

オイルダンパーを取り付けたケーブルの振動性状について

東北工業大学 正員 高橋 龍 夫

〇 松 山 正 将

シ 山 田 俊 次

1. まえがき

本文は、ケーブルの様に可撓性の大きな構造物に、粘性抵抗力(ここではオイルダンパー)が集中的に作用した場合の、振動性状について考察するものである。これまで、この種の基礎的資料として、比較的サグの小さな場合の低次のたわみ振動について、解析値と若干の実験値を示してきている。今回は、新たな粘性自由たわみ振動の実験値を主に、減衰効果、振動数の変化、振動形について報告するものである。

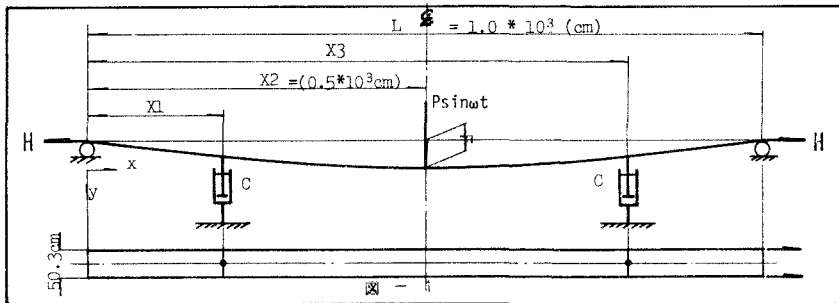
2. 実験と解析に用いた模型諸元と実験方法

2-1. 運動方程式

図-1に示す記号を用い、次なる仮定のもとにデルタ関数を使用して、方程式を導くと次式となる。

ケーブル形状は放物線とし、水平方向に等分布質量 m を扱うが、ケーブルの自重は無視する。振動振幅は数センチと考えると、振動たわみによる水平反りの増分も無視する。初期条件は、 $x=0, y(0,0)=0; \dot{x}=0, \dot{y}(0,0)=0$; 境界条件は、 $x=0, y(x,0)=0; x=L, y(x,0)=0$ である。

$$m \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} - H \frac{\partial^2 x}{\partial x^2} + C \frac{\partial y}{\partial t} \{ \delta(x-x_1) + \delta(x-x_2) \} = P \sin \omega t \delta(x-x_2)$$



2-2. 実験模型諸元と実験方法

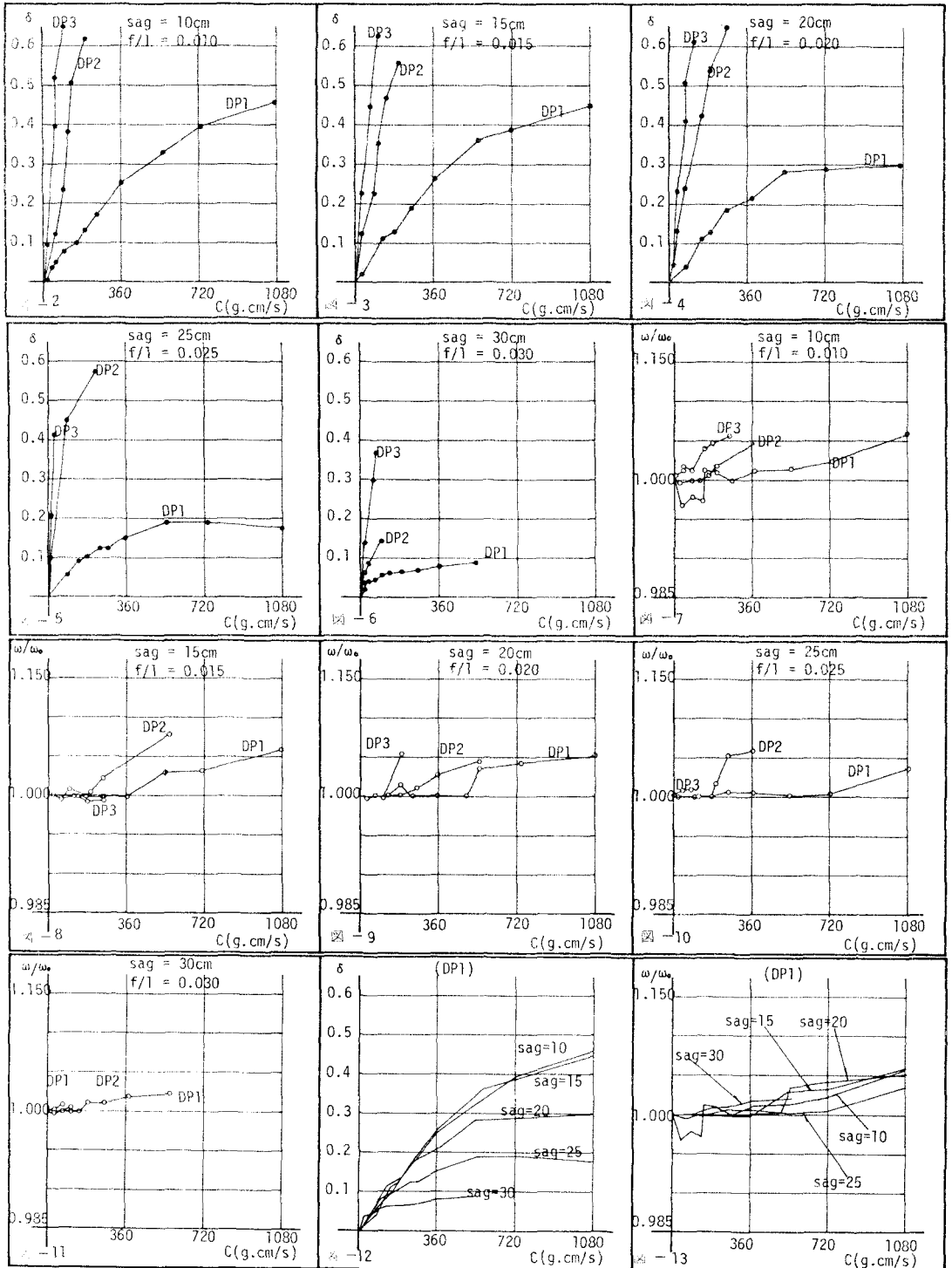
スパン $L = 1.0 \times 10^3$ (cm), 荷重 $P = 1.386 \times 10^1$ (kg/cm), $A_c = 1.36 \times 10^1$ (cm²), $E_c = 0.873 \times 10^6$ (kg/cm²), 平行ケーブル間隔 50.3 (cm); なお、サグの調整には、アロー部に取り付けたターネバックルで行う方法を採用している。対称に配置したダンパーは、ピストン式オイルダンパーであり、オイルにはシリコンオイルを使用した。この模型に対する初期振動は、人力で与え、充分過渡振動が減衰した後、測定に供している。

3. 実験結果及び考察

図-2～図-6は、ダンピング効果について、ケーブルのサグを一定とし、ダンパーポイント(DP1はスパン各点に対称に取り付けの場合で、以下同様に、DP2は $\frac{2}{5}$, DP3は $\frac{3}{5}$ 点を示す); ダンパーのダンピング係数を変化させた場合の結果を示しており、縦軸に対数減衰率、横軸にダンピング係数をとっている。図-7～図-11は、同じ場合の振動数変化を示したものである。縦軸は、測定したサグのダンパーを取り付けない場合の固有振動数との比をとっており、横軸は、ダンピング係数である。図-12は、DP1の場合について、サグ別に対数減衰率とダンピング係数との関係を示しており、図-13は、DP1のサグ別振動数比の関係を示したものである。

やはり、ケーブルの場合は、曲げ剛性を有する梁と比較して、粘性抵抗力が振動性状に与える影響は大きく、減衰率、振動数、振動形への変化は顕著に表われる。対数減衰率について言えば、当然のことながら、各サグにおいて、 $DP1 < DP2 < DP3$ という傾向を示し、ダンピング係数がこの範囲であるとき $DP1:DP2:DP3$

図 9.3.2.5 の傾向にある。振動数域については、各ヤグにおいてダンピング係数が大きくなると硬い傾向を示している。なお、鉄鋼の割合と、振動形式と能率生産性の比較については当日発表する予定である。



・本実験資料作成に協力した東北大学生 阿保宏行、石中康史、石田進孝、門前久晴の
 謝意と共に今回の研究に協力した。

参考文献 1) 小澤、平、橋本、藤原、山田、高橋、佐々木、山田
 2) 小澤、平、橋本、藤原、山田、高橋、佐々木、山田