

RC ラーメン橋脚のモデル化が耐力に及ぼす影響分析

九州工業大学

学生会員

手嶋康博

九州工業大学

正会員

幸左賢二

大日本コンサルタント(株)

正会員

田崎賢治

阪神高速道路公団

乙黒幸年

1. はじめに

RC ラーメン橋脚は不静定構造であり、複雑な形状でもあることから部材のモデル化が耐力に及ぼす影響が大きいと考えられる。そこで兵庫県南部地震により被災した RC ラーメン橋脚をプロトタイプとして、ハンチの有無、剛域の設定方法、フーチング形式、地盤の剛性、慣性力の作用方法をパラメータとして、それらのモデル化が耐力に及ぼす影響を評価した。ここでは特に影響度の大きかった地盤の剛性、慣性力の作用方法の影響について以下に述べる。

2. 解析手法

解析の対象とした阪神高速 3 号神戸線神 P-348 RC ラーメン橋脚のフレームモデルを図-1 に示す。本橋脚は 3 号神戸線における RC ラーメン橋脚の中で最も損傷ランクが大きく、橋軸直角方向、左柱上端部でせん断損傷が発生していた。評価法は曲げ耐力については H 8 道路橋示方書式(以下道示式)、せん断耐力については H 2 道示式とし、水平震度 K_h によって損傷順序を求めた。

解析パラメータ及び標準条件 (Case①) を表-1 に示す。この条件をもとに、他のケースとの比較を行なった。

慣性力の作用方法に関しては、一般に静的水平変位漸増解析で支承部に水平荷重を漸増させる手法が用いられている。これは、下部工に比べて上部工重量が大きく、簡便のために下部工の影響を無視しているためである。しかしながら、RC ラーメン橋脚では下部工重量が比較的大きいため、下部工の影響も考慮した解析を実施した (Case②)。解析モデルの全節点において、各要素の重量比をもとに静的水平震度漸増载荷を行ない、载荷方法の違いによる影響を評価した。

又、地震時の液状化などにより地盤剛性が変化する場合の影響を検討した。具体的には片側の橋脚だけが極端に剛性低下した場合 (Case③)、両側の橋脚が剛性低下した場合 (Case④) の影響度を評価した。すなわち、砂層の平均 N 値を極端に低下 (0.3 に設定) させることで地盤剛性が低下した状況をモデル化した。

3. 解析結果及び考察

図-2 に Case①~④の解析により得られた柱の水平震度を示す。

別途実施した動的解析によると、柱部における最大加速度はほぼ一定に働いている。このため、高さ方向に様な増分荷重を与える静的解析を行なうこととした。図-3 に降伏耐

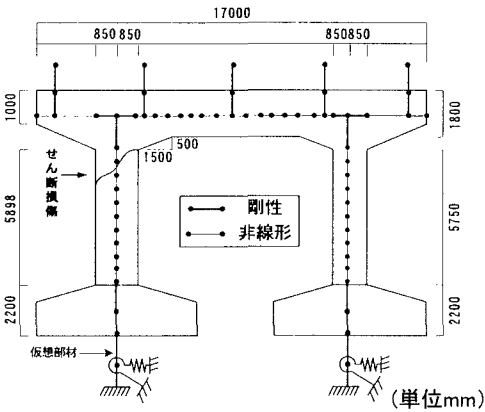


図-1 神 P-348 フレームモデル図

表-1 解析パラメータと標準条件

解析パラメータ	標準条件
剛域の設定	H8道示式 V 耐震設計編
ハンチの有無	ハンチ有り
フーチングの形式	独立型フーチング
解析手法	静的水平変位漸増解析
地盤剛性	N値 11
軸力変動	非考慮

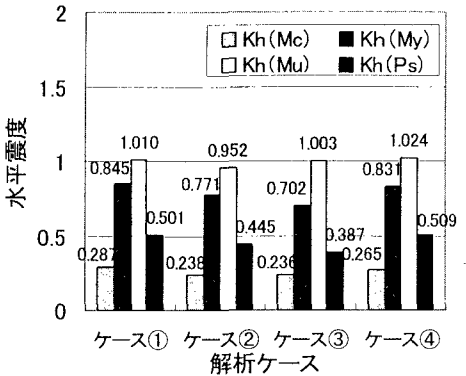


図-2 柱の水平震度

力に達する時の水平荷重を示す。Case①では水平作用力 5635kN, $K_h=0.824$ (5635/6840) で降伏水平震度に達する。これに対して, Case②では水平作用力 6025kN, 慣性力を考慮して全重量で除した $K_h=0.771$ (6025/7820) で降伏水平震度に達した。図-4 に梁中央部における $K_h-\delta$ 曲線を示す。図からもわかるように下部工の重量を考慮した Case②の方が小さな水平震度, 水平変位で降伏及び終局に到達している。柱部の重量比は全体の 13%であったが, 水平震度に 5%程度の差が生じる結果になった。本解析よりも下部工の重量比率が高くなるにしたがい, さらに水平震度に差が生じると推測できる。

次いで, 図-2 に示すように両側の橋脚とも地盤剛性を低下させた Case④の場合は, 柱への作用力はほぼ同等となるため, Case①との差異は小さい。これに対して, 片側の地盤剛性を低下させた Case③の場合は, Case①に比べて, 降伏耐力およびせん断耐力の水平震度ともに低下している。図-5 に設計せん断水平力に達したときの作用力を示す。Case③の作用力は, 基礎部の剛性が違うため, 180tf, 106tf とアンバランスになり, Case①に比べて小さな水平震度でせん断耐力に達することがわかる。このようにせん断破壊タイプが卓越する場合は基礎部の地盤剛性の影響が顕著に表れると考えられる。

4. まとめ

RC ラーメン橋脚のモデル化が耐力に及ぼす影響についてフレーム解析法を用いて評価した結果を以下にまとめる。

- 1) RC ラーメンにおいては, 下部工重量が比較的大きいために, 下部工重量の比率が高くなるにつれて, 下部工の慣性力が増加する。このため, 下部工慣性力考慮の有無により, 水平震度が大きく異なる結果となる。
- 2) 地震時の液化化などにより地盤剛性が変化した状態で, RC ラーメン橋脚が水平力を受けた場合, 曲げ・せん断作用力の偏りにより早い段階で破壊に至る。このことから, 局部的に地盤剛性が変化する場合には, 十分注意する必要がある。

参考文献

- 1) 石松, 幸左, 河野, 田中: 被災した RC ラーメン橋脚の耐力評価, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.22, No.3, pp.1519-1524, 2000.6
- 2) 社団法人日本道路協会: 鉄筋コンクリートラーメン橋脚の設計計算例, 道路橋の耐震設計に関する資料, 3 章, 1997.3
- 3) 社団法人日本道路協会: PC ラーメン橋脚の設計計算例, 道路橋の耐震設計に関する資料, 2 章, 1998.1

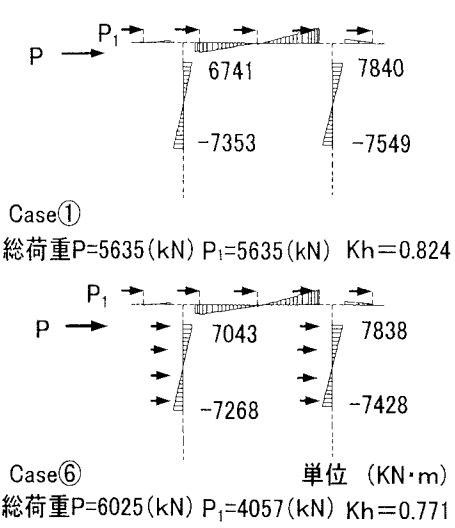


図-3 降伏耐力 ($M_y=7838$ (KN·m)) に達する時の水平荷重

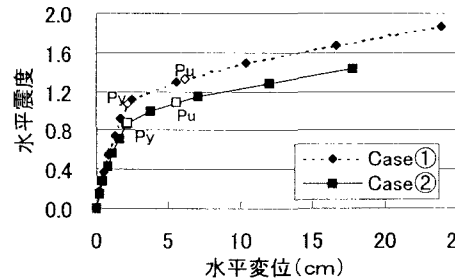


図-4 梁中央部の $P-\delta$ 曲線

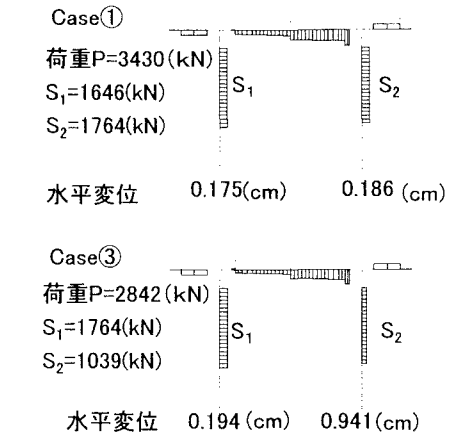


図-5 せん断耐力到達時の作用力の比率