

(653) 圧潰強度に及ぼす真円度と材料変形特性の影響
 (油井用鋼管の圧潰強度の理論的解析 第1報)

新日本製鐵株式会社 第二技術研究所 三村裕幸
 第三技術研究所 ○玉野敏隆

1. 緒言

油井用鋼管の外圧による座屈強度(圧潰強度)は外径-肉厚比(D/t)、材料強度、真円度、材料変形特性(S-S特性)、残留応力等の影響を受ける。圧潰の挙動あるいは強度について有限要素法による解析が最近行なわれている。本報では大変形弾塑性有限要素法により真円度、S-S特性の影響を解析した結果について述べる。

2. 解析方法

一般化平面ひずみ弾塑性解析プログラム(8節点四辺形アイソパラメトリック要素)を用いて不安定解析を行なった。鋼管の断面形状はFig. 1に示すように楕円形とし、真円度uは①式で定義した。材料強度は0.5%の全ひずみを生じるときの応力 $\sigma_{0.5}$ で定義し、本解析では一定とした。S-S特性はNeedlemanの式(②式)を用いた。定数nが大きくなる程、完全弾塑性に近くなる(Fig. 2)。

3. 解析結果

1) 真円度の影響 D/tが大きい場合は弾性時に圧潰(弾性圧潰)し、D/tが小さい場合は降伏後に圧潰(塑性圧潰)する。真円度が悪化すると圧潰強度は低下するが、その度合は真円度良好の場合の弾性-塑性圧潰の境界付近のD/tで最も大きい(Fig. 3)。また部分的に降伏した後に圧潰(部分塑性圧潰)するD/t範囲が真円度の悪化に伴いD/t大および小の両側に広がる。塑性圧潰では降伏は長軸側内面、短軸側外面の順で進展する。

2) S-S特性の影響 S-S特性の影響も真円度良好の場合の弾性-塑性圧潰の境界付近のD/tで最も大きく、ここではnが大きくなる程 圧潰強度が高くなる。D/tが大きい場合は弾性圧潰するためにS-S特性の影響は無い。一方D/tが小さくなると全面的に降伏した後に圧潰(全面塑性圧潰)するため、nが小さいすなわち加工硬化が大きい程 圧潰強度が高くなる(Fig. 4)。またnが小さくなると比例限が小さくなり降伏開始が早まるために、塑性圧潰域がD/t大の側に広がる。

nが小さくなると真円度の影響は幾分小さくなる。

参考文献

1) 富田・遠藤: 機械学会講演論文集 No.810-10(1981)、165-167

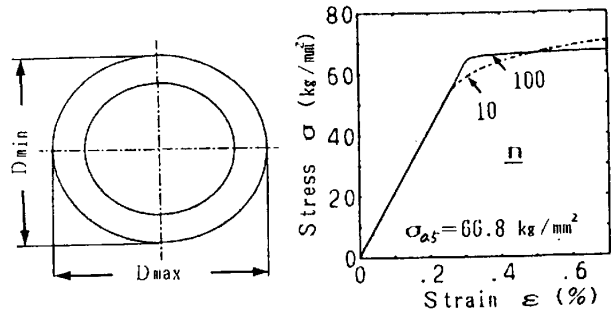


Fig. 1 Section of pipe Fig. 2 S-S curve

$$u = (D_{max} - D_{min}) / D_{ave} \times 100 \% \quad \text{.....①}$$

$$\sigma / \sigma_y = \begin{cases} \epsilon / \epsilon_y & \text{for } \epsilon \leq \epsilon_y \\ [n(\epsilon / \epsilon_y) + 1 - n]^{1/n} & \text{for } \epsilon > \epsilon_y \end{cases} \quad \text{.....②}$$

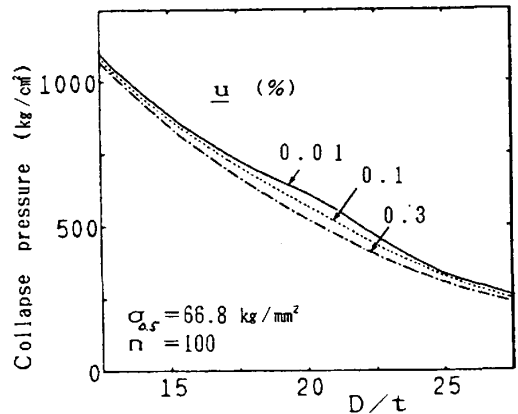


Fig. 3 Influence of ovality u on collapse pressure

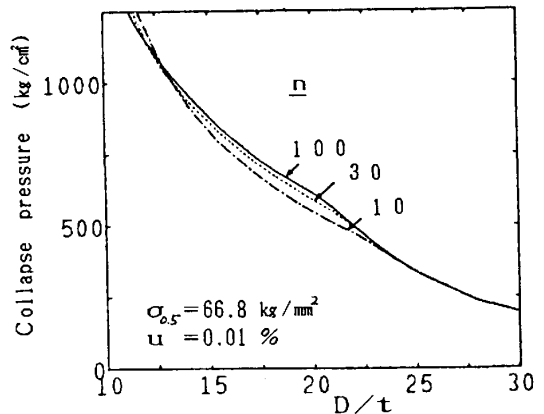


Fig. 4 Influence of S-S relation on collapse pressure

2) 時政・田中: 鉄と鋼, Vol.69-13(1983)、s1397