

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 2 : せん断実験 1 の結果と考察)

正会員 矢野 伸司*1
同 山田 和夫*2
同 山本 俊彦*3
同 酒向 靖二*4

円形断面 鉄筋コンクリート部材 せん断実験
高強度コンクリート 高強度せん断補強筋 せん断耐力

1. はじめに

前報(その1)では、本せん断実験の概要について述べたが、本報(その2)では、実験の結果について述べる。

2. 実験結果とその考察

2.1 せん断耐力

表 - 1 は、最大せん断耐力に関する実験結果と計算結果との比較を一覧表にして示したものである。ただし、表中の終局曲げ耐力の計算値 (Q_{mc}^{*1}) は、断面の平面保持を仮定し、圧縮側コンクリートおよび主筋の応力度 - ひずみ度関係を、それぞれe関数式および完全弾塑性式で近似した断面分割法 (RC杭断面を100層に分割した) によって算定した結果である。また、せん断耐力の計算値 (Q_{uc}^{*2} 、 Q_{uc}^{*3} および Q_{uc}^{*4}) は、それぞれ日本建築学会「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」¹⁾で示されているA法およびB法、並びに次式で与えられる荒川式²⁾による結果である。

$$Q_{uc}^{*4} = \left\{ 0.085P_t^{0.23} \frac{(180 + B)}{M/QD' + 0.12} + 2.7\sqrt{P_w \cdot w_y} + 0.1 \right\} b_j \dots (1)$$

P_t : 引張鉄筋比 ($P_t = P_w/4$)
 B : コンクリート強度
 w_y : せん断補強筋強度

この表によれば、各試験体の最大せん断耐力の実験値とe関数法による曲げ耐力の計算値との比 (Q_u/Q_{mc}^{*1}) は、最大耐力に至るまでに主筋の圧縮ひずみ度が0.3%以上となり、曲げ降伏先行型の破壊形式を示した実験- では、0.97 ~ 1.11で平均1.05となり、実験値と計算値とは同等な値を示しているが、主筋の降伏前に試験体がせん断破壊に到った実験- では、いずれも1.0を下回り、平均で0.89であった。また、最大せん断耐力の実験値とA法による計算値との比 (Q_u/Q_{uc}^{*2}) は、1.04 ~ 1.51で平均1.24となり、A法はかなり安全側の評価となっているのがわかる。一方、最大せん断耐力の実験値とB法による計算値との比 (Q_u/Q_{uc}^{*3}) は、実験- では1.03 ~ 1.11で平均1.07であるが、実験- では1.20 ~ 1.38で平均1.29となり、せん断補強筋強度が小さい試験体の方が、実験値に近い値を示した。これに対して、最大せん断耐力の実験値と荒川式によるせん断耐力との比 (Q_u/Q_{uc}^{*4}) は、1.06 ~ 1.19で平均1.13となり、荒川式による計算値は、ほぼ実験値と同等の結果を示した。なお、紙数の関係で図には示していないが、本実験結果、並びに他の研究者^{3)~5)}による円形断面RC部材のせん断実験の結果とA法、B法および荒川式による計算結果とを比較した結果、A法およびB法の場合には、せん断耐力比 (Q_u/Q_{uc}) は、せん断補強量の大きな範囲ま

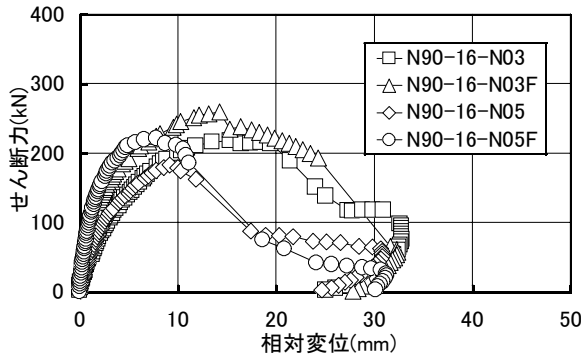
表 - 1 実験結果および計算結果一覧

シリーズ名	試験体記号	実験値		計算値							
		最大耐力時		終局曲げ耐力		せん断耐力					
		Q_u (kN)	u (mm)	Q_{mc}^{*1} (kN)	耐力比 Q_u/Q_{mc}^{*1}	Q_{uc}^{*2} (kN)	耐力比 Q_u/Q_{uc}^{*2}	Q_{uc}^{*3} (kN)	耐力比 Q_u/Q_{uc}^{*3}	Q_{uc}^{*4} (kN)	耐力比 Q_u/Q_{uc}^{*4}
実験-	N90-16-N03	216	13.5	225	0.96	192	1.13	203	1.06	181	1.19
	N90-16-N03F	260	14.3	273	0.95	192	1.35	253	1.03	224	1.16
	N90-16-N05	183	9.2	225	0.81	146	1.25	170	1.08	167	1.09
	N90-16-N05F	221	7.8	273	0.85	146	1.51	200	1.11	209	1.06
実験-	N90-16-H05	231	26.4	225	1.03	211	1.09	168	1.38	200	1.16
	N90-16-H05F	266	14.6	273	0.97	211	1.26	218	1.22	242	1.10
	H90-16-H05	270	41.7	244	1.11	260	1.04	197	1.37	251	1.08
	H90-16-H05F	345	19.4	321	1.07	260	1.33	288	1.20	293	1.18

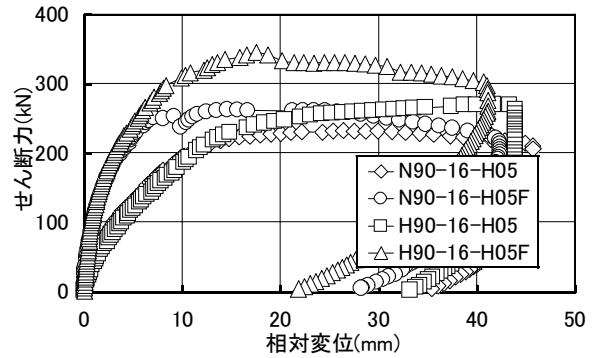
[注] : 相対変位, *1~*4: それぞれe関数法, A法, B法および荒川式による結果。

Evaluation of Earthquake Resistant Ability of Reinforced Concrete Circular Member
(Part 2 : Results and Discussions of Shear Loading Tests 1)

YANO Sinji, YAMADA Kazuo, YAMAMOTO Toshihiko and SAKO Yasuji



(a) 実験 - の結果



(b) 実験 - の結果

図 - 1 せん断荷重 - 相対変位関係

を含めて ($P_w \cdot \omega_y = 0 \sim 4.25 \text{MPa}$ 、ただし、 P_w はせん断補強筋比、 ω_y はせん断補強筋の降伏点) 1.0を上回るが、荒川式による場合のせん断耐力比は、せん断補強量の大きな範囲までを含めてほぼ1.0近傍に分布し、バラツキもA法およびB法に比べてさらに小さくなることがわかった。

2.2 荷重 - 変位関係

図 - 1 (a) および (b) は、それぞれ実験 - および実験 - によって得られたせん断荷重 - 相対変位関係を示したものである。まず、図 - 1 (a) に示した実験 - の結果によれば、せん断補強筋間隔が 33mm ($P_w = 0.25\%$) の N90-16-N03 試験体は、せん断補強筋間隔が 50mm ($P_w = 0.17\%$) の N90-16-N05 試験体よりも延性的な性状を示しているが、軸力を 7.5MPa 加えた N90-16-N03F および N90-16-N05F 試験体の場合には、付着ひび割れ発生後も剛性の低下は比較的緩やかであり、最大せん断耐力も著しく大きくなっている。また、N90-16-N03、N90-16-N03F、N90-16-N05 および N90-16-N05F 試験体の限界変形角は、それぞれ 1/40、1/40、1/60 および 1/70 となり、せん断補強筋比の増加とともに増大するが、軸力による相違は認められない。一方、図 - 1 (b) に示した実験 - の N90-16-H05 試験体では、変形角が約 1/35 の時点で最大耐力を示し、以後緩やかな耐力低下が認められるものの脆性的な破壊には至らず安定した耐荷性能を示しているが、高強度コンクリートを用いた H90-16-H05 試験体の場合には、変形角が 1/20 までの範囲では最大耐力に至らなかった。また、軸力を 7.5MPa 加えた N90-16-H05F 試験体では、せん断荷重が 266 kN (変形角：約 1/60) の時点で圧縮主筋が曲げ降伏し、以後安定した耐荷性能を示しているが、高強度コンクリートを用いた H90-16-H05F 試験体の場合には、最大耐力は 345 kN (変形角：約 1/45) まで増大し、本実験で設定した変形角約 1/20 までの加力範囲では安定した耐荷性能を示している。さらに、実験 - と実験 - の結果を比較

すると、高強度せん断補強筋を用いた N90-16-H05 および N90-16-H05F 試験体は、普通強度筋を用いた N90-16-N05 および N90-16-N05F 試験体と比べて最大耐力後の変形性能が著しく向上しているのがわかる。

以上のことから、高強度せん断補強筋を単独に使用するだけでなく、高強度コンクリートとの併用によって、せん断力を受ける円形断面 RC 部材の変形特性は更に向上することがわかる。

4. 結論

本研究によって得られた結果を要約すると、およそ次のようにまとめられる。

- 1) 円形断面 RC 部材のせん断耐力に関する本実験結果と A 法、B 法および荒川式による推定結果との比は、それぞれ 1.04 ~ 1.51 (平均：1.24)、1.03 ~ 1.38 (平均：1.18) および 1.06 ~ 1.19 (平均：1.13) となり、いずれも安全側の結果を示した。
- 2) これまでに報告されている円形断面 RC 部材のせん断耐力に対する A 法、B 法および荒川式による標準推定誤差は、それぞれ 38.2、34.1 および 29.4 kN であった。
- 3) 円形断面を有する RC 部材の変形特性は、せん断補強筋強度の増大とともに著しく向上し、限界変形角も格段に増大する。また、コンクリート強度の増大による変形特性の向上も認められる。

【引用文献】

- 1) 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，1997
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説，1991
- 3) 白都・稲村・田村・勅使川：コンクリート工学年次論文報告集，Vol.20，No.3，pp.895-900，1998
- 4) 長江・香取・林：コンクリート工学年次論文報告集，Vol.21，No.3，pp.403-408，1999
- 5) 吉田：大同工業大学大学院修士論文，2000

*1 ヨーコン(株)技術部
*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設工学科 教授・工博
*4 大同コンクリート工業(株) 修士(工学)

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