

川崎製鉄 技術研究所 ○高田 庸 杉江英司 蓮野貞夫

1. 緒言

UOE成形に伴うくり返しひずみにより、UOE鋼管の円周方向の引張特性は素材のそれとは異なる。このうち、降伏応力は素材の応力-ひずみ曲線と鋼管の加工履歴がわかれば、推定することができ、その推定値は実測値とよく一致することが確かめられている¹⁾。そこで、今回はこの方法を拡大してUOE鋼管の円周方向の平板化後の引張試験における応力-ひずみ曲線と引張強さを推定する方法を検討した。

2. UOE鋼管の平板化後の引張試験における応力-ひずみ曲線および引張強さの推定

素材の応力-ひずみ曲線を $\sigma = C_0 \epsilon^{n_0}$ で、圧縮ひずみ λ_p 後のそれを $\sigma = C' \epsilon^{n'}$ で近似すると C' および n' は C_0 および n_0 とつぎの関係にあり、¹⁾

$$C' = C_0(-3.57\lambda_p + 0.991), \quad n' = n_0(-6.93\lambda_p + 1.00)$$

鋼管の加工履歴を簡易化して、それに上式の関係と適用すれば、UOE鋼管の平板化後の円周方向の引張試験におけるひずみ λ_T に対する応力 σ_T はつぎのように表わされる。

溶接線から180°および135°位置では

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_T &= \frac{1}{2} C_0 \{m(1 + \lambda_E - \lambda_{os} + \lambda_T)\}^{n_0} + \int_0^{\lambda_T} \{C' \{m(1 + x\lambda_U + \lambda_E - \lambda_{os} + \lambda_T)\}^{n'}\} \cdot dx \dots\dots\dots (1) \\ C' &= C_0(-3.57 \cdot x\lambda_U + 0.991), \quad n' = n_0(-6.93 \cdot x\lambda_U + 1.00) \end{aligned} \right.$$

180°および135°を除く他の位置では

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_T &= \frac{1}{2} C_0 \{m(1 + \lambda_E - \lambda_{os} + \lambda_T)\}^{n_0} + \int_0^{\lambda_T} \{C' \{m(1 + x \cdot \frac{T}{D} + \lambda_E + \lambda_T)\}^{n'}\} \cdot dx \dots\dots\dots (2) \\ C' &= C_0 \{-3.57(x \cdot \frac{T}{D} + \lambda_{os}) + 0.991\}, \quad n' = n_0 \{-6.93(x \cdot \frac{T}{D} + \lambda_{os}) + 1.00\} \end{aligned} \right.$$

(ここで、 λ_E : 拡張率, λ_{os} : O-ring時の圧縮率の絶対値, λ_U : U-ing時の曲げひずみの絶対値, T : 鋼管の肉厚, D : 鋼管の外径, $x = 2\frac{t}{D}$, t : 管厚の中心層からの距離)

(1)式および(2)式より鋼管の円周方向各位置における応力ひずみ曲線と引張強さを求めることができる。

3. 計算値と実測値の対比

API 5L X X 52 から X 70 相当の18鋼種についてUOE鋼管の円周方向の平板化後の引張試験における応力-ひずみ曲線と引張強さの計算値と実測値を求めた。図1に引張強さにおける計算値と実測値の対比を、図2には応力-ひずみ曲線におけるそれを示す。いずれの場合も計算値は実測値とよく一致している。

この結果と前の降伏応力に関する結果を併わせ考えると、素材の応力-ひずみ曲線と鋼管の加工履歴がわかれば、UOE鋼管の平板化試片の引張試験における降伏応力、応力-ひずみ曲線および引張強さを精度よく推定することができる。

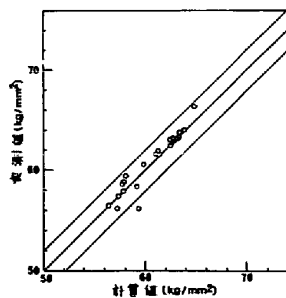


図1 UOE鋼管の引張強さの計算値と実測値の対比

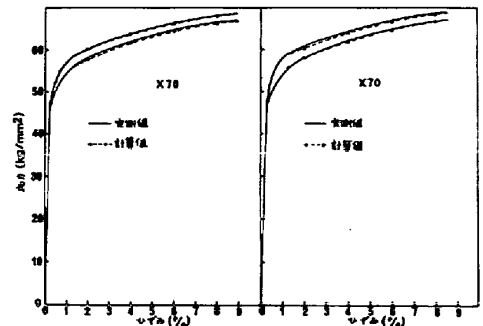


図2 UOE鋼管の平板化後の引張試験における計算値および実測値の応力-ひずみ曲線の対比

1) 高田, 杉江, 蓮野; 川崎製鉄技報, 7 (1975) 4, 1