

曲線橋の耐震設計初期検討時における二次元平面モデルの適用性に関する検討

摂南大学大学院 学会員 ○川野 真裕
摂南大学工学部 正会員 頭井 洋

1. まえがき

曲線橋の耐震設計に用いる解析モデルとして、3次元詳細モデルを用いるのが一般的である。しかし、レベル2地震時に対する初期検討時に、2次元平面モデルにより実用的な精度で非線形応答挙動を予測できれば効率的である。そこで、本研究では、2次元平面モデルによりどの程度の精度で曲線橋の非線形挙動を予測するかを3次元詳細モデルとの比較より検討する。

2. 対象橋の解析モデル

図-1に示す3径間連続曲線桁橋を計算モデルとする。上部構造は4本のI型主桁とし、1径間当りの重量は3000kNとする。P1からP4の4本の橋脚には表-1に示す同一諸元を用いる。橋脚高さは10mとしている。震度法レベル橋脚の補強を行い、降伏強度を水平震度換算で0.4程度とした場合と、保耐法設計した(降伏強度は水平震度換算で0.6程度)橋脚断面の2種類について検討を行う。免震支承の諸元は、変位制御型の免震支承の設計法¹⁾より決めた。表-2に免震支承の諸元を示す。震度法レベルの橋脚に関しては、上部構造の目標変位を30cm、保耐法レベルの橋脚は、上部構造の目標変位を20cmとした。入力地震波として、道示の2種地盤のレベル2タイプ2の標準地震波(type221, type222, type223)を用いる。

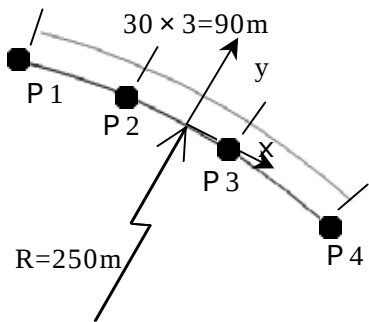


図-1 3径間連続曲線桁橋

表-1 橋脚の力学諸元

	橋軸方向				橋軸直角方向			
	降伏強度 (kN)	降伏変位 (m)	終局強度 (kN)	終局変位 (m)	降伏強度 (kN)	降伏変位 (m)	終局強度 (kN)	終局変位 (m)
保耐法レベル	2690	0.04	3599	0.31	2663	0.06	3555	0.39
震度法レベル	1800	0.04	2361	0.21	1768	0.06	2317	0.28

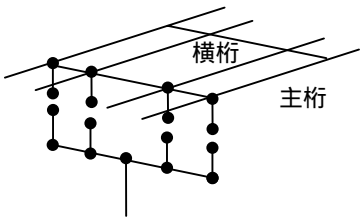
表-2 免震支承の力学諸元

	1次剛性 (kN/m)	2次剛性 (kN/m)	降伏強度 (kN)
保耐法レベル	53253	9153	477
震度法レベル	30129	46350	447

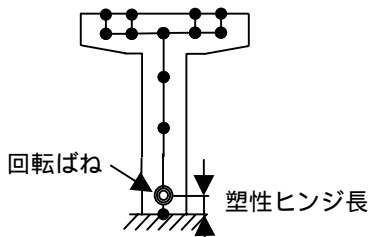
3. 2次元平面モデルと3次元詳細モデル

2次元平面モデルでは、曲線橋の水平面内並進変形(u_x, u_y)と面外曲げ回転角(θ_z)のみを考慮したモデルを用いる。上部構造は、主桁と床版を一本のはりモデルに置き換え、桁の面外曲げに関する断面二次モーメントは、主桁と床版を考慮している。橋脚は、並進ばねで支持された1質点モデルとしている。

上部構造とT型橋脚の3次元詳細モデルを図-2に示す。橋脚の非線形特性は、塑性ヒンジ位置に回転ばねを設けて考慮した。免震支承は、2次元平面モデルと3次元詳細モデルともに非線形バイリニアモデルとしている。



(a) 上部構造の骨組みモデル



(b) RC橋脚の骨組みモデル

図-2 3次元詳細モデル

キーワード 曲線橋, 免震支承, 標準地震波, 三次元詳細モデル, 二次元平面モデル

連絡先 〒572-0074 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 (耐震工学研究室) TEL072-839-9119

4. 非線形時刻歴応答解析結果

地震波の入力方向は、橋軸直角方向の応答変位が最大となる図-1のy方向に入力した。図-3は、計算より得られた橋軸直角方向最大応答変位を示している。

同一地震波に対する2次元平面モデル(2D)と3次元詳細モデル(3D)の応答値を比較する。保耐法レベルの橋脚では上部構造の応答値は2Dと3Dとで、最大で15%程度の差が生じている。橋脚では、2Dと3Dとで最大で18%程度の差が生じている。一方、3Dにおいて、入力地震波の違いにより上部構造で20%、橋脚で37%の差が生じている。

震度法レベルの橋脚での応答値も、傾向は同じであるが、2Dと3Dのモデルによる差は保耐法レベルに比べてやや大きくなっている。2D,3Dともに橋脚の最大変位は降伏変位を大きく上回っており、2Dでは中間橋脚の変位が特に大きくなっていることから2Dでは各橋脚が単体で応答しやすくなっている可能性が考えられる。

図-4は、震度法レベルの中間橋脚の荷重-変位関係を表している。この図より、弾性範囲内での荷重-変位関係は2Dと3Dとで一致しているが、非線形域では最大で15%程度の差が生じている。

図-5は、震度法レベルの中間橋脚と端部橋脚の応答波形を示している。端部橋脚に比べ中間橋脚で2Dと3Dとの差がやや大きくなっている。

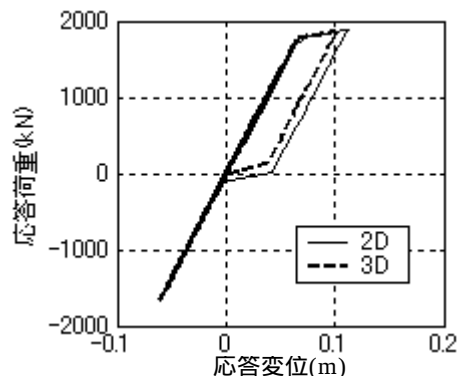


図-4 中間橋脚(震度法レベル)のP-u関係

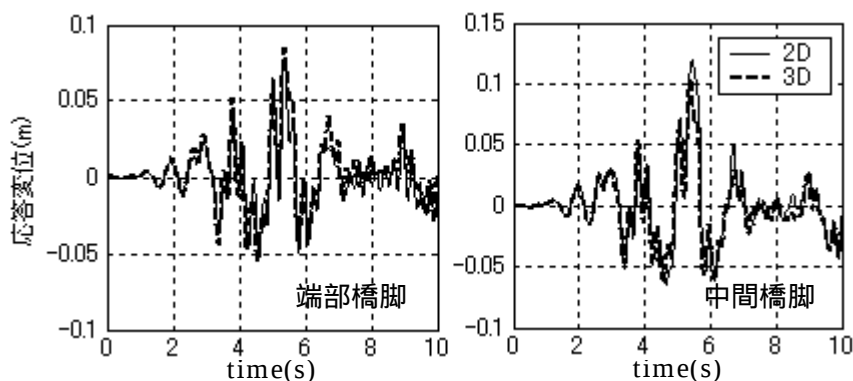


図-5 橋脚の応答波形

5. まとめ

2次元平面モデルと3次元詳細モデルとの比較を行い、解析モデルによる応答値の差は3次元詳細モデルでの入力地震波の違いによる応答値のバラツキ程度となることから、各種デバイスによる制震効果を検討する方法として2次元平面モデルは適用可能と考えられる。

参考文献

- 1) 松田 泰治, 大塚 久哲, 神農 誠, 入江 達雄: 変位制御型の道路橋の免震設計法に関する一考察 構造工学論文集, Vol. 46A, pp907-916, 2000.3
- 2) 日本道路公団協会; 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計法 平成8年12月

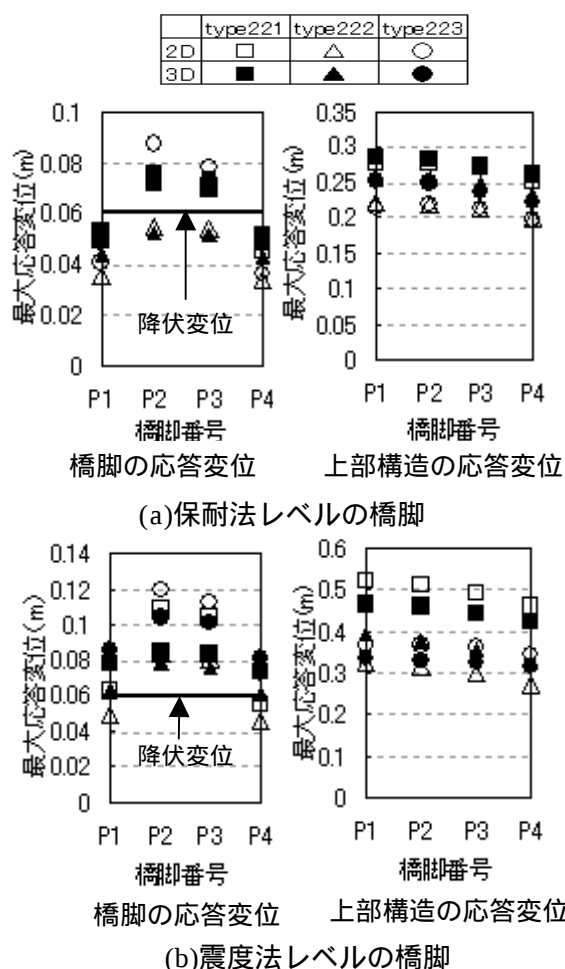


図-3 橋軸直角方向に関する最大応答変位の比較