

鐵 と 鋼 第十三年 第十一號

昭和二年十一月二十五日發行

論 說

鑄鐵に及ぼす熔解温度の影響

(昭和二年十一月四日日本鐵鋼協會第三回講演大會講演)

谷 村 熙

The influence of melting temperatures on cast iron. by Tanimura, Hiromu, ;
Any cast iron, even if high in carbon and silicon, can be converted into white, when melted above a certain high temperature and cooled with sufficiently high speed.
When cast irons, high in carbon and silicon, are superheated in this manner and cooled with slower speed, the graphitization always proceeds to a considerable degree, and the resulting irons are very much softer and ferritic than irons, melted at lower temperature.
The author gave theoretical explanations on these problems and threw some light on special phenomena which take place in superheated cast irons.

緒 言

鑄鐵の熔解温度が其性質に著しい影響を及ぼす事は最近大いに注目を惹く様になり、ドイツでは Piwowarsky, ⁽¹⁾Wedemeyer ⁽²⁾等の研究あり、本邦では本間、⁽³⁾淺田、⁽⁴⁾堀切氏等⁽⁵⁾の研究がある。余も之れに就ての實驗の一部を報告した。⁽⁶⁾其以前にも本多、村上⁽⁷⁾兩博士は熔解温度が高いと黒鉛化が困難となる

(1) E. Piwowarsky; Stahl und Eisen. 27. Aug. 1925; S. 1455; Giesserei Zeitung. 15 Juli, 1926, S. 379.

(2) O. Wedemeyer; Stahl und Eisen. 29 April, 1926.

(3) 本間、金屬の研究、第三卷、第二號、96頁

(4) 淺田、鐵と鋼、大正十五年十一月、905頁

(5) 堀切、大阪工業試験所報告、第七回、第五號、第十六號

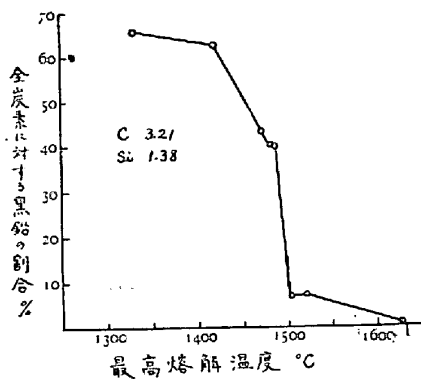
(6) 谷村、九州帝國大學工學彙報第一卷第三號、135頁

(7) 本多、村上; 東北大學理科報告、第十卷 273頁

事を指摘し、之れは瓦斯の吸蔵量が減する爲であると論じて居られる。又歐米の鑄鐵研究の論文にも熔解温度と鑄込の温度とを混同して此問題に觸れて居るものが多くある。

最近の諸説を綜合するに熔解温度が高くなる程黒鉛化が起り難い、即ち結合炭素の割合が増加すると云ふ事實は疑ふ餘地が無い。其例として余の研究第二報⁽⁶⁾に出した結果を第一圖に示す、此れは T.C. 3.21%, Si. 1.38%なる鼠鑄鐵を 1330° から 1619°迄の各種温度に10分間加熱し孰れも 1250° になつてから冷却速度が毎秒 8 度位の急冷を施し其黒鉛析出の割合を求めたものである。然るに Piwowarsky の實驗では 1500° とか 1400° 等に熔解されたものが結合炭素が最も高くても熔解温度が此れより高く

第一圖



とも低くとも共に結合炭素が少い事になつて居るし、又鑄込温度と熔解温度とを混同して研究した人々の結果にも高温度に熔解される程結合炭素が少くなると云ふのがあつて此問題は未だ明瞭な解決がついて居ない。

余の研究によると此問題は化學成分及冷却速度と密接の關係にあるもので例へば冷却速度が大きい場合又は硅素、炭素の少い場合には高温度に熔解する程結合炭素が増加するが、若し硅素が高くて冷却速度も相當遅い様な場合には高温度に

熔解されたもの程かへつて結合炭素が少くなる事が明かになつた。

以下第一篇には熔解温度と冷却速度によつて鑄鐵の組織が如何様に變化を受けるかを示して、一見矛盾した様な此現象を説明し、第二篇では數種の鑄鐵に就て熔解温度を變へて其れを急冷した場合と徐冷した場合に如何程黒鉛化するかを實驗した結果を報告しようと思ふ。

第一篇 高温度に熔解された鑄鐵の組織

第一章 鼠鑄鐵の白銑化

相當急激な冷却を受けても鼠鑄鐵となる鐵が或高温度に熔解されると同じ程度の急冷により白銑化する事が第一圖により明かである。然らば炭素及硅素がもつと高い成分の鐵でも白銑化する事が出来るか否かと云ふ事を知らんが爲に次の様な實驗を行つた。

試料は前報告と同様、雲伯白銑に黒鉛、硅素鐵等を加へて合成した純鑄鐵で其化學成分は次の如くである。

No.	T. C.	Si	Mn	P	S
278	3.62	1.97	0.264	0.0715	0.035

此 C 及 Si は通常の鑄物の成分に比較すれば餘程高い部類に屬する。此鐵を第二報⁽⁶⁾に記載した様な大型のクリプトル電氣爐で黒鉛のシリンダーの被覆の下に熔解し、外氣の入れぬ様精細の注意を以て各種温度に熱し其最高温度に保つ時間を10分とし、第一表に示す様な冷却方法で各試料を作つた。急冷の場合にはパイロメーターを挿入した儘水銀中に投入して冷却速度をレコードした。多數の實驗の

結果投入温度（鑄込みの温度）は組織に大した影響が無い事が分つたので特殊の場合を除いては常に1250°Cに定めて置いた。パイロメーターは白金、ロジウムのサーモカップルで亜鉛、銅、ニッケル、コバルトを以て厳密に補正して用ひた。

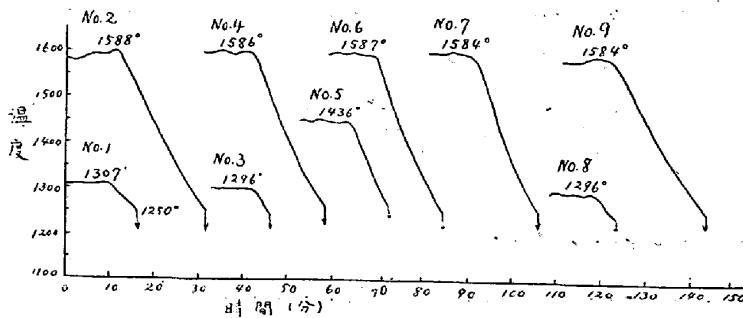
第一表

番号	熔解量 gm	最高熔解温度°C	冷却方法	凝固後の最大冷却速度 $\Delta T/\Delta Z$	破面	全炭素%	黒鉛%	結合炭素%
1	50	1307	1kgの水銀へ	7.47	鼠色	3.62	2.00	0.62
2	50	1588	1kgの水銀へ	10.07	斑状の鼠色白鉄の残片あり	3.56	3.11	0.45
3	10	1293	2kgの水銀へ	18.2	鼠色	3.62	3.01	0.61
4	10	1586	2kgの水銀へ	23.6	殆ど白	3.53	0.34	3.19
5	10	1436	2kgの水銀へ	23.8	鼠色	3.60	3.04	0.56
6	25	1587	1kgの水銀へ	12.8	鼠色白鉄を混ず	3.56	2.41	1.15
7	10	1584	冷砂(11°C)	5.2	斑状の鼠色	3.61	3.03	0.58
8	50	1296	熱砂(427°C)中	1.38	鼠色	3.47	2.80	0.67
9	50	1584	熱砂(398°C)中	1.60	斑状の鼠色	3.48	3.20	0.26

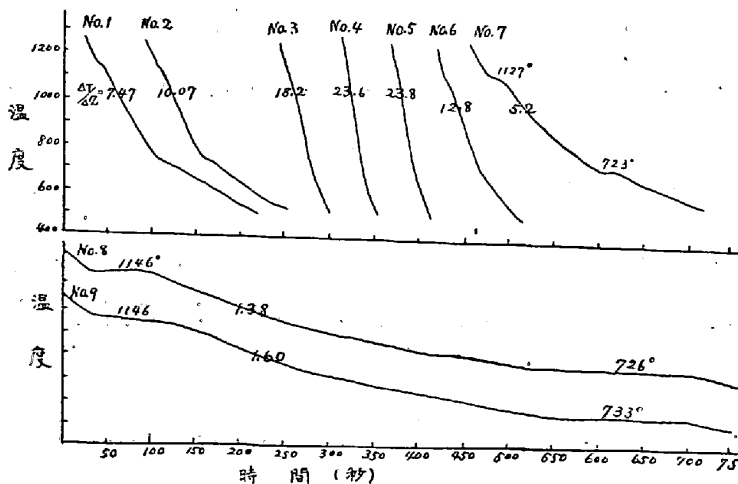
註 (一) 最高熔解温度=熔解中に達した最高温度で、加熱をした10分間は此温度より10°以上も降る事は稀で其平均温度は之れより5°低き邊りである。

(二) 凝固後の最大冷却速度=孰れの試料も共晶點で稍冷却が遅くなるが此れを過ぎて約50°乃至100°下つた温度からは再び冷却が遅くなり以下約100度間は殆ど不變の速度を以て冷える、此間の平均速度を度/秒で表はしたものを $\Delta T/\Delta Z$ とする。

第二圖 熔解曲線



第三圖 冷却曲線



實驗の結果は第一表第二圖、第三圖に示す、第二圖は各試料の經過した融解温度を示した曲線で、第一表の最高温度とは此10分間の最も高かつた温度を云ふ、第二圖は1250°(鑄込)以後の冷却曲線を示す。曲線中ユーテクトイック及ユーテクトイドの停點が No. 7. No. 8. No. 9. にだけしか記入して無いのは他の試料では冷え方が速くて($\Delta T/\Delta Z$ が10以上)読み取る事が出来なかつたからである。

此結果を見るにC 3.62%, Si 1.97%の鑄鐵は約1600°附近の高温に熔解を受け凝固後の最大速度毎秒20°以上の急冷を受けると白鉄化し得る

事が分る、熔解温度が 1430° では同じ冷却法でもグレーになつてしまふ。又 1600° に熔解したのでも $4T/4Z$ が10以下ならばグレーになる。

之を要するに炭素、珪素共に高くして凝固に際しては必ず鼠鉄となる様に從來考へられて居る鑄鐵でも或温度以上に熔解され或限度以上の急冷を受けると白鉄化する事が出来る。

第二章 高温度に熔解された鑄鐵に現はれる特異組織

第一表の試料中 1600° 附近に熔解されたが其冷却速度が白鉄化する程大きく無かつたものを見るに孰れも特異の鼠色破面を有する。寫眞の(一)bは No. 2 (max. temp. 1588°)の其破面で龜甲狀の斑點を有し此斑點部は黒味が強い。aの方は低温度(1307°)に熔解されたもので通常の破面を有して居る。c, dは高温熔解を受けた C 2.85, Si 2.56なる鑄鐵の破面で炭素が低い爲に黒い斑點が疎らで明瞭に見えるから参考として列べて寫したものである。

此れを顯微鏡で腐蝕しない状態で見ると斑點部は黒鉛の集團した組織で黒鉛片の分布が所によつて不揃ひである。寫眞(二)は No. 2 (max. temp. 1588° , $4T/4Z = 10.07$)を寫したものでかの斑點は非常に微細な黒鉛の集まつたもので全體の形が島の様に見える、此島の内部は所謂共晶形黒鉛で外縁に近い部分には比較的大きな片狀黒鉛が存在する。内部の共晶組織を貫いて初晶オーステナイトが走つて居る、同じ試料を擴大して寫したものが寫眞(三)(四)(五)で(四)は島の内部、(五)は外縁に近い部分を示す。

寫眞(六)は No. 5 (1586° , 23.8)*の組織で此試料は殆ど白鉄であるが其上部に微量の黒鉛の發生した所があつたので其部分を特に選んで寫したものである。此組織は先の黒鉛の島の初期發生状態を示すもので若し此試料が稍緩漫な冷却を受けたとしたならば此島が各所に出来て、かの龜甲狀の斑點となるにちがひ無い。

寫眞(七)は寫眞(六)の黒鉛島の外部を擴大して寫したものでレリーフポリツシュの結果白鉄組織が薄く見えて居て其セメントイトの一角が丁度崩壊して微細な黒鉛粒が出来た状態を明かに示して居る。即ち高温度に熔解した鑄鐵は一旦白鉄として凝固し其共晶セメントイトが大速度で分解するもので、寫眞(四)等に見える共晶形黒鉛は實はレーデブライトから變化した微細な黒鉛の組織に外ならぬ。

一方低温度に熔解された試料では黒鉛の分布が均一で其粒の大きさも比較的よく揃ふて居る。寫眞(八)は No. 1 (1307° , 7.47)の組織で可なり急冷を受けて居るので黒鉛粒が細いけれどもよく揃ふて出て居る。

寫眞(九)(十)は共に350倍に寫した No. 3 (1296° , 18.2)の黒鉛である、此試料は非常な急冷を受けて居るので黒鉛は微細であるが先の様な集團組織を作らない、又初晶オーステナイトの面積の割合が No. 2等に比して少い。

寫眞(十一)(十二)は試料 No. 5 (1436° , 23.8)の黒鉛で No. 3よりも幾分細かく、又初晶オース

* (1) 以後()の中の前の數字は最高熔解温度、後の數字は $4T/4Z$ を表はす。

テナイトの面積が稍多い。然し乍ら寫眞(二)の様な集團的黑鉛ではない。此試料の所所に寫眞(十二)に示す様な砂粒状の黑鉛がある。此の形は寫眞(七)の黑鉛に似て居るのを見れば此部分だけセメントイトから變化した様である、然し此試料は全部鼠銑である事は勿論である。

以上の寫眞は孰れも急冷を受けた試料であるが、たとひ冷却の緩慢な場合でも高温度に熔解された鑄鐵は斑状鼠破面を有し黑鉛が集團的に出る。

寫眞(十三)は No. 9 (1584°, 1.60) の組織で矢張黑鉛が島の形を保存して居て中央には割合細かい蟲状黑鉛があり外縁には放射状に發達した大きい黑鉛片がある。然るに No. 8 (1296°, 1.38) は寫眞(十四)に示す様に粗大な片状黑鉛であるが前者の様に集團的にならずして粒が揃ふて居る。

之を要するに高炭素、高硅素の鑄鐵は或温度以上に過熱熔解を受けると白銑化し得る性質を帯びるが餘程冷却が急激で無い限り凝固の際に白銑が即時に分解してグレーとなり、立派な共晶形黑鉛組織を作る。又徐冷却をした場合には此組織から發達して集團黑鉛組織と云ふものになり黑鉛片の大きさや分布が不揃ひになる。之等の破面は特異の黒い斑點を有する。然るに熔解温度の低い場合には之れと大いに組織が異つて居る。従つて鑄鐵が高温度に熔解すると或變質を受ける事が察知せらる。

第三章 高温度に熔解した鑄鐵が柔軟組織になり易い事

特に注意すべき事は高温度熔解を受けて變質した鑄鐵が鼠破面になると多量のフェライトが出て大いに柔軟な組織となる事である。

第一表を通覽するに白銑化した No. 4, No. 6 は別として、其他の高温度熔解を経た試料の結合炭素が孰れも低く、低温度に熔解した No. 1, No. 3, No. 5, No. 8 の結合炭素は之等よりも著しく高い。No. 2 の如きは可なり急冷をして白銑を混するに拘らず其平均の結合炭素が徐冷した No. 8 よりも低いと云ふ奇妙な結果になつて居る。以下順次に 1%硝酸で腐蝕した顯微鏡組織を示す。

寫眞(十五)は No. 4 (1586°, 23.6) で白銑の組織即ちレーデブライトである。

寫眞(十六)は No. 2 (1588°, 10.07)内で白銑の殘留せる部分と鼠破面に變つた部分とが接して居る場所を寫したもので白銑部は初晶オーステナイトとレーデブライトより成る組織であるが黑鉛化した部分は共晶形黑鉛の周圍にはフェライトが著しく多い。

寫眞(十七)は此れを 350 倍に擴大したもので初晶オーステナイトが圓い黒い組織となつて殘つて居る。

寫眞(十八)は更に 1300 倍に寫したもので彼の圓い黒い組織は明かに板状パーライトで白地がフェライトであり、共晶形黑鉛の中には殆どパーライトが殘存して居ない事が分る。即ちかの共晶形黑鉛は Schuz⁽⁸⁾ 等により 黑鉛+フェライトの共晶と稱せられて居るものである。又初晶オーステナイトが初めに存在して居たものが全く分解し去つてフェライトばかりの白い空地になつた部分もある。

寫眞(十六)に於て集團黑鉛の内部はフェライトが多いが島の外部にはパーライトが多い事が注意す

(8) Schuz; Stahl und Eisen. 29 Jan. 1925. S. 144

べきである。

寫眞(十九)は高温熔解を経て後緩冷却をした No. 9 (1584°, 1.60) で黒鉛集團の中央は全くフェライトのみで島と島との隣接地にのみパーライトが残存して居る、此白い地が果してフェライトなるや否やを検する爲に此 No. 9 の各所を Small Brinell ball で硬度を測定し、其後で面を研磨、腐蝕してボールの凹痕附近の組織と對照して見た。寫眞(二十)は其10倍大の圖で白いフェライト地と黒いパーライト地とがよく區別されて見える。其硬度は第二表に示す通りである。

第 二 表

試料 No. 9 のブリネル硬度 (Load 15 kg, ball dia. 1 m.m.)			
場 所	凹痕の直径 m.m.	ブリネル硬度數	凹痕下の組織
1	0.390	121	パーライト及フェライト
2	0.400	115	大部分フェライト
3	0.380	127	パーライト及フェライト
4	0.390	121	" "
5	0.380	127	" "
6	0.415	106	フェライト
7	0.420	101	フェライト
8	0.385	124	パーライト及フェライト
9	0.410	109	大部分フェライト
10	0.405	111	大部分フェライト

之に依つて見るも白い地に當つたボールの凹痕 (Indentation) が大きく、パーライトよりも軟い組織即ちフェライトである事は疑ふ餘地が無い。

之に反して熔解温度の低い試料に於てはフェライトが少い。

寫眞(二十一)は No. 1 (1307°, 7.47) の組織で黒鉛の周圍は殆ど全くパーライト地である。此れを1300倍に擴大したものは寫眞(二十二)で黒鉛と接して板狀パーライトが存在するのが見える。

第 三 表

試料 No. 8 のブリネル硬度		
場 所	凹痕の直径 m.m.	ブリネル硬度數
1	0.365	139
2	0.400	115
3	0.380	127
4	0.375	131

寫眞(二十三)は No. 3 (1296° 18.2) の1300倍の組織で随分急激な冷却を受けて居るから黒鉛が微細であるが周圍は完全なパーライトより成る。

寫眞(二十四)は No. 8 (1296°, 1.38) で同じ程度の緩冷却を受けた No. 9 の寫眞(十九)と比較してパーライトが遙かに多量である事が分る、此試料の各所に就きブリネル硬度を測定したのが第三表で第二表の數字と比べて一般に硬い事をよく示して居る。

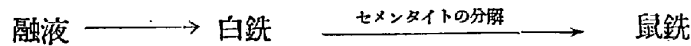
何故に高温の熔解を経た鑄鐵にはフェライトが出易いかと云ふに余は次の如き説明を與へる。前述の如く凝固に際して一時白鉄化してレーデブライト即ちオーステナイト + セメンタイトなる共晶

となり、次に此セメントイトが。

$Fe_3C=3Fe+C$ なる分解によつてフェライト+黒鉛となる。此時期は既に凝固後であるから炭素の擴散がよく行はれずして此フェライトは其儘残存し、殊に硅素の高い鑄鐵では既に出來た黒鉛が周囲の固溶體（オーステナイト）をも刺戟して其分解を促し、一層フェライトの生成を助長したものと考へらる。

寫眞(二十五)は No. 5 (1586, 23.6) に微かに出た黒鉛島の一部を 1300 倍に寫したもので丁度レーデライトの連續部分が“フェライト+黒鉛+パーライト”に變つて居る。大きな圓形の初晶オーステナイトは其儘パーライトに變化して居るがユーテクトイック内のパーライトは最早崩壊し初めて居る様である。

之を要するに高温度熔解を受けた高炭素、高硅素の鑄鐵はかへつて柔軟組織になり易いのは白鉄化性質の副作用に基因するのであつて凝固の瞬間に一時白鉄となる爲に、かへつて不安定の状態をとり黒鉛化が一層促進されたのである。即ち



と云ふ順序をとつたものである、従つて此際出來る所謂黒鉛共晶は眞の共晶に非ずして、レーデライトの假晶 (Pseudomorph) に過ぎない、余は之を共晶形黒鉛と云ふ。

第 四 表

番 號	最高熔解温度 °C	處理法及冷却法	最大冷却速度 度/秒	破 面	全炭素 %	黒鉛 %	結合炭素 %
10	1598	1185°迄爐内冷却 1185°に1時間保持 1185°より 2kg の水銀へ	20.8	白	3.52	tr	3.52
11	1583	1145°迄爐内冷却 1145°より 2kg の水銀へ	23.5	殆ど白 斑點狀の黒鉛出る	3.62	0.73 1.62	2.89 2.46
12	1602	1250°迄爐内冷却 1017°迄砂中冷却 1017°より 2kg の水銀へ	27.2	鼠 色 白鉄を混ず	3.62	2.86	0.96
13	1594	1250°迄爐内冷却 702°迄砂中冷却 702°より 2kg の水銀へ	砂中 4.06 水銀中 11.5	鼠 色	3.58	3.12	0.46
14	1594	1250°迄爐内冷却 600°迄砂中冷却 600°より 2kg の水銀へ	砂中 4.09 水銀中 17.0	鼠 色	3.54	3.14	0.40
15	1603	1250°迄爐内冷却 503°迄砂中冷却 503°より 2kg の水銀へ	砂中 4.68 水銀中 10.5	鼠 色	3.56	3.17	0.39
16	1585	1250°迄爐内冷却 760°迄砂中冷却 760°より 780°の爐に 移して爐内冷却	砂中 4.32 爐中 0.283	鼠 色	3.62	3.51	0.11
17	1300	1090°迄爐内冷却 再び1250°迄熔解 1250°より 760°迄砂中 冷却760°より 780°の爐 に移して爐内冷却	砂中 4.24 爐中 0.325	鼠 色	3.23	3.23	0.39

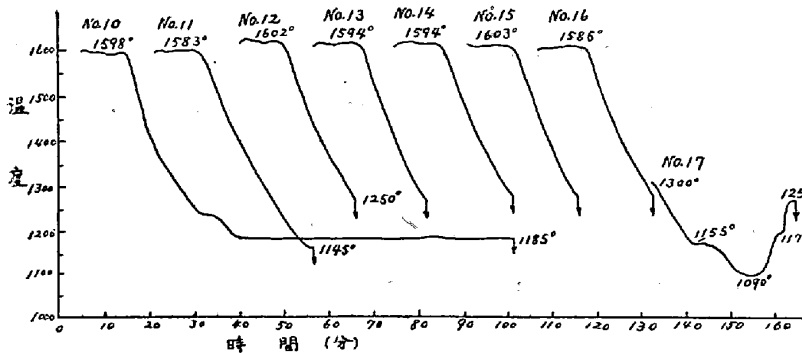
註 No.10 より No.17 迄は試料の量は皆 10gm づつである。

(1) 嚴密に云へばこの多い場合には複化合物と云ふべきであらう

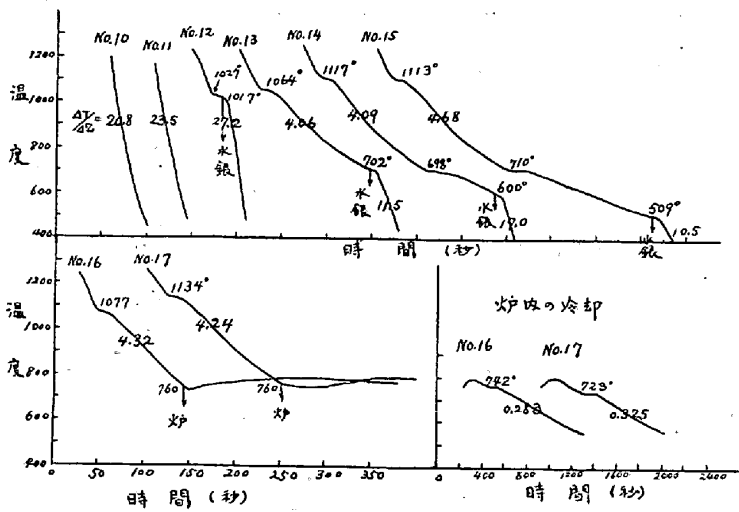
第四章 高温溶解を受けた鑄鐵の黒鉛化する時期

高温溶解を受けた鑄鐵の黒鉛化する温度を確める爲に前と同一の鑄鐵を用ひて第二回の實驗を行ふた其結果は第四表第四圖第五圖等に示す、第四圖は各試料の溶解経路をレコードしたもので第五圖は其冷却曲線を表はしたものである。以下各試料につき説明する。

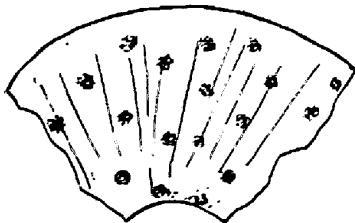
第四圖 溶解曲線



第五圖 冷却曲線



第六圖



面は第六圖にスケッチした様な斑點狀の黒鉛集團を含む白鉄となつた。黒鉛の量は第四表の如く場所により差がある事は免れない。斑點狀黒鉛内の組織は寫眞(二十六)に示すが如く中央には片狀黒鉛あるも其周圍は微細の共晶形黒鉛より成り其外は白鉄地である。中央の片狀黒鉛は恐らく quench する迄に出來たもので此時期には金屬の流動性が大きかつた爲に急速に發達したものであらう、又其共晶

形黒鉛を1300倍に寫したものが寫眞(二十七)でセメントイトが 黒鉛 + フェライト に分解して之れがユーテクティクオーステナイトと共存して居る状態が見える。

No. 12 は 1602° に溶解したものを 1250° から砂中に移し、稍緩慢な冷却をなさしめ 1017° に至

No. 10 は 10 gm の鐵を最高 1598° 迄10分間溶解し其共晶温度よりも約 30° 高い 1180° 附近に下つた後此温度に一時間保持しそれから 2 kg の水銀中に急冷したものである。其破面は完全に白鉄で黒鉛が全く無い、即ち一旦高温溶解により白鉄化性質を得た鐵は共晶點近くに保たれても熔融中は原の性質(黒鉛化し易い)に回復しない事が分る、換言すれば鑄鐵の白鉄化變質は其最高温度に影響されるが其以下の温度には無關係と云ふ事になる。

No. 11 は 10 gm. を 1583° に溶解してから爐内で徐々に冷却し 1145° に來た時共晶温度に達した事がパイロメーターに感じたので直ちに急冷した試料である、其破

つて共晶凝固の折點が終つたのがパイロメーターに示されたので直ちに 2kg. の水銀中に急冷した。其組織は殆ど鼠鑄鐵と見えるが試料の中央に白鉄の殘存した部分が雜つて居る。

寫眞(二十八)は其共晶形黑鉛を示すものでフェライトが多く、No. 11 のものに比しパーライトが可なり減少して居る。又殘存する白鉄部分を寫したのが寫眞(二十九)で此處でもセメントイトがまさに分解しようとする所が見えて居る。

No. 13 は同様にして砂中で 702° 迄徐冷したものを此温度から quench したもので破面は完全にグレーとなり、結合炭素が 0.46 に減少して居る。其組織を寫眞(三十)に示す。

No. 14 は同様に處理して 600° から急冷したものでパーライトの分解が更に進んで結合炭素が 0.40 % となつて居る。

No. 15 は同様にして 509° から急冷を施したもので其組織は寫眞(三十一)に示す様に黑鉛島の内部は完全にフェライトで境界地がパーライトである。其班點内部の共晶部を 1300 倍に寫したものが寫眞(三十二)で完全にフェライト + 黑鉛より成る。寫眞(三十三)は島の境界地を示したものでパーライトがよく殘つて居て稍大片の黑鉛と接して居るのは注意すべき事である。

向高温熔解を受けた鑄鐵のパーライトと低温熔解を受けた鐵のパーライトとの黑鉛化度が大いに異つて居る事を示さんが爲に No. 16, No. 17 の試料を作つて比較した。

No. 16 は 10 gm. を 1580° に過熱し 1250° より砂中で稍緩やかな冷却を與へ 760° に下つた時 (A_1 點は 720—740) 780° の電氣爐に移し常溫迄極めて徐々に冷却したものである。其結合炭素は 0.11 % でパーライトは殆ど分解し去つて居る、寫眞(三十四)は其組織で放射狀黑鉛や共晶形黑鉛團が見えて地は殆どフェライトばかりである。

No. 17 は最高温度 1300° に熱したものを一旦凝固せしめ再び熔解して 1250° に達した時砂中に冷却し矢張 760° から 780° の電氣爐に移して放冷した、其結合炭素は No. 18 に比して遙かに高く其組織は寫眞(三十五)に示す様にパーライトが多量に殘留して居て黑鉛が集團をなして居らぬ。

之を要するに高温熔解により變質したる鑄鐵の黑鉛化は熔融状態では起らずして一旦白鉄の形に凝固して直ちに起り得るものである、殊に炭素、硅素の高い鐵ではセメントイトの分解により生じたるフェライト、グラフアイトの組織が其儘殘つて結合炭素の量が大いに減少する、又固溶體(オーステナイト)も此様な鐵に於ては A_1 點以上で著しく黑鉛化する事が示されて居る。 A_1 點以下になると一層黑鉛化する事は勿論である。

然るに低温熔解を受けた鑄鐵は余の實驗の範圍では白鉄を経ないで凝固する、否少くとも金屬の流動性の大きい時に黑鉛が発生して、オーステナイトは平衡状態に近いだけ炭素を吸収してしまつて居る。此固溶體は A_1 點に達して始めてよく黑鉛化する様である。

従つて過熱を受けた鐵のパーライトは不安定の状態にあり柔軟組織になり易いが低温熔解の鐵は之れを保持する性質が大きく所謂パーリテイツク鑄物を作り易い。

第五章 高温度熔解鑄鐵の理論的考察

此問題は鑄鐵の黒鉛化説と密接な關係があり、更に根本的研究を俟つて説明せられなければならぬ。余は此れに就ては尙研究中である。此章では本實驗結果を簡単に現今諸學説と参照し説明しようと思ふ。

(1) 現在の黒鉛化説には融液から直接黒鉛化すると云ふ説と、白鉄を経て黒鉛化すると云ふ間接説とがある。本實驗結果は高温熔解を受けた鐵は明かに間接黒鉛化する事を示す、間接説にもCO瓦斯の觸媒作用によると云ふ説⁽¹⁾があるが少くともSiの高い鑄鐵では此作用を必要としないと考へられる。余の實驗の一つに次の如き現象がある。前章に述べた成分の鑄鐵で一つの試料は1600°に熔解し1250°から $\Delta T/\Delta Z = 20$ 以上の大急冷を受けたものは白鉄となる。他の一つは1600°に熔解し、今度は其儘爐内で少しのdisturbをも與へないで靜かに凝固せしめ1000°迄降つた時再び加熱熔解して1250°に達した時 $\Delta T/\Delta Z = 20$ 以上の大急冷を與へると完全なる鼠破面のものとなる。之れは1600°迄熱せられた爲に瓦斯が追ひ出されたが一旦凝固して再熔解した際に瓦斯を吸収したから黒鉛化能力を得たと強ひて説明し得るかも知れぬが全くdisturbをしない爐内では再熔解の際假りに瓦斯を吸収したとしても極めて微量であるにちがひない、此様に微量の瓦斯に敏感な鐵ならば再熔解をせずとも1250°位で少しく液を攪拌した位で黒鉛化能力を回復するであらう。所が事實は左様に敏感ではない。従つて余はセメントイトが $\text{Fe}_3\text{C} \rightarrow 3\text{Fe} + \text{C}$ なる式に依つて分解するものと考へる。又黒鉛化能力を失つた鐵にCOを吹込むと黒鉛化能力を回復する事は余も經驗して居るが之れは必ずCOに依らねば黒鉛化しないと云ふ理由にならない。

(2) 低温熔解を受けた鑄鐵では融液から直接に黒鉛が析出するかと云ふに此れにも決定的の證據が無い、然し乍ら

a)、本實驗で第一表 No. 3, No. 5 の低温熔解試料は非常な急冷を受けたるに拘らず白鉄化しないで黒鉛が微細に均一に析出して居る事。

b)、此黒鉛の周圍がパーライトである、即ち黒鉛發生當時のオーステナイトが平衡状態に近い炭素量を溶して居るから、黒鉛は金屬の流動性の大きい時に發生したものでなければならぬ事。

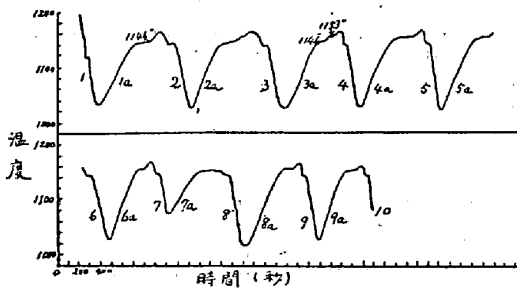
之等の狀況から推定して、黒鉛+オーステナイトなる共晶を作ると云ふ所謂安定平衡圖 (stable equilibrium diagram) による凝固をしたと考へると説明し易い。そこで余は硅素の高い鐵でも安定、不安定 (meta stable) の二つの状態圖があると云ふ説を採つて本實驗の結果を説明する。

(3) Ruer 及 Goerens⁽²⁾ 二氏は硅素の殆ど無い純白鉄につき次の様な實驗をして居る。白鉄を第七圖に示す様に熔融點附近を反覆して凝固、熔解をして居ると初め1146°に共晶點があつたものが1153°の位置に變動し此状態になつたものを冷却して破面を検すると鼠鑄鐵であつた、前者は不安定平衡即

(1) 本多、村上; 東北大學理科報告、第十卷 273頁。濱住; 東北大學理科報告、第十三卷 133頁

(2) R. Ruer & F. Goerens; Ferrum. 14 Jahrg. (1917) S 161

第七圖 Ruer, Goerens 氏等の反復熔解曲線



ち オーステナイト+セメントイトの共晶点であるから後者の安定平衡即ち オーステナイト+黒鉛の共晶点よりも 7° 高いのであると云ふ。

余の實驗結果では、炭素、硅素の高い鑄鐵も高温度に熔解すれば不安定平衡圖(meta stable equilibrium diagram)によつて凝固する。之れを元の安定平衡に戻すには唯一回だけ(凝固、低温熔解)と云ふ處理を與へればよい事になる。

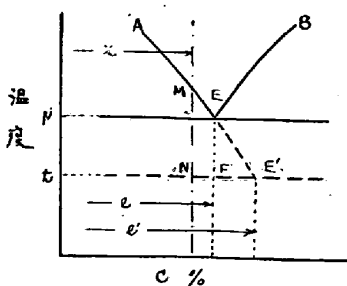
又共晶温度を見るに高温度熔解の試料では第五圖 No. 12, No. 13, No. 14, No. 15, No. 16 の如く皆低く或ものは著しく過融(surfusion)をして時として 100° 以上に及ぶ (No. 12.)、此現象は Piwowsky 氏も明言して居る。

然るに低温熔解の場合には常に之等よりも高い (No. 17)。

(4) 然らば何故に高温度熔解を受けると meta stable system になるかと云ふに、余は第二報に述べた様な現象から見て俵博士等が提唱された黒鉛核説を採る。融液から黒鉛が発生する爲には或量の黒鉛の核心(Nucleus)を要する、高炭素、高硅素の鑄鐵でも或温度以上に加熱されると黒鉛核が吸収溶解されてしまふから白鉄化し易くなる。然るに低温熔解では此核が多數浮游(suspend)して居るから急冷しても stable equilibrium をとり直接に黒鉛が発生する、又高温度熔解をした鐵に CO を吹き込むと黒鉛化能力を回復するのは $2CO \rightarrow CO_2 + C$ 、或は $2CO + Si \rightarrow SiO_2 + 2C$ 等の作用に依りて黒鉛核が多數生ずる爲である、然し乍ら此の如き disturb を與へなければ一旦吸収された黒鉛核は共晶温度に達する迄は発生しない様である (第四表試料 No. 10 参照)。又炭素、硅素の多い鐵は一旦高温度熔解で白鉄化しても之れを一度“凝固、低温熔解”をすれば凝固の際セメントイトが急速に分解して、生じた黒鉛が又黒鉛核となるから、黒鉛化し易い性質を回復する事になる。

(5) 高温度熔解を受けた試料では A_1 點は低温度のものに比して高い (第三圖 No. 8, 對 No. 9) (第五圖 No. 16. 對 No. 17) 此れも Ruer の安定平衡(オーステナイト→フェライト+黒鉛)の A_1 點は不安定平衡(オーステナイト→フェライト+パーライト)の A_1 より高いと云ふ説と丁度一致して居るが之れには尙疑問の餘地がある。

第八圖



るが之れには尙疑問の餘地がある。

(6) 高温度熔解を受けた鑄鐵には初晶オーステナイトの割合が多い、これは meta stable system の過融(surfusion)が著しい事によつて説明し得る。第八圖で今鑄鐵の全炭素が共晶成分より稍低い $x\%$ であるとす。surfusion を受けると本當の共晶温度 T で凝固せずにもつと低い t° で凝固する。共晶は E の代りに AE 線と t の交点 E' で発生する、其爲初晶オーステナイ

(1) 俵、淺原、Journal of the Iron and Steel Institute. 1919. No. 1. p.565.

(2) Ruer: Zeitsch. für anorg. Chemie. Bd. 117 (1921) ; Stahl ü Eisen: 8-Juli, 1926

トの量は T で凝固した時よりも多くなり、共晶融液の量は減するが、其炭素含有量が e % より e' % に増加する、其結果此様な試料では狭い共晶組織内に炭素が Concentrate して寫眞 (十八) に示す様な状態となる。又共晶内のオーステナイトも之等微細な多量の黒鉛の爲に速かに分解されて黒鉛化する、一方初晶オーステナイトの方も⁽¹⁾ Howe氏の説の如く炭素に過飽和する爲と珪素の多い爲に黒鉛化の刺戟を急速に受けて分解するものと考へられる。

(7) 次に寫眞 (二、三) 等に現はれて居る集團組織は如何にして出来るものであらうか。共晶組織を一般的に研究した學者に Vogel,⁽²⁾ Brady,⁽³⁾ Porte Vin⁽⁴⁾ 等あり。殊に Porte Vin は多くの共晶を次の四つの型式に分類して居る。

(i) "Regular Crystal" type

(ii) "Dendrites or Skelton Crystal" type

(iii) "Eutectic colony, or Complexgrain or Spheruritic" type

(iv) "Granular" type

本實驗に得たあの黒鉛集團組織は丁度(3)の "Eutectic colony" に該當して居る。此型式に類する共晶は多くの合金に出るもので一例を示せば寫眞第三十六の Cd—Zn 共晶、第三十七の Cd—Sn の共晶の如し。此集團 (colony) は單一の金屬の粒 (grain) に相當するもので Rosenhain⁽⁵⁾ 等は "complex grain" と名づけて居る。今 A、B 二金屬のユーテクテイクが凝固點より稍過融 (surfusion) を受けると液の各部から偶發的に結晶の中心が出来、之れが各急速に生長發達して全部凝固する、若し中心數の出来る速さが結晶の生長速度より優勢ならば小さい grain となり反對の場合には大きな grain となる。又 A、B 二成分の内孰れか一方が生長速度が勝ち他が遅れる傾向が免れない、そこで中央は、セメンタイトが多く外部がオーステナイトが多いと云ふ様な組織を作り得る鑄鐵の場合には共晶現象の外に黒鉛化作用が伴ふので一層其機構が複雑となる、例へば "Eutectic colony" の外部が凝固する頃には中央のセメンタイトが分解して黒鉛を生じて居るから其刺戟によつて黒鉛が直接融液から發生する、従つて其部のオーステナイトは平衡に近いだけ炭素を含み安定な状態であるから寫眞、(十九)、寫眞、(三十一)の様パーライトがよく殘留し得るであらう。

尙 "Eutectic colony" と初晶オーステナイトとは寫眞(二)、寫眞(三)で示される様に無關係であるらしい。

又鑄鐵では黒鉛核は "Eutectic colony" の中心となり得る事も考へられる。

(1) Howe: The metallography of Steel and Cast iron. Chapter 11. (1916年出版)

(2) R. Vogel: Zeitschrift fur anorg. Chemie 1912. Vol 76. S. 425

(3) F. L. Brady: Journal of the Institute of metals. 1922. No. 2. p. 369.

(4) A. M. Portevin: Journal of the Institute of metals. 1923. No. 1 p. 239.

(5) W. Rosenhain & P. Tucker: Philosophical Transactions of the Royal Society. 1909. Vol. 209. A. p. 89.

第六章 高温度熔解と實際問題

1. 極めて柔軟な鑄物を作るには炭素、硅素共に相當高い鑄鐵を出来るだけ高温度に熔解すればよい。
2. 所謂共晶形黒鉛組織の鑄物を作らうとすれば適當の炭素と特に高硅素鉄鐵を高温度に熱して可なり急冷すればよろしい。然し乍ら一步誤つて徐冷に過ぎたり、炭素が多すぎると放射狀の粗大黒鉛を生じ不均一な鑄物が出来るであらう。ドイツの Piwowrassky 氏等は共晶形黒鉛組織を此方法で作つて居るが未だ工業上に使用した報告に接しない。
3. 炭素、硅素が相當高くてマンガン等の少い鑄鐵でパーリテイツク組織を出すには餘り過熱しては成功しないであらう。
4. 兼二浦鉄鐵には冷却の遅れた部分に細かい破面を生ずる。⁽¹⁾之れをよく見ると、かの斑點狀組織を有して居る。寫眞第三十八、第三十九、は其寫眞である。但し此鉄鐵ではフェライトの割合は少い。其他の鉄鐵でも目の細いものに此集團組織が見えるものがあるが尙之等に関しては他日詳報する積りで居る。

第二篇 熔解温度と黒鉛析出との關係

第一章 急冷の場合

實驗材料は雲伯白鉄に木炭と硅素鐵とを加へて合成した純鑄鐵で其炭素は 3.0% 附近に揃へ硅素量を種々變へた。試料 50 gm をタンマン坩堝中で酸化せぬ様に注意をしつゝ、熔かし最高温度に10分間保持して後 1250° に冷えてから坩堝のまま 1 kg. の水銀中に投入して其冷却曲線をレコードした、パイロメーターはたえずコバルト、ニッケル、銅、亞鉛を用ひて嚴密に補正して使用した。之等の試料の凝固後の最大冷却速度は孰れも毎秒 7° から 10°迄の間になつて居る、此くして作つた試料を破碎して全炭素、黒鉛炭素を分析し其黒鉛化割合を求めらるのであるが斑白の状態では黒鉛の平均分析値を出す爲には特に注意を拂つた。

以下各試料に就き其結果を示す。

(I) 試料 No 264 $\begin{cases} \text{C} & 3.21 \% \\ \text{Si} & 1.38 \% \end{cases}$

此試料の數字的結果だけは既に鑄鐵の研究第二報告として(九州帝國大學工學彙報第一卷第三號)出したから省略する其關係曲線は第一圖に示す通りである。此成分の鐵は 1490°C 附近から急に白鉄化し易くなる。

(II) 試料 No. 270 $\begin{cases} \text{C} & 3.16 \\ \text{Si} & 1.65 \end{cases}$

其結果は第五表第九圖に示す。

(1) 田熊、鐵と銅、大正十四年十月 697頁

第五表

原試料 No. 270 (C=3.16, Si=1.65)

番號	最高熔解 温度°C	全炭素 %	黒鉛 %	結合炭素 %	全炭素に對 する黒鉛の 割合 %	共晶温度より 凝結するに要 したる時間 Z (秒)	凝固後の最 大冷却速度 $\Delta T/\Delta Z$ (度/秒)
1.	1605	2.92	0.07	2.85	2.4	61.0	8.73
2.	1536	2.98	0.12	2.86	4.0	65.0	8.93
3.	1519	3.05	1.50	1.55	49.2	59.0	9.40
4.	1511	3.00	1.60	1.40	53.4	64.0	9.13
5.	1393	3.00	1.93	1.07	64.5	63.0	8.20

此成分のものは 1519° から 1536° の間即ち 1520° 附近で大いに白鉄化し易くなる。

其結果は第六表、第十圖に示す。

(III) 試料 No. 272. $\begin{cases} C & 2.98 \\ Si & 2.05 \end{cases}$

第六表

原試料 No. 272 (C=2.98, Si=2.05)

番號	最高熔解 温度°C	全炭素 %	黒鉛 %	結合炭素 %	全炭素に對 する黒鉛の 割合 %	Z (秒)	$\Delta T/\Delta Z$ (度/秒)
1.	1602	2.88	0.65	2.23	22.6	32	8.60
2.	1527	2.93	0.68	2.25	17.3	30	8.00
3.	1526	2.79	1.96	0.83	70.3	32	7.56
4.	1519	2.78	0.85	1.93	30.6	34	8.20
5.	1517	2.86	2.33	0.53	81.5	31	7.65
6.	1509	2.82	2.25	0.57	79.8	32	8.07
7.	1501	2.84	2.26	0.58	79.5	34	9.33
8.	1447	2.86	2.27	0.59	79.5	31	8.80

此成分のものも矢張 1526°~1530° 附近で白鉄化し易くなる。

(IV) 試料 No. 273. $\begin{cases} C & 2.99 \\ Si & 2.56 \end{cases}$

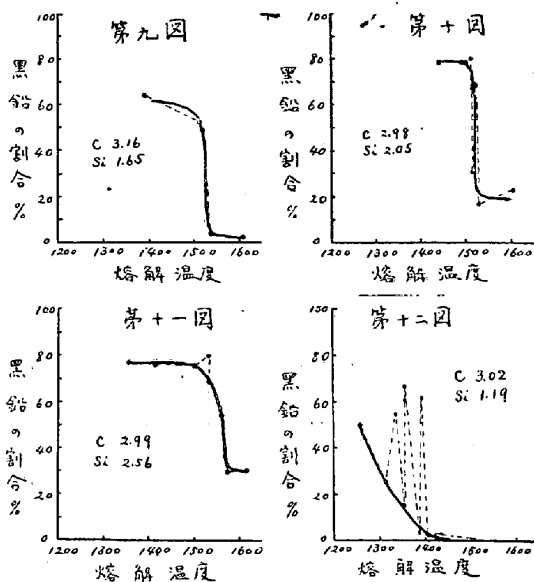
其結果は第七表、第十一圖に示す。

第七表

原試料 No. 273 (C=2.99, Si=2.56)

番號	最高熔解 温度°C	全炭素 %	黒鉛 %	結合炭素 %	全炭素に對 する黒鉛の 割合 %	Z (秒)	$\Delta T/\Delta Z$ (度/秒)
1.	1615	2.78	0.70	2.08	25.2	58	9.7
2.	1573	2.79	0.69	2.10	24.7	64	8.5
3.	1560	2.79	1.50	1.29	53.8	66	8.0
4.	1533	2.85	2.27	0.58	79.7	63	9.9
5.	1505	2.88	2.17	0.71	75.4	64	8.5
6.	1411	2.89	2.18	0.71	75.5	63	7.5
7.	1353	2.88	2.20	0.68	76.5	80	8.5

此成分のものは 1530° 附近から白鉄し易くなるが確實に白鉄化するのは 1570° 附近に熱せられたものである。



此四つの結果を通覧するに硅素が 1.38% から 2.56% 迄増すと共に白鉄化し易くなる、温度が少しづつ上つて居るが其両端の開きは 1490° から 1540° 迄の僅々 50° の差に過ぎない。餘程 Si の高い鐵でも 1500° 以上に溶解されると白鉄化し易くなる即ちかの黒鉛核説に従へば黒鉛核が吸収されてしまふ事が示されて居る。

以上四つの試料は皆余の定めた鑄鐵のダイヤグラ (1) Δのグレーライン以上にある成分のもので本實驗でも通常の溶解温度 (1400° C) より餘程高く溶解せなければ成らない事を示す。そこでグレーライン

より稍下にある成分を撰んだのが次の試料である。

(V.) 試料 No. 263 { C 3.02, Si 1.19 其結果は第八表第十二圖に示す。

第八表

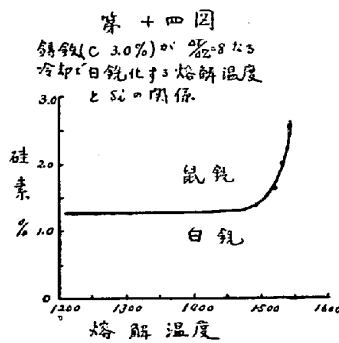
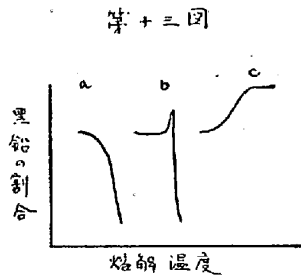
原試料 No. 263. (C=3.02, Si=1.19)

番號	最高溶解温度 %	全炭素 %	黒鉛 3/4	結合炭素 %	全炭素に對する黒鉛の割合%	Z (秒)	ΔT/ΔZ (度/秒)
1.	1524	2.91	0.01	2.90	0.3	95	7.2
2.	1436	2.93	0.08	2.85	2.7	75	7.2
3.	1406	0.95	0.06	2.89	2.0	65	8.9
4.	1393	2.93	1.81	1.17	61.8	76	7.9
5.	1390	2.97	0.08	2.89	2.7	60	8.6
6.	1357	2.96	1.98	0.98	67.0	78	7.1
7.	1357	2.97	0.46 1.50	2.51 1.47	15.5 50.5	78	6.9
8.	1339	2.95	1.61	1.34	54.6	83	6.3
9.	1315	3.01	0.74	2.27	24.6	81	7.0
10.	1260	2.99	1.47	1.52	49.2	60	9.7

黒鉛化は 1400° 以下でも不確實で或時は 1400° の溶解温度でよく黒鉛が出て居るかと思へば或場合

は全く白鉄と云ふ風である、そこで白鉄化の大きい方の値を採用して關係曲線を作ると第十二圖のカーヴになる、即ちグレーライン以下の成分を有する鑄鐵は熔解溫度が通常の溫度以下でも白鉄化し易いものである。

尙注意すべきは Si の高い試料は (第六表 第七表) 全く白鉄化する熔解溫度より稍低い溫度で熔解した場合には其黒鉛化程度が極めて不確實である事で、例へば第六表の No. 4, No. 5を比較するに熔解溫度は殆ど同じであり乍ら一つは大部分白鉄化し、他の一つは黒鉛の割合が熔解溫度の低い試料よりも却て多いと云ふ結果になつて居る、之れは前篇に論じた様に一旦白鉄化したものが黒鉛化したならば $Fe_3C \rightarrow 3Fe + C$ によるフェライトが多量に残つた爲である、此の現象は此實驗に用ひた冷却速度が白鉄の黒鉛化速度に餘程近かつた事を示す、若し冷却速度が白鉄の分解速度よりもずつと高ければ



第十三圖 a の様な關係曲線を示すが此兩速度が近ければ各試料の冷却速度が絶対に等しくない限りは b の様な形となる事を免れない、先の第十圖、第十一圖、はそれである、若し冷却速度がセメントの分解速度よりも遅い場合には c の如き形をとり高溫度に熱したものの程黒鉛の割合が多い事になるので次章に出て来る曲線の形である。

V の實驗から見てグレーライン以下の成分のものは低溫度に熔解しても白鉄化し易いのは黒鉛核が吸收されてしまふと考へるよりも、寧ろ黒鉛核が多數存在しても Si が少い爲に安定平衡 (stable equilibrium) に従ふ凝固を抑壓されたものと考へられる、今此成分以下のものは低溫熔解でもチルが入るものとして先の I から V迄の結果を纏めると。

1. Si 1.30% 以下常に白鉄化し易い
2. Si 1.38% 1490° から白鉄化し易い
3. Si 1.65% 1520° " "
4. Si 2.05% 1530° " "
5. Si 2.56% 1540° " "

之れを曲線に示せば第十四圖となる。此曲線は加熱時間10分、冷却速度 $dT/dZ=8$ の時、C=3.0% の鑄鐵にのみ當て嵌るもので (例へば C=3.6% になれば第一篇で述べた様に $dT/dZ = 10$ では鼠破面となる) 一般的では無いが、硅素が或限界量以下になると黒鉛化能力が著しく減ずると云ふ事、及鑄鐵が白鉄化變質を受ける最高熔解溫度は硅素の含有量が可なり變動しても割合狭い範圍にある、事を示して居る。

次に加熱時間の影響を見る爲に、VI の實驗をした。

(VI) 試料 No. 269 $\left\{ \begin{array}{l} C \ 3.26 \% \\ Si \ 1.45 \% \end{array} \right.$

其結果は第九表に示す、

第九表

原試料 No. 269 (C=3.26 Si=1.45)

番號	最高熔解温度 °C	熔解時間 分	全炭素 %	黒鉛 %	結合炭素 %	全炭素に對する黒鉛の割合 %	Z (秒)	$\Delta T/\Delta Z$ (度/秒)
1.	1449	15	3.18	2.02	1.16	63.5	81	7.5
2.	1420	11.0	3.13	2.12	1.01	67.8	70	8.1
3.	1421	30.0	3.19	0.94	2.25	29.5	85	6.7
4.	1423	58.0	3.20	1.00	2.20	31.3	53	6.8
5.	1428	12.20	3.17	0.03	3.14	0.9	78	7.3

此成分のものは第十四圖から見て 1500° 附近でよく白鉄化するから之より 50° 低い 1450° 附近に熔解温度を撰んだ。熔解時間が 30 分にもなると黒鉛の割合が可なり減少し 2 時間の加熱で殆ど完全な白鉄となつた、即ち加熱時間が長ければ黒鉛核が漸次吸収されるから白鉄化し易くなるのであらうが加熱時間の方は熔解温度に比し其効果は餘程弱い様に思はれる。

(VII) 試料 No. 271 $\left\{ \begin{array}{l} C \ 3.00 \% \\ Si \ 1.90 \% \end{array} \right.$

此試料は鑄込温度の影響を見る爲に行つたもので其結果は第十表にある、

第十表

原試料 No. 271 (C=3.00 Si=1.90)

番號	最高熔解温度 °C	水銀中へ投入温度 °C	全炭素 %	黒鉛 %	結合炭素 %	全炭素に對する黒鉛の割合 %	Z (秒)	$\Delta T/\Delta Z$ (度/秒)
1.	1467	1394	2.99	1.92	1.07	64.3	85	7.0
2.	1460	1344	2.98	2.29	0.69	76.8	71	7.7
3.	1467	1298	3.02	1.11	1.91	36.8	65	8.5
4.	1451	1249	2.97	1.51	1.46	50.8	70	6.1
5.	1467	1250	3.00	2.06	0.94	68.7	58	9.8
6.	1466	1179	2.94	1.80	1.14	61.2	55	9.9
7.	1523	1252	2.96	0.32	2.64	10.8	65	8.3
8.	1513	1186	2.98	0.51	2.47	17.1	60	9.7

熔解時間は 10 分である No. 1 から No. 6 迄は最高熔解温度を白鉄化する温度以下 50~60° 附近にしたもので、鑄込温度と黒鉛化割合との間には何等の関係も見出せない。No.7 と No. 8 は丁度白鉄化し易くなる温度の附近迄過熱したものであるが別に鑄込温度の影響を認める事が出来ぬ、唯 No. 1 から No. 6 迄の試料に於て低温度に鑄込んだもの程冷却速度が幾分づつ大きくなつて居るのが示されて居る。

第二章 徐冷の場合

實驗材料は前と同様の純鑄鐵で、結果をよく示す様に高炭素の成分を撰んだ。一回の試料は 50gm. で之れを 10 分間最高温度に熔解して、1250° に降つた時に豫め用意して置いた 400° の熱い砂中に坩堝と共に移し、其儘冷却せしめて冷却曲線をレコードした。砂の温度は丁度 400° に保つ事が出来な

かつた爲冷却速度が多少試料によつて異なるが大體毎秒 1.5 度の前後である。又徐冷であるから共温晶度及擬共晶温度(A₁)をはつきり読み取る事が出来た。

I. 試料 No. 276 {C. 3.60%
Si. 1.35% 其結果は第十一表、第十五圖に示す。

II. 試料 No. 275 {C. 3.50%
Si. 2.07% 其結果は第十二表、第十六圖に示す。

III. 試料 No. 274 {C. 3.35%
Si. 2.89% 其結果は第十三表、第十七圖に示す。

第十一表

原試料 No. 276. (C=3.60, Si=1.35)

番號	最高熔解温度 °C	全炭素 %	黒鉛 %	結合炭素 %	全炭素に對する黒鉛の割合 %	共晶温度 °C	擬共晶温度 °C	Z	T ₁ /ΔZ (秒/度)
1.	1304	3.51	3.24	0.27	92.5	1151	729	600	1.80
2.	1407	3.58	3.01	0.57	84.1	1151	729	560	1.66
3.	1494	3.53	3.11	0.42	88.5	1147	729	600	1.67
4.	1581	3.39	3.21	0.38	89.9	1128	723	525	1.54

第十二表

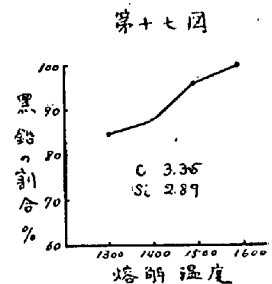
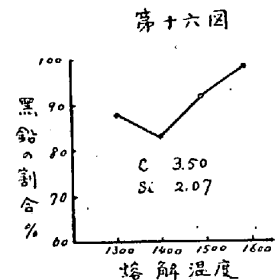
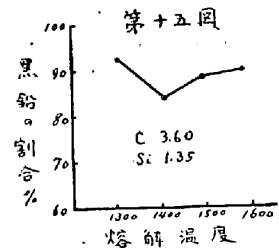
原試料 No. 275. (C=3.50, Si=2.07)

番號	最高熔解温度 °C	全炭素 %	黒鉛 %	結合炭素 %	全炭素に對する黒鉛の割合 %	共晶温度 °C	擬共晶温度 °C	Z	T ₁ /ΔZ (秒/度)
1.	1301	3.49	3.06	0.47	87.8	1156	727	600	1.51
2.	1398	3.34	2.77	0.57	83.0	1142	725	600	1.05
3.	1492	3.48	3.18	0.30	91.4	1142	732	610	1.44
4.	1589	3.39	3.33	0.06	98.2	1137	737	560	1.44

第十三表

原試料 No. 274. (C=3.35, Si=2.89)

番號	最高熔解温度 °C	全炭素 %	黒鉛 %	結合炭素 %	全炭素に對する黒鉛の割合 %	共晶温度 °C	擬共晶温度 °C	Z	T ₁ /ΔS (秒/度)
1.	1298	3.32	2.81	0.51	84.6	1150	741	490	1.36
2.	1397	3.29	2.88	0.41	87.5	1152	756	510	1.67
3.	1490	3.32	3.18	0.14	95.8	1152	778	540	1.47
4.	1589	3.27	3.27	0	100	1142	777	400	1.55



之等を通覽するに熔解温度が高い程黒鉛化割合が多く Si の高い鐵では其影響が特に著しい、即ち前篇で詳論した通りである。然るに第十五圖、第十六圖を見ると Si の餘り多く無いものでは 1400° 附近に熔解されたものは一番黒鉛化が少くて其れよりも熔解温度が高くて低くても黒鉛の割合が多い。此結果は Piwowarsky 氏の實驗とよく一致して居る。何故に此様な minimum があるが未だ明瞭な説明が出来無いが、多分 1400° 以下では stable equilibrium による凝固を刺戟する以上過剰に黒鉛核が残されて居る爲に凝固後も結合炭素の分解を促すものであらう、又瓦斯の吸藏の多い事も一つの理由かも知れない。一方 1400° 以上に過熱された方は前篇に述べた様に一度白鉄化して分解する

部分が多くなるからフェライトが多くなるにちがひ無い。

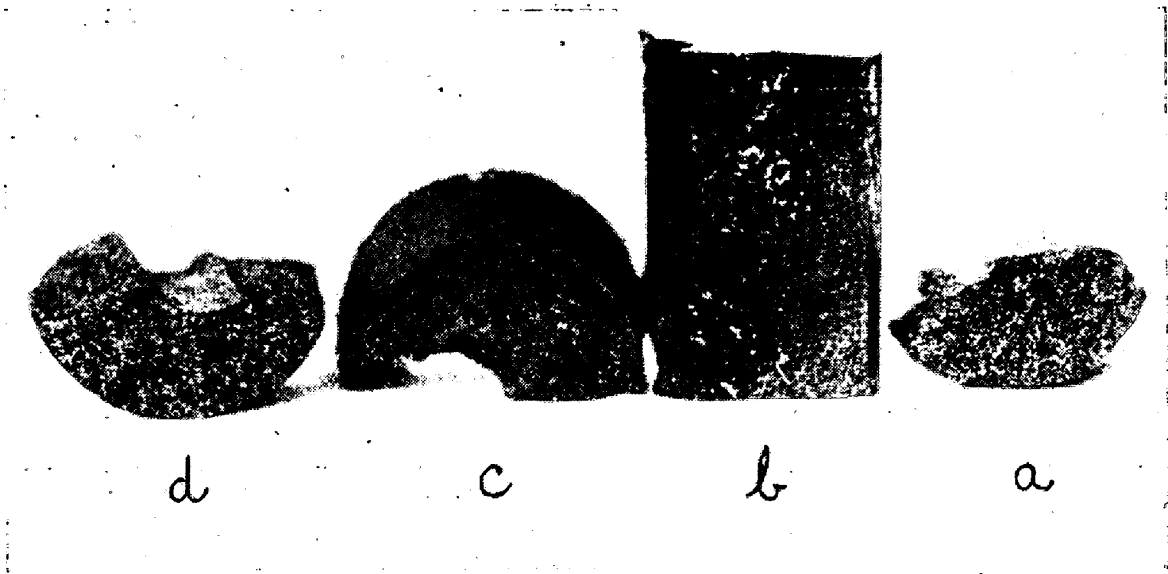
尙共晶温度は高温度に熔解された試料では皆低くなつて居る、又 Si の少いもの程過融 (surfusion) の程度が大きい。擬共晶温度の方は Si 2.07%, Si 2.87% の試料では過熱されたものが高くなつて居る。

結 論

1. 鑄鐵は高温度に熔解される程白鉄化し易くなる。炭素、硅素が多くとも同じ法則にあてはまる。
2. 炭素、硅素共に相當高い鑄鐵は高温度熔解を受けて後徐冷却をした場合には此白鉄化の副作用としてかへつて非常な柔軟な組織となる。
3. 之等の事實に關する説明を二重状態圖によつてなし高温度熔解鐵に現はれる各種附帶現象を述べた。

終りに本研究に終始助力せられつゝある研究補助員梅崎一男君の勞を謝す。

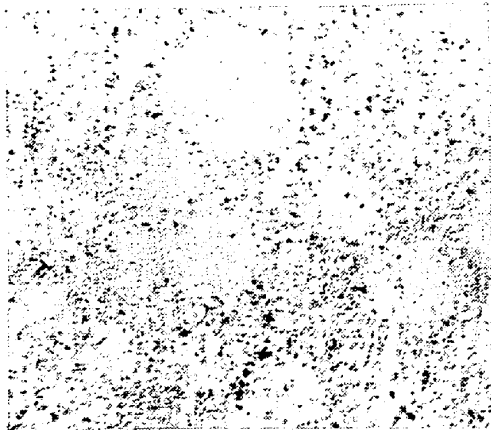
(昭和二年七月、九州帝國大學工學部冶金學教室に於て)



寫眞(一)

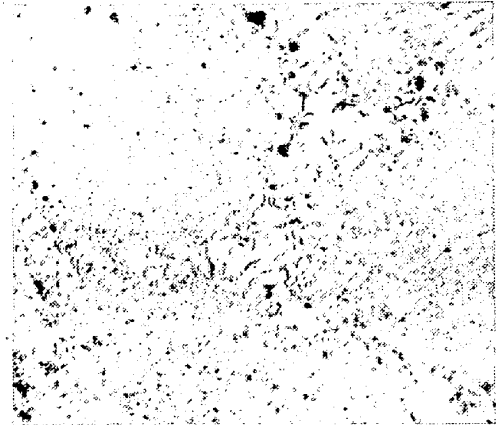
× 2

b.c.d. 過熱された鑄鐵に現はれる斑狀破面
a. 通常の破面



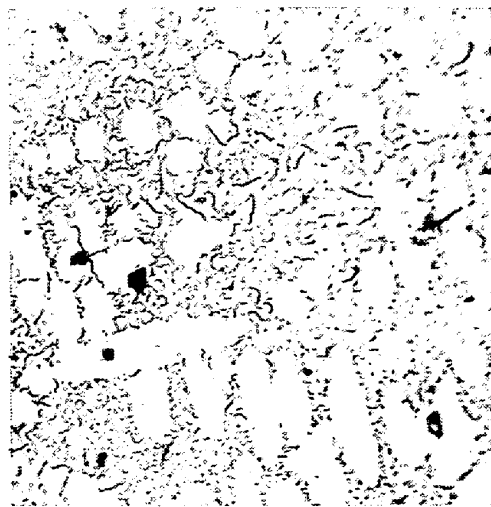
寫眞(二) 約×47

試料No.2, (M.T.=1588°, $\Delta T/\Delta Z = 10\cdot07$)



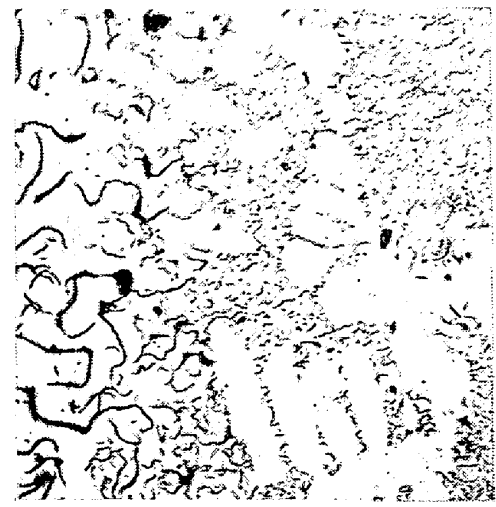
寫眞(三) 約×115

試料 No.2. (M.T.1588°, $\Delta T/\Delta Z = 10\cdot07$)



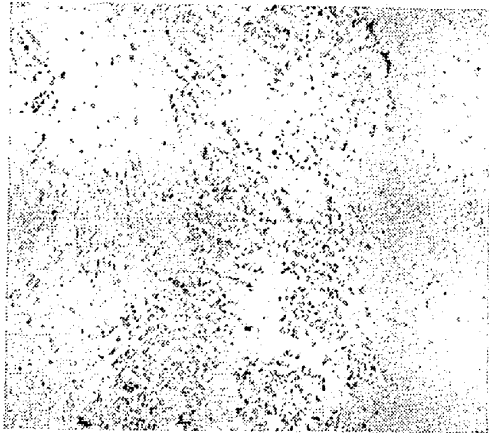
寫眞(四) 約×252

試料 No.2. (M.T.1588, $\Delta T/\Delta Z = 10\cdot07$)



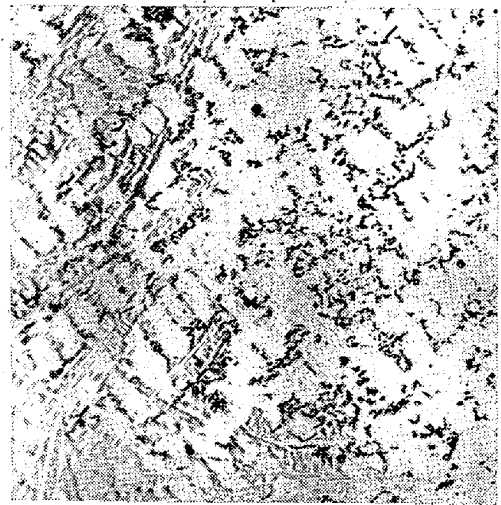
寫眞(五) 約×52

試料 No.2 (M.T.=1588° $\Delta T/\Delta X = 10\cdot07$)



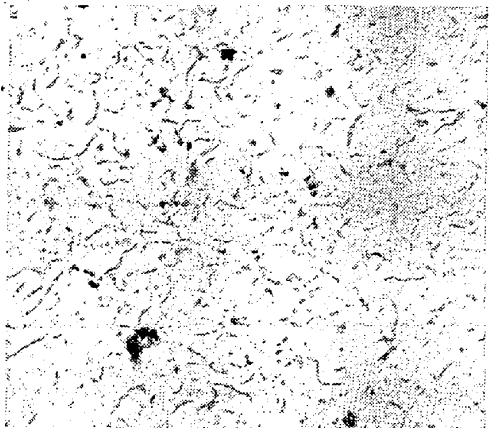
寫真(六) 約×46

試料No.5.(M.T.=1586°, $\Delta T/\Delta Z=23.3$)



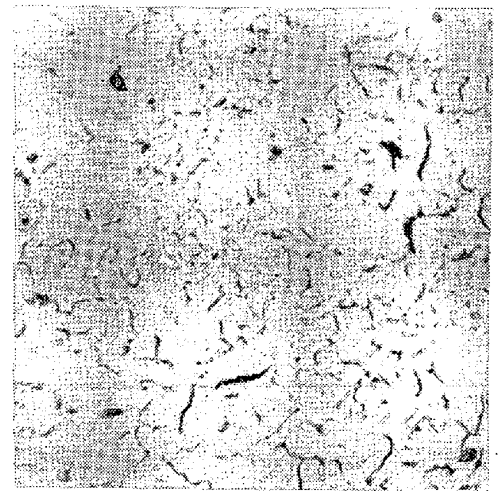
寫真(七) 約×252

試料No.5. M.T.=1586°, $\Delta T/\Delta Z=13.8$)



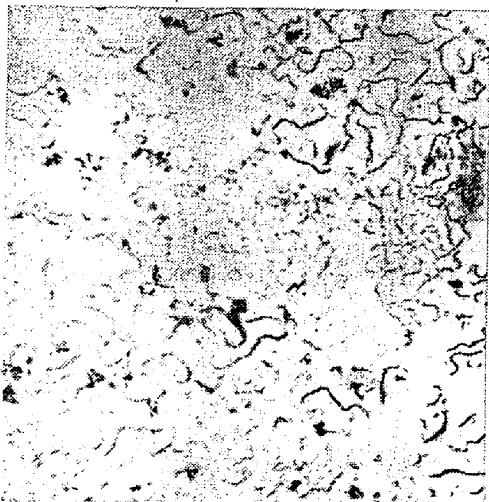
寫真(八) 約×96

試料No.1.(M.T.=1307°, $\Delta T/\Delta Z=7.47$)



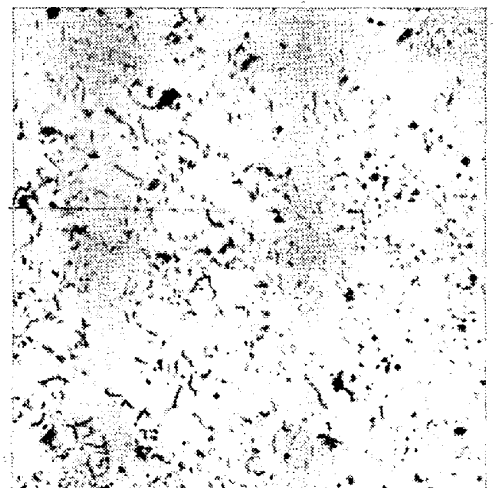
寫真(九) 約×250

試料No.3.(M.T.=1296°, $\Delta T/\Delta Z=18.26$)



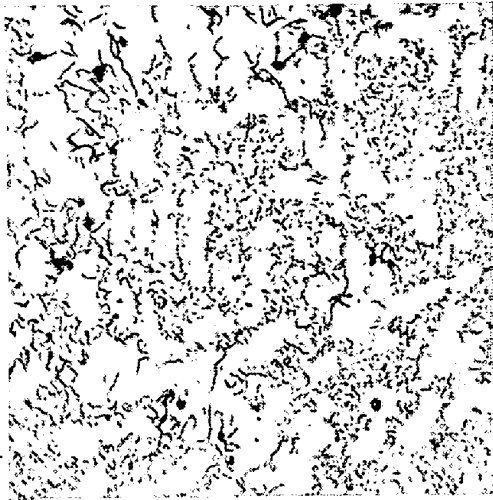
寫真(十) 約×252

試料No.3.(M.T.=1296°, $\Delta T/\Delta Z=18.2$)

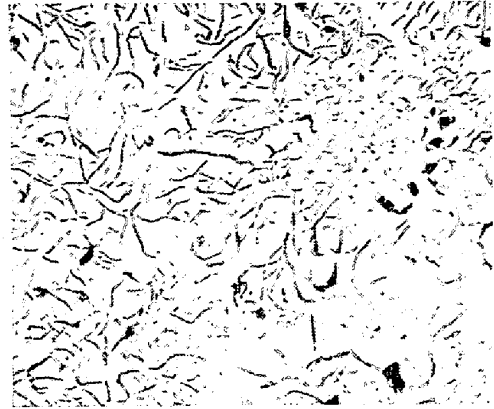


寫真(十一) 約×212

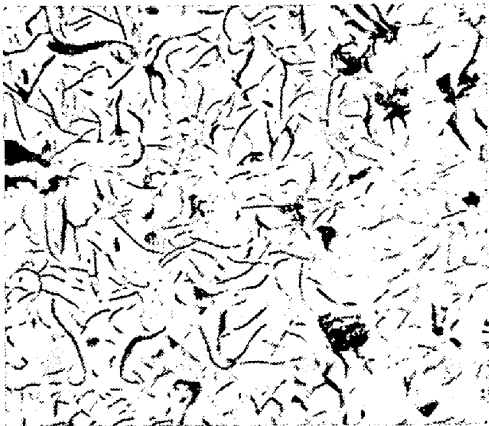
試料No.5.(M.T.=1436°, $\Delta T/\Delta Z=23.8$)



寫真 (十二) 約×252
試料No.5.(M.T.=1430°, $\Delta T/\Delta Z = 23.8$)



寫真 (十三) 約×47
試料No.8.(M.T.=1584°, $\Delta T/\Delta Z = 1.38$)



寫真 (十四) 約×47
試料No.8.(M.T.=1296°, $\Delta T/\Delta Z = 1.38$)



寫真 (十五) 約×87
試料No.4.(M.T.=1586°, $\Delta T/\Delta Z = 23.6$)
1%硝酸で腐蝕



寫真 (十六) 約×87
試料No.2.(M.T.=1588°, $\Delta T/\Delta Z = 10.07$)1%硝酸で腐蝕



寫真 (十七) 約×200
試料No.2.(M.T.=1588°, $\Delta T/\Delta Z = 10.07$)1%硝酸で腐蝕



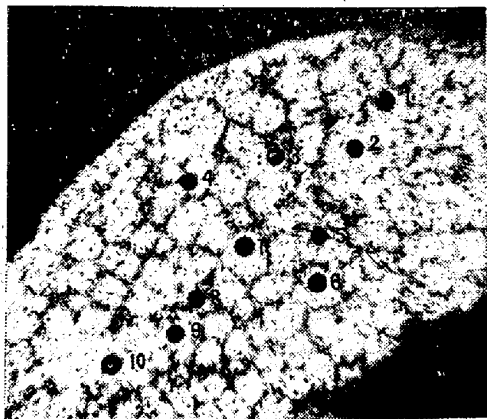
寫眞(十八) 約×755

試料No.2.(M.T.=1588°, $\Delta T/\Delta Z=10.07$)1%硝酸で腐蝕



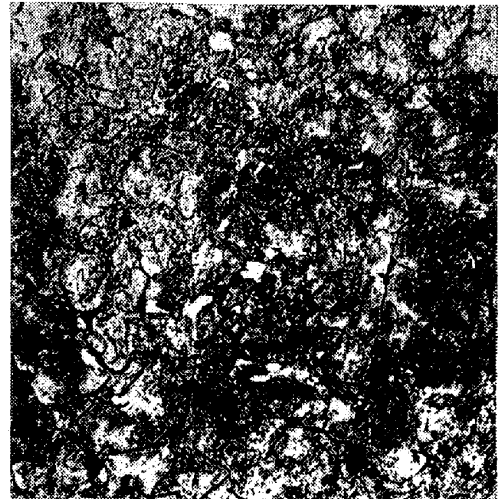
寫眞(十九) 約×47

試料No.9.(M.T.=1584°, $\Delta T/\Delta Z=1.60$)1%硝酸で腐蝕



寫眞(二十) 約×0.545

試料No.9.(M.T.=1584°, $\Delta T/\Delta Z=1.60$)
第二表の番號の所在を示す 1%硝酸で腐蝕



寫眞(二十一) 約×200

試料No.1.(M.T.=1307°, $\Delta T/\Delta Z=7.47$)
1%硝酸で腐蝕



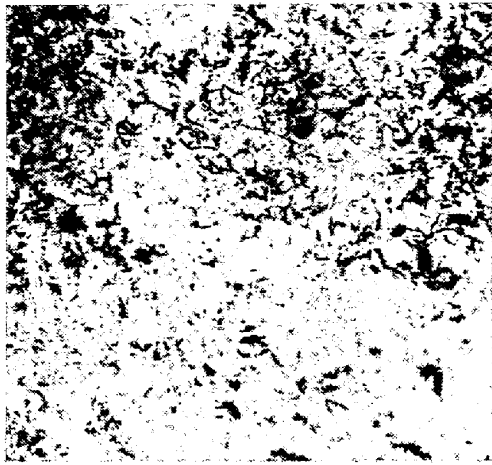
寫眞(二十二) 約×770

試料No.1.(M.T.=1307°, $\Delta T/\Delta Z=7.47$)1%硝酸で腐蝕



寫眞(二十三) 約×17.1

試料No.3.(M.T.=12.6°, $\Delta T/\Delta Z=13.2$)1%硝酸で腐蝕



寫眞 (二十四) 約×34

試料No.8.(M.T.=1296°, $\Delta T/\Delta Z=1.38$)1%硝酸で腐蝕



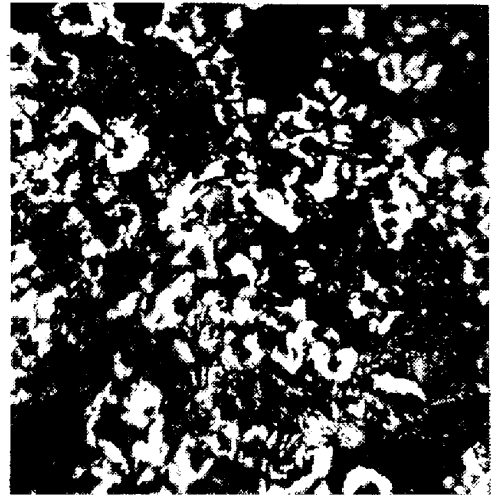
寫眞 (二十五) 約×770

試料No.4.(M.T.=1586°, $\Delta T/\Delta Z=23.6$)1%硝酸で腐蝕



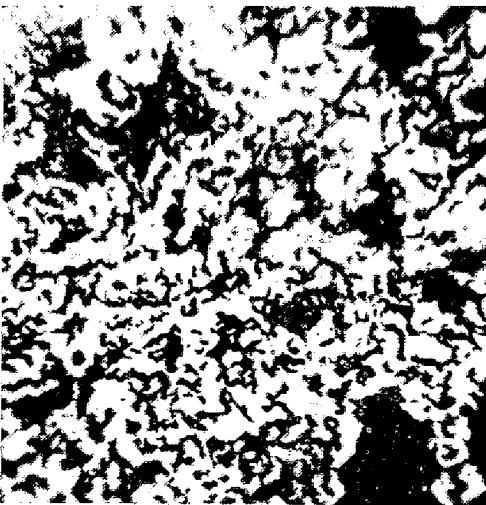
寫眞 (二十六) 約×47

試料No.11.(M.T.=1583°, 共晶點より急冷したるもの)



寫眞 (二十七) 約×770

試料No.11.(M.T.=1583°, 共晶點より急冷したるもの)
1%硝酸で腐蝕



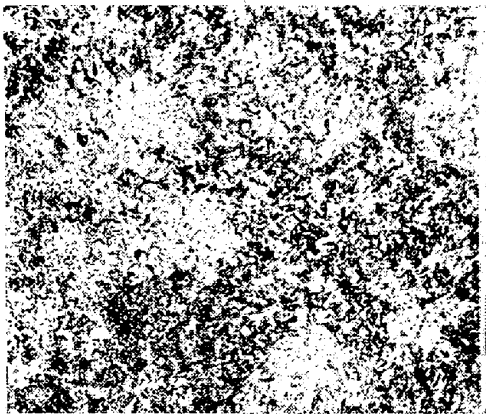
寫眞 (二十八) 約×770

試料No.12.(M.T.=1602°, 1017°より急冷したるもの)
1%硝酸で腐蝕



寫眞 (二十九) 約×940

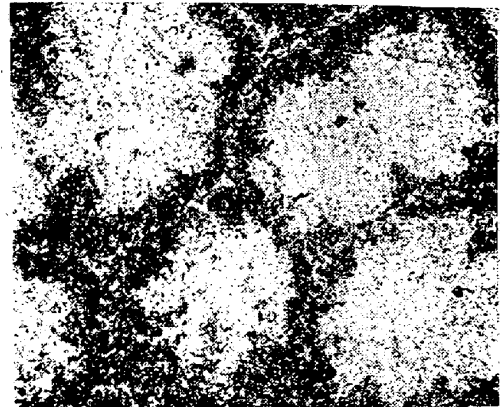
試料No.12.(M.T.=1602°, 1017°より急冷したるもの)
1%硝酸で腐蝕



寫眞 (三十一) 約×47

試料No.13.(M.T.=1594°, 600°より急冷したるもの)

1%硝酸で腐蝕



寫眞 (三十二) 約×47

試料No.15.(M.T.=1603°, 509°より急冷したるもの)

1%硝酸で腐蝕



寫眞 (三十三) 約×770

試料No.15.(M.T.=1603°, 509°より急冷したるもの)

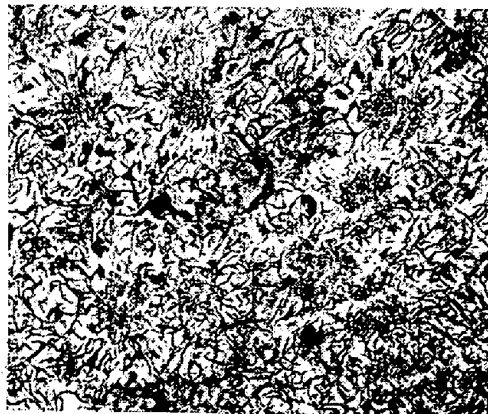
1%硝酸で腐蝕



寫眞 (三十四) 約×770

試料No.15.(M.T.=1603°, 509°より急冷したるもの)

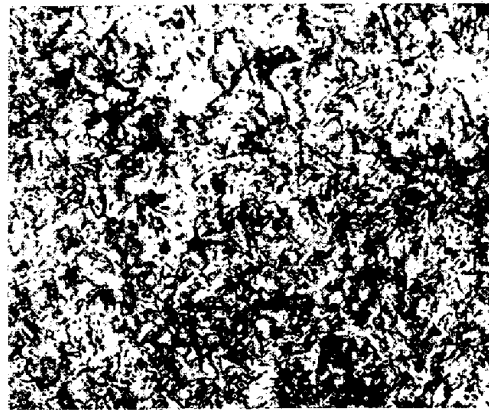
1%硝酸で腐蝕



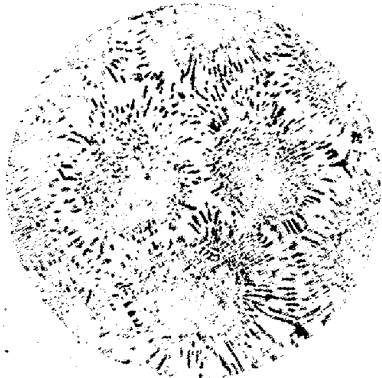
寫眞 (三十五) 約×47

試料No.16(M.T.=1585°, 760°より爐内冷却)

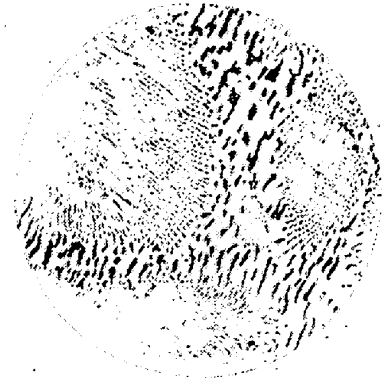
1%硝酸で腐蝕



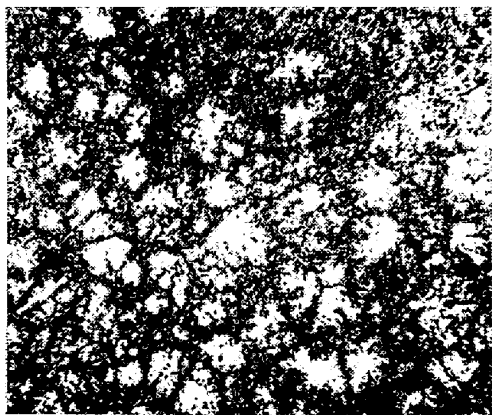
寫眞 (三十五) 約×47
 試料No.17.(M.T.=1300, 760°より爐内冷却)
 1%硝酸で腐蝕



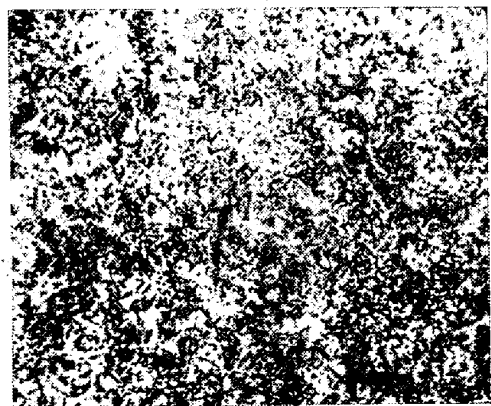
寫眞 (三十六) ×75
 Cd-Zn の共晶
 酸性鹽化鐵で腐蝕
 (Porte Vin 氏による)



寫眞 (三十七) ×50
 Cd-Su の共晶
 10%鹽酸で腐蝕
 (Porte Vin 氏による)



寫眞 (三十八) 約×0.78
 兼二浦銑鐵の細粒部に現はれたる斑狀組織
 5%ピクリン酸で腐蝕



寫眞 (三十九) 約×41
 兼二浦銑鐵の細粒部に現はれたる斑狀組織
 5%ピクリン酸で腐蝕