

鋼床版の垂直補剛材の疲労き裂に対して行う I C R 処理の品質管理基準の検討

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋㈱
名古屋高速道路公社

正会員 ○米村 大和 非会員 竹市 雅人
正会員 中尾 健太郎 正会員 瀬谷 千恵

1. はじめに

I C R 処理工法とは、鋼床版に発生している疲労き裂の補修として、き裂の近傍を適切な工具を用いて塑性流動させ、疲労き裂の表面を閉じることで走行車両の荷重などが作用しても疲労き裂が開かないようにする工法である。これにより発生した疲労き裂の停留および進展速度の遅延をはかる、または圧縮残留応力を導入することにより、予防保全として活用できる。

実験で有効性が確認されているが、実橋にて施工していくにあたっては品質管理基準を設定しておく必要があった。本検討では鋼床版と垂直補剛材の溶接部に発生した疲労き裂を対象に、I C R 処理工法の品質管理基準を作業現場にて比較的容易に計測可能な鋼材表面のへこみ量とすることを提案し、その値について検討した。

2. 使用機械と検討方法

今回の確認では工具として、フラックスチッパー（打撃数 90 Hz、ピストン径 20 mm、ピストンストローク 16 mm、空気消費量（負荷時）0.14 N³/min）、フラックスチッパー装着タガネ（先端形状 4mm×5mm）、エアコンプレッサー（使用最高圧力 0.6 MPa）を使用した。

へこみ量については、I C R 処理後の疲労き裂が走行車両の荷重により開口することを防止する目的で、鋼橋の許容応力である公称降伏点の 60%に過積載等を加味し、公称降伏点の 80%程度の圧縮応力を鋼材に残留させることを目標に設定することとした。公称降伏点は鋼材の材質によって異なるため、実橋で主に用いられている鋼材 SM400、SM490Y、SM570 で実験を行うこととした。ここでは SM570 の代わりに公称降伏点の近い SBHS500 を使用した。

実験は、図 1 のように各鋼材（300mm×300mm）に I C R 処理施工位置から 1mm 離れ、2mm 離れ、3mm 離れ、4mm 離れ、5mm 離れにひずみゲージ（1mm）を

各 1 枚設置し I C R 処理を行ない、1 往復ごとのひずみ量の計測とへこみ量の測定を行った。

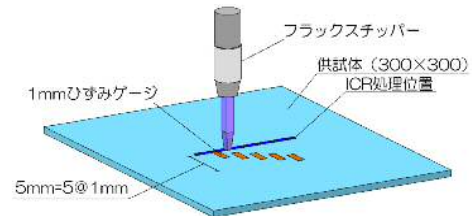


図 1 確認方法

3. 確認結果

確認結果について、縦軸はひずみ量、横軸はへこみ量とし図 2～4 に示す。

確認の結果、今回使用した機械では、それぞれの材質で打撃位置から 1mm および 2mm 離れであれば、表面から 0.1 mm のへこみ量を与えた場合に公称降伏点の 80%以上のひずみ量を得ることが確認できた。しかし、3mm 離れ以上になると圧縮応力が入りづらいことが得られた。

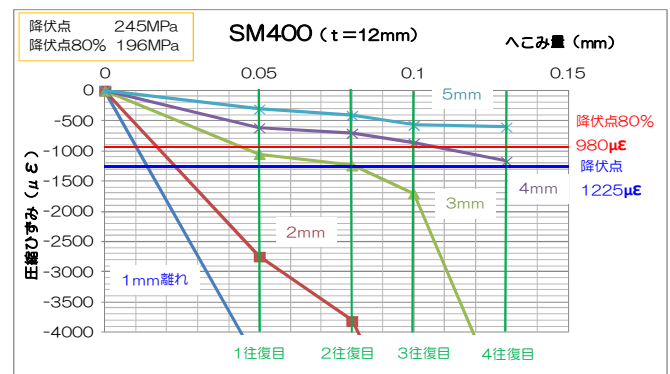


図 2 へこみ量検討試験結果 1 (SM400)

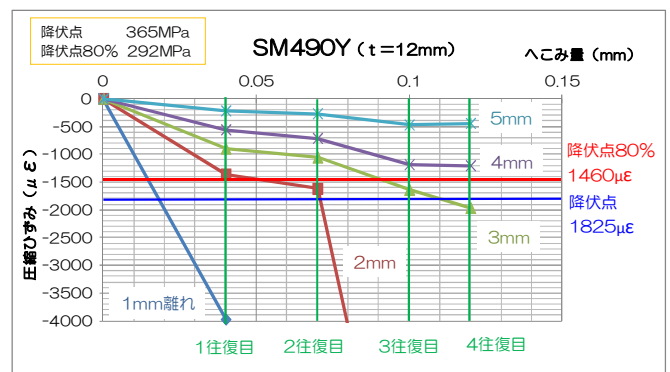


図 3 へこみ量検討試験結果 2 (SM490Y)

キーワード I C R 処理, 疲労き裂, 鋼床版, 疲労き裂補修

連絡先

〒491-0824 愛知県一宮市丹陽町九日市場字竹の宮 204 中日本高速道路㈱一宮社屋 4 F TEL 0586-77-9335

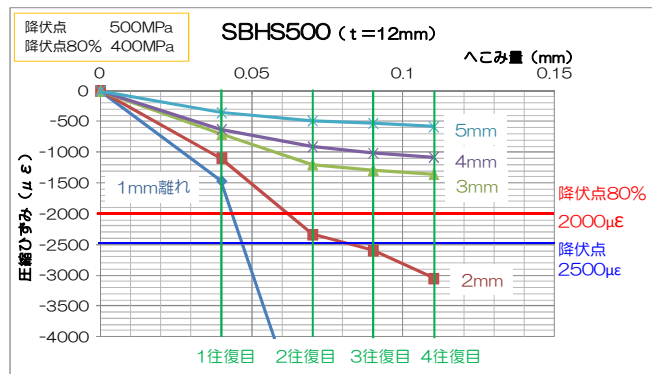


図4 ヘこみ量検討試験結果3 (SBHS500)

これらの確認結果および狭隘な現地での施工性や計測機器の精度等を踏まえ、SM400, SM490Y, SBHS500について、ICR処理の品質管理基準を「へこみ量を0.10 mm以上確保すること」とし、かつ連続的に圧縮応力が導入されることを期待して「仕上がり面が均一であること」とした。

なお、今回確認した以外の工具及び材質についてICR処理を実施する場合については、同じく1mmゲージを施工位置から2mm離れで設置し、公称降伏点の80%のひずみ量に相当するへこみ量を確認することとした。なお、その位置で期待したひずみ量が十分得られない場合には、フラックスチッパーの先端サイズを変更して対応することが出来るとした。

4. 実施工後のひずみ計測結果

検討結果をもとに、設定した品質管理基準にてICR処理を実橋で実施し、その結果疲労き裂が確実に閉口されていることの確認をするため、疲労き裂発生箇所(CH1)および、未発生箇所(CH5)でICR処理前後のひずみの変化を計測した。(図5)

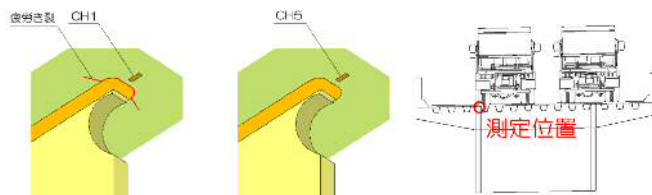


図5 現地ひずみ計測位置

ICR処理実施前では、疲労き裂が無い箇所の計測では、後輪通過時に圧縮側にひずみが発生するのに対し、疲労き裂がある箇所の計測では、引張側のひずみのみが確認される(図6)。

これに対しICR処理実施後では、き裂があった箇所でも圧縮側のひずみが発生するようになり、疲労き裂のない箇所の波形と極めて近似している。ICR処

理によりき裂の無い状態と同等の傾向を示すようになったことがわかる(図7)。

これらのことより、今回のICR処理により車両走行時のき裂の開口は無く、適切に疲労き裂を閉じることができたと考えられる。

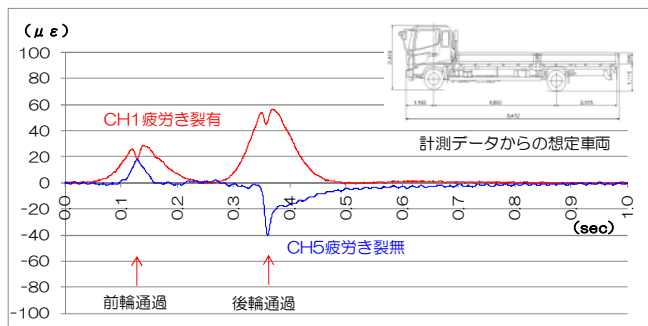


図6 現地ひずみ計測結果 (ICR処理前)

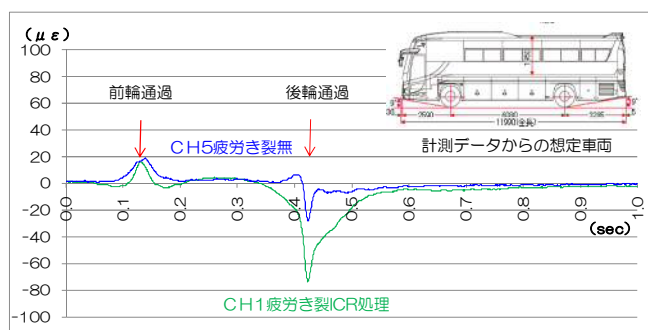


図7 現地ひずみ計測結果 (ICR処理後)

5. おわりに

本検討により提案した品質管理基準をもとに、現地にてICR処理を施工後、疲労き裂が閉口し応力伝達が回復しているデータを確認する事ができた。

今後、継続的なモニタリングにより効果の持続性を確認する必要がある。

謝辞

本研究は、石川敏之京都大学助教、判治剛名古屋大学准教授より多大なる支援をいただきました。ここに記して深謝いたします。

参考文献

- 公開特許工法 (A) 特許出願公開番号 特開 2011-106181 名古屋大学
- 山田ら：疲労き裂を閉口させて寿命を向上させる試み，土木学会論文集A, Vol. 65, No. 4, pp. 961-965, 2009.
- 石川ら：ICR処理による面外ガセット溶接継手に発生した疲労き裂の寿命向上効果，土木学会論文集A, Vol. 66, No. 2, pp. 264-272, 2010.
- 柿市ら：鋼床版箱桁橋の垂直補剛材直上き裂へのICR処理の施工試験，鋼構造年次論文報告集，第17巻 (2009年11月)