

き裂形状の三次元データ可視化により情報共有された鋼橋補修工事事例

高田機工(株) 正会員 ○永木 勇人、鷹羽 新二、非会員 二葉 悟

1. はじめに

補修・補強工事における事前点検データは、実施計画の立案および損傷状況の確認に必要な基礎資料となる。特に疲労き裂性状は写真や寸法などの二次元情報で記録されているが、三次元データ化することで、より詳細かつ確実に損傷情報を統一化・共有化できる。つまり、前記を基本データとして損傷への補修・補強設計を進行させ、進捗に応じた切削・部材付加などのイメージデータを作成することができる。本報告は現地の状況調査および補修前非破壊検査を踏まえて、き裂寸法・形状の同定を行い、詳細な補修・補強計画を立案し、現場施工を実施した経緯について技術的観点から記したものである。

2. 対象の橋梁概要

本橋は図1に示すように、1971年に竣工した鋼単純合成箱桁(斜角右70°、橋長63.2m)である。疲労き裂は写真1に示すように左岸支承ソールプレート支間側直上にある上下フランジとウェブの溶接部に発生していた。なお、左岸ピボット固定支承は経年劣化で回転機能を失っており、溶接部に過大な繰り返し応力を発生させたことがき裂発生の原因と考えられた。

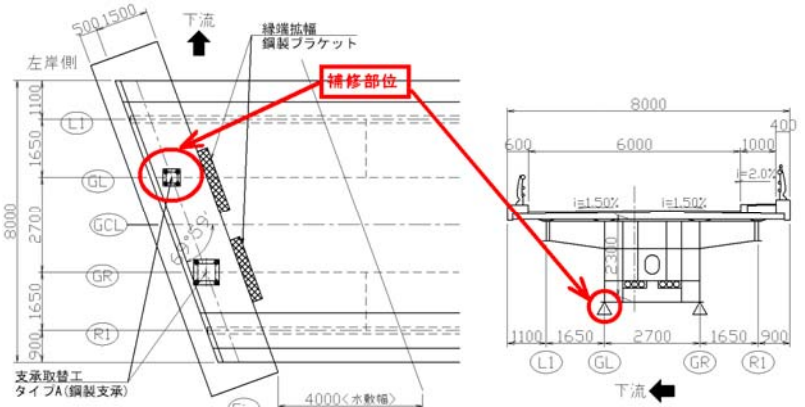
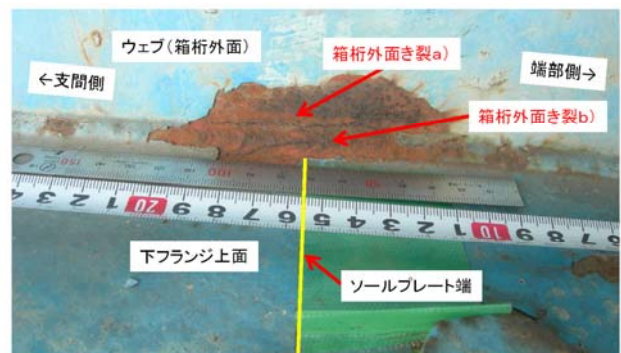


図1 対象橋梁の平面図(一部)および断面図



a) 疲労き裂発生部 周辺



b) 疲労き裂発生部 詳細

写真1 疲労き裂発生箇所の補修前詳細

3. 検討概要

き裂長さは目視で最大100mmほどであり、疲労き裂進展が加速期であると判断されたため、磁粉探傷試験およびレプリカ法を用い、き裂性状の詳細調査を行った。レプリカ法にはき裂内部まで浸透し転写する速硬化性の2液性シリコンを使用した。転写したレプリカは現場から持ち帰り、レーザースキャン技術を用いて三次元計測を行った。図2に示すように三次元CADデータを作成し、仮想的にき裂形状を「見える化」した。これにより、設計、技術、現場作業の各部門が統一したイメージのもとで、補修作業を進行させることができた。

これらの調査の結果、写真1b)および図2に示すように表面の最大き裂長さは155mmで、下フランジ上面に進展した箱桁外面き裂a)や、下フランジ溶接止端部から溶接部中央に進展した箱桁外面き裂b)が確認され、特に後者の場合、ルートき裂による下フランジへの内部き裂進展が危惧された。

キーワード 疲労き裂、補修、橋梁支承、三次元データ可視化、レプリカ

連絡先 〒649-0111 和歌山県海南市下津町方 1375-1 Tel:073-492-4971



図2 三次元データ可視化によるき裂の形状表現

4. き裂除去と補修方法

き裂の形状および寸法を前項の方法で確定後、き裂除去作業を行った。除去作業は超硬バーを用い、き裂およびその近傍の溶着金属・母材を切削し、ウェブにストップホール（φ25）を作成した。また、き裂の完全除去を確認するため、目視だけでなく磁粉探傷試験およびマクロ試験を行い、微細なき裂の有無を確認しながら作業した。

写真2に示すように箱桁外面き裂b)の溶接部を除去したところ、下フランジ上面にき裂が確認されたため、下フランジ鋼材部に対して、さらに深さ3mmのすり鉢状の切削を行った。また、マクロ試験より、溶接部は竣工図面では脚長6mmすみ肉溶接であったが、写真3に示すように部分溶け込み溶接（板厚13mm、K形開先深さ4mm）であることを確認し、ストップホール部のルートフェイス部からき裂が発生していないことを確認した。

写真4にき裂除去後の全景を示す。き裂除去後は、写真5に示すように補強部材を高力ボルトで摩擦接合した。なお、補強部材にはソールプレート端部直上に補剛材を追加し、局部応力の低減を図った。

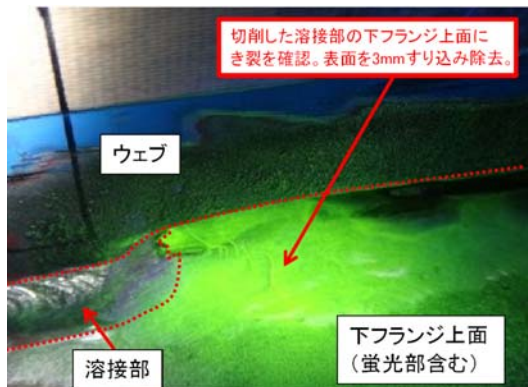


写真2 下フランジに進展した内部き裂

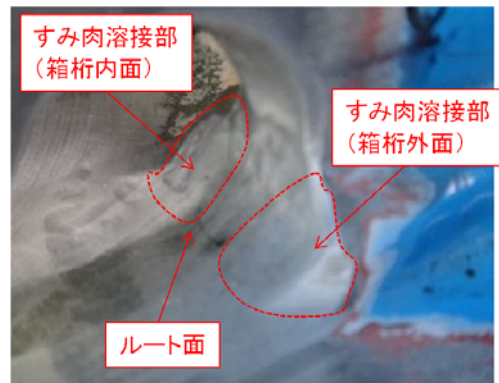


写真3 ストップホール部のルートフェイス



写真4 き裂除去全景



写真5 補強部材取り付け状況

5. まとめ

本補修は鋼橋の疲労き裂補修の一例であり、一定の補強効果を得られたと考えられる。また、疲労き裂補修部の三次元データ可視化によって、現場でしか確認できない損傷状況を詳細な三次元形状情報として関係各部署で共有化することができた。本事例が、今後の橋梁点検・診断に適用され、より適切な補修・補強につながることを期待する。