

第二西海橋(仮称)の地震応答特性に及ぼす非線形モデルの影響

長崎大学大学院 学生会員 藤田洋幸 長崎大学工学部 正会員 呉 慶雄
 長崎大学工学部 フェロー会員 高橋和雄 三菱重工業(株) 正会員 吉村光弘
 長崎県土木部 非会員 古川和義 長崎大学工学部 正会員 中村聖三

1. まえがき

長崎県に建設中の第二西海橋(仮称)は道路橋では日本で初めて採用されるコンクリート充填鋼管(CFT)構造を用いたアーチ橋(中路式ブレースドリブアーチ橋)であるが、この形式の橋梁の耐震性については解析実績がほとんどなく不明な点が多い。既往の研究¹⁾により第二西海橋の固有振動特性、走行荷重による応答特性、非線形地震応答特性および耐震性が明らかにされている。しかし、アーチリブにおける非線形モデルとして簡便な N-M- モデルのみを用いており、厳密な非線形モデルとの比較・検討がなされていない。

引き続き本研究では、第二西海橋の地震応答解析を 軸力変動を考慮したバイリニア N-M- モデルとファイバーモデルの 2 個の非線形モデルを用いて実施し、地震応答の比較から本橋のアーチリブにおける N-M- モデルの適用性を判断する。

2. 第二西海橋の概要

第二西海橋は CFT を用いた鋼中路ブレースドリブアーチ橋である。橋長は 300m、アーチ支間長は 230m である。アーチリブは直径 812.8mm の鋼管に高流動コンクリートを充填した CFT であり、床版は合成床版である¹⁾。

3. 非線形地震応答解析

特性の異なる N-M- モデルおよびファイバーモデルの 2 つの非線形モデルを用いる。N-M- モデルの非線形特性は、加震方向の断面力が支配的な方向にのみ設定され、これに直交した方向成分は独立した線形として扱うため、制約を受けることになる。一方、ファイバーモデルは 2 軸曲げの非線形性を同時に評価している²⁾。

(1) 非線形モデル

アーチリブの鋼管およびコンクリートの応力-ひずみ曲線を図-1に示す³⁾。図-2に軸力変動を考慮したバイリニア N-M- モデルを示す。また、ファイバーモデルでは断面を鋼管については半径方向に 2 分割、コンクリートについては半径方向に 10 分割し、それぞれ周方向に 16 分割する(図-3(a))。コンクリートの構成則を図-3(b)に示す。ファイバーモデルは実際の部材断面を細かく分割するためより厳密なモデルであるが、モデル化と数値に時間を要する。吊材は圧縮に

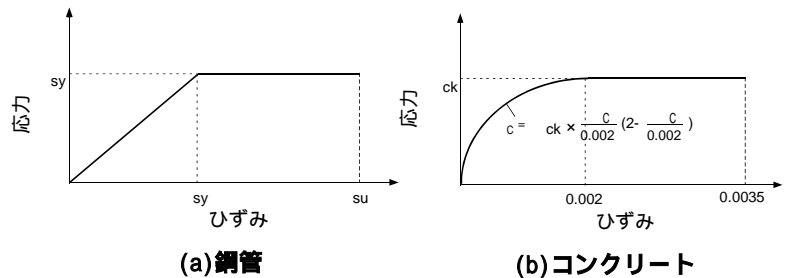


図-1 応力-ひずみ曲線

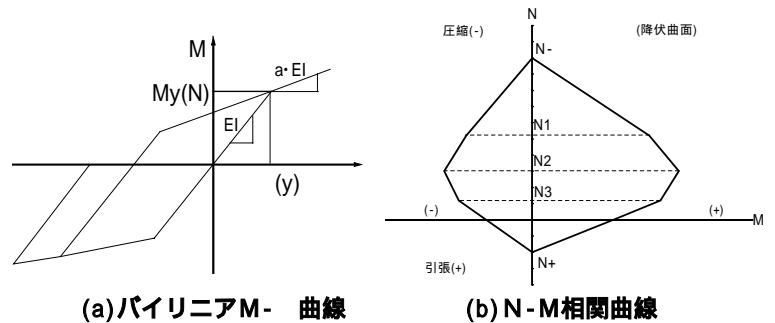


図-2 軸力変動を考慮したバイリニア N-M- モデル

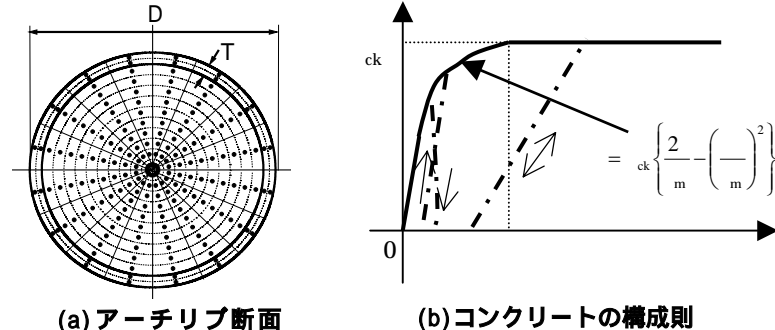


図-3 ファイバーモデル

キーワード：コンクリート充填鋼管(CFT)、アーチ橋、非線形地震応答
 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 Fax.095-819-2627

抵抗できない部材とし、橋脚は線形とする。

(2) 入力条件

道路橋示方書⁴⁾に基づいて、橋軸、橋軸直角方向に地震波を入力する。入力地震波は、タイプ の種地盤の標準波形で、積分時間間隔 0.0025sec、継続時間を 20sec とする。地域別補正係数 C_z は 0.7、減衰はレリー減衰、解析ソフトは TDAP を用いる。

(3) 橋軸方向の地震応答

外側上弦材の最大・最小応答変位分布を 図 - 4、外側上弦材の最大・最小軸力分布を 図 - 5、外側上弦材のスプリング部の M_z - 履歴曲線を 図 - 6 に示す。図 - 4 および 図 - 5 より、N-M- モデルの地震応答はファイバーモデルよりも小さい。また、図 - 6 より両モデルの剛性は一致し、剛性低下が見られない。このことから、橋軸方向の地震応答は線形の領域であることがわかる。

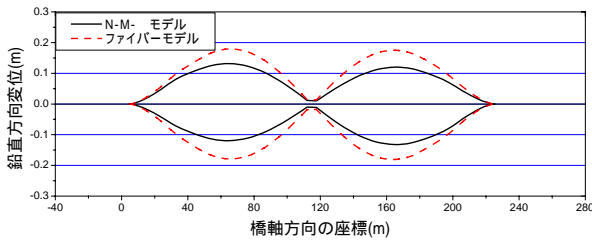


図 - 4 外側上弦材の最大・最小応答変位分布図 (橋軸方向)

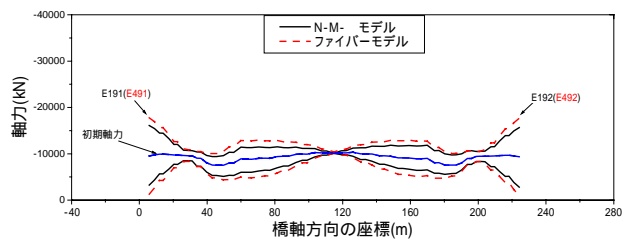


図 - 5 外側上弦材最大・最小軸力分布図 (橋軸方向)

(4) 橋軸直角方向の地震応答

外側上弦材のスプリング部の断面力の時刻歴を 図 - 7、外側上弦材のクラウン部の橋軸直角方向の変位時刻歴を 図 - 8、外側上弦材のスプリング部の M_z - 履歴曲線を 図 - 9 に示す。図 - 7 および 図 - 8 より、橋軸直角方向加震時の N-M- モデルの地震応答はファイバーモデルの結果と比較して、部材塑性化後の変位および断面力の最大値とも小さな応答値を示している。また 図 - 9 より、N-M- モデルの剛性低下はファイバーモデルよりも大きい。

4. まとめ

本研究より、N-M- モデルは入力モデル作成の時間が少なく簡単であるが、地震応答をより正確に評価するファイバーモデルと比較して小さな応答を示すことがわかる。このことから、実際の地震応答を過小評価するおそれがある。アーチリブは軸力の変動が大きく、2 軸曲げ状態が発生することから、本橋では非線形モデルとして N-M- モデルよりも厳密なファイバーモデルを使用すべきである。

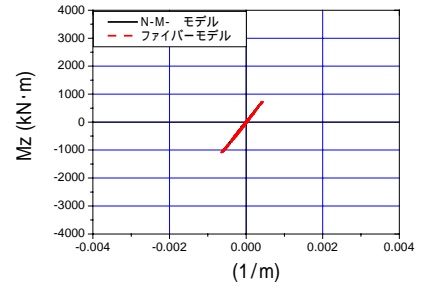
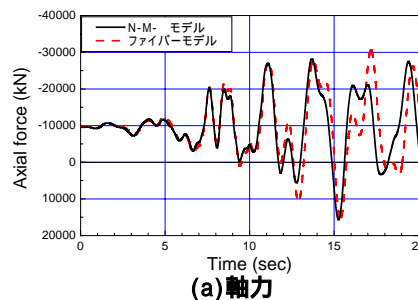
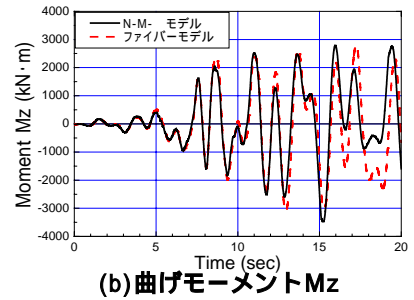


図 - 6 外側上弦材のスプリング部の M_z - 履歴曲線 (橋軸方向)



(a) 軸力



(b) 曲げモーメント M_z

図 - 7 外側上弦材のスプリング部の断面力時刻歴 (橋軸直角方向)

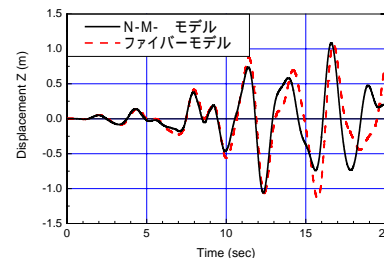


図 - 8 外側上弦材のクラウン部の変位時刻歴 (橋軸直角方向)

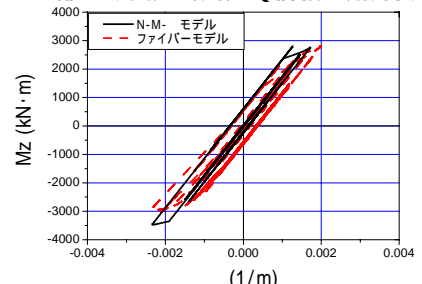


図 - 9 外側上弦材のスプリング部の M_z - 履歴曲線 (橋軸直角方向)

参考文献 1) 呉,高橋,保手浜,吉村,中村,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 回年次学術講演概要集,第 1 部門,pp.1115-1116,2002. 2) 大塚久哲:中径間橋梁の動的耐震設計,九州大学出版会,2000. 3) 土木学会:鋼構造設計指針 PART B 合成構造,1997. 4) (社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説耐震設計編,1996.12.