

鋼床板の溶接補修工法の開発

(財)首都高速道路技術センター 正会員 ○村野 益巳
 (財)首都高速道路技術センター 正会員 小西 拓洋
 首都高速道路(株) 正会員 小西由人

1. はじめに

首都高速道路において、鋼構造物は全体の 2/3 で延長 200km を有する。鋼桁スパンのうち RC 床版のスパン数 7,771、鋼床板スパン数が 1,339 あり鋼床板の総延長は 85km におよぶ。その内訳はトラフリブが 833 スパン、その他の形式が 506 スパンとなっている。近年ではトラフリブ鋼床版が増加していたが、H19 年頃より新設鋼床版については、車線部下の鋼床版にはトラフタイプのリブを用いないこととしている。鋼床板の疲労損傷の中でもトラフリブ・スパンにおけるデッキ・トラフリブの溶接部のルートから発生する疲労亀裂による疲労損傷の発生頻度が高い。この疲労損傷の主要な原因はトラフリブを外面から片面溶接で接合した際に生じる溶接ルート部の未溶着部とそこに生じる面状欠陥に、局部曲げによりそれらを開口させる力が作用するためと考えられる。当該疲労損傷の補修方法として、リブ交換、SFRC 打設などが実施されているが、交通規制を伴う大規模な補修となる。本疲労損傷の問題点は、同一の輪荷重下に同一のディテールが連続することから、損傷箇所を補修しても損傷リブの同一溶接線上からの新たな損傷が発生する可能性が高く、予防的保全を行う場合には広範囲の構造的補強が必要となり、現状では SFRC 施工のみが選択肢となる。しかし SFRC は施工コスト、交通規制などの問題があり、低コストで交通規制の少ない工法として下面からの施工が可能で、コスト面で優れる溶接補修工法の開発に取り組んだ。

2. 補修工法の概要

疲労損傷の確認された鋼床版では規定の 75% の溶け込みが確保されていない場合が多く、溶け込み率 50% 以下のものもある。補修溶接はき裂を除去するとともに、溶接部をルート未溶着の無い完全溶込み状態とすることにより将来のき裂再発を防止するものとする。今回検討した内面溶接補修はトラフ内面に TIG ヘッドをつけた台車を走らせ溶接ルートを内面から再溶融してルートを消滅させるとともに、滑らかな形状に仕上げる。ビード貫通タイプに対する補修手順を図-1 に示す。この工程は TIG 再溶融によって代替することも出来る。又、デッキ貫通タイプでも同様の手順で補修出来るが、未貫通き裂の補修については、き裂が再溶融により除去できれば以降の工程は不要となる。

溶融補修は、タングステン電極からのアークを利用して溶接部の再溶融を行うが、この際活性フラックスを添加することにより、アークが表面に広がらず溶接金属内部に深く侵入する特性を利用する。この特性により開先成型なしで 1 パスで 10mm 程度までの深い溶込みを実現でき、低コスト、短時間でデッキ下面からの補修が可能である。鋼床版を模擬した実寸試験体に対し施工試験を実施した際の内面側ルートの溶融状況を写真 1 に示す。溶け込み深さは条件により 8mm ~ 10mm に達する。ルート溶融のみなら低入熱でも可能であるが、電流が低いと不完全な溶込みとなる場合がある。

3. TIG 再溶融補修試験体の疲労試験

内面 TIG 溶融を施した鋼床版 U リブ試験体に対して疲労試験を実施

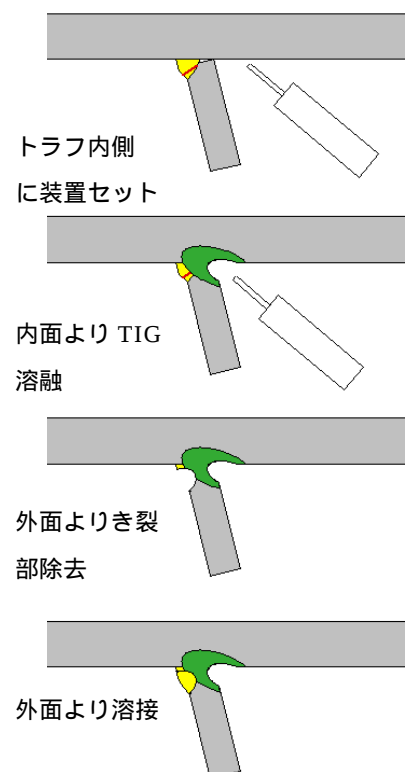


図-1 TIG 再溶融を用いた溶接補修

した．試験体を写真2に示す．デッキとトラフリブの溶接は75%以上の溶け込みを確保している．疲労試験は各トラフリブ中央の50kNずつ、繰返し速度は5Hzで載荷した．ルート部から発生するき裂検出用に4本のトラフリブ溶接線近傍にゲージ長3mmのひずみゲージを止端から5mm位置に貼付し、ひずみ範囲をモニタリングした．試験体は横リブ支間は1500mm、リブ長さ300mmで、支点間に2本のUリブを配した横リブ交差部試験体とした．リブを左からA,B、4つの溶接線を左からA1,A2,B1,B2と呼ぶ．UリブAには横リブとの交差部110mmにTIGによる肉盛り溶接、UリブBには内面側にTIG溶融を行った．疲労試験結果として、まず図2にビード止端のひずみゲージの値の変化の例を示す．A1東側A1Eのゲージの値が載荷40万回当たりから変化し始めているが、UリブAの肉盛り部には76万回載荷時に疲労亀裂が発生した．その後、き裂の切除去を行ったが160万回で亀裂が再発生した．UリブB側は463万回載荷時にB2側でUリブ外側のデッキ側止端より疲労亀裂が発生し、続いてB1側でも同様の亀裂が発生した．通常のトラフリブ鋼床板ではこの位置に亀裂が発生した事例は希であり、内面TIG処理により疲労寿命は少なくとも5倍以上は長くなり溶接ルート部からの疲労亀裂は防止できると予想される．

4．補修溶接装置の開発

トラフリブ内部を走行しデッキとの溶接部の再溶融を行う補修装置を開発した．本装置はフラックスの塗布とTIG溶融を行う走行台車とTIG電源、制御装置より構成される．台車は320×240のトラフリブ内に収まり、倣いローラーを内壁面に押当てながら走行する．トーチの位置はCCDカメラを見ながら初期位置を調整し、溶融開始後は自動電圧制御機構(AVC)によりアーク電圧が一定となるようトーチの位置の前後調整を行う．補修部の品質確認についてはCCDカメラを用いて目視により確認する．現場でトラフ内の溶融部非破壊検査を実施することは難しく、施工試験の条件を正しく再現することによる品質確保を考えている．なお、本開発は首都高グループの共同研究「鋼橋の溶接補修技術に関する研究」の一環として実施されたものである．



写真1 TIG再溶融による溶接ルート部の改善状況



写真2 試験体および載荷図

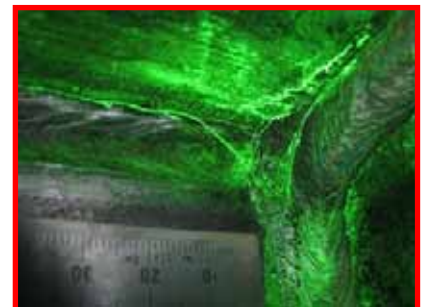


写真3 B2側横リブ交差部付近の疲労き裂

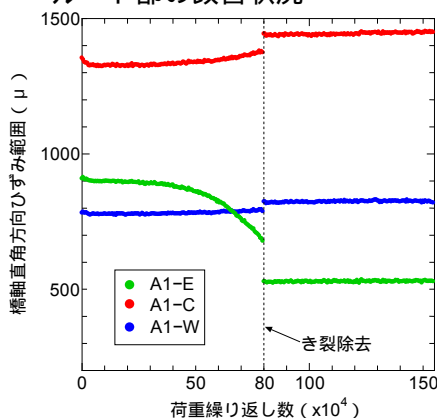


図2 疲労試験体ビード止端ひずみの変化



写真4 鋼床版トラフリブ内での補修状況

キーワード 鋼床版，疲労き裂，溶接補修，TIG，再溶融

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-10-11(財)首都高速道路技術センター 小西拓洋 TEL 03-3578-5765