

プレストレストコンクリート造柱梁接合部 設計指針 (案)

PC 造柱梁接合部研究委員会

1. はじめに

わが国における基規準では、プレストレストコンクリート（以下 PC と略記）構造の柱梁接合部に対する設計法は規定されていなかった。このため、プレストレストコンクリート技術協会内に設置された PC 造柱梁接合部研究委員会（委員長：渡邊史夫京都大学教授（当時））および共同研究参加諸機関では、PC 造柱梁接合部の設計指針作成に向けて 2001 年 4 月から研究活動を開始した。本活動は、2004 年 9 月までの 3 年半にわたって行われ、「プレストレストコンクリート造柱梁接合部設計指針 (案)」を発表した。

本指針案は、共同研究の規定によって 3 年間は発表を控えることになっていた。この 3 年を経過したため、今回協会誌「プレストレストコンクリート」に公表し、会員および一般の構造技術者の方々に利用いただけるようにした。この設計指針により PC 建築構造物のさらなる普及がはかれることを期待する。

本稿では、ページ数の制約から本指針の概要のみを記載する。とくに安全限界状態に対する検討を中心に記述する。設計指針の背景となる実験データなどを含めた詳細な刊行物は、(社)プレストレストコンクリート技術協会から発行される予定である。なお、本設計指針および実施された実験については、文献 1)～3) において発表されている。

2. 設計指針 (案) の概要

設計指針としては、要求される性能を明確化し、その具体的な検討方法を示すことを目標とする。通常想定される限界状態は、使用限界状態、損傷限界状態（または修復限界状態）および安全限界状態である。鉛直荷重に対する使用限界状態においては柱梁接合部に大きな応力が作用する場合が少ないため、柱梁接合部の検討は主に地震荷重に対する検討となる。

一方、建築基準法・施行令等で考慮しているのは、損傷限界状態および安全限界状態である。本設計指針では建築基準法・施行令等も考慮して、検討する限界状態を損傷限界状態および安全限界状態とした。ただし、現状では、安全限界状態を中心に検討を行い、損傷限界については必要に応じて検討を行うこととする。

本設計指針の主な特徴は、下記のとおりである：

- 1) 損傷限界状態と安全限界状態それぞれに対する設計法を示した。
- 2) 安全限界状態が明確になっている場合とない場合に対して、設計用せん断力算定法を示した。
- 3) 大型試験体に対する載荷実験結果および過去の実験結

果に基づき、PC 柱梁接合部せん断強度算定法を提示した。

- 4) PC 鋼材定着装置の柱梁接合部内での位置を接合部せん断強度算定に反映させるため、この定着位置により接合部せん断強度算定に必要な柱有効せいを規定した。

以下において、枠で囲まれた文章は、設計指針より本文をそのまま引用している。本文に続く解説は、設計指針の解説を基に編集し記述している。

3. 適用範囲

本設計指針は、大梁に PC 部材、プレストレスト鉄筋コンクリート（以下 PRC と略記）部材が使用されているラーメン構造における柱と梁の接合部（交差部）（以下柱梁接合部と記述）の設計法について示すものである。適用範囲としては、大梁が PC 部材、PRC 部材であることとしており、部材が場所打ちであるかプレキャストであるかは問題としておらず、また、柱部材もコンクリート系部材であれば、すべて適用範囲内としている。

柱梁接合部の設計においては、柱梁接合部の性能が架構全体の性能にも影響を及ぼす場合もあり、これらの影響も考慮した形で設計指針をまとめるべきだとの考え方もあるが、そのような設計指針を作成するためには現状においては資料等が不足している。そのため、ここでは通常行われている柱梁接合部のモデル（剛接合+剛域等）が成立する柱梁接合部の性能、具体的には柱梁接合部の耐力と変形性能によって架構の耐力と変形性能が決まらず、柱梁接合部の履歴特性が架構全体の履歴特性にほとんど影響を与えないことを満足する柱梁接合部を設計するための指針とすることを目標とした。

本指針の耐力式等は実験データを基に作成されている。よって、本指針の耐力式を用いる場合には、その基となる実験試験体のプロポーシオンに注意する必要がある。とくに柱梁接合部の柱せいと梁せいの比 bD/cD は、試験体では 1.0 程度が多い。したがって、設計対象となる柱梁接合部の bD/cD が 2/3～1.5 の範囲を外れる場合、本設計指針の適用には注意が必要である。

4. 材料および材料の定数

材料および材料の定数については、日本建築学会「プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説」⁴⁾、「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」⁵⁾、および、「鉄筋コンクリー

「構造計算規準・同解説 1999」⁶⁾による。

5. 検討方針

柱梁接合部の検討は、損傷限界状態および安全限界状態に対して行うことを原則とする。ただし、地震荷重に対する安全限界状態で設計が決まることが明らかである場合は、地震荷重に対する安全限界状態以外の検討は省略してもよい。

柱梁接合部の検討は、せん断力に対して行うことを基本とし、柱梁接合部せん断強度が設計用せん断力を上回ることを確認する。せん断力以外では、PC鋼材の定着、および普通鉄筋を耐力上評価している場合は普通鉄筋の付着・定着について検討する。

柱梁接合部の設計は、損傷限界状態および安全限界状態に対して行うことを原則とする。ただし、一般的な建築物において柱梁接合部に影響を与える荷重は地震荷重が主である。このため、柱梁接合部の設計が地震荷重に対する安全限界状態で決まることが明らかで、地震時の損傷限界状態でのひび割れを問題としない場合には、地震荷重に対する安全限界状態以外の検討は省略してもよいこととした。

ここで、損傷限界状態と安全限界状態を下記のように定義する：

損傷限界状態：損傷限界で考慮する荷重・外力の作用後において、構造物の安全性や使用性が低下せず、そのために補修を必要としない限界。損傷限界で考慮する荷重・外力は、まれに発生する（存在期間中に1回以上遭遇する可能性の高い）荷重・外力とし、積雪、暴風および地震を考慮する。

安全限界状態：安全限界で考慮する荷重・外力に対して、鉛直荷重支持部材がその鉛直支持能力を喪失せず、構造物が倒壊、崩壊しない限界。安全限界で考慮する荷重・外力は、きわめてまれに発生する最大級の荷重・外力とし、積雪、暴風および地震を考慮する。

6. せん断に対する検討

6.1 安全限界状態の検討

安全限界状態における柱梁接合部のせん断に対する検討は、安全限界状態設計用せん断力が終局せん断強度以下であることを確認することにより行われる。

柱梁接合部設計用せん断力の考え方として、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⁷⁾等のように接合部水平切断面でのせん断力によるものと鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説⁹⁾（SRC規準）のように接合部体積を考えた接合部モーメントを基準とするものがあるが、本指針では、RC関係の指針等との連続性を考慮し、接合部水平切断面でのせん断力による検討としている。本指針に付属する実験報告書においては接合部体積を考えた接合部モーメントを基準として結果をまとめているが、柱梁接合部せん断力に梁の等価応力中心間距離を掛け

てモーメントにしただけで同じ設計用外力を扱っていることになる。

PCとRCで柱梁接合部に生じる力の違いは、図-1に示すように、PCはPC鋼材が一般的には断面の中央付近に配置されるため柱梁接合部の曲げモーメント分布が中央付近で大きく変化すること、すなわち局部でのせん断力が大きくなることである。今まではこの局部でのせん断力を設計用せん断力としていたため、大きな設計用せん断力に対して設計しなければならなくなっていた。今回行われた実験および既往の実験結果が検討された結果、同じ形状の柱梁接合部試験体において、柱梁接合部破壊時の柱せん断力はPCとRCで差が無いことが明らかとなった。このことは、柱梁接合部内の局部のせん断力と今までの柱梁接合部せん断耐力を比較することに問題があることを示している。よって、PC柱梁接合部の検討には、接合部に働くモーメントのピークを結ぶような平均せん断力を設計用せん断力と定義して柱梁接合部せん断耐力と比較する方法と、局部のせん断力を用いて圧縮ストラットの傾きを考慮して柱梁接合部せん断耐力を補正した値を用いる方法の二つが考えられる。本指針では、圧縮ストラットの傾きを考慮して柱梁接合部せん断耐力を提案できるところまで実験データが無いことおよび設計上の簡便さ等を考慮して、柱梁接合部のせん断に対する検討として、接合部に作用するモーメントのピークを結んで得られるような平均せん断力を定義してせん断耐力と比較する方法を採用した。

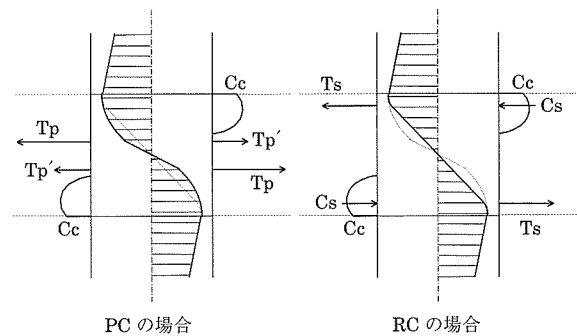


図-1 柱梁接合部内での柱材軸に沿う曲げモーメント分布

6.2 安全限界状態設計用せん断力

柱梁接合部の安全限界状態設計用せん断力 jQ_D は、安全限界状態が明らかな場合と明らかなでない場合とに分け、以下の考え方により算定する。

・安全限界状態が明らかな場合

$$jQ_{Du} = \alpha_1 \left(\frac{b M_{Fi}}{b j_{ei}} + \frac{b M_{Fj}}{b j_{ej}} - c Q \right)$$

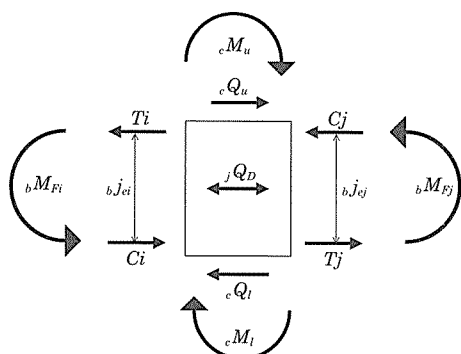
記号

jQ_{Du} ：柱梁接合部の安全限界状態設計用せん断力

α_1 ：解析に用いた終局曲げモーメントに対する上限強度を用いた終局曲げモーメントの比に基づく係数。終局曲げモーメントを算定して求めない

場合は普通鉄筋の信頼強度に対する上限強度の比を採用してもよい。

- ${}_bM_{Fi}$: i 側梁端の安全限界状態時フェイスモーメント
- ${}_bj_{ei}$: i 側梁端の断面の等価応力中心間距離。等価応力中心間距離は $0.8 {}_bD_i$ とする。 ${}_bD_i$ は梁の全せい。
- ${}_bM_{Fj}$: j 側梁端の安全限界状態時フェイスモーメント
- ${}_bj_{ej}$: j 側梁端の断面の等価応力中心間距離。等価応力中心間距離は $0.8 {}_bD_j$ とする。 ${}_bD_j$ は梁の全せい。
- ${}_cQ$: 安全限界状態時の柱のせん断力



接合部まわりの応力状態

・安全限界状態が明らかでない場合

$${}_jQ_{Du} = \min({}_jQ_{Du1}, {}_jQ_{Du2})$$

$${}_jQ_{Du1} = \alpha_2 \left\{ \frac{{}_bM_{ui} + {}_bM_{uj}}{{}_bj_{ei} + {}_bj_{ej}} - \frac{({}_bM_{ui} + {}_bM_{uj})}{(L - {}_cD)H} \right\}$$

$${}_jQ_{Du2} = \frac{{}_jM_{pd} + \beta_j M_{ld}}{{}_bj_e} \left(1 - \frac{{}_cD}{L} - \frac{{}_bj_e}{H} \right) \quad (\text{十字, ト字の場合})$$

$${}_jQ_{Du2} = \frac{{}_jM_{pd} + \beta_j M_{ld}}{{}_bj_e} \left(1 - \frac{{}_cD}{L} - \frac{2{}_bj_e}{H} \right) \quad (\text{L字の場合})$$

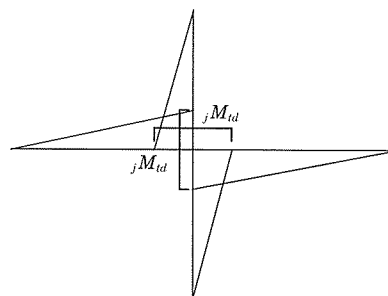
記号

- ${}_jQ_{Du}$: 柱梁接合部の安全限界状態設計用せん断力
- α_2 : 鋼材の信頼強度を用いた梁終局曲げモーメントに対する上限強度を用いた終局曲げモーメントの比に基づく係数。終局曲げモーメントを算定して求めない場合は普通鉄筋の信頼強度に対する上限強度の比を採用してもよい。
- ${}_bM_{ui}$: i 側梁端の終局曲げモーメント
- ${}_bj_{ei}$: i 側梁端断面の等価応力中心間距離。等価応力中心間距離は $0.8 {}_bD_i$ とする。 ${}_bD_i$ は梁の全せい。
- ${}_bM_{uj}$: j 側梁端の終局曲げモーメント
- ${}_bj_{ej}$: j 側梁端断面の等価応力中心間距離。等価応力中心間距離は $0.8 {}_bD_j$ とする。 ${}_bD_j$ は梁の全せい。
- L : スパン長
- H : 階高
- ${}_cD$: 柱せい
- β : 柱梁接合部に要求されるせん断強度の損傷限界設計用せん断力に対する比。資料が無い場合は 2.5 を採用してもよい。
- ${}_jM_{pd}$: 常時荷重による梁の節点モーメントの和

${}_jM_{ld}$: 損傷限界水平荷重による梁の節点モーメントの和

${}_bj_e$: 梁の断面の等価応力中心間距離。等価応力中心間距離は $0.8 {}_bD$ とする。 ${}_bD$ は梁の全せい、接合部の左右で梁せいが異なる場合は左右の平均値

${}_bD = ({}_bD_i + {}_bD_j) / 2$ とする。



損傷限界水平荷重による骨組の曲げモーメント分布

安全限界状態が明らかな場合とは、限界耐力計算、荷重増分解等により架構として考慮すべき安全限界が明らかになっている場合、すなわち増分解で崩壊形ができている場合、応答値が分かっている場合等である。安全限界状態が明らかな場合とは、許容応力度設計や PC 規準の弾性解析に基づく終局強度設計のような場合を示す。保有水平耐力算定の際、荷重増分解で崩壊形ができていない場合、および、節点振り分け法の場合は安全限界状態が明らかな場合であり、これに対して、荷重増分解により必要保有水平耐力以上であっても崩壊形ができていない場合は安全限界状態が明らかになっていない場合となる。

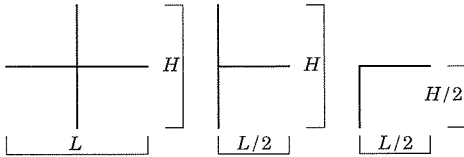
安全限界状態が明らかになっている場合は、架構応力に基づいて柱梁接合部に生じるせん断力を算定し、このせん断力に、鋼材の信頼強度を用いた梁端終局曲げモーメントに対する上限強度を用いた梁端終局曲げモーメントの比に基づく係数を掛けることにより安全限界状態設計用せん断力を算定する。この際に用いる架構応力は、あくまでも安全限界状態時の応力であり、部材の終局時応力とする必要はない。これは、安全限界状態時の応力であれば、設計上それ状態以上の応力は生じないためである。

鋼材の信頼強度を用いた梁終局曲げモーメントに対する上限強度を用いた終局曲げモーメントの比に基づく係数 α_1 および α_2 の算定では、PC 鋼材と普通強度鉄筋それぞれの信頼強度と上限強度を用いて、終局曲げモーメントを算定し、比を求めることが原則であるが、普通強度鉄筋の信頼強度に対する上限強度の比を採用してもよいこととした。ただし、以下のような指摘もありこの点については注意が必要である。

- ・梁降伏先行型の骨組のみを扱っているわけではないので上限強度の信頼強度に対する比を一律に採用してよいのか。
- ・鋼材が降伏すればそれ以上強度上昇がないとしたうえ

でのせん断破壊防止の検討であるので、安全限界時に PC 鋼材が降伏しない場合には、PC 鋼材が降伏するまで変形させた時の曲げ強度を用いるべきではないか。
 ・PC 鋼材が降伏するまでを考慮するのが原則であるが、工学的判断により適切な上限値 ($D_s = 0.55$) 相当を上限とする等) を定める必要があるのではないか。

鋼材の信頼強度に対する上限強度の比は、試験データが無い場合には SD 295 の場合 1.30, SD 345 および SD 390 の場合 1.25, PC 鋼材の場合 1.15 としてもよい。



(梁スパン中央、階高中央で切り出した骨組を示す)
 図-2 スパン長 L および階高 H の取り方

梁の等価応力中心間距離 j_e については、PC の場合も RC と同様な寸法を採用できることが実験結果から分かっており、普通強度鉄筋が無く PC 鋼材だけの場合との連続性も考慮して $j_e = 0.8j$ とすることとした。 j_e はあくまでも等価応力中心間距離であり、一般的に使われている実際の応力中心間距離 j とは異なる。

安全限界状態が明らかでない場合は、部材の終局曲げモーメントから求まるせん断力か、あるいは、損傷限界設計用断面力から求まるせん断力を係数倍 (β 倍) した値の小さい方を安全限界状態設計用せん断力とする。損傷限界設計用断面力から求められるせん断力を基準とした値も採用することにより、柱梁接合部に過度に大きな耐力を要求することがないように配慮した。損傷限界設計用断面力から設計用せん断力を算定するスパン長 L および階高 H の取り方は図-2 による。

柱梁接合部に要求されるせん断強度の損傷限界設計用せん断力に対する比 β の値については、資料が無い場合は日本建築センター「プレストレストコンクリート造設計施工指針」¹⁰⁾ の解説に示されるせん断強度検討用応力組合せ係数 (梁: 2.25, 柱: 2.5), RC 造に対する D_s 値の最大値 (耐震壁の分担率が 0.7 以上で柱・梁の種別がせん断破壊等の FD の場合) と 1 次設計用標準せん断力係数の比 $\beta = 0.55 / 0.2 = 2.75$ 等を考慮して 2.5 としてもよいこととした。

6.3 終局せん断強度

柱梁接合部の終局せん断強度は以下の式により算定する。ただし、終局せん断強度が適切な実験等により確認されている場合はその値を用いてよい。

$$jV_u = \kappa \phi_j F_j b_e j D_e$$

記号

jV_u : 柱梁接合部の終局せん断強度 (N)

κ : 接合部の形状による係数

$\kappa = 1.0$ 十字形接合部

$\kappa = 0.7$ ト形および T 形接合部

$\kappa = 0.4$ L 形接合部

ϕ : 直交梁の有無による補正係数

$\phi = 1.0$ 両側直交梁付き接合部の場合

$\phi = 0.85$ 上記以外の場合

jF : 接合部のせん断強度の基準値で下式による

$$jF = 0.8 \sigma_B^{0.7} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

σ_B : コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)

$j b_e$: 柱梁接合部の有効幅 (mm)。 $j b_e = b_b + b_{a1} + b_{a2}$ で、 b_b は梁幅、 b_{a1} および b_{a2} は $b_i / 2$ または $j D / 4$ の小さい方とする (図-5)。

b_i : 梁両側面からこれに平行する柱側面までの長さ

$j D$: 柱せい

$j D_e$: 柱梁接合部の柱有効せい (mm)。

十字形接合部: $j D_e = j D$

十字形以外: $\lambda_t \leq 0.7$ の場合: $j D_e = j D_r$

$\lambda_t > 0.7$ の場合:

$$j D_e = \{ (j D_p - j D_r) (\lambda_t - 0.7) / 0.3 \} + j D_r$$

$j D_r$: 主筋の定着長

$j D_p$: PC 定着装置の定着板またはそれに相当する部分の PC 鋼材が貫通する柱面からの長さ

$$\lambda_t = T_{py} / (T_{py} + T_{ty})$$

T_{py} : PC 鋼材の降伏荷重

T_{ty} : 普通鉄筋の降伏荷重

実験によれば柱梁接合部の終局せん断強度は、PC 造でも鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針⁷⁾ による式でほぼ算定できることが示されており、ここでは靱性保証型耐震設計指針と同じ式を採用している。この式は PC 柱梁接合部に対する載荷実験より得られた接合部せん断耐力の下限値を与えている。この式 (下限式) の計算精度を図-3 に示す。一方、実験データの平均値式としては十字形接合部の場合 $\kappa \phi_j F = 0.799 \sigma_B^{0.712}$, ト形接合部の場合 $\kappa \phi_j F = 0.587 \sigma_B^{0.718}$ がそれぞれ提案されている。その計算精度を図-4 に示す。

加力方向に平行な接合部側面の見付け面積の 50% 以上が両側共それぞれ直交梁により覆われた状態にある場合は直交梁有りとみなし、それ以外は直交梁無しとする。

十字型以外の柱梁接合部の柱有効せい $j D_e$ の取り方に対し

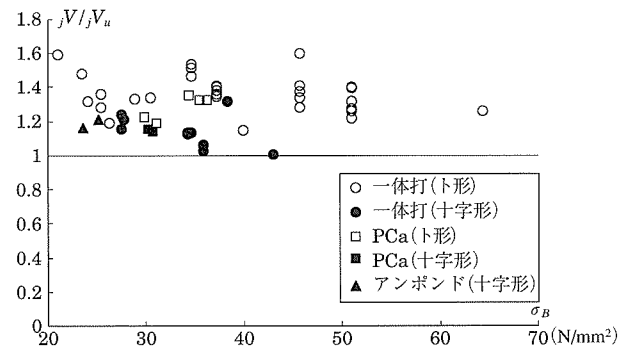


図-3 終局せん断強度 (下限値式) と実験結果の比較

しては、普通強度鉄筋以外に PC 定着装置の位置も関係する。ここでは、柱梁接合部の柱有効せい jD_c は、主筋の定着長 (jD_r)、PC 定着装置の定着板またはそれに相当する部分の PC 鋼材が貫通する柱面からの長さ (PC 定着装置の定着長: jD_p) および $\lambda_t = T_{pv} / (T_{pv} + T_{rv})$ から算定することとし、 λ_t が 0.7 以下の場合は RC に近いため jD_c は普通強度鉄筋定着長とし、それ以上の場合は λ_t が増えるにしたがって PC 定着装置の定着長に近づく式としている (図 - 6)。

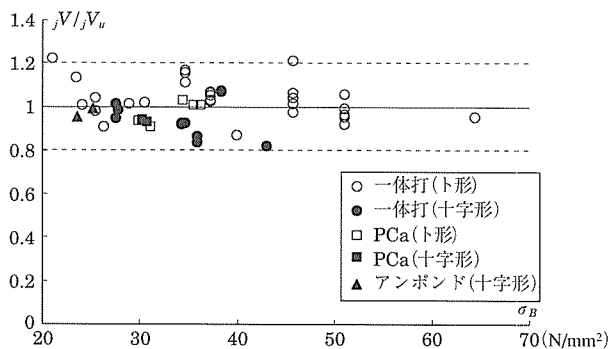


図 - 4 終局せん断強度 (平均値式) と実験結果の比較

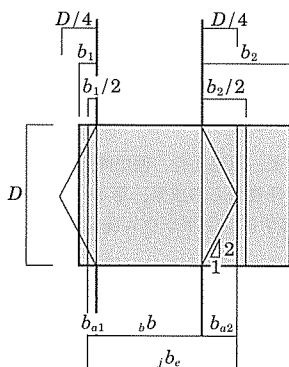


図 - 5 柱梁接合部の有効幅

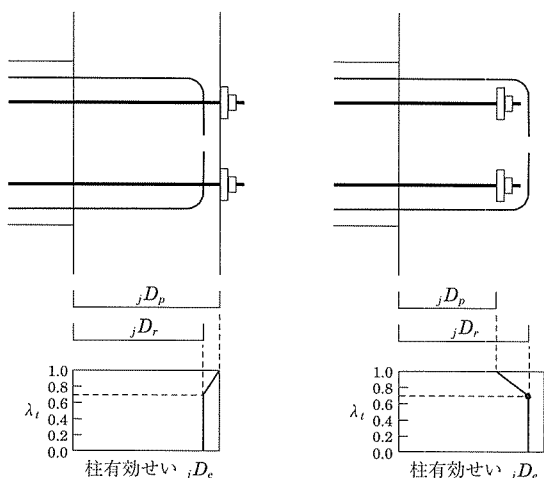


図 - 6 柱梁接合部の柱有効せい

7. 定着に対する検討

7.1 PC 鋼材の定着に対する検討

PC 鋼材の定着に対しては、各限界状態で以下に示す状態であることを確認する。

- ・安全限界状態：PC 鋼材張力を保持できること。PC 鋼材の定着部からの抜け出しが無いが、または他の部分に有害な変形を与える抜け出し量以下であること。
- ・損傷限界状態：PC 鋼材張力を保持できること。コンクリートに過大なひび割れが残らないこと。

7.2 普通鉄筋の付着・定着に対する検討

普通鉄筋の付着・定着に対する検討は、鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針⁷⁾、鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針⁸⁾等にしたがって行う。

8. 配筋規定等

8.1 柱梁接合部の配筋

- ・柱梁接合部の横補強筋比は、0.2%以上とする。
- ・柱梁接合部の横補強筋間隔は、平均で 150 mm 以下かつ隣接する柱の横補強筋間隔の 1.5 倍以下とする。
- ・柱梁接合部の横補強筋は、D 10 以上の異形鉄筋とする。

柱梁接合部の横補強筋比は、柱梁接合部全せい内に配置される横補強鉄筋量を接合部の全幅および全せいで除して算定する。

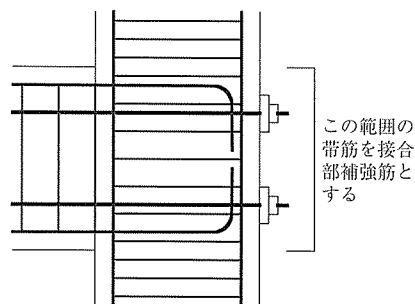


図 - 7 柱梁接合部横補強筋比算定用帯筋の範囲

8.2 PC 定着装置の位置

- ・柱梁接合部内に PC 定着装置がある場合の PC 定着装置の定着板またはそれに相当する部分の位置は、その PC 鋼材が貫通する柱面から柱せいの 2/3 以上離れた位置とする。
- ・PC 定着装置 (らせん筋等を含む) は柱梁接合部内に納まること。

PC 定着装置の位置としては、定着板がある場合については定着板の位置とする。キャストタイプの場合は定着装置

については、その形状により定着板の位置と等価と判断される位置とする。一般的な最外リブが大きいキャストイングタイプの定着装置については、原則として最外のリブの位置としてよい。

9. まとめ

本稿では、プレストレストコンクリート技術協会内に設置されたPC造柱梁接合部研究委員会においてまとめられたPC造柱梁接合部設計指針(案)について紹介した。

2007年にPC構造建築物に対する告示が改正された。しかしながら、この告示のみではPC建築物を設計することは不可能であり、日本建築学会などの各種基準や本稿のような指針類が必要となる。今後このように法規類、基準および指針類が整備され、構造性能に優れたPC建築がさらに普及するものと期待される。

以下に、PC造柱梁接合部研究委員会およびWG、PC造柱梁接合部共同研究参加企業・機関を記す：

PC造柱梁接合部研究委員会

委員長：渡邊史夫

幹事：浜原正行，岡本晴彦，佐藤卓夫

委員：中塚 信，塩原 等，西山峰広，北山和宏，柏崎隆志，河野 進，是永健好，菊田繁美，増田安彦，丸田 誠，小山内裕，福井 剛，深井悟，加藤博人，由利隆之，木村 匡，深澤協三，山森雄介（2001年4月～2003年3月）

設計指針WG

主査：岡本晴彦

幹事：西山峰広

副幹事：由利隆之

委員：深井 悟，浜原正行，塩原 等，北山和宏，菊田繁美，丸田 誠，福井 剛，南伊三男，加藤博人，松原正安，木村 匡，渡邊武久，竹山博史（2001年4月～2002年3月），是永健好（2001年4月～2003年3月）

実験・解析WG

主査：浜原正行

幹事：是永健好

委員：中塚 信，塩原 等，西山峰広，北山和宏，柏崎隆志，河野 進，岡本晴彦，菊田繁美，佐々木仁，増田安彦，丸田 誠，南伊三男，小山内裕，福井 剛，深井 悟，加藤博人，木村 匡，深澤協三，田中典男，山田真人，渡邊武久，竹山博史（2001年4月～2002年3月），山森雄介（2001年4月～2003年3月）

PC造柱梁接合部共同研究参加企業・機関（社名は当時）

1. (株)建築業協会所属 29社

(株)浅沼組，(株)新井組，安藤建設(株)，(株)大林組，(株)奥村組，(株)熊谷組，鹿島建設(株)，(株)鴻池組，五洋建設(株)，佐藤工業(株)，清水建設(株)，(株)銭高組，大成建設(株)，大日本土木(株)，(株)竹中工務店，東亜建設工業(株)，東急建設(株)，東洋建設(株)，戸田建設(株)，(株)ナカノフドー建設，西松建設(株)，日東みらい建設(株)，(株)間組，(株)ピーエス三菱，(株)フジタ，前田建設工業(株)，松井建設(株)，村本建設(株)，三井建設(株)（2001年4月から2003年3月まで，2003年4月以降は三井住友建設(株)としてプレストレストコンクリート建設業協会から参加）

2. (株)プレストレスト・コンクリート建設業協会所属 14社
(株)安部工業所，オリエンタル建設(株)，川田建設(株)，黒沢建設(株)，興和コンクリート(株)，昭和コンクリート工業(株)，三井住友建設(株)，ドーピー建設工業(株)，(株)日本ピーエス，(株)ピーエス三菱，(株)富士ピー・エス，(株)建研，ピーシー橋梁(株)，日本高圧コンクリート(株)

3. PC工法・鋼材グループ6社

極東鋼弦コンクリート振興(株)，ブイ・エス・エル・ジャパン(株)，住友電工スチールワイヤー(株)，高周波熱練(株)鈴木金属工業(株)，神鋼鋼線工業(株)

4. その他

(社)日本建設業経営協会 中央技術研究所

参考文献

- 岡本晴彦，渡邊史夫，浜原正行，西山峰広：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，第12回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，2003年10月，pp.129-136
- 福井剛，渡邊史夫，浜原正行，西山峰広：PC造柱梁接合部研究委員会報告 第3年度からの成果，第13回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，2004年10月，pp.93-100
- Masayuki Hamahara, Minehiro Nishiyama, Haruhiko Okamoto and Fumio Watanabe: Design for Shear of Prestressed Concrete Beam-Column Joint Cores, ASCE special issue on the topic of "Precast/Prestressed Concrete Structures under Natural and Human-made Hazards", Volume 133, Issue 11, December 2007, pp. 1520-1530
- 日本建築学会：プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説（1998年）
- 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（2003年）
- 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造設計規準・同解説（1999年）
- 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年）
- 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説（1990年）
- 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（2001年）
- 日本建築センター：プレストレストコンクリート造設計施工指針（1983年）

【2008年3月12日受付】