白鉄の黒鉛化に及ぼす珪素、炭素の影響に関する考察

持 田 徳 彦*

Tokuhiko Mochida : Influence of Carbon and Silicon on the Graphitisation of White Cast Iron.
A few considerations have been given on the effect of carbon and silicon upon graphitisation of white cast iron.

(Received November 18, 1948)

I. 緒 言

鑄鐵の黒鉛化に對しては先づ第一に珪素と炭素の影響が問題となる。普通には炭素の多い程又珪素の多い程黒鉛化組織は得られ易いとされてゐる。而してこの兩元素の働きは或る程度迄は互に置き換へられるものとされてゐる。云ひ換へれば珪素又は炭素が少くて黒鉛化が不充分なる時更に黒鉛化せしむるには珪素を増してもよければ炭素を増してもよいとされてゐる。Fig. 1, Fig. 2はこの關係を

Fig. 1

Fig. 2

示すもので前者はMaurerのダイアグラム、後者はGreiner, Klingensteinのダイアグラムとして知られてゐるもので鑄鐵の組織が白鉄、モツツル、パーライト鑄鐵又は極軟鑄鐵となる場合の珪素量及び炭素量の關係を示すもので明らかに兩元素に互換關係があるものとして表はされてゐる。これ等のダイアグラムに就いては今日吾々の知識からすれば種々検討を加へなければならない。Fig. 1は厚さ10~90mmの範圍の丸型鑄物に就いて數多くの試片を調べ統計的に求められたものであるが、各組織の範圍を區切つてゐる境界線がE點に集中してその下端が種々の珪素量を示す點に終つてゐることは兩元素の互換割合が得られる組織によつて異なることを示してゐる。いふ迄もなくこの境界線が縦横軸と45°の角度をなすならば互換割合は1:1である。全體を通じて云ひ得ることは高炭素の場合には珪素の量が敏感に攪き低炭素の場合には珪素の働きが鈍感となつてゐることである。

次にFig. 2を見るに、この場合兩元素の互換性は兩元素量の和を縦軸にとつてあることから見て一層強調せられてゐることが判る。この圖の適用範圍はCとSiの和として

4~7となつてゐる。

これ等の圖は多くの試片から統計的に得られた結果であつて實用的に重寶なものとされてゐるのであるが、何が故に斯様な結果が得られるかについては餘り論じたものがないようである。

冒頭に述べた如くより黒鉛化せしむるには炭素を増してもよければ珪素を増してもよいとされてゐるが、然らば黒鉛化はこの兩元素によつて同じやうに影響されるものであらうかと考へて見ると、兩者の働きに相違があるのではないかと考へが生ずる。然らば結果に於て等しいだけでその働きに於ては相違してゐるものとすれば、その働き如何を考へて見る必要がある。

本報告に於ては簡單の爲に、先づ白鉄の黒鉛化に對して兩元素の作用の同不同を吟味する。

こととする。

II. 白鉄の第一段黒鉛化に對する影響

普通白鉄の相變化を論ずる場合には珪素が含まれてゐるのであるから、鐵炭素珪素の三元平衡圖によらなければならない。Fig. 3は Scheil(1)の提出したセメント系平衡圖である。圖に於て S_2C_1 線より右の範圍、 Fe_3C の初晶範圍、 S_2C_1 線より左の範圍、オーステナイトの初晶範圍 S_2C_1 線、共晶融體、 S_2C_1 線上の共晶反應 $(L)_{S_2C_1} \rightarrow (F)_{固溶體} + Fe_3C$ である。

今例へば珪素2%の合金が白鉄として凝固する場合、凝固物中のオーステナイトの珪素%と合金全體の炭素量との關係を見るに次の如くである。例へば合金中の炭素が3%の時は、B點(Si 2%, C 3.2%)と Fe_3C 點とを結ぶ直線を延長してHE線に交はせれば、その交點が白鉄中のオーステナイトの組成を示す。同様に炭素量が増してA點となれば、オーステナイトの組成はk點となる。即ち珪素一定なる時合金中の炭素量を増せば白鉄としての凝固終了時の

(1) Scheil, Mitt. Forsh. Inst. Ver. Stahlverke.
Dartneund. Bd. 1 (1928/30).

Fig. 5

のよりも温度が高い。この白鉄が黒鉛化するに従つて共存オーステナイトの珪素量は $(a+x)\%$ より次第に減じて遂にはレーデブライトセメントがなくなれば $a\%$ となる。この途中に於てはオーステナイトの珪素量は $(a+x)\%$ よりも少くしかセメントは残存し、このオーステナイトと接觸してゐる。従つて假りに温度が凝固時と始んど變らぬものとすれば、接觸部分が溶解することが考へられる。オーステナイト中の珪素量が $a\%$ となる迄に $a\%$ に相當する ECF の温度以下に下れば再溶解は起らない。

上の再溶解はセメント系に就いて考へたのであるが黒鉛化に就いても考へられないことはあるまい。ただ ECF の温度よりも E'C'F' の温度の方が等しい珪素量に於て高温であるだけの困難は考へられる。白鉄から黒鉛化してフレーキ状のものが得られることの有無に對して種々の議論があつて未定であるが、この再溶解を考慮に入れることは實際の現象を判斷する上に於て一つの觀點を與へることになる。

三元素として考へるときは共晶に温度區間があるから、全部が凝固し終らぬ程にも再溶解が考へられ、黒鉛共晶及びセメント共晶の温度區間が一部重つてゐる事柄からしても更に種々の場合が予想せられる。

以上述べた再溶解の實際的の有無は、白鉄凝固後に於ける黒鉛化速度の著しく早い場合に可能性が多い。この點については著者等の研究室に於ては他の人々によつて實驗が行はれつゝある。尙著者等は珪素の多い白鉄オーステナイトの黒鉛化の進行はダブルダイアグラムによつて説明せんとするものでセメントそのものの分解とは考へてゐない。

IV. 結 論

以上珪素一定なる白鉄に於ける炭素の影響として述べて來たことは云はばレーデブライトの黒鉛化に對する現象であつてこの黒鉛化の完了によつて、白鉄たる特徴はなくなつてしまふから、新理論による第二段黒鉛化に對しては炭素の影響は存在しない。換言すれば珪素と炭素とが黒鉛化に對して同じような作用即ち互換性のあるのは白鉄の場合第一段黒鉛化に對してのみである。黒鉛化新理論に明かにせられた通り冷却時における共析點附近

に於ける第二段黒鉛化にはこの温度に持來されたオーステナイトの珪素含有量に従つて合金の全珪素が著しく影響するのであるから、珪素の作用と炭素の作用との間には互換性はない。珪素が多ければフェライト出易くパーライト地が出難いが、炭素には斯様な作用はない。パーライト組織を得るには Si の少いことが望ましく、黒心可鍛鑄鐵を作る場合には Si の多いことが望ましく、炭素には斯様な組織生成に對する影響はない。

斯様に Maurer 等のダイアグラムの示す Si と C との互換性はある場合には存在し、或る場合には存在しないことが白鉄の黒鉛化組織について云へるのである。Maurer 等のダイアグラムはメルトから黒鉛の晶出する場合と考へられてゐるから、果して然らば本報告に述べた事柄は關係がないこととなるが、然らばメルトから黒鉛の晶出する場合として Si と C の黒鉛化に對する互換性を如何に説明すべきであらうか、尙 Maurer 等のダイアグラムに於て C と Si との互換性をみとめてゐるが、新理論による兩共析點附近の α_m の析出を考へるときは遊離フェライトの生成に關しては互換性は存在せず、訂正すべきものであることが指摘され得るのであらう。