

小倉製鉄所分塊モデル工場

Model Factory of Blooming Mill at Kokura Works

森 章徳/Akinori Mori・小倉製鉄所 圧延部 棒鋼工場 副長

加藤芳充/Yoshimitu Kato・小倉製鉄所 条鋼部 次長

富田正威/Masatake Tomita・小倉製鉄所 生産管理部 IE室 室長

西峯 保/Tamotu Nishimine・小倉製鉄所 設備部 電気計装技術室 参事

藤原弘次/Hirotsugu Fujiwara・システムエンジニアリング事業本部 研究開発部 計測技術室 参事補

要 約

小倉製鉄所分塊工場では、全社的施策としてスタートした超大型省力モデル起業の先陣として、各種の自動化技術を開発・導入し、高品質で高効率な生産体制を確立した。また、製品の一貫管理システムを構築し、トレーサビリティ機能を充実させ、高品質製造体制の基盤を確立した。

Synopsis

The blooming mill at Kokura Steel Works has established a high quality and high efficient production process as a “model plant” with several automation technologies which are newly developed. Furthermore, a integrated production control system by means of traceability established the basis for high quality system at Kokura.

1. 緒 言

小倉製鉄所の目標である世界最強の条鋼一貫製鉄所を達成すべく、品質・物流の要である分塊工場において、高品質製造技術の開発及び高効率な生産体制の追求と 3 K 作業の排除を目的に、コンピュータ活用による徹底した運転・監視業務の自動化を図ると共に、画像処理技術による鋼片自動疵見装置を開発し検査・手入れラインの集約化及び連続化による物流の効率化を達成した。

一方、鋼片を核とした品質一貫管理システムを構築し、「製鋼一分塊一圧延一客先」までのトレーサビリティ機能を従来のロット単位から鋼片 1 本単位へと充実させた。以下に、その代表的な自動化技術の概要について報告する。

2. 分塊工場の概要

小倉製鉄所の条鋼製品は、高品質を指向し全て分塊工場にてブレードダウンされた鋼片を使用している。第 1 図に分塊工場ラインレイアウトを示す。加熱炉・均熱炉、分塊圧延機、ホツスカーファー、大シャー、鋼片連続圧延機、中シャー、冷却床からなる圧延工程にて鋼片と外販製品が製造され、所内向け鋼片は、曲り矯正機、ショットプラス、表面疵検査、内質検査 (UT)、ピレットグラインダーからな

る手入れ工程で品質保証され製品圧延工場である線材工場と棒鋼工場へ払い出される。なお、図中番号は本報で紹介する主な自動化技術の配置を示している。

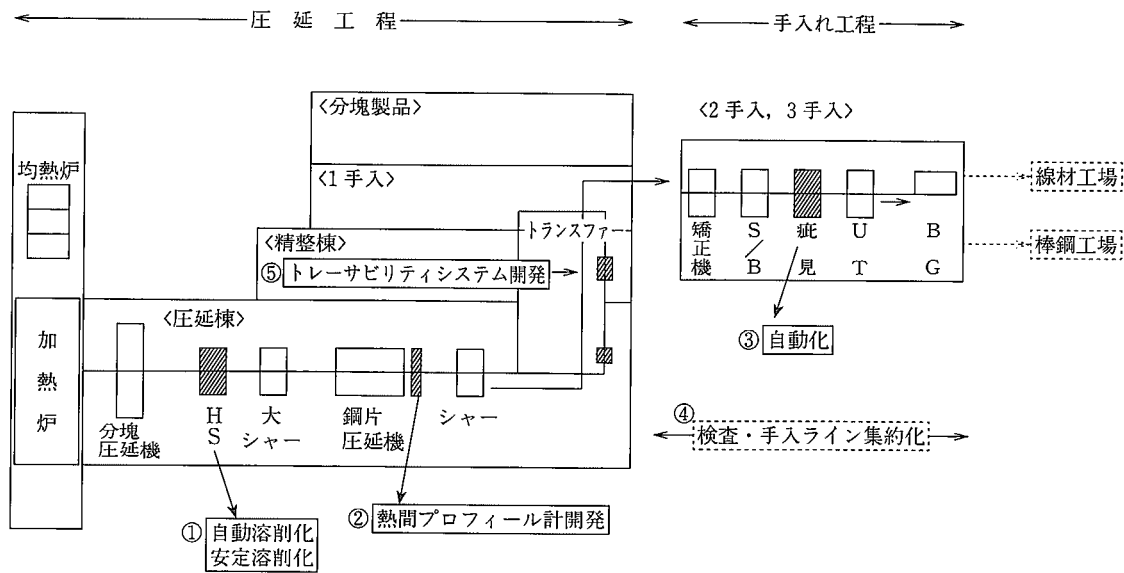
3. 高品質製造技術

造り込み技術の安定化と品質保証体制の充実を目的として開発した自動化技術について紹介する。

3-1 ホツスカーファーの自動化

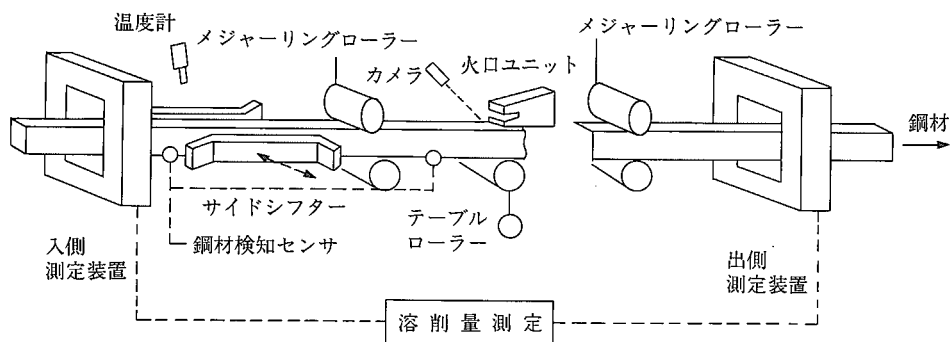
ホツスカーファーは、鋼材の持つ表面欠陥 (割れ疵、表皮下介在物、脱炭層) を除去する目的で施工し、スカーフィングの安定性は鋼片表面品質に大きな影響を与える。また、溶剤には酸素と LPG を使用するため逆火等の安全面から同業他社でも完全無人化は図れていなかった。今回開発したホツスカーファー自動溶剤設備の概略を第 2 図に示す。

この特徴は、第 3 図に示すような鋼材搬送時の位置決めや溶剤状況判定に画像処理技術を採用した点である。また溶剤圧力や速度制御はデジタル化を図り、第 4 図に示す以前開発した溶剤量測定装置と組み合わせて溶剤条件を制御しており安定溶剤が可能となった。また、安全面でも独自の検知方式を採用しており、自動化によるトラブルもなく順調に稼働している。



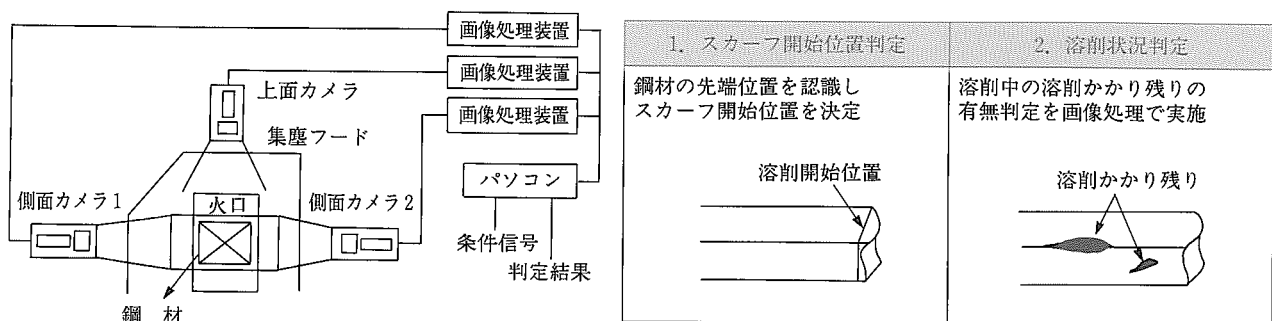
第1図 分塊工場レイアウト

Fig.1 Layout of blooming mill section



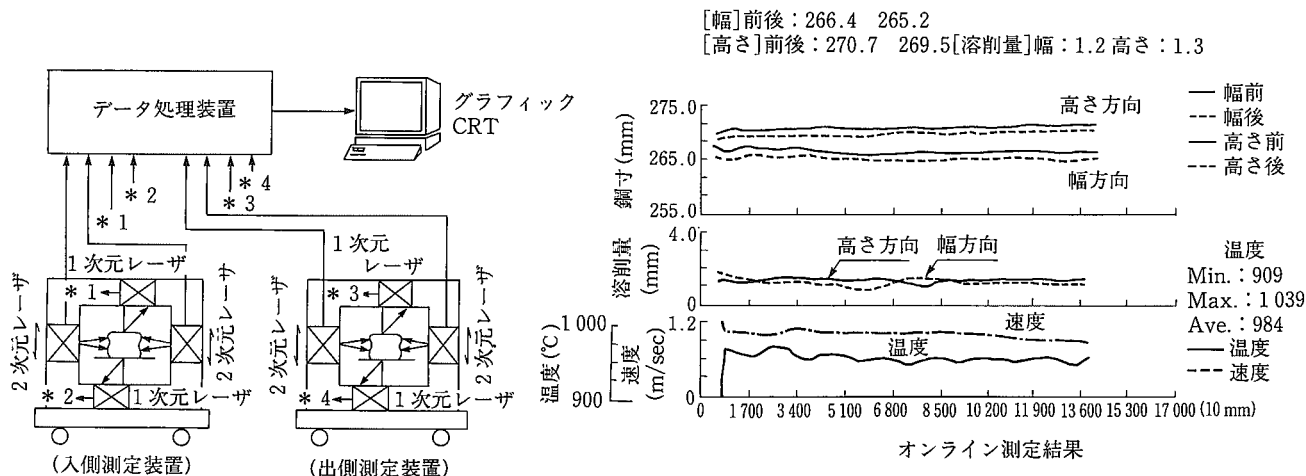
第2図 ホットスカーファ自動運転設備配置図

Fig.2 Configuration of automatic hot scarfing system



第3図 溶削状況監視モニタリングシステム

Fig.3 Image analyzing system as online hot scarfing steel



第4図 溶削量測定装置と溶削量測定結果

Fig.4 Results of scaffolding depth

3-2 熱間鋼片プロフィール計の開発

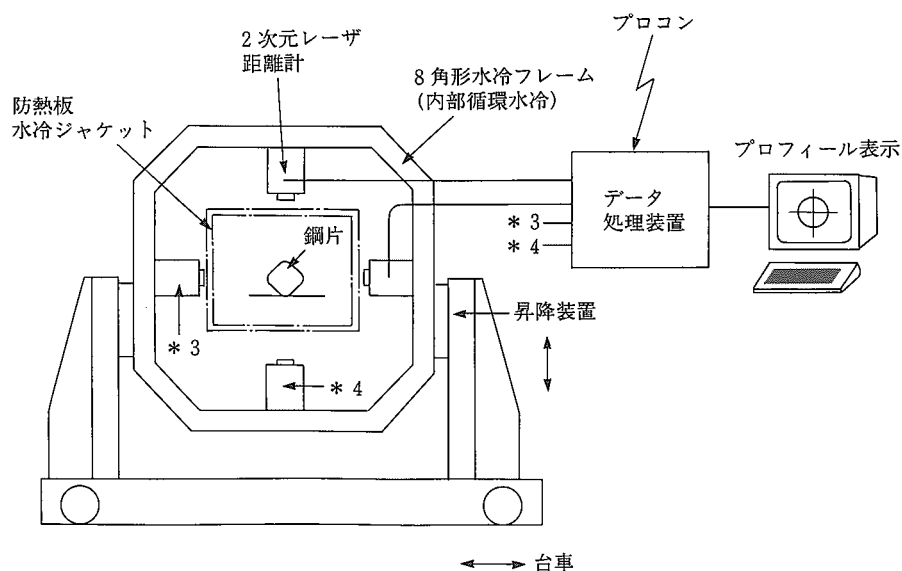
分塊工場では所内向け鋼片以外に外販製品として丸鋼と角鋼を製造している。寸法測定は暑熱下でのオペレーターによるパス測定であり、長手方向で一断面のみ測定し代表寸法としていた。そこで、造り込み技術向上(寸法・形状不良発生防止)と3K作業の排除を目的に鋼片圧延機出側に第5図に示す熱間鋼片プロフィール計を開発し設置した。

この特徴は、2次元レーザー距離計を応用したプロフィール測定と寸法測定が可能なことである。第6図に断面プロフィールの測定例を示す。オペレーターは運転室のCRTにて圧延状況を監視し、圧延機の調整等を実施し造り込みに反映させている。

	真円サンプル	形状不良サンプル	オンライン測定
熱冷区分	冷間測定	冷間測定	熱間測定
鋼片寸法	100 ϕ mm	88 ϕ mm	180 ϕ mm
公差表示	± 0.1 mm	± 1.0 mm	± 2.0 mm
倍率	20倍	3倍	1倍(原寸大)
プロフィール表示			

第6図 断面プロフィール測定例

Fig.6 Example of billet profile



第5図 熱間プロフィール概略

Fig.5 Configuration of profile meter system

3-3 鋼片自動磁粉探傷装置の開発

磁粉探傷は表面に蛍光磁粉液を散布した鋼材を磁化し、疵部からの漏洩磁束に集まる蛍光磁粉を暗室内で目視検査するもので

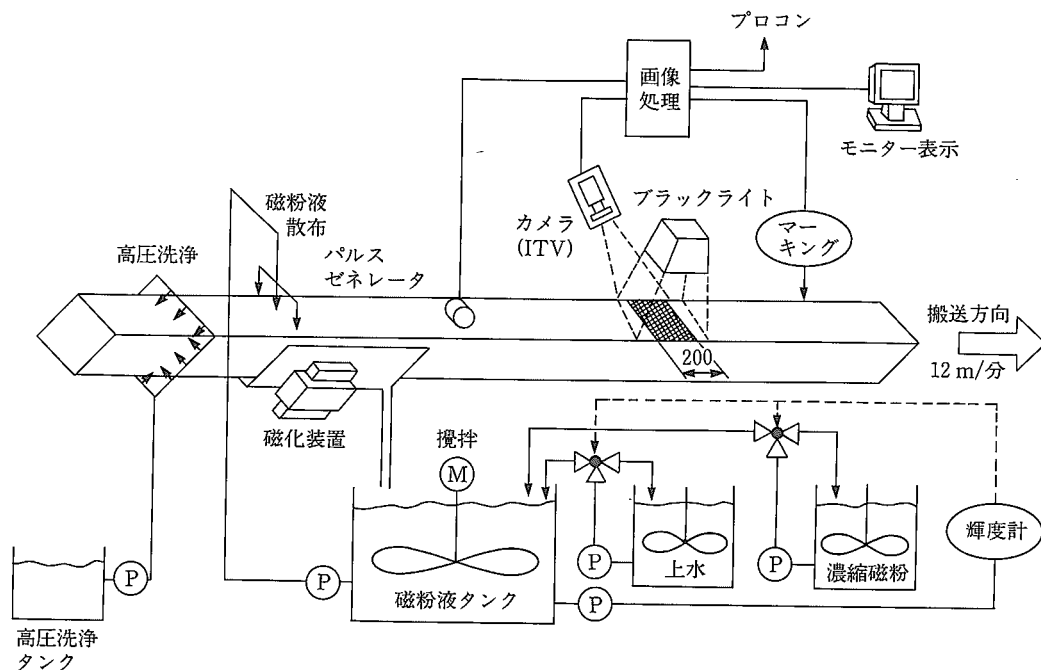
(1)検査技術習得、技術伝承に時間を要する

(2)暗室作業で作業環境が悪い

などの問題があった。そこで安定した指示模様を得るための蛍光磁粉液輝度の一定化、鮮明な画像を撮るための磁化方法及び鋼材表面の前処理、画像処理への独自のアルゴリズムの開発と導入により、第7図に示す信頼性の高い自動磁粉探傷装置を完成させた。

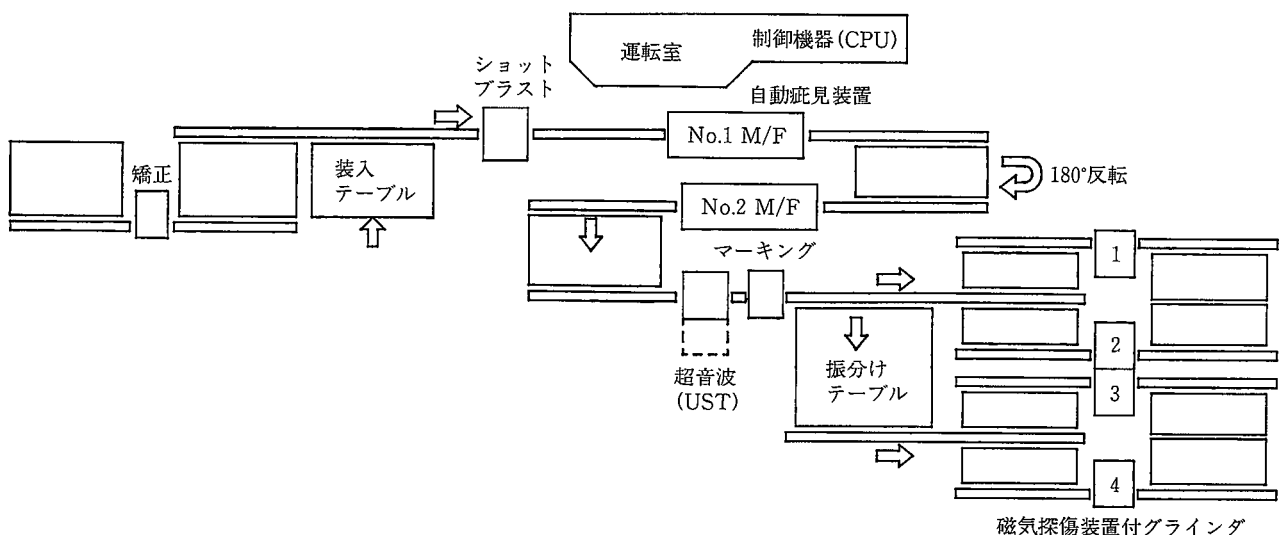
3-4 手入れラインの連続化

従来の手入れ工程は、ラインマグナによる鋼片検査とグラインダーによる手入れが単独に配置されており、物流面で効率が悪かった。そこで、鋼片自動磁粉探傷装置を核として、第8図に示すライン化による連続化を図った。



第7図 自動磁粉探傷装置システム

Fig.7 New magnetic particle testing system



第8図 鋼片検査手入れのライン化事例

Fig.8 Inspection and conditioning line

技術報文

4. トレーサビリティーシステムの開発

バー製品は、圧延工場で圧延された後、冷間で NDI 機器にて検査しユーザーに供給できるが、コイル製品では、巻き取り後に全長保証をする NDI 機器がないため鋼片での全長保証が重要なウエートをしめる。一方、ユーザーのコイル製品への品質要求は近年益々厳格化してきている。そこで、1 コイル単位でユーザーまでトレース可能な一貫管理システムの必要性があり、今迄の製鋼工場での溶製チャージ単位では管理メッシュが粗いため、鋼片 1 本単位 (1 コイル単位) で管理できるシステムを構築した。第 9 図にその概念図を示す。

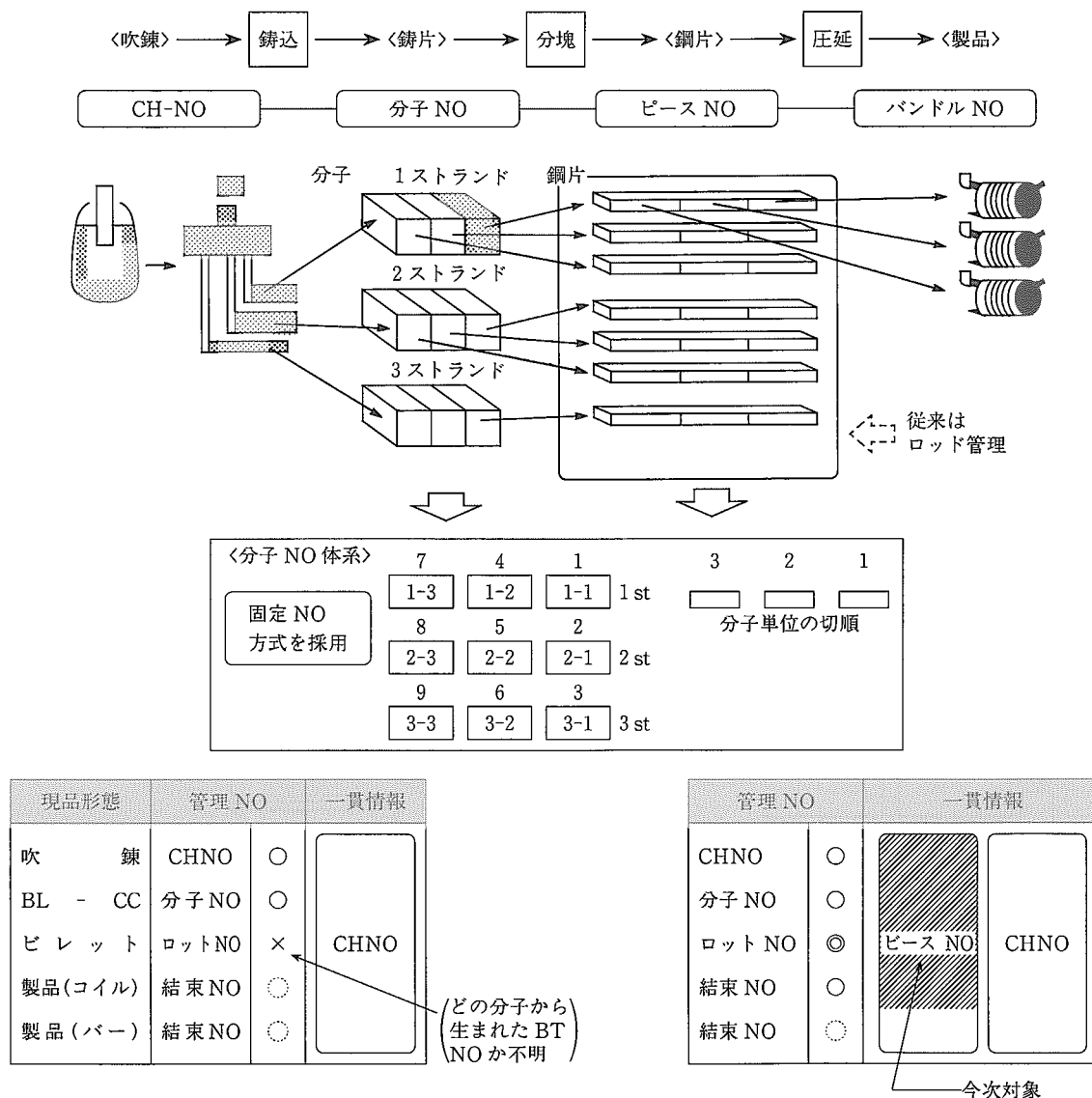
このトレーサビリティーシステムの導入により、ユーザーにて発生した品質不具合の推定原因を製造履歴の中から

ピンポイントで絞り込めることが可能となり、品質管理体制の充実が図れた。

4-1 鋼片への現物表示

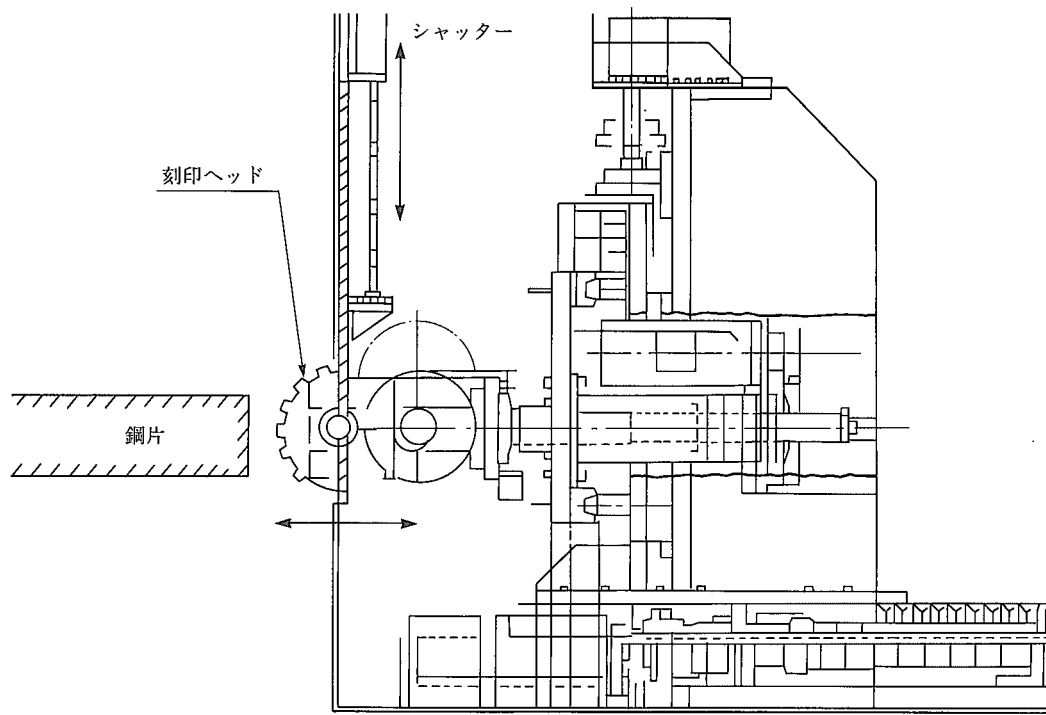
分塊圧延された鋼片 1 本単位にピース No を付与する手段として、冷却床に於ける従来のペイントマーキングでは、暑熱下での 3 K 作業となるため、第 10 図に示す自動刻印機を導入した。また、刻印のみでは、後工程での自動読み取りが困難なため第 11 図に示すバーコードラベルを貼付する自動ラベル貼付機を導入した。鋼片端面に刻印とラベルのダブル表示を導入した理由は、搬送時にラベルが剥がれた場合を想定し現物を確実に認識し異材混入防止を図るためである。

現物表示の自動化達成率は 98 % 以上である。



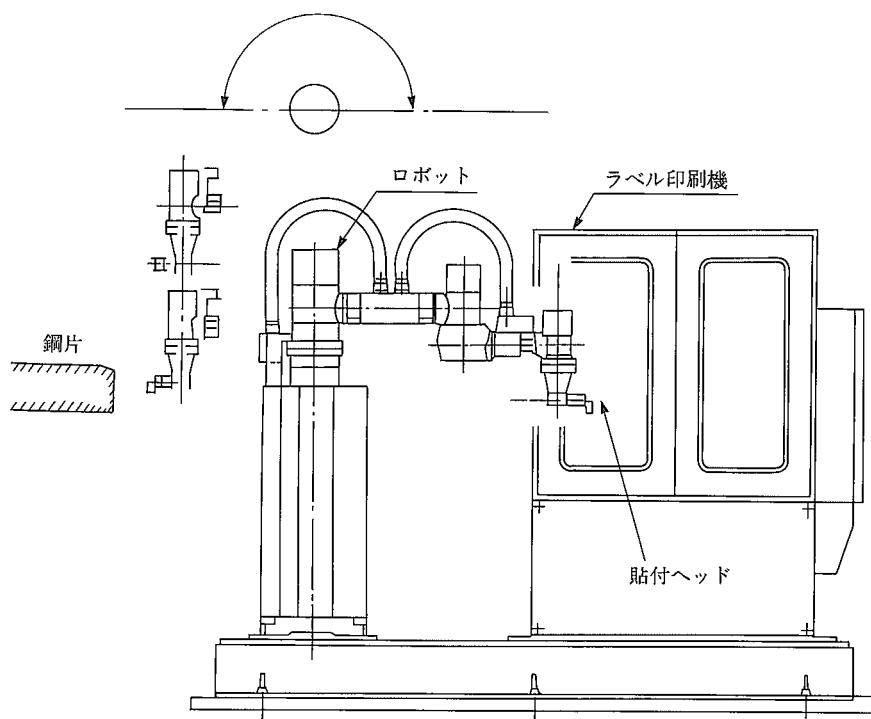
第 9 図 トレーサビリティーシステム概念図

Fig.9 Traceability system



第10図 自動刻印機概略

Fig.10 Automatical stamping



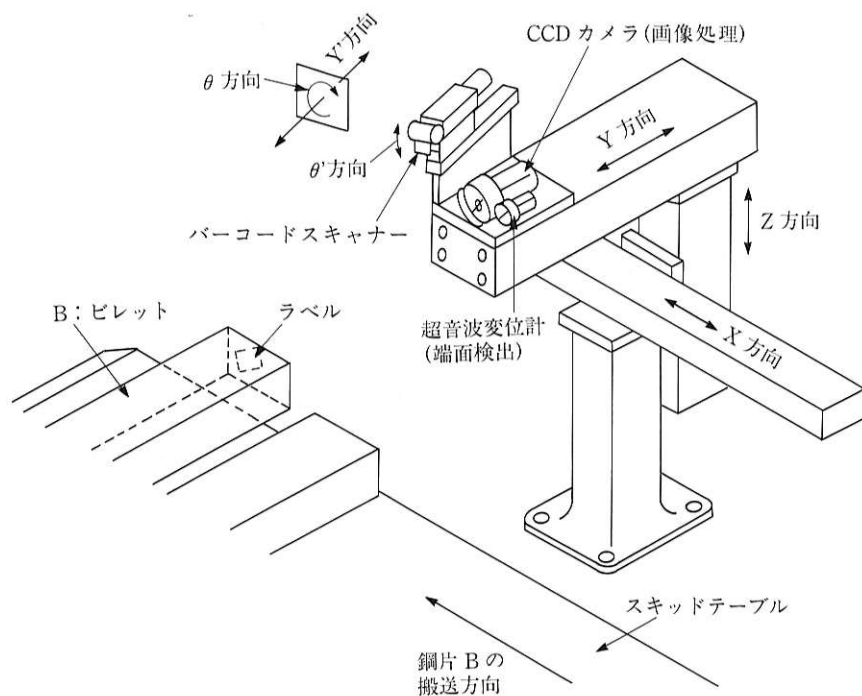
第11図 ラベル貼付ロボット概略

Fig.11 Bar-code label stamping robots

技術報文

4-2 ラベルリーダー

鋼片のピース管理を実施するには情報量が多くなり、従来のラベル文字読み取り方式では対応が困難なため今回バーコードラベル方式へ変更した。第12図にラベルリーダーの概略を示す。その特徴は、鋼片端面の位置ずれや出入りに対応するため位置と向きを超音波変位計と CCD カメラで検知し、バーコードスキャナにて読み取る点であり、文字読み取り方式で問題であった誤認識が“0”となり読み取り率 98%以上で操業している。



第12図 ラベルリーダー概略
Fig.12 Bar-code label reader

5. 結 言

小倉製鉄所分塊工場のモデル工場化は、1994年4月に完成した。その効果としては、

- (1) 省力 (社員・外注合わせて 182 名)
- (2) 3 K 作業の排除 (14 件)
- (3) 高品質製造体制とトレーサビリティ機能の充実が挙げられる。

今回、開発・導入した自動化設備やシステムをより効率的に運用し、造り込み技術の向上と品質保証体制の強化に役立てていきたい。



森 章徳 / Akinori Mori

小倉製鉄所 圧延部
棒鋼工場 副長

(問合せ先: 093(561)8023)