

東急建設技術研究所 正会員 宮城 敏明
 同上 正会員 服部 尚道
 武蔵工業大学 正会員 吉川 弘道
 同上 学生会員 池谷 和之
 同上 千嵐 広子

1. はじめに

R C柱を対象とし、帯鉄筋の拘束効果を考慮したコンクリート構成則を用いたファイバーモデルで算出された荷重－変位（ $P-\delta$ ）関係と大変形の繰返しに伴う劣化過程を考慮したせん断耐力を対比させることにより、破壊形式の判別と部材靱性率の算定法を提案する[1]。また、2例の実験値との比較をおこなうことにより、この算定法の妥当性について検証をおこなった。

2. 解析手法

ファイバーモデルによる曲げ変形解析：R C柱断面を層状に分割して曲げを与え、中立軸位置を仮定し、ひずみ分布・応力分布・合力を算出し、外力との釣合いを収束計算により中立軸位置を決定する。合力と合力作用位置から M （モーメント）、圧縮上縁ひずみと中立軸位置より ϕ （曲率）を算出する。算出された $M-\phi$ 関係より M をせん断スパンで除し P （荷重）を算出し、 ϕ を柱高さ方向に積分し δ （変位）を算出する。その際に塑性ヒンジや主鉄筋の抜出しの影響を考慮した。以上のことを圧縮上縁ひずみを増加させ終局まで逐次繰返し計算をおこなった。

建築学会指針式修正A法：以下の式を用いてせん断耐力 V_u を算出する[2]。

$$V_u = B z p_w f_{wy} \cot \phi_o + B \tan \theta (1 - \beta) (H/2) v_o f'_c$$

B : 断面幅(mm), z : 有効高さ(=jd)(mm), p_w : 帯鉄筋比(%), f_{wy} : 帯鉄筋降伏強度(N/mm^2), ϕ_o : トラス機構角度, θ : 圧縮ストラット角度, H : 断面高さ(mm), v_o : コンクリート有効係数, f'_c : コンクリート強度(N/mm^2)

ここで降伏回転ヒンジ角 R_p の増大に伴うコンクリートの有効係数 v_o の変化を図-1、トラス機構の角度 ϕ_o の変化を図-2のように表現する。

表-1 解析条件

3. 数値シミュレーション

解析試験体には図-3の600角試験体[3]を使用し、表-1に示すように帯鉄筋比を変化させ

(0.212%, 0.106%)、破壊形式の判定をおこなった(図-4)。

キーワード：耐震、せん断、靱性率、ファイバーモデル

〒229-11 神奈川県相模原市田名字曽根下 3062-1 TEL 0427-63-9511 FAX 0427-63-9503

〒158 東京都世田谷区玉堤 1-28-1

TEL 03-3703-3111 FAX 03-5707-2125

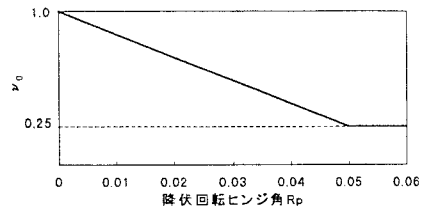


図-1 R_p-v_o

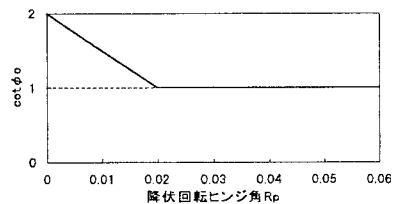


図-2 $R_p-\cot \phi_o$

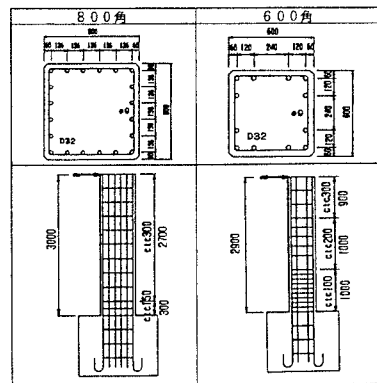
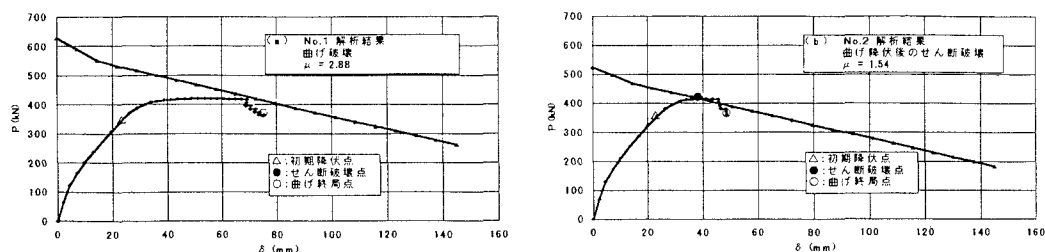


図-3 解析試験体

材料強度は表－2の600角モデルの値を使用した。コンクリート構成則は道路橋示方書にもとづき、鉄筋構成則にはバイリニア型を仮定し、塑性ヒンジ長は1.5d（有効高さをdとする）形成されるモデルとし、主鉄筋の拔出量は鉄道構造物等設計標準・同解説[4]により算出をおこなった。また、ファイバーモデルの終局の定義としては、最外縁圧縮鉄筋位置におけるコンクリートひずみが終局ひずみに達した時点とした。帯鉄筋比を小さくすることにより、変形性能とせん断耐力の低下がみられ、(a)では2線の交点はなく曲げ破壊(C)と判定され、一方、(b)では2線は初期降伏後に交わり、曲げ降伏後のせん断破壊(B)と判定された。



図－4 No.1, No.2の解析結果

4. 実大載荷実験の実験値との比較

図－3の両試験体において交番載荷実験結果と解析値の比較を試みた（図－5）。この場合の材料条件は表－2に示すとおりであり、軸力比は800角では3.75N/mm²、600角では3.33N/mm²である。図－5(a), (b)ともに曲げ降伏後のせん断破壊と判定され、実験値と合致している。また、いずれのケースにおいても解析値は降伏変位、終局変位ともに過小評価しているものの、靱性率は近い値が算出された。

表－2 材料強度および実験値と解析値の比較

	800角		600角	
	実験	解析	実験	解析
主鉄筋降伏強度 (N/mm ²)	313		349	
主鉄筋ヤング率 (kN/mm ²)	202		191	
帯鉄筋降伏強度 (N/mm ²)	351		317	
コンクリート強度 (N/mm ²)	25.8		27.3	
降伏変位 δ (mm)	19.8	16.6	24.8	22.7
せん断破壊点		35.0		75.0
終局変位 δ (mm)	40.8	(43.8)	123.3	(103.4)
破壊形式	B	B	B	B
靱性率 μ	2.06	2.11	4.15	3.08

注) 破壊形式の記号
A: せん断破壊
B: 曲げ降伏後のせん断破壊
C: 曲げ破壊

5. まとめ

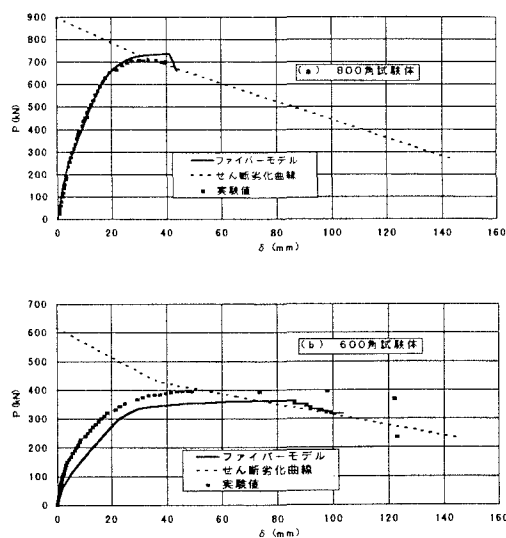
P- δ 曲線と劣化過程を考慮したせん断耐力と対比させることで破壊形式と靱性率の算定を試みたものである。本提案に基づき、帯鉄筋比を変えることによる破壊形式の違いが表現された。せん断ひび割れの進展や終局付近における主鉄筋座屈の影響などを考慮し、さらなる精度の向上が必要であると思われる。

参考文献: [1] 吉川・池谷・宮城 土木学会第52回年次学術講演会公演概要集 R C柱における破壊形式の判定と靱性評価

[2] 日本建築学会 鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針（案）・同解説

[3] 田畑・佐藤・渡辺 土木学会第51回年次学術講演会公演概要集 V-529 鋼板巻き補強におけるディナールの影響に関する実験的研究

[4] 鉄道総合技術研究所 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物 丸善株式会社



図－5 実験値との比較