

1C18 関節操作推定関数探索法の開拓

○衣川 摂哉

Development of joint operation estimation function research method

Setsuya Kinugawa

Key Words: Aircraft, jointed lattice structure, joint operation estimation, renovation rule, engined wing

Abstract

For the form system established at the first step of construction search of the rear intake-exhaust heat recycling type engined wing EW-2, the joint operation estimation function to operate the jointed lattice structure is loaded on the computer of an unmanned vehicle to generate form process by operation quantity output during its flight. To fix the joint operation estimation function accurate, efficient and applicable to a wide variety of the form system, an initial function loaded on the unmanned vehicle is repeatedly renovated by the measured data during the flight and the fluid dynamic estimation data researched on the ground. And non-operation joints are researched by stepwise joint operation to develop more simple jointed lattice structure reducing the number of joints.

1. 序

後方吸気-排熱回生機能を有するエンジン翼 EW-2 の構成探索の第一段階において設定された形態系に対し、構成探索の第二段階で形態過程探索法を設定する。

翼体系の関節格子機構を操作するための関節操作推定関数を無人機のコンピュータに搭載し、無人機を飛行させ関節操作推定関数の操作量出力により形態過程を生成する。

このため、形態系の適用範囲が広く高精度で効率的に操作量を出力できる関節操作推定関数を見出さなければならない。

無人機のコンピュータに初期関数を搭載し、飛行領域の適用性と目標加速度の実現精度を達成するまで初期関数に対して飛行による測定データと地上での流体力学的推定データによる更新を繰返して関節操作推定関数を探索し確定する方法の精度と効率を追求する。翼体系の特に内翼を対象に、初期の関節格子機構に対し、関節操作推定関数の出力による操作量を恒常的に 0 とすることができる非操作関節を見出す方法の開拓を試みる。

2. 形態過程の構成

エンジン翼 EW-2 では広範囲な飛行状態で次の 3 つの形態過程が同時に実行される。

1. 基準化過程

ローリングのない定常的な飛行に適する基準形態を速度、高度の変化に対応して最適化する形態過程

予め空気力学的に推定した速度、高度に応じた最適形態間を自動遷移させる。

2. 空力弾性対応過程

空力弾性現象における弾性変形を自動的に検知し打消す形態過程

部材の弾性変形を関節の回転角保持により直接的に打消することができる。このため、コントロールサーフェスの作動により空力モーメントを発生させる間接的な打消しに比べて初動で確実に変形を抑え振動を回避するのに有利である。

3. 操作過程

操縦のための加速度変更を生じる形態過程

操縦入力に反応し、操縦入力から変換された加速度変化目標を実現するため関節角を変化させて形態過程を生成する。

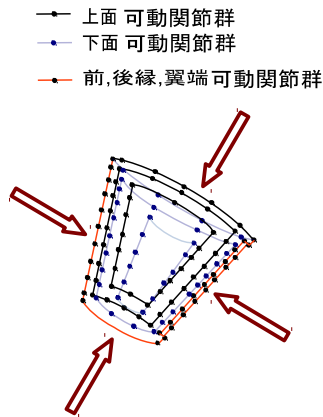
1. 基準化過程、2. 空力弾性対応過程の関節角変化が自動的に恒常的に重ね合わされている状態（自動形態過程）下で更に加速度変更目標を実現する関節角操作が重ね合わされる。

3. 関節ロック機能と関節段階作動法の導入

1. 基準化過程、2. 空力弾性対応過程、3. 操作過程のいずれにおいても作動関節数を最小にすることを考える。各関節に関節ロック機能を設定する。関節ロック状態では関節操作が制止され、関節ロックが解除されると関節は可動状態となる。そして 1. 基準化過程、2. 空力弾性対応過程、3. 操作過程の夫々に同一の関節段階作動法を導入する。

第 1 図に関節格子機構の代表的な関節分布を示す。形態過程が実施されない間は全ての関節がロックされる。形態過程が実施されると可動関節が周辺から中央へと環状に増加させながら操作される。

関節ロック解除段階を順に $s = 1, 2, \dots, S$ (S は全て解除) で表し、操作に必要な最大可動関節数を s_{MAX} ($1 \leq s_{\text{MAX}} \leq S$) で表す。



第1図 関節段階作動法

4. 関節角操作による形態過程探索法の設定

エンジン翼 EW-2 では、翼体系の関節格子機構の複雑性を抑えて広範囲な飛行状態で効率的に目標加速度増分ベクトルを実現することが重要である。

そこで1.基準化過程、2.空力弾性対応過程の自動形態過程の設定と共に、目標加速度、目標モーメント、飛行状態の入力に対し3.操作過程の関節操作量を出力する関節操作推定関数の初期関数を無人機に搭載して飛行させ、関節操作推定関数の探索を通して形態過程探索を行う方法を設定する。

形態過程探索飛行による空力測定と地上での流体力学的推定を繰返すことにより初期関数からの関数更新を行い、精度と適用性を有する関節操作推定関数を探索する方法を次の各ステップにより設定する。実施する飛行を飛行番号 k により識別する。第2図参照。

(1) 初期設定

1-1) 関節格子機構の初期機構（第1機構）の設定

総関節数の指定と共に初期機構（第1機構）の設定を行う。

1-2) 1.基準化過程で用いる基準形態群と基準形態間遷移法の設定。

1-3) 2.空力弾性対応過程で用いる空力弾性対応設定。

1-4) 関節操作推定関数の初期関数（第1関数）の定義

1-5) 初期入力生成則の定義

第1飛行で探索する P^f の領域： P^f 探索領域を設定する。

P^f 探索領域において初期関数への入力を逐次生成する初期入力生成則を定義する。

1-6) 機体への設定

機体搭載コンピュータに

1-4)で定義した初期関数

1-5)で定義した初期入力生成則をインストールする。

飛行番号 $k=1$ を指定して「(2)飛行による形態過程の実行」へ進む。

(2) 飛行による形態過程の実行

1.基準化過程、2.空力弾性対応過程、3.操作過程を同時に実行する。

1.基準化過程

第 k 飛行で基準形態間の自動遷移動作毎 ($u=1,2,\dots$) に関節ロック解除段階

$[s_{1,h}]_k^u$ を確定し、 $[s_{1,h}]_k^u (u=1,2,\dots)$ の最大値 $[s_{1,MAX,h}]_k$ を得る。

2.空力弾性対応過程

第 k 飛行で弾性変形を抑制する自動抑制動作毎 ($v=1,2,\dots$) に関節ロック解除段階 $[s_{2,h}]_k^v$ を確定し、

$[s_{21,h}]_k^v (v=1,2,\dots)$ の最大値 $[s_{2,MAX,h}]_k$ を得る。

3.操作過程

第 k 飛行で入力生成則により

$[T]_k^q (q=1,2,\dots)$ を生成し、各 $[T]_k^q$

毎に、関節操作推定関数（第 f 関数）による操作を行い関数更新により第 $f+1$ 関数を求め、関節ロック解除段階 $[s_{3,h}]_k^q$ を確定し、

$[s_{3,h}]_k^q (q=1,2,\dots)$ の最大値 $[s_{3,MAX,h}]_k$ を得る。

$f \leftarrow f+1$ とし、「3-1) 関数の生成判定」へ進む。

(3) 地上処理

3-1) 関数の生成判定

関数が生成できた場合

「3-5) 非操作関節の増加判定」へ進む。

関数が生成できていない場合

「3-2) 流体力学的推定データの使用可能判定」へ進む。

3-2) 流体力学的推定データの適用可能判定

流体力学的推定データが適用可能な場合

「3-3) 流体力学的推定による関数更新」へ進む。

流体力学的推定データが適用不可能な場合

「3-4) 入力生成則の更新」へ進む。

3-3) 流体力学的推定による関数更新

流体力学的推定データにより第 f 関数を第 $f+1$ 関数に更新する。

$f \leftarrow f+1$ とし、「3-4) 入力生成則の更新」へ進む。

3-4) 入力生成則の更新

更新後「(2)飛行による形態過程の実行」へ進む。

3-5) 非操作関節の増加判定

現行の関節格子機構（第 h 機構）による全ての飛行（ $k=1, 2, \dots$ ）で得られた $[s_{1\text{MAX},h}]_k$, $[s_{2\text{MAX},h}]_k$, $[s_{3\text{MAX},h}]_k$ の最大値 $S_{\text{MAX},h}$ を求める。

$h=1$ の場合

$h \leftarrow h+1$ とし、
3-6) 関節格子機構の更新」に進む。

$h \geq 2$ の場合

$S_{\text{MAX},h}$ が第 $h-1$ 機構の $S_{\text{MAX},h-1}$ より増大した場合

$h \leftarrow h+1$ とし、
「3-6) 関節格子機構の更新」に進む。

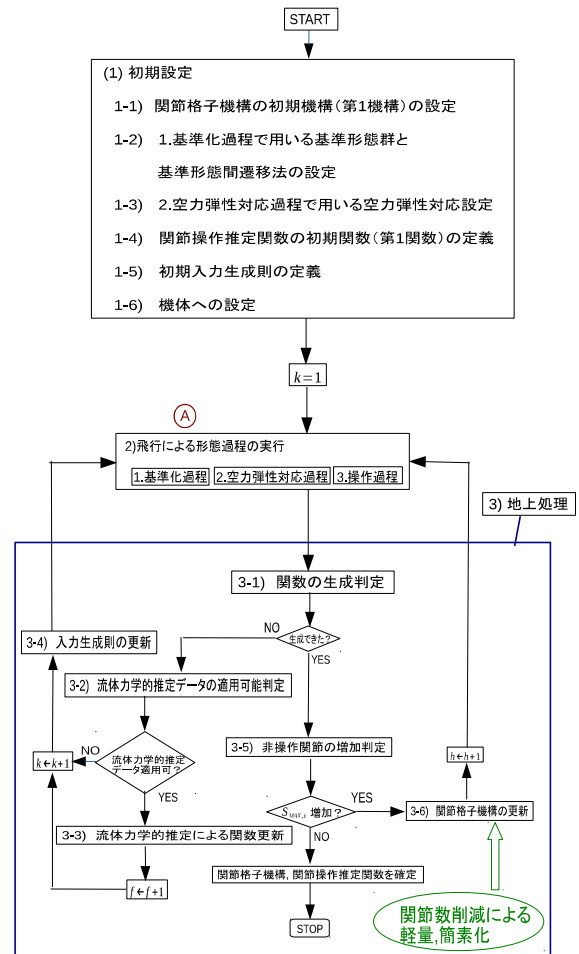
$S_{\text{MAX},h}$ が第 $h-1$ 機構の $S_{\text{MAX},h-1}$ より増大しなかった場合

現行の第 h 機構を関節格子機構、
第 f 関数を関節操作推定関数として確定し終了する。

3-6) 関節格子機構の更新

関節ロック解除段階 $S_{\text{MAX},h}$ S_m でロック状態となる関節を廃止することにより関節格子機構の軽量簡素化を図る。

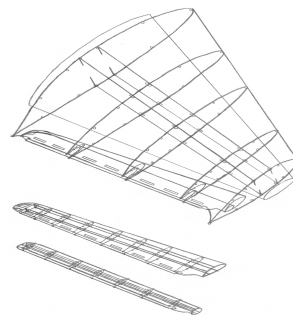
「(2)飛行による形態過程の実行」に進む。



第2図 形態過程探索法

5. 操作過程における関節操作推定関数の更新

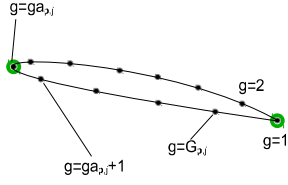
翼体系の特に内翼(第3図)について3.操作過程における関節操作推定関数の更新法を開拓する。



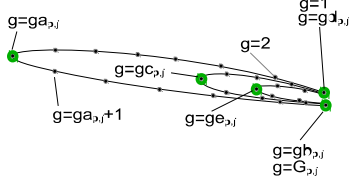
第3図 内翼の関節格子機構

5-1. 内翼の形態系の初期設定

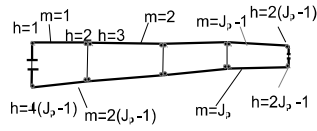
代表形態を形成する縦および横の断面機構を決定する.特に関節と関節角の番号系を第4～9図に示す。



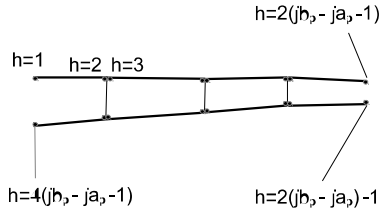
第4図 縦断面機構A型



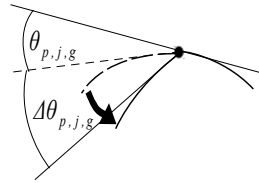
第5図 縦断面機構B型



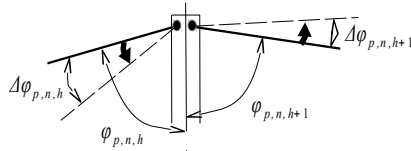
第6図 横関節機構A型



第7図 横関節機構B, C型



第8図 縦関節角



第9図 横関節角

5-2. 関節操作推定関数の定義

各関節毎に目標加速度増分ベクトル

$$\vec{\Delta A}^t: (\Delta A_X^t, \Delta A_Y^t, \Delta A_Z^t),$$

目標モーメント増分ベクトル

$$\vec{\Delta N}^t: (\Delta N_X^t, \Delta N_Y^t, \Delta N_Z^t),$$

速度, 加速度, 姿勢, 形態, 高度等の飛行状態を表す測定値からなる飛行変数群

$$\mathbf{P}^f: (p_1^f, \dots, p_i^f, \dots, p_{l_p}^f) \text{ を与える}$$

$$\text{入力変数群 } \mathbf{T} = (\vec{\Delta A}^t, \vec{\Delta N}^t, \mathbf{P}^f) \quad (1)$$

の入力により

$$\text{縦関節操作角 } \Delta\theta_{ic},$$

$$\text{横関節操作角 } \Delta\varphi_{is}$$

を出力する夫々縦関節操作推定関数 (θ 関数)

$$\Delta\theta_{ic} = F_{ic}^{\theta}(\mathbf{T}) \quad (1 \leq ic \leq Ic) \quad (2-1)$$

横関節操作推定関数 (φ 関数)

$$\Delta\varphi_{is} = F_{is}^{\varphi}(\mathbf{T}) \quad (1 \leq is \leq Is) \quad (2-2)$$

を関節操作推定関数と総称する.

そしてベクトル表示

$$\mathbf{D} = \begin{pmatrix} \Delta\theta_1 \\ \vdots \\ \Delta\theta_{ic} \\ \vdots \\ \Delta\theta_{Ic} \\ \Delta\varphi_1 \\ \vdots \\ \Delta\varphi_{is} \\ \vdots \\ \Delta\varphi_{Is} \end{pmatrix} \quad (3-1) \quad \mathbf{F}(\mathbf{T}) = \begin{pmatrix} F_1^{\theta}(\mathbf{T}) \\ \vdots \\ F_{ic}^{\theta}(\mathbf{T}) \\ \vdots \\ F_{Ic}^{\theta}(\mathbf{T}) \\ F_1^{\varphi}(\mathbf{T}) \\ \vdots \\ F_{is}^{\varphi}(\mathbf{T}) \\ \vdots \\ F_{Is}^{\varphi}(\mathbf{T}) \end{pmatrix} \quad (3-2)$$

を用いて次式で表される.

$$\mathbf{D} = \mathbf{F}(\mathbf{T}) \quad (3-3)$$

次に $\mathbf{T}^A = (\vec{\Delta A}^t, \mathbf{P}^f)$ の入力に対し $\vec{\Delta A}^t$ 優先の操作角 $\Delta\theta_{ic}^A$ を出力する θA 関数

$$F_{ic}^{\theta A} \text{ と } \mathbf{T}^N = (\vec{\Delta N}^t, \mathbf{P}^f) \text{ の入力に対し}$$

$\vec{\Delta N}^t$ 優先の操作角 $\Delta\theta_{ic}^N$ を出力する θN 関数 $F_{ic}^{\theta N}$ を

$$\Delta\theta_{ic}^A = F_{ic}^{\theta A}(\mathbf{T}^A) \quad (4-1)$$

$$\Delta\theta_{ic}^N = F_{ic}^{\theta N}(\mathbf{T}^N) \quad (4-2)$$

と表し, $\Delta\theta_{ic}$ を $\Delta\theta_{ic}^A$ と $\Delta\theta_{ic}^N$ の重ね合せにより次の通り表す.

$$\begin{aligned} \Delta\theta_{ic} &= F_{ic}^{\theta}(\mathbf{T}) \\ &= \Delta\theta_{ic}^A + \Delta\theta_{ic}^N \\ &= F_{ic}^{\theta A}(\mathbf{T}^A) + F_{ic}^{\theta N}(\mathbf{T}^N) \end{aligned} \quad (4-3)$$

また, $\mathbf{T}^A = (\vec{\Delta A}^t, \mathbf{P}^f)$ の入力に対し $\vec{\Delta A}^t$ 優先の操作角 $\Delta\varphi_{is}^A$ を出力する φA 関数

$$F_{is}^{\varphi A} \text{ と } \mathbf{T}^N = (\vec{\Delta N}^t, \mathbf{P}^f) \text{ の入力に対し}$$

$\vec{\Delta N}^t$ 優先の操作角 $\Delta\varphi_{is}^N$ を出力する
 φN 関数 $F_{is}^{\varphi N}$ を

$$\Delta\varphi_{is}^A = F_{is}^{\varphi A}(\mathbf{T}^A) \quad (5-1)$$

$$\Delta\varphi_{is}^N = F_{is}^{\varphi N}(\mathbf{T}^N) \quad (5-2)$$

と表し, $\Delta\varphi_{is}$ を $\Delta\varphi_{is}^A$ と $\Delta\varphi_{is}^N$ の重ね合せにより次の通り表す.

$$\begin{aligned} \Delta\varphi_{is} &= F_{is}^{\varphi}(\mathbf{T}) \\ &= \Delta\varphi_{is}^A + \Delta\varphi_{is}^N \\ &= F_{is}^{\varphi A}(\mathbf{T}^A) + F_{is}^{\varphi N}(\mathbf{T}^N) \end{aligned} \quad (5-3)$$

更に(4-1), (4-2), (5-1), (5-2)の各式より得られる

$$\text{A 操作角ベクトル } \mathbf{D}^A = \begin{pmatrix} \Delta\theta_1^A \\ \vdots \\ \Delta\theta_{ic}^A \\ \vdots \\ \Delta\theta_{Ic}^A \\ \Delta\varphi_1^A \\ \vdots \\ \vdots \\ \Delta\varphi_{is}^A \\ \vdots \\ \vdots \\ \Delta\varphi_{Is}^A \end{pmatrix} \quad (6-1)$$

$$\text{N 操作角ベクトル } \mathbf{D}^N = \begin{pmatrix} \Delta\theta_1^N \\ \vdots \\ \vdots \\ \Delta\theta_{ic}^N \\ \vdots \\ \vdots \\ \Delta\theta_{Ic}^N \\ \Delta\varphi_1^N \\ \vdots \\ \vdots \\ \Delta\varphi_{is}^N \\ \vdots \\ \vdots \\ \Delta\varphi_{Is}^N \end{pmatrix} \quad (6-2)$$

$$\text{A 関数 } \mathbf{F}^A(\mathbf{T}^A) = \begin{pmatrix} F_1^{\theta A}(\mathbf{T}^A) \\ \vdots \\ F_{ic}^{\theta A}(\mathbf{T}^A) \\ \vdots \\ F_{Ic}^{\theta A}(\mathbf{T}^A) \\ F_1^{\varphi A}(\mathbf{T}^A) \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{is}^{\varphi A}(\mathbf{T}^A) \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{Is}^{\varphi A}(\mathbf{T}^A) \end{pmatrix} \quad (6-3)$$

$$\text{N 関数 } \mathbf{F}^N(\mathbf{T}^N) = \begin{pmatrix} F_1^{\theta N}(\mathbf{T}^N) \\ \vdots \\ F_{ic}^{\theta N}(\mathbf{T}^N) \\ \vdots \\ F_{Ic}^{\theta N}(\mathbf{T}^N) \\ F_1^{\varphi N}(\mathbf{T}^N) \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{is}^{\varphi N}(\mathbf{T}^N) \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{Is}^{\varphi N}(\mathbf{T}^N) \end{pmatrix} \quad (6-4)$$

を用いて次のベクトル表示を得る.

$$\mathbf{D}^A = \mathbf{F}^A(\mathbf{T}^A) \quad (6-5)$$

$$\mathbf{D}^N = \mathbf{F}^N(\mathbf{T}^N) \quad (6-6)$$

そして関節操作推定関数は次の通りベクトル表示される.

$$\begin{aligned} \mathbf{D} &= \mathbf{D}^A + \mathbf{D}^N \\ &= \mathbf{F}(\mathbf{T}) = \mathbf{F}^A(\mathbf{T}^A) + \mathbf{F}^N(\mathbf{T}^N) \end{aligned} \quad (6-7)$$

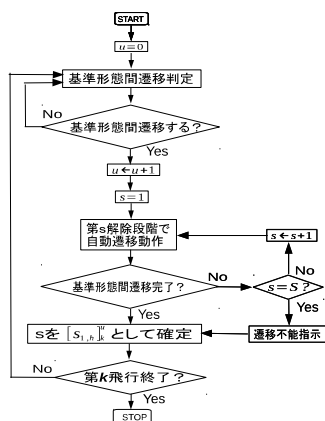
5-3. 関節操作推定関数の更新法

次の(1), (2)の各ステップにより関節操作推定関数の更新法を構成する.

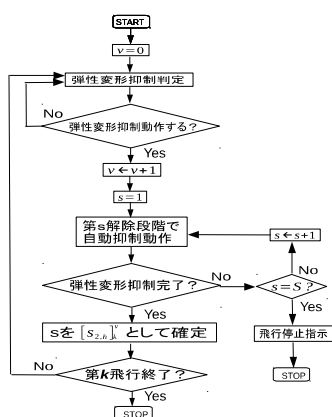
- (1) 関節操作と測定
- (2) 補正による関数更新

第2図の (A)

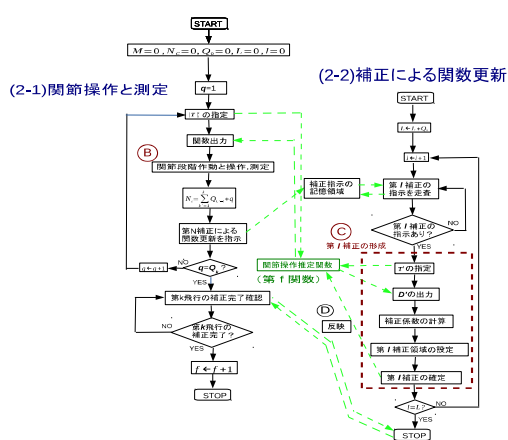
1. 基準化過程



2. 空力弹性対応過程



3. 操作過程



(1) 関節操作と測定

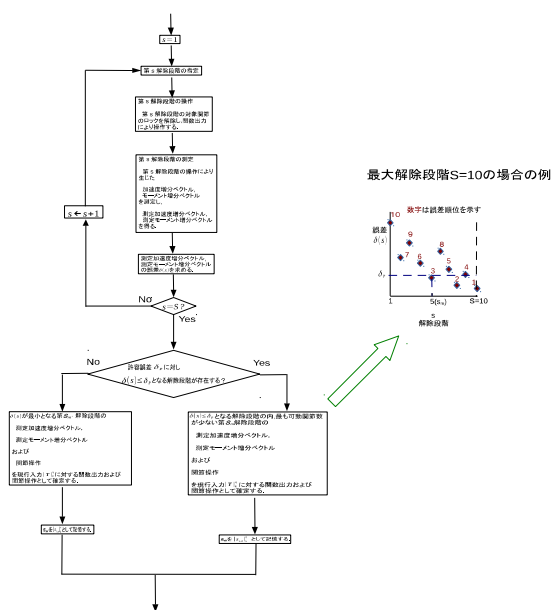
第 k 飛行毎に入力生成則により生成する
 Q_k 個の入力変数値群 $[T]_k^q$ に対する関節操
 作推定関数の出力 $[D]_k^q$ により関節操作を行
 う。第10図参照。

入力となされると関節のロックを段階的に解除して解除段階毎に可動関節を関数出力により操作し、加速度増分ベクトル、モーメント増分ベクトルを測定する。

測定加速度増分ベクトル，測定モーメント増分ベクトルの誤差が許容範囲となる解除段階がある場合，最も可動関節数の少ない解除段階の関節操作と測定加速度増分ベクトル，測定モーメント増分ベクトルを現入力に対する関節操作と測定加速度増分ベクトル，測定モーメント増分ベクトルとして決定し，補正域形成対象とする。

全ての解除段階で測定加速度増分ベクトル、測定モーメント増分ベクトルの誤差が許容範囲にない場合、最も誤差の小さい解除段階の関節操作と測定加速度増分ベクトル、測定モーメント増分ベクトルを現入力に対する関節操作と測定加速度増分ベクトル、測定モーメント増分ベクトルとして決定する。第 11 図参照。

第10図の (B)



第 11 図 関節段階作動と操作、測定

関節操作推定関数の内部変数の設定

入力変数群

$$\begin{aligned} \mathbf{T} &= (\Delta \vec{A}^t, \Delta \vec{N}^t, \mathbf{P}^f) \\ \mathbf{P}^f &: (\vec{V}, \vec{A}, \vec{N}, H, \alpha, \beta, \gamma, \dot{\alpha}, \dot{\beta}, \dot{\gamma}, \ddot{\alpha}, \ddot{\beta}, \ddot{\gamma}, \vec{\theta}, \vec{\varphi}, \vec{\dot{\theta}}, \vec{\dot{\varphi}}, \vec{\ddot{\theta}}, \vec{\ddot{\varphi}}) \\ \Delta \vec{A}^t &= (\Delta A_x^t, \Delta A_y^t, \Delta A_z^t) \\ \Delta \vec{N}^t &= (\Delta N_x^t, \Delta N_y^t, \Delta N_z^t) \end{aligned}$$

の第 k 飛行，第 q 番目の値 $[\mathbf{T}]_k^q$ に対し内部

第 10 図 関節操作推定関数更新の流れ図

変数を次の通り割当てる.

第 1 表 入力変数と内部変数の対応

$K(1)$	$K(2)$	$K(3)$	$K(4)$	$K(5)$	$K(6)$	$K(7)$	$K(8)$	$K(9)$	$K(10)$
$[V_x]_k^q$	$[V_y]_k^q$	$[V_z]_k^q$	$[A_x]_k^q$	$[A_y]_k^q$	$[A_z]_k^q$	$[N_x]_k^q$	$[N_y]_k^q$	$[N_z]_k^q$	$[H]_k^q$

$K(11)$	$K(12)$	$K(13)$	$K(14)$	$K(15)$	$K(16)$	$K(17)$	$K(18)$	$K(19)$
$[\alpha_k]_k^q$	$[\beta_k]_k^q$	$[\gamma_k]_k^q$	$[\dot{\alpha}_k]_k^q$	$[\dot{\beta}_k]_k^q$	$[\dot{\gamma}_k]_k^q$	$[\ddot{\alpha}_k]_k^q$	$[\ddot{\beta}_k]_k^q$	$[\ddot{\gamma}_k]_k^q$

$T(1)$	$T(2)$	$\cdot \cdot$	$T(IC)$
$[\theta_{1k}]_k^q$	$[\theta_{2k}]_k^q$	$\cdot \cdot$	$[\theta_{ICk}]_k^q$

$F(1)$	$F(2)$	$\cdot \cdot$	$F(IS)$
$[\varphi_{1k}]_k^q$	$[\varphi_{2k}]_k^q$	$\cdot \cdot$	$[\varphi_{ISk}]_k^q$

$T1(1)$	$T1(2)$	$\cdot \cdot$	$T1(IC)$
$[\dot{\theta}_{1k}]_k^q$	$[\dot{\theta}_{2k}]_k^q$	$\cdot \cdot$	$[\dot{\theta}_{ICk}]_k^q$

$F1(1)$	$F1(2)$	$\cdot \cdot$	$F1(IS)$
$[\dot{\varphi}_{1k}]_k^q$	$[\dot{\varphi}_{2k}]_k^q$	$\cdot \cdot$	$[\dot{\varphi}_{ISk}]_k^q$

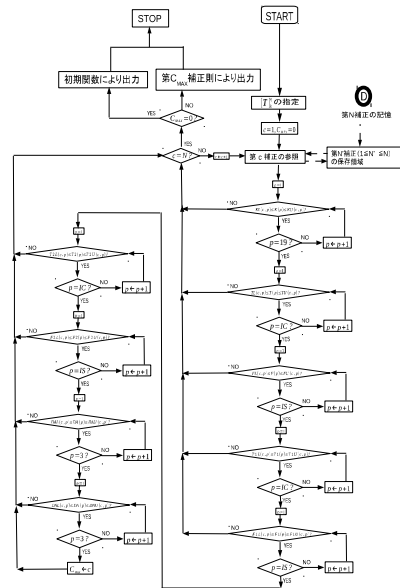
$T2(1)$	$T2(2)$	$\cdot \cdot$	$T2(IC)$
$[\ddot{\theta}_{1k}]_k^q$	$[\ddot{\theta}_{2k}]_k^q$	$\cdot \cdot$	$[\ddot{\theta}_{ICk}]_k^q$

$F2(1)$	$F2(2)$	$\cdot \cdot$	$F2(IS)$
$[\ddot{\varphi}_{1k}]_k^q$	$[\ddot{\varphi}_{2k}]_k^q$	$\cdot \cdot$	$[\ddot{\varphi}_{ISk}]_k^q$

$DA(1)$	$DA(2)$	$DA(3)$
$[\Delta A_x]_k^q$	$[\Delta A_y]_k^q$	$[\Delta A_z]_k^q$

$DN(1)$	$DN(2)$	$DN(3)$
$[\Delta N_x]_k^q$	$[\Delta N_y]_k^q$	$[\Delta N_z]_k^q$

内部変数を用いた関節操作推定関数の出力フローを次に示す.



第 12 図 関節操作推定関数の出力フロー

(2-2)補正による関数更新

第 10 図 ㉔ 第 l 補正の形成参照.

$$l = \sum_{r=1}^{k'-1} Q_r + q': l \rightarrow (k', q')$$

$P^l = [P]_{k'}^{q'}$ において $[D]_k^q$ の関節操作により $[\Delta \tilde{A}]_{k'}^{q'}$, $[\Delta \tilde{N}]_{k'}^{q'}$ が測定される.これは, $P^l = [P]_{k'}^{q'}$ において目標ベクトルを $[\Delta \tilde{A}]_{k'}^{q'}$, $[\Delta \tilde{N}]_{k'}^{q'}$ に指定した入力

$$T^l = ([\Delta \tilde{A}]_{k'}^{q'}, [\Delta \tilde{N}]_{k'}^{q'}, [P]_{k'}^{q'})$$

に対する出力目標が $[D]_{k'}^{q'}$ であることを示している.現行の F_k では T^l に対する出力

$$D' = F_k(T^l)$$

は $[D]_{k'}^{q'}$ と異なる.そこで補正係数 cc_{ic}^l , cs_{is}^l を導入し

$$[D]_{k'}^{q'} = \begin{Bmatrix} [\Delta \theta_1]_{k'}^{q'} \\ \vdots \\ [\Delta \theta_{IC}]_{k'}^{q'} \\ [\Delta \phi_1]_{k'}^{q'} \\ \vdots \\ [\Delta \phi_{IS}]_{k'}^{q'} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} cc_{1k'}^l \cdot F_{1,k'}^{\theta}(T^l) \\ \vdots \\ cc_{ICk'}^l \cdot F_{IC,k'}^{\theta}(T^l) \\ cs_{1k'}^l \cdot F_{1,k'}^{\phi}(T^l) \\ \vdots \\ cs_{ISk'}^l \cdot F_{IS,k'}^{\phi}(T^l) \end{Bmatrix} = C^l \cdot F_{k'}(T^l) \quad (7-1)$$

$$C^l = \begin{Bmatrix} cc_{1k'}^l & & & & & \\ & cc_{2k'}^l & & & & \\ & & \ddots & & & \\ & & & cc_{ICk'}^l & & \\ & & & & cs_{1k'}^l & \\ & 0 & & & & \ddots & \\ & & & & & & cs_{ISk'}^l \end{Bmatrix} \quad (7-2)$$

$$\mathbf{F}_{ic}(T^l) = \begin{pmatrix} \mathbf{F}_{ic,k'}^{\theta}(T^l) \\ \vdots \\ \mathbf{F}_{ic,k}^{\theta}(T^l) \\ \vdots \\ \mathbf{F}_{ic,k'}^{\theta}(T^l) \\ \mathbf{F}_{ic,k}^{\theta}(T^l) \\ \vdots \\ \mathbf{F}_{ic,k}^{\theta}(T^l) \\ \vdots \\ \mathbf{F}_{ic,k}^{\theta}(T^l) \end{pmatrix} \quad (7-3)$$

となる cc_{ic}^l , cs_{is}^l を次の通り求める.

$$cc_{ic}^l = \frac{[\Delta\theta_{ic}]_{k'}^{q'}}{\mathbf{F}_{ic,k'}^{\theta}(T^l)} \quad (1 \leq ic \leq IC) \quad (7-4)$$

$$cs_{is}^l = \frac{[\Delta\phi_{is}]_{k'}^{q'}}{\mathbf{F}_{is,k'}^{\phi}(T^l)} \quad (1 \leq is \leq IS) \quad (7-5)$$

T の定義域に T^l を包含する第 l 補正域を形成し, 第 l 補正域に対する値域を与える第 l 補正則を設定し, 第 l 補正を形成する.

6. 結論

関節格子機構の各関節に関節ロック機能を設定し 1. 基準化過程, 2. 空力弾性対応過程, 3. 操作過程の夫々に同一の関節段階作動法を導入した.

関節操作推定関数の出力による操作量を恒常的に 0 とする非操作関節を見出して廃止することにより初期の関節格子機構を軽量, 簡素化することができるようにした.

7. 今後の課題

- ・ 関節段階作動法による非操作関節の検出法の更なる具体化と課題探求
- ・ 「(3)地上処理」の具体化
- ・ 初期関数について
 - P^f の影響を考慮する.
 - 関節角計算式のパラメータの探索法を研究する.

などが挙げられる.

8. 参考文献

- 1) 衣川摂哉 : 第 47 期年会講演原稿
- 2) 衣川摂哉 : 第 53 期中部・関西合同秋期大会講演原稿