

# 柱・はり接合部 PC 化工法 (PG コネクション工法) を用いた RC 高層建物の開発 (その 3)

——はり主筋の基礎的定着性状——

関根正孝 吉岡研三  
江戸宏彰

## Study on Reinforced Concrete High-rise Building Using Prefabricated Beam-Column Joints (Part 3)

——Basic Anchorage Behaviors of Longitudinal Bars of Beams——

Masataka Sekine Kenzoh Yoshioka  
Hiroaki Eto

### Abstract

Pull-out tests were carried out to investigate the basic anchorage behaviors of re-bars using the advanced PG Connection Method. This method has the feature that columns and beam-column joints are precast simultaneously. The joints have through holes for beam re-bars. Test variables were number of re-bars, anchor length, concrete strength, strength of grout mortar, presence of lateral compressive stress, and location of re-bars. Test results showed that the specimens made by the PG Connection Method possessed good behavior similar to the ordinary anchorage method customarily used.

In case of concrete strength of about 350 kgf/cm<sup>2</sup>, it was recognized that large slipping of re-bars was avoided under allowable bond stress. For the case of a specimen which did not show splitting bond failure because of lateral compressive stress, bond stress of re-bars when large slipping occurred was 1.5 times in comparison with the allowable bond stress.

### 概 要

鉄筋コンクリート骨組構造の柱・はり接合部にはり主筋の貫通孔を設けて、柱と同時にプレキャスト化する工法のはり主筋の貫通孔部に関する基礎的定着性状を、引抜き実験により検討した。実験変数は、定着筋本数、定着法、定着長さ、コンクリート強度、グラウト強度、側圧の有無、定着位置、である。その結果、この定着法による試験体は在来定着法の試験体以上の定着性能を示した。また、コンクリート強度 350 kgf/cm<sup>2</sup> 程度の場合、定着筋間隔が 15 cm 以上、定着筋芯までのかぶり厚が 8 cm 以上であれば、許容付着応力度以下の付着応力度レベルでは、定着筋のすべりの増加は防止できること、定着部が側圧により拘束されて付着割裂破壊が生じなかった試験体の定着筋のすべり増加時付着応力は、許容付着応力度の 1.5 倍以上であり、その後のすべり剛性もかなり大きいことなど、柱・はり接合部での定着設計に関する基礎的実験データを得ることが出来た。

## 1. 序

前報(その 2) <sup>1)</sup>では、PG コネクション工法(鉄筋コンクリート骨組構造の柱・はり接合部に柱主筋の貫通孔を設けてはりと同時にプレキャスト化する工法)による柱主筋の貫通孔部における定着性状に関する実験について報告した。今回は、同工法を応用し、柱・はり接合部内に『はり』主筋の貫通孔を設けて『柱』と同時にプレキャストする場合のはり主筋の貫通孔部における基礎的定着性状に関する実験的検討を行なった。

## 2. 実験概要

### 2.1 試験体

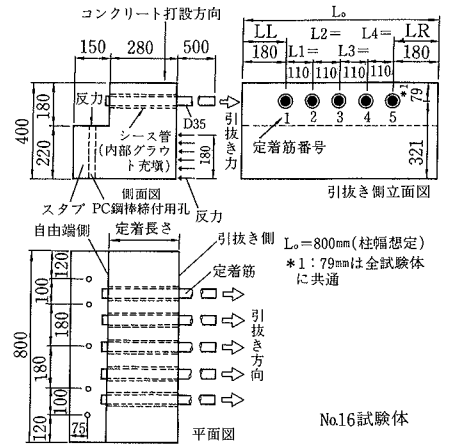
試験体の一覧を表 1 に示す。試験体数は、No. 1

～No. 16 の 16 体である。試験体の形状・寸法を No. 16 試験体について図 1 に示す。試験体はコンクリートに定着筋を埋設した引抜き形式のもので、試験体固定用のスタブを設けてある。黒丸が定着筋である。配筋詳細を No. 16 試験体について図 2 に示す。定着筋径は D35 で全試験体に共通である。試験体が定着破壊する前に、定着部以外の早期の破壊を起こさないように、D16 筋で補強した。実験変数は、定着筋本数 (D35 が 1～5 本)、定着法、定着長 (4d, 8d, 12d で、いずれも降伏前の定着破壊型)、コンクリート強度、グラウト強度、側圧の有無 (0, 30, 60 kgf/cm<sup>2</sup>)、及び定着筋位置 (横かぶり) である。定着法は、コンクリートに鉄筋を直接定着させる在来定着法 (No. 12 試験体) とコンクリート打設時にあらかじめシース管 (径 60 mm の薄肉スパイラル鋼管) を埋設し

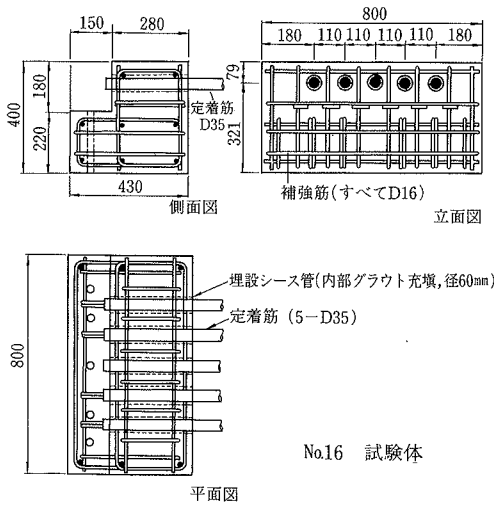
表一 試験体一覧

試験体番号	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16			
定着筋本数	1					2			3	4				5					
定着法	P G コ ネ ク シ ョ ン 工 法								在 来 P G コ ネ ク シ ョ ン 工 法										
定着長さ	4 d		8 d			12 d		8 d (dは鉄筋径)											
コンクリート強度	353		352			353		352			469		363		350				
グラウト強度	578		355			430		578			609		627		651		635		
側圧の有無	0																		
変数	Lo	500					800			800			800		800			800	
	LL	180		180		180		180		79		400		180		180		180	
	LR	320		320		320		320		421		400		180		180		180	
	L1	-		-		-		-		-		440		220		146		146	
	L2	-		-		-		-		-		-		220		148		148	
L3	-		-		-		-		-		-		-		146		146		
L4	-		-		-		-		-		-		-		-		-		
L5	-		-		-		-		-		-		-		-		-		

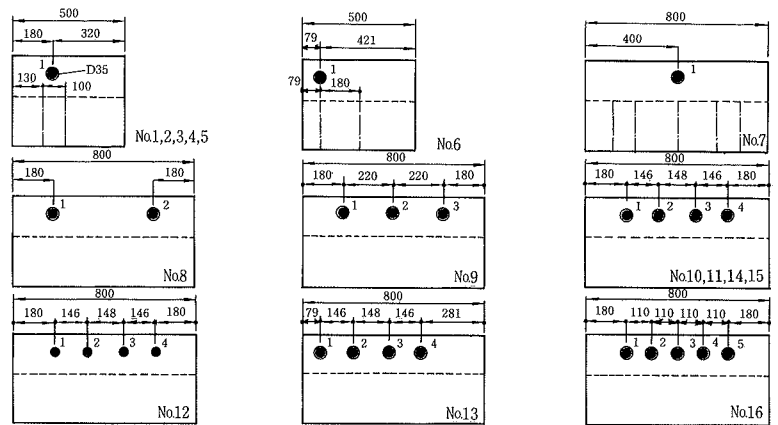
注) 1) 定着筋径はD35共通, 2) コンクリート、グラウトの強度及び側圧の単位はkgf/cm<sup>2</sup>, 側圧は自由端側1/2の定着長さにて荷重した。3) 定着筋位置欄の単位はmm, 記号内容は図-1参照



図一 試験体の形状・寸法

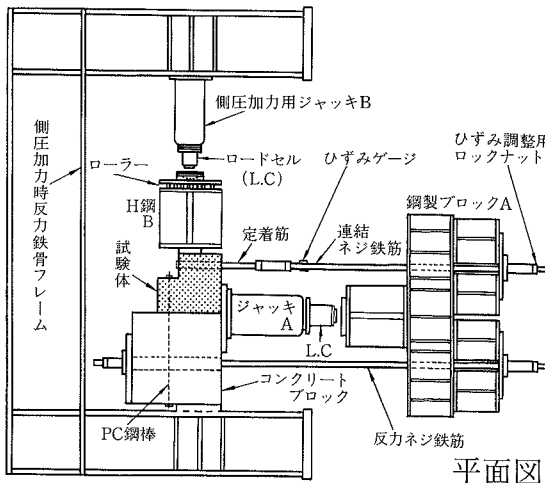


図二 試験体の配筋詳細



注1) 添数字は定着筋番号で、表-3の定着筋番号に対応する。  
 注2) 一点鎖線はスタブ部分のPC鋼棒締付け用孔位置を示し、No. 7~No.16試験体は同位置である。

図三 引抜き側からみた各試験体の定着筋位置



図四 加力装置

ておき、その中に定着筋を通し、シース管と定着筋とのすき間をグラウト材で充填して定着するPGコネクショ工法 (No. 12以外の15体) の2種である。定着筋位置は、図-3に示す通りである。試験体幅800mmは、柱幅を想定した値で、定着筋ははり主筋を想定している。図中、一点鎖線は試験体固定用のPC鋼棒孔位置である。

2.2 材料試験結果

表二 材料試験結果

鉄筋					コンクリート及びグラウト材				
径	$\sigma_y$	$E_s$	$\sigma_u$	EL	試験体番号	$\sigma_B$	$E_c$	$F_t$	$f_c$
D.35	4460	1.93	6570	21.7	No. 1	353	2.67	28.6	578
					No. 2	353	2.67	28.6	355
					No. 3	352	2.55	30.0	430
					No. 4	353	2.67	28.6	578
					No. 5	353	2.67	28.6	578
					No. 6	353	2.67	28.6	578
					No. 7	352	2.55	30.0	609
					No. 8	352	2.55	30.0	609
					No. 9	352	2.55	30.0	609
					No. 10	352	2.55	30.0	609
					No. 11	469	2.74	34.0	627
					No. 12	363	2.51	29.4	651
					No. 13	350	2.42	29.6	635
					No. 14	350	2.42	29.6	635
					No. 15	350	2.42	29.6	635
					No. 16	363	2.51	29.4	651

$\sigma_B$ : 圧縮強度 (kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $E_c$ : ヤング係数 ( $\times 10^3$ kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $F_t$ : 引張強度 (kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $f_c$ : グラウト材圧縮強度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

鉄筋、コンクリート及びグラウト材の材料試験結果を表-2に示す。普通コンクリートを使用し、打設は図-1に矢印で示したように、定着筋に対して直交方向からの水平打ちとした。グラウト材の充填は、コンクリート

が硬化した後、埋設シース管内に定着筋を挿入し、引抜き側から圧入して行なった。

### 2.3 加力及び測定装置

加力装置を図-4に示す。加力装置は、試験体固定用コンクリートブロック、定着筋引抜き用ジャッキA、鋼製ブロックA、連結ネジ鉄筋、反力ネジ鉄筋、ひずみ調整用ロックナット、側圧加力用ジャッキBとH鋼B及び反力鉄骨フレームからなる。試験体は、コンクリートブロックにPC鋼棒で締付けた。定着筋の引抜き力と反対側には、ジャッキ荷重をバランスさせるための反力ネジ鉄筋を配置し、ジャッキAで1~5本の定着筋に同時に引抜き力を加えた。

加力は、引抜き方向の繰返しとし、定着部鉄筋表面の平均付着応力度が、建築学会RC規準の短期許容付着応力度相当の引抜き力で2回繰返し、3サイクル時に破壊させた。側圧は、定着長さの自由端側1/2の全定着幅に加えた。これは、定着筋を柱・はり接合部に通し配筋されるはり主筋とみなし、柱からの曲げ圧縮力による側圧を想定し、近似的に曲げ圧縮ゾーンを定着長さの半分と仮定したためである。定着筋が複数の試験体では、各定着筋にほぼ等しい引抜き力を作用させるために、载荷第1ステップの小さい荷重点で、ロックナットAの締付けによる連結鉄筋のひずみ調整を行ない、そのあと荷重を漸増させた。

変位測定装置の概要を図-5に示す。引抜き側と自由端側の定着筋及びその近傍(定着筋芯から55mm離れた位置)のコンクリートの変位を、試験体に埋込んだボルトに固定した鉄骨器具に変位計を取付けて測定した。定着筋の相対すべりは、図-5に示した計算式で求めた。定着筋が複数で対称配筋の試験体の場合、配筋の対称性を考慮して、片側のみを相対すべりの測定対象とした。定着筋の引抜き力は、連結ネジ鉄筋(図-4参照)に貼付けたひずみゲージから求めた。ジャッキA、Bの荷重は、ロードセルにより求めた。

### 3. 実験結果

付着割裂ひび割れ発生時と最大引抜き力時の定着筋の平均付着応力度(定着強度と呼ぶ)及び自由端側相対すべりの一覧を、表-3に示す。

#### 3.1 付着割裂ひび割れ及び破壊状況

定着幅が80cmのNo.7~No.16試験体のひび割れ発生状況を、自由端側立面、定着部上端平面の2面について図-6に示す。ここでは、自由端側立面に発生した付着割裂ひび割れについて述べる。No.12(在来定着法)は、各定着筋につらなるいわゆる全割裂タイプのモードに近いひび割れ分布を定着筋間で示したのに対し、No.10(PGコネクション工法)試験体の場合は、各定着筋につらなるひび割れが平行に2本発生し、両定着法の相違による影響が認められた。定着筋本数が最も多い試験体No.16も、各定着筋につらなる方向にほぼ平行に2本の付着割裂ひび割れが発生した。一方、側圧30kgf/cm<sup>2</sup>の

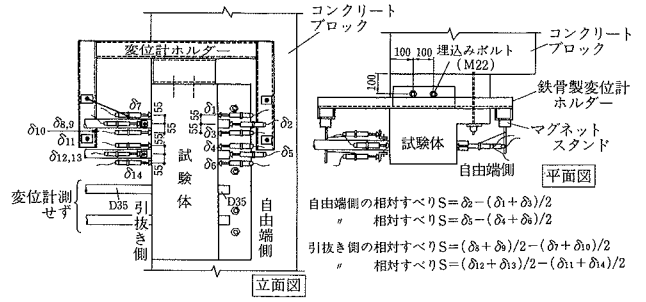


図-5 変位測定装置

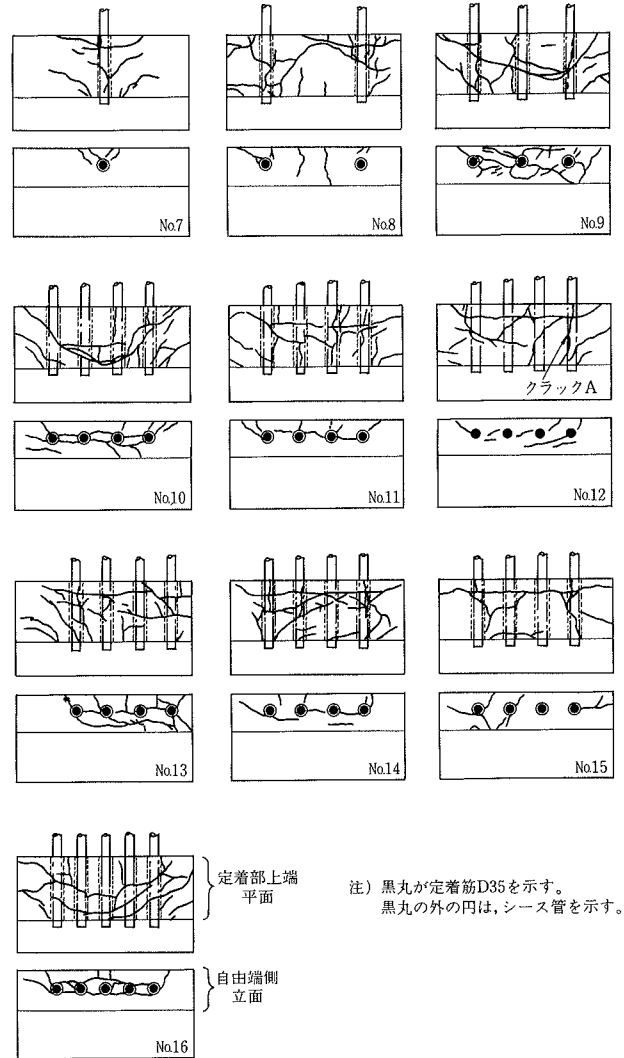


図-6 ひび割れ発生状況

No.14とコンクリート強度の高いNo.11では、このひび割れは1本であった。側圧60kgf/cm<sup>2</sup>のNo.15の場合は、定着筋につらなる付着割裂ひび割れは発生せず、側圧が増すとひび割れが発生しにくくなる傾向を示した。本実験では、表-3に記号で示したように、次の3種の破壊モード、すなわち定着筋周辺コンクリート部の付着割裂ひび割れ後の鉄筋とコンクリート界面のすべり破壊(F1モード、在来定着法のNo.12のみ)、付着割裂ひび割れ後のシース管外面とコンクリート界面のすべ

り破壊(F2モード), 付着割裂ひび割れ後のシース管内面とグラウト部界面のすべり破壊 (F3モード) がみられた。単筋引抜き試験体である No. 1~No. 7 試験体では, 2方向にかぶり厚の小さい No. 6 試験体は F2モードと F3モードの併発により耐力が決定し, 他の6体は F3モードにより耐力が決定した。複数筋引抜き試験体では, No. 8 試験体(2-D35)は F3モード, No. 9, 10, 16(3~5-D35)試験体は F2モードであった。コンクリート強度の高い No. 11 試験体, 側圧を加えた No. 14, No. 15 試験体は F3モードであった。

定着強度が相対的に高かった No. 11, 14, 15 試験体は, F3モードで破壊していることから, 定着強度を増すためには, コンクリートの強度を増したり, 側圧を加えるなどして, シース管外面とコンクリート界面のすべり破壊を防止することが有効ではないかと考えられる。それに伴い, 破壊位置はシース管内面とグラウト界面に移ると考えられる。本実験では, このようなシース管内面グラウト部のすべり破壊に及ぼすグラウト材の圧縮強度の影響を, No. 2, 3, 4 試験体により検討した。その結果, グラウト材の圧縮強度が 355 kgf/cm<sup>2</sup> から 430 kgf/cm<sup>2</sup> に増すと, 定着強度 (表-3 の  $u\tau_{av}$ ) は14%程度上昇したが, さらに 578 kgf/cm<sup>2</sup> に増加しても, 定着強度の上昇は, ほとんどみられなかった。

### 3.2 定着筋の平均付着応力度 ( $\tau$ ) と自由端側相対すべり (S) の関係

図7-1(1)~(5)に,  $\tau$ ~S 曲線を, 各実験変数ごとに比較して示す。 $\tau$  は定着筋表面での値である。実験変数は, 定着法の相違, 定着筋本数 (配筋間隔), 側圧の有無, 定着筋位置 (横かぶり) 及びコンクリート強度, の5種である。同曲線上の黒丸は, 自由端側に付着割裂ひび割れが発生した時期を示す。縦軸 ( $\tau$  軸) 上の  $f_a$  は, RC 規準の短期許容付着応力度 28 kgf/cm<sup>2</sup> (上端筋,  $F_c=350$  kgf/cm<sup>2</sup>) を示す。

本項では,  $\tau$ ~S 曲線ですべりが急に増大するときの  $\tau$  (以後  $\tau_s$  と略記) に着目し,  $\tau_s$  と  $f_a$  の大小関係が, 諸実験変数によりどうかかわるかなどについて検討した。付着割裂ひび割れ強度, 定着強度の検討には略記号  $c\tau_{av}$ ,  $u\tau_{av}$  (内容は表-3 脚注参照) を使用した。

(1) 定着法の相違の影響 No. 10 (PG コネクション工法) と No. 12 (在来定着法) 試験体の  $\tau$ ~S 曲線を図-7(1)に示す。

No. 12 試験体の Bar 1 は, 定着筋に添った付着割裂ひび割れ (図-6 内のクラック A) が  $\tau=30$  kgf/cm<sup>2</sup> 付近で発生したために, 他の定着筋よりも早くすべりが増加した。No. 12 の Bar 2 と, No. 10 試験体の Bar 1, Bar 2 の3本の定着筋は, 35 kgf/cm<sup>2</sup> 付近からすべりが増加したが, その後  $\tau$ ~S の勾配 (以後すべり剛性という) は No. 10 のほうが No. 12 を上回った。 $\tau_s$  はいずれも  $f_a$  以上の値を示した。No. 10, 12 の  $c\tau_{av}$  はそれぞれ 46 kgf/cm<sup>2</sup>, 37 kgf/cm<sup>2</sup> で,  $u\tau_{av}$  はそれぞれ 60 kgf/cm<sup>2</sup>, 54 kgf/cm<sup>2</sup> であり, 在来定着法よりも PG コネクション工

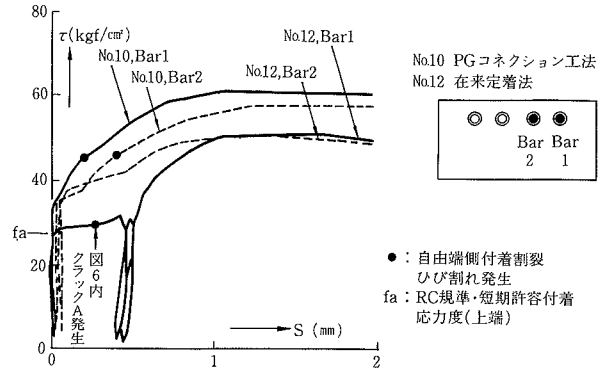


図-7(1)  $\tau$ ~S 曲線に及ぼす定着法の相違の影響

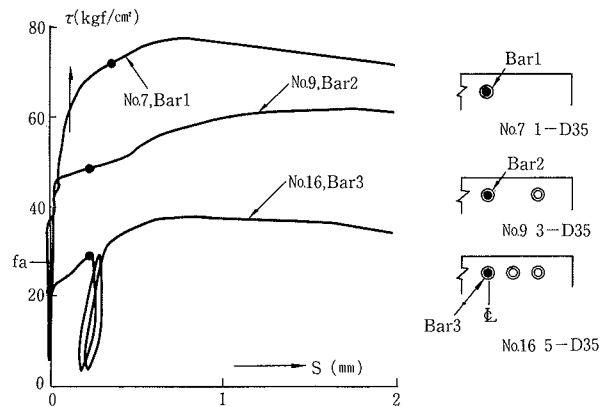


図-7(2a)  $\tau$ ~S 曲線に及ぼす定着筋本数の相違の影響

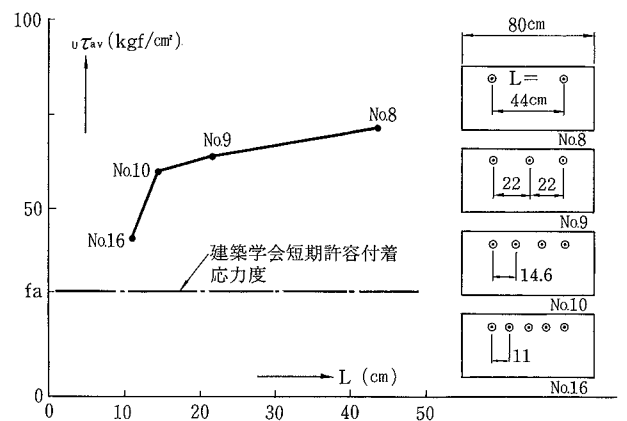


図-7(2b) 配筋間隔 (L) と定着強度 ( $u\tau_{av}$ ) の関係

法のほうが上回った。

以上の結果から, 4本の D35を80cmの定着幅に約15cm間隔で定着した場合, PG コネクション工法による定着法は, 在来定着法よりも上回る定着性能を有するものと考えられる。

(2) 定着筋本数 (配筋間隔) の相違の影響 80 cm の定着幅に, 定着筋を1, 3, 5本定着した試験体 No. 7, 9, 16 の定着幅中央部定着筋の  $\tau$ ~S 曲線を図-7(2a)に示す。No. 16 (5-D35) は,  $f_a$  を下回る値 ( $\tau_s$  が約 22 kgf/cm<sup>2</sup>) ですべりが増加した。3-D35の No. 9 は,  $f_a$  をかなり上回る値 ( $\tau$  が約 47 kgf/cm<sup>2</sup>) ですべりが増加し

た。1-D35のNo. 7もNo. 9とほぼ同じ時期にすべりが増加し始めたが、 $\tau$ が約65 kgf/cm<sup>2</sup>まではNo. 9, No. 16試験体ほど急激ではなかった。No. 16のように、配筋間隔が狭く(芯々で11 cm) となると $f_a$  以下でも定着筋のすべりが急増することが確認された。

配筋間隔(L)と定着強度( $u\tau_{av}$ )との関係を図-7(2b)に示す。80 cmの定着幅でLが44 cmから約15 cmまで減少すると、定着強度はほぼ直線的に低下した。No. 8試験体(L=44 cm)の定着強度(71 kgf/cm<sup>2</sup>)に対するNo. 10(L=14.6 cm)の定着強度の低下は、約15%であった。Lがさらに11 cmに減少すると、定着強度の劣化は顕著になり、No. 8に対する定着強度の低下は、約41%であった。いずれの試験体も定着強度は $f_a$ を上回った。

(3) 側圧( $\sigma_0$ )の有無の影響 側圧なしのNo. 10と側圧ありのNo. 14, 15試験体の $\tau$ ~S曲線を図-7(3)に示す。同図には、 $f_a$ のほかに $f_a'$ (異形鉄筋をコンクリートの割裂破壊のおそれのない仕口へ定着する場合の割り増し係数1.5<sup>2)</sup>を $f_a$ に乗じた値で42 kgf/cm<sup>2</sup>)を併記した。 $\sigma_0=0$  kgf/cm<sup>2</sup>のNo. 10のBar 1, 2は、ともに $\tau=35$  kgf/cm<sup>2</sup>からSが増加した。側圧を加えたNo. 14, 15は、 $f_a'$ 付近までほとんどすべらず、 $f_a'$ を越えると徐々にSが増加した。しかし、すべり出した後の曲線のすべり剛性は、No. 10と比べてNo. 14, 15のほうがかなり上回った。No. 14とNo. 15を比較すると、側圧の大きいNo. 15のすべり剛性がNo. 14を若干上回った。No. 10, 14, 15試験体の $u\tau_{av}$ は、それぞれ60 kgf/cm<sup>2</sup>, 79 kgf/cm<sup>2</sup>(No. 10の132%), 94 kgf/cm<sup>2</sup>(No. 10の157%)であり、側圧により顕著な影響が認められた。No. 15試験体の定着強度 $u\tau_{av}=94$  kgf/cm<sup>2</sup>は、計算式 $\tau=5\sqrt{\sigma_b}$ <sup>3)</sup>による計算値とほぼ一致した。

(4) 定着筋位置(横かぶり, LL)の影響 LLを変えた単筋定着の3体(No. 4, 6, 7)と4-D35定着のNo. 13試験体の $\tau$ ~S曲線を図-7(4)に示す。単筋定着の3体の場合、LLが大きいほど高いすべり剛性を示した。LLの大小にかかわらず、3体とも $\tau_s$ は、 $f_a$ を上回った。No. 13試験体の四本の定着筋うち、No. 6と同一の横かぶりであるBar 1は、No. 6よりも低い $\tau_s$ (33 kgf/cm<sup>2</sup>)ですべりが増加し、定着強度は35 kgf/cm<sup>2</sup>と非常に余力のない $\tau$ ~S性状を示した。しかし、いずれの $\tau_s$ も $f_a$ を上回っていることから、横かぶり79 mmの定着筋の場合でも、定着筋間隔を150 mm程度以上確保し、 $f_a$ 以下に $\tau$ をおさえれば、すべりの増加は防止できるのではないかと考えられる。

(5) コンクリート強度( $c\sigma_b$ )の影響 No. 10( $c\sigma_b=352$  kgf/cm<sup>2</sup>), No. 11( $c\sigma_b=469$  kgf/cm<sup>2</sup>)試験体の $\tau$ ~S曲線を図-7(5)に示す。同図には、 $f_a$ のほかに $f_a''$ (RC規準を準用し $c\sigma_b=469$  kgf/cm<sup>2</sup>に対応する許容付着応力度で32 kgf/cm<sup>2</sup>)も併記した。No. 11の $\tau_s$ は41~45 kgf/cm<sup>2</sup>, No. 10の $\tau_s$ は35 kgf/cm<sup>2</sup>であり、コンクリート強度が高いほど $\tau_s$ は大きかった。また、すべりだした後のすべり剛性もNo. 11試験体のほうが上回っ

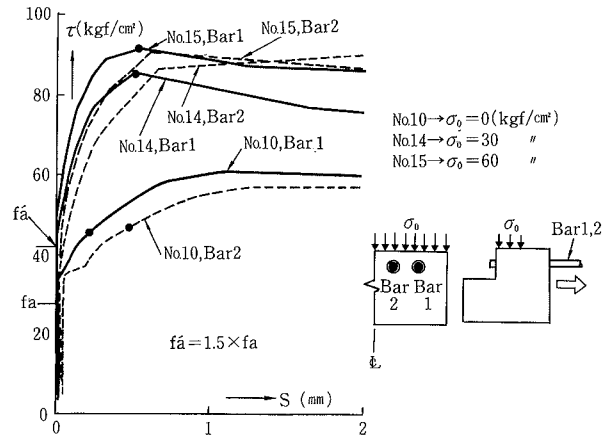


図-7(3)  $\tau$ ~S曲線に及ぼす側圧( $\sigma_0$ )の有無の影響

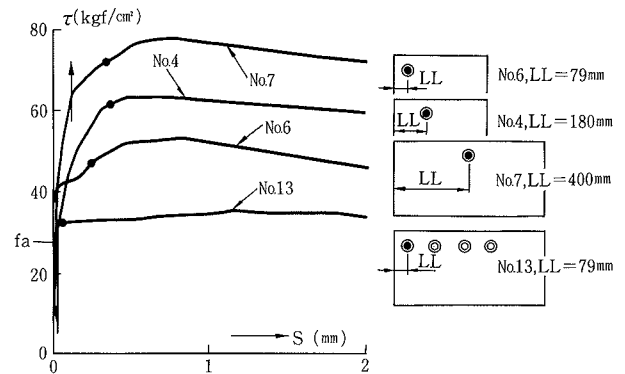


図-7(4)  $\tau$ ~S曲線に及ぼす定着筋位置(横かぶり, LL)の影響

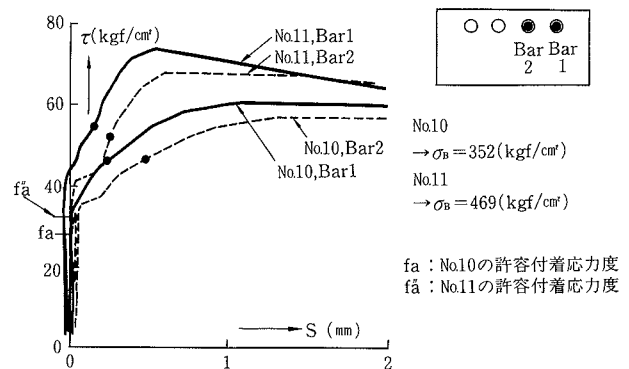


図-7(5)  $\tau$ ~S曲線に及ぼすコンクリート強度( $\sigma_b$ )の影響

た。No. 10とNo. 11の $c\tau_{av}$ はそれぞれ46 kgf/cm<sup>2</sup>, 52 kgf/cm<sup>2</sup>(No. 10の113%)で、 $u\tau_{av}$ はそれぞれ60 kgf/cm<sup>2</sup>, 74 kgf/cm<sup>2</sup>(No. 10の123%)であり、 $c\sigma_b$ が増すと $c\tau_{av}$ ,  $u\tau_{av}$ も上昇した。

### 3.3 定着強度に及ぼす定着長さ( $L_0$ )の影響

定着筋一本の場合について、 $L_0$ の影響をNo. 1( $L_0=4d$ ), No. 4( $L_0=8d$ ), No. 5( $L_0=12d$ )試験体により検討した。

定着強度は、表-3に示したように、 $u\tau_{av}$ で評価すると $L_0$ が長いほど、定着面積が大きくなり、 $u\tau_{av}$ は低下したが、定着筋一本当たりの定着力は増大した。最大引抜き荷重時の定着力は、No. 1, 4, 5でそれぞれ、11.2 tf

表-3 実験結果一覧

定着鉄筋番号		試験体番号																
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	
1	Tc	70	57	60	62	63	47	72	68	57	45	51	29	33	86	92	35	
	Sc	0.27	0.37	0.22	0.38	0.34	0.24	0.35	0.24	0.82	0.19	0.15	0.28	0.48	0.51	0.56	0.27	
	Tu	73	58	66	64	63	53	78	74	69	61	74	50	35	85	92	46	
	Su	0.79	0.53	0.91	0.78	0.34	0.84	0.78	1.02	1.80	1.07	0.55	1.71	1.12	0.51	0.56	1.23	
2	Tc								64	49	46	50	39	35	*1	*1	31	
	Sc								-	0.26	0.44	0.24	0.018	0.28	*1	*1	0.30	
	Tu								67	62	57	68	51	64	91	91	41	
	Su								-	1.72	2.15	0.59	1.18	3.71	1.96	0.62	0.88	
3	Tc									52	45	50	39	29	48	62	30	
	Sc									-	-	-	-	-	-	-	0.24	
	Tu									61	58	72	52	71	73	104	38	
	Su									-	-	-	-	-	-	-	0.78	
4	Tc										49	55	41	39	55	86	34	
	Sc										-	-	-	-	-	-	-	
	Tu										65	80	61	66	68	88	42	
	Su										-	-	-	-	-	-	-	
5	Tc																32	
	Sc																-	
	Tu																41	
	Su																-	
平均	cTav	70	57	60	62	63	47	72	66	53	46	52	37	34	*2	*2	32	
	uTav	73	58	66	64	63	53	78	71	64	60	74	54	59	79	94	42	
破壊モード		F3						F2, F3	F3	F3	F2	F2	F3	F1	F2, F3	F3	F3	F2
試験体諸元	定着筋本数	1						2	3	4						5		
	定着法	PGコネクション工法										在来		PGコネクション工法				
	定着長	4d	8d			12d	8d											
	コンクリート強度	353			352	353			352			469	363	350			363	
	グラウト強度	578	355	430	578			609			627	651	635			651		
	側圧の有無	0													30	60	0	

注) 1) Tc は、自由端側に付着割裂ひび割れが発生した時の定着筋表面の平均付着応力 (単位: kgf/cm<sup>2</sup>), Sc は Tc 時の自由端側定着筋相対すべり (単位: mm)  
 2) Tu は、定着筋最大引抜き力時の定着筋表面の平均付着応力 (単位: kgf/cm<sup>2</sup>), Su は Tu 時の自由端側定着筋相対すべり (単位: mm)  
 3) Sc, Su は、試験体中央から片側の定着筋のみ計測  
 4) cTav, uTav は、各試験体の定着鉄筋 n 本の Tc, Tu の平均値  
 5) 破壊モードは、F1: 鉄筋とコンクリート界面のすべり破壊, F2: シース外面とコンクリート界面のすべり破壊, F3: シース内面とグラウト界面のすべり破壊  
 6) No.6 の破壊モードは、F2, F3 モードの併発, No.13 の破壊は定着筋番号 1 が F2, 鉄筋番号 2~4 が F3 モード  
 7) \*1: 付着割裂ひび割れ発生せず \*2: 平均値計算せず

(定着筋降伏時必要定着力計算値の26%), 19.6 tf (同46%), 29.0 tf (同68%) であり, 定着長さの増加とともに定着耐力は直線的に増加した。

このような直線性から定着筋降伏時の必要定着長さを推定すると, 約18d になるが, 実際の柱・はり接合部におけるはり主筋の場合には, 本実験の加力形式である引抜き力だけでなく, 反対側から押し込み力も作用し, さらに主筋降伏レベルの正負の繰返しかえし荷重が作用することから, 定着長さの決定には, 十字形の柱・はり接合部試験体による検討も必要である。

#### 4. まとめ

本実験から, はり主筋を柱・はり接合部で PG コネクション工法を用いて定着設計する場合の, 基礎的な資料を得ることができた。以下に, 主な結果を列記する。

① PG コネクション工法の試験体(定着幅 80 cm, 4-D35)は, 在来定着法の試験体以上の定着性能を示した。

② 定着幅 80 cm, コンクリート強度 350 kgf/cm<sup>2</sup> 程度の場合, 定着筋間隔が 15 cm 以上, 定着筋芯までのかぶり厚が 8 cm 以上であれば, 許容付着応力度以下の応力レベルでは, 定着筋の大幅なすべりの増加は生じない

ことが確認された。

③ 上記(2)の条件で, 定着部が側圧(30~60 kgf/cm<sup>2</sup>)により拘束され付着割裂破壊が生じなかった試験体の場合, 定着筋のすべりが増加する時の付着応力は, 許容付着応力度の1.5倍以上であった。また, すべり増加後も高いすべり剛性を維持し, 側圧のない場合に比べて定着強度は32~57%上昇した。

#### 参考文献

- 1) 関根, 吉岡, 武田: 柱・はり接合部 PC 化工法 (PG コネクション工法) を用いた高層 RC 建物の開発 (その2) - 柱主筋の引抜き実験 -, 大林組技術研究所報, No. 35, p. 108~112, (1987)
- 2) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 日本建築学会
- 3) 鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説, 日本建築学会, p. 170
- 4) 関根, 吉岡, 江戸: 梁-接合部 PC 化工法による中高層鉄筋コンクリート建物に関する研究 (その4) シース内グラウト定着工法により定着された主筋の基礎的定着性状, 日本建築学会学術講演梗概集, p. 509~510, (1990, 10)