

鋼構造接合部設計指針 第2版 質問・意見および回答

質問・意見 1

柱梁接合部（フランジ接合部・ウェブ接合部）の設計例 p153（例題3）で最大耐力の検討をされていますが、1次設計レベル（降伏応力についての検討）でのウェブボルト本数の検討はしなくてよいですか？必要な場合、継手の設計のようにボルトがモーメントによる材軸方向の応力とせん断による部材せい方向の応力の合成応力に対して安全になるように設計しようとする例題3の本数では全然足りませんがこれはどういうことでしょうか？別紙に私の考え方を示しますので誤りがあればご指摘ください。

回答

1次設計の考え方について説明します。指針に示す降伏耐力を短期許容耐力とみなし、接合部の降伏耐力が梁端に生じる曲げモーメントとせん断力を上回るように設計します。ウェブ接合部が負担する設計応力は、梁のせん断力のすべてとシャプレートと梁端の有効断面の曲げ剛性比で決まる曲げモーメントです。ウェブの高力ボルト摩擦接合部におけるボルトの作用力は2章の(2.25a)式で算定できます。なお、3.1.2項に示す梁継手の降伏耐力では、終局状態で梁が降伏する前に継手が降伏するのを避けるために梁の降伏モーメントを設計応力に設定していますが、梁端接合部の1次設計では梁の降伏モーメントを設計応力とする必要はありません。1次設計用荷重に対して求まる梁端の応力が設計応力です。

質問・意見 2

ブレース構造の建物の露出柱脚の設計において、柱脚部に引張が生じたときのせん断耐力の算出方法は、指針に記載されている露出柱脚と同じでよいのでしょうか？このとき、アンカーボルトの全てが引張となる場合がありますが、アンカーボルトのせん断耐力の算定式 (C7.12) 式 $Q_{bu} = S_u \sqrt{1 - (-N/T_u - 1)^2}$ $S_u = n_t \cdot q_{bu}$ における n_t は、アンカーボルトに引張応力が生じている本数（全本数）としてよいのでしょうか？

回答

本指針 (C7.7) ~ (C7.12) 式は、軸力と曲げを受ける露出柱脚の最大せん断耐力の算定式です。これらの式は、軸力に応じた最大曲げ耐力の時に柱脚が負担できる最大のせん断力を示しており、柱脚部にブレースがとりつく場合でも適用できます。これらの式においては、柱脚に作用する曲げに対しアンカーボルトを圧縮側と引張側に区別しております。柱脚に曲げが生じている場合には、全アンカーボルトが引張であっても は全アンカーボルトの1/2としています。 $n_t = n_c = n/2$, n : 全アンカーボルト本数となります。ただし、引張軸力とせん断力のみが生じている露出柱脚では全アンカーボルトの応力状態が同一になります。この場合には本文(7.8)式により各アンカーボルトのせん断耐力を求め、全アンカーボルト本数を乗じて柱脚のせん断耐力を求めることができます。なお、全アンカーボルトが引張となるような場合

には、シヤープレート等によりせん断耐力を確保することを推奨します。

質問・意見 3

ブレース構造の露出柱脚の設計例を掲載して頂きたい。

回答

次回改定に当たっての貴重なご意見として受け止めたいと思います。ありがとうございました。

質問・意見 4

露出柱脚のアンカーボルト引き抜きに対するコーン状破壊耐力の計算式(C7.2)において、第2版では $T_c = T_p + 0.7T_r$ と柱型主筋の引張力を効果に加えましたが、鉄筋の効果を期待するためには図C7.5のように柱型主筋を逆L型にする必要がありますか？

回答

鉄筋の効果を期待するためには、鉄筋がコーン破壊面の側面に十分定着されていることが条件です。そのためフックや定着板により定着を確保することが必要になります。図C7.5のような逆L型に限定するものではありませんが、何らかの方法により定着を確保することが必要です。必要な定着長、定着方法に関しては、本会鉄筋コンクリート構造計算規準などの関連規準・指針を参考にしてください。

質問・意見 5

p.68 部分溶込み溶接継目の「のど厚」について

「手溶接」は、「被覆アーク溶接」と考えますが宜しいでしょうか？

有効のど厚の設定について、鋼構造設計規準 - 2005年第4版 - では、被覆アーク溶接およびガスシールド溶接の場合グループ深さより3mm差し引くとなっています。一方、本指針では手溶接の場合のみ3mm差し引くとなっています。個人的には本指針で取り扱いたいと考えますがいかがでしょうか？

回答

「手溶接」とは「被覆アーク溶接」をのことを指します。「鋼構造限界状態設計指針」に倣って記述しています。

鋼構造設計規準においても、正しくは「被覆アーク溶接のみ3mm差し引く」ということとなります。このことは、2006年5月16日付けの「鋼構造設計規準 - 許容応力度設計法 - 正誤表」にて訂正がなされています。「鉄骨工事技術指針・工場製作編 1996改定」のP.359に記述がありますが、「被覆アーク溶接」と「ガスシールドアーク溶接」とで溶込みの深さが異なるため、有効のど厚に差を設けています。

質問・意見 6

部分溶込み溶接継目の有効長さについて

すみ肉溶接のように明確な形で定義されていませんが、どのように考えればよろしいでしょうか。柱の設計例では全周溶接ですので全長と言うことになっているようです。(H柱の柱脚などに使われることがあります。多分、有効溶接長 = 溶接長さとしている場合が多いかと思いますが)

回答

全周溶接以外の場合でも、有効長さとして溶接全長をとることができます。隅肉溶接の場合には、本指針の解説に記述してあるように、継目の始末端部は欠陥を含んだり隅肉のサイズが小さくなる場合があるため、有効長さを溶接全長から短くすることとしています。部分溶込み溶接で始末端部の適切な施工が行われる場合では、溶接全長をとってもよいこととなります。

質問・意見 7

序(一番最初のページ)の上から15行目に、「～、軸力比と偏心率の算定法を記述した。」とあります。この中で「軸力比の算定法」はp.211の表C5.1にH形断面弱軸の欄が追加されていることを指すものと理解できますが、「偏心率の算定法」がどこに記述されているのか見つけ出せませんので具体的なページと行を教えてください。

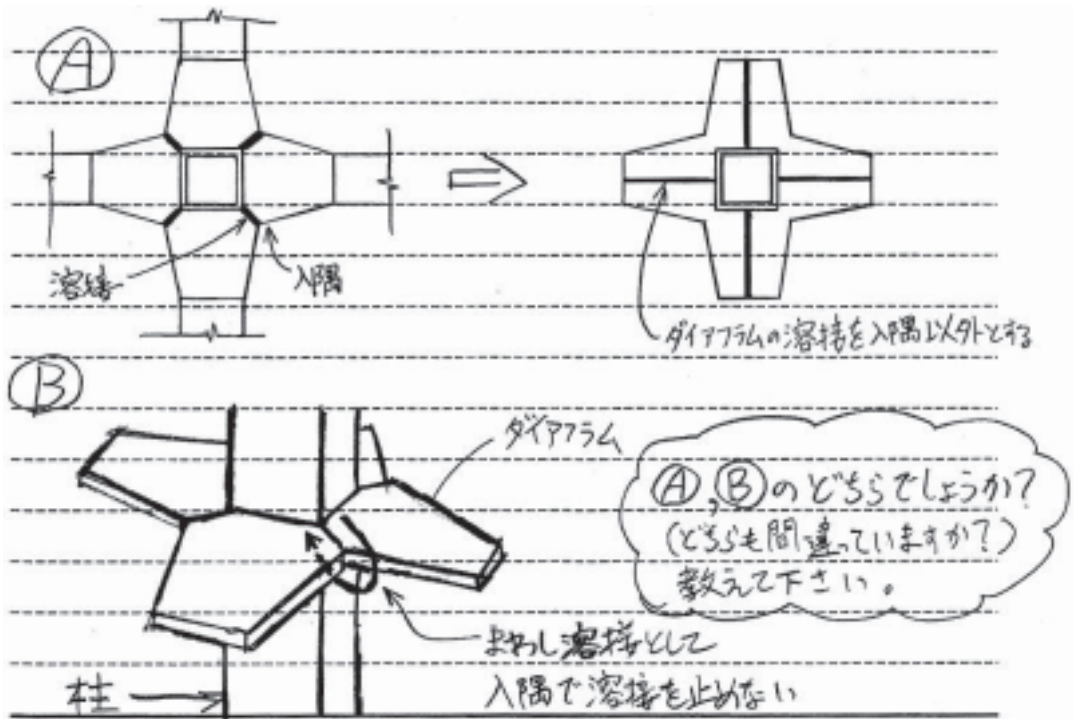
回答

ここで言う「軸力比」と「偏心率」の算定法は、いずれも「5.2 異形接合部パネル」に関するものです。旧版では、いずれも解説内で記述していましたが、今回、本文内に記述しました。すなわち、テーパ管形式接合部パネルについては、p.222、本文4行目に、「ここで、軸力比は上階柱側の値を用いる。」を追加しました。また、梁偏心形式接合部パネルについては、p.222、本文13行目に、「ここで、 e および D_c は柱の図心と梁の図心の偏心距離および箱形断面の幅を示す。」を追記しました。

質問・意見 8

外ダイアフラムの溶接継目位置について

p.167 3行目「b)入り隅部に溶接継目を設けない」は具体的にはどのように解釈すればよろしいでしょうか。



回答

「b)入り隅部に溶接継目を設けない」は、上図の(A)のような構成方法を意図しています。なお、p.168 1行目にある「c)やむを得ずこの位置で溶接するときには、溶接継目の始末端の処理に十分注意する。」の一つとして、上図の(B)のような溶接方法が考えられます。

質問・意見 9

アンカーボルトのコーン状破壊耐力 T_c の評価に「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」のかき出し破壊定着破壊耐力の式を引用しています。既往の研究におけるアンカーボルトのコーン状破壊の荷重変形関係では急激な耐力は起こりません。荷重変形関係を見る限り、コーン状破壊とかき出し定着破壊では破壊モードが異なります。このことから、コーン状破壊耐力にかき出し破壊の式を引用することは難しいと考えます。また、既往の研究ではコーン状破壊耐力のコンクリート寄与分の耐力を $0.6 F_c$ を用いて計算していますが、「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」では、かき出し定着破壊のコンクリート寄与分の耐力を F_c を用いて計算しています。鉄筋寄与分の耐力に

については、コーン状破壊、かき出し破壊ともに $0.7T_r$ としています。コンクリートのみのコーン状破壊である既往の実験結果では、実験値が計算値をかなり上回っています。このことからコンクリート寄与分の耐力のみをかき出し定着破壊の耐力式よりも小さくしている(C7.2)式ではコンクリート寄与分の耐力を過小に、鉄筋寄与分の耐力を過大に評価している可能性があります。一般の建物も設計では柱脚下部のコンクリートを大きくできない場合があります。このような場合、必然的にコーン状破壊耐力 T_c に占める鉄筋寄与分の割合が増えるのでコーン状破壊耐力 T_c の鉄筋寄与分を過大評価することはコーン状破壊耐力 T_c の計算よりも小さい力でアンカーボルトが抜け出し、破壊することになり危険であると考えます。仮に(C7.2)式の妥当性を立証できる場合も、この式はRC造柱梁接合部の 90° 折曲げ鉄筋の定着式の引用であり、コンクリート断面や補強筋の大きさが柱脚と異なる場合があります。従って、柱脚の大きさやコンクリート寄与分と鉄筋の寄与分の割合等、(C7.2)式の適用できる範囲を示すべきと考えます。以上のような理由から(C7.2)式は修正が必要であると考えます。

回答

ご意見にあるようにコーン状破壊については複雑な要因が考えられますが、既往の実験データは限定されたディテールによるものです。現状では、これらの実験結果とかき出し破壊を参考にして(C7.2)式を提示しております。今後、種々の柱脚ディテールに関して実験資料が蓄積されればそれらを基にした提示式の修正は考えられます。

質問・意見 10

露出柱脚下部のコンクリートの設計基準強度は $F_c=30\text{N}/\text{mm}^2$ を使用していますが、一般に $21 \sim 24\text{N}/\text{mm}^2$ を使用することが多く、 $F_c=30\text{N}/\text{mm}^2$ が使用されることはほとんどありません。次回は $F_c=21\text{N}/\text{mm}^2$ （または、 $24\text{N}/\text{mm}^2$ ）を用いた設計例の作成をお願いします。

回答

計算例における使用材料は使用頻度が最も多いものではない場合があります。計算の流れが理解できる例として数値を示しているにご理解ください。

質問・意見 11

アンカーボルトの定着において、コーン状破壊耐力 T_c とアンカーボルト軸部引張降伏耐力 T_u の比較を行っています。図C7.4(259p)から、アンカーボルトは軸部降伏後にひずみ硬化による荷重上昇が起こることがわかります。また、荷重上昇をとまなう範囲の変形が大きいこともわかります。コーン状破壊が荷重低下をとまなう脆性破壊であることを考慮するとアンカーボルトの変形能力を発揮させるためにはアンカーボルト軸部引張降伏耐力 T_u よりも大きな値に対してコーン状破壊耐力 T_c の設計を行うべきと考えます。

回答

各種のアンカーボルトについて塑性変形に対応する応力上昇について定量的に評価できる資料が整っておりません。また、コーン状破壊耐力の実勢値の公称値に対する上昇についても同様です。そのようなことから、現状では設計例としてアンカーボルトの引張降伏耐力とコーン状破壊耐力を検討する例を示しています。

質問・意見 12

P93 3.1.2(3) フランジ接合部の降伏曲げ耐力 $jMfy$ の式の内、(3.8.b)式、(3.8.c)式はフランジ添板の断面積についてのみの式になっていますがフランジ母材断面積については考える必要はないのでしょうか。

回答

フランジ母材の正味断面積が降伏する位置はウェブではウェブ接合部の降伏曲げ耐力 $jMwy1$ と $jMwy2$ が降伏する位置ではなくウェブ母材の無欠損部が対応します。この場合、梁継手の降伏曲げ耐力は $jMy = Ze_y$ (Ze_y : フランジボルト欠損を考慮した梁母材の有効断面係数) となります。本指針では $jMy > Mj = Ze_y$ を継手設計の基本的な考え方としたため、 $jMy = Ze_y$ とすると上記の条件を満たさないことになること、また、一般的なボルト配置ではフランジ母材の降伏はフランジボルトのすべり耐力と同程度であることから本指針ではフランジ接合部母材の検討を省略しています。しかし、極端なボルト配置ではフランジ母材の降伏がすべり耐力より大きく低下する場合があるため、設計者の判断としてフランジ母材の有効断面について検討することが望ましいと考えられます。

質問・意見 13

7章柱脚、p274、p275において「鉄筋コンクリート計算規準・同解説」とありますが、この文献が見当たりません。どうすれば入手できるか調査をお願いします。ちなみに類似の「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」はありますが、必要な図表は記載されておりません。

回答

指針に記載の書名「鉄筋コンクリート計算規準・同解説」はご指摘のとおり「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」の誤りで、訂正します。参照している図は、1988年改定版および1991年一部改定版の付図10.3(477頁)および付図10.5(479頁)です。この図は同書の1999年改定版である、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 - 許容応力度設計法 - 」からは削除されています。現在は、「鉄筋コンクリート構造 計算用資料集」2001年版の図6.3(39頁)および図6.5(41頁)が該当します。