

第2回世界冶金会議の鉄鋼精錬班*に参加して

堀川 一 男**

I. ま え が き

第2回世界冶金会議の全般的な経過については大日方団長が報告しておられますので、私は私が参加した鉄鋼精錬班の技術的な活動状況を限られた紙面の範囲内でなるべく詳細に報告致したいと思ひます。

なお、八幡製鉄、富士製鉄、日本鋼管、大同製鋼、日本製鋼および鉄興社からの参加者達は「鉄鋼小グループ」を編成し、10月2日に羽田を発つて10月18日に New York 市の Barbizon-Plaza Hotel で第2回世界冶金会議の正式登録を行うまでの約2週間、米国内各地の鉄鋼関係の大学、研究所、工場などを視察致しましたのでその間に見聞したり感じたことなどもあわせて記述し御参考に供します。

II. 鉄鋼小グループの見学旅行

(1) California 大学 (10月3日)

物理冶金専攻の John E. Dorn 教授の案内で冶金関係の教室を視察した。creep 実験室には 28 台の試験機があつて各種金属の creep 特性を測定し activation energy の計算を行つていた。試験機の温度保持精度は $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 位であり、歪量の測定は $1/10,000\text{in}$ のダイヤルゲージで行つていた。

金属組織実験室には Sweden 製の電解研磨機 Disa-electropol があつて、大切に使用していた。X線実験室には G.E. 製の直読自動記録式のものがあつて、合金の組成を調べていた。大きな単結晶を儲える実験室、原子力実験室、American Bureau of Mine の分室等を見学した。目新しい、あるいは贅沢な装置は備えておらず手作りの質素な実験装置もしばしば目に止つた。この教室では基礎的な学問と教育に専念し軍や会社の依託研究を避けているので、ピカピカした器械は並んでいないが、いかにも物静かで学究的な雰囲気が満ち溢れていた。

(2) U.S. Steel Corp. Columbia Geneva Steel の Pittsburgh工場 (10月4日)

California 州の Pittsburgh にある小さな美しい製鋼工場であつて、高炉は持つていない。80 t 平炉 4 基と 90 t 平炉 1 基で鋼塊を年 40 万 t 製造している。高炉がないので銑鉄の配合率を 15~25% にし溶浴の炭素量は豆炭を前装入することによつて補つている。放射線型の定盤

で 1 t 鋼塊 18 本を下注ぎしていた。分塊工場は 26in ロールが 1 基あるだけで簡単なものであるが線材の工場には Morgan 製の二重圧延機 21 スタンドの連続式線材圧延機があつた。線、棒、釘類に重点を置いている。なおこの工場にはホットストリップミルがないのにユタにある同系の工場からホットストリップを持つてきてコールドストリップを製造していた。これは Los Angeles 附近の発展に伴つて食料や石油関係の工業が盛んになり籬用シートの需要が激増したためである。

試験室では棒鋼の曲げ専門の試験機を工夫して作つていたが特別に珍しい器械は見当らなかつた。

安全には特に力を入れており、色彩管理が徹底していた。安全標語が工場内の至る処に大きな字で掲示してあつたが二、三の例を示すと次の通りである。

Always-Alert

Nobody-Hurt

Think how before you act

Think for two, the other guy and you

Make every day safety day

Safety starts with good housekeeping

Knowing is not enough

Safety in mind and in action

The safe way is the right way

Keep an eye on yourself

(3) Kaiser Steel Corp. の Fontana 工場

(10月7日)

Los Angeles の東方約 45 mile の平地にあつて海岸から遠く離れており河川の便もなく全く陸上輸送に頼つている。

原料事情には恵まれておらず品位の低い鉱石、石炭を使用して苦心研究の結果順調な操業に入つた。第二次大戦の要請に依つて Henry J. Kaiser が建設したものであるが戦後も Los Angeles をはじめとし西部のいちじるしい発展により着々堅実な歩みを続けている。西部唯一の銑鋼一貫工場、都会に近いために特に鉱害に気を配り、平炉の収塵装置に力を入れている。

コークス炉は Koppers-Becker 型 225 窯があるが目下さらに 90 窯を増設中である。高炉も 3 基稼働の 1

* 正式には Group I Steelmaking and Refining (第1班製鋼および精錬)。

** 日本会議員、日本鋼管川崎製鉄所冶金管理課長

基増設中である。225 t 容量の平炉が9基あつて鋼塊年産154万 t であるが純酸素転炉が稼動した際には一躍300万 t と倍加する予定である。150 t 容量の魚雷型溶銑鍋で高炉から平炉に溶銑を運搬しているが、この鍋は5時間位放置しても凝固しない。銑鉄配合率は約 70% で製鋼時間は9時間 15分、フルート附 4¹/₂~16 t 鋼塊に台車上注している。

U.S. 製 36in ロールで分塊しているが 46in ミルを計画中である。鋼板工場では3/16~4in 厚の鋼板を圧延していたが、つぎのような成分の “Kaisaloy” という低合金高張力鋼を作っていた。降伏点、耐蝕性、耐磨耗性が高く、溶接性、加工性、靱性の良好なことが特徴である。Grade には Regular, Forming, Wear Resist の3種があつて降伏点はそれぞれ 35, 32, 44 kg/mm² 以上で伸びは標点距離 200mm で 18, 22 および 15%以上を保証している。

Grade	C	Si	Mn	Cu	Ni
Regular	<0.20	<0.60	<1.25	>0.35	<0.50
Forming	<0.12	〃	<0.80	〃	<0.30
Wear Resist	<0.30	〃	<1.50	〃	〃
Grade	Cr	Mo	V	Ti	Al
Regular	<0.25	<0.15	>0.02	>0.005	>0.25
Forming	〃	〃	〃	〃	〃
Wear Resist	〃	<0.10	>0.05	〃	〃

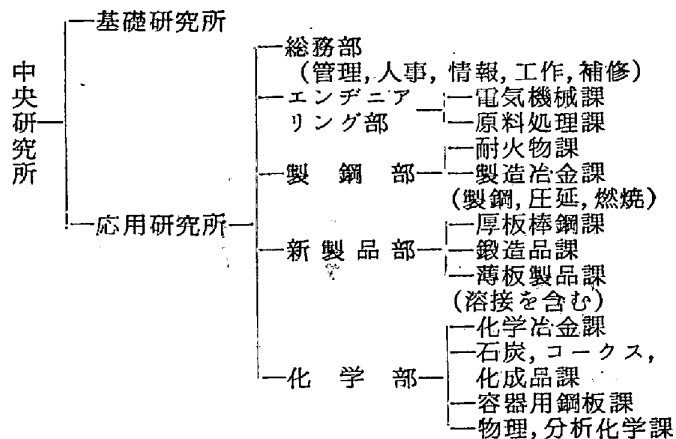
ホットおよびコールドストリップ工場、1/2~4inの鋼管を作る連続鍛接管（フレツムーン式）工場、5⁹/₁₆~12³/₄in のガス管とラインパイプを作る電縫管（ヨーダー式）工場があつた。

冶金管理部所属の Chemical and Physical Testing Laboratory を見学したが C, P, S 以外はカントメーターを使つて分析していた。平炉での炉中分析のサンプリングは溶鋼スプーンからガラス管に吸上げ、気送管で試験室に送り、先端を 75° に磨いてスパークさせていた。分光分析室では石灰石や鉍石を 200 メッシュ以上の粉末にして黒鉛電極の頭部に孔を明けて詰める方法で分析していた。N 以外のガス分析は実施していなかつた。Al もカントメーターで分析していた。

(4) U.S. Steel Corp. の Research Center
(10月9日)

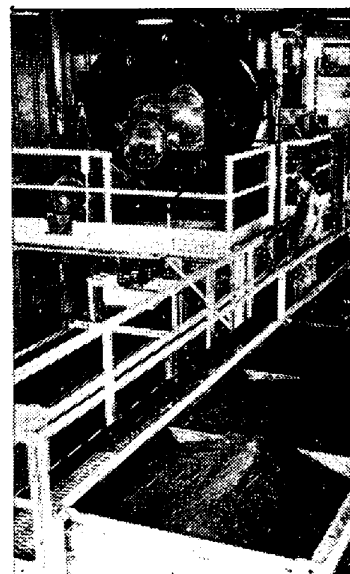
鉄の都 Pittsburgh の繁華街から約 15mile 離れた Monroeville にあつて基礎と応用の二つの研究所があるが、われわれは主として応用研究所の方を見学した。丁度富士製鉄の梅根氏がここで研究に従事しておられたので非常に好都合であつた。所長の R. B. Mear と総

務部長の O. E. Romig が話相手になつてくれた。U. S. Steel には沢山の製鉄工場があるが、National Tube とか Oliver Iron mining など二、三の作業所に研究所を持つている他は研究機関はすべてここに集中されており、各作業所には冶金管理部に属する試験室があるだけである。研究所の組織は次表の通りである。



原料処理課では高炉の煙塵、タコナイト精鉍および粉鉍から焼結鉍、団鉍およびペレットを製造する研究を行つており、直径約 2m のディスクと巾 500mm 位の Dwight Lloyd 焼結機がある。第1図は焼結工場のディスクである。

石炭、コークス、化成品課では可動壁型の石炭乾溜試験炉（第2図）4基と Drop Shatter 2基、Drum Tester 1基があつて、石炭品質良否

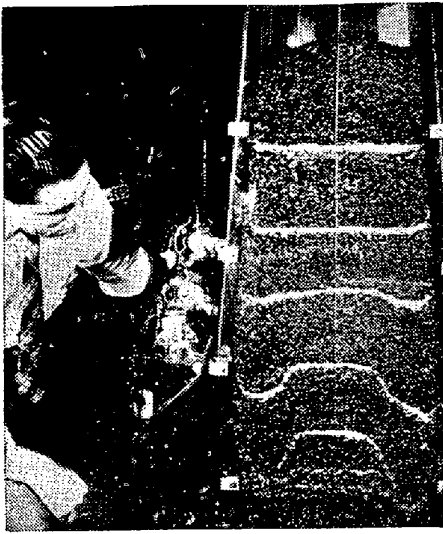


第1図 原料処理課のパイロットプラント



第2図 可動壁型コークス試験炉

の決定、低品位炭の利用、副成品の回収、精製の研究を行つている。



第3図 高炉のプラスチック模型

製造冶金課では平炉製鋼，電気炉製鋼，真空溶解法，焰の伝播，熱伝達，炉の設計等をテーマとし，現場的な実験は工場へ行つてやつている。高炉，平炉均熱炉の研究には例えば第3図のようなプラスチック製の模型を盛んに利用していた。U. S. Steel Corp. として年80万tにもおよぶ耐火物を使用しているので煉瓦の研究も行つており2643°Cで25psiの荷重を1時間かけてその変形量から良否を判定していた。

厚板棒鋼鍛造品課では合金鋼，ステンレス鋼，高張力鋼等の新製品や熱処理，組織の研究を行つている。有名なCor-TenやT₁鋼もこの課の輝しい成果である。

薄板製品課ではケイ素鋼板，エナメル塗装鋼板，深絞り鋼板，ブリキ板，ステンレス鋼，新製品の改良実用化について研究している。70台近いCreep試験機，硬度，疲労，衝撃等の試験機があつた。またNRCの500lbの真空溶解炉から出発して巾500mmの二重圧延機を通り最後に連続電気メッキまでやれるパイロットプラントがあつた。

化学冶金課では腐蝕防蝕に主力を注いでいる。

容器用鋼板課ではブリキ板などの品質を試験し，実際に各種の食料を詰めた罐詰を作り70°Fで45000個，100°Fで35000個の罐を保存し一定時間毎に取出して腐蝕の程度を調査していた。

物理・分析化学課では化学分析，X線廻析，超音波，メッキ厚み計その他の精密な測定方法を研究し他課の研究を援助している。Homestead, Duquesne等U.S. Steel Corp. に附属するPittsburgh附近の工場の溶鋼中ガス分析はサンプルを当課まで運んで分析している。

電気エンジニアリング課では自動制御の研究を行つている。例えば焼結機の運行速度を焼け工合によつて自動的にコントロールしたり，高速度で移動している薄板の中から欠陥のある部分だけを自動的に選別する方法などに成功している。

各研究室共非常に明るく美しく，緑の丘の上であり，

全くうらやましい限りであつた。

研究所のテーマは次のようにして決定される。毎年7月に，来る1年間の研究予算を決めるために研究所，現場および本社（営業および技術）から互いに研究テーマを提出し合つて，8月中に充分検討し，9月には他所から提出されたテーマについて自分達の意見を記入して返送する。そしていよいよ10月には代表者が集つて審議の上最後は投票により重要度と担当者を決定する。これはU. S. Steel 内で同じ研究がダブつて行われないうち，また会社として真に必要な研究テーマだけに絞るためである。一度決定をみたテーマも四半期毎に緩急順序を再検討する。現場研究の場合は事業所の冶金管理部と共同で行い，現場にも協力させる。研究所には“Chief Research Engineer”と称する者が数名いて現場，研究所，顧客との間の連絡に当つている。研究テーマ票にはその後の進捗状況，特製品となつてからの販売実績等が記入されるようになっており大切に保管されている。

(5) U.S. Steel Corp の Duquesne 工場

(10月10日)

電気炉工場には85t炉2基，50t炉1基20t炉1基が平炉工場のように高い作業床の上に設置されている。

ステンレス鋼溶製の場合，酸素は2/3程溶解した頃に使い初め，合金鉄は完全に予熱により吸蔵しているガスを放出させてから投入している。アルミナ系の鑄型塗料を塗布したコルゲート付き鑄型に注入し，赤材のまま同じ会社に属するHomestead工場の均熱炉へ送る。Ceとか稀元素類は30309や30310に使用しているが熱間加工性の改善が目的だと称していた。鋼中ガス分析を参考に時々実施しているが，分析操作はResearch Centerでおこなつている。

酸素試料はポンプ法によつており，水素試料は直径7mm，長さ150mm位のパイレックスガラスのチューブを真空にしておき，銅製の型に挟んでスプーンで汲取つた溶鋼中に一端を挿入して吸上げ，水中に急冷している。この方法は分光分析の試料採取にも実施されている。

分塊歩留はパーやブルームで80%シートで50%であつた。

この工場はPennsylvania州のBethlehem Steel Co.と共に大型鋼塊の真空脱ガス造塊法(Bochmer法)をおこなつていることで有名である。鋼種はNi-Mo-V鋼，Cr-Mo-V鋼(Ni≒2.5%，V0.10~0.15%，Mo≒0.5%)の電車用ローター材が主でG. E. やWestinghouseに納入しているが炭素鋼はやつていない。

鑄込1回の費用は600ドルであるが白点の心配がなく熱処理時間が半減するほか鋼塊表面状態の改善等の効果により充分採算はとれているとのことであつた。装置は高さ30ft、内径12ftのもので鋼塊重量164tまで可能であり1/2mmHgで操業している。

高炉は6基あるがその中2基はC 7%でMnが74~76%、76~78%、78~82%の3種類のFe-Mnを造っている。Fe-Mn製造用の高炉では送風中の酸素を27%に富化していることが特徴で、これによりコークス消費量は7~8%減少し生産量は25%増加した。銑鉄用の高炉でも実験を行い有効なことを確認しているがコストの面で現在は実施していない。なお銑鉄の化学成分はSi 0.9~1.15%、Mn 2.0%、S 0.03%、P < 0.3%である。

この工場では特殊鋼を溶製しているためにカントメーターを盛に活用しているが、サンプル中における成分の偏析による誤差を除く目的で種々検討した結果から厚さ2inの銅製定盤の上に径約35mmの磁製の筒を置き、その中へ溶鋼を鑄込んで得たサンプルの底面にスパークを飛ばしていた。なお8時間ごとに標準試料によりチェックをしている。またスラグは黒鉛電極に詰めてスパークを飛ばし分析していた。

(6) U.S. Steel Corp. の Homestead 工場 (10月11日午前)

Pittsburgh 市にある従業員12000人の工場。Duquesne 工場で溶製したステンレス鋼塊は赤材のまま当工場に搬入して圧延している。

製銑関係は見学しなかつた。

平炉は150t炉14基、275t炉11基で年産500万tの鋼塊を製造している。銑鉄配合率50%で2本立の台車上注により主として押湯付キルド鋼、一部セミキルド造船材と深絞用キャップド鋼を作つていた。スラグの判定はパンケーキテストによつており、溶鋼中のC量は約0.4%まではカーボメーター、これ以下は化学分析で判定している。44inおよび54inの分塊ミルを通り45inスラブミルで厚板にしているが、冶金管理部のオブザーバーが現場で記録を取つたり炉況に応じて取鍋に添加すべきAl量や、鋼種変更を決定したり、hot scarfing machine を通すか hand scarfing に廻すか等を決定したりしている。

熱処理工場があつて、T-1鋼もこの工場で熱処理している。条鋼工場では最大36inのIビームと鋼矢板を作つていた。ロールの材質は荒ロールにNi-Cr鍛鋼、中間用にグレン系、仕上にチルドを用いダグチル鑄鉄は一

般に使用していない。事務所はステンレス鋼とホーロー引き鉄板で建てられた5階段の美しい建物で600ドルがかつたそうである。

(7) Mellon Institute (10月11日午後)

Pittsburgh 市内にあり、9階建て400位の実験室がある。X線関係の権威者Klug氏の案内で見学した。主に化学関係の研究をおこなつているが、金属や鉄鋼関係の研究もおこなつている。各研究室は産業界からの依頼研究と自発研究を約半々におこなつている。秘密保持上同一の業界からは同時に2社以上の依頼は引受けけないことにしている。

最近では各会社がそれぞれ研究所を持つようになったので中間プラント的な依頼研究は減つてきている。各会社との契約は年毎に更新され、予算、人員とにらみ合せて計画をたて、引受の可否を決めているが10年、20年と継続する会社が多く、40年以上続いている会社も2社あるとのことであつた。図書室は完備されていて800種類の定期刊行物が集り、日本の書物も見受けた。各研究室には冷水、温水、自然ガス、圧搾空気等の供給管が配管されており、什器類は全部互換性のある一定規格のものを用い、床は蛇紋岩、壁はタイルで張つてある。いかにも落ち着いた感じのする研究所であつて、各研究者は毎日数分間づつでも上司に報告し、週1回報告書を提出することになつている。

(8) Bethlehem Steel Co. の Lackawanna 工場 (10月14日)

Buffalo の近くにあり Erie 湖に面している。従業員約2万人鋼塊年産500万tの大きな一貫工場であるが、スラグの捨場でmagnetic separatorによつて細かい鉄塊まで回収していた。鉬石はメサビ、スエーデンより購入され、ペレットはカナダから送られてくる。7基の高炉があり普通ペレット40%、燃結鉬40%、鉬石20%の配合割合で月産約25万tの銑鉄を生産している。溶銑の化学成分はSi 1.0%、Mn 0.78%、P 0.25%、S 0.035%であつて、150t 22基、250t 10基、300t 2基合計34基の平炉に送り、銑鉄配合率50%で精錬している。6~18tのフルート附鋼塊に台車注入しているが鋼種は種々であり、不純物は平均Cu 0.12%、Ni 0.04%、Cr 0.03%、Mo 0.01%、Sn 0.01%であつた。ここでも炉中分析はC 0.4%以上にカーボメーター、それ以下に化学分析を実施していた。

メスタの54in分塊ロールがあつたが、面白いことに鋼塊2本づつ連続して圧延し能率を挙げていた。大形のIビームは44inのロールで圧延するがスタンドはこの

分塊ロールのスタンドを使っている。各種の条鋼ロールの他メスタの 79 in ホットストリップミル, 75 in のコールドストリップミルがあり, 板の厚みを X 線によつて 1/10000in の精度で測定していた。

軽量型鋼の工場があつて Yoder の 4 系列と 200 t 以下のプレス数台で 40 種類におよぶ型鋼を月 8000 t の割合で作つていた。製品長さは 20 ft 以下であつた。

(9) Crucible Steel Co. の Sanderson-Halcomb 工場 (10月15日)

Syracuse 市にあり米国最初 (1906年) の 2 t の製鋼用アーク炉が工場玄関前の広場に記念として保管されている。

合金および炭素工具鋼, 冷間および熱間仕上棒鋼, 熱間および冷間加工用工具, ダイス, 各種耐蝕耐熱性ステンレス鋼, 溶接棒心線, 原子力, ガスタービン, 航空エンジン用超高温機械部品, Ti および Ti 合金等を製造している。

従業員は 3000 名で主要設備は 15 t アーク炉 4 基, 1 t 高周波炉 2 基, 1000 t 蒸気プレス 1 基, 落下鋸 1 基, 蒸気鋸 8 基, 22 in および 28 in 分塊ロール, 14 in, 12 in (2 基), 10 in および 9 in のバーミル, 9 in ロッドミル, その他熱処理, 線引装置等である。見学することはできなかつたが 2500lb と 600lb の真空溶解炉 (高周波誘導式) がありベアリング鋼と高温用合金を溶製しているとのことである。製鋼に酸素を使用しているがランスは水冷式で直接溶鋼やスラグに接触する部分にはクレイを厚く塗つていた。

工場の壁の上部には小型排風機を何個も設置しているので工場内は煙つていない。造塊はすべて上注であつたが, 500 kg 以下の小型鋼塊では灼熱した耐火物製の湯口と, 同じく真赤に焼いた耐火物の押湯棒を使用していた。炉中分析のサンプリングはスプーンで汲取つた溶鋼を鉄板上に流して薄板状のものにし, これをハンマーで粉砕してサンプルとしていた。1000 t プレスも分塊の役目を果していたが歩留を 85% にとつている。フォークリフトで均熱炉とプレスの間を運搬するので非常に能率が良い。検査は目視の他需要家の要求によつては磁気および超音波探傷も実施している。

(10) Massachusetts Institute of Technology
(10月16日)

第二代の総長の子息で経営工学専攻の D. R. Mac Laulin 博士に面接して M.I.T. の歴史や現状についての説明を聞いた。建物には寄贈されたものが多く研究費も寄附が少くない。また現在 87 の工業会社から 2 億 7

千万ドルにおよぶ依頼研究費を受けている。在學生は 1 万人でその中 2400 人は大学院の學生である。校庭で軍の依頼學生が軍事教練を受けている姿も見られ, 秘密の研究室があり, 活気に満ち溢れているが落着きはない。學生のレベルの高いことは有名で就職が引張り凧なのは言うまでもなく初任給まで高いそうである。日本人學生も 30 人位来ており, 東北大学の不破先生, 東京工大の平野先生夫妻, 東京大学の氏家氏などにもお会いすることができた。

冶金関係の研究室を参観したが特に珍しい機械装置もなく会社の研究室のように美しくもなかつたが, 研究は熱心にやつているようで特に基礎的研究に重点を置いているようであつた。

III. 第二回世界冶金会議の見学旅行

(1) Alan Wood Steel Co. の Conshohocken 工場 (10月22日)

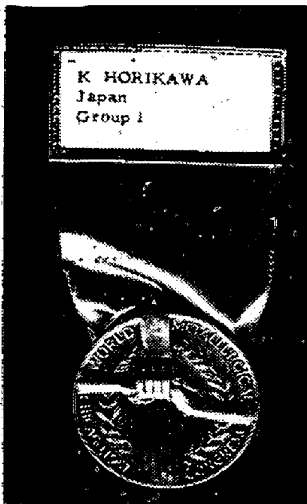
Pennsylvania 州にあつて従業員約 4000 人と云う米国としてはスケールの小さい銑鋼一貫工場である。第二回世界冶金会議の第 1 班の見学旅行で初日にここを観せたのは, 専門やレベルの違う参加者達に銑鋼一貫工場とはどんなものかという概念をあたえる目的からであつたようだ。

コークスは Pennsylvania 州産の瀝青炭を使用し Koppers-Becker 型 41 窯, Koppers-Cross 型 110 窯で日産 2500 t, 鉍石は主として New Jersey の磁鉄鉍を選鉍により Fe 66% に上げて使用しているが輸入鉍や燃結鉍 (Dwight Lloyd 能力 39000 t/月) も併用している。

高炉は 550 t/日と 700 t/日の 2 基で, 銑鉄の化学成分は Si 1.0%, Mn 0.9%, S 0.03%, P 0.2% であるがこれを 125 t 容量の混銑炉型の鍋または普通の溶銑鍋で平炉に直送しており混銑炉は使っていない。

平炉は 140 t 容量の炉が 9 基あり, 銑鉄配合率 46~52% で圧延用および鍛造用の炭素鋼と低合金鋼を溶製している。鋼塊は 6 ホールの recuperative type の均熱炉で均熱し, 35 in 二重逆転分塊圧延機で分塊し, スラブは scarfing 後 40 t/h のロータリー炉で加熱し最大巾 72 in, 最大厚 1 in までの造船, ボイラ, タンク, 構造用等の厚鋼板にしている。

この工場では A. W. Dynalloy (C < 0.15%, Si < 0.30%, Mn 0.6~1.0%, P 0.05~0.10%, Cu 0.3~0.6%, Ni 0.4~0.7%, Mo 0.05~0.15%) と云う低合金高張力鋼と Algrip と称するスリップどめの床板を



第4図

第二回世界冶金会議の会議員が佩用したメダル

作っていた。Algrip は当社の特許で、スラブとスラブの間にアルミナ粉末を挟んで圧延し圧延後斜してサンドブラストをかけて表面をザラザラにしたもので、新聞社や製油会社のように油脂類を取扱う工場の床に敷くためのものである。

この他ホットおよびコールドのストリップミルと焼鈍炉を持つているが、コールドストリップの板厚は Accu Ray と称する RI のβ線によつて1/1000inの精度で測定していた。

つた。銑鉄の化学成分は Si 0.5~0.75%, Mn 0.5~0.75%, P 0.4%, S 0.035% で容量 180 t の魔法瓶型溶銑鍋で 275 t 炉9基の平炉に搬送しており混銑炉は使用していない。銑鉄配合率は 40~50% で Ch-Ch の製鋼時間は約9時間、電気収塵機を設置しているので煙突から煙が出ていない。鋼種は隣接した National Tube の Fairless Division に送る管用ピレットやスケルプ等の低炭素鋼が主であり鋼塊年産 180万 t であるが、すべて 20 t 以下のコルゲート附鋼塊に四本立台車で上注をしている。メスタ製 6000HP 45 in の分塊ミルで分塊しているが必要な鋼種には Linde の hot scarfing machine でブルームの4面を各面 1/16in (重量で 2.5%) 除いていたが、疵のはなはだしいものはさらに hand scarfing に廻していた。

ホットおよびコールドのストリップ工場は工場内をバスで通過しただけであつた。工場には冶金管理部に所属し各工場に分駐する7つの試験室があるが、その中で特に中央試験室を詳しく見学した。品質管理用のものであつて研究所ではないので別に新しい設備は見当らなかつたが、顕微鏡、硬度計、分光分析器その他一応はそろつており、室のドラフトがよく効いているので精密天秤と分析用ピーカーが同じ机の上に平然としてならんでいた。

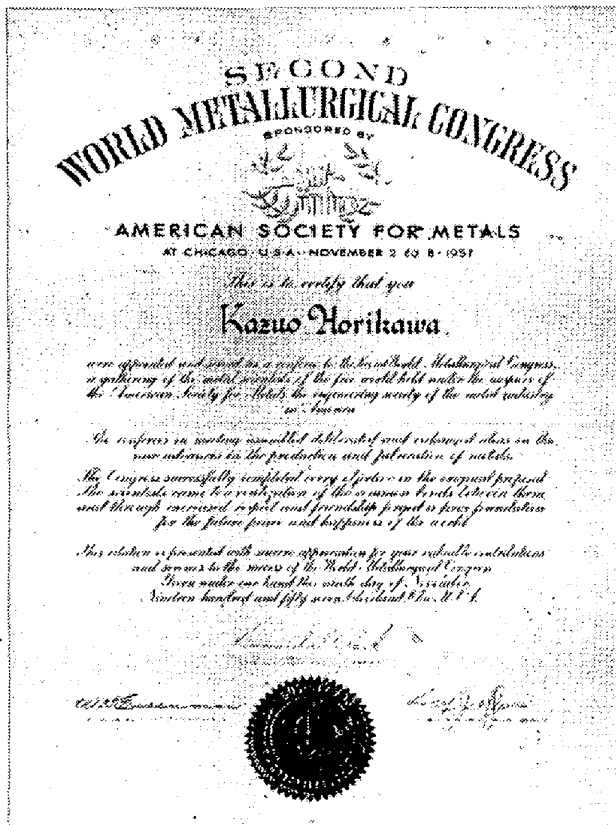
(3) National Bureau of Standards (10月24日)

Washington 市にある。East Lecture Room で化学関係の assistant director Wallace R. Brode 博士と冶金部長 James I. Hoffman 博士から当所の生立や組織、活動状況などについて説明を受けた後冶金関係の実験室を見学した。

1901年に設立され、国家規格の制定、管理、維持と自然現象の正確な測定という面で商工業および科学に貢献してきている。

規格を実施する上で必要な測定装置や測定方法を準備する責任も負われているのでたえず新しい科学的智識や方法に対する研究に精進しているわけで、現在協会にはつぎの16部があり所員は3000人(この中2600人が Washington 市の建物にいる)である。

- 1) Electricity and Electronics
- 2) Optics and Metrology
- 3) Heat and Power
- 4) Atomic and Radiation Physics
- 5) Chemistry
- 6) Mechanics
- 7) Organics and Fibrous Materials



第5図 第二回世界冶金会議の参加証

(2) U.S. Steel Corp. の Fairless 工場 (10月23日)

広々とした敷地の中に大きな工場が着々と建設されつつあり、現在従業員 6000 人が働いている。

87×2=174 窯のークス炉、Dwight Lloyd 型焼結機と高炉2基が稼動しており、銑鉄年産 120 万 t であるが、さらに高圧操業の炉1基が火入れ直前の状態にあ

- 8) Metallurgy
- 9) Mineral Products
- 10) Building Technology
- 11) Applied Mathematics
- 12) Data Progressing Systems
- 13) Cryogenic Engineering
- 14) Radio Propagation Physics
- 15) Radio Propagation Engineering
- 16) Radio Standard

冶金関係の研究は他の部でもおこなわれているので冶金部 (metallurgy) には Thermal Metallurgy, Chemical Metallurgy, Mechanical Metallurgy, Corrosion, Metal Physics の5課で合計46人のスタッフがいただけである。主なテーマは各種金属および合金の高温、低温、あるいは特殊な条件下における特性を明らかにすること、現存する金属材料の適正使用、新しい金属材料の発明、金属の変形、破壊、硬化の機構究明、金相学的変態の機構、腐蝕と疲労の機構、合金の平衡状態図の作製、シエルモールドや精密鑄造の技術的問題の解明試験方法(ガス分析をふくむ)、標準分析試料の作製、金属組織と物理的性質の究明、金属および合金の物理常数の確立、超高張力強靱鋼や純金属の製作、などにある。creep 試験室、低温研究室、X線室、金相実験室、ガス分析室などを見学した。

(4) Jones & Laughlin Steel Corp. の Aliquippa 工場 (10月25日)

Pittsburgh 市の西北約 20mile に在つて、ピレット、棒鋼、型鋼、継目無鋼管、溶接鋼管、ストリップ、ブリキ板、線などを製造している。

コークス工場では毎日平均 8810 t の石炭を装入して 6065 t の高炉用コークスと 375 t の coke breeze を製造しているが、高炉用コークスのうち 1265 t は Cleveland 工場へ送つている。高炉は5基あつて銑鉄年産180万 t でつぎのような化学成分を有する平炉用銑とベッセマー用銑を 60 対 40 の割合で製造している。

製鋼設備は 25 t ベッセマー炉3基と 150 t 平炉5基が相隣接しており、5基の平炉のうち4基は傾注式であつてベッセマーとの合併法に使用されている。合併法、平炉法、転炉法の合計鋼塊生産量は年 176万 t である。

合併法はベッセマーで平炉用銑を C 0.04~0.50%,

Mn 0.03~0.04%, Si < 0.10%, P 0.12~0.18%, S < 0.04% まで吹錬した半成鋼 (blown metal) 85% と溶銑 13% のこりスクラップの装入配合割合であり、スクラップ溶銑法は銑鉄配合率 40% でやつている。製鋼時間はスクラップ溶銑法の約 10 時間半に対して合併法は4時間である。転炉鋼の 90% がキャップド鋼で、7% が押湯付キルド鋼、3% がリムド鋼であるのに対して、合併鋼の内訳は 64% がキルド鋼で 14% が細粒鋼、10% がリムド鋼、5% は jar リムド鋼 (リムド鋼を注いでおき、機械的に凝固時に動揺をあたえるもので、深紋用鋼などで表面スキンプロの防止を目的とするめずらしい方式)、4% が Si キャップド鋼、3% がメカニカルキャップド鋼となつている。目下純酸素転炉を建設中である。44 in 二重逆転式ロールで分塊してブルームとスラブにし、つぎにバーおよびピレットミルで圧延する。

溶接鋼管工場には能力年産 12万 t の 2~4in のラップ溶接製造機1基と能力がそれぞれ年産 19万 t の 1/2~3 in 衝合鍛接管製造機2基とがある。前者はベル型で後者は連続式フレツムーン型である。ラインパイプを製造している大径電縫溶接管工場を見学したが、継目無管、棒、線、コールドストリップなどの工場はスケジュールになかつたので見学しなかつた。

(5) Republic Steel Corp. の Cleveland 工場 (10月28日午前)

従業員 8000 人の米国としては普通規模の鉄鋼一貫工場である。コークス工場は 405 窯年産 210万 t、高炉は6基で年産 225万 t である。銑鉄機が3基あつて鑄物用銑を製造している。No.6 高炉は実際出銑量 1470 t/日の大きな炉であるが炉頂で 10psi、炉底で 30~35 psi の高圧操業を実施していた。高圧操業により 10% の増産になると称していた。平炉は 400 t 炉が 19 基あつて銑鉄配合率 50% で酸素は使用せず年産 257万 t である。Ch-Ch 製鋼時間は約 11 時間半であつたが 6~25 t 鋼塊に台車注入し赤材を 38 ホールの均熱炉に装入、45in と 32in の分塊ロールにかける。分塊歩留はリムド鋼 87%、アルミキルド鋼 83% であつた。巾 98in という世界最大のホットストリップミルがあり、粗ロール4スタンド、仕上ロール6スタンドで最終のストリップの速度は 25 mile/h である。コールドストリップミルもあり一部は電気メッキを施している。

(6) National Malleable and Steel Casting Co (10月28日午後)

Cleveland にあつて 85 年間鉄道をはじめ、自動車、トラック、船舶、鉱山など主として運輸関係の鑄物を製

	Si	Mn	P	S
平炉用銑	1.1~1.4	0.4~0.5	<0.15	<0.040
ベッセマー用銑	"	"	<0.085	<0.032

造しており、独立の鋳物工場としては米国第一である。従業員は 1,800 人、年 5 万 t の製品を市場に送っている。われわれは研究所と現場を隅なく見学することができた。ステンレス鋼を多量に使用した美しい研究所には 80 人の所員がおりつぎの 4 部があつた。

物理的試験室 (各種精密測定装置を備えている)

技術部 (製品の品質、作業方法の改善、需要家への技術サービス)

性能試験室 (実物の鋳車、トラックなどで実験する)

総務部

性能試験場には最高 22mile/h のスピードで実際の貨車を動かして衝撃試験のおこなえるような路線がある。

物理的試験室には 500 t の静的試験機 (試験片の巾 10 ft 高さ 16ft まで)、13 t の落下衝撃試験機があり航空機や交通機関用ドラフトギヤの試験をおこなつていた。車輪とジャーナルの実物軸受磨耗試験機、実物疲労試験機その他があるが、以上のようにこの研究所の実験室は主として製品の物理試験場である。

現場の方は中子製作場、溶解場 (120in キュボラ 2 基、80in キュボラ 2 基でマリابل銑とスクラップを溶解しこれを反射炉 2 基と 15 t 電気炉 1 基に移し、成分温度を調節する) 注湯場 (500lb 取鍋に反射炉の湯を受け天井モノレールで移動してきてモールドコンベアに載つた鋳型に注湯する) 造型場、型抜場 (鉄板製のエプロンコンベアで自動的に型抜き、砂を振動でふるい落とす)、焼鈍場 (小物はポットに入れて電気炉に装入し大物はキルンに直接入れてパーライト可鍛鋳鉄にしている)、仕上げ場、グラインダーおよびチップング場、矯正場 (型に入れて水圧機で矯正する)、試験検査場 (品物によつてマグナフラックスやマグナグローをおこなう) などを順次見学したが、わが国の工場に比較してあらゆる面で能率的であつた。

(7) Jones & Laughlin Steel Corp. の Stainless Steel Div. (10月29日)

Detroit 市の東北にあり、Rotary Electric Steel Co. と称していたが最近 Jones & Laughlin Steel Co. に合併されて Stainless Steel Div. となつた工場である。スクラップは各車毎にサンプルをとつて厳選している。電気炉はレクトロメルト式 70 t 炉 5 基、20 t 炉 1 基で鋼塊年産 42 万 t である。

炉床を健全に保つことが高級鋼溶製のコツだと強調していた。C、S は化学分析をおこなつているがその他の成分はカントメーターで分析していた。台車上注でコルゲート附 18000 lb の鋼塊としていたが、ステンレス鋼

溶解の場合押湯は耐火物の枠を使用し保温剤は用いていない。

赤材で均熱炉に装入し 36 in ミルで分塊し、酸洗後グラインダーで 4~6% 表面手入れして棒や板に圧延しているが、必要なものについてはさらに冷牽している。冷牽あるいはセントレスグラインダー、ショットブラスト矯正、などの仕上工程に入る前に焼鈍後サンプルをとつて脱炭、組織、強度、衝撃値、硬度などのテストを綿密におこなつている。

(8) Ford motor Co. の Rouge 工場 (10月30日)

Detroit 市の近郊 Dearborn にあり、ウエストバージニアの石炭とメサビの鋳石を主原料としている。高炉は 750 t/日 2 基 1500 t/日 1 基で、焼結機は McKee 型 1 基 Dweight Lloyd 型 1 基がある。溶鉄の化学成分は Si 1.0~1.5%, Mn 1.50% P 0.15~0.20% で 150 t 容量の魚雷型の溶鉄鍋に受けて平炉に送つている。製鋼設備は 200 t 平炉 9 基、400 t 平炉 1 基、19 t 電気炉 5 基であつて自動車工場に必要な鋼板類その他の鋼材を製造している。銑鉄の配合率 45%、400 t 炉の Ch-Ch 製鋼時間は 9 時間で、鋼塊の大きさは 5 1/2~14 t である。深絞鋼板用アルミニウムキャップド鋼を製造しているが、スキンの厚さ 1/2in をねらい純度 95% の Al を 0.5% 使用している。

分塊歩留は普通鋼 88%、高級鋼 85% でホットスカーフ代は 2% である。ホットストリップミルとシートミルを見学した。

(9) International Harvester Co. の Wisconsin Steel Div. (10月31日)

South Chicago にある農機具用鋼材の製造工場、製品の半分は自社で消費のこり半分を外販している。

コークス炉は Koppers 型 45 窯、Wilputte 型 110 窯があり、焼結機は Dweight-Lloyd 型 1 基で、高炉は 750 t 炉 2 基、1000 t 炉 1 基である。高炉では湖水地方の鋳石を用いて平炉用銑の外マリابل銑と鋳物銑を製造している。炉頂で 5psi の高圧操業を採用しコークス比は 1700lb/t であり、平炉用銑の成分は Si 0.8~1.1%, Mn 1.65~1.95%, P 0.20~0.25%, S < 0.03% である。250 t 混銑炉 1 基と 170 t 平炉 11 基がある。銑鉄配合率は 62%、鋼塊年産 100 万 t、天井は珪石煉瓦で寿命は 226 回、端部は塩基性煉瓦を採用している。

Ch-Ch 製鋼時間は 11 時間で Oval 型の取鍋に受け (スプラッシュ疵を軽減させる目的でヘッドを減らすために Oval 型にする) 台車上注である。取鍋ストッパーの開閉昇降には水圧式を採用しているが、ボタンを押す

だけでスムーズに作動するので非常に便利である。これは Republic Steel の発明で U. S. Steel 以外は大部採用しているようである。分塊歩留をキルド鋼 78%, リムド鋼 80% としていた。バーおよびプレートミルは比較的旧式のものであつた。新しいコールドローイングの工場では 8% H_2SO_4 水溶液で 20 分間浸漬酸洗し WC のダイスをとおしドロベンチで 10% の圧下をかけて 9/16~4in の丸棒を造つていた。

ここには turning and polishing 装置が 3 台あつた。

(10) Inland Steel Co. Indiana Harbour 工場 (11月1日)

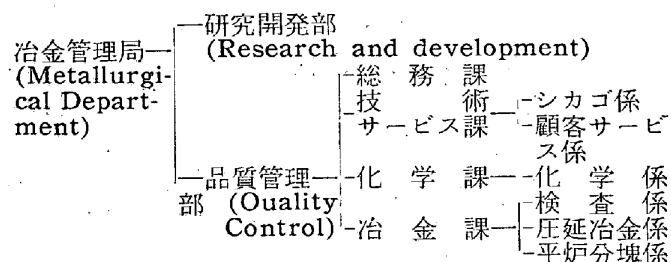
East Chicago にあるが、この付近は世界でも最も鉄鋼業の集中した地帯であつて当工場の外に U. S. Steel の Gary 工場 (鋼塊年産 720 万 t) 同じく South Chicago 工場 (544 万 t), Youngstown Steel and Tube Co, Republic Steel Corp., 前述した International Harvester Co. の Wisconsin Steel 工場, Acme Steel Co. などがなっている。当工場は鋼塊年産 550 万 t で世界第四位, 従業員 19000 人, 北から南へ No. 2, No. 1 および No. 3 の順に 3 工場が隣接している。

高炉は 765~1260 t/日のもの合計 8 基, このうち大型炉に炉頂 10 psi, 炉底 39 psi の高圧操業が採用されて効果をあげていた。平炉は 100~275 t 容量の固定式炉が合計 40 基あつて, この他に 600 t と 1200 t の混鉄炉各 1 基がある。

鉄鉄の配合率 52~58%, 鋼種は 98.5% が炭素鋼でのこり 1.5% が低合金鋼である。最も新しい No. 3 工場の 275 t 平炉を見学したが 4 基中 1 基が操短でとまつていた。Ch-Ch 製鋼時間は 9 時間 15 分で, セミキルド鋼は少なくキルドとリムドを半々に作つていた。炉中分析はカーボメーター, カントメーター, 化学分析を併用していた。天井は 125~140 回しかもたないので酸素が使用できないと言つていた。15 t のリムド鋼でトラックタイム 1 時間半, 均熱後 46in ミルによつて分塊しているが, hot scarfing machine 4 基があり 65~195ft/mn の速度でブルームの表面を 1/32~1/8 in 除去していた。なお連続鑄造を計画しているが, リムド鋼については困難があるといつていた。

昼食事当工場の品質管理部の課長と隣合せになつたので品質管理部の話聞くことができた。組織はつぎの表に示すとおりであるが品質管理部には現在 560 人が配属されており, 平炉分塊, 圧延冶金の両係は各鋼種毎に作業標準を設定し観察員と検査員を現場に派遣して実施状

況を観察させ, また必要な試験をおこなつて工程の進行に対して指示を与えている。検査係は製品がオーダーに適合しているか否かをしらべるとともに疵取りに関係し



ている。化学係は 200 人もいるがコークス関係以外の化学的試験を全部処理し, 亜鉛メッキ, 錫メッキ工場の化学的処理関係と管理の仕事もおこなつている。シカゴ課は注文と仕様書を検討したり学会に関係したりする。顧客サービス係は 50 人でクレームの処理 (試験室も持つている) 需要家の要望による立会試験や工場見学の案内役の世話をしている。

総務課は営繕, 安全衛生その他品質管理の実施上必要な事項を掌つている。

IV. Chicago 市における本会議

(1) 一般講演

11月3日午後8時からPalmer HouseのGrand Ballroomで第二回世界冶金会議の総会と一般講演会が開催された。講演者と演題は大日方団長の報告のとおりであるがこれらのうちで鉄鋼関係として最も興味の深かつたのはAlabama大学冶金学教室主任 E. C. Wright 教授の「製鉄製鋼の将来」(Future of Iron and Steel Making) と題する講演であつたのでつぎにその内容について報告する。

世界の人口と人口1人当りの鉄鋼消費量が現在の割合で今後も増加するものと仮定すると, さらに製鋼能力を向上させる必要がある。低品位鉄鉱石の前処理の研究と新しい鉱山の開発によつて原料問題の解決を計らねばならないが, 新しい磁鉄鉱の選鉱工場が5年以内に高品位の鉱石を多量に供給すると期待される。現在研究中の高炉関係の生産増強技術のうちで重要と思われるものはつぎのとおりである。

- i) 炉床の直径を 30ft 以上に拡大する。
- ii) 装入物を均一な大きさの粒にそろえ, 細粒はペレタイジングか焼結にまわす。
- iii) 熱風温度を平均 1000° F から 1500° F に高める。
- iv) 酸素と蒸気を送風中に富化し, コークスの消費量を上げる。(26% O_2 の空気にする。蒸気量は一定にする)

v) 富鉄 (55~67% Fe) と磁鉄精鉄 (62% Fe) の装入量を大巾に増加する。

ii)~v) はすでに各工場の高炉で試験し、いちじるしい生産増加を示している。確実に年産 100万 t の高炉は実現するであろう。二、三年内に大きな一貫工場では粉鉄、石灰石、ダストの団鉄処理工場を建てると思う。このような目覚ましい高炉の将来性から考えると、特別の事情のない限り直接還元法がいちじるしく拡大進出する見込みはなさそうである。

純酸素転炉法が関心を集めているが 8 カ国で 13 の新しい工場が建設中であり明年か明後年には 1000万 t / 年になる見通しである。

平炉の作業も 1945 年来大きな進歩をとげている。炉体の大きいほどコストが低く生産量が大きいことがわかり、酸素の利用により 50% の生産増強を来した。純酸素転炉、酸素で後吹きした底吹転炉、酸素処理した平炉の三者は同一の材質の鋼を製造すると信ぜられているので、これらのうちでどれが今後一層発展するかは経済的な問題になり、平炉は転炉という強敵に直面しているわけである。おそらくスクラップが過剰になるまで純酸素転炉は今後ますます発展するものと思われる。

しかし 100~250lb の小型鋼塊を製造するスクラップ使用の電気炉は今後ものこるであろう。このような工場は線材、コンクリート用棒鋼、巾のせまいストリップ、帯鋼などの製造に適し、完全な鉄鋼一貫作業工場の建設費の約 1/10 で建設ができるからである。

技術的な新機軸としては大型鋼塊の真空脱ガス造塊法、工具鋼や特殊用途の高合金鋼の完全真空溶解、粉末鉄の一層の利用、および数種の直接還元製鉄法である。高品位の磁鉄精鉄か Fe 60% 以上の富鉄が供給されコークスが入手難で安価に天然ガスが入手できるような条件の下では H-iron 法は見込がある。1000 KWH という低い電力消費量でできる予備還元鉄石電気溶解法も有望である。これらの方法は鉄 t あたり 40~45 ドルのコストで可能であり、200~1000 t / 日位の小規模な製鉄工場あるいは鑄物工場に適している。

(2) 「製鉄」に関するパネル会議

第 1 班 (製鉄と精錬) の会議は 11 月 7 日午前 Sherman Hotel の Bal Tabarin Room でその第 1 部「製鉄」が U. S. Steel Corp. 応用研究所の Robert L. Stephenson が司会者となつてすすめられた。約 200 人が参加したが、その中海外からの技術者は 40 人前後であつた。

欧州石炭鉄鋼共同体の W.A. Gueldner がヨーロッ

パ大陸の鉄鋼事情について報告した。6 カ国の面積を合せると米国と大体同じになるが鉄石の品位がわるく、地方によつては Fe 25~35% のものも使つていようなわけを選鉄と焼結に努力している。ドイツでは高炉装入鉄石の 56% は前処理を施している。たとえば 25% Fe という貧鉄は log washer をとおして粗い鉄石は sink-float cone で処理し Fe を 38% に高める。これにより Fe の回収率は 81% シリカの減少率は 65% である。これでもなおシリカは高いが細粒鉄を焼結すれば高炉の原料として充分使える。装入物中の焼結鉄の 1% は鉄 t あたり 3~4 kg のコークスの節約になる。スラグは非常に酸性で $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ は米国の 1.3~1.4 に対して 0.8~1.1 である。したがつて S の除去には不利で S が高くなるので脱硫を必要とする。現在高圧窒素による粉末石灰石の添加処理法が広く採用されている。なおヨーロッパの生産する鉄鉄の 91.7% は製鋼用で 7.5% が鑄物用 1.4% がその他となつている。製鋼は塩基性転炉が 52%、平炉 39%、残り電炉である。

J. D. Saussaman は California 州 Fontana の Kaiser Steel の製鉄部長であるが、多量の S をふくむ鉄石と強粘結炭に乏しい条件の下でいかにして高炉操業を成功させたかの経過について語つた。California 州 Eagle Mountain の鉄石は Fe 約 51% と S 0.45% を含有するヘマタイトとマグネタイトである。採掘した鉄石は 1in. 以下に破碎し篩下を焼結する。焼結作業中に S の 95% 以上は除去される。1in. の塊鉄と焼結鉄の混合物は非常に都合のよい装入物となる。焼結鉄の配合割合は示さなかつたが 50% 以上と推察される。コークスは Utah の高揮発分の石炭 85% と Oklahoma の低揮発分の粘結炭 15% の混合物で満足すべきコークスが得られている。結局できあがつたコークスは灰分 10%、S 1% である。もし製造される Coke breeze の量が 7% 以上になつた場合は作業が順調でないで、コークスの性状は不良と考えている。Fontana におけるこの二つの問題を解決するのに数年間の研究が必要であつたがついに成功を収めた。炉床の直径 25ft の炉で毎日 1275 t の鉄鉄を生産し、コークス比は 1493lb/t であり flue dust はわずか 60lb/t である。これらの結果は装入鉄石のサイジングと予備処理がいかに有利であることを示すものであろう。なお No.4 高炉を高圧操業に切替えたが、さらに酸素富化を計画中である。

E. Bonnaure はベルギーの Liege にある実験用低シャフト炉について述べた。これは低品位の鉄石と石炭から鉄鉄を製造する問題に対する技術的および経済的な

結論を得るために研究したものである。一般的にいえることは石炭、鉬石および溶剤を適当な割合で混合して団鉬にすることが肝要だという点である。またこの炉の問題には酸素富化空気で吹くべきか酸素そのものを使うべきかということがあり、一方炉頂から逃げる 200 btu/ft³ 以上の富ガスの処理をいかにすべきかが解決されねばならない。他の不利な点は銑鉄 t あたり石炭を 3000 kg 必要とすること、生産量 (Output) の低いこと、種々の原料から強度の高い安定なブリケットを作ることの困難さである。第1表は低シャフト炉と高炉の寸法上の比較を示したものであり、第2表は操業条件の差を示したものである。

M. O. Holowaty (Inland Steel Co.) は将来の高炉操業に重要な影響を与えるであろう4つの重要な因子を強調した。

これらは黒鉛で裏張りしたボッシュを持つた炉の炉床の径を大きくすること、完全に破碎してから固めた装入物を用いること、送風温度を高くすること、送風を酸素富化することである。これはいずれも目下研究されつつあり生産性の向上をみている。これらのうちでとくに焼結鉬を今後ますます採用すべきであると強調した。

Bruce Old (Arthur D. Little, Inc.) と P. E. Cavanagh (カナダの Ontario Research Foundation) はフローシートを示して、ガスあるいは固体燃料

第1表 低シャフト炉と高炉の寸法の比較

炉別		高 　　さ		炉 　　床		有効容積 ft ³	送風量 ft ³ /mn
		全 ft-in	有 効 ft-in	径 ft-in	面 積 ft ²		
低炉	Trostberg	23~ 0	15~ 0	6~ 7	35.2	528	7100
	Oberhausen	28~10	16~ 7	7~10	38.6	876	6000
	Humboldt-Cologne	16~ 5	10	3~ 3	21.2	216	2120
	Liegé	29~ 5	16~ 4	6~ 6 × 9~ 9 × 4~10	38.0	610	8300
	Inland No. 5	100~11	78~ 8	25~ 9	52.0	39,400	78,500

第2表 Oberhausen の低シャフト炉と普通の高炉の比較

炉 別	高 　　炉			低炉
	Domnarfvat	Novo Tagil	Fairless Works	
Oberhausen**				
炉床の径 (ft)	14~9in	26~9in	28~0in	7~10in
有効容積 (ft ³)	8000	48000	48000	876
生産量 (t/day)	560	2050	2200	53
生産計数 (t/ft ²)	3.45	3.70	3.58	1.3
" (t/ft ³)	0.071	0.043	0.046	0.060
コークス比 (lb/t)	980	1150	1240	2750
スラグ量 (lb/t)	850	1240	660	1690
送風量 (ft ³ /mn)	18,000	78,000	103,500	6,000
" (ft ³ /t)	47,000	54,000	67,000	116,300
送風温度 (°F)	1,500	1,560	1,460	1,250
送風圧力 (psi)	9.0	26.2	24.0	4.0
高炉ガス量 (ft ³ /t)	65,000	75,000	90,000	173,000
高炉ガス温度 (°F)	530	610	—	719
高炉ガス熱量 (Btu/ft ³)	90	105	—	159
炉頂圧力 (psi)	-2	8.9	5.0	低
ダスト量 (lb/t)	70	192	173	35.4
焼結鉬の装入割合 (%)	100*	81*	50.0	+1/4in 鉬石と25%の焼結鉬

* 塩基度約 1.0

** 送風酸素量 30.5%

と鉬石の混合物を用いて直接に銑鉄を製造する方法について概要を説明した。説明された製造方法の種類はつぎのとおりである。

- i) Hognas トンネル窯, (スポンジ鉄)
- ii) Wiberg-Soderfors シャフト炉
- iii) Mexican バッチ坩堝法
- iv) R-N 回転窯還元法
- v) Krupp-Renn 回転窯
- vi) 粉末鉬石の流動床による水素還元 H-iron 法
- vii) Arthur D. Little 法
- viii) U.S. Steel の Nu-iron 法
- ix) O.R.F. 直接製鋼法

原料と経済的条件から Sweden と Mexico では i) ii) および iii) の方法が実現性があつた。Sweden では 100,000t/年以上のスポンジ鉄が使用されている。R-N と Krupp-Renn 法は高温で固体燃料を還元剤として回転窯で製造する。富鉬を用いればスクラップの代用として製鋼炉に装入するのに適当した良質の鉄が得られるが、低品位の鉬石を用いた時は低品位の鉄しか得られないので高炉に装入する。

H-iron, Arthur D. Little および U.S. Steel 法は高品位の粉末鉬を流動床を用いておこなう方法である

が、還元は H-iron は水素ガスを用い、他の2つの方法は天然ガスを変成して $\text{CO}:\text{H}_2=3:1$ にしたものである。複雑な装置と正確な作業調節が必要である。還元を完結させるのに丁度適当した時間に保つこと、還元された鉄の粉末を還元ガス中で冷却すること、コストが45~55ドル/tかかること、50~200t/日位の小規模のものしかできないこと、などなかなか問題がある。

Hoganas トンネル窯は 50 t/日、Wieberg-Soderfors シャフト炉は 100 t/日、最も大きい Krupp-Renn 回転窯 (350ft 長) でも 200 t/日に過ぎない。得られた鉄は製鋼炉で再溶解しなければならないので全燃料消費量は高炉より相当割高になる。また最新式の高炉と同じ生産量を得るには非常に多数の装置 (unit) が必要である。

N. L. Evans (英国) と A. G. Lefebvre (ベルギー) によつて鉄鋼業における曹達灰法が討論された。

M. Tigerschiold は Sweden では Fe 66% 以上の高級な精鉄だけを使うことができるのでスポンジ法が発達し粉末冶金工場で使用され、また 500 lb に詰めて製鋼工場に出荷されると報告した。

(3) 「製鋼」に関するパネル会議

第1班のパネル会議の第2部「製鋼」は11月7日午後第1部と同じ会場で Jones & Laughlin Steel Corp の Howard Turner が司会者となつて開催された。

A. J. K. Honeyman は Steel Company of Wales, Ltd における酸素の利用について報告した。この工場では酸素は平炉の天井から垂直に降したランスで吹込んでいる。耐火物のコストは増加せず溶解速度が増加した。底吹塩基性転炉で低窒素のシート鋼を作る場合には吹錬期に酸素蒸気として吹込んでいる。

Harold B. Emerick (Jones & Laughlin Steel Corp.) は米国の製鋼工場における酸素の利用について全般的な説明をおこなつた。現在製鋼工場に隣接した大容量の酸素発生機 30 基が稼動しており2年後にはさらに約 30 基が操業に入る予定である。使用されている全酸素の約 73% は 99.5% 純度であり残りは 90~99% の低純度のものである。高純酸素はすべての製鋼作業に向け、低純酸素は高炉の送風や平炉の燃焼空気の酸素富化や転炉の吹錬初期用に使っている。酸素を高炉に使用していちじるしい効果を挙げた例として一つは送風中の湿分を一定とし酸素を単に 1.5% 富化しただけで4本の高炉の生産量が約 7% 上昇した例があり、もう一つは純度 95% の酸素を 500 t/日 供給し得る新しい酸素発生工場を建て Fe-Mn 製造用の高炉の送風酸素を 6%

高めた結果生産量は 25% 上昇しコークス消費量が 5~10% 低下した。もし 260 基の全米の高炉にこれが採用されたならば物凄いことになるわけである。電気炉工場でも大きなところはほとんど酸素発生装置をもっている。ステンレス鋼の C 量を低下させるためには酸素の吹込みは不可欠であり、酸素の利用により数千 t のステンレス鋼のスクラップが装入可能となつた。一方炭素鋼を電気炉で溶製する場合にも酸素の利用は溶銑配合率の増加を可能にした。酸素吹込みによつて熱が上るので電極と電力の消費量もいちじるしい低下をみた。電気炉の生産速度は酸素のおかげで 25~35% 上昇した。

平炉工場における酸素の利用も非常に効果があるので酸素製鋼は急速に広まりつつある。溶解期の燃焼空気を 25% O_2 に高めることにより耐火物に損傷をあたえることなくスクラップの溶解を非常に短縮化した。精錬期の酸素ランスはいちじるしく脱炭速度を早め溶鋼温度を高める。

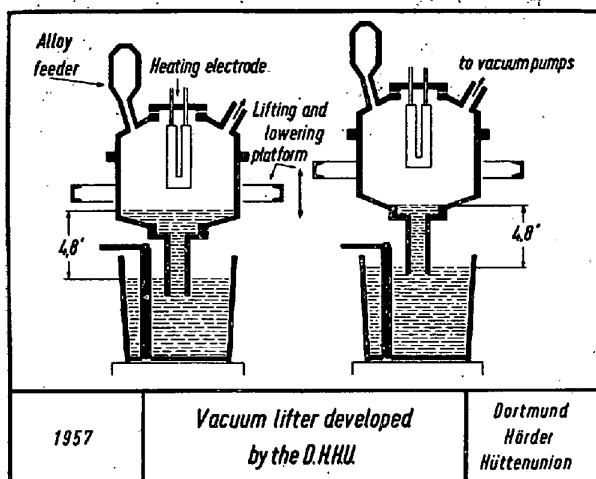
装入する鉄鉱石と石灰石の量やスラグの量も酸素製鋼によつて減少する。結果として 25 t/h の溶解速度を有する数基の平炉は燃料消費量が低下し溶解速度は 40 t/h に増加した。

酸素の最大の用途は何と言つても純酸素転炉 (L-D) 法である。発生温度が非常に高いので装入物の 25~30% はスクラップを使用することが可能である。もつとも装入スクラップの量は溶銑の Si 量に比例する。米国には目下 2 工場が操業中で少くとも 4 工場が建設中である。

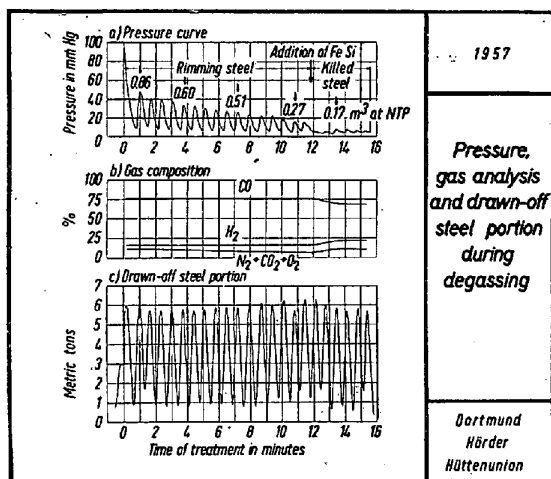
Otto Winkler (Liechtenstein) はヨーロッパの真空溶解について論じた。消耗電極法 (consumable arc process) の方が誘導溶解法より安価であるが高合金鋼以外は今のところコストが合わない。

J. H. Moore (Metal Hydrides, Inc.) は -20 mm の圧力で真空溶解によりガスの含有量が約 6ppm に低下すると述べ、C は低圧の下で C-O 反応によつて CO ガスを生成することによつて脱酸に作用すること、CO ガスは攪拌と沸騰作用をあたえ H や N のような他のガスを除去する手助けになること、坩堝も鋼中酸素の起源となるので注意を要することなどを説明した。真空溶解は誘導あるいは電弧溶解でおこなわれるが、軸受鋼、Cr-V ばね鋼、ジェットエンジン用 bucket blade および多くの工具鋼の靱性、疲労強度、耐熱性は真空溶解によつて清浄鋼になるために明らかに向上する。ある種の特殊合金では二重真空電弧溶解が採用されている。

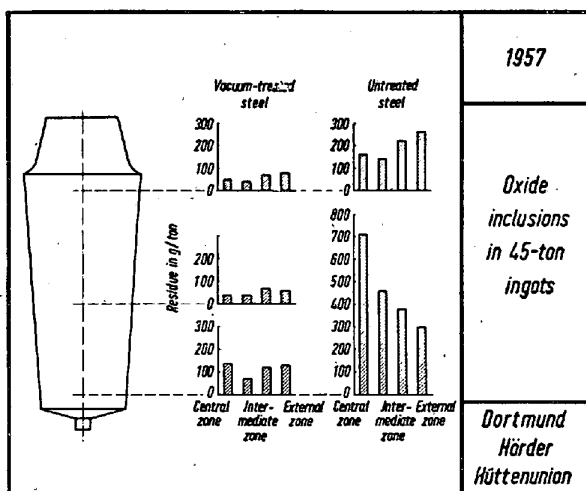
K. C. Taylor (F. J. Stokes Corp.) は空中で溶解



第 6 図



第 7 図



第 8 図

して真空中で脱ガスする方法について説明した。

Fritz Harders はドイツ Dortmund で発明した真空脱ガス法を説明した。第6図に示すような電極で加熱された真空室を設けて耐火物の樋を通して溶鋼を取鍋か

ら吸上げる。真空室を上げ下げすることにより溶鋼を循環させて第7図に示すように次第に鋼中のガスを減少させる。

脱酸剤を添加後さらに数回真空室を上下させてから鑄型に鑄込む。このような処理をした鋼塊には第8図のように非金属介在物の含有量がきわめて少ない。

(4) 「鋼の凝固」に関するパネル会議

第1班最後の会議は 11月8日午前同じ会場で Jones & Laughlin Steel Corp. の C. W. Sherman が司会になり「鋼の凝固」に関する討論をおこなった。

オーストリアの Josef Riedl は Bernhard Matuschka 博士がロンドンで自動車事故によつて負傷したため博士の論文を代読した。

D. A. Dornin, Jr. (Sharpsville, Pa.) は短かくてズングリし傾斜を大きくした鋼塊は良好な凝固組織を示すので合金鋼には広く採用されつつあるが圧延が難しくなるので歩留がおちる。そこで単純な炭素鋼は依然として丈けの高いせまい鋼塊に鑄込まれている。しかしこのようなズングリした鋼塊でも偏析量の改善にはあまり効果がない。コルゲートあるいはフルート付鑄型に鑄込まれた多くの合金鋼は鋼塊表面の直下におこり圧延時に口を開くフルート亀裂が生じやすい。これはフルートの深さを増したり、とくに熱い鑄型をさけることによつて大いに減少させることができると述べた。

J. L. Walker (General Electric Co.) と W. A. Tiller (Westinghouse Electric Corp.) は凝固における凝固核の調節についての講演をおこなった。数式を用い、温度、拡散、組成が凝固速度、固体結晶の均質性および結晶粒度におよぼす影響について論じた。鑄造金属における非常に小さな結晶粒はチルを使用するか、溶体を振動させるとか、とくに異物で接種することによつて凝固核を沢山生成させるとかの方法によつて得られる。ジェットエンジンのタービンプレード用超合金鑄物の高い強度、靱性、寿命はこの原理を応用することによつて得られたものである。

Karl Georg Speith (ドイツ Duisberg-Huckingen) は鋼の連続鑄造について論じた。1950年に建設した Junghans Machine の単系列は非常に調子が良いので4系列増設し能力は 35t/h となつた。これはキルド炭素鋼あるいは合金管用鋼の 35t 容量の電気炉と組合せて操業している。鑄造ビレットの直径は通常 10.2~13.7 in φ であるが時には 5.1in 位の小さい寸法のものも製造している。鑄造速度は 300mm φ に対して 350mm/mn, 200mm φ に対して 525mm/mn である。現在

Huckingen では 80 t の平炉の溶鋼を 1 時間以内に鑄込む 8 系列を設置する計画が進んでいるが、これは大型平炉の溶鋼を完全に連続鑄造ビレットに鑄込む最初の企てであろう。

Robert Clark はカナダの Atlas Steel Ltd にある単系列の装置について説明した。この装置は平鋼に圧延するためのリムドおよびキルド炭素鋼とステンレス合金

のスラブ断面の鑄物を造るためのものである。鑄型は大型の水冷銅鑄物で作られ鑄造サイクル中、上下に振動させる。鑄型の壁は脂肪油で潤滑し、酸化防止のために鑄型中の溶鋼の頭部を不完全燃焼したプロパンガスが保護するようになっていいる。生産速度は 5~10t/h の間に變化している。

—特許記事 1342 頁よりつゞく—

- 昭 33—7504 **鋼または鋼合金の真空処理法** (ウエルネル・クーペット外 2)
 ボツフーメル・フェライン・フユール・グスシユタールファブリカチオン・
 アクチエンゲゼルシャフト (独)
 鋼または鋼合金を多数の真空段を通して落下させ、異なる強さの真空作用を受けさせ、その際上方の圧力段の圧力を 10~500 mmHg とし、下方の圧力段の圧力を約 5~10⁻³ mmHg とし、かつ鋼または鋼合金を前記の上方の圧力段内で電弧の加熱作用を受けさせる方法。
- 昭 33—7505 **鉄金属浴からイオウを除く方法** (エドワード・フランシス・カージンスキ)
 ユニオン・カーバイド・コーポレーション (米)
 ガスの流れと一緒に粉碎したカルシウムカーバイドを運ばせてこれを鉄金属浴に吹込んでイオウを除くときに、カルシウムカーバイドをガスの流れに送る前に油とまぜておく方法。
- 昭 33—7506 **高炭素鑄鋼** (新倉清初) 同人
 炭素 1.1~1.7%, 硅素 0.5~2.5%, シルコニウム 0.01~1%, 硼素 0.01~0.1%, 残余鉄よりなるもの。
- 昭 33—7507 **耐摩耗性鑄鉄** (原準之助) K.K. 小松製作所
 クローム 12~15%, 炭素 3.6~3.9%, 硅素 0.1~0.5%, マンガン 0.3~0.9%, 少量の燐, 硫黄, 不純物, 残余鉄よりなり炭化物 (FeCr)₇C₃ を初晶として晶させた組織のもの。
- 昭 33—7508 **硝酸の腐蝕に耐える不銹鋼** (レイモンド・スミス外 1)
 ユナイテッド・ステーツ・スチール・コーポレーション (米)
 (略)
- 昭 33—7509 **磁製材料の製造方法** (ウオルター・アール・ヒバード・ジュニア外 1)
 ゼネラル・エレクトリック・コムパニー (米)
 (略)
- 特許出願公告 (昭和 33—8—30)
- 昭 33—7604 **フェロシリコンの精製方法** (ジョン・エス・バーカジュニア外 1)
 ピッツバーグ・メタロジカル・コンパニー・インコーポレイテッド (米)
 フェロシリコンを弧光炉において溶融状態まで加熱し、該溶融物を酸性内張りの弧光炉に供給し、該炉中に砂および石灰を添加し、溶融合金上にけい酸カルシウムを生成させる方法。
- 昭 33—7605 **緩徐冷造塊用特殊鑄型** (石原善雄外 1) 日本特殊鋼 K.K.
 上拡がりの鑄型で上端から鑄型の高さの一部または大部分の側壁の中空部を形成したものを使用し、該中空部内に適当の断熱保温材を充填し内部の溶鋼が上方に行くに従い連続的に緩徐冷されるようにしたもの。
- 特許出願公告 (昭和 33—9—5)
- 昭 33—7803 **磷酸塩皮膜による鉄鋼の低温防蝕法** (野村政尚) 同人
 (略)
- 昭 33—7804 **管状鑄鉄片の溶接法** (マンフレッド・ワルデマル・ベルグ) アルベド・メギ (スエーデン)
 (略)
- 特許出願公告 (昭和 33—9—15)
- 昭 33—8153 **キユボラ用空気復熱装置** (デヨルジ・ウルメサントル・テクニク)
 デザンデユストリース・ド・ラ・フオンドリー (仏)
 (略)

以下 1310 頁へつゞく