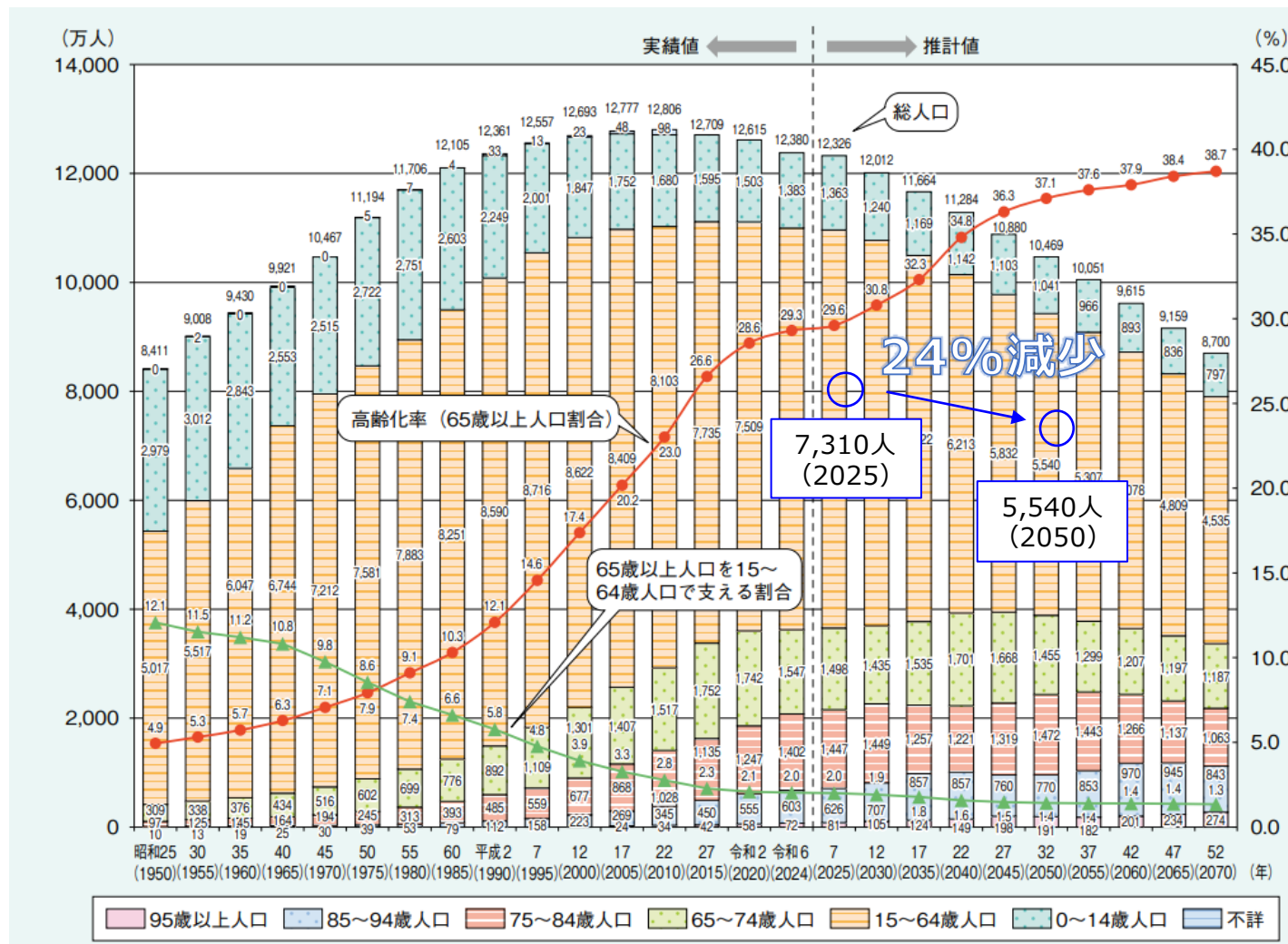


鉄道土木構造物の維持管理に対する 新技術の活用事例

2026年 7月9日

JR西日本 構造技術室 コンクリート構造 河井 勇樹

- ・国内の生産年齢人口が今後25年間で24%減少
- ➡鉄道構造物の維持管理の要員を現状と同程度確保することは難しく，業務の効率化を進める必要



●現在の維持管理要員を同程度確保することは困難

業務の効率化が必須

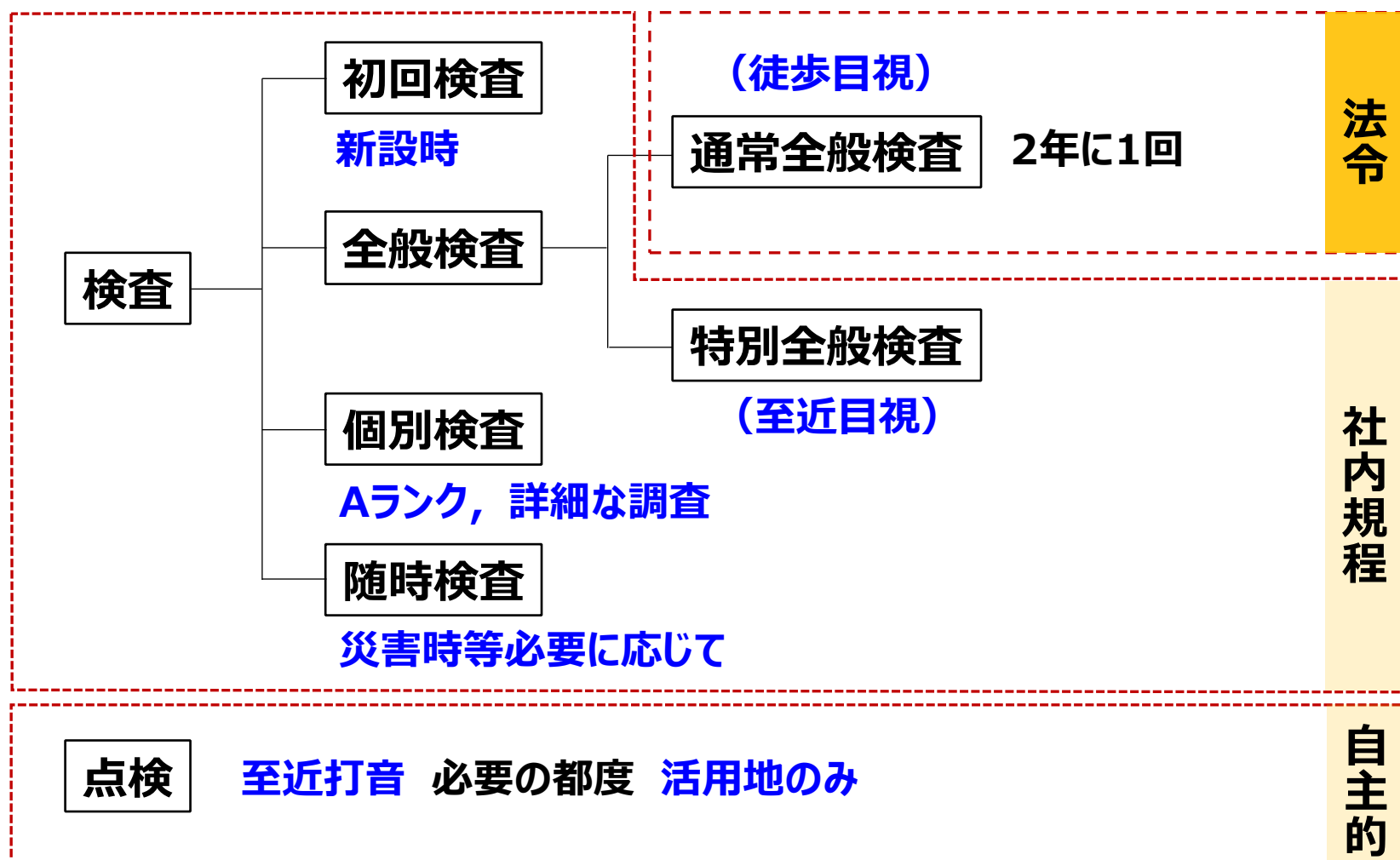
●コロナ禍以降の急速なデジタル化

新技術の適用の検討

出典：令和7年度版 高齢社会白書

2. 鉄道構造物の維持管理の現状

- ・通常全般検査（徒歩目視）に加え，特別全般検査（至近目視）を実施
- ・高架下活用箇所は，公衆安全性の観点から至近打音も実施



【コンクリート構造物の維持管理における要求性能】

- ・鉄道構造等維持管理標準・同解説（構造物編 コンクリート構造物）に定めるとおり，安全性，使用性，復旧性
- ・新設構造物であれば，設計計算により数値として算出される一方で，既設構造物の全般検査では，表に示す変状を目視にて確認し，将来的な変状の進行も考慮したうえで健全度判定を実施

要求性能と性能項目

代表的な変状の例

要求性能	性能項目	照査指標の例	性能低下内容の例
安全性	走行安全性	変位・変形，力	耐力低下，変形性能の低下 (鉄筋断面減少，コンクリート断面減少)
	構造安全性	応力度，力	
	公衆安全性	鋼材腐食深さ，塩化物イオン濃度	はく離・はく落（腐食膨張）
使用性	乗り心地	変位・変形	たわみ増大 (鉄筋断面減少，コンクリート断面減少)
	外観	ひび割れ幅，応力度	外観の低下 (ひび割れ，錆汁，鉄筋露出)
	保守	変位・変形，力，応力度	
	騒音・振動	騒音レベル，振動レベル	
復旧性	修復性	変位・変形，力，応力度	耐力低下，変形性能の低下 (鉄筋断面減少，コンクリート断面減少)

RC構造物の代表的な変状
ひび割れ
はく離・はく落（浮き）
鉄筋露出
支承部付近の損傷

【出典】鉄道構造等維持管理標準・同解説（構造物編 コンクリート構造物）に加筆

【調査項目に対する必要な仕様および新技術の活用手法】




- それぞれの調査項目に対して、活用できる技術を選定する必要があることに留意
- ➔単一の技術ですべて網羅することは困難で**複数の技術の組み合わせ**により対応することが必須

調査項目に対する必要な仕様および新技術の活用手法

調査項目	必要な仕様	現行の手法	新技術の活用手法
ひび割れ	0.3mm以上のひび割れを確認できる	目視	ドローン, 画像解析
はく離・はく落	はく離に伴うひび割れを確認できる	目視	ドローン, 画像解析
	内部のはく離を確認できる	近接打音	赤外線カメラ 打音ロボット
	チョーキング箇所を確認できる	目視	ドローン, 画像解析
	内部の鉄筋腐食が確認できる	—	鉄筋腐食非破壊検査機
鉄筋露出	鉄筋露出が確認できる	目視	ドローン, 画像解析
支承付近の損傷	支承部の状態が確認できる	点検足場からの目視	壁登りロボット等

【飛行安定性の検証】

・高架下等の非GPS環境下では機体によって飛行安定性に違いがある

	ドローンA	ドローンB	ドローンC
機体			
高架下での制御方法	高度1~2m : GPS 2m以上 : 赤外線・気圧センサー	高度1~2m : GPS 2m以上 : 赤外線・気圧センサー	SLAM (画像による自己位置推定手法)
鋼板等の影響	鋼板周囲でコンパスエラー発生	鋼板周囲でコンパスエラー発生	無し
飛行安定性	△	△	○
操作性	難	難	やや難

【撮影画像の解析】

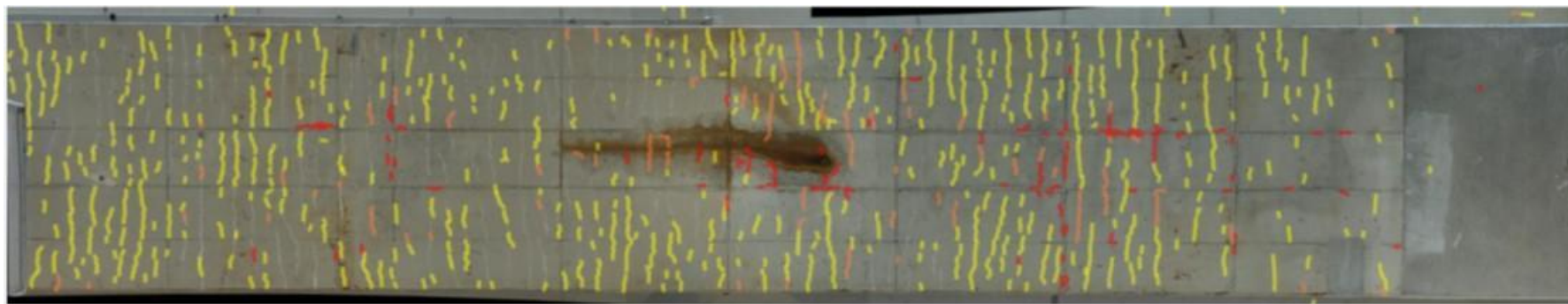
- ドローンカメラでは0.2mm未満のひび割れ検出精度が低下していたが、0.2mm以上のひび割れは、ドローンカメラでもひび割れ方向や位置を概ね検出

撮影方法の比較（箱桁下面）

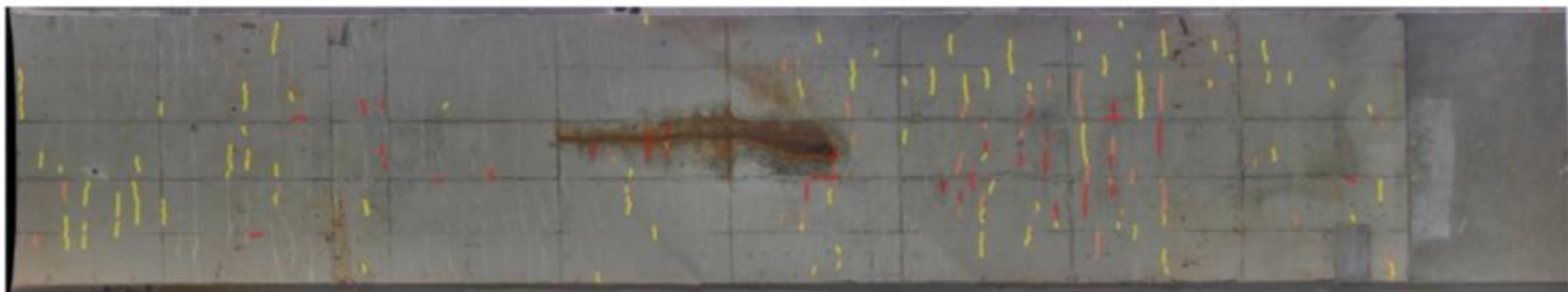
（ひび割れ幅表示：0mm以上）

- 0.2mm未満
- 0.2mm以上0.4mm未満
- 0.4mm以上

ミラーレス一眼カメラ撮影（2400万画素）



ドローンカメラ撮影（1200万画素）



【調査対象】

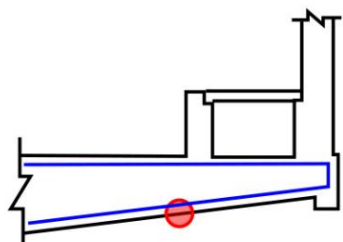
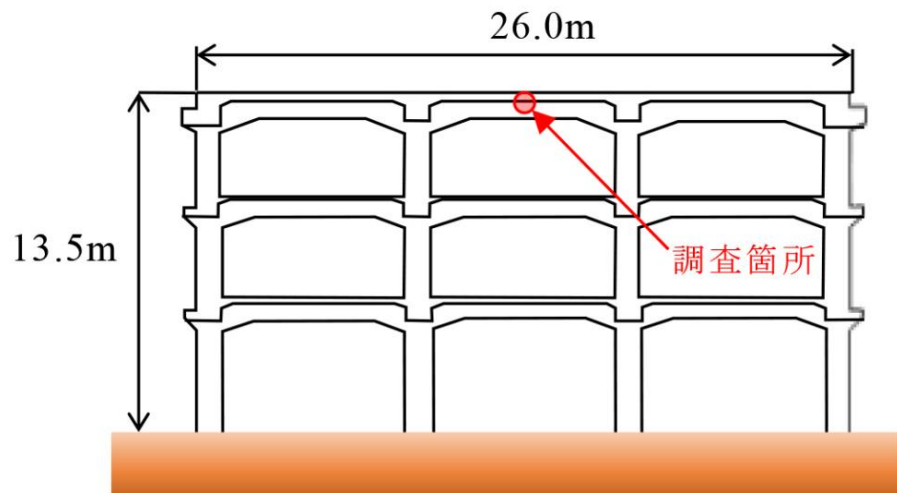
経年49年、3層3径間、高さ13.5m、橋長26.0mのラーメン高架橋の南面の片持ちスラブ

【片持ちスラブを対象とした理由】

- ・一般的に側道に沿って位置しておりコンクリートが剥落すると第三者への公衆災害に対するリスクが高い
- ・部材厚が小さく温度変化しやすい

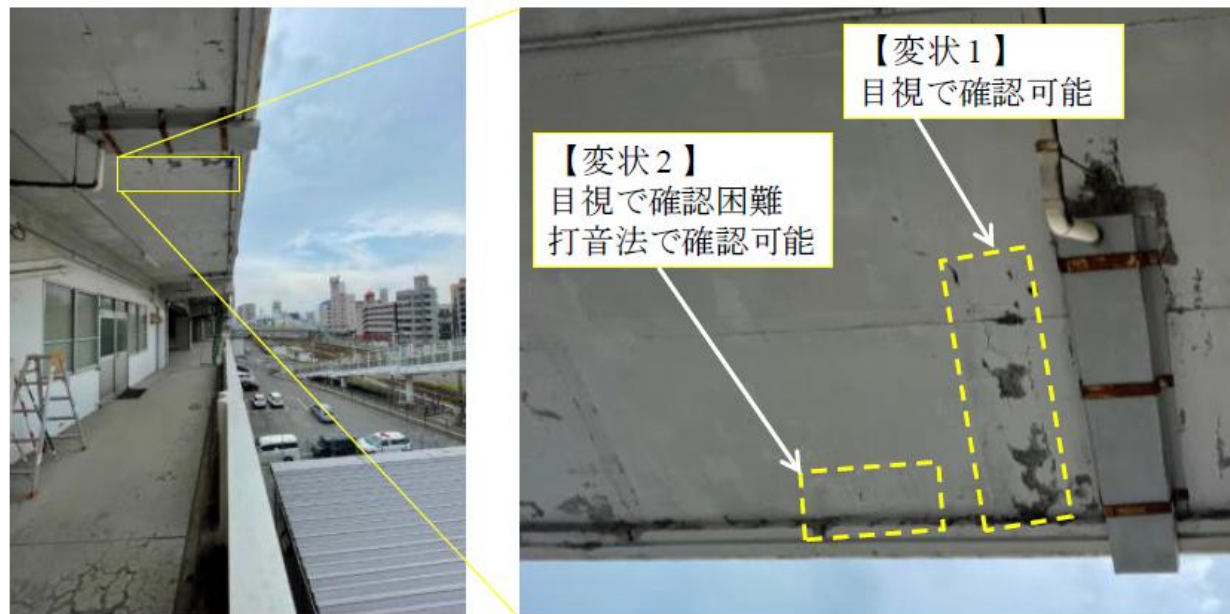
【剥離の程度が異なる2つの変状に着目】

かぶりコンクリートに介在する空洞の大きさが異なると、赤外線による剥離検知性能にも違いが発生する可能性があるとして想定



鉄筋 : D13
設計かぶり : 25mm

調査対象の高架橋



調査対象の変状概要

【出典】岡本ら，鉄道高架橋における赤外線法による調査の適用範囲および年間の調査日数，JCI,2023

本資料の著作権は西日本旅客鉄道株式会社が保有します。弊社の許諾なく本資料の一部、もしくは全部の複製、転載、撮影等を行うことを禁止します。

【調査概要】

- ・操作性を考慮し、変状を見上げる角度でカメラを構え、カメラから変状まで6.5m、高さ3.5mの位置で撮影

【撮影に使用したカメラの仕様】

- ・夜間も調査するが、昼間での調査を主な使用と考え、太陽光の影響が小さく昼間の調査に適している長周波帯を測定する機種



調査状況

使用した赤外線カメラの性能

	本検討	長田ら, 虫明ら
検出素子	非冷却マイクロボロメータ	非冷却マイクロボロメータ
測定波長	8~14 μ m	8~14 μ m
測定温度範囲	-40 $^{\circ}$ C ~ 120 $^{\circ}$ C	-20 $^{\circ}$ C ~ 300 $^{\circ}$ C
最小検知温度差	0.025 $^{\circ}$ C	0.1 $^{\circ}$ C
画素数	640 \times 480	320 \times 240
フレームタイム	30Hz	30Hz



現行モデル



旧モデル

出典: <https://www.avio.co.jp/products/infrared/lineup/ir-thermo/r550/>

【出典】

岡本ら, 鉄道高架橋における赤外線法による調査の適用範囲および年間の調査日数, JCI, 2023

長田ら, 熱画像による鉄道高架橋コンクリート剥離診断手法の開発, 土木学会論文集, No.760/V- 63, pp.121-133, 2004.5

【撮影期間および頻度】

- ・2021年1月から2021年12月までの約1年間、撮影頻度は月1回

【撮影時間帯】

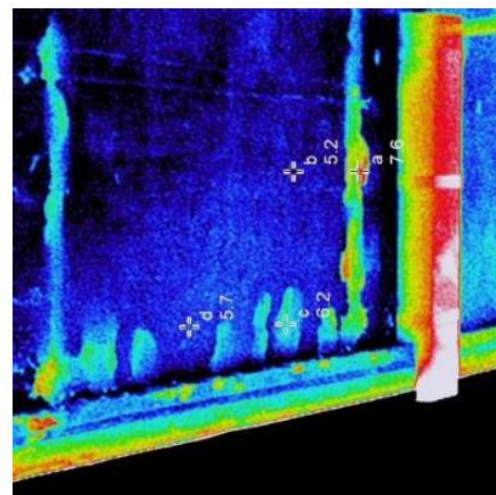
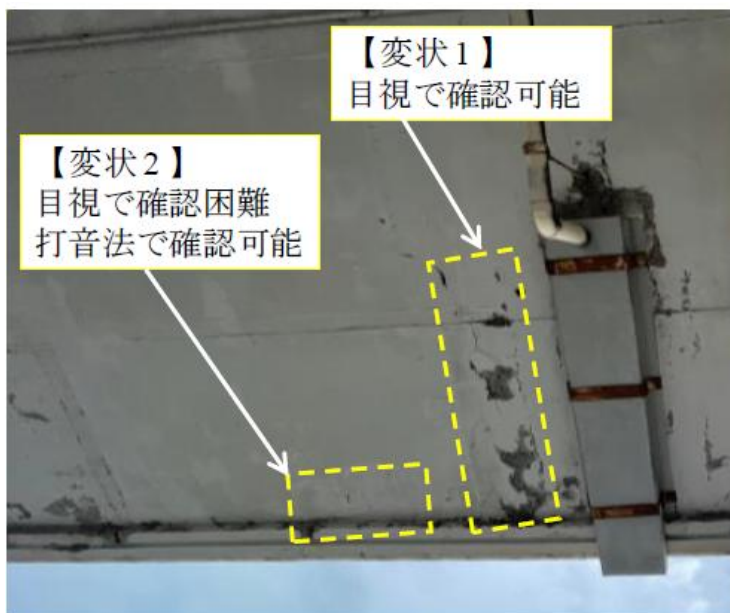
- ・2021年1月から2021年6月までは9時から17時、2021年7月から2021年12月までは9時～翌9時

【記録項目】

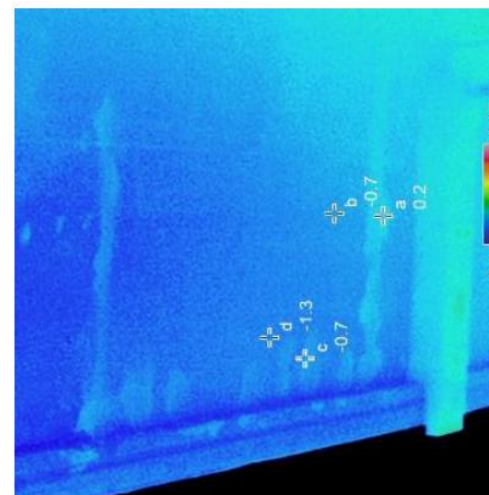
- ・気温, 風速, 日照時間, 天気

【熱画像による剥離判別の概要】

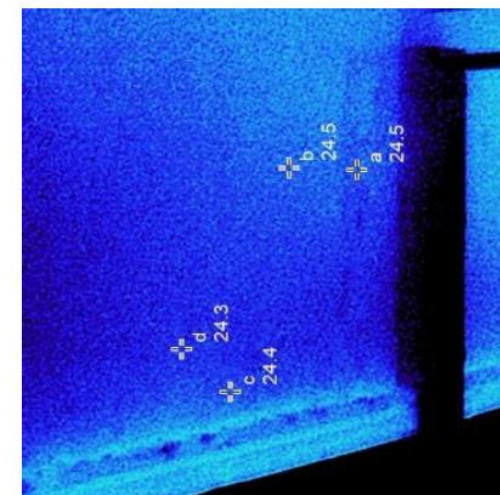
- ・撮影した画像は、赤外線カメラ付属の解析ソフトを使用してコンター図上の剥離部と健全部の温度差を計測し、剥離部と健全部の色の違いの明確さにより剥離部の判別性を判定



明確に判別可能○



不明瞭▲



判別不可能×

判別性の判定例

【出典】岡本ら, 鉄道高架橋における赤外線法による調査の適用範囲および年間の調査日数, JCI, 2023

本資料の著作権は西日本旅客鉄道株式会社が保有します。弊社の許諾なく本資料の一部、もしくは全部の複製、転載、撮影等を行うことを禁止します。

【調査結果】

- 変状1, 変状2ともに日較差が概ね10℃以上の日は, 10℃未満の調査日と比較して夜間(22時以降)の判別性が良好
- 日較差が7℃以上10℃未満の調査日における判別性について, 昼の調査時間は10時から15時の間で判別性が高く, 夜は2時から4時の間で判別性が高い. ただし, 夜間の判別性が高い時間は短く, 作業効率は低い
- 日較差が10℃以上の調査日における判別性について, 昼の調査時間は9時から17時で判別性が高く, 夜は24時から7時で判別性が高い. ただし, 変状2では17時, 6時, 7時で, 判別性○が他の時間帯と比較して少ない

変状1の各測定日の日較差と判別性

調査日	日較差(℃)	時間帯																								
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2021年1月21日	7.4	▲	▲	○	○	○	○	○	○	▲																
2021年2月19日	9.9	▲	○	○	○	○	○	○	○																	
2021年3月31日	14.5	○	○	○	○	○	○	○	○																	
2021年4月22日	13.0	○	○	○	○	○	○	○	○																	
2021年5月31日	12.9	○	○	○	○	○	○	○	○																	
2021年6月15日	6.2	○	○	○	○	○	○	○	×	×																
2021年7月15日	9.2	○	○	○	○	○	○	×	×	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2021年8月26日	6.8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2021年9月21日	7.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2021年10月15日	12.1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2021年11月16日	10.9																									
2021年12月27日	6.2	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

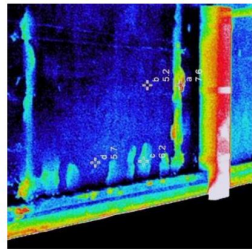
○: 明確に判別可能, ▲: 不明瞭, ×: 判別不可能, ■: 測定を実施しなかった時間帯, □: 雨が降った時間帯

変状2の各測定日の日較差と判別性

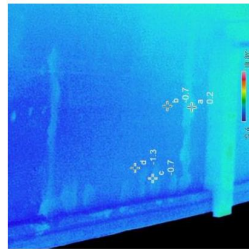
調査日	日較差(℃)	時間帯																								
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2021年1月21日	7.4	×	×	○	○	○	○	○	○	▲																
2021年2月19日	9.9	▲	▲	○	○	○	○	○	○	▲	▲															
2021年3月31日	14.5	○	○	○	○	○	○	○	○	▲																
2021年4月22日	13.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○																
2021年5月31日	12.9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	▲															
2021年6月15日	6.2	▲	○	○	○	○	○	▲	×	×	×															
2021年7月15日	9.2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2021年8月26日	6.8	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2021年9月21日	7.0	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2021年10月15日	12.1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2021年11月16日	10.9																									
2021年12月27日	6.2	×	×	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○: 明確に判別可能, ▲: 不明瞭, ×: 判別不可能, ■: 測定を実施しなかった時間帯, □: 雨が降った時間帯

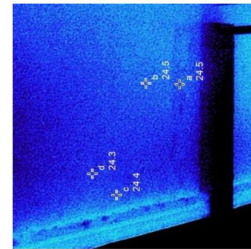
【判別性】



明確に判別可能○



不明瞭▲



判別不可能×

【適用範囲】

時間	適用性	適用条件
昼	適用可	<ul style="list-style-type: none"> 日較差が7℃以上10℃未満の場合 → 10時から15時 日較差が10℃以上の場合 → 9時から16時
	適用不可	<ul style="list-style-type: none"> 雨天 風速5m/s以上
夜	適用可	<ul style="list-style-type: none"> 日較差が10℃以上の場合 → 24時から翌5時
	適用不可	<ul style="list-style-type: none"> 雨天 風速5m/s以上

- ① 鉄道土木構造物の維持管理に対する最新技術の活用事例をご紹介
- ② 夜間の撮影精度向上が必須
(画角, シャッタースピード, ISO感度, オルソ画像との組み合わせ等)
- ③ 画像解析作業等の内業の効率化, 高度化 (外業: 減↘, 内業: 増↗)
- ④ 単一の技術で構造物の検査・点検に求められる要求性能を満足することは極めて困難
 ➡ 日進月歩する新技術の状況を見極め, 要求性能を満足するために必要な技術の組み合わせを柔軟に変えることのできる仕組みの構築が重要

概ね変わらない 調査項目に対する必要な仕様および新技術の活用手法

調査項目	必要な仕様	現行の手法	新技術の活用手法
ひび割れ	0.3mm以上のひび割れを確認できる	目視	ドローン, 画像解析
はく離・はく落	はく離に伴うひび割れを確認できる	目視	ドローン, 画像解析
	内部のはく離を確認できる	近接打音	赤外線カメラ 打音ロボット
	チョーキング箇所を確認できる	目視	ドローン, 画像解析
	内部の鉄筋腐食が確認できる	—	鉄筋腐食非破壊検査機
鉄筋露出	鉄筋露出が確認できる	目視	ドローン, 画像解析
支承付近の損傷	支承部の状態が確認できる	点検足場からの目視	壁登りロボット等

日進月歩
(随時, 入れ替え)

柔軟に変更可能な
仕組み構築が重要
(精度検証, 人材育成等)

WEST

もっとつながる。未来が動き出す。

