

〈技術レポート〉

(寄稿) 屋外配管の外面腐食診断法について

中部電力株式会社 電力技術研究所 金 森 道 人  
中部電力株式会社 碧南火力発電所 高 須 英 明\*

\* 中部電力(株)火力部建設G

1. はじめに

火力発電所では、各種設備、配管などの不具合を未然に防止し、発電設備の停止を回避して電力の安定供給を行うこと、および薬剤の漏えいなど社会的影響があるトラブルを起こさないことが重要である。このため、さまざまな点検、診断、修繕が施され、設備の健全性維持に努めているが、設備の老朽化に伴う劣化、腐食による不具合事象を事前に発見することは難しい。

平成21～22年度の当社火力発電所の配管トラブル状況を調査した結果、その半数が屋外配管の保温材への雨水浸入を主因とする外面腐食トラブルであった(図1, 2)。

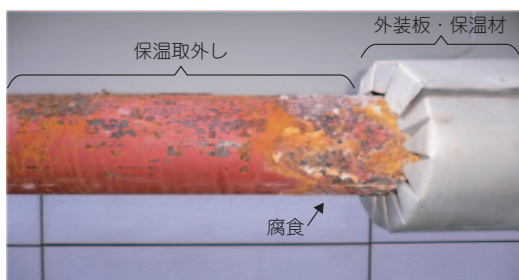


図1 屋外配管の外面腐食

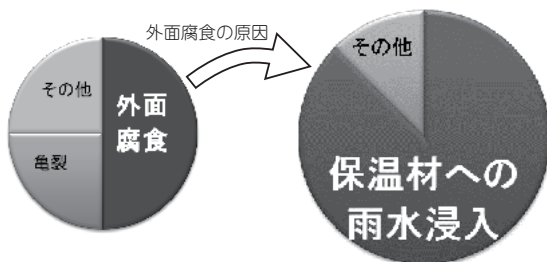


図2 配管トラブル状況と外面腐食の原因

火力発電所1基あたり総延長数kmにおよぶ配管すべての保温材の解体は、膨大なコストと時間がかかることから、これまで、目視点検で雨水浸入が疑われた一部の保温材を解体していた。しかし、外装板と保温材で覆われた屋外配管は、腐食原因となる雨水浸入箇所を的確に発見することは難しく、その対策が望まれていた。

そこで、当社はニチアス株式会社基幹産業事業本部殿の協力を得て、中性子水分計を利用した雨水浸入箇所の探索方法について検討した。

2. 中性子水分計の基本特性

図3に屋外配管の断面からみた水分測定イメージを示す。中性子水分計は、中性子線源(カリホルニウム)から高速中性子が照射される。高速中性子は、雨水の浸入により、保温材内部に溜った水(水素原子)と衝突を繰り返して、速度の遅い熱中性子に変化する。水分計の検出

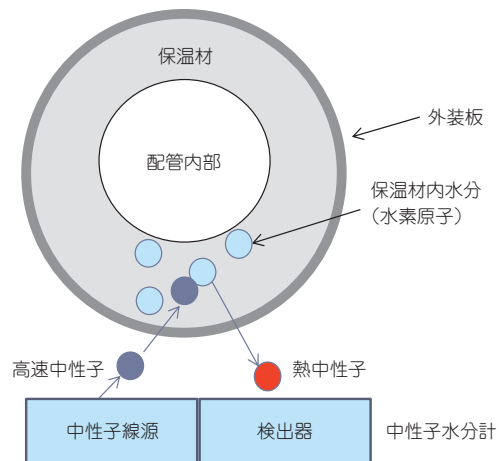


図3 中性子水分計の測定イメージ

器はこの変化した熱中性子数をカウントする。中性子は屋外配管の外装板などの鉄皮（金属）を透過する性質をもつため、外装板と保温材を付けた状態で保温材中の水分が検知できる。1か所あたりの測定時間は、数十秒と短時間であり、結果は、1分間あたりの熱中性子のカウント数（cpm）で表される。

屋外配管の診断の報告例は少なく、当社では、実機での精度や、有効性、信頼性が不明なため、利用されていなかった。

図4に当社発電所構内の実機配管での中性子水分計による測定の様子を示す。測定は、当社の2発電所、配管長約2kmを対象に1m間隔で、延べ1週間程度で実施した。

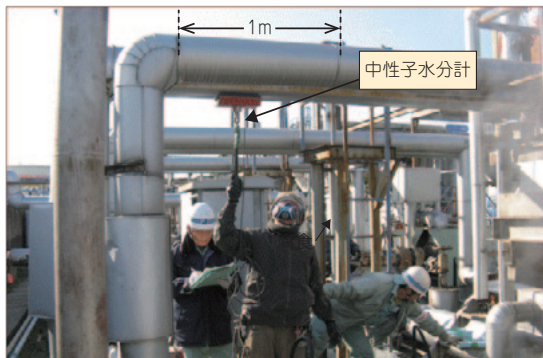


図4 水分測定の様子

保温材の含水率は、水分計測後、測定箇所の内、93か所を選定して外装板と保温材を解体し、保温材の重量、体積、および比重から算出した。

図5に測定結果と保温材の含水率の相関を示す。含水率が大きいほど、測定値は高くなる傾

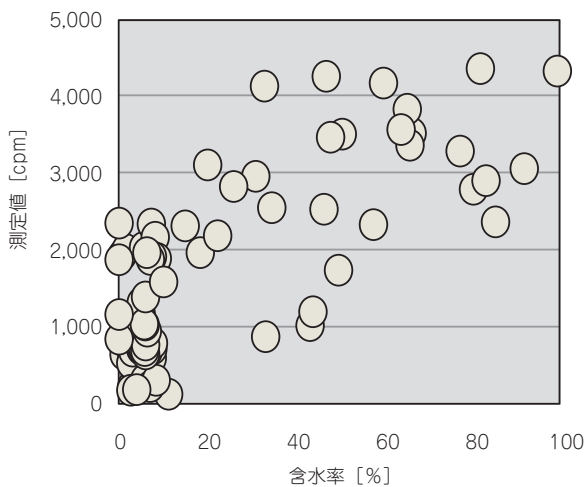


図5 実機の測定結果と保温材含水率

向は見られるものの、ばらつきが大きいことがわかった。例えば、2,000cpm前後の類似の測定値でも、含水率は0%の場合や50%以上の場合があり、測定結果から、直接、含水箇所を判定することは難しいことがわかった。

### 3. 含水判定の精度向上

実機の含水判定精度が悪いことから、模擬配管で、配管内部流体の影響や保温材の厚みの影響を試験評価した。

その結果、保温材の厚みが厚いほど、同じ含水率で測定値は大きくなり、厚みにほぼ比例していることがわかった。

また、配管内部が満水と無しの場合を比較すると、保温材の含水率によらず、内部流体分としてほぼ一定値が上乘せされることがわかった。しかし、実機では内部流体の有無や量は外観からは判別できない。そこで、配管の水平高さ、直線性、傾斜、曲りなどの外観情報を基に、同じ内部流体量が含まれる同一水平高さの配管部分をグループ化して、内部流体量の解析法を検討した。その結果、内部流体測定値（グループの最小値）を差し引くことで、保温材の含水が判別できることがわかった。（補正の考え方のイメージは図8参照）

これらの検討結果から、配管のサイズ、保温材の厚み、および外観情報を複合化したデータ解析プログラムを作成し、所定の閾値を設定して、「含水あり」と「なし」を判定した。図6に

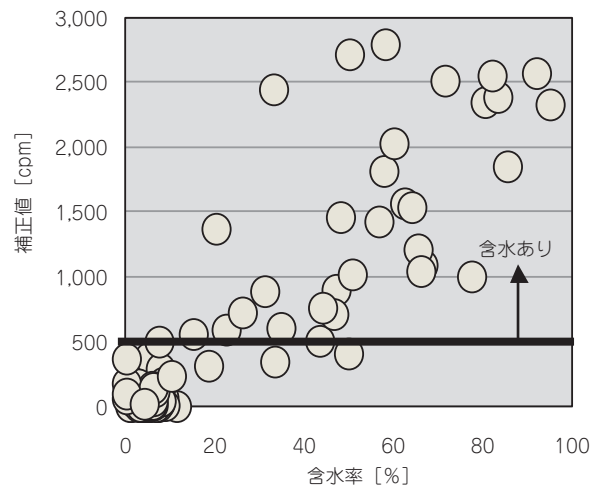


図6 水分計補正值と保温材含水率

補正結果と保温材の含水率の相関を示す。図5と比べて、特に低含水率の箇所が判別できることがわかる。

図7に外観点検と中性子測定法による保温材の含水箇所（含水率20%以上）の発見率を示す。当社の実機調査において、実際に保温材の含水箇所は、33箇所あった。この内、32箇所を判定プログラムで発見することができ、含水箇所の発見率は97%であった。一方、外観の目視点検では、33箇所中7箇所（21%）しか発見できなかった。なお、含水なしの判定は60箇所中、58箇所（97%）で的中した。

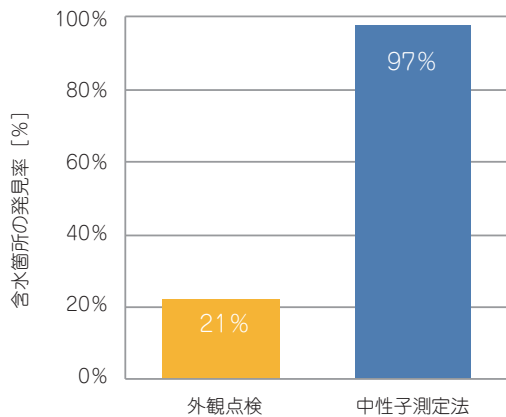


図7 含水箇所の発見率

以上の結果から、中性子水分計の測定値を補正することにより、雨水の浸入箇所を高い精度で発見できることを実機で実証した。

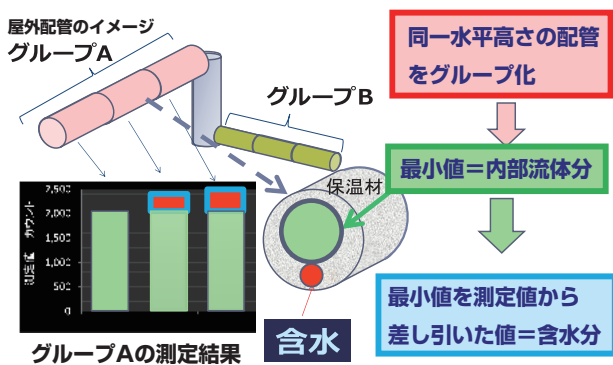


図8 内部流体補正のイメージ図

#### 4. まとめ

実機配管のサイズ、保温材の厚みなどの情報をデータベース化し、中性子測定法による含水箇所の判定精度を高めた雨水浸入診断プログラムを作成し、定点の継続管理が可能な屋外配管腐食診断手法を開発した。

平成22年9月に碧南火力発電所-3号機で、約2kmの屋外配管を対象に、開発した屋外配管腐食診断手法で診断を実施した。結果、含水箇所（保温材解体箇所）を128か所に絞り込み、計62か所で配管の腐食が見つかった。従来の外観点検で発見した17か所に加え、新しい診断法で45か所の腐食箇所を見出し、実運用での有効性が確認されている。また、本法は開発後、平成25年6月までに当社8発電所で、主に定期点検前の屋外配管の保温材解体箇所の絞り込みツールとして活用されている。

本研究の実施にあたってはニチアス株式会社にラボ、実機における水分測定、配管の腐食状況調査および診断プログラムの作成に際して、多大な協力をいただいた。関係者各位に感謝の意を表す。

#### 筆者紹介



**金森道人**

中部電力株式会社 電力技術研究所  
火力チーム



**高須英明**

中部電力株式会社 碧南火力発電所  
技術課