

(406) コラプス強度の理論的検討(鋼管の矯正の研究 第4報)

住友金属工業㈱ 鋼管製造所 °古堅宗勝 大藪研一
大阪本社 松木則夫

1. 緒言 前報⁽¹⁾⁽²⁾では矯正時の歪と応力を解析し、残留応力等について述べた。本報ではコラプス強度の解析法について報告する。

2. 理論

(1) コラプスの判定条件: 外圧 P_o を受けて歪んだその状態での材料定数に対応して決まる量を P_{cr} とすれば、コラプス発生条件は $P_o \geq P_{cr} \dots (1)$

ここで $P_o = 2\bar{\sigma}_\theta (t/D) \dots (2)$, $P_{cr} = \frac{2E'}{1-\nu^2} \frac{1}{D/t(D/t-1)^2} (C_{linedinst}) \dots (3)$
 $\bar{\sigma}_\theta$ は周方向平均応力であり、 E' には接線係数 $d\bar{\sigma}_\theta/d\varepsilon_\theta$ を用いた。

(2) 周方向圧縮の $\bar{\sigma}_\theta - \varepsilon_\theta$ 線図: 管断面を半径方向と周方向に分割し、各分割要素について、例えば矯正後の残留応力を有した状態を初期値として、周方向に圧縮の歪増分 $d\varepsilon_\theta$ を与えて応力増分 $d\sigma_\theta$ を計算し $\sigma_\theta - \varepsilon_\theta$ を求めた。平均の $\bar{\sigma}_\theta - \varepsilon_\theta$ は各要素の積分平均とした。なお外軸力 T_o が作用する場合、各要素の軸方向応力 σ_t は軸方向釣合式 $T_o = \int_A \sigma_t dA$ を満たさねばならぬ。歪増分より応力増分を計算する方法は前報⁽²⁾で述べた。

(3) コラプス強度の計算法: この $\bar{\sigma}_\theta - \varepsilon_\theta$ を介して (2), (3) 式より $P_o - \varepsilon_\theta$, $P_{cr} - \varepsilon_\theta$ の関係が求まり、判定条件(1)式よりコラプス強度が決定される(図1)。

3. 計算例

図2に残留応力(R.S.)の影響を示す。R.S.によるコラプス強度の低下はR.S.に起因する $\bar{\sigma}_\theta$ の弾性限の低下によるもので、その影響は遷移域で著しい。図3に軸力の影響を示す。 D/t の大なる弾性域の材料ではある限界以下の軸力ではコラプス強度は変わらず、弾性コラプスの現象を保持している。この理論により実際の現象をよく説明出来る。

4. 結言

前報を含めてこの理論解析により、矯正時の歪と応力の履歴及び矯正後の残留応力、応力歪線図、コラプス強度等が計算され、複雑な矯正現象がかなり解明出来た。この理論の応用として矯正段取の適正化が図られた。

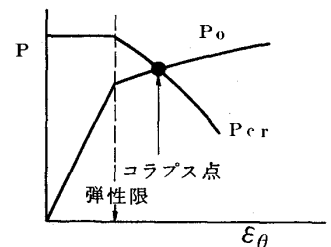


図1. コラプス強度の計算法

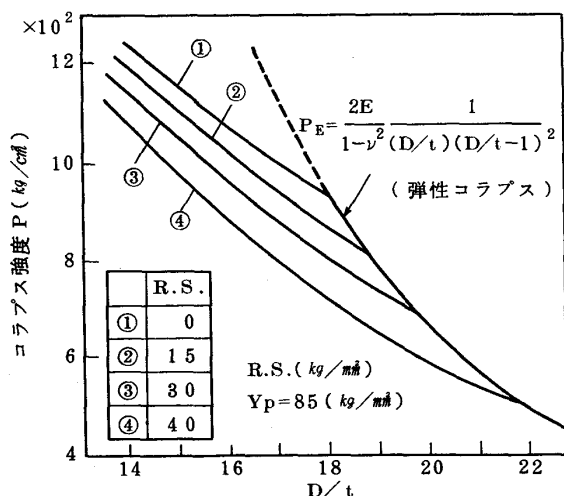


図2. 残留応力(R.S.)の影響

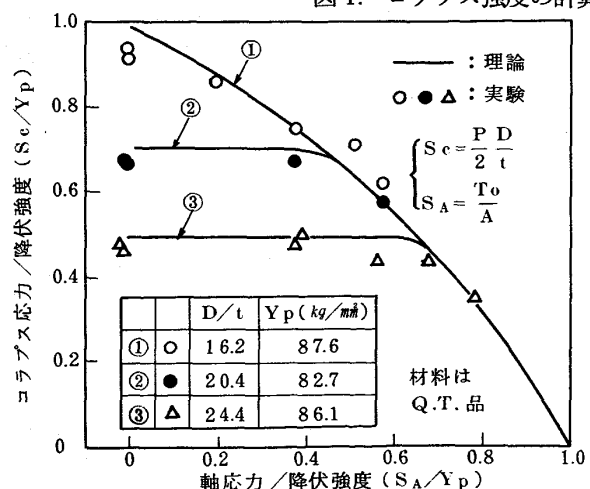


図3. 軸引張力の影響

文献 (1)古堅ほか: 鉄と鋼 64-11(1978), 238 (2)松木ほか: 鉄と鋼 65-4(1979), 287