

(a) aging time 1mn (b) 3mn (c) 1000mn ×5000 (1/2)

Photo. 2. Precipitation of cementites by 250°C strain aging in the outer layer of 1.2% skinpassed sample D.

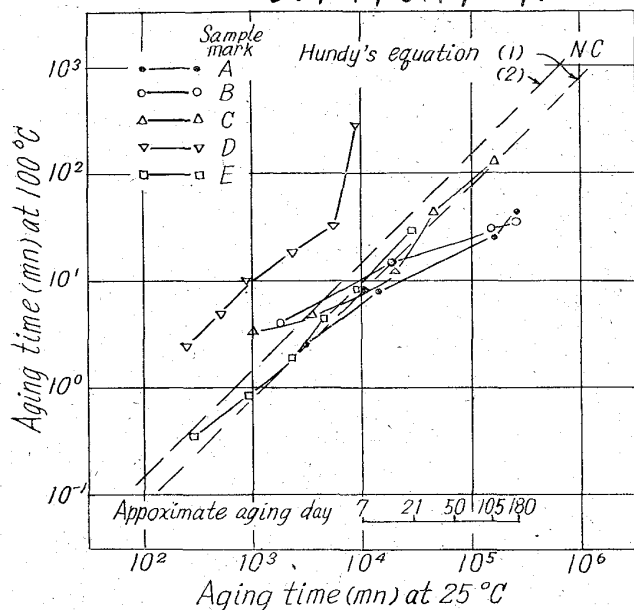


Fig. 3. Comparison of the time up to the same hardness increase by strain aging at 25°C and 100°C.

Mn 原子との相互作用もからんで、25°C と 100°C の時効の間で異なるためと考えられる。

HUNDY の式:

固溶 C 原子に対し:

$$\log_{10} t_r/t = 4400(1/T_r - 1/T) - \log_{10} T/T_r \dots (1)$$

固溶 N 原子に対し:

$$\log_{10} t_r/t = 4000(1/T_r - 1/T) - \log_{10} T/T_r \dots (2)$$

ここに t_r : 温度 T_r (°K) における歪時効時間

t : 温度 T (°K) における t_r に対応する歪時効時間

IV. 結 言

イ. 歪時効による硬度変化には、主として固溶 C 量とその析出状態が影響し、約 0.002% 以上の N 含有量やグレイン・サイズおよびスキンパス圧下率は余り関与しない。

ロ. 特に室温附近 (25°C) における歪時効による硬度増加および 100°C 以上での過時効による硬度低下には固溶 C 量の影響が顕著である。これは析出炭化物の状態と密接な関係にあることを電子顕微鏡的に確めた。

ハ. 固溶 C 量が多い場合および非常に少ない場合は、歪時効による硬度変化は HUNDY の式と一致しなくなるが、固溶 C 量がほぼ 0.0005~0.001% のときは一致する。

文 献

- 1) 周藤: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1379~1380
- 2) 周藤: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 509~511

669,146,99-415:669,686,5:621,785,78:620,172,22
(117) 歪時効によるフルーチング性の変化について 63307

(ブリキの硬度およびフルーチング性に関する研究—V) 1479~1481
東洋製罐東洋鋼鉄総合研究所 ○周藤悦郎
On the Change of Fluting Sensitivity by Strain Aging.
(Study on the hardness and fluting sensitivity of tinplate—V)

Etsuro SHUTO.

I. 結 言

前報と同一の試料を用いて、歪時効によるフルーチング性 (円筒状に丸めたときの腰折れ易さ) および降伏点伸びの検討を行なった。

フルーチング性試験は自作の 3 本ロール・タイプ試験機で行ない、評点基準片に従って肉眼観察によりその判定を行なった。歪—応力線図は川鉄式 SE 型伸び計をもつて記録して、これより降伏点伸びを測定した。引張速度は 10mm/mn である。

II. 実験結果および考察

フルーチング性の歪時効による変化の例を試料 A, D, E について Fig. 1 に示した。試料 D はグレイン・サイズが試料 A より大きいにもかかわらず、25°C 時効を除いてはフルーチング性がより大きい。試料 E は 25°C 時効の場合でもフルーチング性の悪化が顕著である。各試料が各時効温度においてフルーチング性が評点 4 に至るまでの時間と (固溶 C 量 + N 含有量) との関係を示したのが Fig. 2 であつて、これにより一般に (固溶 C 量 +

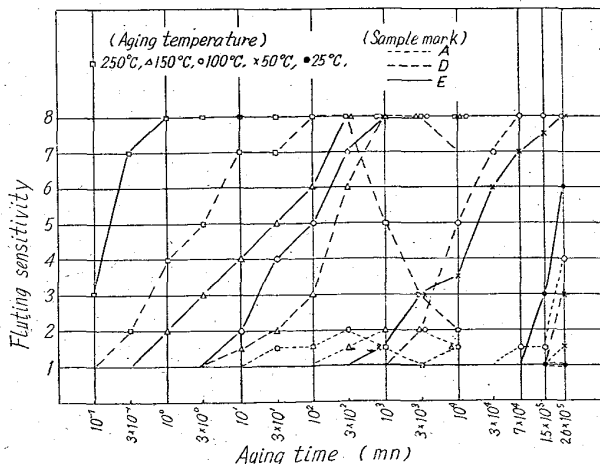


Fig. 1. Strain aging conditions and fluting sensitivity.

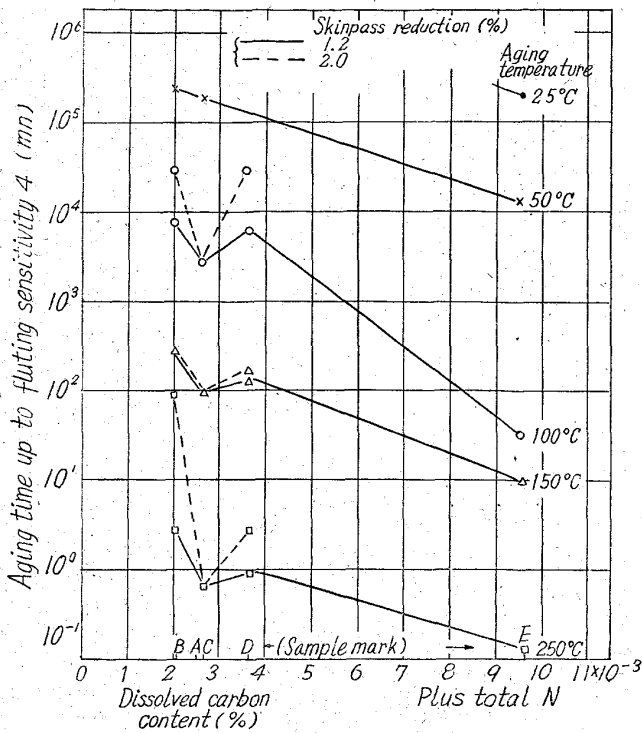


Fig. 2. Relation between the dissolved carbon and total nitrogen content and aging time up to fluting sensitivity 4.

N含有量)が多いほど、また圧下率が小さい程フルーティング性が大きくなり易いことが分る。しかし試料Dは試料Cよりも固溶C量が多いにも拘らずフルーティング性が大きくなり難い。これはグレイン・サイズがより大きいためと考えられる。フルーティング性と降伏点伸びとの間には Fig. 3 に示されるような相関性がある。そこで1.2% スキンパス後の試料を 25, 50, 100°C で 2.6×10^5 mn(180 日)歪時効した後の降伏点伸びを Fig. 4 に示した。これより室温付近(25°C)で歪時効の場合は、降伏点伸びは主としてN含有量、グレイン・サイズに影響されて、固溶C量にはあまり影響されない。すなわち箱型・連続焼鈍方式による本質的な差は認められないが、時効温度が上ると固溶C量の影響が顕著になつてくるなど、フルーティング性と類似の傾向が窺える。

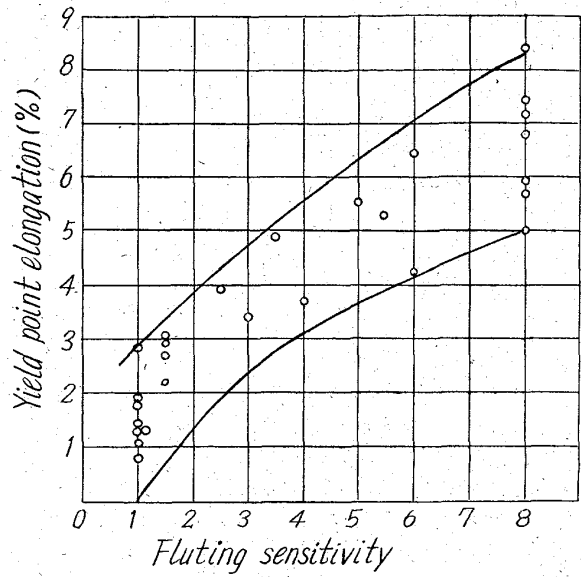


Fig. 3. Relation between fluting sensitivity and yield point elongation.

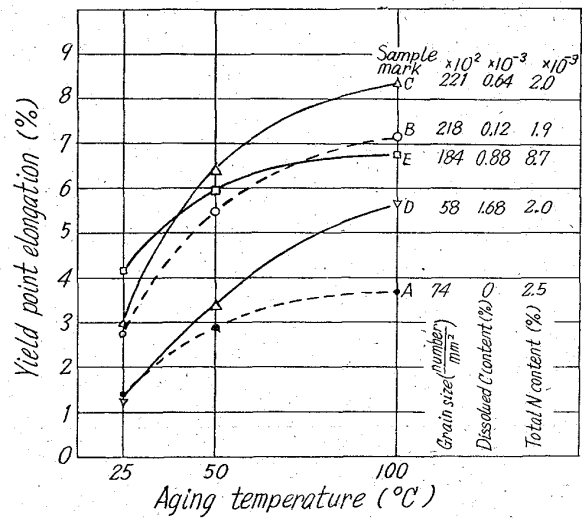


Fig. 4. Relations among yield point elongation after aged at 25, 50, 100°C for 180 days, and grain size, dissolved carbon and total nitrogen content.

Table 1. Relations among the aging conditions and strain hardening exponent(n), lower yield stress(σ_y), tensile stress(σ_B), measured and calculated yield point elongation(ϵ_y) of each sample with 1.2% skinpass reduction.

Sample mark	A		B		B		D		E						
	0	25°C ×180 days	100°C ×180 days	0	25°C ×180 days	100°C ×180 days	0	25°C ×180 days	100°C ×180 days	0	25°C ×180 days	100°C ×180 days			
n	0.198	0.188	0.194	0.194	0.197	0.174	0.187	0.190	0.182	0.177	0.180	0.172	0.193	0.191	0.160
σ_y (kg/mm ²)	20.0	25.9	29.4	26.5	30.7	36.1	27.6	34.5	38.0	23.6	30.1	33.2	28.4	39.4	39.8
σ_B (kg/mm ²)	33.1	35.7	35.7	37.0	39.1	39.5	39.1	42.5	39.9	36.8	41.3	37.2	42.5	46.1	41.8
ϵ_y (measured)(%)	0	1.4	3.7	0	2.8	7.2	0	3.0	8.4	0	1.3	5.7	0	4.2	6.8
ϵ_y (calculated)* (%)	—	1.8	3.2	—	3.0	6.0	—	3.2	8.3	—	1.6	5.1	—	4.7	7.0

* (1) 式による。 A: Aging condition T: Tensile test value

669, 14 = 621, 787 = 621, 785, 78 = 669, 14

前回りに報告したように、降伏点伸び ($\epsilon_y\%$) は、歪硬化係数 (n)、下降伏点 (σ_y kg/mm²)、抗張力 (σ_B kg/mm²) と次の(1)式で結ばれる。

$$\epsilon_y = n/2(\sigma_y/\sigma_B)^{1/n} + n/8(\sigma_y/\sigma_B)^{2/n} \dots (1)$$

従つて前記の降伏点伸び変化の特徴は、 N 含有量、グレーン・サイズおよび固溶C量の上記3引張試験値におよぼす影響が、時効温度によつて異なるためと思われる。これらの関係の例を Table 1 に示した。降伏点伸びの実測値と計算値はほぼよい一致を示している。25°C 時効の場合は、グレーン・サイズのほぼ等しい試料 A, D および B, C 同士の間で比較するに、固溶C量の多い方が時効による下降伏点増加が大きいが、同時に抗張力の増加も大きくなつてゐる。これが固溶C量によつて降伏点伸びが余り影響されないことの原因と考えられる。一方 100°C で 180 日時効後は固溶C量が多くなると、抗張力は過時効のため低下するが、下降伏点にはこの現象が殆んどみられない。このことがこの場合降伏点伸びが固溶C量によつて影響されることの原因と考えられる。また試料 E の 25°C 時効後の降伏点伸びが特に大きいのは、高 N 含有量のため下降伏点の増加が著しいためであろう。

III. 結 言

イ. 低炭素薄鋼板の室温付近 (25°C) で歪時効の場合のフルーチング性および降伏点伸びの変化は、固溶C量従つて焼鈍方式によつては本質的な影響を受けない。この場合は主として全 N 含有量およびグレーン・サイズによつて影響される。

ロ. 歪時効温度が 50°C 以上になると、他の性質がほぼ同じであれば固溶C量が多い方がフルーチング性および降伏点伸びは大きくなる。

ハ. 以上の現象は、歪時効による微細析出炭化物の分散状態が、時効温度によつて異なることが抗張力に影響し、これが(1)式を介して降伏点伸びに影響するためと考えられる。

文 献

- 1) 周藤: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 511~513

(118) 低炭素鋼の加工硬化, 歪時効におよぼす鉛の影響 63308

八幡鋼管研究部 ○小 柳 明
金属材料技術研究所 工博 荒 木 透
八幡鋼管研究部 松 隈 茂

The Effect of Lead on Work Hardening and Strain Ageing of Low Carbon Steel.

Akira KOYANAGI, Dr. Toru ARAKI and Shigeru MATSUKUMA.

I. 緒 言 1481~1483

鋼の加工硬化におよぼす鉛の影響については冷間引抜きの際、表皮の硬度上昇が少ないといわれているが定量的な研究報告は殆んどない。また、加工硬化と密接な関連のある歪時効に対する鉛の影響についての報告もない。本報では炭化物の影響の少ない低炭素鋼の含鉛および無鉛のものについて引張試験機での引張、圧縮加工による加工度と硬化度の関係を調べ、更にこれらを各種温度に歪時効してその硬度変化および引張特性の変化より加工硬化、および歪時効におよぼす鉛の影響を求め、今後の冷間引抜、冷間押し出し、その他の冷間成型への含鉛鋼の適応性に対する指針とした。

II. 供試材および実験方法

供試材は Table 1 のごとき化学成分のもので 10C, 10C F は塩基性電気炉の 4t, 1.5t 鋼塊を ϕ 130mm に圧延したものを ϕ 22mm に鍛造、 $H_1 \sim H_4$ は 20kVA 真空管式高周波炉で同一母材を用い中性雰囲気中で溶製した 7kg 鋼塊を ϕ 20mm に鍛造して何れも 900°C × 1h で焼準を行なつたものである。

10C, 10C F は原料、製造条件などが異なるので、殆んど同一溶解と見なし得る $H_1 \sim H_4$ について含鉛の影響をチェックした。4号引張試験片を 30t 引張試験機で引張破断後縦断し中心軸上の硬度 (Hv 10kg) を測定しその部分の引張加工度と対応させた。またこれらを 200°C ~ 700°C の各温度で単独または累積的に歪時効、低温焼鈍して硬度変化を調べた。圧縮試験は ϕ 10mm × 10mm の円柱試料を軸方向に同上試験機で 1mm づつ高さ 3mm まで圧縮し縦断して中心部の硬度を測定した。圧縮後各温度、歪時効させたものについても同様に硬度変化を調べた。10C, 10C F については伸び 5% で引張試験を中絶し常温 ~ 500°C に歪時効後更に試験を再開し破断させ、また $H_1 \sim H_4$ については平行部径 5mm の微小試験片を 2t オートグラフ引張試験機で引張り、最高荷重の所 (ネッキング直前) で中絶して 280°C × 30mn 歪時効後試験を再開して破断させ、引張特性の変

Table 1. Chemical analysis of specimens.

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Pb	Sol Al	ΣN
10C	0.14	0.29	0.54	0.010	0.007	0.16	0.07	0.07	—	0.012	0.009
10C F	0.14	0.26	0.53	0.011	0.025	0.17	0.08	0.06	0.23	0.018	0.008
H_1	0.09	0.20	0.52	0.010	0.019	0.08	0.03	0.04	—	0.010	0.009
H_2	0.10	0.22	0.57	0.010	0.020	0.08	0.03	0.04	0.07	0.012	0.007
H_3	0.10	0.25	0.59	0.010	0.019	0.08	0.03	0.04	0.12	0.015	0.007
H_4	0.09	0.26	0.58	0.010	0.017	0.08	0.03	0.04	0.14	0.015	0.007