

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。

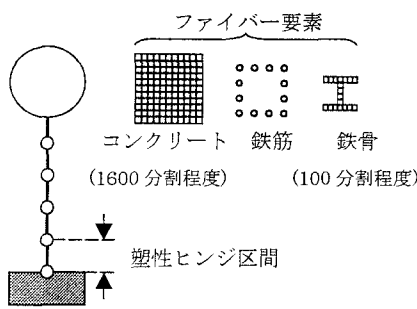


図-1 動的解析モデル

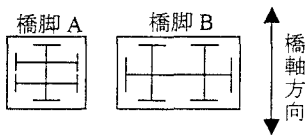
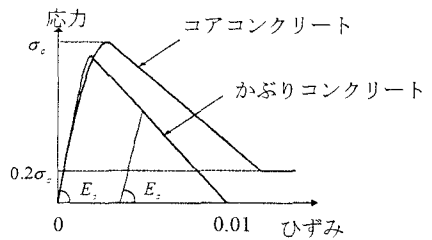
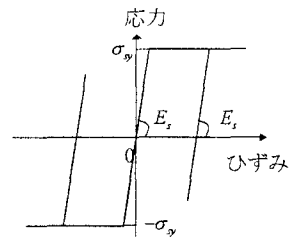


図-3 解析方向



(a) コンクリート



(b) 鉄筋、鉄骨

図-2 応力-ひずみ関係

表一 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

図一3 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一4 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 - I(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、図一3 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一5 および図一6 に示す。図一5 が橋脚 A の解析結果であり、図一6 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。

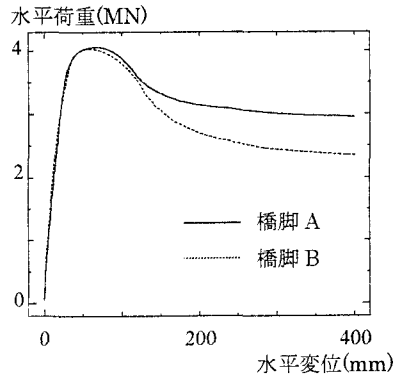
4. まとめ

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⁾。

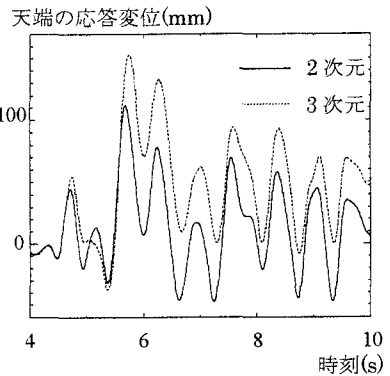
今後は、2 次元と 3 次元解析から得られる応答値の差に関し、構造物の固有周期や断面の縦横比等に着目したパラメータ解析を行い、諸外国で見られるような水平 2 方向の地震入力を考慮した耐震設計法の必要性について検討する予定である。

参考文献

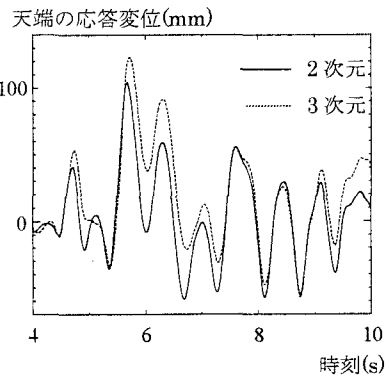
- 1) 秋山充良, 林寛之, 内藤英樹, 鈴木基行: 繰返し荷重を受ける SRC 柱の荷重-変位関係に関する解析的研究, 構造工学論文集, Vol.47A, pp1453-1463, 2001.
- 2) 村田二郎監修: 鉄骨鉄筋コンクリート土木構造物の設計, オーム社, pp155-219, 1976.
- 3) 例えば, 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物, 1998.



図一4 プッシュオーバー解析結果



図一5 動的解析結果(橋脚 A)



図一6 動的解析結果(橋脚 B)