

技術論文

鋼片磁粉探傷装置と表面きず解析システムの改善

Improvement of Billet Magnetic Particle Testing System and Surface Defect Analysis System

高 橋 幸 弘* 平安名 啓 介
Yukihiro TAKAHASHI Keisuke HEIANNA

抄 録

新日鐵住金(株)君津製鉄所線材工場鋼片精整ラインの自動磁粉探傷装置 (automatic magnaflux flaw detector : AMG) と AMG きず解析システムの改善について紹介した。AMG のきず検出精度向上のための課題は、(1) 微小きずの検出能力向上と (2) 過検出、誤検出の削減であり、その対策として、カメラ更新、高輝度紫外線照明の配置最適化、画像処理システムの最新化を実施した。また、鋼片表面品質の改善を効果的に進めるために、AMG でのきず情報を定量的かつ迅速に把握できるシステムを導入した。これらの改善対策により、鋼片表面きず保証能力の向上を図るとともに、品質改善 PDCA の充実化、迅速化による造り込み技術の向上を図った。

Abstract

A newly improved AMG (automatic magnaflux flaw detector) and surface defect analysis system for billet inspection and conditioning line at Kimitsu Works is introduced. The problem of AMG was (1) To improve the reliability of minor defect detection, (2) To decrease the over detection and false detection. Improvement was achieved through configuration optimization of UV lighting, and renewal of camera and image processing system. A computerized system for improving billet quality based on feedback of billet inspection information was established. As a result of the improvement measures presented above, the reliability of the billet inspection and conditioning work as well as the billet quality forming at the steelmaking, continuous casting and billet rolling processes improved dramatically.

1. 緒 言

新日鐵住金(株)君津製鉄所線材工場は、スチールタイヤコード用線材、橋梁用線材、冷間圧造用線材など、普通鋼線材から特殊鋼線材まで、多品種を製造している。これらの品種の表面きずに対する要求レベルは、年々厳しくなっており、線材表面きずの改善が急務となっている。線材の表面きずを改善するためには、線材圧延時のきず防止対策とともに、素材となる鋼片の表面きずを確実に検出し、除去することが重要となる。

君津製鉄所では、鋼片の表面きず検査装置である自動磁粉探傷装置 (automatic magnaflux flaw detector : AMG) を 1996 年に導入し、部分的な改造を実施してきていたが、厳格化する表面きず保証に対応するため、抜本的な改善が必要となっていた。また、AMG でのきず情報を前工程へフィードバックし、造り込み技術の改善による表面品質の向上を図るためには、AMG でのきず情報を定量的かつ迅速に把

握することのできるシステムの導入が必要であった。

本報では、これらの対策として実施した AMG 改造内容と AMG きず解析システムの導入について報告する。

2. 鋼片精整ラインレイアウトおよびAMG設備概要

鋼片精整ラインレイアウトを図 1 に、AMG の主仕様を表 1 に、設備概要を図 2 に示す。鋼片精整工程では、ショットブラストにより表面のスケールを除去した後、AMG において、表面きずを検出する。AMG では、鋼片を 30m/分 で搬送し、蛍光磁粉液を散布して、磁化装置により、走間磁化する。この磁化装置は、ヨークコイルとリングコイルを併用した複合励磁方式を採用しており、鋼片長手方向の線状きずだけでなく、垂直方向のへげきずなどの不定形きずについても検出が可能な方式である。磁化後、鋼片表面のきず部には、漏洩磁束が発生し、蛍光磁粉が付着する。付着した蛍光磁粉は、高輝度紫外線照明を照射することに

* 君津製鉄所 線材部 線材技術室 主幹 千葉県君津市君津 1 〒 299-1141

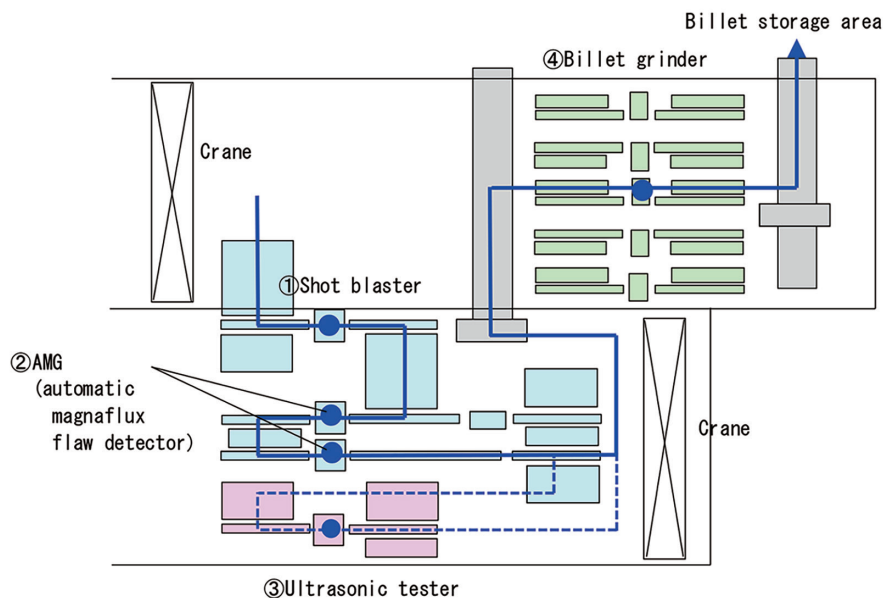


図1 鋼片精整ラインレイアウト
Billet conditioning line layout

表1 自動磁粉探傷装置主仕様
Main specifications of automatic magnaflux flaw detector

Inspection speed	30 m/min
Detectability	Seam : depth ≥ 0.3 mm Scab : depth ≥ 0.3 mm
Magnetization	Ring coil of one set and yoke soil of 2 sets
Camera detector	CCD cameras of 3 sets per one billet surface
Data processing system	Parallel processing by several general-purpose computer

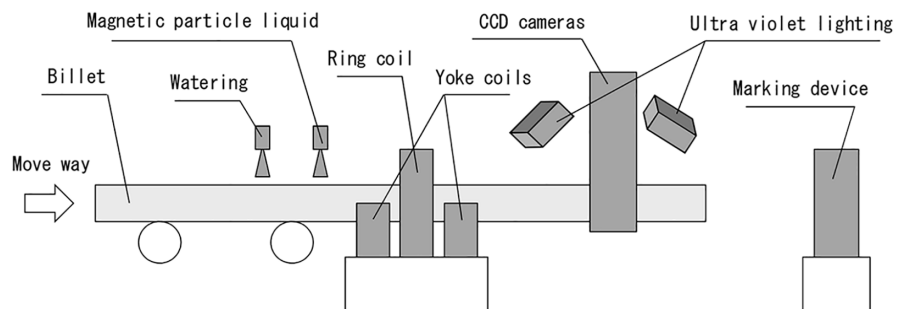


図2 自動磁粉探傷装置設備概要
Equipment outline of automatic magnaflux flaw detector

より、可視化され、カメラできず候補画像として撮像される。その画像を画像処理システムにより有害きず、無害きずに判別し、システム内できずマップを作成する。その情報をもとにマーキング装置できず部に塗料を吹き付ける。その後、手動のビレットグラインダーにより、きずを除去する。

3. 自動磁粉探傷装置AMGの改造 —鋼片表面きず検出精度向上対策—

鋼片表面きずの検出精度向上のための課題は、(1) 微小きずの検出能力向上と (2) 過検出、誤検出の削減であり、

その対策として、①カメラ更新、②高輝度紫外線照明の配置最適化、③画像処理システムの最新化を実施した。

3.1 カメラ更新

更新前後のカメラ画像を図3に示す。従来のアナログカメラでは、画像のきず輝度が低く、特に微小きずについては、不鮮明で検出が難しかった。対策として、デジタルカメラを導入、光学レンズおよびフィルターを更新し、シャッタースピード、カメラ内ソフトウェアの最適化を図った。その結果、画像のきず輝度が高くなり、きず画像が鮮明化し、

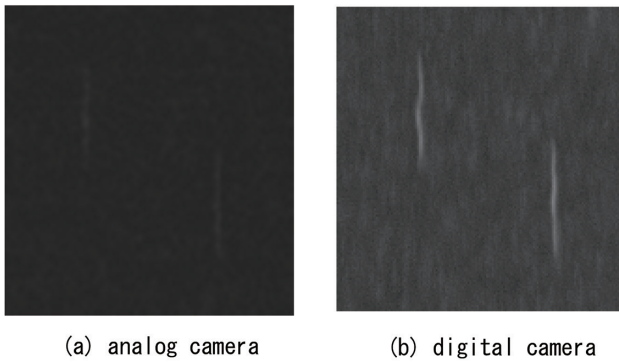


図3 (a)アナログカメラ、(b)デジタルカメラによる欠陥画像
Defect image of (a) analog camera and (b) digital camera

微小きずの検出精度が向上した。

3.2 高輝度紫外線照明の配置最適化

更新前、カメラ視野内の照度分布は、部分的に照度の高いところがあり、無害きずや疑似模様を有害きずとして検出していた。そのため、次工程のビレットグラインダーによるきず除去作業の効率を低下させていた。高輝度紫外線照明は、カメラ視野範囲の前後2方向から斜めに照射していたが、それぞれの距離や角度等の条件が異なっていたことが原因となり、照度分布が不均一となっていた。そこで、対策として、高輝度紫外線照明の配置および照射角度を最適化し、照度分布の均一化を図り、過検出および誤検出を削減した。

3.3 画像処理システムの最新化

撮影されたきず候補画像を有害きずと無害きずに判別するための画像処理システムを自社開発し、導入した。新システムでは、ノイズ除去機能等により、過検出および誤検出を大幅に削減した。また、きず部の輪郭強調、連結処理機能等により、有害きずの検出精度向上を図った。

検出した各きずについては、特徴量（輝度、面積、縦横比など）から、きず名称（シームきず、へげきず等）が自動的に付与される。きず発生原因を解明するために重要なきず名称、大きさ、位置情報等のデータは、AMG きず解析システムに伝送される。

以上の3点の対策実施により、誤検出および過検出を削減しながら、微小な有害きずの検出精度向上を図った。

4. AMGきず解析システムの構築

—品質改善PDCAの充実化、迅速化—

銅片表面品質の改善を効果的に実施していくためには、AMG でのきず情報を定量的かつ迅速に把握することが重要で、そのデータをもとに原因を解明し、対策を前工程へフィードバックし、品質改善 PDCA を実施していく必要がある。

従来、AMG におけるきずデータは、ビレット単位のきず

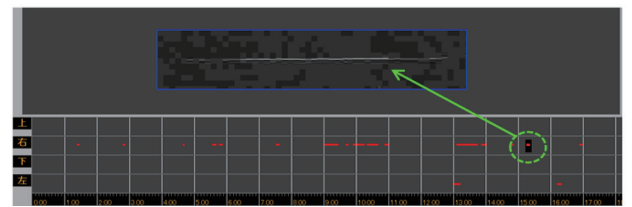


図4 AMG きず解析システムによるきず欠陥画像
Flaw image of automatic detector

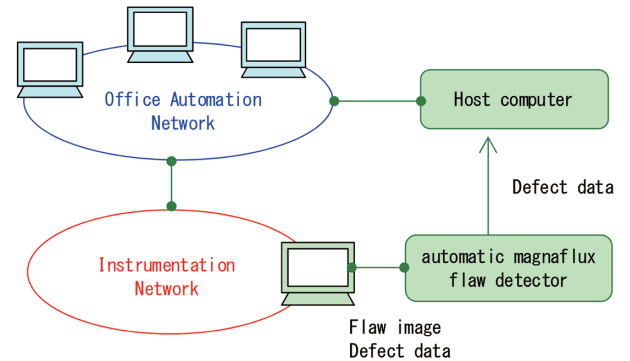


図5 システム構成
System diagram

個数データのみがシステム内に保管されていた。詳細なきずデータを採取する時は、走間マグナ工程を通過させ、人手により、きず形態、きず発生位置を紙に記録した上で、まとめていた。そのため、効率が悪く、原因解析および対策実行に時間を要していた。

導入した AMG きず解析システムでは、きずの形態画像、発生位置、大きさ、名称等の情報をシステム内に蓄積し、きず発生状況の詳細を把握することが可能となった。AMG きず解析システムによるきず欠陥画像の例を図4に示す。また、当該システムの構成は、図5のようになっており、製鉄所内のOAネットワークを使用して、各製造部門、品質管理部門は、AMG 検査直後より、きず発生状況およびきず画像の確認が可能となっている。

このシステムを活用することで、表面きず異常材の早期確認が可能となった。また、品質不具合が発生した場合、システム内に蓄積されている詳細な銅片表面きずデータをもとに、迅速で、的確な原因の分析、対策の検討が可能となった。図6に示すように品質改善対策の効果的な実施により、品質が向上し、対策後の銅片表面きずは、大幅に改善された。

5. 結 言

以上の改善対策により、銅片表面きず保証能力の向上を図るとともに、品質改善 PDCA の充実化、迅速化による造り込み技術の向上を図った。今後も、顧客からの品質改善要請にこたえていくため、当該対策をフル活用して、品質改善に取り組んでいく。

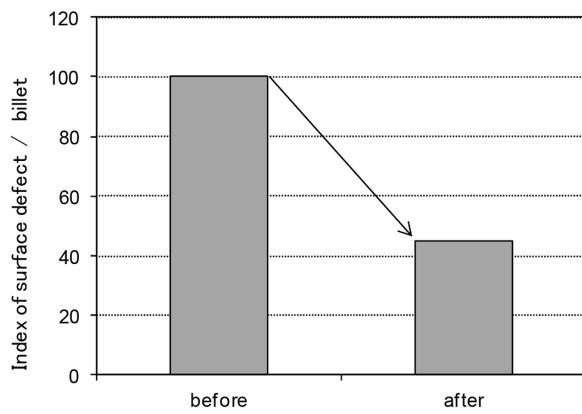


図6 更新前後の表面きず個数

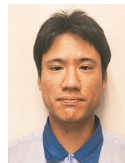
Index of surface defect of before and after improving

参照文献

- 1) 万城目正樹 ほか：新日鉄技報. (386), 11 (2007)



高橋幸弘 Yukihiro TAKAHASHI
君津製鉄所 線材部 線材技術室 主幹
千葉県君津市君津1 〒299-1141



平安名啓介 Keisuke HEIANNA
君津製鉄所 線材部 線材技術室