

# 機械式定着による幅広梁付きRC造L形接合部の構造性能

# STRUCTURAL PERFORMANCE OF R/C L-SHAPED BEAM-COLUMN JOINTS CONNECTED WITH WIDE WIDTH BEAM USING MECHANICAL ANCHORAGE

益尾 潔 ——— \*1 堂下 航 ——— \*2  
足立将人 ——— \*3

Kiyoshi MASUO ——— \*1 Wataru DOUSHITA ——— \*2  
Masato ADACHI ——— \*3

キーワード：  
機械式定着, 幅広梁, L形接合部, 終局耐力, 変形性能

Wide width beams are frequently designed in R/C moment resisting frame. Using mechanical anchorage for such beam reinforcements, development strength of a part which is not able to anchor in column section may be deteriorated. In order to solve this problem, the authors proposed new reinforcement detailing. In this study, R/C L-shaped joint connected with wide width beam using mechanical anchorage is tested. Consequently, the authors clarify ultimate strength and beam end ductility of these L-shaped joints.

Keywords:  
Mechanical anchorage, Wide width beam, L-shaped joint, Ultimate strength, Beam end ductility

## 1. はじめに

RC骨組の設計では、梁せいの制約から梁幅が柱幅よりも広い扁平断面の上部構造梁および基礎梁とすることがある。以下、これらの扁平断面梁を幅広梁と呼ぶ。幅広梁主筋を機械式定着にすると、柱断面外に配置された梁主筋定着部は、折曲げ後の余長が存在しないので、早期に上下方向への押出し破壊を起こし、所要の定着耐力を発現しない恐れがある<sup>1)</sup>。上記問題の克服の試み<sup>2)</sup>はなされているが、現在、適切な接合部配筋詳細は見出させていない。

本論文では、これらの問題解消を意図して考案した幅広梁付きL形接合部について実験を行い、その終局耐力および変形性能を明らかにする。L形接合部内の柱、梁主筋定着部の納まりは、特に太径鉄筋の場合、最上階および最下階だけでなく、その他の階の柱、梁主筋定着部の納まりにも影響するので、接合部配筋詳細設計施工の品質保証の点で重要である<sup>3)</sup>。

## 2. 実験

### 2.1 実験計画

#### (1) 実験系列および試験体

本実験は、表1に示すように、系列I～IIIで構成され、各系列ともに、梁上端筋定着部の上部に柱主筋定着部を配置した柱主筋外定着方式<sup>3)</sup>とし、梁、柱主筋定着金物はネジ節鉄筋用定着金物<sup>4)</sup>とした。系列Iは最上階L形接合部、系列IIとIIIは最下階L形接合部を想定した実験であり、試験体数は計6体である。各系列の梁断面を図1、接合部配筋詳細を図2、材料試験結果を表2に示す。

試験体の各部諸元は、いずれも梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊型を想定して定めた。

系列IIはXY方向ともに幅広梁とし、系列Iの場合、加力直交方向も幅広梁とすることを想定し、系列IIと同様、加力梁主筋の定着長

さ $l_{ag}$ を柱せいと同じ400mmしている。また、系列IIIは、加力梁のみを幅広梁としている。

系列I, IIの場合、図2(a), (b)に示すように、加力梁横補強筋の外周筋のみを柱梁接合部内まで延長配置し、従来の柱主筋周囲にかける接合部横補強筋を配置せず、加力梁外周筋の横補強筋比を接合部横補強筋比 $p_{jwh}$ (0.26%)とみなした。また、系列IIの場合、加力梁先端にコ形の柱断面外拘束筋を配置した。この柱断面外拘束筋は、図2(b)に示すように、加力梁先端の直交梁主筋を拘束し、加力時のひび割れ防止のための補強筋である。

系列IIIの場合、図2(c)に示すように、柱断面外に配置された梁主筋定着部には、コ形の柱断面外拘束筋を配置した。同拘束筋の鉄筋量(D6-5組, SD295)は、文献1)の研究結果などを基に、拘束筋足部の全規格降伏引張力が柱断面外梁主筋D19-1本の規格降伏引張力の約0.4倍となるように定めた。

表1 実験計画

系列	試験体	Fc (N/mm <sup>2</sup> )	梁せい Dg (mm)	梁主筋		柱主筋			柱横補強筋	直交梁有無		
				配筋	鋼種	配筋	鋼種	Iac (mm)			Iac /db	Iac /Dg
I	WL4-6-245	45	245	6- D19	SD490	12	SD345	265	12.0	1.08	2-D10@75	無
	WL4-6-285		-D22			305	13.9	1.07	2-D10@60			
II	WL4-6-400-P1	400	400		SD490	12	SD490	420	19.1	1.05	4-D10@75	片側
	WL4-6-400-P2	400				SD345	12	SD490	420	22.1	1.05	2-D10@100
III	LF36-B345-A1A		36		400	SD390	-D19	490	420	22.1	1.05	2-D10@100
	LF50-B390-A1A	50										

【記号】 Fc: コンクリートの目標圧縮強度, Iac: 柱主筋定着長さ, Iag: 梁主筋定着長さ, db: 梁, 柱主筋直径, Dg: 梁せい, pjwh: 接合部横補強筋比

【全系列共通】柱断面=400×400mm, 梁幅B<sub>g</sub>=550mm  
柱横補強筋鋼種: SD295, 定着部拘束筋: 4-D10(SD295)  
梁主筋定着長さ(系列I, II)I<sub>ag</sub>=400mm, I<sub>ag</sub>/db=21.1, (系列III)I<sub>ag</sub>=300mm, I<sub>ag</sub>/db=15.8  
梁横補強筋: (系列I, II)4-D10@100, (系列III)2-D10@100(SD295)  
接合部横補強筋: (系列I, II)梁横補強筋・外周筋(2-D10@100, SD295)の延長配置  
(系列III)2-D10-3組, 接合部横補強筋比pjwh=0.33%(SD295)  
かんざし筋: (系列I, II)X方向のみD10-3組, (系列III)XY方向D10-3組(SD295)  
柱断面外拘束筋: (系列I)D6-5組, (系列II)2-D10-5組, (系列III)D6-5組(SD295)

<sup>1)</sup> (一社)建築構造技術支援機構 代表理事・工博  
(〒564-0052 大阪府吹田市広芝町3-29)

<sup>2)</sup> (一財)日本建築総合試験所構造部構造試験室 修士(工学)

<sup>3)</sup> (一財)日本建築総合試験所構造部構造試験室 博士(工学)

<sup>1)</sup> Supporting Association for Building Structural Technology, Dr. Eng.

<sup>2)</sup> Structural Eng. Dept., General Building Research Corporation of Japan, M. Eng.

<sup>3)</sup> Structural Eng. Dept., General Building Research Corporation of Japan, Dr. Eng.

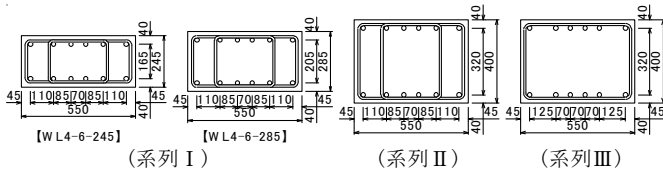
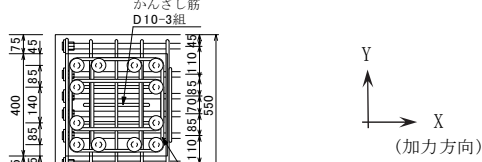
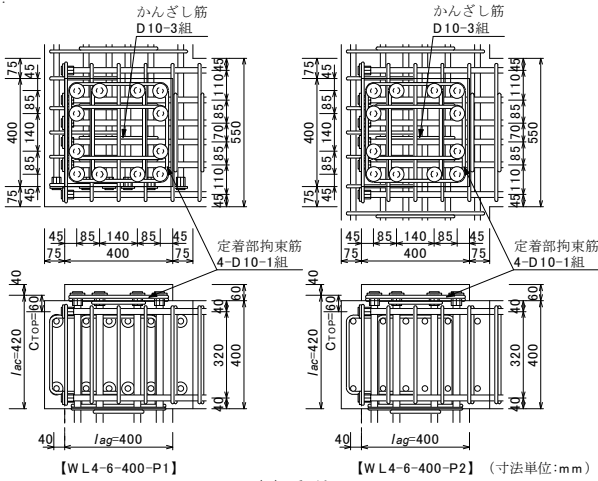


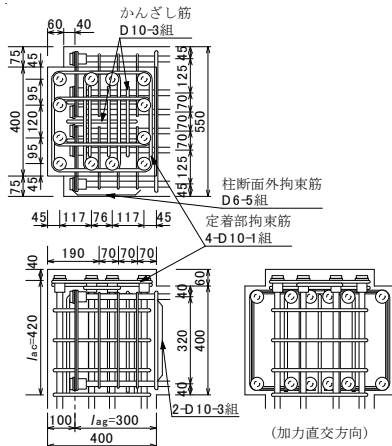
図1 梁断面



(a) 系列 I



(b) 系列 II



(c) 系列 III

図2 各系列試験体の接合部配筋詳細

また、各試験体ともに、柱主筋定着部近傍には、中子筋併用型の定着部拘束筋を配置した。この定着部拘束筋量  $A_H \cdot \sigma_{Hy}$  は、梁上端筋(6-D19)の全降伏引張力  $T_{By}$  の0.1~0.15倍とした。 $A_H$  と  $\sigma_{Hy}$  は定着部拘束筋の加力方向全断面積および降伏強度である。

なお、本研究では、幅広梁付きL形接合部の構造性能の把握に主

表2 材料試験結果

(a) コンクリート (b) 鉄筋

系列	目標強度	$\sigma_B$ ( $N/mm^2$ )	$\varepsilon_{co}$ ( $\times 10^{-3}$ )	$E_c$ ( $kN/mm^2$ )	$\sigma_t$ ( $N/mm^2$ )	使用部位	鋼種	呼び名	$\sigma_y$ ( $N/mm^2$ )	$\sigma_u$ ( $N/mm^2$ )	伸び (%)
I	Fc45	44.7	2.32	32.9	3.83	梁主筋	SD490	D19	534	746	18
		46.3	2.39	32.6	3.53				SD390	440	634
II	Fc36	38.4	2.13	29.9	3.36	柱主筋	SD490	D22	519	717	17
		55.9	2.50	35.3	4.11				SD345	401	590
III	Fc50	55.9	2.50	35.3	4.11	横補強筋	SD295	D10	312	475	30
		55.9	2.50	35.3	4.11				SD490	503	663
						定着部拘束筋	SD295	D10	364	517	26
						かんざし筋	SD295	D10	364	517	26
						柱断面外拘束筋	SD295	D6	414	523	23

$\sigma_B$ : 実圧縮強度、 $\varepsilon_{co}$ :  $\sigma_B$ 時ひずみ  
 $E_c$ : ヤング係数、 $\sigma_t$ : 割裂強度

$\sigma_y$ : 降伏点、 $\sigma_u$ : 引張強度

眼を置き、幅広梁の幅および柱断面外の梁主筋本数の影響の解明は、今後の課題とした。

## (2) 実験方法

本実験では、図3に示すように、梁反曲点位置に両側ピン付き反力受け治具を取り付けた3ヒンジラーメン架構について、L形が閉じる加力時を正加力時、その逆を負加力時とし、油圧ジャッキで梁材軸位置に水平力を加え、正負繰返し载荷を行った<sup>3)</sup>。この場合、柱、梁に正加力時には圧縮力、負加力時には引張力が作用する。

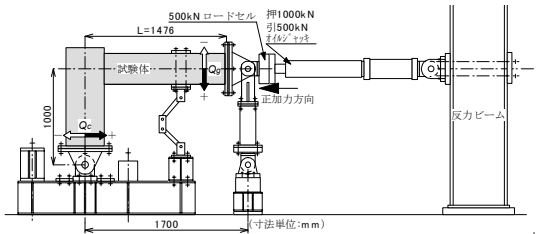


図3 実験装置

## 2.2 荷重-変形状および破壊形式

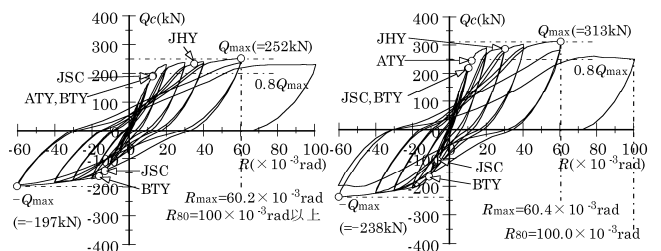
### (1) 系列 I

系列 I の  $Q_c-R$  関係を図4、ひび割れ状況を写真1に示す。 $Q_c$  は柱せん断力、 $R$  は層間変形角である。図4中には、最大耐力  $Q_{max}$ 、限界層間変形角  $R_{80}$  および主な発生現象を示した。 $R_{80}$  は、耐力が  $Q_{max}$  の80%低下時の限界層間変形角実験値である。

図4に示すように、両試験体ともに、 $R=10\sim 13 \times 10^{-3} rad$  時に接合部せん断ひび割れ(JSC)および定着部拘束筋(ATY)、梁主筋(BTY)の引張降伏が発生し、 $R=30\sim 35 \times 10^{-3} rad$  時に接合部横補強筋(JHY)が引張降伏し、 $R=60 \times 10^{-3} rad$  時に最大耐力  $Q_{max}$  に達した。

一方、载荷初期には、梁端上面から発生した曲げひび割れは仕口上面からも発生し、 $R=10 \times 10^{-3} rad$  程度でも梁上端筋定着物近傍に接合部せん断ひび割れは発生しなかった。

JSC: 接合部せん断ひび割れ、BTY: 梁主筋の引張降伏  
 JHY: 接合部横補強筋の引張降伏、ATY: 定着部拘束筋の引張降伏



【WL4-6-245】

【WL4-6-285】

図4 系列 I の  $Q_c-R$  関係

(wg: 梁端最大曲げひび割れ幅, wp: 接合部最大せん断ひび割れ幅)

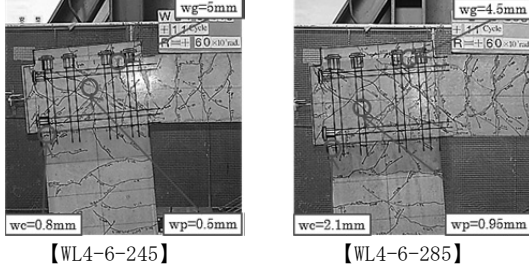


写真1 系列Iのひび割れ状況 (R=60×10<sup>-3</sup>rad時)

すなわち、柱主筋定着長さ $l_{ac}=12db$ でも、梁主筋定着長さ $l_{ag}$ を20db以上とし、柱主筋外定着方式とすることで、最大耐力時まで顕著な接合部せん断ひび割れは発生せず、梁曲げ破壊型の靱性に富む変形性能が確保されたと考えられる。

### (2) 系列II

系列IIの $Q_c-R$ 関係を図5、ひび割れ状況を写真2に示す。

図5に示すように、片側(P1)、両側(P2)直交梁付きとともに、 $R=10 \times 10^{-3}$ rad.時に定着部拘束筋(ATY)、梁主筋(BTY)が引張降伏し、 $R=25 \sim 32 \times 10^{-3}$ rad.時に接合部横補強筋(JHY)が引張降伏した後、 $R=60 \times 10^{-3}$ rad.時に最大耐力 $Q_{max}$ に達した。片側直交梁付きの場合、直交梁なし側の接合部せん断ひび割れ(JSC)は $R=9.5 \times 10^{-3}$ rad.時に発生した。すなわち、柱断面外の幅広梁主筋を機械式直線定着としても、幅広梁外周筋を柱梁接合部内まで延長配置することで、XY方向の幅広梁交差部の最大せん断ひび割れ幅は、2.3節で後述するように、系列IIIよりも明らかに減少することから、同交差部は剛強な柱梁接合部を形成したと考えられる。その結果、系列IIの場合、両試験体ともに、梁曲げ破壊型の靱性に富む変形性能が確保されたと考えられる(3.2節参照)。

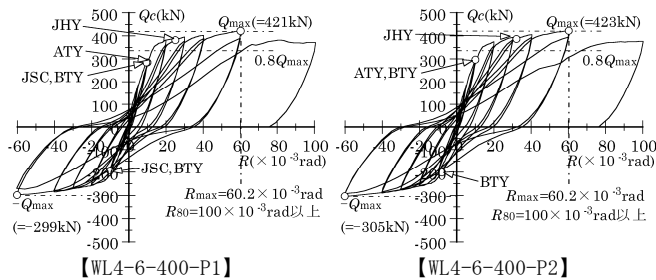


図5 系列IIの $Q_c-R$ 関係

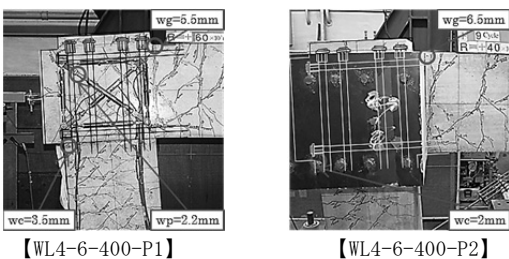


写真2 系列IIのひび割れ状況 (R=60×10<sup>-3</sup>rad時)

### (3) 系列III

系列IIIの $Q_c-R$ 関係を図6、ひび割れ状況を写真3に示す。

両試験体ともに、 $R=6 \times 10^{-3}$ rad.程度で接合部せん断ひび割れ(JSC)が発生し、接合部横補強筋(JHY)は $R=7 \sim 8 \times 10^{-3}$ rad.程度、梁主筋(BTY)は $R=9 \times 10^{-3}$ rad.程度、定着部拘束筋(ATY)は $R=11 \times 10^{-3}$ rad.

程度、柱断面外拘束筋(DTY)は $R=9 \sim 12 \times 10^{-3}$ rad.でそれぞれ降伏ひび割れ $\epsilon_y$ に達した。また、 $R=18 \sim 20 \times 10^{-3}$ rad.時に最大耐力 $Q_{max}$ 到達後、接合部せん断ひび割れが進展した。限界層間変形角実験値 $R_{80}$ は $31 \sim 33 \times 10^{-3}$ rad.である。以上より、破壊形式は、いずれも梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊型と判別された。

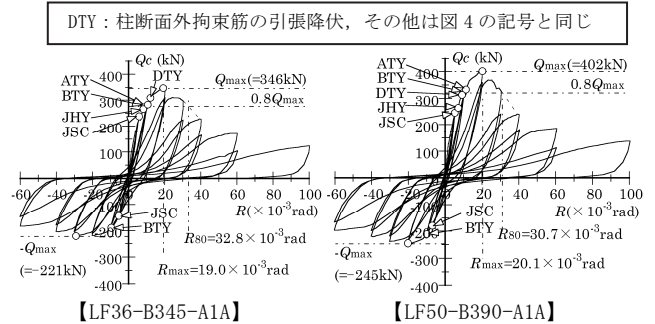


図6 系列IIIの $Q_c-R$ 関係

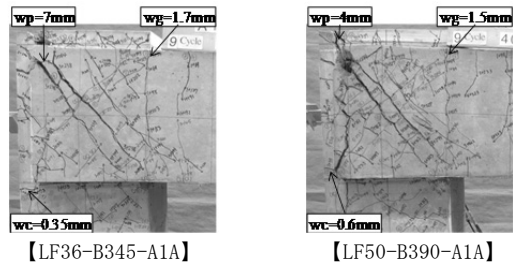


写真3 系列IIIのひび割れ状況 (R=40×10<sup>-3</sup>rad時)

### 2.3 最大ひび割れ幅の推移

系列I、IIの正加力所定(ピーク)時の梁端最大曲げひび割れ幅 $w_g$ および接合部最大せん断ひび割れ幅 $w_p$ の推移を図7に示す。ひび割れ幅はクラックスケールで測定した。

同図によると、系列Iの場合、梁せい $D_g$ に係わらず、梁端最大曲げひび割れ幅 $w_g$ および接合部最大せん断ひび割れ幅 $w_p$ は、それぞれ同程度であり、梁短期許容曲げ耐力( $R=12 \times 10^{-3}$ rad.程度)時の $w_g$ は0.5mm程度、 $w_p$ は0.02mm程度である。系列IIの場合、片側、両側直交梁付きに係わらず、梁端曲げひび割れ幅 $w_g$ は同程度であり、梁短期許容曲げ耐力( $R=10 \times 10^{-3}$ rad.程度)時の $w_g$ は0.6mm程度、片側直交梁付きの直交梁が接続しない接合部側面の $w_p$ は0.2mm程度である。これらより、系列I、IIともに、梁短期許容曲げ耐力時に修復性を損なうひび割れ<sup>5)</sup>は発生しないと考えられる。

【梁端最大曲げひび割れ幅 $w_g$ 】【接合部最大せん断ひび割れ幅 $w_p$ 】

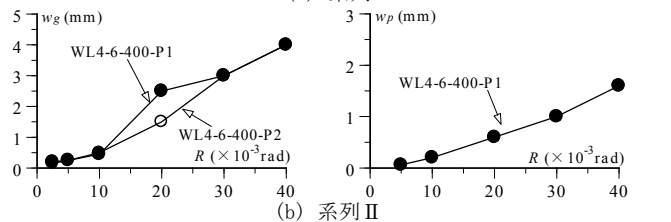
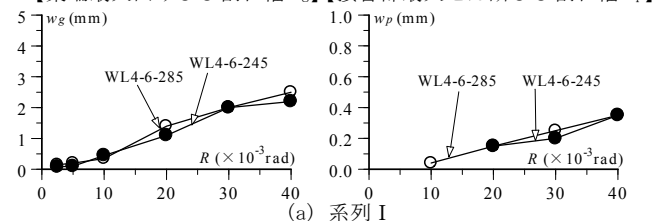


図7 系列I、IIの最大ひび割れ幅の推移(正加力時)



次に、系列Ⅲの正加力所定(ピーク)時の梁端最大曲げひび割れ幅  $w_g$  および接合部最大せん断ひび割れ幅  $w_p$  の推移を図8に示す。系列Ⅲの場合、接合部最大せん断ひび割れ幅  $w_p$  は、柱断面外の柱梁接合部側面での測定値である。

同図によると、 $R=10 \times 10^{-3} \text{rad}$  以降、接合部せん断ひび割れ幅は、系列Ⅱの場合よりも明らかに大きい。これは、系列Ⅲの柱断面外の柱梁接合部での周辺からの拘束度合いが系列Ⅱの幅広梁同士の交差部よりも低いことに起因すると考えられる。また、系列Ⅲの梁短期許容曲げ耐力 ( $R=8 \times 10^{-3} \text{rad}$  程度) 時の  $w_g$  は  $0.1 \sim 0.15 \text{mm}$  程度、 $w_p$  は  $0.5 \text{mm}$  程度である。

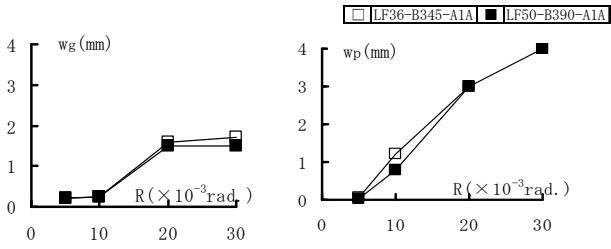


図8 系列Ⅲの最大ひび割れ幅の推移(正加力時)

#### 2.4 系列Ⅰ, Ⅱの幅広梁外周筋ひずみの推移

系列Ⅰ, Ⅱの柱梁接合部内における正加力所定(ピーク)時の幅広梁外周筋ひずみ  $\epsilon_{Hi}$  の推移を図9に示す。同図によると、系列ⅠのWL4-6-245, 285の場合、柱梁接合部中央から梁先端の外周筋ひずみ  $\epsilon_{H1} \sim \epsilon_{H4}$  は、梁端仕口面の  $\epsilon_{H5}$  より大きく、 $R=30 \times 10^{-3} \text{rad}$  時から最大耐力 ( $R=60 \times 10^{-3} \text{rad}$ ) 時に概ね降伏ひずみ  $\epsilon_y$  に達した。系列ⅡのWL4-6-400-P1, P2の場合、柱梁接合部内の幅広梁外周筋ひずみ  $\epsilon_{H1} \sim \epsilon_{H5}$  は、 $R=30 \sim 40 \times 10^{-3} \text{rad}$  時に  $1 \sim 2 \times 10^{-3}$  程度であり、それらの最大値は降伏ひずみ  $\epsilon_y$  に達した。すなわち、柱梁接合部内の幅広梁外周筋は、柱梁接合部せん断ひび割れの進展防止およびせん断耐力の確保に寄与したと考えられる。

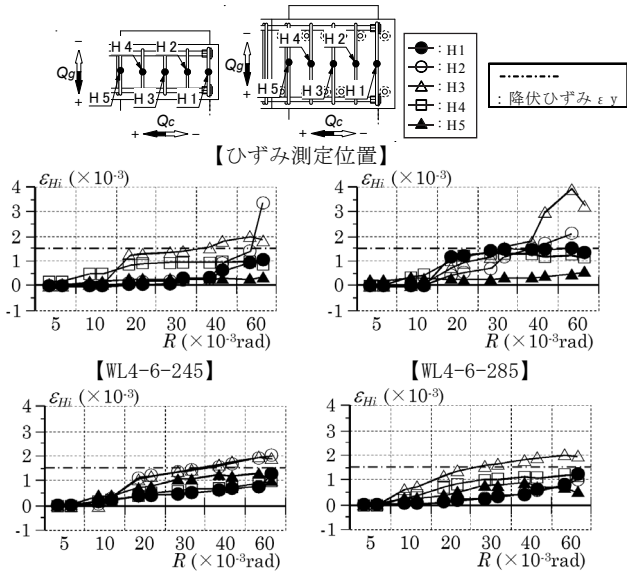


図9 系列Ⅰ, Ⅱの幅広梁外周筋ひずみ  $\epsilon_{Hi}$  の推移(正加力時)

#### 2.5 系列Ⅰ, Ⅱの定着部拘束筋ひずみの推移

系列Ⅰ, Ⅱの正加力所定(ピーク)時の定着部拘束筋ひずみ  $\epsilon_{H6,7,8}$

の推移を図10に示す。同図によると、系列ⅠのWL4-6-245, 285の場合、加力構面平行方向ひずみ  $\epsilon_{H6,7}$  は  $R=20 \times 10^{-3} \text{rad}$  時に降伏ひずみ  $\epsilon_y$  に達し、直交方向ひずみ  $\epsilon_{H8}$  は最大耐力 ( $R=60 \times 10^{-3} \text{rad}$ ) 時に、WL4-6-245では  $1 \times 10^{-3}$  程度であり、WL4-6-285では降伏ひずみ  $\epsilon_y$  程度まで達した。系列ⅡのWL4-6-400-P1, P2の場合、加力構面平行方向ひずみ  $\epsilon_{H6,7}$  は  $R=10 \times 10^{-3} \text{rad}$  時に降伏ひずみ  $\epsilon_y$  に達し、直交方向ひずみ  $\epsilon_{H8}$  は最大耐力 ( $R=60 \times 10^{-3} \text{rad}$ ) 時にWL4-6-400-P1では  $1 \times 10^{-3}$  程度、WL4-6-400-P2では  $0.3 \times 10^{-3}$  程度であった。

すなわち、各試験体ともに、正加力時には、梁上端筋の引張降伏が先行し、梁上端筋定着部から派生する水平構面内ストラットの抵抗機構(図11(b))が形成され、これに伴い、定着部拘束筋の効果によって、柱主筋定着部から派生する鉛直構面内ストラットの抵抗機構(図11(a))が形成されたと考えられる<sup>3)</sup>。

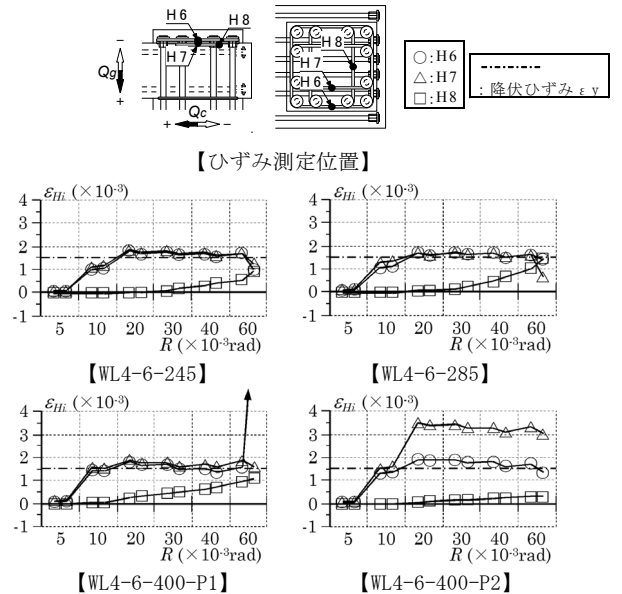


図10 系列Ⅰ, Ⅱの定着部拘束筋ひずみ  $\epsilon_{Hi}$  の推移(正加力時)

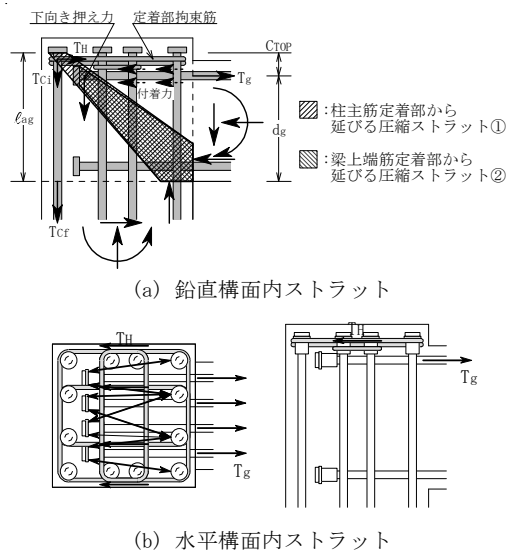


図11 柱主筋外定着方式による定着部拘束筋に係わる抵抗機構<sup>3)</sup>

#### 2.6 系列Ⅰ, Ⅱのかんざし筋ひずみの推移

系列Ⅰ, Ⅱの正加力所定(ピーク)時のかんざし筋ひずみ  $\epsilon_{K1-3}$  の推移を図12に示す。同図によると、系列Ⅰ, Ⅱともに、梁主筋定

着金物近傍のかんざし筋足部ひずみ  $\epsilon_{K1}$  および頭部ひずみ  $\epsilon_{K2}$  が梁端仕口面側の足部ひずみ  $\epsilon_{K3}$  よりも明らかに大きく、それらの最大値は、系列Ⅰでは  $1.0 \sim 1.3 \times 10^{-3}$  程度、系列Ⅱでは  $1.5 \sim 1.7 \times 10^{-3}$  程度であった。これらより、かんざし筋は梁上端筋定着部の上方への移動を拘束したと考えられる<sup>3)</sup>。ただし、XY方向ともに幅広梁の場合、梁主筋定着長さ  $l_{ag}$  は、梁幅が柱幅より小さい標準梁付きの場合<sup>3)</sup>に比べて長く、梁主筋定着耐力が大きいので、かんざし筋ひずみは、標準梁付きの場合に比べて小さくなったと考えられる。

なお、頭部ひずみ  $\epsilon_{K2}$  は、かんざし筋折曲げ部における支圧力を介したかんざし筋足部応力との釣合い条件によって発生したと考えられる。

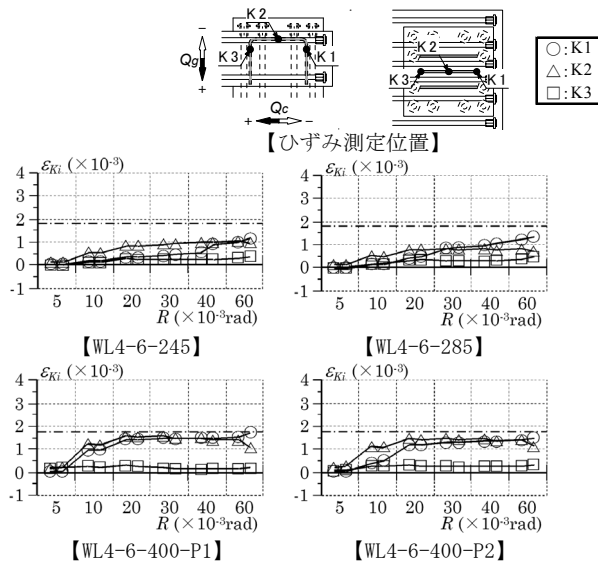


図12 系列Ⅰ、Ⅱのかんざし筋ひずみ  $\epsilon_{Ki}$  の推移(正加力時)

## 2.7 系列Ⅲの柱断面外拘束筋ひずみの推移

系列Ⅲの正加力所定(ピーク)時の柱断面外拘束筋ひずみ  $\epsilon_{D1,2,4,5}$  の推移を図13に示す。同図によると、両試験体ともに、水平方向の  $\epsilon_{D1}$ ,  $\epsilon_{D4}$ 、鉛直方向の  $\epsilon_{D2}$ ,  $\epsilon_{D5}$  は概ね  $Q_{max}(R=10 \sim 20 \times 10^{-3} \text{rad})$  時に降伏ひずみ  $\epsilon_y$  に達した。すなわち、柱断面外拘束筋は、柱断面外の幅広梁主筋定着部の面外方向へのはらみ出し防止効果を有すると考えられる。

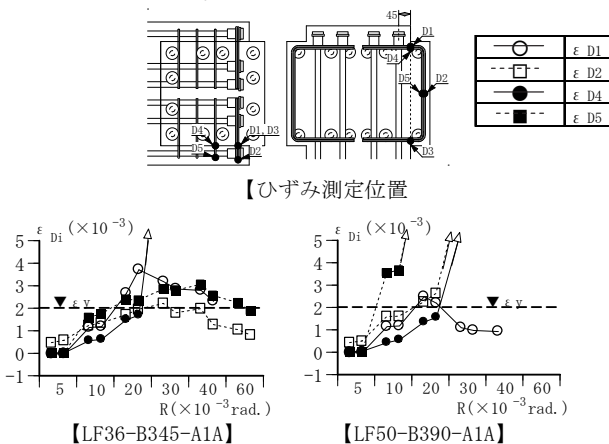


図13 系列Ⅲの柱断面外拘束筋ひずみ  $\epsilon_{D1,2,4,5}$  の推移(正加力時)

## 3. 終局耐力および変形性能の検討

### 3.1 終局耐力

本節では、文献3)と同様、梁または柱の曲げ終局耐力時柱せん断力  $Q_{cu}$  および接合部終局耐力時柱せん断力  $Q_{ju}$  の妥当性を確認する。本実験の幅広梁付き試験体(◆, ▲:6体)および文献3)の幅広梁でない標準梁付きの柱主筋外定着試験体(●:14体)と直交梁なしの柱主筋内定着試験体(○:31体)の  $Q_{max}/Q_{cu} - Q_{ju}/Q_{cu}$  関係を図14に示す。

$Q_{max}$  は最大耐力実験値、 $Q_{ju}/Q_{cu}$  は接合部耐力余裕度であり、柱主筋内定着は、梁上端筋折曲げ後の余長部先端に定着金物を取り付けた従来の定着方式である<sup>3)</sup>。同図中では、標準梁付きの柱主筋外定着試験体で梁主筋本数のみが異なる試験体同士を実線で結んだ。各耐力計算値は鉄筋の実降伏点およびコンクリートの実圧縮強度を用いて求めた。

同図によると、正負加力時ともに、本実験の系列Ⅰ~Ⅲの  $Q_{max}$  は、それぞれ標準梁付きの実験<sup>3)</sup>と同様、 $Q_{ju}/Q_{cu} \geq 1.0$  の場合  $Q_{cu}$  以上、 $Q_{ju}/Q_{cu} < 1.0$  の場合  $Q_{ju}$  以上となった。すなわち、幅広梁付き試験体の計算耐力  $Q_{cu}$  および  $Q_{ju}$

本実験		既往実験	
系列Ⅰ、Ⅱ	系列Ⅲ	外定着	内定着
◆	▲	●	○

は標準梁付きの場合と同様、

最大耐力実験値  $Q_{max}$  に対して

安全側に評価された。

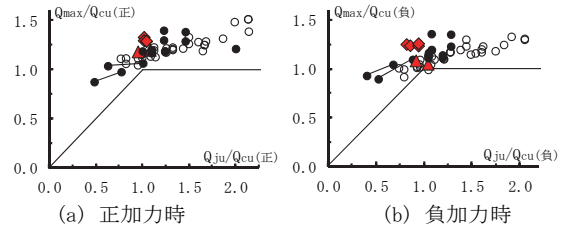


図14  $Q_{max}/Q_{cu} - Q_{ju}/Q_{cu}$  関係

### 3.2 変形性能

図14と同一試験体の正負加力時  $R_{80} - Q_{ju}/Q_{cu}$  関係を図15に示す。 $R_{80}$  は、耐力が最大耐力  $Q_{max}$  の80%に低下した時の限界層間変形角実験値であり、同図中には、接合部耐力余裕度  $Q_{ju}/Q_{cu}$  で決まる限界層間変形角  $R_{80a}$  を併示した<sup>3)</sup>。

図15によると、系列Ⅰ、Ⅱの幅広梁付き試験体(4体)の正加力時  $R_{80}$  は、標準梁付き試験体の正加力時  $R_{80}$  よりも明らかに大きい。すなわち、XY方向の幅広梁交差部は、柱主筋外定着および柱主筋内定着による標準梁付きL形接合部よりも剛強な柱梁接合部を形成し、その結果、図15(a)に示すように、系列Ⅰ、Ⅱの幅広梁付き試験体の正加力時  $R_{80}$  は、従来の柱主筋外定着および内定着による標準梁付き試験体よりも大きくなったと考えられる(2.2節 参照)。

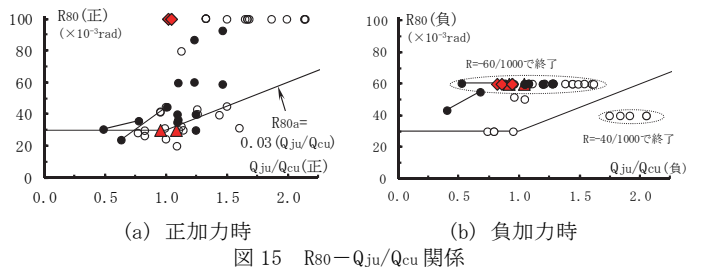


図15  $R_{80} - Q_{ju}/Q_{cu}$  関係

また、系列Ⅲの幅広型梁付き試験体(2体)の正加力時 $R_{80}$ は、柱主筋外定着による標準梁付き試験体の概ね下限と一致した。これは、系列Ⅲの幅広型梁付き試験体で用いた柱断面外拘束筋の効果によると考えられる。

#### 4. まとめ

本論文では、幅広梁付きL形接合部の実験より以下の知見を得た。

- 1) XY方向ともに幅広梁付きを想定した系列Ⅰの場合、柱主筋定着長さ $l_{ac}=12db$ でも、梁主筋定着長さ $l_{ag}$ を $20db$ 以上とし、柱主筋外定着方式とすることで、最大耐力時まで顕著な接合部せん断ひび割れは発生せず、梁曲げ破壊型の靱性に富む変形性能が確保された。
- 2) 系列Ⅱの場合、柱断面外の幅広梁主筋を機械式直線定着としても、幅広梁外周筋を柱梁接合部内まで延長配置することで、XY方向の幅広梁交差部における最大せん断ひび割れ幅は、系列Ⅲよりも明らかに減少することから、同交差部は剛強な柱梁接合部を形成したと考えられる。これに伴い、系列Ⅱの両試験体では、梁曲げ破壊型の靱性に富む変形性能が確保されたと考えられる。
- 3) 加力梁のみを幅広梁付きとした系列Ⅲの場合、柱断面外拘束筋は、柱断面外の幅広梁主筋定着部の面外方向へのはらみ出し防止効果を有した。
- 4) 本実験に供した幅広梁付きL形接合部試験体の計算耐力 $Q_{cu}$ および $Q_{ju}$ は、梁幅が柱幅より小さい標準梁付きの場合<sup>3)</sup>と同様、最大耐力実験値 $Q_{max}$ に対して安全側に評価された。 $Q_{cu}$ は梁曲げ終局耐力時柱せん断力、 $Q_{ju}$ は接合部終局耐力時柱せん断力を示す。

現在、本論文で検討したXY方向の幅広梁交差部での梁主筋の機械式直線定着による配筋詳細は実用的な検証を行い、実設計に取り入れられている。

#### 謝辞

本実験は、(株)伊藤製鐵所、共英製鋼(株)、JFE 条鋼(株)の開発実験として行ったものであり、ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 益尾潔, 足立将人, 田川浩之: 機械式定着によるRC造小梁主筋の定着耐力および必要定着長さ, 日本建築学会構造系論文集, 第631号, pp.1625-1632, 2008.9
- 2) 足立智弘, 倉本洋, 松井智哉: 機械式定着工法を用いた外柱-幅広梁接合部の応力伝達機構, 日本建築学会構造系論文集, 第663号, pp.979-987, 2011.5
- 3) 益尾潔, 足立将人, 堂下航: 機械式柱主筋外定着方式による最上階RC造L形柱梁接合部の構造性能, 日本建築学会構造系論文集, 第697号, pp.411-418, 2014.3
- 4) 益尾潔: 高強度・太径鉄筋を用いた配筋設計施工の品質保証 第2回 定着金物の品質保証, 建築技術2012年6月号, pp.56-59.
- 5) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針(案)・同解説, 8. 柱梁接合部の性能評価法, pp.232-247, 2004.1
- 6) 益尾潔, 足立将人: 機械式定着による柱主筋定着耐力ならびにRC造T形, L形部分架構の変形性能, JCI年次論文報告集, Vol.31, No.2, pp.343-348, 2009.7

[2014年2月5日原稿受理 2014年5月12日採用決定]