

第二西海橋（仮称）の非線形地震応答に及ぼす床版のモデル化の影響

長崎大学大学院 学生会員 向井 大吾 長崎大学工学部 正会員 呉 慶雄
 三菱重工業（株） 正会員 吉村 光弘 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 中村 聖三

1. まえがき

兵庫県南部地震以後、土木構造物の耐震性能が厳しく要求されている。特に上・中路式アーチ橋は地震時における挙動が複雑であるため、地震応答解析を行う場合には床版および補剛桁の剛性を正しく評価する必要がある。長崎県内に架設中である第二西海橋に関する既往の研究¹⁾では、床版の重量は補剛桁に、剛性は横桁に合成断面としてそれぞれ考慮した解析モデルが用いられている。そこで本研究では、床版を独立した重量および剛性を有する一本の部材としてモデル化した解析モデル²⁾と前述の解析モデルを用いて固有振動および非線形地震応答解析を行うことで、床版が橋全体の動特性に及ぼす影響を明らかにする。

2. 第二西海橋の概要および解析モデル

本橋は、佐世保都市圏と長崎都市圏を結ぶ地域高規格道路の一部として架設中であり、道路橋としては日本で初めてのコンクリート充填鋼管(CFT)による中路式ブレースドリブアーチ橋である。橋長 300m(支間割 30m+240m+30m)、アーチ支間 230m、アーチライズ 48m、幅員 20.2m である(図-1)。

アーチリブは、3本の鋼管を組み合わせた三角形断面のパイプトラス構造であり、それぞれの弦材に高流動コンクリートを充填した CFT 構造となっている。

床版は、合成床版で、底鋼版、補強リブ、配力鉄筋の3種類の鋼部材とコンクリートで構成されており、厚さ 21cm、幅員 20.2m である(図-2)。

解析には、図-3に示すような3次元骨組モデルを用いた。ここで、モデル(図-3(a))は先の解析に用いられた解析モデルである。床版の重量は補剛桁に、剛性は横桁に合成断面としてそれぞれ考慮したモデルになっている。モデル(図-3(b))は床版を一本の部材としてモデル化し、その部材に床版の重量および剛性を持たせた解析モデルとしている。

3. 固有振動特性の比較

上述のモデル およびモデル を用いて固有振動解析を行い、解析値を比較する。両モデルの面外1次、面内1次・2次の固有振動数と固有振動モードを表-1に示す。表-1から面外1次振動は、対称モードで固有振動数はモデルの方が約4%高い。面内1次振動は、斜張橋のような遊動円木振動モードであり固有

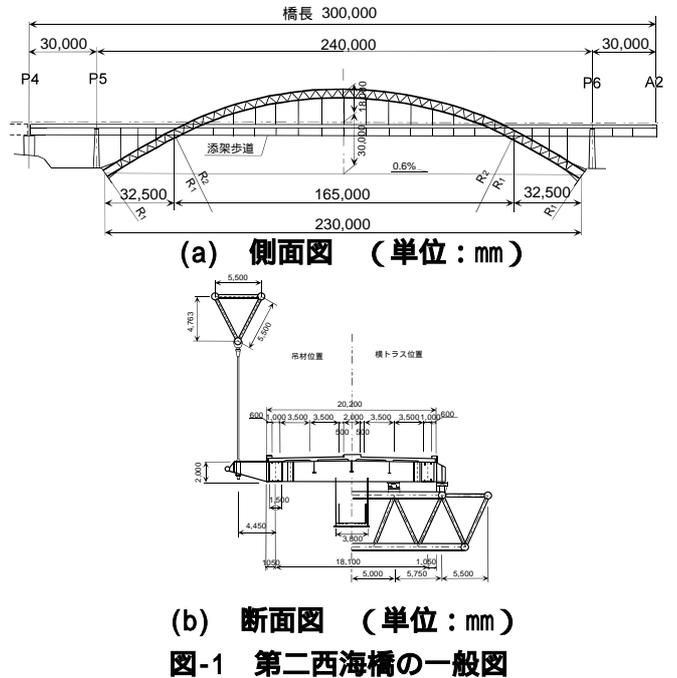


図-1 第二西海橋の一般図

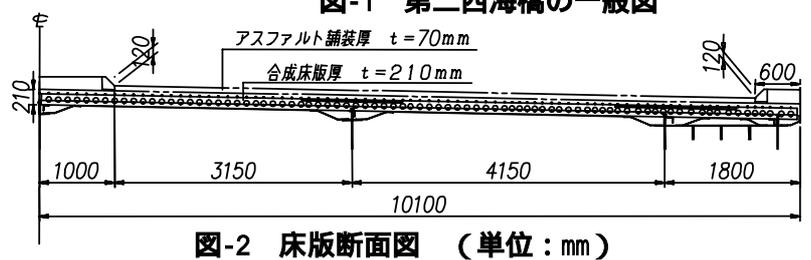


図-2 床版断面図 (単位: mm)

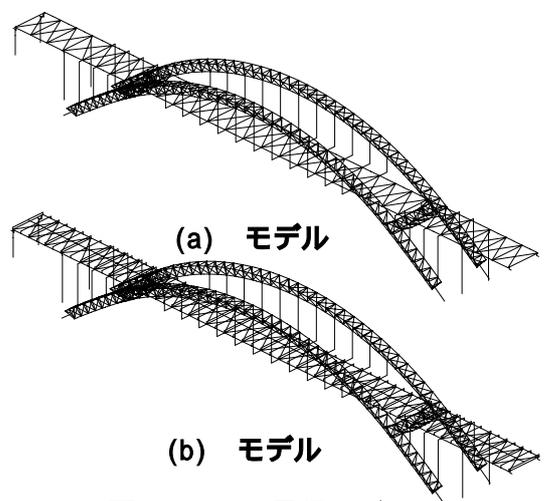


図-3 3次元骨組モデル

振動数はモデルの方が0.8%大きい。面内2次振動がアーチ橋特有の逆対称モードであり固有振動数はモデルの方が5%高くなっている。なお、全てのモードにおいてモデルの固有振動数の方が高くなっていることが確認できる。

4. 非線形地震応答特性の比較

両モデルを用いて非線形地震応答解析を行い、モデルの違いによる影響を評価する。入力地震波は道路橋示方書に基づく標準波形のうちタイプ(T113)、タイプ(T213)を用い、地域別補正係数($C_z=0.7$)で振幅補正して橋軸直角方向および橋軸方向に入力する。

T213地震波を橋軸直角方向に作用させた場合の(a)外側アーチリブ基部の時刻歴および(b)P4橋脚の曲率を図-4に示す。(a)の縦軸はひずみを降伏ひずみで除して無次元化しており、1.0より大きくなると降伏することを示す。(a)から両モデルとも降伏していないことが、(b)から橋脚基部で最大値を示していることが読み取れる。また、両グラフからモデルの応答の方が全体的に小さくなっていることがわかる。さらに、外側アーチリブの(a)ひずみと(b)軸力を図-5に示す。両グラフから、アーチリブ基部で最大値を示し、アーチリブと補剛桁の連結部付近で比較的大きな値を示している。さらに、最大値はモデルの応答の方が小さくなっている。また、ほとんどが圧縮であることを示している。

モデルの最大応答箇所について、応答を比較するとアーチリブ(外側)スプリング部での軸力は16%、ひずみは5%、橋軸直角方向変位はスパン中央付近で19%それぞれモデルの応答が減少し、支柱と吊材の軸力は1%、橋脚については、P4橋脚の基部で7%モデルの応答が減少することが確認できた。

5. まとめ

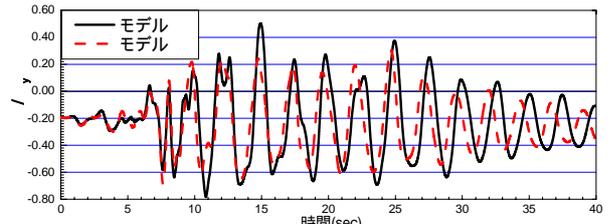
本研究での知見を以下に示す。

- 1) 主な固有振動数を比較したところモデルの固有振動数の方が5%程度大きいことが確認できた。
- 2) 両モデルの最大値を比較すると、モデルの応答にアーチリブで20%程度、支柱、吊材および橋脚においては10%程度の減少が確認できた。

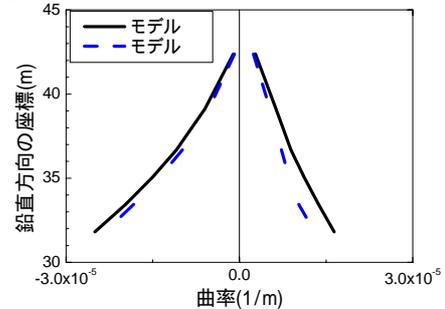
最後に、第二西海橋の床版のデータを長崎県北振興局道路建設課から提供を受けたことを付記する。

表-1 固有振動数および固有振動モード

モード	モデル	モデル	(/ -1) × 100 (%)
面外 1次	0.365(Hz)	0.379(Hz)	3.8
面内 1次	0.490(Hz)	0.494(Hz)	0.8
面内 2次	0.659(Hz)	0.692(Hz)	5.0

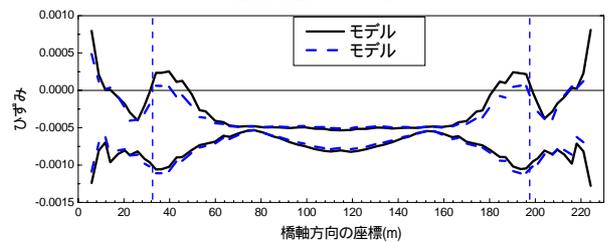


(a) 外側アーチリブ基部の時刻歴

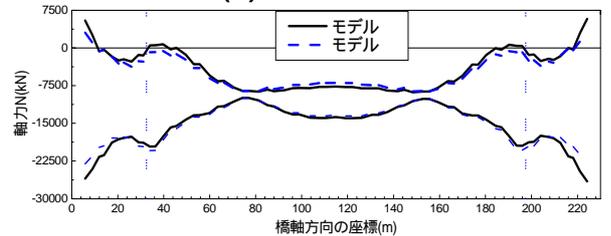


(b) P4橋脚の曲率(1/m)

図-4 外側アーチリブ基部の時刻歴およびP4橋脚部の曲率



(a) ひずみ



(b) 軸力(kN)

図-5 外側アーチリブの応答

参考文献

- 1) 呉、吉村、高橋、中村、保手、村里：コンクリート充填鋼管アーチ橋の動性能に関する研究、土木学会第57回年次学術講演会概要集、第1部門、pp.1115-1116, 2002.9
- 2) 日本鋼構造協会・鋼橋の性能照査型設計対応研究委員会鋼橋の耐震性部会：鋼橋の耐震性能設計の基本と応用、pp.71-73, 2000.9