

V-284 コンクリート構造物の靱性に及ぼす軸圧縮力の影響

名古屋工業大学大学院 学生員 ○清水郁夫
 名古屋工業大学工学部 正 員 梅原秀哲
 名古屋工業大学工学部 正 員 吉田弥智

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物の耐震設計を行う上で、構造物の靱性を定量的に評価しておくことが重要である。しかし、主鉄筋比 (P_t)、せん断補強鉄筋比 (P_w)、シアスパン比 (a/d)、軸力比 (η_o) など靱性に影響を与える要因が多く相互に影響しあっており、また、靱性の評価方法が研究者によって異なるため、これまで実験データを収集し、総合的に靱性を評価した研究はほとんど行われていない。

そこで本研究では、過去の研究成果^{(1)~(7)}を収集し、特に顕著な影響が見られた軸圧縮力について、靱性に与える影響を検討した。なお、靱性は靱性率だけでなく、荷重-変位包絡線の降伏変形後の形状をも考慮する必要があると思われるので、この形状に与える軸圧縮力の影響をも検討した。

2. 軸圧縮力の靱性率へ与える影響

図-1に示すように、靱性率 (μ) は降伏変位 (δ_y) に対する終局変位 (δ_u) の比 ($\mu = \delta_u / \delta_y$) と定義し、終局変位は、荷重-変位包絡線において荷重が降伏荷重を下回らない最大荷重とした。したがって、すべてのデータをこの定義に基づいて換算した。また、軸圧縮力 (N) ではなく、これをコンクリートの圧縮強度 (f_c') で検討して無次元化した軸力比 ($\eta_o = N / f_c'$) で靱性率に与える影響を調べることにした。

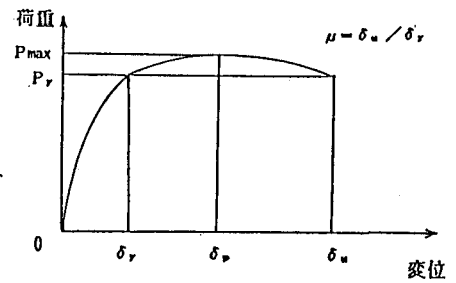


図-1 荷重-変位包絡線

一般にコンクリート構造物は軸圧縮力を受けることにより、曲げ耐力およびせん断耐力は増加するが、最大荷重到達後の耐力低下が大きく、靱性率が低下するとされている。図-2は軸力比と靱性率の関係を全データ (130 個) を用いて表したものである。軸力比が 0.1 以下では靱性率は 3 から 8 と比較的ばらついているが、0.2 以上では 2 から 3 とまとまっている。主鉄筋比等の軸圧縮力以外の要因では、他の諸条件を一定にしないと傾向が表せないのに対して、軸力比においては、全データを用いてもこのような傾向が見られた。これらのデータを回帰してみると、

$$\mu = 0.83 / (\eta_o + 0.1) \quad \dots (1)$$

という式が相関係数 0.811 で比較的精度よく導かれた。なお、データはすべて η_o が 0.4 以下である。

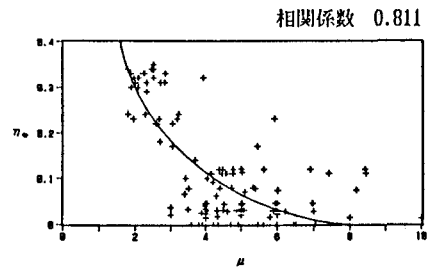


図-2 靱性率 (μ) と軸力比 (η_o) の関係

3. 軸圧縮力の降伏変形後の荷重-変位包絡線への影響

引張鉄筋降伏後の挙動は、同じ靱性率を持つ部材でも必ずしも同じ傾向を示すとは限らないことから、ここでは図-1に示すような降伏変形後の荷重-変位包絡線を、図-3に示すようにモデル化した。すなわち、横軸に変位を降伏変位で

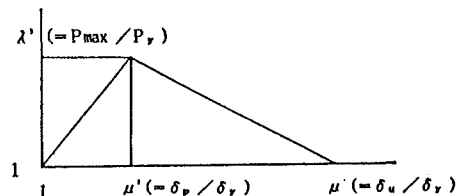


図-3 降伏変位以後の荷重-変位包絡線モデル

除した値を、また、縦軸に荷重を降伏荷重で除した値をとり、最大荷重時の荷重（ P_{max} ）および変位（ δ_P ）の無次元量 λ' （ $=P_{max}/P_y$ ）、 μ' （ $=\delta_P/\delta_y$ ）および靱性率 μ と軸力比 η_0 との関係を求めることにより、軸圧縮力の影響を調べることにした。図-4 に λ' と軸力比の関係を示す。軸力比が小さい時は、 λ' が最大 1.4 近くになり、軸力比が大きくなるにつれて 1.05 に漸近する。軸力比が 0.05 以下ではばらつきが大きいが、0.15 以上ではほとんど λ' は 1.05 となる。これらのデータを回帰してみると、

$$\lambda' = 0.056 / (\eta_0 + 0.13) + 0.90 \quad \cdots (2)$$

という式が相関係数 0.852 で導かれた。

一方、図-5 に μ' と軸力比の関係を示す。軸力比が小さい時は、 μ' が最大 6 近くになり、軸力比が大きくなるにつれて 1.5 から 2 に漸近する。軸力比が 0.1 以下ではばらつきが大きい、0.15 以上ではほとんど μ' は 1.5 となる。これらのデータを回帰してみると、

$$\mu' = 0.23 / (\eta_0 + 0.062) + 0.70 \quad \cdots (3)$$

という式が相関係数 0.706 で導かれた。

これら 3 つの式から、0.4 以下の軸力比の時の靱性率および降伏変形後の荷重-変位包絡線を予測することが可能となった。図-6 に軸力比（ η_0 ）を 0~0.4 まで 0.1 ずつ変化させてこれら 3 つの式から得られた降伏変位以後の荷重-変位包絡線モデルを示す。このように、軸力比（ η_0 ）が増加するにしたがって、三角形がほとんど相似的に縮小していくことが認められる。

4. 結論

- i) 軸圧縮力と靱性率の関係は、0.4 以下の軸力比の時、 $\mu = 0.83 / (\eta_0 + 0.1)$ で表されることが明らかとなった。
- ii) 降伏変形後の荷重-変位包絡線は、軸圧縮力が増加すると μ 、 μ' および λ' がほとんど同じ割合で減少し、その形状は、軸力比の関数で表されることが明らかとなった。

なお、本研究は、昭和62年度文部省科学研究費総合研究 A（課題番号 62302042）を受けて行ったものである。

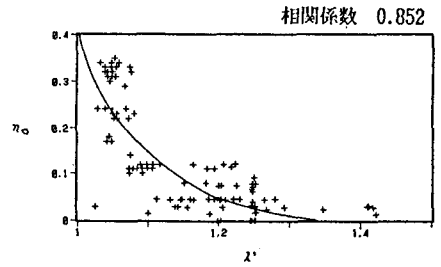


図-4 軸力比（ η_0 ）と λ' の関係

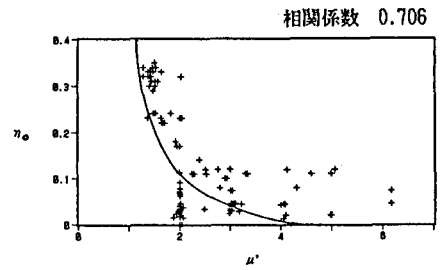


図-5 軸力比（ η_0 ）と μ' の関係

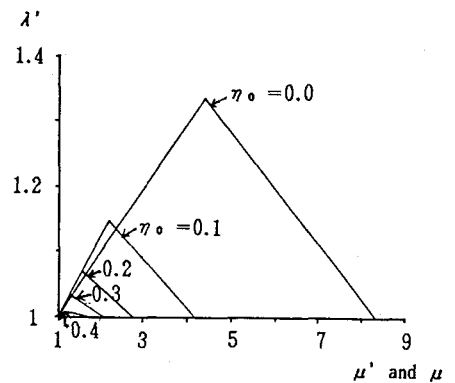


図-6 軸力比（ η_0 ）による無次元化された降伏後の荷重-変位包絡線へ影響

参考文献

- (1) 町田、陸好、豊田：鉄筋コンクリート部材の塑性変形能定量化に関する研究、土木学会論文集、1987年2月第378号
- (2) 尾坂、鈴木、桑沢、石橋：静的交番繰返し荷重下でのRC柱の履歴復元力特性に関する研究、土木学会論文集、1986年8月第372号
- (3) 石橋、吉野、青木：鉄筋コンクリート部材のじん性率、構造物設計資料、1984年9月第79号
- (4) 荒川、藤田：繰返し荷重を受ける鉄筋コンクリート柱の変形性能に及ぼすせん断補強の影響、JCI年次講演会講演論文集、1980年第2回
- (5) 荒川、荒井、藤田、溝口：繰返し荷重を受ける鉄筋コンクリート柱の変形性能の評価、JCI年次講演会講演論文集、1981年第3回
- (6) 荒川、荒井、藤田、江頭：鉄筋コンクリート柱の耐力とじん性に及ぼす繰返し載荷速度の影響、JCI年次講演会講演論文集、1982年第4回
- (7) 荒川、荒井、江頭、大久保：鉄筋コンクリート柱の繰返し挙動と塑性変形能の評価、JCI年次講演会講演論文集、1983年第5回