

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-19-0600-39-2_改5
提出年月日	2021年10月26日

補足-600-39-2

ケーブルトレイ消火設備のうち配管の加振試験について

2021年10月

東北電力株式会社

目 次

1. 試験概要	1
2. 試験体	2
3. 耐震評価方法	3
4. 共振点探査試験	4
4.1 試験方法	4
4.2 試験結果	7
5. 正弦波加振試験	9
5.1 試験方法	9
5.2 健全性確認方法	9
5.3 試験結果	10
5.4 耐震評価結果	10

1. 試験概要

本資料は、ケーブルトレイ消火設備のうち消火配管について、基準地震動 S_s に対し、耐震性を有することを説明するものである。

ケーブルトレイ消火設備の消火配管(以下「消火配管」という。)は、ケーブルトレイ外において、消火配管の自在性を活かすため、UボルトやUバンド等にて支持することなくパンチングトレイ内に設置している。また、ケーブルトレイ内において、ステンレスバンドにステンレスインシュロックで固定している。そのため、設置している構成部品と同型式の構成部品の加振試験を行い、設置位置での加速度と加振台の最大応答加速度を比較し、耐震性を有することを確認する。

ケーブルトレイ消火設備の概要及び構成部品を図 1-1 に示す。試験方法としては共振点探査試験を実施し、固有振動数を求め、その共振点で正弦波加振試験を行い、加振試験後の外観検査及び気密試験を実施することで健全性を確認する。

消火配管の加振試験結果については、複数実施した試験のうち、代表的な試験体によるものを示す。

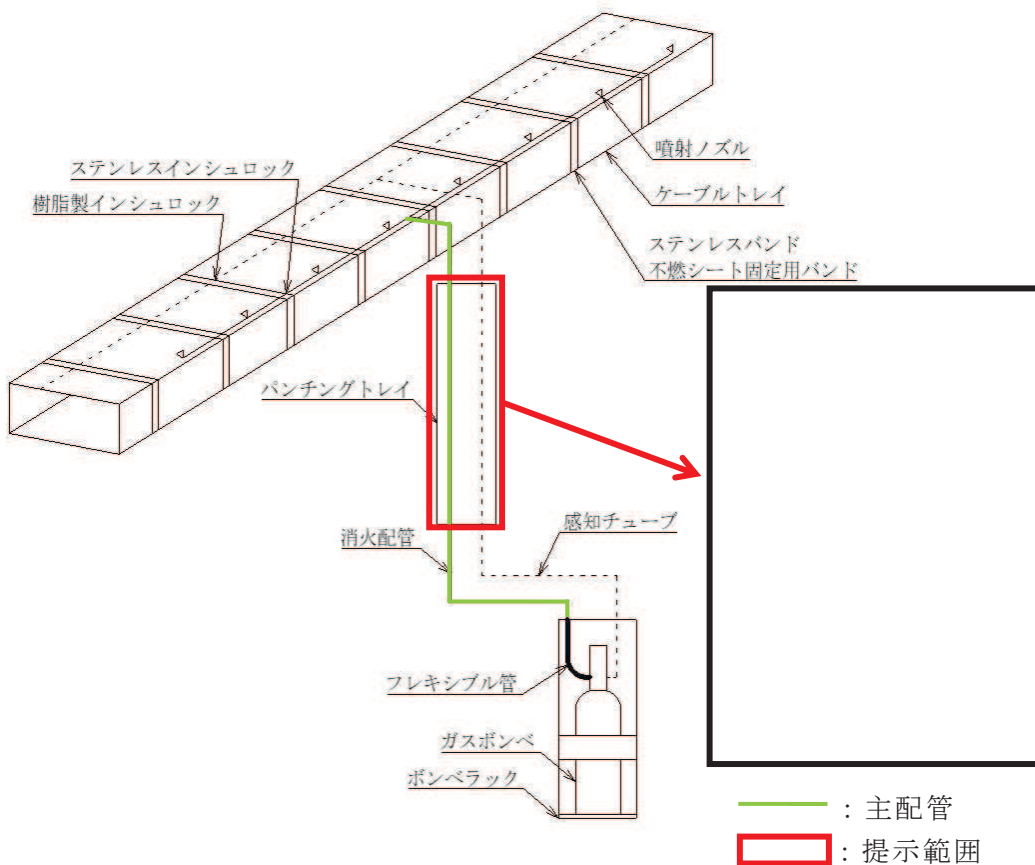


図 1-1 ケーブルトレイ消火設備概要図

2. 試験体

消火配管の加振試験に用いる試験体は、消火配管及び感知チューブをバンドでパンチングトレイへ締め付けて固定したもので構成される。また、加振台を床として、壁を模擬した治具を設置し、治具に現場施工状態と同様に試験体を取り付ける。なお、パンチングトレイは壁を模擬した治具の固定部に対してボルトで固定される。試験体を図 2-1 に示す。

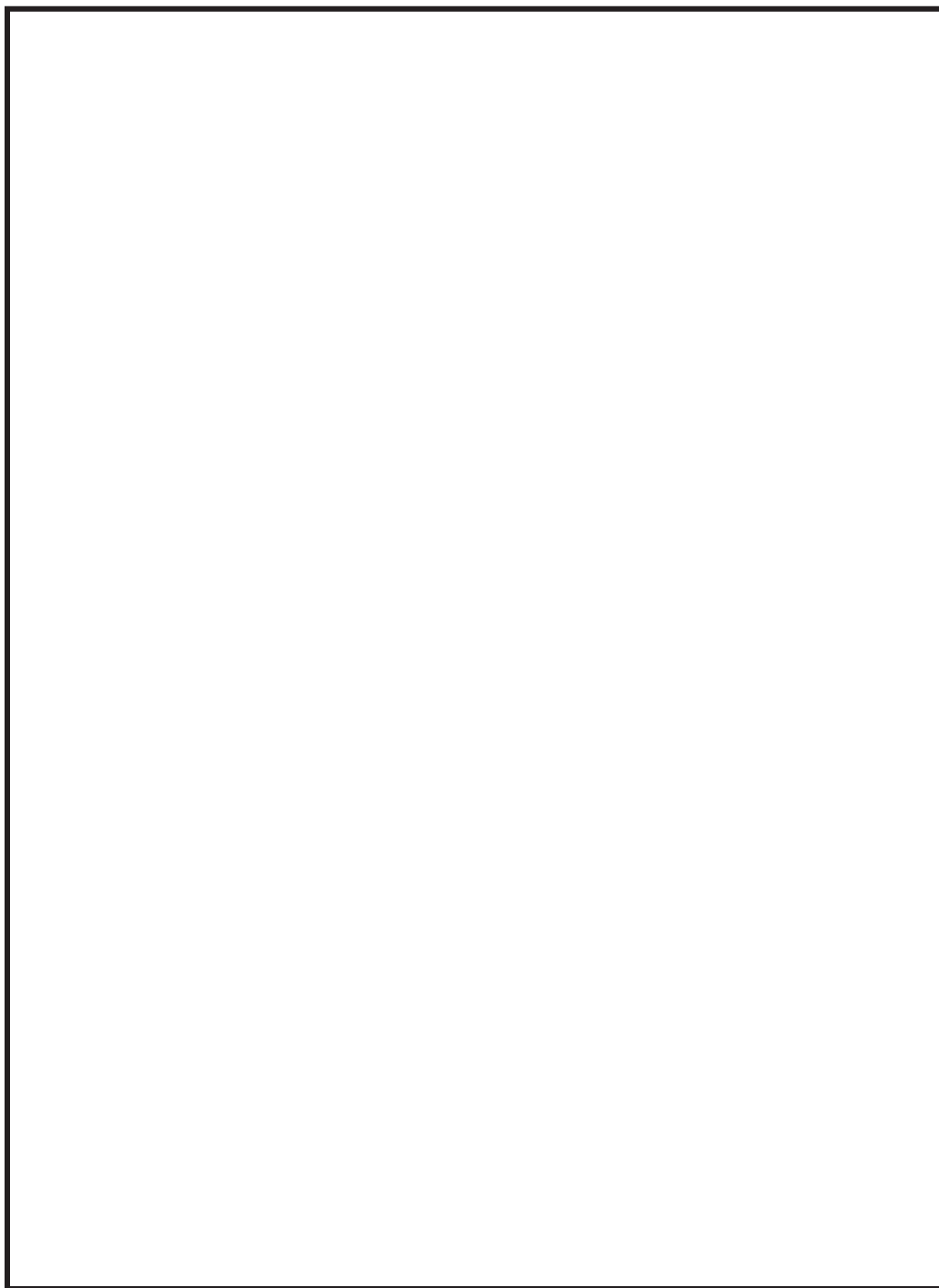


図 2-1 試験体

3. 耐震評価方法

消火配管の耐震評価は、VI-2-別添 1-1「火災防護設備の耐震計算の方針」の評価方法に基づき行う。

耐震評価に用いる設置位置での加速度は、各消火配管の中で最上階に設置されたフロアの応答加速度とするが、消火配管は建屋壁に支持されていることから、評価対象フロアより上階の応答加速度が加振台の最大加速度以下であることを確認する。また、以下について健全性を確認する。振動試験装置外観を図 3-1、加振台仕様を表 3-1 に示す。

- (1) 消火配管設置位置での加速度が加振台の最大加速度以下であること。
- (2) 加振試験後に外観の変形・破損等の異常が無いこと。
- (3) 加振試験後に気密試験を実施し、漏えいの無いこと。



図 3-1 振動試験装置外観

表 3-1 加振台仕様

寸法(mm)	水平：1500×1500 鉛直：1500×1500
最大積載質量(kg)	2500
運転周波数帯域(Hz)	5～2600
最大加速度(m/s ²)	857

4. 共振点探査試験

4.1 試験方法

ケーブルトレイ消火設備の構成部品に3軸加速度計を取付け、5Hz から 33Hz の振動数領域を含む掃引正弦波で各軸単独加振を実施し、応答波形から共振点を確認する。計測センサー取付位置を図 4-1 に示す。

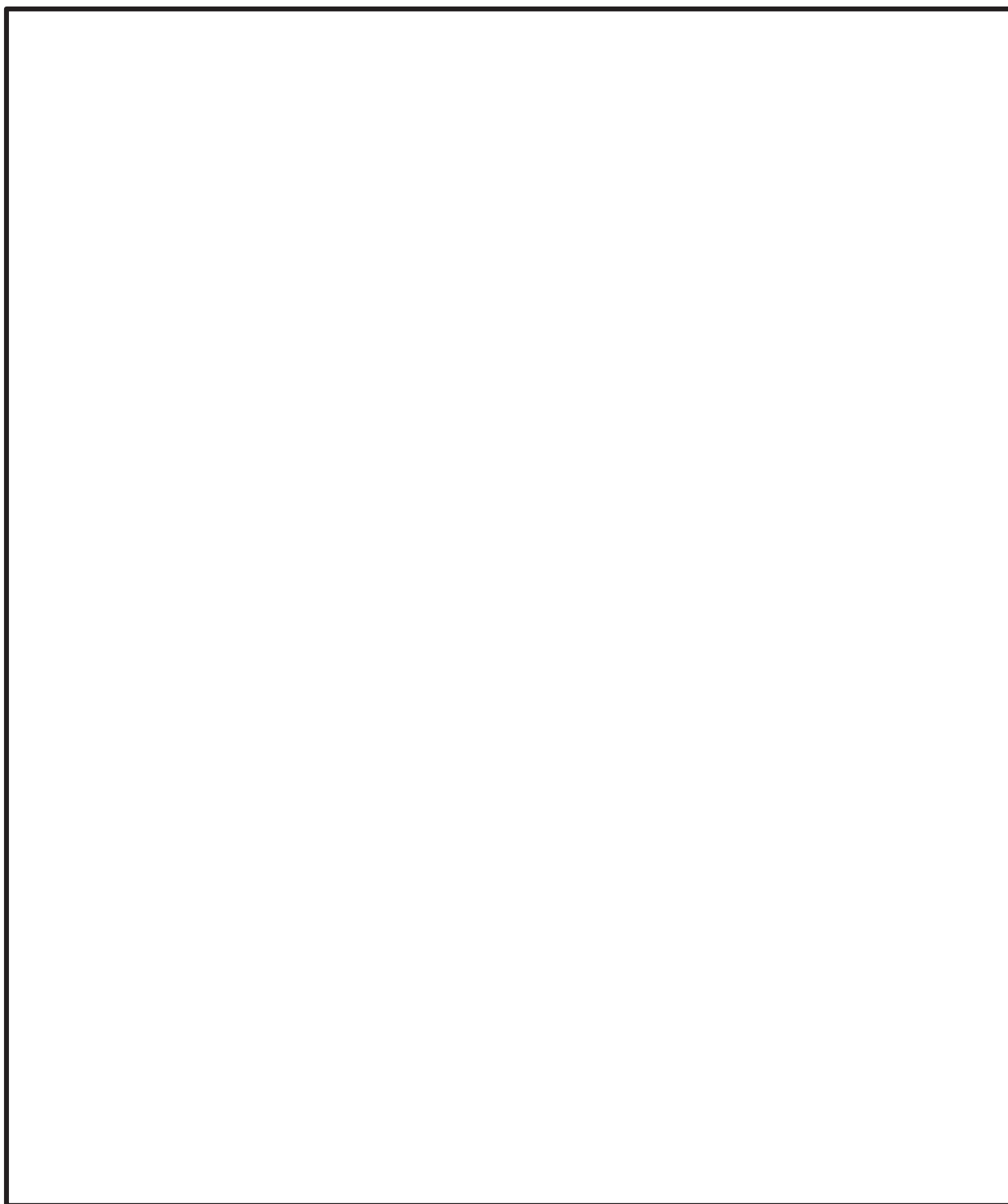


図 4-1(1/2) 計測センサー取付位置

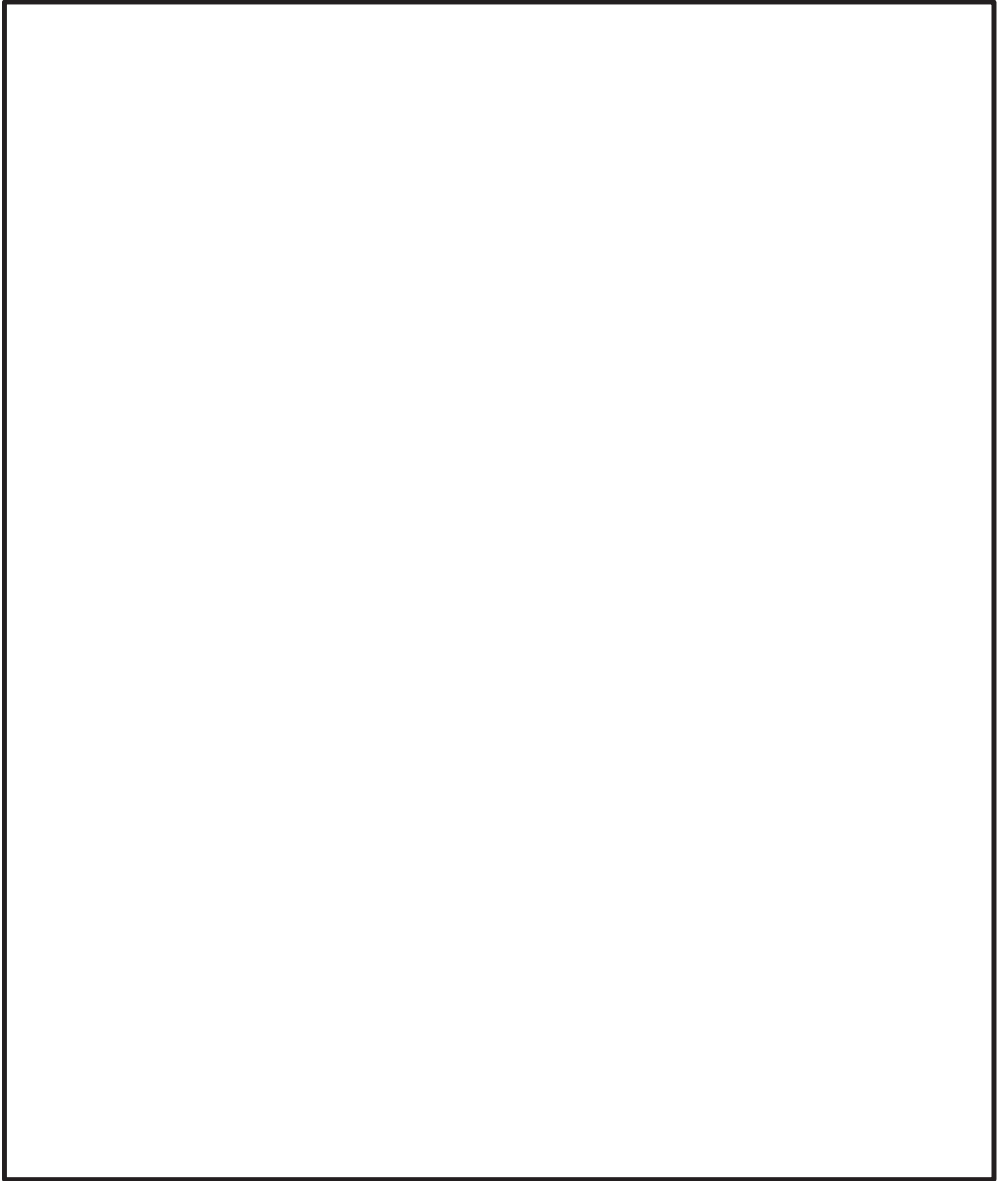


図 4-1(2/2) 計測センサー取付位置

4.2 試験結果

共振点探査試験により得られた周波数応答関数を図 4-3 に示す。各軸方向について、共振点が X 方向 33Hz 以上、Y 方向 21.4Hz、Z 方向 33Hz 以上の結果が得られた。

なお、X 方向の加振試験において、感知チューブの応答倍率が他と比べて大きく変動している。これは X 方向加振時においては図 4-2 のとおりパンチングトレイ幅方向に加振されるため、振れ幅が大きくなることに加え、消火配管、パンチングトレイと感知チューブの剛性が異なるためである。感知チューブは樹脂製であり他と比べて剛性が低く振れ幅に対して加速度の変化が大きくなり、これより応答倍率の変動が大きくなっている。

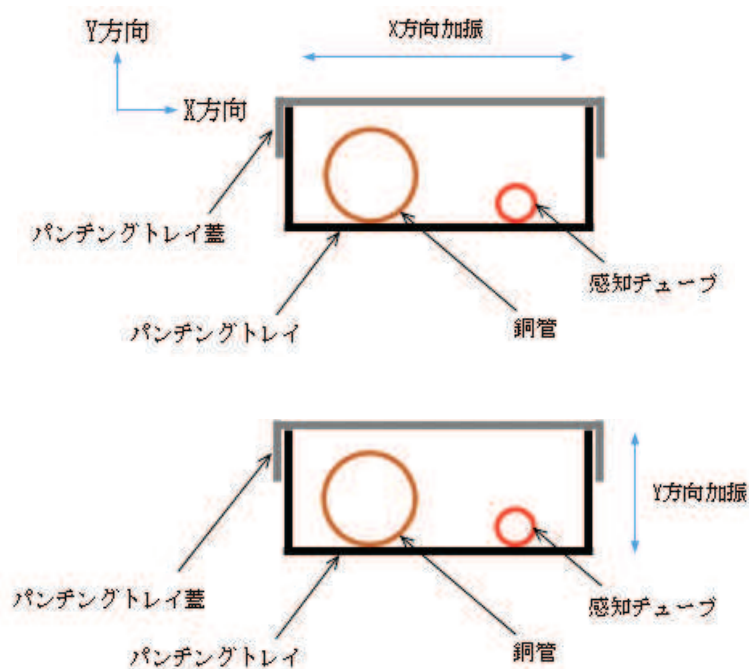


図 4-2 パンチングトレイ内断面図

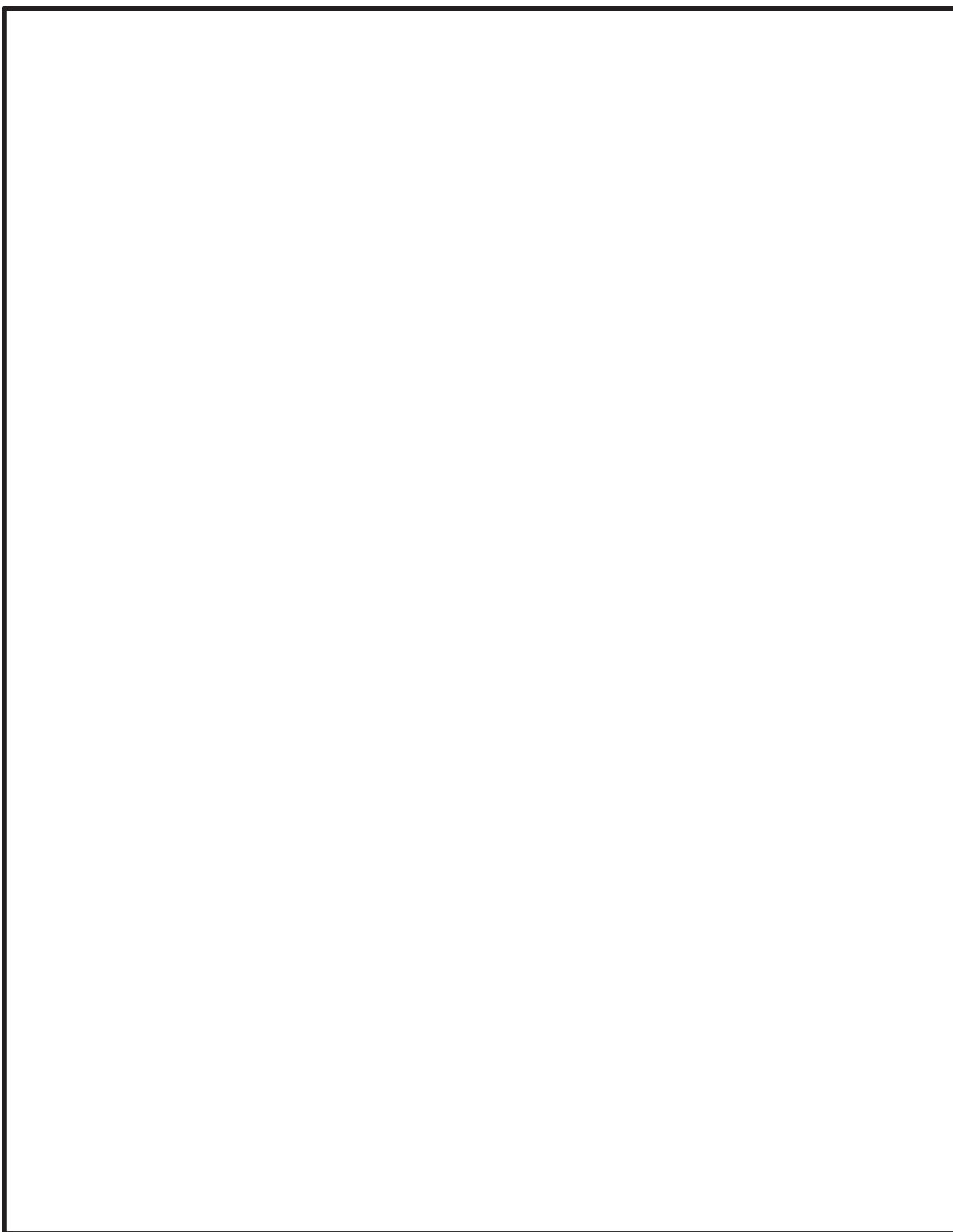


図 4-3 周波数応答関数

5. 正弦波加振試験

5.1 試験方法

「4.2 試験結果」で示しているように、共振点が X 方向 33Hz 以上、Y 方向 21.4Hz、Z 方向 33Hz 以上であることを確認していることから、加振波は、X 方向 33Hz、Y 方向 21.4Hz、Z 方向 33Hz の正弦波を設定し、加振試験を実施する。

加振試験における試験条件を表 5-1 に示す。

表 5-1 加振試験条件

項目	試験条件
加振波	正弦波
加振方向	水平単独 2 方向，鉛直単独の各軸加振
取付状態	加振台に設置された治具に取り付け

5.2 健全性確認方法

加振試験後に外観検査を実施し、機器に損傷がないか確認する。健全性確認方法を表 5-2 に示す。

表 5-2 健全性確認方法

消火配管
<ul style="list-style-type: none">・外観に変形・破損等の異常がないか確認する。・耐圧漏えい試験 (5.80MPa) にて気密試験を実施し、漏えいの有無を確認する。

5.3 試験結果

「3. 耐震評価方法」に基づき加振試験後の機器に異常がないことを確認した。

設置位置での加速度と加振試験において機器に異常がないことを確認した際の加振台の最大加速度との比較について、表 5-3 に示す。また、試験時の正弦波加振試験結果を表 5-4 および図 5-1 に示す。

表 5-3 最大床応答加速度と加振台の最大加速度との比較 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

			設置位置での加速度*	加振台の最大加速度
消火配管	水平	X 方向	5.95	
		Y 方向	5.95	
	鉛直	Z 方向	2.64	

注記*：消火配管は建屋壁に設置されるため、評価対象フロアの上下階のうちいずれか大きい方の基準地震動 S_s により定まる応答加速度を用いる。

実機では地震波となることに対して加振試験は正弦波で実施しており、正弦波加振試験での応答加速度は実機での応答加速度より大きくなると考えられる。よって実機の設置位置での加速度と正弦波加振試験における加振台の最大加速度の比較を行うことは保守的な評価である。

なお、各計測点での最大加速度は表 5-4 のとおりである。

表 5-4 正弦波加振試験結果 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

加振方向		水平		鉛直
		X 方向	Y 方向	Z 方向
各計測点の 最大加速度	銅管			
	感知チューブ			
	パンチングトレイ			
	治具			

5.4 耐震評価結果

上記結果を受け、消火配管が基準地震動 S_s に対する耐震性を有することを確認した。

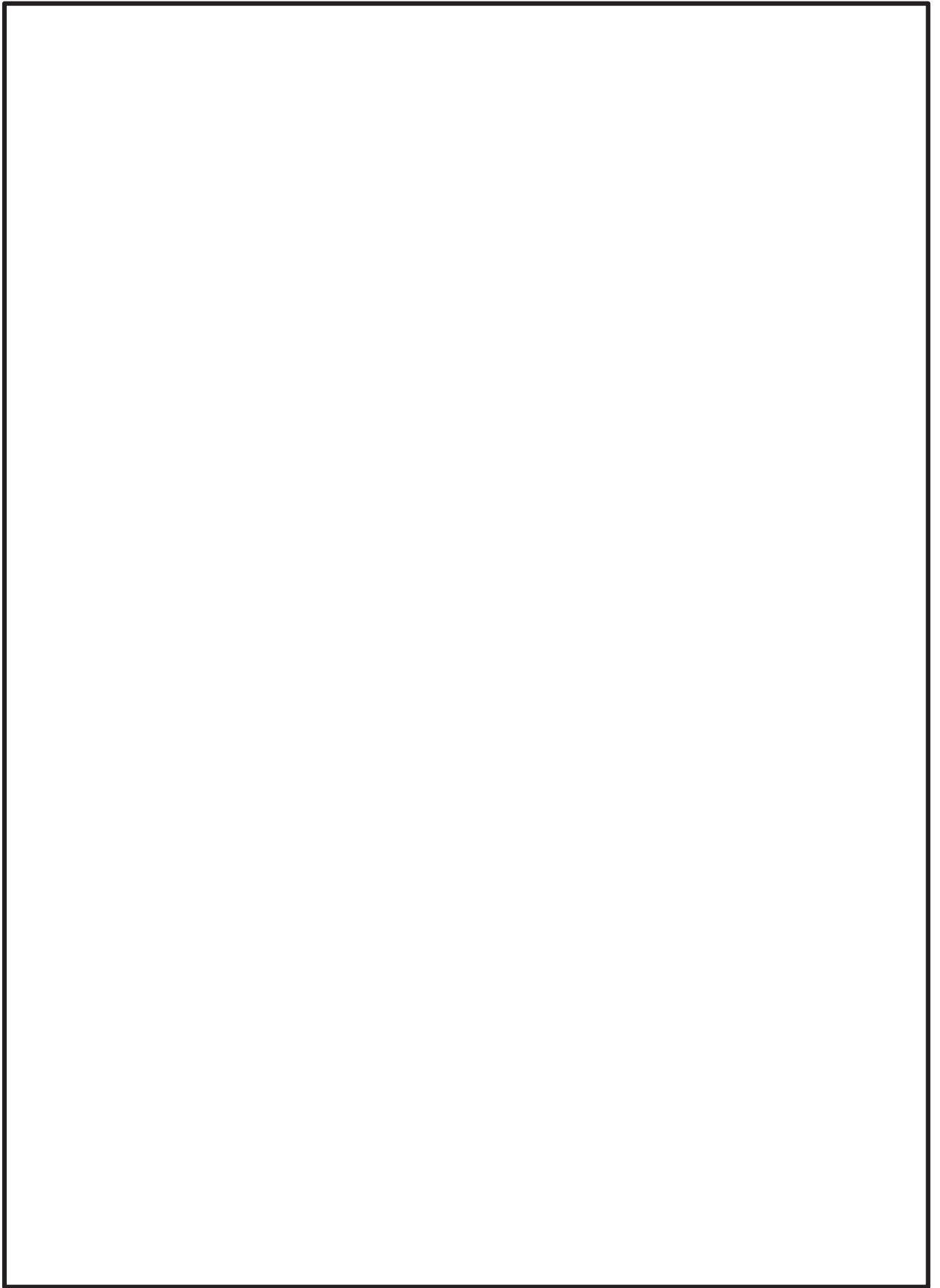


図 5-1(1/3) 正弦波加振試験結果(X方向)

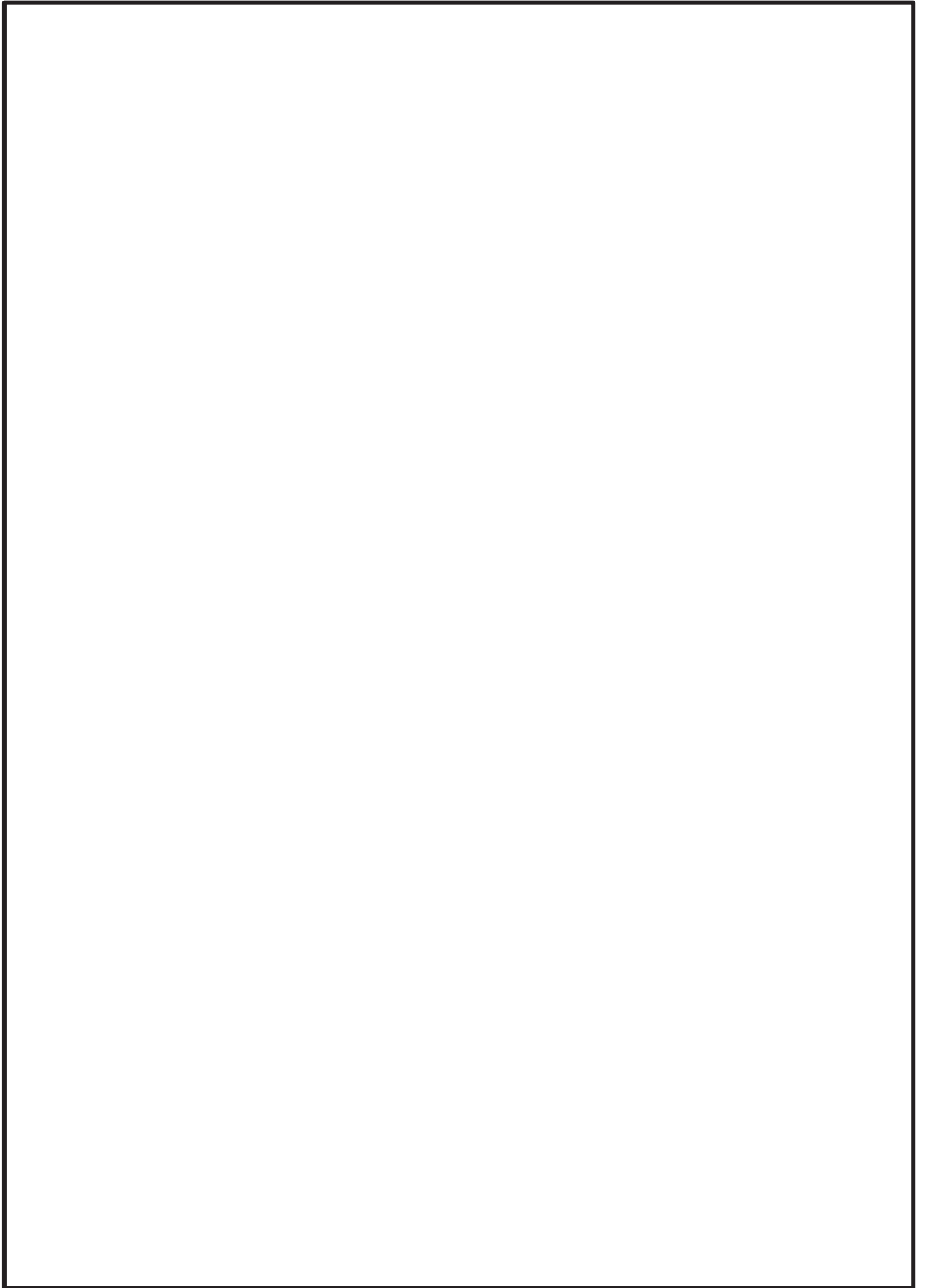


図 5-1(2/3) 正弦波加振試験結果(Y方向)

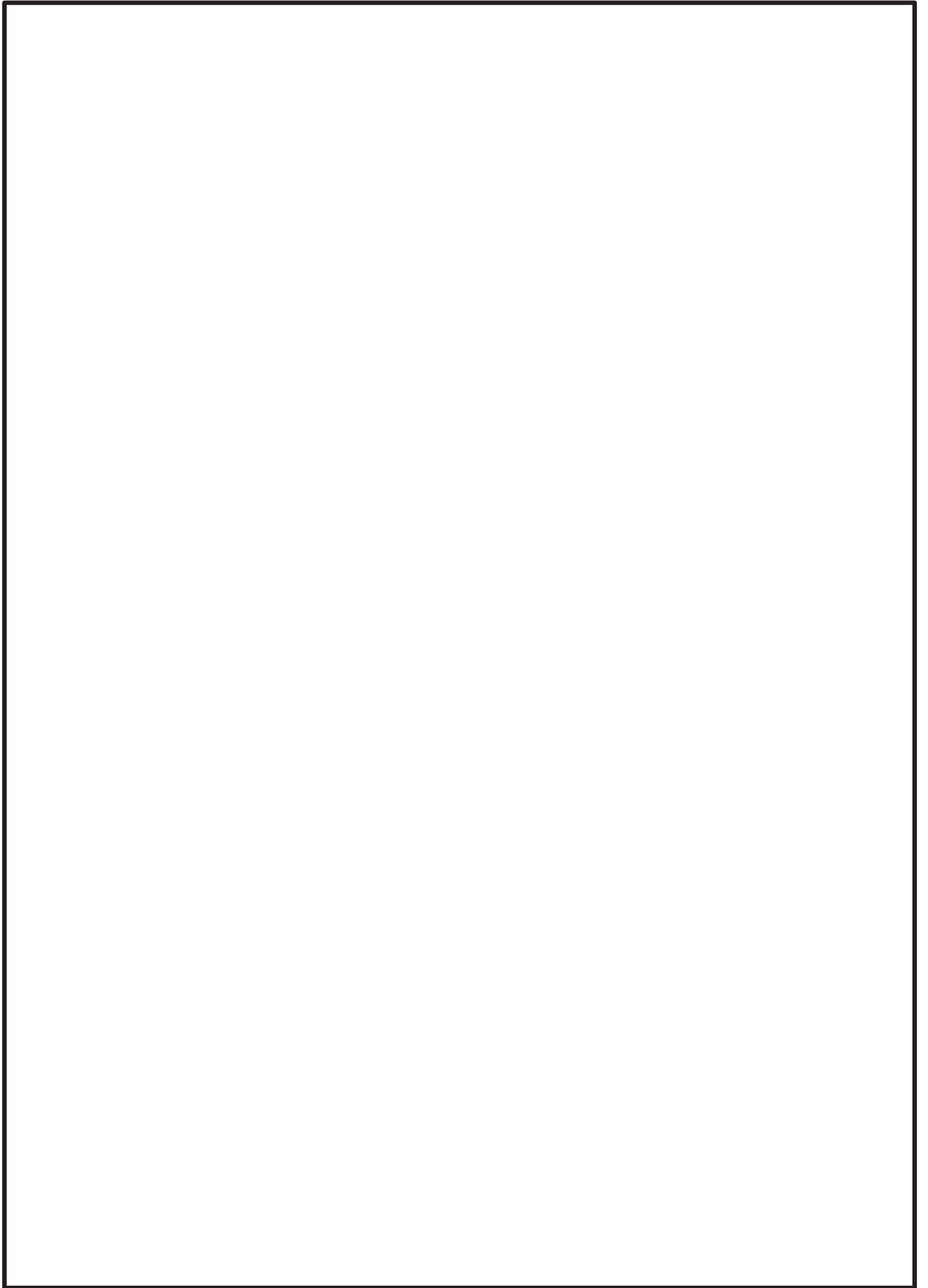


図 5-1(3/3) 正弦波加振試験結果(Z 方向)