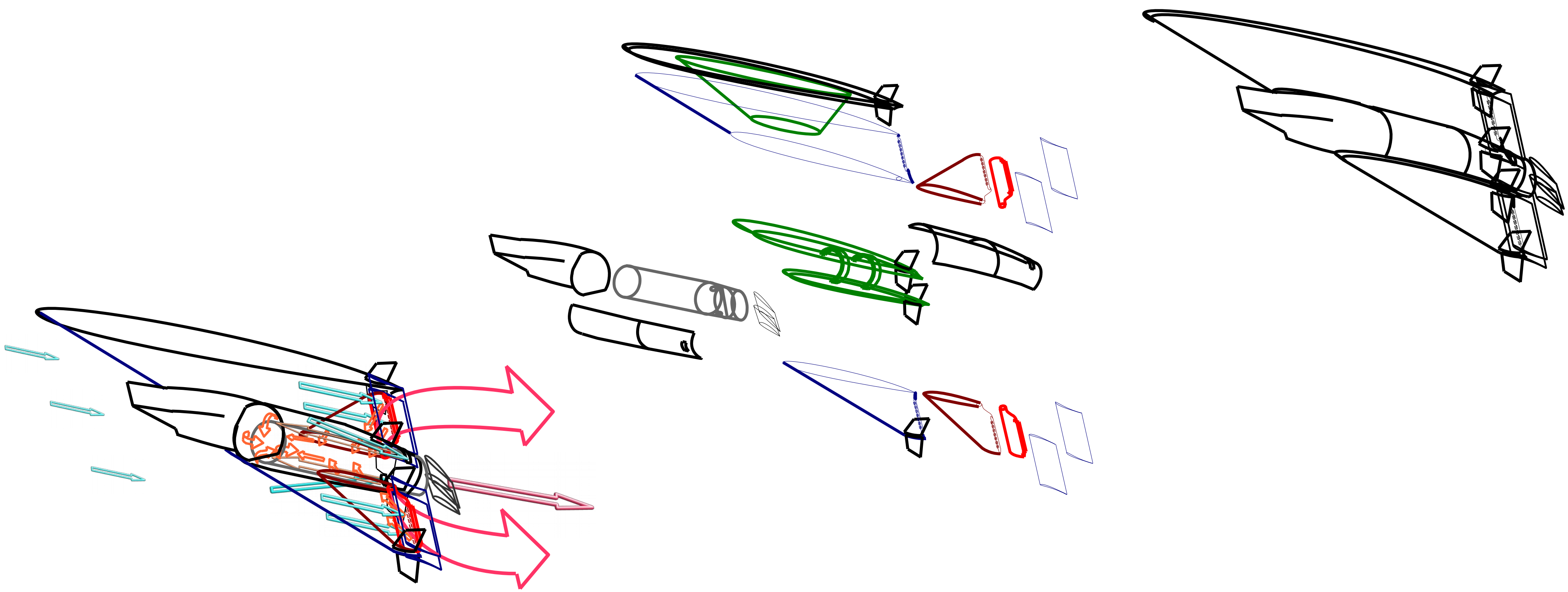
後方吸気-排熱回生機能を有するエンジン翼EW-2

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.



(1) 初期設定

(1-1)初期関数の定義

第1回目の飛行で使用する初期関数A

$$D = F_1(T) = F_1^A(T^A) + F_1^N(T^N) \qquad (6)$$

を定義する. 初期関数Aではダクト, ノズルは操作せず翼部のみを操作する.また, P^f の影響は考慮しない.

(3-3),(4-3)式より, 初期関数Aを次式で表す.

$$\Delta\theta_{Ic} = F^{\theta A}_{Ic,1}\left(\Delta\vec{A}^t, \boldsymbol{P}^f\right) + F^{\theta N}_{Ic,1}\left(\Delta\vec{N}^t, \boldsymbol{P}^f\right) \qquad (7\text{-}1)$$

$$\Delta\varphi_{Is} = F^{\varphi A}_{Is,1}\left(\Delta\vec{A}^t, \boldsymbol{P}^f\right) + F^{\varphi N}_{Is,1}\left(\Delta\vec{N}^t, \boldsymbol{P}^f\right) \qquad (7\text{-}2)$$

そして, $F^{\theta A}_{Ic,1}, F^{\theta N}_{Ic,1}, F^{\varphi A}_{Is,1}, F^{\varphi N}_{Is,1}$ を関節毎に設定する.

(1-1-1)頂点関節の決定

$F^{\theta A}_{Ic,1}, F^{\varphi A}_{Is,1}$の設定に際して, 関節操作の起点となる頂点関節を選定し頂点関節の操作量を与え, 頂点関節の操作量に係数を付与して他の関節の操作量を与える.

第9図に示す通り, 機体固定座標系のXY平面に平行な第1基準面を取り, 内翼の代表形態の外形を第1基準面に投影し投影形を生成する.

そしてZ軸と $\vec{\Delta A}^t$ に平行で投影形の中心点を通る第2基準面と第1基準面の交線から投影形によって方向線分を切り取る.

第2基準面Z軸方向 $\vec{\Delta A}^t$ のZ座標の符号側に, 方向線分を直径とする半円を立てる.

半円の中心から $\vec{\Delta A}^t$ の方向に半径を立て円周との交点から方向線分へ投影線を下す.

投影線と投影形の交点のX,Y座標X_4^h， Y_4^h は次式で表される.

$$X_4^h = X_3^h + \frac{r}{\left|\overrightarrow{\Delta A^t}\right|} \cdot \Delta A_X^t \tag{8-1}$$

$$Y_4^h = Y_3^h + \frac{r}{\left|\overrightarrow{\Delta A^t}\right|} \cdot \Delta A_Y^t \tag{8-2}$$

但し

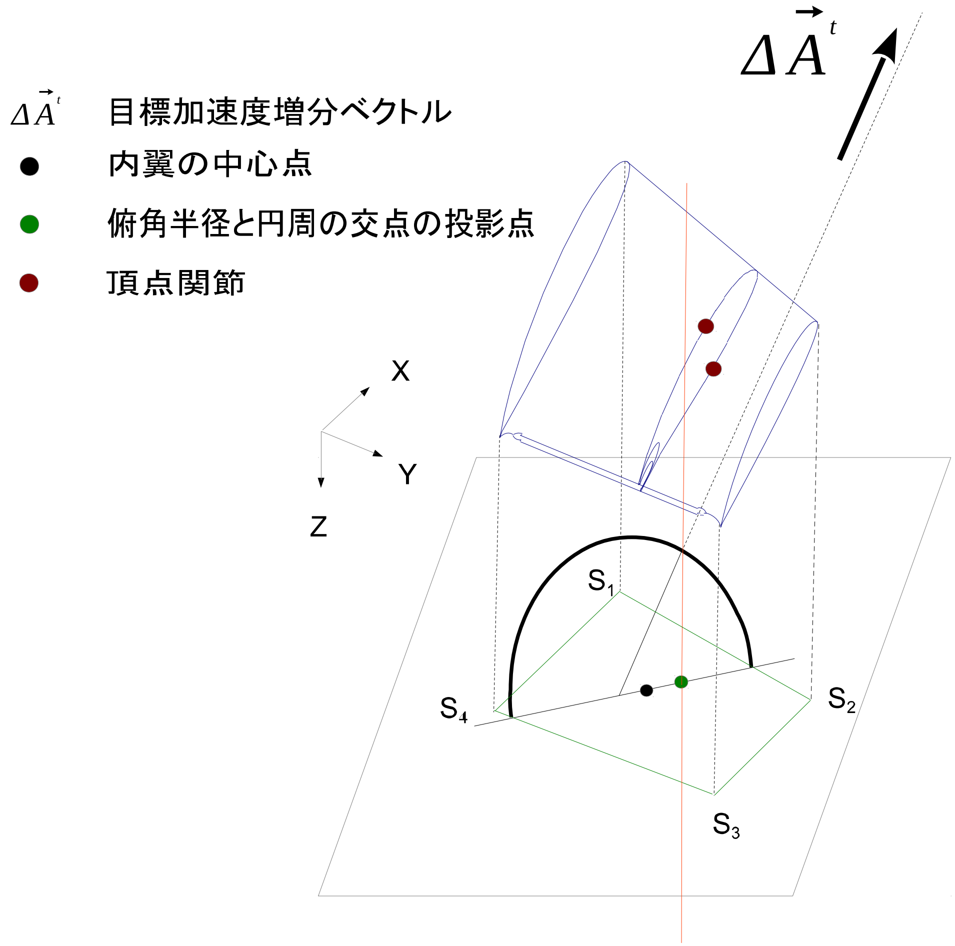
$$X_3^h = \frac{X_1^h + X_2^h}{2} \tag{8-3}$$

$$Y_3^h = \frac{Y_1^h + Y_2^h}{2} \tag{8-4}$$

$$r = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\left(X_1^h - X_2^h\right)^2 + \left(Y_1^h - Y_2^h\right)^2} \tag{8-5}$$

但し $\left(X_1^h, Y_1^h\right), \left(X_{2,}^h Y_2^h\right)$ は方向線分の両端の座標である.

　翼上下夫々の投影線に最も近接した縦、横関節を頂点関節とする.



第9図　頂点関節の決定法

(1-1-2) 縦関節の操作量推定

縦関節の通番 Ic を属番系(p, j, g)に変換し, 縦関節の操作量を次式で表す.

$$\Delta\theta_{(1,j,g)} = \Delta\theta^{A}_{(1,j,g)} + \Delta\theta^{N}_{(1,j,g)} \tag{9-1}$$

$$\Delta\theta^{A}_{(1,j,g)} = F^{\theta A}_{(1,j,g),1}\left(\Delta\vec{A}^{t}, \boldsymbol{P}^{f}\right) \tag{9-2}$$

$$\Delta\theta^{N}_{(1,j,g)} = F^{\theta N}_{(1,j,g),1}\left(\Delta\vec{N}^{t}, \boldsymbol{P}^{f}\right) \tag{9-3}$$

そして属番系$(1, j, g)$ の範囲毎に

$F^{\theta A}_{(1,j,g),1}, F^{\theta N}_{(1,j,g),1}$ を設定する.

以後, G^{w}_{1} を次の通り用いる.

$$G^{w}_{1} = \begin{cases} G_{1,j} & \text{（縦断面機構A型）} \\ gb_{1,j} & \text{（縦断面機構B型）} \end{cases}$$

$F^{\theta A}_{(1,j,g),1}$ の設定

翼上下の各頂点関節の関節角

$\theta_{(1,j_M,g)}\left(g=g^{wus}_{1,j_M}\right)$ ，　$\theta_{(1,j_M,g)}\left(g=g^{wls}_{1,j_M}\right)$ 　と

$$\lambda_\theta \equiv \frac{-1}{\left|\varDelta A^t_Z\right|+1}+1 \tag{10}$$

から各頂点関節の操作量を次の通り与え, 第 j_M 機構の翼上,下の各最大操作量を生成する.

$$\varDelta\theta^{A,su}_{1,j_M} \equiv \frac{-\varDelta A^t_Z}{\left|\varDelta A^t_Z\right|}\cdot\lambda_\theta\cdot\left|\theta_{(1,j_M,g)}\right| \ \left(g=g^{wus}_{1,j_M}\right) \text{（翼上側）} \tag{11-1}$$

$$\varDelta\theta^{A,sl}_{1,j_M} \equiv \frac{\varDelta A^t_Z}{\left|\varDelta A^t_Z\right|}\cdot\lambda_\theta\cdot\left|\theta_{(1,j_M,g)}\right| \ \left(g=g^{wls}_{1,j_M}\right) \text{（翼下側）} \tag{11-2}$$

更に, 全ての機構 $j\left(1\le j\le J_1\right)$ 毎に翼上,下側の各最大操作量を与える関節（翼上側 $g=g_{1,j}^{wus}$ ，翼下側 $g=g_{1,j}^{wls}$ ）の最大操作量を,

$$\kappa_y=\begin{cases}\dfrac{j-1}{j_M-1} & \left(1\le j\le j_M\right) \quad (12\text{-}1)\\[2ex] \dfrac{J_1-j}{J_1-j_M} & \left(j_M+1\le j\le J_1\right) \quad (12\text{-}2)\end{cases}$$

を用いて次の通り与える.

$$\Delta\theta_{1,j}^{A,su}\equiv\kappa_Y\cdot\frac{-\Delta A_Z^t}{\left|\Delta A_Z^t\right|}\cdot\lambda_\theta\cdot\left|\theta_{(1,j,g)}\right| \quad \left(g=g_{1,j}^{wus}\right) \qquad \text{（翼上側）} \qquad (13\text{-}1)$$

$$\Delta\theta_{1,j}^{A,sl}\equiv\kappa_Y\cdot\frac{\Delta A_Z^t}{\left|\Delta A_Z^t\right|}\cdot\lambda_\theta\cdot\left|\theta_{(1,j,g)}\right| \quad \left(g=g_{1,j}^{wls}\right) \qquad \text{（翼下側）} \qquad (13\text{-}2)$$

そして, 全ての機構 $j\left(1 < j < J_1\right)$ 毎に最大操作量を用いて $F^{\theta A}_{(1,j,g),1}$ を次の通り設定し, gの範囲毎に関数名を割り当てる.

翼上側

$\left(1 \le g \le g^{wus}_{1,j}\right)$

$$F^{\theta A}_{(1,j,g),1}\left(\vec{\Delta A}^t, \boldsymbol{P}^f\right) = \frac{g}{g^{wus}_{1,j}} \cdot \Delta\theta^{A,su}_{1,j} \equiv F^A_1 \tag{14-1}$$

$\left(g^{wus}_{1,j} + 1 \le g \le ga_{1,j} - 1\right)$

$$F^{\theta A}_{(1,j,g),1}\left(\vec{\Delta A}^t, \boldsymbol{P}^f\right) = \frac{ga_{1,j} - g - 1}{ga_{1,j} - 1 - g^{wus}_{1,j}} \cdot \Delta\theta^{A,su}_{1,j} \equiv F^A_2 \tag{14-2}$$

翼下側

$\left(ga_{1,j} \le g \le g^{wls}_{1,j}\right)$

$$F^{\theta A}_{(1,j,g),1}\left(\vec{\Delta A}^t, \boldsymbol{P}^f\right) = \frac{g - ga_{1,j} - 1}{g^{wls}_{1,j} - 1 - ga_{1,j}} \cdot \Delta\theta^{A,sl}_{1,j} \equiv F^A_3 \tag{14-3}$$

$\left(g^{wls}_{1,j} + 1 \le g \le G^w_1\right)$

$$F^{\theta A}_{(1,j,g),1}\left(\vec{\Delta A}^t, \boldsymbol{P}^f\right) = \frac{G^w_1 - g - 1}{G^w_1 - g^{wls}_{1,j}} \cdot \Delta\theta^{A,sl}_{1,j} \equiv F^A_4 \tag{14-4}$$

そして属番系$(1, j, g)$の範囲毎に $F^{\theta NR}_{(1,j,g),1}, F^{\theta NP}_{(1,j,g),1}, F^{\theta NY}_{(1,j,g),1}$
を設定し, $F^{\theta N}_{(1,j,g),1}$ を設定する.

$F^{\theta NR}_{(1,j,g),1}$ の設定

$$\eta_X \equiv -\frac{1}{\left|\Delta N^t_X\right| + 1} + 1 \qquad (16)$$

を用いる.

$1 \le j \le j_R$

翼上側

$(1 \le g \le ga_{1,j} - 1)$

$$F^{\theta NR}_{(1,j,g),1}\left(\Delta N^t_X, \boldsymbol{P}^f\right) = \frac{\Delta N^t_X}{\left|\Delta N^t_X\right|} \cdot \eta_X \cdot \left|\theta_{(1,j,g)}\right| \equiv F^N_1 \qquad (17\text{-}1)$$

翼下側

$(ga_{1,j} \le g \le G^w_1)$

$$F^{\theta NR}_{(1,j,g),1}\left(\Delta N^t_X, \boldsymbol{P}^f\right) = \frac{-\Delta N^t_X}{\left|\Delta N^t_X\right|} \cdot \eta_X \cdot \left|\theta_{(1,j,g)}\right| \equiv F^N_2 \qquad (17\text{-}2)$$

$j_R + 1 \leq j \leq j_T - 1$

翼上側

$\left(1 \leq g \leq ga_{1,j} - 1\right)$

$$F^{\theta N R}_{(1,j,g),1}\left(\Delta N^{t}, \boldsymbol{P}^{\boldsymbol{f}}\right) = 0 \qquad (17\text{-}3)$$

翼下側

$\left(ga_{1,j} \leq g \leq G^{w}_{1}\right)$

$$F^{\theta N R}_{(1,j,g),1}\left(\Delta N^{t}_{X}, \boldsymbol{P}^{\boldsymbol{f}}\right) = 0 \qquad (17\text{-}4)$$

$j_T \leq j \leq J_1$

翼上側

$\left(1 \leq g \leq ga_{1,j} - 1\right)$

$$F^{\theta N R}_{(1,j,g),1}\left(\Delta N^{t}_{X}, \boldsymbol{P}^{\boldsymbol{f}}\right) = \frac{-\Delta N^{t}_{X}}{\left|\Delta N^{t}_{X}\right|} \cdot \eta_X \cdot \left|\theta_{(1,j,g)}\right| \equiv F^{N}_{3} \qquad (17\text{-}5)$$

翼下側

$\left(ga_{1,j} \leq g \leq G^{w}_{1}\right)$

$$F^{\theta N R}_{(1,j,g),1}\left(\Delta N^{t}_{X}, \boldsymbol{P}^{\boldsymbol{f}}\right) = \frac{\Delta N^{t}_{X}}{\left|\Delta N^{t}_{X}\right|} \cdot \eta_X \cdot \left|\theta_{(1,j,g)}\right| \equiv F^{N}_{4} \qquad (17\text{-}6)$$

$F^{\theta N P}_{(1,j,g),1}$ の設定

$$\eta_Y \equiv \frac{-1}{\left|\varDelta N^t_Y\right| + 1} + 1 \qquad (18)$$

を用いる.

$1 \leq j \leq J_1$

翼上側

$\left(1 \leq \mathrm{g} \leq ga_{1,j} - 1\right)$

$$F^{\theta N P}_{(1,j,g),1}\left(\varDelta N^t_Y, \boldsymbol{P}^f\right) = \frac{-\varDelta N^t_Y}{\left|\varDelta N^t_Y\right|} \cdot \eta_Y \cdot \left|\theta_{(1,j,g),1}\right| \equiv F^N_5 \qquad (19\text{-}1)$$

翼下側

$\left(ga_{1,j} \leq \mathrm{g} \leq G^w_1\right)$

$$F^{\theta N P}_{(1,j,g),1}\left(\varDelta N^t_Y, \boldsymbol{P}^f\right) = \frac{\varDelta N^t_Y}{\left|\varDelta N^t_Y\right|} \cdot \eta_Y \cdot \left|\theta_{(1,j,g),1}\right| \equiv F^N_6 \qquad (19\text{-}2)$$

$F^{\theta N Y}_{(1,j,g),1}$ の設定

$$\eta_Z \equiv \frac{-1}{\left|\Delta N^t_Z\right| + 1} + 1 \tag{20}$$

を用いて

$1 \leq j \leq j_R$

翼上側

$\left(1 \leq g \leq ga_{1,j} - 1\right)$

$$F^{\theta N Y}_{(1,j,g),1}\left(\Delta N^t_Z, \boldsymbol{P}^f\right) = \frac{-\Delta N^t_Z}{\left|\Delta N^t_Z\right|} \cdot \eta_Z \cdot \left|\theta_{(1,j,g),1}\right| \equiv F^N_7 \tag{21-1}$$

翼下側

$\left(ga_{1,j} \leq g \leq G^w_1\right)$

$$F^{\theta N Y}_{(1,j,g),1}\left(\Delta N^t_Z, \boldsymbol{P}^f\right) = \frac{-\Delta N^t_Z}{\left|\Delta N^t_Z\right|} \cdot \eta_Z \cdot \left|\theta_{(1,j,g),1}\right| \equiv F^N_7 \tag{21-2}$$

$j_R+1 \le j \le j_T-1$

翼上側

$\left(1 \le g \le ga_{1,j}-1\right)$

$$F^{\theta N Y}_{(1,j,g),1}\left(\Delta N^t_Z, \boldsymbol{P}^{\boldsymbol{f}}\right)=0 \qquad (21\text{-}3)$$

翼下側

$\left(ga_{1,j} \le g \le G^w_1\right)$

$$F^{\theta N Y}_{(1,j,g),1}\left(\Delta N^t_Z, \boldsymbol{P}^{\boldsymbol{f}}\right)=0 \qquad (21\text{-}4)$$

$j_T \le j \le J_1$

翼上側

$\left(1 \le g \le ga_{1,j}-1\right)$

$$F^{\theta N Y}_{(1,j,g),1}\left(\Delta N^t_Z, \boldsymbol{P}^{\boldsymbol{f}}\right)=\frac{\Delta N^t_Z}{\left|\Delta N^t_Z\right|}\cdot\eta_Z\cdot\left|\theta_{(1,j,g),1}\right| \equiv F^N_8 \qquad (21\text{-}5)$$

翼下側

$\left(ga_{1,j} \le g \le G^w_1\right)$

$$F^{\theta N Y}_{(1,j,g),1}\left(\Delta N^t_Z, \boldsymbol{P}^{\boldsymbol{f}}\right)=\frac{\Delta N^t_Z}{\left|\Delta N^t_Z\right|}\cdot\eta_Z\cdot\left|\theta_{(1,j,g),1}\right| \equiv F^N_8 \qquad (21\text{-}6)$$

(1-1-3) 横関節の操作量推定

横関節の通番Is を属番系 (p, n, h) に変換し, 横関節の操作量を次式で表す.

$$\Delta\varphi_{(p,n,h)} = \Delta\varphi^{A}_{(p,n,h)} + \Delta\varphi^{N}_{(p,n,h)} \quad (22\text{-}1)$$

$$\Delta\varphi^{A}_{(p,n,h)} = F^{\varphi A}_{(p,n,h),1}\left(\vec{\Delta A}^{t}, \boldsymbol{P}^{f}\right) \quad (22\text{-}2)$$

$$\Delta\varphi^{N}_{(p,n,h)} = F^{\varphi N}_{(p,n,h),1}\left(\vec{\Delta N}^{t}, \boldsymbol{P}^{f}\right) \quad (22\text{-}3)$$

そして属番系$(1, n, h)$ の範囲毎に$F^{\varphi A}_{(1,n,h),1}, F^{\varphi N}_{(1,n,h),1}$を設定する.

$F^{\varphi A}_{(1,n,h),1}$ の設定

翼上下の各頂点関節の関節角

$\varphi_{(1,n_M,h)}\left(h=h^{wus}_{1,n_M}\right)$ ， $\varphi_{(1,n_M,h)}\left(h=h^{wls}_{1,n_M}\right)$ と

$$\lambda_\varphi \equiv -\frac{1}{\left|\Delta A^t_Z\right|+10}+0.1 \qquad (23)$$

から各頂点関節の操作量を次の通り与え, 第 n_M 機構の翼上,下の各最大操作量を生成する.

$$\Delta\varphi^{A,su}_{1,n_M} \equiv \frac{\Delta A^t_Z}{\left|\Delta A^t_Z\right|}\cdot\lambda_\varphi\cdot\varphi_{(1,n_M,h)} \quad \left(h=h^{wus}_{1,n_M}\right) \quad \text{（翼上側）} \qquad (24\text{-}1)$$

$$\Delta\varphi^{A,sl}_{1,n_M} \equiv \frac{-\Delta A^t_Z}{\left|\Delta A^t_Z\right|}\cdot\lambda_\varphi\cdot\varphi_{(1,n_M,h)} \quad \left(h=h^{wls}_{1,n_M}\right) \quad \text{（翼下側）} \qquad (24\text{-}2)$$

更に,全ての横断面機構A型 $n\left(1\leq n\leq na_1\right)$毎に翼上,下側の各最大操作量を与える関節（翼上側 $h=h_{1,n}^{wus}$, 翼下側 $h=h_{1,n}^{wls}$ ）の最大操作量を,

$$\kappa_x=\begin{cases}\dfrac{n}{n_M} & \left(1\leq n\leq n_M\right) \quad (24\text{-}3)\\[2ex] \dfrac{na_1-n}{na_1-n_M} & \left(n_M+1\leq n\leq na_1\right) \quad (24\text{-}4)\end{cases}$$

を用いて次の通り与える.

$$\Delta\varphi_{1,n}^{A,su}\equiv\kappa_X\cdot\frac{\Delta A_Z^t}{\left|\Delta A_Z^t\right|}\cdot\lambda_\varphi\cdot\varphi_{(1,n,h)}\quad\left(h=h_{1,n}^{wus}\right)$$ （翼上側）(25-1)

$$\Delta\varphi_{1,n}^{A,sl}\equiv\kappa_X\cdot\frac{-\Delta A_Z^t}{\left|\Delta A_Z^t\right|}\cdot\lambda_\varphi\cdot\varphi_{(1,n,h)}\quad\left(h=h_{1,n}^{wls}\right)$$ （翼下側）(25-2)

そして、全ての横断面機構A型 $n\left(1 \leq n \leq na_1\right)$ 毎に最大操作量を用いて $F^{\varphi A}_{(1,n,h),1}$ を次の通り設定する.

翼上側

$\left(1 \leq h \leq h^{wus}_{1,n}\right)$

$$F^{\varphi A}_{(1,n,h),1}\left(\Delta\vec{A}^{t}, \boldsymbol{P}^{f}\right)=\frac{h}{h^{wus}_{1,n}}\cdot\Delta\varphi^{A,su}_{1,n}\equiv F^{A}_{5} \qquad (26\text{-}1)$$

$\left(h^{wus}_{1,n}+1 \leq h \leq 2\left(J_1-1\right)\right)$

$$F^{\varphi A}_{(1,n,h),1}\left(\Delta\vec{A}^{t}, \boldsymbol{P}^{f}\right)=\frac{2\left(J_1-1\right)-h}{2\left(J_1-1\right)-h^{wus}_{1,n}}\cdot\Delta\varphi^{A,su}_{1,n}\equiv F^{A}_{6} \qquad (26\text{-}2)$$

翼下側

$\left(2\mathrm{J}_1-1 \leq h \leq h^{wls}_{1,n}\right)$

$$F^{\varphi A}_{(1,n,h),1}\left(\Delta\vec{A}^{t}, \boldsymbol{P}^{f}\right)=\frac{h-\left(2\mathrm{J}_1-1\right)}{h^{wls}_{1,n}-1-\left(2\mathrm{J}_1-1\right)+1}\cdot\Delta\varphi^{A,sl}_{1,n}\equiv F^{A}_{7} \qquad (26\text{-}3)$$

$\left(h^{wls}_{1,n}+1 \leq h \leq 4\left(J_1-1\right)\right)$

$$F^{\varphi A}_{(1,n,h),1}\left(\Delta\vec{A}^{t}, \boldsymbol{P}^{f}\right)=\frac{4\left(J_1-1\right)-h}{4\left(J_1-1\right)-h^{wls}_{1,n}}\cdot\Delta\varphi^{A,sl}_{1,n}\equiv F^{A}_{8} \qquad (26\text{-}4)$$

$F^{\varphi N}_{(1,n,h),1}$ の設定

全ての横断面機構A型n $\left(1 \le n \le na_1\right)$ の全ての横関節$\left(1 \le h \le 4\left(J_1 - 1\right)\right)$ に対し

$$F^{\varphi N}_{(1,n,h),1}\left(\Delta\vec{N}^t, \boldsymbol{P}^f\right) = 0 \qquad (27)$$