

せん断破壊する RC 造柱の軸力負担能力の評価実験
(その1 実験概要)

RC 造柱 せん断破壊 軸力負担能力 偏心圧縮実験

正会員 高田 雅之* 李 柱振** 菅 勝博**
同 加藤 大介*** 中村 友紀子****

1. はじめに

本研究は RC 造柱部材を対象にし、せん断破壊により軸力負担能力を失うメカニズムを実験的に解明し、軸力負担能力喪失変形の評価式を提案することを最終的な目的としている。曲げ挙動により軸力負担能力を失うメカニズムは既往の研究手法の延長で評価でき、筆者らも研究を行ってきた[1]。一方、せん断破壊の影響に関しては田原ら[2]や、芳村ら[3]の研究があるが、曲げ挙動とはメカニズムが異なるので研究例は少ない。

軸力負担能力の定義であるが、耐震診断基準[4]では、地震後に水平変形が0付近に戻ったときの柱の軸力負担能力として、残存軸耐力 N_r と軸力支持能力 N_R の概念を導入している。いずれもそれまで受けた最大変形 I_s 値評価で採用される F 値) の関数となっているが、残存軸耐力 N_r はその柱の変形能 (F 値) を超えている場合、軸力支持能力 N_R は超えていない場合である。また、この概念は第2種構造要素の判定で用いられるために、定軸力が地震後に増減したときにどの程度耐えられるかというものである。田原らの研究[2]はこれを直接検討している。一方、曲げを対象にした筆者らの研究[1]とせん断破壊を対象にした芳村らの研究[3]は、定軸力あるいはこれに水平力に依存して増加する変動軸力を加えた軸力を保持したままの変位まで変形能力があるかを検討している。この2つの違いは主に載荷履歴ということになるが、本研究では載荷履歴も考慮したうえで、ある変形で支持しうる軸力(あるいはある軸力を支持しうる変形)を評価する手法を検討する。

柱の軸力負担能力を検討する上で基本となる考え方は中心軸圧縮を受ける場合の挙動であるが、実際の柱は曲げ、軸力およびせん断力を受ける部材の軸力負担能力とのその対応づけは簡単ではない。そこで、本研究では曲げせん断加力実験と中心軸圧縮実験の他に、「一定変位下での軸圧縮実験」を計画した。この手法は曲げ破壊形式の柱を対象にした文献[5]と同様のものである。せん断破壊する部材を対象とし、実験パラメータは載荷履歴(中心軸圧縮加力、一定変位下での軸圧縮加力、曲げせん断加力)、一定変位下での軸圧縮実験で与える一定変位量、横補強筋詳細(90°、135°フック)とした。

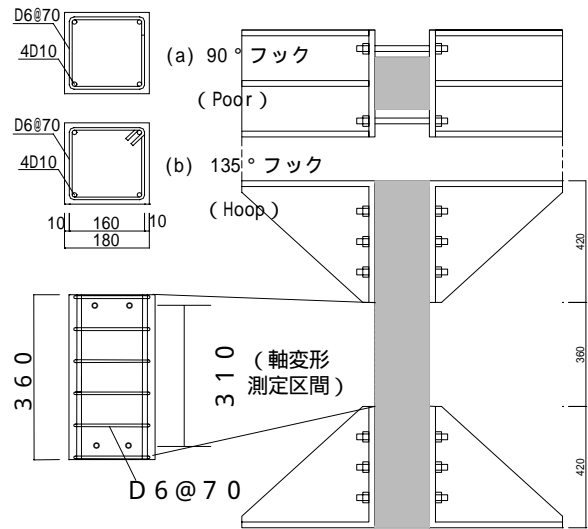


図1 試験体形状及び配筋図

2. 試験体

試験体の諸元を表1に、試験体の形状及び配筋を図1にそれぞれ示す。試験体はHシリーズ5体とPシリーズ5体の2シリーズ計10体からなる。このシリーズの違いは配筋詳細であり、Hシリーズは通常の配筋例として135°フック付(余長6d)とし、Pシリーズは悪い配筋例として90°フック付(余長8d)とした。このフック部分は同じ隅角部に連続して配筋されないように90°づつローテーションして配置した。同じシリーズの断面配筋は全く同一で、載荷履歴のみが異なる。

試験体は180×180×1200mmの長方形であるが、基礎台具で挟み込まれている端部を基礎部分と考えるため、実際の試験範囲は360mmである。また、軸変形は試験体中央部310mmの区間を試験体の両面で2箇所ずつ、計4箇所測定した。

主筋比、帯筋比、帯筋間隔($s=70\text{mm}$)は一定とした。なお、試験区間以外の基礎台具には含まれる部分の帯筋は全て135°フックとし、間隔は $s=35\text{mm}$ とした。試験体に用いた鉄筋の強度試験、コンクリートの強度試験結果を表2(a)、(b)に示す。

表1 試験体諸元

試験体	断面 (mm × mm)	高さ(mm)	主筋(SD345)	引張主筋比	帯筋(SD295)	帯筋間隔 (mm)	帯筋比
Hシリーズ	180 × 180	360	4-D10	0.0044	90° フック (余長8d)	70	0.0051
Pシリーズ					135° フック (余長6d)		

Tests on axial load carrying capacity of R/C columns failing in shear
(Part1 Outline of tests)

TAKATA Masayuki LI Zhuzhen SUGA Katsuhiro
KATO Daisuke NAKAMURA Yukiko

試験体は軸力 150kN 時に、せん断ひび割れがせん断破壊に先行し、またせん断破壊が曲げ降伏に先行するように設計した。この詳細は文献[6]に報告してある。なおこの場合でも曲げひび割れが先行して入ることは許容した。

表2 材料強度
(a) 鉄筋強度

種類	降伏強度 (N/mm ²)	最大強度 (N/mm ²)
D10	383	521
D6	316	490

(b) コンクリート強度

試験体	コンクリート強度 (N/mm ²)
H-0、1、2 P-0、1、2	33.7
H-3、4 P-3、4	35.2

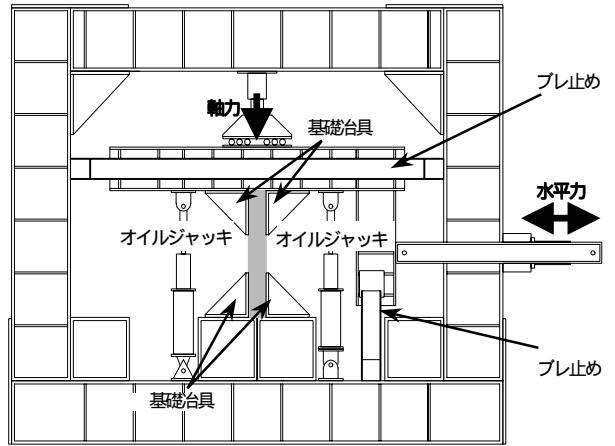


図2 加力装置

ていない。すなわち、この軸方向载荷中に水平方向の力は0となり、载荷にしたがって斜めの破壊面に沿ってすべる（水平変形が進む）ところが表3(a)に示した変位を拘束した軸加力実験と異なる。

3. 加力装置と载荷履歴

図2に加力装置を示す。試験体は上下の端部を基礎台具で挟み込み、この基礎台具を下部は加力フレームに、上部はプレ止め付きのL型フレームに固定した。载荷は、水平力は水平方向のジャッキにより、軸力は上部の鉛直方向のジャッキ及び試験体左右の鉛直ジャッキにより行った。水平力を载荷する場合は、試験体の上下で逆対象に変形になるようにしたが、これは左右の鉛直ジャッキにより制御した。

载荷履歴は、大別して、中心軸圧縮加力、一定変位下での軸圧縮加力、曲げせん断加力の3通りである。その詳細を最初の2つを軸圧縮実験として表3(a)に、曲げせん断加力については表3(b)にそれぞれ示す。試験体 H-0、P-0、は単調中心軸圧縮とした。試験体 H-1、2 及び P-1、2 は事前に横力を载荷し、せん断ひび割れを両方向に入れた上で、ある一定変位を保ったまま圧縮力を载荷した。具体的には試験体 H-1 及び P-1 は一定軸力 150kN の下で、1/100、1/50rad の部材角をそれぞれ2回づつ繰り返した。その後水平変位を 7.2mm (部材角を 1/50rad) に保ちながら軸力を漸増载荷した。試験体 H-2 は軸力 150kN を保ち、1/100、1/50rad をそれぞれ2回づつ繰り返した後、水平変位を 0 に戻して軸力を漸増载荷した。試験体 P-2 は 150kN の一定軸力を加え、1/100rad の部材角を 2 回繰り返した後、水平変位 3.6mm に保ちながら軸力を漸増载荷した。

試験体 H-3、H-4 及び P-3、P-4 は表3(b)に示した一定軸力の下で曲げせん断加力を行った。与える水平変形は、1/100、1.5/100、2/100、2.5/100rad、.....、をそれぞれ2回づつとした。所定の軸力を負担できなくなったら、その後、さらに軸方向加力を行った。ただし、このときは、水平方向変位は拘束し

表3 载荷履歴

(a) 軸圧縮実験

試験体	加力方法		
	加力形態	最大水平部材角 (rad)	軸加力時部材角 (rad)
H-0	軸方向加力	0	0
H-1	水平加力後	1/50	1/50
H-2	軸方向加力		
P-0	軸方向加力	0	0
P-1	水平加力後	1/50	1/50
P-2	軸方向加力		
		1/100	1/100

(b) 曲げせん断実験

試験体	加力方法		
	加力形態	一定軸力 (kN)	水平部材角
H-3	一定軸力下での曲げせん断 (一定軸力を負担できなくなったら軸方向加力へ移行)	400	±1/100rad ±1.5/100rad ±2/100rad ±2.5/100rad 2回づつ
H-4		200	
P-3		400	
P-4		300	

* 東京大学工学系研究科 大学院生
 ** 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生
 *** 新潟大学工学部建設学科 教授 工博
 **** 新潟大学工学部建設学科 講師 工博

Graduated student, Univ. of Tokyo
 Graduated student, Niigata Univ.
 Professor, Dept. of Archi., Niigata Univ.
 Lecturer, Dept. of Archi., Niigata Univ.