

I-819

段落しを有するRC橋脚の地震時非線形振動応答特性

北見工業大学 学生員 小倉裕介 島田建設(株) 正員 斉藤隆行
 北見工業大学 正員 大島俊之 北見工業大学 正員 三上修一

1. はじめに

鉄筋コンクリート橋脚の振動解析において、その構成材料の力学的特性や破壊に至るプロセスの複雑さから動的解析により安定性の検討を行うことが重要である。そこで本研究の目的はRC橋脚の非線形振動応答において各非線形因子の振動に与える影響を明らかにする事として、今回は鉄筋コンクリート橋脚を離散質量系の骨組構造物と考え、曲げ振動に対する弾塑性挙動に着目して非線形振動応答解析を行った。そしてRCモデル橋脚に正弦波外力を入力してその動的挙動を検討すると共に、地震波形を用いて地盤ばねを強く仮定すると段落部の塑性化¹⁾がより進む事を確かめた。

2. 鉄筋コンクリート橋脚の動的応答解析

2.1 解析モデルと解析方法 ここでは主鉄筋段落が施してある単柱形式の鉄筋コンクリート橋脚を9分割した図-1に示す離散質量系骨組構造物にモデル化して運動方程式を組み、各質点に地震外力を水平方向に入力して動的応答を解析した。橋梁上部構造の質量については全てその図心位置に配置した。また橋脚の非線形復元力は、段落前後の各断面の応力計算を行ってモーメント曲率曲線を図-2のように仮定することにより決定した。さらに基礎地盤の変形を考慮するため、表-1に示す線形地盤反力係数²⁾を計算して地盤ばねを付加した。粘性減衰は無視し、解析には Newmark β 法 ($\beta=1/6$) を使用した。

2.2 正弦波加速度の入力による解析 まず地盤ばねをケーソン部だけに仮定し、各質点に周期0.35secの正弦波加速度を入力して解析を行った。図-3は上部構造図心点の水平方向の時刻歴変位応答と位相平面、そして橋脚根元部分のモーメント曲率曲線の解析結果を入力加速度別に示したものである。入力加速度が150gal以上になると応答に非線形性が現れ、170gal以上の加速度を入力すると橋脚根元部の断面に残留曲率が生ずるようになった。またそれに伴い橋脚の振動は減衰を起こして定常振動へ移行した。

2.3 地盤ばねの影響 次に地盤ばねの振動応答への影響を見るためにケーソンから地表面までの各質点にも水平地盤ばねを仮定し、その係数を変化させて解析を行った。入力する外力にはI種地盤用標準地震波形³⁾を4倍したものをを用いた(最大加速度 400gal)。図-4はその時の上部構造図心点の水平方向の時刻歴変位応答と橋脚根元部・段落部のモーメント曲率曲線の解析結果を上段に、同じく水平地盤ばね係数を6倍にした仮定での解析結果を下段に並べて示したものである。どちらのケースとも引張側鉄筋の降伏に相当する状態まで塑性化が進んだ非線形振動応答を示したが、水平地盤ばねを強く仮定すると段落部のモーメント曲率曲線のループが根元部でのそれに比較して大きくな

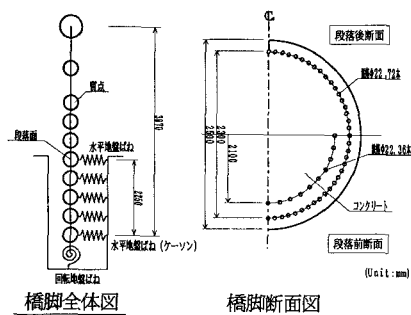


図-1 橋脚モデル図

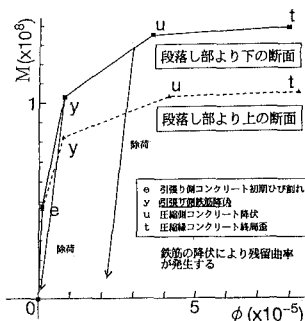


図-2 モーメント曲率曲線のモデル化

表-1 地盤反力係数

反力係数	垂直	7.56	(kgf/cm ²)
	水平	8.10	(kgf/cm ²)
	せん断	2.52	(kgf/cm ²)
ばね係数	水平 (k-y)	3.14x10 ⁸	(kgf/cm)
	回転 (k-y)	1.82x10 ¹¹	(kgf-cm/rad)
	水平 (=k _H)	1.14x10 ⁸	(kgf/cm)

り、段落部の方がより塑性化が進んだ結果が得られている。これは地盤ばねが強くなることにより地盤による橋脚の束縛効果が大きくなりモーメントが段落部に集中する為であると考えられる。

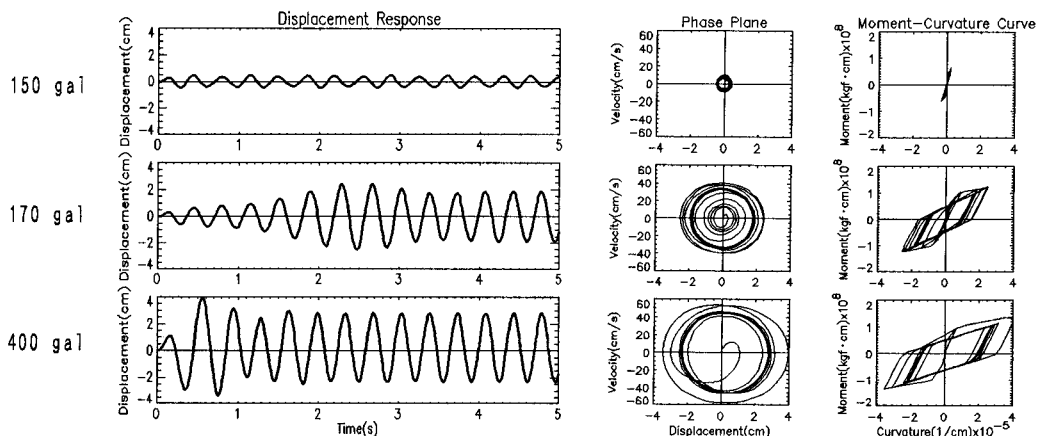


図-3 正弦波加速度の入力による解析結果

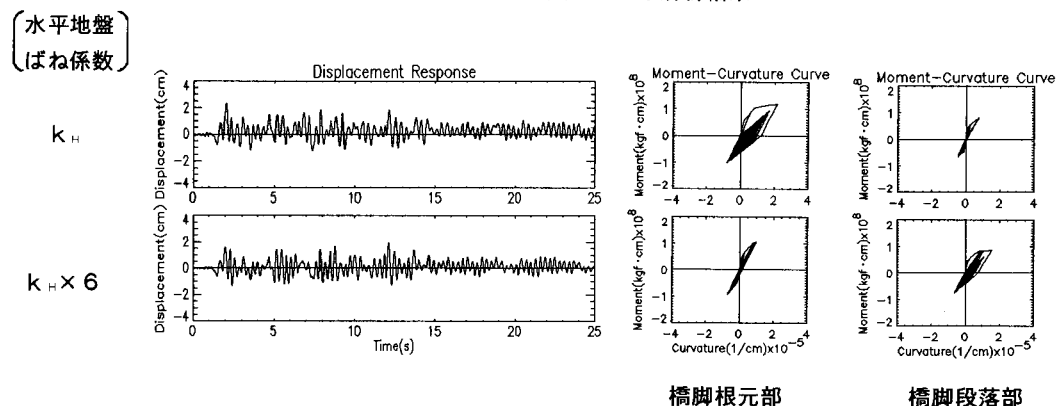


図-4 I種地盤用標準地震波形（4倍）の入力による解析結果

3. まとめ

以上、鉄筋コンクリート橋脚モデルの動的非線形振動応答解析を行った。また、本解析のまとめを以下に示す。

- ① ケーソン部に地盤ばねを仮定したモデル橋脚に正弦波（周期 0.35sec）を入力して解析を行い、入力加速度の大きさによる振動応答の変化を示した。ここでは入力加速度が 170gal以上で根元部の断面に残留曲率が生じる結果が得られた。
- ② ケーソン部とそれ以外の地中にある質点に地盤ばねを配置したモデル橋脚に4倍したI種地盤用標準地震波形を入力して解析を行った場合、水平地盤ばねを強くするにつれて橋脚段落部の塑性化が卓越する結果が得られた。

<参考文献>

- 1) 佐伯、三村、志村：1993年釧路沖地震による土木災害に関する調査 6.コンクリート土木構造物の被害，北海道地区自然災害科学資料センター報告，Vol.8，1993.
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編，平成2年2月
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，平成2年2月