

PC造柱梁接合部研究委員会報告 第2年度までの中間成果

- その1 研究概要 -

| | | | |
|-----------------------|-----|--------|--------|
| 社団法人プレストレストコンクリート技術協会 | 正会員 | 博士(工学) | ○岡本 晴彦 |
| 同 | 正会員 | 工学博士 | 渡邊 史夫 |
| 同 | 正会員 | 工学博士 | 浜原 正行 |
| 同 | 正会員 | 博士(工学) | 西山 峰広 |

1. はじめに

(社)プレストレストコンクリート技術協会内に、PC造柱梁接合部研究委員会(委員長 渡邊 史夫 京都大学大学院工学研究科 教授)が設けられ、研究活動を行っている。この研究は、主として建築構造を対象として、プレストレストコンクリート(以下、PCと略記)造の外端柱梁接合部内にPC定着具が存在することが接合部の構造性能へ与える影響を実験、解析並びに調査により把握することを目的としている。その成果から、構造性能確保のために必要となる設計方法を提示する予定である。本研究の期間は2001年4月から2004年3月までの3年間である。本報告においては、その第2年度までの成果について述べる。

2. 研究の必要性と目的

2.1 研究の必要性

PC造架構における柱梁接合部のせん断強度に関する既往の研究は極めて少ない。プレストレスが接合部せん断強度へ与える効果について、貢献があるのか否かさえ結論を得ていない。我国と同じく極大地震を想定してPC構造の設計を行っているニュージーランドの設計規準(NZS3101:1995)¹⁾においては、実験結果²⁾に基づき、有効プレストレス力の70%を接合部入力せん断力から差し引くことができるとしている。一方、近年、我国において行なわれた実験結果³⁾(中柱)では柱梁接合部せん断強度に対するプレストレスの効果は認められなかったとする報告もある。いずれの研究も実験による知見蓄積が不十分であると共に理論的構築が為されていない。

外端接合部については我国では従来から、PC定着具を柱梁接合部内に設置する設計が行なわれてきている。これは接合部有効コンクリート体積を減少させると共にコンクリートストラット等のせん断抵抗機構発現を阻害する危険性を現状においては否定することができない。一方、この定着法は通常の鉄筋コンクリート造における90度折り曲げフック定着に比べて、接合部コンクリートへの圧縮力伝達が直接的である故の長所もあると考える。プレートナット定着もしくはこれと類似の定着法はこの長所を生かしたものである。

いずれにしても、定着部位置が外端接合部の構造性状へ与える影響に関する既往の研究は国内外を通じて、知見が全く不足している。外端柱梁接合部を含む試験体を用いた既往の実験はいくつかあるものの、それらにおいては定着具が柱の外面に設けられているためにこの問題解決に役立たない。さらに、この課題に供する実験試験体は定着具を縮小化することができないため、試験体は実大もしくはそれに近いものでなければならない。このような寸法の試験体を用いた既往の接合部実験は皆無である。

この問題を回避する方法は、現在においては定着具を接合部位置の柱外面に設けた突起コンクリート内に設置することである(図1参照)。しかし、定着具位置が構造性能に与える影響が明確になっていないため、建築使用性および意匠上の制約を受け、この方法の採用は一般的ではない。

性能表示を明確にすることが求められつつある現在において、PC定着具の位置がPC造柱梁接合部の構造性能に与える影響を明確にすることは極めて重要である。

2.2 研究目的

前節を踏まえ、本研究の目的は次のとおりである。

- a. PC 梁造柱梁接合部のせん断強度の評価方法を明らかにする。
- b. PC 造外端柱梁接合部内に PC 定着具が存在することが接合部の構造性能へ与える影響を明らかにする。
- c. PC 造柱梁接合部設計指針を作成する。

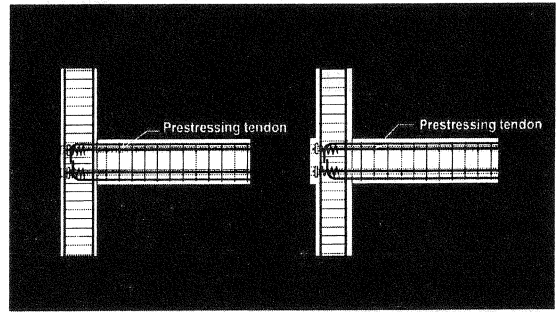


図1 左：接合部内に定着具 右：接合部外に定着具

3. 研究体制

本研究は大学および研究機関に属する研究者，設計または施工を業務とする企業（設計事務所，総合建設会社，PC 専門建設会社 計 42 社）並びに PC 鋼材・PC 定着具生産を業務とする企業（6 社）による共同研究として遂行している。社団法人プレストレストコンクリート技術協会内に研究委員会を設け，これを推進の中心としている。

4. 既存 PC 建築における柱梁接合部の調査と分析

4.1 目的

実験並びに解析的研究計画の立案に先立ち，計画策定のための一つの資料を得ることを目的として，既存 PC 建築における外端柱梁接合部の構造特性に関する調査，分析を行った。比較的近年に施工されたものから無作為に抽出した 50 棟の既存 PC 造建築の設計図書について作業を行った。

4.2 調査結果と分析

図 2 は PC 梁の平均プレストレス σ_g をコンクリート設計基準強度 σ_B にて除した無次元化量の度数分布を示すものである。

図 3 は PC 梁の $T_{ry}/(T_{ry}+T_{py})$ に関する度数分布を示す。ここに， T_{ry} と T_{py} は，各々，引張普通鉄筋並びに PC 鋼材の公称降伏引張力である。すなわち， $T_{ry}/(T_{ry}+T_{py})$ は $(1 - (\text{プレストレッシング係数}))$ に相当する。全資料の約 50% において $T_{ry}/(T_{ry}+T_{py})$ 値が 0.2 を下回り，普通鉄筋量は比較的少ないものが多いことがわかる。

図 4 は柱の曲げ降伏強度の梁の曲げ降伏強度に対する比の度数分布を示す。この図から，殆どの事例において梁降伏先行型の架構となっていることがわかる。

図 5 は外端柱梁接合部のせん断余裕度の度数分布を調べた結果である。図において，横軸には (1) 式に示す日本建築学会「鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針 (案)・同解説」⁴⁾ から求まる柱梁接合部のせん断耐力を梁の曲げ終局時に接合部に入力されるせん断力により除したものを採っている。この場合，鉄筋コンクリート (RC) 梁に対して行われている方法と同じく，入力せん断力には接合部内の水平方向せん断力の最大値を採用している。

$$V_{ju1} = \kappa \cdot \phi \cdot F_j \cdot b_j \cdot D_j \quad \text{-----(1)}$$

ここに， $\kappa=0.7$ ， $\phi=0.85$

$$F_j = 0.8 \cdot \sigma_B^{0.7} \quad (\text{N/mm}^2) \quad , \quad D_j : \text{接合部のせい(ここでは，柱の全せいとした)} \quad (\text{mm})$$

σ_B : コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)

b_j は接合部の有効幅であり，(2)式による。

$$b_j = b_b + b_{a1} + b_{a2} \quad \text{-----(2)}$$

ここに、 b_b は梁幅、 b_{ai} は $b/2$ または $D/4$ の小さいほうとする ($i=1,2$)。ここに、 b_i は梁両側面からこれに平行する柱側面までの長さ、 D は柱せいである。

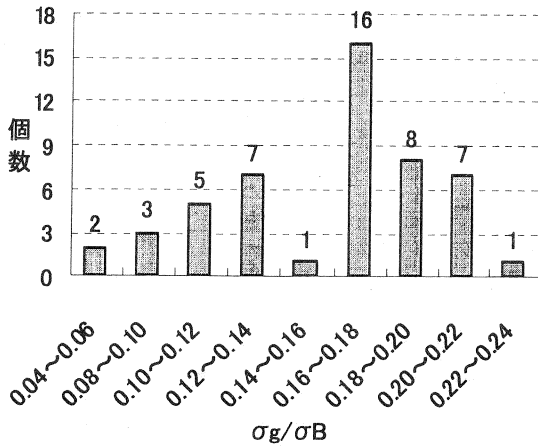


図2 平均プレストレス

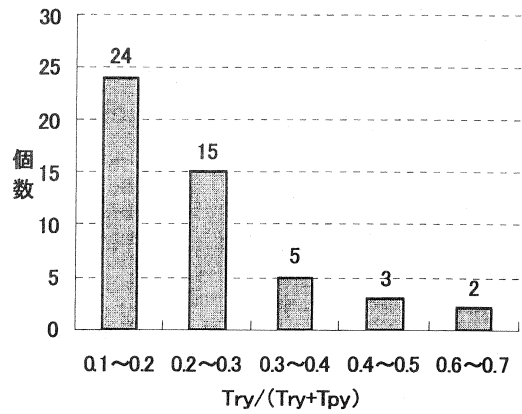


図3

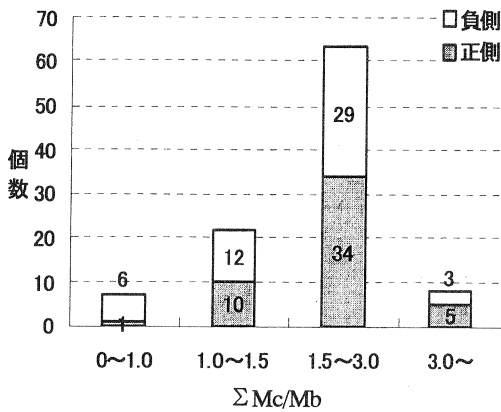


図4 柱の梁に対する曲げ終局強度比

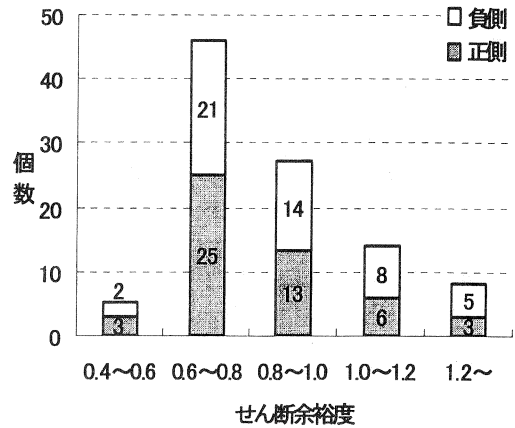


図5 せん断余裕度

図5からPC建築調査結果はその大半がこの指針に適合していないことがわかる。梁においてPC鋼材は普通鉄筋よりも断面の中央寄りに配置されることが多い。かつ、その引張力はかなり大きい。このような場合、柱と梁の曲げモーメントが等しいという条件下においてPC梁とRC梁とを比較すると、PC梁では応力中心間距離が小さくなるため、柱梁接合部への入力せん断力はRC梁のものよりもかなり大きく算定される。大半の既存PC柱梁接合部が上記指針に対して不適格となることは、この事情が関与している。

5. 明らかにすべき事項

2.2節に示した目的を達成するために、次の事項を明らかにすべきものとして設定している。

- a. PC造柱梁接合部のせん断強度算定に際する接合部への入力評価方法

前章における検討から、接合部の破壊が接合部内の水平方向せん断力の最大値に支配されるとすると PC 造柱梁接合部の設計は困難になると予測される。しかし、西山による既往の実験⁹⁾に於て、その予測と異なる結果を示している試験体がある。すなわち、接合部内の水平方向せん断力の最大値によりせん断耐力が決定されるのではないという可能性がある。従って、この問題について明確な解答を与える実験と機構に対する考察が必要である。

- b. 外端柱接合部内における PC 鋼材並びに普通鉄筋の定着長さがせん断強度に与える影響
- c. 外端柱梁接合部におけるせん断ひびわれに対する評価(ひびわれ発生荷重予測式とひびわれ幅評価)

6. 実験研究計画の概要

試験体規模としては、明らかにすべき項目の特性との関係から、実大規模に近い(以下、実大的と記す)試験体と縮小試験体との双方を採用している。実験は5つのシリーズから成る。その試験体特性を表1に示す。

表1 試験体の特性と実験要因

| 実験シリーズ | 実施時期 | 外端柱の位置 | 試験体規模 | 試験体数 | 実験変数 |
|--------|---------|--------------|-------|------|---|
| N1 | 第1年度 | 側柱 | 実大的 | 3 | <ul style="list-style-type: none"> ・梁内 PC 鋼材の配置(1段配置, 2段配置) ・定着具の接合部内での位置(接合部内と外) ・定着具の型(支圧板型とキャスト型) ・プレストレスの有無(PC, RC) |
| N2 | 第2年度 | | | 4 | |
| N3 | 第3年度 | 側柱と隅柱 | | 4 | <ul style="list-style-type: none"> ・プレキャスト ・梁内 PC 鋼材の位置 ・架構と直交方向に設置された定着体の影響 |
| K1 | 第2~第3年度 | 側柱 | 縮小 | 7 | <ul style="list-style-type: none"> ・λ(プレストレッシング係数) ・コンクリート強度 ・接合部内 PC 鋼材定着位置 |
| K2 | 第3年度 | 最上階側柱(L型試験体) | | 未定 | 策定中 |

実験担当研究機関：N1~N3 シリーズ：日本大学理工学部，K1, K2 シリーズ：京都大学大学院工学研究科

7. 設計指針作成の基本方針

設計指針作成の基本方針は次のとおりである。

- a. 従来の方法において問題点が生じることが判明した場合には、単にそれを制限するのではなく、新たな解決方法を探る。
- b. この指針の完成により、従来は行うことのできなかつた先進的な設計が可能となることを視野に含める。

8. まとめ

PC 造柱梁接合部研究委員会において現在、遂行中の研究に関し、必要性、目的、明らかにすべき事項並びに実験計画概要について記した。最終成果については次の機会に報告する予定である。

参考文献

- 1) NEWZEALAND STANDARD, NZS3101, The Design of Concrete Structures, 1995.
- 2) R. Park and K.J. Thompson : Cyclic Load Tests on Prestressed and Partially Prestressed Beam Column Joints, Jour. of PCI, Sept.-Oct., 1977, pp.84-110
- 3) 紅谷信行, 柏崎隆志, 野口 博 : プレストレストコンクリート柱・梁接合部のせん断性状に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19, No2, pp.1179-1184, 1977.
- 4) 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 (案)・同解説, pp.241 - 249, 1997 年.
- 5) M. Nishiyama: Seismic Response and Seismic Design of Prestressed Concrete Structures, Doctoral Thesis of Kyoto University, Sept. 1993, pp.74-154.