

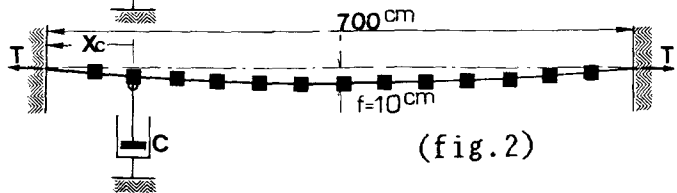
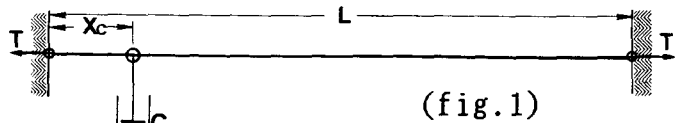
I-25

ケーブルのダンパーによる防振について

○東北工業大学 正員 高橋 龍夫

〃 〃 山田 俊次

斜張橋のケーブルや吊橋ハンガーの制振対策としてダンパーを用いる試みが提唱され、その効果が確実であることも認知されるようになった。これに伴い、関連研究の成果が数多く発表され、実橋にも応用されるようになりつつある。マルチケーブル形式の斜張橋では、ケーブルの制振のみならず橋全体の連成振動をもこのダンパーにより制御出来る場合もあり、注目されている。一般的には、ダンパーによるケーブルの制振効果の解析は(fig.1)に示されるようなモデルを多質点系に置換し複素固有値解析を行って推定している。最近では、東京大学の藤野等が多質点系に置換したケーブルについて、ダンパーの設置位置、粘性係数、ケーブルの張力および質量と制振効果について、



複素固有値計算を行い、

高次のモードまで適用される計算表 Universal Curve を提唱¹⁾している。川田工業の前田等もケーブル防振用ダンパーの最適粘性係数と減衰付加効果の推定式を計算結果から導いている²⁾。しかし、この種の複素固有値の解析には多大の計算時間とコストがかかると言われている。(fig.1)に示されるモデルであれば、多質点系に置換することなく、直接に次のような方程式

$$m \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + C \frac{\partial y}{\partial t} \delta(x - x_c) - T \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$D = \sinh \lambda + \frac{C}{[m T]^{1/2}} \sinh \alpha \lambda \cdot \sinh \lambda (1 - \alpha) = 0 \quad \dots (2)$$

$$\alpha = x_c / L$$

(1)から複素振動数方程式(2)を導き、これから解を得たほうが計算時間も少なく済むようであり、筆者等はこの方法を推奨したい。いずれにしても、何等かの方法で計算値は得られるが、実際にケーブルにダンパーを取付け(実橋、模型ともに)、防振効果を確かめた場合、定性的には前記の計算値と一致する傾向にあるが、定量的には一致しないこともあり、特に、ダンパーの取付け位置が端部に近い場合には実測値が計算値より小さくなる傾向にあると言われている。本研究は2種類の模型を作製し、実験的にケーブルのダンパーによる制振効果を把握し、計算値との比較検討をしながら、新たな解析モデルの提言を試みようとするものである。

(fig.2)は実験に使用した模型を示している。長さ700 cmのケーブルに24 kgと48 kgの2種類の重りをそれぞれ等分布载荷させた2つの模型を用いて実験を行った。オイルダンパーは出来るだけ速度比例型の抵抗が得られるようにピストン・シリンダー型とし、使用オイルは温度異動による粘度変化の少ないシリコンオイルを使用した。また、このオイルの特長は粘土の異なるオイルの調合により、任意の粘度を持つオイルの作成が比較的容易に出来る点にもある。

¹⁾藤野他、A Universal Curve for Modal Damping in Cables with Dashpot、年譜、No.45

²⁾前田他、ケーブル制振用ダンパーの粘性減衰係数設定に関する一考察、Pro. of JSCE、No.410

(fig.3), (fig.4)は0.034 kg, 0.068 kgの分布荷重を載荷した場合の実験値を示したもので

あり、縦軸に対数減衰率
(L, D)、横軸には無次
元化したパラメーター

($C/[mT]^{1/2}$)がとって
ある。ダンパーの取付け
位置は $x_c/L = 0.10,$

0.08, 0.06, 0.04, 0.02
の5種類である。これら

2つの実験値に共通な傾向

は、ダンパーの取付け位
置が端部より離れた場合

($x_c/L = 0.10 \sim 0.60$)で

は、それぞれ取付け

位置に対応して、対数減

衰率が最大になる、

すなわち、制振効果が最

大になるダンパーの粘性

係数(最適粘性係数)が存在

していることが解る。

しかし、取付け位置が端

部に近ずくと($x_c = 0.04,$

0.02)この傾向は顕著で

なくなっている。計算値で

は取付け位置に関係なく

同一の傾向、すなわち、

最適粘性係数の存在を明

確にしめしている。また、

数値的にも、 $x_c/L =$

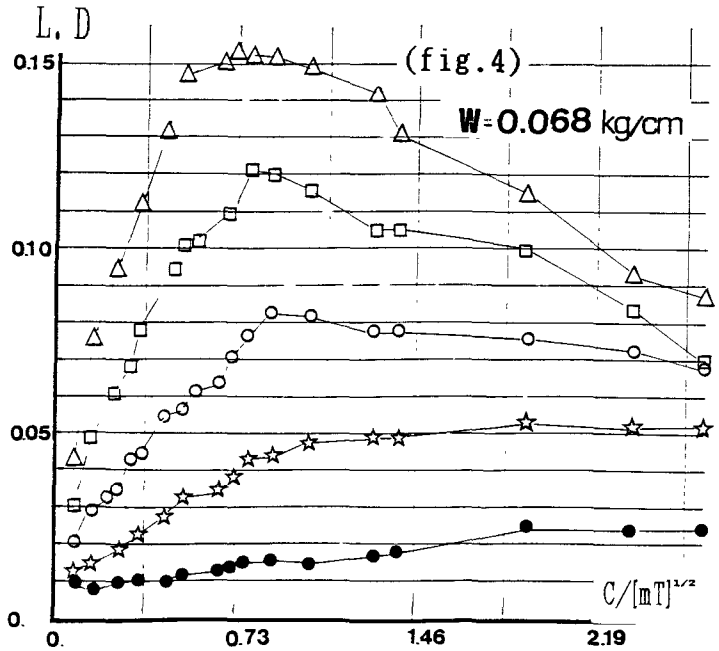
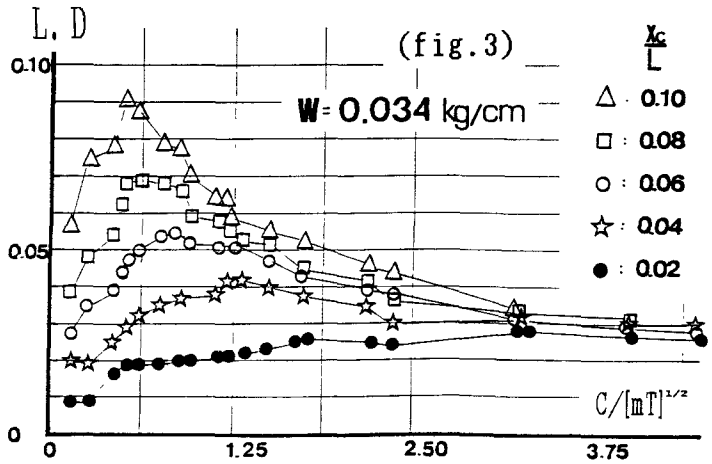
0.02 の場合、最大対数減

衰率の比較において、

実験値が 0.02~0.03 の

範囲に留まっている(分布

質量の大きさによっても差がある)が計算値は 0.06強 と大き目の結果となっ



質量の大きさによっても差がある)が計算値は 0.06強 と大き目の結果となっ

いる。実際の斜張橋のケーブルにおけるダンパーの取付け位置は $x_c/L < 0.04$ とい

われていることを考え合わせると、複素固有値解析を施したケーブルモデルと実橋の

ケーブルの場合とでは差があり過ぎるように思われる。考えられる一つの原因とし

ては、ダンパーによるケーブルの制振効果を計算する場合には、ケーブルの持つ曲

げ剛性(一般的にはケーブルの振動を扱う場合にはその影響が小さいとして考慮し

$$EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + m \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + C \frac{\partial y}{\partial t} \delta(x - x_c) - T \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0$$