

委 託 調 査 報 告

欧米における塑性加工研究の現状 (II)*

作 井 誠 太**

Tour of Inspections of Researches on Plastic Working of Metals in Europe and America. (II)

Seita SAKUI

(5) 組合研究

以上のごとく欧米では営利会社といえども、基礎研究・根本研究の王道に依つて他会社との競走に打勝たうとしている。もう小手先の時代は去つたのだ。では単独にこの研究の王道を歩むには余りにも資本力の小さい中小企業は永久に大会社の後塵を拝さねばならぬのか。彼らは研究組合を結成して互に資力を持ち寄つて、中央研究所的なものを作りそこで徹底的に根本研究、基礎研究を行なっている。

英国にはこの種の研究組合が 46 あつて、大企業もまたこの種の組合を結成している。英国鉄鋼研究組合 (BISRA) は有名である。筆者は BISRA の他に英国鉄鋼研究組合 (BCIRA)、英国鋼鑄物研究組合 (BSCRA)、英国非鉄金属研究組合 (BNFMRA)、仏国鉄鋼研究組合 (IRSID)、仏国鑄物研究センターなどを訪れて、その徹底した研究振りに驚き、欧米の中小企業恐るべしを感じを禁じ得なかつた。英国の盛大なる貿易品の背骨をなすものは、実にこの種研究組合の研究であろう。

これらの研究所ではもちろん実用的な試験や技術指導などが行なわれているが、その反面大会社の中央研究所に劣らない立派な研究が行なわれていて、その結果が組合員の中小企業に流されているのである。

〔例 1〕 BISRA における研究

BISRA における根本的な研究の一例はすでに述べたが、ここでは BISRA の性格について略述する。

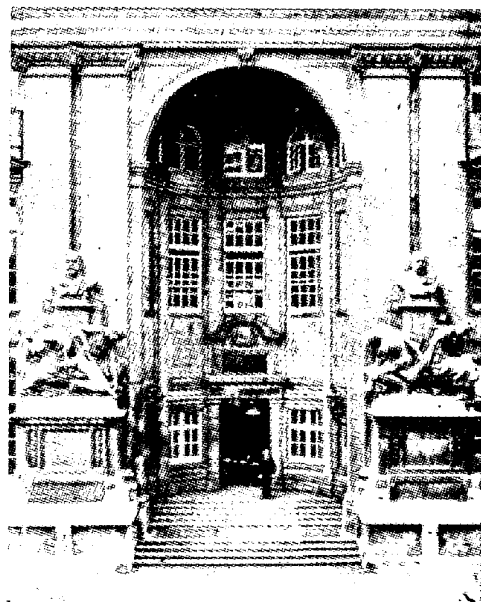
BISRA は英国科学技術省から補助を受けているこの種 46 組合の一つで、鉄鋼会社に共通な技術的問題の研究を方針としている。英国政府所属の各研究所および各大学へ研究委託を行なうと同時に、他の業種の研究組合と共同研究を行ない得る態勢をととのえている。すなわち熔接、鑄鉄、造船、鋼鑄物、非鉄金属、電力関係、石炭利用、ガラス工業、窯業、コークスなどの研究組合と

提携して共同研究を行なっている。筆者はロンドンの Royal School of Mines で BISRA が分室を設けて製鉄部門の研究を行なっているのを見学した。BISRA に属する正会員の会社数は 306、準会員のそれは 136 合計 442 社である。

BISRA には次の各部門が設けられている。製鉄、製鋼、機械加工、工場計画およびエネルギー、冶金一般、化学、物理、O.R.、開発および情報、耐食相談、事務であり、各部門ごとに管理委員会があり、配下の各種の技術委員会を指導している。

管理委員会の一例を挙げると、製鋼部門のそのの仕事の範囲は原材料を製鋼して鋼塊に鑄造するまでのすべてであつて、議長 1 名、委員 11 名、準委員は 4 名、書記 1 名の構成である。余談であるが BISRA の製鋼部長

PEARSON 博士は伊太利で 2 週間に亘つて筆者と見学班



第21図 ロンドン市 Royal school of mines.

* 八幡製鉄渡辺記念資金による海外鉄鋼事情委託調査報告の第 2 報である。

** 東京工業大学教授 工博

で同行したが第一回世界冶金会議で三島徳七先生と一週間同じホテルに泊まりいつも食事を共にしたことを光栄に思っているとなつかしんでいた。この管理委員会の下にはつぎのごとき技術委員会が属している(1959年末)

a) 製鋼現場技術委員会 (目的, 鋼屑, 冷銑または溶銑を用いて製鋼し溶鋼を取鍋に入れるまでの近代的な製鋼法をあらゆる観点から研究, 低合金鋼の製造, 炉の設計も含まれる。) 委員長は U.S. 社の J.H. CHESTER 氏, 委員11, 準委員5, 書記1。この委員会内に特別委員会があり平炉における酸素利用法の研究を行なっている。

b) 電気製鋼委員会 (目的, 電気製鋼に特有なる諸事項の調査) 委員長1, 委員11, 準委員6。

イ) 電気技術研究班* ロ) 南ウエルス鋼小委員会 (目的…平圧延製品の製造に関する諸問題の討論と調査)

c) 製鋼計測委員会 (目的, 製鋼における諸計測と自動化の開発と促進) U. S. 社の W. C. HESSELWOOD 氏が委員長, 委員11, 準委員3, 書記1。

イ) 転炉計測班 ロ) 蓄熱室班

班の委員の人数は判らないが多分委員会の委員が共通に班の仕事を担当するのであろう。

d) 造塊委員会 (目的, 健全な鋼塊に影響する諸因子の調査 (鑄型への鑄造も含む))

委員長は Appleby-Frodingham 工場の研究所の冶金部長, L. REEVE 博士である。委員11, 準委員6, 書記1

e) 鑄型委員会 (目的, 鋼塊用鑄型の設計, 化学組成, 製造法および鑄型の寿命に関する研究, 鋼質に影響をおよぼす所の鑄型使用法の研究が対象となる。) 委員長

1, 委員11, 準委員4, 書記1

f) 鑄造技術委員会 この委員会中平圧延用鋼塊小委員会が活動している。

(目的, 平圧延用鋼塊の組成と品質に影響する因子の研究) 委員長1, 委員11,



第22図 HESSELWOOD 博士と家族
準委員1名。イ) リムド鋼班 委員長1

g) 鍛造用鋼塊委員会 (目的, 鍛造製品に用いる鋼塊の組織と品質に影響する諸因子の調査) 委員長1, 委員7, 準委員2。

h) 製鋼の物理化学委員会 (目的, 製鋼の物理化学的研究とその実地への応用を討論し促進する。)

委員長1, 委員11, 準委員1, 書記1

イ) 鋼中のガスに関する班

委員長1, 委員は多分上記委員会と共通。

i) 英国窯業研究組合と BISRA の共同研究会 (以下の各小委員会に共通の書記1) (目的, 耐火物の製造と性質に関する研究および製鋼時の耐火物の挙動に関する研究) 委員長1, 委員20

イ) 全塩基性炉小委員会 (目的, 全塩基性炉の研究と開発の促進) 委員長 J. H. CHESTER 博士, 委員17。

ロ) 塩基性煉瓦小委員会 (目的, 製鋼に用いられる塩基性耐火物の研究) 委員長1, 委員20。

ハ) アルミノシリケート耐火物小委員会 (目的, 製鋼に用いられるアルミノシリケート耐火材料の研究) 委員長1, 委員23名。

ニ) 珪酸耐火物小委員会 (目的, 鋼の製造に用いられる珪酸耐火物の調査) 委員長1, 委員19。

以上のごとく製鋼部門を一例に取り上げても大小取り混ぜて14の委員会がある。各部門を合計すると大変な数になる。委員は各会社および大学の連中でこの委員会が BISRA の各研究者に指令を下して研究をするのであるから, 実地から遊離することもない。また BISRA のごとく何れの会社にも属さない非営利的な研究所では基礎研究, 根本研究が阻害される恐れも少ない。

[例2] 英国鑄鉄研究組合

Birmingham の駅前から赤い2階バスで40分ばかり走ると, すつかり田舎びて来て広い道路をはさんで住宅がまばらとなる。赤や白のさんざしの花は終つたようであるが, どの庭にもバラが真盛り, 人家を離れた所にひろい前庭にバラや紫色のラヴェンダの花が咲き乱れている小さな文房具屋がある。安物の鉛筆や便せんの他にジュースが水に浸けてあり, ガラス容器にガムやあんパンが入れてある。案内を乞うても中々出て来ず, 漸く奥の方から婆さんがエプロンで手をふきながら出て来るので, ジュースを貰つてしばらく四方山話をする。その間に小学生が二人やつて来てガムを買つて行く。汗ばんだ17~8才の女子高校生がとび込んで来て, あんパンをむしやむしや食べてサイダーをラッパ飲みして, また自転車で出かけようとする。本などを日本の昔の信玄袋のようなものに入れて肩から下げているのが珍らしい。まだ

* 委員会, 班, 小委員会があるようである。

自宅まで2マイルあつて大変だとの事であつたが、あまり初々しく輝くような若さに写真を一枚とる。この小さな文具店から道は BCIRA に曲がる。うつそうたる木の下道を登つて 20 分ばかり歩くと研究所の門に出る。その間ほとんど家を見ないが小径を横に入ると大きな別荘が散在している気配である。研究所は見渡す限りの牧場や牧野に囲まれ、門の横に白と焦茶のまだら牛が沢山坐つていて、筆者がとおると数頭が立ち上がつてこちらを見る。余程閑なのであろう。本部の入口の前に上野の東照宮にあるような青銅の日本燈籠が2基並べてある。こんな人里はなれた所で不自由であらうとたずねたが自動車と電話で別に不自由でないとの答であつた。

大変愛想のいい所長に挨拶して K. E. L. NICHOLAS 氏の案内で所内を一巡する。まず所内を廻つてその後興味のある室に行つて討論をする形式をとつたが、まず一巡の印象を述べよう。

この研究所の創立は 1930 年であるが、戦後この地に移転し広範な敷地に本格的な落ち着いた研究室が散在している。所員は全部で 120 名であるが、スコットランドのグラスゴー市に所員約 15 名程度の出張所がある。政府の補助金もあるが、鋳物工業界、鉄製造会社からの資金の方がことに後者の資金がかなり多い由である。長期の根本研究の他に組合員会社のために日常的な試験や研究に応じている。機関紙は隔月に発行している。もつとも新しい建物は 3 年前に建設された溶解工場であるが、1000, 500, 200, 100 lbs の高周波溶解炉があり、このために 200 kW の発電機 2 台を用いている。ガス加熱の 250 lbs の傾注式ルツボ炉、重油加熱の 80 lbs の固定ルツボ炉がある。また 10~20 lbs の真空ルツボ炉があり 10cm Hg の減圧窒素中で鋳鉄の溶解試験を行なつていた。付属設備としてはガスによる取鍋乾燥装置、同じく鋳型乾燥装置、3 立方呎容量の鋳物砂ミル、5t のクレーンなどをそなえていた (第 24 図)。また在来からある鋳物場に案内されたが、第 25 図のごときキューボラがあり内径 30 吋、毎時間 4t の容量のもので、冷熱何れの衝風でもまたスラグの塩基度をいろいろに変えて操業できる。熱風の最高温度 800°C、送風速度毎分 3000 立方呎、廃気の圧力は水柱で 100 吋の程度である。

筆者が今回の旅行で強い印象を受けたのは日本と比較にならない分析ことに機器分析の進歩であつたが、この研究所のそれは比較的旧式で鋳鉄中の Si, C, Mn, S, P などは古い形式の化学分析で行なつていた。ARL 社製のカントメーターがあり、Si, Mn, Ni, Mg などを分析しているが、これで行なう分析の 50% はこの研究所の

研究のため、残りの 50% は会員の依頼に応じているとの事であつた。機械工場は 7~8 人でやつており、材料試験室は大したことなく 50t 2 台、25t, 15t 各 1 台ずつの試験機があり、鋳鉄の高温強度に関する実験を行なつていた。鋳鉄の曲げ試験専用の試験機を見たが如何にもこの鋳鉄研究所らしいと思つて見た。クリープ試験機は 6 台あるが目下ノデユラー鋳鉄のクリープを調べていた。電子顕微鏡はないが X 線装置は新しい型式のものがある。圧延用ロールの研究はしていないかと質問した所 Ni と Cr を含み炭化物+マルテンサイトの組織を持つ Ni-Hard 材のロールを研究している由である。

米国の INCO の研究所と同じく各種のストーブの熱効率の測定を行なつていた。これは鋳鉄製品の向上をはかるとの含みを持つていように見受けられた。

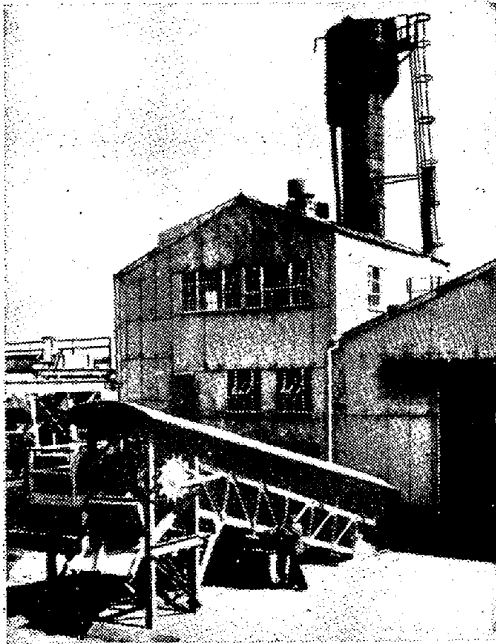
鋳物砂の高温における性質の測定も行なつていたが、砂型が溶湯によつて急熱される時の砂の挙動を見るために砂の急熱急冷の実験を行なつていのは筆者には興味があつた。100 メガサイクル、2¹/₂ kW の高周波電流を用いて誘電体加熱を行なつて、2 吋直径の試片を 2¹/₄ 分間で 1000°C にまで加熱できる。すると 0.040inch/mm の速度で寸法を変化するがそのさいの試片の挙動を観察して、溶湯が砂型に接するときの砂型の有様を調べるのだといつていた。



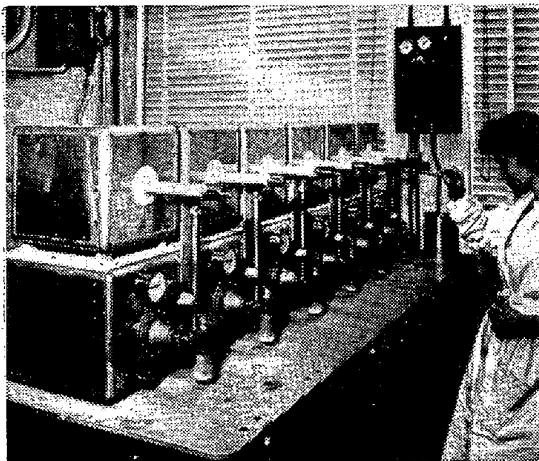
第23図 BCIRA の新溶解工場



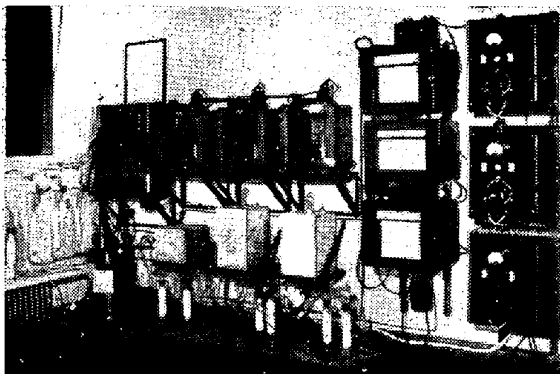
第24図 新溶解工場内部



第25図 鋳物工場



第26図 炭素測定装置



第27図 可鍛鋳鉄の脱炭反応における炭素損失量の測定 (自記)

工業が国内および海外での競走におくれを取らぬためには、断乎として思い切つたまた積極的な根本研究と開発研究が唯一の途であることを、この研究所は身を以つて証明して来たと自讃してある。この研究所で行なわれているおもな研究テーマはつぎのごとくである。

(a) 鋳鉄鋳物の健全性に関する研究

- イ) 薄肉鋳物の表面にくぼみが時々生ずる原因について
- ロ) 鋳物の鋳引けの研究
- ハ) 大型鋳物の健全性について
- ニ) ノデュラー鋳鉄試験片の健全性について
- ホ) 焼入法による鋳鉄の凝固過程の研究

(b) 白鋳の研究

- イ) 鋳鉄のチル効果に影響する諸因子
- ロ) 白鋳の組織に影響する諸因子
- ハ) 白鋳の Hot tearing について
- ニ) 蒸気を使用する工業に用いる鋳鉄の性質
- ホ) 鼠鋳鉄の機械的性質に関する各種の理論、および組成と諸性質の関係に関する各種のデータの整理と考察
- ヘ) 鼠鋳鉄の歪一応力曲線の形状について
- ト) 鋳鉄の疲労試験
- チ) パーライト、ノデュラー鋳鉄の高温引張強度におよぼす As と P の影響

(c) 鋳物砂

- イ) 鋳物砂の高温における性質
- ロ) CO₂法
- ハ) 生砂の性質

(d) 鋳鉄中のガス

- イ) 鋳鉄鋳物のピンホール
- ロ) エナメル塗装のさいのふくれの原因
- ハ) 可鍛鋳鉄中の水素

(e) 分析法

- イ) スラッグの化学分析法
- ロ) 鋳鉄中の不純物の分析 (Sb, Pb, Al, B)
- ハ) スラッグのスペクトル分析
- ニ) ディーゼル機関のシリンダーに用いる不凍液の分析

(f) 可鍛鋳鉄

- イ) 脱炭反応に対する黒鉛化の影響
- ロ) 未焼鈍の可鍛鋳鉄において、薄肉鋳物が鼠鋳鉄に凝固し厚肉鋳物が白鋳に凝固する逆転現象について
- ハ) 可鍛鋳鉄の健全なる試験片の製法
- ニ) 黒鉛の形成について

(g) 腐食

- イ) 鋳鉄製プロペラのピッチングについて
- ロ) ディーゼル機関の不凍液による鋳鉄の腐食について

(h) 脱磷

- イ) 国産資源よりの低磷鋳の製造
- イ) 鋼塊鋳型と定盤 これらの製造業者と共同研究、一部は BISRA と共同研究

(j) キュポラの実験

- イ) 実験用熱衝風キュポラによる研究
- ロ) 組合員の工場における各種のキュポラの調査と比較

(k) 工場の空気汚染対策部門

- 便宜上ここに並べて書くが、この部門は 1951 年に設

討論のときは材料試験関係の人々が集まつて来たが Ni-Mg 型のノデュラー鋳鉄の靱性破損と脆性破損の有様、鋳鉄の疲労試験が主として話題になった。

この研究所の紹介のパンフレットには、英国鋳鉄鋳物

置され、鑄物工場の塵埃、ガス、熱気に関する制御を対象として研究を進めている。

イ) 工場に対していろいろの助言を行なう班

ロ) 塵埃の流れの研究とその制御の研究を行なう班
の 2 班に分れて後者はたとえば工場内の各地点における塵埃の濃度分布の測定を行なっている。

以上の諸研究テーマは現場における実際的なもの、また根本的なものなどよく取捨しかつ各会社共通の問題を捉えていて、均衡の取れた研究振りと拝見した。

〔例 3〕 英国鋼鑄物研究所

煤煙で真黒なシェフィールド市(第29図)の中心からタクシーで 15 分位行くと緑の美しい庭を持つこぢんまりとしたこの研究所に着く。シェフィールドは丁度川崎市に似た工業都市で店々のショーウィンドーもロンドン、バーミンガムに比べると大分おちる。大通りを一寸入ると工業地帯で煤煙で真黒になったレン瓦造りの工員住宅が谷間にひしめき合つて、そのまん中に太い煙突が二、三本黒煙をあげているのを見ると転た凄惨という感じがして産業革命時代の古い絵を見ているような錯覚をおぼえる。然しこの重苦しい質素な絵こそ英帝国の輝かしい歴史を支えて来た実力の象徴であろう。町には工員やアンちゃんが多く夜は酔払が所々にたむろしている。工員達の服装は日本の場合よりいちじるしく質素で汚ない。筆者も毎晩 Magnet と称するビールを飲ます酒場に出勤したが、このまづいビールと粗末なつまみでわいわい気焰をあげていて、英国人はわれわれより質素な生活をしているのでないかと思わせる。

Swinden 研究所の HESSELWOOD 氏* が日曜日に奥さん、子供さんと車で迎えに来られ、御自慢の郊外を案内してくれ、昔風の Inn で High Tea を御馳走してくれる。同氏の御自慢を俟つまでもなく郊外の風光はことに初夏



第28図 シェフィールド市 BSCRA



第29図 シェフィールド市街スナップ

は限りなく美しい。さればシェフィールド市のことを“Dirty picture in golden frame”という由である。

この研究所は 1953 年の創立で所員は 70 名前後、所長はクリープの教科書の著者として日本でも知られている A. H. SULLY 氏である。(第30図) 丁度出かけた日はこの研究所のスポンサーなる評議員の総会が行なわれている日で、本日の見学は困るとの事であつたが、総会の見学会の前の軽い一巡ならよいと若い案内者に案内された。所員全体純白の新らしい実験服に身をかため、各実験室は塵一つなきまでに清掃され、各実験装置の前には新らしい説明用図板が整然と並び、各々に埃除けの薄紙が被せてあり見学会が始まると取除く予定の由で、あたかも日本の天皇陛下行幸の光景さながらである。

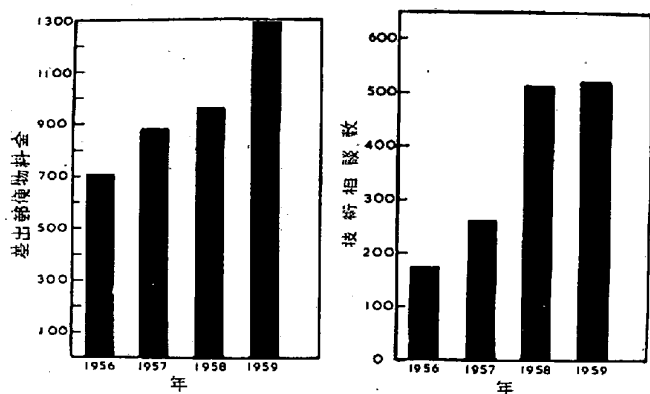
当研究所から差出す郵便物の料金および研究や技術に関する組合員の質問数は第 31 図のごとく順調な発展振りである。また隔月に文献集と研究報告を出している。

鑄物場から見学したが、大きな 500lb の Junker 炉があり、これを利用して製鋼のさいの酸素利用を研究している由である。そのさい発生する濃厚な煙塵を利用してその清浄装置を研究していた。この空気汚染の問題はこの研究所で大いに力を入れているが、これは研究組合の好個の問題と見えてどこの研究組合でも大いにやつている。56 lbs 溶解の真空炉がありこれを利用して 10cmHg の減圧窒素中で鋼を

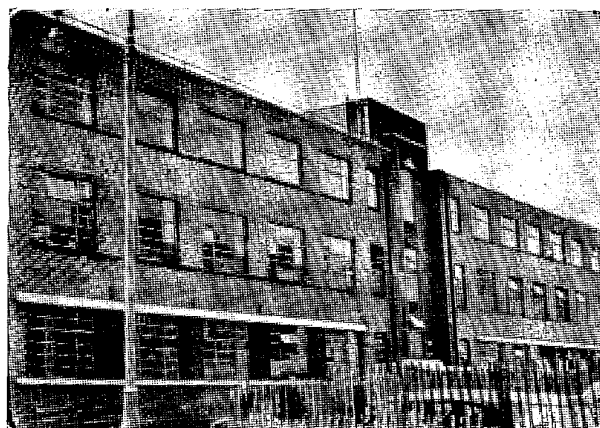


第30図 A. H. SULLY 所長

* 第 22 図



第31図 BSCRA の差出し郵便物の料金と技術相談の統計



第32図 BNFMRA 研究所

溶解鑄造し、その影響とくに粒間脆性を主にして調べていた。また鋼鑄物における偏析の問題を $Fe+X$ 、または $Fe+C+X$ の形式の各種合金について、X線調べていた。試片とフィルムをきわめて接近させて撮影する方法で Semi-Microradiography と呼んでいた。また鋼鑄物の砂型が溶湯により侵食され崩壊して行く有様を調べていた。又 ^{252}Cf のセシウムの同位元素で照射装置を有していた。

この研究所を運営するのは評議員会で、技術委員会は製鋼委員会、鑄型材料委員会、冶金委員会がある。他に鋼鑄物用途開発委員会があり、これらの委員会の委員は組合員の各会社から出ている。研究所の部門としては冶金、鑄造技術、化学実験、工場設備、製鋼の5部門で、各部門の主な研究テーマはつぎのごとくである。

a) 製鋼部門 イ) 酸素の噴射(脱炭のための酸素噴射、脱燐のための酸素噴射) ロ) 溶鋼よりの脱硫(いわゆる reversed slag の研究) ハ) ピンホールの研究

b) 鑄造技術部門および鑄型材料部門

イ) 鋼鑄物の表面状態に影響する因子の研究(鑄型塗布剤と上塗り材、溶鋼による鑄型の侵食、空気乾燥のさいの生砂の崩壊) ロ) CO_2 /珪酸ソーダ法 ハ) 鑄物砂に関するデータ・シート ニ) 鑄型および中子用結合剤 ホ) 鑄物砂の流動性につき固めに対する性質(これは当所およびシエフィールド大学で研究)

c) 冶金部門 イ) 鋼鑄物における顕微鏡的なピンホール ロ) 鑄鋼に対する稀元素および複合脱酸剤の影響 ハ) 鋼鑄物の熱処理 ニ) 鋼鑄物表面の介在物 ホ) 衝撃および曲げ試験に対する結晶方位の影響 ヘ) 鋼鑄物の物理常数 ト) 鋼鑄物の粒界破損 チ) 鋼鑄物における顕微鏡的偏析

d) 工場設備部門 イ) 鑄物砂の再処理法 ロ) 型こめと型こめ機械 ハ) ショット・ブラスト清浄法の効率 ニ) 製鋼時の空気の汚染

e) 工業保健 イ) 鑄物工場における大気塵埃の算定 ロ) 収塵器の効率 ハ) 砂落し装置における塵埃の制御 ニ) 鑄物工場における防音 ホ) 鋼鑄物工場における珪肺について、この種の保健の研究は一工場ではおろそかにされ易く研究組合には好箇のテーマであろう。

f) 非破壊検査 イ) 鋼鑄物の超音波検査

見学を終り門前でタクシーを拾い車に足をかけたとき美人秘書の Miss Cyrtia McBoom が駆けて来て、所長が評議員と一諸に昼食したいといつてるから引返へしてくれという。然しつぎの予定があるので残念ながらお断りして、また工場街を抜けてホテルに帰る。

【例4】 英国非鉄金属研究組合

ロンドンでの宿は Euston 駅の近くであつたが、宿から歩いて 15 分ばかりの裏通りの町並に沿つて目立たない建物がこの研究所である。バーミンガムの Mond Nickel Co.の研究所によく似て庭も何もない実用一点張りといった感じの研究所である。非鉄金属の研究所なので本誌の読者には興味が薄いと思うので概略を述べる。

創立は 1928 年で経費の 1/3 の補助を政府から受けており、非鉄金属の生産者のみでなくその使用者も含めた広範な組織である。経費の 2/3 は各会社が出しているがその率は決まっていなくて、各個に交渉して決めている由である。非鉄金属は種類が多く、用途も多岐なので共通的な基礎研究はむづかしいと見えて応用研究が主であつた。装置も小規模で古いものが多数並んでいるが、工業試験所的な日常作業的な仕事はほとんど引受けていない由であつた。然し近代化の努力は後述のごとく所々に見られる。物理と化学の部があるのを見てもその方向が察しられる。所員 120 名で工作場と溶接場には 12 名が配してある。組織としては三つの部門からなつており、最大の部門は言うまでもなく研究部門で、つぎに会社と交渉したり訪問者と接する部門があり、さらに情報と図書部門がある。この部門では 350 の定期刊行物を交換

している由である。研究部門は溶解、鑄造、一般冶金、機械試験、腐食、表面仕上げ、物理、化学に分れている。

組合員は外部には発表しない研究報告を入手でき、無料で技術相談に応じて貰え(年間約1,500件)図書を自由に閲覧できる。銅、アルミニウム、鉛、亜鉛、原子力の各委員会があつて委員は各社から出ることになっている。

見学はまず冶金工場から始まり500tプレスがあつて押出しの研究にも使える。12"直径のロールを持つ二段圧延機、小型の鍛造用ハンマーとその加熱炉があつた、

圧延機では銅合金の圧延、ハンマーでは強力アルミニウム合金鍛造の研究をしていた。鑄物工場には5個のガス炉があり、湯道と湯口の研究を行なっている。この両工場の施設は何れも計器や制御装置が少なくやや旧式に見受けられた。溶湯を小さなルツボに入れて真空中で凝固させその凝固表面の形から溶湯中のガスの量を推定する現場用装置が筆者には面白かつた。普通の低周波誘導炉も見られ、また20lbs程度の真空溶解炉がある。鑄型工場には小型の型込機械、シエル鑄型機械、小型の粉碎用ミルなど日本の実験室の程度である。(第33図)

材料試験室にはクリープ試験機がラプチュアーのそれを含めて50台ばかりあつて、アルミニウム青銅、チタニウム合金などのクリープを調べていた。伸びは何れもダイヤルゲージで測定する型式であつた。15tの引張試験機2台、エリキセン試験機、箔試験機があり、また疲労試験機が10数台あつてストリップの疲労を曲げて調べていた。たとえば海底無線電信ケーブルの鉛の被覆を調べる由であつた。珍しい疲労試験機としてはWöhler型のもので試験中に順次に荷重を大きくして行く形式のもので1~2時間で試験が終了するといつていた。また第34図のごとくアムスラー型で容量10tの引張圧縮疲労試験機があつて、交通機関に使つた場合の鉄鋼材料と非鉄金属材料の比較試験を行なつていた。このアムスラ



第33図 鑄 型 工 場

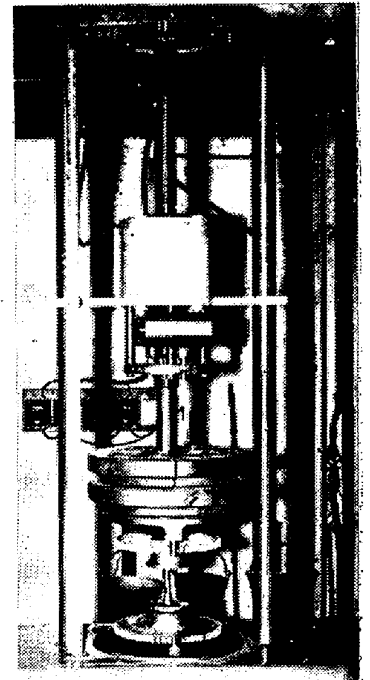
ー型の試験機は英国および大陸でひろく使用されていて筆者には使いやすい機械のように思われた。大小二室より成る鍍金研究室がありアルミニウム合金および亜鉛合金のダイカスト製品の表面処理および鍍金の研究を行なつていてその結果の一部は第三回世界ダイカスト会議に発表されて筆者も傍聴する事ができた。大きな室の方は工業的な規模の鍍金装置があり、組合員の工場からの実物試験に応じていた。

つぎに5室から成る腐食試験室があり、この方面に大きく力を入れていることが伺われた。英国各地の水でアルミニウム製品の腐食試験を行なうとか、高温度の油の中でアルミニウム製品の腐食試験を行なっている。屋上には大気耐食試験装置がある。コンデンサー管に腐食液(海水)を細いジェットにして吹きつける装置があり一組25本のジェット装置が4組あつた。また10坪ばかりの部屋全体が湿度調節室になつておりその中で応力腐食の実験を行なつていた。応力を受けている試片に2日に1回の割合で海水をかけていた。

化学分析室については筆者は判らないが、Photometryを機械的に行なう装置があり、スペクトル分析の室には旧式の乾板撮影式のものが4組、新しいカントメーターが一組あつた。また蛍光X線分析も行なわれていて一成分一分間の速度である。これは合金元素が5%以上の場合たとえば α -真鍮などに有効の由である。この装置は自動化していて常に標準試片と比較しながら行なう形式のものでHilger社製Solartronと名がついていた。

どの部分であつたか忘れたが光高温計を使用するための基礎実験として、いろいろの非鉄金属の高温における輻射能を測定していた。旧式ではあるが電子線回折の装置が1台、またX線装置は2台あつた。電子顕微鏡も使用されていた。

日本でもよく非鉄の会社で見られる所の第35図のごとき試料研磨機があり、一定の圧力で抑えながら磨いていた(Griffen & George Co. 製)、また一般冶金の実



第34図 10tの引張圧縮疲労試験機

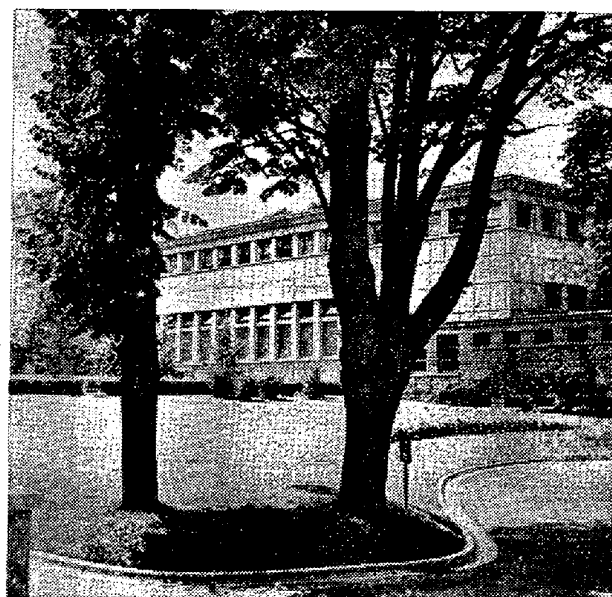


第35図 試片 研 磨 機

験室、熱処理室などがあり、後者では Zr などのボタンを非消耗電極法で作つてその性質を調べていた。また銅の2結晶より成る試片を作りこれを 800°C の真空炉中で圧縮し、結晶粒界における2結晶の相互移動の速度と温度との関係を調べていた。これに用いる高温顕微鏡の対物レンズの焦点距離は 2mm の由であつた。これなどはこの研究所で見たもつとも基礎的な実験のように思われる。以上が見学の概要であるが、古い歴史の研究所だけに今は脱皮の時代にあるごとく見受けられた。

【例5】 IRSID

北伊マジョリー湖畔の美しい Stresa の町における第3回世界ダイカスト会議を終え、アルプスの氷雪の上をとんでパリに着いた。粋で瀟洒なパリ、花の都などと銀座のバーで仕入れた予備知識とは似ても似つかぬパリに一驚する。重厚な威圧するような町並み、堂々たる街路樹や公共施設、全体の感じはむしろ陰鬱でさへある。これは偉大な国民の住んでいる都であると思う。知人も金もないのでホテルの横のシャンゼリゼーの大通りを往つたり来たりするしか他に途がない。自分が動物園の熊のように思われて来る。ガイセン門の筋向いの所にアメリカ式のドラッグ店があり、昼食時は長いスタンドに若いアベックがギッシリ目白のよふよふとまつてサンドウィッチや安ブドウ酒をとつている。筆者の隣りに小学校2年位の子が一人でサンドウィッチとコーヒーを食べている。年をきくと8年6カ月だといつている。みすぼらしい鳥打帽の父親がうしろに立つてコーヒーに砂糖を入れなさいとか、ハムはおいしいかとか世話をやいている。しばらく人混みに入つていなくなつたと思うと、また現わ



第36図 美しい IRSID 研究所

れて子供におせつかいをしている。きまりがわるそうな様子である。娘はわるびれず食つている。額に汗した金で自分は食えなくとも、娘に食わせて楽しんでいる。会社の饒別や他人の金を貰つて高級ホテルにとまつてふんぞり返つて飯を食つている自分がいやになる。いやらしい存在のように思えてくる。早く日本へ帰りたい。

IRSID では所長格の ALLARD さんと約束がしてあつたが不在でがっかりしていると世界薄板加工ジムボジウムで知合いになつた CRUSSARD 研究部長が見学の手配をしてくれる。丁度モスコ近郊の板金加工研究所の所長と技師が工場の労働者5名をつれて見学に来ていたので一諸に廻つてくれと言ふ。案内者には22~3才の女性が通訳についてくれるが、英、仏、独、西、ソの5カ国語が自由で一種の天才であろう。

ソ連の7人は何れも粗末な服装で、洗いざらしのワイシャツもしわだらけで200円位の安ネクタイをしめている。然し何と元気一杯な明るい顔であろう。溢れるような健康な体に熊のように善意の顔のがつかつている。所長が案内者から聞いたことを噛みくだいて労働者に長々と話している。盛んな質問が続出する。この所長と工場労働者の人間関係もまたわれわれにはないものだと思感する。これは英米の工場でもそうであるが新しい近代的人間関係が生まれているのでないか。日本の毎年のストライキは人間関係の近代化に対する高価な授業料だといつている人があつたが、大規模な工業組織の中での人間関係は封建的なものでは律し切れなくなるのであろう。ソ連とフランスの距離は近しいといえども最新鋭の鉄鋼研究所に労働者の見学団を送り込む熱意には感激を禁じ得なかつた。IRSID はさすがに大研究所であり、ま

た最近の建設だけに BISRA に比べてより一層に基礎研究に力を入れていて、全体の空気は米国の会社の中央研究所のそれに近いとの印象を受けた。

IRSID は大きく別けて工業部門と研究部門があり、前者はパイロット・プラントを主とし、鉱石、コークス、銑鉄、製鋼、火焰、圧延作業について、工業的、中間試験的研究を行い、東フランスの Metz 付近に大きな研究所がある。筆者の訪れたパリ郊外の研究所は金相学、物理、物理化学、分析化学、統計の各部を有している。

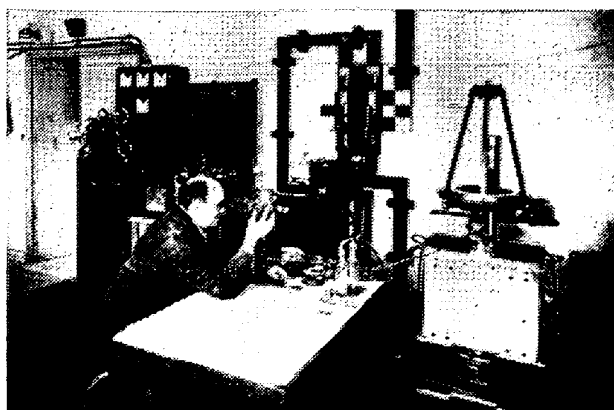
鉄鋼研究組織委員会が IRSID の建設を決意したのが 1944 年、終戦直後の 1946 年からそれが具体化し始め、パリ郊外の研究所は 1947~1952 年かかつて完成された。Metz の方は 1955 年に建設が決意された。1956 年に 12 月末現在のカタログでは、全員 501 名中 132 名が学卒の技術者または化学者、183 名が研究補助者、186 名が雇員工員となつている。見学のさいきいた所ではパリ郊外の研究所だけで全員 350 名、学卒の研究者 160 名 (内 130 名が真の研究者、30 名は補助者) といつていて大分膨脹しているが、筆者の語学ではこの数字に自信がない。

二つの大きな委員会があり

- (1) 技術研究の方向を決定する委員会
- (2) 研究実現の方法を考える委員会

であるが (1) に対しては個人的に意見を申出することもできる。IRSID については本協会の三井理事が本誌に詳細に書いておられるので筆者は研究テーマの紹介など省いてざつとした印象だけを述べる。

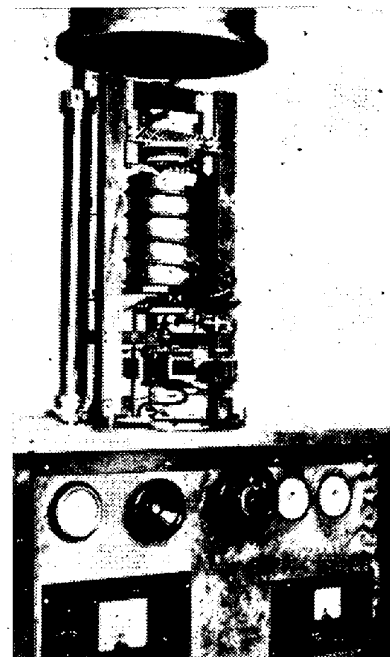
まず有名な電子マイクロアナライザー発祥の地であるからその部屋から見学を始める。この装置の兄弟がアメリカに渡り U.S.S. 社の中央研究所で動いているのを見てから二度目に操作中を見るわけである。周知のごとく 1 ミクロン平方の面積を調べること、原子番号 17 以上の元素の存在が判るとの話であつたが、鉄については多少の困難がある由であつた。電子顕微鏡の部屋では日本



第37図 スラグの粘性測定装置

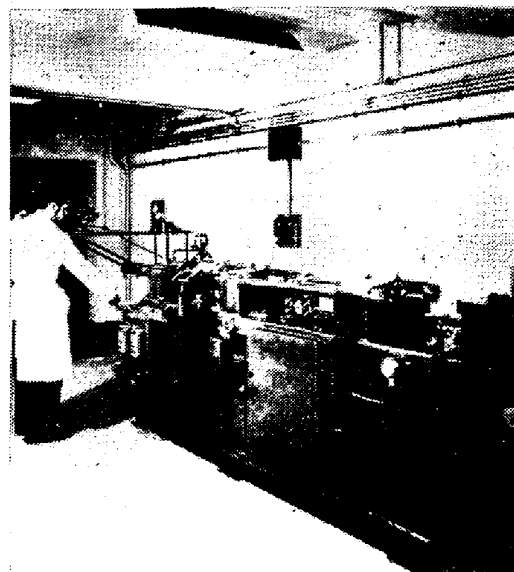
人に会つて驚いたが、日本からの製品の調整に来ておられる日本電子工業の四本氏であつた。他に金材研の船久保氏が研究しておられて日本のために気を吐いておられ、パリ滞在中は一方ならぬ御世話になつた。

Strip の欠陥を毎秒 2m の速度であるいは大きな車輪のタイヤの全周を超音波で調べる装置があり、ブラウン管に極



第38図 高温における E 測定装置
座標で欠陥の位置が示されるようになっていたが詳しいことは筆者に判らなかつた。

熱間振り試験機を特別に製作して詳細な研究を行なつている。振りの進行につれて試片の顕微鏡組織がどのように変わるかを、トルク振り角曲線の各部分と対比させながら詳細に研究してその報告書を二冊くれる。試験温度が高く歪速度が大きいと鉄鋼は非常に polygonization を起す傾向があると教えてくれる。ただし高温度における変化の活性化エネルギーを求めようとしても数字が揃わないといつていた。それは高温度では多くの現象が重複して単一の活性化エネルギーの測定がむづかしいのであろう。また一見して振り試験機と間違える



第39図 模型高温引張試験機

高温引張試験機 (第39図) があつてその歪速度を液体のパーセーターで変えるようにして、温度と歪速度の鉄鋼材料の強度に対する影響を見ていた。

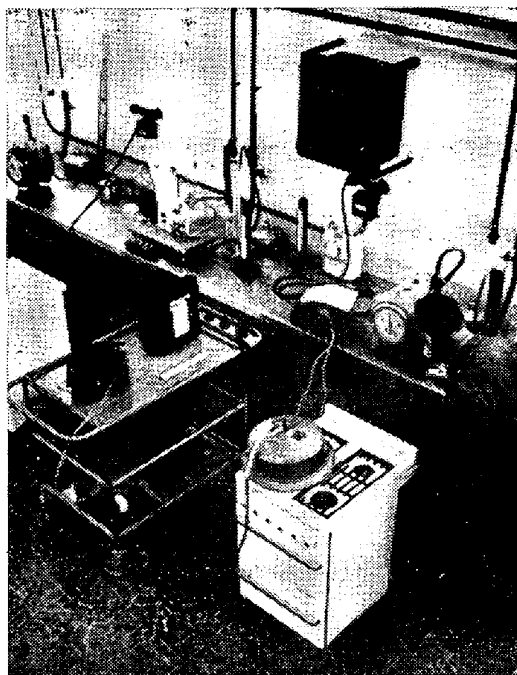
10cm 角、4m 長さの鋼片の欠陥を輪状の磁気コイルを移動させながら調べる装置があつたがこれなど日本で実地にすぐ使えるのでないかと思つた。

材料試験室では厚さ 1mm 程度の平炉鋼の薄板の深絞り試験をやつていた。普通の swift 法、日本の福井法など数種の試験方法の比較試験を行なつていた。疲労試験機は 20 台前後あつたが大した事はやつていない由である。Chevenard のクリープ試験機と 4t のクリープ破断試験機などが並んでいたが台数は聞かなかつた。

各種のフランス産の鋼について TTT 曲線を測定した図表集を発売しているが、その装置は鉄製の横梁の上を高温部の炉が一つ台車で移動できるようにし、その下方に低温部の壁型炉が 7 台並んでいる。TTT 曲線測定用の簡単な膨脹計を特に工夫して使つている。膨脹計は欧州では用途に応じて各自が工夫し、非常に簡単で使いやすいものを製作しその種類は多数に上つている。日本の場合は在来からの少数の種類に捉われすぎているのでないか。内部摩擦の研究室の人と話す。電解鉄を帯融法で非常に純粋にして (0.005% C)、これに窒素を入れてその挙動を内部摩擦の方面から調べている由である。この試験片の形は変つていて巾 5mm、長さ 15cm、厚さ 0.5~1mm のリボン状のものでこれの振り振動によつてその減衰を調べている。これは板について試験するに便利であるとすすめていた。このように非常に純粋な鉄を得てその性質を究めようとの実験が欧米の各所に行なわれているが、日本ではそれが少ないように思われる。結局 IRSID では言葉の障害で議論ができず general tour で終つて残念であつた。この研究所には技術者再教育の常置組織を有している由である。お昼を御馳走になつた食堂の前庭から眼下にひろがるフランスの田園の美しさ、5月の風と光の裡にそれは青い夢のようであつた。



第40図 フランス鋳物研究センターの研究所



第41図 暖房器具と台所器具の熱効率測定

〔例6〕 フランス鋳物研究センター

まず深い木立に囲れたパリの本部を訪れ、郊外セーブルにある鋳物研究センター研究所に車でつれて行つて貰う。広々とした緑の庭に瀟洒な研究所が建つている。(第40図) Stresa の世界ダイカスト会議で知合いになつたシトロエン自動車会社の技師で白髪の美しい BLANC さんの兄さんがこの研究所の所長格で予め電話で連絡しておいてくれる。所長格の G. BLANC さんは大学生の頃第二外国語で日本語のコースをとつて内藤先生に習つた由で、日本語が話せるし、鋳物の文献など読める、源氏物語を始め日本の古典も読めて、こちらが何も知らず赤面する。世界冶金会議で三島徳七先生と一緒にナイアガラに行き先生が記念品を買われたら日本製だつたと思ひ出を話している。日本語よりは英語が楽だというので英語で案内してくれる。この研究所は全国の鋳物会社とその売上げの 0.4% を拠金して維持している。本部と図書室はパリにある。全従業員は 300 人で 100 人は本部で働き 85~90 人はこの研究所に、他は各地の支所に散在している。2 種類の雑誌を発行している。研究には一切の秘密はない。経費は年に 5 億円程度の由である。フランスでは一般に鋳物工場は研究所を持たず遠心鋳造でパイプを作つている大きな工場が一つ研究所を持つてのみである。

(1) 技術援助的な仕事

月間 600 件の技術的な質問に答え、月に 200 の工場を訪問し技術指導をしている。また日常作業的な化学試験、材料試験を行なう。教育機関は常置していないが、時

々講習会を行なっている。

(2) 研究について

種々の技術委員会が研究を指導し、300人以上の技術者を委員として集結している。その70%は研究に、18%は規格制定に、12%は技術開発的な仕事にあてられている。おもな技術委員会の名はつぎのとおりである。

鋼の冶金に関する委員会、AlとMgの冶金に関する委員会、青銅と黄銅の冶金に関する委員会、鑄鉄の冶金に関する委員会、可鍛鑄鉄の委員会、流体力学委員会、ダイカスト委員会、軽合金精錬と鑄物技術者混合委員会鑄型技術委員会、ホーロー引き鉄板委員会などである。

この研究所の研究はG. BLANC氏の話によれば実際的な応用研究が多く、基礎研究は大学、官立研究所に任せている。もつとも何を基礎研究というかは問題であるがとの事であつた。多くの委員会があるが主力は矢張り鑄鉄鑄物でダイカストは殆どやっていない由であつた。

化学、物理、機械試験の研究室があり、鑄物場および家庭用暖房器具、台所器具（これらは多く鑄鉄製）の熱効率の測定を行なっている実験室がある。これは米のINCO、英のBCIRAでもやっている実際的な研究で、これらの器具の向上とそれに伴う鑄物の需要拡大を狙っているのであろう。（第41図）

鑄物場には極く小型で0.5t程度のキューボラがあつて熱衝撃風を用いるときのライニングの材質の研究を行なっている由であつた。重油炉3、ガス炉1、または150kgの高周波炉1などが目につく。英のBNFMRAと同じく空気中で溶解した合金を真空中で鑄造し、その凝固表面の形状でガス含有量を判断する実験を行つている。

鑄物砂処理の研究室をとおり、ダイカスト研究室に到

り、40tのBühler社製の横型冷室機械で亜鉛合金の引張試験片、衝撃試験片を鑄造して溶解条件や鑄造条件の影響を見ていた。鑄鉄の真空溶解、マイクロ熱天秤による鑄鉄の酸化の研究もやっていた。

振動の対数減衰率とEを簡単にはかかれる非常に簡単なドイツ製機械があり、これは鑄鉄の研究に非常に便利だとすすめていた。またEの測定値がすぐ目盛に出てくる簡単な装置があつた。示差膨脹計2台、TTT曲線用膨脹計などがあつたが使用法が実に簡単で自記も可能で日本にも欲しいものの一つと思われた。高真空の高温顕微鏡がある。鑄鉄の炭化物を分離する実験をしているが、鋼の場合と異なり困難が多くまだ成功していないといつていた。分析のことは筆者は門外漢でも何も判らぬが、Ströhlein社製のCOのマイクロアナライザーがあり0.1立方寸の単位で目盛にあらわれる由、2~5分で分析が終るとの事であつた。Sefram社製のクロマトメーターでH₂、O₂、N₂、CH₄の測定をしているがCOはむつかしい。固体鑄鉄からガスの抽出も行なっている。質量分析計、カントメーターも具えている。後者は2個の光電管で比較を行なう型で1日に100個位の試片を調べる。全装置が1000万円、計数装置が500万円位だというカントバックもあつてSi、Cを調べている。蛍光X線装置も日常作業に組入れられている。

この研究所は英が鑄物を鑄鉄、鋼、非鉄と細かく分けて根本的に調べ上げようとしているのに比べてG. BLANC氏の言うごとくやや応用的研究の傾向が強いが、根本的研究も少なくなく本格的な研究所と見受けられた。

（未完 次号は大学における教育と研究）