

薄肉鉄筋コンクリート部材の耐荷挙動に関する研究

山口県周南土木建築事務所 正会員 ○山邊 亮、首都大学東京 正会員 宇治公隆
首都大学東京 フェロー 國府勝郎、コンクリート製品 JIS 協議会 正会員 森田秀明

1. はじめに

プレキャスト鉄筋コンクリート製品は、一般に部材厚や鉄筋比が小さいなど通常の RC と相違する点があるが、それらと同様の方法で性能評価を行うことの妥当性が十分に検証されていない。本研究は、関連 JIS の性能規定化に対応すべく、薄肉鉄筋コンクリート部材の曲げおよびせん断耐荷挙動を明らかにすることを目的としている。

2. 実験概要

2.1 検討項目

(1) 終局曲げ耐力の解析的評価方法

これまでの研究¹⁾から、部材厚 70mm 以下では鉄筋がほとんど力学的に機能せず、通常の RC としての挙動を示すことなく脆性的に破壊に至り、部材厚 80 mm 以上において RC の挙動を示すという結果を得ている。これらの実験結果を踏まえ、耐荷性状の解析的評価方法について検討した。

(2) 設計せん断耐力式の適用性評価

薄肉鉄筋コンクリート部材のせん断耐荷挙動については、これまでほとんど研究されていない。そこで、下記のコンクリート標準示方書〔設計編〕における設計せん断耐力式の適用性について検討した。

$$V_{yd} = V_{cd} + V_{sd} + V_{ped}$$

(なお、本研究ではせん断補強鋼材を配置しないため、 V_{sd}, V_{ped} は考慮しない。)

$$V_{cd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot f_{vcd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_b$$

ここに、 $f_{vcd} = 0.20 \sqrt{f'_{cd}}$ (N/mm²) ただし、 $f_{vcd} \leq 0.72$ (N/mm²)

V_{cd} : せん断補強鋼材を用いない部材の設計せん断耐力

β_d : 部材厚を考慮した係数、 β_p : 鉄筋比を考慮した係数

β_n : 軸方向圧縮力を考慮した係数、 b_w : 部材幅 (mm)、 d : 有効高さ (mm)、

γ_b : 部材係数 (実験値と比較を行うためここでは 1.0 とする)

(3) せん断応力度と部材寸法の関係

一般に部材厚が大きくなると、寸法効果によりせん断応力度が次第に小さくなる。一方、部材厚が小さくなる場合にも、骨材界面の影響を受けやすくなり、せん断応力度が小さくなることが懸念される。そこで、せん断応力度と部材寸法の間を実験的に検討した。せん断応力度の算定式は以下のとおりである。

$$\tau = V / b \cdot d \quad , \quad V = P / 2$$

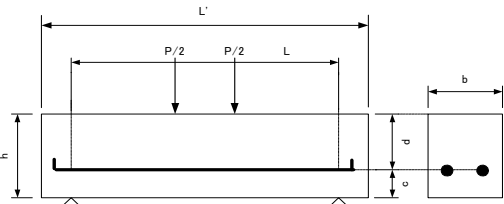


図 1 供試体形状

表 1 供試体諸元 (曲げ実験)

部材厚 h (mm)	幅 b (mm)	主鉄筋	有効高さ d (mm)	スパン L (mm)	長さ L' (mm)	鉄筋比 p	せん断 スパン 有効高さ比
40	240	2φ3.2	20	190	290	0.00335	3.50
50	240	2φ3.2	30	260	360	0.00223	3.50
60	240	2φ4.0	40	330	430	0.00262	3.50
70	240	2φ5.0	50	400	500	0.00327	3.50
80	150	2D6	60	470	610	0.00704	3.50
100	150	2D6	80	610	770	0.00528	3.50
150	150	2D10	130	960	1160	0.00732	3.50
200	150	2D13	180	1130	1370	0.00939	3.50

表 2 供試体諸元 (せん断実験)

部材厚 h (mm)	幅 b (mm)	主鉄筋	有効高さ d (mm)	スパン L (mm)	長さ L' (mm)	鉄筋比 p	せん断 スパン 有効高さ比
50	200	3-D6	30	200	340	0.0158	2.50
60	100	2-D6	40	250	390	0.0158	2.50
70	180	2-D10	50	300	440	0.0159	2.50
80	150	2-D10	60	350	490	0.0159	2.50
100	200	2-D13	80	450	630	0.0158	2.50
150	180	3-D13	130	700	900	0.0162	2.50
180	100	2-D13	160	850	1080	0.0158	2.50
270	100	2-D16	250	1300	1580	0.0159	2.50

表 3 材料物性値 (曲げ実験)

圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
37.0	2.95	26.1

表 4 材料物性値 (せん断実験)

圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)
37.61	2.78	26.98

表 5 終局曲げ耐力の計算値と実験値 (曲げ実験)

h (mm)	主鉄筋	計算値 (無筋) (kN・m)	実験値 (kN・m)	(計算値)/(実験値)
40	2-φ3.2	0.303	0.260	1.17
50	2-φ3.2	0.456	0.369	1.24
60	2-φ4.0	0.637	0.526	1.21
70	2-φ5.0	0.847	0.730	1.16

キーワード 薄肉鉄筋コンクリート部材、曲げ耐力、せん断耐力、せん断応力度

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL 042-677-2775

ここに、 τ ：せん断応力度 (N/mm^2)、 V ：支点反力 (N)、 P ：荷重 (N)、 b ：部材幅 (mm)、 d ：有効高さ (mm)

2.2 供試体

図1ならびに表1、2に、曲げ実験およびせん断実験で用いた供試体形状と供試体諸元を、また表3、4に材料物性値を示す。

3. 実験結果および考察

3.1 終局曲げ耐力の解析的評価方法

解析にあたっては、コンクリートの引張軟化特性²⁾を考慮し、圧縮ひずみを漸増させながら圧縮合力と引張合力がつり合う中立軸位置を求め、それを基にモーメントを逐次算定する方法を用いた。実験結果および解析結果を表5に示す。図2に一例として部材厚60mmの供試体の終局曲げ耐力算定結果を示す。なお、部材厚60mmでは、ひび割れ発生とともに終局となることから、鉄筋を無視して簡易的に計算した。計算における最大値は実験値の1.2倍となっており、大きめの評価となった。図3は終局時の応力分布である。終局時の挙動に引張軟化特性が現れていることから、今後さらに、薄肉断面における引張軟化特性の補正についての検討が必要と考えられる。なお、部材厚80mm以上の供試体について、鉄筋を考慮して算定した結果、計算値が実験値の0.7～1.0倍となり、計算値と実験値はほぼ同じ値となった。

3.2 設計せん断耐力の適用性評価

図4にせん断実験における各供試体の終局荷重の実験値および材料物性値を用いて算出した計算値を示す。なお、図は各供試体の部材幅を単位幅(1m)に換算して示している。実験の結果、実験値は計算値の0.86～2.08倍となり、薄肉の部材であっても、安全係数を考慮することで示方書の耐力算定式が適用可能であると考えられる。

3.3 せん断応力度と部材寸法の関係

図5に各供試体の終局時のせん断応力度および斜めひび割れ発生時のせん断応力度を示す。検討の結果、部材厚が小さくなると終局時のせん断応力度が次第に大きくなる傾向が見られた。なお、斜めひび割れ発生時のせん断応力度は、部材厚に関係なくほぼ一定の値を示す結果となった。

4. 結論

(1) 部材厚70mm以下の製品については引張軟化特性を考慮し、無筋コンクリート部材として計算した結果、計算値が実験値を上回った。今後さらに、薄肉部材についての補正係数等の検討を行う必要がある。

(2) 薄肉部材に対しても、示方書の設計せん断耐力式を適用し得ることを明らかにした。

(3) 部材厚が小さくなると終局時のせん断応力度が大きくなった。ただし、目視で確認した斜めひび割れ発生時のせん断応力度は、部材厚に関係なくほぼ一定であった。

参考文献

- 1) 田所雄治他：薄肉鉄筋コンクリート製品の終局曲げ耐力、土木学会第63回年次学術講演会概要集、2008
- 2) 内田裕市他：コンクリートの曲げ強度の寸法効果に関する破壊力学的検討、土木学会論文集、1992.2

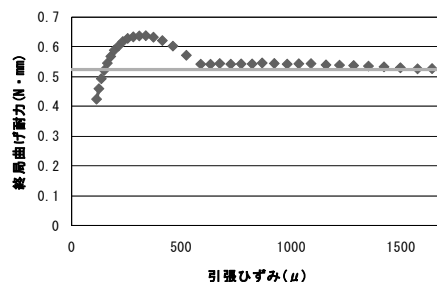


図2 部材厚60mmの終局曲げ耐力

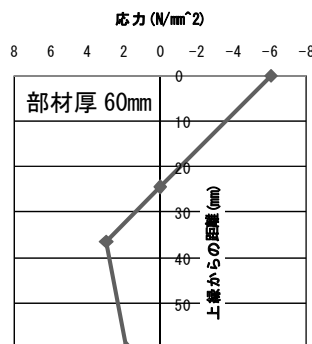


図3 終局時の応力分布

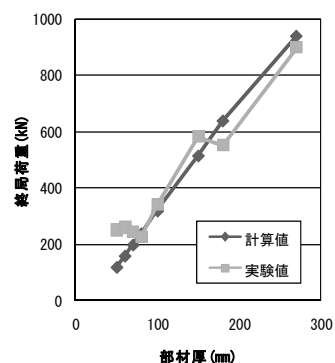


図4 各供試体の終局荷重

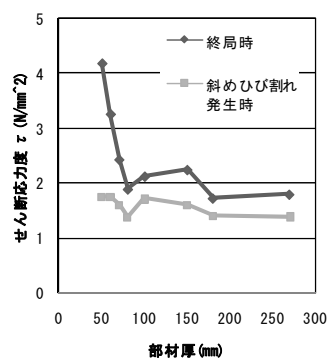


図5 各供試体のせん断応力度