超高強度コンクリートの物性と高品質構造材からなる RC 柱・梁の 繰り返し漸増載荷時の挙動に関する研究

浅野工専 正会員〇殿廣泰史・浅野工専 正会員 加藤直樹・防衛大 加藤清志

1. まえがき

前報¹⁾までに,RC柱および梁モデルに関し,普通 コンクリート強度から高強度にいたる範囲でフープ (スターラップ)間隔について実験考察し,さらに 超高強度コンクリート(設計基準強度100N/mm²超) の爆裂特性,圧縮主筋の強度差(SD295 と SBPD130/145)の有意性,部材端部近傍の拘束筋ピッ チは重拘束である必要性を明らかにした。

本報では、同上柱および梁モデルに対し、ステー ジ状繰り返し漸増載荷を行い、載荷履歴の影響度の 有無、プレーンコンクリートおよび両実験モデルの 挙動と体積ひずみ曲線との関係を考察し、超高強度 コンクリートは普通強度コンクリートとは異なり、 その構造部材設計上に特別の配慮を必要とすること を明らかにした。

2. 使用材料の特性と試験体の構成

2.1 超高強度コンクリートの作製 粗骨材の産地 は東京都青梅市,表乾密度 2.65g/cm³,吸水率 0.61% の品質良好な硬質砂岩砕石 (2005) である。配合は W/C=13%, s/a=40%;単位量は W=152.6kg, C=1,174kg, S=434.7kg, G=655.0kg,超高強度用高性能減水剤(主 成分:ポリカルボン酸エーテル化合物)は B 社製で,

16.436kg, セメントは D 社製超高強度用(普通ポル トランドセメント,高炉石こう系混和材,シリカフ ュームのプレミックスタイプ)を使用した。平均値 でスランプフローは 684mm,空気量は 6.3%,<u>コンク</u> <u>リート密度は 3.12kg/ℓ</u>である。柱・梁試験体は 150 ×150×530 (mm) 各6体,計 12体;管理供試体はφ 100×200 (mm),28 日圧縮強度は 6本の平均 126N/mm² である。

2.2 鉄筋かご 主筋はすべて SBPD1275/1420,
U13;帯鉄筋は同上でU6。ピッチは前報¹⁾と同様に,
「中拘束」の 75mm とした。主筋本数は4本
(p=2.22% ≧ min.0.8%) と8本 (p=4.44% ≦ max.6%)
の2ケースである。Fig.1(a), (b) にそれぞれの圧縮破

壊状況を示す。 3. 超高強度 コンクリート の物性 3.1 変形特異 点と圧縮領域 Fig.2 は圧縮 強度 σ_u=132.5 N/mm²の超高 強度の場合の 縦ひずみ(EC), 体積ひずみ(ev) ポアソン比(v) の載荷に伴う 挙動で, とく に体積ひずみ





(a) 4U13 (b) 8U13 Fig.1 Typical Compression Failure Mode of RC Column.

は爆裂型終局破壊まで原体積以下の縮小状態である こと、また、膨張方向に転じ始める臨界応力レベル (クリープ限度相当)は、出現しないかまたは破壊 近傍で生じる。この力学的特性は、一般に躯体の内 的微小ひび割れのうち、とくに粗骨材界面の付着ひ



キーワード 超高強度コンクリート,高強度鉄筋,RC柱,RC梁,臨界応力,段階状繰り返し載荷
 連絡先 〒220-0073 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 FAX:045-431-9724

び割れやモルタルひび割れの強力な抑制に依存して いる。Fig.3 はコンクリート部材断面の一部であるが, 圧縮でも曲げでもモルタル マトリクスと骨材とが 一体化し,骨材粒子自体が引張またはせん断破壊し ている態様を示している。



Fig.3 Tensile Cracking of Coarse Aggregates.3.2 超高強度コンクリートの臨界応力定量評価

Fig.2 のように体積ひずみ曲線は超強度の場合には "圧縮領域" (Compressive domain) のみとなる。最小 体積状態 $d\epsilon_V/d\sigma=0: 20\sim60$ N/mm² の普通コンクリー トの臨界応力比は、式①で与えられている²⁾。

 $\sigma_{CR}/\sigma_u=0.722+0.287\times10^{-2}\sigma_u$ …① 臨界応力を発生し ない条件は $\sigma_{CR}/\sigma_u\equiv1.00$ より $\sigma_u=97 \simeq 100N/mm^2$, すなわち 100N/mm² クラス以上では臨界応力も流動 応力点 (Flow stress, σ_{FL}) も生起しない。Fig.4 中の実 点●は管理供試体による実験点で,式①の推定値(〇 じるし)とよく一致している。

4. RC 柱・梁の段階繰り返し漸増載荷の挙動特性

4.1 RC 柱の場合 Fig.5 に主筋 4U13 の RC 柱の例を 示す。図から明らかなように主筋比の大小にかかわ らず,圧縮応力度の増大とともに、軸方向圧縮ひず み・体積ひずみ・横ひずみも線形的に増大している。





とくに、3特性値のピーク値の連結線は一種の包絡 線(Envelope)で、段階ごとの残留変形の影響は顕著で はなく、本件のような超高強度構造体では「使用限 界状態設計法」の適用にきわめて有利である。



Fig.5 Cyclic Loading of Column (4U13). 4.2 RC 梁の場合 Fig.6 は低鉄筋比 4U13 の場合の せん断破壊の例で,なお,超高強度コンクリート使 用でせん断強度 15N/mm²程度でも容易に損壊するの で,曲げ破壊誘導には引張主筋の削減の要がある。



Fig.6 Shear Failure at Supports of Beam (4U13). Fig.7 に示す中央断面中立軸位置における体積ひず み挙動は,柱の力学特性と酷似しているが,支点せ ん断爆裂耐力の範囲で持続する。



5. 結 論

超高強度コンクリートは臨界応力を示さず,柱・ 梁は爆裂点まで弾性的で,使用限界状態設計法が適 する。

参考文献

1) 殿廣・加藤(直)・木田・近藤・今野・須藤・長谷
 川・高野・若松・加藤(清),材料学会 65 期学術講演
 会論文集,pp.25-26 (2016).

2) 加藤清志,研究開発四季報⑤土木・建築・環境編, 日本ビズネスレポート, pp.22-29 (1980).