

点検の高度化に向けた検討委員会

報 告 書

令和2年 3月

まえがき

東日本・中日本・西日本高速道路株式会社が管理する高速道路約 9,400km のうち、約4割の路線が供用から約 30 年を超えており、大型車交通量の増加、車両総重量の増加、積雪寒冷地や海岸部を通過するなど厳しい環境下での供用により、道路本体構造物の老朽化や劣化が顕在化している。また、平成 25 年に道路法の改正が行われ、平成 26 年 7 月には道路法第 42 条に基づく道路法施行規則が施行された。これにより、5 年に 1 回の頻度で近接目視による点検が明確化され、これを実施して上での点検技術者の確保が困難となっている等の状況から、点検業務の合理化が喫緊の課題となっている。

このような課題を解決するため、近年、近接目視が物理的に困難な箇所で使用されている高解像度カメラや赤外線カメラを対象とし、適用範囲の拡大と精度の向上を図ることを目的に「点検の高度化に向けた検討委員会」を設置し、検証を行った。

検証の結果、高解像度カメラや赤外線カメラを用いた点検支援技術は、近接目視による点検と同等の情報が得られることが確認できたことから、点検困難箇所以外にも適用が可能であることが確認された。これにより点検支援技術の使用は点検業務の合理化が期待できる。

また一方で、国の定期点検要領が平成 31 年 2 月に改定され、「定期点検を行う者は、健全性の診断の根拠となる構造物の状態を、近接目視により把握するか、近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法により把握しなければならない」となった。これにより、点検支援技術等を用いた新たな点検の導入が可能となった。

今後は、この成果を現場にて積極的に活用し、更なる技術の研鑽を行うことが望まれる。本委員会での成果が、関係する基準類に反映され、現場でのより適切な点検の実施に移されることを期待するものである。

令和 2 年 3 月

点検の高度化に向けた検討委員会
委員長 藤野 陽三

点検の高度化に向けた検討委員会

○委員名簿

委員長	藤野 陽三	横浜国立大学 先端科学高等研究院 上席特別教授
委員	岩波 光保	東京工業大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系 教授
	奥井 義昭	埼玉大学大学院 理工学研究科 環境科学・社会基盤部門 教授
	木村 嘉富	国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路構造物研究部長
	早川 智彦	東京大学大学院 情報理工学系研究科 システム情報学専攻 助教

(敬称略、委員は50音順)

○NEXCO 協力者

所 属 等		氏 名
東日本高速道路(株)	管理事業本部 保全部 部長	八木 茂樹
	管理事業本部 管理事業計画課 課長	伊藤 憲和
	管理事業本部 保全部 保全課 課長	前川 秀人
	管理事業本部 SMH推進チーム チームリーダー	上田 功
	建設・技術本部 技術・環境部 技術企画課 課長	坂巻 広治
中日本高速道路(株)	保全企画本部 保全担当部長	湯川 保之
	保全企画本部 保全企画チーム チームリーダー	合田 聡
	保全企画本部 保全企画チーム 担当リーダー	和久田 明
	保全企画本部 保全企画チーム 担当リーダー	渋谷 健一
	技術・建設本部 環境・技術企画部 技術企画・開発チーム チームリーダー	松本 豊和
西日本高速道路(株)	保全サービス事業本部 保全サービス事業部 部長	小笹 浩司
	技術本部・技術環境部 技術開発担当部長	兼澤 秀和
	保全サービス事業本部 保全サービス事業部 次長	加治 英希
	保全サービス事業本部 保全サービス事業部 保全課 課長	羽田野 和久
	保全サービス事業本部 保全サービス事業部 保全課 課長	秋山 隆之
(株)高速道路総合技術研究所	基盤整備推進部 部長	手代木 学
	基盤整備推進部 管理基盤推進担当部長	中野 季哉
	基盤整備推進部 管理基盤推進室 室長	西岡 昌樹
	基盤整備推進部 管理基盤推進室 室長	本多 正和

目次

1. 検討概要.....	1
1-1 検討の目的.....	1
1-2 検討の背景.....	1
1-3 主な審議事項.....	2
1-4 審議の経緯.....	3
2. 国土交通省 定期点検要領の改定.....	4
3. 点検支援技術の検証.....	5
3-1 高解像度カメラを用いた点検支援技術の検証.....	5
3-1-1 健全度評価に関する検証.....	5
3-1-2 点検精度に関する検証.....	20
3-1-3 撮影限界角度に関する検証.....	42
3-1-4 日向及び日陰の撮影に関する検証.....	49
3-2 赤外線カメラを用いた点検支援技術に関する検証.....	54
3-2-1 検証に用いる機器と検証対象.....	54
3-2-2 検出精度に関する検証.....	55
3-2-3 再現性に関する検証.....	57
4. 高解像度カメラ使用マニュアルの改定.....	59
5. 遠隔操作による無人航空機（UAV）使用ガイドライン（案）の改定.....	61
6. まとめ.....	63
6-1 今回検証した点検支援技術から得られる情報.....	63
6-2 点検支援技術による近接目視・打音との同等評価手法の確立.....	63
7. 今後の取組みについて.....	64

1. 検討概要

1-1 検討の目的

高速道路における構造物の詳細点検は、平成 26 年に施行された定期点検の法令化以降、新たな点検基準に従い「五年に 1 回の頻度で近接目視による点検」を実施してきた。

本検討は、膨大な高速道路資産の点検を確実に実施し、構造物の健全性を把握するため、近接目視や打音の支援となる点検支援技術の導入に関して検討を行った。



具体的には、近接目視の支援として高解像度カメラ、打音の支援として赤外線カメラを用いた現地検証を行い、点検の一般化や合理化に資することを目的とした。

1-2 検討の背景

平成 26 年度に開催された「点検実施基準及び資格に関する検討委員会」(以下、H26 委員会という。)では、道路橋定期点検要領(国土交通省 道路局)(平成 26 年 6 月)に、「近接目視が物理的に困難な場合は、技術者が近接目視によって行う評価と同等の評価が行える方法によらなければならない」とされている。このことから、高画質な画像の取得が可能な高解像度カメラを近接目視の支援として使用し、近接目視によるときと同等な評価が行えるかの検証を近接目視が物理的に困難な箇所(以下、点検困難箇所という。)に対して行った。

結果として、近接目視による点検と同程度に構造物の変状を把握するためには、カメラとレンズの性能や撮影限界など条件を満たす必要が確認された。また、点検実施者が適切に、点検困難箇所に対して高解像度カメラを用いた点検が行えるよう、「高解像度カメラ使用マニュアル(案)」を平成 27 年 4 月に作成した。その後、現地での検証を継続的に行い、得られた知見を収集し、平成 29 年 4 月に同マニュアルの改定を行っている。

H26 委員会では、点検困難箇所に対する限定的な検証であったため、高解像度カメラを点検困難箇所以外へも適用する検証、無人航空機(以下、UAV という。)又は長尺ポールに高解像度カメラを取付けた撮影技術及び、従前より点検に使用されている赤外線カメラの精度に関する検証等、点検の精度向上や点検の安全性向上を目的として、社外有識者からなる「点検の高度化に向けた検討委員会」(以下、本委員会という。)を設置し、検証を行った。図-1.1には、橋梁における点検の現在の実施内容及び点検支援技術の導入イメージを示す。

現行要領		橋 梁		
		第三者等被害防止箇所	第三者等被害防止箇所以外	
		近接目視かつ触診や打音	近接目視を基本とし必要に応じて触診や打音等	
「点検実施基準及び資格に関する検討委員会」(平成26年度)				
		点検困難箇所以外	点検困難箇所	
		点検困難箇所以外	点検困難箇所以外	
現況(～30年度)		検査路・点検車両等	特殊高所作業技術(ロープアクセス)等	
			ファイバースコープ	
			狭小ロボット等	
			高解像度カメラ(外観変状把握) ＜自動雲台搭載・UAV搭載・長尺ポール搭載等＞	
			赤外線カメラ (内部変状把握)	
「点検高度化に向けた検討委員会」(平成30年度)				
		点検困難箇所以外への適用に向けた検証 <高解像度カメラ・赤外線カメラ>		
令和元年～		現地条件等に応じ非破壊検査機器の適用可否を判断	【近接目視を支援】高解像度カメラ(外観変状把握)	
		【打音を支援】赤外線カメラ(内部変状把握)	必要に応じて赤外線カメラを使用	
		更なる高度化		
以降		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 新たな非破壊検査技術・画像処理技術を活用した点検業務の更なる高度化 ◆ 点検・補修データの蓄積及び分析による維持管理の確実性の向上 		

図－1. 1 点検支援技術導入イメージ

1-3 主な審議事項

検証は、点検に占める割合が多く、遮蔽物が少ないことから技術的成果が最も期待できる「橋梁」のコンクリート部材を対象に行い、以下の2項目を審議事項の柱とした。

- (1) コンクリート構造物における近接目視に関して、「ひび割れ、エフロレッセンス」等の外観変状を把握し、適切な健全度評価を支援する高解像度カメラの活用。
- (2) コンクリート構造物における打音による点検について、「浮き、はく離」等の内部変状を把握し、第三者等被害の防止を目的に行う、打音の範囲を抽出する赤外線カメラの活用。

1-4 審議の経緯

本委員会は平成30年5月21日より平成31年3月20日にわたり、計4回開催された。第1回から第4回までの日程と議題を表-1.1に示す。

表-1.1 委員会日程と主な議題

委員会	開催日	議題
第1回	5月21日	1) 委員会の規約 2) 委員会の目的及び運営 3) 国・NEXCOにおける点検要領の現状 4) 道路技術小委員会の動向 5) NEXCOにおける省令点検の現状 6) 点検診断資格制度の概要 7) 高解像度カメラの検証 8) 赤外線カメラ技術の検証
第2回	9月27日	1) 高解像度カメラによる点検の検証(精度) 2) 赤外線カメラによる再現性の説明 3) 点検支援技術の適用範囲 4) 点検データの蓄積と分析
第3回	12月18日	1) 点検支援技術の検証について ①高解像度カメラの検証(角度) ②UAVの検証 2) 点検支援技術の導入による点検要領の改訂原案 3) UAVによる鋼橋を対象とした撮影画像の事例について 4) 適正な維持管理サイクルの構築について
第4回	3月20日	1) 点検支援技術の検証について ①高解像度カメラの検証(日向日陰) ②UAVの検証 2) 点検支援技術の導入による点検要領の改訂原案 3) 「点検の高度化に向けた検討委員会」報告書の概要

2. 国土交通省 定期点検要領の改定

国土交通省において平成26年6月に策定された定期点検要領においては、定期点検の方法として「定期点検は、近接目視により行うことを基本とする」とされており、その補足には「近接目視が物理的に困難な場合は、技術者が近接目視によって行う評価と同等の評価が行える方法によらなければならない」とされていた。

平成30年度に行われた社会資本整備審議会道路技術小委員会での審議を経て、平成31年2月に改定された定期点検要領では、近接目視を補完・代替・充実する技術の活用として、状態の把握に関して次のとおり取り扱われることとなり、近接目視が物理的に困難な箇所以外への点検支援技術の適用が可能となった。

国土交通省 道路橋定期点検要領（H31.2）より

4. 状態の把握

「健全性の診断の根拠となる状態の把握は、近接目視により行うことを基本とする。」

法令運用上の留意事項

「定期点検を行う者は、健全性の診断の根拠となる道路橋の現在の状態を、近接目視により把握するか、または、自らの近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法により把握しなければならない。」

付録1：定期点検の実施にあたっての一般的な注意点

2（5）部材の一部等で近接目視によらないときの扱い

「自らが近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができると定期点検を行う者が判断した場合には、その他の方法についても、近接目視を基本とする範囲として考えてよい。」

「その他の方法を用いるときは、定期点検を行う者が、定期点検の目的を満足するように、かつ、その方法を用いる目的や必要な精度等を踏まえて適切に選ぶものとする。」

3. 点検支援技術の検証

3-1 高解像度カメラを用いた点検支援技術の検証

3-1-1 健全度評価に関する検証

(1) 目的

近接目視の支援として高解像度カメラ（UAV、ポールカメラ含む）を用いた場合、近接目視による点検を行った場合と同等の判定又は評価に必要な情報が得られるのかを検証し、点検の高度化に繋がる技術であるのかを検討することを目的とした。

なお、本報告書では地上からの撮影を行う場合を「高解像度カメラ」、UAVに高解像度カメラを搭載し撮影を行う場合を「UAV」、ポールの先端に高解像度カメラを搭載し撮影を行う場合を「ポールカメラ」と定義し、これらの手法を総括して高解像度カメラによる点検とした。

(2) 使用機材

本検証に用いた機器を図-3.1に示す。

項目	高解像度カメラ		UAV(搭載カメラ)		ポールカメラ(カメラユニット)		
	性能	外観	性能	外観	性能	外観	
カメラ	機器名	D5		α 6500		HV-HT3000TB-U	
	メーカー名	Nikon		SONY		日立	
	撮像素子	35mmフルサイズ		APS-C		1/3 CCD	
	画素数	2,133万画素		2430万画素		92万画素	
	重量	1,405g		453g		1,450g(レンズ込み)	
レンズ	機器名	AF-S NIKKOR70-200mmf/2.8GED VR		E Pz 16-50mm F3.5-5.6 OSS		—	
	メーカー名	Nikon		SONY		—	
	焦点距離	70-200mm		16-50mm		4.4-132mm	
	開放F値	F2.8		F3.5-5.6		F1.4-4.6	
	重量	1,540g		116g		—	

UAV			ポールカメラ(ポールユニット・タブレット)			
項目	性能	外観	項目	性能	外観	
UAV名	PG700		ポールユニット	最大伸長	地上から約10.5m	
機体寸法	988×988×175mm			質量	約9,200g	
機体重量	5.6kg(バッテリー含む)		タブレット	OS	Windows8、8.1	
搭載可能重量	3.4kg			CPU	インテル® Core™ i5 1.8 GHz	
飛行可能時間	14分			メモリ	4GB	
耐風性能	8m/s					
最高速度	水平12m/s・垂直5m/s					

図-3.1 使用機材一覧

(4) 対象橋梁

①対象とする上部工

東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、西日本高速道路株式会社（以下「3会社」という。）が管理する橋梁の上部工形式は、図-3.2に示す5形式が全体の約9割以上を占めている。本検証では、遮蔽部材の少ないコンクリート橋である中空床版橋、I桁・T桁橋、PC箱桁橋の3形式（図中の赤枠）の床版、桁及び支承を対象とした。

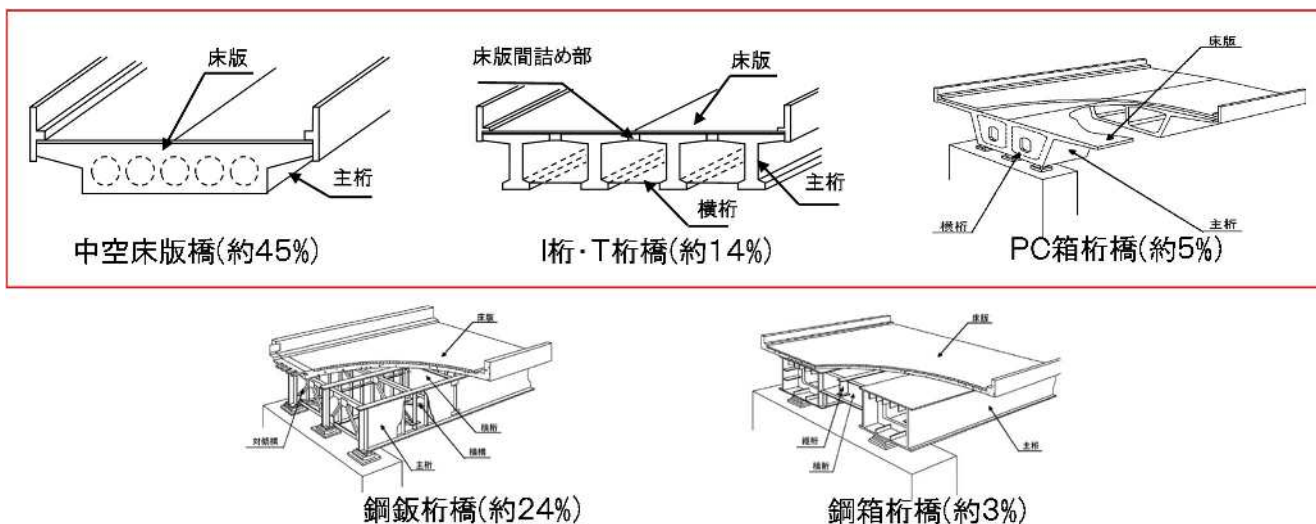


図-3.2 3会社の橋梁形式別径間数割合

②対象とする下部工

3会社が管理する橋梁の下部工形式は、RC橋脚・橋台、鋼製橋脚に大別される。そのうち、RC橋脚・橋台が全体の9割以上を占めている。本検証ではRC橋脚を対象とした。また、高さ別の資産数は概ね図-3.3の割合となっている。

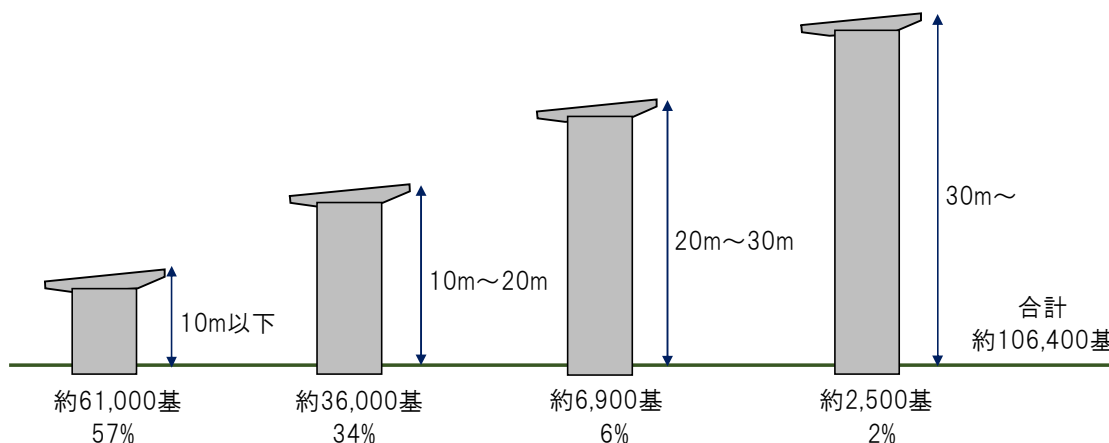


図-3.3 3会社の橋梁下部工高さ別資産割合

③対象とする変状

本検証では、近接目視によって確認可能な、コンクリート部材に一般的に発生する外観変状を検出対象とした。検出対象変状の一覧を図-3.4に示す。なお、ひび割れに関してNEXCOでは一般的にRC構造は0.2mm以上、PC構造は0.1mm以上のひび割れを抽出する事としている。

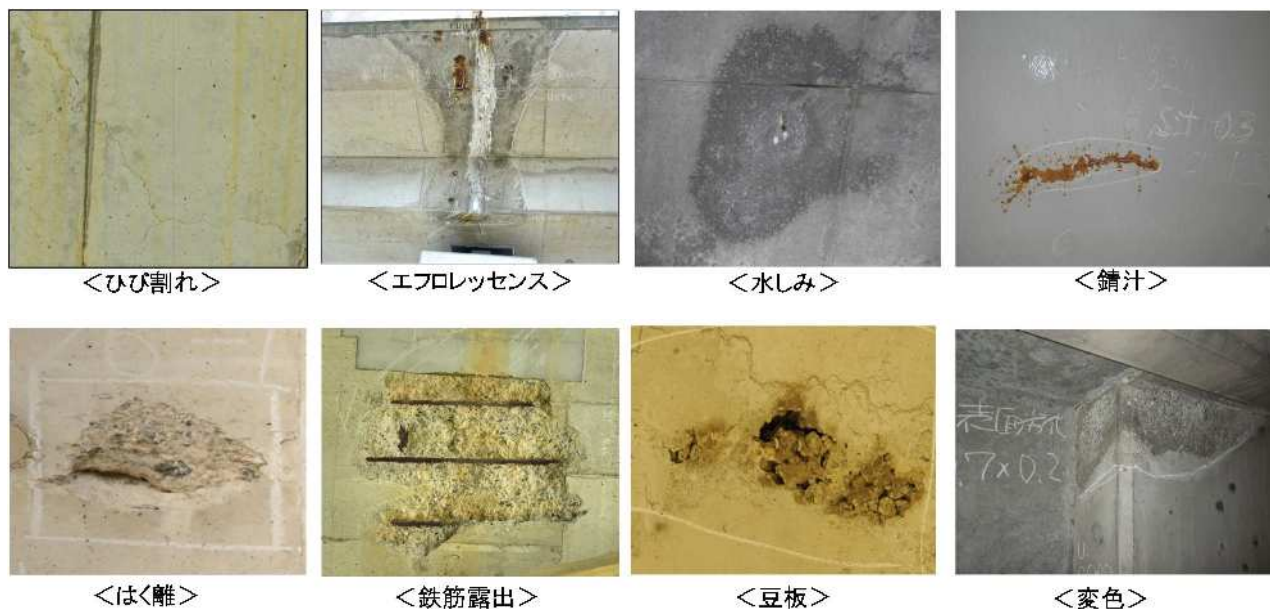


図-3.4 検出対象変状一覧

(5) 検証方法及び手順

検証は、近接目視から得られた結果を基に作成した点検展開図と、高解像度カメラによる点検によって得られた撮影画像から作成した撮影画像展開図を比較し行った。以下に検証の手順を示す。

①高解像度カメラ検証手順

- (a) : 検証対象に対し近接目視による点検及び高解像度カメラによる撮影をそれぞれ行う。
 - (b) : 近接目視による点検については、点検野帳に変状情報をスケッチした後、点検野帳をスキャンし描画ソフトに取り込み、変状箇所のトレースを行い、点検展開図を作成した。
 - (c) : 高解像度カメラによる撮影後、得られた画像をPCへ取込み、描画ソフトを用いて合成及び変状の抽出を行い、撮影画像展開図を作成した。
 - (d) : (b) 及び (c) でそれぞれ作成した点検展開図と撮影画像展開図の、比較を行った。比較は、保全点検要領（構造物編）（平成29年4月）（以下、保全点検要領という。）における健全度評価（表-3.2）と抽出した変状種類毎の箇所数及びひび割れの延長とした。
- (a) ~ (d) の検証の手順を図-3.5に示す。

なお、撮影画像からの変状の抽出作業は自動抽出ではなく、点検実施者が撮影画像を基にひび割れ等を手作業で抽出し、トレースする方法とした。

②UAV 及びポールカメラによる検証手順

UAV 及びポールカメラの検証は、近接目視による点検と UAV 及びポールカメラにて検証箇所を撮影した後、撮影画像を高解像度カメラ検証と同様に、表-3. 2に示す健全度評価を行い、比較を行った。

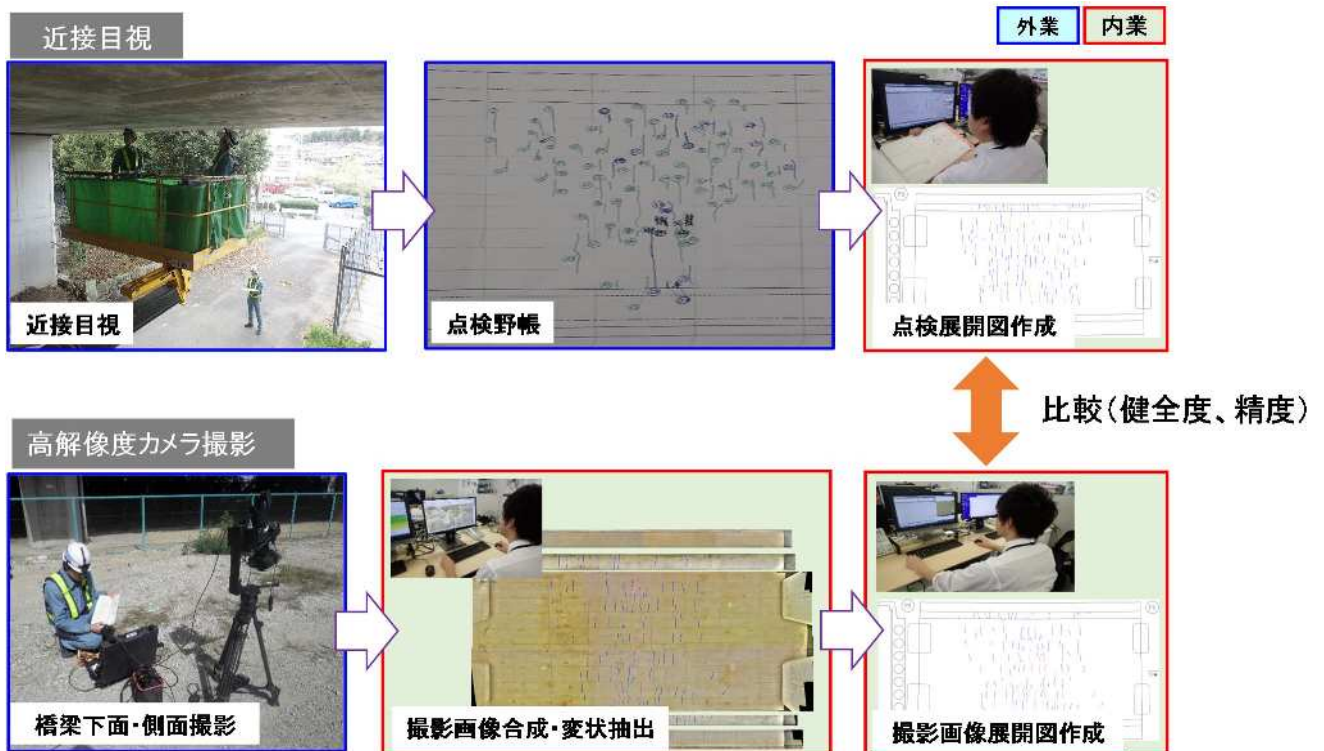


図-3. 5 高解像度カメラ検証の流れ

表-3. 2 NEXCO 健全度評価区分

橋梁		
NEXCO健全度評価区分(主桁・床版など)		
変状グレード	変状や劣化の進行	定義
V	深刻な変状が発生している。	耐荷性能の低下が深刻であり安全性に問題がある。または走行性能の低下が深刻であり使用性に問題がある。
IV	変状が著しい。	耐荷性能が低下しつつあり安全性に影響を及ぼす恐れがある。または走行性能が低下しつつあり使用性に影響を及ぼす恐れがある。
III	変状が発生している。	劣化がかなり進行しており耐荷重性能または走行性能の低下に対する注意が必要である。
II	軽微な変状が発生している。	劣化は進行しているが耐荷重性能または走行性能は低下していない。
I	問題となる変状がない。	劣化の進行が見られない。

保全点検要領【構造物編】(H29.4)より抜粋

(6) 検証対象橋梁

検証は、RC 中空床版橋、PC 中空床版橋、PCT 桁橋及び RC 橋脚の 4 形式と支承を対象として行った。高解像度カメラは主に床版や桁下面の撮影を行い、UAV 及びポールカメラに関しては、地上からの撮影が困難な支承や桁側面などの撮影を行う。検証対象橋梁及び検証手法の一覧を表 3.3 に示す。

表 3.3 検証対象橋梁及び検証手法一覧

対象部位	橋梁名	形式	桁下高 (橋脚高)	高解像度カメラ	UAV	ポールカメラ
床版・桁	石山第二高架橋	RC中空床版橋	5.0m	○	—	—
	安倉高架橋	RC中空床版橋	7.0m	○	—	—
	八田川橋	PC中空床版橋	7.0m	○	—	—
	東大川橋	PCT桁橋	4.5m	○	—	—
	萬丈橋	PCT桁橋	3.0~4.3m	—	○	○
橋脚	八田川橋	RC壁式橋脚	7.0m	○	—	—
支承	東柱第一橋	PCT桁橋	8~10.5m	—	○	○
	夏狩高架橋	RC中空床版橋	7.9m	—	○	○
	弓振川橋	RC中空床版橋	15.0m	—	○	—
	宮川高架橋	PCT桁橋	7.8m	—	○	○

(7) 検証結果

①高解像度カメラ検証

(a) 石山第二高架橋

供用後 30 年が経過した RC 中空床版橋の近接目視による点検展開図と高解像度カメラによる撮影画像展開図の比較結果を図-3.6.1に示す。点検展開図と撮影画像展開図のひび割れ数量は異なるが、エフロレッセンスに関しては同等の検出精度を有している。健全度「Ⅱ」とは保全点検要領に示されている5段階評価を実施したものであり、近接目視と同等の評価が得られた。図-3.6.2には0.2mm以上のひび割れについて近接目視の結果を赤、撮影画像の結果を黒で表示している。ひび割れの位置について、撮影画像展開図と比較した場合、近接目視による点検は、型枠や目地を参考にし、野帳へ記録しているため、発生位置や形状に差が生じているが、ひび割れの方向、間隔については、近接目視と同様に撮影画像から検出できている。

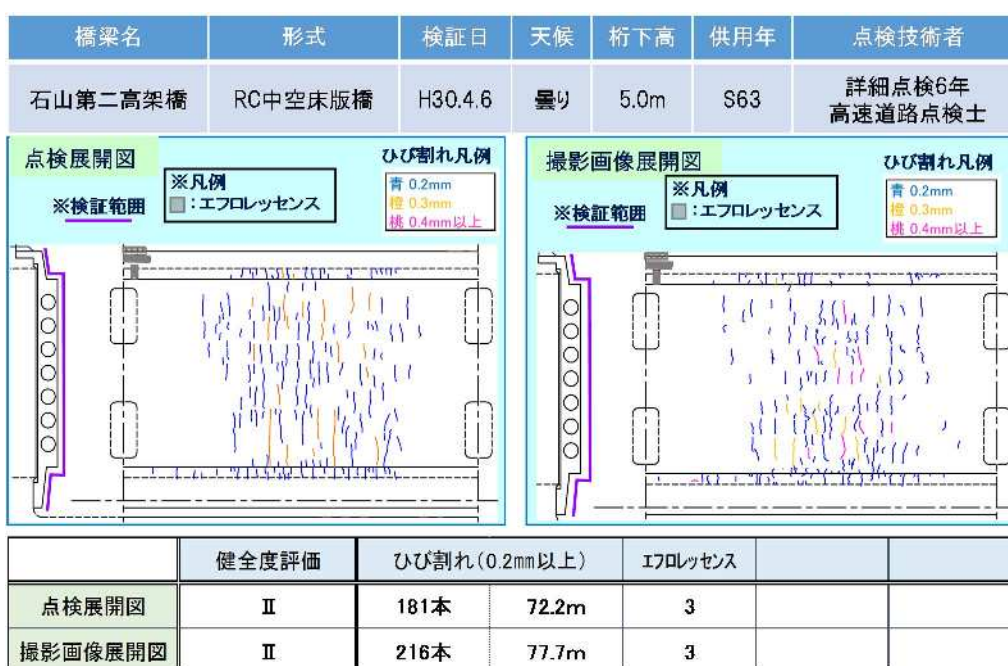


図-3.6.1 石山第二高架橋 検証結果

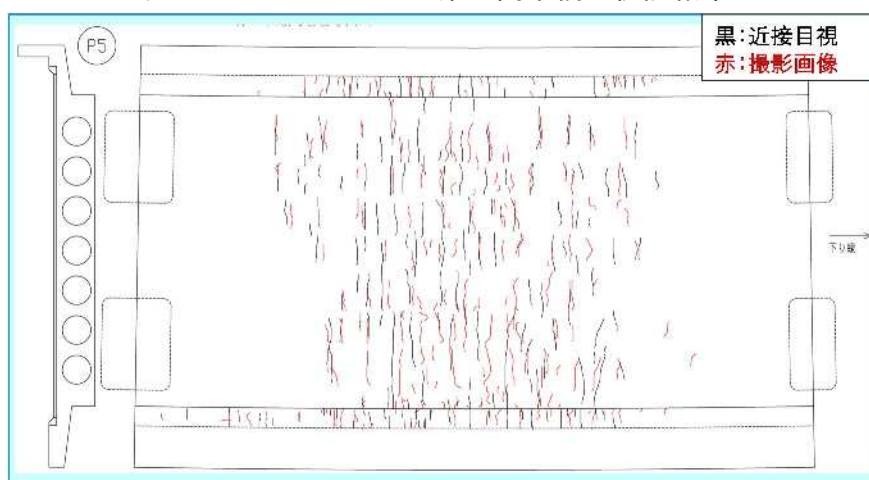


図-3.6.2 石山第二高架橋 ひび割れ状況比較

(b) 安倉高架橋

供用後 48 年の RC 中空床版橋の比較結果を図-3. 7. 1 に示す。ひび割れ数量及びひび割れ幅は異なるが、エフロレッセンス、鉄筋露出及びはく離に関しては高解像度カメラにて同等の検出精度を有している。撮影画像展開図から求めた健全度は「Ⅲ」となり、近接目視と同等の評価が得られた。図-3. 7. 2 に 0.2mm 以上のひび割れ状況の比較を示す。ひび割れの位置について、撮影画像展開図と比較した場合、近接目視による点検は、型枠や目地を参考にし、野帳へ記録しているため、発生位置や形状に差が生じているが、ひび割れの方向、間隔については、近接目視と同様に撮影画像から検出できている。

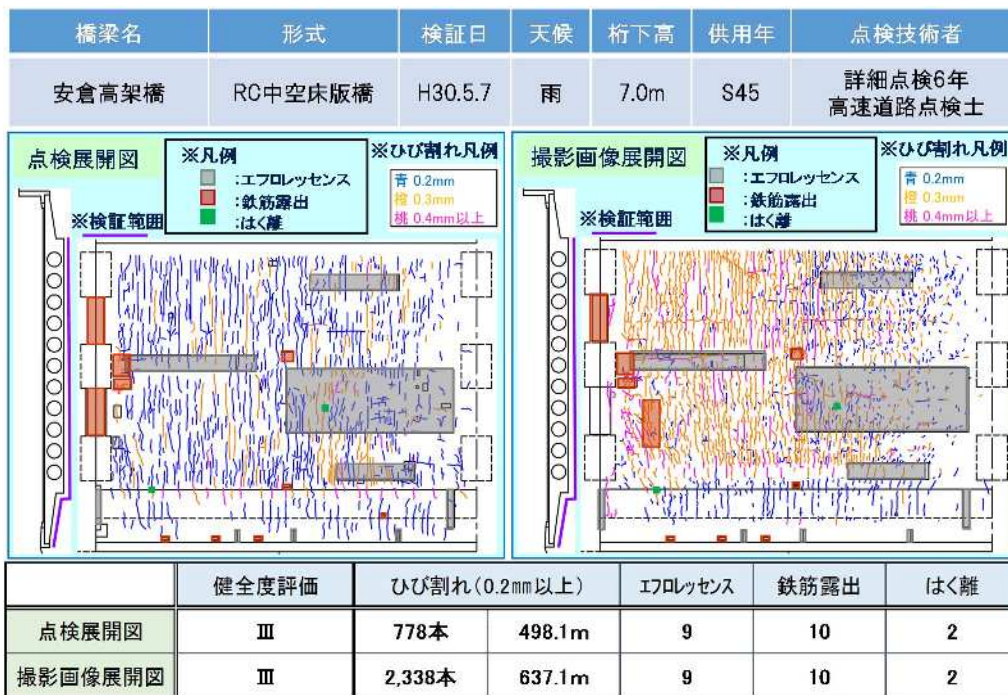


図-3. 7. 1 安倉高架橋 検証結果

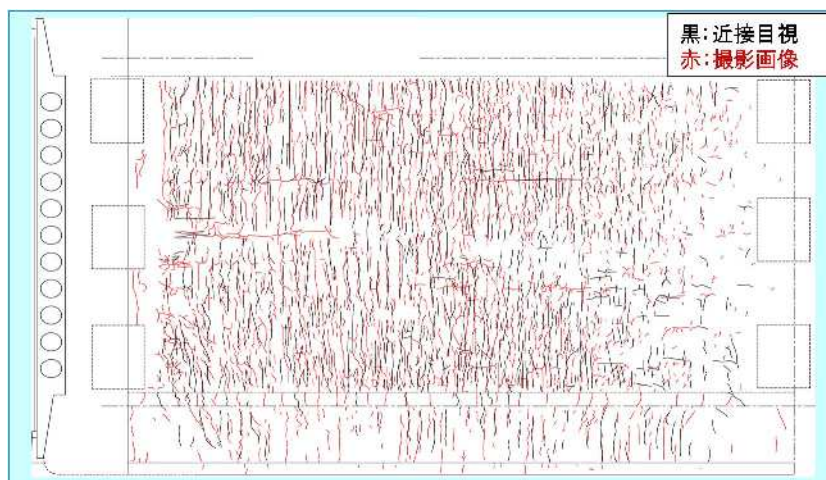


図-3. 7. 2 安倉高架橋 ひび割れ状況比較

(c) 八田川橋

供用後 15 年の PC 中空床版橋の比較結果を図-3. 8. 1に示す。ひび割れ数量に差はあるが、はく離に関しては近接目視と同等の検出精度を有している。撮影画像展開図から評価した健全度は「Ⅱ」となり、近接目視と同等の評価が得られた。図-3. 8. 2に 0.1mm 以上のひび割れ状況の比較を示す。ひび割れの位置について、撮影画像展開図と比較した場合、近接目視による点検は、型枠や目地を参考にし、野帳へ記録しているため、発生位置や形状に差が生じているが、ひび割れの方向、間隔については、近接目視と同様に撮影画像から検出できている。供用後、年数が経過していないため、変状はあまり発生していない。

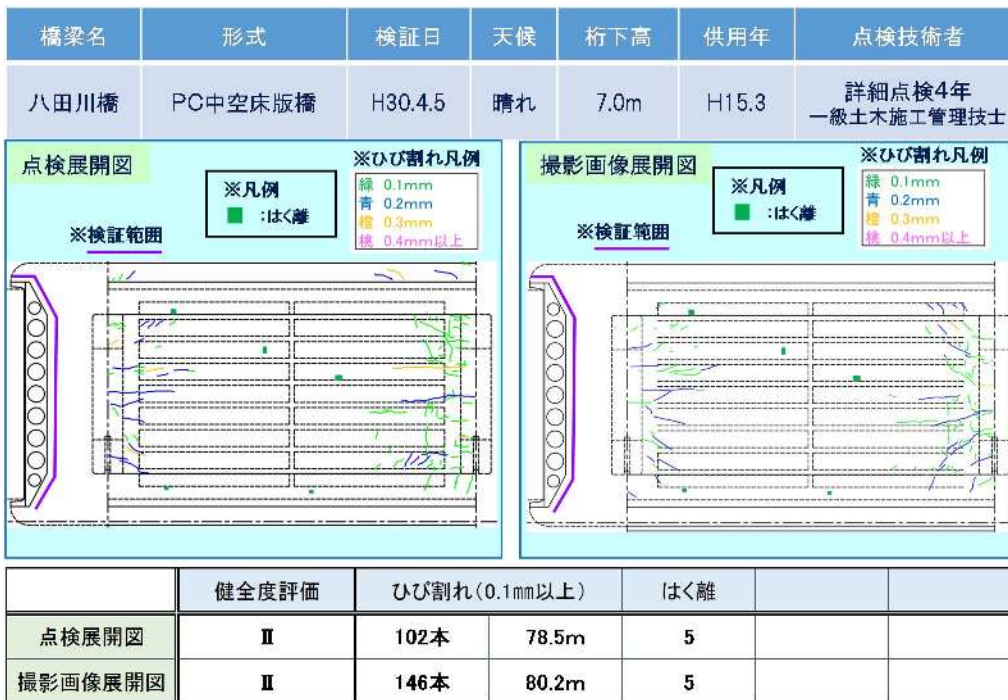


図-3. 8. 1 八田川橋 検証結果

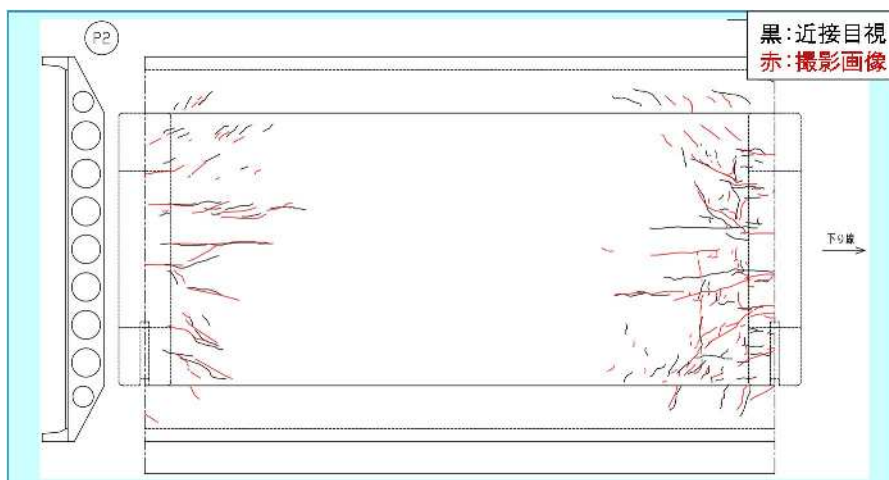


図-3. 8. 2 八田川橋 ひび割れ状況比較

(d) 東大川橋

供用後 35 年の PCT 桁橋の比較結果を図－3. 9に示す。今回は、地上から撮影が可能な桁下面及び床版下面の比較を行った。点検展開図と撮影画像展開図を比較すると、ひび割れ数量は異なるが、はく離及び鉄筋露出に関しては近接目視と同等の検出精度を有している。撮影画像展開図から評価した健全度は「Ⅱ」となり、近接目視と同等の評価が得られた。なお、本検証箇所は、ひび割れの発生が少なかったため、ひび割れ展開図の作成は実施していないが、ひび割れの方向、間隔など近接目視と同様に撮影画像から検出できていることを確認した。



図－3. 9 東大川橋 検証結果

(e) 八田川橋（橋脚）

供用後 15 年の RC 橋脚の比較結果を図-3. 10. 1 に示す。近接目視及び撮影画像展開図から評価した健全度は「Ⅱ」となり、近接目視と同等の評価が得られた。図-3. 10. 2 に 0.2mm 以上のひび割れ状況の比較を示す。ひび割れの位置は一致していないが、方向、間隔は、近接目視と同様に撮影画像から検出できている。



図-3. 10. 1 八田川橋（橋脚）検証結果

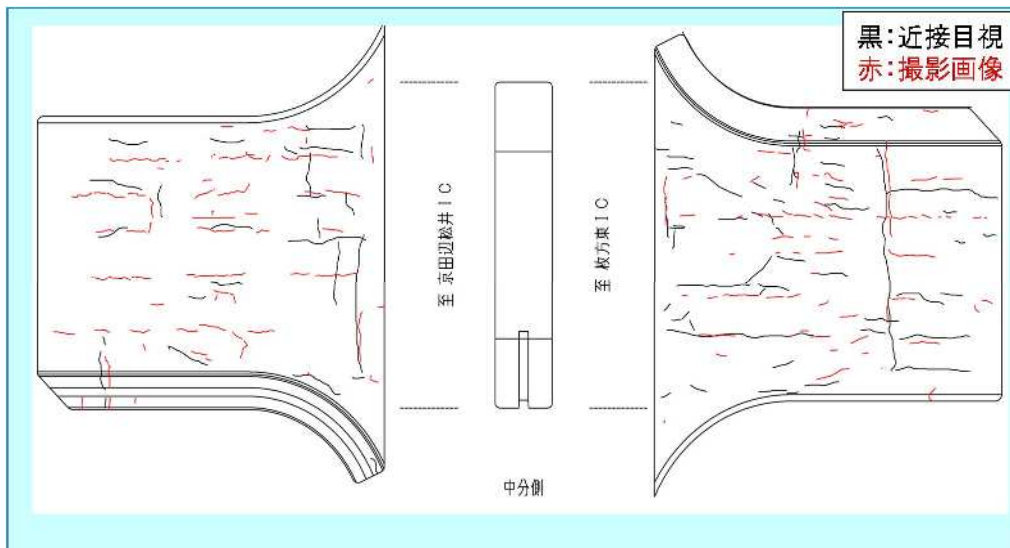


図-3. 10. 2 八田川橋（橋脚）ひび割れ状況比較

②UAV 及びポールカメラ検証

UAV 及びポールカメラの検証は 4 橋の支承と 1 橋の桁側面を対象として行った。以下に、検証箇所代表例及び検証結果を示す。

(a) 鋼製支承

供用後 50 年が経過した PCT 桁橋の鋼製支承を近接目視、UAV 及びポールカメラで撮影した結果を図-3. 11、図-3. 12に示す。ボルトの変状や鋼部材の腐食などの外観変状を撮影画像から判断することは可能であり、近接目視による点検結果と UAV 及びポールカメラによる点検結果において、部材の健全度評価は「Ⅱ」となり、同等の評価が得られた。なお、外観変状の有無は確認できるが、ボルトのゆるみや鋼材の減厚等に関しては、触診又は打音等による確認が必要と考えられる。ただし、ボルトのゆるみに関しては、合いマーク施工を施している箇所であれば確認できた(図-3. 12)。

検証手法	撮影画像	変状項目	健全度評価	検証手法	撮影画像	変状項目	健全度評価
近接目視		ボルトの変状	Ⅱ	近接目視		腐食	Ⅱ
UAV			Ⅱ	UAV		腐食	Ⅱ
ポールカメラ			Ⅱ	ポールカメラ		腐食	Ⅱ

①ボルトの変状

②鋼材腐食

図-3. 11 東桂川第一橋 鋼製支承検証結果

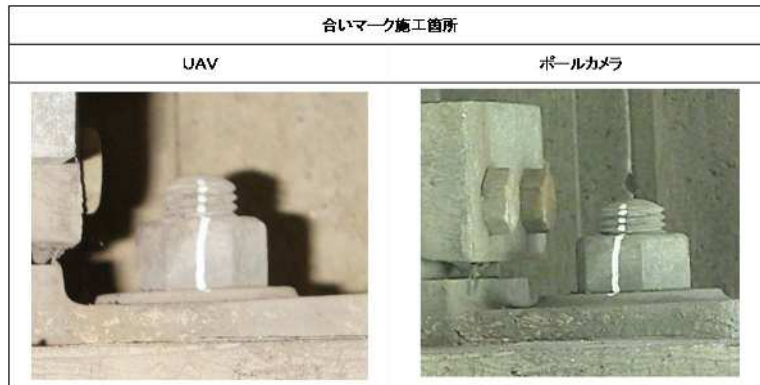


図-3. 12 夏狩高架橋 合いマーク施工箇所

(b) ゴム支承

供用後 35 年が経過した PCT 桁橋のゴム支承を近接目視、UAV 及びポールカメラで撮影した結果を図-3. 13 に示す。ゴム支承本体の状態や変状の種類によっては、画像から判断することが可能である。また、近接目視による点検結果と UAV 及びポールカメラによる点検結果において、部材の健全度評価は「Ⅱ」となり、同等の評価が得られた。ただし、外観変状の有無は確認できるが、積層ゴムに発生しているひび割れ深さ等に関しては、触診等による確認が必要である。

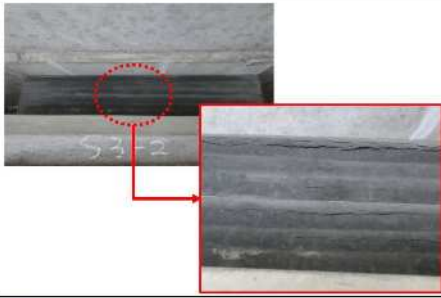
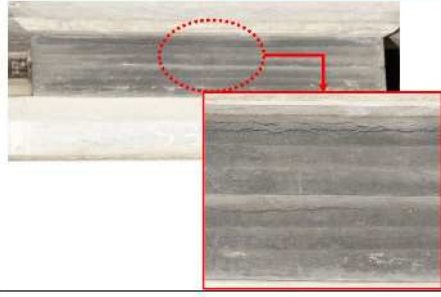
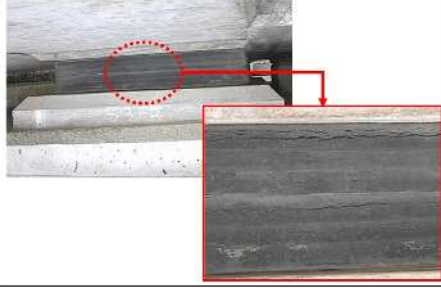
検証 手法	撮影画像	変状 項目	健全度 評価
近 接 目 視		本 体 の 劣 化 (一 部 に ひ び 割 れ)	Ⅱ
U A V			Ⅱ
ポ ー ル カ メ ラ			Ⅱ

図-3. 13 宮川高架橋 ゴム支承検証結果

(c) コンクリート主桁側面

供用後47年が経過したPCT桁橋の主桁側面を近接目視、UAV及びポールカメラで撮影した結果を図-3.14に示す。ひび割れ幅に関して差異が見られたが、ひび割れの延長、方向及び間隔は画像から判断することが可能であった。また、近接目視による点検結果とUAV及びポールカメラによる点検結果において、部材の健全度評価は「Ⅱ」となり、同等の評価が得られた。

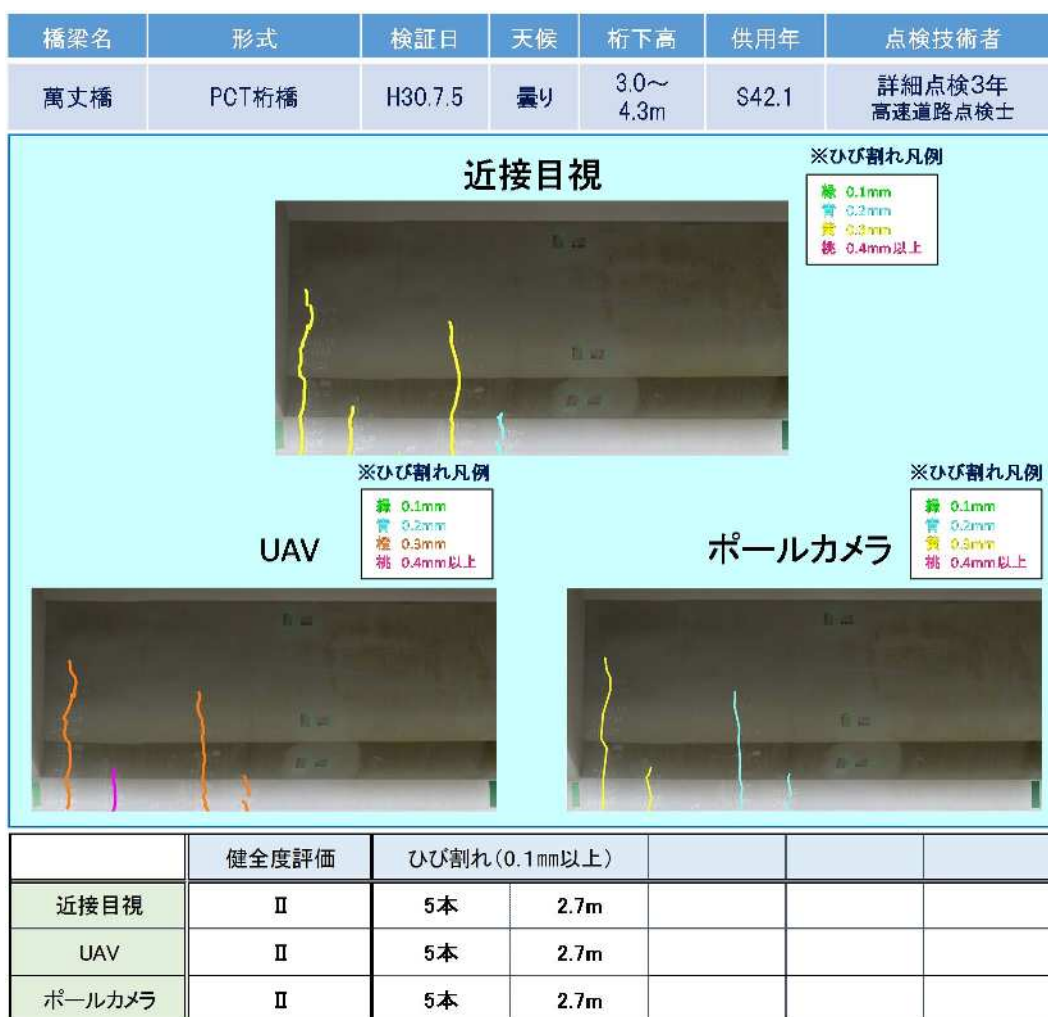


図-3.14 萬丈橋 コンクリート主桁側面検証結果

(8) 健全度評価に関する検証結果

近接目視による点検と高解像度カメラによる点検結果のまとめを表-3.4、表-3.5に示す。エフロレッセンス、はく離、鉄筋露出等の個別の変状に関して、点検支援技術として高解像度カメラを用いた点検結果からは、近接目視による点検結果と同等の健全度評価が得られた。支承部や桁側面など地上からの撮影が困難な箇所に関しても、UAV やポールカメラを用いることで変状を確認できた。

以上の結果から、近接目視の支援として、高解像度カメラを用いた点検は同等の健全度評価を行う事が可能な点検支援技術であることが確認された。しかし、外観変状のうち比較的大きなエフロレッセンスやはく離、鉄筋露出などの変状は確実に捉えられているが、最も小さな変状であるひび割れに関しては検出率に差が生じている。

高解像度カメラによる点検は、撮影画像により点検結果を保存し、正確な変状位置の確認が可能である。そのため、5年毎に行われる定期点検の結果を比較し、変状の進行状態を把握する事が期待される。そこで、外観変状で最も小さい変状であるひび割れに着目し、高解像度カメラによる精度に関する検証を行うこととした。

表-3.4 高解像度カメラ検証のまとめ

橋梁名	形式	(橋脚高)	点検手法	健全度	ひび割れ		エフロレッセンス 箇所数	水しみ・漏水 箇所数	錆汁 箇所数	はく離 箇所数	鉄筋露出 箇所数	豆板 箇所数	変色 箇所数
					箇所数	延長m							
床版・桁	石山第二高架橋 下P5~P6	RC中空床版橋	5.0m	近接目視	II	181	72.2	3					
				撮影画像	II	216	77.7	3					
	石山第二高架橋 上P5~P6	RC中空床版橋	5.0m	近接目視	II	113	83.5	1		1			
				撮影画像	II	156	87.29	1		1			
	安倉高架橋 上P9~P10	RC中空床版橋	7.0m	近接目視	III	778	498.1	9		2	10		
				撮影画像	III	2378	637.1	9		2	10		
八田川橋 下P2~P3	PC中空床版橋	7.0m	近接目視	II	102	78.5				5			
			撮影画像	II	146	80.2				5			
東大川橋 下P5~P6	PCT桁橋	4.5m	近接目視	II	7	1.65				3	4		
			撮影画像	II	13	2.7				3	4		
橋脚	八田川橋 下P3	RC壁式橋脚	7.0m	近接目視	II	82	56.8						
				撮影画像	II	116	100.6						

表-3.5 UAV 及びポールカメラ検証のまとめ

対象部材	撮影手法	変状項目	健全度評価
鋼製支承	近接目視	ボルトの変状	II
	UAV		
	ポールカメラ		
鋼製支承	近接目視	腐食	II
	UAV		
	ポールカメラ		
ゴム支承	近接目視	本体の劣化	II
	UAV		
	ポールカメラ		
主桁側面	近接目視	ひび割れ	II
	UAV		
	ポールカメラ		

3-1-2 点検精度に関する検証

(1) 目的

高解像度カメラの健全度評価に関する検証では、高解像度カメラによる点検において、ひび割れ以外の外観変状を確実に捉えることができ、近接目視と同等の健全度評価が可能であることが確認できたが、ひび割れに関してはひび割れ本数、延長及び幅に関して近接目視と差が見られた。本検証では、点検精度の外観変状の中で最も小さい変状であるひび割れに着目し、高解像度カメラを用いたひび割れ検出精度の確認を目的に検証を行った。

なお、NEXCOの保全点検要領におけるコンクリート床版の健全度評価は、ひび割れ方向、間隔及びエフロレンスの有無、その他の外観変状等から総合的に評価を行うものであるが、本検証ではひび割れの検出精度を確認する目的であるため、ひび割れ幅毎の延長による評価を行った。

(2) 検証手法

点検精度に関する検証では、ひび割れ幅及び長さを最初に現状の近接目視による点検におけるひび割れ検出精度の確認を行う。点検技術者3名が近接目視を行い、合意のうえ作成した「基準展開図」を基準とし、高解像度カメラ撮影から得られた画像から作成した「撮影画像展開図」を比較し、高解像度カメラを用いたひび割れ検出精度に関する検証を行った。近接目視と高解像度カメラの結果を適切に比較・評価を行うために、新たな検証手法として、以下の3点を定めた。

① 検証の流れ

近接目視による点検では、ひび割れ位置を型枠や目地などを参考にし、野帳へ記録するが、撮影画像と比較する際に、発生位置や形状に差が生じる。そこで、ひび割れ位置をチョーキングしカメラで撮影することで、位置のズレを排除した。また、比較を行う際、ひび割れ幅や延長等の違いを客観的に把握することを目的とし、2枚の展開図をズラして重ね合わせた。それぞれの展開図作成の流れを図-3.15に示す。

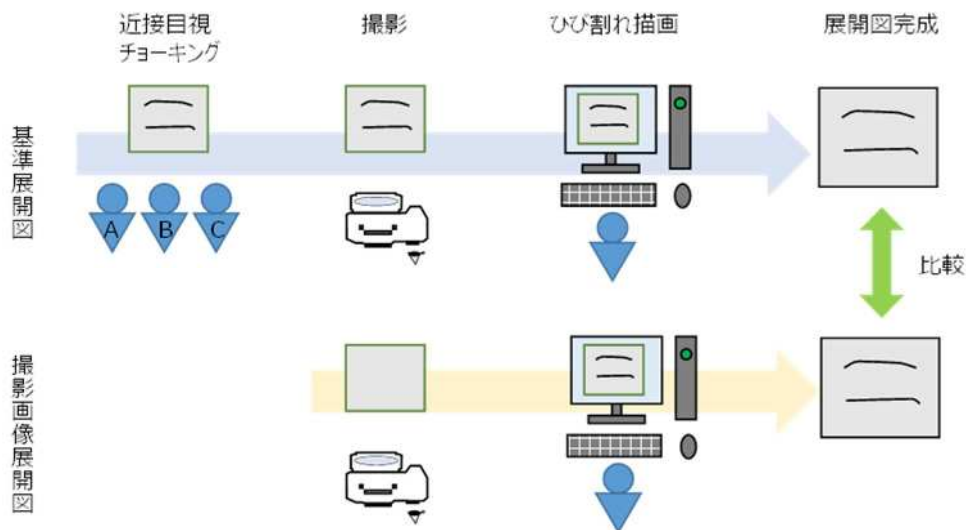


図-3.15 展開図作成の流れ

②ひび割れの検出方法

ひび割れは、一様に同じ太さで発生するものでないため、検証する際の検出方法に関して決める必要がある。本検証では、1本のひび割れの中の最大幅で計測を行い、肉眼で見える範囲を1本のひび割れとして延長を計測した。(図-3. 16)

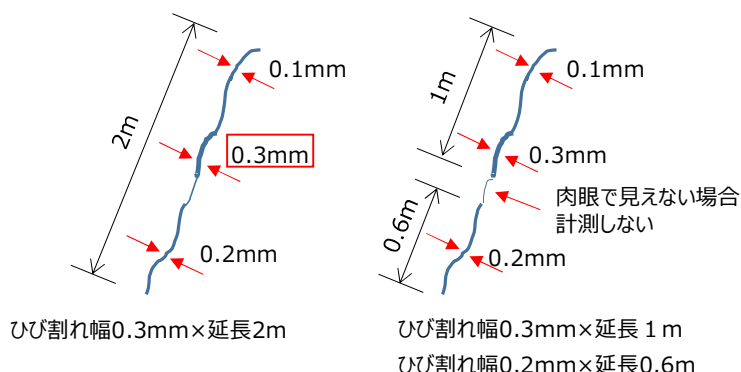


図-3. 16 ひび割れの検出方法

③ひび割れ検出精度の客観性

ひび割れ検出精度を客観的に示すため、ひび割れ幅毎の延長を計上し、基準展開図をベースとして撮影画像展開図との比から適合率を算出することとした。図-3. 17にマトリックス表及び適合率の算出例を示す。

適合率は、ひび割れ位置と幅が一致している場合(図-3. 17 (イ))と、位置のみが一致している場合(図-3. 17 (ロ))の2パターンの結果を算出した。

図-3. 17はRC構造の一例であり、0.2mm以上のひび割れを対象としている。基準展開図は、0.2mm以上のひび割れのみを描画しているが、基準展開図を作成する際に行った、近接目視では0.2mm未満のひび割れも記録している。そのため、撮影画像展開図では0.2mm以上のひび割れと判断した(図-3. 17 [iv])のひび割れに関しては、基準展開図作成時の記録を確認し、確実に0.2mm未満であると判断したのち、適合率の計算から除外した。

		基準展開図			
		W \geq 0.4mm	0.4mm $>$ W \geq 0.3mm	0.3mm $>$ W \geq 0.2mm	0.2mm $>$ W未計上
合計延長(m)		2.8	6.7	6.7	2.9
撮影画像展開図	W \geq 0.4mm	2.8 [i]	2.8 [iii]	0.0 [iii]	0.0 [iv]
	0.4mm $>$ W \geq 0.3mm	6.1 [ii]	0.0 [i]	6.1 [iii]	0.0 [iv]
	0.3mm $>$ W \geq 0.2mm	9.2 [ii]	0.0 [ii]	0.0 [i]	6.3 [iv]
	0.2mm未満で検出	1.0 [ii]	0.0 [ii]	0.6 [ii]	0.4 [iv]
	未検出	0.0 [v]	0.0 [v]	0.0 [v]	0.0 [v]

※検出総延長: 基準展開図(赤波線)16.2m 撮影画像展開図(青波線)19.1m

○位置・幅とも一致するひび割れの適合率		93.8%
位置・幅が一致した延長 (15.2m)	基準展開図総延長 (16.2m)	
○位置のみ一致したひび割れの適合率		100.0%
位置が一致した延長 (16.2m)	基準展開図総延長 (16.2m)	

[i]: 基準展開図のひび割れ幅=撮影画像展開図のひび割れ幅

[ii]: 基準展開図のひび割れ幅 \geq 撮影画像展開図のひび割れ幅

[iii]: 基準展開図のひび割れ幅 \leq 撮影画像展開図のひび割れ幅

[iv]: 基準展開図では0.2mm未満と判断

[v]: 撮影画像から検出できなかった

位置・幅が一致した延長 = [i]の合計延長

位置が一致した延長 = [i] ~ [iii]の合計延長

基準展開図総延長 = 0.2mm以上の合計延長

(イ): 位置・幅とも一致する適合率

(ロ): 位置のみ一致した適合率

図-3. 17 マトリックス表及び適合率算出例

(3) 使用機材及び撮影時の設定

高解像度カメラ及び UAV に搭載した撮影機器の性能及び設定を表-3.6に示し、UAVの性能及び飛行時の設定を表-3.7に示す。

表-3.6 撮影機器の性能及び設定

使用機器				
項目	高解像度カメラ		UAV(搭載カメラ)	
	性能	外観	性能	外観
機器名	D5		α7RⅢ	
メーカー名	Nikon		SONY	
撮像素子	35mmフルサイズ		35mmフルサイズ	
画素数	2,133万画素		4,240万画素	
重量	1,405g		572g	
機器名	AF-S NIKKOR70-200mmf/2.8GED VR		SEL55F18Z	
メーカー名	Nikon		SONY	
焦点距離	70-200mm		55mm	
開放F値	F2.8		F1.8	
重量	1,540g		281g	
撮影時の設定				
項目	設定値		設定値	
F値	11(固定)		3.5(固定)	
シャッター速度	オート		1/1000(固定)	
ISO	3200~6400		オート(約100~1250)	
目標解像度	0.5mm×0.5mm/1画素 以下		0.5mm×0.5mm/1画素 以下	

表-3.7 UAVの性能及び飛行時の設定

使用機器		
項目	性能	外観
UAV名	PG700	
機体寸法	988×988×175mm	
機体重量	5.6kg(バッテリー含む)	
搭載可能重量	3.4kg	
飛行可能時間	14分	
耐風性能	8m/s	
最高速度	水平12m/s・垂直5m/s	
飛行時の条件及び設定		
項目	設定	
平均風速	5m/s以下で飛行	
離隔距離	撮影面まで約3m	
飛行速度	1m/5~6秒(手動操作) ※20~17cm/秒	

(4) 近接目視によるひび割れ検出精度の確認

①目的

現状の近接目視による点検において、点検員の資格や経験年数等の個人差がひび割れ抽出に影響しているかを確認し、点検支援技術を用いた検証における検出精度の基準を求める目的で行った。

②検証手順

- (a) : 点検員がそれぞれ、検証対象箇所 (3m×3m) に近接目視による点検を実施しチョーキングを行う。
 - (b) : チョーキング箇所を高解像度カメラにて撮影後、チョーキングした箇所を拭き取るとる。
 - (c) : 撮影した画像を PC に取り込み、近接目視を実施した点検員が (a) でチョーキングしたひび割れを模写し、近接目視展開図を作成。
 - (a) ~ (c) の作業を点検員 3 名 (C 者・D 者・E 者) が順番に実施。
 - (d) : 点検員 3 名 (A 者・B 者・C 者) が同時に近接目視による点検を実施しチョーキングを行う。
 - (e) : チョーキングした箇所を高解像度カメラにて撮影を行う。
 - (f) : 撮影した画像を PC に取り込み、ひび割れの模写を行い合意のうえ、基準展開図を作成。
 - (g) : (2) 検出方法③より基準展開図と近接目視展開図からマトリックス表を作成し、適合率を算出した。
- (a) ~ (g) の検証の手順を図-3. 18、点検員に関する情報を表-3. 8に示す。

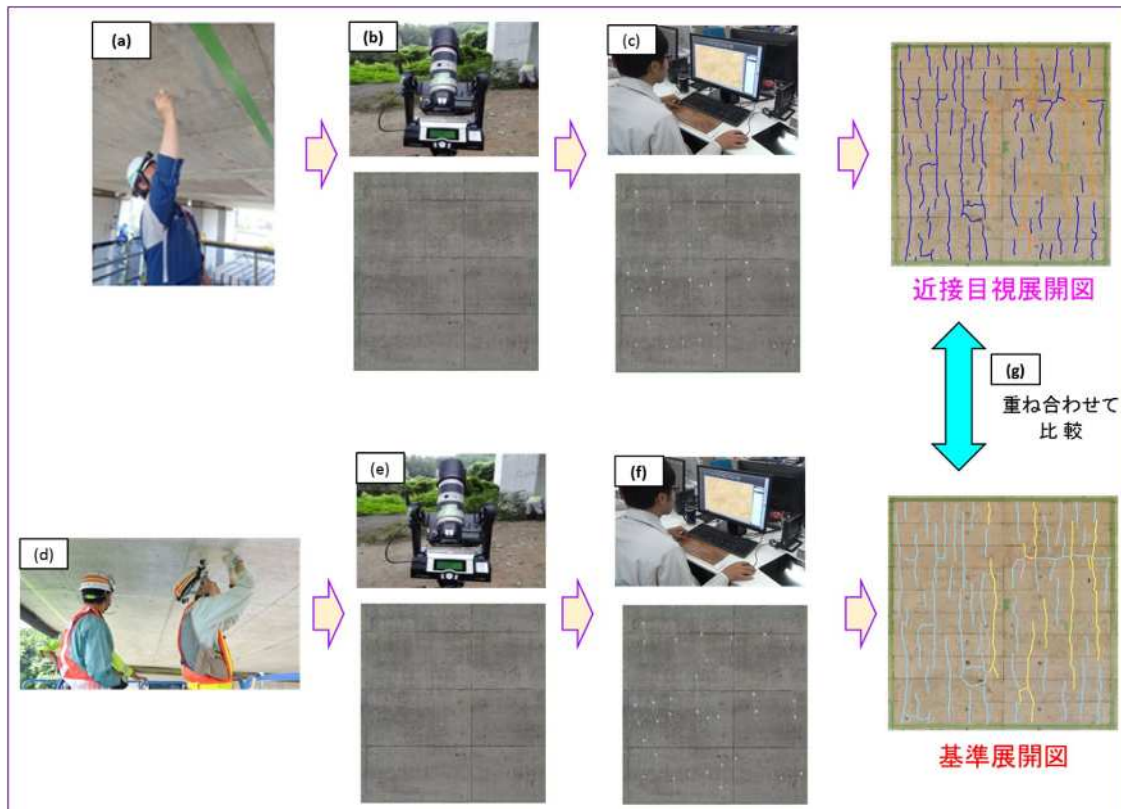


図-3. 18 検証手順

表－3. 8 点検員の資格及び経験年数

点検者	年齢	点検資格	点検経験年数	展開図作成者	
				基準展開図	近接目視展開図
A	49	高速道路点検診断士	13年	○	
B	45	高速道路点検診断士	13年	○	
C	39	高速道路点検士	5年	○	○
D	29	高速道路点検士補	3年		○
E	26	高速道路点検士補	3年		○

③点検精度に関する検証結果

近接目視によるひび割れ検出精度の比較検証を行った結果を図－3. 19に示す。

基準展開図と比較して個人差はあるが、ひび割れ位置・幅の一致率は8割程度であることが確認された。また、個人差が発生した原因としては、発生しているひび割れの最大幅をひび割れ幅とすることを決めたが、最大幅をどこで読み取るか又は点検者により 0.05mm 単位を読み取る際の切り上げ、切り下げ等によって差が生じていると考えられる。

この結果から、点検支援技術を用いた場合の適合率が8割程度あれば、近接目視による場合と同等のひび割れ検出精度が確保されていると言える。

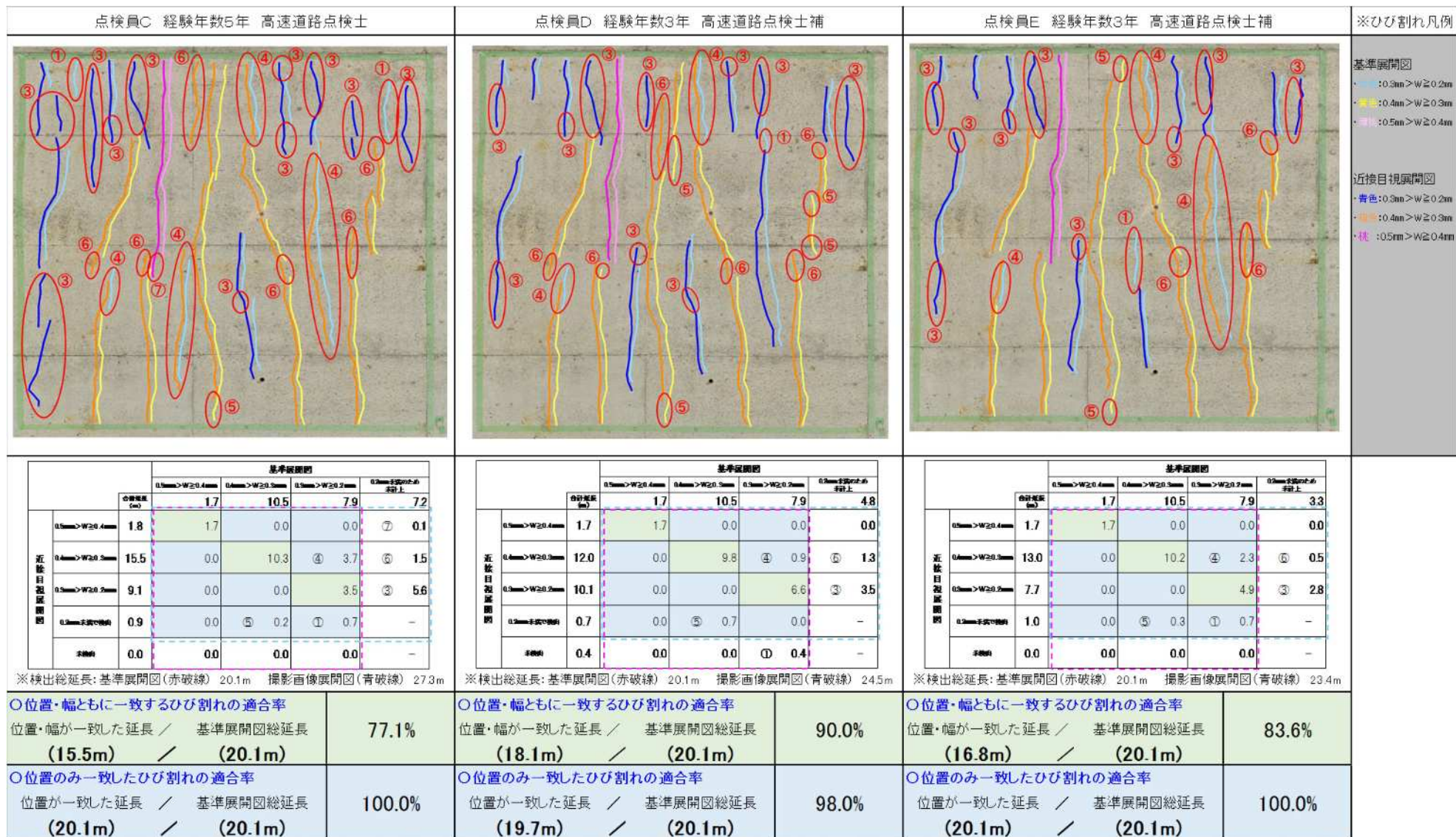


図-3.19 近接目視によるひび割れ検出精度の検証結果

(5) 高解像度カメラによる点検のひび割れ検出精度に関する検証

①検証の目的

本検証は、近接目視の点検支援技術として高解像度カメラによる点検を実施した際の、ひび割れ検出精度の確認を目的として行った。検証は、3名の点検員が同時に、近接目視及びチョーキングを行い合意のうえ作成した「基準展開図」と、高解像度カメラによる点検から得られた画像をもとに作成した「撮影画像展開図」を比較することにより、高解像度カメラによる点検のひび割れ検出精度を確認した。

②検証手順

検証の手順は以下の(a)～(d)の順番で実施した。

- (a) : 検証対象箇所を3m×3mの範囲として高解像度カメラ又はUAVにより撮影する。
 - (b) : 撮影した後、点検員（高解像度カメラ：A者・B者・C者、UAV：G者・K者・L者）の3名により検証箇所の近接目視を行い、全てのひび割れをチョーキングし検出後、高解像度カメラにて撮影を行い、PC上でひび割れを描画し基準画像展開図を作成する。
 - (c) : (a)で撮影した画像を基に点検員（高解像度カメラ：B者・D者・F者、UAV：G者・H者・I者）の3名がそれぞれ、ひび割れを描画ソフトにて描画し、撮影画像展開図を作成する。
 - (d) : 基準画像展開図と撮影画像展開図を比較し、検出精度の比較を行う。
- (a)～(d)の検証の手順を図-3.20、点検員に関する情報を表-3.9に示す。

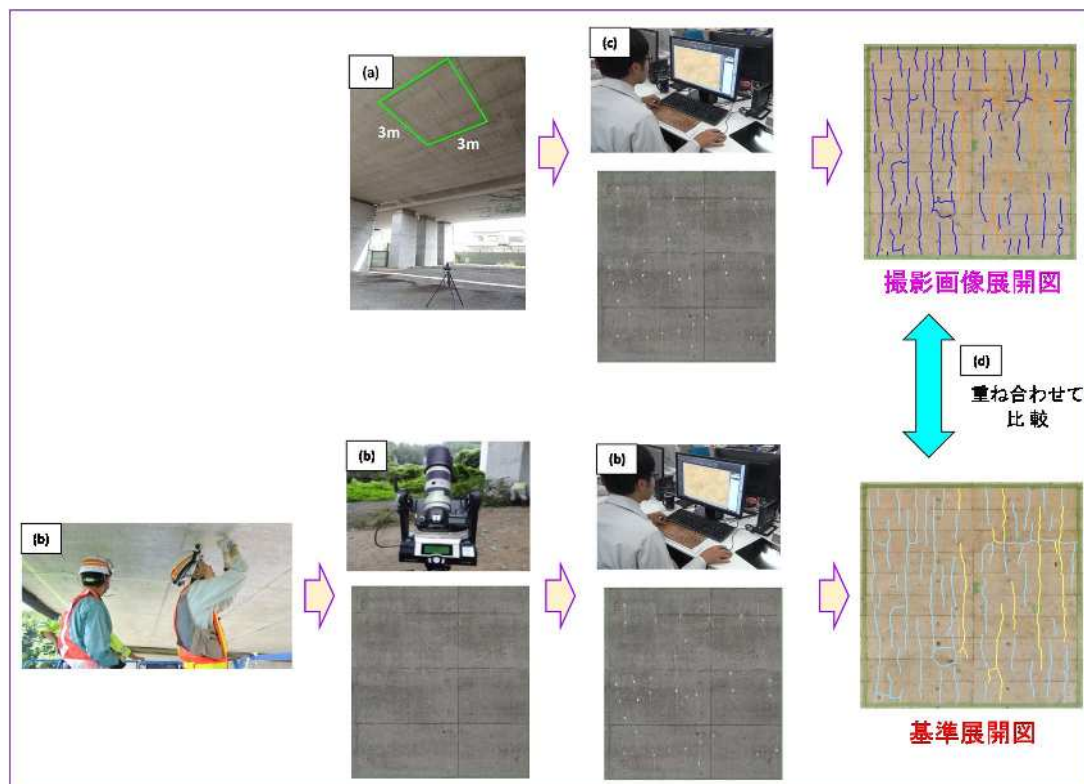


図-3.20 検証手順

表-3.9 点検員の資格及び経験年数

撮影手法	点検者	年齢	点検資格	点検経験年数	展開図作成者	
					基準展開図	撮影画像展開図
高解像度カメラ	A	49	高速道路点検診断士	13年	○	
	B	45	高速道路点検診断士	13年	○	○
	C	39	高速道路点検士	5年	○	
	D	29	高速道路点検士補	3年		○
	E	26	高速道路点検士補	3年		
	F	26	なし	1年		○
UAV	G	57	高速道路点検診断士	12年	○	○
	H	53	高速道路点検診断士	7年		○
	I	45	高速道路点検診断士	4年		○
	K	47	高速道路点検診断士	9年	○	
	L	23	なし	0年	○	

③検証対象橋梁

検証は、RC 中空床版橋、PC 中空床版橋、及び RC 橋脚の3形式を対象として行った。検証対象橋梁及び検証手法の一覧を表-3.10に示す。

表-3.10 検証対象橋梁及び検証手法一覧

対象部位	橋梁名	形式	桁下高 (橋脚高)	検証手法	
				高解像度カメラ	UAV
床版	安倉高架橋	RC中空床版橋	7.0m	○	
	石山第二高架橋	RC中空床版橋	5.0m	○	
	北余部第一高架橋	RC中空床版橋	7.0m	○	
	弓振川橋	RC中空床版橋	15.0m		○
	八田川橋	PC中空床版橋	7.0m	○	
橋脚	八田川橋	RC壁式橋脚	7.0m	○	
	日根野高架橋	RC壁式橋脚	12.5m	○	

④ひび割れ検出精度に関する検証結果

高解像度カメラ及びUAVにより撮影した画像から作成した「撮影画像展開図」と点検技術者3名が同時に近接目視による点検結果より合意のうえで作成した「基準展開図」を比較し、位置・幅ともに一致するひび割れの適合率及び位置のみ一致したひび割れの適合率を求めた。検証結果を図-3.21~33に示す。

(a) 高解像度カメラ

RC 中空床版橋 (0m ≤ h < 10m)

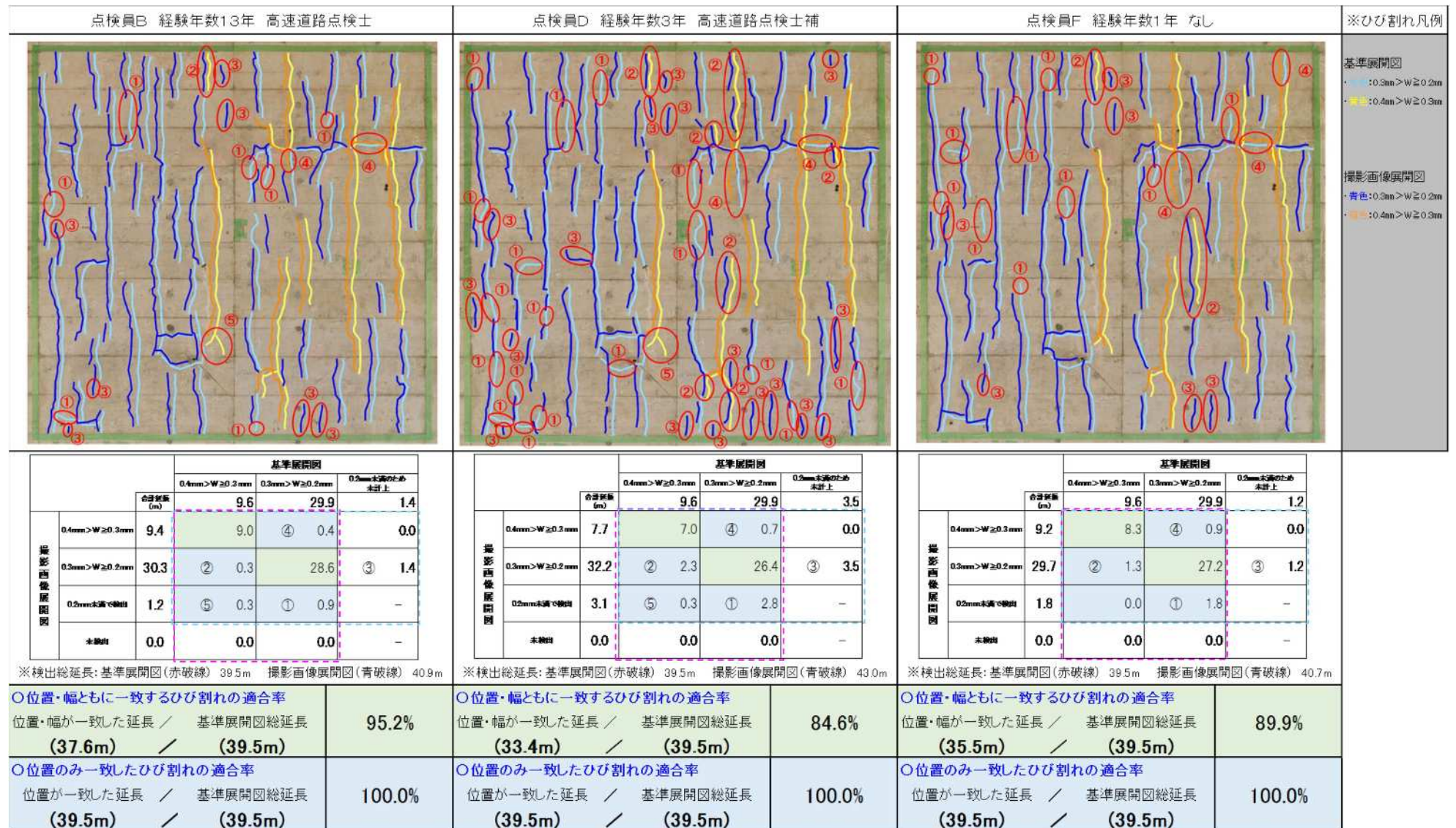


図-3.21 安倉高架橋 検証結果①

RC 中空床版橋 (0m ≤ h < 10m)

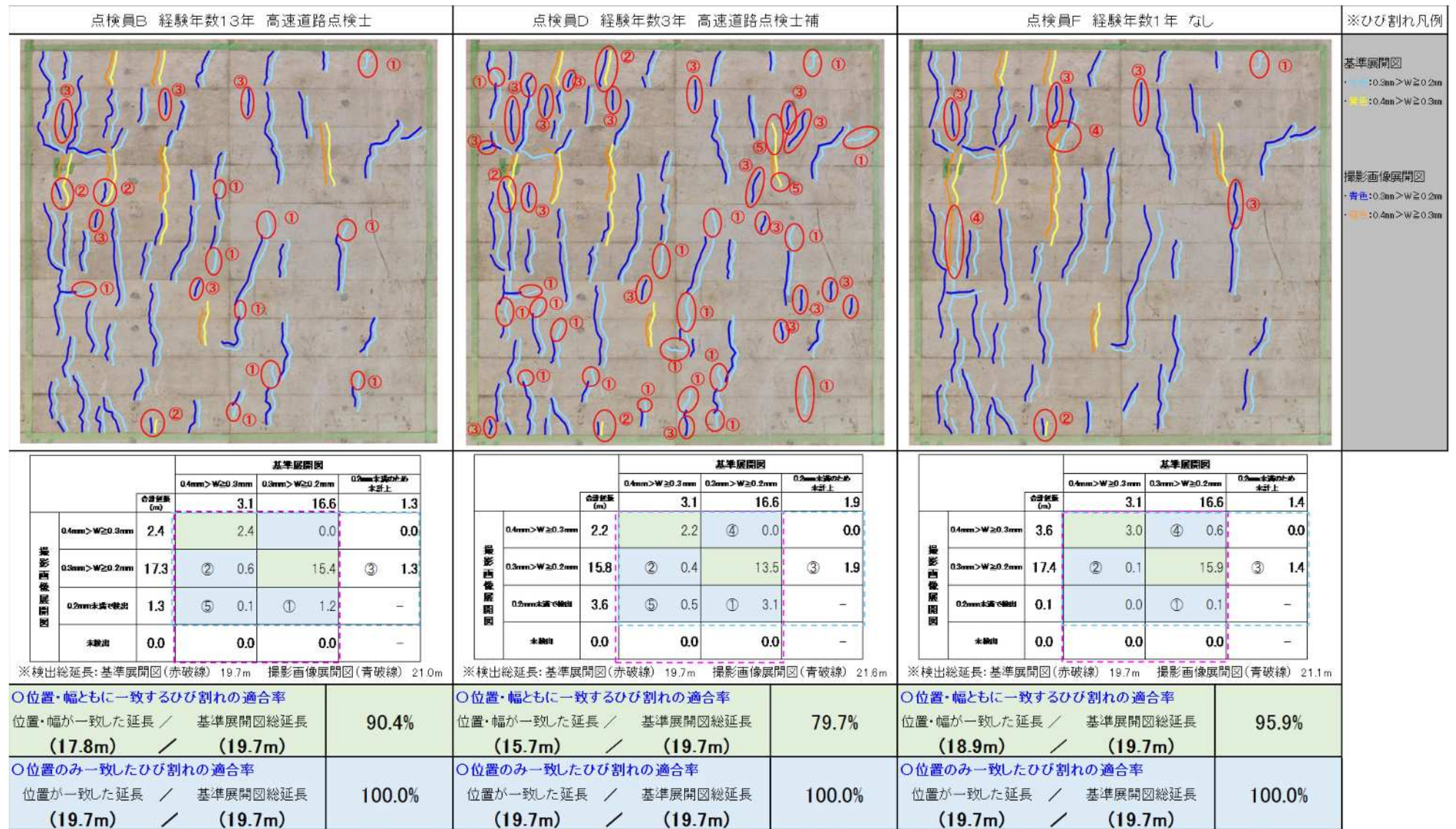


図-3. 22 安倉高架橋 検証結果②

RC 中空床版橋 (0m ≤ h < 10m)

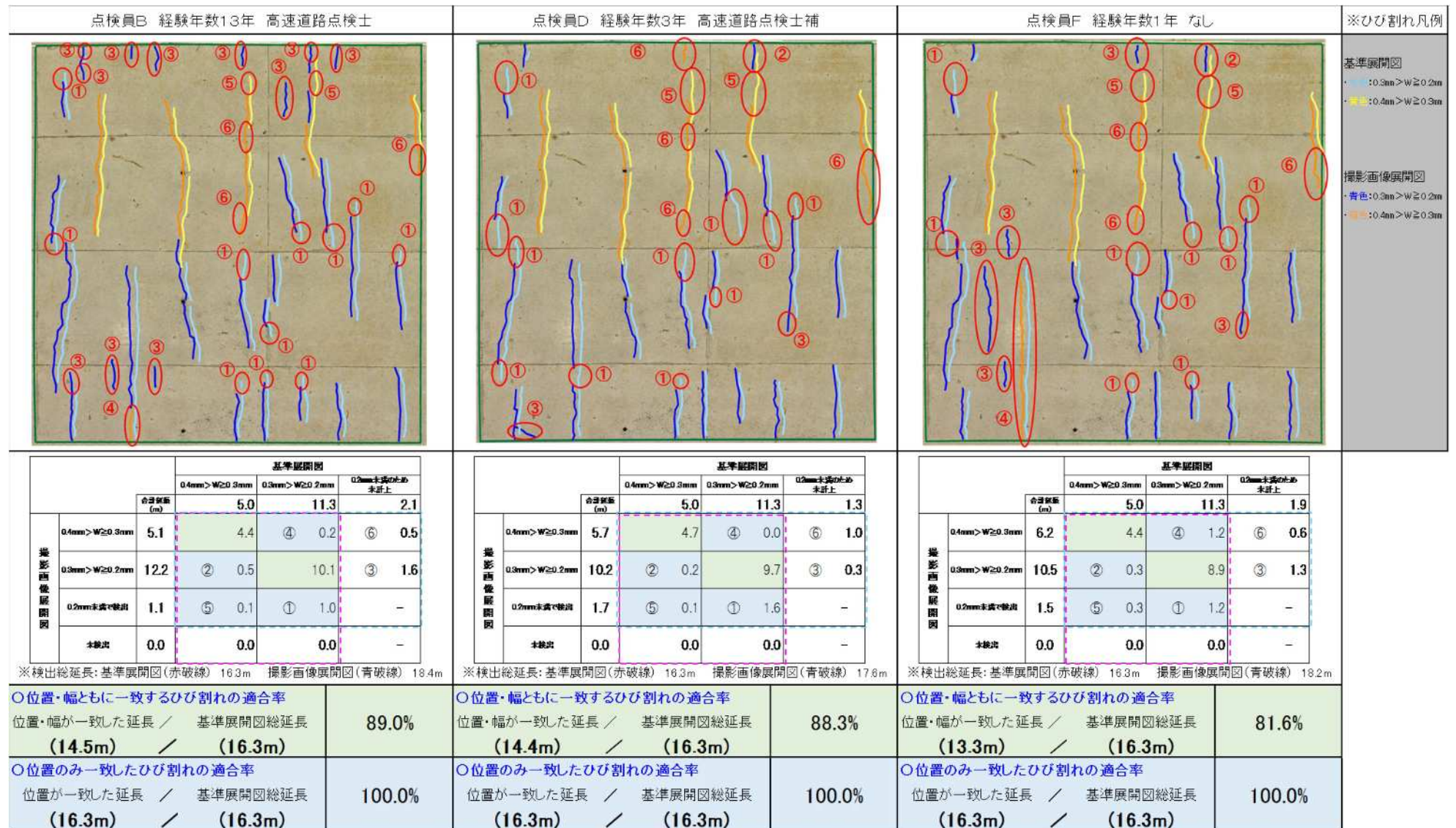


図-3. 2.3 石山第二高架橋(下り線) 検証結果

RC 中空床版橋 (0m ≤ h < 10m)

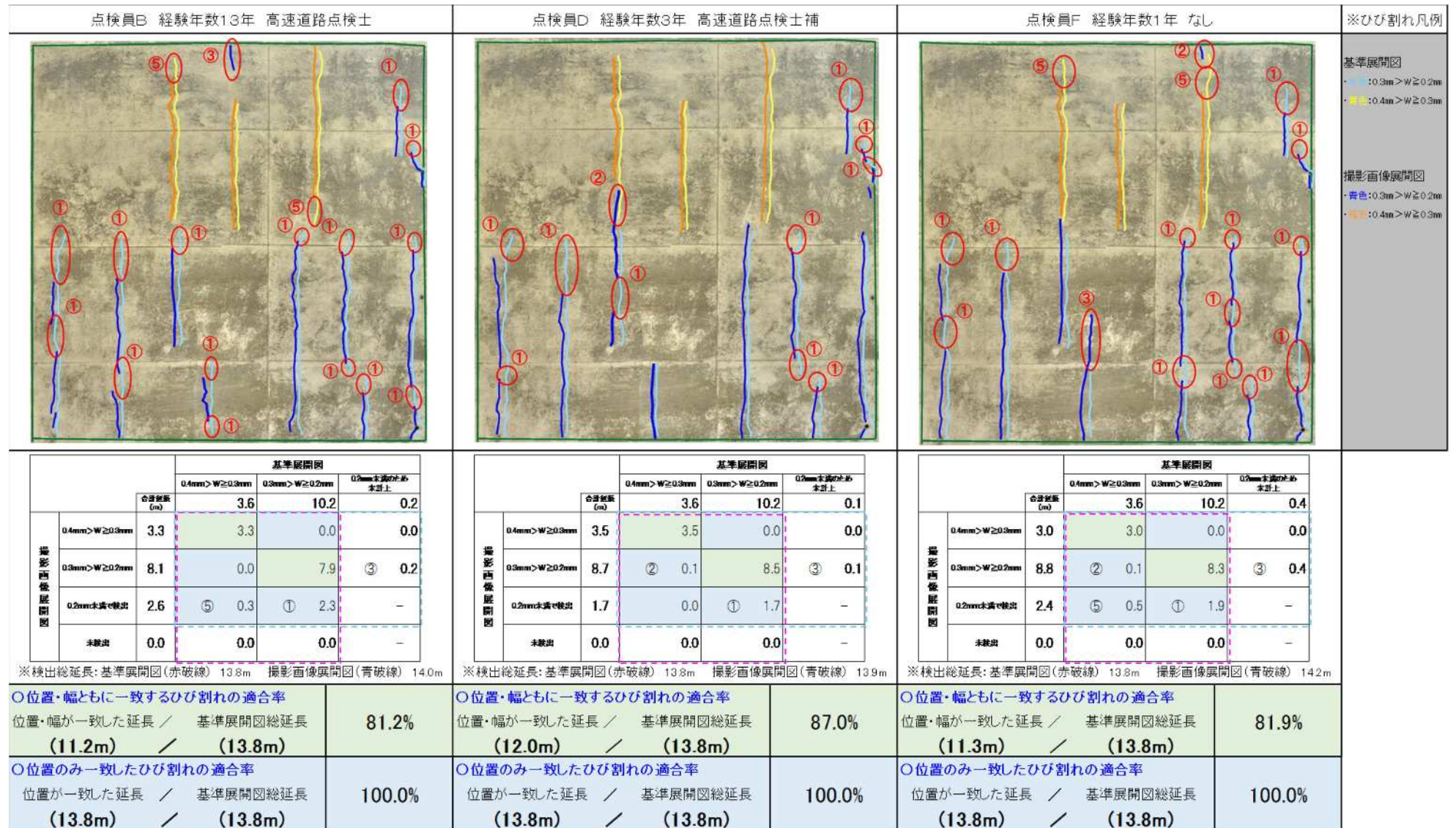


図-3.24 石山第二高架橋(上り線) 検証結果

RC 中空床版橋 (10m ≤ h < 20m)

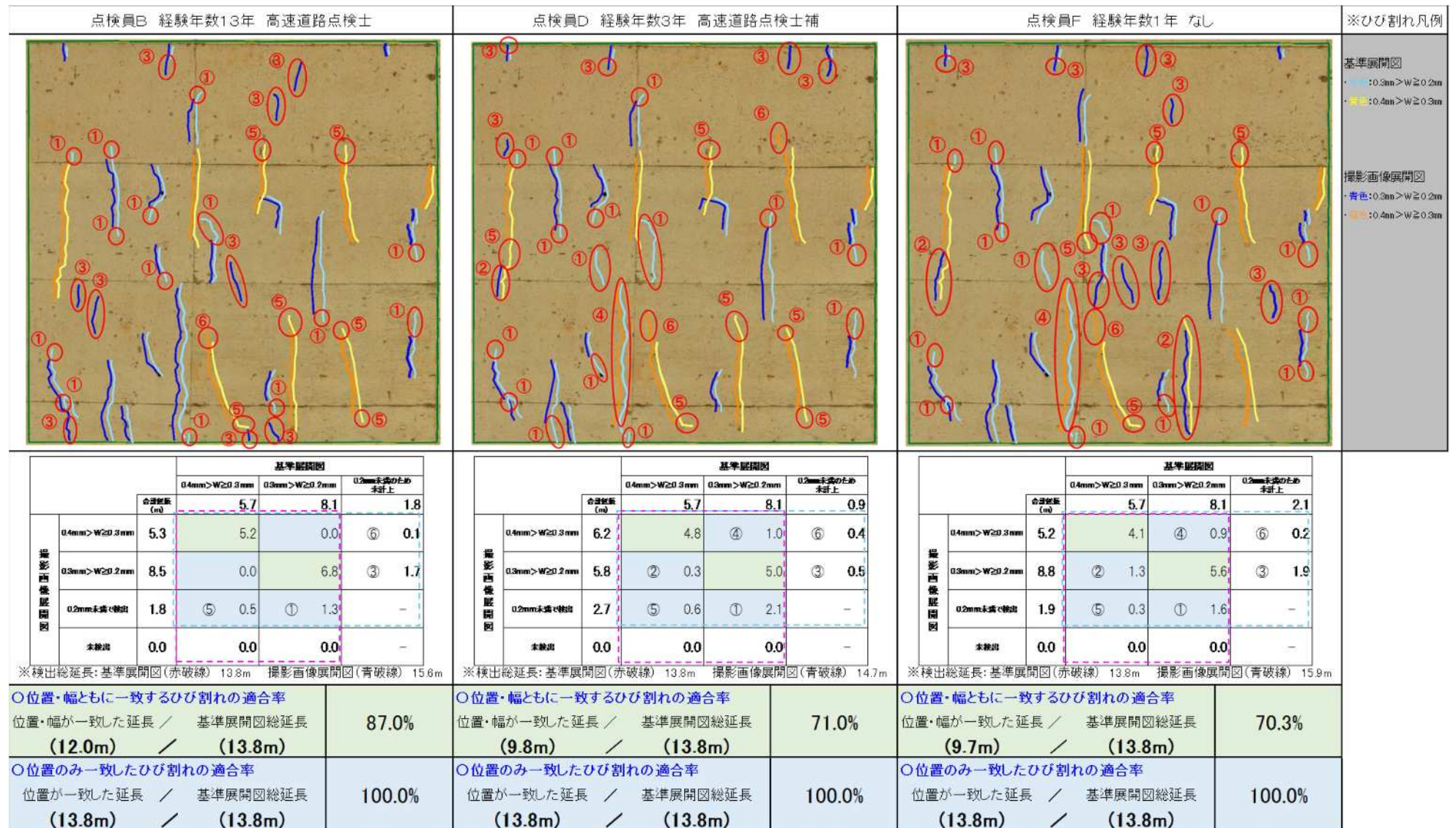


図-3.25 北余部第一高架橋 (P1-P2) 検証結果①

RC 中空床版橋 (10m ≤ h < 20m)

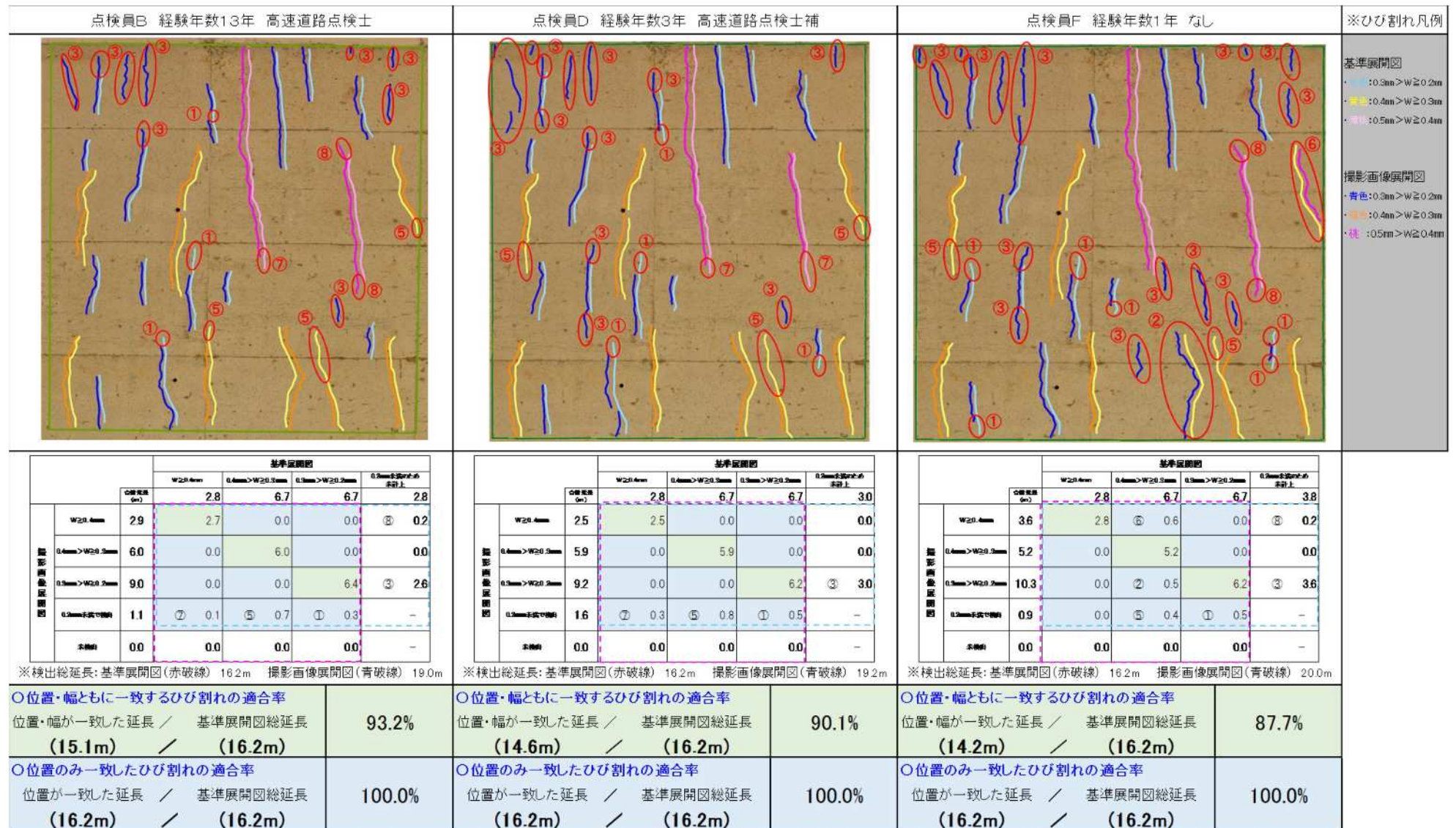


図-3.26 北余部第一高架橋 (P1-P2) 検証結果②

RC 中空床版橋 (10m ≤ h < 20m)

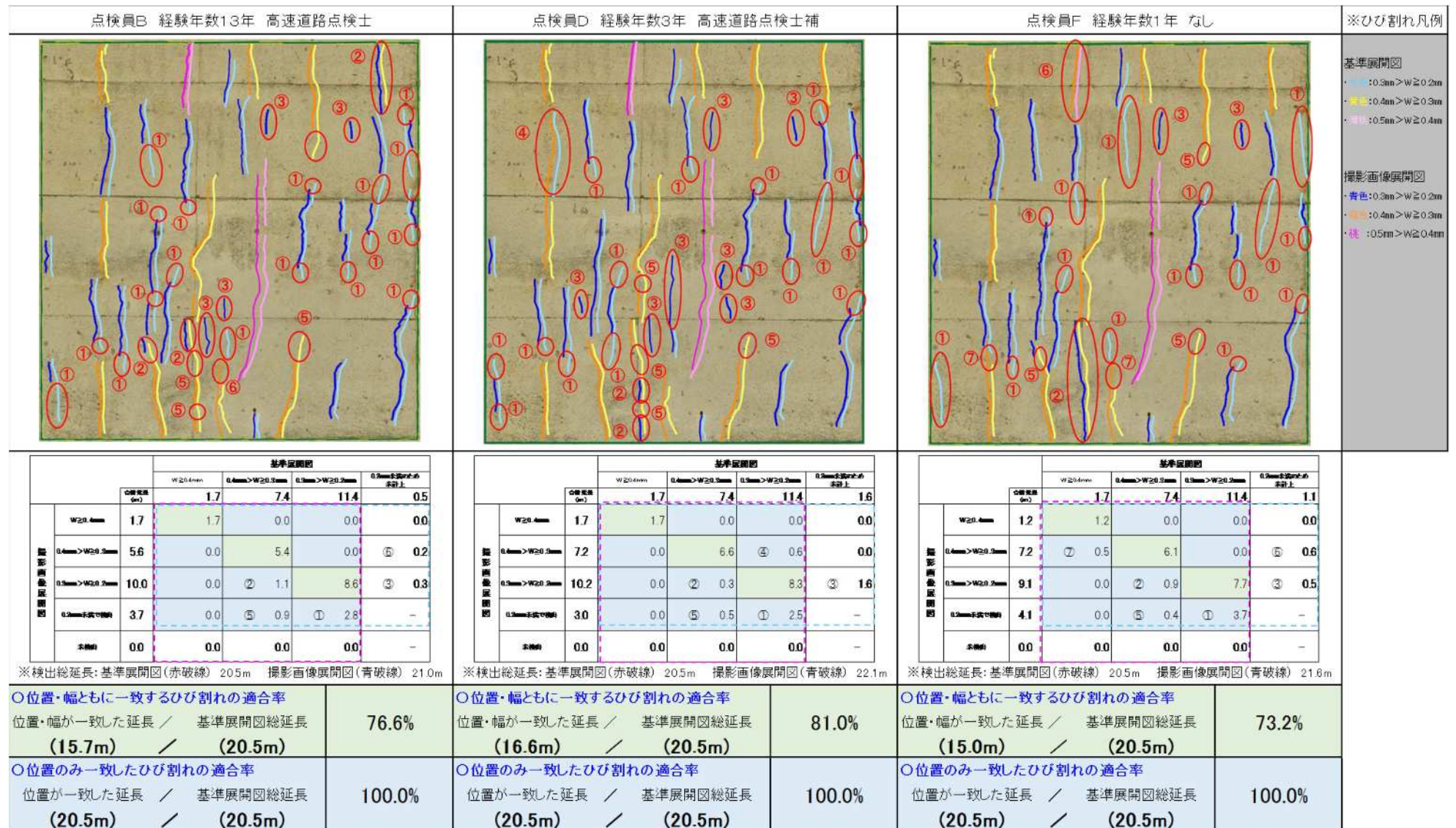


図-3. 27 北余部第一高架橋 (P3-P4) 検証結果

PC 中空床版橋 (0m≦h<10m)

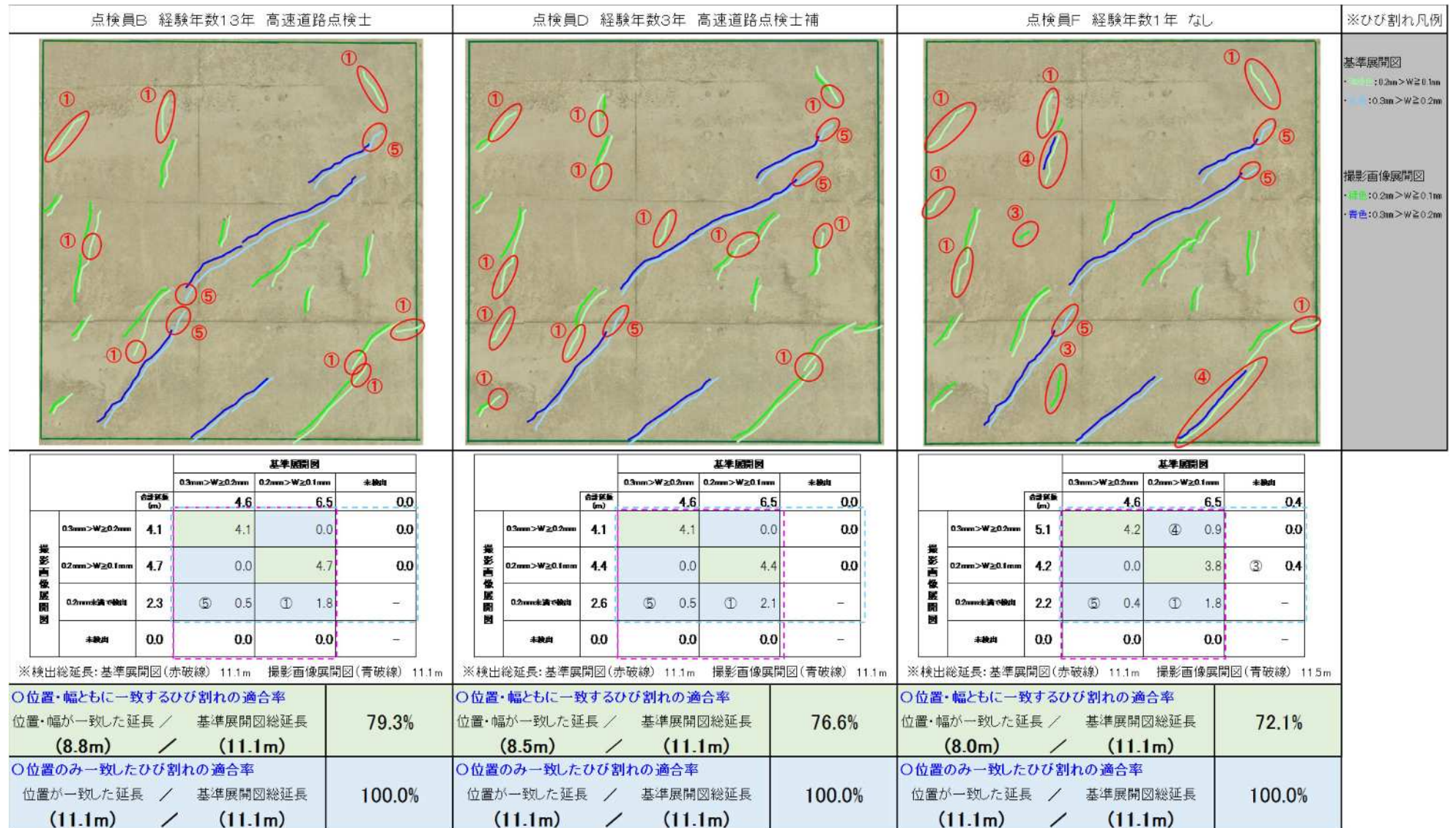


図-3. 28 八田川橋(上部工) 検証結果

RC 橋脚 (0m ≤ h < 10m)

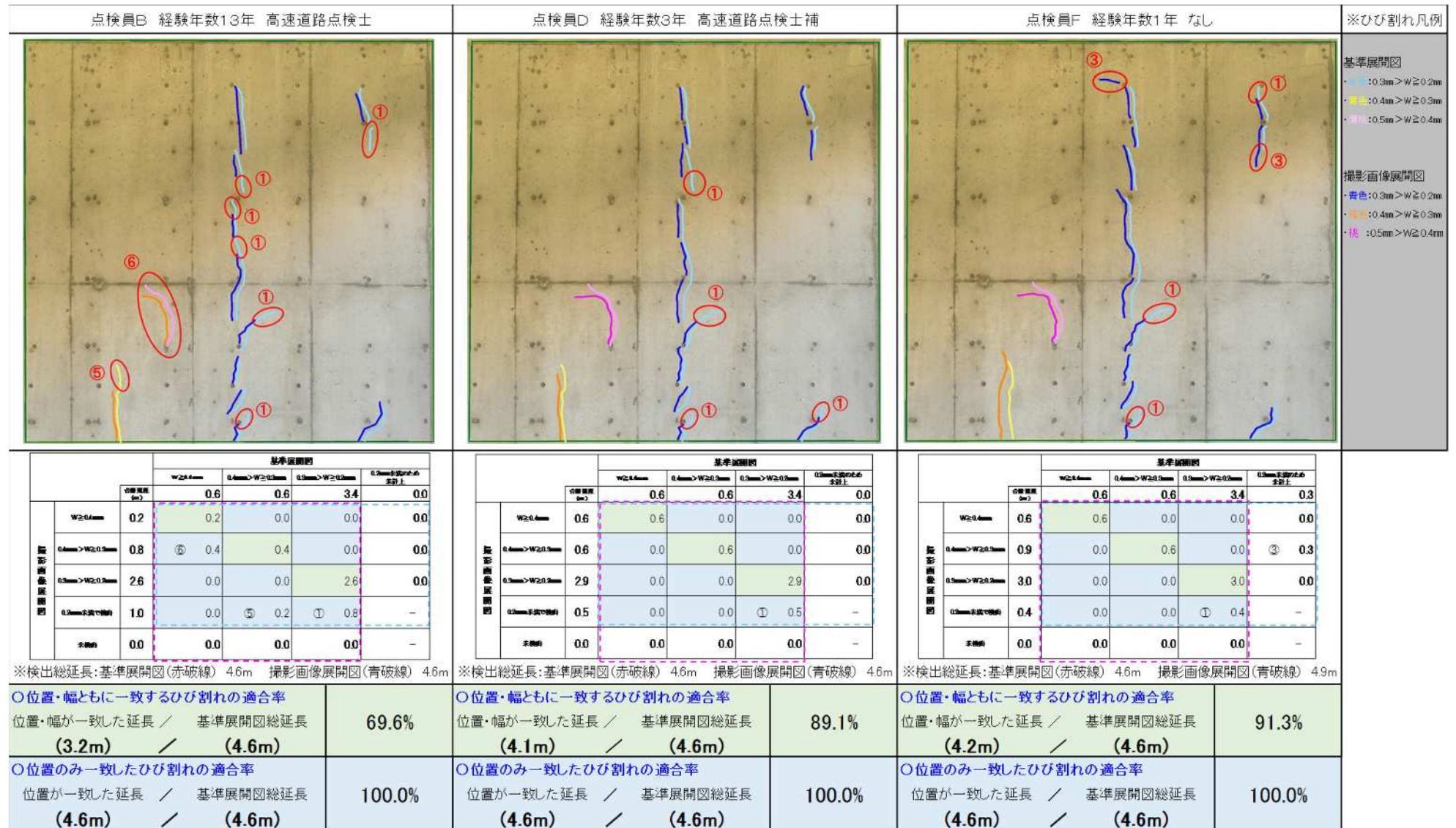


図-3.29 八田川橋(下部工) 検証結果

RC 橋脚 (10m ≤ h < 20m)

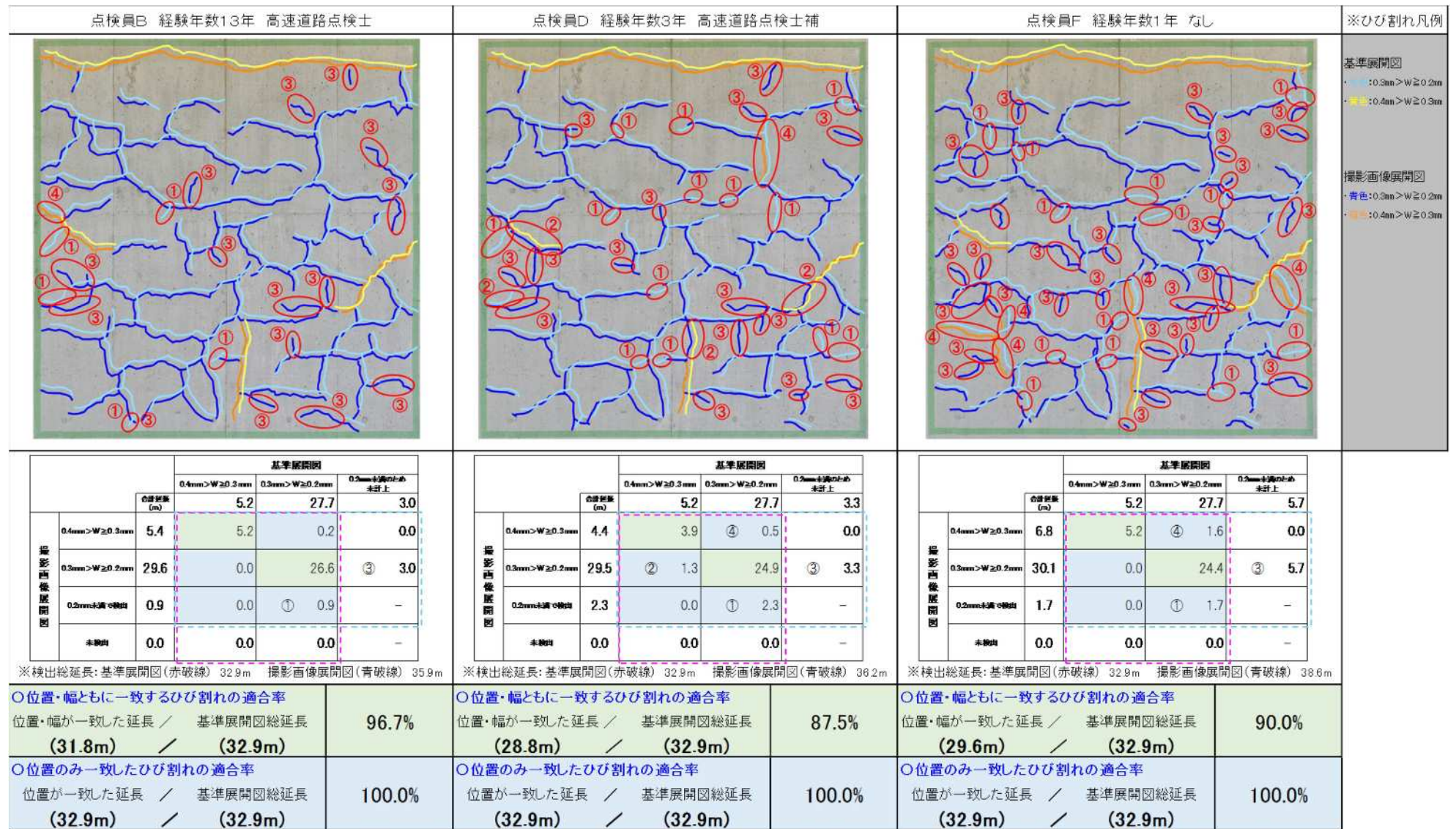


図-3.30 日根野高架橋(下部工) 検証結果

(b) UAV

RC 中空床版橋 (10m ≤ h < 20m)

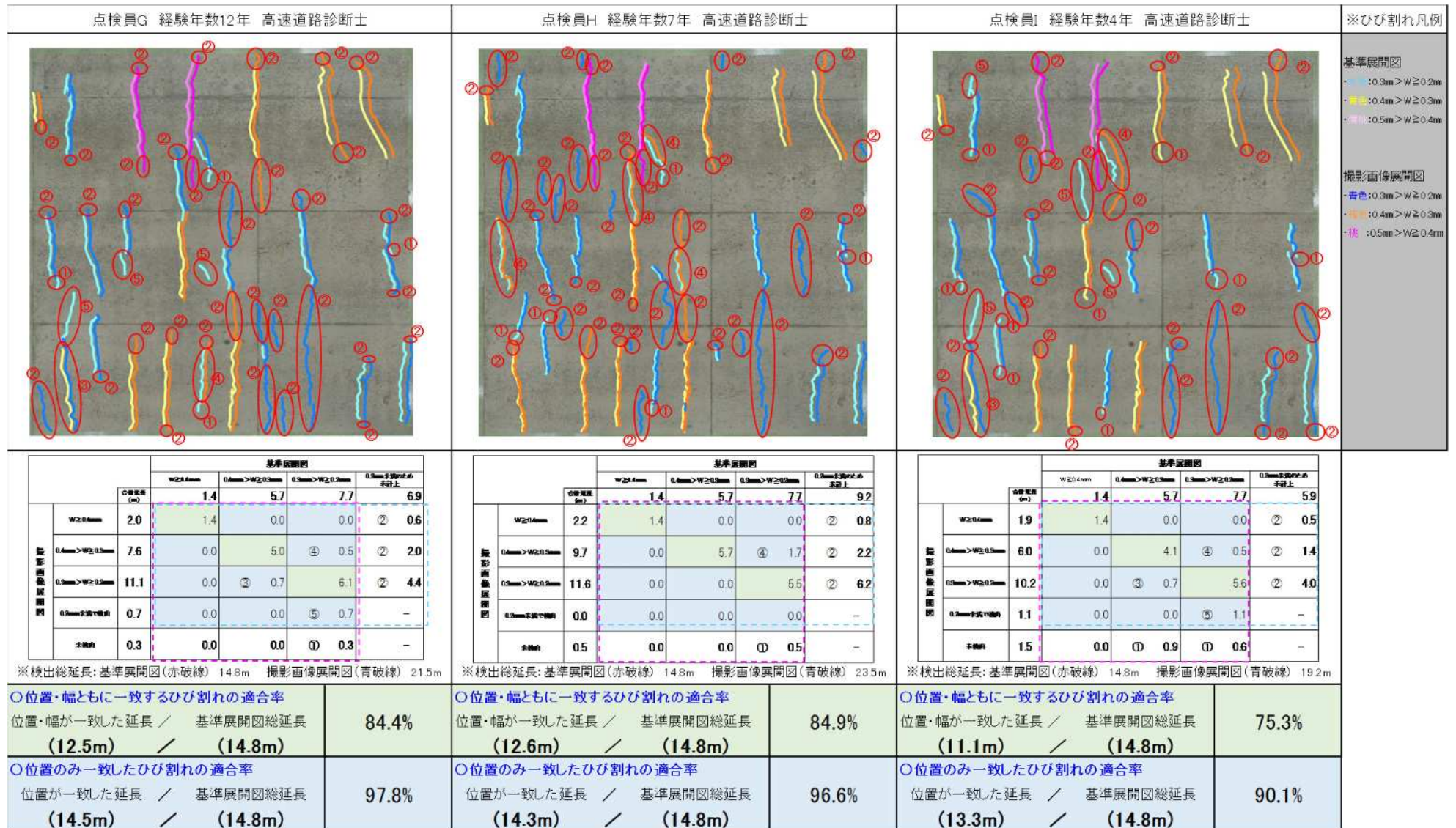


図-3.31 弓振川橋 検証結果①

RC 中空床版橋 (10m ≤ h < 20m)

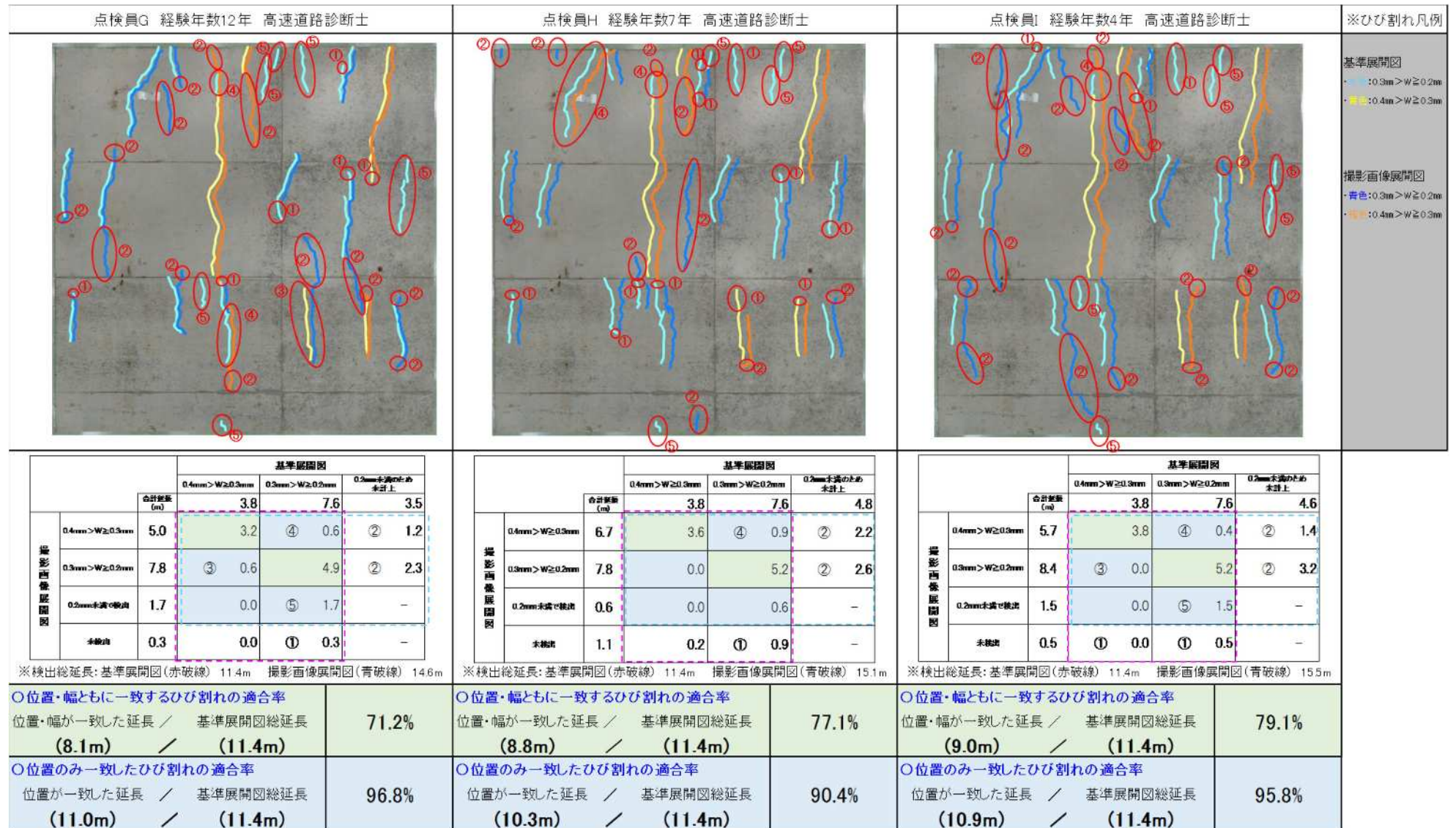


図-3.32 弓振川橋 検証結果②

RC 中空床版橋 (10m ≤ h < 20m)

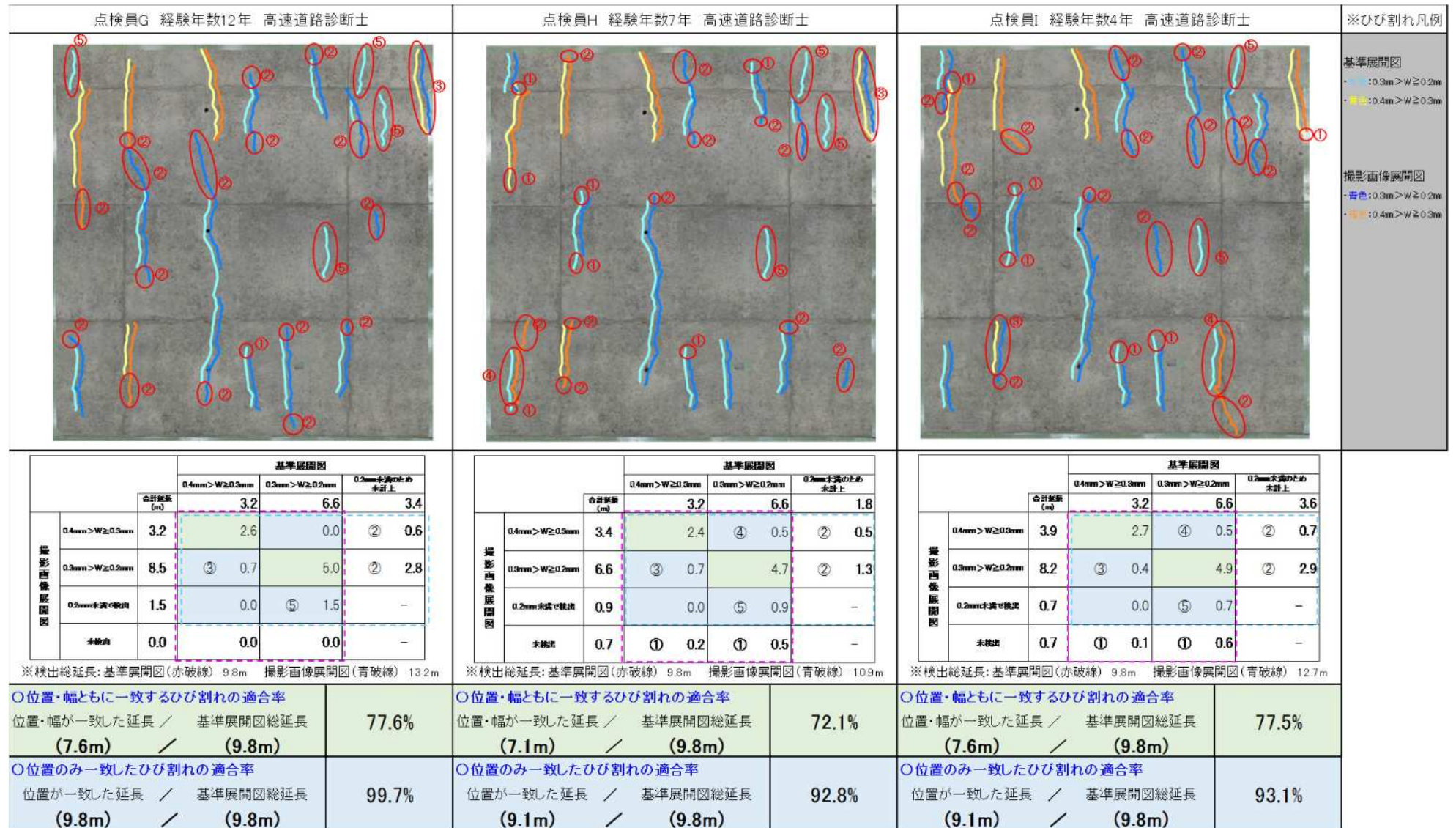


図-3.33 弓振川橋 検証結果③

⑤ひび割れ検出精度に関する検証まとめ

高解像度カメラによる点検のひび割れ検出精度に関する検証結果を表-3. 11に示す。近接目視によって作成した基準展開図と高解像度カメラ撮影画像から作成した撮影画像展開図を比較した結果、高解像度カメラの場合ひび割れの発生位置は100%一致し、ひび割れの発生位置とひび割れ幅が一致する検出は、個人差があるものの約8割以上の適合率であった。UAVを用いた場合のひび割れ検出精度は、ひび割れの発生位置は95%一致し、ひび割れ発生位置とひび割れ幅が一致する適合率は78%と8割程度の適合率が得られた。

以上の結果から、高解像度カメラ及びUAVを用いた点検はひび割れ発生位置とひび割れ幅ともに一致する適合率は8割程度となり、近接目視と同等の点検精度であることを確認した。

表-3. 11 ひび割れ検出精度の検証結果一覧

検証手法	対象部位	橋梁名	橋梁形式	桁下高さ (橋脚高さ)	項目	点検員ごとの適合率			適合率の平均		
									位置・幅とも一致		位置のみ一致
						桁下高さ別平均	全体平均				
高解像度カメラ	床版	安倉高架橋①	RC中空床版	0m ≤ h < 10m	位置・幅とも一致	95.2%	84.6%	89.9%	87.1%	84.5%	100%
					位置のみ一致	100%	100%	100%			
		安倉高架橋②			位置・幅とも一致	90.4%	79.7%	95.9%			
					位置のみ一致	100%	100%	100%			
		石山第二高架橋 (下り線)		位置・幅とも一致	89.0%	88.3%	81.6%				
				位置のみ一致	100%	100%	100%				
		石山第二高架橋 (上り線)		位置・幅とも一致	81.2%	87.0%	81.9%				
				位置のみ一致	100%	100%	100%				
	10m ≤ h < 20m	北余部第一高架橋 (P1-P2)①	位置・幅とも一致	87.0%	71.0%	70.3%					
		位置のみ一致	100%	100%	100%						
		北余部第一高架橋 (P1-P2)②	位置・幅とも一致	93.2%	90.1%	87.7%					
		位置のみ一致	100%	100%	100%						
北余部第一高架橋 (P3-P4)	位置・幅とも一致	76.6%	81.0%	73.2%							
	位置のみ一致	100%	100%	100%							
橋脚	八田川橋 (上部工)	PC中空床版	0m ≤ h < 10m	位置・幅とも一致	79.3%	76.6%	72.1%	76.0%		100%	
				位置のみ一致	100%	100%	100%				
八田川橋 (下部工)	RC壁式橋脚	0m ≤ h < 10m	位置・幅とも一致	69.6%	89.1%	91.3%	83.3%	87.4%	100%		
			位置のみ一致	100%	100%	100%					
日根野高架橋	10m ≤ h < 20m	位置・幅とも一致	96.7%	87.5%	90.0%	91.4%					
		位置のみ一致	100%	100%	100%						
UAV	床版	弓振川橋①	RC中空床版	10m ≤ h < 20m	位置・幅とも一致	84.3%	84.9%	75.3%	77.7%	94.8%	
					位置のみ一致	97.8%	96.6%	90.1%			
		弓振川橋②		10m ≤ h < 20m	位置・幅とも一致	71.2%	77.2%	79.1%			
					位置のみ一致	97.0%	90.4%	95.8%			
		弓振川橋③		10m ≤ h < 20m	位置・幅とも一致	77.6%	72.1%	77.5%			
					位置のみ一致	99.7%	92.8%	93.1%			

3-1-3 撮影限界角度に関する検証

(1) 検証の目的

本検証は、撮影角度ごとの適合率の変化を確認し、高解像度カメラによる点検の撮影限界角度を定めることを目的とした。なお、高解像度カメラ使用マニュアル（案）（H29.4）では、撮影角度に関して「撮影角度は、撮影面とデジタルカメラの成す角が撮影面に対して45°以内となるように撮影することを推奨する。」とされている。これは、ひび割れ幅を撮影角度毎に計算で補正し、目標解像度との関係を整理した結果から設定している。

(2) 検証方法及び手順

検証は、3-1-2 点検精度に関する検証と同様に、基準展開図と撮影画像展開図を比較し、適合率を求める。

- ①：検証対象箇所 3m×3m の真下を 90 度とし、RC 部材は橋軸直角方向にひび割れが多く発生する事から、カメラの据付け位置を橋軸方向へ移動させ、撮影面とカメラの角度が 60 度、45 度、30 度となるよう撮影を行った。なお、撮影角度 90 度は 3-1-2 「高解像度カメラを用いた点検精度に関する検証」で検証済みのため、60 度・45 度・30 度の撮影を行った。
 - ②：撮影した後、点検員（A 者・B 者・C 者）3 名により検証箇所の近接目視を行い、全てのひび割れをチョーキングし検出後、高解像度カメラにて撮影を行い、PC 上でひび割れを描画し基準画像展開図を作成する。
 - ③：①で撮影を行った 60 度・45 度・30 度の画像を点検員（B 者・D 者・F 者）3 名が撮影画像展開図を作成する。※画像合成時にオルソ補正を実施。
 - ④：基準画像展開図と撮影画像展開図を比較し、検出精度の比較を行う。
- ①～④の検証の手順を図-3. 34、点検員に関する情報を表-3. 12に示す。

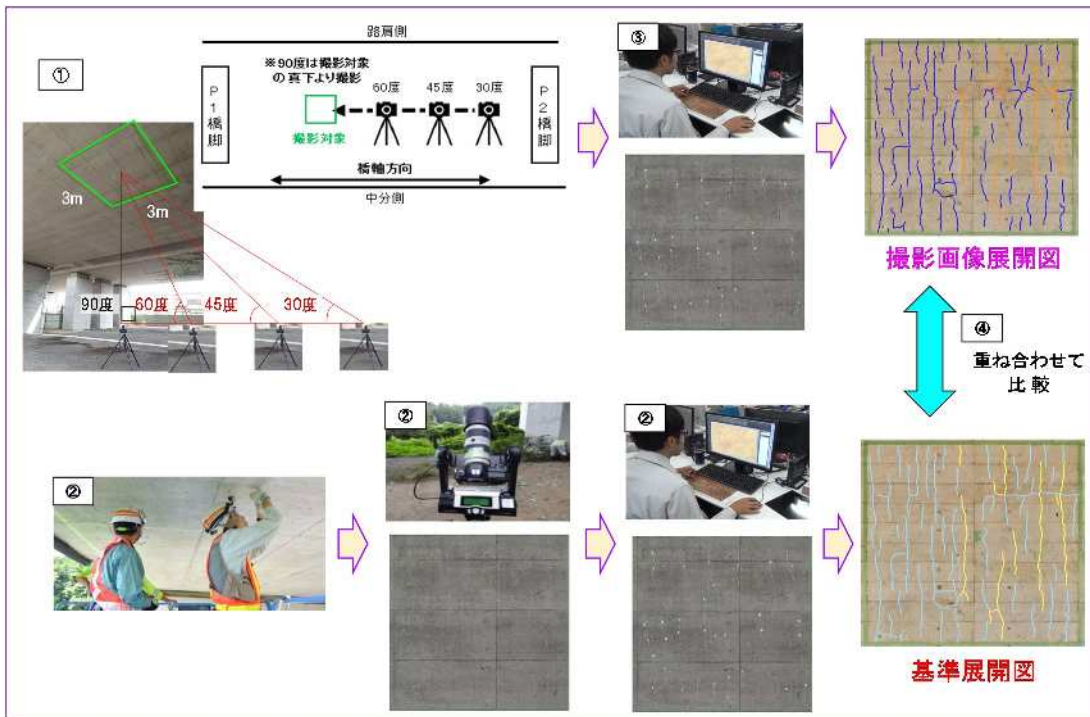


図-3. 34 撮影限界角度に関する検証手順

表－3. 12 点検者一覧

点検者	年齢	点検資格	点検経験年数	展開図作成者	
				基準展開図	撮影画像展開図 (90度～30度)
A	49	高速道路点検診断士	13年	○	
B	45	高速道路点検診断士	13年	○	○
C	39	高速道路点検士	5年	○	
D	29	高速道路点検士補	3年		○
E	26	高速道路点検士補	3年		
F	26	なし	1年		○

(3) 検証結果

①撮影角度 90度

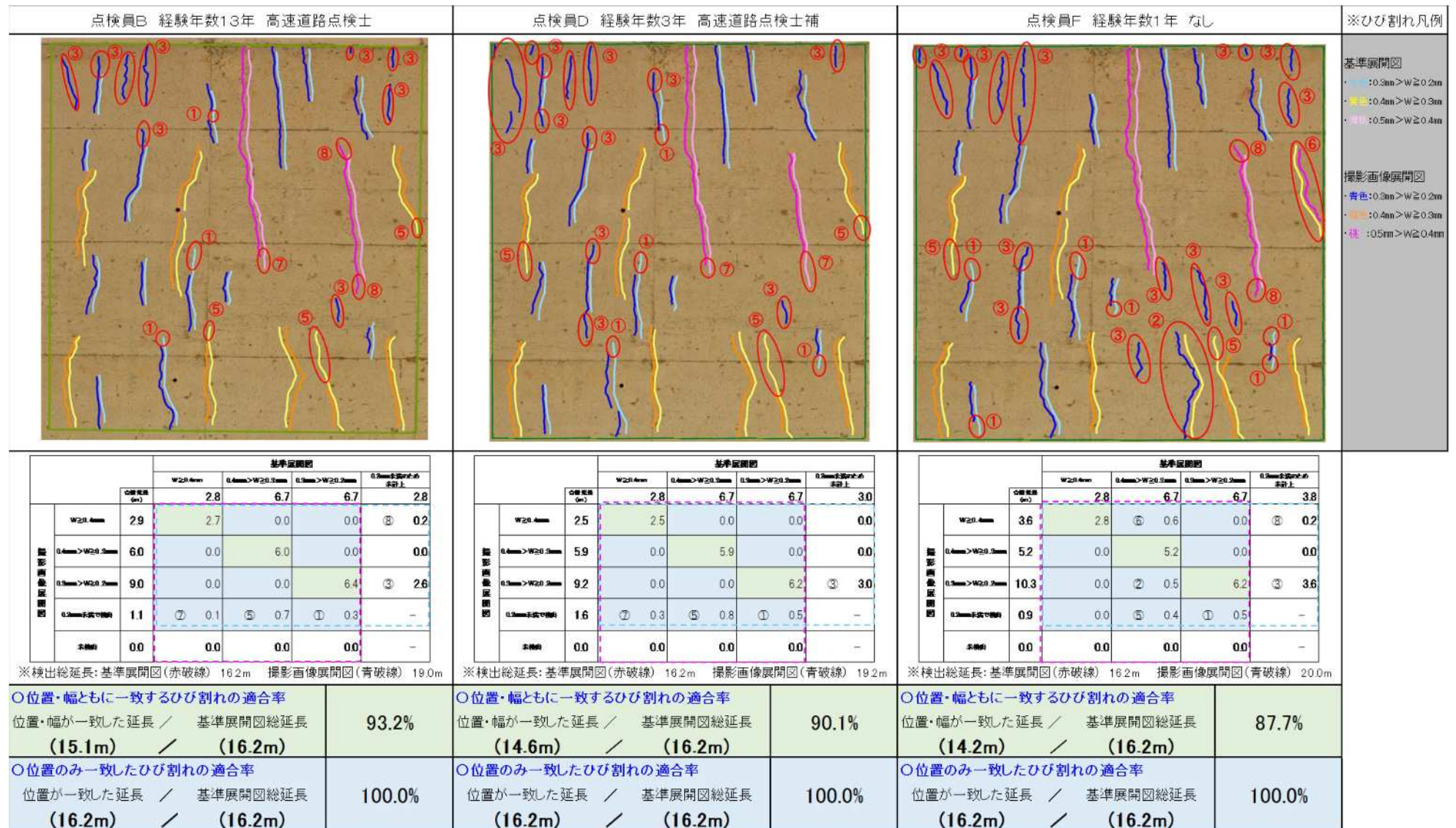


図-3.35 撮影角度90度のひび割れ適合率

②撮影角度 60 度

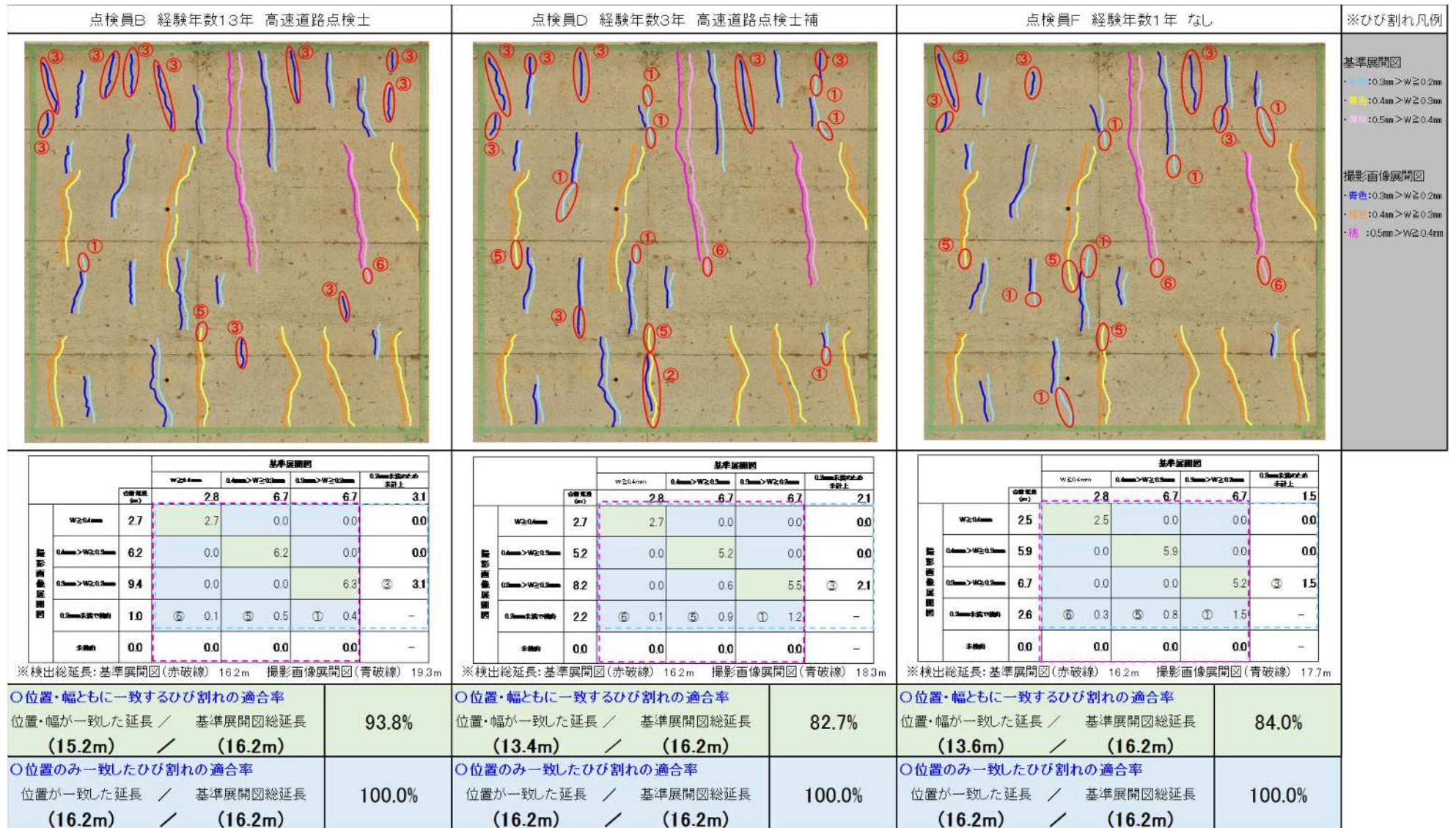


図-3.36 撮影角度60度のひび割れ適合率

③撮影角度 45 度

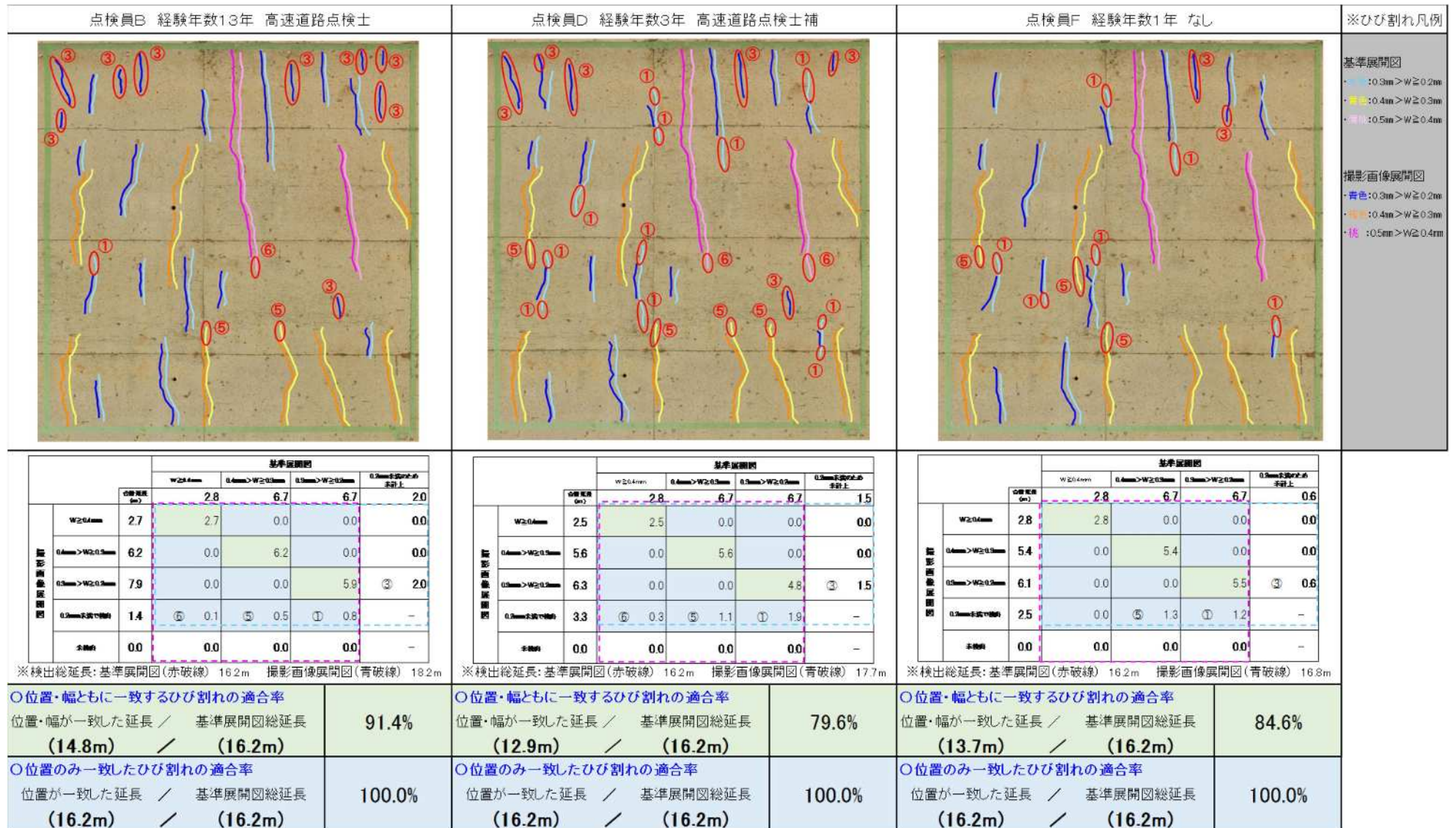


図-3.37 撮影角度45度のひび割れ適合率

④撮影角度 30 度

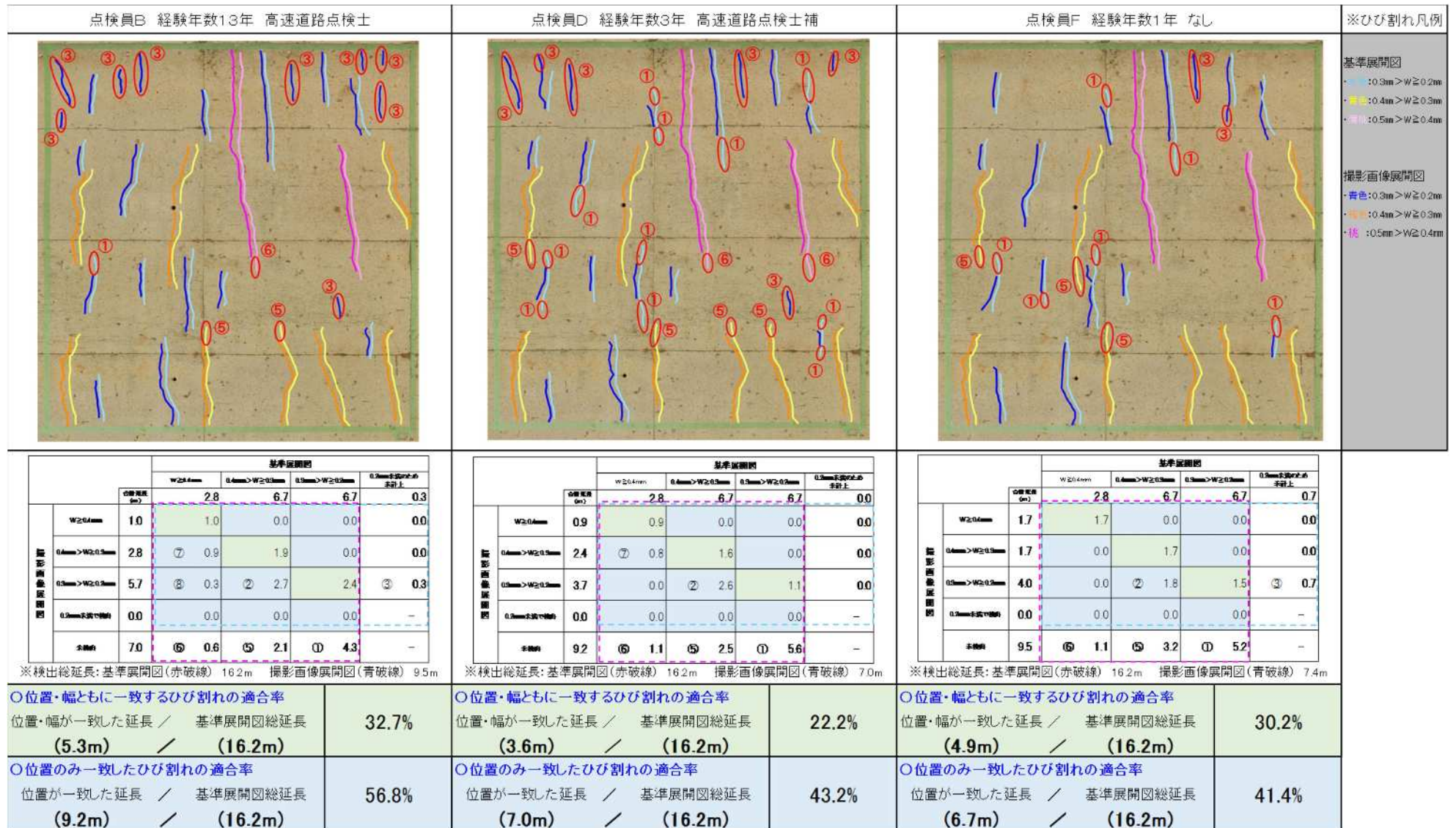


図-3.38 撮影角度30度のひび割れ適合率

(4) 撮影限界角度に関する検証結果

撮影限界角度の検証結果まとめを表-3. 13に示す。高解像度カメラ撮影を行う際、高解像度カメラ使用マニュアルに記載されている45度以内の角度であれば、位置・幅の適合率は8割程度であり、ひび割れの見逃しもないことから適用可能である。しかし、45度を超える場合急激に適合率が低下することが確認された。このことから、45度付近で撮影する場合ひび割れ検出率に影響を及ぼす可能性があるため、高解像度カメラ使用マニュアルの記載を「撮影は、デジタルカメラと撮影面の成す角度を正対から45°以内とする。なお、この角度はなるべく正対に近づけることが望ましい。」へ修正した。

表-3. 13 撮影限界角度の検証結果まとめ

点検実施者	適合率							
	位置・幅一致				位置のみ一致			
	90度	60度	45度	30度	90度	60度	45度	30度
点検員B	93.2	93.8	91.4	32.7	100.0	100.0	100.0	56.8
点検員D	90.1	82.7	79.6	22.2	100.0	100.0	100.0	43.2
点検員F	87.7	84.0	84.6	30.2	100.0	100.0	100.0	41.4
平均	90.3	86.8	85.2	28.4	100.0	100.0	100.0	47.1

3-1-4 日向及び日陰の撮影に関する検証

(1) 検証の目的

高解像度カメラ撮影を橋脚に対して行う場合、時間帯によって、橋脚が日光により照らされ反射する状態や、1枚の撮影画像に照らされた部分と影の部分の双方が写り込む場合が想定される。ひび割れは、健全部とひび割れ箇所のコントラストによって画像に表現されるため、このようなコントラストが変化する環境下での撮影において、ひび割れ検出精度への影響を確認する目的とし検証を行った。

(2) 検証手順

- ①：検証対象箇所 3m×3m を範囲として、日向時と日陰時にそれぞれ高解像度カメラ、日向・日陰混在時に UAV により撮影する。
- ②：撮影した後、点検員 3 名が同時に検証箇所の近接目視を行い、全てのひび割れをチョーキングし検出後、高解像度カメラにて撮影を行い、PC 上でひび割れを描画し基準画像展開図を作成する。
- ③：①で撮影した画像を基に点検員 3 名がそれぞれ、ひび割れを描画ソフトにて描画し、撮影画像展開図を作成する。
- ④：基準画像展開図と撮影画像展開図を比較し、検出精度の比較を行う。
①～④の検証の手順を図-3. 39に示す。



図-3. 39 日向及び日陰の撮影に関する検証手順

(3) 日向及び日陰の影響に関する検証結果

地上に高解像度カメラによる、日向及び日陰時に撮影を行った結果を図—3. 40～41、UAVによる、日向・日陰混在箇所の結果を図—3. 42に示す。

日向、日陰及び日向混在箇所において、位置幅ともに一致は8割程度。位置のみ一致したひび割れは100%の適合率となった。結果から、明暗差によるひび割れ検出精度への影響は無いことが分かった。

なお、点検員A及びBの位置・幅の一致率が低い理由として、軸直角方向に入っている約3mのひび割れ③を0.2mm~0.3mm幅と判断したためである。

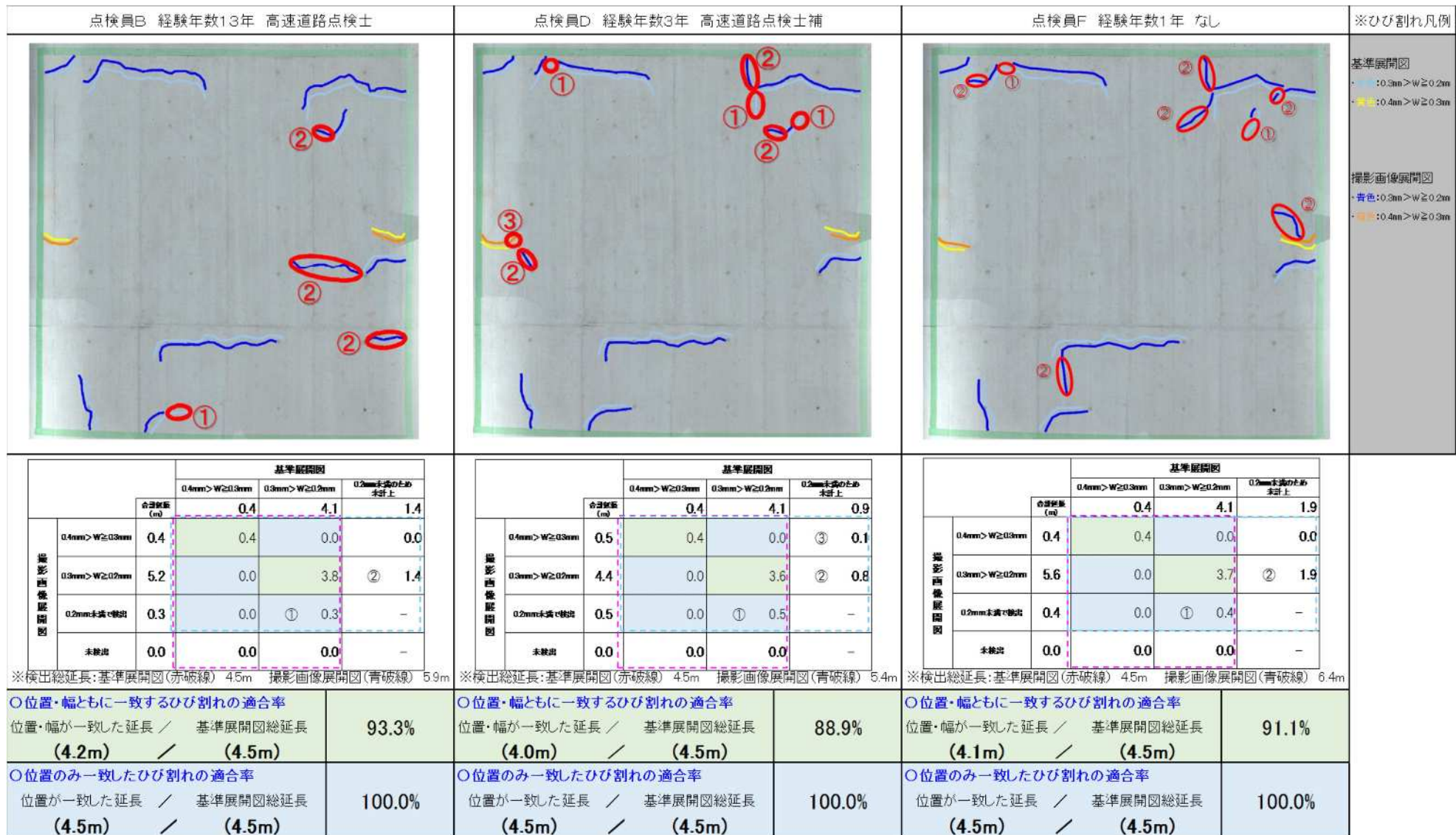


図-3. 4.0 日向の撮影結果

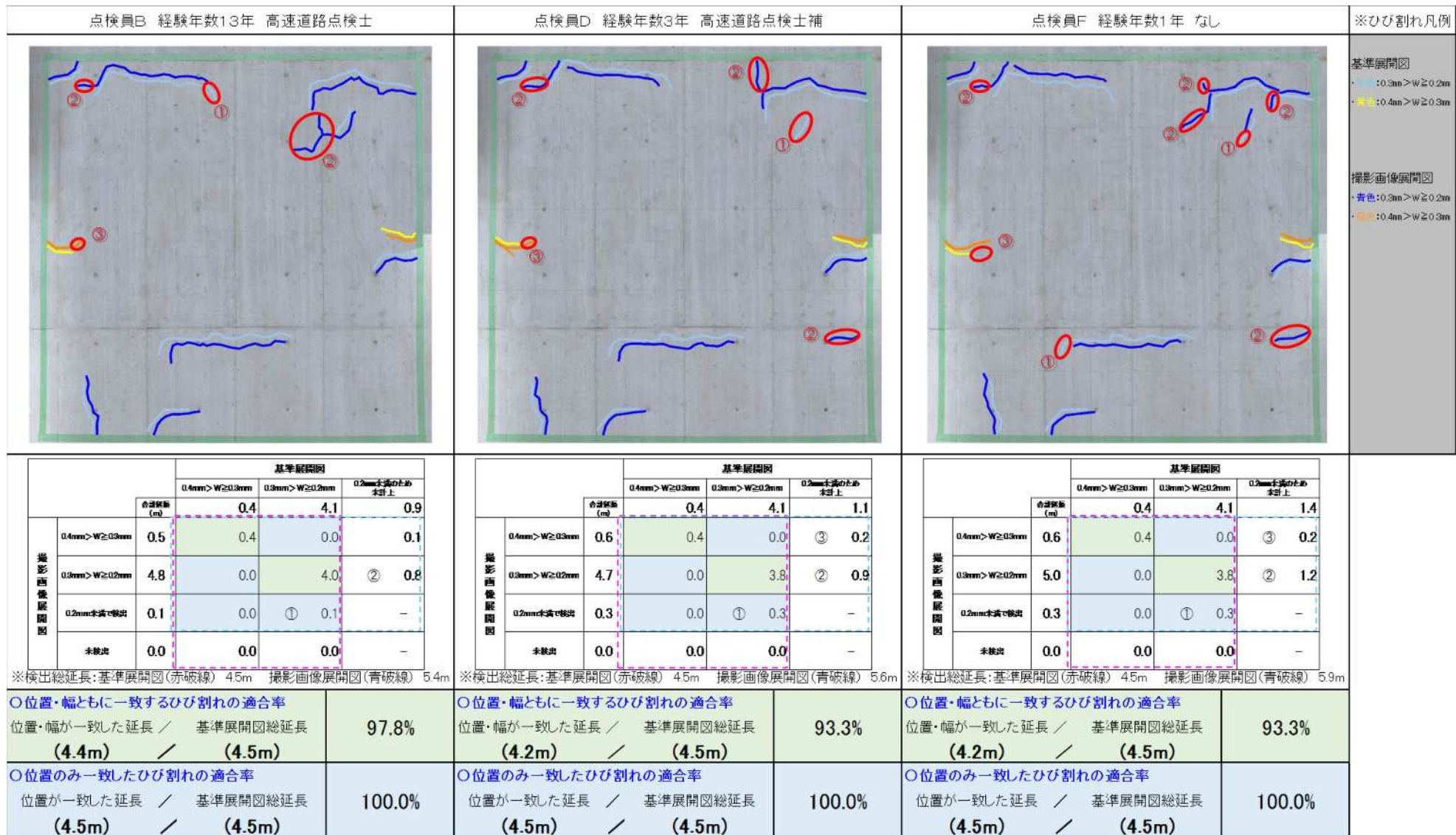


図-3. 41 日陰箇所での撮影結果

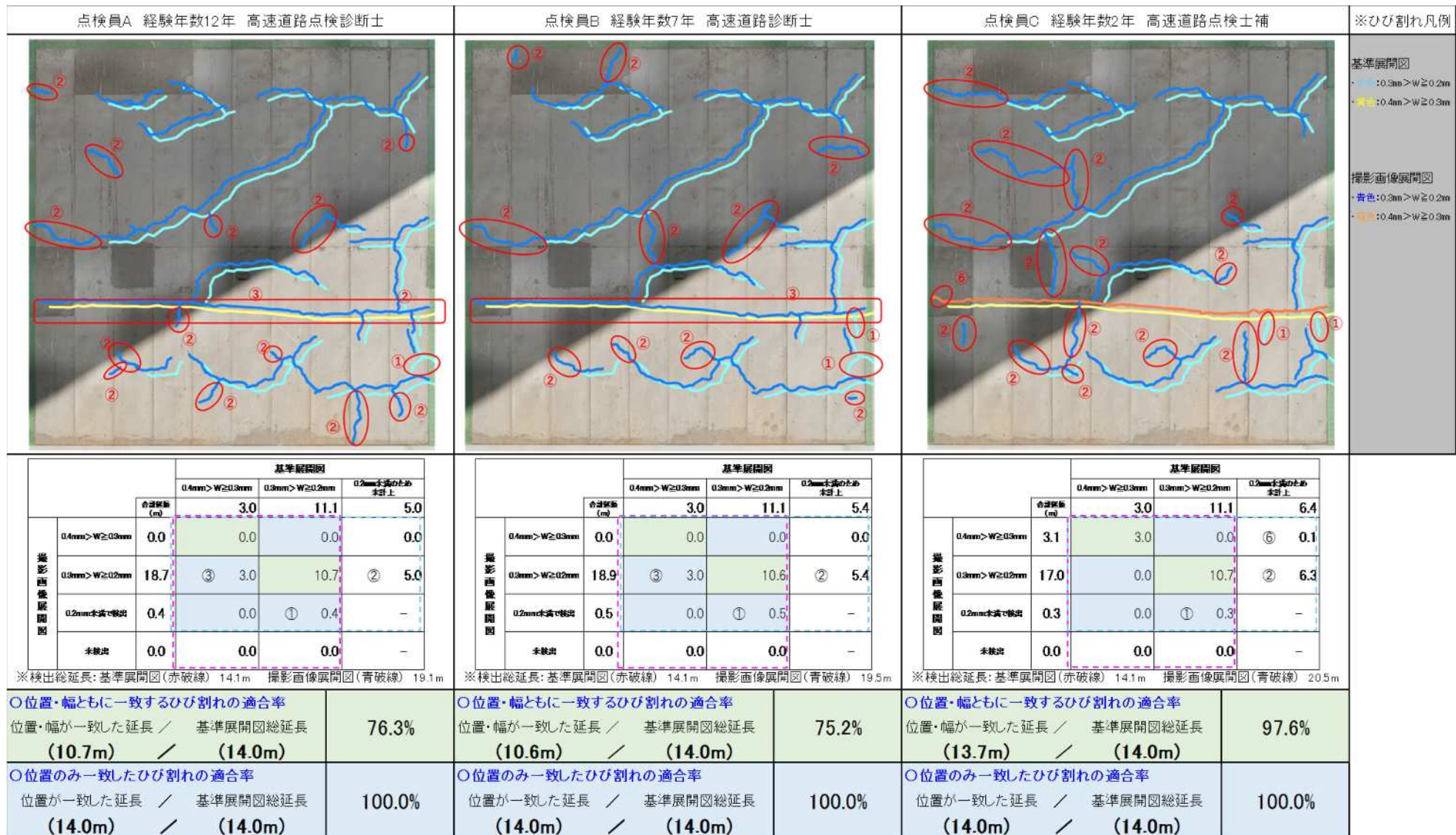


図-3. 42 日向・日陰混在箇所撮影結果

3-2 赤外線カメラを用いた点検支援技術に関する検証

3-2-1 検証に用いる機器と検証対象

(1) 使用機器

赤外線カメラの検証に使用した赤外線カメラは FLIR 社製の SC5200 である。この赤外線カメラと赤外線調査サポートシステム「Jシステム」を組み合わせ使用した。

Jシステムの構成を図-3.43に示す。

Jシステムの構成



図-3.43 Jシステムの構成

(2) 検証対象

検証は、RC・PC 中空床版橋、RC・PC 箱桁橋及び鋼板桁 RC 床版橋を対象とし行った。

3-2-2 検出精度に関する検証

(1) 検証目的

本検証は、コンクリート構造物に対して行う打音の点検支援技術として、赤外線カメラを用い打音範囲の検出を行うための精度確認を目的として行った。

(2) 検証方法

検証は、全面打音によって得られた結果から作成した全面打音展開図と赤外線画像解析によって得られた解析画像を用い検出した浮き・はく離を記入した赤外線展開図とを比較し、検出率を求める。

検証は、RC・PC 中空床版橋、RC・PC 箱桁橋及び鋼板桁 RC 床版橋の 77 径間、面積にして 46,749m² に対し行った。図-3. 44 に赤外線カメラの検証方法を示す。

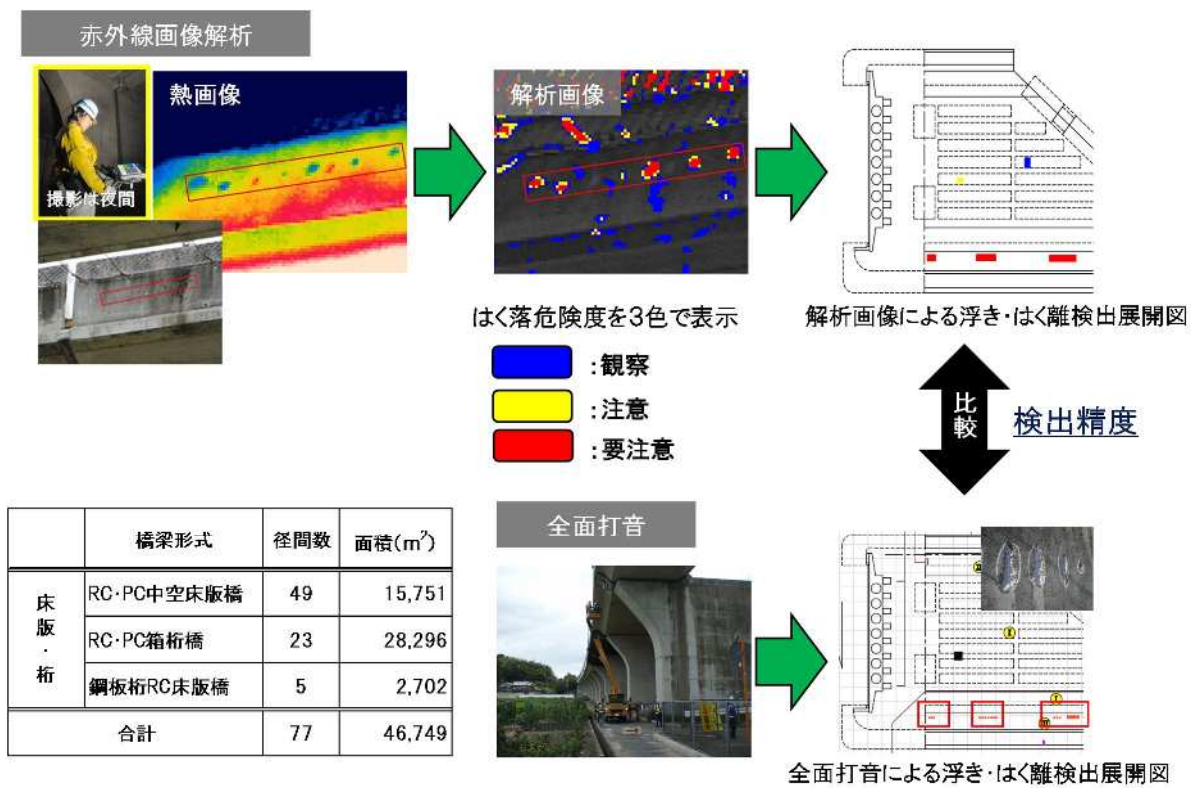


図-3. 44 赤外線カメラ検証方法

(3) 検証結果

赤外線カメラの検出精度に関する検証結果の一例を図－3. 45に示す。

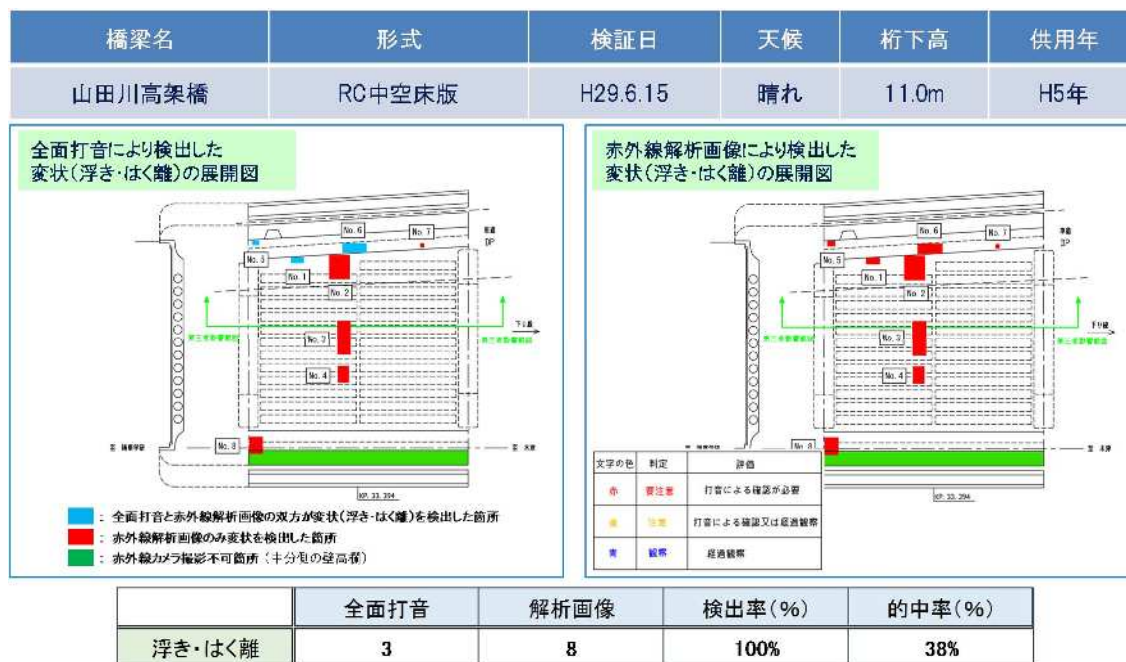
左側に全面打音により検出した変状展開図、右側に赤外線画像解析により検出した変状展開図を示す。それぞれの内部変状数を集計した結果、検出率(式1)は100%であり、的中率(式2)は38%であった。

$$\text{検出率} = \frac{\text{赤外線解析画像変状数}}{\text{全面打音変状数}} \dots \text{式1} \quad \text{※上限 100\%}$$

$$\text{的中率} = \frac{\text{全面打音変状数}}{\text{赤外線解析画像変状数}} \dots \text{式2}$$

結果として、全面打音によって検出した変状は赤外線の画像解析によって全て検出することができた。

また、7径間 46,749m²に対し赤外線カメラと全面打音を行った結果の集計を表－3. 14に示す。検証の結果、全面打音で検出した内部変状は、赤外線カメラで全て検出することが出来た。これにより、打音面積を大幅に削減(△97%)することが可能と考えられる。



図－3. 45 赤外線カメラの検出精度に関する検証結果例

表－3. 14 赤外線カメラの検出精度に関する検証結果集計

橋梁形式	径間数	桁下高	検出精度				作業効率			
			内部変状の検出箇所数		検出率(%)	的中率(%)	打音面積(m ²)		打音削減率(%)	
			全面打音(A)	解析画像(B)			(B/A)	(A/B)		全面打音(C)
床版・桁	RC・PC中空床版橋	49	2~30m	126	464	100%	27%	15751	464	97%
	RC・PC箱桁橋	23	5~40m	65	297	100%	22%	28296	297	99%
	鋼板桁RC床版橋	5	7~40m	32	157	100%	20%	2702	157	94%
全体	77	-	223	918	100%	23%	46749	918	97%	

3-2-3 再現性に関する検証

(1) 検証目的

赤外線カメラを用い打音範囲の検出を行う際、異なる日や時間帯によっても同様の検出範囲が得られるかの再現性に関する確認を目的として行った。

(2) 検証方法

赤外線カメラによって得られた内部変状は、調査日が異なった場合でも同様の検出ができるかを検証し、赤外線カメラによる再現性を確認した。

検証は、同一の RC 中空床版橋梁にて調査日を変え3回赤外線カメラによる撮影を行い、全面打音の結果と比較し検出率、的中率を求めた。赤外線カメラによる撮影は、J システムの熱環境測定装置（以下、EM (S) という）を用いて熱環境を把握し、健全部と空隙部の温度差が 0.2°C 以上と確認された段階で撮影を行う。下記に、EM (S) の構造を図-3. 46に示し、撮影可能な状態を図-3. 47に示す。

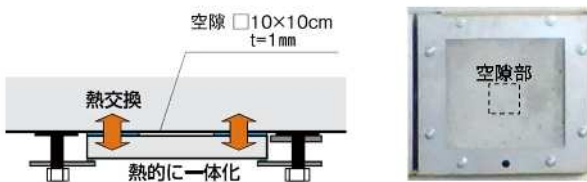


図-3. 46 EM (S) の構造

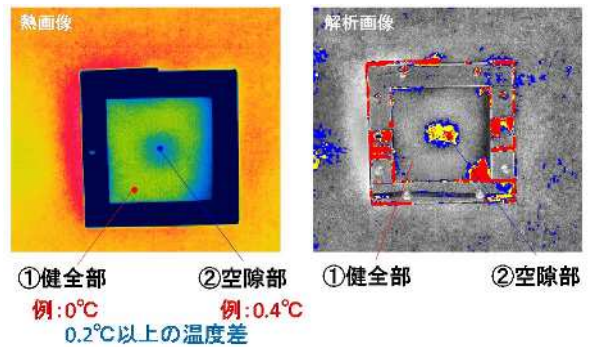


図-3. 47 撮影を行う状態

(3) 検証結果

赤外線カメラの再現性に関する検証結果を図-3.48に示す。H29年6月に行った全面打音の結果を基準としH29年6月、H30年8月、H30年9月と3回に渡り同一橋梁の赤外線撮影を実施し比較した結果、同一箇所に変状が出現していることが確認され、検出結果の違いが見受けられないことから再現性は確保されていると言える。

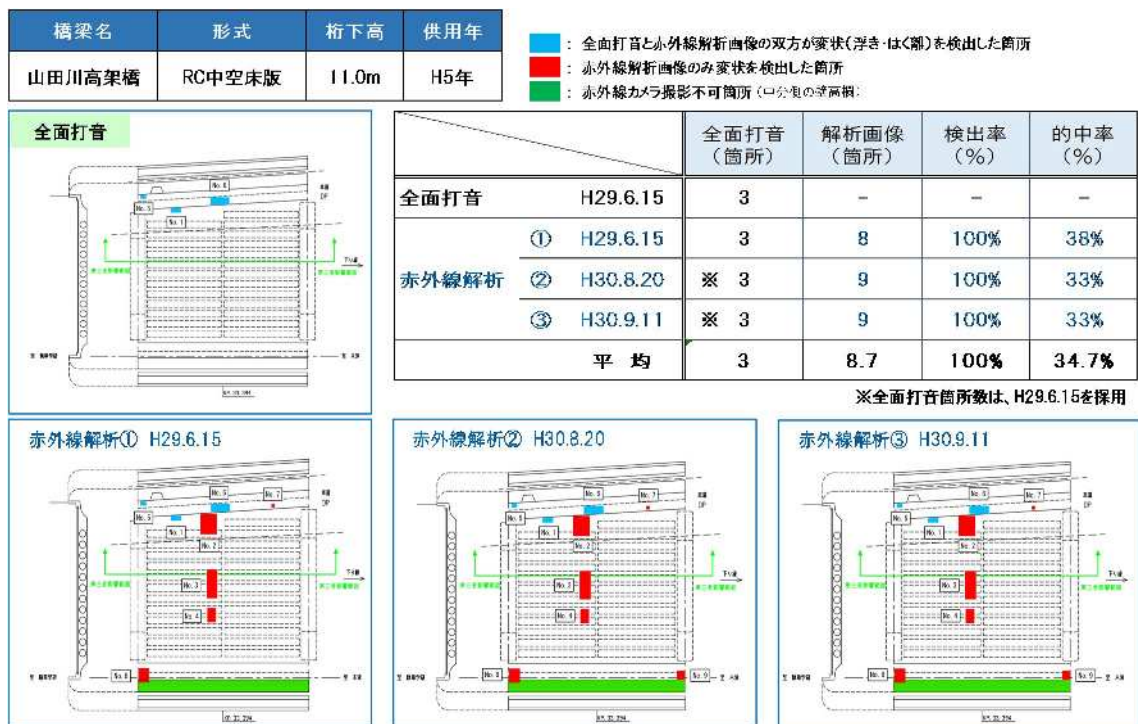


図-3.48 再現性に関する検証結果

4. 高解像度カメラ使用マニュアルの改定

本委員会の審議を踏まえ高解像度カメラ使用マニュアルを改定した。主な変更点を以下に示す。

① 4-5 高解像度カメラで撮影を行うための条件

(13) 現地状況に応じた撮影について

高解像度カメラ使用マニュアル（平成 29 年 4 月）	高解像度カメラ使用マニュアル（令和元年 5 月）	備考
<p>(ウ) 撮影面との角度は 45°以内を推奨する</p> <p>撮影角度は、図 4-21 に示すように撮影面とデジタルカメラの成す角が撮影面に対して 45°以内となるように撮影することを推奨する。45°を上回ると表面の凹凸の影響により、認識できない箇所が発生する恐れがあるためである。壁高欄や橋脚を撮影する場合は、撮影面との角度を 45°以内にするためには対象物の高さ以上の距離をとる必要がある。</p> <p>ただし、橋梁の立地条件等により、全ての橋梁で 45°以内の角度を確保できるわけではない。そのため、45°以内を推奨することとした。</p>	<p>(イ) 撮影面との角度は 45°以内とする</p> <p>撮影は、デジタルカメラと撮影面の成す角度を正対から 45° 以内とする。なお、この角度はなるべく正対に近づけることが望ましい。45°を上回ると表面の凹凸の影響により、認識できない箇所が発生する恐れがあるためである。壁高欄や橋脚を撮影する場合は、撮影面との角度を 45°以内にするためには対象物の高さ以上の距離をとる必要がある。</p>	<p>・撮影角度の検証結果から、45°より鋭角になるとひび割れ検出精度が極端に低下することが確認されたため、記載内容を修正した。</p>

② 4-7 UAV で撮影を行うための条件

高解像度カメラ使用マニュアル（平成 29 年 4 月）	高解像度カメラ使用マニュアル（令和元年 5 月）	備考
	<p>4-7 UAV で撮影を行うための条件</p> <p>UAV による撮影は、目標解像度 0.5mm×0.5mm/1 画素以下となるように最大の離隔距離を決定し、飛行中の機体が、その離隔距離内で撮影を行うこととする。</p> <p>【解説】</p> <p>UAV 本体、搭載するカメラ及びその他機器に関する留意事項は、「遠隔操作による無人航空機 (UAV) 使用ガイドライン (案)」における「7.UAV を橋梁点検の支援技術として活用する場合の留意点」を参照すること。</p>	<p>検証結果より UAV 撮影における条件及び留意事項を追加した。</p>

高解像度カメラ使用マニュアル（平成 29 年 4 月）	高解像度カメラ使用マニュアル（令和元年 5 月）	備考
	<p>UAV 撮影は、目標解像度 0.5mm×0.5mm/1 画素以下となるように最大の離隔距離を決定し、飛行中の機体が、その離隔距離内で撮影を行うこととする。</p> <p>ただし、撮影対象面まで接近しすぎるのは、突風などの影響により、機体が構造物に接触する危険があるので、使用する UAV の性能を考慮し、操縦には十分注意が必要である。以下に、離隔距離の算出例を示す。</p> <p>●最大の離隔距離の算出例</p> <p>使用機材</p> <p>カメラ 撮像素子 : 35mm フルサイズ (横 35.9mm×縦 24.0mm)</p> <p>画素数 : 4,240 万画素 (横 7,952 画素×縦 5,304 画素)</p> <p>レンズ 焦点距離 : 55mm (単焦点)</p> <p>上記に示す仕様のカメラとレンズを使用した場合、0.5mm×0.5mm/1 画素以下となる最大の離隔距離を目標解像度の算出式を基に逆算する。</p> $\begin{aligned} \text{最大の離隔距離} &= \left(\frac{\text{画素の数}}{\text{撮像素子の幅}} \right) \times \text{目標解像度} \times \text{焦点距離} \\ &= \left(\frac{7,952 \text{ 画素}}{35.9\text{mm}} \right) \times 0.5\text{mm} \times 55\text{mm} \\ &= 6,091\text{mm} \approx 6\text{m} \end{aligned}$ <p>撮影時の離隔距離は、撮影対象へ可能な限り接近する。</p>	

5. 遠隔操作による無人航空機 (UAV) 使用ガイドライン (案) の改定

本委員会の審議を踏まえ、遠隔操作による無人航空機 (UAV) 使用ガイドラインを改定した。主な変更点を以下に示す。

遠隔操作による無人航空機 (UAV) ガイドライン (平成 29 年 5 月)	遠隔操作による無人航空機 (UAV) ガイドライン (令和元年 5 月)	備考
	<p>7. 無人航空機を橋梁点検の支援技術として活用する場合の留意点</p> <p>7-1 無人航空機本体についての留意点</p> <p>① GPS を利用することなく、人による操縦で飛行又は、自己位置推定機能等による自動航行が可能な機体であること。</p> <p>② 「高解像度カメラ使用マニュアル(案)」に規定される性能を有するカメラ及びその他機器を搭載し、平均風速 5m/s の風の中で、安定飛行可能な耐重量搭載性能 (ペイロード) を十分満足する機体であること。</p> <p>③ 点検対象に対し、一定の離隔距離を保つ機能を有することが望ましい。</p> <p>④ 衝突・異常飛行防止用に有効な対策を行って飛行すること。</p> <p>例: 操作不能など不測の事態が発生した場合、想定範囲外への逸脱を防止するため、機体にケーブル等を取付け飛行範囲の制限をする等。</p> <p>7-2 無人航空機に搭載するカメラ及びその他機器についての留意点</p> <p>① 無人航空機に搭載するカメラは、「高解像度カメラ使用マニュアル(案)」に規定される性能を有すること。</p> <p>② 無人航空機の飛行中の傾きに対して、カメラが一定の方向を向くように、制御するジンバル等の機器を使用すること。</p> <p>③ 無人航空機の振動を防止又は吸収減衰させる機能を有するダンパー等を使用すること。</p> <p>④ 暗い箇所の撮影時には、フラッシュ又は LED ライト等の光源を使用することが望ましい。</p>	

遠隔操作による無人航空機 (UAV) ガイドライン (平成 29 年 5 月)	遠隔操作による無人航空機 (UAV) ガイドライン (令和元年 5 月)	備考																																			
	<p>⑤ 鮮明な画像を取得するためには、可能な限り低速で飛行しながら撮影するのが望ましい。飛行速度に合わせて、シャッター速度を設定し、被写体の明るさも考慮しながら、絞り・ISO 感度を適正に選択する必要がある。シャッター速度、F 値 (絞り値)、ISO 感度の設定は、「高解像度カメラ使用マニュアル(案)」を参考にすると良い。</p> <p>参考として、撮影時の条件設定の事例を以下に示す。</p> <p>事例 撮影対象：コンクリート橋脚</p> <p>天候：曇り</p> <table border="1" data-bbox="1093 635 1753 970"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>実施状況</th> <th>基準値等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均風速</td> <td>5m/sec 以下</td> <td>5m/sec 以下</td> </tr> <tr> <td>撮影面までの離隔距離</td> <td>約3m</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>飛行速度</td> <td>1m/5~6秒(手動操作) ※20~17cm/秒</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">カメラ及び レンズの性能</td> <td>撮像素子</td> <td>35mmフルサイズ(推奨)</td> </tr> <tr> <td>画素数</td> <td>4,250万画素</td> </tr> <tr> <td>焦点距離</td> <td>55mm(単焦点)</td> </tr> <tr> <td>開放F値 (絞り値)</td> <td>1.8</td> <td>開放F値が明るいレンズを採用すること</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">撮影時の設定</td> <td>解像度</td> <td>0.2mm~0.29mm(推測値)</td> <td>目標解像度 0.5mm×0.5mm以下</td> </tr> <tr> <td>F値(絞り値)</td> <td>3.5(固定)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>シャッター速度</td> <td>1/1000秒(固定)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ISO感度</td> <td>自動(カメラによる自動設定)</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>※この事例を参考に考えれば、飛行速度 20cm/秒、シャッタースピード:1/1000 秒で撮影できていたことから、飛行速度 40cm/秒とした場合は、シャッタースピード 1/2000 秒で撮影できると考えられる。ただし、同等の明るさの画像とするためには光量や ISO 感度の調整が必要である。</p> <p>⑥ なお撮影にあたっては、事前にテスト飛行を行い、クラックスケール等で撮影画像を確認する。また、現地条件に応じて構造物との離隔距離や飛行速度、カメラの設定の確認を行うとともに、撮影箇所が暗すぎる場合の光量不足や、光量が強すぎる場合にも白とびする可能性があるため、光量の調整が必要である。</p>	項目	実施状況	基準値等	平均風速	5m/sec 以下	5m/sec 以下	撮影面までの離隔距離	約3m	—	飛行速度	1m/5~6秒(手動操作) ※20~17cm/秒	—	カメラ及び レンズの性能	撮像素子	35mmフルサイズ(推奨)	画素数	4,250万画素	焦点距離	55mm(単焦点)	開放F値 (絞り値)	1.8	開放F値が明るいレンズを採用すること	撮影時の設定	解像度	0.2mm~0.29mm(推測値)	目標解像度 0.5mm×0.5mm以下	F値(絞り値)	3.5(固定)	—	シャッター速度	1/1000秒(固定)	—	ISO感度	自動(カメラによる自動設定)	—	
項目	実施状況	基準値等																																			
平均風速	5m/sec 以下	5m/sec 以下																																			
撮影面までの離隔距離	約3m	—																																			
飛行速度	1m/5~6秒(手動操作) ※20~17cm/秒	—																																			
カメラ及び レンズの性能	撮像素子	35mmフルサイズ(推奨)																																			
	画素数	4,250万画素																																			
	焦点距離	55mm(単焦点)																																			
	開放F値 (絞り値)	1.8	開放F値が明るいレンズを採用すること																																		
撮影時の設定	解像度	0.2mm~0.29mm(推測値)	目標解像度 0.5mm×0.5mm以下																																		
	F値(絞り値)	3.5(固定)	—																																		
	シャッター速度	1/1000秒(固定)	—																																		
	ISO感度	自動(カメラによる自動設定)	—																																		

6. まとめ

本委員会は、点検の高度化に関する数々の検証を実施し、以下の結論が得られた。

6-1 今回検証した点検支援技術から得られる情報

(1) 高解像度カメラを用いた点検支援技術の検証から得られる情報

- ①コンクリート構造物における高解像度カメラを用いた点検は、ひび割れやエフロレッセンス等の外観変状を検出し、近接目視によるときと同等の健全度評価を行うことができる情報が得られる。
- ②地上からの高解像度カメラ撮影が困難な支承部・桁内等に対しては、UAV やポールカメラに高解像度カメラを搭載することにより、近接目視によるときと同等の健全度評価を行うことができる情報が得られる。

(2) 赤外線カメラを用いた点検支援技術の検証から得られる情報

コンクリート構造物における赤外線カメラを用いた点検は、浮き・はく離等の内部変状を面的に捉えることができ、事前に打音範囲を抽出することが出来る。

6-2 点検支援技術による近接目視・打音との同等評価手法の確立

(1) 近接目視との同等評価手法の確立（高解像度カメラ）

国の定期点検要領の改定において「自らの近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法により把握しなければならない」とされた。近接目視によるときと同等の情報が得られると判断するための検証では、外観変状の中で最も小さい変状である、コンクリート表面に発生するひび割れに着目し検証を行った。

- ①点検経験年数、年齢の異なる数名の点検実施者が実際に近接目視による点検を実施した場合のひび割れ検出精度の確認を行った。結果は個人差があるものの、ひび割れの位置・幅の適合率は8割程度であった。
- ②高解像度カメラの撮影画像から点検実施者が外観変状を抽出し、近接目視による点検結果と比較した結果は、一般的な外観変状（個数）においては100%の適合率であり、ひび割れについては位置、幅の適合率が8割であった。

上記①及び②の結果より、点検支援技術を用いた点検においても、近接目視による点検と同等の情報が得られており、精度が確保されていると判断できる検証手法として確立した。

(2) 打音との同等評価手法の確立（赤外線カメラ）

赤外線カメラについては、赤外線カメラによる解析と全面打音点検との比較により、内部変状（異常）の見逃しが無いことを確認することで、同等の情報が得られると判断できる検証手法として確立した。

7. 今後の取組みについて

本委員会での審議を踏まえ、点検支援技術について、適用範囲の拡大や更なる信頼性向上に向けて3つの取組みを挙げた。

(1) 点検支援技術の今後の展開について

本委員会では、橋梁のコンクリート部材を対象に高解像度カメラ点検による検証を進め、近接目視によるときと同等の健全度評価を行うことができる情報が得られた。今後は、点検支援技術の適用範囲拡大を目指し、橋梁の鋼部材に対して高解像度カメラによる点検の検証を進め、検討を行っていく。

また、より合理的な方法で点検の目的を達せられる新技術については、点検支援技術の活用範囲や目的、使用機器の性能、精度検証方法について検討を進め、適用の拡大を進めていく。

(2) 画像データの蓄積について

高解像度カメラで取得した画像データ、記録方法及び保存形式に関する検討を行っていく。

(3) 点検の高度化及び効率化に向けた取組みについて

今後、点検実施者の確保が困難となることが想定されるため、以下の内容について取組んでいく。

- ①法令点検以降の5年間の点検結果から、重要点検箇所の特定制や劣化メカニズム推定のための分析を行い、更なる点検の充実を図るものなど、より合理的な点検を目指していく。
- ②画像から変状を自動で抽出するAI技術の導入を検討し、内業に係る時間の削減等を目指していきたいと考えている。

<添付資料>

委員会関係者一覧表

点検の高度化に向けた検討委員会 関係者一覧表

	所 属 等	氏 名	備考
東日本高速道路㈱	管理事業本部 保全部 部長	八木 茂樹	
	管理事業本部 管理事業計画課 課長	伊藤 憲和	
	管理事業本部 保全部 保全課 課長	前川 秀人	
	管理事業本部 SMH推進チーム チームリーダー	上田 功	
	建設・技術本部 技術・環境部 技術企画課 課長	坂巻 広治	
	管理事業本部 SMH推進チーム サブリーダー	板倉 義尚	
	管理事業本部 保全部 保全課 課長代理	多田 暢彦	～H30.6
	管理事業本部 保全部 保全課 課長代理	大塚 行輝	H30.7～
	管理事業本部 保全部 保全課 課長代理	伊藤 玲次	R1.7～
	管理事業本部 保全部 保全課 課長代理	星 一郎	
	建設・技術本部 技術・環境部 技術企画課 課長代理	金田 和男	
中日本高速道路㈱	保全企画本部 保全担当部長	湯川 保之	
	保全企画本部 保全企画チーム チームリーダー	合田 聡	
	保全企画本部 保全企画チーム 担当リーダー	和久田 明	～H30.6
	保全企画本部 保全企画チーム 担当リーダー	渋谷 健一	H30.7～
	技術・建設本部 環境・技術企画部 技術企画・開発チーム チームリーダー	松本 豊和	
	保全企画本部 保全企画チーム サブリーダー	春名 晃宏	
	保全企画本部 保全企画チーム サブリーダー	新田 正行	
	技術・建設本部 環境・技術企画部 技術企画・開発チーム サブリーダー	藤野 友裕	
西日本高速道路㈱	保全サービス事業本部 保全サービス事業部 部長	小笹 浩司	
	技術本部 技術環境部 次長	兼澤 秀和	～H30.7
	保全サービス事業部 保全サービス統括課 次長	加治 英希	
	保全サービス事業部 保全改築課 課長	羽田野 和久	
	保全サービス事業部 保全改築課 課長	秋山 隆之	R1.7～
	技術本部 技術環境部 技術統括課 課長	上田 武志	H30.8～
	保全サービス事業部 保全サービス統括課 課長代理	大出水 健一郎	
	保全サービス事業部 保全改築課 課長代理	大原 和章	～H30.7
	保全サービス事業部 保全改築課 課長代理	田中 康一郎	H30.8～
	技術本部 技術環境部 技術統括課 課長代理	竹縄 謙作	～H30.6
	技術本部 技術環境部 技術統括課 課長代理	前原 直樹	H30.7～
㈱高速道路総合技術研究所	基盤整備推進部 部長	手代木 学	
	道路研究部(兼)交通環境研究部 部長	長浜 和実	
	基盤整備推進部 管理基盤推進担当部長	源谷 秋義	～H30.6
	基盤整備推進部 管理基盤推進担当部長	中野 季哉	H30.7～
	交通環境研究部 環境研究担当部長	中崎 邦夫	～H30.6
	交通環境研究部 環境研究担当部長	船橋 修	H30.7～
	交通環境研究部 交通研究担当部長(兼)室長	邢 健	
	道路研究部 斜面防災研究担当部長	横田 聖哉	
	道路研究部 橋梁研究担当部長	緒方 辰男	
	道路研究部 舗装研究担当部長	神谷 恵三	
	道路研究部 トンネル研究担当部長	伊藤 哲男	
	施設研究部 施設研究担当部長	東 晋一郎	
	道路研究部 土工研究室 専門主幹(兼)室長	藤岡 一頼	～H30.6
	道路研究部 土工研究室 室長	竹本 将	H30.7～
	交通環境研究部 環境研究室 室長	大蔵 崇	
	交通環境研究部 交通研究室 室長	糸島 史浩	H30.8～
	道路研究部 橋梁研究室 室長	広瀬 剛	～H30.6
	道路研究部 橋梁研究室 室長	長谷 俊彦	H30.7～
	道路研究部 舗装研究室 室長	高橋 茂樹	
	道路研究部 トンネル研究室 室長	海瀬 忍	
	基盤整備推進部 管理基盤推進室 室長	西岡 昌樹	～H31.3
	基盤整備推進部 管理基盤推進室 室長	本多 正和	R1.7～
	基盤整備推進部 管理基盤推進室 主任研究員	長濱 清孝	～H30.7
	基盤整備推進部 管理基盤推進室 主任研究員	鈴木 慎一	H30.8～
	基盤整備推進部 管理基盤推進室 主任研究員	鈴木 直樹	
	基盤整備推進部 管理基盤推進室 主任研究員	下村 雄介	
	基盤整備推進部 管理基盤推進室 研究員	渡部 真理	～H30.6
	基盤整備推進部 管理基盤推進室 研究員	栗田 裕樹	H30.7～
	基盤整備推進部 管理基盤推進室 研究員	佐々川 学	～H31.3
	基盤整備推進部 管理基盤推進室 研究員	伊藤 将志	H31.4～