



耐震計算書

室内機 : ラウンドフロー
パンタロック : KKSE55A160

累進	改正日	改正内容
A	2025年 1月14日	4-6 ステータ間の摩擦力 追加

ダイキン工業株式会社

オーケー器材株式会社

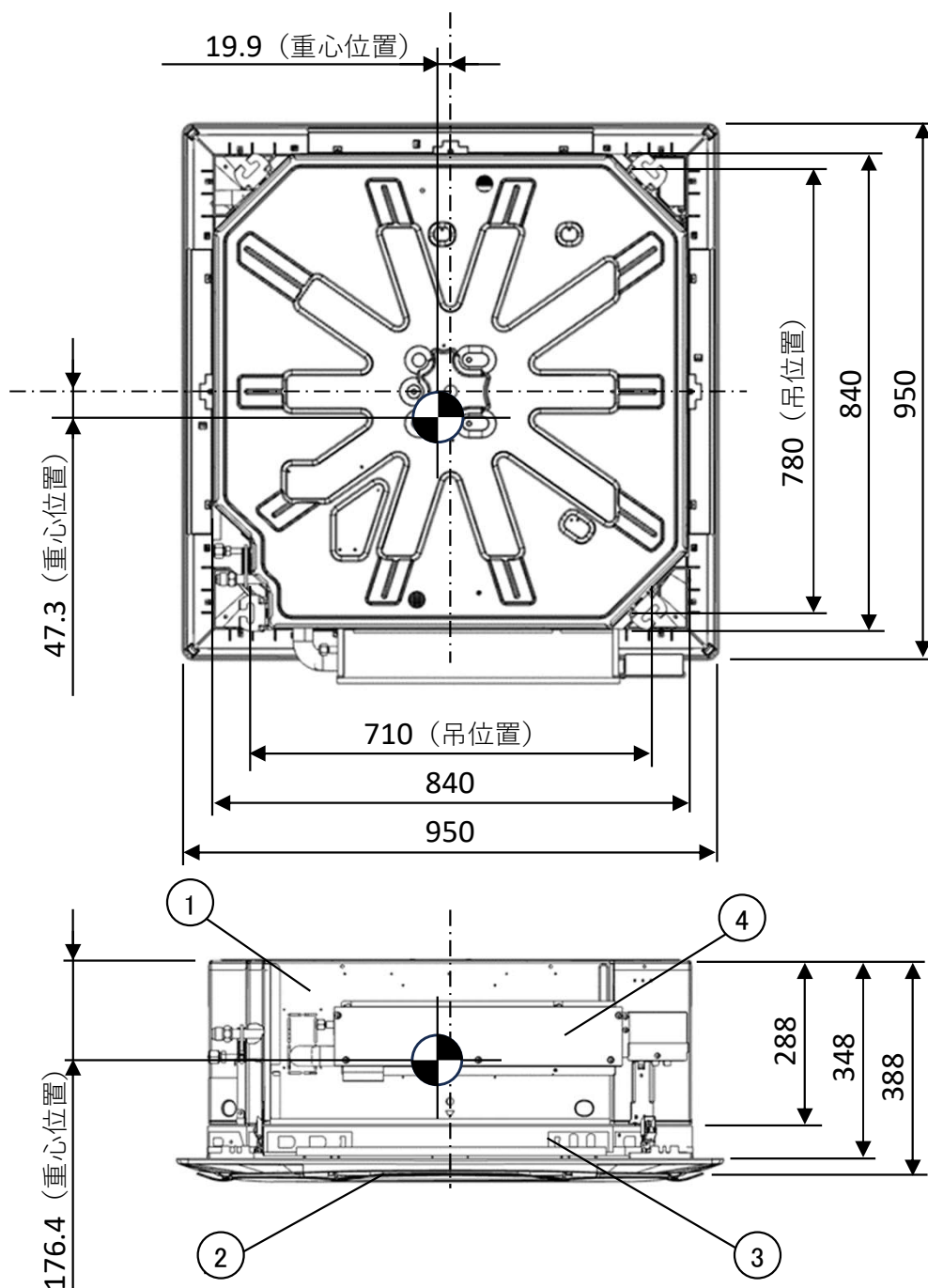
1. 適用機器

1-1 計算用機器

・下記の室内機に次の別売品を取り付けた状態に対し検討を行う。

番号	品名	機種名(品番)	質量
1	室内機(ラウンドフロー)	FXYFP160EB	26.0kg
2	化粧パネル	BYCP160EEF	5.5kg
3	高性能フィルターユニット	KAF557D160	4.2kg
4	自然蒸発式加湿器	KNM55D160	3.5kg
合計(機器の質量 W)			39.2kg

2-2 室内機寸法および重心位置(上記別売品取付時)



2. パンタロック仕様

2-1 品番

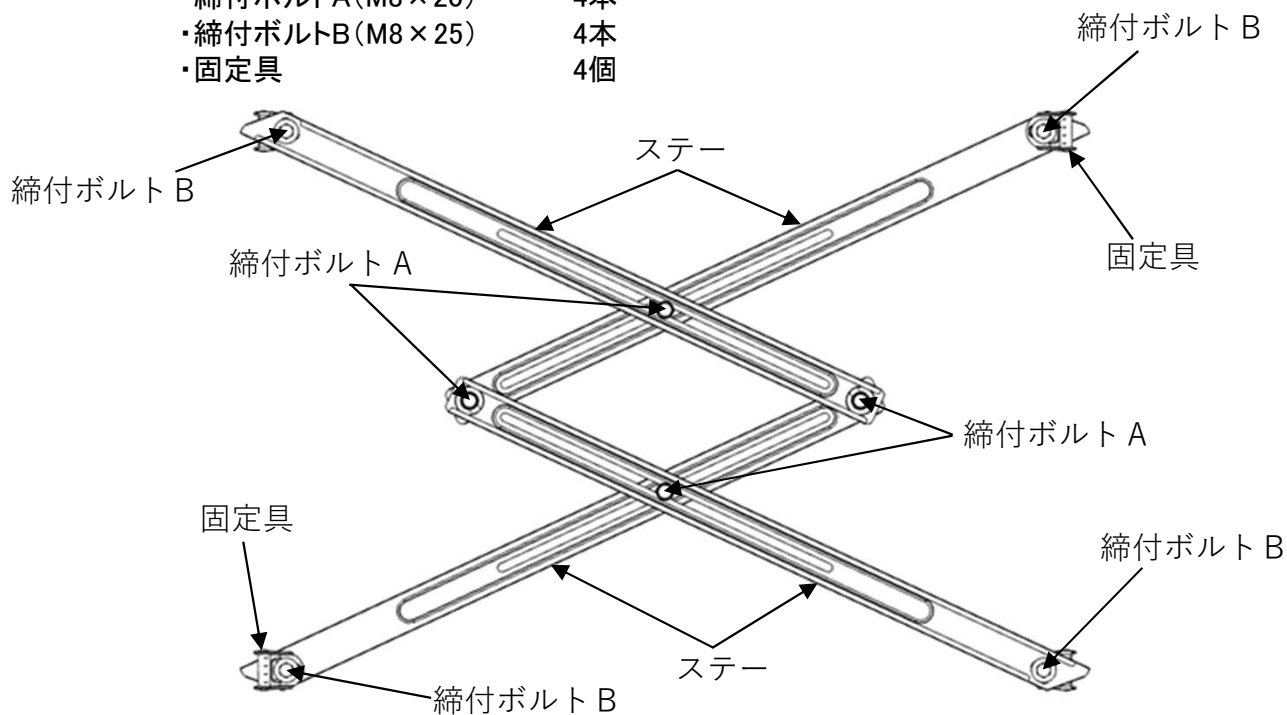
パンタロック品番: KKSE55A160

2-2 構成部品

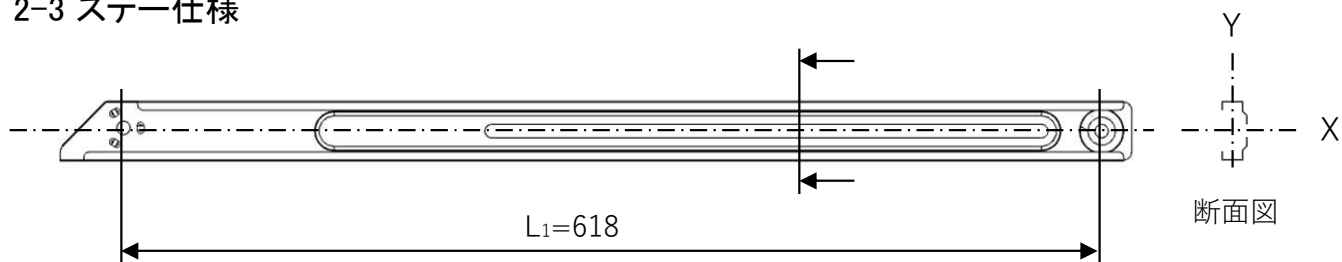
・次のユニット×4セットで構成(1ユニット/1面)

1ユニットの構成部品

- ・ステー 4本
- ・締付ボルトA(M8×20) 4本
- ・締付ボルトB(M8×25) 4本
- ・固定具 4個



2-3 ステー仕様



- ・材質 SGCC-ZN12
- ・板厚 $t0.6$
- ・許容引張応力度 $f_{tS} = 205\text{N/mm}^2$
- ・許容曲げ応力度 $f_{bS} = 205\text{N/mm}^2$

断面諸元

- ・断面積 $A_1 = 39.0\text{mm}^2$
- ・慣性モーメント
 - X軸周り $I_x = 9,022\text{mm}^4$
 - Y軸周り $I_y = 1,207\text{mm}^4$

2-4 締付ボルト仕様

- ・呼び 締付ボルトA: M8×20mm
締付ボルトB: M8×25mm
- ・材質 SWCH
- ・許容せん断応力度 $f_{Sb} = 101\text{N/mm}^2$

3. 設計用地震力

3-1 設計用震度

・設計用標準震度 K_s は下表より $K_s = 1.5$ を使用する。

- ・耐震クラス: 耐震クラスA
- ・設置場所 : 上層階、屋上及び塔屋

	建築設備機器の耐震クラス		
	耐震クラスS	耐震クラスA	耐震クラスB
上層階、 屋上及び塔屋	2.0	1.5	1.0
中間階	1.5	1.0	0.6
地階及び1階	1.0	0.6	0.4

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、上階の2層を上層階とする。
- ・10～12階建ての建築物では、上階の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。

・地域係数は最大値である $Z = 1.0$ を使用する。

・設計用水平震度

$$\begin{aligned} K_H &= Z \cdot K_s \\ &= 1.0 \times 1.5 \\ &= 1.5 \end{aligned}$$

(局部震度法による場合)

・設計用鉛直震度

$$\begin{aligned} K_V &= 1/2 \cdot K_H \\ &= 1/2 \times 1.5 \\ &= 0.75 \end{aligned}$$

3-2 設計用地震力

・設計用地震力は次式による。(機器の質量は $W = 39.2\text{kg}$ とする。)

・設計用水平地震力

$$\begin{aligned} F_H &= K_H \cdot W \\ &= 1.5 \times 39.2 \\ &= 58.8 \text{ (kgf)} \\ &= 576 \text{ (N)} \end{aligned}$$

・設計用鉛直地震力

$$\begin{aligned} F_V &= 1/2 \cdot F_H \\ &= 58.8 / 2 \\ &= 29.4 \text{ (kgf)} \\ &= 288 \text{ (N)} \end{aligned}$$

4. パンタロック強度計算

4-1 ステーに掛かる荷重

- ・ステーに掛かる荷重が最大となる取付高さ 1,000mm の場合の荷重を計算する。
(吊ボルトピッチ710mm側、780mm側同じ値。)
- ・ステーに掛かる荷重は設計用水平地震力 F_H によるものであり設計用鉛直地震力 F_V からの影響は受けないものとする。

- ・ステー1本に掛かる荷重 F_1 は次式による。

$$\begin{aligned} F_1 &= (F_H/4) / \cos \theta \\ &= (58.8/4) / \cos 47.0^\circ \\ &= 21.6 \text{ (kgf)} \\ &= 211.2 \text{ (N)} \end{aligned}$$

- ・荷重 F_1 によるステーの引張・圧縮応力度 σ_1 は次式による。

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= F_1 / A_1 \\ &= 21.6 / 39.0 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \\ &= 0.552 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \\ &= 5.43 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

- ・SGCC-ZN12の引張許容応力度 f_{ts} は205N/mm²であり $\sigma_1 < f_{ts}$ となり問題無し。

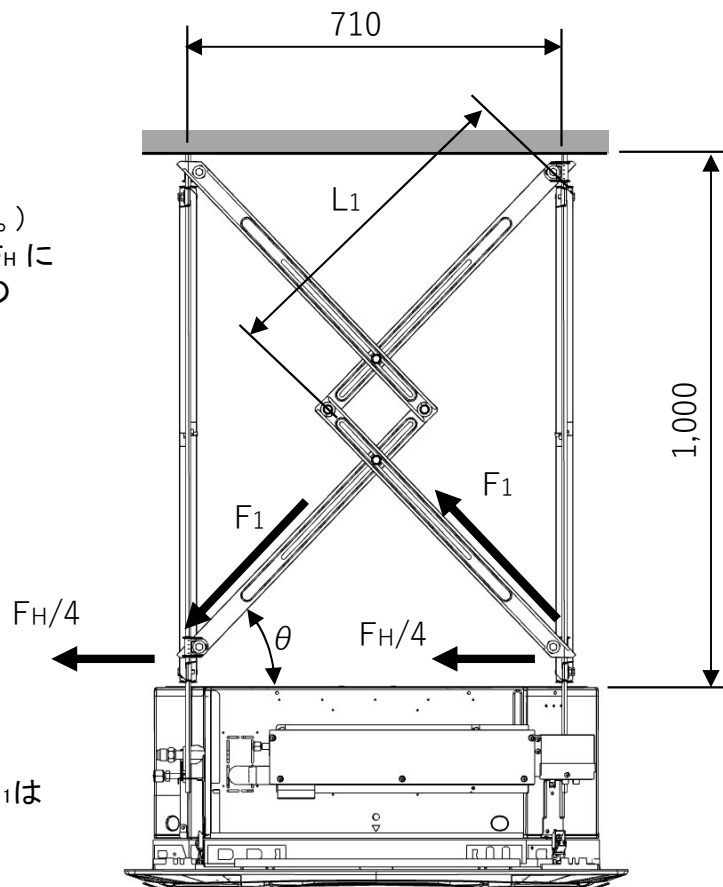
4-2 ステーの座屈強度

- ・ステーの座屈荷重 F_e は次式による。
ここで、ステーは両端自由端とし長さ L_1 の柱として考える。
慣性モーメントは $I_x = 9,022\text{mm}^4$, $I_y = 1,207\text{mm}^4$ であり $I_x > I_y$ であるため小さい方の I_y を用いる。

$$\begin{aligned} F_e &= n \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_y / L_1^2 \\ &= 1 \times \pi^2 \times 21,000 \times 1,207 / 618^2 \\ &= 655.0 \text{ (kgf)} \\ &= 6,419 \text{ (N)} \end{aligned}$$

鋼材のヤング率
 $E = 21,000 \text{ kgf/mm}^2$

- ・ステーに掛かる荷重は $F_1 = 211.2 \text{ (N)}$ であり $F_1 < F_e$ となり問題無し。

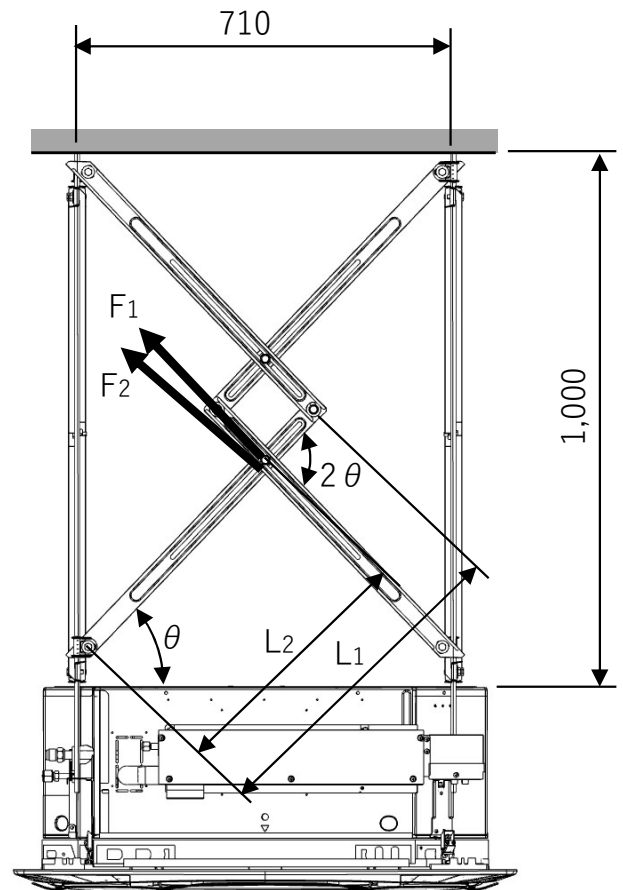
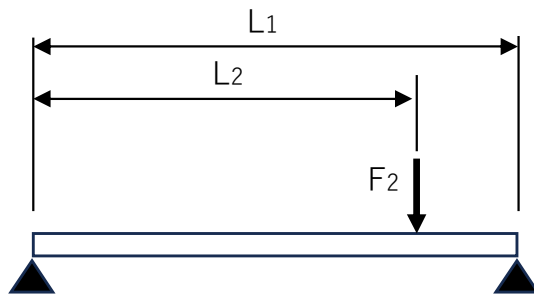


4-3 ステーの曲げ強度

- ・ステーが交差する相手ステーから受ける垂直方向の荷重 F_2 は次式による。

$$\begin{aligned} F_2 &= F_1 \times \sin 2\theta \\ &= 21.6 \times \sin(2 \times 47.0^\circ) \\ &= 21.5 \text{ (kgf)} \\ &= 211.2 \text{ (N)} \end{aligned}$$

- ・ステーを下図の梁とみなして曲げ応力度を計算する。



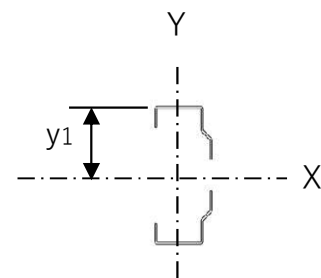
- ・ここで L_2 は吊ピッチ 710mm側: $L_2 = 492.1\text{mm}$ 、吊ピッチ 780mm側: $L_2 = 536.6\text{mm}$ となり、最大曲げモーメントは吊ピッチ710mm側の方が大きくなるので710mm側の最大曲げモーメントを求める。

- ・求める最大曲げモーメント M_{\max} は次式による。

$$\begin{aligned} M_{\max} &= F_2 \cdot L_2 \cdot (L_1 - L_2) / L_1 \\ &= 21.5 \times 492.1 \times (618 - 492.1) / 618 \\ &= 2,155 \text{ (kgf}\cdot\text{mm)} \\ &= 21,123 \text{ (N}\cdot\text{mm)} \end{aligned}$$

- ・最大曲げ応力度 σ_{\max} は次式による。

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= M_{\max} / Z \\ &= M_{\max} \cdot y_1 / I_x \\ &= 2,155 \times 18.6 / 9,022 \\ &= 4.44 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \\ &= 43.5 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$



慣性モーメント(X軸周り)
 $I_x = 9,022\text{mm}^4$
 中立面からの距離
 $y_1 = 18.6\text{mm}$

- ・鋼材の許容曲げ応力度 $f_b = 205 \text{ N/mm}^2$ であり $\sigma_{\max} < f_b$ となり問題無し。

4-4 締付ボルトの強度

- ・ユニットに使用されている締付ボルト（左図※1印部8カ所）の仕様はつぎのようになる。

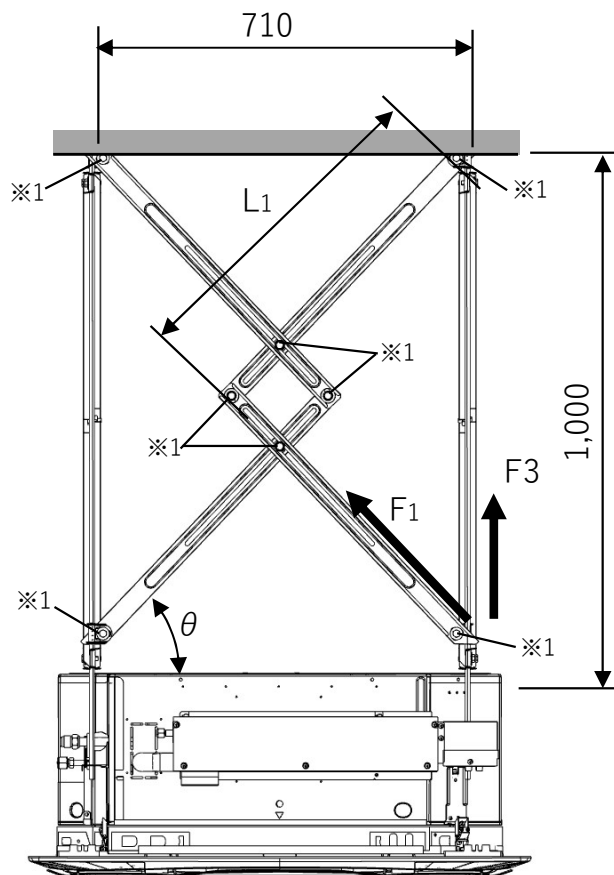
ボルト仕様

材質	SWCH
呼び径	M8
ねじ谷径	$d_1 = 6.647\text{mm}$
断面積	$A_2 = \pi \times d_1^2 / 4$ $= 34.7\text{mm}^2$

- ・ボルトにははステーに掛かる荷重 F_1 よりせん断力を受ける。
その時のせん断応力度 τ_1 は次式による。

$$\begin{aligned} \tau_1 &= F_1 / A_2 \\ &= 21.6 / 34.7 \\ &= 0.622 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \\ &= 6.10 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

- ・ボルトの許容せん断応力度 $f_{sb} = 101 \text{ N/mm}^2$ であり $\tau_1 < f_{sb}$ となり問題無し。



4-5 固定具の保持力

- ・吊ボルト(M10)に対する固定具の保持力を事前に実機にて試験確認する。

<試験方法>

吊ボルト(M10)を固定具と切断したステーで挟みボルト(M8)を12.5N・m(据付説明書に記載)のトルクで締め込み吊ボルトの軸方向に引張り保持できる力 F_K を測定する。

<試験結果>

保持力 $F_K = 724\text{N (73.9kgf)}$



引張試験機

- ・吊ボルトの軸方向に固定具を移動させる力 F_3 は次式による。

$$\begin{aligned} F_3 &= F_1 \cdot \sin \theta \\ &= 21.6 \times \sin 47.0^\circ \\ &= 15.80 \text{ (kgf)} \\ &= 154.8 \text{ (N)} \end{aligned}$$

- ・ $F_3 < F_K$ となり問題無し。

4-6 ステア間の摩擦力

- ・右図※2部のステア間の摩擦力は締付ボルトを締め付けることで発生する。
- ・締付ボルトの締付トルク T_1 と締付ボルトに発生する軸力 F_N の関係は次式になる。

$$T_1 = k \cdot d \cdot F_N$$

締付トルク

(据付説明書にて指示) $T_1 = 12.5(\text{N}\cdot\text{m})$

トルク係数 $k = 0.15 \sim 0.2$

締付ボルトの呼び径 $d = 0.008(\text{m})$

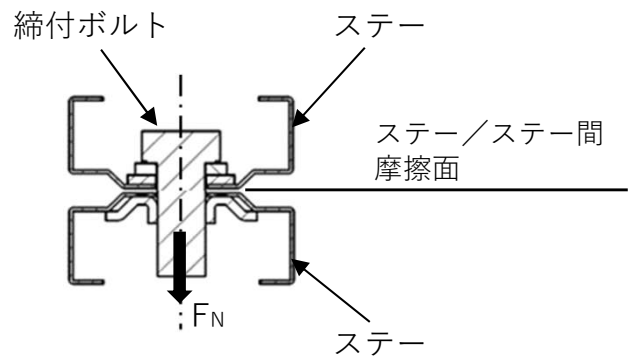
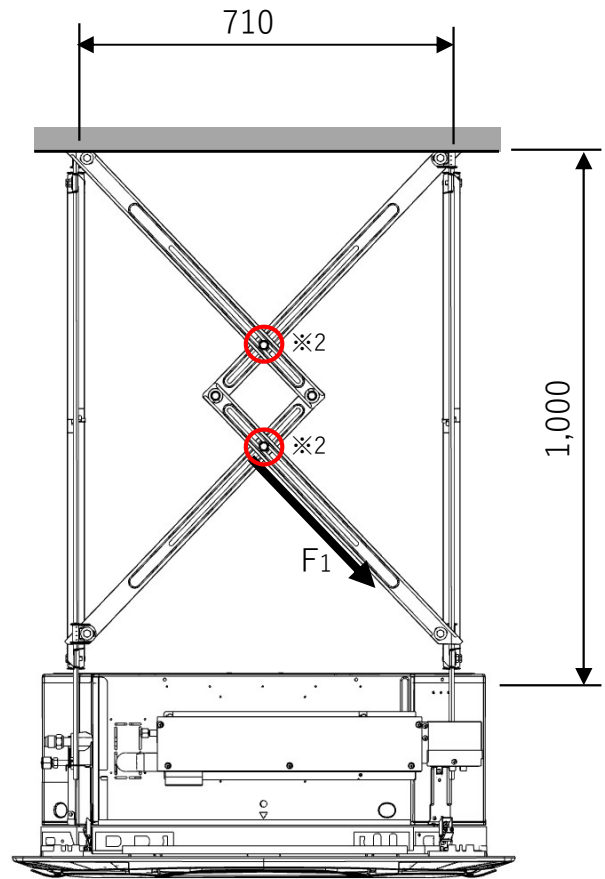
$$\begin{aligned} F_N &= T_1 / (k \cdot d) \\ &= 12.5 / (0.2 \times 0.008) \\ &= 7,812.5 (\text{N}) \\ &= 796.7 (\text{kgf}) \end{aligned}$$

- ・上記トルクにて固定した場合、※2部のステア間には軸力 F_N と同じ力の垂直抗力 N が発生する。その時、ステア間に発生する最大静止摩擦力 F_f は静止摩擦係数を μ とすると次式になる。

ステア(鉄)とステア(鉄)間の
静止摩擦係数は $\mu = 0.52$

$$\begin{aligned} F_f &= \mu \cdot N \\ &= \mu \cdot F_N \\ &= 0.52 \times 796.7 (\text{kgf}) \\ &= 414.28 (\text{kgf}) \\ &= 4,060 (\text{N}) \end{aligned}$$

- ・※2部をステアが押す力は $F_1 = 211.2 (\text{N})$ であり $F_1 < F_f$ となり問題無し。



※2部断面図

5. アンカーボルト・吊ボルト強度計算

5-1 アンカーボルトの強度(パンタロック1段使用時)

- ・アンカーボルト1本に作用する引抜力 R_1 はC点周りのモーメントをつり合いより

$$\begin{aligned} 2 \times R_1 &= (F_H \cdot H_g + (W + F_v) \cdot L_4) / L_3 \\ R_1 &= (58.8 \times 1,176.4 + (39.2 + 29.4) \times 374.9) / (710 \times 2) \\ &= 66.8 \text{ (kgf)} \\ &= 654.9 \text{ (N)} \end{aligned}$$

- ・アンカーボルト(W3/8)の許容引抜荷重は2,500N(※)であり問題なし。

※あと施工金属拡張アンカーボルト(おねじ形)一般的な天井スラブ下面、コンクリート壁面のM10の許容引抜荷重と同等とみなす。

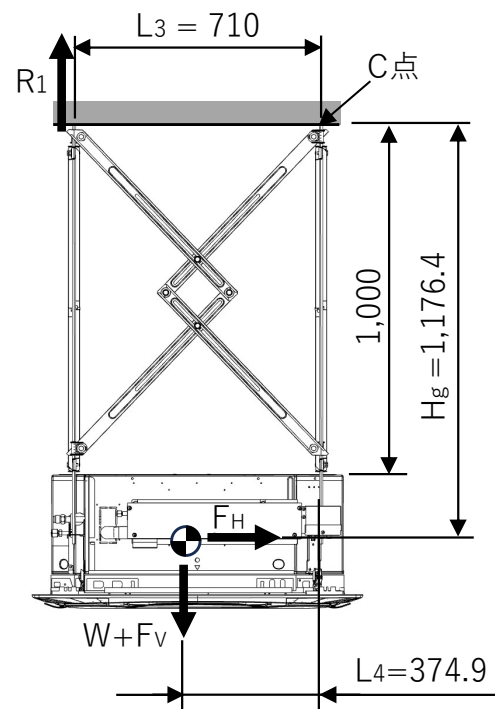
- ・吊ボルト(W3/8)1本に作用するせん断応力度 τ_2 は次式となる。

ここで吊ボルト仕様は下記とする。

材質	SS400
呼び径	W3/8
ねじ谷径	$d_2 = 7.493\text{mm}$
断面積	$A_3 = \pi \times d_2^2 / 4 = 44.1\text{mm}^2$

$$\begin{aligned} \tau_2 &= (F_H / 4) / A_3 \\ &= (58.8 / 4) / 44.1 \\ &= 0.333 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \\ &= 3.27 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

- ・吊ボルト(SS400)の許容せん断応力度は $f_{sb} = 101\text{N/mm}^2$ であり $\tau_2 < f_{sb}$ となり問題無し。



5-2 アンカーボルトの強度(パンタロック2段使用時)

- ・アンカーボルト1本に作用する引抜力 R_1 はC点周りのモーメントをつり合いより

$$\begin{aligned} 2 \times R_2 &= (F_H \cdot H_g + (W + F_v) \cdot L_2) / L_1 \\ R_2 &= (58.8 \times 2,026.4 + (39.2 + 29.4) \times 374.9) / (710 \times 2) \\ &= 102.0 \text{ (kgf)} \\ &= 999.8 \text{ (N)} \end{aligned}$$

- ・アンカーボルト(W3/8)の許容引抜荷重は2,500Nであり問題なし。

- ・吊ボルト(W3/8)1本に作用するせん断応力度 τ_2 は次式となる。

$$\begin{aligned} \tau_2 &= (F_H / 4) / A_3 \\ &= (58.8 / 4) / 44.1 \\ &= 0.333 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \\ &= 3.27 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

- ・吊ボルト(SS400)の短期許容せん断応力度は $f_{sb} = 101\text{N/mm}^2$ であり $\tau_2 < f_{sb}$ となり問題無し。

