

V-73

軸方向圧縮力と水平力の相互作用を受けるRC柱の耐荷挙動

横浜国立大学 正会員 池田 尚治

横浜国立大学 正会員 椿 龍哉

横浜国立大学 正会員 ○山口 隆裕

1. はじめに 鉄筋コンクリート（以下RCと記す）柱にある程度の軸方向圧縮力（以下軸力と記す）が作用しているとき、この軸力はせん断に対して一般に安全側に作用することが知られている。しかし、地震被災構造物にみられるように、地震時の水平力を受けたRC柱が圧縮力によって崩壊していることがある。本研究はこのような破壊形式を対象として、軸力と水平力の相互作用の形態によっては互いに悪影響を及ぼす可能性に注目し、これを実験的に立証しようとするものである。

2. 実験方法 供試体の一般図を図-1に示す。供試体の形状は、軸力と水平力を同時に載荷できるものとして、フーチングにRC柱が1本立ち上がったNHタイプと、軸力だけの載荷を考えたRC柱のみのNタイプの2種類とした。要因としてはフープ筋間隔を取り上げ、計算上せん断破壊を生じないとして求めた8cm間隔（フープ筋比0.40%）を基準として、その1.5倍の12cm間隔（0.26%）、2倍の16cm間隔（0.20%）の3種類とした。供試体数は合計9体であり、その内訳は、1種類のフープ筋間隔につきNタイプ1体とNHタイプ2体である。実験時の柱部コンクリートの圧縮強度は350kg/cm²であった。軸方向鉄筋にはSD30のD13、フープ筋にはSD35のD6を使用し、降伏応力度はそれぞれ3800kg/cm²、4500kg/cm²であった。実験は、軸力と水平力の組み合わせを考えてI、II、IIIの3つのシリーズに分けた。シリーズIの実験は200ton万能試験機を用いてNタイプ供試体に軸力のみを載荷し、RC柱の一軸圧縮耐荷性能をみるものである。図-2にシリーズIIとIIIの実験における載荷方法の組み合わせと、それぞれの載荷方法(A)、(B)、(C)についての軸力、水平力と時間との関係を示す。載荷には2本のアクチュエーターを使用し、NHタイプ供試体でフープ筋比が同じ2体のうち1体に

シリーズIIの実験を、残りの1体にシリーズIIIの実験を行ない耐荷挙動を比較した。Nタイプ供試体の軸方向変位の計測には、ゲージ長を375mmとしてひずみ計型の変位計を供試体の4面に配置し、静的および動的に変位を記録するとともに、供試体上下の載荷板間の変位もX・Yレコーダーにより記録した。NHタイプ供試体の場合には、水平力と柱頭部の

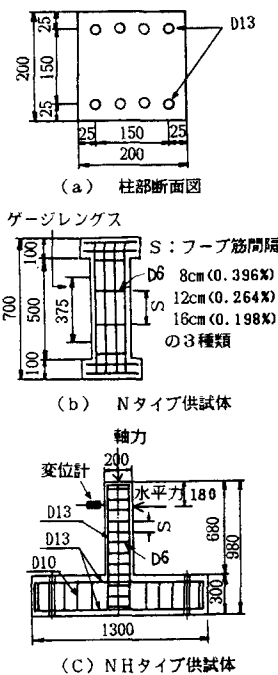


図-1 供試体一般図

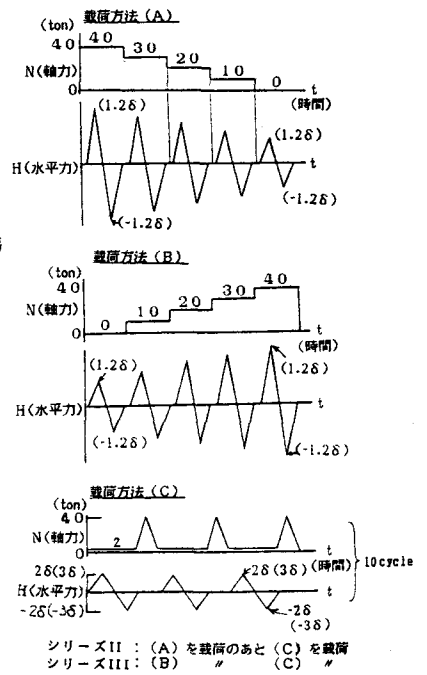


図-2 載荷方法

表-1 シリーズIの実験結果

供試体 No.	記号	フープ筋比 (%)	最大耐力 (ton)		破壊形態
			計算値	実験値	
1	I-8-N	0.396	15.8	15.2	たね形によくらんで破壊
2	I-12-N	0.264	"	15.7	斜めひびわれに陥って破壊
3	I-16-N	0.198	"	13.9	"

注 1) (I: 載荷シリーズ) = (8, 12, 16: フープ筋間隔 (cm))
 2) 式 $(0.85 \times \sigma_{cc} \times \sigma_{cc} \times A_c + \sigma_{sy} \times A_s)$ によって計算した値

シリーズIIの実験を、残りの1体にシリーズIIIの実験を行ない耐荷挙動を比較した。Nタイプ供試体の軸方向変位の計測には、ゲージ長を375mmとしてひずみ計型の変位計を供試体の4面に配置し、静的および動的に変位を記録するとともに、供試体上下の載荷板間の変位もX・Yレコーダーにより記録した。NHタイプ供試体の場合には、水平力と柱頭部の

水平変位、軸力と軸方向変位の関係をそれぞれ静的および動的に記録した。

3. 実験結果と考察

表-1 にシリーズ I の実験結果を示す。3 体とも実験値の圧縮耐力が計算値以下となったのは偏心の影響と考えられる。特に、No. 3 供試体についてはフープ筋量が

が不十分のため偏心の影響を強く受けたものと思われる。供試体の 4 面に設置した変位計で最大耐力後の荷重下降域を計測することは、供試体表面のコンクリートのはく離、等のため不可能であった。しかし、上下載荷板間の変位については載荷終了まで測定することができ、ひずみ軟化域が存在するかのような曲線が得られた。表-2 にシリーズ II と III の実験結果を、表-3 にシリーズ II と III の計算

表-2 シリーズ II と III の実験結果

No.	記号	実験結果					
		降伏変位 (mm)	耐力=0 40	斜めひびわれ発生時の水平荷重 (ton)	耐力=0 40	1.26 変位時の耐力 (ton)	載荷方法 (C) 時の最終水平変位 (mm)
4	II-8-NH	6.2	4.2	9.3 ~ 11.1	5.9	11.7	18.6 (3d) 4cycle 目
5	II-12-NH	9.7	6.3	9.3	5.9	11.1	19.5 (2d) 2cycle 目
6	II-16-NH	8.7	4.5	9.3 ~ 11.1	5.9	11.6	13.3 (2d) 5cycle 目
7	III-8-NH	3.5	0.1	4.1 ~ 5.8	6.4	11.8	18.4 (3d) 4cycle 目
8	III-12-NH	3.6	—	—	6.2	—	10.0 4cycle 目
9	III-16-NH	3.3	—	—	6.4	—	10.9 4cycle 目

注 1) (II, III: 載荷シリーズ) - (8, 12, 16: フープ筋間隔 (cm))
- (NH: 供試体のタイプ)
2) X・Y レコーダーより読みとった値で正側の値を示す。

表-3 シリーズ II と III の計算耐力

(ton)	水平力 (ton)	
	降伏荷重	最大耐力
0	5.8	6.3
10	7.2	7.7
20	8.5	9.1
30	9.8	10.4
40	11.1	11.3

注 1) 材料の非線形を考慮して計算した値で $\sigma_{yk}=350\text{kg/cm}^2$
 $\sigma_{sv}=3800\text{kg/cm}^2$ とした。

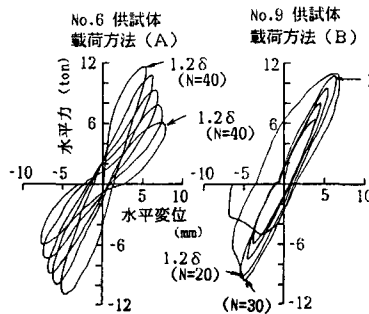


図-3 水平荷重-水平変位曲線

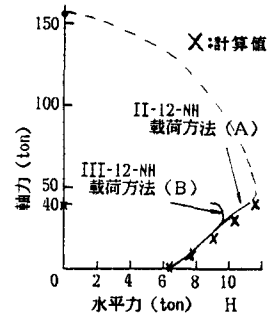


図-4 軸力と水平力のインタラクションカーブ

耐力を示す。フープ筋比が 0.40% である No. 4 と No. 7 供試体の間には載荷方法 (A) と (B) の違いによる耐荷挙動の差はあまりみられないが、フープ筋比が 0.26% と 0.20% の供試体には大きな差が認められた。この場合、(A) 載荷よりも (B) 載荷による載荷の方が、供試体の耐荷性能をより劣化させることが示された。図-3 にフープ筋比が 0.20% である No. 6 及び No. 9 供試体の水平荷重-水平変位曲線を示す。載荷方法 (B) により載荷した No. 9 供試体は、軸力 30 ton (75kg/cm^2) での負側の載荷中に水平耐力が低下した。この軸力は一軸圧縮耐力のわずか 20% でしかない。なお、今回の実験用供試体において斜めひびわれの発生しやすい場所にフープ筋がたまたま配置されている供試体では、フープ筋比の大小に対応せず耐力が増大したものもある。載荷方法 (C) による載荷の場合、フープ筋比が 0.40% である供試体は破壊に至るまでの載荷繰返し回数が多くなりフープ筋の効果が認められた。しかし、すべての供試体において圧縮破壊は水平載荷によって発生した斜めひびわれに沿って脆性的に生じ、破壊後の残存耐力は零となった。図-4 にフープ筋比が 0.26% である No. 5 及び No. 8 供試体の軸力と水平力とのインタラクションカーブを示す。載荷方法 (B) によるカーブが載荷方法 (A) によるカーブの内側に入る結果となった。計算値は、載荷方法 (A) の場合とよく一致しており、載荷方法 (B) の場合には適用できないことを示すものである。

4. まとめ (1) 載荷方法 (B) のような荷重を受ける場合、軸力の影響により斜めひびわれに沿ってすべりが生じやすくなり、載荷方法 (A) の場合よりも耐力が低下することが示された。

(2) 載荷方法 (C) のような僅かな軸力の作用のもとでの水平方向大変形載荷と、高軸力荷重のみを交互に受ける RC 柱は、フープ筋の量が十分であっても最終的には斜めひびわれに沿って脆性的に圧縮破壊し残存耐力は零になった。

謝辞: 本研究の実施に当たっては卒業研究の課題とした瀧野浩志君¹⁾ (フジタ工業) および森下豊技官の参加協力を得た。ここに深甚の謝意を表する。なお本研究は文部省科研一般研究 (B) No. 59460137 の一環として行なった。

参考文献 1) 瀧野: 軸力と水平力を交互に受ける RC 柱の挙動、横浜国大土木工学科論文収録 No. 4、1986 年 3 月