

高強度材料を用いたRC柱のせん断性状に関する研究

(その2: 実験結果の検討)

正会員○二村 有則\*<sup>1</sup> 同 野口 博\*<sup>2</sup>  
同 別所 左登志\*<sup>4</sup> 同 北山 和宏\*<sup>3</sup>  
同 丸田 誠\*<sup>4</sup> 準会員 瀬尾 正幸\*<sup>5</sup>

**1. はじめに:** 本報では、(その1)に引き続き、高強度材料を用いたRC柱のせん断実験結果の検討を変形成分の推移、せん断補強筋の効果、及び最大せん断耐力に着目し行う。

**2. 変形成分の推移:** 曲げ変形を試験体の材軸方向に取り付けた変位計の値から、曲率分布を求めて算出した。図-1に、代表的な試験体の各サイクルのピーク時を取り上げて全変形量に占める曲げ変形の割合の推移を示すが、変形が進んでもその割合はそれ程変化しなかった。軸力についてはその影響は大きく、軸力の無いNo. 8では曲げ変形は4割を占めたのに対し、軸力比n=0.6の高軸力のNo. 10では、曲げ変形が2割程度と小さかった。また、せん断補強筋量の影響は小さく、補強筋比Pw=0.3%のNo. 5、Pw=1.8%のNo. 7、Pw=0.6%の標準タイプのNo. 1のいずれも曲げ変形が3割程度であった。

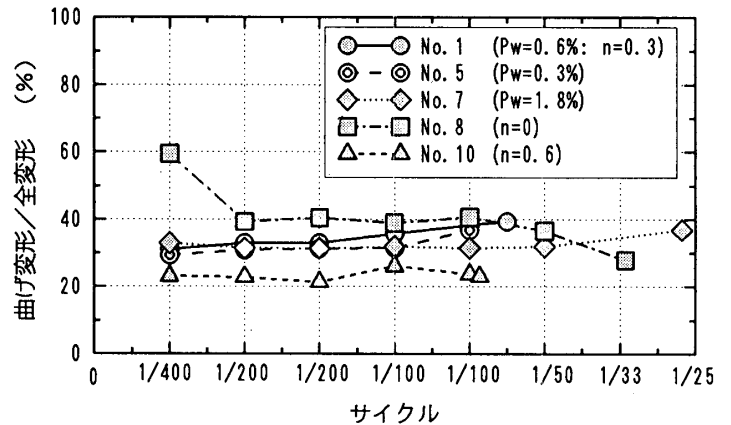


図-1 曲げ変形の割合

**3. せん断補強筋の効果:** せん断補強筋の効果把握するために、図-2に補強筋量をパラメータとした試験体No. 1, 5, 6, 7の最大耐力とその時のせん断補強筋の負担力Pw・σの関係を示す。ここで、σは補強筋の材料試験結果でひずみを0.2%オフセットして求めた降伏強度σwyの場合と実験で計測したせん断補強筋ひずみを平均したひずみより求めた応力度σweの場合と併せて示す。これより、Pw・σwyで評価した場合、最大耐力はほぼ線形に増大する。Pw・σweで評価した場合には、No. 6 (Pw=1.2%)までは線形であるが、No. 7

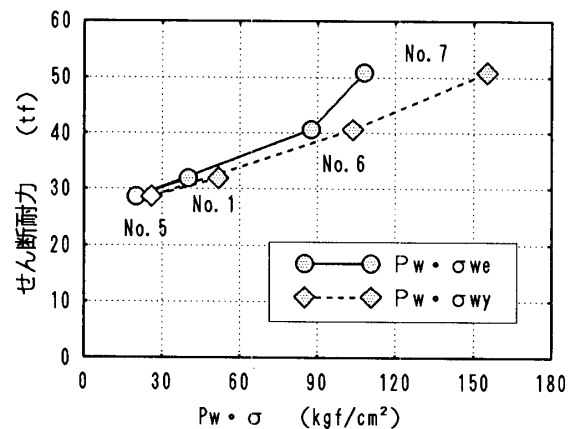


図-2 せん断耐力-Pw・σ関係

(Pw=1.8%)で最大耐力の増加の割合が急激に増大しており、補強筋量がPw=1.2%より多くなると降伏しない主筋とせん断補強筋がコンクリートを拘束する効果が顕著に現れたとも考えられる。

**4. 最大耐力の計算:** 表-1にせん断耐力の実験値と比較して示す。計算式としては学会終局強度型指針A法[1]、修正南式[2]、修正荒川mean式[3]で行ったが、横補強筋の応力はσwyと仮定した。また、A法に用いるコンクリート圧縮強度の有効係数は以下の2ケースで変化させ実験結果との適合性を検討した。

CASE1. (A I J) :  $\nu \cdot \sigma_B = (0.7 - \sigma_B / 2000) \cdot \sigma_B = 237.3 \text{ kgf/cm}^2$  [1]

CASE2. (C E B) :  $\nu \cdot \sigma_B = 3.68 \cdot \sigma_B^{0.667} = 255.3 \text{ kgf/cm}^2$  [4]

A法におけるCEBによるCASE2式での検討では、軸力の無いNo. 8を除くと実験値/計算値が0.99~1.29となり、CASE1式より良い適合性を示した。この表-1のcotφとβの値に着目すると、せん断補強筋比がPw=0.3%と小さいNo. 5のみアーチ作用が働く。Pw=1.8%の時にはトラスの角度が45°となっていることが分かる。修正

南式による計算値は、実験値より大きめとなる一方、修正荒川式による計算値は実験値より小さめとなった。

4. 1 せん断補強筋比に対する検討： 軸力比  $n=0.3$  の場合のせん断耐力計算値とせん断補強筋比の関係を図-3に示す。軸力を考慮できないA法では  $P_w=0.6\sim 1.2\%$  まではやや安全側の値を示すが、 $P_w=1.8\%$  では  $P_w \cdot \sigma_y$  に上限を設定しているため、低めの評価となった。また、アーチ作用の生じる  $P_w=0.3\%$  では、せん断補強筋比の小さい場合、軸力によりせん断耐力がかなり上昇する為A法ではかなり低めの値となっている。修正南式では、 $P_w$  に対する耐力の増加の傾向は良く表しているものの、大きめの値となっている。

4. 2 軸力比による検討： せん断耐力計算値と軸力比との関係を図-4に示す。A法では、軸力は考慮できないにも関わらず、軸力無し No. 8 については過大評価となり、軸力のある No. 1, 9, 10 の実験値にほぼ近い値となった。しかし、本実験結果では、軸力比  $n=0.6$  時でもわずかに耐力の上昇を示しているが、各せん断耐力評価式では高軸力下での耐力上昇には対応していない。

5. まとめ

I. 曲げ降伏の殆ど見られない本実験では、曲げ変形とせん断変形の割合に対する変形レベル及びせん断補強筋量の影響は小さかった。また高軸力になるにつれて、曲げ変形成分の減少がみられた。

II. 本実験結果では、軸力比  $n=0.3$  時のCEB式による  $\nu=3.68 \cdot \sigma_b^{0.667}$  により評価すると、せん断補強筋比が中レベルでは良い対応を示した。しかし、高レベルのせん断補強筋量の場合、実験値は頭打ちの計算値に比べ高い値を示した。その原因の一つとしては、主筋及びせん断補強筋の拘束

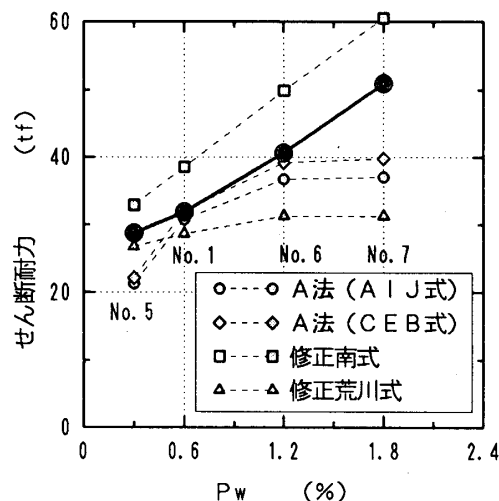


図-3 せん断耐力-せん断補強筋比関係

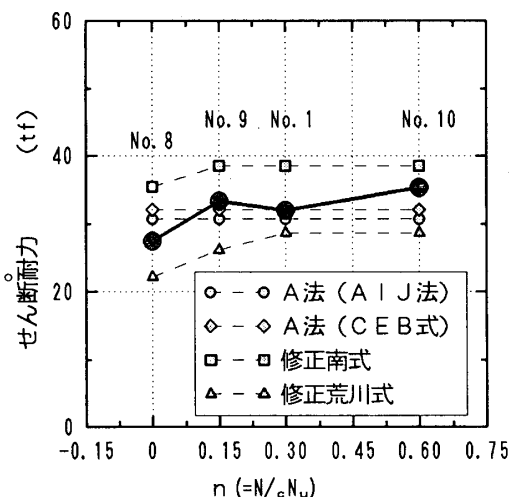


図-4 せん断耐力-軸力比関係

表-1 各試験体せん断耐力の実験値と計算値

試験体	パラメータ		実験値 Qu (tf)	計算値 (A法) [1]				修正荒川式 [2]		修正南式 [3]		
	補強筋比 Pw(%)	軸力比 n		CASE	cot φ	β	Qu (tf)	実験値 Qu (tf)	計算値	実験値 Qu (tf)	計算値	
NSK-1	0.6	0.6	31.92	1	1.88	1	30.65	1.04	28.60	1.11	38.54	0.83
				2	1.97		32.11	0.99				
NSK-2	0.6	0.6	34.27	1	1.88	1	30.65	1.12	28.60	1.20	38.54	0.89
				2	1.97		32.11	1.07				
NSK-3	0.6	0.6	33.43	1	1.88	1	30.65	1.09	28.60	1.17	38.54	0.86
				2	1.97		32.11	1.04				
NSK-4	0.6	0.6	37.19	1	1.88	1	30.65	1.21	28.60	1.30	38.54	0.96
				2	1.97		32.11	1.16				
NSK-5	0.3	0.6	28.66	1	2.00	0.55	21.31	1.34	26.69	1.07	32.87	0.87
				2	2.00		22.16	1.29				
NSK-6	1.2	0.6	40.63	1	1.13	1	36.75	1.11	31.27	1.30	49.88	0.81
				2	1.20		39.15	1.04				
NSK-7	1.8	0.6	50.86	1	1.00	1	37.02	1.37	31.27	1.63	60.58	0.84
				2	1.00		39.83	1.28				
NSK-8	0.6	0	27.43	1	1.88	1	30.65	0.89	22.16	1.23	35.63	0.77
				2	1.97		32.11	0.82				
NSK-9	0.6	0.3	33.38	1	1.88	1	30.65	1.09	26.10	1.28	38.54	0.87
				2	1.97		32.11	1.04				
NSK-10	0.6	0.6	35.32	1	1.88	1	30.65	1.15	28.60	1.23	38.54	0.92
				2	1.97		32.11	1.10				

\*1)  $Q_{u..} = j_t \cdot P_w \cdot \sigma_{wy} \cdot \cot \phi + \tan \theta \cdot (1 - \beta) \cdot b \cdot D \cdot \nu \cdot \sigma_s / 2$   
 \*2)  $Q_{u..} = b \cdot j_t \cdot P_w \cdot \sigma_{wy} \cdot (\gamma - 2 \cdot \alpha \cdot \Psi) \cdot b \cdot l \cdot F_c$

\*3)  $Q_{u..} = \left\{ \frac{0.068 \cdot P_t \cdot (180 + F_c)}{N / (Q \cdot d) + 0.12} \right\} + 2.7 \sqrt{P_w \cdot \sigma_{wy}} \cdot 0.1 \sigma_s \cdot b \cdot j$

【参考文献】 [1]「鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説」日本建築学会  
 [2]広沢、既往の鉄筋コンクリート造耐震壁に関する実験資料とその解析、建築研究資料No.6、1975  
 [3]倉本 洋・南 宏一、靱性を考慮した鉄筋コンクリート部材の実用せん断設計式、コンクリート工学年次大会論文報告集10-3(1988)、1988、pp651~656  
 [4]COMITE EURO-INTERNATIONAL DU BETON : CEB-FIP MODEL CODE FOR CONCRETE STRUCTURES, 1978  
 [5]丸田 誠、別所 佐登志：高強度材料を用いた高層RC柱の弾塑性挙動、コンクリート工学年次大会論文集第14巻、1992

\*1 千葉大学大学院生 \*2 千葉大学教授・工博 \*3 東京都立大学講師・工博 \*4 鹿島技術研究所 \*5 千葉大学学部生