

I-591 横拘束筋の効果を検討したRC橋脚の保有水平耐力について

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

1. まえがき

鉄筋コンクリート部材の耐震安全生は、耐力とともに塑性変形能力の大ききで評価される。道路橋示方書では、RC橋脚の設計における保有耐力の照査に、この考えが導入されている¹⁾。部材の曲げ耐力は、断面や鋼材を増すことによつて増加させることができる。一方、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、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、次式ある。

$$\epsilon_{50c} = \frac{3 + 0.0284 \sigma_{ck}}{14.22 \sigma_{ck} - 1000} + \frac{3}{4} \rho_s \sqrt{\frac{b}{s}} \dots (1)$$

ここに、

- ρ_s : コンクリートコアに対する横拘束筋体積比
- σ_{ck} : 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

図-2に示すかぶりコンクリートのないRC部材で、変形能特性に及ぼすフープ筋の影響を検討した実験結果と解析結果を図-3に対比して示す。フープ筋がない場合、圧縮側コンクリートが破壊すると除荷されるが、横拘束筋の配置により塑性変形特性が著しく改善される。解析値は、鉄筋のボンドスリップや座屈を考えていないため実験値より若干剛性を高く評価する結果となっているが、上記の特性をよく表しているといえる。

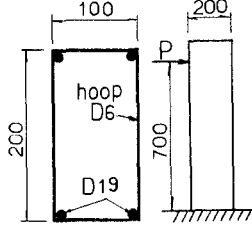


図-2 実験モデル

- 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) 井上、服部、宮川、藤井：横拘束筋のコンクリートはり部材への適用、セメント・コンクリート論文集 No. 43, 1989。

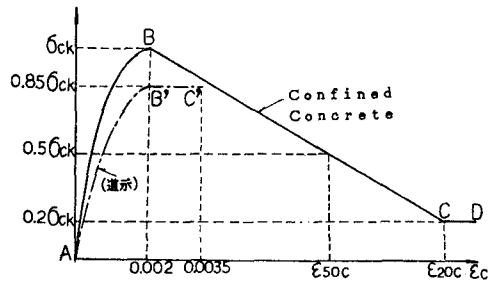


図-1 (a) コンクリートの応力-ひずみ

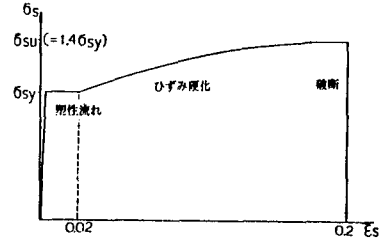


図-1 (b) 鉄筋の応力-ひずみ

- 鉄筋降伏
- 鉄筋ひずみ硬化
- ▲ コンクリート破壊

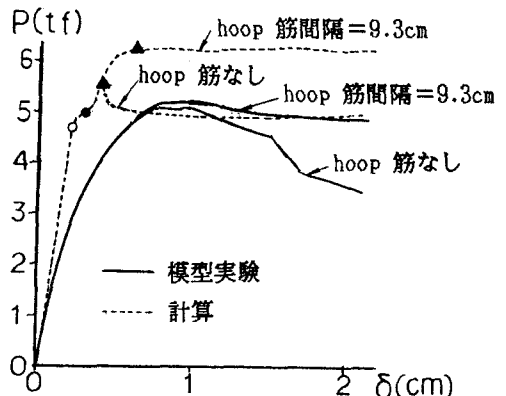


図-3 荷重-変位の関係

2.2 矩形標準設計断面での変形能の検討

高さ10m、断面2m×2mの橋脚(図-4)を仮定し、表-1の条件のもとで、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。このときの上部工荷重等は表-2となる。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)式で求めたものが図-5である。解析したP-δの結果を図-6に示した。

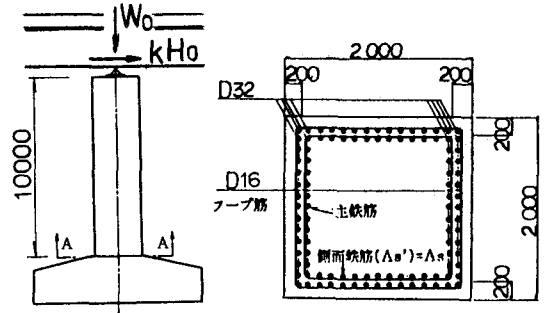


図-4 解析モデル

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 |

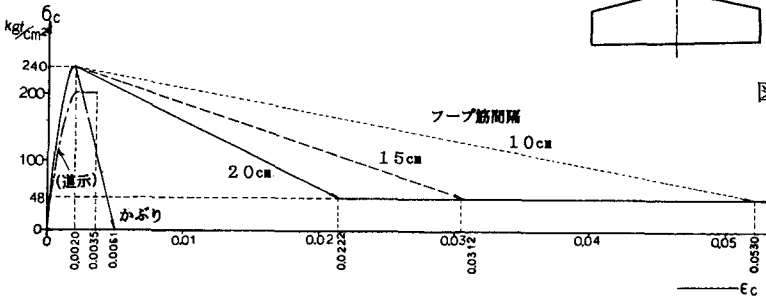


図-5 コンクリートの応力-ひずみ関係

3. まとめ

表-2 標準設計諸量

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。

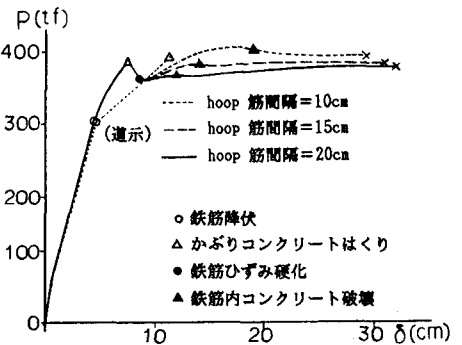
| 平均軸圧縮 応力(σn) | 鉄筋(2As) 比(%) | Ho (tf) | Wo (tf) |
|-----------------------|-----------------|------------|------------|
| 5 kgf/cm ² | 1.75 | 677 | 100 |
| 10 " | 1.18 | 520 | 300 |

表-3は鉄筋内コンクリートの破壊(図-1のC点)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、横拘束筋の効果を検討すると、変形能の改善によって安全度を満足(S=1.1(フープ筋間隔が15cm))するようになる。

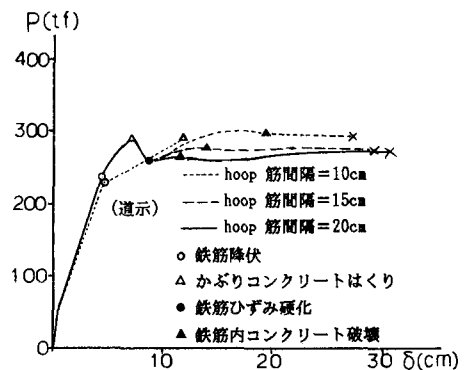
表-3 耐震安全率(S)

| 平均軸圧縮 応力(σn) | フープ筋 間隔(cm) | Py (tf) | δy (cm) | Pu (tf) | δu (cm) | S |
|------------------------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------|
| 5 (kgf/cm ²) | 10 | | | 401 | 19.0 | 1.34 |
| | 15 | 305 | 4.7 | 382 | 14.3 | 1.11 |
| | 20 | | | 367 | 12.0 | 0.98 |
| | 示方書 | 301 | 4.9 | 388 | 11.5 | 0.97 |
| 10 (kgf/cm ²) | 10 | | | 295 | 19.3 | 1.32 |
| | 15 | 230 | 4.4 | 275 | 13.8 | 1.05 |
| | 20 | | | 268 | 11.5 | 0.93 |
| | 示方書 | 226 | 4.6 | 289 | 11.9 | 0.98 |

(Pu, δu: 鉄筋内コンクリートの破壊時の値)



(a) σn = 5 kgf/cm² の場合



(b) σn = 10 kgf/cm² の場合

図-6 荷重-変位の関係