

武蔵工業大学	正会員	吉川弘道
同上	学生会員	池谷和之
東急建設技術研究所	正会員	宮城敏明
同上	フェロー会員	増田芳久
同上	正会員	岡本 大

1. はじめに

RC柱を対象とし、帯鉄筋の拘束効果を考慮したファイバーモデルにより柱部材の荷重-変位曲線（ $P-\delta$ 曲線）を求め、その $P-\delta$ 曲線上に劣化過程を考慮したせん断耐力を併記することで、終局破壊形式の判定を行った。加えて、その破壊形式および破壊時期との関係よりRC柱部材の靱性評価の提案を行うものである。

2. 破壊形式の分類

RC柱部材における終局破壊形式には、せん断破壊、曲げ降伏後のせん断破壊、曲げ破壊に分類される。図1は、軸方向筋をパラメータとして帯鉄筋の拘束効果を考慮したコンクリートの応力-ひずみ関係を用いた[1]ファイバーモデルにより算出した柱部材の $P-\delta$ 曲線上（実線）に、繰返しによる劣化を考慮したせん断耐力の曲線を破線で併記した図である。せん断耐力の劣化曲線が $P-\delta$ 曲線と交差した時がせん断破壊となり、そのまま部材の最終崩壊点と判断する。そこで、初期降伏点より早い時期に交差する場合はせん断破壊(A)となり、初期降伏後に交差する場合は曲げ降伏後のせん断破壊(B)となる。両曲線が交差しない場合は曲げ破壊(C)となる。図2は $P-\delta$ 曲線上に、せん断耐力の劣化曲線を変化させた場合の破壊形式の分類を示した図である。図1の場合と同様、A、B、Cの3破壊形式に分類される。

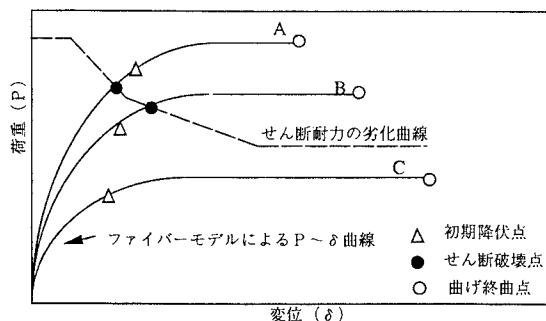


図1 軸方向筋をパラメータとした荷重-変位曲線

3. 劣化過程を考慮したせん断耐力の算定

大地震時の劣化過程を考慮したせん断耐力の算定方法の例として、建築学会指針式A法[2]（以下、建築指針式）やPriestleyによる方法[3]がある。建築指針式は、トラス機構とアーチ機構との合算として耐力力を算出するもので、いくつかの新しい知見が反映されており、広範囲な実験データベースとの照合がなされている。特に、基部のヒンジ領域におけるヒンジ角の回転に伴う耐力劣化が盛り込まれており、図中に示したせん断耐力の劣化曲線の算定結果につながった。また、Priestleyモデルは部材靱性率また

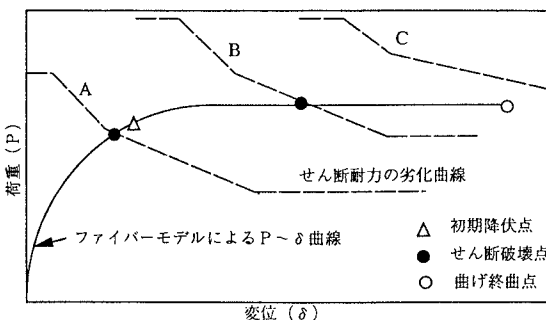


図2 せん断補強筋をパラメータとした荷重-変位曲線

キーワード 耐震, せん断, 靱性率, ファイバーモデル

〒158 東京都世田谷区玉堤1-28-1

TEL03-3703-3111 FAX03-5707-2125

〒229-11 神奈川県相模原市田名字曾根下3062-1

TEL0427-63-9511 FAX0427-63-9503

は断面靱性率の増加に伴い、コンクリートによるせん断耐力を低減させる方法である。

図3は、表1に示す条件(せん断補強量0.1%、軸力0.0N/mm²)によるRC柱部材の荷重-変位関係で、建築指針式とPriestleyモデルとを比較したものである。この条件の場合は、建築指針式がPriestleyモデルより小さいせん断耐力が算出され、いずれの方法も曲げ降伏後のせん断破壊と判定された。なお、軸方向筋の抜け出しは鉄道構造物等設計標準[4]により算出した。

4. 部材靱性率の評価

曲げ破壊とせん断破壊の両破壊モードを勘案した靱性評価を考察するため、図4のような模式図を示した。これは、左図が前述の水平荷重と水平変形との関係であり、これにせん断耐力を破線によって併記したものである。このせん断耐力は、せん断補強筋量によってA,B,Cのように異なる（せん断補強筋量は曲線Cが最も多い）。その交差点（ $\delta = \delta_s$ ）と、初期降伏点（ $\delta = \delta_y$ ）もしくは曲げ終局破壊点（ $\delta = \delta_u$ ）との時間的な関係により、部材靱性率の評価が行えると考えられる。このとき、B：曲げ降伏後のせん断破壊による場合をせん断靱性率、C：曲げ破壊の場合を曲げ靱性率と呼び、図4の右図のごとく、2つの靱性を得ることができる。当然のことながら、せん断補強筋量（帯鉄筋量）が小さい範囲ではせん断靱性率がクリティカルとなる。このような考えに基づき、図5のような試算を行い、町田らの方法[5]と比較した。表1に示す条件の場合（軸力3.33N/mm²）は、せん断補強筋量0.32f_{wy}以下では曲げ降伏後のせん断破壊となり、この0.32f_{wy}が分岐点となることがわかる。また、 $P_w < 0.3\%$ の範囲では、せん断靱性率は町田式とはほぼ同様な値となっている。

表1 解析条件

柱断面×高さ (mm)	600×600×2900
せん断スパン比	4.86
コンクリート強度 (N/mm ²)	27.3
軸方向鉄筋強度 (N/mm ²)	349
せん断補強筋強度 (N/mm ²)	317
塑性ヒンジ長 (mm)	1.5d=810

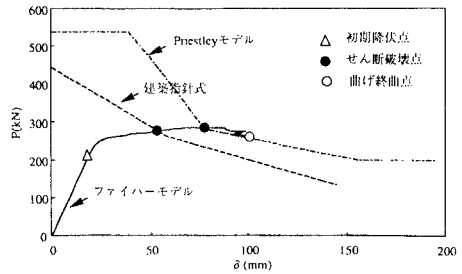


図3 建築指針式とPriestleyとの比較
水平変位 δ 部材靱性率 μ

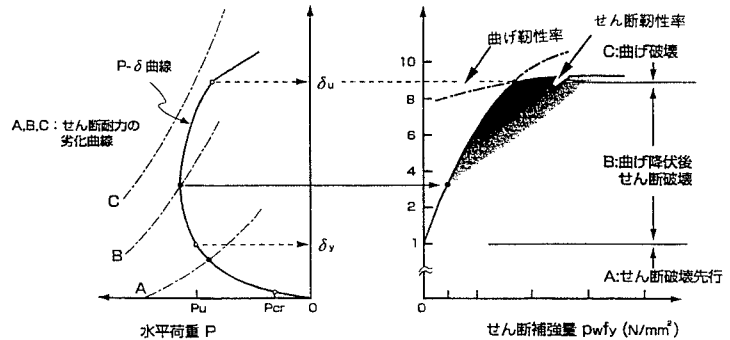


図4 破壊モードの判別と部材靱性率の評価

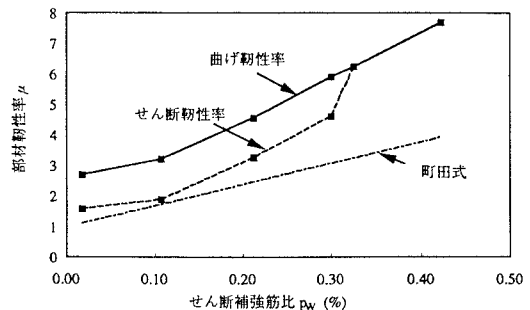


図5 靱性率の比較

【参考文献】

- [1]日本道路橋会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編,1996.12
- [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,1988.10.20
- [3]M.J.N. Priestley,F.Seible,G.M.Calvi：SEISMIC DESIGN AND RETROFIT OF BRIDGES、1995.10
- [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,1992.11
- [5]町田,陸好,豊田：鉄筋コンクリート部材の靱性率の定量化に関する研究,コンクリート構造物の靱性とその評価法に関するコロキウム,1988.3