

V-216

高軸力を受ける高強度コンクリート柱の仮動的実験

東急建設(株) 正員 大滝 健
 // 山本俊彦
 // 白都 滋

1. はじめに

RC部材は地震時において、そのエネルギーを効果的に吸収し得る十分な変形性能（靱性）が要求される。RC柱の靱性に関しては数多くの実験、解析がなされているが、高軸力を受ける高強度コンクリート柱の靱性に関する研究は数少ない。本研究ではこのようなRC柱の靱性能および地震時の挙動を調べるために、静的正負繰返し載荷実験および仮動の実験を実施した。ここでは主に仮動の実験結果について報告する。

2. 実験概要

試験体および実験パラメータ一覧を表1、2に、試験体概要を図1に示す。試験体は全部で14体あり、そのうち仮動の実験に用いた試験体は4体である。試験体寸法は1/4スケールモデルを想定し、断面25×25cm、内法スパン100cmとした。主な実験要因はコンクリート強度、せん断補強筋量、軸力比である。加力は図2に示す装置を用いて、軸力を一定に保ち、水平力を作用させた。仮動の実験に用いた解析モデルは1質点せん断型モデルで、初期剛性は静的繰返し実験で得られた弾性剛性を用い、固有周期を0.5秒とした。また入力地震動は宮城県沖地震NS成分の最大加速度を200galに正規化して用いた。ただしA2試験体のみ最大加速度を50, 100, 200galの3通りとし、同一の試験体で3回の実験を行った。数値積分には中央差分法を用い、相似則を考慮して地震波の時間刻みは実記録の1/2、継続時間は15秒とした。なお速度依存型の減衰は考慮していない。

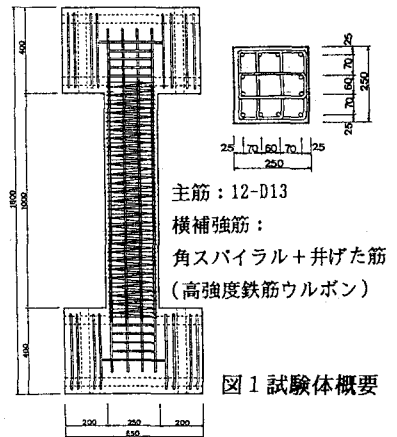


図1 試験体概要

3. 実験結果および考察

静的繰返し実験では試験体は全て曲げ破壊し、横補強筋量と最大耐力、終局変位（最大耐力の80%を保持し得る最大変位）の関係はそれぞれ図3、4に示すようになった。これらによると、高軸力を受ける高強度コンクリート柱の曲げ耐力、変形性能は横補強筋量を増大させることにより改善されることがわかる。また繰返しによる耐力低下も、横補強筋

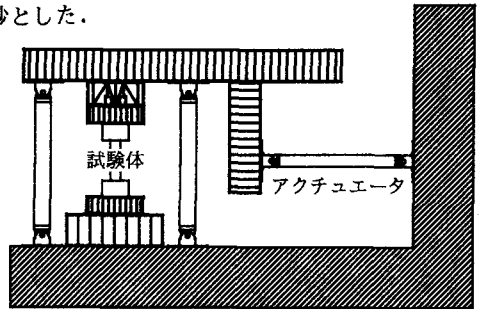


図2 加力装置

表1 試験体一覧

試験体名	σ_c (kg/cm^2)	p_g (%)	横補強筋	p_w (%)	w_{dy} (kg/cm^2)	$p_w \cdot w_{dy}$ (kg/cm^2)	τ_{max} (kg/cm^2)	$p_w \cdot w_{dy} / \tau_{max}$	耐力比 η	軸力 (ton)
A-1	469	2.44	4-u4 @80	0.27	17980	48.5	50.70	0.96	0.61	180
A-3	460	2.44	4-u4 @40	0.53	17980	95.3	52.60	1.81	0.63	180
A-4	454	2.44	4-u5 @40	0.82	13990	114.7	59.20	1.94	0.63	180
A-7	453	2.44	4-u6 @40	1.13	13990	156.4	58.60	2.67	0.64	180
A-8	456	2.44	4-u6 @30	1.50	13840	207.6	60.10	3.45	0.63	180
B-1	590	2.44	4-u4 @80	0.27	17980	48.5	51.10	0.95	0.24	90
B-2	586	2.44	4-u5 @40	0.82	13990	114.7	52.80	2.17	0.25	90
B-3	597	2.44	4-u5 @40	0.82	13990	114.7	57.20	2.01	0.64	240
B-5	600	2.44	4-u6 @30	1.50	13840	207.6	64.00	3.24	0.64	240
A-6	531	3.71	4-u5 @40	0.82	13990	114.7	56.10	2.04	変動	変動
A-2	632	2.44	4-u4 @80	0.27	17980	48.5	-	-	0.46	180
A-5	537	2.44	4-u5 @40	0.82	13990	114.7	-	-	0.54	180
A-9	633	2.44	4-u6 @30	1.50	13840	207.6	-	-	0.45	180
B-4	634	2.44	4-u5 @40	0.82	13990	114.7	-	-	0.61	240

表2 実験パラメータ一覧

試験体名	固有周期 (sec)	仮想質量 (kgsec^2/cm)	弾性剛性 (ton/cm)	最大入力 加速度 (gal)	入力比 τ_i / τ_{max}	対応 試験体
A-2	0.5	506.6	80	50	0.80	A-1
A-2	0.5	506.6	80	100	1.60	A-1
A-2	0.5	506.6	80	200	3.20	A-1
A-5	0.5	506.6	80	200	2.74	A-4
A-9	0.5	506.6	80	200	2.70	A-8
B-4	0.5	455.9	72	200	2.55	B-3

$$\tau_{max} = Q_{max} / b_j \quad Q_{max}: \text{最大耐力}$$

$$\tau_i = M \cdot \ddot{z}_{max} / bD \quad \ddot{z}_{max}: \text{最大入力加速度}$$

M : 仮想質量

$$b \times D = 25 \times 25 \text{ cm} \quad j = 7/8d \quad (b: \text{有効せい})$$

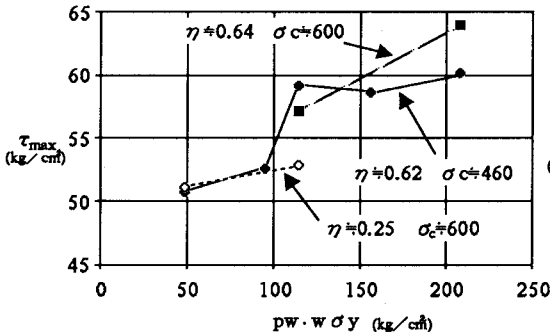


図3 横補強筋量と最大耐力の関係

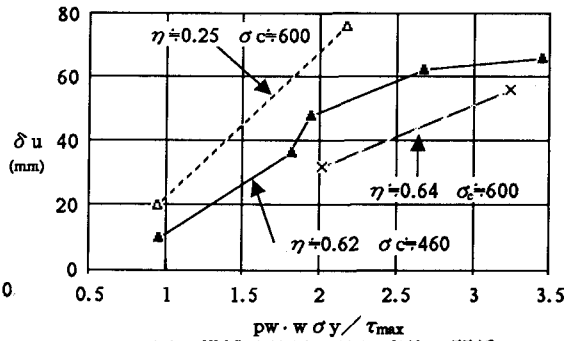


図4 横補強筋量と終局変位の関係

量の少ない試験体の方が顕著であった。

仮動的実験によって得られた復元力－変位履歴曲線を図5示す。仮動的実験においても試験体は曲げ圧縮破壊し、主筋は最初の大きなピークで圧縮あるいは引張り降伏した。また横補強筋量の少ない試験体の方が明らかにダメージが大きく、A2試験体は最終的に軸力を保持できず、主筋が座屈した。さらに、A5、B4に比べてA9はほとんど耐力低下しておらず、残留変形も少ない。これらのことは先の静的繰返し実験の結果と対応している。

時刻歴応答の一例を図6に示す。応答波形はその初期において、ほぼ固有周期（0.5秒）によって振動しているが、最大ピークを過ぎ、コンクリートのひび割れ、鉄筋の降伏などによって剛性が低下したのち、後半の部分では、ほぼ1秒の周期で振動していることがわかる。図中点線は静的繰返し載荷実験より得られたスケルトンカーブをもとに行ったD-TRIモデルによる応答解析の結果である。これによると実験による応答変位が若干正側にシフトしている点を除けばピークの生起時刻、応答波の形など実験と解析は比較的よく一致していると言える。

4. まとめ

1 質点せん断型モデルによる仮動的実験を行った。その結果仮動的実験は高軸力を受ける高強度コンクリート柱の地震時における非線形挙動を知る上で大変有効な手段であることが確認された。

静的繰返し実験結果と照らし合わせて、高軸力下の高強度コンクリート柱の靱性に及ぼす横補強筋の効果が確認された。

D-TRIモデルのような簡単な復元力モデルでも本実験のような高軸力を受ける曲げ破壊型のRC柱の地震時挙動を比較的よく表現し得ることがわかった。

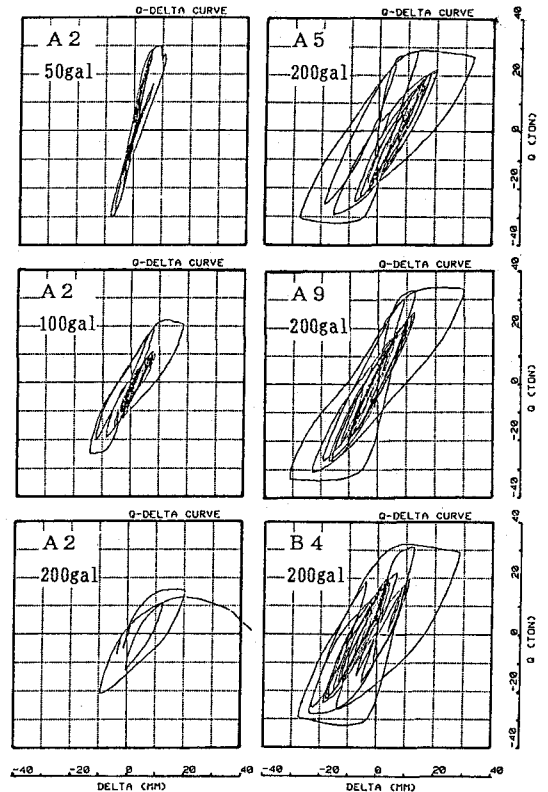


図5 復元力－変位履歴曲線

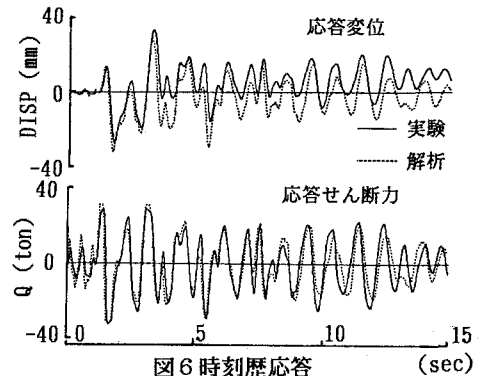


図6 時刻歴応答