

## PC鋼材の付着がPC梁のせん断抵抗機構に及ぼす影響に関する実験的研究

(株)建研 正会員 修士(工学) ○石井 誠士  
 日本大学 正会員 博士(工学) 福井 剛  
 日本大学 正会員 工学博士 浜原 正行

Abstract : An experiment was conducted to test the equation of shear strength for PC members considered about bond of PC steel bar and yielding of longitudinal bar. From this experiment, the equation underestimated shear strength of specimens using round PC steel bar. By reflecting the damage of the concrete on effective coefficient of concrete, the issue has been solved and the equation showed high compatibility with 25 existing test results.

Key words : Shear strength , Bond of PC steel bar , Yielding of longitudinal bar, Truss mechanism

## 1. はじめに

設計に用いるプレストレストコンクリート(以下, PC)部材のせん断耐力評価式は, 断面内のPC鋼材量と主筋量のバランスに関わらず, すなわちPC鋼材のみの部材(以下, 純PC部材), PC鋼材と主筋を併用した部材(以下, PC部材), 主筋のみの部材(RC部材)を統一した力学モデルにより扱えることが望ましい。しかし, PC設計施工規準・同解説<sup>1)</sup>(以下, PC規準)に掲載されているせん断耐力式(以下, PC規準式)は, この要求を満足していない。この観点から見たPC規準式の問題点は以下の通りである。

1) RC部材およびPC鋼材が極端に少ないPC部材 山崎らは, せん断補強筋比の小さいRC部材のせん断耐力を過大評価すること, そしてせん断補強筋比が大きくなると逆に過小評価に転じることを実験的に示した<sup>2)</sup>。この中で, 建設省総プロで提案されたRC部材のせん断耐力式 (NewRC式)のコンクリート有効係数 $v_0$ にプレストレス項 $\eta_g$ を付加することでRC部材とPC部材のせん断耐力を連続的に評価できるせん断耐力式(以下, 山崎式)を提案し, その計算精度が良好であることを示した。

2) 主筋量が極端に少ないPC部材 PC規準式では, トラスせいは主筋量に関係なく上下主筋間距離となるが, 主筋がない純PC部材の場合には, PC鋼材間距離とすることが妥当である<sup>3)</sup>。つまり, PCとPCaPC(純PC)の境界においてせん断抵抗機構が切り替わるという問題を有しており, 理論的な不連続が生じている。また, PC規準では, 主筋は剛強で降伏しないことを前提としていることに起因しているが, 主筋量が少ない部材では, 主筋の降伏がせん断補強筋の降伏に先行するためにトラス機構によるせん断力を過大評価してしまう。

筆者らは, 山崎式に主筋降伏条件を付加したせん断耐力式<sup>3)</sup>を提案した。この提案式(以下, 石井式)は, 主筋とせん断補強筋が同時に降伏するときのせん断補強筋比(以下, 臨界せん断補強筋比:  $p_{wer}$ )を定義することにより上述のPCとPCaPC間の不連続問題を解消し, 両者のせん断耐力を連続的に評価することが可能である。石井式が想定するトラス機構は, せん断補強筋比と臨界せん断補強筋比の大小関係によって以下のように変化する。

せん断補強筋比が臨界せん断補強筋比以下の部材では, 主筋が降伏しないため, トラス機構の構成要素はRC部材と変わらない。これに対し, 臨界せん断補強筋比以上の部材は, 主筋の降伏がせん断補強筋の降伏に先行し, これ以降はPC鋼材も構成要素とするトラス機構に移行する。異形PC鋼棒またはより線を用いた部材は, PC鋼材の付着力によりトラス機構が構成可能であるため, その負担せん断力はせん断補強筋比の上昇に伴って増加することになる。一方, 丸棒PC鋼棒を用いた部材はPC鋼材の付

着力が乏しいため、せん断補強筋比を大きくしてもトラス機構の負担せん断力は臨界せん断補強筋比で頭打ちになる。

本論文は、石井式を修正することにより最大耐力と破壊性状に対する適合性を改善したせん断耐力式を提案することを目的とする。

## 2. 実験概要

### 2.1 試験体概要

表-1 および図-1 に文献 3)の試験体概要および配筋詳細図を示す。シアスパン比は全試験体共通で 1.5 とした。梁断面は  $b \times D = 200 \times 450 \text{mm}$ 、梁の内法スパンは  $L = 1350 \text{mm}$  とし、試験体両端部にはスタブを設けた。緊張方式はポストテンション方式を採用した。なお、各試験体の導入時における緊張力は、D1, D2, R1, R2 は 488kN, D3, R3 は 920kN とし、緊張後、シース内に PC グラウトを充填した。試験体は PC 鋼材に異形 PC 鋼棒を用いたものを D シリーズ、丸棒 PC 鋼棒を用いたものを R シリーズとした。D1, D2, R1, R2 試験体は主筋の降伏がせん断補強筋の降伏に先行するよう臨界せん断補強筋比以上とし、D3, R3 試験体はせん断補強筋の降伏が主筋の降伏に先行するよう臨界せん断補強筋比以下とした。また、いずれの試験体も曲げ破壊に対してせん断破壊が先行するように設計した。

表-1 試験体概要

| 試験体名 | $\sigma_B$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | PC 鋼材 | せん断補強筋    |               | 主筋の降伏 |
|------|------------------------------------|-------|-----------|---------------|-------|
|      |                                    |       | $p_w$ (%) | $p_{ver}$ (%) |       |
| D1   | 32.3                               | D32   | 0.32      | 0.12          | 有     |
| D2   | 32.3                               | D32   | 0.91      | 0.12          | 有     |
| R1   | 32.3                               | 32φ   | 0.32      | 0.12          | 有     |
| R2   | 32.3                               | 32φ   | 0.91      | 0.12          | 有     |
| D3   | 58.6                               | D32   | 0.32      | 0.50          | 無     |
| R3   | 58.6                               | 32φ   | 0.32      | 0.50          | 無     |

$\sigma_B$ : コンクリート圧縮強度  $p_w$ : せん断補強筋比

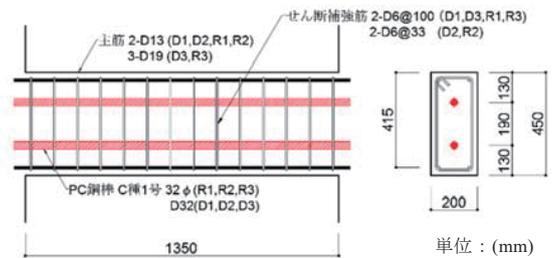


図-1 試験体配筋図

### 2.2 荷重方法

図-2に荷重装置を示す。荷重は2000kN油圧ジャッキによる逆対称正負交番漸増荷重とした。荷重ルールは部材角  $R = 1/800, 1/600$  で正負1回繰り返した後、 $R = 1/300$ 、および  $R = 1/150$  を基準部材角とし、その1, 2, 3, 4, 6倍の各変位振幅で正負2回繰り返した。また、実験の計測内容は部材角、曲率、鋼材のひずみである。

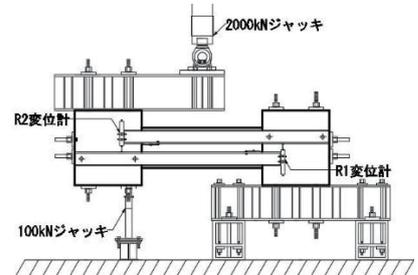


図-2 荷重装置図

## 3. 実験結果

### 3.1 トラス機構に対する考察

本章では1章で述べた石井式で予想される結果と実験結果の適合性について検証する。図-3, 図-4, 図-5にD1とD2, R1とR2, D3とR3のせん断力  $Q$  - 部材角  $R$  関係, 最大耐力  $Q_u - p_w \cdot \sigma_{wy}$  関係, 最大耐力時の主筋, PC鋼材, せん断補強筋のひずみ分布を示す。また、グラフ中の破線は主筋あるいはせん断補強筋の降伏ひずみを示している。

図-3より、D2の最大耐力はD1のものより大きくなった。これは、これらの試験体には異形PC鋼棒が用いられているため、主筋が降伏してもPC鋼材でトラス機構が形成されることに起因している。両試験体の主筋、せん断補強筋共に降伏している。また、PC鋼材の材長に対するひずみの変化率もほかの4体と比べて大きく、PC鋼材でもトラス機構を構成していることが推測できる。

図-4より、R1, R2の最大耐力はせん断補強筋比がおよそ3倍の違いがあるにも関わらず、最大耐力に大きな差は見られない。これは、両試験体共に臨界せん断補強筋比以上で、丸棒PC鋼棒を用いてい

るため、主筋降伏後にPC鋼材によってトラス機構は構成されないことに起因している。

主筋は両試験体共に降伏しており、せん断補強筋はR1の端部のみで降伏している。これは、端部コンクリートの圧壊によるものでトラス機構には寄与していないと考えられる。PC鋼材は材長に対するひずみの変化率がほとんどなく、これらの試験体のトラス機構はPC鋼材によって構成されていないことが確認できる。

図-5より、D3、R3の最大耐力を比較するとPC鋼材の形状に関わらず最大耐力に大きな差は見られない。これは、両試験体は、前述した4体の試験体とは異なり、せん断補強筋比が臨界せん断補強筋比以下であるため、主筋のみでトラス機構を構成するためである。

最大耐力時各鋼材のひずみ分布から、両試験体のせん断補強筋は共に降伏しているが、主筋は降伏していない。また、PC鋼材材長に対するひずみの変化率の大きさが前述したR1、R2と同等であることから、主筋のみでトラス機構が構成されていることがわかる。

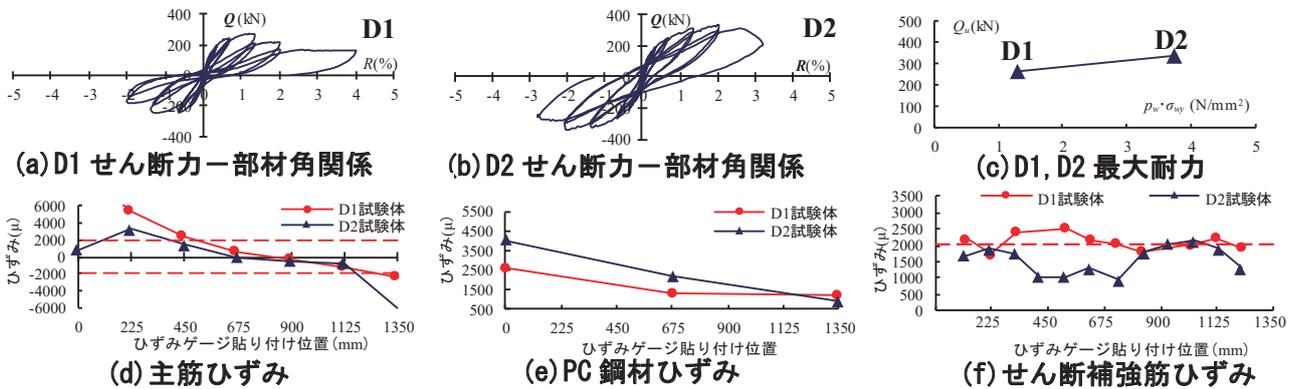


図-3 D1, D2 せん断力  $Q_b$ -部材角  $R$  関係および最大荷重時の各鋼材ひずみ分布

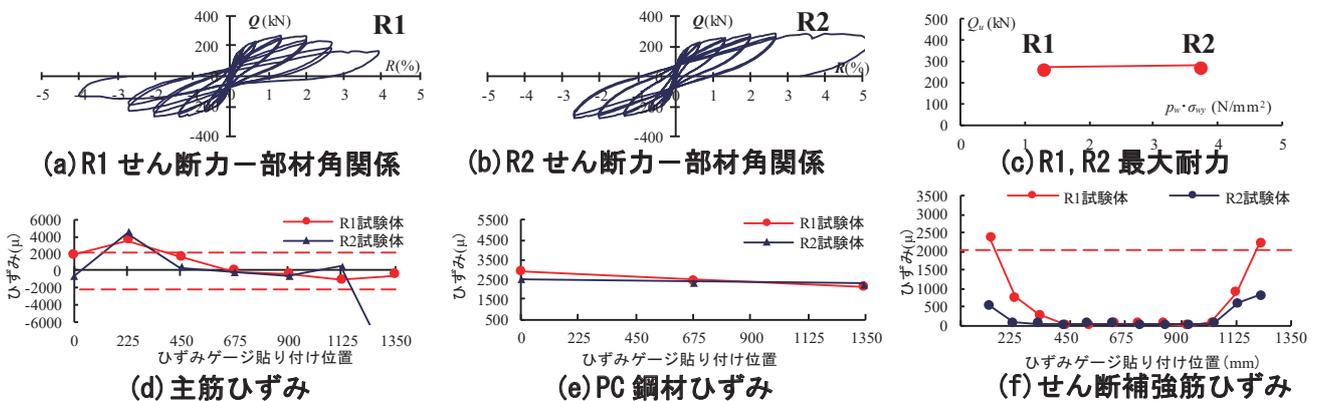


図-4 R1, R2 せん断力  $Q_b$ -部材角  $R$  関係および最大荷重時の各鋼材ひずみ分布

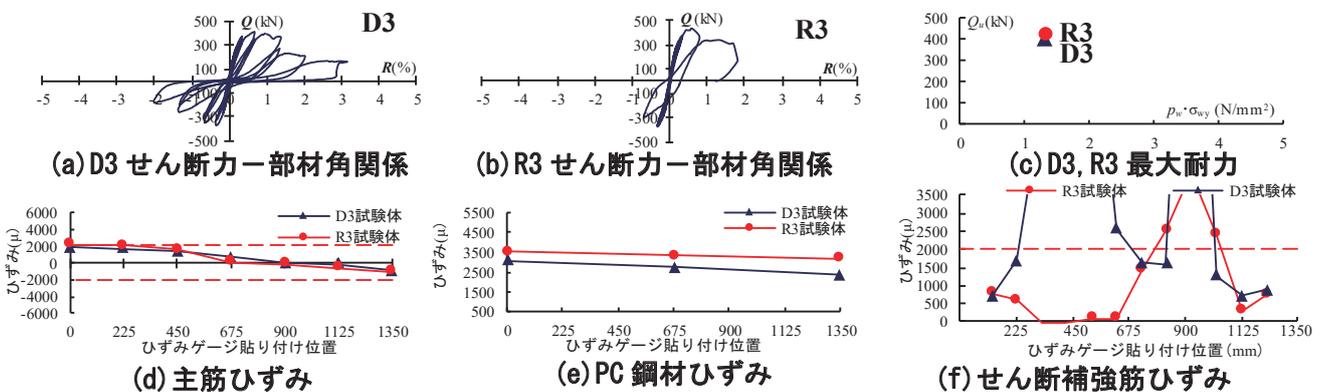


図-5 D3, R3 せん断力  $Q_b$ -部材角  $R$  関係および最大荷重時の各鋼材ひずみ分布

### 3.2 PC鋼材の形状が変形成分と最終破壊状況に及ぼす影響

本章ではPC鋼材の形状が試験体の変形成分および破壊性状に与える影響について考察する。

図-6(a)～(c)は、各試験体の最大耐力時までの部材角 $R$ と全変形 $\delta$ に占めるせん断変形 $\delta_s$ の割合 $\delta_s/\delta$ の関係と各試験体の最終破壊状況を示したものである。これらの図より以下のことが指摘できる。

図-6(a)より、鋼材に異形PC鋼棒を用いたD1では、部材角の増大に伴い全変形に占めるせん断変形の割合が増加している。しかし、丸棒PC鋼棒を用いたR1試験体では部材角が小さい段階で全変形に占めるせん断変形の割合は小さく部材角の増大に伴って減少している。

D1の最終破壊状況は端部にコンクリートの圧縮破壊は発生せず、梁中央にせん断圧縮破壊が生じた。また、発生したひび割れが大きく開き最終破壊に至っている。R1は梁両端部にコンクリートの圧壊が生じており、D1と比較すると試験体のせん断損傷は少ない。

図-6(b)より、PC鋼材に異形PC鋼棒を用いたD2は部材角の増加に伴い全変形に占めるせん断変形の割合が減少している。これは最大耐力経過後にせん断補強筋量が大きいためせん断ひび割れの進展が抑えられていると考えられる。丸棒PC鋼棒を用いたR2は部材角の増大に伴い全変形に占めるせん断変形の割合はD2と同様に減少傾向が見られるが、その傾きはD2より大きい。D2、R2は梁両端部にコンクリートの圧壊が生じており、D2には梁全体にわたってせん断ひび割れが発生している。しかし、R2には目立ったせん断ひび割れは発生していないため、せん断劣化は少ない。

図-6(c)より、PC鋼材の形状に関わらず、両試験体は部材角の増大に伴い全変形に占めるせん断変形の割合は増加している。D3、R3は両試験体共に梁中央から端部にかけてせん断ひび割れが発生している。また、D3は中央のコンクリートが剥離しておりR3と比べてせん断劣化が大きいことが分かる。

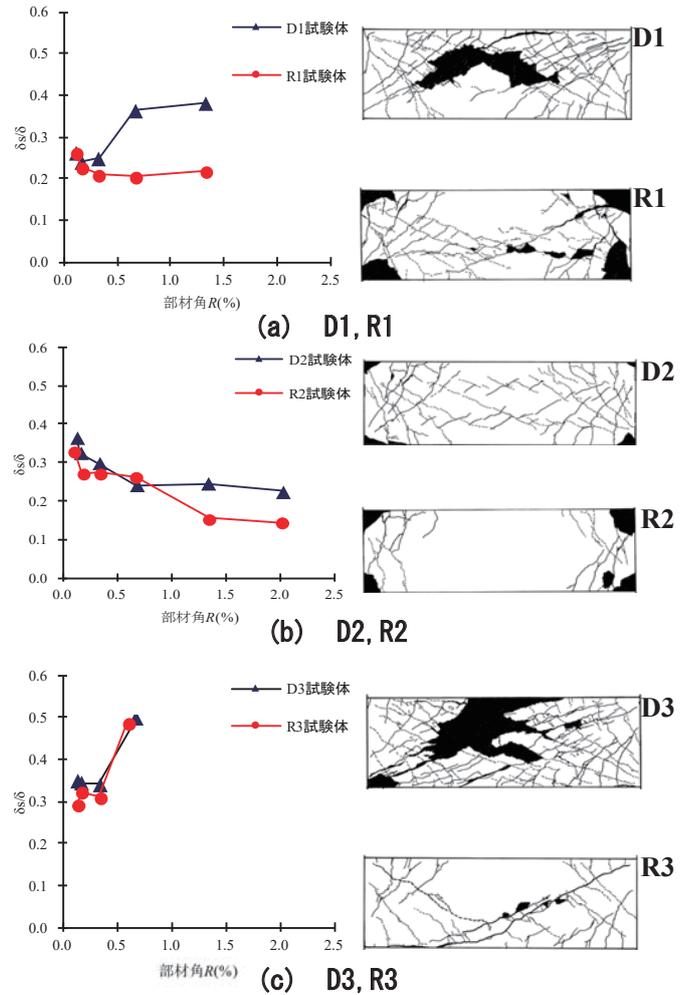


図-6 各試験体の変形成分および最終破壊性状

### 4. せん断耐力式の提案

せん断補強筋比が0.32%の試験体の最大耐力を比較すると丸棒PC鋼棒を用いた試験体の最大耐力はR1で269.4kN、R3で429.5kNとなり、それに対し異形PC鋼棒のものはD1で260.7kN、D3で406.3となった。この結果より丸棒PC鋼棒を用いた試験体の最大耐力は異形PC鋼棒のものより大きくなるのがわかる。

本研究では、石井式に実験で見られた上記の付着性状の違いによる傾向を反映し、コンクリートの有効係数に関するいくつかの修正を行った。主筋とPC鋼材断面積の割合に対する丸棒PC鋼材断面積の割合 $\lambda_r$ を用いた値 $(1+0.2\lambda_r)$ で石井式のコンクリート有効係数 $v_1$ を割り増すことなどによって、新たにせん断耐力評価式を提案する。

(1) 式に本研究における提案式を示す。なお、提案式 $Q_{su2}$ はトラス機構とアーチ機構のせん断力の和で表される。

$$Q_{su2} = b \cdot \{ p_w \cdot (j_r - j_p) + p_{wp} \cdot j_p \} \cdot \sigma_{wy} \cdot \cot \phi + \tan \theta \cdot b \cdot D \cdot (\nu \sigma_B - \sigma_c) / 2 \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 $\cot \phi = \min(A, B, C) \geq 1$ ,  $\tan \theta = \sqrt{(L/D)^2 + 1} - L/D$

$$A = (\nu_0 / \nu) \cdot (2 - 3\eta_0), \quad B = j_r / (D \cdot \tan \theta), \quad C = (\nu_0 / \nu) \cdot \sqrt{\nu_0 \cdot \sigma_B / (p_w \cdot w f_y)} - 1$$

$$\nu = (1 + 0.2\lambda_r) \cdot \nu_1$$

$$\nu_0 = 1.7 \cdot (1 + 2\eta_0) \cdot \sigma_B^{-1/3}, \quad \nu_1 = \nu_0 + 2(P_e / b \cdot D \cdot \sigma_B), \quad \lambda_r = a_{pr} / (a_t + a_p)$$

かつ  $p_w > p_{wcr}$  の場合  $\sigma_c = p_{wcr} \cdot \sigma_{wy} \cdot (1 + \cot^2 \phi)$

それ以外の場合  $\sigma_c = p_w \cdot \sigma_{wy} \cdot (1 + \cot^2 \phi)$

ここに、臨界せん断補強筋比  $p_{wcr} = 2T_y / (\sigma_{wy} \cdot b \cdot L \cot \phi)$

ただし、 $p_w \cdot \sigma_{wy} \leq \nu \cdot \sigma_B / 2$  かつ  $\sigma_{wy} \leq 125 \cdot (\nu_0 / \nu) \cdot (\nu_0 \cdot \sigma_B)^{1/2}$

(1) 式中の $p_w$ ,  $p_{wp}$ は臨界せん断補強筋比とPC鋼材の形状によって以下のような条件が付加されている。

ただし、 $p_w > p_{wcr}$  のとき  $p_w = p_{wcr}$

かつ、 $\left\{ \begin{array}{l} \text{丸棒PC鋼棒を使用する場合} : p_{wp} = 0, j_p = 0 \\ \text{異形PC鋼棒またはより線を使用する場合} : p_{wp} = p_w \end{array} \right.$

記号： $\sigma_c$ :トラス機構による圧縮ストラットの応力,  $T_y$ :主筋降伏荷重,  $\sigma_{wy}$ :せん断補強筋降伏強度,  $b$ :梁幅,  $L$ :内法スパン,  $\phi$ :トラス機構による圧縮ストラットの角度,  $j_r, j_p$ :主筋間距離, PC鋼材間距離,  $\nu$ :提案式のコンクリートの有効係数,  $\nu_0$ :NewRC式のコンクリートの有効係数,  $\nu_1$ :石井式のコンクリートの有効係数,  $a_{pr}$ :引張側の丸棒タイプのPC鋼材断面積,  $a_t$ :引張鉄筋断面積,  $a_p$ :引張側のPC鋼材断面積,  $D$ :梁せい,  $\eta_0$ :軸力比,  $P_e$ :有効プレストレス力,  $\sigma_B$ :コンクリート圧縮強度(N/mm<sup>2</sup>),  $\sigma_a$ :アーチ機構による圧縮ストラットの応力,  $\theta$ :アーチ機構による圧縮ストラットの角度

### 5. 実験結果に対する本提案式の適合性の検証

図-7(a), (b)に各試験体の最大耐力に対する石井式を修正したせん断耐力式(提案式)の計算値の適合性を示す。それぞれ縦軸に最大耐力, 横軸に $p_w \cdot \sigma_{wy}$ を取り, この平面上に実験結果と本提案式から求まる計算結果(图中, 破線は丸棒PC鋼棒, 実線は異形PC鋼棒を用いた試験体)を示したものである。6体の試験体に対する提案式の計算精度の平均値は1.05となった。

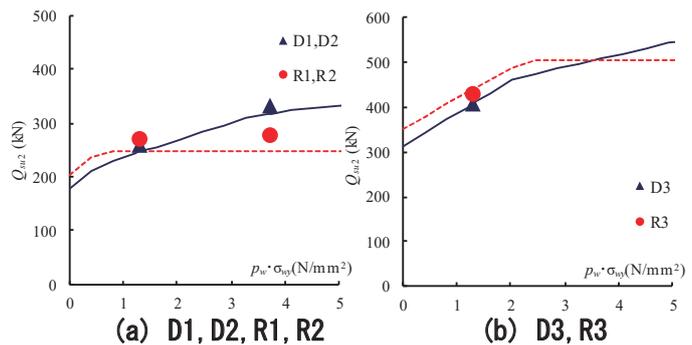


図-7 提案式と実験結果の適合性

### 6. 本研究の提案式と既存の実験データの比較

本章では提案式に対する文献2)~5)の既存の実験データの計算精度について検証する。表-2は前述の6体の試験体を含む総計25体の試験体諸元, 最大耐力実験値, 石井式の計算精度と提案式の計算精度, 曲げ耐力比を示したものである。これらの試験体はいずれもせん断破壊が先行しており, その内訳はRC2体(No.15~16<sup>2)</sup>), 異形PCaPC11体(No.7~14<sup>2)</sup>, No.23~25<sup>5)</sup>), 丸棒PCaPC3体(No.17~19<sup>4)</sup>), 異形PC3体(No.1~3<sup>3)</sup>), 丸棒PC6体(No.4~6<sup>3)</sup>, No.20~22<sup>4)</sup>)となっている。

図-8は横軸に $p_w \cdot \sigma_{wy}$ を、それぞれ縦軸に最大耐力を提案式の計算値で除した値を取り、この平面上に前述の25体の実験結果をプロットしたものである。この図から以下のことが指摘できる。

提案式と既存の実験データの計算精度の平均値と変動係数および不合格率はそれぞれ1.06, 5.91%, 16%となった。また、臨界せん断補強筋比以下で丸棒PC鋼棒を用いている試験体(No.4,5)の最大耐力に対する計算精度の平均は石井式で1.25, 提案式では1.11となり石井式で見られた丸棒PC鋼棒を用いている試験体の最大耐力を過小評価する傾向は改善されていることがわかる。

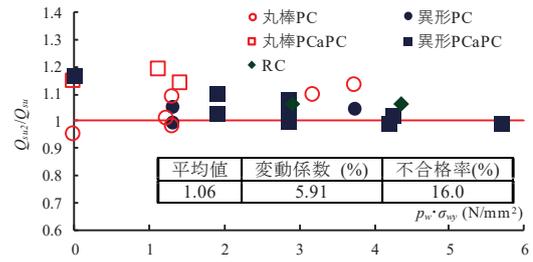


図-8 全実験データと提案式の計算精度

表-2 計算に用いた実験データ諸元と石井式と提案式の計算精度

| No. | 種類<br>[出典]   | 試験体名       | b<br>(mm) | D<br>(mm) | L<br>(mm) | $\sigma_g$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | せん断補強筋 |              |                  | 主筋                                    |         | PC鋼材                               |            | $p_s$<br>(kN) | $\eta_o$ | 最大耐力<br>$Q_u$<br>(kN) | 石井式<br>$Q_{u1}$<br>(kN) | $Q_{u1}/Q_{u1}$ | 本提案式<br>$Q_{u2}$<br>(kN) | $Q_{u2}/Q_{u2}$ | 曲げ耐力<br>$Q_m$<br>(kN) | $Q_{m2}/Q_m$ |                                       |       |       |      |
|-----|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------------------------------|--------|--------------|------------------|---------------------------------------|---------|------------------------------------|------------|---------------|----------|-----------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|--------------|---------------------------------------|-------|-------|------|
|     |              |            |           |           |           |                                    | 材種     | $p_w$<br>(%) | $p_{ver}$<br>(%) | $\sigma_{wy}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 材種      | $\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 材種         |               |          |                       |                         |                 |                          |                 |                       |              | $\sigma_{pc}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |       |       |      |
| 1   | PC<br>[3]    | D1         | 200       | 450       | 1350      | 32.3                               | 2-D6   | 0.32         | 0.12             | 409                                   | 2-D13   | 369.4                              | D32        | 1178          | 0.00     | 320                   | 260.7                   | 246.0           | 1.06                     | 246.0           | 1.06                  | 395.2        | 0.66                                  |       |       |      |
| 2   |              | D2         |           |           |           | 32.3                               |        |              |                  |                                       | 2-D13   | 369.4                              |            |               |          | 320                   | 334.0                   | 318.6           | 1.05                     | 318.6           | 1.05                  | 402.4        | 0.83                                  |       |       |      |
| 3   |              | D3         |           |           |           | 58.6                               |        |              |                  |                                       | 3-D19   | 387.3                              |            |               |          | 764                   | 406.3                   | 407.6           | 1.00                     | 407.6           | 1.00                  | 550.4        | 0.74                                  |       |       |      |
| 4   |              | R1         |           |           |           | 32.3                               |        |              |                  |                                       | 2-D13   | 369.4                              |            |               |          | 320                   | 269.6                   | 219.9           | 1.23                     | 247.3           | 1.09                  | 391.5        | 0.69                                  |       |       |      |
| 5   |              | R2         |           |           |           | 32.3                               |        |              |                  |                                       | 2-D13   | 369.4                              |            |               |          | 320                   | 279.9                   | 219.9           | 1.27                     | 247.3           | 1.13                  | 392.2        | 0.71                                  |       |       |      |
| 6   |              | R3         |           |           |           | 58.6                               |        |              |                  |                                       | 3-D19   | 387.3                              |            |               |          | 764                   | 429.5                   | 407.6           | 1.05                     | 438.5           | 0.98                  | 545.5        | 0.79                                  |       |       |      |
| 7   | PCaPC<br>[2] | S1         | 250       | 250       | 750       | 60.2                               | 2-S6   | 0.41         | ----             | 1135                                  | (2-D10) | 367                                | D22        | 1197          | 0.00     | 612                   | 323.4                   | 313.7           | 1.03                     | 313.7           | 1.03                  | 452.2        | 0.72                                  |       |       |      |
| 8   |              | S2         |           |           |           | 60.8                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               |          | 2-S6                  | 0.61                    | ----            | 612                      | 344.4           | 332.3                 | 1.04         | 332.3                                 | 1.04  | 454.3 | 0.76 |
| 9   |              | S3         |           |           |           | 63.0                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               |          | 4-S6                  | 1.22                    | ----            | 612                      | 385.0           | 389.0                 | 0.99         | 389.0                                 | 0.99  | 461.7 | 0.83 |
| 10  |              | S4         |           |           |           | 61.4                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               |          | 2-S6                  | 0.61                    | ----            | 305                      | 316.1           | 293.9                 | 1.08         | 293.9                                 | 1.08  | 456.4 | 0.69 |
| 11  |              | S5         |           |           |           | 61.8                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               |          | 2-S6                  | 0.61                    | ----            | 630                      | 290.6           | 284.9                 | 1.02         | 284.9                                 | 1.02  | 448.4 | 0.65 |
| 12  |              | S6         |           |           |           | 52.4                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               |          | 4-S6                  | 0.90                    | ----            | 602                      | 344.5           | 348.1                 | 0.99         | 348.1                                 | 0.99  | 420.4 | 0.82 |
| 13  |              | S7         |           |           |           | 51.2                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               |          | 2-S6                  | 0.61                    | ----            | 602                      | 278.4           | 278.7                 | 1.00         | 278.7                                 | 1.00  | 367.7 | 0.76 |
| 14  |              | S8         |           |           |           | 54.5                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               |          | 2-S6                  | 0.61                    | ----            | 602                      | 284.3           | 275.3                 | 1.03         | 275.3                                 | 1.03  | 384.2 | 0.74 |
| 15  | RC<br>[2]    | S9         |           |           |           | 54.9                               | 2-S6   | 0.41         | ----             | 999                                   |         |                                    |            | 0.00          | 0.00     | 244.5                 | 230.0                   | 1.06            | 230.0                    | 1.06            | 431.6                 | 0.57         |                                       |       |       |      |
| 16  |              | S10        |           |           |           | 56.9                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               | 2-S6     | 0.61                  | ----                    | 0.00            | 289.0                    | 270.9           | 1.07                  | 270.9        | 1.07                                  | 439.8 | 0.66  |      |
| 17  | PCaPC<br>[4] | NA-PC-PW00 | 250       | 250       | 750       | 39.1                               | 2-D6   | 0.45         | ----             | 0.00                                  | (2-D16) | 23φ                                | 1115       | 0.00          | 469      | 227.1                 | 175.4                   | 1.29            | 198.3                    | 1.15            | 288.5                 | 0.79         |                                       |       |       |      |
| 18  |              | NA-PC-PW04 |           |           |           | 39.1                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               | 421      | 226.5                 | 175.4                   | 1.29            | 198.3                    | 1.14            | 288.5                 | 0.79         |                                       |       |       |      |
| 19  |              | NA-PC-PW12 |           |           |           | 39.1                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               | 355      | 236.6                 | 175.4                   | 1.35            | 198.3                    | 1.19            | 288.5                 | 0.82         |                                       |       |       |      |
| 20  |              | A-PC-PW00  |           |           |           | 39.1                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               | 0.00     | 0.50                  | 0.00                    | 2-D16           | 464                      | 184.1           | 174.6                 | 1.05         | 193.2                                 | 0.95  | 272.4 | 0.68 |
| 21  | PC<br>[4]    | A-PC-PW04  | 250       | 250       | 750       | 39.1                               | 2-D6   | 0.45         | 0.50             | 0.00                                  | 2-D16   | 17φ                                | 1169       | 0.00          | 464      | 244.1                 | 223.9                   | 1.09            | 241.1                    | 1.01            | 272.4                 | 0.90         |                                       |       |       |      |
| 22  |              | A-PC-PW12  |           |           |           | 39.1                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               | 421      | 269.8                 | 227.8                   | 1.18            | 246.5                    | 1.09            | 272.4                 | 0.99         |                                       |       |       |      |
| 23  | PCaPC<br>[5] | NA-S-PW00  | 250       | 250       | 750       | 58.2                               | 2-D6   | 0.45         | ----             | 0.00                                  | (2-D16) | 376                                | 7φ<br>φ8.1 | 1804          | 469      | 238.8                 | 205.0                   | 1.17            | 205.0                    | 1.17            | 345.4                 | 0.69         |                                       |       |       |      |
| 24  |              | NA-S-PW04  |           |           |           | 58.4                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               | 347      | 278.2                 | 252.3                   | 1.10            | 252.3                    | 1.10            | 346.2                 | 0.80         |                                       |       |       |      |
| 25  |              | NA-S-PW12  |           |           |           | 56.8                               |        |              |                  |                                       |         |                                    |            |               | 381      | 315.5                 | 310.0                   | 1.02            | 310.0                    | 1.02            | 339.9                 | 0.93         |                                       |       |       |      |

※ No.7~14, 17~19, 23~25: 主筋カットオフ

7. まとめ

- 1) 石井式は異形PC鋼棒を用いた試験体のせん断耐力を精度良く評価したが、丸棒PC鋼棒を用いた試験体のせん断耐力を若干過小評価した。さらに試験体の破壊状況からは後者のコンクリートのせん断劣化が軽微であることから、トラスアーチ機構中の圧縮ストラットを構成するコンクリートの損傷程度、すなわちコンクリートの有効係数を適切に見積もっていないことを指摘した。これらを勘案し、PC鋼材種類の相違によるコンクリートのせん断劣化を反映することでコンクリートの有効係数を修正した。
- 2) 上記の修正式は本実験の試験体を含む25体の既存実験データに対して高い適合性を示した。その計算精度は、実験値/計算値の平均値が1.06, 変動係数が5.9%, 不合格率が16%であった。

参考文献

- 1) 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.232-236, 2002
- 2) 山崎祐輝ほか: 異形PC鋼棒を用いたPCaPC部材のせん断終局強度推定式に対するパラメトリックスタディ, 日本建築学会大会学術講演梗概集, P.795-796, 2016.8
- 3) 石井誠士ほか: 主筋の降伏がPC梁のせん断耐力に及ぼす影響に関する実験的研究その1~3(実験計画, 実験結果, せん断耐力に対する検討), 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), P.741-746, 2018.9
- 4) 斎藤篤, 小川哲朗, 飯田誠次郎, 福井剛, 末次宏光, 崎山和考, 浜原正行: プレキャスト・コンクリート部材のせん断性状に関する実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), C-2, pp.1077-1082, 1999.9
- 5) 湯浅哲廣, 大多加健一, 浜原正行: プレキャストプレストレストコンクリート部材のせん断性状に関する実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), C-2, pp.993-994, 2002.8