

(331) 薄板の振動防止に対する空気タンパー効果と長尺テスト

(非接触支持技術に関する研究—第2報—)

新日本製鐵(株) 生産技術研究所 日戸 元, 守末利弥, 酒井完五, ○下川靖夫
設備技術本部 横山英男

1. 緒 言

ストリップの通板設備において、ストリップの振動や反りが問題となっており、この問題を解決するために、エアークッションの利用により、非接触状態でストリップの振動を抑止する技術の研究を行っている。前回この基礎実験により、ストリップの振動を抑止可能であると報告した。

今回は、この技術の実機化に当り、実験装置のスケールアップに対する問題点として長尺の実験を行い、その結果、実機設備でも、この技術が有効であるとの結論を得たので報告する。

2. スケールアップへの考察

i) ロール間 4 m 実験結果と理論式

振動防止運動方程式

$$\rho A \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + P \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} - ky$$

解は、

$$y = (C e^{\sqrt{\phi}x} + D e^{-\sqrt{\phi}x} + E e^{\sqrt{\psi}x} + F e^{-\sqrt{\psi}x}) \sin \omega t$$

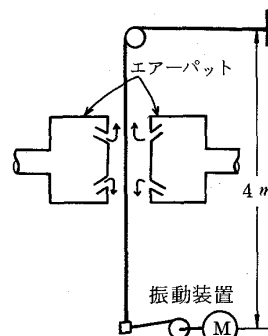


図1. 実験装置

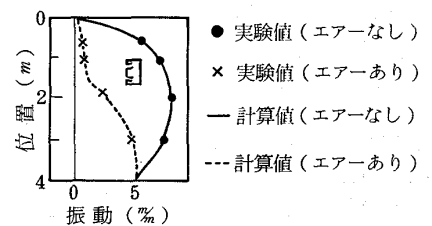


図2. 実験結果

ii) 長尺での理論式と実験結果

ロール間 4 m 実験は上式とよく一致しているもので、その式でロール間 16 m の予想計算を行うと図3のようになり、エアークッションにより振動は小さくならず、逆に共振現象が現れ、振幅が大きくなる場合もあることが懸念された。

ここで、ストリップは空気中で振動していることに注目し、空気によるダンパー効果があることを発見し、その大きさを実験で求め次の理論式を確立した。

振動防止運動方程式(空気ダンパー有り)

$$\rho A \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + P \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} - Cd \frac{\partial y}{\partial t} - ky$$

解は $y(x, t) = Y(x)e^{j\omega t}$ とおき

$$\operatorname{Re}\{y(x, t)\} = \operatorname{Re}\{Y(x)\} \cos \omega t - \operatorname{Im}\{Y(x)\} \sin \omega t$$

ここで、 $Y(x) = a_1 e^{\lambda x} + a_2 e^{-\lambda x}$

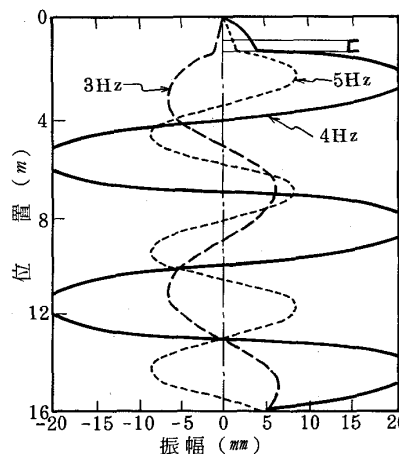
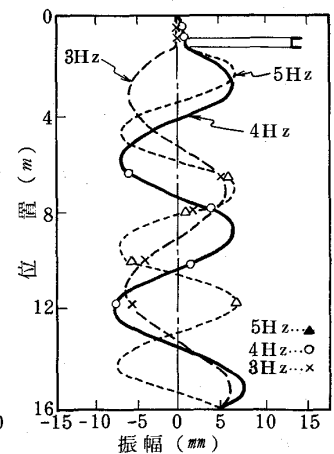
$$\lambda = \sqrt{-\frac{W^2}{C} + k + j\mu\omega}$$

 $\operatorname{Re}\{z\}$ = 複素数 z の実数部分, $\operatorname{Im}\{z\}$ = 複素数 z の虚数部分

上式の解を図3の条件で求めると、図4のように振動は防止できるという計算解が得られたので我々は、ロール間 16 m 実験装置の実験を行った。その結果図4のように空気ダンパー効果があり防振ができるという結論を得た。

3. 結 言

ロール間が長くなっても、それに応じた空気の振動防止効果が存在するので、エアークッションを利用した非接触状態での振動防止は可能であることが分った。

図3. 振動防止予想結果
(空気ダンパーなし)図4. 振動防止結果
(空気ダンパーあり)