

超音波探傷法による管内面の水蒸気酸化スケール厚さ測定

Measurement of steam oxidation scale thickness on the inner surface of pipe by ultrasonic testing

新日本非破壊検査株式会社 松山 寿継 Matsuyama HISATSUGU
浅野 裕一 Asano YUICHI
岩里 拓弥 Iwasato TAKUYA

Abstract

Steam oxidation scale is generated on the inner surface of the pipe through which the high temperature steam flows. The thickness of this scale increases as the lapse of running time, and causes various adverse effects. For this reason, it is necessary to manage the thickness of this scale. Therefore, we investigated a method of measuring the thickness of steam oxidation scale on the inner surface of pipe by ultrasonic testing.

Keywords: ultrasonic testing, steam oxidation scale, thickness measurement, plant, pipe,

1. はじめに

発電用ボイラー内では、高温の水蒸気により管内面に水蒸気酸化スケール（以下、酸化スケールとする）が生成される。この酸化スケールは運転時間の増加に伴って厚さを増していき、様々な悪影響をもたらす。このため、生成した酸化スケールの厚さを把握し、不具合が発生する前に適当な処置を施す必要がある。

酸化スケールの厚さを把握する方法として、超音波を用いた厚さ測定が実施されている。一般的に酸化スケール厚さ測定の測定下限値は、使用する超音波の半波長に等しいとされている。これまで当社では酸化スケール厚さ測定の下限値は、市販品の探触子で最も波長が短いと考えられる周波数 20 MHz の横波探触子を使用した場合で 80 μm としてきた。しかし、酸洗処理後の酸化スケール付着状況の確認や酸化スケール生成状況の初期段階からの把握といった酸化スケール厚さが非常に薄い状態での測定の要望もあり、現状の測定下限値の向上が必要となった。

そこで、これまでの測定下限値である 80 μm より薄い酸化スケールを測定するための測定方法を検討し、薄い酸化スケールが付着した実機サンプル管を用いて、その有効性を確認した。

連絡先: 岩里拓弥、〒803-8517 福岡県北九州市小倉北区井堀 4-10-13、新日本非破壊検査株式会社 技術本部 技術管理部 技術管理課
E-mail: takuya-iwasato@shk-k.co.jp

2. 酸化スケール厚さ測定の原理

図 1 に酸化スケール厚さ測定の概要を示し、図 2 に測定時に得られる波形例を示す。探触子は管外面に配置し、管内面に付着する酸化スケールの測定を行う。酸化スケールが管内面に付着している場合には、酸化スケールの内表面からの底面エコー B（以下、B エコーとする）および管と酸化スケールの境界面エコー I（以下、I エコーとする）が得られる。酸化スケールの厚さが十分に厚く、I エコーと B エコーが十分に分離する場合には、B エコーと I エコーの間隔を測定することにより酸化スケール厚さを求めることができる。

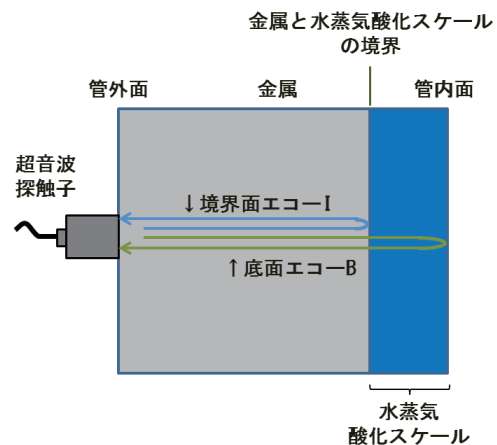


図 1 酸化スケール厚さ測定の概要

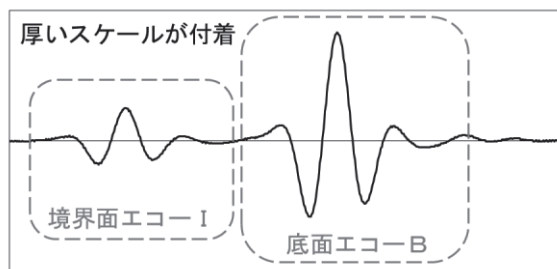


図2 酸化スケールが厚い場合に得られる波形例

図3に薄い酸化スケールを対象とした測定概要を示す。酸化スケールの厚さが薄い場合には、BエコーとIエコーの間隔が識別できないほど狭くなるため、エコーの間隔から酸化スケール厚さを測定する手法では酸化スケールの厚さを求めることは困難である。そこで、取得したエコーの立ち上がり時刻を①、底面のピークエコーの立ち上がり時刻を②とした時、それらの時間の間隔 W からスケール厚さを測定する手法を検討した。 W で示すエコーの間隔は、スケールが付着していない場合だと鋼中での1波長分(図中 λ)に相当し、付着した酸化スケールの厚さが増加した分だけ、 W の間隔は大きくなる。そこで、測定値 W と波長 λ の差分をとることにより酸化スケール厚さを求めた。

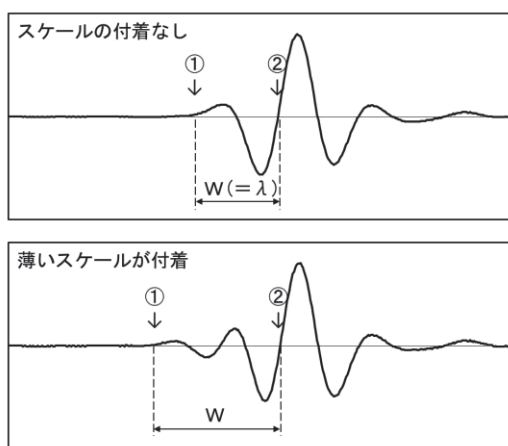


図3 薄い酸化スケールを対象とした測定概要

3. 実機サンプル管による検証

実機サンプル管を使用して、開発した本手法の測定下限および測定精度を検証した。サンプル管として、使用した設備や環境、期間が異なる全8本を用意し、各サンプル管の円周方向8点の酸化スケールの厚さ測定を実施した。厚さ測定後は実機サンプル管を管軸に対して直交方向に切断し、付着した水蒸気酸化スケールの厚さを光

学顕微鏡により実測した。図4に実機サンプル管の断面写真と測定画面を示す。図左側の断面からの実測は56 μm であった。右側の測定画面は切断箇所近傍で得た測定値であるが57 μm を示し、よく一致していた。

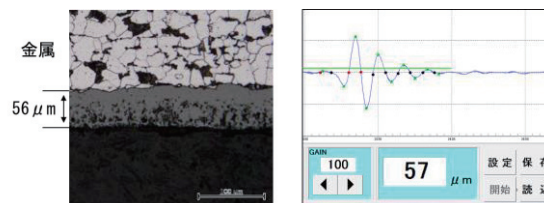


図4 実機サンプル管の断面写真と測定画面

図5に各サンプル管における断面観察による実測値と本手法による測定値の比較結果を示す。縦軸は断面観察による実測値を、横軸は本手法による測定値を示す。付着した酸化スケールの厚さが400 μm を超えるような十分に厚いサンプル管に対してはエコー間隔から測定する手法を適用し、200 μm を下回るようなサンプル管に対しては本手法を適用した。測定の結果から、スケールが薄い箇所から厚い箇所まで広い範囲をおおむね測定できていると判断できる。

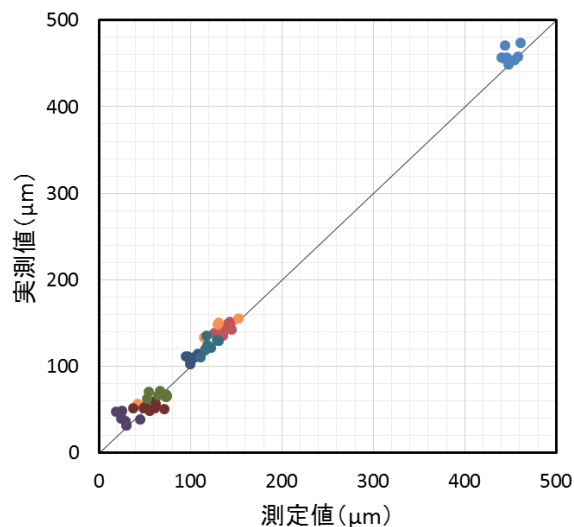


図5 実機サンプル管による検証結果

4. おわりに

酸化スケール厚さ測定に関して、新たな測定方法について検討を行った。実機サンプル管を使用した検証の結果、本測定方法によりスケール厚さが薄い条件から厚い条件まで高い精度で測定可能となり、測定下限に関しても、これまでの80 μm から向上することができた。