

太径異形鉄筋の重ね継手工法の開発（その3）

——プレカラムを用いた突合せ継手工法“クイックカラム工法”——

増田 安彦 吉岡 研三

Development of Lap Joint Method for Large-Diameter Deformed Bar (Part 3)

——“Touch-joint” with “Pre-Column” (named “Quick Column Method”)——

Yasuhiko Masuda Kenzoh Yoshioka

Abstract

The “Pre-Column” with “Touch-joint” was developed to save labor and wood resources at construction sites and shorten construction periods of reinforced concrete buildings. “Touch-joint” is a type of lap splice, in which main bars are butted together at middles of column spans and reinforced with small-diameter splint bars. “Pre-Column” is a precast concrete shell form for columns and contains splint bars and hoops.

The results of structural experiments on reinforced concrete members containing these developed methods are explained in this report. It appeared that the tie bars which were installed in the Pre-Column improved structural performance, and shear and flexural strengths were the same as with nonsplined Pre-Column members. Design methods for this type are further proposed.

概要

柱の外殻にフープ筋と軸方向鉄筋（添え筋）を内蔵させたプレカラムを用い、上下階の主筋は柱内のりスパン中央のコアコンクリート内で突合せとする本工法は、柱型枠と鉄筋継手工事が省略できる工法である。

同構造の設計法を確立するにあたって柱主筋の付着強度に及ぼすフープ筋や軸力の影響など解明する事が不可欠と言える。そこで、軸力、せん断補強筋比、添え筋量、主筋突合せ位置をパラメータにした約1/2スケールの短柱試験体8体の曲げせん断実験を行い、上記諸問題の解明を試みた。

主な結果に、① 柱の曲げ、せん断耐力は通常のプレカラム柱と同等である。② プレカラムに中子筋を内蔵させた場合、部材の付着耐力性状は著しく改善される。またそれを考慮した付着割裂強度算定式を提案した。③ プレカラム内の添え筋の応力と部材耐力の関係をせん断トラス機構を用いて表せることがあげられる。

1. はじめに

現在、建築工事の大型化、高層化が進む傍ら、建設現場における技能工不足や高齢化は年々深刻さを増している。このような背景から近年 RC 建物ではプレキャスト化が推進され、かつ鉄筋継手に重ね継手を用いることが注目されつつある。

筆者らは上下階からの主筋を部材中央で突合せ、主筋より細径の添え筋との重ね継手によって応力を伝達する突合せ継手工法(図-1)を開発し、同工法を用いた柱の実用化に向けて部材の構造性能について検討してきた¹⁾²⁾。

本報告は、プレカラムを用いた約1/2スケールの突合せ継手試験体の曲げせん断実験の結果について述べ、同工法を用いた柱の設計法を検討したものである。

2. 曲げせん断実験

2.1 実験概要

実験は主筋・添え筋のひずみ分布あるいは添え筋の補強効果、部材の付着割裂耐力に及ぼす軸力の影響をとらえ、主筋同士突合せ位置が部材の内のりスパン中央か

ら離れた位置にある場合も含めて、突合せ継手部材の耐力性状を明確にすることを目的とした。

表-1に実験概要を示す。試験体は8体で、いずれもプレカラムを使用している。添え筋は主筋と本数を一致させ、突合せ面での添え筋量(p_g)が比較用の1体を除き0.8%を超えるように計画し、せん断補強筋は中子筋(副帯筋)を配筋する1体を含め、4種類に変化させた。また、軸力は変動軸力、軸力なしを含め3タイプとした。図-2に試験体の断面・形状を示す。プレカラムは遠心成形によるもので、内部隅角部にはシアコッター(${}^a50 \times {}^b50 \times {}^c5 \text{ mm} @ 50$)を8箇所を設けた。主筋の突合せ位置は1体を除き内のり中央でほぼ主筋同士が接する程度に、他の1体は内のりを5:4に内分する位置で突合せた。使用したコンクリートおよび鉄筋の機械的性質を表-2に示す。

載荷は変位制御によって行い、部材角 $R=1/200, 1/100$ および $1/100$ の整数倍で各々2回ずつ繰返す正負交番繰返し載荷とした。また、変動軸力を作用させた MT85-CH 試験体のせん断力 Q と軸力 N の関係を図-3に示す。

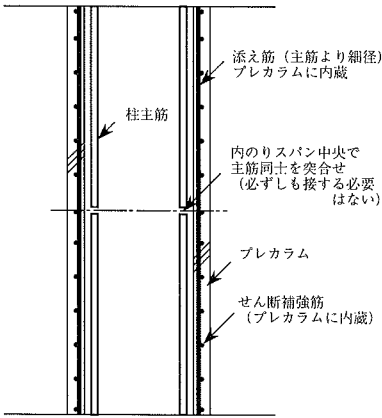


図-1 工法の概要

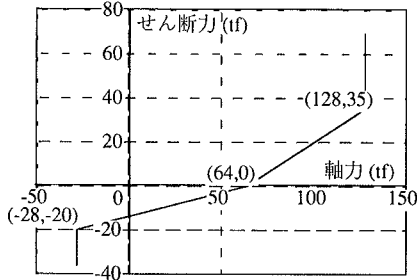


図-3 軸力とせん断力の関係 (MT85-CH 試験体)

表-1 実験概要

試験体 No.	MT36-AF	MT60-AF	MT64-AF	MT85-AF	MT85-N	MT85-CH	MT85-AFS	UT85-AF
断面	400×400 (mm)							
内り高さ	1,200 (mm) h0/D=3.0							1,600 h0/D=4.0
主筋	8-D25 ($p_g=2.54\%$)							
添え筋	8-D16 ($p_g'=1.00\%$)						8-D13(0.64)	8-D16(1.00)
せん断補強筋 (pw, %)	□-D10@100 (0.36%)	□□-D10@120 (0.60%)	□□□-D13@100 (0.64%)	□□-D13 @75 (0.85%)				
継手位置	内り中央 (600 mm : 600 mm の位置)							下から 1,000 mm
軸力	FcbD/6 ($F_c=240 \text{ kgf/cm}^2$)				なし		-0.2Agσy ~ FcbD/3	FcbD/6

表-2 使用材料

試験体	コアコンクリート			外殻コンクリート		
	圧縮	引張	弾性係数	圧縮	引張	弾性係数
MT36-AF	235	25.7	2.43	562	40.4	2.89
MT60-AF	248	24.9	2.63			
MT64-AF	256	27.5	2.47			
MT85-N	272	26.8	2.50			
MT85-AF	273	23.7	2.46			
MT85-AFS	285	25.1	2.47			
MT85-CH	285	23.7	2.55			

鉄筋			
径	弾性係数	降伏強度	引張強度
D10	2.04	3,910	5,620
D13	1.96	3,450	5,270
D16	2.00	4,420	6,410
D25	1.96	3,860	6,080

強度の単位は kgf/cm²
 コンクリートの弾性数は 1/3
 割線係数で ×10⁶ kgf/cm²
 鉄筋の弾性係数は ×10⁶ kgf/cm²

2.2 実験結果

2.2.1 破壊および耐力性状 表-3 に実験結果の一覧を、図-4 に各試験体の荷重-層間変位関係 (Q-δ 関係) を示す。MT36-AF, MT64-AF, MT85-AF, MT85-AFS, MT85-N 試験体は、曲げ降伏前に付着破壊を生じ、MT60-AF が曲げ降伏後にせん断破壊を生じた。MT85-CH, UT85-AF 試験体は曲げ降伏後に付着破壊を生じた。

本実験において降伏前に付着破壊を生じた試験体は、せん断補強筋に副帯筋を使用せず、外周筋のみで補強したもので、プレカラムとコアコンクリートの一体性が比較的早期に失われたことが原因と推定され、図-5 に示す割裂パターンによる破壊が考えられる。また、これらの試験体はいずれも主筋の降伏がなく、部材角 R=1/100 ~ 1/50 程度で最大耐力に達し、その後脆性的な耐力低下を示すこと、Q-δ 曲線はエネルギー吸収能力に乏しい原点指向型であることが特徴である。これらのことから部材角 R>1/100 で荷重が上昇せず変位のみが増大している現象は柱主筋の抜け出しにより生じ、これを拘束するせん断補強筋の量が多い試験体ほど変形能力が大きかったものと推定される。これらの試験体の内で添え筋量が少ない MT85-AFS 試験体はフープ筋が降伏し、同時に添え筋が部材中央付近で降伏して、耐力低下が開始しているため、破壊モードはせん断、付着割裂、添え筋降伏のいずれとも言い難い。

曲げ降伏後にせん断破壊を生じた MT60-AF 試験体の最大耐力時の変形量および Q-δ 曲線は、前述の付着破壊を生じた試験体とあまり変わらないが、最大耐力は同

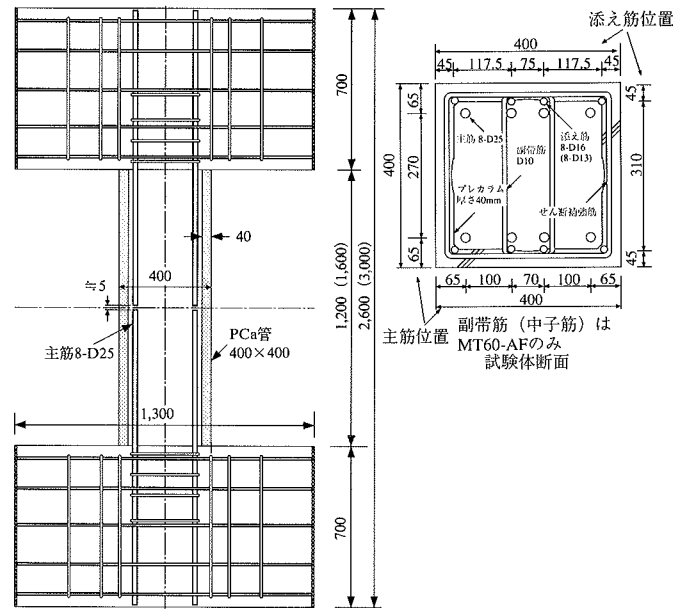


図-2 試験体形状・断面

一軸力でせん断補強筋の多い MT64-AF, MT85-AF よりも高い。これはプレカラムに内蔵させた副帯筋がダボ筋として作用し、外殻とコアコンクリートの一体性を向上させたためで、この工法における付着耐力の評価に副帯筋の効果をより大きく考慮する (あるいは副帯筋がない場合の耐力を低く評価する) 必要があることがわかる。

曲げ降伏後に付着破壊を生じた MT85-CH, UT85-AF 試験体のうち、変動軸力下で載荷した MT85-CH 試験体は引張軸力作用時に部材中央で添え筋が降伏し、そ

表-3 実験結果一覧

試験体		MT36-AF	MT60-AF	MT64-AF	MT85-AF	MT85-N	MT85-CH	MT85-AFS	UT85-AF
弾性剛性 (tf/cm)	実験値	239	277	264	256	226	228	224	130
	計算値	270	289	274	273	277	282	274	135
	実/計	0.86	0.96	0.96	0.94	0.82	0.81	0.82	0.96
曲げ ひびわれ (tf)	実験値	11.0	9.0	16.0	11.2	4.0	26.0, -6.0	18.0	5.0
	計算値	16.8	17.0	17.1	17.3	7.4	25.2, -13.1	17.5	13.2
	実/計	0.65	0.53	0.93	0.65	0.54	1.03, 0.46	1.03	0.38
せん断 ひびわれ (tf)	実験値	44.0	42.0	44.0	43.0	28.0	56.0, -20.0	42.0	30.0
	計算値	24.2	24.5	24.6	24.9	19.6	30.4, -17.5	25.1	23.3
	実/計	1.82	1.72	1.79	1.73	1.43	1.84, 1.14	1.67	1.30
降伏荷重 (tf)	実験値	—	57.1	—	—	40.9	—, -36.2	—	42.9
	計算値	54.5	54.5	54.5	54.5	39.4	68.1, -32.1	54.4	40.8
	実/計	—	1.05	—	—	1.04	—, 1.13	—	1.05
最大耐力 (tf)	計算値	48.1	58.7	55.6	58.2	44.7	68.9, -36.2	56.9	48.1
	曲げ	58.7	58.7	58.8	58.8	45.4	71.7, -39.1	58.8	44.1
	せん断	50.5	59.6	59.3	67.0	67.0	68.2	68.2	59.3
	付着割裂	44.6	58.7	49.9	54.1	39.3	68.1, -33.1	54.4	40.8
	添え筋降伏	109.1	108.4	107.9	107.0	106.2	108.4, -33.4	77.8	98.9
	実/計	1.08	1.00	1.11	1.08	1.14	1.01, 1.09	1.05	1.18
	破壊性状	帯筋降伏後 付着割裂		曲げ降伏後 せん断	付着割裂	付着割裂	曲げ降伏後 付着割裂	付着割裂, 降伏後添 え筋降伏	帯筋, 添え 筋降伏後 付着割裂

曲げひびわれおよびせん断ひびわれ荷重は目視による。
最大荷重の実/計は計算値の内、最も低い値を用いて計算した。

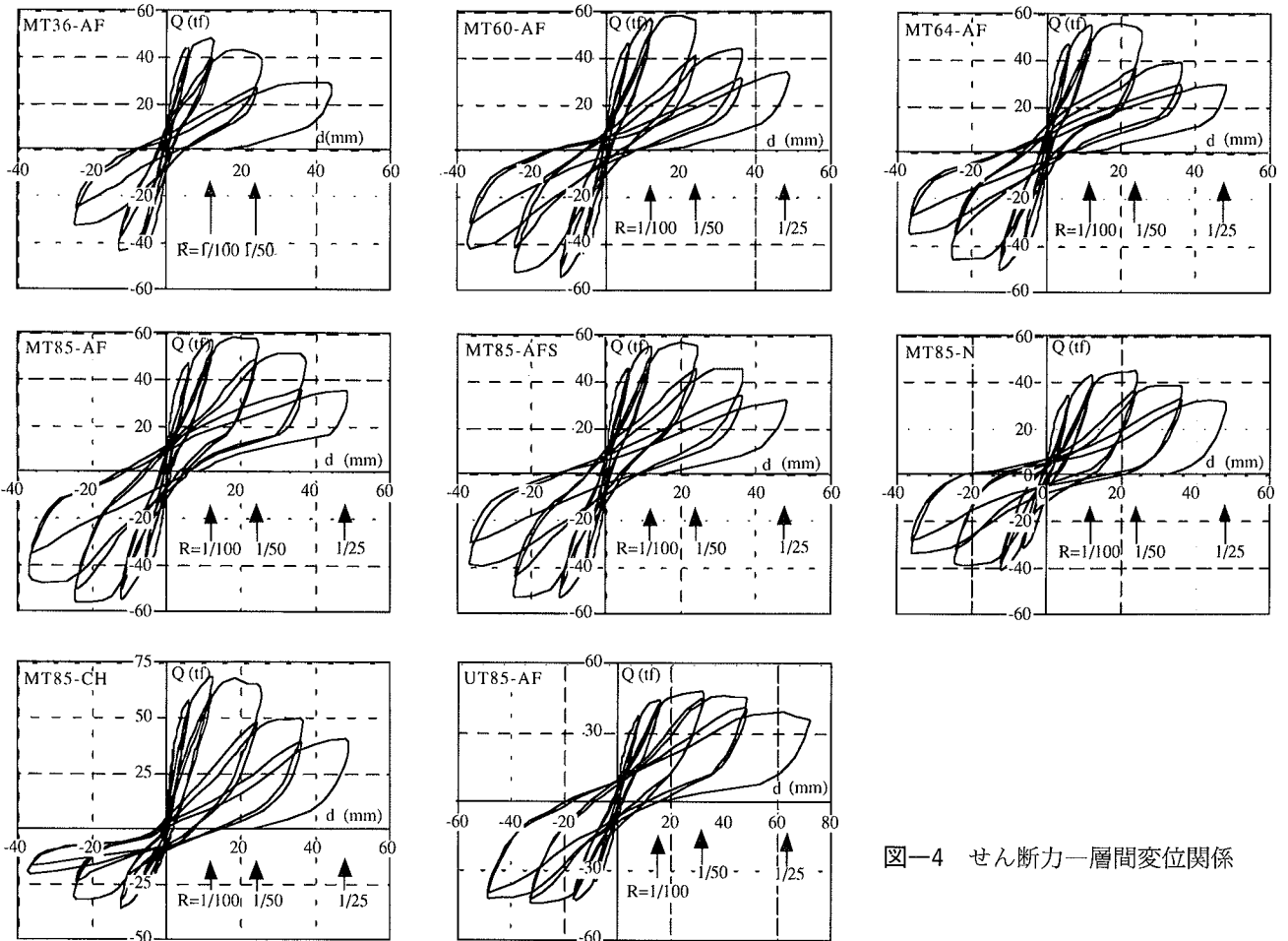


図-4 せん断力一層間変位関係

の後耐力が低下している。破壊のメカニズムは前述の MT85-AFS 試験体と同様で、前報¹⁾で述べたように、添え筋が降伏するとその後の耐力上昇が望めないことが確認された。継手位置が部材中央ではない UT85-AF 試験体は、曲げ降伏後に突き合せ位置から柱端部までの長さが短い方の主筋が付着破壊を生じた。

2.2.2 付着性状 図-6 に最大耐力時の主筋・添え筋のひずみ分布の一例を示す。同図より、副帯筋で補強せず、軸力が $1/6 F_{cbD}$ の試験体 MT36-AF, MT64-AF, MT85-AF を比較すると、いずれも付着破壊を生じたが、せん断補強筋量が多い試験体ほど同一部材角時および最大耐力時におけるひずみ分布の勾配が大きく付着応

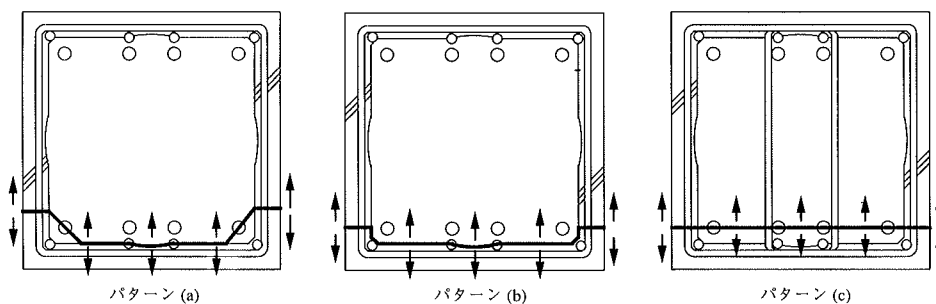


図-5 付着割裂パターン

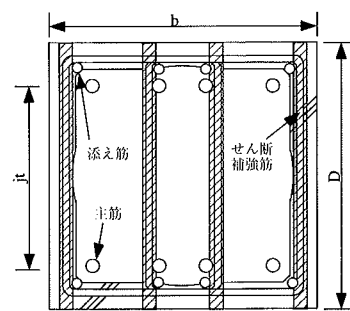


図-7 断面分割モデル

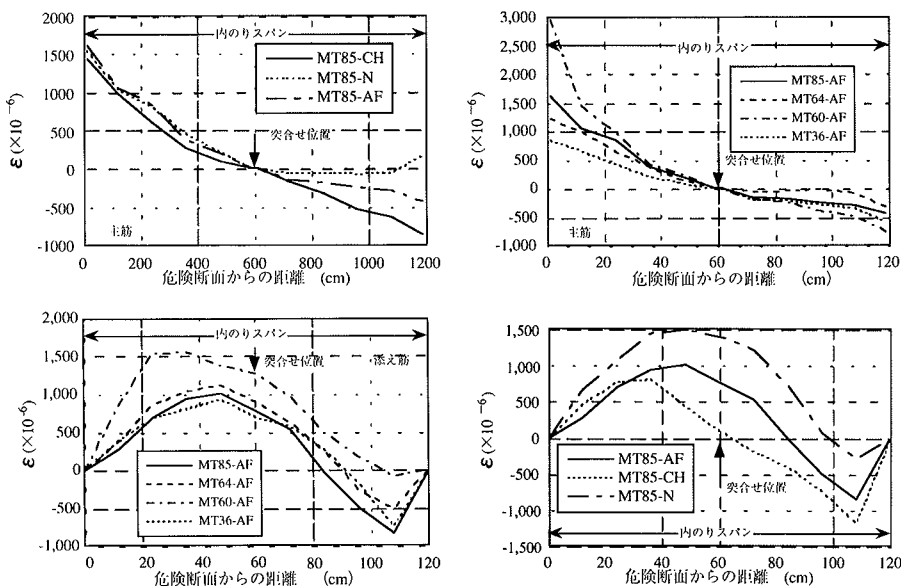


図-6 ひずみ分布

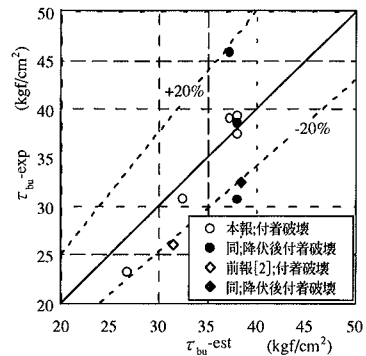


図-8 付着強度式の適用性の検討

力度が高いことがわかる。副帯筋を用いた場合はすでに述べたように外殻とコアコンクリートの一体性が向上するため主筋の最大付着強度も高い。また、軸力が異なる試験体 MT85-AF, MT85-N, MT85-CH を比較すると、最大耐力時では余り差がないことが分かる。

2.2.3 ひびわれおよび破壊状況 写真-1 に载荷終了後の試験体状況を示す。付着破壊を生じた試験体は主筋に沿ったひびわれの幅が大きい。これらのひびわれは最大耐力後に生じたものである。

3. 各種耐力性状の検討

3.1 弾性剛性

試験体の弾性剛性計算値は(1)~(3)式を用いて算出した。コンクリート強度にはコアコンクリートの強度を用い、加力スタブの剛域を考慮している。弾性剛性にプレカラムの強度を考慮していないのは文献³⁾にも示すように、剛域を考慮したスタブコンクリートすなわちコアコンクリートの剛性の影響が強く現れることによる。実験値は目視によるひびわれ発生荷重の直前の計測値と原点を結ぶ直線の傾きを示しているため、計算値より小さい傾向があるものの比較的よく一致していると言える。

$$K_e = 1 / (1/K_f + 1/K_s) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$K_f = 12E_c \cdot I_e / h^3 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$K_s = GA / (\alpha h) \quad \dots\dots\dots(3)$$

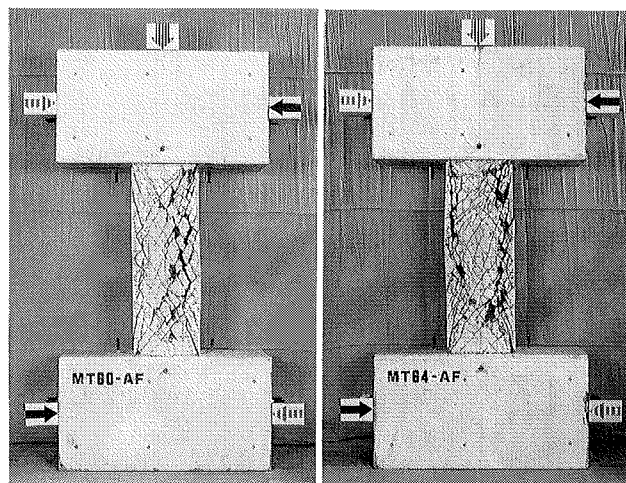


写真-1 破壊状況

- K_e : 弾性剛性
- K_f, K_s : 曲げおよびせん断剛性
- h : 剛域を考慮したスパン ($=h_0 + 2S$)
- h_0 : 柱内のリスパン, $S=0.25 D$, D : 柱全せい
- E_c : コアコンクリートのヤング係数
- I_e : 鉄筋を考慮した断面2次モーメント
- G : コアコンクリートのせん断弾性係数 ($=3/7 E_c$)
- A : 部材断面積 α : 形状係数 ($=1.2$)

3.2 曲げ・せん断ひびわれ荷重

曲げひびわれ荷重は(4)式で、せん断ひびわれ荷重は(5)式によって評価した。いずれも文献³⁾に示すプレカラム柱の計算式を用いている。曲げひびわれはプレカラムとスタブの打継ぎ面に最初に生じることを考慮すると、曲げひびわれ荷重はプレカラムを用いない部材と同等あるいはそれ以下と予想される。本実験結果は計算値の1/2程度であった。せん断ひびわれ荷重実験値は軸力がある場合計算値に比べかなり高い結果となった。

$$Q_{Bc} = 2M_{Bc}/h_0, M_{Bc} = 1.8 \sqrt{\sigma_{Bc}} Z_e + \sigma_0 Z_e \dots\dots\dots(4)$$

$$Q_{Sc} = (1 + \sigma_0/150) [0.085 kc (500 + \sigma_{Be}) / \{ (M/Qd) + 1.7 \}] \cdot bj \dots\dots\dots(5)$$

- Q_{Bc} : 曲げひびわれ荷重 (tf)
- Q_{Sc} : せん断ひびわれ荷重 (tf)
- M_{Bc} : 曲げひびわれモーメント
- σ_{Be} : 等価コンクリート強度 (= $(\sigma_{Bs}A_s + \sigma_{Bc}A_c)/A$)
- σ_{Bc}, σ_{Bs} : コアおよび外殻コンクリート強度
- Z_e : 鉄筋を考慮した断面係数
- σ_0 : 軸方向応力度
- K_c : 断面寸法による補正係数 (RC 規準による)
- A_s, A_c : それぞれ外殻, コアコンクリートの断面積 ($A_s + A_c = A$)
- M/Q_d : シアスパン比
- b, j : 断面幅および応力中心間距離 (有効せいの7/8)

3.3 曲げ降伏荷重

表-3における降伏荷重計算値は、外殻コンクリートの強度を考慮するファイバーモデルによる断面解析によって求めたものである³⁾。材料の応力-ひずみ関係は鉄筋をひずみ硬化を考慮する (E_s の2%) バイリニア曲線に、コンクリートの圧縮側をe関数式で、引張側をヤング係数の傾きを持つ直線で表わした。曲げ降伏を生じた試験体 (MT60-AF, UT85-AF) の実験値は計算値と良く一致している。

3.4 曲げおよびせん断耐力

表-3の曲げ最大耐力は降伏荷重と同様にファイバーモデルによる断面解析によって求めたものである。

せん断耐力は図-7に示すように、断面内でトラスあるいはアーチ機構負担部分を仮定し、各々のコンクリート強度を用いた各抵抗機構のせん断負担分力の合計とする(6)~(15)式に示すプレカラム柱のせん断耐力評価法による^{3),4)}。

試験体は付着破壊したものがほとんどであるが、予想される曲げあるいはせん断耐力をほぼ発揮している。また、曲げ破壊が予想されたMT60-AF試験体がせん断破壊を生じたこと、あるいはUT85-AF試験体は曲げ破壊荷重を上回る荷重で付着破壊を生じたことなどから、添え筋を配筋することで曲げ終局耐力が上昇することが考えられる。この現象は前報¹⁾でも観察され、プレカラムを

用いない一体打ち試験体で曲げ終局耐力は計算値のほぼ20%程度高い結果を得ている。

$$V_u = V_t + V_a \dots\dots\dots(6)$$

$$b_{ts} = a_s \sigma_{wy} / (S \sin^2 \phi \cdot \nu \sigma_{Bs}) \dots\dots\dots(7)$$

$$b_{tc} = a_s \sigma_{wy} / (S \sin^2 \phi \cdot \nu \sigma_{Bc}) \dots\dots\dots(8)$$

$$V_t = 2b_{ts} \cdot \nu \sigma_{Bs} j_t \cos \phi \sin \phi + (n-2)b_{tc} \cdot \nu \sigma_{Bs} j_t \cos \phi \sin \phi = b j_t p_w \sigma_{wy} \cot \phi \dots\dots\dots(9)$$

$$V_a = V_{as} + V_{ac} \dots\dots\dots(10)$$

$$V_{as} = \tan \theta \cdot b_s D \nu \sigma_{Bs} / 2 \dots\dots\dots(11)$$

$$V_{ac} = \tan \theta \cdot b_c D \nu \sigma_{Bc} / 2 \dots\dots\dots(12)$$

$$\tan \theta = \sqrt{\{ (2M/VD)^2 + 1 \}} - 2M/VD \dots\dots\dots(13)$$

$$b_s = 2t_s - 2b_{ts}, b_c = b - 2t_s - (n-2)b_{tc} \dots\dots\dots(14)$$

- n, a_s, S : せん断補強筋の足数, 断面積, 間隔
- p_w : せん断補強筋比
- σ_{wy} : せん断補強筋の降伏強度
- V_t, V_a : トラスおよびアーチ機構負担せん断力
- V_{as}, V_{ac} : 外殻およびコアコンクリートによるアーチ機構負担せん断力
- j_t : 主筋中心間距離
- b_{ts}, b_{tc} : 外殻およびコアコンクリート内でトラス機構の作用する断面幅
- b_s, b_c : 外殻及びコアコンクリート内でアーチ機構の作用する断面幅
- t_s : プレカラムの厚さ
- ν : コンクリートの有効係数で次式による。
 $\nu = (2M/VD + 1) / 4 \quad (0.5 \leq \nu \leq 1.0) \dots\dots\dots(15)$
- ϕ : コンクリートの圧縮角で45度とする。

3.5 添え筋応力と部材の耐力性状の関係

スパン中央の主筋突合せ位置では曲げモーメントが0であるが添え筋に引張応力が生じる。これはトラス機構による負担せん断力すなわち圧縮ストラットの材軸方向成分に対する反力と考えられる。従って、この位置で添え筋が降伏するとフープ筋の降伏と同様にトラス負担せん断力は頭打ちとなる。添え筋降伏時耐力は、せん断補強筋の引張力、コンクリートの圧縮ストラット、および添え筋の引張力によるトラスの関係から次のように求められる。

$$V_{us} = V_{ts} + V_a \dots\dots\dots(16)$$

$$V_{ts} = A_{sp} \sigma_s / \cot \phi \dots\dots\dots(17)$$

$$\sigma_s = \sigma_y - \sigma_{ns} \dots\dots\dots(18)$$

$$\sigma_{ns} = n_r N / (bD + (n_r - 1) A_{sp})$$

ただし、引張軸力時 $\sigma_{ns} = N / A_{sp} \dots\dots\dots(19)$

- V_{us} : 添え筋降伏時層せん断力
- σ_s : 軸力を考慮した添え筋最大負担応力
- σ_{ns} : 軸力による付加応力、ただしコンクリートの引張強度を超える場合は全軸力を添え筋が負担する。
- n_r : ヤング係数比 (=15)

A_{sp} : 添え筋の全断面積

N : 軸力

以上の式から分かるように、せん断補強筋は降伏しないことを仮定している。下界定理に従えば、添え筋降伏後もアーチ負担せん断力によって部材耐力は上昇することになる。前報¹⁾では軸力のない試験体で添え筋降伏後に若干の耐力上昇が観察されたが、本実験では引張軸力を作用させた場合、添え筋が降伏するとその後の耐力上昇が期待できないことが分かった。そこで、引張軸力が作用した場合、せん断ひびわれ後の部材はアーチ機構によるせん断力負担がないものとする。表-3中に上式による計算結果を示している。

3.6 付着強度

本実験によって、PCa管を用いた付着破壊試験体の付着割裂パターンは載荷終了時の試験体の状態から、図-5(a)に示すように外殻コンクリートが割裂し、同時に外殻とコアコンクリートが界面付着破壊を生じ、主筋の割裂が生じることによるものと推定された。また、副帯筋などを用いて外殻とコアの一体性を向上させた場合、同図(c)に示す割裂パターンが考えられる。また、同図(b)は(a)が生じる直前の状態と考えられ、この状態になった時点で部材耐力が頭打ちとなることも考えられる。いずれの割裂パターンもコンクリートの割裂強度と拘束筋の補強効果による付着強度上昇の和($\tau_{bu} = \tau_{co} + \tau_{st}$)で主筋の最大平均付着強度は以下のように求められる。

(1) コンクリートの割裂強度 コンクリートの割裂強度は日本建築学会「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」(以後終局強度型指針と省略する)におけるコンクリートの割裂強度式を準用した。

割裂パターン a は、副帯筋がないときに生じるものとし、外殻とコアコンクリートの界面付着を無視し、PCa管に設けたシアコッターの付着抵抗は考慮しない条件のもとで外殻コンクリートの割裂強度とコアコンクリートのコーナー割裂強度の和として求められる。パターン b は同様に外殻コンクリートの割裂強度のみで、パターン c は外殻コンクリートの割裂強度にコアコンクリートの割裂強度を加えたものとする (式(20)~(22))。

(2) せん断補強筋の補強効果による付着強度上昇 付着強度に及ぼすせん断補強筋の補強効果に関する考え方は前報¹⁾と同様であるが、本報では外殻コンクリートの強度を考慮している (式(23))。

$$a: \tau_{co} = (0.8t_s/\Sigma d_b + 0.5)\sqrt{\sigma_{Bs}} + (0.4(2\sqrt{2}d_c - d_b)/d_b + 0.5)\sqrt{\sigma_{Bc}} \quad \dots\dots\dots(20)$$

$$b: \tau_{co} = (0.8t_s/\Sigma d_b + 0.5)\sqrt{\sigma_{Bs}} \quad \dots\dots\dots(21)$$

$$c: \tau_{co} = (0.8t_s/\Sigma d_b + 0.5)\sqrt{\sigma_{Bs}} + (0.4(b - 2t_s - \Sigma d_b)/\Sigma d_b + 0.5)\sqrt{\sigma_{Bc}} \quad \dots\dots\dots(22)$$

$$\tau_{st} = \{ (20/N_t + 5N_u/N_t + 20N_s/N_t) p_w (2t_s\sqrt{\sigma_{Bs}} + (b - 2t_s)\sqrt{\sigma_{Bc}}) \} / d_b \quad \dots\dots\dots(23)$$

d_b : 隅角部の主筋直径

Σd_b : 一列に並ぶ主筋直径の総和

N_s, N_u : それぞれ一列の主筋のうち直接副帯筋の

かかっているものといないもの本数

N_t : 一列の全主筋本数 ($N_t = 2 + N_s + N_u$)

表-3ではパターン(b)による τ_{bu} 計算値を用いて、部材端部で主筋応力を算出し($\sigma = \tau_{bu} \cdot \psi \cdot h/2$)、断面解析による主筋応力と一致する時点の耐力を算出している。いずれも精度良く実験結果を捉えており、計算結果は各試験体の破壊モードと一致している(破壊モードが不明確なMT85-AFSは付着割裂破壊と推定された)。また、副帯筋がない場合は付着破壊耐力は(b)で決まると考えられる。付着強度計算式を用いて算出した τ_{bu-est} と実験結果 τ_{bu-exp} の比較を図-8に示す。なお、降伏ヒンジを計画する部材では部材の靱性を確保するため、繰返しによる付着強度の低減を考慮し、 σ_{bu} に低減係数 $\alpha = 0.5$ を乗じた値を用いて付着割裂破壊耐力を算定する。本来ならば部材回転角と α の関係をより明確にすべきであるが、プレカラム柱の実験および文献²⁾³⁾を参考に繰返し回数6回以上に対応する付着強度劣化を考慮して α を決定した。

4. まとめ

本実験により以下に示す知見が得られた。

- (1) プレカラムを用いた突合せ継手試験体の耐力性状は同一せん断補強筋量であれば副帯筋(中子筋)を使用するほうが優れる。
- (2) 引張軸力時添え筋が部材中央付近で降伏すると部材の耐力上昇が望めなくなる。また、モーメントが0の部材中央で添え筋にひずみが生じるのは、軸力とせん断ストラットの材軸方向成分によると考え、添え筋降伏時耐力算定式を提案した。
- (3) 部材の曲げおよびせん断耐力はプレカラムを考慮する提案式によって求められる。
- (4) 添え筋の降伏耐力、付着割裂時耐力の算定方法を提案し、本実験結果との対応性が良いことを確認するとともに部材の設計法を提案した。

参考文献

- 1) 増田彦彦, 吉岡研三, 脇坂達也: 太径異形鉄筋の重ね継手工法の開発(その2), 大林組技術研究所報, No. 44, p. 21~26, (1992)
- 2) 増田彦彦, 吉岡研三, 脇坂達也: 突合せ式重ね継手を有するハーフプレキャスト柱部材に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 14, No. 2, p. 113~118, (1992)
- 3) 増田彦彦, 吉岡研三: 外殻に薄肉プレキャスト管を使用した鉄筋コンクリート柱の耐力特性に関する研究, 日本建築学会構造系論文報告集, No. 458, (1994)
- 4) 若林實, 南宏一: コンクリート系構造部材のせん断強度について, 京都大学防災研究所年報, 第24号 B-1, p. 1~33, (1981)
- 5) 森田司郎, 角徹三: 繰返し荷重下における鉄筋とコンクリート間の付着特性に関する研究, 日本建築学会論文報告集, No. 229, p. 15~24, (1975)