

# PRC 柱梁十字型部分架構の耐震性能評価に関する実験的研究 (その2 柱梁接合部せん断破壊時の耐震性能)

正会員 矢島 龍人<sup>\*1</sup>  
同 北山 和宏<sup>\*2</sup>  
同 田島 祐之<sup>\*3</sup>

PRC 構造 立体架構 柱・梁接合部破壊  
直交梁 接合部入力せん断力 付着

## 1. はじめに

本稿では(その1)に続き、柱梁接合部パネルの損傷が大きい試験体 JP-1、JP-2、JD-3、JD-4 について検討した。

## 2. 実験結果

### 2.1 層せん断力 - 層間変形角関係

層せん断力 - 層間変形角関係を図-1 に示す。最大層せん断力に達したのが、平面試験体 JP-1、JP-2 は層間変形角 2%時、立体試験体 JD-3、JD-4 は層間変形角 3%時であった。JP-1、JP-2 は最大層せん断力時の層間変形角 2%に達するまでは原点指向型の履歴である。立体試験体は層間変形角 1.5%までは原点指向型を示した。また 1.5%以降から最大層せん断力に達するまでは耐力の上昇が緩やかである。JP-1、JP-2、JD-3 は最大層せん断力後の耐力低下が見られたが、柱曲げ破壊した JD-4 はほとんど耐力が低下しなかった。

### 2.2 接合部入力せん断力

図-2 に接合部入力せん断応力度 - 接合部せん断変形角関係を示す。接合部入力せん断力は文献 1)を参考に梁危険断面におけるコンクリート圧縮域の重なりを考慮して、梁主筋および PC 鋼材の応力(測定したひずみより算出)を用いて求めた。平面試験体では層間変形角 1.0~1.5%、立体試験体では層間変形角 0.5~1.5%時においてはコンクリート圧縮域は重複しなかった。図中の一点鎖線および二点差線は文献 2)の RC 柱梁接合部のせん断強度評価式を準用して求めたせん断強度の下限値と平均値である。図中の点線は、文献 3)の RC 柱梁接合部の性能評価法で定めている骨格曲線である。

平面試験体 JP-1 では最大層せん断力時に接合部せん断応力度が 18.5(MPa)と最大になり、このときの接合部せん断変形角は 0.93%であった。これは RC 柱梁接合部のせん断強度平均値<sup>2)</sup>に近い値であった。文献 3)の RC 柱梁接合部の性能評価法による損傷状況と経験せん断変形角と照合すると最大接合部せん断応力度までよく一致している。実験では最大接合部せん断応力度以降の応力度減少が骨格曲線<sup>3)</sup>より軽微であった。付着面積の大きいシーブ管を使用した試験体 JP-2 においては、最大接合部せん断応力度までは JP-1 とほぼ同等であった。最大層せん断力後に両試験体の接合部せん断応力度は減少の傾向を見せたが、JP-1 の方がせん断応力度は大きく減少し、せん断変形は増大傾向を示した。

平面試験体 JP-1 と比較すると立体試験体 JD-3 の最大接合部せん断応力度は 8%の増大を示し、このときの接合部せん断

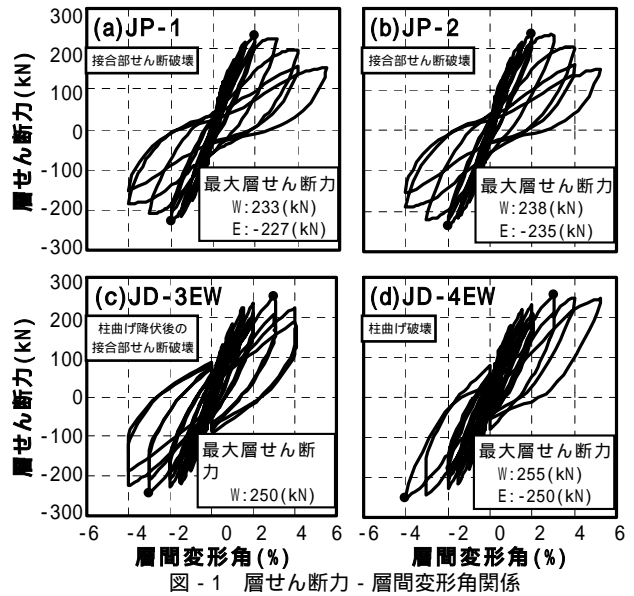


図-1 層せん断力 - 層間変形角関係

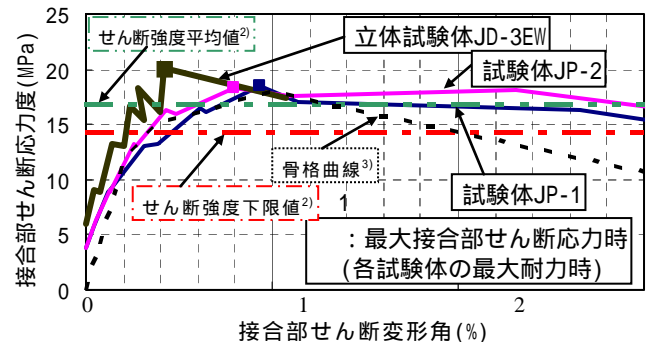


図-2 接合部せん断応力度 - せん断変形角関係

変形角は試験体 JP-1 より 45%減少した。これは直交梁の拘束効果に起因すると考える。JD-3 においては最大層せん断力後に接合部せん断応力度が減少し、せん断変形角は修復限界の目安の 1%<sup>3)</sup>を超えた。

### 2.3 PC 鋼材ひずみ分布

図-3 に平面試験体 JP-1 の上配筋 PC 鋼材のひずみ分布を層間変形角 2%まで示す。初期载荷(層間変形角 0.25%時)では、柱梁接合部内でほぼ均一の付着応力度を發揮した。しかし、接合部せん断ひび割れが発生すると接合部内に 2 箇所貼付した歪ゲージの圧縮側の出力が大きくなる。この傾向は全試験体の上下 PC 鋼材に見られた。この要因は図中に示すように接合部せん断ひび割れが PC 鋼材の歪ゲージ貼付位置付近に

表-1 各試験体最大接合部せん断応力度

試験体名	最大接合部せん断応力度
JP-1	18.5MPa
JP-2	18.2MPa
JD-3EW	20.1MPa
JD-4EW	20.2MPa

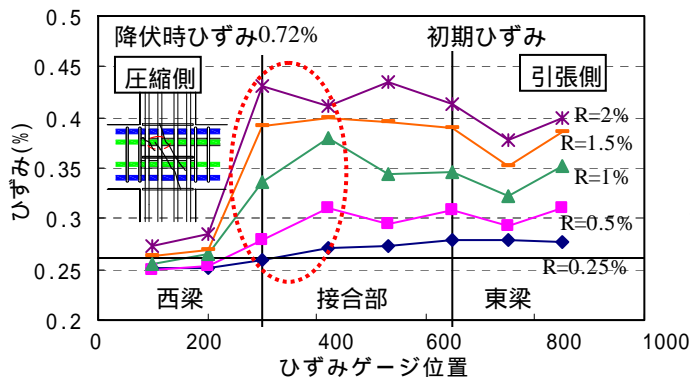


図-3 PC鋼材の上配筋ひずみ分布

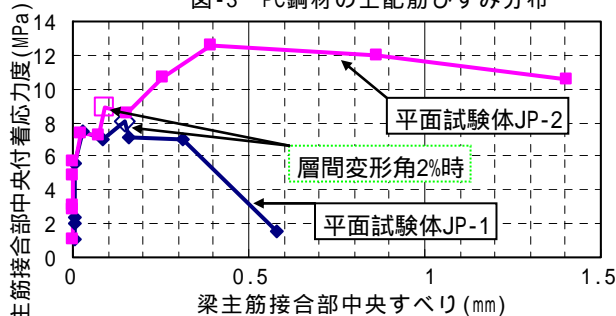


図-4 梁主筋接合部内中央付着応力度-中央すべり関係

発生して、局所的な引張力を負担したためである。PC 鋼材接合部内局所付着応力度の最大値は平面試験体で 5.0 ~ 6.1(MPa)で、立体試験体では 4.5 ~ 4.6(MPa)を示しシース管形状の違いによる PC 鋼材付着応力度の違いは見られなかった。

#### 2.4 梁主筋の接合部内付着応力度

図-4 に平面試験体の梁主筋接合部中央 1/3 区間 (区間長 110mm) の付着応力度と接合部中央すべり関係を示す。ここで、梁主筋中央に溶接したネジ棒の直近コンクリートに対する移動量をすべり量とした。試験体 JP-1 では最大付着応力度は最大層せん断力である層間変形角 2%時で 8.0(MPa)、すべり量は 0.15(mm)であった。シース管付着面積の大きい試験体 JP-2 は JP-1 と層間変形角 2%時までほとんど同様の履歴を示した。しかしその後付着応力度が層間変形角 4%まで上昇し最大付着応力度 12.6(MPa)を示し JP-1 に比べ 57%増大した。この要因は、圧壊した柱梁接合部パネルは徐々に膨張するが、梁主筋より内側に配されたシース管の付着面積増大がコンクリート損傷の拡大を抑制し、梁主筋回りのコンクリートは大変形まで健全に保持されたためと考える。

#### 2.5 接合部パネル変形

平面試験体の層間変形角 1~4%時の接合部パネルの変形状態と接合部変位計位置を図-5 に示す。4 点の縦横変形をプロットした。両試験体とも水平方向の変形量が大きく、水平方向の変形が増大し続けたことから接合部パネルの膨張が確認できる。JP-1(実線)より JP-2(破線)のほうが最大層せん断力以降の水平方向変位が小さく、層間変形角 4%時ではが 17%小さかった。2.2 節同様シース管の付着面積増大がコンクリー

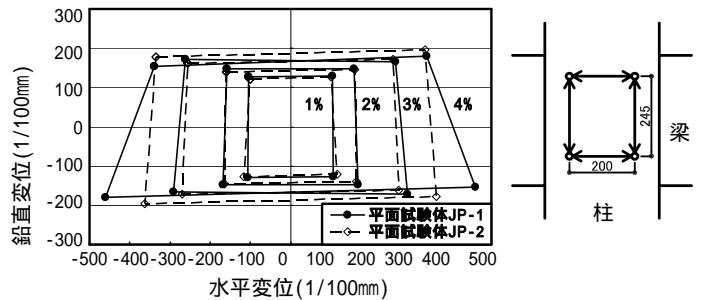


図-5 接合部パネルの変形状態と変位計設置位置

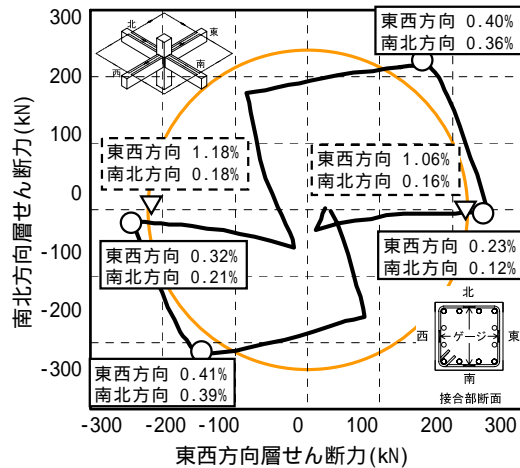


図-6 最大層せん断力時接合部せん断補強筋ひずみ状況

トの水平方向の膨張を抑制したと考える。

#### 2.6 接合部せん断補強筋ひずみ状況

図-6 に最大層せん断力時(層間変形角が平面試験体は 2%、立体試験体は 3%)における層せん断力の描く軌跡を立体試験体 JD-3 について実線で示し、平面試験体 JP-1 の東西方向層せん断力の最大値を同心円で示した。また、図中にピーク時における接合部せん断補強筋ひずみを示す。立体試験体は同心円から外側に位置した。接合部せん断補強筋ひずみを東西方向加力時と比較すると JD-3 は JP-1 の 22%であり立体試験体の変形は拘束されていることを示した。

#### 3.まとめ

柱梁十字形部分架構の接合部パネル損傷の大きい立体・平面試験体の静的載荷実験の結果を用いて耐震性能を検討した。同径であるが表面形状の違いより付着面積の大きいシース管を用いた場合、接合部パネルのコンクリート膨張を抑制し、梁主筋の付着応力度は 57%増大した。

参考文献 1) 北山和宏、岸田慎司ほか 2 名：圧着接合された PCaPC 造の立体柱梁接合部の耐震性能に関する研究 (その 1~その 3)、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造、pp.313-318、2005.9 2) 日本建築学会：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、1999 3) 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、2004

\*1 首都大学東京大学院都市環境科学研究科建築学専攻修士課程

\*2 首都大学東京大学院都市環境科学研究科建築学専攻准教授 工博

\*3 首都大学東京大学院工学研究科建築学専攻 修士(工学)

\*1 Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan University

\*2 Associate Professor, Tokyo Metropolitan University, Dr.Eng.

\*3 Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan University, M.Eng.