

(230)

鋼管成形時における降伏応力の変化

川崎製鉄 技術研究所 ○高田庸 杉江英司 蓮野貞夫

1. 緒言

鋼管用鋼板の品質設計のためには、鋼管の機械的性質と素材の材料特性との間の関係を明らかにする必要がある。今回逆方向予ひずみによる応力-ひずみ曲線の変化を多くの鋼種について調べ、素材の通常の引張特性値から鋼管の降伏応力を推定する方法を検討した。

2. 供試材および試験方法

供試材としてはAPI 5L X 42, X 52, X 60およびX 70相当の普通の炭素鋼, Nb鋼, Nb-V鋼, Nb-V-Ni鋼, Nb-Mo鋼およびNb-V-Mo鋼21鋼種の厚板を用いた。これらの素材から平行部径12mmの丸棒試験片を切り出し、圧縮の際の座屈防止のために特殊な治具を用いて、50t万能試験機により圧縮-引張、および圧縮-引張-圧縮試験を行なった。その際巾伸び計によって直径方向のひずみを測定し、それを軸方向のひずみに換算した。

3. 試験結果

素材の応力-ひずみ曲線を $\sigma = C_0 \varepsilon^{n_0}$ で、圧縮予ひずみ λ_p 後のそれを $\sigma = C' \varepsilon^n$ で近似すると、 C'/C_0 と λ_p および n/n_0 と C'/C_0 の関係は図1, 2のようになり C'/C_0 および n/n_0 と λ_p の間には次式の関係がある。

$$C'/C_0 = -3.57\lambda_p + 0.991 \quad \text{----- (1)} \quad n/n_0 = -6.93\lambda_p + 1.00 \quad \text{----- (2)}$$

この関係はC, Mn, Nb, VおよびMo含有量や圧延条件の異なった多くの鋼種の結果であり、鋼種によらず成立すると考えてよいであろう。

4. UOE鋼管の降伏応力の推定

上記の逆方向予ひずみ後の応力-ひずみ曲線 $\sigma = C' \varepsilon^n$ を用い、さらにUOE鋼管の成形に伴うくり返しひずみ過程において、同一方向の変形の間に逆方向の微小ひずみが加わったときには、同一方向のひずみの和から中間の微小ひずみを差し引いたひずみに等しい変形を受け、バウシinger効果に寄与するのは直前の予ひずみのみであるとして、UOE鋼管の降伏応力を素材の n_0 と C_0 から推定した。また下降伏応力 σ_{LRS} と引張強さ σ_{TS} との比 σ_{LRS}/σ_{TS} と n_0 , および4%ひずみ時の応力 $\sigma_{0.04}$ と σ_{TS} の比 $\sigma_{0.04}/\sigma_{TS}$ と n_0 とが直線関係にあることを見出し、これらの値から n_0 と C_0 を求めて鋼管の降伏応力を計算した。これらの結果をまとめて図3に示す。素材の下降伏応力と引張強さから計算した場合は、降伏点の存在しないMo含有鋼では誤差が大きい、それ以外では、計算値と実測値がよく対応しているのがわかる。

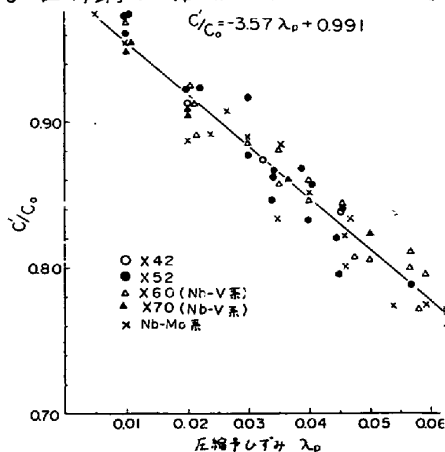
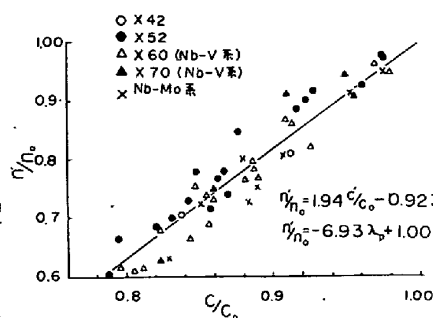
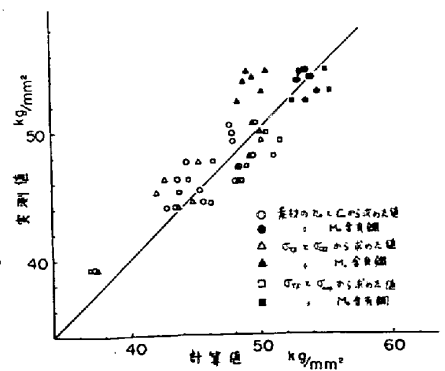
図1 圧縮予ひずみと C'/C_0 の関係図2 C'/C_0 と n/n_0 の関係

図3 UOE鋼管の降伏応力の算出値と実測値との関係