

試験片形状: 20 mm  $\phi$   $\times$  180 mm (両端面, 側面共ペーパー仕上)

試験機: スペリー I 型

周波数: 2.25 MC (感度  $V_{17}=20\%$ ) および 5 MC (感度  $V_{17}=80\%$ )

水晶径: 28 mm

試験の結果粗大組織の混在度がまずに下がったが、また周波数が大きいほど透過度が減少する傾向が認められた。

### 3) 高温拡散焼鈍効果について

850°C 焼準状態で針状性フェライトを含む粗大パーライト組織をしめす直径 200 mm 試験材より 30 mm 角試験材を採取し、1000°C~1300°C の温度範囲で 1 h~7 h の時間範囲で高温拡散焼鈍をおこない、爾後 850°C の焼準処理 (冷却速度 7°C/mn) を 1 回ないし 2 回おこなった状態で組織の改善効果を調べた。

1100°C 以下の温度では改善効果はほとんど認められないが、1150°C 以上では温度が高いほど、時間が長いほど、拡散焼鈍の効果が認められ、1250°C 以上では完全に均一微細組織を得ることができる。また高温拡散焼鈍保持温度からの冷却速度が組織改善効果に大きな影響をおよぼすという興味ある事実が認められた。

Fig. 2 は針状性フェライトを含む粗大パーライト組織試験材と、これを 1250°C で 5 h 拡散焼鈍後急冷した試験材 (180°C/mn)、および徐冷した試験材の 850°C 焼準 620°C 低温焼鈍状態におけるシャルピー衝撃遷移曲線で、拡散焼鈍の実施により機械的性質の改善されることをしめしている。

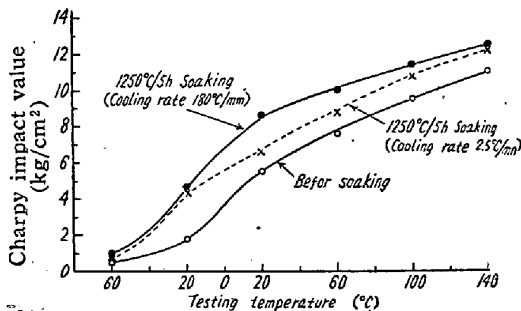


Fig. 2. The effect of soaking condition on impact transition curve.

### 4) 鍛錬効果について

直径 200 mm の粗大組織に鍛錬比 2 および 5 の再鍛錬を施し、直径 200 mm 材と同等の冷却速度 (7°C/mn) で焼準処理をおこなって組織およびシャルピー衝撃値への改善効果を調べた結果、再鍛錬比が 2 から 5 にまずに下がって組織は微細化して針状性フェライトは消滅

し、シャルピー衝撃値も若干上昇する事実が認められた。

## IV. 結 言

1) 針状性フェライトを含む粗大パーライト組織はその混在度をまずにしたがい、降伏点、伸び、絞り、疲労強度をも低下させる。また疲労強度をも低下させる。

2) 超音波減衰度も粗大組織の混在度がまずほど大きくなり、特に周波数が高い場合にいちじるしい。

3) 焼準状態で針状性フェライトを含む粗大組織試験材は高温拡散焼鈍の実施により改善され、機械的性質も改善され得る。また拡散焼鈍保持温度からの冷却速度は改善効果にかなり大きい影響を与える。

4) 上記の粗大組織は再鍛錬による効果によつても、ある程度まで改善される。

## (99) 鍛鋼品の組織調整について

### On the Structure Control of Forged Steel

K. Kunii, et alius.

神戸製鋼所, 神戸研究部

工〇国井和扶・喜多島正治

## I. 結 言

当社にて製造している鍛鋼品の一部は高度の品質とくに超音波透過性の良好なことを要求されており、かつ大量生産方式がとれている。

このために、製鋼、造塊、鍛造、熱処理に万全を期すことはもちろんであるが、さらに良好な超音波透過性を保証するためと大量生産方式上常に一定の品質を確保するために均一微細組織に調整する必要がある。

かかる問題にたいし各種の調査をすすめた結果オーステナイト結晶粒度調整による方法がもつとも容易かつ確実であるとの結論に達しこの方法で初期の目的を達成しているがその一例として炭素鋼鍛鋼品註の組織調整について報告したい。

## II. 組織調整について

炭素鋼鍛鋼品にあつては均一微細組織を得るには鍛錬または、高温加熱による拡散効果を期待する方法も考えられるがもつとも安易かつ確実な方法は製鋼時にオーステナイト結晶粒度を微細化することである。

註: 塩基性電気炉鋼 C 0.39~0.42, Mn 0.60~0.80, Si 0.15~0.35, P, S < 0.030, 熱処理 850°C/焼準, 650°C/空冷。

一般に炭素鋼の焼準組織特にフェライト結晶粒度は熱処理時におけるオーステナイト結晶粒度と密接な関係にありほぼ平行的な挙動を示すことはよく知られている。

供試鍛鋼について焼準時のオーステナイト結晶粒度と微細均一組織および超音波透過度の良好性とを基準にした組織の良否との関係を調べると、

- i) オーステナイト結晶粒度 2.5~4.5 では不良組織になる。
- ii) オーステナイト結晶粒度 5~6.5 では概ね良、ただし混粒を含み好ましくない。
- iii) オーステナイト結晶粒度 7~8 では良好組織になる。

ことがわかった。したがって組織調整は大量生産方式においてつねに一定の品質のものを確保するということを考慮して焼準時のオーステナイト結晶粒度を 7~8 にすればよいという結論をえた。

### III. オーステナイト結晶粒度調整

オーステナイト結晶粒度の微細化には現在のところアルミニウム添加による方法が最適と考えられる。

さきに発表したごとくアルミニウムによる微細化調整には Al(AIN)が 925°C において 0.008% 以上存在すればよくこのために必要なアルミニウム量を求める一般式として

$$1.12 \Sigma O_2 + K_{925^\circ C} / (\Sigma N_2 - 0.004) + 0.008 (\%) \dots\dots\dots (1)$$

ただし K<sub>925</sub>: 925°C における [Al] + [N] ≧ (AIN) の平衡恒数, ΣO<sub>2</sub>: 全酸素量(%), ΣN<sub>2</sub>: 全窒素量(%)

を求めたが本材に適用して組織調整に必要なアルミニウム量を算出してみた。

925°C と 850°C とでは AIN の溶解度に急激な変化がないゆえ 850°C におけるオーステナイト結晶粒度を 7~8 にするには同様 Al(AIN) が 0.008% 以上必要であると仮定した。したがって微細化に必要なアルミニウム量は (1) 式の K<sub>925°C</sub> に K<sub>850°C</sub> を代入すればよい。すなわち

$$1.12 \Sigma O_2 + K_{850^\circ C} / (\Sigma N_2 - 0.004) + 0.008 (\%) \dots\dots\dots (2)$$

K<sub>850°C</sub> は  $2.51 \times 10^{-5}$  であるゆえ

$$1.12 \Sigma O_2 + 2.51 \times 10^{-5} / (\Sigma N_2 - 0.004) + 0.008 (\%) \dots\dots\dots (3)$$

本材の場合出鋼時の ΣO<sub>2</sub>, ΣN<sub>2</sub> はそれぞれ約 0.004%, 0.010% であるゆえ (3) 式より必要アルミニウムは約 0.017% となる。

つぎに本材についてアルミニウム含有量と焼準時におけるオーステナイト結晶粒度との関係を求めたところ、Fig. 1 にしめすような結果をえた。すなわちオーステナイト結晶粒度 7~8 を得るにはアルミニウム 0.015% 以上必要とすることがしめされ計算値とよく一致する。

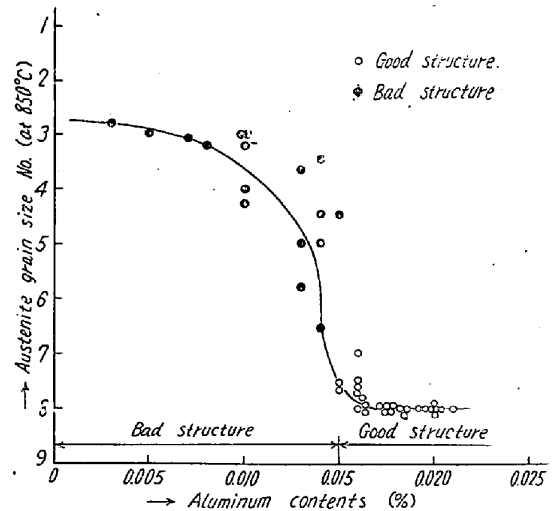


Fig. 1. Relation between aluminum contents and austenite grain size.

したがって組織調整にはアルミニウム量が 0.015~0.017% 以上になるように添加量添加法を決定すればよいことになる。

### IV. 組織調整について

以上のように組織調整としてのオーステナイト結晶粒度調整には 0.015% 以上のアルミニウムを含有せしめる必要のあることが明らかになった。

さて本材は前記のべたように大量生産方式であること高度の品質を要求されるため造塊作業、砂疵の発生にたいし十分考慮せねばならず、このためアルミニウム添加法はアルミニウムの添加量を最少に止めるため歩留がよく一定し、かつ偏析の少ない方法でなければならない。

そこでかかる見地に立つて添加法につき種々検討した結果、上記の条件を満足するものとしてつぎのような方法を採用した。

これは所定量のアルミニウムを鉄棒の先端に固着せしめ可及的速やかに取鍋中に浸漬する方法でつねに歩留80%以上を確保できた。

またアルミニウム添加量としては前記の歩留 80% として計算し 220g/t と決定した。

なお詳細について会場で報告したい。

### V. 組織管理について

前記のように本材は大量生産方式であるので工程面を考慮した組織管理を実施する必要があり炉前で組織良否

を判定することが望ましい。

組織管理はアルミニウム添加によるオーステナイト結晶粒度調整により実施しているゆえアルミニウム量より粒度調整の適否を推定し組織良否を判定することができる。

そこで取鍋試料のアルミニウム分析値と本体のアルミニウム含有量との相関性について検討し両者間の回帰式を求め、これにより前述のように取鍋試料より本体のアルミニウム含有量を推定し組織管理をおこない大量生産方式に支障をきたさないようにすると同時に品質の確保に万全を期している。

なお本問題についても会場で詳述の予定である。

文 献

- 1) 学振製鋼 19 季第 3 分科会資料 4210(昭和 31 年 12 月)
- 2) 成田: 日本化学雑誌 75 (1954) 1037

(100) 大型鋼材の変態におよぼす鍛造の影響

Effect of Forging on the Transformation Characteristics of Large Alloy Steel Products

S. Onodera, et alius.

日本製鋼所, 室蘭製作所研究部

工〇小野寺真作・徳田 昭

I. 緒 言

大型構造用鋼材, たとえば大型回転軸, 大型ロールなどの熱処理に関する研究は数多くなされ, したがって熱処理作業の基準は確立されているかに思われている。しかしその根拠は意外に薄弱であつたり, 小型鋼材についての知識からの単純な拡張臆測であつたりまた経験の蓄積によるいわゆる mass effect の把握に基く場合が大部分である。これは厚鋼塊の性質(とくに偏析), 鍛錬およびこれにともなう高温加熱の影響, 変態の際の変態熱, 水素, 熱応力, 変態応力の影響などの諸因子が, 小型鋼材についての研究あるいは経験の結果からの類推を妨げているからである。

本報告では, まづ大型鋼塊(75~160 t)より鍛造した二, 三の製品についての観察結果をのべ, つぎに同一チャージより

鑄込んだ大きさと凝固時間の異なる 3 本の鋼塊の変態特性の相異が, 鍛造によつていちじるしく改変せしめられることをのべる。

II. 試験の方法

供試材(鍛材または鋼塊)の数カ所より厚さ100~120 mm の円盤を切出し, この円盤の直径に沿つて 20~30 mm 間隔に約 8 mm 角の棒を切出す(軸心に平行に)。この棒は一ような変態特性を持つものと見做して, これより厚さ約 5 mm の小試験片を 10~20 個切出して恒温変態をおこない, 硬度法と顕微鏡法によつて変態の進行を追跡した。恒温変態の温度としてはパーライト域における変態のもつとも早い温度を選んだ。実験の遂行上, 供試材は比較的変態のおそい鋼種とした。

III. 製品についての観察

Fig. 1 は 75 t 鋼塊より製造した回転軸についての試験結果をしめす。出鋼時の化学成分は Table 1 の上段にかかげてある。オーステナイト化温度は 850°C, 恒温変態温度は 600°C とした。Fig. 1 にしめすごとく, 恒温変態完了に要する時間は供試材の長手方向(したがつて鋼塊の T-B 方向)にいちじるしく不同があり, またある横断面についていえば半径方向にも同様のいちじるしい凹凸のあることが知られる。

IV. 鋼塊の大きさおよび凝固時間鍛造と変態速度

この事実の成因を知るために, まず凝固速度の影響を調査した。同一チャージ(Héroult 炉, 約 9 t)より 450 kg, 3400 kg の金型鋼塊と 4900 kg の砂型鋼塊(凝固所要時間は金型の 22~25 t に相当, bar test により確認)を作り, 同様の試験をした。その取鍋分析を Table 1 の下段にしめす。850°C でオーステナイト化し, 650°C で恒温変態した結果を Fig. 2 にしめす。Fig. 2 か

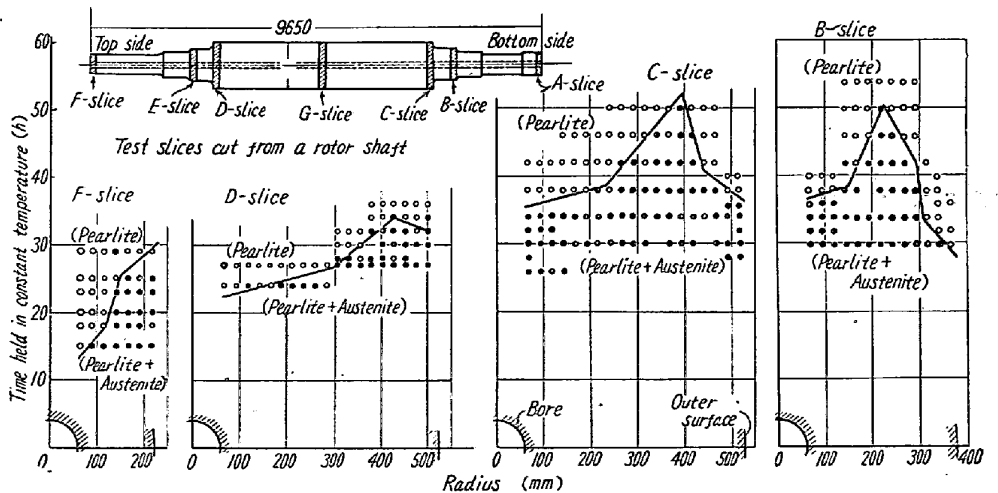


Fig. 1. Transformation characteristics of a rotor shaft. examined by specimens cut from several points.