

V-26 二本吊り法による制振材料の振動測定法

北海道工業大学 工学部

正員 間山 正一

〃 〃

〃 ◎加賀 卓

日本電気(株)資源環境技術研究所

藤本 淳

日本電気環境エンジニアリング(株)

中沢 義範

北海道工業大学 工学部

学生員 桑原 哲也

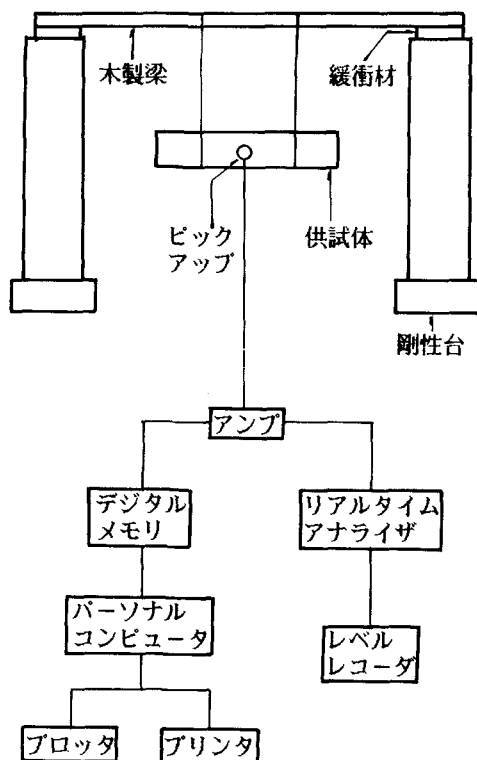
1. 概 説

土木材料の分野において、力学的性状の改良を目的とした複合材料の研究が盛んであるが、最近、さらに他の複合的機能をめざした機能性材料の開発、新素材の開発¹⁾が渴望されている。制振材料の開発も、快適アムニティをめざした都市の環境問題²⁾は言うにおよばず、構造物の耐振設計、疲労問題等への対処、道路の耐震設計等の観点から求められているもので、種々の新材料が発表されている³⁾。

本研究はこれ等の振動性状の評価方法の1つであるいわゆる二本吊りの方法^{4), 5)}について紹介するものであり、とくにその実験方法を中心に論じたい。

2. 実験機器

図-1は二本吊りの方法によって、材料の振動測定をする際に用いる実験機器をブロックダイアグラムにして示したものであり、実記録から解析する方法とパーソナルコンピュータを用いた解析方法の2つがある。表-1は前者の方法をとった場合に使用する供試体保持台、ピックアップ、精密振動計、周波数分析器(リアルタイム・スペクトル・アナライザ)、記録計(レベルレコーダ)の型式(リオン社製)をまとめたものである。



3. 実験方法

1) 各測定機器の接続

測定機器は図-1のブロックダイアグラムに示したように、振動計、周波数分析器、記録計の順に測定しやすい場所に設置する。

2) 供試体の設置方法

減衰振動の測定装置を設置する場所は、周囲の振動(暗振動)が無い場所が良いが、人間が感知しなくとも、相当の暗振動がある。この暗振動の供試体への伝播を防止するため、本研究においては、除振台として重量の大きいフェライト入りセメントコンクリート(重量の大きいという点では鉄製台でも良いと思われる)を用い、さらに、ウレタンシートを台上下に使用し、その上に木製の梁を置

図-1 振動測定のプロックダイアグラム

いた。

供試体は全長 l の両端から、 $l \times 0.224$ の距離の点を糸で吊る。この $l \times 0.224$ の点は供試体の両端の片端に振動を加えたとき、1次モードの振動を発生させやすい点であり小さな加振変位であれば、この点の変位は理論的に0になる。

ピックアップは両面テープを用い、供試体の中心に接着固定する。

3) 加振方法

測定にあたって、供試体に1次モードを発生させる加振方法を種々、検討したが、供試体の左右の端を手で軽く打撃する方法が、最も精度が良く、かつ、くりかえし性にすぐれていたため、本測定ではこの方法を用いた。これは1次モードを発生させるように供試体を吊下げた場合、最も変位の大きい部分を加振することがその位置に1次モードを発生させやすいためである。

変位の大きい部分として両端と中心と3点があげられる。しかし中心を打った場合、直接、打撃時の衝撃がピックアップに伝わるため好ましくなかった。また、打撃用の棒として、エポキシ樹脂の棒を用いた。

減衰振動における対数減衰率には加振力は影響せず、理論的には定数となる。したがって加振時の打撃の強さは供試体の剛性ならびに測定器のセッティング条件によって異なる。すなわち、セメントのように剛性の高い混合物では複数モードが発生したり、ノイズが発生するため、軽い打撃で振動を発生させ、計測器側の応答感度をあげて測定できるセッティングにするのが好ましい。

アスファルトやゴムのような剛性の低い混合物では逆に小さな打撃では減衰が早く、測定できないことがある。このような時は、徐々に打撃力を強めてゆき、測定器のセッティングと調整しながら打撃力を決める。

4) 測定方法

振動測定をするための各機器の接続、校正を行なった後の材料の減衰振動の測定方法を図-2にフローチャートで示す。

表-1 振動測定機器一覧表

測定機器	型 式	備 考
ピックアップ	PV-90	せん断圧電型
精密振動計	NA-40	2チャンネル
レベルレコーダ	LR-04	自動平衡方式
周波数分析器	SA-80	8ビット

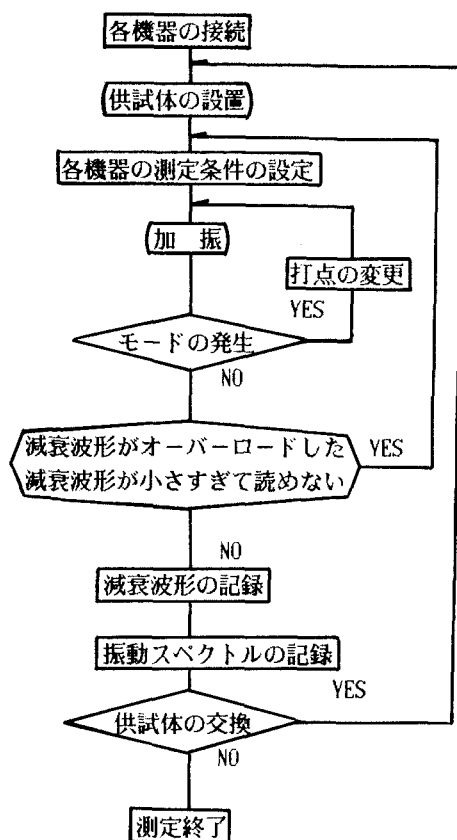


図-2 振動測定の手順

4. 解析方法

対数減衰率は二本吊りの方法による材料の減衰曲線（図-3）から得られる半周期ごとの振幅 a_0 、 a_1 、 a_2 、 $\dots$ 、 a_n の n 個のデータをもとに解析する。

すなわち、

$$a_0/a_1 = a_1/a_2 = a_2/a_3 = \dots$$

$$= e^{\mu T/2} = \text{一定}$$

$$\text{ただし、} T = 2\pi / \omega_0^2 - \mu^2$$

この一定比、 $e^{\mu T/2}$ を減衰比と言い、さらにこれの対数 $\mu T/2$ を対数減衰率、 δ 、と言う。

実際に計算をする場合には数個のデータの平均値を使うことから、次式に従う。

$$\delta = 1/N \sum \log(a_n/a_{n+1})$$

次に、共振周波数、 f_0 は、表-1 に示した周波数分析器（リアルタイム・スペクトル・アナライザ）を用いて、二本吊りの方法から得られる振動波形のスペクトル解析から直読、あるいは記録される（図-4）。

共振時弾性率（動的弾性率）、 E_f は f_0 から次式によって計算される。

$$E_f = 9.464 \times 10^{-3} \times \rho \times f_0^2 \times l^4 / h^2$$

ここで、

ρ : 密度 (g/cm^3)

l : 供試体の長さ (m)

h : 供試体の厚さ (m)

である。

5. 振動性状の一例

2～4 に詳しく説明した二本吊りの方法によって検討した制振材料の振動測定結果の一例として、 δ と温度の関係を図-5 に、 E_f と温度の関係を図-6 に示す。測定した材料は、主剤（エポキシ樹脂）と硬化剤（アスファルトと硬化剤のブレンド）の重量配合割合が15.6：84.4のエポキシアスファルトと副産物フェライトの混合からなるフェライトエポキシアスファルトである。養生条件は120℃、6時間である。

温度に依存する δ と E_f の振動性状については説明を要しまい。

6. 結 論

本研究で明らかにした事項を以下に列記する。

1) 振動性状を解明する方法の一つである二本吊りの方法について、機器の説明、接続、実験の留意点等について詳しく説明した。

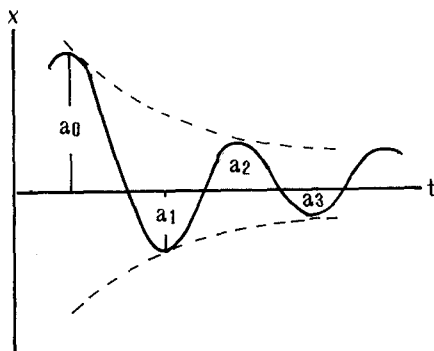


図-3 減衰曲線の概念図

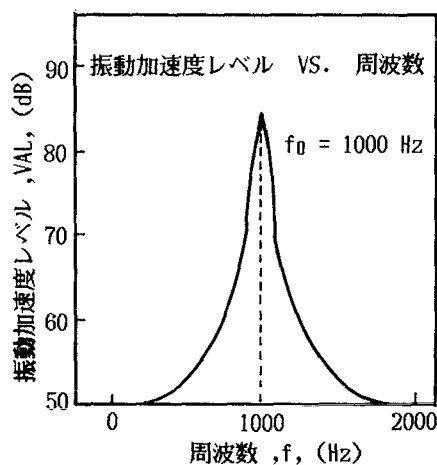


図-4 スペクトル解析の概念図

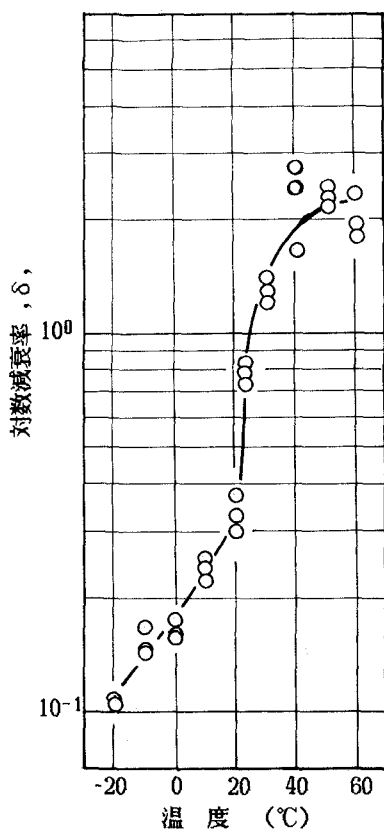


図-5 制振材料の対数減衰率と温度の関係

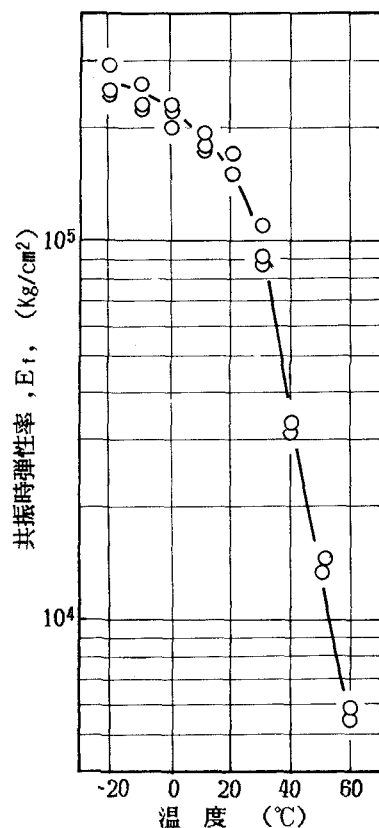


図-6 制振材料の共振時弾性率と温度の関係

2) 対数減衰率、共振周波数および共振時弾性率について説明し、フェライトエポキシスファルトに関する振動性状の測定例を示した。

7. 後 記

本研究を行なうにあたって、日本電気環境エンジニアリング（株）の辻俊郎社長、日本電気（株）資源環境技術研究所の菅野出研究所長を初め、多くの方々に御助言と御指導をいただいた。ここに、厚く謝意を表したい。なお、本研究は北海道工業大学工学部間山研究室で行なわれたものである。

参考文献

- 1) 蒔田実：新素材，土木学会誌，Vol.71，1986-5月号，pp.39-41，1986.
- 2) 土木学会誌編集委員会：土木と環境，土木学会誌，Vol.71，1986-9月号，pp.2-53，1986.
- 3) 山際和久：制振材料，日経メカニカル，pp.129-136，1983.
- 4) 中川鶴太郎・神戸博太郎共著：レオロジー，みすず書房，pp.214-220，1967.
- 5) 五十嵐寿一編集：音響と振動，共立出版（株），pp.370-371，1981.