

# ボイラ管の各種内挿 UT 適用事例

The inspective cases of boiler tube by several approach of Ultrasonic Testing

日鋼検査サービス(株)	宇川 祐丞	Yusuke Ukawa	Member
日鋼検査サービス(株)	陣内 北斗	Hokuto Jinnai	Member
日鋼検査サービス(株)	石川 修	Osamu Ishikawa	Member

Various surroundings factor damages boiler tube. We must inspect tubes and find the damage which lead to hazard before hazard happened. In boiler tube, the most typical damage is thickness reduction. We show Inner Ultrasonic Testing method with examples of inspecting thickness reduction for boiler tube. We developed the probe which have multi-channel and can inspect cross section of tube at one time. Inner Ultrasonic Testing method is that we apply Ultrasonic Testing for boiler tube by the probe in boiler tube. The probe have enabled that inspection speed of twin-boiled water tubes and multi-bend tubes is rapidly. Because of the probe is available electrical revolution which is speedier than mechanical that. In addition we can inspect drawn parts by creating dedicated tool which modify the angle of sensor along inside wall of tube.

## Keywords

Inspection, Ultrasonic Testing, Boiler tube, Alley Ultrasonic Testing, Thickness reduction

## 1. はじめに

ボイラ管では様々な環境要因により、劣化や損傷が生じる。その1例としてエロージョンや腐食等の減肉（肉厚の減少）が挙げられる。減肉に対する検査方法は、目視試験や超音波試験（以下 UT）、放射線透過試験などが用いられる。しかし、全ての減肉に対して一律に同じ手法で検査できるわけではなく、ボイラ管の減肉箇所や、形状等に適した手法で検査を行う必要がある。

本発表ではボイラ管の内側から UT を行う手法（以下「内挿 UT」）について、二胴曲管式水管ボイラや貫流ボイラ深層部の伝熱管の検査実施例と共に報告する。

## 2. 二胴曲管式水管ボイラの内挿 UT

### 2.1 二胴曲管式水管ボイラの損傷

ボイラは熱を伝熱管に伝えるために燃料を燃焼させるが、その灰が管に付着すると熱伝導効率の低下原因となる。これを防ぐために、スートブローと呼ばれる設備があり、定期的にスチーム等を吹き付けて灰を除去する。しかし、このスチームが時に管を減肉させる。これをスチームエロージョンという。この他、炉外側では雨水の侵入等により外面腐食が発生する。特にステータと呼ばれる部材の近傍で顕著である。また、炉内側では水ドラム

上部等の水分が凝縮しやすい箇所腐食が発生する。ここで上記の損傷箇所をボイラの概略図と共に図1に示す。

### 2.2 伝熱管内挿 UT のマルチチャンネル化

従来の伝熱管内挿 UT は回転式プローブで実施していた。1つの振動子を管の中央に配置。これを機械的に周方向へ回転させつつ、手で管内へ挿入または引き抜き時に探傷を行うものである。しかしこの方法は、回転速度の限界から挿入または引き抜き速度を早くできず、工程が長くなる欠点があった。

そこで弊社では振動子を複数搭載することで検査速度の向上を狙ったアレイ HI-UT という手法を導入し、現在では殆どのボイラ伝熱管検査にこの方法を採用している。アレイ HI-UT では小さな振動子を周方向に 360° 配列したプローブを使用。電子回路でスイッチングすることで、従来比 10 倍以上の速度で検査することが可能となる。

図2にスートブロー周りの減肉を検査した際の解析画面を示す。探傷結果の解析は、検査した管の断面積層チャートと肉厚値によって色付けした C-MAP から減肉の位置や深さを計測する。積層チャートは減肉の軸方向と管の肉厚を示し、C-MAP は色の変化から、減肉の分布や大きさが分かる様になっている。図では、スートブローによるスチームエロージョンにより、残肉厚が 1.4mm まで減少していることを示している。

## 2.3 テーパー部の検査

ボイラ管には絞り部と呼ばれる管径が細くなる部位があり、徐々に径が絞られるためテーパー部が存在する。この部位は2.2で述べたアレイ HI-UT でも音波が管に垂直入射せず測定が困難となる。従って、図3に示すような専用の治具を用い、従来の回転式で検査を行う。

この治具には振動子が管の内壁に合わせて角度が変化するように機構が備わっており、音波が垂直に入射する。

図4に測定結果の一例を示す。縦軸は肉厚、横軸が軸方向の位置を示している。図ではテーパー部に残肉厚3.7mmの減肉が検出されている。

## 3. ボイラ深層部伝熱管の内挿UT

### 3.1 ボイラ深層部伝熱管の損傷

石炭火力発電所のボイラには深層部と呼ばれる部位があり、つづら折りの伝熱管が多数存在する(図5)。この部位は人のアクセスが困難であり、内挿UTでなければ全長の検査は困難である。伝熱管長さは数十mにもなる。

損傷は燃焼ガスに混入した石炭灰により管が削られる減肉(アッシュエロージョン)や、スートフロアによるスチームエロージョンが挙げられる。

### 3.2 深層部伝熱管の内挿UT

深層部伝熱管はつづら折り形状であるため、手や機械でプローブを挿入することが出来ない。従って、水流を受けるための「球」を多数取り付けられた特殊なケーブルを用い、挿入や引き抜きはポンプの圧力を利用して行う。プローブは前記2.2同様、マルチチャンネル化されたものを採用している。

## 4. 終わりに

弊社ではこれまで、様々なボイラ管形状や減肉性状に適した内挿UT技術の導入、開発を行ってきた。今後も設備保全のニーズに応えるべく新技術の導入を積極的に行っていきたい。また昨今は、検査の現場も人手不足が深刻となっている。検査の効率化、省人化を目的にデータ解析の自動化など、ソフトウェアの開発にも力を入れていく所存である。

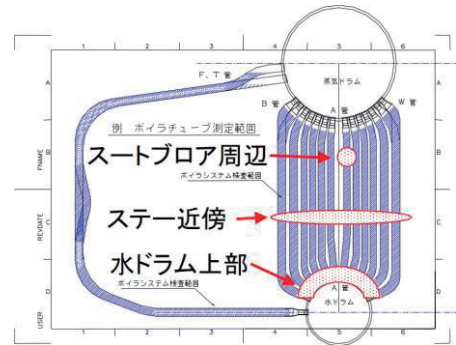


図1 ボイラの概略図と代表される損傷の発生位置

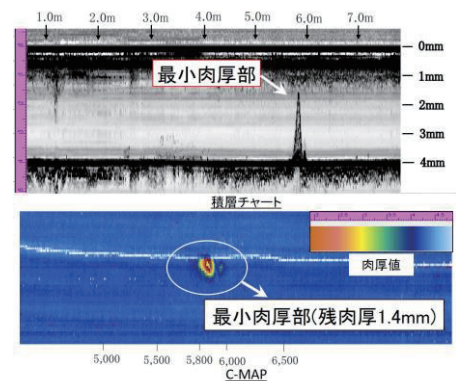


図2 スートフロア周りの減肉解析時の積層チャート(上側)とC-MAP(下側)

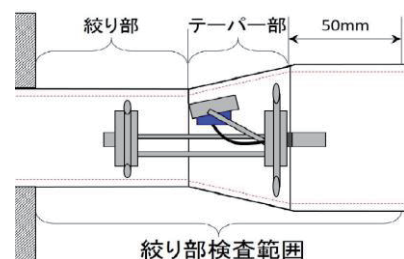


図3 絞り部検査時の装置模式図

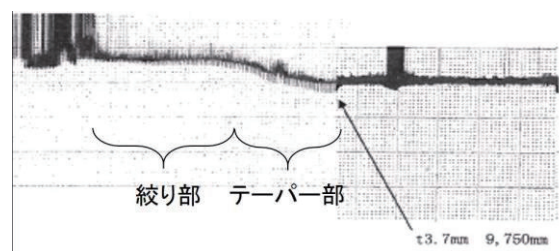


図4 絞り部検査時の装置模式図

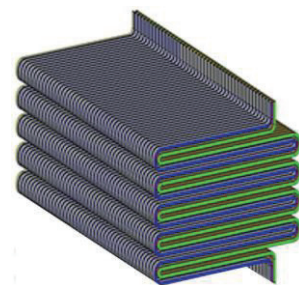


図5 ボイラ深層部伝熱管の模式図