

V-522 RC2層ラーメンの中層梁の耐力が地震応答に与える影響について

東日本旅客鉄道 正会員 小林 薫
 同 上 正会員 松田 芳範
 同 上 正会員 興石 逸樹

1. はじめに

高さが10mを超えるラーメン高架橋には、柱の曲げモーメントを低減する目的で中層梁を設け、2～3層構造とする場合が多い。中層梁を設けることによって、構造系の不静定次数はより高くなり、構造物の耐震性を考えると望ましいことといえる。

しかし、高次の不静定構造物となった場合の地震時の弾塑性挙動には、各部材の剛性や耐力が相互に影響しあい、より複雑になると考えられる。

そこで、本研究は、中層梁を有する3径間連続RC2層ラーメン高架橋を対象に、部材レベルでの弾塑性時刻歴地震応答解析を行い、中層梁の剛性と耐力が構造物の地震応答に与える影響について検討したものである。

2. 弾塑性時刻歴地震応答解析

図1に、解析対象とした3径間連続RC2層ラーメン高架橋を示す。本ラーメン高架橋は、震度法により水平震度を0.25として設計されたもので、柱の断面は上下層ともに1.1m×1.1mで、中層梁は0.95m×1.2mである。軸方向鉄筋比は柱で2.5%、側径間の中層梁で1.8%、中央径間の中層梁で1.5%となっている。

本解析では集中質量系の解析モデルにより、部材の弾塑性復元力特性を材端剛塑性パネ法により表現している。材端パネの初期剛性は、水平荷重が作用した場合の柱や中層梁の曲げモーメント分布を考慮して決定した。部材の弾塑性復元力特性については、柱部材にM-Nの相関を考慮したトリリニア型とし、中層梁には武田型のループを用いた。各部材の弾塑性復元力特性には、RC部材が曲げ降伏以降に生じる軸方向鉄筋の抜け出しによる変形状を文献1)を参考にして取り入れている。減衰については、瞬間剛性比例型で、5%の減衰定数を仮定した。なお、本解析モデルには、地盤と構造物の動的相互作用による影響は考慮していない。解析に使用した加速度記録は、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（NS成分）の主要動部の15秒間を用いた。数値積分はニューマークのβ法（β=0.25）により行い、時間刻みは0.002秒とした。図2に、解析モデルを示す。

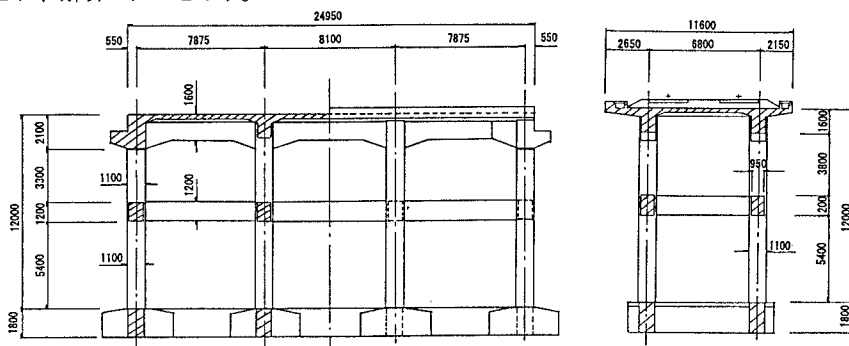


図1 解析対象RC2層ラーメン高架橋

3. 検討ケース

表1に、各検討解析ケースを示す。各検討ケースは、中層梁と柱の剛比に着目して設定した5ケースとした。なお、今回の解析では、柱部材の断面および耐力は設計時点のままで、中層梁は解析ケースの剛比に応じて断面高さを変化させている。これに伴い部材のひび割れ耐力、曲げ降伏耐力は断面高さに応じて算定した値を用いている。

4. 解析結果

4.1 1次固有周期

表2に、固有値解析から求めた各検討ケースにおける1次モ

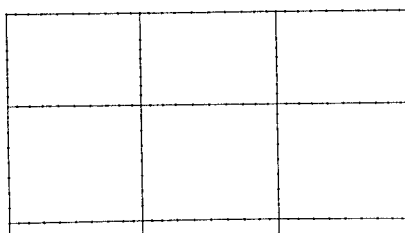


図2 解析モデル

ードでの固有周期を示す。また、図3には、各検討ケースの静的弾塑性解析結果を上層梁位置での水平震度と変位の関係として示す。この結果から、中層梁の剛比を変化させたケース2～5がケース1と比較して構造系の初期剛性が低下していることがわかる。

4.2 応答変位

図4に、上層梁位置における各検討ケースの応答変位波形を示す。応答変位波形では部材の塑性化によって、応答変位のドリフトが生じているが、各検討ケースで残留変位の生じる方向やドリフト量が変化している。これは、中層梁の耐力が各部材の塑性ヒンジの形成順序に影響を与えるためであると思われる。

4.3 部材の最大応答塑性率

図5、図6に、ケース4およびケース5の弾塑性時刻歴地震応答解析後の部材の最大応答塑性率を示す。

中層梁の剛性・耐力を小さくしたケース4では各部材の最大応答塑性率は均一化する傾向となり、ケース2とケース3においてもケース4と類似した結果となっている。また、ケース5のように中層梁の剛性・耐力を大きくすると側径間の中層梁と下層柱の下端部に大きな塑性率が発生している。

表1 解析ケース

Case No	換付ラーメンの各部材の剛比	記号
1	4.279 4.16	換付ラーメン
	0.964 0.937	
	3.324 3.329	
2	4.279 4.16	中層梁の剛比 上層柱と同じ
	1.206 1.206	
	3.324 3.329	
3	4.279 4.16	中層梁の剛比 下層柱と同じ
	1.0 1.0	
	3.324 3.329	
4	4.279 4.16	中層梁の剛比 Case1×0.5
	0.482 0.489	
	3.324 3.329	
5	4.279 4.16	中層梁の剛比 Case1×2.0
	1.928 1.874	
	3.324 3.329	

表2 固有値解析結果

Case No	1次固有周期 (S)
1	0.297
2	0.356
3	0.361
4	0.391
5	0.345

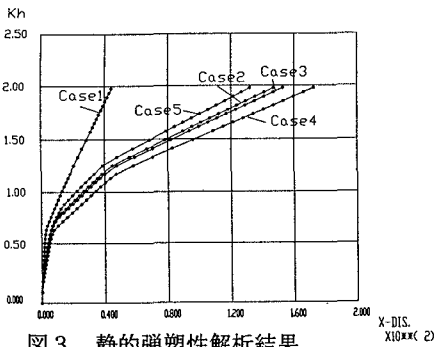


図3 静的弾塑性解析結果

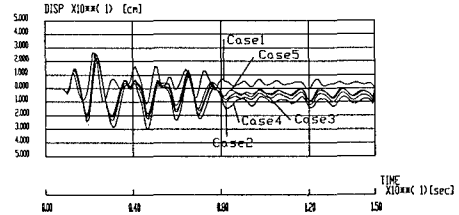


図4 上層梁位置での応答変位波形

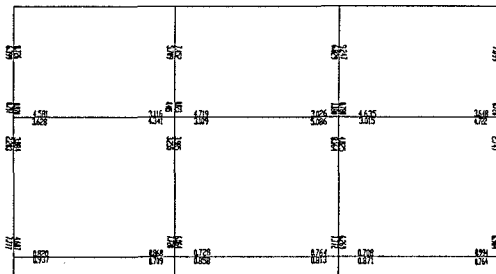


図5 部材の最大応答塑性率 (ケース4)

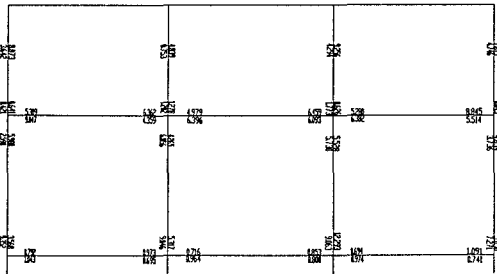


図6 部材の最大塑性率 (ケース5)

5. まとめ

検討結果を以下にまとめる。

- ① 中層梁の剛性によって、構造系の固有周期は影響を受ける。
- ② 中層梁の耐力によって、応答変位がドリフトする方向、ドリフト量が変化する。
- ③ 中層梁の耐力によって、各部材の最大応答塑性率は変化し、中層梁の耐力を小さくすると各部材の最大応答塑性率は均一化する傾向にあり、中層梁の耐力を大きくすると特定の部材の塑性率が大きくなる傾向がある。

【参考文献】

1) 石橋忠良、吉野伸一：鉄筋コンクリート橋脚の地震時変形能力に関する研究、土木学会論文集、第39 0号V-8、PP. 57~66