

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

補助翼によるロール角（バンク角）の制御を以下のようにモデル化する。以下の [ ] を埋めよ。

一様流（密度  $\rho$ 、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 [ (1) ] 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  $L$  は、 $p$  で回転させる方向を正のモーメントとすると、

$$- [ (2) ] a_0 b^3 c \rho p U_0$$

となる

基準長さを  $b$  として、基準時間を  $b/(2U_0)$  として無次元化すると、無次元安定微係数  $C_{lp}$  は、

$$C_{lp} = -a_0 / [ (3) ]$$

となる。

いま、翼端の補助翼を左右逆相に舵角  $\delta$  (rad) 操舵した場合の無次元安定微係数を  $C_{l\delta}$  (rad<sup>-1</sup>) とする。 $p$  を増す方向に操舵した場合を正の舵角すると、ローリングモーメントは、

$$[ (4) ] C_{l\delta} \delta$$

と表現できる。

ロール軸まわりの慣性モーメントを  $I_{xx}$ 、ロール角を  $\phi$ 、補助翼の舵角を  $\delta$  とした場合の運動方程式は、 $d/dt(\phi) = p$  であるから以下のように書ける。

$$I_{xx} \ddot{\phi} = [ (5) ] \dot{\phi} + [ (6) ] \delta$$

運動方程式をラプラス変換すれば舵角に対するロール角の伝達関数は以下ようになる。

$$H(s) = \frac{\Phi(s)}{\Delta(s)} = [ (7) ]$$

第3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

$$H(s) = b / (s^2 + as)$$

と書けることを利用して以下の問いに答えよ。

(1) 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。

(2) 補助翼をインパルス操舵した場合のロール角、およびロール角速度の応答の概略を図示せよ。

(3) 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、ロール角の時間的変化の概略を図示せよ。

第4問

航空機を質量  $m$  の質点と考え、垂直面内の運動を考える。図2は機体に作用する力と、速度  $V$ 、経路角  $\gamma$  を示している。以下の設問に答えよ。

1)  $V$  と  $\gamma$  を変数とする運動方程式を導け。

4) フゴイド・モードは、機体の位置エネルギーと運動エネルギーの変換によって起きていることを説明せよ。

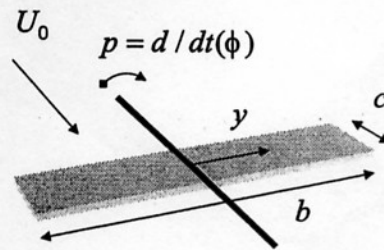


Figure 1: 翼のロール運動

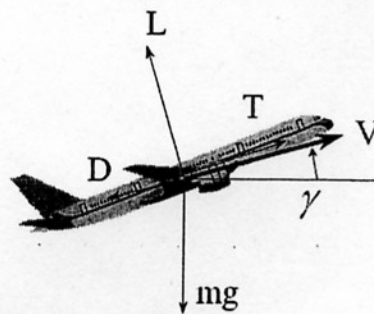


Figure 2: 航空機の縦の運動