（Ⅱ－7）

ローラーゲートの自励振動についての解析

東洋大学工学部　正員　荻原国宏
石川島播磨重工　正員　上田幸彦

著者等は長径間ゲートの小開度での自励振動について解析をしその発生条件を求めている。これと同じ現象がローラーゲートに於いても発生しており、これについて模型実験を実施し一部を年講で発表した。ここに発表するのはその後の結果と若干の理論解析である。

模型実験は図－1の装置で行い、下流面の切り上げ角度を0°～30°まで変えて行っている。その結果の一部が図－2の一連の図である。これを見るとわかるごとく5°から30°に渡って振動する範囲が広がっているのがわかる。この結果は従来言われていた結果と異なり興味深い。

さてゲートが弾性支持されている時の振動方程式は

$$m\ddot{y} + R\dot{y} + ky = F(t,y,\dot{y},\ddot{y}) \qquad (1)$$

である。振動外力については長径間ゲートの場合と同じように考えて導く事にする。ゲートがyだけ下がった場合の流量の変化は

$$\rho Q_0 y[1/a_1-1/a]$$

となり、ゲートが速度dy/dtで下がる為に緩和される量は$\rho Bl(dy/dt)$である。従ってy下がる為に生ずる質量の変化は

$$\rho Q_0 |y| [\frac{1}{a} - \frac{1}{a_1}] - \rho Bl|\dot{y}| \qquad (2)$$

となる。これが速度dy/dtで生ずるとして、これによる運動量は

$$[\rho Q_0 |y| (\frac{1}{a} - \frac{1}{a_1}) - \rho Bl|\dot{y}|]\dot{y} \qquad (3)$$

である。従って運動方程式は

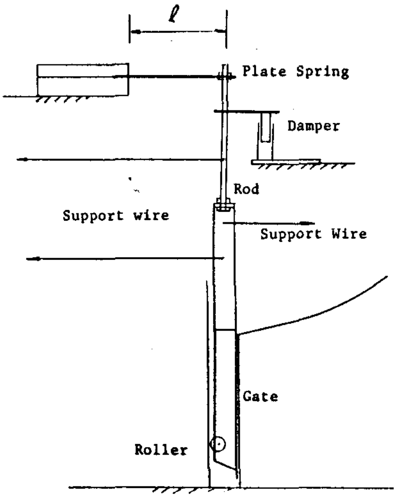
$$m\ddot{y} + R\dot{y} + ky = \rho[Q_0|y|(\frac{1}{a} - \frac{1}{a_1}) - Bl|\dot{y}|]\dot{y} \qquad (4)$$

となる。

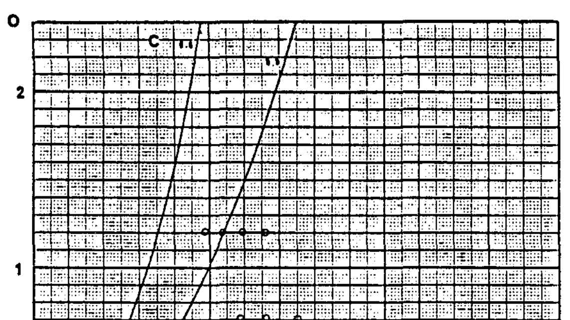
$$2\gamma = R/m,\ \omega_n{}^2 = k/m,\quad \rho\cdot Q_0(1/a-1/a_1)/m=\beta\ ,\ \rho Bl/m=\delta$$

とおくと

$$\ddot{y} + 2\gamma\dot{y} + \omega_n{}^2 y = (\beta|y| - \delta|\dot{y}|)\dot{y} \qquad (5)$$



図－1



図－2

θ=10°
l=15
ℓ=0.014

となる。

$$\ddot{y} + \omega_n{}^2 y = [\beta|y| - \delta|\dot{y}| - 2\gamma]\dot{y} \qquad (6)$$

この式で右辺が零の場合には正弦振動となるので、右辺が＋の仕事をすれば発散型の振動となる。そこで右辺の仕事を求めてみよう。ここで〔 〕の中は質量を表わすの絶体値をとって考えることにし、力の向きは速度で表わす事にする。

$$\int_0^{2\pi} [\beta|y| - \delta|\dot{y}| - 2\gamma]\dot{y}^2\,dt \qquad (7)$$

これに$y=\varepsilon\sin\omega n$を代入して積分すると

$$\varepsilon^2\omega_n[\beta\varepsilon\frac{4}{3} - \frac{8}{3}\delta\varepsilon\omega_n - 2\pi\gamma] \qquad (8)$$

がえられる。したがって不安定条件は

$$4\beta\varepsilon/3 - 8\delta\varepsilon\omega_n/3 - 2\pi\gamma < 0 \qquad (9)$$

である。これから

$$\gamma < \frac{2\varepsilon}{3\pi}(\beta - 2\delta\omega_n) \qquad (10)$$

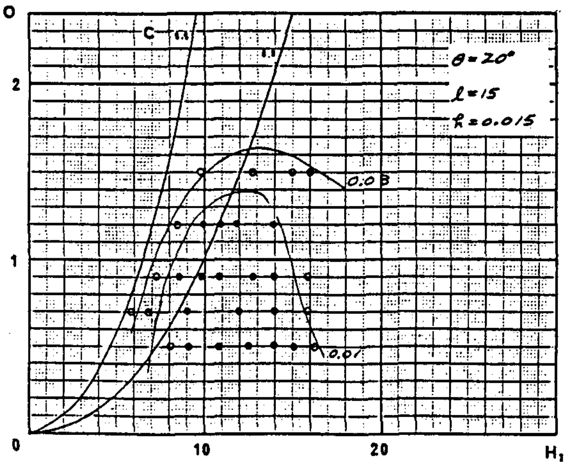
となる。これを先のβ, δを入れて書きなおと

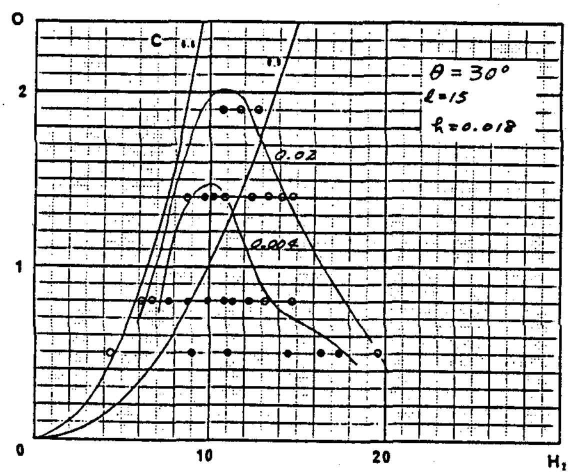
$$\gamma < \frac{2\rho\varepsilon}{3\pi}[\frac{Q_0}{m}(\frac{1}{a} - \frac{1}{a_1}) - \frac{2B1}{m}\omega_n] \qquad (11)$$

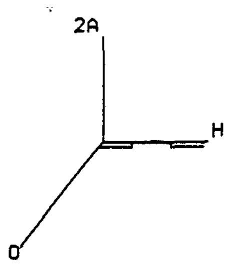
となる。さらにa=a'+lip+B tan θを考えると〔 〕の中は

$$\frac{\rho Q_0}{maa_1}(lip + B\tan\theta) - \frac{2\rho B1}{m}\omega_n \qquad (12)$$

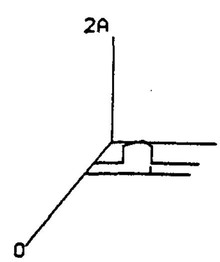
となり、通常は第一項が支配的であるので結局a, a'が小さく、lipが長く、B tan θが大きい程、またε：振幅が大きい程振動しやすくなる事がわかる。





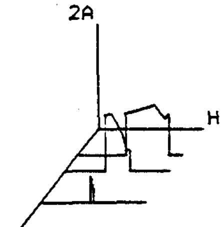


GATE TYPE U30-1
SPRING LEN 10
H:DEPTH DWN 20CM
A:AMPLITUDE 20MM
O:OPENING 20MM

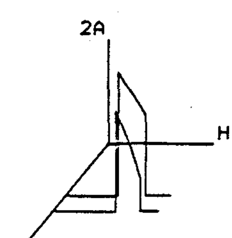


GATE TYPE U30-1
SPRING LEN 12.5

図－3



GATE TYPE U30-1
SPRING LEN 15



GATE TYPE U30-1
SPRING LEN 17.5