

(385) ステンレス鋼線の応力緩和特性におよぼす伸線加工と時効の影響について

神鋼鋼線工業(株)研究開発部 川 端 義 則  
 ○ 山 岡 幸 男

1. 結言 プレストレストコンクリート用高炭素鋼線の応力緩和やオイルテンパー線、ステンレス鋼線のばねにおけるヘタリなどは、同質の特性と考えられ、実用的にも多くの研究が行なわれているが、内部微視組織との関連を調べた報告は少ない。そこで本研究では、オーステナイト系およびフェライト系ステンレス鋼線に伸線加工と一部時効処理を施し、応力緩和特性の変化を微視組織との関連で考察した。

2. 供試材と実験方法

表-1の供試材に65~75%の伸線加工を与え、オーステナイト系については伸線後500℃で5分の時効も施した。応力緩和試験は自動追尾式の試験機を用い、それぞれの試験サンプルの降伏応力の80%の初荷重で20℃10時間後の緩和量を求めた。また、304については一定温度T(293°K)で歪速度を $\dot{\epsilon}_1 \sim \dot{\epsilon}_2$ まで5000倍に変え、そのときの応力急変量 $\Delta\sigma$ より(1)式を用いて活性化体積 $\nu^*$ を求め(2)・(3)式より平均転位間隔 $\bar{\ell}$ と転位密度Nを計算した。 $\bar{\ell}$ を求める場合、障害の大きさdはバークスケトルbの大きさとした。更に透過電顕を用いて伸線加工に

表-1 供試材 (wt%)

鋼 種	径 (mm)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	N
SUS 304	5.06	0.06	0.57	0.89	0.030	0.008	8.60	18.51	—
	5.05*	0.08	0.45	0.86	0.030	0.009	8.67	18.14	—
SUS 201	4.14	0.13	0.56	6.44	0.031	0.008	4.28	16.91	0.14
SUS 305 J1	5.05	0.03	0.34	0.77	0.030	0.006	12.68	17.17	—
SUS 430	5.15	0.05	0.28	0.48	0.028	0.023	0.30	17.60	—

\* 歪速度急変テスト用

よる転位組織の変化、時効による炭化物の析出を観察し、応力緩和特性との関連を考察した。

$$\frac{\Delta\sigma}{\ln(\dot{\epsilon}_1/\dot{\epsilon}_2)} = \frac{kT}{\nu^*} \quad (1) \quad \nu^* = b d \bar{\ell} \quad (2) \quad \bar{\ell} = \frac{1}{\sqrt{N}} \quad (3)$$

よる転位組織の変化、時効による炭化物の析出を観察し、応力緩和特性との関連を考察した。

3. 実験結果

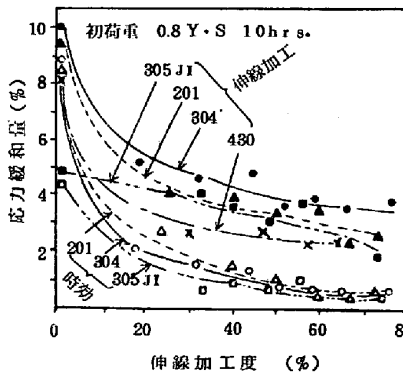


図-1 伸線加工および時効後の応力緩和量

図-1のように、緩和量(%)は伸線加工により急激に減少し、この傾向は時効により更に著しくなる。図-2に伸線加工の真歪に対して $\bar{\ell}$ ・Nおよび $\bar{\epsilon}$ の変化を示した。 $\bar{\epsilon}$ はt=10時間(36000秒)後の応力減少値 $\sigma_R$

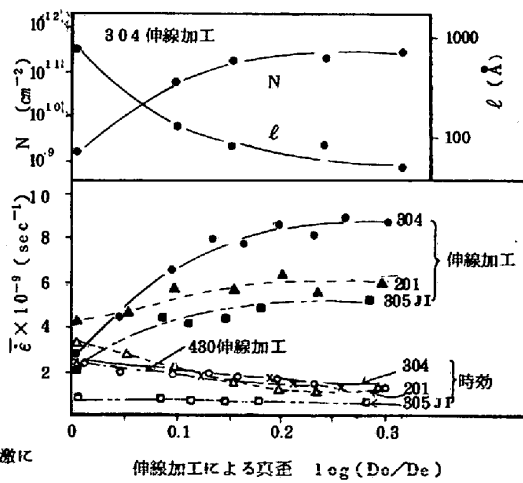


図-2 伸線加工と時効による $\bar{\ell}$ 、Nおよび応力緩和中の平均歪速度 $\bar{\epsilon}$ の変化

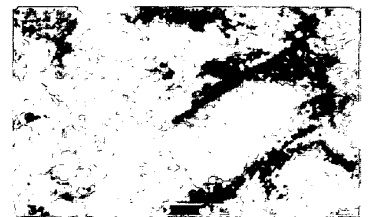
とヤング率Eより(4)式を用いて算出した。 $\bar{\epsilon} = \sigma_R / E \cdot t$  (4) 図-2より真歪とともに伸線加工のままのSUS304ではNは急増し、 $\bar{\ell}$ は急減し、 $\bar{\epsilon}$ は増加する。 $\bar{\epsilon}$ は緩和中に動いた転位密度 $N_m$ 、平均転位速度 $\bar{v}$ と(5)式の関係があり $\bar{\epsilon} = N_m b \bar{v}$  (5) 歪とともに $\bar{\ell}$ は減少し、転位は絡まるから $\bar{v}$ は減少していくと考えると、伸線真歪の増加による $\bar{\epsilon}$ の増大は $N_m$ の増加のためと考えられる。

写真-1は加工による転位組織の変化を示したもので、加工すると転位は急増するが、逆にタングルが多くなり、 $N_m$ の増加はNの増加の割には少なく、従って緩和量を初荷重に対して(%)表示すると図-1のように伸線加工に対して減少することになる。伸線加工0%では写真-1のようにNの絶対量が少ないので応力緩和中に動いた転位は少なく、 $\bar{\epsilon}$ は小さい。430の $\bar{\epsilon}$ 、緩和量が小さい値を示すのはセル組織の発達が著しいためであろう。

時効すると約100A°の $Cr_{23}C_6$ が転位線上に析出し、更に固着がつよくなり $N_m$ の減少をまねくので、 $\bar{\epsilon}$ 、緩和量(%)とも小さな値を示す。



(a) 伸線加工 0%



(b) 伸線加工 60% 0.4 μ

写真-1 転位組織の変化(304)