RC連続高架橋の軸方向鉄筋降伏後の挙動による地震応答特性の変化

大分工業高等専門学校 正会員 中野友裕

名古屋大学大学院 フェロー 田邉忠顕

1.はじめに

R C 橋脚の地震時応答を推定するにあたっては,その構造物を構成するコンクリートおよび鉄筋の挙動を 検討する必要がある.R C 橋脚の場合には,引張側軸方向鉄筋の降伏により剛性が急激に低下することで, その後の挙動が顕著な非線形性を示すことになるが,それと同様に圧縮側軸方向鉄筋の降伏後の座屈挙動に よりさらに大きな非線形性を示すことになる.本稿では,軸方向鉄筋の圧縮側における挙動に座屈モデルを 考慮することによって,連続高架橋の応答がどの程度変化するかについて,連続高架橋を3次元単一柱にモ デル化した場合と,3次元全体系にモデル化した場合について比較した.

2.解析対象と解析手法の概要

解析の対象としたのは,現在道路橋として供用中の連続高架橋である.実際の橋脚には鋼板巻立が施されているが,解析では鋼板の影響を無視するとともに,現在の示方書を満足するように帯鉄筋を増やした断面を用いた(図-1).また,図-2~図-4 にモデルの概略を,橋脚の諸元とともにそれぞれ示す.解析に用いたFlexibility法¹⁾では,非線形部材を1要素としても局所化を表現できることから,橋脚部分は1要素としている.全体系モデルの上部工は,両端の橋軸水平方向を自由境界とし,中央の5本は回転のみ自由の固定支承としている.材料の応力-ひずみ関係として,コアコンクリートに星限らのモデル,かぶりコンクリートに渡辺らのモデルを用いている.鉄筋にはBi-Linearモデルを用いるが,座屈を考慮する場合の圧縮側鉄筋の応力は,中村らによる研究²⁾を参考に,次式で表すこととした(圧縮を正にとった場合).

 $\sigma_{s} = \sigma_{sy} \exp\left\{0.17 \left(\frac{s}{d}\right)^{2} \left(\varepsilon_{s} - \varepsilon_{sb}\right)\right\}$

ここに, _{sy}は鉄筋の降伏応力, s, d はそれぞれ帯鉄筋間隔と軸方向鉄筋径, _{sb}は座屈開始ひずみである. なお,本解析では座屈開始ひずみを鉄筋の降伏ひずみに等しいと仮定した.





図-3 全体系モデル(1)



表-1	コン	クリ	リート	·の特	性値	Ê
-----	----	----	-----	-----	----	---

	コアコンクリート	かぶりコンクリート	
圧縮強度 f _c '	28.80 [MPa]	27.50 [MPa]	
引張強度 f _t '	2.88 [MPa]	2.75[MPa]	
圧縮ひずみ _c	0.0028	0.0020	
初期弾性係数 E ₀	25.00 [GPa]	25.00 [GPa]	
圧縮軟化勾配	- 5178.0	- 13750.0	

表-2 鉄筋の特性値

降伏点 y	328.0 [MPa]
ヤング係数 E _s	195.2 [GPa]



図-7 橋軸直交方向変位応答(座屈なし:破線/座屈考慮:実線)

材料諸元および仮定した応力 - ひずみ関係を表-1, 表-2,図-5 に示す.これらを用いて,Fiber-Model により断面履歴を求めた.入力地震動は兵庫県南部 地震での神戸海洋気象台観測波形3方向成分である.

3.解析結果と考察

以上の条件に基づき得られた単一柱モデル(1C)と 全体系モデル(7C)の変位応答を図-6,図-7 にそれぞ れ示す.これらの結果から,座屈を考慮した場合の 特徴として,降伏変位を大きく上回る変位が生じた





後において,顕著な相違が認められることが分かる.その結果,図-8に示すように,橋脚天端平面内の変位 応答は大きく異なってくることになる.また橋軸直交方向に関しては,全体系モデルの振幅は小さなものに なっている.これは橋軸方向の変位が単一柱のように自由ではないために生じる相違であると考えられる. 4.まとめ

圧縮側軸方向鉄筋の座屈を考慮した解析によって,考慮しない場合と比べて変位応答に明白な相違が見られた.なお,今回の解析条件では座屈開始ひずみを最も厳しい条件に設定しており,圧縮側鉄筋の降伏と同時に座屈するという仮定を採用したことは,非常に極端な例であることに注意されたい.

参考文献:

 1) 中野,田辺:コンクリート構造物の数値解析へのFlexibility法の適用に関する研究,土木学会論文集,vol.725,2003.2
2) 中村,二羽,田辺:鉄筋の座屈がRC構造のポストピーク挙動に与える影響,コンクリート工学年次論文報告集,Vol.14,No.2, pp.337-342,1992.6