

中拘束された柱・はりモデルの超高強度コンクリート使用による耐力と破壊特性

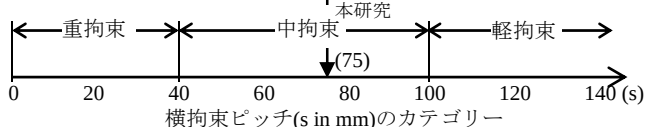
浅野工学専門学校 正会員 ○殿廣 泰史
浅野工学専門学校 正会員 加藤 直樹
防衛大学校 正会員 加藤 清志

1. まえがき

近年の巨大地震に対処するためには、国家的に人命の尊重・社会基盤構造物の強靱化は急務で、あらゆる分野の知恵を集めて対応しなければならない。本報では、筆者ら¹⁾は従前より高強度鉄筋(以下, SBPD材)と高強度コンクリート(公称 30 N/mm^2)とを用い、柱とはりの工学的特性について実験研究してきたが、さらに本報では横拘束筋間隔を一定にし、コンクリート強度を公称 100 N/mm^2 の超高強度を用いた場合の特性を明らかにするものである。なお、高耐久の持続可能性の観点から、400年もの長寿命をもつといわれる寺院建築もあり、一方ではコンクリートクラシスも叫ばれ施工上の改善も求められている。

2. 構造材の主な特性の要点

2.1 柱モデル: 主筋 SBPD 130/145, U13; 帯筋 同上, U6。主筋 SD295, D13; 帯筋 SBPD U6 とし、ピッチは $5 \sim 100 \text{ mm}$, 28 日水中養生 (30 N/mm^2)、供試体寸法は $150 \times 150 \times 530 \text{ (mm)}$ である。ピッチ 40 mm 幅はらせん鉄筋柱の最小部材寸法 $d_{sp}=200 \text{ mm}$ の場合の条件 $s \leq d_{sp}/5 = 200/5 = 40 \text{ mm}$ と一致している。



3. 中拘束された構造部材の耐力向上と破壊特性

3.1 供試体の作製:

(1)鉄筋かご 2.1 に準ずるが、ピッチ $s = 75 \text{ mm}$ 一定とし、SD材・SBPD材からなる鉄筋かごをそれぞれ図1, 図2に示す(鉄筋表面に注目)。

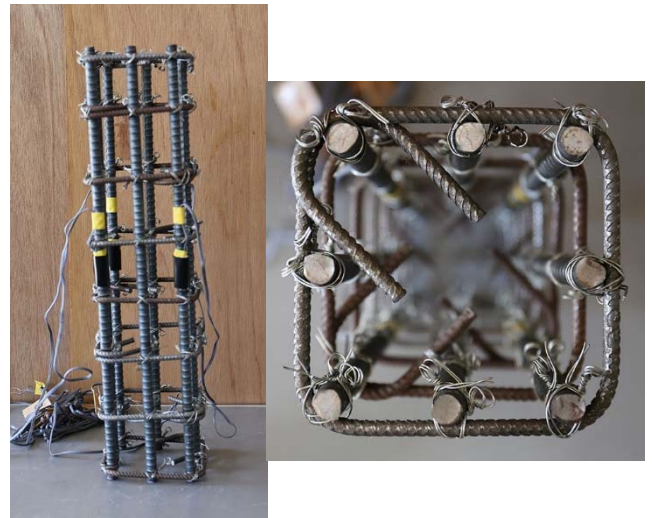


図1 SD材柱・はり鉄筋かご{側面と断面(拡大)}

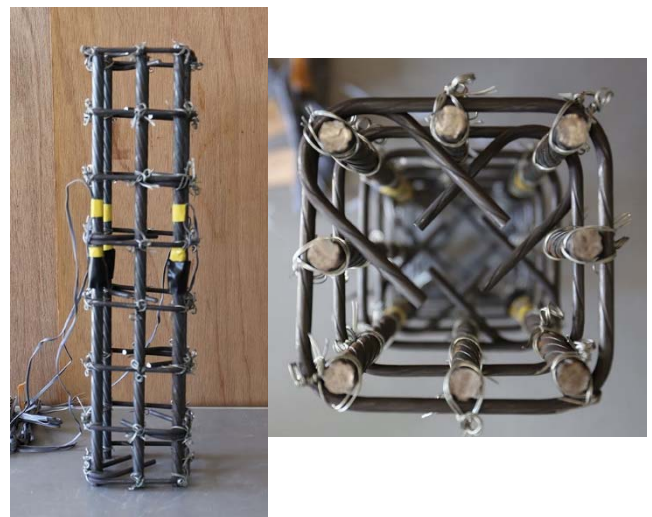


図2 SBPD材柱・はり鉄筋かご{側面と断面(拡大)}

(2)超高強度コンクリート配合 公称 100 N/mm^2 , 単位質量 (kg/m^3) {W 145, C 1115, S 486, G 731, 高性能減水剤 18.03}, 粗骨材最大寸法 20 mm , スランプフロー 62.5 cm , 空気量 3.4% , W/C 13% , s/a 40%

①ピッチ(s)が 40 mm 以下で重拘束効果 (Heavy confinement effect)は大。

②最大耐力(P_0)は最大スプール・オフの深さ(d_m)に支配される。

2.2 はりモデル: 供試体諸元等は2.1と同じ。

①SBPDはり部材はSD材に比し、曲げ復元力はきわめて大きく、耐久性向上に有利で長寿命に係る。復元効果は“自己誘発プレストレス”(Self-induced prestress)と呼ぶ。

②主筋のストレート定着に比し、ナット定着は力学的挙動に有利である。

キーワード 柱モデル, はりモデル, 超高強度コンクリート, 高強度鉄筋, スプールオフ, 自己誘発プレストレス

連絡先 〒221-0012 横浜市神奈川区子安台 1-3-1 浅野工学専門学校 TEL:045-421-0403

(3) 試験体内訳と変形測定 強度管理用供試体 $\phi 10 \times 20$ cm, 3 体; 柱モデル 6 体 (SD 3 体, SBPD 3 体), はりモデル 6 体 (SD 3 体, SBPD 3 体) 合計 12 体。3000 kN の万能試験機使用。載荷中の鉄筋ひずみ, 載荷後のスポールオフはデプスゲージによった。

3.2 実験結果

(1) 管理供試体の特性 超高強度コンクリートの平均圧縮強度 115 N/mm^2 , 平均曲げ強度 57.4 N/mm^2 (強度比 0.50); SBPD 材は, SBPD/SD 耐力比 = $1300/295 = 4.40$ と弾性範囲は高いが, 変形能は小さい。

(2) SD 材・SBPD 材はり・柱の破壊モード(図 3, 4)



図 3 SD 材柱・はり破壊モード

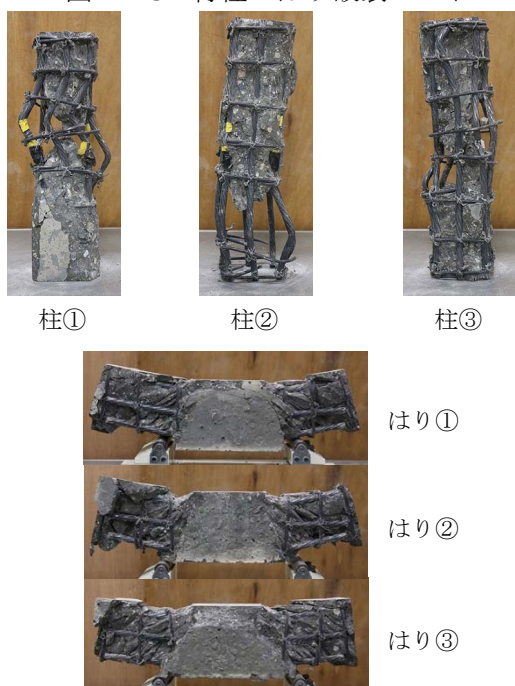


図 4 SBPD 材柱・はり破壊モード

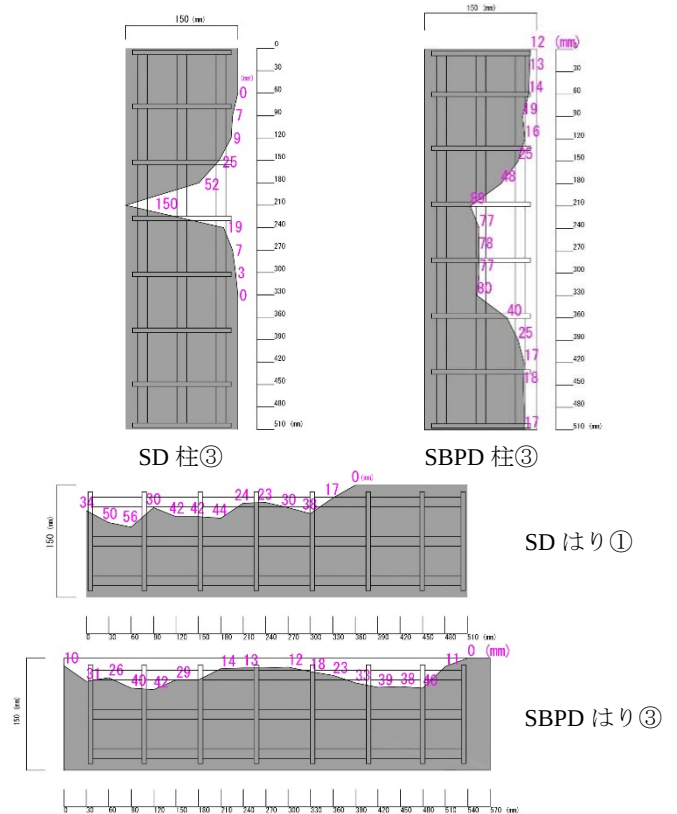


図 5 SD・SBPD 材柱・はりのスポールオフの例

図 5 に柱・はりの最大耐力に達した試験体のスポールオフのデジタル表示の例を示す。

3.3 考察

SD 材の鉄筋かごの主筋も横拘束筋もすべて軟鋼であること, 一方, SBPD 材の場合はすべて高強度筋で, 両者の耐力比は約 4.5 倍であることに留意する。(1) 柱の単純圧縮強度は, SD 材で 2,423 kN, SBPD 材で 2,610 kN でほとんど大差なく, ピッチの大小に依存する。主筋の耐力の大小は柱載荷重に影響を与えず, この事実は主筋の座屈荷重はその強度に依存せず, ヤング率・断面が同一であれば断面二次モーメントのみに支配されるからである。

(2) 柱破壊モードおよびスポールオフ形態から, 超高強度コンクリートは爆裂性状を示すので, この内部崩壊抑制のため重拘束の要がある。

(3) はりの曲げ耐力 (3 等分点試験法) は SD 材で平均 387 kN, SBPD 材で 433 kN で顕著な増大を示さないが, 繰り返し曲げ復元特性は大きい。支点せん断破壊が先行するからである。よって高品質部材でもせん断補強は重要である。

謝 辞

本研究には, 小菅太郎・久保田 錦・熊澤賢一・長田淳志・佐々木恒平・柳原一輝浅野工専卒研各位の尽力があった。付記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 加藤清志・加藤直樹・岩坂紀夫: 重拘束された RC 柱の高耐久化に関する研究, コンクリート工学論文報告集 Vol. 17, No. 2, 1995.