

Sonic-IR 法による平板 SCC の検出性評価

Evaluation of Detectability of Stress Corrosion Cracking by Sonic-IR Technique

(株)原子力エンジニアリング	勝又 陵介	Ryosuke KATSUMATA	
(株)原子力エンジニアリング	松本 善博	Yoshihiro MATSUMOTO	Member
(株)原子力エンジニアリング	原田 豊	Yutaka HARADA	Member
大阪大学工学部	阪上 隆英	Takahide SAKAGAMI	Member
大阪大学工学部	久保 司郎	Shiro KUBO	Member

Sonic-IR which is based on the thermographic detection of the temperature rise due to frictional heating at the crack faces under ultrasonic excitation, has an advantage in the detection of closed cracks. In this study, feasibility of the Sonic-IR technique for the detection of stress corrosion cracking is experimentally investigated by using plate specimens.

Keywords: Nondestructive Evaluation, Infrared Imaging, Thermography, Active Heating, Sonic IR, SCC

1. 緒言

アクティブ赤外線サーモグラフィ法の1つに、試験対象物を超音波で加振させた場合の発熱検知に基づく手法があり、Sonic-IR などと呼ばれている[1]-[4]。手法の提案は1970年代まで遡るが、近年の赤外線サーモグラフィの高精度化により、微小な温度上昇が検知できるようになり、最近再び注目を集めている。Sonic-IR 法の特長の1つとして、閉じたき裂を高感度に検出できる可能性があることが挙げられる。これまでの研究では、閉じたき裂を形成するため、他の非破壊検査では検出困難な場合が生じる、応力腐食割れ (SCC) に対す適用性の基礎的検討を行い、大型の冷却型赤外線サーモグラフィを用いて、平板試験片に付与した SCC が検出可能であることを確認している[5]。本研究では、小型でハンディタイプの非冷却型赤外線サーモグラフィを用いて、Sonic-IR 法による SCC の検出性について評価を行なった。

2. Sonic-IR 法

Sonic-IR 法の原理を図1に示す。超音波加振器で発生した超音波は、試験体に接触させたホーンを介して試験体に入射され、試験体内を伝播する。き裂面では、

面同士を振動させるため、き裂面が接触していれば、その部分で摩擦熱が発生する。赤外線サーモグラフィにより試験体表面温度を測定することで、摩擦熱の発生を検知できるため、き裂の検出が可能である。き裂が表面に到達していれば、摩擦熱の発生による顕著な温度変化を検知できるため、高感度に検出することができる。また、摩擦熱の発生が表面下に埋没している場合にも、熱伝導により表面に温度変化が現れれば、き裂の検出はある程度可能であると考えられる。

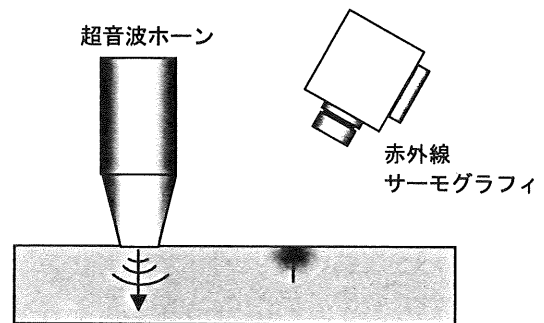


図1 Sonic-IR の原理

3. 実験装置

本実験では、現場で作業者がハンドヘルドで試験することを想定し、超音波発振器として、比較的出力のハンディタイプ (超音波工業 USWP-200Z28S-U、周波数 28kHz、出力 200W) を選定した。また、ハンドヘルドによる加振時の接触性を考慮し、先端形状を

連絡先:勝又陵介、〒550-0001 大阪市西区土佐堀 1-3-7 肥後橋シミズビル 12F、(株)原子力エンジニアリング、電話: 06-6446-9363、e-mail: rkatsumata@neltcd.co.jp

R30mmの球面形状とした超音波ホーンを製作した。

赤外線サーモグラフィとしては、検出波長帯 8~14 μ m の 2次元アレイセンサを搭載したハンディタイプの非冷却型赤外線サーモグラフィ (NEC/Avio 赤外線テクノロジー TH9260) を用いた。図 2 には、測定試験の状況を示す。

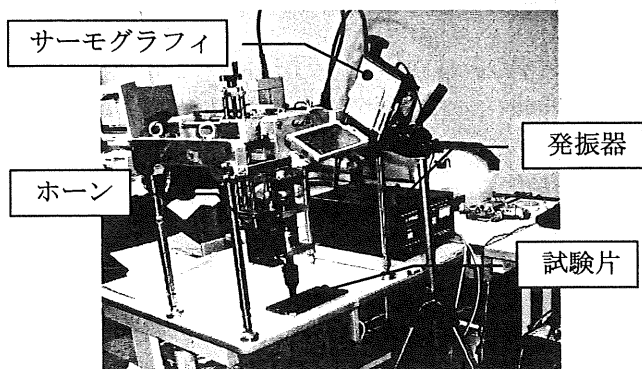


図 2 測定試験状況

4. 測定試験結果

SCC を付与した平板試験片 2 体 (A, B) に対して試験を実施した。試験片は、ステンレス平板に Alloy 600 系溶材の肉盛溶接を施した試験片を、曲げによる引張応力を負荷した状態で腐食液に浸漬し、SCC を付与したものである。各試験片には 3 個の SCC が付与されている。各試験片の写真、加振時の赤外線画像、PT 探傷結果の写真を表 1 に示す。

試験片 A, B 共に、3 箇所の SCC 付与位置において、超音波加振時には発熱を確認でき、SCC の検出が可能であることがわかる。また、PT では検出困難であったケース (試験片 A の中央の SCC) に対して、検出可能であった。

表 1 Sonic-IR 法による SCC 検出結果

	試験片 A				試験片 B							
	10mm ○ : SCC 付与位置 ⊗ : 加振位置				10mm ○ : SCC 付与位置 ⊗ : 加振位置							
外観写真												
赤外線画像												
検出結果	a	○	b	○	c	○	a	○	b	○	c	○
PT 写真												
検出結果	a	△	b	×	c	○	a	○	b	○	c	○

(注) ○ : 検出、△ : 微小指示により検出、× : 未検出

5. 破壊観察

SCC の性状を確認するため、測定した SCC に対して破壊観察を行なった。SCC の長さ方向の中心で、直交方向に SCC を切断し、切断面を両側へ 0.5mm 間隔ですり込みを実施しながら、最大深さを測定した。

各 SCC の深さ分布と、赤外線サーモグラフィによる温度分布を比較した結果、深さと発熱量の間には、一定の比例関係があることが確認された。

6. まとめ

平板に付与された SCC に対して、ハンディタイプの赤外線サーモグラフィを用いた Sonic-IR 法を適用し、SCC が検出可能であることを確認した。さらに、SCC の破壊観察を行なった結果、深さと発熱量に一定の比例関係があることが確認された。

き裂によって発熱状態が異なっており、この原因については、詳細な検討が必要であるが、き裂の閉口度や試験片内での超音波挙動の違いが発熱に影響しているものと推測される。

今後、以下について、検討する予定である。

- き裂の検出限界寸法及び定量評価性
- き裂の閉口状態に対する検出感度
- 内部き裂検出への適用可能性
- シミュレーションによる超音波挙動の解析

参考文献

- [1] L.D. Favro et.al., “Sonic IR Imaging of Cracks and Delaminations”, Analytical Sciences, Vol.17, April 2001, pp.s451-s453.
- [2] M.W. Burke and W.O. Miller, “Status of VibroIR at Lawrence Livermore National Laboratory”, Proc. of SPIE, Vol.5405, 2004, pp.313-321.
- [3] D. Mayton and F. Spencer, “A Design of Experiments Approach to Characterizing the Effects of Sonic IR Variables”, Proc. of SPIE, Vol.5405, 2004, pp.322-331.
- [4] S.M. Shepard, T. Ahmed and J.R. Lhota, “Experimental Considerations in Vibrothermography”, Proc. of SPIE, Vol.5405, 2004, pp.332-335.
- [5] 松本善博、阪上隆英他、 “Sonic-IR 法による応力腐食割れ検出技術”、日本保全学会第 4 回学術講演要旨集、2007、pp.305-306