

鋼構造接合部指針講習会の質問に対する回答

質問 1 : 高力ボルトは、ほとんどの場合摩擦接合として用いられていますが、ボルト自体の高強度を生かし、高力ボルトを支圧接合として用いた場合の留意点について、(法令上の制限は別として) 教えて下さい。

回答 1 : この場合、接合部で伝達すべき応力に対して、高力ボルトのせん断耐力および母材と添板の支圧耐力を普通ボルトによる支圧接合同様の方法で検討しておけば、接合耐力に関しては問題ありません。本指針の高力ボルト摩擦接合部も骨組の終局限界状態時の応力伝達は支圧接合状態を想定しています。ただし、ボルト孔クリアランスの存在による初期変形の問題があるので、接合部の初期剛性確保の観点から、普通ボルトによる支圧接合の場合と同様に、ボルト孔径に応じて適用する構造物の規模に制限を設ける必要があります。

質問 2 : p.70, 6 行目「シアーラグ」の意味を教えてください。

回答 2 : 側面隅肉溶接部にせん断力が作用する場合、溶接部のせん断応力分布は一樣ではありません。せん断応力は端部(自由端)で最も大きくなり中央部は逆に小さくなります。この傾向は溶接長が長いほど顕著になっていきます。つまり溶接長が極端に長い場合には、溶接線中央部付近はせん断応力をほとんど負担せず、応力伝達上の無効領域が生じることになります。このような現象をシアーラグと呼びます。この結果、作用荷重の増加につれてまず両端部が塑性化し、溶接部に十分な延性がある場合には塑性化領域が中央部に広がっていき、やがて全断面降伏状態となります。つまり、各部が降伏する時期に時間差(ラグ)が生じることになります。

質問 3 : ブレース引張材として H 形鋼断面部材を用いた場合、断面検定時に H 形鋼断面のボルト孔欠損を見込む必要はありますか。

回答 3 : ボルト孔欠損は見込む必要があります。ただし、板要素の高力ボルト摩擦接合部の降伏耐力式(2.12.b)およびブレース接合部の降伏耐力式(6.9.b)のそれぞれ第 2 項においてボルト孔前面の摩擦力による応力伝達が考慮されています。これは、最近の実験により得られた知見などを反映したもので、解説にも記述されていますように(第 1 ボルトの)すべり耐力と母材の有効断面積の関係によっては、母材の全断面降伏を先行させることも可能な設計式となっています。

質問 4 : 梁継手および柱梁接合部のせん断力に対する最大耐力の算定においては、ボルトの耐力のみ考慮していますが、母材およびガセットプレート、スプライスプレートの耐力を考慮する必要はないのでしょうか。必要があればその方法は。

回答 4 : 最大せん断耐力の検討は必要です。ウェブ、添板およびシャーププレートの最大せん断耐力は 2.1.2 節の板要素接合部の最大耐力の項を参照ください。

質問5：「3章継手」 3.1解説について

鉛直荷重と地震荷重を組み合わせた場合の梁の曲げモーメント分布は、図 C3.1 及び図 C3.3 のようになり、梁端のみでなく中間部にもヒンジが形成される可能性があります。

Q 1 今回の指針において、「3.1解説」は中央ヒンジをも考慮することを述べていると考えてよろしいでしょうか。

Q 2 さらに、仮定として端部および中央部で断面を異にする場合は端部部材の全断面により継手の設計を行うべきですか。

回答5：

A 1 鉛直荷重時の応力と地震時応力の組合せで曲げモーメント分布は様々ですが、図 C3.1 の状態を想定して M_y に対して継手を設計しておけば梁の降伏前に継手にすべりが生じることは無いという意味です。ただし、p.87 の1行目に記載されているように、存在応力設計を否定するものではありません。中央ヒンジをも考慮するかどうかはまずは部材設計の問題であり、骨組の保有耐力の算定（二次設計）において、中央ヒンジが生じるのであればそれに配慮するのは当然でしょう。

A 2 原則としては、端部と中央部のどちらか弱い方の耐力が梁継手の設計の対象になります。降伏耐力の場合には全断面の降伏モーメントを原則として設計用曲げモーメントとみなします。ただし、存在応力が小さい場合に設計応力を低減できることは、上記の場合と同じです。

質問6：第4章 4.1の：梁端の接合部係数についてご教示願いたい。

Q 1 適用範囲 表 1.2 に示されている SM520 材の（ ， ）は、どの程度と考えるのが妥当でしょうか。

Q 2 520N 級鋼で TMCP 鋼（355）が有りますが、SM520 材と較べて、（ ， ）は変わるでしょうか（ の根拠となるデータが少ない？）。

Q 3 SA440 材は適用範囲外ですが、実務設計上、鋼材倶楽部の指針に示される 1.15 を使用することの是非はどうでしょうか（接合指針で $=1.20$ を標準にしていることと整合しないが）。

Q 4 接合部係数 としては、これまで（改正法の前）、「建築物の構造規定（日本建築センター）」に示される値が適用されてきたと思いますが、今後は鋼構造接合部設計指針の 値が適用されるのでしょうか（あくまで役所の判断でしょうか、指針という重みから見て）。

Q 5 鋼構造接合部指針の値が適用されたとして、 の変化の大きい SM490（1.20 1.35）の場合、接合部パネル設計で板厚等への影響はどの程度でしょうか。

回答6：

A 1 および A 2 表 1.2 に掲載されていない鋼種の接合部係数については、具体的な数値を提示するだけの情報が不足していますので、標準的な値を示すことは困難です。特に、鋼材の強度特性によって決まる係数 を評価できる統計的資料が不足していることがその理由です。

A 3 SA440 材についても、標準的な係数を決める資料がありません。本指針では、記載されてい

ない鋼種については個別の検討で対応することを認めています。係数 の定量的な意味と考
え方は 120 頁からの「6) 個別に検討しない場合の接合部係数」に解説されていますのでご参
照ください。

A 4 学会が判断できることではありませんが、この指針に提示されている数値が最新の情報に基
づくものです。

A 5 この接合部係数は、塑性化する被接合部材が梁であることを前提に梁端接合部の設計のため
に決められていますので、その値を接合部パネルの設計に適用するものではありません。接
合部パネルは単なる接合部ではなくてせん断変形する部材であり、例えば骨組の保有耐力の
算定では柱や梁と同様に崩壊型に関わる構造要素となります。したがって、本指針の「5 章
柱梁接合部パネル」では降伏強さに基づく降伏耐力と全塑性耐力が示されており、パネルの
板厚はこのような耐力を決定するときの設計対象となりますが、接合部係数は関係しません。

質問 7：接合部係数について

LSD 指針では、p115 の C4.3 式中の を接合部係数と呼び、（梁端における歪硬化を考慮し
た割り増し係数）とは別々に表現されています。これに対し本講習会では、 が 1.1 から 1.2
に見直されたので、接合部係数が割り増されたとの説明だったと思います。 は接合部係数に
含まれているのでしょうか、それとも別個の係数でしょうか。また を接合部係数というの
でしょうか。それとも C4.3 式の「 $\cdot \cdot$ 」の積をまとめているのでしょうか。

回答 7：本指針では表 4.1 や表 C4.5 に示される係数を接合部係数と呼び、記号に を用いています。

の定義は(C4.5)式で $= \cdot$ としており、 が含まれています。また、LSD 指針（鋼構造
限界状態設計指針）の定義（C4.3 式）では材料の強度特性によって決まる係数を接合部係数
と呼んでいます。これは本指針の と同義であり、 とは同じ呼び名でも意味は違います。
両指針の違いを下表にまとめます。

意味	本指針	LSD 指針
接合部耐力要求値の算定に使う係数	接合部係数	$\cdot \cdot$
鋼材の強度特性により決まる係数		接合部係数
被接合部材の応力上昇により決まる係数		
接合詳細と施工条件による係数	なし	

質問 8：p.136 の(C4.19)式中の「0.777」と $2a$ の「2」の意味について教えて下さい。

回答 8：0.777 はここでの条件である $\cos \theta = \sqrt{3}/2$ の時の $(1+0.4\cos \theta)/\sqrt{3}$ の値です。 $2a$ の 2 は隅肉溶
接継目が梁ウェブあるいはシャーププレートの両側にあることによる 2 です。本文(2.35)、(2.36)
式は隅肉溶接継目 1 つについての値で本文図 2.11 は隅肉溶接継目が対称に 2 つある場合を表
しています。

質問 9：今回の指針のなかで，中空断面柱の柱梁接合部における水平補剛材として外ダイアフラムを掲載していない理由を教えてください．また鋼管構造設計指針に掲載してある外ダイアフラムに関する設計式などは使用可能でしょうか．

回答 9：設計施工技術の変遷に伴い，鋼管構造設計指針に記載されている「外ダイアフラム形式」の適用が近年著しく減少している実態を踏まえ，接合部設計指針には含めておりません．外ダイアフラム形式接合部の設計においては，鋼管構造設計指針の設計式を準用してください．新しく開発された外ダイアフラム形式につきましては，それが設計施工に多用され一般化された時点で，将来の接合部設計指針に反映させたいと考えております．

質問 10：「5 章 柱梁接合部パネル」に設計例があるとよりわかりやすいのですが．

回答 10：ご指摘のように，5 章柱梁接合部パネルには〔設計例〕を設けていません．特に，異形接合部パネルについては，変数が多くなっていますので，〔設計例〕を記載した方が，理解し易かったようにも思います．ご意見を参考にして，次回改定時には，設計例を記載する方向で考えます．

質問 11：構造用アンカーボルトの鋼材「KCR400R80，KCRM70，KCR490M75」の KCR は何を表していますか？また，R80，M70，M75 は何を表していますか．日本鋼構造協会の JSS 13-2000，JSS 14-2000 と上記鋼材種別との関連を教えてください．

回答 11：KCR は(旧)鋼材倶楽部規格（鋼材倶楽部は，2001 年に鉄鋼連盟と統合）の建築構造用圧延棒鋼のことです．R80，M70，M75 は主として適用径と降伏比の違いにより，以下のように定められております．また，適用径に応じた径の許容差も定められております．

KCR400R80・・・(適用径) 14mm 以上 45mm 以下 (降伏比) 80%以下

KCR400M70・・・(適用径) 27mm 以上 48mm 以下 (降伏比) 70%以下

KCR490R80・・・(適用径) 14mm 以上 45mm 以下 (降伏比) 80%以下

KCR490M75・・・(適用径) 36mm 以上 100mm 以下 (降伏比) 75%以下

日本鋼構造協会規格の JSS 13-2000 は，建築構造用転造ねじアンカーボルト・ナット・座金のセットに関する規格で JSS 14-2000 は建築構造用切削ねじアンカーボルト・ナット・座金のセットに関する規格です．いずれの規格もアンカーボルトの軸部の降伏がねじ部の破断に先行するようなアンカーボルトセットの規格です．したがって，素材の降伏比の他に軸径の寸法精度も必要となります．転造ねじの場合には切削ねじに比べて，ねじ部の破断強度が高くなりますので，JSS 13-2000 の場合には KCR400R80，KCR490R80 が，JSS 14-2000 の場合には KCR400M70，KCR490M75 が対応します．なお，詳細に関しては日本鋼構造協会の両規格をご参照下さい．

質問 12：露出柱脚の弾性剛性 K_{BS} を求める(7.2)式の l_b の長さに範囲は存在しないのですか．極端に l_b が長い場合には，計算上ピンと考えられると思いますが，実際にはそのようなことはないと考え

えられます。長さの上限などについての考え方を教えてください。

回答 12: アンカーボルトとコンクリートの付着がある場合には、アンカーボルトの長さ方向の引張歪分布は様にはならないと考えられますから、ご指摘のように l_b を無限長としても弾性剛性はピンにはならないと考えられます。このような場合には、付着を考慮した解析が必要と考えられます。なお、本指針では(7.2)式の妥当性に関する解説(p.233)に示した文献 18)、20)の実験では、埋込み深さがアンカ - ボルト径の 43 倍までの範囲での実験が行われており、通常の鋼構造建築物では、実用設計上(7.2)式が適用できると考えております。

質問 13: 露出柱脚の設計で定着板の大きさ、厚みはどのように考えればよろしいでしょうか。ナットの面積だけでは支圧耐力が不足します。このあたりの考え方を教えてください。

回答 13: 本指針設計例では定着板自体の設計を行っておりませんが、定着板に接するコンクリートの支圧強度に関しては各種合成構造設計指針に基づき(局部圧縮時の)支圧強度を求め、定着板の面積を検討し、その支圧強度分布に対し、定着板を弾性設計すると良いと考えられます。なお、本設計例の場合、支圧強度は $10F_c$ となり、座金(ナット)の面積でアンカーボルトの軸部降伏耐力を上回る支圧耐力が確保されます。

質問 14: 露出柱脚の剛性算定(7.2式)において、柱が円形鋼管のときの d_c はどのように設定すればよいのでしょうか。

回答 14: 弾性剛性の算定においては、柱の圧縮側フランジ外縁を回転中心と仮定しています。円形鋼管柱の場合は、箱形断面柱に比べ回転中心がフランジ外縁から柱中心側に移動することが考えられます。しかし、7章の文献 18)では、円形鋼管の柱の実験結果にも(7.2)式が適用できるとしており、円形鋼管柱の場合にも d_c は圧縮側フランジ外縁までの距離として弾性剛性を算定すれば実用的には十分です。

質問 15: 根巻き柱脚について、施工上の理由などから、根巻きコンクリート主筋頂部にフックを設けない場合の算定法について教えてください。

回答 15: 根巻きコンクリートの主筋の定着は、根巻きコンクリートの曲げ耐力を確保するために重要であり、本指針における主筋頂部のフックはこのような理由から規定されています。頂部にフックがない場合には、主筋の定着を確保するための何らかの工夫が必要であると考えられますが、本指針では対象外としております。定着方法の確保については、設計者がそのつどご判断ください。

質問 16: 根巻き柱脚部の鋼管内部にコンクリートの打ち込みは必要でしょうか。

回答 16: 根巻き柱脚では埋込み柱脚と同様、コンクリートの支圧により応力が伝達されます。箱型断面柱で径厚比が大きいと柱の角部に支圧力が集中しコンクリートが早期に破壊する可能性が考えられます。径厚比によっては、鋼管壁の局部変形防止のために内部へのコンクリートの打

ち込みは有効となります。その必要性については、柱径厚比や埋込み柱脚に対する記述を参考にしてください。

質問 17: 露出柱脚において、コンクリートで柱脚を被覆する場合の剛性への影響について教えてください。

回答 17: コンクリートの被覆の程度や鉄筋の有無で差はあり、剛性への影響は一概には判断できません。コンクリート被覆の影響を無視する等、安全側の設計になるように設計者がその都度判断してください。なお、「付 10 特殊な柱脚」の文献 5) には、露出柱脚に被覆コンクリートで補強した柱脚(言い方を変えれば、埋込み深さの浅い埋込み柱脚)についての記述もありますので、ご参照下さい。

質問 18: 引張軸力が生じる根巻き柱脚の場合、せん断耐力に引張軸力の影響を考慮しなくてよいのでしょうか。

回答 18: 根巻き柱脚では、柱の軸力はベースプレートやアンカーボルトを介して基礎に直接伝達されることを前提としています。したがって根巻き RC 部には軸力は作用しないものと考え、RC 梁有効断面の耐力を想定することになります。

質問 19: 埋込み柱脚で、基礎梁のせいと柱せいの 3 倍より小さいとき、固定点はどこにとればよいのでしょうか。

回答 19: 基礎梁のせいと柱せいの 3 倍より小さいときの固定点は基礎梁の図心とすればよいでしょう。例えば、基礎梁のせいと柱せいの 2 倍のとき、柱は基礎梁上端位置から $1.0D_c$ 下で基礎梁と剛接合されているような力学モデルを想定すればよいと思います。

質問 20: 露出柱脚においてアンカーボルト先端に定着板や 180° フックを省略したいが、どの程度の定着長さとすればよいのでしょうか。

回答 20: 本指針ではアンカーボルトの軸部が降伏する設計法を採用する場合、定着板や 180° フックが必要と考えております(p.221 解説(1)の)。鋼柱を降伏させる設計でアンカーボルトが弾性に留まる場合には、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説に準じた定着方法が考えられます。

質問 21: 日本建築学会学術講演梗概集等、実務で活用できる参考文献の入手方法を教えてください。

回答 21: 本指針で用いております参考文献は、そのほとんどが日本建築学会により出版されたものです。東京都港区にあります建築学会の図書館には学会で出版された文献や、関連の資料が揃っており、図書館に行けば見ることが可能です。各支部につきましては、支部にお問い合わせ下さい。また、参考文献に表記では出版元を示しておりますので、建築学会の文献以外につきましてはそちらにお問い合わせ下さい。

質問 22 : p95 の $M_{wy2} = Z_{sn} \cdot F_y$ の Z_{sn} の求め方を教えてください。

回答 22 : いろいろ求め方はありますが、例えば I_{sn} は以下のように求めます。

$$I_{sn} = \frac{18 \times 410^3}{12} - \left(6 \times \frac{18 \times 22^3}{12} + 2 \times 18 \times 22 \times (35^2 + 105^2 + 175^2) \right) \\ = 6933 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

質問 23 : p217 「第 7 章 柱脚」の (接合部係数) について、'97~01 年の大会梗概の実験によると冷間成形角形鋼管の (実降伏点/規格下限値) の値は、STKR400 (データ数 138) で 1.60、BCR295 (データ数 83) で 1.28 でした。この結果から判断すると、1.3 では柱が塑性変形しない可能性があると考えます。また、はモーメント勾配やアンカーボルト材の実強度のばらつきも考慮して決めるべきものと考えますが、いかがでしょうか。

回答 23 : ご指摘の鋼材 (STKR400, BCR295) については、鋼材の材料強度の実勢値に関する情報が不足しており、接合部係数の標準的な数値を示すことは困難です。現在の指針に接合部係数が記載されている鋼材も含めて、より精度の高い接合部係数を提示することを目標に、材料強度の実勢値に関する資料を収集し、有効な情報が入手された材料については、次回の改訂で新たな接合部係数を提示する予定です。なお、本指針で記載されていない材料については、個別の検討で対応することを認めております。

柱脚については、コンクリート材料の強度の実勢値に関する情報が不足しており、また耐震設計に必要な変形能力を確保するための条件を提示することが現状では難しく、本指針では接合部係数を提示せず、解説で LSD 指針 (1980) が言及している 1.3 の値を紹介するにとどめています。柱脚が保有すべき耐力の問題については、次の改訂時に新しい情報を提示できるように検討を進めています。

質問 24 : pp.226 ~ 227 . 露出柱脚で柱が降伏し、アンカーボルトが降伏しない場合の終局せん断耐力はどう評価すべきでしょうか。

回答 24 : 柱が降伏し、アンカーボルトが (引張) 降伏しない場合の終局せん断耐力は、本文 (7.10) 式で求めることができます。この場合コンクリートの圧縮力およびアンカーボルトの引張応力は、p.228 の図 C.7.11 に示す弾性応力分布を基に算定することになります。

質問 25 : p229 の露出柱脚の設計例中の $T_r + T_p$ について、鉄筋の引張り耐力 T_r とコンクリートのコーン破壊耐力 T_p との累加は不可能であると考えますが。

回答 25 : コーン状破壊に対するコンクリートと鉄筋を考慮した理論的な評価式は得られていないのが現状です。p.229 の設計例では、コーン耐力と鉄筋の引張り耐力の累加耐力をとりましたが、この値の妥当性については議論の余地があると認識しています。この点に関しては、次回の改訂で

設計方法を提示すべく現在検討を進めています。