

I - 7

単柱式 SRC 橋脚の 3 次元地震応答解析

東北大学 学生員 ○車谷 麻緒
 東北大学 学生員 内藤 英樹
 東北大学 正会員 秋山 充良
 東北大学 フェロー 鈴木 基行

1. はじめに

近年、鉄骨鉄筋コンクリート(以下、SRC)部材の土木構造物への適用が増加している。しかし、土木構造物での使用を前提とした SRC 部材の実験的、解析的研究はほとんど行われておらず、地震応答性状の解明についても十分ではない。そこで本研究では、直交する水平 2 方向から地震入力を受ける単柱式 SRC 橋脚を対象にファイバー要素を用いた 3 次元地震応答解析を行い、従来の 2 次元解析より得られる時刻歴波形との比較を行った。

2. 解析モデル

(1) 動的解析モデル

図-1 に示されるように、単柱式 SRC 橋脚を 3 次元はり要素を用いてモデル化し、柱基部の塑性ヒンジ区間に 3 次元ファイバー要素を適用した。なお、塑性ヒンジ長は、参考文献¹⁾に基づき算定した。

(2) 材料モデル

ファイバーモデルに用いるコンクリートの応力-ひずみ関係は、図-2(a) に示されるように、帯鉄筋による拘束条件の違いから、かぶりコンクリート部分とコアコンクリート部分に分けてモデル化した。また、軸方向鉄筋および鉄骨の応力-ひずみ関係は、図-2(b) に示されるように完全弾塑性と仮定した。本研究では、2 次元解析と 3 次元解析の比較を行うことを主な目的とするため、軸方向鉄筋の座屈や Bauschinger 効果は考慮しないこととした。

(3) 解析対象 SRC 橋脚

解析対象とした 2 体の橋脚諸元を表-1 に示す。橋脚 A は正方形断面、橋脚 B は長方形断面を有している。なお、解析対象橋脚は、参考文献²⁾に従い試設計したものである。

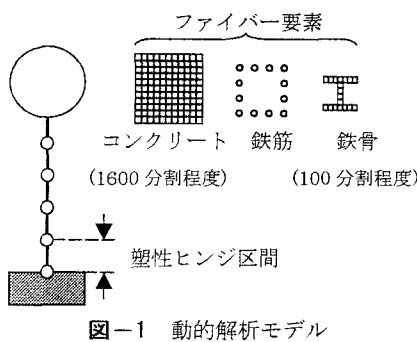


図-1 動的解析モデル

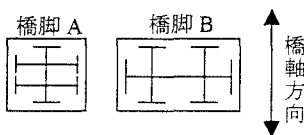
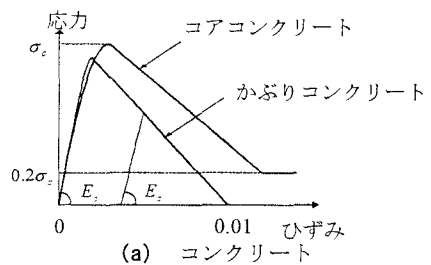
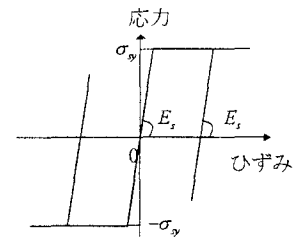


図-3 解析方向



(a) コンクリート



(b) 鉄筋、鉄骨

図-2 応力-ひずみ関係

表-1 解析対象橋脚の諸元

	橋脚寸法(mm)	鉄骨鉄筋比 ^{*1}	鋼材比(%) ^{*2}	軸力(MPa)	橋軸方向固有周期(s)
橋脚 A	2000×2000×7500	15.7	3.14	1.5	0.51
橋脚 B	1600×2500×6000	7.94	2.94	1.5	0.53

*1)鉄骨鉄筋比=(鉄骨の断面積)/(鉄筋の断面積), *2)鋼材比=(鉄骨と鉄筋の断面積の和)/(コンクリートの有効断面積)

3. 解析結果

図-3 に示される橋軸方向に対して、橋脚天端位置に強制変位を与えたプッシュオーバー解析の結果を図-4 に示す。SRC 断面は、断面中心部にウェブが存在するため、中立軸が RC 断面と比べて図心軸に寄る。このため、最大荷重点以降に、耐力低下が顕著となる結果を確認できる。

次に、道路橋示方書に規定される標準波(Type II - I -1(NS 成分), Type II - I -2(EW 成分))による 2 次元および 3 次元非線形動的解析を行った。動的解析には、Newmark の一定加速度法による直接積分を用い、積分時間間隔は 1/500 秒とした。地震波の入力方向は、2 次元解析では、図-3 に示される橋軸方向に NS 成分のみを入力し、3 次元解析では、橋軸方向に NS 成分を、橋軸直角方向に EW 成分を入力した。なお、地震動鉛直成分を入力しても、橋脚天端位置の応答変位には、ほとんど影響しないことが確認されたため、本研究では、鉛直成分を考慮していない。橋軸方向に対する橋脚天端位置の応答変位について、地震波入力後 4 秒から 10 秒の時刻歴波形を図-5 および図-6 に示す。図-5 が橋脚 A の解析結果であり、図-6 が橋脚 B の解析結果である。橋脚 A および橋脚 B ともに 3 次元解析結果の方が大きな応答値を示している。また、正方形断面を有する橋脚 A の方が応答値の違いが顕著であった。

4. まとめ

正方形断面および長方形断面を有する単柱式 SRC 橋脚を対象に 2 次元および 3 次元非線形動的解析を行った。その結果、現行の断面主軸別の解析による設計法では、応答変位を十分に評価できない可能性が示唆された³⁾。

今後は、2 次元と 3 次元解析から得られる応答値の差に関し、構造物の固有周期や断面の縦横比等に着目したパラメータ解析を行い、諸外国で見られるような水平 2 方向の地震入力 را考慮した耐震設計法の必要性について検討する予定である。

参考文献

- 1) 秋山充良, 林寛之, 内藤英樹, 鈴木基行: 繰返し荷重を受ける SRC 柱の荷重-変位関係に関する解析的研究, 構造工学論文集, Vol.47A, pp1453-1463, 2001.
- 2) 村田二郎監修: 鉄骨鉄筋コンクリート土木構造物の設計, オーム社, pp155-219, 1976.
- 3) 例えば, 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物, 1998.

水平荷重(MN)

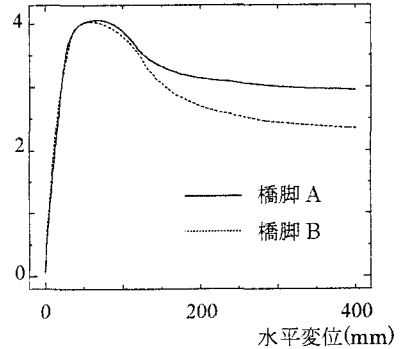


図-4 プッシュオーバー解析結果

天端の応答変位(mm)

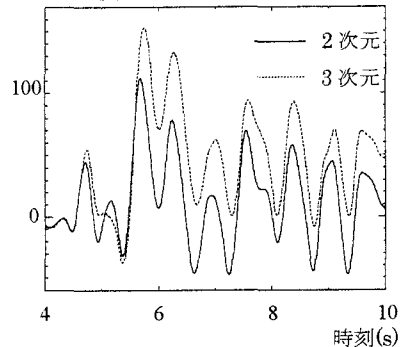


図-5 動的解析結果(橋脚 A)

天端の応答変位(mm)

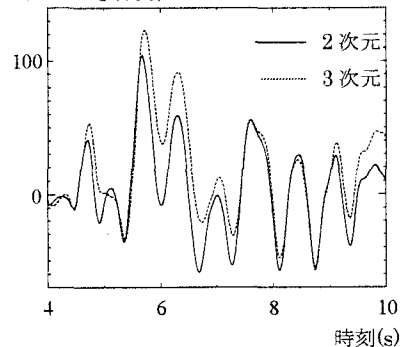


図-6 動的解析結果(橋脚 B)