

# V-37

## 国内外の耐震設計規準に基づき試設計されたRC橋脚の耐震性能評価

東北大学 学生員 ○洪 起男  
 東北大学 学生員 丸山 大輔  
 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

道路橋示方書<sup>1)</sup>の地震時保有水平耐力法では、諸外国の耐震設計規準に見られない耐震性能照査法や限界状態が規定されている。しかし、このようにして耐震設計される橋梁構造が有する耐震安全性を諸外国の設計規準による場合との比較により考察した例は少ない。そこで、本研究では、道路橋示方書(JRA-code)、Caltrans(CA-code)、Eurocode8(EC8-code)および New Zealand の Bridge Manual/NZS3101 (NZ-code)に基づき試設計されたRC橋脚<sup>2)</sup>に対し、同一の条件下で地震力を作用させ、その耐震性能を比較した。

### 2. 解析対象RC橋脚

RC橋脚の耐震性能を同じ条件下で評価するため、(1)地表面設計加速度は800Gal、(2)橋脚高さは7m、(3)上部工重量は7MN、(4)コンクリートおよび鉄筋の材料特性は同一、とした。

各規準により試設計されたRC橋脚の断面形状を図-1に示した。図-1より、JRA-codeに基づくRC橋脚の帯鉄筋量が、他の規準により設計された断面に比べ非常に少ないことがわかる。この理由として、JRA-codeでは、コンファインド効果を高めることによる変形性能の向上とせん断破壊の防止を目的として、帯鉄筋が配筋されるのに対し、他の規準では、軸方向鉄筋の座屈防止の観点から、構造細目によりその配筋

法が規定されているためである。この結果として、図-2に示されるように、道路橋示方書の規準に従いコンクリートの応力-ひずみ関係を求めると、JRA-code、CA-code、NZ-code、Euro-codeの順に変形性能が大きくなる。また、図-3には、図-1の各断面から得られるモーメント-曲率関係を示した。ただし、断面の降伏は、最外縁の軸方向引張鉄筋が降伏したとき、終局は、最外縁の軸方向圧縮鉄筋位置において、コンクリート終局ひずみに達したとき、と定義した。図-3に示されるように、Euro-codeによる設計断面が最も大きな曲げ耐力と変形性能を有している。これは、地表面加速度から算定される設計水平震度が他の規準に比べ大きくなることと、図-1の帯鉄筋の配筋量が反映された結果である。

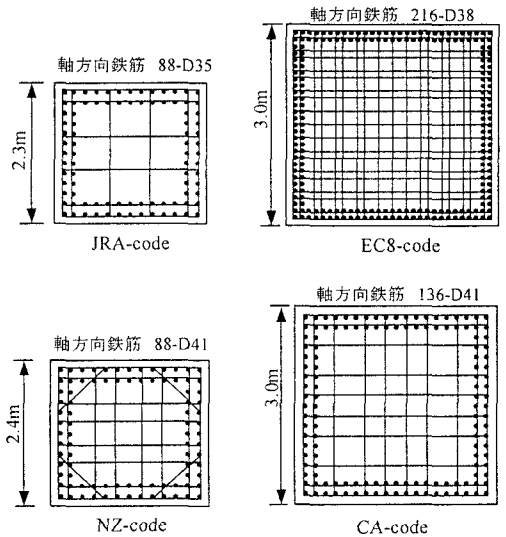


図-1 RC橋脚の設計断面<sup>2)</sup>

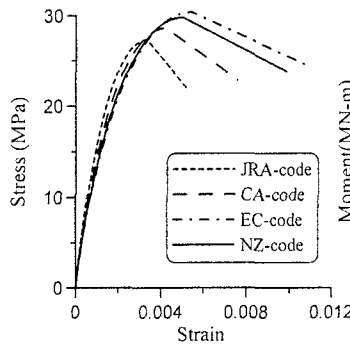


図-2 コンクリートの  
応力-ひずみ関係

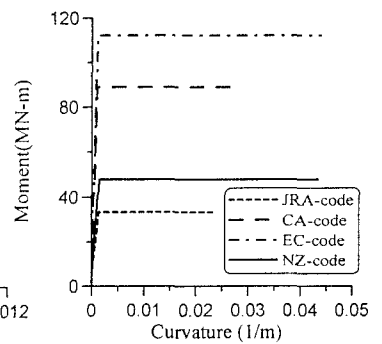


図-3 RC橋脚のモーメント-曲率  
関係

3. 動的解析

ファイバー要素を用いた非線形動的解析を行った。ファイバー要素長は、道路橋示方書による塑性ヒンジ長とし、要素内のコンクリートおよび鉄筋に同じ履歴則を与えた。入力波には、兵庫県南部地震において神戸海洋気象台で観測されたEW成分を用いた。得られた橋脚天端位置の荷重－変位関係を図－4に示し、応答水平力および応答変位の最大値等を表－1にまとめた。図－3に示される曲げモーメント－曲率関係から予想されるように、JRA-codeによる橋脚が最も大きく塑性化している一方で、他の3つの規準による橋脚は、弾性応答を示した。

4. 耐震性能評価

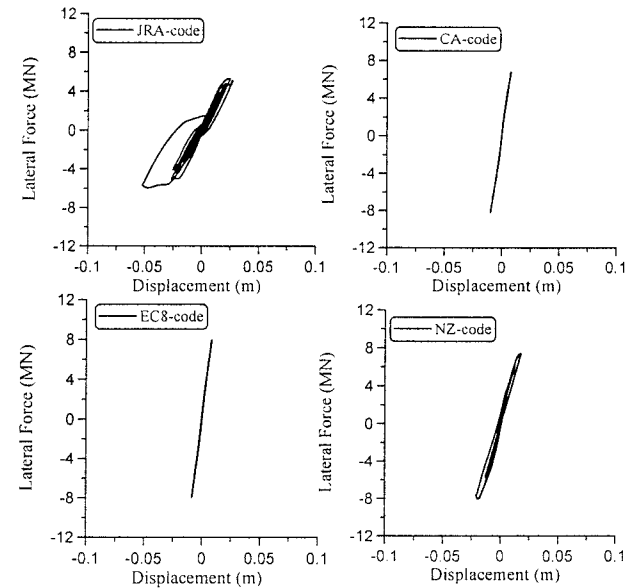
道路橋示方書のタイプⅡ地震動に対する各橋脚の耐震性能照査結果を表－2にまとめた。その結果、全てのRC橋脚の破壊形態は、曲げ破壊型と判定され、規定の地震力に対し、十分な保有水平耐力を有していることが確認された。

5. まとめ

各国の耐震設計規準に基づき試設計されたRC橋脚の耐震性能を比較することで、現行の道路橋示方書の耐震設計規準の問題点や妥当性を考察した。試設計する際の条件により、得られる断面諸元が大きく異なるため、定量的な考察を提示するには至らなかったが、例えば、設計規準毎の帯鉄筋の構造細目には有意な差があり、それが各橋脚の耐震安全性に大きく関係することなどが示唆された。

参考文献

1) 日本道路協会:道路橋示方書Ⅴ耐震設計編, 1996.  
2) T. Tanabe : Comparative Performance of Seismic Design for Concrete Structure, Vol. 1, JSCE, 1999.  
3) 堀 淳一, 川島一彦:ファイバー要素を用いた鉄筋コンクリート橋脚の地震応答解析, 構造工学論文集, Vol. 45A, pp.935－946, 1999.



図－4 動的解析の結果

表－1 動的解析に基づく耐震性能評価

|              | JRA-code | CA-code | EC8-code | NZ-code |
|--------------|----------|---------|----------|---------|
| (1)応答変位(mm)  | 51       | 10      | 9        | 21      |
| (2)応答塑性率     | 2.50     | 0.63    | 0.53     | 1.10    |
| (3)許容塑性率     | 6.33     | 8.92    | 12.66    | 10.96   |
| (2)/(3)      | 0.40     | 0.07    | 0.04     | 0.12    |
| (4)応答水平力(MN) | 5.9      | 7.9     | 7.9      | 8.0     |
| (5)保有水平力(MN) | 4.8      | 12.7    | 17.4     | 6.8     |
| (4)/(5)      | 1.23     | 0.62    | 0.45     | 1.17    |

表－2 道路橋示方書に基づく耐震性能評価

|           | JRA-code | CA-code | EC8-code | NZ-code |
|-----------|----------|---------|----------|---------|
| 終局水平力(MN) | 4.8      | 12.7    | 17.4     | 6.8     |
| せん断耐力(MN) | 5.8      | 13.3    | 26.9     | 10.1    |
| 破壊形態      | 曲げ       | 曲げ      | 曲げ       | 曲げ      |
| 保有水平力(MN) | 4.8      | 12.7    | 17.4     | 6.8     |
| 許容塑性率     | 6.33     | 8.92    | 12.66    | 11.40   |
| 終局塑性率     | 9.00     | 12.88   | 18.50    | 16.60   |
| 等価水平震度    | 0.57     | 0.40    | 0.40     | 0.40    |
| 水平力(MN)   | 4.5      | 3.2     | 3.2      | 3.1     |
| 安全性評価     | O.K.     | O.K.    | O.K.     | O.K.    |