Anti-Pitching Fin の制御について

1) 運動方程式と制御量

羽搏き式 Fin としてそれに働く揚力を F とすると

運動方程式は

$$\left.\begin{aligned} Z_{11} I_1 + Z_{12} I_2 &= V_1 - F \\ Z_{21} I_1 + Z_{22} I_2 &= V_2 - lF \end{aligned}\right\} \cdots (1)$$

I_1 : 上下ゆれ速度, I_2 : 縦ゆれ角速度

V_i : 波強制力又はモーメント

Z_{ij} : インピーダンス

l : 重心から前方に測った Fin 位置

フィンに働く力は

$$F = \zeta \left[I_1 + \left(l - \frac{V}{i\omega_e} \right) I_2 + I_3 + v_w \right], \cdots (2)$$

$I_3 = \frac{S_f}{2}\dot{\theta}$; フィンのストローク

v_w ; 波のフィン位置における上向き速度

フィン制御機構の方程式は

$$Z_M I_3 + F = V_E ; \quad (3)$$

V_E : 電源電圧 E の相当力.

a) I_1, I_2, I_3, v_w を測定している場合

$$V_E = (Z_M + \zeta) I_3 + \zeta I_1 + \zeta v_w + \zeta l I_2, \cdots (4)$$

あるいは相対速度 v_r は

$$v_r = v_w - I_1 - l I_2, \cdots (5)$$

であるから

$$V_E = (Z_M + \zeta) I_3 + 2\zeta I_1 + \quad + \zeta v_r , \quad \text{---}(6)$$

のように設定すれば(3)式は、(2)を考慮して

$$-\frac{\zeta V}{i\omega_e} I_2 = 0 \qquad (7)$$

$I_2 = i\omega_e \psi$ （ψ：ピッチ角）であるから $\zeta \neq 0$ として上式は

$$\psi = 0 \quad \text{------} \quad (8)$$

となり、(1)、(2)式は

$$\left.\begin{aligned} Z_{11} I_1 &= V_1 - F \\ Z_{21} I_1 &= V_2 - lF \end{aligned}\right\} \quad \text{---}(9)$$

$$F = \zeta (I_1 + I_3 + v_w) , \quad \text{---}(10)$$

(9)式から

$$I_1 = \frac{lV_1 - V_2}{lZ_{11} - Z_{21}} , \quad \text{---}(11)$$

$$F = \frac{V_2 - V_1 Z_{21}/Z_{11}}{l - Z_{21}/Z_{11}} \quad \text{--}(12)$$

(12)の右辺の分子は(1)において $F=0$ とした時の波強制モーメントである。

b) I_1, I_2, I_3, F を測定する場合.

(4)又は(6)では v_w 又は v_r を測定しなければならないがこれはあまり得策でない（誤差が多い）と考えられるので今度は F を測定する事とする。

この場合は V_E として.

$$V_E = Z_M I_3 + F = \frac{\zeta V}{i\omega e} I_2, \quad \cdots\cdots \quad (13)$$

とおくと(3)式は(7)式となり(8)が成立ち

以下同様となる。

ii) 強制動揺の場合

運動方程式は

$$\left.\begin{aligned} Z_{11} I_1 + Z_{12} I_2 &= -F \\ Z_{21} I_1 + Z_{22} I_2 &= -lF \end{aligned}\right\} \quad (14)$$

$$F = \zeta\left[I_1 + \left(l - \frac{V}{i\omega e}\right) I_2 + I_3\right], \quad (15)$$

$$Z_M I_3 + F = V_E, \quad (16)$$

$$I_1 = \frac{F}{\Delta}\left[l Z_{12} - Z_{22}\right], \quad I_2 = \frac{F}{\Delta}\left[Z_{21} - l Z_{11}\right], \quad (17)$$

$$\Delta = Z_{11} Z_{22} - Z_{12} Z_{21}$$

$$F\left[1 - \frac{\zeta}{\Delta}\left\{(l Z_{12} - Z_{22}) + \left(l - \frac{V}{i\omega e}\right)(Z_{21} - l Z_{11})\right\}\right] = \zeta I_3$$

$$F = \frac{\Delta}{\Delta'} \zeta I_3, \quad \cdots\cdots \quad (18)$$

$$\left.\begin{aligned} &\Delta' = Z'_{11} Z'_{22} - Z'_{12} Z'_{21} \\ &Z'_{11} = Z_{11} + \zeta, \quad Z'_{22} = Z_{22} + l\left(l - \frac{V}{i\omega e}\right)\zeta \\ &Z'_{12} = Z'_{12} + \left(l - \frac{V}{i\omega}\right)\zeta, \quad Z'_{21} = Z_{21} + l\zeta \end{aligned}\right\} \quad (19)$$

$$\therefore \quad V_E = \left(Z_M + \frac{\Delta}{\Delta'}\zeta\right) I_3, \quad \cdots\cdots \quad (20)$$

さて以上の式から V_E を与えて I_1, I_2, I_3, F を測定すれば所要のインピーダンスがわかる。

特に Z_M は (16) 式で $(V_E - F)$ と I_3 を測ればよい。

(iii) 所要の F_{in} インピーダンス、

適当な F_{in} を考えて距離 l を選べば V_m は与えられ、

(11) (12) により F と I_1 も与えられているから (10) より

$$I_3 = \frac{F}{z} - I_1 - v_M$$

と計算出来る。

∴ それ故与えられた値に対し I_3 が可動限度内にあればよい。