

赤外線サーモグラフィを用いた鋼構造物の疲労き裂検出手法の試み

岐阜大学 学生会員 ○佐々木 隼

岐阜大学大学院 Barasa Anthony Kusimba

岐阜大学 正会員 木下 幸治

岐阜大学 正会員 阪野 裕樹

1. はじめに

鋼橋の溶接継手部は、交通車両に起因し発生する繰返し荷重による疲労き裂が問題となり、その進展が進むと落橋・供用停止に繋がる恐れがあることから、溶接部に生じた疲労き裂を早期に検出可能な手法が必要となる。疲労き裂探傷法として、実橋梁では、磁粉探傷試験や¹⁾超音波探傷試験¹⁾等が用いられるが、探傷試験のために測定対象に接近する必要があるといった理由から、橋梁全体を効率的に検査することは容易ではない。

それらに対し、遠隔で迅速にき裂探傷可能な手法として赤外線サーモグラフィを用いた探傷法の活用が挙げられる。この方法には、自然エネルギー熱に起因した温度変化を撮影するパッシブ法²⁾と、外部から強制的に温度変化を促し撮影するアクティブ法²⁾の二種類が存在する。両手法の内、アクティブ法を使用することで鋼橋溶接部に生じたき裂の場所に対し制限を受けることなく、簡易なカメラ撮影のみによる効率的なき裂探傷が可能になると考えられる。

本研究では赤外線サーモグラフィを用いた鋼構造物の疲労き裂検出手法を検討することを目的に、アクティブ法による赤外線サーモグラフィ探傷法（以下、赤外線探傷法）を使用して溶接部に生じたき裂を探傷した結果を示す。

2. 試験方法

ここでは、疲労試験によりき裂を発生させた溶接継手試験体（図-1）を対象とした。き裂の進展に応じて、き裂発生から試験体が破断するまでの4段階（既往研究³⁾により N_{10e} , N_b , N_{10} , N_{20} と定義）に分けて赤外線探傷法によるき裂探傷

を行った。図-2に赤外線カメラを、表-1にその撮影仕様を示す。表-1に示す仕様①、②の2通りにより、解像度の違いなどによるき裂検出精度の検討を行った。き裂探傷の方法は、パーツクリーナを用いて疲労き裂部を冷却し、き裂箇所周辺に温度差を設けて上で、図-3の位置から赤外線カメラにより撮影した。また、磁粉探傷試験（以下、MT）も行い、検出されたき裂長さと比較することで、赤外線探傷法の精度を検証した。き裂の長さは、熱画像、写真上に移されたスケールの目盛を参考に測定した。

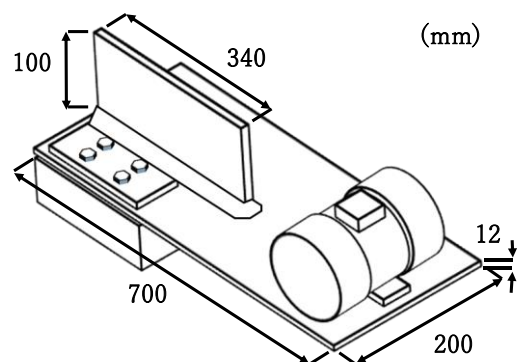


図-1 疲労試験概要



図-2 赤外線カメラ

3. 試験結果

赤外線カメラで撮影した画像を図-4 に示す。

図-4 は N_{20} の段階で撮影されたものである。図-4 より、仕様①、②のいずれの場合においても疲労き裂が検出できていることがわかる。一方、き裂長さの検出精度については、図-5 に示すように、MT により検出されたき裂長さ 62.8mm に対して、赤外線探傷法の仕様①では 52.6mm、仕様②では 60.9mm であり、それぞれ MT と比較して約 84%、97%の精度で検出されたことがわかった。これより、解像度等が高い仕様②の方が、より MT に近い精度で検出できていることがわかったとともに、MT と同程度での検出を行う場合には仕様②程度の解像度が必要であることがわかった。

参考文献

- 1) Sakagami T et al: Remote nondestructive evaluation technique using infrared thermography for fatigue cracks in steel bridges, 2015 Wiley Publishing Ltd. Fatigue Fract Engng Mater Struct, pp.755-779, 2015
- 2) 阪上隆英: 赤外線サーモグラフィによる非破壊検査, 日本マリンエンジニアリング学会誌, 第41巻, 第5号, pp.34-41, 2006年.
- 3) 山田健太郎, 小塩達也, 鳥居詳, 白彬, 佐々木裕, 山田聡: 面外ガセット溶接継手の曲げ疲労強度に及ぼすショットブラストの影響, 構造工学論文集, Vol.54, pp.522-529, 2008年3月.

表-1 赤外線カメラの仕様

	項目	仕様①	仕様②
1)	解像度	640×480画素	1280×960画素
2)	空間分解能	0.87mrad	0.58mrad
3)	記録画素数	標準時: 1280 (H) × 960 (V)画素	
4)	測定波長	8~14 μ m	
5)	測定温度範囲	-40~650 $^{\circ}$ C	
6)	温度分解能	0.025	
7)	温度精度	$\pm 1^{\circ}$ C	

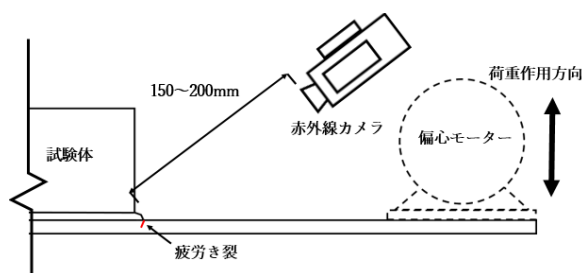
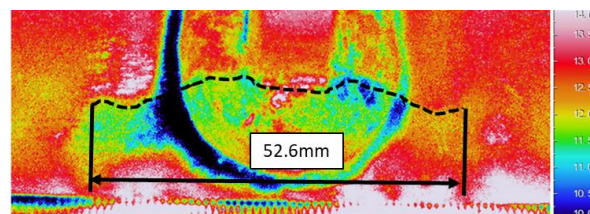
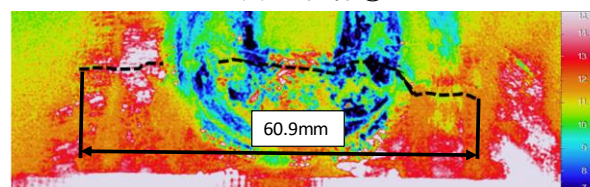


図-3 撮影方法



(a) 仕様①



(b) 仕様②

図-4 N_{20} での疲労き裂の温度画像

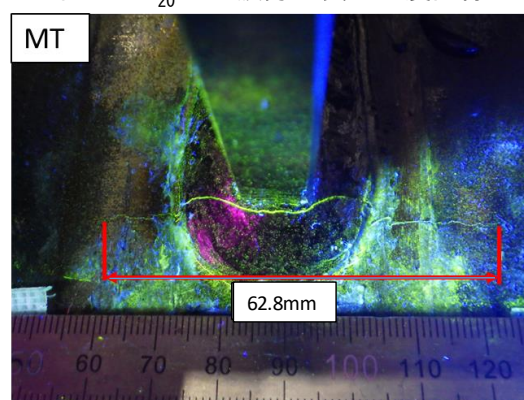


図-5 MTでの検出状況