

垂直補剛材溶接部の疲労き裂に対する溶接補修検討

首都高速道路株式会社	正会員	○上坂	健一郎
首都高速道路株式会社	正会員	峯村	智也
首都高速道路株式会社	正会員	佐藤	歩

1. 背景

首都高速では、鋼 I 桁橋に数多くの疲労き裂が発見されてきているが、主な損傷の一つに主桁上フランジと垂直補剛材の溶接部に発生するものがある。この疲労き裂に対して、切削除去を試みたところき裂がルートまで達しているものが多く、溶接断面を観察すると小さな内在き裂が存在していたため、試験的に溶接ビードを除去した(図-1)。その後追跡調査を行ったところ、溶接ビードを除去した箇所において、新たに主桁ウェブと主桁上フランジの溶接部(以下、首溶接部)からき裂が発生していることが確認された。(図-2)

供用下における現場溶接補修は、振動下であり、かつ狭隘箇所であるため避けてきたが、ボルト接合等による補強が困難なため、今回、現場溶接による補修の可能性を検討した。



図-1 全周溶接ビード除去状況

2. き裂発生位置と損傷原因

き裂発生箇所を図-3 に示し、損傷原因について以下に記す。

(1) 垂直補剛材上端部

垂直補剛材上端部の損傷原因は、RC床版のたわみ変形と横桁(対傾構)の荷重分配作用に伴う二次応力による局部応力集中であり、首都高速においては対傾構取合い部の垂直補剛材に多いという傾向がある。対傾構の上弦材に拘束されるため、垂直補剛材上端部の局部応力が増大するためと考えられる。

(2) 首溶接部

首溶接部の損傷原因は、垂直補剛材上端部の溶接ビードを除去したことにより、主桁上フランジから垂直補剛材への応力伝達がなくなり、RC床版のたわみ変形を首溶接部が直接的に受けるためと考えられる。

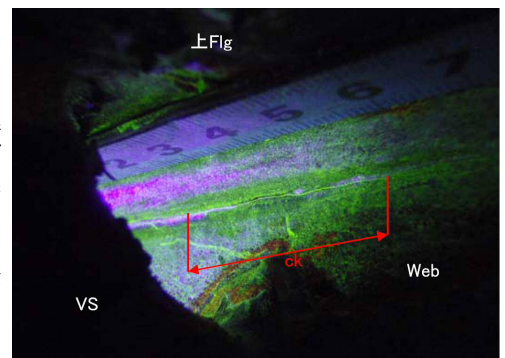


図-2 首溶接部疲労き裂発生状況

3. 溶接補修方法

(1) 垂直補剛材上端部

垂直補剛材上端部は、完全溶込み溶接を行うこととした。図-4 に示す通り、ルートギャップ量と首溶接部のき裂有無により溶接補修方法を決定した。

- ・施工区分Ⅰ: 垂直補剛材上端部のルートギャップ量が5mm未満の場合に適用し、溶接補修を行う(図-5)。
- ・施工区分Ⅱ: 垂直補剛材上端部のルートギャップ量が5~8mmの場合に適用し、裏当て材を用いて溶接補修を行う。

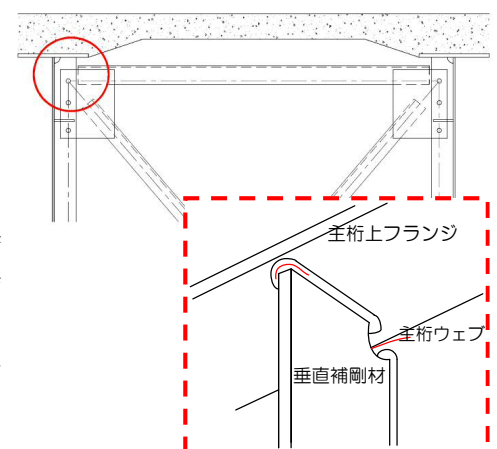


図-3 首溶接部疲労き裂発生状況

キーワード 疲労き裂, 鋼橋, 鋼 I 桁, 溶接補修

連絡先 〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-16-3 首都高速道路株式会社 TEL 03-3264-8521

・施工区分Ⅲ：垂直補剛材上端部のルートギャップ量が8mm以上の場合に適用し、既設部材を切断撤去して新たな垂直補剛材を取り付け、溶接補修を行う（図-6）。また、同箇所にも首溶接部のき裂が発生している場合にも、首溶接部補修時の施工性を考慮し、施工区分Ⅲを適用する。

(2) 首溶接部

首溶接部は完全溶込み溶接により、き裂を埋め戻すこととした。溶接補修の施工方法としては、図-7のように遷移区間を設ける方法とした。

4. 溶接施工試験

補修方法の妥当性、溶接条件の確認、溶接技術者の技量試験を兼ねた室内施工試験及び振動下での作業性確認を目的とした現場溶接施工試験を実施した。溶接条件を表-1に示す。

試験の結果、首溶接部、施工区分Ⅰ、Ⅱについては概ね良好であった。しかし、施工区分Ⅲの現場溶接施工試験において、下辺側の突合せ溶接部内部にUTにてL検出レベルを超える欠陥が生じた。また、3辺溶接となることから主桁ウェブの変形がみられ、残留応力による疲労耐久性の低下が懸念された。そのため施工区分Ⅲは、図-8に示す通り、補修方法の改良を行った。主桁ウェブと新設垂直補剛材の溶接部及び新設垂直補剛材と既設垂直補剛材の溶接部をボルト接合に変更した。

5. まとめ

疲労き裂に対する現場溶接の適用を極力避けてきたが、今回垂直補剛材上端部の溶接部及び首溶接部の現場溶接補修を実施するため、室内・現場施工試験により、溶接条件、作業性、補修方法の確認をした。

現在、本施工試験結果を受け、現場溶接補修を実施しているところである。

表-1 溶接条件

溶接方法			被覆アーク溶接を用いた手溶接
溶接材料			低水素系 D5016
溶接条件	電流(A)		125
	電圧(V)		40
	速度(mm/min)		120
	入熱量(J)		2500
予熱			80℃
直後熱			250℃程度 30分程度
開先寸法	垂直補剛材	先行	開先深さ 8mm 開先角度45°
		後行	
	首溶接	先行	開先深さ 2t/3mm 開先角度60°
		後行	開先深さ t/2mm 開先角度60°

参考文献

1) 道路橋示方書・同解説Ⅰ 共通編Ⅱ 鋼橋編, (社)日本道路協会, 平成14年3月
2) 鋼橋の疲労, (社)日本道路協会, 平成9年5月
3) 鋼道路橋の疲労設計指針, (社)日本道路協会, 平成14年9月
4) 供用下にある鋼構造物の溶接施工指針(案), 日本鋼構造協会, 平成5年2月
5) 現場溶接施工管理の手引き, (社)日本橋梁建設協会, 平成17年3月
6) 溶接技術の基礎, (社)溶接学会, 平成10年3月

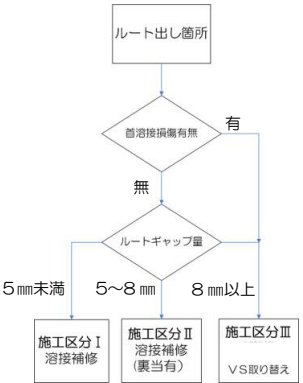


図-4 上端部溶接補修選定フロー

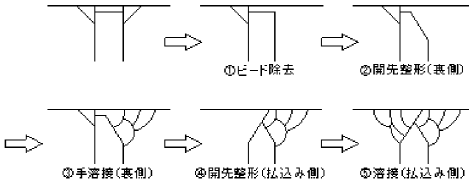


図-5 溶接補修(施工区分Ⅰ)

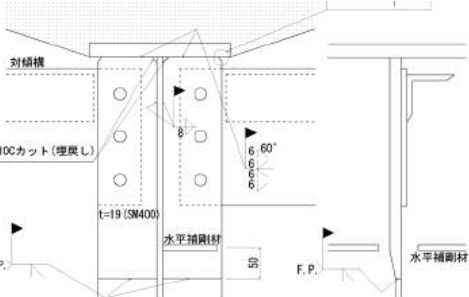


図-6 溶接補修(施工区分Ⅲ)

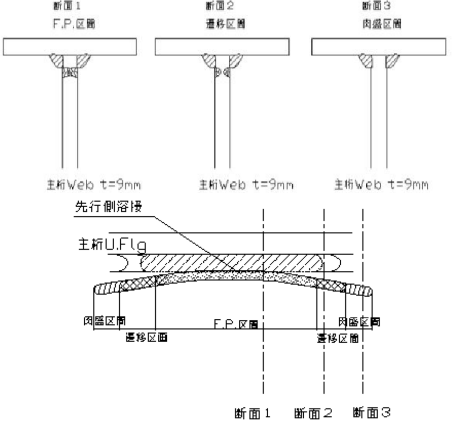


図-7 首溶接部溶接補修

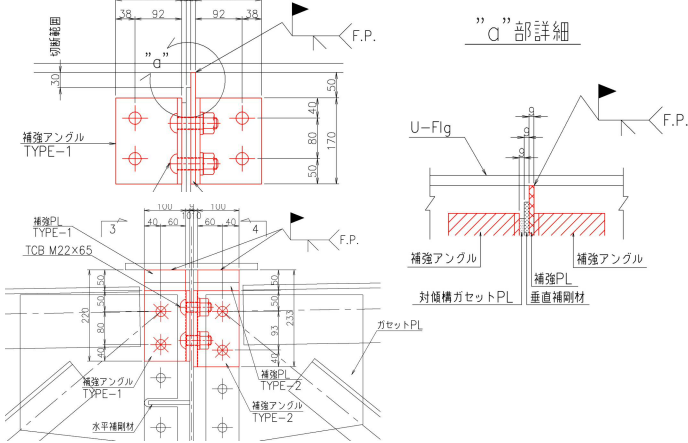


図-8 溶接補修(施工区分Ⅲ')