

2022 OEGセミナー

大型試料の1000Hzまでの振動試験が可能な 治具の開発

～立方体治具より大きいプレート・補強治具の設計・検証～

2022年11月11日

沖エンジニアリング株式会社

システム評価事業部

岡野 直樹

目次

1. 背景
2. 振動試験とは
3. 実施可否検討①（水平・垂直加振治具）
4. 実施可否検討②（立方体治具）
5. 実施可否検討③（結論）
6. 共振とは
7. 立方体治具について
8. 立方体治具の制約
9. 治具に求められる特性
10. 高周波対応治具の設計
 - 10.1 Z方向
 - 10.2 X方向
 - 10.3 Y方向
11. 高周波対応治具の加振制御確認
12. 確認結果
 - 12.1 Z方向加振制御確認結果
 - 12.2 X方向加振制御確認結果
 - 12.3 Y方向加振制御確認結果
13. 試験実施例
14. 結論
15. 今後の予定

1. 背景

EV・ADAS・自動運転等eモビリティの進展に伴い、モーター、インバーター、変速機（ギア）が一体となったe-Axle、DC/DCコンバータなど試験対象製品の大型化・高度化が進んでいる。

また、モーターやインバーターからの振動を考慮し、高周波で振動試験を実施するご要望が増えている。

実際に24cm×35cmサイズの映像処理装置で1000Hzまでの振動試験のお問い合わせがあった。

JIS D 1601
共振点検出・区分1000
5~1000Hz
5~45m/s²、0.4mmP-P

バッテリー制御ユニット、
自動運転等の映像処理装置等

↓
電子機器の大型化



EV車

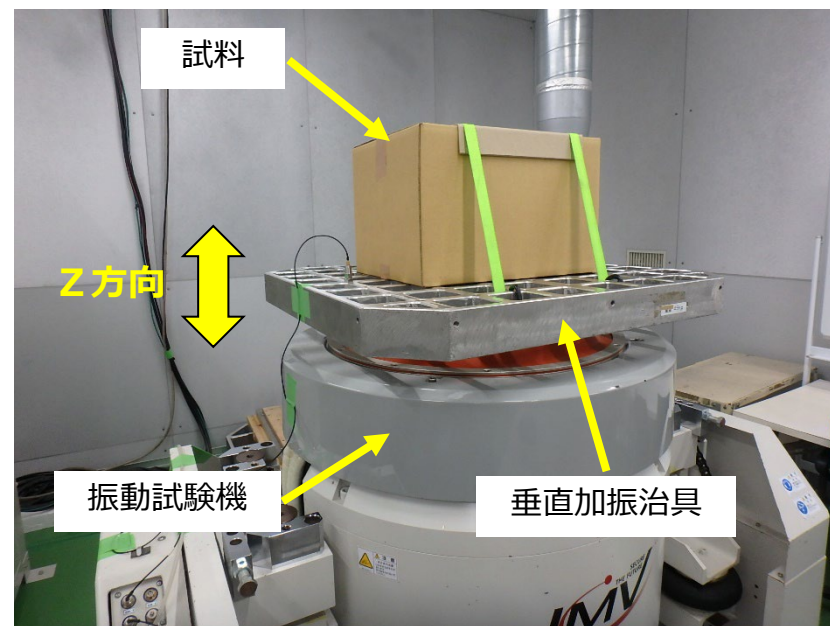
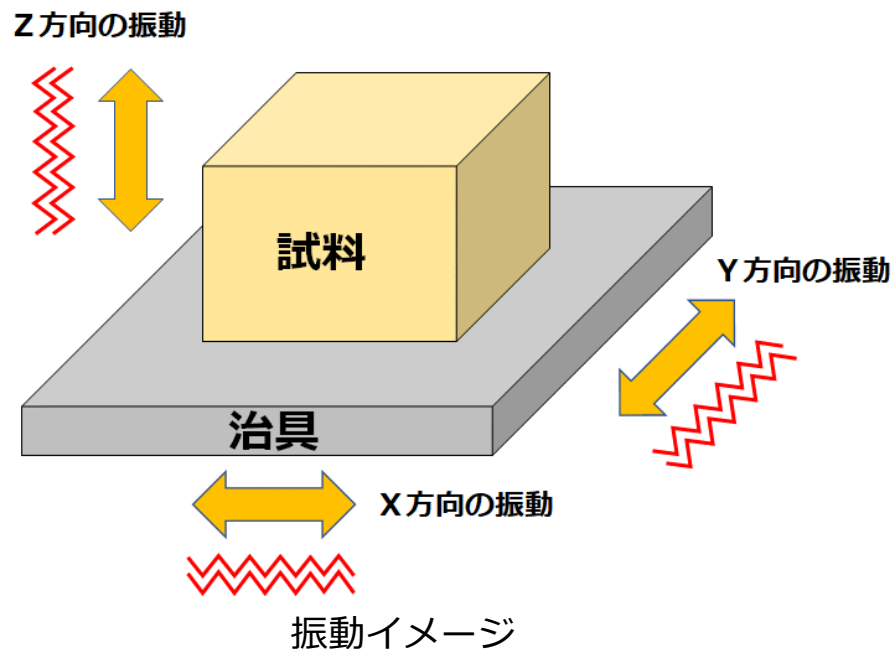
モーターや
インバーター
からの振動
↓
高周波

ISO 16750-3 4.1.2.4.2
乗用車ランダム試験
10~1000Hz
27.8m/s² rms

2. 振動試験とは

振動試験とは、対象製品となる試料に振動を加え、耐久性や性能を評価すること。全ての製品は、自動車の走行やモーターからの振動、トラックの輸送中等、何かしらの振動を受けている。

そのため、振動試験機で振動を加え、耐久性や性能に問題が生じないか、事前に確認・検証する必要がある。



振動試験機（垂直時）

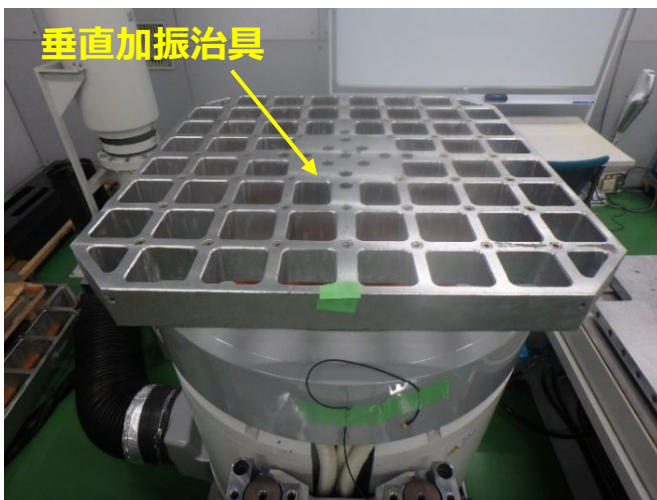
3. 実施可否検討①（水平・垂直加振治具）

お問い合わせのあった1000Hzまでの加振条件から当社所有の振動試験機メーカー標準品の水平加振治具、垂直加振治具での実施を検討したが、各治具の共振が1000Hz未満のため、対応不可である。

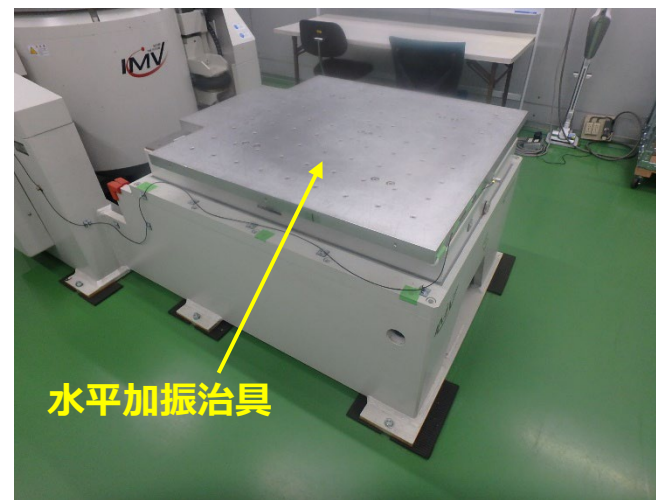
○垂直加振治具：共振340Hz→1000Hz対応不可

○水平加振治具：共振890Hz→1000Hz対応不可

※治具は、振動試験機メーカー標準品



垂直加振治具



水平加振治具

4. 実施可否検討②（立方体治具）

1000Hz対応可能な25cm□の立方体治具での実施も検討したが、
試料サイズが24cm×35cmの為、立方体治具より試料がはみ出てしまう。
はみ出た部分は、共振する可能性が高い為、対応不可である。

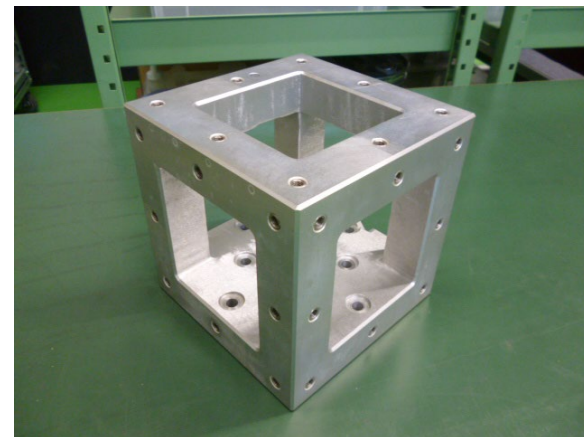
25cm□立方体治具



1000Hz対応可能



試料サイズが立方体治具より
大きく対応不可

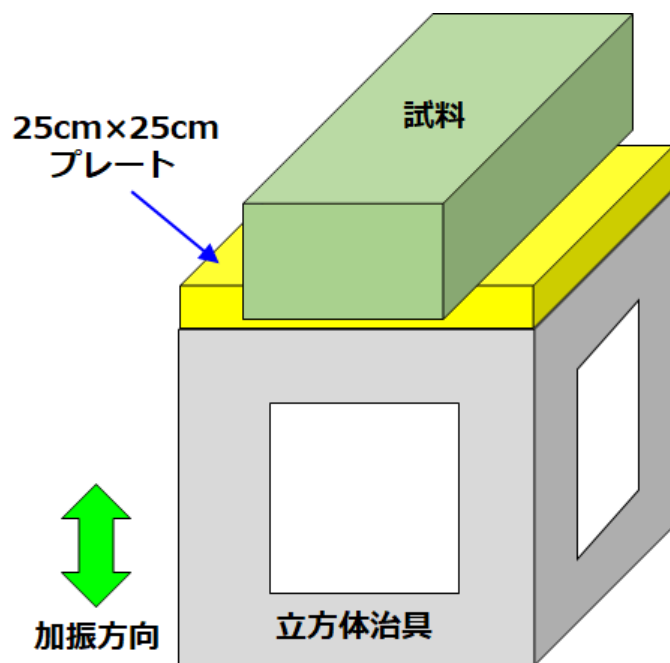


立方体治具

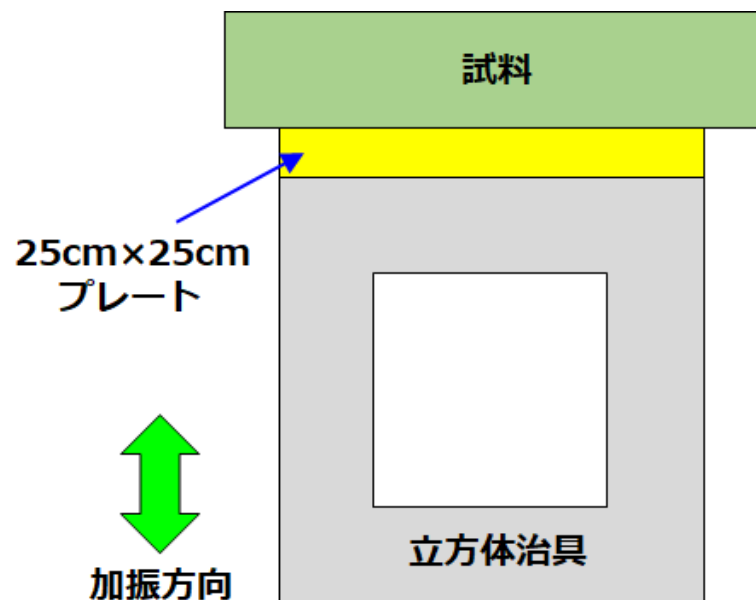
※治具は、振動試験機メーカー標準品

5. 実施可否検討③（結論）

大型試料の1000Hzまでの振動試験の要望が増えている背景およびお客様のご要望している納期を考慮し、既存の1000Hz対応可能な25cm□立方体治具での試験実施可能な高周波対応治具の開発を行う事とした。



従来治具での試料固定



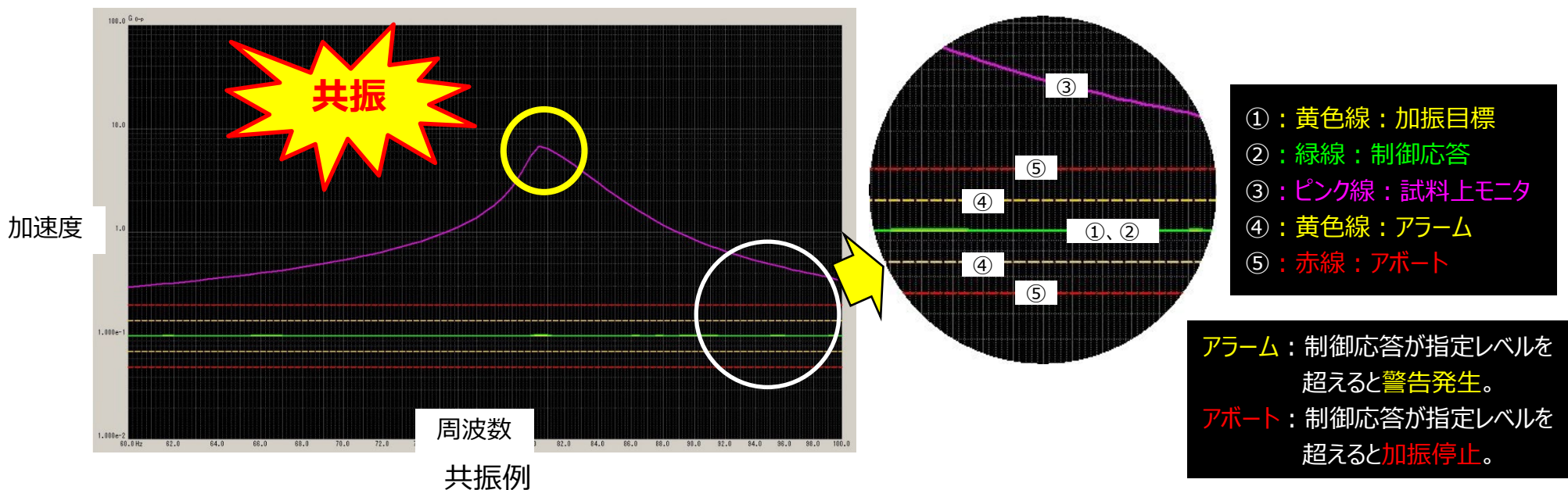
従来治具での試料固定

6. 共振とは

共振とは、固有振動数と同じ周波数で振動を加えた際に、**加えた振動よりもはるかに大きい振動が発生する現象。**

垂直加振治具や固定治具が共振する事によるデメリットは、下記の通り。

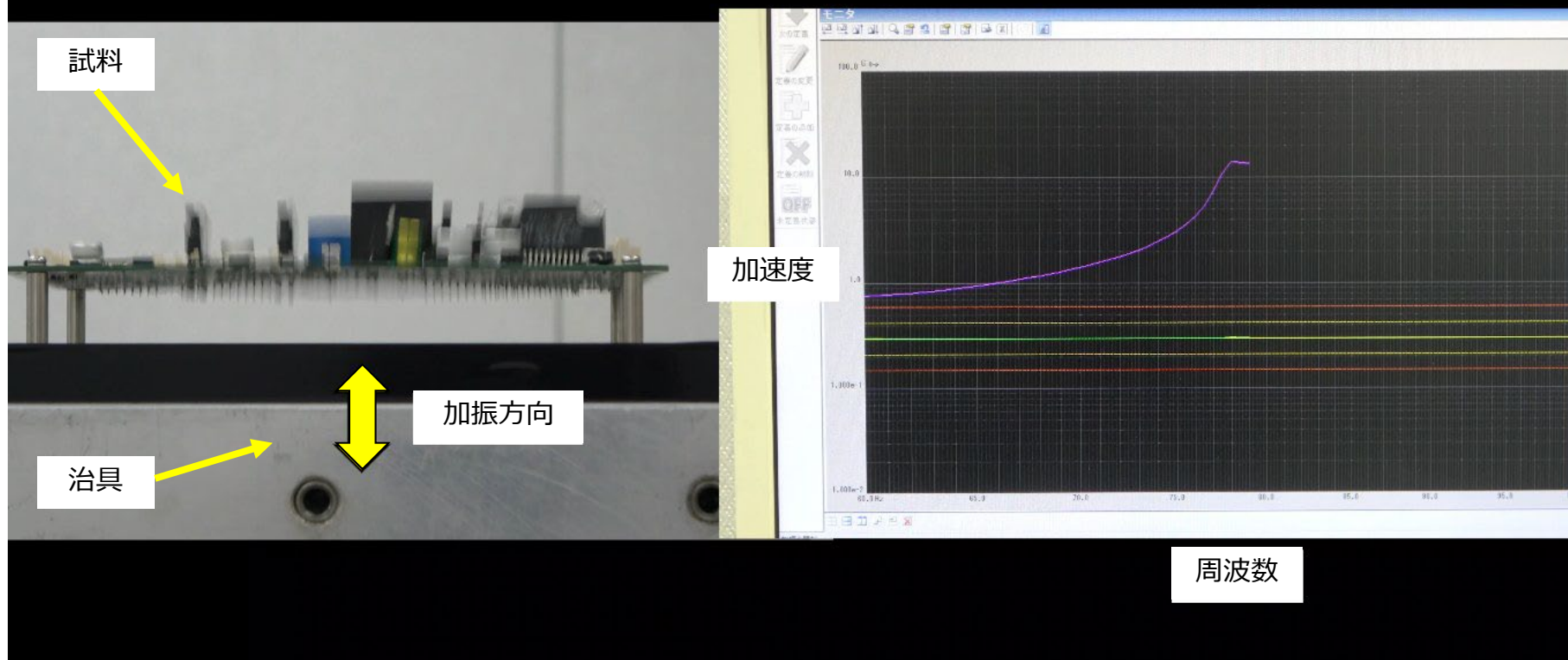
- 高い加速度（振幅）による試料破損等。
- 試験条件とは、異なった試験となってしまう。
- 加振条件の許容範囲を超えてしまい、試験中断の可能性。
- 振動試験機への負担が大きい事による悪影響。



6. 共振とは

共振動画の紹介

こちらでは、動画での紹介をいたします。
スクリーンをご覧ください。



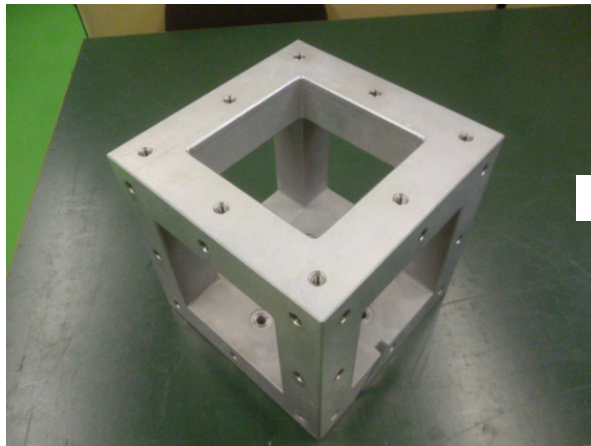
共振状態

共振測定

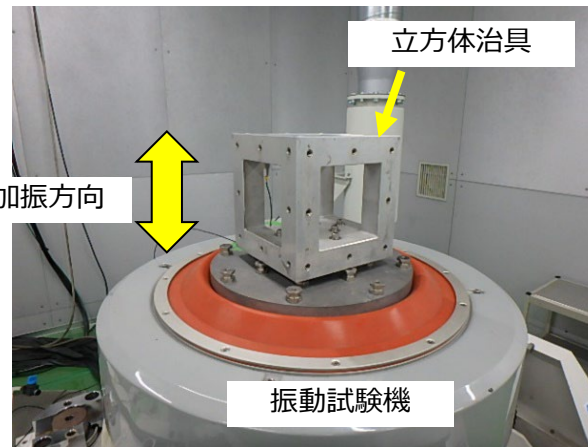
7. 立方体治具について

立方体治具とは、振動試験機の加振部に固定し、立方体の各面に試料を固定したプレートを取り付け、各方向の振動試験を実施可能にするものである。

立方体治具は、軽量かつ高剛性のため、1000Hz以上の高周波振動試験が実施可能である。



25cm□立方体治具



加振部への取付け状態

サイズ	対応周波数
15cm□	～2000Hz
20cm□	～2000Hz
25cm□	～1000Hz

8. 立方体治具の制約

立方体治具の制約

試料が立方体治具用プレートからはみ出る



共振の可能性大



立方体治具用プレートより
小さいサイズの試料



現状は25cm×25cmより
小さいサイズの試料まで

25cm□立方体治具

サイズ	対応周波数
15cm□	~2000Hz
20cm□	~2000Hz
25cm□	~1000Hz

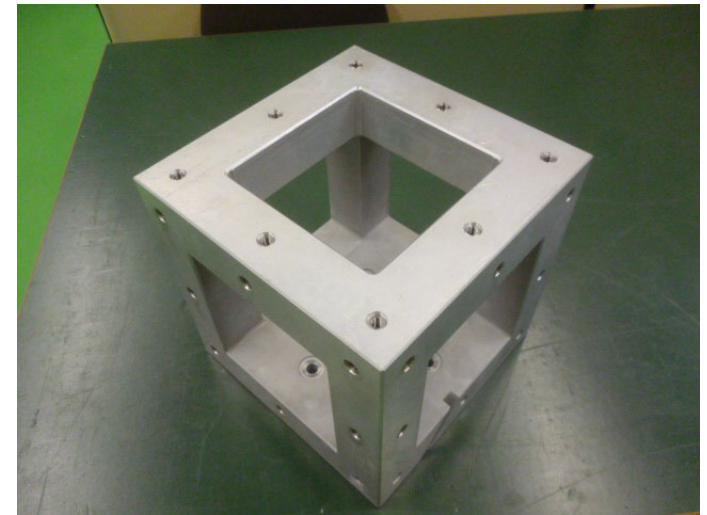
9. 治具に求められる特性

治具に求められる特性は、試験条件で共振せず、試料に振動を正確に伝える事である。

治具には試験条件で共振せず、試料に対して正確に振動を伝える事が求められる。

そのため、高剛性でなければならない。

また、振動試験機への負担を考慮し、軽量化も求められる。



立方体治具

10. 治具の設計

お客様要求があった試料サイズ（24cm×35cm）を想定し、25cm×40cmのプレートにて、3方向（X Y Z）加振可能な高周波対応治具を設計した。

以下のポイントを考慮し、高周波対応治具を設計した。

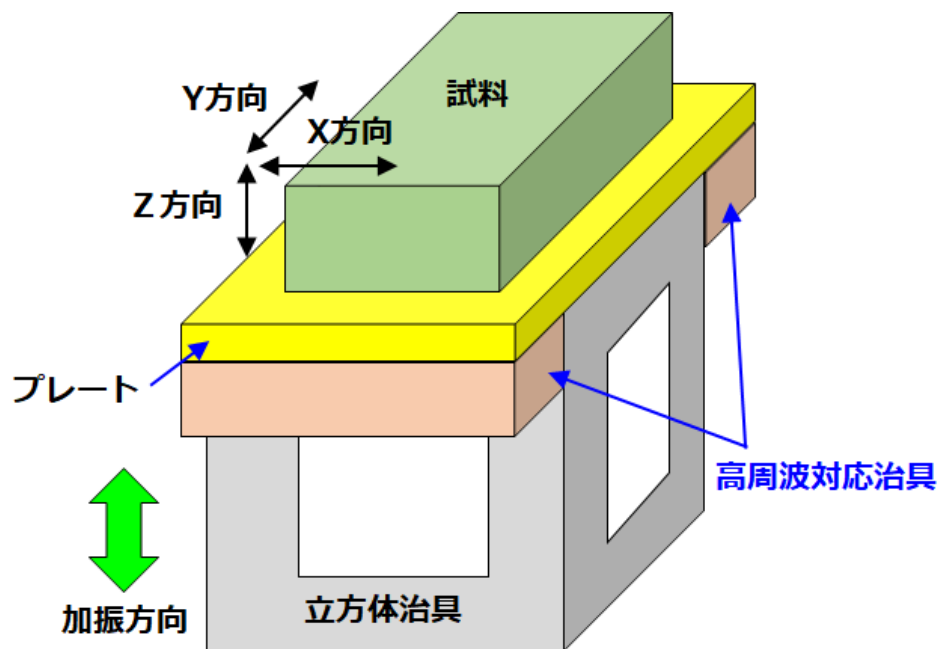
- 1000Hzまでの加振
- 25cm□立方体治具に取り付け可能
- 25cm□立方体治具への加工無し
- 3方向（X Y Z）の加振可能
- プレートが立方体治具からはみ出る部分の共振対策
- 軽量化・安価・加工性を考慮し、材質はアルミ

10.1 Z方向

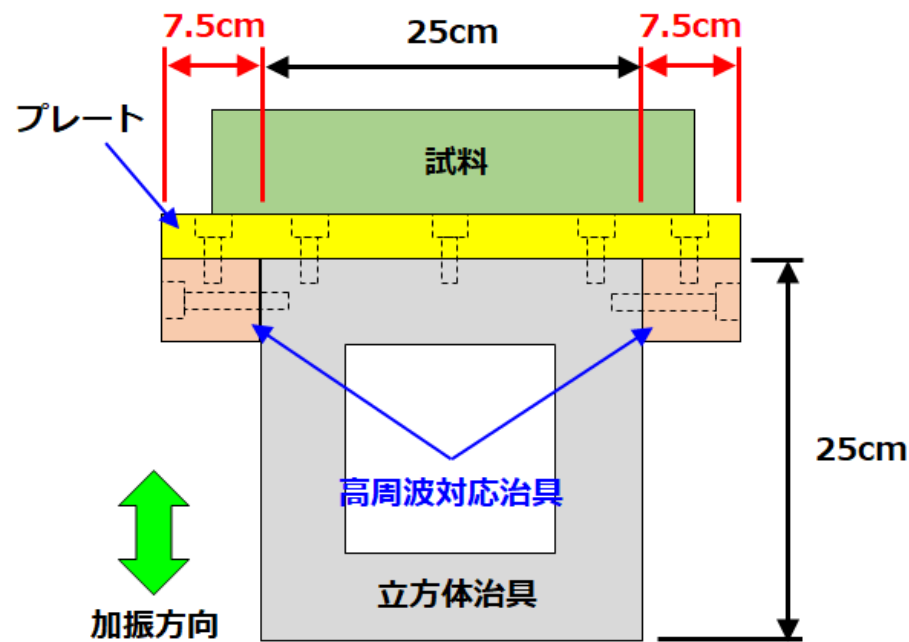
Z方向時は、プレート両端がはみ出るので、高周波対応治具で固定補強する。

立方体治具に対してプレートの両端がはみ出るので、高周波対応治具により固定補強する。

高周波対応治具は、立方体治具の既存取付穴に固定し、プレートとは3本のネジで固定する。



Z方向時の組み立て図



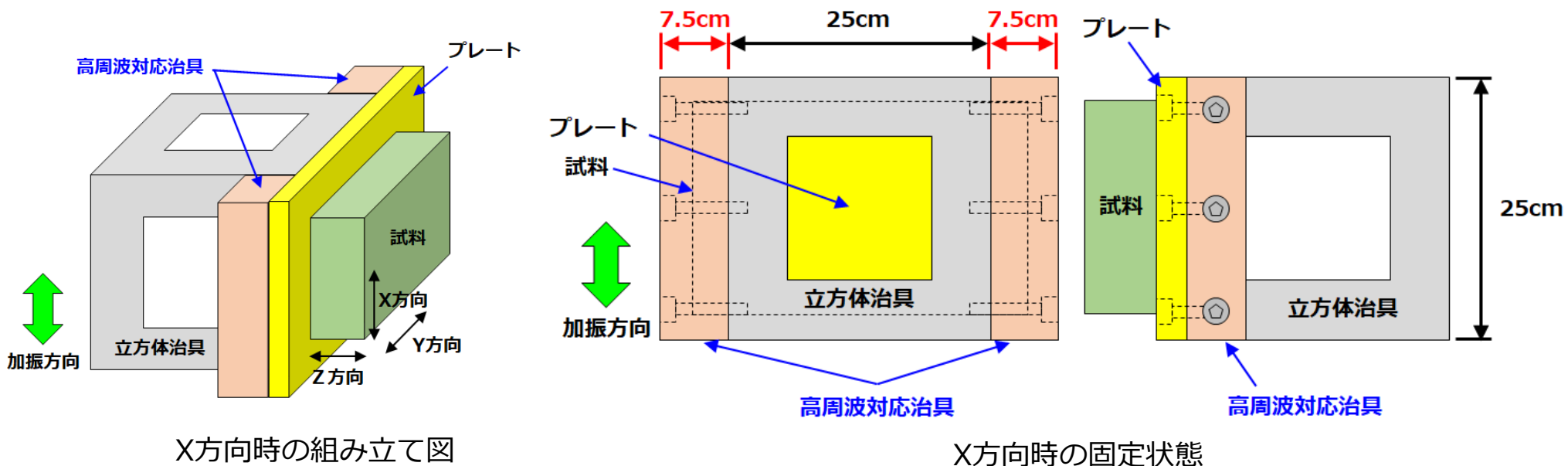
Z方向時の固定状態

10.2 X方向

X方向時は、プレート両端がはみ出るので、高周波対応治具で固定補強する。

立方体治具に対してプレートの両端がはみ出るので、高周波対応治具により固定補強する。

高周波対応治具は、立方体治具の既存取付穴に固定し、プレートとは3本のネジで固定する。

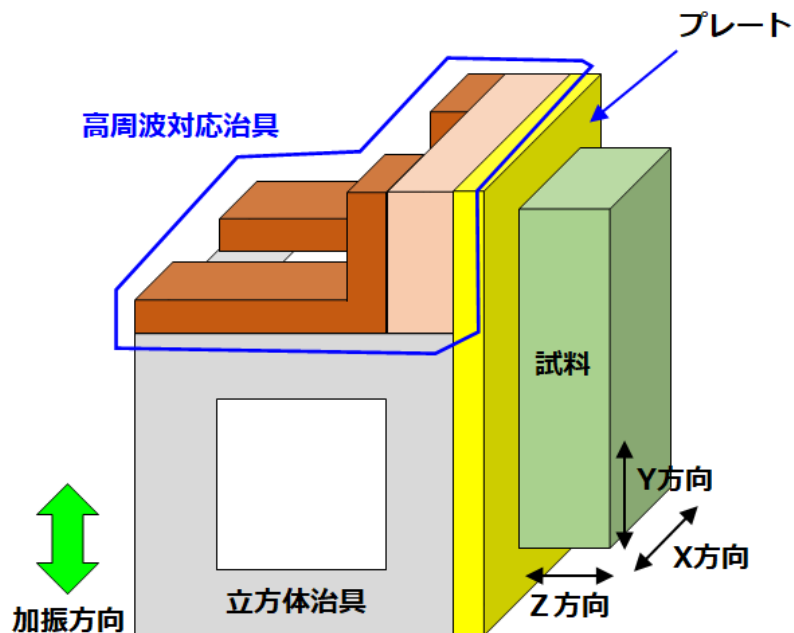


10.3 Y方向

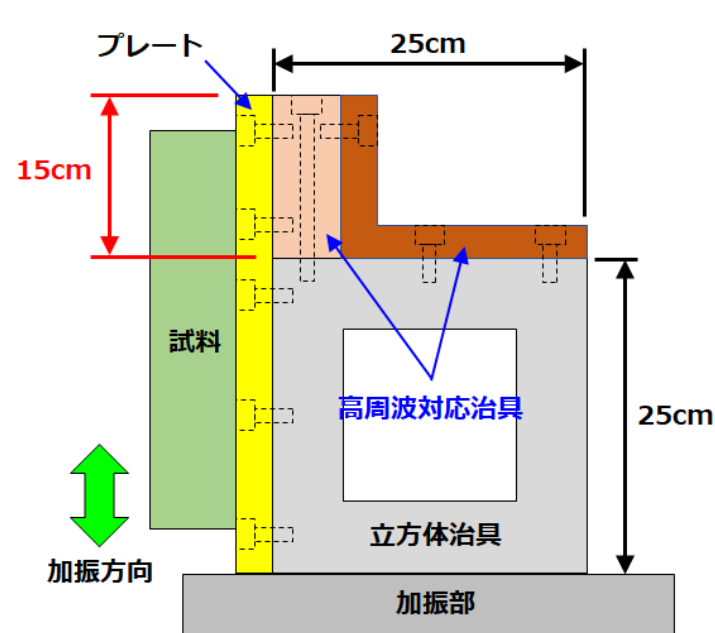
Y方向時は、加振部側によりプレート上部が大きくはみ出るので
2種類の高周波対応治具で固定補強する。

加振部により立方体治具に対してプレートの上部が大きくはみ出るので、
高周波対応治具により固定補強する。

さらなる固定補強を目的とし、削り出しのL字の高周波対応治具で固定する。
2種類の高周波対応治具は、立方体治具の既存取付穴に固定する。



Y方向時の組み立て図



Y方向時の固定状態

1 1. 治具の加振制御確認

実際に製作した25cm×40cmプレートおよび高周波対応治具を立方体治具に取り付けた状態で加振制御確認を行う。

加振制御の確認条件は、1000Hzまでの試験を考慮し、下記の条件とする。尚、立方体治具の制御ポイントは、振動試験機メーカー指定の場所とする。

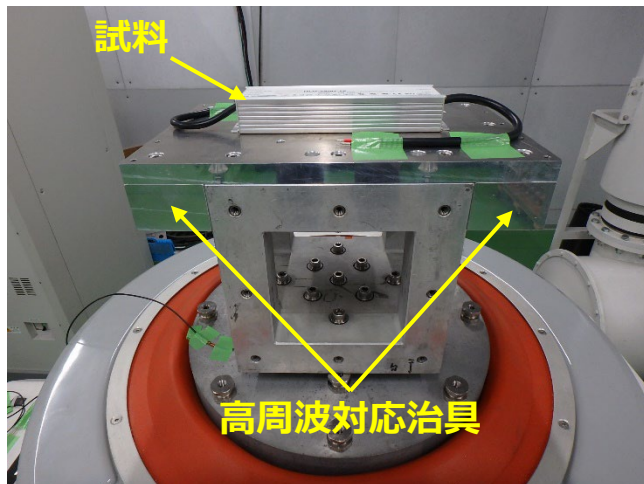
- 周波数 : 10~1000Hz
- 加速度 : 1G一定
- 掃引時間 : 20分 (往復)
- 掃引方法 : 対数掃引
- 掃引回数 : 1回



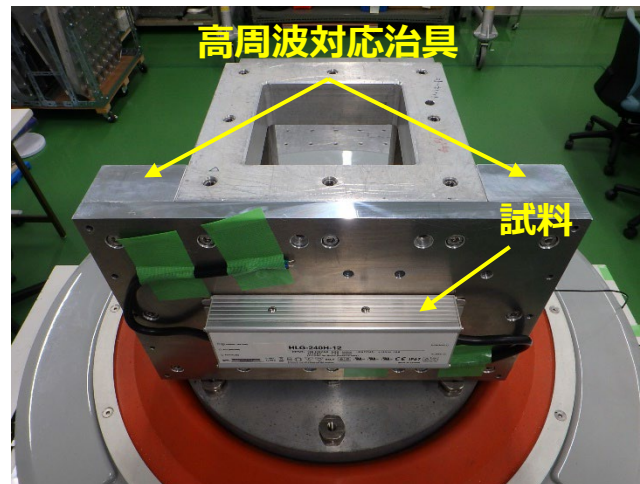
制御ポイント

12. 確認結果

製作した25cm×40cmのプレートと高周波対応治具を各方向毎に組み立てた状態で、加振制御の確認を行った。
各方向共、確認条件である1000Hzまで加振制御が可能である事を確認した。



Z方向取り付け状態



X方向取り付け状態

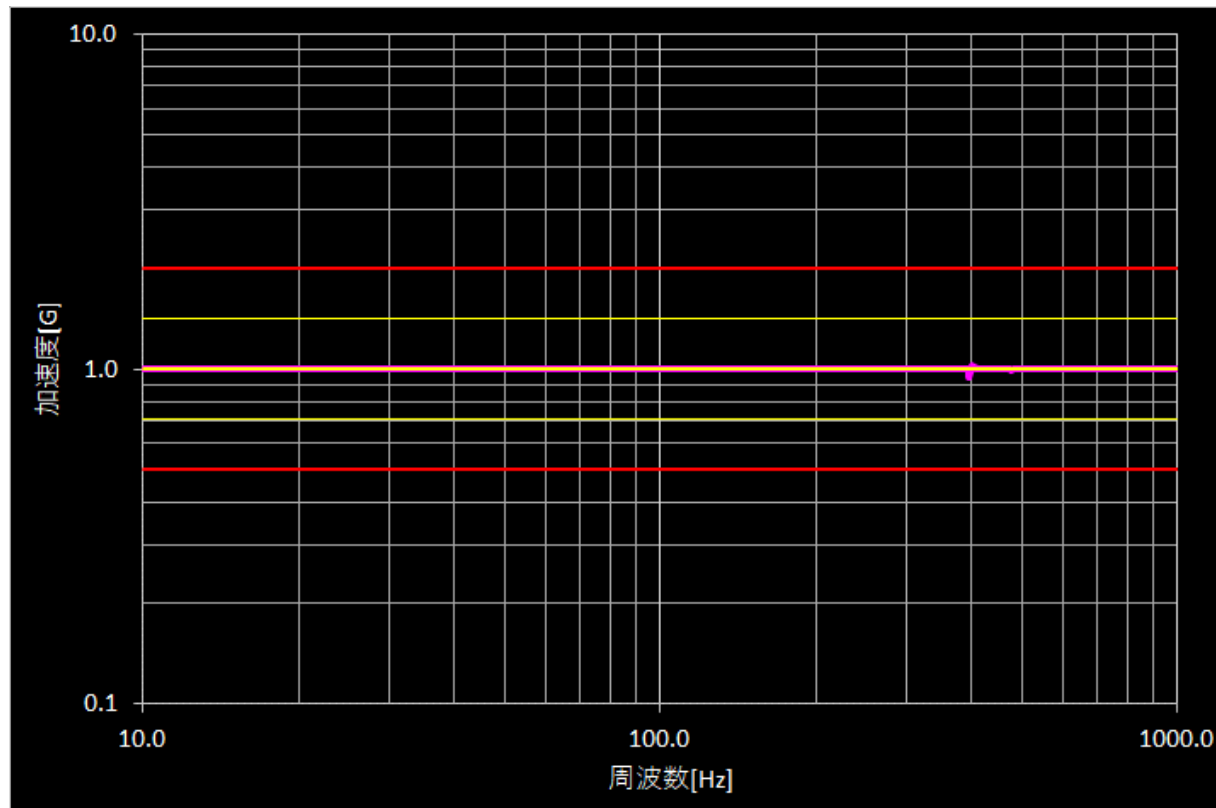


Y方向取り付け状態

12.1 Z方向加振制御確認結果

加振目標に対して乱れなく制御されている事を確認出来た！

ピンク線が制御の応答波形であり
黄色線の加振目標に対して乱れなく制御されている。



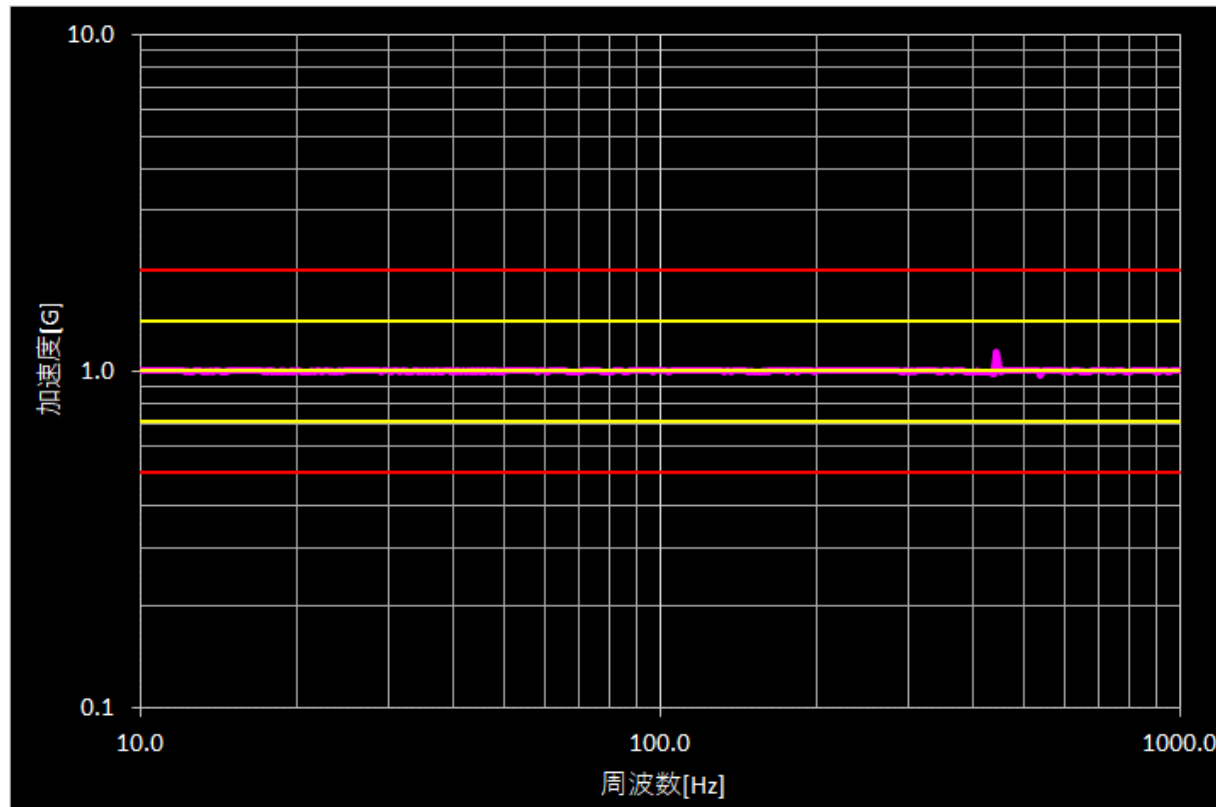
ピンク線：制御応答
黄色線：加振目標

Z方向時加振制御

1 2.2 X方向加振制御確認結果

加振目標に対して乱れなく制御されている事を確認出来た！

ピンク線が制御の応答波形であり
黄色線の加振目標に対して乱れなく制御されている。



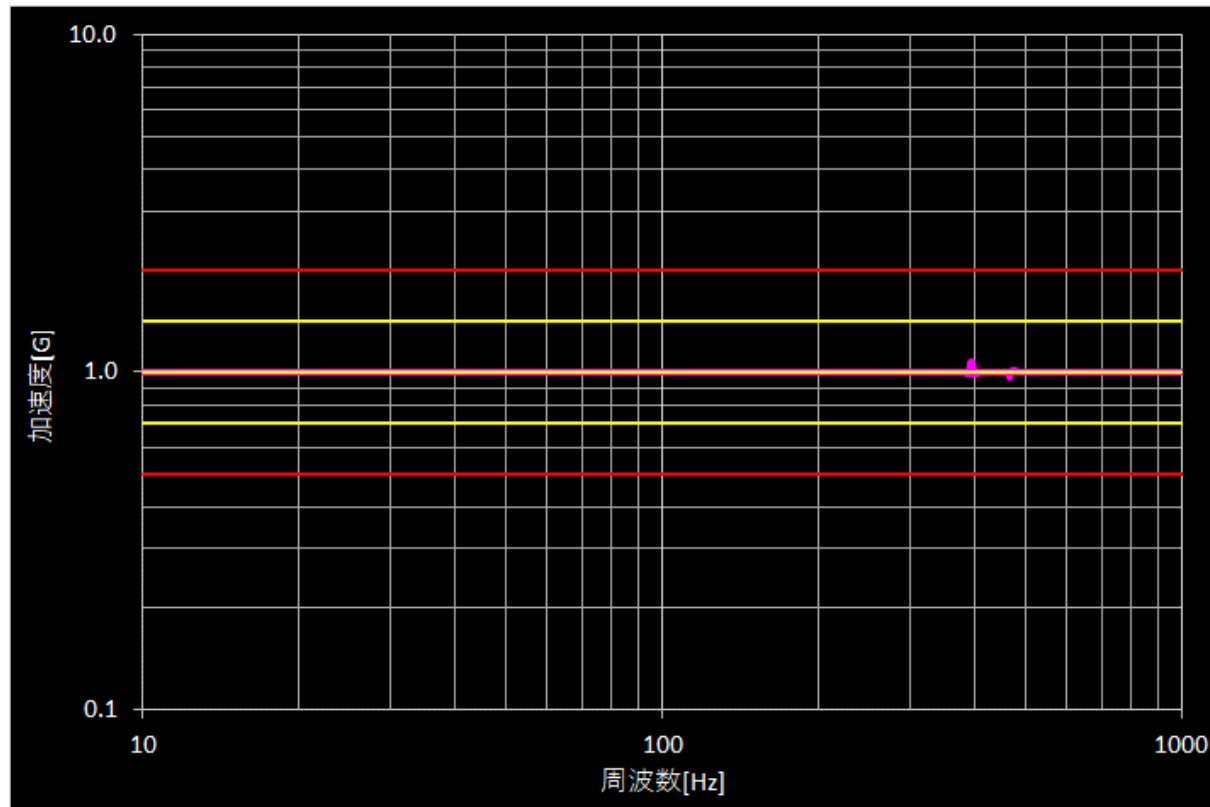
ピンク線：制御応答
黄色線：加振目標

X方向時加振制御

1 2.3 Y方向加振制御確認結果

加振目標に対して乱れなく制御されている事を確認出来た！

ピンク線が制御の応答波形であり
黄色線の加振目標に対して乱れなく制御されている。



ピンク線：制御応答
黄色線：加振目標

Y方向時加振制御

13. 試験実績

今回の25cm×40cmプレートおよび高周波対応治具により、25cm□を超える試料サイズで、1000Hzまでの試験実施！

下記試料サイズ・試験条件で振動試験を実施。

【試料1】 映像処理ユニット

- ・ 試料サイズ : D24cm×W35cm
- ・ 周波数 : 10～1000Hz (サイン振動)
- ・ 振幅／加速度 : 0.4mmP-P／66.6m/s²
- ・ 掃引時間 : 15min (往復)

【試料2】 バッテリーコントロールユニット

- ・ 試料サイズ : D16cm×W34cm
- ・ 周波数 : 5～1000Hz (ランダム振動)
- ・ 実行加速度 : 26m/s²rms

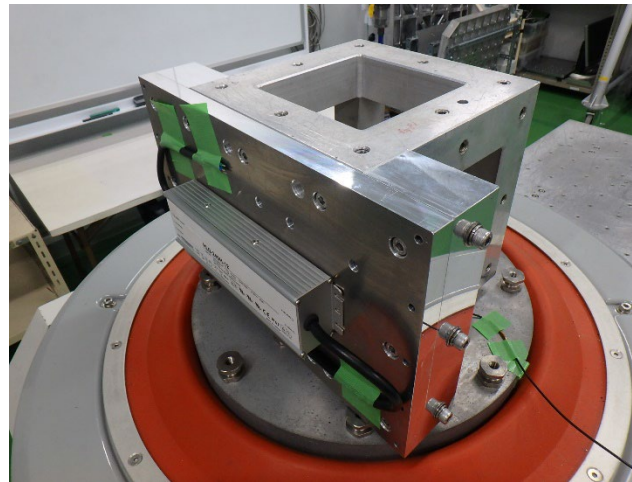
14. 結論

25cm \square を超える試料（24cm \times 35cm）に対して1000Hzの加振が可能な高周波対応治具を設計し、試験を実施した。

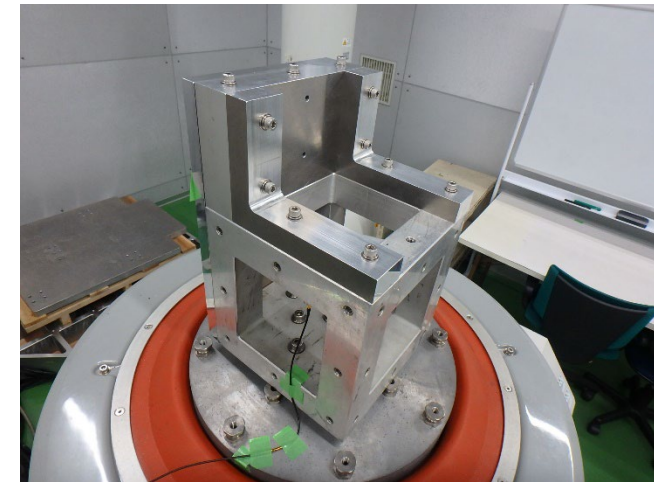
写真の試料は、ダミーサンプルです。
（ご依頼のあった試料は、機密保持のため、掲載不可となります。）



Z方向取り付け状態



X方向取り付け状態



Y方向取り付け状態

15. 今後の予定

他のサイズの立方体治具への展開や、さらに大きい試料へ対応可能なプレートおよび高周波対応治具開発を予定。

航空・宇宙関連製品に求められる2000Hzまで加振可能なプレート、高周波対応治具の検討も行っていく予定。

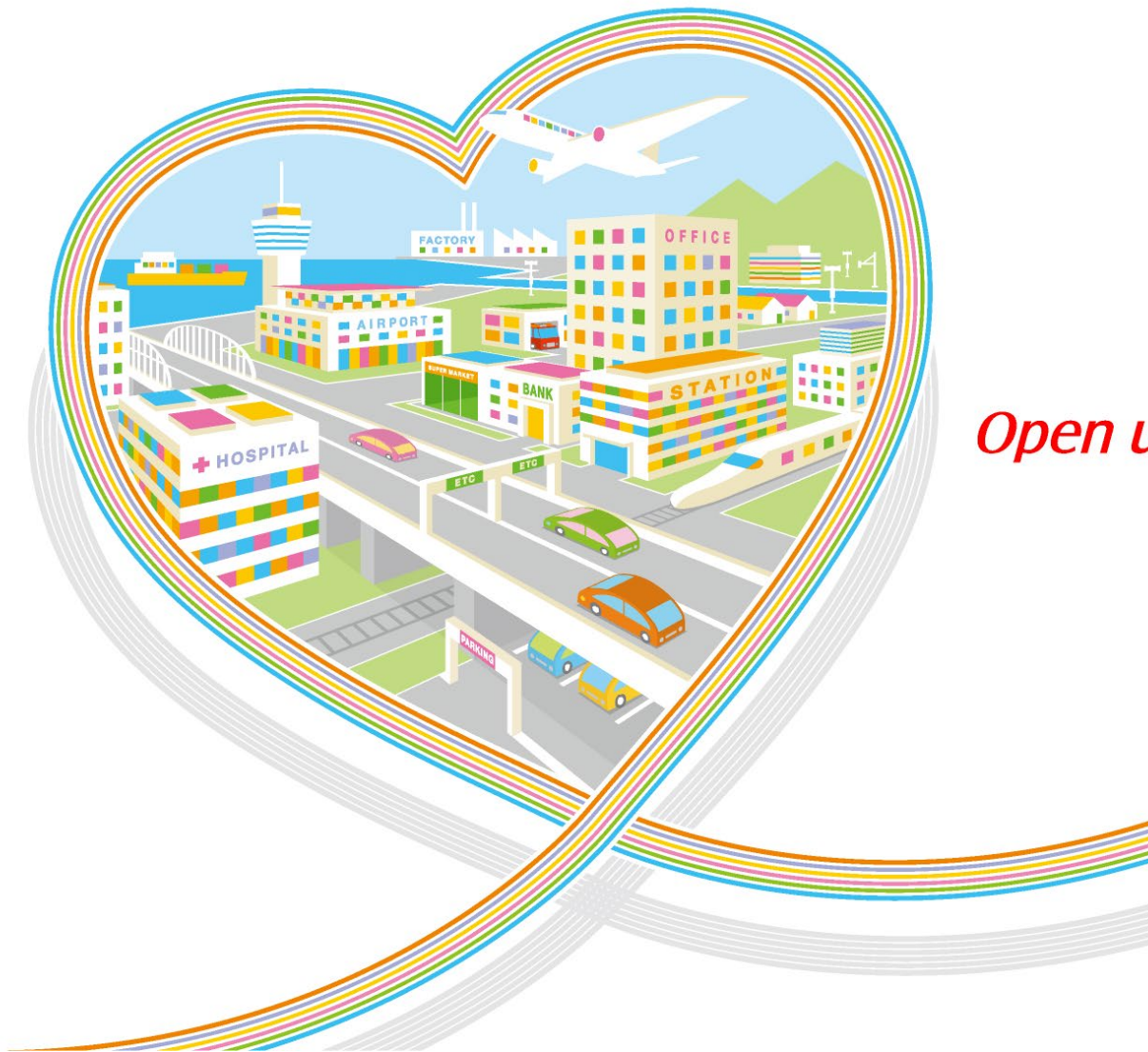


航空関連製品



宇宙関連製品

ご清聴いただき、ありがとうございました



Open up your dreams

沖エンジニアリング株式会社

- システム評価事業部 北関東試験センター
- 担当 : 岡野 直樹
- TEL : 0495-22-8140
- E-mail : oeg-kita-sales@oki.com
- URL : <https://www.oeg.co.jp/>