

V-235

部材の復元力特性が応答値に及ぼす影響

鉄道総合技術研究所 正会員 下野 一行
東急建設 正会員 玉井 真一
北武コンサルタント 正会員 渡辺 忠朋

1 はじめに

RC部材の非線形性は、コンクリートのひび割れ、鉄筋の降伏等を考慮するのが一般的であるが、その復元力特性には種々のモデルが提案されている。本研究では時刻歴応答解析を行い、部材の復元力特性が構造物の応答値に及ぼす影響について検討を行った。

2 検討対象構造物、構造解析モデルおよび解析条件

検討対象構造物は、杭基礎を有する単柱式橋脚を参考とした。構造解析モデルは検討を簡単にするために基礎部分を固定とした1質点モデルを用いた。検討対象構造物を図1に示す。

く体基部の復元力特性は表1に示す4種類の復元力モデルを用い、く体基部にのみ非線形性を考慮した。

表1 検討ケースおよび最大応答回転角

検討ケース	復元力モデル	最大応答回転角 θ_{max} (rad)	最大時刻 (sec)
CASE1	トリリニア型	0.0214	12.441
CASE2	武田型	0.0212	11.141
CASE3	深田型	0.0214	11.146
CASE4	JR総研型	0.0201	11.131

図2および表2にCASE4のく体基部の復元力特性の概念図¹⁾を示す。CASE1～CASE3の曲げ降伏耐力以降の剛性（以下、「第3剛性」と呼ぶ）は、いずれも図2による初期剛性の1/1000倍とするトリリニア型とした。なお本検討でCASE2およびCASE4は、除荷剛性低下指数を0.4とした。

減衰条件は剛性比例型減衰を用い、5%の減衰定数を考慮した。入力地震波はG3地盤地表面設計地震動²⁾を用い、解析時間間隔を0.001secとした。入力加速度波形を図3に示す。

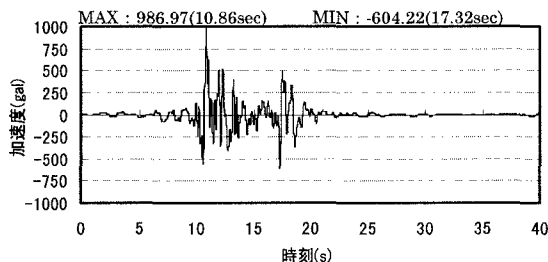


図3 入力加速度波形

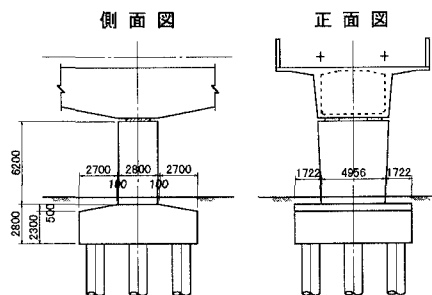


図1 検討対象構造物

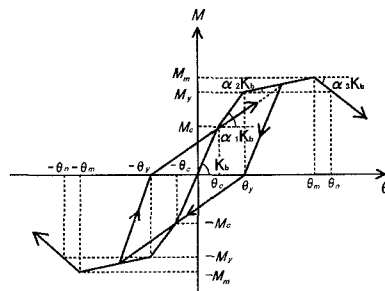


図2 く体の非線形性

表2 く体の非線形特性

M_c (kN·m)	1.79×10^4
M_y (kN·m)	4.71×10^4
M_u (kN·m)	5.47×10^4
M_n (kN·m)	4.71×10^4
θ_c (rad)	1.53×10^{-4}
θ_y (rad)	1.96×10^{-3}
θ_m (rad)	2.06×10^{-2}
θ_n (rad)	3.24×10^{-2}
K_0 (kN·m/rad)	1.17×10^8
α_1	1.38×10^{-1}
α_2	3.46×10^{-3}
α_3	-5.47×10^{-3}

3 最大回転角

各検討ケースによるく体基部の最大応答回転角を表1に示す。また図4に各ケースの時刻歴応答波形を示す。最大応答回転角はCASE2, CASE4が比較的小さく、CASE1, CASE3は比較的大くなる傾向を示した。

いずれの応答波形も図4に示すとおり、負側に応答した後、正側に向かって大きな応答を示している。CASE2～CASE4はこの11.1sec程度の時刻で最大応答値に達しているが、CASE1はこの時刻より約1sec後に最大応答値に達する結果となった。CASE1は約11.1secの時刻から他のケースと同様に除荷の履歴に進むが、CASE1は除荷剛性が高いため負側に戻る量が小さくなっている。その後さらに正側へ向かう慣性力が生じたため、最大応答値を示す時刻が約1sec遅れたものと考えられる。なお除荷剛性低下指数が等しいCASE2の最大応答回転角がCASE4より大きいのは、CASE2の第3剛性がCASE4に比べて小さいためである。

4 残留回転角

部材の復元力特性の違いは、残留応答値にも影響を及ぼすものと考えられる。そこで部材の復元力モデルの違いが残留回転角に与える影響について検討を試みた。

図5に、表1の各ケースによる30secまでのく体基部のモーメントと回転角を用いた累積吸収エネルギーを示す。図5より除荷剛性が高くなるに従い累積吸収エネルギーが大きくなっている。またCASE2およびCASE4の累積吸収エネルギーは同じ除荷剛性低下指数では概ね一致していることがわかる。

各ケースの残留回転角を図6に示す。残留回転角は、図3の入力波に加速度0galの波を10sec追加した、解析終了時刻の回転角とした。図6の表示においてCASE1、CASE3の除荷剛性低下指数は、便宜上0とした。CASE2およびCASE4では、除荷剛性低下指数を0.2、0.4、0.6、0.8と変化させた。

図6より累積吸収エネルギーが最も大きいCASE1は、検討ケースの中で最も大きな残留回転角を示す結果となった。CASE2およびCASE4は除荷剛性低下指数が大きくなるに従い残留回転角は若干違いが見られるが、除荷剛性低下指数の違いに対して残留回転角は大きく変化しない結果となっている。

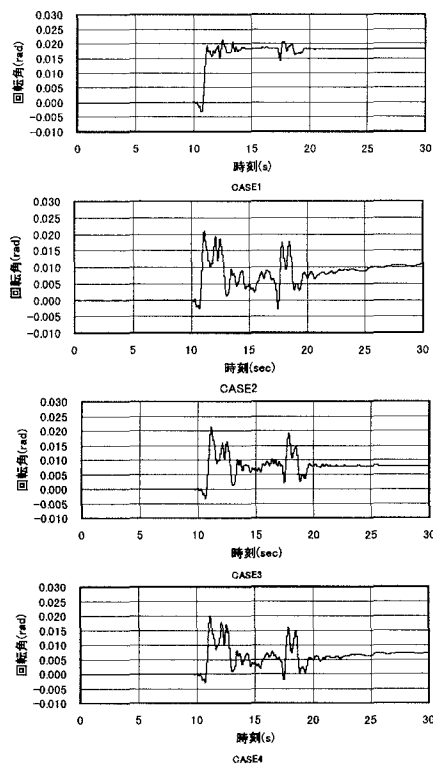


図4 く体基部回転角応答時刻歴

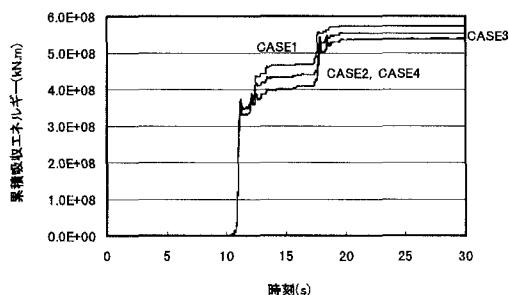


図5 累積吸収エネルギー比較

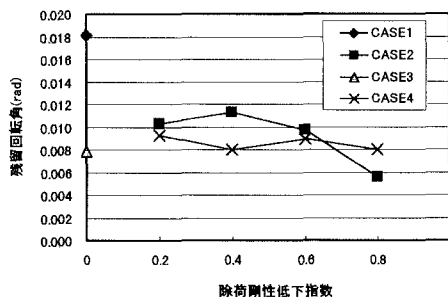


図6 残留回転角の比較

5 おわりに

地震時の構造物の挙動は復元力特性だけでなく入力波の影響も考えられることから、入力波の特性と合わせて検討する必要があると考えられる。

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，耐震設計編（案）11，1998
- 2) 王 海波，西村昭彦：基盤入力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.3, 1999