

V-516

交番載荷された柱軸方向筋の残存引張強度特性

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 小林 一樹

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 山内 俊幸

1. はじめに

地震による被害を受けた鉄筋コンクリート柱部材の修復方法のひとつとして、屈曲した柱軸方向鉄筋の一部または全部を加熱矯正し、再使用することが考えられる。この場合、鉄筋の伸び・引張強さといった残存能力が問題となる。本研究では、交番載荷試験によって実際に大変形を受けた模型供試体から主鉄筋を切出し、引張試験を行い、鉄筋の伸びと引張強さについて調べた。

2. 柱の模型供試体による交番載荷実験の概要

鉄筋を切出した柱模型実験の供試体は図-1に示す形状である。交番載荷実験では、荷重制御により主鉄筋降伏時の変位 δ_y を求め、その後、この δ_y の整数倍変位（原則として各変位段階で3サイクル）を与えた。荷重-変位曲線の包絡線を降伏荷重を下回ったときの変位を δ_u として、柱のじん性率 μ を

$$\mu = \delta_u / \delta_y \quad (1)$$

として求めた^[1]。試験片を取り出した供試体の概要を表-1に示す。

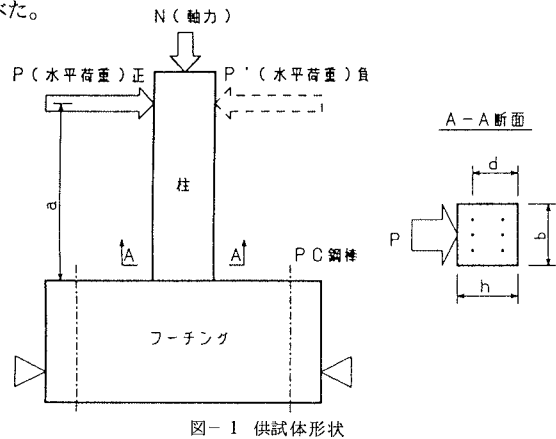


図-1 供試体形状

表-1 試験片を切り出した供試体の概要

No.	断 面 寸 法 (mm)						せん断 スパン a (mm)	引張鉄筋比 P _t (%)	軸方向筋比 P (%)	帯 鉄 筋 比 P _w (%)	補 強 形 態	降伏変位 1δ _y (mm)	じん性率 μ
	補強前			補強後									
	b'	h'	d'	b	h	d							
1	400	400	360	—	—	—	1150	5019 0.99	16019 2.87	1010 ϕ 150 0.24	無補強	7.22	5.61
2	400	400	360	430	430	375	1150	5019 0.99	16019 2.48	—	鋼板巻き t=2.3	6.61	8.75
3	400	400	360	430	430	375	1150	5019 0.99	16019 2.48	—	鋼板巻き t=4.5	5.49	13.16
4	400	400	360	430	430	375	1150	5019 0.99	16019 2.48	1010 ϕ 150 0.22	鋼板巻き t=2.3	6.26	11.11
5	400	400	360	430	430	375	1150	5019 0.99	16019 2.48	1010 ϕ 150 0.22	鋼板巻き t=4.5	5.44	12.24
6	400	400	360	430	430	375	850	5019 0.99	16019 2.48	1010 ϕ 250 0.13	鋼板巻き t=3.2	4.88	10.49
7	400	400	360	430	430	375	1150	5019 0.99	16019 2.48	1010 ϕ 225 0.15	鋼板巻き t=3.2	6.58	9.07
8	400	700	660	430	730	675	1150	6019 0.59	28019 2.56	1010 ϕ 250 0.13	鋼板巻き t=3.2	6.15	9.95
9	400	250	210	430	280	225	700	4019 1.18	10019 2.38	—	鋼板巻き t=3.2	5.05	12.31
10	400	400	360	600	500	410	1150	5019 0.58	16019 1.53	—	RC巻き D13 ϕ 50	5.64	9.41
11	400	400	360	500	500	410	1150	5019 0.70	16019 1.83	—	RC巻き D13 ϕ 100	5.76	8.02
12	400	400	360	500	500	410	1150	5019 0.70	16019 1.83	—	RC巻き D16 ϕ 50	5.29	10.87
13	400	400	360	500	500	410	1150	5019 0.70	16019 1.83	1013 ϕ 150 0.19	RC巻き D13 ϕ 100	5.16	11.28
14	400	400	360	500	500	410	1150	5019 0.70	16019 1.83	1013 ϕ 150 0.19	RC巻き D13 ϕ 300	5.78	8.04
15	400	400	360	430	430	375	1150	4019 0.71	10019 1.55	—	鋼板巻き t=3.2	5.93	10.80
16	400	400	360	500	500	410	1150	5019 0.70	16019 1.83	—	RC巻き D10 ϕ 100	4.90	11.60
17	400	400	360	—	—	—	1150	5019 0.96	16019 2.87	1013 ϕ 125 0.51	—	6.75	6.93
18	400	400	360	—	—	—	1150	5019 0.96	16019 2.87	1013 ϕ 70 0.91	—	7.40	8.03
19	400	400	360	—	—	—	1150	5019 0.96	16019 2.87	1013 ϕ 40 1.58	—	6.91	9.34
20	400	400	360	—	—	—	1150	5016 0.69	16016 1.97	1013 ϕ 90 0.70	—	6.47	8.60
21	400	400	360	—	—	—	1150	5016 0.69	16016 1.97	1013 ϕ 50 1.27	—	5.87	9.79

注：補強形態欄中、鋼板巻きのtは鋼板厚（mm）を、RC巻きの数値は補強のために付加した帯鉄筋の径とピッチを表す。

3. 鉄筋の引張試験の概要

柱の模型供試体から切出され、加熱矯正を行った鉄筋は、交番載荷による変形と加熱の影響を受けている。これらの軸方向筋の引張試験に先立ち、加熱の影響をみるため、生材の引張試験を行った。試験片の採取と試

験方法は次の通りである。

（1）鉄筋試験片

柱模型供試体の試験片は載荷試験終了後に柱とフーチングの境界から上下250mmの位置で切断採取した。試験片は交番載荷試験によって大きく変形していたため、温度チョークをもとに約1000℃で加熱矯正した。径はD19またはD16で、いずれの試験片もSD345である。加熱の影響をみるための生材の径はD19のみ、SD345で、加熱の方法は上記と同様である。

（2）測定方法

ひずみは試験片の対面に2本の変位計を取り付け、計測した変位量をその固定点間長さで除した平均ひずみとした。

4. 試験結果及び考察

（1）鉄筋の加熱加工の影響

交番載荷試験で用いたものと同じメーカーで製造されたD19の試験片の引張試験を行った。6通りの加熱・引張試験のパターンを設定した。設定と結果を表-2に示す。図-2は⑥の結果を表している。⑤⑥のパターンでは加熱後の載荷で降伏域が再びみられた。加熱後の④⑤⑥では加熱しない①②③と比較して降伏点応力度・引張強さが若干低下し、伸びについては4.9%の減少がみられた。これが加熱の影響と考えられる。

（2）伸び能力の消費及び考察

柱模型の鉄筋引張試験の結果を表-3に示す。柱模型供試体の交番載荷を行うと、引張鉄筋の引き抜けが生じ、残留ひずみが累積する。図-3に試験片No.7の引張試験の結果のひとつを示す。加熱矯正を行った鉄筋の多くは明瞭な降伏域を持たない。引張強さについてはすべての試験片で規格値(490N/mm²)を満足し、伸びについては平均で14.6%であった。

これは加熱しない生材の伸び能力24.7%と比較すると10.1%の差がある。これから加熱の影響の4.9%を差し引くと5.2%が大変形交番載荷試験によって消費された鉄筋の伸びと考えられる。従って、模型供試体から取り出された鉄筋の伸びは14.6%あるため、これらは少なくとも同等の交番載荷試験には耐えうると考えられる。

5. まとめ

本研究では、交番載荷実験で実際に大変形を受けた柱模型供試体から、軸方向鉄筋を切出し、引張試験を行った。また、加熱の影響も考慮して鉄筋の伸び能力の低下を把握した。その結果、交番載荷試験模型供試体から切出された鉄筋は同等の試験には耐えうることがわかった。

参考文献

- [1] 石橋 忠良・吉野 伸一：鉄筋コンクリート橋脚の地震時変形能力に関する研究，土木学会論文集，第390号，pp. 57-66，1982. 2

表-2 加熱パターンと結果

	一旦除荷	加熱	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
①	なし	なし	382.9	552.9	25.4
②	なし	降伏域	なし	549.6	23.7
③	なし	塑性域	なし	551.4	25.1
平均				551.3	24.7
④	なし	載荷前	371.8	540.5	17.9
⑤	降伏域	除荷時点		542.3	19.5
⑥	塑性域	除荷時点		537.6	21.9
平均				540.1	19.8

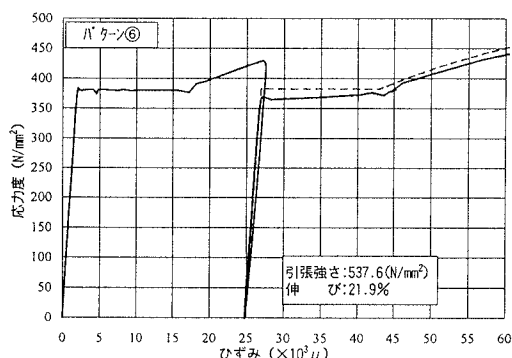


図-2 パターン⑥の応力度ひずみ曲線

表-3 切出した鉄筋の引張試験結果

No.	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
1	538.4	17.3
2	—	—
3	512.1	14.4
4	522.7	14.1
5	530.9	13.5
6	544.6	16.3
7	525.8	15.7
8	528.8	12.9
9	538.4	15.6
10	522.7	11.9
11	519.3	14.7
12	530.9	13.4
13	533.0	16.3
14	535.3	15.4
15	526.8	12.8
16	523.7	14.8
17	542.4	15.2
18	539.1	18.3
19	532.2	12.9
20	544.0	11.9
21	550.1	15.0
平均	532.1	14.6

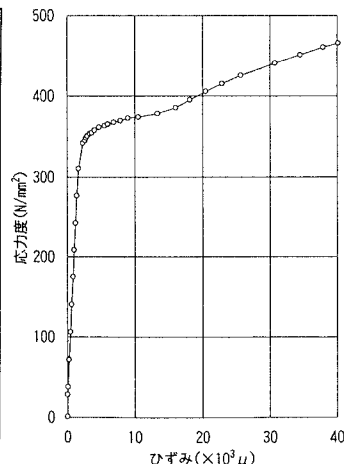


図-3 試験片No.7の応力度ひずみ曲線