

## B-10

# 主筋と 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

## その 1 実験概要

### Experimental Study on the Effect of Adhesion of Main Reinforcement and PC Steel on Shear Resistance Mechanism of PC Beam

石井誠士<sup>1</sup>, ○斉田健志<sup>1</sup>, 榎本憲継<sup>1</sup>, 福井剛<sup>2</sup>, 浜原正行<sup>2</sup>Seiji Ishii<sup>1</sup>, \*Kensi Saita<sup>1</sup>, Noritsugu Enomoto<sup>1</sup>, Tsuyoshi Fukui<sup>2</sup>, Masayuki Hahara<sup>2</sup>

Abstract: This paper discussed the applicability of the equations for predicting ultimate shear strength in AIJ PC Design code to reinforced and precast prestressed concrete members. There existed the discrepancy between PC and RC; and PC and PCaPC members in calculating ultimate shear strength.

#### 1. はじめに

周知のように、PC 設計施工規準・同解説<sup>1)</sup>に記載されている PC 部材のせん断耐力評価式（以下、PC 規準式）はトラス機構とアーチ機構の負担せん断力の和で表されている。以下のような配筋のとき、同式の適用性に問題を有していることが指摘される。

#### a. RC 部材と主筋の比率が高い PC 部材の場合

このような配筋条件の梁部材ではトラス機構による負担せん断力を過小評価、アーチ機構による負担せん断力を過大評価する傾向がある。この問題に関しては、山崎らの研究<sup>2)</sup>で提起されている。また、山崎らは実験を行い、得られた知見からせん断耐力の推定式を提案している。

#### b. 主筋が少ないためトラス機構により主筋の降伏がせん断補強筋の降伏に先行する PC 部材の場合

上下主筋間でトラス機構が形成されるためには、以下の条件を満足する必要がある。

- 主筋とコンクリート間に十分な付着を有する。
- 主筋は降伏しない。

しかし、主筋量が極端に少なくトラス機構の形成に必要な引張力を十分に負担できない場合は、主筋の降伏がせん断補強筋の降伏に先行してしまう。そのため、主筋が降伏しないという条件を満足していないことから、主筋間に形成されるトラス機構の負担せん断力は十分に発現しない。また、せん断補強筋と PC 鋼材は未降伏であるため、PC 鋼材間でもトラス機構を形成することができる。よって、上記の配筋条件を有する PC 部材では主筋間で形成するトラス機構と PC 鋼材間で形成するトラス機構の和をトラス機構による負担せん断力とする。

また、配筋状況として主筋量が極端に少ない PC 部材を対象とした研究は過去に谷らの研究<sup>3)</sup>で行われているが、このような配筋状況の PC 部材に関する実験データは少ない。

以上の問題点をふまえ、せん断補強筋、主筋量、PC

鋼材の付着の有無を実験要因とする合計 6 体の PC 梁試験体に対して、逆対称正負交番載荷を行い、これらの要因が PC 部材のせん断性状に及ぼす影響についての考察及び、実験結果と PC 規準式と本研究で提案する推定式の適合性について検証をしようとするものである。

#### 2. 実験概要

##### 2.1 試験体概要

Fig1 に試験体配筋図を示す。梁断面  $b \times D = 200 \times 450 \text{mm}$ 、梁内法スパン  $L = 1350 \text{mm}$  とし、両端部にスタブを設けた。試験体の緊張方式はポストテンション方式を用いた場所打ち PC 梁を想定して製作した。シアスパン比は全試験体共に 1.5 とし、PC 鋼材には PC 鋼材には丸棒 PC 鋼棒と異形 PC 鋼棒の 2 種類を用いた。各試験体の緊張力は、D1,D2,R1,R2 は 488kN、D3,R3 は 920kN とした。

また、本論においてトラス機構が形成される際に、主筋の降伏とせん断補強筋の降伏が同時に生じるせん断補強筋比を臨界せん断補強筋比  $p_{wr}$  と定義する。

本実験では、せん断補強筋比が臨界せん断補強筋比以上の試験体を D1,D2,R1,R2、せん断補強筋比が臨界せん断補強筋比以下である試験体を D3,R3 とした。また、D シリーズ試験体では異形 PC 鋼棒、R シリーズ試験体では丸棒 PC 鋼棒を PC 鋼材として使用した。さらに、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して発生することを想定している。

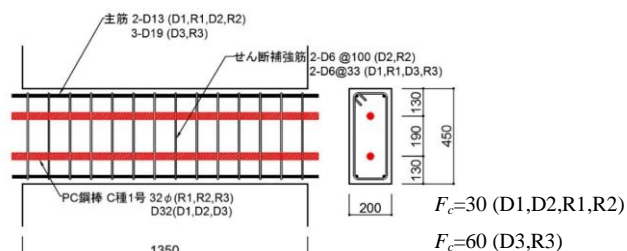


Figure1, Figure of specimen bar arrangement

\*<sup>1</sup> 日本大学大学院\*<sup>2</sup> 日本大学理工学部

Table1, Materials test result of each steel materials

呼び径	材種	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )
D6	SD295A	409.4	523.1	203×10 <sup>3</sup>
D13	SD345	369.4	537.8	182×10 <sup>3</sup>
D19	SD345	387.3	555.0	185×10 <sup>3</sup>
D32	C 種 1 号	1178	1283	200×10 <sup>3</sup>
32φ	C 種 1 号	1156	1267	200×10 <sup>3</sup>

Table2 Materials test result of concrete and PC grout

試験体名	コンクリート		PC グラウト	
	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )
D1,R1	32.3	29.7×10 <sup>3</sup>	58.2	14.3×10 <sup>3</sup>
D2,R2				
D3,R3				
	58.6	35.7×10 <sup>3</sup>		

2.2 載荷方法

Fig2 に実験に用いた載荷装置を示す。載荷はは加力梁に設置した 2000kN 油圧ジャッキを用いて、逆対称正負交番漸増載荷とした。

100kN 油圧ジャッキの配置と荷重は試験体と加力梁の重量によって発生する梁両端部の曲げモーメントが 0kNm となるようなとした。また、100kN 油圧ジャッキを用いて両端部スラブの平行度を一定に保つように制御した。載荷ルール

載荷ルールは、部材角 1/800 を正負 1 回（以後、1 サイクル）載荷した後、部材角 1/600 を 1 サイクル、部材角 1/300 サイクルを 2 サイクル載荷した。その後、部材角 1/150 を基準部材角として、1, 2, 3, 4, 6 倍の各ステップで 2 サイクルずつ繰り返し、その後破壊に至らしめた。

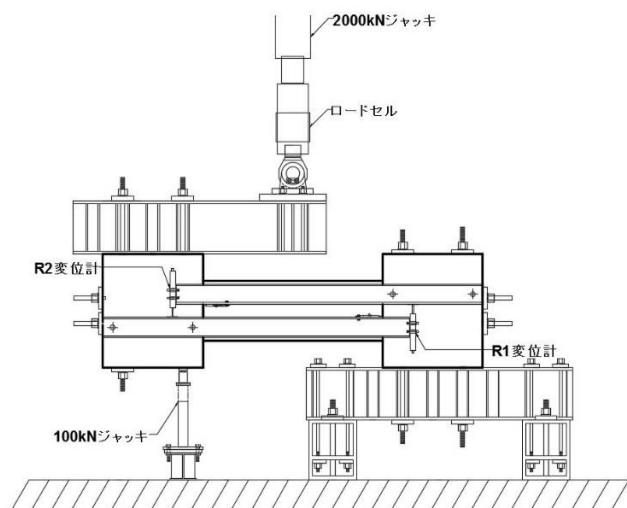


Figure2 Figure of loading device

2.3 計測方法

部材角

Fig2 に示す、CDP-100 電気式変位形によって測定さ

れたスタブの相対変位の平均値を試験体内法スパンで除すことによって評価した。また、梁平行度の計測値も同様に R1 及び R2 変位計から計測した。

曲率

Fig3 に曲率測定装置図を示す。曲率は梁の上下に取り付けられた CDP-25 電気式変位計により、各計測区間の梁の伸縮量を計測し、この値を用いて(1),(2)式によって算出した。

$$\Delta\theta_i = (\delta_i - \delta_b) / j_0 \dots\dots\dots (1)$$

$$\phi_i = \Delta\theta_i / \Delta x_i = (\delta_i - \delta_b) / (j_0 \cdot \Delta x_i) \dots\dots\dots (2)$$

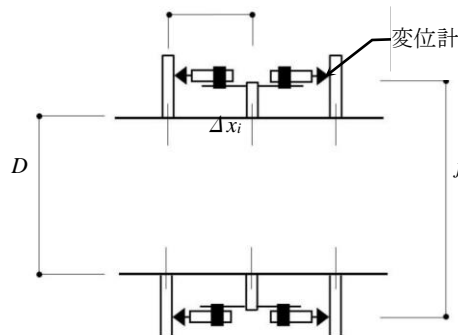


Figure3 Figure of curvature measurement device

ひずみ

主筋、せん断補強筋及び PC 鋼材にひずみゲージを貼り付け各部に生じているひずみを計測した。

3.まとめ

せん断耐力式として用いられてる PC 規準式の問題点を挙げ、本研究の目的を示した。

実験に用いた試験体は PC 鋼棒の付着性能の有無、せん断補強筋比および主筋量を実験要因とし、せん断補強筋比が臨界せん断補強筋比以上のものを 4 体、せん断補強筋比が臨界せん断補強筋比未満のものを 2 体とした。材料試験結果、載荷方法、載荷ルール、各計測方法を示した。

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 P.236, 1998.11
- 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概要集, P.795-796, 2016.8
- 3) 谷昌典, 西山峰広：PC 鋼材の付着を考慮したプレストレストコンクリート部材のせん断終局強度, 日本建築学会構造系論文集 第 73 巻 第 627 号, pp.835-842, 2008 年 5 月