

梁-柱梁接合部一体化型プレキャスト架構の2方向水平加力実験

Bi-directional Loading Tests of Precast R/C Frame with Beams Integrated with Beam-Column Joints

小坂 英之 HIDEYUKI KOSAKA

新上 浩 HIROSHI SHINJO

山中 久幸 HISAYUKI YAMANAKA

建築技術部 松本 啓二 KEIJI MATSUMOTO

躯体のプレキャスト（PCa）化率が高く、より生産性の高い工法として、梁と柱梁接合部が一体化されたPCa工法が開発された。本報では、このPCa工法による内柱架構および外柱架構試験体の2方向水平加力実験を実施し、主としてPCa部材同士の接合部の構造性能について検証した。その結果、本工法の構造性能に及ぼす特殊性は小さく、コンクリートが一体に打設された在来工法と同等の性能を有することが確認された。

キーワード：高層RC建築物、プレキャスト柱梁接合部、2方向加力、変動軸力

A new construction method using precast beams integrated with beam-column joints was developed. The productivity of this construction method is higher, because the majority of structural members consist of precast concrete products. This report describes the outline of the test, and the performance of structure on interior and exterior beam-column joints under bi-directional loading. As a result, it was confirmed that in this construction method, there were few particularities of the structural performance compared with conventional method of construction.

Key Words: High-Rise R/C Building, Precast Beam-Column Joints, Bi-directional Load, Varying Axial Load

1. はじめに

鉄筋コンクリート（RC）造建築物では、高い品質を確保し、施工の省力化・短工期化を図るために、柱・梁部材のプレキャスト（PCa）化による工業化施工が積極的に進められている。このPCa工法では、PCa化された部材同士をどの部位で接合するかによって種々の方式があり、その代表的な方式として柱、梁部材を各々PCa化し柱梁接合部で両者を接合するもの^{例えは1)~3)}、予め梁と柱梁接合部を一体にPCa化し梁部材の中央付近で接合するもの^{例えは4), 5)}などがある。これらの方式では、前者は柱梁接合部で、後者は梁部材のスパン中央部で場所打ちコンクリート部を設けるために、鉄筋・型枠工事およびこれに伴う外部足場工事が不可欠となっている。

このような場所打ちコンクリートによる湿式接合部を設ける工法は、建て方精度を確保する上でも有効であるが、施工技術が進歩した今日にあっては、柱・梁部材をフルPCa化し、部材同士を目地幅程度のクリアランスを確保して架設していくことが可能であり、PCa化率の高

い、より工業化の進んだ工法が実現できるものと考えられる。

本報では、このような観点から開発されたPCa工法について、工法の概要と十字形・ト字形の立体架構を対象に実施した2方向水平加力実験結果を報告する。

2. 工法概要

図-1に本工法の概要を示す。本工法は、内法階高分のPCa柱、および柱梁接合部とその両側のスパン中央までの梁が一体化されたPCa部材（以下、PCa梁）で架構を構成するものである。部材同士の接合は、15mm~25mm程度の目地を設け、その部位に後でモルタルを充填する工法によるものであり、これを可能とするために各部材の形状および建て方手順を以下のように設定している。

各プレキャスト部材の形状については、PCa柱は、柱頭部に柱主筋用のモルタル充填式鉄筋継手を内蔵し、柱脚部は柱主筋を突出させた形状としている。PCa梁は、柱主筋の通る位置にシース管を内蔵して主筋本数分の孔

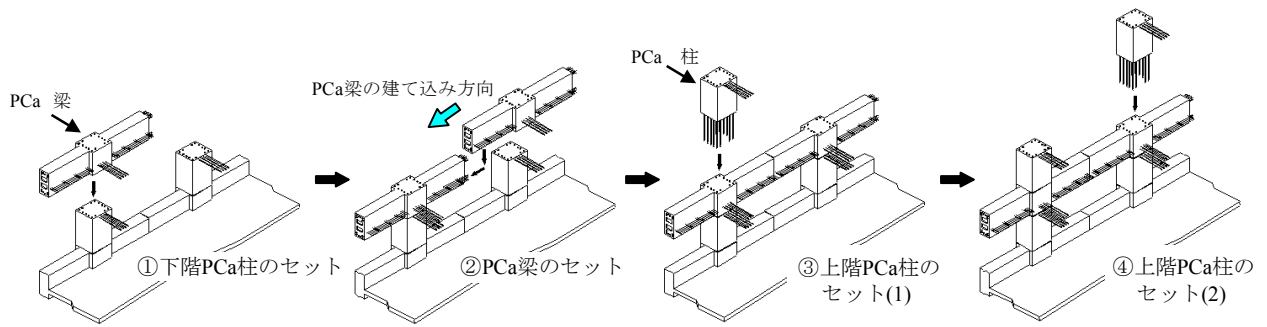


図-1 工法概要

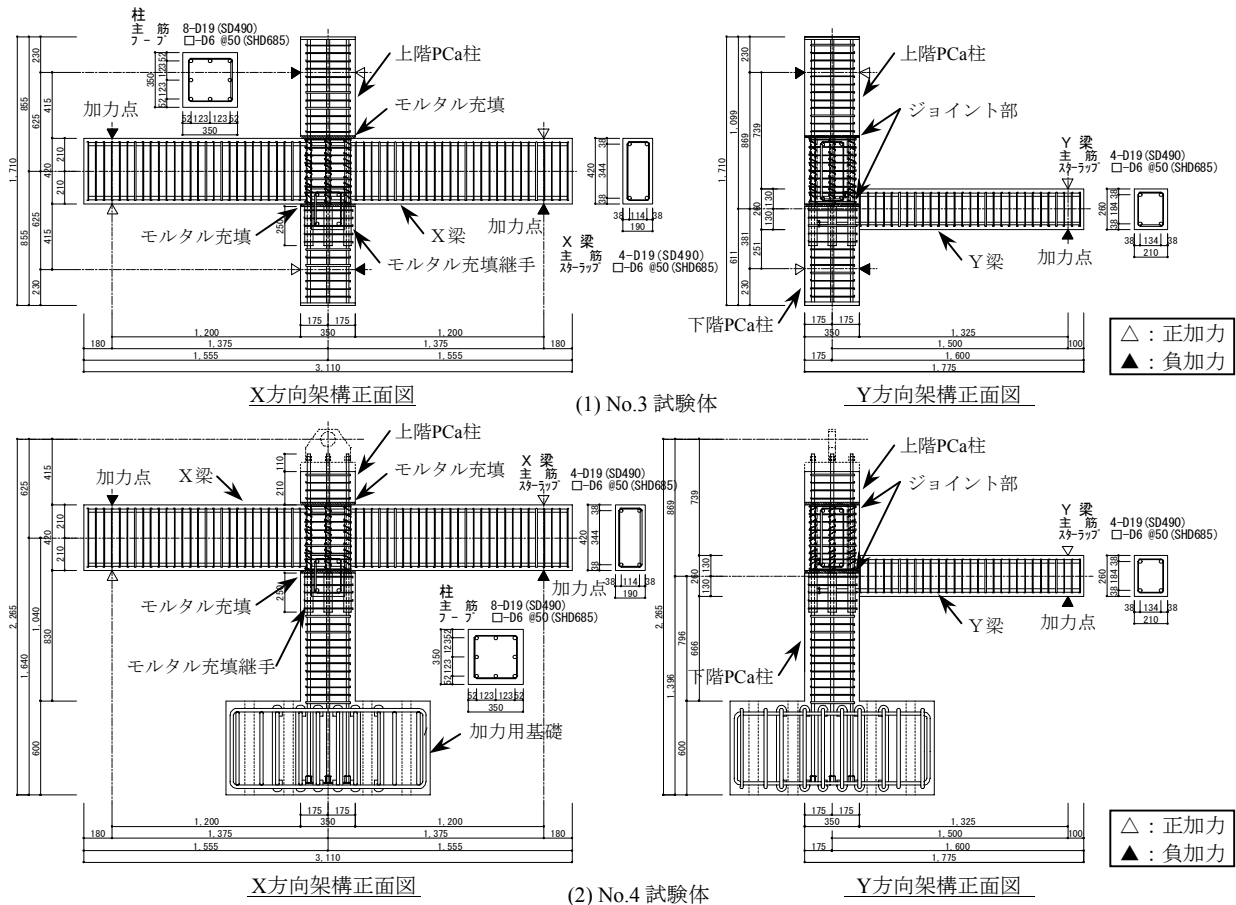


図-2 試験体図

を貫通させ、梁の一方の端部に梁主筋用のモルタル充填式鉄筋継手を内蔵し、他方は梁主筋を突出させた形状としている。

建て方の工程は、①下階のPCa柱設置後、まず②PCa梁を図示のように水平方向にスライドさせてセットし、つぎに③上階のPCa柱を、その突出した柱主筋がPCa柱梁接合部の開孔を貫通して下階柱頭部の鉄筋継手まで達するようにセットするという手順である。各PCa部材のセット後は、柱・梁のジョイント部の外周にモルタルを先詰めした後、鉄筋継手部、シース管部およびジョイント部の順にモルタルを充填して部材間の一体化を図る。

本工法は、施工上の利点を有する反面、柱頭・柱脚のジョイント部のモルタル性能（強度・ヤング係数）の架

構特性に与える影響や柱梁接合部のシース管内で通し配筋された柱主筋の付着性状などの構造上の不明な点を有している。

また、本工法が対象としている架構形式は、桁行(X)方向が逆梁で、張間(Y)方向が順梁の板状住棟の架構形式であり、X、Y方向の梁が段差を有して柱に取付くものである。この架構に斜め方向の水平力が作用した場合の柱梁接合部の性状は必ずしも明らかではない。そこで、主として本工法のPCa部材同士のジョイント部、および直交する梁が段差のある柱梁接合部の構造性能を検討するために架構実験を実施することとした。

表-1 試験体諸元

試験体名	想定破壊形式	柱軸力 (kN)	X梁	Y梁
No.1	梁降伏	-1470	No.3~No.5と同じ	なし
No.2	柱梁接合部せん断破壊	-2120	b×D _b =220×245mm [主筋(上・下端共)] 5-D19(USD685A), Pt=3.55% [スターラップ] 2-D10@50(SD785), Pw=1.29%	b×D _b =210×260mm [主筋(上・下端共)] 2-D19(SD490), Pt=1.23% [スターラップ] 2-D6@50 (SHD685), Pw=0.61% [主筋定着] 機械式定着金物
No.3	梁降伏	-2120	b×D _b :190×420mm [主筋(上・下端共)] 2-D19(SD490), Pt=0.79% [スターラップ]	2-D6@50 (SHD685), Pw=0.67% [主筋定着] 機械式定着金物(No.5のみ)
No.4	梁降伏 (圧縮軸力時)	-1470 ~ +1010 (図5参照)	2-D6@50(SHD685), Pw=0.67% [主筋定着] 機械式定着金物(No.5のみ)	2-D6@50(SHD685), Pw=0.37% [主筋定着] 機械式定着金物(No.5のみ)
No.5	柱降伏 (引張軸力時)			
共通事項	柱 Bc×Dc:350mm×350mm [主筋] 8-D19(SD490, No.2のみUSD685A), Pg=1.87% [フープ] 2-D6@50(SHD685), Pw=0.37% [継手] モルタル充填式, 外径φ50mm, 長さL=250mm 柱梁接合部 [せん断補強筋] 2-D6@50(SHD685), Pw=0.37% [シース管] 内径φ35mm, t=0.25mm厚			

表-2 材料試験結果

試験体	コンクリート						柱梁接合部 充填モルタル			
	柱 柱梁接合部		X梁		Y梁		継手内		シース管内, 柱頭・ 柱脚ジョイント部	
	σ_B ¹⁾	Ec ²⁾	σ_B ¹⁾	Ec ²⁾	σ_B ¹⁾	Ec ²⁾	σ_B ¹⁾	Ec ²⁾	σ_B ¹⁾	Ec ²⁾
No.1	65.8	3.38	33.5	2.70	—	—	—	—	—	—
No.2	66.0	3.44	66.0	3.44	33.6	2.60	123	—	125	—
No.3	68.0	3.51	34.3	2.66	34.6	2.55	—	—	—	—
No.4	37.7	2.77	37.3	2.84	33.9	2.76	131	3.86	139	3.88
No.5	38.1	2.74	38.3	2.81	35.0	2.76	—	—	—	—
鉄筋径・種別	降伏点強度 σ_y (N/mm ²)		引張強度 σ_t (N/mm ²)		ヤング係数 E _s (N/mm ²)		降伏ひずみ ϵ_y (×10 ⁻⁶)		使用部位	
D6 (SHD685)	687 ³⁾		895		1.93×10 ⁵		5560 ³⁾		No.1~5: 柱フープ、 柱梁接合部せん断補強筋 No.1, 3~5: X梁スターラップ No.1~5: Y梁スターラップ	
D10 (SD785)	841		1029		2.08×10 ⁵		4180		No.2: X梁スターラップ	
D19 (SD490)	548		694		1.94×10 ⁵		2970		No.1, 3~5: 柱・X梁主筋 No.1~5: Y梁主筋	
D19 (USD685A)	745		939		1.96×10 ⁵		4420		No.2: 柱・梁主筋	

1) 圧縮強度 (N/mm²), 2) ヤング係数 (×10⁴N/mm²), 3) 0.2%オフセット時

3. 実験概要

(1) 試験体

図-2に試験体図 (No. 3, No. 4試験体) を, 表-1に試験体諸元を示す。

試験体は約 1/3 縮尺で合計 5 体からなり, No. 1試験体は X 方向のみの平面架構である。No. 2~No. 5試験体は X, Y 方向の立体架構であり, 柱梁接合部および PCa 柱ジョイント部に 2 方向のせん断力を作用させる。

X 方向の架構形式は, No. 1~No. 4試験体は十字形, No. 5試験体は T 字形で, Y 方向はいずれも T 字形である。X 方向架構の破壊形式は, 一定軸力の No. 1, No. 3試験体は梁曲げ降伏, No. 2試験体は柱梁接合部のせん断破壊を想定し, 変動軸力の No. 4, No. 5試験体は, 引張時は柱降伏, 圧縮時は梁降伏を想定した。Y 方向架構はいずれも梁曲げ降伏である。



(1) PCa梁のセット



(2) 上階PCa柱のセット



(3) 下階PCa柱, 鉄筋継手部
モルタル注入



(4) シース管, ジョイント部
モルタル注入

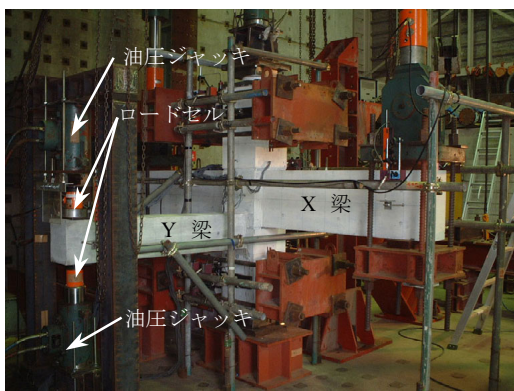
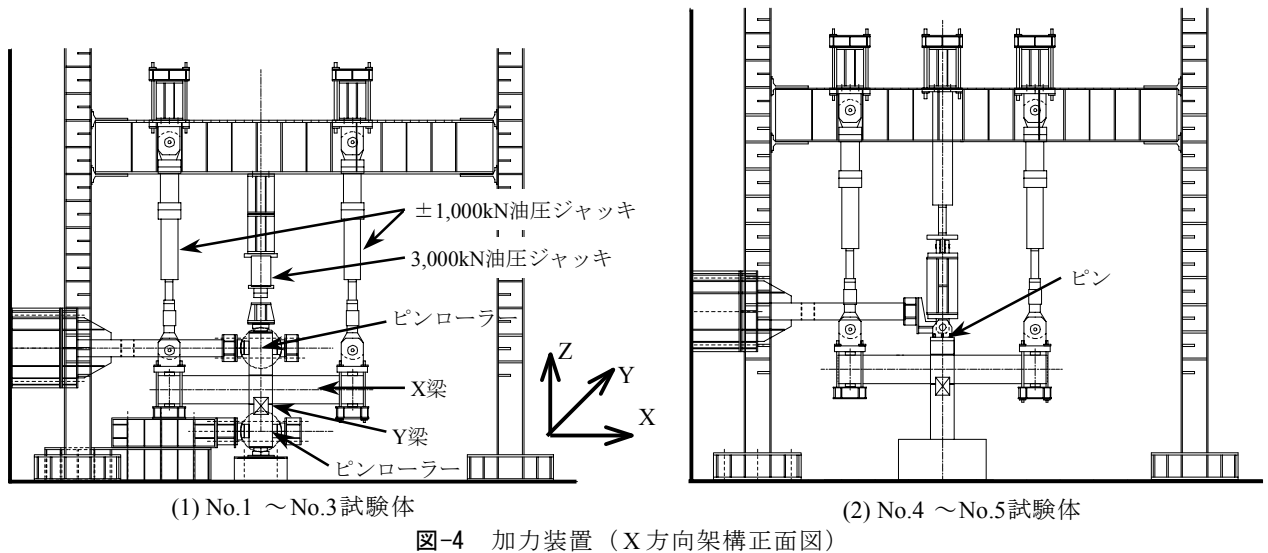
図-3 試験体の製作手順

試験体は, 図-3に示すように実施工と同様の手順で製作した。PCa 梁の製作では, No. 2試験体以外では, 柱梁接合部に PCa 柱と同一のコンクリートを打設するために, 梁と柱梁接合部との間に打継ぎ部 (コッターは設けていない) を設けた。No. 2試験体の PCa 梁は, 梁と柱梁接合部を一体で打設した。Y 梁は, X 方向架構部分を製作した後, 在来工法により製作した。また, T 字形架構の梁主筋の定着には, 機械式定着金物を使用している。表-2に使用材料の試験結果を示す。

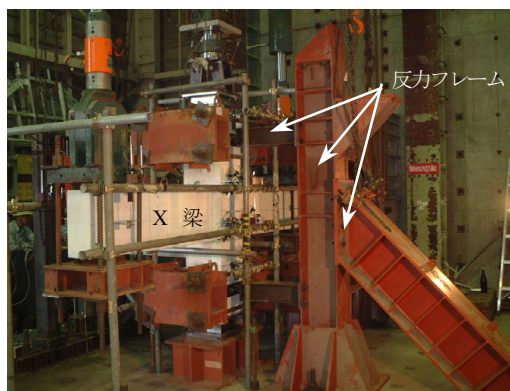
(2) 加力方法および計測方法

図-4に加力装置図を, 写真-1に加力状況を示す。

No. 1~No. 3試験体では, 上下の柱の反曲点位置をピン



(1) Y梁の加力状況



(2) Y梁の反力フレーム

写真-1 加力状況

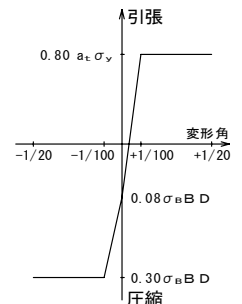


図-5 柱軸力の加力ルール

ローラー支持し、柱上部の油圧ジャッキ（圧縮型、最大荷重 3,000kN、ストローク200mm）により一定軸力を作用させるとともに、X梁端位置を油圧ジャッキ（両動型、最大荷重± 1,000kN、ストローク600mm）で上下方向に漸増繰返し加力する方法とした。Y梁の加力では、写真-1(1)に示すように、2台の油圧ジャッキ（圧縮型、最大荷重 1,000kN、ストローク200mm）を梁の上下に取り付け、加力方向によって油圧ジャッキを交互に切り替える方法とした。Y梁加力時の反力の処理については、写真-1(2)に示すように、柱上下の支点位置と反力フレーム間をクリアランスを設けて高強度鉄筋で緊結することにより、鉛直方向の変形を許容しつつ、水平方向の力を伝達させる方式とした。

X、Y梁は変形角が同一になるように加力し、その折り返し変形角および繰返し回数はそれぞれ± 1/400 (1回)、1/200、1/100、1/67、1/50、1/40 (各2回)、1/33、1/20 (各1回)radを基本とした。

No. 4、No. 5試験体では、柱下部の加力用基礎を反力床に固定し、柱上部のピン位置で油圧ジャッキ（両動型、最大荷重+2,000/-1,000kN、ストローク550mm）により

変動軸力を作用させた。X、Y梁の加力方法および載荷ルールは、No. 1～No. 3と同様である。図-5に、柱軸力の載荷ルールを示す。

図-6に変位の計測位置を、図-7にひずみの計測位置を示す。変位の計測位置については、梁加力位置、柱上下のピンローラー位置、柱梁接合部の4隅は全試験体で共通とし、引張軸力を作用させるNo. 4、No. 5試験体では、PCa柱とPCa梁との間の水平方向の変形差を測定した。

4. 実験結果と考察

(1) 破壊状況および荷重-変形関係

a) X方向架構

図-8に各試験体の梁端荷重-変形角曲線を、図-9に柱梁接合部のせん断変形角の推移を示す。また、図-10に最終ひび割れ図を示す。

1方向加力のNo. 1試験体では、梁主筋の降伏後、変形角R=+1/100radで最大荷重を示し、その後、梁主筋の抜け出しおよび梁圧縮側コンクリートの圧壊が進行して荷

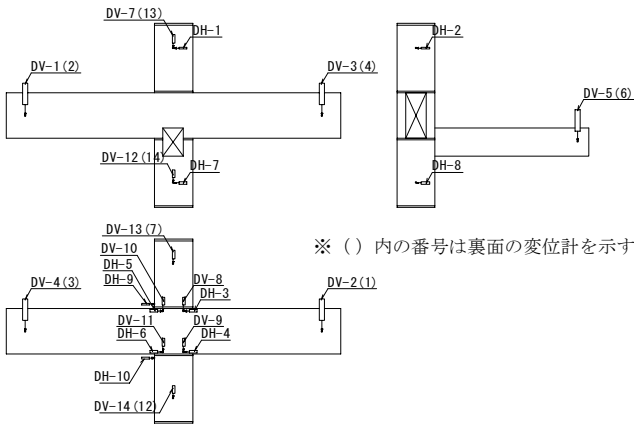


図-6 変位の計測位置

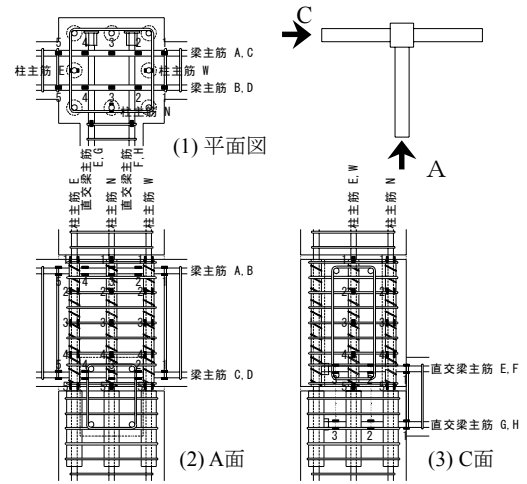


図-7 ひずみの計測位置

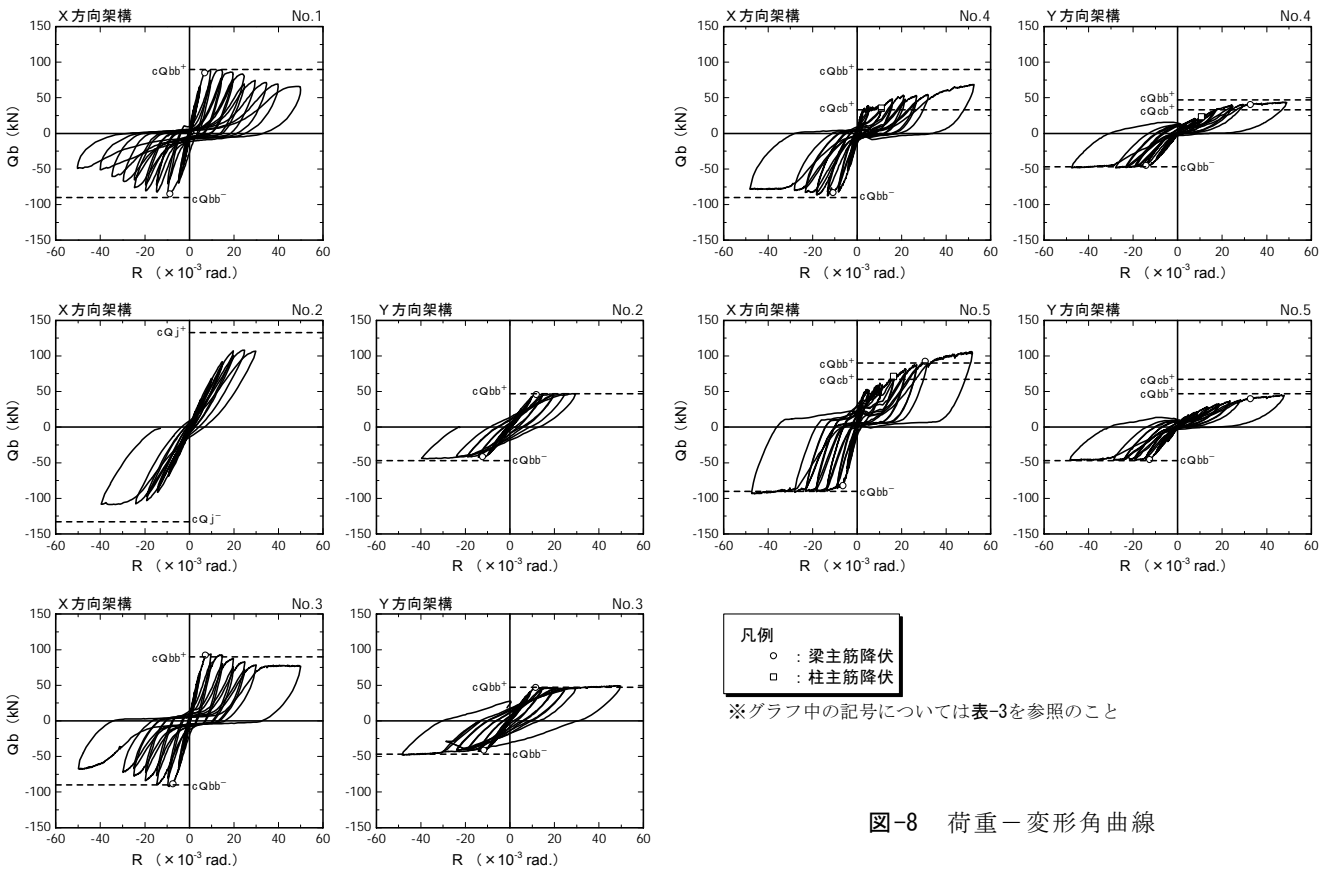


図-8 荷重-変形角曲線

重が徐々に低下するとともに、荷重-変形曲線の形状にスリップ性状が現れている。これらの性状は、2方向加力のNo.3試験体でも概ね同様であり、荷重-変形関係に1方向加力と2方向加力の差異は特に見られない。

柱梁接合部のせん断破壊を想定したNo.2試験体では、 $R=+1/50\text{rad}$ 以降で荷重の上昇が見られなくなり、 $R=-1/30\text{rad}$ の加力時に梁主筋の降伏は生じず圧縮側コンクリートが圧壊して実験を終了した。柱梁接合部の最大せん断変形角は約 $3/1000\text{rad}$ であり、柱梁接合部のせん断破壊には至らなかった。しかしながら、柱梁接合部によ

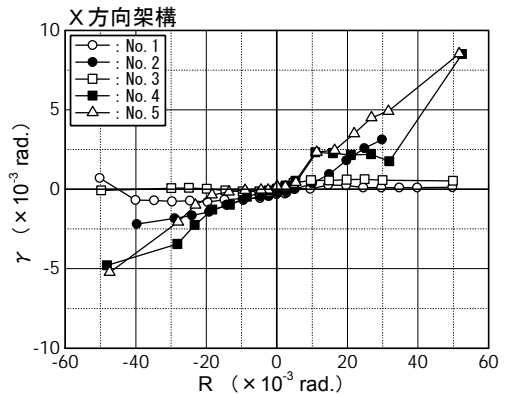


図-9 接合部せん断変形角の推移 (X方向)

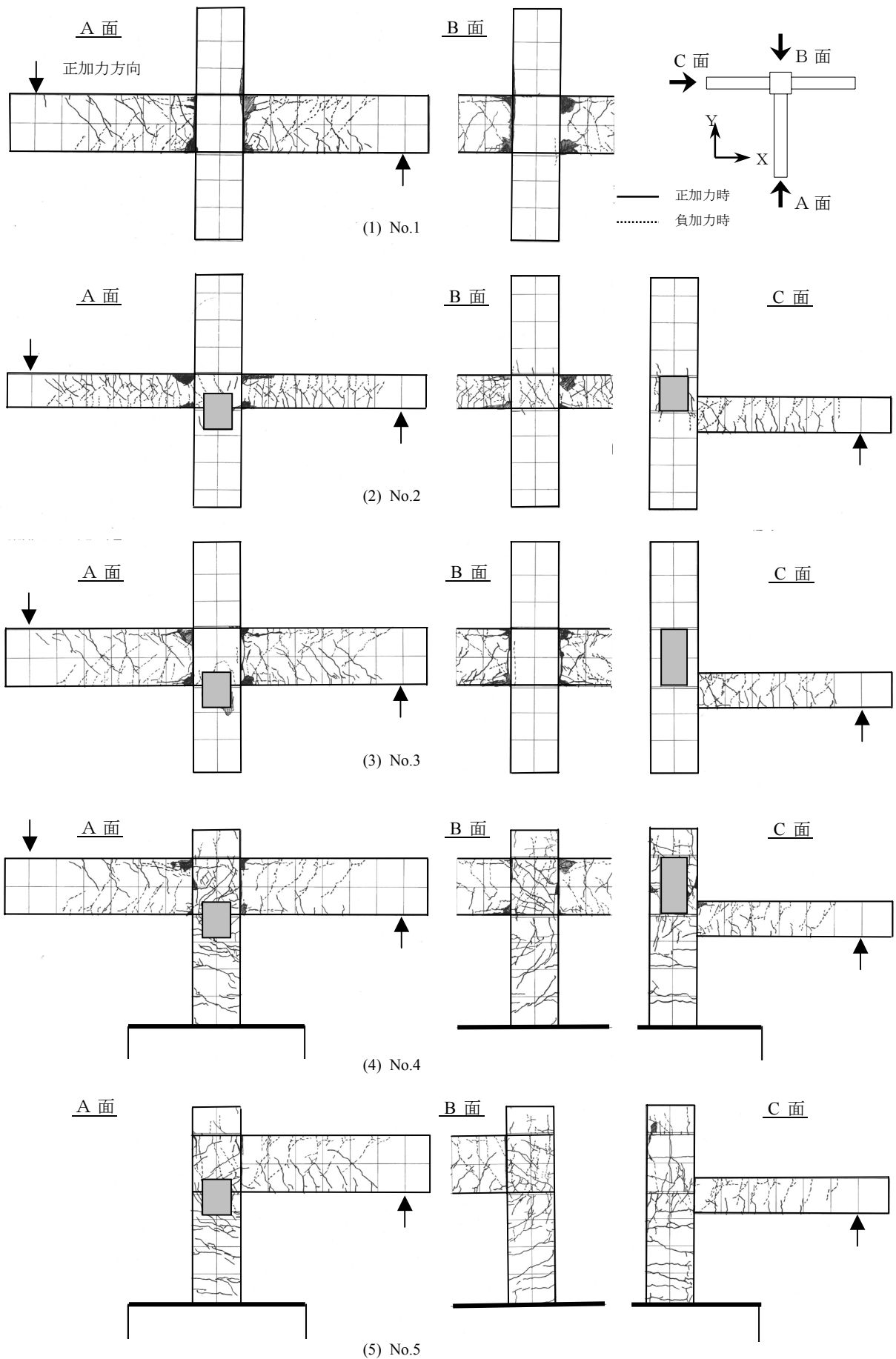


図-10 ひび割れ図

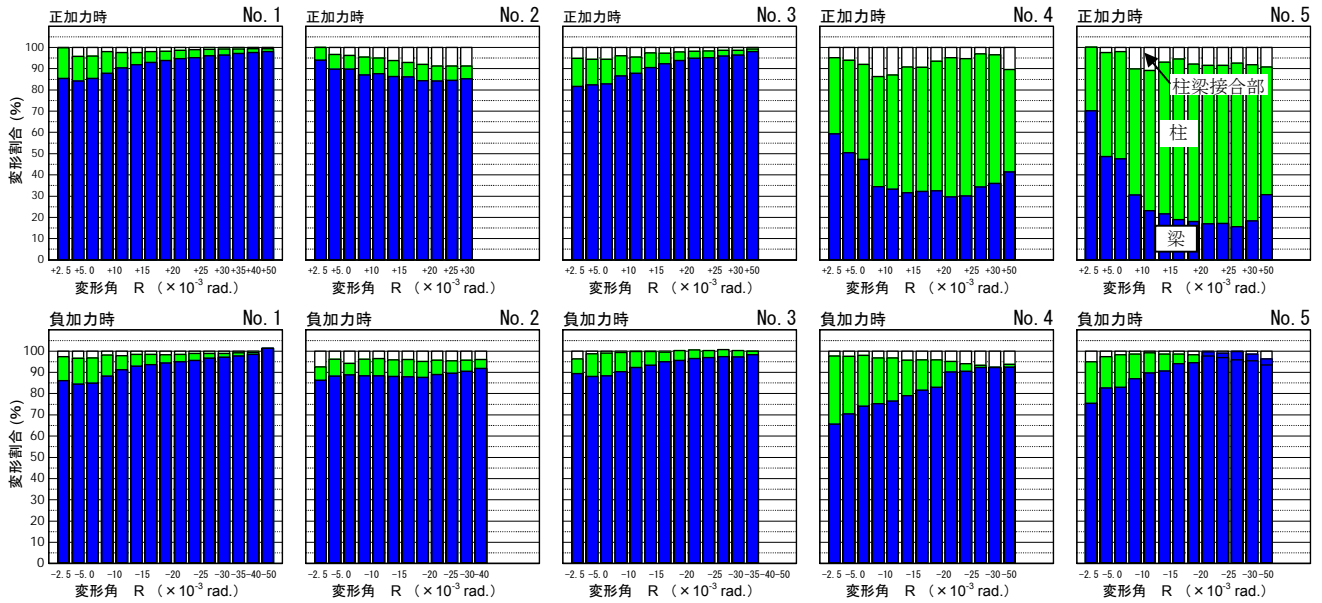


図-11 変形割合 (X方向)

り大きなせん断力が入力されたNo.2試験体では、Y梁のある面とない面の柱梁接合部のせん断ひび割れの状況に差異が見られた。すなわち、Y梁のない面 (B面) では正/負加力時のひび割れがほぼ対称に多数発生しているのに対し、Y梁のある面 (A面) では正加力時のひび割れが少なくなっている。これは、Y梁から柱梁接合部に入力される作用力が、正加力時には圧縮応力となり柱梁接合部を拘束するように作用するが、逆に負加力時にはY梁主筋による引張応力が作用して直交梁による拘束効果が低下するためと考えられる。

PCa柱のジョイント部については、No.1, No.3試験体ではほぼ健全であり、No.2試験体では柱梁接合部のせん断ひび割れがジョイント部まで伸びたが、圧壊や剥離等の顕著な損傷は見られなかった。

変動軸力を作用させたNo.4試験体では、柱に引張力が作用する正加力時には柱主筋が降伏して剛性が大きく低下するものの、その後も荷重は増加している。この時、PCa柱ジョイント部では、柱曲げモーメントの引張域で隙間が生じており、圧縮側ではモルタルが部分的に圧縮力を負担する状態になった。本試験体では表-2に示すとおりこのジョイント部のモルタルの強度、ヤング係数が十分に高いために顕著な損傷は見られなかったが、これらモルタルの特性が本構造の特性に少なからず影響するものと思われる。一方、柱に圧縮力が作用する負加力時には、梁主筋の降伏変形角はNo.1およびNo.3試験体と同様であるが、降伏以降の荷重の低下の割合はより緩やかである。

隅柱を対象としたNo.5試験体では、X方向構面の柱梁接合部の斜めひび割れがNo.4試験体に比べて緩勾配にな

っており、引張軸力の影響がより大きいことを示している。引張軸力が作用する正加力時には、No.4試験体の場合と同様に、柱主筋降伏後も荷重が上昇し、最終的に梁主筋が降伏に至っている。圧縮軸力が作用する負加力時においても、降伏時の変形角がNo.4試験体に比べて小さく、また主筋降伏後の履歴性状も荷重低下のない比較的安定した性状を示しており、梁主筋に機械式定着金物を使用することによって十分な性能が得られることが確認された。No.5試験体のPCa柱のジョイント部の損傷状況は、No.4試験体とほぼ同様であった。

b) Y方向架構

梁主筋に定着金物を使用したY方向架構の荷重-変形関係については、一定軸力のNo.2, No.3試験体では、紡錘形の良い曲線形状を示している。また、変動軸力を作用させたNo.4, No.5試験体では、No.5試験体のX方向の場合と同様に、荷重-変形関係に柱の損傷の影響が現れている。

(2) 柱、梁および柱梁接合部の変形割合

図-11に、X方向架構についての柱、梁および柱梁接合部の変形割合を示す。ここで、梁の変形割合には梁主筋の抜け出しによる変形分が、柱の変形割合にはPCa柱のジョイント部の局部変形分が含まれている。

No.1試験体では、加力初期の小変形時には梁の変形割合は80~90%であるが、梁主筋降伏後の変形角 $R = \pm 1/100\text{rad}$ 以降は、梁主筋の抜け出しに伴ってさらに梁変形の割合が増大している。柱梁接合部の変形割合は非常に小さい。No.3試験体は、No.1試験体とほぼ同様な傾向を示している。

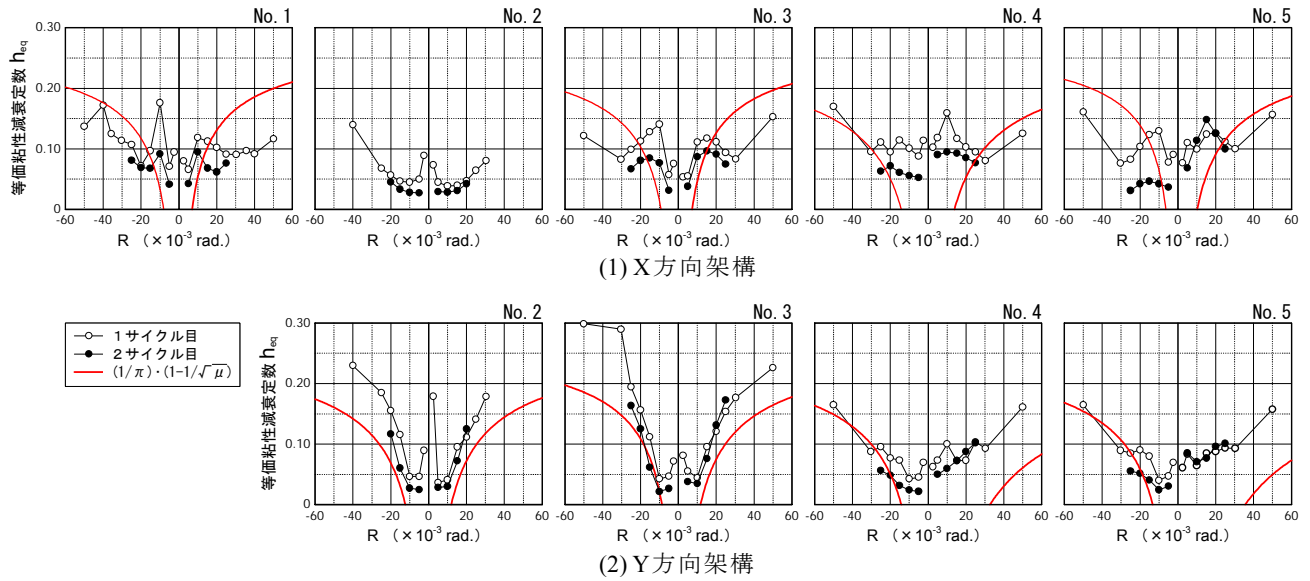


図-12 等価粘性減衰定数

No.2試験体では、Rの増大に伴って柱梁接合部の変形割合が大きくなっており、No.1, No.3試験体に比べて梁変形の占める割合が小さくなっている。

No.4試験体では、引張軸力の正加力時には、変形角Rの増大に伴い、柱の変形割合が増加し、柱主筋降伏後のR=1/100rad以降で柱が60%程度、梁が30%程度となっている。これに対し、圧縮軸力の負加力時には、小変形時の柱の変形割合はNo.1, No.3と比較してやや大きいものの、Rの増大に伴って梁変形の割合が次第に大きくなり、大変形時にはほとんどが梁の変形で占めている。この傾向は、隅柱のNo.5試験体ではさらに顕著である。

(3) 等価粘性減衰定数

図-12に、変形角Rと等価粘性減衰定数h_{eq}の関係を示す。同図には式(1)のh_{eq}の関係を併記した。

$$h_{eq} = \frac{1}{\pi} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{\mu}} \right) \quad (1)$$

ここに、

μ：梁主筋の降伏変形角を基点とした塑性率

式(1)は、復元力特性モデルにおける除荷時剛性を降伏時剛性の1/√μとした時の定常ループにおけるh_{eq}であり、建設省告示第1457号のm h_{ei}式を0.8で除した関係に相当するものである。

No.3試験体のh_{eq}は0.10前後となり、塑性率が約2.0以上の変形角では式(1)の値を下回っている。これは、梁主筋の抜け出しによるスリップ性状の影響のためと考えられる。一方、引張軸力の作用するNo.4およびNo.5試験体の正加力時のh_{eq}は、塑性率で2.0～2.5程度以上の変形角で式(1)の値を下回るが、全体的にはNo.1, No.3

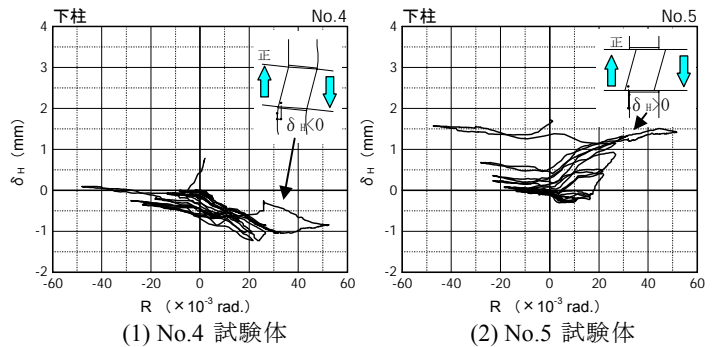


図-13 PCa柱ジョイント部の水平方向の変形差(計測値)

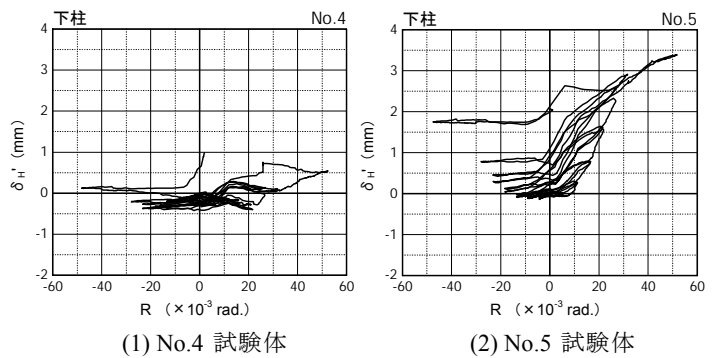


図-14 PCa柱ジョイント部の水平方向のずれ変形(部材の変形考慮)

試験体より大きな値を示している。また、梁主筋に機械機械式定着金物を用いたY方向架構では、全試験体ともh_{eq}は大変形時においても式(1)の値を上回っている。

(4) PCa柱ジョイント部のずれ変形

図-13に、No.4, No.5試験体のPCa柱ジョイント部の上下間における水平方向の変形差δ_Hの計測値を示す。同図中には、正加力時の梁せん断力の方向(矢印)およ

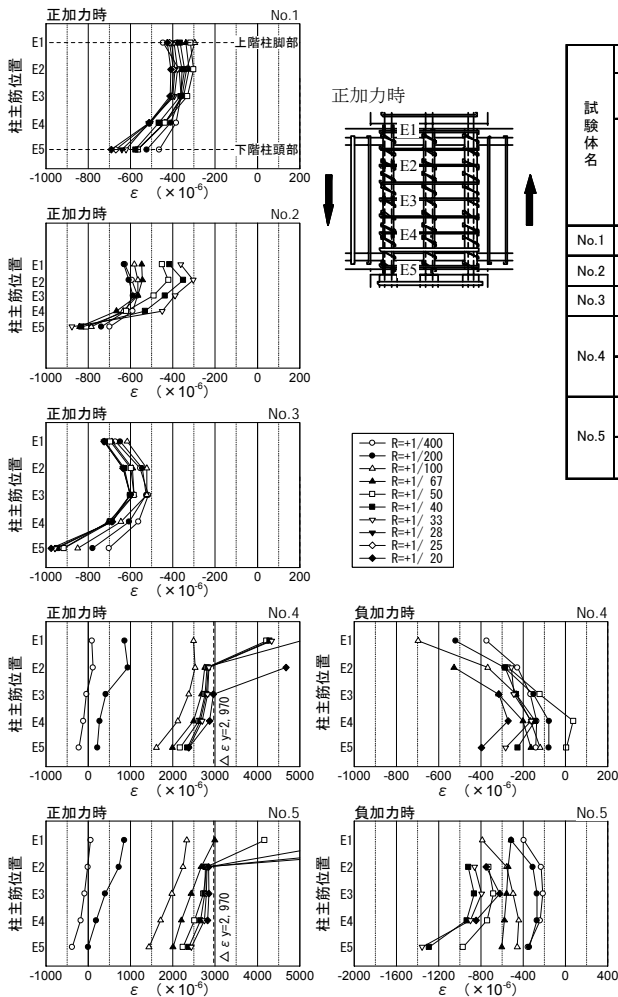


図-15 柱主筋のひずみ度分布

び δ_H の変形状況を併記した。 δ_H は、柱梁接合部の隅に埋め込まれたボルトと柱面との間の変形差であり、柱の変形、柱梁接合部のせん断変形および PCa 部材同士のジョイント部のずれ変形が含まれている。

No. 4試験体では、柱に引張軸力が作用する正加力時には柱変形による δ_H の増加が見られるが、PCa 柱ジョイント部のずれ変形は非常に小さいことがわかる。また、柱に圧縮軸力が作用する負加力時には、 δ_H の増加はほとんど見られない。梁が柱の片方のみ取り付けト字形架構のNo. 5試験体では、 $R=+1/67$ radまではNo. 4と同様に柱の曲げ変形の影響が見られるが、 $R=+1/50$ rad以降は δ_H が正方向の変形となり、柱梁接合部のせん断力の方向に PCa 柱ジョイント部でずれ変形が生じていることがわかる。図-14 は、図-13 の δ_H から柱および柱梁接合部の変形分を差し引いて算出したずれ変形を示したものである。ずれ変形の最大値は、No. 4試験体で約 1.0mm、No. 5試験体で約 3.4mm となっている。

(5) 柱梁接合部内の柱主筋のひずみ分布

図-15 に、各試験体の柱梁接合部のシース管内に配筋

表-3 諸強度の実験値と計算値

試験体名	実験値		計算値									
	最大荷重		梁通し配筋 附着応力 t (N/mm ²)	X方向架構				Y方向架構				
	X方向架構 t_{Q_b} (kN)	Y方向架構 t_{Q_b} (kN)		柱	梁		柱梁接合部 *3		梁			
No.1	89.4	—	13.6	*1 曲げ強度 cQ_{cb} (kN)	*3 せん断強度 cQ_{sb} (kN)	*2 曲げ強度 cQ_{bb} (kN)	*3 せん断強度 cQ_{bs} (kN)	せん断強度 cQ_j (kN)	梁筋附着強度 τ_u (N/mm ²)	τ_j	*2 曲げ強度 cQ_{bb} (kN)	*3 せん断強度 cQ_{bs} (kN)
No.2	108.7	47.1	8.5	438	239	147	198	133	14.3	1.27	47	170
No.3	93.8	49.4	13.9	472	240	90	193	263	14.6	1.02	47	171
No.4	87.9	48.4	11.3	361	197	90	203	174	10.4	1.43	47	170
	68.8			33					7.9	1.57		
No.5	93.8	46.6	—	725	397	90	207	463	—	—	47	171
	106.2			67					—	—		

*1: $M_{eu}=0.5 a_g \cdot \sigma_y \cdot g_1 \cdot Dc + 0.5N \cdot Dc (1-N/(Bc \cdot Dc \cdot \sigma_B))$ (圧縮軸力時),
 $M_{eu}=0.5 a_g \cdot \sigma_y \cdot g_1 \cdot Dc + 0.5N \cdot g_1 \cdot Dc$ (引張軸力時)を梁せん断力に換算,
 *2: $M_{bu}=0.9 a_t \cdot \sigma_y \cdot d$ をせん断力に換算, *3: 文献6)

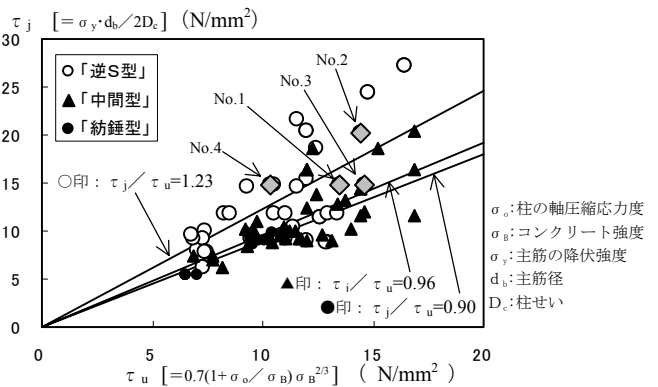


図-16 附着強度 τ_u と設計用附着応力度 τ_j

された柱主筋のひずみ分布を示す。No. 1, No. 3試験体では、曲げモーメントの引張域にある上柱脚部の鉄筋のひずみが、 $R=+1/100$ rad以降、圧縮ひずみの増加に転じている。これは、PCa 柱ジョイント部においてモルタル部が負担していた軸力の一部が柱主筋に移動したことを示すものと考えられるが、その程度は図示のとおり比較的小さいことがわかる。

No. 4, No. 5試験体において引張軸力を受ける正加力時のひずみ分布を見ると、柱主筋の降伏部は概ね柱頭・柱脚部となっており、シース管内の柱主筋の附着は確保されていることを示している。

(6) 諸強度の実験値と計算値

表-3に、梁端荷重に換算した諸強度の計算値と実験値との対応を示す。X方向架構では、No. 1, No. 3試験体およびNo. 4, No. 5試験体の圧縮軸力(負加力)時の最大荷重は、梁曲げ強度である90kNにほぼ一致している。引張軸力(正加力)時の最大荷重は、No. 4試験体で柱曲げ強度の約208%, No. 5試験体で159%と大きな値を示している。

柱梁接合部内の梁主筋の付着応力度の実験値 τ_u は、応力度-ひずみ度関係を R-0 モデルと仮定し、柱梁接合部内を4区間に分けて測定した主筋のひずみ度から算出したものであり、4本の主筋の各区間について求めた局所最大付着応力度の平均値である。付着強度の計算値 τ_u に対する τ_j の比率は、No.1で1.01, No.3で0.95, No.4で1.09であり、梁主筋が通し配筋されたこれらの試験体のX方向架構では梁主筋降伏後に付着強度に達していたものと思われる。

図-16に、本試験体および既往の実験結果^{7), 8)}について整理した付着強度 τ_u ⁶⁾ と設計用付着応力度 τ_j ⁶⁾ の関係を示す。ここで、既往の研究から抽出した試験体は、柱梁接合部内には鉄筋継手がなく梁主筋が通し配筋された試験体であり、コンクリート強度は24~98N/mm²、梁主筋強度は319~858N/mm²、梁のせん断スパン比は1.38~5.23、柱せいに対する梁せいの比は0.70~1.34、梁主筋径に対する柱せいの比は14~30である。各試験体の履歴ループ形状を、「紡錘型」、スリップ性状が顕著な「逆S型」、および大変形時にはやや逆S状きみとなるが比較的良好な履歴形状を示す「中間型」に分類して整理した。各分類ごとに τ_j / τ_u を最小自乗法により評価すると、「紡錘型」で0.90、「中間型」で0.96、「逆S型」で1.23となっている。同図より、安定した履歴性状を確保するためには、文献6)で示されているように τ_j / τ_u は1以下とすることが望ましいと思われる。 τ_j / τ_u が1.43であるNo.4試験体で比較的良好な性状が見られたのは、変動軸力の作用により柱の損傷が進行し、柱の剛性が低下することによって、梁変形が相対的に小さくなったことによるものと考えられる。

5. まとめ

柱・梁部材のフルPCa化による工業化施工を意図して開発した、柱梁接合部一体化型のPCa梁を用いた工法について、工法の概要と十字形・ト字形の立体架構を対象に実施した2方向水平加力実験結果を報告した。結果をまとめると以下の通りである。

- ① PCa材同士のジョイント部には、ひび割れや目開き、およびずれ変形が見られたが、圧壊や剥離等の顕著な損傷は見られず、ジョイント部が架構特性に及ぼす影響は小さいことが確認された。
- ② 柱に大きな引張軸力が作用して柱主筋が降伏する場合にも、降伏部は概ね柱頭・柱脚部となっており、柱梁接合部のシーす管内では柱主筋の付着が確保されていることが確認された。
- ③ 直交する梁が段差を有する立体架構に2方向水平力

が作用した場合の柱梁接合部の性状は、1方向水平力の場合と比べてひび割れ状況にややその違いが見られたものの、本実験の範囲では履歴特性や損傷状況等に特に顕著な差異は見られなかった。

参考文献

- 1) 江島ほか：プレキャスト鉄筋コンクリート造梁柱内部接合部のせん断性状に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.517-518，1994.9
 - 2) 石原ほか：プレキャスト鉄筋コンクリート造柱・梁接合部に関する実験研究（その1 内柱・梁接合部），日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.513-514，1994.9
 - 3) 小室ほか：2方向加力を受けるプレキャスト鉄筋コンクリート造外部柱・梁接合部に関する実験的研究（その1~その3），日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.987-992，1999.9
 - 4) 武田ほか：超高層鉄筋コンクリート建物の耐震設計法に関する研究（その9）日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.143-144，1986.8
 - 5) 丸田ほか：超高層RCを対象としたプレキャスト骨組の構造性能，鹿島技術研究所年報，第48号，pp.71-78，2000.9
 - 6) 鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説，日本建築学会，1999
- [引用データ]
- 7) 日本建築学会大会学術講演梗概集：pp.1819-1820 (1983), pp.155-156 (1985), pp.293-294 (1985), pp.93-94 (1986), pp.117-118 (1986), pp.149-154 (1986), pp.173-174 (1986), pp.349-350 (1987), pp.321-322 (1987), pp.615-616 (1987), pp.627-628 (1987), pp.463-464 (1989), pp.465-466 (1989), pp.357-358 (1990), pp.379-380 (1990), pp.579-580 (1991), pp.583-586 (1991), pp.893-894 (1991), pp.253-254 (1992), pp.437-438 (1992), pp.835-538 (1993), pp.159-160 (1994), pp.493-494 (1994), pp.499-500 (1994), pp.77-78 (1995), pp.841-842 (1996), pp.597-598 (1998), pp.943-944 (1999)
 - 8) コンクリート工学年次論文報告集，No.2：pp.437-440 (1992), pp.553-558 (1993), pp.559-564 (1993), pp.583-588 (1993), pp.993-998 (1997)