

道路橋動的解析における基礎の減衰の変動による影響について

九州大学 工学部建設都市工学科 学生会員 ○川野 亮

九州大学 大学院工学研究科 フェロー 大塚 久哲, 学生会員 久納 淳司

第一復建株式会社 高野 道直, 田島 寛之

1. はじめに

道路橋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、土質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。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、実際の基礎の減衰は土質や基礎の種別によって異なり、一律に評価できないことは明らかである。

そこで、本研究では基礎の減衰定数の違いが上部構造へ与える影響の度合いを明らかにすることを目的として、杭基礎を有する単柱橋脚を対象に非線形時刻歴応答解析を試み、基礎の減衰定数のみを変化させた場合の最大応答値の比較検討を行った。

2. 解析モデルと解析条件

解析モデルの概要を図-1に示す。ここでは、橋脚躯体を非線形骨組みとして、塑性ヒンジが発生すると予測される橋脚下端に非線形回転バネ（ $M-\theta$ モデル）を設け、それ以外の躯体部材は曲げモーメントと曲率の関係を非線形とした梁（ $M-\phi$ モデル）でモデル化した。また、動的解析でのコンクリート部材の復元力特性には、剛性低下型トリリニアモデル（武田型）を用いた。基礎は線形の集約バネモデル（SRモデル）を用い、表-1に示す3種類の地盤に対してバネ定数を設定した。なお、バネ定数は道路橋示方書に従いN値より求めた地盤の動的せん断弾性波速度

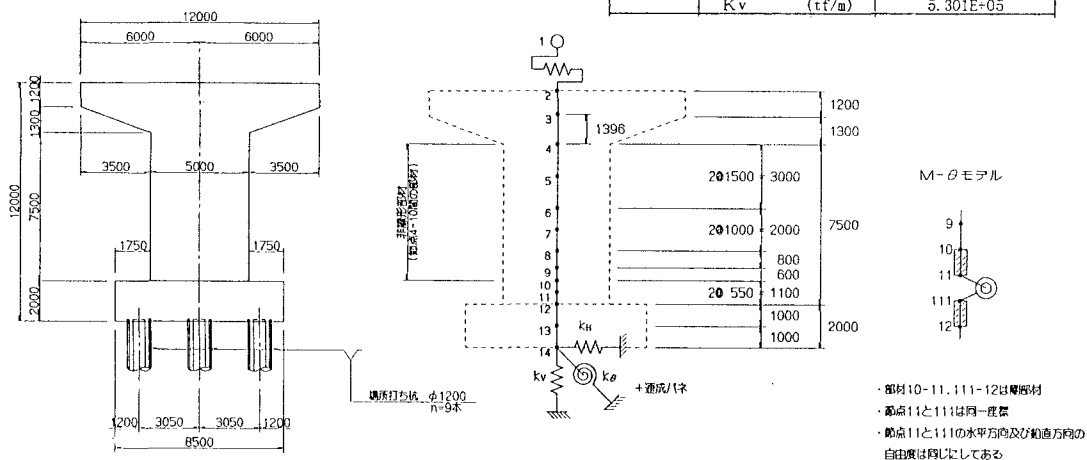
表-1.対象地盤条件

	軟弱粘土 ($N=2$)	砂質土 ($N=15$)	砂質土 ($N=30$)
$L=30.0m$ ($L/D=25$)	Case 1	Case 2	Case 3

* 先端地盤は岩盤 ($N>50$) を想定する。

表-2.基礎のバネ値

Case 1	Ass (tf/m)	1.580E+05
	Asr (tf/rad)	-3.058E-05
	Arx (tf·m/m)	-3.058E-05
	Arr (tf·m/rad)	4.471E-06
	Kv (tf/m)	5.301E+05
Case 2	Ass (tf/m)	3.490E+05
	Asr (tf/rad)	-5.186E-05
	Arx (tf·m/m)	-5.186E-05
	Arr (tf·m/rad)	4.829E-06
	Kv (tf/m)	5.301E+05
Case 3	Ass (tf/m)	5.609E+05
	Asr (tf/rad)	-7.116E-05
	Arx (tf·m/m)	-7.116E-05
	Arr (tf·m/rad)	5.093E-06
	Kv (tf/m)	5.301E+05

図-1.解析モデル¹⁾

を基に算出した²⁾。その値を表-2に示す。

以上のように設定したモデルに対して、兵庫県南部地震で得られた3つの基盤波（神戸大学、神戸ポートアイランド GL-32m、神戸ポートアイランド GL-83m）を地震動として入力し、基礎の要素減衰定数のみを5%間隔で5%~70%まで変化させて非線形時刻歴応答解析を行った。数値計算はニューマークβ法（β=1/4）による直接積分法とし、応答計算の時間刻みは1/100秒とした。減衰の設定は、固有値解析結果に基づき1次と2次のモードから算出した全体Rayleigh減衰を用いた。

3. 解析結果.

基礎の各減衰定数に対応する橋脚天端の最大応答変位を図-3に示す。

基礎の減衰定数の変化に対する最大応答変位の差は、減衰定数が5%~30%の範囲で大きく、それ以上になると小さくなる傾向にある。道示の参考値内で比較すると、表-3に示すように、上限値と下限値とに対応する最大応答変位の比は、1:1.3程度であり、この範囲での減衰定数の感度は高い。

一方、減衰定数が同じ場合の土質種別の違いによる応答値の差は、約1:1.1とあまり小さくなく、土質毎のバネ定数の違いが応答値へ与える影響は減衰定数に比べて小さいものと考えられる。これは、対象モデルが杭基礎であり、杭軸方向バネによる回転バネの差があまりないためと考えられる。

このように、道路橋の動的解析において、基礎の減衰定数が上部構造の応答値に与える影響は比較的大きく、土質および基礎種別毎に適切な値を設定する必要がある。今後、地盤を含めた詳細なモデルによる非線形動的解析を行い、当モデルとの比較により適切な基礎の減衰定数の評価法を検討していく予定である。

参考文献

- 1) (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，1997.5
- 2) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編，1996，12

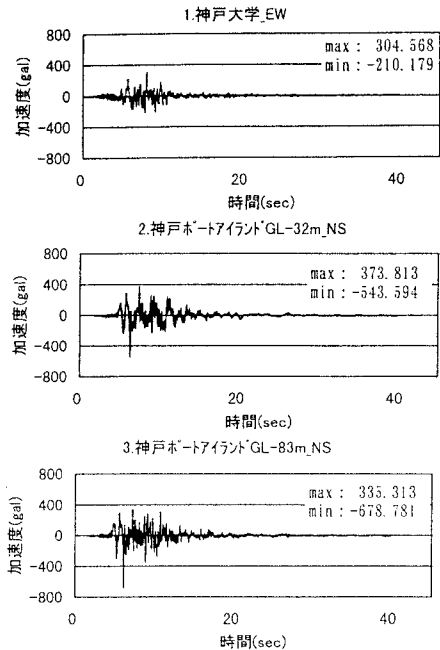


図-2.入力地震動

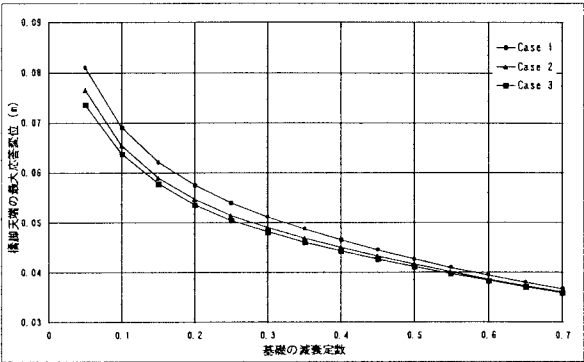


図-3.橋脚天端の最大応答変位

表-3.最大応答変位の比較

減衰定数 h	応答変位 (Cm)	比率
h=10%	6.60	1.34
h=30%	4.94	1.00

* 数値は Case1~Case3 の平均値を示す