

鉄道総合技術研究所 正会員 谷村幸裕
 鉄道総合技術研究所 正会員 下野一行
 鉄道総合技術研究所 正会員 柏原 茂

1. はじめに

構造物の地震時における挙動は、材料強度や部材耐力等の変動による影響を受けるが、合理的な設計を行うためにはこれらの影響を明らかにする必要がある。また、ラーメン構造物の場合、地震の影響により柱部材の軸力が変動するため曲げ耐力が変化し、構造物の挙動に影響を及ぼすものと考えられる。そこで、動的非線形解析によりこれらの影響について検討を行った。

2 対象構造物と解析モデル

対象構造物は、図1に示す標準的な鉄道用RCラーメン高架橋の橋軸直角方向である。柱部材の断面形状を図2に示す。解析モデルは基礎-地盤系を上部構造の支持パネとして置換したものを、部材は線材にモデル化した。

柱部材の非線形性は部材端部の曲げモーメントと部材角の関係で表し、復元力特性は図3に示すように、最大曲げモーメント以降の耐力低下を考慮したテトラリニアモデル¹⁾を用いた。また、梁部材および支持パネは線形とした。入力地震動は、G3地盤の地表面設計地震動²⁾を用いた。

ところで、実構造物では材料強度が設計用値よりも一般的に高くなること、帯鉄筋の拘束によりコンクリートの終局ひずみが増大すること、および部材の曲げ耐力は計算値より大きくなる場合があることが実験等により確認されている。そこで、これらの影響を考慮し、鉄筋の降伏強度と部材の曲げ耐力およびコンクリートの

終局ひずみを変化させて、表1に示すCase1~4の4ケースについて解析を行った。ここで、Case3および4において $M_y = 1.1M_u$ 、 $M_x = 1.3M_u$ としたのは、このようにすると既往の実験結果での耐力のばらつきの上限を概ね包絡できるためである。³⁾ま

キーワード：耐震設計、RCラーメン高架橋、弾塑性応答

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL042-573-7281 FAX042-573-7281

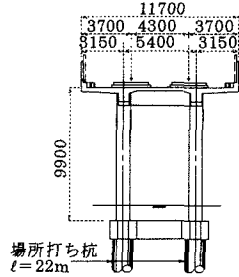


図1 検討対象構造物一般図 (単位: mm)

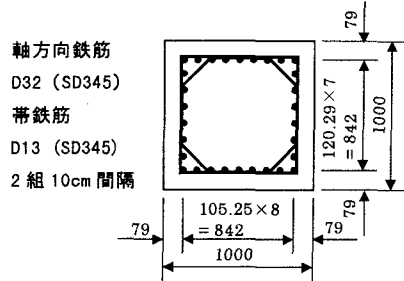


図2 柱部材断面 (単位: mm)

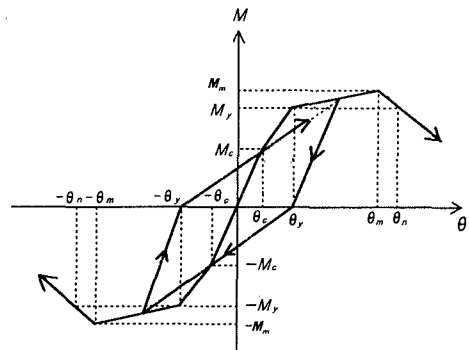


図3 曲げモーメント-部材角モデル

表1 解析ケース

Case	解析条件					解析結果 (応答値)	
	ρ_m	M_y	M_x	ϵ'_{cu}	軸力変動	最大変位	最大加速度
1	1.0	降伏モーメント	M_u	0.0035	考慮	323mm	925gal
2	1.2	降伏モーメント	M_u	0.0035	考慮	317mm	975gal
3	1.2	$1.1M_u$	$1.3M_u$	0.0035	考慮	285mm	1106gal
4	1.2	$1.1M_u$	$1.3M_u$	0.02	考慮	284mm	1108gal
5	1.0	降伏モーメント	M_u	0.0035	非考慮	340mm	913gal
6	1.2	$1.1M_u$	$1.3M_u$	0.02	非考慮	287mm	1114gal

ρ_m : 鉄筋の材料修正係数 ϵ'_{cu} : コンクリートの圧縮終局ひずみ
 M_u : 圧縮側のコンクリートが終局ひずみに達するときの曲げモーメント

た、Case5, 6はCase1, 4と同じ条件で軸力変動の影響を考慮せず、初期軸力における部材の耐力および変形性能を用い、発生軸力によらず一定とした場合の解析も行った。

3 部材耐力の影響

図3, 4に、各解析ケースにおける発生断面力の最大値のCase1との比を示す。Case1に比べてCase2, 3と発生断面力が大きくなるが、コンクリートの圧縮終局ひずみを変化させたCase3と4は、大きな差が見られない結果となった。柱部材の軸力は、Case4の圧縮側でCase1に対する比が約1.1倍、引張側で1.6倍と、圧縮と引張で異なる結果となった。これは、初期荷重である程度の軸圧縮力が作用しているための影響と考えられる。一方、最大せん断力は、Case4のCase1に対する比が柱部材で約1.4倍、梁部材で約1.2倍となった。これは、破壊モードの判定並びにせん断耐力の照査においては、材料強度、部材耐力が大きくなる方への変動を適切に考慮する必要があることを示唆している。

4 軸力変動の影響

柱部材における最大応答値のCase1に対するCase5、Case4に対するCase6の比を、図5に示す。梁部材についてはCase5, 6とも同様の結果であったので、Case6の結果のみ図6に示す。柱部材では、応答部材角、圧縮軸力に軸力変動の考慮による大きな差はみられないが、引張軸力、せん断力、曲げモーメントは異なる結果となった。曲げモーメント、せん断力は左右の柱で傾向が異なるが、これは、ラーメン構造の柱では軸力変動に応じて曲げ耐力が変動するが、軸力変動を考慮しない解析では曲げ耐力は常に一定となるため、発生する曲げモーメントは軸力が大きくなる側の柱は過小に、反対側では過大になるため考えられる。一方、梁部材は、軸力変動の考慮により、曲げモーメントは部材の左端と右端で異なる結果となった。これは、軸力変動を考慮した場合、最大断面力発生時に左右の柱で応答が異なり、その影響を受けるためと考えられる。

5 まとめ

RC構造物の耐震設計においては、部材の曲げ耐力を下限値で評価するのは必ずしも安全側ではなく、材料強度、部材耐力の大きい方への変動を考慮する必要があり、特に破壊モードの判定およびせん断耐力の検討においてはこれらの影響が大きい。また、ラーメン構造の柱の部材性能は、軸力変動の影響を適切に考慮する必要がある。

参考文献 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計(案)、1998年11月

2) 王, 西村：基盤入り地震動の考え方と応答スペクトルの設定、鉄道総研報告 Vol.13, No.2, 1999年2月

3) 瀧口, 渡邊, 佐藤：RC部材の変形性能の評価、鉄道総研報告 Vol.13, No.4, 1999年5月

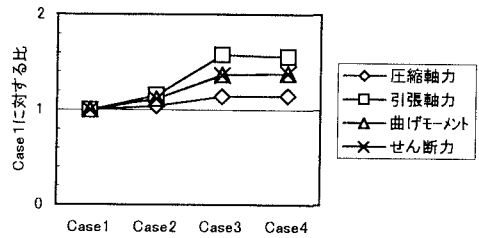


図3 部材耐力と最大応答値(左柱)

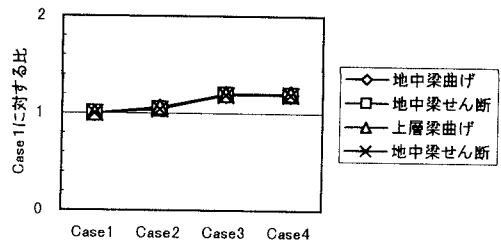


図4 部材耐力と最大応答値(梁部材)

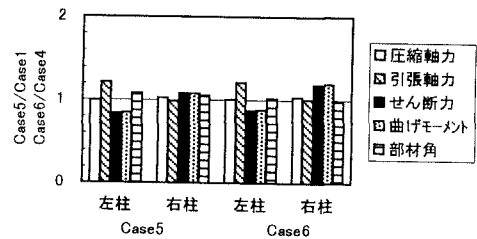


図5 軸力変動と最大応答値(柱部材)

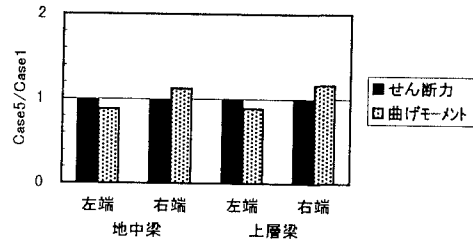


図6 軸力変動と最大応答値(梁部材)