

(I-6) RC橋脚の保有水平耐力に及ぼす横拘束筋の影響

東洋技研コンサルタント(株) 正員 ○宮崎平和
 " " 島田 功
 " " 味好 渉

1. まえがき

鉄筋コンクリート部材の耐震安全性は、耐力とともに塑性変形能力の大きさを評価される。道路橋示方書では、RC橋脚設計時の保有耐力の照査に、この考えを導入している¹⁾。部材の曲げ耐力は、断面や、鋼材を増すことによって増加させることができるが、多量の引張鋼材を有する部材は、十分な変形能力を示さず脆性的な破壊をすることが知られている。このような部材の塑性変形能力を増すためには、断面圧縮域のコンクリートをスパイラル筋やフープ筋などで横拘束することが非常に有効である。

本報告は、既往の横拘束コンクリートの応力-ひずみ関係²⁾ および鉄筋のひずみ硬化を考慮³⁾ した解析により、横拘束筋を指標とした、①模型実験結果⁴⁾ との照合、②設計断面での変形能力などを考察したものである。なお、本解析では、平面保持を仮定し、橋脚下端の曲率を逐次増分してゆく方法を用いた。

矩形断面横拘束コンクリートの応力-ひずみ関係(図-1)は、次式である。

$$\epsilon_{50c} = \frac{3 + 0.0284 f_c}{14.22 f_c - 1000} + \frac{3}{4} \rho_a \sqrt{\frac{b}{s}} \quad \dots (1)$$

ここに、 ρ_a : コンクリートコアに対する横拘束筋体積比
 f_c : コンクリート強度(kgf/cm²)
 b : コンクリートコアの幅
 s : 横拘束筋の間隔

2. 解析結果

2.1 模型実験との照合

土木研究所で実施された、フープ筋(スターアップ)(SR235, $\phi 9$)間隔の異なる3つのモデル(図-2)についての実験結果と解析結果を図-4に示す。かぶりコンクリートの剝離によって除荷されたのちも、鉄筋内コンクリートの抵抗により荷重は暫増する。

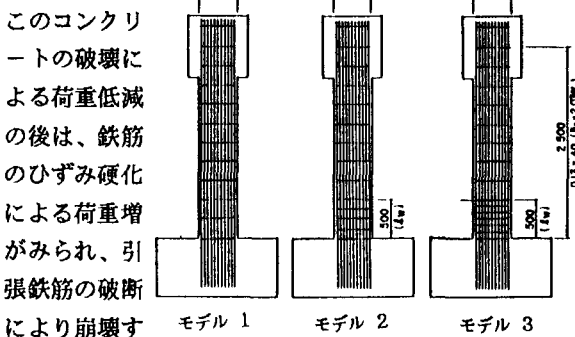


図-2 模型実験モデル

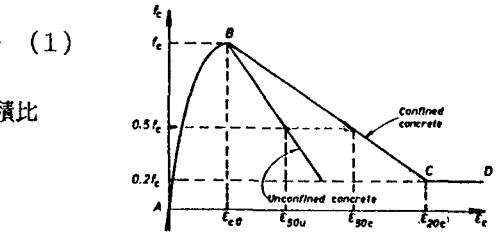
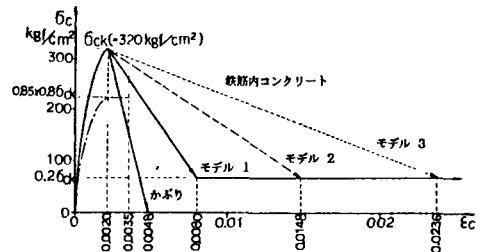
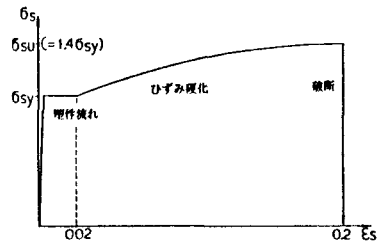


図-1



(a) コンクリート



(b) 鉄筋

図-3 応力-ひずみ関係

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、V 耐震設計編、1990。
- 2) Thompson, K.J. and Park, R.: Ductility of Prestressed and Partially Prestressed Concrete Beam Section, PCI Jour., Vol. 25, No. 2, 1980。
- 3) 宮崎、吉田、島田、味好：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、土木学会第46回年次学術講演会 I 部門、1991。
- 4) 建設省土木研究所：RC橋脚の動的耐力に関する実験的研究、土木研究所資料 第2232号、1985。

崩壊時の荷重および変形におよぼすフープ筋の効果はほとんどみられないが、かぶりコンクリート剝離後、鉄筋内のコンクリートが破壊に至るまでの荷重増分量と変形増分量は、フープ筋による横拘束に大きく依存していることがわかる。実験結果でも、フープ筋が多いほど変形能力が大きいことがうかがえる。実験結果では、40mm程度の変位から荷重の低減がみられるが、これは、繰返し荷重やボンドスリップなどの影響によるためであろう。

2.2 矩形標準設計断面による検討

高さ10m、断面2m×2mの橋脚を仮定し、表-1の条件のもとで、下端の軸圧縮応力度(σ_n)が10kgf/cm²となり釣合鉄筋(側面鉄筋を無視)となるように許容応力度設計した(図-5)。このときの上部工鉛直反力(W_0)は300tf水平方向に支持する上部工反力(H_0 : 水平方向作用力= $k \times H_0$)は520tfである。フープ筋間隔が20cm、15cm(設計値)、10cmの場合の鉄筋内コンクリートの応力-ひずみ関係を(1)式で求め解析したP- δ の結果を図-6に示した。フープ筋間隔をせまくすると、かぶりコンクリート剝離後、鉄筋内コンクリートが破壊するまでの耐力および変形の増加がみられる。特に、変形量の増加は顕著である。

3. まとめ

2.に示した結果より、フープ筋の変形能(鉄筋内コンクリートの破壊まで)に及ぼす影響が大きいことを指摘することができた。表-2は鉄筋内コンクリートの破壊を終局と考えて、示方書¹⁾の方法により評価した耐震安全率である。許容応力度設計した断面では、示方書によると安全度が不足($S < 1$)するが、横拘束筋の効果を考慮すると、安全度を満足($S = 1.2$ (フープ筋間隔が15cm))することがわかる。

表-2 耐震安全率 (S)
(鉄筋内コンクリート破壊時)

フープ筋 間隔(cm)	P_y (tf)	δ_y (cm)	P_u (tf)	δ_u (cm)	S
20	233	4.2	283	12.5	1.05
15			296	15.3	1.21
10			307	21.7	1.50
示方書	226	4.6	289	11.9	0.98

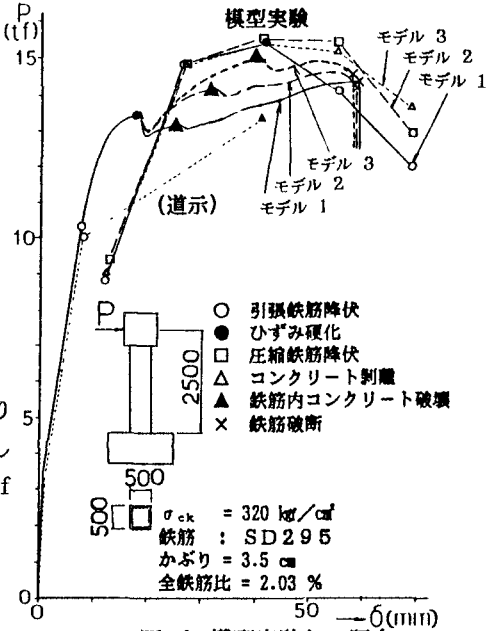


図-4 模型実験との照合

表-1 設計条件

圧縮強度	300kgf/cm ²
設計強度	240kgf/cm ²
許容応力度	120kgf/cm ²
鉄筋(SD345)	
降伏応力度	3500kgf/cm ²
許容応力度	3000kgf/cm ²
地盤種別	II種

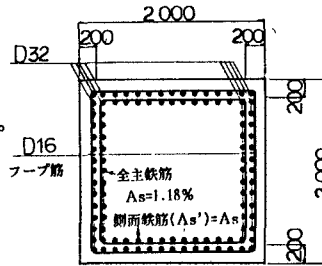


図-5 設計断面

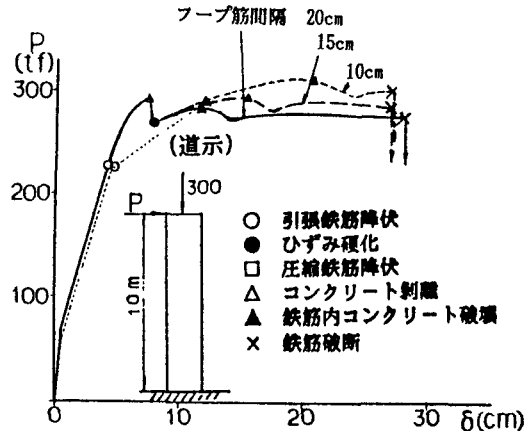


図-6 標準設計断面