

既設鋼床版 U リブ溶接部に対する TIG 溶接の適用性検討

(財) 阪神高速道路管理技術センター 正会員 ○丹波 寛夫 正会員 迫田 治行
 阪神高速道路(株) 正会員 関上 直浩 正会員 杉山 裕樹
 (株) ワイ・シー・イー 正会員 平嶋 健太郎

1. 目的

近年、鋼床版橋においてデッキプレートと閉断面リブ(以下、U リブという)との溶接部ののど厚を貫通する疲労き裂が多数確認されている。図-1のうち、①ビード上き裂の補修・補強対策として、手溶接による補修工法が採用されている¹⁾。しかし、手溶接による補修方法は75%の溶込み深さを確実に確保することが困難である。ここでは、全姿勢溶接が可能で手溶接に比べて高品質溶接であるとされている TIG 溶接による補修溶接の実用化を目的に、室内溶接施工実験を実施した。

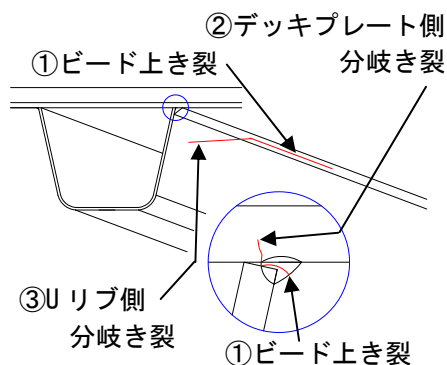


図-1 U リブの疲労損傷

2. 室内溶接施工実験

室内溶接施工実験の供試体枠および供試体の概略図を図-2に示す。供試体枠はデッキ下面が1,800mmの高さになるよう調整し、供試体枠に供試体2体を設置して溶接施工を実施した。

供試体は、既設橋において一般的な形状のデッキ厚12mm、U リブ厚6mmとした。供試体の溶接ビード寸法は、現況調査結果に基づき脚長5mm、溶込み深さ2mmとなるように、予備実験にて溶接条件を決定した。ルートギャップ量は0mmを基本とし、U リブ溶接時の組立誤差を想定したルートギャップ量2mmモデルや横リブ交差部モデルも製作した。補修溶接はTIG溶接により10溶接線について実施し、溶接範囲は350mm(片側50mmずつの遷移区間を含む)とした。

室内溶接施工実験の施工手順フローを図-3に示す。同図にはU リブの片側1溶接線(L=350mm)の各作業に要した時間を併記しているが、全体作業時間はおよそ3時間であった。

室内溶接施工実験では、75%の溶込み深さを確保し、裏抜けが生じないような最適な開先加工形状と溶接施工法を確立することを目的としている。そのため、これらの要因に最も影響すると考えられる U リブ開先深さ f の目標範囲を 3.5~4.0mm, 4.0~5.0mm, 4.5~5.0mm の3水準に設定し、補修溶接とマクロ試験を繰返して、最適な溶接条件を検索した。開先加工形状は、専用のゲージで確認するとともに、印象材を用いて出来形分布を調査した。



写真-1 TIG 溶接状況

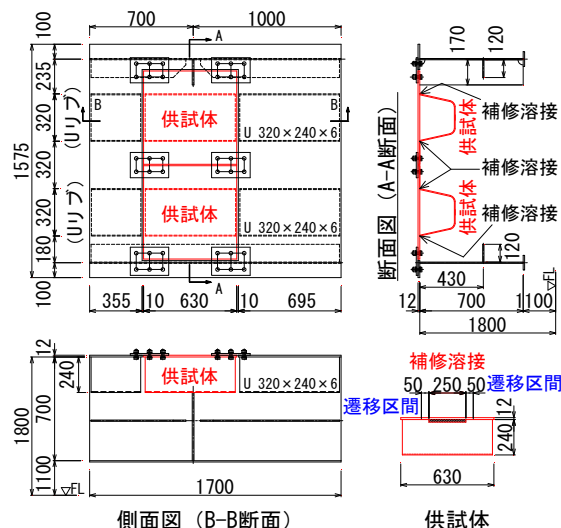


図-2 供試体枠および供試体概略図

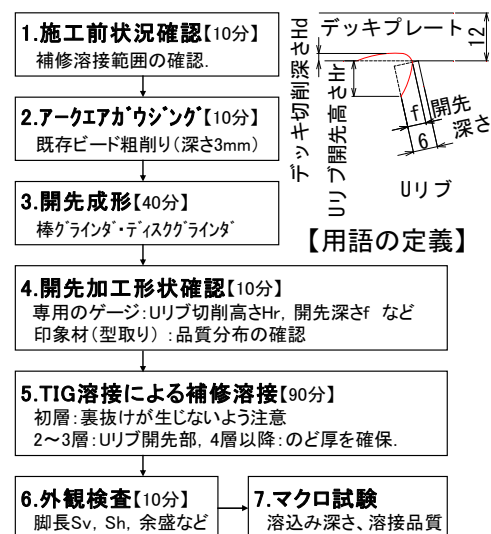


図-3 施工手順フロー図

キーワード 補修溶接, TIG 溶接, 閉断面リブ, 開先形状, 溶込み深さ

連絡先 〒541-0054 大阪市中央区南本町 4-5-7 (財)阪神高速道路管理技術センター TEL 06-6244-6034

3. 実験結果

(1) 開先加工形状：開先形状は溶接施工性を配慮して上凸のレ型開先とした．印象材を用いた型取り結果の一例を図－4に示す．専用ゲージにより確認を行ったが，開先形状にばらつきがみられた．また，裏抜けを生じないように切削過多を避けたため，全体的に開先深さfは目標範囲よりも小さくなる傾向が生じていた．

(2) 溶接施工：TIG 溶接の施工条件の一例を表－1に，開先形状および積層法の一部を図－5に示す．初層の溶接は，ワイヤ径 2.0mm を使用し，電流を 160A として溶接入熱量を小さくすることで裏抜けが生じないようにした．2,3 層は電流を 180A，ワイヤ径 2.4mm とし U リブ開先部を施工した．4 層以降は電流 160A，ワイヤ径 2.4mm とし，のど厚を確保するための溶接を実施した．

TIG 溶接完了後のビード外観を写真－2に示す．写真から，TIG 溶接によるウィービング跡が見て取れる．なお，止端仕上げは実施していないが，これはマクロ試験で断面寸法を確認するためである．

溶接施工の結果，開先深さ f が 3.5mm を下回る場合に溶込み不足が生じ，開先深さ f が 5.0mm をこえる場合に裏抜け(写真－3)が生じる傾向であった．溶接法による初層溶接の溶込み量にもよるが，開先深さ f は 4.0～5.0mm とするのがよいと考えられる．また，ルートギャップ量が 2mm 以下であれば，ウィービング幅を広げることにより溶接が可能であった．

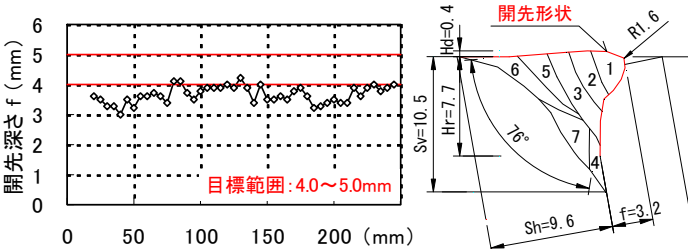
(3) マクロ試験結果：補修溶接前後のマクロ試験結果の一例を写真－4に示す．補修溶接を実施することにより，実のど厚が 4.0mm から 8.2mm に，溶込み率が 33% (=2.0/6.0) から 75% (=4.5/6.0) に改善されていることがわかる．ルート部の初層溶込み量は U リブ板厚方向に 1.3mm (3.2→4.5mm) であった．また，補修溶接内に欠陥は確認されなかった．

4. まとめ

TIG 溶接による室内溶接施工実験から得られた知見を以下にまとめる．

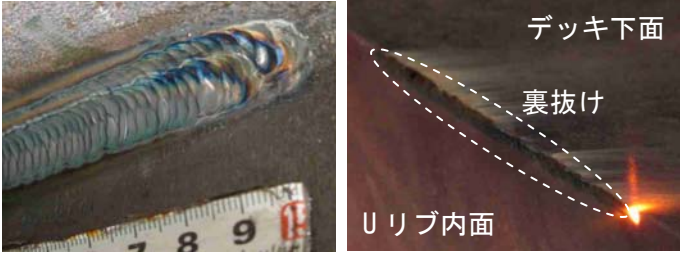
- ① 開先深さを 4.0～4.5mm，脚長 8.0mm 以上を満足させることにより，初層溶込み量のばらつきを考慮しても U リブ溶込み率 75%，のど厚 8mm 程度を満足することができると考える．
- ② 開先深さが 5.0mm を超える場合，初層溶接時に裏抜けが発生しやすい．補修現場では裏波ビード形状を確認できないため，開先深さの管理に注意を要する．
- ③ 今回の開先成形はすべて同一の作業員にて実施したが，開先形状にばらつきがみられる．これに加え，作業員によるばらつきも考えられるため，今後はより安定した開先加工精度を確保する手法が望まれる．
- ④ 主桁ウェブや水平補剛材による狭隘部や横リブ交差部などでは，開先加工精度および溶接作業性が低下する．一定の溶接品質を確保するため，現場従事者には技量訓練を兼ねた施工試験を事前に実施することが必要であると考ええる．

参考文献： 1) 川上，高田，坂野：鋼床版の疲労損傷に対する溶接を用いた補修補強工法に関する検討，鋼構造年次論文報告集，第 15 巻，2007 年 11 月

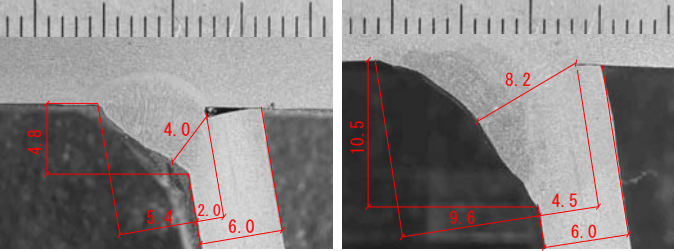


図－4 開先加工図の一例 図－5 積層法の一部
表－1 TIG 溶接の施工条件の一例

パス	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	熱量 (J/cm)	ワイヤ径 φ (mm)	備考
1	160	20	8.3	23040	φ 2.0mm	・溶接材料：TGS-50 ・シールドガス：アルゴン100% ・ガス流量：10ℓ/min
2	180	20	7.1	30240	φ 2.4mm	
3	180	20	7.1	30240	φ 2.4mm	
4	160	20	6.3	30720	φ 2.4mm	
5	160	20	8.3	23040	φ 2.4mm	
6	160	20	8.3	23040	φ 2.4mm	
7	160	20	8.3	23040	φ 2.4mm	



写真－2 ビード外観 写真－3 裏抜け状況



(a) 補修溶接前 (b) 補修溶接後
写真－4 マクロ試験結果の一例