

(654)

圧潰強度に及ぼす残留応力の影響

(油井用鋼管の圧潰強度の理論的解析 第2報)

新日本製鐵(株) 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

油井用鋼管には通常管内面で圧縮応力、外面で引張応力であるような円周方向残留応力が存在し、圧潰強度低下の一因となっている<sup>1)</sup>。本報では円周方向残留応力の影響を解析した結果について述べる。

2. 解析方法

前報と同じ解析プログラムを用いて解析した。円周方向残留応力  $\sigma_{R0}$  は肉厚方向に直線分布を仮定し、管内面の値で表わした。

3. 解析結果

1) 残留応力の単独の影響 残留応力の影響は  $\sigma_{R0} = 0$  の場合の弾性-塑性圧潰の境界付近の  $D/t$  で最も大きくなる (Fig. 1)。その境界より  $D/t$  が小さい範囲では圧潰強度を最大にする残留応力値 ( $\sigma_{R0,op}$ ) がある。 $\sigma_{R0,op}$  は外圧による降伏が管の内外面で同時に始まるような残留応力で近似できて、von Misesの降伏条件を用いると次式で与えられる。

$$\sigma_{R0,op} = [(1-\eta^4)/(7/3+2\cdot\eta^2+\eta^4)] \cdot \sigma_y$$

$$\text{ただし } \eta = 1 - 2 \cdot t/D$$

$\sigma_{R0,op}$  は管内面で小さい引張応力となる。これより大きい引張応力になる ( $\sigma_{R0} > \sigma_{R0,op}$ ) と管外面から、これより小さい引張応力、0、あるいは圧縮応力になる ( $\sigma_{R0} < \sigma_{R0,op}$ ) と管内面から降伏が始まる。

また  $D/t$  が大きい場合は弾性圧潰するため残留応力の影響は無い。一方  $D/t$  が小さい場合は全面塑性圧潰するため残留応力の影響は小さくなる。

2) 残留応力と真円度の複合の影響 真円度が悪化すると残留応力の影響は小さくなる (Fig. 2)。これは真円度悪化による応力集中が長軸側内面および短軸側外面で大きくなり降伏の開始が早まるためである。

3) 残留応力とS-S特性の複合の影響  $n$  が小さくなると残留応力の影響は小さくなる (Fig. 3)。これは  $n$  が小さくなると比例限が小さくなるため降伏しやすく、降伏がより進展してから圧潰するためである。

参考文献

1) 時政・田中: 鉄と鋼, Vol.69-13(1983), s1398

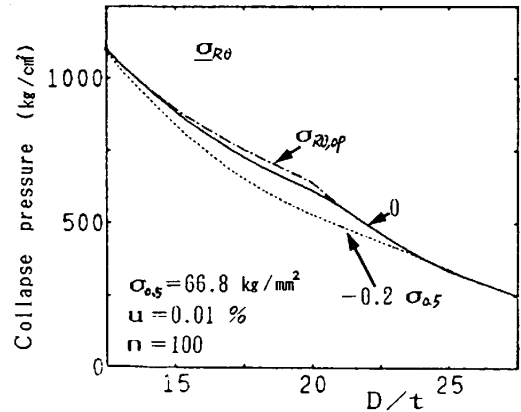


Fig. 1 Influence of circumferential residual stress  $\sigma_{R0}$  on collapse pressure

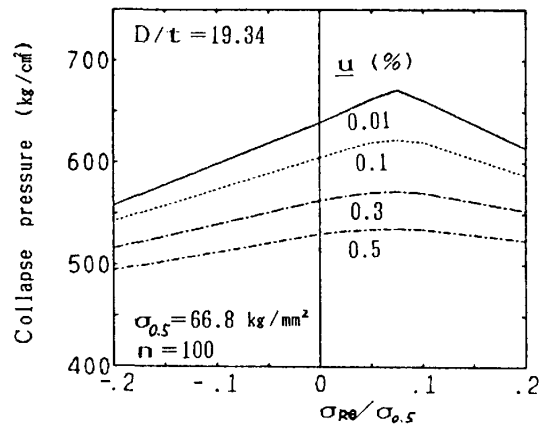


Fig. 2 Influence of ovality  $u$  and residual stress  $\sigma_{R0}$  on collapse pressure

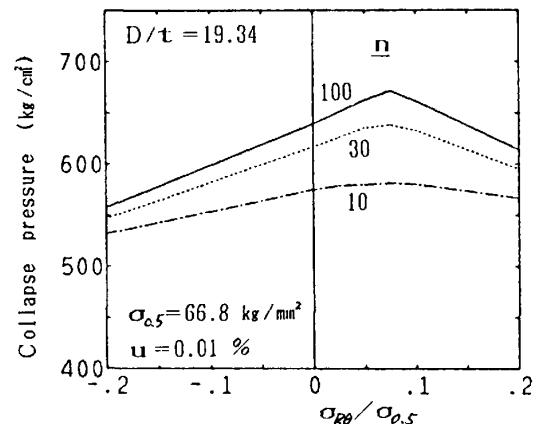


Fig. 3 Influence of S-S relation and residual stress  $\sigma_{R0}$  on collapse pressure