

(622) 内表面に切欠きをもつ鋼管の内圧使用限界

新日本製鐵(株) 製品技術研究所 工博 柳本左門, 工博 三村 宏
玉野敏隆, ○小笠原昌雄, 栗山幸久

I 緒 言

中小径管の製造時の傷を検出する技術は着々と確立されつつあり, 特に外表面の傷の検出は容易であるが, 内表面の微小傷の検出は必ずしも容易とはいえない。従って, 内面傷が腐食・疲労等で拡大した場合, 使用性能がどの程度減少するかが問題となる。外表面に傷をもつ鋼管の限界内圧については米国バッテル研究所で多くの実験が行われ, 実験式が提案されている¹⁾が, 内表面の傷に対しての見解は明らかではなく, ここでは内表面傷に対する若干の見解が得られたので報告する。

II 実験方法

中小径管の代表として API 5A J-55 178φ×9.2 t, 274φ×8.9 t の ERW ケーシングチューブ 及び N-80 178φ×9.2 t, 127φ×11.3 t のシームレスケーシングチューブの4種類のケーシングチューブを用い, 内/外表面に放電加工による鋭い表面切欠きを入れ, 内圧による破壊テストを行った。破壊は全て変形応力支配型の破壊である。

III 実験結果および検討

貫通切欠および外表面切欠鋼管の限界内圧は, バッテル研究所の提案している実験式(式(1), (2))で良く推定できる。

$$\begin{aligned} \text{貫通切欠} \quad \sigma_f / \bar{\sigma} &= M^{-1} \quad (1) \\ \text{外表面切欠} \quad \sigma_f / \bar{\sigma} &= \frac{1-d/t}{1-d/t \cdot M^{-1}} \quad (2) \end{aligned} \quad \text{但し, } M = \sqrt{1 + 1.61 \frac{C^2}{Rt}}$$

ここに σ_f : 限界周応力 $\bar{\sigma}$: 変形応力, c : 切欠長さ
 d : 切欠深さ, R : 半径 t : 板厚

しかし, 内表面切欠鋼管の限界内圧は, 図1に示すように外表面切欠の限界圧より一般に高くなっている。

これは, 切欠近傍のバルジングに際し, 外表面切欠は開く方向に, 内表面切欠は閉じる方向に変形することに起因すると考えられる。そこで, d/t , R/t をパラメータにとって, 内表面切欠の実験値(σ_i^{exp})と式(2)の外表面切欠の限界値(σ_o^{cal})の比をとって示すと図2のようになる。 d/t , R/t の上昇に伴い内表面切欠の限界値が外表面切欠の限界値より大きくなることがわかる。

IV 結 論

中小径管に対してもバッテルの外表面切欠鋼管の限界圧を推定する式は, かなり精度良く推定できるが, 内表面切欠鋼管の限界圧は外表面鋼管のそれより若干高くなる。

文献

1): J.F.Kiefner et al. ASTM STP 536 P. 461~.

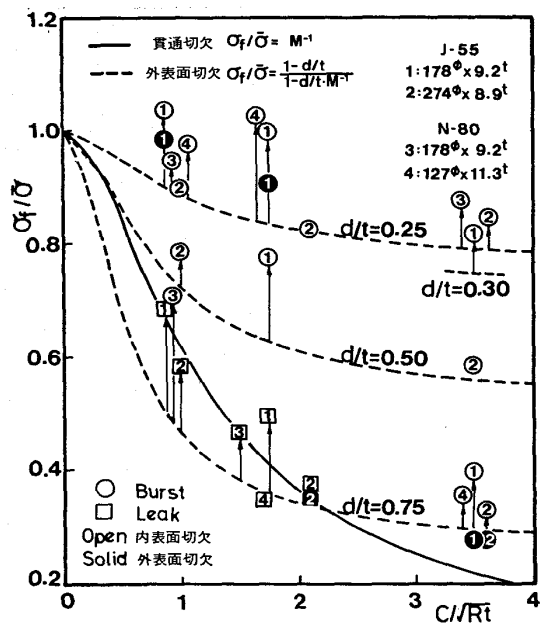


図1 内/外表面切欠鋼管の限界応力

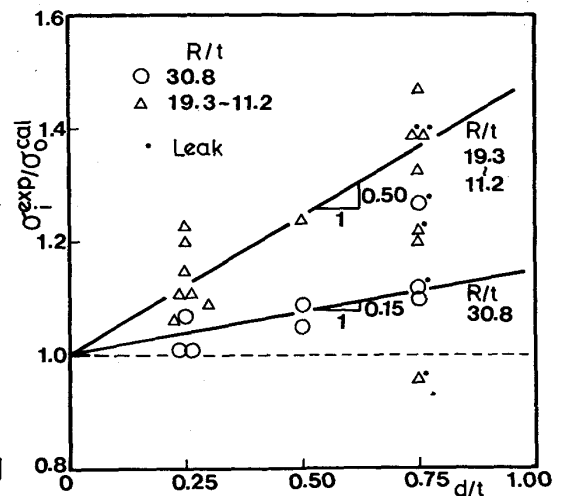


図2 内表面切欠鋼管の限界応力の上昇