

圧力容器の鏡板強さについての一考察

長 元 亀 久 男

One Consideration of Strength on an Elliptical Dished Head of Thin Cylinder

Kikuo NAGAMOTO

Graphical constitution of the two principal stresses σ_1 and σ_2 in an elliptical dished head of thin cylinder, is explained in this paper.

いま内圧 P を受けている薄肉円筒の強さについては σ_1 を円周方向の引張り応力, σ_2 を軸方向の引張り応力 (円周方向に直角方向の引張り応力) とし, t を円筒の厚さ, D を円筒の直径とすればつぎの式が導かれて

$$\sigma_1 = \frac{P}{t} \times \frac{D}{2} \quad (1)$$

$$\sigma_2 = \frac{P}{2t} \times \frac{D}{2} \quad (2)$$

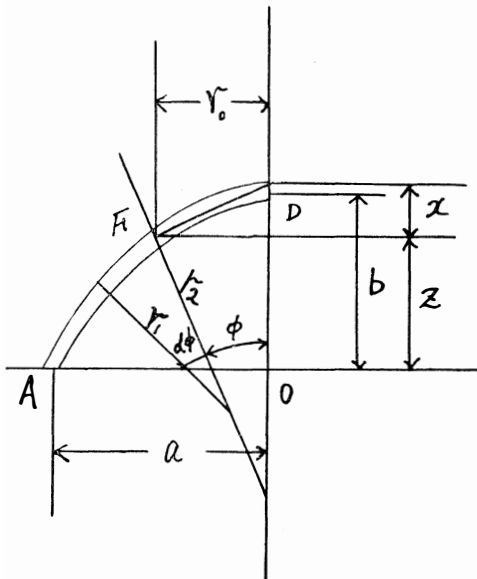


図 ~ 1

このような薄肉円筒の鏡板の形状を図 ~ 1 のようにだ円 AFD とし, a を長半径, b を短半径, $K = a/b$ とし, 鏡板上任意の点 F において, 軸線 DO からの垂

距距離を r_0 , AO からの垂直距離を Z とする。しからは鏡板の形状がだ円だということからつぎの関係が求め得られる。(1)

$$\frac{r_0^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1 \quad (3)$$

$$\frac{2r_0 dr_0}{a^2} + \frac{2z dz}{b^2} = 0$$

$$\frac{dr_0}{r_0} = -\frac{b^2}{a^2} \frac{r_0}{z} = -\frac{1}{K^2} \frac{r_0}{z}$$

$$x = \left| \left(\frac{dz}{dr_0} \right) r_0 \right| = \frac{r_0^2}{K^2 z}$$

$$\sin \phi = \frac{\frac{r_0^2}{K^2 z}}{\sqrt{r_0^2 + \left(\frac{r_0^2}{K^2 z} \right)^2}} \quad (4)$$

$$\frac{r_0}{\sin \phi} = [(aK)^2 + r_0^2(1 - K^2)]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

内圧 P を受ける鏡板上の任意の点 F における軸方向における力の釣合はつぎのようになる。

$$\sigma_2 \times (2\pi r_0 t) \sin \phi = \pi r_0^2 P$$

これから σ_2 はつぎのように求め得られる。

$$\sigma_2 = \frac{r_0 P}{2t \sin \phi} \quad (6)$$

(5)を(6)に代入して整理すれば

$$\sigma_2 = \frac{P}{2t} [(aK)^2 + r_0^2(1 - K^2)]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

いま図 ~ 2 を参照し鏡板の曲線を AFD とし, $AO = a$, $BO = b = DO$ とし, 鏡板上軸線から垂直距離 r_0 なる任意の点 F において鏡板円周方向に直角な方向の引張り応力について考えることにする。この応力が円筒部から鏡板部にうつるに従って変化する様子について, つぎのように図的に考えることができる。

(7)式にて [] 内を整理すればつぎのように求め得られる。

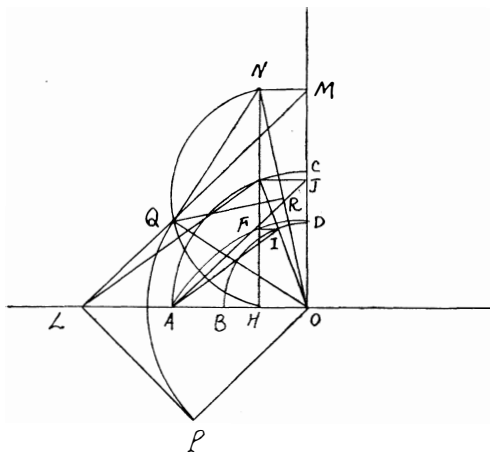


図 ~ 4

とする円弧との交りを Q とする。 $\triangle NQO$ は $\angle NQO$ を直角とする直角三角形である。 $\angle NOQ = \gamma$ とする Q から NO に垂線を下し、その足を R とする。しかるときは $\angle NQR = \gamma$ である。故に $\sqrt{K^2(a^2 - r_0^2) + r_0^2} \times \sin \gamma$ は QN をあらわし、 $QN \times \sin \gamma$ は NK をあらわすことになる。(1)と比較すれば鏡板任意点 F の円周方向の引張り応力は円筒部における円周方向の引張り応力の NR/AO の比をもってあらわされることになる。

本稿は化学工学協会北陸大会(昭41~10~21)における講演の要旨である。

参 照 文 献

- 1) ILOYDE, BROWNELL, EDWIN H. YOUNG;
Process Equipment Design.
- 2) チモシエノコ (片山, 北畠訳) 材料力学下巻, コロナ社.
(昭41.10.31受付)