

垂直補剛材廻し溶接部に対する ICR 処理 2 年後の追跡点検と非破壊検査方法

阪神高速技術 (株) 正会員 ○塚本 成昭 非会員 大田 典裕 正会員 岡本 亮二
 阪神高速道路 (株) 正会員 青木 康素 正会員 高井 由喜

1. はじめに 鋼床版橋梁において近年疲労き裂の増大が維持管理上の問題となっている。これらの損傷を発見から時間をおかずに応急処置することで、き裂の進展を抑制または遅延させることになり、効率的な維持管理につながると考えられる。そこで、鋼床版に発生するき裂のうち、デッキプレートと垂直補剛材の廻し溶接部に発生するき裂（阪神高速ではタイプ 3 き裂と分類，以下，タイプ 3 き裂）に対する応急的な補修方法として衝撃き裂閉口処理（Impact Crack Closure Retrofit Treatment, 以下，ICR 処理）¹⁾に着目し，損傷発見から時間をおかずに実施することを想定した点検時措置として，ICR 処理の適用性を検討することを目的として，平成 24 年 3 月に試験施工²⁾を実施した。また，ICR 処理後に板厚方向で内部に残ったき裂が裏面へ進展する懸念があることから，ICR 処理前後のき裂状況および進展状況の把握を目的とした非破壊検査手法を検討した。本報では，試験施工 2 年後の追跡点検の結果並びにフェイズドアレイ超音波探傷法（以下，PA 検査）による ICR 処理面の検査方法の検討結果を報告する。

2. ICR 処理の試験施工概要 ICR 処理の試験施工を，阪神高速の湾岸線に位置する 3 径間連続鋼床版 2 箱桁橋において発生しているタイプ 3 き裂のうち 64 箇所を対象に平成 24 年 3 月に実施した。この試験施工では，施工性，品質管理方法を評価した。それらについては既報告²⁾を参照されたい。その後，平成 24 年 9 月に半年後，平成 25 年 3 月に 1 年後，平成 26 年 3 月に 2 年後の追跡点検を実施した。なお，平成 25 年 6 月に一部のき裂に対し補修工事が実施され，2 年後の追跡点検対象は 34 箇所となっている。

3. 追跡点検結果 ICR 処理 2 年後までの追跡点検結果を表-1 に示す。1 年後の追跡点検後に，一部のき裂に対し補修工事が実施されたことから，追跡点検の対象数量が 64 箇所から 34 箇所に変更となった。追跡点検は，ICR 処理面からの浸透探傷試験により実施した。U リブが干渉するため，き裂に正対しての ICR 処理施工が困難な，垂直補剛材止端側き裂の垂直補剛材コバ部に再開口が多い。

表-1 ICR 処理の追跡点検結果

き裂発生箇所	き裂の一部開口あり			開口なし		き裂総数
	半年後	1 年後	2 年後	1 年後	2 年後	
デッキ側止端	3	5	—	33	—	38
	1	1	4	—	21	24
垂直補剛材側止端	18	20	—	6	—	26
	7	8	0	—	2	10
小計	21	25	—	39	—	64
	8	9	11	—	23	34

上段：当初の試験施工数量ベース

下段：一部のき裂に対する補修工事後の数量ベース

しかし，全てのき裂において先端部は閉口しており，ICR 処理前のき裂寸法と比較してき裂進展が認められなかったことから，ICR 処理の効果が持続しているものと考えられる。

4. タイプ 3 き裂の PA 検査の適用 ICR 処理は，開口しているき裂上から打撃を与えて，強制的に表面のき裂を閉口させる。ICR 処理後にき裂進展した場合，き裂が再開口しなく内部のみで進展することが考えられる。

そこで，ICR 処理後のき裂内部を把握することを目的に，追跡点検に適用できる非破壊検査方法を検討した。PA 検査は，U リブ鋼床版の U リブとデッキの溶接ルート部からデッキ上面へ進展するデッキ貫通方向き裂の検査方法として，精度が確認されている³⁾。本研究ではこの PA 検査に着目し，ICR 処理後のタイプ 3 き裂に対するき裂形状の把握の可否と，実き裂との比較による精度検証を実施した。

4.1 浸透探傷検査 本試験では，板曲げ疲労試験機⁴⁾により疲労き裂を発生させた 4 体の試験体を用いた。代表的な試験体の外観と磁粉探傷検査状況を図-1 に示す。表面直下のき裂に反応するため，き裂の指示模様

キーワード 鋼床版，疲労き裂，ICR 処理，フェイズドアレイ

連絡先 〒550-0005 大阪市西区西本町 1-4-1 阪神高速技術株式会社 技術部 調査点検課 TEL06-6110-7200

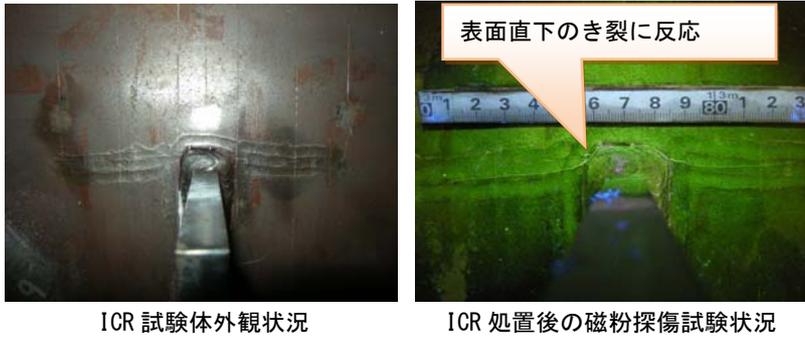


図-1 PA検査のICR処理後の試験体

表-2 実き裂とPA検査値の比較

試験体	き裂長 (mm)		き裂深さ (mm)			
	表面	裏面	a 方向から		b 方向から	
A	130	108	12.0	/	5.2	4.2
	134	107	12.0		6.0	6.0
B	60	非貫通	8.5	6.4	検出不可	検出不可
	67		10.0	9.0		
C	47	非貫通	7.4	5.5	検出不可	検出不可
	50		10.0	8.0		
D	118	11	12.0	/	9.2	9.0
	116	9	12.0		10.0	7.0

上段：実き裂の実測値 下段：PA検査の推定値

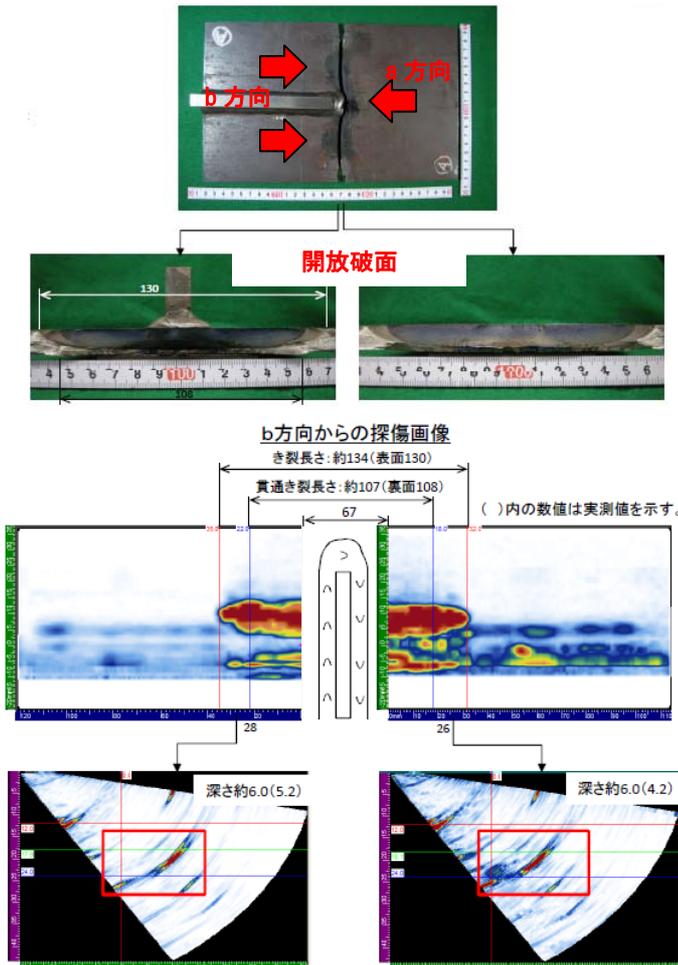


図-2 実き裂とPA検査値の比較 (A試験体)

があるが、表面閉口を確認している。試験は、き裂の中央部に位置するガセットプレートコバ面に正対する a 方向、現場での測定を想定して、ガセット横からの b 方向から検査を実施した。b 方向からは探触子の物理的な制約から、き裂長さがガセット中央から約 30mm 以上ないと測定できない。しかし測定の結果、ICR 処理後の内部のき裂状況だけでなく、ICR 処理による閉口深さも確認できた。

4.2 実き裂との比較による PA 検査の精度

検証 前項で使用した全試験体の破面を開放し、き裂深さの実測値と、PA 検査によるき裂深さの推定値と比較した。その結果を表-2、代表的なその比較図を図-2 に示す。き裂が湾曲していることから、多少の誤差があるが、き裂内部の進展を把握できる精度を有していると判断する。

5. まとめ

タイプ3き裂に対する ICR 処理施工 2 年後の追跡点検の結果、一部にき裂開口があるが、全てのき裂において進展はなく、ICR 処理の効果が持続していた。また、ICR 処理後のき裂内部の検査方法として、PA 検査は適用可能と判断した。今後、ICR 処理前後のき裂深さに着目した試験施工並びに追跡点検を実施し、点検時措置としての適用性を評価する予定である。

謝辞：本研究にあたり、PA 検査に用いる試験体を、京都大学石川敏之助教より提供を受けました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 例えば、柿市 拓巳, 石川 敏之, 山田 健太郎：鋼床版桁橋の垂直補剛材直上き裂への ICR 処理の施工試験, (社)日本鋼構造協会, 鋼構造年次論文報告集, 第 17 巻, pp. 351-358, 2009. 11. 2) 杉本義博, 塚本成昭, 青木康素：疲労き裂に対する ICR 処理の試験施工と補修効果, 土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, I-553, 2013. 11. 3) 杉山裕樹, 崎谷浄, 小林寛, 高村義行, 塚本成昭：鋼床版デッキプレート貫通き裂の詳細調査および補修設計, (社)日本鋼構造協会, 鋼構造年次論文報告集, 第 17 巻, pp. 345-350, 2009. 11. 4) 山田健太郎, 小菌江朋亮, 小塩達也：垂直補剛材と鋼床版デッキプレートのすみ肉溶接の曲げ疲労試験, 鋼構造論文集, 第 14 巻, pp. 1-8, 2007.