黒 心 可 鍛 鋳 鉄 の 第 二 段 黒 鉛 化 機 構 の 研 究(続)

A Study on the Second Stage Graphitization of Black Heart Malleable Cast Iron (Continued)

稲垣伍三郎*近藤賢治**
Gosaburō Inagaki
Kenji Kondō

内 容 梗 概

黒心可鍛鋳鉄製造の焼鈍過程における第二段黒鉛化の機構を解明するために、2.74% C, 1.06% Si の 白銑を第一段黒鉛化終了後、安定系三相($\gamma + \alpha + G$) 平衡共存温度範囲,準安定系三相($\gamma + \alpha + C$) 平衡 共存温度範囲およびそれ以下の種々の温度に保持しあるいは同温度範囲およびそれ以下を徐冷して、そ の間におけるオーステナイトの変態の開始および進行の状況から、 $\gamma \rightarrow \alpha + G$, $\gamma \rightarrow \alpha + C$ および C → $\alpha +$ G の 3 反応の特性ならびにそれら相互間の関連を調べた。この結果からオーステナイトの恒温変態にお ける「温度一時間一変態」線図を作成し、この試料の第二段黒鉛化は 730°C において最も早く 36 時間で 終了すること、およびそれが 750°C から 1 °C/h の速度で 705°C まで冷却すると終了することをあきら かにするとともに、high C, Si の白銑について行った前回の実験結果と比較して、Si 含有量が第二段黒 鉛化に及ぼす影響を究明した。

1. 緒 言

白銑から黒心可鍛鋳鉄を製造する場合のいわゆる可鍛 化焼鈍において,第二段黒鉛化すなわちオーステナイト がフェライトとグラファイトに変化する過程に次の2種 類があることは広く知られている。 オーステナイト(ア)→フェライト(α)+グラファイト(G) オーステナイトの直接変態

第1表 試料の化学成分(%)

С	Si	Mn	S	Р	Cr
2.74	1.06	0.42	0.096	0.080	0.012

成分のうち特にCおよびSiを前回より低くして medium C, low Si の試料を作り、それの第二段黒鉛化における

オーステナイト(γ)→パーライト(α +C)

セメンタイト(C)→フェライト(α)+グラファイト(G) オーステナイトの間接変態

これらの変態に関しては従来多くの研究(1)~(22)が行わ れており,それらの大多数は第一段黒鉛化終了後第二段 黒鉛化温度まで徐冷したときに,間接変態にさきだって 直接変態が開始しフェライトの析出が進行していわゆる Bull's eye 組織を生じ,さらに温度が低くなると残って いるオーステナイトの間接変態が開始することを示して いる。

黒心可鍛鋳鉄の製造における焼鈍時間を短縮するため には、これら2種類の変態の特性を十分に解明すること が必要である。さきに筆者らは比較的 high C, Si の白 銑について実験を行い、第二段黒鉛化に関する「温度一 時間一変態」線図を作成し、オーステナイトの直接変態 が重要な意義を持っていることをあきらかにした。

これら両変態の特性は試料の原材料,熔製法,化学成 分,ガス含有量および第一段黒鉛化終了時の黒鉛粒の分 布状況などの多くの要因によって相異するものであり, これらの各要因の影響を知ることが望ましい。筆者らは 上記の諸要因のうちで影響の最も大きいと思われる化学

- * 日立金属工業株式会社深川工場
- ** 日立金属工業株式会社桑名工場

オーステナイトの直接および間接変態について研究を行い、その特性をあきらかにするとともに、前回の実験結果と比較して Si 含有量が第二段黒鉛化に及ぼす影響を 究明した。

2. 実験方法

黒心可鍛鋳鉄用白銑を第一段黒鉛化終了後,安定系三 相($\gamma + \alpha + G$)平衡共存温度範囲,準安定系三相($\gamma + \alpha + C$)平衡共存温度範囲およびそれ以下の種々の温度に保 持しあるいは同温度範囲およびそれ以下を徐冷して,そ の間におけるオーステナイトの変態の開始および進行の 状況を顕微鏡組織によって調べ, $\gamma \rightarrow \alpha + G$, $\gamma \rightarrow \alpha + C$ お よび $C \rightarrow \alpha + G$ の3反応の特性ならびにそれら相互間の 関連を調べた。

2.1 試 料

地金の配合を戻屑 50%, 鋼屑 40%, 銑鉄 10% として キュポラ - 電気炉二重式熔解法で熔製した熔湯を生砂型 に鋳込み 10 mm φ×250 mm の白銑棒を作った。これを 脱炭を防ぐために小形ポットに詰めてバッチ形焼鈍炉に 装入し,約 10 時間で 950°C まで昇温したのちその温度 に25時間保持して第一段黒鉛化のみを行わせた。それを 空冷し長さ 12 mm に切断して試料とした。この白銑の 化学成分を第1表に示す。

2.2 装 置

第1図にその概略を示したように,高温用および低温

---- 80 -----



黒心可鍛鋳鉄の第二段黒鉛化機構の研究(続)

用として2基のニクロム線抵抗炉を使用し,後者の中に 鉛の容量が 3.3 kg の No. 3 黒鉛るつぼを入れて鉛浴を 作った。高温炉の温度調節は±3℃の精度で行い,また 低温炉の鉛浴温度は1℃を1 目盛にしてある特殊精密形 温度計によって精密に測定し,その調節は±1℃の精度 で行った。

2.3 顕微鏡組織の求め方

オーステナイトの変態における各種の反応の開始およ

第2図 熱 処 理 線 図−1 してオーステナイト化した試料を710,720,725,730, 735,740 および750℃の各温度に保持した鉛浴中にす みやかに投入してその温度でオーステナイトの恒温変 態を行わせ,種々の時間経過したのち引出して水冷し た。

70

60

3.1.2 結 果

び終了時間ならびにその進行状況は前に述べたとおり試 料の顕微鏡組織によって判定した。各試料において脱炭 の影響がわずかに見られる周辺部を除けば組織はほとん ど均一であり、そこで検鏡および顕微鏡組織写真の撮影 を行った。

顕微鏡組織のマトリックスを構成しているオーステナ イト(写真の上ではマルテンサイトであるが変態時の温 度ではオーステナイトであったもので,説明の便宜上本 文中ではいずれの場合にもこう呼ぶ),フェライトおよび パーライトの各相の量を求めるのには R. C. Shnay氏⁽¹⁶⁾ らによって紹介された直線法(lineal method)を用いた。

実験結果と検討

3.1 オーステナイトの恒温変態

試料を安定系および準安定系三相平衡共存温度範囲お よびそれ以下の種々の温度に保持した場合における $\gamma \rightarrow \alpha + \mathbf{G}, \gamma \rightarrow \alpha + \mathbf{C}$ および $\mathbf{C} \rightarrow \alpha + \mathbf{G}$ の3反応の開始およ び終了時間ならびに時間一進行率の関係を求めた。

3.1.1 熱処理

共析炭素濃度をもった均一なオーステナイトマトリ ックスをうるため, 第2図の熱処理線図-1に示すよう に,950℃に保った高温炉中に試料を投入して30分間 保持したのち約15分で810℃まで冷却しこの温度に 1時間保持して,過共析セメンタイトの分解とオース テナイト中の炭素濃度の均一化を行った。このように 上述のような熱処理を行った多数の試料の顕微鏡組 織の中の代表的なものを第3図の写真 No. 1~33 に示 す。各行の写真の左に保持温度,また各写真の番号の 右に各温度における保持時間をそれぞれ記すととも に, $\gamma \rightarrow \alpha + G$, $\gamma \rightarrow \alpha + C$ および C $\rightarrow \alpha + G$ の諸反応が 開始あるいは終了したことの認められる写真にはその むねを指摘してある。

これらの写真から各温度における $\gamma \rightarrow \alpha + G, \gamma \rightarrow \alpha + C$ 両反応の開始および終了ならびに $C \rightarrow \alpha + G$ 反応の 終了の各時間を示すいわゆる「温度一時間一変態」線 図を作成して第4図に示す。なお同図から安定系三相 平衡共存温度範囲ならびに準安定系三相平衡共存温度 範囲の上限および下限の各温度を求めて図中に記入し てある。

また第3図の顕微鏡組織写真についてマトリックス 中のフェライトの面積百分率を測定し、それによって 作成した $\gamma \rightarrow \alpha + \mathbf{G}$ および $\mathbf{C} \rightarrow \alpha + \mathbf{G}$ 両反応の各温度 における時間—進行率線図を 第5図に示す。100% か らこのフェライトの面積パーセントを差引いた残りが マトリックス中におけるオーステナイトとパーライト の面積パーセントである。

第4図との比較のために 2.80% C, 1.37% Si, 0.34% Mn, 0.113% S, 0.070% P, 0.018% Cr の化学成分を有 する白銑試料について前回の実験で得た「温度一時間 一変態」線図を第6図に示す。



---- 81 -----







った上記3種類の反応の特性ならびに それら相互間の関連を前回の実験結果 と比較しながら要約して次に示す。

この反応の進行速度は温度が低いほ ど大きいが、725°Cではこの反応が開始 して間もなく $\gamma \rightarrow \alpha + C$ 反応が開始,進 行してしまうので、 $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反応はわ ずか行われるに過ぎない。この反応が 最も多く行われる温度は 730°C である が、この温度においても同反応の終了 する前に $\gamma \rightarrow \alpha + C$ 反応が行われるし、 またその温度より 5°C 高い 735°C では $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反応の進行速度が非常に小 さくなってしまうため、同反応の終了 時間をはっきり知ることができなかっ た。したがって第4図の $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反

第6図 前回の実験で得た2.80% C, 1.37% Si の試料のオー ステナイトの恒温変態の「温度一時間一変態」線図

また第7図は730℃において各時間恒温変態を行った試料の高倍率の顕微鏡組織写真である。 第3,4,5 および7図に見られる組織変化からわか 応の終了曲線は735℃における推定値 75時間に基いて点線で示してある。

 $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反応の開始曲線からこの 試料の安定系三相 ($\gamma + \alpha + G$) 平衡共 存温度範囲の上限温度は約760°C とみ られ,また同範囲の下限温度は約745°C と推定される。これらの温度は前回の 実験値よりそれぞれ20℃あるいは15℃ 低い。

(2) 730°C 以下では $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反応 の開始後 2時間以内に $\gamma \rightarrow \alpha + C$ 反応 が開始し比較的大きな速度で進行して $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反応より早く終了する。この $\gamma \rightarrow \alpha + C$ 反応の開始および終了も $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反応と同様の傾向を有し,温度 が高くなるのに従って著しく長時間を 要する。すなわち $\gamma \rightarrow \alpha + C$ 反応の開 始時間は 710°Cではわずか 2分である が 730°C では 2時間でありこれは前回 の実験値の 8 倍におよぶ。同反応の進 行速度が前回の実験では非常に大きか ったためその終了曲線を求めることが できなかったが,今回の実験ではその

進行速度が小さく終了するまでかなりの時間があった のでその終了曲線を求めることができた。同反応の開 始および終了曲線からこの試料の準安定系三相(γ+α

— 83 —



2時間 No.3



No.4 12時間





で, 直接変態が第二段黒鉛化 に占める比率が大きくなる。 また温度が高いと $C \rightarrow \alpha + G$ 反応の進行速度が大きいため 第二段黒鉛化の終了に要する 時間は短くなる。すなわち 730°Cにおいては24時間後に $\gamma \rightarrow \alpha + C$ 反応が終了するま での間に、 $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反応が 735℃ 以上の比較的高い温度 におけるよりも、また $C \rightarrow \alpha$ +G反応が725°C以下の低い 温度におけるよりもそれぞれ 大きな速度で併行して進行し 第二段黒鉛化は大部分終る。 残った数パーセントのパーラ イトもかなりすみやかに分解 して,結局各温度を通じて最 も早く36時間で第二段黒鉛化 が終了する。

前回の実験における第二段

第7図 730°Cにおける恒温変態試料の顕微鏡組織

+C) 平衡共存温度範囲の上限温度は 745°C, 同じく下 限温度は 735℃ と考えられ, 前回の実験値より約 15℃ 低い。

(3) 730°C 以下では $\gamma \rightarrow \alpha + G$ および C $\rightarrow \alpha + G \sigma$ 両反応によって第二段黒鉛化が行われる。比較的低い 温度の 720°C では $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反応が早く開始し大きな 速度で進行するので、1.5時間頃まではほかの温度に おけるよりもフェライトの量が多いが、一方 $\gamma \rightarrow \alpha + C$ 反応も早く開始,進行し1時間までに終了してマトリ ックスの約95% がパーライトになり、しかも $C \rightarrow \alpha +$ G反応の進行がおそいため、このあとでは 725~730°C よりもフェライトの析出速度が小さくなる。結局 720 °Cにおいては第二段黒鉛化の大部分が間接変態によっ て行われ、しかもその完了には70時間を要する。

これより温度が高いほど $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反応の開始時間 が長くその進行速度も小さくなるが、 $\gamma \rightarrow \alpha + C$ 反応の 開始および終了時間も長くなり、その間に $\gamma \rightarrow \alpha + G 反$ 応が併行して進み同反応の行われる時間が長くなるの

黒鉛化終了時間は730℃で8 時間,740°Cで最も短く5時間 であり,これらと本実験値を 比較すると730°Cにおける36 時間は前回の実験値の 4.5 倍 であり, また最短時間として は前回の約7倍におよびその 温度は 10°C 低い。両回の実

験に用いた試料における主要な差異は Si 含有量であ って、それらの第二段黒鉛化のさきに述べたような著 しい差はSi含有量によるものと考えられる。

このことから第二段黒鉛化が最も短時間に終了する 温度およびその時間に対して Si は白銑中に通常含有 されている諸成分の中では最も大きな影響を及ぼし, Si含有量が高いほど第二段黒鉛化が最も早く終了する 温度は高くまたその時間は短いことが推論される。

(4) $\gamma \rightarrow \alpha + G 反応によるフェライトの析出は最初$ 第一段黒鉛化によって発生した黒鉛粒に接して始ま り,ついでオーステナイトの結晶粒界においても起る。 その後同反応は735℃では結晶粒界においてもかなり 進むが、730°C 以下では黒鉛粒の周辺における進行速 度が大きいのに反し,結晶粒界での速度は著しく小さ い。黒鉛粒の周辺におけるフェライトの生成・発達の 模様は、黒鉛粒の表面のくぼみおよび内部のすき間に まずフェライトを析出し,その後はほぼ一様な幅のフ ェライトのバンドを形作ってその幅を増しながら同心

黒心可鍛鋳鉄の第二段黒鉛化機構の研究(続)



円状に進行する。ここで γ→α+G 反応は (A) オーステナイト相とフェライト相との境界に おいて前者から後者へC原子が移行する。 ーライトとフェライトの境界がはっきりしない,また セメンタイトの密度が連続的に変化しているのだと考 えられる。

3.2 オーステナイトの等速冷却中の変態

上に述べたオーステナイトの恒温変態の実験結果から、この試料の第二段黒鉛化は730°Cにおいて最も短く 36時間で終了するが、725°Cでは52時間、735°Cでは約 75時間を要することが知られた。黒心可鍛鋳鉄を製造す るための焼鈍過程において、一定温度に保持することに よって第二段黒鉛化を短時間に終らせるためには、たと えば本実験に用いた試料では焼鈍炉内の各部の温度を 730°Cを中心とした5°C程度の小さい範囲内に保たねば ならないが、事実上それはほとんど不可能である。さら に自銑の化学成分が異なるとおのおのの最適温度範囲が 相異するため、種々の自銑が炉内に一緒に装入されてい る場合総合的に最も有利な温度範囲を決定することはむ ずかしい。

このように非実用的な恒温保持によらなくても、その 最適温度範囲付近の冷却速度を十分に小さくすることに よって第二段黒鉛化を比較的短時間内に終了させられる 事実はすでに1944年に杉および塩谷両氏⁽⁵⁾によって見 出されかつ実用化されており、現在日立金属工業株式会

(B) C原子が上記境界線から黒鉛粒表面までフェ ライト相中を移動する。

(C) フェライト中に固溶していたC原子が黒鉛粒 表面において析出する。

の3段階の過程を経て行われるものと考えられる。こ の反応の進行している間を通じてオーステナイトとフ ェライトの境界線は終始はっきりしている。いわゆる Bull's eye 組織はこのようにして進行した $\gamma \rightarrow \alpha + \mathbf{G}$ 反応において未完了で残ったオーステナイトがパーラ イトに変態し、しかもそれがほとんど分解しないで常 温に達した結果表われるものである。

(5) オーステナイトマトリックス中においてパー ライトは黒鉛粒に隣接した位置あるいはそれから離れ た位置にランダムに発生し、それを核にしオーステナ イト結晶粒を単位として成長して行くものとみられ、 このためにオーステナイトとパーライトの境界線が明 らかであると考えられる。このパーライトの分解すな わち $C \rightarrow \alpha + G$ 反応は

(A) 層状パーライトを構成しているセメンタイト が表面張力によって分裂,球状化する。

(B) 球状セメンタイトがそれを囲むフェライト相 中に吸収され固溶する。

(C) フェライト中に固溶しているC原子が黒鉛粒 表面へ移動しそこで黒鉛として析出する。

という過程によって行われるとみられ、このためにパ

社桑名工場において全面的に実施されているトンネル式 焼鈍炉による焼鈍法の基礎になっていることは前⁽²²⁾ に も述べた。

この方法によって第二段黒鉛化時間をできるだけ短時 間で行うためには,黒鉛化を完了させるために徐冷すべ き温度範囲と必要かつ最も有効な冷却速度を知ることが 必要である。前者については前回の実験および第4図の 「温度一時間一変態」線図から約750°C以下の約50°Cの 範囲と推定されたので,次に示すような熱処理によって 等速冷却中における $\gamma \rightarrow \alpha + G$, $\gamma \rightarrow \alpha + C$ および $C \rightarrow \alpha +$ Gの3反応の開始,進行および終了の状況を調べた。

3.2.1 熱処理

第8図の熱処理線図-2のように,高温炉において熱 処理線図-1の前半と同じ熱処理によりオーステナイト 化した試料を750℃の鉛浴中にすみやかに移し,ただ ちに1,2および4℃/hの各冷却速度で鉛浴温度を低 下させながら,740,730,725,720,715,710 および 705℃の各温度に達した時に鉛浴から取り出して水冷 した。

3.2.2 結 果

上のような熱処理を行った多数の試料の顕微鏡組織 を第9図の写真 No. 4-1~1-7 に示す。写真の各列の 上方に冷却速度,各行の左方に水冷温度をそれぞれ記 してある。各写真の下の番号の右にマトリックスの組 織を示し,また $\gamma \rightarrow \alpha + \mathbf{G}, \gamma \rightarrow \alpha + \mathbf{C}$ および $\mathbf{C} \rightarrow \alpha + \mathbf{G}$

---- 85 -----



の各反応の開始あるいは終了した ことの認められる場合にはその旨 を指摘してある。

日立評論 別冊第33号

第10 図は前に 第4 図 に示した 「温度一時間一変態」線図に重ね て1,2および4℃/hの等速冷却 線を書き,その上に前記の各反応 の開始および終了線を示したもの である。

第9および 10 図 に見られる組 織変化からわかった各反応の開始 ならびに進行状況を要約して次に 示す。

(1) 等速冷却した場合の $\gamma \rightarrow \alpha + \mathbf{G}$ 反応の開始, $\gamma \rightarrow \alpha + \mathbf{C}$ 反応 の開始および終了はその冷却曲線 とさきに求めた恒温変態線との交 点で示される温度および時間より もはるかに低温,長時間側で行わ れている。この温度および時間の ずれは全般的に $\gamma \rightarrow \alpha + \mathbf{C}$ 反応よ りも $\gamma \rightarrow \alpha + \mathbf{G}$ 反応において大き

く,またこの場合冷却速度の大きいほうがずれが著しい。

(2) 750°C からの冷却速度が 1°C/h程度の小さい場合には γ→ α+G 反応がかなり高い温度の 740℃で開始する。 この温度付近 における同反応の進行速度は小さ いが,温度が下るのに従って次第 にその速度を増し、また $\gamma \rightarrow \alpha +$ C反応が開始するまでの時間が長 くかつその進行速度が小さいた め、それと併行して $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反 応が有利に行われる。 また $\gamma \rightarrow \alpha$ + C 反応の開始する 720℃ 付近で は $C \rightarrow \alpha + G$ 反応の進行速度がか なり大きい。これらの理由で1℃/ hの速度で冷却した場合には, 725~715°Cの10°Cの範囲で10時 間という短時間に第二段黒鉛化が 約 90% 行われる。このあと γ→ α+C 反応が終了してオーステナ イトの消失する 710°C までは γ→ α+G 反応がなお併行して進みオ ーステナイトの残存量が減少する ので, 710℃で存在しているパー

黒心可鍛鋳鉄の第二段黒鉛化機構の研究(続)



第10図 オーステナイトの等速冷却中の変態線図

ライトはわずかであり、705℃ に達したときには第二 段黒鉛化はほとんど完全に終了している。

(3) 冷却速度が増すに従って $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反応の開 始温度は低下し、4 °C/h で冷却した場合には 725°Cに いたってようやく同反応が始まる。その反応と同様に $\gamma \rightarrow \alpha + C$ 反応の開始温度も715°Cまで下がるが、705°C に達するまでのわずか 2.5 時間で終了するので、この 時までに $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反応は全オーステナイトの約50% が消失する程度に進行するのみであり、またその付近 の比較的低い温度では $C \rightarrow \alpha + G$ 反応の進行速度が小 さいために、結局 705°C に達するまでに第二段黒鉛化 は約 50% 行われるに過ぎず、さらに冷却が続けられれ ば残留パーライトは事実上ほとんど分解しないで常温 に到達する。 を1℃/hより小さくする必要がある としても第二段黒鉛化所要時間を45時 間よりも短縮しうる可能性があると考 えられ,興味深い問題である。

しかし黒心可鍛鋳鉄を製造するため に用いられている大容量の焼鈍炉では 炉内の位置によって数十度の温度の差 違があるため、炉内の温度を 725~ 715℃ のせまい範囲のみ徐冷すること は事実上困難であり、その上下に20℃ 前後の付加範囲を含めて約750~700℃ を徐冷することが必要になる。逆に炉 内の温度分布が非常に良好であれば、

以上の実験結果に従って第二段黒鉛化に最も有利な温 度範囲を適切な速度で冷却することにより,第二段黒 鉛化時間従って全焼鈍時間を著しく短縮することが可 能である。

4. 結 言

2.74% C, 1.06% Si の白銑試料について黒心可鍛鋳鉄 の第二段黒鉛化におけるオーステナイトの恒温変態なら びに等速冷却中の変態に関する実験を行い、 $\gamma \rightarrow \alpha + G$, $\gamma \rightarrow \alpha + C$ および $C \rightarrow \alpha + G$ の3反応の特性ならびにそ れら相互間の関連について得た結果を要約すると次のと おりである。

第9図の写真 No. 1-7, 2-7 および 4-7 からあきら かなように, 1,2 および 4℃/h と冷却速度が大きく なるに従って 705℃に達した時の残留パーライト量は 増加し,しかもその組織はより緻密になる。

(4) 上に述べたように 750°C から 1°C/h の速度 で等速冷却すると 705°C に達するまでの 45 時間に第 二段黒鉛化は終了するが,前回の実験結果に'よれば 750°C から 5°C/hの速度で冷却した場合 725°Cに達す るまでの 5時間にそれが終了するので,この両実験の 結果を比較すると,Si 含有量が 1.06% の低い試料は 1.37% の高いものの $\frac{1}{5}$ の小さな冷却速度と約 10 倍の 長い時間を必要とすることがわかる。また本実験で 4°C/h の速度で 705°C まで冷却したときの残留パーライトの量は,前回の実験で 16°C/hの速度で同じ温度に冷却したときのそれよりも多い。

前にも述べたように、750°Cから1°C/hの速度で等 速冷却した場合第二段黒鉛化に最も有利な温度範囲は 725~715°Cであり730°Cまでは $\gamma \rightarrow \alpha + G$ 反応がほと んど進行していないので、徐冷開始温度を750°Cより 下げて730°C程度にすれば、たとえその後の冷却速度 (1) オーステナイトの恒温変態に関する「温度一時 間一変態」線図を作成した。同図からこの試料の安定 系三相平衡共存温度範囲の上限および下限温度はそれ ぞれ 760℃ および 745℃,また準安定系三相平衡共存 温度範囲の上限および下限温度はそれぞれ 745 および 735℃ とみられる。

(2) この試料の第二段黒鉛化は 730℃において最も 早く36時間で終了する。1.37% Si の試料について行 った前回の実験では,740℃ において最も早く5時間 で終っておりこれと上記の結果を比較すると,本実験 の low Si の試料では第二段黒鉛化が最も早く終る温 度は 10℃ 低くその時間は約7倍におよぶ。

(3) 750℃ からの徐冷によってこの試料の第二段黒 鉛化を終了させるためには1℃/hの小さな速度で705 ℃まで冷却することが必要であり、この場合 725~715 ℃ の間に第二段黒鉛化の 90% が行われる。前回の実 験では 750℃から 5℃/h の速度で 725℃ まで冷却す れば十分であったのに比べると1/5の小さな冷却速度と 約 10 倍の時間を必要とする。

終りに臨み,本研究に対してご指導を賜わった日立金 属工業株式会社桑名工場小山課長に深い感謝の意を表わ すとともに,熱心に実験を遂行された上野,福村,井田の

--- 87 ----

昭和34年12月

諸氏に心から感謝する。

参考文献

- (1) H. A. Schwartz, C. H. Junge: Trans. A. F. S.,
 44, 507 (1936)
- (2) 菊田: 鋳物本質論, (昭-14 工業図書 K.K.)
- (3) H. A. Schwartz, Martin K. Barnett: Trans. A. F. S., 49, (1941)
- (4) 南波: 日立評論 25, 632 (昭 17-10)
- (5) 杉, 塩谷: 日立評論 27, 305 (昭 19-5)
- (6) 青木: 日本金属学会誌 11, 23 (昭 22)
- (7) 岩瀬: 鋳鉄黒鉛化問題の検討(日本金属学会)
- (8) Charles Nagler, Relph L. Dowdell: Trans. A.
 F. S., 55, 260 (1947)
- (9) J. E. Rehder: Trans, A. F. S., 57, 549 (1949)
- (10) A. W. Silvester: Trans, A. F. S., 57, 51(1949)
- (11) H. A. Schwart, J. D. Hedberg, R. Eriksen: Trans. A. F. S., 58, 578 (1950)

- (12) J. E. Rehder: Trans. A. F. S., 58, 298 (1950)
- (13) J. E. Rehder: Trans. A. F. S., 59, 244 (1951)
- (14) B. F. Brown, M. F. Hawkes: Trans. A. F. S. 59, 181 (1951)
- (15) Floyd Brown: Foundry, 81, 108 (Oct. 1953)
- (16) R. C. Shnay, J. E. Wilson, J. E. Rehder: Trans.A. F. S., 63, 457 (1955)
- (17) 川井, 小南: 日立評論 37, 1093 (昭 30-8)
- (18) K. Futakawa: Bulletin of Univ. of Osaka Pref. Series A. 5, 121 (1957)
- (19) 二川, 岡林: 日本金属学会誌 21, 256 (昭32-4)
- (20) 二川, 岡林: 日本金属学会誌 21, 382 (昭32-6)
- (21) 二川, 岡林: 日本金属学会講演(昭32-4), 概要, 86
- (22) 稻垣,近藤: 日立評論 別冊 No.24, 55 (昭 33 -7)

QIOIQIO W

品

紹

YTO DOTO 介《

熱間押出プレス用大形コンテナ

ダクタイル鋳鉄製冷却箱を大量納入

日立金属工業株式会社安来工場では従来より数多くの 熱間押出用工具を製造し納入先はいずれも国内有数のメ ーカーであって、その使用実績は優秀で斯界の好評を博 しているが、今回日立製作所水戸工場の協力によって、 某製鉄所へ納入した、大形コンテナはライナホルダおよ びライナを焼ばめした形状寸度的に記録的(約4,500kg) なもので、ここにその製品を紹介する。

熱間押出用工具は特に熱間作業において,その強度と 耐摩耗性が要求されるものであり,本品はその材質より みて合金元素を多量に含有しており,造塊,鍛造,熱処 理,機械加工,特殊な焼ばめなど,従来の製品実績から 幾多の調査研究により,独特の製造技術を確立して製品 化されたもので,その要求を十分満足するすぐれた製品 である。



かねて日立金属工業株式会社は富士製鉄株式会社室蘭 製鉄所から,同所第一高炉に使用するシャフト冷却箱お よび前ふた組立品 204 組重量 37 tを受注したが,先般日 立製作所清水工場にて完成し,納入された。

現在日立金属工業株式会社で受注しているダクタイル 鋳鉄はロールは日立金属工業株式会社若松工場にて製作 し、インゴットケースは日立製作所清水工場で製作して いる。これは製品の性質上大きな重量のまとまったもの を受注納入するが、そのほかの一般ダクタイル鋳鉄品は 日立金属工業株式会社戸畑工場、日立製作所亀有工場、同 清水工場にて製作している。最近ダクタイル鋳鉄の用途 もその特殊性が認識され始め、ますます増加の傾向にあ るが、今度のように一般ダクタイル鋳鉄品で一括37 t も 納入したことは珍しい。今後この方面でのさらにいっそ うの伸長が期待される。

