

川崎製鉄技報
KAWASAKI STEEL GIHO
Vol.10 (1978) No.2.3

千葉西工場分析設備と情報システム

Analysis Apparatuses and Data Processing at West Plant of Chiba Works

田村 耕治(Koji Tamura) 近藤 喜代太(Kiyota Kondo)

要旨：

西工場に新設された製鉄・製鋼工場からの試料を主対象にした分析室を製鋼工場の近くに設置した。分析作業の効率化と省力を目的として、できるかぎり多くの自動機器を取り入れるよう考慮し、試料の搬送と調製を自動化した。そのほか、従来のデータ処理に加えて自動化した機能は次のとおりである。(1)機器分析における分析条件の選択 (2)分析成績表類の作成 (3)分析精度管理表の作成 (4)製鋼命令の入力と規格値との照合

Synopsis：

A new analysis room was installed near the steelmaking shop at West Plant, mainly aiming to analyze samples from ironmaking and steelmaking shops. Transfer and preparation of samples are automated for higher efficiency and labor saving. In addition to the usual data processing, such functions as follows are automated：self-selection of apparatus and analysis conditions；tabulation of daily analysis；tabulation for precision control of analysis；and input of steelmaking order and comparison of analyzed value with its target.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

千葉西工場分析設備と情報システム

Analysis Apparatuses and Data Processing at West Plant of Chiba Works

田 村 耕 治*

Koji Tamura

近 藤 喜代太**

Kiyota Kondo

Synopsis:

A new analysis room was installed near the steelmaking shop at West Plant, mainly aiming to analyze samples from iron-making and steelmaking shops. Transfer and preparation of samples are automated for higher efficiency and labor saving.

In addition to the usual data processing, such functions as follows are automated: self-selection of apparatus and analysis conditions; tabulation of daily analysis; tabulation for precision control of analysis; and input of steelmaking order and comparison of analyzed value with its target.

1. まえがき

製鉄技術の進歩とともに分析技術に対する要望も多様化した。今後製鉄の技術的、経済的情勢から推してこの傾向は強くなるであろう。一方、分析コストの低減および設備の安全、衛生対策についてもいっそうの厳しさが必要になった。したがって、新しい分析設備を設計するにあたって特に次の項目に考慮を払った。

(1) 技術を先取りする姿勢と、新たに発生する製鉄・製鋼からの要望を吸収しやすい設備上の柔軟

性への配慮

(2) 自動化による作業の効率化と設備の安全、衛生対策

(3) 故障の未然防止と保守の簡易化および故障時のバックアップ体制

(4) 分析精度の向上とミスの防止

2. 分析設備の概要と特徴

従来、製鉄技術の進歩に追従して分析設備も増加し、分析室も拡張の一途をたどったが、それら

* 千葉製鉄所管理部分析課課長
〔昭和53年5月2日原稿受付〕

** 千葉製鉄所管理部分析課掛長

もすでに峠をこえた感がある。今後はマイクロコンピュータを応用したソフト面の開発が主として行われて分析設備は小型となり、ラインに設置されてラインのオペレーターが分析できるようになるであろう。したがって、少人数で効率よく作業ができるよう、設備やその配置の検討に努力を払った。

2・1 分析室

分析室の位置としては、発生する試料数の多寡の分布、分析の緊急性、試料搬送設備の建設費およびその保守点検等を総合的に判断して、製鋼工場に最も近い現場詰所の1階のうち480m²をあてた。

製鉄・製鋼の工程管理の分析試料は非常に多く、かつ即時に分析をしなければならない。したがって、試料室は数試料をまとめて作業する分析室に比べて人、試料ならびに情報の往来が激しいために、室内のレイアウトが重要である。作業効率の面では全体が1室であることが望ましいが、防塵設備とその維持、空調コストなどを考慮して、試料室と分析室とに2分した。

そこで、両室間の試料や情報授受の障害を少なくするため間仕切面を広くとり、その腰から上の全面をガラス張りとし、その下部全幅に引違いの小窓をつけて各自の作業や自動設備の動作状況を一目で把握できるようにし、試料や情報の授受を容易にした。また間仕切の中央上部にはいずれの場所からでも見える両面表示の自動試料フロー表示盤をとりつけ、作業の段取に余裕をもたせた。さらに腰部全幅にカウンターを設け、作業の便宜を図るとともに、カウンター内部には分電盤を収納して配電やその取扱いを容易にした。

2・2 分析装置

(1) 発光分光分析装置 (カントバック, QV)

当装置は鉄鋼分析の主力分析装置であり、能力としては1台で十分まかなえるが、バックアップ用として最小必要限度の装備をした予備機を併設した。主機にはsol.Al分析装置 (pulse distribution analyzer)、波長165.5nmの高Al鋼の微量C分析用検出器および簡易含有量変換器をも装備した。当所独自の特別仕様として、作業や保守

を容易にするため各種スイッチ類の位置の変更、分析スピードを上げるための発光周波数自動切換装置、電極使用限度の警報装置および運転しながらでも真空装置の保守や交換ができるような設備等を付加した。

(2) 蛍光X線分析装置 (FX)

主として焼結鉱、滓類、ダスト、銑鉄の分析用であるが、実験用小型電気炉の高合金鋼および鋼中の特殊成分 (Ce, Se, Sb) の分析も対象としている。当所独自の仕様としては、真空度安定時に分析を行い軽元素の分析精度の向上を図る遅延積分開始タイマー、分析スピードを上げるための真空引き短縮化機構、故障低減のためのシャッター過負荷保護装置、ガラスビード化試料の専用チャンネル設置による精度および作業性の向上などである。

(3) プラズマ発光分光分析装置 (ICP)

西工場地区で発生する湿式分析 (機器のチェック分析を含む) の作業を吸収し、さらに分析センターの湿式分析の効率化を図るために ICP (Inductively Coupled argon Plasma) を導入した。ICPは試料を酸等で分解し、この溶液を高周波アルゴンプラズマ (27MHz, 出力1.6kW, 約6 000 K) 中に霧化して導入し、試料中の元素を励起させ、得られた発光スペクトルの強度から多元素を同時に定量する溶液発光分光分析の一種である。最近の電子技術の発達により、強力で、しかも安定した高周波プラズマが得られるようになり、急速に普及しはじめた。当装置は島津製作所が米国ARL社 (Applied Research Laboratories Inc.) の技術援助のもとに開発した市販第1号機である。その特徴は原子吸光分析と同様、検体が溶液のため検量線の作成に単純な基準物質が使用できること、また原子吸光分析では分析不能なP, Nb, B, Ce, Zrなどの定量が可能なことなどである。また計算機の接続により鉄鋼中の10数元素 (C, Sを除く) がわずか1 min程度で同時に定量できる。特に偉力を発揮するのは0.1g程度の微量試料から多くの元素を定量する場合である。反面、共存元素の影響が大きく (QVと同等)、また試料の種類や成分による分解酸の適否があり、したがって多くの成分を同時に定量するためには詳細な検討を必要とする。たとえば鋼中の微量Caの定量等には、共存

元素の影響が少ない原子吸光分析法が良い場合もある。本装置の導入により、湿式分析の作業効率の大幅な向上はもとより、データ処理の迅速性、試薬類の削減を図ることができた。また工場配管のアルゴンの使用により、よりいっそうの分析コストの低減となった。なお精度よく分析できる鉄鋼中の成分はSi, Mn, P, Cu, Ni, Cr, Al, Mo, V, Nb, Ti, Zr, Ce, Bなどである。

(4) その他の分析装置

QVのチェック分析および切削試料の分析用として、高周波加熱方式によるC,S同時定量装置を設置している。その他インパルス加熱方式による鋼中のO, N同時定量装置やHの定量装置がある。

2・3 試料調製機

分析装置に比べて試料調製設備の開発は全般的に遅れている。当所では数年前より鋼、銑鉄、鋼中酸素および粉体試料の調製の自動化に成功しており、本設備はこれら技術をもとにさらに改善を加えるとともに、新たに鋼の湿式分析用の自動試料調製機を加えた。なお粉体試料の調製機は、設備費および設置スペースが大きいことおよび作業量が本工場の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ と少ないことから、自動設備の導入を見送り今後の課題とした。

(1) 銑鉄試料自動調製機

本機は当所が基本設計を行ったもので、白銑試料の分析面を砥石で自動的に冷却しながら研磨する装置である。本工場のスイングアーム式をベッドスライド式にかえ、非常に高精度の研磨ができる。また耐久性の向上に重点をおき、構造を特に頑丈にするとともに試料の冷却も冷水から -40°C のエアークルダーにかえ、装置の腐食防止や手入れの簡易化を図った。調製を完了した試料は自動的に床下に設置されたパイプコンベアで運ばれ、分析者の手元へ排出され、ブザーと表示灯で試料の到着と採取場所が知らされる。

(2) 鋼試料自動調製機

本機はポンプ試料を冷水で冷却した後、冷風で冷却しながら切断および研磨し、QVやFX用の分析試料として調製する設備である。気送管とパイプコンベアに接続しており、気送管で送られてくる赤熱状態のポンプ試料を、調製された試料として分析者の手元の発送場所ごとに設けられた受

器に排出するまで全自動で処理できる。本工場で1974年に総合的に開発したものを、さらに耐久性、性能の向上および手動テストの簡易化を図ったものである。

(3) 酸素試料自動調製機

当所が開発したこの調製機はタレット旋盤を改良したもので、ポンプ試料から一度に数個の表面が美しい円柱状の0.5 gまたは1.0 gの酸素分析用試料を自動的に調製する。本機は高性能ミストコレクターを装備し、これまでの水冷式（防錆剤入り）から油冷式にかえた。その結果、作業環境を悪化することなく設備の耐久性が著しく向上し、また微小ピンホール等への浸水による再分析の割合も15%から7%に減少した。

(4) 切削試料自動調製機

湿式分析、窒素分析試料はボール盤による切削片を用いているが、採取時の安全性、スケールの混入、切削片の大きさ、作業性等に問題がある。本機は、これらの問題を解消するために設計した1号機である。ドリルとカッターを備えており、全自動で表面の不純物を切削除去し、分析に適した大きさの切削片を指定量だけ袋詰にする。セット時のドリルの長短に関係なく、常に最適採取位置から指定量が採取できる。その他、平面切削や大量の湿式分析用の標準試料の調製もできる。また、不活性ガス中で無酸化切削もできるために、酸素分析用の切削片の調製も可能である。

2・4 試料気送設備

Fig. 1のように気送設備は、溶鋼のポンプサンプルをそのまま送る直接搬送と、ケースに入れて送る気送り搬送の二つの方式を採用している。ケースで搬送する試料は水冷鋳型で採取したディスク状の高炉銑、ポンプで採取した溶銑、小塊または粉状の焼結銑、高炉滓、転炉滓、高炉灰およびサブランス試料である。また、転炉装入前の溶銑は自動サンプラー（測温兼用）で採取され、紙管に入ったまま搬送する。

(1) 気送り搬送

従来、気送子を使用する気送設備のトラブルの大半は気送子の返送に必要な機構に起因している。特に製鉄所のように重い試料の搬送や1系統で多数のステーションをもつ設備は故障が多い。した

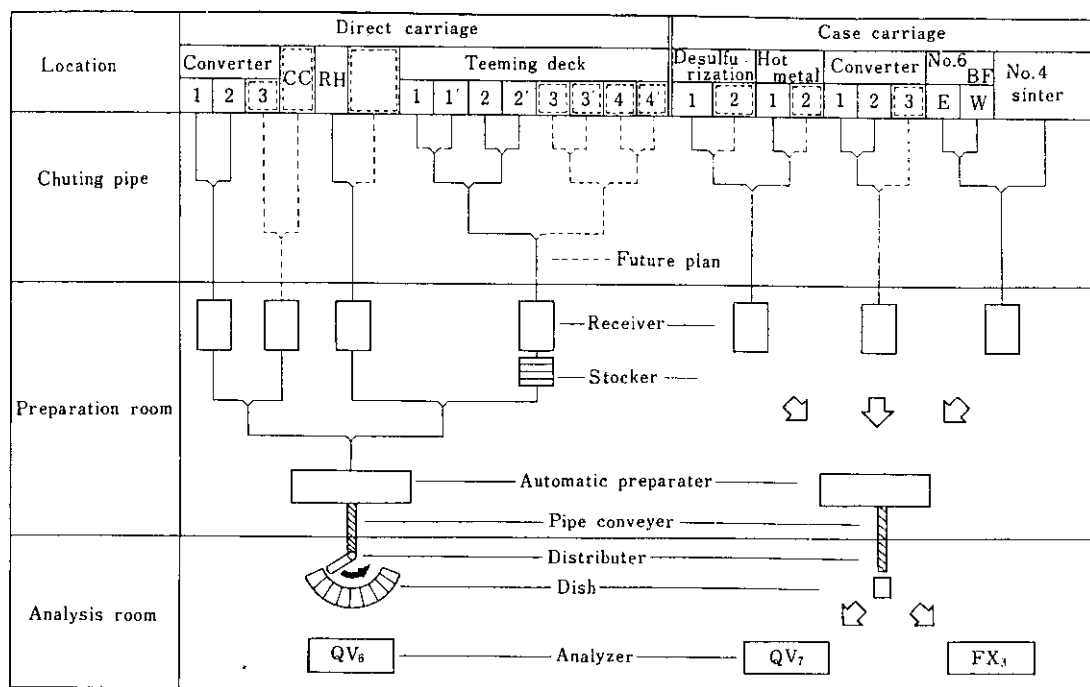


Fig. 1 Schematic flow of sample carriage by air chuter

がって、片道搬送であれば設備が単純になり故障も減り設備費も安くなる。その反面、空の気送子を人力で運搬しなければならず、気送子の回転率も低下するために多量の気送子をストックしておく必要が生ずる。そこで、運搬労力と維持費の軽減を図るために軽くて安い紙気送子を採用した。しかし、稼動当初は搬送中に蓋が外れたり、またその逆に取り外しが困難になったりするなど都合が多かったが、その後、蓋のしめつけ機を改良することにより解決した。先に述べた自動サンプラーで採取した試料の搬送手順および時間経過を Fig. 2 に示す。試料は 1.5kg 程度あり、紙気送子による搬送も併用しているため、同一搬送条件では気送子の寿命を著しく短くする。そこで気送子で搬送する場合は、あらかじめ鉤を押した後に投入すれば気送子に最適な空気圧で搬送され、受信時もエアークッションが働き気送子の損耗を防ぐ機構になっている。そのほか、発送時のショック緩和装置、受信時の減速装置および防塵設備をつけている。

(2) 直接搬送

溶鋼の分析試料は、H 分析試料以外はすべてボ

ンプサンプルである。ポンプから外した試料はケースなどに入れず直接気送管に投入すると、鋼試料自動調製機の項で述べたとおり、全自動で処理される。Fig. 3 にそのフローを示す。当設備の運転性能を高めるために採用した周波数検知型フォト検知器、電動ドレンセパレーター、送信機シャッターの弁保護装置、受信機エアショックアブソーバー、集塵装置およびシーケンスチェック用模擬運転機能は予想どおりの効果を発揮している。

3. 情報システム

製鋼分析は多くの情報を必要とするうえに、数多くの試料を迅速に処理しなければならない。それゆえ単に分析装置、分析方法、試料調製設備等の開発改善にとどまらず、効率化、作業性およびミスの防止面から分析室の情報システムの開発改善にも重点をおき、分析計算機 QTC-630 (以後 QT-630) と試料気送設備に情報システムを多く採り入れた。その機能と特徴は次のとおりである。なお Fig. 4 に計算機の接続概要を示す。

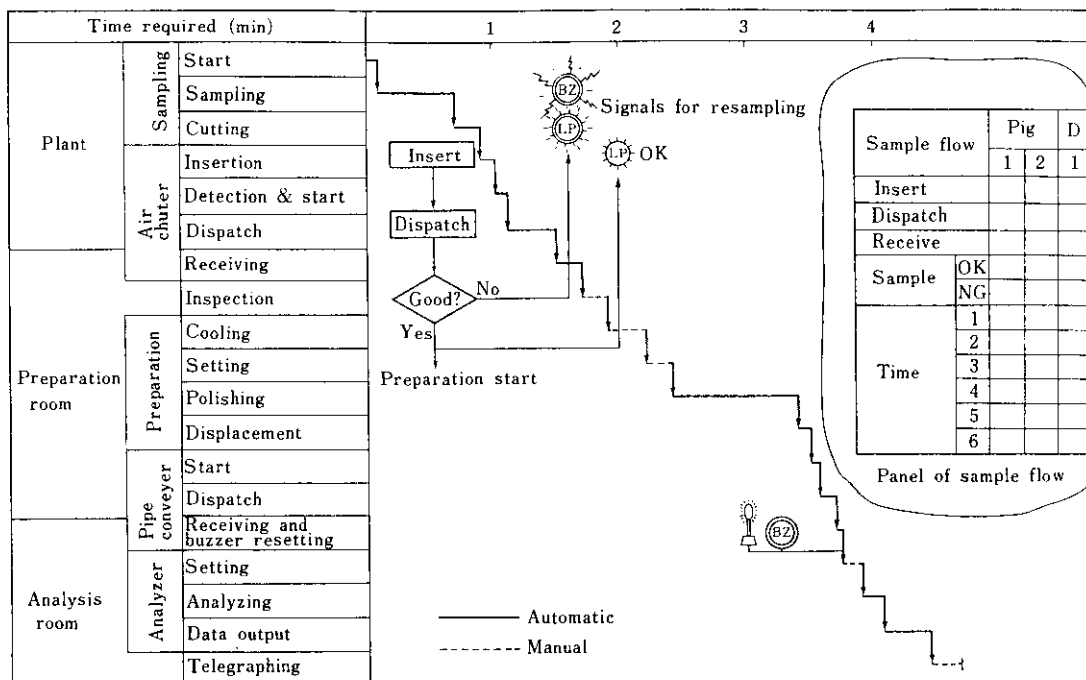


Fig. 2 Schematic flow of hot metal sample carriage and its representative time required

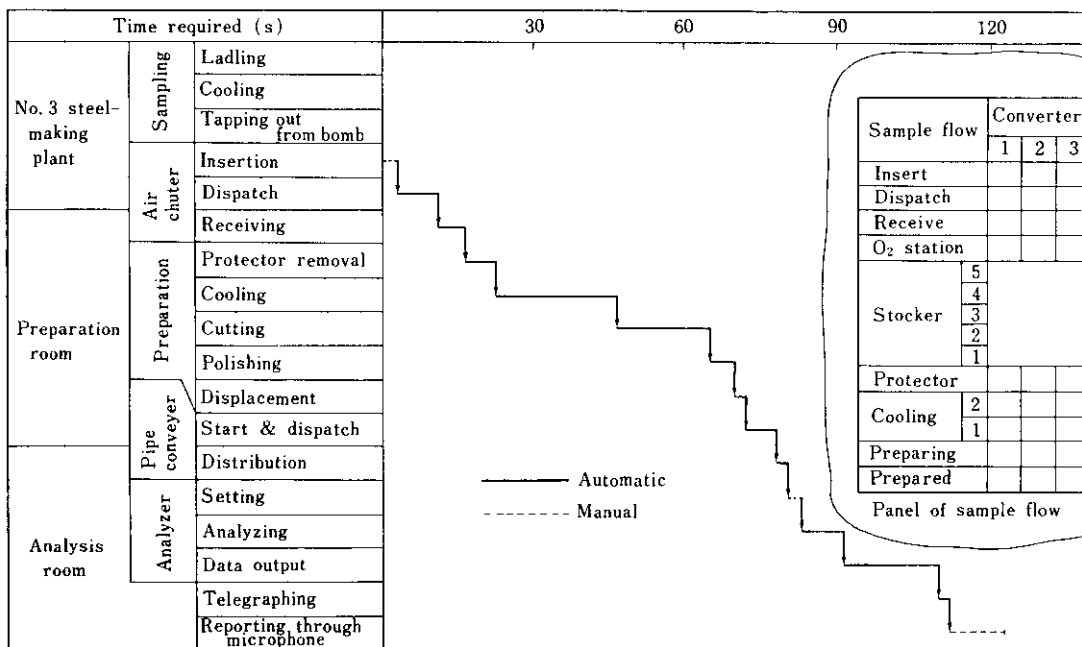


Fig. 3 Schematic flow of steel sample carriage and its representative time required

と同時に炉号別、試料の種類別またはチャージ別（規格記号も含む）のファイルが行われ、最終試料の入力時または必要に応じてカードや帳票類が自動的に作成され、オペレーターの判断を容易にしている。なお即時表示画面は13種類、即時印字形式は12種類、分析カードまたは分析表は8種類を使い分けている。また操作盤の設定ミスは従来オペコンエラーの印字で統一されていたが、未熟練者の判断を容易にするためにエラーの内容（グループエラー、ロゴウエラー、セイバンエラー、テイセイエラー等）を印字させるようにした。その他、工程ごとの作業量仕訳表の作成やプログラムの入出力を簡易に迅速処理するためのカセット磁気テープの活用等を行っている。

(2) 管理機能

- (a) 試料発送または到着から伝送までの分析所要時間管理。
- (b) 焼結鉬、高炉滓、銑鉄、転炉滓の日内管理表（ $\bar{x}$, max., min., R , σ ）の作成。
- (c) 3種の分析装置（QV, FX, ICP）用標準試料70種について試料番号、標準値および管理値をあらかじめ入力しておき、標準試料を分析する際にその番号をセットすれば、管理値を外れた分析結果は赤字で表示される。また同一番号の標準試料が指定回数分析されると、各成分の R , σ が自動的にタイプアウトされる。この結果を装置の性能管理に活用する。
- (d) 試料の種類および鋼種ごとに抜取り分析用試料の指定と管理分析表の作成が自動的に行われる。管理分析表には平均値、バラツキ、各成分ごとの管理限界および湿式分析値が記載される。

(3) ミス防止機能

- (a) 溶銑、溶鋼の特殊成分は分析元素を指定しなくても、規定値以上に濃度が高い場合は赤色で表示され、異常の見逃しを防いでいる。
- (b) レードル分析値は、目標値より10%以内の外れの場合は橙色、10%超への場合は赤色で表示する。
- (c) 工程順に最新の5試料の分析結果を表示させ、成分の推移を明瞭に判断できるようにした。

また最も新しい分析値を白色で表示し、それ以前の分析値はすべて緑色とし、もしオペレーターが工程の順序や炉鋼番の設定ミスをしても容易に気がつくようにした。

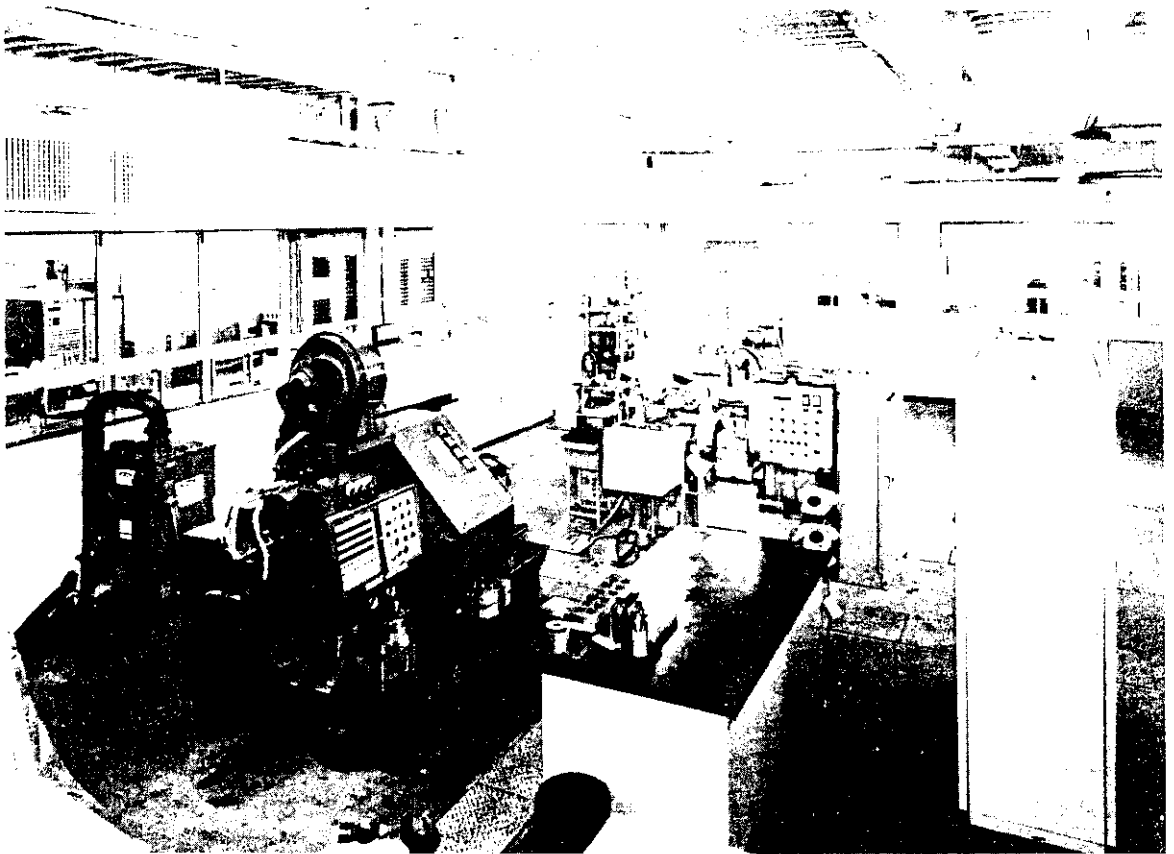
- (d) 試料の種類や鋼種に応じた分析条件（分析グループ）をあらかじめ入力してから装置をスタートさせるのが通例であるが、QT-630は分析条件を入力せずにスタートしても自動的に分析条件を選択する機能を備えている。

3・3 試料気送設備の活用による自動化およびミス防止

- (1) 試料発送信号をPFU-400へ送り、操業表の試料採取時刻を読取り、分析値との対応を自動的に行う。
- (2) 気送設備の制御信号により、分析試料のフローの状態を分析室の大型表示盤に表している。また、緊急試料は発送開始から調製試料が分析者の手元へ到着するまで、緊急試料の発生中を知らせる表示灯を点灯させる。
- (3) 気送子で送られる試料は、送信ステーションごとに試料の到着時点からの経過時間を表示し、分析所要時の把握が容易である。
- (4) 各送信ステーションにインターホンを設置して連絡網を充実した。
- (5) 試料の発送から、調製された試料が分析者の手元へ排出されるまでの工程を数ブロックに分割し、各ブロックごとの工程の所要時間が異常に長い場合は警報を鳴らし、異常の早期発見と処置の迅速化を図った。

4. むすび

以上、製銑・製鋼関係の工程管理の分析室として類例のない大幅な自動化を行った。この種の自動設備は故障時の復元に高度の技術と長時間を必要とするのが通例であるが、本設備の設計には故障対策を優先して配慮したため、故障に伴うトラブルを著しく低減することができた。加えて新鋭設備や新しい情報システムの採用により、所期の目標の作業性の向上および効率化を達成できた。



千葉製鉄所西工場分析試料室

左手前：酸素分析用試料自動調整機

中 央：銑鉄試料自動調整機

左 隣：分析室；間仕切中央は試料フロー表示盤(2面)