

したところであつたが、結局拡散速度が小さく使用に耐えないことがわかつた。

つぎに試料の分析結果とそれに対する抵抗増加率との関係を図示すれば Fig. 2 となる。

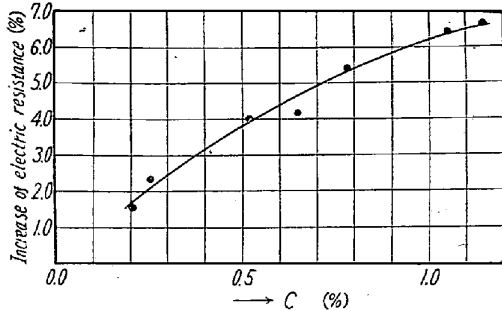


Fig. 2. Relation between carburized carbon and increase of electric resistance of iron wire.

この場合 900°C では $1.18\% \text{ C}$ が飽和炭素量であつてそれ以上の炭素ポテンシャルの場合は煤の発生をみて測定値にバラッキを生じたため、純鉄線の場合 $\text{CO}_60\text{-H}_2$ 40 までにとどめた。また不銹鋼の場合の分析値が $1.18\% \text{ C}$ を上まわるのは煤の発生によるものと考えられる。

この実験では純鉄線の場合、一度使用した測定線材は次の測定時に水素気流中で脱炭せしめてくり返し使用したが抵抗値にさほどの変化がなく何回かくり返し使用できた。ただし煤が発生した場合、および極端に酸化した場合を取替えねばならなかつた。

以上の結果測定用線材としては純鉄線が適当であるといえるが、飽和炭素量よりも高い炭素ポテンシャルを有するガスの場合、煤の発生のため抵抗値がバラついて測定困難となる。また純鉄線の場合このような使用方法でも、十分炭素ポテンシャルを測定できると考えられるが定常値に達するまでに最低 30 分は必要とする不利点がある。測定精度については後の実験で純鉄線を $\text{CO-H}_2\text{-N}_2$ ガスを使用し種々の炭素ポテンシャルにおいて測定した結果 $\pm 0.05\% \text{ C}$ の範囲に大体おさまつた。また温度変化に対する電気抵抗の増減は H_2 ガス中で 850°C , 900°C , 950°C のおのおのの抵抗値を測定した結果 $35, 44 \sim 36, 49 \Omega$ となり、この実験の $900^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ の範囲ではほとんど影響はみられなかつた。

(130) 大型焼入れロールの硬度分布について

(残留応力の端面効果)

日本製鋼所, 室蘭製作所研究所

小野寺真作・○荒木田 豊・柴崎 鶴雄

〃 熱処理課 堀 清

On the Hardness Distribution of Cold Work Roll Body.

(On the edge-effect of residual stress)

Shinsaku Onodera, Yutaka Arakida.

Tsuruo Shibasaki, Kiyoshi Hori.

I. 緒 言

冷間圧延用焼入れロール胴体の完成硬度は、そのロールによつて製品を圧延する場合に、圧延トン数、完成製品の仕上りはだなどを支配する因子として重要なものであるが、これを管理するためには、硬度の絶対値のみならずその分布に対しても考慮しなければならない。とくに最近では高度の技術的な要求から胴体端部にいたるまで一様な硬度分布を保持させなければならないような、きびしい規格のものもでてきている。しかしながら大型鋼材においては、いわゆる端面効果があらゆる場合にあらわれるものであり、この問題についても胴体端部に近い区域にある程度の硬度低下がみとめられており、これに対する検討が必要になつた。この点を中心にして、焼入れ処理をあたえられた大型鋼材の硬度分布について、より明確な見解をえるため実際製品についての調整から出発して 2, 3 の試験をこれに併行し研究をおこなつた結果を報告する。

II. 供試材および試験方法

供試した焼入れロールの代表成分を Table 1 に示す。

Table 1. Chemical composition of tested cold-work rolls.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
0.81	0.30	0.30	0.015	0.010	1.80	0.22	0.08

熱処理は変態温度以上から強力な水焼入れを加えたのち低温で焼きもどし処理をおこなう。完成硬度の目標値はシヨアーで 90° ないし 97° である。

胴体の硬度測定は Fig. 1 に示すように、1本のロールにおいて両端部を密に測定できるようにえらんだ 66 点について、シヨアー硬度計によつておこなつた。また

実体のロールからきりだした小試片についてはロックウェルCスケールによる測定をおこない、これをあとでシヨアー硬度値に換算した。

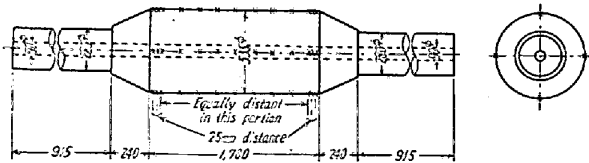


Fig. 1. Spots, hardness measured. (X marks).

さらにロール表面の残留応力を測定するために、X線背面反射法をもちいた。実際製品の焼入れ層の残留応力測定にこの方法を適用することには、まだ若干の問題もあるようであるが、高合金鋼の焼鈍材について抵抗線歪計による測定結果との比較をおこなったところ、現場で測定しなければならないような条件においても $\pm 5 \text{ kg/mm}^2$ の範囲で一致するという結果をえた。

硬度分布の測定はつぎの順序でおこなった。まず端部に余材のないものについて、つぎに端部に仕あげ工程で研磨あるいは切削によつて除去すべき余材をあらかじめ見こんで工程にながされたものについて、それぞれ Fig. 1 に示す 66 点の測定をおこなった。余材の巾は 20 mm および 50 mm の 2 種類とした。さらにロール胴体の中央部を巾 105 mm にわたつて Fig. 2 に示す要領でバンド状にけずりおとしてゆき、いろいろの深さにけずりこんだときの胴体の硬度変化をシヨアー硬度計で測定するとともに表面の軸方向残留応力成分を前述の方法で測定した。このバンドけずりは、胴体が切断されるまで続行した。

また一方、焼入れロール胴体の主として表面付近からきりだした小試片について、硬度測定、応力測定、顕微鏡組織の観察をおこなった。

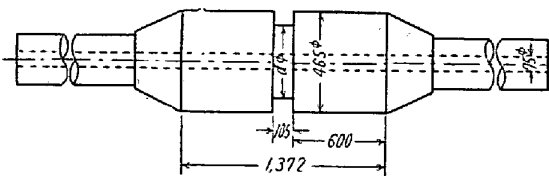


Fig. 2. Scraping test of a cold-work roll.

III. 試験結果

(1) 余材なしの焼入れロール胴体の硬度分布
端部から 100 mm 以上はなれると硬度値は $\pm 3^\circ$ 以内で一定値を示すが、端部から 100 mm あたりから端部にかけて硬度値の低下がおこり端部ではさきの一定値に比較して 6° ないし 8° 低い値におちつく。

(2) 余材付きの焼入れロール胴体の硬度分布

余材巾 20 mm および 50 mm いずれの場合にも余材除去後の端部に硬度低下がおこる。低下量の絶対値は余材なしの場合と同程度であるが、硬度低下のはじまる区域がいく分増加している点が注目される。

(3) バンドけずりの場合の硬度変化

バンドけずりの場合には、最初一様に分布していた硬度値は、バンドけずりのためにあらたに生ずる端部の近傍で低下しはじめ、最終的な段階、すなわち胴体が切断にいたつた場合には端部で 7° の低下値を示す。このときの硬度変化でとくに注目されるのは、けずりこみの深さが焼入れ硬化層の厚さになったとき端部の硬度低下値がすでに最終値の 7° に到達しており、さらにけずりこみ深さが増加してもこの値は変動せず、ただ低下のおこる区域が増大する傾向があることである。

(4) 焼入れロール表面の残留応力

焼入れロール表面の残留応力値については計算結果が報告されているが²⁾これをX線的に実測したところ製品によつて多少のばらつきはあるが、胴体中央部において軸方向応力成分で -170 kg/mm^2 ないし -200 kg/mm^2 という値をえた。しかし実体からきりだした小試片については無応力状態であることが観測される。またバンドけずりの場合におこなった測定の結果軸方向応力成分の軸方向分布が Fig. 3 に示すように、硬度分布とよく一致する傾向を示すことがわかつた。

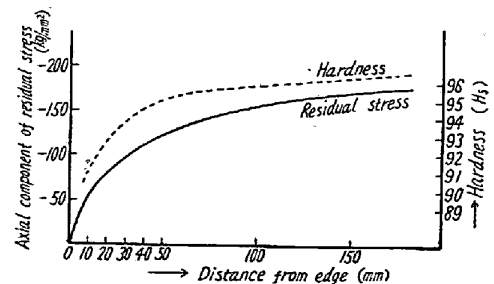


Fig. 3. Comparison of hardness distribution and residual stress distribution of cold-work rolls by scraping test.

(5) 焼入れ層の組織

実体からきりだした小試片について硬度測定、顕微鏡組織の観察および焼入れ層の厚さをしらべたところ、一本のロールの胴体においてはきわめて均一であることが確認された。しかし端部に近い部分では、焼入れ層の厚さに端面効果があらわれている。Fig. 4 には、この部分からきりだした小試片の縦断面の硬度分布を示したが、とくに注目される点は、表面に近い層のマトリックス硬度が端部にいたるまでまったく同様であること、およびこの絶対値が、試片をきりだす前のロール胴体の中央部

の硬度値に比して 8° 低い値を示していることである。

IV. 結 言

以上の結果を総合して考察するに、実体の焼入れロー

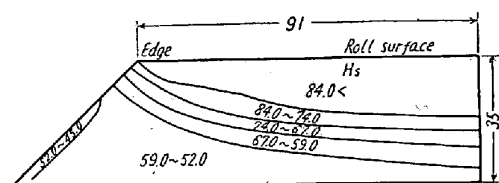


Fig. 4. Hardness distribution on the axial section of small specimen taken out of cold work roll body.

ルには強大な残留応力が存在し、ために完成硬度として

測定されるシヨア-硬度値は、マトリックスそのものの硬度に残留応力場の影響がプラスされたものとして考えなければならない⁽⁴⁾。この影響は約 8° であつて、これが実体の焼入れロールに存在する残留応力の端面効果のために、端部における不可避な硬度低下のかたちで観測されるものと考えられる。

文 献

- 1) M. Miller, E. Mantel and W. Coleman: Proc. of the Soc. for Experimental Stress Analysis. I (1957) s. 101.
- 2) 下田秀夫: 日本金属学会分科会報告V~A S. 8.
- 3) 大和久重雄, 宮下春好: カタサ研究会資料32~36
- 4) 高沖 亮: 日本鉄鋼協会第 40 回 (1950) 講演大会

日本工学会手帖予約申込御案内

例年のごとく本年も昭和 35 年 (1960年) 用日本工学会手帖下記のとおり発行致しますから何卒予約御申込下さい。

記

- | | |
|------------|---------------------|
| 1. 寸 法 | 15cm×9.5cm |
| 2. 定 価 | 170 円 (送料とも 180円) |
| 3. 予約申込期日 | 昭和 34 年 10 月 31 日まで |
| 4. 予約申込場所 | 本会または日本工学会 |
| 5. 予約金支払期日 | 昭和 34 年 11 月 30 日まで |
| 6. 手帖発送期日 | 〃 12 月 1 日より |

日本工学会の住所などはつぎのとおりです。

社団法人 日 本 工 学 会
 東京都千代田区神田佐久間町 1 の 11 造船協会内
 電話神田 (25) 4358 番 振替口座 東京 5055 番