

渦流探傷法を用いた塗膜上からのき裂検出に関する検討

(一財)首都高速道路技術センター技術研究所 ○平山 繁幸 村野 益巳

国土交通省関東地方整備局関東技術事務所 窪田 光作

(前) 関東技術事務所 蛭川 満 (現在：秦野市建設部)

(前) 関東技術事務所 谷村 豊 (現在：首都国道事務所)

1. はじめに：鋼橋の定期点検では、塗膜割れが発見されると、塗膜を除去した後、磁粉探傷試験（以下、MT）によってき裂の有無を確認している。MT による作業は、塗膜割れ 1 箇所につき、塗膜除去から防錆処理まで約 20 分を要する。また、塗膜割れ箇所に必ずき裂が存在するとは限らない。そのため、点検全体の費用に占める MT 費用の割合が高くなる傾向にある。塗膜を除去せずにき裂の検出が可能で、MT の替わりとなるような非破壊検査方法があれば、MT の作業時間を低減することができる。本稿では、塗膜の上からでもき裂の探傷が可能な手法として渦流探傷試験（以下、ET）に着目し、点検への適用性検討のために実施した実橋検証の結果について報告する。

2. 実橋検証の方法：鋼橋の詳細調査で適用可能と考えられる非破壊検査手法を調査し、検出精度、作業性を比較した結果、ET に着目した。実橋検証には仕様の異なる装置 A～C を使用した。装置 A は渦流探傷試験で一般的に使用されているもの、装置 B は送信と受信を別のプローブで行うことでノイズの低減を図っているもの、装置 C は装置 B と同じく送信と受信を別のプローブで行い、走査速度によるノイズを低減できるものである。いずれの装置も、鋼橋等の鋼構造物での適用実績がある。実橋検証を実施するにあたり、定期点検の報告書を基に、様々な部位に発生したき裂を以下の 4 つのグループに分類した（図-1）。

グループ 1: 鋼床版の垂直補剛材、鋼 I 桁橋のウェブギャップ板および垂直補剛材に発生するき裂（図-1(a)）

グループ 2: 鋼床版 U リブー横リブ交差部および鋼 I 桁橋垂直補剛材のスカラップ内に発生するき裂（図-1(b)）

グループ 3: 鋼 I 桁橋の主桁・横桁交差部および横構ガセット部のまわし溶接止端部に発生するき裂（図-1(c)）

グループ 4: 鋼床版デッキ U リブ溶接部の溶接ルート部から発生し、溶接ビード表面に現れるき裂（図-1(d)）

実橋検証は、定期点検で塗膜割れが報告された鋼 I 桁橋 1 橋および鋼床版箱桁橋梁 1 橋で実施した。検証は、塗膜の上から ET で探傷した後、グラインダで塗膜を除去し、MT によってき裂の有無を確認するという手順で行った。対象とした塗膜割れの箇所数は、グループ 1 で 13 箇所、グループ 2 で 19 箇所、グループ 3 で 10 箇所、グループ 4 で 11 箇所である。

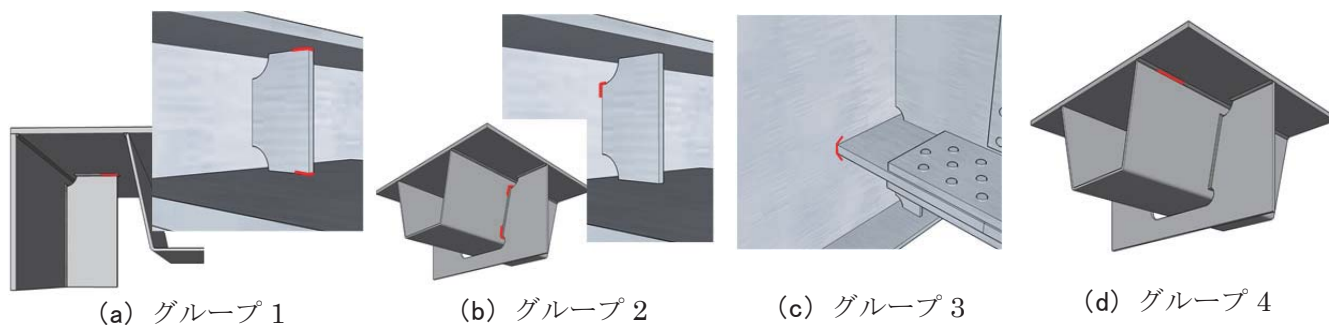
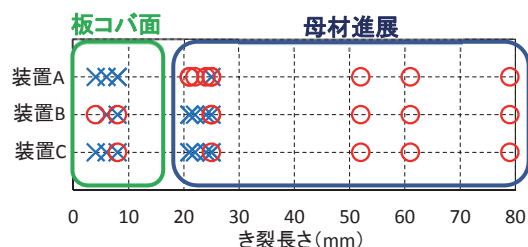


図-1 対象とするき裂

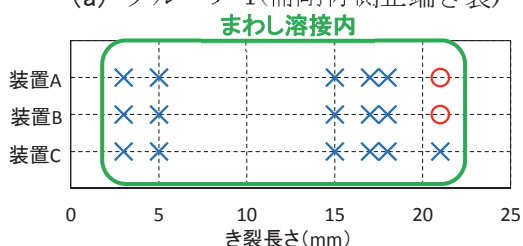
3. 作業性の検証：3 種類の探傷装置の作業時間を比較した結果を表-1 に示す。表中に示す時間は、き裂グループごとの塗膜割れ箇所 1 箇所あたりの作業時間の平均値である。MT による探傷時間が 23 分程度（塗膜除去：10 分、探傷：3 分、記録：5 分、防錆処理：5 分）であるのに対し、ET による探傷時間はいずれの

表-1 探傷時間の比較

		1箇所あたりの探傷時間		
		装置A	装置B	装置C
き裂のグループ	グループ1	7分	10分	3分
	グループ2	6分	7分	2分
	グループ3	5分	6分	2分
	グループ4	5分	6分	3分



(a) グループ 1(補剛材側止端き裂)



(c) グループ 1(デッキ側止端き裂)・グループ 3

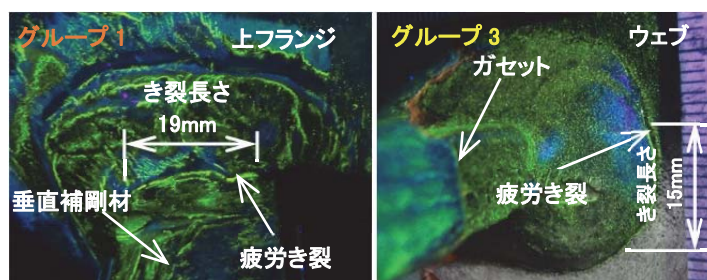
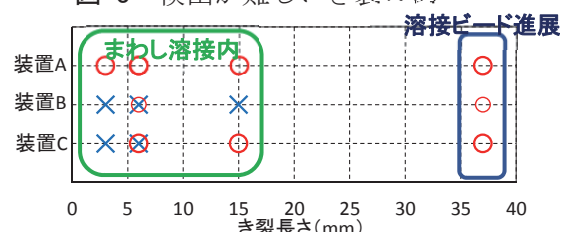
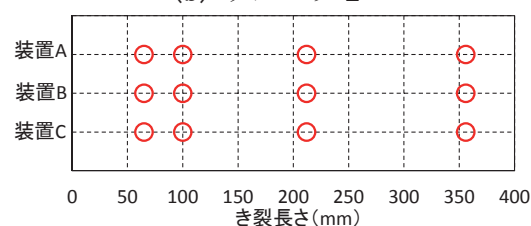


図-3 検出が難しいき裂の例



(b) グループ 2



(d) グループ 4

図-2 き裂長さと検出可否の関係

装置でも10分以下であった。装置Aおよび装置Bの探傷時間は5分～10分であるのに対し、装置Cの探傷時間は2～3分となっている。この差は、装置Cは表面の凹凸やプローブ走査速度によるノイズ(疑似信号)を除去できる機能を有しているため1回の走査で探傷が終わるのに対し、装置Aおよび装置Bは溶接部に沿って滑らかに探傷するためにプローブを数回走査する必要があることが影響している。

4. 検出性能の検証：対象塗膜割れ箇所のうち、MTで検出されたき裂に対して、ETによる検出の可否をき裂長さで整理した結果を図-2に示す。図-2(a)は、図-3に示すように垂直補剛材の板コバ面の溶接止端部から発生したき裂の結果を示している。き裂が板コバ面のみにあると検出率は低く、き裂が板厚を貫通し垂直補剛材の表裏面にまで進展する(母材進展)と検出率は向上している。図-2(b)に示すグループ2では、横リブスリット部のUリブ側止端部に発生した短いき裂の検出が困難であった。図-2(c)には、垂直補剛材溶接部のデッキ(フランジ)側止端部から発生したき裂とグループ3のき裂の結果を示している。き裂がまわし溶接止端部に沿って進展している間は、ETによるき裂検出は困難である。図-2(d)に示すグループ4のき裂は、全てデッキプレートとUリブの溶接ルート部から発生したき裂が溶接ビード表面に現れたものである。溶接ビード表面に現れた時点で長さは50mm以上になっているということもあり、全てのき裂を検出することができた。以上のことから、まわし溶接止端部の浅いき裂は検出が困難であるのに対し、母材進展したき裂あるいは溶接ルート部から溶接ビード表面に現れたき裂のように長いき裂は検出しやすい傾向がある。なお、探傷装置による有意な差は確認できなかった。

5. まとめ：今回の実橋検証では、まわし止端部に発生した深さの浅いき裂についてはETでの検出は難しく、表面である程度の長さ以上のき裂は検出しやすいという傾向が見られた。また、ETを適用できれば、塗膜割れ1箇所あたりの探傷時間をMTの半分以上に短縮できる。さらなる実橋検証によって渦流探傷試験のき裂検出精度の確認が必要ではあるが、部材の重要度やき裂の形状等によって探傷方法を使い分けることで点検作業の効率化を図るという活用の可能性を有していると考えられる。なお、本稿の内容は、国土交通省関東技術事務所発注の「H27 管内橋梁補修補強技術検討業務」で得た業務委託成果の一部である。