

(379) 電磁超音波による熱間継目無鋼管肉厚計の開発

新日鐵・電子制御研究開発センター 〇室田昭治, 川島捷宏
 設備技術本部 川畑徳房
 八幡製鐵所 野田勝利
 三菱電機・鎌倉製作所 三好哲夫

1. 緒言：継目無鋼管の各熱間製造工程において、オンラインで肉厚、偏肉等を測定できれば圧延機制御と結びつけた高度な品質保証やコスト低減が可能となる。従来、この肉厚計測法として、放射線方式や貫通型電磁石式電磁超音波肉厚計があるが、各々、設備、メンテナンス上の制約がある。そこで、より適用性の広いプローブ形熱間肉厚計の開発を狙いとして、八幡・小径管工場のストレッチレデューサ(SR)出側にて開発テストを行い、良好な結果を得たので報告する。

2. 実験方法：図1は測定原理を示している。電磁超音波の発生には外部磁界なしで、検出には静磁界を用いるF II方式⁽¹⁾であり、検出信号 V_R は、 $V_R \propto I_T^2 B_S$ となる。

図2は肉厚計の概略構成を示す。検出端はガイドローラ装置に内蔵され、前後のガイドローラにて鋼管面に最大1.0mmのギャップで追従する。検出端は外径140φ、高さ120mmと小型・軽量である。肉厚検出信号は増幅後、周波数変換してデータレコーダに集録し、

オフラインにて計算機処理し肉厚伝播時間を得て音速補正を加へ、管長さ方向の連続する肉厚値を得る。肉厚計の入側には、放射温度計を設けて各鋼管表面温度を計測し音速補正に用いた。検出端及び、ガイドローラ装置の対高温部は水冷方式をとった。

3. 実験結果：図3に肉厚検出信号の一例を示すが、管全長にて良好なS/Nが得られている。図4に熱間肉厚測定結果の一例を示す。

この電磁超音波による肉厚値は、冷却後の同じ鋼管での汎用超音波厚み計による肉厚測定値とよく対応し、測定精度は標準偏差0.1mm以下である。なお、鋼管表面温度が鋼のキュリー点近傍で信号検出感度は急変し、かつ、その程度は管材質によって異なるが、自動感度補償の可能な範囲である。また、全供試管

約130本のテスト後、検出端に測定の障害となる損傷はなかった。ガイドローラ装置も検出端の保持・追従性及び、耐熱・耐摩耗性等について、ほぼ良好な機能を有することを確認した。

4. 結言：電磁超音波によるプローブ形熱間肉厚計を開発した。本肉厚計によれば、鋼管圧延温度700~900℃において、主プロパー材の殆ど成分系で区別なく、全管サイズ(肉厚3.0mm以上、外径60φ以上)で単一の検出端による測定が可能となる。また、メンテナンス性が良いことや、ミルスタンド数への制約を及ぼさない等の利点がある。従って、本方式が小形の検出端を用い、管形状へのアクセスが容易であることから、SR工程での適用のみならず、管端に広がりや曲り等形状の悪い他工程への実用化を含めて、今後、検討を進めていく。

参考文献；(1) 川島, 室田ら, 非破壊検査第29巻第12号, p 837~845

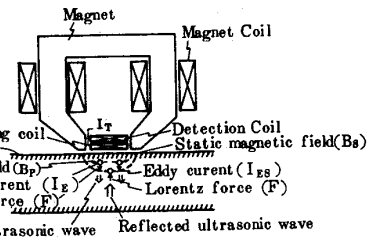


Fig. 1. Principle of wall thickness measurement by Electromagnetic Ultrasonic Testing

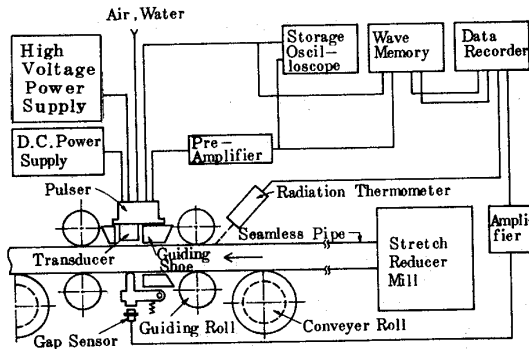


Fig. 2. Block diagram of the wall thickness measurement system for hot seamless pipe

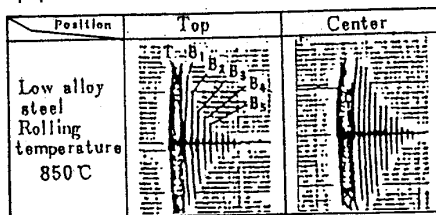


Fig. 3. Examples of the ultrasonic echoes obtained in the on-line measurement of hot seamless pipe

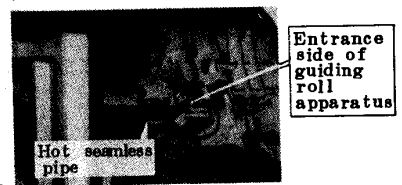


Photo. 1. On-line measurement of the wall thickness for hot seamless pipe

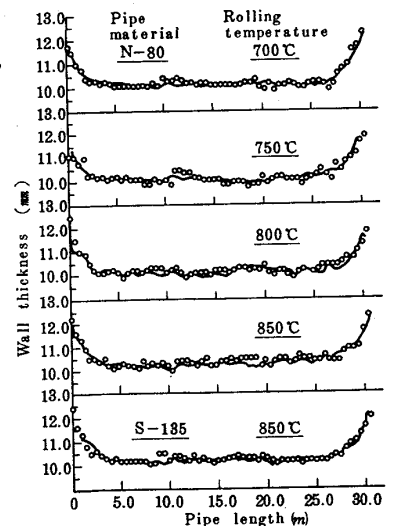


Fig. 4. Examples of the wall thickness measured for seamless pipes
 —: Measurement value of hot pipes by EMUST
 ○: Measurement value of cold pipes by ultrasonic thickness gage