

せん断破壊する RC 造柱における軸力負担能力の評価実験

—中子筋が及ぼす影響の検討—

T06K727J 佐藤充晴
指導教員 加藤大介教授

1. 研究背景

1971 年以前の旧耐震診断基準で造られた RC 造建物が、地震時に層崩壊をおこす事例が多く見られた。層崩壊はきわめて危険な現象である。そのため現在では、層崩壊する建物を選別する方法や、層崩壊するまでのメカニズムの解明に注目があてられている。

2. 研究目的

昨年までの研究で、定軸力の大小によらず軸力負担能力喪失時部材角の評価に配筋詳細の影響がみられることがわかっている。本学の提案してきた評価式は主にせん断補強筋を口字型に配した試験体でのデータを基にしており、中子筋を用いて田字型に配した場合に、この影響が如何に顕われるかという点は明らかでない。しかし、実在する RC 建物の柱においてせん断補強筋が田字型に配筋されることは一般的である。そのため、中子筋を配し田字型にせん断補強筋を配した試験体の加力実験を行い、中子筋の影響を明らかにすることが目的である。

3. 研究計画

図 1 及び表 1 に示す試験体を作成する。HI100-1、VI150-1、WI200-1 は各々過去の本学の研究で作られた H、V、W シリーズという口字型にせん断補強筋が配された試験体と同大でかつ鉄筋の詳細が異なるものである。

これら試験体に繰り返し載荷実験を行う。繰り返し載荷実験とは、軸力を設定した値に保ちながら正負の水平力を加え、試験体が軸力負担能力を失うまで部材角を徐々に増加させてゆく加力実験である。このときの軸力の値は試験体同士の対照性を考慮した値とする必要がある。HI100-1、VI150-1、WI200-1 は同じ軸応力となるような軸力をかける。軸力負担能力喪失後は部材角を 0 に戻し、中心軸圧縮実験を行って試験体を崩壊させる。

表 1 試験体諸元

試験体名	柱寸法		主筋		せん断補強筋			コンクリート強度 (mm)
	断面 (mm ²)	高さ (mm)	鉄筋	鉄筋	形状	間隔 (mm)	帯筋比	
HI100-1	180×180	360	8-D6	D4	135° フック	100	0.0021	13.5
VI150-1	270×270	540	8-D10	D6	135° フック	150	0.0024	
WI200-1	370×370	740	8-D13	φ9	135° フック	200	0.0026	

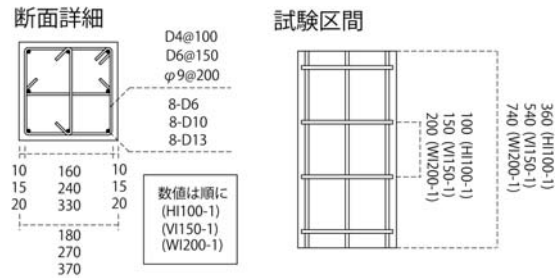


図 1 試験体プロポーション

4. 結果・考察

表 2、図 2、図 3、図 4 に結果を示す。図 2 において各試験体を比較すると、寸法の大きい試験体ほど軸力負担能力喪失時部材角が小さくなっている。図 3 で各試験体の軸力負担能力喪失までの吸収エネルギー量を示す。これを見ると、軸力負担能力喪失時の総吸収エネルギーは寸法の大きいものほど少なくなっている。軸力負担能力喪失時の軸変形と、軸圧縮試験における滑り開始時の軸変形を寸法ごとに図 4 (a) に示す。軸力負担能力喪失時の軸変形は、寸法によらず近い値をとっている。また、滑り開始時の軸変形は、寸法の大きいものほど小さくなる傾向を示すようにも見えるが、一般的な見地から見ると試験体の寸法が大きいほど変形も大きくなることから、むしろ変形が試験体の寸法に拠らないことを示している。図 4 (b) は、軸力負担能力喪失時の軸変形を滑り開始時の軸変形で除したものを試験体の寸法ごとにプロットした図である。ここから、軸力負担能力喪失時の軸変形と滑り開始時の軸変形とに一定の関係があり、その比が寸法に寄らず概ね 0.25 であるといえる。

次に、昨年までの研究で提案された評価式の検討を行う。式(2)(3)(4)に示す軸力比 η と、軸力負担能力喪失時までの最大部材角との関係を図 5 に示す。本研究の試験体は○で示す範囲の 3 体である。これらはすべて評価式によって描かれる線の近傍にあり、式(1)による部材角の評価は妥当であるといえる。図 6 は、部材角の実験値を式(1)(2)(3)(4)による部材角の計算値で除したものと、試験体の寸法との関係を表している。これを見ると、△

表 2 実験結果

試験体名	作用一定 軸力 [kN]	実験結果					計算値など				
		最大水平 強度 [kN]	軸力保持 能力喪失 ステップの 水平力 [kN]	軸力保持能力喪失までの最大 値			剪断強度 (靱性保障 型) [kN]	等価軸力 eN [kN]	滑り開始 時摩擦軸 力計算値 Pfr [kN]	初期摩擦 軸力計算 値Pfro [kN]	Pfr-cal= Pfro×補 正係数 [kN]
				水平変形 [mm]	部材角 [rad]	軸変形 [mm]					
HI100-1	225	85	-13.5	-9.1	0.025	4.40	45.0	257	147	196	127
VI150-1	506	-174	9.1	10.8	0.020	2.89	95.1	573	272	413	268
WI200-1	951	-336	9.1	11.0	0.015	3.81	191	1085	-	871	572

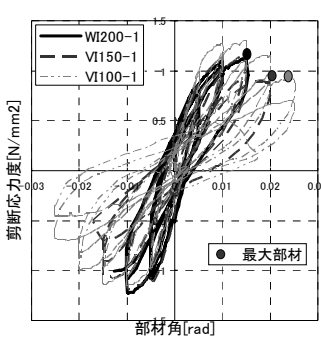


図 2 せん断応力度
—部材角関係

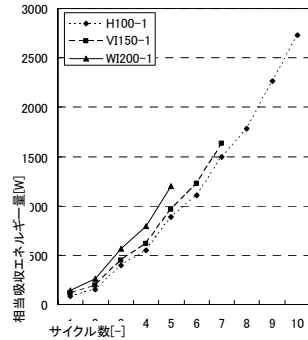


図 3 吸収エネルギーの比較

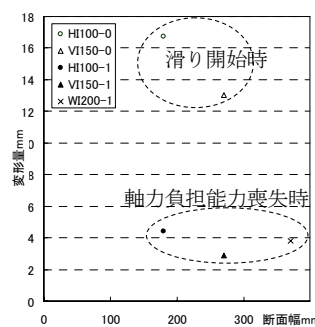


図 4 (a) 軸変形—
試験体寸法関係

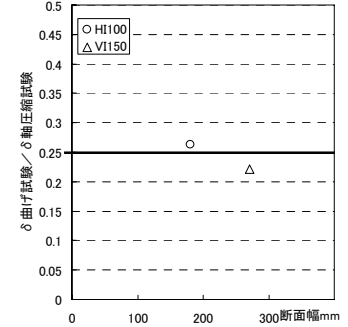


図 4 (b) 軸崩壊時と滑り開
始時の軸変形の検討

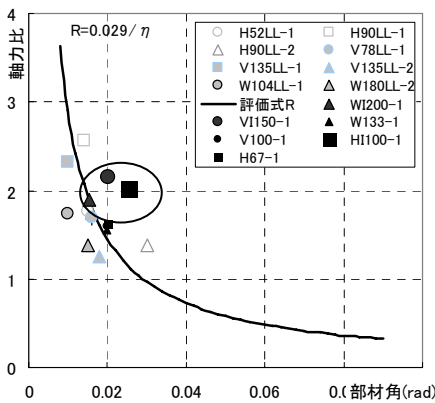


図 5 等価軸力比—部材角関係

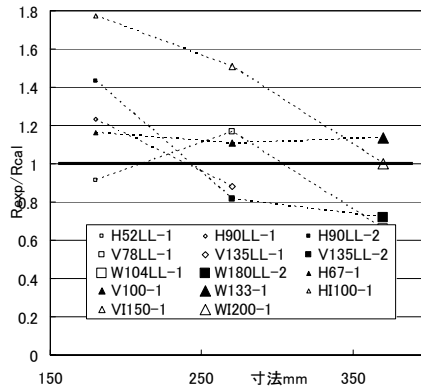


図 6 式(4)の検討

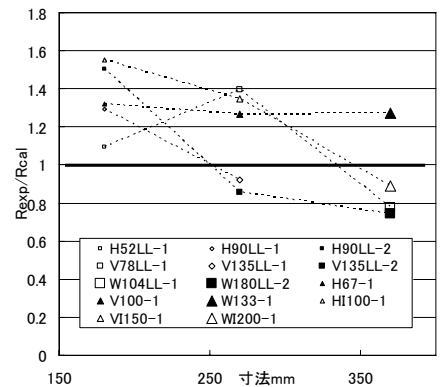


図 7 式(5)の検討

$$R = \frac{0.029}{\eta} \dots\dots\dots(1)$$

$$\beta = 1 - 0.5 \frac{s}{D} \dots\dots\dots(4)$$

$$\eta = \frac{eN}{P_{fro}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\beta = \frac{2 + N_{Bun} - 1}{1 + Co N_{Bun} + 1} \dots\dots(5)$$

$$P_{fr-cal} = P_{fro} \times \beta \times R_d \dots\dots(3)$$

の点で示される中子筋を配した本研究の試験体は、他の点よりも上方に離れて現れている。これは中子筋による影響が評価されていないためと考えられる。また、全体に右下がりの傾向、すなわち寸法効果が現れている。図7は、部材角実験値を中子筋の影響を考慮した式(1)(2)(3)(5)を用いた場合の計算値で除したものを寸法ごとにプロットしたものである。これを見ると、本研究の試験体の点も全体の点になじんでおり、中子筋による影響はある程度評価されたといえる。しかしながら、全

体に寸法効果を示す右下がりの傾向があらわれており、寸法による影響は引き続き検討を要する。

5. まとめ

- ・軸力負担能力喪失点、総吸収エネルギーにおいて寸法効果がみられた。
- ・軸力負担能力喪失時の軸変形において、寸法効果は認められない。また、軸力負担能力喪失時の軸変形は軸圧縮実験における滑り開始時の軸変形の約 0.25 倍になるという関係性が認められた。
- ・中子筋を配した物にも式(1)の評価は概ね妥当といえる。
- ・部材角の評価に式(4)を用いると、中子筋の影響がある。
- ・部材角の評価式に式(5)を用いると、中子筋を配した試験体をより良く評価できた。
- ・寸法効果は今後も検討を要する。