

B-27

PCaPC 圧着梁部材における PC 鋼材のアンボンド領域長さの影響に関する実験的研究

その2 実験結果 1

Experimental Study on the Effect of Unbonded Length of PC Steel in PrecastPC Post-Tensioning Beams

No.1 Outline of Experiment

高木翔<sup>1</sup>, ○阿部達<sup>2</sup>, 保坂駿<sup>2</sup>, 福井剛<sup>3</sup>

Sho Takagi<sup>1</sup>, \* Itaru Abe<sup>2</sup>, Shun Hosaka<sup>2</sup>, Tsuyoshi Fukui<sup>3</sup>

This report presents the results of loading tests conducted on the specimens described in the previous section. The results of the experiments are also presented, including the failure history and load-member angle relationships obtained from the experimental results, and a comparison of the experimental results with various limit values.

1. はじめに

本報告は、前項(その1)で述べた試験体の実験結果から得られた破壊経過及び荷重-部材角関係、実験値と諸限界値の比較を示す。

2. 実験結果

2.1 最終破壊状況及び荷重 - 部材角関係

Figure.1に最終破壊状況、Figure.2に荷重 - 部材角関係を示す。Figure.2中の一点鎖線は曲げ耐力  $cQ_{mu}$  を示す。曲げ耐力  $cQ_{mu}$  は下式により算出した。Figure.1-(b)より、曲げ危険断面近傍を除くひび割れに着目すると、両試験体ともひび割れの数と同様であったが、PC-Bのひび割れは図心位置まで生じているのに対し、PC-UBはひび割れが図心位置まで生じていた。また、曲げ危険断面近傍のひび割れが大きく開き、より大きく圧壊が発生していることがわかる。破壊経過は、両試験体とも部材角  $R = 0.09\%$  で曲げひび割れが生じた。

PC-B は  $R = 0.61\%$  で降伏し、曲げ危険断面近傍に  $R = 1.1\%$  で圧壊が生じた。その後も耐力は上昇し、 $R = 1.5\%$  で最大荷重を迎え、徐々に耐力低下した。

PC-UB は  $R = 0.77\%$  で降伏し、曲げ危険断面近傍に  $R = 1.3\%$  で圧壊が生じた。その後の破壊経過は PC-B とほぼ同じであった。最大荷重時の部材角は両試験体とも同様であり、最大耐力も両試験体ともほぼ同じ値であり、両試験体とも曲げ耐力を上回っていた。

$$cQ_{mu} = T_{pe} \cdot d_1 + T_{py} \cdot d_2 - C \cdot \frac{x_n}{2}$$

ここに、 $T_{pe}$  : 圧縮側 PC 鋼材の引張力

$d_1$  : コンクリート圧縮縁から圧縮側 PC 鋼材の重心位置までの距離

$T_{py}$  : 引張側 PC 鋼材の引張力

$d_2$  : コンクリート圧縮縁から引張側 PC 鋼材の重心位置までの距離

$C$  : コンクリート圧縮合力 ( $C = T_{pe} + T_{py}$ )

$x_n$  : 中立軸距離 ( $= C / (b \cdot \sigma_B)$ )

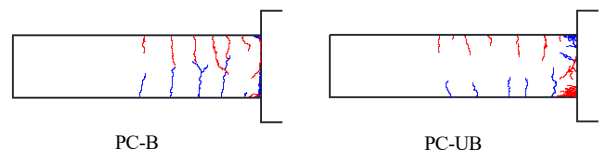


Figure.1 Final Destruction Status

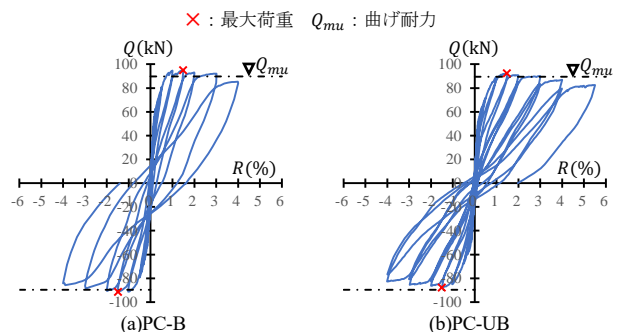


Figure.2 Load-Member Angle Relationship

3. 諸限界値の実験値と計算値の比較

Table.1は、諸限界値の実験値と計算値の比較を示す。両試験体とも降伏時剛性低下率以外は比較的精度よく評価出来ていた。以下に各項目の算出方法を示す。

3.1 初期剛性

初期剛性の計算値は曲げ剛性とせん断剛性を用いて下式より算出した。実験値は荷重を鉛直変位で除することで算出した。

$$c k_e = 1 / \left( \frac{1}{K_m} + \frac{1}{K_s} \right)$$

ここに、 $K_m$  : 曲げ剛性 ( $= 3 \cdot E_c \cdot I / L^3$ )

$K_s$  : せん断剛性 ( $= G \cdot b \cdot D / 1.2L$ )

1 : 日大理工・院 (前) 海建、2 : 日大理工・学部・海建、3 : 日大理工・教員・海建

3.2 曲げひび割れ発生荷重<sup>1)</sup>

曲げひび割れ発生荷重の計算値は下式より算出した。実験値は、載荷開始から初期の曲げひび割れを目視にて確認した時の荷重を曲げひび割れ発生荷重とした。

$${}_cQ_{cr} = (\sigma_{tb} + \sigma_{cp}) \cdot Z_t$$

ここに、 $\sigma_{tb}$  : コンクリート曲げ引張強度(=  $0.56\sqrt{\sigma_B}$ )

$\sigma_{cp}$  : 有効プレストレスによる

コンクリート下縁応力(=  $P_e/A$ )

$Z_t$  : 引張縁に関する断面係数(=  $(b \cdot D^2)/6$ )

3.3 降伏時剛性低下率<sup>2)</sup>

降伏時剛性低下率 $\alpha_y$ は、PC 基準より下式を用いて算出した。両試験体とも降伏時剛性低下率の計算値は $\alpha_y = 0.248$ であった。

$$\alpha_y = \left\{ 0.043 \left( 1 + \frac{a}{D} \right) + 1.64 \left( n_r \cdot p_t + 3.5 \cdot n_p \cdot p_g \cdot \frac{d_r}{D} \right) + 0.33\eta_0 \right\} \cdot \left( \frac{d_r}{D} \right)^2$$

ここに、 $a/D$  : せん断スパン比

$n_r$  : 鉄筋に関するヤング係数比

$p_t$  : 引張鉄筋の総断面積/コンクリート断面積

$n_p$  : PC 鋼材に関するヤング係数比

$p_g$  : PC 鋼材の総断面積/コンクリート断面積

$d_r$  : 圧縮縁から引張鉄筋重心位置までの距離

$\eta_0$  : 軸力比(=  $N/(b \cdot D \cdot F_c)$ )

3.4 降伏部材角<sup>2)</sup>

降伏部材角の計算値 ${}_cR_y$ は、下式を用いて算出した。降伏部材角の実験値 ${}_eR_y$ は、最大荷重 ${}_cQ_{mu}$ の90%に初めて達した時の部材角と定義した。

実験値はPC-Bで0.61%, PC-UBで0.77%であった。

$${}_cR_y = Q_{mu}/(\alpha_y \cdot k_e \cdot L)$$

4. 残留変形率

Figure.3は、残留変形率と部材角の関係を示している。残留変形率 $r(\%)$ は下式を用いて算出した。

PC-Bは部材角 $R = 0.5\%$ 以降、部材角の増加に伴い線形的に残留変形率が増加しており部材角 $R = 2.0\%$ 時には残留変形率 $r = 20\%$ 程度まで達している。

PC-UBは部材角 $R = 2.0\%$ までは残留変形率 $r = 5\%$ 前後で大きな変動は生じていない。その後、部材角の増加に伴い徐々に残留変形率は増加しているが、PC-UBと比較すると増加率は低いことがわかる。

$$r = \frac{|\delta_{rp}| + |\delta_{rn}|}{|\delta_{pp}| + |\delta_{pn}|}$$

ここに、 $\delta_{rp}$  : 正側の残留変位

$\delta_{rn}$  : 負側の残留変位

$\delta_{pp}$  : 正側の残留変位

$\delta_{pn}$  : 負側の残留変位

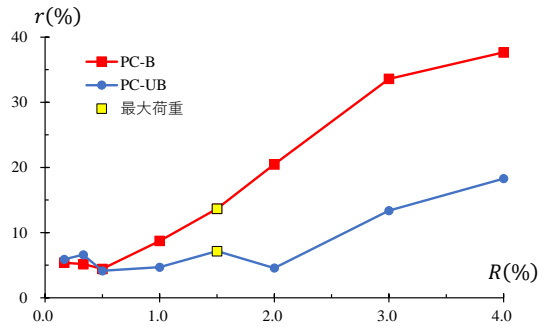


Figure.3 Residual deformation rate – member angle relationship

5. まとめ

本報告では、実験より以下に示す結果を得た。

- 1) 荷重-部材角関係より、両試験体とも最大荷重時の部材角、最大耐力はほぼ同じであった。
- 2) 諸限界値について示した。諸限界値の計算値と実験値との比較を示した。降伏時剛性低下率以外の剛性低下率は比較的良好であった。
- 3) 両試験体の残留変形率について示した。PC-Bは $R = 0.5\%$ 以降、部材角の増加に伴い線形的に増加し、PC-UBは $R = 2.0\%$ までは変動は生じていない。その後、部材角の増加に伴い増加はしているがPC-Bと比較すると増加率は低いことがわかった。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：プレストレスコンクリート設計施工規準・同解説，pp.97-103,
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所 独立行政法人建築研究所：2009年版プレストレスコンクリート造技術基準解説及び設計・計算例，pp126-130, pp139-140 2009

Table.1 Comparison of experimental and calculated values for various limits

	実験値				計算値				$\frac{e k_e}{c k_e}$	$\frac{e Q_{cr}}{c Q_{cr}}$	$\frac{e Q_{mu}}{c Q_{mu}}$	$\frac{e R_y}{c R_y}$
	$e k_e$ (kN/mm)	$e Q_{cr}$ (kN)	$e Q_{mu}$ (kN)	$e R_y$ (%)	$c k_e$ (kN/mm)	$c Q_{cr}$ (kN)	$c Q_{mu}$ (kN)	$c R_y$ (%)				
PC-B	22.7	37.9	93.3	0.61	25.4	37.5	89.7	0.79	0.89	1.01	1.06	0.77
PC-UB	22.9	36.0	90.1	0.77		37.2	89.6	1.06	0.90	0.97	1.03	1.36