

1 最大離陸重量 W_{TO} , 空虚重量 W_E , 燃料重量 W_F の見積もり

W_{TO} は、定義式

$$W_{OE} = W_E + W_{tfo} + W_{crew} + W_{OP} \quad (1)$$

定義式から導出される式

$$W_{OE} = W_{TO} - (1 - M_{ff})W_{TO} - W_{Fres} - W_{PL} \quad (2)$$

統計関係式

$$\log 10 W_{TO} = A' + B' \log 10 W_{OE} \quad (3)$$

$$\text{ただし, } A' = 0.4736 \quad B' = 0.9656 \quad (4)$$

の3式を用いて算出できる.

1.1 Mission fuel fraction M_{ff} の見積もり

M_{ff} を見積もる. 飛行フェーズを下図のように設定する.

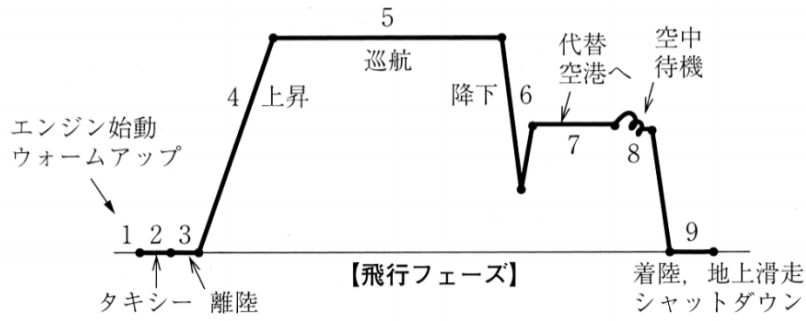


図1 飛行フェーズ

各フェーズでの重量比を,

$$\left(\frac{W_1}{W_{TO}}, \frac{W_2}{W_1}, \frac{W_3}{W_2}, \frac{W_4}{W_3}, \frac{W_5}{W_4}, \frac{W_6}{W_5}, \frac{W_7}{W_6}, \frac{W_8}{W_7}, \frac{W_9}{W_8} \right) = (0.990, 0.990, 0.995, 0.980, 0.990, 0.992) \quad (5)$$

と仮定し, 巡行, 代替空港への巡行, 空中待機のフェーズではブレゲーの式より,

$$\begin{aligned} \frac{W_5}{W_4} &= \exp\left(-\frac{R}{C_j \frac{L}{D}}\right) \\ \frac{W_7}{W_6} &= \exp\left(-\frac{R_{alt}}{c_{j_{alt}} \frac{L}{D_{alt}}}\right) \\ \frac{W_8}{W_7} &= \exp\left(-\frac{E_{ltr}}{\frac{1}{c_{j_{ltr}}} \frac{L}{D_{ltr}}}\right) \end{aligned} \quad (6)$$

である。設計要求から、

$$\begin{aligned}
R &= 7500 \text{ [nm]} \\
R_{alt} &= 200 \text{ [nm]} \\
V &= M0.8 \times 574 \text{ [kt]} = 459.2 \text{ [kt]} at 38000 \text{ [ft]} \\
V_{alt} &= 300 \\
\frac{L}{D} &= \frac{L}{D_{alt}} = 20 \\
c_j &= c_{j_{alt}} = 0.5 \text{ [(Ib/hr)/Ib]} \\
E_{ltr} &= 0.75 \text{ [hr]} \\
\frac{L}{D_{ltr}} &= 23 \\
c_{j_{ltr}} &= 0.4
\end{aligned} \tag{7}$$

となる。よって、

$$\begin{cases} \frac{W_5}{W_4} = 0.692 \\ \frac{W_7}{W_6} = 0.990 \\ \frac{W_8}{W_7} = 0.987 \end{cases} \tag{8}$$

となり、

$$M_{ff} = \frac{W_9}{W_8} \cdot \frac{W_8}{W_7} \cdot \frac{W_7}{W_6} \cdot \frac{W_6}{W_5} \cdot \frac{W_5}{W_4} \cdot \frac{W_4}{W_3} \cdot \frac{W_3}{W_2} \cdot \frac{W_2}{W_1} \cdot \frac{W_1}{W_{TO}} = 0.63 \tag{9}$$

となる。

1.2 ペイロード重量 W_{PL} , 乗務員重量 W_{crew} の見積もり

乗客の割合をエコノミークラス 352 名, ビジネスクラス 42 名, ファーストクラス 26 名の総員 420 名とし、キャビンアテンダントを 15 名, パイロット 2 名とする。計算により、

$$\begin{cases} W_{Pl} = 420 \times 175 \text{ [Ibs]} + 352 \times 44 \text{ [Ibs]} + (42 + 26) \times 66 \text{ [Ibs]} = 93476 \text{ [Ibs]} \\ W_{crew} = (15 + 2) * (175 + 30) \text{ [Ibs]} = 3485 \text{ [Ibs]} \end{cases} \tag{10}$$

となる。

1.3 最大離陸重量 W_{TO} の見積もり

最大離陸重量 W_{TO} から計算される W_{OE} と $W_{OE_{tent}}$ の差が最小になるような W_{TO} を決定する。代替空港も空中待機も飛行フェーズに含んでいるので、 $W_{Fres} = 0$ としてよく、

$$W_F = W_{Fused} = (1 - M_{ff})W_{TO} - W_{PL} \tag{11}$$

となる。また、式 (2) より

$$W_{OE_{tent}} = W_{TO} - (1 - M_{ff})W_{TO} - W_{PL} \tag{12}$$

よって

$$W_{E_{tent}} = W_{OE_{tent}} - W_{crew} \tag{13}$$

さらに、式 (3),(4) より、

$$W_E = 10^{\frac{\log_{10} W_{TO} - A'}{B'}} \tag{14}$$

W_E と $W_{E_{tent}}$ の差が小さくなるように W_{TO} の探索を行った. すると

$$W_{TO} = 896000[Ibs] \quad (15)$$

の時、

$$\begin{cases} W_{E_{tent}} = 471952[Ibs] \\ W_E = 471943[Ibs] \end{cases} \quad (16)$$

となり、収束した.