

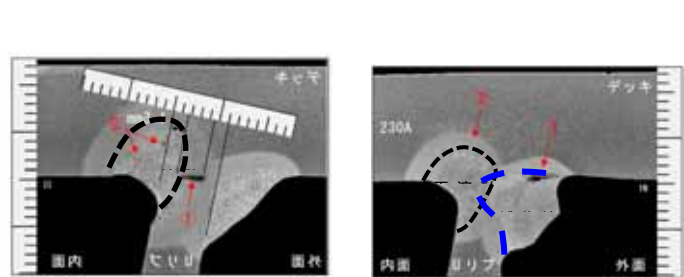
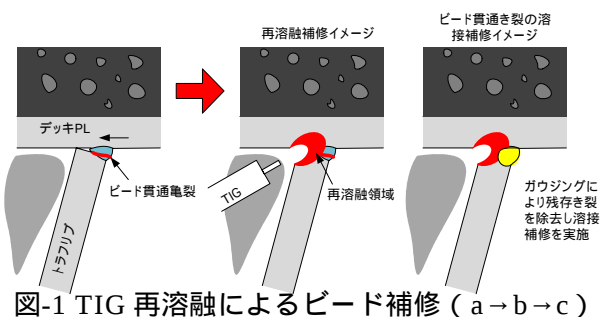
TIG 溶融による鋼床版き裂補修工法の評価

(一財)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
 (一財)首都高速道路技術センター 正会員 窪田 裕一

鋼床版デッキ-U リブ溶接部のルートき裂の防止と、き裂損傷補修を目的として U リブ内側から TIG 溶融を行う工法を開発した。本工法による疲労強度の改善を疲労試験にて確認した。更に鋼床版上面に SFRC を打設した試験体に本工法を適用した場合の溶融熱による SFRC への影響について調査を行った。疲労試験、調査結果について報告する。

1. TIG 溶融工法の概要

鋼床版 U リブの溶接には日本では 75%以上、米国においては 90%以上の溶け込みが要求されているが、既設橋梁には溶け込みが板厚の 75%に満たない鋼床版が多数存在し、そのような溶接部には内面側に溶け込み不足、割れ、融合不良などの欠陥が生じやすく、それらを起点としたビード貫通型のき裂が発生しやすい状態であると考えられる。このような低品質溶接に対しては溶接補修が最も有効な対策となるが、閉断面リブの補修溶接が必要となる。本工法は小型の台車に自動位置制御(AVC)を備えた TIG トーチを取り付け、U リブに開口を設け、リブ内面に台車を挿入し溶融を行う。ビード貫通の補修手順を図-1 に示す。TIG 溶融は不活性ガス中でタングステン電極に発生させたアークにより金属を溶かし形状、欠陥を溶融させる溶接形状改善法である。通常の TIG 溶融の溶け込みは 1 ~ 2 mm 程度であるが、本工法では溶融部に活性フラックスを塗布することにより、最大 8mm 程度の溶け込み量が確保できるため、溶接部に進んだ内部のき裂もその範囲で溶融することが出来る。(写真-1: 内面溶融状況) 溶融部の形状は入熱量に左右され、過大な入熱時には母材が溶けて流下する場合がある。き裂のない溶接部に対して本溶融を行うことにより、ルートからのき裂発生の可能性はほぼなくなると考えられる。き裂貫通部に対しては裏側にき裂のない金属の壁を作ることによって、表面からの溶接、溶融により残存したき裂の除去を行うことが出来る。(写真-2: 外面からの溶接補修状況)



2. 補修試験体の疲労試験

すでに TIG 溶融によるルート再溶融を行った鋼床版試験体の疲労試験を実施しているが¹⁾、今回の試験は、ビード貫通き裂、デッキ貫通タイプき裂を有するデッキ部試験体を作成し(それぞれを B(ead), D(eck)試験体と呼ぶ)、これに対する補修後の疲労強度を確認した。D 試験体はデッキ方向に未貫通であるが両溶接線に深さ 6mm 程度のき裂があることを UT で確認した。両試験体溶接部を内面から TIG 溶融し、その後 B 試験体については外面側をはつり溶接補修を実施した。D 試験体に外面からの溶接補修は実施していない。これらを B', D'試験体とよび疲労載荷実験を行った。ビード貫通、デッキ貫通き裂を発生させる載荷方法を検討した結果、ビード貫通型については、U リブ中央を上下方向に載荷(±25kN)することとし、デッキ側溶接については溶け込みを少なくし外面溶接脚長は 4mm とした。デッキ貫通型については、U リブ中央を下向き載荷

キーワード 鋼床版, U リブ, 溶接補修, TIG 溶融, ロボット

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 虎ノ門 PF ビル (一財)首都高速道路技術センター 03-3578-5765

($P=50\text{kN}$)とし、溶接は75%溶け込みでかつ脚長を6mmと大きくした。ソリッド要素でモデル化したデッキ-Uリブ溶接部のFEM解析により、き裂発生位置の応力範囲はD試験体ではデッキ進展き裂とほぼ直交する方向で570MPa、B試験体では上向き荷重ピーク時で、主応力方向はビードき裂に直交し約200MPaとなった。この荷重法は実際の交通荷重とは異なる。又、上向きに荷重するため、デッキ上に200mm四方、厚さ32mmの荷重板ボルトで固定して荷重したが、実橋に比べデッキ側溶接止端に対して厳しい条件となった可能性がある。試験体と試験方法を図-2に示す。ビード止端から5mmの位置のデッキ側2点、トラフ内面側で荷重ピーク時の応力を計測した。試験結果を表-1に示す。疲労破壊したD試験体の断面マクロを写真-4に示す。き裂は内面溶融部の凹み底部から発生しているが、溶融後の形状、割れ等により影響を受ける。特に溶融による硬化が懸念されたがビッカース硬度を測定した結果、母材の硬度166に対し溶融部の硬度は201~225であった。これはCO2溶接部のHAZ部での244に比べても低く、問題にはならないと考えられる。

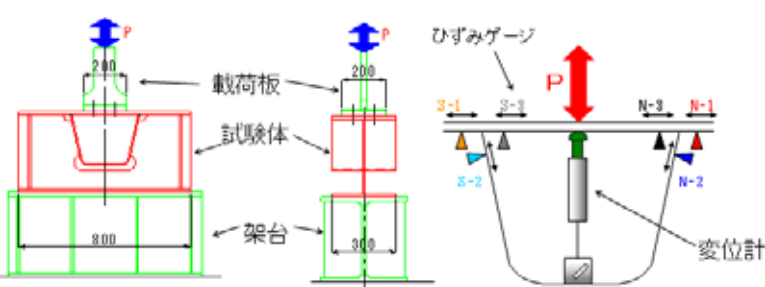


図-2 疲労試験荷重方法



写真-3 疲労試験状況

試験体	荷重回数 (万回)	きず位置	きず寸法	応力範囲	
				リブ応力	デッキ応力
B	205	ビード貫通	40+20	38MPa	99MPa
B	424	デッキ側止端から デッキ貫通	80+220	78MPa	103MPa
D	455	デッキ側(未貫通)	50+80, 0+60	45MPa	106MPa
D	1427	デッキ側止端から デッキ貫通	70+80	36MPa	77MPa

表-1 疲労試験結果

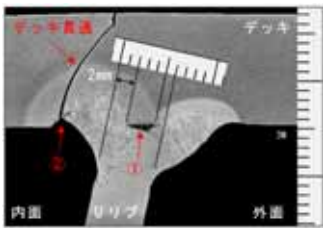


写真-4 D 試験体破壊状況

3. SFRC 試験体への TIG 溶融施工の影響

鋼床版に対する SFRC 施工においてデッキと SFRC の接合に接着剤を用いる場合、TIG 溶融により接着剤が炭化し接着力は失われる。溶融熱による影響調査のために、SFRC 試験体の下面より U リブの片側の溶接線の溶融を行い、溶接線直上、溶融部より175mm、310mmでの温度上昇と付着力低下を測定した。写真-3にデッキ上面での付着力試験状況を示す。付着力試験は右側は一般的な建研式、左側はつかみ試験で実施した。双方の値に多少の相違があるが、結果を図-4に示す。デッキ温度については、溶融直上での最高温度は620℃、SFRC 上面では66℃、Uリブ外面では330℃に達した。所要接着強度は1.2kN/mm²であり、125mm離れではこれを満足する。補間すれば60mm以内は所要値を下回る可能性がある。今後 TIG 溶融を行った試験体の輪荷重試験を行い、耐久性への影響を評価する計画である。

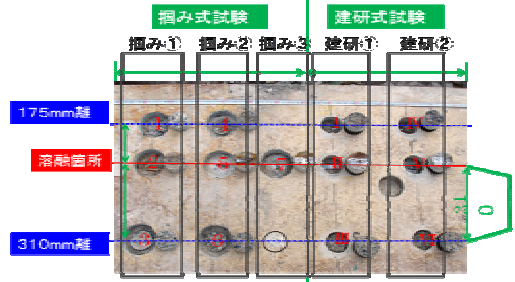


写真-3 付着力試験状況

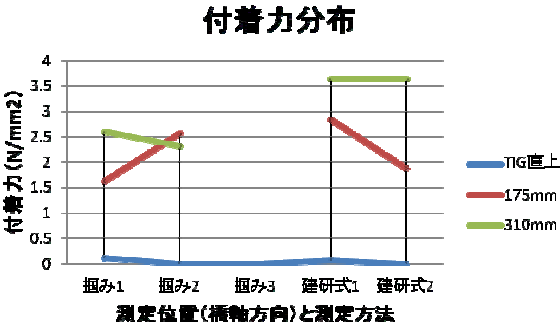


図-4 付着力の分布

参考文献 1)土木学会第67回年次講演会(H24年9月), -300, 鋼床版の溶接補修工法の開発, 村野, 小西他