

カッパ-128J の頭部および胴部の挫屈強度について

池田 健・富田 文治

1. はし が き

K-128 J ロケットの飛しょう中に空気力によって頭部および胴体部（平行部）に生ずる応力を正確に計算するのはかなり難かしいが、頭部の円錐部の部分については、徳川博士の近似計算法¹⁾を、また胴部の円筒についてはKármánの計算結果を適用すると簡単に概略値を推定できるので、これらの方法による計算結果を簡単に述べる。

2. 計算式およびその結果

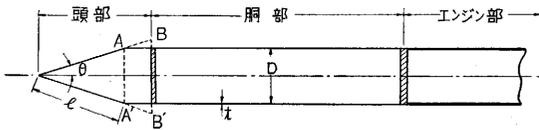
(1) 頭部 (Nose cone) の挫屈強度

薄肉円錐缶が均等な外圧を受け、弾性的不安定に基いて圧壊する時の臨界圧力 p_k は近似的に次式で与えられる。

$$p_k = 2.4E \left(\frac{0.6D \sec \theta}{l} \right) \left(\frac{t}{0.6D \sec \theta} \right)^{2.5} \quad (1)$$

ただし、 l は母線の長さ、 D は底面の直径、 t は肉厚、 θ は $1/2$ 頂角、 E はヤング率である。

K-128J の頭部は第1図に示すように単純な円錐缶ではないので、(i) 底面が AA' 断面の円錐缶と考えたと



第 1 図

き、(ii) 底面が BB' 断面の仮想的円錐缶と考えたときの二つの場合について考察する。前者は挫屈の臨界圧力を過大に評価し、後者は過小に評価する傾向にあり、正しい値はそれらの中間に存在すると思われる。

- (i) 底面が AA' 断面の円錐缶を考えた場合には、
 $l = 380\text{mm}$, $D = 128\text{mm}$, $t = 0.8\text{mm}$,
 $\theta = 10^\circ$, $E = 21,000\text{kg/mm}^2$

であるから (1) 式の値は

$$p_{k1} = 10.5\text{kg/cm}^2$$

(ii) 底面が BB' 断面の仮想的円錐缶と考えた場合には、

$$l = 480\text{mm}, \quad D = 162\text{mm}, \quad t = 0.8\text{mm}, \\ \theta = 10^\circ, \quad E = 21,000\text{kg/mm}^2$$

であるから (1) 式の値は

$$p_{k2} = 5.9\text{kg/cm}^2$$

$$p_{k1} \text{ と } p_{k2} \text{ の平均値を妥当な値と見做すことにすれば、} \\ p_k = 8.2\text{kg/cm}^2 \quad (2)$$

一方、ロケットの飛しょう中に加わる外圧を簡単に母線

に垂直方向の空気力の成分 p_e と考えれば

$$p_e = \frac{1}{2} \rho v^2 C_D \sin \theta \quad (3)$$

となる。ただし ρ は空気密度、 v は飛しょう速度、 C_D は抵抗係数である。いま

$$\rho = \frac{1}{8} \text{kgsec}^2/\text{m}^4, \quad v = 1,000\text{m/sec}, \quad \theta = 10^\circ, \quad C_D = 0.3$$

とすれば (3) 式の値は

$$p_e = 0.325\text{kg/cm}^2 \quad (4)$$

となり、これを (2) の p_k と比較すれば安全率は

$$p_k/p_e = 25 \quad (5)$$

になる。

(2) 胴部の挫屈強度

胴部の直径を D 、肉厚を t 、ヤング率を E とすれば挫屈の臨界応力 σ_B は近似的に次式で表わされる。

$$\sigma_B = 0.2tE / \frac{1}{2}D \quad (6)$$

いま、 $D = 128\text{mm}$ 、 $t = 0.8\text{mm}$ 、 $E = 21,000\text{kg/mm}^2$ とすれば (6) 式の値は

$$\sigma_B = 52.5\text{kg/mm}^2 \quad (7)$$

一方、ロケットの加速飛しょう中に胴部に加わる力は、頭部に働く空気力と、胴部より前方にある重量による慣性力の和であるから胴部に生ずる圧縮応力 σ_e は

$$\sigma_e = \frac{1}{\pi Dt} \left\{ \frac{1}{2} \rho v^2 C_D \cdot \frac{\pi}{4} D^2 + \alpha W \right\} \quad (8)$$

で表わされる。ここで、 W は頭部および胴部の重量、 α は進行方向の加速度倍数である。いま $W = 15\text{kg}$ とし、ロケットが $1,000\text{m/sec}$ の速度で飛しょうしている時に $\alpha = 50$ の加速度を受けたとすれば、(8) 式の値は

$$\sigma_e = 3.07\text{kg/mm}^2 \quad (9)$$

となり、これを (7) 式の σ_B と比較すれば安全率は

$$\sigma_B/\sigma_e = 17 \quad (10)$$

となる。

3. む す び

K-128J の頭部および胴部の挫屈強度について考察したが、いずれの場合も安全率はかなり高い値を示しているので、ロケットが正常な飛しょうをしている時には、挫屈による破壊の心配は全くないと思われる。

(1957. 10. 1)

文 献

- 1) 徳川武定, 造船協会会報, 67号, 昭和15年
- 2) Th. von Kármán, Jour. Aero. Sci. 8.1941.