

I - B365 ファイバーモデルによる2層ラーメン橋脚の地震応答解析

大成建設 ○ 正会員 畑 明仁
 同上 正会員 白石 俊英
 同上 正会員 岡本 晋

1. はじめに

兵庫県南部地震以後、橋梁の耐震設計における非線形動的解析の重要性が高まりつつある。本報告ではこれから徐々に実務にも適用されていくと予想されるファイバーモデルの数値挙動を確認するために、標準的なRC2層ラーメン橋脚の動的解析を2種類のメッシュ分割について行った。本文ではその結果の概要を報告する。

2. 解析モデル

解析対象橋脚は、兵庫県南部地震で被災した鉄道橋¹⁾を参考に、図-1に示すラーメン橋脚とした。この橋脚は地中ばり上端から高さ10.3mの2層ラーメンで柱断面は0.9m角の矩形断面、上層はりは0.7m×0.72mの矩形断面を有し、上層ばりの上には0.28m厚のスラブが上載されている。地中ばり上端から5.3mの位置にある中層はり、0.7m×1.1mの矩形断面を有している。

モデル化の際には、道路橋示方書下部構造編に従って柱・はり接合部に剛域を設け、その他の部分はファイバーモデルにより断面応答を評価する非線形はり要素でモデル化した。図-2にメッシュ分割を示す。本解析ではメッシュ分割の影響が解析結果に及ぼす影響を確認するために2種類のメッシュを用いた。モデルAでは剛域のとなりにはヒンジ要素を設け、ヒンジ要素間の一般部は変形が反曲点を持つことを考慮して2分割している。モデルBではヒンジ要素、ヒンジ要素間の一般部ともに細かく分割した。なお、上層はりにはスラブも考慮したT型断面とした。

材料ルールのうち、コンクリートの骨格曲線は道路橋示方書耐震設計編に準じ、鉄筋は完全弾塑性型のバイリニアモデルとした。

3. 解析結果

動的解析に先行して、水平耐力、固有周期を確認するために静解析と固有値解析を行った。図-3に橋脚の天端左端に右向きの水平強制変位を0~20cmまで入力した時の作用水平力-天端左端変位曲線を示す。橋脚の水平耐力はピーク時に1708kNで、その後軟化挙動を示した後1611kNの耐力を変位20cmの点まで保持する。ピーク耐力値は橋梁全重量2555kNの67%となる。最初の部材降伏は右柱下端と中層はり右端においてほぼ同時に発生した。なお、固有値解析の結果、固有周期は0.32秒であった。

動的解析に用いた入力波は兵庫県南部地震時の神戸海洋気象台のNS成分の主要動部6秒間とし、地中ばり上端に直接入力した。地中ばり上端への入力波形、右柱上端の応答加速度と応答相対変位の時刻歴波形を図-4に示す。今回検討した2ケースでは、応答に若干の違いはあるものの、その差は極めて小さい。

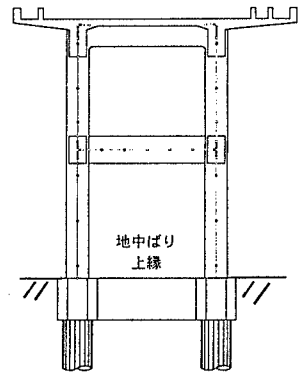


図-1 ラーメン橋脚一般構造図

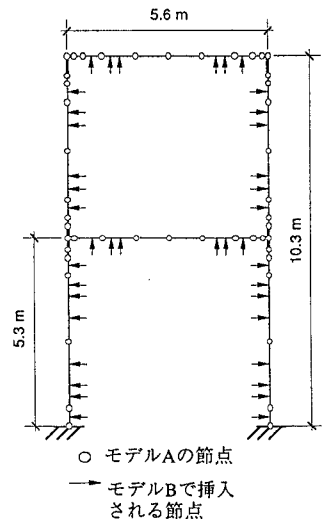


図-2 メッシュ分割図

キーワード：橋梁、地震応答解析、非線形解析、ファイバーモデル

連絡先：横浜市戸塚区名瀬町344-1、TEL：045-814-7230、FAX：045-814-7251、E-mail：hata@mb.ce.taisei.co.jp

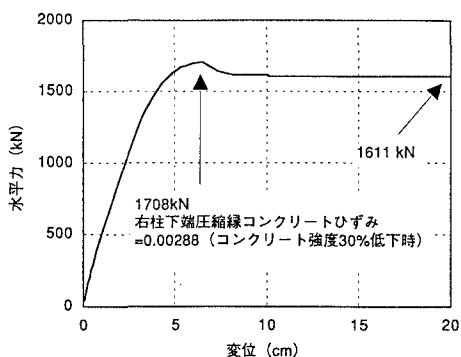


図-3 ラーメン橋脚の水平力-変位関係

図-5にはモデルAとモデルBそれぞれにおいて部材降伏が生じた要素を比較して示す。両モデルのはりの塑性ヒンジ長は一致しているが、柱部材については塑性ヒンジ長に差が見られた。すなわち、要素長を短くすると、より詳細に降伏域が評価される。ただし、両解析による塑性ヒンジ域とも道路橋示方書²⁾に示される塑性ヒンジ長の算出方法による値とほぼ一致している。

表-1に右柱上端の加速度および柱下端との相対変位の最大応答、並びに右柱下端の反力の最大応答を比較して示す。両モデルの応答を比較すると、その差は最大5%程度であり先に述べた塑性ヒンジ長の影響はほとんどなく、有意な差は認められない。

4. まとめ

ファイバーモデルによる非線形はり要素を用いたラーメン構造の動的解析を行う際、材端に塑性ヒンジを表す要素を設け、ヒンジ要素間の一般部を2分割したフレームモデルを用いれば、それ以上に細かなメッシュ分割を行ったモデルと同程度の精度で動的解析結果が得られることがわかった。

なお、本解析の一部は土木学会コンクリート委員会耐震研究小委員会の活動の一貫として行ったものである。

参考文献)

1) 阪神淡路大震災調査報告 土木構造物の被害 橋梁、pp.239-253、土木学会、1996.12

2) 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、pp.128-129、日本道路協会、平成8年12月

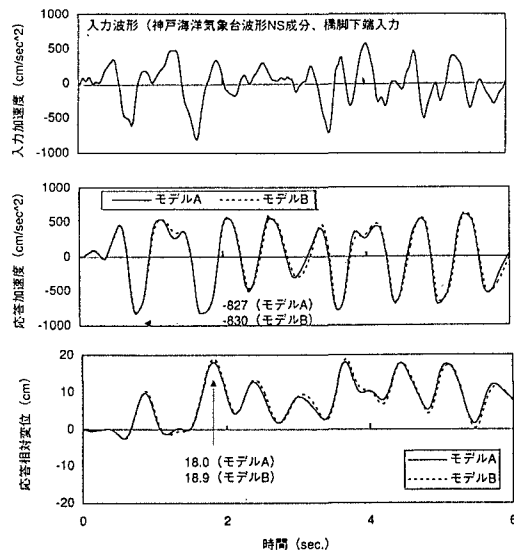


図-4 時刻歴波形

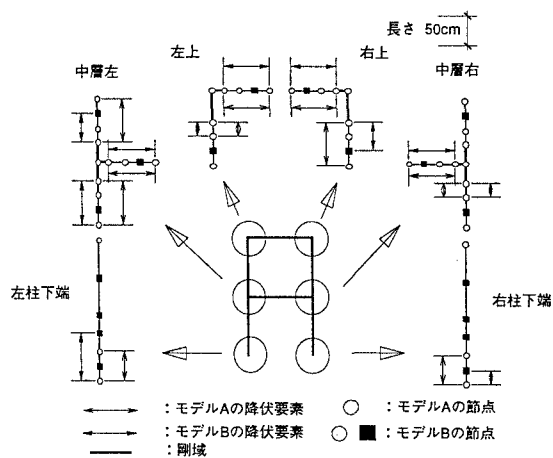


図-5 地震応答により降伏した要素の比較

表-1 各種応答の最大値

	右柱上端の応答値		右柱下端の応答値			
	加速度 (Gal)	相対 変位 (cm)	曲げ モーメント (kN・m)	柱せん 断力 (kN)	軸力	
モデルA	827	18.0	3991	1389	圧縮 (kN)	引張 (kN)
モデルB	830	18.9	3918	1356	4359	902
					4318	908