

新西海橋（CFT アーチ橋）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
三菱重工業（株） 正会員 吉村 光弘

中国・福州大学 非会員 呉 慶雄
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・中露式アーチ橋は地震時の挙動が複雑な橋に該当しており、動的解析による耐震検討が必要とされている¹⁾。さらに、挙動が複雑ということで、床版および補剛桁のモデル化の方法によって、動的解析の結果に影響を与えることがあるため、地震応答解析を行う場合には、それらを正しく評価する必要がある。新西海橋に関する既往の研究²⁾では、床版の剛性は有効幅分のみを横桁に考慮した解析モデルが用いられており、剛性を過小評価していたと考えられる。そこで本研究では、新西海橋について、2種類の方法で床版をモデル化した解析モデルを用いて非線形地震応答解析を行い、床版のモデル化が橋全体の応答に及ぼす影響を明らかにする。

2. 新西海橋の概要および解析モデル

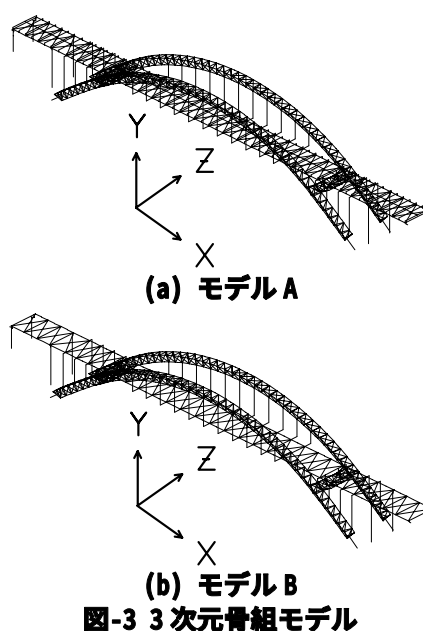
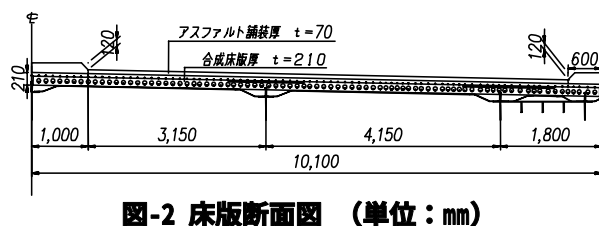
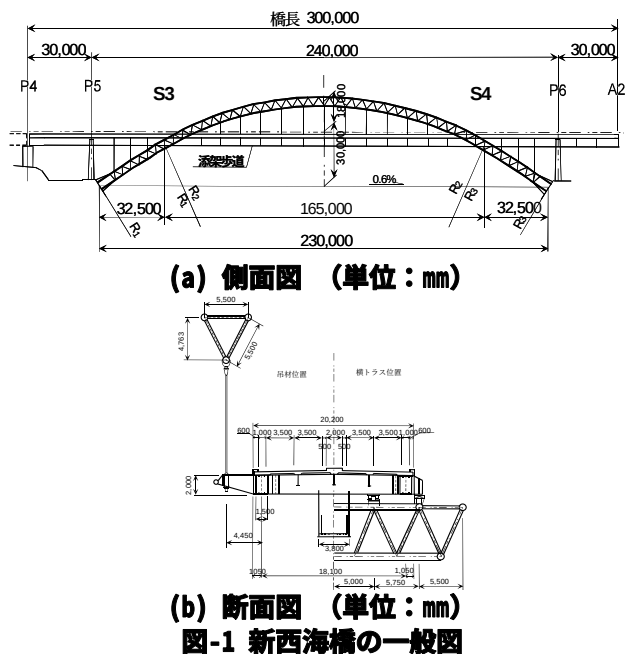
新西海橋は、道路橋としては日本で初めて、CFT（コンクリート充填鋼管）をアーチリブに用いた適用事例であり、その主な構造諸元は、橋長 300m、アーチ支間 230m、アーチライズ 48m、幅員 20.2m である（図-1(a),(b)）。アーチリブは、3本の鋼管を組み合わせた三角形断面のパイプトラス構造を形成しており、それぞれの弦材に高流動コンクリートを充填した CFT 構造である。

床版は、底鋼版、補強リブおよび配力鉄筋の3種類の鋼部材とコンクリートで構成される合成床版で、厚さは21cmである（図-2）。

非線形地震応答解析には、図-3に示すような3次元骨組モデルを用いる。ここで、モデル A（図-3(a)）は、床版を一本のはり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考慮したモデルである。モデル B（図-3(b)）は、床版の重量は補剛桁に、剛性は有効幅分のみ横桁に合成断面として考慮したモデルである。

3. 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、応答値を評価する。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($C_z=0.7$)で振幅補正して橋軸方向(x)および橋軸直角方向(z)に入力する。



3.1 1方向単独加振の場合

図-4および図-5にタイプ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および補剛桁の3波平均の応答を示す。

ひずみおよび軸力は、アーチリブ基部で最大応答を示し、ひずみは降伏ひずみを上回っているが、軸力は降伏軸力には達していない(図-4(a),(b))。面内・面外曲げモーメントに関してもアーチリブ基部で最大応答を示す結果が得られた。

モデル化の影響を調べるために、モデルAの解析結果が最大値を示した箇所の応答値を比較すると、外側アーチリブのひずみは14%、軸力は10%、面内曲げモーメントは4%、面外曲げモーメントは1%、モデルAの応答値が小さい。また、補剛桁のひずみは、モデルAの応答値が23%小さい。

3.2 2方向同時加振の場合

図-6および図-7にタイプI地震波を2方向同時加振した場合の外側アーチリブおよび補剛桁の3波平均の応答を示す。

アーチリブ基部でひずみが降伏ひずみを上回っていることや軸力が基部で最大応答を示していることなどの応答特性は1方向単独加振時の場合と同様である。

応答値を比較すると、外側アーチリブのひずみは11%、軸力は7%、モデルAの応答が小さい。一方、面内曲げモーメントは14%、面外曲げモーメントは3%、モデルAの応答が大きい。また、補剛桁のひずみは、モデルAの応答が15%小さい。

4. まとめ

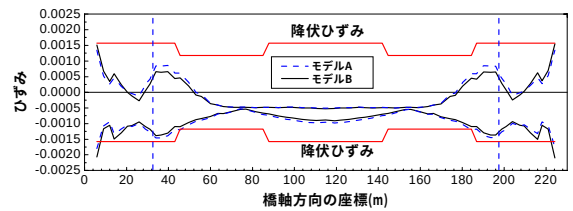
i) 1方向単独加振時の場合

- 橋軸直角方向加振時は、アーチリブ、補剛桁および橋脚の応答結果に大きな差が生じる。
- 橋軸方向加振時のアーチリブおよび橋脚の応答結果にはほとんど差が生じないが、補剛桁の応答には大きな差が生じる。

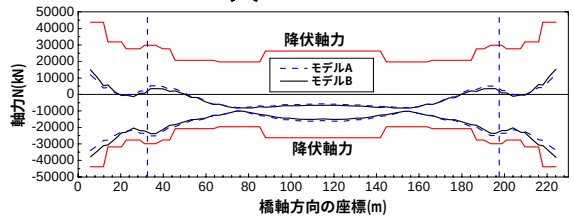
ii) 2方向同時加振時の場合

- アーチリブ、補剛桁および橋脚の応答結果に大きな差が生じる。

以上のことから、床版のモデル化の方法によって応答結果に差が大きく生じる場合があるため、地震応答解析を行う場合には、床版全幅の剛性を考慮している床版モデル(モデルA)を用いる必要があると考えられる。



(a) ひずみ



(b) 軸力 N (kN)

図-4 T11z-3 波平均
(橋軸直角方向加振：外側アーチリブ)

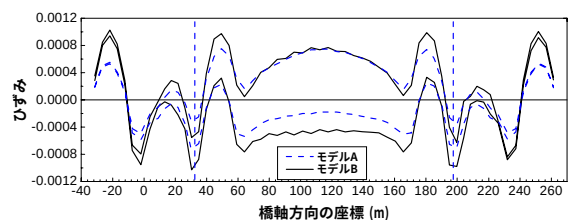
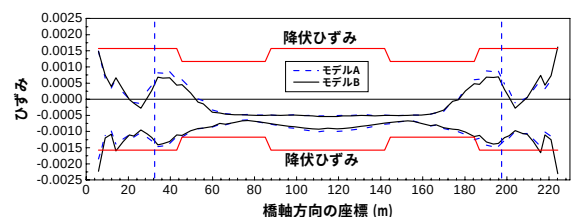
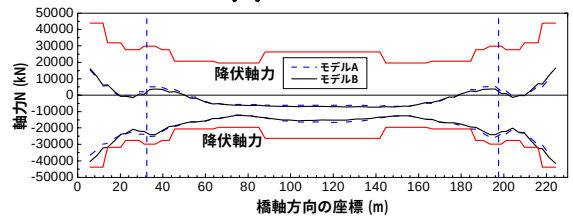


図-5 T11z-3 波平均 (橋軸直角方向加振：補剛桁)



(a) ひずみ



(b) 軸力 N (kN)

図-6 T11xz-3 波平均
(2方向同時加振：外側アーチリブ)

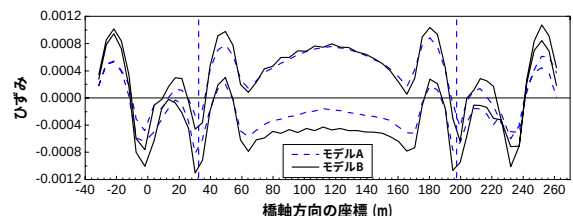


図-7 T11xz-3 波平均 (2方向同時加振：補剛桁)

最後に、新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

- 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
- M. Yoshimura, Q. Wu, K. Takahashi, S. Nakamura, and K. Furukawa: Vibration analysis of the Second Saikai Bridge-a concrete filled tubular (CFT) arch bridge, Journal of Sound and Vibration (under printing), 2005