

# 低弾性材料の複素弾性率の測定方法について

○ 山口道征  
(ブリヂストン)

齊藤和吉  
(日本特殊塗料)

Measurement Method of Complex Modulus about Low Elastic Material

Yamaguchi Michiyuki  
(Bridgestone)

Saitoh Kazuyoshi  
(Nihon Tokushu-toryo)

高分子材料の粘弾性特性は基礎物性値として重要であるが、弾性率の低い材料についてはその測定において高い弾性率の材料に比べて困難な面が多い。そこで本報告では低弾性高分子材料の複素弾性率の測定について測定方法共通化のための合理的な方法を見いだす目的から直接法と間接法で実際に測定を行いそれらデータ間の比較を行った。

Key Words : 低弾性材料、貯蔵弾性率、損失弾性率、ノモグラム

## 1. はじめに

最近、低弾性高分子材料が建築・土木分野で制振・震用途に使われることが多くなってきた。本研究会の建築WGにおいても本定例会で発表されているように床衝撃音の低減の目的で拘束型の間接材として使われており制振効果を発揮している。このような材料を効果的に用いるためには設計、予測を的確に行うことが肝要であり材料自体の粘弾性特性を正確に測定する必要がある。そこでここでは建築WGの実験に使用した材料(IIR系)を用い、その粘弾性挙動を3種類の 방법으로測定し、それらのデータに基づき測定方法相互間の互換性について検討を行ったのでその結果について報告する。

た。温度条件は25℃から10℃間隔で85℃までとした。なお測定時の試料の変位量は8~125Hzで30μm, 500Hzで20μm, 1kHzで6~7μm程度である。

## 2. 測定方法

### 2.1. 直接法

図1に示したように2mm厚の試料を固定治具にセットし8, 16, 31.5, 63, 125, 500, 1kHzの正弦波強制振動をせん断方向に加え応力と歪みの関係からせん断弾性率を求め

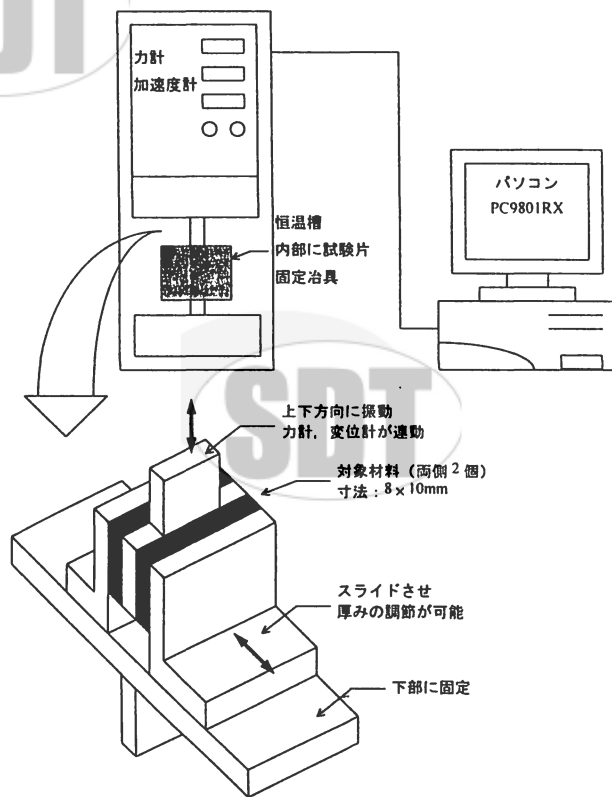


図1 直接法による計測状況

## 平板振動におけるカオスとダンピングの関連について

○ 武捨貴昭\*, 永田安彦\*  
(\*防衛庁技術研究本部)

### Relationship between chaotic flexural vibration and damping for the semi-infinite beam

Takaaki Musha, Yasuhiko Nagata,  
(TRDI, Japan Defense Agency)

Chaotic vibration analysis for the semi-infinite beam with damping is conducted by using the computer simulation method. The simulation result show that chaotic vibration can be induced for the beam with low damping under strong external excitation.

*Key Words:* Chaos, Semi-infinite beam, Flexural vibration

#### 1. はじめに

従来、弾性体の力学的挙動は線形的な微分方程式の範囲内で考察されてきたため、その変位が微小な場合に限定されていた。しかし柔構造物のように変形が大きい場合はその取扱いは非線形となり、この場合複雑な各種の非線形共振応答が発生し、非線形現象の特徴であるカオスの挙動が発生する可能性がある。アーチやシェルで発生する動的飛び移り座屈現象では簡単な力学モデルによりカオスの発生機構が解明されていたが<sup>(1)</sup>、粘弾性を懸垂状細長シートのカオス振動実験<sup>(2)</sup>のほかはカオス現象の発生機構は解明されていない状況であった。このため筆者らは、粘弾性を有する梁の大変形の場合を表す微分方程式を求め、ダンピング係数を変化させて数値シミュレーシ

ョンを行い、カオス解析の手法により発生条件の解明を試みた。

#### 2. 半無限梁の振動の非線形微分方程式

半無限梁の一端が加振されている場合の梁のたわみ振動を考える。

梁の加振力を  $F(x,t)$  で表すと、一般に梁のたわみ振動はフォークト・モデルによる次式のような偏微分方程式で表される<sup>(3)</sup>。

$$\rho h \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \frac{d^2}{dx^2} M = F(x,t) \quad (1)$$

なお、 $\rho$  は梁の密度、 $h$  は梁の厚さ、 $y$  は振動の垂直変位、 $F$  は加振力、 $M$  は梁に発生するモーメントの大きさである。

このとき振動する板の曲げモーメント

## 振動関係英文論文における研究動向

- キーワードによるShock and Vibration Digestの分析 -

○坂場 晃三  
(特許機器)石川正臣  
(松下インターテクノ)The Trends of English Papers for Vibration  
--Analysis of Shock and Vibration Digest with Key Words--Kohzo Sakaba  
(Tokkyo Kiki)Masaomi Ishikawa  
(Matsusita Intertechno)

文献調査分科会では、情報収集の一つとして Shock and Vibration Digestを購読している。最近の研究動向を調査するため1997年(Vol.29 No.1-6)および1998年(Vol.30 No.1-5)を対象として、キーワードによる分析を行なった。分類別では理論解析、機械要素、振動現象、デバイス等が多い。ダンピングについては1997年は12位であったが、1998年には10位となった。

Key Words : 振動研究動向、キーワード、研究分野

## 1. はじめに

文献調査分科会では、文献情報収集の一つとして、Shock and Vibration Digest (隔月発行)を購読している。1997年1月~11月発行(Vol.29 No.1~6)および1998年1月~9月発行(Vol.30 No.1~5)について、キーワードによる分析を試みた。目的は、どの分野についての論文が多く発表されているかを調べ、世界の振動研究動向を把握することにある。

論文数は1997年が1676編、1998年は1477編であるが、キーワード数は1997年が8292語、1998年は7161語である。これは論文1編当たりのキーワード数が4.9語であることを示している。

## 2. 振動関係英文論文全体 (Tab.1)

全体の状況をTab.1に示す。表中の傾向は論文数の増減を示す。±まではほぼ同じとして⇒で示している。ただし1997年は1年間の論文数、1998年は10か月間の論文数であるか

ら、⇒は↑に、↓のものの一部も⇒または↑に転ずる可能性がある。1998年を1.2倍して考えると、全体の論文数は増加していると見ることができる。

論文であるから理論解析が多いのは当然であるが、振動現象も多い。ダンピングは12位から10位に上り、特に音響は14位から7位と論文数が増加している。米国の論文が多いので航空・宇宙・兵器が多いと考えられたが、実態はそれほどでもない。

次に、当研究会で特に関心が持たれているダンピング、音響、輸送機器(除航空・宇宙・兵器)および土木・建築関係について見てみることにする。

## 3. ダンピング (Tab.2)

Tab.2にダンピング関係論文を示す。本来デバイスに入れるべきアブソーバ、ダンバおよびスナッパ等もここへ入れている。ダンピングのキーワードが多いのは当然であるが、

## 制振材の上手な使い方に関する一指針

- 振動緩和に対する制振と剛性の寄与について -

○ 新田隆行 出口幸至  
(日本特殊塗料(株))

A guideline for the effective usage of damping materials  
- Contribution of damping and stiffness to reduce vibration -

Takayuki Nitta Kouji Deguchi  
(NIPPON TOKUSHU TORYO CO., LTD.)

制振材料は、“0 berst Bar”データを基に制振対象物の温度と制振効果の温度特性が一致するように選択されてきたが、振動緩和効果は制振材の粘弾性物性と制振対象物の構造因子に支配されるため、制振材の選択は容易ではない。本報では、振動緩和効果を制振寄与と剛性寄与別に分離し、その温度特性から自動車のフロアパネルを対象にした制振材選択の一指針を報告する。

Key Words: 損失係数, 剛性, 拘束型制振材, 非拘束型制振材, 振動緩和効果

## 1 まえがき

制振材の性能評価には、“0 berst Bar”データがよく利用される。これは制振材料間の性能比較においては十分な情報量であるが、制振材の選択を目的とした利用においては、制振材を積層したパネルの振動緩和効果は制振材の粘弾性物性と制振対象物の形状、構造減衰とか剛性に支配されるため、0 berst Barデータに併せて、制振対象物に関する情報が必要になる。

本報では、拘束型制振材と非拘束型制振材の振動緩和効果について、

- ①制振材の積層する前・後におけるパネル振動のレベル差(振動緩和効果)を目的関数に取って、振動緩和効果を制振効果・剛性効果・質量効果別に分離し、
- ②パネルの内部減衰を媒介変数に、振動緩和効果に対する制振と剛性の温度特性から、乗用車のフロアパネルを想定した制振材選定の一指針を提案する。

## 2 実験装置および方法

長辺 600mm × 短辺 500mm の SPCC-SD 製矩形パネルの外周を 40mm 幅の鋼製箱形フレームに固定した試験装置(RTC-N)を恒温層内に設置し、矩形パネル中心をインパルスハンマーで加振した時の加振点近傍の周波数応答特性を 10℃毎に 20℃～60℃の温度域で測定し、1次モードに対するモード質量、モード剛性とモード損失を求めた。なお、車のフロアパネルはビードとか曲率によって、同板厚の平板より剛性は高くなるため、実験にはフロアパネルの等価剛性パネルとして

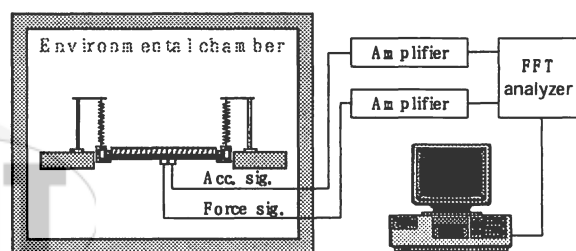


Fig.1 Measurement setup for the vibration test: RTC-N

1.6mm の SPCC-SD 平板を使用した。

Fig.1 に、試験装置“RTC-N”の概要を示す。

また、乗用車のフロアパネルはスポット溶接で接合され、パネル同士の接触による摩擦損失とか、パネルとパッド材や内装部品との摩擦損失による減衰が存在するため、フロアパネルの等価粘性減衰は鋼板単体に比べてかなり大きな値になる。パッド材の無いフロアパネルの損失係数は 0.02-0.10 程度、パッド材とカーベットを装着した状態のフロアパネルの損失係数は 0.08-0.14 になる。

## 3 実験結果

## 3.1 制振材積層パネルの振動緩和効果

Fig.2 に、RTC-N プレート I ( $h=0.003$ ) に拘束型制振材の施工前・後における周波数応答特性とそのフィットデータを示す。同様に、Fig.3 には RTC-N プレート II ( $h=0.040$ ) に、拘束型制振材を施工する前・後における周波数応答特性とそのフィットデータを示す。

Fig.2, Fig.3 から、振動緩和効果は制振対象物の損失係数に強く依存していることが分かる。

## 鋼橋から発生する構造物音の予測

○ 織田 光秋  
(川崎重工)

矢野 弘  
(川崎重工)

山本 晃久  
(川崎重工)

Prediction of Structure Borne Noise generated from a Steel Bridge

○ Mitsuaki Oda

Hiroshi Yano

Akihisa Yamamoto

(Kawasaki Heavy Industries, LTD.)

鋼橋上を電車が走行する時には、レール部で発生した振動が橋桁に伝わり、桁を構成する鋼板が曲げ振動して、音となって放射される。本論文では、橋桁の振動を実測し、この結果を SEA 法による振動伝搬解析に用いて、鋼橋から発生する構造物音を推定した結果を述べる。また、鋼橋周辺の騒音実測値と上記で得られた構造物音から走行音のレベルも求めた。

Key Words : 鋼橋、構造物音、SEA法、曲げ振動

### 1. はじめに

鋼橋上を電車が走行するときには、電車自身から発生する走行音と橋梁自身から発生する構造物音の二つの騒音がある。このうち、走行音には、電車に搭載しているモータなどの機器から発生する音と車輪がレール上を転がることによって車輪、またはレールが振動して発生する転動音がある。一方、構造物音とは、レール部で発生した振動が枕木を介して橋桁に伝わり、桁を構成する鋼板が曲げ振動、あるいは縦振動して空気音として放射されるものである。これらの走行音と構造物音は、複合されて橋梁の上面あるいは下面から周辺に放射される。したがって、橋梁周辺で騒音レベルを計測しても構造物音と走行音の寄与度が不明で、どちらを主に対策すべきかがわからず、また、対策効果の精度よい推定ができない。

本報告では、開床式鋼製鉄道橋を防音対策するに先立って、電車が橋梁上を走行中に橋桁の振動加速度を実測し、この実測値を

SEA(Statistical Energy Analysis)法による振動伝搬解析に用いて、鋼橋各部から発生する構造物音を推定した結果を述べる。また、鋼橋周辺の騒音実測値と上記で得られた構造物音から走行音のレベルも算出した。

### 2. 対象橋梁の構造

対象とした橋梁は、支間長が約 138m の開床式ランガー桁鋼橋である。図 1 に概略構造を示すように、軌道の側方にある高さ約 2m の主構、歩廊、約 8.6m 毎に配された横桁、枕木を設置する縦桁から構成され、縦桁や横桁はステイフナーで補強されている。

### 3. 構造物音と走行音の推定法

#### 3.1 構造物音

構造物音は、図 2 に示すフローに従って、以下の手順で推定した。

- ① まず、鋼橋を電車が走行中に、橋桁の振動加速度を計測した。