

## 異形 PC 鋼棒を用いた PCaPC 柱のせん断終局強度に関する検討 その 2 PCaPC と RC のせん断抵抗メカニズムに関する検討

### Study on Ultimate Shear Strength of Post-tensioned Prestressed Concrete Columns Using Deformed Prestressing Steel Bars

#### Part2 Study on PCaPC and RC of Shear Resistance Mechanism

○豊谷厚史<sup>1</sup>, 福井 剛<sup>2</sup>, 浜原正行<sup>3</sup>\*Atsushi Tatamidani<sup>1</sup>, Tsuyoshi Fukui<sup>2</sup>, Masayuki Hamahara<sup>3</sup>

Abstract: In this paper, we clarify the differences between the shear resistance mechanism of PCaPC members and that of RC members. It is necessary to evaluate the ultimate shear strength of in consideration of the influence of prestress on the New RC equations.

#### 1. はじめに

前報(その 1)で PCaPC 試験体と RC 試験体のせん断終局強度の検討を既存のせん断終局強度式で行った。しかし、既存の評価式ではせん断抵抗メカニズムの違いから両試験体にそのまま適応できない結果となった。そこで、PC 規準式よりも PC 試験体に対する適合性が良好な修正 PC 規準式<sup>[5]</sup>で同様の検討を行ったが、PC 規準式同様 RC 試験体に対する適合性が劣る結果となった。そこで、本報告では PCaPC 試験体と RC 試験体のせん断抵抗メカニズムが異なる要因を明らかにする。また、広域な RC 部材の実験データに基づいて提案されている New RC 式にプレストレス力を加味したもので、せん断終局強度の検討を行う。

#### 2. 1 緊張力レベルが平均付着応力に及ぼす影響

Figure 1は、縦軸に最大荷重時における平均付着応力 $\bar{\tau}_b$ 、横軸に緊張力レベル $P_e/T_{py}$ を取り、この平面上に軸力比1/6のS-1, S-2, S-4試験体(PCaPC)とS-9, S-10試験体(RC)の結果をプロットしたものである。この図より、平均付着応力は、緊張力レベル0のRC試験体が最大となり、緊張力レベルがゼロから17.5%になると急激に減少していき、17.5%から35%に増加するに従って緩やかに減少することが分かる。また、せん断補強筋比0.4% (図中、■) から0.6% (図中、●) への上昇による平均付着応力の増加はPCaPC試験体よりRC試験体のほうが大きい。これらは前報(その1)で述べたRC試験体がトラス機構による負担せん断力を過大評価し、PCaPC試験体がトラス機構による負担せん断力を過小評価した結果に対応していることが分かる。またこの結果がPCaPC試験体とRC試験体のせん断抵抗メカニズムの違いに起因していると考えられる。

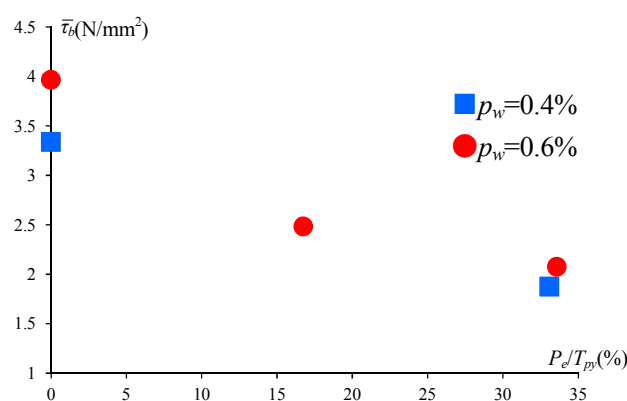


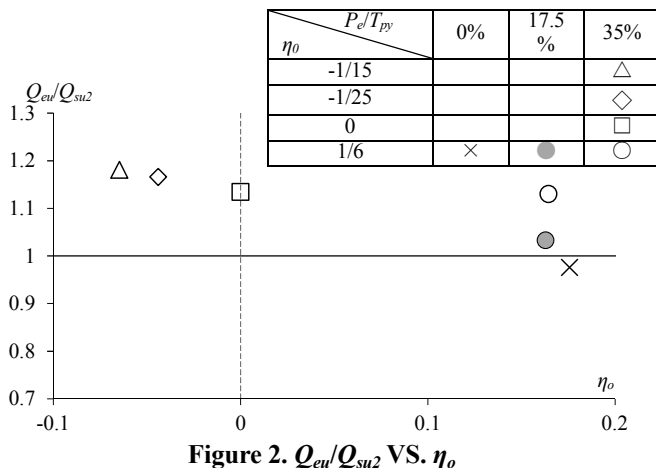
Figure 1.  $\bar{\tau}_b$  VS.  $P_e/T_{py}$

#### 2. 2 New RC式に対する軸力と緊張力の影響

Figure 2は、縦軸に最大荷重正負平均を前報(その1)の(2)式に示したNew RC式の計算値で除したもの( $Q_{eu}/Q_{su2}$ )、横軸に軸力比 $\eta_o$ を取り、S-1~S-10から $p_w=0.6\%$ の試験体だけを抜き出してプロットしたものである。この図より、以下のことが指摘できる。

1)緊張力レベル35%の試験体 (図中、○ □ ◇ △) のNew RC式の計算値は実験値を若干過小評価しているが軸力比の違いによる計算精度への影響は見られない。

2)軸力比1/6の試験体 (図中、× ● ○) は緊張力レベルが小さくなるにつれて実験値に対するNew RC式の計算値の過小評価傾向が改善されている。また緊張力レベル17.5%、軸力比1/6の試験体(図中、●)は緊張力レベルが35%の試験体よりRC試験体の計算精度に近づいている。このことからNew RC式をベースとした評価式によりPCaPC試験体のせん断終局強度を精度よく評価するためには、プレストレス力によるせん断抵抗メカニズムへの影響を考慮しなければならないと考えられる。



2.3 緊張力がNew RC式に与える影響

(3)式は(2)式の New RC 式中の軸力項  $\eta_0$  にプレストレス項  $\eta_g$  を累加したものである。Figure 3 は縦軸に最大荷重正負平均を(3)式の計算値で除したもの ( $Q_{eu} / Q_{su3}$ ) , 横軸に帯筋比  $p_w$  を取り, (その 1)で示した PCaPC 試験体と RC 試験体総計 10 体の結果をプロットしたものである。この図より, 軸力項  $\eta_0$  にプレストレス項  $\eta_g$  を累加しても New RC 式が有する PCaPC 試験体のトラス機構による負担せん断力を過大評価, アーチ機構による負担せん断力を過小評価する傾向は若干緩和しているものの十分に改善されていないことが分かる。

$$Q_{su3} = b \cdot j_p \cdot p_w \cdot w \cdot f_y \cot \phi + C_{a3} \cdot \tan \theta \quad \text{-----(3a)}$$

ここに,  $C_{a3} = b \cdot D \{v_3 \cdot \sigma_B - (1 + \cot^2 \phi) \cdot p_w \cdot w \cdot f_y\} / 2$  (3b)

$$v_3 = 1.7 \cdot \{1 + 2(\eta_0 + \eta_g)\} \cdot \sigma_B^{-1/3} \quad \text{-----(3c)}$$

$$\cot \phi = \min(A, B, C) \geq 1 \quad \text{-----(3d)}$$

$$A = 2 - 3 \cdot (\eta_0 + \eta_g)$$

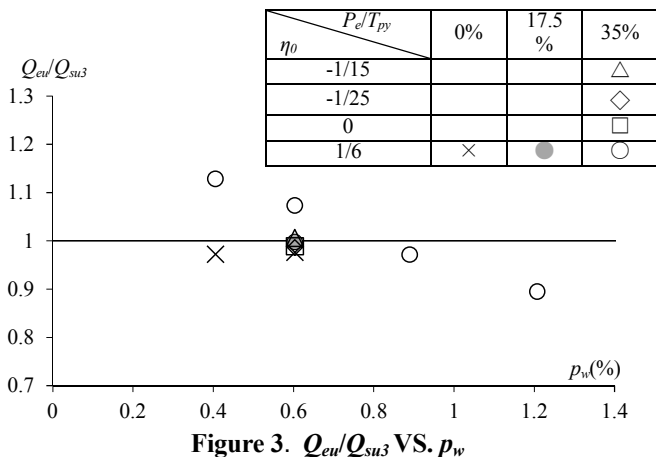
$$B = j_p / (D \cdot \tan \theta)$$

$$C = \sqrt{\{v_3 \cdot \sigma_B / (p_w \cdot w \cdot f_y)\} - 1}$$

$$\eta_0 = \text{軸力比} = N / (b \cdot D \cdot \sigma_B)$$

$$\eta_g = \text{プレストレスレベル} = P_e / (b \cdot D \cdot \sigma_B)$$

ただし,  $p_w \cdot w \cdot f_y \leq v_3 \cdot \sigma_B / 2$  かつ  $w \cdot f_y \leq 125 \sqrt{v_2 \cdot \sigma_B}$  -(3e)



3. まとめ

1) 最大荷重時における PC 鋼材の平均付着応力は緊張力レベル 0 の RC 試験体が最大となり, 緊張力レベルが 0 から 17.5%になると急激に減少し, 17.5%から 35%に増加すると緩やかに減少した。この結果は PCaPC 試験体と RC 試験体のせん断抵抗メカニズムの違いに起因している。

2) 軸力比と緊張力レベルを実験要因とした帯筋比 0.6%の試験体の New RC 式による計算精度を検討した結果, 緊張力レベル 35%の試験体計 7 体の New RC 式の計算値は実験値を若干過小評価しているが軸力比の違いによる影響は見られなかった。一方, 軸力比 1/6 の試験体計 7 体は緊張力レベルが小さくなるにつれて実験値に対する New RC 式の計算値の過小評価傾向が改善され RC 試験体の計算精度に近づく結果となった。この結果から New RC 式をベースとした評価式で PCaPC 試験体のせん断終局強度を精度よく評価するためには, プレストレス力によるせん断抵抗メカニズムへの影響を加味しなければならない。

3) New RC 式中の軸力項  $\eta_0$  にプレストレス項  $\eta_g$  を累加したものでせん断終局強度の検討を行った結果 PCaPC 試験体のトラス機構によるせん断耐力を過大評価, アーチ機構によるせん断耐力を過小評価した。プレストレス力を軸力と同等に評価しても, New RC 式の PCaPC 試験体に対するトラス・アーチ機構の負担せん断力を精度よく評価することはできない結果となった。

4. 参考文献

[1] 小松崎真彦:「PCaPC 部材のトラス機構の構成条件に関する実験的研究」日本大学理工学部修士論文, pp.105, 2013

[2] 湯浅哲廣:「プレキャスト・プレストレストコンクリート部材におけるトラス機構の構成条件に関する実験的研究」日本大学理工学部修士論文, pp.37-39, 2001.

[3] 日本建築学会:「プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説」 pp.236, 1998-11

[4] 建設省総合技術開発プロジェクト:「鉄筋コンクリート造建物の超軽量・超高層化技術の開発」線材 WG 報告書, V6-9, 1993-5

[5] 内山雄太:「異形 PC 鋼棒を用いた PCaPC 柱の力学的挙動に関する実験的研究」日本大学理工学部修士論文, pp.180, 2012