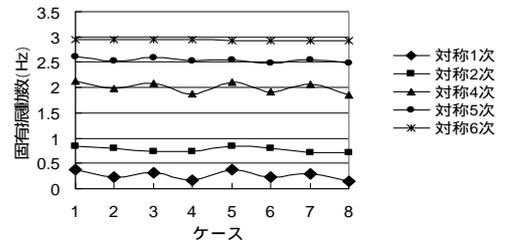
タイプ（種地盤）標準波形3波を橋軸直角方向に入力し、3波の平均値を用いて評価する。図 5 にアーチリブの面外最大変位の変動を示す。Case4 および 8 で大きな面外変位が生じている。他のCaseをみるとCase2,3,6および7の応答に大きな差はないことから、K2 および K3 横構は同等に効いており X 型横構の影響は小さいと思われるが、Case1 および 5 で応答が減少することから K2 と K3 横構の両者を配置すると効果は大きいと考えられる。また、Case1 および 5 ではCase8 に比べ面外変位が1/3程度に抑えられている。図 6(a) および(b)に R 断面上弦材および下弦材の鋼管最外縁最大ひずみの変動を示す。R 断面下弦材は横構配置の影響が小さい。一方、R 断面上弦材はCase1,3,5および7で応答が小さいことから、K2 横構が効いていると考えられる。また、Case5(0.00104)においてCase8(0.00136)からの応答の減少が最大となり、その減少率は24%である。このことより、クラウン部以外の横構(K2 および K3 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

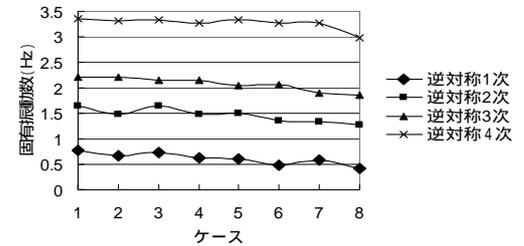
江漢五橋の横構配置は面外固有振動および地震応答に影響を及ぼすことがわかった。今後はライズ - スパン比等異なる他の橋梁についても横構配置の影響を調べる必要があると考えている。

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

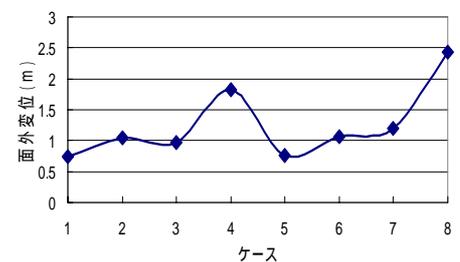
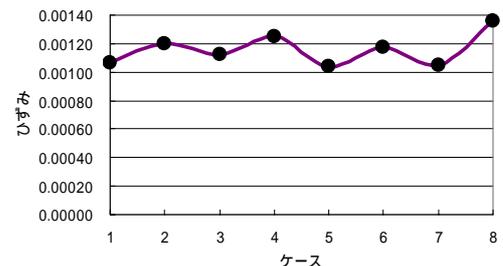
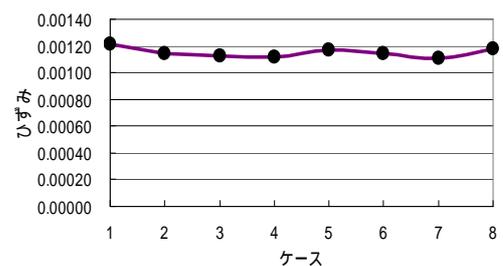


図 5 面外最大変位の変動



(a)R 断面上弦材



(b)R 断面下弦材

図 6 鋼管最外縁最大ひずみの変動