論 説

棒鋼の超音波信号処理システム

中村 薫*, 八木富一**, 福井和雄***

Ultra-Sonic Signal Processing System of Steel Rod

Kaoru Nakamura, Tomikazu Yagi
and Kazuo Fukui

Synopsis

We planned the new manufacturing line of conditioning and inspecting of steel rod in 1983.

At that time, more correct and rapid judgement on results of ULTRA-SONIC TESTING on manufacturing line has been required to meet the increase of production. So, we developed "ULTRA-SONIC SIGNAL PROCESSING SYSTEM" using 16 bit micro-computer in 1984.

This system has following functions.

(1) The conditions of testing and standards of judgement exist in computer files and are updated interactively.

(2) The conditions of testing are set automatically to ULTRA-SONIC TESTER.

(3) This system displays the distribution of flaws and automatically marks the position of the flaws on the material by paint and furthermore notes the treatment following manufacturing process by comparing standards of judgement and echo signal intensity from ULTRA-SONIC TESTER.

(4) This system supervises to find something unusual in testing B-echo signal.

This paper introduces the outline of the "ULTRA-SONIC SIGNAL PROCESSING SYSTEM" in Chita Plant.

1. はじめに

大同特殊鋼㈱(以下、当社という。)知多工場大型製品精整検査工程の合理化計画に伴い、設備のライン化を実施した。同時に、ラインの工程管理・

自動化を狙った計算機システム(LINCS)の開発を行った。このLINCSの1サブシステムとして、マイクロコンピュータを利用して、超音波探傷検査の合否判定をオンラインで行う『超音波信号処理システム』を開発した。

このシステムの概要を報告する。

2. LINCSの概要

LINCS (Large products INspection & Conditioning control System)は、棒鋼の冷却床払出し

昭和60年7月29日 受付

*大同特殊鋼㈱知多工場

**大同特殊鋼㈱中央研究所

***大同特殊鋼㈱情報システム部

Fig. 1. Lincs construction.

から入庫までの精整検査工程の進捗管理、操業管理および、仕掛管理を行うシステムである。操業管理システムは作業命令のCRT化（ペーパーレス）および、マイコンの活用（3セット）による自動化にも対応している。

Fig. 1 に LINCS のシステム構成を示す。

3. 従来の検査方法と問題点

従来の検査工程・設備は Fig. 2 に示すように、バッチタイプであった。また、検査判定方法も、一定レベル以上の欠陥信号（アナログ信号）を検知するのみであった。従って

(1) 欠陥の有無は判定出来るが、欠陥位置及び欠陥分布状態がつかめない。

(2) 欠陥が発生すると、オフラインで手探傷→展開図（欠陥分布図）作成→合否判定を行わなければならない、欠陥信号の発生した棒鋼の処置を完了するまでに多くの日数を要する。

(3) 品質データの収集に多くの工数を要するために、十分な品質水準の把握がなされない。などの欠点がありライン設備上での現品処置あるいは、品質水準の把握を阻害する要因となっていた。

Fig. 2. Inspection process of old type.

4. 超音波信号処理システムの概要

4.1 設計思想

ライン化された検査設備での超音波信号処理システムの機能を決定する上で以下の点を考慮した。

(1) 探傷条件・判定基準をファイル化し、変更を容易にすると共に、探傷時に自動的に設定出来

るようにする。

(2) 棒鋼1本単位の欠陥発生場所・状況を捕え、後工程へ判定結果(切断・保留)及び展開図を連絡すると共に現品にもマーキングし、欠陥位置を現品上で認識できるようにする。

(3) 棒鋼1本単位の欠陥分布状態を指数化し、品質水準の把握を可能とする。

(4) 探傷機の正常稼働を監視可能にする。

(5) 支障時間を短くするために、キャリブレーションの自動化を行う。

4.2 システム構成

Fig. 3 にシステム構成図を示す。

今回のシステムは上位計算機⇔超音波信号処理用マイコン⇔超音波探傷機のハイラキー構造を採っている。

上位計算機は主にライン全体のトラッキング、探傷条件・判定基準の管理、ロット単位の命令指示、および品質水準の把握を行っている。

超音波探傷機は、棒鋼1本単位の長さ方向微小区間単位の探傷信号の収集および記録計出力を行っている。

超音波信号処理用マイコンは、上位計算機からのロット単位の情報(探傷条件・判定基準)および超音波探傷機からの棒鋼長さ方向微小区間単位の探傷信号を基に、合否判定、処置指示および指数化を行っている。以下、超音波信号処理システム(以降マイコンという)を中心に述べる。

4.3 ハードウェア構成

Fig. 4 にハードウェア構成図を示す。

Intel 製の16ビットボードマイコンをベースに、上位計算機との接続および超音波探傷機からの高速データ収集に各々単独のCPU(8ビット)を採用した。

また、Intel 製以外のボードは、保守面を考慮し、知多工場に多数設置されている当社高蔵製作所製 DAMIC-8 の8ビットバス用ボードを採用した。

4.4 ソフトウェア構成

Fig. 5 にソフトウェア構成図を示す。

OSはIntel 標準のiRMX86を使用した。アプリケーションプログラムは一部高速処理が必要な部分にはアセンブラ言語を使用し、大部分はPL/Mを使用して開発した。

5. 超音波信号処理システムの機能概要

5.1 探傷条件・判定基準管理

棒鋼の材質、形状、サイズ別に超音波探傷条件(探傷周波数、探傷感度等)および合否判定・処置基準(超音波探傷機からのエコー信号レベル弁別、欠陥分布状態に基づく判定・処置基準)を標準化し、上位計算機で管理している。この情報を基に、マイコンではロット単位の探傷条件を自動設定し、棒鋼1本単位の欠陥自動判定・処置指示(切断・保留)を行い、上位計算機ではロット単位の処置指示(ロット保留)を行っている。

Fig. 3. System construction.

Fig. 4. Hardware construction.

Fig. 5. Software construction.

5.2 トラッキング

マイコンでは、ロット単位および棒鋼1本単位のトラッキングを行い、上位計算機では、ロット

単位のトラッキングを行っている。棒鋼1本単位のトラッキングにより、探傷条件の設定、判定・処置、マーキング指示およびCRT表示を行って

いる。

5.3 探傷条件の自動設定および自動キャリブレーション

ロットの探傷開始前に、マイコンのCRTから『ロット開始』を入力することにより、上位計算機よりロット情報（探傷条件・判定基準等）がマイコンへ伝送される。マイコンは、その情報に基づき、超音波探傷機へ探傷条件を自動設定する。その後、マイコンのCRTから『キャリブレーション開始』を入力することにより、超音波探傷機が自動的にキャリブレーションを実行する。

キャリブレーションの内容は標準試験片の人工欠陥または、底面エコーの大きさが、探傷条件で与えられた値になるように探傷機内の増幅器のゲインを調節することである。

なお、このキャリブレーションは、ロットの途中でも可能のようにしてある。

5.4 超音波探傷機エコー情報収集および判定

超音波探傷機より棒鋼長さ方向微小区間のエコー情報を収集する。この微小区間のエコー情報を、上位計算機からの判定基準（16個の判定基準値）を基に、欠陥分布状態を認識し、合否判定・処置指示（切断・保留）を自動的に行い、CRT表示および現品へのマーク表示（切断ヶ所、保留マーク）を行う。

同時に、底面エコーの監視を行い、探傷異常の自動検知、自動ラインストップも行っている。

また、微小区間の判定結果を小区間に集約し、展開図として後工程CRTへの表示およびプリンターへの出力を行っている。

5.5 欠陥分布状態の指数化

指数は棒鋼1本単位の微小区間欠陥信号分布を数値化したもので、展開図に表示すると共に、品質実績データーとして、上位計算機へも伝送している。

5.6 ロット判定

上位計算機では、マイコンによる棒鋼1本単位の判定結果を基に、ロット単位の保留判定した本数比率を算出し、一定基準以上の場合にはロット全体を保留とする。

5.7 CRT表示

超音波探傷機およびこれに続く磁粉探傷機の運転室に、ロット情報、探傷条件、判定結果を表示

Photo. 1. Lot data (CRT display).

Photo. 2. Test condition of calibration (CRT display).

し、確認探傷等の処置を容易にしている。**Photo. 1**に上位計算機のロット情報画面例を、**Photo. 2**に超音波探傷条件（Cal）画面を示す。

6. 適用結果

当社知多工場的大型製品精整検査ラインに適用し、昭和59年9月9日より本番稼動した。

ライン化時の問題となっていたロット保留（オフラインにて処理）の発生量は自動合否判定により従来の検査方法に比べ約1/5に減少させることができた。また、所期の目的である品質保証、精度の向上、高能率化なども満足させることができた。

7. むすび

当システムの開発は、探傷条件、判定基準の整理から始め、検査部門、研究部門、情報システム部の3部門協同で約1年をかけて開発した。

開発開始当初は、データーの整理に追われ、本番近くでは、結果の検証等に多大な工数を費やしたが、現在は順調に稼働している。

今後は他の検査対象への適用拡大を図りたい。