

一般国道2号姫路大橋の疲労亀裂対策について

藤森 海松¹・宮永 達也²

¹近畿地方整備局 姫路河川国道事務所 姫路第二維持出張所 (〒671-0103兵庫県姫路市大塩町宮前7)

²加古川市 建設部 道路建設課 (〒675-8501兵庫県加古川市加古川町北在家2000) .

姫路バイパス姫路大橋において、2018年度(H30)より亀裂あて板補修工事を進めている。姫路大橋は、橋梁定期点検の結果、上下線の合計で約4,000箇所の塗膜割れが確認されている。疲労亀裂は発見された亀裂の進展状況に応じて適切な対策が求められるため、全数調査が原則である。本稿では、亀裂発見後の対策方針について記述する。

キーワード 疲労亀裂、あて板補修工法、ストップホール、予防保全、事後保全

1. 姫路大橋の概要

姫路大橋は、兵庫県姫路市中心部の南側に位置し、一般国道2号姫路バイパスとして二級河川市川に架橋する橋長252mの橋梁である。本橋の上部工形式は単純合成鈹桁橋(6連)であり、本線6車線および側道2車線の上下線分離構造である。いずれも1972年(S47)に竣工され、約47年が経過した橋梁である。

1日の交通量が約12万台、大型車混入率は21%(H27交通センサス)と高い値となっている。



写真-1 橋梁全景

2012年度(H24)の橋梁定期点検の目視の結果、6径間の合計で4000箇所を超える塗膜割れが発見された。

その結果を受け、2013～2015年度(H25～27)に、社

会資本の整備や管理に関わる産学官でつくる「新都市社会技術融合創造研究会」の中の「鋼橋の疲労亀裂調査の効率化に関する研究」プロジェクトの一環として、疲労亀裂調査方法や補修方法等の検討が行われた。

2014年(H26)には試験的に第6径間において磁粉探傷試験(MT)および削り込みを実施して、亀裂の状態を確認し、大きな亀裂がないことを確認した。亀裂が母材に進展するなどの対策を急ぐような状況ではないことが確認できたため、対策を段階的に実施する計画とした。

2016年(H28)11月に行われた「鋼橋の疲労亀裂調査の効率化に関する研究」において、亀裂対処法に新たな知見が加わったことを受け、2017年度(H29)に補修設計の見直しを行い、2018年3月～2019年3月までの1年間、「国道2号姫路大橋(上)他橋梁維持補修工事」(施工:ショーボンド建設株式会社)により本格的な補修事業を開始した。

事業実施計画上の理由により、全対策を、全範囲に対して実施することは困難である。ここでは、橋梁ドクターへのヒアリングを実施し、その結果を踏まえて、有効的な対策となるよう優先順位を検討し、最新の知見に基づく亀裂あて板補修を実施した結果を報告する。

2. 疲労損傷の種類

2013年度(H25)の補修設計において、疲労亀裂を「パターン①～⑩」に整理し、当時の知見に基づいて、疲労亀裂パターン毎に標準化した対策がとられている。

図2に調査対象の損傷パターンを、表1に発見された塗膜割れの内訳を示す。

順位2としては、「パターン①径間部」, 「パターン⑩U (上フランジ)」及び「パターン④~⑧」とし, 「パターン④については, パターン⑤, ⑥, ⑦, ⑩Uの亀裂と複合しているものを優先する。

- ⑤ パターン④のウェブギャップ部で亀裂にあて板補強に向けての訓練を実施する。

(1) 亀裂対策方針

a) 対策順位1

パターン①径間部およびパターン⑩Lを優先順位1とする。

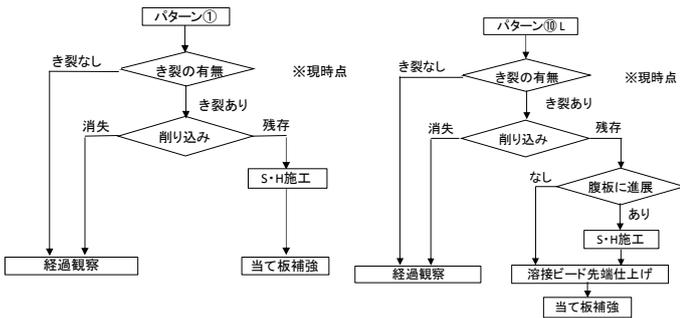


図-2 亀裂対策フロー

b) 対策順位2

パターン①支点部, パターン⑩U およびパターン④~⑧を対策順位2とする。

パターン④についてはパターン⑤, ⑥, ⑦, ⑩Uの亀裂が複合している部分を優先する。

※ 対策順位1の施工に併せて, パターン④のウェブギャップ部で亀裂に対するあて板補強施工に向けて施工者の技能向上訓練を実施する。

(2) あて板補強図

a) パターン①

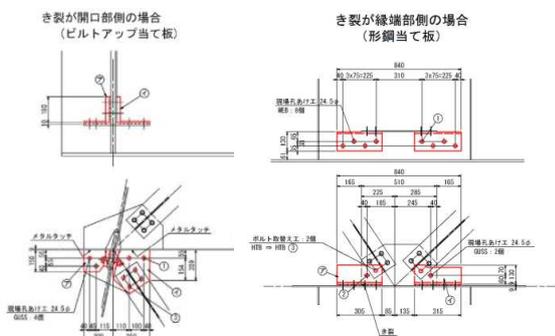


図-2 パターン①のあて板補強図

新都市社会技術融合創造研究会の研究により, 施工性・経済性ともに向上した対策方法であり, これまで施

工されて来た3面補強に比べ, 容易に設置可能な形鋼による補強で, 十分な疲労寿命の改善効果がある。

b) パターン④

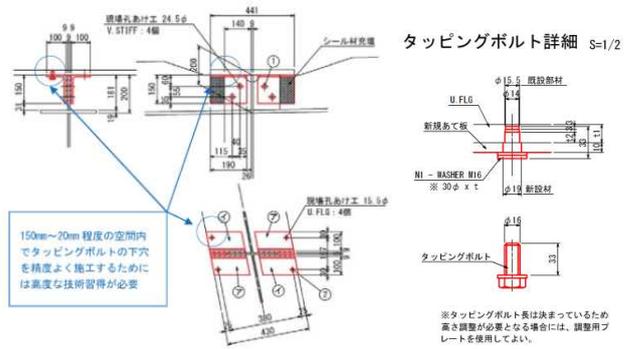


図-3 パターン④のあて板補強図

新都市社会技術融合創造研究会の研究により, これまでの半円切り欠きに比べて, より疲労寿命の改善効果が高い方法が示された。ただし, 施工には高度な技術が必要であり, 橋梁ドクターに相談しながら施工者の技量が向上するよう段階的に実施していく必要がある。

c) パターン⑩

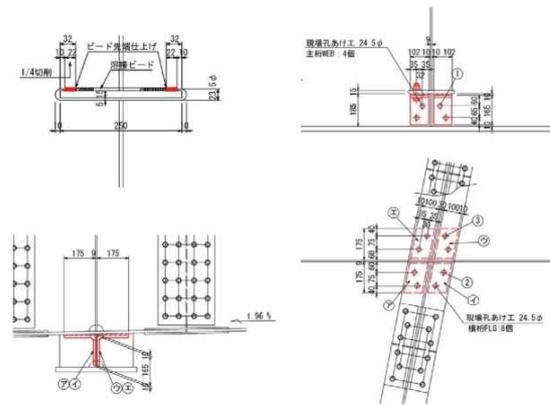


図-4 パターン⑩のあて板補強図

新都市社会技術融合創造研究会の研究により, 施工性・経済性ともに向上した対策方法である。これまでの3面補強と比べ, 容易に設置可能な形鋼による補強で, 十分な疲労寿命の改善効果がある。

4. 国道2号姫路大橋 (上) 他橋梁維持補修工事での対策内容

2018年 (H30) , 国道2号姫路大橋 (上) 他橋梁維持補修工事において, 全ての疲労亀裂について, 2mmの削り込みを実施した。

その結果、783箇所^①の疲労亀裂が695箇所となり、11%亀裂を除去することができた。

残りの疲労亀裂について、あて板補強が必要な箇所は345箇所となり、そのうち今回の工事では、ボルト調達の関係で河川上を優先順位として、44箇所あて板補強工を実施した。残りのあて板必要箇所については、次年度以降に実施する予定である。

表-2 姫路大橋における亀裂除去およびあて板必要箇所数

亀裂パターン番号	塗膜割れ数	亀裂あり	亀裂率	2mm削り込み後の亀裂除去数	亀裂除去率	2mm削り込み後の亀裂残存数	当て板必要箇所数 ※1、※2	今回工事での当て板施工数
① 径間部	608	4	1%	1	25%	3	3	2
① 支点部		33		1	3%	32	26	17
④	1227	547	45%	73	13%	474	233	0
⑤	453	53	12%	8	15%	45	4(28)	0
⑥	260	8	3%	0	0%	8	0(8)	0
⑦	586	2	0.3%	0	0%	2	0(1)	0
⑧	198	7	4%	0	0%	7	3(5)	0
⑩上(FLG)	891	30	14%	1	3%	29	23	0
⑩下(FLG)		99		4	4%	95	53	25
計	4223	783	19%	88	11%	695	345	44

※1 き裂の数とあて板必要箇所数は必ずしも同じ数ではなく、あて板1箇所^①で複数のき裂を含む場合がある。

※2 ①内の数字はパターン①の桁端のスカーラップ部または④の対策と重複している箇所数(外数)

(1) 削り込み工

施工手順を以下に示す。

- ① 塗膜割れ箇所に対するMTを実施する(亀裂箇所のみ手順②へ)。
- ② 棒グラインダーを使用し、先端工具は超硬バーを使用して、深さ2mmまで削り込む(ディスクグラインダーは不可)。一度に亀裂を除去するのではなく、0.1mm程度ずつ削り込み、その都度MTにて、亀裂状況を確認する。
- ③ 完成(MT実施)。



写真4 削り込み工

注意点は以下のとおり。

- ① MT時に母材へ進展している箇所がないかを確認する(進展していれば別途ストップホール工の実施が必要)。
- ② 超硬バーを数種類用意し、施工条件に合わせて刃先を変更させる。また、2mm削り込み後、削り面を滑らかに仕上げる必要がある(角がたっていると、そこが脆弱部となり新たな疲労亀裂が発生する恐れがあるため)。
- ③ 施工完了後にも再度MTを実施し、母材への進展が

ないかを確認する。

(2) あて板補強工

施工手順を以下に示す。

- ① あて板設置箇所の既設塗膜撤去を行う。
- ② 鋼材を設置し、高力ボルトにて締め付けを行う。
- ③ 鋼材設置後、現場塗装工を行う(F-11塗装系)。
- ④ 完成。



写真5 あて板補強工

注意点は以下のとおり。

- ① 既設塗膜に有害物質(鉛、PCBなど)の含有がないかを確認する。
- ② あて板鋼材はきちんと現場調査を行ってから工場製作を行う。実施しなければメタルタッチ施工できないなど、不具合を生じやすくなる。また、ボルトの種類に応じた方法にてボルトのトルク管理を行い、施工する。
- ③ F-11塗装系は厚膜塗装になるため、きちんと膜厚が確保できるように施工を行う。特に、下塗り材が膜厚不足を生じやすいので注意すること。

5. 今後の課題

今回の補修工事では、限られた工期の中で、現時点で確認された全ての塗膜割れ(4223箇所)についてMT調査を行い、発見された疲労亀裂(783箇所)について全て削り込みを行い、一部あて板補強(44箇所)を施工したものである。

疲労亀裂対策については、まだ、301箇所^①のあて板補強が必要な箇所が残っており、引き続き対策を実施していく。

その中でも、施工スペースが狭く、上向きにタッピング型ワンサイドボルト(Thread Rolling Screw ; TRS)を施工しなければならないパターン④が多く残されており、橋梁ドクターに相談しながら施工者の技量を向上するよう段階的に実施して行く必要がある。

また、疲労亀裂(塗膜割れ)については、現在のところ「事後保全対策」となっているが、今後の点検で新たな亀裂発生や進展箇所が確認されると考えられるため「予防保全対策」についても検討が必要と考える。