

小型衛星試験棟
小型衛星用振動試験設備
ユーザーズマニュアル

2025年 4月 A改訂

宇宙航空研究開発機構
環境試験技術ユニット

目 次

1.はじめに	1
2.装置概要	1
3.性能仕様	2
4.分電盤及びコンセント	2
5.ポータブルクレーン	2
6.特記	2

A

[付録]

付録-1 制御結果の出力例	3
付録-2 解析結果の出力例	4
付録-3 最大変位の制限	5
付録-4 寸法図	6
付録-5 許容偏心モーメント	10
付録-6 最大動作特性図	12
付録-7 分電盤及びコンセント 設置図	13
付録-8 ポータブルクレーンの仕様	14

1. はじめに

本ユーザーズマニュアルは、小型衛星試験棟内にある小型衛星用振動試験設備（以下「本設備」という。）を利用して試験を行うユーザに、必要な情報を提供するものです。

2. 装置概要

本設備は、振動発生機、電力増幅器、垂直振動台、水平振動台、振動制御装置、計測装置、計測系チャージアンプ等から構成されています。

各装置の概要を以下に示します。

2.1 振動発生機 型式 : i250 (空冷式)

2.2 電力増幅器 型式 : SA5M-i50EM 出力 : 50kVA

2.3 垂直振動台 型式 : TBV-500S-i50-M

2.4 水平振動台 型式 : TBH-6T-i50-M-TH-E

2.5 振動制御装置 型式 : K2

- ・チャンネル数 : 12 ch

- ・正弦波制御

- 掃引方式 : 対数、直線

- 掃引速度 : 対数 0.001～99.99 oct/min、直線 0.01～9999.9 min/Sweep

- ・ランダム波制御

- 制御ライン数 : 100～25,600 本

- ・ショック波制御

- 波形の種類 : ハーフサイン波、サインバースト波、サインビート波、SRSなど
制御結果の出力例を、付録-1に示します。

2.6 計測装置 型式 : LMS SCADAS

- ・正弦波解析 : 加速度応答、伝達関数

- ・ランダム波解析 : PSD、伝達関数、コヒーレンス

- ・ショック波解析 : 時刻歴波形

- 解析結果の出力例を、付録-2に示します。

- ・計測チャンネル数 : 31 ch (振動制御装置からの分岐 1 ch 含む)

2.7 計測系チャージアンプ 型式 : CH-1100 または CH-1200

チャンネル数 : 30 ch

3. 性能仕様

- ・加振方式 : 動電式
- ・振動数範囲 : 5 ~ 2,000 Hz
- ・加振方向 : 垂直または水平
- ・最大変位 : 51 mmp-p ※1
- ・最大速度 : 2.2 m/s
- ・最大加振力 : 正弦波 42 kN、ランダム波 42 kNrms、ショック波 84 kNpeak
加振力、加速度、質量の関係を以下に示します。

$$F = (m+M) \cdot a$$

F [N] : 加振力 m : 可動部質量 [kg] M : 搭載質量 [kg] a : 加速度 [m/s²]
- ・最大加速度およびその他の性能を下表に示します。

項目		垂直単体	垂直振動台	水平振動台
最大加速度	正弦波	1,200 m/s ²	545 m/s ²	442 m/s ²
	ランダム波	840 m/s ² rms	381 m/s ² rms	309 m/s ² rms
	ショック波	2,400 m/s ² peak	884 m/s ² peak	884 m/s ² peak
可動部質量		35 kg	77 kg	95 kg
最大搭載質量		600 kg	558 kg	1,500 kg
搭載部の寸法 ※2		φ 440 mm	500×500 mm (有効寸法)	
許容偏心モーメント ※3		1,550 N·m		3,000 N·m (ピッキング)

※1 : 最大変位は搭載質量による。詳細を、付録-3に示します。

※2 : 寸法の詳細を、付録-4に示します。

※3 : 許容偏心モーメントの詳細を、付録-5に示します。

- ・本設備の最大動作特性図を、付録-6に示します。

4. 分電盤及びコンセント

本設備に於いての分電盤及びコンセントの配置図を、付録-7に示します。

5. ポータブルクレーン

ポータブルクレーンの容量 : 1 ton

ポータブルクレーンの仕様を、付録-8に示します。

6. 特記

6.1 締付けトルク

本設備への締付けトルクは、使用するボルトの材質等を考慮してトルク値を設定し、下記に示すトルク値を超えないようにして下さい。

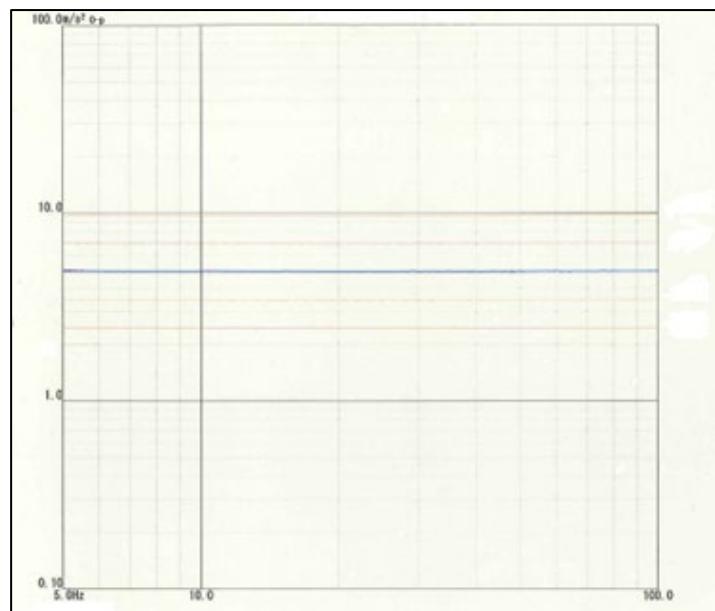
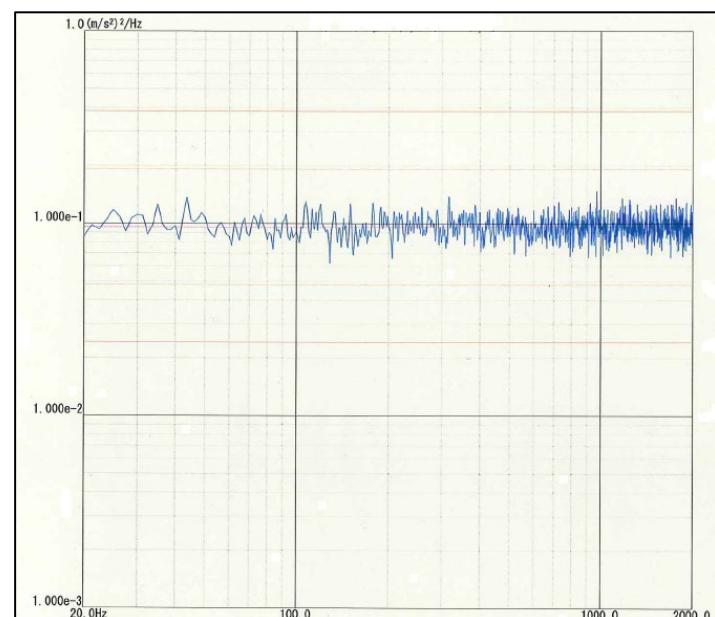
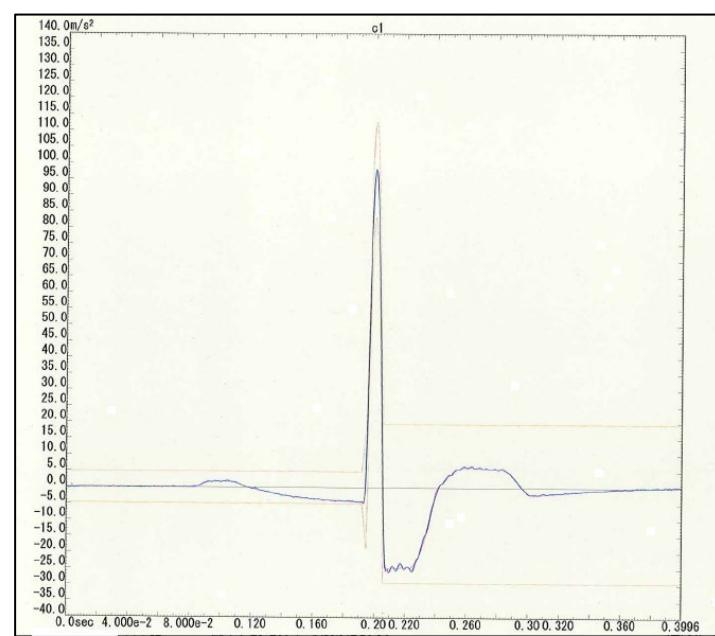
垂直振動台及び水平振動台への取り付けの際のM8ボルトの締付けトルクは、27.4 N·m以下として下さい。

垂直単体への取り付けの際のM10ボルトの締付けトルクは、53.9 N·m以下として下さい。

6.2 振動試験治具の平面度公差

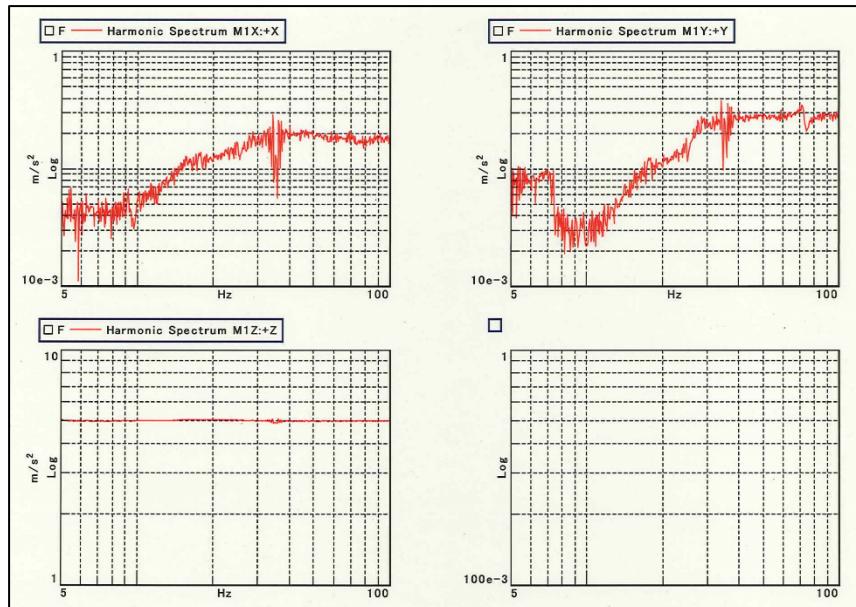
振動試験治具の本設備との取り付け面の平面度公差は、0.05mm以下として下さい。

制御結果の出力例

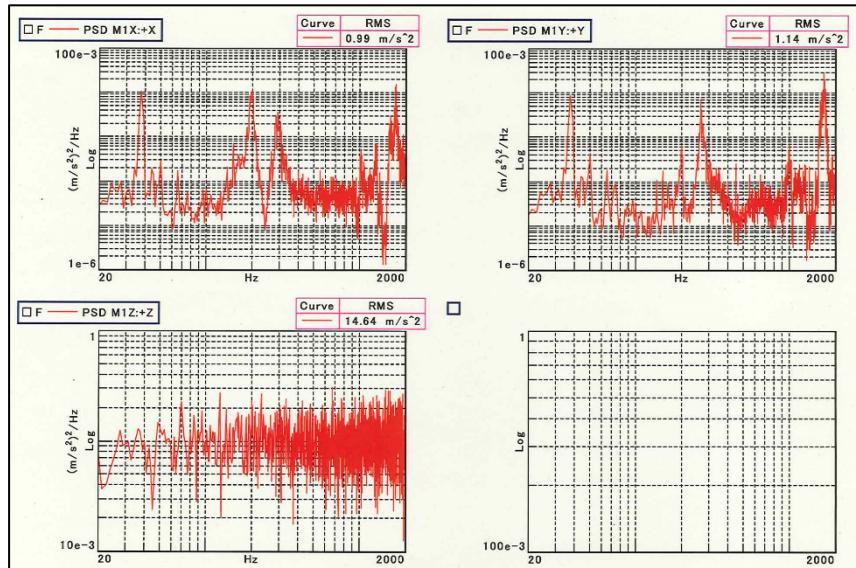
正弦波
制御結果ランダム波
制御結果ショック波
(ハーフサイン)
制御結果

A

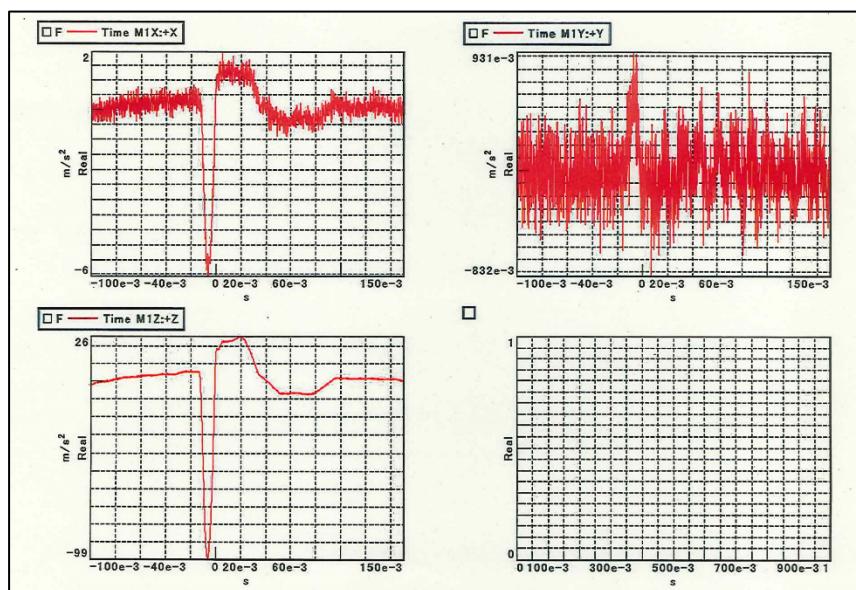
解析結果の出力例



正弦波
解析結果
(加速度応答)



ランダム波
解析結果
(P S D)

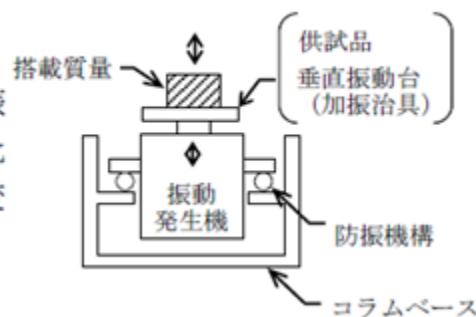


ショック波
(ハーフサイン)
解析結果
(時刻歴波形)

最大変位の制限

<質量比による最大変位の制限>

搭載質量が大きくなってくると、防振機構の共振とは関係なく、搭載質量と振動発生機質量との比によって装置の最大変位が制限されます。制限変位は以下の式にて計算してください。

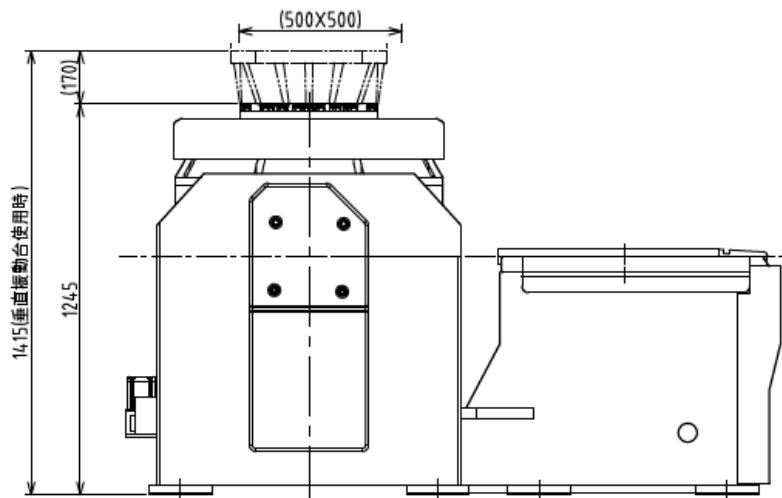
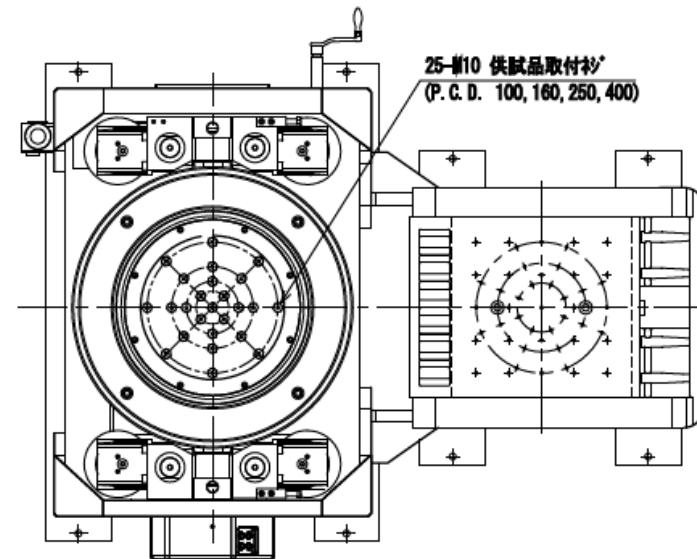
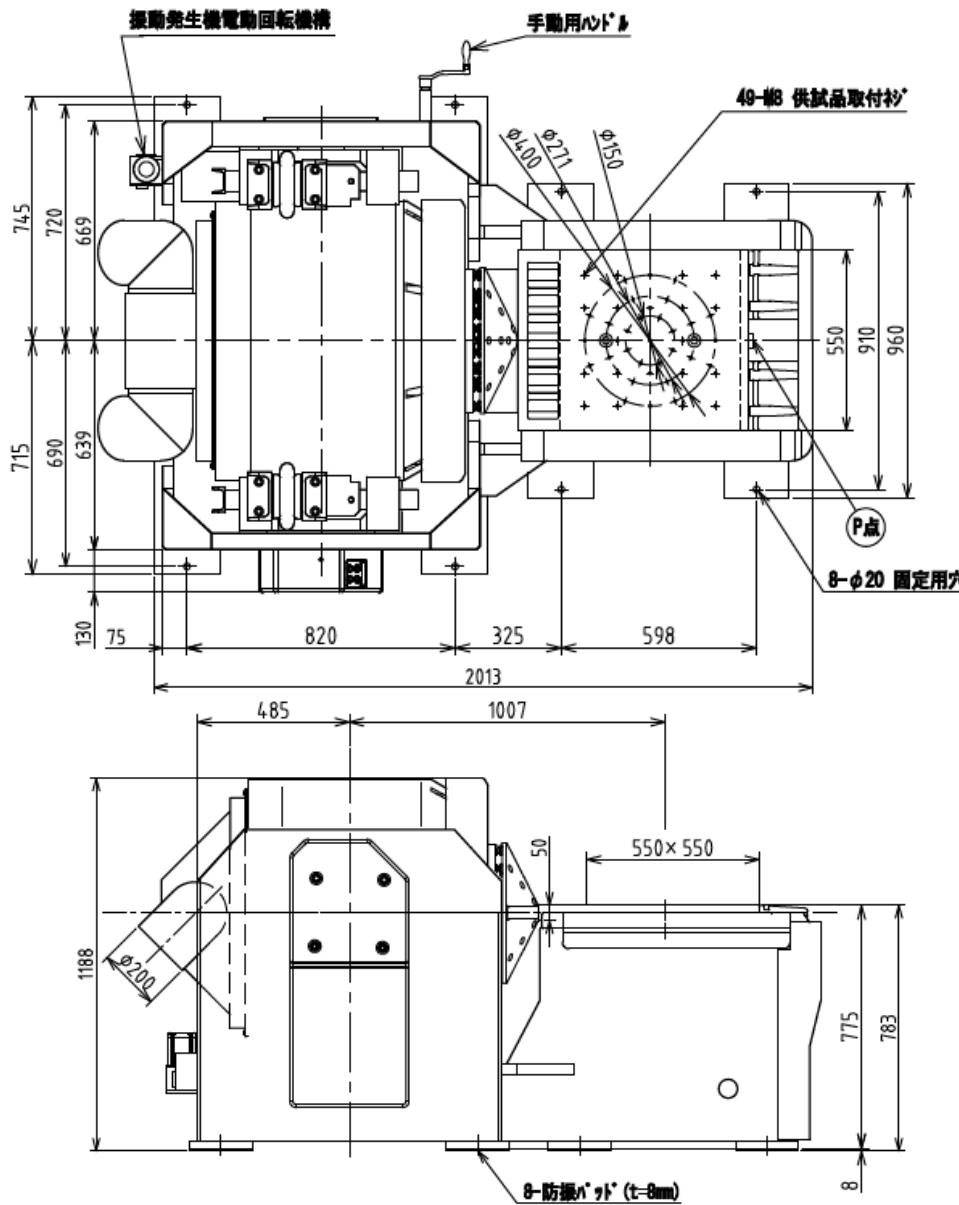


$$\text{制限変位} = \text{最大変位} \times \left(1 - \frac{\text{搭載質量}}{\text{振動発生機質量}} \right) \times \text{安全係数}$$

注) 安全係数は搭載質量が軽い場合は 1、重い場合（振動発生機単体の最大搭載質量の 70 %以上）は 0.9 になります。

質量比により変位に制限を受ける振動数は、防振機構の共振振動数以上の領域です。

仕 様	単体使用時	水平振動台使用時（付属オプション）	
		T B H - 6 T	
最 大 変 位	51 mmp-p	51 mmp-p	
搭 載 質 量	600 kg (最大搭載時)	260 kg (供試品 200 kg 搭載時)	
振動発生機質量	3 000 kg	3 000 kg	
安 全 係 数	0.9	1	
制 限 変 位	36.7 mmp-p	46.5 mmp-p	

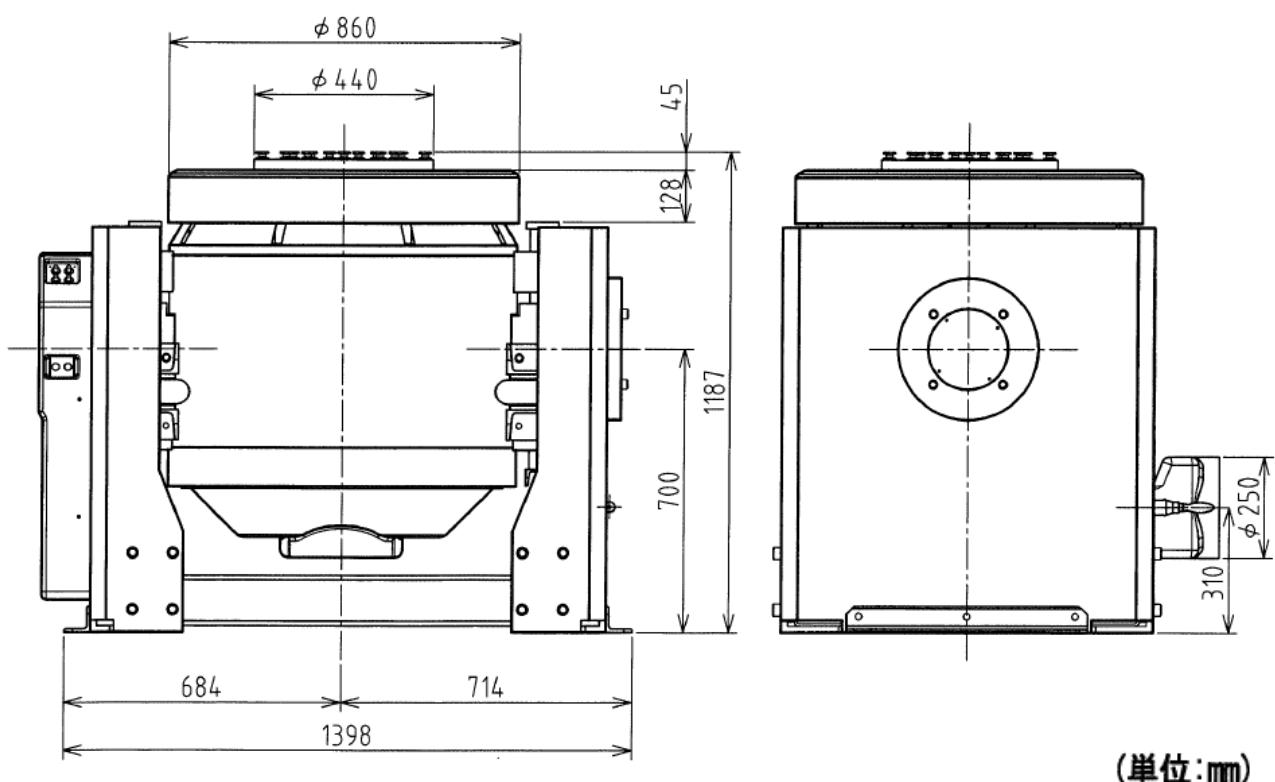
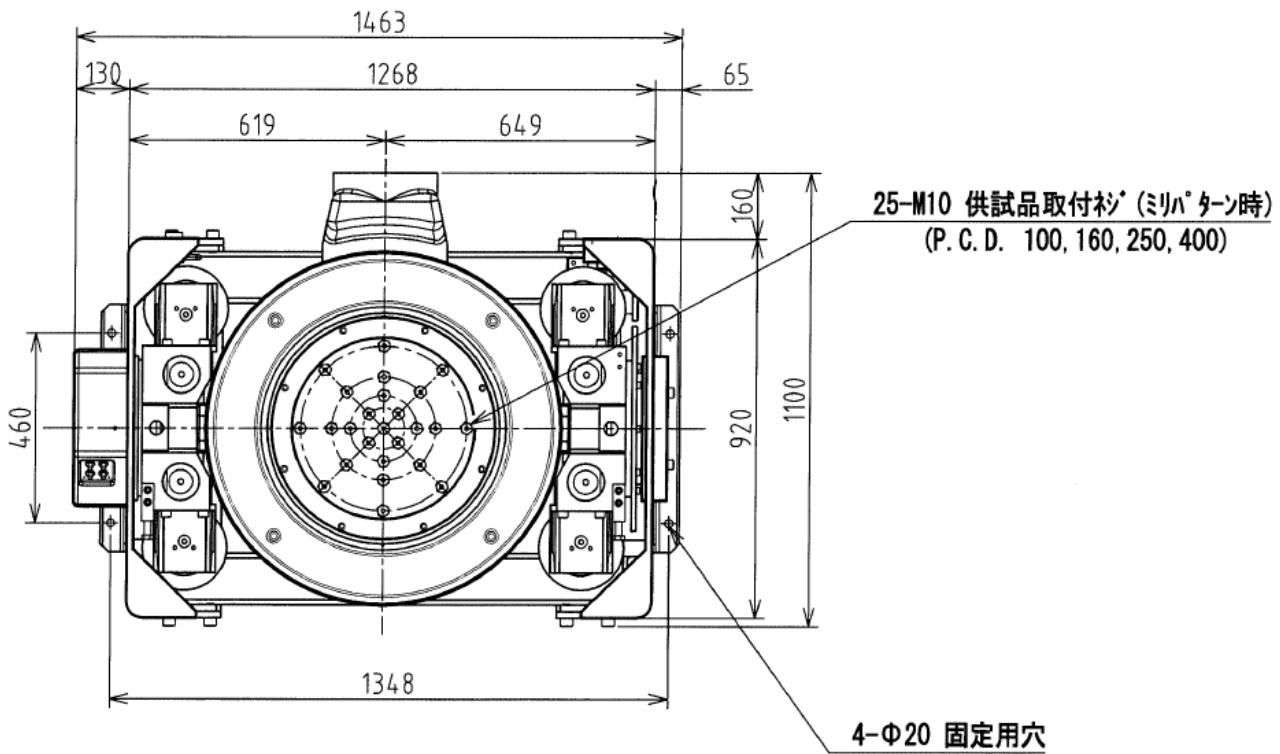


振動試験装置全体 尺法図

(単位:mm)

A

A

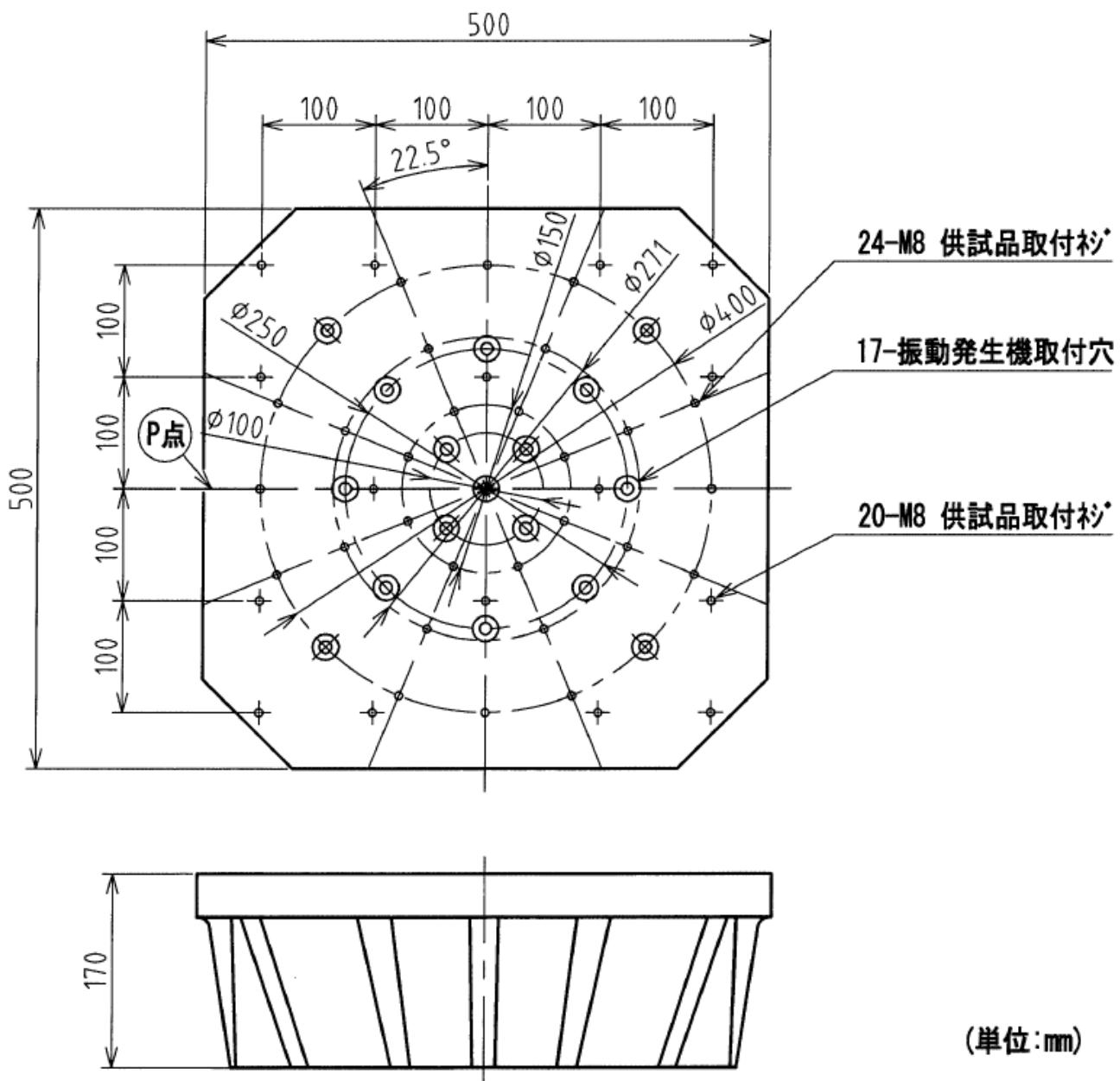


垂直単体 寸法図

A

仕 様

振動台寸法 : $500 \times 500 \times 170$ mm
 供試品取付ネジ : 44-M8 深20
 P点ネジ : M5 深10
 材質 : マグネシウム合金
 質量 : 42 kg
 適合振動発生機 : i250



垂直振動台 寸法図

A

仕様

最 大 搭 載 質 量 : 1 500 kg

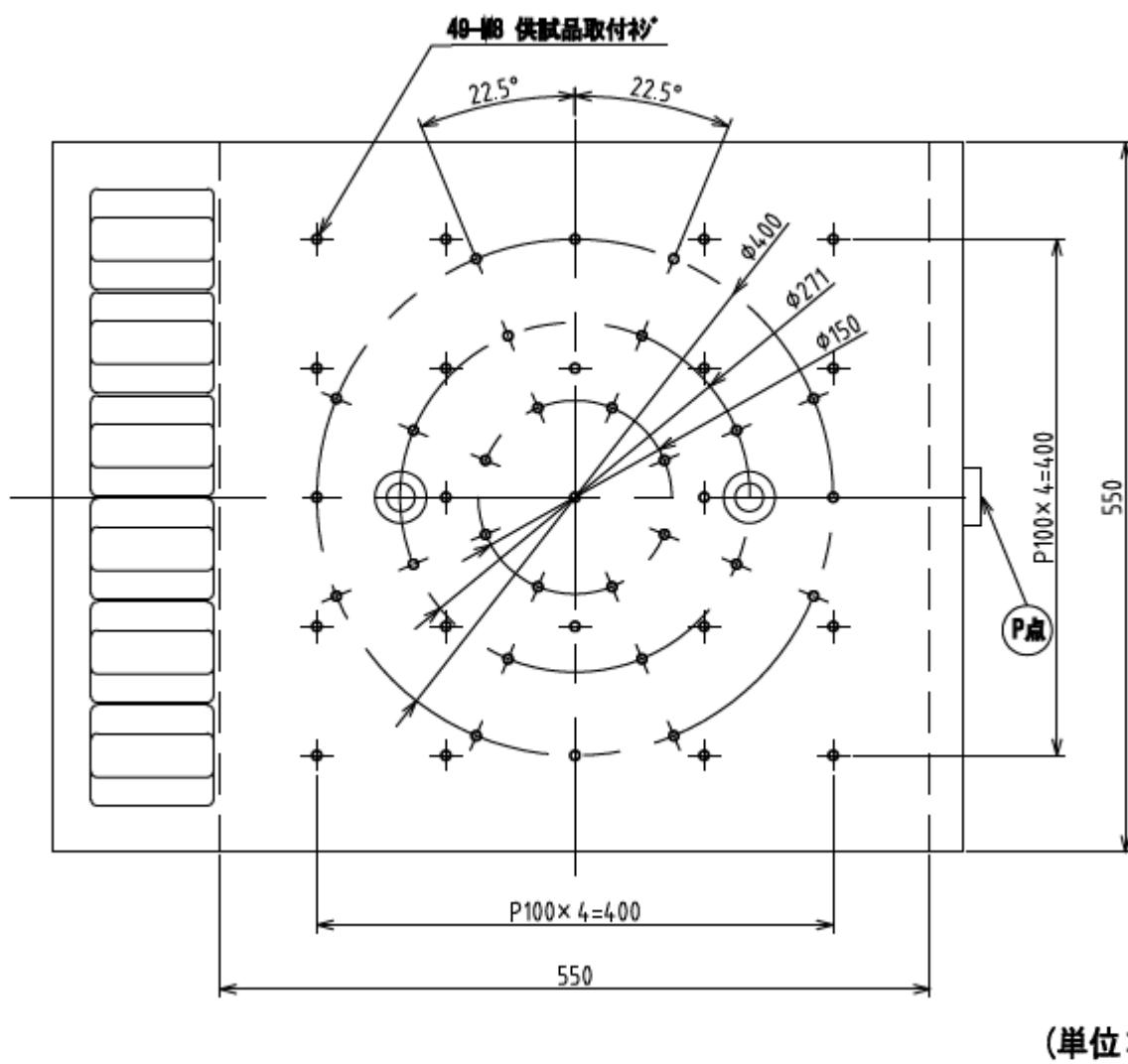
テー ブル 尺 法: 550×550 mm

テー ブル 材質: マグネシウム合金

ジョイント材質：マグネシウム合金

可動部質量: 60 kg (ジョイントを含む)

供試品取付ネジ: 49-M8 深20



水平振動台 寸法図

許容偏心モーメント（垂直）

振動発生機に加振治具、供試品を取付ける場合、それらの重心ができる限り振動台の中心に来るようにして下さい。重心をずらして取付ける場合は、許容偏心モーメントによる制限を受けます。

振動発生機【i250、J250】

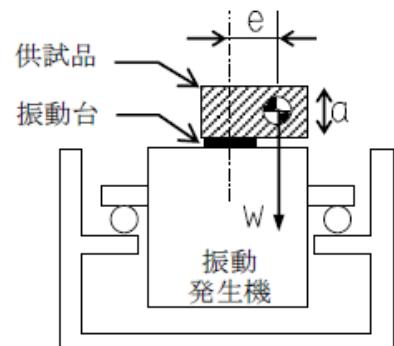
垂直試験時の許容偏心モーメント $M_z = 1550$ [N・m]

[試験方向が垂直の場合]

加振治具、供試品の取付けにおいて、
以下のような関係になります。

$$W \times a \times e < M_z \quad [\text{N} \cdot \text{m}]$$

$\left. \begin{array}{l} W : \text{加振治具、供試品の質量} \quad [\text{kg}] \\ a : \text{加速度} \quad [\text{m}/\text{s}^2] \\ e : \text{振動台中心から供試品重心までの距離} \quad [\text{m}] \\ M_z : \text{垂直試験時の許容偏心モーメント} \quad 1550 \quad [\text{N} \cdot \text{m}] \end{array} \right\}$



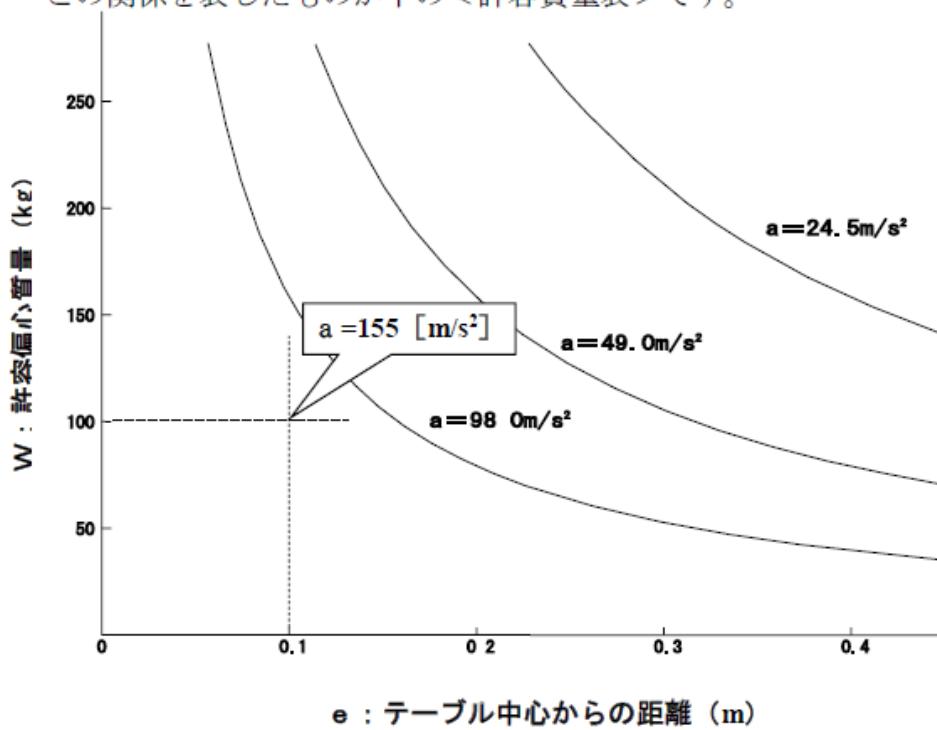
例) $W = 100$ [kg]

$e = 0.1$ [m] ($= 10$ [cm])とした場合、

$$a = \frac{1550}{W \cdot e} = \frac{1550}{100 \times 0.1} = 155 \text{ [m}/\text{s}^2]$$

よってこの場合、最大加速度は上記の値に制限されます。

この関係を表したもののが下の<許容質量表>です。



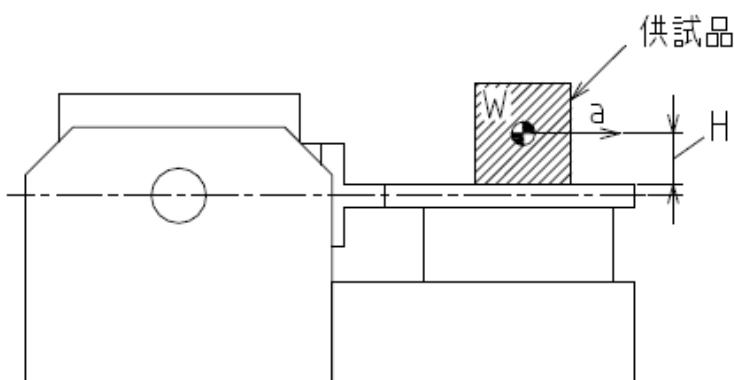
許容偏心モーメント (水平)

水平振動台に加振治具、供試品を取付ける際は、それらの重心ができる限り低くなるようにしてください。重心が高い場合、水平振動台の許容偏心モーメントにより装置の最大加速度が制限されます。

制限加速度は以下の式にて計算してください。

$$W \times a \times H < M$$

W : 加振治具、供試品の質量 [kg]
 a : 制限加速度 [m/s^2]
 H : 振動台面から加振治具、供試品重心までの距離 [m]
 M : 水平振動台の許容偏心モーメント
 【TBH-6T】3 000 [N·m]



例) $W = 100 [kg]$

$H = 0.15 [m]$ ($= 15 [cm]$) とした場合、

$$a = \frac{3000}{100 \times 0.15} = 200 [m/s^2]$$

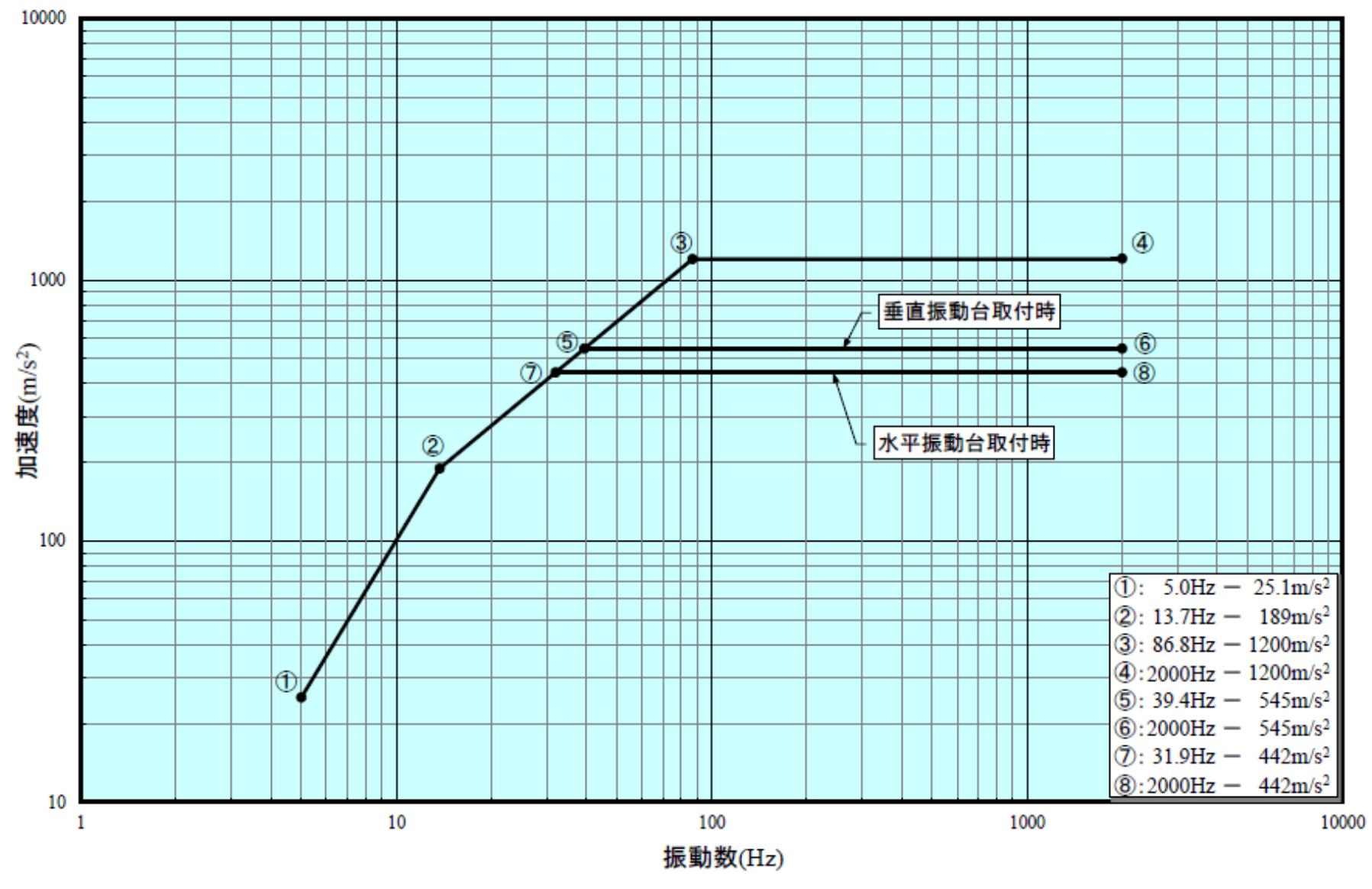
よってこの場合、最大加速度は上記の値に制限されます。



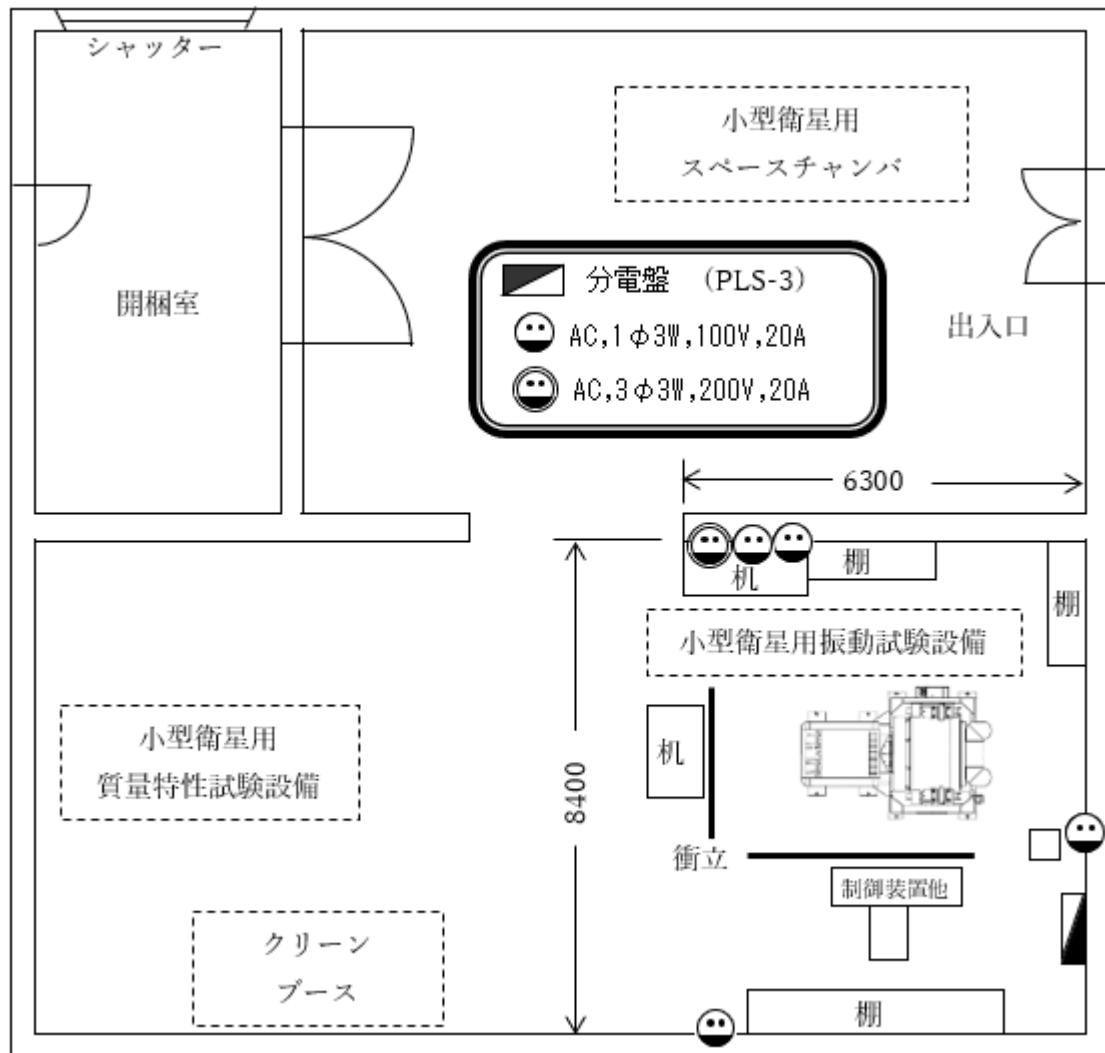
注意

上記はあくまで加振治具、供試品を剛体とみなした場合の制限加速度です。

実際の試験では加振治具、供試品の共振によって、それらの重心の加速度値が制御点の加速度値より大きくなることがあります。



最大動作特性図



PLS-3 1φ3W 210-105V (主幹 定格 : 30A)

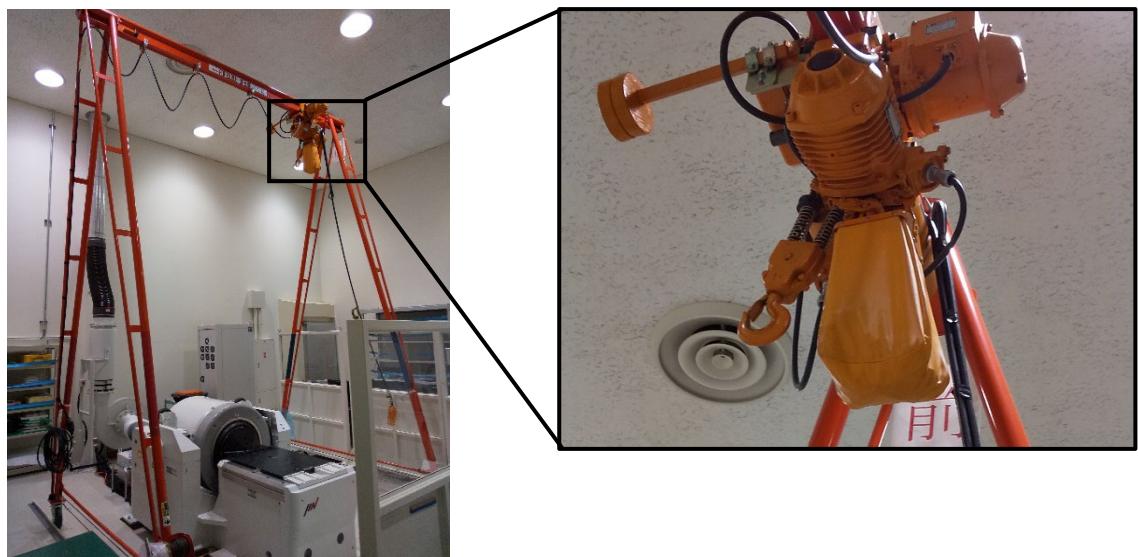
番号	電圧	定格	負荷名称
1	100V	20A	コンセント(移動式)
2	100V	20A	コンセント(移動式)
3	100V	20A	雑用コンセント 振動試験設備
4	100V	20A	コンセント

PLS-3 3φ3W 210V (主幹 定格 : 225A)

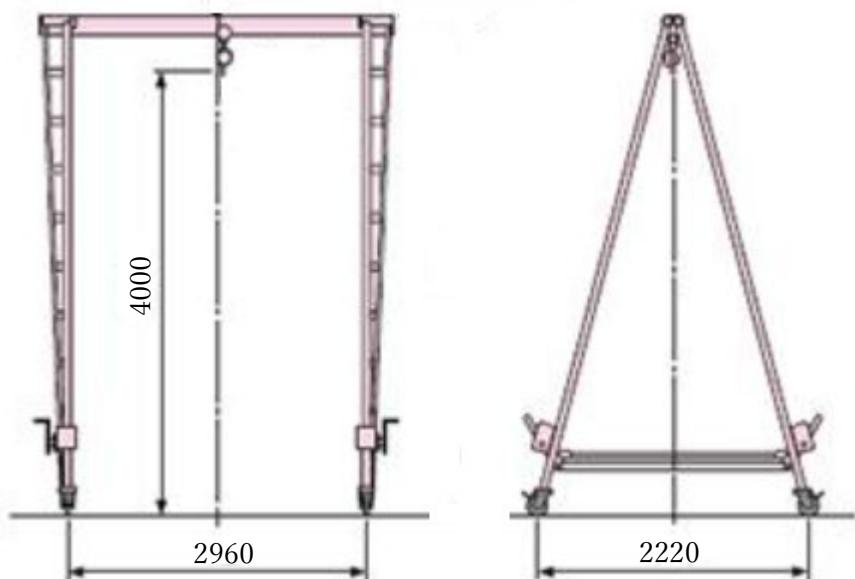
番号	電圧	定格	負荷名称
1	200V	200A	振動試験装置
2	200V	20A	空気圧供給装置
3	200V	20A	ポータブルクレーン コンセント
4	200V	20A	予備

分電盤及びコンセント 設置図

ポータブルクレーンの仕様

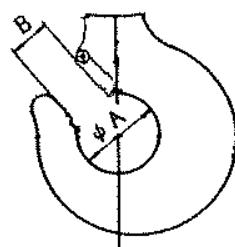


ポータブルクレーン 外観写真



ポータブルクレーンの概略寸法

A	40 mm
B	30 mm



ポータブルクレーン フックの概略寸法