

ボイラ狭隘部での鋼管肉厚測定技術の開発

火力発電設備の新たな点検手法を確立

Development of a Technique for Wall Thickness Measurements of Steel Pipes in Narrow Sections of Boilers
Establishment of a New Inspection Method for Thermal Power Station

(電力技術研究所 原子力・材料・化学G 材料T)

超音波を用いる鋼管の肉厚測定法は非常に簡便であり最も一般的な手法である。しかし火力発電設備においては一般的な超音波測定器が挿入できない狭い隙間の内部で肉厚測定が必要な場合もあり、これまでは超音波を用いない測定法を適用していたが時間・手間を要していた。そこで超音波法による狭隘部での肉厚測定手法を開発した。

(Materials Engineering Team, Nuclear Power, Materials and Chemistry Group, Electric Power Research and Development Center)

The method for measuring steel pipe wall thickness using ultrasonic technology is very simple and is the most commonly used method. However, in thermal power station, there are cases where the measuring of wall thicknesses of steel pipes is required in narrow spaces in which a general ultrasonic measurement instrument cannot be inserted. Conventionally, a measuring method not using ultrasonic waves is used; however, it requires time and labor. Therefore, we have developed an ultrasonic measuring method for measurements in narrow spaces.

1 研究の目的

火力発電所で使用する鋼管は、内部を流動する高温・高圧蒸気などを漏洩させないため、必要な肉厚が決められている。そのため設備の点検時に鋼管に減肉が認められた場合は減肉部の肉厚を測定して適切な修理方法を選定している。

一般的に鋼管の肉厚など鋼材の厚さは超音波を用いて測定され、発電所の点検でも同様である。ところがボイラ設備の一部では一般的な超音波探触子が挿入できない狭隘部に減肉が生じることがあり、その場合は超音波法の代替として硬化パテを使用して減肉形状を型取りして肉厚を算出する型取り法が行われていた。

しかし、型取り法による肉厚測定は手順が複雑なため時間・手間を要し、測定費用が高額であった。そこで小型の超音波探触子を用いた狭隘部での超音波肉厚測定法の開発を目指した。

2 研究の概要

(1) 火力発電設備の調査

まず、発電設備の保守を担当している部署に、狭隘部で減肉が生じる箇所の聞き取りをした。その結果、ボイラ内の隣り合う伝熱管を整理させるために取り付けたスパーサー金物の部分と、2本の伝熱管が縦横に交差する管交差部では、隣接する管同士が接触して摩耗減肉が生じているが、隙間が狭く従来の超音波肉厚測定用の探触子(プローブ)で肉厚測定ができないことが判明した(第1図)。

それぞれの摩耗箇所を実地調査した結果、管交差部よりもスパーサー部の隙間のほうが狭く、減肉が目視確認できた箇所の最小隙間は1.2mmであったことから、スパーサー部の1.2mmの隙間で肉厚測定ができれば良いことが判明した。

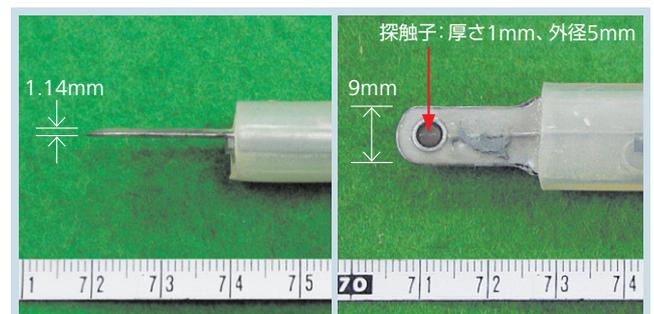
また、減肉部の表面は接触で生じた摩耗減肉であることから酸化スケールなどの付着が無く、狭隘部内での表面手入れは必要ないことがわかった。



第1図 スパーサー一部と管交差部

(2) 小型超音波肉厚測定具の加工

先の調査結果から1.2mmの隙間に挿入できる探触子を調査し、厚さ1mm・外径5mmの探触子を選定した。超音波肉厚測定では探触子と鋼管の間で超音波を送受信するため、探触子を減肉部に押し当てて密着させる必要がある。選定した小型の探触子はそのままでは保持が難しいことから、探触子を薄い鋼板を張り付けて保持することとし、保持板を含む全体の厚さが1.2mm以内となるように探触子の背面に厚さ0.05mm、周囲に0.3mmの鋼板を配置し接着剤で固定した測定具を製作した。これにより測定部の厚さは接着代を含めて1.14mmにできた(第2図)。



第2図 加工後の探触子

(3) 減肉最深部同定法の検討

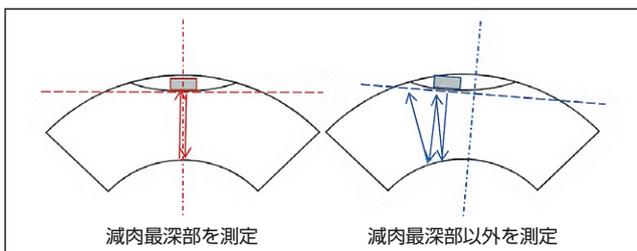
通常、減肉部の肉厚を測定する場合は、目視により減肉の最深部を把握してその部位へ超音波探触子をあてがって肉厚を測定する。しかしながら狭隘部の減肉測定では、わずかな隙間に探触子を挿入した状態となってしまうことから、減肉の最深部が目視確認できない場合も多い。そこで目視に代わる減肉最深部の同定方法を検討した。

超音波肉厚測定は、鋼管外表面に接触させた探触子から超音波を入射し、鋼管内表面で反射した反射波を検出するまでの時間差と、鋼を伝播する超音波の音速から鋼管厚さを算出するものである。

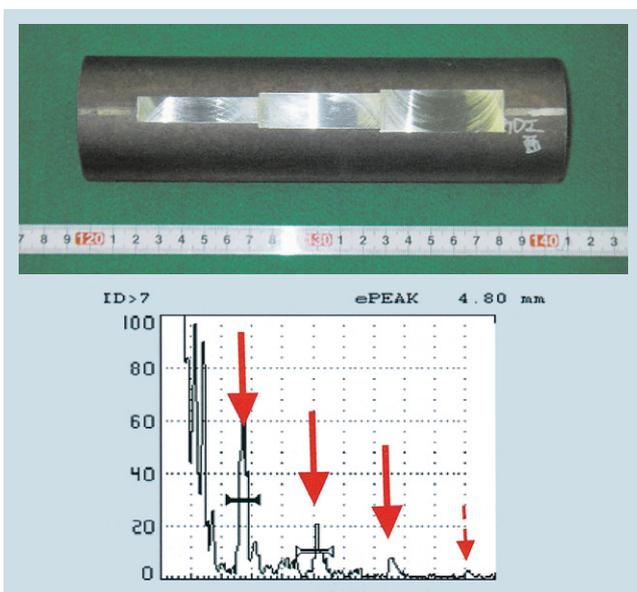
ここで、減肉の最深部へ超音波を入射した場合は、超音波は鋼管内表面に垂直に入射することから、内表面での反射波は入射点へ正確に反射してくる。さらにその反射波は鋼管外表面で反射するため、超音波が鋼管外表面と鋼管内表面の間を繰り返し反射し、入射点の探触子で複数の繰り返しエコーが検出できる。これに対し、最深部から外れた位置へ超音波を入射した場合は、入射した超音波は内表面で入射点方向から外れて反射し、入射点で繰り返しエコーが検出できない(第3図)。

模擬的な減肉を加工した試験材を用いて、繰り返しエコーの検出回数と肉厚測定値の関係を試験した結果、繰り返しエコーが3回以上確認できる場合、減肉の最深部を測定できていることが確認できた(第4図)。

以上より減肉最深部の同定方法が確立できた。



第3図 減肉最深部の同定方法



第4図 模擬減肉試験片と繰り返しエコー波形

(4) 発電所配管材の測定試験

開発した肉厚測定具および測定法を、スパーサー部分に減肉が生じて発電所から廃却された鋼管に適用し、超音波肉厚測定をしたのちに切断して肉厚を実測した。その結果、超音波測定結果は実測値に対し $\pm 0.1\text{mm}$ 以内であり、減肉が目視確認できる通常の超音波測定と同等の精度で肉厚測定できることが確認できた。

(5) ボイラ設備への適用

当社では国内の主要3社のボイラ設備を有しており、ボイラメーカーごとにスパーサー部の形状や減肉の生じ方も異なっている。そこで、それぞれのボイラ設備の点検時に開発した肉厚測定法を適用した(第5図)。

その結果、いずれのボイラ設備についても減肉部の肉厚測定が可能であった。

以上より、狭隘部の減肉に対し、超音波測定が適用できる手法が開発できた。



第5図 現場測定状況

3 効果

現状、型取り法を適用している狭隘部の鋼管肉厚測定を超音波法に変更することで、作業効率の向上が期待できるとともに、測定費用が7割程度低減できると見込まれる。

4 今後の展開

開発した狭隘部の鋼管肉厚測定手法は、今後当社の発電設備の点検に活用していく予定である。また、他の発電事業者が有する設備および他産業での活用も期待できる。



執筆者／南原健一