

ICR 処理ハンマーピーニングの自動化の検討

J F E エンジニアリング(株) 正会員 ○ 韮 一
J F E エンジニアリング(株) 中野 隆

1. はじめに

鋼構造物の溶接継手部の疲労強度改善方法として、溶接止端部を叩いて圧縮残留応力を与えることで疲労強度を向上させるハンマーピーニング(以下、HPと言う.)がある。最近では、超音波振動を用いた超音波ピーニング等も実用化されているが、巻込みと呼ばれる新たな傷による疲労強度の低下に注意が必要であり、HPの前にグラインダー処理を行うことが推奨されている¹⁾。

これらに対して、山田等が開発したICR処理(Impact crack Closure Retrofit Treatment)を溶接継手部に適用する場合は、図1(a)のように止端部を叩くのではなく、図1(b)のように溶接止端の前面近傍の母材を先端に平坦部を有するタガネで叩くHPであり²⁾、巻込みをほとんど起こさない等の特徴がある。文献2)等においてICR処理の効果については示されているが、手動で行う場合は10~20cm/min程度の低速で、かつ使用機材が振動工具であるため日当たりの施工時間の制限を受ける。そこで、ICR処理の高速化と自動化を検討した。

2. 装置内容

2.1 HPの施工方法

HPには図2のエアール具を使用した。仕様は、空気圧0.63MPa、ホース径6.5φ、振動数90Hz、ストローク16mmである。タガネ先端は図3のように加工した。

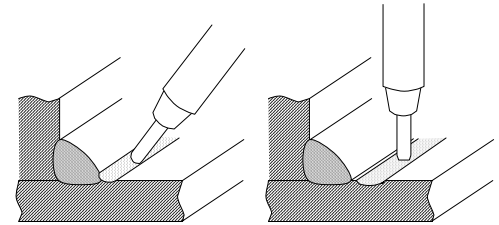
2.2 自動走行装置

図4のような溶接台車にエアール具を取付け、レール上を一定速度で自動走行する装置を試作した。ただし、本試作機では、エアール具の起動は手動とした。

3. 傾きの検討

溶接部に効果的にICR処理を行うためにはできるだけ溶接部に近づけるのがよく、図5に示すように、傾けて施工することができれば、障害物があっても自動走行装置を適用できる範囲を広げることができる。

図6に示すような板厚12mmのSM490YA(JIS G 3106)に5連ゲージを貼付け、傾きを90度から70度に変化させたときの残留圧縮ひずみを測定した。施工回数を2回としたとき、図7に示すように、75度(振り角度15度)付近において最大の残留ひずみを得られることが分かる。



(a)従来方法 (b)ICR 処理

図1 ハンマーピーニング



図2 エアール具



図3 タガネ先端

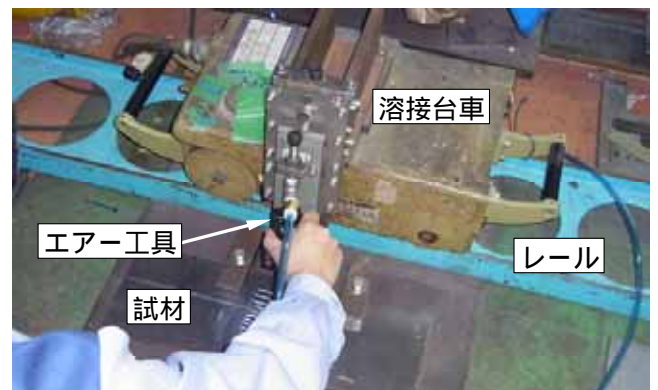


図4 自動送り装置

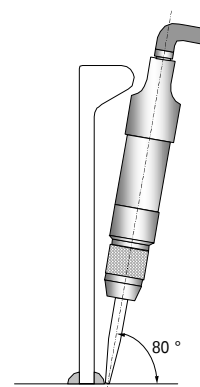


図5 斜め施工



図6 ひずみ計測

キーワード：疲労，ピーニング，自動化

連絡先：J F E エンジニアリング(株) 橋梁事業部 〒230-8611 横浜市鶴見区末広町 2-1 TEL 045-505-7541

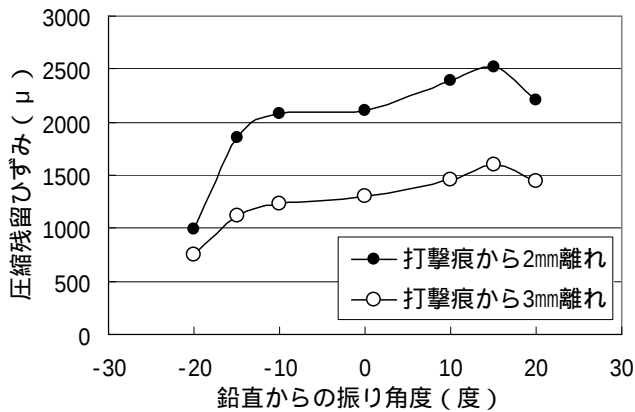


図7 傾斜と残留ひずみ

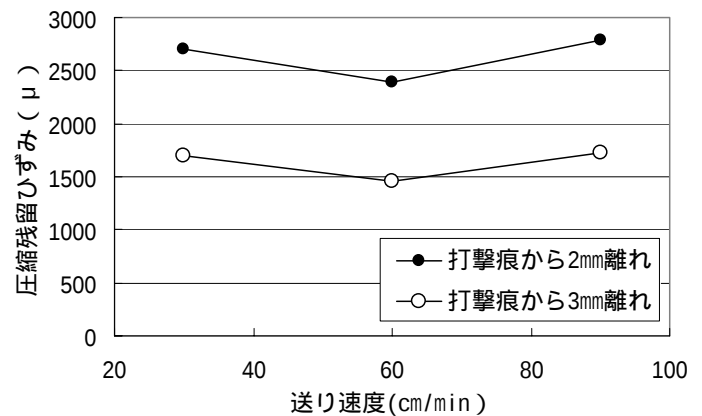


図 8 送り速度と残留ひずみ

4. 速度の検討

自動装置の送り速度の影響を調べるために、傾きと同様の図 6 の試験片を用いて、傾きを 80 度として速度を 30 ~ 90cm/min 変化させたときの残留圧縮ひずみを測定した。施工回数を 2 回としたとき、図 8 に示すように、速度による残留ひずみへの影響は小さいことが分かる。

5. 疲労試験

5.1 ICR处理条件

以上の結果より、傾き 80 度、走行速度 90cm/min、溶接止端と打撃痕の離れの目標を 2.5mm とし、1 往復（2 回）の自動 IC R 処理を行って疲労試験を実施し、疲労強度の向上の度合いを調べた。

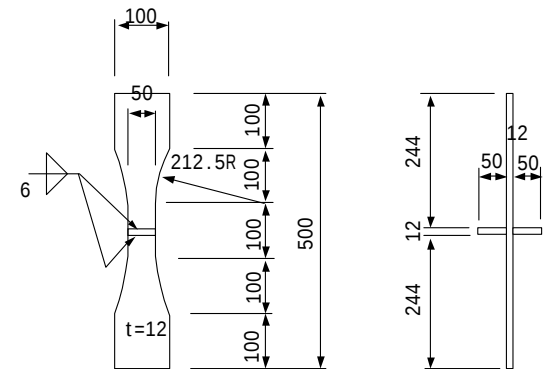


図9 疲労試験体

5.2 試験体と疲労試験機

疲労試験体は、図9に示すような荷重非伝達型十字継手とした。すみ肉溶接の条件は、サイズ6mm、溶接材料MXZ200(1.2φ)、電流240A、電圧30V、速度約35~40cm/minとした。試験は、最大引張荷重200kNの疲労試験機を使用し、振動数は8Hzとした。

5.3 試験結果と考察

疲労試験結果を図 10 に示す。自動 IC
R 処理は、溶接ままと比較し、応力範囲が
250MPa 以上では 2 等級、応力範囲が 200MPa
未満では 4 等級の向上が見られる。

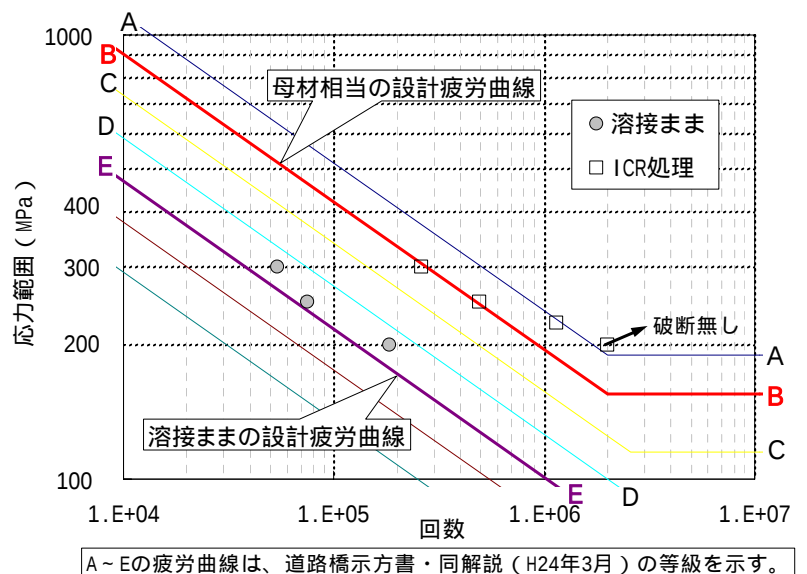


図 10 疲労試験結果

6. まとめ

今回の試験結果から、試作した自動装置を用いれば、手動の約 5 倍以上の速さで、かつ 1 往復 (2 回) の I C R 処理により、荷重非伝達型十字溶接継手の疲労強度を大幅に改善できることが分かった。

参考文献

- 1) 田井, 三木, 鈴木: ハンマーピーニング処理による面外ガセットの溶接止端部の疲労強度改善, 土木学会論文集 A1, Vol.67, No.2, pp.396-409, 2011.
- 2) 石川, 清水, 靱, 河野, 山田: I C R 処理による疲労強度向上効果に圧縮の過荷重が与える影響, 鋼構造年次論文報告集, 第 19 巻, pp.345-350, 2011.11