

I - B 268

SRモデルによる杭基礎の地震応答解析に関する一考察

株式会社 テ ス 正会員 ○佐野 弘幸
(財)鉄道総合技術研究所 正会員 近藤 政弘・室野 剛隆・西村 昭彦

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、構造物の耐震設計には構造物全体系の変形性能を見込んだ設計が採用されつつあり、構造物の安全性の照査には動的解析が採用されている。本報告では、杭基礎の実設計レベルに適した比較的単純な動的解析手法として、上部構造と基礎構造を分離した2質点3自由度モデル(以下、SRモデルと称す。)を用いて地震応答解析を行い、履歴モデルによる応答特性への影響について検討する。さらに、1自由度モデルの時刻歴地震応答との比較を行った。

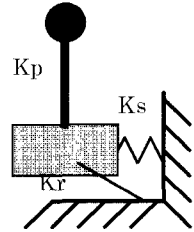


図1 SRモデルの概要

2. 検討方法

本報告では、基礎の塑性変形に着目して検討するために、対象構造物として上部構造の降伏耐力が基礎構造より大きいと考えられる比較的低い壁式の2橋脚を選定した。選定した橋脚モデルの概要を表1に示す。

1自由度モデルとSRモデル(図1参照)のパネの骨格曲線は、骨組みモデルの静的非線形解析により荷重変位曲線を求め、2つの勾配の直線で近似した。ただし、SRモデルのく体パネは弾性とした。入力地震動は、兵庫県南部地震のG3地盤($T=0.4\sim1.0\text{sec}$)の適合波2波(文献4参照)を用いた。履歴モデルは、バイリニアモデルとクラフモデル、修正クラフモデル(除荷時の剛性低下をそれぞれ0.3、0.5の2パターンを考慮)とした。また、橋脚P1については、骨格曲線の第2勾配率を0.0としたケースも検討に加えた。地震応答解析のパラメータ一覧を表3に示す。

以上の条件により各地震動に対する動的解析を行い、SRモデルについて降伏震度と最大応答塑性率の関係を示し、履歴特性が地震応答特性に及ぼす影響を検討した。さらに、1自由度モデルとSRモデルの時刻歴応答変位を比較した。1自由度モデルの基礎の応答変位は、1自由度モデルの応答変位と静的非線形解析で得られている荷重変位曲線との関係から求めた。

3. 解析結果

履歴特性の影響は、傾向を整理するために地震応答解析結果を累乗曲線で近似して示した。なお、各近似曲線の相関係数は概ね0.9程度であった。Case1については、水平・回転ともに、バイリニア、クラフ、修正クラフ(0.3)、修正クラフ(0.5)の順で応答塑性率が大きくなっており、履歴特性の影響が大きい。Case2については、履歴特性の影響は回転応答に大きく影響し、水平応答にはあまり影響していない。Case3については、どちらの成分についても履歴特性による影響はほとんど見られなかった。

1自由度モデルとの比較では、Case1の回転成分の時刻歴応答変位は、1自由度の回転成分と概ね一致している。Case3の回転成分については、位相は類似しているものの振幅は1自由度の方が大きくなっている。なお、この傾向は水平成分についても同様であった。また、G3aの地震波による応答は1自由度モデル・SRモデルとともに同じ時刻で最大応答となっているが、G3bの地震波においては異なっている。

4. まとめ

履歴性状が応答特性に及ぼす影響は、上部構造と基礎のパネ定数の配分により大きく異なることがわかった。特に、履歴性状が応答特性に影響を及ぼさないCase3については、1自由度モデルの時刻歴応答とは異なった振動モードが卓越していることが考えられる。今後は、上部構造や基礎のパネ定数の配分に注目して検討ケースを充実してSRモデルの振動特性を把握するだけでなく、1自由度モデルを用いて解析を行う場合の適用限界も検討していく所存である。

杭基礎、動的解析、弾塑性変形、SRモデル、1自由度モデル

〒185 東京都国分寺市光町2丁目8番38号

TEL 0425-73-7262 FAX 0425-73-7248

表1 対象構造物の概要

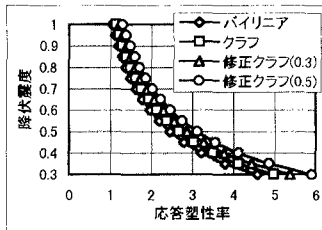
構造物名	P1	P2
構造物形式	橋脚壁式	橋脚壁式
地盤	G3地盤	G3地盤
上部工	PC桁	PC桁
第1質点重量	990(tf)	1810(tf)
第2質点重量	260(tf)	490(tf)
第2質点回転慣性	$2.23\text{E}+07(\text{tf}\cdot\text{cm}^2)$	$3.29\text{E}+07(\text{tf}\cdot\text{cm}^2)$
質点間距離	784(cm)	935(cm)
く体ばね定数(K_p)	12500(tf/cm)	3500(tf/cm)
水平地盤ばね定数(K_s)	95(tf/cm)	200(tf/cm)
回転地盤ばね定数(K_r)	$2.04\text{E}+08(\text{tf}\cdot\text{cm}/\text{rad})$	$7.50\text{E}+07(\text{tf}\cdot\text{cm}/\text{rad})$
固有周期	0.8(sec)	1.1(sec)

表2-1 検討条件(共通事項)

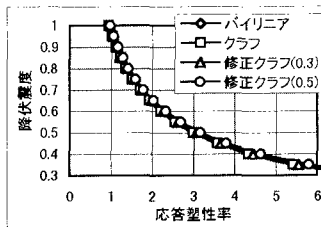
項目名	骨格曲線	履歴曲線	減衰定数
く体ばね	弾性	リニア	0.05
水平地盤ばね	弾塑性	バイリニア・クラブ・修正クラブ	0.1
回転地盤ばね	弾塑性	バイリニア・クラブ・修正クラブ	0.1

表2-2 検討条件(ケース別)

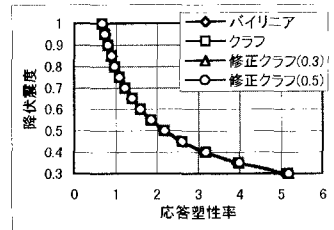
ケース名	構造物	第二勾配率	実降伏震度
Case1	P1	$K_p:1.0$ $K_s:0.2$ $K_r:0.2$	0.6
Case2	P1	$K_p:1.0$ $K_s:0.0$ $K_r:0.0$	0.6
Case3	P2	$K_p:1.0$ $K_s:0.1$ $K_r:0.1$	0.5



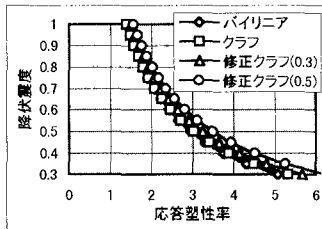
基礎の水平応答(Case1)



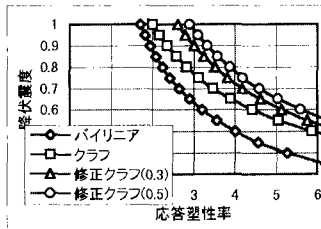
基礎の水平応答(Case2)



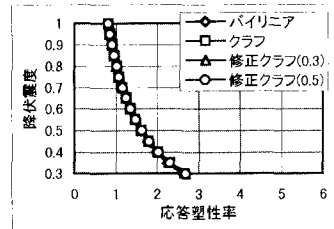
基礎の水平応答(Case3)



基礎の回転応答(Case1)

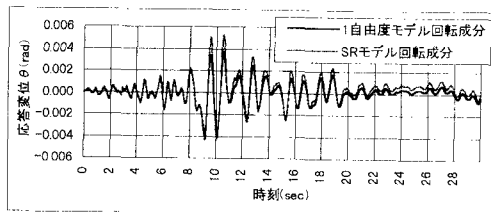


基礎の回転応答(Case2)

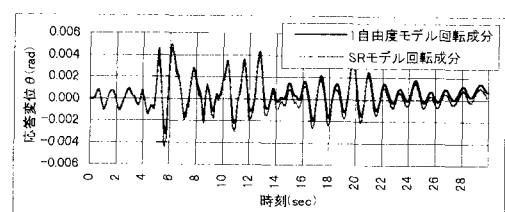


基礎の回転応答(Case3)

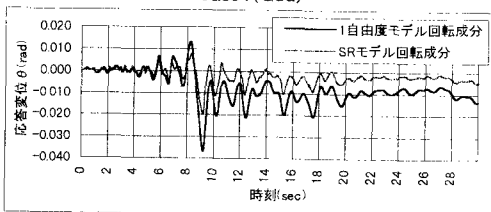
図2 最大応答塑性率(SRモデル)



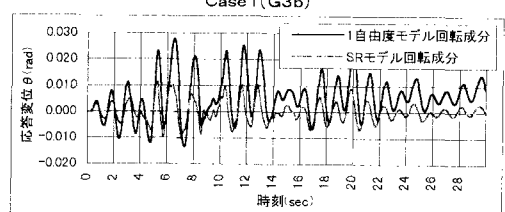
Case1(G3a)



Case1(G3b)



Case3(G3a)



Case3(G3b)

図3 時刻歴応答の比較

<参考文献>

- 1) 近藤 佐野 西村: 水平地盤抵抗特性に着目した杭基礎の履歴特性モデルに関する1考察, 1998, 第33会地盤工学研究発表
- 2) 小林 薫: 兵庫県南部地震での代表的観測記録(神戸海洋気象台での地震記録)の地震応答について, SED, 1997.11
- 3) 近藤 棚村 西村: 杭基礎の大地震時挙動に及ぼす履歴性状の影響に関する一考察, 1997, 第32回地盤工学研究発表
- 4) 新設構造物の当面の耐震設計に関する参考資料, 平成8年3月, 財団法人 鉄道総合技術研究所