

簡易なエアーツールを用いたピーニング工法の重ねプレートすみ肉溶接部の疲労試験

中日本高速道路
三菱重工鉄構エンジニアリング
日本橋梁

正会員 ○溝上善昭 酒井修平
正会員 山内誉史 荒木健二
正会員 上原正太郎

1. はじめに

近年、既設鋼橋の疲労き裂補修工法としてエアーツールを用いたICR(Impact Crack Closure Retrofit Treatment)工法¹⁾が開発されている。ICR 工法は、図-1 に示すとおりフラックスチッパーとエアークンプレッサーなど容易に手に入る工具類でき裂補修が出来る工法である。

本論は、この ICR 工法を応用し、疲労耐久性の向上を目的として、これらの工具を用いたき裂発生前の溶接止端部にピーニング工法について検討を試みた。今回は、支点部ソールプレート想定した重ねプレートすみ肉溶接の止端部に着目して疲労試験を実施し、更にピーニング工法により導入された圧縮残留応力を計測したのでその結果について報告する。

2. 試験内容

(1) 疲労試験

疲労試験は、止端仕上げ方法の違い、製作時の熱変形による重ねプレート(下フランジとソールプレート)の肌隙による影響、ソールプレート角形状による違いを評価するため、供試体を板曲げ疲労試験機により試験を実施し比較することとした。図-2 に疲労試験の状況、表-1 に各試験ケースを示す。

(2) 残留応力の測定

疲労試験は、試験機の制約からウェブや支点上補剛材を設置しての試験は不可能である。一方で、支点付近はウェブと下フランジのすみ肉溶接に加え、支点上補剛材などの垂直補剛材が設置され、溶接の熱影響による残留応力の状態が不明確である。よって、残留応力を計測する供試体は、疲労試験と実構造物の整合性を図るため、疲労試験の供試体と同じ構造と実構造物と同様の組み立てを実施した供試体を製作し、ピーニング前後の残留応力の計測をすることとした。また、残留応力の計測位置は、IIJ の 2 点法を参考に溶接止端から 0.4t の位置とし、計測手法は井型法により行った。表-2 に残留応力試験のケース、図-3 に計測位置と計測概念図を示す。

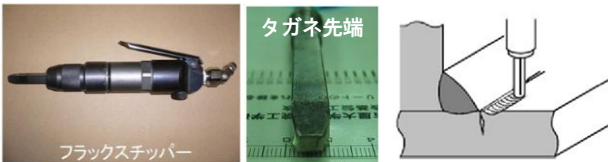


図-1 ICR のエアーツールと施工の概念図

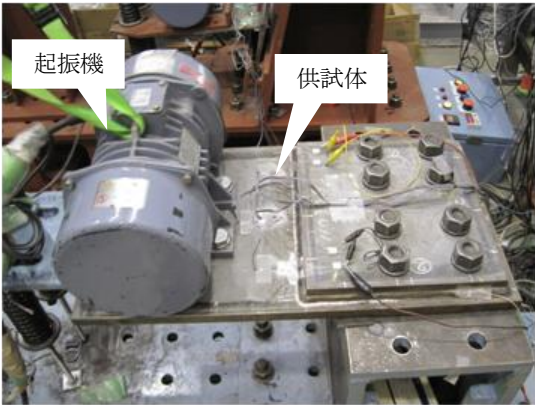


図-2 曲げ疲労試験の状況

表-1 曲げ疲労試験のケース

Case	止端仕上げ状況	隙間	PL 角部
SP1	仕上げなし	0mm	直角
SP2	仕上げなし	1mm	直角
SP3	グラインダーによる止端仕上げ	1mm	直角
SP4	ピーニング	1mm	直角
SP5	ピーニング+ブラスト処理	1mm	直角
SP6	仕上げなし	1mm	50R

表-2 残留応力計測のケース

供試体	ウェブ	補剛材	止端仕上げ
A	なし	なし	なし
			ピーニング
B	あり	なし	なし
			ピーニング
C	あり	あり	なし
			ピーニング

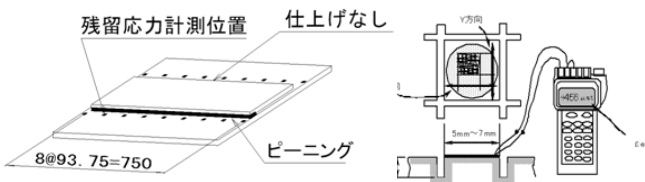


図-3 残留応力計測位置と計測概念図

キーワード:エアーツール、ピーニング、疲労試験、残留応力、ICR
連絡先:中日本高速道路株式会社 〒460-0003 名古屋市中区錦 2-18-19
Tel:052-222-1594/Fax:052-232-3718 E-mail:y.mizokami.aa@c-nexco.co.jp

3. 試験結果

(1) 疲労試験の結果

疲労試験の結果をS-N線図として図-4に示す。横軸は曲げ疲労試験体に設置しているひずみゲージのいずれかの値が5%低下した際の繰返し回数をプロットしている。結果は、以下のとおりである。

- ① ピーニングした試験体 SP4、SP5 は、応力範囲 170MPa、1 千万回においても疲労き裂は発生していない。
- ② 止端仕上げをしていない試験体 SP1、SP2、SP6 の疲労強度に大差はなく、概ね E～F 等級である。
- ③ グラインダーによる止端仕上げを行った試験体 SP3 の疲労強度は、応力範囲 108MPa ではき裂は発生しなかったが、140～170MPa ではルート部よりき裂が発生した。疲労等級は概ね C 等級である。

(2) 残留応力計測の結果

残留応力の計測結果を図-5～7に示す。結果は以下のとおりである。

- ① 疲労試験と同じ供試体 A では、ピーニング前の残留応力が端部を除きで 100～200N/mm² の残留引張応力が残る。
- ② 供試体 C では、ウェブや補剛材の溶接の影響によりピーニング前の残留応力にバラツキが見られる。
- ③ いずれの供試体でもピーニングにより確実に圧縮の残留応力を導入できる。

4. まとめ

鋼橋の支承ソールプレート溶接止端部をピーニングすることにより、確実に残留圧縮応力を導入でき疲労耐久性向上が可能であることを確認できた。また、新設橋のみならず管理段階においても、本施工法が簡易なエアーツールで実施できることから、膨大なストックの鋼橋の溶接部疲労向上対策として広く用いられることを期待するとともに、今後、解析等による更なる検討を行っていきたいと考えている。

最後に本試験にあたり、京都大学 石川敏之先生には試験の計画段階から多くの指導をいただきありがとうございました。

参考文献

- 1) 山田健太郎, 石川敏之, 柿市拓巳: 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.

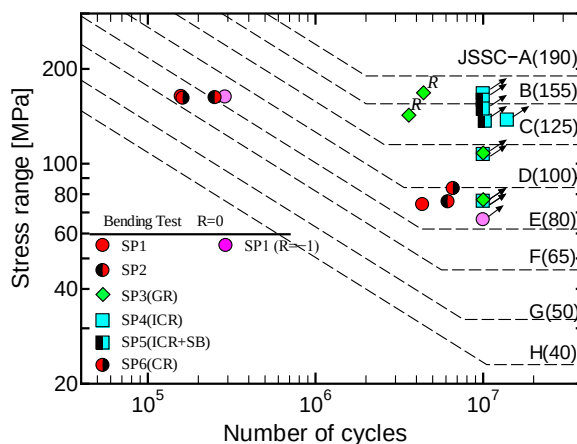


図-4 疲労試験結果

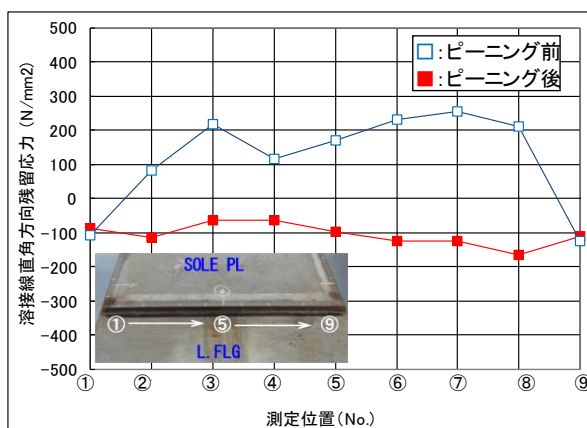


図-5 試験体 A 残留応力結果

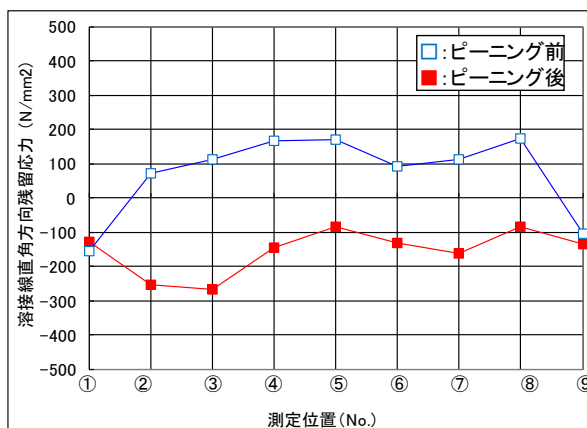


図-6 試験体 B 残留応力結果

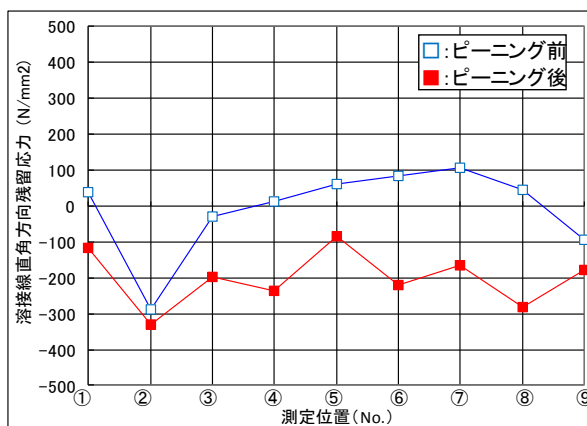


図-7 試験体 C 残留応力結果