

第1問

以下の航空機の安定微係数の発生するメカニズムを簡単に説明せよ。

(1) $C_{l\beta}$

(2) $C_{n\beta}$

第2問

航空機の飛行進路を変更するには、機体をバンクさせ旋回飛行に入り、希望の進路変更を行った時点で機体を水平飛行に戻す操縦を行う。このことに関して以下の設問に答えよ。

(1) 一様流 (密度 ρ 、速度 U_0) 中に置かれた図1のような矩形翼を考える。翼が角速度 p でロール運動を開始すると、回転軸から距離 y に位置する翼素の迎角は py/U_0 だけ増加する。翼のスパンを b 、コード長を c 、翼素の揚力傾斜を a_0 としたばあい、左右の翼で発生するローリングモーメント L を求めよ。ここで、モーメントは p で回転させる方向を正とする。

(2) 基準長さを b として、また基準時間を $b/(2U_0)$ で無次元化し、無次元安定微係数 $C_{l\dot{p}}$ を求めよ。

(3) ひま、翼端の補助翼を左右逆相に舵角 δ (rad) 操舵した場合の無次元安定微係数を $C_{l\delta}$ (rad⁻¹) とする。この時のローリングモーメントを求めよ。ただし、舵角は p を増す方向に操舵した場合を正とする。

(4) ロール軸まわりの慣性モーメントを I_{xx} 、ロール角を ϕ 、補助翼の舵角を δ とした場合の運動方程式を以下の形式で求めよ。

$$I_{xx}\ddot{\phi} = []\dot{\phi} + []C_{l\delta} \quad (1)$$

ただし、 $d/dt(\phi) = p$ である。

(5) 運動方程式より舵角に対するロール角の伝達関数 $H(s) = \frac{\Phi(s)}{\Delta(s)}$ を求めよ。

(6) 補助翼を単位インパルス関数 $i(t)$ によって操舵した場合のロール角の時間応答を求めよ。ただし、単位インパルス関数のラプラス変換は $L[i(t)] = 1$ である。

また、以下の数値を用いよ。

$U_0 = 80 \text{ m/s}, \rho = 1.23 \text{ kg/m}^3, b = 30 \text{ m}, c = 3 \text{ m}$

$a_0 = 4.8 \text{ rad}^{-1}, I_{xx} = 800000 \text{ kgm}^2, C_{l\delta} = 0.2 \text{ rad}^{-1}$

$1 = 41987.509$

$\theta = \frac{1}{2} \text{ rad}$
 $\pi \text{ (rad)}$
 $\frac{15.65}{s}$
 $\frac{15.65}{s} \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{s+6.26} \right)$

(7) 上記の結果を用いて、航空機の飛行進路を変更するための操縦方法を説明し、その際の、ロール角速度、ロール角の時間的変化の概略を図示せよ。

第3問

図2のように、横風のなかで航空機を直進させるためにはどのような操縦をすれば良いかを考察せよ。定常直進時の力の釣り合い式は

$$-Y_{\beta}(\beta) + g\phi = 0 \quad (2)$$

$$-L'_{\beta}(\beta) = L'_{\delta_a}(\delta_a) + L'_{\delta_r}(\delta_r) \quad (3)$$

$$-N'_{\beta}(\beta) = N'_{\delta_r}(\delta_r) \quad (4)$$

として、下記の数値を用いよ

$$Y_{\beta} = -45.4 \text{ ft s}^{-2}, L'_{\beta} = -1.77 \text{ s}^{-2} \quad (5)$$

$$L'_{\delta_a} = 1.72 \text{ s}^{-2}, L'_{\delta_r} = 0.286 \text{ s}^{-2} \quad (6)$$

$$N'_{\beta} = 0.876 \text{ s}^{-2}, N'_{\delta_r} = -0.649 \text{ s}^{-2} \quad (7)$$

$$g = 32.2 \text{ ft s}^{-2} \quad (8)$$

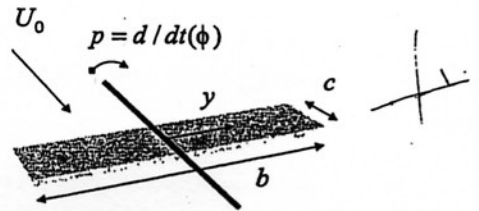


Figure 1: 翼のロール運動

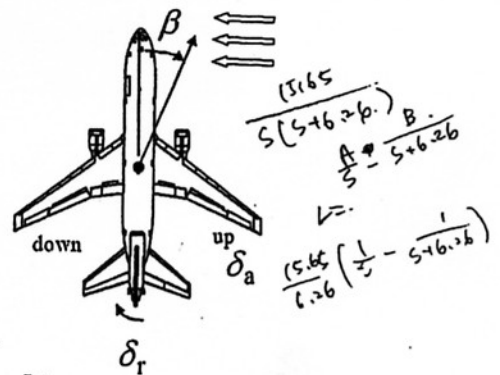


Figure 2: 横風中の飛行

$$-\frac{\rho}{24} U_0 a_0 c b^3 \dot{\phi} + \frac{1}{4} \rho U_0 b^3 c \delta - C_{l\delta}$$

$\frac{1}{2} \text{ rad}$
 $\pi \text{ (rad)}$
 $\frac{15.65}{s}$
 $\frac{15.65}{s} \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{s+6.26} \right)$

kg/m^2