

球状黒鉛鑄鉄のオーステンパーによる強化に関する研究

浜石 和人

1. 目 的

オーステンパー処理によって得られるベイナイト基地の球状黒鉛鑄鉄は、高い強度と高いじん性を兼ね備えており、調質あるいは浸炭焼入した鋼の代替材料として実用化されてきている。しかし、オーステンパー処理の球状黒鉛鑄鉄の機械的諸性質は、その化学成分や処理条件等により変動しやすく安定した処理技術の確立が望まれている所である。

本研究では、球状黒鉛鑄鉄のオーステンパー技術の確立を計り、県内関連産業への普及を行うことを目的として、まず代表的なブルーアイ組織の球状黒鉛鑄鉄のオーステンパー温度と時間が基地組織や硬さおよび衝撃値にどのような影響を及ぼすかについて調べた。

2. 実験方法

2-1 供試材

表1に示す化学成分の銑鉄と合金を120kg高周波溶解炉で溶解し、Fe-Si-4.5%Mg-2%Ca-2%Re合金により、サンドイッチ法にて球状化处理を行った。その後0.8%(Fe-50%Si)で1次接種後、Fe-75%Si(カルシロイ)を用い、Si量で0.1~0.2%取鍋出湯口にて注湯時に添加2次接種した。この溶湯を

CO₂型で製作した25mm×160mmJISA号Yブロック鑄型に鑄込んで試料とした。なお、鑄込試料の化学成分を表2に、組織をPhoto1に示す。鑄放し硬さはHB156~163である。

このYブロックの下端から25mmを切断した。これより組織と硬さ試験用として約10mm厚さの試料9枚とJIS-Z2202の3号衝撃試験片4本を取り各々の試験に供した。

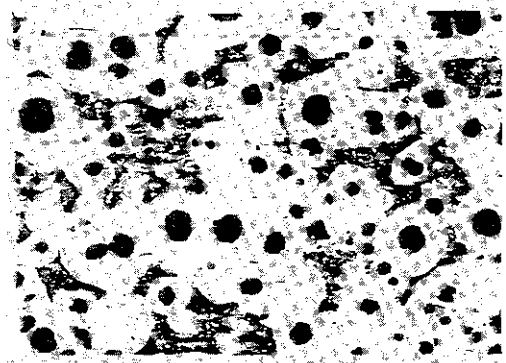


Photo 1 供試材の組織 (×100)

2-2 熱処理

本実験の熱処理では、組織および硬さ用試料のオーステナイト化は、エレマ電気炉(炉内寸法 300W×200H×600D, ヒーター容量25kw/H)で大気雰囲気中900℃で30分加熱し表3の条件でベイナイト化後水冷した。衝撃試

表1 溶解用銑鉄の化学成分 (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu
3.7~3.8	0.8~1.1	0.13~0.16	<0.03	<0.01	<0.04	<0.03

表2 鑄込試料の化学成分 (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mg
3.62	2.10	0.21	0.034	0.010	0.04	0.039

験用試料は1.5kwポット式ルツボ炉（寸法150φ×200H）に鉛を入れたSUS304製ルツボをセットした鉛浴中で900℃で30分間オーステナイト化を行い、表4の条件でベイナイト化処理後水冷した。なお、両試料とも前記のポット式ルツボ炉と同等の炉に市販の低温用塩

表3 組織、硬さ用試料のベイナイト化条件

ベイナイト化温度(℃)	ベイナイト化時間(分)		
300	5	30	90
350	"	"	"
400	"	"	"

表4 衝撃試験用試料のベイナイト化条件

ベイナイト化温度(℃)	ベイナイト化時間(分)			
350	1	5	30	90

を入れたSUS304製ルツボをセットした塩浴中でベイナイト化は行った。

2-3 組織観察および硬さ試験

組織観察は、鏡面仕上後3%ナitalでエッチして光学顕微鏡で行い、また、衝撃試験後の破面のSEM(日本電子JSM-T20S)観察も行った。

硬さは、ブリネル硬度計(10m/m球, 3000kgf, 30秒)で測定した。

2-4 衝撃試験

衝撃試験は前述のJIS3号試験片をシャルピー衝撃試験機で行った。

3. 結果と考察

3-1 オーステンパー処理条件の組織、硬さに及ぼす影響。

Photo2に各条件でオーステンパー処理後の基体組織の光学顕微鏡像を示す。これから明らかな様にオーステンパー温度が低い300℃でのベイナイトは鋭く細い針状をしているが、350

℃では針状組織の鋭さがくずれて太くなっている。また、この温度で5分間処理した試料には、羽毛状をした、いわゆる上部ベイナイトと思われる組織が観察され始め、30、90分処理にも多く認められる。更に400℃と高温になると針状組織がほとんど崩壊し、羽毛状の上部ベイナイトとパーライトに近い組織の混合組織とな

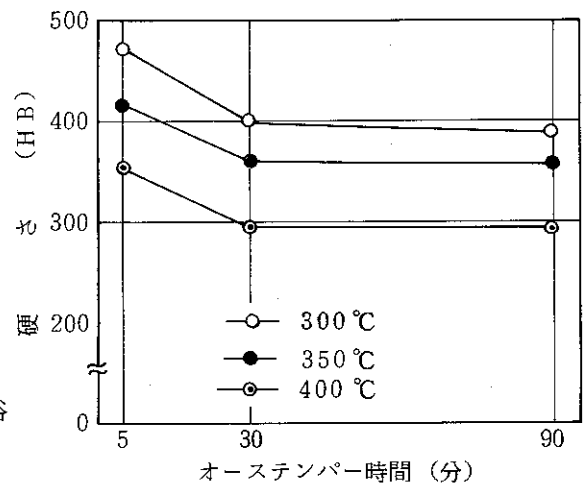


図1 オーステンパー温度と時間の硬さに及ぼす影響

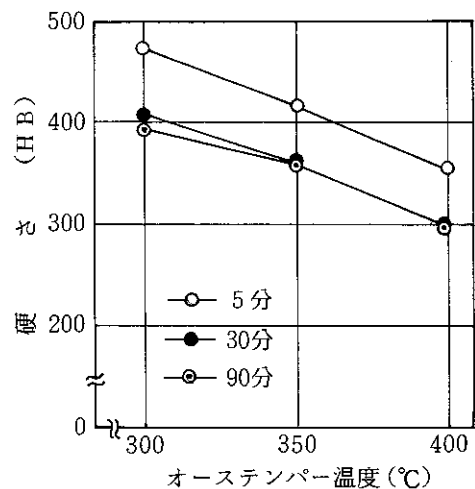


図2 オーステンパー温度と時間の硬さに及ぼす影響

ってきている。また、各温度においては、処理時間が長くなるほど変態が進みベイナイト量が増加している。30分と90分処理試料の組織は類似している。

次に図1・2にオーステンパー処理温度と時間の硬さ(HB)に及ぼす影響を示す。これらの図から明らかな様にオーステンパー温度が高いほど硬さは低くなっている。また、処理時間が30分までは時間が長いほど硬さは低くなるが、30分と90分処理の硬さの差異はほとんどない。これらの事は前述の組織とよく対応している。

3-2 オーステンパー処理条件の衝撃値に及ぼす影響

図3にオーステンパー温度350℃における処

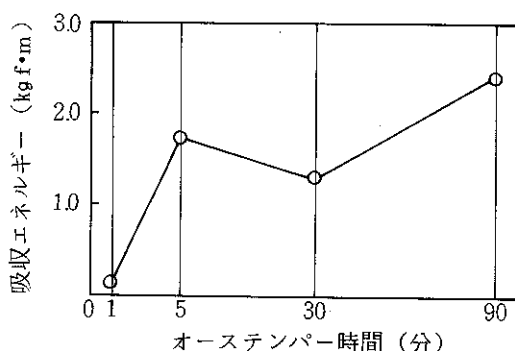


図3. オーステンパー時間の衝撃値に及ぼす影響

理時間のシャルピー衝撃値に及ぼす影響を示す。処理時間が長くなるほど衝撃値は高くなる傾向が認められる。30分処理の衝撃値から5分処理の値より低いのは、試験片や試験条件によるものと思われる。Photo3に衝撃試験後の破面のSEM像を示すが、オーステンパー時間の1分と短い試料の破面は破断始点部および終点部ともに結晶粒界破面が多くを占め一部に劈開破面が見られる。オーステンパー時間が長くなる

にしたがって破断始点部、終点部ともに劈開破面が多くなり、30分処理では、劈開破面に延性破断のデンプル破面が観察される様になる。90分処理においては、ほとんどデンプル状破面であり、わずかに劈開破面が観察される。90分処理の破断終点部のSEM像の右部に丸味をおびた結晶粒界状を呈した所があるが、これは微細引果と思われる、破断終点部であったため衝撃値に大きく作用しなかったものと考えられる。以上の様に破面の状況は、衝撃値とよく対応している。

4. ま と め

以上の実験の結果をまとめると次のことが言える。

4-1. オーステンパー処理条件の組織と硬さに及ぼす影響

- (1) オーステンパー温度300℃でのベイナイトは鋭く細い針状を呈するが、処理温度が350℃と高くなると針状の鋭さがくずれて太くなってくる。
- (2) オーステンパー温度350℃で5分処理の試料から上部ベイナイトと思われる羽毛状組織が観察され始め、30、90分処理試料にも多く認められる。
- (3) オーステンパー温度が400℃と高くなると、針状組織がほとんど崩壊し羽毛状の上部ベイナイトとパーライトに近い組織との混合組織となる。
- (4) 各温度において処理時間が長くなるほど変態が進みベイナイト量が増加している。しかし、30分と90分処理の組織は類似している。
- (5) 硬さは、オーステンパー温度が高くなる程低くなる。
- (6) オーステンパー処理時間が30分までは時間が長いほど硬さは低くなるが、30分

と90分処理の硬さの差異はほとんどない。

- (7) 各処理条件下における組織変化と硬さの変化はよく対応している。

4-2. オーステンパー処理条件の衝撃値に及ぼす影響

- (1) 処理時間が長くなる程衝撃値は高くなる傾向が認められた。
- (2) 衝撃試験片のSEM観察結果では、1分の短時間処理破面は、破壊始点部および終点部とも結晶粒界破面がほとんどを占め一部に劈開破面が見られた。
- (3) オーステンパー時間が長くなるに従って劈開破面が多く見られる様になり、30分処理では、延性破断を示すディンプル状破面が観察され、90分処理になるとほとんどがディンプル状破面となる。
- (4) 衝撃値と破面のSEM観察結果とは良く対応している。

5. 今後の課題

今回の研究では、試料数や試験条件も少なく一定の傾向をつかんだ段階であると言える。また、試料の組織の面積率についても100点格子グリッドによる点分析により定量化を試みたが、黒鉛とベイナイト量は別とし、残留オーステナイトとマルテンサイトの分析がこの方法では不可能と考えられ、X線分析との組合せ解析が必要と思われた。

今後は、更に成分や組織の異なる材質のものや、質量効果の影響、オーステナイト化時間の影響など実用的な技術確立のための要素についての研究を進めたい。

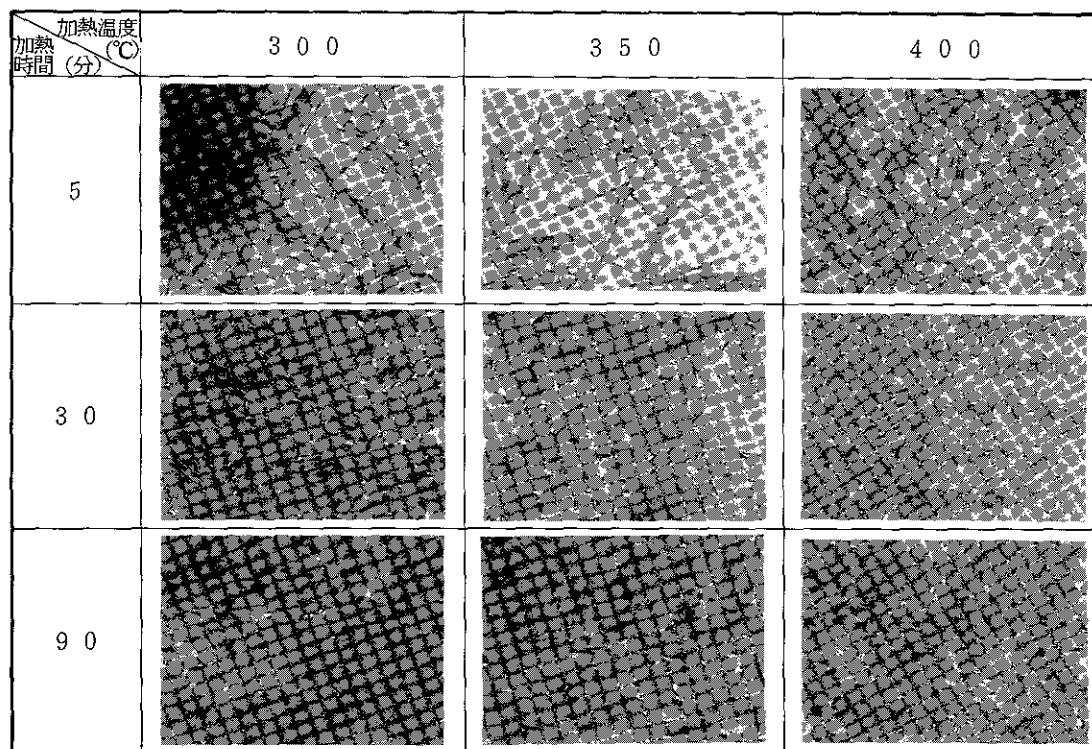


Photo 2. オーステンパー処理後の基地組織

3%硝酸アルコールエッチ ×1,000×0.43

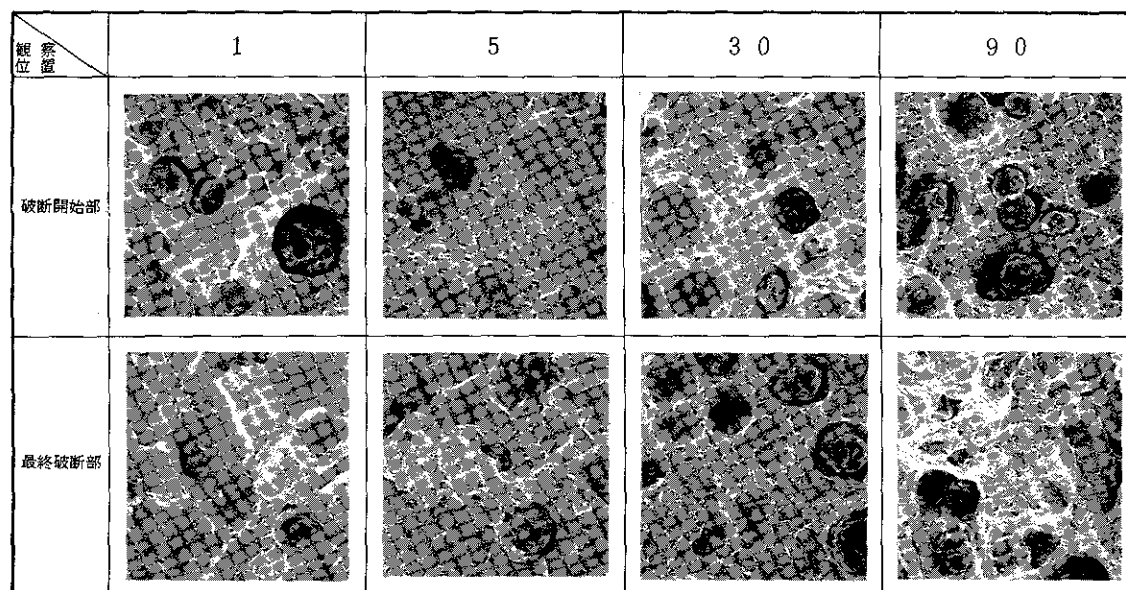


Photo 3. 衝撃破断面のSEM像

(×500×0.75) ×0.43