

(483) 油井管のコラプス強度に及ぼす応力-ひずみ曲線の影響

(油井管のコラプス強度の有限要素法解析 第3報)

住友金属工業(株) 中央技術研究所 時政勝行, 田中健一

1. 緒言

油井管のコラプス強度に及ぼす残留応力と管材降伏特性の影響は、実験的手法による解明が難しく、筆者らは、FEM解析による検討を進めてきた。前報では完全弾塑性材料の管の塑性コラプス強度に及ぼす残留応力の影響を定量的に明らかにした⁽¹⁾。ここでは、残留応力の無い管の塑性コラプス強度に及ぼす管材料の応力-ひずみ曲線(S-S曲線)の影響について報告する。

2. 解析方法

2-1. S-S曲線形状

Fig.1に示す2つのS-S曲線形状(線形硬化則に従う場合と指数硬化則に従う場合)について、コラプス強度に及ぼす硬化係数Hおよび硬化指数nの影響を求めた。

2-2. 計算結果の一般化

硬化係数Hおよび硬化指数nのコラプス強度に及ぼす影響を表示する関数f(H)およびg(n)とし、コラプス強度P_{cr}が

$$P_{cr} = 2\sigma_0 \frac{D/t-1}{(D/t)^2} f(H) \text{ または } P_{cr} = 2\sigma_0 \frac{D/t-1}{(D/t)^2} g(n) \quad (1)$$

で表示できると仮定して、f(H)、g(n)を求めた(ただし、H=0, n=0の完全弾塑性体の場合、f(0)=g(0)=1)。式(1)をσ_{εp}(ε_p オフセット耐力)を基準として書き直すと次式が得られる。

$$\frac{P_{cr}}{P_{cr, H=0}} = \left[1 - \frac{H\epsilon_p}{(1-H/E)\sigma_{\epsilon p}} \right] f(H) \quad (2)$$

$$\frac{P_{cr}}{P_{cr, n=0}} = \left[\frac{\sigma_{\epsilon p}}{(E\epsilon_p + \sigma_{\epsilon p})^n} \right]^{\frac{1}{1-n}} \frac{g(n)}{\sigma_{\epsilon p}} \quad (3)$$

ただし、

$$P_{cr, H=0} = P_{cr, n=0} = 2\sigma_{\epsilon p} \frac{D/t-1}{(D/t)^2} \quad (4)$$

式(2)(3)は、Hあるいはnの影響を無視しσ_{εp}を管材の降伏強度として用いて塑性コラプス強度を(4)式で推定したときの差異を示す。

3. 結果

(1) σ_{εp}として、0.2%耐力σ_{0.2}を用いた場合、硬化係数あるいは硬化指数が大なるほど塑性コラプス強度は式(4)で求まる値よりも低下する(Fig.2)。

(2) σ_{εp}として、σ_{0.04}を用いればS-S曲線形状に拘わらずコラプス強度は式(4)で近似的に求め得る(Fig.2, Fig.3)。

参考文献 (1) 時政, 田中: 鉄と鋼, Vol. 69No.13(1983), s 1398

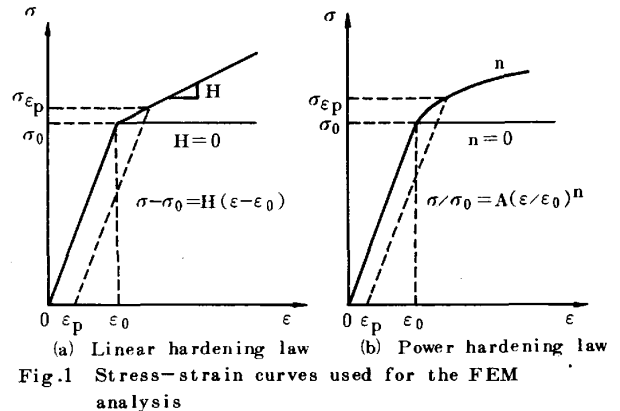


Fig.1 Stress-strain curves used for the FEM analysis

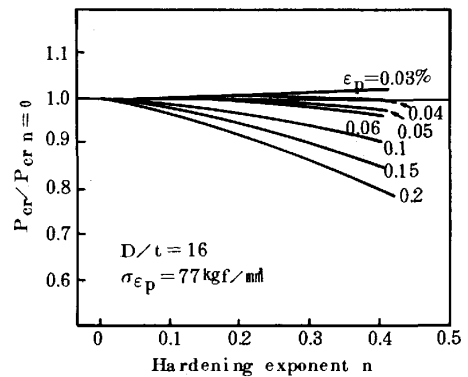


Fig.2 The effect of hardening exponent n on the collapse strength

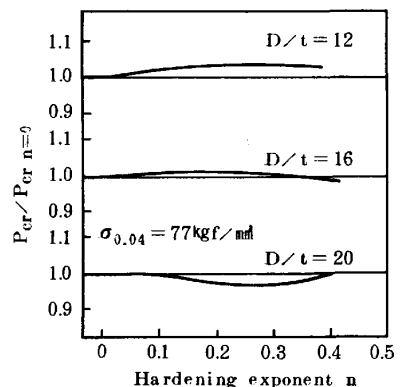


Fig.3 The effect of D/t on the estimation of collapse strength with eq.(4) and σ_{0.04}