

鋼床版溶接部に生じた疲労き裂の非破壊検査による検出率の向上策

エム・キュービック株式会社

正会員 ○細見 直史

正会員 小竹 琉湖

1. はじめに

既設橋梁の点検では、近接目視による点検が基本であり、必要に応じて非破壊検査等を併用している。塗装橋梁の場合、橋梁点検員は、疲労き裂が発生しやすい溶接止端部に塗膜割れが生じているか否かに基づき、目視でのスクリーニング検査を実施している。現在の疲労き裂の点検では、見つけた塗膜割れに対して、その全数の塗膜を除去し磁粉探傷試験を実施するのが一般的である。しかし塗膜割れから疲労き裂が発見される割合は10~20%程度であり、疲労き裂の有無とは無関係に発生する塗膜割れが非常に多いことが分かっている¹⁾。そこで、本調査では、鋼床版溶接部に生じた疲労き裂を効率よく検出するため、従来の近接目視点検に加えて渦電流探傷法²⁾（以下、ET）によるき裂調査を行い、磁気探傷法（以下、MT）の結果と比較することで、検出率や見逃し率、空振り率について検証した。

2. 対象橋梁

本調査の対象橋梁を図-1に示す。対象橋梁は、橋長758m、道路幅員12.5mの3径間連続鋼斜張橋の上り線（橋梁A）、および下り線（橋梁B）、橋長700m、幅員13.75m×2を有する上下一体構造の3径間連続鋼斜張橋（橋梁C）である。橋梁AおよびBは、幅員方向にUリブが20本配置されており、橋梁Cも上下線にそれぞれ20本のUリブを有する鋼床版である。なお、両橋梁とも、片側3車線を有する設計基準交通量12,000台・車線/日の道路構造規格第1種第2級で設計されている。

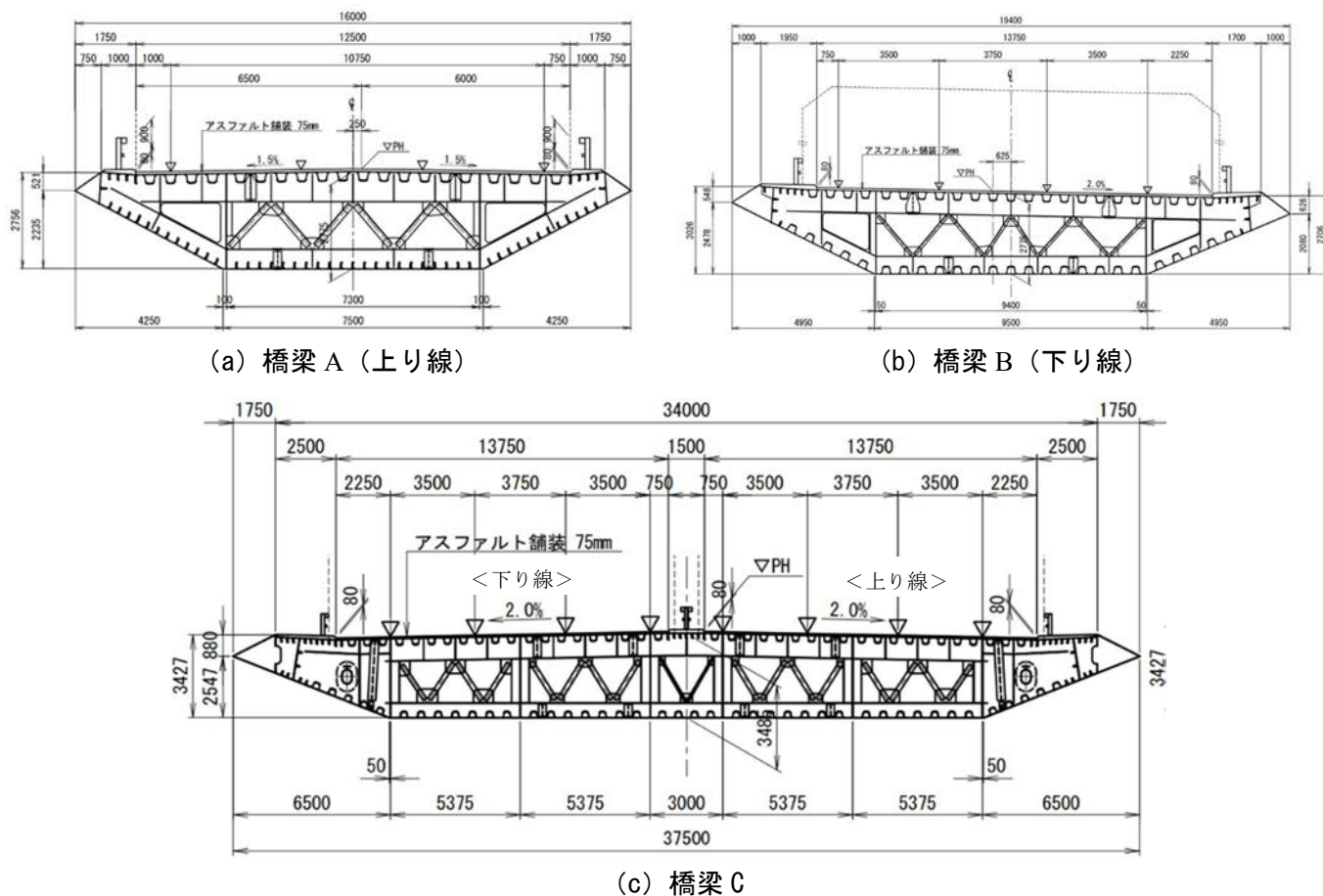


図-1 対象橋梁の断面図

キーワード 鋼床版, 疲労, 目視調査, 非破壊検査, 渦電流探傷検査

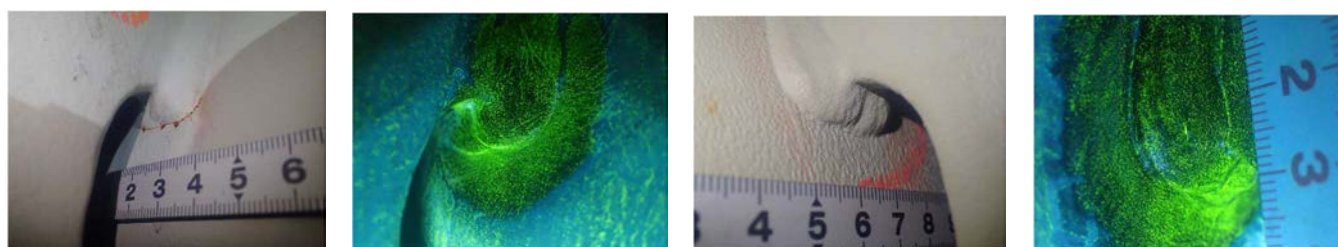
連絡先 〒212-0004 神奈川県川崎市幸区小向西町1-28-7 エム・キュービック(株)技術本部 TEL 044-589-5787

3. 目視調査と渦電流探傷検査

対象橋梁における鋼床版の目視調査の全数量は31,300m²であり、目視調査を1日あたり300m²程度（Uリブ20本に対して横リブ10パネル相当）実施して、105日（5ヶ月）を要する数量である。目視検査結果と磁気探傷結果を表-1に示す。表の上段の数値は横リブ、下段の数値はケーブル定着点のダイアフラムを示している。対象橋梁Aでは塗膜割れが約3600箇所生じており、目視による診断により約1300箇所に対してMTを実施したところ154個のき裂を検出し、検出率は12%程度であった。橋梁Bでは、橋梁AのMT結果に基づき、塗膜割れの発生位置を分析してき裂診断にフィードバックすることで、検出率は約30%に向上した。さらに、橋梁Cの下り線では、塗膜割れの形状を分析することで、検出率が50%程度に向上したが、現地での診断には時間を要した。そこで、橋梁C上り線では、き裂診断に次章に示す渦電流探傷検査を用いた。その結果、き裂の検出率は98%に向上したため、橋梁Aの場合のMTに対して、1/10の時間で調査が終了した。また、橋梁C上り線では、451箇所の横リブ下端のまわしに対して、2種類の渦電流探傷装置を用いてETを実施した。図-2(a)に示すように、さび汁が生じている箇所でのき裂の有無も中したが、探傷装置によっては、図-2(b)に示すようなクレータ割れなど、26箇所について困難な場合もあるが、約95%の検出率となった。

表-1 目視検査結果と磁気探傷（MT）結果

対象橋梁	調査方法	調査数量(m ²)	横リブ数(本)	塗膜割れ(個)	MT実施(個)	磁気探傷(MT)結果ときずの種類(個)				
						きず総数	検出率	10mm以上	10mm未満	ビード貫通
A	VT	9,438	305	3,639	1,277	154	12%	109	45	16
			44 (14%)	566 (16%)	234 (18%)	26 (17%)	11%	(71%)	(29%)	(10%)
B	VT	10,381	305	1,560	960	261	27%	161	100	44
			59 (19%)	216 (14%)	134 (14%)	41 (16%)	31%	(62%)	(38%)	(17%)
C 下り線	VT	5,741	174	5,012	816	479	59%	264	215	49
			24 (14%)	1,553 (31%)	302 (37%)	153 (32%)	51%	(55%)	(45%)	(6%)
C 上り線	ET	5,741	174	4,190	519	511	98%	304	207	40
			24 (14%)	1,325 (32%)	200 (39%)	189 (37%)	95%	(58%)	(42%)	(8%)
合計		31,301	958	14,401	3,572	1,405		838	567	149
			151	3,660	870	409		(60%)	(40%)	(11%)



(a) さび汁あり、ET きず信号なし、きずなし

(b) 塗膜割れあり、ET きず信号あり、きずなし

図-2 渦電流探傷において止端き裂の検出率に及ぼす要因

4. まとめ

(1) 塗膜割れの長さや疲労き裂の発生との相関は低く、塗膜割れの発生位置、塗膜割れ形状、溶接形状を考慮して診断する必要がある。(2) さび汁や塗膜割れのなどの外観目視情報のみを指標にしたスクリーニング検査により検出率を向上するには限度がある。(3) 渦電流探傷検査を用いたスクリーニング検査を実施することで、検出率が90%以上となり、工期を1/10に短縮可能である。

参考文献

1) 栗原友則, 福島貴仁, 村野益己: 渦電流探傷を用いた鋼橋のき裂検出効率化の検討, 土木学会年次学術講演会, I-165, 2014. 2) 細見直史, 小峰翔一: 耐候性鋼材の溶接継手に生じた疲労き裂の非破壊検査による検知方法に関する基礎的検討, 土木学会年次学術講演会, I-169, 2018.