

鑄鐵の熱傳導率に就て (第1報)

菊田多利男¹⁾

(日本鐵鋼協會 第九回講演大會講演)

ON THE THERMAL CONDUCTIVITY OF CAST IRON

(First Report)

Taro Kikuta.

SYNOPSIS:— In the hot rolling practice of sheet iron, there are sometimes occurred the breaking the chilled roll, which is generally perceived to be caused by the thermal stress induced in the roll due to the radial temperature gradient occurred during heating and cooling the roll. The measurement of the thermal stress or the temperature gradient is almost impossible in the practical scale, so that, in general case, it is estimated by the calculation. To calculate the temperature distribution of the roll during heating and cooling, it is very important to have a corrected knowledge on the thermal conductivity of materials constituted the roll such as the out-side chilled part and the inner pearlitic one. In addition to this, it is also important to give some knowledges of the thermal conductivity to the problems on the cooling of the ingot case after teeming melt and on the cooling of the cylinder and its head of the internal combustion engine.

There are a few reports on the thermal conductivity of cast iron, but the observation is almost done at the ordinary temperature and the kind of cast iron is limited to a narrow range. The author measured the thermal conductivity on the following kinds of cast iron to extend over the temperature range of the ordinary temperature to about 800°C by a special apparatus in which heats propagated by the convection and the radiation from the heating source are almost illimitated.

1. Two kinds of gray cast iron.
2. Chilled part, i. e., white iron part and pearlitic structure part of the chilled roll.
3. White iron and pearlitic iron part of the sand roll.
4. Pearlitic part of the high carbon chilled roll.
5. White iron to be produced malleable cast iron, pearlitic iron with graphitic carbon specks and ferritic iron with graphitic carbon specks, i. e., malleable cast iron.
6. Iron castings of the martensitic structure.

From the results of the experiment, it is known that the thermal conductivity of cast iron is much more affected by the microstructure of the matrix than by the chemical composition.

I. 緒 論

チルドロールの折損は主として、使用始め又は使用終了時に於ける、異状の熱應力によること多きこと、一般に認められて居る事である、この熱應力はこれを實測することは殆んど不可能と云ふてよい、それでロール使用時の温度上昇及びそのロール表面の熱分布により、熱傳導率を適當に假定して計算により求めるのである、此のロール使用時に於ける温度分布及びその熱應力については内藤氏²⁾の研究がある。此のロール内の熱應力はロール内温度勾配に依り生ずるもので、此の温度勾配は又ロールを形成する材質の熱傳導率で定まるものである。それ故ロール折損の理論を探究するにはロールを形成する材質即ち白鉄状態の場合及び共析状態の場合の材料について、その熱傳導率を知ることが最も緊要のことと思ふ、而もホットロールはその

使用温度は 400°C 乃至 500°C であるから、かゝる高温度に於ける場合の熱傳導率を知つて置く必要がある。この他、最近發達しつつある内燃機關に關聯して、その冷却状況を知らんとするとき。又製鋼塊作業に於けるインゴットケースの熔湯注入後の冷却状況を知らんとするには、この鑄鐵の熱傳導率の正しき智識を必要とするのである。

鑄鐵の熱傳導率はその測定が可なりに困難を感じる點がある故か、電氣傳導率の研究數多あるに對比して、極めて少ないのである、鋼に關する熱傳導率の研究は可なり行はれて居るが、鑄鐵の熱傳導率に就ては Jakob¹⁾, Hall²⁾, H. L. Callendar³⁾, H. Masumoto⁴⁾, H. Thyssen, Jean R. Maréchal and Paul Lénaerts⁵⁾ 等の研究あ

¹⁾ M. Jakob, Zeitschrift für Metallkunde, 1924, vol. 16, P. 253;

²⁾ Hall, Dictionary of Applied Physics, vol. 1, P. 443;

³⁾ H. L. Callendar, Rep. British Assoc. 1897.

⁴⁾ H. Masumoto, Sci. Rep. Tokoku Imp. Univ. 1927, vol. 16, p. 417;

⁵⁾ H. Thyssen, Jean R. Maréchal and Paul Lénaerts, Foundry Trade Jour., 1931, vol. 44, No. 773, p. 405.

¹⁾ 戸畑鑄物會社戸畑工場

²⁾ 内藤、機械學會誌、昭和7年、第35號 第179號

るが、凡て常溫より 100°C までの間のある溫度にて行はれたものである。その中増本博士の研究が最も精密に行はれ、その種類の範圍も、鋼より白鉄鐵及び灰鉄鐵までに及んで居る、その後 J. W. Donaldson¹⁾ は 10 數種の鉄鑄物について常溫と 400°C に於て熱傳導率を測定して居るが、その測定の方法を與へて居らぬ故、此種誤差の入る機會の多い測定であることとて、果してどれ程まで信用出来るものか想像し難い。かゝる次第で鑄鐵の高溫度に於ける熱傳導率は未だ判然と知られて居らぬと云ふても過言でないと思ふ、著者は一つは自己の研究進行に於て必要にせまられたと同時に、かゝる重要な性質の信ぜらるゝ數値を求めんがため此の測定をなしたのである。

此處に採用した測定の方法は清水博士が高溫度に於ける炭素鋼の熱傳導率を測定した方法を多少改良して、より精密なる價が出るようにしたのである、而して測定も常溫より約 800°C 近くまで繼續して行ふた、初め 2 種の炭素鋼について測定をなし、その價の正否を増本博士の測定結果に對比し、その正しきを確認した後、普通灰鉄鑄物 2 種、各種ロール製作の熔鉄より試料をとり白鉄鑄物及び共析鑄物を造りて、その熱傳導率を測定し、後可鍛鑄物に就て、その焼鈍前の白鉄のとき、第 1 段黒鉛化を終りたる共析組織のもの、及び第 2 段黒鉛化も終らせた黒心可鍛鑄鐵に就て熱傳導率を測定し、その顯微鏡組織による熱傳導率の變化に對する正しき觀念を與へた。なほ上述可鍛鑄鐵となる白鉄及び共析組織の試料を焼入れた後、それ等の熱傳導率を測定して、その溫度に對する變遷の狀況を明かにした。

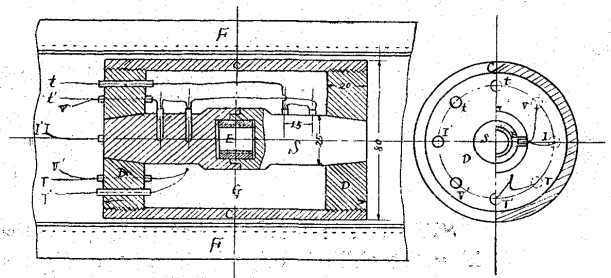
これに繼續して鉄鑄物の成分を種々變へた時に、熱傳導率が如何に變化して行くかも、研究したのであるが、その測定が相當に困難ありて、可なりの時間を要し、大會まで完結を告ぐることが出来なかつた故、これ等は遺憾とは思つたが次回に發表させて戴くことにした。

II. 熱傳導率の測定裝置

熱傳導率測定裝置は第 1 圖に示してある、これは清水博士の考案せられたものと同様に依るものであるが、試料其他の寸法を大にして、熱源より試料を通ほり、熱傳導以外の形式即ち熱の輻射及び對流により逃るゝものを極度に

少なからしめたものである、圖に於て S は試料にして、そ

第 1 圖

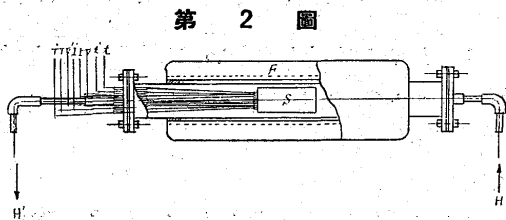


の中央部より 2 つに分離出来る様になつて居る、試料全體の長さは 130mm 、その左右兩片の中央部に於て 25mm の均一なる太さの部分がある、此處に 15mm を距てて、直徑 4mm 、深さ 13mm の孔を穿ち、白金—白金ロヂュームの熱電推を瀬戸管及びマイカにより互に絶縁して挿入し得べからしむ、試料兩片の合せ目即ち全體としての中央部は少しく太く作り、その内部に直徑 20mm 、長さ 20mm の空洞を設け、其處に外徑 10mm の石英管に細きニクローム線を捲きたる加熱コイルを設く、この加熱コイルの外側はアスベスト板にて被覆し、コイル内にて發生した熱は此アスベスト板層を通り難く大部分左右の鐵壁を通り兩側に流るゝ様に考慮した、かくして鐵の方に傳はりたる熱は試料中を通り兩端に近づくや、試料の兩端には厚さ 20mm の銅圓片 D が密着して居る故、熱は直ちに此の銅圓片に傳はる、此の銅圓片は厚さ 5mm の銅管 C に捻子込みにより密着して居る故、熱は遂ひに此の銅管を加熱する様になる、かくの如くして加熱コイル E に電流を通じてより數十分も經過すれば、上記の如き熱の移動も遂ひに定常狀態に達するに至る、他方加熱コイル E に發生せられた熱は全部鐵壁を通ほり兩端に向ふものとは考へられない、一小部分ではあるがアスベスト板層及び鐵周壁を通ほり半徑方向にも移動すべく、かくしてその試料中央部表面に出た熱は輻射及びその處にある空氣或は他の瓦斯の對流により外に向つて失はるゝものと考へなければならぬ、かゝる輻射及び對流を防ぐために、此の裝置にては特に意を用ゐて試料の形狀其他を考へたのである、先づ對流を防ぐためには此の密閉器中にカオリンを隙間なく充填した、熱の輻射は試料 E と外周の銅管 C との間の溫度差により生ずるものであるから、此等兩者間の溫度差を極力少なからしめた、それには上記の如く試料 S を通じたる熱は銅圓片 D に傳へしめ直ちに銅圓管 C に傳へしめた、その外に此の銅管を納めたス

¹⁾ J. W. Donaldson, Foundry Trade Jour. 1931, vol. 45, No. 776, P. 5.

テブライト製管の外側に電気抵抗爐 F を設け外部よりも熱を補給し、銅圓管の溫度分布をして試料の溫度分布と約等しからしめ、且つその溫度差を零に近からしめた、一方銅圓管内に充填せられたカオリン自身が熱に對し不良導體であるから、これに依りても試料中央より放射的熱流は少くなる理である。銅管 C の内部試料の近くに白金-白金ロヂームの熱電推を挿入して試料の溫度を測定した、又加熱コイルの試料よりの引出口に於てそのコイルの電壓降下を測るために 2 線を接續して置いた。

かゝる裝置全體はステンレススチールの 1 種であるステブライト製の管に入れる、該管の兩端はフランジに依つて密閉され、實驗中銅器其他の酸化を防ぐため水素瓦斯を一端より他端に通じた、これを F なる電気抵抗爐中に入れ、試料の中心は電気爐の中央部にある様にした、これ等の裝置全體を示すと第 2 圖の如くなる。



さて加熱コイルに通ずる電流を I とし、コイル兩端の電壓降下を V とすれば、コイル内に 1 秒間に發生する熱量 Q は

$$Q = 0.24 V I \text{ cal}$$

となる、此コイルを界とし右左全く相似の試料であるから此の熱量は兩側に同じ様に傳播する、電流を通じてから約 40 分位も經過すると殆んど定常狀態になる故、 T, T' によりて試料の溫度を知り、 t, t' により試料に於ける溫度勾配が知らる。

今兩側を通つて流るる熱量を Q_1 及び Q_2 とし、それより生ずる 1 なる距離の 2 點間の溫度差を Δt_1 及び Δt_2 とすれば、 S を試料の斷面積、 K を熱傳導率とす、

$$Q_1 = \frac{KS \Delta t_1}{l}$$

$$Q_2 = \frac{KS \Delta t_2}{l}$$

$$\therefore Q = Q_1 + Q_2 = \frac{KS(\Delta t_1 + \Delta t_2)}{l}$$

$$\therefore K = \frac{Ql}{S(\Delta t_1 + \Delta t_2)}$$

實際の測定にては $(\Delta t_1 + \Delta t_2)$ なる和が求められる、故に以上の式中 l と S とが試料により定まり、熱が定常にな

つた時にコイルの電流、電壓降下及び溫度勾配を測定すれば、任意の溫度に於ける熱傳導率が計算出来る理である。

100° 以上の高溫に於ては一度外部の電気抵抗爐に電流を通じ、爐全體の溫度を上昇せしめ、試料裝置を含む、爐全體が定常狀態に達した時に測定を始めるのである、従つて 400° 以上の溫度にもなると此の電気抵抗爐の電流は始め溫度上昇の爲め 10 數分間大なる電流を通じて後、なほ小なる電流に下げて、定常狀態になるのを待たなければならぬ、故に裝置内の熱的關係に於て、それが果して定常狀態になりしや否やを確かめるためにはかなりの熟練と考慮とを要すべきものである。

III. 測 定 の 結 果

此處に測定した試料は、炭素鋼 2 種、灰銑鑄鐵 2 種、ロール製作材料 3 種、及び可鍛鑄鐵より採取したのであるが、同種のものにても後の 2 者についてはそれが白銑であるときと、灰銑になつた時等の場合についても、その熱傳導率を測定した。

1、炭素鋼。下記化學成分の 2 種である。

第 1 表

試料番號	名 稱	C(%)	Si(%)	Mn(%)	S(%)	P(%)
No. 1	軟 鋼	0.13	0.19	0.49	0.017	0.028
No. 2	中 硬 鋼	0.34	0.24	0.51	0.022	0.050

試料 No. 1 の顯微鏡寫眞を示すと寫眞 I の如し。

實測の結果を示すと第 2 表及び第 3 圖曲線の如くなる。

第 2 表

試料 No. 1.								
溫 度 →	67°	372°	495°	582°	690°			
熱傳導率	0.1133	0.0950	0.0854	0.0792	0.0742			
試料 No. 2.								
溫 度 →	96°	218°	365°	460°	566°	642°	715°	795°
熱傳導率	0.1067	0.1055	0.1003	0.0808	0.0672	0.0626	0.0611	0.0606

高溫度に於ける鋼の熱傳導率に就ては清水博士の研究ある故、こゝにこれを測定をなす要はないのであるが此の裝置が果して如何程の精密さに於て行はるゝやを見るために敢て測定をなしたのである、而して鋼の場合、増本博士の研究が最も精密に行はれて居る故、それと對比するのが最も妥當である、而して同氏の研究は常溫に於てのみ行はれて居るのであるが、この實驗裝置の精粗の度を見るにはそれで充分である、又高溫度に於ける測定結果は清水博士の結果と對比すればよいのである、先づ常溫に於ける炭素鋼の熱傳導率について、増本博士は次式を與えて居る。

$$1/\lambda = 5.744 + 2.432C + 5.087Si + 2.461Mn \text{ at } 36^\circ$$

式中 λ = 熱傳導率 C = 炭素含有量(%)

Si = 珪素含有量(%) Mn = 錳含有量(%)

此式中に第1表に與へた分析結果の數値を夫れ夫れ挿入して計算して見ると、

試料 No. 1 に対しては $\lambda = 0.1214$

試料 No. 2 " $\lambda = 0.1056$

となつて居る、これに對し著者の求めたものは第3圖及び表より。

試料 No. 1 の熱傳導率 $K = 0.114$

試料 No. 2 " $K = 0.1067$

となつて居る故、可なりによく合致して居る、又高溫度に於ける熱傳導率の曲線はよく清水博士の結果と一致して居る、故此測定裝置及びその方法は可なりに精密なる結果を與ふるものである事が知らるゝのである、依つて次に各種鑄鐵について、その熱傳導率を測定することにした。

2、灰鉄鑄鐵。此處に使用した灰鉄鑄鐵は石油發動機汽筒及び汽筒頭用材料で次の化學成分及び寫眞 II 及び III に示せる顯微鏡組織のものである。

第 3 表

試料番號	種別	C(%)	Si(%)	Mn(%)	S(%)	P(%)
No. 3	灰鉄	60.1	3.22	2.94	0.77	0.029
No. 4	灰鉄	53.5	3.17	2.26	0.82	0.035

以下述べんとするものも同様であるが、試料は凡て直径 35 mm の丸棒に鑄造されたものから採取し、第 1 圖の如きものに仕上げたのである、次節の白鉄鑄物は普通のバイトにては仕上げ困難であるから、それに對しては Wiedia のバイトを使用した。

測定の結果を掲げると第4表及び第4圖曲線の如くなる。

第 4 表

試料 No. 3									
溫度→	77°	123°	325°	460°	604°	632°	712°	810°	
熱傳導率	0.0940	0.0920	0.0920	0.0835	0.0692	0.0660	0.0650	0.0650	

試料 No. 4									
溫度→	54°	118°	225°	364°	491°	556°	682°	797°	
熱傳導率	0.0923	0.0898	0.0890	0.0890	0.0793	0.0715	0.0609	0.0585	

試料 No. 4 2 回目即ち 1 度焼鈍せるもの									
溫度→	55°	215°	325°	463°	648°	700°			
熱傳導率	0.0976	0.0935	0.0923	0.0830	0.0631	0.0638			

上記の結果より見ると灰鉄鑄鐵の熱傳導率の溫度に對する變化は鋼の場合と大體に於て似て居り、常溫より 350° 位までは極く緩かに低下し、それより 650° まで多少急に減少し、なほそれ以上溫度高まると再び緩かに減少するか、或は殆んど變化がなくなる、800° を越して加熱を繼續すれば其處に變態が起り熱の發生吸收が起る故、眞の熱傳導率は求められなくなる、故に此の研究に於ては凡て A₁

變態點の近くまで測定することに止めた。

3、チルドロール材。チルドロール(ホツトロール)を鑄造する際に採りたる試料を再びタンマン式電氣抵抗爐にて熔解して、直径 35 mm の丸棒を作り、それより熱傳導率測定用試料を作りたるものなる故、炭素量が多少實際のものより減少して居るが、此位の減少により熱傳導率に大なる影響を與へぬこと、後説の結果を對照すれば知らるゝ事である。

第 5 表

試料番號	名稱	C(%)	Si(%)	Mn(%)	S(%)	P(%)
No. 5	パーリチック鑄鐵	No. 6 と同じ熔湯を 850° に加熱せられたる砂型に鑄造したるもの				
No. 6	白鉄	2.70	0.67	0.26	0.089	0.584

これ等の顯微鏡組織を示すと寫眞 IV 及び V に示すが如く No. 5 はパーリチック鑄鐵、No. 6 は白鉄となつて居る、而して No. 5 試料にてはステーダイトは散布して居るが遊離状セメントイトは殆んどない。これ等につき熱傳導率を測定して見ると第 6 表及び第 5 圖の如くなる、

第 6 表

試料 No. 5.									
溫度→	60°	90°	245°	350°	453°	558°	620°	720°	
熱傳導率	0.0715	0.0718	0.0624	0.0710	0.0635	0.0525	0.0483	0.0429	
試料 No. 6.									
溫度→	75°	160°	280°	338°	495°	589°	691°	792°	
熱傳導率	0.0366	0.0371	0.0424	0.0426	0.0333	0.0358	0.0335	0.0324	

此結果より見るときは炭素が化合物を作つて居るときはそれが遊離状になつて居る場合より遙かに熱傳導率が少くなつて居る、それ故ロール使用中ロールが加熱さるゝ際に起る熱應力は此の白鉄部即ち冷剛部に大で中心に向ふに従ひ小となるものである。而して溫度に依りパーリチック鑄鐵の方は始めは緩かに 350° 位より急になり 700° 位より再び緩かになること前節灰鉄鑄鐵の場合と同様である、されども白鉄鑄物の場合は始め溫度上昇と共に多少傳導率が良くなり後極めて緩かに減少する。

4、サンドロール。前節と同様に常溫の乾燥型と 800° に加熱された砂型とに注入して試料を作つた。その化學成分は第 7 表に示してある。此の場合も炭素量は多少低くなつて居る。

第 7 表

試料番號	名稱	C(%)	Si(%)	Mn(%)	S(%)	P(%)
No. 7.	パーリチック鑄鐵	800° に加熱せられた砂型に鑄造せられたもの				
No. 8.	白鉄	2.48	0.93	0.28	0.163	0.402

これ等の顯微鏡組織を示すと寫眞 VI 及び VII の如なる、寫眞 VII に於ける如く大體パーリチック組織では

あるが多少遊離セメントイトが残留して居るを見る。

測定の結果を掲げると第 8 表及び第 6 圖の如くなる。

第 8 表

試料 No. 7.

温度→ 75° 90° 235° 360° 530° 627° 730° 847°
熱傳導率 0.0628 0.0605 0.0595 0.0671 0.0542 0.0469 0.0400 0.0386

試料 No. 8.

温度→ 30° 64° 220° 375° 488° 550° 589° 650° 701° 800°
熱傳導率 0.0370 0.0448 0.0337 0.0327 0.0300
導率 0.0372 0.0368 0.0385 0.0343 0.0317

此結果は前節のものと同様に説明することが出来る。

5、カレンダーロール材。前節と同様に試料を作つたのであるが、白鉄の試料は熱電推の入る孔を作るに鑽孔困難にして試料の製作が出来なかつた。それ故此處では 800° に加熱せられた砂型に鑄造した丸棒より試料をとり試験したに過ぎぬが、白鉄に對するものは前節のもの及び次節の結果より大體豫想されることと思はる。

化學分析を示すと第 9 表の如く、炭素量は實際のものより多少減少して居る。

第 9 表

試料番號 名稱 C(%) Si(%) Mn(%) S(%) P(%)
No. 9 パーリチック 鑄鐵 800° に加熱せられた砂型に鑄造せるもの
3.24 0.65 0.24 0.092 0.527

顯微鏡組織は寫眞 VIII に示せる如く遊離セメントイトがなく地鉄はパーライトとなり、その間に薄片狀黒鉛及びステーダイトが分布して居る。

測定の結果は第 10 表及び第 7 圖に示せる如くなる。

第 10 表

試料 No. 9

温度→ 85° 235° 357° 462° 590° 665° 735° 807°
熱傳導率 0.1044 0.0938 0.0988 0.0880 0.0704 0.0639 0.0578 0.0498

此の結果より見ると大體として熱傳導率は大きくなつて居る。これは黒鉛の形狀に依るもので、これに關しては次節に述べる所あらん。

6、可鍛鑄鐵に關するもの。以上述べたる如く鑄鐵の熱傳導率はそれを作る材質の組織即ち炭素が化合状態にあるか、遊離状態にあるかにより非常に違ふものである事が知らる、而してその組織の影響たるや、成分の影響よりも大である様に思はれたので、同一成分により白鉄、パーリチック鑄鐵及びフェライトの地鉄を有する即ち黒心可鍛鑄鐵の 3 種について熱傳導率を測定すれば、熱傳導率に對する組織の影響が判然するものと思ひ、以上 3 種の異なる組織の鑄鐵を作ることとした、熔湯は凡て同じ取鍋に汲みとりたるものを用ひて鑄造をなし、後適當に焼鈍をなしてパーリチック鑄鐵と黒心可鍛鑄鐵とを作つた、而し此際黒鉛

化に依つて生じた、炭素は普通鑄物の薄片狀のものとなり、小團塊狀をなして居るものである。その化學成分は第 11 表の如くで、長く焼鈍したもの程炭素量は減少して居る。

第 11 表

試料番號 名稱 C(%) Si(%) Mn(%) S(%) P(%)
No. 10. 黒心可鍛鑄鐵 1.92 1.06 0.17 0.055 0.173
No. 11. パーリチック 鑄鐵 2.29 1.06 0.17 0.050 0.173
No. 12' 白鉄 2.65 1.07 0.21 0.049 0.169
No. 11' No. 11 を 850° に 30 分加熱し後水中健淬す
No. 12' No. 12 を 同上す

No. 11' 及び No. 12' は夫々 No. 11 及び No. 12 の試料を 850° に加熱し、30 分間保持した後水中健淬して、地鉄をマルチンサイト組織にしたものである、それは最近壓延工業に於て Ni 及び Cr の入つた特種チルドロールが使用せらるゝ様になり、此のロールはロール鑄造後の自然冷却に於てマルチンサイト組織となり、ロール自身に非常に大なる硬度を與ふるものである、かゝるロールは普通ホットロールには使用せられず、主として冷間壓延の光澤出し用として使用されて居るのである、これは熱間作業に使用すれば、その熱應力が大となり切折する爲めと思ふ又工具其他のものを焼入れをなし再加熱するとき、往々にして龜裂の入ることがある、これ等より考へ、焼入れた白鉄及びマルチンサイト組織の熱傳導率を測定して見れば多少參考になることと思ひし實測をなすことにしたのである。

以上各試料の顯微鏡組織を示すと寫眞 IX 乃至 XII の如くなる、これを以下述べんとする熱傳導率の曲線と對照すれば興味あることと思ふ。

測定の結果を掲げると第 12 表の如くなる。

第 12 表

試料 No. 10 黒心可鍛鑄鐵

温度→ 55° 69° 217° 331° 449° 559° 647° 691°
熱傳導率 0.0944 0.0944 0.0935 0.0893 0.0814 0.0755 0.0718 0.0717

試料 No. 11. 第 1 段黒鉛化だけ終つたパーリチック鑄鐵、

温度→ 46° 210° 325° 458° 556° 691°
熱傳導率 0.0752 0.0742 0.0706 0.0675 0.0635 0.0620

試料 No. 12 白鉄、

温度→ 52° 63° 217° 303° 446° 547° 659° 735°
熱傳導率 0.0482 0.0484 0.0526 0.0536 0.0541 0.0544 0.0541 0.0525

試料 No. 11' 試料 No. 11 を焼入れたもの

温度→ 61° 186° 267° 418° 541° 677°
熱傳導率 0.0601 0.0694 0.0715 0.0690 0.0645 0.0609

試料 No. 12' 試料 No. 12 を焼入れたもの

温度→ 86° 206° 305° 430° 572° 694°
熱傳導率 0.0348 0.04365 0.0455 0.0494 0.0522 0.0519

以上の結果を見ると黒心可鍛鑄鐵は溫度に對して、炭素鋼(軟鋼)の如く 350° 位より減少し始め、650° まで續きそれ以上の溫度にては餘り變らぬ、パーリチック鑄鐵は同様の経過を取るがその減少の度は少ない白鉄になると、溫度上昇と共に却つて幾分増加する傾向になつて居る、即ち此等三つの鑄鐵は溫度上昇と共にその熱傳導率の差が次第に少なくなつて行く。

焼入れられたパーリチック鑄鐵は常溫に於ては焼入れぬものに比し遙かに小なる熱傳導率を有して居るが溫度昇ると共に急にその値を増加し、320° にては殆んど一致するに至る。これ焼入れられてマルチンサイト組織となつたものが溫度上昇と共に焼戻され 300° 位にてその焼戻が完了し、トルースタイト組織となる爲めと思考せらる、白鉄を焼入れた場合にも溫度上昇と共に始めは急に、次第に緩かに増加するを見る、但し此の場合には焼入れぬ白鉄より多少小なる熱傳導率を與へて居る。

以上の結果より考へてマルチンサイト組織のものは熱傳導率が小なるものなる事が知られ、それよりかゝる組織を有するロールは、それを加熱冷却する際に、可なり大なる熱應力が誘發さるゝものであることが想像されるのである。而してニツケル、クロームの含入した特種チルドロールにてはその焼戻される溫度は以上述べた溫度よりも遙かに高く、従つてそのマルチンサイトも約 350° 位までは安定なものであるから、可なりの高い溫度まで熱傳導率悪く、従つて大なる熱應力の發生する範圍も可なり大なるものと思考せらるゝのである。

次に此等可鍛鑄鐵の熱傳導率を前節のロール材の夫れと比較して見るのに、白鉄に於ては此の可鍛鑄鐵用のものは良い熱傳導率を有して居るのであるが、それを焼鈍してパーリチック組織にしたものはその割合に良くない。地鐵全體をフェライト組織にした場合にては普通の灰鉄鑄物の場合よりも良くはないのである、これはその地鐵の化學成分にも依るけれども主として黒鉛の形狀如何によるものと思はる。熱の傳導と電氣の傳導とは鋼の如き割合に均一なる組成のものでは、その價が平行して増減して居る

のであるが、黒鉛の如き別種の材質が介在して居る場合には多少違ふ結果を與ふるもので、黒鉛が薄片狀になつて居る時は熱はその薄片狀黒鉛を通過して次ぎの地鐵に傳はること容易であるが、電氣の方は此の薄片狀黒鉛が電氣に對し相當良好なる傳導性を有せざる限り、此の黒鉛を避けて傳導のよい地鐵を迂迴して行くものと思はる、而して可鍛鑄鐵の如く黒鉛が胡麻の様な小團塊になつて居れば、その黒鉛を通過して行く熱は極く少く、大部分は黒鉛粒を避けて次ぎ次ぎに熱を傳へるものと考えなければならぬ故それだけ熱の通路は狭めらるゝ結果となり、電氣に對するものと同様に熱を傳導し難くなるものと思はる、それ故に可鍛鑄鐵の場合は電氣傳導率は良くてもその割合に熱傳導率は良くないものである。

總 括

以上の結果を一括すれば

(1) 特種の裝置を用ゐ、熱源より輻射及び對流により傳はる熱を極度に少なからしめ、大部分を傳導により傳はる様にして、定常狀態にして熱傳導率を測定した。

(2) 熱源の外に裝置全體を一つの電氣抵抗爐の中に納めて裝置全體を一様に加熱し、常溫のみならず 800° の高溫度までも繼續して熱傳導率を測定した。

(3) 初め炭素鋼 2 種について實驗をなし、測定裝置の相當に精確に熱傳導率を實測し得らるゝ事を確めた後、各種鑄鐵の熱傳導率の測定をなした。

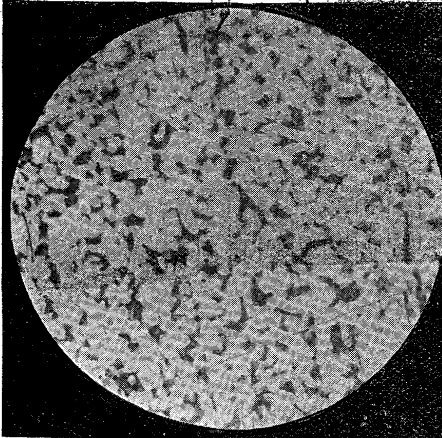
(4) 灰鉄鑄鐵 2 種、ロール材鑄鐵 3 種及び種々なる熱處理を施した數種の組織の可鍛鑄鐵について熱傳導率を測定した。

(5) 鑄鐵の熱傳導率は化學成分よりも寧ろその顯微鏡組織により影響せらるゝ事大なること知られた。

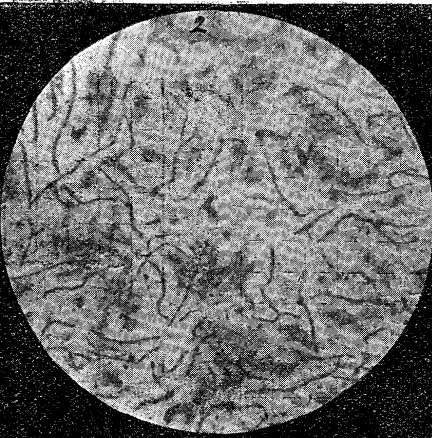
(6) 鑄鐵の熱傳導率は又その遊離炭素即ち黒鉛の形狀に依りても影響せらるゝものなること知られた。

終りに臨み、此研究の發表を許可せられた戸畑鑄物株式會社に對し深謝する。

I. $\times 77$ 軟鋼



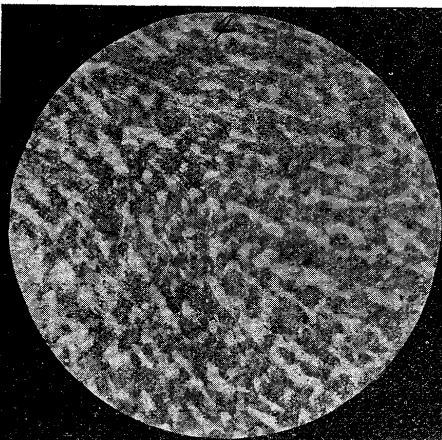
II. $\times 77$ 灰鉄鐵



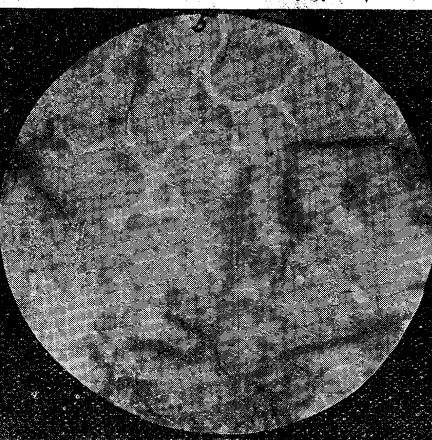
III. $\times 77$ 灰鉄鐵



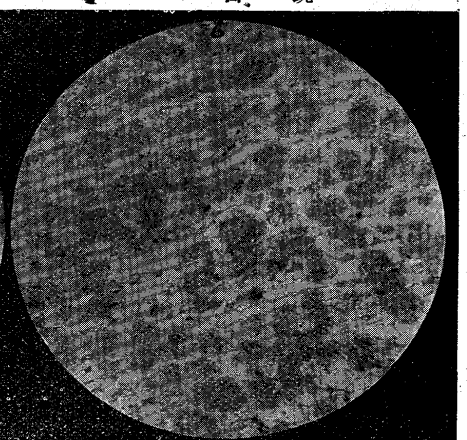
IV. $\times 77$ 白鉄



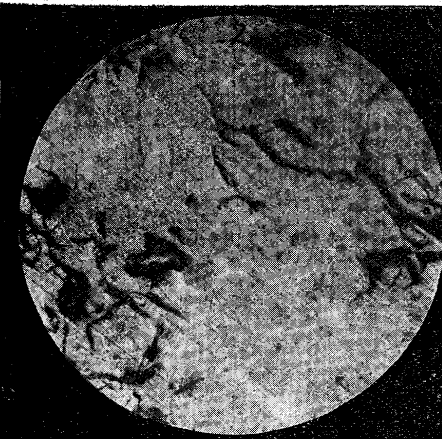
V. $\times 77$ パーリチック鑄鐵



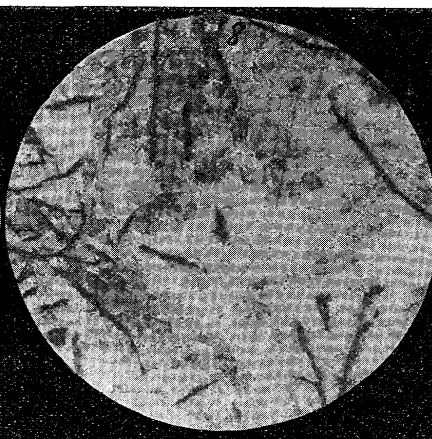
VI. $\times 77$ 白鉄



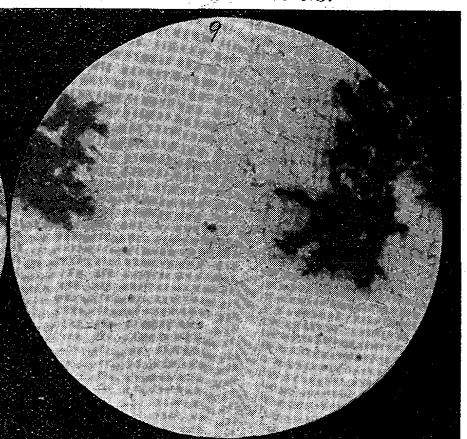
VII. $\times 77$ パーリチック鑄鐵



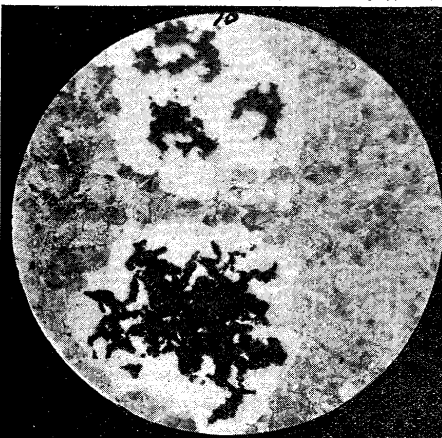
VIII. $\times 77$ パーリチック鑄鐵



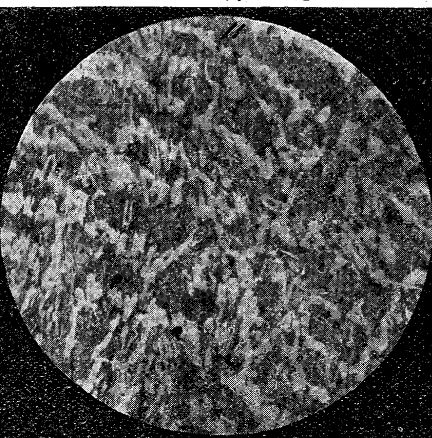
IX. $\times 77$ 黒心可鍛鑄鐵



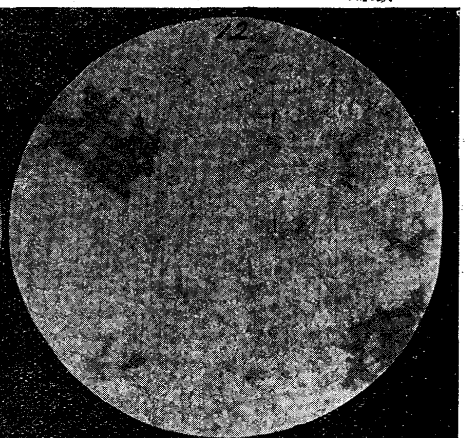
X. $\times 77$ パーリチック鑄鐵



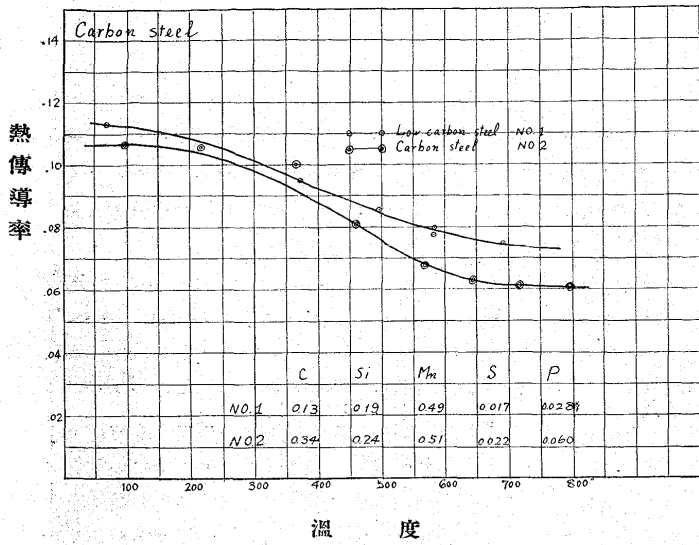
XI. $\times 77$ 白鉄



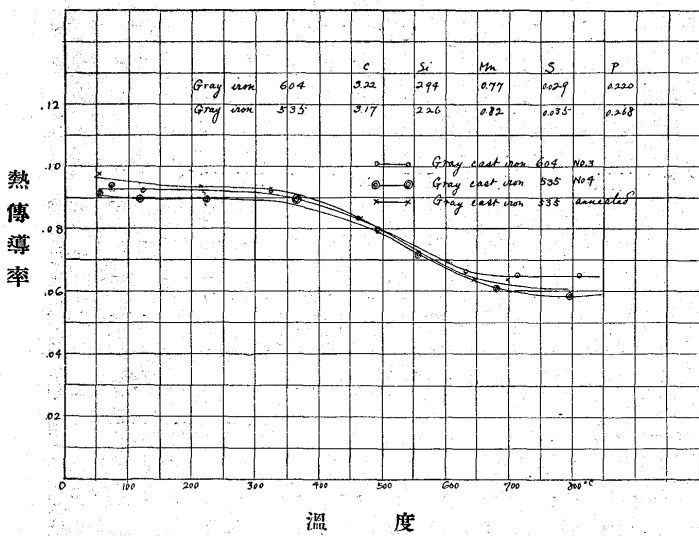
XII. $\times 77$ マルチンサイチック鑄鐵



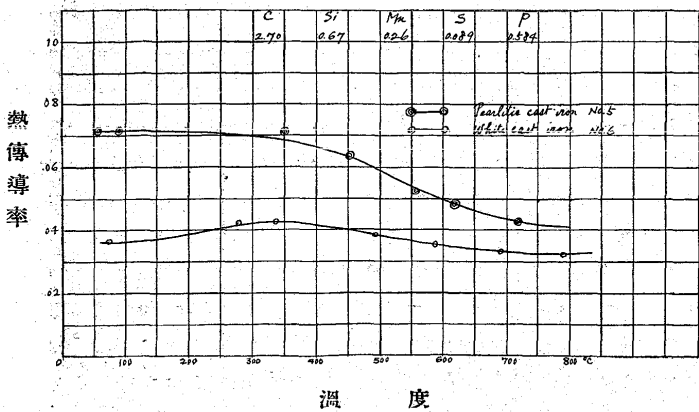
第 3 圖



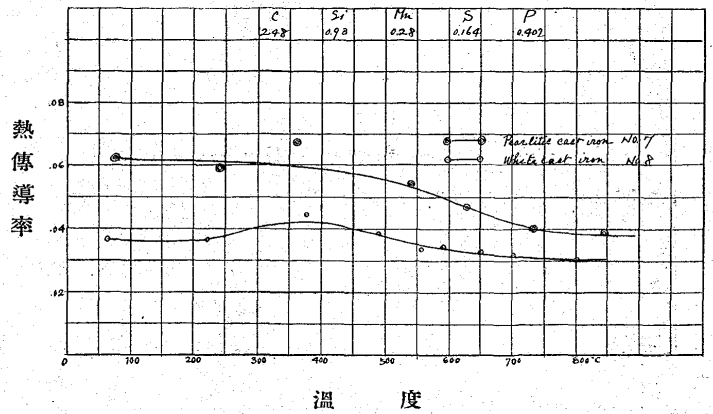
第 4 圖



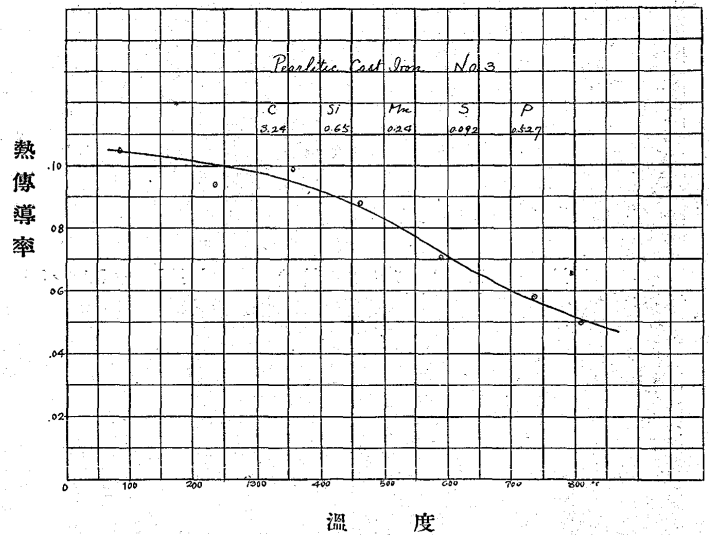
第 5 圖



第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖

