

(232)

管厚方向強度分布の推定(高張力中径電綫鋼管製造時のパウシンガー効果の影響-II)

川崎製鉄 技術研究所 横山栄一 大坪 宏 山岸光邦

1. 緒言

素材コイルと管強度の関係を定量的に把握するためには、くりがえし変形下における降伏条件式の算出が必要である。そこで本研究ではパウシンガー効果の予ひずみ依存性を明らかにするとともに、造管過程の板厚方向各位置のひずみ履歴とモデル化し、平面ひずみ変形の仮定のもとに、板厚方向降伏強度分布を推定した。

2. 実験方法

島津製10 Ton オートグラフに圧縮-引張治具をとりつけ、表1に示す供試材より平行部5mm中の試験片を作製し、任意の圧縮、引張ひずみ(〜5%)下で、圧縮-引張、引張-圧縮-引張試験を行ない、降伏強度0.5%耐力(Y.S.)の予ひずみ依存性を調査した。なおひずみ量は試験片中央部にひずみゲージをはりつけて検出し、速度2mm/minで荷重-ひずみ曲線と連続的に記録した。

3. 実験結果および考察

試料No. C についてY.S.の予ひずみ依存性を図1に示す。ひずみ量0.5%および3%におけるパウシンガー効果係数とそれぞれBEF、3%BEFとしたとき図2に示すように、BEFは圧縮予ひずみが大きくなるとある値に飽和していき、 $BEF = (K_1 + \epsilon_c^2) / (K_1 + K_2 \epsilon_c^2)$ 、 $3\%BEF = (K_3 + \epsilon_c^2) / (K_3 + K_4 \epsilon_c^2)$ なる近似式で表

示することができた。この近似式は2

回目のパウシンガー効果の生じる引張-圧縮-引張試験においても同様に表示でき、圧縮-引張試験により $K_1 \sim K_4$ を決定すれば、くりがえし変形を受けた後でも、予変形量および最後の圧縮ひずみさえ考慮すれば、ひずみ硬化関数 $\sigma = K_0 \epsilon^n$ により降伏強度を推定することができる。いま管の引張試験までの加工履歴と単純化すると、ブレイクダウン、フィンパスでの曲げ変形→フィンパス、サイダーでの圧縮変形→平板展開での曲げ戻し変形となり、平面ひずみ状態の仮定のもとに、板厚各位置での応力-ひずみ関数と求め、Y.S.分布を計算したところ、図3に示すように計算値は実測値とよく一致していた。

表1 供試コイルの化学成分

試料 No.	管規格	化 学 成 分 (wt.%)								
		C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	V	Mo
A	X 4 2	0.20	0.20	0.63	0.010	0.013	0.001	—	—	—
B	X 5 2	0.15	0.13	0.90	0.012	0.014	0.023	0.018	—	—
C	X 6 0	0.14	0.16	1.19	0.015	0.011	0.036	0.031	—	—
D	X 7 0	0.10	0.13	1.48	0.012	0.003	0.038	0.035	—	—
E	X 7 0	0.10	0.14	1.50	0.014	0.003	0.037	0.036	—	0.025

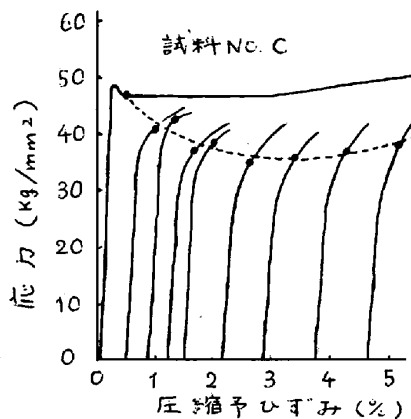


図1. 降伏強度の圧縮予ひずみ依存性

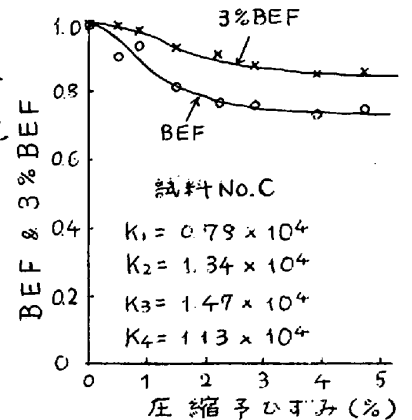


図2. BEFと3%BEFの圧縮予ひずみの関係

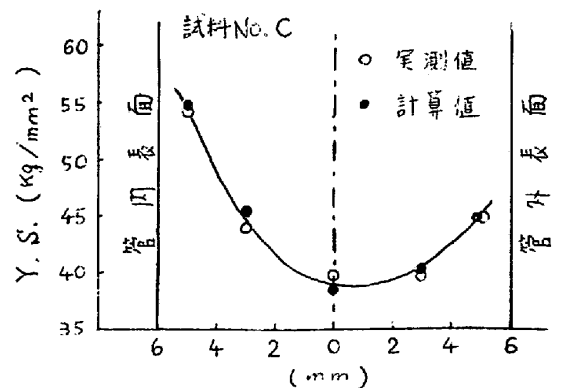


図3. 板厚各位置の降伏強度分布