

圧縮軸力を受ける鉄筋コンクリート部材の軟化特性に関する研究

大阪市立大学大学院 学生会員 ○小谷 洋平

大阪市立大学大学院 学生会員 倉本 亘

大阪市立大学大学院 正会員 鬼頭 宏明

京都大学大学院 正会員 橋本 国太郎

大阪市立大学大学院 正会員 大内 一

京都大学大学院 正会員 杉浦 邦征

1. はじめに

平成7年の兵庫県南部地震以降、構造物の耐震性を確保するために、RC 構造部材の変形性能の向上が求められるようになった¹⁾。RC 構造部材の変形性能を向上させるためには、帯鉄筋などを配置し、曲げ圧縮部コンクリートの靱性を増大することが有効であると知られている。

コンクリートに一軸圧縮力を加えると図-1 のように最大応力点に到達後、ひずみが増加するにつれて応力が低下する軟化挙動を示す。帯鉄筋などにより側方膨張を拘束すると、圧縮限界ひずみならびに圧縮強度、さらには靱性が増大することが知られている。これを拘束効果と呼ぶ。このひずみ軟化域におけるコンクリートの構成則モデルを構築すれば、RC 部材の変形性能を明らかにすることができ効果的な靱性設計が可能になる。

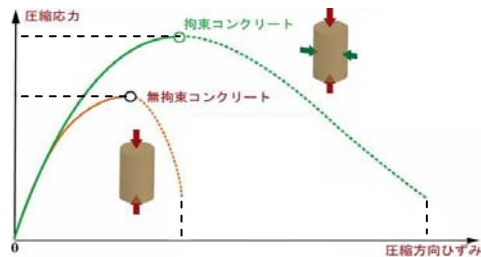


図-1 コンクリートの応力-ひずみ関係

そこで本研究では構成則モデルを検討するための基礎実験データの収集と、拘束圧の違いによる RC 部材の軟化挙動を把握するために、帯鉄筋間隔 s をパラメータとした中心圧縮模型実験を行い、圧縮部材としての全体挙動と着目する拘束効果に深く関与する帯鉄筋の挙動を計測・観察した。

2. 実験概要

本実験では拘束圧の違いによる軟化挙動の比較を行うため、帯鉄筋間隔 s をパラメータとした正方形断面 RC 柱模型の中心圧縮実験を行った。表-1 に供試体一覧を示す。供試体名は S-○の形で表記しており、○は帯鉄筋間隔(mm)を表している。なお、計測項目は圧縮荷重 P 、供試体の軸方向変形量 δ 、主鉄筋および帯鉄筋のひずみである。また図-2 に鉄筋の配置の一例として、帯鉄筋間隔が 60mm のものを示し、主鉄筋と帯鉄筋に貼付したひずみゲージ位置も併記している。供試体の寸法は既往の研究例^{2), 3)}を参照して定めた。写真-1 は載荷方法で、載荷速度は供試体に取り付けた変位計の平均変位の出力により制御を行った。なお、変位を計測する検長は 600mm とした。

表-1 供試体一覧

供試体名	寸法(mm)	主鉄筋	帯鉄筋	帯鉄筋間隔 s (mm)	帯鉄筋体積比 ρ_s	コンクリート圧縮強度 (N/mm ²)
S-60	300×300×900	D16 (SD295)	D6 (SD295)	60	0.88%	23.5
S-90				90	0.59%	24.8
S-150				150	0.35%	24.3

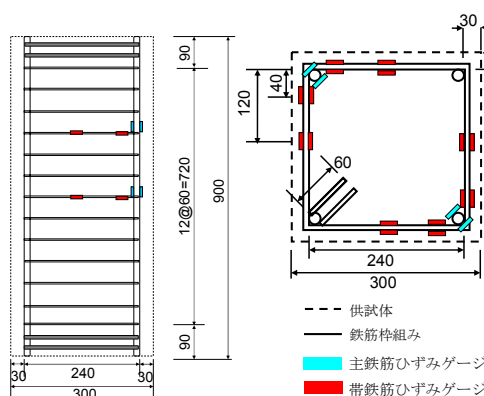


図-2 配筋図一例(S-60 の場合)

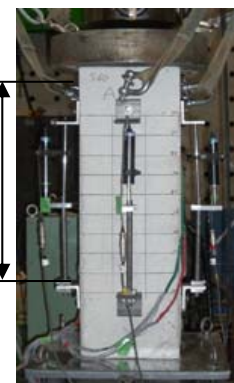


写真-1 載荷方法

3. 実験結果

3. 1 圧縮荷重-圧縮ひずみ関係

図-3 は実験で得られた各供試体の圧縮荷重-平均圧縮ひずみ曲線であり、表-2 で設計式¹⁾より算出した耐力と比較している。ここで、実験の最大荷重時において、かぶりコンクリートがコアコンクリートから剥離して

キーワード 中心圧縮, ひずみ軟化, 帯鉄筋

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL/FAX:06-6605-2723

いる様子が見受けられたため、耐力の算定に際して、かぶりの荷重負担の有無による2種類の耐力を算出した。S-60, S-150 供試体の最大荷重は設計式のかぶりがないと仮定した算定耐力とほぼ一致した。一方、S-90 供試体の最大荷重は設計式のかぶりが有ると仮定した算定耐力に近い値を示した。そしてピーク後、S-150 供試体は帯鉄筋間隔が大きかったために、主鉄筋の急激な座屈により軟化途中で実験が終了した。S-60, S-90 供試体については最大荷重に差があるものの、帯鉄筋間隔が小さくなると、軟化勾配が緩やかになる傾向が認められた。

表-2 耐力の比較

供試体	最大荷重 (実験値)(kN)①	算定耐力 (かぶり有)(kN)②	算定耐力 (かぶり無)(kN)③	①/②	①/③
S-60	2108	2505	2103	0.84	1.00
S-90	2414	2575	2151	0.94	1.12
S-150	2042	2494	2078	0.82	0.98

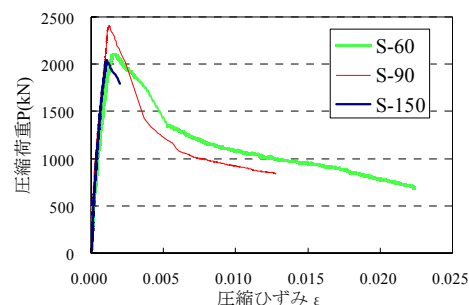


図-3 荷重-ひずみ曲線

3. 2 破壊性状

写真-2 は実験終了時の破壊性状である。いずれの供試体も供試体頂面から 450mm 程度(高さ方向上半分)の間に損傷が局所的に生じており、主鉄筋の座屈変形も確認された。この座屈変形が最大荷重前に生じていた場合、最大荷重に大きく影響を与えた可能性がある。この主鉄筋の座屈が発生した段階については、後述する主鉄筋に貼付したひずみゲージの値から考察を加える。

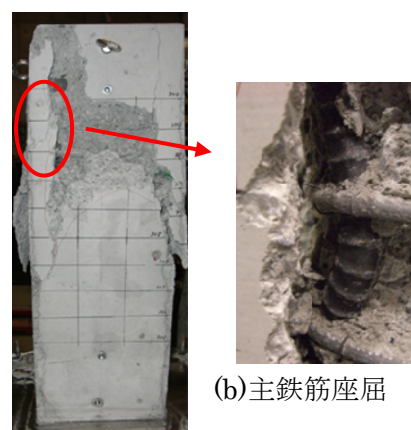
3. 3 鉄筋挙動

主鉄筋および帯鉄筋に貼付したひずみゲージの値から算出した各鉄筋に働く軸力と曲げモーメントの履歴を図-4 に示す。なお、軸力は軸耐力で、曲げモーメントは全塑性モーメントで正規化している。このように、各載荷段階での帯鉄筋に働く軸力と曲げモーメントの相関関係を明らかにする研究は参考文献 4)でも行われているが、本研究ではかぶりコンクリートを配置しているため、より実構造物に近い状態での結果であると考えられる。一般的に帯鉄筋には軸力のみが作用するといわれているが、実験結果から帯鉄筋の中央部と端部で挙動の異なる曲げモーメントの発生と変動、ならびに軸力差が確認できた。また、主鉄筋には最大荷重以前に急激な曲げモーメントの増加が確認でき、実験時に確認されたかぶりコンクリートの剥落に呼応していた。これが実験の最大荷重に影響を与えたと考えられる。

4. まとめ

- S-60, S-150 供試体の最大圧縮荷重は、道路橋示方書のかぶりがないと仮定した算定耐力とほぼ一致し、S-90 供試体の最大荷重はかぶりがあると仮定した算定耐力に近い値を示した。実験での最大荷重値は主鉄筋の座屈の影響を大きく受けると考えられる。
- 供試体数は限られるが、帯鉄筋間隔が小さくなると軟化域での勾配が緩やかになる傾向が認められた。
- 一般的に軸力のみが作用するとされている帯鉄筋に曲げモーメントの発生と変動、ならびに軸力差を確認した。

【参考文献】1)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2002. 2)堺・川島:土木学会論文集, No.717, pp.91-106, 2002. 3)秋山・洪・佐藤・前田・鈴木:土木学会論文集, No.753, pp.137-151, 2004. 4)鈴木・中塚・菅田:コンクリート年次論文報告集, Vol. 11, No.2, pp.449-454, 1989.



(a)全体図

(b)主鉄筋座屈

写真-2 破壊性状(S-60)

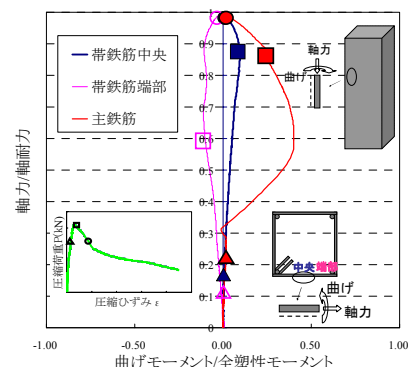


図-4 各鉄筋の軸力・曲げモーメント履歴(S-60)