

高強度鉄筋を用いた RC 柱部材の変形性能について

鉄道総合技術研究所 正会員 岡本 大 正会員 佐藤 勉
東急建設 正会員 宮城敏明 正会員 富川 哲

1. はじめに

構造物の高品質化，経済性および施工性の向上を目的として高強度鉄筋を RC 構造物に適用するための研究が各方面でなされている。本論文では，高強度鉄筋を軸方向鉄筋，せん断補強筋に適用した RC 柱部材に関する交番載荷試験を実施し，その変形性能について実験的に検討した結果を報告する。

2. 実験概要

実験は，図 1 および表 1 に示すような 3 体の試験体について行った。S0 は比較用の試験体¹⁾であり軸方向鉄筋，せん断補強筋ともに通常強度の鉄筋を使用している。S1 はせん断補強筋に高強度鉄筋を使用した試験体で，S2 はせん断補強筋，軸方向鉄筋ともに高強度鉄筋を使用した試験体である。各試験体ともに曲げ耐力および曲げ・せん断耐力比(V_{yd}/V)ができるだけ同様な値となるように設計した。使用した鉄筋の諸元を表 2 に示す。

今回の実験では，軸力は載荷せず，片持ち方式で水平力を柱頭部に正負交番載荷した。載荷サイクルは変位により制

御し，S0，S1 に関しては降伏変位 y の整数倍ピッチとし，高強度鉄筋を軸方向鉄筋に用いた S2 は，降伏変位が S0，S1 に比べて大きくなるのが予想されたため， $1.5y$ 後は $0.5y$ ピッチの載荷とした。なお，いずれの試験体に関しても同一変位における繰返し回数は 3 回とした。

3. 実験結果

図 2 ~ 図 4 に S0，S1，S2 の荷重 - 変位関係を，図 5 に累積吸収エネルギーと水平変位の関係を示す。S0 と S1 はせん断補強筋の相違をパラメータとしている。S1 は高強度鉄筋をせん断補強筋に用いてせん断補強筋比を小さくしているがせん断破壊することはなく，荷重 - 変位履歴曲線を比較するとどちらも紡錘形

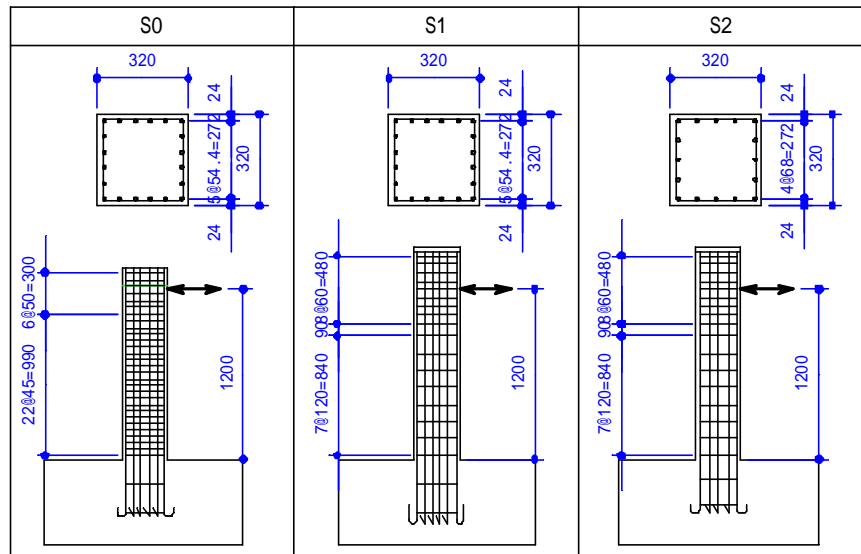


図 1 試験体図

表 1 試験体の諸元

| 試験体名 | 軸方向鉄筋 | 本数 | $P_s(\%)$ | せん断補強鉄筋 | 間隔 (mm) | $P_w(\%)$ | V_{yd}/V |
|------|------------|-----|-----------|-----------|---------|-----------|------------|
| S0 | SD295A D13 | 20本 | 2.68 | SD295A D6 | ctd45 | 0.44 | 2.33 |
| S1 | SD295A D13 | 20本 | 2.68 | USD785 D6 | ctd20 | 0.16 | 2.33 |
| S2 | USD685 D10 | 16本 | 1.20 | USD785 D6 | ctd20 | 0.16 | 2.06 |

表 2 使用鉄筋の諸元

| 使用部位 | 試験体 | 規格 | 径 | 降伏強度 $f_{sy}(N/mm^2)$ | 引張強度 $f_{su}(N/mm^2)$ | 伸び (%) | ヤング係数 $\times 10^5(N/mm^2)$ |
|--------|--------|--------|-----|--------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------------|
| 軸方向鉄筋 | S0 | SD295A | D13 | 355 | 515 | 28.1 | 1.87 |
| | S1 | SD295A | D13 | 368 | 553 | 24.7 | 1.95 |
| | S2 | USD685 | D10 | 806 | 995 | 17.2 | 2.16 |
| せん断補強筋 | S0 | SD295A | D6 | 444 | 576 | 16.4 | 1.92 |
| | S1, S2 | USD785 | D6 | 855 | 861 | 11.8 | 2.05 |

キーワード：高強度鉄筋，変形性能，せん断耐力，柱部材

連絡先：〒185-8540 国分寺市光町 2-8-38 TEL：042-573-7281 FAX：042-573-7282

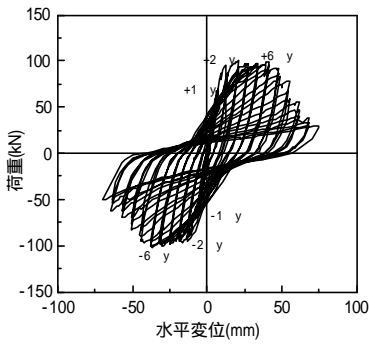


図2 荷重 - 変位関係(S0)

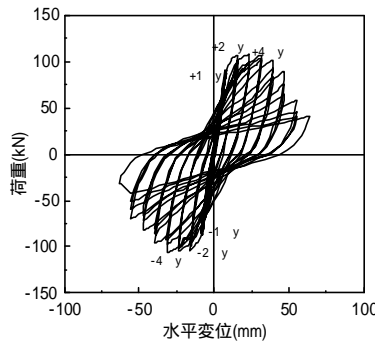


図3 荷重 - 変位関係(S1)

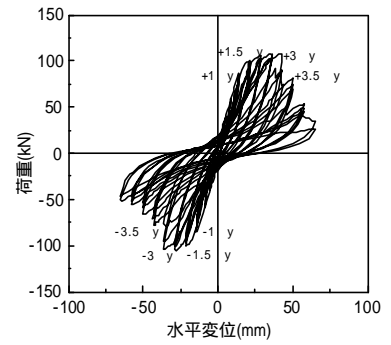


図4 荷重 - 変位関係(S2)

を示しており、1サイクルのループの大きさも同様なものとなっている。累積吸収エネルギーについてこの2体を比較するとS0の方が若干大きな値を示しているが、これは降伏変位の違いにより同一変位に至るまでのサイクル数が異なるためと考えられ、S0とS1は同様なものとみなして良いと考えられる。このように、S0とS1を比較する限りでは、せん断補強筋に高強度鉄筋を用いてせん断補強筋比を小さくしても変形性能に影響は認められなかった。

軸方向鉄筋にUSD685を用いたS2の荷重 - 変位履歴曲線を見ると、そのループ形状はスリップ型を呈しており、S1に比べて降伏剛性が小さく残留変位も小さいために、図5に示す累積吸収エネルギーと水平変位の関係を参照すると、S2の累積吸収エネルギーはS1の60%程度に留まっている。

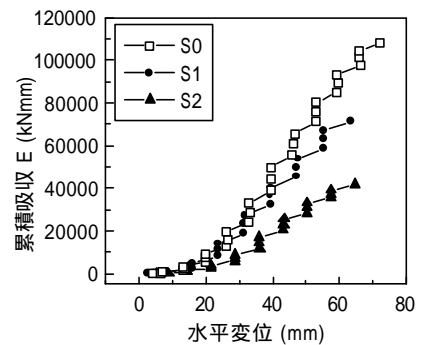


図5 累積吸収エネルギー

S2の履歴性状がスリップ型を呈した原因としては、せん断面に軸方向鉄筋に沿った縦ひび割れが観察されたことから、付着破壊によることが考えられる。付着破壊に関して、鉄筋の材料強度と載荷時のコンクリート強度を用いて建築学会の指針に示されている式²⁾によって検討を行うと、付着応力度 $f_{bu} = 1.92\text{N/mm}^2$ に対して付着強度 $f_f = 1.40\text{N/mm}^2$ であり、 $f_{bu} > f_f$ であることから付着破壊の可能性が認められた。付着破壊に関してはコンクリート強度が大きくなると有利になるので、高強度鉄筋を軸方向鉄筋に使用した場合に付着破壊を防止する手段としてコンクリートを高強度化することは有効であると考えられる。

また、S2に関しては最大耐力点以降に軸方向鉄筋の破断が生じたため、耐力の低下が他の2つの試験体に比べて急激であった。ここで、軸方向鉄筋の破断は鉄筋自体の伸び能力が小さいことに加え、今回の実験では軸方向鉄筋の抜き量を計測することを目的に一部の鉄筋にワイヤーを点付溶接したため、伸び能力に悪影響を与えたことが考えられた。交番載荷試験後に鉄筋単体の引張試験で点付溶接による影響を調べたところ、僅かな溶接範囲であっても伸び能力が減少することが確認された。

4. まとめ

今回の実験結果をまとめると以下のようなものである。

今回の実験の範囲では、せん断補強筋に高強度鉄筋を用いてせん断補強筋比を小さくしても変形性能に影響は与えなかった。

軸方向鉄筋に高強度鉄筋を使用すると今回の実験のように付着破壊を生じる場合があるので、付着破壊に対する検討が必要と考えられる。

高強度鉄筋は、溶接などによって伸び能力を損なう危険性が高いので、取り扱いには注意を要する。

【参考文献】

- 1)池谷,吉川,宮城,服部:RC柱のせん断耐力の劣化性状に関する研究,土木学会第53回年次学術講演会講演概要集V,1998.10.
- 2)鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説,日本建築学会,1990