## 2層構造モデルの同定

日本大学大学院 学生会員 〇大澤 祐太郎 日本大学理工学部 正会員 塩尻 弘雄

1. 目的

本研究では振動制御の基盤技術の開発を目指して 4層構造物の簡易な力学的モデルを製作し,系の各 種同定実験により振動特性を検証し,固有振動数か ら構造物の同定を行う.

2. 実験モデル

対象とするモデルは図-1に示すように高さ600mm, 床部合計重量 1.36kg,床の寸法は 217×144×8.3mm, 板バネの厚さ 2mm である.

磁気ダンパーは、図-2 に示すように高さ 145mm, 幅 120mm,奥行 116mm,上部重量 0.543kg,下部重量 0.926kg である.



## 3. 実験方法

測定には、電圧で計測する加速度計・レーザー変 位計とハイスピードカメラによる動画解析の3種類 を用いた.静的試験冶具により板バネの静的剛性*k* を求め、モデルにインパルス振動を与えることで減 衰係数を算出する.その後、2層目に磁気ダンパー を取り付け、同様に減衰係数を算出し、減衰係数を 比較する.

4. 静的載荷実験

実験模型は、図・2 のように各バネにのみ荷重が載 荷するように設置し、荷重をかけ、荷重と変位を測 定し、最小2乗法で剛性*k*を求めた.求めた剛性を 表-1に示す.

k <sub>1</sub>	7.99	N/mm
k <sub>2</sub>	7.20	N/mm

5. インパルス実験

特性を把握するために、全ての振動モードが出や すい2層目の床部にインパルス振動を与え、加速度 を加速度計、変位をレーザー変位計とハイスピード カメラで計測した.





a)加速度計

b)レーザー変位計 c)ハイスピードカメラ
図-4 計測機器

(1)実験結果

ダンパー有り,ダンパー無しそれぞれのインパル ス応答をフーリエ変換して図-5,6 に示す.表-2 に フーリエ振幅のピークの位置から求めた固有振動数 を示す.ダンパー有の加速度波形より求めた固有振 動数と,ダンパー無の加速度波形より求めた固有振 動数が一致している.







図-6 加速度応答フーリエスペクトル(ダンパー有)

連絡先 : 〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部 TEL:03-3259-0876

表-2 各モードの固有振動数

エード	、 固有振動数(Hz)	
r	ダンパー無	ダンパー有
1	6.05	6.06
2	15.58	15.60

インパルス加速度から得られた各波形に対し,各 固有振動数付近にバンド幅 5.0Hz のバンドパスフィ ルターを用いて単一モード成分を抜き出し,1自由 度系の減衰振動とみなして,減衰定数,固有振動数 を求める.減衰振動の式は, $\alpha$ 振幅,h減衰定数, $\omega_0$ 固有角振動数, $\phi$ 位相として

$$y = \alpha e^{-h\omega_0(t_n - t_{n-1})} \cos\left(\sqrt{1 - h^2} \,\overline{\sigma}_0 t - \phi\right)$$

である.目視により固有振動数,減衰値を読み取り, 次に上式による非線形最小2乗法を適用して*h*, *ω*<sub>0</sub>, f を求めた.その結果を図-7,8及び,表-3,4,5, 6に示す.





図-8 観測値と同定値からの計算値の比較(ダンパー有)

表-3 モード減衰 (ダンパー無)

モード	加速度	変位(変位計)	変位(画像処理)
1	0.0025	0.0024	0.0024
2	0.0038	0.0032	0.0031

表-4 モード減衰 (ダンパー有)

モード	加速度	変位(変位計)	変位(画像処理)
1	0.0153	0.0139	0.0142
2	0.0471	0.0488	0.0470

表-5 固有振動数(ダンパー無)

モード	加速度	変位(変位計)	変位(画像処理)
1	6.05	6.07	6.07
2	15.55	15.54	15.54

表-6 固有振動数 (ダンパー有)

モード	加速度	変位(変位計)	変位(画像処理)
1	6.09	6.10	6.11
2	15.60	15.51	15.49

より信頼できる結果が得られたと考えられる.

## 6. 部材の同定

実験の固有振動数,減衰定数をもとに,部材特性の 同定を行った.固有振動数,減衰定数の計算値と計測 値が一致するよう,初期値及び,計測値と計算値の差 に対して重みを付けて非線形最小2乗法を適用して 各部材剛性,固有振動数,モード減衰を同定した.加 速度からの同定値の比較結果を表-7,8,9に,各セン サーからの同定値の比較結果を表-10,11に示す.

表-7 剛性(N/mm)

バナ	ダンハ	─無	ダンハ	《一有
ハイ	計測値	同定値からの計算値	計測値	同定値からの計算値
1	7.99	8.04	7.99	7.98
2	7 20	7.66	7 20	7 32

表-8 固有振動数(Hz)

т_Ľ	ダンハ	《一無	ダンハ	《一有
r	観測値	同定値からの計算値	観測値	同定値からの計算値
1	6.05	6.06	6.06	6.05
2	15.58	15.55	15.60	15.58

表-9 モード減衰

<b>τ</b> 1°	ダンパー無		ダンパー有	
τ-r	計測値	同定値からの計算値	計測値	同定値からの計算値
1	0.0025	0.0018	0.0153	0.0135
2	0.0038	0.0036	0.0471	0.0474

表-10 剛性の比較(ダンパー有 N/mm)

モード	加速度	変位(変位計)	変位(画像処理)
1	7.98	7.96	8.00
2	7.32	7.30	7.20

表-11 モード減衰の比較(ダンパー有 N/mm)

モード	加速度	変位(変位計)	変位(画像処理)
1	0.0135	0.0140	0.0136
2	0.0474	0.0477	0.0479

計測された剛性とダンパー有とダンパー無で同定 した剛性にやや差が認められるが,固定条件がやや異 なったためと考えられる.各センサーによる計測値か らの同定値はほぼ一致した.

7.まとめ

模型実験により、構造同定法の検討を行った.剛性 については、静的載荷実験を行い計測した値とインパ ルス実験による自由振動計測結果から同定した値に やや差が認められたが、観測された固有振動数・減衰 Cと同定値を用いて求めた計算値がほぼ一致し良好 に同定できたことが確認された.また、各センサーか らの同定値はほぼ一致した.