

第I部門

IH 塗膜剥離を想定した加熱により鋼構造部材に生じる変形と残留応力

大阪大学大学院工学研究科	学生員	○二上	稜太
大阪大学大学院工学研究科	正会員	廣畑	幹人
日本橋梁 (株)	正会員	中原	智法
(株) 古市	正会員	古市	亨

1. 研究背景・目的

防食塗装の更新は鋼橋の維持管理、長寿命化における重要課題であり、省力化、環境負荷低減のために劣化した旧塗膜を効率的に除去する技術が要求される。本研究では、既存の動力工具や有機溶剤を用いた方法に比べ、効率性や環境負荷低減、火気への配慮の観点から有用性が認められている高周波誘導加熱 (IH) ¹⁾ による塗膜剥離技術 (写真-1) に着目する。この技術は、塗膜剥離対象とする鋼材に近接させたコイルに電流を印加し、磁界を発生させることで、鋼材に渦電流を発生させる。渦電流に対する鋼材自身の抵抗発熱による金属の膨張と塗膜の付着力低下により、スクレーパーで塗膜を容易に剥離することができる (図-1)。しかし、鋼材を急速かつ局所的に加熱するため、施工条件によっては変形、残留応力が生じる。そのため、過剰な変形、残留応力の発生を抑制するための適切な施工条件の確立が必要とされている。

本研究では、防食塗膜剥離のための高周波誘導加熱が鋼構造部材の耐荷性能に及ぼす影響を解明することを念頭に、IH 塗膜剥離を想定した加熱により部材に生じる変形と残留応力の特徴について検討した。

2. 実験方法

実験に使用する供試体の概要を図-2 に示す。鋼材は SM400B、板厚は 12 mm であり、L 形断面を構成する溶接の開先形状はレ形とした。CO₂ 半自動溶接により、電流 190 A、電圧 26 V、溶接速度 20 cm/min の条件で、パス数 4 回で溶接を行った。供試体の数は 3 体である。溶接後に面外変形計測を行い、溶接後に残留応力計測を実施した。その後、IH による加熱を行い、変形と残留応力を計測した。IH による加熱は、鋼材表面の温度が 200 °C 程度となるように、移動速度 20 mm/s を目標とした。幅 180 mm の加熱コイルを用いて、供試体の高さ方向中央部分の 400 mm を 1 面ごとに上部、下部の 2 回に分けて加熱を行った。温度履歴は熱電対を設置し取得した。面外変形はダイヤルゲ-



写真-1 IH 塗膜剥離施工の例

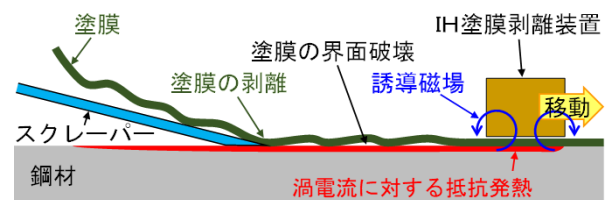


図-1 IH による塗膜剥離の原理

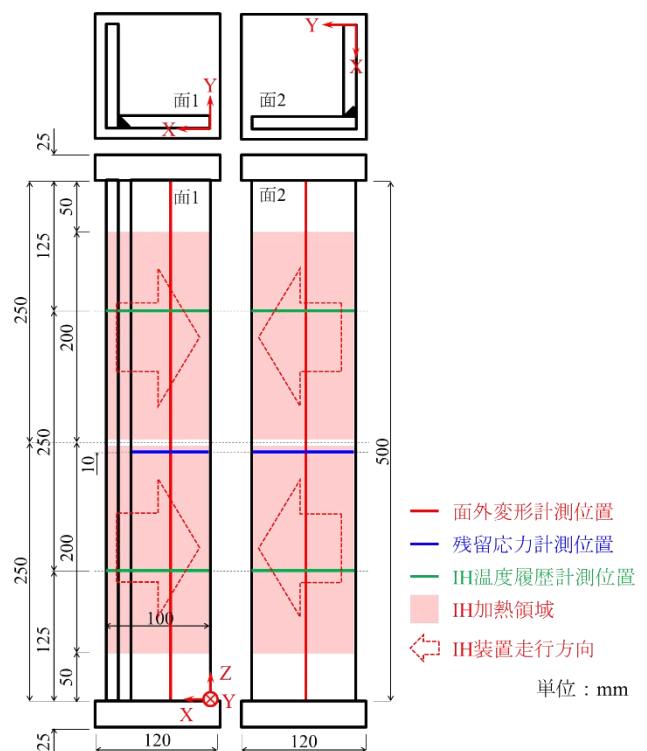


図-2 実験供試体

Ryota FUTAKAMI, Mikihito HIROHATA, Tomonori NAKAHARA and Toru FURUICHI

r-futakami@civil.eng.osaka-u.ac.jp

ジを用いて計測し、残留応力は X 線回折装置を用いて計測した。

3. 実験結果

3.1 温度履歴

IH による加熱時の温度履歴を図-3 に示す。IH による加熱時は、 $Y=35\text{ mm}$ の位置で目標温度 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ を超過する結果となった。その要因として、IH 装置の移動速度にばらつきが生じたことが挙げられる。

3.2 面外変形

面 1 の測定結果を図-4 に示す。3 体の供試体の面外変形最大値は溶接後で 0.7 mm 、IH 後で 1.0 mm 程度であり、面 1, 2 とともに約 1.4 倍の変形量となった。変形が大きくなった理由として、鋼材が加熱され膨張し、この膨張が周辺の領域に拘束され圧縮応力が作用することで既存の変形が増加したことが考えられる。

3.3 残留応力

溶接後と IH 後の残留応力について、面 1 および面 2 の測定結果を図-5 (a) (b) に示す。面 1 は、溶接によって溶接線側の接合部が引張残留応力となっていた。中央領域の応力は、IH の加熱によって引張となった。また、自由端側と接合部側の応力は圧縮となった。これらの理由として、鋼材が加熱され温度が上昇すると、冷却過程で収縮するため引張応力が残留することが考えられる。一方、面 2 については、接合部付近の応力の変化は小さいが、中央領域の応力は引張側へ、自由端近傍の応力は圧縮側へ推移した。

4. まとめ

L 形断面供試体を溶接で作製し、IH 塗膜剥離を想定した加熱実験を実施した。溶接変形は IH による加熱で増加した。加熱した面の中央領域の残留応力は引張方向に推移する傾向がみられた。自由端および接合部の応力の変化については明確な傾向が把握できなかった。

今後は、有限要素法に基づく熱弾塑性解析により、実験の再現を行い、応力変化のメカニズムを明らかにする。また、IH による変形、残留応力が部材の耐荷性能に及ぼす影響を明らかにするため、载荷試験を実施する。

謝辞

本研究の一部は、一般財団法人日本国土開発未来研究財団の助成を受けて実施した。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 小西日出幸・鈴木直人・田中正裕・廣畑幹人：許田高架橋補修における IH 装置による塗膜剥離工法の適用、橋梁と基礎、2017-7, pp14-20, 2017.

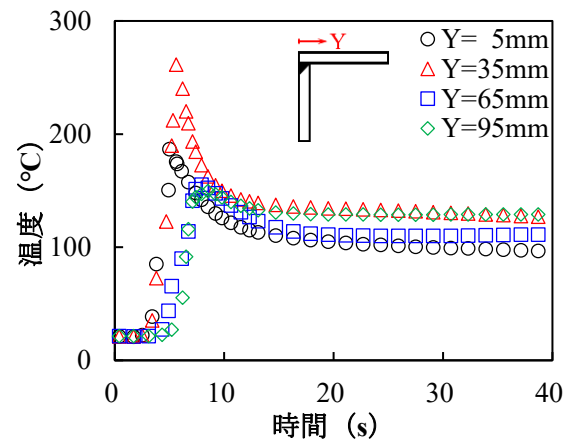


図-3 IH 温度履歴 (面 1)

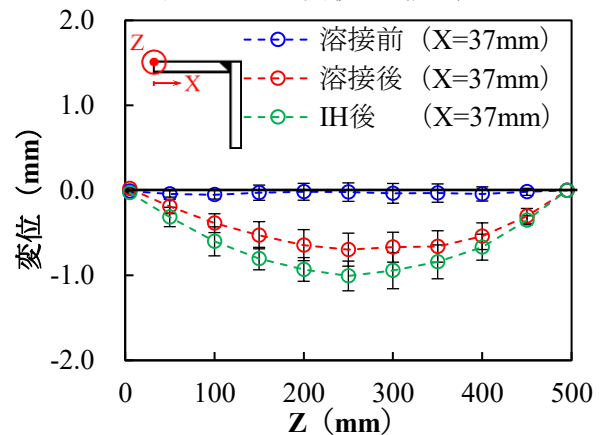
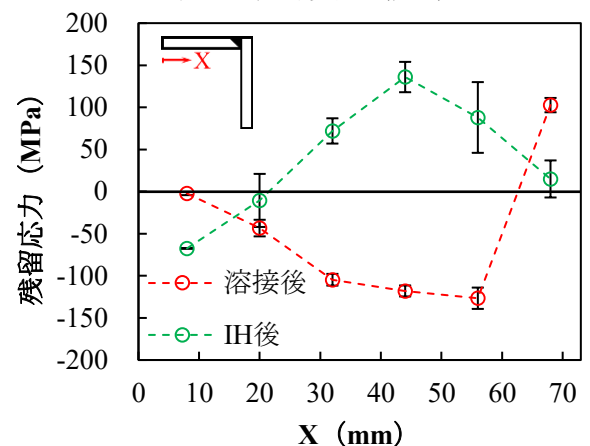
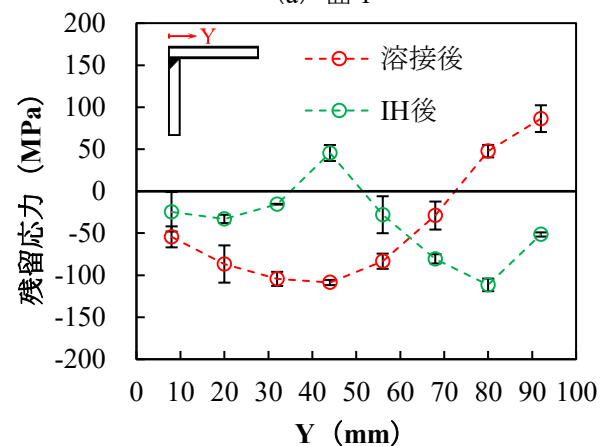


図-4 面外変形 (面 1)



(a) 面 1



(b) 面 2

図-5 残留応力