

I-347

2点間に張られたワイヤーロープの伸び減衰

日本鋼管(株) 正会員 加納 勇

日本鋼管(株) 正会員 津村 直宜

1. はじめに

ワイヤーロープは、引張り構造部材として用いられることが多く、2点間に張られたロープのみかけの伸び剛性について、いくつかの論文が発表されている。^{1), 2)} それは、おもに斜張橋のケーブルの剛度推定を中心にして研究が進められた。一方、ワイヤーロープは、構造物の振動を抑えることを目的として張られることもあり、その場合、ロープには付加剛性と付加減衰が期待されるわけである。ところが、ロープの減衰については、減衰自身が不確定な性質をもつこと、あるいは減衰がそれほど大きくないことなどから剛性に対するほどの研究がなされていないようである。

筆者は、先に、2点間に張られたワイヤーロープの伸び減衰(みかけの減衰係数)の推定式を提案した。³⁾ その後、ワイヤーロープを張った2, 3の構造物の減衰を実測する機会があり、本提案式を適用して減衰係数の推定をし、両者の比較を行なったのでここに報告する。

2. 減衰係数の推定式

ワイヤーロープの伸び振動中に消費されるヒステリシスエネルギーをもとに、2点A, B間に張られたロープのみかけの減衰係数 C_c を以下のように導びいた。図.1参照。あらかじめ、微小ロープ要素が消費するヒステリシスエネルギーの特性を実験的に調査し、それを定式化する。これを、部材軸A B方向に片振幅 $\Delta\ell$ で振動させた時の1サイクル中に消費するロープ全体のヒステリシスエネルギー D_T へと解析的に展開させる。結果としてそれは、近似的にロープの材料実験係数 α を含んで式(1)のように表現できる。

一方、Voigtモデル(バネ定数 K_c , 減衰係数 C_c)が、1サイクル中に消費するエネルギーを D_s とすれば、それは式(3)で表わされるから、この D_s と先の D_T とを等価として、 C_c に関する式(4)を得ることになる。尚、詳細は文献3)を参照していただきたい。

$$D_T \doteq \alpha \frac{EA}{\ell} \lambda^2 \Delta\ell^2 \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{1}{1 + \frac{EA}{W_c} \frac{128}{3} n_f^3 \cos^5 \theta} \quad (2)$$

$$D_s = \pi C_c \omega \Delta\ell^2 \quad (3)$$

$$C_c = \frac{\alpha}{\omega\pi} \frac{EA}{\ell} \lambda^2 \quad (4)$$

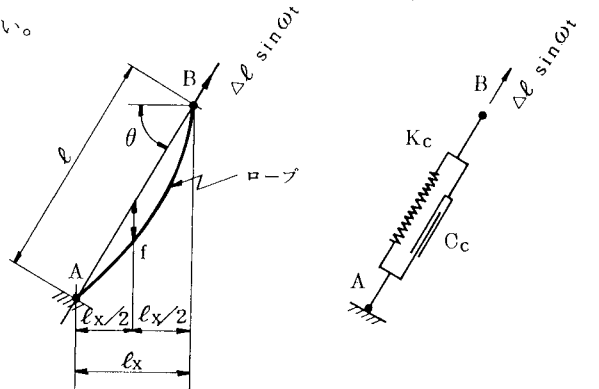
$$K_c = \frac{EA}{\ell} \lambda \quad (5)$$

ここで、実験係数 α は、以下のような値をとる。

$$(\log \alpha) \text{の平均値} = -1.66$$

$$(\log \alpha) \text{の標準偏差} = 0.49$$

過小評価をして、 $\alpha = 0.12$ 程度とする。



EA ロープのび剛さ kg

W_c ロープ全重量 kg

ℓ_0 ロープ無応力長 m

ω 加振振動数

n_f サグ比 $n_f = \frac{f}{\ell_x}$

K_c Voigtモデルばね定数 kg/m

C_c Voigtモデル減衰係数 $kg\ s/m$

図.1 ロープのVoigtモデル

3. 減衰係数の実測

振動減衰の測定を行なった3例について、減衰係数推定値と実測値を比較する。尚、減衰の表現は、対数減衰率 δ をもつて行う。 δ と C_e との関係は、 $\delta_{o+c} = \pi (C_o + C_e) / (\omega \cdot M_o)$ であり、 C_o と M_o は構造物自身の減衰係数と等価質量である。表.1に結果をまとめた。ケース3は、実は複雑な構造であり、単にロープの減衰だけが効いている訳けではない。したがって各吊材の δ のパラつきも大きく、実測値と推定値がうまく一致しているとは言い難い。しかし、ケース1、2は構造物が単純であり、ロープの減衰を調べるには格好である。この結果からは、提案式がよい推定値を与えることが分る。尚、 α は0.12とした。

4. あとがき

本来、振動減衰とはパラつきが大きく、推定しにくいものである。しかし、実測データとの比較でみると、本提案式はロープの減衰をある程度推定しえるものとして評価してよいように考える。式中の実験係数 α は、偏差値を考慮した適当な値を採用しなくてはならない。

参考文献

- (1) E.J.Ernst; Der E-Modul., Der Bauingenieur, 40(1965), 2号
- (2) 前田, 林, 前田; サグを考慮……, 土木学会論文報告書, No.257
- (3) 辻, 加納; ワイヤロープの減衰能, 建設コンサルタント協会近畿支部 1980. 8. 26

ケース		ケース1	ケース2	ケース3			
構造物		模型の塔 図. 2	長大橋の独立塔 図. 3	ランガー橋の吊材 図. 4			
ロープの特性	径	$\phi 20$	3.5	16			
	構成	7×19	6×24	7×19			
	のび剛さ	EA t	14.9	3900			
	単位長重量	w kg/m	0.0217	3.73			
	張力	kg	16, 25, 6	5000			
構造物だけの δ_o (実測)		0.022	0.0078	0.027	0.14	0.027	0.007
ロープ付構造物の δ_{o+c} (実測)		0.054	0.022	0.048	0.021	0.049	0.075
ロープ付構造物の δ_{o+c} (推定)		0.058	0.019	0.070	0.021	0.018	0.018

M_o 0.781 kg s²/cm
 ω 7.02 rad/s

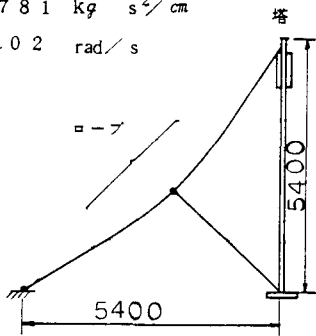


図. 2 模型の塔

表.1 減衰の実測値と推定値

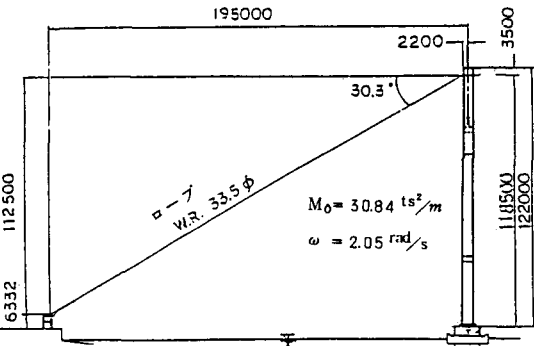


図. 3 長大橋の独立塔

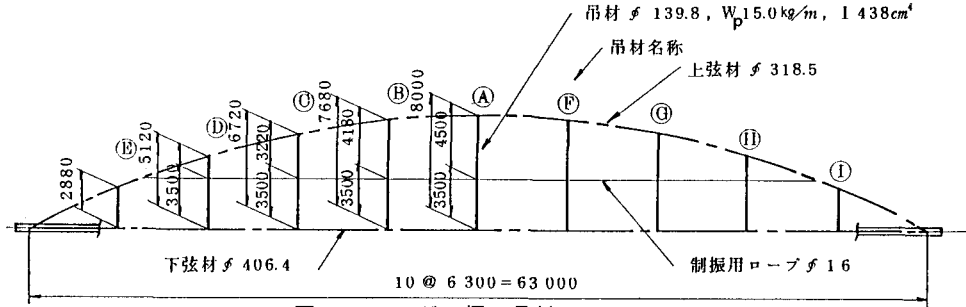


図. 4 ランガー橋の吊材