

第 I 部門

垂直補剛材上端に生じる貫通き裂に片面 ICR 処理を施工した場合のき裂進展挙動

京都大学工学部 学生会員 ○平野 雄一
 関西大学 正会員 石川 敏之
 京都大学大学院 正会員 河野 広隆

京都大学大学院 正会員 松本 理佐
 京都大学大学院 正会員 服部 篤史
 阪神高速技術(株) 正会員 塚本 成昭

1. 研究背景

鋼床版では、図-1 に示すような鋼床版のデッキプレートと垂直補剛材の溶接部からの疲労き裂の発生が、多数報告されている。このき裂は、デッキプレートと垂直補剛材の溶接止端から発生・進展し、最終的にデッキプレートを貫通するため、舗装を損傷させ、交通に支障を来す恐れがある。

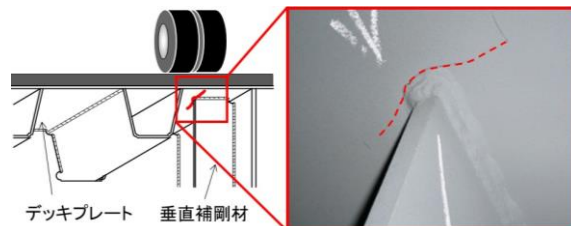


図-1 デッキプレートと垂直補剛材の溶接部から発生した疲労き裂

このき裂に対する簡易な補修方法として、衝撃き裂閉口処理(以下 ICR 処理)工法が開発された¹⁾。この工法は、き裂近傍の母材を叩いて鋼材を塑性変形させることで、き裂表面を閉口させ、き裂の進展を抑制し、疲労寿命の延命化を図るものである。

既往の研究では、デッキプレートを貫通していない疲労き裂に対して、垂直補剛材の溶接部側からき裂を ICR 処理で閉口すると、き裂がデッキプレートを貫通するまでの疲労寿命が大幅に延命することが明らかにされている²⁾。しかし、デッキプレートを貫通した疲労き裂に対して、垂直補剛材の溶接部側から ICR 処理を施工した場合のデッキプレート上面のき裂の進展への影響についてはこれまで検討されていない。

そこで本研究では、鋼床版のデッキプレートと垂直補剛材の溶接部を模擬した面外ガセット溶接継手を用いて、デッキプレートを貫通した疲労き裂に対して、垂直補剛材側から ICR 処理を施工した場合のき裂進展挙動を板曲げ疲労試験によって明らかにする。

2. 試験概要

本研究では、試験体として面外ガセット溶接継手(図-2)を用いた。試験体のガセット側をおもて面、その反対の面を裏面とする。まず、溶接したままの状態、応力比 $R=-\infty$ で疲労試験を行い、溶接止端からき裂を発生・進展させ、き裂を貫通させた(Step1)。その後、ICR 処理でおもて面のき裂を閉口し(Step2)、再度疲労試験を行い、裏面のき裂長が 150mm に達した時点で試験を終了した(Step3)。Step2 では、無応力状態で ICR 処理を施工した(試験体 ICR(貫通時))。さらに複数回 ICR 処理を施工した場合の効果を確認するために、き裂が貫通した時に加えて裏面のき裂長が 100mm に達した時に再びおもて面のき裂に ICR 処理を施工した試験(試験体 ICR(貫通時+L100mm))も行った。溶接したままの試験体 AW も同様に、裏面のき裂長さが 150mm に達するまで試験を行った。

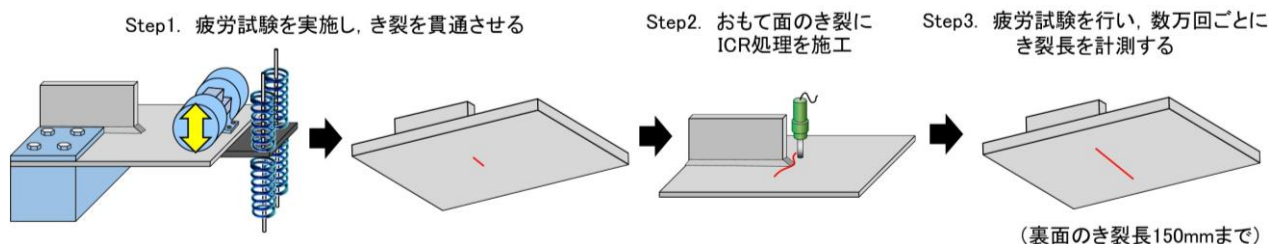


図-2 試験の手順

Yuichi HIRANO, Risa MATSUMOTO, Toshiyuki ISHIKAWA, Atsushi HATTORI, Hirotaka KAWANO and Shigeaki TSUKAMOTO

hirano.yuichi.54x@st.kyoto-u.ac.jp

3. 疲労試験結果

繰り返し回数と裏面のき裂長の関係の一例を図-3 に示す。図-3 から、試験体 ICR(貫通時)では、き裂貫通直後のき裂の進展が、試験体 AW と比較して遅延していることがわかる。しかし、き裂が 50mm 以上になると、試験体 ICR(貫通時)の曲線の傾きが試験体 AW と同程度となることから、試験体 ICR(貫通時)のき裂進展速度は、試験体 AW と同程度であったといえる。一方、裏面のき裂が 100mm のときに再度 ICR 処理を施工した試験体 ICR(貫通時+L100mm)では、き裂が 100mm 以上の場合でも、試験体 ICR(貫通時)よりき裂の進展が遅延していることがわかる。

疲労試験結果を図-4 に示す。図-4(a)はき裂が貫通してから裏面のき裂が 100mm になるまでの疲労寿命、図-4(b)は裏面のき裂長が 100mm から 150mm になるまでの疲労寿命を表している。図-4(a)に示すように、試験体 ICR(貫通時)では、き裂が貫通してから裏面のき裂長が 100mm になるまでの疲労寿命が、試験体 AW の 2 倍程度となった。一方、図-4(b)に示すように、試験体 ICR(貫通時)の裏面のき裂長が 100mm から 150mm になるまでの疲労寿命は、試験体 AW と同程度であった。

試験体 ICR(貫通時+L100mm)の 2 回目の ICR 処理前後の浸透探傷試験の結果を図-5 に示す。図-5(a)から、ICR 処理前は、溶接止端のまわり(図-5(a)赤丸部)でき裂が開口していることがわかる。図-5(b)から、おもて面のき裂に再度 ICR 処理を施工することで溶接止端まわりのき裂が閉口していることがわかる。図-5(b)から、試験体 ICR(貫通時+L100mm)は、裏面のき裂長が 100mm から 150mm になるまでの疲労寿命が、試験体 ICR(貫通時)と比較して若干延命されていることがわかる。

4. 結論

鋼床版の垂直補剛材上端に生じたデッキプレート貫通き裂に対して、垂直補剛材側から ICR 処理を施工することで、デッキプレート上面のき裂の進展を遅延させることができた。また、複数回 ICR 処理を施工することで、き裂の進展をさらに遅延させることができた。

参考文献

- 1) 石川敏之ら：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.246-272，2010.
- 2) 松本理佐ら：鋼床版の垂直補剛材溶接部のき裂を対象とした各種補修法の効果の比較に関する研究，土木学会論文集 A1(構造・地震工学)，Vol.72，No.1，pp.192-205，2016.

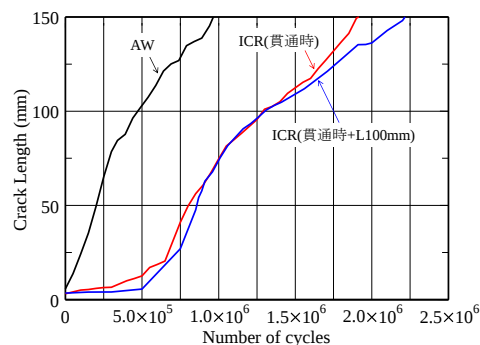
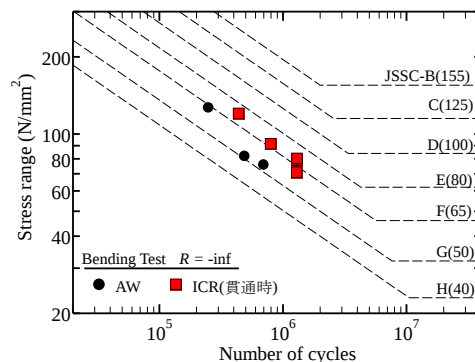
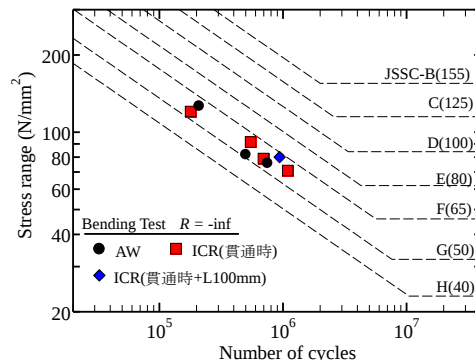


図-3 繰り返し回数と裏面のき裂長の関係



(a) 貫通後からき裂長 100mm までの疲労寿命

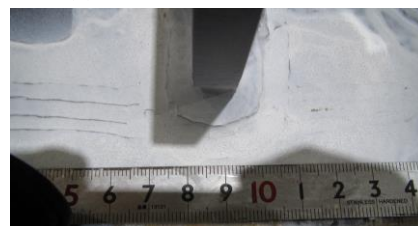


(b) き裂長 100mm～150mm までの疲労寿命

図-4 疲労試験結果



(a) 2 回目の ICR 処理前



(b) 2 回目の ICR 処理後

図-5 おもて面のき裂の開閉口