鋼床版の疲労き裂周辺の赤外線応力測定結果に基づく SFRC 舗装効果の検討

大阪大学	正会員	阪上 🛛	隆英,	正会員	鎌田	敏郎
		大阪ス	大学	学生会員	和泉	遊以
国総研	正会員	玉越	隆史,	正会員	〇石尾	真理
		宇都宮国道		非会員	山田	昭彦
		大阪	工大	正会員	松井	繁之

1. 緒 言 経年鋼橋梁の構造健全性保証のためには、疲労き裂のモニタリングが重要となる. 著者らは、 走行車両による輪荷重負荷の下での鋼床版の疲労き裂先端近傍の相対応力分布をもとに疲労き裂を遠隔から 検出する,自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィ法を開発した.自己相関ロックイン法では、赤外線画像 内一部領域の温度変動データを参照信号として、全領域のデータと自己相関処理を行うことでノイズ軽減を行 い、走行車両によるランダム輪荷重負荷下での相対応力分布を高精度に求めている.別報に示した、供用中の 道路橋鋼床版での疲労き裂検出実験において,自己相関ロックイン法により、疲労き裂を高精度に遠隔検出で きることを示すとともに、き裂検出性に影響を及ぼす因子に関する検討を行った.その中で、一連の計測に用 いた高感度な赤外線サーモグラフィによれば、大型車の通過により比較的大きな載荷が鋼床版になされた際に は、自己相関ロックイン処理による S/N 改善前の赤外線強度変動データにおいても、赤外線強度変動値や波形 が十分な精度で求められることがわかった.これにより、き裂進展駆動力に影響するき裂先端近傍の作用応力 レベルを評価することが可能となった.本報では、疲労き裂を有する道路橋鋼床版において、床版上の舗装が 通常のアスファルト舗装から SFRC 舗装に張替えがなされた前後で、疲労き裂先端近傍の応力レベルを赤外線 サーモグラフィにより実測し、き裂先端付近の作用応力が SFRC 舗装によりどれ程軽減されたかを検討した. なお、本研究の一部は、国土交通省「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」により実施したものである.

2.実験方法および実験装置 本実験で対象とした道路橋は、交通規制を伴う全面的な補修が実施され、鋼床版自体の補修に加え、鋼床版の疲労損傷の予防対策として有効性が示されている SFRC 舗装が部分的に施された.測定対象は、図1に示すデッキプレート・Uリブ間のビード貫通き裂であり、SFRC 舗装が施された部分に位置している.総重量 20t,前輪1軸,後輪2軸(ダブルタイヤ)のダンプカーを荷重車として使用することにより同じ載荷条件を実現した.き裂直上の路面に、図2のようにき裂位置をスケールおよび養生テープでマークし、マークに対するタイヤの走行位置をビデオカメラにより測定した.走行位置を示す値としては、図3に示すように、き裂位置から後輪外側タイヤまでの距離を用いた.複数回荷重車を走行させて赤外線測定を実施したデータの中から、走行速度および走行位置が同等のものを抽出し、SFRC 舗装の前後におけるき裂先端近傍の応力波形の比較を行った.赤外線サーモグラフィとしては、計測波長域 3-5µm、温度分解能 25mK の MCT センサ搭載機種、および計測波長域 8-12µm、温度分解能 25mK の MCT センサ搭載機種を用いた.



キーワード 非破壊検査,赤外線サーモグラフィ,熱弾性応力測定,疲労き裂,鋼床版,SFRC舗装 連絡先 〒565-0871 吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻 3. 測定結果 様々な走行条件での測定結果の中から,表1 に示す測定条件によりき裂左先端を測定したデータを示す. SFRC 舗装の前後で得られた二つの測定データについて,それ らの測定視野を示す赤外線サーモグラフィ画像を,図4(a)およ び(b)にそれぞれ示す. き裂先端近傍の局部的な応力レベルを 比較するため,き裂先端付近に点Aおよび点Bを設定し,そ れぞれの点で赤外線強度変動波形を取得した. 測定視野が異 なるため,赤外線画像の特徴をもとに,点Aおよび点Bを可 能な限り一致させた. 得られた赤外線強度変動波形を図5に 示す. さらに,それぞれの赤外線強度変動波形を参照信号と して自己相関ロックイン処理を行った結果を図6に示す. た だし,図5においては,点Aおよび点Bで得られた赤外線強 度変動波形を,ある基準値からの差分値に変換し,ロックイ ン処理を行ったデータ範囲について両者の比較を行った. 基

表1 測定条件

	舗装	車速	走行位置	
	タイプ	(km/h)	(cm)	
No.1	アスファルト	20	-5	
No.2	SFRC 舗装	20	-3	





(a) SFRC 舗装前(b) SFRC 舗装後図 4 測定視野を示す赤外線強度分布画像

準値としては、対象データ範囲の直前 100 フレーム分の赤外線強度値の平均値としている. 図に示した赤外線 強度変動波形および自己相関ロックイン処理結果を、SFRC 舗装の前後で比較すると、荷重車通過時の変動振 幅が SFRC 舗装の前後で大きく異なり、自己相関ロックイン処理結果が示すき裂先端の相対応力分布も、通常 舗装の場合に比べて小さくなっていることがわかる. さらに、図 5 の中に示された、荷重車の前輪および後輪 通過時の赤外線強度変動のピーク値の比較結果を表 2 に示す. 表より、SFRC 舗装の効果により、鋼床版の疲 労き裂先端近傍の作用応力レベルが、通常のアスファルト舗装の場合と比較しておよそ 40%に抑えられている ことがわかる. SFRC 舗装により、き裂進展駆動力に影響するき裂先端近傍の局部応力低減効果が示された. **謝辞** 本実験の遂行にあたり、大阪大学学生 松本知浩君、浜田昌弘君の協力を得た. 記して謝意を表する.



図 5 SFRC 舗装の前後での赤外線強度(応力)波形の比較

表 2 応力低减効果								
	アスファルト		SFRC 舗装					
前輪	A1	23.4	B1	6.7				
後輪	A2	28.7	B2	13.5				
後輪	A3	25.7	B3	9.5				

