

質問と回答

「建築設備耐震設計・施工指針2014年版」講習会における質問と回答（その1）

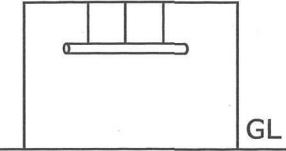
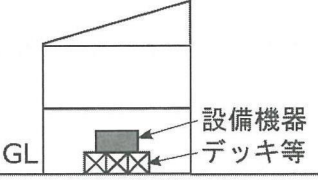
日本建築センター

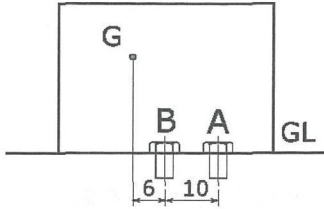
日本建築センターでは、平成26（2014）年9月に「建築設備耐震設計・施工指針2014年版」を発行し、平成26年12月～平成27年1月にかけて東京・名古屋・大阪・福岡・仙台で講習会を開催いたしました。今般、受講者の方々から寄せられました質問に対し、講師の方々に回答を取りまとめいただき、2回に分けて掲載いたします。

質問・回答中の「p.○」は「建築設備耐震設計・施工指針2014年版」の該当ページを示します。

No.	質問	回答
1	(p.1) 「高さ60m以下の建築物に設置される建築設備（設備機器・配管等）の耐震支持（据付け・取付け）とする」とあります。高圧受電設備キュービクルを高さ60m超の建築物の1階に設置する場合、本指針の適用範囲となるのでしょうか。	建築物の1階以下に設置する場合には、地震荷重は上部構造物の影響を受けにくいので、適用範囲と考えることができます。 しかし、60m超の建築物では振動応答解析が行われているので、その検討用地震入力と整合させる方が合理的です。
2	(p.1) ① 機器本体の耐震性は、製造者により検討が行われるものとありますが、何に基づいて確認されるべきでしょうか。指針のようなものはあるのでしょうか。 ② 耐震クラスBで震度6程度に耐えるのであれば、A、Sはどの程度に耐えられるのでしょうか。	① 設計者・設計監理者・施工者が製造者の資料に基づいて判断することになると思われます。本指針上は特に規定していません。 ② 耐震クラスと気象庁震度階は直接には対応していません。耐震クラスA・Sは、耐震クラスBの1.5倍・2倍の安全率を持たせているということです。
3	(p.2) 「吊りボルトで耐震支持する場合には、自重支持用吊りボルト4本で構成される4面にそれぞれ2本の斜材でX型とする。～この時、自重支持用吊りボルトに斜材を取り付ける角度は 45 ± 15 度とし」とありますが、吊り高さが2m、3mなどとなった場合は、当該角度が範囲外となる可能性が高いと思われます。このような場合、どのように対処すれば良いのでしょうか。	一例として、鋼製吊り架台を設置して実質的吊り元高さを低くする方法があります。

No.	質問	回答
4	<p>(p.2) 「自重吊りボルトに緊結する位置は上部のインサートと下部の機器支持部との合計長さを25cm以内とする。」と記載されていますが、</p> <p>① 吊りボルト長さが25cm以内であれば、耐震支持・斜材は不要と考えて良いでしょうか。</p> <p>② 「斜材はX形とする」と記載されていますが、全ねじボルトを放射状に据え付ける方法は不可でしょうか。</p> <p>③ 各吊りボルトが「(インサート～緊結斜材上部+緊結斜材下部～機器支持部)≤25cm」ということでしょうか。それとも、4本の吊りボルトとあるので、「(インサート～緊結斜材上部+緊結斜材下部～機器支持部)×4本≤25cm」ということでしょうか。</p> <p>④ 吊りボルトが短く、斜材の角度が30度未満になる場合は、どのような支持が必要でしょうか？</p>	<p>① 吊元と軽量機器支持部との吊ボルト長さが25cm以内であれば耐震支持（振れ止め斜材）は不要です。</p> <p>② 耐震支持（振れ止め支持）に外側で45度程度の斜材（放射状斜材）を用いることはX状斜材と同様の効果が期待できるものと考えます。</p> <p>③ 各自重吊りボルトが「(インサート～緊結斜材上部+緊結斜材下部～機器支持部)≤25cm」ということです。</p> <p>④ 以下の方法があります。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・機器の外側で45度程度の斜材（放射状斜材）をとる ・形鋼で支持をとる
5	<p>(p.2) 1.1本指針の適用範囲(1)軽量機器の扱いにおいて6行目「解説1.3(2)の参考文献①において～軽量機器に対して～提案されている。」とありますが、軽量機器に対して提案されているのは「解説1.3(1)の参考文献①」の誤りではないでしょうか。</p>	<p>誤りではありません。 東日本大震災による設備被害と耐震対策報告書を示しています。</p>
6	<p>(p.5) 免震構造体に設ける設備機器の設計用標準震度について、「耐震クラスが設備耐震指針による」とされている場合、通常通りの仕様となるのでしょうか。</p>	<p>免震構造の設計用水平震度は、本指針 p.7 2.3建築物の時刻歴応答解析が行なわれている場合に従えば良いです。ただし、鉛直震度については、特に解析がされていない場合には、通常の建築物として、2.2.2項に従って求めれば良い、としています。</p>
7	<p>(p.6) 設備機器の耐震クラス（S、A、B）について、</p> <p>① 当該クラスの設定は、官・民を問わず、必ず建築設計で決定するのでしょうか。</p> <p>② （設備施工会社の立場で）実務上、どのような手順で①を確認するのでしょうか（例：「建築工事構造設計図を確認する」など）。</p>	<p>耐震クラスは、建築物あるいは設備機器などの地震時・地震後の用途を考慮して、建築主や、建築・構造・設備設計者が、設定するものとしています。したがって、必ずしも建築設計で決定するわけではありません。建築設備の耐震クラスの確認は、当該案件の建築設備などの設計図書で確認すれば良いと考えます。</p>
8	<p>(p.6) 設備機器の設計用標準震度について、東北地方太平洋沖地震の観測値を考慮すると、本指針表2.2-1設備機器の設計用標準震度の値は過小評価ではないでしょうか。</p>	<p>本指針は、建築基準法で規定されている極稀に発生する地震に相当する地震力を受けた時の、一般的な建築物の平均的な性質に対応する応答として標準震度を設定しています。ご指摘のように地震動・建築物・設備機器の性質によっては、ここで規定した値を超える応答が生じる場合もあり得ます。</p>
9	<p>(p.6) 設備機器の設計用標準震度について、電気温水器用タンクは、「特記による水槽」に該当するのでしょうか。</p>	<p>電気温水器用タンクの支持は、平12建告第1388号第5に基づいて、計算例27などに従って計算してください。</p>

No.	質問	回答
10	<p>(p.6)</p> <p>1階建ての建屋屋根から耐震支持を取る場合、適用階は本指針表2.2-1における「上層階、屋上及び塔屋」に該当するのでしょうか。</p> 	<p>ご質問に記述されている通りです。(解図2.2-3を参照ください。)</p>
11	<p>(p.7)</p> <p>水槽の応答倍率が、「中間階・上層階・屋上・塔屋」より「1階・地階・地上」の方が大きく設定されているのは何故でしょうか。地震時に水槽に生じるスロッシング現象は、揺れの周期に依存するものと思われませんが、上層階より1階の方が振動の周期は長くなるのでしょうか。</p>	<p>(一社)強化プラスチック協会「FRP水槽耐震設計基準 1996年版」に従い設定しています。根拠は同基準を参照してください。</p>
12	<p>(p.7)</p> <p>① D_{ss} (設備機器据付け用構造特性係数) を $2/3$ としている根拠について、何かの文献・実験結果によるものでしょうか。</p> <p>② 鉛直動の時刻歴応答解析が行われている場合、上下方向の D_{ss} は、水平方向と同じ $2/3$ で良いのでしょうか。</p> <p>③ 配管サポートの設計用震度に時刻歴応答解析が行われている場合、D_{ss} の値は、どのように設定すれば良いのでしょうか。</p>	<p>実験などに基づく直接的な根拠はありません。建築基準法における構造体の D_s 値が最大で 0.55 となっていることなども考慮して、それより大きめの値として、一般的な取り付け法においては $2/3$ 程度の値をとっても良いという判断です。鉛直動、配管サポートなどに対しても $D_{ss} = 2/3$ 程度と考えて、本指針と整合します。</p>
13	<p>(p.10)</p> <p>「用途係数 I_s 及び I_k は、それぞれ $1.0 \sim 1.5$ としている」とありますが、具体的にどのような用途の場合にどのような数値を設定するのでしょうか。</p>	<p>p.6の注)にある通り、重要度の高い防災機器・水槽、重要度の高い防災拠点建築物などでは、I_s、I_k を高い値 (= 1.5) とすれば良く、その重要度に応じて設定すれば良いと考えます。</p>
14	<p>(p.11)</p> <p>建屋内1階床に設置されたデッキなどの上に設備を設置する場合の床位置(1階か、中間階～上層階)の基準が本指針の中に明記されていません。この場合デッキの構造体や高さを考慮し、設計者側で判断しても良いのでしょうか。</p> 	<p>当該のデッキの応答特性を考慮して加速度の増幅率を判断すれば良いと考えます。建築物の1階分相当のデッキであれば、1階建て建築物の上層階として扱えば良いと考えます。さらに特殊なものであれば、応答解析などできちんと増幅特性を検討して定めることが望ましいと考えます。</p>
15	<p>(p.15)</p> <p>実物の設備から重心の位置などを読みとるにあたって注意すべき事や決まり事があるのでしょうか(大まかに図面から読めば問題ないということでしょうか)。</p>	<p>原則として、製造者の資料または実測値によるべきです。簡便な手段として図心とした場合には、採用数値の不確定性を考慮して、多少の安全率を考慮すべきと考えます。</p>

No.	質問	回答
16	<p>(p.18)</p> <p>l_G について、下図のように、製品の形状によってボルト位置が重心 G より片側に偏る場合は、$l = 10$、$l_G = -6$ ($l_G \leq l/2$) として良いでしょうか。</p> 	<p>G 点に左向きの水平力が作用する場合には、B 点回りのモーメント釣合いから $l = 10$、$l_G = -6$ となります。</p> <p>右向きの水平力が作用する場合には、A 点回りのモーメントの釣合いから算定して、$l = 10$、$l_G = 16$ となります。</p>
17	<p>(p.18)</p> <p>① 仕上げモルタルの厚さは、耐震検討に考慮しなくても良いでしょうか。例えば、当該厚さが 100mm で当該モルタルの下のコンクリート部分に届くようにアンカーを埋める場合は、どのように検討すれば良いでしょうか。</p> <p>② アンカーボルトの位置により、それが取り付く床面の高さが異なり、かつ、当該ボルトの種類も異なる場合の重心位置は、どのように決定すれば良いでしょうか。</p>	<p>① 100mm の厚さであれば、モルタルではなく鉄筋コンクリートとして鉄筋を配置するべきです。やむを得ずモルタル (厚さ h) とする場合には、モルタルでは反力が取れないとして、せん断力 Q による曲げモーメント $M (=Q \times h)$ が作用すると考えます。軸方向力 $R_b \cdot$ せん断力 $Q \cdot$ 曲げモーメント M が作用するとして、アンカーボルトを検討します。</p> <p>② アンカーボルトの取付け高さが異なる場合には、p.29 3.2.1(1)の考え方に従い検討します。</p>
18	<p>(p.18)</p> <p>せん断力を求める際に、底面摩擦力は考慮しても良いのでしょうか。鉛直震度が $1G$ にならない限り、底面静止摩擦力が作用しますが、この摩擦力を地震時の水平荷重 (τ) から減じるのは、問題ないでしょうか。</p>	<p>摩擦力の定量的評価が難しいことや地震被害経験から、安全側の判断として、本指針においては機器底面の摩擦力は考慮していません。安易に摩擦力を考慮すべきではないと考えます。</p>
19	<p>(p.18、p.27)</p> <p>p.18の R_b では「引抜き力」の言葉が使われており、p.27の T では「引張り力」が使われています。どのように「引抜き力」と「引張り力」を使い分けているのでしょうか。</p>	<p>転倒モーメントによりアンカーボルトに外部から作用する力であることを強調したものが「引抜き力」です。「引張り力」は一般的な力学用語であり、本指針における両者の意味は同じです。</p>
20	<p>(p.19)</p> <p>円形断面機器で多数固定 (環状にアンカー数が多い) の場合に円筒の断面係数計算式を用いるのは、近似的に問題ないと思いますが、計算例 1、3、5 のような円筒断面でありながら 3 又は 4 箇所固定のようなケースは、計算例 12 のように、矩形断面の式 (18 頁) の方が近いと思います。アンカーボルトの断面係数を合成した場合も、矩形断面の式になると思います。社内的には矩形断面の式を使いたいと考えますが、問題はないでしょうか。</p>	<p>円形断面基礎の検討式は、均等配置されたアンカーボルトに対しての数学的に厳密な式であり、p.19 3.2-2a 式を採用すべきです。</p> <p>計算例 1 と計算例 5 は 4 本ボルトであり、斜め 45 度方向の検討が必要であり、円形式を使う必要があります。</p> <p>計算例 3 は 3 本ボルトであり、円形式を使う必要があります。</p>
21	<p>(p.19)</p> <p>床・基礎支持の場合 (円形断面機器) について、アンカーボルト 1 本に作用する引抜き力 R_b を求める場合において、3.2-1a 式、3.2-3a 式及び 3.2-4a 式では引張りを受ける片側の本数で求めているのに対し、3.2-2a 式ではアンカーボルト総本数で求めているのは何故でしょうか。</p>	<p>p.33 解説 3.2.2 に示されている方法により式を導いているので、アンカーボルト総本数を使用しています。</p>

No.	質問	回答
22	(p.20) 壁面取り付けとして、建築物の胴縁を検討しています。アンカーが使用できないので、ボルトナットで固定することで、耐震上問題が無いと考えて良いでしょうか。	建築物の胴縁は、一般的に主要構造部ではなく、非構造部材であり、本指針で対象としている鉄筋コンクリートの床・壁・基礎に該当しません。(p.15 3.1.3参照) 建築物の胴縁に固定する場合には、胴縁に生じる部材応力を検討して、安全性を確認する必要があります。 また、アンカーボルトではなくボルトナットを使用する場合も準用して計算できますが、ボルトの規格による許容応力度を使用します。
23	(p.21) あと施工アンカーについて、天井の告示では総数の制限などがありますが、設備の耐震支持では、制限はないのでしょうか。	あと施工アンカーについては、特に制限は設けていません。当然ですが、適切に施工される必要があります。
24	(p.21) 管軸方向の耐震支持材と配管の固定法、支持材の計算、変形量の計算はできますか。	管軸直交方向と同様の考え方で計算できます。
25	(p.27) ストップボルトの検討式について、ストップボルトの曲げ強度を何と比較すれば良いのでしょうか。ボルトの曲げ応力は、鋼材の曲げ応力と同じものなのでしょうか。	アンカーボルトの許容曲げ応力度は、ネジ谷部の断面積を想定して0.75倍した値としています。 ストップボルトとして力がかかる部分がネジの無い軸部であれば、SS400鋼材の許容曲げ応力度を使用しますが、ネジ部であればアンカーボルトの許容曲げ応力度を使用します。
26	(p.29) アンカーボルトの耐震計算の検討を不利な方向だけ行っていますが、それで耐震計算上必要本数を決定すれば、有利な方向の検討はしなくても耐震計算はもつ、と考えて良いのでしょうか。	アンカーボルトに対して、明らかに不利な方向で検討しておけば、他の方向の検討は省略できます。 確信が持てない場合は、両者の検討を行うことを推奨します。
27	(p.32) 水平地震力の入力方向について、「底面が正方形の設備機器にアンカーを正方形に配置した場合は、対角方向（斜め45°方向）について検討を行わなければならない」旨の記載がありますが、数ミリ単位でアンカーが長方形に配置された場合（短辺と長辺のボルトスパンの差が数ミリなどの場合）は、短辺方向のみの検討で問題ないのでしょうか。	アンカーボルト配置が正方形に近い場合には、45度方向の検討を行うべきです。 厳密には、対角線方向とその直交方向についての断面係数Zを使用することになりますが、近似的に45度方向と見なせば、簡便に安全側の検討が行えます。
28	(p.42) 架台の接合部の仕口の設計を示してください。	p.249～p.253付録5「鉄骨架台の接合部の例」を参照してください。鉄骨構造に不慣れな場合は、構造設計者に相談する必要があります。
29	(p.49) ボルトのネジ部有効断面積の値を軸断面積に換算した許容応力度の値が掲載されていますが、これはボルトの断面積×0.75の数値とは異なっています。(23.5×0.75=17.6 (kN/cm ²)) 例えば、M12ボルトの場合、0.843 (有効断面積)の有効断面積を用いるならボルトでも鋼材の引張力を用いても良いのでしょうか。	計算を簡略化する目的で軸断面積に対して0.75倍した許容応力度としています。 ネジ谷部の有効断面積を用いるのであれば、ボルトでも鋼材の許容応力度を用いることができます。

No.	質問	回答
30	(p.49) 第4章アンカーボルトの許容耐力と選定はどの範囲を対象としたのでしょうか。	本指針の3章、5章および6章のアンカーボルトを対象としています。
31	(p.50) アンカーボルトの混用について、 ① 「異種アンカーボルトの混用は原則として行わない」とありますが、2005年版においても同様の記述があったのでしょうか。あるいは今回追加されたのでしょうか。 ② アンカーボルトの混用とは、あと施工アンカーに限らず、鉄筋コンクリート打設前に埋め込まれたアンカーボルトについても適用されるのでしょうか。 ③ 機械固定用埋め込みアンカーボルトを追加補強（新耐震基準に不適合）するため、接着系あと施工アンカーボルトを検討しています。可能であれば、埋め込みアンカーボルトとすべきでしょうか。	① 本指針には今回追加しました。 ② 埋め込まれたアンカーボルトも含めて原則、混用すべきではありません。やむを得ず混用する場合は、耐力の最も低いボルトで計算する必要があります。 ③ p.107付表1に示した各種アンカーを使用することは可能です。混用する場合は、上記②によってください。
32	(p.50) ボルト、アンカーボルトの孔径についての記述が無く対応方法が不明です。（架台の製作時） 建築工事に準ずる場合は、ボルトで呼び径+1mmと非常に厳しく、現実的な数値として本指針で明示していただけないでしょうか。 現場では、施工性を優先してルーズホールを採用する傾向があります。	アンカーボルトについては、p.50を参照して下さい。ボルトは、建築工事に準じて、+0.5mm以下であることが望ましいと考えます。やむを得ない場合は、アンカーボルトに準じてください。
33	(p.51) 引張とせん断を同時に受けるボルトの強度確認式 $f_{ts} = 1.4f_t - 1.6\tau$ （解4.1-3）は、何か別の式を使い易い形に簡便化したものと思われます（講師からも、解図4.2-3に関して、本来は楕円形になるとの説明があったと思います）が、解4.1-3式の元の計算式はどのような式でしょうか。また、そこからどのようにして導き出したのでしょうか。	日本建築学会の鋼構造設計規準にボルト耐力の相関曲線と本指針の近似式が記載されています。元の相関曲線は、von Misesの耐力曲線で、簡略化するため3本の直線で表現しています。
34	(p.53) 平成27年1月13日に開催された名古屋会場で配布された正誤表の中に、「 $f_{ts} \leq \sigma$ 」となっている箇所がありました。が、「 $f_{ts} \geq \sigma$ 」の間違いではないでしょうか。	名古屋会場分の正誤表は $f_{ts} \geq \sigma$ が正です。その後の正誤表には、正しい内容「 $f_{ts} \geq \sigma$ 」が記載されています。
35	(p.53) 引き抜き「有り」の場合の検討において、 τ （せん断応力度）の検討後に f_{ts} （許容引張応力度）と σ （引張応力度）を比較する検討を追加したのは、何故でしょうか。	引抜き力の作用するアンカーボルトは τ （せん断応力度）と σ （引張応力度）の両方が許容値以内に収まっていることを確認する必要があります。そこで、 τ の検討後に σ を比較する検討フローになっています。

No.	質問	回答
36	<p>(p.53) 引抜き力 R_b とせん断応力度 τ による方法について、τ の判別式 ($\tau \leq 4.4 \text{ kN/cm}^2$) の注記欄に「SS400ボルトの場合」と記載されていますが、ステンレスボルト (A2-50) を使用した場合は、その判別式の条件が変わるのでしょうか。</p>	<p>ステンレスボルト (A2-50) の場合、SS400のボルトとは耐力が異なるため計算式の数値は異なりますが、式や考え方は同じです。耐力線図は解図4.2-4の通りで判別式は、$\tau \leq 3.95 \text{ kN/cm}^2$ となります。</p>
37	<p>(p.58) 戸建てやマンション1階などで下部がコンクリートでなく土の場合は、aタイプ (ベタ基礎は指針式5.2-1) に該当すると考えて良いのでしょうか。</p>	<p>p.57の下から3行目に、地面に直接基礎を設置する場合の検討事項を示していますので参照してください。</p>
38	<p>(p.58) 基礎形状と検討方式について 既存建築物の屋上などでは、「露出防水層の上に設備基礎を設けたい」という希望が非常に多く、</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 防水層を貫くアンカーは不可、荷重増のため、押さえコンクリートの打設は不可という場合は、防水層を撤去してやり直す以外に方法はないでしょうか。 ② 屋根材がALCの場合は、どのように対応すれば良いのでしょうか。 ③ 防水層とコンクリート基礎との間の摩擦力を考慮して良いのでしょうか。 	<ol style="list-style-type: none"> ① 構造設計者に許容荷重の確認が必要ですが、防水上に大きい (広い) 鉄骨架台などを設置し、転倒や引き抜きに抵抗する方法が考えられます。 ② ALCパネルは局所の耐力が小さいため、支持には適しません。ALCパネルを支持する鉄骨などに直接支持させるなどが考えられます。 ③ 原則として、摩擦力は考慮しません。