

I - B35

R C部材の非線形モデル化による地震応答特性の違いに関する基礎的考察

九州大学大学院 学生員 浜崎大輔  
 九州大学大学院 フェロー 大塚久哲  
 (株)銭高組 正員 水取和幸

1. はじめに

アーチ橋、吊橋、斜張橋などに代表される「地震時挙動が複雑な橋梁」については、平成8年の道路橋示方書の改訂に伴い、非線形特性を考慮した動的解析による耐震設計が規定された。これに伴い、より部材の非線形性を詳細に評価できるファイバーモデルなどによる当該橋梁の耐震性把握に関する研究が活発に行われている。

本研究は、曲げ非線形特性の評価方法の違いが構造物の動的応答特性に及ぼす影響を把握するため、中路的R Cアーチ橋を対象とし、軸力一定梁モデル、軸力変動梁モデルおよびファイバーモデルによる3次元弾塑性時刻歴応答解析を実施し、考察を行ったものである。

2. 解析手法

解析では、既存の支間長92mの中路的R Cアーチ橋を図-1に示すような立体骨組にモデル化した<sup>1)</sup>。主桁は床組構成梁に床版の剛性を考慮した線形梁要素、アーチリブは各断面ごとに算出された非線形梁要素、吊りケーブルは線形棒要素とし、各部材の減衰定数は、補剛桁を0.03、アーチ部材および吊りケーブルを0.05とした。

入力地震動には、兵庫県南部地震において神戸海洋気象台で観測された記録を用い、EW成分を橋軸方向、NS成分を橋軸直角方向、UD成分を鉛直方向に同時入力した。

3. 解析結果

橋軸直角方向曲げによるアーチリブの最大モーメント  $M_y$  および最大曲率  $\phi_y$  の分布をそれぞれ図-2、図-3に示す。分布形状には、非線形モデルによる差は見られない。しかしながら、応答値は各モデルで異なっており、曲げモーメントはファイバーモデルが最も大きく、次いで軸力変動梁モデル、軸力一定梁モデルと続くのに対し、曲率では2つの梁モデルがファイバーモデルよりも大きな値を示している。さらに詳しく考察するため、2軸曲げの影響が小さい横梁接合部部材の  $M_y - \phi_y$  履歴曲線を図-4に示す。ファイバーモデルでは2軸曲げおよび軸力変動を考慮可能であるが、本部材では2軸曲げの影響が小さいため、梁モデルでも軸力変動を考慮することで、ファイバーモデルに近い挙動を示すと考えられる。しかしながら、ファイバーモデルの曲げ剛性は梁モデルよりも大きな値となった。このことより、ファイバーモデ

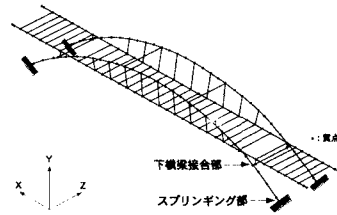


図-1 解析モデル

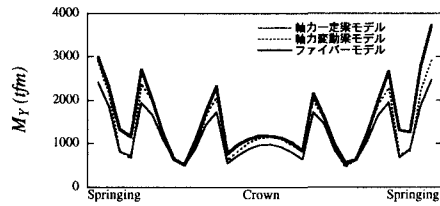


図-2 最大モーメント  $M_y$  分布

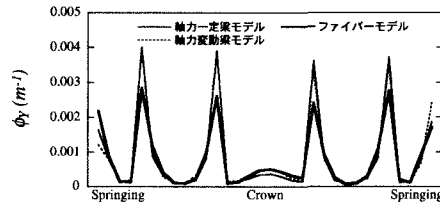


図-3 最大曲率  $\phi_y$  分布

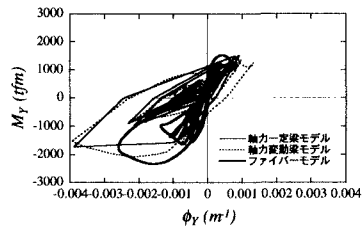


図-4 横梁接合部における  $M_y - \phi_y$  履歴曲線

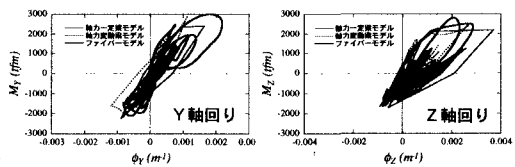


図-5 スプリング部における  $M - \phi$  履歴曲線

キーワード：中路的R Cアーチ橋、時刻歴応答解析、ファイバーモデル、軸力変動  
 連絡先：〒812-8581 福岡県福岡市東区箱崎6-10-1 TEL:(092)642-3266 FAX:(092)642-3266

ルで発生する軸力が梁モデルの軸力よりも大きいことが予想される。一方、2軸回りとも損傷しているスプリング部の  $M_y-\phi_y$  および  $M_z-\phi_z$  履歴曲線を図-5に示す。本断面では、2軸荷荷による静的解析において、ファイバーモデルの曲げ耐力が梁モデルに比べ低下することを確認しているが、動的解析ではファイバーモデルによる曲げモーメントが梁モデルに比べ大きくなる結果となった。2軸曲げを受ける部材だけではなく1軸曲げの部材においても曲げモーメントおよび曲げ剛性が增大していることから、以上の値の増加は軸力の増加による影響であると考えられる。

図-6, 7にそれぞれ軸力変動モデルおよびファイバーモデルにおける横繫ぎ梁接合部の曲げモーメント  $M_y$ 、曲率  $\phi_y$ 、軸力および部材軸方向加速度の時刻歴を併せて示す。なお、グラフは最大応答値を含む主要な6秒間についてのものである。ファイバーモデル、軸力変動梁モデルともに、最大曲げモーメントは解析開始から5.7秒付近で負側に発生するが、その時刻での軸力応答は梁モデルで1800tf弱となっているのに対し、ファイバーモデルでは2100tfを超える軸力が発生している。これより、ファイバーモデルでの曲げ耐力、曲げ剛性の増加は、最大曲げモーメント発生時の軸力が梁モデルに比べて大きくなるのが原因の一つであると示された。

次に、軸力の増大の原因を探るため、軸力変動梁モデル、ファイバーモデルについて、さらに考察を加える。同図において、軸力変動梁モデルは各応答値の発生時刻に関連性が見られないが、ファイバーモデルでは軸力増加が常に加速度が増加する瞬間に起こっており、軸方向加速度の急激な上昇がファイバーモデルの軸力増加の原因であることが分かる。また、加速度と曲率  $\phi_y$  の時刻歴より、ファイバーモデルでは曲率が0を横切る瞬間に加速度の増大が生じていることが確認でき、部材の変形が軸方向応答値の増大を引き起こすことが予想できる。この現象の原因としては、コンクリートファイバーのひずみが引張から圧縮へ移動する際に急激に応力を負担することが挙げられる。

以上より、ファイバーモデルによる動的解析を実施した場合、2軸曲げによる耐力低下を評価できるものの、軸力増加により発生曲げモーメントが増加する傾向が見られ、必ずしも梁モデルよりも曲げモーメントが小さくなるとは限らないことが示された。

#### 4.まとめ

- (1) ファイバーモデルを用いた動的解析では、曲率が0を横切る瞬間に軸力が増加することが判明した。
- (2) ファイバーモデルでは応力計算時に部材方向応答が大きくなる。
- (3) ファイバーモデルによる動的解析では、2軸曲げによる曲げ耐力低下の他、(1)による軸力増加により発生曲げモーメントが大きくなる傾向が見られた。

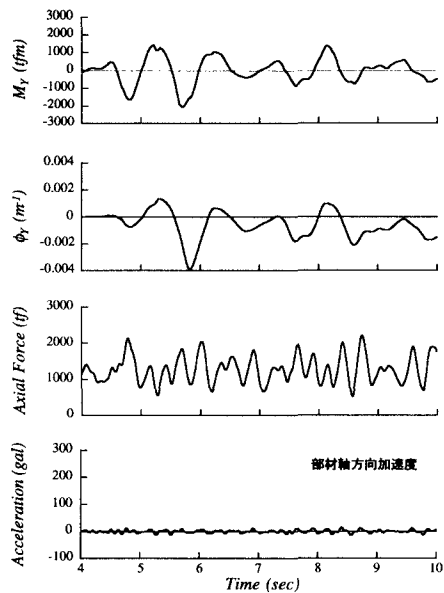


図-6 横繫ぎ梁接合部における各応答時刻歴 (軸力変動梁モデル)

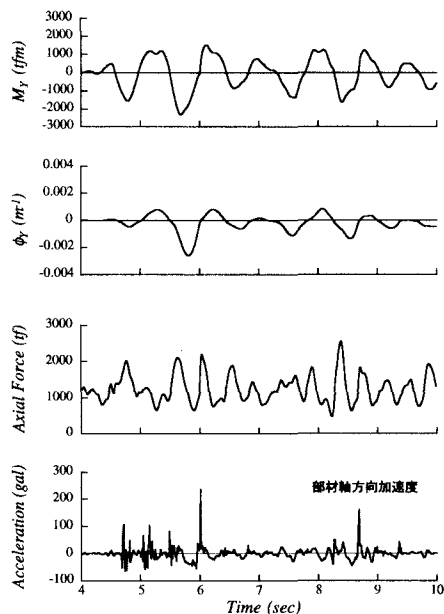


図-7 横繫ぎ梁接合部における各応答時刻歴 (ファイバーモデル)

#### 参考文献

- 1) 水取他：中路的RCアーチ橋の地震応答と耐震性評価，構造工学論文集，Vol.44A，1998.3.