

第 部門

軽量コンクリートを用いた PRC はり部材の基本的耐荷特性に関する研究

大阪工業大学大学院 学生員 ○山内 梓
 大阪工業大学工学部 フェロー 小林 和夫
 大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋

1. まえがき

本研究は、軽量コンクリートを用いた PRC 単純はり部材について曲げ載荷試験を行い、その曲げひび割れ性状、変形性状や終局最大耐力などの基本的耐荷特性を同一条件の普通コンクリート部材と比較し、併せてそれらの解析法に関する基礎資料を得ようとするものである。

2. 試験概要

供試体は、図-1、図-2 に示すような幅×高さ×全長=100×200×2000mm の長方形断面のポストテンション方式の PRC 単純はりとし、以下の要因を選定した。

1) コンクリートの種類: 目標強度 $f'_c=60\text{N/mm}^2$ の軽量コンクリート(絶乾比重 1.2 の高性能軽量粗骨材と川砂を用いた軽量 1 種, 高性能 AE 減水剤レオビルド SP8SB 使用)と普通コンクリートの 2 種類とした。

2) PC 鋼材量: $\phi 9.2$ (D 種 1 号), $\phi 13$ (C 種 1 号) の PC 鋼棒を用いた。いずれもグラウト注入を実施し、PC 鋼材に付着を与えた。

3) 主鉄筋量: PC 鋼棒と併用配置する主鉄筋量として、2-D10、2-D13、2-D16 の 3 種類を選定した。

これらにより、合計 12 体の供試体を作製した。

PRC はりの PS 度 $\lambda = A_p f_{py} / (A_p f_{py} + A_s f_{sy})$ (A_p , f_{py} : PC 鋼材の断面積と降伏強度, A_s, f_{sy} : 主鉄筋の断面積と降伏強度)は、表-1 のように $\lambda = 0.4 \sim 0.8$ の範囲にある。いずれの供試体も土木学会示方書によりスターラップでせん断補強した。なお、はり載荷試験時の軽量、普通コンクリートの圧縮強度 f'_c はともに 62N/mm^2 程度であった。

載荷試験は図-2 のような対称 2 点荷重とし、スパン中央のたわみ、主鉄筋ひずみ、PC 鋼棒ひずみ、上下縁コンクリートひずみを測定するとともに、検長 50mm の π 型ゲージで曲げスパンを含む中央域の主鉄筋位置の曲げひび割れ幅を測定した。

3. 解析方法

両コンクリートの最大応力 f'_c までの応力-ひずみ式には小阪等の式 (1) を用い、それ以降は Park 等のモデル (Model-1) とそれに断面内のひずみ勾配の影響 ($\Delta \varepsilon_o = 1000 \mu$) を考慮したモデル (Model-2) の 2 種類で解析した。PC 鋼材は Blakeley モデル、鉄筋 (組立用) はバイリニアモデルとした。

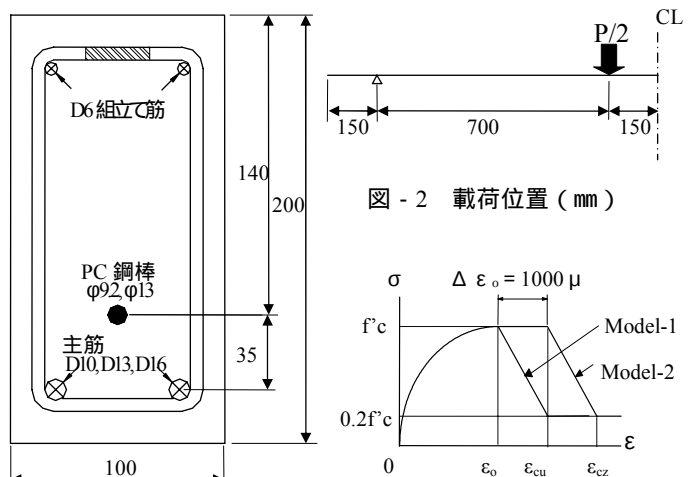


図-1 断面寸法(mm) 図-3 コンクリート応力-ひずみ関係

表-1 PRCはりの種類および試験結果

供試体 記号	コン クリ ート 種 類	PC鋼 棒	主鉄筋	λ *1)	l (mm) *2)	最大耐力		
						実験値 P_u (kN)	Model-1 P_{u1} (kN)	Model-2 P_{u2} (kN)
PRC-L1	軽量	$\phi 9.2$	2-D10	0.66	59	44.6	57.3	58.0
PRC-N1	普通				54	54.6	57.3	57.8
PRC-L2	軽量		2-D13	0.53	54	69.6	71.9	74.0
PRC-N2	普通				45	69.1	71.9	74.0
PRC-L3	軽量	$\phi 13$	2-D16	0.42	57	85.5	88.1	92.5
PRC-N3	普通				55	94.8	88.1	92.2
PRC-L4	軽量		2-D10	0.77	63	69.6	75.2	79.6
PRC-N4	普通				71	76.7	76.5	80.1
PRC-L5	軽量		2-D13	0.66	75	79.1	87.1	93.7
PRC-N5	普通				57	92.1	88.7	94.7
PRC-L6	軽量		2-D16	0.55	58	104.9	102.9	110.4
PRC-N6	普通				60	110.5	102.9	109.8

*1) λ : PS度 *2) l: 平均ひび割れ間隔

$$\eta = A\xi + B\xi^2 + C\xi^3 \quad (1)$$

$$\eta = \sigma / f_c, \quad \xi = \varepsilon / \varepsilon_0 \quad (\varepsilon_0: f_c \text{ 時のひずみ})$$

$$\varepsilon_c = (34.3 - 6.67\rho) \times 10^{-4} \quad (2)$$

A, B, C は次の3式を満足するよう定める.

$$A + B + C = 1, \quad A + 2B + 3C = 0$$

$$A\xi_0 + B\xi_0^2 + C\xi_0^3 = 1/3$$

ξ_0 は $\eta = 1/3$ での ξ 値で次式により与えられる.

$$\xi_0 = (10.2f_c)^{0.5} / \{1.35(34.3 - 6.67\rho)k \cdot \rho^{1.5}\} \quad (3)$$

f_c, ρ : コンクリートの圧縮強度(N/mm²), 比重

(本実験では軽量:1.87, 普通:2.40), k : 骨材形状係数
で $k=1.0 \sim 1.15$ (ここで, 造粒骨材 $k=1.15$ に設定)

以上の応力 - ひずみ関係を用いて曲げ挙動を解析した. また, 本解析による鉄筋ひずみから, 土木学会示方書式で曲げひび割れ幅を算定した.

4. 結果と考察

(1) 最大耐力

供試体は最終的に全て曲げ破壊した. 表-1 のように, コンクリートの強度は同等であるが, 軽量コンクリート部材の終局時の最大耐力は普通コンクリート部材に比べて平均で 7% 程度小さい.

(2) 曲げひび割れ

表-1 に示すように, 軽量コンクリートの部材ひび割れ間隔は普通コンクリート部材と同等もしくは若干大きくなる傾向にあるが, 全供試体の平均でその差は 7% 程度である. 図-4 に荷重 - 曲げひび割れ幅(P- ω)の関係の例を示すが, 軽量コンクリートと普通コンクリートの両部材で明確な差はなく, ほぼ同等とみなされる.

(3) 荷重 - たわみ(P- δ)関係

P- δ 関係の例を図-5 に示すが, 軽量コンクリートは普通コンクリートよりヤング係数が小さい(前者:26.6 kN/mm², 後者:41.5 kN/mm²)ため, 部材剛性が低下している. 最大荷重以降の P- δ 曲線の低下勾配は, 両部材間で特に明確な差はみられず, ほぼ同様の變形性状を示している.

(4) 荷重 - コンクリート圧縮ひずみ(P- ε_c)関係

P- ε_c 関係の例を図-6 に示す. 同一荷重時のコンクリートひずみ ε_c は軽量コンクリート部材の方が大きい. 軽量, 普通コンクリートの両部材ともに, ε_c の値は終局時に 3000 μ 程度に達している.

図-4~6 の実験値と計算値を比較すると, さらに精度の向上が必要であるが, 本解析法で普通コンクリートと同様に軽量コンクリートの PRC はり部材についても終局時までの P- ω , δ , ε_c 関係を比較的よく算定できる. 最大曲げ耐力に関しては, Model-2 の計算値は Model-1 より若干大きい. 後者の場合で, 普通コンクリート部材では実験値の方が平均 2% 上回り, 軽量コンクリート部材では逆に 7% 程度下回った.

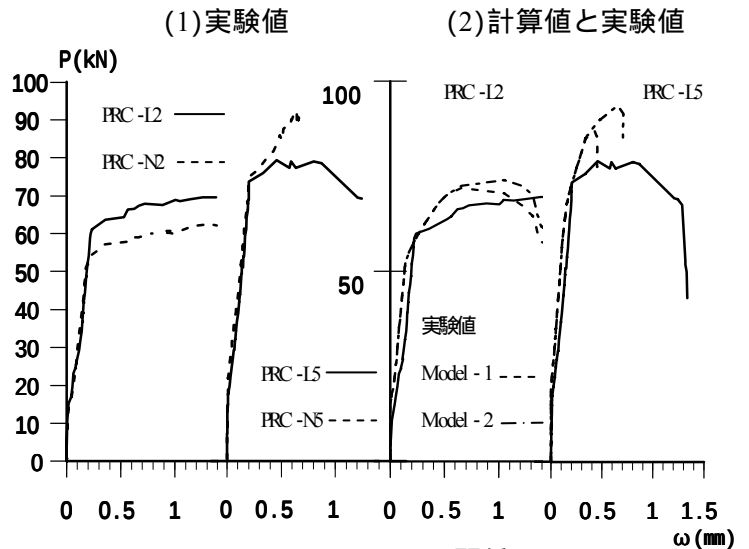


図-4 P - ω 関係

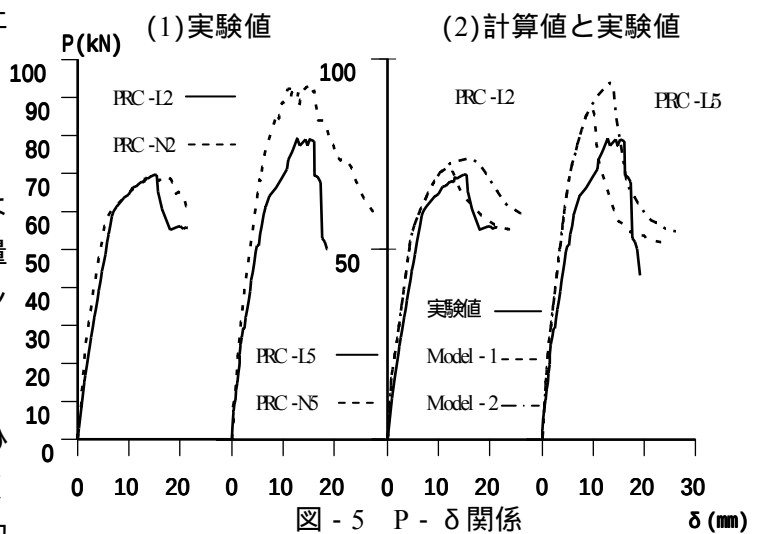


図-5 P - δ 関係

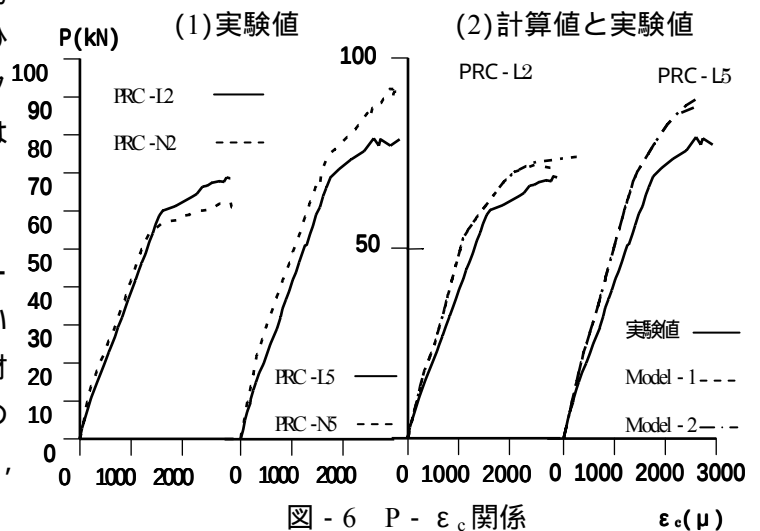


図-6 P - ε_c 関係