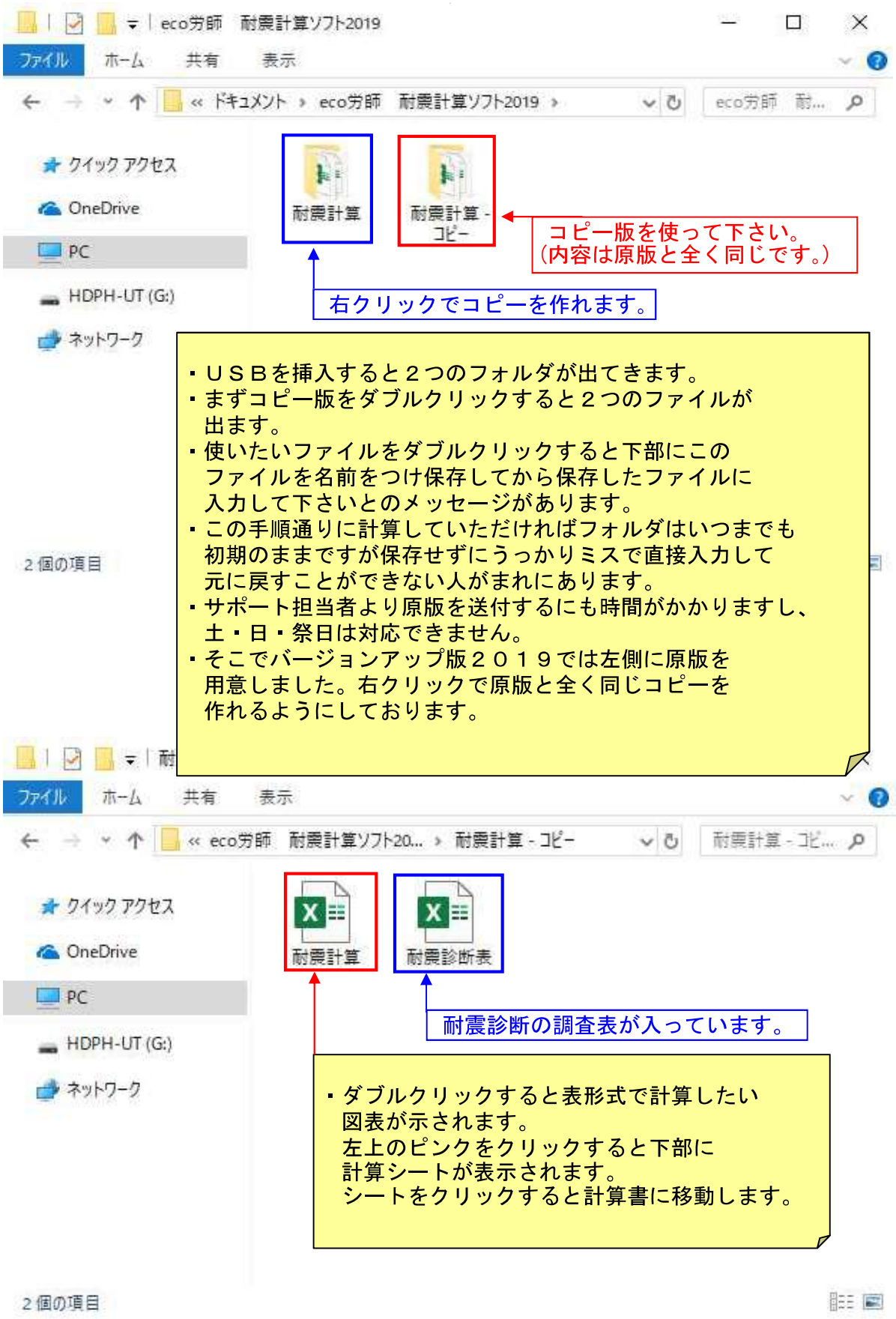

eco労師　耐震計算ソフト2019
ファイル
ホーム
共有
表示
« ドキュメント › eco労師　耐震計算ソフト2019 ›
eco労師　耐...
クイック アクセス
OneDrive
PC
HDPH-UT (G:)
ネットワーク
耐震計算
耐震計算 - コピー
コピー版を使って下さい。
（内容は原版と全く同じです。）
右クリックでコピーを作れます。
・ＵＳＢを挿入すると２つのフォルダが出てきます。
・まずコピー版をダブルクリックすると２つのファイルが出ます。
・使いたいファイルをダブルクリックすると下部にこのファイルを名前をつけ保存してから保存したファイルに入力して下さいとのメッセージがあります。
・この手順通りに計算していただければフォルダはいつまでも初期のままですが保存せずにうっかりミスで直接入力して元に戻すことができない人がまれにあります。
・サポート担当者より原版を送付するにも時間がかかりますし、土・日・祭日は対応できません。
・そこでバージョンアップ版２０１９では左側に原版を用意しました。右クリックで原版と全く同じコピーを作れるようにしております。
2 個の項目
ファイル
ホーム
共有
表示
« eco労師　耐震計算ソフト20... › 耐震計算 - コピー
耐震計算 - コピ...
クイック アクセス
OneDrive
PC
HDPH-UT (G:)
ネットワーク
耐震計算
耐震診断表
耐震診断の調査表が入っています。
・ダブルクリックすると表形式で計算したい図表が示されます。
左上のピンクをクリックすると下部に計算シートが表示されます。
シートをクリックすると計算書に移動します。
2 個の項目

Ｅｘｃｅｌのマクロを有効にする方法について

Excelを立ち上げる

⇩

ファイル釦

⇩

オプション

⇩

セキュリティセンター

⇩

セキュリティセンターの設定

⇩

マクロの設定

⇩

「警告を表示してマクロを無効にする」
を選択

⇩

OK

⇩

OK

※注意
- エクセル２０１０以降は６４ビット、３２ビットのいずれかをインストールしていると思います。
- ＵＳＢを立ち上げるとどちらかを選択できるようになっています。
  どちらでも動作する場合は３２ビットを使用するのがよいかと思います。
- マイクロソフト社もＷｉｎｄｏｗｓが６４ビット版を使用していてもエクセル２０１０は３２ビット版をインストールして使用することを勧めております。６４ビット版は２Ｇ以上のファイルを扱う場合だけですので３２ビット版をお勧めします。
- 事務所のパソコンのエクセルは６４ビット版、現場のノートパソコンは３２ビット版等いろいろありますので、選択できるよう作っております。

※　Excel2000,2003は使えません。

はじめにお読みください。

（一社）日本設備設計事務所協会連合会は「労働時間の短縮」と「技術の平準化」を目的として電気・給排水・空調計算ソフトを世に出しました。設計基準に準拠している等、確かな根拠をもったソフトであるのと、使い易いことが幅広い技術者に高評価をいただき息の長いソフトとして活用されています。引き続いて、アンカーボルトの選定と耐震支持部材を選定するのに必要な配管類の重量が短時間で算定できる「設備用耐震計算ソフト」を平成 24 年に発売しましたが、参考書籍の改訂に伴い今般「設備用耐震計算ソフト 2019」にバージョンアップしました。

１、出典は下記書籍を参考としています。

（１）官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説・・・・・・・・・(以下計画基準という。)
平成 8 年版（一社）公共建築協会

（２）建築設備耐震設計・施工指針・・・・・・・・・・・・・・・・・(以下指針という。)
2014 年版（一財）日本建築センター

（３）建築電気設備の耐震設計・施工マニュアル改訂第 2 版・(以下施工マニュアルという。)
2016 年版（一社）日本電設工業協会、（一社）電気設備学会

（４）建築設備の耐震設計　施工法・・・・・・・・・・・・・・・(以下空衛学会という。)
平成 23 年（社）空気調和・衛生工学会

（５）公共建築工事標準仕様書（電気設備工事編）・・・・・・・(以電気標仕という。)
平成 25 年版（一社）公共建築協会

（６）公共建築設備工事標準図（電気設備工事編）・・・・・・(以下電気標準図という。)
平成 25 年版（一社）公共建築協会

（７）公共建築工事標準仕様書（機械設備工事編）・・・・・・・(以下機械標仕という。)
平成 25 年版（一社）公共建築協会

（８）公共建築設備工事標準図（機械設備工事編）・・・・・・(以下機械標準図という。)
平成 25 年版（一社）公共建築協会

２、設備機器の耐震措置は機器の転倒や移動、落下等の防止を目的とするものです。機器本体の耐震性能は製造メーカーで十分な確認がされていますので、本ソフトは機器取付用アンカーボルトの選定を設備技術者が短時間で行うことができるものを目指して作られたものです。設備機器の据付も床置き、壁掛け、天吊等いろんな方法があります。
どういうものを据え付けるのか？例えば据置きであればトップページの目次をクリックすると算定しようとするシートが出てきます。イメージを描いて入力するのが分かり易く、ミス防止にもなりますので指針及び施工マニュアルを参考に概略図を貼り付ける形式としております。

３、各々の参考書籍によって、キログラム（kg）を使用したり、ニュートン（N）の単位を使用したり、正直バラバラでしたが最新の改訂版ではＳ１ 単位に見直し(N)に改正されております。しかし機器の重量が 1.9kN は何 kg？と質問されてもピンときませんし、間違う場合もあります。本ソフトは重量が kN で表示されていればそのまま入力しますが kg で表示されていれば kg に入力すると kN も表示するように作っております。また引抜力、せん断力においても両方表示するようにしました。

４、局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度を示す表が全ての参考書にあります。指針、施工マニュアルは耐震クラスＳ、Ａ、Ｂの３つに分けられていますが、国の計画基準では特定の施設と一般の施設の２つと各々に重要機器か一般機器かで分けております。本ソフトは設計用標準震度（kS）が 1.0 とか 2.0 になるかを求める場合は国の計画基準の表が解り易いため採用しています。

５、設計用水平震度を求めるには設計用標準震度に地域係数を乗じて求めます。この地域係数は建築基準法施工令第 88 条の規定に基づく、昭和 55 年建告第 1793 号による数値です。本ソフトは都道府県及び地域をドロップダウンリストより選択すると地域係数が自動入力されるようになっております。地域係数は 0.7～1.0 迄ありますが、設備耐震では実務上、日本全国どこでも原則として 1.0 とする書籍（空衛学会）もあります。いずれにしても自動で入力された 0.7～1.0 の数値は上書き修正できるようにしてあります。
尚、地域名は市町村合併により地名が変更されています。新しい地名に変更して提出書類とする場合は計算完了後にエクセル出力釦をクリック（ソフトの入力式が消えた状態）にしてから修正するようにして下さい。

６、アンカーボルト選定においてボルトが埋込まれるコンクリートの４週強度は 1,760N/cm^2（＝180kg/cm^2）確保されていることを条件としています。本ソフトはコンクリートの強度は十分にあるものとしてアンカーボルトを選定します。第一種、第二種軽量コンクリートの場合は一割程度余裕をもって選定して下さい（計画基準他）。また屋外の地盤面などに設置する設備機器の基礎や据付については、建物内とは揺れ方が異なることや地盤耐力、不等沈下などが考えられますので建築構造設計者と協議を行って下さい。あくまで建物内についての計算ソフトです。

７、免震床等への取付機器については適用範囲外です。（参考にはなると思いますが･･･）

８、アンカーボルトには多くの種類（工法）があります。設備機器のアンカーボルトは寸法をきっちり合わす必要があるため、現場で通常用いられているのはあと施工式おねじメカニカルアンカー（通称メカニカル）と接着系あと施工式樹脂アンカーボルト（通称樹脂）の２種類です。寸法出しが容易な場合は埋込式Ｊ型ボルトを使用することもありますので本ソフトは３種類を選択できるようにしています。箱抜式及びめねじアンカーは著しく強度が落ちるため除外としてます。

９、アンカーボルトの短期荷重によるせん断力と許容引抜荷重は（SS400）の数値です。ステンレスボルトの場合、せん断力、引抜力共に一割程度小さくなります。（添付の許容組合せ応力図を参考にして下さい。）

１０、機器の重心位置の求める方法としては構成部品の重量が平均しているもの、平均でなくても重量の偏在がわずかで全体的に影響が微小とみなすことができるものについては各面の図心を重心とみなしてよい（空衛学会）。形状が複雑なものや複数の機器をまとめて一体化しているようなものは計算式（空衛学会）により求められますが製造メーカーで確認するのが確実と考えます。

１１、ガイドブックの全面的改訂。

（１）これ迄の問合せ、質疑を参考にして、より解り易いガイドブックに改訂しました。

（２）入力例を指針、施工マニュアルの例を参考に、できるだけ多くの例を挙げて説明しています。

１２、ＵＳＢについて。

（１）OS は Windows10 迄検証しております。Excel は 64bit、32bit とＵＳＢを起動させるといずれか選択できるように改良しました。

（２）これ迄のＵＳＢは１本づつ固有のもので互換性が無かったのを、前回(2016)のバージョンアップ版から互換性を持たせるように改良しました。

１３、サポートについて。

（１）ご購入者は（一社）日本設備設計事務所協会連合会ホームページのトップページ左のｅｃｏ労師「ユーザー登録」から登録して下さい。質問等はｅｃｏ労師の「ユーザーお問い合わせ」より行って下さい。不具合状況について、なるべき具体的に記入して下さい。ユーザー登録完了後でなくては問合せはできません。また電話での直接問合せは受付できません。

（２）計算ソフト 2019 購入者様には無償サポートを継続しますが、これ迄のソフトについては 2019 年 6 月末で終了します。

（３）下記については無償でのサポートはできません。

①ＵＳＢ紛失の場合は販売価格で提供。

②ＵＳＢ破損（傷付けた）の場合は実費で交換。この場合、破損したＵＳＢを（一社）日本設備設計事務所協会連合会に送って下さい。検証後、交換ＵＳＢを送付致します。

③不正にコピーしようとしてソフトが正常に動作しなくなった場合はサポートできません。新規購入となります。

○耐震計算ソフトは、数値を入力すれば自動的に部材選定をおこなうことができます。しかし、算定式をある程度理解していないと、アウトプットされた結果が正しいのか間違っているのか判断できません。そこで、初歩の力学について解説を行うこととしました。

○初歩の力学

１．力

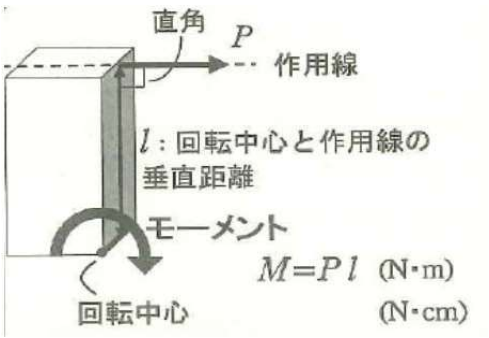
バネばかりにおもりを下げるとバネは引っ張られて伸びる。このとき、おもりには、重力が働いている。その重力の大きさがバネばかりの目盛りに表される。力とは、物体を変形させたり、物体の動きに変化を生じさせる作用である。

力の単位（N:ニュートン）
重力(N)＝質量m(kg)×重力加速度g(m/s2)
質量１kgに働く重力
＝１kg×9.8m/s2 ＝9.8N
１tの場合
1000kg×9.8m/s2
＝9800N＝9.8kN



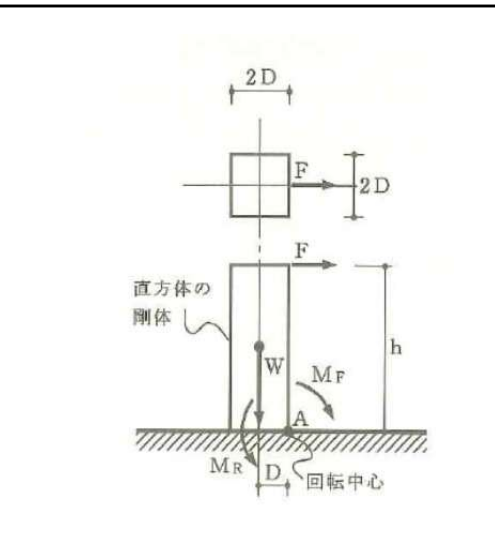
２．モーメント

物体を回転させようとする力の効果(回転力)を力のモーメントという。例えば、直方体の上部を押す（引く）と底部の角を中心に回転して倒れるのは、モーメントの作用である。
モーメントの単位は、力の単位×長さの単位の複合単位である。（Ｎ・ｍ、Ｎ・ｃｍ）



※転倒モーメントと抵抗モーメント

右図のように直方体を水平力Ｆで引っ張るとＦにより、Ａ点を回転中心として直方体を転倒させようとする転倒モーメントＭｆが働く。
一方、直方体に働く重力Wにより、転倒させまいとする抵抗モーメントＭｒが働く。
Ｍｆ＝Ｆ・ｈとＭｒ＝Ｗ・Ｄのモーメントが存在し、Ｍｆ＞Ｍｒの場合に転倒の条件となる。



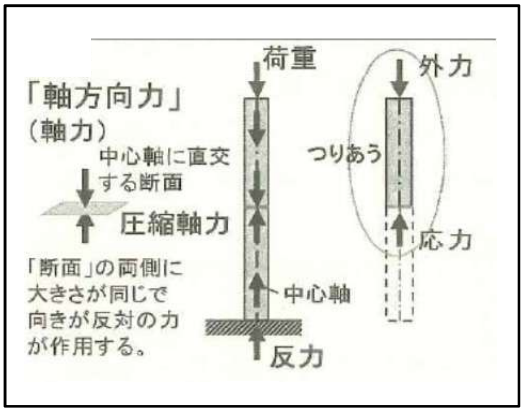
３．応力の種類

①軸方向力

材の中心に軸方向に荷重が作用すると軸方向の応力が生じる。これを軸方向力（軸力）という。

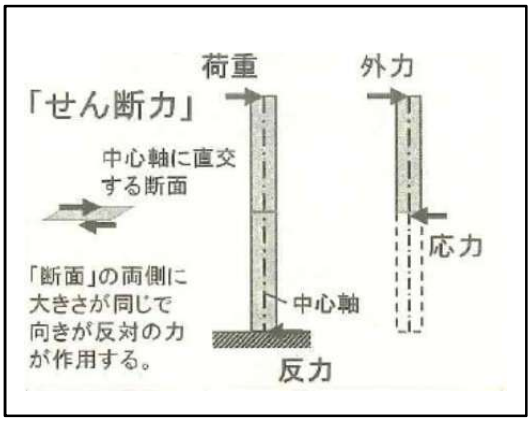
中心軸に直交する任意の断面を取り出してみると、断面の両側に大きさが同じで向きが反対の力

が作用しあっていることがわかる。また、任意の断面で切断した材の片側を考えてみると、切断面には切断されたもう片方の側からの応力が作用し、外力とつり合っていることがわかる。この例では、材を圧縮する荷重が作用し、**圧縮**軸力が生じるが、反対に材を引っ張る荷重が作用した場合も、同様なつり合いが生じ、**引張**軸力が生じる。



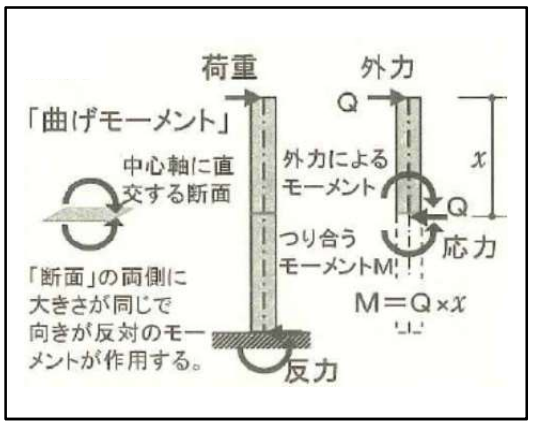
②せん断力

材軸に直交する方向の荷重が作用すると、同じく材軸に直交する方向で向きが正反対の応力が生じる。ハサミで切るように材軸を断ち切ろうとするような力が断面の両側に作用することになり、これを**せん断力**という。



③曲げモーメント

せん断力が生じた状態で、切断した材の片側部分のつり合いを考えてみる。外力（荷重）と応力は偶力をなすので、外力Qとし、外力の作用点から切断面までの距離ｘとすると、Ｍ＝Ｑ×ｘのモーメントが生じる。このままでは回転してしまうので、この回転力につり合うように大きさが同じで向きが逆の応力のモーメントが生じることになる。断面の両側には、大きさが同じで向きが反対のモーメントが作用することになり、これは材を曲げようとする力となるので、**曲げモーメント**という。



入力例ガイドブック

	項　　目	ページ
付表	ボルトの許容組合せ応力図　　ｋＮ値	P1
付表	アンカーボルトのせん断力と引抜荷重　　ｋＮ値	P2～P4
付表	ボルトの許容組合せ応力図　　ｋｇ値	P5
付表	アンカーボルトのせん断力と引抜荷重　　ｋｇ値	P6～P8
入力例	矩形のアンカーボルト　入力手順の説明	P9～P10
計算例１	自立型制御盤のアンカーボルト算定　メカニカルアンカーの場合	P11～P12
計算例２	自立型制御盤のアンカーボルト算定　樹脂アンカーの場合	P13～P14
計算例３	自立型盤のアンカーボルト算定　　メカニカルアンカーの場合	P15～P18
計算例４	蓄電池（直流電源盤）のアンカーボルト算定	P19～P20
計算例５	２段２列式架台蓄電池のアンカーボルト算定	P21～P22
計算例６	パッケージ型エアコンのアンカーボルト算定	P23～P24
計算例７	空冷ヒートポンプチラーのアンカーボルト算定	P25～P26
計算例８	キュービクルのアンカーボルト算定	P27～P28
計算例９	立型貯湯タンクのアンカーボルト算定	P29～P30
計算例１０	横型貯湯タンクのアンカーボルト算定	P31～P32
計算例１１	エアハンドリングユニットのアンカーボルト算定	P33～P34
計算例１２	角型冷却塔のアンカーボルト算定	P35～P36
入力例	円形のアンカーボルト　入力手順の説明	P37～P38
計算例１３	温水ボイラーのアンカーボルト算定	P39～P40
計算例１４	円筒形冷却塔のアンカーボルト算定	P41～P42
入力例	壁取付け時のアンカーボルト	P43～P44
計算例１５	壁掛型制御盤のアンカーボルト算定	P45～P46
入力例	天井面取付け時のアンカーボルト	P47～P48
計算例１６	天吊りシロッコファンのアンカーボルト算定	P49～P50
入力例	矩形タンクの取付ボルト・アンカーボルト	P51～P52
計算例１７	受水槽のアンカーボルト算定	P53～P58
計算例１８	燃料タンクの取付ボルト算定	P59～P60
計算例１９	燃料タンク架台のアンカーボルト算定	P61～P62
入力例	円形タンクの取付ボルト・アンカーボルト	P63～P64
計算例２０	円形小槽のアンカーボルト算定	P65～P68
入力例	壁つなぎ材を受けた場合のアンカーボルト算定	P69～P70
計算例２１	壁つなぎ材付制御盤のアンカーボルト算定	P71～P72
計算例２２	オープン式配電盤のアンカーボルト算定	P73～P74
計算例２３	壁つなぎ材付電気温水器のアンカーボルト算定	P75～P76
入力例	背面支持形制御盤の入力例	P77～P78
入力例	移動防止形ストッパ	P79～P80
入力例	移動・転倒防止形ストッパ（クランクプレート形）	P81～P82
入力例	移動・転倒防止形ストッパ（通しボルト形）	P83～P84
計算例２４	パッケージエアコンの取付けストッパ､アンカーボルトの算定	P85～P90
計算例２５	変圧器の移動転倒防止形ストッパの算定	P91～P94
計算例２６	発電機のアンカーボルト、ストッパボルトの算定	P95～P98
入力例	天井吊り部材の検討	P99～P100
計算例２７	天吊空調機の吊りボルト・アンカーボルトの算定	P101～P102
入力例	電気・機械設備の配管の質量（重量）の算定	P103～P105
付録	参考資料５～９迄	P106～P116

入力手順

１、右上ドロップダウンリスト４つを選択すると標準震度が選定されます。

２、次に都道府県と地域選択により地域係数（0.7～1.0）を算出します。
この地域係数は発注者の指示により変更する場合は上書き修正できます。

３、設計用水平震度が自動的に求められます。

４、機器の寸法は入れても入れなくてもよいのですが、イメージを持ってもらうのと重心、ボルトスパンを手入力する場合必要といえば必要です。

５、機器の重心、ボルトスパンは必ず手入力で入れる必要があります。
これがいろんなところに連動します。

６、機器の重量とアンカーボルトの本数も機器によって当然異なるため手入力です。

７、ここまで出来ればあとは全て自動計算です。

８、アンカーボルトの選択（最下段）が結果となります。ＮＧが出る場合はスラブ厚、ボルトサイズを上げていって下さい。但し、設備用アンカーボルトはコンクリート厚200㎜、引抜荷重は12kN（約1,200kg）迄が限界です。それ以上の引抜荷重がある場合は堅固な基礎を選択し、アンカーボルトの応力図表より求めます。この場合は基礎の大きさ、ボルトの長さの検討が必要になりますので構造計算専門家に相談して下さい。

参考資料

１、アンカーボルトＳＳ４００とステンレスボルトの応力図。

・ｋＮの紹介の後にｋｇの場合を入れてあります。

２、アンカーボルト（ＳＳ４００）応力図を表にまとめたもの。

・ｋＮの紹介の後にｋｇの場合を入れてあります。

３、ボルトの引抜力（床３種類）

・ｋＮの紹介の後にｋｇの場合を入れてあります。

４、ボルトの引抜力（天井・壁３種類）

・ｋＮの紹介の後にｋｇの場合を入れてあります。

５、耐震クラスの適用例。

・ソフトで選択できるようになっています。

６、地域係数（Ｚ）の数値表。

・地方の区分に応じて数値を確認する必要はありません。ソフトに組込まれています。

７、水槽の有効重量と地震力の作用点。

・資料にある計算式はソフトに組込まれています。

８、支持部材選定表の例。

・電気標準図に記載がないもの。

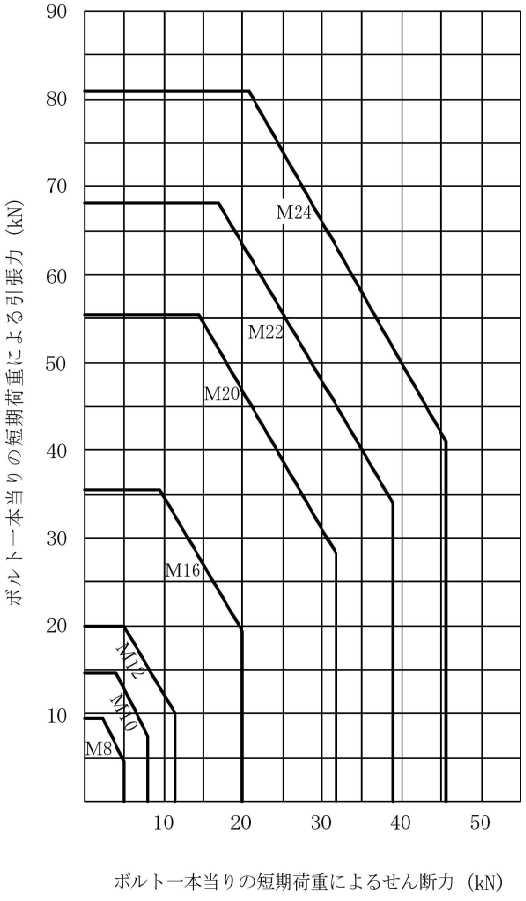
９、等辺山形鋼、溝形鋼の特性表。

※特記１：支持部材選定表の例は電気設備用です。標準図にないため参考資料として添付しております。機械設備は標準図（公共建築協会）に記載されていますので標準図を参考にして下さい。より詳しく調べたい場合は建築設備耐震設計・施工指針（2014 年版日本建築センター発行）、建築電気設備の耐震設計・施工マニュアル（2016 年版日本電設工業協会）があります。本ソフトもこれらの図書を参考にしています。

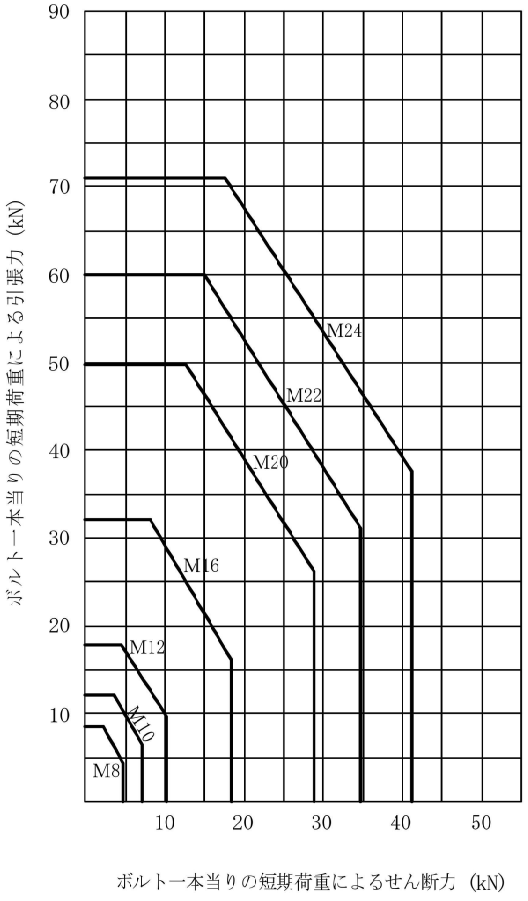
特記２：上記参考資料の１～４迄はガイドブックのはじめに、５～９迄はガイドブックの後ろにあります。

注：ｋＮ（キロニュートン）値です。

アンカーボルトの選定



SS400中ボルト許容組合せ応力図



ステンレスボルト(A2-50)許容組合せ応力図

表－1　アンカーボルトの短期荷重によるせん断力と許容引抜荷重（SS400）

注：kN（キロニュートン）値。

あと施工式おねじ型 メカニカルアンカーボルト		ボルト1本当りの 短期荷重によるせん断力	短期許容引抜荷重（床スラブ上面）				長期許容引抜荷重（天井スラブ下面・コンクリート壁面）			
			コンクリート厚さ				コンクリート厚さ			
ボルト径d	埋込長さL	（SS400中ボルト）	120mm	150mm	180mm	200mm	120mm	150mm	180mm	200mm
M8	40mm	5kN	3kN	3kN	3kN	3kN	2kN	2kN	2kN	2kN
M10	45mm	8kN	3.8kN	3.8kN	3.8kN	3.8kN	2.5kN	2.5kN	2.5kN	2.5kN
M12	60mm	12kN	6.7kN	6.7kN	6.7kN	6.7kN	4.5kN	4.5kN	4.5kN	4.5kN
M16	70mm	20kN	9.2kN	9.2kN	9.2kN	9.2kN	6.1kN	6.1kN	6.1kN	6.1kN
M20	90mm	32kN	12kN	12kN	12kN	12kN	8kN	8kN	8kN	8kN
M24	100mm	46kN	12kN	12kN	12kN	12kN	8kN	8kN	8kN	8kN

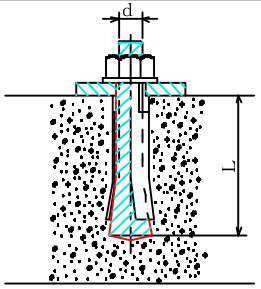
あと施工式 樹脂アンカーボルト		ボルト1本当りの 短期荷重によるせん断力	短期許容引抜荷重（床スラブ上面）				長期許容引抜荷重（天井スラブ下面・コンクリート壁面）			
			コンクリート厚さ				コンクリート厚さ			
ボルト径d	埋込長さL	（SS400中ボルト）	120mm	150mm	180mm	200mm	120mm	150mm	180mm	200mm
M10	80mm	8kN	7.6kN	7.6kN	7.6kN	7.6kN	5kN	5kN	5kN	5kN
M12	90mm	12kN	9.2kN	9.2kN	9.2kN	9.2kN	6.1kN	6.1kN	6.1kN	6.1kN
M16	110mm	20kN	不可	12kN	12kN	12kN	不可	8kN	8kN	8kN
M20	120mm	32kN	不可	不可	12kN	12kN	不可	不可	8kN	8kN

埋込式J型ボルト		ボルト1本当りの 短期荷重によるせん断力	短期許容引抜荷重（床スラブ上面）				長期許容引抜荷重（天井スラブ下面・コンクリート壁面）			
			コンクリート厚さ				コンクリート厚さ			
ボルト径d	埋込長さL	（SS400中ボルト）	120mm	150mm	180mm	200mm	120mm	150mm	180mm	200mm
M8	100−dmm	5kN	9kN	9kN	9kN	9kN	6kN	6kN	6kN	6kN
	130−dmm		不可	9kN	9kN	9kN	不可	6kN	6kN	6kN
	160−dmm		不可	不可	9kN	9kN	不可	不可	6kN	6kN
	180−dmm		不可	不可	不可	9kN	不可	不可	不可	6kN
M10	100−dmm	8kN	12kN	12kN	12kN	12kN	8kN	8kN	8kN	8kN
	130−dmm		不可	12kN	12kN	12kN	不可	8kN	8kN	8kN
	160−dmm		不可	不可	12kN	12kN	不可	不可	8kN	8kN
	180−dmm		不可	不可	不可	12kN	不可	不可	不可	8kN
M12	100−dmm	12kN	12kN	12kN	12kN	12kN	8kN	8kN	8kN	8kN
	130−dmm		不可	12kN	12kN	12kN	不可	8kN	8kN	8kN
	160−dmm		不可	不可	12kN	12kN	不可	不可	8kN	8kN
	180−dmm		不可	不可	不可	12kN	不可	不可	不可	8kN
M16	130−dmm	20kN	不可	12kN	12kN	12kN	不可	8kN	8kN	8kN
	160−dmm		不可	不可	12kN	12kN	不可	不可	8kN	8kN
	180−dmm		不可	不可	不可	12kN	不可	不可	不可	8kN
M20	160−dmm	32kN	不可	不可	12kN	12kN	不可	不可	8kN	8kN
	180−dmm		不可	不可	不可	12kN	不可	不可	不可	8kN
M24	180−dmm	46kN	不可	不可	不可	12kN	不可	不可	不可	8kN

一般的な床スラブ上面に堅固な基礎を設けた場合の許容引抜力

注：ｋＮ（キロニュートン）値。

あと施工式おねじ型メカニカルアンカーボルト



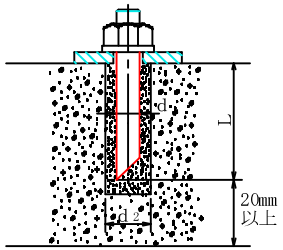
拡張形

短期許容引抜荷重(kN)

ボルト径 d（呼称）	コンクリート厚さ(mm)				埋込長さL (mm)
	120	150	180	200	
Ｍ８	3.00	3.00	3.00	3.00	40
Ｍ１０	3.80	3.80	3.80	3.80	45
Ｍ１２	6.70	6.70	6.70	6.70	60
Ｍ１６	9.20	9.20	9.20	9.20	70
Ｍ２０	12.0	12.0	12.0	12.0	90
Ｍ２４	12.0	12.0	12.0	12.0	100
ボルトの埋込長さ(L)の限度(mm)	100以下	120以下	160以下	180以下	

注１．　上図において、上表の埋込長さのアンカーボルトが埋込まれた時の短期許容引抜荷重である
２．　コンクリートの設計基準強度Ｆ$_C$は、1.8kN／ｃｍ^{2}としている。
３．　各寸法が上図と異なる時或いはコンクリートの設計基準強度が異なる時などは、左記堅固な基礎の計算によるものとする。ただし、床スラブ上面に設けられるアンカーボルトは、一本当り12.0kN を超す引抜荷重は負担できないものとする。
４．　埋込長さが右欄以下のものは使用しないことが望ましい。
５．　第一種，第二種軽量コンクリートが使用される場合は、一割程度裕度ある選定を行うこと。

あと施工式樹脂アンカーボルト



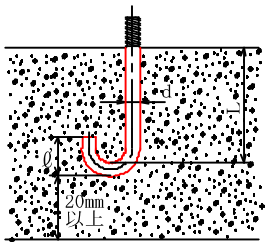
接着系

短期許容引抜荷重(kN)

ボルト径 d（呼称）	コンクリート厚さ(mm)				埋込長さL (mm)	穿孔径 d_2 (mm)
	120	150	180	200		
Ｍ１０	7.6	7.6	7.6	7.6	80	13.5
Ｍ１２	9.2	9.2	9.2	9.2	90	14.5
Ｍ１６	―	12.0	12.0	12.0	110	20
Ｍ２０	―	―	12.0	12.0	120	24
ボルトの埋込長さ(L)の限度(mm)	100	130	160	180		

注１．　上図において、上表の埋込長さ及び穿孔径の樹脂アンカーボルトが埋込まれたときの短期許容引抜荷重である。
２．　コンクリートの設計基準強度Ｆ$_C$は、1.8kN／ｃｍ^{2}としている。
３．　各寸法が上図と異なる時或いはコンクリートの設計基準強度が異なる時などは、左記堅固な基礎の計算によるものとする。ただし、床スラブ上面に設けられるアンカーボルトは、一本当り12.0kN を超す引抜荷重は負担できないものとする。
４．　Ｌ≧6ｄとすることが望ましく、上表のー印部分は使用しないことが望ましい。
５．　第一種，第二種軽量コンクリートが使用される場合は、一割程度裕度ある選定を行うこと。

埋込式Ｊ型ボルト



コンクリート埋込

短期許容引抜荷重(kN)

ボルト径 d（呼称）	コンクリート厚さ(mm)			
	120	150	180	200
Ｍ８	9.0	9.0	9.0	9.0
Ｍ１０	12.0	12.0	12.0	12.0
Ｍ１２	12.0	12.0	12.0	12.0
Ｍ１６	―	12.0	12.0	12.0
Ｍ２０	―	―	12.0	12.0
Ｍ２４	―	―	―	12.0
ボルトの埋込長さL(mm)	100−d	130−d	160−d	180−d

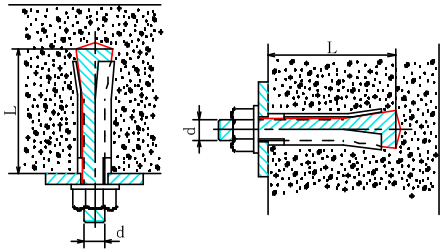
注１．　上図のとおりアンカーボルトが埋込まれた時の短期許容引抜荷重である。
２．　コンクリートの設計基準強度Ｆ$_C$は、1.8kN／ｃｍ^{2}としている。
３．　各寸法が上図と異なる時或いはコンクリートの設計基準強度が異なる時などは、左記堅固な基礎の計算によるものとする。ただし、床スラブ上面に設けられるアンカーボルトは、一本当り12.0kN を超す引抜荷重は負担できないものとする。
４．　Ｌ≧6ｄとすることが望ましく、上表のー印部分は使用しないことが望ましい。
５．　上図のℓ'はＪＩＳボルトの場合のℓ≒4.5ｄである。
６．　第一種，第二種軽量コンクリートが使用される場合は、一割程度裕度ある選定を行うこと。

（一財）日本建築センター
建築設備耐震設計・施工指針2014年版より引用

一般的な天井スラブ下面、コンクリート壁面の許容引抜力

注：ｋＮ（キロニュートン）値。

あと施工式おねじ型メカニカルアンカーボルト



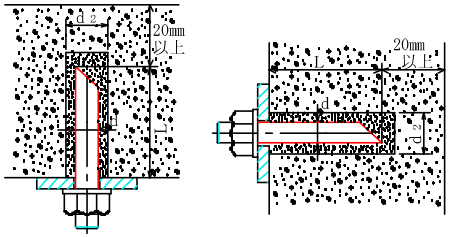
拡張型

長期許容引抜荷重(kN)

ボルト径 d（呼称）	コンクリート厚さ（ｍｍ）				埋込長さＬ（ｍｍ）
	120	150	180	200	
Ｍ８	2.00	2.00	2.00	2.00	40
Ｍ１０	2.50	2.50	2.50	2.50	45
Ｍ１２	4.50	4.50	4.50	4.50	60
Ｍ１６	6.10	6.10	6.10	6.10	70
Ｍ２０	8.00	8.00	8.00	8.00	90
Ｍ２４	8.00	8.00	8.00	8.00	100
ボルトの埋込長さ（L）の限度（mm）	100以下	120以下	160以下	180以下	

注１．　上図において、上表の埋込長さのアンカーボルトが埋込まれた時の長期間許容引抜荷重である
２．　コンクリートの設計基準強度Ｆ$_C$は、1.8kN／ｃｍ^{2}としている。
３．　各寸法が上図と異なる時或いはコンクリートの設計基準強度が異なる時などは、左記堅固な基礎の計算により行い、その計算結果の値を1.5で除したものを許容引抜荷重とする。ただし、天井スラブ下面コンクリート壁面に設けられるアンカーボルトは一本当たり8.0kNを超す引抜荷重は負担できないものとする。
４．　埋込長さが右欄以下のものは使用しないことが望ましい。
５．　一般的な天井スラブ下面、コンクリート壁面に支点をとった重量物は、地震による短期引抜荷重も検討する必要がある。この短期引抜荷重に対しては、　ｂ）項短期許容引抜荷重についても検討すること。
６．　第一種，第二種軽量コンクリートが使用される場合は、一割程度裕度ある選定を行うこと。

あと施工式樹脂アンカーボルト



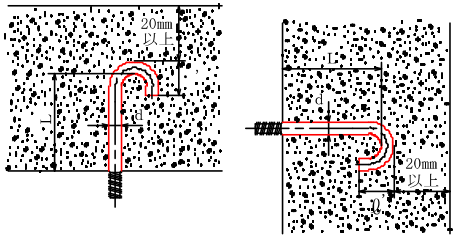
接着系

長期許容引抜荷重(kN)

ボルト径 d（呼称）	コンクリート厚さ（ｍｍ）				埋込長さＬ（ｍｍ）	穿孔径 d$_2$（ｍｍ）
	120	150	180	200		
Ｍ１０	5.00	5.00	5.00	5.00	80	13.5
Ｍ１２	6.10	6.10	6.10	6.10	90	14.5
Ｍ１６	―	8.00	8.00	8.00	110	20
Ｍ２０	―	―	8.00	8.00	120	24
ボルトの埋込長さ（L）の限度（mm）	100	130	160	180		

注１．　上図において、上表の埋込長さ及び穿孔径の樹脂アンカーボルトが埋込まれたときの長期許容引抜荷重である。
２．　コンクリートの設計基準強度Ｆ$_C$は、1.8kN／ｃｍ^{2}としている。
３．　各寸法が上図と異なる時或いはコンクリートの設計基準強度が異なる時などは、左記堅固な基礎の計算により行い、その計算結果の値を1.5で除したものを許容引抜荷重とする。ただし、天井スラブ下面、コンクリート壁面に設けられるアンカーボルトは、一本当り8.0kNを超す引抜荷重は負担できないものとする。
４．　Ｌ≧6ｄとすることが望ましく、上表のー印部分は使用しないことが望ましい。
５．　一般的な天井スラブ下面、コンクリート壁面に支点をとった重量物は、地震による短期引抜荷重も検討する必要がある。この短期引抜荷重に対しては、　ｂ）項短期許容引抜荷重についても検討すること。
６．　第一種，第二種軽量コンクリートが使用される場合は、一割程度裕度ある選定を行うこと。

埋込式Ｊ型ボルト



コンクリート埋込

長期許容引抜荷重(kN)

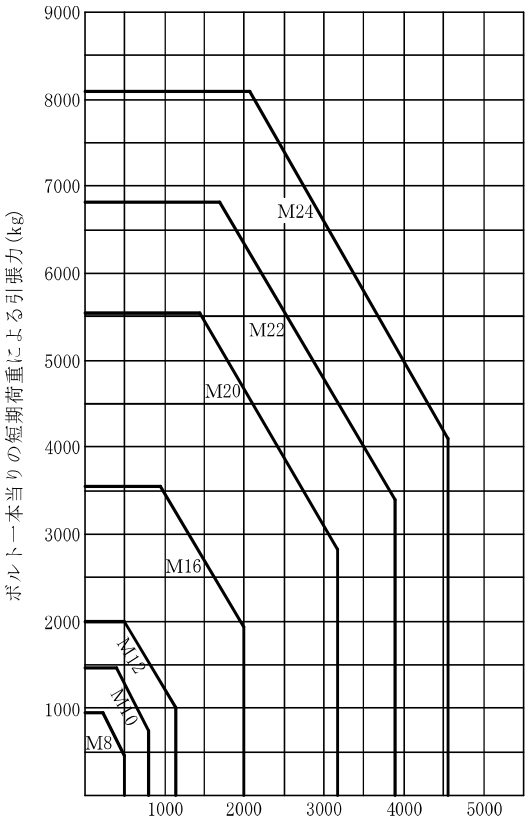
ボルト径 d（呼称）	コンクリート厚さ（ｍｍ）			
	120	150	180	200
Ｍ８	6.00	6.00	6.00	6.00
Ｍ１０	8.00	8.00	8.00	8.00
Ｍ１２	8.00	8.00	8.00	8.00
Ｍ１６	―	8.00	8.00	8.00
Ｍ２０	―	―	8.00	8.00
Ｍ２４	―	―	―	8.00
ボルトの埋込長さ Ｌ（mm）	100−d	130−d	160−d	180−d

注１．　上図のとおりアンカーボルトが埋込まれた時の長期許容引抜荷重である。
２．　コンクリートの設計基準強度Ｆ$_C$は、1.8kN／ｃｍ^{2}としている。
３．　各寸法が上図と異なる時或いはコンクリートの設計基準強度が異なる時などは、左記堅固な基礎の計算により行い、その計算結果の値を1.5で除したものを許容引抜荷重とする。ただし、天井スラブ下面、コンクリート壁面に設けられるアンカーボルトは、一本当り8.0kNを超す引抜荷重は負担できないものとする。
４．　Ｌ≧6ｄとすることが望ましく、上表のー印部分は使用しないことが望ましい。
５．　上図のℓ'はＪＩＳボルトの場合のℓ'≒4.5ｄである。
６．　一般的な天井スラブ下面、コンクリート壁面に支点をとった重量物は、地震による短期引抜荷重も検討する必要がある。この短期引抜荷重に対しては、　ｂ）項短期許容引抜荷重についても検討すること。
７．　第一種，第二種軽量コンクリートが使用される場合は、一割程度裕度ある選定を行うこと。

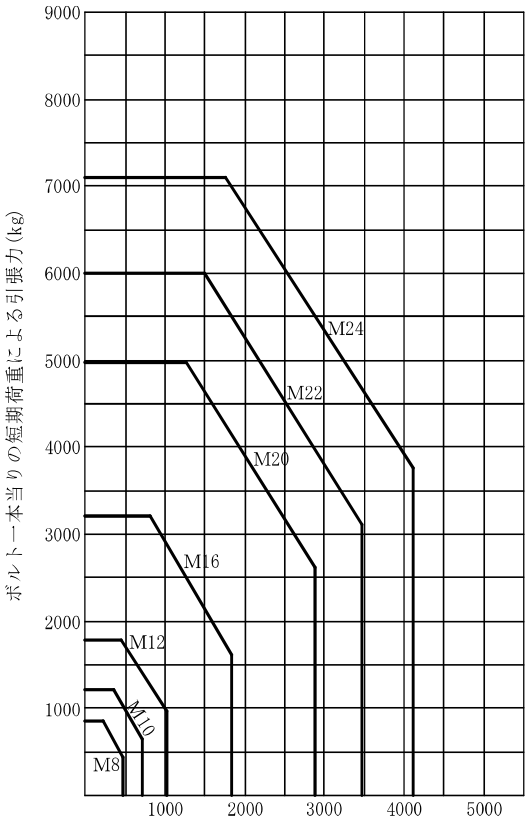
（一財）日本建築センター
建築設備耐震設計・施工指針2014年版より引用

注：ｋｇ（キログラム）値です。

アンカーボルトの選定



SS400中ボルト許容組合せ応力図



ステンレスボルト(A2-50)許容組合せ応力図

表－1　アンカーボルトの短期荷重によるせん断力と許容引抜荷重（SS400）

注：kg（キログラム）値。

あと施工式おねじ型 メカニカルアンカーボルト		ボルト1本当りの 短期荷重によるせん断力	短期許容引抜荷重（床スラブ上面）				長期許容引抜荷重（天井スラブ下面・コンクリート壁面）			
			コンクリート厚さ				コンクリート厚さ			
ボルト径d	埋込長さL	（SS400中ボルト）	120mm	150mm	180mm	200mm	120mm	150mm	180mm	200mm
M8	40mm	500kg	300kg	300kg	300kg	300kg	200kg	200kg	200kg	200kg
M10	45mm	800kg	380kg	380kg	380kg	380kg	250kg	250kg	250kg	250kg
M12	60mm	1200kg	670kg	670kg	670kg	670kg	450kg	450kg	450kg	450kg
M16	70mm	2000kg	920kg	920kg	920kg	920kg	610kg	610kg	610kg	610kg
M20	90mm	3200kg	1200kg	1200kg	1200kg	1200kg	800kg	800kg	800kg	800kg
M24	100mm	4600kg	1200kg	1200kg	1200kg	1200kg	800kg	800kg	800kg	800kg

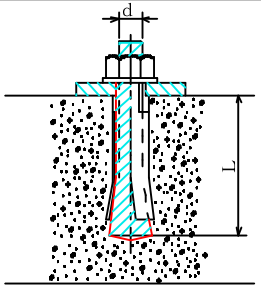
あと施工式 樹脂アンカーボルト		ボルト1本当りの 短期荷重によるせん断力	短期許容引抜荷重（床スラブ上面）				長期許容引抜荷重（天井スラブ下面・コンクリート壁面）			
			コンクリート厚さ				コンクリート厚さ			
ボルト径d	埋込長さL	（SS400中ボルト）	120mm	150mm	180mm	200mm	120mm	150mm	180mm	200mm
M10	80mm	800kg	760kg	760kg	760kg	760kg	500kg	500kg	500kg	500kg
M12	90mm	1200kg	920kg	920kg	920kg	920kg	610kg	610kg	610kg	610kg
M16	110mm	2000kg	不可	1200kg	1200kg	1200kg	不可	800kg	800kg	800kg
M20	120mm	3200kg	不可	不可	1200kg	1200kg	不可	不可	800kg	800kg

埋込式J型ボルト		ボルト1本当りの 短期荷重によるせん断力	短期許容引抜荷重（床スラブ上面）				長期許容引抜荷重（天井スラブ下面・コンクリート壁面）			
			コンクリート厚さ				コンクリート厚さ			
ボルト径d	埋込長さL	（SS400中ボルト）	120mm	150mm	180mm	200mm	120mm	150mm	180mm	200mm
M8	100−dmm	500kg	900kg	900kg	900kg	900kg	600kg	600kg	600kg	600kg
	130−dmm		不可	900kg	900kg	900kg	不可	600kg	600kg	600kg
	160−dmm		不可	不可	900kg	900kg	不可	不可	600kg	600kg
	180−dmm		不可	不可	不可	900kg	不可	不可	不可	600kg
M10	100−dmm	800kg	1200kg	1200kg	1200kg	1200kg	800kg	800kg	800kg	800kg
	130−dmm		不可	1200kg	1200kg	1200kg	不可	800kg	800kg	800kg
	160−dmm		不可	不可	1200kg	1200kg	不可	不可	800kg	800kg
	180−dmm		不可	不可	不可	1200kg	不可	不可	不可	800kg
M12	100−dmm	1200kg	1200kg	1200kg	1200kg	1200kg	800kg	800kg	800kg	800kg
	130−dmm		不可	1200kg	1200kg	1200kg	不可	800kg	800kg	800kg
	160−dmm		不可	不可	1200kg	1200kg	不可	不可	800kg	800kg
	180−dmm		不可	不可	不可	1200kg	不可	不可	不可	800kg
M16	130−dmm	2000kg	不可	1200kg	1200kg	1200kg	不可	800kg	800kg	800kg
	160−dmm		不可	不可	1200kg	1200kg	不可	不可	800kg	800kg
	180−dmm		不可	不可	不可	1200kg	不可	不可	不可	800kg
M20	160−dmm	3200kg	不可	不可	1200kg	1200kg	不可	不可	800kg	800kg
	180−dmm		不可	不可	不可	1200kg	不可	不可	不可	800kg
M24	180−dmm	4600kg	不可	不可	不可	1200kg	不可	不可	不可	800kg

一般的な床スラブ上面に堅固な基礎を設けた場合の許容引抜力

注：ｋｇ（キログラム）値。

あと施工式おねじ型メカニカルアンカーボルト



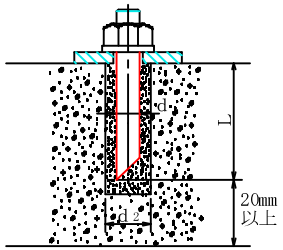
拡張形

短期許容引抜荷重(kgf)

ボルト径 d（呼称）	コンクリート厚さ(mm) 120	150	180	200	埋込長さL (mm)
M８	300	300	300	300	40
M１０	380	380	380	380	45
M１２	670	670	670	670	60
M１６	920	920	920	920	70
M２０	1,200	1,200	1,200	1,200	90
M２４	1,200	1,200	1,200	1,200	100
ボルトの埋込長さ(L)の限度(mm)	100以下	120以下	160以下	180以下	

注１．　上図において、上表の埋込長さのアンカーボルトが埋込まれた時の短期許容引抜荷重である
２．　コンクリートの設計基準強度F_Cは、180kgf／ｃｍ^{2}としている。
３．　各寸法が上図と異なる時或いはコンクリートの設計基準強度が異なる時などは、左記堅固な基礎の計算によるものとする。ただし、床スラブ上面に設けられるアンカーボルトは、一本当り1,200kgfを超す引抜荷重は負担できないものとする。
４．　埋込長さが右欄以下のものは使用しないことが望ましい。
５．　第一種，第二種軽量コンクリートが使用される場合は、一割程度裕度ある選定を行うこと。

あと施工式樹脂アンカーボルト



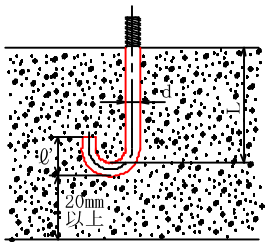
接着系

短期許容引抜荷重(kgf)

ボルト径 d（呼称）	コンクリート厚さ(mm) 120	150	180	200	埋込長さL (mm)	穿孔径 d_2 (mm)
M１０	760	760	760	760	80	13.5
M１２	920	920	920	920	90	14.5
M１６	—	1,200	1,200	1,200	110	20
M２０	—	—	1,200	1,200	120	24
ボルトの埋込長さ(L)の限度(mm)	100	130	160	180		

注１．　上図において、上表の埋込長さ及び穿孔径の樹脂アンカーボルトが埋込まれたときの短期許容引抜荷重である。
２．　コンクリートの設計基準強度F_Cは、180kgf／ｃｍ^{2}としている。
３．　各寸法が上図と異なる時或いはコンクリートの設計基準強度が異なる時などは、左記堅固な基礎の計算によるものとする。ただし、床スラブ上面に設けられるアンカーボルトは、一本当り1,200kgfを超す引抜荷重は負担できないものとする。
４．　Ｌ≧6ｄとすることが望ましく、上表の－印部分は使用しないことが望ましい。
５．　第一種，第二種軽量コンクリートが使用される場合は、一割程度裕度ある選定を行うこと。

埋込式Ｊ型ボルト



コンクリート埋込

短期許容引抜荷重(kgf)

ボルト径 d（呼称）	コンクリート厚さ(mm) 120	150	180	200
M８	900	900	900	900
M１０	1,200	1,200	1,200	1,200
M１２	1,200	1,200	1,200	1,200
M１６	—	1,200	1,200	1,200
M２０	—	—	1,200	1,200
M２４	—	—	—	1,200
ボルトの埋込長さL(mm)	100−d	130−d	160−d	180−d

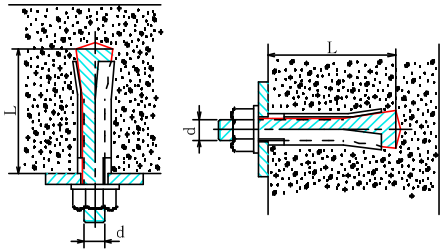
注１．　上図のとおりアンカーボルトが埋込まれた時の短期許容引抜荷重である。
２．　コンクリートの設計基準強度F_Cは、180kgf／ｃｍ^{2}としている。
３．　各寸法が上図と異なる時或いはコンクリートの設計基準強度が異なる時などは、左記堅固な基礎の計算によるものとする。ただし、床スラブ上面に設けられるアンカーボルトは、一本当り1,200kgfを超す引抜荷重は負担できないものとする。
４．　Ｌ≧6ｄとすることが望ましく、上表の－印部分は使用しないことが望ましい。
５．　上図のℓ'はＪＩＳボルトの場合のℓ'≒4.5ｄである。
６．　第一種，第二種軽量コンクリートが使用される場合は、一割程度裕度ある選定を行うこと。

官庁施設の総合耐震計画基準
及び同解説(公共建築協会)平成８年版

一般的な天井スラブ下面、コンクリート壁面の許容引抜力

注：ｋｇ（キログラム）値。

あと施工式おねじ型メカニカルアンカーボルト



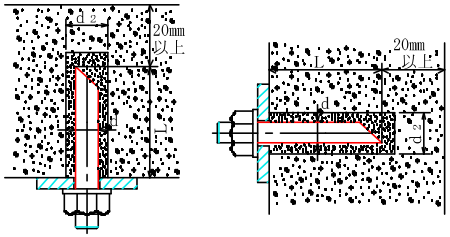
拡張型

長期許容引抜荷重(kgf)

ボルト径 d（呼称）	コンクリート厚さ（mm） 120	150	180	200	埋込長さL（mm）
M８	200	200	200	200	40
M１０	250	250	250	250	45
M１２	450	450	450	450	60
M１６	610	610	610	610	70
M２０	800	800	800	800	90
M２４	800	800	800	800	100
ボルトの埋込長さ（L）の限度（mm）	100以下	120以下	160以下	180以下	

注１．　上図において、上表の埋込長さのアンカーボルトが埋込まれた時の長期間許容引抜荷重である
２．　コンクリートの設計基準強度F_Cは、180kgf／ｃｍ^{2}としている。
３．　各寸法が上図と異なる時或いはコンクリートの設計基準強度が異なる時などは、左記堅固な基礎の計算により行い、その計算結果の値を1.5で除したものを許容引抜荷重とする。ただし、天井スラブ下面コンクリート壁面に設けられるアンカーボルトは一本当たり800kgfを超す引抜荷重は負担できないものとする。
４．　埋込長さが右欄以下のものは使用しないことが望ましい。
５．　一般的な天井スラブ下面、コンクリート壁面に支点をとった重量物は、地震による短期引抜荷重も検討する必要がある。この短期引抜荷重に対しては、　ｂ）項短期許容引抜荷重についても検討すること。
６．　第一種，第二種軽量コンクリートが使用される場合は、一割程度裕度ある選定を行うこと。

あと施工式樹脂アンカーボルト



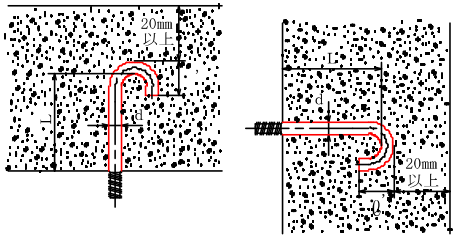
接着系

長期許容引抜荷重(kgf)

ボルト径 d（呼称）	コンクリート厚さ（mm） 120	150	180	200	埋込長さL（mm）	穿孔径 d_2（mm）
M１０	500	500	500	500	80	13.5
M１２	610	610	610	610	90	14.5
M１６	—	800	800	800	110	20
M２０	—	—	800	800	120	24
ボルトの埋込長さ（L）の限度（mm）	100	130	160	180		

注１．　上図において、上表の埋込長さ及び穿孔径の樹脂アンカーボルトが埋込まれたときの長期許容引抜荷重である。
２．　コンクリートの設計基準強度F_Cは、180kgf／ｃｍ^{2}としている。
３．　各寸法が上図と異なる時或いはコンクリートの設計基準強度が異なる時などは、左記堅固な基礎の計算により行い、その計算結果の値を1.5で除したものを許容引抜荷重とする。ただし、天井スラブ下面、コンクリート壁面に設けられるアンカーボルトは、一本当り800kgfを超す引抜荷重は負担できないものとする。
４．　Ｌ≧6ｄとすることが望ましく、上表のー印部分は使用しないことが望ましい。
５．　一般的な天井スラブ下面、コンクリート壁面に支点をとった重量物は、地震による短期引抜荷重も検討する必要がある。この短期引抜荷重に対しては、　ｂ）項短期許容引抜荷重についても検討すること。
６．　第一種，第二種軽量コンクリートが使用される場合は、一割程度裕度ある選定を行うこと。

埋込式Ｊ型ボルト



コンクリート埋込

長期許容引抜荷重(kgf)

ボルト径 d（呼称）	コンクリート厚さ（mm） 120	150	180	200
M８	600	600	600	600
M１０	800	800	800	800
M１２	800	800	800	800
M１６	—	800	800	800
M２０	—	—	800	800
M２４	—	—	—	800
ボルトの埋込長さ L（mm）	100−d	130−d	160−d	180−d

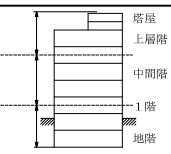
注１．　上図のとおりアンカーボルトが埋込まれた時の長期許容引抜荷重である。
２．　コンクリートの設計基準強度F_Cは、180kgf／ｃｍ^{2}としている。
３．　各寸法が上図と異なる時或いはコンクリートの設計基準強度が異なる時などは、左記堅固な基礎の計算により行い、その計算結果の値を1.5で除したものを許容引抜荷重とする。ただし、天井スラブ下面、コンクリート壁面に設けられるアンカーボルトは、一本当り800kgfを超す引抜荷重は負担できないものとする。
４．　Ｌ≧6ｄとすることが望ましく、上表のー印部分は使用しないことが望ましい。
５．　上図のℓ'はＪＩＳボルトの場合のℓ'≒4.5ｄである。
６．　一般的な天井スラブ下面、コンクリート壁面に支点をとった重量物は、地震による短期引抜荷重も検討する必要がある。この短期引抜荷重に対しては、　ｂ）項短期許容引抜荷重についても検討すること。
７．　第一種，第二種軽量コンクリートが使用される場合は、一割程度裕度ある選定を行うこと。

官庁施設の総合耐震計画基準
及び同解説（公共建築協会）平成８年版

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名：

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		特定の施設 重要機器 1.5
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		中間階 防振支持無
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

貼付図は指針P18の指針図3.2-1
矩形断面機器を参考にしています。

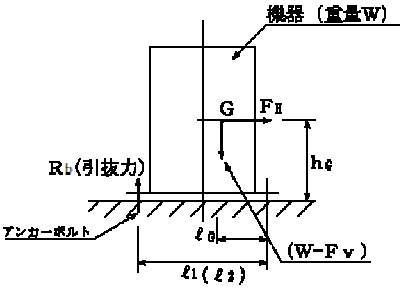
●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

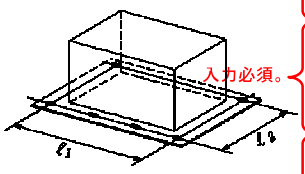
選択です

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1	
地域選択 ⇒	全域			

設計用水平震度 (K_H) = Z·K_S = 1.0 × 1.5 = **1.50**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力





入力しなくても可です。

機器の寸法	横幅		1,500	mm
	高さ		1,000	mm
	奥行		800	mm
機器の重心	横幅方向	W_G	750	mm
	高さ方向	h_G	500	mm
	奥行方向	D_G	400	mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	1,600	mm
	短辺方向	ℓ_2	900	mm

入力必須。

入力必須。

G：機器の重心位置			
機器の質量		1,000	kg
W：機器の重量		9.81	kN
n_t：機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側	2	本
(検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側	4	本
n：アンカーボルトの総本数		8	本
h_G：据付面より機器重心までの高さ		500	mm
ℓ：検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)	1,600	mm
	短辺方向(ℓ_2)	900	mm
ℓ_G：検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離	長辺方向(ℓ_{1G})	800	mm
(ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	短辺方向(ℓ_{2G})	450	mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力			

1,000kgと入力すると9.81kNとはいいません。
但しkNからkgに変換はできません。

まちがわないようにして下さい。

F_H：設計用水平地震力 $F_H = K_H \cdot W$ = 1.50 × 9.81 = **14.72 kN** / **1,501 kgf**

F_V：設計用鉛直地震力 $F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 14.72 / 2 = **7.36 kN** / **750 kgf**

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

= $\dfrac{14.72 \times 500 - (9.81 - 7.36) \times 800}{1,600 \times 2}$ = **1.69 kN／本** / **172 kgf／本**

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

= $\dfrac{14.72 \times 500 - (9.81 - 7.36) \times 450}{900 \times 4}$ = **1.74 kN／本** / **177 kgf／本**

グリーン枠の数値は自動計算されます。
直接入力は不可です。

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
n：アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n}$ = $\dfrac{14.72}{8}$ = **1.84 kN／本** / **188 kgf／本**

アンカーボルトの選定

スラブ厚選択	120	[mm]	
アンカーボルト種類選択	樹脂	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	M10		
許容引抜荷重	7.45 (760)	[kN (kgf)]	
許容せん断荷重	7.85 (800)	[kN (kgf)]	
ボルトの埋込長さ	80	[mm]	

自動で入力されたアンカーボルトでよければ
特に入力する必要はありません。

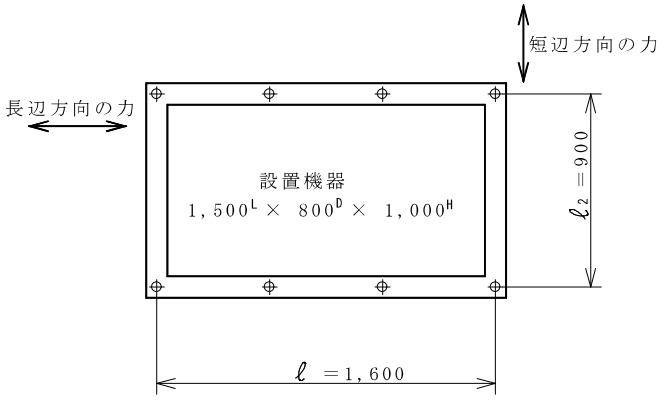
※特記(共通事項)
参考資料では7.45が7.6kNとなっていますが
760×0.9806÷100＝7.45が正です。

入力手順

・この計算シートは自立型制御盤、キュービクル、蓄電池設備、エアハンドリングユニット、吸収式冷温水機、床置パッケージエアコン、エアコン室外機等の算定に使います。順次計算例を挙げて説明していきます。

・右上のドロップダウンリストより耐震安全性の分類を順次選択し設計用標準震度（K_S）を求め都道府県と地域を選択し地域係数が決まると、設計用水平震度（K_H）が算出されます。

・耐震計算に直接関係しませんが、まず機器の寸法を入力し機器のイメージを描いてください。入力例としては 1,500^{L}×800^{D}×1,000^{H}、重量 1,000kg の機器を設置し基礎アンカーボルトを図-1 とします。



図－1　アンカーボルト配置平面図

1．引抜力

(1)平面図の短辺方向上側に地震力が加わる場合は下側 4 本のボルトに引抜力が加わります。

(2)長辺方向左側に加わる場合は右側 2 本のボルトに加わります。

(3)両方を計算し大きな値を採用しますが一般的に短辺方向が大きくなります。短辺方向が小さい(薄い)程大きくなりますので長辺方向のボルトの数を増やす等の対策が必要となります。

2．せん断力

(1)せん断力は横方向の地震力に対するものであるため、アンカーボルト全本数で算定します。

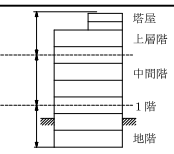
・入力例では引抜力 177kg／本(短辺)、せん断力 188kg／本と算定されましたので、これ以上のボルトを選択することになります。接着系アンカーボルトを使用すると M10、ボルト埋込長さ 80 ㎜、基礎コンクリート（スラブ）厚さは 120 ㎜以上となります。書籍は kN(SI 単位)になっていますが、感覚的に理解しやすいように kg と kN の両方表示するようにしています。

(注釈)　アンカーボルトの種類は多数ありますが、現場で一般的に用いられるのは　あと施工式おねじメカニカルアンカーと　あと施工式樹脂アンカーボルトの２種類です。たまに埋込式Ｊ型ボルトを使用する場合もあるため、本ソフトは３種類を選択できるようにしています。機器重心位置は機器メーカーに確認します。入力例は便宜上中心としていますがほとんどの機器は中心以下と考えられますので中心でみておけば計算は不利になりますのでボルトの選定は安全側になります。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名： 自立形制御盤

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		特定の施設 重要機器 上層階 防振支持無 2.0
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

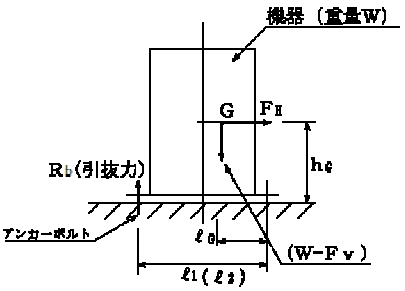
●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

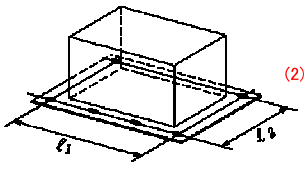
設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 2.0 = **2.00**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力

右の入力例の説明



(1)



(2)

(3)

機器の寸法	横幅		650 mm
	高さ		1,950 mm
	奥行		400 mm
機器の重心	横幅方向	W_G	200 mm
	高さ方向	h_G	950 mm
	奥行方向	D_G	150 mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	400 mm
	短辺方向	ℓ_2	310 mm

G: 機器の重心位置			
機器の質量			kg
W: 機器の重量	(4)		1.90 kN
n_t: 機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数 (検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	(5)	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側	2 本
		短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側	2 本
n: アンカーボルトの総本数	(5)		4 本
h_G: 据付面より機器重心までの高さ			950 mm
ℓ: 検討する方向からみたボルトスパン		長辺方向(ℓ_1)	400 mm
		短辺方向(ℓ_2)	310 mm
ℓ_G: 検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離 (ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	(5)	長辺方向(ℓ_{1G})	200 mm
		短辺方向(ℓ_{2G})	150 mm
R_b: アンカーボルト1本当りの引抜力			

F_H: 設計用水平地震力 $F_H = K_H \cdot W$ = 2.00 × 1.90 = 3.80 kN / 387 kgf

F_V: 設計用鉛直地震力 $F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 3.80 / 2 = 1.90 kN / 194 kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \frac{3.80 \times 950 - (1.90 - 1.90) \times 200}{400 \times 2}$ = 4.52 kN／本 / 461 kgf／本

短辺方向 $R_{b2} = \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \frac{3.80 \times 950 - (1.90 - 1.90) \times 150}{310 \times 2}$ = 5.83 kN／本 / 594 kgf／本

一般的に短辺方向が大きくなります。

アンカーボルトのせん断力

Q: ボルトに作用するせん断力
F_H: 設計用水平地震力
n: アンカーボルトの総本数

$Q = \frac{F_H}{n} = \frac{3.80}{4}$ = 0.95 kN／本 / 97 kgf／本

リストより選

（ＮＧが出た場合スラブ厚は小さい値から順に大きくします。）

アンカーボルトの選定

スラブ厚選択	120	[mm]
アンカーボルト種類選択	メカニカル	採用サイズ選択
アンカーボルトサイズ	M12	
許容引抜荷重	6.57 (670)	[kN (kgf)]
許容せん断荷重	11.77 (1200)	[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	60	[mm]

自動で入力されたM12でよければ入力する必要はありません。同じM12を選択してもよろしいです。

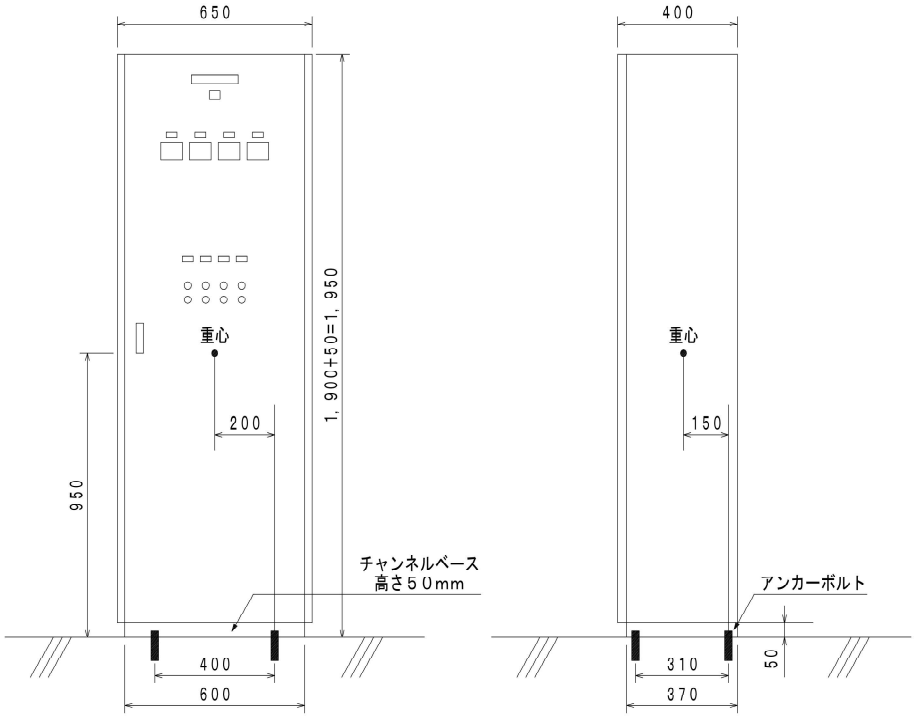
計算例 1：自立形制御盤のアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度 KH=2.0(特定の施設、重要機器、上層階、防振支持無で選択)

(2) あと施工金属拡張アンカー(おねじメカニカルアンカー)

(3) 制御盤の重量は 1.9kN(kN 表示は解りにくいですが SI 単位に
なってきていますので仕方ありません。)

※(注):自立形制御盤の Ks が 2.0 になるということではありません。あくまで特定の施設で重要機器で上層階と選択していけば 2.0 になったということです。問題の KH を 2.0 に合わすために各々選択しただけのものです。これは以降の計算例も同様です。



入力例の説明

(1) 機器の寸法に制御盤の外形寸法を入力します。

(2) 機器の重心はアンカーボルトからの距離を入力します。

(3) ボルトスパンは図に基づきそのまま入力します。

(4) 機器の重量は条件通りそのまま 1.9 と入力します。kg に入力する必要はありません。
但し承諾図や確認した重量が例えば 1,000kg であれば kg のセルに 1,000 と
入力すると kN のセルに自動的に 9.81 と入ります。(逆は入りません)

(5) 長辺、短辺のボルト本数と合計本数を入力し、ボルトから機器重心までの水平距離を入力します。

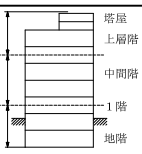
(6) これで入力は完了です。

(7) 引抜力は短辺方向に大きく 5.83kN、せん断力は 0.95kN と算定されましたので
いずれも満足する M12 を自動で選定しました。M12 は引抜力 6.57kN、せん断力 11.77kN
ありますので M12×4 本でよいとなります。(　)内は kg 表示です。採用サイズ選択のセルは
入力する必要はありませんが、例えば M12 の引抜荷重は 6.57kN ですが計算で求めた引抜が
6.5kN となった場合、安全を考慮してワンランク大きい M16 を採用する場合に選択します。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名： 自立形制御盤

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		特定の施設 重要機器 上層階 防振支持無 2.0
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

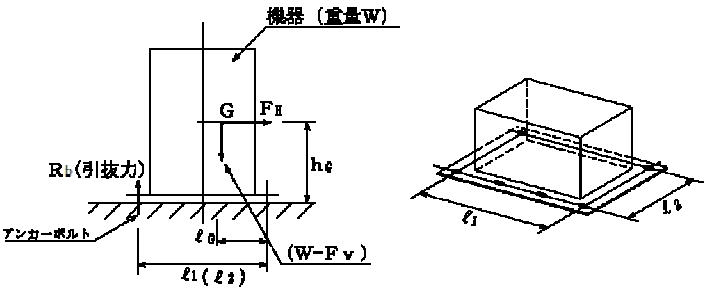
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1	
地域選択 ⇒	全域			

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 2.0 = **2.00**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力



機器の寸法			
横幅		650	mm
高さ		1,950	mm
奥行		400	mm
機器の重心 横幅方向	W_G	200	mm
機器の重心 高さ方向	h_G	950	mm
機器の重心 奥行方向	D_G	150	mm
ボルトスパン 長辺方向	ℓ_1	400	mm
ボルトスパン 短辺方向	ℓ_2	310	mm

G: 機器の重心位置				
機器の質量				kg
W: 機器の重量			1.90	kN
n_t: 機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数 (検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側		2	本
	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側		2	本
n: アンカーボルトの総本数			4	本
h_G: 据付面より機器重心までの高さ			950	mm
ℓ: 検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)		400	mm
	短辺方向(ℓ_2)		310	mm
ℓ_G: 検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離 (ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	長辺方向(ℓ_{1G})		200	mm
	短辺方向(ℓ_{2G})		150	mm
R_b: アンカーボルト1本当りの引抜力				
F_H: **設計用水平地震力**	$F_H = K_H \cdot W$	2.00 × 1.90	3.80	kN
			387	kgf
F_V: **設計用鉛直地震力**	$F_V = \frac{1}{2} F_H$	3.80 / 2	1.90	kN
			194	kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \dfrac{3.80 \times 950 - (1.90 - 1.90) \times 200}{400 \times 2}$

4.52	kN／本
461	kgf／本

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \dfrac{3.80 \times 950 - (1.90 - 1.90) \times 150}{310 \times 2}$

5.83	kN／本
594	kgf／本

アンカーボルトのせん断力

Q: ボルトに作用するせん断力
F_H: 設計用水平地震力
n: アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n} = \dfrac{3.80}{4}$

0.95	kN／本
97	kgf／本

アンカーボルトの選定

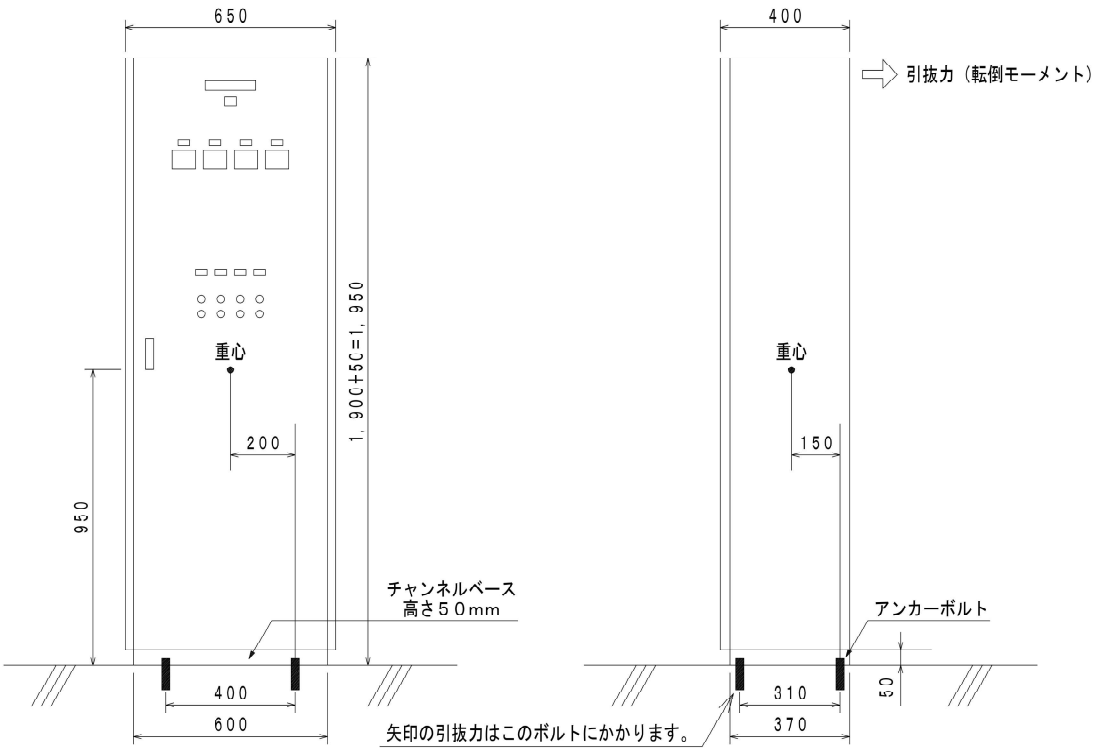
リストより選択

スラブ厚選択	120		[mm]
アンカーボルト種類選択	樹脂	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	M10	M8	
許容引抜荷重	7.45 (760)	0 (0)	[kN (kgf)]
許容せん断荷重	7.85 (800)	0 (0)	[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	80	0	[mm]

計算例 2：自立形制御盤のアンカーボルト算定

(1) 前頁と寸法･重量共同じですがボルトの種類を変えてみます。

(2) あと施工式樹脂アンカーボルトで算定します。(前頁は金属拡張アンカーです。)



入力例の説明

(1) 前頁と全く同じように入力します。引抜力、せん断力共に同じ値が算定されます。

(2) リストより樹脂を選択するとメカニカル M12 よりワンサイズ小さい M10 で OK となります。M10 で余裕があるようなので右のセルで M8 を選択してみると数値が 0 となり M8 ではダメということになります。

ワンポイントアドバイス

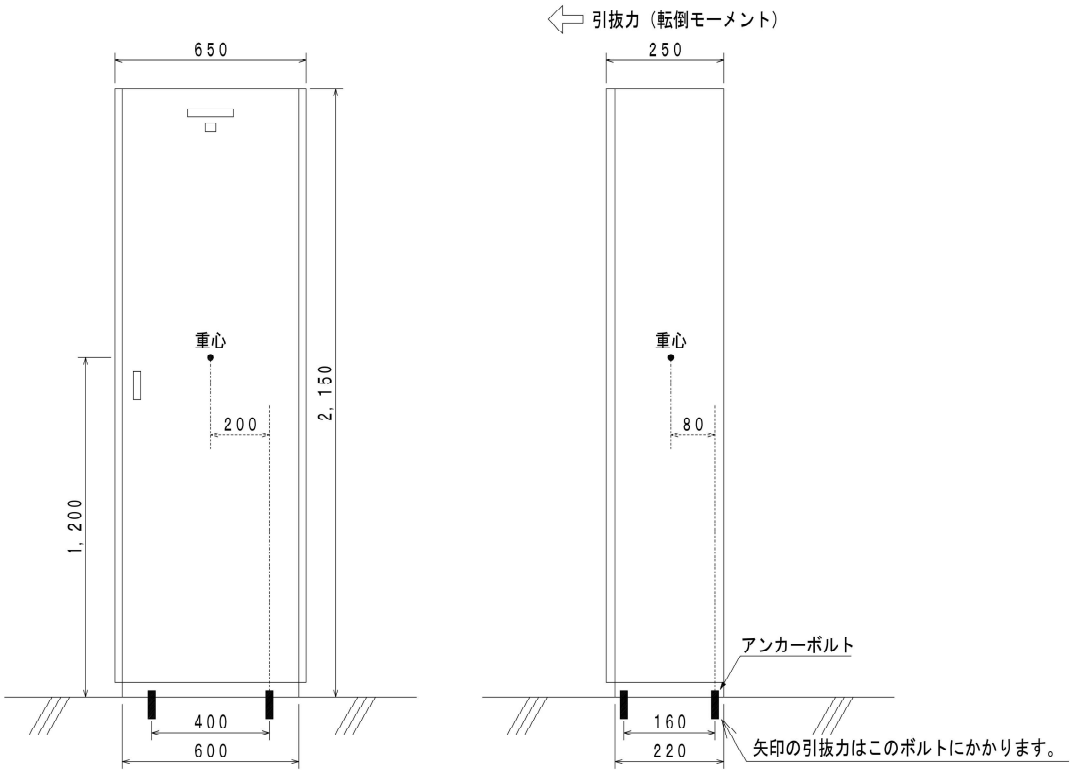
(1) アンカーの種類によって許容引抜力は異なります。ガイドブック P1～P8 の表を参照して下さい。自動で選定しますので表を見て入力する必要はありません。

計算例 3：自立形盤のアンカーボルト算定

(1) 前頁の自立形制御盤より奥行きの小さい(薄い)盤で算定します。

(2) 設計用水平震度は KH=2.0

(3) 自立盤の重量=1.5kN(約 153kg)



入力例の説明

(1) 前頁の説明のように入力するとおねじメカニカルアンカーを採用した場合は M20×4 本と算定されます。(重量が軽くなっても薄くなった分短辺方向への引抜力が大きくなり M12、M16 では耐えれなくなり転倒してしまいます。)

(2) 次頁は樹脂アンカーで選択すると NG と表示されます。何らかが不可ということです。

(3) 樹脂の場合スラブ厚をリスト選択で 120 から 150 に変更すると M16×4 本と算定されます。(2)、(3)については次の次頁で説明します。

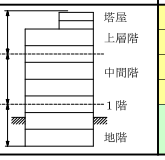
ワンポイントアドバイス

(1) 盤の奥行(厚み)が 400 から 250 と薄くなった場合、短辺方向の引抜力が大きくなりボルトサイズも太いものが必要となります。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名： 自立形盤

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		特定の施設 重要機器 上層階 防振支持無
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		2.0

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

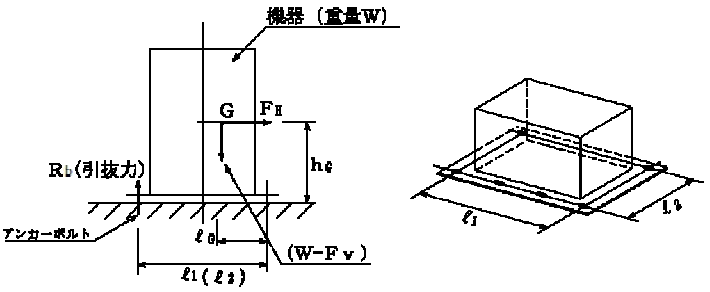
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 2.0 = **2.00**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力



機器の寸法			
横幅		650	mm
高さ		2,150	mm
奥行		250	mm
機器の重心 横幅方向	W_G	200	mm
機器の重心 高さ方向	h_G	1,200	mm
機器の重心 奥行方向	D_G	80	mm
ボルトスパン 長辺方向	ℓ_1	400	mm
ボルトスパン 短辺方向	ℓ_2	160	mm

G: 機器の重心位置			
機器の質量			kg
W: 機器の重量		1.50	kN
n_t: 機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側	2	本
(検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側	2	本
n: アンカーボルトの総本数		4	本
h_G: 据付面より機器重心までの高さ		1,200	mm
ℓ: 検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)	400	mm
	短辺方向(ℓ_2)	160	mm
ℓ_G: 検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離	長辺方向(ℓ_{1G})	200	mm
(ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	短辺方向(ℓ_{2G})	80	mm
R_b: アンカーボルト1本当りの引抜力			
F_H: **設計用水平地震力** $F_H = K_H \cdot W$ = 2.00 × 1.50		3.00	kN
		306	kgf
F_V: **設計用鉛直地震力** $F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 3.00 / 2		1.50	kN
		153	kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \dfrac{3.00 \times 1,200 - (1.50 - 1.50) \times 200}{400 \times 2}$ = **4.50 kN／本** = **459 kgf／本**

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \dfrac{3.00 \times 1,200 - (1.50 - 1.50) \times 80}{160 \times 2}$ = **11.25 kN／本** = **1,147 kgf／本**

1200kg(11.77kN)を超えると
ボルトの引抜力の限界となり
アンカーボルトの選定はできません。
ボルト数を増やすかとかの
検討を行います。

アンカーボルトのせん断力

Q: ボルトに作用するせん断力
F_H: 設計用水平地震力
n: アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n} = \dfrac{3.00}{4}$ = **0.75 kN／本** = **76 kgf／本**

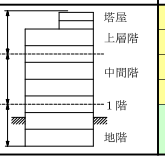
アンカーボルトの選定

スラブ厚選択	120	[mm]	
アンカーボルト種類選択	ﾒｶﾆｶﾙ	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	M20		
許容引抜荷重	11.77 (1200)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	31.38 (3200)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	90		[mm]

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名： 自立形盤

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		特定の施設 重要機器 上層階 防振支持無 2.0
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

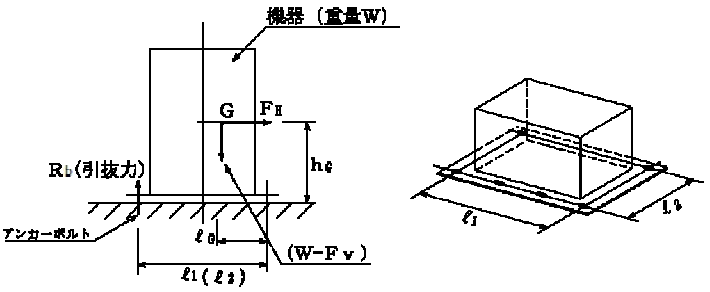
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 2.0 = **2.00**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力



機器の寸法	横幅		650	mm
	高さ		2,150	mm
	奥行		250	mm
機器の重心	横幅方向	W_G	200	mm
	高さ方向	h_G	1,200	mm
	奥行方向	D_G	80	mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	400	mm
	短辺方向	ℓ_2	160	mm

G: 機器の重心位置				
機器の質量				kg
W: 機器の重量			1.50	kN
n_t: 機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数 (検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側		2	本
	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側		2	本
n: アンカーボルトの総本数			4	本
h_G: 据付面より機器重心までの高さ			1,200	mm
ℓ: 検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)		400	mm
	短辺方向(ℓ_2)		160	mm
ℓ_G: 検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離 (ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	長辺方向(ℓ_{1G})		200	mm
	短辺方向(ℓ_{2G})		80	mm
R_b: アンカーボルト1本当りの引抜力				
F_H: **設計用水平地震力**	$F_H = K_H \cdot W$	= 2.00 × 1.50	3.00	kN
			306	kgf
F_V: **設計用鉛直地震力**	$F_V = \frac{1}{2} F_H$	= 3.00 / 2	1.50	kN
			153	kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \dfrac{3.00 \times 1,200 - (1.50 - 1.50) \times 200}{400 \times 2}$ = **4.50 kN／本** = **459 kgf／本**

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \dfrac{3.00 \times 1,200 - (1.50 - 1.50) \times 80}{160 \times 2}$ = **11.25 kN／本** = **1,147 kgf／本**

アンカーボルトのせん断力

Q: ボルトに作用するせん断力
F_H: 設計用水平地震力
n: アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n} = \dfrac{3.00}{4}$ = **0.75 kN／本** = **76 kgf／本**

スラブ厚120ではNGとなります。

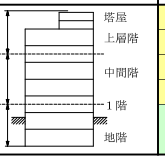
アンカーボルトの選定

スラブ厚選択	120	[mm]	
アンカーボルト種類選択	樹脂	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	NG		
許容引抜荷重			[kN (kgf)]
許容せん断荷重			[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ			[mm]

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名： 自立形盤

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		特定の施設 重要機器 上層階 防振支持無 2.0
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

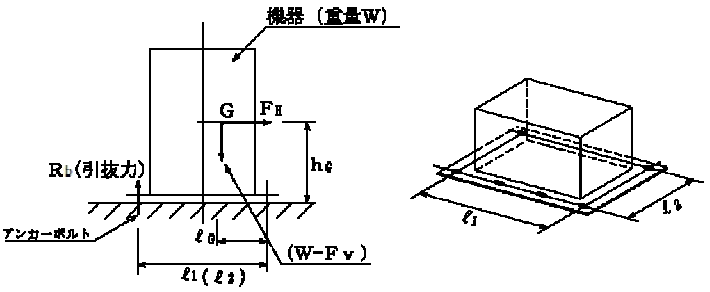
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度(K_H) = Z・K_S = 1.0 × 2.0 = **2.00**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力



機器の寸法			
横幅		650	mm
高さ		2,150	mm
奥行		250	mm
機器の重心 横幅方向	W_G	200	mm
機器の重心 高さ方向	h_G	1,200	mm
機器の重心 奥行方向	D_G	80	mm
ボルトスパン 長辺方向	ℓ_1	400	mm
ボルトスパン 短辺方向	ℓ_2	160	mm

G: 機器の重心位置			
機器の質量			kg
W: 機器の重量		1.50	kN
n_t: 機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数 (検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側	2	本
	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側	2	本
n: アンカーボルトの総本数		4	本
h_G: 据付面より機器重心までの高さ		1,200	mm
ℓ: 検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)	400	mm
	短辺方向(ℓ_2)	160	mm
ℓ_G: 検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離 (ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	長辺方向(ℓ_{1G})	200	mm
	短辺方向(ℓ_{2G})	80	mm
R_b: アンカーボルト1本当りの引抜力			
F_H: **設計用水平地震力** $F_H = K_H \cdot W$ = 2.00 × 1.50		3.00	kN
		306	kgf
F_V: **設計用鉛直地震力** $F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 3.00 / 2		1.50	kN
		153	kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

= $\dfrac{3.00 \times 1,200 - (1.50 - 1.50) \times 200}{400 \times 2}$

	4.50	kN／本
	459	kgf／本

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

= $\dfrac{3.00 \times 1,200 - (1.50 - 1.50) \times 80}{160 \times 2}$

	11.25	kN／本
	1,147	kgf／本

アンカーボルトのせん断力

Q: ボルトに作用するせん断力
F_H: 設計用水平地震力
n: アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n}$ = 3.00 / 4

	0.75	kN／本
	76	kgf／本

スラブ厚を120から150に大きくするとM16を選定します。
M16はボルトの埋込長さ110必要ですのでスラブ厚120では不可ということです。

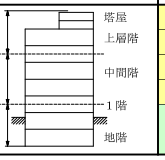
アンカーボルトの選定

スラブ厚選択	150	[mm]	
アンカーボルト種類選択	樹脂	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	M16		
許容引抜荷重	11.77 (1200)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	19.61 (2000)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	110		[mm]

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名：蓄電池設備

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		特定の施設 重要機器 中間階 防振支持無 1.5
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

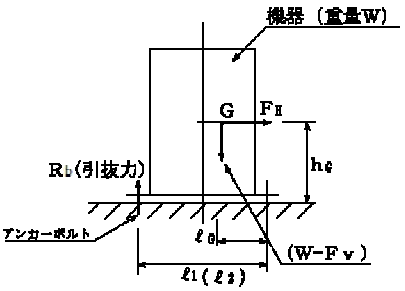
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

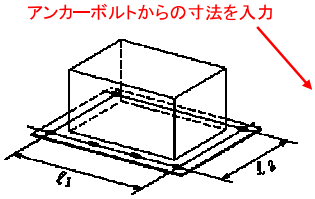
●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 1.5 = **1.50**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力





機器の寸法	横幅		950 mm
	高さ		2,350 mm
	奥行		750 mm
機器の重心	横幅方向	W_G	325 mm
	高さ方向	h_G	920 mm
	奥行方向	D_G	275 mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	650 mm
	短辺方向	ℓ_2	550 mm

G：機器の重心位置			
機器の質量			kg
W：機器の重量			0.88 kN
n_t：機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側		2 本
(検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側		2 本
n：アンカーボルトの総本数			4 本
h_G：据付面より機器重心までの高さ			920 mm
ℓ：検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)		650 mm
	短辺方向(ℓ_2)		550 mm
ℓ_G：検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離	長辺方向(ℓ_{1G})		325 mm
(ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	短辺方向(ℓ_{2G})		275 mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力			
F_H：**設計用水平地震力**	$F_H = K_H \cdot W$ = 1.50 × 0.88		1.32 kN 135 kgf
F_V：**設計用鉛直地震力**	$F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 1.32 / 2		0.66 kN 67 kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \dfrac{1.32 \times 920 - (0.88 - 0.66) \times 325}{650 \times 2}$ = **0.88 kN／本**, **90 kgf／本**

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \dfrac{1.32 \times 920 - (0.88 - 0.66) \times 275}{550 \times 2}$ = **1.05 kN／本**, **107 kgf／本**

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
n：アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n} = \dfrac{1.32}{4}$ = **0.33 kN／本**, **34 kgf／本**

アンカーボルトの選定

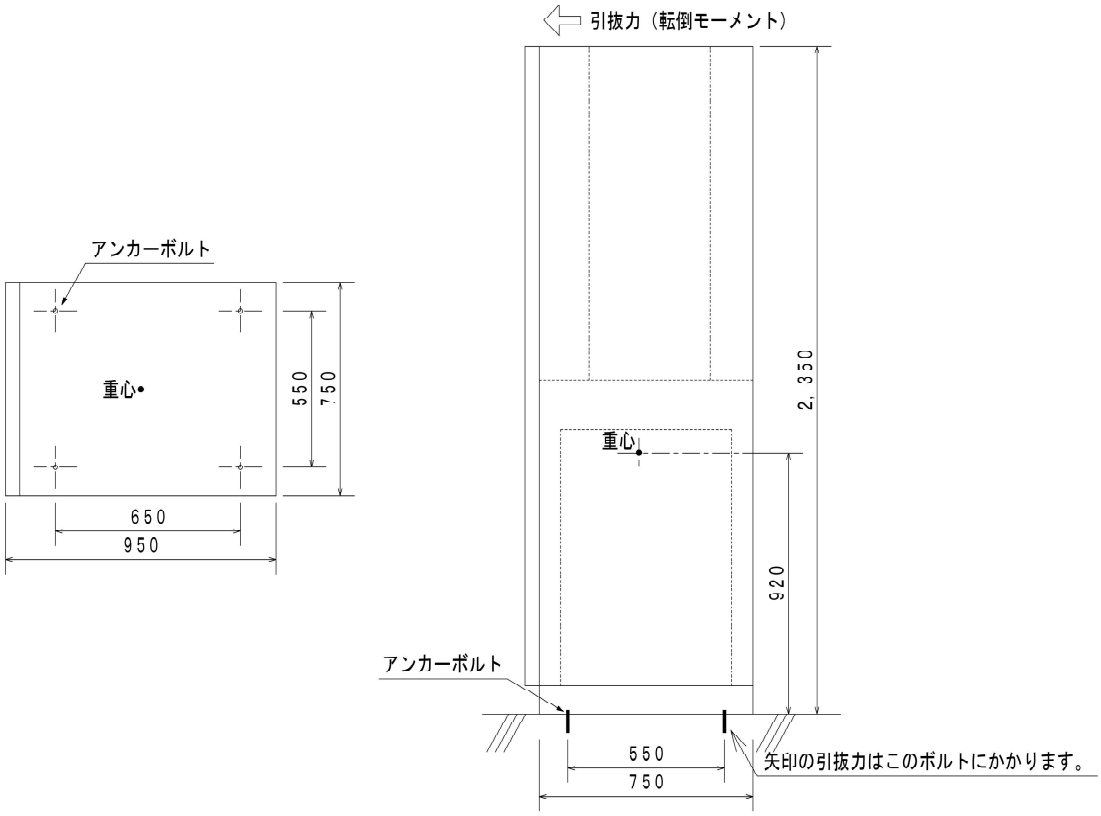
スラブ厚選択	120	[mm]
アンカーボルト種類選択	樹脂	採用サイズ選択
アンカーボルトサイズ	M10	
許容引抜荷重	7.45 (760)	[kN (kgf)]
許容せん断荷重	7.85 (800)	[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	80	[mm]

計算例 4：蓄電池設備(直流電源盤)のアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度は KH=1.5(特定の施設、重要機器、中間階、防振支持無で選択)

(2) 機器の重量=0.88kN(約 90kg)

(3) あと施工式樹脂アンカーボルト



入力例の説明

(1) 自立形制御盤と同じ入力手順です。機器の重心はボルトからの寸法です。
横幅 950 の半分で 475 を入力しては不可です。あくまでボルトからの寸法です。

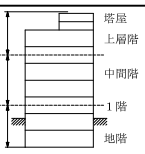
ワンポイントアドバイス

(1) 盤内の蓄電池引出しレールのストッパなどの耐震措置は製造者に
委ねられているものとしています。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名： 2段2列式架台蓄電池

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		一般の施設 重要機器 地階及び1階 防振支持無 0.6
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

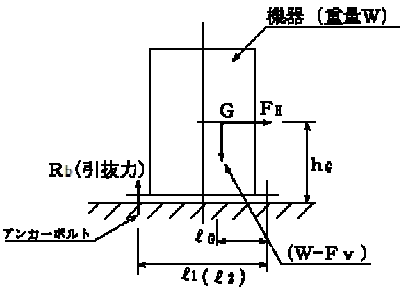
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

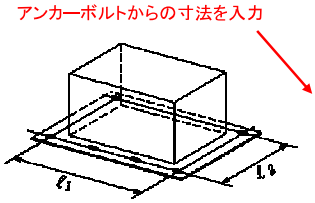
●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 0.6 = **0.60**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力





機器の寸法	横幅		1,565 mm
	高さ		1,275 mm
	奥行		550 mm
機器の重心	横幅方向	W_G	580 mm
	高さ方向	h_G	420 mm
	奥行方向	D_G	250 mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	1,160 mm
	短辺方向	ℓ_2	500 mm

G: 機器の重心位置			
機器の質量			kg
W: 機器の重量		9.80	kN
n_t: 機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側	2	本
(検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側	2	本
n: アンカーボルトの総本数		4	本
h_G: 据付面より機器重心までの高さ		420	mm
ℓ: 検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)	1,160	mm
	短辺方向(ℓ_2)	500	mm
ℓ_G: 検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離	長辺方向(ℓ_{1G})	580	mm
(ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	短辺方向(ℓ_{2G})	250	mm
R_b: アンカーボルト1本当りの引抜力			

F_H: 設計用水平地震力 $F_H = K_H \cdot W$ = 0.60 × 9.80 = 5.88 kN / 600 kgf

F_V: 設計用鉛直地震力 $F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 5.88 / 2 = 2.94 kN / 300 kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

= $\frac{5.88 \times 420 - (9.80 - 2.94) \times 580}{1,160 \times 2}$ = **-0.66 kN／本 / -67 kgf／本**

短辺方向 $R_{b2} = \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

= $\frac{5.88 \times 420 - (9.80 - 2.94) \times 250}{500 \times 2}$ = **0.76 kN／本 / 77 kgf／本**

アンカーボルトのせん断力

Q: ボルトに作用するせん断力
F_H: 設計用水平地震力
n: アンカーボルトの総本数

$Q = \frac{F_H}{n}$ = $\frac{5.88}{4}$ = **1.47 kN／本 / 150 kgf／本**

アンカーボルトの選定

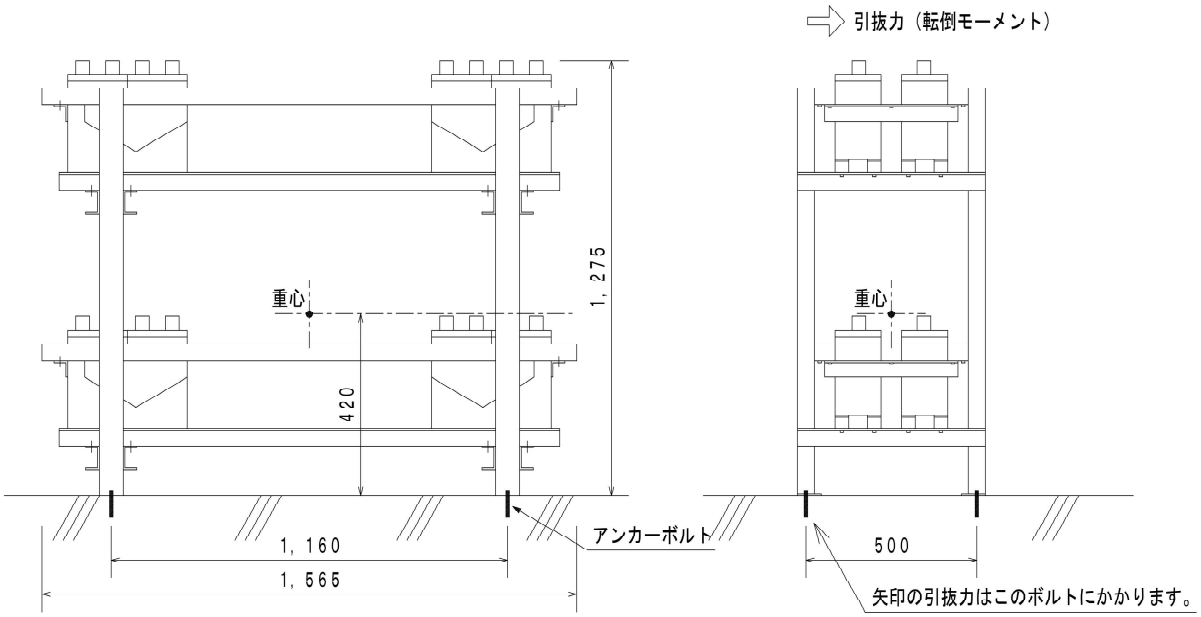
スラブ厚選択	120	[mm]	
アンカーボルト種類選択	メカニカル	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	M8		
許容引抜荷重	2.94 (300)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	4.9 (500)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	40		[mm]

計算例 5：2 段 2 列式架台蓄電池のアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度は KH=0.6(一般の施設、重要機器、1 階、防振支持無で選択)

(2) 機器の重量=9.8kN(約 1000kg)

(3) あと施工金属拡張アンカー(おねじメカニカルアンカー)



入力例の説明

(1) 自立形制御盤と同じ入力手順です。機器の重心に入力する寸法は
アンカーボルトからの寸法です。外形からの寸法ではありません。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名：パッケージ形エアコン

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)	塔屋 / 上層階	特定の施設 一般機器 上層階 防振支持有 2.0
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)	中間階	
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)	1階 / 地階	

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

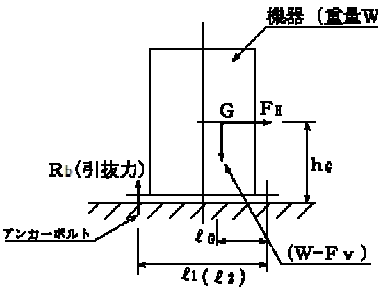
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

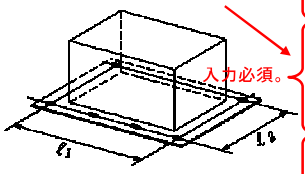
設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 2.0 = **2.00**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力



入力しなくても可です。

アンカーボルトからの寸法を入力



入力必須。

入力必須。

機器の寸法	横幅		1,650	mm
	高さ		2,130	mm
	奥行		600	mm
機器の重心	横幅方向	W_G	843	mm
	高さ方向	h_G	1,000	mm
	奥行方向	D_G	230	mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	1,686	mm
	短辺方向	ℓ_2	485	mm

G：機器の重心位置			
機器の質量			kg
W：機器の重量		5.40	kN
n_t：機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側	2	本
(検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側	2	本
n：アンカーボルトの総本数		4	本
h_G：据付面より機器重心までの高さ		1,000	mm
ℓ：検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)	1,686	mm
	短辺方向(ℓ_2)	485	mm
ℓ_G：検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離	長辺方向(ℓ_{1G})	843	mm
(ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	短辺方向(ℓ_{2G})	230	mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力			

F_H：設計用水平地震力 $F_H = K_H \cdot W$ = 2.00 × 5.40 = 10.80 kN / 1,101 kgf

F_V：設計用鉛直地震力 $F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 10.80 / 2 = 5.40 kN / 551 kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \dfrac{10.80 \times 1,000 - (5.40 - 5.40) \times 843}{1,686 \times 2}$ = 3.21 kN／本 / 327 kgf／本

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \dfrac{10.80 \times 1,000 - (5.40 - 5.40) \times 230}{485 \times 2}$ = 11.14 kN／本 / 1,136 kgf／本

1200kg(11.77kN)を超えるとボルトの引抜力の限界となりアンカーボルトの選定はできません。ボルト数を増やすかとかの検討を行います。

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
n：アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n} = \dfrac{10.80}{4}$ = 2.70 kN／本 / 275 kgf／本

アンカーボルトの選定

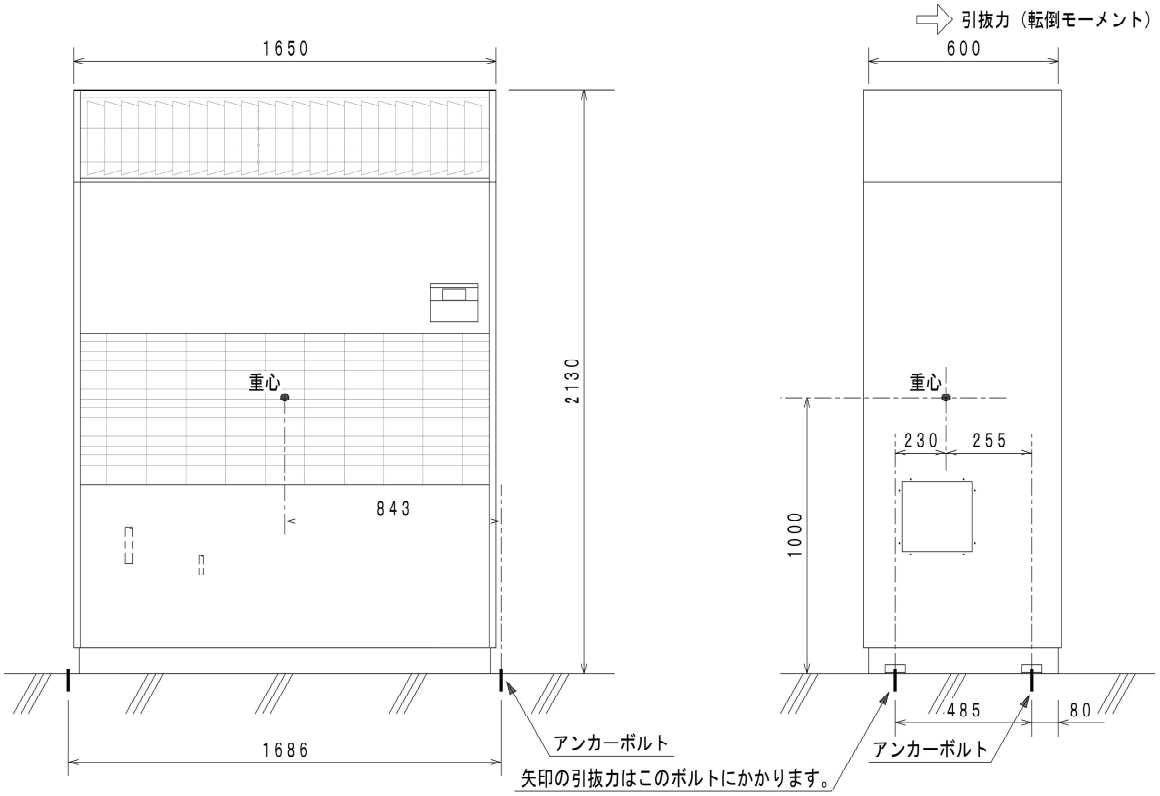
スラブ厚選択	120	[mm]	
アンカーボルト種類選択	ﾒｶﾆｶﾙ	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	M20		
許容引抜荷重	11.77 (1200)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	31.38 (3200)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	90		[mm]

計算例 6：パッケージ型エアコンのアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度は KH=2.0(特定の施設、一般機器、最上階、防振支持有で選択)

(2) 機器の重量=5.4kN(約 550kg)

(3) あと施工金属拡張アンカー(おねじメカニカルアンカー)



入力例の説明

(1) 自立形制御盤と同じ入力手順です。

ワンポイントアドバイス

(1) 重心が不明な場合は中心でみます。図の場合高さ方向は 2130 の半分として 1065 と入力とし問題ありません。1065 とした場合、引抜力は大きくなりますので選定は安全側となるためです。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名： 空冷ﾋｰﾄﾎﾟﾝﾌﾟﾁﾗｰ

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)	塔屋 / 上層階	特定の施設
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)	中間階	一般機器
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)	1階 / 地階	上層階
						防振支持有
						2.0

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

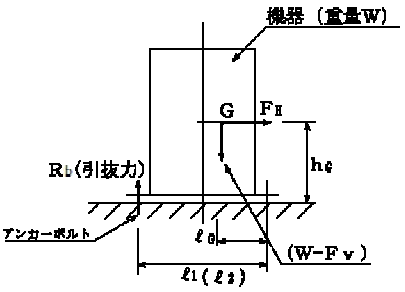
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

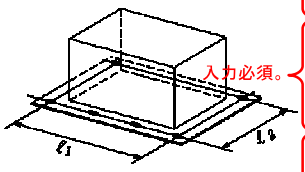
●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1	
地域選択 ⇒	全域			

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 2.0 = **2.00**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力





入力しなくても可です。

機器の寸法	横幅		5,760	mm
	高さ		2,325	mm
	奥行		1,836	mm
機器の重心	横幅方向	W_G	2,900	mm
	高さ方向	h_G	945	mm
	奥行方向	D_G	900	mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	5,800	mm
	短辺方向	ℓ_2	1,776	mm

入力必須。

入力必須。

G：機器の重心位置			
機器の質量			kg
W：機器の重量		63.00	kN
n_t：機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側	2	本
(検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側	7	本
n：アンカーボルトの総本数		14	本
h_G：据付面より機器重心までの高さ		945	mm
ℓ：検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)	5,800	mm
	短辺方向(ℓ_2)	1,776	mm
ℓ_G：検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離	長辺方向(ℓ_{1G})	2,900	mm
(ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	短辺方向(ℓ_{2G})	876	mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力			

F_H：設計用水平地震力 $F_H = K_H \cdot W$ = 2.00 × 63.00 = 126.00 kN / 12,848 kgf

F_V：設計用鉛直地震力 $F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 126.00 / 2 = 63.00 kN / 6,424 kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \dfrac{126.00 \times 945 - (63.00 - 63.00) \times 2,900}{5,800 \times 2}$ = **10.27 kN／本** / **1,047 kgf／本**

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \dfrac{126.00 \times 945 - (63.00 - 63.00) \times 876}{1,776 \times 7}$ = **9.58 kN／本** / **977 kgf／本**

1200kg(11.77kN)を超えると
ボルトの引抜力の限界となり
アンカーボルトの選定はできません。
ボルト数を増やすかとかの
検討を行います。

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
n：アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n} = \dfrac{126.00}{14}$ = **9.00 kN／本** / **918 kgf／本**

アンカーボルトの選定

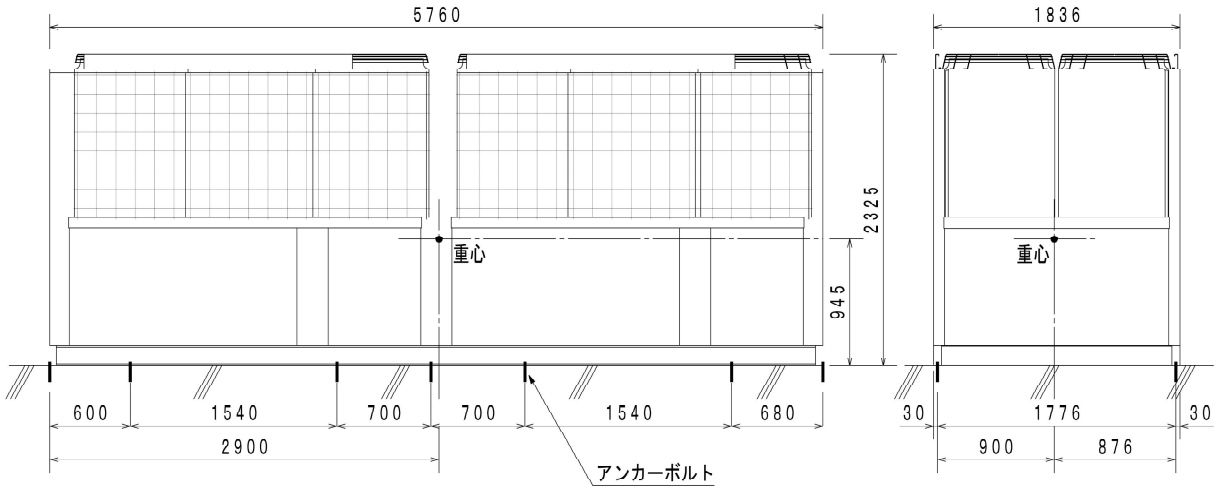
スラブ厚選択	120	[mm]	
アンカーボルト種類選択	ﾒｶﾆｶﾙ	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	M20		
許容引抜荷重	11.77 (1200)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	31.38 (3200)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	90		[mm]

計算例 7：空冷ヒートポンプチラーのアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度は KH=2.0(特定の施設、一般機器、屋上設置、防振支持有で選択)

(2) 機器の重量=63kN(約 6430kg)

(3) あと施工金属拡張アンカー(おねじメカニカルアンカー)



入力例の説明

(1) 自立形制御盤と同じ入力手順です。長辺方向の引抜力が大きく算定されています。
これは短辺(奥行)のボルトが 2 本で計算しているためです。

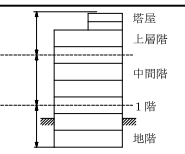
ワンポイントアドバイス

(1) ビル用マルチエアコン室外機も同様です。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名：キュービクル

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		特定の施設
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		一般機器
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		上層階
						防振支持無
						1.5

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

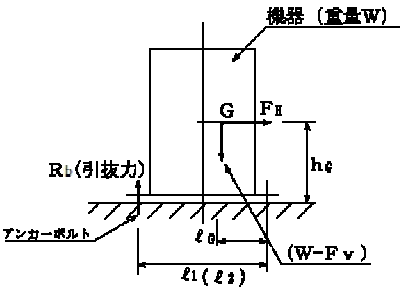
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

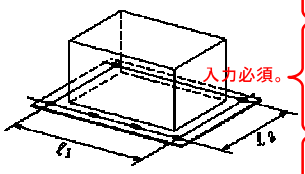
●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 1.5 = **1.50**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力





入力しなくても可です。

機器の寸法	横幅		2,500	mm
	高さ		2,230	mm
	奥行		1,800	mm
機器の重心	横幅方向	W_G	980	mm
	高さ方向	h_G	1,020	mm
	奥行方向	D_G	790	mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	2,100	mm
	短辺方向	ℓ_2	1,660	mm

入力必須。

入力必須。

G：機器の重心位置			
機器の質量	3,500kgと入力すると34.32kNとはいります。	3,500	kg
W：機器の重量	但しkNからkgに変換はできません。	34.32	kN
n_t：機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数 (検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側	2	本
	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側	3	本
n：アンカーボルトの総本数		5	本
h_G：据付面より機器重心までの高さ		1,020	mm
ℓ：検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)	2,100	mm
	短辺方向(ℓ_2)	1,660	mm
ℓ_G：検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離 (ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	長辺方向(ℓ_{1G})	1,050	mm
	短辺方向(ℓ_{2G})	830	mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力			
F_H：**設計用水平地震力** $F_H = K_H \cdot W$ = 1.50 × 34.32		51.48	kN
		5,249	kgf
F_V：**設計用鉛直地震力** $F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 51.48 / 2		25.74	kN
		2,625	kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \dfrac{51.48 \times 1,020 - (34.32 - 25.74) \times 1,050}{2,100 \times 2}$

10.36	kN／本
1,056	kgf／本

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \dfrac{51.48 \times 1,020 - (34.32 - 25.74) \times 830}{1,660 \times 3}$

9.12	kN／本
930	kgf／本

1200kg(11.77kN)を超えるとボルトの引抜力の限界となりアンカーボルトの選定はできません。ボルト数を増やすかとかの検討を行います。

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
n：アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n} = \dfrac{51.48}{5}$

10.30	kN／本
1,050	kgf／本

アンカーボルトの選定

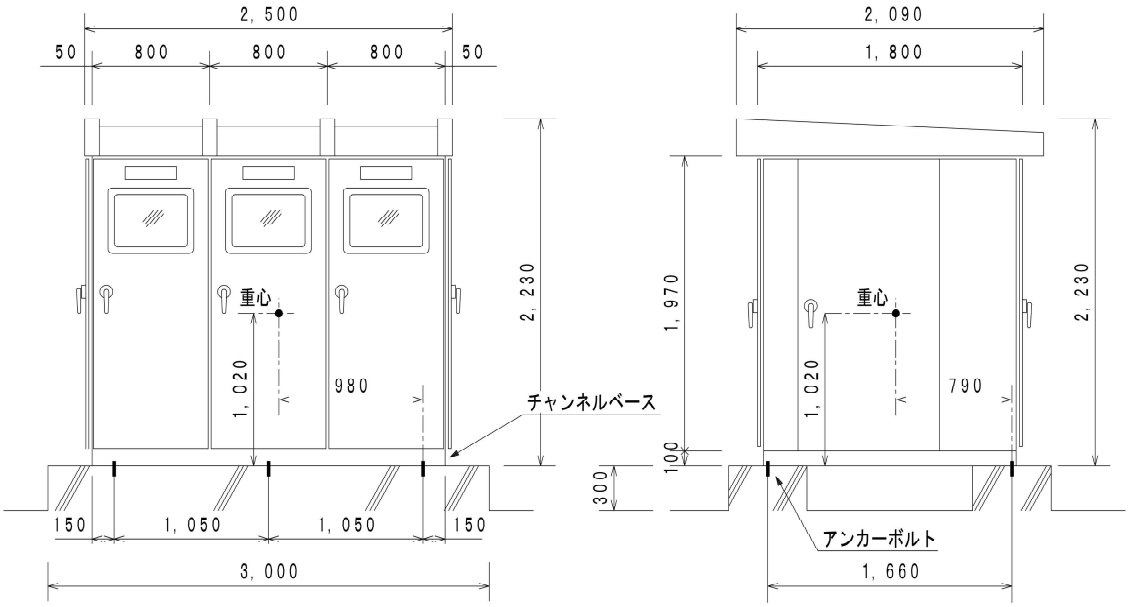
スラブ厚選択	150	[mm]	
アンカーボルト種類選択	樹脂	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	M16		
許容引抜荷重	11.77 (1200)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	19.61 (2000)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	110		[mm]

計算例 8：キュービクルのアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度は KH=1.5(特定の施設、一般機器、屋上設置、防振支持無で選択)

(2) 機器重量=3500kg

(3) あと施工式樹脂アンカーボルト



入力例の説明

(1) 自立形制御盤と同じ入力手順です。

(2) スラブ厚選択は 150 と入力されていますがキュービクルの基礎が 150 でよいということではありません。ボルトの埋込長さが 110 必要なため、あくまで 150 以上と選択したものです。

ワンポイントアドバイス

(1) キュービクル下部のチャンネルベースと取付けボルトはキュービクル一体のものとし製造者側工事です。

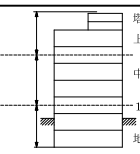
(2) 計算結果は M16 でギリギリセーフです。M20 にしてもこれ以上の引抜力はありません。もう少し重量があれば NG となります。このような場合はボルトの数を増やすことで対応します。

(3) アンカーボルトの計算に用いた設計用標準震度と取付けボルトの整合性がとれていない場合取付けボルトに損傷が生じてチャンネルベース上のキュービクルがはずれて移動し破損した事例があります。製造者(メーカー)と整合性の確認することが安全につながります。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名：立型貯湯ﾀﾝｸ

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		特定の施設
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		一般機器
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		地階及び1階 / 防振支持無
						0.6

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

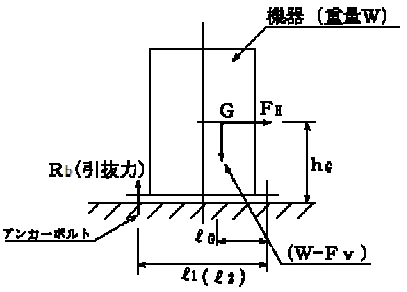
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

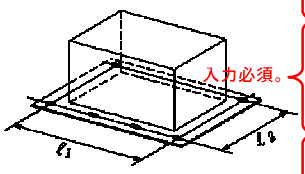
●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 0.6 = **0.60**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力





入力しなくても可です。
入力必須。
入力必須。

機器の寸法	横幅		1,300	mm
	高さ		2,200	mm
	奥行		1,300	mm
機器の重心	横幅方向	W_G	610	mm
	高さ方向	h_G	1,350	mm
	奥行方向	D_G	650	mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	1,300	mm
	短辺方向	ℓ_2	1,300	mm

G：機器の重心位置				
機器の質量	2,900kgと入力すると28.44kNとはいります。		2,900	kg
W：機器の重量	但しkNからkgに変換はできません。		28.44	kN
n_t：機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数		長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側	2	本
(検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)		短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側	2	本
n：アンカーボルトの総本数			8	本
h_G：据付面より機器重心までの高さ			1,350	mm
ℓ：検討する方向からみたボルトスパン		長辺方向(ℓ_1)	1,300	mm
		短辺方向(ℓ_2)	1,300	mm
ℓ_G：検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離		長辺方向(ℓ_{1G})	650	mm
(ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)		短辺方向(ℓ_{2G})	650	mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力				

F_H：設計用水平地震力 $F_H = K_H \cdot W$ = 0.60 × 28.44 = 17.07 kN / 1.741 kgf

F_V：設計用鉛直地震力 $F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 17.07 / 2 = 8.54 kN / 871 kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \dfrac{17.07 \times 1,350 - (28.44 - 8.54) \times 650}{1,300 \times 2}$ = 3.89 kN／本 / 397 kgf／本

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \dfrac{17.07 \times 1,350 - (28.44 - 8.54) \times 650}{1,300 \times 2}$ = 3.89 kN／本 / 397 kgf／本

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
n：アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n} = \dfrac{17.07}{8}$ = 2.14 kN／本 / 218 kgf／本

アンカーボルトの選定

スラブ厚選択	120	[mm]
アンカーボルト種類選択	ﾒｶﾆｶﾙ	採用サイズ選択
アンカーボルトサイズ	M12	
許容引抜荷重	6.57 (670)	[kN (kgf)]
許容せん断荷重	11.77 (1200)	[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	60	[mm]

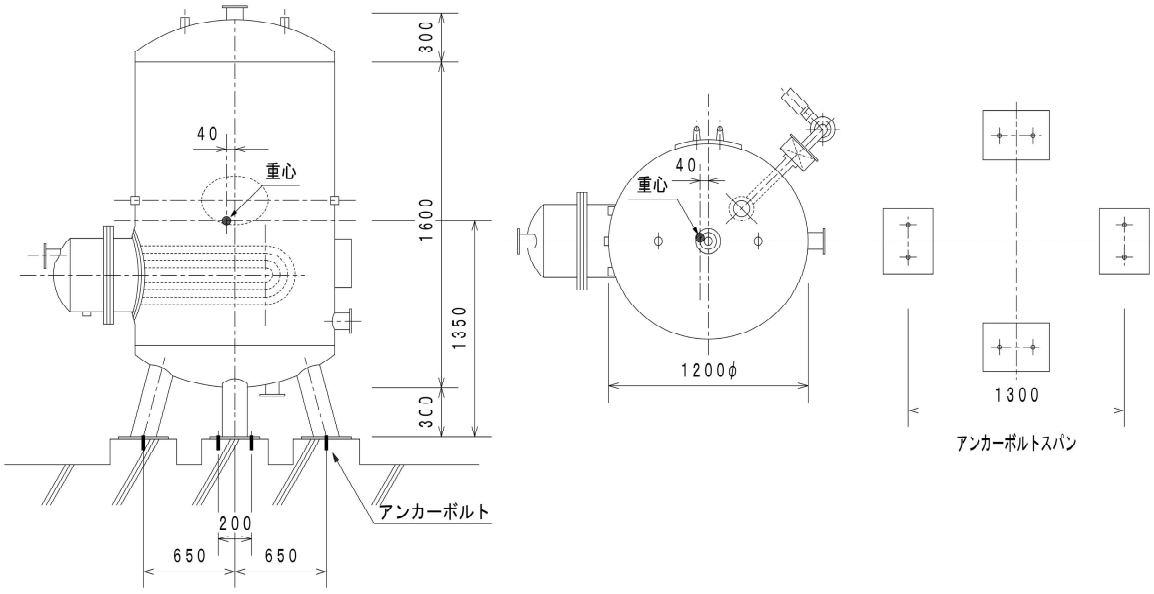
計算例 9：立型貯湯タンク(呼称 2,200 ℓ)のアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度は KH=0.6(特定の施設、一般機器、地階に設置、防振支持無で選択)

(2) 機器の総重量=2,900kg

(3) あと施工金属拡張アンカー(おねじメカニカルアンカー)

※タンク内に水(湯)が入っている場合はタンク本体と水の合計を重量として入力します。
オーバーフローのある円形水槽の場合は別シート(水槽)で算定しますがオーバーフローの無い場合で基礎に 4 角配置でアンカーを打つ時はこの計算シートです。



入力例の説明

(1) 上図のような例でも計算は自立盤やパッケージエアコン等と同じく指針図 3.2-1 で計算します。

(2) 図のように 2 本 1 組のアンカーボルトがあるので不利側の片側 2 本で計算します。

(3) 重心位置は正確には熱交換側が若干重くなるため 40m/m ズラしています。よって重心位置は 650-40=610 で計算します。

ワンポイントアドバイス

(1) このような形状の場合の引抜力は短辺、長辺方向とも同じ値となります。

(2) 基礎は躯体と一体となった堅固なものであることが前提です。

(3) タンクは円筒形ですが基礎が 4 角配置の場合はこの計算シートを使用します。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名：横型貯湯ﾀﾝｸ

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)	塔屋 / 上層階	一般の施設
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)	中間階	一般機器
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)	1階 / 地階	地階及び1階 防振支持無 0.4

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

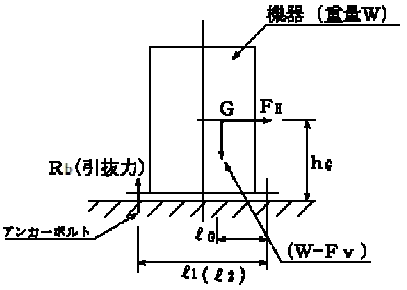
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

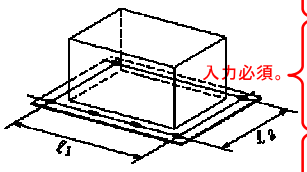
●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 0.4 = **0.40**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力





特に入力の必要はありません。

入力必須。

入力必須。

機器の寸法	横幅			mm
	高さ			mm
	奥行			mm
機器の重心	横幅方向	W_G	900	mm
	高さ方向	h_G	1,500	mm
	奥行方向	D_G	475	mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	1,960	mm
	短辺方向	ℓ_2	1,110	mm

G：機器の重心位置			
機器の質量	2,900kgと入力すると28.44kNとはいります。	2,900	kg
W：機器の重量	但しkNからkgに変換はできません。	28.44	kN
n_t：機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数 (検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側	4	本
	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側	4	本
n：アンカーボルトの総本数		8	本
h_G：据付面より機器重心までの高さ		1,500	mm
ℓ：検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)	1,960	mm
	短辺方向(ℓ_2)	1,110	mm
ℓ_G：検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離 (ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	長辺方向(ℓ_{1G})	900	mm
	短辺方向(ℓ_{2G})	475	mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力			
F_H：**設計用水平地震力** $F_H = K_H \cdot W$ = 0.40 × 28.44		11.38	kN
		1.160	kgf
F_V：**設計用鉛直地震力** $F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 11.38 / 2		5.69	kN
		580	kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \dfrac{11.38 \times 1,500 - (28.44 - 5.69) \times 900}{1,960 \times 4}$ = **-0.44** kN／本 = **-45** kgf／本

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \dfrac{11.38 \times 1,500 - (28.44 - 5.69) \times 475}{1,110 \times 4}$ = **1.42** kN／本 = **145** kgf／本

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
n：アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n} = \dfrac{11.38}{8}$ = **1.43** kN／本 = **146** kgf／本

アンカーボルトの選定

スラブ厚選択	120	[mm]	
アンカーボルト種類選択	ﾒｶﾆｶﾙ	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	M8		
許容引抜荷重	2.94 (300)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	4.9 (500)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	40		[mm]

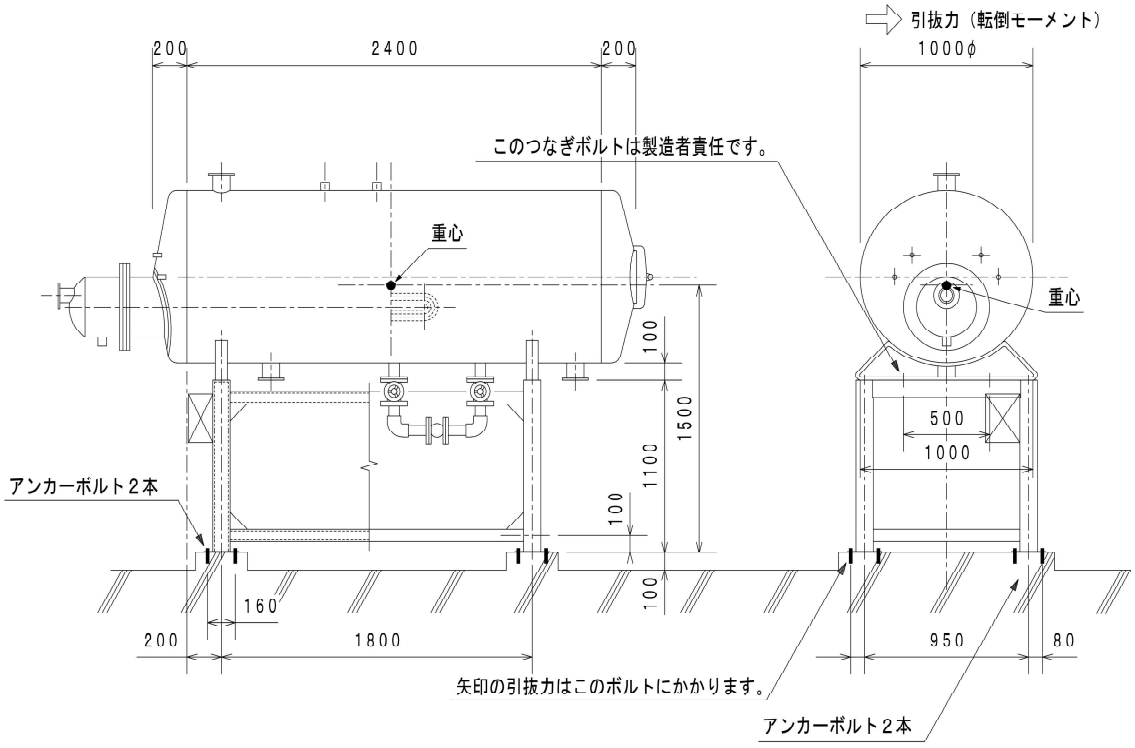
計算例 10：横型貯湯タンク(呼称 2,200 ℓ)のアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度は KH=0.4(一般の施設、一般機器、1 階に設置、防振支持無で選択)

(2) 機器の総重量=2,900kg

(3) あと施工金属拡張アンカー(おねじメカニカルアンカー)

※タンク内に水(湯)が入っている場合はタンク本体と水の合計を重量として入力します。



入力例の説明

(1) タンクと架台は一体ものとして製造者に委ねられています。設備の耐震計算はあくまで基礎に止めるアンカーボルトの算定です。

(2) 長辺方向の重心はアンカーボルトの中心ですので 900、短辺(円筒)側は 950 の 1/2 で 475 です。あくまでアンカーボルトからの距離を入力します。機器幅 3000 の半分の 1500 ではありません。

(3) 転倒モーメントに対し不利な短辺方向が大きくなるのは当然ですが、短辺方向をみれば片側 4 本のアンカーになります。総本数は 8 本です。ボルトスパンは 950 でもよいと考えますが理論上からみれば 950+80+80=1110(長辺側は 1800+80+80=1960)で計算します。

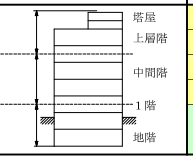
ワンポイントアドバイス

(1) このような形状機器の場合は機器の寸法は入力しなくてかまいません。計算式には機器の重心とボルトスパンが重要です。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名： エアハンドリングユニット

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		特定の施設 一般機器 上層階 防振支持無 1.5
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

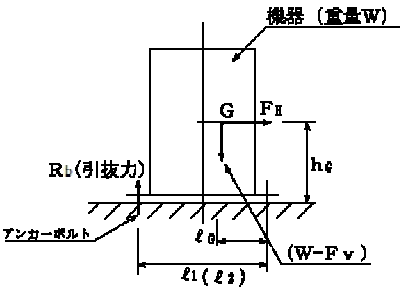
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

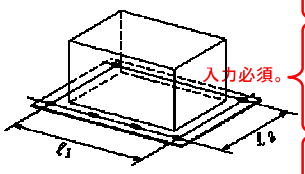
●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 1.5 = **1.50**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力





入力しなくても可です。
入力必須。
入力必須。

機器の寸法	横幅		1,630	mm
	高さ		2,040	mm
	奥行		1,070	mm
機器の重心	横幅方向	W_G	750	mm
	高さ方向	h_G	1,020	mm
	奥行方向	D_G	185	mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	1,600	mm
	短辺方向	ℓ_2	800	mm

G: 機器の重心位置			
機器の質量	850kgと入力すると8.34kNとはいります。	850	kg
W: 機器の重量	但しkNからkgに変換はできません。	8.34	kN
n_t: 機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数 (検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側	2	本
	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側	2	本
n: アンカーボルトの総本数		4	本
h_G: 据付面より機器重心までの高さ		1,020	mm
ℓ: 検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)	1,600	mm
	短辺方向(ℓ_2)	800	mm
ℓ_G: 検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離 (ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	長辺方向(ℓ_{1G})	750	mm
	短辺方向(ℓ_{2G})	185	mm
R_b: アンカーボルト1本当りの引抜力			
F_H: **設計用水平地震力** $F_H = K_H \cdot W$ = 1.50 × 8.34		12.51 1.276	kN kgf
F_V: **設計用鉛直地震力** $F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 12.51 / 2		6.26 638	kN kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \dfrac{12.51 \times 1,020 - (8.34 - 6.26) \times 750}{1,600 \times 2}$ = **3.51 kN／本** = **358 kgf／本**

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \dfrac{12.51 \times 1,020 - (8.34 - 6.26) \times 185}{800 \times 2}$ = **7.74 kN／本** = **789 kgf／本**

アンカーボルトのせん断力

Q: ボルトに作用するせん断力
F_H: 設計用水平地震力
n: アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n} = \dfrac{12.51}{4}$ = **3.13 kN／本** = **319 kgf／本**

アンカーボルトの選定

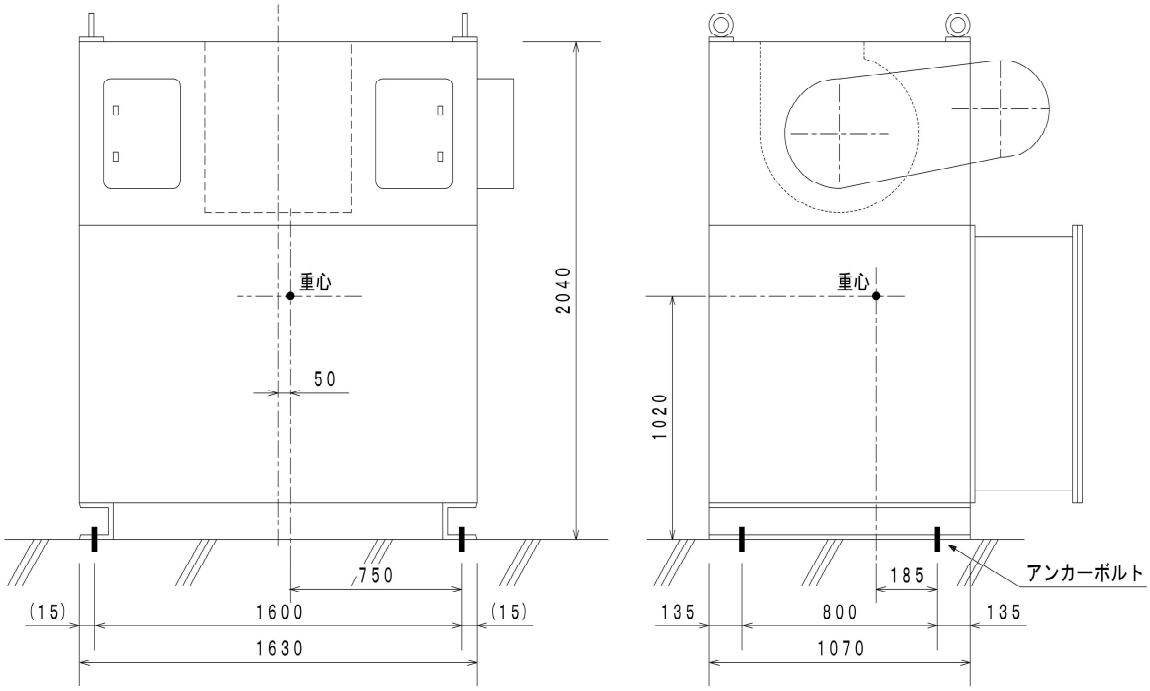
スラブ厚選択	120	[mm]	
アンカーボルト種類選択	樹脂	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	M12		
許容引抜荷重	9.02 (920)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	11.77 (1200)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	90		[mm]

計算例 11：エアハンドリングユニットのアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度は KH=1.5(特定の施設、一般機器、最上階機械室、防振支持無で選択)

(2) 機器の重量：850kg

(3) あと施工式樹脂アンカーボルト



入力例の説明

(1) 自立形制御盤と同じ入力手順です。

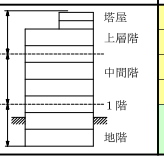
ワンポイントアドバイス

(1) 機器の重心はボルトからの寸法です。機器の横幅、奥行からの寸法ではありません。
あくまでボルトからの寸法です。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(矩形)

機器名： 角形冷却塔

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		一般の施設 一般機器 上層階 防振支持無 1.0
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

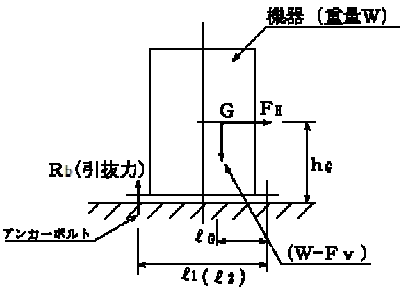
●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

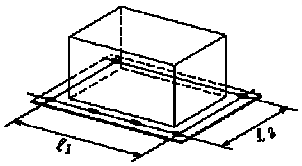
都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 1.0 = **1.00**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力



特に入力しなくても可です。



機器の寸法	横幅		7,080 mm
	高さ		3,000 mm
	奥行		4,540 mm
機器の重心	横幅方向	W_G	3,485 mm
	高さ方向	h_G	1,050 mm
	奥行方向	D_G	2,212 mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	6,970 mm
	短辺方向	ℓ_2	4,425 mm

G: 機器の重心位置			
機器の質量			10,700 kg
W: 機器の重量			104.93 kN
n_t: 機器転倒を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルトの本数 (検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数)	長辺方向(n_{t1}) ℓ_2側		4 本
	短辺方向(n_{t2}) ℓ_1側		7 本
n: アンカーボルトの総本数			18 本
h_G: 据付面より機器重心までの高さ			1,050 mm
ℓ: 検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向(ℓ_1)		6,970 mm
	短辺方向(ℓ_2)		4,425 mm
ℓ_G: 検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離 (ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$)	長辺方向(ℓ_{1G})		3,485 mm
	短辺方向(ℓ_{2G})		2,212 mm
R_b: アンカーボルト1本当りの引抜力			
F_H: **設計用水平地震力**	$F_H = K_H \cdot W$	1.00 × 104.93	104.93 kN 10,700 kgf
F_V: **設計用鉛直地震力**	$F_V = \frac{1}{2} F_H$	104.93 / 2	52.47 kN 5,350 kgf

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{1G}}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \dfrac{104.93 \times 1,050 - (104.93 - 52.47) \times 3,485}{6,970 \times 4}$ = **-2.61 kN／本**, **-266 kgf／本**

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_{2G}}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \dfrac{104.93 \times 1,050 - (104.93 - 52.47) \times 2,212}{4,425 \times 7}$ = **-0.19 kN／本**, **-19 kgf／本**

重量が重たい場合マイナスに算定される場合があります。

アンカーボルトのせん断力

Q: ボルトに作用するせん断力
F_H: 設計用水平地震力
n: アンカーボルトの総本数

$Q = \dfrac{F_H}{n} = \dfrac{104.93}{18}$ = **5.83 kN／本**, **594 kgf／本**

アンカーボルトの選定

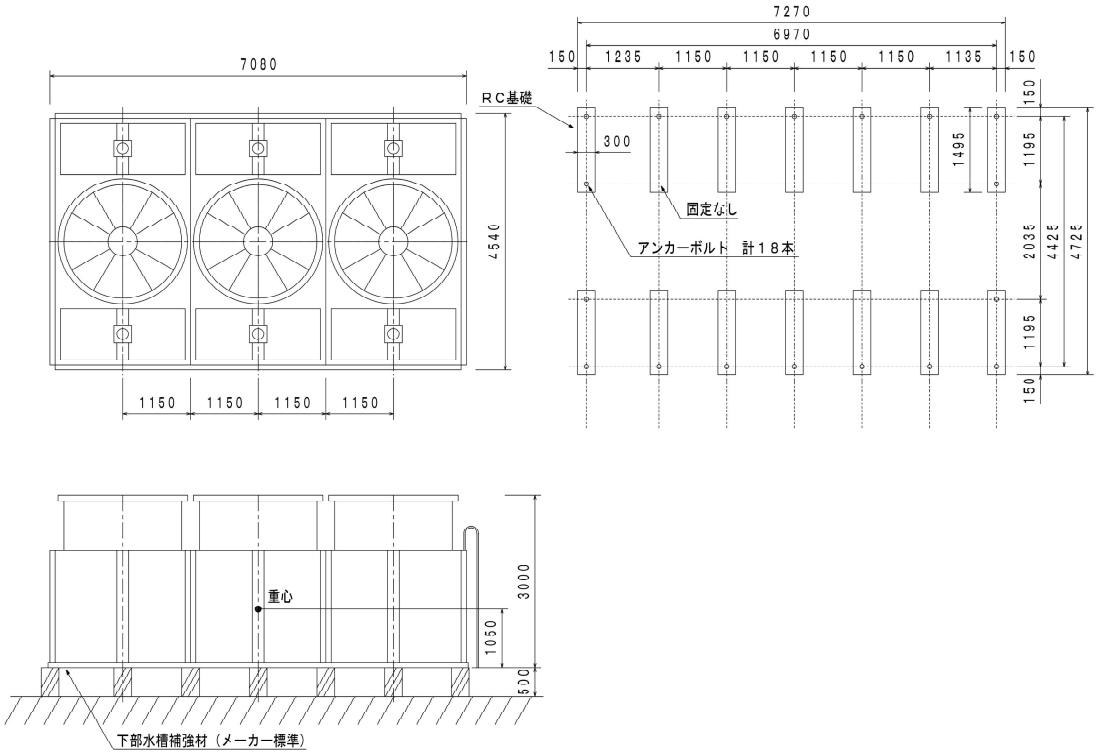
スラブ厚選択	120	[mm]	
アンカーボルト種類選択	J型ﾎﾞﾙﾄ	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	M10		
許容引抜荷重	11.77 (1200)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	7.85 (800)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	100-d		[mm]

計算例 12：角形冷却塔のアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度 KH=1.0(一般の施設、一般機器、屋上に設置、防振支持無で選択)

(2) 機器の重量：10,700kg

(3) 埋込 J 型ボルト



入力例の説明

(1) 計算例のように非常に重たい製品を設置した場合、引抜力はマイナスに算出される場合があります。算定されたせん断力以上のアンカーボルトを選定します。

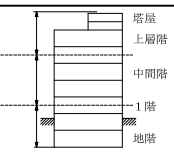
ワンポイントアドバイス

(1) 角形冷却塔の算定は指針図 3.2-1 矩形断面機器を計算するシートで算定します。
丸形冷却塔の場合は指針図 3.2-2 円形断面機器算定シートで行います。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(円形)

機器名：

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		特定の施設
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		一般機器
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		上層階 / 防振支持無 → 1.5

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

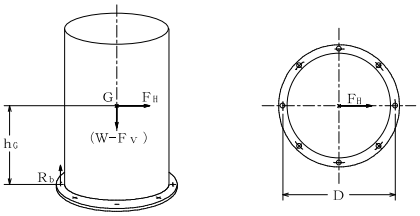
貼付図は指針P19の指針図3.2-2 床・基礎支持の場合(円形断面機器)を参考にしています。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度 (K_H) ＝ $Z \cdot K_S$ ＝ 1.0 × 1.5 ＝ **1.50**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力

円形断面の場合



機器の寸法			
	直径		1,400 mm
	高さ		2,000 mm
機器の重心	高さ方向	h_G	1,000 mm
ボルトスパン	円形断面	D	1,500 mm

G：機器の重心位置		
機器の質量	2,000kgと入力すると19.61kNと表示されます。	2,000 kg
W：機器の重量	先にkNを入力した場合はkgは表示されません。	19.61 kN
n：アンカーボルトの総本数		8 本
h_G：据付面より機器重心までの高さ		1,000 mm
D：円形断面のボルトスパン		1,500 mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力		

F_H：設計用水平地震力　$F_H = K_H \cdot W$ ＝ 1.50 × 19.61 → 29.42 kN / 3,000 kgf

F_V：設計用鉛直地震力　$F_V = \frac{1}{2} F_H$ ＝ $\frac{29.42}{2}$ → 14.71 kN / 1,500 kgf

アンカーボルトの引抜力

$$R_b = \frac{4}{n \cdot D} F_H \cdot h_G - \frac{W - F_V}{n}$$

$$= \frac{4 \times 29.42 \times 1,000}{8 \times 1,500} - \frac{19.61 - 14.71}{8}$$

→ 9.20 kN／本 / 938 kgf／本

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
n：アンカーボルトの総本数

$$Q = \frac{F_H}{n} = \frac{29.42}{8}$$

→ 3.68 kN／本 / 375 kgf／本

アンカーボルトの選定

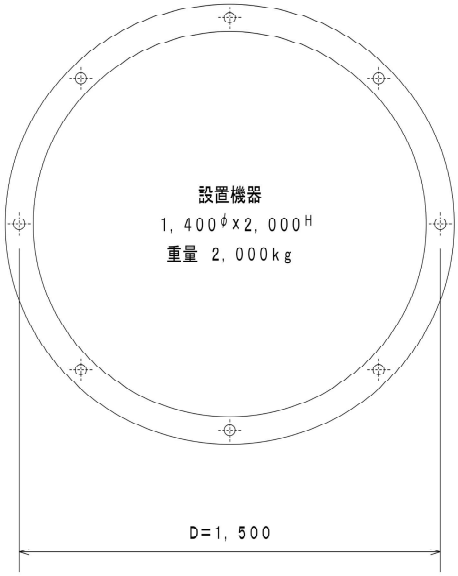
		採用サイズ選択	
スラブ厚選択	150		
アンカーボルト種類選択	樹脂		
アンカーボルトサイズ	M16		
許容引抜荷重	11.77 (1200)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	19.61 (2000)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	110		[mm]

①まずアンカーボルトの種類を選択します。
②次にスラブ厚を120から順に選択していきます。
この場合120ではNGがでますので150にアップしました。
このように順次厚みを大きくしていきます。

入力手順

・右上のドロップダウンリストより設計水平震度(K_H)を算出するのは矩形と同じです。

・円形(円筒形)の耐震計算をします。基礎アンカーボルトを図-1 とします。



図－１　アンカーボルト配置平面図

１．**引抜力**

(1) 矩形のように長辺、短辺はありませんのでアンカーボルト総本数に引抜力が加わります。

２．**せん断力**

(1) せん断力もアンカーボルト総本数で算定します。

・入力例では引抜力 938kg／本、せん断力 375kg／本と算定されましたので、これ以上のボルトを選択することになります。接着系アンカーボルトを使用すると M16、ボルト埋込長さ 110mm、基礎コンクリート(スラブ)厚さは 150mm 以上となります。
スラブ厚 120mm を選択すると NG が出ます。150mm に変更すると適正なアンカーボルト(M16)を算定するようになっています。

・樹脂をメカニカルに変更すると瞬時に M20、ボルト埋込長さ 90 ㎜に変わります。ボルトの長さが短くなりますのでスラブ厚選択を 120mm に変更しても NG は出ません。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(円形)

機器名： 温水ﾎﾞｲﾗｰ

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)	塔屋 / 上層階	一般の施設
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)	中間階	一般機器
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)	1階 / 地階	上層階
						防振支持無
						1.0

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

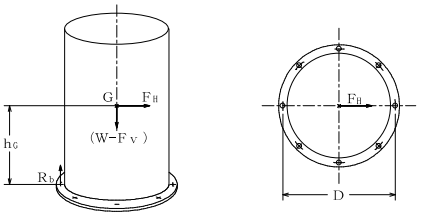
●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 1.0 = **1.00**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力

円形断面の場合



特に入力する必要はありません。

入力必須

機器の寸法	直径		1,200 mm
	高さ		1,800 mm
機器の重心	高さ方向	h_G	910 mm
ボルトスパン	円形断面	D	1,075 mm

G：機器の重心位置		
機器の質量	1,000	kg
W：機器の重量	9.81	kN
n：アンカーボルトの総本数	4	本
h_G：据付面より機器重心までの高さ	910	mm
D：円形断面のボルトスパン	1,075	mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力		

満水時の総重量を入力します。

F_H：**設計用水平地震力**　$F_H = K_H \cdot W$ = 1.00 × 9.81 = 9.81 kN / 1,000 kgf

F_V：**設計用鉛直地震力**　$F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 9.81 / 2 = 4.91 kN / 501 kgf

アンカーボルトの引抜力

$$R_b = \frac{4}{n \cdot D} F_H \cdot h_G - \frac{W - F_V}{n}$$

$$= \frac{4 \times 9.81 \times 910}{4 \times 1,075} - \frac{9.81 - 4.91}{4}$$

= **7.08** kN／本 / 722 kgf／本

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
n：アンカーボルトの総本数

$$Q = \frac{F_H}{n} = \frac{9.81}{4}$$

= 2.46 kN／本 / 251 kgf／本

M12は引抜力が6.7kN迄しかないため
M16を自動選定しています。

アンカーボルトの選定

スラブ厚選択	120		
アンカーボルト種類選択	ﾒｶﾆｶﾙ	採用サイズ選択	
アンカーボルトサイズ	M16		
許容引抜荷重	9.02 (920)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	19.61 (2000)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	70		[mm]

①アンカーボルト種類を選択
②スラブ厚を薄いのから順次厚いのを選択します。

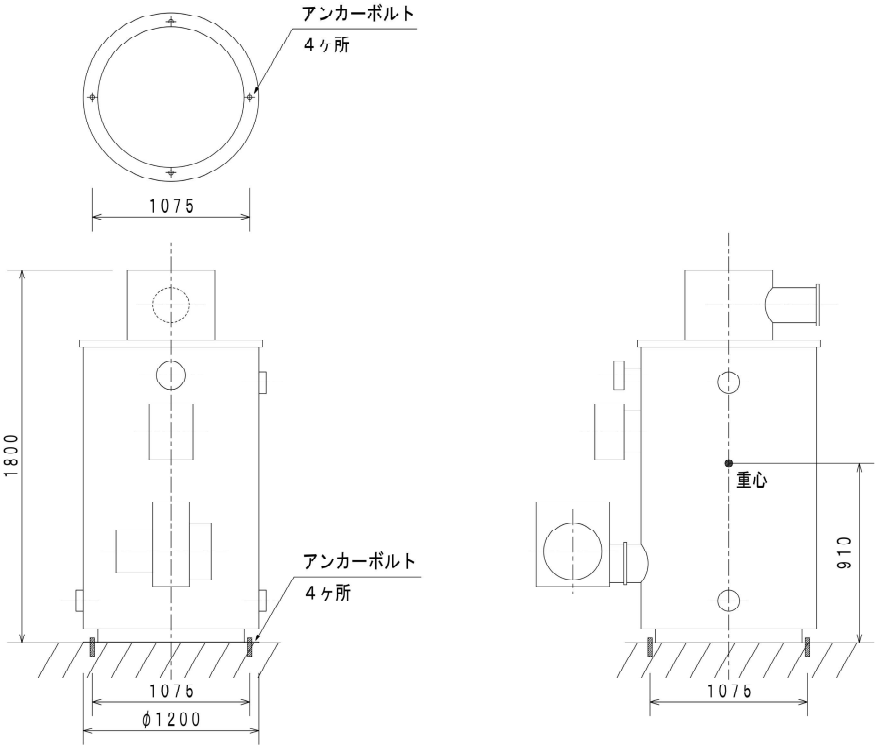
計算例 13：温水ボイラーのアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度 KH=1.0(一般の施設、一般機器、上層階に設置、防振支持無で選択)

(2) タンクの重量：1000kg

(3) あと施工金属拡張アンカー(おねじメカニカルアンカー)　計４本

※ タンクの重量は運転時(満水時)を入力します。水槽(別計算シート)類には該当しません。



入力例の説明

(1) 機器の寸法は特に入力する必要はありませんが、重心とボルトスパンの入力は必須です。

ワンポイントアドバイス

(1) 円筒形の受水槽、高架水槽の場合は有効重量比と水槽の作用高さと等価高さの比を求める必要があるため、別の計算シート(円形水槽)で計算します。

(2) 角形ボイラーの場合は矩形で算定します。

床、基礎据付け時のアンカーボルトの検討(円形)

機器名： 円形冷却塔

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)	塔屋 / 上層階	一般の施設
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)	中間階	一般機器
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)	1階 / 地階	上層階
						防振支持無
						1.0

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

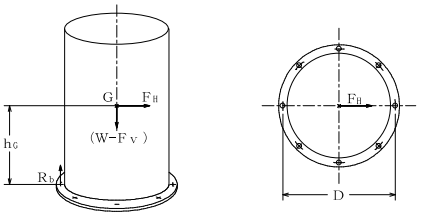
●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1
地域選択 ⇒	全域		

設計用水平震度 (K_H) = $Z \cdot K_S$ = 1.0 × 1.0 = **1.00**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力

円形断面の場合



特に入力する必要はありません。

機器の寸法	直径		1,440 mm
	高さ		2,070 mm
機器の重心	高さ方向	h_G	860 mm ← 入力必須
ボルトスパン	円形断面	D	1,005 mm ← 入力必須

G：機器の重心位置		
機器の質量	300	kg
W：機器の重量	2.94	kN ← 300kgと入力するとkNに変換されます。 kNからkgには変換できません。
n：アンカーボルトの総本数	3	本
h_G：据付面より機器重心までの高さ	860	mm
D：円形断面のボルトスパン	1,005	mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力		

F_H：設計用水平地震力　$F_H = K_H \cdot W$ = 1.00 × 2.94 → 2.94 kN / 300 kgf

F_V：設計用鉛直地震力　$F_V = \frac{1}{2} F_H$ = 2.94 / 2 → 1.47 kN / 150 kgf

アンカーボルトの引抜力

$$R_b = \frac{4}{n \cdot D} F_H \cdot h_G - \frac{W - F_V}{n}$$

$$= \frac{4 \times 2.94 \times 860}{3 \times 1{,}005} - \frac{2.94 - 1.47}{3}$$

→ **2.87 kN／本**　293 kgf／本

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
n：アンカーボルトの総本数

$$Q = \frac{F_H}{n} = \frac{2.94}{3}$$

→ **0.98 kN／本**　100 kgf／本

アンカーボルトの選定

		採用サイズ選択	
スラブ厚選択	120		
アンカーボルト種類選択	メカニカル		
アンカーボルトサイズ	M8		
許容引抜荷重	2.94 (300)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	4.9 (500)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	40		[mm]

引抜荷重、せん断荷重共に参考図書では3kN、5kNとなっていますが正確にはソフトで表示された値です。
kNは正確にはkgの1/100ではありません.

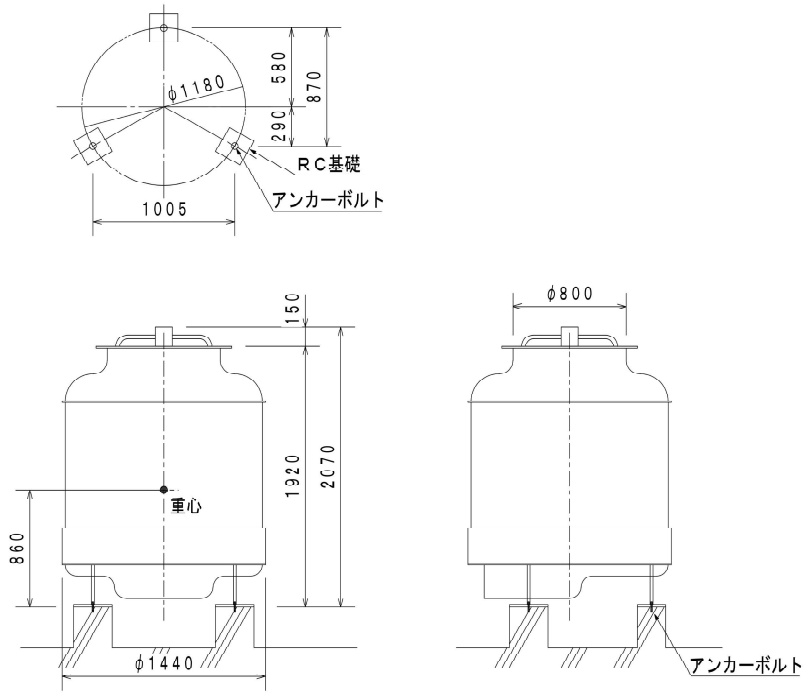
計算例 14：円筒形冷却塔のアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度 KH=1.0(一般の施設、一般機器、上層階に設置、防振支持無で選択)

(2) 冷却塔の重量：300kg

(3) あと施工金属拡張アンカー(おねじメカニカルアンカー)

※ 冷却塔の重量は運転時(満水時)を入力します。



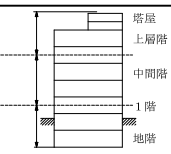
入力例の説明

(1) 図のようにアンカーボルト 3 本が円の中に納まる場合はこの計算シートを使用します。

壁面取付け時のアンカーボルトの検討

機器名：

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		特定の施設
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		一般機器
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		上層階 / 防振支持無

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

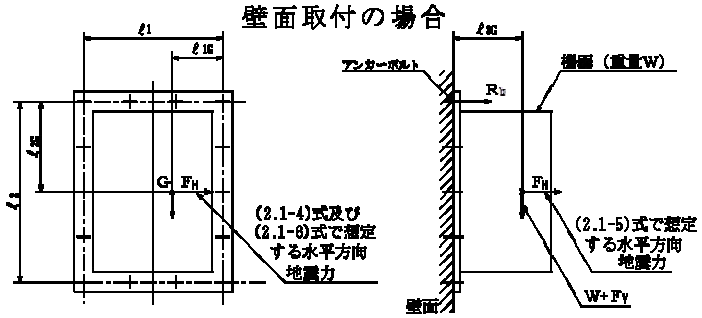
貼付図は指針P20の指針図3.2-3 壁面支持を参考にしています。

都道府県選択 ⇒	大阪府	地域係数 (Z)	1	
地域選択 ⇒	全域			

設計用水平震度 (K_H) ＝ $Z \cdot K_S$ ＝ 1.0 × 1.5 ＝ **1.50**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力

壁面取付の場合



機器の寸法			
	横幅		1,000 mm
	高さ		2,000 mm
	奥行		400 mm
機器の重心	横幅方向	W_G	500 mm
	高さ方向	h_G	1,000 mm
	奥行方向	D_G	200 mm
ボルトスパン	水平方向	ℓ_1	1,100 mm
	鉛直方向	ℓ_2	2,100 mm

G：機器の重心位置		
機器の質量	850kgと入力すると8.34kNとはいいます。	1,000 kg
W：機器の重量	但しkNからkgに変換はできません。	9.81 kN
n_{t1}：上下面に設けたアンカーボルトの片側本数（ℓ_1側のアンカーボルト本数）		4 本
n_{t2}：側面に設けたアンカーボルトの片側本数（ℓ_2側のアンカーボルト本数）		5 本
n：アンカーボルトの総本数		14 本
ℓ_1：水平方向のボルトスパン		1,100 mm
ℓ_2：鉛直方向のボルトスパン		2,100 mm
ℓ_{1G}：ボルト中心から機器重心までの水平方向の距離 (ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$)		550 mm
ℓ_{2G}：上部側ボルト中心から機器重心までの鉛直方向の距離		1,050 mm
ℓ_{3G}：壁面から機器重心までの距離		200 mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力		

F_H：設計用水平地震力　$F_H = K_H \cdot W$ ＝ 1.50 × 9.81 ＝ **14.72 kN** / **1.501 kgf**

F_V：設計用鉛直地震力　$F_V = \frac{1}{2} F_H$ ＝ $\frac{14.72}{2}$ ＝ **7.36 kN** / **750 kgf**

アンカーボルトの引抜力

上部側アンカーボルト1本当たりの引抜力R_bは、下記二つ（R_{b1}、R_{b2}）の計算式のうち大きい方の値で与えられる。

$$R_{b1} = \frac{F_H \cdot \ell_{3G}}{\ell_1 \cdot n_{t2}} + \frac{(W+F_V) \cdot \ell_{3G}}{\ell_2 \cdot n_{t1}} \quad (2.1-4)$$

$$= \frac{14.72 \times 200}{1,100 \times 5} + \frac{(9.81 + 7.36) \times 200}{2,100 \times 4}$$

0.95 kN／本 / **97 kgf／本**

$$R_{b2} = \frac{F_H \cdot (\ell_2 - \ell_{2G})}{\ell_2 \cdot n_{t1}} + \frac{(W+F_V) \cdot \ell_{3G}}{\ell_2 \cdot n_{t1}} \quad (2.1-5)$$

$$= \frac{14.72 \times (2,100 - 1,050)}{2,100 \times 4} + \frac{(9.81 + 7.36) \times 200}{2,100 \times 4}$$

2.25 kN／本 / **229 kgf／本**

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
F_V：設計用鉛直地震力
W：機器の重量
n：アンカーボルトの総本数

$$Q = \sqrt{\frac{F_H^2 + (W+F_V)^2}{n}} \quad (2.1-6)$$

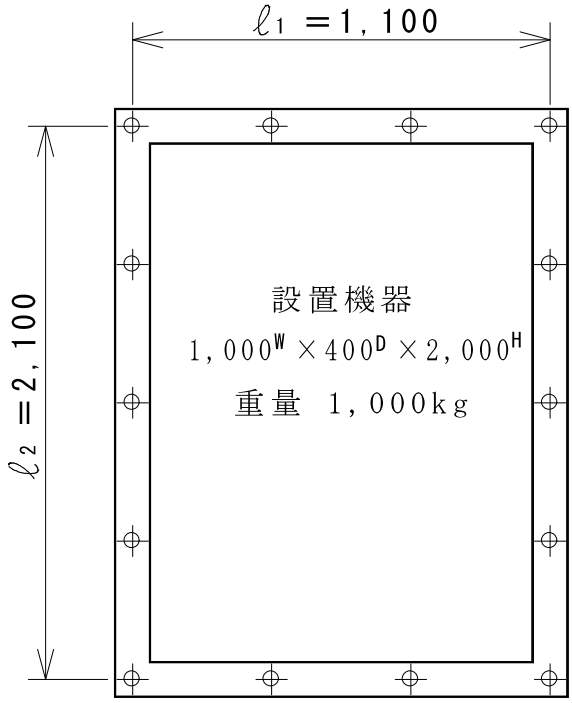
$$= \sqrt{\frac{14.72^2 + (9.81 + 7.36)^2}{14}}$$

6.05 kN／本 / **617 kgf／本**

アンカーボルトの選定

		採用サイズ選択	
コンクリート壁厚選択	120		
アンカーボルト種類選択	メカニカル		
アンカーボルトサイズ	M10		
許容引抜荷重	2.45 (250)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	7.85 (800)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	45		[mm]

入力例



図－1　アンカーボルト配置図

・アンカーボルトは図の配置とします。
　壁付機器の場合は一般的に引抜力よりせん断力が大きくなります。

1．**引抜力**

(1) 上部側アンカーボルトの引抜力は 2 つの計算式で大きな値以上のアンカーボルトを選定します。

2．**せん断力**

(1)アンカーボルト総本数で算定します。

・入力例では引抜力 229kg／本、せん断力 617kg／本とせん断力が大きな数値となります。
　金属拡張形を使用すると M10、ボルト埋込長さ 45mm、
　壁コンクリート厚さは 120mm となります。

壁面取付け時のアンカーボルトの検討

機器名：壁掛形制御盤

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)	塔屋 / 上層階	一般の施設
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)	中間階	重要機器
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)	1階 / 地階	中間階
						防振支持無
						1.0

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

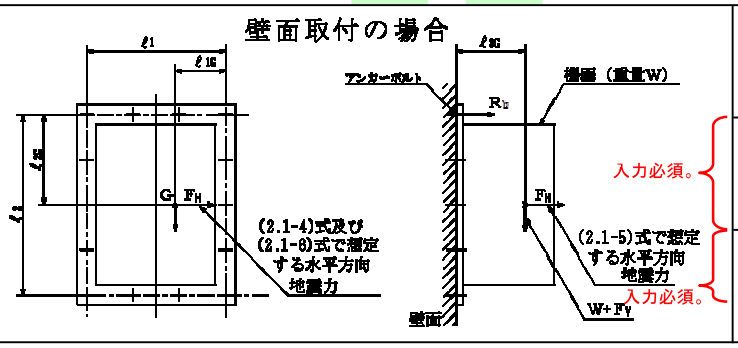
●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

都道府県選択 ⇒	東京都	地域係数 (Z)	1	
地域選択 ⇒	全域			

設計用水平震度 (K_H) ＝ $Z \cdot K_S$ ＝ 1.0 × 1.0 ＝ **1.00**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力

壁面取付の場合



機器の寸法			
横幅		700	mm
高さ		1,200	mm
奥行		350	mm
機器の重心	横幅方向 W_G	250	mm
	高さ方向 h_G	500	mm
	奥行方向 D_G	180	mm
ボルトスパン	水平方向 ℓ_1	600	mm
	鉛直方向 ℓ_2	1,100	mm

G：機器の重心位置		
機器の質量	150	kg
W：機器の重量	1.47	kN
n_{t1}：上下面に設けたアンカーボルトの片側本数（ℓ_1側のアンカーボルト本数）	2	本
n_{t2}：側面に設けたアンカーボルトの片側本数（ℓ_2側のアンカーボルト本数）	2	本
n：アンカーボルトの総本数	4	本
ℓ_1：水平方向のボルトスパン	600	mm
ℓ_2：鉛直方向のボルトスパン	1,100	mm
ℓ_{1G}：ボルト中心から機器重心までの水平方向の距離（ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$）	250	mm
ℓ_{2G}：上部側ボルト中心から機器重心までの鉛直方向の距離	500	mm
ℓ_{3G}：壁面から機器重心までの距離	180	mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力		

F_H：設計用水平地震力　$F_H = K_H \cdot W$ ＝ 1.00 × 1.47 ＝ **1.47 kN** ／ **150 kgf**

F_V：設計用鉛直地震力　$F_V = \frac{1}{2} F_H$ ＝ $\frac{1.47}{2}$ ＝ **0.74 kN** ／ **75 kgf**

アンカーボルトの引抜力

上部側アンカーボルト1本当たりの引抜力R_bは、下記二つ（R_{b1}、R_{b2}）の計算式のうち大きい方の値で与えられる。

$$R_{b1} = \frac{F_H \cdot \ell_{3G}}{\ell_1 \cdot n_{t2}} + \frac{(W+F_V) \cdot \ell_{3G}}{\ell_2 \cdot n_{t1}} \quad (2.1-4)$$

$$= \frac{1.47 \times 180}{600 \times 2} + \frac{(1.47 + 0.74) \times 180}{1,100 \times 2} = 0.41 \text{ kN／本} \quad 42 \text{ kgf／本}$$

$$R_{b2} = \frac{F_H \cdot (\ell_2 - \ell_{2G})}{\ell_2 \cdot n_{t1}} + \frac{(W+F_V) \cdot \ell_{3G}}{\ell_2 \cdot n_{t1}} \quad (2.1-5)$$

$$= \frac{1.47 \times (1,100 - 500)}{1,100 \times 2} + \frac{(1.47 + 0.74) \times 180}{1,100 \times 2} = 0.59 \text{ kN／本} \quad 60 \text{ kgf／本}$$

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
F_V：設計用鉛直地震力
W：機器の重量
n：アンカーボルトの総本数

$$Q = \sqrt{\frac{F_H^2 + (W+F_V)^2}{n}} \quad (2.1-6)$$

$$= \sqrt{\frac{1.47^2 + (1.47 + 0.74)^2}{4}} = 1.33 \text{ kN／本} \quad 136 \text{ kgf／本}$$

アンカーボルトの選定

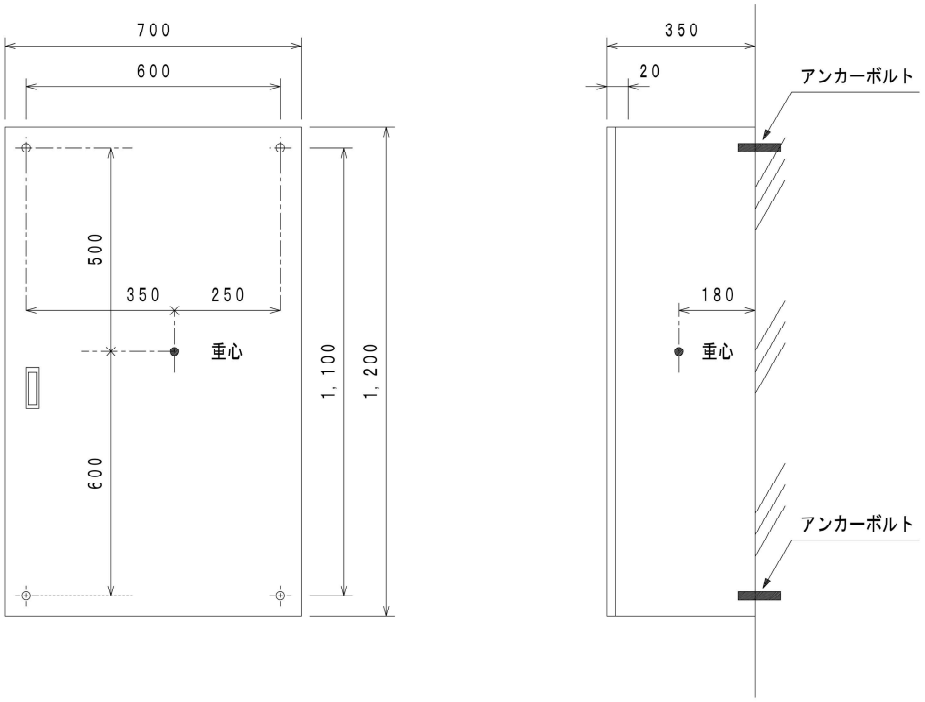
		採用サイズ選択	
コンクリート壁厚選択	120		
アンカーボルト種類選択	メカニカル		
アンカーボルトサイズ	M8		
許容引抜荷重	1.96 (200)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	4.9 (500)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	40		[mm]

計算例 15：壁掛形制御盤のアンカーボルト算定

(1) 設計用水平震度は KH=1.0(一般の施設、重要機器、中間階、防振支持無で選択)

(2) 機器の重量：150kg

(3) あと施工金属拡張アンカー(おねじメカニカルアンカー)



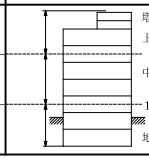
入力例の説明

(1) 重心はボルトから短い水平距離 250、鉛直距離も 500 と入力します。
あくまでボルトからの距離を入力します。例えば重心が機器の中心にあったとしますと 600 の 1/2 で 300 が正解で、700 の 1/2 の 350 ではありません。

天井面取付け時のアンカーボルトの検討

機器名：

局部震度法による建築設備機器の設計用標準震度

機器の設置場所	耐震安全性の分類				適用階の区分	設計用標準震度 (K_S)
	特定の施設		一般の施設			
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器		
上層階、屋上及び塔屋	2.0 (2.0)	1.5 (2.0)	1.5 (2.0)	1.0 (1.5)		一般の施設
中間階	1.5 (1.5)	1.0 (1.5)	1.0 (1.5)	0.6 (1.0)		一般機器
地階及び1階	1.0 (1.0)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)	0.4 (0.6)		地階及び1階 防振支持無
						0.4

( )内の値は、防振支持の機器の場合に適用する。

●上層階の定義
・2～6階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9階建ての建築物では、上層の2層を上層階とする。
・10～12階建ての建築物では、上層の3層を上層階とする。
・13階建て以上の建築物では、上層の4層を上層階とする。

●中間階の定義
・地階、1階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。

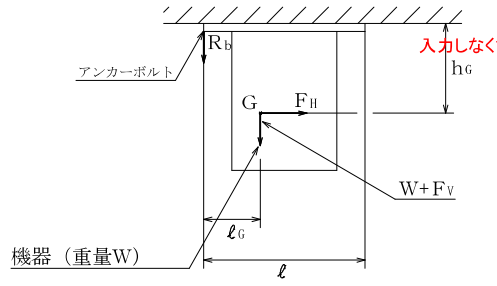
貼付図は指針P21の指針図3.2-4
吊り支持を参考にしています。

全国どこでも選択できます。

都道府県選択	⇒	北海道	地域係数 (Z)	0.9
地域選択	⇒	札幌市		

設計用水平震度 (K_H) ＝ $Z \cdot K_S$ ＝ 0.9 × 0.4 ＝ **0.36**

アンカーボルトに加わる引抜力とせん断力



入力しなくても可です。

入力必須。

入力必須。

機器の寸法	横幅		1,000	mm
	高さ		1,000	mm
	奥行		600	mm
機器の重心	横幅方向	W_G	500	mm
	高さ方向	h_G	500	mm
	奥行方向	D_G	300	mm
ボルトスパン	長辺方向	ℓ_1	1,100	mm
	短辺方向	ℓ_2	700	mm

G：機器の重心位置			
機器の質量	500kgと入力すると4.90kNとはいりません。	500	kg
W：機器の重量	但しkNからkgに変換はできません。	4.90	kN
n_t：機器落下を考えた場合の引張りを受ける片側のアンカーボルト総本数（検討方向の片側に設けられたアンカーボルト本数）	長辺方向 (n_{t1})	2	本
	短辺方向 (n_{t2})	2	本
n：アンカーボルトの総本数		4	本
h_G：据付面より機器重心までの高さ		500	mm
ℓ：検討する方向からみたボルトスパン	長辺方向 (ℓ_1)	1,100	mm
	短辺方向 (ℓ_2)	700	mm
ℓ_G：検討する方向からみたボルト中心から機器重心までの水平距離（ただし $\ell_{1G} \leqq \ell_1/2$ 、 $\ell_{2G} \leqq \ell_2/2$）	長辺方向 (ℓ_{1G})	550	mm
	短辺方向 (ℓ_{2G})	350	mm
R_b：アンカーボルト1本当りの引抜力			

F_H：設計用水平地震力　$F_H = K_H \cdot W$ ＝ 0.36 × 4.90 ＝ **1.77 kN** ／ **180 kgf**

F_V：設計用鉛直地震力　$F_V = \frac{1}{2} F_H$ ＝ $\frac{1.77}{2}$ ＝ **0.89 kN** ／ **91 kgf**

アンカーボルトの引抜力

長辺方向 $R_{b1} = \dfrac{F_H \cdot h_G + (W + F_V) \cdot (\ell_1 - \ell_{1G})}{\ell_1 \cdot n_{t1}}$

$= \dfrac{1.77 \times 500 + (4.90 + 1) \times (1{,}100 - 550)}{1{,}100 \times 2}$ ＝ **1.85 kN／本** ／ **189 kgf／本**

短辺方向 $R_{b2} = \dfrac{F_H \cdot h_G + (W + F_V) \cdot (\ell_2 - \ell_{2G})}{\ell_2 \cdot n_{t2}}$

$= \dfrac{1.77 \times 500.00 + (4.90 + 0.89) \times (700 - 350)}{700 \times 2}$ ＝ **2.08 kN／本** ／ **212 kgf／本**

アンカーボルトのせん断力

Q：ボルトに作用するせん断力
F_H：設計用水平地震力
n：アンカーボルトの総本数

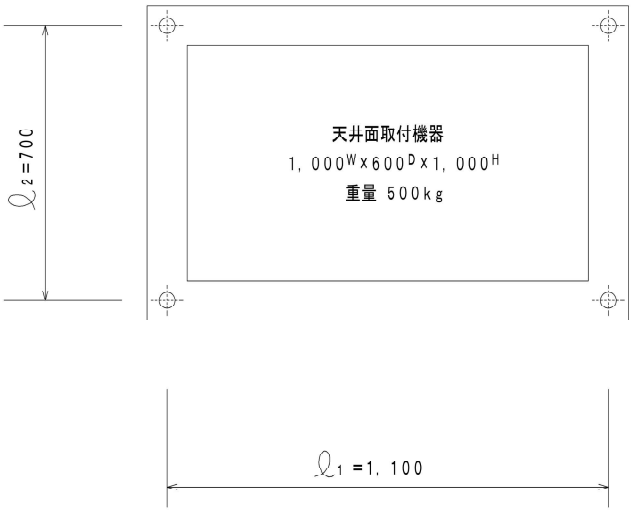
$Q = \dfrac{F_H}{n} = \dfrac{1.77}{4}$ ＝ **0.45 kN／本** ／ **46 kgf／本**

アンカーボルトの選定

		採用サイズ選択	
天井スラブ厚選択	120		
アンカーボルト種類選択	ﾒｶﾆｶﾙ		
アンカーボルトサイズ	M10		
許容引抜荷重	2.45 (250)		[kN (kgf)]
許容せん断荷重	7.85 (800)		[kN (kgf)]
ボルトの埋込長さ	45		[mm]

入力例

・ここでは一般の施設で１階天井スラブに設置ずる一般機器で算定しています。
・天井面取付機器のアンカーボルト配置を下から天井面をみた図を図－１とします。



図－１　アンカーボルト配置図

・天井取付機器の場合は床方向への引張り力が大きいため、せん断力より引抜力が
大きくなります。

１．**引抜力**

(1)長辺方向、短辺方向の 2 つの計算式で大きな値以上のアンカーボルトを選定します。

２．**せん断力**

(1)アンカーボルト総本数で算定します。

・入力例では引抜力 212kg／本、せん断力 46kg／本以上のボルトで
金属拡張形を使用すると M10、ボルト埋込長さ 45mm、天井コンクリート
厚さは 120mm となります。

・M10 で算定されましたが、安全を見込んでもう少し太いサイズにしたい場合は
採用サイズ選択リストより太くします。