

会

報

No. 21

日本鑄物協会東北支部

1985・3

日本鑄物協会東北支部

昭和59年度会報

第21号

目 次

会報第21号に寄せて	井川克也	1
鑄鉄の組織と摩耗特性について —白鑄鉄のサンドエロージョン特性を例に—	宇佐美 正	3
発泡石膏鑄型におけるAl合金鑄物のひけ現象	荒井, 大泉, 榎, 小野田	25
鑄鉄の現況, 歴史, 将来	井川克也	31
韓国72時間訪問記	千田昭夫	38
GIFA'84見たまま	大出 卓	39
昭和59年東北6県鑄物ニュース	新山, 米倉, 佐藤, 荒砥, 荒井(清), 荒井(一)	40
第20回記念仙台大会諸行事報告	大出 卓	47
第20回記念仙台大会工場見学記	伊豆井 省 三	50
東北支部大会20年のあゆみ	大出 卓	52
鑄鉄部会第29, 30回技術委員会議事録		57
鑄鉄部会第29, 30回技術委員会工場見学記	大里・木村	62
鑄鉄部会30回のあゆみ	大出 卓	65
昭和59年度理事会議事録		72
昭和59年度事業報告		73
昭和58・59年度会計報告		74
昭和59・60年度役員名簿		75
昭和59年新入会員名簿		78
あ と が き		81



会報第 21 号に寄せて

井 川 克 也

昭和 59 年度も終ろうとしておりますが、東北支部会員の皆様にはますますお元気で御活躍のことと存じます。支部行事の締めくくりとして本年度も支部会報をおとどけいたします。

最近の業界の方にお会いした印象では少し業界の先行きが明るくなっているような気がします。統計によりますと、鑄造品の年間生産量は昭和 56 年が 6,848,110 トン、昭和 57 年が 6,505,674 トン、昭和 58 年が 6,315,237 トンと毎年減っておりましたが、昭和 59 年になって久し振りに 6,826,337 トンと増加に転じました。生産量の増加が業界の明るさに反映していると喜んでおります。

この 1 年は素形材という言葉が新しく登場して来ました。機械工業の基礎資材として提供される形を付与した素材という意味で、統計にもこの言葉が使われるようになりました。昭和 59 年の素形材の生産量を下の表に示します。これで見ますと素形材のうち鑄物が占める割合は 66.5 % と最も多く、鍛造、プレス、粉末冶金と続いています。鑄物工業にたずさわる会員皆様の果している役割の重要性がよく分ります。

東北新幹線の盛岡以北青森までの着工や上野乗入れなど東北の距離感は著しく薄らいで来たのも最近の特徴でしょう。それに呼応して東北の産業も急速に発展しつつあります。我が鑄物工業も新しい時代に向けて飛躍的な発展を目指す動きが東北の各所でも見られるようになり心強く感じ、大いに期待しております。支部活動もその方向で活用していただければ幸いです。

最後にお願いを 1 つ申し上げたいと存じます。日本鑄物協会では会員を増加することによって協会活動を一層活発なものにしようと努力しております。正会員を 400 名増して 3,600 名に、維持会員を 50 口増して 800 口にとというのが当面の目標です。東北支部と

してはおかげさまで最近5ヶ月間に正会員21名、学生会員3名が加入、増加されました。維持会員は現在30事業所、31口が東北支部関係で、全国比率では事業所数で6.7%、口数で4.1%となっております。これを会員数割合の8%近くまで御協力いただければと念願しております。

終りに会報に御寄稿、御協力いただいた各位、編集に当られた役員各位に心から御礼申し上げます。
(日本鑄物協会東北支部長、東北大学工学部教授)

表・昭和59年素形材工業生産量

種 類	生産量, t	全体に占める割合, %
銑 鉄 鑄 物	4,284,788	41.7
鑄 鉄 管	813,284	7.9
可 鍛 鑄 鉄	298,356	2.9
鑄 鋼	545,574	5.3
銅 合 金	98,999	1.0
軽 合 金	285,518	2.8
ダ イ カ ス ト	499,818	4.9
鑄 物 合 計	6,826,337	66.5
鍛 鋼	644,447	6.3
鍛 工 品	1,655,431	16.1
鍛 造 合 計	2,299,878	22.4
金 属 プ レ ス	996,126	9.7
粉 末 冶 金	142,401	1.4
総 合 計	10,264,742	100.0

鑄鉄の組織と摩耗特性について†

— 白鑄鉄のサンドエロージョン特性を例に —

秋田大学教授

工博 宇佐美 正*

1. 緒 言

白鑄鉄は、その組織中に硬い炭化物が多量に存在するため、耐摩耗を要する機械部品として広く用いられ、特に高クロム白鑄鉄は、クロム含有量が多いので、硬さのほか、耐食性や耐酸化性にもすぐれ、摩耗条件によっては鋼系材料にまさるともいわれる。

白鑄鉄の摩耗については、これまで多くの研究報告があり、一般に摩耗条件が abrasive な場合の摩耗特性は材料の硬さに依存するが、corrosive な場合には材料の耐食性が重要となるとされている。しかし、実際には腐食をとまなわない摩耗は極めて少なく、両者を明確に区別することは困難である。したがって、例えば Röhrig のあげた分類、すなわち相手材による i) 引掻きあるいは研削摩耗、ii) 連続的な衝撃による表面からの疲労摩耗、iii) 化学変化をうけての摩耗のうち、各影響因子の優先性や相互関係によって摩耗挙動が左右されるものと考えられる。

corrosive な要素の大きい摩耗の一つにサンドエロージョン（砂や泥などの固形物を含む流体による摩耗）がある。下平およびその他の研究者は、金属材料の耐サンドエロージョン性は、硬さだけでなく凝固組織や耐食性とも密接な関係のあることを指摘しているが、その摩耗機構についての詳しい報告はない。

本研究ではこれらの点に注目して、摩耗面組織の検討を容易にするため一方向凝固白鑄鉄試料を調製し、その化学組成、凝固組織、熱処理および試験条件と耐サンドエロージョン性との関係を摩耗面の現象に重点をおいて調べるとともに、摩耗機構についても詳細に検討した。

2. 実験方法

2.1 供試材の溶製

供試材は、電解鉄、高純度黒鉛、電解クロム、モンドニッケルおよびフェロモリブテン（60% Mo）から目標組成に配合した 1.2 kg を 1 回の溶解量とし、2 番黒鉛るつぼを用いて高周波誘導加熱炉で溶製した。最高加熱温度は 1,400℃ で、この温度に約 5 min 保持した後、1,400℃ で鑄込み、測温には予め Pt・Pt 13% Rh 熱電対にて比較補正した光高温計を

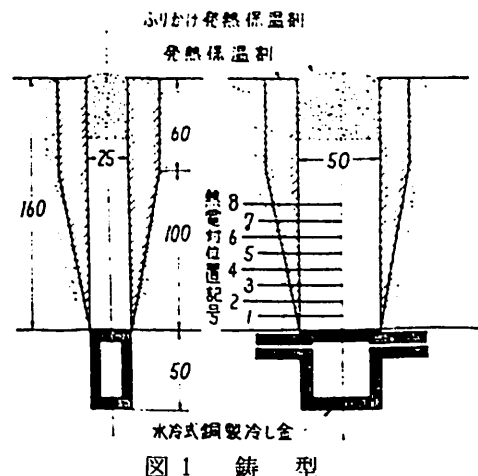


図 1 鑄 型

† 昭和 59 年 10 月 28 日 東北支部第 20 回記念仙台大会講演

* 東北支部理事、同鑄鉄部会委員

用いた。鑄型は試料が一方凝固するように、図1に示したような市販押湯保温用発熱剤と水冷式銅製冷し金を用いてつくった。この場合、鑄型内には、凝固方向に沿って所定内径（約11mm ϕ ）の肉薄不透明石英管をたて、この中で丸棒として凝固させた。試料を一方凝固させる理由は上に述べた。なお、以下に示す試料の化学組成はいずれも目標組成である。ただし、顕微鏡組織から明らかに共晶組成と判別できるものは「共晶」と区別した。

2.2 熱処理

供試材の熱処理には、自動温度調節装置を備えた無酸化電気炉を用い、425 $^{\circ}\text{C} \times 8\text{ hr}$ 、750 $^{\circ}\text{C} \times 3\text{ hr}$ および、930 $^{\circ}\text{C} \times 3\text{ hr}$ の各加熱処理に分けた。熱処理中の試料は、黒鉛るつぼを加工した容器に入れ、表面を黒鉛粉末で覆い、酸化あるいは脱炭の防止に留意した。

2.3 サンドエロージョン試験

試験装置は、Delwijnsらの装置を参考に試作した図2に示すものを用いた。摩耗試験片は、前項の方法で調製した丸棒試料から直径10mm、長さ75mm（重量約45g）となるよう精密に加工し、表面はエメリー紙で仕上げた。試験機には同時に7本の試験片をセットし、砂と水（特に断らない限り水道水）との混合液中で、1周約534mmを980rpm、すなわち約872.2cm/secの速さで回転させた。この場合、試験片の長さ方向に50mmが混合液と直接接し、摩耗量は所定時間試験後の重量減少率（%）で表した。混合液は石英分の高いフラタリーサンドを40%および60%含む2種類とした。また必要あれば人工海水を用い比較検討した。砂の粒度は試験時間が50hrと150hrではあまり変わらないが原則として50hrごとに新しいものと交換した。試験片の摩耗

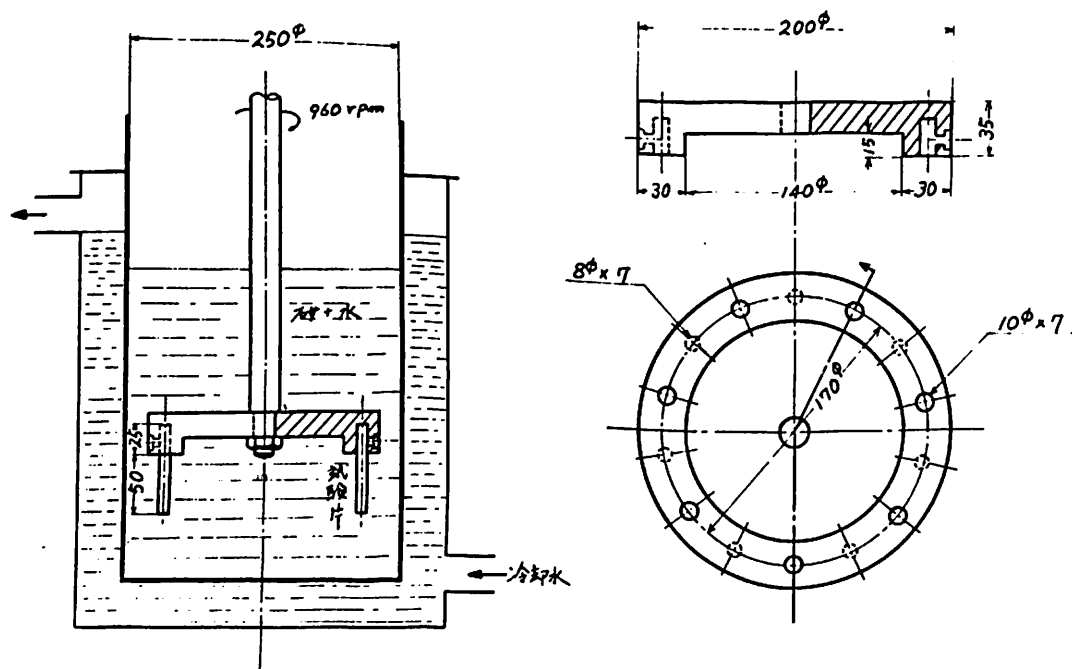


図2 サンドエロージョン試験装置

面はX線マイクロアナライザー（以下XMAと略称）や走査型電子顕微鏡で詳細に観察し、摩耗面組織と摩耗挙動との関係には特に注意をはらって検討した。

3. 実験結果

3.1 3%Cr 白铸铁試料

3.1.1 凝固組織および硬さ

図4と図5には、3%Cr 白铸铁およびこれにNiあるいはMoを添加した白铸铁の凝固組織を示した。すなわち図4は初晶を主とした基地組織と化学組成との関係を示した光学顕微鏡組織で、a)の初析セメント、b)の針状マルテンサイトおよび残留オーステナイト組織がよく示されている。Moを添加したc)では、基地よりも共晶組織への影響が目される。d)はNiとMoを各3%添加した場合であるが、初晶および共晶の各組織に、b)とc)でみられたような特徴がそれぞれあらわれている。

図5は、共晶組成試料におけるレデブライト共晶組織の典型的な例でa) Fe-C合金のlamellar組織、b) Fe-C-3%Cr合金で代表されるrod like組織で、図には省略したがこれにNiを添加しても構造的な相違はほとんどみられない。c) 3%Cr, 3%Moを添加した合金試料におけるmassive ledeburiteで、W添加の場合も同様の共晶組織が得られる。

各組成合金試料の凝固組織におけるこのような特徴は、その機械的性質にも影響し、例えば硬さの場合は図6のとおりで、第三元素の量が同じであれば亜共晶よりは共晶組成合金ほど、またCr 単独添加よりはNiやMoを同時添加するほど硬さの増加がみられる。なお、一方向凝固した試料のチル面からの距離によって硬さが異なることについては、初析セメントの析出する状態やパーライト組織の粗さの相違など

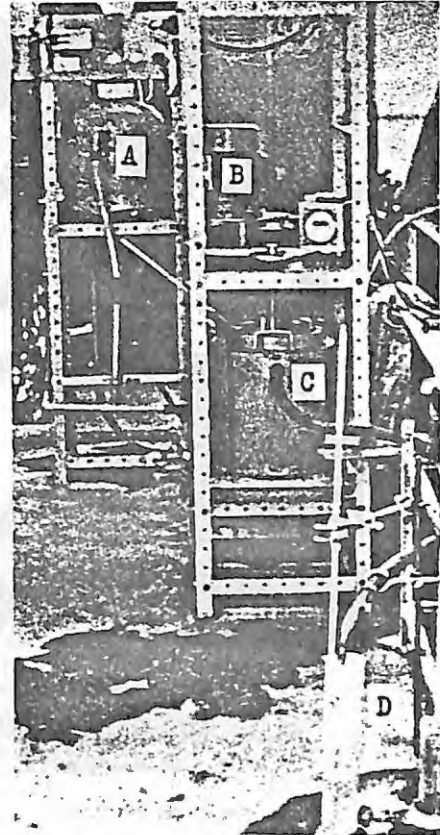


図3 サンドエロージョン試験装置

- A: 冷却水温度調整槽
- B: モーター
- C: 試験槽
- D: 冷却水流量計

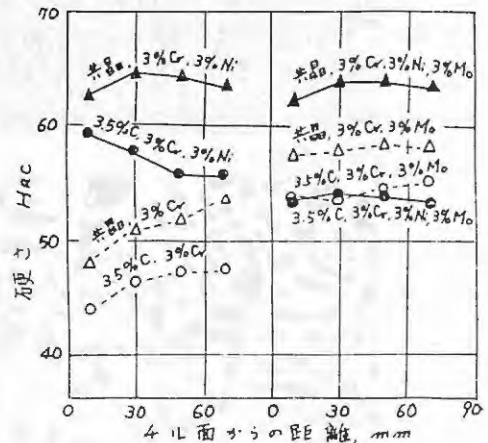


図6 一方向凝固した各組成試料の硬さ測定例、横断面

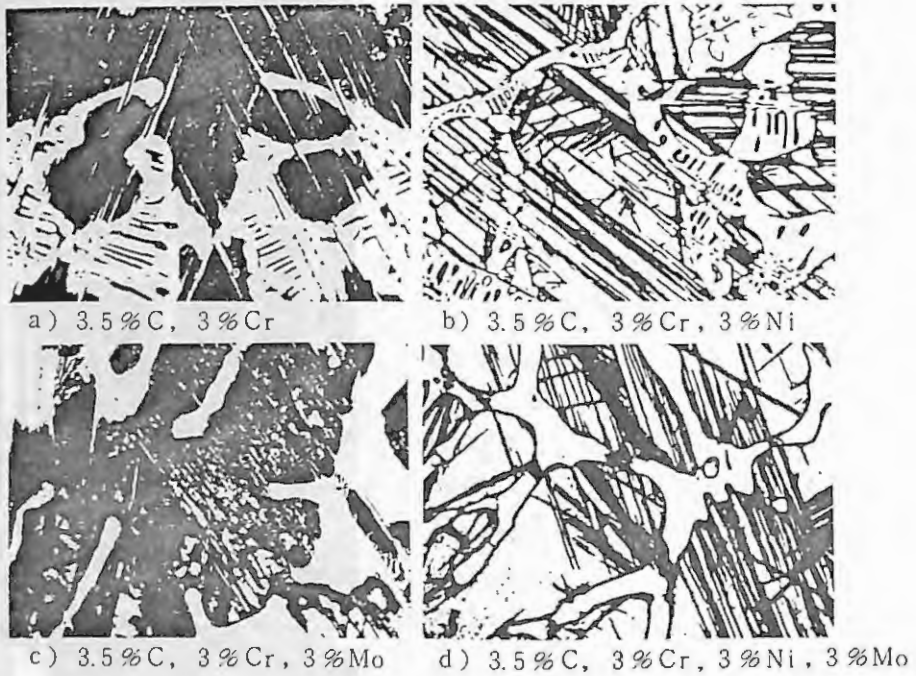


図4 一方向凝固した各試料の化学組成と凝固組織
チル面から80mm付近の横断面，腐食：ピクラル，×200

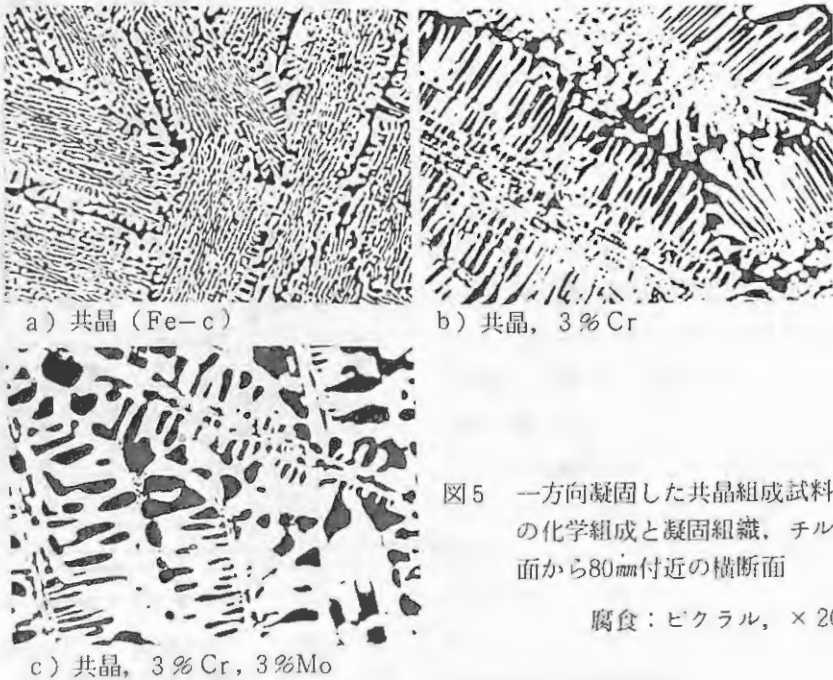


図5 一方向凝固した共晶組成試料の化学組成と凝固組織，チル面から80mm付近の横断面
腐食：ピクラル，×200

が関係する。

3.1.2 摩耗面および摩耗量

本研究では、摩耗試験片（以下、試験片と呼ぶ）の表面状態の詳細な観察が摩耗現象や摩耗機構の解明に極めて重要なものと考え、これには特に重点をおいた。図7に、試験片の試験後の形状および摩耗面のマクロ的な表面状態の一例を示した。すなわち、同一試験片で摩耗面の位置によっては、その表面状態に差のあらわれる場合が多く、これを便宜上、摩耗面A、B、Cに分けて区別したが、後で述べるように摩耗面Bはabrasiveな摩耗もあるがcorrosiveな作用の影響が大きいとみられ、表面状態の凹凸の激しい領域、摩耗面Cはabrasiveな摩耗が最も優先し、表面状態が比較的滑らかな領域のそれぞれである。

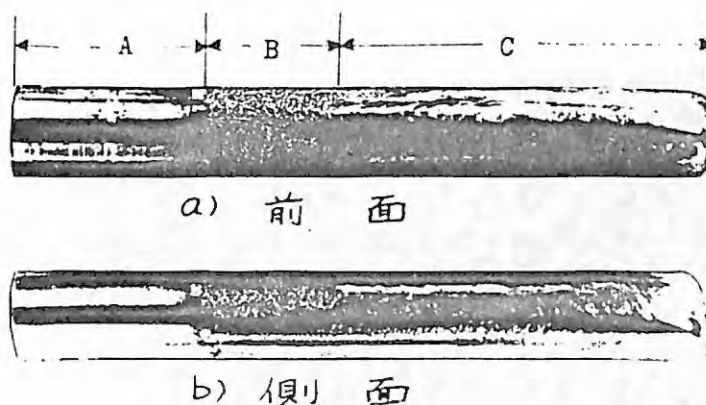


図7 摩耗試験片の試験後の形状と表面状態

摩耗面A：チャック部

摩耗面B：凹凸の激しい領域

摩耗面C：比較的滑らかな領域

これら各摩耗面領域の広さや詳しい表面状態は、試験片の化学組成、凝固条件および試験条件などによって異なるが、これについては表1および図8に示した。すなわち、同一溶湯から調製した化学組成の同じ試験片を、表1に示した各組成別に2組つくり、混合液中の砂の割合が40%と60%とに分け、その耐サンドエロージョン性を試験した。表1と図8から次のようなことがわかる。

混合液中の砂の割合が60%でabrasiveな要素が多い試験番号SE-111では、3%Cr単独添加試験片を除くいずれでも共晶組成よりは亜共晶組成試験片の摩耗量が多い。一方、砂の割合が40%でcorrosiveな要素が増したSE-110では、いずれの合金でも亜共晶組成よりは共晶組成試験片の摩耗量が多く、硬さの増加とは逆の関係にある。しかもこの場合には、SE-111と比較して摩耗量に与えるNi添加の影響が著しく、Niが耐食性と関連し、耐摩耗性の改善に影響していることが容易に考えられる。

Mo添加が摩耗量に与える影響は、亜共晶組成よりも共晶組成試験片の方が大きい。一般に、亜

共晶組成白鑄鉄における共晶炭化物は、Moを添加しない場合でも初晶量の増加と共に粗大化の傾向を示す。このためMo添加が共晶炭化物をmassiveにする効果は、共晶組成白鑄鉄の場合ほど著しくないものと考えられる。図8には表1にあげた各試験片の摩耗面を比較したが、混合液の砂の割合が40%のSE-110では、砂の割合が60%のSE-111の場合よりも、試験片の摩耗面B領域が広く、また表面の凹凸も激しい。

表1 試験片の摩耗量と化学組成および試験条件との関係

試験片	化学組成%				重量減, %			
	C	Cr	Ni	Mo	試験番号: SE-110 混合液: 砂 40%		試験番号: SE-111 混合液: 砂 60%	
1	3.5	3.0	-	-	3.96	(100)	4.48	(100)
2	3.5	3.0	3.0	-	1.55	(39)	4.21	(94)
3	3.5	3.0	3.0	3.0	1.63	(41)	4.28	(96)
4	共晶	3.0	-	-	5.37	(136)	4.29	(118)
5	共晶	3.0	3.0	-	2.28	(58)	4.12	(92)
6	共晶	3.0	3.0	3.0	2.20	(56)	3.97	(89)

注) 重量減: カッコ内数字は試験片1の重量減(%)を100とした比較値, 試験時間: 180hr

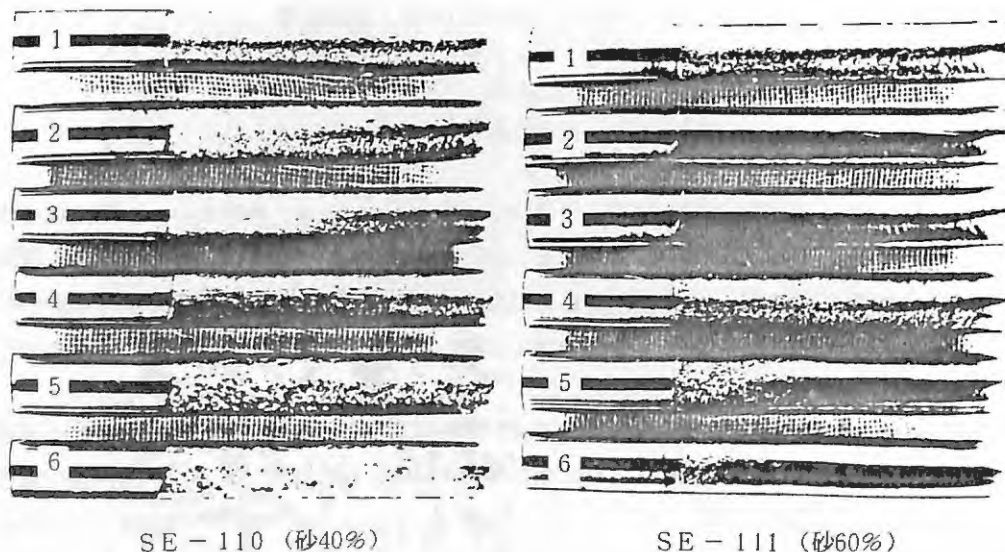
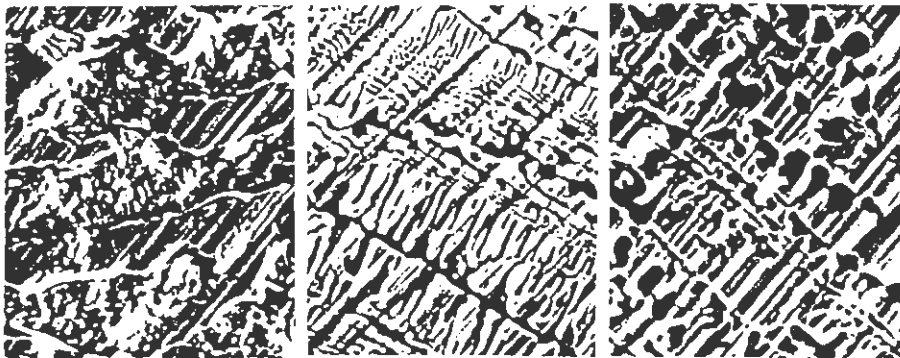


図8 試験片の摩耗面 (試験片チャック部の数字は、表1の試験片番号と同じ)

3.1.3 摩耗面の凝固組織と摩耗挙動

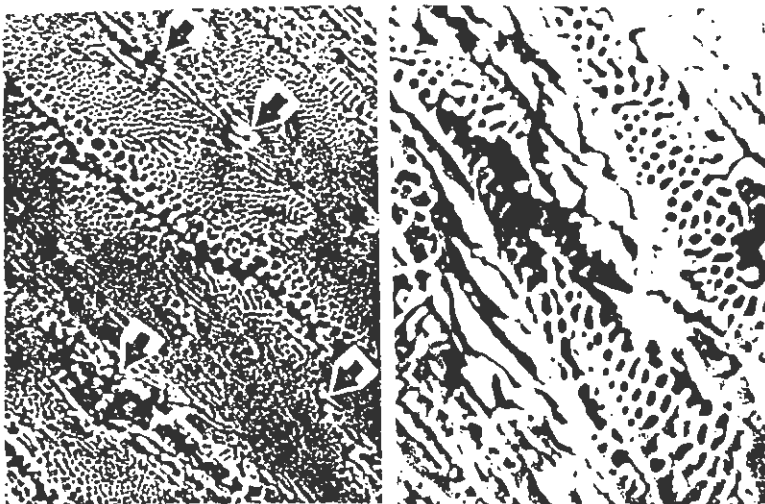
はじめにも述べたように金属のサンドエロージョンでは、硬さ以外の因子の影響が極めて大きい。このようなことから、本研究では試験片の摩耗面における現象には特に注目し、XMAや走査型電子顕微鏡を用い、摩耗面を直接観察して摩耗面組織と摩耗挙動との関係を詳細に検討した。図9には、図8のうち、a) 亜共晶組成, 3% Cr, b) 共晶組成, 3% Cr, c) 共晶組成, 3% Cr, 3% Mo の各合金試験片の、チャック部でも摩耗面B領域に近く、corrosiveな摩耗が支配的と考えられる位置の走査型電子顕微鏡組織を示した。すなわち、混合液による侵食(灰黒色の領域)が進み、共晶炭化物のスケルトン化がよく示されている。このようにスケルトン状にある炭化物が脆く破壊され易いことは容易に考えられる。

図10は、共晶組成3% Cr合金試験片の摩耗初期における摩耗面B領域の走査型電子顕微鏡組織で、混合液による基地の侵食や共晶炭化物のスケルトン化と破壊が、レデブライต์共晶セルの



a) 3.5% C, 3% Cr b) 共晶, 3% Cr c) 共晶, 3% Cr, 3% Mo

図9 各組成試験片の摩耗面A領域(チャック部)の走査型電子顕微鏡組織 ×300



a) 細かい共晶組織

b) 粗い共晶組織

図10 共晶組成3% Cr合金試験片の摩耗面B領域の電子顕微鏡組織(摩耗初期) ×600

境界部、および共晶セル内でも矢印で示したような特殊な位置から開始しているのが注目される。また、図10のb)は同じ試験片でも凝固速度が小さく共晶組織の粗い摩耗面の同じような組織であるが、鉄基地の侵食と炭化物破壊の状態がより明瞭である。

図11は、亜共晶組成、3% Cr 合金試験片の摩耗面B領域の同じような観察例であるが、この場合には観察部の凝固組織が不均一で、図の下部領域では共晶組織の占める割合が多く、上部領域では逆に初晶量が多く共晶炭化物も粗くなっている。そして、前者では基地の侵食が激しく共晶炭化物のスケルトン化も進み、一部には破壊がみられるが、後者では、初晶と粗く、massiveな炭化物の境界に局所的な侵食がみられる程度で、表面状態も前者よりは滑らかである。仮りに、説明の便宜上から下部領域を「より共晶組成」、上部領域を「より亜共晶組成」とすれば、図8のSE-111で、亜共晶組成試験片よりも共晶組成試験片の摩耗面が凹凸の激しくなる場合と対応するもので、この種の摩耗における炭化物の組織構造、分布および量などについて、硬さに与える影響とは違った立場からの検討となる。

図12は、上述のような場合の摩耗機構を説明するための模式図で、(1)は試験前、(2)、(3)は試験後の状態を示すが、図11にならって、図の右側は共晶組織が、また左側ほど初晶基地が多くなるものとした。図中、 S_1 と S_2 は基地および共晶炭化物の摩耗面レベルに相当し、両者の差はabrasiveな摩耗では硬さ、corrosiveな摩耗では耐食性、それぞれの相違が主な原因で生じるものと考えられる。

(2)で、基地と共晶炭化物との境界部を黒くぬりつぶしたのは、相境界腐食とその程度を示し、径の小さい共晶基地粒では、径の大きい初晶基地粒よりも腐食あるいは侵食の進む割合が大きく、基地が小塊のまま脱落することによって摩耗の進む例も認められ、周辺共晶炭化物のスケルトン化もはやくなる。(3)はNiを添加した試験片の例で、(2)よりは耐食性がまさり、基地の侵食も少ないが、基地と炭化物間に相境界腐食を生じるだけでも相互の結合力が低下し、脆い炭化物が砂粒子

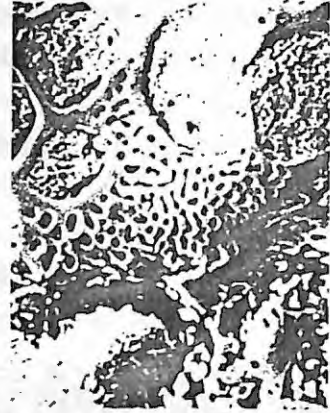


図11 3.5% C, 3% Cr 合金試験片の摩耗面B領域の走査型電子顕微鏡組織 × 600

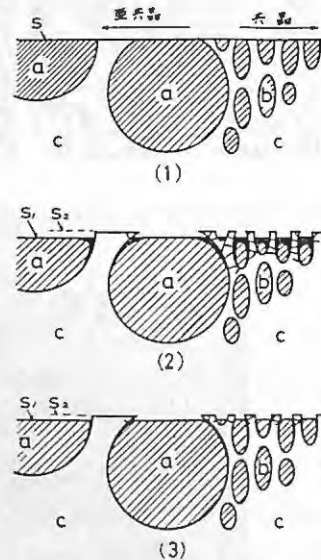


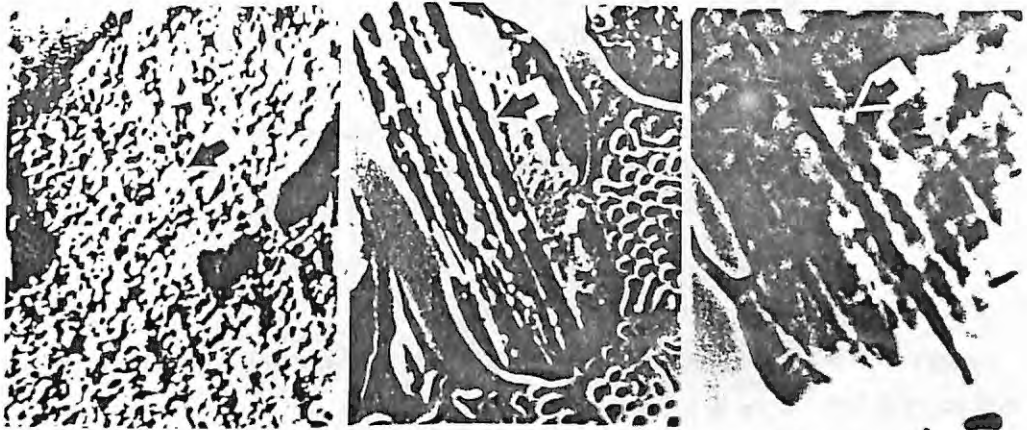
図12 凝固組織と摩耗機構との関係を示す説明図

(1): 試験前, (2): 試験後 (耐食性おとる), (3): 試験後 (耐食性まさる), a: 初晶, b: 共晶基地, c: 共晶炭化物, S: 摩耗面 (S_1 : 初晶, S_2 : 炭化物) 共晶炭化物中の細線は、クラックあるいは破壊を想定

との衝突で破壊され、これが摩耗特性に影響することを示す。すなわち、(2)では基地の侵食およびスケルトン化した共晶炭化物の機械的な破壊が、(3)では相境界腐食が原因して隣接基地との結合力低下によって生じる共晶炭化物の機械的な破壊が主な原因で、摩耗面の状態や摩耗挙動が特徴づけられることを示す。そして、C量が高く炭化物の多い合金ほど腐食によってabrasiveな摩耗が促進されることも理解できる。

3.1.4 基地組織と摩耗挙動

本研究に用いた各組成合金試料の基地組織については、図4に示したが、これらを試験後の摩耗面について走査型電子顕微鏡で観察した結果が図13と図14である。すなわち、図13は3.5% C、3% Cr合金試験片のa) abrasiveな摩耗が優位な領域、b)とc)はa)と同じ試験片でも運動方向とは反対側の摩耗面で、corrosiveな摩耗の影響が大きい領域、それぞれの組織を示すが、初晶基地を貫くようにして成長した初析セメンタイト(矢印)が、corrosiveおよびabrasiveな摩耗のいずれでも、摩耗面における硬さの増加に効果的な影響を与えていることは明らかである。



a) 摩耗面C領域×600 b) 運動方向と反対側×600 c) 運動方向と反対側 ×1,200

図13 3.5% C、3% Cr合金試験片の摩耗面における初析セメンタイトのある基地の走査型電子顕微鏡組織

図14は、a)とb)が3.5% C、3% Cr、3% Ni合金、c)はこれに3% Moを添加した合金の各試験片における摩耗面の走査型電子顕微鏡組織である。この場合も、図13と同様初析セメンタイトが硬さに与える効果がよく示されている。しかし、図13のb)や図14のb)でみられる初析セメンタイトやマルテンサイトの周辺基地、および図14のc)のようにMo添加によって生じた三元共晶領域(一例を矢印で示す)の激しい侵食、また、図13のc)における初析セメンタイトの成長方向に沿ったクラックの発生などには注目すべきものがある。以上から、基地の初析セメンタイトやマルテンサイト組織は、摩耗面における基地の硬さ増加には効果的でも、耐食性がともなわない場合には、必ずしも有利に影響するとは限らないことがわかる。そして、同様のことは、白鑄鉄の熱処理とサンドエロージョンとの関係についても考えら

れる。

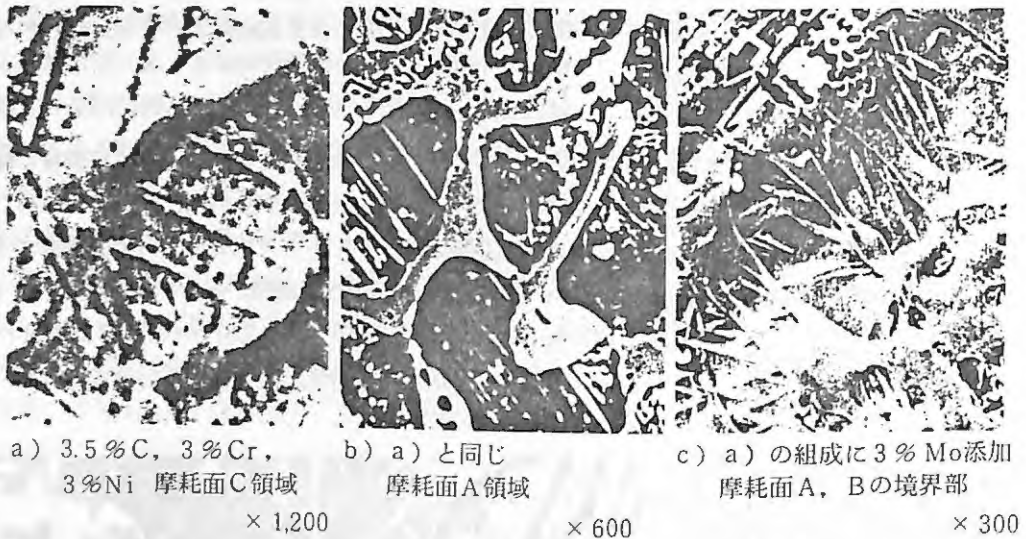
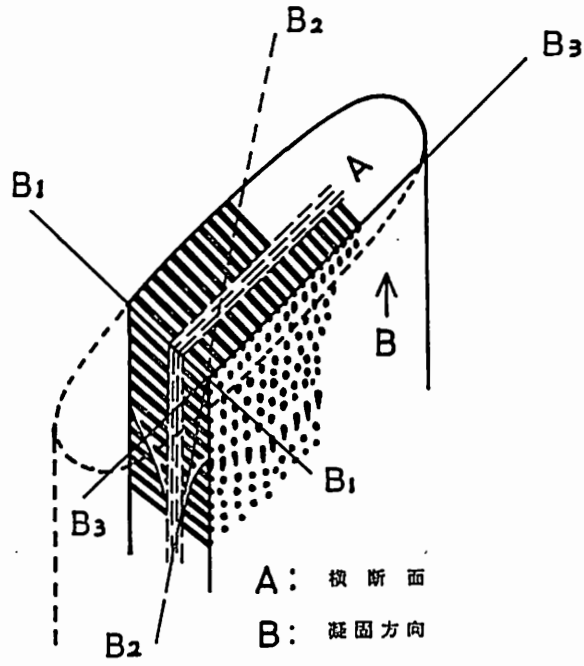


図14 3.5% C, 3% Cr, 3% Ni およびこれに3% Moを添加した合金試験片の摩耗面における走査型電子顕微鏡組織

3.1.5 凝固組織の異方性と摩耗挙動

白鑄鉄のレデブライト共晶セルは、共晶の構成単位で、かつ共晶凝固の先行相である炭化物の結晶学的な異方性により、多くの場合、扁平な形状に成長する（セメントイトは〔010〕および〔100〕方向が〔001〕方向と比較して成長し易く、このため板状の形をとる）。図15にはこの関係を示した。すなわち、レデブライト共晶セルを切断する位置や方向、あるいは凝固方向によって得られる断面組織が異なる。これは摩耗面の凝固組織とは密接な関係にある白鑄鉄のサンドエロージョンでは、極めて重要なものと考えられる。

図16は、一方向凝固した共晶組成3% Cr合金試験片の摩耗面B領域の走査型電子顕微鏡組織で、図15におけるレデブライト共晶セルの凝固方向各断面（B₁~B₃）の混合した組織に相当するが、共晶オーステナイトの断面形状から（A）rod-like、および（B）globularと呼ばれる各共晶組織の侵食あるいは破壊状態の相違、および（C）共晶セル境界部における激しい腐食あるいは侵食の状態が示されている。図17には図16と同じ試験片の摩耗面からa) rod-likeおよびb), c) globularの各共晶セル断面について、摩耗が進行する状態を比較した。それぞれの特徴は明瞭で、特に後者では、共晶基地の侵食によってスケルトン化した共晶炭化物がstep-structureと呼ばれる組織を単位に剝離あるいは破壊されながら摩耗の進む機構がよく判る。

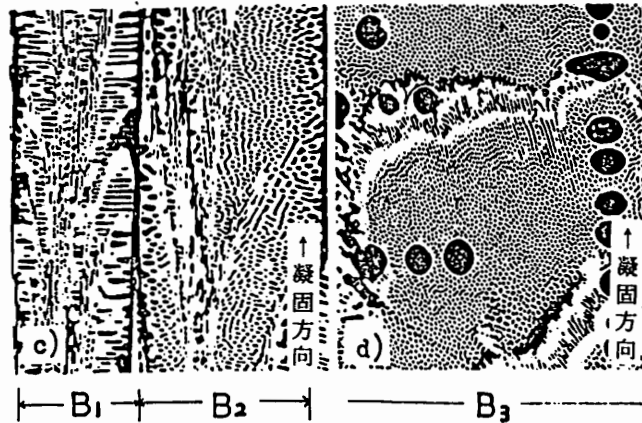


(1)



A (共晶組成)

A' (過共晶組成)



(2)

図15 レデブライト共晶セル (rod-like 組織) の断面組織

(2) 腐食: ピクラル, ×100

図18も一方向凝固した過共晶組成3%Cr, 3%Ni合金試験片の摩耗面B領域の走査型電子顕微鏡組織で、中央部の板状晶は初晶炭化物(図15の横断面A参照)である。図の左下部領域は摩耗面がこの初晶炭化物を中心にして成長した共晶セルの長軸方向と平行し、図15~図17におけるglobularあるいはstep-structure組織からなる。このような場合の摩耗では、図の切断面左下側からわかるように、摩耗面から試験片内部への侵食は比較的浅い。一方、図右上部領域に矢印で示した位置は、摩耗面が共晶セルの長軸方向とほぼ直角をなす関係にある場合の摩耗あるいは侵食状態で、図16(C)のように、摩耗面の共晶セル境界から開始した侵食は、セル境界に沿って、かなりの深さまで達している。

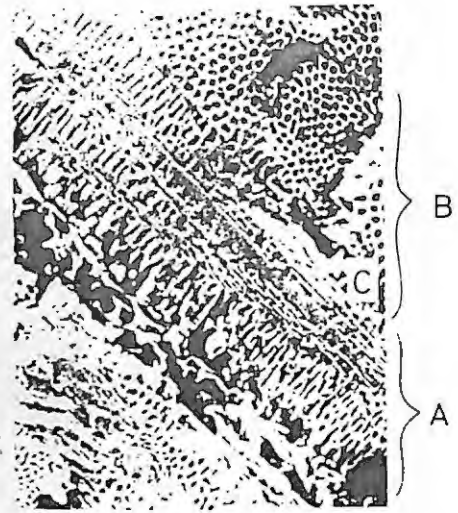


図16 共晶組成3%Cr合金試験片の摩耗面B領域の走査型電子顕微鏡組織

- A : 共晶セルの rod-like section
- B : 共晶セルの globular section
- C : 共晶セル境界

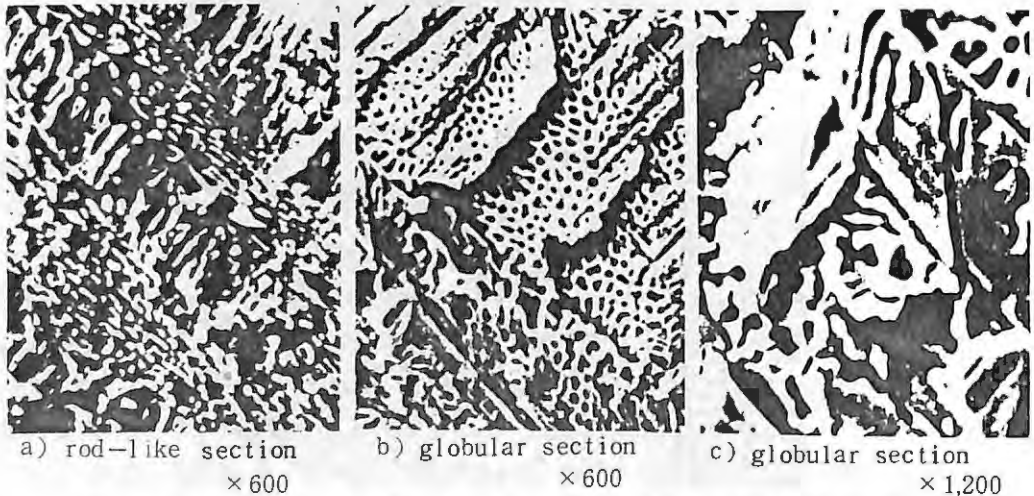


図17 共晶組成3%Cr合金試験片の摩耗面における走査型電子顕微鏡組織

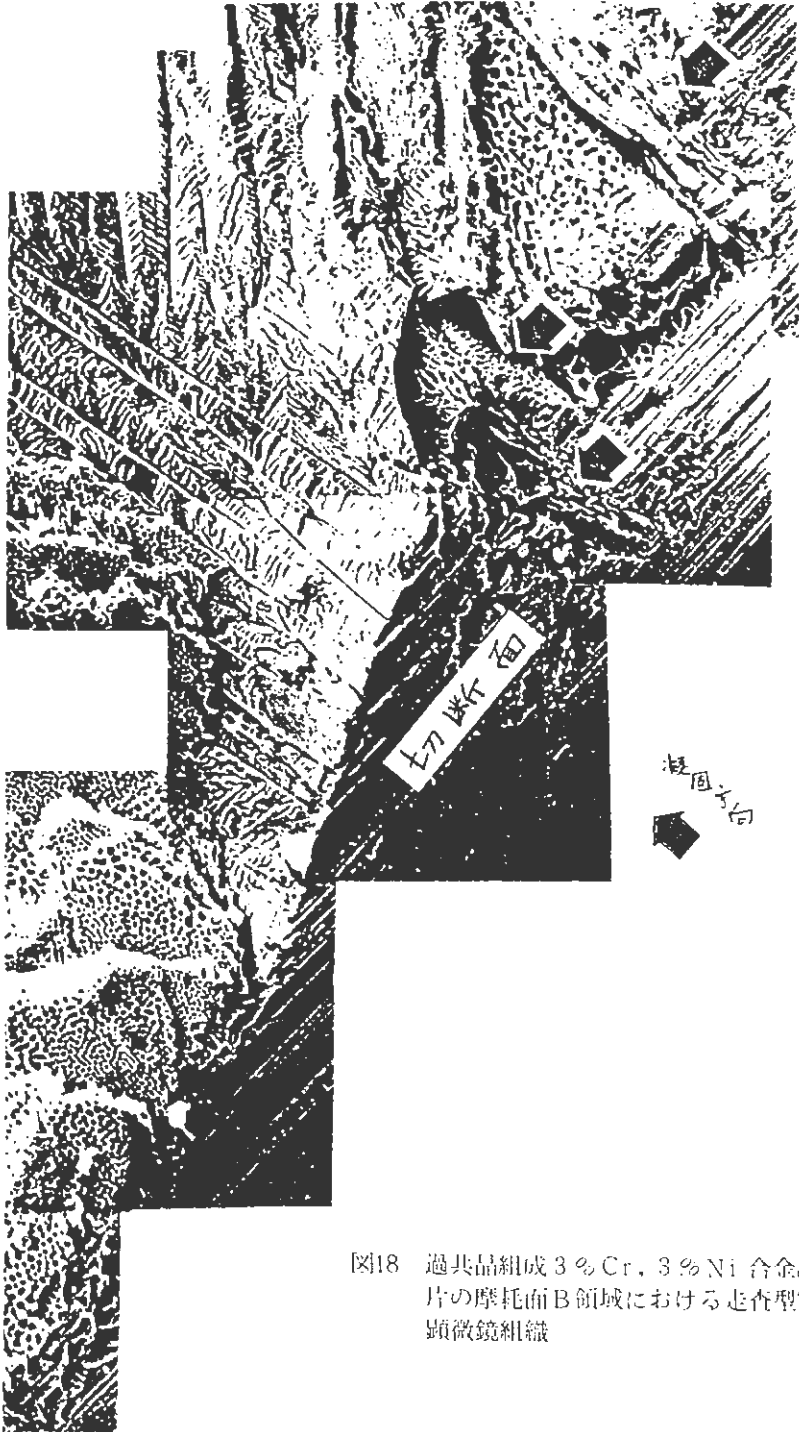


図18 過共晶組成3%Cr, 3%Ni合金試験片の摩耗面B領域における走査型電子顕微鏡組織

3.2 高クロム白鑄鉄試料

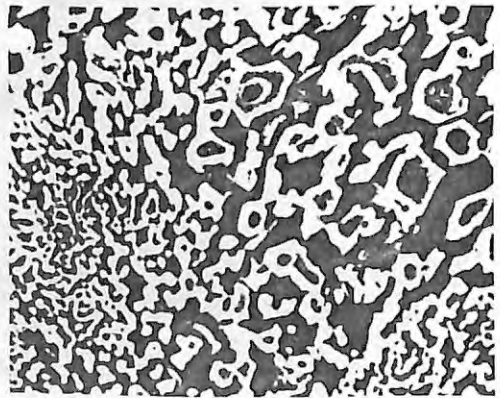
次に硬い $MnCr_3$ 型炭化物を多量に含み、しかも耐食性にもすぐれた特性のある高クロム白鑄鉄について耐サンドエロージョン性を調べた。なお、実験に入る前に高クロム白鑄鉄の凝固組織の特徴について簡単に述べる。図19は3%Cr合金および15%Cr合金における共晶炭化物(りん酸と重クロム酸カリの混合液で鉄基地を深食)を比較したもので、a) 3%Cr はいわゆるrod-like 共晶組織の炭化物スケルトンであるが棒状のオーステナイトが深食で除かれた共晶炭化物は、1個の共晶セルを単位に連続し、共晶の基地を構成したかたちを呈している。一方b) 15%Cr で高クロム白鑄鉄と呼ばれる合金の共晶炭化物は、周囲を共晶オーステナイト(深食)に囲まれ、それぞれが棒状あるいは板状に独立し、オーステナイトが共晶組織の基地になっている。共晶組織において、オーステナイトおよび炭化物がいずれの状態にあるかが、脆性など機械的に影響を与えることは容易に考えられ、高クロム白鑄鉄の特徴の一つでもある。また、図19のb)とc)のよう共晶炭化物が共晶セルの中心から放射状に成長した板状のものと、棒状のもののうち、いずれが好ましいかは興味の多い点であるが図20にその特徴を示す一例をあげた。すなわち、図20は、過共晶組成15%Cr, 3%Ni合金試料の横断面組織で、図の下端の位置にロックウェル硬度計で圧痕をつけ、その周辺部におけるクラックの発生および伝播の状態をXMAの組成像で観察したものである。図からは、圧痕からの距離が同じでも炭化物形状が棒状(断面は塊状に近い)よりは板状(断面が層状)の場合ほど、また、炭



a) 共晶, 3%Cr (rod-like組織) × 600



b) 共晶, 15%Cr × 1,000



c) 共晶, 15%Cr × 1,000

図19 Crを含む共晶炭化物の立体構造を示す走査型電子顕微鏡組織(りん酸と重クロム酸カリの混合液で深食処理), 横断面

化物形状が同じであれば寸法の大きいものほどクラックの発生、および伝播が起こり易いことは明瞭である。そして、高クロム白鑄鉄が耐摩耗材料として高く評価されるのは、 $(Cr, Fe)_7C_3$ の硬さが高いことに加えて図19のc)のような組織を呈することも原因している。

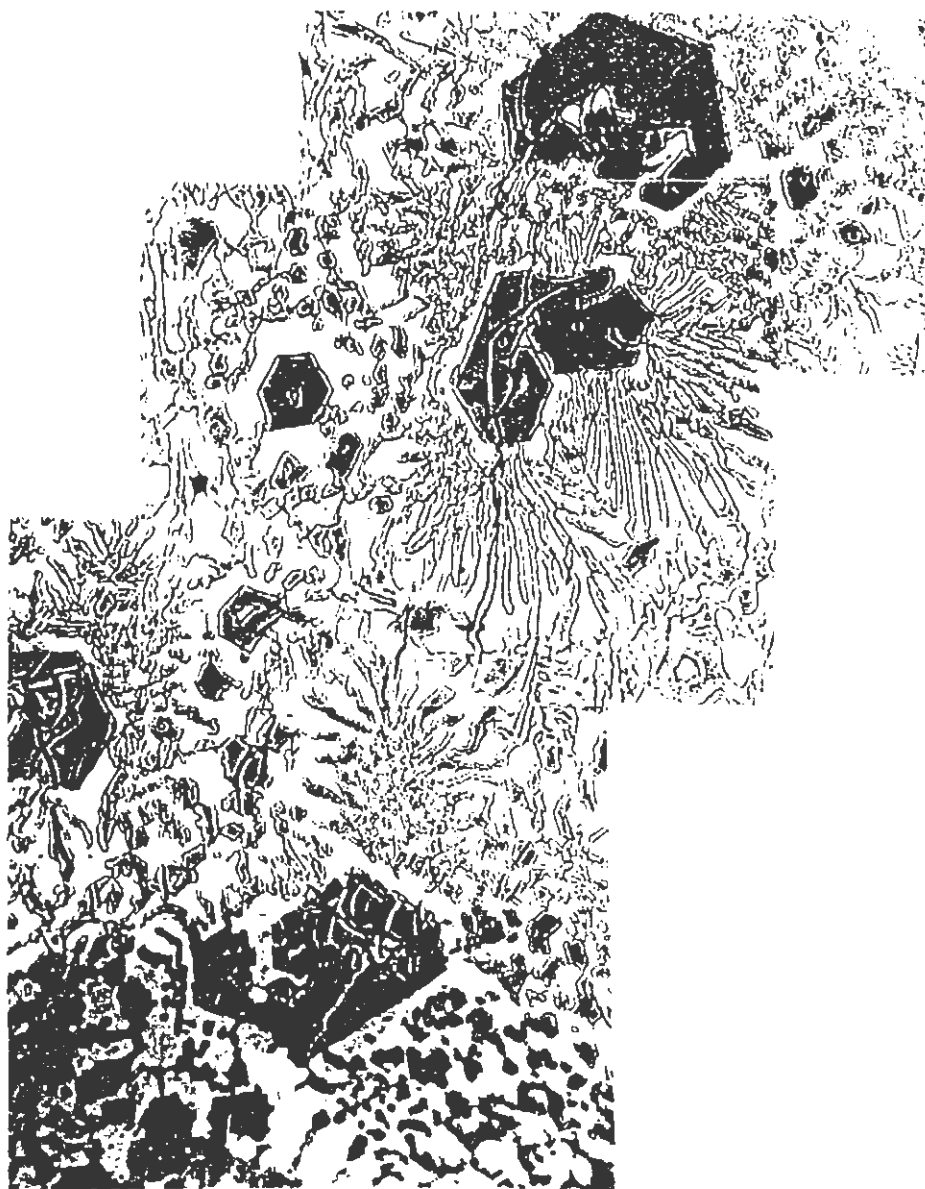


図20 過共晶組成、15%Cr, 3%Ni合金試料(750℃×3h熱処理)における炭化物形状とクラックの伝播を示すXMAの組成像、下端はロックウェル硬度計の圧痕、横断面 ×300

3.2.1 化学組成と凝固組織

図21には、高クロム白鑄鉄の耐サンドエロージョン性試験に用いた合金試料の化学組成と凝固組織を示した。すなわち、Cr量が15%の試料1, 2, 3の亜共晶組成および共晶組成白鑄鉄では、高クロム白鑄鉄特有の、断面が放射状に成長した共晶セル組織がみられ、試料4と5の15% Cr 過共晶組成白鑄鉄では、共晶セルの中心に断面が六角形の $(Cr, Fe)_7C_3$ と考えられる初晶炭化物がみられる。これらのうち、試料2と5の15% Cr, 3% Ni 白鑄鉄では、鑄放状態でもオーステナイトが安定で、ピクリン酸アルコール腐食液ではオーステナイトと炭化物の境界部だけが腐食されている。試料6と7は、3% Cr 白鑄鉄との摩擦特性を比較するためのものである。

なお、図21の各組織は、いずれも一方向凝固した試料の横断面組織であるが、実際の摩擦試験片の摩擦面は、凝固方向に平行な断面に相当する(図12参照)、その他、各組織の番号や化学組成は以下の表や図における各試験片の番号や化学組成と同じで、番号の等しい試料あるいは試験片は、いずれも同一溶湯から調製したことを示す。

3.2.2 摩擦量と摩擦面

表2には、図21にあげた各組成試験片のサンドエロージョン試験における摩擦量を硬さや試験条件と比較して示した。これらから白鑄鉄のCr量が3%のときよりも15%の場合に、またNiを添加した場合ほど摩擦量の少なくなることがわかる。ただし、Ni添加の効果は試験条件によって異なり、例えば混合液中の砂の割合が60%でabrasiveな要素が多いと考えられるSE-126では、15% Cr, 3% Ni 白鑄鉄の摩擦量は、亜共晶組成試験片2よりも過共晶組成試験片5の方が多く、硬さに依

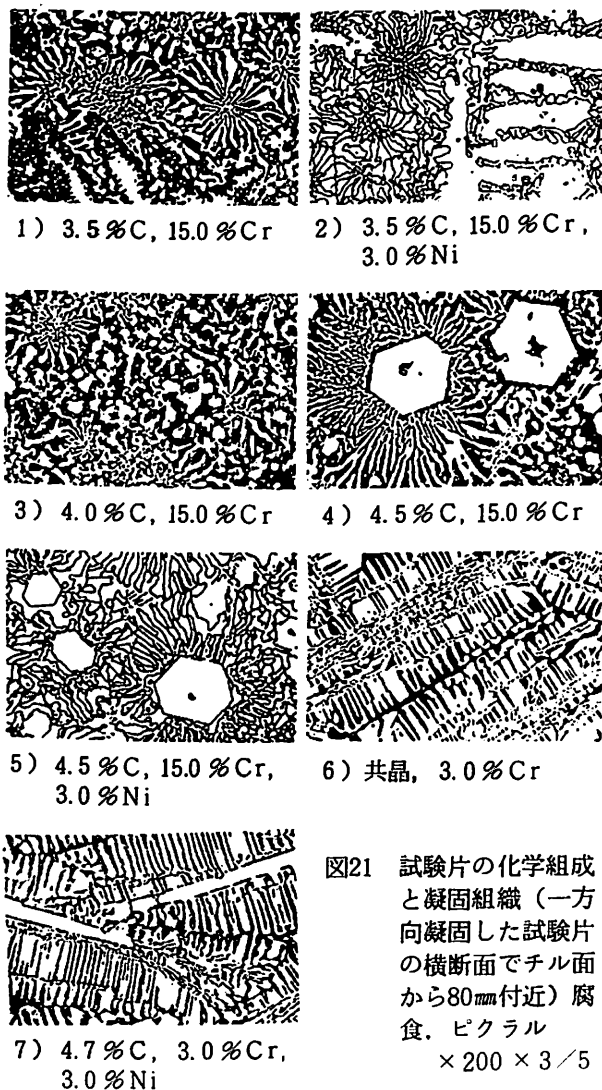


図21 試験片の化学組成と凝固組織(一方向凝固した試験片の横断面でチル面から80mm付近)腐食、ピクリン酸アルコール × 200 × 3/5

表2 試験片の摩耗量と化学組成および試験条件

試験片	化学組成, %			硬さ HRC	重量減, %		
	C	Cr	Ni		SE-126*	SE-127*	SE-128*
					砂:水=3:2	砂:水=2:3	砂:海水=2:3
1	3.5	15.0	—	50.2	2.70 (100)	2.98 (100)	7.11 (100)
2	3.5	15.0	3.0	48.0	2.75 (102)	0.68 (23)	2.87 (40)
3	4.0	15.0	—	52.0	2.85 (106)	3.21 (108)	6.63 (93)
4	4.5	15.0	—	53.1	3.04 (113)	3.80 (128)	7.47 (105)
5	4.5	15.0	3.0	51.5	2.54 (94)	0.81 (27)	3.64 (51)
6	共晶	3.0	—	51.8	4.17 (154)	4.43 (149)	7.21 (101)
7	4.7	3.0	3.0	62.0	3.19 (118)	2.05 (69)	5.91 (83)

注 硬さ：SE-126 の各試験片測定値、重量減；カッコ内数字は試験片1の摩耗量を100とした比較値で、「比摩耗」を示す。

*：試験番号，試験時間：135hr

存の傾向を示すが、混合液中の砂の割合を40%にしてcorrosiveな要素を増した試験条件のSE-127では、この関係が逆になる。しかも、SE-127ではSE-126と比較して15%Cr白鑄鉄と15%Cr, 3%Ni白鑄鉄各試験片間の摩耗量の差が大きくなり、Ni添加の効果がより顕著となる。また、15%Cr白鑄鉄の場合には、abrasiveな要素が多いSE-126でもC量が多く硬さの高い試験片ほど摩耗量は増加する。これは15%Cr, 3%Ni白鑄鉄よりも耐食性が劣るためと考えられる。SE-128は、混合液に水道水の代りに人工海水を用い、よりcorrosiveな条件での試験結果であるが摩耗絶対量は、水道水を用いた場合よりも著しく増加するにもかかわらず比較値で示される摩耗量変化の傾向は、SE-127の場合とよく似ている。

図22には、表2にあげた各試験片の摩耗面を比較したが、SE-126では、15%Cr, 3%Ni白鑄鉄の試験片2, 5の摩耗面は滑らかで、腐食による摩耗よりもabrasiveな摩耗が支配的であるのに対し、15%Cr白鑄鉄の試験片1, 3, 4では、C量が高く、摩耗量の多い試験片ほど凹凸の激しい摩耗面B領域が広がり、corrosiveな摩耗の影響が大きくなることを示している。

3.2.3 摩耗面の凝固組織と摩耗挙動

以上から、白鑄鉄のサンドエロージョンは試験条件がcorrosiveな場合ほど摩耗量が増加し、硬さへの依存性が少なくなること、および摩耗面のマクロ組織は化学組成や試験条件によっても特徴づけられることがわかった。

つぎに、各組成試験片の摩耗面をXMAや走査型電子顕微鏡を用いて観察し、その摩耗機構を検討した。

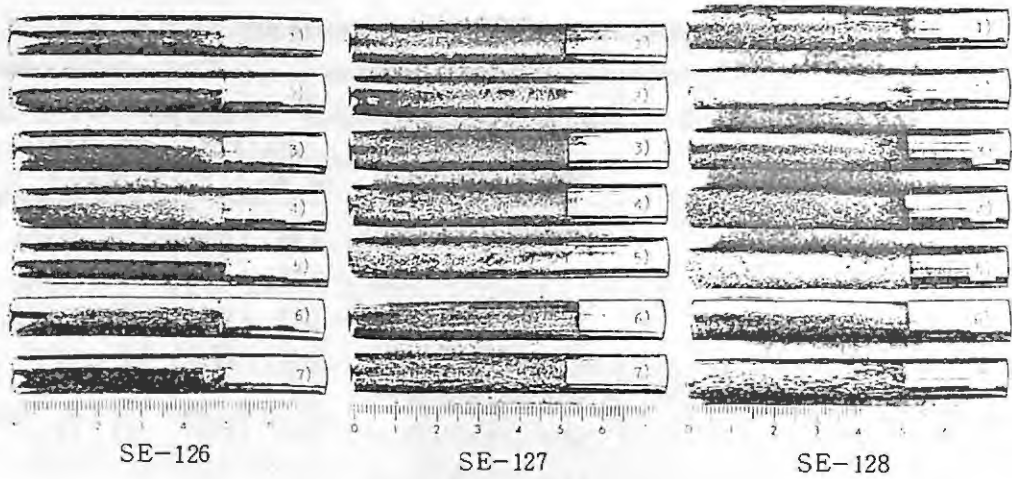


図22 試験片の摩耗面の比較

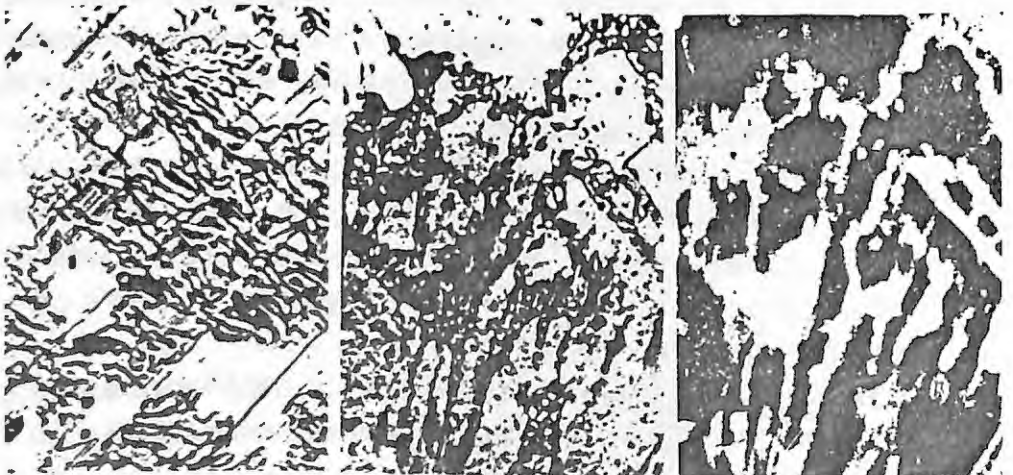
試験条件：SE-126（砂60%，水40%）

SE-127（砂40%，水60%）

SE-128（砂40%，海水60%）

試験時間：135 hr，試験片番号：表2と同じ

1) 15%Cr，3%Ni 白鑄鉄



a) チャック部，組成像

b) 摩耗面B領域，組成像

c) b)のCrK α 特性X線像

図23 3.5% C，15% Cr，3% Ni 合金試験片の摩耗面のXMAによる観察
混合液：砂40%，水60%（図22，SE-127の試験片2参照）

図23は混合液中の砂の割合が40%で corrosive な要素が多いと考えられる条件で試験した S E - 126 のうち、3.5% Cr, 15% Cr, 3% Ni 白鑄鉄の試験片 2 の摩耗面組織である。すなわち図23の a) は試験片のチャック部で、corrosive な要素が支配的と考えられる摩耗面の XMA による組成像であるが、図中の白色相は初晶および共晶基地、灰色相は共晶炭化物、そして両相の境界部が黒いのは混合液による相境界腐食の進行を示している。図23の b) は、a) と同じ試験片の摩耗面 B 領域の組成像で、混合液による腐食のほか、砂粒子との衝突や摩擦による凹凸の激しい摩耗面の状態を示している。注目されるのは、白色相の基地ではその表面に小さな腐食孔がみられる程度であるのに対し、灰色相の共晶炭化物の一部に破壊を生じている点である。図23の c) は、b) と同じ位置における Cr の分布状態を示す特性 X 線像で、b) と c) から破壊されているのは炭化物領域であることがわかる。

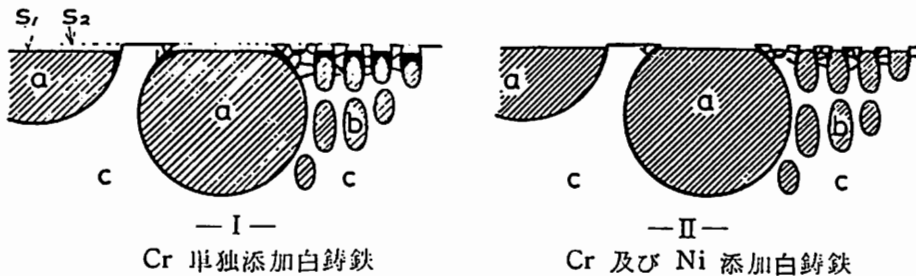


図24 摩耗機構を示す模式図

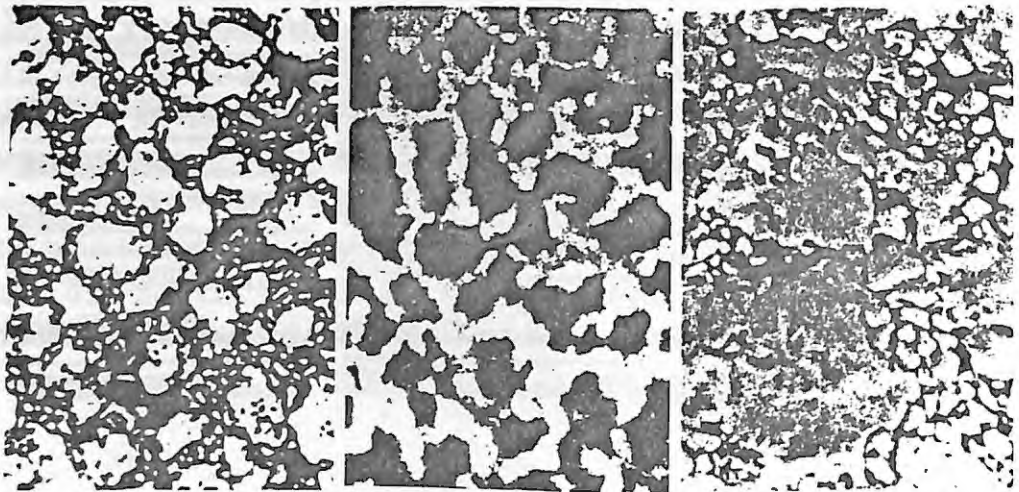
S₁, S₂ : 摩耗面, a : 初晶基地, b : 共晶基地, c : 共晶炭化物

図24は、さきの図12と同じ摩耗機構を説明するための模式図で、図24の(1)はCr単独添加白鑄鉄の場合に相当し、耐食性が劣るため、混合液による基地の腐食あるいは侵食と炭化物の機械的な破壊の両者が作用した摩耗面の状態を示したものである。図24の(II)は、CrとNiを添加して耐食性が改善された白鑄鉄の例で、この場合でも図中に黒くぬりつぶしたような相境界腐食が起これば、隣接相との結合力が低下し、脆い炭化物が機械的に破壊されながら摩耗が進むことを示す。そして、図23の b) にあげた摩耗はこれに相当する。したがって、図22の15% Cr, 3% Ni 白鑄鉄の試験片 2, 5 の主摩耗面における凹凸は、炭化物の破壊が主な原因で生じたものと考えられる。

図25は、混合液が砂40%と人工海水60%の場合の同様な摩耗面の観察例であるが、程度の差はあっても基本的には図23と同じである。

2) 15% Cr 白鑄鉄

上述の図23と図25は、Ni を添加し耐食性の改善された白鑄鉄の例であるが、図26には表 2 の中でも摩耗量の多い過共晶組成15%白鑄鉄について、混合液中の砂の割合が40%で、corrosive な要素の多い S E - 127 における試験片の主摩耗面組織を XMA の組成像で示した。この場合には、図26の a) のように、試験片のチャック部でも基地 (白色相) の腐食が激しく、図23の15%



a) 摩耗面B領域の組成後 × 600 b) a) のCrKの特性X線像 × 600 c) 走査型電子顕微鏡組織 × 3,000

図25 3.5% C, 15% Cr, 3% Ni 合金試験片の主摩耗面の観察
 混合液：砂40%, 海水60%, 試験時間：45 hr
 (図22, SE-128, 試験片2 より時間が短い)

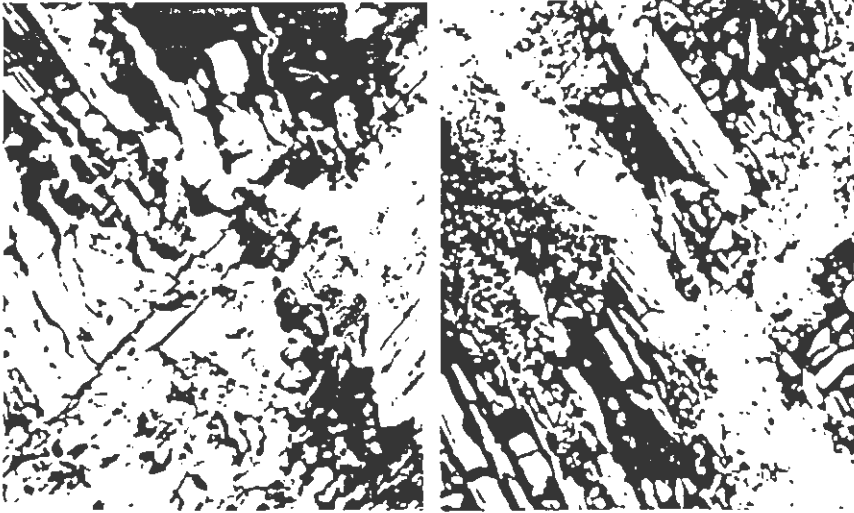
Cr, 3% Ni 白鑄鉄の例とは著しい相違である。特に、混合液と直接接触して凹凸の激しくなった主摩耗面では、図26のb)のように、かなりの深さまで、基地および炭化物の侵食や破壊が進んでいる。そして、このように腐食され易い白鑄鉄では、例えば表2および図22のSE-128 (砂40%と人工海水60%の混合液中で試験)における過共晶組成15% Cr 白鑄鉄の試験片の主摩耗面組織を、XMAの組成像で示した図27のように、初晶あるいは共晶炭化物が、かなりの大きさのまま剥離あるいは脱落して、摩耗が進むことも確かめられた。

その他、亜共晶組成も含めた15% Cr 白鑄鉄のサンドエロージョンと凝固組織および腐食の関係については、図24の(1)に示したような模式図で説明できる場合が多い。

4. 結 言

白鑄鉄のサンドエロージョン特性について摩耗面における凝固組織との関係に重点をおいて検討した。実験には試作した試験機を用い、摩耗面の観察にはX線マイクロアナライザーや走査型電子顕微鏡を使用し特に注意を払った。その結果をまとめると次のとおりである。

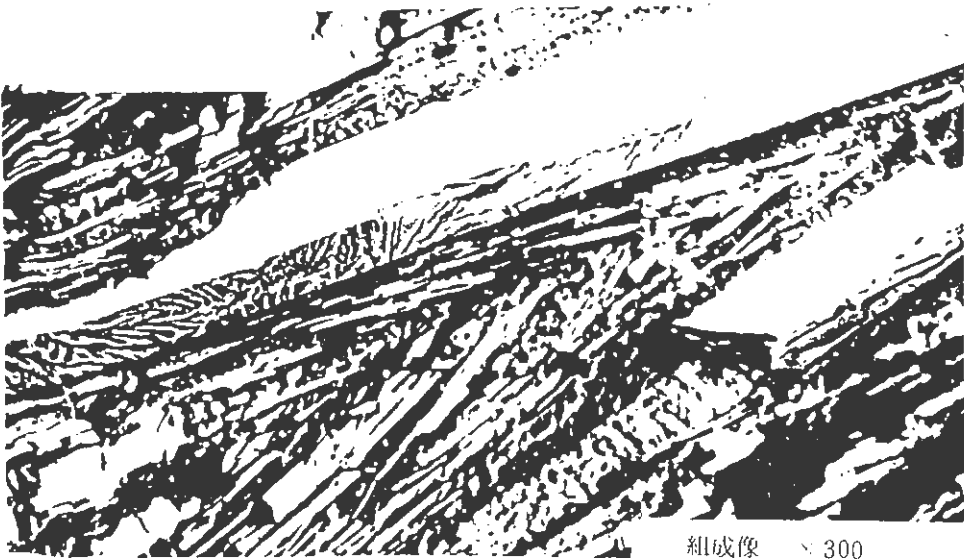
- 1) 合金元素の種類や量が同じでも、試験条件が corrosive な場合 (砂40%) には、亜共晶組成よりも共晶組成白鑄鉄の摩耗量が多く、硬さだけで耐摩耗性は左右されない。
- 2) C量が同じであれば、基地の耐食性を増加させる元素を含むほど、また、耐食性が同程度であれば基地の硬いほど摩耗量は少ない。
- 3) 摩耗面の状態は、abrasive な摩耗よりも corrosive な摩耗が優先するような試験条件の場合ほど凹凸が激しくなる。



a) チャック部, 組成像 × 600

b) 主摩耗面, 組成像 × 600

図26 過共晶組成15% Cr 合金試験片における摩耗面のXMAによる観察,
混合液: 砂40%, 水60%, 試験時間: 135 hr (図22, SE-127の
試験片4参照)



組成像 × 300

図27 過共晶組成15% Cr 合金試験片における主摩耗面のXMAによる観察
混合液: 砂40%, 人工海水60%, 試験時間: 135 hr
(図22, SE-128 試験片4参照)

4) このような試験条件では基地の腐食によってスケルトン化した炭化物が、砂粒子との衝突により破壊されながら摩耗の進むことがわかった。

5) corrosive な試験条件（混合液中の水の割合を多くする。試験温度を高くする、混合液に海水を用いる）では、例えばNiを添加し耐食性を増した白鑄鉄でも、摩耗面において基地と炭化物との相境界に腐食を生じれば、両者間の結合力が低下し、脆い炭化物は混合液によって機械的に摩耗が進むことを確めた。このような摩耗では、炭化物の破壊が摩耗量や摩耗面の状態に大きく影響する。

参考文献

- 1) 宇佐美, 芹田: 鑄物 49 (1976), 731
- 2) 宇佐美, 芹田: 鑄物 50 (1977), 281
- 3) 宇佐美, 井川, 芹田: 鑄物 50 (1977), 531
- 4) K. Röhrig: Giesserei, 58 (1971), 23, 697
- 5) J. Dilewijns, K. Bramage: Foundry Trade J., 126 (1969), 2717, 3
- 6) 下平: 日本金属学会誌, 22 (1958), 10, A-193
- 7) 伊藤, 保坂, 清水, 宮崎: 鑄物, 40 (1968), 509
- 8) J. C. T. Targe, P. Chollet, J. Yernaux: Foundry Trade J., 130 (1971), 2836, 319
- 9) S. Parent, J. C. Margerie: A. F. S. Transactions, 80 (1972), 393

発泡石膏鋳型におけるAl合金鋳物のひけ現象†

山形県工業技術センター

計測技術部長 荒井清志*

専門研究員 大泉真哉

研究員 楨 寛

主任専門研究員 小野田 一 善

1 諸 言

石膏鋳型は鋳肌がきれいで、寸法精度も良いことからアルミニウム合金、亜鉛合金を鋳込み、鋳造用原型、プラスチック用金型製作等に精密鋳造法として使用されている。使用される石膏には発泡石膏と非発泡石膏があり、発泡石膏は鋳型に通気性が生じるため、ガス欠陥が発生し難い利点がある。反面、熱伝導度が低いいため鋳型表面にひけが生じやすくなる。特に中肉以上の鋳物では、ひけの発生が顕著になり、その対策もむずかしい。しかし発泡石膏に関する報告^{1)~3)}はその性質および鋳型製造法に関してが大部分で、合金の鋳造した時の状態まで総合的に行なったものはほとんどない。

そこで本報は、発泡石膏鋳型の性質がアルミニウム合金を鋳込んだ時、どのように合金の凝固に影響するかを観察し、ひけ発生との関連について検討を行なったので報告する。

2 実験方法

石膏は発泡用としての市販品を使用した。発泡はφ80×4mmのゴム板を約1mmのすき間をもたせて二枚重ねにした攪拌デスクを用い、2000ccのポリビーカー中で行ない、水温(10・20・30・40°C)、攪拌時間(10・20・30・40sec)、攪拌速度(1400, 1750, 2100rpm)を変化させ、種々の発泡率にした。

抗圧力、通気度の測定はφ50×50mm、熱伝導度は200×60×60mmの大きさの試料を用いて行なった。

石膏の乾燥は、示差熱分析の結果を基に、100°C×14hr(遊離水分の除去)後、220°C×14hr(無水石膏にする)の2段で行なった。

アルミニウム合金の鋳込み試験は図1に示す80×30×20mmの板状試験片で行ない、鋳物、鋳型の温度変化を測定した。熱電対は、鋳型においては上下

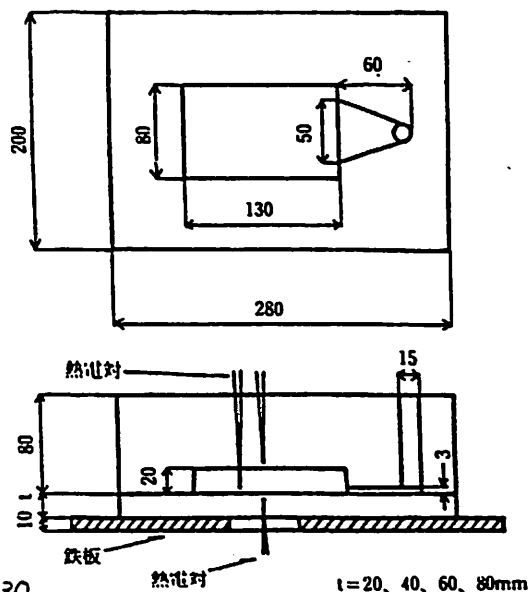


図1 鋳型寸法(単位mm)

† 昭和59年12月2日(山形市)第30回東北支部鋳鉄部会技術委員会発表

* 東北支部評議員

型ともキャビティ面から2mmの位置に、鋳物試料内では底面から5mmの位置に固定した。

アルミニウム合金は6.5, 8.5, 12.5%Siの3種を使用した。Ti-B合金添加による基地の微細化、Na, Srによる改良処理の影響についても検討した。できた鋳物は底面のひけの発生状況を観察した後、切断し、マクロ組織およびマイクロ組織観察に供した。

3 実験結果

通気度、抗圧力の結果を図2に示す。石膏は水温、攪拌時間、攪拌速度によって種々の発泡率になるが、通気度、抗圧力とも石膏の発泡条件に左右されず、できた発泡率（発泡状態はみかけ比重の大小で比較、以後比重とする）に依存する。通気度は比重0.4以下では急激に増加し、比重0.36付近で30を越えるようになるが、比重0.5以上ではほとんど無くなる。抗圧力は比重に比例し、比重が増すと共に大きくなるが、水温10°Cでは比重0.45以上になるとこの比例線からずれ、低い値になる。これは水温10°Cの場合、石膏の流動停止までの時間が長い為、気泡が上層部に集まり、その部分が弱くなるためである。

熱伝導度は、図3に示すように、比重が低い程低くなるが、比重0.4付近になるとほぼ同一の値になる。温度との関係では、どの比重においても温度上昇と共にほぼ同一の割合で直線的に上昇し、室温と400°Cを比較すると約0.05kcal/m.hr.°Cの上昇となる。しかし発泡石膏鋳型における熱伝導度は0.2kcal/m.hr.°C以下で砂型の1/5~1/10の値であり、非常に低いといえる。

抗圧力、通気度および熱伝導の結果から総合的に判断すると、発泡石膏鋳型は比重0.4付近の発泡率での使用が適当であると考えられる。

図4, 5, 6, 7はAl-8.5%:

Si合金を使用し、図1に示した板状試験片を鋳込んだ時の鋳型の比重、型厚、型温の変化および注湯温度の変化が凝固終了時間に与える影響について示したものである。発泡石膏型は熱伝導度が低い為に凝固終了までに長時間を必要とする。しかし熱伝導度のわずかの差が凝固終了時間に

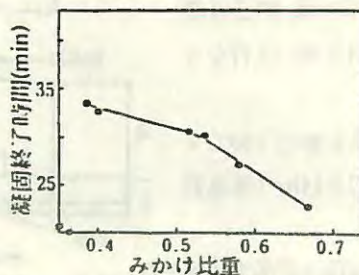


図4 凝固終了時間に及ぼすみかけ比重の影響
材質 Al-8.5%Si、注湯温度 650°C、鋳型厚 20mm、鋳型温度 150°C

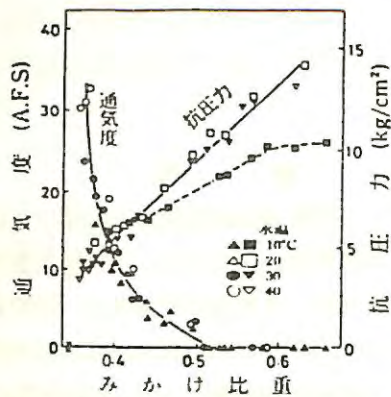


図2 通気度および抗圧力とみかけ比重の関係

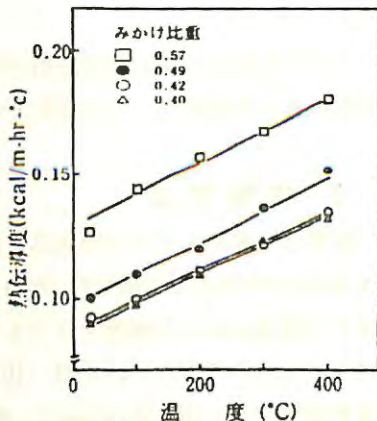


図3 熱伝導度に及ぼす温度とみかけ比重の影響

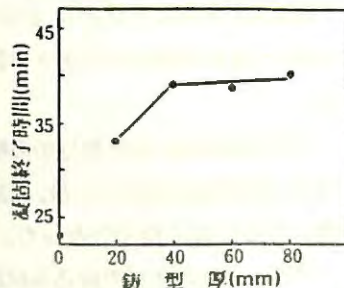


図5 凝固終了時間に及ぼす鋳型厚の影響
材質 Al-8.5%Si、注湯温度 650°C、鋳型温度 150°C、みかけ比重 0.4

意外に大きく影響する。鑄型の性質で影響が大きいのは比重で、0.5以上になると特にその傾向が強くなる。しかし比重0.5以上では通気度が無くなることから鑄型としては問題がある。型厚の影響では40mm以上になると凝固終了時間は一定になるが、20mmの場合は短時間になり、熱移動が大

きい。型温の変化では凝固終了時間にそれ程の影響がみられない。これは型温が高くなると熱伝導も良くなり、互いに相殺し合うようになるためである。注湯温度の影響は大きく、高くなるに従い凝固終了までに長時間を要し、750°C注湯で型厚20mmにおいても40数分必要となる。

表1は前述の結果に基づき、型比重0.4、型厚20、60mm、型温150°C、注湯温度650、750°Cの条件に設定し、板状試験片を鑄込んだ時、底面のひけの有無で鑄物の良否を判定したものである。共晶合金12.5%Si、8.5%Siの750°C鑄込みおよび650°C鑄込みのTi添加したものを除いて、ほとんどのものに写真1に示すようなひけが全面に発生した。Ti添加で750°C鑄込みは浅いひけがまばらに現れた。6.5%Si、型厚60mm、鑄込み温度750°Cではほぼ良好な鑄肌であったが、わずかに所々にひけが生じた。またひけの分散作用のあるNa⁴⁾、Srの添加は、写真2に示すように、凹凸の斑点や模様を生じた。

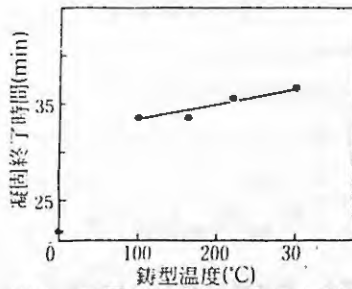


図6 凝固終了時間に及ぼす鑄型温度の影響
材質 Al-8.5%Si、注湯温度 650°C、鑄型厚 20mm、みかけ比重 0.4

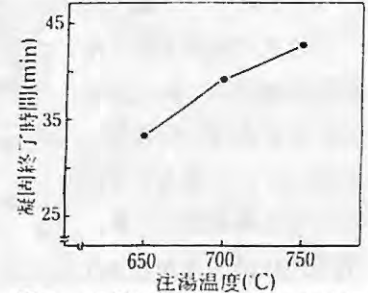


図7 凝固終了時間に及ぼす注湯温度の影響
材質 Al-8.5%Si、鑄型厚 20mm、鑄型温度 150°C、みかけ比重 0.4

表1 ひけ発生の状況

材 質	Al-6.5%Si		Al-8.5%Si				Al-12.5%Si				
	—		—		0.1%Ti		—		Na	Sr	
処 理	—		—		—		—		—	—	
注湯温度 (°C)	650	750	650	750	650	750	650	750	650	750	
鑄型厚 (mm)	20	×	×	×	○	○	—	○	○	×	×
60	×	△	×	○	—	×	—	○	—	—	

○……ひけ無 ×……ひけ有



写真1 鑄物底面のひけの状態
Al-8.5%Si、注湯温度 650°C、鑄型厚 20mm

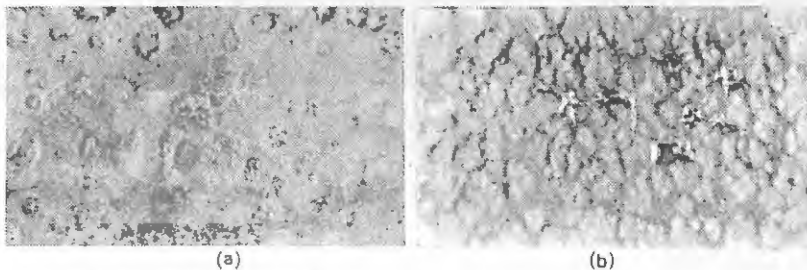


写真2 鑄物底面の状態

Al-12.5%Si、注湯温度 650°C、鑄型厚 20mm (a) Na 処理、(b) Sr 処理

4 考 察

これまでの結果から発泡石膏鑄型にアルミニウム合金を鑄込んだ場合、底面にひげが発生するか否かは注湯温度、Si量、Ti添加によって左右される。

4・1 注湯温度の影響

図8に溶湯および鑄型上下の温度変化を示す。鑄型の到達する温度は650°C、750°C注湯の場合でもそれ程の差はないが、650°C注湯では凝固開始点での鑄型温度はまだ上昇途中であり、750°C注湯ではすでに定常状態に達している。この現象は型厚60mmでも同じであった。これは前者では凝固が始まってはまだ鑄型に熱を吸収する能力を持っているが、後者の場合は鑄型の持つ熱伝導度だけに従って熱が移動していることを示す。そのため注湯温度が低い場合は型壁面に核生成した結晶がそのまま成長し、写真3-a、bに示すような大きなデンドライトになり、隣接するデンドライトとの間に間隙ができ、その部分の残留融液が最終凝固になり、ひげが生じる。ところが750°C注湯では鑄型の熱伝導度が非常に低いため、鑄型壁面において核生成した結晶が成長できずに長時間融液中に置かれ切断遊離⁵⁾してしまい、鑄型底面に沈殿推積するようになり、粒状の薄い結晶面(写真3-c)が生成されると考えられる。デンドライトの大きな成長は、その結晶面の上部からおこり、ひげは鑄物の内部に生じる。6.5%Si、型厚60mm、750°C注湯の場合にこの現象が不十分だったのは、8.5%Siと比較して液相温度が高くなるため、核生成した結晶が完全に遊離するに十分な時間がなかったと考えられる。

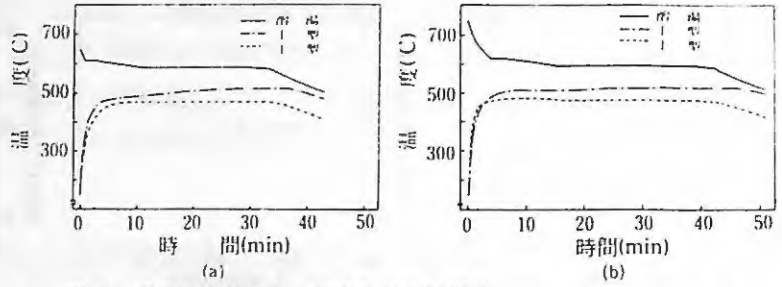


図8 鑄造時の溶湯および鑄型の温度変化
材質 Al-8.5%Si、鑄型厚 20mm、(a)注湯温度 650°C、(b)注湯温度 750°C

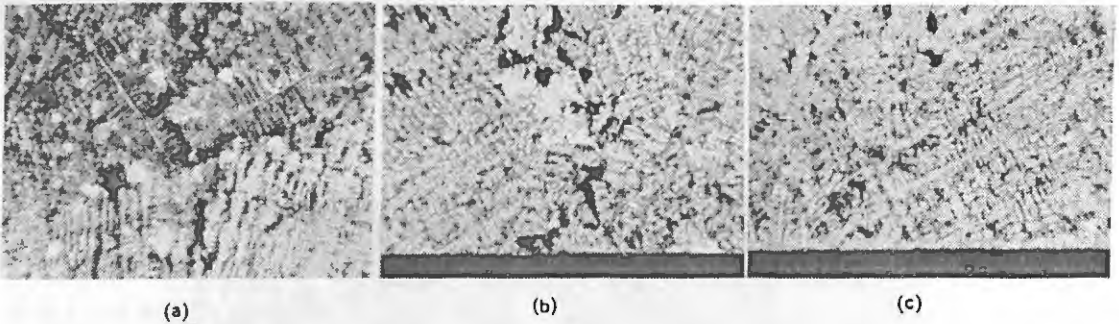


写真3 Al-8.5%Siのマロク組織

(a)底面、注湯温度 650°C、鑄型厚 20mm、(b)断面、同左、(c)断面、注湯温度 750°C、鑄型厚 60mm

4・2 Si量の影響

12.5%Siでは、写真4に示すように、大きなデンドライトはみられず粒状の結晶面になっている。この合金は共晶合金であるため、共晶温度に達すると同時に融液中からAl、Siが析出する。そのためデンドライトの発達がなく粒状の結晶面が形成される。また凝固温度範囲がないために温度勾配

に添い順次凝固が進行し、底面の凝固時には溶湯補給がスムーズに行なわれ、ひげが発生しない。

砂型を用い Al-Si 共晶合金で板を鋳込むと、表面に多数のひげが発生することがよくある。これは凝固温度範囲のない合金のため、部分的に周囲より凝固開始が遅れた所にひげが発生するのであるが、発泡石膏鋳型においては熱伝導度が非常に小さいので凝固進行に時間を要するため、凝固開始が遅れた所があっても溶湯の補給が行なわれ、平滑な面が得られると考えられる。

6.5, 8.5%Si では凝固温度範囲が広がるため、ある温度範囲に入った部分が同時に凝固が進行し、初晶デンドライトは凝固速度が遅いので共晶温度に達するまでには大きく成長し、溶湯の補給も困難になり、多数のひげを表面に形成する。

4・3 Ti および Na, Sr の影響

Ti の添加はアルミニウム基地を微細化する。この効果は注湯温度が低い場合に大きく、細かいデンドライト (写真 5) が形成され、ひげを生じない。しかし注湯温度が高くなるとデンドライトが粗になり、部分的にひげが生じる。

Na, Sr はアルミニウム中では不安定な物質である。そのため発泡石膏鋳型のように非常に冷却速度の遅い場合は偏析をおこし、改良、非改良の混合組織を呈し、鋳物表面は凹凸になる。特に Na はガス状になってしまい大きな空洞を作る。表面近くにてきた空洞は表面層を盛上げ輪状の凸部分を形成する。(写真 6)

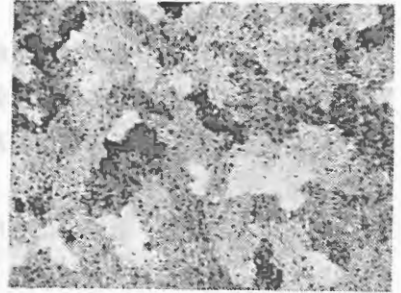


写真 4 Al-12.5%Si の底面マクロ組織、注湯温度 750°C、鋳型厚 60mm

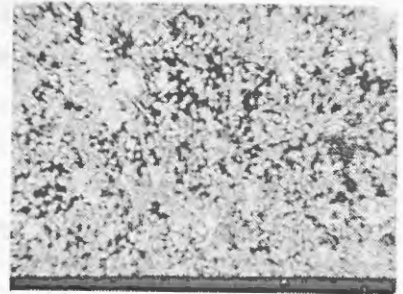
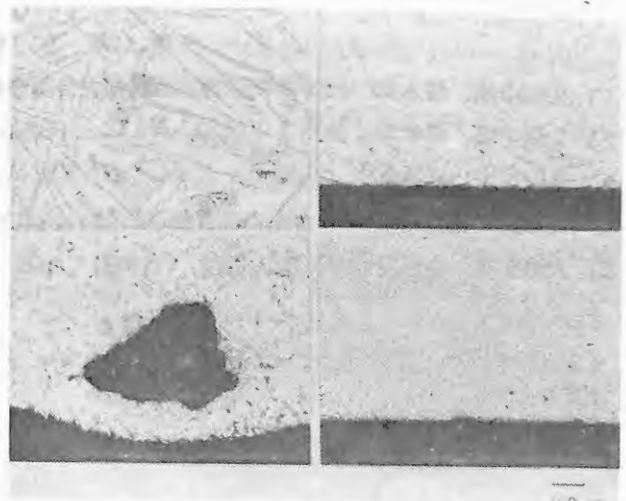


写真 5 Al-8.5%Si の Ti 処理した場合の断面マクロ組織、注湯温度 650°C、鋳型厚 20mm

写真 6 12.5% Si を改良処理したときの改良、非改良の混合組織、注湯温度 650°C、鋳型厚 20mm、(a)Na 処理(b)Sr 処理



(a)

(b)

5 結 言

発泡石膏鑄型にアルミニウム合金を用いて鑄込み実験を行なった結果、次の事が明らかになった。

- (1) 発泡石膏を鑄型として使用する場合、発泡率はみかけ比重で0.4付近が適当である。
- (2) 発泡石膏鑄型は熱伝導度が $0.2\text{kcal/m.hr.}^{\circ}\text{C}$ 以下と非常に低いため、凝固終了まで長期間を必要とする。
- (3) 凝固終了時間は、型温にはそれ程影響なく、型厚では 40mm 以上で一定になるが、 20mm では短くなる。注湯温度の影響は大きく、高くなるに従い凝固終了に長時間を必要とする。
- (4) 鑄物のひけ発生の有無は注湯温度、Si 量、Ti 添加に左右される。 $6.5, 8.5\% \text{Si}$ では初晶デンドライトが大きく成長し、多数のひけを形成する。しかし注湯温度が高い場合は、核生成した結晶が切断遊離後沈殿推積し、鑄物底面に粒状の薄い結晶面を形成する。 $12.5\% \text{Si}$ の共晶合金はデンドライトの発達がなく、溶湯の補給もスムーズなためひけを生じない。Ti 添加は、注湯温度が低い時基地微細化の効果が大きく、細かいデンドライトを形成し、ひけを生じない。
- (5) ひけ分散作用のある Na, Sr の添加は、凝固終了までに長時間を要するために偏析をおこし、鑄物表面に凹凸の斑点や模様を生じる。

参 考 文 献

- 1) 久恒中陽、清水章：日本鑄物協会53回講演大会講演概要 (1957) pp43~45
- 2) 久恒中陽、清水章：鑄物 3 Vol.30, No.12, (1958), pp40~46
- 3) 宮沢信夫、齊藤和夫、小出平一：JACT NEWS, Vol.322, (1983), pp31~35
- 4) 日本鑄物協会 (Al-Si 合金の改良処理に関する研究部会)：研究報告 7, (1976), p26
- 5) 大野篤美：金属凝固学, 他人書館, (1973), p76

鑄鉄の現況, 歴史, 将来

東北大学工学部教授

工博 井川克也*

Key Words: Metallic Materials, Casting

1. まえがき

鑄造品, 鍛工品, 粉末冶金製品などは, 素材金属に形を与えて機械工業に提供されるので, 素形材と呼ばれる。したがってこれら素形材産業は機械工業の材料部門を担っており地味ではあるが極めて重要な分野であることは論をまたないであろう。

図1¹⁾は最近の我が国における素形材生産量を示したもので, 昭和51年から55年までは生産量が増加し903万tに達したが, その後漸減し昭和57年には805万tとなっている。その内訳は鑄鉄鑄物が65%前後を占め, 鍛工品が17%でこれについている。鑄鋼鑄物, 非鉄金属鑄物(ダイカスト, 精密鑄造を含む)はそれぞれ8~9%で, 粉末冶金製品は1%前後で最も少ない。この期間の

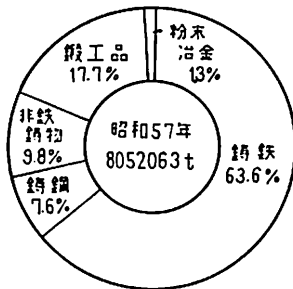


図1 我が国における素形材生産量¹⁾

推移をみると, 鑄鉄, 鑄鋼の占める割合は漸減し, 非鉄鑄物, 鍛工品および粉末冶金製品の占める割合が少しずつ増加する傾向がある。しかし依然として鑄鉄鑄物が素形材の65%を占めていることはこの材料の重要性を良く物語っている。

2. 世界および我が国における鑄鉄鑄物の生産量

鑄鉄の材質を大別するとねずみ鑄鉄, 球状黒鉛鑄鉄および可鍛鑄鉄の3種になる。ねずみ鑄鉄は黒鉛が片状に晶出したもので機械的性質は低いが製造が容易で古くから作られている。球状黒鉛鑄鉄は黒鉛を球状に晶出させたもので昭和23年, イギリスとアメリカでそれぞれ独立に発明され, 機械的性質が極めてすぐれた材質である。可鍛鑄鉄は熱処理によって黒鉛を塊状に析出させたもので機械的性質はすぐれているが製造工程が複雑なことが欠点である。これら各材質について昭和25年以降の我が国における生産量の推移を図2¹⁾に示した。

昭和25年は敗戦後5年目でようやく我が国の工業も立直りの気配をみせたころであり, 昭和25年から28年までの朝鮮動乱の刺激もあり, 昭和30年には100万tの大台に乗った。その後順調に生産量を伸ばしたが, 昭和38年から48年までの高度成長期について600万tに達するにいたった。いわゆる高度成長期である。しかし昭和46年のニクソンのドル防衛策や昭和48年秋からの石油危機によってその成長はとまり世界同時不況といわれる昨今は鑄鉄の生産量も500万t付近を上下している状況である。しかしこの中でも材質別

* 東北支部長, 同鑄鉄部会委員

にみると、ねずみ鑄鉄、可鍛鑄鉄が次第に減少しているのに対して球状黒鉛鑄鉄はその生産量を増している。

図3⁽¹⁾は年間100万t以上の鑄鉄鑄物を製造している国について材質別の鑄鉄生産量を示したもので、ソビエトが断然1位であり、アメリカが第2位である。実は中国が第3位に入るはずであるがこの年(昭和56年)の統計が発表されていないので我が国の500万tが3番目に描かれている。以下西ドイツ、フランス、イタリア、イギリスと続く。この中でソビエトは球状黒鉛鑄鉄の生産量が少なく、これに対してアメリカと我が国がその生産量が多いことが注目されよう。

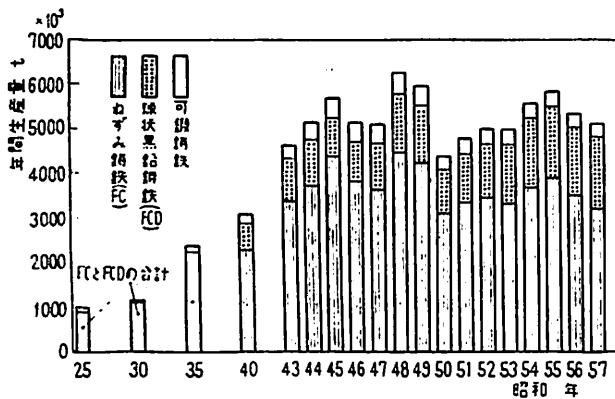


図2 材質別鑄鉄品の生産量の推移 (鑄鉄管を含む)⁽¹⁾

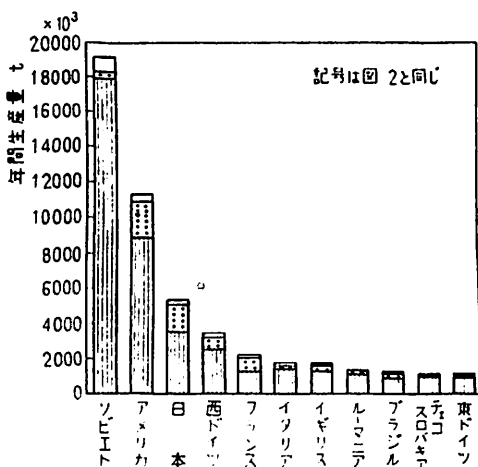


図3 各国の材質別鑄鉄品の生産量 (1981年)⁽¹⁾

3. 鑄鉄の歴史

原始人類が出現したのがB.C. 60万年とされ、その後B.C. 3万年までを旧石器時代、それから中石器時代、新石器時代を経て、B.C. 3500年ごろ青銅器時代に入る。図4は鑄造、鑄鉄関係の歴史を示したものである⁽²⁾。青銅器時代に入るとオリエントのメソポタミア地方(現在のイラク)で青銅を用いた鑄造技術が生まれた。この南西アジアから鑄造技術が一方では北西に伝ばしてヨーロッパへ、もう一方では東へ伝ばして中国にいたった。B.C. 1500~1100年に作られた多数の青銅鑄物が中国で発見されている。

鉄器時代はB.C. 2000年以降といわれているが、鉄鉱石を固態還元した練鉄が用いられ、鉄を溶解し鑄造する技術は、その融点が高いためもあつて容易には開発されなかった。鑄鉄が溶解されたのは中国が最も早く、B.C. 600~500年といわれ、ヨーロッパよりも2000年近く先行したとされている。これは中国の炉の形状がたて形で、また送風能力が大きかったため1200°C前後の融点をもつ鑄鉄を十分に溶解することができたためといわれている⁽³⁾。

この中国のすぐれた鑄物技術が、本格的に我が国に伝来したのは538年の仏教伝来の折で、仏像、仏具の製造法として青銅鑄物や鑄鉄鑄物の技術が導入された。その後各地で鑄物づくりが行われるようになり、700年ごろ河内で、940年ごろ佐野で、1050年ごろ山形で、1320年ごろ川口で、1660年ごろ盛岡でそれぞれ鑄物産地が形成され、農具や日用品などが製造されて今日にいたっている。

一方ヨーロッパでは、1311年にドイツライン地方で高炉により鑄鉄鑄物が機械部品用として作られるようになった。

また、鑄鉄専用の溶解炉であるキューボラが1794年Wilkinsonによって発明され、銑鉄に鋼くずを配合してコークスの燃焼熱で溶解するという方式が確立された。

生形鑄造法がDarbyによって1708年発明され、これとキューボラ溶解が産業界に普及された1800年ごろはヨーロッパの産業革命の時代であ

り、従来の手工業的工業技術から機械生産による工場制工業への転換期で、紡績機械や蒸気機関をはじめ複雑な形状の機械部品に鑄鉄鑄物が使われるようになり、この機械的性質ひいては顕微鏡組織が問題とされるようになってきたのである。すなわち高炉あるいはキュボラによって溶解されたねずみ鑄鉄は片状の黒鉛を含むためもろく、これを鋼のようにじん性に富むものにしたという希

望からフランスの Réaumur は白鑄鉄で鑄物を作り、これを酸化鉄とともに加熱して脱炭させいわゆる白心可鍛鑄鉄を作ることに成功した(1722年)。この技術がアメリカにも伝えられたが、長時間の焼なましを行うため白鑄鉄の硫黄量が高く、セメント(Fe₃C)を安定なものしておく必要があるが、アメリカの銃鉄は硫黄量が少なく、これで作った白鑄鉄は焼なまし中に Fe₃C が黒鉛

西暦	政治	文化	鑄造、鑄鉄関係事項
BC 4000			メソポタミア地方で鑄造技術が生まれる (BC 3500年)
3000			
2000			
1000		縄文式文化	中国で青銅鑄物が多数作られる (BC 1500~1100年) 中国で鑄鉄鑄物が作られる (BC 600~500年)
0	大和	弥生式	中国から青銅鑄物技術が我が国に伝わり銅たくが作られた (0~300年)
AD 500	飛鳥	古墳文化	仏教伝来とともに中国から本格的鑄造技術が我が国に伝来 (538年) 河内に鑄物集落形成 (700年)
1000	奈良	貴族文化	佐野に鑄物集落形成 (940年)
1200	平安		山形に鑄物集落形成 (1050年)
1400	鎌倉		ドイツ地方で高炉により鑄鉄鑄物が機械部品用に作られる (1311年)
1400	室町	武家文化	川口に鑄物集落形成 (1320年)
1600			
1700	安土桃山		盛岡に鑄物集落形成 (1660年) 生形鑄造法の発明 (Darby, 1708年)
1800	江戸	町人文化	白心可鍛鑄鉄の発明 (Réaumur, 1722年) キューボラの発明 (Wilkinson, 1794年) 黒心可鍛鑄鉄の発明 (Seth Boyden, 1826年)
1900			鑄鉄におけるSiと冷却速度とテールの関係 (Keep, 1898年) 鑄鉄の金型鑄造 (Rolle, 1912年) 自由組立鑄鉄 (石川, 1913年) パライト鑄鉄 (Lanz, 1920年) 組織団 (Maurer, 1924年) 高温溶解 (Pinowarsky, 1925年)
1940			ニールハイト鑄鉄 (Mecham, 1926年) 低炭素鑄鉄 (Emmel, 1925年)
1950			塩基性スラグによる球状黒鉛 (Adey, 1938年) 球状黒鉛鑄鉄の発明 (Morrogh, Gagnebin, 1948年)
1960			Caによる球状黒鉛鑄鉄 (華川, 1953年) 球状黒鉛鑄鉄のJIS規格 (1961年)
1970	東京	市民文化	球状黒鉛鑄鉄のJIS規格改訂 (1971年)
1975			7.5ライトパライト取組2相混合組織球状黒鉛鑄鉄 (田中, 1977年) 2相混合組織球状黒鉛鑄鉄 (上田ら 1978年)
1980			ハードアイ球状黒鉛鑄鉄 (岡本ら 1980年)
1981			(V)黒鉛鑄鉄に関心が集まる (1980年)
1982			7.5ライト球状黒鉛鑄鉄 (塩川 1980年) 球状黒鉛鑄鉄のJIS規格再改訂 (1982年)
1983			
1984			

図4 鑄鉄の歴史

化して塊状の黒鉛を生じ脱炭され難い。しかしこのように白鑄鉄を黒鉛化させた場合も、すぐれたじん性を示すことが Boyden によって 1826 年明らかにされ黒心可鍛鑄鉄の発明となった⁽⁴⁾。

一方ドイツの Tammann (1861~1938 年) は、科学的手法を合金の研究に応用し物理冶金学の分野を開拓した。この手法が鑄鉄の研究にも適用され、熱分析や顕微鏡観察が鑄鉄の材質向上のために大きく役立った。我が国では石川の研究が 1919 年に発表された⁽⁵⁾。それによれば機械鑄物は肉厚の大小にかかわらず均一な組織を有し、引張強さが大でじん性に富み、鑄造性が良く欠陥がなく水圧試験によく耐えるものでなければならないとしている。このためには黒鉛組織が比較的細かく、適度にわん曲して均一に分布したものが良い。また基地組織はパーライトであることが必要で、このためには化学組成は C 3.0~3.3%, Si 1.5~2.0%, Mn 0.4~0.6% で化合炭素が 0.8~1.0% となるようにする必要がある。このような鑄鉄の顕微鏡組織を「菊目組織」と名付け、これによって 20~30 kgf/mm² の引張強さが得られた。それ以前の鑄鉄は引張強さ 10~15 kgf/mm² が普通であったから約 2 倍に向上したことになる。

Keep (1898 年) や Maurer (1924 年) は材質改善の基礎になる鑄鉄組織に及ぼす C, Si, 冷却速度の関係を研究した。また Lanz (1920 年), Piwowarsky (1925 年), Emmel (1925 年) らは低炭素鑄鉄にすることによって黒鉛量を減少し引張強さを向上させることに成功し、この場合凝固温度が高くなるので高温溶解が必要であり、また鑄型を予熱するなどして冷却速度の調節もたいせつであることを示した。またこのような低炭素鑄鉄を生砂型に鑄込むと白鑄鉄またはまだら鑄鉄になる傾向が強いが、これに Fe-Si 合金や Ca-Si 合金を鑄込直前の溶湯に少量添加すると黒鉛の核生成を促進し引張強さの高いいれずみ鑄鉄が得られることを Meehan が明らかにし、このようにして製造した鑄鉄をミーハナイト鑄鉄と命名した (1926 年)。鑄込直前の溶湯に少量の合金添加などを行うことにより、溶湯の性状を改善する技術を接種 (イノキュレーション, inoculation) と呼び現在では鑄鉄工場に広く普及している。

鑄鉄の強じん化は上述の可鍛鑄鉄と低炭素鑄鉄の二つの方向で追求されてきたが、もう一つの方向として鑄込みのままで黒鉛を球状に晶出させる

ことができれば、熱処理あるいは低炭素にすることによる鑄造性の劣化も避けることができ極めて望ましい。第二次世界大戦の直前に当たる 1938 年ドイツの Adey⁽⁶⁾ は、鑄鉄溶湯を塩基性スラグと接触保持することにより黒鉛を球状に晶出させることを示した。また同大戦終了直後の 1948 年にはイギリスで H. Morrogh⁽⁷⁾ が、またアメリカでは A.P. Gagnebin ら⁽⁸⁾ がそれぞれ鑄鉄溶湯に Ce および Mg を添加することにより、球状黒鉛を晶出させることができることを明らかにし、これを球状黒鉛鑄鉄と名付けた。我が国では草川が Ca 添加によって球状黒鉛鑄鉄を得ることに成功している (1953 年)⁽⁹⁾。

4. 鑄鉄の材料特性と今後の発展

これまで述べたことにより鑄鉄が素形材としていかに広く用いられるか、またいかに長い歴史を持って材質的にも向上してきた材料であるかがわかる。これはひとえに鑄鉄のすぐれた材料特性に

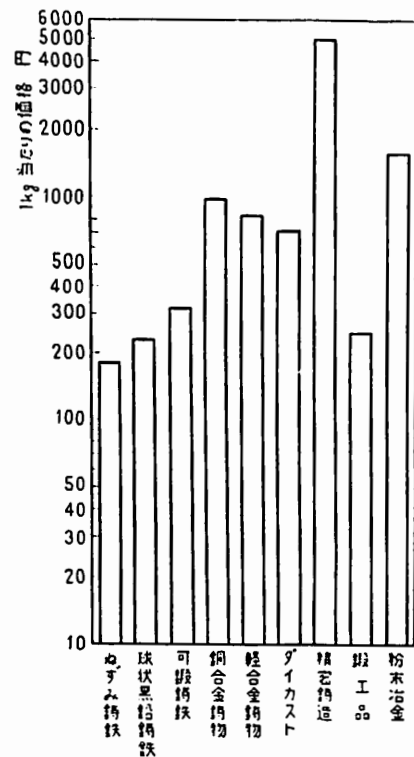


図 5 各種加工法による素形材の価格⁽¹⁾

よるもので、今後ますますその特性を伸ばすこと
によって発展が期待される。材料特性のいくつか
について以下に述べよう。

4.1 生産価格 図5は各種素形材の1kg当
たりの価格の平均値(昭和57年)を示したもので、
ねずみ鋳鉄は最も安価である。ついで球状黒鉛鋳
鉄、鍛工品、可鍛鋳鉄の順となりそれ以外は格段
に高価になっている。このように安価であること
が鋳鉄が広く用いられる大きな要因の一つであ
る。つぎに図6は素形材を1t生産するのに必要な
エネルギー量を原油換算で示したものであるが、こ
こでもねずみ鋳鉄および球状黒鉛鋳鉄を合計した
鋳鉄鋳物が最も少ない。鉄を溶解するというイメ
ージからすると意外であるがキュボラのようにた
て型炉は熱効率が良くまた短時間で溶解されるの
でこのようになる。また長時間加熱の必要な可鍛
鋳鉄、粉末冶金、鍛工品、焼準の必要な鋳鋼、溶
湯保持の必要なダイカストなどがエネルギー消費量
が多い。省エネルギーで安価な鋳鉄材料は今後とも
広く用いられていくであろう。

4.2 機械的性質 鋳鉄の機械的性質の中で、
引張強さと伸びは日本工業規格で定められてい
る。ねずみ鋳鉄については昭和31年に改正された
JIS G 5501でFC 10, 15, 20, 25, 30, 35の6種
が定められ引張強さは上記数字の値(単位: kgf/
mm²)以上となっているが、伸びは極めて小さい
ので規格されていない。図7は各種鋳鉄の引張強
さと伸びを示したものであるが、この中に○印で
ねずみ鋳鉄の規格値を示した。

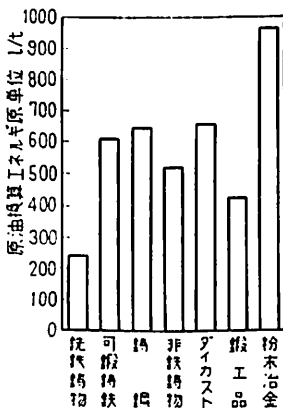


図6 素形材生産に要するエネルギー量⁽¹⁾

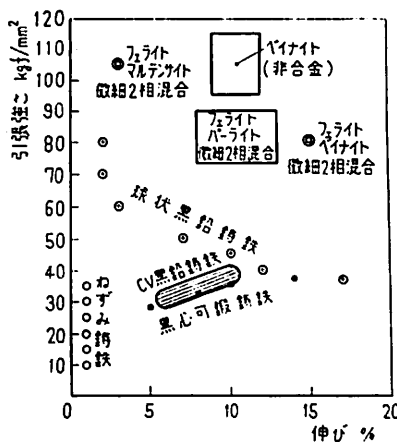


図7 各種鋳鉄の機械的性質

黒心可鍛鋳鉄の規格は昭和35年に制定された
JIS G 5702があり、FCMB 28, 32, 35, 37の4
種が定められこれを図中●印で示した。

球状黒鉛鋳鉄は昭和57年に改正されたJIS G
5502によってFCD 37, 40, 45, 50, 60, 70, 80の
7種が規格されこれを図中◎印で示した。

さて昭和50年ごろから球状黒鉛鋳鉄の強じん
性を更に向上させようとする試みが行われるよう
になった。その一つは基地組織を数μ径の微細な
フェライトとパーライトの2相混合組織にすること
で、パーライト地の球状黒鉛鋳鉄を共析変態温
度区間に短時間加熱するという熱処理によってこ
の組織が得られた。その機械的性質は図中に示し
たように引張強さ80 kgf/mm²、伸び10%前後で
ある⁽¹⁰⁾。またパーライトの代わりにマルテンサイト
やベイナイトにすると、図中◎で示したような
性質を示しこれらはいずれも極めて強じんであ
る。

同様な基地組織の改善法として、フェライト基
地の球状黒鉛鋳鉄を900°Cのオーステナイト温度
域に短時間保持してフェライト粒界をオーステナ
イト化し、その後冷却してフェライトと粒界にパー
ライトあるいはベイナイトを有する2相組織とし
たり⁽¹¹⁾、同じくフェライト地球状黒鉛鋳鉄を
1000°Cに60~110 s間高周波加熱すると球状黒
鉛の周囲がオーステナイト化し、これを水冷し焼
もどしをすると黒鉛の周囲がマルテンサイトとな
り、機械的に弱点となる黒鉛を強い組織でとり囲
むことによって、強度とくに耐摩耗性の向上が得
られこのような組織をハードアイ組織と呼んでいる⁽¹²⁾。

また鋼の分野で行われる恒温変態
熱処理を球状黒鉛鋳鉄に応用してベ
イナイト基地にすると引張強さ95
~115 kgf/mm²、伸び9~12%の高
じん性が得られる⁽¹³⁾。これについ
ても図7中に示した。

さて鋳鉄溶湯に黒鉛球状化剤とし
てMg, CeまたはCaなどを加える
と、黒鉛が球状に晶出し球状黒鉛
鋳鉄が得られることを述べたが、こ
の添加量が不足したり、添加後の保持
時間が長過ぎて球状化効果が減衰し
たり、あるいは溶湯中に黒鉛球状化
を阻害する元素(例えばTiなど)が

存在すると完全な球状黒鉛組織は得られず、擬片状黒鉛（芋虫状黒鉛とも呼ぶ、Vermicular Graphite）や塊状黒鉛（Compacted Graphite）が混在した組織となる。従来はこのような組織をもった鑄鉄は球状黒鉛鑄鉄の不良品としてかえりみられなかったが1980年ごろからこのような組織の鑄鉄の良さが注目されるようになり、Compacted Vermicular Graphite Cast Iron（CV黒鉛鑄鉄）と命名されて広く用いられるようになっている。

黒鉛の球状化程度を表すのに、その黒鉛の占める面積と、その黒鉛に外接する円の占める面積との比を%で表す方法があるが、これによれば擬片状黒鉛は30%前後、塊状黒鉛は70%前後である。もちろん鑄鉄の黒鉛組織は種々の形態の黒鉛が混在することが多いが、これらを平均してその鑄鉄の黒鉛球状化率としている。黒鉛球状化率で鑄鉄を分類すると、30%以下がねずみ鑄鉄、30~70%がCV黒鉛鑄鉄、70%以上が球状黒鉛鑄鉄と考えてよい。フェライト地のCV黒鉛鑄鉄の引張強さと伸びの値⁽¹⁴⁾を図7中に斜線を施した範囲で示したが、この範囲の左側が球状化率30%、右側が球状化率70%に相当する。この場合の基地組織はフェライトであるが、基地にパーライトが増してくると高引張強さ、低伸び側に移行するのでCV黒鉛鑄鉄の機械的性質はねずみ鑄鉄と球状黒鉛鑄鉄の間にあることになる。このようにして図7から引張強さ110 kgf/mm²まで、伸び15%までの範囲は各種鑄鉄によって一応カバーされたということができよう。これら新しい鑄鉄の開発の歴史についても図4に示した。

4.3 黒鉛の存在によって付与される鑄鉄の特性 機械的性質に関しては、黒鉛はマイナスの影響をもつのでその量を減らすとか、形状を片状から球状へ変えるとかすることによって、鑄鉄材質を改善してきたことは上に述べたとおりである。しかし一方では黒鉛、とくに片状黒鉛の存在によって与えられる良い材料特性があり、最近このような観点から鑄鉄の良さを見直し用途を開拓しようとする努力がされるようになっている。

ねずみ鑄鉄の特長の一つとして熱伝導率の高いことが挙げられる。このため自動車のシリンダブロックや鋼塊鑄込用の鑄型などに広く用いられている。表1は鑄鉄中に現れる組織成分と代表的な鑄鉄および鑄物に関係の深い金属の熱伝導率を示

している⁽¹⁵⁾。ここで黒鉛結晶のC軸方向（片状黒鉛では厚味方向、球状黒鉛では半径方向）では熱伝導率が小さく、底面内方向（片状黒鉛では長手方向、球状黒鉛では円周方向）ではC軸方向の4~5倍も大きく、また基地組織のフェライトやパーライトよりもやはり4~5倍大きい。従って片状黒鉛が良く発達して、また組織内部でよく連続しているねずみ鑄鉄では熱伝導率が高く、黒鉛が球形で、個々に独立している球状黒鉛鑄鉄は熱伝導率が低く、その中間的黒鉛形状のCV黒鉛鑄鉄は熱伝導率も中間的な値になっている。強度もかなり高く、熱伝導率も比較的高いCV黒鉛鑄鉄がとくに自動車のシリンダブロックや金型鑄造用鑄型の材料として注目されているのもこのためである。

つぎに振動を吸収する能力も、黒鉛の有無やその形状によって大きく異なる。材料に振動を与えてその後外力を加えずに自由振動をさせるとその振幅は時間とともに指数関数的に減少する。ここで最初の振幅をA₀、n番目の振幅をA_nとすると振幅の変化は次式で表される。

$$A_n/A_0 = 1/e^{n\delta}$$

書きかえると

$$A_n = A_0 \exp(-n\delta)$$

となり、 δ は振動の減衰の尺度を与えるもので対数減衰率と呼んでいる。表2は振動測定によって得られた弾性定数と減衰能を示しているが⁽¹⁶⁾、ねずみ鑄鉄が最も振動吸収能が大きく、ついで球状

表1 鑄鉄中組織成分、各種鑄鉄および他金属の熱伝導率 cal/(cm·s·°C)⁽¹⁵⁾

組織成分	温 度		
	0~100°C	500°C	1000°C
黒鉛(C軸方向)	約0.2	--	--
黒鉛(底面内方向)	0.7~1.0	0.2~0.3	0.1~0.15
フェライト	0.17~0.19	0.1	--
パーライト	0.12	0.10	--
セメントライト	0.017	--	--
非合金ねずみ鑄鉄	0.110~0.137		
非合金球状黒鉛鑄鉄	0.085~0.09		
可鍛鑄鉄	0.15~0.16		
CV黒鉛鑄鉄	0.092~0.118		
炭素鋼(1% C)	0.116		
銅	0.923	0.844	
アルミニウム	0.480~0.50		

表 2 共振周波数測定による動的弾性性質⁽¹⁶⁾

	球状黒鉛鋳鉄 HB=156~241 平均値	鋼材 (SAE 1018)	ねずみ鋳鉄 (FC 20 相当) 平均値
縦弾性係数×10 ³ kgf/mm ²	17.574	21.473	12.449
剛性率×10 ³ kgf/mm ²	6.849	8.365	4.962
ポアソン比	0.283	0.283	0.254
対数減衰率 (×10 ⁻⁴) $\delta = \ln \frac{A_n}{A_{n+1}}$	8.316	1.31	68.67

黒鉛鋳鉄、そして鋼材が最も小さい。路面に設置されたマンホールのふたや工作機械のベッド、あるいは鍛造用アンビルなどが鋳鉄で作られる理由もここにあるわけで、この方面の用途拡大も期待される。

鋳鉄はまた切削性の良いことでも知られている。これは組織中に存在する黒鉛が切りくずを分断することにより工具の摩耗を減らし、また黒鉛が介在して工具と被削材の接触を減らすためと考えられる。とくにフェライト地の可鍛鋳鉄、球状黒鉛鋳鉄は鉛入り快削鋼と同程度の被削性を示している。

鋳鉄はまた、弱い腐食環境ではすぐれた耐食性を示すことが知られている。1664年にフランスのベルサイユ宮殿に引かれた水道管が現在でも使われているというのは有名な話である⁽¹⁷⁾。水中に溶解したCO₂ガスが鉄の炭酸塩を生じ、これが片状黒鉛の間に保持されて極めて安定な保護被膜を生じているといわれる。一方、ASTMで行った15種類の鉄系材料について12年間の大気中腐食を実験した結果によると、鋼材にくらべて鋳鉄は腐食速度が1/3~1/7であり、これは鋼より含有量の高いSiが鉄のシリケートを作りこれが黒鉛の間に保持されて保護作用を持ち腐食の進行を抑えるためと考えられ、このような腐食状態を黒鉛化腐食、Graphitic Corrosionと呼んでいる。さらに鋳鉄の鋳肌は黒皮と呼ばれるが鉄のシリケートであり極めて安定な保護被膜となっている。従って上水道用の鋳鉄管は球状黒鉛鋳鉄がもっぱら用いられ、

またねずみ鋳鉄もその造形美とともに耐食性を生かしたエクステリヤとして今後大いに用途を開拓できるものと考えられる。

5. むすび

素形材としての鋳鉄の現況、歴史、将来について述べた。新素材がつつぎと生まれる時代であるが、鋳鉄も更に改良が加えられ広く使用されていくであろう。そのためにはこの材料の特性がよく理解されることが必要で、その意味でこの解説が少しでも役立つならば幸いである。

(日本機械学会誌 第87巻第788号 昭和59年7月号より転載)

文 献

- (1) 綜合鋳物センター、昭和57年版鋳物年鑑、(昭58)の資料にもとづいて作図。
- (2) 三省堂、世界史年表、(昭50)の資料を参照して作図。
- (3) 志村、金属、53-9 (昭58)、61。
- (4) 菊田、鋳物本質論、(昭10)、工業図書(株)。
- (5) 石川、機誌、22-57 (大8)、39。
- (6) Adey, C. Giesserei, 38 (1951), 469。
- (7) Morrogh, H., J. Iron Steel Inst., 158-3 (1948), 306。
- (8) Gagnebin, A.P., ほか2名, Iron Age, 163-7 (1949), 77。
- (9) 草川、日本特許、(昭28-2207)。
- (10) 田中・井川、鋳物、49-12 (昭52)、719。
- (11) 上田・和出、鋳物、50-5 (昭53)、305。
- (12) 辻川・ほか3名、鋳物、52-7 (昭55)、400。
- (13) 垣川、綜合鋳物、23-9 (昭57)、7。
- (14) 浜田、日本鋳物協会講習会テキスト、(昭55-11)、45。
- (15) 井川、綜合鋳物、24-5 (昭58)、25。
- (16) 井川、綜合鋳物、24-8 (昭58)、19。
- (17) 井川、綜合鋳物、24 6 (昭58)、18。

韓国 72 時間訪問記

(有) 日下レアメタル研究所

取締役技術室長 工博 千田 昭夫*

9月28日、韓国大邱直轄市の嶺南工業専門大学で韓国鑄造工学会の秋季鑄物技術講演会が開かれ、こゝで講演の依頼があり、その前日の27日成田から釜山へ飛んだ。東洋冶金工業の金専務理事が出迎えて下さって彼の案内で韓国鑄鉄管工業(株)へ朴社長はSEOULへ出掛けておられ、李常務、金工場長から韓国の鑄物工業についてお話をきく。

現在鑄鉄管は世界的に活気がなく、現実はいきびしい。同社は1万t/Mの生産ベースであるが在庫がふえるとかなりのスペースをとるので大変だ。現在、自動車の国産化が大分すすんで来ておりこれに対応した部品の製造が盛んである。ダクタイル鑄鉄CV鑄鉄などにかんする関心がたかまってきているとのこと。次いで新平洞の東洋冶金工業へ。こゝは日下レアメタル研究所の技術援助でFe-Si-Mn合金を生産している韓国唯一のメーカーであるが、外国品とのシェア競争はかなり激しいようだ。

28日朝釜山発、高速道路を北へ突っ走って大邱へ、1時間半後嶺南工業専門大学の会場へ。李会長は大阪府大に留学された方であり、嶺南大の李先生は早大の草川研にいられた方又崔さんは東北大から、現在は釜山の東亜大学校工科大学で教鞭をとられておりお元氣なお顔、なつかしい方々が沢山おられる。



講演会場の大邱嶺南工業専門大学にて李会長らと……

私の講演は午後1時からの予定が、過訳して下さるSEOUL大学校工科大学の羅教授のご都合で3時すぎからとなり、加えて、タイムスケジュールが1時間ほど遅れているので講演開始はかなり遅くなり、私の前に大洋鑄機(株)の渡辺氏が「高速造型機」について話をされることになって順序入替。結局4時すぎから私の講演が始まる。羅先生とは時間的余裕もないまま打合せもそこそこで「鑄鉄技術の最近の動向」について、話をする。加えて私のいつもの習慣でテキスト通りには話をしないのにも拘らず、羅先生の通訳はきわめて流暢でお上手だ。先生は京都大学に留学され、川野先生や張博博士と昵懇の間柄である。約1時間半、ダクタイル、CV、オーステンパーダクタイル鑄鉄に関連した話を中心に話題を提供した。暮かかってきたキャンパス内の会場で約150名位の人々が熱心に聴講され、終了後、質問が次々に出され6時すぎ専務局長が打ち切らなければ、いつまで続いたことなのやら……。

日本を出て45時間経った3日目の29日午前10時、大邱の魯院洞にある嶺南鑄物工業(株)を訪問、李会長にお会いして同社の概況をきく、キュボラ5t/hr、2基、低周波炉3t、2基が設置されており、PCCの小径管やフィッティング、ジャケット等を最大1500t/Mの生産能力で現在は1200t/M程度の生



技術指導会にて、於大邱嶺南鑄物工業(株)

産とか、遠心鑄造の生産能率を上げるのにはどうしたら良いかとの質問があった。これからダクタイル鑄鉄を製造したい由、会議室に数社の若いエンジニアが10名程集って、質問があるとのこと、(1)Mnの過剰添加でおこるトラブル、(2)生型と自硬型鑄鉄に鋳込んだダクタイル鑄鉄の黒鉛粒数、粒径の差異、(3)CV鑄鉄の製造法、ブローホール対策等々、1時近くまで、質問が次々として過訳に当たった金専務さん大奮闘……韓国の若い人は漢字がにがてとみえて余計大変であった。午後1時すぎ大邱から慶州経由で釜山へ、夕刻韓国鑄鉄管の朴社長とお会いして食事を共にしながら韓国の鑄物界のお話を伺った。オリンピックで仕事は増えたといっても、政府のスケジュールに従って行われるので大巾に需要が増えるわけではないこと。自動車関連はこれから内製化が進むので伸びることは確かである。韓国の鑄物鉄はMnが高く又銅屑も造船用、構造用鋼系なのでMn量が高く、鋳出しフェライト型のダクタイル鑄鉄をつくるために低Mn材を探しながら製造しているとのこと。釜山での魚料理は新鮮でおいしい。「あなご」の刺身、「たい」の塩焼や刺身を酢をきかせた唐辛子と練みそで食べるのも乙なものだ。日本とくらべてその量の多いのも、食意地の張った私には楽しいものとして忘れ難い。

あわただしい72時間の滞在で、感想みたいなきことは述べる資格もないけれども、鑄物関係に若いエンジニアが沢山集ってあり鑄物工業の発展に将来性ありと心強く思った。お世話になった金さんに再訪を約して釜山を離れた。

(KUSAKA Technical news Vol-3

No 4 より転載)

* 東北支部理事，同鑄鉄部会主査



釜山の公園

GIFA '84 見たまま

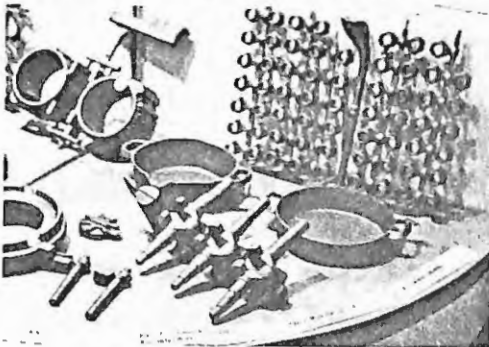
東北大学工学部 工博 大出 卓*

「素形材」(素形材センター)、「鋳造と熱処理」(新日本鋳造協会)の各8月号誌や「鋳物」(日本鋳物協会)の9月号誌、本ニュース(Vol.3 No.3)でGIFA '84 関連の報告が詳述されているので、今更の感が無きにしても非ずではあるが、率直な肩の凝らない雑感、私見をまとめてみた。(なお筆者は上述の「素形材」誌に「GIFA84 およびヨーロッパ鋳造工業見学記」を報告した。)

GIFAとは御存知の通り、Internationale Giessereifachmesseの略で、「国際鋳造技術専門見本市」と日本語訳されている。5年ごとに西独デュッセルドルフ市で開催され、今回が第6回目である。会場までの交通は、電車、バス、タクシー、マイカー、飛行機、船の手段があり、至便である。その名の如く、国内国外の鋳造関連企業や学協会、出版社が多数参加して、最新の鋳造技術や設備、ノウハウ等を公開展示して、世界各国からの見学者の相談に応じ、疑問に答える体勢をとっている。西欧、特に西独の各主要都市は、GIFAのような常設の国際見本市会場をもち、世界各国からの企業や見学者を惹きつけて受け入れているという。当会場でも同じ期間内に、「金属製造技術専門見本市」と「工業炉熱処理技術専門見本市」が開催されたし、この後も同じNOWEAという見本市開催機関が、貴金属、時計、靴など各種産業の国際的催しを予定している。見本市開催期間中は、市内の主要道路に会場への案内板が立ち、レストランやビアホールの入口にも歓迎と催しもの内容とビラが貼られる。西独政府等の後援があるとは言え、60万都市がこれだけ大きな規模の国際的催事を滞りなく定期的に遂行できることが驚異である。

GIFAの具体的な展示内容については、さらに多くの報告があると思うので省略する。GIFA終了後のPresse-InformationからNOWEA当局の正式見解を次に要約する。「この3大見本市は大成功で、29カ国から1000以上の出展者があり、86カ国から7万人以上が見学した。そのうち6%が外国から訪れた。GIFAの出展者の58%がビジネスの成果に満足した。展示内容の傾向は(i)冶金技術のノウハウを広範囲にとり入れた高度の設計と品質の要求、(ii)大規模な鋳造工業への機械化と品質の要求、(iii)コンピュータ導入による工程技術管理の徹底と合理化、の3つに分けられる」

GIFA主催の責任者とひざを交えて懇談する幸運な機会もあった。その中で特に印象に残ったことは、西独内の外国人の就労問題である。陸続きの国であるとは言え、西独では労働者の



GIFA会場内の日本の鋳物製品(DISIAコーナー)



GIFA会場内の美術鋳物

約10%がスペイン、ポルトガル、イタリア、ギリシャ、ユーゴ、トルコ等の外国人で占められている。このような「常識」は最近の中学地理の教科書にも書いてある。鋳造工業にも相当数の外国人が就労しているとのこと、日本の鋳造工業にみられる労働問題、例えば高齢化、粉塵下の就労、手作業などは、彼らの御陰(?)であまり表面化しないらしい。彼らに低賃金で就労させ得る状況と比べた場合、日本のようにやまかましいほどの省力化、ロボット化、環境浄化、若年層の求人等への取りくみ意識とに、相当なズレがありそうである。

若者に対して、鋳物への関心を惹起する教育や指導が精力的に行われていることも事実である。第3会場(ホール10)では、西独の技術教育に対する伝統的な姿勢を垣間見ることができた。油砂型を使って単純なアルミニウム合金鋳物を製作実演していたが、彼らには熱心な技術習得意欲が十分に感じられた。

日本の鋳物生産量は、自由主義経済圏ではアメリカに次いで第2位(1982年:651万トン)であり、世界の先進工業国としての地位を確保している。しかしながら世界的に有名な鋳造見本市GIFAへの日本企業の参加出展は、毎回極めて少ない。今回は新東工業㈱、東芝機械㈱、宇部興産㈱の3社であった。NOWEAも出展の要請の努力はしているとのことであり、地理的事情等が絡むことでやむを得ない点があるが、日本企業は欧米諸国の有力企業と積極的な技術交流をはかって、協同出展あるいは日本企業コーナーの開設などの努力の態度を見せて欲しい。日本企業の国際化の遅れを是正するため、このような大規模な国際的催事に積極的に参加し、諸外国の技術向上に寄与して、貿易の火種をとり除く意欲を望みたい。日本人見学者の数が多きことだけが決して自慢にはならない。

今回は「未来の鋳造(Giessen in Zukunft)」のテーマのもとに、世界26カ国から500余の展示出品があったが、わずかの見学日時でその成果について結論を出すことは難しい。事実見学者の立場によって、さまざまな見方があったことは、上述の関連報告記事や読者の身近にいる見学者の見学記を読み比べれば納得されるはずである。「群衆を評す」で結構である。展示内容や機械のデモを詳しく見ると、造型から溶解鋳造鋳仕上げの全工程にわたって、新しい着想、技術の開発や改良が盛り込まれていることに気づいて感動した。国際的な規模で、最新の技術が具体的に判りやすく展示され、実演されていたので、見学者は言葉の障害をのりこえて、新しい知識や情報の収集に大いに役立ったはずである。これらの情報は、今後5年間の鋳造工業の動向を示唆するものである。

最近良く言われるNow Net Shape、つまりいかに設計図に近い鋳物を健全に安価につくるかという命題に、粘り強い努力が続いていることが、GIFA84から十分に感じられて、見学者の全てが鋳造工業の将来に明るい希望を抱いたことと思う。(KUSAKA Technical news Vol-4

No.1より転載)

* 東北支部幹事, 同鋳鉄部会幹事

昭和 59 年東北 6 県 鋳物 ニュース

青森県

本県の鋳物業は、八戸の漁港を背景に、漁船の修理部品、船具、漁具などを造ることから始まり、セメント、砂鉄、非鉄の製造プラントの修理部品などの製造を行って来たが、プラントの性能向上、漁船の減少、砂鉄の製造中止などによって鋳物の修理部品は少くなり、現在の主な製品は、自動車部品、FCD異形管、水道部品になっている。

この推移にともない、企業の規模も変り、本県にとっては中堅と考えられる従業員数 10～20 人の工場は皆無となり、技術格差も大きくなっている。

規模の小さい工場は、苦しい中で生產品目を一種類に絞ることによって効率をあげたり、あるいは、単品専用工場にすることによって成果をあげたりしており、一方技術水準が高く、規模の大きな工場は、生産性向上のために、コールドボックスの導入、あるいは省力化のための後処理の合理化、さらには、製品の付加価値を高めるための粉体塗装の導入などの企業努力の結果、全県の生産量は以前より、むしろ増加している。

しかし、鋳物を取まく経済状況は、外国製品の進出、単価の横ばい、原材料、副資材の高価格など容易でなく、さらに品質に対する要求も一層厳しくなっている。

(青森機試 研究管理員 新山公義)

岩手県

本県の昭和 59 年の銑鉄鋳物生産は、比較的順調な伸びを見せた。

これは、農機具部品の受注増に代表されるように、4 年ぶりの豊作が大きく影響しており、第 2 次自動造型機ブームがおこるなど近年になく明るい話題が多かった。

しかし、その一方で県内では大手に属し、構造改善事業最終年度に創設された協業組合が倒産しており、決して楽観できない状況にあることに変わりはない。

本県からのニュースとして、産学官協同体制で取り組まれている「複合加工による銑鉄の新機能付加技術の開発フロンティア事業」の初年度における成果の概要をお知らせします。

1. 中核技術研究開発事業

(1) 鋳鉄のセラミックコーティング技術の開発

- 4種類のセラミック溶射皮膜の付着力、耐候性、熱衝撃性等を検討した結果、鋳鉄への応用が十分可能であることが判った。

(2) 金属組織の制御による機能分担鋳鉄の開発

- 耐候性については無黒鉛表面層に着目し、化学成分や鋳型材料等の条件をかえて、その形成条件の一部を解明した。新しい溶接棒の開発に成功し、溶接用鋳鉄についてもめどが立った。球状黒鉛鋳鉄の肉厚3mmの試験片の製造に成功した。

(3) 精密薄肉鋳型造型技術の開発

- 鋳型の等密度機構開発に必要な圧力分布測定方法、鋳物砂自動混練供給システムに用いる水分測定方法を開発した。

2. 応用技術研究開発事業

(1) 高精度薄肉強靱鋳鉄製造技術の開発

- CV黒鉛鋳鉄、球状黒鉛鋳鉄の肉厚3mmの試験片の製造に成功した。強度の品質管理のため、超音波利用や凝固冷却曲線の形状による判定基準ができた。

(2) インテリア、エクステリア鋳物の薄肉化と鋳肌の多様化技術の開発

- 細粒骨材を利用した有機自硬性鋳型の充填密度を高めることにより高精度、高強度鋳型を開発した。塩水中でも錆の発生しにくい溶射方法を開発した。

(3) 小型キュボラのマイクロコンピュータによる操業管理のシステム化

- キュボラ操業における操業因子と化学成分材質の経時変化を調査し、正常操業管理因子として出湯温度などが重要であることが判った。

(4) マイクロコンピュータ支援小型自動造型機の開発

- 小型自動造型機の基本構想をたてるとともに砂の性質のバラツキと不良率の関連が非常に大きいことが判った。

本事業はあと2年間継続されることになっており、具体的な結果は来年度以降になるテーマがほとんどですが、業界内に新しい技術を取り入れようとする姿勢が芽生えてくれば、成果はおのずと発生してくるものと考えています。

(岩手工試 専門研究員 米倉勇雄)

秋田県

1. 業 界

業種、企業間格差がみられた59年であったが、鋳物業界内においても、はっきり、こうした傾向がみられた年であった。

鋳鉄鋳物関係では、球状黒鉛鋳鉄の上・下水道関係は、価格、量共にますます好調に推移した

が、普通鑄鉄関係については、受注生産の多い当県では、得意先の動向に左右され、価格的にも、量的にも、どちらかといえば弱含の横這いで、積極的に営業活動を行った企業が安定操業を続けることが出来た。

鑄鋼については、58年同様の傾向が続き、特に輸出関連は減少傾向にあり、全体的には、量的まとまりは少く、低価格、短納期で、且つ品質保証の面で厳しさが増している。なお、当県の鑄鋼業界は、特殊材質を中心にした生産体制への移行の傾向がみられる。

特に、本年、当業界でのトピックスとしては、秋木製鋼が、これまでの大型機械加工部門に加えて、金型加工部門を新設したことで、その将来が期待されている。

また、こうした中での自助努力も旺盛で、

CO₂ 砂再成機 — 磯イトー鑄造

CEメーター等炉前分析装置 — 山崎鑄造所

などの投資のほか、設備の総合的拡充、強化計画の検討に入っている企業もある。

2. 工業技術センターニュース

1) 技術アドバイザー制度の活用

7企業(延22日)

アドバイザー

近藤経営管理研究所長

近藤 武司

2) 集中技術指導

県単独予算事業で、企業に一定期間連続的に張りついて問題解決をする事業

1企業(能代市)

3) 一般巡回技術指導

6企業(銑鉄鑄物関係)

外部講師

財)素形材センター

阿部 喜佐男

近藤経営管理研究所長

近藤 武司

(秋田工技 次長 佐藤 毅)

宮城県

1. 業界概況

本県業界は、昨年と同様に懸命に自主努力を重ねており、FCD70など高材質への取り組み・品質管理の充実、また新たに低周波炉を設置した工場など見受けられ、付加価値の高い特色のある鑄物を生産目標に積極的に技術の向上を図っている状況である。

2. 技術講演会の開催

宮城県鋳物工業懇話会は、財宮城県工業材料分析センターと共催で新しい鋳鉄と中国の鋳造技術と題し講演会を開催した。

- (1) 日 時 昭和59年12月5日
- (2) 場 所 宮城県工業技術センター
- (3) テーマおよび講師 新しい鋳鉄の特徴・問題点・将来性
東北大学 教授 井 川 克 也
鋳鉄材質の特性と管理方法
中国古代鋳造史、編鐘複製について
中国鄭州工学院 講師 王 上 均
- (4) 参加者 27名

3. 工技ニュース

鋳造に関する指導事業の実績としては、技術アドバイザー事業11社45日(木型含む)巡回指導事業10社、技術相談29件と増加しており、その内容もFC30・FCD70の溶解法や耐腐食性に関するものなど高度な鋳造技術についての指導が行なわれた。また、受託研修員制度の利用が急増しており、金属科で担当したものは14社25名延日数310日に達し、そのうち鋳造関係では、3社9名224日であり、企業側の試験研究に対する意欲が伺えた。

(宮城工技 金属科 荒砥孝二)

山形県

1. 業界状況

本県鋳物業の59年の銑鉄鋳物生産量は昨年に引続いて漸増傾向を示し、オイルショック前ピーク時の6,000t/月の生産量を上まわり、2～3の企業では自動造型機等の設備投資がなされ、活気が感じられた。

しかしながら、企業間格差が拡大している現在、中小鋳物企業は必ずしも好調とは云えず、また、単価面も依然きびしく、経営は苦しい状況のようである。

山形西部鋳物工業団地はオイルショック直前に設立操業を開始したが、今年で10周年を迎え、10月26日に記念式典が催された。

2. 技術講習会、技術研究会実施状況

- 1月22日 於 パークホテル
「鋳物工場の体質改善」
講師 ハラチュウ 小 玉 久 雄 氏

- 3月4日 於 教育会館
 「最近の鋳物事情」
 ㈸日下レアメタル研究所 千田昭夫氏
 「鋳造工場の品質管理」
 近藤経営管理研究所 近藤武司氏
- 5月27日 於 福祉センター
 「生型砂の熟成」
 金森新東 ㈸ 金森正弘氏
- 7月26日 於 西部鋳物工業団地組合
 「キュボラの冷凍除湿送風について」
 ㈸前川製作所 岩松徳夫氏
 「球状黒鉛鋳鉄の無押湯方案について」
 ㈸張技術事務所 張博氏
- 9月14日 於 山工技センター
 「アセア産業用ロボットによる鋳物の仕上げ作業」
 ガデリウス ㈸ 荒木浩氏
- 12月17日 工場見学 ㈸ハラチュウ
 (山形工技 金属部長 荒井清志)

福島県

1. 業界概況

本県の鋳物業界は、ごたぶんにもれず昭和55年以来殆ど変化らしいものは見られないが、従業者数は年平均3.5パーセント位の割で減少をみており、従って1従業者当たりの出荷額は年平均約2パーセントずつ伸びているのが目につきます。これは急成長をとげている電気機械器具関連の0パーセント(1従業者当たりの出荷額の伸び)と比較して、明らかに企業内の努力の賜ものと思われれます。

昭和59年は、各企業ともこれを裏づけるように高品質化・高精度化がはかられ、受注量もものによっては大巾に増加しているものの、やはり、多品種少量生産の傾向にあります。

2. 研究会活動

- 相談室(例年会員の新年会を兼ね開催)

昭和59年1月21日 福島県杉妻会館 25名参加

講演 「低コスト量産用ロストワックスの鋳造法」

㈸MCL取締役副社長二木邦夫氏が実施された。

○ 総会及第1回鑄物研究大会

昭和59年6月2日、福島工業試験場にて定期総会を開催、引き続き、第1回鑄物研究大会として、福島工試が昭和58年度国庫補助事業として購入の新設備（インストロン精密引張試験機・万能投影機・X線マイクロアナライザー）の紹介と見学会、「鑄込計画のその後」ほか3テーマの事例発表と、東北大学工学部本間基文教授による「機能性材料の展望」と題したご講演を拝聴した。

○ 研究会

昨年同様、メインテーマとして「鑄物への微量元素の添加について」を定め、コーディネイターに、工博千田昭夫氏を選んだ。

第1回 昭和59年9月11日

伊達製鋼を会場に36名参加

「鋼鑄物生産におけるスチレックスの添加について」

伊達製鋼 ㈱

「鋳鉄鑄物への合金添加について」

㈱福島製作所

「FCD製造における希土類元素の添加とその実際」

㈱日下レアメタル研究所

の3つの報告発表がなされた。

第2回 昭和59年11月27日

郡山市 郡山会館にて27名参加

「インモールド法によるCV鑄鉄品の製造について」

東北三菱自動車部品 ㈱

「黒鉛の製法と用途」

日電カーボン ㈱

の2つの報告と、講演として

「超音波技術の鋳鉄への応用について」

東北工業技術試験所 阿部利彦機械金属課長

が行なわれ、併せて、コーディネイターの話題提供に活発な討論が交わされた。

○ その他

成果普及講習会

昭和58年度技術開発研究費補助事業として、名古屋工業試験所のご指導を得て、福岡県、高知県、福島県の3県の共同研究を実施した。その研究成果の普及講習会が昭和59年10月6日、福島市において開催された。参加者47名

共同研究課題

「鑄造品の不純物元素の制ぎょに関する研究」

分担テーマ

「ステンレス鋼溶接継手の切欠き特性と疲労強度改善に関する研究」

福岡県北九州工業試験場

「CV黒鉛鋳鉄における微量合金元素添加の影響」

高知県工業試験場

「鋳造品の品位安定化に関する研究」

福島県福島工業試験場

(福島工試 場長 荒井 一)

第 20 回記念仙台大会諸行事報告

東北大学工学部

工博 大 出 卓*

昭和 59 年度の東北支部大会は、10 月 28・29 の両日仙台市を主会場に、次の日程で行なわれた。

○ 第 1 日 昭和 59 年 10 月 28 日(日) 於 仙台ニューシティホテル

- (1) 総 会
- (2) 大平賞授与式
- (3) 技術講習会
- (4) 記念講演会
- (5) 懇 親 会

○ 第 2 日 昭和 59 年 10 月 29 日(月)

工場見学会 : 多賀城製鋼㈱, ㈱吾娣製鋼所仙台製造所

今回で 20 回目を迎えた東北支部大会は、記念大会として仙台市で開催された。130 名近い支部内外の参加者を集めて、予定通り進行し、2 日間の過密日程を盛会のうちに終了した。各専門の講師の技術講演では、実験や経験にもとづいた貴重な内容に対して活発な討論が交されて、参加者の今後の鋳物業界の技術向上への熱意が感じられた。記念講演では仙台伊達藩ゆかりの「ナゾの人物」、支倉六右衛門常長の生涯について、詳しい資料にもとづいた考察が披露された。

(1) 支 部 総 会

まず井川支部長から、支部大会 20 年のあゆみの概略と、今後の発展を期待する内容の挨拶のあと、次の議案の説明と審議が行なわれ、いずれも原案通り議決された。

- 1) 昭和 58 年度事業報告 (井川支部長)
- 2) 昭和 58 年度決算報告 (藤田理事)
- 3) 昭和 58 年度会計監査報告 (中村監事に代り近藤理事代読)
- 4) 昭和 59 年度事業計画 (井川支部長)
- 5) 昭和 59 年度収支予算審議 (藤田理事)

(2) 大平賞授与式

井川支部長の「大平賞」に関する趣旨説明があり、次の各位に授与された。

昭和 59 年度 (第 2 回) 大 平 賞……………(社)秋田県機械金属工業会

専務理事 石 垣 良 之 君

* 東北支部幹事, 同鋳鉄部会幹事

大平賞……………東北大学工学部助手

工博 大出 卓君

昭和 59 年度 大平賞受賞者



石垣良之君



大出 卓君

(3) 技術講演会

宮崎真一大会実行委員長の歓迎挨拶のあと、次の技術講演が行なわれた。

- 1) 鑄鉄の組織と摩耗特性について — 白鑄鉄のサンドエロージョン特性を例に—
秋田大学教授 工博 宇佐美 正
- 2) フラン自硬性鑄型における砂と造型作業の問題点
瓢産業(株) 技術部長 村田 辰夫
- 3) 鑄物の欠陥補修溶接における要点
日本ウェルディング・ロッド(株) 常務取締役 工博 新 成夫

(4) 記念講演会

支倉 常 長

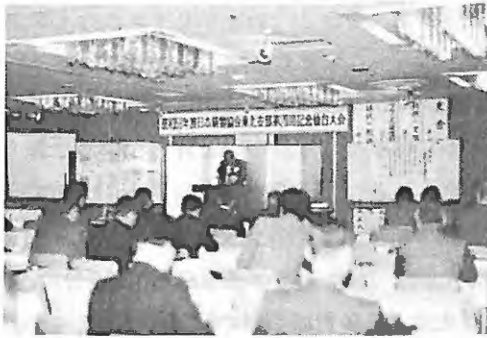
東北大学教授 高橋 富雄

(役員会)

支部評議員、理事及び大会役員による役員会が、昼食時を利用して同ホテルの別室で行われた。

(5) 懇親会

17時30分より同ホテルで約90名の参加者を集めて行なわれた。高橋謙三実行副委員長の司会で、宮崎真一委員長、井川支部長の挨拶、大平五郎前会長の祝辞、須田長一郎実行副委員長の乾杯音頭という順序で始まった。本山重幸(株)本山製作所社長の祝辞や各県代表挨拶と近況報告のあと、各県代表のカラオケ大会があった。そして次期開催県を代表して岩手県の及川源悦郎理事の挨拶があり、千田昭夫理事の音頭による万才三唱があって散会した。非常になごやかな中に、活気あふれる雰囲気の中で懇談が続いた。



井川支部長の挨拶(総会)



熱心に聴講する参加者(技術講演会)



宮崎大会委員長の歓迎の挨拶



大平前会長の祝辞(懇親会)



なごやかな懇親会



工場見学会

第 20 回記念仙台大会工場見学記

東北三菱自動車部品㈱

伊豆井 省 三

東北線をわたると、窓外に広がる街の表情が一段と地味になる。朝のラッシュの名残がまだ抜けきらない国道 45 号を、バスは東に走る。出発地のニューシティーホテルを出てから 30 分余、漸くまばらになった家並みの向うに、今日の初めの見学先である多賀城製鋼の建屋が見えてくる。

バスから降り立った足許に、心地よい砂地の感触が伝わる。曇り空の下を吹いてくる風にも、微かに潮の香りがする。

集会所にて高橋社長から鑄鋼専門工場としての生い立ちと、設備概要の説明を頂いてから、現場に向う。

2 年前に設置したというフランライン工場では、大物バルブの型込め中。鑄鋼は苦況が続いているとの説明であったが、その中において積極的に新設備を導入する姿勢には、敬服の他ない。

生砂による小物造型ラインと、サンドスリンガーを配した鑄造工場内では、古いけれどもよく手入れされた造型機が使いこなされている。傾斜コンベアの配置など隅々まで気を配った苦心の成果に、鑄鋼業 30 有余年の歴史の集積を見る。

仕上工場では、打水された通路をたどって、大小様々な製品に取組んでいる。キビキビした作業者に接する。多品種を効率よくこなす工夫と智慧がそこそこに見られる。

4 基の磁粉探傷機に加え、ライナック、X 線各 1 基、 γ 線 2 基に及ぶ内部透過検査装置の充実ぶりは、鑄鋼部品に要求される品質のきびしさを物語っている。

見学後、熱い缶コーヒーを頂きながらの質疑では、何とか現状を打破して受注を拡大しよう。その決め手は品質である、という意気込みが感じられた。鑄鉄では景気が漸く上向きかけているが、鑄鋼の分野にも早く及んで欲しいものである。

バスで一走りの所に、次の見学先吾嬭製鋼仙台製造所がある。砂防の植林と鉄柵で囲まれた広大な敷地の中では、さしもの工場も小さく見える。

眼下に太平洋が望まれる管理センターの一室で濱田副所長から、東京から仙台へ展開したいきさつと現況を説明して頂く。この一帯は仙台港工業用地であるとのこと。60 万 m^2 の敷地の 1/4 に当る空地には、土木機械が入ってまさに増設工事中であった。

センターから見学の出発点の製鋼工場まで、たっぷり 1 km。見学者全員は、バスでそこまで向う。途中、仙台港に面したスクラップヤードの山の大きさにあらためて関心する。

製鋼工場。110 T 電気炉のうなりを聞き、取鍋精錬炉のアーキに照らされながら、タラップを昇って連続鑄造設備の最上階に達する。4 つの注湯口のまわりには、2 名の作業者が、各々 2 つずつの注湯口の面倒を見ている。装置工業に関わる、殆んど最後に残された熟練作業であろうか、

ホッとすると同時に軽い失望を覚える。

連铸されたストランドは、この後、所定の長さに切断されてから、加熱、圧延へと至る。設備個々の整備や、成分、熱のコントロールなどに多大な技術が求められることであろう。係員の説明のはしはしから、自動車メーカーに納入しているという自負と自信がうかがわれる。

作業の都合で線材工場の見学はかなわなかったが、次の機会には是非見たいものである。その際、注湯口の作業はどう変化しているだろうか。

車上から工場の皆さんに謝意を表しつつ門を出る。車内に漂っていた軽い興奮も、コーヒーを飲み終える頃にはどうやら鎮まる。刈り入れが済んで、冬を迎えるばかりになった田畑の中を、バスは仙台へひた走る。

多賀城製鋼では、サバイバルにかける意気込みを知らされ、吾嬭製鋼では装置工業の巨大さに接し、それぞれ大いに勉強になった。見学会の企画の立案から実施に至るまでの支部大会実行委員会の関係者各位の御苦勞に対し、深く謝意を表わしたい。

★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

多賀城製鋼：普通铸鋼及び特殊铸鋼による建設機械及び化学機械部品等、
350T/月。従業員148名。

吾嬭製鋼仙台製造所：鋼片70,000T/月。線材40,000T/月。従業員500名。

見学者数：60名

東北支部大会 20 年のあゆみ

東北大学工学部

工博 大 出 卓*

今年で 20 回目を迎えた東北支部大会のこれまでの足跡をたどり、先輩の歩んだ真理の探究への姿勢を学び、併せて鑄造技術の進歩発展の過程を確かめてみた。

○第 1 回（昭和 37 年 8 月 8 日、仙台市東北大学金研）

吉岡順本部副会長の「キュボラ操業上の留意点」と浜住松二郎名誉会員の「鑄鉄鑄物製造の生産状況と合理化」の 2 つの講演があった。また「キュボラ操業」、「躍進する鑄物工業」の技術映画が上映された。

なお、浜住松二郎、五十嵐勇、大日方一司の各歴代支部長につづいて大平五郎支部長が就任し、支部規約が大幅に改正された。約 100 名参加。金研見学

○第 2 回（昭和 38 年 11 月 8・9 日、福島市福島総合職業訓練所）

大同製鋼㈱の郡勇氏が「CO₂プロセスについて」の題で、CO₂プロセスの発展の歴史、概要、CO₂鑄型の諸性質、実際作業上の利点と欠点について述べた。東北大学金研の丸山益輝先生が「国際鑄物会議に出席して」の題で、チェコスロバキア・プラハ市で開催された本年度国際会議で発表した「黒鉛球状化現象の溶湯の酸素量について」の研究内容を報告した。名古屋工業技術試験所の鹿取一男氏が「最近の新しい鑄造法について」の題で、精密鑄造法すなわちロストワックス法、ショウプロセス、シェルモールド法、CO₂法、ダイカスト法、金型鑄造法、低圧力鑄造法の歴史、工程、特徴、応用等の比較をした。新東工業㈱の渡辺進氏が「中小企業の鑄物工場設備近代化について」の題で、最近の設備近代化のための代表的な機械と、それらを合理的に組合せた生産性の高い鑄造プラントについて述べた。日本総合鑄物センターの南波栄吉氏が「統計より見た最近の鑄物需要の傾向」の題で、昭和 25 年からの世界各国の鑄物需要の傾向を用途別に説明した。最後に新潟鉄工所㈱の斎藤弥平氏が「鑄造方案を立てるときの諸注意事項」の題で、ディーゼル機関鑄物に関する基本方案の考え方を述べた。福島製鋼㈱と㈱福島製作所見学。約 150 名参加。

○第 3 回（昭和 39 年 8 月 21・22 日、釜石市富士製鉄㈱釜石製鉄所）

日本シェルモールド協会の小林一典氏が「精密鑄造法の現状」の題で、鑄物製造過程で発生する寸法誤差を細かく分類し、その原因と防止法について述べた。㈱三和鑄造所の牛山五介氏が「鑄物工場の近代化について」の題で、鑄物生産量の急増と工場の大規模化、專業化傾向を指摘し、鑄物技術の進歩、発展の必要性を説明した。この時既に鑄物の軽薄短小化を指摘している。鉄鋼短大の谷口光平氏が「製鉄用ロールの特徴と製造法」の題で、ロールの分類、製造法、材質等を解説し、話題の球状黒鉛鑄鋼ロール、遠心鑄造ロールについて言及した。釜石製鉄所見学。約 100

* 東北支部幹事、同鑄鉄部会委員

名参加。

○第4回（昭和41年11月11・12日，八戸市八戸市民会館）

㈱原田鑄造所の天口千代松氏が「マシン鑄物の鑄造方案」，伊達製鋼㈱の郡勇氏が「鑄物砂とその処理」，東北大学の大平五郎先生が「ダクタイル鑄鉄の現状」の各題で講演した。日曹製鋼㈱八戸工場と日本高周波鋼業㈱八戸工場を見学。約60名参加。

○第5回（昭和42年10月27・28日，山形市）

東北大学の大平五郎先生が「ダクタイル鑄鉄について」，㈱新潟鉄工所の塚越要一氏が「鑄鉄鑄物の鑄造方案」，東北大学の井川克也先生が「鑄鉄の組織と材質」の各題で講演した。続いて伊達製鋼㈱の村田辰夫氏が「鑄鋼の鑄造方案」，㈱石巻製作所の近藤武司氏が「ダクタイル鑄鉄の鑄造方案」，岩手鑄機工業㈱の佐藤幹寿氏が「機械鑄物の鑄造方案」，福島製鋼㈱の金子淳氏が「鑄物工場の原価管理」の各題で研究発表した。翌日「鑄鉄の材質と鑄造方案について」（大平五郎，斎藤弥平，佐藤幹寿，芹田陽，近藤武司の各講師）と「製鋼法と鋼鑄物砂について」（郡勇，二木邦夫の各講師）の各題でパネルディスカッションが行われた。名和鑄造所，後藤鑄造所，原田鑄造所，ハッピー金型製作所，山形精機工業，山形電鋼，山正鑄造所，長谷川鑄造所を見学。約100名参加。極めてもり沢山の催しに驚く。

○第6回（昭和43年12月2・3日，いわき市常磐ハワイアンセンター）

東北大学の大平五郎先生が「鑄造方案の基礎」，日立製作所㈱の南郷忠勇氏が「Nプロセスについて」，日本シェルモールド協会の小林一典氏が「最近の鑄造技術」，東北大学の本間正雄先生が「鑄鉄材質の進歩」の各題で講演した。続いて鑄鉄・鑄鋼に関するパネルディスカッション（藤島富士男，佐藤忠の各氏）があった。常磐商事，常磐製作所，大阪造船所平製鋼所の各工場を見学。約100名参加。

○第7回（昭和44年10月12・13日，水沢市駒形神社）

東北大学の大平五郎先生が「鑄物の欠陥について」，大阪造船所㈱の小柳甚吾氏が「最近の特殊鑄型」，新東工業㈱の関谷愛三氏が「鑄物工場の省力化」，富士製鉄㈱の千田昭夫氏が「球状黒鉛鑄鉄の製造」の各題で講演した。続いて鑄鉄・鑄鋼に関するパネルディスカッション（及川源悦郎，村田辰男の各氏）があった。及富鑄造所，及精鑄造所，及源鑄造所，岩手鑄機水沢工場，岩手製鉄の各工場を見学。約200名参加という盛会。

○第8回（昭和45年11月1・2日，秋田市秋田大学）

総合鑄物センターの鹿取一男氏が「外国の鑄物工業とわが国の鑄物工業」，高崎金属工業㈱の木越安一氏が「鑄鋼用製鋼法私見」，秋木製鋼㈱の成田繁行氏が「FS法とソ連見聞記」，伊達製鋼㈱の村田辰夫氏が「ヨーロッパ諸国の鑄造技術」の各題で講演した。続いて「鑄鉄鑄仕上げの省力化」（小宅通氏），「鑄鋼の溶解の諸問題」（金子淳氏）の各題でパネルディスカッションがあった。秋田金属工業，秋田酒類製造，東北機械製作所，イトー鑄造の各工場を見学。約150名参加。

○第9回（昭和46年10月25・26・27日，仙台市東北大学）

支部創立20周年記念式典と併せて開催。東北支部長大平五郎先生の式辞，本部協会会長鹿島

次郎氏、日本金属学会会長佐野幸吉氏、宮城県工業技術センター副所長佐藤正人氏、宮城県鋳物工業懇話会会長本山秀夫氏の祝辞があった。そして浜住松二郎、五十嵐勇、丸山益輝、井川克也の各先生に感謝状が贈呈された。

早稲田大学の鹿島次郎先生が「鋳物砂の新しい考え方」、東北大学の小林卓郎先生が「鋳鋼の溶接」の各題で記念講演した。これに先立って初日に4つの技術講演があった。室蘭工業大学の井川克也先生が「鋳鉄の凝固について」、㈱インターキャスティングエンジニアリングの長谷川哲司氏が「アジア諸国の鋳鉄、鋳鋼業事情」、近畿大学の石野亨先生が「鋳物工場ふんじん発生源とその対策」、広島大学の丸山益輝先生が「低周波炉溶解の問題点」の各題でそれぞれ専門の講演があった。さらに「鋳鉄溶解操業条件とその問題点」(大平五郎、近藤武司、千田昭夫、藤田昭夫、丸山益輝氏)と「鋳鋼品の割れについて」(関秀雄、井川克也、郡勇、鈴木是明氏)のパネルディスカッションが行なわれた。㈱本山製作所、エンペロール工業㈱、多賀城製鋼㈱の各工場を見学。約150名参加。20周年記念大会にふさわしい内容である。

なお、鋳鉄部会技術委員会が7月7日スタート。

○第10回(昭和47年11月10日・11日、山形市ホテルオーヌマ)

初めての試みの東北鋳造技術コンクールの表彰式があった。

東北大学の太田五郎先生が「低周波誘導炉による鋳鉄の溶解とその溶湯」、金属材料技術研究所の牧口利貞氏が「自硬性鋳型について」、金森新東㈱の金森正弘氏が「鋳造工場のプラントレイアウトの進め方」の各題で講演した。また「東北鋳造技術コンクールをかえりみて」(五百川信一、鹿取一男、大平五郎、千田昭夫、藤田昭夫、新村好弘、坂本道夫、目黒博の各氏)と「鋳鋼用鋳物砂について」(渡辺紀夫、牧口利貞、郡勇の各氏)というテーマのパネルディスカッションがあった。名和鋳造所、加藤鉄工所、原田鋳造所、北日本珪砂噴業、国峯酸化左沢鞍山の各工場を見学。134名参加。

○第11回(昭和48年11月4・5日、八戸市シルバーランド)

石川島播磨重工業㈱の大島敏和氏が「鋳鋼品の鋳造方案からみた亀裂について」、新東工業㈱の磯見弘氏が「高圧造型について」、鋳造技術普及協会の小林一典氏が「最近の鋳型造型法について」の各題で講演した。続いて「鋳鉄鋳物の欠陥防止対策について」(加藤政治郎、小林一典、大平五郎、渡辺紀夫の各氏)と「鋳鋼仕上げ工数の節減対策」(村田辰夫、大島敏和、柴田真二の各氏)の題で、パネルディスカッションが行われた。八戸製錬㈱、太平洋金属㈱、日本高周波鋼業㈱の各工場を見学。約100名の参加。

○第12回(昭和50年11月7・8日、福島市福島県農業共済会館)

埼玉鋳造工業㈱の原光雄氏が「全員参加による品質管理活動について」、㈱小松製作所の安達秀男氏が「作業標準の作成と遵守について」、新東工管㈱の関谷愛三氏が「鋳造設備の予防保全について」の各題で講演した。続いて前に行われた講演のテーマ「予防保全」(柴田真二、天口千代松、山家茂、関谷愛三、佐竹聡の各氏)と「作業標準と品管」(渡辺紀夫、山崎泰正、佐藤幹寿、原光雄、安達秀男の各氏)に関してパネルディスカッションがあった。福島製鋼㈱吾妻工場、福島工試を見学。約140名出席。

○第13回（昭和51年10月24・25日，秋田市秋田県労働福祉センター）

支部創立25周年記念式典があり，宮原順一郎，千代義教の各氏に感謝状，佐藤幹寿，藤田昭夫の各氏に表彰状が贈呈された。

室蘭工業大学の井川克也先生が「鑄鉄の破壊」，広島大学の丸山益輝先生が「低周波誘導炉に関する最近の新しい技術」，㈱三和鑄造所の牛山五介氏が「鑄造工場の管理」の各題で講演した。この後「鑄造工場の公害について」のパネルディスカッションがあった。㈱東北機械製作所新川工場，秋田ダクタイル鑄造㈱，秋田大学鉱業博物館を見学。約140名の参加。

○第14回（昭和52年10月23・24日，山形市北部公民館）

㈱長谷川鑄工所の長谷川哲司氏が「発展的鑄物企業に対する一考察」，岩手県工業試験場の枡内淳志氏が「工芸鑄物の今後の在り方」，㈱日野鑄造所の伊藤秀稲氏が「鑄物工場における原価低減」の各題で講演した。この後「鑄物企業の今後の在り方について」（天口千代松氏）の題でパネルディスカッションがあった。奥羽自動車部品工業㈱，共立興業㈱，中山炭礦㈱，㈱原田鑄造所，山正鑄造㈱，㈱鈴木鑄物，五進金属工業㈱，㈱長久鑄造所，北日本軽金属㈱の各工場を見学。165名の参加。

○第15回（昭和53年11月9・10日，釜石市新日鉄㈱釜石製鉄所）

次のような新しい形式の大会が行われた。初めに「東北六県の鑄物工業の現状と問題点」と題して各県工試の鑄造部門担当者，新山公義（青森機金），枡内淳志（岩手工試），石垣良之（秋田工試），坂本道夫（山形工試），荒井一（福島工試）及び菅野昭（宮城工技）の報告があった。続いて映画「鐵の歩み」の上映，「鑄物工業における作業改善」と題する釜石製鉄所及び岩手製鉄㈱の若手技能者の体験発表があった。最後に東北大学の大平五郎先生の「鑄鉄の耐熱性」と題する講演があった。釜石製鉄所と釜石鉄工所を見学。約80名の出席。

○第16回（昭和54年10月26・27日，八戸市ホテルよねくら）

金属材料技術研究所の菊地政郎氏が「鑄鉄の溶解技術」，新東工業㈱の小川登喜蔵氏が「新しい造型法について（静圧造型法）」，太洋鑄機㈱の浜田巖氏が「ショットプラストにおけるカーブベーンの効果」，東北大学の大平五郎先生が「最近の鑄物技術の動向」の各題で講演した。続いて「A社向け鑄物欠陥防止対策」（福島製鋼㈱渡辺利勝氏）と「低周波誘導炉の使用回数の延長」（日本高周波鋼業㈱小田島軍止氏）の作業改善報告があった。「自主管理活動」に関するパネルディスカッション（渡辺紀夫，瀬谷修，鬼沢秀和の各氏）があった。日本高周波鋼業㈱八戸工場と八戸製錬㈱八戸製錬所を見学。74名の出席。

○第17回（昭和56年11月7・8・9日，福島市ホテル聚楽）

支部創立30周年記念式典を併せて開催。理事表彰（13名），監事表彰（1名），幹事表彰（3名），技術賞（石垣良之，坂本道夫，佐藤幹寿，藤田昭夫，湊芳一の各氏），感謝状（大平五郎，羽賀充の各氏）の各受賞があった。井川克也東北支部長の式辞，福島県知事，本部長，日本金属学会会長の祝辞が続いた。

日本大学の平五郎先生が「鑄物材質の変遷」，大同特殊鋼㈱の深尾雄四郎，浜良作の両氏が「鑄鋼生産における省エネルギー対策」の各題で講演した。「看板方式を採用してみよう」（福島富

士男氏)と「鑄造工場の多品種小ロット生産について」(橋本実氏)の地元会員の事例発表があった。また初めての試みとして地元の盆栽整形師阿部倉吉氏の「吾妻山の自然と松盆栽の整形」と題する特別記念講演があった。東北三菱自動車部品㈱と福島製鋼㈱吾妻工場の見学。約190名の参加。

○第18回(昭和57年10月24・25日、能代市能代キャッスルホテル)

総合鑄物センターの阿部喜佐男氏が「鑄鉄鑄物生産技術の動向」、東北大学の井川克也先生が「球状黒鉛鑄鉄の発展」、㈱日本製鋼所の鈴木是明氏が「鑄鋼の管理技術」の各題で講演した。前回より実施されて好評の特別講演は秋田大学の椎川誠先生による「地球化学図とその利用」という題で行われた。秋木製鋼㈱、秋田県工業技術センターを見学。約130名の出席。なお初めて懇親ゴルフコンペを実施。

○第19回(昭和58年10月2・3日、山形市ホテルキャッスル)

大平賞が設けられ、秋田大学宇佐美正、㈱本山製作所藤田昭夫の両氏が授与された。また大平五郎先生に感謝状が授与された。

富士電波工業㈱の横島洋志氏が「中小鑄物工場向けの鑄鉄用高周波炉について」、㈱田口型範の馬場富次郎氏が「鑄物工場における木型製作の近代化について」、福島製鋼㈱渡辺紀夫氏と伊達製鋼㈱小磯静夫氏が「鑄鋼品外観検査規準と内部欠陥検査について」の各題で講演した。特別講演は地元の武田好吉氏による「山形県の風土と鑄物について」という題で行なわれた。㈱原田鑄造所、テーピ工業㈱、クニミネ工業㈱左沢工場を見学。155名出席。

○第20回(昭和59年10月28・29日、仙台市仙台ニューシティホテル)

20回目の支部大会を記念して、東北大学の高橋富雄先生が「支倉常長」と題する特別記念講演を行った。技術講演としては、秋田大学の宇佐美正先生が「鑄鉄の組織と摩耗特性について」、瓢産業㈱の村田辰夫氏が「フラン自硬性鑄型における砂と造型作業の問題点」、日本ウエルディング・ロード㈱の新成夫氏が「鑄鉄の欠陥補修溶接における要点」の各題で講演した。多賀城製鋼㈱と㈱吾嬭製鋼所仙台製造所を見学。128名の出席。本年度大平賞は秋田県機械金属工業会の石垣良之氏と東北大学の大出卓が受賞。

昭和37年を第1回として、昭和40年(仙台)、昭和49年(盛岡)、昭和55年(仙台)の全国大会開催年を除いて、本年で20回目の支部大会になる。この間の内容を概観してみると、開催県は均等に3回以上であり、開催地としては山形市の4回を最高に八戸、仙台、福島の各3回が続く。とりあげられた技術講演題目や講師の顔ぶれには、20余年の時流の影響が色濃く反映されているようだ。造型関係で見ると、CO₂プロセス、Nプロセス、高圧造型、静圧鑄造そしてフラン自硬性鑄型と、開発の順序や興味の対象の移行が読みとれるし、溶解関係でもキューボラ、低周波炉、高周波炉の順に題目がとりあげられている。鑄造方案や合理化・近代化、環境対策、原価低減、品管、QC、欠陥対策、エネルギー対策等についても誠に時宜を得たとり上げ方がされている。招かれた講師は大平五郎先生が8回を数え、井川克也先生が4回、故丸山益輝先生、村田辰夫氏、小林一典氏の各氏が3回である。見学した会社は合計40に近く、㈱ハラチュウの4回、高周波鑄造㈱と福島製鋼㈱の各3回が上位を占める。毎回趣向を凝らした内容が読みとれる。

初めは支部会員に対する啓蒙あるいは教育的配慮がなされて、支部外の講師の専門的知識の吸収、技術映画の上映などが多く見られ、つづいて鑄鉄と鑄鋼に分けてのパネルディスカッション、そして最近で開催県に密着した題材による特別講演などが特徴である。まな区切りごとの表彰や大平賞授与なども大会の重要な行事になっている。

手元にある会報（No.1～No.20）から支部大会の記事をとりあげてみた。支部大会開催に対する各地元会員の熱意や努力の一端でも感じとって頂ければ幸いである。又今後の開催に際しての資料として役立つことがあれば望外の喜びである。

— 鑄 鉄 部 会 —

— 第 29 回 技 術 委 員 会 議 事 録 —

日 時 昭和 59 年 6 月 11 日（月） 13：30～17：00 技術委員会
 12 日（火） 9：00～12：00 見学会（北光金属，秋田工技）

場 所 みずほ苑（地方職員共済秋田県宿泊所）

出席者 大平部会長（日本大学） 井川支部長（東北大学） 千田主査（日下レアメタル）
 大出幹事（東北大学） 藤田幹事（本山 S/S） 石 垣（秋田機金工）
 山 崎（山崎鑄造） 宇佐美外 2（秋田大学） 小宅外 6（北光金属）
 難倉外 1（イトー鑄造）（代）進 藤（高周波鑄造） 木 村（八戸工大）
 杉 本（日下レアメタル） 黒 須（ク ロ ス） 五十嵐外 1（ハラチュウ）
 （代）斉 藤（テービ工業）（代）笠 原（山形電鋼） 坂 本（山形工技）
 佐藤外 1（秋田工技） 長 谷 川（長谷川鑄造） 名 和（名和鑄造）
 湊 （北東衡機） 大 越（常磐 S/S） 竜 外 2（旭有機材）
 大 里（福島工試） 竹 本（東北三菱自衛） 野 村（日本大学）
 （代）三 神（福島製鋼）（代）冷野外 1（須田鉄工） 近 藤（近藤経研）
 佐 藤（金 研） 沢 口（宮城鑄造） 加 藤（岩手鑄機）
 宮 手（岩手大学） 堀 江（岩手大学）（代）勝負沢（岩手工試）
 及 川（及源鑄造）（代）谷 藤（新日鐵） 及 川（及精鑄造）
 （代）多 田（岩手製鉄） 小計 委員外 53 名（25 社， 11 公機， 計 36）

オブザーバー

石 井（石井鑄物） 藤 原（藤原鑄物） 高 橋（大館 S/S）
 柳 橋（金森商事） 鈴 木（太洋鑄機） 力 石（新東工業）
 宮 村（高沢産業） 瀬 谷（関東銑鉄） 奥 井（北陸通商）

佐々木(猿田興業) 木谷(キタニ) 田村(田村鉄工)
小計 オブザーバー 12名(12社)
合計 65名(37社, 11公機, 計48)

議 事

1. 新入会員, 交替委員などの紹介

1-1. 新入会員 : 山崎鑄造(山崎委員), 長谷川鑄造(長谷川委員)

1-2. 交替委員 : 川原委員(岩手工試), 籾倉委員(イトー鑄造)

2. 前回議事録の承認(資料No.29-1)

3. 昭和58年度収支決算の承認(資料No.29-2)

4. 球状黒鉛鑄鉄の機械的性質に及ぼす熱処理の影響(資料No.29-3)

○野村委員, 大平部会長(日本大学)

実体から採取したFCD50と70をオーステンパー処理して, 引張り強さ, 伸び, 硬さ, 溝なし衝撃値を求めた。この際膨張測定により恒温変態曲線を求めた。機械的性質が良好と思われる熱処理条件(900℃×60分オーステナイト化後, 350℃×120分鉛浴中恒温変態)で, Yブロックから採取した丸棒を処理して同様な試験を行なった。実体試片に比べて変態温度の影響は少なかった。FCD50の疲労限は約50%上昇した。

5. 東北地域における鑄造技術の新プロセス開発の現状(資料No.29-4)

藤田幹事(本山S/S)

景気低迷, 代替品との競争などの厳しい情勢下の鑄物業界において, 先端技術のVプロセスとCV鑄鉄をとり上げて, 東北地域における導入と実用化の現状を調査した。Vプロセスの実施企業は3社で, 将来5社が企画中である。CV鑄鉄製造はわずかに1社であり, 将来13社が企画している。(昭和59年3月仙台で行なわれた東北産業技術研究会新材料専門部会発表の要約)

6. 分析用白銦試料の調整に関する2,3の実験(資料No.29-5)

宇佐美委員 ○大谷辰夫(秋田大学)

溶湯中のC, Siの迅速炉前分析試験に使用する分析用白銦試料の調整方法について, 鑄込み温度と冷却速度の影響を検討した。測定面が均一な完全白銦組織であれば, 分析値のバラッキは少なかった。分析試料作製用鑄型の形状もしらべた。1400℃の鑄込み温度の場合に最も厚いチルが得られた。

7. コールドボックス法の現状と問題点について(資料No.29-6)

竜委員, ○山崎元義(旭有機材)

省資源, 省エネルギーの立場から, 急速に普及しつつあるコールドボックス法の問題点とその対策を報告した。吸湿劣化に対して耐湿バインダーを使用する, 冬季の未硬化部発生に対して砂温を上げたり速硬性バインダーを使用したりする, 熱間強度低下やガス発生に対して時間や温度の影響を少なくする, 塗型を行なうなどが判った。

8. 鉄系鑄物の実体強度(資料No.29-7-1, 2)

○大出幹事, 井川支部長 (東北大学)

標準試験片の強度と実体のそれとは一致しないことが普通である。日本強靱鑄鉄協会が調べた実体強度試験によれば、FCD40～80において引張り強さと耐力はJIS規格値、標準試験片値をほぼ満足するが、伸びは必ずしも満足しない。東北地方の5企業のSC、FCD、FC等の実体強度を、方案にもとづいて検討した。個々の鑄物について具体的に検討する必要があることが判った。

9. 各種材質におけるイオン窒化処理特性について (資料No.29-8)

佐藤委員, ○進藤亮悦, 高橋良治 (秋田工技)

金属材料の表面硬化法の1つであるイオン窒化法によりFCD45, FC25, S45C, S55C, S35C, SCM415, SCM435の材質について、表面硬さ、硬化層面積、外径変化、表面粗さ、拡散層深さをしらべた。処理温度、処理時間、ガス組成、ガス圧力の影響が判った。

10. 昭和59年度東北支部第20回記念仙台大会について (資料No.29-9)

藤田幹事 (本山S/S)

日時: 昭和59年10月28日 (日) 総会, 大平賞授与式, 技術講演会, 記念講演会, 懇親会

場所: 仙台市ニューシティホテル

10月29日 (月) 工場見学会

11. 次回予定

第30回記念鑄鉄部会 59年11月中旬 於 山形市

鑄 鉄 部 会

第30回技術委員会議事録

日 時 昭和59年12月2日 (日) 13:00～17:00 技術委員会
3日 (月) 8:45～12:00 見学会 (山形工技, 長谷川
鑄造, 名和鑄造)

場 所 山形県勤労者福祉センター

出席者 井川支部長 (東北大学) 千田主査 (日下レアメタル) 藤田幹事 (本山S/S)
大出幹事 (東北大学) 近 藤 (近藤経管) 内條外9 (ハラチュウ)
佐 藤 (金 研) 坂 本 (山形工技) (代) 小 川 (福島工試)
福 原 (三明機工) 渡辺外1 (福島製鋼) 沢 口 (宮城鑄造)
竜 (旭有機材) 前田外1 (名和鑄造) 杉 本 (日下レアメタル)
宮 手 (岩手大学) 鬼沢外1 (高周波鑄造) 長 谷 川 (長谷川鑄造)

川原 (岩手工試)	木村 (八戸工大)	木村外 3 (テービ工業)
湊 (北東衡機)	黒須 (クロス)	麻生 (秋田大学)
堀江 (岩手大学)	近 (トキコ鑄造)	及川外 1 (及源鑄造)
代小宅外 1 (北光金属)	後田外 1 (日立工機)	加藤外 1 (岩手鑄機)
野村 (日本大学)	(代)鈴木 (新日鉄)	武田外 1 (山形電鋼)
榎森 (北日本産業)	荒井外 6 (山形工技)	川原外 1 (岩手製鉄)
及川 (及精鑄造)	(代)伊豆井 (東北三菱自衛)	青嶋 (宮城工技)

小計 委員外 64 名 (25 社, 10 公機, 計 35)

オブザーバー

本田 (本田アルミ)	横倉 (横倉工場)	橋本 (橋本鑄工)
逸実 (榎森商店)	大泉外 1 (鑄物組合)	

小計 6 名 (5 社)

合計 70 名 (30 社, 10 公機, 計 40)

議 事

1. 新入委員紹介

麻生委員 (秋田大学)

2. 前回議事録の承認 (資料No.30-1)

3. 球状黒鉛鑄鉄の機械的性質に及ぼす銅、錫の影響 (資料No.30-2)

荒井委員, ○山田亨 (山形工技)

鑄物製機械部品の薄肉軽量化が進む中で、FCD60～80 という高強度の球状黒鉛鑄鉄の需要が増えている。この種の材質を得るためにその基地をパーライトあるいはブルスアイ組織にする方法として、パーライト化に有効な Cu と Sn を合金添加してその機械的性質を検討した。3.8% C, 2.5, 2.9% Si, 0.3% Mn に対して、0～2% Cu, 0～0.5% Sn の範囲で実験した。引張り強さの向上には Sn は期待できなかったが、Cu は単独でも Sn との併用でも有効であった。

4. パソコンによる鑄鉄の成分調整について (資料No.30-3)

木村委員, 樋口良雄, ○大泉邦彦 (テービ工業)

全型連続遠心鑄造によるディーゼルエンジン用シリンダーライナー・スリーブの製造に際して、重要な品質特性値として製品硬さとマイクロ組織がある。この特性値を管理するため、T-C%, Si% の迅速分析法を確立した。T-C% 迅速分析装置を導入して、パソコンを利用して、炉前で成分調整後に出湯することで、安定した品質特性が得られた。

5. 鑄鉄の黒鉛球状化に及ぼす Mg の作用 (資料No.30-4)

佐藤 敬 (東北大学金研)

Mg の約 1100℃ の沸点より低い温度で溶解する Fe-C-P 三元共晶合金を用いて、Mg の添加温度と凝固組織の関連性を調べた。その結果 Mg の添加は液体中で球状黒鉛を生成させる手段としては有効であった。しかしこの作用は Mg が溶湯中で気化して気泡を形成す

ることによるものではないと結論した。従来の気泡説にはなお多くの問題があることを指摘した。

6. 発泡石こう鑄型におけるAl合金鑄物のひけ現象（資料No.30-5）

荒井委員，○大泉真哉，榎 寛，小野田一善（山形工技）

アルミニウム合金（6.5%，8.5%，12.5% Si）を発泡石こう鑄型に鑄込んだ時の凝固状態を観察した。鑄型としての発泡率はみかけ比重0.4付近が適当であった。その比重が大きいほど凝固時間は長くなった。鑄物のひけ発生は注湯温度，Si量，微細化剤の影響をうけた。Na，Srの添加は長時間にわたる凝固による偏析のため，表面状態が悪化した。

7. 鑄鉄部会30回の歩み（資料No.30-6）

大出幹事（東北大学）

本部会が30回目という記念すべき節目を迎えたことを機会に，発足以来の経過を確認した。志を同じくする支部会員の熱意と協力で，「東北鑄鉄鑄物工業の振興発展に寄与」している足跡が感じられた。

8. 鑄鉄部会規則の改正について（資料No.30-7）

本部会の30回目を機に鑄鉄部会を発展飛躍させるべく，非鉄鑄物に関する分野にも研究テーマを拡大する方針を確認した。昭和59.12.2付で，(社)日本鑄物協会東北支部鑄造技術部会の規則改正を万場一致で決議した。主な改正点は次の通りである。

(1) 鑄鉄部会 → 鑄造技術部会

(2) 鑄鉄鑄物 → 鉄および非鉄鑄物，東北鑄鉄鑄物工業 → 東北地域における鑄物工業

(3) 年間5,000円の会費 → 年間7,000円の会費

9. 昭和60年度鑄造技術部会事業計画について（資料No.30-8）

1. 技術委員会，見学会

第31回：S 60.5月 於 青森県

第32回：S 60.11月 於 福島県

2. 研究テーマ

特に限定しない，地元委員の発表を優先する，非鉄鑄物も対象とする。

— 鑄 鉄 部 会 —

— 第 29 回技術委員会工場見学記 —

福島県福島工業試験場

金属材料科 大 里 盛 吉*

梅雨入りしたにしては珍しいほどの晴天となり、絶好の見学日和となった。北光金属のはからいで宿舎にバスの送迎があり、一行はバスで北光金属に向かった。この北光金属という名称は社長小宅氏の発案で出身校（秋田大学）の校友会から命名されたという。工場は臨海工場と向浜工場の2カ所にあり、従業員は150名である。

臨海工場は国道7号線沿いにあり、以前と較べて更に設備が充実して手狭まに感じられた。まぐずレタン系の有機自硬性鑄型ラインからみると直径2m位の製品を無枠で造型し、抜型後直ちにジルコン系の塗型を行って、すぐに注湯を行い、冷却を待つのも惜むように型バラシへ、フォークリフトで運んでいる。そうしないと足場がなくなる位に密度の濃い仕事を行っているからである。スタックモールドも行ってた。鑄型を積み重ねたもので、横に並べて注湯するHプロセスとは趣きを異にするようだ。

次に生型ラインを見る。PCラインや高圧造型ラインが稼動している。こちらも型のプールゾーンが少ないので、3t低周波炉2基で溶解し球状化处理を施した溶湯が運ばれてきて注湯が行われる。注湯取鍋の口が長いので、注湯作業を注意してみると溶湯が静かに入ると、型が移動してもスイングするだけで容易に注湯ができる利点があるらしい。現場的なアイデアと感心させられた。国道が近くを通り爆発の恐れを避けるために溶解も原材料プレヒーターを準備して材料加熱を行っている。近い将来向浜工場へ移転する予定と案内者が語っていた。

向浜工場は向浜金属団地内にあり、松林に囲まれた環境の良い工場で75名が鑄仕上、組立や塗装などを行っていた。生産品目は水道部品と一般機械部品で、水道部品がそのうちの8割になっている。最近新製品としてN継手を日本鋼管とタイアップして世に出したという。この水道部品の検査は特に厳しく、1ヶ1ヶ耐圧試験を行っていた。従って、臨海工場のピリピリとしたイメージはどこにいったのかなと疑った位である。全工場が集結した時もう一度拝見したいと思いながら次の見学地に向った。

秋田県工業技術センターは、向浜工場の近くに新しくできたばかりで、産業界の技術の発展に合わせた工業の振興が必要となり、技術力の向上も必要となってきたために設立されたもので、バスを降りたとたん場違いの所に来たのではないかとびっくりした。なるほど技術に重点を置いたように最新鋭機がズラリと並んでいる。所が設備が有機的に稼動しているのではなく、スポット的に動いている。設備と人との問題、更には企業とのからみがあるためというよりも、センターが発足して年月がたっていないため、一般に知られていないためと解釈した方がよいようだ。

* 東北支部幹事，同鑄鉄部会委員

立派の一語につきる。

— 鑄 鉄 部 会 —
— 第 30 回 記 念 技 術 委 員 会 工 場 見 学 記 —

八戸工業大学 工学部

機械工学科 木 村 克 彦*

去る12月2日(日)の技術委員会(於山形県勤労者福祉センター)は盛会に終了した。12月3日(月)、一行20名を乗せたマイクロバスは、「ホテルグリーントーホク」前を定刻に出発、山形県工業技術センター、長谷川鑄造(株)、(株)名和鑄造所見学へと向った。見学時間、8:45~12:00の予定であった。車中、山形の町を眺めつつ、心の移りゆくよしなしごとを考えてみた。東北七県と北海道とは、ほぼ同面積で、あわせて日本国土のおよそ44%にも達する。全体から見ると、いわゆる後進型に属しており、豊かな自然と空間とに恵まれている。開発に対しては白紙に近い状態にある。創設意志と計画とによっては、過去100年を活かした近代日本、ひいては2000年の超近代的日本を、ここで新たに築きあげるだけの可能性を有している土地である。長期的な適性地場産業の創設、農業と工業と水産業との調和、自然を活かされたところの開発等が考えられよう。特筆すべきは人間不在の開発であってはならない。あくまでも人間優先、精神文化尊重の上に成り立つ開発であることを願うものである。人間の生活のあるところ、かならず技術が伴い知性がはたらいっている。技街は人間の知力の発達の結果であるが源泉でもある。それ故にわれわれ人間生活の土着文化の原点に戻り、技術の歴史を探求することは、E.H.カーの言う「現在と過去との対話」を意味し、地方に埋もれている人間の知恵を見出すことにもなり大変意義深い。

50年前の原敬、70年前の半谷清寿、90年前の新渡部稲造らの高揚精神、いかなる学閥、門閥にこだわらない精神の自由を掲げた一力健次郎、更に、世界における日本の役割まさにグローバルな視野に立っての「温故知新」的开发が望まれる時代ではなかろうか。こう考えている内に、バスは、山形県工業技術センターに到着。約20,000坪の広い敷地を有するセンターが聳えて目の前にあった。ホールに案内された。荒木所長より挨拶があり、次いで、坂本副所長のセンター要覧にもとづく概要説明があった。特に、開発研究、地域フロンティア技術開発に力を入れていると言う。金属鑄造部関係は言うに及ばず、ベニバナの有効利用、バイオテクノロジー、ぶどう、さくらんぼを中心としたワイン、繊維、木材関係の幅広い開発、設備、人材の充実、農業と工業との文化の調和、まさに、土着文化が育まれつつあるように思われた。終りに、同行の及源社長は丁寧な謝辞を述べた。

* 東北支部鑄鉄部会委員

バスは、次の予定地、山形鋳物工業団地にある長谷川鋳造㈱、㈱名和鋳造所に向かった。長谷川社長のにこやかな出迎えを受け、挨拶、工場概要の説明がなされた。昭和49年8月に、鋳物工業団地に移転し、ガスター使用予熱炉、自動造型ラインの新設によりFCDの量産企画を特徴としている。

㈱名和鋳造所は、東北以北唯一のJISラジエーターメーカー。自動造型ラインをとり入れ、鋳物の鋳造から機械加工、組立、塗装の一貫作業を特色としている。最後に、同事務所の二階ホールにて熱心な質疑応答があり、充実したひとときを得ることができた。名和氏、前田氏、長谷川社長に此の上なくお世話になった。

難無くスケジュールを終え、北東衡機工業㈱の湊委員の謝辞をしめくくりとして、工場を辞した。第30回記念鋳鉄部会でお世話下さった山形の皆様、技術委員会、見学会、有意義な時間をもつことができ、厚くお礼と感謝を申し上げます。明日への糧を吸収しつつ、東北六県それぞれの地へ分散し、更に、一層の精進に励まれるものと信ずる。

いにしえの 化外の地とは 思わざり

山形鋳物 育ちゆく今

風土史に 重ねつつある 山形の

鋳物の心 世界にとどけ

究めるに みちのく鋳物の道遠く

今おごそかに 問いの火を見ゆ

鑄鉄部会 30 回のあゆみ

東北大学工学部

工博 大 出 卓*

東北支部大会が 20 回を迎えたことと奇しくも歩調を合せるように、本部会が 30 回目という記念すべき回数を重ねたことは驚きである。東北支部会報 No. 7 に本部会発足のいきさつや部会規則が掲載されているので、改めて概観してみた。昭和 42 年（第 5 回）より支部大会で行われていたパネルディスカッションの鑄鉄部会の延長として、支部創立 20 周年を記念して継続的な技術研究会を、開催することになった。このため昭和 46 年 2 月にその準備委員会が設けられて、部会規則案が審議され、承認されて、同年 7 月 7 日に第 1 回技術委員会及び見学会が釜石市の新日鉄 ㈱釜石製鉄所で、35 名の参加のもとに開催された。その目的は「鑄鉄鑄物に関する学術及び技術の向上を図るために、年 2 回ないし 3 回の技術委員会、見学会などを開催し、以って東北鑄鉄鑄物工業の振興発展に寄与する」ことである。今年第 30 回の記念事業として、非鉄合金鑄物の分野にも研究テーマを拡大する方針であるので、部会の名称や目的等の規則が多少変わるであろう。

会報に記載されている詳細な部会議事録から、研究題目と発表者名、見学会社名、参加者数を拾い集めた。必ず会員諸氏の参考になると自負する次第である。

○第 1 回（昭和 46 年 7 月 7・8 日、新日鉄釜石製鉄所、35 名参加）

- 1-1. 溶解炉による鑄鉄溶湯の性状変化（大平五郎）
- 1-2. 溶解に関するアンケートの集計報告（藤田昭夫）
- 1-3. 鑄鉄溶解の基本的考え方（千田昭夫）
- 1-4. 鑄鉄工芸用合成砂について（堀江皓、多田尚）

新日鉄釜石、釜石鉄工見学。

○第 2 回（昭和 46 年 11 月 19・20 日、日本高周波鋼業八戸工場、31 名参加）

- 2-1. 流動自硬性鑄型について（加藤政治郎）
- 2-2. 鑄鉄における凝固速度と凝固組織について（宇佐美正）
- 2-3. 青森県の鑄物砂について（新山公義）
- 2-4. 砂処理設備と砂処理法に関するアンケートの集計報告（佐藤幹寿）

日本高周波鋼業、東洋重工業、田畑鑄造見学。

○第 3 回（昭和 47 年 2 月 17・18 日、日立工機原町工場、40 名参加）

- 3-1. 低周波誘導炉溶解について（後田）
- 3-2. 福島県内産珪砂の合成砂試験について（新村好弘、大里盛吉）
- 3-3. 造型設備と造型法に関するアンケートの集計報告（佐藤幹寿）

日立工機原町工場、山一サンド、江井鑄造見学。

* 東北支部幹事、同鑄鉄部会幹事

- 第4回（昭和47年6月9・10日，鶴岡農協ホール，29名参加）
- 4-1. 山形県産の鋳物砂について（坂本道夫）
 - 4-2. キュボラ操業における低硫黄溶湯を得る方法（渡辺）
 - 4-3. 第1回宮城県鋳造技術コンクール報告（菅野昭）
北栄鉄工，酒田鋳造見学。
- 第5回（昭和47年9月15・16日，秋田県工業試験場，36名参加）
- 5-1. ライム鑄型について（石垣良之）
 - 5-2. ダクタイル鑄鉄に対するMnの影響（道山允）
 - 5-3. 酸素吹精処理した銑鉄の性質について（川原業三，堀江皓，多田尚）
 - 5-4. 文献紹介「圧縮強さ対充填性試験による機械化砂の管理方法」（藤田昭夫）
秋田工試，秋田ダクタイル，イトー鋳造見学。
- 第6回（昭和48年2月16・17日，石巻製作所，40名参加）
- 6-1. ダクタイル鑄鉄の品質管理について（近藤武司）
 - 6-2. 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（沢口正）
 - 6-3. 統計的手法による合成生型砂の諸性質の解析（日野博之，菅野昭）
 - 6-4. 鑄鉄研究におけるマイクロアナライザーの利用法（渡辺融）
 - 6-5. 東北鋳造技術コンクール作品の問題点（藤田昭夫）
石巻製作所，宮城鋳造見学。
- 第7回（昭和48年6月22・23日，水沢鋳物会館，37名参加）
- 7-1. 不良対策について（佐藤幹寿）
 - 7-2. 機械用鑄鉄について（千田昭夫）
 - 7-3. 珪錒用鑄鉄について（堀江皓，多田尚，米倉勇雄）
 - 7-4. 第2回宮城県鋳造技術コンクールについて（日野博之）
岩手工試水沢分室，岩手鑄機，及精鑄造，及源鋳造見学。
- 第8回（昭和49年2月17・18日，常磐炭鉱健保組合鹿島保養所，39名参加）
- 8-1. 欠陥の補修について（金成誠三）
 - 8-2. 薄肉高級鑄鉄の鑄造方案について（坂本道夫）
 - 8-3. 鑄鉄組織への元素の分配（大平五郎，渡辺融）
 - 8-4. 各社の鑄鉄欠陥例（新山公義，今野）
常磐製作所，常磐商事見学。
- 第9回（昭和49年6月30，7月1日，山形県勤労者福祉センター，36名参加）
- 9-1. 鋳物団地における公害対策について（坂本道夫）
 - 9-2. 中小企業向け自動造型ラインの試作について（中川邦夫，鈴木正義）
 - 9-3. 白鑄鉄の耐摩耗性（目黒勝，千田昭夫）
 - 9-4. ソ連を中心とした金型鑄造について（羽賀充）
 - 9-5. 第3回宮城県鋳造技術コンクール報告（菅野昭）

9-6. 集塵装置と省力化 (苗倉唯利, 原順一)

山形西部工業団地, 原田鑄造所見学。

○第10回 (昭和50年2月21・22日, 東北大学工学部, 35名参加)

10-1. 鑄鉄の実態強度 (須田昇)

10-2. 鑄鉄の高温特性について (大出卓, 大平五郎)

10-3. 白鑄鉄の凝固組織と摩耗現象について (宇佐美正)

10-4. 生型砂におよぼす各種古砂および炭素質添加剤について (荒砥孝二, 日野博之)

10-5. 国際鑄物会議参加ならびに欧州研修旅行レポート (近藤武司)

東北大学金属系, 多賀城製鋼見学。

○第11回 (昭和50年6月23・24日, 岩手県工業試験場, 33名参加)

11-1. 我が社の不良対策 (湊芳一)

11-2. ダクタイル鑄鉄の黒鉛球状化阻害元素 (堀江皓)

11-3. デサマチック造型機を使用して (及川源悦郎)

11-4. 高圧自動造型機の設置計画から竣工まで (道山允)

岩手工試, 南部鑄造, 岩鑄鑄造見学。

○第12回 (昭和51年2月9・10日, 福島飯坂みちのく荘)

12-1. 鑄造設備の実態調査 (鈴木正義)

12-2. クリーン中子製作に関する一実験 (新村好弘, 大里盛吉)

12-3. 我が社の公害対策 (高橋和義)

12-4. 球状黒鉛鑄鉄の熱処理 (千田昭夫)

北東衡機, 福島製作所見学。

○第13回 (昭和51年6月25・26日, 山形県工業試験場, 40名参加)

13-1. 鑄物工場の集塵装置について (坂本道夫)

13-2. AVS-4Hラインでの喰い違い原因について (渡辺紀夫, 杉本保男)

13-3. 金型の被覆鑄造法とその性質について (坂本道夫, 荒井清志)

山形工試, 名和鑄造, 山正鑄造, 鈴木鑄物見学。

○第14回 (昭和52年2月21日, 東北大学工学部, 27名参加)

14-1. ダクタイル鑄鉄の圧添法 (渡辺紀夫, 三神誠)

14-2. 同上 (道山允)

14-3. ハンター造型機によるダクタイル鑄鉄の生産状況報告 (森俊一郎)

14-4. 無機自硬性鑄型砂の生砂型に与える影響 (青嶋勇, 菅野昭)

14-5. 球状黒鉛鑄鉄の衝撃時性に及ぼすマンガン量と冷却速度の影響 (大平五郎, 大出卓)

見学なし。

○第15回 (昭和52年6月16・17日, 水沢鑄物工業協同組合, 64名参加。北海道支部鑄鉄研究会と合同)

15-1. 東北支部鑄鉄部会の活動報告 (千田昭夫)

- 15 - 2. 北海道の鑄物工業と鑄鉄研究会の歩み (名雪)
 - 15 - 3. 水沢鑄物の沿革と概況 (及川源悦郎)
 - 15 - 4. オーステナイト、マルテンサイトを主たる基地組織とした耐摩耗性球状黒鉛鑄鉄について (渡辺、広川、井川克也)
 - 15 - 5. 球状黒鉛鑄鉄の炭素量と衝撃特性について (千田昭夫、目黒勝、高橋宥夫)
 - 15 - 6. 減圧造型法 (Vプロセス) による鑄鉄工芸品鑄物 試作例 (堀江時、栃内淳志、米倉勇雄、勝負沢善行)
- 岩手鑄機、及源鑄造見学。

○第 16 回 (昭和 53 年 2 月 15・16 日, 秋田全通会館, 42 名参加)

- 16 - 1. 走査型電子顕微鏡による鑄鉄の凝固組織の観察 (宇佐美正, 芹田陽)
 - 16 - 2. 分割送風キュボラの操業例について (福原唯利, 原順一)
 - 16 - 3. 鑄物工場の集中技術指導について (石垣良之, 渡辺睦雄, 進藤亮悦, 佐々木隆)
- イトー鑄造, 北光金属見学。

○第 17 回 (昭和 53 年 8 月 25 日, 函館市民体育館会議室, 52 名参加。北海道支部鑄鉄研究会と合同)

- 17 - 1. 東北支部鑄鉄部会の活動報告 (千田昭夫)
 - 17 - 2. 鑄造欠陥について (佐藤幹寿)
 - 17 - 3. 最近の球状黒鉛鑄鉄製造法 (千田昭夫)
- 相原鑄物, 村瀬鉄工所見学。

○第 18 回 (昭和 54 年 2 月 23・24 日, 青森県機械金属試験所, 38 名参加)

- 18 - 1. 排気管用鑄鉄の耐熱試験 (五十嵐金七, 長谷川徹雄, 大出卓)
 - 18 - 2. 普通鑄鉄ならびにクロム鑄鉄の耐熱性について (新山公義, 荒井潔)
 - 18 - 3. ペップセット法の造型事例 (森俊一郎, 松崎勇作)
- 青森機試, 祐川鑄造, 日本高周波鋼業見学。

○第 19 回 (昭和 54 年 6 月 8・9 日, あだたら高原富士急ホテル, 52 名参加)

- 19 - 1. 低純度硅砂の鑄物砂への利用による表面欠陥対策とコストダウン (竹本義明)
 - 19 - 2. 抗折力試験による鑄物砂の性質 (大里盛吉)
 - 19 - 3. コンパクト・グラファイト鑄鉄について (千田昭夫)
- 東北三菱自動車部品見学。

○第 20 回 (昭和 55 年 2 月 23 日, 東北大学工学部, 36 名参加)

- 20 - 1. 第 46 回国際鑄物会議, 国際鑄物技術委員会の現況とマドリードの印象 (大平五郎)
 - 20 - 2. 同上の会議技術分科会委員会に出席して (千田昭夫)
 - 20 - 3. 分割キュボラの操業結果について (五十嵐金七)
 - 20 - 4. 鑄鉄の加工について (青嶋勇)
 - 20 - 5. 排気管用鑄鉄材料の高温特性 (小玉久雄, 五十嵐金七, 大平五郎, 大出卓)
- 工場見学なし。

- 第21回（昭和55年6月30日，7月1日，山形県工業技術センター庄内試験場，31名参加）
- 21-1. ダクタイル鑄鉄の金型鑄造（荒井清志，菅井和人）
 - 21-2. 溶解材料の予熱効果について（道山允，小宅通）
 - 21-3. 高性能鑄鉄の製造（井川克也）
- 鶴岡ブレーキ，北栄鉄工見学。
- 第22回（昭和55年11月1日，仙台共済会館，37名参加，北海道支部研究会との合同。）
- 第98回全国講演大会仙台大会に併せて，相互の活動報告と懇親）
- 第23回（昭和56年5月29・30日，岩手県工業試験場，39名参加）
- 23-1. Vプロセスによるダクタイル鑄鉄鑄物の製造について（鬼沢秀和，加藤政治郎）
 - 23-2. CV鑄鉄の黒鉛組織および機械的性質に及ぼすパーライト安定化元素の影響（堀江皓，宮手敏男）
 - 23-3. 含セリウム銧によるCV鑄鉄の研究（川原業三，河原洋生，加藤勝彦）
- 岩手工試，岩鑄鑄造見学。
- 第24回（昭和56年12月11・12日，秋田県宿泊所みずほ苑，34名参加）
- 24-1. 文献紹介「ねずみ鑄鉄および球状黒鉛鑄鉄におけるピンホールの生成について」（宇佐美正）
 - 24-2. 鑄鉄の種類別による球状黒鉛鑄鉄の被削性について（渡辺睦雄，進藤亮悦，佐藤毅）
 - 24-3. 鑄造方案雑感（道山允，佐々木光夫）
 - 24-4. 鑄鉄溶解における最近の鋼板屑について（千田昭夫）
- イトー鑄造，秋田製錬，北光金属見学。
- 第25回（昭和57年6月30日，7月1日，青森県機械金属試験所，41名参加）
- 25-1. セリウム銧によるCV黒鉛鑄鉄の黒鉛組織に及ぼす溶解速度の影響（堀江皓，宮手敏男，小綿利憲，川原業三，河原洋生）
 - 25-2. SS材，SD材配合による球状黒鉛鑄鉄の諸性質（新山公義，荒井潔）
 - 25-3. 有機粘結剤の発生ガスによる球状黒鉛鑄鉄の欠陥発生について（木村克彦）
 - 25-4. 文献紹介「オーステンパーしたダクタイル鑄鉄について」（藤田昭夫）
 - 25-5. '82AFS大会に参加して（杉本安一）
- 高周波鑄造，桔梗野協業組合見学。
- 第26回（昭和57年12月1・2日，原町野馬追城，44名参加）
- 26-1. 含チタン処理剤によるCV鑄鉄の製造（大出卓，井川克也）
 - 26-2. 中小企業の鑄物工場における品質管理の動向（近藤武司）
 - 26-3. 鑄鉄鑄物における「砂入り」などの介在物欠陥の観察（伊豆井省三，竹本義明）
 - 26-4. ダクタイル鑄鉄の異物かみ対策の一例（神谷広治，渡辺紀夫）
 - 26-5. 台湾の鑄物技術について（千田昭夫）
- 日立工機見学。

○第27回（昭和58年6月14・15日，宮城県工業技術センター，39名参加）

- 27-1. 排気管の熱ひずみ（五十嵐金七，長谷川徹雄，井川克也，大出卓，服部英悦，菅井和人）
- 27-2. 球状黒鉛鑄鉄の転造加工および熱処理と黒鉛組織との関係（宇佐美正，小宅通）
- 27-3. 鑄物砂管理の事例（熊谷実，荒砥孝二，青嶋勇，荒井恒弘）
- 27-4. いまCV鑄鉄に期待すること（大出卓，井川克也）

東北大学金属材料研究所，宮城工技見学。

○第28回（昭和58年11月21・22日，水沢サンパレスホテル，54名参加）

- 28-1. 鑄鉄の熱処理と機械的性質について（川原業三，青木希仁）
- 28-2. アルミナサンドによる生型配合の簡素化と鑄造欠陥対策（大内康弘，米倉勇雄，勝負沢善行）
- 28-3. 最近の中国における鑄造技術について（宇佐美正）
- 28-4. 薄肉球状黒鉛鑄鉄のチル生成に及ぼす黒鉛粒数の影響について（堀江皓，宮手敏男，斎藤実，小綿利憲）
- 28-5. 小型キュボラの長時間連続操業について（及川，水沢鑄造技術研究会，岩手工試水沢分室）
- 28-6. 水沢鑄物の現状と将来について（及川源悦郎）

岩手鑄機，及源鑄造，及精鑄造，水田鑄造，長寿堂見学。

○第29回（昭和59年6月11・12日，秋田県宿泊所みずほ苑，54名参加）

- 29-1. 球状黒鉛鑄鉄の機械的性質に及ぼす熱処理の影響（野村武義，大平五郎）
- 29-2. 東北地域における鑄造技術の新プロセス開発の現状（藤田昭夫）
- 29-3. 分析用白鉄試料の調整に関する2,3の実験（宇佐美正，大谷辰夫）
- 29-4. アシュランドコールドボックス法の現状と問題点について（山崎元義，竜昭六）
- 29-5. 鉄系鑄物の実体強度（大出卓，井川克也）
- 29-6. 各種材質におけるイオン窒化処理特性について（佐藤毅，進藤亮悦，高橋良治）

北光金属，秋田工技見学。

○第30回（昭和59年12月2・3日，山形勤労者福祉センター，70名参加）

- 30-1. 球状黒鉛鑄鉄の機械的性質に及ぼす銅，錫の影響（荒井清志，山田亨）
- 30-2. パソコンによる鑄鉄の成分調整について（木村秀皓，樋口良継，大泉邦彦）
- 30-3. 鑄鉄の黒鉛球状化に及ぼすMgの作用（佐藤敬）
- 30-4. 発泡石膏鑄型によるアルミニウム合金鑄物のひけ現象について（荒井清志，大泉真哉）
- 30-5. 「鑄物部会30回の歩み」報告（大出卓）

山形工技，長谷川鑄造，名和鑄造見学。

昭和42年の発足以来30回を数えた鑄鉄部会の開催地，研究題目，発表者，見学先，参加人数を羅列した。これらの興味ある内容に対して，以下に所感を述べる。

1) 開催地

岩手，宮城が6回，山形，福島が5回開催。仙台市で5回，秋田市で4回，八戸，水沢，

山形の各市で3回、その他函館市を含めて合計15市で行なわれている。

2) 研究題目

発表内容を大まかに分類してみる。合計117件である。片状、球状、CVの各黒鉛鑄鉄や特殊鑄鉄材料の諸性質を扱ったものが38件と断然多く(32%)、基礎から応用まで幅広く報告されている。続いて、キューボラ、低周波炉溶解や、溶湯の性質、溶湯処理等の内容が14件、生砂、合成砂、自硬性砂等の諸性質に関して13件、国際会議出席や外国出張の報告、部会活動や鑄物技術コンクールの報告が13件である。全型を含む特殊鑄型等を扱った内容が9件である。数は少ないが各社独自の実際操業上に問題となる報告があり、貴重な内容である。例えば、不良対策報告7件、造型設備の特徴と見なおし、改良等の報告7件、公害対策4件、鑄造方案2件、品質管理2件などが指摘される。今後鑄鉄鑄物だけでなく、非鉄鑄物の分野も取扱う方針であるので、上述の内容は更に細分化されるであろう。

3) 発表者(敬称略)

合計89名である。その内訳は連名の場合も含めると次の通りである。

千 田 昭 夫 (11回)	大 出 卓 (9回)	堀 江 皓 (8回)
大 平 五 郎 (7回)	宇佐美 正 (7回)	井 川 克 也 (6回)
道 山 允 (5回)	藤 田 昭 夫 (5回)	坂 本 道 夫 (5回)
新 山 公 義 (4回)	佐 藤 幹 寿 (4回)	川 原 業 三 (4回)
五十嵐 金 七 (4回)	荒 井 清 志 (4回)	菅 野 昭 (4回)

以下謝省略。今後は新進気鋭の若手の発表を期待する。

4) 見 学 先

合計45の会社、公共機関を見学した。見学数の多い所は、北光金属4回、高周波鑄造㈱、イトー鑄造㈱、岩手鑄機㈱、及源鑄造㈱、岩手工試各3回、以下日立工機、北栄鉄工、秋田工試、及精鑄造、岩鑄鑄造である。以下謝省略。

5) 参加人数

総計延べ人数は1,230名で、毎回平均41名が参加した。部会の目的である「鑄鉄鑄物に関する学術及び技術の向上を図るため」、志を同じくする東北支部会員の熱意と協力で、「東北鑄鉄鑄物工業の振興発展に寄与」と自負できよう。

本部会の更なる発展と飛躍を期待する。

昭和 59 年度理事会議事録

日 時 昭和 59 年 6 月 12 日(火) 12 : 00 ~ 14 : 00

場 所 秋田みずほ苑(秋田市)

出席者 井川支部長, 大平前会長, 及川, 宮手, 石垣, 宇佐美, 小宅, 柴田, 千田, 藤田, 坂本, 荒井, 各理事 計 12 名

議 事

1. 前回議事録承認の件(資料No.59-1)
2. 昭和 58 年度事業報告の件(資料No.59-2)
山形市で開催された支部大会を含む 7 件の事業報告があり承認された。
3. 昭和 58 年度収支決算報告の件(資料No.59-3)
別紙のとおり報告があり承認された。
4. 昭和 59・60 年度役員改選の件(資料No.59-4, 5)
選挙ならびに推薦による評議員 53 名, 理事 21 名が決定された。また幹事 14 名を委嘱することにした。なお井川支部長, 中村監事の再任が決定された。
5. 昭和 59 年度事業計画の件(資料No.59-6)
 - 5.1 第 29 回鑄鉄部会が 6 月 11 日(月), 12 日(火)に, 秋田市において開催された。
 - 5.2 第 20 回記念支部大会が 10 月 28 日(月), 29 日(火)に仙台市において開催される予定。
 - 5.3 第 30 回記念鑄鉄部会が 12 月に, 山形市において開催される予定。
 - 5.4 金属関係学協会東北支部連合シンポジウムが 12 月に, 東北大学工学部において開催される予定。
 - 5.5 支部会報 No. 21 号を昭和 60 年 3 月末に刊行する予定。
6. 昭和 59 年度収支予算審議の件(資料No.59-7)
別紙のとおり提案され承認された。
7. 昭和 59 年度第 20 回記念支部大会開催要領の件(資料No.59-8)
別紙のとおり種々の計画について説明がなされた。
8. 昭和 60 年度支部大会開催地の件(資料No.59-9)
従来までの開催地リストを検討し, 岩手県に決定した。
9. 昭和 58 年新入会員状況報告の件(資料No.59-10)
正会員(学生会員も含む)は入会 23 名, 退会 16 名, 維持会員は入会 2 社, 退会 1 社。現在では正会員 209 名, 維持会員 34 社, 合計 243 会員となっている。

昭和 59 ・ 60 年度役員名簿

(五十音順)

理事 (21 名)
評議員 (53 名)

青森県 (理事 2 名, 評議員 5 名)

○印理事

○字 垣 武 雄
鬼 沢 秀 和
田 畑 三 郎
田 畑 一
○福 田 千 之

高周波鑄造㈱
高周波鑄造㈱
田畑鑄造工業㈱
東洋重工業㈱
青森県機械金属試験所

岩手県 (理事 5 名, 評議員 8 名)

岩清水 弥 吉
及 川 喜 八
○及 川 源悦郎
○川 原 業 三
川 原 正 弘
○栃 内 淳 志
○宮 手 敏 男
○目 黒 勝

㈱岩鑄造所
㈱及精鑄造所
及源鑄造㈱
岩手製鉄㈱
岩手県工業試験場
宮古高等職業訓練校
岩手大学工学部
新日本製鐵㈱釜石製鐵所

秋田県 (理事 4 名, 評議員 8 名)

○石 垣 良 之
○宇佐美 正
○小 宅 通
佐 藤 毅
○柴 田 真 二
中 田 武 治
成 田 繁 行
道 山 允

㈱秋田県機械金属工業会
秋田大学鉱山学部
北光金属工業㈱
秋田県工業技術センター
㈱東北機械製作所
秋木製鋼㈱
秋木製鋼㈱
北光金属工業㈱

宮城県 (理事 6 名, 評議員 11 名)

(支部長) ○井 川 克 也
近 藤 武 司
○須 田 長一郎
○高 橋 謙 三
鶉 橋 寛
○千 田 昭 夫

東北大学工学部
近藤経営管理研究所
㈱須田鉄工所
多賀城製鋼㈱
宮城県工業技術センター
㈱日下レアメタル研究所

中 村 三 郎
○藤 田 昭 夫
松 本 昇
○宮 崎 真 一
目 黒 博

技術士
㈱本山製作所
東北大学金属材料研究所
㈱本山製作所
東北学院大学工学部

山形県（理事2名、評議員10名）

○天 口 千代松
荒 井 清 志
○坂 本 道 夫
島 田 禾 郎
武 田 良 朔
名 和 亨
長谷川 政 一
原 田 仁一郎
三 上 三 雄
宮 方 義 三

㈱ハラチュウ
山形県工業技術センター
山形県工業技術センター
鶴岡ブレーキ㈱
山形電鋼㈱
㈱名和鑄造所
㈱カネシチ鑄造所
㈱ハラチュウ
テービ工業㈱
奥羽自動車部品工業㈱

福島県（理事2名、評議員11名）

○荒 井 一
市 田 正 一
大 津 敏 郎
○金 子 淳
川 崎 俊 彦
角 谷 順 一
湊 芳 一
松 下 一 夫
村 田 辰 夫
山 崎 泰 正
渡 辺 紀 夫

福島県福島工業試験場
喜多方軽合金㈱
㈱日立工機原町工場
福島製鋼㈱
トキコ鑄造㈱
東北三菱自動車部品㈱
北東衡機工業㈱
菱鋼鑄造㈱
瓢産業㈱
㈱常磐製作所
福島製鋼㈱

監 事（1名）

中 村 三 郎

技 術 士

幹 事（14名）

青森県

進 藤 保 宏
新 山 公 義

高周波鑄造㈱
青森県機械金属試験所

岩手県

堀 江 皓
米 倉 勇 雄
岩手大学工学部
岩手県工業試験場

秋田県

田 上 道 弘
渡 辺 睦 雄
秋田大学鉱山学部
秋田県工業技術センター

宮城県

青 嶋 勇
大 出 卓
佐 藤 敬
佐 藤 有
宮城県工業技術センター
東北大学工学部
東北大学金属材料研究所
東北大学工学部

山形県

菅 井 和 人
長谷川 徹 雄
山形県工業技術センター
㈱ハラチュウ

福島県

大 里 盛 吉
坂 本 美喜男
福島県福島工業試験場
福島製鋼㈱

— あ と が き —

東北支部の会員の皆様，その後益々ご健勝のことと拝察します。

東北支部会報第 21 号をお届けします。

白鑄鉄のサンドエロージョン特性，発泡石膏鑄型における AI 合金鑄物のひけの問題，そして鑄鉄の現況から将来への展望などに関しまして，大変参考になる原稿をお寄せいただきました諸先生に厚くお礼を申し上げます。

またいろいろとご執筆下さいました皆様方には，お忙しいところ誠に有難うございました。

時節柄多事多難の砌にも拘わらず，協賛広告により会報刊行のご援助を賜りました関係会社の絶大なるご協力に対しまして，心から深く感謝を申し上げる次第です。

末筆ながら，会員の皆様にはなにとぞご自愛の上，尚一層ご発展のほどをお祈り申し上げます。

(編集子)