

## 鉄筋コンクリート柱の実験的研究

深田 泰夫  
佐藤 由夫  
菅野 照雄  
浜原 正行

## § 1. 序

近年わが国においても鉄骨構造による超高層建築物の建設が増加してきている。しかし、3～5階建の低層建築物の多くは鉄筋コンクリート構造であり、これらが建築物全体に占める割合は大きい。鉄筋コンクリート構造には数多くの利点があるものの、過去の震害を見るとその被害がかなり目立っていることは事実である。それらの教訓は規準などにも順次採入れられてきてはいるが、しかしまだ一部のものについては懸念されるのがあるものと思われる。

このような状況下で、建設省は昭和47年度から総合プロジェクト「新耐震設計法の確立」を開始した。最終報告は52年3月に出される予定であるが、全体の流れとしては終局強度設計に近い形となるものと予想される。鉄筋コンクリート構造の場合には、耐力の他に靱性をも考慮した設計法の確立が望まれており、このために鉄筋コンクリート柱の実験的研究を行なう委員会がその一環として設けられた。略称短柱委員会(委員長、東洋一都立大教授)は、この目的に沿って昭和46年度から準備作業に入り、官民合同して数多くの実験を行ない成果をあげつつある<sup>1,2,3)</sup>。

当研究所では、昭和49、50年度に柱の主筋本数の差とフープ拘束型サブタイの使用とが柱の諸性状に及ぼす影響を見るために、計29体の試験体について多数回繰返し加力実験を行なった。本報告は、これらの実験結果の一部と結果に基づく若干の考察を紹介するものである。委員会全体としての解析は別途進行中であり、これらについては後日発表されるであろう。

## § 2. 実験概要

## 2.1 試験体

試験体の断面は図-1に示すように実大寸法の約1/2の

縮少率で25cm×25cmの正方形断面とした。主筋本数はほぼ同一の主筋比に対し2本と5本とした。すなわち、鉄筋量の少ないAタイプとしては2-D16 ( $P_t=0.637\%$ )と5-D10 ( $P_t=0.571\%$ )、鉄筋量の多いBタイプとしては2-D19 ( $P_t=0.918\%$ )と5-D13 ( $P_t=1.02\%$ )の各2種類の配筋を行なった。せん断補強筋の形状は通常の135度フック付きのフープをHタイプとし、この角フープに4φ鉄筋を図-1のようにサブタイとしてかけたものをTタイプとした。これらの主要因の效果を見るために他の要因も変化させているが、これらの選択は年度により異なっている。

AR-1シリーズ(49年度実施、13体)

シアスパン比( $M/QD$ )を1.5( $h=75\text{cm}$ )と2.0( $h=100\text{cm}$ )とに変化させ、主に付着破壊性状を見ることを目的とした。また実験計画当時には軸力の低い方が付着割裂破壊し易いとのデータがあったため、軸力は比較的低い $\sigma_0=26.25\text{kg/cm}^2$ に統一した。また、せん断補強筋は曲げ耐力に相当するせん断耐力を確保するよう、荒川 min. 式によって補強した。ただし、主筋本数による差はつけずにA、Bタイプごとに一定値とし、サブタイの4φ鉄筋は補強筋量に算入した。このような変化要因をすべて直交させれば計16体の試験体が必要であるが、諸般の事情により内13体を製作した。

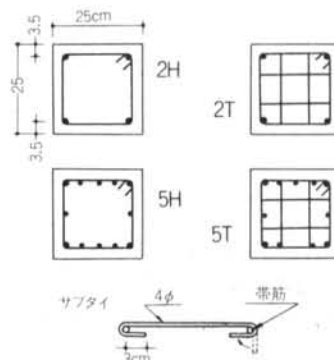


図-1 断面形状と主筋、帯筋の配置

シリーズ名	No.	試験体名	主筋	$P_i$ (%)	帯筋 間隔 (mm)	$P_w$ (%)	M/QD	帯筋 形状	軸力 (kg/cm <sup>2</sup> )	コンクリ ート種別
AR-1 (S49)	1	15A2T1/8	2-D16	0.637	2-9φ+2-4φ @75	0.812	1.5	T	26.25	2
	2	15A5H1/8	5-D10	0.571	2-9φ @63	0.814	1.5	H	26.25	2
	3	15A5T1/8	5-D10	0.571	2-9φ+2-4φ @75	0.812	1.5	T	26.25	1
	4	15B2T1/8	2-D19	0.918	2-9φ+2-4φ @34	1.79	1.5	T	26.25	1
	5	15B5H1/8	5-D13	1.02	2-9φ @29	1.76	1.5	H	26.25	1
	6	15B5T1/8	5-D13	1.02	2-9φ+2-4φ @34	1.79	1.5	T	26.25	2
	7	20A2H1/8	2-D16	0.637	2-6φ @50	0.448	2.0	H	26.25	2
	8	20A2T1/8	2-D16	0.637	2-6φ+2-4φ @72	0.448	2.0	T	26.25	1
	9	20A5H1/8	5-D10	0.571	2-6φ @50	0.448	2.0	H	26.25	1
	10	20B2H1/8	2-D19	0.918	2-9φ @48	1.07	2.0	H	26.25	1
	11	20B2T1/8	2-D19	0.918	2-9φ+2-4φ @56	1.10	2.0	T	26.25	2
	12	20B5H1/8	5-D13	1.02	2-9φ @48	1.07	2.0	H	26.25	2
	13	20B5T1/8	5-D13	1.02	2-9φ+2-4φ @56	1.10	2.0	T	26.25	1
AR-2 (S50)	14	20B2H1/8	2-D19	0.918	2-9φ @50	1.02	2.0	H	26.25	3
	15	20B2H1/4	2-D19	0.918	2-9φ @50	1.02	2.0	H	52.5	3
	16	20B2T1/8	2-D19	0.918	2-9φ+2-4φ @59	1.03	2.0	T	26.25	3
	17	20B2T1/4	2-D19	0.918	2-9φ+2-4φ @56	1.03	2.0	T	52.5	3
	18	20B5H1/8	5-D13	1.02	2-9φ @50	1.02	2.0	H	26.25	3
	19	20B5H1/4	5-D13	1.02	2-9φ @50	1.02	2.0	H	52.5	3
	20	20B5T1/8	5-D13	1.02	2-9φ+2-4φ @59	1.03	2.0	T	26.25	3
	21	20B5T1/4	5-D13	1.02	2-9φ+2-4φ @59	1.03	2.0	T	52.5	3
	22	20A2H1/8	2-D16	0.637	2-6φ @32	0.694	2.0	H	26.25	3
	23	20A2H1/4	2-D16	0.637	2-6φ @32	0.694	2.0	H	52.5	3
	24	20A2T1/8	2-D16	0.637	2-6φ+2-4φ @46	0.713	2.0	T	26.25	3
	25	20A2T1/4	2-D16	0.637	2-6φ+2-4φ @46	0.713	2.0	T	52.5	3
	26	20A5H1/8	5-D10	0.571	2-6φ @32	0.694	2.0	H	26.25	3
	27	20A5H1/4	5-D10	0.571	2-6φ @32	0.694	2.0	H	52.5	3
	28	20A5T1/8	5-D10	0.571	2-6φ+2-4φ @46	0.713	2.0	T	26.25	3
	29	20A5T1/4	5-D10	0.571	2-6φ+2-4φ @46	0.713	2.0	T	52.5	3

表一1 試験体一覧

### AR-2シリーズ (50年度実施, 16体)

軸力を  $\sigma_0 = 26.25 \text{ kg/cm}^2$  と  $52.5 \text{ kg/cm}^2$  とに変化させ、シアスパン比は 2.0 に統一した。せん断補強筋は、他の実験データや解析結果などを参考にして曲げ破壊が先行し、かつ、かなりの靱性が期待できるように定めた<sup>35)</sup>。これらの要因を組み合わせ、計16体の試験体を製作した。

表一1 に試験体のリストを示し、図一2 に配筋状態の一例を示した。

### 2.2 使用材料

#### (1) 鋼材

柱主筋にはSD35のD19, D16, D13, D10の4種を、帯筋にはSR24の9φ, 6φを、サブタイには4φ鉄筋を各々用いた。使用した鋼材の材料試験結果を表一2に示した。

#### (2) コンクリート

試験体のコンクリートは設計強度  $210 \text{ kg/cm}^2$ 、骨材寸法15mm以下としたが、AR-1ではプラントの選択基準に問題があり、結果として設計強度を大幅に下回った。

表一3にはコンクリートの調査表を、表一4には材料試験結果を示した。材料試験は実験開始時、中間時、最終時に各3本を行ない、その最大値と最小値を除く7本の平均値を示した。

### 2.3 加力方法

試験体の加力は、建設省建築研究所所有の建研式加力装置<sup>36)</sup>を使用した。本装置の特長は、試験体の上下はリ型部(スタブ)が常に平行移動するように強制されていること、軸力が常に同一作用線上にあることなどであり、従来のものより破壊の対称性が良好である。

水平方向正負繰返し加力の制御予定を、図一3に示した。第1サイクルは荷重制御とし、 $e$ 関数法<sup>37)</sup>降伏荷重の70%、第2サイクルは主筋降伏時変形または菅野式<sup>38)</sup>

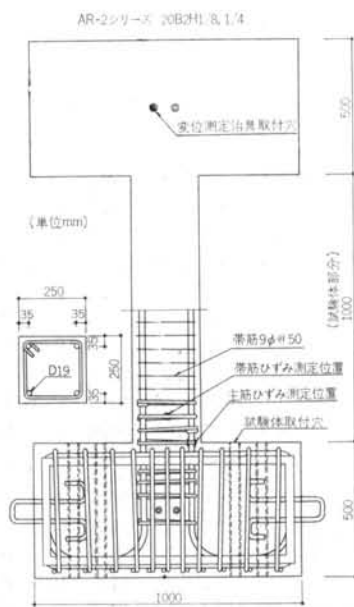


図-2 試験体配筋図

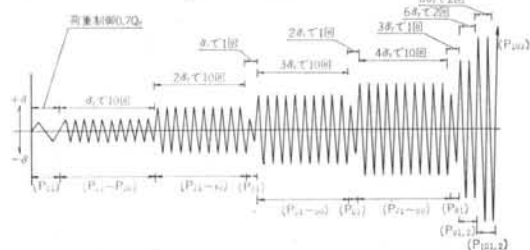


図-3 繰返し加力制御方法

による降伏変形の2倍のうち小なる方を $\delta_v$ とし、以降これを基準変形として変形制御を行ない、計48サイクルの加力を目指とした。

## 2.4 測定方法

変形の測定は、柱頭柱脚の相対変位と上下スタブ間の材軸方向変形について行なった。ひずみの測定は、主筋についてはスタブ面とスタブ内に12.5cm(=D/2)入った位置とで、帯筋についてはスタブ面より21.5cm(=d)柱内に入った位置に最も近いものについて行なった。また、試験体によっては測定箇所を追加したものもある。

測定は多点自動変位測定装置により行ない、AR-1ではカードイメージによるオフライン処理で、AR-2では大型実験棟の完成に伴いラボオート<sup>5)</sup>の使用が可能となったため、測定からデータ処理までをオンラインで処理し、その結果AR-1と比べ大幅な時間短縮ができた。

シリーズ名	鉄筋名称	降伏強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	ヤング係数 ×10 <sup>6</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	伸び率 (%)
AR-1	D-19	3563	5410	1.88	20.3
	D-16	3645	5556	1.93	20.7
	D-13	3898	5693	1.90	18.8
	D-10	3967	5761	2.02	23.3
	9φ	3493	4790	2.07	25.8
	6φ	3696	5021	2.09	13.3
	4φ	3753	5037	2.02	—
AR-2	D-19	3759	5826	1.88	15.6
	D-16	3884	5911	1.87	15.8
	D-13	4026	5716	1.91	17.2
	D-10	3834	5649	1.87	19.3
	9φ	3140	4457	1.89	22.1
	6φ	3716	4064	2.01	23.3
	4φ	3443	4236	—	—

表-2 鋼材の材料試験結果

シリーズ名	水セメント比 (%)	砂 (kg/m <sup>3</sup> )	砂利 (kg/m <sup>3</sup> )	細骨材率 (%)	混和剤 (kg/m <sup>3</sup> )
AR-1	65.0	860	984	46.8	0.54 <sup>注1)</sup>
AR-2	58.3	837	984	46.8	1.24 <sup>注2)</sup>

1) パリックS, 2) プラストクリート

表-3 コンクリート調査表

シリーズ名	コンクリート種別	圧縮試験			割裂試験	
		比重	強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	ヤング係数 ×10 <sup>5</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	比重	強度 (kg/cm <sup>2</sup> )
AR-1	1	2.08	153	1.64	2.09	12.1
	2	2.05	124	1.33	2.08	10.7
AR-2	3	2.18	261	1.94	2.17	21.0

表-4 コンクリート材料試験結果

## § 3. 実験結果

### 3.1 結果の一覧

各試験体の諸亀裂発生荷重、降伏荷重、最大荷重、変形などをまとめて表-5に示した。各実験荷重は、正負両荷重の平均値とし、各々計算値と比較して示した。

### 3.2 荷重変形関係

荷重変形関係の例を図-4に、荷重変形関係の正側包絡線を図-5に、繰返し加力による荷重低下の状況の例を図-6に示した。なお、図-6の縦軸の分母 $Q_u$ は表-5の注(6)に示した曲げ耐力計算値である。

シリーズ名	No.	試験体名	曲げ亀裂重荷		曲げせん断亀裂重荷		せん断亀裂重荷		降伏荷重		付着亀裂重荷		最大荷重		変形			破壊モード
			実験値	実計(1)	実験値	実計(2)	実験値	実計(3)	実験値	実計(4)	実験値	実計(5)	実験値	実計(6)	基準変形mm(7)	限界変形mm(8)	等級(9)	
AR-1	1	15A2T1/8	2.5	0.69	6.3	0.95	5.5	1.20	8.2	0.78	7.2	1.00	8.9	0.75	5.4*	21.6	C	F(B)C
	2	15A5H1/8	2.8	0.85	4.8	0.76	5.3	1.15	—	—	7.1	0.92	8.7	0.73	5.8*	17.4	D	BB
	3	15A5T1/8	2.5	0.68	5.5	0.80	6.5	1.35	10.2	0.93	10.6	1.29	11.3	0.93	5.9*	23.6	D	FB
	4	15B2T1/8	2.3	0.59	7.8	1.08	5.0	1.04	11.8	0.86	9.2	1.18	12.6	0.80	5.3*	21.2	D	BB(C)
	5	15B5H1/8	3.0	0.83	6.0	0.88	7.0	1.46	—	—	10.2	1.23	13.7	0.77	5.7*	22.8	D	BB
	6	15B5T1/8	2.8	0.74	5.0	0.72	6.3	1.37	—	—	8.7	1.10	13.8	0.65	5.5*	33.0	D	BB(C)
	7	20A2H1/8	1.8	0.67	5.0	1.00	—	—	6.8	0.86	5.4	1.02	7.1	0.82	14.1**	28.2	D	F(B)C
	8	20A2T1/8	3.0	1.07	5.8	1.09	6.0	1.40	7.7	0.96	6.8	1.21	7.7	0.86	9.8*	39.2	D	FB
	9	20A5H1/8	3.0	1.15	5.7	1.12	7.1	1.72	8.0	0.96	7.5	1.26	8.4	0.93	8.5*	25.5	C	FB
	10	20B2H1/8	2.6	0.90	5.6	1.02	6.2	1.50	9.3	0.89	7.7	1.33	9.7	0.83	9.7*	38.8	D	F(B)C
	11	20B2T1/8	2.0	0.71	4.5	0.87	6.0	1.53	8.6	0.84	6.3	1.15	9.0	0.78	9.5*	38.0	D	F(B)C
	12	20B5H1/8	1.8	0.69	4.3	0.88	—	—	—	—	8.3	1.43	8.8	0.67	11.0*	31.5	D	BB
	13	20B5T1/8	2.8	0.97	6.0	1.09	7.3	1.77	10.4	0.87	8.0	1.33	11.5	0.86	10.4*	31.2	D	BB
AR-2	14	20B2H1/8	3.9	1.20	7.4	1.14	10.2	1.59	11.6	1.05	9.2	1.40	12.9	1.04	7.3	58.4	A	FCLSC
	15	20B2H1/4	5.2	1.13	10.3	1.25	14.2	1.86	14.8	1.10	12.6	1.42	15.2	1.08	9.4	37.6	C	FCLSC
	16	20B2T1/8	4.0	0.97	7.7	1.20	11.7	1.83	11.9	1.08	9.5	1.44	12.7	1.11	7.3	58.4	A	FC
	17	20B2T1/4	4.5	0.97	8.7	1.06	13.7	1.79	14.5	1.08	12.3	1.38	15.3	1.09	9.4	37.6	B	FCLSC
	18	20B5H1/8	4.0	1.22	9.3	1.43	9.5	1.48	14.3	1.15	5.6	0.83	15.7	1.22	8.7	34.8	B	FCB
	19	20B5H1/4	3.5	0.75	9.9	1.21	14.0	1.83	15.5	1.05	11.5	1.26	15.6	1.01	10.0	30.0	C	FB
	20	20B5T1/8	1.5	0.46	6.5	1.00	11.5	1.79	14.2	1.14	10.9	1.61	16.2	1.26	8.7	52.2	A	FCLSC
	21	20B5T1/4	5.5	1.18	10.5	0.98	16.0	2.09	17.0	1.15	12.7	1.39	17.3	1.12	10.0	40.0	B	FCB
	22	20A2H1/8	4.1	1.31	6.2	0.98	9.1	1.42	10.5	1.19	10.0	1.56	11.4	1.23	6.4	51.2	A	FCLSC
	23	20A2H1/4	5.8	1.29	9.3	1.16	—	—	12.7	1.12	9.7	1.11	13.4	1.13	7.1	42.6	B	FCB
	24	20A2T1/8	3.3	1.05	6.1	0.97	8.9	1.39	9.9	1.12	10.3	1.61	11.2	1.20	6.4	51.2	A	FCBu
	25	20A2T1/4	4.0	0.89	8.5	1.06	—	—	13.0	1.15	11.9	1.27	13.8	1.16	7.1	42.6	A	FCLSC
	26	20A5H1/8	3.7	1.19	7.3	1.16	—	—	10.2	1.24	9.1	1.40	11.3	1.31	5.7	45.6	A	FCBu
	27	20A5H1/4	6.0	1.34	10.5	1.31	6.3	0.82	12.9	1.20	12.3	1.38	13.1	1.16	7.1	31.2	B	FCB
	28	20A5T1/8	3.4	1.10	7.7	1.23	—	—	10.4	1.27	9.9	1.52	11.4	1.33	5.7	45.6	A	FCBu
	29	20A5T1/4	5.0	1.16	10.2	1.27	12.3	1.61	12.9	1.20	10.4	1.17	13.8	1.22	7.1	56.8	A	FCBu

注) ○使用計算式

(1)  $Q_{BC} = 2M_{BC}/h, M_{BC} = 1.8\sqrt{F_c} \cdot Z_e + ND/6$  (学会式)

(2)  $Q_{BSC} = 0.265B \cdot d\sqrt{F_c} + M_{BC}(M/Q - d/2)$  (ソーゼン式)

(3)  $Q_{SC} = \left\{ \frac{0.065k_c(500 + F_c)}{M/Qd + 1.7} \right\} B_j$  (荒川式)

(4)  $Q_y = \{e \text{ 関数法, ただし } c\epsilon_B = 5.635 \times 10^{-4} \times F_c^{0.28}\}$

(5)  $Q_{BOND} = \{ \text{広沢による提案式} \}$  (文献1)その29)

(6)  $Q_u = \frac{2}{h} \{ 0.8a_{1\sigma_y} D + 0.5ND(1 - \frac{N}{BDF_c}) \}$  (学会式)

○基準変形(7): 繰り返しの基準となる降伏変形, 正負引張主筋の降伏時の変形の平均値または菅野式による降伏変形計算値の2倍のいずれか小さい方。\*は後者でできたもの。\*\*は制御を失敗したもの。

○限界変形(8): 一定変形での繰り返し加力で, その第1荷重正負平均値が最大荷重の0.8以下または第10荷重が0.5以下となる時の変形。

○等級(9): 靱性の良否を表わす目安,  $Q_u$ を上記式(6)で示す曲げ耐力計算値とすると,

A:  $Q_{21}(\delta_y)$ での繰り返しの第1荷重)  $\sim Q_{21}(6\delta_y) \geq 0.8Q_u$ , B:  $Q_{21}(\delta_y) \sim Q_{71}(4\delta_y) \geq 0.75Q_u$

C:  $Q_{21}(\delta_y) \sim Q_{21}(2\delta_y) \geq 0.75$ , D: A, B, C以外のもの。

○破壊モード00: F…曲げ降伏, C…圧壊, B…付着破壊, SC…せん断圧縮破壊, Bu…主筋屈服, L… $3\delta_y$ 以降を表わす。

表-5 実験結果一覧

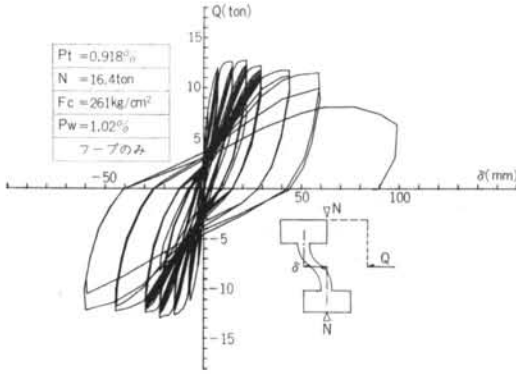


図-4 (1) 荷重水平変位関係 (AR-2, 20B 2 H 1/4)

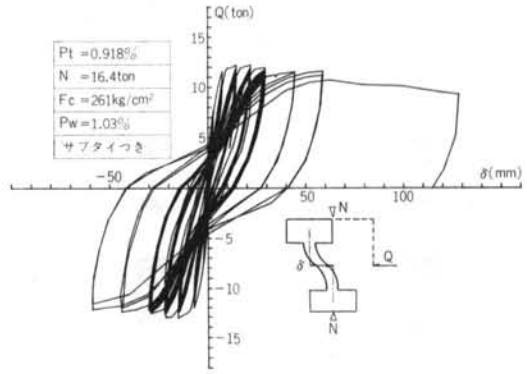


図-4 (2) 荷重水平変位関係 (AR-1, 20B 2 T 1/4)

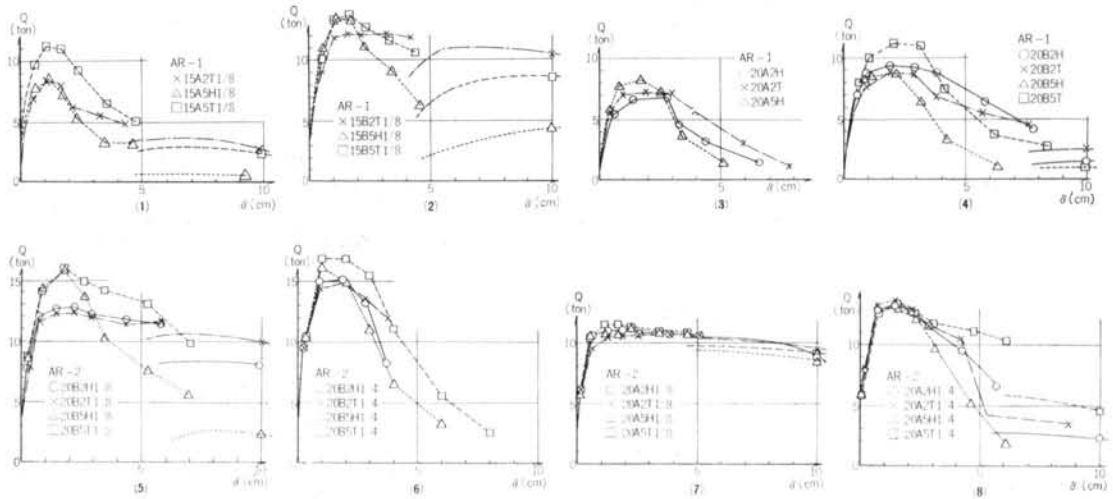


図-5 荷重変形関係の包絡線

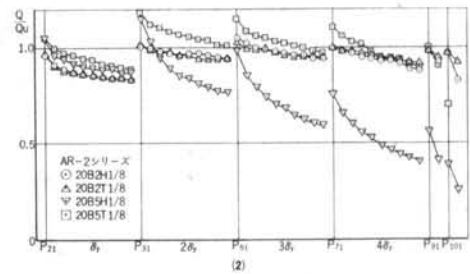
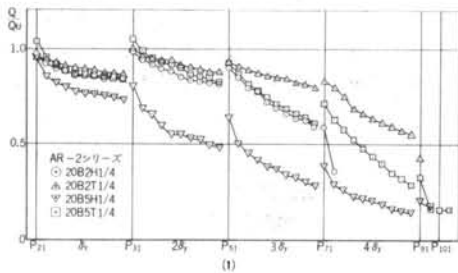


図-6 繰返しによる荷重低下

### 3.3 亀裂進展状況

図-7に、亀裂進展状況の例を示した。

## § 4. 考察

### 4.1 破壊モードについて

AR-1では、コンクリート強度が低すぎたため 付着

割裂破壊が目立った。主筋本数とサブタイの効果を中心に破壊モードの差を見ると、以下の各項が指摘しうる。

- 1) 主筋が5本のもは、2本のものに比べ耐力低下の度合いが大きく(図-6参照) 付着割裂破壊しやすい。
- 2) 主筋が5本のもでもサブタイを用いることによって、付着亀裂の進展を防ぐことができる(図-7, 表-5の破壊モード欄参照)。これは、サブタイによりフープ筋の開きが拘束されているためと思われる。

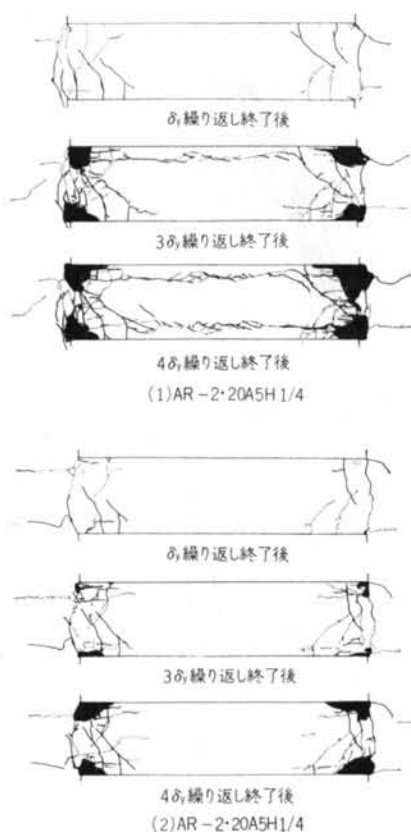


図-7 亀裂進展状況

- 3) 主筋が2本のもものではサブタイを用いることによってせん断圧縮破壊を防止または遅らせることができる(例: AR 2の20B 2H 1/8)。これはサブタイによってコアコンクリートが拘束されているためと思われる。
- 4) 主筋比が高い, または軸力が高いなど曲げ条件が厳しいものでは, サブタイの効果は付着割裂破壊またはせん断圧縮破壊の時期を遅らせるにとどまり, 破壊モードを変えるまでには至らない。
- 5) コンクリート強度が低いことは直接付着割裂破壊に結びつく。
- 6) シアスパン比の影響は今回のシリーズでは明瞭ではなかった。

#### 4.2 諸限界荷重について

表-5に示した諸限界荷重と計算値との比較では, 以下の各項が指摘しうる。

- 1) 曲げ亀裂, 曲げせん断亀裂, 付着亀裂の各荷重は, ばらつきはあるものの比較的良好一致をみた。
- 2) せん断亀裂荷重は, 計算では軸力項がないために実験値の方が高目となる。

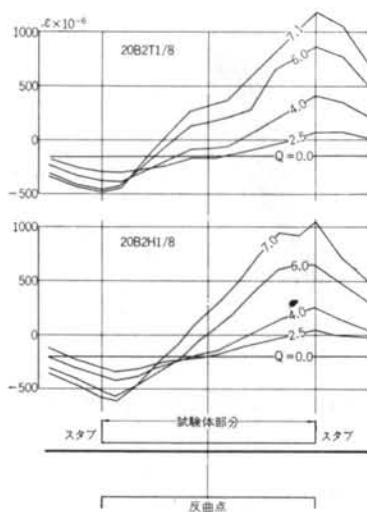


図-8 AR-1 鉄筋ひずみ分布

試験体名	ひずみずれ開始時			付着亀裂発生時		
	荷重 $Q_{slip}$ (ton)	付着 応力度 $\tau_{slip}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	着 応力度 $f_{al}$	荷重 $Q_{BON}$ (ton)	付着 応力度 $\tau_{BON}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	着 応力度 $f_{al}$
15A2T1/8	3.5	18.6	1.50	7.2	38.3	3.09
15A5H1/8	3.5	12.4	1.00	7.1	25.2	2.03
15A5T1/8	3.0	10.6	0.69	10.6	37.6	2.45
15B2T1/8	4.0	17.7	1.16	9.2	40.8	2.66
15B5H1/8	4.5	12.0	0.78	10.2	27.1	1.77
15B5T1/8	4.0	10.6	0.85	8.7	23.1	1.86
20A2H1/8	3.5	18.6	1.50	5.4	28.7	2.31
20A2T1/8	4.0	21.3	1.39	6.8	36.1	2.36
20A5H1/8	3.6	12.8	0.84	7.3	25.9	1.68
20B2H1/8	3.0	13.3	0.86	7.7	34.1	2.22
20B2T1/8	3.5	15.5	1.25	6.3	27.9	2.25
20B5H1/8	3.8	10.1	0.81	8.3	22.1	1.79
20B5T1/8	4.0	10.6	0.67	8.0	21.3	1.38
平均	3.7	14.2	1.02	7.9	29.9	2.14

$$\tau = Q/\phi j \quad \phi: \text{鉄筋周長和}$$

$$f_{al}: \text{短期許容付着応力度 } (F_c/10)$$

表-6 AR-1 付着応力度

- 3) 降伏, 最大荷重は, AR-1では付着亀裂進展のため実験値が低く, AR-2では良好一致をみた。

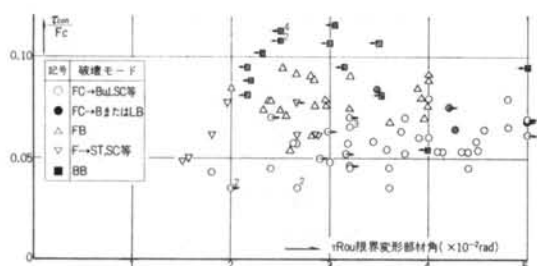
#### 4.3 柱主筋ひずみ分布と付着性状について

AR-1での主筋ひずみ分布の例を図-8に示した。ひずみ分布の推移より,

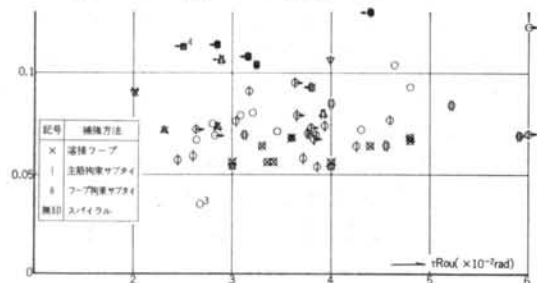
- 1) 荷重の低い段階ではほぼ逆対称形分布,
- 2) 曲げせん断亀裂が発生するところから反曲点位置のひずみが引張側にずれ出し, 荷重の増加とともに引張領







(1)135°フック付きフープを使用したもの



(1),(2)共通 → Rouがさらに大きいものまたは大きいと考えられるもの  
 → 最大耐力( $Q_u$ )が計算耐力( $Q_d$ )の8割以下であったため  
 $Q_u$ があまりに $Q_d$ を用いてRouを算出したもの  
 2,3 → 同一箇所に重複する数

(2)特殊補強フープを使用したもの  
 (破壊モード記号は(1)と同じ)

図-10 付着応力度と破壊モードの関係

と分類でき、特殊補強が付着割裂破壊を防止する効果があることは明らかであり、また、曲げ条件の厳しいものは付着に対しても厳しくなっていることがわかる。

## § 5. まとめ

柱主筋の本数と帯筋形状を主要因とし、計29体の試験体について多数回繰返し水平加力を行なった結果、以下の結論を得た。

- 1) 主筋本数の多いものは鉄筋周長は大きくなるが、鉄筋面でのコンクリート長さは短くなり付着に対して不利となる。
- 2) サブタイによって拘束された帯筋を用いると、付着性能は向上し付着割裂破壊を防止または遅らせることができる。
- 3) また、せん断圧縮破壊に対してもこれを防止または遅らせる効果がある。
- 4) 付着割裂破壊を起こさないための条件式を提案した。

## <参考文献>

- 1) "鉄筋コンクリート短柱の崩壊防止に関する総合研究"  
 (その1~8) 日本建築学会大会梗概集 昭和48年, (その9~22) 日本建築学会大会梗概集 昭和49年, (その23~33) 日本建築学会大会梗概集 昭和50年, (その34~41) 日本建築学会大会梗概集 昭和51年
- 2) 日本建築センターRC短柱委員会: "鉄筋コンクリート柱の崩壊防止に関する総合研究の現況について" コンクリート工学 1975年1月
- 3) Higashi & Hiroswa: "Experimental Research on Ductility of Reinforced Concrete Short Columns under Cyclic Lateral Loads" Cong. IABSE, Quebec, 1974
- 4) 杉田他: "種々の継手形式を用いた鉄筋コンクリート柱の多数回繰返し実験" 清水建設研究所報 昭和50年10月
- 5) 日比他: "研究所リアルタイム実験計測システム——第一期システム——" 清水建設研究所報 昭和50年10月
- 6) 野口博: "鉄筋コンクリート部材のせん断破壊に関する研究" 東京大学修士論文 昭和47年1月
- 7) 田口玄一: "実験計画法" 丸善
- 8) 武藤清: "鉄筋コンクリート構造物の塑性設計(耐震設計シリーズ2)" 丸善
- 9) 日本建築学会: "鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説"