

I-267

ひずみ硬化を考慮したRC橋脚の保有耐力に関する一考察

東洋技研コンサルタント(株) 正員 ○宮崎平和 吉田公憲

〃

正員 島田 功 味好 渉

1. まえがき

示方書では、大地震に対して弾塑性域での変形能に応じて、地震力の低減を行い、地震応答断面力と極限耐荷断面力との比較により、RC橋脚の耐震安全性を照査している¹⁾。筆者は、これまで、示方書の照査方法により、RC橋脚の断面形状、鉄筋比、軸力、かぶり等が保有水平耐力に及ぼす影響を検討した²⁾。その結果、許容応力度法で設計された断面の多くは、安全度が不足することがわかった。一方、土木研究所で実施された実験結果をみると、鉄筋のひずみ硬化等の影響により、かなりの後耐力が期待できるようである³⁾。筆者は、既に、鉄筋のひずみ硬化の影響に着目し、実際の応力-ひずみ関係を導入した解析を行い、既往実験値との照合等について検討してきた⁴⁾。

本報告は、実験結果との照合、側面鉄筋、軸力を指標とした検討結果を示すとともに、耐震安全度の評価手法について考察したものである。なお、本計算は平面保持を仮定し、柱下端の曲率を逐次増分してゆく方法を採用した。

2. 計算結果

2.1 応力-ひずみ曲線

解析に用いた応力-ひずみ関係は、材料試験結果を参考にして、図-1のように仮定した⁵⁾、⁶⁾。

2.2 模型実験との比較

土木研究所で実施された模型実験のうち、鉄筋構成の異なる2つのモデルについての計算結

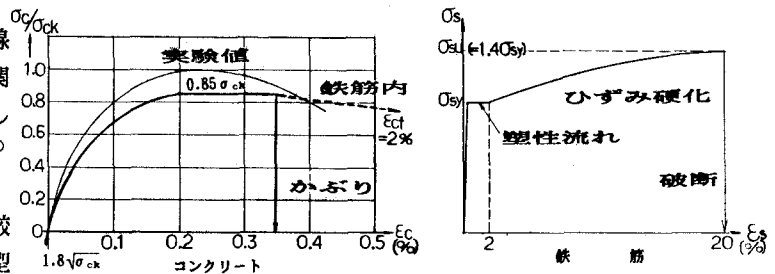


図-1 応力-ひずみ曲線

果を図-2に示す。モデル1では、かぶりコンクリート剥離と同時に圧縮鉄筋が降伏し除荷された後、鉄筋のひずみ硬化により耐力は暫増する。鉄筋内部のコンクリートが破壊に至った段階で耐力は減少し、引張鉄筋の破断により崩壊する。モデル2では、側面鉄筋がないため、かぶりコンクリートの剥離前に、引張鉄筋がひずみ硬化域に達する。また、鉄筋内部のコンクリートが破壊に至る前に、引張鉄筋が破断して崩壊する。実験結果では、変位が50mm程度から耐力の減少が見られる。これは、繰返し荷重やボンドスリップによるものであろう。2つのモデルとも、追跡計算結果は実験値と概ね一致しているといえる。

1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，V 耐震設計編 (1990)

2) 宮崎、吉田、島田、味好：RC橋脚の地震時保有水平耐力に影響を及ぼす諸要因，土木学会第45回年次学術講演会 (1990)

3) 建設省土木研究所：RC橋脚の動的耐力及び変形性能に関する研究，土木研究資料 第2408号 (1986)

4) 宮崎、島田、味好：ひずみ硬化を考慮したRC橋脚の保有耐力について，第18回土木学会関東支部技術研究発表会 (1991)

5) 藤井 学：コンクリート構造用鋼材の種類とその性能-鉄筋コンクリート用棒鋼，コンクリート工学 Vol.17, No.7 (1979)

6) 岩崎 訓明：コンクリートの特性，共立出版 (1977)

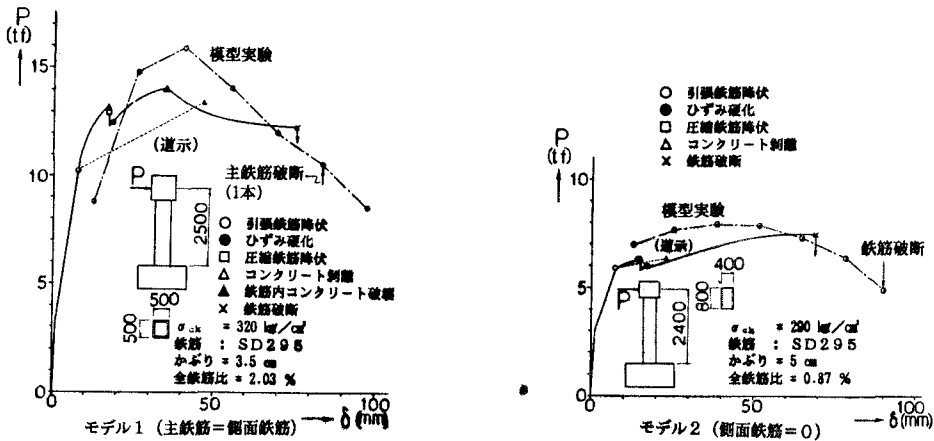


図-2 模型実験との比較

2. 3 矩形標準設計断面の検討

1) 検討モデルと構造諸元

図-3、表-1、2に検討に用いた構造諸元を示す。主鉄筋及び上部工重量は、柱下端断面で、側面鉄筋を無視した釣合い鉄筋状態より設定した。

2) 側面鉄筋量と軸圧縮応力度による影響

側面鉄筋量 (A_s') 及び軸圧縮応力度 (σ_n) を変化させた場合の $P-\delta$ 関係を、それぞれ図-4、5に示す。側面鉄筋量、軸圧縮応力度が増えてゆくと、中立軸が中央寄りになるため、かぶりコンクリート剥離後の耐力増加が少ない。それぞれの移行段階を終局と考えて、示方書¹⁾の方法により評価した耐震安全率 (S) を表-3に示す。

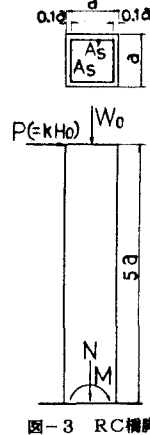


図-3 RC橋脚

表-1 設計条件

コンクリート	設計基準強度 (σ_{CK})	240 kgf/cm ²
	許容応力度 (σ_{CA})	120 kgf/cm ²
鉄筋 (SD345)	降伏応力度 (σ_{sy})	3500 kgf/cm ²
	許容応力度 (σ_{sa})	3000 kgf/cm ²
地盤種別		II種

表-2 標準設計断面

軸圧縮応力度 (σ_n) (kgf/cm ²)	(%)	(σ_{Ca})
5	1.75	0.158
10	1.18	0.125
15	0.60	0.092

p : 主鉄筋比 ($2A_s/a^2$)
 H_0 : 水平荷重

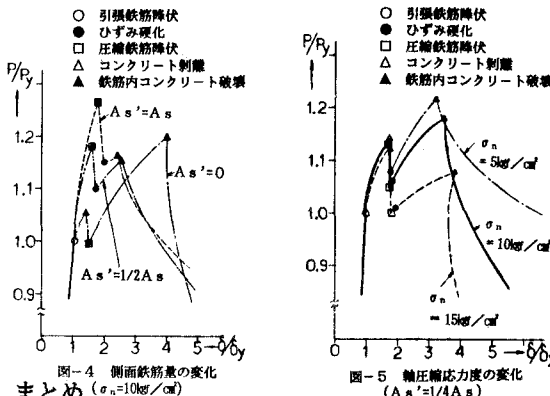


図-4 側面鉄筋量の変化 ($\sigma_n=10\text{kgf/cm}^2$)

図-5 軸圧縮応力度の変化 ($A_s'=1/4A_s$)

3. まとめ

2. 2節の2つの模型実験との比較において、材料特性や高さ方向の曲率変化をより精密に評価することによって、実験値と概ね一致する結果を得ることを示した。2. 3節の矩形標準設計断面の検討において、側面鉄筋量、軸圧縮応力度が耐力に及ぼす影響が大きいことを指摘することができた。また、各移行段階での耐震安全率をまとめたが、RC橋脚の曲げ保有耐力を、鉄筋内部のコンクリートが破壊する状態で評価すれば、示方書と異なる傾向が見られた。なお、本報告では、塑性流れひずみを2%としたが、材料試験データは、ばらつきがある。この影響については、検討中である。

表-3 耐震安全率 (S)

軸圧縮応力 (σ_n) (kgf/cm ²)	側面鉄筋量 (A_s')	P_y (σ_{sy}) ($\times 10^{-3}$)	耐震安全率 (S)		
			示方書	かぶりコンクリート剥離時	鉄筋内コンクリート破壊時
5	0	1.50	0.597	0.548	1.162
	$A_s/4$	1.69	0.867	0.725	1.094
	$A_s/2$	1.85	1.049	0.798	1.086
	A_s	2.15	1.209	0.965	1.106
10	0	1.18	0.493	0.424	0.826
	$A_s/4$	1.28	0.694	0.553	0.829
	$A_s/2$	1.40	0.805	0.591	0.751
	A_s	1.81	0.950	0.762	0.845
15	0	0.82	0.399	0.310	0.506
	$A_s/4$	0.88	0.510	0.381	0.569
	$A_s/2$	0.94	0.586	0.419	0.544
	A_s	1.08	0.677	0.515	0.554

P_y : 引張鉄筋降伏時の水平荷重