

国道8号金山橋における橋梁補修事例

児玉 優一¹

¹近畿地方整備局 福井河川国道事務所 道路管理課 (〒918-8015福井県福井市花堂南2-14-7)。

第一次緊急輸送道路に指定されている一般国道8号の金山橋において、主桁の断面欠損部の切断、補修を、橋梁下面のジャッキアップにより、現道を規制することなく、施工を行った。施工に際して、橋梁ドクターの診断を受け、設計、施工に反映させることで、安全性に配慮し、交通渋滞を解消することができた。

キーワード 腐食、疲労、交通供用下での施工

1. はじめに

橋梁は、道路施設の中でも特に重要度の高い構造物であり、近年の交通量の増大や車両の大型化による繰り返し荷重を受ける等、厳しい環境下におかれている。高度成長期より急速に整備されてから40年以上を経過し、変状の発生が見受けられることから、良好な状態に維持管理することが求められている。

福井河川国道事務所管内では、1950年代半ば～1970年代半ば（昭和30年代～昭和40年代）をピークに建設された350橋の橋梁を管理している。限られた予算の中で、点検等により損傷を早期に発見し、補修対策を行い、長寿命化を図る等、適切な維持管理が極めて重要となっている。

金山橋は、福井県あわら市熊坂に1961年に建設された鋼単純非合成鈹桁橋で、過去に補強工、耐震対策工、補修工などが施され、建設後約48年経過している橋梁である。

2004年度の橋梁点検結果に基づいて、2009年度に補修工事を発注したが、主桁の損傷が腐食により進行しており、他の箇所への影響が懸念された。このため、磁粉探傷試験（以下、MT検査という）を行い、橋梁ドクターの現場診断を受け、その結果を踏まえた補修対策を工事に反映させた。

本稿では、発注者、橋梁ドクター、施工業者が連携して補修を成し遂げた施工プロセスを報告する。

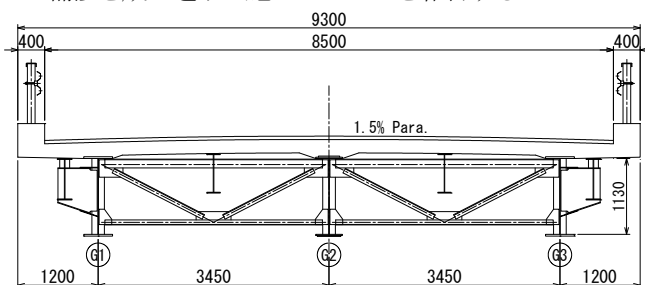


図-1 断面図

2. 橋梁概要

(1) 橋梁諸元

橋梁形式：鋼単純非合成鈹桁橋

橋長：16.5m

斜角：左32°

幅員：全幅9.3m、有効幅員8.5m（図-1参照）

建設年次：1961年3月

橋梁等級：1等橋

適用基準：1956年（昭和31年）鋼道路橋設計示方書

利用状況：交通量9,593台/12h（大型車混入率36.9%）

大型車交通量3,540台/12h

(2) 維持管理の履歴

a) 補強工

建設当時の床版支間が3.45mと広いため、床版補強工である縦桁増設工（横桁増設を含む）が1976年に施工されている。（以下、増設された縦桁、横桁を、それぞれ増設縦桁、増設横桁という。）

他に、1978年に基礎補強工（フーチング拡幅）が施工されている。

b) 耐震対策工

1983年に沓移動制限工、1988年にリンク式移動制限工が施工されている。

c) 補修工

1971年、1986年、2005年に伸縮装置取替工が施工され、建設後10～20年の間隔で取替工事が3回実施されている。

1988年に地覆取替工が施工されている。

2001～2004年頃に支承取替工・床版断面修復工・ひび割れ注入による橋台補修工が施工されており、2004年には塗装塗替工も施工されている。

2005年には、舗装切削オーバーレイと合せて橋面防水工が施工されている。

(3) 構造的特徴と損傷概要

本橋は斜角の厳しい橋梁であり、斜角の影響によるねじれ変形に起因する「主桁、増設縦桁と床版の界面乖離」、「伸縮装置の損傷と桁端からの漏水」、「桁端からの漏水による鋼桁の腐食」等が特徴として挙げられる。

主桁、増設縦桁と床版の界面乖離が数箇所確認されているが、各箇所の長さが1.5m程度であり、現状の交通供用に影響を及ぼすものではない。

桁端部には、漏水が原因と考えられる腐食、断面欠損が確認されており、支承部直上の重要な部材であるため、速やかな対策が必要である。

3. 損傷状況と対策検討

(1) 損傷状況

本工事で補修対象とした主な損傷箇所を図-2に示す。

- ①腐食による主桁の断面欠損(欠損面積:0.3m×0.2m)
- ②端横桁の亀裂(2箇所:15cm程度、5cm程度)

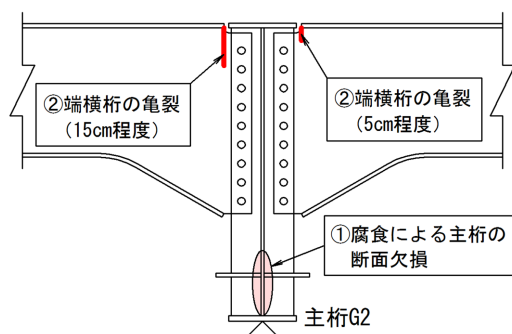
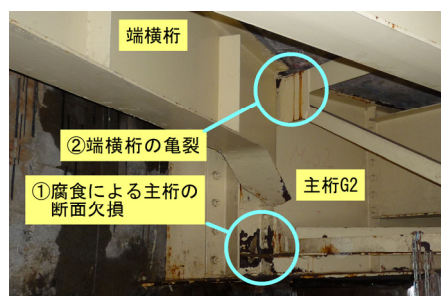


図-2 主な損傷箇所



損傷状況写真



図-3 ①の拡大



図-4 ②の拡大

①の主桁の断面欠損は、主桁G2の支承部直上に生じたもので、2004年度の橋梁点検時より拡大し、0.3m×0.2m程度となっていた。これは、桁端からの漏水により腐食が進行したものと考えられる(図-3参照)。

②の端横桁の亀裂は、主桁との添接部付近の上フランジ側に生じたもので、主桁の断面欠損に起因すると考えられる(図-4参照)。

(2) 対策検討

主桁の断面欠損が他の箇所へ影響していることが懸念されたため、図-5に示す補修対策フローで検討を行い、対策を実施する方針とした。

対策検討として、塗膜割れが生じている箇所を対象にMT検査を実施した。MT検査の結果、主桁の断面欠損に起因すると考えられる損傷は確認されなかった。

一方、国道8号は主要幹線道路で交通量が多く、付近に適切な迂回路が存在しないため、交通供用下で工事を実施する必要があった。交通供用下で工事を実施すること、主桁の断面欠損が拡大していることから、対策を施すために、橋梁に関する高度な知識、橋梁の維持管理全般に対する幅広い見識、及び損傷の対策に関する専門的な知識と経験が求められる。

このため、橋梁ドクターによる診断を求め、その結果を踏まえた補修対策を立案し、工事に反映させることとした。

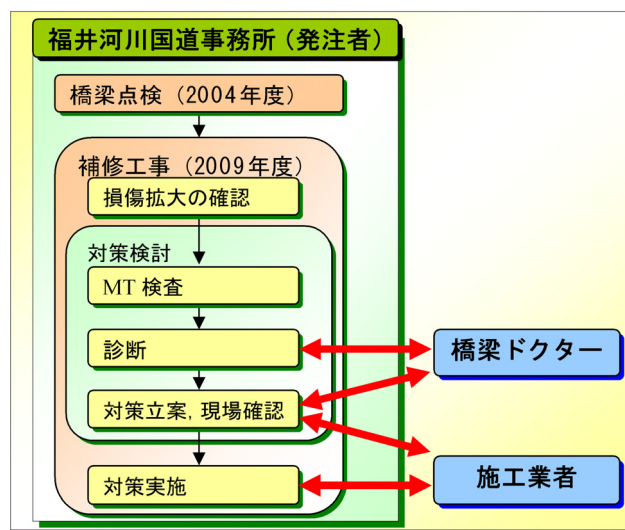


図-5 補修対策フロー

4. 橋梁ドクターの診断

橋梁ドクターの現場診断により、当初設計に対して以下の診断結果を得た。

- ①交通供用下で主桁の断面欠損部を切断撤去する際には、補強部材により剛性を確保する必要がある。面外に座屈することが懸念されるため、隣接桁と繋ぎ材で固定することが望ましい。
- ②主桁の断面欠損に伴う端横桁の曲げ変形が亀裂の要因と考えられるため、主桁の補修により要因を除去し、亀裂先端にストップホール(φ20~22mm程度)を設ける対策でよいと考えられるが、経過観察により亀裂進行が止まったことを確認する必要がある。
- ③桁端部からの漏水対策が不十分であり、腐食が進行するため、水切り等による漏水対策が重要である。

5. 診断結果を踏まえた補修対策

(1) 腐食による主桁の断面欠損

支承へ反力を伝達する重要部材の欠損であるため、損傷部を切断し、工場製作した取替部材を現場接合する工法で補修を行った（図-7～9参照）。

橋梁の重要部材を切断撤去して取替えることから、安全な工事を行うためには交通を規制することが一般的であるが、交通供用下で工事を実施するために、橋梁ドクターからの診断に基づき以下の対策を施した。

- ①切断撤去部には主桁下フランジを含むため、ジャッキアップ時に下フランジの機能を担う部材として、図-7に示す桁端補強部材（山形鋼）を取付けた。
- ②面外に座屈することが懸念されるため、図-6,8に示す繋ぎ材で隣接桁と固定し、座屈の防止を図った。
- ③部材撤去時には反力の伝達が出来ないため、図-6に示す主桁・端横桁の3箇所をジャッキで受け、反力を下部工に伝達するとともに、補修部周辺の応力を解放した。
- ④使用するジャッキは、支承反力が60tonであることから、不均等荷重を見込んで75tonジャッキを選定した。ジャッキアップ部は荷重集中点となるため、図-7に示すジャッキアップ部補剛材を取付けて、ジャッキアップ時反力に対する補強を行った。
- ⑤ジャッキアップ量は、交通供用に支障が生じないように配慮し2mm程度とした。

(2) 端横桁の亀裂

端横桁の主桁との添接部付近の上フランジ側に生じた2箇所の亀裂は、長さ15cm程度と5cm程度である。横桁上面は床版が打ち下ろしとなっており、横桁の取り替えが困難であるが、主桁の断面欠損部の補修により、亀裂の発生要因を除去できると考えられるため、ストップホール（φ20mm）を設け、経過観察するものとした。

(3) 桁端からの漏水による腐食

斜角の厳しい橋梁は、ねじれの影響を強く受け、漏水が生じやすい。本橋では、桁端の地覆、伸縮装置からの漏水により腐食が進行していた。

このため、施工業者との連携により、現場状況に合わせて、以下の対策を施した。

a) 桁端部の水切り

斜角によるねじれの影響を強く受け、主桁、増設縦桁と床版の界面乖離が生じており、桁端部からの漏水が浸透し、腐食が進行していた。

桁端部に新たに水切りを設置し、桁端からの水の浸透伝達を遮断することで、腐食の進行を防止する対策を施した。

水切りは後施工が容易な図-10に示すポリウレタン製のものを選定した。

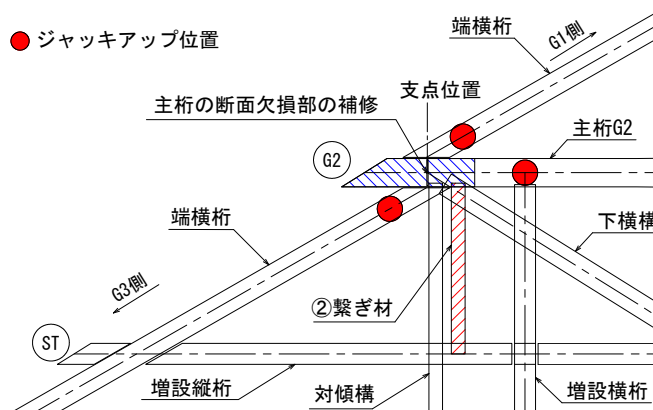


図-6 主桁G2のA1橋台付近平面配置図

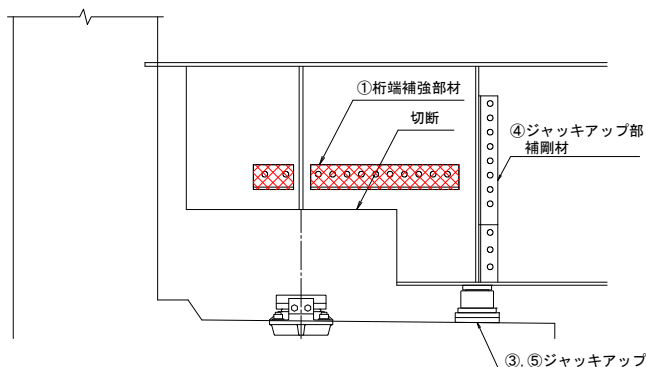


図-7 主桁切断撤去時側面図

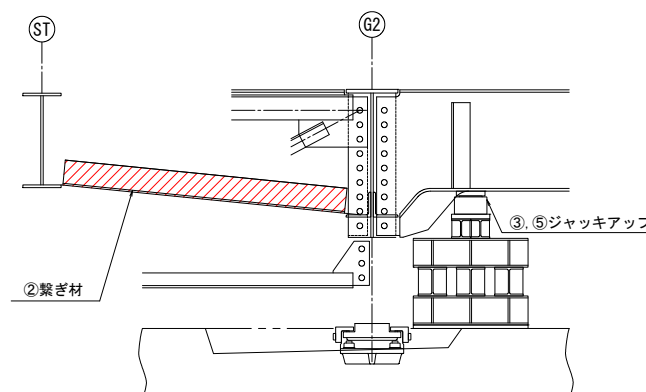


図-8 主桁切断撤去時断面図

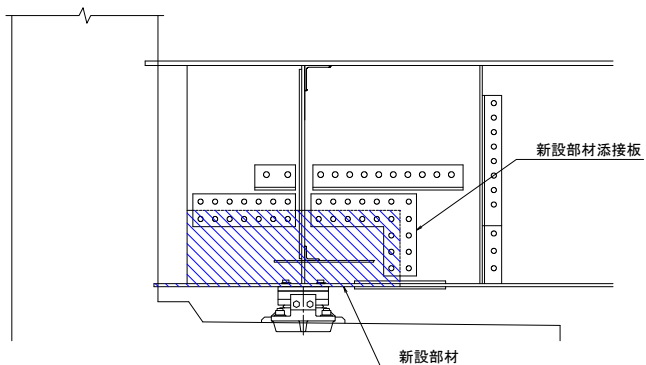


図-9 補修完了時側面図

b) 橋台パラペット部の漏水対策

水切りの設置と併せて、橋台パラペット部に樋を設けることを検討したが、現場状況が狭隘であり、樋を固定するスペースが確保できないことから、図-11に示す水切りを樋の代替として設置し、桁端部の水切りから落ちる水を橋座の外側まで導水することとした。

c) 橋座面の排水勾配

橋座面には、モルタルで1%の排水勾配をつけることで、桁端部の水切りと併せて二重の漏水対策を施した（図-12参照）。排水勾配モルタルと沓座モルタルとの干渉に配慮し、最小厚さを薄くできるエポキシ樹脂モルタルの使用を検討したが、現場状況が湿潤となることが多いことを考慮し、湿潤面への施工が可能なポリマーセメントモルタルを採用した。

d) 地覆シール材

地覆の遊間からの漏水対策として、図-13に示すシール材を施した。

6. 結論と今後の課題

(1) 結論

橋梁ドクターからの診断結果を踏まえて、補修対策を立案し、施工業者との連携により現場状況に合わせた対策を実施することができた。

主桁の断面欠損部の補修については、橋梁下面でジャッキで反力を受けることで、現道を規制することなく作業を行い、交通渋滞の解消及び交通安全を配慮したものとなった。

桁端からの漏水については、狭隘な部分の施工性等を考慮し、現場状況に合わせた効果的な対策となった。

(2) 今後の課題

本橋は斜角の厳しい橋梁であり、斜角によるねじれに対して適切な対策を施すことが、長寿命化を図るうえで重要な課題となる。

a) 斜角によるねじれに抵抗する構造

斜角により発生するねじれに抵抗するために、以下の構造について検討を行う。

- ① 上下横構を配置して擬似箱桁とする構造
- ② 増設縦桁の曲げを伝達するために、増設横桁位置で不連続となっている増設縦桁のフランジをボルト接合する構造（図-14参照）

b) 主桁、増設縦桁と床版の界面乖離

ねじれの影響により生じている主桁、増設縦桁と床版の界面乖離に対して、現状の構造のまま主桁、増設縦桁と床版を剛結合すると、主桁、増設縦桁のねじれが床版に悪影響を及ぼすことが懸念される。このため、a)の構造と併せて、増設縦桁と床版を弾性拘束することにより、地震時の床版の移動を防ぐ構造の検討を行う（図-15参照）。主桁については、穿孔に伴う断面欠損の影響が大きいと、適用が難しいと考えられる。

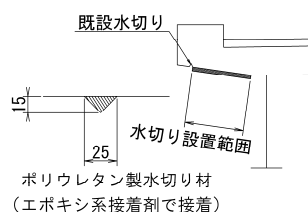


図-10 桁端部の水切り



図-11 桁端部の水切り、橋台パラペット部の漏水対策状況



図-12 橋座面の排水勾配



図-13 地覆シール材

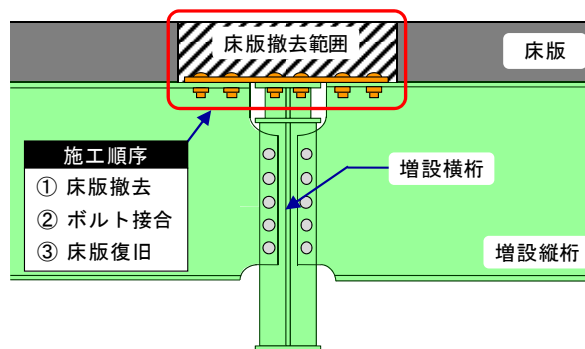


図-14 増設縦桁のボルト接合

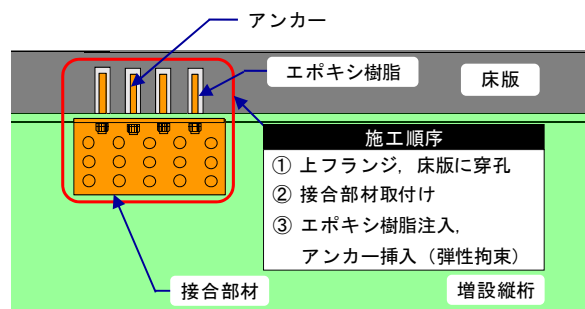


図-15 弾性拘束の構造

7. おわりに

維持管理を行う上で、最も重要なことは、早期に損傷を発見し適切な対策を実施することである。橋梁の損傷には構造特性や周辺環境により様々な事象があるが、桁端部の損傷は多くの橋梁で発生しており、主たる原因は漏水によるものとされている。

漏水対策等、適切な維持管理により損傷の拡大を防ぐことが効率的な維持管理に繋がると考える。

今後も管理している国道の重要性を念頭において、維持管理を実施していく所存である。

謝辞：本工事を遂行するにあたって、橋梁ドクターの北田先生に有意義なご指導を頂いたことを、この場をお借りして心より謝意を申し上げます。