

V-57

時刻歴応答解析に基づくRC2層ラーメン高架構造の耐震性能評価

東北大学 学生員○滝沢 聡
 東北大学 学生員 綿貫正明
 東北大学 正会員 鈴木基行

1. まえがき

RCラーメン高架構造は数個の部材で組み合わせられた不静定構造物であり、その地震時弾塑性応答や耐震性能を評価することは合理的耐震設計法を確立するのに極めて重要である。

そこで、本研究では、RC2層ラーメン高架橋を対象とし部材レベルでの弾塑性時刻歴応答解析を行い、その塑性率変化と等価静的解析との比較を行い耐震性能を評価することを目的としている。

2. 解析手法

多自由度系の弾塑性応答は、一般に次の式で表される。

$$[M]\{\ddot{y}\} + [C]\{\dot{y}\} + [K]\{y\} = -[M]\{\ddot{y}_0\}$$

ここで、 $[M]$ ：質量マトリクス $[C]$ ：減衰マトリクス $[K]$ ：剛性マトリクス

y_0 ：地震加速度 y, \dot{y}, \ddot{y} ：応答加速度、応答速度、応答変位

質量マトリクスは、上、中層梁の質量に柱の質量の半分を加えたものをそれぞれの層に集中させる。また減衰マトリクスは各次振動モードごとに減衰定数を与える方法¹⁾を用い、各次の減衰定数は2%とした。剛性マトリクスは、図-1の部材モデルと図-2の復元力モデルより算定された部材剛性マトリクスから、重ね合わせの原理に基づいて全体剛性マトリクスを作成し、さらに節点での回転慣性を無視することで自由度を層数まで縮小したものを採用することにする。

地震応答計算はNewmarkのβ法に基づく増分法（β=1/6）を用いることとした。また時間刻みは、0.002秒とした。

本解析で使用した地震波は、宮城県沖地震（国鉄管理局地階NS）、十勝地震（八戸）、エルセントロ地震の3種類を、最大加速度を拡大縮小して用いた。

3. 解析対象ラーメン

高さ12m標準設計のRC2層ラーメン橋脚（図-3）を参考に、中層梁の降伏モーメントを図-4に示すように変化させた3種を解析対象として時刻歴応答解析を行った。また各層の質量は、1層目は6.78ton、2層目は23.3tonである。なおすべてのケースについて損傷が上、下柱および中層梁に集中するようにフーチングおよび上層梁は弾性体とした。

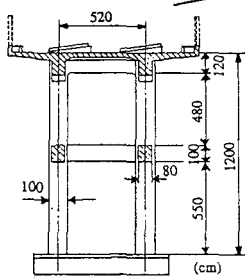


図-3 対象ラーメン

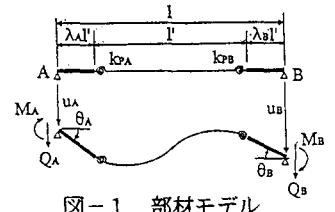


図-1 部材モデル

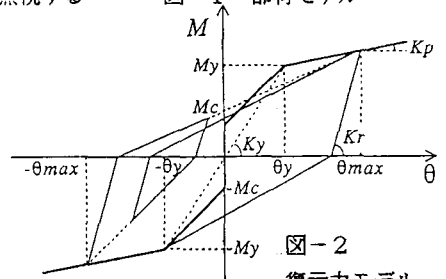


図-2 復元力モデル

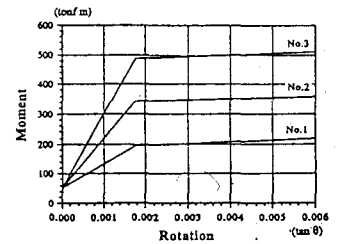
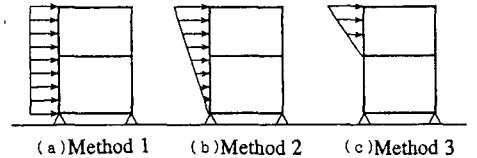


図-4 曲率-モーメント

4. 等価静的解析

動的な地震荷重と等価な静的荷重として载荷し、その挙動と動的な解析結果との比較を行うことにした。等価静的解析に用いる加速度分布を図-5に示す。分布1は震度法的なもの、分布2は修正震度法で用いられている逆三角形分布、分布3は1層における質量は無視する加速度分布となっている。

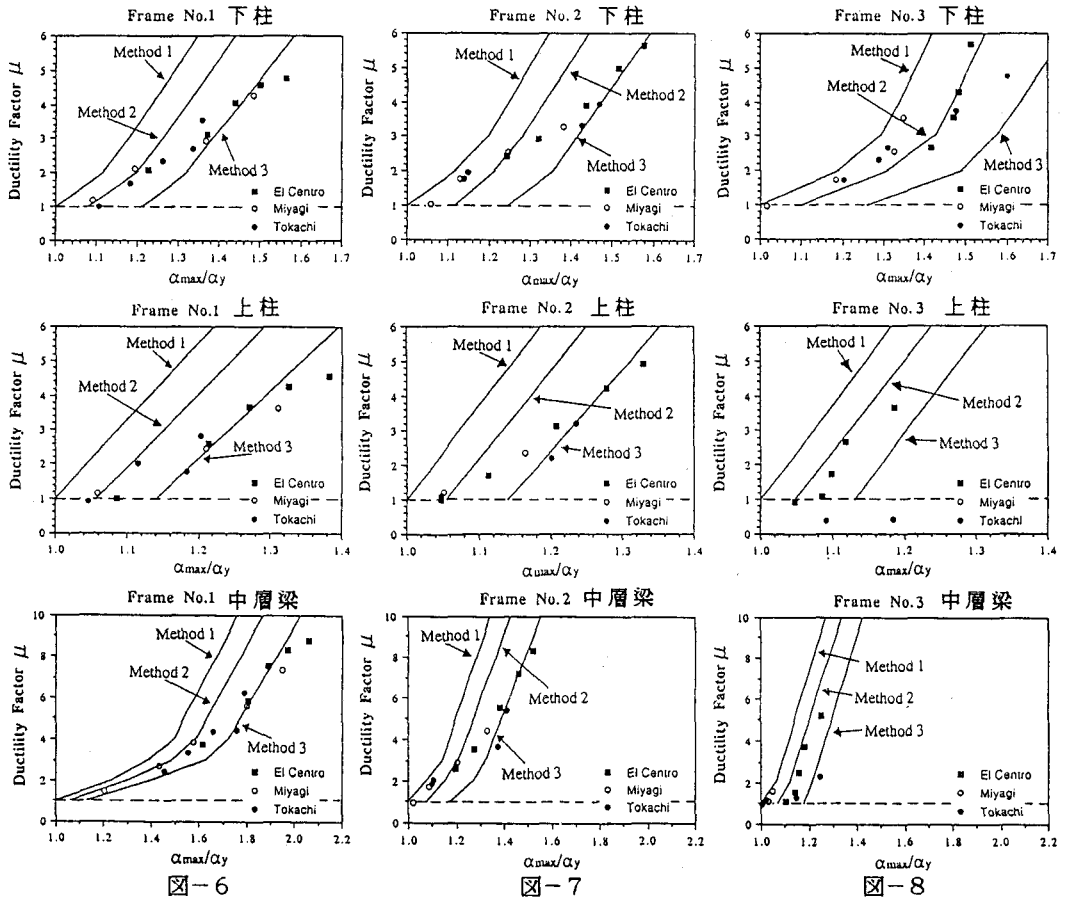


(a) Method 1 (b) Method 2 (c) Method 3
 図-5 加速度分布

5. 解析結果

時刻応答解析の結果から、縦軸に最大応答加速度 α_{max} と各部材の降伏震度 α_y との比 α_{max}/α_y をとり、横軸に応答塑性率を各節点ごとにプロットしてみた。なお、横軸の α_y は加速度分布1を基準としている。No.1(図-6)は柱の降伏モーメントよりも中層梁の降伏モーメントが小さく、No.2(図-7)は梁と柱の降伏モーメントがほぼ等しく、No.3(図-8)は柱の降伏モーメントが梁よりも小さなラーメンである。図は上から、下の柱、上の柱、中層梁の順に載せてある。また図中の実線は各加速度分布ごとの等価静的解析の結果であり、その部材の降伏後の挙動を示したものである。

図より塑性率が小さいうちは加速度分布1・2の間に分布し、塑性率が大きくなるにつれて2・3の間に分布していることが分かる。このことから、各部材が損傷を受けるにつれて1層目の質量の影響が小さくなり2層目の質量が支配的になっていると思われる。また、中層梁剛性が大きくなるにつれて上下柱間の連性作用が薄れ独立した2質点系モデルに近づくために1層目の質量の影響が大きく現れている。逆にいえば梁剛性が低いときは1質点系モデルの応答に近いことになる。



6. まとめ

動的解析と等価静的荷重載荷の比較により、部材が損傷をあまり受けていない状態、言い替えば固有周期が短いうちは2質点系の振動を示すが、損傷を受け固有周期が長くなるにつれて1質点系振動に近づいていくと考えられる。

[参考文献] (1) 柴田明徳著 「最新耐震構造解析」 森北出版