

正会員 ○岸田慎司 1\*  
同 北山和宏 2\*  
同 永井 寛 3\*

プレストレストコンクリート 柱・梁接合部 せん断終局強度  
PCaPC 圧着接合 一体接合

### 1. はじめに

近年の構造設計法の手法は 1999 年の建築基準法の改正や、同年刊行された日本建築学会の「鉄筋コンクリート（以下、RC）造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説」に見られるように靱性を考慮した性能評価型設計法に移行しつつある。一方、現行の「プレストレストコンクリート（以下、PC）設計施工規準」では終局強度設計が用いられている。しかし、PC 構造はプレストレスによって大スパンが可能だけでなく、高復元性、残留変形の制御性、ひび割れの抑制、など本質的に性能評価型設計に向けた構造といえる。このような状況の中で、PC 構造の性能評価型設計の構築のために様々な研究が行われ、PC 構造の性能評価型設計指針の提案もされようとしている。本研究は既往の実験資料を収集し、詳細なデータベースを作成し、接合部のせん断強度に及ぼす各影響因子の効果を分析・検討したものである。

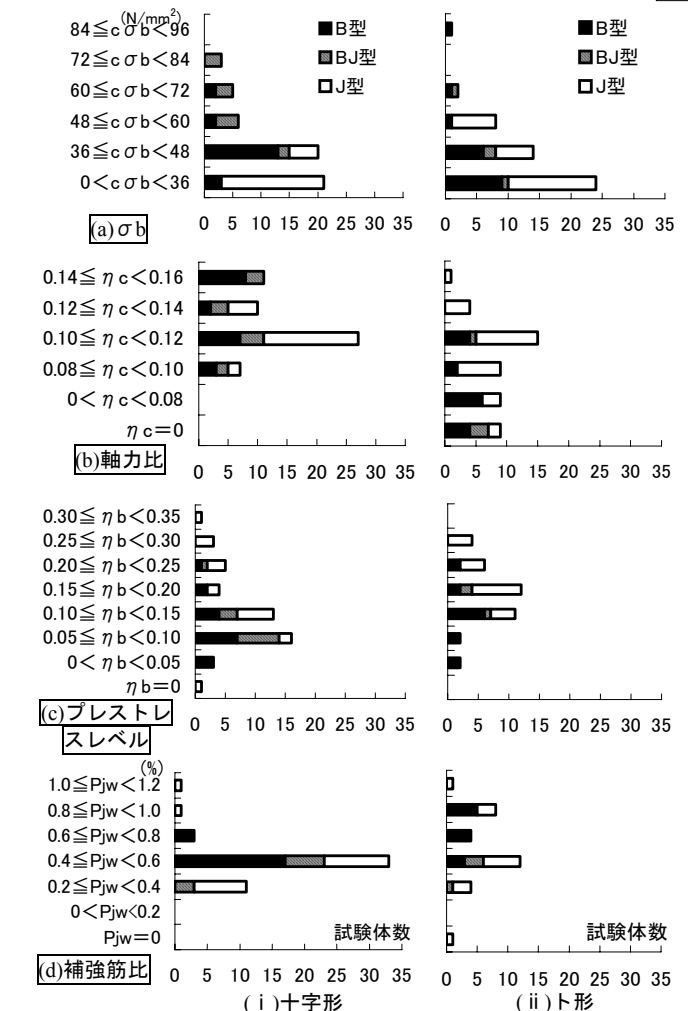
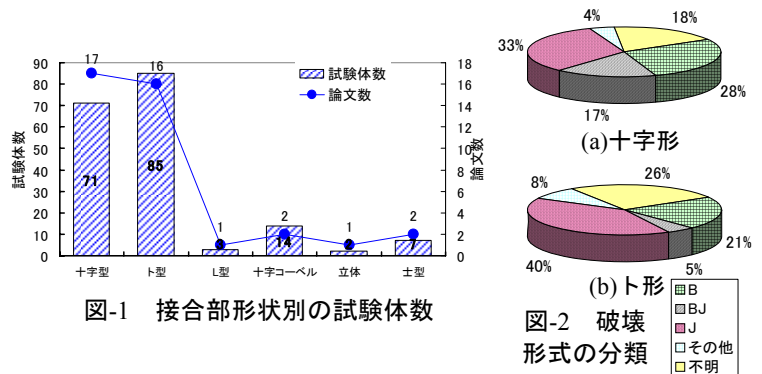
### 2. 接合部データベース

本研究では 1989 年から 2006 年までの日本建築学会大会学術講演梗概集（以下 AIJ 大会）とコンクリート工学年次論文集（JCI 論文）から PC 柱梁接合部に関する実験研究を調査し、対象実験とした。尚、参考文献数は AIJ 大会が 33 編、JCI 論文が 17 編であった。尚、ここでは PC 構造を圧着接合形式、PRC 構造を一体打ち接合形式とする。AIJ 大会と JCI 論文で重複する内容については JCI 論文を優先し、補足資料として AIJ 大会を参照した。

図-1 に対象となる試験体の形状別の個数を示す。試験体は総数 182 体あり、十字形、ト形試験体が全体の 8 割を占めている。以下、十字形試験体およびト形試験体について考察を行う。

図-2 に破壊形式の分類を示す。破壊形式は大きく分けて 3 つあり、梁が曲げ破壊した試験体（B 型）は 38 体、梁曲げ降伏後に接合部がせん断破壊した試験体（BJ 型）は 16 体、接合部がせん断破壊した試験体（J 型）は 50 体あり、これらの試験体は全体のほぼ 7 割を占めている。

図-3 に PC 柱梁接合部のせん断強度に影響を及ぼすと考えられる主な要因データの度数を示す。コンクリート強度が  $48\text{N/mm}^2$  以下の試験体が十字形試験体では 31 体、ト形試験体は 38 体と大半を占めている。軸力比が 0.10 から 0.12 の間で実験が多く行われている。プレストレスレベ



軸力比 = 柱軸力 / ( $\sigma_b \cdot B_c \cdot D_c$ ), プレストレスレベル =  $\Sigma P_e / (\sigma_b \cdot B_b \cdot D_b)$ ,  
横補強筋比 =  $\Sigma A_{jw} / (B_c \cdot j)$ ,  $\sigma_b$ : コンクリート強度  $B_c$ : 柱幅  $D_c$ : 柱せい  
 $\Sigma P_e$ : 梁に加えられたプレストレス力の総和  $\sigma_b$ : 梁コンクリート強度  
 $B_b$ : 梁幅  $D_b$ : 梁せい  $\Sigma A_{jw}$ : 区間  $j$  にある横補強筋の断面積  
 $j$ : PC 試験体の場合 PC 鋼材間距離, PRC 試験体の場合 梁主筋間距離

ルは十字形試験体では 0.05 から 0.15 の間で、ト形試験体では、0.1 から 0.25 の間で多くの実験が行われている。横補強筋比は 0.4%から 0.6%間の試験体の度数が最も多かった。各因子の計算方法は図-3 の枠内に示すものとする。

### 3. 接合部せん断終局耐力

以降、最終的にせん断破壊した試験体 (J 型, BJ 型) について検討を行った。ここで、接合部せん断応力度 ( $\tau_u$ ) は、各論文記載の場合はその値を用い、梁せん断力が記載されている場合には、応力中心間距離 ( $j=7/8e_{qd}$ ) を用いて計算した値を使用した。有効断面積は文献 1 によった。 $e_{qd}$  は圧縮側コンクリート縁から引張側梁主筋及び PC 鋼材の重心までの距離とする。

#### 3. 1 コンクリート強度の影響

図-4 に接合部せん断終局強度の実験値 ( $\tau_u$ ) とコンクリート強度 ( $c\sigma_b$ ) の関係を示す。十字形試験体, ト形試験体ともにコンクリート強度が接合部せん断強度の上昇に寄与することが確認でき、靱性指針式との適合も良い。

#### 3. 2 柱軸力比, プレストレスレベルの影響

図-5 に接合部せん断強度の実験値を柱コンクリート強度で除した値 ( $\tau_u/c\sigma_b^{0.7}$ ) と柱軸力比, プレストレスレベルとの関係を示す。柱軸力比の影響をほとんど受けていないのがわかる。一方, プレストレスレベルに関しては, 十字形試験体については 0.2 までは右上がりの傾向が見られ接合部せん断強度に寄与することが多少確認できるが, それ以降 ( $\tau_u/c\sigma_b^{0.7}$ ) が横ばいになり限界が見られる。ト型試験体については顕著な傾向が見られなかった。

#### 3. 3 鉄筋の影響

図-6 に  $\lambda t^2$  の関係を示す。  $\lambda t$  が変化してもせん断強度に及ぼす影響は見られない。即ち, 純 PC, PRC, 純 RC においてせん断強度が一律に評価できることがわかる。

#### 3. 4 PC 鋼材量, せん断補強筋量の影響

接合部内の鉄筋量の評価として, 接合部における PC 鋼材, 横補強筋が全て降伏強度に達したときの値とした。図-7 に接合部せん断強度の実験値をコンクリート強度で除した値 ( $\tau_u/c\sigma_b^{0.7}$ ) と  $P_{jw}\sigma_y$  の関係を示し, 図-8 に PC 鋼材量 ( $P_p/c\sigma_b \cdot Bc \cdot Dc$ ), 接合部内全横補強筋量 ( $P_{ph}/c\sigma_b \cdot Bc \cdot Dc$ ) の関係を示す。横補強筋量が多くなってもせん断終局強度は増加していない。一方, PC 鋼材量においては, 0.2 を境に破壊形式が分かれるのが見られ, BJ 型試験体は 0.2 以下に分布している。また, PC 鋼材量が 0.4 までは右上がりになる傾向が見られるが, 0.4 を超えると一定になる傾向が見られた。全横補強筋量においては, 補強筋量が増加しても,  $\tau_u/c\sigma_b^{0.7}$  に幅はあるもののほぼ一定の値を示す傾向が見られた。

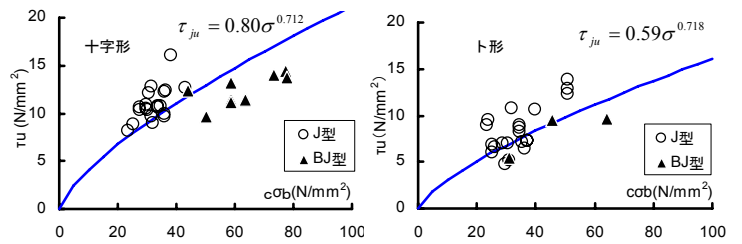


図-4 接合部終局せん断応力度とコンクリート強度の関係

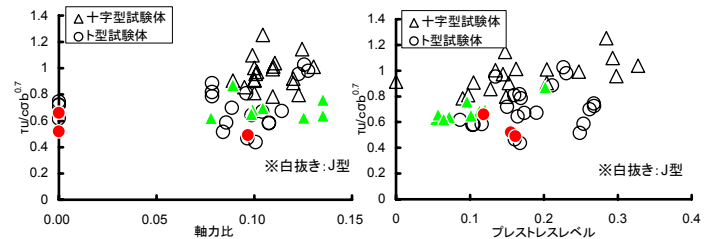


図-5  $\tau_u$  と軸力比及びプレストレスレベルの関係

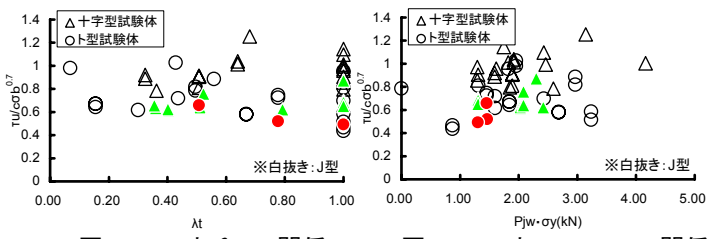


図-6  $\tau_u$  と  $\lambda t$  の関係

図-7  $\tau_u$  と  $P_{jw} \cdot \sigma_y$  の関係

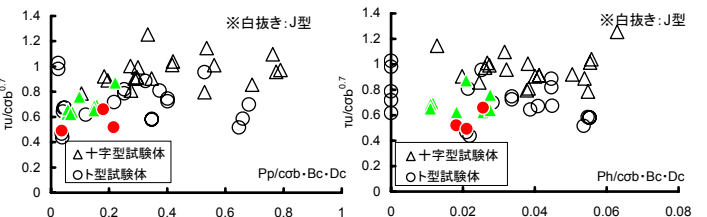


図-8  $\tau_u$  と PC 鋼材量及び補強筋量の関係

## 4. まとめ

1) PC 柱梁接合部のせん断終局強度はコンクリート強度, プレストレスレベルの影響を受ける。軸力比が及ぼす影響はあまり見られなかった。

2) 接合部における PC 鋼材量がせん断強度に寄与することが確認できたが, 限界が考えられる。横補強筋量が及ぼす影響はほとんど見られなかった。

【謝辞】本研究は芝浦工業大学, 学部生遠藤あゆみ氏の卒業研究として実施された。

【参考文献】1)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 2)日本建築学会: プレストレスト鉄筋コンクリート(Ⅲ種 PC)構造設計・施工指針・同解説

\*1 芝浦工業大学工学部建築学科准教授

\*2 首都大学東京都環境科学研究科建築学専攻准教授

\*3 鹿島技術研究所建築技術研究部構造・耐震グループ上席研究員

\*1 Associate Professor, Shibaura Institute of Technology, Dr.Eng.

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

\*3 Kajima Technical Research Institute