

会

報

No. 9

日本鑄物協会東北支部

1973・3

日本鋳物協会東北支部会報

第 9 号

目 次

会報第9号に寄せて	大平五郎	1
鋳鉄の凝固について	井川克也	3
鋳鉄について	千田昭夫	27
「ヨーロッパ」の鋳鋼工場を視察して	村田辰夫	57
東北鋳造技術コンクール		
実施経過と実施要領		64
審査講評	千田, 藤田	68
試料の材質判定について	目黒博	75
受賞社代表の製作要領発表	及川(寿), 西塔, 高橋, 須田, 及川(潤)	79
随想 - 鉄器の町山形	塩沢永孚	81
若い研究者の座談会		
「研修雑感」	一山, 米倉, 菅野, 大里	83
工業試験場巡り		
福島県福島工業試験場	新村好弘	88
山形大会パネルディスカッション議事録		
鋳鉄部会「東北鋳造技術コンクール」をかえりみて	坂本道夫	100
鋳鋼部会「鋳鋼用鋳物砂について」	郡, 中村	106
山形大会工場見学記	今野, 渡辺(麟)	113
鋳鉄部会第4～6回技術委員会議事録		118
鋳鉄部会第4～6回工場見学記	坂本, 木村, 目黒(麟)	125

昭和47年度理事会議事録	130
昭和47年度事業報告	132
昭和46・47年度会計報告	135
昭和47・48年度役員名簿	137
昭和47年新入会員名簿	140
あ と が き	渡 辺 融 142



会報第9号に寄せて

大平五郎

ことしも会報をお届けする時期になった。例年会報の発行は、その年度の終りに当たっているので、一年間の行事を顧みていろいろ考えてみたり、来るべき一年に対して計画を立てたりする時期にもなっている。

支部としては本年もまず順調な歩みを続けてきたことはご同慶の至りである。秋の大会も山形で盛大に催され、また創立20周年記念の鑄造技術コンクールもりっぱに終えることができた。第2年目に入った鑄鉄部会も、毎回多数の出席者を得て活潑に動いている。これもひとえに会員のみなさん方の熱意と、理事はじめ、お世話をいただいた方々のご努力のたまもので、心から感謝を申し上げたい。

この間、北海道支部の講演会にお招きをいただいて、札幌、室蘭などを訪ねる機会があった。北海道支部も当支部と同じくらいの歴史をもち、盛な活動を続けているが、若い人たちの活躍が目出っていた。支部として見習うべき点もいろいろあるようであった。たまたま同支部の井川鑄鉄部会長と閑談の折、ひとつ東北・北海道支部の鑄鉄部会が合同して技術委員会を開いたらどうだろうという話も出た。場所は函館とか八戸あたりを選べば、やれないこともなさそうだとの意見になった。鑄物業界は、いま非常に活気づいているようである。これがほんものの活気であってほしいと願っている。日本では、工業でも経済でも、いささか底の浅いところがあって、まわりの状況に敏感に影響されすぎはしないだろうか。

業界の好況に反して、鑄物協会ははじめ各種の学会は、いま経済的には非常な苦境に立っている。諸経費、送料その他の値上りに対して収入がとても追いつかない状態で、各学会とも苦慮を重ねている。当鑄物協会としても賛助会員の増口、新加入、個人会員の増加を切にお願いしたい。

(日本鑄物協会東北支部長、東北大学教授)

鑄鉄の凝固について

室蘭工業大学教授

工博 井川 克也[※]

1. 片状黒鉛鑄鉄の凝固

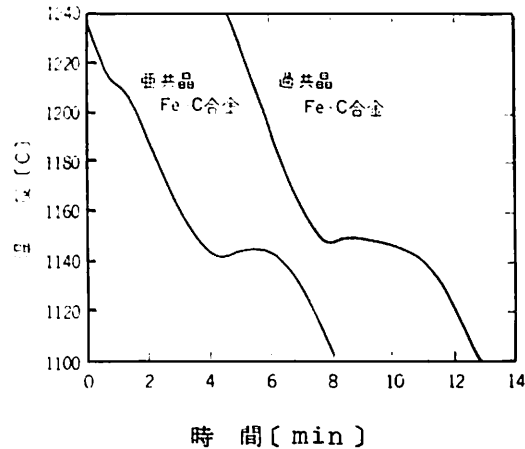
鑄鉄は鉄と炭素の合金を基本として、これにケイ素、マンガ、リン、イオウなどの諸元素が合金されたり、不純物としてはいたりしたものと考えられるので、まず不純物の少ない鉄と炭素の合金について固まり方をみよう。

試料の不純物含有量は0.025% Si, 0.012% Mn, 0.042% P, 0.023% Sであったが、これの炭素量を調整して亜共晶成分と過共晶成分の合金をつくり、40gずつ1350℃に溶解してから約20℃/分の冷却速度で炉冷して凝固させる。そのときの時間による温度変化を第1図に示す。

図からわかるように、亜共晶成分の場合にはこの場合1212℃に折点があるが、これは初晶としてオーステナイト(鉄と炭素の固溶体)が晶出しはじめたための凝固潜熱の発生を示している。これは温度降下とともに一般に樹枝状晶(デンドライト)として溶湯中で成長する。つづいて1142℃に停点があるが、これは

共晶凝固の開始による凝固潜熱の発生を示すもので、その後温度はゆるやかに上昇し、1144℃に達してほぼ一定温度を示したのちゆるやかに低下し、ついに共晶凝固を完了すると固体としての急速な冷却に移っている。

過共晶成分の場合には、共晶凝固以前に、初晶として黒鉛が片状に晶出するが、このときの発熱は小さいので第1図の冷却曲線上にめいりような折点はあらわれていない。共晶凝固は1147℃で開始し1150℃までゆるやかに上昇したのち1140℃付近まで漸次温度降下しながら凝固が進行している。



第1図 亜共晶および過共晶Fe-C合金の冷却曲線

※ 本協会評議員, 北海道支部理事, 元東北支部理事(総務委員)



第2図 亜共晶Fe-C合金，共晶初期水冷
ピクラム腐食 ×30



第3図 亜共晶Fe-C合金，共晶初期水冷
ピクラル腐食 ×30

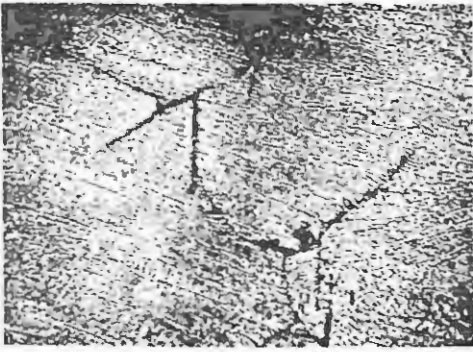
さて、このような冷却途上でどのような凝固がおこっているかをしらべるために、凝固途中の試料を水の中に急冷して顕微鏡組織を調べてみよう。

亜共晶成分の共晶開始直後の組織を第2図に示す。水中に急冷した試料であるからまだ凝固していなかった部分は非常に細かい白鑄鉄組織になっているので、急冷以前にすでに凝固していた部分とまだとけていた部分とが区別できる。図からわかるように初晶オーステナイトが樹枝状に晶出し、さらに片状黒鉛とオーステナイトの共晶凝固が試料中の各所に分散して開始しているのが認められる。この共晶凝固はオーステナイトと片状黒鉛が集団をつくって発達している。凝固の進行とともにこれが大きくなり隣の集団と相接するようになってその成長がとまる。この集団を共晶セルまたは共晶細胞と呼んでいる。

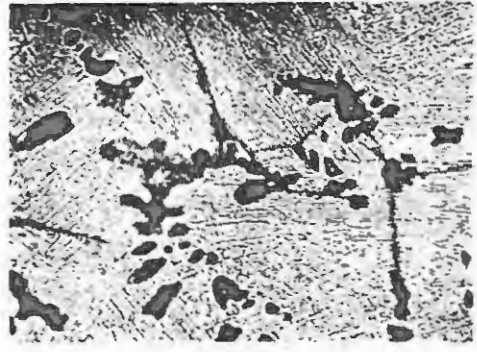
第3図は共晶凝固のごく初期の組織で初晶オーステナイトの表面付近で共晶が核発生し、片状黒鉛を間にはさんで両側にオーステナイトが晶出してこれが湯の中に伸びてゆくのがわかる。初晶オーステナイトが晶出するとこれは湯の炭素量より低炭素成分であるから過剰の炭素が湯の方に吐きだされオーステナイトの表面近傍の湯に炭素が偏析し炭素に過飽和となって黒鉛の核を発生すると考えられる。

過共晶成分の場合には第4図に示すように初晶として片状黒鉛が最初に晶出する。初晶黒鉛は図に見られるようにその成長途中で枝わかれをするが、これは黒鉛自身の強さが非常に小さく、溶湯にくらべて比重もきわめて小さいので晶出と同時に上方に浮き上りはじめ、この湯と黒鉛との相互運動によって黒鉛結晶が破碎しそれぞれの薄片が成長をつづけるために枝わかれをおこすと考えられる。

共晶温度に達すると、共晶凝固はまずこの初晶黒鉛に小さいオーステナイト樹枝状晶が第5図のように付着晶出し、ついで亜共晶成分の場合と同様に、このオーステナイトと溶湯との界面から黒鉛とオーステナイトの共晶が晶出する。これを第6図に示す。これらが共晶セルを形成して



第4図 過共晶 Fe-C 合金, 共晶以前水冷
ピクラル腐食 ×240



第5図 過共晶 Fe-C 合金, 共晶初期水冷
ピクラル腐食 ×240

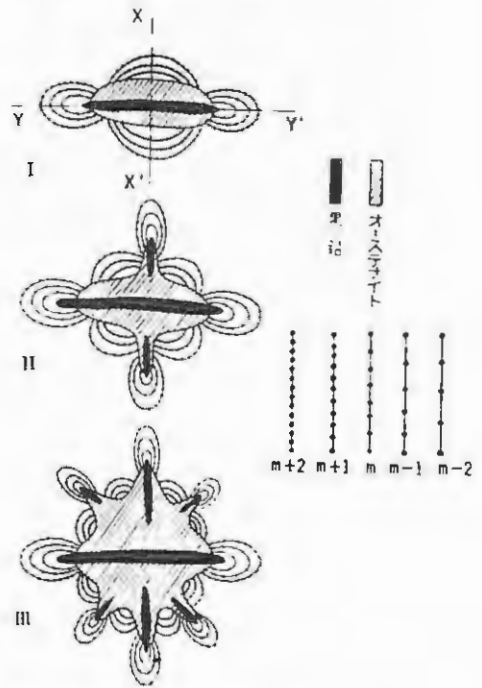


第6図 過共晶 Fe-C 合金, 共晶初期水冷
ピクラル腐食 130

凝固が進行することは亜共晶成分のときと同様である。

さて、このように片状黒鉛鑄鉄の共晶凝固は多数の共晶セルの成長によって進行するが、その成長過程については2つの異なった考え方がある。

第7図はベルギーの De Sy 教授による説明図で、図中 I で示した共晶凝固の初期段階では、最初に生じた片状黒鉛がほとんど完全にオーステナイトで包囲される。このときの周囲の炭素濃度を考えると、浴湯中に点間隔で示したような炭素分布が定性的に示される。このときの炭素濃度こう配が最大になるのは図の XX' 軸とオーステナイトの交点のところ、したがってつぎの黒鉛は XX' 軸上でオーステナイトに接近したところに核発生して、最大炭素濃度こう配を示す XX' 軸方向に成長することになる。これが図中 II の段階で、その結果この黒鉛に対するオーステナイ



第7図 共晶セルの形成過程

トはY Y' 軸方向に成長して、溶湯中にはIIで示したような炭素濃度こう配が生じる。これにもとづいてつぎの段階では、図中IIIに示したようにX X' 軸とY Y' 軸とのちょうど中間部に、前と同様にして片状黒鉛の晶出がおこり、この過程をくりかえして共晶セルが成長すると考える。この考え方によると、共晶セル中の片状黒鉛はそれぞれ1個ずつ分離して、その間隙をオーステナイトが埋めていることになる。



第8図 共晶セル中の黒鉛構造

これに対して、ソビエトのBunin氏は、おのおのの共晶セルの中では黒鉛はつながっていて、成長過程で多数の分岐をくりかえしたものと考えた。イギリスのMorrogh氏もこの考えを支持して、1個の共晶セルの立体模型として第8図を示している。つまり複雑な曲面をもった黒鉛片がきわめて数多く分岐して、その間に初晶オーステナイト樹枝状晶と共晶のオーステナイトが埋め込まれていることになる。普通の顕微鏡組織は、図中上部に示したような黒鉛スケルトンの一断面に相当する。またこのような黒鉛の分岐は共晶セルの半径方向への成長速度が大きい場合にはそれだけ分岐も多くなり、したがって顕微鏡観察の際の断面上ではこまかい黒鉛組織がみられることになる。

草川教授たちも深腐食法という方法で黒鉛組織を立体的に観察した。それによると、片状の黒鉛があらゆる方向に接したり離れたりして存在し、普通に行なわれる平面的な観察よりもはるかに連続する部分が多いことを認めている。

またオーストリアのMitsche教授らは薄い鑄鉄試験片にX線をあてて透過X線写真を取り、このあてかたの角度を2種類にかえた写真を重ね合わせて焼付けることによって立体的な黒鉛形状を調べている。その結果もやはり草川教授たちと同様な結論を得ている。

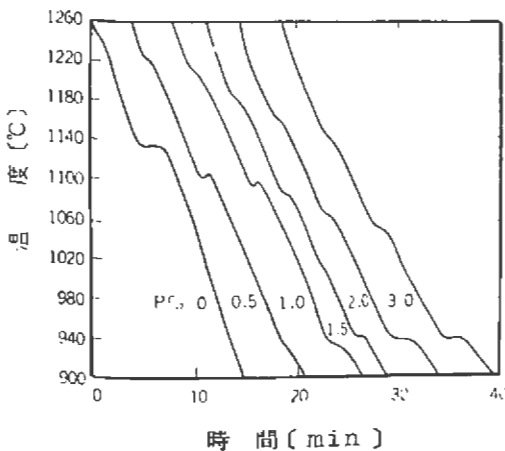
現在では、まえの説よりもあとの説の方が有力とされており、ガス分析をするとき試料がねずみ鑄鉄組織であると、白鑄鉄組織の試料よりも異常にガス量が多く定量されるが、これは試料の黒鉛が連続していて試料保存中にまわりのガスを吸収するためと考えられるし、また潤滑油を用いて摩擦試験をするときに、黒鉛は潤滑油を多量に吸収して材料の摩擦を防ぐ事実など、あとの説で考えた方が考えやすい点が多い。

さて、このようにして共晶セルは成長するが、これにともなって溶湯中の合金元素や不純物元素の偏析がおこる。固体の鉄(オーステナイト)に溶けにくい元素ほど湯の方に押しだされるから、一番最後に固まる場所、すなわち共晶セルの境界に偏析することになる。たとえばイホウを含む鑄鉄の共晶セル境界に硫化鉄(FeS)が形成することや、リンを含むときにはリン化鉄

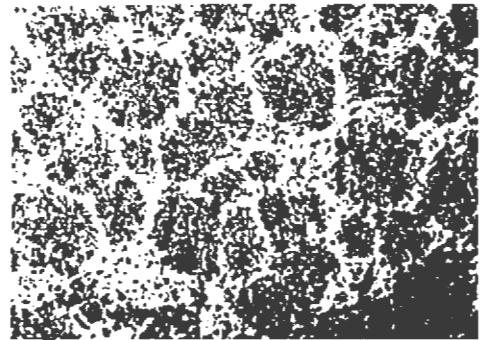
(Fe_3P) とオーステナイトとセメンタイトの三元共晶 (ステダイト) が形成される。

第9図は亜共晶鉄炭素合金にリンを種々添加したときの凝固時の温度変化をしめたもので、リンが増加するにつれて最初の折点 (初晶オーステナイトの晶出) と第2の停点 (共晶セルの凝固) の温度がさがってくる。0.5%以上のリンを含むものでは940℃付近に第3の停点 (三元共晶 (ステダイト) の凝固温度) に相当する。

このようにリンがはいると凝固温度がさがるので鑄型内の湯足が長くなり、いわゆる流動性がよくなるので、薄肉鑄物や模様をはっきりだしたい美術鑄物にはリンがよく添加される。



第9図 リン添加亜共晶鑄鉄の冷却曲線



第10図 鑄鉄の共晶セル組織、
ステッド試菜腐食×30

第10図はこのリンの偏析をあらわすステッド試

菜で腐食した鑄鉄の組織で、低倍率で見ると共晶セルの存在がよくわかる。このような組織では単位面積あたりの共晶セル数をかぞえることができるが、この数がとりもなおさず共晶凝固の核発生数を示すことになる。一般に鑄物の冷却速度が大きいほど共晶セル数は増加し、また共晶セル数が多いものほど機械的強さが大きいとされている。前にも述べたように、共晶セルの中で黒鉛がつながっているとすると、これが小さいほど黒鉛のつながりが少なく、強くなることうなずける。共晶セル数には鑄鉄の成分も影響をもっており、炭素、ケイ素、リン、イオウ、テルル、酸素、モリブデン、ビスマスなどはセル数を増し、マンガン、クロム、チタンなどはセル数を減らす傾向がある。

2. 接 種

鑄鉄浴湯に、鑄込み直前に少量の金属または合金その他を添加して凝固組織の改善をはかる方法がいわゆる接種 (イノキュレーション) である。凝固組織の改善は鑄鉄の場合には主として黒鉛組織で、一般には接種によって共晶セル数が増加し、したがって黒鉛の連続性が少なくなり、

比較的こまかい黒鉛が均一に分布するようになる。そのため機械的性質も向上するから接種という言葉の“種、たね”というのは共晶セルの核というように解釈してよい。

この方法はミーハナイト鑄鉄と呼ばれる強靱鑄鉄をつくる際の重要な操作でそれ以来ミーハナイト法以外でも鑄鉄工場で広く用いられている。一般に接種によってどのような効果が期待されるかという点、まず白鉄化傾向の低下である。強さをだすためにキューボラの鋼屑配合割合を多くしてゆくと、白鑄鉄またはまだら鑄鉄ができやすくなるが、これを防止できる。つぎに共晶黒鉛を均一な片状黒鉛組織にかえることである。薄肉鑄物などで冷却速度が大きくなると、共晶凝固温度がさがり、いわゆる過冷却をする。こういうときには共晶セルの成長速度が大きくなるので、黒鉛の分岐がはげしくおこり、したがって黒鉛組織としてはきわめてこまかくあとで述べるが、このようなときはフェライト組織となりやすく、機械的性質がさがって耐摩耗性が劣ってくる。接種によって共晶セルの核を沢山あたえたとこの過冷却が防止されて共晶凝固温度が上るので普通の片状黒鉛を得ることができる。

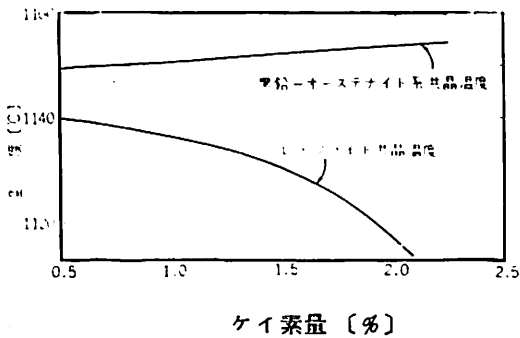
接種剤としては、いま述べた目的には黒鉛化接種剤が用いられるが、これにはケイ素、黒鉛、チタン、ジルコニウムなどがあり、またこれらの合金としてフェロシリコン (Fe-Si)、カルシウムシリコン (Ca-Si)、シリコンチタン (Si-Ti)、シリコンジルコニウム (Si-Zr)、シリコンカーボン (Si-C) などが多く用いられる。

これに対して基地組織を耐摩耗性のよいパーライトにするために、セメンタイトを安定にするような、いわゆる安定化接種剤も用いられ、たとえばマンガン、クロム、モリブデン、バナジウムなどがある。凝固のときに白鑄鉄がでては困るから、普通はケイ素、チタン、ジルコニウムなどの黒鉛化接種剤を併用している。あるいは最初からこれらを合金にした複合接種剤として、シリコンクロム (Si-Cr)、シリコンマンガン (Si-Mn)、シリコンマンガンクロム (Si-Mn-Cr) なども用いられる。

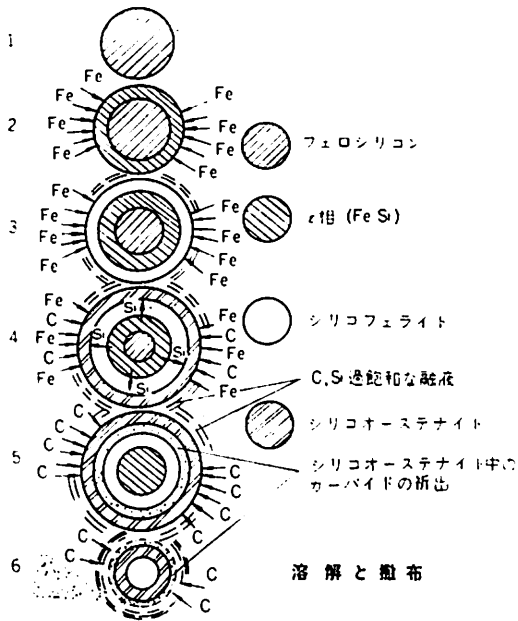
もっとも代表的に用いられるのは Fe-Si と Ca-Si でとくに後者の効果がすぐれているが、溶湯添加時に浴面上で酸化されやすく溶け込みにくい欠点がある。溶湯温度を十分高くしないとうまくはいらない。弗化カルシウムなどの溶剤を併用して、できた表面酸化物を除いてやるとか、 Fe-Si と合金して溶湯に溶け込みやすくしてやるのがよいと考えられる。

普通の接種量は 0.3 ~ 0.5 % 程度であるが、このような著しい効果をもたらす理由を次に考えてみよう。

一般に接種剤にはケイ素が含まれている。鑄鉄中のケイ素は強い黒鉛化作用をもっており、第 11 図に示すように黒鉛とオーステナイトの安定系共晶温度を上昇させ、一方セメンタイトとオーステナイトの白鑄鉄共晶温度を低下させる。そのため、冷却速度が大きくて凝固温度が過冷す



第 1 1 図 共晶凝固温度におよぼすケイ素の影響



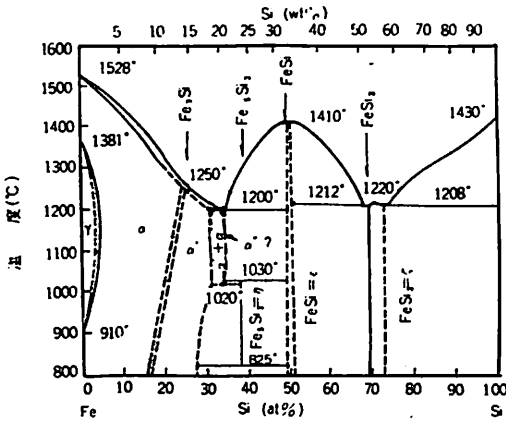
第 1 2 図 フェロシリコンの溶け込み過程

フェロシリコンは炭素を溶け込ますことができるから鉄と一緒に炭素も拡散してくる。接種剤中のケイ素は表面ほど少なくなるから中心から表面に向かって拡散してくる。そしてシリコオーステナイトとシリコフェライトの境界付近で外からきた炭素と中からきたケイ素が出合って化合し炭化ケイ素の微粒子が沢山でき上る(5の段階)。この頃接種剤表面の温度が溶融点以上となって

る場合でも白鑄鉄共晶がおこりにくくなる。しかし接種によって添加されるケイ素はただか0.5%程度であるから、図のような合金効果によって十分に説明することはできない。

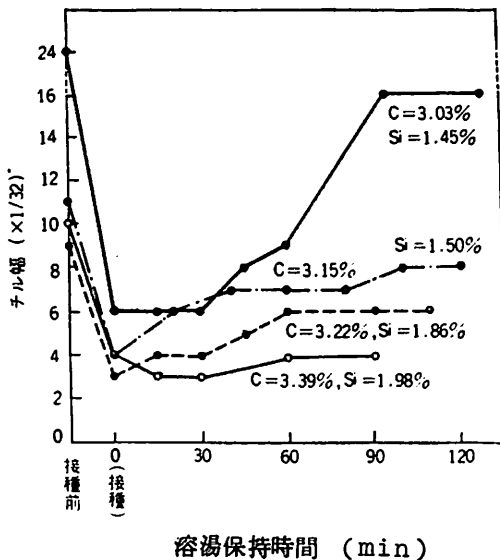
同じ量のケイ素を溶けた状態で溶湯に加えた場合は接種効果はあまり認められない。したがって接種剤は固体の状態で湯に加えられ、これが湯の中に溶け込んでゆく過程で強い接種効果を示すことが考えられる。そのため接種剤の粒度がこまかすぎて、あまり短時間で溶けてしまったり、また湯の温度が高すぎて溶け込み速度がはやすぎたり、添加してから鑄込みまでに長い時間かかったりすると、接種効果は減ってくる。適当な粒度の接種剤を鑄込み直前に加えることが大切である。

Hurum氏はフェロシリコンの溶け込み過程をくわしく調べた。第 1 2 図はその過程を図式的に示したものである。接種剤中のケイ素量を 5.0% とすると、第 1 3 図の Fe-Si 状態図の Fe-Si₂ に相当するわけで、これが固体状態(低温)で湯中にはいる(第 1 2 図の 1 段階)。そうするとその温度が上昇するとともにその表面に湯から鉄が拡散してきて、接種剤の表面に第 1 3 図からわかるように FeSi (ε 相) ができる(2の段階)。さらに鉄が拡散してくると ε 相の外側にシリコフェライト(第 1 3 図の α) が出る(3の段階)。同様にしてつぎには表面にシリコオーステナイト(第 1 3 図の γ) もできる(4の段階)。シリコ



第13図 Fe-Si系状態図

がすべれているのは、添加されたカルシウムが溶湯中の炭素と反応してカルシウムカーバイド (CaC_2) をつくってこれが溶湯中に撒布される。この CaC_2 は Ca^{++} と C_2^{--} のイオン結合体でこの C-C イオンの炭素原子間距離が黒鉛結晶の炭素原子間距離とほとんど同一である (1.42 Å) ことから、 CaC_2 が黒鉛晶出、とりもなおさず共晶セルの核になると説明されている。前に述べた炭化ケイ素粒子のまわりにできた高炭素、高ケイ素の微細領域中に CaC_2 の核があるときわめて容易に共晶セルが発達しやすいことは想像に難くない。

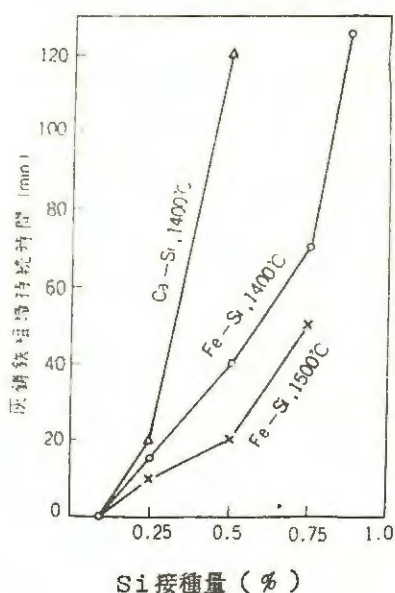


第14図 チル幅と溶湯保持時間の関係

シリコーステナイトが溶けてしまうと炭化ケイ素の粒子は溶湯中に放出され、適当に攪拌されると浴中に広くばら撒かれる。炭化ケイ素の融融点はきわめて高いから比較的長時間固体粒子として溶湯中に懸濁し、そのまわりにケイ素と炭素に富む微細領域をつくることのできる。もしこの炭化ケイ素粒子が共晶セルの核になるとすれば前に述べた接種効果を十分説明できるわけである。

一方Lux氏によれば、いろいろな接種剤の効果を比較すると、Ca-Siあるいはフェロシリコンでもカルシウムを含んだものがとくに接種効果

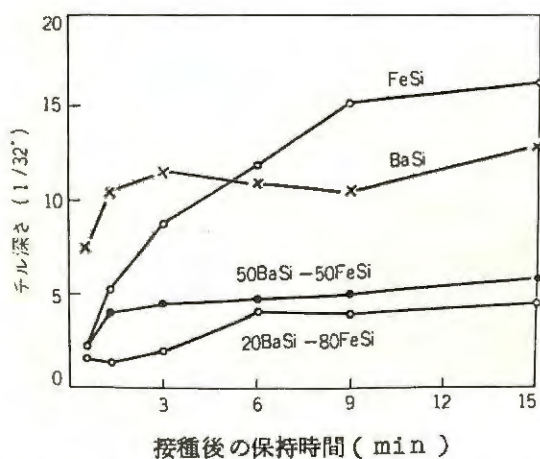
このように接種効果は、接種剤が溶湯中に溶け込んでゆく過程で著しくあらわれるから、接種後長時間溶湯を保持することは好ましくない。接種したらなるべく早く鋳型に注入して凝固させる必要がある。佐藤博士らの実験では、カルシウムシリコンを0.25~0.3%キュボラ溶湯に接種して、その後の保持時間をいろいろ変化して楔鋳型に鋳込み、チル幅の変化を測定した。その結果を第14図に示す。接種直後に鋳込んだものでは、接種前にくらべて著しくチルが減っているが、保持時間の増加とともに次第にチルが増加して接種前のチル幅にもどって



第15図 灰鑄鉄組織の持続時間と接種量の関係

接種効果が增加すると同時に、接種効果の持続時間も増加している。また溶湯温度の高いほど効果の持続性は減少してねずみ鑄鉄組織を示す時間が短縮される。

Fe-SiとCa-Siを比較すると、Ca-Siの方が片状黒鉛組織はこまかく均一で良好な組織が得られる。接種効果の持続時間もこちらの方が長いのは図でみるとおりである。



第16図 接種後の経時変化におよぼすBa-Siの影響

ゆく。この傾向は炭素、ケイ素量の低い場合ほど著しいのがわかる。

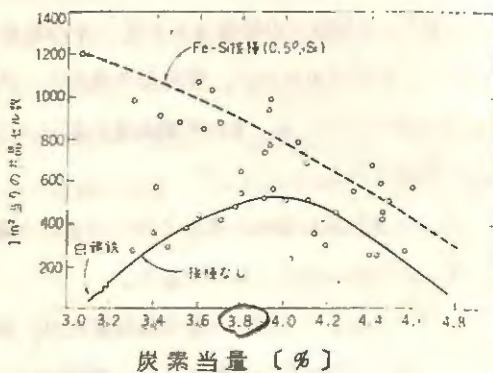
接種剤の量も接種効果に大きく影響する。岡林博士らの実験で、3% C、1.0% Siの溶湯に対してCa-SiあるいはFe-Siをいろいろの量接種し、保持時間をかえて10mm直径の生砂型に鑄込んで接種効果の持続時間をしらべた。接種前は完全な白鑄鉄組織であるが接種によってねずみ鑄鉄となり、その後保持時間の増加とともに、ふたたび白鑄鉄が混在するようになる。この白鑄鉄がではじめる保持時間をたて軸にとり接種量をかえたときの添加されるケイ素量を横軸にとると第15図が得られる。Ca-SiでもFe-Siでも、0.1% Siの接種では接種量が不足でその効果はほとんど認められないが、接種量の増加につれて

このような接種効果の経時変化は、前に述べた接種剤の分散によって溶湯中にできた局所的な炭素、ケイ素の濃度不均一が時間とともに均一化されてなくなるためで、とくに大量の湯を処理して鑄込みに時間がかかる場合に問題になる。この経時変化をおさえる手段としてLownie Jr.氏はバリウムシリコン合金を一緒に加えることをすすめている。3.2% C、2% Siの湯に対してこれとFe-Siを種々配合した接種剤を0.7%接種したのち、1450°Cに各時間保持して冷し金をあてた鑄型に注入

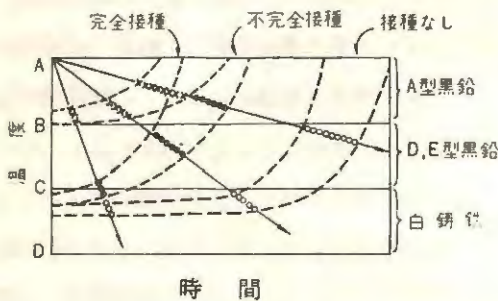
してチル深さを測定している。その結果を第16図に示すが、20%バリウムシリコン合金を配合したとき接種効果の持続性は著しくのびているのがわかる。

さて、接種という操作はミーハナイト鑄鉄の技術から発展してきたことを前に述べたが、一般に鑄鉄の強さを向上させるためには、黒鉛の形状が片状である限りはその黒鉛量を減らすことが第一である。したがって強靱鑄鉄をつくるためには鋼屑の配合量を増して炭素量を下げねばならない。そうすると白鑄鉄が凝固時に混在してくるおそれが出てくる。いま種々の炭素量の湯について接種したものと、しないものの共晶セル数を数えてみた例を示すと第17図のようになる。これはWallace教授の研究であるが、接種しないものでは炭素当量(C%+5%Si%)が3.8%以下で共晶セル数が減少し白鑄鉄になってゆく。これに接種をすると共晶セル数が増加しねずみ鑄鉄になる。とくに炭素当量のひくい強靱鑄鉄の成分で共晶セル数の増加割合が著しいのがわかる。この点をうまく活用したのがミーハナイト鑄鉄における接種操作といえよう。

また凝固温度の方からいうと、炭素当量の低いいわゆる硬い鑄鉄の共晶凝固温度は過冷しやすい



第17図 接種による共晶セル数の変化



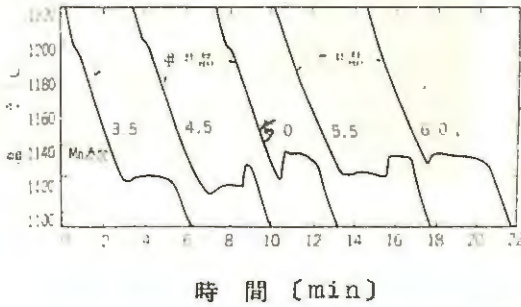
第18図 硬い鑄鉄の接種による凝固温度、時間の変化

く、第18図の説明図で、接種なしの2本の点線の間で共晶凝固がおけるとすると、3本の矢印で示した3種の冷却速度の場合、急冷と中程度の冷却速度では白鑄鉄、徐冷でも過冷した共晶黒鉛または樹枝状間隙黒鉛(D型、E型黒鉛)となり機械的性質は劣る。しかし完全接種したものでは、共晶セルの核が沢山あるから共晶凝固は高温、短時間でおこなうことができるようになり、図の完全接種の2本の点線で示される。そうすると急冷、徐冷いずれの場合でも一様な片状黒鉛(A型黒鉛)として凝固できることになるから、機械的性質も向上し、また肉厚の変化にもなる冷却速度の変化で組織が変わるいわゆる肉厚感度も減少するといふよい結果が得られる。

3. まだら鑄鉄および白鑄鉄の凝固

マンガン、クロム、硫黄などの元素は鑄鉄をまだらあるいは白鑄鉄に凝固させる傾向がある。このような場合の凝固の様子をしらべてみよう。

まず、亜共晶および過共晶のFe-C合金にマンガンを種々加えたときの冷却曲線をとると、



第19図 Fe-C-Mn系合金の冷却曲線

温度が急上昇した点でオーステナイトとセメンタイトの共晶が凝固を開始したことがわかる。これはねずみ鑄鉄の共晶セルが成長するにつれて、残液の方にマンガンが濃縮して、セメンタイト系の共晶温度が上昇し、ついにオーステナイトとセメンタイトの共晶が開始したものと考えられる。後述するように、セメンタイト系共晶の凝固はまずセメンタイトの晶出によってはじまり、しかもこの凝固速度がきわめて大きいので、その凝固熱が急に発生して試料の温度があがる。



第20図 亜共晶Fe-C-Mn(4.5%)合金、レデブライト晶出後に水冷、ビクラル腐食

×130

第19図のようになる。亜共晶成分では3.5% Mn添加までは普通のねずみ鑄鉄の凝固曲線であるが、4.5% Mn添加では共晶凝固の前半でねずみ鑄鉄凝固の停点を示したのちに、急に温度が上昇している。この曲線上の各時期から試料を水の中に急冷して組織をしらべると、前半の停点では前述したようなオーステナイトと黒鉛の共晶セルが凝固しているが、

第20図はセメンタイト系共晶が開始した直後の組織であるが、黒鉛とオーステナイト共晶の先端が割れているのがみられる。これは試料温度の急上昇によって黒鉛とオーステナイトの接触部が再溶解を起したためと考えられる。

これ以上マンガンを増してゆくと共晶凝固前半のねずみ鑄鉄の凝固区間が短くなり、ついに6% Mn添加では第19図からわかるように、最初からセメンタイト系の共晶が起るようになる。試料の組織もまだら鑄鉄の黒鉛の部分が少なくなって白鑄鉄部分が増加してゆく。

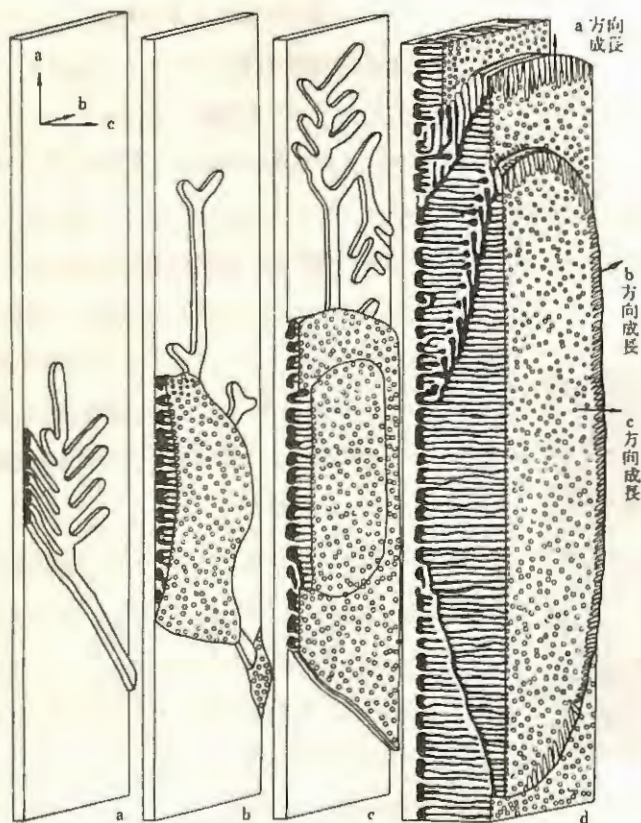
このことは過共晶成分の場合も同様で第19図の冷却曲線に示されている。またセメンタイト系



第21図 垂共晶 Fe-C-Mn (6%)
合金, 共晶初期水冷,
ピクラル腐食 ×65



第22図 過共晶 Fe-C-Mn (5.5%)
レデブライト凝固途中水冷,
ピクラル腐食 ×65



第23図 板状セメントイト上におけるレデブライト
共晶の成長

共晶の凝固開始温度がマンガンの多いものほど高く出ている傾向がある。

第21図と第22図はそれぞれ垂共晶および過共晶成分で、白鑄鉄の凝固途中の組織を示したもので、急冷以前に凝固した組織は粗く、そのときまだ溶けていた部分はきわめて細かい組織になっているので両者を区別することができる。この図から、セメントイト系共晶は、まず白色のセメントイトが板状に晶出して、この表面にオーステナイトが樹枝状に晶出する様子がわかる。

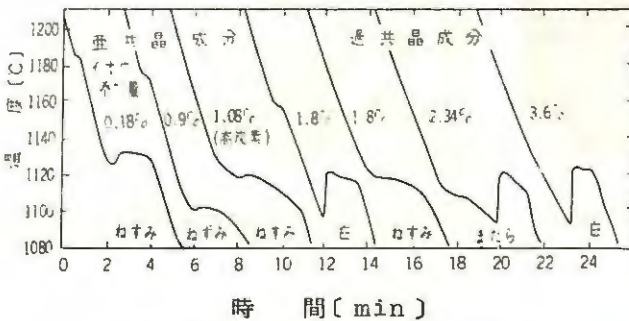
この過程をくわしくしらべたスウェーデンの Hillert 博士⁷⁾



第24図 過共晶Fe-C-Mn(6%)
合金の炉冷組織, ビクラル
腐食 ×65

第23図に示したような成長過程を考えている。つまり板状のセメントイトに平行に組織をみるとオーステナイトは粒状にみえるし、これと直角にみるとオーステナイトは棒状にみえる。実際の白鑄鉄では、板状のセメントイトは勝手な方向を向いて多数晶出しているから、ある1つの研磨面で組織をみると、第24図にみられるようにこれらが混在していたり、これらの中間的な組織にみえるわけである。

つぎにやはり鑄鉄を白鑄鉄に凝固させる傾向をもつ硫黄を垂共晶および過共晶成分のFe-C合金に添加したときの冷却曲線を第25図に示す。



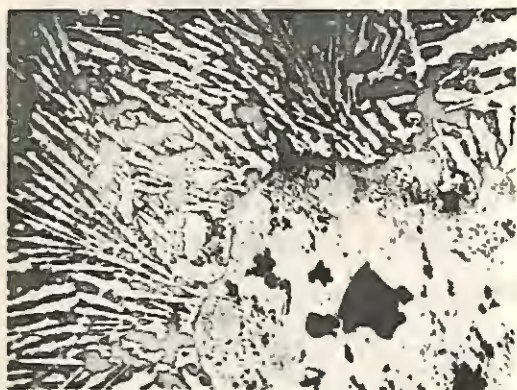
第25図 Fe-C-S系合金の冷却曲線

この場合はマンガンのときとちがいで、硫黄増加とともにねずみ鑄鉄凝固温度が低下し、しかも一定温度を保たずに時間とともに温度が下ってゆく。硫黄はオーステナイトに非常に固溶しにくい元素で、したがって共晶セルが成長すると、硫黄がその共晶セルをとりまく溶湯中に吐き

出され、共晶セル表面をとりかこむことになる。そのため共晶セルの成長がさまたげられ、凝固潜熱の発生がおさえられ、試料の温度がさがると考えられる。

このような過冷がある程度大きくなると、ついにセメントイト共晶温度以下となり、白鑄鉄の凝固がおこる。前の場合と同様にこのとき急に温度が上昇するのが判る。ただし、このセメントイト系共晶の開始温度は硫黄量に関せずほぼ一定で、マンガンやクロムの場合のようにその増加につれてセメントイト系共晶温度が上昇するために白鑄鉄化を示すのではなく、硫黄の場合は前のべたような理由でおこる過冷のために白鑄鉄化の傾向を示すと考えられる。

したがって硫黄の多い場合の白鑄鉄組織は第24図に示したような典型的なものではなく、きわめて多数の板状セメントイトの間にオーステナイトがはさまれた形態をとる。これを第26図に示す。また、このような組織ができつつある様子を第27図に示す。



第26図 過共晶 Fe-C-S (2.3% S 添加) 凝固組織, ピクラル腐食 X65

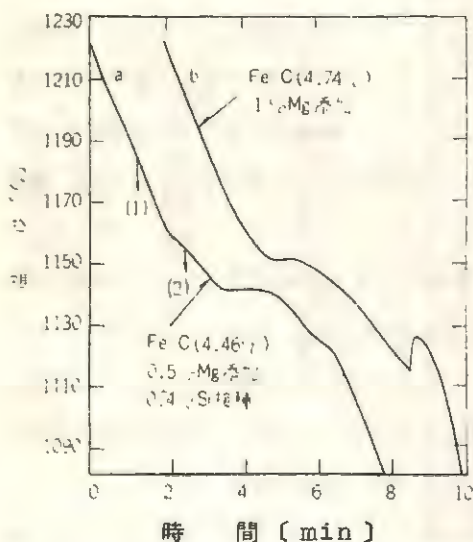


第27図 過共晶 Fe-C-S (3.6% S 添加) 共晶初期水冷, ピクラル腐食 X65

4. 球状黒鉛鑄鉄の凝固

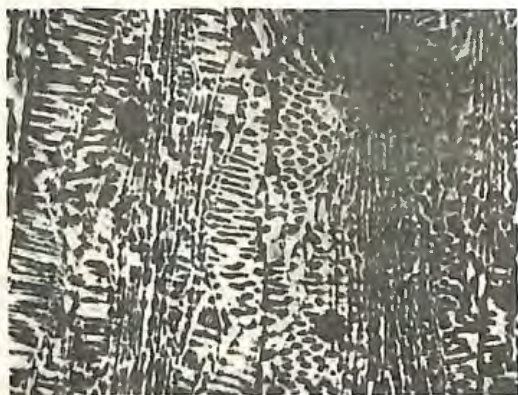
球状黒鉛鑄鉄は普通マグネシウムあるいはセリウムを, 不純物の少ない鑄鉄に添加することによってつくることができる。

そこで, いま過共晶成分の Fe-C 合金にマグネシウムを添加して冷却したときの温度時間曲線を



第28図 マグネシウム処理過共晶鑄鉄の冷却曲線

を第28図に示す。曲線aはマグネシウム添加後ケイ素を接種して球状黒鉛組織とした場合, 曲線



第29図 マグネシウム処理過共晶鑄鉄, 共晶以前水冷, ピクラル腐食 K450

bはケイ素を接種せずに冷却したために球状黒鉛と白鑄鉄の混在した組織になった場合である。

曲線aの(1)で水中に急冷した組織を第29図に示したが、小さな球状黒鉛が急冷以前にはまだ凝固していなかった部分に単独で晶出しているのがわかる。第28図で冷却曲線に折点があったのちの(2)で急冷すると第30にみられるように、これらの初晶球状黒鉛のまわりにオーステナイトが晶出し、さらにこれからオーステナイト樹枝状晶が液体中に伸びている。つづいて停点があられるが、ここではつぎに述べる亜共晶成分の場合と同様に、このオーステナイトの近くの液体中に球状黒鉛が晶出してこれをオーステナイトが取りかこむといった凝固が逐次行なわれる。冷却曲線からわかるように、この過程は低温にいたるまで順次起り、次第に過冷度をまして凝固が進行する。

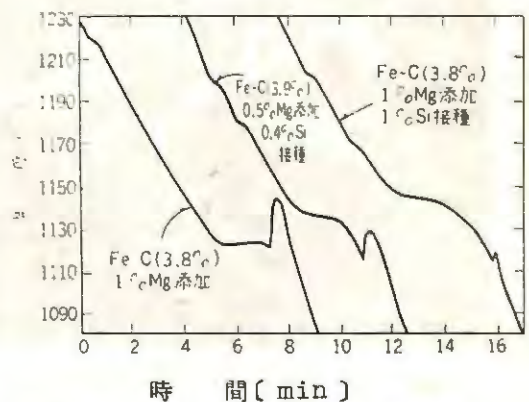


第30図 マグネシウム処理過共晶鑄鉄、
オーステナイトの晶出時水冷、
ピクラル腐食 ×65



第31図 マグネシウム処理過共晶鑄鉄、
まだら鑄鉄組織、ピクラル腐
腐 ×65

ケイ素で接種しない場合には、この過冷のために凝固の終期にセメント系共晶が起って冷却曲線bに示したように温度上昇がみられる。これはケイ素接種をしないと黒鉛粒数が少なくなるためで、このときの凝固組織を第31図に示したが、この場合にもやはり球状黒鉛の晶出はオーステナイト樹枝状晶の近くで行われるので、球状黒鉛がある規則性をもってならんでいるのがみられる。



第32図 マグネシウム処理亜共晶鑄鉄
の冷却曲線

つぎに亜共晶成分の場合の冷却曲線を第32図に示す。ケイ素の接種量を増してゆくと、凝固終期にあらわれるセメントイト系共晶の量が次第に減少するのがわかる。

亜共晶成分では最初に晶出するのは、初晶オーステナイト樹枝状晶で、冷却曲線では最初の折点でその凝固開始が示される。つぎに共晶停点に達すると、第33図に示すように、初晶オーステナイトの近くに球状黒鉛が晶出し、これがオーステナイトによって取り囲まれてゆく。この過程が逐次くりかえされ第34図のように凝固が進行してゆく。

さてこのように球状黒鉛鑄鉄の凝固は、亜共晶、過共晶を通じて、(1)溶湯中から球状黒鉛の晶出、(2)その周囲に共晶オーステナイトの晶出、(3)オーステナイト中での球状黒鉛の成長という3つの段階で進行すると考えられる。

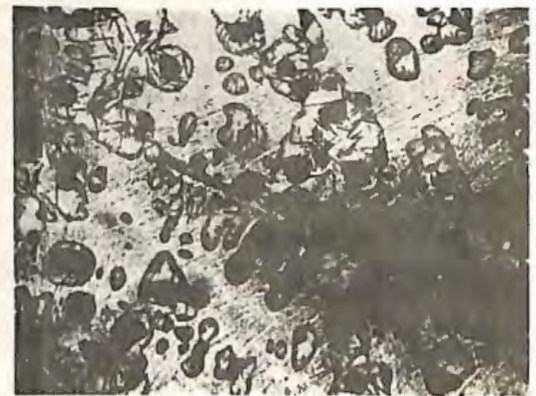
つぎになぜマグネシウムやその他のいわゆる黒鉛球状化剤を溶湯に添加して冷却すると、黒鉛が球状になるかについて考えてみよう。これについては多くの研究者たちが種々の考えを発表しており、まだ完全に確立された理論は得られていない。

まず手始めに黒鉛球状化剤が溶湯に添加された場合の状態を考えてみよう。第1表はマグネシウム、カルシウムの融点と沸点を示したもので、溶湯処理の温度(1,450~1,500℃)ではマグネシウムはガス状態であり、カルシウムでもその蒸気圧はきわめて高いことがわかる。したがって添加時に気化逸散しやすく、また反応もはげしいので、とくにマグネシウムの場合には気密とりべ内で圧力をかけて添加した方が歩留りが向上する。

またマグネシウムやカルシウムはいずれも酸素や硫黄と化合しやすく、この傾向はそれらの酸化物や硫化物の生成エネルギーで比較されるが、これを第2表に示す。



第33図 マグネシウム処理亜共晶鑄鉄、
共晶初期水冷 ビクラル腐食
×450



第34図 マグネシウム処理亜共晶鑄鉄、
共晶中期水冷 ビクラル腐食
×65

第1表 マグネシウム、カルシウムの融点、沸点、蒸気圧

	融点 ℃	沸点 ℃	蒸気圧(気圧)	
			1,300℃	1,500℃
マグネシウム	650	1,105	3.96	11.7
カルシウム	851	1,420	0.37	1.62

第2表 マグネシウム、カルシウムの酸化物、硫化物の生成エネルギー

反 応	生成エネルギー Cal	反 応	生成エネルギー Cal
$\text{Ca} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{CaO}$	152,100	$\text{Ca} + \text{S} = \text{CaS}$	111,200
$\text{Mg} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{MgO}$	145,800	$\text{Mg} + \text{S} = \text{MgS}$	79,400
$\frac{1}{2}\text{Si} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \frac{1}{2}\text{SiO}_2$	102,000	$\text{Mn} + \text{S} = \text{MnS}$	62,900
$\text{Fe} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{FeO}$	65,700	$\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$	23,070
$\text{C} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{CO}$	26,570		

したがってマグネシウムやカルシウムを溶湯に添加すると、溶湯に溶けていた酸素や硫黄はこれらと化合して除かれる。適正な処理によって黒鉛が球状化した場合、鑄鉄中の残留酸素量は0.0005%以下、残留硫黄量は0.02%以下に減少しているのが普通である。

さて、このような作用を示す黒鉛球状化剤を添加された鑄鉄溶湯の性質は、とくにその表面の性質に大きな変化が生じる。いま第35図のように黒鉛板の上にFe-C溶湯の小滴をのせて真空

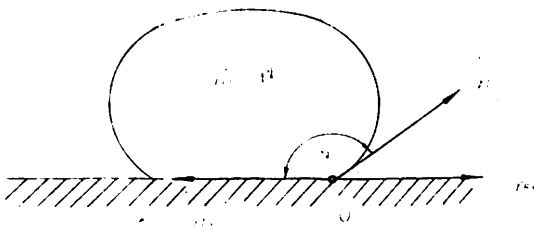
中あるいは不活性ガス中で加熱して一定温度に保持する。小滴と黒鉛表面の接触点Oにおいてつり合っている表面の力を考えると図に示したように、

溶湯とガスとの界面張力 γ_{LG}

ガスと黒鉛との界面張力 γ_{GS}

溶湯と黒鉛との界面張力 γ_{LS}

の3つの力がつぎの式でつりあっていることになる。



黒鉛

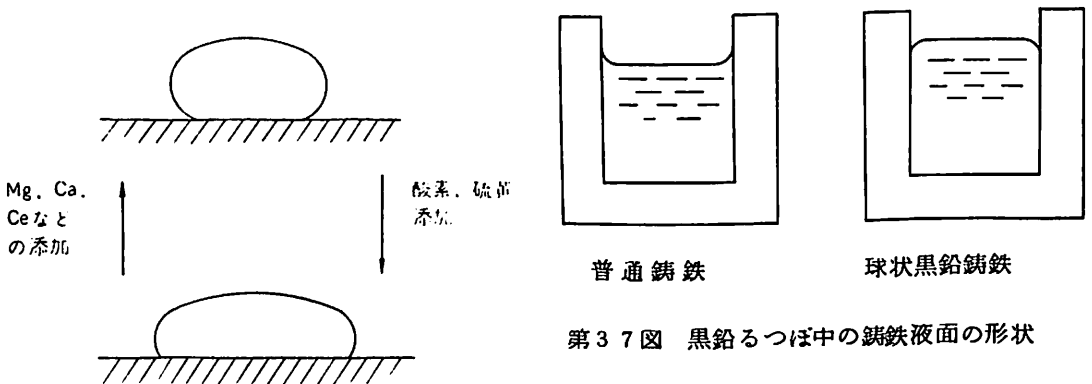
第35図 黒鉛板上の溶鉄小滴の形状

$$\gamma_{LS} - \gamma_{GS} = \gamma_{LG} \cos(180 - \phi)$$

この式のうちで γ_{LG} は小滴の形状から計算で求めることができ、接触角 ϕ も測ることができるので右辺がわかる。また γ_{GS} は溶湯の成分が変化しても変わらないとすると、溶湯の成分変化によって小滴の形状が変化するときには γ_{LS} 即ち溶湯と黒鉛の間の界面エネルギーの変化量を求めることができる。

Taylor博士らの実験では、溶湯中に酸素、硫黄を添加すると γ_{LG} も ϕ も小さくなり、逆にマグネシウム、カルシウム、セリウムなどを加えて酸素、硫黄を除いてやるとこの逆の変化がおこる。この状態を第36図に示す。このことは黒鉛と溶湯との界面に吸着した酸素や硫黄が減少するために、溶湯と黒鉛の界面エネルギーが大きくなることを意味している。

実際に黒鉛るつぼ中で鉄を溶解した場合、第37図のように普通鉄溶湯は黒鉛るつぼ表面をぬらすが、球状黒鉛鉄溶湯はぬらさない形状を示すのは、この界面張力の差によるもので、実験によるとFe-C合金では、1200℃で $\gamma_{LS} - \gamma_{GS}$ の値は890 dyn/cmであったものが、酸素を加えると460 dyn/cmとなり、0.24% S を含ませると630 dyn/cmと低下するが、これにセリウムを添加するとふたたび868 dyn/cmに上昇した例がある。

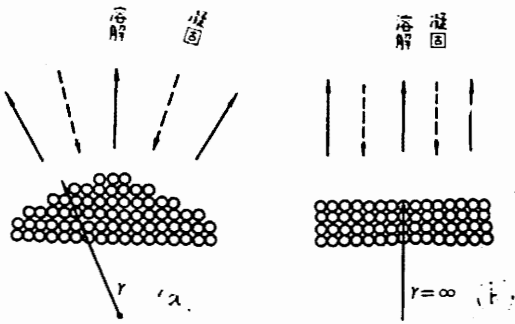


第36図 溶湯処理による溶鉄小滴の形状変化

さて、溶湯が冷却して共晶凝固を開始する段階に達すると、顕微鏡組織で説明したように、まず黒鉛の小さい結晶(核)が発生する。この

核の形は最初はいくつかの原子が集まった非常に小さいものであるからその表面は平らではなく、ある曲率をもった形をしている。仮に半径(曲率) r の球面と考える。

第38図の(a)はその表面付近の原子の並び方を示したもので、(b)は大きく成長した結晶の平らな表面での原子の並び方を示したものである。(a)と(b)を比較すると(a)では1個の表面原子の隣にある原子数は(b)の場合よりも少なく、これは r が小さいほど、したがって核が小さいほど少な



第38図 曲率をもつ界面と平板の界面における溶解と凝固

くなっている。云いかえれば表面原子は(a)の方が(b)よりもゆるく核に結びつけられていることになる。またこの核が成長してゆくためには液体中から核の表面にぶつかってくる原子がちょうど良い場所すなわち結晶の格子点に命中する割合と、核の表面原子が核をはなれて液体中に飛び出してゆく割合との差がプラスになる必要がある。(b)と(a)をくらべると、(a)の方が原子は核から飛び出しやすく、また液体中から命中しにくい状態にある。したがって(a)の核を成長させるためには温度を下

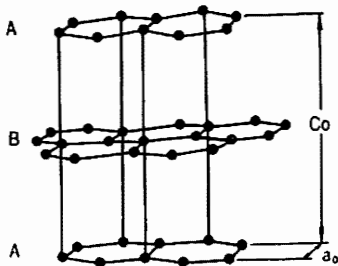
げて原子の飛び出しを抑えてやらないとふたたび溶けてしまう。(b)の状態では大きな結晶が液体中に存在して、表面原子の飛び出す割合と液体原子が表面に命中する割合がちょうどひとしい場合、すなわち溶解も凝固も起らない場合の温度がいわゆる平衡凝固温度(TE)というわけである。

したがって凝固の最初に核を成長させるためにはTEよりも低い温度まで下げてやる必要がある。この温度差を過冷(ΔT)と呼んでいる。第38図の説明で核の表面の曲率が小さければ小さいほど ΔT は大きくしてやらなければ成長できないから、 r と ΔT とは反比例の関係にある。これを式で示すと、

$$r^* = \frac{2\sigma T_E}{L\Delta T}$$

となる。 r^* は ΔT の過冷で成長できる最小の核の表面の曲率で、 L は結晶の凝固潜熱、 σ は核と液体との界面張力である。これからわかるように界面張力 σ が小さいほど、同じ過冷で小さい核でも成長できることになる。球状黒鉛と湯との界面張力は普通鑄鉄の場合よりも大きいこと

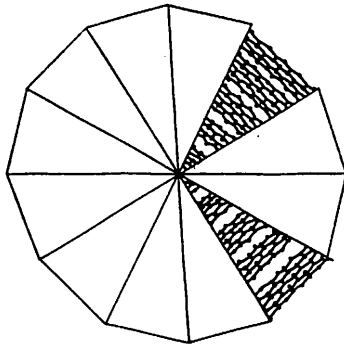
を述べたが、そのために前の冷却曲線で球状黒鉛鑄鉄の共晶凝固は過冷しやすいのであろう。



第39図 黒鉛の結晶構造

さて黒鉛の結晶構造は第39図に示すように、正六角形の炭素原子環からなる蜂の巣状の網平面を平行に積みかさねた層格子で、層面内の各原子は70~80 Kcal/molの結合エネルギーで固く連結されている。これに対して層面に垂直な方向では原子間距離も遠くたかだか4 Kcal/mol

の弱い結合エネルギーで積み重なっている。このように結晶の方向によって著しく構造がちがうので、黒鉛の結晶成長方向としては結合エネルギーの大きい層の方向に主として行われる。これが普通の片状黒鉛に相当する。黒鉛結晶の表面を考えると層面内の原子はたがいに強く結びあって結合手は全部ふさがっているが、これと直角な面（柱面）内の原子は結合手が表面で遊んでおり、これが界面張力の原因となるので、黒鉛と溶湯との界面張力は層面内で小さく、これと直角の柱面内で大きくなる。前者が 119 erg/cm^2 に対して後者はこの約 10 倍という値が出されている。

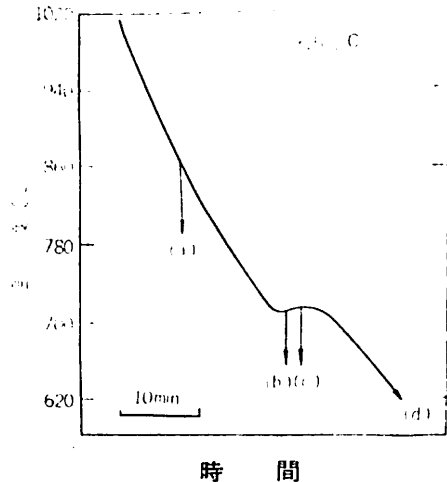


第 40 図 球状黒鉛結晶の配列模型図

ている。

球状化処理をした場合、黒鉛核と溶湯は界面張力が高く互いにぬれないので、黒鉛は界面張力のもっとも小さい面すなわち層面を溶湯に接するように、しかも単位体積当りの表面積をもっとも小さくするような形、すなわち球形に成長すると考えられる。第 40 図はこのようにして成長した 1 個の黒鉛球を示す。

これがある大きさに成長すると黒鉛周囲の溶湯中には炭素原子が不足し、ここに共晶の相手であるオーステナイトが晶出して黒鉛を取り囲んでしまう。そうすると溶湯と黒鉛はオーステナイトでへだてられてしまうから、その後の成長はオーステナイトを通して炭素が拡散することによって行われる。つまり片状黒鉛の場合のように黒鉛と溶湯が接触していると、つぎつぎと連続的に黒鉛の分岐をくりかえしながら成長して、大きな共晶セルを形成することができるが、球状黒鉛鑄鉄の場合には、さらに共晶凝固を進めるためにはこれまでの過冷では成長できなかった小さい核を新しく成長させねばならない。このためにはさらに過冷が必要となり、冷却曲線でみられたように凝固進行とともに温度がさがってゆく。球状黒鉛鑄鉄が一般にチルしやすいのもこの過冷の増加によると考えられる。

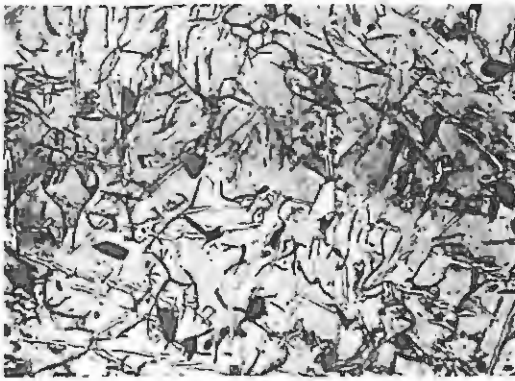


5. 基地の組織形成

鑄鉄の基地組織は特別な熱処理や特殊元素の

添加などをしない場合には、パーライトあるいは

第 41 図 共析変態付近の Fe-C 合金冷却曲線



(a) 850℃水冷 ×65



(b) 共析初期水冷 ×130



(c) 共析中期水冷 ×130



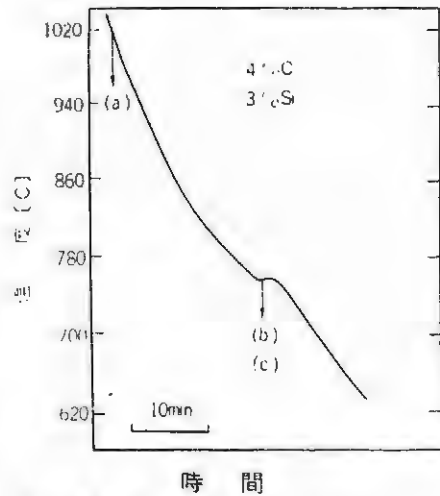
(d) 炉冷組織 ×130

第42図 Fe-C合金の共析変態，ピタル腐食

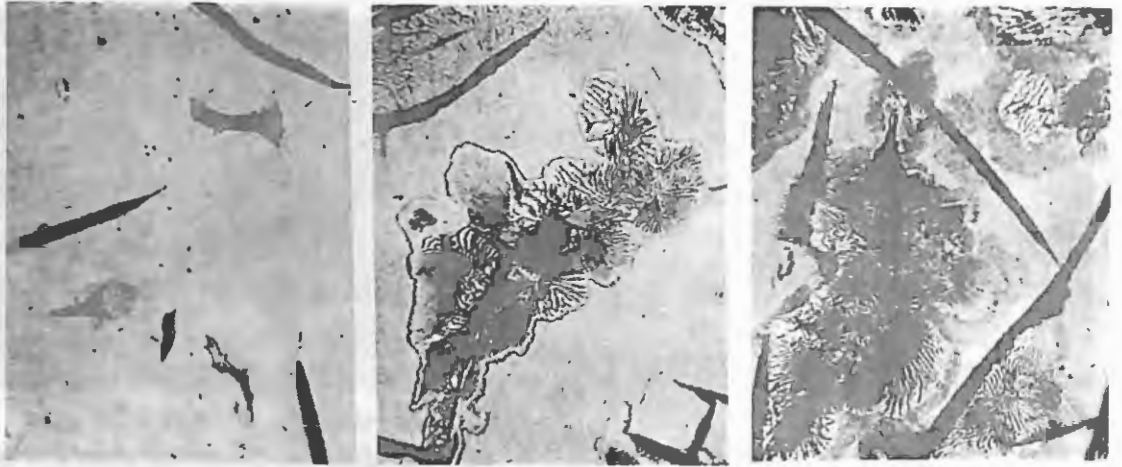
はフェライトまたはその両方で構成されるのが普通である。

いま、3.5% CのFe-C合金を凝固させたのちの冷却曲線第41図に示す。720℃付近に停点があらわれているが、これが凝固時に晶出したオーステナイトが共析変態を起したときの発熱を示している。変態がどういう順序で起るかをしらべるために、第41図の矢印の点で試料を急冷して顕微鏡組織をしらべたのが第42図である。

これからわかるように、ケイ素を含んでいな



第43図 共析変態付近のFe-C-Si合金の冷却曲線



(a) 1020℃より水冷 ×600 (b) 共析初期水冷 ×600 (c) 共析初期水冷 ×600

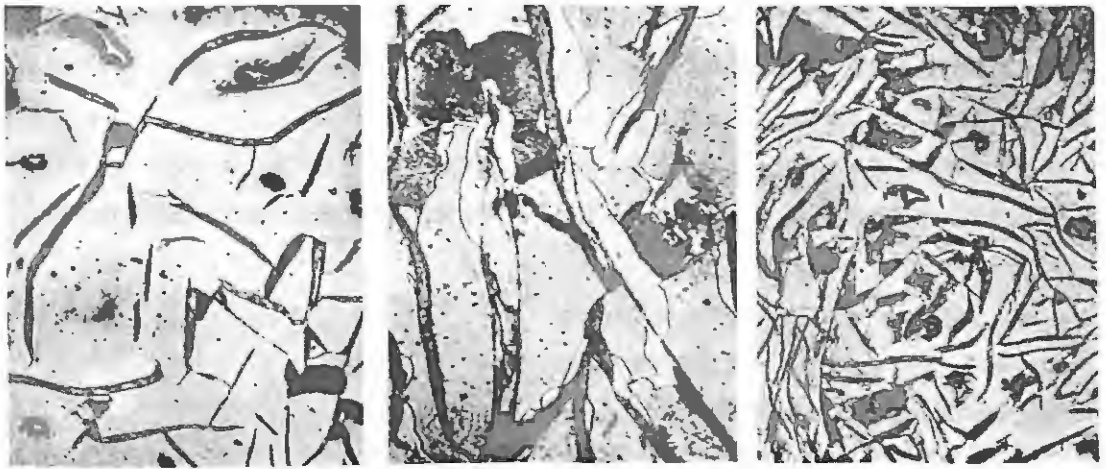
第44図 Fe-C-Si合金の共析変態、ピクラル腐食

いFe-C合金では、冷却につれて初析セメンタイトがオーステナイト中に針状あるいは板状に析出し(a)、共析温度に達するとこの初析セメンタイトを核として、フェライトとセメンタイトが層状に積みかさなったパーライトが発生する(b)。これが時間の経過とともに基地中にひろがり(c)、結局(d)に示すように、針状あるいは板状セメンタイトとパーライトの組織となる。

ケイ素を含むFe-C-Si合金の場合には、同様に第43図の冷却曲線について調べると、共析変態の順序は第44図のようになる。すなわち試料の冷却につれて(a)に示すように片状黒鉛の間げきのオーステナイト中に塊状のセメンタイトが析出し、これはケイ素を含んだ試料であるから時間の経過とともに黒鉛化を起すこともあり、(b)に示すように一部塊状黒鉛となるが、共析温度に達すると、このセメンタイトを核としてパーライトが析出する。また(c)に示すように、初析セメンタイトが共析温度に達するまでに黒鉛とオーステナイトに分解してしまう場合には、このオーステナイトが共析温度でまず微細なパーライトに変態し、これがパーライトの核としてはたらくのが観察される。

つぎに4.2% C, 1.5% Si, 0.3% Mnを含む木炭鉄を試料にして同様な実験を行なうと、共析変態の順序は第45図のようになる。すなわち、この場合には冷却につれてオーステナイト中にセメンタイトの析出はみられず(a)、共析温度に達すると黒鉛の周囲に多数のフェライトが核発生する(b)。このフェライトがある程度発達したのちに、フェライトとオーステナイトの境界にパーライトがあらわれ(c)、これが共析変態終了まで成長する。

このようにフェライトは黒鉛のまわりから発生するので、黒鉛がフェライトで囲まれ、残りがパーライトという組織が普通よくみられるわけである。また共晶状に細かく多数の黒鉛が分布し

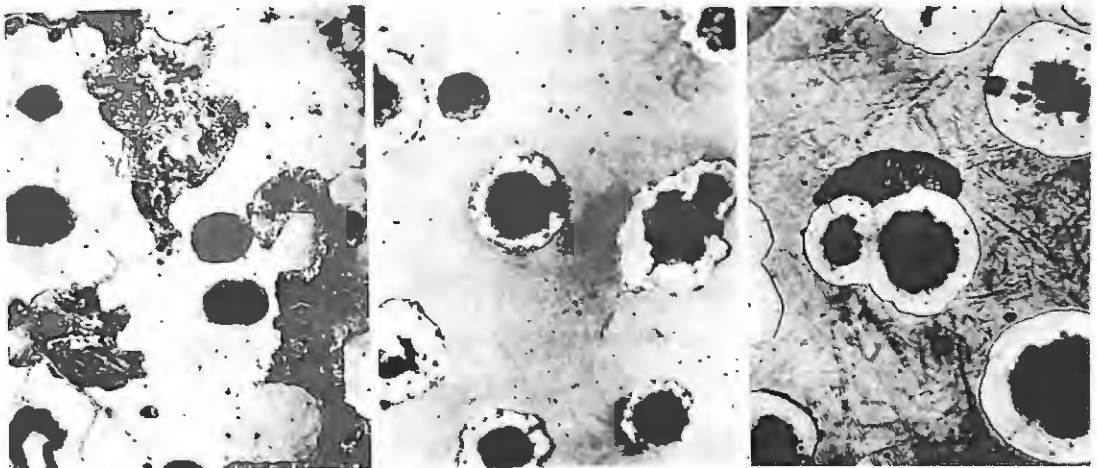


(a) 990℃より水冷 ×130 (b) 共析初期水冷 ×240 (c) 共析中期水冷 ×65

第45図 木炭銹鑄鉄の共析変態，ピクラル腐食

ているいわゆる共晶黒鉛鑄鉄や，バラ状黒鉛の中心部，あるいは急冷をうけて黒鉛が細かくあらわれる鑄物の鋤肌直下の部分などにフェライトがよくあらわれるのも，これら黒鉛がフェライトの核としてはたらくためと考えられる。

球状黒鉛鑄鉄の場合も同様で，第46図に示すように，パーライトは黒鉛間げきのオーステナイト中に析出した初析セメンタイトを核として析出し(a)フェライトは球状黒鉛を中心として生成



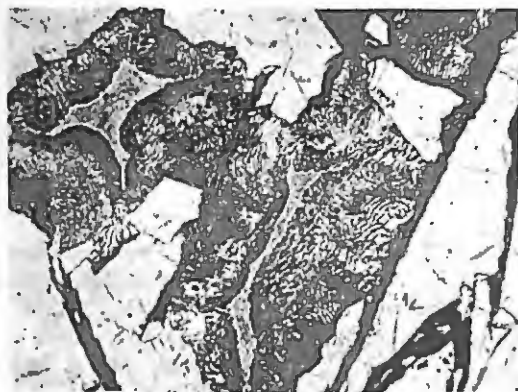
(a) Fe-C(4.4%)合金，共析初期水冷 ×130 (b) Fe-C(4.4%)-Si(2.4%)合金，共析初期水冷 ×240 (c) Fe-C(4.4%)-Si(1.0%)合金，共析中期水冷 ×320

第46図 球状黒鉛鑄鉄の共析変態，ピクラル腐食

する(b)。またフェライトとパーライトが共存する場合には、まず黒鉛のまわりにフェライトが生じ、これがある程度発達したのちに、フェライトとオーステナイトの境界部からパーライトがあらわれる(c)。このようにしていわゆるブルスアイ組織が形成される。

また鑄鉄中にリンが含まれると、前述したように凝固の最後にリン化鉄とセメントライトとオーステナイトの三元共晶、いわゆるステダイトが、共晶セルの境界部に析出するが、共析変態の際にはこれがパーライトの発生核になる。

第47図にステダイトを中心にして発生したパーライトを示す。したがって黒鉛が細かに晶出しやすい共晶セルの中心部は前に述べたようにフェライトが出やすく、ステダイトが出ていくことが多い共晶セルの境界部にはパーライトがでやすいことになり、これが鑄鉄の破面によく現われる網目組織の原因の1つと考えられる。



第47図 リンを含む鑄鉄の共析中期
水冷組織
村上試薬腐食 ×360

鑄鉄について

— 定義, 化学組成, 機械的性質 —

新日本製鉄株式会社製鉄所

研究所兼管理部課長

工博 千田昭夫^{*}

I 鑄鉄の定義

鑄鉄とは化学組成上からいえば, Feと1.7%以上のCとからなるFe-C合金をいう。実際にはこのほかにSi, Mn, P, Sなどの元素を若干含む複雑な多元合金とも考えられる。

顕微鏡組織上からみると黒鉛やセメントタイト(Fe_3C)やパーライト, ステダイトやMnSなどの結晶を混在している複雑な組織の合金である。

したがってその性質もきわめて多種多様であって現在用いられている鑄造用金属材料のうちでは使用量が多く, 性質も用途も幅広いきわめて興味深い材料といえる。

破面の色によってねずみ鑄鉄, まだら鑄鉄, 白鑄鉄などの種類があり, また性質によって可鍛鑄鉄, チルド鑄鉄, 強靱鑄鉄(延性鑄鉄)などの種類にわけられるが, 最も広く用いられ一般的なのはねずみ鑄鉄である。

Wittmoserは鑄物に用いられるFe-C合金を図1・1のように3種類に分類している。

Wittmoserは現在の鑄造用Fe-C合金の全使用量を100とすると鑄鉄鑄物は80にあたるといっており, Collierは90とのべている点からみても鑄鉄の応用性のきわめて大きいことがわらう。

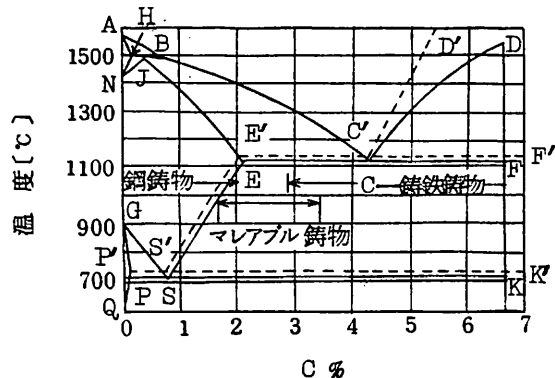
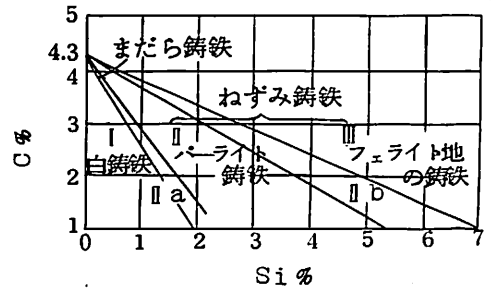


図1・1 Fe-C状態図からみた鑄造用Fe-C合金の区分(Wittmoser)

* 本協会評議員, 東北支部理事, 同鑄鉄部会主査

○ Maurerの組織図

鑄鉄の組織はCとSiの含有量の相互関係に支配される。この関係を図示したものがマウラーの組織図である。これは一定の冷却条件下でつくられたもので、冷却速度が違えば全体として図の諸線がずれるわけで、早ければ右方、おそければ左の方に移動する。



Ⅱ a...パーライト鑄鉄に白鑄鉄が混在する鑄鉄
 Ⅱ b...パーライト鑄鉄に遊離フェライトの混在する鑄鉄

図1・2 Maurer鑄鉄組織図(Maurer)

Ⅱ 鑄鉄の化学組成と含有元素の影響

1 炭素(C)

鑄鉄に含まれているCは3.0～3.8%の範囲のものが多い。ねずみ鑄鉄ではCの量の約80%が黒鉛の形で存在し、残りの20%が鉄と化合して炭化鉄の形でパーライト組織をつくって含まれる。これを化合炭素C.Cと呼ぶ。黒鉛G.CとこのC.Cを合せたものを全炭素T.Cと呼んでいるが、普通はCで表わしている。

鑄鉄のいろいろな性質にいちばん影響の大きい元素はCとSiである。これにくらべると他の元素たとえばMn, P, Sなどの影響は少ない。

Cの最も大きい影響は鑄鉄の溶融点を下げることである。図1・1に示すようにCが4.3%で最も溶融点が低くなる。さらにSiが共存すると図1・1は多少変わって、Siが増加するにつれて、共晶点Cと共析点Sは図1・1に示したよりはその温度が上り、その位置もCの少ない方(左の方)にずれる。

図2・1はFe-C-Siの3元立体状態図をSi2%の垂直面で切った切断状態図を表わすもので、これらのことがよくわかる。

鑄鉄の最も大きな特色である鑄造性のよいという根本にはCが多いという点にある。それはCが上述のようにその凝固点を下げ流動性をよくするためであり、複雑な構造の薄肉の鑄物にも適しているのもそのためである。もう一つの特色は黒鉛化作用によって遊離黒鉛を析出し、凝固中の収縮を減少して比較的残留応力の少ない健全な鑄物をつくりやすくする点である。他方強靱性の上からいうとCが多いことと、黒鉛析出量の多いことは脆弱性を増すために好まし

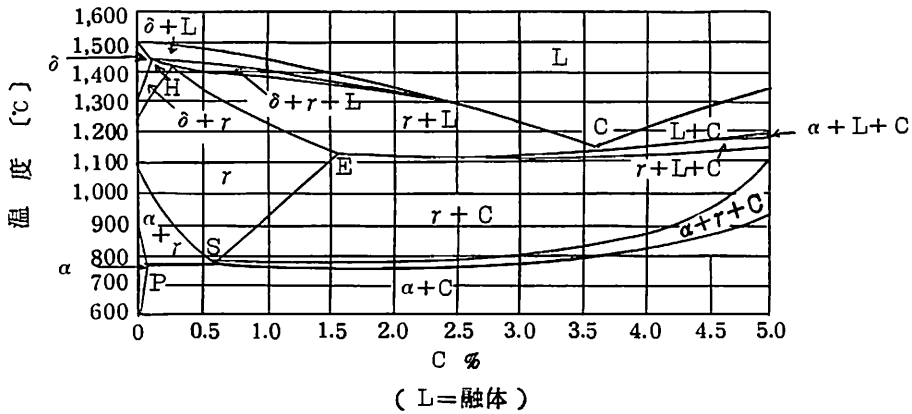


図 2・1 Fe-C-Si 3元状態図 (Si 2%)

くない。それで強靱性を必要とする場合は、流動性が阻害されたり、凝固中の収縮が増してもこれを溶解温度を上昇せしめたり鑄造方案を改良することによって、Cの量の概して少ない鑄鉄を採用するのが原則となる。その限度は2.8% C程度であろう。Cが3%以下になると形状の簡単な鑄物は別として、肉厚不同の程度の大な、また使用荷重の変化のある、たとえばディーゼル機関のピストンのような場合にはかじりつき現象や、熱応力発生によってリップの根本に亀裂が発生したりしてかえって使用結果がわるかったという実例が多い。

最近のように強靱性だけに重きをおいて鋼屑を多量に配合して溶解した鑄鉄が、加炭量が予定よりも下っていて、3%を下回る低炭素の溶湯が出て、これで鑄込まれた製品が鑄造後、不良率を増し、また加工後に不良箇所が出て廃却される例の相当あるのはしばしば経験するところである。なんといっても鑄鉄の組成で最も大きな影響をその性能と生産の両面にもっているのがCであること、したがってその巧みな選び方が実際には非常に重要なことを知るべきである。

なおCはその量のほかに析出する黒鉛の形状が鑄鉄の諸性質に大きな影響もっている。黒鉛は方向性のない均等な、形がよく伸びた適当な大きさのものが析出している、いわゆるA型黒鉛がのぞましい。一定の方向性をもつ、たとえば樹枝状晶のまわりに析出しているE型の黒鉛は強さはあっても靱性や耐摩耗性の上から不適当な組織といわれている。

Cの重要性を比較するときよく炭素当量C・Eと炭素飽和値Scの2種の用語が用いられる。いずれもCとSiあるいはPの3者間の関係で示されるもので、強さの判定や肉厚感受性の予

測などに用いられる。

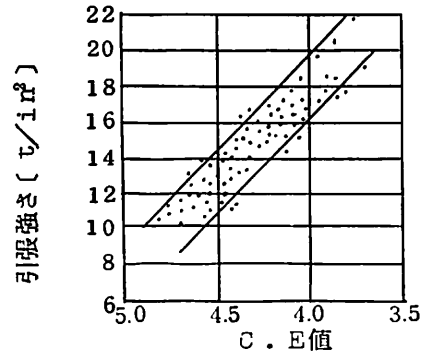
$$\begin{aligned} \text{たとえば} \quad C.E &= 4.3 - 1/3 (Si + P) \\ S_c &= T.C \div (4.24 - Si/3.2) \end{aligned}$$

一般にC.Eの値が低くなると鑄鉄の強さ、硬さは上り、冷却速度の影響が少なくなる。

図2・2にC.T. Angussの試験結果の一例を示す。

またSc値は0.9~1.0のときに鑄鉄は全パーライト地の強靱なものが得られ、1より大きいと強さは下る。また0.9より低いSc値のときは強さは増すが硬くなりもろさを増す。しかしこれらのことはどこまでも一応の目安であって、鑄鉄の強さやその他の性質、たとえば摩耗抵抗性や耐水圧性などについては用いる銑鉄や、溶解温度などの影響を受け

ることが大きいので単にC.EやScにのみにとられることは試験片の強さを論ずるときはさておき、実際の鑄物製造の上ではあまり神経質に考えなくてもよいと思う。



(試験片の直径0.875in)

図2・2 鑄鉄の引張強さとC.E値の関係(C.T. Anguss)

2 ケイ素 (Si)

鑄鉄に含有されるSiはFeに固溶され硬さを増す作用をもっているが、それよりもSiは化合炭素C.Cを分解して黒鉛化させる作用が大きい。

すなわち、他の条件が同じときは、Siが増すほどC.Cが減りG.Cが増加する。鑄物製造の場合Siの調整を第1として鑄鉄の加工性を考えるのもこのためである。またC.CとG.Cの間には冷却速度も大きな影響をもっているため、鑄物の肉厚とSiの間にも、ある関係が存在する。すなわち肉厚の大きい、冷却速度のおそい鑄物の場合にはSiを低くしておかないと析出するG.Cが多くなるから粗粒になるので、かなり低ケイ素の組成を必要とする。これらの関係についてWüstは鑄物の肉厚とSi量との間に表2・1のような値を出している。

なおSiは共晶炭素量や共析炭素量を低下させ、共析温度を上昇せしめる(図2・1参照)。そのためSi 4~6%を含む鑄鉄は耐熱性が良好になり、しばしば耐熱鑄物に應用される。

表 2・1 鑄鉄鑄物の肉厚と Si % (Wüst)

鑄物の肉厚 (mm)	< 10	10~20	20~30	30~40	40~90	90~120
Si %	2.30~ 2.50	1.90~ 2.30	1.90~ 2.10	1.70~ 1.90	1.50~ 1.70	1.20~ 1.30

3 マンガン (Mn)

一般に鑄鉄には 0.4 ~ 0.9 % 位の範囲で Mn が含有されているが、この程度では組織的にも強さの上でもほとんど変化が認められない。この含有された Mn の一部はフェライト中に固溶し、残りの大部分が炭化物 Mn_3C をつくって炭化鉄の中に固溶し、その安定度を増すものと考えられている。Mn 1 % まではその度合いはいちじるしくないが 1.5 % をこえると、高温で加熱、冷却を繰り返すとき、パーライトの分解が阻止される傾向を増すので耐熱性からいえば好影響を与える。また Mn は S との親和力が強いから FeS と作用して MnS をつくり、これが比重が軽いので浮上しスラグ中に入るため、脱硫作用がけんちである。一般に脱硫に必要な Mn 量は S の 2 倍に 0.3 % 余分に加えた量がよいとされている。たとえば S が 0.15 % 含有されている場合には $0.15 \times 2 + 0.3 = 0.6$ % の Mn が必要量とされている。なお Mn は酸素に対しても親和力がつよいので溶湯中の酸化鉄の還元作用もつよい。たとえば強靱鑄鉄を溶解するとき鋼くずなどを多量に配合するが、出湯時またはキューボラ装入時にフェロマンガンを適量添加することにより清浄な湯を得ることができる。また Mn が多いと Si 量の酸化損失を低下せしめることもできるので低ケイ素の配合のときは多小高目の Mn 配合がのぞましい。Mn が多くなり Si と同じくらいの量になると $MnSiO_2$ の化合物ができ、これが混在されると性能をわるくするともいわれているが、一般的な話とはいいきれない。

4 リン (P)

鑄鉄中に含有される P は Fe_3P (ステダイト) を形成して、フェライト、炭化鉄と一緒に 3 元共晶ステダイトとなって存在する。その共晶温度は $980^\circ C$ 、組成は 9.15 % Fe、1.96 % C、6.89 % P である。 Fe_3P は過冷しやすく鑄物のように比較的にはやく冷却されるものでは偏析を起こしやすい。そのため P が 0.12 % 程度の鑄鉄鑄物でもステダイトの析出が認められることがある。鑄鉄の共晶炭素量は炭素当量 C . E の式からもわかるように P が多

くなるほど低下する。たとえばPが2%のとき約3.5%, Pが10%のとき約1.5%に下る。またPが多いと化合炭素C・Cの量が増す。ステダイト中のFe₃Cは加熱によっても分解しにくい性質があるので、よく長時間加熱冷却を繰り返した鑄鉄の組織を調べると、ステダイトのセメントタイトが分解せずに完全に残っているのが認められる。鑄鉄はPの含有量を増すほど硬く、かつもろくなり引張強さも急速に低下する。表2・2はキューボラ浴湯にリン化鉄を添加して、P含有量と引張り強さとの関係を示したものである。

表2・2 鑄鉄のP含有量と引張り強さ

№	T・C	Si	Mn	P	S	B・H・N	T・S (kg/mm ²)	抗折荷重 (kg)	たわみ (mm)
1	3.15	1.65	1.49	0.196	0.090	215	29.15	2200	3.90
2	3.14	1.66	1.50	0.322	0.093	225	28.13	2080	3.60
3	3.07	1.59	1.42	0.800	0.062	255	20.92	1615	3.00

表2・2からわかるように高マンガン鑄鉄の場合は特にPの影響がけんちんに現われる。鑄鉄のPが多くなると浴湯の流動性が良くなることは古くからよく知られており、よく美術裝飾用鑄物には1%あまりの高リンの浴湯が用いられたが、Pが0.5%程度まではそう流動性がめだって良好になるとは思われず、むしろC量が少し増したときの流動性の増加の方が大である。

5 イオウ (S)

Sは鑄鉄の中ではFeSの形で含有されるが、Mnが相当量存在すると前記のようにMnSの形で混在する。FeSの形で含有される場合は、鑄鉄は凝固後白銹組織になりやすく、硬点を生じやすい。流動性もわるくなり、収縮も多くなり、引け巣や亀裂発生の原因ともなるのでSは昔からいちばん有害な元素とみなされていた。MnSの偏析や、薄肉部のチル化現象などを考えると、できればSの最高限は0.12%くらいに止めるよう溶解に配慮が必要であろう。耐熱、耐食性を必要とされる鑄物にはできるだけ低イオウの溶銹がのぞましい。球状黒鉛鑄鉄製造の場合にはなおさら低イオウでなければならない。

6 その他の元素

上述した元素以外に銅 (Cu) はケイ素と同様に黒鉛の生成を助ける作用があるが、その影響はケイ素にくらべて弱い。少量の銅は黒鉛組織を良好にし、薄肉部のチルを防止する。しかし溶解度の関係で加えるとしても1%以下に制限される。コバルト (Co) もほぼ同様に作用する。ニッケル (Ni) の作用はほぼ銅と同様で、しかもそれより組織に対して好影響を与える。アルミニウム (Al) はケイ素と同様に少量でも黒鉛の生成を助ける作用があるが、多量に加えるとかえって黒鉛生成を妨害する。ただし一般にアルミニウムは溶湯の表面に酸化膜をつくって湯流れを悪くするので、特殊の目的をもつ場合のほかはあまり使わない。銅、ニッケル、コバルト、アルミニウムなどはいずれも黒鉛化元素であるから凝固に関してはまえに述べたケイ素と同様と考えてよい。

一方マンガンと同様に黒鉛生成を阻止してセメンタイトを出しやすくする元素としてはクローム (Cr)、タングステン (W)、モリブデン (Mo)、バナジウム (V) などがある。クローム (Cr) はマンガン以上に強力に黒鉛の生成を阻害する作用があり、普通鑄鉄で0.3%以上加えるとならずレデブライトが現われるので注意しなければならない。なおCrは鉄と複炭化物をつくり、それが安定なためこれを鑄鉄中に入れると耐熱性をいちじるしくよくする。W、Mo、VなどもCrと同様の影響を与えるが、その作用はCrにくらべて弱い。一般にセメンタイトを安定にするものはセメンタイトに固溶するか、あるいは複炭化物をつくるもので、これらは遊離のセメンタイトだけでなくパーライトのセメンタイトをも安定にするため、フェライトを生じにくくする。またCr、V、Mo、Niなどはパーライトを細かく硬くし、同時に黒鉛も細かくする。そこでこれらを単独に、あるいは組み合わせて鑄鉄中に添加していろいろな目的に適合するような組織にしている。

なおスズ (Sn) はSi、Al、Niなどと同じく黒鉛化を促進する元素であるが、溶湯から晶出する黒鉛を大きくするにもかかわらず、あとのフェライトの析出をいちじるしく妨害するので、その点がSiやAlと違っており、またSn 0.1%程度を加えることにより硬さと強さが向上する。

7 微量元素，特殊元素

近年、球状黒鉛鑄鉄が発明され、セリウム (Ce)、マグネシウム (Mg) などの元素を添加することにより黒鉛組織、ひいては凝固機構に大きな変化を与えることが知られ、また微量のビスマス (Bi)、テルル (Te) などの元素がねずみ鑄鉄を白鑄鉄化したり、さらにチタ

ン (Ti) を含有する場合に CO_2 ガスを吹き込むと共晶状黒鉛組織になり、これに H_2 を通すと組織が変わることなどが知られてくるようになって、鑄鉄における微量元素およびガスの影響が問題にされるようになってきた。しかしこれら微量元素は通常の化学分析ではその差を判別するのが困難な程度の量である。微量元素の影響については、まず S についていえば、S は前に述べたように一般に鑄鉄を白鑄鉄化させる傾向をもつといわれてきたが、純 Fe-C 系合金にきわめて微量の S を添加した場合は、その影響はもっと複雑になる。すなわち少量の試料を使って一定の冷却速度で実験した結果、S を含まないか、あるいは極微量含む純 Fe-C 合金は細かい組織をもった白鑄鉄であるが、S がわずかに増すと組織は共晶状黒鉛となり、逆テールが現われてくる。さらに S が増加して約 0.01% くらいになると黒鉛は粗く片状黒鉛になり、それ以上増すと再び黒鉛組織は細かく共晶状となるが、同時に白鑄鉄が混ってきて S 0.1% くらいになると全く白鑄鉄になるという。ただし、S のない白鑄鉄と S を含む白鑄鉄とはその組織は違っており、前者では細かいレデブライトであるが、後者では組織が粗大でその Fe_3C は鋭い形をしている。テルル (Te)、セレン (Se) などはほぼ S と同じように作用する。Ti もこれらの元素と似た影響を与えるが、ただ Ti によって生ずる共晶状黒鉛は Te、Se などの場合と多少違って、むしろ鑄鉄を真空溶解したときに得られる共晶状黒鉛に類似しているように考える。

ボロン (B) は Mn などと同様白鑄鉄化を促進する。ヒ素 (As) はほとんど黒鉛組織に影響しない。ジルコニウム (Zr) は一般に片状黒鉛の形成を促進するといわれているが、共晶または過共晶鑄鉄に Zr を加えると少量の球状黒鉛が形成されるともいわれている。H. Mayer は C 3.4%, Si 1.6% 前後の鑄鉄に Mo 1.5%, W 5.5% 程度を合金化させ鑄鉄の組織と機械的性質をしらべた結果、いずれも針状品、カーバイドの析出傾向が強くなることを確かめた。図 2・3 に鑄鉄基地組織におよぼす Mo, W の影響を示した。球状黒鉛鑄鉄においては鑄鉄中に存在する Cu (< 2%) および比較的微量な普通鑄鉄にはみられない元素が黒鉛の球状化を妨げる

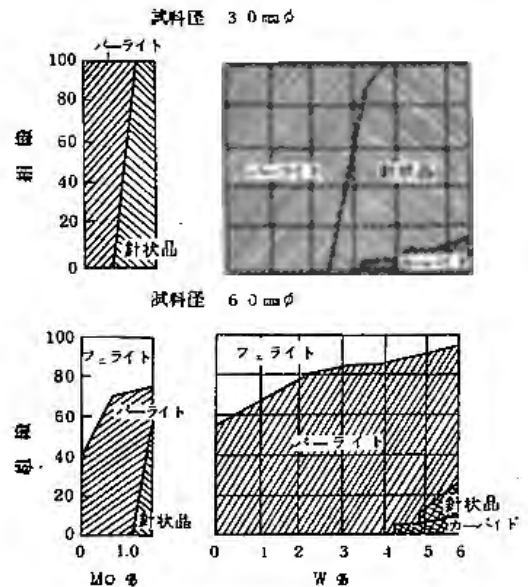


図 2・3 鑄鉄基地組織におよぼす Mo, W の影響

ので、これらの元素は全然含まないようにするかまたは微量の範囲にとどめる必要があるとされ、これらの元素としてSn, Pb, Sb, Bi, As, CeおよびTeなどをあげている。その後この方法が各国で実施され発展するに伴って、使用する銑鉄およびその他の原料の種類によって普通5元素(C, Si, Mn, P, S)の含有量が同一であっても、経験的に黒鉛球状化に難易があることがわかってきた。表2・3は黒鉛球状化におよぼす微量元素の影響を概括したものである。

表2・3 黒鉛球状化におよぼす微量元素の影響

元 素	影 響
Cu	単独では2.5%まで含有されても害はない。
Sn	0.1～0.2%程度含有されても球状化能は害されないが、強力なパーライト安定剤である。Sn0.04%はMn0.9%以上の相当するパーライト安定化作用をもつ。
V	1%程度までは球状化を妨げないが、Crと同様カーバイドが析出延性を減ずる。
Mo, Co	球状化を妨げない。むしろ強度の増加などの点から好ましい元素である。
Pb	0.003%程度で球状化を阻害する。
Zr	球状化には好ましい。
Zn	球状化には好ましくない。
Ti	0.15%までは球状化を阻害しないが、他元素との共存下で影響あり。
As	0.1%まで阻害しない。Snと同じく強力なパーライト安定剤である。
Cr	1%まで害がないが、多くなるとカーバイドが析出し延性を減ずる。
Al	球状化に害はないが、0.15%以上含まれると完全な球状黒鉛はできず好ましくない。しかし大量にあれば球状化作用あり。
Ni	球状化には好ましい。
Sb	0.01%で球状化を妨げる。
B	Crと同様球状化を妨げないが、カーバイド安定剤である。
Cd	球状化には好ましい。
Te, Bi	ごく少量で球状化に影響してくる。

ところで一般に鉄鉄中に含有される可能性のある微量元素の種類と、その最大含有量は表 2・4 に示される。

表 2・4 鉄鉄中に含有される可能性のある微量元素とその最大含有量

最大含有量(%)	元 素
> 0.1	Ti, Cu, Ni, Cr, V
0.1 ~ 0.01	Sn, As, Mo, Al, Co
0.01 ~ 0.001	Zn, Zr, Pb, Sb, Cd, B, Mg
ほとんど検知し得ない	W, Cb, Ta, Ge, Bi, Te, Ga, Be, Ca

鑄造組織におよぼす微量元素の影響について J. Motz と K. Orths は表 2・5 に化学組成の示される 14 種の各種鑄鉄を用いて高周波炉で再溶解し、Fe-Si-Mg (8% Mg) 合金処理後 Fe-Si で接種を行ない、最終 Si 値をそろえて砂型に鑄込み破断面の組織をしらべ、微量元素が組織におよぼす影響について検討を加えている。なお黒鉛球状化処理後の鑄鉄の化学組成は表 2・6 に示した。

表 2・5 使用原料鉄の成分範囲

%	C	Si	Mn	P	S	Ti	Cr	Ni	Cu	Mo	V
最 小	3.36	0.02	0.002	0.022	0.005	0.008	0.005	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
最 大	4.26	1.59	0.32	0.081	0.039	0.043	0.07	0.06	0.14	0.02	0.03

P.P.m	Co	Al	Sn	Pb	As	O
最 小	10	20	20	5	2	4110
最 大	320	120	130	<30	310	200

これらの鑄鉄の砂型鑄込試料の組織を図示すると図2・4のごとくになり、これらの測定値から砂型鑄込試料の組織はa)パーライト系、b)フェライト-パーライト系、c)フェライト系に大別され、鑄放状態におけるフェライトの占める割合は次式で表わされる。

$$F = 92.3 - 96.2(\%Mn) - 211(\%Cu) - 14270(\%Pb) - 2815(\%Sb)$$

すなわち鑄鉄中のMn, Cu, Pb, Sbなどの元素が多いとフェライトは出にくくなる。微量元素は機械的性質にも関係してくるが、特に衝撃性に関係があり、鑄放状態(20℃)では

$$ak = 3.55 - 2.96(\%Mn) - 7.98(\%Cu) - 468(\%Pb) - 77.5(\%Sb) - 24.8(\%P)$$

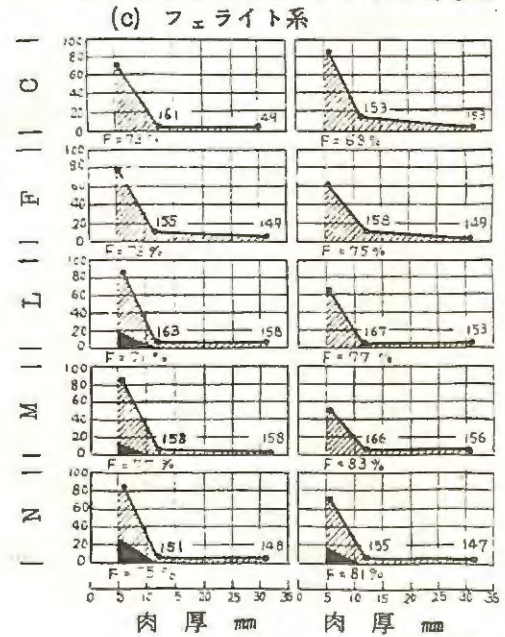
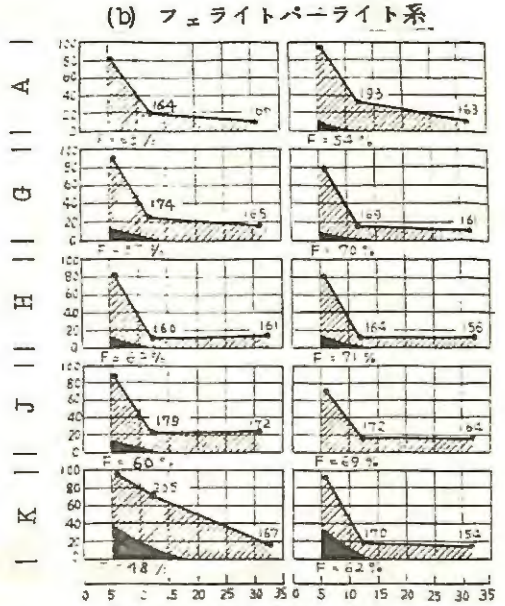
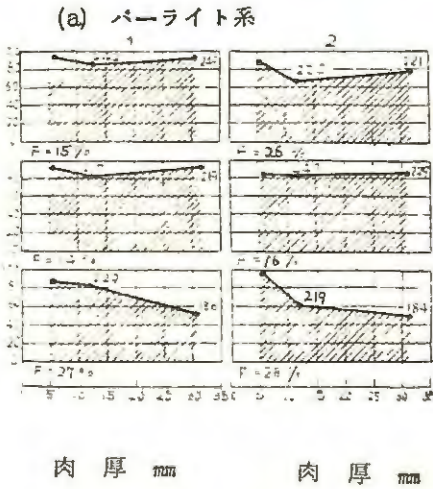
なる式で衝撃性に各元素が影響してくる。

表 2・6 実験鑄鉄の化学分析値

鉄銜 系	SC 値	%											p.p.m												
		C	Si	Mn	P	S	Mg	Cr	Ni	Mo	Cu	Ti	V	Al	Sn	Pb	Sb	As	B	Co	W	Te	O	N	
A	1	1.16	3.93	2.66	0.12	0.072	0.005	0.065	0.01	0.01	<0.01	0.02	0.060	0.02	0.033	50	<5	8	40	6	41	120	<1	4	19
	2	1.18	3.96	2.76	0.12	0.077	0.007	0.082	0.015	0.015	<0.01	0.01	0.065	0.02	0.034	30	5	8	50	3	35	120	3		
B	1	1.17	4.15	2.32	0.27	0.033	0.012	0.049	0.06	0.05	0.02	0.13	0.04	<0.01	0.011	200	5	47	110	9	150	150	1		
	2	1.19	4.10	2.52	0.26	0.035	0.007	0.054	0.05	0.05	<0.01	0.14	0.04	0.01	0.021	260	<5	45	160	9	150	160	<1	10	8
C	1	1.17	4.14	2.26	0.14	0.040	0.007	0.049	0.03	0.01	0.01	<0.01	0.08	0.01	0.021	30	5	13	20	1	28	190	1		
	2	1.19	4.14	2.48	0.13	0.040	0.007	0.055	0.02	<0.01	0.01	<0.08	0.08	<0.01	0.027	90	<5	10	20	<2	25	160	<1	11	15
D	1	1.05	3.73	2.19	0.06	0.037	0.006	0.056	0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.04	<0.01	0.018	200	19	140	90	<7	120	190	4		
	2	1.04	3.68	2.28	0.05	0.043	0.007	0.069	0.02	0.02	<0.01	0.04	0.03	0.01	0.023	140	14	130	120	7	140	170	2		
	3	1.10	3.75	2.60	0.05	0.042	0.008	0.046	0.03	0.02	<0.01	0.03	0.04	0.01	0.023	140	14	130	80	6	110	190	<1	15	37
E	1	1.18	4.14	2.35	0.09	0.050	0.011	0.044	0.03	0.01	0.02	0.03	0.07	0.01	0.012	170	17	120	70	8	120	170	1		
	2	1.16	4.07	2.37	0.09	0.040	0.005	0.049	0.01	0.01	<0.01	0.03	0.07	<0.01	0.022	220	16	130	90	7	120	180	<1	7	29
F	1	1.19	4.13	2.42	0.07	0.027	0.006	0.067	0.015	0.01	<0.01	0.01	0.06	0.01	0.029	50	<5	35	<20	2	48	130	<1		
	2	1.21	4.25	2.34	0.067	0.033	0.006	0.062	0.025	0.01	<0.01	<0.01	0.035	0.02	0.029	20	9	35	<20	3	46	120	3		
G	1	1.15	3.98	2.48	0.12	0.058	0.006	0.053	0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.05	0.01	0.036	30	<5	37	<20	<2	24	100	<1	9	12
	2	1.13	3.94	2.43	0.13	0.053	0.006	0.060	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	<0.01	0.023	40	<5	37	30	2	22	140	9		
H	1	1.08	3.76	2.37	0.07	0.035	0.006	0.062	0.02	0.03	<0.01	0.01	0.03	<0.01	0.020	30	<5	41	<20	2	21	110	3	11	39
	2	1.10	3.78	2.26	0.06	0.043	0.007	0.058	0.02	0.03	<0.01	0.01	0.03	<0.01	0.024	30	<5	40	20	2	22	130	3		
I	1	1.09	3.78	2.38	0.15	0.055	0.005	0.067	0.025	0.03	<0.01	0.01	0.04	<0.01	0.018	30	<5	31	70	3	21	140	5	10	32
	2	1.10	3.79	2.49	0.13	0.050	0.007	0.040	0.03	0.02	<0.01	0.01	0.04	0.01	0.021	10	<5	30	30	2	17	160	<1		
K	1	0.93	3.22	2.42	0.13	0.050	0.007	0.053	0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.05	0.01	0.029	100	18	3	40	<2	43	80	4		
	2	0.95	3.31	2.40	0.11	0.050	0.005	0.073	0.02	0.02	<0.01	<0.01	0.02	<0.02	0.027	100	17	3	30	<2	41	80	2	11	36
L	1	1.14	3.92	2.50	0.09	0.033	0.007	0.052	0.03	0.02	<0.01	0.01	0.04	0.01	0.025	10	<5	26	30	3	16	140	<1		
	2	1.15	3.93	2.57	0.09	0.050	0.007	0.051	0.03	0.02	<0.01	0.01	0.04	0.01	0.020	20	<5	27	35	<2	23	120	<1		
M	1	1.10	3.84	2.43	0.19	0.033	0.004	0.065	0.04	0.07	<0.01	0.02	0.03	0.03	0.030	20	<5	2	<20	<2	370	130	1	7	52
	2	1.09	3.75	2.53	0.01	0.030	0.008	0.039	0.05	0.09	<0.01	0.03	0.04	0.02	0.023	40	<5	10	20	<2	380	120	<1	4	36
N	1	1.05	3.68	2.35	0.01	0.017	0.006	0.078	0.01	0.05	<0.01	0.03	0.03	0.015	0.028	30	<6	2	<20	<2	270	100	<1		
	2	1.06	3.72	2.39	0.011	0.017	0.005	0.077	0.005	0.05	<0.01	0.03	0.015	0.01	0.024	20	5	2	20	2	280	130	4	6	35
(*)	1	1.13	3.94	2.37	0.17	0.06	0.007	0.045	0.01	0.005	0.01	0.01	0.032	0.05	0.015	35	10	13	20	2	30	50		9	49
	2	1.13	3.98	2.32	0.19	0.06	0.007	0.050	0.009	0.005	0.01	0.01	0.030	0.005	0.017	25	5	10	20	2	28	40		11	38
最 大		4.25	2.76	0.27	0.077	0.012	0.082	0.06	0.09	0.02	0.14	0.08	0.03	0.036	260	19	140	160	9	380	190	9	15	52	
最 小		3.22	2.19	0.01	0.017	0.004	4.0039	0.005	0.005	0.01	0.01	0.015	0.005	0.011	10	<5	2	<20	1	16	40	<1	4	8	

*) チル型鑄込のもの

試料 B D E



フェライトパーライト Fe₃C

図 2・4 砂型鑄込試料の組織

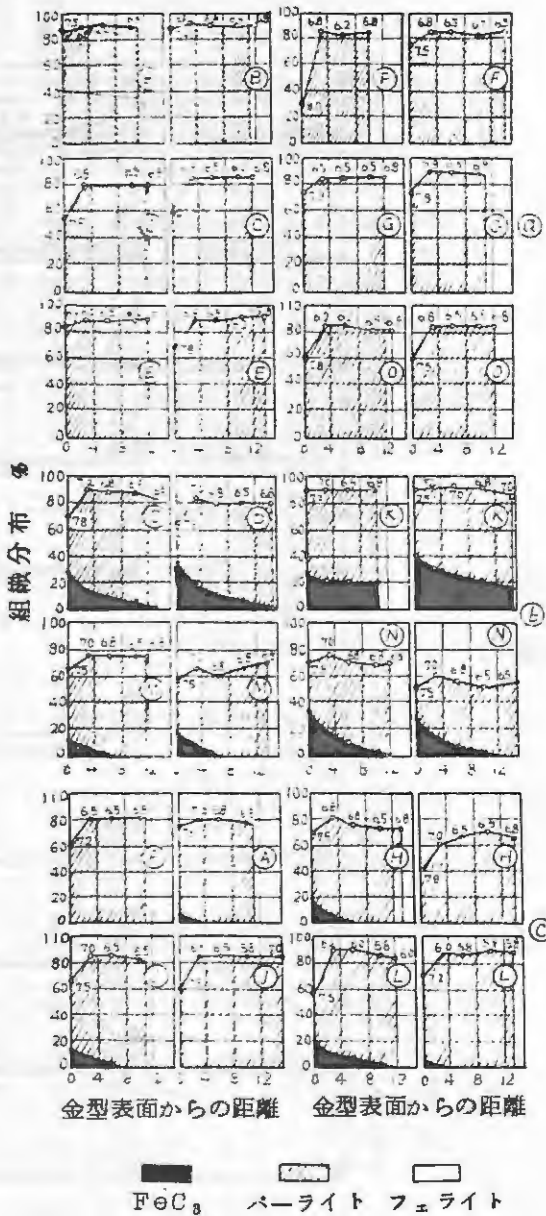


図 2・5 金型鑄造組織の分布状態

さらに金型鑄造の球状黒鉛鑄鉄の場合の随伴元素の影響をみると、図 2・5 に示すごとく、チルの割り合いには次式で表わされる。

$$K = 72.7 - 19.9(\%C) - 10.14(\%P) + 183.6(\%Mg) + 446.8(\%Pb)$$

この式からチル化には Mg, Pb がきいており、C, P はチル化を抑制するといえる。これらを総括すると表 2・7のごとくなる。

また、H.G.Gerlach は球状黒鉛鑄鉄の基地パーライト面積率におよぼす Sn, Ni, Cu の影響を 図 2・6 に示すような関係があるとし、Sn がパーライト面積率を増加させる影響度の大きなることをあげている。

さらに S.Parent, C.Margerie らはヘマタイト銲を再溶解し、チル化におよぼす各元素の影響度 I は、微量元素の係数をかけた総和であるとし、次のような式をあげている。

$$I = 4.9Cu + 0.37(Ni + Cr) + 7.9Mo + 4.4Ti + 3.9Sn + 0.44Mn + 5.6P$$

したがってこれらの元素が多くなればチル化も促進され、パーライト

が増加することになり、これらの関係は図2・7に示される。

表2・7 各元素の作用の総括

元素 含有量 増量	平均フェライト 量産化		平均Fe ₃ C量 の変化		砂型鋳物の強さ	
	F% (砂型)	Fk% (金型)	(砂型)	k% (金型)	鋳込状態での 切欠衝撃値 20℃ ak, kpm/cm	2段フェライト 化焼鈍後の衝撃 遷移温度 UT, °C
3.8 C 0.04	-	-	-	-8.0	-	- 4.4
2.4 Si 0.02	-	-3.9	-	-	-	+10.7
0.10 Mn 0.10	- 9.6	-9.2	-	-	-0.30	-
0.04 P 0.04	-	-	-	-4.2	-0.99	+14.3
0.06 Mg 0.02	-	-	-	+3.7	-	-
0.07 Cu 0.05	-10.6	-	-	-	-0.40	-
0.001 Pb 0.001	-14.3	-10.6	-	+4.5	-0.47	-
0.01 Sn 0.01	-	-	-	-	-	(positive)
0.01 Sb 0.01	-28.2	-	(Neg)	-	-0.78	(negative)

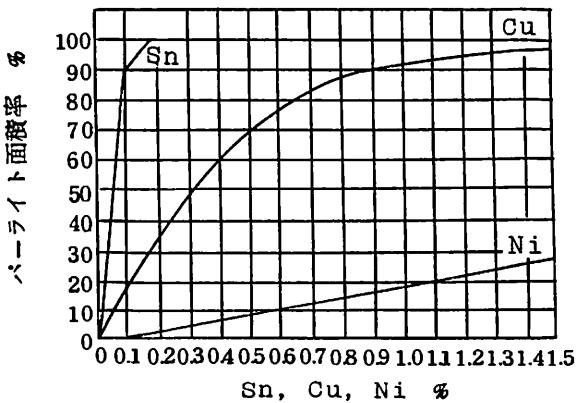


図2・6 Sn, Cu, Ni量とパーライト面積率との関係

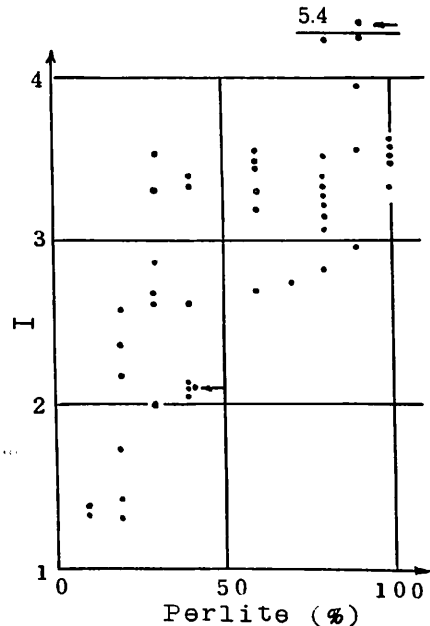


図2・7 Cu, Ni, Cr, Mo, Ti, Sn, Mn, Pの総和Iとパーライト面積率との関係

Ⅲ 鑄鉄中の黒鉛

鑄鉄中の黒鉛の状態、大きさ及び分布の状態により、その機械的性質は大きく左右される。1947年球状黒鉛鑄鉄が発明されて以来、鑄鉄の黒鉛は片状黒鉛だけでなく球状黒鉛もあり、また片状と球状黒鉛の中間的形態のものと種々あり、鑄鉄の黒鉛は多種多様である。A. B. Ererestによって分類された黒鉛の形態は図3・1に示すような6種類である。更に片状黒鉛の分布については図3.2のごときASTM, A 247が用いられている。黒鉛の大きさに対しては100倍の顕微鏡下での大きさの標準図表を図3・3のように8段階に分類し、球状黒鉛については μ 3から μ 8までの6段階の大きさを示しているが、実際の大きさおよび100倍の顕微鏡下での大きさは表3・1に示され、黒鉛の形状と機械的性質についてE. Donhoが表3.2に示すような結果を出しているが、黒鉛の球状と基地組織が機械的性質に影響していることがわかる。

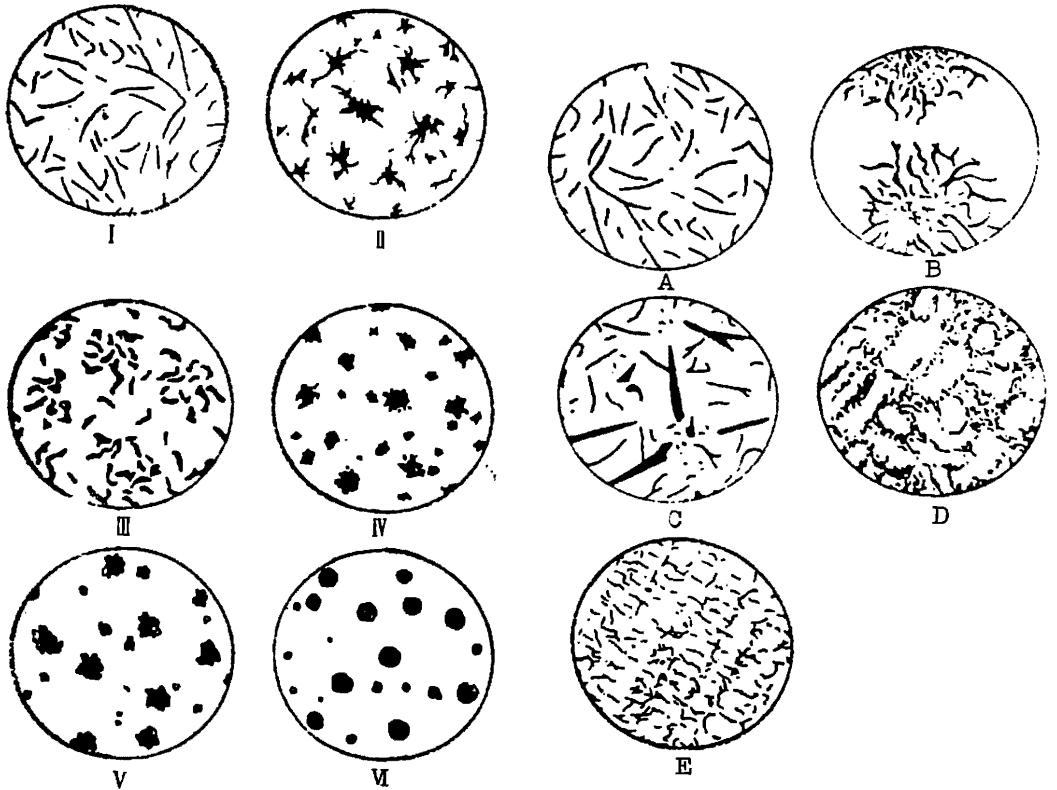


図3・1 黒鉛の形態の分類
× 100 (× 2/5)

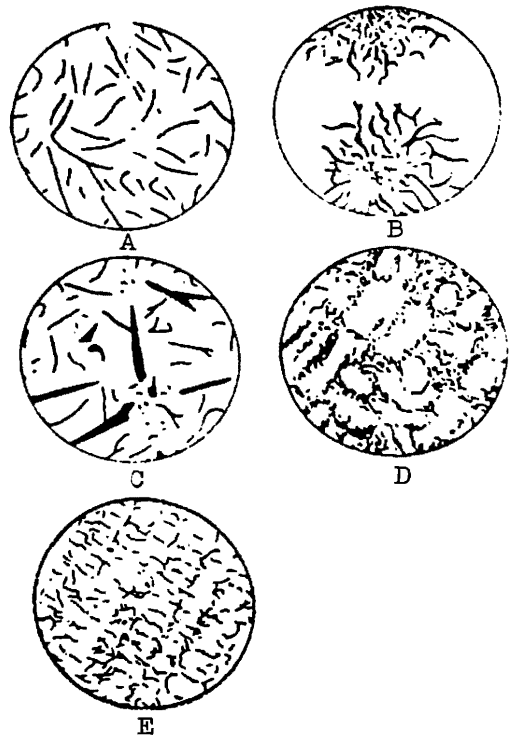


図3・2 片状黒鉛の分布状態
× 100 (× 2/5)

表 3・1 黒鉛の大きさの分類

黒鉛大きさの 指示番号	100倍の顕微鏡で観察 される大きさ (mm)	実際の大きさ (mm)
1	>100	>1
2	50~100	0.5 ~1.0
3	25~50	0.25~0.5
4	12~25	0.12~0.25
5	6~12	0.06~0.12
6	3~6	0.03~0.06
7	1.5~3	0.015~0.03
8	<1.5	<0.015

表 3・2 黒鉛形状と機械的性質 (E. Donoho)

黒鉛		基地組織			引張試験 (鑄放し)		
形状	大きさ	炭化物	パーライト	フェライト	引張り強さ (Kg/mm ²)	降伏点 (Kg/mm ²)	伸び (%)
球状	4	0	10	90	57.2	43.8	19.1
{ 球状60% いも虫状40%	4	0	30	70	56.8	42.4	9.6
{ 球状90% 星状10%	4	0	20	80	58.5	45.8	5.9

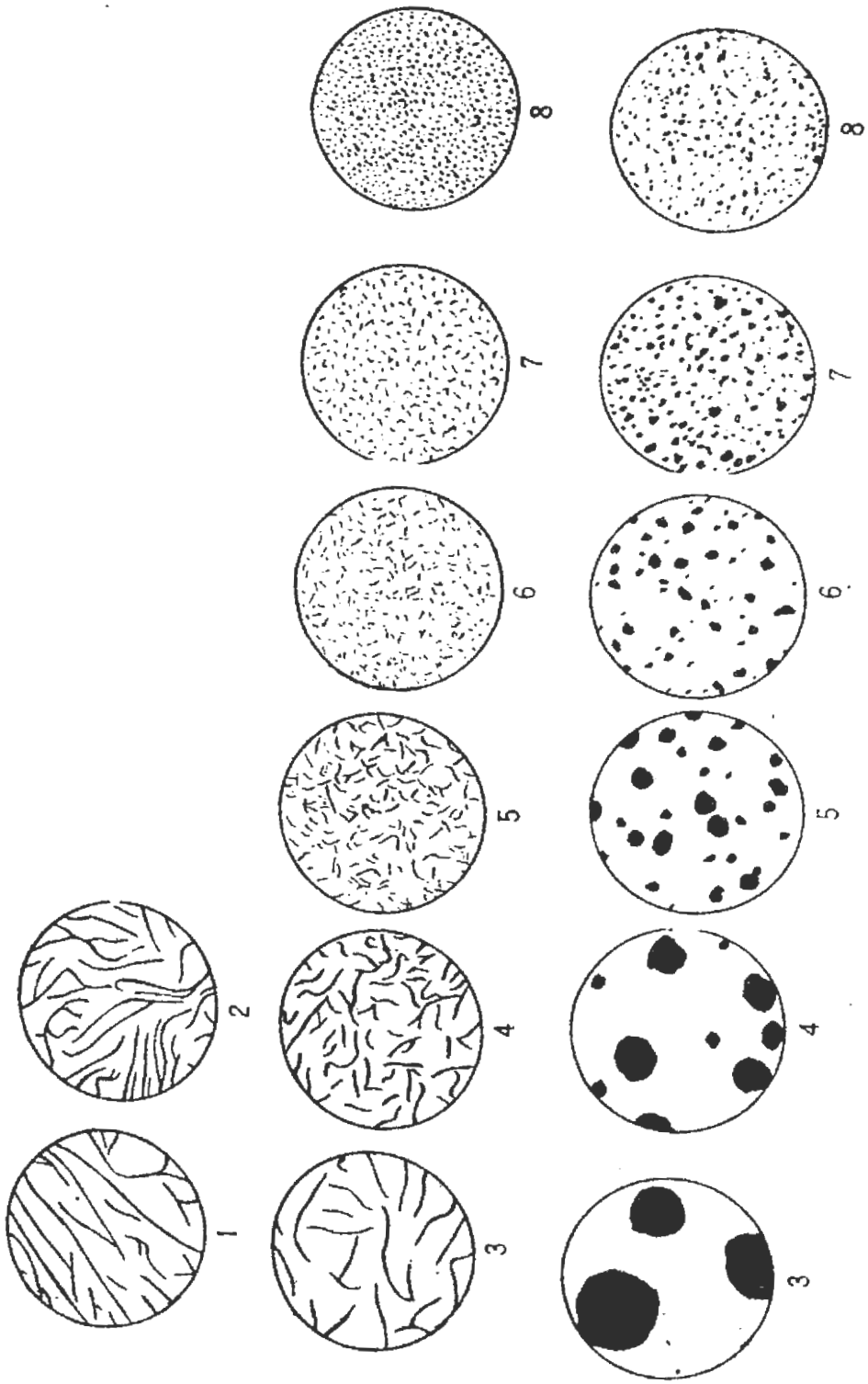


図3・3 黒鉛の大きさの分類×100 (1/3)

IV 鑄鉄の機械的性質

1 引張り強さ

(1) 成分の影響

表4・1 普通鑄鉄のJIS規格(G-5501)

鋼種	記号	鑄鉄品の 主要肉厚 mm	供試材 の鑄放 し直径 mm	引張試験		抗折試験		カタサ試験
				引張強さ Kg/cm ²	最大荷重 Kg	タワミ mm	カタサ H _B	
ネズミ鑄 鉄品1種	FC10	4以上 50以下	30	10以上	700以上	3.5以上	201以下	
ネズミ鑄 鉄品2種	FC15	4以上 8以下	13	19以上	180以上	2.0以上	241以下	
		8をこえ15 "	20	17 "	400 "	2.5 "	223 "	
		15 " 30 "	30	15 "	800 "	4.0 "	212 "	
		30 " 50 "	45	13 "	1700 "	6.0 "	201 "	
ネズミ鑄 鉄品3種	FC20	4以上 8以下	13	24以上	200以上	2.0以上	255以下	
		8をこえ15 "	20	22 "	450 "	3.0 "	235 "	
		15 " 30 "	30	20 "	900 "	4.5 "	223 "	
		30 " 50 "	45	17 "	2000 "	6.5 "	217 "	
ネズミ鑄 鉄品4種	FC25	4以上 8以下	13	28以上	220以上	2.0以上	269以下	
		8をこえ15 "	20	26 "	500 "	3.0 "	248 "	
		15 " 30 "	30	25 "	1000 "	5.0 "	241 "	
		30 " 50 "	45	22 "	2300 "	7.0 "	229 "	
ネズミ鑄 鉄品5種	FC30	8以上 15以下	20	31以上	550以上	3.5以上	269以下	
		15をこえ30 "	30	30 "	1100 "	5.5 "	262 "	
		30 " 50 "	45	27 "	2600 "	7.5 "	248 "	
ネズミ鑄 鉄品6種	FC35	15以上 30以下	30	35以上	1200以上	5.5以上	277以下	
		30をこえ50 "	45	32 "	2900 "	7.5 "	269 "	

- Brinkmann & Tobias
- - - - - Heller & Jungbluth
- · — · — Collaud
- · — · — Wels
- · - · - Patterson, Siepmann & Hauptvogel

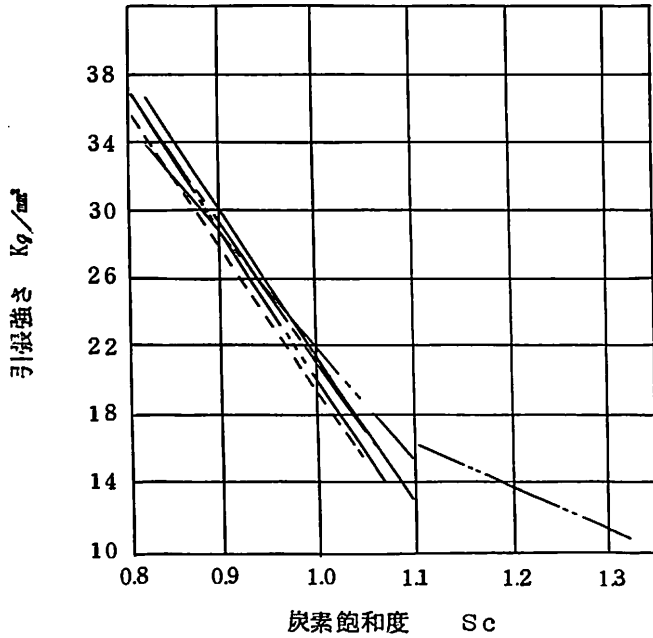


図4・1 引張強さと炭素飽和度の関係(30mmφ丸棒)

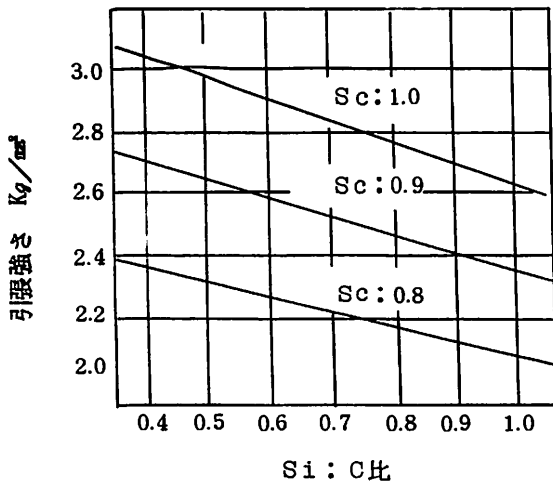


図4・2 各種炭素飽和度でSi:Cが変わったときの理論上の黒鉛量

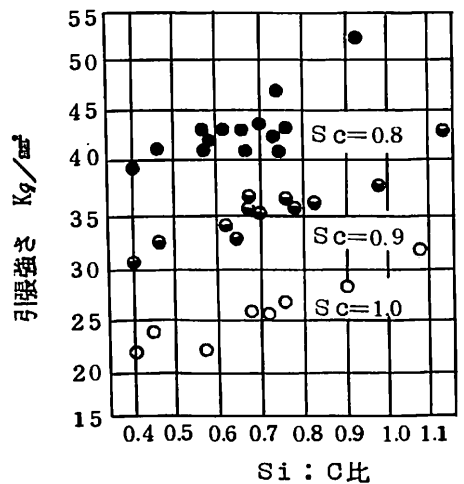


図4・3 各種炭素飽和度におけるケイ素/炭素比と引張強さの関係 (Hiller & Walking)

(2) 肉厚の影響

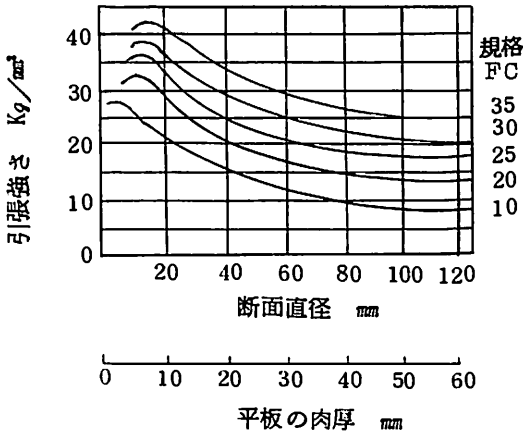


図 4・4 肉厚変化による引張強さの変化
(強さは断面中心の値)

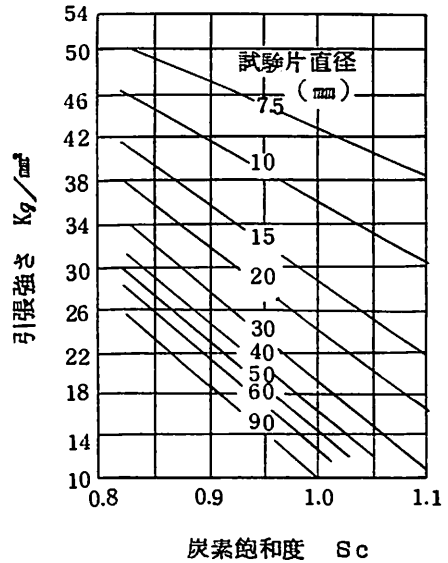


図 4・5 各種直径丸棒での引張強さと炭素飽和度の関係

(3) 成熟度による材質の判定

鑄鉄の引張強さは上述したように炭素飽和度、肉厚に強く影響されるが、それだけで決定されるものではなく、ほかに溶解、鑄造条件、原料の相違などによって違ってくる。したがって、ある肉厚、炭素飽和度のものでもその引張強さは大きく変化する。このことは逆に、一定の肉厚、炭素飽和度であれば標準的な溶解、鑄造条件であれば得られるであろう標準的な強さがある。それと実際の強さと比

べることで材質の判定、換言すれば溶解、鑄造条件が適正であったか否かの推定も行ないうる。このために考えられたのが成熟度 (Reifegrad, RG) である。

成熟度 (RG) は次式で示される。

$$RG = \frac{\sigma_A}{\sigma_B} \cdot 100 = \frac{\sigma_A}{102 - 82.5 Sc} \cdot 100 (\%)$$

鑄込直径 7.5 mm	$\sigma_B = 84 - 41.5 Sc$
鑄込直径 10.0 mm	$\sigma_B = 92 - 48.5 Sc$
鑄込直径 15.0 mm	$\sigma_B = 99 - 70 Sc$
鑄込直径 20.0 mm	$\sigma_B = 101 - 77 Sc$
鑄込直径 30.0 mm	$\sigma_B = 102 - 82.5 Sc$
鑄込直径 40.0 mm	$\sigma_B = 101.5 - 85 Sc$
鑄込直径 50.0 mm	$\sigma_B = 100.5 - 85 Sc$
鑄込直径 60.0 mm	$\sigma_B = 99 - 85 Sc$
鑄込直径 90.0 mm	$\sigma_B = 95 - 85 Sc$

ここで σ_B は、試験片のScとして標準的な引張強さであり、 σ_A は試験片の実際の引張強さである。すなわち σ_B は前章で示した30mm直径の丸棒の引張強さである。 σ_A はもちろん30mm直径の丸棒に鑄込んだときの値である。

成熟度はふつうに生産される鑄鉄では60~130%にわたっている。

これらは、もちろん高い値を示す材質ほどすぐれるわけである。

さて、上記成熟度を用いての材質の良否を判定するさい、鑄造、溶解条件の影響などについて少しふれてみよう。引張強さと黒鉛量の関係は先に述べたところであるが、それらはだいたいA形黒鉛(ASTMの分類法による)についての場合で、黒鉛形状が異なると強さの変化も当然考えられる。図4・6に引張強さ、炭素飽和度と黒鉛形状の関係を示す。同図には成熟度をRGとして併記してある。

ここでA形、E形はASTM黒鉛分類法によるものであり、×印の不良組織とはE、D、B形黒鉛の混在組織である。同図からあきらかのように、成熟度の良否は黒鉛組織によってほぼ決定される。したがって他の溶解、鑄造条件の変化はそれによってまず組織が変わり、2次的に成熟度に影響すると考えられる。図4・7は接種の有無と過熱温度の変化による成熟度の変化を示したものである。また図4・

8は鑄込温度と成熟度の関係を示している。両図から接種は1400℃以上に過熱した溶

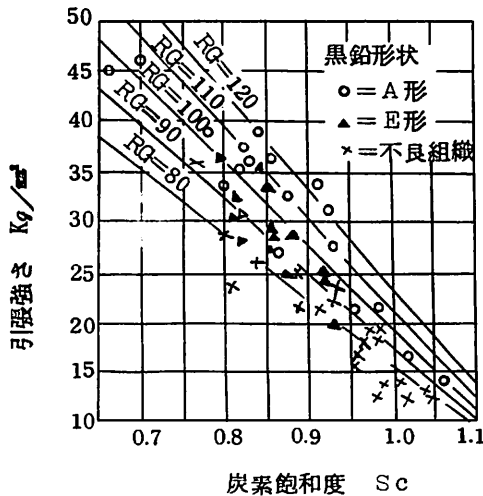


図4・6 引張強さ、炭素飽和度と黒鉛形状の関係

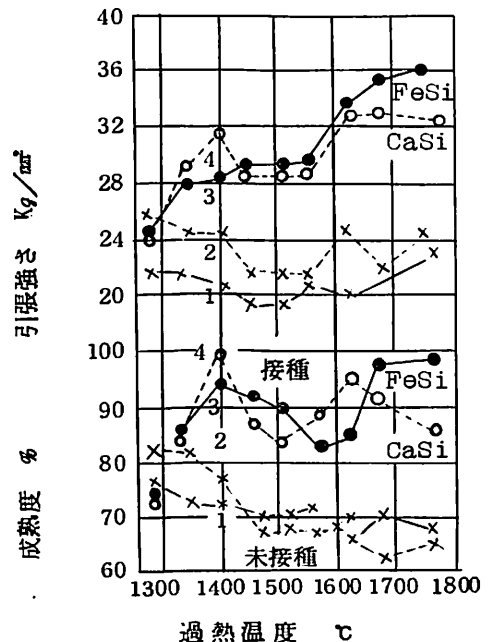


図4・7 接種、未接種鑄鉄の引張強さ、成熟度に及ぼす過熱の影響 高周波炉溶湯、鑄込温度 $\leq 1400^{\circ}\text{C}$ 、鑄込直径30.5mm

解に施さねば効果が少ないこと、未接種鑄鉄はなるべく過熱が少ないほうが好ましい。また鑄込温度は1450℃よりは1350℃のほうが材力上は好ましいことなどが示される。

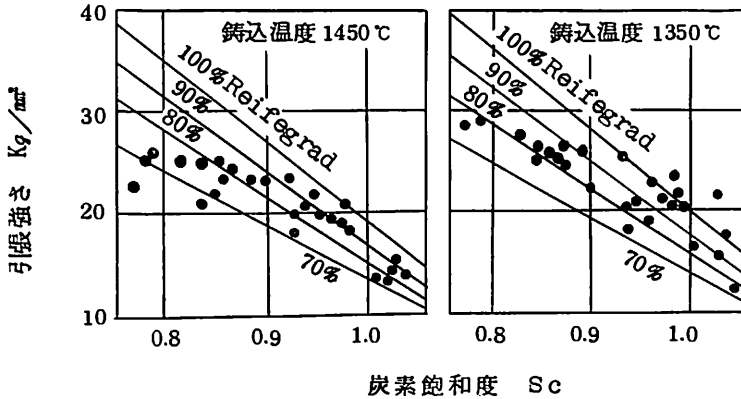


図4・8 鑄込温度による成熟度の変化，過熱1500~1550℃，接種鑄鉄
鑄込直径30mm

2 硬 さ

(1) 成分の影響

成分の影響としてまず炭素飽和度との関係を取りあげると図4・9に示すように引張強さと同様両者はほぼ直線関係がある。ただこれも標準的な黒鉛形状の材質についてのもので、同じ炭素飽和度であっても黒鉛量、黒鉛形状によってはこの関係も異なってくる。黒鉛量とブリネル硬さ(HBR)の関係式として次式が提出されている。

$$HBR = 414 - 75 \cdot \% Cgr$$

ただしCgr: 2.00~3.40%

(Ccon: 1.15~0.52) のとき

また黒鉛量のほかに黒鉛形状量をも含めた関係式としては下式がある。

$$HBR = 297 - 51.3 \cdot \% Cgr + 12.5 (A形黒鉛のサイズ番号) - 0.64 (\% D形黒$$

- Collaud
- Desy & Eghem
- Patterson, Siepmann & Hauptvogel
- Brinkmann & Tobias

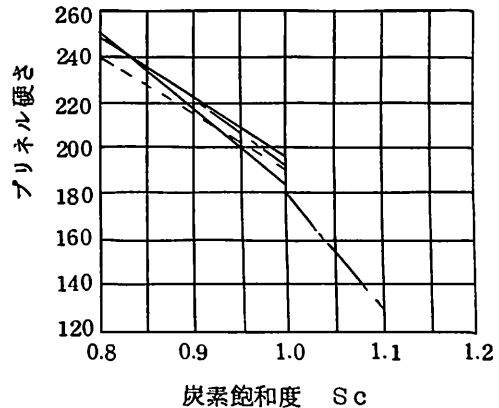


図4・9 ブリネル硬さと炭素飽和度の関係
(30mmφ 丸棒)

鉛(%) 正形黒鉛)以上の関係式からあきらかのように、炭素、ケイ素は硬さを低めるものであるが、マンガン、イオウ、リンは硬さを高める。

(2) 肉厚の影響

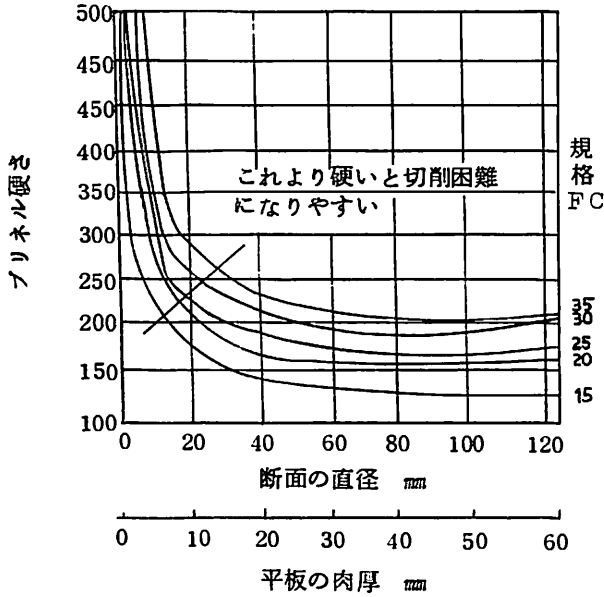


図4・10 肉厚のブリネル硬さ

(3) 引張り強さとの関係

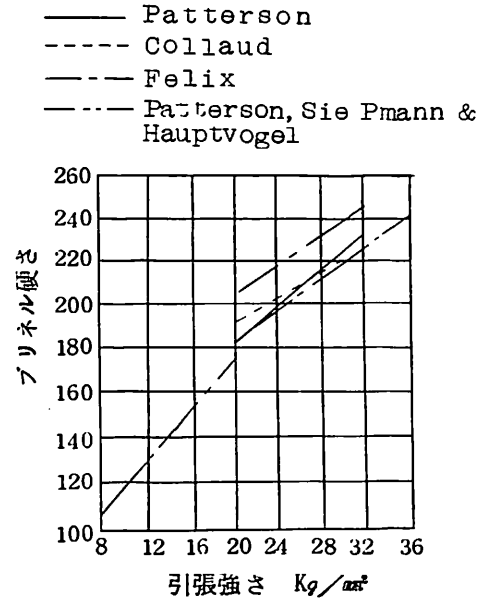


図4・11 ブリネル硬さと引張強さの関係(30mmφ 丸棒)

硬さ、引張強さいずれも炭素飽和度とはほぼ直線関係にあることは先に述べた。そこで硬さと引張強さ間もほぼ直線関係にあることが推定されよう。

この関係を図4・11に示す。引張強さが20 Kg/mm²以下になると基地中にフェライトが析出してくるのでパーライト基地のときの関係と少し異なったものになる。

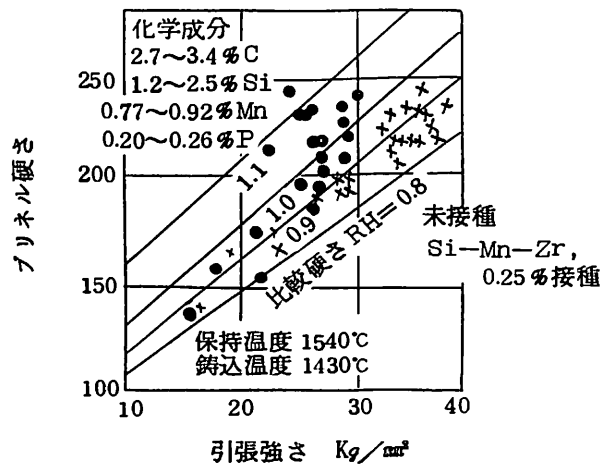


図4・12 接種、未接種浴湯の比較硬さの変化

(4) 肉厚，成分を関連させた鑄鉄材力図

成分，肉厚などからその材質の硬さを推定するための鑄鉄材力図が考えられている。

これは，これまでそのおののについて述べたように種々の要因に影響され，材力も広範に変わりうるので，成熟度100%，比較硬さ1の標準的な材質を対象としたものである。

図4・14は普通鑄鉄の材力図である。これは鑄鉄の炭素，ケイ素，リン含有量と鑄物の肉厚からその鑄物の引張強さ，硬さを推定するものである。

また，表4・2には各種鑄鉄の機械的性質の代表例を示す。

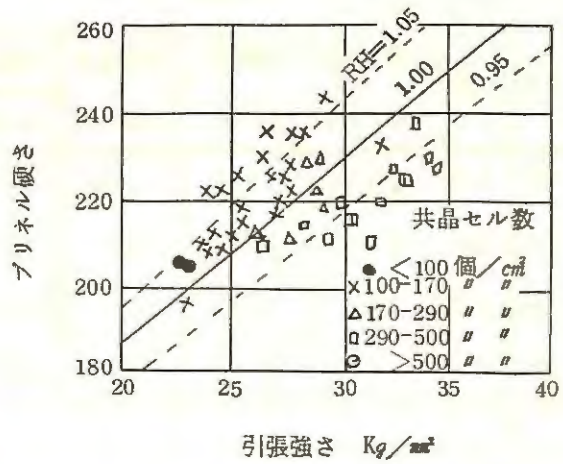


図4・13 共晶セル数が比較硬さに及ぼす影響

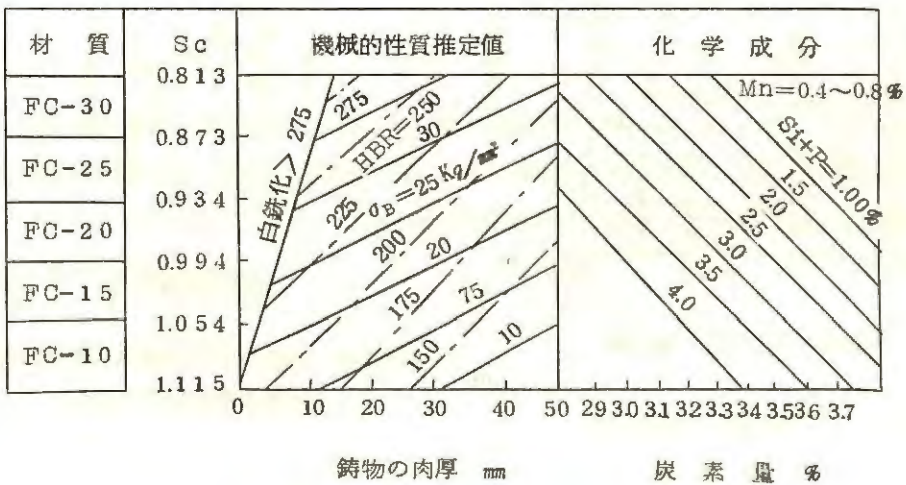


図4・14 化学成分を加えた鑄鉄の材力図

表 4・2 各種鑄鉄の機械的強度の代表例

材 質	引張り強さ (Kg/mm ²)	圧縮強さ (Kg/mm ²)	振り強さ (Kg/mm ²)	弾性係数 (Kg/mm ²)		疲れ強さ (Kg/mm ²)	ブリネ ル硬さ
				引 張 り	振 り		
FC 15	15.5	58.5	18.5	6.7~10.0	2.7~5.6	7.0	156
FC 20	22	77	28	9.1~11.5	3.6~4.6	9.8	201
FC 25	26	87	34	10.2~12.1	4.1~4.8	11.5	212
FC 35	37	115.5	51	13.2~16.1	5.1~5.6	15.0	262

3 曲げ強さとたわみ

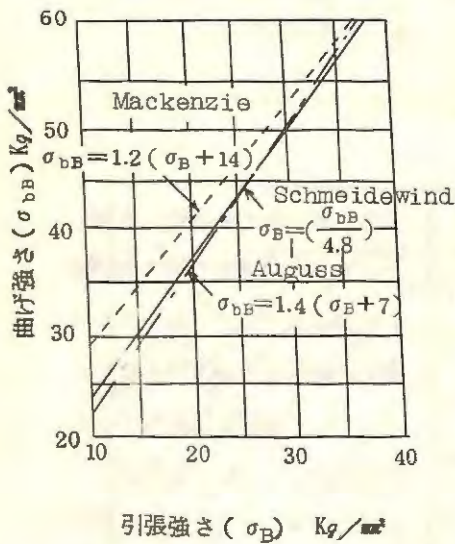


図 4・15 曲げ強さと引張強さ

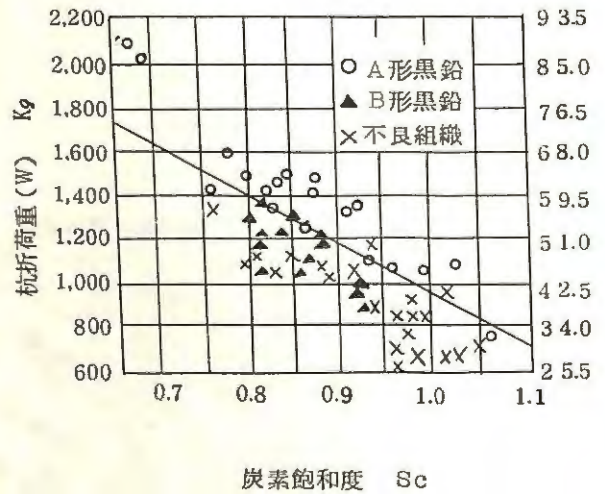


図 4・16 曲げ強さと炭素飽和度の関係に及ぼす黒鉛形状の影響

4 圧縮強さ

圧縮強さは引張強さの3～4倍あり、低級鑄鉄ではおよそ4倍くらいであるが高級鑄鉄になるほどその倍率は少なくなる。これを図示すると図4・17のようになる。ところで圧縮時の応力-ひずみ曲線よりつぎのように考えられる。圧縮応力によってまず黒鉛部に応力集中が生ずるが、それによって引張時のように、黒鉛部の体積増加が生じないで基地の弾性変形が進み、応力-ひずみ曲線の彎曲は少ない。応力が増加し、局部的に塑性変形が起こりうる応力レベルに到達しても、黒鉛部の圧縮

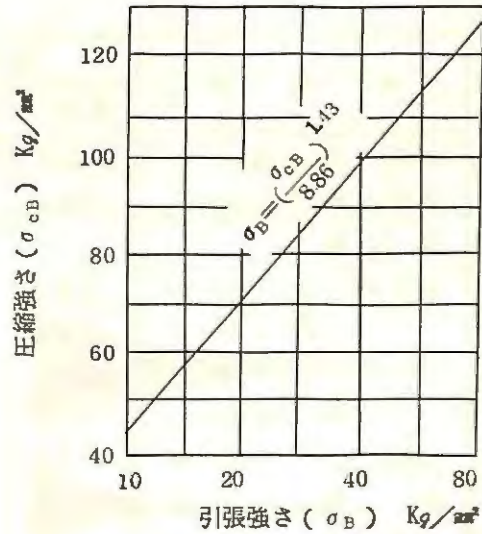


図4・17 圧縮強さと引張強さ

は起こりにくいのでそれは妨げられ、基地の応力分布は比較的均一になり、圧縮強さはきわめて強いものとなる。設計許容応力として、引張りの場合には引張強さの0.25倍(これではほぼ0.01%永久ひずみを生ずる応力)としたが、圧縮の場合、引張強さと同じ応力でもひずみは0.1%以下であり、応力-ひずみ曲線から考えてもこの程度の応力に十分耐えうるものである。

5 振り強さ

ねずみ鑄鉄は切欠係数が小さいので振り強さは相対的に強いもので、軸材としても適するものである。実際の振り強さの代表例は表4・2に併記したが、ふつうには中実の丸棒で引張強さの1.2～1.4倍と考えるとよい。また各種断面形状のものの振り強さと引張強さの比率として表4・3¹⁶⁾が報告されている。

表4・3 振り強さの例 (Bach)

試 験 片	振り強さ / 引張強さ		
	鑄鉄 A	鑄鉄 B	鑄鉄 C
中実丸棒.....	1.02	.....	.....
中空丸棒.....	0.82	0.86	.....
長 方 形			
高さ：幅 = 1 : 1.....	1.42	1.55	.....
= 1 : 2.5.....	1.60	.....	1.42
= 1 : 5.....	1.50	1.59	.....
= 1 : 9.....	1.59	.....	.....
中空正方形.....	1.13	.....	.....
梯 形.....	.....	.....	1.55
正三角形.....	.....	.....	1.52

6 撃衝強さ

鑄鉄は脆弱な材料であるとの観念があるためか近年発達した一連の強靱鑄鉄を除き、ふつうのねずみ鑄鉄に関するこの種の資料は乏しい。事実、ねずみ鑄鉄の衝撃値はふつう 0.2 ~ 0.8 $\text{Kg} \cdot \text{m} / \text{cm}^2$ (シャルピー) で鋼などに比べればすこぶる小さい。しかしその中でも成分、組織などによって多少異なる。

図4・18は C, Si量と衝撃値の関係を示したものである。C, Si量の増加にしたがって衝撃値はいちじるしく低下する。このことは、別に黒鉛組織の影響として述べることもできる。

すなわち、C, Si量の増加にしたがって黒鉛量は増加し、前節で述べたように黒鉛自身切欠き作用を有するものであるから衝撃破断時のき裂の伝播を促進し、結果として衝撃値の低下をもたらすと解釈される。

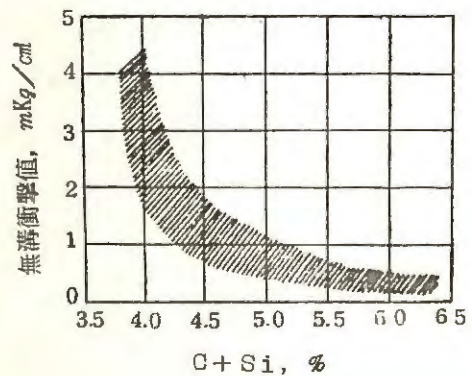


図4・18 衝撃値と (C + Si) %

このほか、基地組織の影響もあるが一般にフェライト基地のものはパーライト基地のものよりも衝撃値は高い。

7 振動吸収能

振動吸収能とは別に減衰能 (Damping Capacity) ともよばれ、機械構造用材料においてとくに要求されることがある。なぜならば、自動車、工作機などの伝導部分には必ず繰り返し衝撃、乾性摩擦に起因する振動が起こり、この振動が固有振動に近づくとつれて共振を生じ、その結果振幅は増大して破壊にいたることがあるからであり、材質上は初期における振動吸収の大きいことが望ましい。

鑄鉄の振動吸収が大きいことも実は黒鉛の存在によるところが大きいのであるが、図4・19は銅、球状黒鉛鑄鉄、ねずみ鑄鉄の3種について試験した結果である。図は初期条件として3種の材料に一定の振動を与えた場合、吸収により漸次振幅が減少する状況を示したものである。図から鑄鉄は銅に比べていちじるしく振動吸収能の大きいことが自肯されよう。ねずみ鑄鉄の振動吸収能が球状黒鉛鑄鉄のそれよりも大きいことは黒鉛形状の影響によるものである。

振動吸収能を求める方法自体いくつかのものがあるが、図4・19は減衰振動法とよばれる方法によるも

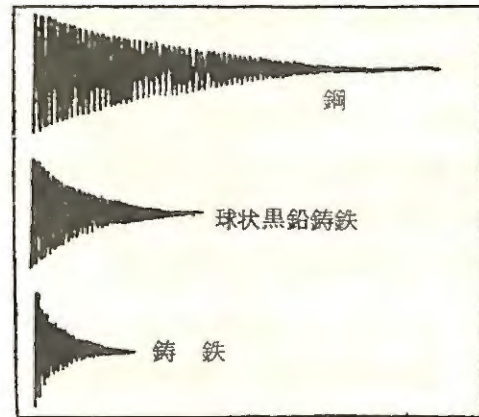


図4・19 鑄鉄と銅の振動吸収能の比較

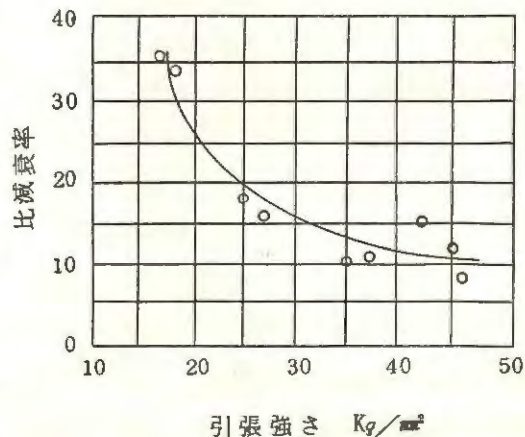


図4・20 鑄鉄の引張強さと比減衰率の関係、
負荷 $3.5 Kg/mm^2$

のであり、このほか疲れ試験による方法、超音波による方法がある。

図4・20も振動減衰法によるものであるが、ここでは比減衰率を求め、それと引張強さの関係を示してある。ここに比減衰率とは、詳しくは(1)式によって求められ、 x_1 は最初に与えた振幅、 x_n はn回振動後の振幅である。

$$\text{比減衰率 } \phi = \frac{x_1 - x_n}{x_n \times n} \quad (1)$$

図は引張強さが高まるにつれて比減衰率の低下する状況が示されている。引張強さを支配する因子は硬さ、組織など種々のものがあげられるが、この図から振動吸収能を支配する因子もまた種々あることが認められる。

図4・21は疲れ試験によって振動吸収能を求めた結果である。ここでは疲れ試験におけるせん断応力を種々変化させ、それによる減衰率の変化を黒鉛組織の異なる3種の铸铁と比較試料として軟鋼の計4種について示してある。

まず、片状黒鉛組織のもの減衰率がいちじるしく大きいことが首肯されよう。つぎに、黒鉛の球状化に伴って減衰率の低下すること、軟鋼は铸铁に比べていちじるしく減衰能の小さいことがわかつた。

球状黒鉛铸铁の振動吸収能は片状黒鉛铸铁、いい換えればふつうのねずみ铸铁のそれに比べて小さいことは、さきの図4・19において定性的に示したところである。

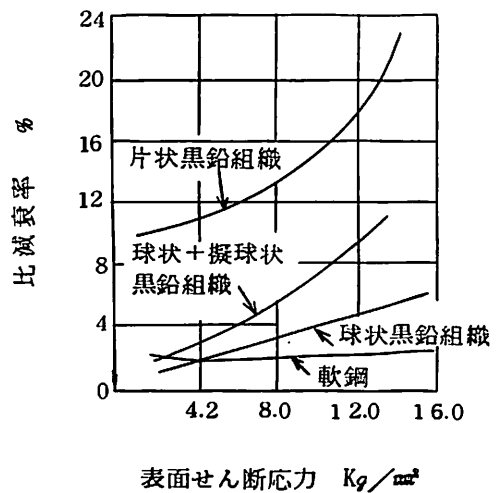


図4・21 せん断応力と減衰能の関係

「ヨーロッパ」の

鋳鋼工場を視察して

伊 達 製 鋼 (株)

取締役製造部長 村 田 辰 夫[※]

1. まえがき

話はいさゝか古くて申し訳ないのですが、東北支部から話があり一昨年のヨーロッパ視察について何か一筆ということでございますのでその一部を御紹介いたします。

第37回国際会議が1970年9月20日から25日まで、英国のブライトン市で開催されたのを機会に、ヨーロッパの鋳鋼工場を視察するため、私は9月19日羽田を出発し10月11日帰国致しました。

以下そのあらましについて報告し、皆さんの御参考に供したいと思ひます。

2. 英 国

今回の旅は北極回りで、途中アラスカのアンカレッジに立ち寄っただけで一路ロンドンへ飛んだのであるが、途中特に変ったこともなく、アンカレッジは快晴に恵まれ、アラスカの空にそびえるマッキンレー山の雄姿はまったくすばらしかった。しかしベーリング海にかかると、荒天に見舞われ機は大きく揺れ、同行の吉田係長もいささか肝を冷やしたようであった。そして9月20日午前5時30分後、我々を乗せたBOAC 851便は朝もやをついでロンドン空港に無事到着した。

かって私が第25回国際会議に参加し、英国を1人歩きすべく、ロンドン空港におり立ったのが1958年10月初めであったから、丁度12年ぶりであった。かつしきで一杯であった。

ロンドン空港では入国手続きを簡単にすまして、いよいよ英国入りをしたわけであるが、我々の一行45名が国際鋳物会議(International Foundry Congress)の頭文字をあらわすIFCのバッヂを胸につけ、はるばる日本からやってきたのが、英国人の目を引いたようであった。入国管理の係官は私に胸のバッヂを指さし、IFCとは何か?インターナショナル・フットボール・チャンピオンかとおどけてみせ、歓迎の意を表してくれた。それからまっすぐ

※ 東北支部理事

バスでブライトンへ向け出発、緑の丘と牧草地の間を抜けてバスは南へ南へとひた走り、ドーバー海峡に望む景勝の地ブライトンに着いたのが、午前9時50分であった。

2.1 9月21日

午前10時30分、第37回国際鋳物会議の開会式である。ブライトン市のメトロポールホテルの大ホール、参会者約1,500名、日本からは66名の参加で、開催国の英国を除いては、ドイツ、フランスについて参加人員は第3位であった。

市長をはじめ、国際鋳物会議会長のフリーダーリッヒ氏の挨拶等があり、いかにも英国らしい厳粛な開会式であった。終了後レセプションに移り、東北大学大平教授の紹介でフリーダーリッヒ会長（西独ベルギッシュェシュタール社）に会い歓談、2週間後にベルギッシュェシュタール社を訪問することを約した。また今春伊達製鋼を訪問したことのあるインド鋳物研究所所長のメタ氏に会い、お礼を云われた。郡工場長が工場を案内して場内を回ったのでご記憶の方もあと思うが、非常に愉快な人で、伊達製鋼から2人きたと云うと、大へんなつかしがつて、私と吉田君にそれぞれ握手をし、日本は大へん良い国で、みんな親切だ。アメリカは威張っているから良い印象を受けなかったなどと話し、とくに日本でさし出される蒸しタオルに感謝していた。そしてミスター郡によるしくと云われた時は、伊達製鋼も有名になったものだと思い、12年前とくらべて感慨無量なものがあった。



開会のレセプションの様（左側手前大平教授、向う側小生、右側フリーダーリッヒ会長）

2.2 9月22日

ブライトンは全くすばらしい町で、丁度秋と云うより、夏の暑さ、英国でも有名な避暑地とすることで海岸にはバンガローが立ち並び、老若男女とりどりの人々が海辺で体を休め、または泳ぎ、大へんなにぎわいであった。

大体英国はどんよりした天気が多いから、こんな快晴の日には、みんなが外に出て体を太陽にさらし、太陽光線を吸収するようである。我々日本人は昔から日本晴れという言葉があるように太陽には恵まれているが、こんな光景を見ると、つくづく太陽の有難さを考えさせられるのである。

この日は国際会議の方はむづかしい委員会だけであるからということで、吉田君と鈴木勇氏（福島製鋼検査課長）、東本氏（太洋鋳機）三人と共にロンドンへ行く。12年前を思い出しながら、私が案内役、ヨーロッパは日本のように変化がないから10年前も今もほとんど変わっていない。

テームズ河畔からウエストミンスター寺院、トラファルガー広場を歩いてピカデリーへ、地下鉄でビクトリアへ、同行3人がはじめてだけに私の古い記憶と英語が役立った1日だった。

2.3 9月23日

いよいよこれから工場見学。当日は貸切バスで造型機を製作しているブリティッシュ・モールドィングマシーン社と鋳鉄工場のトーマス・ゼーゲル社を訪問、ホテルに帰ってきたのは午後7時。

業種が鋳鋼工場ではないので、あまり参考になる点はなかったが、それでも英国の自動造型機のレベルを見学することができ、またグラインダーの除塵装置などが目を引いたので、写真で御紹介する。



B.M.D.自動造型機



トーマス・ゼーゲル社の仕上工場

2.4 9月24日

一昨年安東常務、昨年、郡工場長がそれぞれ見学したカットン社は、ロンドンから北へ汽車で3時間、リーズにあるが、小生もカットン社の社長に大へんお世話になり、いろいろ指導してもらったことがあるので、この日のリーズ行きは大へんなたのしみであった。

この日は吉田久君、鈴木勇氏と三人で汽車旅行、カットン社についたのが午後3時、早速ブレアリー氏とアトキンソン氏に合う。彼等の喜びようは大へんなもので、ミスター安東は元気

か、ミスター郡は元気かと矢つぎばやの質問攻め、安東常務と同じ会社から来たという話を聞いて秘書まで飛び出してきて握手される仕末であった。翌日大型鑄鋼バルブを製造しているヘットライトソン社を見学したいと思い、ブレアリー氏に依頼したところ、遠くてたいへんだとのことで、それならシェフィールドにあるオズボーン・ハドフィールド社を見学した方が良くとアドバイスされ、翌日の工場見学はオズボーン・ハドフィールド社ときまった。

このカットン社は従業員800名、月産1,300トンの有名な鑄鋼工場であるが、今回の国際会議後の見学旅行のスケジュールにも入っているので、この日はさっと見ることにして、早速案内してもらおう。まず木型工場では木型のほかに、プラスチック型をつくっていた。これはグラスファイバー（ガラスせんい）をプラスチックでかためたもので、非常に丈夫でしかも軽い模型ができるので、主型だけでなく中子取にも広く用いられている。ガラスせんいとプラスチックという縁遠いもののように思う方がいると思うが、我々が工場をかぶっているヘルメットがそれであるから、あのヘルメットの材質をもう少し肉を厚くしたものと考えていただければ良いわけである。造型は生型とシェルでこの日は生型造型機ラインと中子工場の一部を見たが、特にかわったこともなく、ただ中子工場でフローミキサーというものが目を引いた。これは混練機とサンドスリンガーのベルトコンベヤーをつなぎ合せたものと考えられればよいが、ただベルトコンベヤーのかわりにスクリーナーが使われているものである。すなわち、フローミキサーの下に中子取をおいて、ボタンを押せば、上に取付けられている砂のホッパーから一定量の砂がスクリーナーの上に落ちてきて、そこで砂が混練されながら押し出されて中子取の中に砂が流れ込むのである。現場ではバルブの木型をたくさん見たので、これについて方案の考え方など話し合ったが意見が全く一致した。仕上工場の方は別工場になっているので、この日は見なかったので、会議後の見学旅行のところで述べることにする。午後5時頃、再会を約してブレアリー氏と別れ、メトロポールホテルに泊る。

2.5 9月25日

午前9時、ブレアリー氏の紹介により、オズボーンハドフィールド社の好意で、シェフィールドから迎えの車がくる。リーズからシェフィールドまでは約90キロ、車で40分といえば日本ではさしあたりスピード違反というところだが、そこは英国とアメリカとが協同してつくったという立派な高速道路、上下線各3車線、合せて6車線の巾広い道路は自動車専用とはいえ目を見張るばかり、時速130～140キロで飛ばしてあっという間にシェフィールドにつく。ここは英国で「鋼の町」といわれる都市で鑄物工場も最も多い。オズボーン・ハドフィールド社はその中でも指折りの大きい鑄鋼工場である。早速ブレアリー氏から紹介されたロット氏に会う。小生は以前このシェフィールドに1週間滞在して、ホテルというより下宿生活

に近い経験をしたことがあるが、その時サムエル・オズボーン社という工場を単身見学に行ったことがある。オズボーンという名前が同じなので何か関係があるのかときくと、サムエル・オズボーンがハドフィールド社と合併してオズボーン・ハドフィールド社になったのだという。当時サムエル・オズボーン社に鑄造課長をしていたホートンという男がいたはずだと云うと、ホートン氏なら今この工場の最高責任者だという。すぐ向いの部屋にいるから呼んでくるというので、びっくりすることおびたどしい。以前私が渡欧したのが、12年前当時鑄造係長、彼が鑄造課長だったから砂や方案のことをいろいろ議論したり、クリスマスプレゼントを送ってやったことは覚えているが、12年たっては顔は覚えていない。しかしよくしたもので彼の方も、すっかり頭がはげ上り、私に会うなり頭に手をやり、「これを見てくれ」という。「いや私もしらすがふえてきました」でちゃん。ほんとうに喜んで歓迎してくれた。今では英国鑄物協会の顔役で会議後の見学旅行でもずいぶん世話になり、いろんな人に「俺の友達、日本のミスタームラタ」だと紹介してくれ、英国で肩身の広い思いをしてこれたのも彼のおかげであった。さてそんなことで、いよいよロット氏の案内で工場を見学することになったのだが、久しぶりの再会に気をよくしたホートン氏は何んでも俺でできることがあったらしてやるという言葉に甘えて、工場内の写真をとらせてくれと頼んだところ、「OK」だというので、大っぴらにカメラをぶらさげて現場へ出掛けていった。帰国後皆さんからよくこんなに写真をとれたものだ（ほとんどの工場が無条件に写真をとらせることはない）といわれるのだが種あかしすればこんなことだったのである。



オズボーン・ハドフィールド社にて
(左) ロット氏、(右) 小生

このオズボーン・ハドフィールド社について、簡単に紹介すると、従業員はスタッフを含めて1,400人、生産量は週320トン（月産約1,400トン）である。労働時間は週40時間、就業時間は午前7時30分から午後4時まで、昼休みが1時間、午前、午後各々15分間のお茶の時間があるわけである。賃金は週25ポンド～26ポンド（日本円換算21,000円～22,000円）である。しかし、この工場では生産奨励金や、夏季手当や年末のボーナスというものは無い。鑄鋼品の単価はトン当たり普通鋼で約16万円～24万円である。

では工場の内部を写真で御紹介することとしよう。



写真1. 2丁ストッパー式取鍋



写真2. サイドライザーを使用した
模型の一例



写真3. 生型造型場



写真4. サイドライザー方案の
トラックリンク



写真5. 仕上工場



写真6. 懸垂グラインダー
体重をうまく利用している、また重錘
(おもり)をつけているところに注目。

写真 8であるが、木型の湯道及びサイドライザーの底部に鑄出しマークがついているのに注目願いたい。これは材質管理のためのもので、湯口、押湯を切断したあと、その返り材がどの鋼種か分るようにしてある。次の写真 9のシェルモデルの鑄込場であるが、御覧のようにバックアップなしで平でどんどん鑄込んでいる。写真 10に示す如く、懸垂グラインダーにおいて、彼等がいかに体重をかけて効率よく仕事をするために工夫しているかの例など、御覧いただきたい。

以上、視察旅行の一部について述べましたが、とりとめのない話で皆様方の御参考になったかどうか疑問に思っています。

東北支部会員の今後の御活躍をお祈りして筆をおきます。



写真 7. 模型工場の内部



写真 8. 材質管理のための鑄出マーク



写真 9. シェルモデル鑄物工場



写真 10. 懸垂グラインダー

東北鑄造技術コンクール実施経過

1. 実施の動機

日本鑄物協会東北支部創立20周年記念大会の終了後、第3回実行委員会が昭和46年11月18日仙台市で開かれたが、同大会協賛金の一部の有効な使い方の一つとして、同記念事業に東北鑄造技術コンクールをやれないものだろうか、という提案が多く委員から希望として述べられた。

早速、鑄造コンクールについては古くから実績のある新潟県支部の様子を、斉藤会長より懇切に教えていただき、できる範囲の無理でない程度に次年度に実施してみることになった。

さいわい、趣旨に多くのご賛同が得られ、3団体の後援、各地の6組合、研究会および15社から協賛をおねがいすることができた。

2. 実施期間

昭和47年 5月23日 コンクール開催の案内書を発送

同封書類：実施要綱

別紙1（参加申込書、鑄造調書）

別紙2（鑄造方案書）

昭和47年 6月15日 参加申込メ切

昭和47年 7月20日 作品メ切（試験棒、鑄造調書、鑄造方案書添付）

昭和47年11月10日 東北支部山形大会（於ホテルオーヌマ）で表彰式と、「コンクールをかえりみて」をテーマに鑄鉄部会のパネルディスカッションが開催され、併せて作品展示コーナーが設けられた。

3. 参加状況

参加申込22社、出品19社で、3社は水害のため棄権した。

4. 出品物の製作要領

実施要綱および別紙2の鑄物図に基づき、ブリーを製作する。

5. 審 査

5.1 審査委員

大平支部長が審査委員長となり、支部から目黒、渡辺両理事、工業試験場から新村部長（福島）、坂本科長（山形）両氏、鑄鉄部会から千田主査、藤田幹事両氏の計6名に審査委員を委嘱した。

5.2 審査方法

作品を同一条件でショットプラストを施し、審査基準（昭和47年5月20日第1回審査委員会作成）に従って匿名審査を行ない（昭和47年10月13日第2回審査委員会）成績優秀な上位5社の入賞を決めた。

試験および検査は東北大学工学部金属加工学科大平研究室で行なわれ、分析試験は新日本製鉄㈱釜石製鉄所研究所で実施した。

6. 表 彰

日本鑄物協会東北支部長賞	㈱水沢鑄工所	（岩手）
東北鉄鋼協議会長賞	㈱名和鑄造所	（山形）
日刊工業新聞社長賞	㈱福島製作所	（福島）
日本鑄物協会東北支部鑄鉄部会長賞	㈱須田鉄工所	（宮城）
日本鑄物協会東北支部鑄鉄部会長賞	㈱及泰鑄造所	（岩手）

上記5社に対し賞状および楯が授与され、他出品会社14社にトロフィーの参加章を贈呈した。

東北鑄造技術コンクール実施要綱

1. 趣 旨

基礎産業としての鑄物業界は激動の1970年代に対処するため、いまや技術革新に真剣に取り組むよう迫られ、量より質を目標として厳しい条件下で達成すべく努力することが望まれます。

日本鑄物協会東北支部は昨年創立20周年を迎えましたが、このときにあたりその記念事業の一つとして、本年に東北鑄造技術コンクールを実施することになりました。

東北地方の鑄物業界の方々にこれを機会になお一層の緊密な連係が生まれ、お互いにすぐれた固有技術を披歴し合って、当地方の鑄造技術向上をおしすすめられるよう期待するとともに、さらに研究意欲の高揚もはかりたいと思います。

2. 主 催

日本鑄物協会東北支部

3. 後 援

東北鉄鋼協議会

日刊工業新聞社

日本鑄物協会東北支部鑄鉄部会

4. 事務局

日本鑄物協会東北支部

〒980 仙台市荒巻字青葉

東北大学工学部金属加工学科内

TEL 0222-22-1800 (内線3449)

5. 参加資格

東北6県に鑄物工場を有する事業所

6. 参加申込

昭和47年6月15日まで、参加料4,000円(加工費他)を添え、別紙申込書により事務局へ申込むこと。

7. 作品×切

昭和47年7月20日まで試験棒、別紙鑄造調書、鑄造方案書を添え事務局へ送付のこと。
なお送料は参加事業所負担とする。

8. 課 題

8-1 鑄鉄製品 プーリー（次頁図面通り） 2個

同一方案，同一取鍋の溶湯で生型（塗型は行なわない）に鑄造のこと。1個は湯口系，押湯，揚りなどをつけたままとする。ただし金ブラシで砂落しをした程度とし，ショットブラスト，グラインダー，パフなどをかけないこと。

8-2 試験棒 1本

30φ×350mm丸棒（黒皮）を製品と同一取鍋の溶湯で生型に鑄造のこと。

8-3 材 質

FC20またはFC25

8-4 木 型

参加事業所で製作のこと。

9. 審査項目

別に定める審査基準により鑄肌，寸法，外部欠陥，削面欠陥，歩留り，方案および引張試験の7項目について審査する。

10. 審査委員

審査委員長 東北大学工学部教授

審査委員 山形県立山形工業試験場工業科長
新日本製鉄(株)釜石製鉄所研究所課長
福島県福島工業試験場機械金属部長
(株)本山製作所技術部材料課長
東北学院大学工学部助教授
東北大学工学部講師

◎ 主 査

工博

工博

理博

○ 幹 事

大平五郎

坂本道夫

◎ 千田昭夫

新村好弘

○ 藤田昭夫

目黒博

○ 渡辺融

（五十音順）

11. 表彰式，技術討論会

昭和47年11月頃山形市で開催予定の日本鑄物協会第10回東北支部大会において表彰式を挙行し，また“コンクールの成績を省みて”をテーマに技術討論会（鑄鉄部会）および作品展示会を開催する。

（東北鑄造技術コンクール課題図は74頁参照）

東北鑄造技術コンクール審査講評

主査審査委員

新日本製鉄(株)釜石研究所課長

工博 千田 昭夫 ※

幹事審査委員

(株)本山製作所技術部材料課長

藤田 昭夫 ※※

はじめに

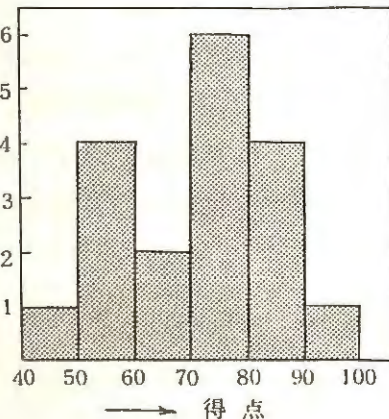
このたび、日本鑄物協会東北支部創立20周年記念事業の一つとして開催された、東北鑄造技術コンクールの作品18点(他1点は誤作のため失格)について、その審査結果の概略を述べ参考に供したいと思う。

当支部はじめてのコンクールであるにもかかわらず、厳しい業界の条件下で多くの工場が参加されたことは、東北地方における鑄物業界の鑄造技術に対する研究意欲の旺盛さを示すもので、いずれの作品も真剣に取り組んだ苦心のあとがうかがわれ、大変心強いとともにうれしく感じられた。

コンクール課題のブリーは広く使用されている機械鑄物で、外周溝部の緻密さが必須条件であり、寸法精度は勿論のこと機械加工面の無欠陥が望ましい。

一見して単純な形状のため“易しすぎる”との声も聞かれたが、実際は第1図の成績のように60点未満が30%近くもあって意外に難しく、しかも寸法の審査において最も得点差が大きく表われたことは、興味深い注目すべきことがらといえよう。

個
数
↑



第1図 総合成績の分布

以下に審査の上で気付いた点を問題点にふれながら、簡単にまとめてみる。

※ 本協会評議員、東北支部理事、同鑄鉄部会主査

※※ 本協会評議員、東北支部理事、同鑄鉄部会幹事

1. 鑄 肌

一般的に普通程度のものが多いが、ブリーの鑄肌として少し粗すぎるものが幾つかみられ、適切な砂粒度の選択が望まれる。また耐火性が弱いために起因していると思われる鑄肌不良があったので、よく注意しなければならない。

塗型をしたもの、ショットプラストとグラインダーをかけたものが各2個みられたが、仕様不一致の誤作業は敵につつしむ必要がある。

2. 寸 法

重要寸法のみを審査対象としたが、最大誤差を超えるものがあつたことは残念であり、簡単な形状のため造型作業に油断がなかつたろうか。

外径は概して良好であるが、+3.6mmの太径は型張りのためであつた。高さが $\leq \pm 0.5$ mmの精度内のものが僅かであつたことは意外であり、厚みの場合でも同精度内は40%近くにすぎず、いずれも最大誤差を超えたものは型張りに起因して居り、機械鑄物としてはさらに良好な寸法精度を期待したいものである。いずれにせよ減点0が1点のみであつたことは遺憾である。

第1表 寸法精度の実態(点)

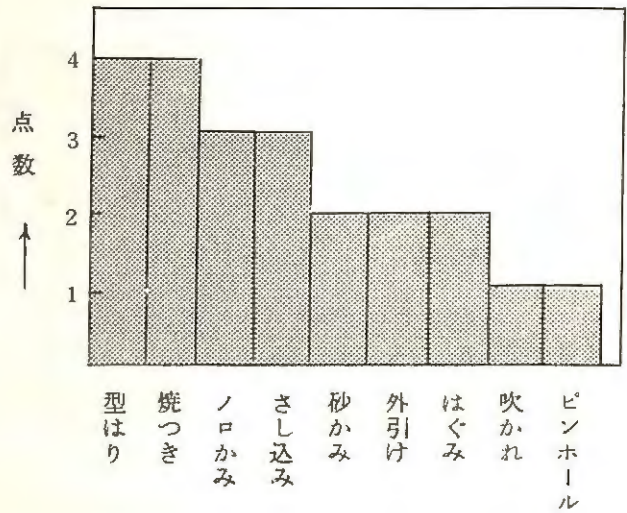
外 径	$\leq \pm 1.0$	$\leq \pm 1.5$	$\leq \pm 2.0$	$\leq \pm 2.5$	$> \pm 2.5$
226 ϕ	10	2	3	1	2
高 さ	$\leq \pm 0.5$	$\leq \pm 1.0$	$\leq \pm 1.5$	$\leq \pm 2.0$	$> \pm 2.0$
35	3	7	5	2	1
厚 さ	$\leq \pm 0.5$	$\leq \pm 1.0$	$\leq \pm 1.5$	$\leq \pm 2.0$	$> \pm 2.0$
8	7	7	2	0	2

3. 外部欠陥

健全なものは3点で、他は第2図のようになんらかの欠陥がみられ、その中の3点は堰前の吹かれ(きらい)、ボス下の外引け(しぼられ)、縁内周の外引け(汗)、はぐみなどの重大欠陥であつた。

前述の横型張りに加え堰反対側の縦型張りも目立ち、焼つきとともに最も多い。万案は相当工夫したと思われるが、堰前にはノロかみ、さし込み、砂かみなどがみられる。ストレーナーを用いた4点には、これら堰前の欠陥がなく効果が認められた。

その他湯境，押し込み，すくわれ，型落ちなどは皆無でよろこばしい。とくに気泡巣が全く認められなかったことは，十分な配慮のあとが推察される。



第2図 外部欠陥の発生状況

4. 削面欠陥

FC25の5点には削面欠陥が皆無で分子あれもみられず，切削面が詰まってさすが吟味した材質である。

FC20は13点中約半数に第2表のような欠陥があり，分子あれは材質による影響が明らかにあらわれている。堰前の引け巣が比較的少なかったのは，押湯堰の採用などの方案対策によるものと思われる。

第2表 FC20の削面欠陥

分子あれ	5点
堰前の引け巣	2点

一般的には引け巣，ノロかみ，砂かみ，吹かれ，ピンホールなどがなく，削面は少々良好な状態といえよう。

5. 歩留り

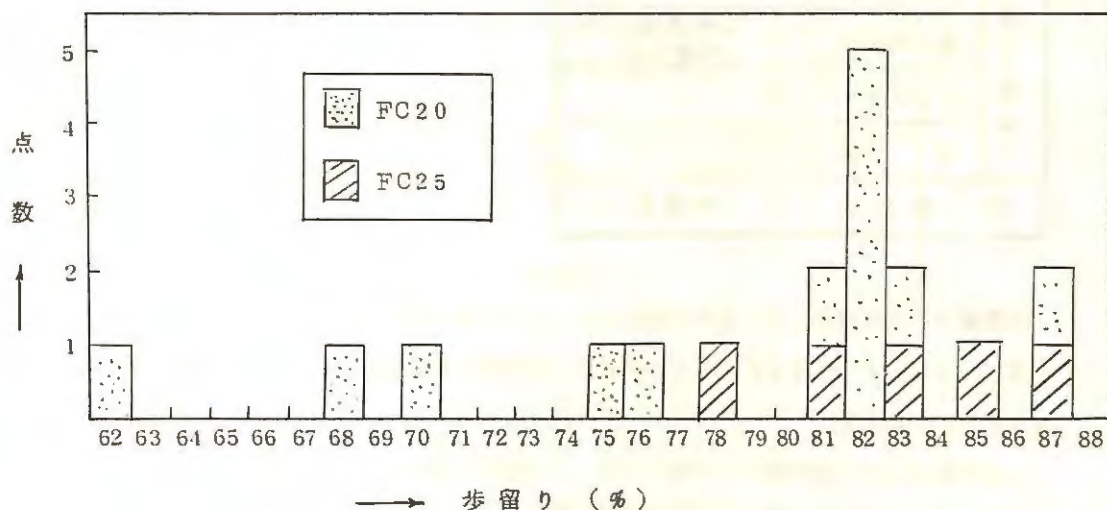
この課題はFC20または25程度では歩留りに差はみられず，その分布の有様は第3表，第3図に示す通りである。両材質各1点の最高歩留り87%から最

第3表 材質別の歩留りの分布(点)

歩留り(%)	≥ 85	84~80	79~75	≤ 74
FC20	1	7	2	3
FC25	2	2	1	-
計	3	9	3	3

低の62%まで、方案によって相当なバラツキがあり、平均歩留りは79%になるが、押湯堰を採用したものが多いため低くなっていると思われる。

課題の形状から考えて、欲をいえば最低75%以上の歩留りを期待したいものである。経済性の立場から、さらに検討してみる必要があるのではなかろうか。



第3図 歩留りのバラツキ

なお参考までに重量について調べると、鑄込重量は6.48~5.91kgの間にバラツキ平均6.20kgであった。因みに計算上の製品重量は6kgなので、+8%、-1.5%の重量増減範囲にあることがわかり、實際上指定重量よりもあまり超過することは好ましくないので注意を要する。

6. 方 案

もともと方案の良否を決めることは仲々難しいが、他社はどのような考え方をしているかを知ることにも参考になるので、各社苦心のあとを少しまとめてみよう。

湯口方案を考える場合、凝固の方向性を検討してどの部分から注湯するかが問題で、とくに堰前の引け巣防止策に苦労したことと思われる。

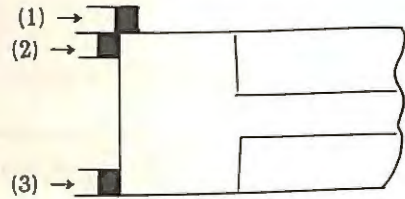
主な堰の位置は第4図の通りで、分類すると第4表のように示される。落とし込みがほとんどで、押しあげは2点にすぎない。

堰を上型につけたものは鑄仕上げに手間がかかり、側面に堰を切ればこの心配はないが、それぞれ長短があるので速断はできない。チョンガケも同様なことがいえるが、大きさや掛ける寸法

が適当でないとい切角の効果が薄れるので注意して欲しい。

第4表 堰 の 分 類

堰 分 類		点 数
落 し 込 み	堰上型 (1)	4 (押湯堰 1)
	堰上側面(2)	9 (押湯堰 4) (含堰中段 1)
	チョンガケ	2
	車 堰	1
押しあげ (3)		2 (押湯堰 2)



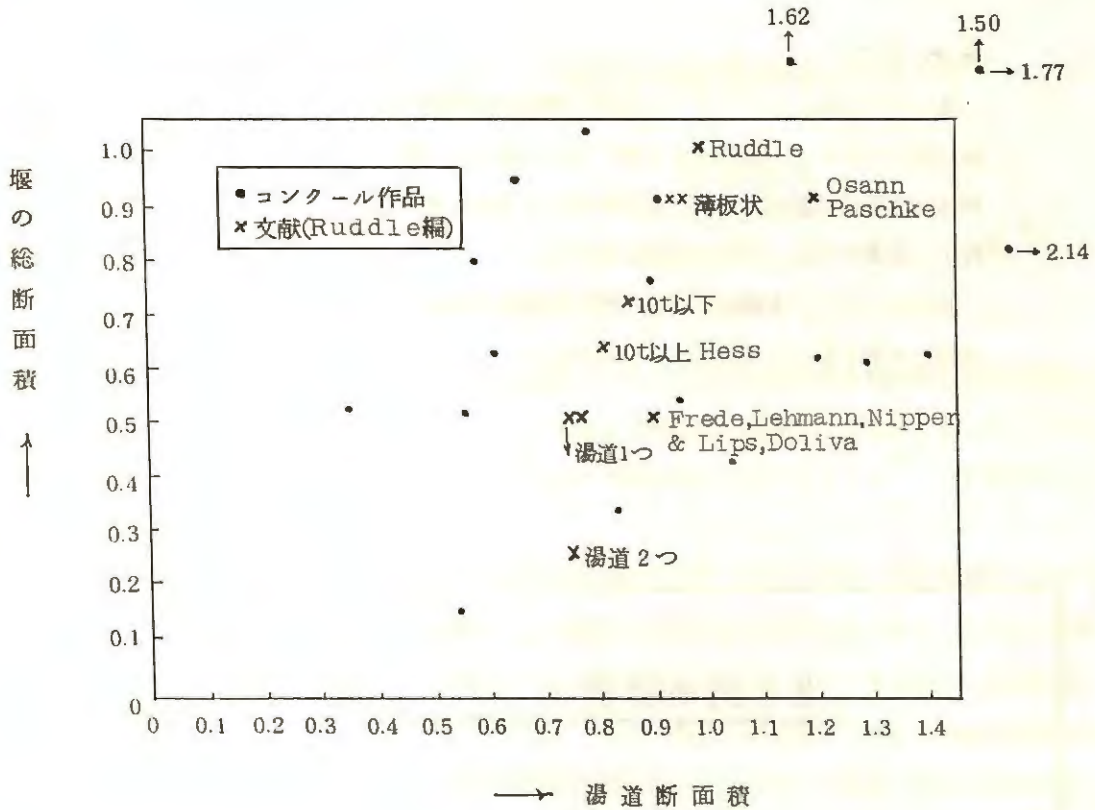
第4図 堰 の 位 置

押湯堰をかなり使用しているのが注目され、トップライザー2点、サイドライザー1点、揚り1点、ストレーナー付き4点そしてポスに冷し金を使ったものが1点にみられ、それぞれ工夫のあとがうかがわれる。

なお半数のものが複数堰で2本堰が4点、3本堰が1点そして4、6本堰が各2点あり、“静かに速く”の注湯原則に腐心したわけであろう。

ところで、試みにそれぞれの湯口比を求め、各研究者によりデータはちがうがその推奨値と比較してみた。一般に鑄鉄鑄物では湯口、湯道そして堰の順に小さくなっているものが多いが、これは流れが一樣で滓の生成が少ないが、流速が大きいため湯が荒れ空気、ガスを吸い込みやすい長短所をもっている。第5図でわかるように湯道と堰がいずれも1以上のものが2点、湯道のみ1以上が5点、堰のみ1以上の場合が1点計8点にも達している。即ち銅合金や軽合金で多くみられるように、(高力黄銅, Johnson et al 1:2:1, アルミニウム, Ohira 0.6:1.7~1:0.75)湯道, 堰が湯口より大きくなっているわけである。従って前述の長短所が逆の有様を示すようになる。

いずれをえらぶかは実際上仲々難しく、具体的には現物を十分に検討して決めるべきであろう。



第5図 湯口比の実態

7. 引張試験

第5表のようにFC25の5点はさすが全数合格したが、FC20は13点中5点が不合格であった。下限を割ったのは3点で、1点はR部に巣が潜在して居り、他の1点はコシキ溶製品であった。また上限を超えたものは2点あり、下限外れの場合を含め装入材料の配合比から推して、不安を抱かせるようなものもあり、もっと信頼できる溶湯が得られるよう溶解管理に一層の努力が望まれる。少なくとも下限強さを下廻らないように注意しなければならない。

第5表 引張強さの成績

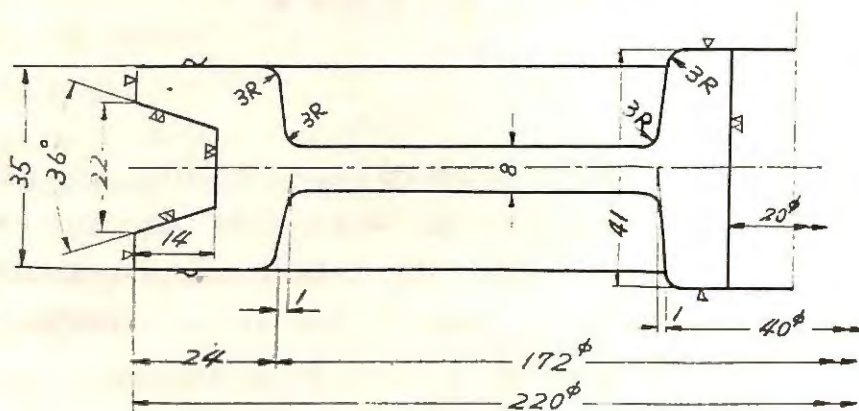
材質	出品数	合格数	合格率
FC20	13	8	62%
FC25	5	5	100%
計	18	13	72%

おわりに

易しそうにみえたブーリーにも仲々興味ある問題点があって、数多くの作品に接してみると“铸件は生き物”という感じが一層深められた。苦心を重ねて一生懸命に製作された作品だけにそれぞれに魂が入って居り、本当に気持よく審査することができ欣快に堪えない。

おたがいにこれを機会にさらに緊密な関係を推進していき、東北の鑄造技術向上に資するよう期待したいものである。

東北鑄造技術コンクール課題



注1. 取代3mmとする

注2. 木型10伸とする

ブーリー	FC20, 25
品名	材質

東北鑄造技術コンクール試料の材質判定について

審査委員

東北学院大学工学部助教授

理博 目黒

博 ※

1. ま え が き

日本鑄物協会東北支部創立20周年記念事業の一つとして、全東北地区鑄鉄鑄物業者を対象とした東北鑄造技術コンクールを実施したことは東北の鑄造技術発展のため誠によろこばしいものがある。さらにこれに関して東北支部山形大会にて鑄鉄部会パネルディスカッションが開かれたことは有意義なものがあった。

一般に片状黒鉛鑄鉄の材質の良否を判定するには化学成分、引張り試験、抗折試験およびかたさ試験などの個々の性質をJIS規格などと比較するのみでは不合理の点が多く、これらの試験値より相互の関連性を求め、ある基準線により品質を判定することがより合理的で、生産現場においても有効な材質管理の手段と考えられる。これらの鑄放し試料径30mmと20mmの材質判定に関する研究傾向についてはすでに東北支部会報第8号(1972)に解説したので参照されたい。

今回はコンクール試料の材質判定値と従来公表されているものをできるだけ比較検討した結果を簡約してのべる。

2. 調査試料とその比較方法

(1) 今回のコンクール審査に際しては、別紙のように引張り強さのみを対象とし、かたさ、顕微鏡組織および化学成分は参考にすることに決まり、また抗折試験は行われなかった。すなわち材質判定値としてはRGとRHしか計算されない。

(2) 鑄放し径30mm試料の材質判定においてW. PattersonはRG, RHの基準式をまた加山, 阿部阿博士らはRB, RH_bの基準式について研究している。

材質判定の基準式

$$a) \quad RG = 100 \sigma_t / (102 - 82.5 S_c) \quad RG > 100 \% \quad \text{良材質}$$

$$b) \quad RB = 100 W / (3280 - 2330 S_c) \quad RB > 100 \% \quad \text{良材質}$$

$$c) \quad RH = H_B / (100 + 4.3 \sigma_t) \quad RH < 1 \quad \text{良材質}$$

$$d) \quad RH_b = H_B / (35.8 + 0.136 W) \quad RH_b < 1 \quad \text{良材質}$$

- (3) 加山, 阿部両博士らは日本鑄物工業会の依頼により58試料について調査し昭和37年に公表している。その判定の基準として, 顕微鏡組織($\times 50$)により黒鉛形態をAFSにより次の3種類に分類した。A型黒鉛 \rightarrow E型黒鉛 \rightarrow 不良黒鉛(A, D, E型などの黒鉛の混在しているもの), この順に材質が低下してゆくという考え方を基礎にして, これに応じて諸関係値が悪化してゆくかどうかを検討している。
- (4) 加山博士らの調査試料による材質判定結果を比較するために, コンクール試料は黒鉛形態を検査せずに図1と図2に黒丸で外挿して検討した。

3. 調査結果

(1) コンクール試料のRG, RHの計算値

コンクール試料について上述した基準式によりRGとRHを計算した結果を表1に示した。

表1 コンクール試料のRG, RH値

№	RG	RH	№	RG	RH
1	94	1.09	11	98	0.96
3	88	0.98	12	108	0.90
4	92	0.95	13	87	0.94
5	111	0.93	14	93	0.93
6	146	0.80	15	118	0.98
7	92	0.96	16	84	0.96
8	106	0.85	17	94	0.87
9	89	1.01	18	104	0.92
10	105	0.93	19	96	0.88

(2) 良材質と判定数

コンクール試料を外挿した図1は引張り強さと炭素飽和度の関係のRG値を示し, $RG > 100\%$ のものが良材質と判定される。また同じく図2は引張り強さとブリネル硬さの関係のRH値を示し, $RH < 1$ のものが良材質と判定された。そのほかの材質判定値RBとRH₀を含めて個々に良材質としての判定数を要約して表2に示した。

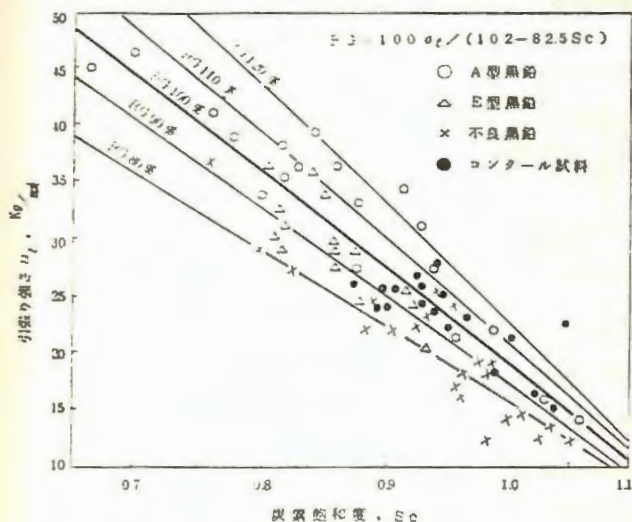


図1 炭素飽和度と引張り強さの関係

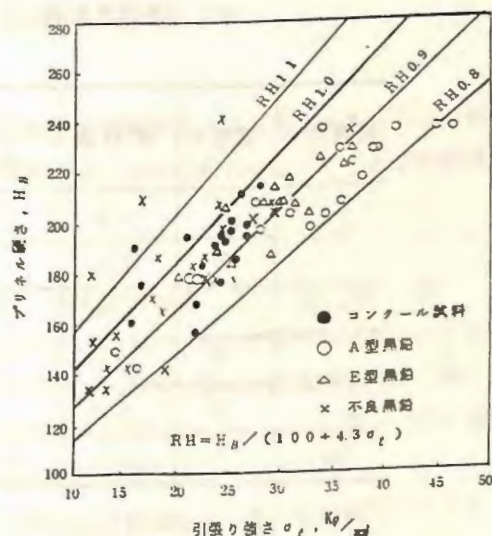


図2 引張り強さとブリネル硬さとの関係

表2を考察すると特にRHの判定においてはE型黒鉛と不良黒鉛の材質のものかなり多く良材質の領域に入り、W.Pattersonの基準式はゆるやかで、そのまま適用することは明らかに不合理であることを示している。

加山博士らは最も信頼性のあるのはRB値で、つぎにRH₀値も有効であるとしている。今回のコントロール試料は前述のようにRGとRHのみの調査で総合的判定に欠けるきらいがあるが、加山博士らの調査と比較すると、この点に関しては関東地区の片状黒鉛鑄鉄の材質に劣らないと云える。ただし目標がFC20およびFC25であることを考慮せねばならない。

(3) 化学成分の範囲

FC20およびFC25を目標にしたとき、普通鑄鉄の良材質のえられる化学成分の範囲を検討するとおよそ次のように考察される。

T.C 3.20~3.45%, Si 1.70~2.30%, Mn 0.55~0.80%, P 0.050~0.110%, S 0.06~0.120%, Sc 0.87~0.95

- (3) 加山, 阿部両博士らは日本鋳物工業会の依頼により58試料について調査し昭和37年に公表している。その判定の基準として, 顕微鏡組織($\times 50$)により黒鉛形態をAFSにより次の3種類に分類した。A型黒鉛 \rightarrow E型黒鉛 \rightarrow 不良黒鉛(A, D, E型などの黒鉛の混在しているもの), この順に材質が低下してゆくという考え方を基礎にして, これに応じて諸関係値が悪化してゆくかどうかを検討している。
- (4) 加山博士らの調査試料による材質判定結果を比較するために, コンクール試料は黒鉛形態を検査せずに図1と図2に黒丸で外挿して検討した。

3. 調査結果

(1) コンクール試料のRG, RHの計算値

コンクール試料について上述した基準式によりRGとRHを計算した結果を表1に示した。

表1 コンクール試料のRG, RH値

$\%a$	RG	RH	$\%a$	RG	RH
1	94	1.09	11	98	0.96
3	88	0.98	12	108	0.90
4	92	0.95	13	87	0.94
5	111	0.93	14	93	0.93
6	146	0.80	15	118	0.98
7	92	0.96	16	84	0.96
8	106	0.85	17	94	0.87
9	89	1.01	18	104	0.92
10	105	0.93	19	96	0.88

(2) 良材質と判定数

コンクール試料を外挿した図1は引張り強さと炭素飽和度の関係のRG値を示し, $RG > 100\%$ のものが良材質と判定される。また同じく図2は引張り強さとブリネル硬さの関係のRH値を示し, $RH < 1$ のものが良材質と判定された。そのほかの材質判定値 RB と RH_b を含めて個々に良材質としての判定数を要約して表2に示した。

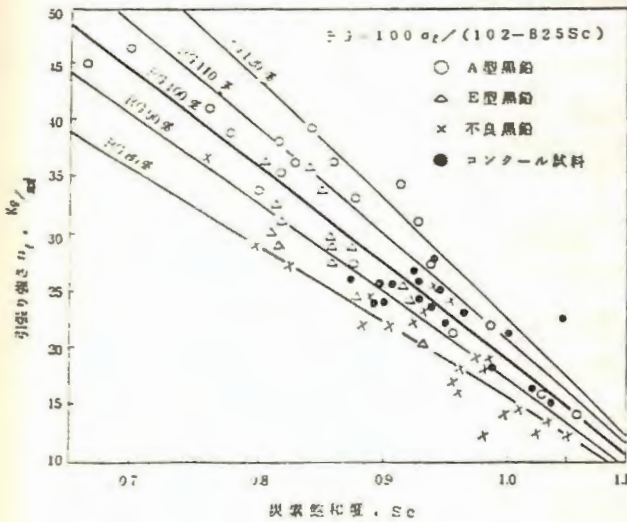


図1 炭素飽和度と引張り強さの関係

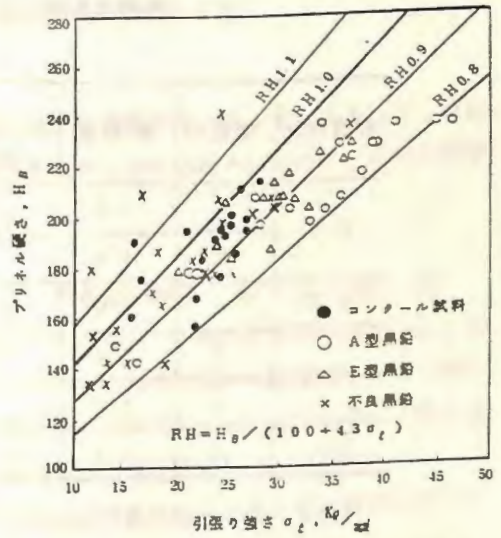


図2 引張り強さとブリネル硬さとの関係

表2を考察すると特にRHの判定においてはE型黒鉛と不良黒鉛の材質のものかなり多く良材質の領域に入り、W.Pattersonの基準式はゆるやかで、そのまま適用することは明らかに不合理であることを示している。

加山博士らは最も信頼性のあるのはRB値で、つぎにRH₀値も有効であるとしている。今回のコントロール試料は前述のようにRGとRHのみの調査で総合的判定に欠けるきらいがあるが、加山博士らの調査と比較すると、この点に関しては関東地区の片状黒鉛鑄鉄の材質に劣らないと云える。ただし目標がFC20およびFC25であることを考慮せねばならない。

(3) 化学成分の範囲

FC20およびFC25を目標にしたとき、普通鑄鉄の良材質のえられる化学成分の範囲を検討するとおよそ次のように考察される。

T.C 3.20~3.45%, Si 1.70~2.30%, Mn 0.55~0.80%, P 0.050~0.110%, S 0.06~0.120%, Sc 0.87~0.95

表2 各材質判定による調査試料と良材質の比率

材質判定	調査別	試料数	良 材 質			計
			A型黒鉛	E型黒鉛	不良黒鉛	
R G	A	58	14	3	2	19 (33%)
	E	18	7			7 (39%)
R B	A	58	17	3	2	22 (38%)
R H	A	58	19	15	18	52 (90%)
	B	18	15			15 (83%)
RH _A	A	58	16	2	6	24 (42%)

(註) A……加山博士らによる B……コントロール試料

4. む す び

依頼された枚数がすぎたようなので、最後に片状黒鉛鑄鉄の材質判定法の適用について私見をのべたい。

- (1) 鑄鉄製造業者により各種溶解炉，その他金配合と溶解操業条件，製品の肉厚および化学成分の変化などの資料を含め，代表的なJIS FC肉厚による各種の試料にて材料試験が行われる。これを地域的に集計して統計的に肉厚変化に応じた材質判定の基準が検討される。
- (2) その肉厚に応じた総合的材質判定により良材質としての適正な化学成分の範囲，さらに各溶解炉における適正な地金の配合と溶解操業条件を設定する方向に今後検討されるべきと考える。

本稿が多少なりとも参考になれば幸いである。

受賞社代表の製作要領発表

去る昭和47年11月10日に開催された東北支部山形大会鑄鉄部会パネルディスカッションにおいて、受賞5社の代表者から製作に当っての大変有意義な苦心談が披露されたので、大方の参考に資するためここに紹介します。

◎榊水沢鑄工所（日本鑄物協会東北支部長賞）

取締役工場長 及川 寿 明

一番心配したのはボス部の引けで、次いで「すくわれ」「しぼられ」が発生するのではないかと云うことで、この二点について配慮した。最初に湯口をベルヌイの法則で湯口の断面積を出し、次いで湯道、堰をきめ、堰の断面積を湯口の断面積と同じにした。押湯はケインの式で計算し、径と高さの比を1:1位にして求めた。そして自社のプーリー関係の方案を見ならってきめた。

湯道の処を滓取りのため薄くしぼった。滓取りの役目は十分果していると思うが、湯呑みの方で心配であった。

鑄物砂は現在使用している肌砂に黒鉛0.5%増し、コンスターチを多少増して注湯したが、ボスの引け、外部欠陥もなく出来た。

◎榊名和鑄造所（東北鉄鋼協議会長賞）

副工場長 西 塔 十 悦

今回出品した製品は再督促を受けた上でようやく出品しました。近頃忙しく納期ぎりぎりでの納品している今の鑄物屋そのまゝの姿であり、又丁度出張にあたって出がけに、きびしい審査があるので方案だけは全理的にする様に指示を与えました。勿論製品を見ず、ぶっつけ本番の1回で出品した形に持っていった訳です。受賞の報告を聞いて初めて造型者に聞いた次第で、それによると歩留りに一番心を配ったと云うことでした。本日の成額表を見ますと82%の歩留りと云う事をみまして、減点の中で一番大きな要因になっているので、82%の歩留りは私にとってきびし過ぎる様な感じを受けた。私自身気をつけたと云う事は方案以外何もなかったもので、以上につきまして皆様よりの意見等をお聞かせ下されれば幸いに存じます。

◎榊福島製作所（日刊工業新聞社長賞）

鑄造課主任 高 橋 和 義

今度は日刊工業新聞社長賞をうけられましたのも、日頃皆様方の御指導の賜物と思えます。出品に際しまして私共でどのような点を気を付けて鑄造したか簡単に説明致します。始めに木型方案ですが、下から押上げています。これはコーナーの部をRをつけていますが、その理由は見切面以外はRをつけて、出来るだけチルが入らない様な考えで自社製品は殆どRをつけています。木型の寸法は伸尺 $\frac{10}{1,000}$ で仕上代3mmとなっていますが下型面2.7mm上型3.2mmの仕上代をつけ勾配をつけています。実際鑄造してみるとF020で $\frac{10}{1,000}$ では仕上代がやゝ大きいと云う事が感じられ後から木型を修正しています。

それから歩留りの点ですが始めはトップライザーにするかサイドライザーにするか迷ったが、ど

うしても上から落すとしぼられが出るおそれがあるので下から押上げた訳です。

砂に関しては私共の処は余り生型の小物はやっていないが、山形、岩手地方の方は生型をやっており、私共は肌には自信がなかったのですが、審査の結果は鑄肌の点で減点なしと云うことになっているけれども、配合は古砂70、新砂30、コンスターチ0.2%、石炭粉0.2%、水分8%位にしました。

造型に際して種ゆめには四万に平均にゆるめる様、抜き枠で行ないました。溶湯については引張試験で $21.7 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ 出ていますが、チル試験とCE値測定で材質を判定しました。

◎楠須田鉄工所（日本鑄物協会東北支部鑄鉄部会長賞）

取締役 須田 昇

当社の製品は殆ど100kg以上のものを行っているので、今回の高級な物をどうやって鑄物にするか全然見当がつかなかったので、鑄造便覧にのっている大平先生の方案を参考にして、湯口の横に立っているものは何の役目もはたさないと思うが、何かつけないと格好が悪いと云うことで付けました。湯口、湯道、堰の比は3.8：4：2となっている。

砂はヤード6号（新砂）のみを使用し、鑄肌の減点5点は最高のものであります。事実肌が一番きたないようで、有効高さの低いキューボラで溶解したので、溶湯も恐らく酸化しているのではないかと考えられ余りほめたものではないと思っています。現在はキューボラをやめて電気炉を運転している。その当時は出湯温度もCE値も何も測定して居らず、地金の配合は新鉄33%、鋼材33%、残りが戻り鉄となっております。

◎及泰鑄造所（日本鑄物協会東北支部鑄鉄部会長賞）

取締役工場長 及川 清

最初にこのような名誉ある賞を戴きました事につきまして心から御礼申し上げます。

当所の方案としてはごく一般的な方案だったのですが、FC25で申込んだと云うことでボス部の引けが起るのではないかと考え、この部分に直下につけ様と思ったが歩留りの点から余り良くないと思い、押しの点からも上よりもシュリンカーの方が押しがきくのではないかと考え、しかも押しをきかせるシュリンカーとしてなるべく球に近い表面積の少ないものを使う様にした。水沢鑄工所さんと同じで湯呑みも非常によく引けもない製品が出来た。

重量があったので焼付きの点を心配したが、砂に石炭粉0.5%を普通より多目に入れました。何の変てつもない鑄造方案で良い賞を戴き申し訳けないと思っています。苦心した点ではシュリンカーを球状近くとし、表面を少なくして押しを効かせたと云う事だけです。

（文責 山形工試 坂本道夫）

鉄 器 の 町 山 形

山形県立山形工業試験場

場長 塩 沢 永 孚 ※

鉄器といえはすぐ南部盛岡、水沢を連想し、羽前山形が鉄器の産地であると思ひ浮ぶ人は少い。山形といえは紅花と蔵王の樹永を思い、日本一暑い記録をもつ盆地の町位に考えている人が多いのと同じである。しかし山形の人達は山形鑄物の伝統は約900年の歴史をもち、南部盛岡よりも、もっと歴史が古いと自慢している。事実山形は古来より薄肉で美しい鑄肌をもつ鑄鉄の産地として、年産額は全国的に見て中位の上に位置するにすぎないが、技術的には高いと誇りをもっている。特にミシンに代表されるような精密小型部品の鑄造技術、或いは工芸鉄器は日本を代表する産地であると自負している。実際工芸鉄器のうちでも鍋物は産額・品質デザインともに日本一であろう。

鉄器には現在いろいろなものがあるが、鉄の材質の特徴を生かしたのといえは、鍋類と鉄瓶に代表されるのではないかと思う。鉄の灰皿とか鉄の花瓶といったものは何も鉄でなければならぬという事はないし、むしろ錆が来るといふような欠点が目につき、わずかに鑄肌のもつテクスチャーを生かして造型したにすぎないものと思える。デザインは物のもつ機能のうえにそれを形ち造っている材料特性をうまく生かすことが必要である。このような見方、考え方からすると山形鉄器のみが10数点“Gマーク”商品として選定されているのも、むべなる哉となづけるわけである。

日本人は味にうるさい、細やかな味の変化も味覚出来るといわれているが、一方安易さ簡便さを好む民族の様で、鉄器のもつ材質特性は、うまい料理をつくる筈であるのに、日本婦人は料理の出来栄よりも、その重さをきらったり、錆びるといふ欠点を気にしてか、スキ焼鍋以外にはあまり使いたがらない様である。スキ焼鍋がアルミニウムであったり、ステンレスであったりすると、食べない前からまずそうな気がするし、事実本当の味が出ないようである。肉料理はステーキパンを初めとして鉄器が一番であると思うが、日本婦人も外国人のように重さを苦にしないで、料理の出来栄を考え、フライパンを初めキャセロール等に積極的に鉄器を使って、美味しい料理を作ってもらい度いものと思う。

このように山形は永い伝統に培かかわった薄肉で美しい鑄肌の鉄器の産地であるにかゝらず、余り知られていないのは残念である。山形市役所に行き山形の特産は何ですかと尋ねると“鑄物”で

※ 東北支部理事

あると誇りをもって答えてくれる。山形の産業はその生産額から言へば鋳物は一番ではないが、機械工業を初めとしてその他の産業が伸びているのは、この地山形に鋳物があったからこそである事には間違いがない。

山形鉄器は山形市の北方、馬見ヶ崎川が大きく曲るところ、旧市内の北端に住置する銅町を中心に生産されている。銅町は国道13号線が北上し天童へ向う北の出口に当たっている。銅町の名の由来は、鋳鉄に先んじて鋳銅が発達した事によるものらしく、この地の人は銅や町と呼んでいる。

この地名からも鋳鉄の発祥の古さがうかがわれることゝ思う。銅町は国道13号線の両側に軒をならべて約3~40軒の集団をなしている。この町は昔からの伝統を承継ぎながら、近代化を押し進めて居り、古いただづまいの中に、躍動と活気と芸術の香りのする山形市の中でもユニークな私の好きな町である。

此処の住人も又素晴らしい人達ばかりで、工芸作家あり、デザイナーあり、職人からたゞき上げた経営者ありで、この道一筋に生き抜いて来た年輪の深さと強い個性の人達が入りまじって活動している。真に鋳物を愛している人達ばかりである。

用事があって銅町を尋ねると、御手製の御自慢の鉄瓶でお茶を淹れてくれる。このお茶の味は銅町を忘れることの出来ないものにするものゝ一つである。銅町一帯は至るところ自噴水があり、蔵王山に源を発する馬見ヶ崎川が伏流して自噴水となっているので、この水のせいで美味い事はいうまでもない。鉄瓶よし、水よし、入れる人よし、何も言うことなく、煎茶し、自ら心が通い、心の和ぎを感じるこれが銅町である。この町も間もなく団地化して他に移るといふ。近代化し発展して行くことは鋳物業の発展であり誠に結構であるが、この古い銅町の心と雰囲気は失ない度くないものだし、団地化しても銅町の心はなくさないで鉄器製造にはげんでもらい度いものと思う。

トピ ッ ク

菊地理事黄綬褒章受賞の栄誉

東北支部理事菊地忠男氏（岩手鋳機工業㈱社長）は鋳物の品質向上と多年その振興に尽くされたご功績により、昭和47年4月1日機械振興会館で黄綬褒章受賞の栄誉に浴し、翌12日は皇居で天皇陛下に拝謁を仰せつかりになりました。

同理事の受賞は当支部にとっても大変よろこばしいかぎりです、今後ますますご壮健でご活躍されますよう、皆さんとともに心からお祝い申し上げます。

「研修雑感」

出席者 青森県金属材料試験所 一山 義夫
岩手県工業試験場 米倉 勇雄
宮城県工業技術センター 菅野 昭
福島県福島工業試験場 大里 盛吉

私たち4名は、昨年6月末から半ケ年に亘って、中小企業振興事業団中小企業研修所（東京都府中市）での中小企業技術指導員養成課程研修に席を合わせ、このほどその課程を終えてそれぞれの職場へ戻りました。そこで、長期間寝食を共にしたアルバム全部を開くとまではまいりませんが、この研修で学んだこと、見たこと、感じたことを勝手気ままに語ってみました。

（菅野） 研修成果如何にと云うことで、まさかこのような場で復習させられようとは……。

私たちは何れも職場において直接あるいは間接的に鑄造技術に関係していることになっているが、きょうはその辺の未熟さにはこだわらず、恥のかき捨てでアタックと行こう。

（大里） 私たちがいくらデータを取りました、集めましたと云ったところで、直接現場に携わっている方々には、とても尋常なことでは追いつけず、むしろ教わることが圧倒的に多い。今回の研修でこの立場が逆転するだろうなどは、鑄物の単価倍増の夢にも等しいことだが。でも、一般科目などを通して基礎を学んだことはそれなりにひじょうに有意義であったし、何か今後の仕事の上での指針のようなものをつかめたような思いもする。

（米倉） 前半2ヶ月の一般科目では、聞きなれない言葉がポンポン飛び出してきて苦痛の余り安住の眠りに陥ったこともしばしばあり、理解不足も手伝うが、講師の考える中小企業と私たちのみている中小企業とは大きな差位があつて、迷わされたこともあつた。

（一山） その例が、カリキュラムの合間に組まれたモデル中小工場見学にみられたが、コンピューターの導入活用、管理体系の充実あるいは規模自体などからして、私たちが県内で接する中小工場とは雲泥の差があつた。ここで学んだことを2～3人の弱小企業をも対象としている私たちの指導に結びつけるとなると、安息のペナルティ分を除外したとしても、相当な難事だ。

（菅野） 山中先生（一橋大名誉教授、元一橋大学長）の中小企業論は、その点中小企業の位置付けを探ると云うようなことで、幕開けにふさわしく印象深かつた。

研究課題として中小企業をとりあげたとき、大企業へ成長する過程での幼少時企業あるいは適度規模としての中小企業は、一般企業論で説明がつくとして、対象となるのは、問題性を担った中小企業であるとのことだったが。

(大里) 私たちの指導対象となっている鑄物工場の大半、いや全ては、典型的な問題性下の中小企業と云えそうだ。歴史的にみても若い面影など残るすべもない年輪を刻みながらも依然として旧態であり、かと云って適度規模とみるには余りにも問題が多過ぎる。

(米倉) 問題提供に事欠かない鑄物業界は、さしずめ興味を注がずにはいられない対象として、学者さんを大いに喜ばせていることにもなるだろうか。

(一山) そう云えば、企業が企業たるためには、(1)資本経済計算の仕組みを持つこと(企業成立の条件)(2)適度の大きさの組織と操業量を持つこと(企業存続の条件)(3)展開と拡大を持つこと(企業成長の条件)の3条件を具備しなければならないとし、こうした条件に合致し得ない企業は、生業であるとも云われたが、このあたりにまず問題性下の中小企業たる大きな要因を探れそうな気がする。

(大里) その昔から続いている鑄造品の目方取引などは、少なくとも現代にマッチした仕組みと思えない。情報化の波が押し寄せ、知識集約化への脱皮が叫ばれている今日、何でも複雑になればよいと云うわけではないが。

(菅野) 第3の条件の展開に至っては、寒々しい限りだ。景気変動による一時の生産量増加などは、展開・拡大の意味するところにあてはまらない。下詔け的性格が強いことからどうしても受身の立場にならざるを得ず、この立場が条件不満足の原因にもなっているのだろうが、もっと根本的に能動的な展開を図る姿勢がほしいような思いもする。

(米倉) この点、岩手県の工芸鑄物などは案外救われるところがあるのかも知れない。だからと云って、不景気のさ中に機械部品の鑄物屋さんに工芸鑄物の製造を真険に考えられたら大変困る。

※基本理念として、経済の発展法則と人間関係(人間同士の仕組み)とは不可分であり、社会科学の追求は、終局的に“人間”が対象となってくると結ばれた山中先生の言葉が、妙に記憶に新しいので言外の項として付記してみた。

(一山) 一般科目を通して強く感じたことは、応用動作の多い日常に対して、本質的な理解が余りにも略され過ぎているのではと云うことだった。

(菅野) マンネリ化しているうちに考えようもしなくなり、いつの間にか低次元に甘んじてしまう。常に同居する恐さだ。だからこそ今回のような研修で活を入れさせられるのだろうが。

(米倉) ふだんの勉強が大切だともなるが、どうしても流されてしまうことが多い。本質と本命をどこでどう違えたのか、近くの競馬場で一心に頭を捻っていた人もあった。研修所も罪なところ

ろにあったナハン。

(大里) 同じ公営企業でも、スピード、客動員数では競馬など及びもつかない国鉄が、こと経営内容となると何でも一兆円に近い負債をかかえるという。現代科学の粋を集めながらも、やはり技術以前の問題があるためだろうと思う。鋳物工場についてもどこか似たような、そう、縮図を見ることがある。

(一山) 尾関先生(早大教授)が、コストエンジニアリングで、総資本利益率は総資本回転率に比例するとの公式から、国鉄の増収は新幹線のスピードアップにあると腹をかかえたくなるような面白さで話していたが、今にして思えば鋳物屋さんの増収法についてもそのあてはめる公式を聞いておくべきだった。

(菅野) 総じて、公共とも基盤とか謳われている産業は、付加価値も低く、利益が薄い相場に運命づけられているらしい。おまけに、公害問題まであるとなると、ただごとでは取まらない世の中になっている。でもある講師が云っていた。利益は必要条件であって目的ではない。目的とするような感覚の企業は別ものであると。

(大里) 公害と云えば、キューボラに替る低周波炉が公害問題を惹き込んで注目されているが、テクノロジーアセスメント(技術の事前評価)における資源の有効利用と云う立場からは、将来の電力事情ひっばくを考慮すると、キューボラの存在があらためて見直されてきている。当然、公害防止については、その防止設備が本体より何倍高価であっても、万全の対策を要求されよう。

(一山) 新技術、新製品の開発は、従来無秩序に進められてきたが、今後はアセスメントによってチェックを受けさせようとする法制化の動きが出てきている。そうなれば必然的に既存のものについても再検討が行われようが、この場合、鋳造技術などはその存在を問われるほどの論議を呼びはしないだろうか。

(米倉) まさか、そこまでは行かないだろう。でも、現実の問題として、何となく漂う暗いイメージだけは、早急にぬぐい去りたいものだ。この点最近大きな話題となっているVプロセスは、業界の内外に明かるいイメージを与えてくれたと思う。

(菅野) 後半3ヶ月の実習中、機会に恵まれて中田氏(長野工試、Vプロセス発明関係者)の話をしてじかに伺い、また試作中の造型ラインを見学できたことは、大きな収穫だった。ノーバインダー鋳型と云う画期的な方法もさることながら、これによって鋳物の新しい分野への進出が可能になったと云うことにすばらしい価値を感じた。

(大里) 将来このVプロが、従来の造型法とどれだけ置きかわるかのシェア予測だが、当の中田氏は50~80%ぐらいとみていた。未解決の技術的諸問題も多いが、その大半は今後の研究待ちと云うことで時間の問題と思う。私自身は、シマ模様の深いものへの適用可否次第で相当左右

されるものと考えている。

(米倉) 識者の間では案外冷静で、中には20~30%と云うきびしい意見もみられた。でも、私の実習先である名工試の先生方は、バインダーの研究が主体となっただけに、それらの研究の影が薄くなったと苦笑しておられた。既に中国あたりからも引き合いがかかったと聞く。国際的な反響を巻き起こすのもよいが、なんとか収支の黒字がまた増加して憎まれなければとも案じる。

(一山) 中田氏も、かつては名工試で実習を受けた研修生だったと云う。そしてVプロの発想の端は、その時代につながるも聞く。そこで、我々もと行きたいが、こればかりは。

私は、木村先生(科学技術庁金属材料技術研究所、材料強度研究室長)のもとで、超音波探傷に関する実習を行ったが、この探傷法が意外と偏見をもって工業界に受けとられている現状を知り驚いた。だからこれを機会に、新技術には程遠いが、この積極的な活用法を課題として取組んでみたいと思っている。

(菅野) ぜひ鋳物の超音波探傷法を、高精度の域で確立していただきたい。欠陥のない鋳物は鋳物にあらずとの裏格言があるほどだから、サンプルに事欠くことはないだろう。

私の実習は、牧口先生(金材技研・製造冶金部長)の指導のもとで、要因の多い鋳物砂性質を素人がてっとり早く把握するにはと云うことで、統計的な手法による実験を試みてみました。座学で学んだことの活用もあった。

(大里) 確かに、肌で感じて初めて納得もし、自分のものになってくるのだろうと思う。応用時における自信の度合が全く違う。この意味で、私たちの試験研究は、少ない経験を補う場、そしてポテンシャルの向上をもたらす場として開発等とは異なる別な意義があるとみる。

(一山) 内部における種々の制約から、私たちのとりあげたテーマあるいは内容が、現状の問題から掛離れてしまうことがある。そんなとき、そのように理解していただければ身に余り過ぎるが、一家言持つ人に口を開かせれば“お前ら、一体何をしているか。”とも言いたくなるだろうと思うが。

(米倉) 私のところでは、掛離れることのないように、できるかぎり現場からテーマを拾うように努めてはいる。遊離云々の問題は、試験研究に限ったことではなく、試験場と企業との接触全般にわたることだと思う。

(大里) 限られた人員のため雑用に追われ、各人が一応は専門を有してはいると云うものも何でも屋になってしまう。そのため、試験研究体制となるとどうしても手薄いのが試験場の現状だろうと思う。それでも私などは、比較的研究業務が大きなウエイトを占めて、恵まれた方だろう。

(菅野) 私のところは、創設5年目にやっと入ったばかりで、皆さんのところと比べれば赤子の

ような年令でもある。追いつけ追いこせと叱咤はされるものの、歴史的な重みはやはり違う。逆らわないことにしている。

(米倉) 私の実習は、太田先生(名工試)のもとで、すくわれおよび絞られ防止を目的とした塗型剤について、頭で考えるよりもまずやってみると云う調子で、いろいろと実験してみた。残された課題については持ち帰って、続けてみようと考えている。

(大里) 私は、菊地先生(金材技研、鑄造型研究室長)のもとで、鑄鉄のチル防止に関する実験を行った。今度、私のところで高周波溶解炉を設置する関係から、溶解に関するテーマを選択したものです。正直云って、鑄物は要因が多すぎて、全くしんどい。

(菅野) 企業側にしても同様だろうと思う。今回の研修では、お互いに勉強させられたことが多かったわけで、これからのこととしては、いかに活かしてゆくかと云うことになるだろう。これを縁に、広域行政で、みちのくの鑄物へアタックとまいりましょう。

(文責 官工技センター 菅野 昭)

工業試験場巡り

福島県福島工業試験場

機械金属部長

新村好弘[※]

所在地 福島市佐倉下附の川
〒960-21
電話 0245-93-1121 (代)
場長 石野国雄

1. ま え が き

福島県福島工業試験場は昭和45年12月1日に発足したばかりなのでまだ2年位しか経過していません。もっとも工業試験場になる前に福島県機械工業指導所と福島県繊維工業試験場とが別々に存在していたのを合併して工業試験場にしたものなので、夫々歴史をもっています。

機械工業指導所

昭和24年に福島市三河南町に、鑄物工業の振興を図るために創立され、その後機械部門を加えて機械金属工業の試験場として整備拡充されてきました。

繊維工業試験場

明治34年に生糸織物試験場として福島市外渡利村に設立され、大正11年に川俣町の旧庁舎のあった場所に移り、その後組織の改廃によって幾度の変遷を経ましたが、合併する時点には繊維工業試験場として、織物、編物の指導、研究を行ってきました。

なお福島県ではこの福島工業試験場のほかに会津若松工業試験場を会津若松市に設立しています。

当工業試験場も工芸試験場と醸造



福工試全景

※ 東北支部理事，同鑄鉄部会委員

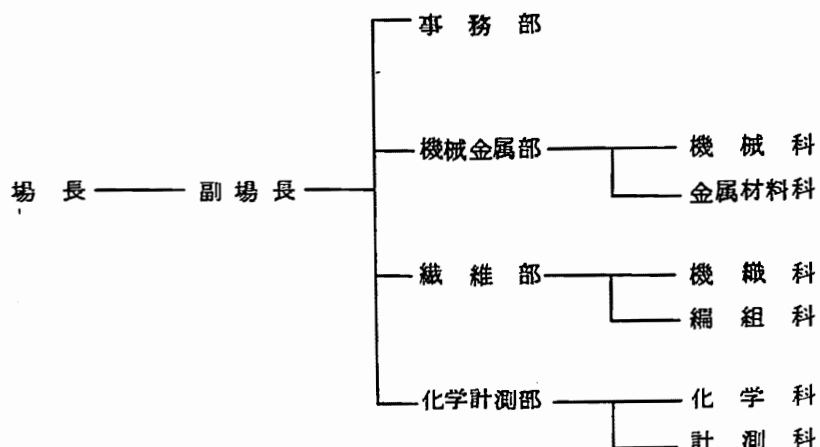
試験場を合併して作られたもので、工芸、木工、食品、醸造、プラスチック、陶磁器等の部門があります。

2. 福島県の工業

福島県は東北地方のうちでは一番京浜地区に近く、工場立地条件も一番恵まれており工業出荷額は東北では一番多く日本全国では大体中間位の所にしております。工業出荷額のうちでも近年著しい伸びを見せたのが機械金属工業でその伸び率は日本の伸び率を上廻っております。特に増加したのは電気機械器具製造業で、昭和45年の工業統計では従業員100人以上の工場が286ありますがそのうち71が電気関係です。機械金属では100人以上が136ですから半分以上が電気屋さんと言う事になります。但し最近になって鋳物工場が建設されてくるようになりました。三菱自動車東北三菱自動車部品(株)と云う会社工場を二本松市に建設して鋳鍛造を行います。喜多方市には昭和電工と古河アルミの合併会社である喜多方軽金属(株)が設立されてアルミ鋳物を生産しておりますし、石川郡棚倉町にはトキコが鋳物工場を現在建設中で48年4月には稼動するとの事です。相馬市には日本高級金属(株)がロストワックスの専門工場を稼動させています。原町市には日立工機(株)原町工場が自動造型機と低周波誘導炉と云う最新の姿で動いていますし、川口市から中小企業のモデルの様な丸金工業(株)が自動造型機と低周波電気炉の組合せ、羽賀鋳工(株)がアーク炉でダクタイルや特殊鋳鉄を生産し、東洋鋳工(株)鏡石工場はパレット・ラインで自動車部品を量産すると云った工合に県内に進出してきています。鋳鋼では既存の工場が夫々設備を近代化しており、福島製鋼(株)は月産3,000トンの規模を誇っております。精密機械の方ではコバル精密が郡山市に数年前に設置され電気時計の生産が当って、その下請工場は夫々フル生産を続けています。工業試験場の隣りには福島キャノン(株)があって8ミリ撮影機や一眼レフを生産しておりますが、高校卒の若い従業員が500人、1,000人と集まって生産に従事しています。これらの工場が建設していなかったら、そこに就業している若人の殆んどが皆県外に就職してしまっていたにちがいません。

3. 組織

前述しました様な県内の工業の技術向上を図るために次のような組織で運営されています。



夫々の部科の業務内容及び担当者は次の通りです。

◎ 事務部

部長 — 副場長兼務（菊田 宏）

担当業務 — 人事・予算・決算・物品出納・その他庶務一般

◎ 機械金属部

部長 — 新村好弘

○ 機械科 科 長 — 佐藤信夫

担当業務 — 機械加工・精密測定に関する技術

○ 金属材料科 科 長 — 酒井勝男

担当業務 — 溶接・鋳造に関する技術

材料試験

◎ 繊維部

部長 — 和田貞夫

○ 機織科 科 長 — 欠員

担当業務 — 機織に関する技術

○ 編組科 科 長 — 鷲 友治

担当業務 — ニット縫製に関する技術

◎ 化学計測部

- 部長 — 橋内英勝
- 化学科 科 長 — 左雨六郎
担当業務 — 化学分析に関する技術
- 計測科 科 長 — 欠員
担当業務 — 染色に関する技術

4. 規 模

敷 地 7,924.21 m^2

建 物	○本 館	2,133 m^2	(鉄筋コンクリート2階建)
	○機械鈎物実験棟	453 m^2	(鉄 骨)
	○機織実験棟	123 m^2	(鉄筋コンクリート)
	○引張試験室	66 m^2	(")
	○そ の 他	143 m^2	

本館は温水暖房，実験棟はオイルファーネースの温風暖房で全館冷房とまではなっておりません。将来はそうする積りで配管をしてあります。引張試験室は振動が出るので本館と離して建て、引張試験機3台(100, 50, 5トン)及びシャルピー1台を設置してあります。

5. 職 員 数 35名

- 場 長 1 , 副場長 1
- 事 務 部 4名
- 主 事 (2)
- 技 能 員 (1)
- 用 務 員 (1)
- 機 械 金 属 部 12名
- 部 長 (1)
- 科 長 (2)
- 研 究 員 (5)
- 補 助 研 究 員 (1)
- 技 能 員 (2)
- 嘱 託 (1)

- 織 維 部 8 名
 - 部 長 (1)
 - 科 長 (1)
 - 研 究 員 (2)
 - 補 助 研 究 員 (1)
 - 技 能 員 (3)
- 化学計測部 9 名
 - 部 長 (1)
 - 科 長 (1)
 - 研 究 員 (6)
 - 技 能 員 (1)

6. 主要設備

本文末尾に主要設備表を記載いたします。

7. 業務内容

工業試験場の業務は大体、試験・研究・指導と云う事になっておりますが、当福工試でも変わりはありません。試験は依頼試験であります。昭和46年度の実績は次の通りです。

昭和46年度依頼試験実績

区 部 分 科	依頼試験研究項目	件 数	地区別分布件数		企業体別分布件数		
			県 内	県 外	大 企 業	中 小 企 業	そ の 他
化 学 科	金 属 分 析	4 5 7	4 5 7	0	3 8	4 1 9	0
	非 金 属 分 析	1,1 9 6	1,1 9 6	0	2 6 8	7 7 5	1 5 3
	固 形 燃 料 分 析	1 5 8	1 5 8	0	0	5	1 5 3
	め つ き 試 験	1 6	1 6	0	0	1 6	0

区 部 科	依頼試験研究項目	件 数	地区別分布件数		企業体別分布件数		
			県 内	県 外	大 企 業	中 小 企 業	そ の 他
機 械 金 属 部	強 度 試 験	2,584	2,568	16	786	1,783	15
	金 属 組 織 試 験	77	77	0	0	77	0
	放 射 線 透 過 試 験	272	272	0	0	272	0
	鋳 物 砂 試 験	70	70	0	0	70	0
計 測 科	染 色 堅 ろ う 度 試 験	1,385	1,385	0	0	1,385	0
	混 紡 率 試 験	122	122	0	0	122	0
	そ の 他 の 染 色 試 験	119	119	0	0	119	0
織 維 部	強 験	89	57	32	0	89	0
	織 物 分 解 設 計	74	62	12	0	74	0
	織 度 試 験	74	64	10	0	74	0
	そ の 他 の 織 維 試 験	21	19	2	0	21	0
	加 工	11	11	-	0	6	0
	計	6,725	6,653	72	1,092	5,037	326

研究としましては昭和47年度の主な研究テーマは：

1) 機 械 科

- 形状精度から見た工作機械の検査方法に関する研究
- 簡易自動化に関する研究
- 仕上げ抜き加工の精度に関する研究

2) 金 属 科

- ステンレス鋼の各種溶接法における継手性能と経済比較に関する研究
- 建築鉄骨の半自動溶接の適用技術に関する研究
- 熱風による鋳型硬化に関する研究
- 電気炉溶解における鋳鉄の材質について

3) 機 織 科

- 各種自動織機によるフィラメント織物の製織研究
- 織物用素材の開発とその応用研究
- 織機の騒音振動防止の研究

4) 織 組 科

- ニットの合理的製造に関する研究
- ニット縫製加工技術の省力他の研究

5) 化 学 科

- 廃水処理に関する研究
(水酸化クロムの再溶解性)

6) 計 測 科

- ニット用フィラメント素材の染色
(ナイロン染色性)

と云った状況です。

技術指導については、巡回技術指導、簡易巡回技術指導は勿論、個別に要望のあった企業に対する出張指導、来所相談、電話による相談等が随時行われています。技術者研修も行われていて、機械金属部では機械コースの短期研修(36時間)を2回行っております。1回は機械加工コース、1回は自動化コースです。繊維部では縫製管理者の中期研修が行われました。

8. 各種研究会

工業試験場と業界とのパイプ役をつとめる技術研究会が結成されており、いずれも事務局を当試験場に置いています。

1) 福島県鑄造技術研究会

会 長 大木 勲 (福島製鋼(株)社長)
事務局長 新村 好弘
会 員 25社

2) 福島県切削技術研究会

会 長 大和 郭二 (北芝電機(株)部長)
事務局長 新村 好弘
会 員 65社

3) 福島県溶接技術研究会

会 長 浅間 久雄 (協三工業(株)会長)

事務局長 新村 好弘

会 員 115社

9. 鑄造に関すること

鑄造に関することは金属材料科が担当しており、直接担当者は

研究員 大里 盛吉

研究員 増子 弘文

研究員 関根 正男

の3名であるが、部長、科長も適時アドバイスを与えている。

従来は鑄物砂に関する研究ばかりを行ってきいて溶解については殆ど手をつけていなかったが、昭和47年12

月に高周波誘導炉(サイリスタインバーター方式、出力50KW、溶解能力50Kg)が設置されたので、これからは溶解技術についても研究を進めて行く事になっている。大平先生が発表されている低周波溶湯の諸性質とキューボラ溶湯の比較などを勉強して、今後増加する事が予想されている低周波溶湯の見当をつけるためにも高周波炉を設置した訳である。るつばは50Kg、30Kg、3Kgの3炉がついているので夫々使い分けることにしている。鑄鉄だけでなく鑄鋼、銅合金も溶解可能であるので業界の御要望も入れて研究テーマを撰んでゆきたいと思っています。鑄鉄関係の設備としてはその他、C、Eメーター、シリコンメーター、クロマチックC及びS、示差熱天秤、高温顕微鏡等を47年度に購入しました。

今後の鑄造業界に要望されてくるのであろう高附加価値の鑄物、高寸法構度の鑄物、高品質の鑄物、鑄物でしかできぬ物を作る鑄造技術の勉強を続けてゆきたいと思っております。

最後に鑄物協会東北支部からいただいておりますかずかずの御好意ある御配慮に対しまして深堪なる謝意を表しますと共に、今後共大平支部長始め諸先生の御指導、御鞭撻をいただけますようお願いをいたします。



鑄物実験工場



鋳物砂試験室



高周波誘導炉

主要設備表

区分	名称	製作所名	数量	容量・能力	摘要
機	万能測長器	三井精機(株)	1	最小目盛1ミクロン 外側D-250	長さ精密測定
	万能投影器	日本光学工業(株)	1	倍率10, 20, 50, 100 撮影装置付	拡大像による形状測定 及び観察
	プロジェクション オペチメータ	カールツアイス	1	最小目盛0.5ミクロン	ブロックゲージ検査用
械	オートコロメータ	(株)小坂研究所	1	6D型	直角, 平面, 点正度測定
	大型工具顕微鏡	(株)三豊製作所	1	LTM0.01% 横0-50% 縦0-150%	治工具の測定
金	仕上面検査器	(株)大坂精密製作所	1	SD-5型	アラサ測定用
	ダイヤル ゲージテスタ	(株)三豊製作所	1	精度1ミクロン	ダイヤルゲージの検査
	歯車検査器	(株)大坂精密製作所	1	UG-2型	歯車の精度検査
属	アムスラー式 万能材料試験機	(株)島津製作所	1	油圧型 25t 50t	強度試験
	アムスラー式 万能材料試験	(株)森試験機	1	M-10型 0.5-5t	"

区分	名称	製作所名	数量	容量・能力	摘要
機	微少硬度計	(株)明石製作所	1	荷重 25g~1,000g	硬さ試験
	迅速摩耗試験機	理化学研究所	1	大越式	摩耗度の測定
	万能金属顕微鏡	オリンパス光学工業(株)	1	PMF型 24~2,000倍	金属組織検査
	工業用X線装置	理学電機(株)	1	180KV R4mA	金属材料のX線撮影
	精密旋盤	(株)昌運工作所	1	昌運カズヌープ HB-500型 9KW	旋削加工, 切削試験用
	治具フライス盤	(株)マキノ製作所	1	KGJP型光学読取ステール付	治具の製作
	成型平面研削盤	(株)三井工作所	1	1.5KW 300r.p.m	平面研削, 成型研削
	工具研削盤	(株)和井田製作所	1	ダイヤモンド砥石付	切削技術研究
	切削工具電力計	(株)昌運工作所	1	KSA-500型 電磁オンシロ付	切削試験用
	放電加工機	三菱電気(株)	1	DM-50型	金型加工用
金	高温鋳物砂試験機	(株)東京衝機製造所	1	油圧500Kg 1,500℃	鋳物砂の高温時における試験
	通気性試験機	太洋鋳機(株)	1		鋳物砂試験
	CO ₂ メータ	三鷹産業(株)	1		溶解炉CO ₂ 測定
	ショットブラスト	(株)久保田製作所	1		鋳物製品仕上げ
属	簡易速練機	新東工業(株)	1	MSU-20型 3HP	鋳物砂混使用
	立フライス盤	(株)日立製作所	1	21/2番型 テーブル送り無段変速	フライス切削技術研究用
	フェース・カッター研削盤	"	1		"
	フライス用切削工具動力計	佐藤工機(株)	1	AST-MM型	"
	超アラサ検査機	(株)三豊製作所	1		仕上面アラサ測定

区分	名 称	製作所名	数量	容量・能力	摘 要
機 械 金 属 部	微小変位計	岩崎通信機(株)	1		振動測定
	シンクロスコープ	(株)日立製作所	1	V104 B型	波形観察
	万能コンパレータ		1	200×180×50	平面度測定
	ロータップ 試験用フルイ機	新東工業(株)	1		鋳物砂試験
	電 気 マイクロメータ	株 三豊製作所	1	0.2ミクロン	長さ測定
	アナログ計算機	株 日立製作所	1	WAC-3030A型	データ解析用
	直立ボール盤	株 吉田鉄工所	1	YUD-600	ドリル作業研究用
	ドリルシンニング盤	株 藤田製作所	1	DT-50	ドリル研削用
	ドリル検査機	英国ドーマー社	1	MODE194	"
	可変位相2出力 超低周波発振器	エヌエフ回路	1	FG-108T	簡易自動化用
	万能試験機	(株)島津製作所	1	RH-100 最大能力100t	材料試験
	試料押込装置	笠井商工(株)	1	20-1330型	顕微鏡試料作製
	小型超音波探傷器	海上電機(株)	1	F-3型	非破壊検査
	工業用X線装置	理学電機(株)	1	250-EG型 250KUP	"
	メッキ膜厚試験機	旭産商(株)	1	AS-670型	メッキ試験
	アルゴン溶接機	大阪変圧機(株)	1	MRH-500	溶接研究
	ブリネル硬度計	三精工業(株)	1	槓棒式ブリネル	硬さ測定
	ピッカース硬度計	(株)明石製作所	1	AVK型	"
ドリル研削盤	(株)藤田製作所	1	05-DWA型	ドリル研削	

区分	名称	製作所名	数量	容量・能力	摘要
機械部	ドリル研削盤	(株) 藤田製作所	1	20-DWA型	ドリル研削
	半自動溶接機	大阪変圧機(株)	1	N-500A	溶接技術研究
	シャルピ衝撃試験機	株東京衝機製造所	1	30Kg-m	"
	ハイカム 高速度カメラ	(株) 大沢商会	1	16mm 100フィート標準型 100~9000コマ/秒	"
	フィルム解析装置	"	1	F106型	"
	シンクロ・スコープ	松下通信工業(株)	1	VP-542A	"
	炭酸ガスアーク 溶接機	大阪変圧器(株)	1	500A	溶接研究用
	形削盤	内田機械	1	Su-610型 2.2KW ストローク610ミリ	"
	帯鋸盤	(株) アマダ	1	CRH-300型	"
	万能金属顕微鏡	オリンパス光学	1	PMG-2型 35x~2000x	"
	① クランクプレス	マイダエンジニアリング	1	PC-7型 75トン	プレス研究用
	① 焼入炉	(株) 不二越	1	EDH型 30KW 1,250℃	熱処理用
	① 駆動用回路装置	立石電機(株)	1		簡易自動化研究用
	① 制御用回路装置	"	1		"
	① エアグラインダー	(株) 三井工作所	1	低速 14,000 r.p.m 高速 56,000 r.p.m	精密孔研削用
	① コンターマシン	(株) アマダ	1	V-300型	プレス研究用
	① 恒温恒湿槽	東洋理化工業(株)	1	B-167型 20~95 % -30~+60℃	溶接研究用
	① 電流電圧記録計	横河電機(株)	1	6チャンネル 電磁オンロ	"
① 温度記録装置	(株) 千野製作所	1	ET-1700-6型 6ヶ所・記録調節計	鋳物研究用	

RHについて、加山博士らの調査された結果と比較された貴重なデータの説明がなされた。

2. 受賞社代表による感想発表

つづいて今回東北鑄造技術コンクールに入賞された5社の代表者の感想が発表された。(前記)

3. 鑄造コンクールに対する質疑応答

質問 (原田鑄造所) 鑄造コンクールであるからには(1)造型技術について(2)溶解技術についての両方あると思うが、今回のものは主として溶解技術(材質的なもの)に主体を置いていると思う。その点どう考えて居るか。又方案記入用紙が不明確な点があった為、造型方法が出品会社により大きく相違したと聞いているが、その点の考え方を伺います。

藤田 先づ今回のコンクールについては溶解の面で主体性をおいているかどうかと云うことです。一応7項目すなわち鑄肌、寸法、外部欠陥、削面欠陥、歩留り、方案そして引張試験などにつき総合的に審査して頂くことになった。勿論材質的な問題は種々様々の面でひびいてきますが、今回は初めてなので大方の皆様が御参加頂くように、普遍的にやさしくと云うことで材質的には引張試験のみで良いのではないかと考え、他は参考値として見させて頂いた訳です。結果的にはむしろ寸法において大巾な差が出て来てしまっている。色々不備はあるかと思いますが、一つの審査のレベルを引きましてそれから総合的に見させて頂いた形に今回は実施した訳で、貴重な御意見については将来大いに参考にしてゆきたい。次に方案用紙不明な点についての造型法等に関する問題ですが、これにつきましては実施要項の7項目に述べてあるように、作品提出と同時に統一見解できめました鑄物図に鑄造方案を書いて添付するよう、これは実施要項と一緒に送付申上げて、それを又バックして貰った訳です。即ち我々が鑄物を商いますに先づ加工図面を貰い、そして要所要所について中子にするか、ムクにするか等自問する訳です。この場合には別紙2の鑄物図において、溝部はストレートに実線で側面を明示しているので明らかにムクであることがわかる。ボスについても点線を付さないでムクであると云う事を図でもって統一的な指示を申上げている訳であります。尤も労働省が行なっている技能検定と違ひまして、個人の技量では御座居ません。5月初旬に課題発表致しまして締切が7月20日と云う事で相当期間があり、その間で疑問があればどんどん質問して頂ければよろしい訳で、当然限られた時間、限られた場所で個人の技能を競い合う技能検定とちがうことを御了承頂ければ大変有難いと思います。なお参考までにこの課題については昭和44年に新潟県支部において実施した課題を、齊藤先生の御了承を得まして今回当支部に適用させて頂いたものです。このような次第でプーリーとしての性格上、形状から溝部のザク目の部分等も大きな主眼

の一つとして審査の対象とした訳で御座居ます。

質問 (山崎鑄造) 東北鑄造コンクールは今後続けて実施されるのかどうか。

大平 皆様の方で良いようにきめて載きたい。

鹿取 お願いですが、今の質問非常によいと思います。私の総合鑄物センターの方で各地のコンクールを色々お世話して居りますが、北海道ではもう十数回、十回目には大臣賞を授与し、ずっとデータの歴史を採って居られる。従って段々改善された歴史が判る。例えば歩留りの点でも年々北海道は良くなって居る。そう云うことでお続けになって、そう云う歴史をつまめると云う事が技術改善に非常に良いのではないか。理事の方の苦労は大変ですが、毎年で無理であったら隔年でも兎に角歴史をつみながらデータを積んで、その何年ごとにかまとめて皆様に配ばると云う事が非常に良いのではないかと思う。

大平 結構なことです。考えさせて貰います。

質問 (岩手鑄機) 歩留りの件ですがFC20とFC25では違って来るとは思いますが、審査の場合はその事を関係なしにみられたのかどうか。

千田 FC20とFC25では違うわけなのですけれども、大体全体として出てないようで審査の点では入れて居りません。

藤田 数字で申上げると新潟県支部の場合ですと、この品物で平均歩留りがFC20が89.2% FC25が89.8%で全く変らない有機です。また近い例では宮城県今年のコンクールは軸受けでしたがFC20と25の場合は4.5%の差であった。又北海道支部等も調べましたが審査に重大な支障を及ぼす程度の事柄がなさそうで、又先進地区での審査基準を拝見しても実際に区別していないということを考えて、一応吟味したのですが今度は品物の性格からいっても区別なしで良からうということで同一基準で審査を行なった。なお新潟県支部について大変歩留りが良い傾向と支部長先生が云われましたが、方案的に鑄鉄の場合で57社の内押湯堰をとられましたのは2社のみで、それに比較すると当地区において18社中13社と隔段に多い。はじめ新潟県支部の基準を引用したところが、大巾に当支部の場合は下廻った。しかし押湯堰を採用されたと云うこともあって皆様方の歩留りが下がったから、それにスライドして基準を下げたと云う安易な意味では御座居ませんで、実際に方案を吟味した結果を拝見したので、むしろ検討した処が下げた方が良いのではないかと云うことで訂正したのが最終的基準です。

4. 一般的な問題に対する質疑応答

質問 (福島製作所) 油圧ポンプケーシングのポートR部に差し板が出て困っています。砂は小

名浜6号、水ガラス5.9%のガス中子です。速乾塗型ですと薄く広くなり、水溶性塗型では厚く狭く差し板が出る。砂配合を変えず止めたいのですが原因と対策をお願いします。

座長 どなたか経験のある方がありましたらお知らせ下さい。

A：材質による例えばPの偏析ではなからうか。

B：引けの一種ではないか。

金森 一種の表面の引けの様に思われる。その個所にジルコンサンド或は冷し（ショットの球等）を使用することで止まる。

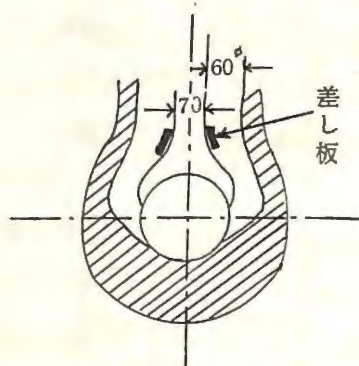


図1 差し板発生状況

質問 （福島製作所）公害問題でキヌボラの集塵機を東北で使用している処がありましたらお教え下さい。当社の場合は内径780%、4 $\frac{1}{2}$ 基ですが法的には内径800%以上で飛散ばいじん0.4 μ 、恐らく川口の方では内径500%以上に規制されている。今後0.2 μ 位に抑えたいと思うので御紹介して頂きたい。

金森 一般に湿式と乾式とがあるが0.2 μ にするには湿式のペンチュリー等が良く、法的に逃げるには二次空気を入れてやれば一応薄くなる方法もあるが、本当に0.2 μ 以下にするには集塵機をつけなければいけないが金額が高く4 $\frac{1}{2}$ で1,000万位かかる。鋳物協会の名古屋大会で湿式の装置を見学に行ったことがあるが、これは外から見ると水蒸気が多く出るのでかえって沢山煙が出ているのではないかと思う場合があるが、10~20m離れた所から見ると完全に煙が消えていると云う様な事で判定している状況であるが恐らく今後の問題である。

鹿取 御見学を東北地方と限られますと難かしいが、関東まで足を伸ばすなら私の方からいいところを御紹介しようと思います。矢張り費用がかかるようで1,000万投資費用がかかったと云う工場で、バッグフィルタ式（乾式）を行なっている相模鋳造ですが、これは中規模で神奈川県に御座居ます。神奈川は全国でもっとも規制がきびしい地で社長が苦勞されて独特のバッグフィルターの装置を作って稼働している。希望があれば何時でも御紹介致します。今お話がありました湿式の事ですが、この点我々としても非常に苦勞して居ります。と云うのは乾式でやれば二次公害なしに非常に外観的にはクリアーな風に見えます。

ところが環境庁で、硫黄酸化物を規制され始めますと、乾式ではガスは取れません。どうしても水洗しないと亜硫酸ガスはとれない。そうしまとどうしても水を使用しないと亜硫酸ガスがとれない。日本では湯気が出ていても非常に地域住民がうるさくてこの辺をどうさけて行くか、その湯気の見えなくする方法を研究中です。例へば暖かい土地では比較的に見えなく、寒冷地ではどうしても湯気が見えますとまづいことがある。しかし環境庁は産業の状態と云う事を全然ネグッテ居ります。日本の環境基準をこゝまでもっていくのだからこうするのだ。だから技術は追いつけと云うのが環境庁の規制であります。現在0.4g、0.2gと云うのは規制値であるがこれは暫定であって、次の段階で環境庁は、我々は考えていると云う風な態度を示してきて決して油断出来ない状況にある。その他スクラパー方式で面白い装置を開発した会社が御座居りますが、これでは大体0.4gに入ります。川口方面ではこれは簡単なので、これを採用しようとする会社が数軒出ています。従ってどうしても公害機器を付けますとキュボラの値段以上の価格になると云うことで、問題があるのが現状の様です。先づ今の段階では乾式バッグフィルターでとれば0.2gまでは下がります。御参考までに。

質問 (山崎鑄造所) 半熱風の空冷2系キュボラを操業していますが、どうしても分析結果を見ますと(工試分析)Cの含有量が多いので、FC25以上28を目標としているがCの含有量が3.38~3.40%で色々方法をとっても下げるのがその当時困難であった。秋田工試の意見を聞いて現在は解決しましたが、この問題は風量の原因であって風量が前の $30\text{ m}^3/\text{min}$ を $35\text{ m}^3/\text{min}$ に上げて、その結果C3.30%まで下げるのが出来ました。

千田 実は私がこの問題の解答者になって居りましたが、風量が少ないのではないかと思いました。又コークスが非常に良い物を使用して居るので、だから逆に云えば加炭の状況が非常に揃った状態で、今その事をお話をしようと思ったが解決なされたと云う事で幸いと思えます。

質問 (長谷川鑄造所) 当社は筑摩珪砂を使用して居るが、冬が近づくと(10月下旬頃より)造型して次の日又は2日間(日曜日が入ると)放置しておくとう型に白粉がふいてきて、そのまゝ注湯すると肌砂の部分がばさばさして、すぐわれみたいに荒い肌をした製品が出来る。合成砂使用してから5~6年になるが今迄は問題がなく、昨年頃からそう云った問題が出まして昨年はどうにも仕方なく全部砂を入れかえて解決したが、毎年では大変なので添加物等で解決する方法がないものか。考えられることは中子はアイセットで CO_2 古砂を80%回収して20%はバックサンドに入っているが、その点原因があるかどうかお

伺います。

金森 水ガラスの中子を長く置くとブルミングの現象と云う毛細管現象で花が咲く結晶が出るが、それはアンゴラウサギの毛の様なものが出ます。そう云う物が型の中へ入って一種のブルミングの現象が出来るのではないかと思います。然し普通の中子砂 (CO_2) が合成砂の中に 20% まで入っても我々は良いと云う考えで実際に使用しているが、全部入れかえる必要はないのではないかと。ばさばさするのは CO_2 の関係もあるが何か添加物で解決出来るような気がする。

千田 水ガラスは年中同じもの(濃度)を使用していますか。同じ物を使用しているとすると、それは冬期と夏期では違う訳けですが、以前開発された時から東北地方ではうまくいかないと云う話が出ていまして関西の方ではそう云う風な問題がおきないけれども、その濃度をどの程度に変えているか判らないが一番の原因は金森先生がおっしゃったことではないでしょうか。

金森 ばさばさと云う事は“すくわれ”でなくて“洗われ”である。中子をあくまで CO_2 でおさえていくなら二次バインダーでおさえてゆくべきと思う。

残留水ガラスの水分が蒸発し残留物によって白く残る。だから水を沢山入れた中子をストープの側で一晩おいて朝みると白い物が出る。そう云う物が肌砂に出来ると思うがどんなものでしょうか。デキストリン等を添加すると良いと思う。デキストリン系を添加しポロツキを止める。鑄鋼には良く使われている放置型で即ち表面を安定させる。

鹿取 金森先生のおっしゃる通りで良い。私も経験がありますが粘結力あるデキストリン系の表面安定剤でないと思わしくない。一寸スプレーしても止まる。そう云う手当をしなければだめである。

金森 生型にも我々が砂部会で言っているように、4時間以内で型を込める準生方式と放置型と云って一日おいてやる鑄鋼等に使われている方式がある。それから乾燥方式と3つあると思う。それによってバインダーの種類を α, β , デキストリン等色々組合せて行なうと良い。又メーカーも調べてやればよいと思う。ある時期がくれば砂は捨てなければならぬ。シェエルの砂はある程度良いが、 CO_2 の砂が40%も入って来たのではまずいと思う。

以上でパネルディスカッションを終了し、次いで汽車の遅延で技術講演会「鑄物の特性と企業の在り方」について(財)総合鑄物センター専務理事 鹿取一男氏が講演が出来なかったが、鑄鉄部会の方に特別講師として出席賜ったので、余った時間をさいて、鑄物企業の在り方についてのご講演を拝聴した。

(山形工業試験場工業科長 坂本道夫記)

鑄鋼部会「鑄鋼用鑄物砂について」

出席者： 33名

座長 渡辺紀夫（福島製鋼）

講師 牧口利貞（金属材料技術研究所）

郡 勇（伊達製鋼）

（五十音順）

1. “鑄鋼用鑄物砂について”のアンケート資料の説明（福島製鋼 螺良）

- ① 溶解炉は塩基性が主であり、酸性炉は1社2基のみである。
- ② 脱酸剤はA1が殆んどである。
- ③ 主型は生型が主であり、約90%を占めている。
- ④ 中子はCO₂型が主であり、約86%を占めている。
- ⑤ ケイ砂は各社共5号、6号が主力である。
- ⑥ ケイ砂の使用量は再生回収の場合は500～600Kg/tが妥当であり、新砂のみの場合は1,000Kg/t前後が多い。
- ⑦ 最も悩んでいる問題は砂カミ不良が多く6社である。
- ⑧ 溶接棒の使用量は2.5～8Kg/tの範囲であるが、3～6Kg/tのところが多い。
- ⑨ ケイ砂とクロマイト砂の混練を同一ミルで行なっているところがあるが、問題があるのではなかろうか。
- ⑩ 裏砂のベントナイトは1～3%の範囲が多い。
- ⑪ CO₂型は中子100%が2社、主型80%が1社、他はこの中間である。
- ⑫ 特殊砂、特にクロマイト砂の使用量が全般的に増加してきている。
- ⑬ CO₂型の問題点として焼着と崩壊性が最も大きい。

⑭ 自硬型（CO₂砂を除く）

リノキューア	2	社
ダイカル	3	社
コールドセット	2	社
モノキューア	1	社
Xフラン	2	社

以上の使用状態である。

- ⑮ クロマイト砂は軟化点が低いので、有機の流動性自硬型には良いが、セキ前その他使用上注

意を要するのではなからうか。

2. 生型における欠陥実例と改善事例

2.1 高マンガン鋼のブローホールの事例

秋田金属（村岡） 製品全般に発生した問題で鑄込の終りに温度が下がった場合押湯附近に豆つぶ大の気泡が生じた。造型上の対策をやったが改善されず、溶解上の問題を再検討してや、改善されたが、結論が得られず解析中であり、現在何となく発生が止まっているというところだ。

司会 何となく止まったのは何となくまた発生するものです。

郡 溶解のどこを改善されましたか。

秋田金属（今野） 方案的なもので改善されませんでした。再溶解のものにガスホールが発生しているので材料の投入時点で改善しました。材料に石灰石を装入しなかったので、今では70 Kg/tの石灰石を装入して解決した感じです。また鑄込時間も短くなりました。

郡 以前私もマンガン鋼をやったがこの事例をみて、湯に問題があると思います。石灰石投入と鑄込を早くするのは適切な方法であると思います。方案的にはガスが逃げ易い状態がよいと思います。

牧口 鑄込温度を押えることはブローホールに割りと効果があります。鑄鉄では1,400℃でブローホールが生じています。鑄鉄の場合であって高マンガン鋼に効果があるかどうか疑問ですが。

秋田金属 やはり鑄込の末期に生じています。

郡 高マンガン鋼の無酸化溶解の場合は特に水素ガスの含有量が非常に多いので、その点を特に留意されたい。

司会 次の秋木製鋼さんの事例に進みましょう。

2.2 磁極片の砂カミについて

秋木製鋼（本庄） 手込で造型しているが、湯道が切セキのため荒されると感じています。上型面に砂カミが全面的に出てしまいます。押湯のない爪部の上部に揚りをつけたが改善されませんでした。

司会 砂カミ問題なので砂と方案について両面から考えたいと思います。

牧口 資料にのってある水分は造型時かまたは添加時のものですか。

秋木製鋼 添加時のものです。造型時には3.2～3.5%になります。

牧口 一般論ですけれど、砂の充填性を良くするために、水分を少なくするが、そのため砂カミ

が多くなっています。製品の肌は気にしますが湯道とか受口については無関心なことがあると思います。鑄鉄の場合ですけれどセキをガス型にして塗型したら良くなったことがあります。またパターンのRのとり方が少ないために起きていることも多いです。

Rが適当でないため砂が浮いてもっていかれます。陶製の受皿を使っている場合安物だとはげてしまいそれが砂カミ、ノロカミになったりします。陶管の耐火度の低いものを使うとスラグ化して、ノロ化してしまいます。

司会 当社の例であるけれど耐火度の低い土管を使ったが、ノロ化した経験があるので十分注意する必要があります。土管のテストには高周波炉に土管をつっこんで耐火度を調べています。

牧口 高周波炉がなくても鑄込時に湯を受けてみてもよいです。

部 揚りを立てて砂カミが少なくなったと記してあるが、湯を廻すようなセキにした方が良いでしょう。

司会 湯道にスクワレはありませんか。硬度はどうでしょうか。

秋木製鋼 スクワレは発生していません。爪部の硬度が40～50しかなく平面で75～80です。

部 少し硬度が低いですね。

東北特殊鋼（伊藤） 平面で75～80の硬度であれば切セキで硬度を下げるのはどうでしょうか。硬度を平均化する必要があります。

秋木製鋼 機械込めでも発生しています。

東北特殊鋼 鑄鉄の場合は砂カミが1ヶ所でもあればオシヤカですが、鑄鋼の場合は溶接補修がきくので安易に考えやすく、砂カミに対する考え方を根本的に変えなければならないと思います。

司会 村田さん何かご意見ないでしょうか。

伊達製鋼（村田） 砂は5号、6号半々ですが、この位の大きさでは5号を使用しなくても良いのでしょうか、当社ではこの程度のものでジルコンを使用しています。方案では45φのセキを3本切っているが、比が1：3となりどうしても洗われを起しています。この製品重量に対しては湯口35～40φが良いではないでしょうか。セキは少なくした方が砂カミに対して良いのは当たり前ですが、2カ所位からセキを切った方が良いでしょう。揚りは立てないと砂カミは発生しなくてもプロホールが出ます。

部 肌砂の耐圧強度0.35は低すぎるのではないのでしょうか。少くとも0.5以上は必要です。耐圧力をもう少し調査してみてもどうでしょうか。

牧口 ミルは何ですか。

秋木製鋼 シンプソンタイプです。

牧口 シンプソンタイプならもう少し出るのではないのでしょうか。混練時間はどうですか。

秋木製鋼 15分です。

牧口 それなら0.45位は出るでしょう。

郡 いろいろテストして研究してみたらどうですか。

牧口 試験器はどんなものを使用していますか。

秋木製鋼 自家製です。

牧口 検定されてははどうでしょうか。スタンプの台は？

秋木製鋼 コンクリートです。

牧口 やはり試験器は検定されたら良いでしょう。

多賀城製鋼 注湯時の水分はどれ位が良いのでしょうか。

牧口 3.2%位ではないのでしょうか。砂カミに対しては多い方が良いでしょう。水分と言っても鋳型の表面と内部の水分は異なるが問題になるのは表面の水分です。以前浜松の工機部でスプレーで水分をかけて、ヘラで表面の砂を押えて非常に良い結果を得たことがあります。造型時の水分3.6%で鋳込時に表面より1cmの所で3.2%位ありました。

東北特殊鋼 秋木製鋼さんの場合表面硬化剤を使用していますか。

秋木製鋼 使用していません。

東北特殊鋼 当社ではトモヨを表面にスプレーしています。

牧口 表面の吹きつけは管理が良くないと厚くなっただけでフカレ、キライが生じます。表面安定剤にはフェノールアルコール(2~3%)をスプレーして安定させるものもあり、その他デキストリン、オーゾンなどがあります。翌日まで型を残す時デキストリンを吹きつけておくと梅雨時にフカレ、キライが生じてしまいます。

三菱広田(弘重) 鋳鋼分科会の報告として、陶管は単重200~300kgまでのものは良いが、それ以上では浸食されてしまうというのがあります。陶管は焼きしめなくてはならず、変なものを使うとプロホールが発生したりしている。分科会の報告では砂カミの砂は湯道系からほとんど入っています。参考までですが。

司会 どうもありがとうございました。砂カミについては湯口、陶管、水分、方案、砂の性質などが重要であります。

三菱広田(弘重) 表面安定剤を造型前に予め入れるのはどうでしょうか。

牧口 それは効果がありません。

司会 次に進んで東北機械さんどうぞ。

2.3 クロマイト砂の焼着

東北機械（川村） この製品はハブスプロケットと言ってスプロケットの歯のないものと考えて下さい。焼着防止のため使用したクロマイト砂が焼着を起こしてしまいました。手っ取り早い対策としてジルコン砂を使用したら焼着は止まりました。

司会 午前中の講演にもありましたが牧口先生いかがでしょうか。

牧口 セキはどうなっているのでしょうか。

東北機械（川村） 押上げ方式で図の巾木部分から入っています。

牧口 焼着にはさし込みと化学的焼き着きがあります。クロマイト砂は1,100℃で焼結を起し、1,300℃でガラス化を起すことを覚えて下さい。ペントナイト、粘土などは耐火度を下げるものです。有機性粘結材は割りと良いです。その場合砂落ちがあまりよくありません。この事例の場合ジルコン砂を使用したのは正しいと思います。

2.4 外筒蓋のスクワレ

仙台鑄鋼（鈴木） 補修率は1/5です。方案的に検討したが解決できず、自硬性のダイカルに切り変えて防止できました。

司会 方案的にはどうでしょうか。

三菱広田 湯道の方向性位置について検討してみてもどんなものでしょう。

仙台鑄鋼 ダイカルの方が生型より安くてこの様にしました。

2.5 バルブの湯口前の焼着

伊達製鋼（渡辺） 鑄込温度を変えようとしたが、手っ取り早いクロマイトCO₂型に変えたら焼着は解決されました。講演の話になるけれど、クロマイトと有機と無機の粘結剤の相関について少し疑問があります。

牧口 生型にクロマイトがいけないと言っているのではなく、生型やCO₂型に使用すると、クロマイト単味よりも軟化し易く、特に大物に焼着を起こす可能性があります。熱容量の小さい製品には適しているが、大きなものには不適当です。小物に合うから大物にも合うという失敗します。クロマイトのCr₂O₃が多くてFe₂O₃が少ないのと、Cr₂O₃が少なくFe₂O₃が多いのでは異ってきます。

三菱製鋼（網崎） クロマイト砂の熱容量の限界はどの程度ですか。

牧口 100Kgの1,550℃の溶鋼に土管を入れて調査しています。生型の場合は直ぐくずれるので湯につっ込めないがCO₂型は目下テストしています。

司会 未解決のものが東北機械さんで1件あるので時間の関係でこれを取り上げたいと思います。

2.6 シェル中子亀裂による錆バリ

東北機械（川村） 砂落ちが悪く中子にシェル型を使用しているが、内部に錆バリが発生してしまいます。

牧口 シェル型で非常によく起こる問題で、皆さんの方がよくご存知ではないでしょうか。

司会 広田さんはどうでしょうか。

三菱広田 砂の問題ではないでしょうか。

司会 村田さんはどうでしょうか。

村田 ベーキングでしょう。酸化鉄を配合して解決できるのではないのでしょうか。

司会 当社でも問題が起こって、ジルコンでやったら完全に止まった。

郡 この場合シェル型中子の熱間強度の不足によるものと思う。この品物は相当高温に曝されるので、ケイ砂をジルコン砂のシェル型に変えた方が良いのではないのでしょうか。

東鉄資研（佐草） この対策として、スケールの粉をコーテッドサンドに入れてもらってはどうか。酸化鉄よりもスケールの方が効果があり、ミルスケールが良いでしょう。砂鉄でも良いですが。

東北機械 その場合砂落ちはどうでしょうか。

牧口 耐火度が落ちて焼着を起す場合もあります。以前東京で鑄鉄10社位から同様なワレが生じたことがありました。砂の購入が同一購入先であって、その購入先で砂の切替えがあったため、ジルコンコーテッド砂70%が30%になったからでした。純度の高い酸化鉄は良くないようです。

司会 このへんで時間がないので質問事例のCO₂型に少しふれてみたいと思います。

3. 質問事例について

3.1 CO₂型の吸湿による変形くずれの原因とその対策

多賀城製鋼（内田） 型を作ってCO₂中子を入れて翌日鑄込みの場合、硬度が40～50位になって型くずれを起こします。

牧口 温度が低いとCO₂中子が巾木のところからダレが生じます。かぶせてから翌日鑄込みをするのは絶対にさけるべきでしょう。鑄型内の湿度が100%になると中子の上面まで湿度をもってキライ、プロホールを生じます。中子が小さくて溶鋼に包まれるものは上面にプロホールが生じます。CO₂型はオールマイティではないので、この様なものは有機質を使用した方が良いです。CO₂型の水分を考えて300℃で焼いたがダメで800℃迄焼いてもやはりプロホールが発生しています。原因はわかりません。鑄型雰

困気を変えたら良いという報告書を出しているが100%の信頼性はありません。

多賀城製鋼 当日鑄込みをするようにしているが、たまに翌日にやられて問題を起こしてしま
います。

司会 伊達製鋼さんは崩壊性の問題が出ていますね。砂落ちのよいものを使用している会社は
ございませんか。

3.2 CO₂ 型の砂落崩壊性を良くするにはどうすればよいか (伊達製鋼)

福島製鋼 (螺良) 水ガラスの量を減らして、強度を低くしてやれば崩壊性は良くなる。

牧口 水ガラスの量を減らすのもよいが、反面砂カミヤ型コワレ等の欠陥が発生し易くなる。
小さいものなら良いが、重量のあるものはダメでしょう。Nカーボンが良いです。砂落
ちが良い反面、吸湿性が変化するので初期強度が落ちてしまいますけれど、フェノール
樹脂を使うことも考えられますが水ガラスがゲル化し易くなります。本当は砂粒子の表
面に砂と反応しないものをコートしてその上に水ガラスをかぶせたものが一番良いので
すが、そんなものはまだ作られていません。

郡 ナフタリンの粉状のものを使用すると非常に良いという実験結果が出ているようですが
適当なものが未だ見つかりません。

牧口 初期強度も落ちないで崩壊性が良いと言われており、データもありますが、未だ工業的
には使用されておりません。

福島製鋼 (螺良) インドで使われているそうですね。

牧口 ナフタリン, CaCO₃, カーボン系, マグネシアなどは崩壊性が良いです。マグネシア
は非常にバラツキが多いので使用しないで欲しい。

司会 まだまだ問題もありましようが時間ですのでこれで終りにします。長時間どうもありが
とうございました。

(伊達製鋼(株)取締役技師長 郡 勇, 東北機械(株) 中村・記)

#####

山形大会工場見学記

#####

日本高周波鋼業(株)八戸工場

開発課長 今野 順吉*

約150名が参加し、盛会の中に終わった東北支部山形大会の翌日、A班・B班に別れて、工場見学を行なった。

〔A班〕

9時定刻に総勢72名は、2台のマイクロバスに乗り、ホテルオースマ前を出発、名和鑄造所に向った。

(株)名和鑄造所

西塔取締役より工場概況の説明を受けた。同社は昭和3年創立され(会社創立昭和43年)鑄造品の生産及機械加工並に組立を行なっている。従業員は総員95名で、月産約150屯の鑄物を造っている。材質はFC87%、FCD10%、耐熱耐摩耗鑄鉄が3%の構成であり、品種として暖房用ラジエーター約50T/M、マンホールカバー類約50T/M、その他機械鑄物、約50T/Mとのことである。

溶解炉は2T/H酸性キューボラが設置されて居り、FC、FCD溶湯を同一炉で溶解しているが、特にFCDに切換える時は、FC溶湯を炉内より全量出湯し、その後FCDに切換えて居り、この辺の調整は非常に上手に実施している様である。造型機はF1タイプからFD4タイプ迄、14台設置されており、工場スペースにマッチさせ配置されている。

製品のメインであるラジエーターは、JIS表示許可製品となっているが、特にラジエーターの中子は“AVライト”有機レジンのコートサンドで造られ、寸法精度の確立及砂落とし等作業性の改善をはかられていることが印象的であった。

約1時間の工場見学を終え、次の見学工場である加藤鉄工所に向った。

(株)加藤鉄工所

加藤社長より概況の説明を受けた。当社は原田鑄造所の系列会社として昭和37年創立され、

* 東北支部幹事

機械工場と鑄造工場を有している。

機械工場は鑄物砂処理機等を含めた鑄造機械の製作が主体であるが、独自のアイデアによる設計で諸機械を製作されている。

一方鑄造工場はミシン部品を主体とし、単重1Kg以下の小物製品を生産している。材料はFC15以下のもので、月間約60tを生産している。昭和47年9月に、新鋭の1.5屯溝型低周波誘導炉(トランス容量450KVA、入力400KW)を設置された。操業は大凡2時間30分のサイクルで、1.5tづゝの出湯を行なっている様である。鉄源の配合は鋼屑65%、新鉄5%、もどり鉄30%であるが、鋼屑65%の配合は低周波炉ならではの感を受けた次第である。

株 原 田 鑄 造 所

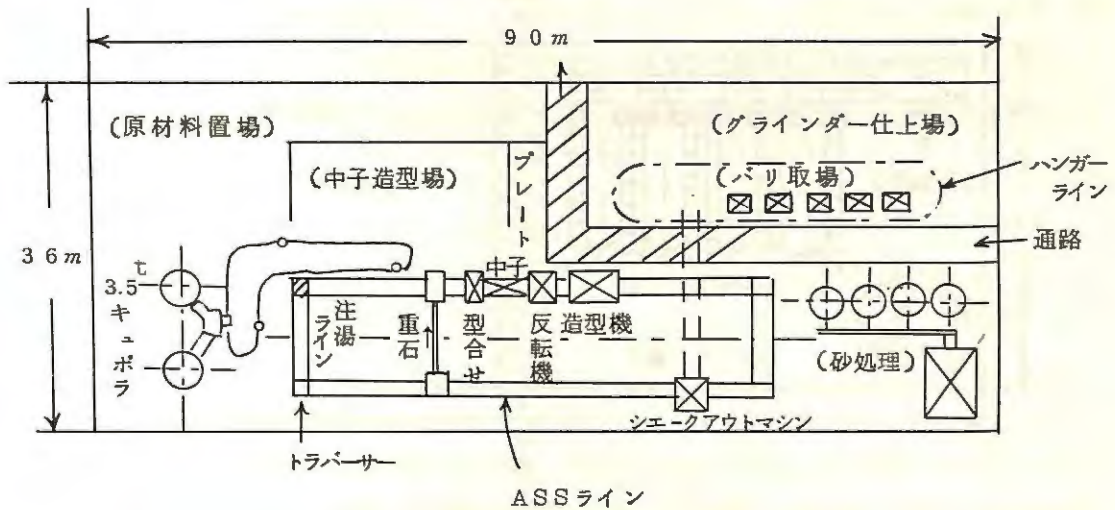
以前は北山形にあったが、昭和42年から46年に亘り、現在の団地に工場の移設を行なった。工場敷地約40,000㎡(12,000坪)、従業員350名、月間生産量1,200t、月間売上1億3千万円で東北地方屈指の大鑄造会社である。

工場は、第一工場、第二工場、第三工場に別れており各工場共、巾36m、長さ90mの建屋に各ラインが整然と配置されている。

工場別	品目	材質	生産量	主な設備	配置人員
第一工場	ミシン部品	FC15 ~FC20	800t (2直稼動)	ASS(自動造型 ライン) 3.5t キュボラ	128名
第二工場	車輛部品	FC20 ~FC25	240t (2直稼動)	FD3-FD4ライン 2.5t キュボラ	130名
第三工場	機械部品	FC D55 (FC D45 ~40)	160t	F1; F2 ~FD3~FD4	

(管理・補助部門 計92名)

第一工場のレイアウト



枠サイズ : $790\frac{mm}{m} \times 630\frac{mm}{m} \times 200\frac{mm}{m} + 260\frac{mm}{m}$

枠数 : 67枠/ライン

造型能力 : 1枠 30秒

1枠砂量 : 上下で約270Kg (製品1枠単重約20Kg)

砂処理能力 : サンドミル13 T/H × 3台 = 39 T/H

但し1台は予備 計 4台

キューボラ : 3.5 T/H × 2基

人員配置 : 溶解 : 3名 × 2直 = 6名

注湯 : 2 × 2 = 4

砂処理 : 3 × 2 = 6

造型 : 1 × 2 = 2

型チェック }
中子セット } 4 × 2 = 8
型合せ }

製品処理 3 × 2 = 6

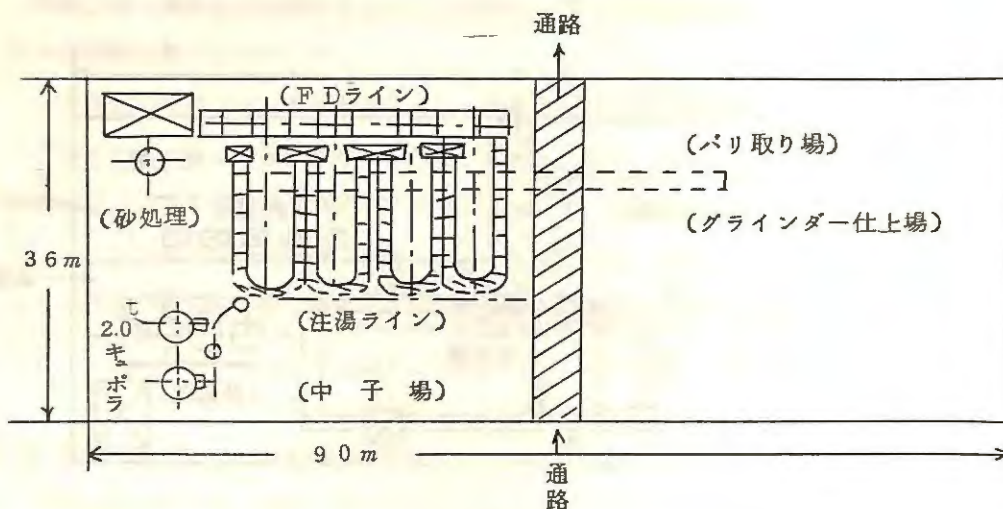
中子造型 32 × 1 = 32

仕上 25 × 2 = 50

運搬その他 7 × 2 = 14

計 128名

第二工場レイアウト



第三工場はFCD工場であり、月間約160tのFCDを生産している。材質はFCD55を主とし必要あれば、焼鈍してFCD45、FCD40にしているとのことである。

溶解炉は750瓩開放型電気炉が設置されて居り、鉄源はFC、FCDのダライ粉を主体とし、加炭剤を加えて溶解する原田鑄造所特有の方法を採用している。溶解能力は800Kgから1,000Kg/Hで、1,480～1,500℃で前炉に出鉄される。その後脱硫過程を経て、球状代処理を行なうが、球化剤はKC剤及びOX剤を使用しているとのことであった。

この様に、新鋭を誇るASSラインで30秒1枠の造型ライン、或は独自の溶解法によるFCD生産等、その設備、技術に対し深く感銘を受けた次第であるが、各社の悩みである中子の造型及び鑄仕上作業の占める作業員数の減少対策は、鑄物に携わる我々関係者の今後の重要な課題ではなからうか。

以上で山形地区の鑄造工場見学を終え、種々御世話になった各社に御礼と今後の御発展を祈り乍ら最後のコース、北日本珪砂に向った。

北日本珪砂 珪業(株)

山形市より国道13号線を約40Km北上し、北村山郡大石田町にある北日本珪砂珪業を見学した。同社は、昭和47年3月に採掘を計画され、同7月より稼動をしている。

“彦尻珪砂”として、4号、5号、6号砂を採掘、販売している新鋭珪山である。

北日本サンド販売(株) 榎森社長の案内で採鉱から水洗、篩分け、乾燥、梱包迄の一貫の作業を

見学した。3,000 T/M の能力であるが、現在は1,000 T/M とのことであった。鑄物業者の糧である珪砂は東北地方では福島県以外は不足気味であり、こゝに SiO_2 90%以上の大砥山を開拓されたことは我々鑄物屋として、非常に嬉しいことである。花の山形、紅葉の天童、雪を眺むる尾花沢で知られて居る尾花沢の近くであり、かなりの積雪に見舞われるハンデーはあることでしょうか、鑄物業界の為に御支援賜わり度く、今後の繁栄を御祈りし乍ら見学会を終了した次第である。

伊達製鋼株式会社

渡辺勝郎

〔B班〕

国峯砥化工業株式会社左沢砥山

地名には随分風変わりな読方がありますが、私達がこのたび見学した左沢砥山もその一つで「左沢」と書いて「あてらざわ」と読むのだそうです。左沢駅は、山形駅から西北26.2 Kmの左沢線の終着駅で、精製工場は左沢の町内に、砥山はここから更に車で20~30分の所にあります。私達B班16名は山形市の宿舎からマイクロバスで直接行きましたが、左沢線沿線も御他聞にもれず、ケバケバしい新建材の民家が広がりつつあり、しかしところどころに写真愛好家好みのみちのくの晩秋と郷愁を感じさせます。干大根や、干柿のぶらさがった古い民家もまだ残っております。私は砥山を見るのは今回が初めてのため、好奇心で一杯で、ヘッドランプの付いたヘルメットをかぶり、ゴム長と作業服姿で砥内に案内されました。地下深く延びる砥道を下っていくとベントナイトの地層がどのように存在しているか、少しは判りました。毎日ベントナイトを使っている、どのようにして掘り出され、どのような工程を経て精製されるのかも、見る事、聴くことが初めてのことばかりです。砥内に爆発音が振動して、身を縮めながら「今のは」と聴いたら、切刃にハッパをかけたのだと云う。炭砥と違いガス爆発はしないからと云われ、ほっとしました。この見学で実に多くのことを教えられました。これまでは、同じ砥山でも層によって性状が異なること、砥山から運ばれた原石を層別に分類して処理すること、分類された原石をロールクラッシャーで再粗砕し、ロータリードライヤーで乾燥され、更にレイモンドミルで粉碎されて、その中の粗いものから順序に、粗粒取口、サイクロン、更にTDCバッグフィルターに分類されて、それぞれの粒大のものすべてが、別々の用途に使用されていることなど、初めて見るものばかりでした。ちなみにベントナイトと云っても、鑄物用は全採掘量の25%で、残りの75%は医薬品用、土木建築の防水用それに土壤改良用、その他のものであるそうです。

ベントナイトは岩石名で、モンモリロナイト石英、 α クリスプライト、ゼライト等その他から構

成されていて、モンモリロナイト分が多いもの程高品位になり、モンモリロナイトは、 Al_2O_3 が層状に積重なったものの表面に、H、Ca、Na、Liの各イオンを持つ形を取っていて、これらのイオンの中のどのイオンを持っているかで、そのベントナイトの膨潤度が決まるのだそうです。H側のイオンを持つものは膨潤度が低く、逆にLi側のイオンを持つと膨潤度が高いと云うことで、これらの性状はどこかの鉱山のどの層のものかで決定されてしまい、精製過程ではどうにもならず、従って用途に合わせてベントナイトを選ばなければならないことを痛感させられました。精製工場の中は想像していたよりも粉塵が少なく、鋳物工場よりも空気のきれいなのにはおどろきました。これは原石から製品まで完全にプラントの中に密閉されているためだと思います。昼食時間に国峯磁化工業(株)から御馳走になったなめこ汁や漬物は、持参した弁当のおかずが貧弱に見える程大へんおいしいものでした。

最後に御多忙中にもかかわらず、私達を心よく迎えて下さった国峯磁化工業株式会社の各位に対しまして、心から感謝の意を表明致します。

鑄 鉄 部 会

第4回技術委員会、見学会議事録

日 時	昭和47年6月 9日(金) 13:00~17:00	技術委員会、見学会(北栄鉄工)
	6月10日(土) 9:30~14:30	見学会(酒田鑄造)
場 所	鶴岡農協ホール	
出席者	大平部会長(東北大)	(代) 瀬谷主査(新日鉄)
	坂本他1(山形工試)	多田他4(北栄鉄工)
	石 垣(秋田工試)	道 山(秋田ダクタイト)
	(代) 今野(高周波)	佐 藤(岩手鑄機)
	及川(郁)(及精鑄造)	水 田(水田鑄造)
	(代) 菅野(宮工技)	沢口(金)(エンペロール)
	須 田(須田鉄工)	水 上(水上S/S)
	(代) 吉田(福島S/S)	藤田幹事(本山S/S)
		宇佐美(秋田大学)
		新 山(青森金材)
		及川(源)(及源鑄造)
		川 原(岩手製鉄)
		沢口(正)(矢本S/S)
		湊(北東衡機)
		各委員

渡 辺 (渡辺鑄造)

富 樫 (富樫鑄造)

両オブザーバー

合計 29 名 (18 社, 6 公機, 計 24)

議 事

1. 前回議事録の承認 (資料 Ⅷ 4 - 1)

2. 新入会員会社の紹介

(株)水田鑄造所 委員 水田 雄 吉 水沢市羽田町字下屋敷 2 8

水上製作所 委員 水上 徳 司 塩釜市字二又 5 1 - 9

3. 昭和 46 年度決算報告 (資料 Ⅷ 4 - 2)

別紙の通り報告があり承認された。

4. 会員名簿 (資料 Ⅷ 4 - 3)

6 月 9 日現在, 会員 39 (31 社, 8 公機), 委員 41 名 (会社 32 名, 公機 9 名)

5. 第 2 回鑄造技術講習会案内 (資料 Ⅷ 4 - 4)

水沢鑄物工業協同組合と共催で 7 月 23 日 (日) 水沢で開催することにした。

6. 東北鑄造技術コンクール後援

東北支部主催につき後援し, 会員会社はできるだけ参加することにした。

7. 山形県産の鑄物砂について (資料 Ⅷ 4 - 5)

坂本委員

鑄物砂資源として山形県は有数の産地として注目されつつあり, その探査と鑄物砂適用への諸性質を調査した結果について詳細に報告した。細粒の最上砂は開拓地のため採掘不可能になった。黒滝砂は 5 ~ 6 号で中物以上に原砂のままでも使える。大浦砂は 6 号で大・中・小物に適し, 遅谷砂は 4 ~ 5 号で粗いので大・中物や鑄鋼用に期待され, 耐火度が SK 36 で極めて高く, 耐破砕性がよいので高圧造型に適することがわかった。

8. キュボラ採業における低硫黄溶湯を得る方法 (資料 Ⅷ 4 - 6)

渡辺氏

コークス中の S% (X) とそれにより得られた元湯中の S% (Y) との間に $y = 0.1097X - 0.001$ の関係があることをつきとめ, ダクタイル鑄鉄製造上コークス中の S% を管理することにより, 元湯中の S% の予測が可能になった。小型キュボラ溶解時の S% の低下にきわめて有効であり, 単回帰分析による分散分析を行なった実験結果を報告した。

9. 第 1 回宮城県鑄造技術コンクール報告 (資料 Ⅷ 4 - 7)

(代) 菅野委員

当部会の後援に対し謝意が述べられ概要を報告した。

10. 現場における二, 三の問題点 (質問) (資料 Ⅷ 4 - 8)

多田委員

10.1 キュボラ 2 トンを 4 トン炉にしたら引けが多くなったが対策はないか。

水冷キュボラ湯は引けが少々多いといわれるが、この場合あるいは酸化溶解になっているのではないかと疑われるので、よく調べてみる必要がある。

10.2 Cr0.3~0.4% 鑄鉄で揚りの下に引け巣が発生するが対策はないか。

押湯を普通鑄鉄の2倍にして好結果を得ている実例が紹介された。

10.3 A型黒鉛100%の組織にしたいがどうすればよいか。

D、E型黒鉛の混在が当然考えられ、10.1項が解決すれば、自づからA型黒鉛のみになる筈。

10.4 CE曲線が乱れるのはどういうわけか。

接種の場合やD型黒鉛があるときは乱れるのが普通である。

[文献紹介：機械化砂の管理方法(藤田幹事)は時間の都合上次回にまわした。]

11. 次回予定

47.9/中 於秋田県工業試験場

議題：秋田県内産鑄物砂について

石垣委員

溶解について

道山委員

その他

見学工場：秋田工試、秋田ダクタイル鑄造㈱、イトー鑄造

鑄 鉄 部 会

第5回技術委員会、見学会議事録

日 時 昭和47年9月15日(金) 13.00~16.30 技術委員会、見学会(秋田工試)
9月16日(土) 8.30~12.30 見学会(秋田ダクタイル、イトー鑄造)

場 所 秋田県工業試験場

出席者 大平部会長(東北大)

木 村 (新日鉄)	藤 田 (本山S/S)	両幹事
石垣他3 (秋田工試)	宇佐美 (秋田大)	道山他2 (秋田ダクタイル)
佐 藤 (岩手鑄機)	及 川 (及精鑄造)	水 田 (水田鑄造)
川 原 (岩手製鉄)	堀 江 (岩手工試)	(代)今野他1 (高周波)

(代)田畑他1 (田畑鑄造) 沢 口 (エンペロール) (代)水上他1 (水上S/S)
須田他1 (須田鉄工) (代)荒砥 (宮工技) 渡 辺 (東北大)
紺野他1 (羽賀鑄工) 坂 本 (山形工試) (代)沼 沢 (原田鑄造)

各委員

芹田、佐藤、田上 (秋田大) 福 井 (福井鑄物) 西 田 (イトー鑄造)

各オブザーバー

合計36名(16社, 6公機, 計22)

議 事

1. 前回議事録の承認 (資料№5-1)

2. 本年度支部山形大会計書の説明

坂本委員

別紙の通り11月10日(金)11日(土)山形ホテルオーヌマで開催し、技術講演会は
大平支部長の他、牧口、金森、鹿取3講師を予定、当部会は“東北鑄造技術コンクールを省み
て”をテーマに討論会を計画しているなどの説明があった。

3. ライム鑄型について (資料№5-2)

石垣委員

水溶性フェノール樹脂を補助粘結剤としたライム鑄型について、鑄造作業に必要な諸性質を
検討した実験結果を詳細に報告した。即ち添加量、濃度および消石灰量を適正にとることによ
って、かなり有利に扱い得ることを見出した。

けい砂中にCa(OH)₂と水溶性フェノール樹脂および水を配合したライム鑄型の可使時間
は、樹脂量5に対し水1以上加えることにより6Hr以上となる。また少量のCO₂の通気で
抜型強度になることがわかった。その他実際作業に適用する場合の注意が述べられ、今後の現
場試験に関心もたれた。

4. ダクタイル鑄鉄に対するMnの影響 (資料№5-3)

道山委員

ダクタイル鑄鉄でMn 0.2%以下の場合に、焼鈍すると抗張力が下がり過ぎて規格外れにな
ることがある。この様な現場経験からMn%を種々変え、機械的性質と基地組織の変化を比較
検討した結果を述べ、活発な討論があった。

Mn%が増すと焼鈍したのもでもパーライトが安定し、基地組織の変化が顕著となるが黒鉛
球状化にはあまり変化がない。当然ながら機械的性質は向上する。FCD45はMn%の設
定と焼鈍による方法がよいように思われることがわかった。

5. 酸素吹精処理した銑鉄の性質について (資料№5-4) 川原委員, O堀江委員, 多田氏

酸素吹精処理した銑鉄の性質を把握するため、木炭銑、ダクタイル用銑を用いて球状黒鉛鑄
鉄の組織と機械的性質を比較実験した。酸素吹精銑鉄はTiが除去されて、黒鉛球状化が良く

なり、塩基性スラグで処理した方が機械的性質は良好で、また微量有害元素の総量も木炭銑、ダクタイル用銑よりも少ない。その他興味あるデータが詳細に紹介され、木炭銑にとって代り得ることが認められた。

6. 文献紹介“圧縮強さ”対“充てん性”試験による機械化砂の管理方法（資料Ⅱ5-5）

藤田幹事

A. P. Volkmar は基礎的な水-粘土の関係に基づき、湿態圧縮強さと充てん性および水分との相互関係から、機械化砂の実際的な管理方法を提案している。

即ちこれらの関係から管理図表により、いつでも砂中の活性粘土と有効粘土の比率を決定することができる。この方法を用いれば、砂処理の解析と管理は極めて簡明になる。

7. 次回予定

4.8.2 / 中 於 (株)石巻製作所

議題：宮城県内産鑄物砂について 日野委員

ダクタイル鑄鉄の溶解について 近藤委員

その他

見学工場：(株)石巻製作所，宮城鑄造(株)

— 鑄 鉄 部 会 —

第6回技術委員会、見学会議事録

日時 昭和48年2月16日(金) 13.30~17.10 技術委員会
2月17日(土) 8.30~13.00 見学会(石巻S/S, 宮城鑄造)

場所 (株)石巻製作所

出席者	大平部会長 (東北大)	千田主査 (新日鉄)		
	目黒 (新日鉄)	藤田 (本山S/S)		両幹事
	日野他1 (宮工技)	近藤他3 (石巻S/S)	沢口他2 (宮城鑄造)	
	渡辺 (東北大)	須田他1 (須田鉄工)	水上 (水上S/S)	
	沢口 (エンペロール)	新村他1 (福島工試)	金成他1 (常磐S/S)	
	道山 (秋田ダクタイル)	宇佐美 (秋田大学)	(代)三神 (福島製鋼)	
	新山 (青森金材)	(代)今野他2 (高周波)	佐藤他1 (岩手鑄機)	

後 田 (日立工機)	水田他 1 (水田鑄造)	(代) 及川 (及源鑄造)
及 川 (及精鑄造)	堀 江 (岩手工試)	各 委 員
菅野他 2 (石巻工高)	各オブザーバー	

合計 40 名 (20 社, 7 公機, 計 27)

議 事

1. 前回議事録の承認 (資料 6 - 1)

2. 新入会員, 交替委員, 交替幹事の紹介

2.1 新入会員 (3 社)

(株)イトー鑄造 委員 越後谷 勲 秋田区川尻町字大川反 170-73

(株)水沢鑄工所 委員 及川 寿明 水沢市太白通り 1-8-15

(株)及泰鑄造所 委員 及川 清 水沢市花園町 1-1-3

2.2 千代委員 (常磐 S/S) は退職のため金成委員と交替した。

2.3 木村幹事 (新日鉄) は転出のため目黒幹事と交替した。

3. ダクタイル鑄鉄の品質管理について (資料 6 - 2) 近藤委員, ○佐藤氏

低周波炉によるダクタイル鑄鉄製造の品質管理手法について, 化学成分, 機械的性質の \bar{x} , R チャートにもとづき詳細な説明があった。投入材料, 化学成分安定化, 球状化処理とそのチェックの管理や, 初物検査に重点をおいている QC サークルの組織, 球状化チェック法, 戻鉄の扱い方など, 質疑応答が活発に行なわれた。

4. キュボラの鋼屑溶解の吸炭とスラグ層の厚さと Si 量の変動について (資料 6 - 3)

沢口 (正) 委員

460, 500, 550φ キュボラの鋼屑溶解で, 加炭におよぼす影響はベッドコークスの高さ, 炉の大きさ, コークス粒度と銘柄, 灰分の塩基度, 溶解速度と送風条件などであることがわかった。また Si 量の変動は間欠出場のためと思われるなど, 興味ある試験結果を述べた。

5. 統計的手法による合成生型砂の諸性質の解析 (資料 6 - 4) 日野委員, ○菅野氏

けい砂の種類, でん粉質添加剤の種類と添加量, 水分, 混練時間と生型の諸性質の関係を, 統計的手法により実験した結果を報告した。圧縮強さには水分, 混練時間が危険率 5% で, またけい砂の種類が危険率 10% で有意となったなど貴重なデータが得られた。

6. 鑄鉄研究におけるマイクロアナライザーの利用法 (資料 6 - 5) 渡辺 (融) 委員

X線マイクロアナライザーが鑄鉄の研究にどのように適用されてきたかについて, 球状黒鉛およびその周辺の球状化処理剤の分布, セメント中における合金元素の固溶度などの測定

例を詳細に紹介し、どんな問題があるか検討結果を述べた。

7. 東北鑄造技術コンクール作品の問題点 (資料 Ⅵ 6 - 6)

藤田幹事

簡単な形状であるにもかかわらず、型はりなどのため寸法誤差が大きかったことは注目される。削面欠陥は F C 2 5 は皆無なるも、F C 2 0 の約半数に分子あり、堰前の引け巣がみられた。方案は相当苦心のあとがうかがわれるが、歩留り向上を期待したいなどの批評があった。なお今後もコンクールをつづけて欲しいという意見があった。

8. 次年度事業計画の審議 (資料 Ⅵ 6 - 7)

8.1 研究テーマは資料 Ⅵ 4 6 - 1 - 5 (希望の研究テーマアンケート集計) を参考に討議し、原案通り “不良対策” と “材質” の主要 2 テーマと決定し、関係ある事柄についても積極的に取組んでいくことにした。なお油圧バルブの材質上の問題点として、組織と高圧の関係を知りたいという希望があった。

8.2 行事予定は技委会、見学会 2 回 (6 / 中 水沢, 4 9. 2 / 中 いわき), 講習会 (7 月 山形), 支部大会討論会 (10 または 11 月 八戸) など原案通り承認した。

9. 次 回 予 定

4 8. 6 / 中 於 水沢鑄物会館

議題: 不良対策について

佐藤 (幹) 委員

材質について

千 田 主 査

高級薄肉鑄鉄の方案

坂 本 委 員

そ の 他

見学工場: 岩手県工業試験場水沢分室 水沢地区鑄物工場

— 鑄 鉄 部 会 —

第 4 回 技 術 委 員 会 工 場 見 学 記

山形工業試験場

工業科長 坂 本 道 夫[※]

見 学 工 場

6 月 9 日 北栄鉄工株式会社 (鶴岡市)

6 月 10 日 酒田鑄造株式会社 (酒田市)

見 学 記

北栄鉄工株式会社

1. 生産品目 内燃機関部品, 冷凍機械部品, 一般産業機械部品等
2. 生産設備

溶解設備	キュボラ 4 $\frac{t}{h}$ 1基, 砂処理設備自硬性砂処理プラント 5 $\frac{t}{h}$ 一式	
造型設備	ジョルトマシン (ORD型, AJ4型) 2台	
	ジョルトスクイズマシン	2台
	コアブローイングマシン	1台
	ドラム反転機	1台
	エアコンプレッサー	7台
乾燥設備	中子乾燥炉	4基
製品処理設備	コアノックアウトマシン	1基
	ショットテーブルラスト	1基
	シェークアウトマシン	1基
運搬設備	天井走行クレーン	9台
	エレベーター	2基
	ジブクレーン	2台
	ローラーコンベア	119m
3. 生産能力 250 t/月 材質 FC 25~30

※ 東北支部理事, 同鑄鉄部会委員

4. 作業人員

(鑄物関係)	{	溶解 5, 造型 21, 中子 20, 仕上 11,		
		木型補修その他 4	計	61名
			管理者	6名
		合計	67名	

5. 造型方式 自硬性(Hプロ)70%, 生型30%

6. 所 感

技術委員会終了後、阿部常務さんより会社経歴書にもとづいて会社の概要として、生産、設備状況等の説明を受け工場見学を行なった。100~300Kgの大物をやっている工場としては山形県では唯一の工場であり、しかも東北地方ではめずらしく、自硬性鑄型を70%程度も駆使され、設備も上記の通り完備されている点は大いに参考になった。中には生型でもやれるやうな物まで自硬性でやっておられた点もったいない感じもするが、複雑で且つ大物部品をうまく生産されている点は非常に感心させられる。生産能力250t/月といわれながら現在稼働率が半分程度しかあがってないのは、何処も同じく不況からくる止むを得ない事情と思われませんが、機械加工設備も完備され、工作機械の製造及び砕氷機及装置の製造にあっていることは、今後の鑄物工場の在り方として、部品の加工のみにとどまらず組立まで実施するという健全な生き方の一つの指針として考えさせられる面があったのではないかと思います。約40分の短い時間の見学であったが、充実した当社の今後の益々の発展を祈りながら、海水浴場、温泉地として知られている湯の浜の宿泊所へと向かった。

酒田鑄造株式会社

翌10日午前9時北栄鉄工物の御厚意により拝借した自家用バスに身を任せ、庄内浜及び県内唯一の米所の庄内平野と鳥海山並びに朝日連峰の山々をはるかに眺めつゝ北上し、一路酒田鑄造所見学の途についた。

1. 生産品目	農機具部品が主力、その他コンプレッサー、バルブ等の一般産業機械部品			
2. 生産設備	溶解設備	キューボラ	2.5 t/h	2基
	造型設備	パレットライン		7連
	砂処理設備	自動砂処理プラント		1式
	乾燥設備	中子乾燥炉		1基
	製品処理設備	ショットタンブラスト		1台
		ショットブラスト		1台

	グラインダー (5 HP)	2台
運搬設備	浴湯運搬用モノレール	1式
	フォークリフト (1 t)	1台
その他	コンプレッサー (5 HP)	6台
	高圧受電設備 225V	1式

3. 生産能力 150 ㄱ/月 材質 FC15~25
4. 作業人員 合計 51名
5. 鑄物砂 最上砂を主体とした半合成砂
6. 所 感

最初鈴木代表取締役から会社の概況についての説明のあと、約1時間で工場を見学した。当社は昭和45年10月に現在の地に移ってパレットコンベア方式ののって稼働を始めたのであるが、順調に生産をあげるまでに非常な苦勞があったこと、特にその間不況に見舞われ生産が減少したことが非常な痛手であったが、出来る限り不良率を低下させ生産性をあげることに努力したとのこと、現在は不良率5.7%程度であるが更に下げるべく努力したいとの決意を聞き、心強く感じた。造型の点で1枠造型時間1分30秒かゝっているようであるが少し遅い感じであり、中子が入ったものでその程度におさえたら良いのではないかと思います。更に、砂はユニットサンド方式にしたいところであるが、農機具部品が主力で肌が吟味され、出来ないとのことはやむを得ないことと思われる。兎に角作業者の大部分が農家の人々で出勤率が悪い中であって、不良率を低くおさえられていることには感心させられます。工場の囲りは水田に囲まれ現在のところ公害にも余り心配なく優雅な経営をされている実態を見学させて戴き、本当に参考になる点が多かったと思います。今後の御発展を強く祈って止みません。

酒田鑄造所の工場見学後、バスは一路出羽三山神社の在る羽黒山に向かった。こゝで1時間休憩し、昔から羽黒 修験道の総本山として栄えた羽黒山の周りの景色、或は博物館等を参観し午後1時30分に解散した。

— 鑄 鉄 部 会 —

第 5 回 技 術 委 員 会 工 場 見 学 記

新日本製鉄(株)八幡製鉄所

木 村 達[※]

前日の荒れ模様のお天気もうそのように晴れた9月16日午前8時半、会員の乗用車に分乗した一行30名は、最初の見学先である秋田ダクティル(株)に向って男鹿半島北浦の県保養所(秋田県の好意で我々に開放していただいた。)を跡にした。

途中、先導車が道を間違えたのか(?)つずら折りの細い道をぬけると眼下に日本海を見おろす入道崎に出た。車を降り、なまはげの叫び声とみやげ物の海産物を売る女行商人の歓迎の声を背に、赤とんぼの乱舞する芝生の道を各人思い思いに散歩を楽しんだ後、ここまでくれば帰り道は同じ道を通るのは芸のない話しと(?)八望台ハイランドラインを経て八望台から戸賀湾へ、さらに入棧橋有料道路から門前を経て秋田市内に入り、午前10時半最初の見学先である秋田ダクティル鑄造に着いた。

秋田ダクティル鑄造(株)

ただちに小宅社長の歓迎のあいさつをうけ、さっそく見学にうつった。この工場は昭和33年に設立されダクティル鑄鉄品を中心に150~180t/月の生産を行なっている。溶解は3車エル一式電気炉によっているが、いろいろな問題から低周波電気炉に切替えるための工事を遂行中である。造型は手込と機械込の割合が半々で特別特色のあるものでないが、この工場では品質管理に力を注いでおり溶解設備にはじまり、造型、注湯、砂落し、研磨、仕上、製品検査、発送の各工程で、総員57人の作業者がミスゼロを目ざしてきびきびとした仕事をしているのが印象的であった。

見学後、工場長をはじめ、皆さんにお礼をのべて次の見学先である(株)イトー鑄造に向った。

(株)イトー鑄造

この工場は県庁や公共機関のある官庁街に近い鉄工団地の一角にあり、園部重工(株)の協力工場として、主に水道関係の部品を54名で150t/月生産している。工場そのものは自動造型ラインを中心にきわめて合理化されており、働く人の影を少なく生産性も高ければ技術力も高いと

※ 元東北支部鑄鉄部会幹事

見うけた。ただ、市街地に近いため環境管理には御苦勞されておる様子であった。
見学を終るところになってにわかには候が一変し荒れ模様になり、お礼の言葉も充分に出来ぬま
ま家路を急いだ。

— 鑄 鉄 部 会 —

第 6 回技術委員会工場見学記

新日本製鉄(株)釜石製鉄所研究所

目 黒 勝 ※

48年2月17日に前日の技術委員会に引続き工場見学会が実施された。昨日と同様本日もまことによい天気にもぐまれ、石巻の山や海も春霞の中に昼寝しているような一日であった。宮城鑄造(株)の御好意によるバスに一行21名が乗込み沢口専務みずからの運転で、見学前の一仕事と天下に名高い牡鹿半島のコバルトラインへとバスを向けた。鑄物屋さんの歌であったと前日大平部会長の説明があった齊太郎節ゆかりの地江ノ島をはるかに望み、有名な金華山神社に海をへだてて詣で、春の海を十分に堪能したのち本日の見学の第1目的である宮城鑄造(株)へ向った。

宮城鑄造(株)

宮城鑄造(株)は、矢本町の工場団地の一角にあり、広い敷地内に鑄鉄鑄物工場、アルミ鑄物工場、模型工場、機械仕上工場と四棟が立ちならんでいた。我々一行が目的とする鑄鉄鑄物工場は中でも一番大きな棟で、内部は縦に三つに区画されていた。砂及び溶解材料置場、キューボラ2基、注湯場が一区画、砂処理装置、造型ラインが二区画、三区画には中子取り及び仕上げが整然と配置されていた。

油圧バルブ、内燃機シリンダーライナー、ピストンおよび漁業機器が主製品で、従業員28名で70tをFC30が60%、FC25が40%の割合で生産している。

時間的に制約があったため工場内の詳細についての説明は受けられなかったが、見学者の多くの感想としては、立地からして公害問題の心配はないし、工場内が広くゆったりとしていて整理がゆきとどきうらやましいかぎりだということであった。

※ 東北支部鑄鉄部会幹事

炭石巻製作所

石巻製作所は、捕鯨用のモリの製造がそもそもの会社の発足の端緒ということであり、モリの日本国内におけるシェアは100%で、諸外国にも輸出しているとのことでもことにユニークな工場である。工場は石巻市内にあり、当初は人家もなかった場所であったろうと考えられるが現在では附近に立派なアパート等もみられ、聞いてみるとやはり公害問題がうるさく鑄造部門の大部分は真岡市へ移したとのことであった。

鑄造工場は、2こ低周波炉1基が設備されており、電磁鋼板を原料として月産200tのダクタイル鑄鉄を製造している。品質管理は、前日の技術委員会で発表されているように、非常に徹底していることが、溶解現場における球状化率判定のための研磨用グラインダー、金属顕微鏡等感じられた。又自家製の造型、注湯、型バラシのラインがありこれが工場の特殊性に合うようによく工夫されたもので、非常に参考になった。

以上2工場を見学したのであるが、非常にいそがしい中を心よく見学を許可され、あまつさえバスまで提供して下さい全員感謝しつつ石巻をあとにした。

昭和47年度理事会議事録

日時 昭和47年5月20日(土) 午後0時30分～3時30分

場所 東北大学工学部金属系三学科会議室

出席者 大平支部長、中田、小宅、千田、佐藤(幹)、及川、川原、(代)多田、本山、青木、目黒、須田、渡辺(融)、藤田、五百川、坂本、天口、新村、郡、弘重、渡辺(紀)
各理事 以上21名

議事

1. 前回議事録の承認(資料№47-1)

たゞし3.3.4項鑄鋼部会を支部の部会とすることについては未検討であったので、鑄鋼関係の理事が協議して支部山形大会までの方針を出すことにした。

2. 昭和46年度事業報告(資料№47-2)

当年度より発足した鑄鉄部会の活動を含め13件の事業報告があり承認された。

3. 昭和46年度決算報告（資料Ⅵ47-3）

会報刊行決算を含め報告があり承認された。

4. 昭和47・48年度支部理事選挙結果報告

有権者 174名 , 投票数 79票（中無効6票） 投票率44.6%で別紙の通り
46名が当選した。

5. 支部役員選出

次のように審議決定された。

5.1 大平支部長 渡辺（融）総務委員 藤田会計委員 中村監事

5.2 推薦理事（敬称略）

山形県 多田惣吉 祐川栄蔵 以上2名

5.3 幹事（敬称略）

青森県 新山公義 今野順吉

岩手県 多田 尚 瀬谷 修 及川郁夫

秋田県 石垣良之 宇佐美 正

宮城県 佐藤 有 大出 卓

山形県 小野田一善 中川邦雄 河田 勇

福島県 大里盛吉 高橋和義

以上14名

6. 昭和47年度事業計画（資料Ⅵ47-4）

6.1 支部大会について

昨年度理事会決定に基づき予定通り山形市で開催（11月頃）することを確認したが、
五百川理事から“現下情勢よりなにかと協力いただきたい”旨の発言があった。

技術討論会のテーマは鑄鉄部会が“東北鑄造技術コンクールの成績を省みて”、鑄
鋼部会は後日メーカー間で協議決定することにした。

6.2 東北鑄造技術コンクールについて

実施要綱の説明があり承認された。

6.3 支部会報について

昨年度の支部創立20周年特集Ⅵ8は現場人に好評であった由、大凡従来通りの編集
方針ですすめることにした。正会員頒布を有償にしてはどうかとの意見があった。

6.4 鑄鉄部会について

技術委員会、見学会3回（山形、秋田、宮城）、講習会1回（水沢）の活動予定が報

告された。

6.5 金属関係学協会東北支部連合シンポジウムについて

具体的計画が不明であるが、例年通り参加することにした。

7. 昭和47年度収支予算審議(資料№47-3)

別紙の通り提案され、原案のまま承認された。なお、本部補助金が減額されていくので、支部会費を考えてみてはどうかとの意見があった。

8. 昭和48年度支部大会開催地について

青森県で開催することに決めた。

9. 昭和46年度新入会員状況報告(資料№47-5)

新入会員 正員14名、維持会員1社、退会正員3名の報告があった。従って現在数は正員174名、維持会員24社、特別会員4社、合計202会員となる。

10. 昭和47・48年度本部評議員紹介

下記支部理事または支部会員が当選されたことが報告された。(敬称略)

青木、音谷、大平、金子、芹田、千田、藤田、本間、渡辺(融)

以上9名

昭和47年度事業報告

1. 昭和47年5月20日

本年度理事会が東北大学工学部金属系三学科で開催され、大平支部長他20名の理事が参集して、昭和46年度事業報告、同年度決算報告、昭和47年度事業計画および同年度予算審議などが行なわれ、また昭和47、48年度理事改選報告があった。

2. 昭和47年5月24日～26日

イスラエル工科大学 I. Minkoff 教授が来仙され、東北大学工学部金属系三学科において、当支部主催の講演会で“鉄-炭素とニッケル-炭素合金における黒鉛の発生と形態”について

て講演した。

3. 昭和47年5～11月

支部創立20周年記念事業として東北鑄造技術コンクールを開催し、19社から提出された課題作品ブリーについて慎重に審査の結果、上位5社の入賞を決定した。11月10日の支部山形大会で表彰式を挙行し、作品展示コーナーを設けた。

4. 昭和47年6月9日～10日

鑄鉄部会第4回技術委員会見学会が鶴岡農協ホールで開催され、大平部会長他28名の委員などが参集し、北栄鉄工㈱、酒田鑄造㈱を見学した。

5. 昭和47年7月23日

鑄鉄部会は水沢鑄物工業協同組合と共催で、第2回鑄造技術講習会「現場人のための」を水沢鑄物会館で開催した。大平部会長、千田主査、藤田幹事、佐藤(幹)委員らが講師となり、また及川(源)委員の座長で懇談会が開かれ、参加者は53名で盛況であった。

6. 昭和47年9月15日～16日

鑄鉄部会第5回技術委員会、見学会が秋田県工業試験場で開催され、大平部会長他35名の委員などが参集し、同場、秋田ダクティル鑄造㈱、㈱イトー鑄造を見学した。

7. 昭和47年11月10日～11日

本年度の支部大会は山形市ホテル・オーヌマで開催され、参加者は134名に達した。第1日めは支部総会に続いて、当支部として初めての試みであった東北鑄造技術コンクールの優秀企業5社の表彰式が行なわれた。なお会場には鑄機、鑄材型録コーナーとコンクール作品コーナーを併設し参考に供した。

ついで下記の通り有意義な技術講演があった。

低周波誘導炉による鑄鉄の溶解とその溶湯

自硬性鑄型について

鑄造工場のプラントレイアウトの進め方

東北大学 大平五郎

金属材料技術研究所 牧口利貞

金森新東㈱ 金森正弘

その後、全出席者は次の2組に分れてパネルディスカッションを行ない、熱心に充実した討議が進められた。

鑄鉄部会「東北鑄造技術コンクールをかえりみて」 (五十音順)

座長	(株)名和鑄造所	五百川 信一
特別講師	(財)総合鑄物センター	鹿取 一男
講師	東 北 大 学	大 平 五 郎
"	新日鉄(株)釜石製鉄所	千 田 昭 夫
"	(株)本山製作所	藤 田 昭 夫
"	福島県工業試験場	新 村 好 弘
"	山形県工業試験場	坂 本 道 夫
"	東北学院大学	目 黒 博

講演予定の鹿取講師は汽車遅延にもかかわらず馳せ参じていただき、短時間ではあったが“鑄物の特性と企業のあり方”について大変感銘深いお話しを承つた。

鑄鋼部会「鑄鋼用鑄物砂について」

座長	福島製鋼(株)	渡辺 紀夫
講師	金属材料技術研究所	牧口 利貞
"	伊達製鋼(株)	郡 勇

終って夜には同じ会場で恒例の懇親会にうつった。大平支部長、名和大会実行委員長、山形県知事、山形市長、鹿取総合鑄物センター専務理事のあいさつのあと、郷土民謡の披露などがあり、105名の参加者は2時間にわたって歓談をつづけ、和気あいあいのうちに懇親の実が大いにあった。

第2日めには、A班は名和鑄造所、加藤鉄工所、原田鑄造所、および北日本珪砂鉱業を、B班は国峯砥化の左沢砥山などを見学したが、参加者はA、B両班合わせて89名に及び、全部の日程を終って無事散会したのは午後4時を廻っていた。

8. 昭和47年12月1日

第9回金属関係学協会東北支部連合シンポジウムが東北大学工学部金属系三学科で開催され、“金属学における界面、表面についての最近のトピックス”について講演ならびに討論が行なわれた。

9. 昭和48年2月16日～17日

鑄鉄部会第6回技術委員会、見学会が(株)石巻製作所で開催され、大平部会長他39名の委員などが参集し、同所の他宮城鑄造(株)を見学した。

昭和47, 48年度役員名簿

(五十音順)

1. 理事 : 47名

青森県 : 6名

加藤政二郎	日本高周波鋼業(株)八戸工場
黒石一郎	青森県金属材料試験所
田畑三郎	田畑鑄造工業(株)
田畑一	東洋重工業(株)
中里信男	東北建機工業(株)
平賀広一	八戸工業大学

岩手県 : 7名

及川源悦郎	及源鑄造(株)
大内峻	岩手大学工学部
川原業三	岩手製鉄(株)
菊地忠男	岩手鑄機工業(株)
佐藤昌暉	岩手県工業試験場
佐藤幹寿	岩手鑄機工業(株)
千田昭夫	新日本製鉄(株)釜石製鉄所

秋田県 : 6名

小宅通	秋田ダクティル鑄造(株)
柴田真二	(株)東北機械製作所
芹田陽	秋田大学鉦山学部
中田武治	秋木製鋼(株)
手塚健二	秋田県工業試験場
宮原順一郎	秋田金属工業(株)

宮 城 県 : 9名

	青 木 猪三雄	東 北 学 院 大 学 工 学 部
(支 部 長)	大 平 五 郎	東 北 大 学 工 学 部
	近 藤 武 司	(株) 石 巻 製 作 所
	須 田 長一 郎	(株) 須 田 鉄 工 所
	関 秀 雄	多 賀 城 製 鋼 (株)
(会 計 委 員)	藤 田 昭 夫	(株) 本 山 製 作 所
	目 黒 博	東 北 学 院 大 学 工 学 部
	本 山 秀 夫	エ ン ペ ロ ー ル 工 業 (株)
(総 務 委 員)	渡 辺 融	東 北 大 学 工 学 部

山 形 県 : 9名

	天 口 千代松	(株) 原 田 鑄 造 所
	五百川 信 一	(株) 名 和 鑄 造 所
	坂 本 道 夫	山 形 県 立 山 形 工 業 試 験 場
	塩 沢 永 孚	山 形 県 立 山 形 工 業 試 験 場
	渋谷 茂 男	(株) 原 田 鑄 造 所
	祐 川 栄 蔵	山 形 電 鋼 (株)
	多 田 惣 吉	北 栄 鉄 工 (株)
	名 和 光 夫	(株) 名 和 鑄 造 所
	長 谷 川 源 七	(株) カ ネ シ チ 鑄 造 所

福 島 県 : 10名

	金 子 淳	福 島 製 鋼 (株)
	郡 勇	伊 達 製 鋼 (株)
	瀬 谷 英	(株) 日 立 工 機 原 田 工 場
	千 代 義 教	
	新 村 好 弘	福 島 県 福 島 工 業 試 験 場
	弘 重 正 典	三 菱 製 鋼 (株) 広 田 製 鋼 所
	藤 嶋 富 士 夫	(株) 福 島 製 作 所
	湊 芳 一	北 東 衡 機 工 業 (株)
	村 田 辰 夫	伊 達 製 鋼 (株)
	渡 辺 紀 夫	福 島 製 鋼 (株)

2. 監 事 : 1名

中 村 三 郎 宮城工業高等専門学校

3. 幹 事 : 14名

青 森 県 : 2名

今 野 順 吉 日本高周波鋸業(株)八戸工場

新 山 公 義 青森県金属材料試験所

岩 手 県 : 3名

及 川 郁 夫 (株) 及 精 鑄 造 所

瀬 谷 修 新日本製鉄(株)釜石製鉄所

多 田 尚 岩手県工業試験場

秋 田 県 : 2名

石 垣 良 之 秋 田 県 工 業 試 験 場

宇佐美 正 秋 田 大 学 鉱 山 学 部

宮 城 県 : 2名

大 出 卓 東 北 大 学 工 学 部

佐 藤 有 東 北 大 学 工 学 部

山 形 県 : 3名

小野田 一 善 山形県立山形工業試験場

河 田 勇 山 形 電 鋼 (株)

中 川 邦 雄 (株) 原 田 鑄 造 所

福 島 県 : 2名

大 里 盛 吉 福 島 県 福 島 工 業 試 験 場

高 橋 和 義 (株) 福 島 製 作 所

あ　と　が　き

暖冬春寒と云った感じがする今日此の頃ですが、東北支部会員各位には相変らずにて御活躍の事と存じます。

さて、昭和47年度支部会報第9号をおとどけいたします。例年の如く、多くの会員諸氏の御支援を得ることができ、無事、編集を終ることができました。厚く御礼申し上げます。

元本支部理事の室蘭工大井川教授は御栄転後も再三本支部に御寄稿くださいましたが、本会報にも鑄鉄の凝固に関する貴重な研究の一端を披露くださいました。

千田理事は鑄鉄のあらゆる性質をくまなく網羅した解説を、村田理事は豊富な写真入りでヨーロッパの鑄鋼工場の現況を、千田、藤田両理事は本年の支部のメイン・イベントの一つであった東北鑄造技術コンタクトの総評をそれぞれ御寄稿くださいました。

塩沢理事からは鉄器の町山形と題して、美しい山形を別の観点から眺めた随想が寄せられました。

“若い研究者の紙上座談会”心地よい響きのテーマで、東北地方の鑄物産業の将来を荷う新進気鋭の諸氏の活潑な意見が紙面を賑わし、はなはだ心強く感ぜられます。

“工業試験所巡り”も本会報で3回目を迎え、今年は福島試験場について新村理事より精しい案内が行われました。

山形で盛大に举行されました大会時の鑄鉄、鑄鋼両部会のパネルディスカッション議事録はそれぞれ、郡理事、坂本理事により丁寧にまとめられました。また、工場見学記は今野、渡辺両氏によってまとめられ、その模様を詳しく知ることができました。

2年目を迎えた鑄鉄部会の技術委員会工場見学記は坂本、木村、目黒各氏の筆によるものです。

以上、御執筆いただきました各位には心からの謝意を表する次第です。

また、時節柄にも拘らず協賛広告に御協力下さいました各会社に深く感謝を申し上げます。

最後に東北支部会員の皆様の御健康をお祈りいたします。

(渡辺)

会　　報

16. 9

発行 社団法人 日本鑄物協会東北支部
仙台市荒巻字青葉

東北大学工学部金属加工学科内

電話 (0222) 221800

(内線 3449)

振替口座 仙台 3526

発行日 昭和48年3月25日

印刷 (株)宮城文化協会

仙台市大町二丁目14の22

電話 (22) 2979 (代)