

段落し部を有する鉄筋コンクリート橋脚の強震時非線形振動特性

八千代エンジニアリング㈱ 正 員 小 倉 裕 介 ㈱鴻池組 正 員 杉 浦 伸 哉
 北見工業大学 正 員 大 島 俊 之 北見工業大学 学生員 石 川 義 樹
 北海道開発局開発土木研究所 正 員 佐 藤 昌 志 北見工業大学 正 員 三 上 修 一

1. はじめに

強い地震を受ける鉄筋コンクリート橋脚は橋脚基部および段落し部などの断面急変部にコンクリートのクラックや鉄筋の降伏、さらに起因する鉄筋の座屈を伴ったはらみ出し等の被害が発生する。最近では兵庫県南部地震において同様の被害を受けた橋脚が数多く報告されており、同地震の特徴である大きな鉛直方向の地震動が当該橋脚の被害に大きく関与しているようである。また昭和57年の浦河沖地震から注目されていた橋脚鉄筋段落し部の被害も今回の地震において報告されており、今後の地震においても同様の被害が発生することが十分に予想される。著者らはこれまで、平成5年1月の釧路沖地震により橋脚段落し部に被害を受けた松之恵橋橋脚モデルの動的な非線形振動解析を行いその被害を数値計算上により追跡してきたが、本研究では更に同じく被害を受けた依田橋についても同様の解析を行って比較検討したものである。

2. 動的応答解析

2.1 解析モデル 松之恵、依田橋橋脚ともに9つの要素に分割して離散質点系はり要素モデルとして解析を行った。ここで図1は松之恵および依田橋橋脚の側面図を示しているが、同図から松之恵橋に比

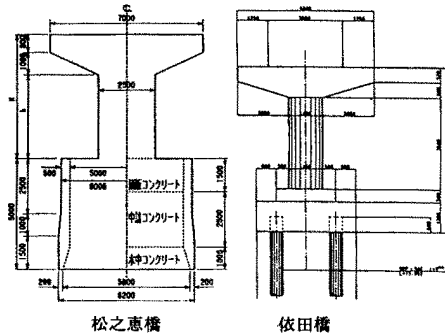


図1 橋脚の側面図

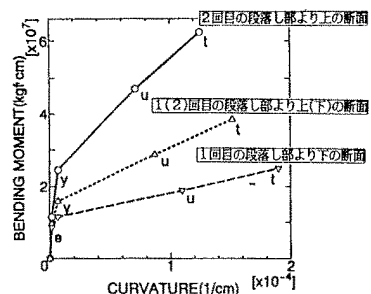


図2 依田橋の各断面の

曲げモーメント-曲率曲線モデル

べて依田橋の橋脚の方がよりスレンダーであることがわかる。また両橋脚とも円形断面を採用したT型橋脚である特徴を持ち、特に依田橋橋脚は2段階に段落としされている。橋軸直角方向に自由度をとったため、上部工に相当する質点は自由端であるとした。また履歴復元力の計算は図2に示した各断面の曲げモーメント-曲率曲線モデルを用いて行っている。

2.2 解析結果 前述した橋脚モデルの運動方程式を組み、Wilsonの θ 法 ($\theta=1.4$) を用いて逐次積分を行った。入力した波形はI種地盤時刻歴応答解析用標準波形を1, 2, 4倍したもの（最大加速度は102, 204, 408gal）を入力して解析した結果について考察を行う。まず図3、図4、図5に依田橋についての自由端の時刻歴水平変位、時刻歴エネルギー応答（総入力、ひずみ、運動エネルギー）、各段落し部における曲げモーメント-曲率曲線を示す。依田橋橋脚モデルに標準波形をそのまま入力した結果、図5-(a)のように断面が僅かに塑性化したデータが得られ、図4-(a)より断面の塑性化は2度（解析開始2秒後と10秒後）発生し、同じ波形を入力した松之恵橋橋脚モデルの解析（図6）よりも早い時刻で塑性化が始まっていることから、依田橋橋脚の方が松之恵橋橋脚よりも構造的に弱いと結論できる。標準波形を2倍したものを入力すると、図5-(b)より2回目の段落し部の塑性化が卓越する結果を得た。これは釧路沖地震による実際の被害状況に近い結果であり、シミュレーションによって段落し部の破壊を比較的良好に示すことができたと言える。標準波形を4倍にすると図5-(c)のように橋脚躯体部の下部のほとんどの断面は強い非線形性を示し、図3-(c)より自由端の最大水平変位も10cmに達し残留変位も3cm確認できる。また図4-(a), (b), (c)から最大入力

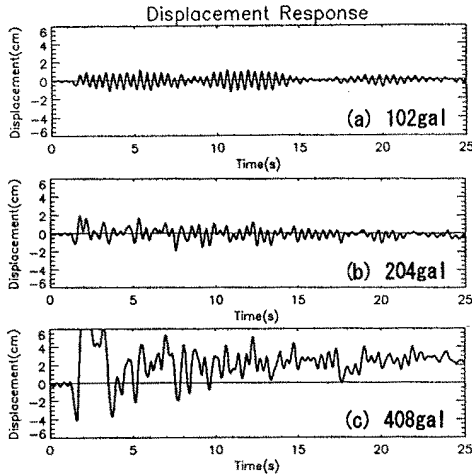


図3 時刻歴水平変位応答

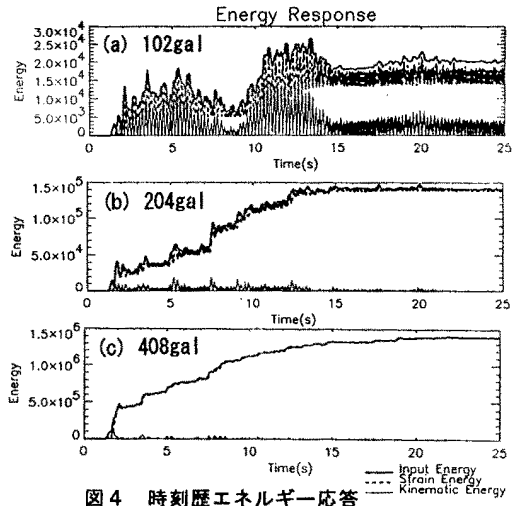


図4 時刻歴エネルギー応答

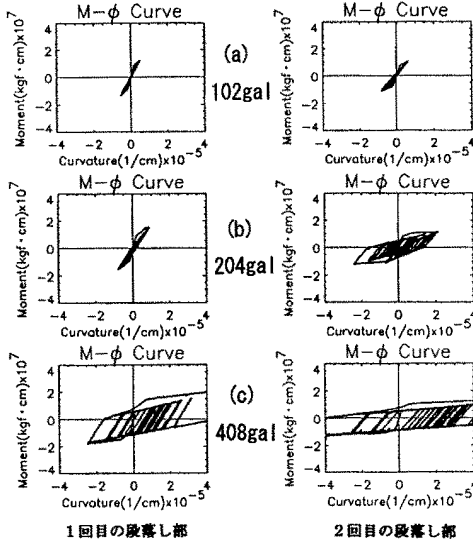


図5 曲げモーメント-曲率曲線

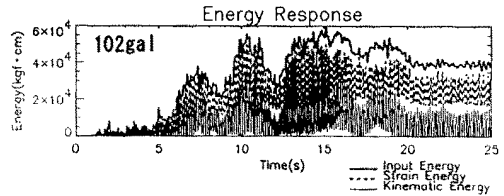


図6 松之恵橋の時刻歴エネルギー応答

加速度が2倍になる毎に履歴吸収エネルギーは1.0倍ずつに増加しているが、本解析モデルでは鉄筋やコンクリート材料の繰返し降伏による劣化などはモデル化していないので、このように規則的な入力加速度と履歴吸収エネルギーの関係が得られたものと考えられる。

3. まとめ

以上、本論文では釧路沖地震で実際に被害を受けた段落し部を有する依田橋橋脚を中心に強震時非線形振動応答解析を行い、数値計算上で破壊の追跡を行った。本解析で得られた結果を次の通りにまとめる。

- (1) 同じ波形を入力して解析した松之恵橋・依田橋橋脚の両橋脚を比較した場合、早い時刻に塑性化する依田橋の方が構造的に弱いと考えられる。
- (2) 依田橋橋脚モデルでは標準波形の2倍した波形(最大入力加速度204gal)を入力すると実際の被害に近い結果を得た。これにより、本解析では依田橋橋脚の被害の追跡を行うことができ、段落し部が構造的弱点となっていることを示した。
- (3) 依田橋橋脚においてほぼ当該橋脚に近い被害を数値計算上で再現できた。

参考文献

- 1) 佐藤昌志、他：道路関係施設の被害と対策，開発土木研究所報告，1993年9月 No.100, pp41
- 2) 小倉、大島、三上、斉藤：段落しを有するRC橋脚の地震時非線形振動応答特性，第49回土木学会年次学術講演会概要集，平成6年9月
- 3) 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
- 4) 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