

アンボンド PC 圧着梁のせん断耐力に関する実験的研究
その1 実験の概要と結果

正会員 ○柳沼 尚輝*
同 山中 健次**
同 島崎 和司***

PC アンボンド 圧着梁
せん断耐力 曲げ耐力

1. はじめに

PC 構造は、ひび割れがほとんど生じず、地震後においても修復することなく継続使用できる可能性が高いと言われている¹⁾。PC 構造の一つであるアンボンド PC 構造の曲げ性能に関しては、研究が進められているが、せん断挙動の評価に関する研究は少ない。PC 構造は長スパンで、曲げモーメントが大きい梁部材に使用されることが多いが、連続する梁にはスパンが小さく、せん断力が大きくなるものもある。そこで、アンボンド PC 圧着梁のせん断耐力確認のための実験を行った。その1では、実験の概要と結果を示す。

2. 実験概要

試験体一覧を表1に、形状配筋を図1に示す。試験体は断面が250×450[mm]の1/2スケールモデルとした。パラメータはせん断補強筋比でせん断補強筋ピッチを同じとして、鉄筋径と中子筋の有無で変化させた。PC08とPC09はせん断補強筋数が異なり、PC09とPC10はせん断補強筋径が異なっている。初期プレストレス力は3体とも1本辺り660[kN]($\sigma/F_c = 0.26$)を目標とした。試験体に用いた材料の試験結果を表2に示す。

加力装置を図2に示す。試験体中央に水平力を与え、逆対称曲げモーメントを作用させた。加力サイクルは、部材角 $R=\pm 1/800, 1/400, 1/200, 1/133, 1/100, 1/67, 1/50$ の各部材角を各2回、 $R=\pm 1/33, 1/25$ 各部材角を1回とした。変位は、層間変形と、曲げ変形の算出のため区間の鉛直、水平変形を計測した。主筋、せん断補強筋のひずみ、PC鋼棒に取り付けたロードセルによるPC圧着力の変動を計測した。

3. 実験結果

PC08 は $R=1/133$ (1回目)にせん断クラックが生じ $R=1/133$ (2回目)でせん断破壊し、急激に耐力低下した。PC09 は $R=1/200$ (1回目)にせん断クラックが生じ、 $R=1/67$ (1回目)でせん断破壊し、急激に耐力低下した。PC08、PC09ともに $R=1/200$ にて端部の圧壊が見られた。PC10 は $R=1/100$ で端部に圧壊の兆しが見られ、 $R=1/133$ (1回目)にせん断クラックが生じた。加力を進めるごとに端部の圧壊が進んだことにより圧縮ストラットの形成が崩れ、結果的に $R=\pm 1/25$ 時に耐力の低下が見られた。最終の加力サイクル $R=1/25$ を

表1.試験体一覧

試験体No.	PC08	PC09	PC10
断面形状	矩形		
試験区間長さ (mm)	900		
断面 (b×D) (mm ²)	250×450		
コンクリート強度 (N/mm ²)	45		
せん断スパン比	1.0		
PC鋼棒鋼種、径	C種1号 2-φ32		
せん断補強筋	2-D6@100	4-D6@100	4-D10@100
せん断補強筋比 (%)	約0.28	約0.56	約1.27
軸方向筋	2-D13(SD295)		

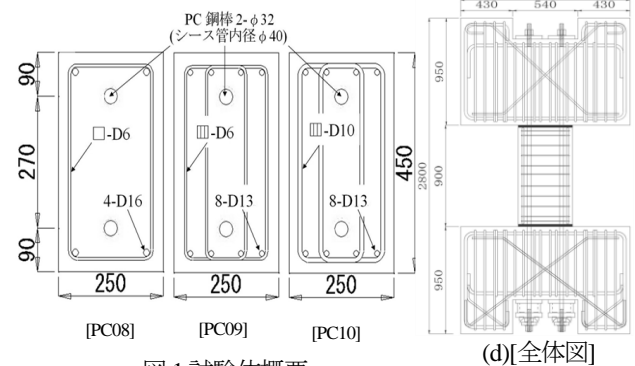


図1.試験体概要

表2.用いた材料の特性

	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 ×10 ³ (N/mm ²)
Fc45	52.6	32.2
Fc80	96.4	-
グラウト材	77.1	-

	降伏強度 (N/mm ²)	ヤング係数 ×10 ⁴ (N/mm ²)
D6	402.3	19.3
D10	373	15.2
D13	355.7	22.5
D16	350.8	19.7

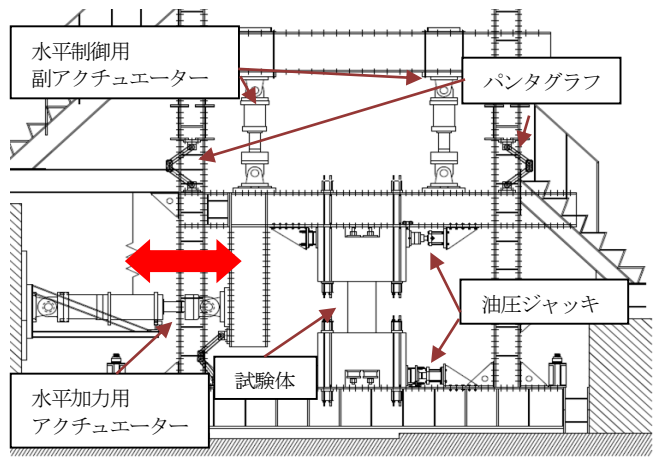
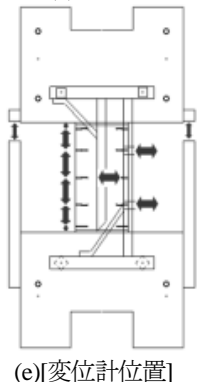


図2.加力装置

Experimental Study on Shear strength of Post tensioning Precast Beams using unbonded tendons
(Part1 Overview and results of the experiments)

NAOKI Yaginuma,
KENJI Yamanaka
KAZUSHI Shimazaki

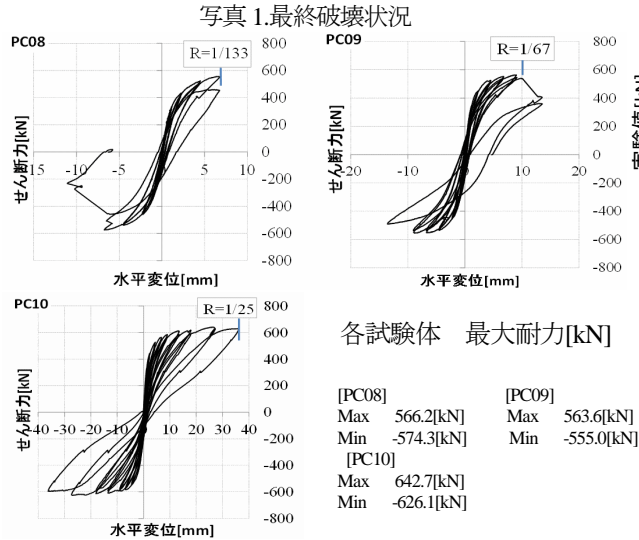
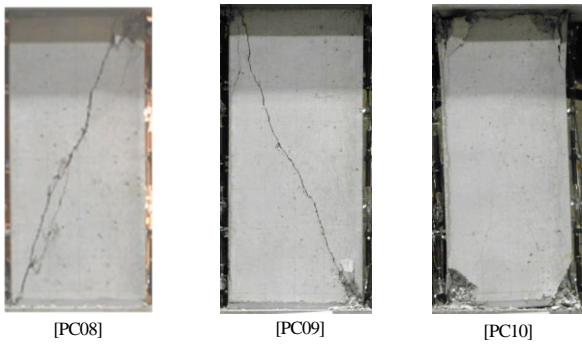


図3.荷重-水平変形関係

終えてもせん断破壊しなかった。最終破壊状況を写真1に示す。荷重-水平変形関係を図3に示す。全試験体でR=1/200までは、PC構造特有の原点復帰性の高い履歴ループとなっている。

4. 耐力評価

4.1 せん断耐力

せん断耐力は、PC規準式²⁾のせん断補強筋比 p_w を $1/2p_w$ とした(1)式で求めた。図4に実験値との比較を示す。せん断耐力は全試験体で安全側に評価できた。

$$Q_{su2} = b_o \cdot j_o \cdot \left(\frac{p_w}{2}\right) \cdot w f_y + \frac{b_o D}{2} (v F_c - 2\left(\frac{p_w}{2}\right) \cdot w f_y) \tan \theta \quad (1)$$

(記号は参考文献³⁾参照)

4.2 曲げ耐力

曲げ耐力は、(2)式の竹本式³⁾を用いて算定した(式2)。曲げ耐力の実験値と計算値の比較を図5に示す。実験値は計算値を上回っており、全試験体が曲げ耐力に達し、その後PC08, PC09がせん断破壊したと思われる。

$$M_u = (d_p - k_2 \cdot x_n) \cdot A_{pt} \cdot \sigma_y \quad (2)$$

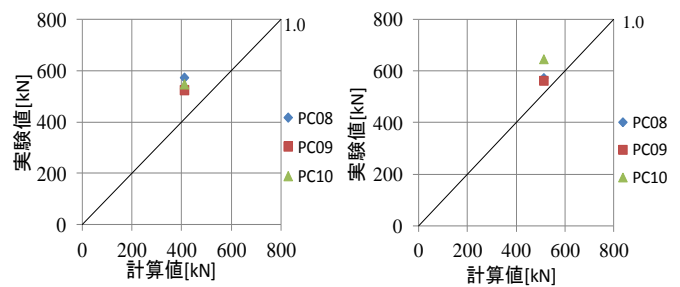


図4.せん断耐力

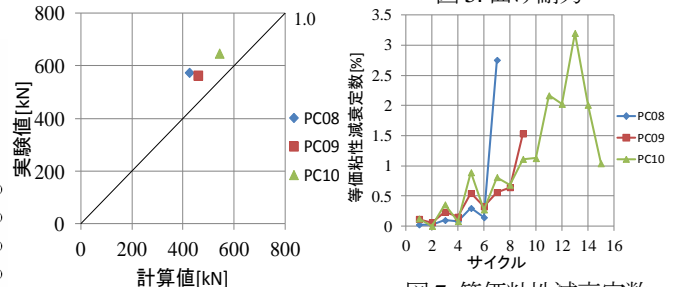


図6.せん断ひび割れ耐力

図7.等価粘性減衰定数の推移

ここで、

$$x_n = (d_p - k_2 \cdot \sigma_y) \cdot A_{pt} \cdot \sigma_y$$

$$\sigma_p = A_{pt} \cdot \sigma_y / (k_1 \cdot F_c \cdot b_o)$$

$$P_p = A_p / (b \cdot d_p) \quad \Delta \sigma_p = 1000 - 5 \times 10^7 \cdot P_p / F_c$$

(記号は参考文献³⁾を参照)

4.3 せん断ひび割れ耐力

靱性指針式⁴⁾である(3)式より求めたせん断ひび割れ耐力の実験値と計算値の比較を図6に示す。全試験体で安全側に評価できた。

$$Q_c = \varphi (\sqrt{\sigma_T^2 + \sigma_T \cdot \sigma_o}) b \cdot D / 1.5 \quad (3)$$

(記号は靱性指針⁴⁾を参照)

5.等価粘性減衰定数

履歴エネルギー吸収性能である等価粘性減衰定数を図7に示す。数%以下であり、履歴エネルギー吸収性能は低い。

6.まとめ

- せん断耐力、曲げ耐力、せん断ひび割れ耐力は既往の評価式で評価できる。
- 全試験体でR=1/200までは、高い原点復帰性が見られることが分かった。
- 等価粘性減衰定数は、数%以下であった。

[参考文献]

- 1) 竹中ほか: 多数回繰り返し荷重を受けるPC梁に関する実験的研究, AIJ 学術講演梗概集, 構造IV, pp.919-902, 2012.9
- 2) 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, 1998
- 3) 竹本靖: アンボンド PRC 部材の曲げ終局時テンソン応力について, 大林組技術研究所報告, No. 28, PP.49-54, 1984
- 4) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説, pp.140-141, 1999

*神奈川大学大学院 工学研究科 建築学専攻

**エナ・デザインコンサルタント

***神奈川大学 工学部 建築学科 教授 博士(工学)

* Graduate Student, Kanagawa University

** ENA Design Consultant

*** Professor, Kanagawa University, Dr. Eng.