

鉄鋼技術共同研究会報告

計測部会報告

鉄鋼業における計測の展望*

菊池浩介**

General View of Instrumentation in Iron and Steel Industry.

(Report of Research Activities of Instrumentation Division,
Steel Technology Joint Research Society)

Kosuke KIKUCHI

I. 緒 言

計測部会の報告として、現在までの活動の経過を述べるとともに、計測や自動制御技術の発展の概況、最近の話題などをあわせて紹介したい。

II. 計測部会研究活動の経過

計測部会は昭和 30 年、鉄鋼技術共同研究会の設立と同時に熱経済技術部会の一科会として発足し、以来 5 年間わが国鉄鋼業における計測、制御の問題について研究を行なってきた。この計測分科会は昨年暮、熱経済技術部会より発展的分離を行ない新たに部会として活動することになった。

分科会より部会に発展するに到った最大の理由は、この 10 ケ年に計測制御技術は急速な発展をとげ、とくにわが国鉄鋼業の製鉄技術と設備の近代化に果してきた役割には大きいものがあり、最近ではその研究分野が単に熱経済技術の寄与の範囲にとどまらなくなってきたことによる。すなわち熱経済技術部会における 5 ケ年の研究において熱経済を目的とした計測、制御の研究については十分な効果があげられたことが認められ、今後は熱経済技術のみでなく製鉄技術全般あるいは品質管理、工程管理などと密接な関連をもつてより広汎な計測、制御技術の開発、研究に進むべきであるとの意図による。また鉄鋼各社においても組織上あるいは実務上、計測技術担当部門においてすでにこのような形態がとられつつあることも一つの理由である。

計測部会の前身はこのように熱経済技術部会にあるが、その活動はさらにさかのぼり、昭和 24 年、鉄鋼熱

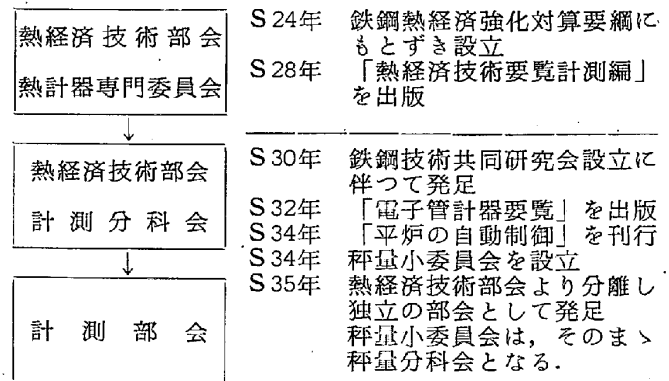


図1 研究活動の経過

経済強化対策要綱に基づいて設置された熱経済技術部会熱計器専門委員会に始まる。専門委員会は昭和 30 年まで 21 回の委員会を開き、製鉄設備の標準計測、工業計器の保守、検定、修理の標準を審議し、その研究成果は「熱経済技術要覧、計測編」として昭和 32 年に刊行された。この成果は鉄鋼業のみならずわが国産業に広く利用されすでに 3 版を重ねている。その後さらに委員会では電子管計器について同様な標準の審議を行ない、この資料はそのまま熱経済技術部会計測分科会に引継がれ、これも昭和 32 年、「電子管計器要覧」として刊行された。

計測分科会は昭和 30 年 6 月第 1 回の会議を開いてから昨年暮までに総計 17 回開催され、各委員より提出された資料は総計 406 編、それぞれの議題に関し資料の説明、討論により会議の運営を行なってきた。また各事業

* 昭和 36 年 4 月本会講演大会にて発表

** 計測部会部会長

所の好意により見学会 11 回を行なった。この間昭和 32 年には「電子管計器要覧」の発行を行ないまた 33 年より 34 年にかけては小委員会により「平炉の自動制御」の研究資料の総括が行なわれ、300 頁を越える貴重な資料「平炉の自動制御」を刊行した。また 34 年夏秤量の問題を取上げるために小委員会を設け、昨年暮、計測部会の設置とともにこれは秤量分科会として継続的に研究を行なうこととなつた。

ここに述べたように本部会はずでに 12 年の長い歴史をもち、新たに部会として益々発展すべき基礎を得たことは代々の部長始め委員各位の熱意によるもので、深く感謝の意を表わすしだいである。

III. 計測技術の推移と現状

鉄鋼業も他の産業と同様に、検査、検定をその計測目的とした度量衡計器の使用に始まり、戦前にも高温計や圧力計の幼稚なものは存在していたが、計測技術ともいべきものの進歩は何といつても戦後熱管理と一緒に推進されたといつて過言ではなからう。本部会が熱経済技術部会とともに発展してきたのもこのような経緯にもとづくものである。戦後鉄鋼業が逐次復旧し、操業がしだいに向上しつつあつたとき、GHQより派遣されたヘイス、マックロイド氏らの技術指導並びに勧告があつて、漸く熱管理の強化が叫ばれ、鋼片加熱炉に単独計器として流量計、高温計、圧力計などが設備され、それらはやがて、自動燃焼制御への方向を固めていつた。

鋼片加熱炉に設備された計器は、いわゆる熱管理の推進に大きく貢献し、当時流行した熱精算に対し基礎的な計測データを提供し、燃料原単位の切下げなどに効果をあげた。計測の対象は加熱炉から平炉、転炉、ボイラー、高炉、コークス炉、熱風炉などにおよび、またコークス炉ガス、高炉ガス、高炉送風用空気、工業用水、海水の需給作業にも計器が使用されてきた。

計器の種類と台数がしだいに増加するにつれ、この運用を円滑にするため、多くの会社が計量管理に踏出し、計量管理規則や計器検査設備も漸次完備されてきている。図2に某工場の計器使用台数と計器作業人員の推移を示す。

この図表は、いわゆる熱管理計器と呼ばれているものの推移であるが従来の度量衡計器をも含めると計器数、作業人員ともに増加する。

このように計測の技術は鉄鋼業においてめざましく発達してきたが、計測部会においても、この間多くの話題

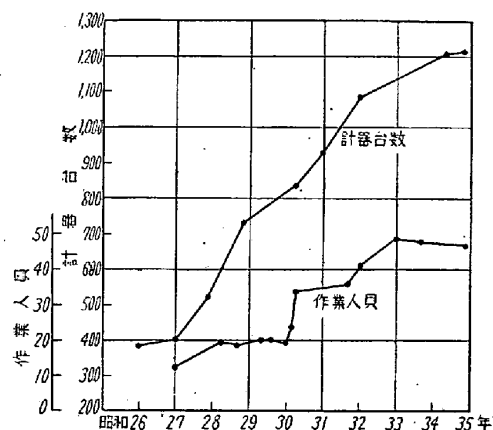


図2 計器台数および人員の推移の例

をよび、活発な討論が行なわれ新しい技術の開発から、保守作業上のこまかな問題までが討議の対象となつてきた。その中で各委員の興味を中心になつたような話題を列挙してみるとおよそつぎのようなものになる。

製鉄部門では、

- (1) 高炉羽口送風流量分布の計測と制御
- (2) 高炉送風湿度の制御
- (3) 高炉炉頂ガスの連続分析
- (4) 出鉄温度の連続測定
- (5) 中央管理の問題
- (6) 秤量の問題点解析
- (7) ガスカロリメーターと自動制御
- (8) その他高炉、熱風炉、焼結などの新しい計測技術

製鋼部門では、

- (1) 平炉の自動制御
- (2) 溶鋼温度の測定(イメージンパイロメーター)
- (3) 廃気ガスの連続分析

圧延部門では、

- (1) 均熱炉、鋼片加熱炉の自動制御
- (2) 鋼片や材料温度の測定方法
- (3) 熱処理炉の計装
- (4) 鋼材の厚みや巾の連続測定装置

このようにみえてくると、話題の多くは、熱に関係したものであることがわかる。然し、最近是一般の品質管理や冶金管理の分野にも計測は拡大する方向にあり

- (1) 蛍光X線分析による鋼板の錫付量計 (Quantrol)
- (2) ベータトロンによる熱間鋼片の透過およびイメージンテンシファイヤーとテレビジョンによる透視の直視化
- (3) 冷圧工場シャーラインにおける鋼板ピンホールデテクター

- (4) ホットストリップ用光電巾計
- (5) ワイヤストリップ用太さ計
- (6) 赤外線巾ゲージ

などが紹介されている。

また、計測技術の進む方向として、現在各社の関心の深いものに、中央管理とデータロガーの利用、さらに進んで電子計算機の活用がある。これは後で多少詳しく触れたいと思う。

以上のような新しい技術の開発とともに、忘れてならないものに、現有計器の保守の問題がある。計器の保守が困難な原因として、

(1) 新しい計器がぞくぞく開発、導入され作業員の教育、養成がそれに伴わない。……従来の機械修理工に対し、電子管やトランジスターを利用した計器の構造、修理方法を教育することは容易なことではない。

(2) 計器の計測精度良否の判定が特殊な検査を要する。……計器が使用状態のまま簡単にその計測精度の良否が解るような例はきわめて少なく、取外し後基準器で検定するなどの作業を伴う。巡回点検期間などを決める場合に、計器の種類や使用方法により、適正と思われる点検期間にはバラツキがきわめて大きい。

(3) とくに自動制御用計測については、研究が不充分である。……プロセスの動特性など、研究が不充分のまま計装計画が進められ、設置使用後に検討すると、計測目的に沿わない計器の取付けあるいは、使用が発見される。

などがあげられる。

本部会が鉄鋼各社の実務に携わる委員によつて、主として構成され、保守の具体的問題を多くとりあげてきたことは、他の研究団体と性格を異にする特徴といえるのであるが、今なお多くの問題を秘めており、今後解決しなければならない分野は大きいのである。

IV. 平炉の自動制御

つぎに部会でとりあげられ、審議されてきたものの中から主なものをピックアップして紹介することにしよう。

第1にこの部会で取上げた問題は、平炉の自動制御に関する研究である。これは第1回の会議で各委員より提出された自動制御設置状況の資料を基に研究課題の検討を行なった結果、平炉の自動制御に関して各工場が共通の問題点を持ち、この解決によつて大きな自動制御の進歩が得られると判断したためである。以来約2ケ年にわたり平炉自動制御個々の問題点について活発な討論と、各工場での計画的な研究を行なった。この間の研究は資

料数も200件におよび、後々利用するに足る内容のものが多いので32年に小委員会を設け系統的に分類整理し、さらに、平炉自動制御の保守についての調査を行なった。この結果は平炉の自動制御の研究、実施例、保守の3編としてまとめられ34年夏、鉄鋼協会より刊行されたのである。

今日では平炉に自動制御装置を設置することが常識となつてしまつたので、これがどんな内容の設備であるかについては、御存知の方が多いと思われるが、図3によつて簡単に紹介することにする。

図は重油を燃料とし、霧化剤として蒸気を使用、燃焼用として空気のほかに酸素を使用しているような平炉で、自動制御装置としては、炉内圧力制御、天井温度の制御、燃焼の制御、蒸気酸素の流量制御、重油温度の制御、自動変更の各装置が構成要素となつている。

(1) 炉内圧制御

これは炉よりの燃焼ガスの吸引を加減して、炉内圧を一定に保つことにより炉内への空気の侵入や炉外への火焰の吹出しを防止し、雰囲気安定をはかる装置で、図では P_1 において圧力を測定し、これが一定になるように圧力のコントローラ PC-1 を働かせ煙道ダンパー V_1 の開度を絶えず自動的に調節することによつて目的を果している。

(2) 天井温度の制御

図の温度コントローラ TC-2、重油流量コントローラ FC-3 を主体として構成される自動制御のシステムで、元来鋼浴温度を制御するのが目的であるが、鋼浴温度を直接測定することが現状の計測技術では困難なので、炉の天井煉瓦温度を測定し、煉瓦の溶損防止も兼ねて、これによつて燃料の流量を調節するものである。図では t_1 で天井温度を検出し、その高低にしたがう信号を温度コントローラ TC-2 を介して流量コントローラ FC-3 に送り、FC-3 の働きによつて重油調節弁 V_3 の開度を加減し温度を一定に保つのである。

(3) 蒸気(または一次空気)の制御

重油のアトマイズを常に良好な状態に保つために霧化

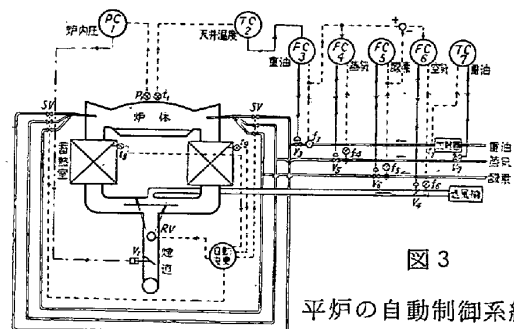


図 3

平炉の自動制御系統図

剤としての蒸気、または一次空気の流量や圧力を自動制御する装置で、この場合は、重油流量 f_3 の信号を流量コントローラ FC-4 に受け、その働きにより、蒸気が重油と常に一定の流量比率を保ちつつ流入するよう、調節弁 V_5 を制御するようになっている。

(4) 酸素の制御

助燃用やベッセマーライジング用の酸素の適正な使用を維持するためその流量や圧力を制御するもので、図では酸素を助燃用に用い、流量コントローラ FC-5 によつて、流量 f_5 が常に希望の値になるよう調節弁 V_6 を調節している。

(5) 燃焼の制御

燃焼用空気量を燃料供給量に対し、一定の比率で保持させ空気過剰率を操業にもつとも適当な値に自動制御するもので、FC-6 がその働きをしている。ただこの場合助燃用に酸素を使つているので、重油流量 f_3 の信号から酸素流量 f_5 よりの信号を差引いたものを FC-6 の入力とし、これによつて調節弁 V_4 を調節している。

(6) 重油温度の制御

重油をバーナーでアトマイズするのに適当な温度に昇熱保持させる装置で、 t_7 で温度を測定し、温度コントローラ TC-7 によつて加熱器へ供給する蒸気量を加減している。

(7) 自動変更

燃焼用空気の予熱効果をあげるため、左右蓄熱室の切替とバーナーの左右切替とを、適当な時期に順序よく、変更弁 RV、バーナー切替弁 SV を自動的に開閉して行なう装置で、切替の時期は大抵一定時間間隔で行なうのが原則であるが、 t_8 、 t_9 で、ギッター温度を測定しておき、それぞれの温度や温度差が一定限界を超えるようなときには、ただちに変更を行なう仕組みになっているのが普通である。

以上述べたのが平炉の自動制御の概要である。各社各工場の事情によつて差異はあつても、制御が実施されている対象は、いずれもこれらが主体となつているのである。

過去数年間にわが国の主要工場で採用した平炉の自動制御の数は非常に多くを数え、すでに大抵の平炉は設置済であるといつても過言ではない程普及してしまつている。

自動制御の採用は、平炉にいろいろな意味で効果をもたらした。操業の安定、作業の確実さの向上はいうまでもなく、これらが基礎となつて、燃料原単位の低減、製鋼能率の向上、鋼質の安定、炉体寿命の延長などに寄与するところ大である。図 4 は、ある平炉での効果の実績

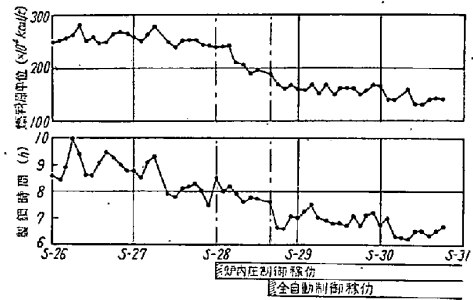


図 4 平炉自動制御の効果例

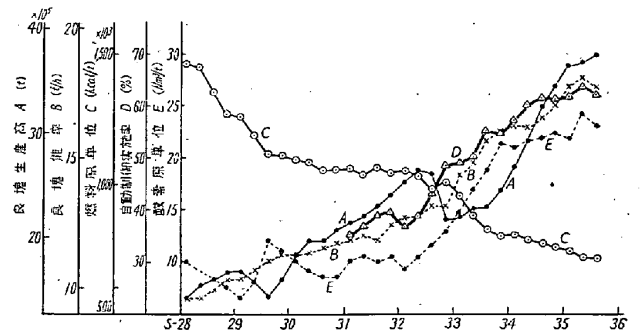


図 5 我国における平炉に関する諸量の推移

を示した例である。図 5 はわが国の平炉全体について調査したもので、設備状況や効果がおおよそ推測できる。

もちろんこのような長期間には製鋼の方法にも設備にも種々の改良が施されているであろうから、自動制御の効果だけを単独にとり出すことはなかなか難しいことであるが、しかし、本会には各社から約 10 件の効果に対する報告があり、いずれも顕著な実績が示されているのである。

わが国における平炉の自動制御の発達は、欧米の先進国の現状とくらべても、ほとんど遜色がないといわれている。平炉のような悪い環境のもとでの計測や制御の問題はどれ一つをとつてみても容易に解決できるものではなかつた。しかも比較的短い期間にこのような発達をとげた理由の一つには、本会を通じての各社の熱心な共同研究の成果が大きなものであると信じている。

然しながら、一方平炉での自動制御の経験や研究が進むにつれ、計測上の問題はますます底深く、範囲が拡大してゆく傾向にあり、今後の課題はなお山積している感がある。前述の「平炉の自動制御」という本では、「推論」という項目を設け、将来に対する予想という形で、これらの問題を取りあげて記述したが、今後も本会で討議し、解決の途を拓いてゆきたいと考える。また同時に、最近の酸素使用の増加は、製鋼方法に対する考え方を変えてしまった感があるが、自動制御としても、従来の考え方を修正してゆかねばならぬ時期に来ていると思うので、これもあわせて本会の議題を賑わせ、成果を挙げて

ゆくことを期待しているしだいである。

V. 高炉に関する計測制御の研究

部会としては平炉の自動制御をまとめて以降、高炉ならびに製鉄関係の計測の問題がもつとも多く話題になっている。高炉の計測、制御の研究の方向の一つは、操業条件をより安定化すること、もう一つは未知の部分の多い高炉プロセスで炉況を数量的に検出するための計測技術である。

(1) 送風に関する自動制御

高炉の操業条件の安定化を目的としたものに送風に関する自動制御がある。送風量の制御は早くからどの高炉でも実施されていたが最近では送風の質、すなわち送風空気中の湿度や酸素量の調節が研究され、多くの高炉で実施に移されている。また高炉の各羽口から等分に吹込む羽口分配制御も研究されつつある。

送風量は通常送風機吐出側にオリフィスを設け、その差圧より流量を検出、送風機タービンの回転数を調節するなどの方法で制御する。しかし、送風圧力、温度の変動による送風量の誤差は無視できない量になるので、より精確な送風を行なうために圧力、温度を測定し連続的に自動補正を行ない、補正された流量信号で制御を行なうことが試みられている。このような考えに基づく装置は、すでに従来から一部工夫されていたが、最近圧力や流量などの測定量を電流や電圧の統一された信号に変換する計測器が製作されるようになり、補正演算を簡単な電気回路で自動的に行なうことが容易となつたためである。

送風空気の湿度を常に一定にコントロールし、炉況の安定化を図ろうとする送風湿度の自動制御は、最近の興味ある問題である。つぎにこれについて多少詳しく述べることにする。

(2) 送風湿度の制御

前述のように送風湿度制御の目的は日々あるいは四季の大気湿度の変動から炉況の変化を生ずることのないよう常に定湿度の送風を行なうことにある。さらに最近では送風中の水分と炉内反応や炉況との関連を把握するこ

とにより、積極的に送風湿度を調節し炉況を制御しようとする意図もみられる。とくに生産量の増大を計るために高温送風、酸素富化送風を行なうさいに、送風湿度の調節が炉況の調節に有効であるといわれている。

送風湿度の検出は電気式乾湿球湿度計、またはデュセルが用いられている。(前者は電気抵抗湿度計で乾球湿球、の温度を測定し、電気演算回路で絶対湿度を計算直示させる。実際には、測定する空気の乾球温度を一定に調節し、そのときの湿球温度より絶対湿度を知る。後者は、塩化リチウムの吸湿導電性を利用したもので、露点を直接検出する。)

送風空気の湿度制御の系統は図6に示すように送風管より調質された空気をサンプリングし湿度検出器のある測定槽に入れる。一方送風管に吹込まれる蒸気の流量は流量コントローラFRCで制御されている。検出された湿度が希望値より高いか低いかに応じて湿度コントローラMRCの調節信号が変化し蒸気流量調節計の設定値を調節し吹込蒸気量を加減する仕組みになっている。

(MRCの調節信号で直接蒸気流量調節弁を調節する場合もある。)

検出器の精度は実験の結果、電気抵抗湿度発信器でサンプル空気を±10°C以内に調節すれば0.2g/Nm³程度が得られることがわかつた。デュセルでは、デュセルでの風速に考慮をほらえば露点温度で1degの精度で測定できる。

制御の結果はいずれの検出器を用いても良好で、±0.5g/Nm³以下の変動で制御されている。図7に制御結果の一例を示す。Aは大気湿度、Bは送風湿度、Cは湿度調節用蒸気流量の記録例である。

(3) 炉頂ガスの連続分析

高炉プロセスの解析のため、また炉況検出のため研究

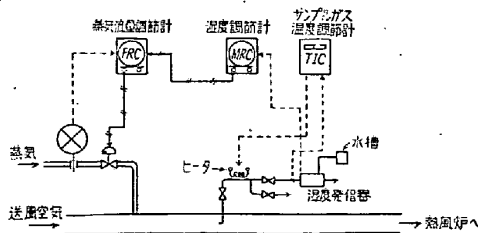


図6 高炉送風湿度制御系統図

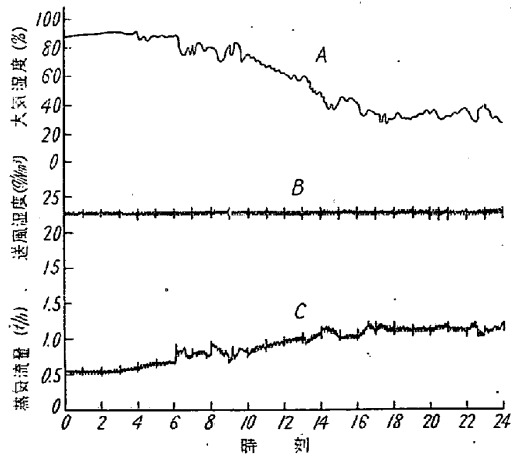


図7 高炉送風湿度制御の結果の例

されてきた計測に、炉頂ガス成分の連続測定がある。

炉頂ガス分析では精度の十分な保守の容易な分析計を得ることが第一の問題となつた。このためいろいろな型式のガス計が試験された。一つはケンプリッジ高炉ガス分析計で熱伝導を利用して CO_2 、 CO 、 H_2 の3成分の測定を行なうもので測定範囲は CO_2 20%、 CO 40% H_2 10%、保証精度最大目盛の $\pm 5\%$ となつている。日本鋼管川崎製鉄所や富士製鉄釜石製鉄所での試験結果では、保証精度は得られたものの、実際には、この分析計は吸収剤を1~2日ごとに交換し、サンプリングパイプも2週間ごとの掃除が必要であり、保守にはかなりの労力を要することが報告されている。

神戸製鋼所で採用したガス計は、Maihak 社の複式自動分析計で通称「MONO」と呼ばれているもので CO_2 0~20%、 H_2 0~20% の測定範囲で精度はフルスケールの $\pm 0.5\%$ となつている。これは精度もよく、吸収剤の交換は月1回、空気による零点調整週1回の保守で運転されている。

富士製鉄室蘭製鉄所では、ハルトマンブラウン社の赤外線ガス計を CO_2 、 CO 用に、熱伝導式ガス計を H_2 用に設置している。精度はフルスケールの2%で週1回標準ガスで較正を行なつている。

(4) 溶銑温度の測定

炉頂ガス分析とともに、この溶銑温度の測定は、高炉のプロセス解析のために研究されたものである。

溶銑温度は通常光高温計で1~2回測定を行なつているが、これは測定のバラツキが大きく精度の点で十分でなく、また連続測定ができないため、出銑中の溶銑温度の推移を知ることができなかつた。平炉の鋼浴温度の測定で開発されたイメージンパイロメーターと同様溶銑中に熱電対を浸漬し、精度よく連続測定を行なうことが日本鋼管で試みられた。この結果、アルミナセメントでコーティングした磁性保護管を用いることにより約60分間の出銑中、破損することなく連続測定ができることが確められた。(測定場所はスキンマーで、約50mmの深さに浸漬した。スキンマーでの場所、深さによる測定温度の差は8 deg 以内で、測定例では出銑始めと終りで約30 deg の温度変化が認められた。)

製銑関係にはまだまだ話題があるが、この位にして、圧延の関係に移ることにする。

VI. 最近の工業用厚み計

圧延関係では、従来どちらかといえば、加熱炉を中心とした計測が行なわれてきたが、最近はしだいに圧延そのもののプロセスに計測の技術が浸透してきた。工業用

厚み計はその主要なものであるので、ここで解説することにしたい。

圧延機の圧延速度の最近のいちじるしい上昇は、制御の面でも厳しい要求となつて表われてきた。圧延工程においては、製品寸法を正確に測定し、これを制御することができなくては、如何に高速な圧延設備においてもその能力を発揮することができないことは当然である。すなわち、これらの計測器のトラブルが直接多量の不良品発生となつて現われる。このため鋼板の厚み計、巾計などに対しては、

(1) 圧延機の最高の速度において、なお十分な測定のできる応答速度を持つこと。

(2) 希望の製品を得るに十分な精度を持ち、この精度が常に保たれていること。

(3) 悪い環境での使用に耐え、故障のないこと。などが要求される。これらの要求を満たす方法としては、第1に非接触測定が要求される。このため最近の高速圧延機ではX線、 β 線、 γ 線などの放射線を利用した非接触の厚み計が利用されてきている。

ここに、これらの性能をその使用結果の報告より選んでみる。

X線厚み計と放射性同位元素を用いた β 線、 γ 線の厚み計の本質的相違は放射線の発生源のみであるが、厚み計として使用される場合それぞれに長所、短所がある。

(1) X線厚み計ではX線発生源部、すなわち高压トランスX線管、および管電流、電圧の制御回路などが必要で構造が複雑となる。

(2) RI (ラジオアイソトープ) を用いたものはX線のように電源の開閉で放射線を放出したり、停止したりできず、放射線障害の防止に対する考慮がとくに必要となる。

(3) 応答速度はRIの崩壊の不規則性のため、一般にX線厚み計より劣る。

(4) 測定範囲が線源の種類でほぼ決まり、X線厚み計が測定可能最小厚みと、最大厚みとの比として1:100程度得られるのに対し、RI厚み計では1:10位になる。

(5) 線源の減衰による誤差を防ぐため頻繁な標準化が必要である。しかしながら、これらは多くの適用において決定的な選択の理由とはならず、それぞれの用途に応じて適した方式の厚み計が用いられている。これら厚み計の実際のプロセスの運転で得られている総合精度はつぎのとおりである。

冷間圧延あるいはプロセッシングラインにおいては、0.2~3.2mm の測定で $\pm 3\sim 6\mu$ の精度が得られる。ま

た熱間圧延用としては、測定範囲 10mm 程度の厚み計があり、精度は測定厚みの 0.6~1.0% となつている。これらの厚み計では、連続測定で常に精度の良い状態を保つために、使用中は 4 時間~8 時間といった比較的短い周期で較正を行なわなければならない。そこで、自動的に較正を行なう構造のものや異常の警報を発するような装置のついているものもある。

以上のごとく厚み計に関しては、ホット、あるいはコールドストリップミル、それ以後の薄板加工検査工程で作業の要求を十分満足するものといえる。また、亜鉛メッキ錫メッキラインのメッキ層厚み計も蛍光 X 線を利用したもの、 β 線の後方散乱を利用したものなどがすでに使用されている。

現在部会に使用実績の報告された厚み計はほとんど外国製品であるが、国内においても数社においてこの種厚み計の開発を急いでおり、製品化されつつある。今後の問題としてはこれら国産厚み計の性能の検討があり、また厚板への適用、その他巾や長さの測定の自動化の研究があり、圧延機の自動制御のためにもこれら計測の問題の現場的研究は重要である。

VII. 中央管理とデータロガーの利用

計測器工業界最近の話題の一つにデータロガーが挙げられる。

データロガーというのは、従来の目盛と指針によつて構成される、いわゆるアナログ型の計器に代つて、測定した諸量をデジタル化して表わす構造をもつており、計器盤にずらりと計器をならべる代りに、一台の自動タイプライターによつてデジタル化した量を 50 点でも 100 点でも、日報型式に作表してゆく仕組みになつているものである。したがつて、データの集計、分析、作業の集中管理、電子計算機への結合が容易となるなどの利点が考えられている。

鉄鋼工場においても、データロガーの利用については早くから注目し、有効な適用の検討を行なつている。しかしながら、このような装置の利用は生産設備、操業、管理方式などに与える影響が大きく、またまったく新しい問題でもあるため今後の研究にまたなければならない。

しかし、現在わが国の鉄鋼工場においてすでに使用されているもの、あるいは設置計画の進められているものは数件に留まらない。

部会においても「中央管理」という議題をとりあげ、主として、この利用を研究してきた。

その報告の中からエネルギーセンターの一、二の例を

挙げデータロガーの利用状況を紹介する。

一つの例は、八幡製鉄戸畑製鉄所のエネルギーセンターで、ここでは管理の対象としてガス、蒸気、酸素、窒素、水素、電気を扱っている。パネルにはこれらの対象の流れを示す指示計がグラフィックに配置され、ガス発生量、大口使用量、ホルダー在庫量、主管流量、コークス炉ガス、酸素の八幡地区との授受量、変電所間の潮流九州電力からの買電量などが示される。この指示計盤により現状の集中的把握を行ない総合的指令を出す。

このセンターに送られる測定変数はガス 20、蒸気 8 酸素、水素、窒素 8、電力 10 の計 46 で工場内 16 箇所の端局より直送テレメータで伝送されている。

データロガーはこれらエネルギーの管理用資料を作成するために設置され、発生量、使用量、他地区との授受量などの積算値、平均値を演算し作表する。

富士製鉄釜石製鉄所の例では、人員の削減、データの迅速確実な処理を目的として、ガス配給センタに設置し、ガス配給日報を自動作表することにしている。ロガーの入力は高炉ガス、コークス炉ガスの発生量、使用量、およびこれらの圧力、温度で総計 53 変数となつている。作表内容は 1 時間ごとの流量積算値、発生量と使用量の差、これらの日計、月計で、圧力、温度は一日の最高、最低の値を記録する。

データロガーは作表の外に監視の機能も持ち、約 1 分の周期で各測定値をモニターし、オフノルマルな箇所を指示警報する。

ガスセンターには主要測定箇所の流量、圧力 15 点を指示計に常時表示し、また 19 点は選択ボタンにより選択表示される。

以上の例にみられるように、エネルギーの集中管理はデータロガーの利用により自動作表、自動監視されるなどのいちじるしい進歩がみられる。しかしながら、工程、品質、輸送、原価などの諸管理の集中化、自動化はエネルギー管理にみられる程進められていない。生産設備が高度に自動化され、一方事務の機械化が一層進められようという傾向をみると、より広範囲な生産工程のデータを自動的に迅速に集めることの必要が生ずることは想像に難くない。このようなときには、データロガーはさらに効果的に利用されるであろう。

データロガーはこの外、高炉の操業日報や高炉装入コークスの演算作表などに用いられている。また、ストリップミルやメッキラインで製品品質データのアクキュムレーターとしての使用例が外国で示されている。一方将来の制御技術の大きな方向として考えられているコンピュータコントロールの第一段階として、プロセス特性の解析

を目的としたコンピューティングロガーの利用が提案され、高炉、焼結、製鋼プロセスなど、製鉄の主要プロセスでの利用が検討されようとしている。

VIII. 秤量分科会の活動

はかりは製鉄業にとつてもつとも重要な計量器であると同時に多くの問題点をかかえている計量器の一つである。鉄鋼業はとくに重量物を扱う企業であるから、原料の入手より最後に製品として工場を出て行くまでの工程において、原料、原価、生産、品質管理などその関連する面に広く秤量機が使用されている。最近の目覚ましい鉄鋼技術の進歩によつて、生産方式や管理の方法も変つてきているので、秤量も急速にその内容が変つてきているし、今後も大きな変化を見るであろう。また、旧来の手で送錘を動かすような重量の表示方式から、記録、調節、集中管理、計算制御あるいはまたエレクトロニクス秤量機の実用段階へと進んで行くであろう。この意味から今後積極的に新計量器を採用した結果の情報交換、新しい秤量方法などの意見の交換をして行くことはきわめて重要なことである。

昭和34年に計測分科会の中に、秤量小委員会が設けられたのも、このような考えによるものであり、これが計測部会の設立によつて秤量分科会となつたことは、前述のとおりである。

秤量分科会は、設立されて間もない関係上、未だ5回の会合を重ねたのみで、研究成果としてまとまつたものはほとんどないので、ここでは鉄鋼業における秤量機の活用の現状を加味して、秤量分科会活動の展望ともいふべきものを述べることにする。

これまでの秤量分科会で、各社から発表され討議された内容と問題、および今後の課題の主なものつぎのとおりである。

(1) 原料荷あげの秤量

わが国では鉄鋼製品原価の約65%が原材料費であるといわれているが、全鉄鋼業界として扱う原料費を昭和34年度の統計でみると(鉄鉱石が6,000円、原料炭7,000円、屑鉄の価格を約20,000円として)

鉄鉱石 1,028万t × 6,000 = 61,680,000千円

原料炭 503万t × 7,000 = 35,210,000千円

屑鉄 419万t × 20,000 = 83,800,000千円

となる。この内鉄屑については陸上より入荷するものもあるが、鉄鉱石、原料炭についてはほとんど全部が船舶より荷あげされるものであるし、その鉄鉱石の90%、原料炭の50%が海外より輸入されている関係上この受入量の確認はきわめて重要な意義を有するものである。

現在鉄石はdry原料炭はwetで、この量の確認は多くの事業所が吃水検定によつて行っているが、この数値をもつて払出数値とすることに疑問を持ち吃水検定されているものうち、一部ではあるが秤量機によるチェックを行なつており、吃水検定制度だけに頼り得ない状況にある。

外国船については積込地によつても違ふが、荷主側の吃水検定数値による慣例によることが多いので、貿易自由化の今日においてもこのままで良いだろうかという点で各社とも他社の状況、吃水検定と実買との差がどの位であるか、社内への払出との関係をどうするかという点に関心を寄せ、受入より社内への払出についての一つのルールを確立して欲しいという希望と、荷あげに適する信頼性の高い秤量方法の出現を願つているのが現状である。

(2) 高炉装入原料の秤量

高炉に装入する原料の配合精度は溶銑成分を左右するものである。この秤量は高炉下は狭いし、粘着物や塊がつかえてホッパーよりの切出が難しく、10指にあまる原料を移動する秤で短時間内に手際よく秤量することは仲々難しい。

高炉の炉況が悪いとすぐ問題になるのは、秤量機の異常の有無である。原料の払出、高炉の歩留、成分がここで押えられる。

近来装入する原料を銘柄別に記録する試みが2、3社ですでに実施されているが、この秤量方式の改善、精度の向上故障の減少に関心が寄せられている。

(3) 製鋼関係の秤量

製鋼関係では装入原料と製品である鋼塊の計量が主体である。製鋼原料は一貫メーカーの場合は、溶銑と鉄屑両方であるが、溶銑を溶銑車はかりで計量しているところと起重機用はかりで計量しているところがある。後者の方は精度は劣るが正味重量が早く判るので採用者が増えている。鉄屑の計量の場合にも台車や装入鍋の風袋の管理に問題があるので、炉前に秤量機を置いて正味を秤量する方法を採用しているところもあるが、秤量機の設備費が嵩む欠点がある。

この外転炉保有工場の場合は、焼石灰、螢石等副原料の秤量機を別途用意している。

(4) 電子管はかり

電子管式はかりは構造の点からいふとこんな便利なはかりは他にないが、精度の面からみるとバラツキが大きいので、毎回の精度がやかましい用途への採用は慎重にならざるを得ない。最近このはかりの研究も進んで保証精度がやや向上してきたし、計量管理思想も徹底してき

たために必要精度も無理をいわなくなつたので採用者が多くなつてきている。外国文献によつてこのはかりの採用状況を見るとわが国よりも勇敢に工場内のいろいろの作業に採用して大いに研究する余地があると思われる。

電気式はかりは構造が簡単であるから、据付場所もとらないので、従来計量困難な方面への採用を検討する必要がある。しかしこのはかりは主体設備の構造に深い関連があるので、計量精度の実態を検討することが肝要である。この点使用している各社から使用実績の発表を分科会としては希望しているしだいである。

(5) はかりの名称統一

計量法で定められている名称は難解であること、はかりの原理、構造が変つてきているために立場立場で慣用名称を使つたり、古い呼称で呼んだりしている。

計測分科会にさいして各社より提出される資料を見てもまちまちなので取まとめにも閉口する。例えばポイドメーターとコンスタントフィーダー、スケールカーとラリーカー、計量機、計重機、秤量機など不統一なので何とか鉄鋼関係だけでも統一しようとして各社の現状を調べ、検討の結果、一応統一案の慣用名称を使用しようとして申合せをした。

(6) 秤量機の検査保全について

最近のようにはかりに記録や積算装置が付き、性能や能率の高い高度のはかりになると保守に格段の技術が必要とし、細かい神経が要求され、合理的な精密検査、簡易検査、PMの必要が生じ、据付現場の実状に即した保全方式が必要になつてくる。

昔のように予備のはかりを買つておいて入換えるとか、何週間もの永い間使用を停止して修理するという事は許されなくなつてきている。はかりが万一故障すれば生産が止る事態も発生する。また何千万円もの装置に取付けたはかりは、一日といえども検査や修理のために臨時に操業をストップすることは許されない。

こうした面から分科会で衆知を集めて精度保持や故障の絶滅などに対して検討を行なつてゆきたいと考えている。

(7) その他秤量に関する問題点

㊦ 電子管はかりの活用

電子管式のはかりは多くの長所がある反面欠点も少ない。現場向に取付、日常保守、精度の安定化に対して工夫を要するのでメーカーの力も借りて研究、開発をはかつて行く必要がある。

㊧ 記録積算方式の改善

一般工業計器は精度が1~2%程度で良いがはかりの場合には0.2~0.3%の精度を必要とすることが多い。自動部も記録、積算を必要とするので計数管を使用した記録や積算装置などの普及も進める必要がある。

㊨ コンベヤースケールの活用

製鉄業では、原料の受払、配合などの量が大量化してきたためにコンベヤースケール、ポイドメーター類の使用が増加してきたのでこのはかりの選択、設置、保全などについて研究して行くことが必要である。折角の設備が有効に活用されないことがあつてはならない。

㊩ 量目管理

量目管理という従来売るものだけについて考えてきたが購入品の量目がどうなつているかの検査も必要である。また原料炭、鉍石のようなものについても幾らの精度を目標として受払をするかについても検討することが必要である。

㊪ 精度の認識

はかりを使用するものが必要精度、計量器の精度、計量精度についてもつとつかりした認識を持つ必要がある。

㊫ 教育のやり方

はかりの使用取扱者、並びにはかりの保全に当る者に対しての教育についても現在の処不足であると思われる。

以上が秤量分科会の現状と問題点である。

IX. 結 言

目覚しい計測技術の進歩発展を反映して、計測部会は会を重ねるごとに盛会となり、議題も多く討議も活発であることは、まことに喜ばしいことである。またそれだけに本部会の使命や責任の重きを加えていることも痛感せざるを得ない。各位の御支援と御協力をお願いして、報告とするしだいである。