鋼床版トラフリブに発生したき裂の超音波探傷手法

(財)首都高速道路技術センター　正会員　○村野　益巳　首都高速道路(株)　正会員　下里　哲弘
(財)首都高速道路技術センター　非会員　弓削　太郎　(社)施工技術総合研究所　正会員　小野　秀一

１．はじめに

現在，首都高速道路の供用延長は 283km であり，その 82%が高架構造である．都市内に高架橋梁を建設する場合，橋脚位置や架設方法等の制約により上部構造には長径間化や軽量化が要求される．首都高速道路では昭和 50 年代後半より鋼床版桁が採用されはじめ，現在では鋼桁供用延長の 8%に達している．

鋼床版は薄板集成溶接構造であり，その多くはトラフ形状の縦リブをデッキに溶接して剛性を高めている．鋼床版は舗装を介して直接的に通行車両の繰り返し荷重を受けており，ある程度供用年数の経過した鋼床版からは，デッキと縦リブ溶接線などに疲労き裂が発見されている．

２．目的

鋼床版の点検は一般にデッキ下面から実施される．点検において，デッキとトラフリブとの溶接線に発生したき裂の多くはトラフリブ内部の溶接ルート部から発生し，溶接ビード表面に貫通したものであり（図-1-b 参照），き裂の発見は目視および磁粉探傷試験により可能である．このき裂はデッキからトラフリブを引き剥がす損傷となるが，適切な補修によりき裂の進展を防止すれば重大な損傷に至る危険性は少ない．

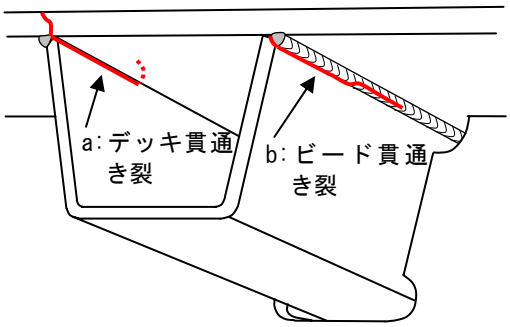


図-1　鋼床版トラフリブ発生のき裂

このようなき裂損傷が報告される中，鋼床版部の舗装打換え工事において，鋼床版上面にデッキを貫通するき裂損傷が発見された．(図-1-a 参照) このき裂は，トラフリブ溶接線に沿って発生しており，進展によってはデッキの陥没による通行車両への第三者被害を引き起こす危険性のある重大な損傷であり，補修・補強方法について検討が進められている．

その後の調査により，デッキ貫通のき裂はビード貫通き裂と同様にトラフリブ内部の溶接ルート部から発生していることが確認された．このき裂はデッキ下面ではトラフリブの内面側にあるため，ビード貫通き裂のように目視や磁粉探傷試験での発見は不可能であり，超音波探傷試験によるき裂探傷方法の確立が急がれている．

３．き裂探傷方法の検討

デッキ方向に発生したき裂（図-2 参照）を鋼床版の下面側から超音波で探傷する方法として，表面波（クリーピング波，SH 波）を用いる手法が有効と考えられる．しかし，検討を進めていく段階で表面波では溶接ルート部からの反射エコーとき裂エコーとの区別が難しいことが解った．次に検討した方法は，斜角探傷によるデッキ上面一回反射法である．この手法についても，デッキ上面は長期にわたる浸水等により腐食する場合があること，表面波と同様にルート部からの反射エコーを検出することから，き裂エコーの選別が難しいことが確認された．

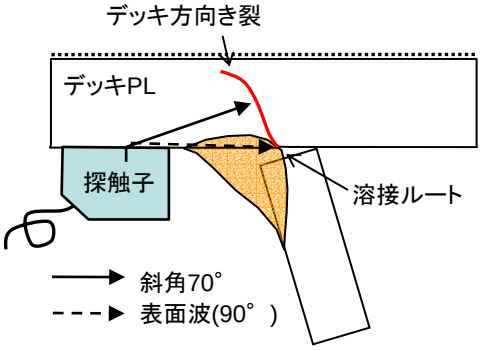


図-2　デッキ方向き裂探傷面

キーワード　鋼床版，トラフリブ，き裂，超音波探傷試験
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構造管理部　ＴＥＬ03-3578-5757

表-1　探触子の性能

探触子	SD-5Z10A70
近限界長さ	8.0mm
屈折角	69 度
集束範囲	SF～10mm
最大集束深さ	3.0mm

このような経験から，探傷法としては斜角探傷による直射法を適用して，デッキ方向に進展のき裂を捕らえるべく検証を行った．

使用する探触子は比較的浅い領域での探傷精度を上げるため，ビーム径を絞った集束型探触子を適用した．（表-1 参照）

なお，基準感度は A-3 標準試験片の 4Φ平底穴を 80%に調整している．

4．試験体による検証

別途実施された移動輪荷重疲労試験[1)]で発生したき裂に対し，前記した探触子を用いて進展深さに対するき裂検出の可否を検証した．実施に先立ち，対象とするき裂に対しデッキ上面から詳細探傷を実施し，き裂発生位置での切断面ＭＴ結果との比較でほぼ正確に内在き裂を捉えていることを確認している．（図-3 参照）

下面からの探傷の結果，き裂進展深さ 6mm 以上の分布範囲に対して明確なき裂エコーの立ち上がりを捕らえられることが解った．（図-4 参照）また，接近限界長さにも影響されるが，進展深さ 9mm 以上のき裂ではき裂先端の深さが捕らえられ，デッキ貫通の有無も検出可能であることが確認できた．

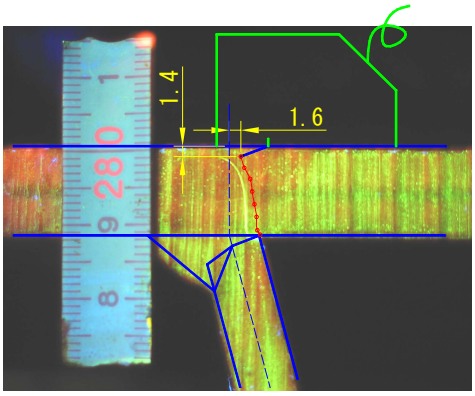
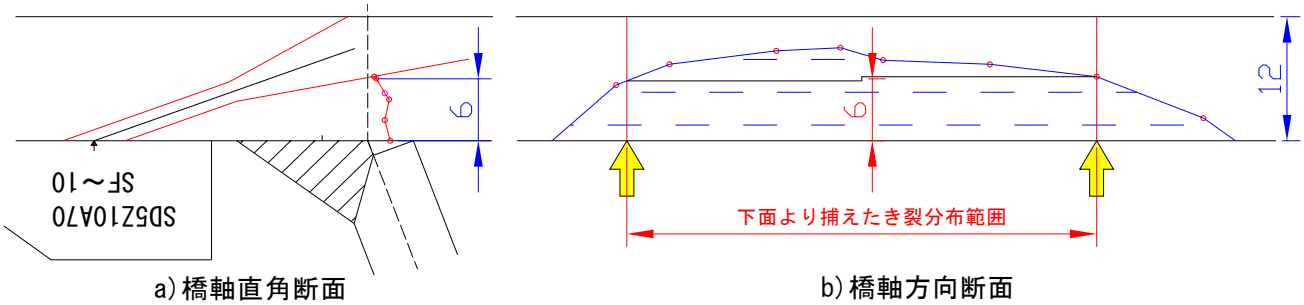


図-3　き裂発生断面のＭＴ結果



a) 橋軸直角断面　　b) 橋軸方向断面

図-4　デッキ下面からの探傷結果

5．実橋梁による検証

対象となった損傷はデッキ下面からの点検によりトラフリブ内面に滞水が確認され，デッキ貫通き裂の存在が危惧された箇所であった．試験体による方法と同じ手法にて滞水箇所を中心に探傷を行ったところ，長さ 72mm のデッキ貫通エコーを捕らえた．

本き裂に対しては高速道路を規制しての緊急補修工事が実施され，舗装撤去時に鋼床版上面の長さ 75mm の貫通き裂を確認した．(図-5 参照)なお，本き裂に対しては，き裂先端部へのストップホールおよびデッキ上面への補強板設置が行われた．

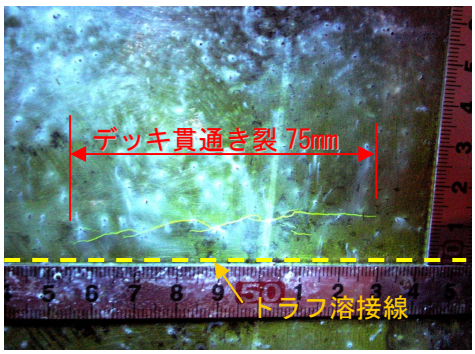


図-5　デッキ上面に発生の貫通き裂

6．まとめ

鋼床版トラフリブの溶接ルート部からデッキ方向へ発生したき裂に対して，集束型斜角探触子によりデッキ下面から超音波探傷を実施する方法について検証を行い，深さ 6mm 以上のき裂を直射法にて捕らえられることを確認した．本手法は実橋梁での調査に適用しており，主に滞水等によりデッキ貫通き裂の存在が疑わしい箇所でのき裂位置の特定が行われている．

今後は橋梁全体を簡便に探傷し，き裂の存在を精度よく確認できる手法が望まれており，他の探傷方法も含めて検討していく予定である．

参考文献：1) 下里，神木ら：鋼床版の移動輪荷重疲労試験，土木学会第 60 回年次学術講演会，1-399，2005.9