

## せん断破壊する RC 造柱の軸力負担能力の評価実験

### — 相似形試験体を用いた実験 —

T O 6 K 7 3 2 E 広瀬裕三郎  
指導教員 加藤大介教授

#### 1. 研究背景

1971年以前の旧耐震基準によって建てられたRC造建物において、柱が軸力を保持できなくなり一層分が瞬時に潰れる『層崩壊』という現象が多くみられた。層崩壊は非常に危険であり防ぐ必要がある。そのためには層崩壊のメカニズムの把握、及び層崩壊するRC造建物の選別が必要となり、RC造柱のパラメータが地震時の柱の挙動にどのような影響を及ぼすかが注目されている。

#### 2. 研究目的

昨年度までの研究では、配筋量(帯筋間隔)・配筋詳細(フック形状等)・載荷履歴・コンクリート強度等をパラメータとして実験を行い、その結果から配筋詳細と軸力が与えられれば軸力負担能力を喪失する部材角を評価する式が提案されている。加えて軸力の大小に関わらず軸力負担能力喪失時に寸法による影響が存在する可能性があり、脆性的なコンクリートの性質が関係していると予想されている。しかし、寸法を大きくした試験体のデータ数はまだ少ないためデータ数を増やす必要がある。

この事から本年度は、打設時に同じコンクリート強度を持つ相似試験体を用いて実験を行い、脆性的なコンクリートの性質と寸法による影響の関係を探る。また過去の研究を基に導きだした評価式の寸法による影響を考察して、評価式の妥当性について検討する。なお対象とする試験体は中子筋のないものとする。

#### 3. 研究計画

本研究では、異なるスケールを持つ3種類の相似試験体を用いて実験を行う。スケールはそれぞれHシリーズ試験体【180×180×360[mm]】、Hシリーズの1.5倍のVシリーズ試験体【270×270×540[mm]】およびVシリーズの1.37倍(Hシリーズの約2倍)のWシリーズ試験体【370×370×740[mm]】を製作し、V、Hシリーズは中心軸圧縮実験と繰り返し水平載荷実験を行い、Wシリーズは繰り返し水平載荷実験のみを行う。繰り返し水平載荷実験時に設定する定軸力は昨年度までの結果と比較するためにも、相似試験体同士同じ応力になるようにする。実験に

用いた過去の試験体および本年度の試験体諸元は表1に示す。表1での相似関係を示すA, B, C, Dの4グループの内、Dが本年度の試験体である。

表1 試験体諸元

試験体名	柱寸法		主筋		帯筋		作用一定軸力 [kN]	コンクリート強度 [N/mm <sup>2</sup> ]	相似関係
	断面 [mm <sup>2</sup> ]	高さ [mm]	鉄筋	鉄筋	形状	帯筋比			
H52LL-1	180×180	360	4-D10	2-D4	135° フック (6d)	0.0027	300	16.8	A
H90LL-1						0.0016	300		B
H90LL-2						0.0016	150		C
V78LL-1	270×270	540	4-D16	2-D6		0.0027	675	14.1	A
V135LL-1						0.0016	675		B
V135LL-2						0.0016	337.5		C
W104LL-1	370×370	740	4-D19	2-φ9		0.0033	1266	12.9	A
W180LL-2						0.0019	633		C
H67-1	180×180	360	4-D10	2-D4		0.0023	225	13.5	D
V100-1	270×270	540	4-D16	2-D6	0.0023	506.25			
W133-1	370×370	740	4-D19	2-φ9	0.0026	949.5			

#### 4. 結果・考察

表2に過去の試験体及び本年度の実験結果を示す。本年度の試験体は軸力負担能力喪失時の最大部材角が同じになった。しかし、実際には寸法が小さい試験体ほど繰り返したサイクル数は多くなっている。また図2に示すせん断応力度一部材角関係の図においても横軸の軸力負担能力喪失時の最大部材角は同じであるが、縦軸のせん断応力度は寸法の小さなHが最も大きくWが最も小さい。この結果から寸法効果がでていることが分かる。

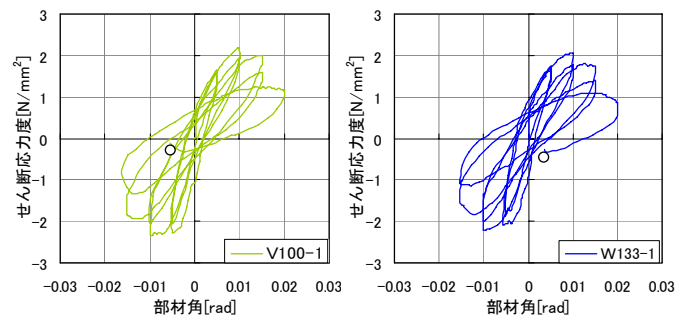


図2 せん断応力度一部材角関係

表2 実験結果

試験体名	定軸力 [kN]	実験結果				計算値						
		最大水平強度 [kN]	軸力保持能力喪失までの最大値			せん断強度 (靱性保証型) [kN]	等価軸力 eN [kN]	P <sub>fr,exp</sub> [kN]	初期摩擦軸力計算値 P <sub>fro</sub> [kN]	P <sub>fro</sub> × β = P <sub>fr,cal</sub> [kN]	断面寸法による補正係数 ku = α(D) [kN]	P <sub>fr,cal</sub> × ku [kN]
			水平変位 [mm]	部材角 [rad]	軸変形 [mm]							
H52LL-1	300	82.1	5.4	0.0150	4.2	73.5	351	189	252	194	0.974	189
H90LL-1	300	70.3	5.1	0.0140	0.5	58.1	340	120	187	126	0.974	123
H90LL-2	150	73.9	10.8	0.0300	3.5	58.1	190	120	187	126	0.974	123
V78LL-1	675	176	10.7	0.0200	4.1	142	773	307	616	474	0.866	411
V135LL-1	675	166	5.9	0.0110	2.4	112.2	753	266	482	325	0.866	282
V135LL-2	337.5	153	10.3	0.0190	15.9	112.2	415	266	482	325	0.866	282
W104LL-1	1266	264	8.1	0.0100	11.0	248	1438	-	1055	816	0.746	609
W180LL-2	633	232	11.1	0.0100	13.3	198	771	-	788	536	0.746	400
H67-1	225	90.7	7.2	0.0201	8.2	55.6	264	150	211	154	0.974	150
V100-1	506.3	170	10.8	0.0200	10.9	125	593	273	490	360	0.866	311
W133-1	949.5	303	14.8	0.0201	15.6	239	1115	-	900	664	0.746	496

この結果を踏まえ昨年度までの研究で提案された軸力負担能力喪失部材角評価式での検討を行う。本評価式は既往の軸力負担能力喪失までの最大部材角を柱の軸力-軸歪度関係における滑り開始点での摩擦軸力により評価しており、以下の式で求められる。

$$R=0.029/\eta \quad (\eta = eN/P_{fr,exp} \text{ または } \eta = eN/P_{fr,cal})$$

このとき、Nは軸力に作用せん断力のひび割れ面を滑ろうとする力を考慮した等価軸力を、ηは等価軸力をすべり開始時摩擦軸力実験値P<sub>fr,exp</sub>または計算値P<sub>fr,cal</sub>で除した等価軸力比を表している。Rは等価軸力比ηを軸力負担能力喪失部材角と関連付けた部材角評価式を示す。さらに既往の研究で提案されたP<sub>fr,cal</sub>に加え、本年度の中心軸圧縮実験の結果より提案された、断面寸法を補正した滑り開始時摩擦軸力計算値P<sub>fr,cal</sub>・kuを検討した<sup>1)</sup>。

図3は部材角実験値と3種類の部材角計算値の比と断面寸法の関係を示しており、相似試験体同士は同じ形の点で表し点線で結び寸法ごとに塗り分けられている。実験値である

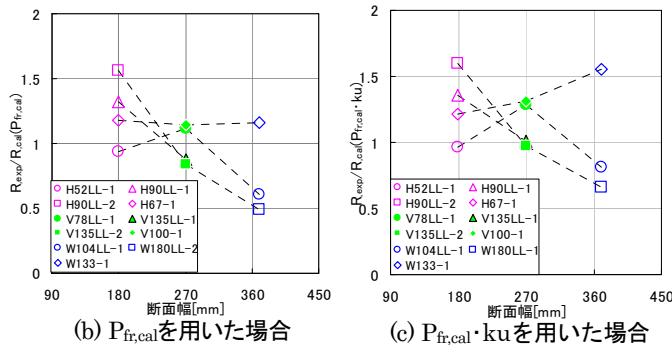


図3 3種類の部材角実験値/計算値と断面幅の関係

P<sub>fr,exp</sub>を用いた(a)では明確な傾向は見られずばらつきといえるが、既往の計算値であるP<sub>fr,cal</sub>を用いた(b)では全体として右下がりの傾向が見られる。これは寸法による部材角実験値の低下を考慮できていないことを示す。そこで断面寸法による補正係数ku(= -0.012 × D(cm) + 1.19)を考慮した計算値P<sub>fr,cal</sub>・kuを用いた(c)の場合を見ると(b)に比べ全体として右下がりの傾向が緩和されていることが分かる。このことからP<sub>fr,cal</sub>・kuを用い出された部材角計算値Rは寸法による影響をより考慮しているといえる。

次に等価軸力比と軸力負担能力喪失時部材角の実験値とP<sub>fr,cal</sub>・kuを用いて求めた部材角評価式Rを図4にて比較した。相似試験体同士は同じ形の点で表して寸法ごとに塗り分けられている。全体として寸法の小さな試験体ほど安全側にある傾向が窺える。また点線で囲まれた本年度の試験体に注目すると寸法の小さな試験体ほど等価軸力比が低く評価されている。軸力比は性能に対し外力がどの程度あるかを示す比であり、高い程試験体が早く壊れることを示す。これは本年度の寸法が小さい試験体ほど長く持った結果と一致しP<sub>fr,cal</sub>・kuを用いて求めた部材角計算値は有効であるといえる。

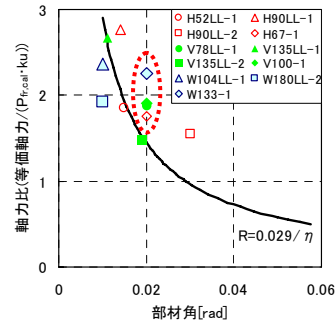


図4 等価軸力比一部材角関係

5. まとめ

本年度の中心軸圧縮実験の結果より提案された滑り開始時摩擦軸力計算値P<sub>fr,cal</sub>・kuにより出される軸力負担能力喪失時部材角計算値は寸法による影響をよく評価できている。

参考文献

1) 本間萌絵：中子筋を有するRC柱の軸圧縮挙動のモデル化, 新潟大学工学部建設学科建築学コース卒業研究論文 平成21年度