

鋼橋疲労き裂対策技術の施工実績調査

(一財) 首都高速道路技術センター ○平山 繁幸 仲野 孝洋
(株) 長大 虻川 高宏
国土交通省関東地方整備局関東技術事務所 菊地 俊明 入江 健夫
(前) 関東技術事務所 窪田 光作

1. はじめに：鋼橋の疲労き裂対策は、き裂の処理を行った後に、き裂発生部の疲労強度を向上させる方法、部材設置等により局部応力を低減する方法によってき裂の進展および再発を防止するのが一般的である。しかし、間違った施工方法や不適切な品質管理等によって、き裂の再発等の不具合が生じる場合がある。

本報では、疲労き裂対策技術の施工方法の標準化に向けた基礎資料として、関東地方整備局管内の鋼橋で実施されている疲労き裂対策技術の施工実績を調査し、その中で対策後にき裂再発等の不具合が発見された事例に対して、特徴分析を行った。

2. 調査の方法：調査の対象とする橋梁は、以下の順序で抽出した。1) 平成15年度～平成29年度の定期点検調書を収集し、「総合調査結果」の欄に「き裂」と記載のある橋梁を「き裂発生橋梁」として抽出した。抽出した橋梁数は、鋼床版橋梁で55橋、RC床版橋梁で385橋である。なお、調書に記載されている「き裂」には、塗膜割れも含まれている。2) き裂発生橋梁に対して、詳細調査報告書、補修設計報告書、補修工事報告書を収集し、疲労き裂対策の施工の有無を確認した。その結果、疲労き裂対策を実施していた橋梁（以下、対策実施橋梁）の数は、鋼床版橋梁で26橋、RC床版橋梁で35橋であった。3) 対策実施後の定期点検調書および詳細調査報告書を基に、対策実施箇所からの不具合発生の有無を確認した。

3. 疲労き裂対策技術の施工実績：疲労き裂対策が実施された鋼床版橋梁26橋での対策の内訳を図-1に示す。施工実績としては、ストップホールおよび当て板が多い。ただし、鋼床版橋梁には様々な部位にき裂が発生しているため、同じ当て板であっても適用する部位によって部材の形状は異なる。デッキプレートと縦リブの溶接部から発生するき裂が多い橋梁では、デッキプレート上面を鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC）で補強するケースが増えている。また、短いき裂に対しては、溶接ビードの切削や溶接補修が採用されている橋梁もあった。

RC床版橋梁35橋での対策の内訳を図-2に示す。RC床版橋梁で最も施工事例が多いのは当て板で、次いでストップホール、溶接部の切削の順であった。RC床版橋梁は、き裂発生部位が多岐にわたり、橋梁ごとの構造特性に応じた対策が実施されている事例が多い。

4. 不具合発生調査：鋼床版橋梁において施工事例の多い対策技術（SFRCを除く）について、施工数量を整理した。その結果を図-3に示す。施工数量は図-4に示すき裂タイプごとに示している。なお、ストップホールの数量は、例えばき裂の両端に開けている場合には2箇所と計上している。不具合が発見されたのは、Type-A き裂に対するストップホールで15箇所（ストップホール全数の0.6%）、Type-B き裂に対するストップホールで5箇所（ストップホール全数の0.2%）であった。いずれも、デッキプレートと縦リブの溶接ビード上に開けたストップホールである。ここでいう不具合とは、き裂と反対側の孔壁から発生したき裂である。

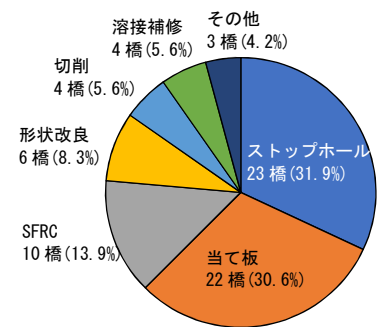


図-1 疲労き裂対策実績 (鋼床版橋梁)

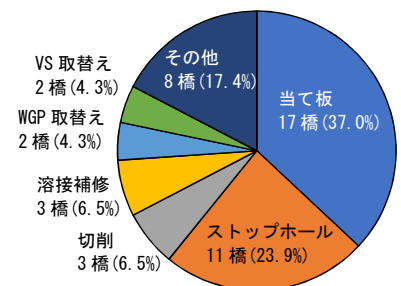


図-2 疲労き裂対策実績 (RC床版橋梁)

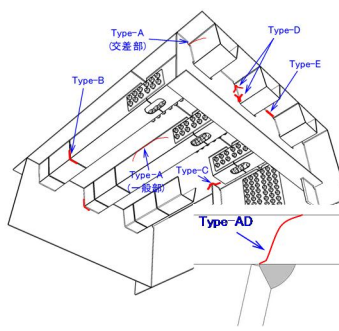
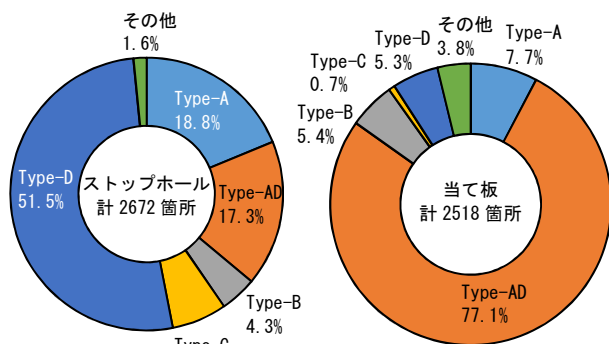


図-4 鋼床版のき裂タイプ

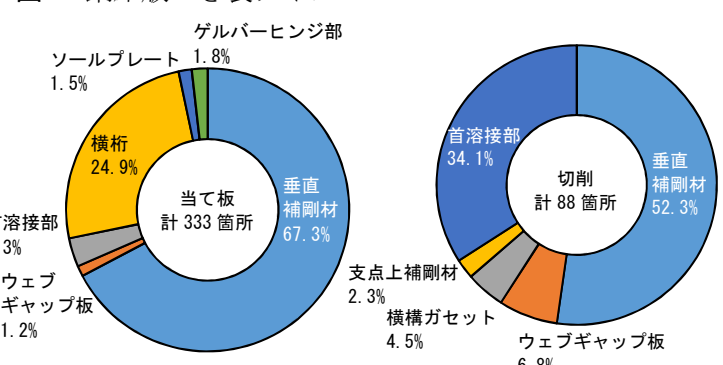
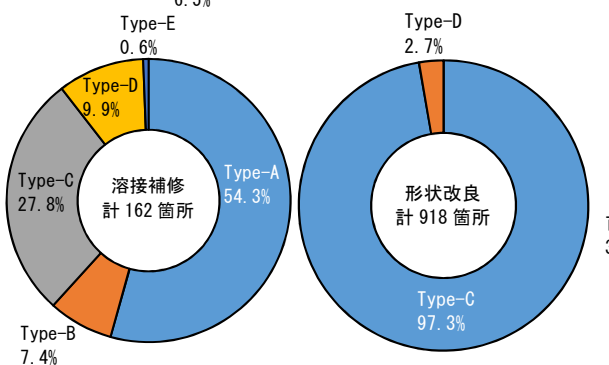
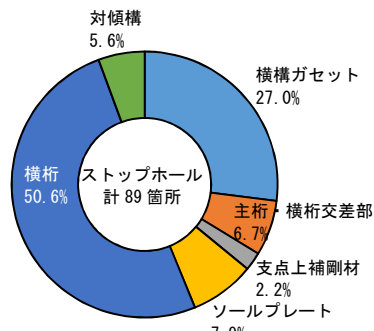


図-3 施工数量（鋼床版橋梁）

図-5 施工数量（RC 床版橋梁）

Type-A き裂では 15 箇所全てで、Type-B き裂で 5 箇所のうち 3 箇所で、き裂と反対側の孔壁にき裂が残存しているのが確認された。不具合が発生したのは、単純鋼床版箱桁橋の A 橋（Type-A : 10 箇所、Type-B : 1 箇所）、3 径間連続鋼床版箱桁橋 3 連からなる B 橋（Type-A : 15 箇所、Type-B : 4 箇所）である。A 橋ではストップホール施工から 1 年後、B 橋では施工から 3 年後の詳細調査で不具合が発見された。Type-A き裂のストップホール 15 箇所のうち 2 箇所は他の対策（縦リブ下面への縦桁補強）が併用され、残り 13 箇所はストップホール単独であった。Type-B き裂のストップホールは 5 箇所全てで単独で存在していた。

RC 床版橋梁において施工事例の多い、当て板、ストップホール、溶接部の切削について、施工数量を整理した結果を図-5 に示す。施工数量はき裂が発生した部位ごとに示している。RC 床版橋梁では、支点上補剛材に開けたストップホール 2 箇所（ストップホール全数の 2.2%）、垂直補剛材およびウェブギャップ板で実施された切削 5 箇所（切削全数の 5.7%）で不具合が発生していた。ストップホールは、単純非合成 I 桁橋 C 橋の支点上補剛材と主桁ウェブの溶接部に開けたストップホールのき裂と反対側の孔壁からき裂が発生しているのが確認された。切削は、単純合成 I 桁橋 10 連からなる D 橋の垂直補剛材もしくはウェブギャップ板の上端溶接部の切削箇所からき裂が発生しているのが確認された。C 橋ではストップホール施工から 7 年後に実施された定期点検で、D 橋では切削施工から 4 年後の詳細調査で不具合が確認された。ストップホールは、施工から 1 年経過後に応力計測が実施され、ストップホール周辺には高い応力が発生することが確認されていたが、当て板等の対策は行われていなかった。切削は、詳細調査の報告書から不具合発生・未発生箇所での切削形状を調査したが、不具合発生の要因を掴むことはできなかった。

5. まとめ：今回の施工実績調査では、不具合が発生した事例は少なく（各対策技術の施工数量の 6%以内）、現状の対策で問題のないことが確認できた。ただし、施工からの日数が浅く、対策後の定期点検が未実施で、不具合発生の有無を確認できていない事例も多い。また、机上の調査だけでは不具合発生要因を特定することは難しいため、今後不具合が確認された橋梁での現地調査が必要である。なお、本稿の内容は、国土交通省関東技術事務所発注の「H30 鋼橋疲労き裂対策技術等に関する調査・検討業務」で得た業務委託成果の一部である。