

日本鋼管(株) 正員 藤田 利明

日本鋼管(株) 正員

岩崎 紀夫

日本鋼管(株) 正員 渡辺 信夫

東京工業大学 正員

三木 千寿

1. はじめに

鉄道、道路併用の長大橋という特長をもつ本州四国連絡橋の架橋工事も本格化し、これから先完成した橋梁の安全性をいかに維持管理していくかが大きな焦点となっている。このメンテナンスの課題の一つとして、破壊力学に立脚した現在の基準に則って設計、施工された部材に、万が一にも疲労損傷が生じた場合、疲労亀裂などのように検出し、検出された疲労亀裂の補修の要否、補修時期をどのように決定するかが挙げられる。架橋後の非破壊検査では、部材製作時に比べて検査環境が悪くなること、さらには球状欠陥であるブローホールと平面状欠陥となる疲労亀裂との検出能力の差などから、その検出精度にはばらつきが多くなると予想される。本報では、疲労試験時における超音波探傷試験の各種探傷法と疲労亀裂検出精度の関係について実験的考察を試みた。

2. 実験概要

実験には、ボックス断面梁の内面にダイヤフラムが隅肉溶接され、その溶接趾端部から発生する疲労亀裂をボックス外面から超音波探傷試験によって検出することを想定し、オ1報 Fig. 1 に示したシリーズⅠ～Ⅲの試験片を用意した。用いた探傷法の概要を Fig. 1 に示す。コーナーエコー法は、シリーズⅠ、Ⅱの隅肉溶接継手の疲労亀裂発生を検出に用いるとともに、亀裂深さの測定にも用いた。他の方法は、亀裂深さの測定にのみ用いた。探触子は、リア板または人工切欠の裏側にセットし、疲労試験のピーチマーク導入直前に探傷試験を実施し、測定された亀裂深さは、疲労試験後破面のピーチマークから読み取った亀裂深さと比較した。なお、コーナーエコー法および垂直探傷法は、5 Hz の繰返し荷重載荷時に、また他の方法は、試験機を一旦停止した後手動で最大荷重まで載荷して計測した。

3. 結果と考察

コーナーエコー法によるシリーズⅠ、Ⅱの隅肉継手の疲労亀裂発生時期に対する検出結果を Fig. 2 に示す。破面から得られた最少ピーチマーク深さは 0.7 mm であったが、この亀裂に対し、本方法では基準から -10 dB 以内で検出している。したがって、疲労試験の最初からエコー高さを測定することにより、板厚 75 mm の裏面から深さが少なくとも 0.7 mm の疲労亀裂を検出することができると考えられる。なお、本方法では、Fig. 1 (a) に示すように、2種類の探触子を用いたが、2820×20A45の方が絶対感度は高く、安定したデータが得られた。

一方、各探傷法による疲労亀裂深さの測定結果を Figs. 3～7 に示す。端部ピークエコー法の内、45°の横波斜角探傷では、ビーム路程が 100 mm 以上にも長くなることから、40 mm^φの大きな球面型振動子を組み込んだ探触子

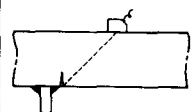
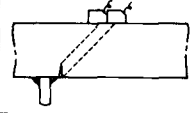
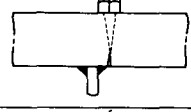
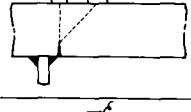
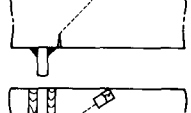
(a) Corner Echo Method		2Z20x20A45 5Z10x10A45
(b) Tip Echo Method		2Z20x20A45 5Z10x10A45 2Z40A45SF (42-116)
		5Z20ND
(c) Delta Method		5Z12.7N +5Z10x10LA45
(d) V Scan		5Z10x10LA45 x2

Fig. 1 実験に用いた各種探傷法と探触子

を用いた方が、通常の探触子を用いるよりも精度良い測定結果が得られた。(Figs. 3, 4)。垂直探傷法では、亀裂深さを直読できる利点はあるものの、疲労亀裂の場合にはその先端が鋭いために反射エコーは非常に弱く、S/N比が小さくなることからビーム路程の読み取りに誤差を生じ、斜角探傷法に比べて測定精度はおろる結果となった。(Fig. 5)。紙波を用いたデルタ法 (Fig. 6)、V走査法 (Fig. 7) の測定精度も、横波斜角探傷法 (Figs. 3, 4) に比べておろる結果が得られた。なお、デルタ法では、垂直探触子から送信し斜角探触子で受信した方が、逆の場合よりも精度良い結果が得られている。また、V走査法は、探触子の走査が難しく、専用治具も必要であるものの、溶接ビードが存在した場合にもこれをまたぐようにして測定することができることから、治具等の改良により精度向上を図れば有用な手法と考えられる。

4. まとめ

各探傷法の測定結果を総合的に考察すると、疲労亀裂の発生検出および深さ3 mm程度までの亀裂深さ測定には、2Z 20×20 A45探触子による横波斜角探傷にて反射エコー高さを測定するコーナーエコー法が良いと考えられる。また、深さ3 mm以上の亀裂に対しては、点集束斜角探触子による端部ピークエコー法が良いと考えられる。

おわりに、オイ報および本報の疲労試験の一部は、本州四国連絡橋公団所有の大型疲労試験機を借用して実施したことを記し、同公団ならびに実験に御協力いただいた(社)日本建設機械化協会建設機械化研究所の皆様深く感謝致します。

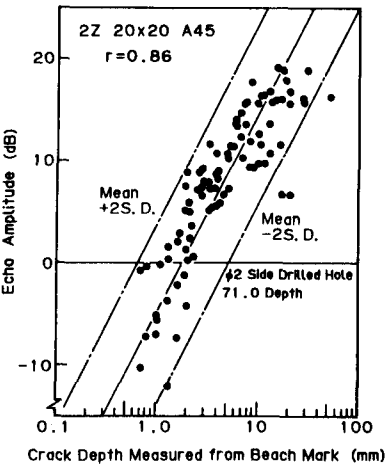


Fig. 2 コーナーエコー法による疲労亀裂発生を検出

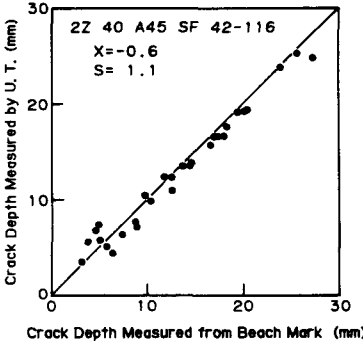


Fig. 3 疲労亀裂深さの検出精度 (端部ピークエコー法)

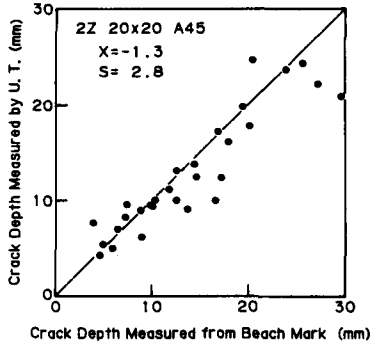


Fig. 4 疲労亀裂深さの検出精度 (端部ピークエコー法)

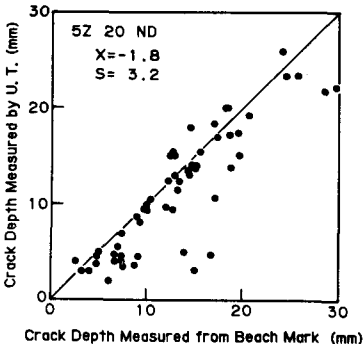


Fig. 5 疲労亀裂深さの検出精度 (端部ピークエコー法)

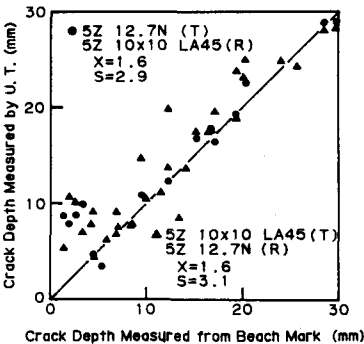


Fig. 6 疲労亀裂深さの検出精度 (デルタ法)

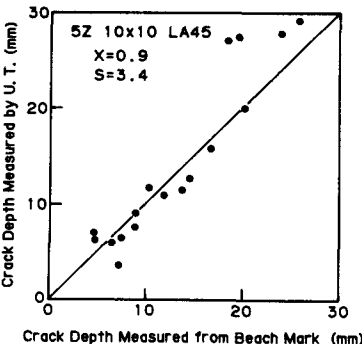


Fig. 7 疲労亀裂深さの検出精度 (V走査法)