

溶射皮膜の超音波膜厚計測技術

Application of Thermal Sprayed Coating Thickness Measurement by Ultrasonic Testing with Signal Processing

発電の高効率化を目的として、ボイラの構造や燃料の多様化が進み、厳しい環境で使用される伝熱管の表面を高温腐食、摩耗から保護することを目的として、溶射皮膜が適用されている⁽¹⁾。溶射皮膜の経年劣化としては、割れ、はく離の発生、密着強度低下、減肉などがあるが、これらの劣化を評価するために、従来からの目視試験、破壊試験が現在でも主流の検査法となっている。

PFBC（Pressurized Fluidized-Bed Combustion：加圧流動床）ボイラやCFB（Circulating Fluidized-Bed Combustion Boiler：循環流動層ボイラ）⁽²⁾では磨耗対策のため、火炉壁管などの表面に鉄基の13～17Cr-Fe溶射皮膜が施工されている。このような磁性材料の溶射皮膜の膜厚を計測する場合は、施工される実機部材のそばにサンプル材を配置して、施工後に切断、断面観察を行い、規定の膜厚を満たしていることを判定する方法が採られている。供用中では、この溶射皮膜が減肉してなくなると、母管は急速に磨耗していくため溶射皮膜の減肉状況の計測、管理が必要とされる。溶射皮膜の膜厚計測手法としては電磁膜厚計が広く用いられているが、鉄基の溶射皮膜の膜厚を電磁膜厚計で計測することは困難である。

本稿では超音波信号へ離散ウェーブレット解析を用いた溶射皮膜の膜厚計測技術を開発し、実機へ適用したのでその内容を紹介する。

1. 測定原理

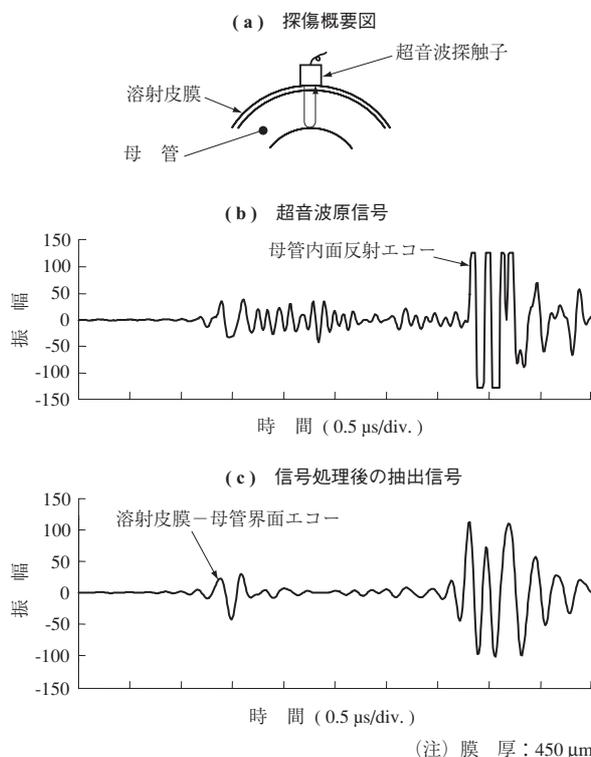
超音波信号を採取するための超音波探触子には、送信と受信を別個の振動子で行う分割型の垂直探触子を用いた。得られた超音波信号の処理には離散ウェーブレット解析を適用し、S/N（Signal-to-Noise）比の向上を図った。第1図に超音波信号解析例を示す。第1図-(b)は超音波原信号であり、-(c)は離散ウェーブレット解析後、6.3 MHz以下の周波数帯域の信号を抽出したものである。超音波原信号に比べてS/N比が良く、溶射皮膜-基材の界面エコーを抽出できていることが分かる。

実際に膜厚計測を行う場合には、膜厚を変えた試験体を複数製作し、第1図と同様のことを行い、離散ウェーブレット解析後の超音波信号（抽出された皮膜-基材界面からの反射信号）の時刻と実膜厚の相関を検定線として事前に作成する必要がある⁽³⁾。

2. 現地への適用

実機ボイラの現地計測に、本技術を適用した。第2図に、PFBCボイラの停缶直後に減肉状況を計測している状況を示す。現在では、このように計測した結果を元に補修範囲を決定している。

本技術は当社のグループ会社である石川島検査計測株式会社（IIC）への技術移管を行い、ボイラメンテナンス作業の一環として、現地での計測に取り組んでいる⁽⁴⁾。



第1図 超音波信号解析例



第2図 現地計測状況

3. おわりに

本稿では超音波による溶射皮膜の膜厚計測手法の開発、実機発電設備への適用について紹介した。信号処理手法には離散ウェーブレット解析を採用し、超音波信号のノイズの低減を図った。この手法は、超音波によって、皮膜-基材界面からの反射を捕らえる手法であるため母材、溶射材料の磁性の有無に関わらず、膜厚の計測が可能である。今

後、本計測技術のリアルタイム化などのさらなる効率化を図り、実機ボイラの維持管理技術としての地位を固めていく。

参考文献

- (1) 難波一夫, 溝 豊, 梶谷一郎: 耐高温腐食・耐摩耗溶射材のボイラへの適用 石川島播磨技報 第38巻第3号 1998年5月 pp. 181 - 188
- (2) 渡辺修三, 熊谷友良: 廃棄物系燃料を主燃料とした高温蒸気ボイラの開発 日本エネルギー学会誌, 第84巻第4号 2005年6月 pp. 278 - 283
- (3) H. Hatanaka, I. Kajigaya and T. Arakawa: Ultrasonic Examination with Signal Processing Method for Thermal Sprayed Coatings Materials Evaluation The American Society for Nondestructive Testing Vol. 62, No. 6 (2004) pp. 683 - 689
- (4) 畠中宏明ほか: 超音波による溶射皮膜膜厚計測へのリアルタイムウェーブレット解析の実機適用 IIC REVIEW No. 38 2007年10月 pp. 45 - 50

(エネルギー事業本部電力事業部基本設計部
技術開発本部生産技術センター生産技術開発部
石川島検査計測株式会社研究開発事業部生産技術部)