

軸方向引張力を受ける梁の振動防止

東北工業大学 正 員 高橋 龍夫
東北工業大学 正 員 山田 俊次
東北工業大学大学院 学生員 〇千葉 博明

1. まえがき

近年、技術の進歩、材質の改良、計算手順の開発（大型コンピューターの導入）とともに、橋梁は長大化の傾向にあり、わが国においても本四連絡架橋や東京湾横断橋梁等がその実例である。

その一方で、さらに長大な橋梁の出現が望まれており、橋梁の長大化が進むにつれて新たに振動の防止という問題が上がってきた。これは、橋梁の構造形式が、剛構造から柔構造へと変遷していった結果、振動し易い構造になったためである。従って、長大橋梁の架設は、振動防止対策を抜きにしては不可能になっている。

本研究では、この様な状況をふまえて、橋梁の長大化を図る一つの方法として、梁構造物に軸方向の引張力 T を作用させ、実働の曲げ剛性 EI を増加させた状態（テンション構造）の一つの型を提案し、さらにこの構造に、最近確実に成果をあげているオイルダンパーを使用してその振動防止効果を実験と数値解析により検討したものである。

2. 実験方法

前述した目的に沿うように、図-1のような模型を制作した。模型の梁部は、長さ400cm、幅2cmの真ちゅう板を梯子状に結び一体として振動させるようにした。梁の部材の片方の端部には引張装置がついており、引張装置のナットを回すことにより、張力を変化させることができる。張力を変えたあとは両端固定梁になるように梁の両端部を鋼板で固定した。この模型は曲げ剛性 EI 、張力 T 、粘性抵抗係数 C 、ダンパー設置位置の4つのパラメーターを変化させることが出来、その変化のさせ方は次の通りである。

梁の曲げ剛性 EI は梁の部材として使用している真ちゅう板の厚さを2, 3, 5, 10, 15, 20mmと変えることにより、表-1に示すように変化させ、張力 T は張力の大きさを張力計を用いて計測し、引張装置により100kgf～1000kgfまで100kgfビッチで増加させた。粘性抵抗係数 C は粘土の異なるシリコンオイルを使用したオイルダンパーを使用し、ダンパーの設置位置は5箇所に変化させ、梁の端部からそれぞれ20cm, 40cm, 60cm, 80cm, 100cmの位置とした。

本実験では、この様に、梁の曲げ剛性 EI 、張力 T 、粘性抵抗係数 C 、ダンパー設置位置の4つを変化させながら一次の振動を起こして減衰自由振動波形を記録し、対数減衰率と振動数を求め、引張力を受ける両端固定梁の振動性状の究明と防振効果を確認めることを目的として行った。

3. 結果及び考察

① 振動数の変化

軸力と振動数の関係を検討すると、軸力が加わっていくとともに振動数も増えていく。弦として考えた場合の振動数（図-2）と実験値（図-3）を比較するとほぼ同じ値をとっている。これより、厚さが2～5mm程度の場合、曲げ剛性が小さく、引張力を加える事により振動数が弦の振動数と近づくことがわかる。実験模型の構造では、両端固定梁と弦の振動とが混合された性質を持つものと予想される。 EI を考慮した計算値の振動数（図-4）と実験値（図-3）を比較した場合、計算値の方が大きい値を示した。

② 制振効果

一定以上の大きな粘性係数を持つダンパーを設置した場合、その場所において一次の振動モードからダン

バーの取り付けたところで節になるようなモードの変化が見られ逆に減衰率が小さくなり、振動数が増えることも見られた。図-5は、粘性抵抗係数 C と曲げ剛性を固定して、軸力と対数減衰率との関係を表したもので、5箇所のダンパー設置位置による違いをプロットしたものである。図-5から見られることは軸力が大きくなると対数減衰率はある点でピークに達し、それから徐々に減少していくことが見られ、さらに、ダンパーの取付位置が梁の端部にいくにしたがって対数減衰率が小さくなることがわかる。また、曲げ剛性や粘性抵抗係数 C が変化してもこの傾向は変わらない。

図-1 模型図

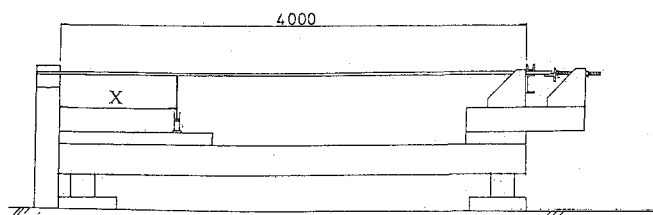


表-1 ($\text{kg} \cdot \text{cm}^2$)

$EI=2.667 \times 10^3$
$EI=9.000 \times 10^3$
$EI=4.167 \times 10^4$
$EI=3.333 \times 10^8$
$EI=1.125 \times 10^9$
$EI=2.667 \times 10^9$

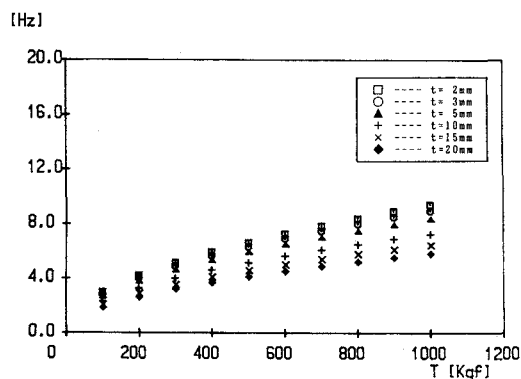


図-2 弦としての振動数（計算値）

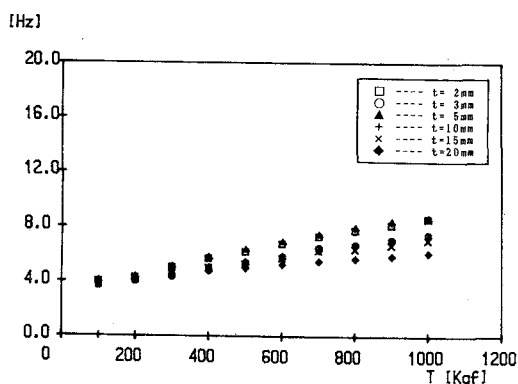


図-3 実験における振動数

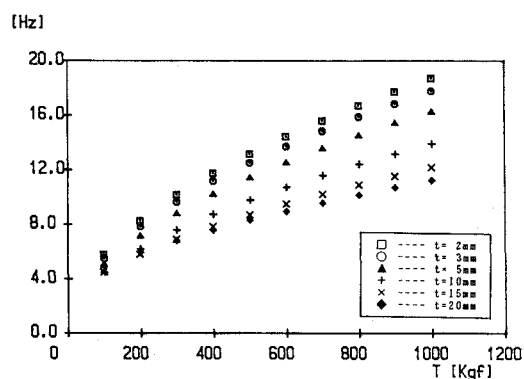


図-4 曲げ剛性 EI を考慮した振動数（計算値）

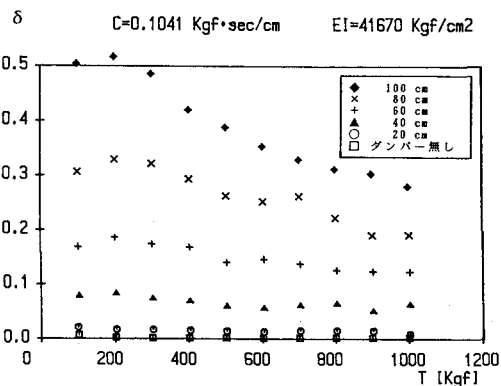


図-5 軸方向引張力と対数減衰率