

期粒度は窒化バナジウムおよび酸化バナジウムを含む試料ではこれ等を含まぬ試料よりも著しく細粒である。純鉄および金属状バナジウムのみを含む試料では結晶粒度の成長は熱処理温度の上昇と共に漸進的に起り成長抑制作用は認められない。然るに窒化バナジウムを含む試料では 935°C 以下の温度では著しい結晶粒成長は認められないが 950°C では可成り急激に成長し爾後熱処理温度の高い程成長速度は早くなる。然し 1100°C~1150°C を超えると成長速度は再び遅くなり一定の平均粒度を有する大きな結晶粒に漸時成長する。一方 Fig. 7 に示した如く熱処理による化合物型窒素量の変化は窒化バナジウムを含む試料の結晶粒成長曲線と可成りの相関性を有している。従つて結晶粒の成長抑制作用は少くとも窒化バナジウムの存在が一要因となつていゝと考えられる。酸化バナジウムを含む試料では前述の如く結晶粒は微細化しているが窒化物の場合程顕著な成長抑制作用は認められなかつた。

IV. 結 論

結晶粒度におよぼすバナジウムの影響を検討した結果
(1) バナジウムの添加により結晶粒度は微細化する。これは金属状バナジウムの存在によるためでなく窒化バナジウム或いは酸化バナジウムの存在によると思われる。

(2) 熱処理による窒化バナジウム量の変化と結晶粒度の成長との間には密接なる相関性がある。

(3) 窒化バナジウムは結晶粒の成長抑制作用を有し粗大化温度を高める。酸化バナジウムは明瞭な抑制作用は認められないがその存在により結晶粒の成長は可成り遅くなる。

(32) 軟鋼の歪時効に就て (II)

(歪時効に対するフェライト結晶粒度の影響)

Strain Ageing of Mild Steel

(Effects of Ferritic Grain Size)

Akikazu Nakanishi et alii.

富士製鉄・広畑製鉄所・研究所

工 吉田正人・工〇中西昭一・田中俊彦

I. 緒 言

第一報において、軟鋼の歪時効には、時効温度が大きく影響することについて報告したが、今回は、これに引續いて、結晶粒度により、その時効過程にどの様な変化が起るかについて実験を行つた。

II. 試験片及び試験方法

試験片は Table 1 に示す。薄板圧延用のリムドホットコイルより採取し 5 号試験片に切削して、ドライコに包み、焼準温度、並びに冷却速度、を適当に選ぶ事により、Table 2 に示す、四つの group の結晶粒を有する試料を作製した。

Table 1. The chemical composition of the specimen

Chemical Composition	C	Si	Mn	H	P	Cu
(%)	0.116	0.009	0.37	0.015	0.01	0.22
Chemical Composition	Ni	Cr	Sn	Total N ₂	O ₂	
(%)	0.041	0.027	0.045	0.008	0.012	

Table 2. Grain size of the specimens

Group	No. of grain / mm ²	Mean No. of grain / mm ²	A.S.T.M. grain size No.
I	1840~2070	1934	8
II	900~1088	1012	7
III	418~462	447	6
IV	6~5	10	0

この四つの group について第 1 報で報告した如く、予歪として、10% の伸びを引張試験機にて与え、その後直ちに 100°C ~ 30°C迄の各種温度の恒温水槽、または恒温水温油槽 (時効時間の長い場合) に浸漬し、時効を起さしめた。所定時間経過後、直ちに水にて冷却し、再び引張試験機にて、再び荷重を加え、途中、降伏点を詳細に測定して、破断に至らしめた。

時効量としては前回報告の如く、

$$\text{時効量}(\%) = \frac{\sigma_A - \sigma_B}{\Delta\sigma}$$

σ_A : 10% 伸びを与えるに必要な応力

σ_B : 10% 延伸加工後、時効せしめた後の降伏点

が、時効過程の観察、並びに理論的解析に可成り良い一致を示しているの、今回もこれを使用して、時効の指数とした。

III. 実験結果

上述の時効量と時効処理時間の間の関係について、その代表的な 1, 2 の例について示すと、Fig. 1 の如くなる。

即ち図より明らかなる如く、時効過程中、その初期段

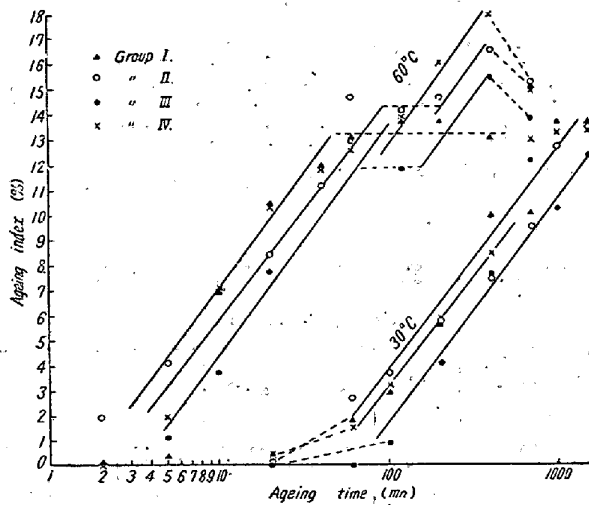


Fig. 1. Change of ageing index by ageing.

階では、結晶粒による差は殆んど見られないが、その中期以後、特に Over-ageing に達する前の段階においては、その差は可成り明瞭になってくる。

即ち結晶粒の大きい程、その最高到達時効量、並びに Over-ageing になる迄の時間が大となる。

抗張力に関しては、第一報で報告の如く、時効の指数として適当でない事が、Fig. 2 に示す如く、今回も確認された。

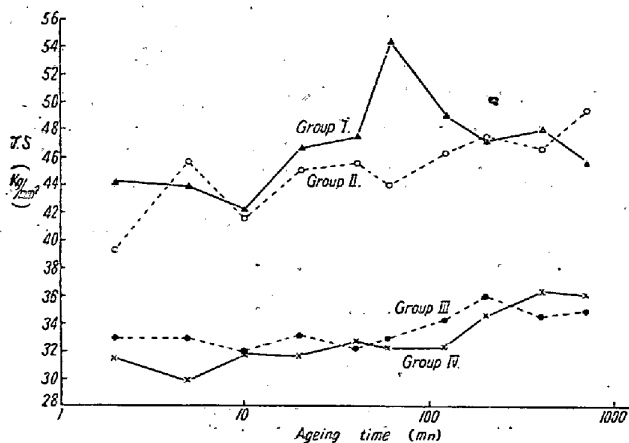


Fig. 2. Change of tensile strength by ageing.

IV. 考 察

Fig. 1 に示した如く、結晶粒度の大きい程、その時効量は大きく、且つ時効完了迄の時間が長くなっている様である。この場合も第一報で報告した如く、時効過程中に、二段変化が認められる。

さて、Mott によつて行われた、極く簡単な計算によると、Dislocation が平均距離 l で結晶中に分布している場合、その各点に σ_i なる応力が存在するとすると、

$$\sigma_i = Gb/l$$

G : 剪断弾性係数. b : Burger's Vector

もし Frank-Read Source より形成された Dislocation が何等かの方法で阻止されると、この格子中に誘導された Additional Dislocation は σ_i 以上の応力を加えない限り、 l に比して大きな距離を動く事が出来ない。故に σ_i は応力-歪曲線の各点における結晶の flow stress を表わす事になる。前述の時効試験の基礎にしている歪 10% の状態を考えて見ると、Table 3 の如くなる。

Table 3.

Group	Load at 10% elongation (kg/mm ²)	l (cm)
I	40.1	$2 \times 10^2 \cdot b$
II	42.3	$2 \times 10^2 \cdot b$
III	27.6	$2.9 \times 10^2 \cdot b$
IV	29.0	$2.8 \times 10^2 \cdot b$

即ち、10% 予歪後においては、group I, II の試料は、group III, IV に較べて、その平炉転位密度が密である。予歪後の時効処理中の滲入型固溶原子について考えると、前回報告済の如く、Cottrell-Bilby により滲入型固溶原子の拡散式より、導かれた式が十分実験結果を説明し得られる点より考えて、転位線の下に、固溶原子の列が完成した時以後は、時間の経過に無関係に、一定時効量を示す筈であるから、固溶原子の列が完成された点が時効完了と考えられる。

また一方 Van Göhler の拡散近似式によると拡散時間を t 、拡散距離を x 、拡散恒数を D とすると、

$$x^2 = 2 \cdot D \cdot t$$

ここで Fig. 1 の時効完了点に転位線迄拡散してきた滲入型固溶原子の時効前の位置と、転位線迄の距離を推計してみると Tab 4 の如くなる。

Table 3 の l と Table 4 の x が等しい様な条件を求めて見ると、

$$b \approx 10^{-8} \text{cm}$$

となる。それで歪時効にはこの程度の Vector をもつた、刃状転位が支配的因子になっていると考えられる。

Table 4.

Group	t (mn at 60°C)	x (cm)	
		for c	for N
I	60	11.7×10^{-7}	4.5×10^{-7}
II	90	14.4×10^{-7}	5.6×10^{-7}
III	400	30.2×10^{-7}	11.7×10^{-7}
IV	400	30.2×10^{-7}	11.7×10^{-7}

V. 結 言

- 1) フェライト結晶粒度が大きくなる程、最高到達時効量は大きくなる。
- 2) フェライト結晶粒度が大きくなる程、最高到達時効量に達する時間が長くなる。
- 3) 時効初期では、結晶粒による差は認められない。
- 4) 歪時効には 10^{-6} cm 程度の Vector を有する刃状転位が、支配的因子と考えられる。

(33) ピーニング用ショットに就いて
(III)

(ショット硬度の残留応力に及ぼす影響)
On the Shot for Peening (III)

(Effect of Shot Hardness on the Residual Stresses)

Kazunori Kamishohara

三菱鋼材 K.K. 本社製作所

内山道良・理○上正原和典

I. 緒 言

第 I 報並びに第 II 報においては、ショットピーニングの際のショットの種類・硬度・大きさ・衝突速度などがショットの寿命・カバレッジ・ピーニング強度・表面アラサ等に如何なる影響を与えるかについて報告したが、今回はピーニング処理の主目的なる疲労強度の上昇に関連が大きいとされている残留応力がショットの硬度と如何なる関係にあるかと言う点について報告する。

II. 試 料

残留応力測定用試片としては、Table 1 に示したような成分並びに寸法の Cr 鋼バネ板に、焼入焼戻・焼鈍等種々の熱処理を施してその硬度を $Hv_{(30)}$ 180 から 780 にしたものを使用し、ショットとしては径 0.8 mm (SAE CW-32), 0.58% C のカットワイヤーショットを焼鈍または焼入焼戻してその硬度を $Hv_{(5)}$ 160~730 としたものを使用した。

Table 1. Chemical composition and size of test specimen.

Chemical composition (%)	C	Si	Mn	P	S	Cr
	0.56	0.33	0.81	0.029	0.021	0.74
Size (mm)	18.5 × 3.05 × 76					

III. 実 験 方 法

第 I 報に説明したショット破碎並びにピーニング兼用の試験機に残留応力測定用試片を装着し、ホイールの回転数を 6,000rpm として反復使用しない状態のショットを徐々に試験機に投入して試片にピーニング加工を施し、表面アラサを測定すると共に腐蝕法に従つてこれらの残留応力を求めた。¹⁾

IV. 測 定 結 果

前記のような種々熱処理を施してその硬度を $Hv_{(30)}$ 180~780 に調整した試片に対する残留応力の最大値が、ショット硬度の違いによつてどのように変化するかを示したのが Fig. 1 であつて、これは例えば硬度 $Hv_{(5)}$ 160 のショットではピーニングを受けた試片の最大残留応力は 50 kg/mm² 程度であるのに $Hv_{(5)}$ 730 のショットの場合は 50~130 kg/mm² 程度に残留応力が上昇することを示している。

またショットピーニングによる冷間加工の深さとショットの硬度の関係を示す Fig. 2 では、例えばショット硬度が $Hv_{(5)}$ 200 以下の時は冷間加工の深さも低くて 0.25 mm 以下であるが、そうかといつてショットの硬度はいくら上昇しても加工の深さは 0.5 mm を超えるものではないということが認められる。

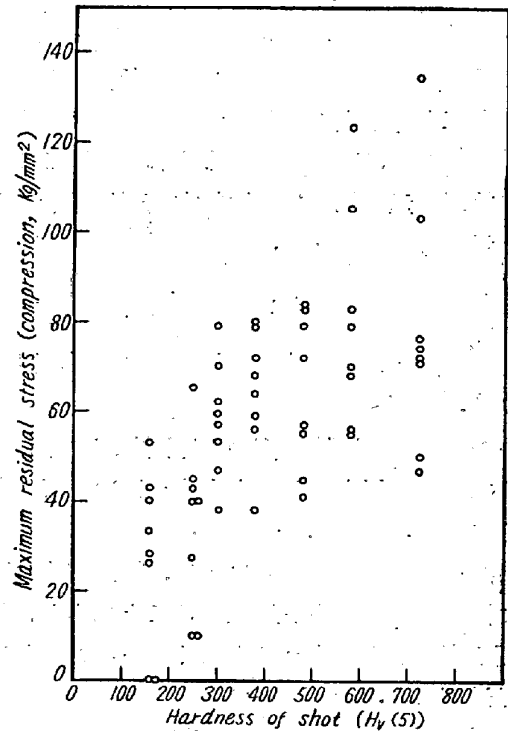


Fig. 1. Influence of shot hardness on the maximum residual stress.