

工学論文

[2058] 繰返し曲げを受けるSRC 柱材の安定限界軸力に関する解析的研究

正会員○松井千秋（九州大学建築学科）

津田恵吾（九州大学建築学科）

江 冠華（竹中工務店九州支店）

1. 序

SRC柱が一定軸圧縮力と変動曲げモーメントを受ける時の挙動は、作用軸力の大きさに影響され、柱が曲げ破壊する場合でも、軸力が大きくなると変形能力が低下することが知られている。このことから、SRC構造計算規準では変形能力を期待する柱では作用圧縮力の制限値が規定されている。しかしながら、純鉄骨断面が一定軸力と繰返し曲げを受ける時の性状は詳細に調べられているのに対して、SRC断面では一定軸力と繰返し曲げを受けるときの、断面の崩壊過程、崩壊モード、コンクリートと鉄骨の応力の移行などの基本的性状に及ぼす軸力の影響は完全に明らかにされているとは言い難い。本論文の目的は、一定軸圧縮力と繰返し曲げを受けるSRC断面の抵抗モーメント、断面重心のひずみ挙動および柱部材の曲げ挙動に及ぼす軸力の影響、作用軸力の限界値を解析的に明らかにすることである。

2. 柱断面挙動の基礎的性状

本論文では、まず、差分方程式を用いて、一定軸力と定曲率繰返し曲げを受ける理想化された断面の解析を行うことにより、断面の曲げ挙動を支配するパラメータを明かにし、断面挙動の基礎性状（崩壊過程、崩壊モード）を考察した。

図1～図3のような荷重条件および材料の機械的性質のもとで、問題を「モーメントー曲率関係上の定曲率時 A_i 、 B_i 状態での抵抗モーメント、断面重心のひずみ度を求める」ことと設定し、状態の変化（ $A_i \rightarrow B_i$ 或は $B_i \rightarrow A_{i+1}$ ）に対して、各状態での断面重心のひずみ度 ϵ_i 、 $b\epsilon_i$ に関する連立差分方程式を、平面保持の仮定と軸力が一定の条件より求めた。更に、処女載荷時（ A_1 状態）での断面重心ひずみ度を初期条件として代入することにより、連立差分方程式の解を求めた。

計算結果の一例として、図4に定曲率時の断面重心のひずみ度と荷重サイクルの関係を示す。軸力の大きさによって、断面重心のひずみ挙動が5種類（Case1～Case5）に分類できる。 A_1 状態で断面重心が伸びる場合には、 A_1 状態から B_1 状態へ更に伸び、以後一定となる場合（Case1）と、最初から一定値をとる場合（Case2）がある。これらは軸力比が小さい場合に生じる。断面重心が縮む場合には、荷重サイクルの増加と共に、つねに重心ひずみは圧縮方向へ累積する。繰返し回数 $i = \infty$ の時の状態は、コンクリートが全部、または一部は健全な状態で重心ひずみが一定値に収束する場合（Case3）、コンクリートが全部圧壊した後、鉄骨だけで軸力を保持でき、一定値に収束する場合（Case4）と、軸力を鉄骨だけでは保持出来ず、可能な釣合状態がなくなり発散する場合（Case5）がある。

3. 柱部材の曲げ挙動および安定限界軸力

次いで、数値計算で実際的な応力ーひずみ関係および断面を持つ柱部材の解析を行うことにより（図5、図6参照）、部材の曲げ挙動に及ぼす軸力比の影響、断面重心ひずみ挙動と部材の曲げ挙動との関連などについて考察することにより、安定限界軸力の存在を示した。

数値解析から得られた柱の曲げ挙動を変位反転点での耐力に注目してまとめると、6種類の挙動に分類できる（表1参照）。それぞれの挙動を、前述の断面重心ひずみの挙動の分類に対応して軸力比が小さい順に整理すると以下ようになる。挙動1 (Case1): 曲げ耐力は繰返し載荷第2

回目では第1回目より変化した後一定値に収束する。**挙動2 (Case2)**: 曲げ耐力は繰返し回数に関わらず最初から一定値になる。**挙動3 (Case3)**: 繰返し载荷の最初の数回で被りコンクリートの圧壊によって、曲げ耐力は少しずつ低下する。その後、コア・コンクリートが全部、或は一部が壊れないままで耐力は一定値に収束する。**挙動4 (Case3)**: 鉄骨の降伏応力度が高い場合、或は鉄骨比が大きい場合では、载荷第1回目でコンクリートが一部圧壊するが、その後鋼材のひずみ硬化によって曲げ耐力は上昇し一定値に収束する。**挙動5 (Case4)**: コンクリートの圧壊により繰返しに伴い曲げ耐力が低下し続けるが、コンクリート全断面が圧壊して曲げ耐力の最小値を記録した後、鉄骨だけで軸力を保持できるため、鋼材のひずみ硬化により再び耐力が上昇する。**挙動6 (Case5)**: コンクリートの圧壊により耐力は著しく低下し、軸力を鉄骨だけでは保持できず、崩壊する。

以上より、繰返し荷重に対して、柱材の曲げ耐力が処女载荷時の値よりあまり低下しない、安定な挙動が保証できる作用軸力の領域が在ることを示した。本論文では、この領域の上限を安定限界軸力と定義した。更に、断面重心のひずみの挙動に基づけば安定限界軸力の近似値を計算できることを指摘した。

4. 結び

本論文では、繰返し曲げを受けるSRC柱部材の挙動に及ぼす軸力の影響、作用軸力の限界値を明らかにすることを目的として、断面挙動を対象とした差分方程式による解析、部材挙動を対象とした数値解析を行い、以下の結論を得た。(1) 一定軸圧縮力と定曲率繰返し曲げを受ける断面のひずみ挙動は、軸圧縮力の大きさにより5種類に分類できる。(2) 一定軸圧縮力と定変位振幅繰返し载荷を受ける柱部材の曲げ挙動は軸圧縮力の大小により6種類に分類できる。部材挙動の分類は断面のひずみ挙動の分類に対応している。(3) 繰返し载荷されても柱の曲げ耐力が低下しない軸力の限界が存在する。本論文では、この軸力の限界値を安定限界軸力と定義した。

[本論文は、「コンクリート工学論文集」、Vol. 3, No. 1, pp45~56, 1992. 1に掲載されたものである]

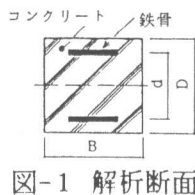


図-1 解析断面

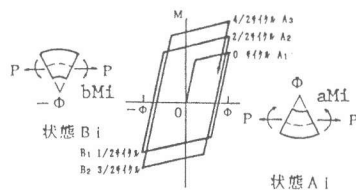


図-2 荷重条件

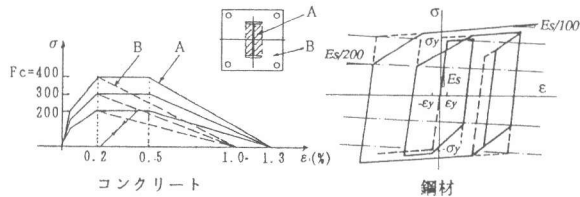


図-6 応力度-ひずみ度関係

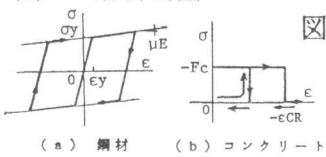


図-3 応力度-ひずみ度関係

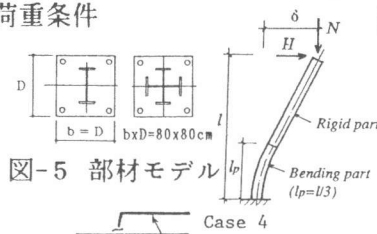


図-5 部材モデル

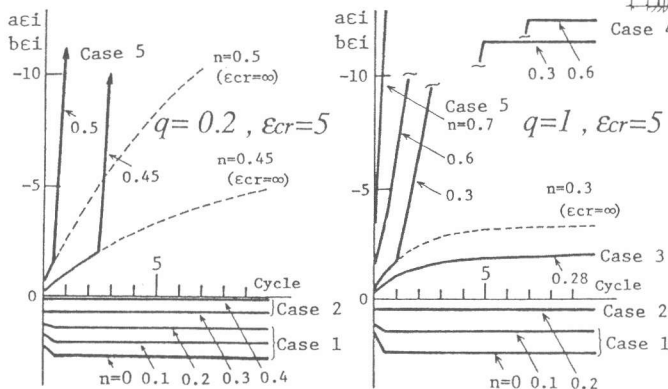


図-4 断面重心のひずみ度-荷重サイクル関係

表-1 柱の曲げ挙動の分類

挙動1	挙動2
挙動3	挙動4
挙動5	挙動6