

このように焼入によつて脆化した材料が衝撃的負荷に対しても Coaxing 現象を示すことは実用上大切な意義をもっている。

第2表 Coaxing の影響

材 料	ノッチ	焼入深さ	實 験 エネルギー	N <sub>0</sub> (前)	N <sub>1</sub> (後)
SF55	5R	5mm	50kg-cm	300	1400
〃	〃	〃	40	1000	20000
〃	〃	〃	30	70000	110000
STY. 80	V	2mm	50	2	800
〃	〃	〃	40	2	3000
〃	〃	〃	30	2	18000

註 Pre-stressing は SF 55 に對しては 20kg-cm にて  $5 \times 10^4$  回, STY 80 に對しては 16kg-cm にて 10000 回與えた。

## V. 結 論

以上を要約すると次のようになる。

1. 鋼に高周波焼入を施すことによつて、低衝撃エネルギー範囲ではその強さを非常に増加する。
2. 高い衝撃エネルギー範囲では必ずしもこのようなことは言えない。一般的には脆い性格を示すので、E-N 曲線の傾向から、なまのものと交叉するらしい、この事は第5報にのべた シャルピー値の非常に低いことと一致する。
3. この両曲線の交点を示すエネルギーは、材料、焼入深さ、ノッチの形などによつて異なるが、5R ノッチの場合には材料のなまの強度の高いもの程高く出るが、Vノッチの場合には素材強度が増加するに従つて減少する。
4. ノッチの形の影響は、高い衝撃エネルギーにおいては主として切欠効果の影響が表われて、Rが増加する程高くするが、低い衝撃エネルギーの場合には相当複雑になる。
5. 焼入深さの影響は、材料、ノッチの形、衝撃エネルギー等によつて異つた傾向を示し、焼入深さに対して必ずしも最大繰返へし数の山を示すものでない。
6. 高い衝撃エネルギーに対して相当脆い試験片も、適当な Pre-tressing によつて或る程度改良することができて、繰り返し衝撃試験においても著しい Coaxing 現象が観察された。

## (41) 鐵鋼中空化アルミニウムの舉動 に及ぼす熱處理の影響に就て

(Influence of Heat-Treatment on the Behavior of AlN in Steel)

株式会社神戸製鋼所研究部 工〇下 瀬 高 明  
理 成 田 貴 一

## I. 緒 言

最近鐵鋼の諸性質に及ぼす微量アルミニウムの影響が相当問題化している。筆者等も鐵鋼中微量アルミニウムの分析方法を検討し其の一部は既に報告した。上記研究の一環として熱處理に依る鐵鋼中の窒化アルミニウムの挙動を検討したので以下報告する。

## II. 實 験 方 法

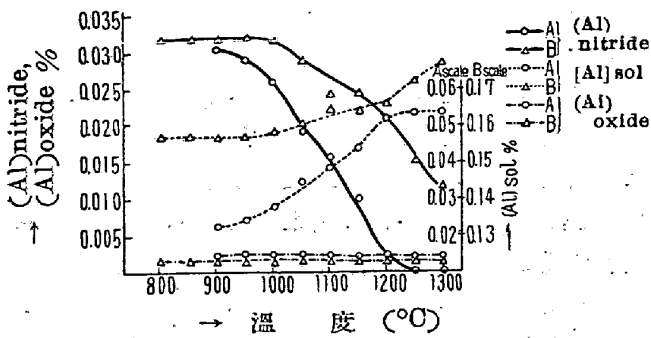
IIa 熱處理方法: 電解鉄をシンターマグネシア坩堝を使用しアルゴン雰囲気中で溶解し純金属アルミニウム(0.05, 0.20%)を添加して純鉄棒で充分攪拌しアルミニウム添加5分後に急冷試料(A, B)を採取した。この急冷試料を 800°~1300°C の温度範囲に亘り1時間アルゴン雰囲気中で加熱後水中急冷した。

IIb 分析方法: 無水の臭素-醋酸メチルエステル溶液は地鉄のみを溶解し窒化アルミニウムには殆んど作用しない。従つて鐵鋼試料をこの臭素-醋酸メチルエステル溶液で処理すると鐵鋼中に侵入型に入つている窒素は臭素により酸化されて鉄の溶解と共に反応系外に逸散し窒化アルミニウムは酸化アルミニウムと共に残渣中に残留する。従つてこの残渣中から Kjeldahl 法により定量される窒素はアルミニウムと結合している窒素と考えてよい。尙鋼中では窒化アルミニウムは AlN として存在するものと思われるからこの臭素-醋酸メチルエステル溶液で処理した残渣中の窒素の定量値から直ちに AlN 含有量が知られる。筆者等は別に臭素-醋酸メチルエステル溶液で処理して得た残渣を稀硫酸で処理し AlN を分解して Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 型のアルミニウムを定量した。斯くする事に依り残渣中のアルミニウムを AlN 型及び Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 型に分別定量した。又非金属元素と結合していないアルミニウム即ち金属状アルミニウム含有量は全アルミニウム含有量から臭素エステル法で得た残渣中のアルミニウム含有量 (AlN 型及び Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 型等の化合物型アルミニウム含有量の和) を差引いて計算した。同様にアルミニウムと結合していない窒素即ち地鉄中に侵入型として入つている可溶性窒素含有量を差引いて求めた。

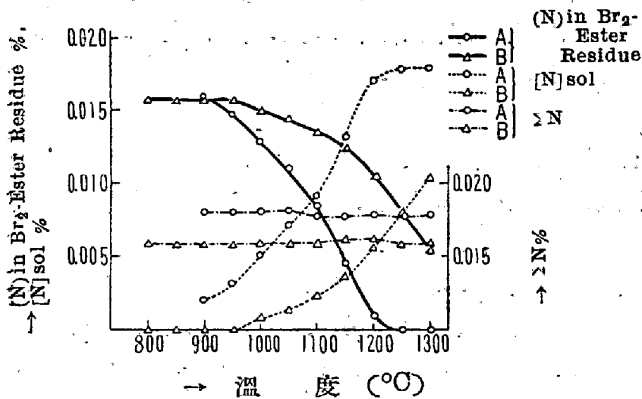
## III. 實 験 結 果

IIa に記した如き熱處理方法にて熱處理せる試料を IIb に記した如き分析方法にて分析した結果を第1, 2図に示す。之等の結果より熱處理に依り臭素エステル溶液

で処理した残渣中の窒素含有量の増加と共に可溶性窒素含有量は減少し前者の減少と共に後者は増加し  $r$  域に於



第 1 圖 熱處理に依るアルミニウム化合物の變化 (熱處理時間; 各溫度に 1 時間)



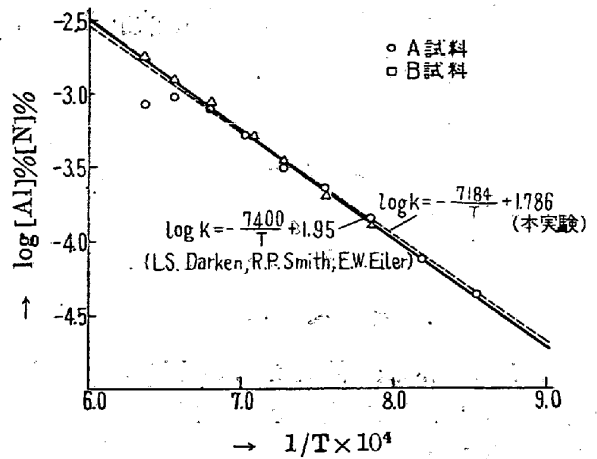
第 2 圖 熱處理に依る全窒素, (N)in Br<sub>2</sub>-Ester Residue 並びに [N]sol の變化 (熱處理時間, 各溫度に 1 時間)

いて窒化アルミニウムは熱處理に依り變化する事が分る。一方熱處理を通じて全窒素含有量及び酸化アルミニウム Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 型のアルミニウム含有量は実験誤差の範囲内で全く變化しない。高温側で臭素エステル溶液處理残渣中の窒化物が殆んど認められないのはかかる試料の場合未だ不飽和状態にあり窒化物の析出が起らないものと推察される。そして更に低溫度に熱處理するにつれて濃度の低下と共に平衡濃度積が低下する結果過飽和状態に達して窒化物の析出が起るのである。先に L. S. Darken, R. P. Smith 及び E. W. Eiler の諸氏は 1050°~1350°C の溫度範圍の  $r$  域に対して次式が成立すると報告している。

$$\log K(=[Al]\%[N]\%) = -\frac{7400}{T} + 1.95$$

$\log [Al]\%[N]\%$  と溫度との關係を求めると第 3 圖の如く筆者等の実験値と良好な一致を示した。同圖より  $\log [Al]\%[N]\%$  と  $1/T$  との關係を求めると

$$\log K(=[Al]\%[N]\%) = -\frac{7184}{T} + 1.79$$



第 3 圖  $\log [Al]\%[N]\%$  と溫度との關係

なる關係が成立する。第 4 圖に臭素-エステル溶液處理残渣中 Al と N との關係を示した。第 4 圖は紙面の都合上省略講演會場にて掲示兩者の關係は AlN の組成に該当する理論線と良好な一致を示す故臭素-エステル溶液處理残渣中の窒化アルミニウムの組成は近似的に AlN と考えて差支えない事が想像される。次に熱處理時間の窒化アルミニウム含有量に対する影響を検討した結果  $Al+N \rightleftharpoons AlN$  の反応は 800°~1300°C の溫度範圍で約 10 分で平衡に達する事を知った。800°~1300°C の  $r$  域に於いては熱處理により窒化アルミニウムは見掛上  $Al+N \rightleftharpoons AlN$  の如く變化し  $r$  域中溶解度の変化を示すが Ti の場合は斯る現象は認められない。尙本研究を更に普通鋼, 特殊鋼を対象とし結晶粒度と関連せしめて現在検討中である。之の結果に就いては後の機会に譲る事とする。

#### IV. 結 言

鐵鋼の諸性質に及ぼす微量アルミニウムの影響の一環として熱處理に依る鐵鋼中の窒化アルミニウムの挙動を検討した結果 800°~1300°C の溫度範圍に於いて

(i) 臭素-エステル溶液で處理して得た残渣中窒化アルミニウムの分子式は近似的に AlN と考え得る事。

(ii) 熱處理に依り窒化アルミニウムは變化し見掛上  $Al+N \rightleftharpoons AlN$  の如く可逆的に反応する。即ち溫度に依る  $r$  相中溶解度の変化を示すに対して酸化アルミニウム Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は不変である。

(iii)  $Al+N \rightleftharpoons AlN$  なる反応に対して

$$\log K(=[Al]\%[N]\%) = -\frac{7184}{T} + 1.79$$

なる關係式が成立する事を知った。