

特 別 講 演

英国鉄鋼業における共同研究

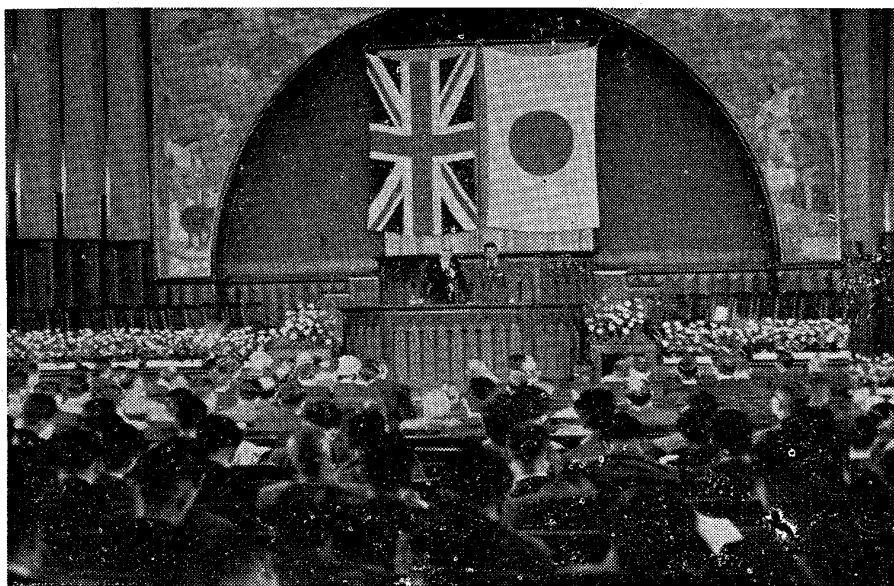
Co-operative Research in the British Iron and Steel Industry.

SIR CHARLES GOODEVE*

会場の皆様、まず私が最初にお礼申し上げたいことはただ今日本鉄鋼協会の名誉会員に推挙いたされ、私といたしましては非常な感激でございまして、これは先程 W. F. CARTWRIGHT 氏からも申した通りであります。さらに会長にお礼申し上げたいことは本日の日本鉄鋼協会の総会の貴重な席上で、私に講演の機会を与えて下さりまして厚くお礼申し上げます。

「英国の鉄鋼業における共同研究」が講演の題目であるが、英国の場合これは BISRA ということになる。

まず最初にこの共同研究とはなにかという定義から始めたいと思う。共同研究というのは鉄鋼業に属している各会社が、お互いに共同して手をたずさえあつて、お互いに共同研究が継続されるよう資金的な面でも手を握りながら行なっていく研究と定義したい。



SIR CHARLES GOODEVE 副団長の特別講演

私は英国生れの者でありますので、英国で本日の講演原稿**をかき鉄鋼協会に送付いたしましたので、皆様のお手元には訳されたものが配られていることと思います。皆様がお暇な時にはこれをお読みいただきたいと思ひます。

私達は過去3週間あまりにも忙しく動き回りましたために、レジャーとは一体なんだつたらうと判らなくなつてしまいました。私といたしましては本日はむしろ内容を一寸変え、お手元にある paper を中心に、paper の周りについて、特に過去1~2週間の間に日本の友人から出されたいくつかの質問に回答するという形で話しを進めたいと思ひます。

通常の場合、産業界自身で共同研究の大半の費用を賄う訳であるが、政府から資金の一部が出るのが常である。

今日、英国では共同研究という体制をとっている産業は約 50 あり、皆 BISRA と同様なことを行なつていますが、その中で BISRA がもつとも大きい共同研究機構である。

共同研究とは個々の会社が行なつている研究にとつて代るものではなく、個々の会社が行なつている研究を補

* 英国鉄鋼視察団副団長

** 当日配付の講演概要は 947 ページを参照。

足する性質のものである。

われわれの間でも個々の会社が行なう研究と共同研究との割合ほどの程度が適当であるかということについて種々議論があるが、鉄鋼業の場合 20~30% が適当ではないかと思う。繰返すと共同研究が 20~30% で、後の 70~80% が会社で行なう研究と考えて適当ではないかと思う。これは各産業についても同様なことがいえる。

英国鉄鋼業の場合にはその数字の中に入っており、鉄鋼業以外の産業でその数字内に入っているものもあるが、そういう数字の適用されない産業もある。

たとえば電気産業を例にとると、英国の電気業界においては個々の会社の研究所が非常に膨大なもので、彼ら電気業界に属している会社同志の共同研究は 3~4% 程度と見られている。ところが食料品、繊維業を例にとると、これらの業界は数百から数千という小さい会社から成っているために、これらが行なっている共同研究の割合は 60~70% の高さにある。しかしここで特に強調したいと思うことは、すでに各会社に大きな研究所が存在しているにもかかわらず、業界で共同研究を行なうにはなんら妨げにならないことである。

英国の鉄鋼業の場合が丁度そうであるけれど、大きな研究所をもっている製鉄会社が、実は BISRA および他の会社との共同研究においてもつとも熱心であるのが現状である。

つぎに共同研究がどのような利益をもたらすかという点について触れたいと思う。

第 1 に共同研究の利点というものは、多くの科学者によつて同じようなテーマの研究をしなくてもよいという点である。これが特に明白であることは、これらの研究結果が当然多くの人々によつて利用されるべきだからだと思ふ。そこで当然その結果が他の人々に利用されるべきであるとすれば、一番大きな問題は共同研究にどのようなテーマを選ぶかということになるが、これは後程言及したい。

第 2 の点は通常これは判つきりとはわからない、個々の会社が行っている研究活動を、促進し助けることである。通常競争の激しい時代においては、研究所関係を見ている所長は、自分の研究所で研究を進めて行くうえに競争相手の会社がどのような研究を行なっているかを知っておくことは非常に重要である。たとえば競争相手の会社がある方向に進んでいることがわかれば自分の会社は別の方向に進む決心もできるし、ある会社がこういう方向に進んでいれば、自分の会社ではもつと早いペースで研究を進める判断もできる。しかしだからといって共同研究体制の中で各社の研究を調整したり、そういう研

究に介入するというのではない。

そういう研究テーマの調整はしないといつても、まったくしないということではない。それは、そのような会社とか、技術的な討論会とかには各社の技術者が参加し、参加しているうちに個人個人の間には友好関係ができて種々の問題がわかってくる。たとえば鉄鋼業の場合、クラブという呼名は適当ではないかも知れぬが、技術者同志の集り「クラブ」というものがある。すなわち、溶鉱炉工場長ばかりが集る溶鉱炉関係のクラブがある。また分析関係の長とか、圧延機関係の長とかの集りであるクラブ的な集りがおよそ 10 ばかりある。これらの人々は年に 1~2 回会合する。この会合は秘密で行なわれ、出席したメンバーはまつたくくつろいでおたがいに忌憚のない意見の交換を行なっている。

いま述べた 2 点、共同研究に 2 つの利点があるという点を、高温関係の材料開発の共同研究を具体例にとり上げ、それがいかに利益のあるものか述べてみたい。

この高温材料の問題は、英国の各製鉄会社においてはお互いに非常に競争し合っている品種であり、各社は他社よりも抜きん出ようと高温材料の開発に懸命になっている。しかし残念なことに時間のない関係で、各社は基礎的な知識、あるいはもつと広汎な知識を得たいとか、もつと基礎を固めてみたいとかいうことができないのが現状である。

こういう所に共同研究のよいところがあつて、高温材料用の広汎な基礎知識の欠けているところを埋めるために共同研究が役立つてくるのが現状である。

この高温材料用の共同研究グループのより面白い特色の一つは、単に製鉄会社だけが共同研究体を組織しているのではなくて、製鉄会社の他に発電用ボイラーを製造しているグループ、あるいはジェネレーターを製造しているグループとが一緒になつて共同研究グループを構成しているのである。したがつて高温用材料の共同研究グループの試験は BISRA では行なわれずに、電気関係の共同研究所の中で行なわれている。その共同研究の一環として各製鉄会社においても、自身で高温用材料の研究を行なっているが、それが約 80%、後の 20% の精力が共同研究のために費されている。

いま、あげたのは一つの製品関係の共同研究であるけれども、大体共同研究の約半分は新製品の製造方法とか、新設備に関するものが多い。そのためにわれわれは製鉄工場の設備を製造する人々も共同研究の一員に加えている。

大体各製鉄会社における研究は、個々の会社の製品関係に重点を置き、どちらかという製造法の研究には弱

いのが英国では常である。したがって個々の研究所では弱いプロセス関係の分野には共同研究のグループが入る余地がある訳で、これが前述した共同研究とは個々の会社の研究所の補足的なものといった所以である。

共同研究でこういったプロセス関係の研究を行なう場合に、これに要する費用が、共同で行なうために相当広範囲な研究ができることが強調される。さらにそういう研究のかなり早い途上において、種々できてきたもの、新しい設備というものを並行して開発することができる。

BISRA の共同研究項目について見ると、溶鉱炉関係、平炉における酸素の使用、圧延関係、鍛造関係と非常に広汎なテーマが取りあげられている。またこれと別の分野であるが、共同研究でまったく新しい分野を開拓できることである。お手元にある paper には種々の新しい idea が開発され、工業化に成功した例を述べてある。

われわれは共同研究体において新しい idea を取り上げたり、新設備を開発することができる訳だが、ある段階に達するとそれを専門の会社に移し完成させるのが普通である。

この点からこそ共同研究の第3の利点が出てくるわけである。たとえば、普通の会社のある研究者がいい idea を持った場合に、果して自分の会社でその idea を守り育ててくれるだろうか心配になる。ところが共同研究になるとメンバーの中に種々の会社が参加しているので、そのメンバーの一社がその idea は面白いから採用してもよいという可能性が非常に多い。たとえばある面白いテーマがあつた場合、それが特定の製鉄会社にとって非常に利益になるとか、プラスになるんだという点からそのテーマに特定の会社が非常に興味を示すことになる。

先程、共同研究でどのような研究テーマを取上げたらよいか後で言及すると述べたが、この点について触れてみたい。

これは非常に重要なまた広汎な問題を含んでおり、この問題だけで相当長い講演をしなければならないと考える。

まず、研究テーマの idea の大半は研究者自身からでることが多い。研究者が現場の人々と種々話し合う過程で出てくることが多い。具体的なことははっきりしないが、科学的素養を持った研究者が現場の作業員の人々と種々接触しているうちに、新しいテーマや idea がでてくるのである。BISRA にいる研究者の大半はある程度の小規模の実験までは上司の許可を得なくても実験でき

る権限を持されている。この段階にはわずらわしい規定はない。日本においてはそういうわずらわしい規定はいかがですか？ どこにもわずらわしさはあるものと思う。

ある段階に達し、相当額の研究費が必要となつてくると、種々の専門家から構成された委員会において慎重な検討がなされる。ある場合に研究者は面白いからぜひ行ないたいと熱意を示すのに対し、現場関係者はあまり熱意を示さないというケースがある。

われわれはこのような場合、お互いの利害の一致しない議論が永続きするのを防ぐために、非常に簡単な公式を作り出している。

研究テーマの優先順位をつぎの式で表わしている。

$$\text{優先順位} = N (\text{Need}) + P (\text{Promise})$$

N は必要性、P はどの位成功するかという見込、これによつて優先順位を決めている。

当然Nの大きなものと、Pの大きなものと掛合わせたものが優先順位としては高くなる訳である。したがってNとPを掛合わせたものであるという点が大事であつて、NとPの双方が満されなければ、研究テーマとして取上げない訳けである。もしNが非常に大きく、Pが中位であるとか、あるいはNが中位いでPが大きい場合優先順位は中位のものとなる。しかしNの方も、Pの方も中位であるとか、Nが非常に大きいPが小さい場合にはこれらは研究テーマとして後方に退けられ waiting list に入れられる。

そこに研究委員会というものがあるが、これには各製鉄会社の人々、BISRA の研究者が参加している。この場合会社側が一番はつきりいえるのはNの場合で、Nに関しては会社側は種々と発言できる。一方Pの方は研究者が見込みがあるか、ないとか種々意見がいろいろ。

これによつてすべてことがうまく運ぶようであるが、実際にはすつきりいえない点が多くある。

つぎに共同研究に政府がどういう具合に介入するかについて、始めにある程度 backup すると述べたが、これについて触れてみたい。

BISRA の場合には共同研究体では一番大きいので、政府から出る金額は全体の費用の12%である。ところが別の共同研究体の場合にはこれが40%に達することがある。

もちろん政府はどこの政府であつても自国の技術の進歩について非常に関心を払うのが常である。しかし完全に国家だけで経営している研究所には非常に大きな問題がある。国家機関の研究所はもつとも適切な研究テーマを選択する点で非常に大きな問題に遭遇する訳である。大学の場合にはそれはあまり大きな問題とならないが、

応用研究を主体にする国立の研究所の場合には研究テーマの選択が非常に大きな問題となるのが常である。

共同研究の中に政府が介入し、その研究を backup するという形は望ましいもので、これには種々利点があるが、そのうち、4つだけを述べてみたい。

第1に共同研究に政府機関が加わってくれば、単にその産業界だけの関心だけではなく、もつと広くどうということが望ましいかという国家的見地から意見が折り込まれるので非常に利点がある。

第2に人材を集めるのに非常に有利である。なんらかの形で政府機関とのつながりのある仕事を好む人が多くいる。もちろんその場合政府機関とつながりがあつて、給料がそう安くないことが条件である。BISRA の場合幸いに政府の給料に関係なく独自に給料を支払うことができる。

第3に政府がこういう問題に関心を示すと、お互いに競争しあっている業界の会社同志を政府が一つにまとめてくれる点である。大体各社間の競争状態が激しくなればなるほど各社は離れていくのが普通であるが、そこへ政府が関心を示して、ある程度の資金援助を与えられると、離反しようとする業界を結びつける役割を果す。

第4に政府が共同研究に関心を示してくれば良いと思うことは、単に共同研究を行なう業界だけでなく、その業界の製品を買う user の立場を考慮に入れて共同研究を進める方向にもつていつてくれるので非常にプラスなことだと思ふ。

われわれは政府機関の人々からしばしば研究所に金を使いすぎると攻撃をうけることがあるが、いま述べた第4の点、われわれの共同研究はお客の立場が常に考慮されていることを説明すると、こういつた政府機関の攻撃は直ぐに止んでしまう。何故ならわれわれのお客は多くの投票権をもっているからである。

いま英国の共同研究体のことについて述べたが、この

ような研究体制のあり方は同じく日本においてもある程度適用できるのではないかと思う。

すでに日本では国会で法律が通過して、共同研究が援助される体制ができそれにもつてほしいに共同研究体制が実を結びつつあるといわれている。しかし私はまだそれが活発に動くような段階ではなく多くの制約があるかのように感じる。また種々と政府からの資金の援助の額の問題とか、政府からの介入がどの程度入ってくるかという問題が未解決のまま残っているために、現在の状態ではもつとつき進んで共同研究に進めないのが現状ではないかを感じる。しかし共同研究を十分に推進できるような機構ができあがっているようである。もう一つ私の感じたことは、日本の鉄鋼業界の中での競争的状态というものが共同研究によつて阻害されるのではないかと不安の念をもたれているのではないかということである。

しかしわれわれ英国での種々な経験に基づいて考えると、業界の中で共同研究を行なうことが、決してそれが各社各自もつている競争的立場を弱めたり、それに反するものではないということがわかると思う。

われわれは種々日本の製鉄所および研究所・実験室を見学して、そこで皆様が活発に研究されているのを見て深く心を打れた。皆様非常に楽しく研究されておられますけれども、もし日本の共同研究がもつと進められるならばさらに研究成果が上つてくるのではないかと感じるのである。

最後に三島会長、会場の皆様に、私といたしましては今後の日本鉄鋼業が引続いて発展することを願つております。引続いてと申したのは今日までの日本鉄鋼業の発展がまことに目覚しものであつたからであります。

会場の皆様には長い間ご静聴いただき感謝いたします。

(通訳：富士製鉄技術開発部 梅根英二君)

特別講演概要

英国鉄鋼業における共同研究*

SIR CHARLES GOODEVE

英国の鉄鋼研究は 1945 年までは、狭い個々の会社における研究や、大学における若干の基礎的な仕事および英国鉄鋼連盟や英国鉄鋼協会が設置した各種委員会の活動に限定せられていました。

しかるにこのまとまりのないしかも各個ばらばらな形態では、必然的に広範囲な研究分野がほとんど手つかずのまま残されることを自覚するにおよんで前記鉄鋼連盟と鉄鋼協会とは政府の科学—産業研究省と連れいして、広汎にして、統合的な計画を受持つ共同研究機構を設立することになりました。

実はこの種の研究機構を業界自身が組織しかつその自己資金で運営するという計画はすでに 1917 年当時樹立せられたもので、その時通商局は多くの他の産業界にこの計画を育成するために DSIR を組織しました。

今日ではこのような共同研究機構は 50 以上あり、中でも BISRA が最大の機構であります。

その経費は主として鉄鋼業界が負担、生産 t 数に対する賦課金を業界の最も代表的な業者団体である鉄鋼連盟に払い込みます。連盟はこの賦課金収入の一部を BISRA に、その仕事の経費として交付します。現在 BISRA の年収入は約 1,150,000 ポンドであります。この内約 135,000 ポンドは DSIR が政府からの交付金のなかから提供したもので、20,000 ポンドは特許権使用料および許可証料金であり、約 900,000 ポンドは鉄鋼業界から支払われるものであります。この民間産業界と国家との双方の利害の結びつきによりできた共同組織は妥協の精神において多分最も典型的な英国的なものでありますがこの独特の共同組織は英国の社会と経済に鑑みてその存在価値を立証したことは疑いありません。

個々の民間会社が特別の関心を寄せる分野への研究は勿論継続して行なわれ年々 300~400 万ポンドの資金がこの民間会社の研究に消費されています。

BISRA は、1) 製鉄、2) 製鋼、3) 加工、4) 冶金、5) 工場工学およびエネルギーの 5 部会 (division) に分かれ、これら各部会で総ての生産工程をカバーしております。以上の他に 1) 物理、2) 化学、3) オペレーション・リサーチの 3 部会 (department) があります。

研究計画は主として鉄鋼業界諸会社から推薦された任期 3 年の人々で構成されるパネルまたは委員会が定めます。したがって研究は当該産業界が実際に必要とする問題を直接反映するものであります。この緊密なる基礎的接触はさらに BISRA の研究者と産業界の技術者との間における頻繁な討論と相談によつて強化されています。

これというのも BISRA の諸研究所がわざわざ国内の鉄鋼生産の特殊諸部門に伝統的に関係の深い諸地域に配置してあるからであります。研究所群の最大なものは特殊鋼生産地区の中心地にあります。

鉄鋼の被覆関係の研究所は、長期間にわたつて亜鉛鉄板産業が行なわれている南 Wales にあります。

製鉄部会関係の研究所の一つは英国鉄鋼業の多くの会社が集まっている英国東北海岸地区の Middlesbrough 市にあります。

BISRA は創立以来製鋼工場や製鋼設備の設計および操業に多くの改良を率先して行ないこれを業界に紹介しました。BISRA の業績の範囲の広さを説明するためにそれらの重要な 2~3 件お話することはこの際価値あることと存じます。

(1) Hover pulley 方式

米国で発明された製鉄技術のお蔭で食缶用亜鉛鉄板の厚さを約半分に減らすことができるようになりました。しかしこのほとんど紙のように薄い亜鉛鉄板は製造中に裂けたり、表面を損傷したりしないように非常に注意深い取扱を必要とします。もし従来の電解式亜鉛鉄板製造方法を用いるとガイドロールの設計および駆動モーターの速度制御が困難かつ高価になります。製造工程の速度を増すとこの問題は一層困難となります。

Hover pulley 方式はこの薄い材料の取扱い方に、新しい方法を提供します。実験の結果判明したことは従来のローラの組合せの代りに各ガイドと移動して行く薄板との間が液体クッションとなつている一連のガイド面を用いることが実行容易でかつ経済的であるということであり、クッションは流体 (ガスまたは液体を低圧で環状にならんだ噴出口から噴射してできます。

この原理は噴射口が境界面に非常に近づく環状にならんだ噴射口で囲まれた部分の圧力が上昇する hover craft の原理に似たものであります。

Hover pulley の主な 2 つの利点は、摩擦損失を非常に低減し、慣性率が高いロールを用いないことであります。このことはストリップを動かす動力がより少なくて済むことで、とくに速度変更中においてしかりであります。正しい進行を持続するためには、ストリップの張力が低いことが必要で、表面と表面の接触がないので、ストリップの表面に傷が付きようがありません。

流体クッション方式はさらにまた別の斬新でかつ簡潔な工場設計を可能にし投下資本減少の原因となります。

BISRA はすでに hover pulley を用いる、いくんだループのある塔を計画しました。そして同じような配列でも液体処理タンクの中にストリップを支え導入することができるようになりました。それによりますと与えられた一定の長さのストリップが、より少ない容量のタンクの内でも処理できます。

製紙産業界もこの如何なる薄片材料の取扱いにも高度

* 4月3日に講演会場にて配付された講演概要

な適合性を有する手法に興味を感じています。

(2) 厚さの自動制御

ストリップおよび薄板の生産量は、生産量の大きな部分を占めかつその割合が増大しています。需要の増加に対応するため生産速度は最近数年着実に増加しつつあります。この速度の増加により厚さ制御の重要性が増しました。厚さの変動により比例的に不良率が高くなるからであります。旧式の制御方法は、圧延機の各側面にある2つの測定装置に基づいており、偏差信号がギャあるいはストリップの張力を矯正する操作運転を行なうものです。この方式は不可避的に遅延の原因となり、是正処置が有効に操作する前に制御内が不安定になり、標準以下の材料を作り出す原因となります。

BISRA の諸研究の結果、根本的に単純な方法でストリップの厚さがロール間隙で測定制御される方法が採用されるにいたりました。BISRA の原理は要するに圧延設備自体を1つの大きな測微計として使用します。すなわち荷重のもとにあるミル・ストレッチと初めのロール間隙の和が必要な圧延寸法にひとしくなるように初めのロール間隙をセットします。圧延荷重は圧延機のスクリーンとトップ・ショックとの間にある荷重計で測定します。この値から逸脱すればいかなる場合にも圧下モーターが作用していかなる偏差でも直ちに是正します。このBISRA AGC 式は単に英国内だけでなく諸外国においても広く採用されています。その採用会社名の内に日本の指導的生産会社が少くとも2~3社含まれています。

(3) 鋼の連続鑄造

BISRA は連続鑄造方法開発の先駆者でありましたがその後も引きつづき生産および冶金学的問題などに多くの調査研究を行なっています。連続鑄造方法によつて生産した鋼塊は形状と大きさが直接第2次圧延に適しているため第1次の圧延の段階を不必要とします。このため、従来の生産方法には必要だった数種の金がかかる段階が除去されます。さらに、連続鑄造鋼塊は長さが長く相対横断面が小さいために、鋼塊の上部と底部の切捨てによる損失がかなり減少します。鋼塊歩留は90%以上に到達し96%という高率の数字さえもあげられています。従来の方法による鋼塊歩留は80%以下であります。現在の開発段階においては連続鑄造法は小規模生産に用いる時に資本と運営費が最も節約されます。新しい製鋼所を建設しようとするときにはこの方法は、より少ない費用で高度の生産能力をあげ最終製品の均質性を増大することができます。同様に在来の工場で溶鋼の生産量が増加する場合に連続鑄造法を採用すれば新しい分塊工場を設置する際に生ずる莫大な費用と過大能力とを避けて経済的に使用することができます。

(4) パック・プレート

BISRA の開発による新しいプラスチック被覆技術は、プラスチック被覆鋼をより安く製造する方法を可能とするにいたりました。この技術は、成型済のフィルムまたは plastisols の代りに粉末状の P.V.C. (ポリ塩化ビニル) を用いる点で、鋼にプラスチック薄板を重ねる従来の方法とは本質的に相違します。この方法は原材料費を低減しかつ操業方法の改善からも経済的利益を招来します。この新方法によつて生産されたプラスチック被

覆鋼は粉末による原板被覆 Pacplate (Powder applied coating to black plate) と呼ばれます。Pacplate は多くの梱包目的、とくに“使用後捨ててしまう”梱包に、ペンキ被覆材や、うるし被覆にとつてかわるものとしてすばらしい材料であります。しばしば経験する剥げやひび割れがうるしぬりに較べてはるかに少ない。これは“密封”に使用する場合には重要な長所であり、梱包材料としての Pacplate は、BISRA が開発し、装飾目的には Plasteel のごとき、他の形式のプラスチック被覆に1種類を加えるものであります。

数次の試験の結果判明した所によりますとこの Pacplate は従来の方法で生産したプラスチック被覆鋼と同様に、大気腐食、摩耗および化学的腐食に対して優れた抵抗力があります。試料を深絞りしてから沸騰水に浸しても剝離は起りません。

Pacplate の利点は溶剤を使用する必要なしに、比較的高速度作業で一段階で生産されることとあります。今日までに試みた最高作業速度は 110 ft/mn であり、必要ならこの被覆作業は 25 ft/mn という低速度でも操作できます。

鋼に粉末 P. V. C. を結合するに要する処理方法は、BISRA が以前開発した Plasteel の手法と基本的には同じであり、Plasteel の生産を Pacplate の生産に切替えるにはごく簡単な変更のみが必要であります。

(5) その他の現在の諸計画

BISRA が興味ありかつ有望な計画として大いに努力中の分野は他にも沢山あります。例えば線材棒鋼圧延においては両持はり (Opposed cantilever) 原理による圧延機についての研究が今や量産の状態において試験ができる点にまで到達しました。すでに判明したところでは、この改良された設計は簡単でしかも急速にロールの組替えができるようになり、かつ保守の手数を軽減し二重のスタンドの必要性を除去するようになるでしょう。

さらにまたこの新設計はロールおよびガイドの位置決定を絶対的に制御してくれます。この圧延機を前以てセットして正確な寸法に圧延できる能力は、試験棒を使つて調整する必要を除去します。したがって高度の利用性と、僅少な建設費と精密度とを結びつけます。

また鋼の被覆に関係のある析出 (electrophoretic deposition) の原理に関しても多大の努力が傾注されてきましたし、現在も続けられています。

アルミニウムを使つて成功した方法が紹介され、さらにニッケルなどの他の諸金属についても開発研究を継続中であり、この方法は、これらの金属被覆が良質の製品を生産し、経済性の点でも従来の方法と競争できるであろうことを示しております。多くの新しい機器も開発されつつあります。

ストリップの生産を監視するための、精巧な、磁気式硬度試験装置が最近紹介されましたし、また一方ではピレットの長さ測定装置や線材、棒鋼の断面積測定計器も目下試験中であります。

これら計画の内のあるものは製鋼の経済性に大きな衝撃を与えるかも知れませんが、その他は第1次の重要性はないにしてもやはり英国鉄鋼界の技術的能率の維持に一役勤めるであります。