

た。なお伸び率は今回の結果では相関関係を示しえなかつたが、これは伸び率の測定法自体の誤差もあるものと思われる。

一般に金属の塑性曲線は、 σ を真応力、 ϵ を対数歪とすれば $\sigma = Ce^n$ で示される。但し C は常数であり、 n は歪硬化係数で引張り試験の際の均一伸び率を λ_0 とすれば $n = \ln(1 + \lambda_0)$ であることが示される。一般に金属の深絞り性は n で示されるといわれているが、極軟鋼の焼鈍せる冷延薄板においても深絞り限度と n の間には正の相関関係のあることが示され、深絞りの際には全伸び率よりも均一伸び率が問題であることが示された。なお前回報告せる冷延薄板の時効による n の低下と深絞り性の低下との関係とも統一的な関係の成立することが示され、この n とフェライト結晶粒度との関係は粒の成長と共に n の値も上昇することが示された。

IV. 結 論

焼鈍せる冷延薄板の深絞り性の結論としては次の如きものである。

イ) 円錐ダイスによる深絞り限度と硬度及び降伏点の間には強い負の相関関係が成立する。

ロ) 深絞り限度と全伸び率との相関関係は認められなかつたが、歪硬化係数または均一伸び率との間には正の相関関係が成立する。

ハ) 歪硬化係数を支配するものとしてはフェライト結晶粒度の因子が大きい。

(107) 中炭素 Al キルド鋼の時効性に就て (Aging of Medium Carbon Aluminum-Killed Steel)

Tsugio Kaneda, et alii

株式会社 神戸製鋼所研究部

工 大西忠利・○金田次雄・品田正博

I. 緒 言

低炭素 Al キルド鋼は非時効性を有し、深絞用鋼材として適している事は一般によく知られ現在盛んに使用されているが、中炭素 Al キルド鋼の時効性についてはまだあまり知られていない。著者等は中炭素 Al キルド鋼の深絞性に関する調査の一部として特にその時効性に関してほぼ同炭素量の Si キルド鋼との比較の下に若干の試験を行つたのでその結果について報告する。

II. 供試材及び試験方法

供試材は Table 1 に示す。a, b, c が Al キルド鋼で Al% および製造方法を異にしており d, e, f が Si キルド鋼である。各鋼塊より 20 mm ϕ 迄鍛伸を行い供試材とした。供試材の熱処理としては焼準処理 (850°C \times 1 h AC) および焼準後球状化処理 (700°C \times 5 h Fe) を行つた。時効性を検討する方法としては種々の方法が行われているが著者等は応力-歪試験、高温抗張試験、Strain-Sensitivity の測定、衝撃遷移温度の測定等により時効性を調査した。

III. 試 験 結 果

a. 結晶粒度成長試験

供試材の結晶粒度成長試験を学振法に準じて行つた結果、Al キルド中炭素鋼の結晶粒度は 1050°C 迄微細であり、1100°C より急激に成長するが、Si キルド中炭素鋼の結晶粒度は A₃ 変態点以上温度上昇に随つてほぼ直線的に成長し従来知られている結果と一致することを認めた。

b. 応力-歪試験による時効性の検討

一般に時効性の金属に一旦歪を与え時効処理後再び歪を与える時はその機械的性質が変化する。応力-歪試験はこの変化を測定し時効量を決定するものである。試験片としては 9.9 mm ϕ JIS 4号抗張試片を製作し試験機はアムスラー抗張試験機を使用した。また歪量は試験片にエクステンソメータを固定し 1/100 mm の読みにて測定した。試験に際してはまず均一塑性変形範囲の 5%迄歪を与えた後荷重を零に戻しその後所定の時効温度に保たれた恒温油槽に所定時間浸漬し時効処理完了後直ちに前に示した方法により応力-歪試験を行つた。しかし次回の如き計算により時効量を求めた。

$$\text{時効量\%} = (Q - P) / P \times 100$$

P …… 5%伸を生じた時の荷重

Q …… 時効処理後の降伏荷重

供試材は Al キルド鋼 a, b, Si キルド鋼 e, f を使用した。時効処理温度は 230°C に一定し時間は 3 mn ~ 28 h とした。Fig. 1 に試験結果を示す。(抗張力, 伸, 絞りの変化は省略)

抗張力, 伸, 絞りは鋼種により大なる相違が認められなかつたが時効量に関しては両鋼種間に大なる相違が認められた。即ち 3 mn の短時間時効処理においては Al キルド鋼は組織の如何を問わず Si キルド鋼よりも時効量が遙かに少なく、また両鋼種共球状化状態が焼準状態よりも時効量が低い。焼準状態の Si キルド鋼は 3 mn

Table 1. Chemical composition and austenitic grain size of test specimens

Test specimen	Manufacturing procedure	Chemical composition (%)								Compound constitution of Al (%)					Austenitic grain size	
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	ΣN_2	ΣAl	Al (Al ₂ O ₃)	N (AlN)	Al (AlN)		Al (met)
a	10t basic electric furnace	0.32	0.08	0.79	0.006	0.009	0.07	0.02	0.03	0.0082	0.054	0.0052	0.0060	0.0121	0.0367	8.5
b	"	0.29	0.02	0.74	0.012	0.008	0.05	0.03	0.03	0.0071	0.019	0.0050	0.0044	0.0089	0.0051	8.5
c	100kg basic induction furnace	0.28	0.10	0.62	0.028	0.038	0.09	0.05	<0.10	0.045	0.051	0.0037	0.0028	0.0056	0.0417	8.5
d	"	0.32	0.45	0.74	0.029	0.042	0.10	0.07	"	0.0057	—	—	—	—	—	6.0
e	60t acid open hearth furnace	0.31	0.15	0.61	0.019	0.023	<0.10	tr	"	0.0033	—	—	—	—	—	4.3
f	10t basic electric furnace	0.28	0.33	0.51	0.023	0.014	0.14	0.08	0.12	0.0075	—	—	—	—	—	4.7

の短時間時効において時効量は最大となり時効時間をこれ以上更に増しても、もわや変化はないが Si キルド鋼の球状化状態、Al キルド鋼の両状態共時効時間の増加と共に時効量が漸次増大し 28 h の長時間時効においては Al キルド鋼も殆んど Si キルド鋼と同程度の時効量に達した。これらの結果は Al キルド鋼、Si キルド鋼共に歪時効性を有するが Al キルド鋼の歪時効の生起には Si キルド鋼よりもかなり長時間を要することを示すものであり、また Si キルド鋼においても球状化状態ではある程度時効を遅らす性質を有している事を示している。

c. 高温抗張試験による時効性の検討

時効性を有する鋼は所謂青熱脆性を起すが時効性の無いものは青熱脆性を起さないといわれている。両鋼種の全供試材について高温抗張試験を行った。試験温度は 100°C~300°C、各温度に 20 mn 保持後試験した。試験結果は焼準状態においては Si キルド鋼が 150°C~300°C の温度範囲において著しい青熱脆性を示したのに反して Al キルド鋼は青熱脆性を示さない。また球状化状態においては両鋼種共青熱脆性を示さなかつた。これは前節の応力-歪試験結果とよく符号しており、高温抗張試験は試験速度がかなり早いので短時間で最大時効を表わさないものは顕著な青熱脆性を現わすに十分な時間的余裕がないためと考えられる。

d. Strain Sensitivity の測定による時効性の検討

時効性を有する鋼は軽度の冷間加工により著しい衝撃値の低下を示す。この現象は従来 Strain Sensitivity

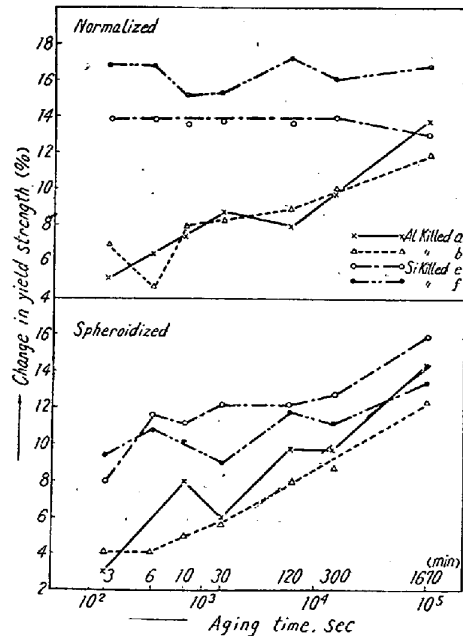


Fig. 1. Change in yield strength after prestraining 5% in tension and aging at 230°C.

と称され主として軟鋼の時効性を判定する一手段として盛んに使用されてきたので供試材について Strain Sensitivity の測定を行った。冷間加工率は 3, 6, 9% とし加工後抗張試片およびシャルピー試片を製作し、時効処理 (230°C × t h) を行った後試験した。試験結果は両鋼種共冷間加工率の増加に伴い硬度、抗張力は一様に上昇し伸、絞は減ずるが衝撃値は Al キルド鋼 c のみが冷間加工により低下せず他の Al キルド鋼 a, b および Si キルド鋼は軽度の冷間加工により衝撃値は低下した。

Al キルド鋼 c が低下せず a, b が低下したのは c は冷間加工後短時間で試験を行つたのに反して a, b は冷間加工後試験迄相当長期間を要しているの既時効が進行したのに反し c は顕著な衝撃値の低下が現われる程時効が進行していなかつたものと考えられる。この事から Strain Sensitivity の測定によつて時効性を検討するには厳に同一条件で行わねばならぬ事が痛感される。

e. 衝撃遷移温度の測定

冷間加工に伴う遷移温度の上昇は歪時効により影響されると考えられるので、その上昇割合は素材の時効性を決定する一要素となる。本試験では加工率を 9% とし加工後シャルピー試片を製作し $-120^{\circ}\text{C} \sim +100^{\circ}\text{C}$ 間の各温度を用い夫々の温度で試験片を 15 分間保持後シャルピー値を求めた。Fig. 2 は試験結果を示す。遷移温度は冷間加工を行わない状態では両鋼種間の差は殆んど認められないが 9% 加工後においては Al キルド鋼は組織の如何を問わず遷移温度上昇割合が小さいが Si キルド鋼では著しく大きい。また冷間加工を受けない状態では両鋼種共焼準状態のものは球状化状態よりも遷移温度が遙かに低いが冷間加工後の遷移温度上昇割合は焼準状態のものは球状化状態のものに比し、かなり大きい。これらの結果は前節迄の試験結果とよく一致している。

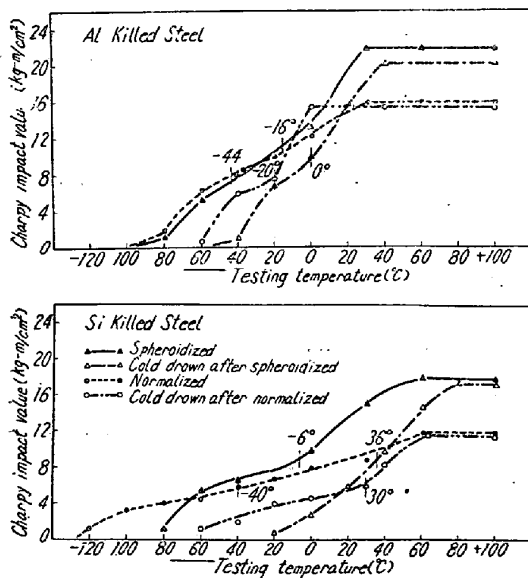


Fig. 2. Impact-value/temperature curves of specimens after various treatments.

f. 焼入時効の測定

その他焼入時効についても測定を行つたが本試験では Al キルド, Si キルド間に焼入時効性の顕著な差の生じないことが認められた。

IV. 結 論

低炭素鋼に対する Al の添加は、鋼の時効性を全く消滅させるとの従来の結果に対し、本試験による Al キルド中炭素鋼の時効性は決して本質的に消滅するものではなく、ただ時効生起に比較的長時間を要するに過ぎない事、然もその最大時効量は長時間時効の結果 Si キルド鋼とほぼ同程度に達することを認めると共に Al を全く添加しない Si キルド鋼においても処理状態の如何によつては時効生起は Al キルド鋼と殆んど同一の経過をたどることが明らかとなつた。

(108) ガス滲炭に関する研究

(耐熱鋼および電熱線材の耐侵蝕性について)

Studies on the Gas Carburization

(On the Erosion Resistance in Various Atmospheres of Stainless Steel, Heat Resisting Steel and Electric Heating Wire)

Noboru Komuro, et alii

東京工業大学 河上 益夫

〃 〃 〇小室 登

千葉工業大学学生 関 礼次郎

I. 緒 言

ガス滲炭をはじめ鋼の光輝加熱あるいはガス滲炭窒化などを工業的に実施する際に使用する特殊鋼製のガス変成レトルトをはじめ鋼材加熱レトルト、マッフルならびにトレイ、バスケット、フィクスチャー、ネット、レール、コンベアー、雰囲気攪拌ファン、ファン軸およびラジアントチューブおよび電熱線のような金属発熱体などは比較的高温において長期にわたりそれぞれの気流にさらされるために滲炭あるいは滲炭窒化作用を受けて侵蝕される。また NH_3 分解レトルトの内面は単に窒化され、大気あるいは加熱燃料の燃焼生成ガスと接触する部分はいずれも酸化侵蝕される。これらの侵蝕程度はもちろん鋼材の種類、雰囲気、温度、加熱冷却の状況などにより著しく異なるが鋼材がこれら使用条件に対して不相当であれば短期間に損耗破壊をきたす。しかしこれらの耐久性は雰囲気に対する耐侵蝕性ととも高温における機械的強度に左右され侵蝕と変形のいずれか顕著な方が支配的因子となる。またこれらを構成する特殊鋼は比較的高価であるから適当な材質を選択することが経済的に望ましい。

本報告は市販の代表的な不銹鋼、耐熱鋼および電熱線材の各温度における酸化ならびに滲炭、窒化および滲炭