有限要素法を用いた動吸振器による多自由度の制振解析 Vibration Control Analysis of Multiple Degrees of Freedom with Dynamic Vibration Absorber Using the Finite Element Method

○邢建明.(特許機器)

Jianming XING, Tokkyokiki Corporation

Vibration control analysis of multiple degrees of freedom was carried out with dynamic vibration absorber using the finite element method.

We have already obtained the good results using this method for controlling vibration of multiple degrees of freedom. In this study, we use a table with vertical axis of 4 spot fix, with dynamic vibration absorber (DVA). The 1st 2nd 3rd mode of vibration of the table is controlled by a Tuned Mass Damper (TMD). In this paper, some analysis results of the system are shown to verify the vibration control performance.

Key Words: Vibration Control, Finite Element Method, Tuned Mass Damper, Dynamic Vibration Absorber

1.はじめに

近年、強風、小地震における高速道路、超高層ビルなど上下振動、地盤に支持される機械基礎の上下あるいわ水平振動の問題が起きていて、振動性能に対する技術的な実施精度の目的で各種制振装置が設置されている。この問題を解決する有効な手段として、パッシブ・マスダンパ制振装置(略称TMD: Tuned Mass Damper)と呼ばれる。

本研究では床底面を垂直に4ヶ所固定し、振動制振のため3つのパッシブ・マスダンパ制振装置を用いた、鉄床構造物の1次から3次まで振動モードを制振する。この制振手法が多自由度構造物の振動制振に有効であることをシミュレーションから検証する。

2.構造物の解析モデルと制振方法

本研究では床構造物の上下振動等で代表される床振動モデルに付加振動体が連成する動吸振器モデルをFig.2-1に示す。床の長さ10(m)、幅10(m)、厚さ0.15(m)。この床構造物の上下モードの振動をTMDで制振する。これらの制振装置の取付位置は、制振対象とする振動モ

ードにおいて最大振幅の生じる位置とした。

図 2-1

3.構造物の振動特性

この構造物を有限要素法解析し、得られた床の振動モード形と固有値をTable.1に示す。ここで、固有振動数比 $r_i^2 = (k_i/m_i)/(K/M)$, 減衰係数 $\zeta_i = c_i/(2(k_i m_i)^{1/2})$, 静たわみ $X = F/K$, 質量比 $\mu_i = m_i/M$, 強制振動数比 $\lambda = \omega/(K/M)^{1/2}$,

$$M \ddot{x}_1 = -Kx_1 - C\dot{x}_1 + k_i(x_i - x_1) + c_i(\dot{x}_i - \dot{x}_1) + f \quad (1)$$

$$m_i \ddot{x}_i = -k_i(x_i - x_1) - c_i(\dot{x}_i - \dot{x}_1) \quad (2)$$

最適同調 $\gamma = \mu / (1 + \mu)$, 最適減衰 $h = [3\mu / \{8(1 + \mu)^3\}]^{0.5}$
 ($i=1, 2, 3$), 以上の関係式と各質点の運動方程式を用いて
 計算された Table.2 と Fig. 3-1~3 には, コンプライアンス、
 位相、時間波形の計算結果を示している。

Fig.3-1 Compliance Response

Fig.3-2 Phase

	鉛直モード	固有値(Hz)
床	1	2.719
	2	6.138
	3	6.138

Table.1

Fig.3-3 Time Response

	質量比	鉛直モード	固有値(Hz)
床+TMD	$\mu = 0.05$	1	2.38
		2	3.11
		3	4.95
		4	7.19
	$\mu = 0.1$	1	2.18
		2	3.04
		3	4.42
		4	7.33

Table.2

4. 結論

今回は, 多自由度の弾性構造物の振動モードに対して
 制振装置を同時に働かせて振動解析を行った。良好な効
 果がシミュレーションより, 構造物の1次から3次まで
 振動モードがよく抑制されていることがわかる。今後は,
 実物による制振効果を検討してみる。

参考文献

- 1) 背戸, 山下: “動吸振器による多自由度系の制振法”, 日本機械学会論文集 C 篇, 52-484, pp.3184-3190, (1986)
- 2) 長松: モード解析, 培風館, (1985)