

微小加振による走行線材の張力測定に関する研究

中沢 賢、河村 隆、小林俊一 (T)、北村琢磨
信州大学繊維学部 機能機械学科

1. 緒言

線材の製造、加工工程において、近年その張力をオンライン、非接触で測定したいという要望が強い。線材の張力の測定には従来よく3ローラー式の接触型張力系が使われてきているが、これは線材に余分の抵抗力を与え、線材の品質を損ねたり張力そのものを変えてしまうおそれがある。筆者等はこれまでの一連の研究において、線材中央を電磁石で非接触加振し、共振周波数より張力を推定する方法、合成繊維巻き取りのようにポビへの巻き取りの際に綾振りを与えられる場合について綾振りによる生じる波動の伝播速度から張力を推定する方法について研究を行い一応の成果を収めてきた。本年度は電磁石加振が行えない場合について、線材の支持部に刺激を与え、その応答から張力を測定する方法を検討した。

2. 測定原理

線密度 ρ の線材が直線に張られその方向に速度 v で走行するとき、走行方向及び逆方向の横波の速度 C_+ 、 C_- は線材の張力 T に対し、次式で与えられる。

$$C_+ = (T/\rho)^{1/2} - v \quad (1)$$

$$C_- = (T/\rho)^{1/2} + v \quad (2)$$

また走行する線材が長さ l 離れた位置でローラーにより把持されているときには、共振円振動数 ω と位相角 α の間には次の関係がある。

$$\omega_n = n\pi (C^2 - v^2) / (Cl) \quad (3)$$

$$\alpha = \pi v / C \quad (4)$$

$$C = (T/\rho)^{1/2} \quad (5)$$

ここで α はローラー間中央に対称なモードの隣り合う振動の腹で振幅がピークになる時刻の角度差をいう。 n は振動次数である。

本年度は主に次の2通りの測定法を検討した。

1) 波動速度法

C_+ または C_- を測定し、(1)、(2)式より、 T を求める。

2) 変位加振法

把持ローラーに横波を発生する振動を強制変位加振により与えると、加振振幅が小さいとき、長さ l の両端を固定してローラー間の任意点を強制外力で加振したときの共振振動数と同じ振動数で共振が生じる。そこでこれを利用して、 ω_n と α を測定し (3)、(4)、(5) 式より張力

T を得る。

4. 実験結果及び考察

図1は波動速度法により測定した値を張力センサーでローラー間外側で測定した値との関連を示す。波動は一方のローラーを単振り子状の重りで衝撃を与え同時にそれをトリガーとして、中央部までの到着時間を光電式センサーで測定した。図2はローラーを加振し共振を調べた値を張力センサーで測定した値と比べた結果を示す。両方法とも一応応用可能なことが知れた。

5. 結論

走行線材の張力を、振動応答より非接触オンラインで測定するための理論を構築し、実験によりそれが有効なことを示した。

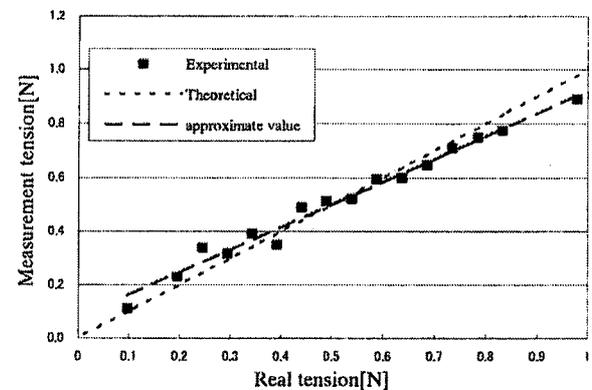


Fig.1 Tension measured value by wave propagation time

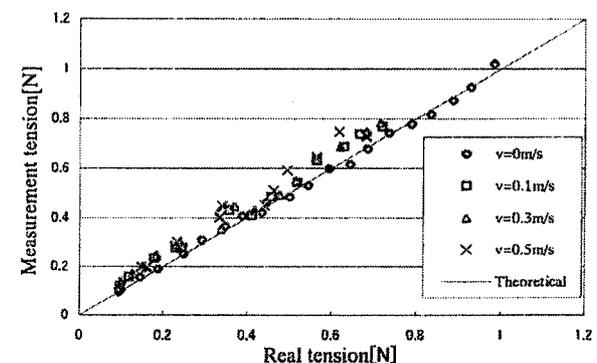


Fig.2 Tension measured value by Resonance