

## 文 献

- 1) J. A. Cordier and J. Chipman: J. Metals, 7 (1955) 905
- 2) 足立彰, 森田善一郎: 鉄と鋼, 44 (1958) 637
- 3) G. St. Pierre and J. Chipman: J. Amer. Chem. Soc., 76 (1954) 4786
- 4) Basic Open Hearth Steelmaking, A.I.M.E., (1951) 571
- 5) C. Wagner: Thermodynamics of Alloys.
- 6) N. A. Gokcen: J. Metals, 8 (1956) 558

## (25) 鑄鉄の硬度について

## On the Hardness of Cast Iron.

Yasueon Ogiwara.

日伸製鋼, 網干製作所 工 荻原保右衛門

## I. 緒 言

鋼塊鑄型用鑄鉄の鑄型材料としての適否を判断するには、その硬度を知ることが一つの方法であることは著者が先に発表ししたところであるが、鋼塊鑄型用鑄鉄の顕微鏡組織は一般にグラフアイト、パーライト、およびフェライトからなり、また化学成分、鑄込温度、冷却速度および熱処理等によつて、さらにまた同じ鑄物においても内部と外部とで異つた顕微鏡組織を示しているので、鑄物の硬度を測定するには、測定個所の選定および代表的硬度の決定に問題があると考えられる。

著者はこの問題に対する解決の端緒を見出すために、ロックウェル硬度計による硬度測定についておこなつた一連の研究のうち、鑄物の黒皮表面から内方にいたる硬度の変化、鑄物の大きさが硬度におよぼす影響、および鑄物の硬度と顕微鏡組織との関係について述べる。

## II. 鑄物の黒皮表面から内方にいたる硬度の変化

普通鑄鉄を直径 35 mm の丸棒に鑄込み、両端は黒皮のままとして、20mm角棒に切削して、黒皮表面に直角の面において、下型の黒皮表面から一定間隔毎におのおの5カ所の硬度を測定し、そのおのおのの平均値と測定個所から黒皮表面までの距離との関係を示すと Fig. 1 のA曲線のようになり、つぎに一定間隔毎に黒皮表面に平行に試験片を研磨によつて削り落とし、その面で5カ所の硬度を測定し、その平均値と黒皮表面からの距離との関係を示すとB曲線のようになる。

75mm 角に鑄造した鋼塊鑄型用普通鑄鉄から 20×30 mm角長さ 16mm のABCD 4個の試験片をとり、Bのみはやすり仕上げにより、他は研磨仕上げによつて仕上げた後、Bは 900°C で 1h, Cは 900°C で 30mn 保持

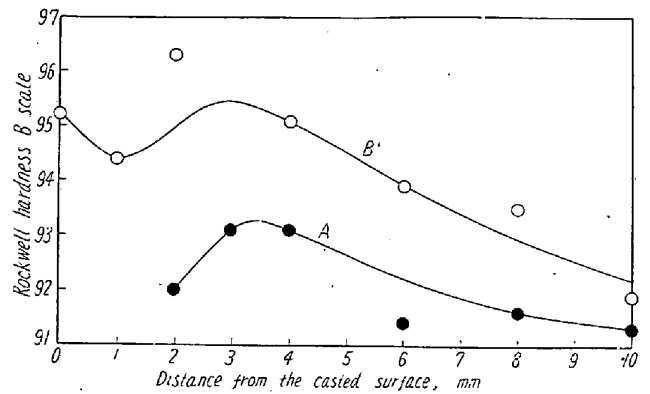


Fig. 1. Relation between the hardness and the distance from the cast surface.

した後水中で焼入し、Dは 900°C で 1h 保持した後大体 1mm に 3°C の割合で徐冷した。各試験片の熱処理前後において黒皮表面に直角な面で測定した硬度と、黒皮表面から硬度測定個所までの距離との関係を示すと Fig. 2 のようになる。

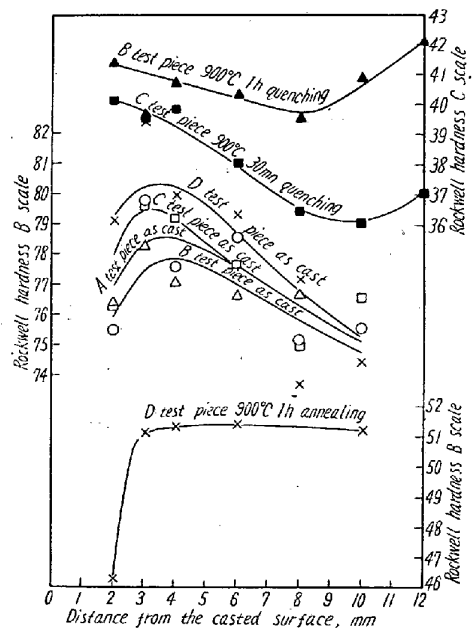


Fig. 2. Relation between the hardness and the distance from the cast surface.

つぎに鑄型用普通鑄鉄の熔湯で直径 30 mm, 45 mm, および 60 mm に鑄造した試験棒の下型から約 50 mm 付近で約 10mm 厚さの円板状の試験片を作り、鑄造のままのもの 700°C, および 900°C で 5h 保持した後 1 mm におよそ 3°C の割合で徐冷したもの、および 900°C で 5h 保持した後水中で焼入したものの硬度と中心からの距離との関係を求めると Fig. 3 のようになる。

以上の実験結果から一般的傾向としてつぎの諸点が認められる。

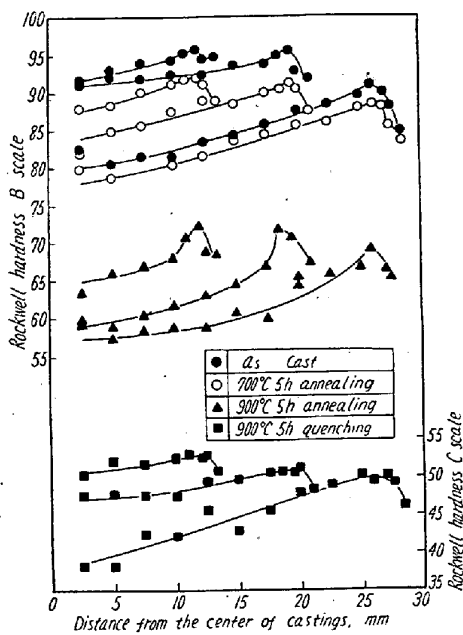


Fig. 3. Relation between the hardness and the distance from the center of castings of different diameter.

(1) 黒皮表面から 1mm位はいつた処からやや急に硬くなり 3~4mm の処で最高の硬さを示し、さらに内方に進むにしたがつて漸次軟かくなる。

(2) 鑄造大きさの異なる試験棒の硬度は直径が大きいほど軟かく、直径 30mm, 45mm, および 60mm の各試験片間の 3~4mm はいつた処の硬度差は、内部の各試験片間の硬度の差よりも少ない。

(3) 焼鈍を施したものの黒皮表面から内方にいたる硬度の変化は二通り現れている。Fig. 2 の場合は試験片は焼鈍により軟かくなり、しかもその内外の硬度差はほとんどなく、ただ試験片の端から硬度測定個所までの距離の影響がいちじるしく現れて、黒皮表面から 2mm のところの硬度が非常に軟かくなっている。しかしこの例は特別の場合であつて、普通つぎのような傾向を辿ると考えるのが合理的のようである。Fig. 3 の場合も焼鈍によつて軟かくなるが、黒皮表面から内方にいたる硬度の変化の程度は変態点以上の高温度の焼鈍によつて、鑄造のままのものよりいちじるしくなっている。すなわち黒皮表面から 3~4mm はいつたところの硬度の山は鑄造のままのものより高くなっている。

Fig. 3 から鑄造大きさの異なる各試験片についてつぎの諸点が注目される。(i)変態点以上の高温度の焼鈍を施すことによつて各試験片間の硬度差は小さくなる。(ii)変態点以上の高温度の焼鈍によつて各試験片間の内部の硬度差が減少する以上に、黒皮表面から 3~4mm はいつたところの硬度差は減少する。

(4) 焼入によつて硬度の山はほとんどなくなり、質量効果による内外の硬度差が認められるのみである。この場合も鑄造大きさの異なる各試験片間の黒皮表面近くの硬度差はわずかであつて、試験片の内部の硬度差よりも少ない。

つぎに硬度測定個所の顕微鏡組織を調べて見たが、グラフアイトの大きさおよび分布は黒皮表面から 1mm 位はいつたところから内方に進むにしたがつて漸次粗くかつ大きくなり、グラフアイトの大きさおよび分布からは硬度の変化、特に黒皮表面から 3~4mm はいつたところに硬度の最も硬いところのあることを説明することはできない。さらに基地の組織について調べた結果は大体硬度の変化と一致していると見てよいようである。

著者は鑄物の硬度をロックウェル硬度計で測定する場合は、つぎの理由によつてグラフアイトの大きさおよび分布は硬度にほとんど影響をおよぼさず、基地の組織が硬度を決める大きな要素であると見てよいとの結論に達した。ただしここではグラフアイトの量については触れていない。

(1) グラフアイトの大きさおよび分布は硬度の変化特に熱処理を施したものの硬度の変化と一致しない。

(2) 鑄造のままの基地の組織は大体硬度の変化と一致していると見てよい。

(3) 焼鈍を施した鑄鉄のグラフアイトは表面の酸化脱炭による変化以外には、パーライトの分野によるグラフアイトの析出があるとはいえ、その量はあまり大きくないのに、前述のような硬度の変化を生じ、基地の変化がはなはだしい高温度の焼鈍の方が、硬度の変化がはなはだしい。

(4) 焼入により基地の組織が大体一樣になつた場合硬度は黒皮表面から内方にわたつて一樣となる傾向がある。

### III. 鋼塊用鑄型本体の硬度

上述の各種試験片に現れた硬度分布が、実際の鋼塊用鑄型においても現れるか否かを調べるため 100 kg 2 本立鋼塊用鑄型の硬度分布を調べたが、実際の鑄型においても試験片の場合と同じような現象が現れていると見てよいことが解つた。

### IV. 結 言

本研究に用いた試験片の硬度は黒皮表面から約 1mm の間で軟かくなつた後、3~4mm の間で急に硬くなり、さらに内方に進むにしたがつて漸次軟かくなっている。鑄鉄は焼鈍によつて全般的に軟かくなるが、変態点以上の高温度の焼鈍によつて、黒皮表面から内方にいたる硬

度の変化の程度ははなはだしくなる。また鑄造のままの 100 kg 2 本立鋼塊用鑄型においても同じような傾向を現わした。

このような硬度の変化を顕微鏡組織と対照して調べると、鑄鉄の硬度はグラフアイトの大きさおよび分布にはほとんど関係なく、主として基地の組織が硬度を表わすと見てよいことが解つた。

実際の各種鑄型においても、鑄型の表面近くにこのように硬いところ、換言すれば組織の急激なむらのあること、しかも本実験に用いた程度の冷却速度の焼鈍においては、焼鈍温度が高いほどその程度ははなはだしくなることがあると考えられることは、鋼塊用鑄型を高温焼鈍して使用する場合、一応考に入れておかなければならない要素と思われる。

以上のような研究結果から、鑄物の材質を知るための代表的硬度の決定方法は今後研究すべき問題である。

#### 文 献

- 1) 荻原: 鉄と鋼, 43 (1957) 207

### (26) 黒鉛球状化におよぼす W および Co の影響

(球状黒鉛鑄鉄の基礎的研究—X X IV)

Influence of W and Co on the Formation of Spheroidal Graphite.

(Fundamental studies on spheroidal graphite cast iron—XXIV)

Ryohei Ozaki, et alii.

京都大学工学部

工博 森田志郎・工博○尾崎良平

工 倉井和彦・伊藤久雄

Mg 処理により球状黒鉛鑄鉄を製造する場合の W の黒鉛球状化におよぼす影響についての従来発表された研究によれば、約 3% W までは悪影響はないがレーデブライトが晶出し易いといわれている。(例えば鈴木久実: トヨタ技術, 7 (1954) 213) また Co の黒鉛球状化におよぼす影響についての従来発表された研究によれば、約 1% Co までは悪影響はなく、白鉄化し易いともいわれている。(例えば田中竜男他 2 名: 鑄物 23 (1951) No.

3, p. 1; 牧野迪夫他 1 名: 日立評論 34 (1952) 1019) これらの研究ではいずれも Mg 処理に Mg 合金を使用し、また黒鉛球状化と鑄鉄に残留する Mg 量とこれら元素量との関係については明らかにされていない。

本研究においては純金属 Mg を用いて不純物含有の少ない鑄鉄浴を処理し、黒鉛の完全球状化に要する残留 Mg の臨界量を決定し、W および Co それぞれの含有量によつてその臨界量がいかに変化するかを明らかにするとともに、これら元素含有にともなう硬度変化および基地組織の変化を明らかにする目的で研究を行った。

#### II. 実験材料

原料鉄には Table 1 に示す如く不純元素含有の少ないスエーデン鉄 (SE) を用い、W および Co 量調整にはそれぞれ金属 W (99.5%, 粉末状) および金属 Co (98.5%, タレット状) を、Si 量の調整および接種にはそれぞれ 78.7% および 77% Si 含有のフェロシリコンを、Mg 処理には他元素の混入をさけるため金属地金を用いた。

#### III. 実験方法

試料熔製はクリプトル電気炉で No. 3 黒鉛坩堝を用い約 1450°C で原料鉄約 420 g を装入熔解し、熔銑温度約 1450°C でフェロシリコンを加え Si 量を約 1.8% に調整した後、約 18 分後に約 1400°C で、金属 Mg 約 0.45~0.8% を容れた黒鉛製ホスホライザーで Mg 処理をおこない、約 2 分保持後除滓し、0.4% Si に相当する 28~+35メッシュのフェロシリコンで接種し、約 1 分保持—後約 1350°C で 2cm φ × 7cm の約 500°C 加熱砂型に鑄造し、同時に厚さ約 2mm の分析試料および 5mm φ の Mg 分光分析試料をいずれも金型に鑄造した。なお W 添加の場合は原料鉄塊に 1cm φ の穴を 1~4 個穿ち、W 粉末を容れ上部に粉末コークスを詰めて坩堝に装入した。Co 添加の場合は原料鉄を熔解しフェロシリコン添加直前に浴面に投入し黒鉛棒で攪拌した。

上記の砂型熔製試料は底部より約 2cm の破断面について顕微鏡検査を行い W および Co 含量増加にともなう黒鉛形状を、ドリメット微小硬度計で基地組織の各組成の硬度を調べ、またブリネル硬度を調べた。熔製した試料の W 含有量は 0.007~3.41%, Co 含有量は nil~3.03% である。

Table 1. Chemical composition of Swedish pig iron.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ti	V	As	Al	Mo	Sn	W	Co
4.35	1.33	0.63	0.016	0.016	0.004	Nil	0.022	0.006	0.006	0.004	0.006	0.027	0.007	Nil