

(101D) ピッチ角保持 1 (θ 比例積分, q 比例)

2019(R1).10.27(D) 片柳亮二

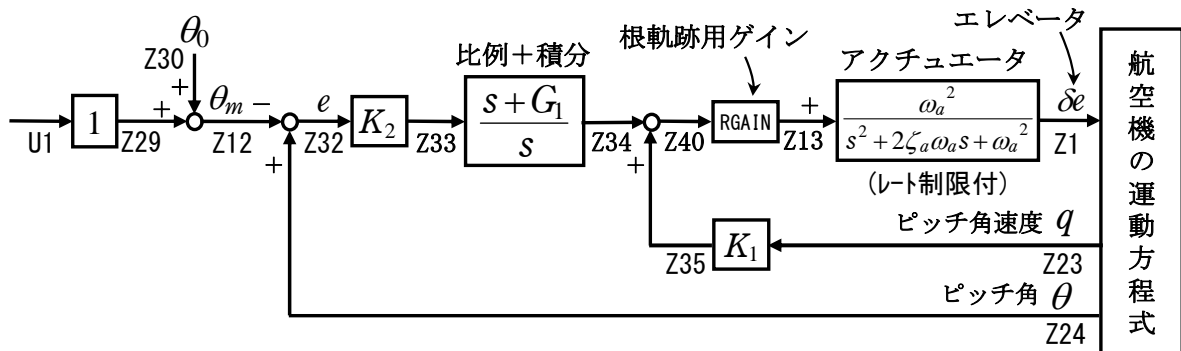


図 1 ピッチ角保持 1 の制御系

図 1 に示す比例積分を用いたピッチ角保持 1 の設計について述べる。

KMAP を起動して、

- ① 「KMAP***解析内容選択画面」⇒ “23” キーイン
(解析(3) : 保存リストをコピー利用してデータ新規作成)
- ② 「設計方式」⇒ “13” をキーイン
- ③ 「機体データの取得方法」⇒ここでは例として、“99” をキーイン
- ④ 「機体データの取得」⇒ここでは例として “44” をキーイン
(CDES.B777-200.Y120505.DAT)
- ⑤ 「制御則の選択」⇒ “101” キーイン
縦系.ピッチ角保持 1(θ 比例積分 および q 比例)
- ⑥ 「インプットデータ修正(後半部)」と表示されるので、ゲイン最適化計算のために次のようにキーイン

1 9 1 0 0 1 0 0 98 0 0 1 7

これで解析計算が自動的に実行されて、次の「解析結果の表示」の画面になる。
ここで、“9” とすると、「安定性解析結果」が数値で次のように表示される。

```
..... (釣り合い飛行時のデータ) .....
S = 0.42800E+03 (m2)   CBAR = 0.79460E+01 (m)   Hp = 0.15000E+04 (ft)
W = 0.16091E+06 (kgf) qbarS= 0.19261E+06 (kgf) ROU = 0.11952E+00 (kgf*s2/m4)
V = 0.86778E+02 (m/s) VKEAS= 0.16500E+03 (kt)   Iy = 0.29382E+07 (kgf*m*s2)
theta = 0.37503E+01 (deg) alpha = 0.37503E+01 (deg) CG = 0.25000E+02 (%MAC)
CL= 0.83554E+00 (-)   CD = 0.13045E+00 (-)   CDalpha = 0.83655E-02 (1/deg)
(この CL, CD, CDalpha は初期釣合 G に必要な CL, CD, CDalpha です)
T = 0.24891E+05 (kgf) delta_f = 0.20000E+02 (deg) delta_e = -0.18750E+01 (deg)
縦安定中正点 (neutral point) hn=(0.25-Cmalpha/CLalpha)*100= 0.48983E+02 (%MAC)
脚 delta CD= 0.20000E-01 (-),   スピードブレーキ delta CD= 0.40000E-01 (-)
脚-DN,   スピードブレーキ オフ,   初期フラップ角 delta fpilot= 0.20000E+02 (deg)
(微係数推算用フラップ delta_f = 0.20000E+02 (deg))
```

| (CG=25%) | (CG= 25.00%) | (ﾌﾞﾗｲﾄﾞ有次元) |
|----------------------|---------------------|----------------------|
| Cxu =-0.370428E+00 | Cxu =-0.370428E+00 | Xu =-0.352690E-01 |
| Cxα = 0.621637E-02 | Cxα = 0.621637E-02 | Xα = 0.743926E-01 |
| Czu = 0.000000E+00 | Czu = 0.000000E+00 | Zu' =-0.149163E+00 |
| CLα = 0.107293E+00 | CLα = 0.107293E+00 | Zα' =-0.845891E+00 |
| CLδe= 0.579212E-02 | CLδe = 0.579212E-02 | Zδe' =-0.448654E-01 |
| CLδf= 0.215446E-01 | CLδf = 0.215446E-01 | Zδf' =-0.166883E+00 |
| Cmu = 0.000000E+00 | Cmu = 0.000000E+00 | Mu' = 0.319084E-01 |
| Cmα =-0.257326E-01 | Cmα1 =-0.257326E-01 | Mα' =-0.587113E+00 |
| Cmδe=-0.221051E-01 | Cmδe1=-0.221051E-01 | Mδe' =-0.650192E+00 |
| Cmδf=-0.625773E-02 | Cmδf1=-0.625773E-02 | Mδf' =-0.151081E+00 |
| Cmq =-0.292629E+02 | Cmq =-0.292629E+02 | Mq' =-0.911800E+00 |
| CmαD=-0.896965E+01 | CmαD=-0.896965E+01 | Mθ' = 0.158000E-02 |
| (Mu = 0.000000E+00) | (Mα =-0.768062E+00) | (Mδe =-0.659790E+00) |
| (Mδf =-0.186780E+00) | (Mq =-0.697885E+00) | (MαD =-0.213916E+00) |

(NAERO=11) 縦 δ e コントロールシステム解析

●出力キー: i=4:u, 5:ALP, 6:q, 7:THE (不明なら7入力)

***** (フィードバック前の極チェック) *****

***** POLES *****

POLES(7), EIVMAX= 0.300D+02

| N | REAL | IMAG | |
|---|-----------------|-----------------|---------------------------|
| 1 | -0.21000000D+02 | -0.21424286D+02 | [0.7000E+00, 0.3000E+02] |
| 2 | -0.21000000D+02 | 0.21424286D+02 | 周期 P(sec)= 0.2933E+00 |
| 3 | -0.88541169D+00 | -0.76986471D+00 | [0.7546E+00, 0.1173E+01] |
| 4 | -0.88541169D+00 | 0.76986471D+00 | 周期 P(sec)= 0.8161E+01 |
| 5 | -0.11068734D-01 | -0.11805121D+00 | [0.9335E-01, 0.1186E+00] |
| 6 | -0.11068734D-01 | 0.11805121D+00 | 周期 P(sec)= 0.5322E+02 |
| 7 | 0.00000000D+00 | 0.00000000D+00 | |

(以下の解析結果はインプットデータの制御則による)

***** POLES AND ZEROS *****

POLES(7), EIVMAX= 0.2924D+02

| N | REAL | IMAG | |
|---|-----------------|-----------------|---------------------------|
| 1 | -0.20459981D+02 | -0.20890970D+02 | [0.6997E+00, 0.2924E+02] |
| 2 | -0.20459981D+02 | 0.20890970D+02 | 周期 P(sec)= 0.3008E+00 |
| 3 | -0.10945470D+01 | -0.10954042D+01 | [0.7068E+00, 0.1549E+01] |
| 4 | -0.10945470D+01 | 0.10954042D+01 | 周期 P(sec)= 0.5736E+01 |
| 5 | -0.31819172D+00 | -0.31821591D+00 | [0.7071E+00, 0.4500E+00] |
| 6 | -0.31819172D+00 | 0.31821591D+00 | 周期 P(sec)= 0.1975E+02 |
| 7 | -0.47521028D-01 | 0.00000000D+00 | |

ZEROS(3), II/JJ= 7/ 1, G= 0.1527D+04

| N | REAL | IMAG |
|---|-----------------|----------------|
| 1 | -0.79046820D+00 | 0.00000000D+00 |
| 2 | -0.32570001D+00 | 0.00000000D+00 |
| 3 | -0.50179558D-01 | 0.00000000D+00 |

入力 1.0 のステップ応答定常値= 0.1000E+01

***** POLES AND ZEROS *****

POLES(7), EIVMAX= 0.3000D+02

| N | REAL | IMAG | |
|---|-----------------|-----------------|---------------------------|
| 1 | -0.21000000D+02 | -0.21424286D+02 | [0.7000E+00, 0.3000E+02] |
| 2 | -0.21000000D+02 | 0.21424286D+02 | 周期 P(sec)= 0.2933E+00 |
| 3 | -0.88541169D+00 | 0.76986471D+00 | 周期 P(sec)= 0.8161E+01 |
| 4 | -0.88541169D+00 | -0.76986471D+00 | [0.7546E+00, 0.1173E+01] |
| 5 | -0.11068734D-01 | -0.11805121D+00 | [0.9335E-01, 0.1186E+00] |
| 6 | -0.11068734D-01 | 0.11805121D+00 | 周期 P(sec)= 0.5322E+02 |
| 7 | 0.00000000D+00 | 0.00000000D+00 | |

ZEROS(4), II/JJ= 1/ 4, G=-0.9538D+03

| N | REAL | IMAG |
|---|------|------|
|---|------|------|

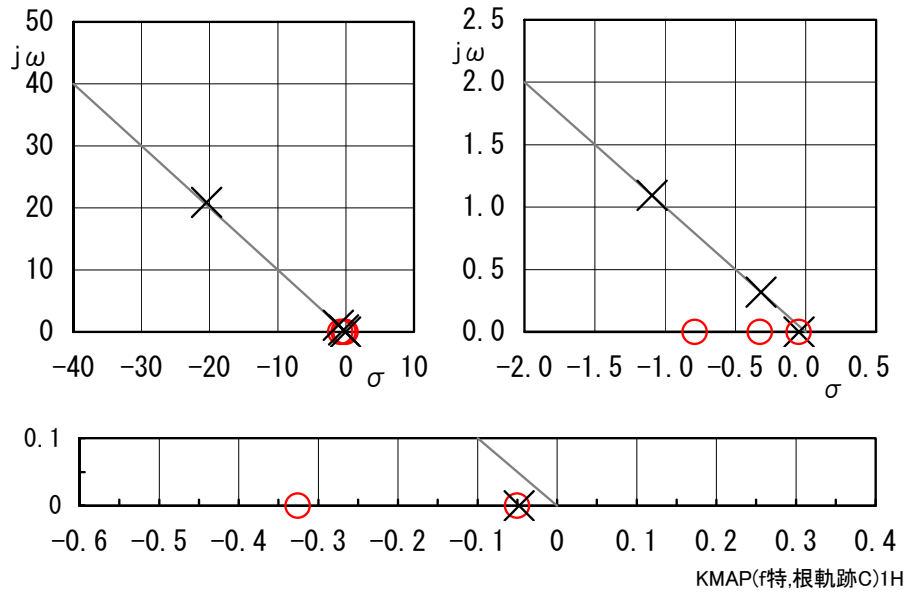


図3 ピッチ角保持1極・零点

次に、「解析結果の表示」画面で「2」とキーイン/Enterすると、シミュレーション図を次のようにExcel表示させることができる。

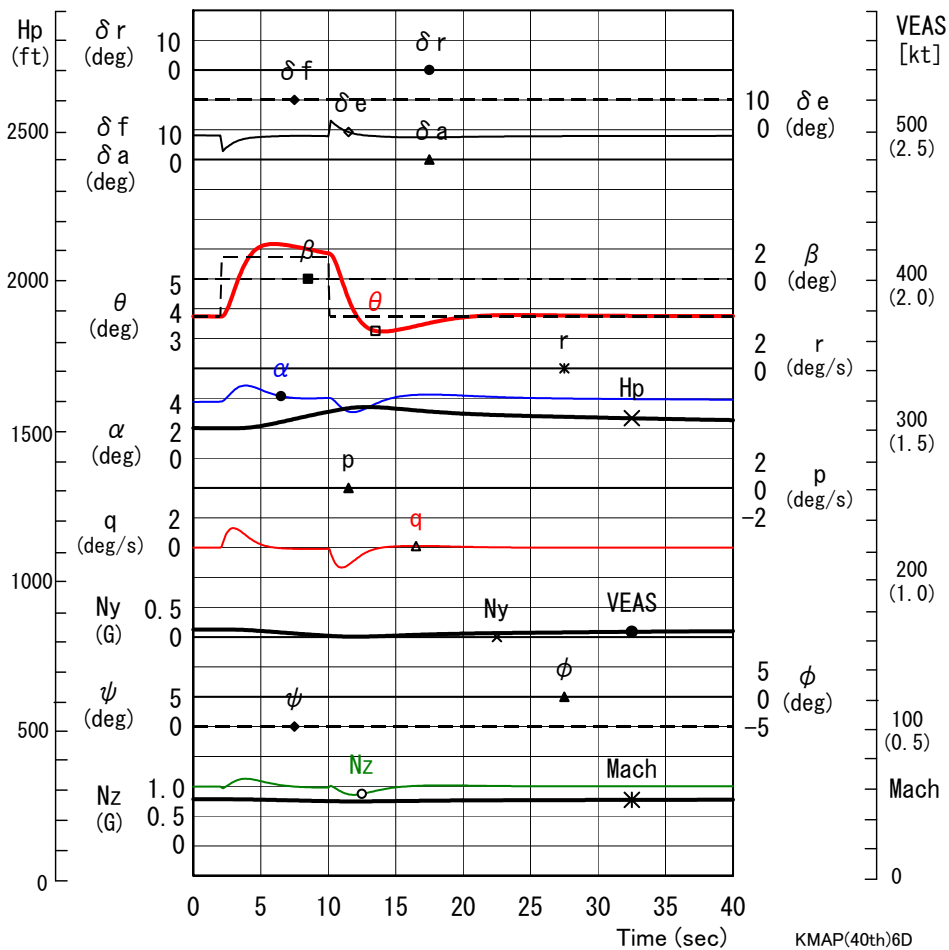


図4 ピッチ角保持1のシミュレーション

図4のシミュレーション結果をみると、十分安定であるが、ピッチ角コマンド(破線)に対して、ピッチ角(θ)の応答が十分追従していない。これは、極・零点の図からわかるように、 θ/θ_m の極と零点が離れているためである。そこで、ピッチ角をコマンドに追従させるために、ピッチ角保持3において内部モデル制御を適用して改善する。

「解析結果の表示」画面で「3」とキーイン/Enterすると、「KMAP(機体図)8.xls」を用いて機体3面図を表示させることができる。

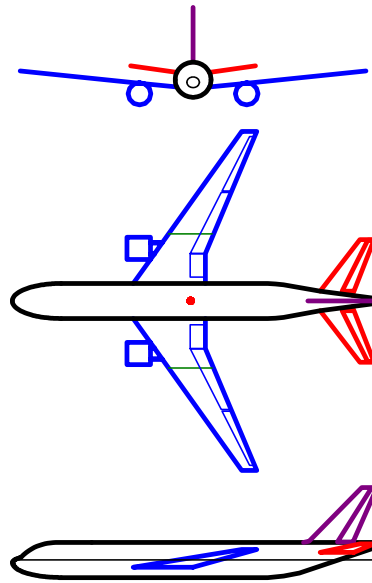


図5 機体3面図

なお、これらのExcel図をWordに貼り付けるには、当該部分の領域を選択し、Wordの「編集」タブから「形式を選択して貼り付け」を実施すると、上記のように精度よく図を貼り付けることができる。

以上