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

横河工事株式会社　正会員　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

新西海橋は、中路式アーチ橋であり、「地震時の挙動が複雑である橋」に該当している。さらに、アーチリブに CFT を用いているため、重量が大きく、アーチ効果が効かない面外方向の地震動に対して不利であることが予想される。したがって、動的解析による耐震検討が必要である[1)]。そして、既往の研究時は、床版は設計中であったため、当時の研究に用いられた解析モデルは、完成断面を基に作成した解析モデルではなかった。

そこで本研究では、新西海橋の完成断面を基に再作成した、床版のモデル化が異なる 2 つの解析モデルを用いて非線形地震応答解析を行い、床版モデルの相違が橋全体の応答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 CFT アーチリブを使用した、中路式ブレースドリブアーチ橋である。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、2）**。

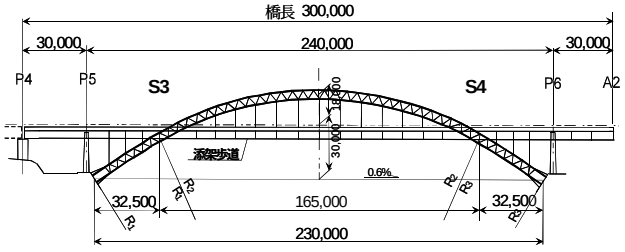
アーチリブは、3 本の鋼管を組み合わせた三角形断面のパイプトラス構造であり、それぞれの弦材に高流動コンクリートを充填した CFT 構造となっている。

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）**。

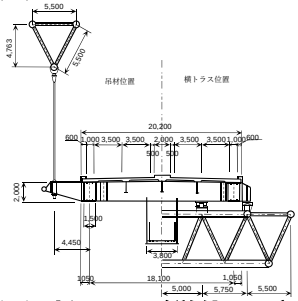
非線形地震応答解析には、**図-3** に示すような 3 次元骨組モデルを用いる。ここで、モデル A **（図-3(a)）** は、床版を一本のはり部材としてモデル化し、その部材に床版の重量および剛性を考慮したモデルである。モデル B**（図-3(b)）**は、床版の重量は補剛桁に、剛性は有効幅分のみ横桁に合成断面として考慮したモデルである。

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



(a) 側面図　（単位：mm）



(b) 断面図　（単位：mm）

図-1 新西海橋の一般図

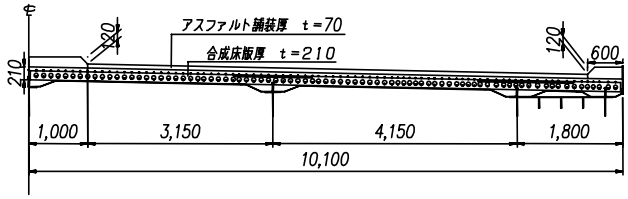
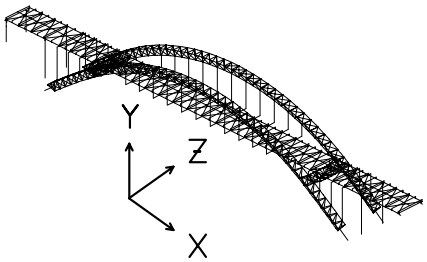
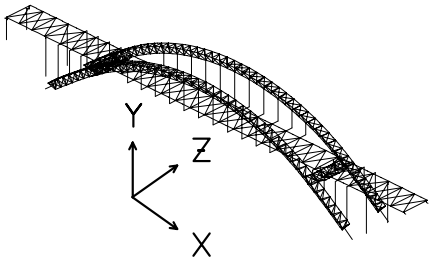


図-2 床版断面図　（単位：mm）



(a) モデル A



(b) モデル B

図-3 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

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方向単独加震の場合

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 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すると、外側アーチリブのひずみは 14%、軸力は 10%、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方向同時加震の場合

図-6 および **図-7** にタイプ I 地震波を 2 方向同時加震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 方向単独加震時の場合と同様である。

応答値を比較するすると、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。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

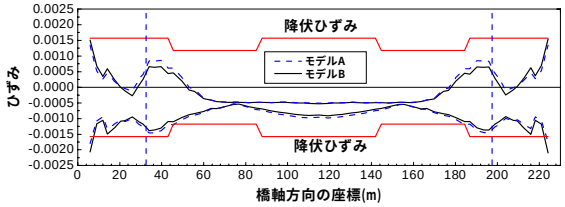
i) 1 方向単独加震時の場合

- 橋軸直角方向加震時は、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。
- 橋軸方向加震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。

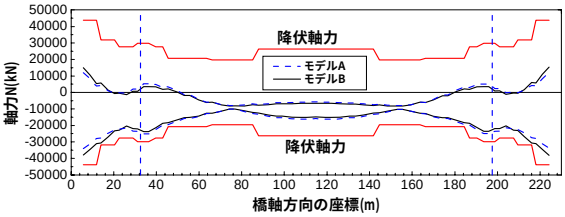
ii) 2 方向同時加震時の場合

- 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。

地震応答解析より、両モデルの応答特徴は、ほぼ一致しているが、応答結果は、差が大きく生じる場合があるため、概略設計においては、両モデルともに有効であるが、詳細設計においては、床版全幅の剛性を考慮する。もしくは、床版の有効幅を割り増しするなどの解析モデルの改良が必要であると考えられる。



(a) ひずみ



(b) 軸力 N (kN)

図-4　T11z-3 波平均
（橋軸直角方向加震：外側アーチリブ）

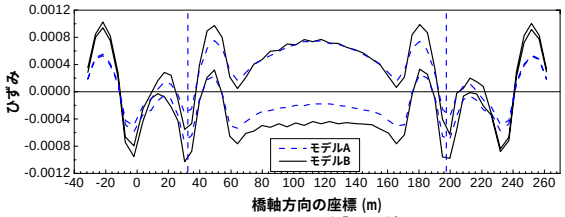
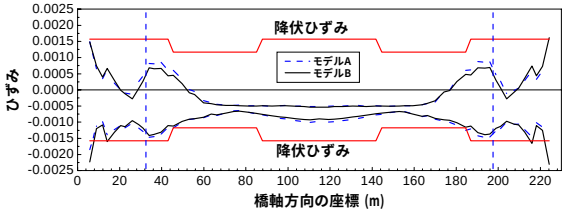
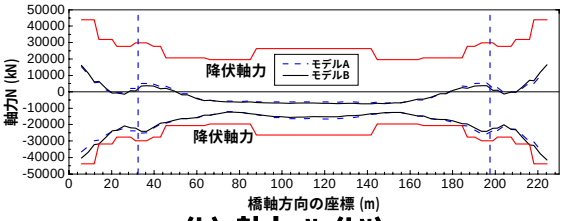


図-5　T11z-3 波平均
（橋軸直角方向加震：補剛桁）



(a) ひずみ



(b) 軸力 N (kN)

図-6　T11xz-3 波平均
（2 方向同時加震：外側アーチリブ）

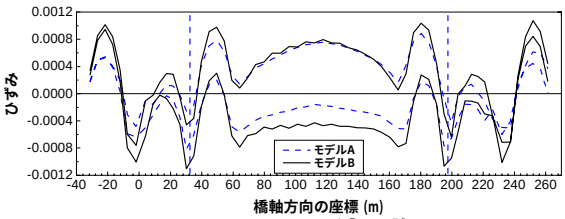


図-7　T11xz-3 波平均
（2 方向同時加震：補剛桁）

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

1) 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.