

I - B412 道路橋橋脚の動的解析における基礎の減衰定数に関する考察

九州大学大学院 学生員 川野 亮
九州大学大学院 フェロー 大塚久哲
第一復建株式会社 高野道直
第一復建株式会社 田島寛之

1. はじめに

道路橋橋脚の動的解析において、基礎は水平、回転、鉛直の3つのバネに簡略化して置き換えられる場合が多く、そのときの基礎の減衰定数は明確な決定根拠がないため、地盤条件および基礎の形式に関わらず一律の値が用いられているようである。すなわち、設計実務では道路橋示方書の耐震設計編に提示されている減衰定数の参考値の下限値を用いているのが実状である。しかしながら、実際の基礎の減衰定数は地盤条件や基礎の種別によって異なり、一律に評価できないのは明らかである。

本研究では、上述のように基礎をバネに置き換えて簡略化したモデル（以下、SRモデルという）と2次元FEMによる下部構造―地盤系の一体型モデル（以下、FEMモデルという）の2種類のモデルを設定し、地震応答解析を行って両者の比較を行い、合理的な減衰定数の算定に関する考察を行った。

2. 解析概要

本研究では杭基礎（場所打ち杭）に支持された張出し式RC単柱橋脚をモデル化したSRモデルとFEMモデルの2種類のモデルに対し、表-1に示す6ケースの解析を行った。杭長 L は30mと12mの2種類、地盤は N 値2, 15, 30の3種類を想定した。杭の根入れ長は1.2mで、根入れ以深の地盤は N 値50とした。

SRモデルでは橋脚を非線形はり要素でモデル化し、基礎は線形の集約バネでモデル化した。バネ定数は検討対象とした表-1に示す地盤条件に基づき道路橋示方書¹⁾に従い算出した値を用いた。図-1にSRモデルの概念図を示す。またFEMモデルでは橋脚はSRモデルと同じく非線形はり要素でモデル化し、地盤を平面ひずみ要素、杭を非線形はり要素でモデル化した。図-2に解析に用いたFEMモデル図を示す。

構造物の非線形性は曲げモーメント―曲率の関係で考慮し、復元力特性には武田モデルを用いた。FEMモデルにおける地盤の非線形性にはRamberg-Osgoodモデルを用いた。そのパラメータの設定にあたっては文献3)を参考にした。また本研究では2次元でのモデル化であるため地盤の奥行きをフーチング幅と同じとし、杭については奥行き方向の本数分の断面2次モーメントと断面積を1本のはり要素に与えることとした。具体的な橋脚および杭の諸元は文献4)の値を用いた。

入力地震動は兵庫県南部地震の際に観測された神戸大学EW成分（以下、神戸大学波という）および神戸ポートアイランドGL-83mEW成分（以下、神戸PI-83m波という）の2つの地震波を用いた。ここで両モデルでの整合性をとるためにFEMモデルではこの観測波形を入力地震動とし、SRモデルでは重複反射理論により地表面位置に引き上げた波形を入力地震動とした。

以上のように設定したモデルで、SRモデルの基礎の減衰定数を0.10, 0.30, 0.50と変化させて解析を行い、FEMモデルの応答値と比較した。

3. 解析結果

まず、図-3にFEMモデルでの橋脚基部の $M-\phi$ 関係の一例を示す。case1の場合橋脚基部の応答曲率塑性率は3.14であるのに対し、case2では1.01、

キーワード 杭基礎、減衰定数、SRモデル、FEMモデル

連絡先：〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学工学部建設振動研究室 TEL (092) 641-3268

表-1 地盤条件と検討ケース

	粘性土 ($N=2$)	砂質土 ($N=15$)	砂質土 ($N=30$)
$L=30\text{m}$ ($L/D=25$)	case1	case2	case3
$L=12\text{m}$ ($L/D=10$)	case4	case5	case6

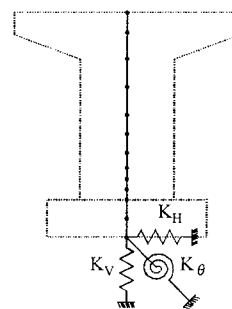


図-1 SRモデル図

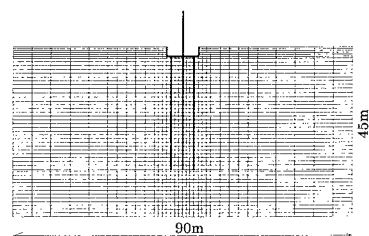


図-2 FEMモデル図

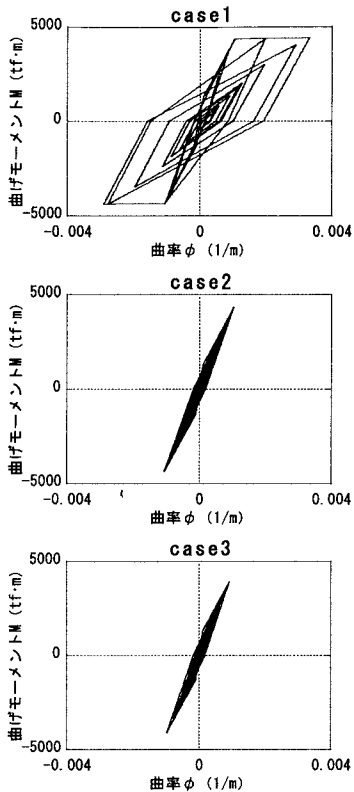


図-3 橋脚基部のM-φ関係
(FEMモデル, 神戸大学波)

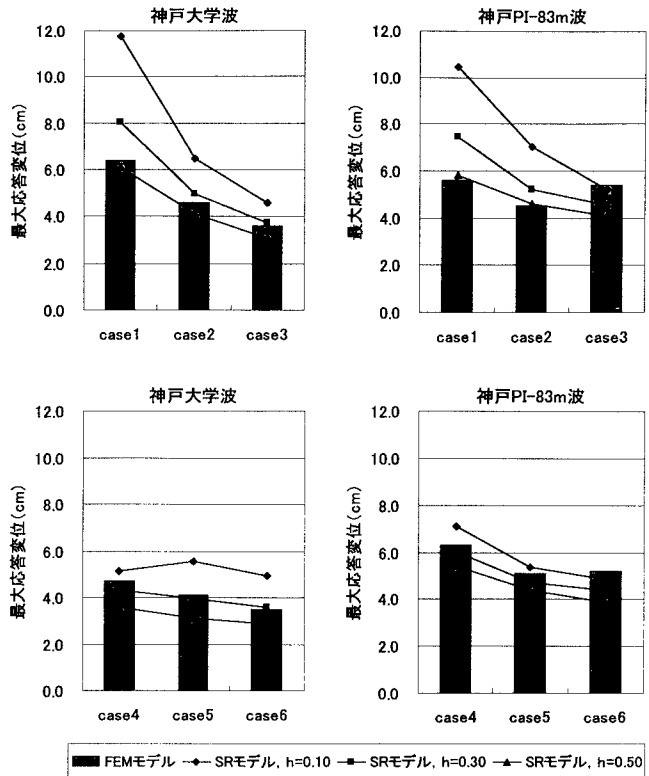


図-4 橋脚天端の最大応答変位

case3では0.93であった。このように地盤条件の違いにより応答塑性率が大幅に異なることが確かめられた。

次に、図-4に橋脚天端の最大応答変位を示す。この図より得られた知見を以下に示す。

- ①SRモデルにおいて、杭長の長いケースでは地盤の違いが応答値に与える影響が大きくなっているのに対し、杭長の短いケースでは地盤の違いが応答値に与える影響は小さい。また、杭長の長いケースでは地盤が軟弱なほど基礎の減衰定数の変化に対する応答値の変化が大きい。これに対し杭長の短いケースでは、地盤の違いによる影響をあまり受けていない。
- ②SRモデルとFEMモデルの比較によれば、地震波によらず $h=0.30$ としたSRモデルの結果がFEMモデルと一番合っているといえる。ただし、杭長が長く軟弱地盤である場合は、 $h=0.50$ としてもよいことがわかる。
- ③今回用いた2波による結果では、杭長が短い場合のほうが地震波の違いによる応答の差が大きく出ている。

4. まとめ

本研究では対象橋脚をSRモデルとFEMモデルの2種類のモデルでモデル化し、橋脚天端の最大応答変位を比較した。これによりSRモデルでも適切な減衰定数が選択できれば、FEMモデルの解に近い値を推定できることがわかった。今後は広範なパラメータ解析を実施し、減衰定数の選択が地盤と構造物の条件によって適格に行えるようにしたい。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編，1996. 12.
- 2) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編，1996. 12.
- 3) 建設省土木研究所：地盤地震時応答特性の数値解析法，土木研究所資料第1778号，1982. 2
- 4) (財) 土木研究センター：平成8年度耐震設計ソフトウェアに関する研究委員会報告書 pp56～57，1997. 5.