

## 名古屋製鐵所製鋼工場における分析FAシステムの開発

Development of the Factory Automation System for Heat Analysis  
at the Steel-making Plant of Nagoya Works

新日本製鐵(株)名古屋製鐵所  
設備技術センター

大野義信\*・浅沼吉郎・森 敦  
村松 匠・香川 陽  
内田貴之

## 1. 緒言

新日本製鐵(株)名古屋製鐵所では、製鋼工程分析の精度向上と時間短縮、要員合理化を目的に分析FA化技術の開発を行い、製鋼工場に全自動分析システムを実機化し、平成5年10月に稼働した。

本報では、FAシステム設備、高精度・迅速分析技術の概要とその特徴について報告する。

## 2. 開発に至った経緯

従来、製鋼工程における工程分析は大部分が人手対応であり、且つ、操業への即応性の点から分析作業に跛行性が発生するため、ピーク対応による非効率的な要員配置を行っていた。

これらの課題を抜本的に解決し、製鋼工程分析の飛躍的な生産性向上と品質保証体制の一層の充実を実現するために、複雑な手作業を無人化する完全自動化に加え、品質高級化・迅速分析、分析値報告を100%保証する高信頼性システムの開発に取り組んだ。

## 3. 分析FAシステムの構成と特徴

## 1) 全体レイアウト

本システムは、製鋼工場の精錬から鑄造工程に至る工場内8カ所からの熱塊試料の搬送・冷却を行う気送管設備と試料調製・成分分析を行う全自動分析FAラインにより構成される。試料の搬送～分析の全体レイアウトをFig. 1に示す。

## 2) 溶鋼試料の分析フロー

製鋼工場から搬送されてきた熱塊試料(ポンプ試料)は、冷却装置により冷却され、次いで自動切断機によりブロック試料とスライス片に切断される。これらの試料は研磨されることなく直ちに次工程に送られる。

ブロック試料はQV分析に、スライス片はパンチング後N及びC分析を行う。この一連の工程はロボット、シャトルコンベアなどにより全自動で処理される。

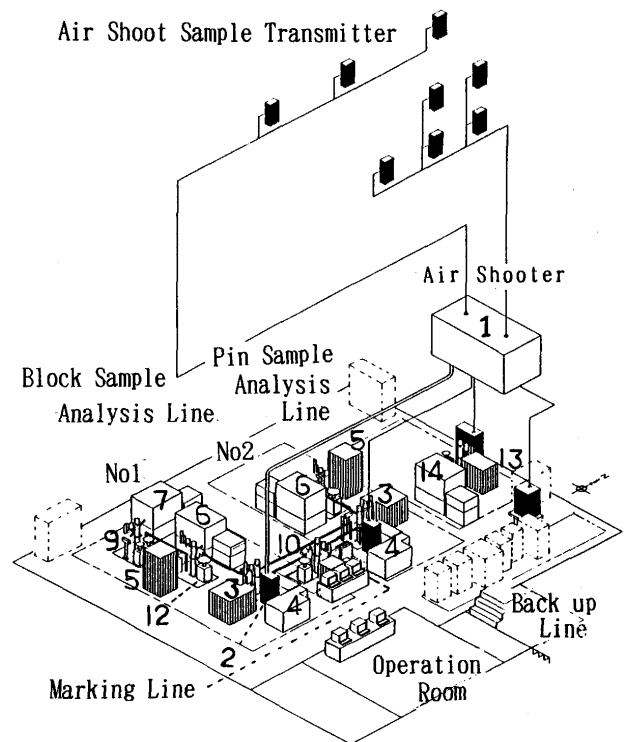
一方、ピン試料は、製鋼工場で所定の冷却を行い気送子に挿入後、気送管により分析室まで搬送される。気送子から払い出された試料は、表面を研磨してから所定のサイズに切断され、H分析を行う。

これらは、ロボットなどにより全自動で処理される。これらのフローをFig. 2に示す。

## 3) システムの特徴

## (1) 完全連続自動化システム

本システムは、工程試料の一貫連続搬送により、ガス分析(N, C, H)を含めた工程分析及び標準試料による機器の



- |                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Air Shoot Sample Receiver | 8. Planer                   |
| 2. Sample Cooling Device     | 9. Robot                    |
| 3. Cutting Device(Metal Saw) | 10. Conveyer                |
| 4. Emission Spectrometer     | 11. Marking Equipment       |
| 5. Punching Device           | 12. Standard Sample Stocker |
| 6. Nitrogen Analyzer         | 13. Pin Sample Preparator   |
| 7. Carbon Analyzer           | 14. Hydrogen Analyzer       |

Fig. 1. Layout of the factory automation system for heat analysis laboratory.

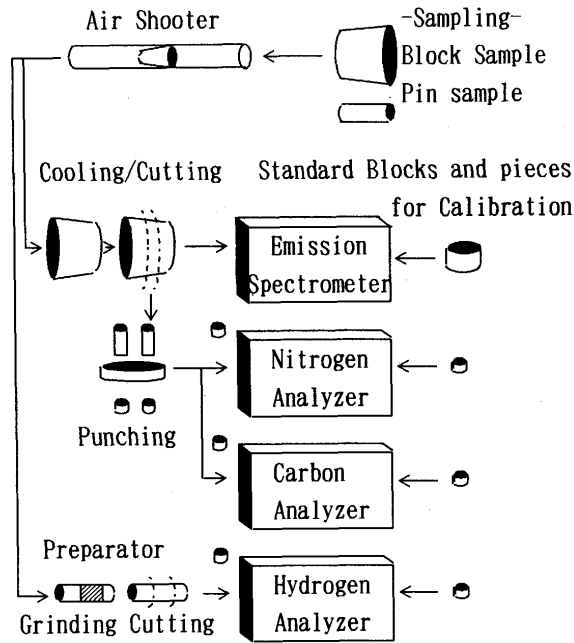


Fig. 2. Flow chart of automatic analysis.

校正等、分析作業全ての機能を全自動化したことが特徴である。

工場～分析FAライン間の自動制御範囲(転炉例)をFig. 3に示す。転炉においては自動サンプリング装置の起動から分析結果の報告迄の一切が人手介入を要しないシステムである。

これらは、オンラインでデータリンクされていて、必要な情報を必要なタイミングで自動的に送受信している。制御システム関連図をFig. 4に示す。

(2) 複合二重化ライン

一部故障時の全体機能への影響ミナム化及び最短処理スケジュール(空きラインへのフリーアクセス)を可能にした複合二重化ラインとしたことより、信頼性と処理時間の短縮を図った。ブロックサンプルの複合二重化ラインの概要をFig. 5に示す。

### 4. 迅速・高精度分析自動化技術

1) 自動化サンプラー

製鋼工場から分析FAライン迄の一貫連続自動化システム構築に当たって、試料形状・サイズの信頼性確保が基本であり、直送式・バリレス化技術及びハンドリング性改善に関してサンプラーと切断装置の開発を行い、自動化が容易で分析値の信頼性の高い試料が採取できるようになった。これにより、転炉自動サンプリング装置での採取成功率は97%以上に改善された。

2) 制御冷却による発光分析の精度向上

発光分析の信頼性を向上させるには、熱塊試料の硬度及び冶金組織を制御する必要がある。この制御因子としては、成分濃度値、試料温度及び冷却方法(冷却剤等)であり、これらをシステムに組み込み、自動化して最適化を図った。制御冷却した試料硬度例をFig. 6に示す。

制御冷却した試料のQV分析精度(同一面2回測定)は、Table 1のとおりであり、従来試料に比べて数段向上している。

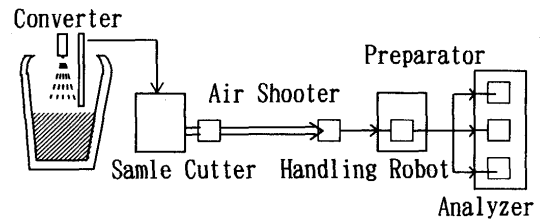


Fig. 3. Automatic analysis system of the converter process.

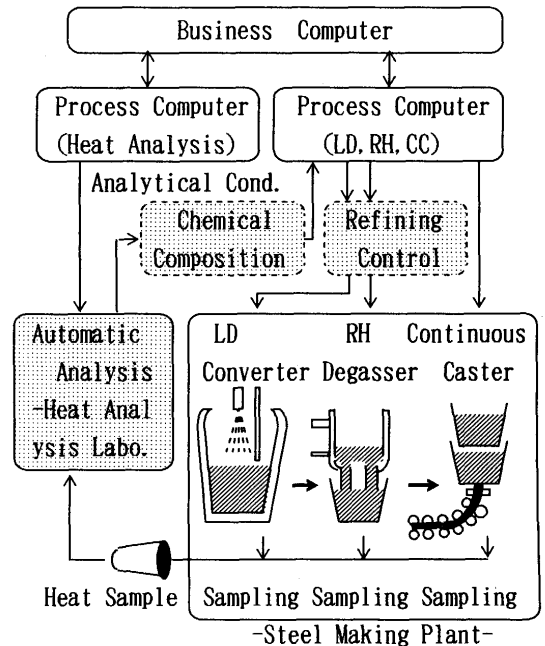


Fig. 4. Outline of computer control for steel making.

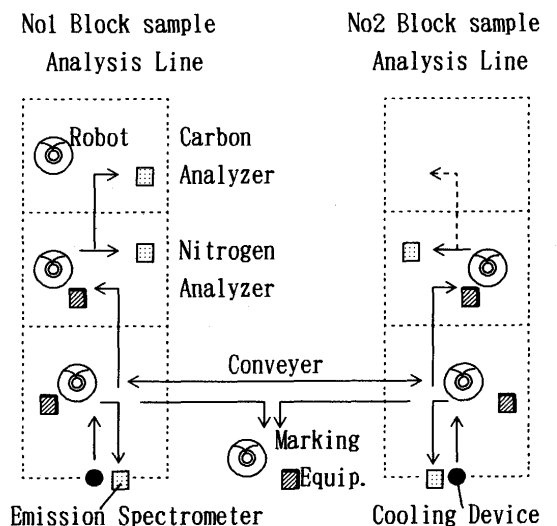


Fig. 5. Outline of the block sample analysis line(Dual structure).

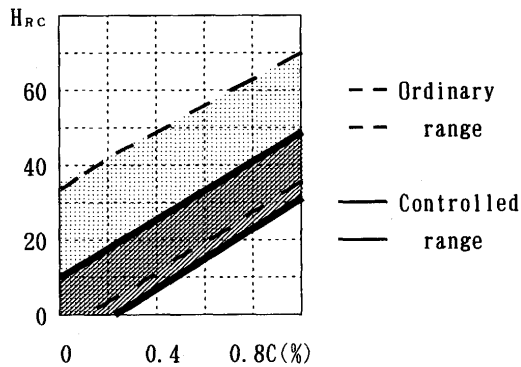


Fig. 6. Relationship between HRC and carbon content of heat sample.

このことは冷却が適正に制御されていることを示しており、冶金組織観察で確認した。(写真省略)

### 3) 超硬メタルソーの開発・適用

当所では、試料調製時の汚染（従来法；砥石切断+ベルト研磨。ベルト粉が付着汚染し、微量成分に影響）の排除及び切断面を直接発光分析することによるサイクルタイムの短縮を目的とした新試料調製法を開発した。

開発した「超硬メタルソー (Fig. 7 参照)」は、試料切断面を直ちに分析試料として供することができる。

本装置は、QV分析のみの場合は1回切断を、又ガス分析の必要時は更にスライス切断を行う。これらは、鋼種や工程に応じて、プログラムに従って自動的に処理される。超硬メタルソー切断での所要時間の改善例をTable 2に、又、QV分析精度（極低C鋼、C ≒ 50ppm以下）をTable 3に示す。

超硬メタルソーの適用により、迅速・高精度なQV分析値を、極低C鋼等の製鋼操業にフィードバックできるようになった。

### 4) QV試料自動良否判定

溶鋼試料の発光分光分析では、試料不良（ピンホール、滓の巻き込み、介在物析出等）により分析値の信頼性が失われることがあるが、この対策として、従来画像処理や光学的モニタ方式等が利用される例がある。

これらは専用の装備を必要（設備費増大）とするばかりか、サイクルタイム改善や操業側への情報伝達遅れ等の点で設計時の課題となった。

当所では、QVで発光中のFe成分などの発光パルス計数方式について検討したところ、分析中の、僅か1秒程度の情報に基づいた判定方法を見出し実機に応用した。本方式の信頼性は99%以上で、従来の目視判定より優れている。

合わせて試料不良時は、最大4回迄の自動発光位置設定替えも可能で、無人化システム構築上の効果的手法であった。

### 5) ピン試料調製装置の製作

H分析のために採取したピン試料（外径：6φ、長さ：約80mm）は、専用機を製作し自動化ラインに組み込んだ。この概要をFig. 8に示す。

本装置は、ハンドリングロボットがピン試料を供給した後、表面研磨、切断を自動で行い所定の重量のH分析試料を調製する。

### 6) 標準試料等管理分析の自動化

工程以外の「装置校正」「精度管理」の分析については、操業工程のタイミングをみて監視室からの起動操作により自動分析を行う。

また、「確認分析」は、格付分析試料が到着した時点で、自動的に起動するソフトウェアが組み込まれていて、Fig. 9に示す試料ストッカーに格納されている各種試料の中から選択される。

Table 1. Accuracy by the QV.

C content (%)	Ordinary	Controlled	*Indication : R/d <sub>2</sub>
	cooling method	cooling method	
0.50~0.85	0.0061	0.0039	
0.07~0.20	0.0032	0.0012	

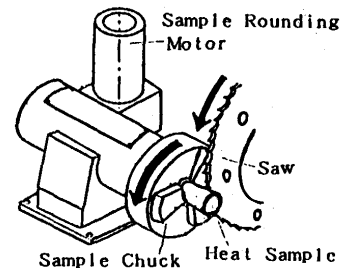


Fig. 7. Cutting method by the metal saw.

Table 2. Improvement of sample preparation time.

	Ordinary method	Metal saw
Sample Preparation time (sec)	60	25

Table 3. Accuracy by the QV for ultra-low carbon steel.

	Ordinary method	Metal saw
Carbon Contents (Approximatory)	± 5 ppm	± 2 ppm

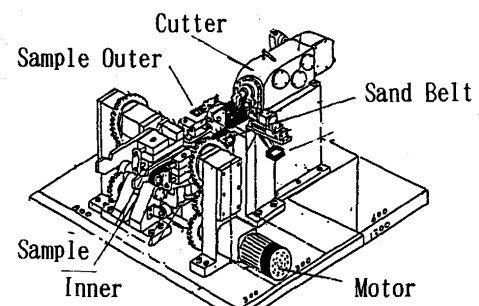


Fig. 8. Outline of pin sample preparator.

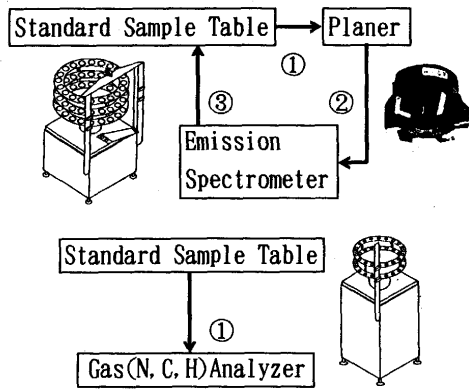


Fig. 9. Flow of standard sample analysis.

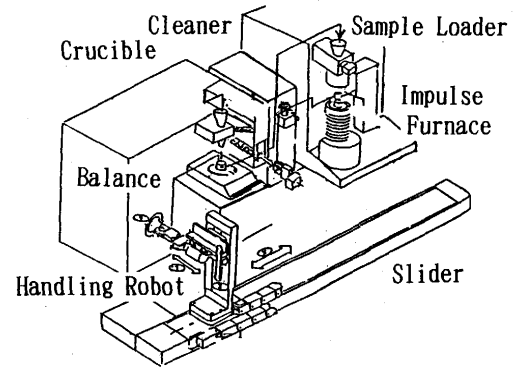


Fig. 10. Outline of nitrogen analyzer.

### 7) ガス (N, C, H) 分析自動化装置

今回実機化したガス分析自動化装置の中、N分析装置の概要例をFig. 10に示す。

## 5. 結言

名古屋製鐵所製鋼工場における分析FAシステムの開発について、FAシステムの設備概要とそのベースとなる高精度・迅速分析技術の概要を述べた。

今回の開発によって、従来5名/シフトの分析要員が1名で可能となったこと、分析精度面では、超硬メタルソーの適用により、QVで50ppm以下の微量Cの保証が可能となったこと、又、分析時間についても、サンプラー改善とシステム機能向上により大幅な短縮を図ったこと (RH例で1分の短縮) 等、製鋼工程分析の飛躍的な生産性向上と品質保証体制の一層の充実を実現することができた。

本システムは平成5年10月稼働後、現在も順調に運転している。