

### 37. ポータブル無線加速度計を用いた制震ダンパーの最適配置に関する実験的研究

0710920166 幡司 祐弥  
指導教員 藤井 大地 教授

減衰定数, 位相最適化, 最適配置, 制震ダンパー, 最小自乗法

#### 1. はじめに

近年, 建物の地震に対して安全性を確保する方法として, 建物の骨組構造に地震エネルギーを吸収する制震ダンパーを設置する制震構造が増えてきている. このような制震構造は, 新築建物だけでなく, 現行の耐震基準を満たさない既存不適格建物の耐震補強に用いられる. しかし, 制震構造の設計や耐震改修を行う場合, ダンパーの配置位置が設計上難しい場合がある. 特に, ダンパーの設置場所や設置数に制限がある場合, 効果的な制震ダンパーの配置には, 豊富な設計経験と解析的な試行錯誤が必要となる. そこでグラッドストラクチャ法を用いたダンパーの配置計画法が提案されている. しかし, 本解析で得られた配置法が実際に有効に機能するかどうかは実験によって確かめられていない.

そこで, 本研究の目的としてグラッドストラクチャ法によって求められた制震ダンパーの最適配置が有効であることを他の配置モデルとの振動特性を比較することで検証することである. 本研究では, 実験模型を作製し, 松浦 ((有) ALNIC), 大久保 (広島大学) らによって開発されたポータブル加速度計測装置を用いて振動特性の比較を行う.

#### 2. 実験概要

計測概要は, まず, 解析模型に糸を取り付け 0.5cm 引っ張る. そして, 糸を切ることで解析模型に自由振動を与える. これを 5 回繰り返す.

ポータブル加速度計は, 解析する模型の最上部の真ん中に設置する. 加速度センサーの位置と加振箇所を図 1 に示す. またサンプリング周波数は 100Hz, 計測時間は 50 秒とする.

計測波形は, 糸を切ったときに与えられる最大振幅から 5.12 秒を抽出し, その波形を高速フーリエ変換によって加速度フーリエスペクトルを算出する. そして, 5 つの加速度フーリエスペクトルの平均加速度フーリエスペクトルから固有振動数, 固有周期を求める.

減衰定数は, 自由振動から得られる加速度波形の初期の極大値を除く 10 個程度の極大値を最小自乗法で近似させることによって求める.

純ラーメン模型と壁配置模型に対して振動計測を行う.

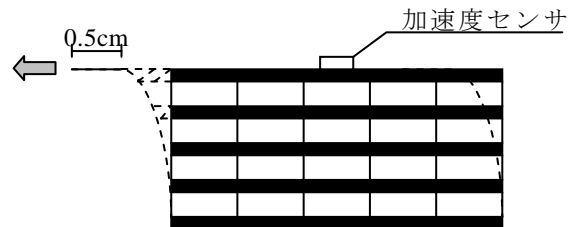


図 1 加速度センサーの位置と加振箇所

#### 3. 実験模型の作製

本研究で作製した純ラーメン模型と壁配置模型は 4 層 5 スパンである. 模型と壁配置模型の材料はアクリル板 (220mm×45mm×1mm) を 6 枚, 木材 (900mm×45mm×12mm) を 25 材, 木材 (96mm×10mm×2mm) を 2 材使用する. 総質量は 680g である. 実験模型の高さ 220mm, 幅 460mm, 階高 40mm とする. 図 2 に実験模型の寸法を記した図を示す. また, 壁配置模型の壁の配置図を図 3 に示す.

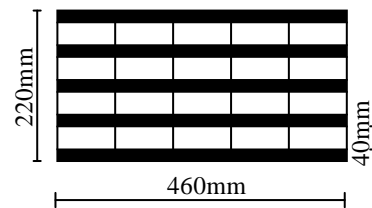


図 2 実験模型の寸法

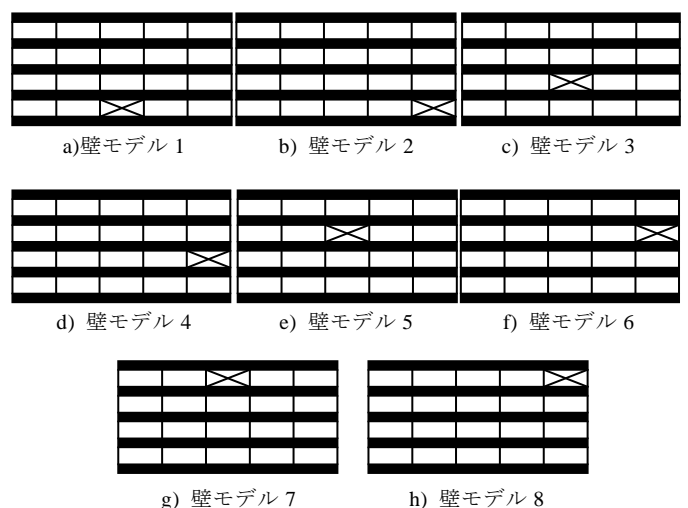
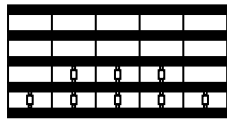


図 3 壁配置模型の配置図

4. 解析結果

4.1 解析モデル

純ラーメン模型でグラウンドストラクチャ解析を行った結果から得られたダンパーの最適配置図を図 4 に示す。

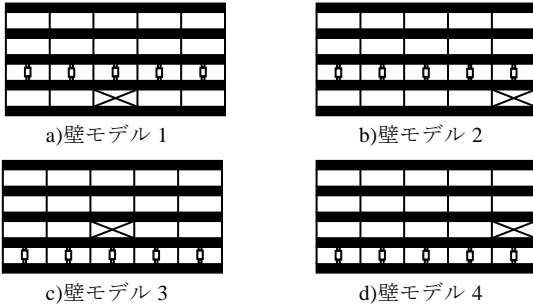


a)解析モデル

図 4 最適配置図

4.2 壁モデル

8通りの壁配置モデルで解析を行った結果から得られたモデル 1~4 の最適配置図を図 5 に示す。



a)壁モデル 1

b)壁モデル 2

c)壁モデル 3

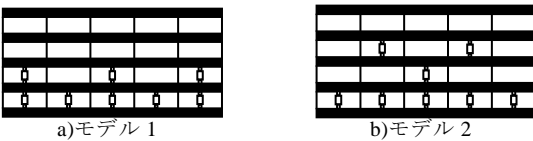
d)壁モデル 4

図 5 最適配置図

5. 最適配置と比較モデルとの比較

5.1 実験模型による振動実験

実験模型の計測を行う。ダンパーを配置していない場合の減衰定数を基準として減衰率を算出する。解析によって得られたモデル，その他のモデルの振動特性を比較することにより解析から得られたモデルの優位性を検証する。比較するモデルを図 6 の a), b)に示し，それぞれのモデルから得られた固有周期，減衰定数，減衰率を表 1 に示す。



a)モデル 1

b)モデル 2

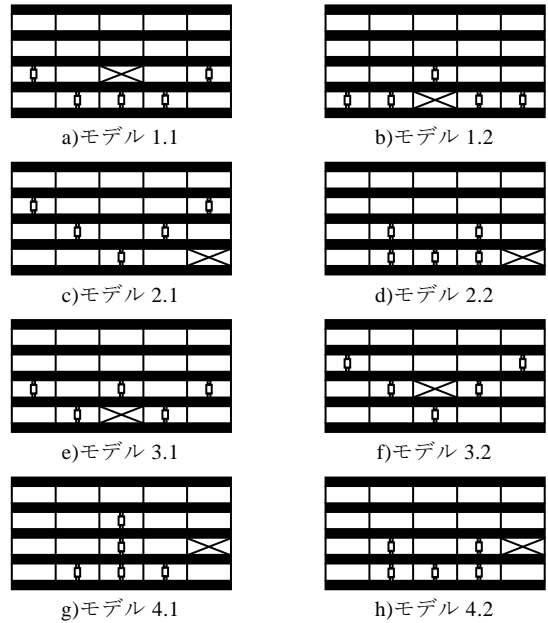
図 6 比較するモデル図

表 1 固有周期，減衰定数，減衰率

測定	固有周期(sec)	減衰定数(%)	減衰率(%)
最適配置	0.070	4.3	194
モデル 1	0.070	3.9	178
モデル 2	0.070	3.8	178

5.2 実験模型に壁を配置した振動実験

実験模型に壁を配置した場合の計測を行う。5.1 節と同様に解析によって得られたモデルの優位性を検証する。比較するモデルの一部を図 6 の a)~h)に示し，それぞれのモデルから得られた固有周期，減衰定数の一部を表 2 に示す。



a)モデル 1.1

b)モデル 1.2

c)モデル 2.1

d)モデル 2.2

e)モデル 3.1

f)モデル 3.2

g)モデル 4.1

h)モデル 4.2

図 7 比較するモデル図

表 2 固有周期，減衰定数，減衰率

モデル	測定	固有周期(sec)	減衰定数(%)
壁モデル 1	最適配置	0.056	4.4
	モデル 1.1	0.057	3.5
	モデル 1.2	0.058	3.0
壁モデル 2	最適配置	0.058	4.2
	モデル 2.1	0.059	4.0
	モデル 2.2	0.059	3.6
壁モデル 3	最適配置	0.059	4.8
	モデル 3.1	0.060	4.0
	モデル 3.2	0.061	4.0
壁モデル 4	最適配置	0.060	4.8
	モデル 4.1	0.061	4.6
	モデル 4.2	0.061	4.4

7. 実測結果

表 1, 表 2 からわかるようにグラウンドストラクチャ法で求められた最適配置が最も減衰が大きくなった。また，壁配置模型の他のすべてのモデルに関しても同様な結果が得られた。

8. 結論

本研究では，グラウンドストラクチャ法によって得られたダンパーの最適配置の有効性を検証するために 4 層 5 スパンの実験模型を作製した。そしてその模型を対象とした振動計測を行い，固有周期と減衰定数を求めた。その結果，4 層 5 スパンのモデルに対しては本方法によって得られた配置が有効に機能することが確認できた。また，壁を配置することにより不均等な剛性分布の建物に関しても有効に機能しているということも確認できた。