

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 中国 福州大学 非会員 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（以下、「新モデル」）²⁾と前述の解析モデル（以下、「旧モデル」）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、2)。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-3)。

解析には、図-4 に示すような 3 次元骨組モデルを用いる。ここで、新モデル(図-4(a))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モデルである。旧モデル(図-4(b))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である。

3. 固有振動特性の比較

上述の二つ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

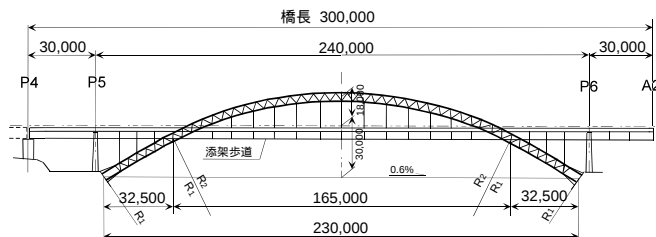


図-1 側面図（単位：mm）

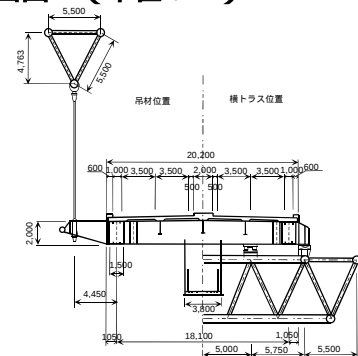


図-2 断面図（単位：mm）

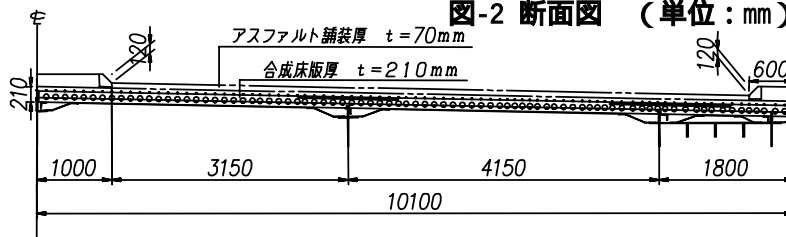


図-3 床版断面図（単位：mm）

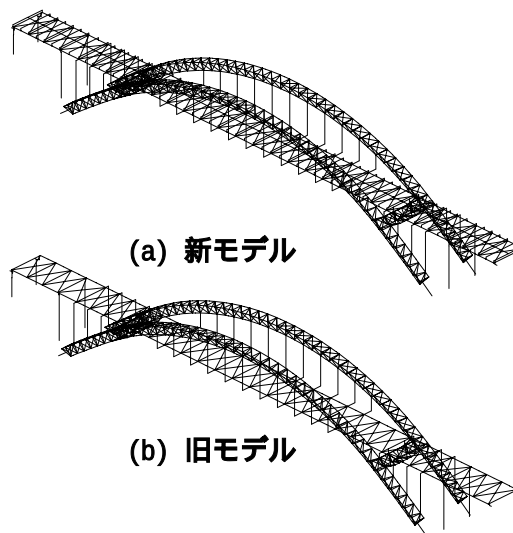


図-4 3次元骨組モデル

キーワード：CFT アーチ橋 床版のモデル化 非線形地震応答

連絡先：高橋 和雄 〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 TEL:095-819-2610 FAX:095-819-2627

1 次振動は、対称モードで固有振動数はモデルⅡ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振動数はモデルⅡ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Ⅱの方が 5%高くなっている。なお、全ての固有振動モードにける固有振動数を比較したところ、新モデルの方が大きい値を示している。これは、新モデルの床版の剛性のほうが大きいからである。

表-1 固有振動数および固有振動モード

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

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Ⅰ種地盤用のタイプⅠおよびタイプⅡの標準波形を用い、地域別補正係数($C_2=0.7$)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。応答を比較するにあたって、両タイプの 3 波平均を用いる。

図-5にⅠ種地盤用タイプⅠ(T113)地震波を橋軸直角方向に作用させた場合の外側アーチリブ基部の軸力の時刻歴応答を、図-6にⅠ種地盤用タイプⅠ地震波を橋軸直角方向に作用させた場合の外側アーチリブの軸力及びひずみの 3 波平均を示す。図-6の縦軸は軸力及びひずみを降伏軸力および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。

図-5より、軸力は、ほとんどの時刻において新モデルの方が小さく、負の値を示すことがわかる。また、図-6(a)より、軸力は降伏軸力に達していないことがわかるが、図-6(b)を見ると、アーチリブ基部付近で降伏ひずみを上回っていることがわかる。

5. まとめ

本研究での知見を以下に示す。

- (1)全ての固有振動モードにおいて、新モデルの振動数の方が高い。また、面外固有振動数に及ぼす影響の方が大きい。
- (2)アーチリブへのモデル化の影響

新モデルの最大応答値の方が小さくなることが明らかになった。

- ・橋軸直角方向加震時における影響は大きい（軸力：-10%、面外曲げモーメント：-1%、ひずみ：-14%）。
- ・橋軸方向加震時におけるモデル化の影響はほとんどない。（軸力：-2%、面内曲げモーメント：-2%、ひずみ：-2%）。

最後に、第二西海橋の床版のデータを長崎県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。

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

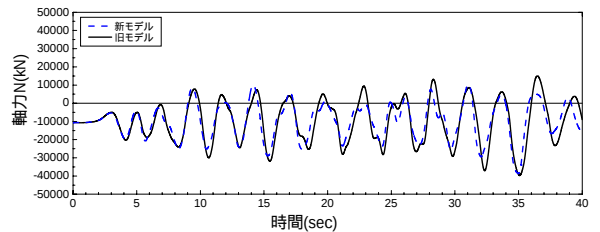
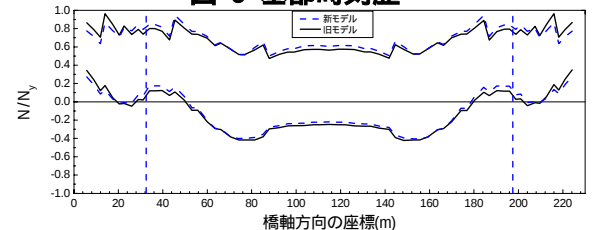
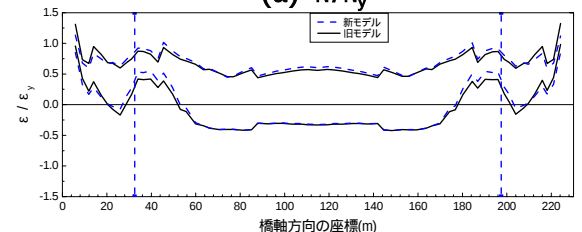


図-5 基部時刻歴

(a) N/N_y (b) ϵ/ϵ_y 図-6 T11₂-3 波平均（アーチリブ）