

円形断面鉄筋コンクリート部材の耐震性能評価に関する研究
(その6: 断面形状の異なるRC部材のせん断実験)

正会員 ○ 岡田 亨*1
同 山田 和夫*2
同 山本 俊彦*3

円形断面 正方形断面 鉄筋コンクリート部材
せん断実験 せん断耐力 スパイラルせん断補強筋

1. はじめに

筆者らは、これまでに直径が300～600mmの円形断面鉄筋コンクリート(以下、RCと略記する)部材の耐震性能に及ぼす各種要因の影響について一連の検討を行い^{1),2)}、円形断面RC部材のせん断耐力は、円形断面を等価な正方形断面に置換する簡便法を使用して評価した計算結果と実験結果とが良く一致することを示したが、その妥当性、適用性および汎用性を明らかにするためには、RC部材のせん断挙動

に及ぼす断面形状の影響についての詳細な検討が必要である。そのため、本研究では、せん断補強量の異なるRC部材の曲げ・せん断挙動に及ぼす断面形状の影響について一連の検討を行うこととした。

2. 実験方法

本実験では、表-1および図-1に示すように、部材断面の形状が円形(直径: $D=\phi 300\text{mm}$)と正方形(一辺の長さ: $D=\square 266\text{mm}$)の2種類で、せん断スパンが450mmの片持ちばり形式のRC試験体を用いて、断面形状の異なるRC部材の曲げ・せん断挙動に及ぼすせん断補強量(補強筋無し、 $\phi 4\text{mm}$ の磨き鋼棒の補強筋間隔が100、50および33mmの4種類)の影響について調査を行った。円形および正方形断面部のコン

表-1 実験の概要

試験体記号	せん断スパン比 (M/QD)	寸法 (mm)	曲げ主筋		せん断補強筋		軸力 σ_N (MPa)
			配筋	$P_g(\%)$	配筋	$P_w(\%)$	
C-000	1.50	$\phi 300 \times 450$	12-D16	3.40	—	0.00	7.5
C-100					$\phi 4\text{-@}100$	0.08	
C-050					$\phi 4\text{-@}50$	0.17	
C-033					$\phi 4\text{-@}33$	0.25	
S-000	1.69	$\square 266 \times 450$	12-D16	3.40	—	0.00	7.5
S-100					$\phi 4\text{-@}100$	0.09	
S-050					$\phi 4\text{-@}50$	0.19	
S-033					$\phi 4\text{-@}33$	0.29	

クリートおよび鉄筋の材料試験結果を表-2に示す。

本実験では、載荷は変位制御とし、部材角 $R=1/1,000$ 、 $1/500$ を正負各1回、 $R=1/250$ 、 $1/100$ 、 $1/50$ 、 $1/25$ を各2回繰り返し、その後1方向で $R=1/15$ となるまで単調漸増載荷を行ってせん断荷重-たわみ関係を測定した。

3. 実験結果とその考察

3.1 せん断耐力

図-2は、最大せん断耐力とせん断補強量($p_w \cdot w \cdot \sigma_y$)との関係をRC部材の断面形状別に示したものである。図から明らかなように、せん断補強量が約2MPaの場合には、円形断面RC部材のせん断耐力は、正方形断面RC部材と同等もしくは若干大き目の値を示しているが、せん断補強量が減少するとともに正方形断面RC

表-2 材料試験結果(円形・正方形断面部)
(a) コンクリート

試験材齢	引張強度試験		圧縮強度試験		ヤング係数 (MPa)
	密度 (g/cm^3)	強度 (MPa)	密度 (g/cm^3)	強度 (MPa)	
41日*1	2.31	2.35	2.32	25.6	2.59×10^4
56日*2	2.29	2.38	2.31	25.9	2.65×10^4

[注] *1および*2: それぞれ実験直前および直後。

(b) 鉄筋

種類	呼び名	伸び (%)	降伏点 (MPa)	引張強さ (MPa)	ヤング係数 (MPa)
主筋	D16	24.6	436	628	1.96×10^5
帯筋	$\phi 4$	11.8	714*	765	2.00×10^5

[注] *: 0.2%オフセットポイント。

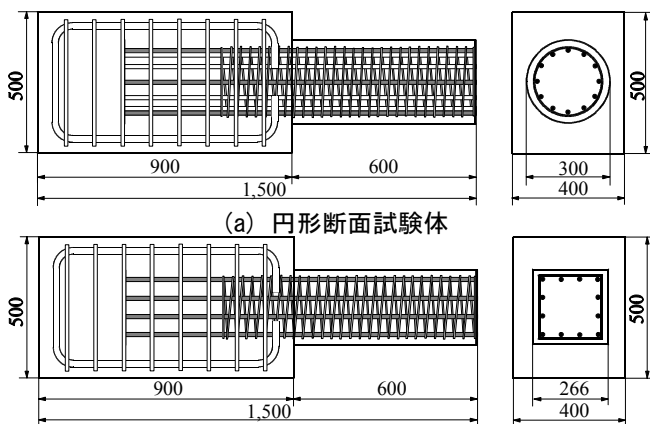


図-1 試験体の形状・寸法(単位: mm)

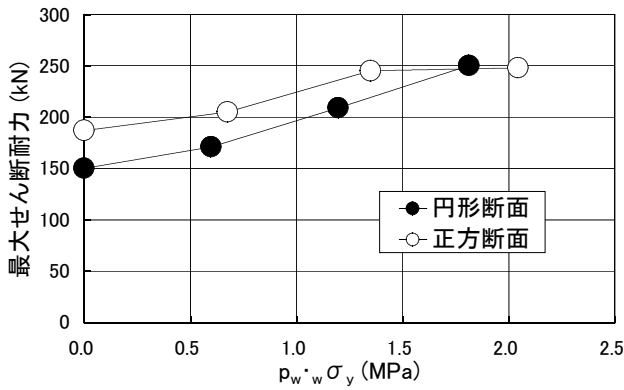


図-2 最大せん断耐力-せん断補強量関係

部材のせん断耐力に比べて徐々に小さくなり、せん断補強筋が配筋されていない場合になると20%程度小さい値を示している。これは、せん断補強量が少なくなると、RC部材のせん断挙動はせん断補強筋よりも圧縮部コンクリートの影響が相対的に著しくなり、矩形断面に比べて中立軸位置の上昇に伴う圧縮部断面面積減少の著しい円形断面を有するRC部材では、せん断耐力の低下がより顕著になるためと考えられる。

3.2 荷重-変位関係

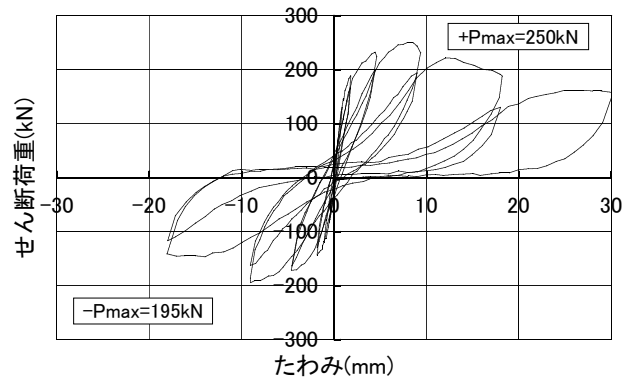
図-3および図-4は、それぞれ円形および正方形断面RC部材によって得られたせん断荷重-たわみ関係の例を試験体別に示したものである。また、図-5は、限界変形を最大耐力の80%まで耐力が低下した時点の変形と定義した場合の限界変形角 (R_i) とせん断補強量との関係を断面形状別に示したものである。これらの図によれば、RC部材の耐荷性能は、断面形状に関わらずせん断補強量の増加とともに向上する傾向を示すことがわかる。また、正方形断面RC部材の限界変形角 R_i は、せん断補強量 ($p_w \cdot w \cdot \sigma_y$) の増加とともにほぼ直線的に増大しているが、円形断面RC部材の場合は、 $p_w \cdot w \cdot \sigma_y > 1.2$ MPa (せん断補強筋間隔: 50mm) の範囲で急増する傾向を示しており、RC部材の靱性向上に及ぼすせん断補強筋の効果が断面形状によって相違していることがわかる (図-5参照)。

4. むずび

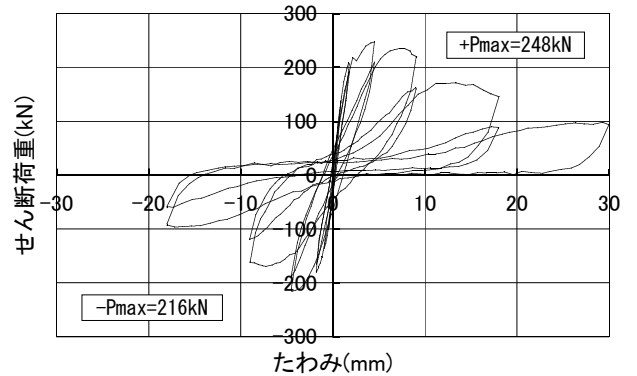
本研究の結果、せん断補強量 ($p_w \cdot w \cdot \sigma_y$) の少ない範囲では、一般的にRC部材の最大せん断耐力および限界変形角は円形断面よりも正方形断面部材の方が大きくなるが、その差はせん断補強量が多くなるに従って徐々に小さくなり、 $p_w \cdot w \cdot \sigma_y$ が2MPaを超える範囲になると、逆転傾向を示すことが明らかとなった。

【謝辞】

本実験に際してご助力を得た愛知工業大学大学院生の伊藤環さん、並びに同4年生の白川功君、鶴阪和哉君、道面充雄君、服部ひろみさん、藤木善久君、船坂



(a) C-033試験体 (円形断面)



(b) S-033試験体 (正方形断面)

図-3 せん断荷重-たわみ関係の一例

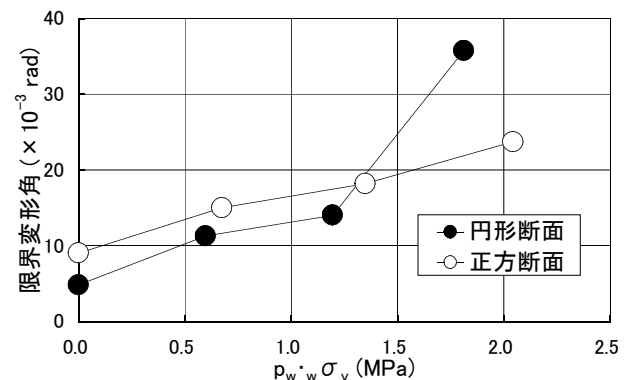


図-4 限界変形角-せん断補強量関係

知代さん、水野敬浩君に対して謝意を表します。また、本研究費の一部として、愛知工業大学耐震実験センターの研究費を使用したことを付記する。

【参考文献】

- 1) 酒向靖二、山田和夫、山本俊彦：場所打ち鉄筋コンクリート杭のせん断挙動に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.21、No.3、pp.493-498、1999
- 2) 矢野伸司、山田和夫、山本俊彦：円形断面を有する鉄筋コンクリート部材の曲げ・せん断挙動、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.24、No.2、pp.865-870、2002

*1 ヨーコン(株)技術本部
*2 愛知工業大学工学部建築学科 教授・工博
*3 大同工業大学工学部建築学科 教授・工博

*1 Yocon Co. Ltd.
*2 Prof., Aichi Institute of Technology, Dr.Eng.
*3 Prof., Daido Institute of Technology, Dr.Eng.