

保温材上から測定可能なパルス式過流探傷装置を用いた 減肉配管の肉厚測定

Wall thickness measurement of thinning pipe by Pulsed Eddy Current Testing
device through heat insulation

東京電力ホールディングス株式会社 吉田 正志 Masashi Yoshida Member
東京電力ホールディングス株式会社 田中 良彦 Yoshihiko Tanaka

Pulsed Eddy Current Testing (Pulsed ECT) has a potential to reduce costs and time for pipe wall thickness measurement because it can be applied from outside of heat insulation material. Artificial defects on pipe specimen and actual piping at a power plant were inspected by Pulsed ECT. Detected positions of artificial defects were coincided well with the actual positions. It was possible to map the wall thickness of the actual power plant piping without removing wire mesh on the surface and to identify remarkable thinning portion.

Keywords:

Pipe wall thinning, Online monitoring, Nondestructive inspection, Wall thickness measurement, Eddy current testing,

1. 緒言

配管減肉による内部流体の漏えいを防止するためには、肉厚検査が有効である。しかしながら、高温配管や、アクセスが難しい高所配管などでは発電設備が停止する期間、すなわち定期検査中に多くの肉厚検査を実施しており、定期検査中の作業工数の増加要因となっている。また、保温材の着脱や、足場の組み立てなど、検査に付随する費用も発生する。そこで、運転中に保温材の上から肉厚検査が可能なパルス式過流探傷装置（パルス ECT）に注目し、減肉位置の検出精度と、肉厚管理への適用性について、検証を行った。

2. パルス ECT の測定方法

パルス ECT は Eddyfi 社の LYFT を用いた。同装置は測定器本体とプローブから構成されており、プローブを配管表面と平行に走査させることで肉厚を測定する (Fig.1)。測定時はパルス状の電流がプローブに印加される。プローブ内にはコイルが巻かれており、電流が印加されると、プローブ下方の配管が磁化される。一方、電流が停止すると、金属内の磁束密度は小さくなり、時間遅れを持って消滅する。金属の厚みにより消滅する時間は異なり、その時間差を元に肉厚値に換算している。測定では超音波厚さ測定時に必要な接触媒質や、表面の汚れの除去なども不要である。また、非磁性体であれば、測定への影響が小さいとされており、保温材の上からの測定も可能とされている。



Fig.1 Appearance of Pulsed Eddy Current device^[1]
and pipe wall thickness measurement

3. 保温材上からの配管肉厚測定結果

機械加工により欠陥を付与した 65A 配管を供試材とし、保温材の上からの検出性を確認した。Fig.2 に供試材の欠陥導入部の外観と測定結果を示す。欠陥は 60mm x 40mm 程度のひし形形で配管を貫通している。この配管にアルミ膜で覆われたグラスウール製の 22mm 厚さの保温材を巻き付け、その上から、欠陥直上を通るように、配管軸方向に肉厚測定を実施した。

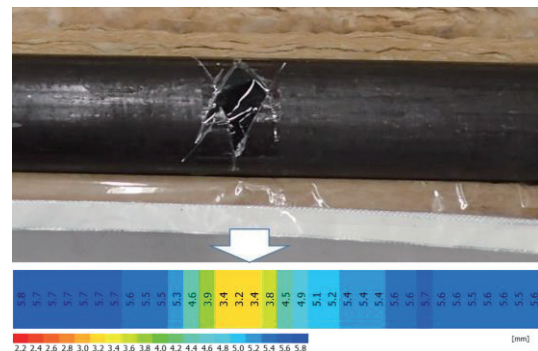


Fig.2 Pipe specimen with a defect and result of wall
thickness measurement by Pulsed ECT

連絡先: 吉田 正志、〒230-8510 神奈川県横
浜市鶴見区江ヶ崎町4-1、東京電力ホールディン
グス株式会社、E-mail: yoshida.ma@tepcoco.jp

肉厚値は、最小3.2mmと評価され、表示色の変化により減肉箇所であることが容易に判別できる。また、その位置は、配管に付与した欠陥位置と一致した。

パルス ECT は、プローブ下の一定範囲内の配管の体積を肉厚値に換算している。このため今回の欠陥のように肉厚が急激に変化する場合には、周囲の健全部の厚みの影響を受けるため、肉厚値は0mmとならなかったと考えられる。

4. パルス ECT と超音波厚さ測定と比較

炭素鋼配管に生じる腐食やエロージョンは、広がりを持った減肉となることが多い。そこで広がりをもった人工欠陥を 500A 配管で模擬し、パルス ECT と超音波試験 (UT)により肉厚測定を実施した。模擬欠陥とパルス ECT 結果の一例を Fig.3 に、測定結果を Table1 に示す。パルス ECT は最大で33% UT とかい離しているが、残肉率54%でも十分な検出ができており、実用性は高いと考えられる。なお、この差異については、校正方法・探傷範囲・プローブの最適化や、測定治具の導入により、改善できると考えられる。

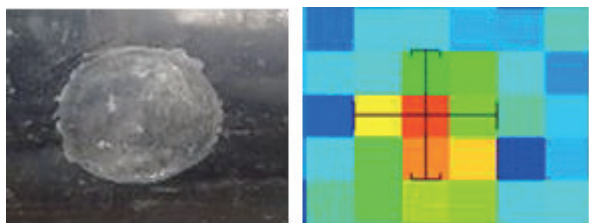


Fig.3 Appearance and wall thickness measurement result of a wide spread defect example

Table 1 Result of UT and Pulsed ECT

欠陥形状	残肉率		差異率
	超音波	パルスECT	
円状A 直径100mm	85	93	1.09
		64	1.19
円状B 直径100mm	54	65	1.20
		72	1.33
		69	1.28
		72	0.96
帯状 幅40mm	75	72	0.96
		72	0.96

5. 実機配管肉厚測定結果

内面がエロージョンにより広がりをもって減肉していると想定された 500A 配管の外観と測定結果を Fig.4 に示す。配管表面の火傷防止用の金網越しに、肉厚測定を実施した。測定結果では、肉厚がマッピングされ、中央付近に表示色が変わった顕著な減肉部位が確認できる。超音波による肉厚測定では、外さなくては測定できない金

網越しでも、パルス ECT では減肉分布を取得することができた。当該配管は、上流半分程度の内面にセラミックのライニングが施されており、ライニングが途切れた中央やや下流側で減肉が進行していると思われる。

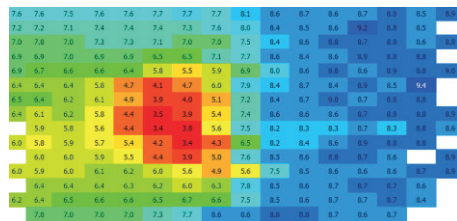
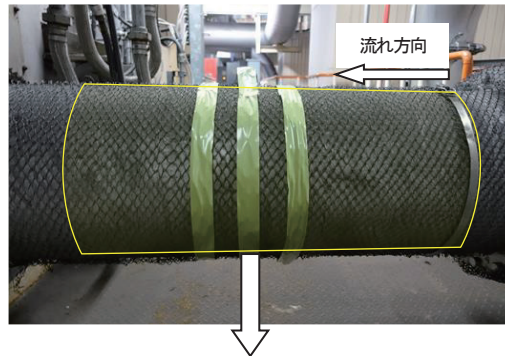


Fig.4 Appearance of actual plant piping with surface wire mesh and result of wall thickness measurement by Pulsed ECT

6. 今後の展開

パルス ECT により、減肉が顕著な部位が運転中に確認できれば、現在定期検査中に集中している肉厚検査の運転中への移行が可能となり、定期検査期間の短縮にもつながりうる。また、弊社で開発しているフレックスドライ UTM などのオンラインモニタリング²⁾を行うことで、減肉速度を求めることにより、より精度の高い減肉管理を行うことが可能となる。

7. まとめ

- ・パルス ECT を用い、保温材上から配管肉厚測定を実施し、実際の欠陥位置と最小肉厚の計測位置が一致した。
- ・発電所配管において、表面の金網を取り外すことなく計測を行い、マッピング結果から、顕著な減肉部位を特定することができた。

参考文献

- [1] Eddyfi 社 ホームページ、<https://www.eddyfi.com/lyft/>
- [2] 村山諒太他、“高線量配管における配管減肉オンラインモニタリングシステムの検証”、日本保全学会第 14 回学術講演会要旨集、2017、pp.483-484.