

実橋鋼箱桁の疲労き裂検査への表面弾性波可視化技術の適用性の検討

京都大学大学院 正会員○服部篤史 ショーボンド建設（株） 正会員 山名晋平
（株）島津製作所 正会員 畠堀貴秀 名古屋高速道路公社 正会員 中尾健太郎
京都大学大学院 学生会員 宗岡拓弥 正会員 河野広隆

1. はじめに

表面弾性波可視化技術は、コンクリートや鋼材の表面に設置した振動子による表面波を光学的に可視化（同期計測）することで、ひび割れ、浮き・剥離やき裂といった損傷を検知する技術である¹⁾。
既往の研究で初期の微小な損傷を検知できることを確認しておりまた、母材の振動を選択的に捉えることができる限り、表面被覆や塗膜によって目視できない損傷もそれらを除去することなく検知できることがわかっている²⁾。

さらに、振動子を用いることなく通行車両の振動などの環境振動によっても、同期計測とは別のプロセスを用いて損傷が検知できる（非同期計測）。
本研究では、本技術を供用中の鋼橋箱桁内で試行し、現場計測への適用性を検討した。

2. 現場計測の概要

2.1 鋼橋箱桁

対象とした都市高速道路高架橋の概要および構造諸元をそれぞれ図1、表1に示す。

2.2 計測箇所

計測箇所では、過年度調査で塗膜割れが確認され、ETを実施後、塗膜を除去しMTを実施している。その結果、推定タイヤ位置直下でUリブとデッキプレートとの溶接部に未溶接部を起点とした**ビード貫通型の疲労き裂**が確認された（図1）。これに対し応急対策として、溶接ビードの現場再溶接や、上面当て板補修を施工している。

上面当て板補修では、摩擦接合のため下面（内面）の塗膜を除去しボルト締めを行ったのち、変性エポキシ樹脂塗装 120μm×2層が施工されている。
現在、補修箇所を中心に、き裂の経過観察、ひずみ低減確認等が実施されているため一部の箇所では塗膜が除去されている状態である。

今回の計測は、①塗膜が除去されMTでき裂が確

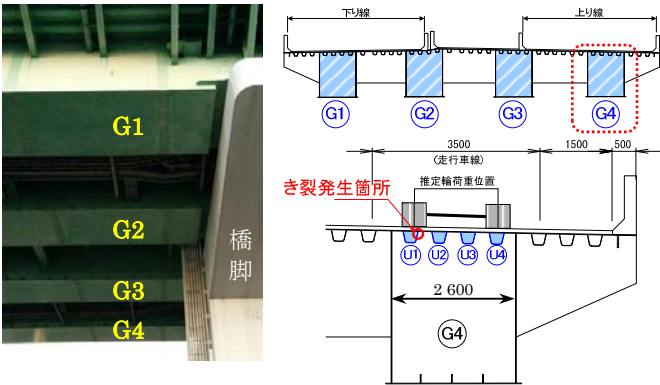


図1 鋼橋箱桁の概要（単位：mm）



図2 計測状況（同期計測）



図3 打診棒

表1 構造諸元

上部工形式	3径間連続鋼床版箱桁（上下一体4箱桁）
橋長（径間割）	325m（95※+134+96m）※計測径間
完成時期	供用：H13年3月（竣工：H12年10月）
鋼床版諸元	鋼床版：12mm（標準部） Uリブ：320×240×8mm
溶接サイズ	脚長 6mm（隅肉溶接）

認されている箇所、②塗膜割れが発生しているがETでき裂無と判断された箇所で行った。

2.3 計測方法

計測状況（同期計測）を図2に示す。計測機器はレーザー光の反射を捉えるカメラ、振動子、振動子を駆動する制御装置、データを処理するノートパソコン、レーザー照明装置、電源装置等からなる。現段階ではそれぞれ個別の装置のため可搬性は十分とは言えないが、対象とした箱桁では機材の運搬・設置は可能であった。

カメラは、振動によるブレ（視野全体の相対横変位）を小さくするため近い位置に、またき裂両側で

の局所的な表面弾性波の不連続による反射レーザー光の位相差を捉えやすいよう正対向きに設置した。

非同期計測では損傷部の動き（き裂の開口など）による位相差が捉えやすい向きが望ましいが、今回は同期計測と同じ正対向きとした。環境振動として通行車両の振動を用いるほか、図3の打診棒による適当な打撃も用いた。

このカメラが撮影する動画または静止画が測定結果であり音場像と呼ぶ。なお、別の通常のカメラで外観（カメラ像）を撮影した。

3. 計測結果および考察

②の計測箇所の図4の計測結果について述べる。

3.1 同期計測

図5, 6に同期計測の結果を示す。図中○印は振動子を設置した励振位置を示す。用いた2種類の励振周波数では、塗膜割れを捉えているのに加えて、その延長線上に塗膜浮きおよび塗膜下のき裂を捉えたと考えられる。

塗膜浮きの箇所は、励振周波数に応じた塗膜の波打つような表面弾性波を捉えており、逆に母材のき裂の有無は判定できなくなっている。塗膜の剛性が高い場合はき裂に伴って浮きが生じやすい傾向があるため、適用には注意が必要である。

3.2 非同期計測

図7, 8に非同期計測の結果を示す。色は黄色～水色～青色の順で振動振幅が大きいことを示している。図7に示すように、環境振動では塗膜割れは振動振幅が大きい個所として検出したものの同期計測で検出した塗膜浮きやき裂は検出されなかった。

一方、打撃では図8のように検出されたことがあったが再現性はなかった。非同期計測のポテンシャルを示している可能性があり、今後の課題である。

4. まとめ：現場計測への適用性

- (1) 鋼橋箱桁内の機材の運搬・設置は可能であった。
- (2) 同期計測では、塗膜下の疲労き裂が検出できた。
- (3) 非同期計測では、1度のみ打撃により疲労き裂を検出できたが、それ以外では塗膜割れを検出もしくは何も検出されなかった。

謝辞 名古屋高速道路公社の関係各位ならびに（株）島津製作所 田窪健二氏，吉田康紀氏には多大なるご協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 畠堀，服部他：光学的表面弾性波可視化技術のコンクリート検査への適用，コンクリート工学年次論文集，Vol.38，No.1，pp.2127-2132，2016.7.
- 2) 山名，畠堀，服部他：表面弾性波可視化技術による表面被覆下で発生・進展するコンクリートのひび割れ検出，第17回コンクリート構造物の補修，補強，アップグレードシンポジウム，pp.635-640，2017.10.

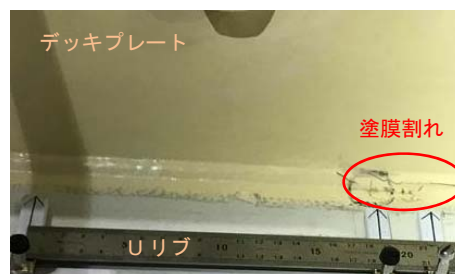


図4 塗膜割れが発生／ETでき裂無 カメラ像

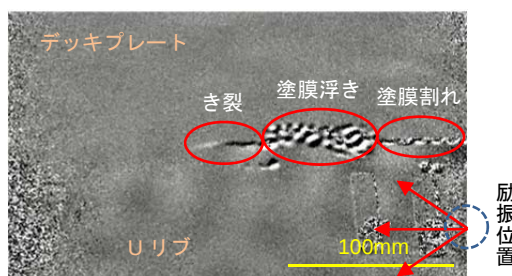


図5 同期計測 音場像（励振周波数：40kHz）

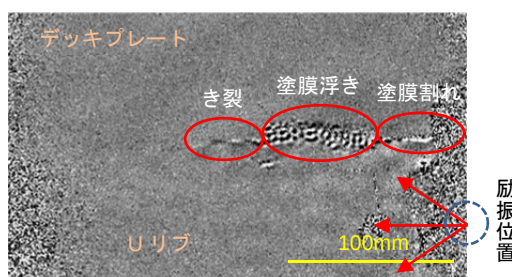


図6 同期計測 音場像（励振周波数：100kHz）

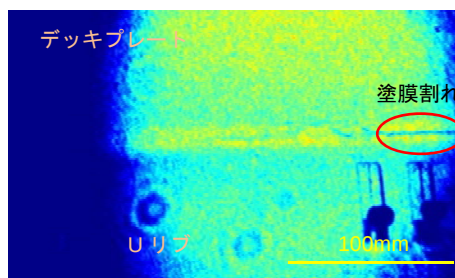


図7 非同期計測 音場像（環境振動）

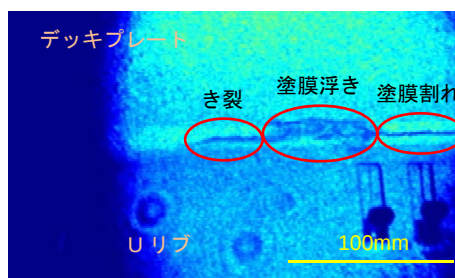


図8 非同期計測 音場像（打撃）