

デジタル画像相関法を用いた鋼部材の欠陥検知法の開発に関する研究

長崎大学 学生会員 ○草野 孝俊 長崎大学大学院 学生会員 森崎 雅俊 岡本 佳樹
長崎大学 正会員 出水 亨 松田 浩 佐賀大学 正会員 伊藤 幸広

1. はじめに

近年、鋼橋の部材に疲労き裂の発生する事例が増加している。疲労き裂の発生は橋梁構造物の中では、きわめて局部的な現象であり、橋梁としての強度にただちに影響を与えるものではないが、放置しておくと落橋などの重大な事故に進展するおそれがある。したがって、それらを早い時期で発見し、適切な補修を行うことが重要である。

橋梁の実現場で最も多く用いられているき裂の検査法は浸透探傷試験や磁粉探傷試験である。しかし、これらの検査法に共通していえるのは塗装を除去しなければ検査できないことである。また、浸透探傷試験は検査に時間が必要であること、磁粉探傷試験は検査法が煩雑であり熟練を要するなどの問題がある。

本研究は、上記の問題を解決するため光学的全視野計測法の一つデジタル画像相関法（以下、DICM と表記）を用いた鋼部材の新しいき裂検知法の開発を行うことを目的としたものである。

2. 試験概要

試験体概要を図1、試験体写真を写真1に示す。また、図1中の計測範囲内のき裂付近拡大図を写真2に示す。なお、図中の数字はその位置でのき裂幅を示している。試験では650×300×12.2 mm、表面き裂長さ150mmの試験体を用いた。

本試験では、DICM と赤外線サーモグラフィ装置（以下サーモと表記）を用いて温度変化によるき裂検知を試みた。最適なき裂検知手法を確立するために、計測条件を変更した。計測は、DICM とサーモを同時刻に設定し、熱源の電源を入れる直前から計測を開始し、それぞれ10秒間隔で計測した。なお、冷却にはコールドスプレー、液体窒素を用い、加熱には、ラバーヒーターおよびIHヒーターを用いた。なお、本稿はIHヒーターのみを記載している。計測状況を写真3に示す。試験typeを表1に示す。計測条件は以下の通りである。

- ・熱源位置による影響(type1, type2, type3)
- ・撮影距離による影響(type1, type4, type5)
- ・冷却用具による影響(type6, type7)

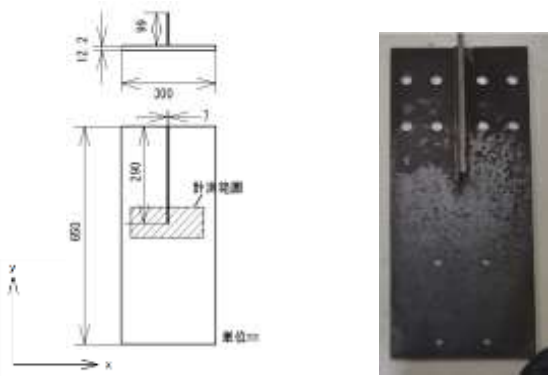


図1 試験体概要



写真1 試験体写真



写真2 き裂付近拡大

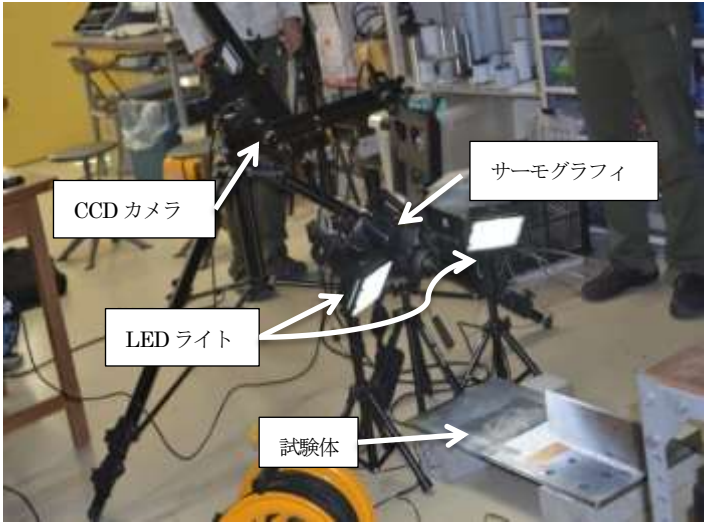


写真3 計測状況

表1 試験type

type	冷却	熱源	熱源位置	撮影距離(mm)	解像度(mm/pixel)	解析過程
1	—	IH ヒーター	き裂直下	1230	0.12	加熱(常温→最大値)
2	—	IH ヒーター	き裂左側上部	1230	0.12	加熱(常温→最大値)
3	—	IH ヒーター	き裂右側上部	1230	0.12	加熱(常温→最大値)
4	—	IH ヒーター	き裂直下	700	0.07	加熱(常温→最大値)
5	—	IH ヒーター	き裂直下	2400	0.27	加熱(常温→最大値)
6	コールドスプレー	—	—	1230	0.12	冷却(常温→最小値)
7	液体窒素	—	—	1230	0.12	冷却(常温→最小値)

3. 試験結果

DICM とサーモによって得られた結果を以下に示す。

・熱源位置に関する結果

type1 の温度分布を図 2(a)に、ひずみ分布を図 2(b)に示す。図 2(b)より、IH ヒーターでき裂直下を温めた場合では、き裂を確認することができている。き裂幅は 0.02mm の位置まで検知することができている。

type2 の温度分布を図 3(a)に、ひずみ分布を図 3(b)に示す。図 3(b)より、IH ヒーターでき裂左側上部から温めた場合では、き裂幅が 0.01mm の位置までき裂を検知できている。

type3 の温度分布を図 4(a)に、ひずみ分布を図 4(b)に示す。図 4(b)より、IH ヒーターでき裂右側から温めた場合では、type2 と同様に、き裂幅が 0.01mm の位置までき裂を検知できている。

以上より、熱源位置がき裂位置により近い方が試験体表面の温度を上昇させるため、き裂の位置を検知しやすいと考えられる。

・撮影距離に関する結果

type1 の温度分布を図 2(a)に、ひずみ分布を図 2(b)に示す。図 2(b)より、撮影距離が 1230mm の場合では、き裂幅が 0.02mm の位置までき裂を検知することができている。

type4 の温度分布を図 5(a)に、ひずみ分布を図 5(b)に示す。図 5(b)より、撮影距離が 700mm の場合でも、き裂を検知できている。また、右側を IH ヒーターで加熱した場合、検知されたき裂は、き裂幅が 0.02mm の位置まで検知できている。

type5 のひずみ分布を図 6(a)に、温度分布を図 6(b)に示す。図 6(b)より、撮影距離が 2400mm の場合では、き裂を検知できていない。

以上より、き裂幅が小さいき裂を計測するときは、撮影距離が近い方がよいと考えられる。

・冷却用具による影響に関する結果

type6 の温度分布を図 7(a)に、ひずみ分布を図 7(b)に示す。コールドスプレーによって、試験体表面の温度は約 13℃まで低下した。図 7(b)より、き裂を検知できていない。

type7 の温度分布を図 8(a)に、ひずみ分布を図 8(b)に示す。液体窒素により、試験体表面の温度は約 0℃まで低下した。図 8(b)より、type6 と同様に、き裂を検知できていない。

以上より、き裂を検知できなかったことから、冷却用具は不要である。

4. まとめ及び考察

熱源はより高温まで加熱できる IH ヒーター、熱源位置はき裂上部、冷却用具は不要、撮影距離はより小さいき裂幅を計測するにはより近くする必要があるということが考えられる。

5. 参考文献

和泉遊以, 阪上隆英, 久保司郎, 森直也: 赤外線サーモグラフィによる鋼橋梁疲労き裂の遠隔検出・評価手法の開発, 日本機械学会 M&M 材料力学カンファレンス, pp.749-751, 2009.

