

B-34

## 曲げとせん断を受けるプレキャスト PC 柱圧着継目滑り耐力に関する実験計画 Experimental Plan for Precast PC Column Mortal Joint Slip Strength Subjected to Bending and Shear

○櫻井琢巳<sup>1</sup>, 浜原正行<sup>2</sup>, 福井剛<sup>2</sup>

\*Takumi Sakurai<sup>1</sup>, Masayuki Hamahara<sup>2</sup>, Tsuyoshi Fukui<sup>2</sup>

Abstract: Precast prestressed concrete columns mortal joint is separated by reverred bending. And the PC standard take into account the reduction the friction coefficient decreased under the reversed loading. Taking this into consideration, two test specimens of PCaPC column were planned of which variables is loading history.

### 1. はじめに

現行の PC 規準<sup>1)</sup>では、PC 圧着継目の滑り破壊耐力の評価式(1)式が掲載されている。

$$Q_{slu} = \mu \times (N + P_e) \text{ ----- (1)}$$

ここに、 $Q_{slu}$ : 圧着継目滑り破壊耐力

$\mu$ : 摩擦係数(=0.5)  $N$ : 軸力  $P_e$ : 有効緊張力

(1)式の基となっている実験結果では、摩擦係数  $\mu$  の下限値は 0.6 程度であるが、繰り返し荷重下において摩擦係数が低下する可能性を考慮し、PC 規準では摩擦係数を安全側に  $\mu = 0.5$  と定めている。この実験は直接せん断方式の実験によって行われており、目地部にはせん断力のみが作用している。しかし、実際の PCaPC 造建物の圧着継目は、せん断力と曲げモーメントを受ける位置に設けられる。実建物の柱で滑り破壊が生じるとすれば、圧着継目に曲げひび割れが発生し、地震によって正負の曲げひび割れがつながる事で、部材全せいにわたって圧着継目が離間した状態で滑り破壊を起こす。これと同様に、せん断力と曲げモーメントを受ける圧着継目の摩擦係数に関する実験では、直接せん断試験の結果とは異なりばらつきの小さい摩擦係数  $\mu = 0.85$  程度<sup>2)3)</sup>が得られている。しかし、PC 規準で懸念されている、繰り返し荷重下における摩擦係数の低下現象を対象にした実験はほとんど行われていない。

本報は、実際の PCaPC 造建物の柱に作用する上述の応力状態を想定し、繰り返し荷重による摩擦係数の変化を明らかにするための、実験計画を示したものである。

### 2. 実験概要

#### 2.1 試験体概要

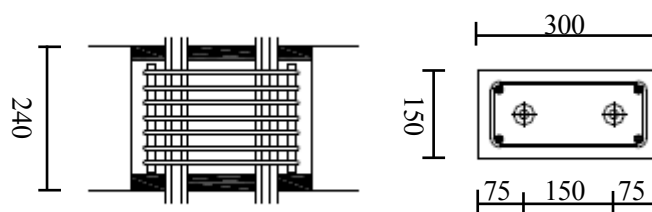
後述する様に逆対称荷重を行うため圧着継目位置は、せん断力と曲げモーメントを作用させるために反曲点

位置から上下 120mm の位置に設ける。PC 鋼棒はアンボンド状態とし、ダボ効果の影響が無い様にシース管内は空洞とした。コンクリートの目標強度は、一般的な PCaPC 造柱が 50~60 N/mm<sup>2</sup>程度で計画されることを反映して、50 N/mm<sup>2</sup>とした。軸方向応力は、実建物の柱を想定し 7.5 N/mm<sup>2</sup>とし、その内の有効プレストレス  $\sigma_g$  は、コンクリート強度  $\sigma_B$  の 10%の 5.0 N/mm<sup>2</sup>とした。**Table 1** に試験体概要を、**Figure 1** に試験体図を示す。試験体諸元は BS-3, 4 同一であるが、後述するように繰り返し荷重の回数のみが異なっている。

**Table1 Properties of specimen**

試験体名	N (kN)	$\Sigma P_e$ (kN)	$\sigma_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_g$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_0 + \sigma_g$ (N/mm <sup>2</sup> )	交番回数
BS-3	112.5	225	2.5	5.0	7.5	1 回
BS-4						10 回

H:高さ=240mm  $\sigma_B$ :コンクリート強度=50N/mm<sup>2</sup> シース内径:φ55  
PC 鋼棒径:φ15 目地厚さ:25mm シアスパン比:0.4



**Figure 1 Specimen drawings**

#### 2.2 試験体の諸強度の比較

試験体の設計は、正負繰り返しによって圧着継目が離間をした後に、滑り破壊が発生するようにし、さらに滑り耐力が曲げ破壊とせん断破壊に先行するよう計画した。以下に試験体設計に用いた諸強度の評価式を示す。(2)式は圧着継目滑り耐力式である。飯田の研究結果を参考とし摩擦係数は 0.85 とした。(3)式はせん断ひび割れ強度式である。コンクリート引張強度  $\sigma_t$

1 : 日大理工・院 (前)・海建 2 : 日大理工・教員・海建

の値は、文献 4 を参考にした。(4)式は、曲げひび割れ強度式である。(5)式せん断終局強度式である。文献 5 を参考にした。

圧着継目滑り耐力

$$Q_{slu} = \mu \cdot (N + P_e) \text{-----} (2)$$

せん断ひび割れ強度

$$Q_{cri} = \frac{2}{3} \cdot b \cdot D \cdot \sigma_t \sqrt{1 + \frac{\sigma_g + \sigma_0}{\sigma_t}} \text{-----} (3)$$

$$\sigma_t = 0.291 F_c^{0.637}$$

曲げひび割れ強度

$$Q_{cr} = \frac{2 \cdot M_{cr}}{H} \text{-----} (4)$$

$$M_{cr} = (\sigma_0 + \sigma_g + \sigma_{tb}) \cdot Z$$

$$\sigma_{tb} = \frac{0.56 \cdot \sqrt{F_c}}{2}$$

せん断終局強度：

$$Q_a = \frac{b \cdot D \cdot \tan \theta \cdot v \cdot \sigma_B}{2} \text{-----} (5)$$

$$\tan \theta = \sqrt{\left(\frac{H}{D}\right)^2 + 1} - \left(\frac{H}{D}\right)$$

ここに、 $\mu$ ：摩擦係数(=0.85)  $N$ ：軸方向力  $P_e$ ：有効緊張力  $\sigma_t$ ：引張強度  $\sigma_{tb}$ ：曲げ引張強度  $v$ ：コンクリート有効係数=1.0  $F_c$ ：コンクリートの設計基準強度

曲げ終局強度  $Q_m$  は、断面解析により算出した。材料特性については、コンクリートは NewRC 式 (横拘束なし)、PC 鋼材はアンボンドで張力変動がほとんど無いため有効緊張力で一定とした。

各試験体諸耐力を Table 2 に耐力比較を Table 3 に示す。さらにせん断力 - 曲率関係のグラフを Figure 2 に示し、このグラフからも、滑り破壊が発生する前に曲げひび割れが生じていることが分かる。

### 2.3 加力方法

加力は平行加力載荷装置を用い、逆対称の曲げモーメントを与える。軸方向力と水平力は 2000kN ジャッキを用い、所定の一定軸力下において水平力を与える。載荷ルールについて BS-3 は、曲げひび割れ荷重及び滑り発生荷重を把握するために荷重制御による正負交番漸増載荷を行う。BS-4 については、BS-3 で得た曲げひび割れ荷重及び滑り発生荷重の間で正負交番漸増載荷

を行い、交番回数は 10 回とする。

### 2.4 測定項目

ロードセルによる荷重、電気式変位計による圧着継目位置における滑り変位、曲率、歪みゲージによる PC 鋼材の歪、試験体表面のゲージによるコンクリート及びモルタルの歪とした。

### 3. まとめ

現行の PC 規準式における圧着継目滑り破壊耐力に関する設計手法の問題点を示した。通常の建物で起こり得る滑り破壊時の圧着継目の状態を想定し、曲げにより離間した継目が繰り返し荷重を受ける時の、摩擦係数を調べる実験計画を示した。

Table 2 Each strength of specimens

試験体名	$Q_{slu}$ (kN)	$Q_m$ (kN)	$Q_a$ (kN)	$Q_{cr}$ (kN)	$Q_{cri}$ (kN)
BS-3,4	287.0	354.3	540.7	177.8	186.8

Table 3 Comparison of strength

試験体名	$Q_{slu}$ (kN)	$Q_{slu}/Q_m$	$Q_{slu}/Q_a$	$Q_{slu}/Q_{cr}$	$Q_{slu}/Q_{cri}$
BS-3,4	287.0	0.81	0.53	1.61	1.54

[記号]  $Q_{slu}$ ：滑り耐力  $Q_m$ ：曲げ耐力  $Q_a$ ：せん断耐力

$Q_{cr}$ ：曲げひび割れ強度  $Q_{cri}$ ：せん断ひび割れ強度

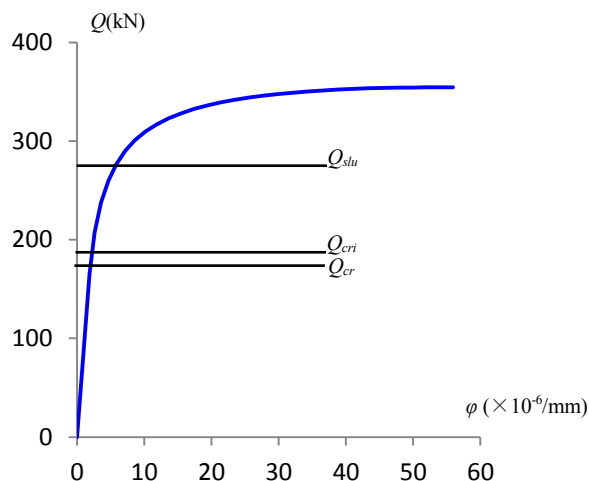


Figure 2 Q-φ relationship

### 【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.267-270,1998年11月
- 2) 飯田達也：PCaPC柱の圧着継目滑り耐力に関する実験的研究，pp.3-63,2012年 日本大学修士論文
- 3) 坂田博史：既存コンクリート造建物に対するPC圧着型外側耐震補強の接合部設計に関する基礎研究，pp.41-89,2012年3月 大阪工業大学博士論文
- 4) 野口貴文：高強度コンクリートの圧縮強度と各種力学特性の関係，pp11-16,1995年6月 日本建築学会構造系論文集
- 5) 2009年度版プレストレストコンクリート造技術基準解説及び設計・計算例 2009