

保温材の上から配管減肉を点検可能な技術および現場適用例

(株)四国総合研究所 エネルギー技術部 鬼勢 章

キーワード： 保温材下腐食
非破壊試験
配管肉厚測定

Key Words : CUI
NDI
Pipe Wall Thickness
Measurement

Technology of inspection of piping over thermal insulation and examples of field applications

Shikoku Research Institute, Inc., Energy Engineering Department

Akira Kisei

Abstract

In order to prevent problems, inspections of thermal insulation piping are generally conducted by dismantling the insulation and visually inspecting the exterior surface or measuring the remaining wall thickness at representative locations with an ultrasonic thickness gauge.

However, in order to inspect a lot of piping in a thermal power plant, dismantling and restoring the insulation requires a great deal of work, time, and cost.

On the other hand, companies that handle nondestructive inspection services have developed technology that enables inspection of piping over thermal insulation, but there are few examples of its application at the thermal power plant of Shikoku Electric Power Co, Inc.

This paper reports on an experimental inspection of piping at a thermal power plant using the technology that enables inspection over thermal insulation, and on the evaluation of the practicality and inspection accuracy of the technology.

1. はじめに

火力発電所の屋外保温配管について、保温材下の配管外面の腐食によるトラブル発生が課題となっており、トラブル防止のために実施する保温配管の点検は一般的に、保温材を解体して外観目視点検や超音波厚さ計で代表部位の残肉厚を測定する。

しかしながら、火力発電所の広範囲に及ぶ配管をもれなく点検するためには、保温材の解体・復旧作業に多大な労力、時間およびコストがかかる。

一方で、非破壊検査業務を取扱う企業等が、保温材の上から配管点検可能な技術を開発しているが、四国電力の火力発電所で本技術が適用されている事例はほとんどない。

そこで、保温材の上から点検可能な技術を用いて火力発電所の配管を試験的に点検し、実用性および点検精度の評価をしたうえで、従来の配管点検方法から新たな方法へ転換した事例について報告する。

2. 技術調査

2.1 点検技術の調査

保温材の上から配管点検可能な技術について、非破壊検査業務を取扱う企業へヒアリングを実施した結果、放射線を用いた画像撮影による点検や超音波（ガイド波）を用いて点検する方法などが確認された。

調査対象技術のうち、口径 250A 以下の配管へ適用される技術の概要について以下に説明する。

(1) 携帯式保温配管 RT 装置(CUI-Vision)

配管表面に発生した錆こぶの有無を確認できる技術であり、放射線（低エネルギーエックス線）を用いて撮影する。CUI-Vision の装置外観を図 1 に示す。重量が約 7kg で電源不要（バッテリー式）なため取扱いが容易なことが特徴であるが、配管肉厚の測定はできず、配管外面の凹凸を撮影画像から読み取ることにより腐食の有無を判定する。

CUI-Vision で簡易点検した結果をもとに詳細点検対象配管を選定するという用途が想定される。

(2) 工業用ワイヤレスフラットパネル(DREAMS)

配管の残肉厚を測定できる技術であり、放射線（エックス線またはガンマ線）を用いて撮影する。

DREAMS のシステム構成概略図を図 2 に示す。前述の CUI-Vision よりも鮮明な画像を撮影できる。

フィルムや CR(コンピューテッドラジオグラフィ)による撮影とは異なり、フィルムの現像やイメージングプレートをスキャン装置で読取る必要がないため、撮影現場に設置した PC 画面ですぐに画像を確認でき、撮影の失敗もその場で分かり迅速に再撮影できるため作業の手戻りが少ない。

放射線にエックス線を使用する場合は、エックス線照射装置に電源が必要なうえ、同装置に一定の大きさおよび重量があるため、配管周辺に電源を確保できない、または配管周辺のスペースが狭い場合は点検が困難となる。

一方、放射線にガンマ線を使用する場合は、エックス線の場合の上記制約は発生しないが、ガンマ線源使用に関する官庁への届出が事前に必要のため、突発的な点検には対応できない。

なお、配管周辺のスペースが狭くてフラットパネル（図 3）が設置できない場合は、エックス線およびガンマ線どちらの場合でも点検できないため、点検対象配管の撮影の可否について、点検業者と現場確認のうえ事前に検討することが望ましい。

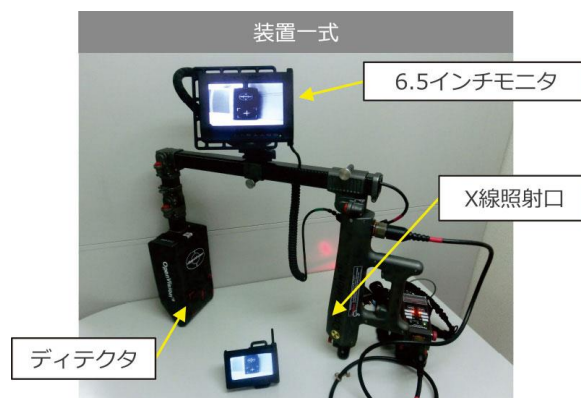


図 1 CUI-Vision 装置外観¹⁾



図 2 DREAMS システム構成概略図²⁾

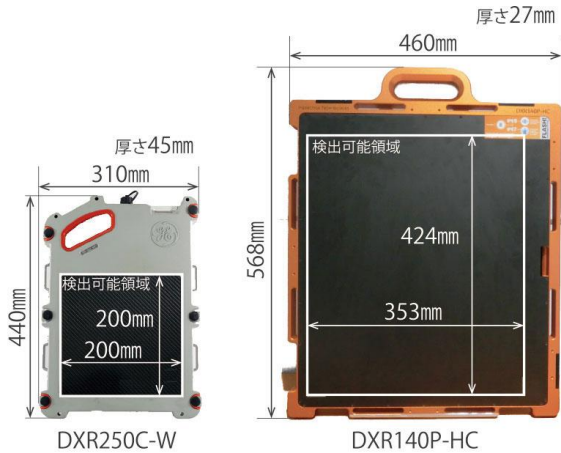


図3 フラットパネル（放射線読取装置）外観²⁾

2.2 点検技術の検証

(1) 携帯式保温配管 RT 装置(CUI-Vision)

図4のようにCUI-Visionで火力発電所の配管を実際に撮影した。

撮影画像例を図5に示す。配管は黒色、保温材は白色で表示される。

撮影画像以外にも保温外装板の損傷状況等を加味して、総合的に外面腐食の可能性を判定する。



図4 CUI-Visionによる撮影作業状況



図5 CUI-Visionによる撮影画像例

(2) 工業用ワイヤレスフラットパネル(DREAMS)

DREAMSについては、図6のように火力発電所で試験的な点検を実施したのち、残肉厚測定精度の検証を併せて実施した。なお、放射線源は配管周辺のスペースを考慮して、ガンマ線源を用いた。

図7に点検対象配管の撮影画像および画像解析による残肉厚測定値を示す。撮影範囲内の最小残肉厚は、大気開放のブロー配管において0.45mmとなっていた。

この配管は取替することになったため、保温材を解体し配管の外面を確認すると、図8のとおり腐食がかなり進行していた。また、図9のように配管を切断して配管断面を観察したところ、DREAMSの残肉厚測定値との相違はほとんどなく、測定精度の高さを検証することができた。



図6 DREAMSによる撮影作業状況

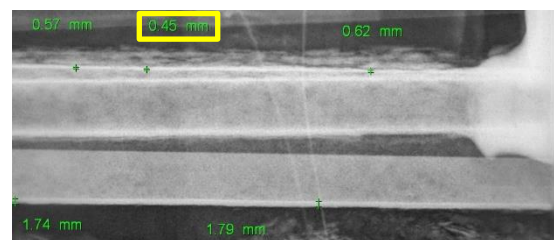


図7 DREAMSによる撮影画像および残肉厚測定値



図8 配管外面腐食状況



図9 配管断面状況

2.3 調査結果まとめ

DREAMS の残肉厚測定値と点検対象配管の外面腐食状況や配管断面状況とを比較した結果、DREAMS の点検精度の高さが確認できた。

この検証結果を踏まえ、DREAMS の技術を本格的に現場適用することとした。

3 現場適用

3.1 点検対象

点検対象配管は燃料タンク廻りの燃料小口径配管（15～50A）であり、点検箇所数は合計 131 か所である。

点検着手前に撮影機器を配管周辺に設置できるかどうか現場確認をして点検の可否を判断し、点検対象配管を最終的に確定した。

3.2 点検方法

DREAMS での配管点検においては、DREAMS で撮影する前に CUI-Vision で外面腐食が懸念される配管を洗い出してから、当該配管のみを DREAMS で残肉厚測定するという 2 ステップを想定していた。

しかし、2.2 項の検証結果により、従来の超音波厚さ計と同程度の測定精度を確保できることが確認されたため、今回は CUI-Vision を使用せずに、全配管を DREAMS で残肉厚測定することで、外面腐食の有無を定量的に評価することとした。

放射線源は試験時と同じくガンマ線源を用いて、周辺スペースが狭い配管の撮影に配慮した。

放射線を配管へ照射して撮影をするため、図 10 のように点検中は放射線管理区域の設定や明示および周辺監視を実施し、他工事の作業員や発電所員が管理区域へ立入らないよう厳重に管理した。

フラットパネルから画像解析用 PC へのデータ

送受信はワイヤレス (Wi-Fi) で行うため、図 11 のように撮影場所と PC 設置場所とは十分距離をとることが可能であり、作業員の安全を確保したうえで撮影作業を進めた。

フラットパネルおよびガンマ線照射装置先端金具の設置作業については、図 12 のように撮影位置に応じて適切な固定工具を用いるとともに、作業が困難と思われるような狭隘な場所での配管点検についても、図 13 のようなきめ細かい対応により、点検不可能な配管が極力発生しないよう配慮した。



図 10 点検中の放射線管理区域明示状況

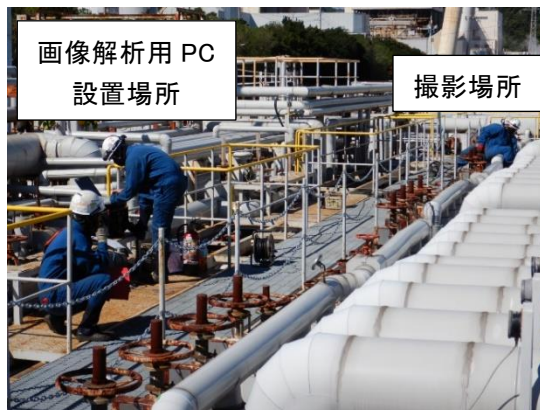


図 11 撮影作業実施状況



図 12 フラットパネル設置作業実施状況



図 13 狭隘な場所の撮影装置設置作業実施状況

3.3 点検結果

DREAMS の技術を本格的に現場適用した結果、試験時には分からなかった DREAMS のメリットが以下の通り確認できた。

- ・保温材の解体、復旧作業が必要ないことにより、点検開始から点検結果受領までにかかる時間を従来の方法よりも短縮でき、配管取替により早く着手できた。点検コストも同様に低減できた。
- ・一般的に配管点検では「異常なし」と判定される配管がほとんどであるが（今回の点検においても「異常なし」の配管は全体の約 88%）、従来の方法では「異常なし」の配管に対しても保温材を解体する必要があるため、費用面および産廃処理等の環境負荷の観点で無駄が多かった。DREAMS の現場適用により、これらの無駄をなくすことができた。
- ・超音波厚さ計は、探触子を当てた部位しか残肉厚を測定できないが、DREAMS では撮影範囲内の残肉厚を網羅的に測定・観察できた。
- ・古い設備で設計図面が存在しないなど、配管仕様が確認できない場合でも、撮影画像内に配管健全全部が存在すれば配管口径や肉厚を特定できた。（配管材質は同種系統他部位の仕様から推定）

4. まとめ

保温材の上から配管点検する方法のうち、放射線を用いて配管を画像撮影し残肉厚を測定できる技術である DREAMS について、火力発電所の配管を用いて試験的に点検し、精度の高い残肉厚測定結果が得られることを確認した。

この検証結果を受け、DREAMS を本格的に現場適用したところ、試験時には確認できなかった多く

のメリットがあることが分かったため、次回の配管点検においても DREAMS の技術を活用することとなった。

【謝辞】

本業務は、四国電力(株)火力部および火力発電所より委託を受け実施したもので、ご協力いただいた関係各位に深く感謝いたします。

【参考文献】

- 1) (株)ウィズソル HP
(<https://www.withsol.co.jp/business/service/menu18.html>)
- 2) (株)ウィズソル HP
(<https://www.withsol.co.jp/business/service/menu20.html>)