

7.2.2 開水路の変状検出

(1) 基本的な考え方

農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」では、1次点検（巡回目視）と2次点検（近接目視と計測）について点検手法を定義しており、これに従い具体的な点検が実施されている。

UAVで撮影した画像による点検は、写真による変状箇所の検出に加え、三次元点群データを整備することにより、その規模の検出を行う。

なお、適用範囲は、実験事例等から一次点検（巡回目視）と二次点検（近接目視と計測）の一部とする。

(2) 点検項目と適用範囲

UAVで撮影した画像による点検項目は、表7.2に示す項目とする。

表7.2 点検項目（構造に関する）及び UAV の適用範囲

	点検区分			現地 踏査 ^{注1)}	点検内容と対応可(○)否(×)	利用成果	
					点検項目	写真	3D ^{注2)}
構 造	力学安全性	ひび割れ	最大幅	—	ひび割れの最大幅の計測	×	×
			延長	—	ひび割れの延長、範囲の計測	○	×
			有無の検出、タイプの判別	○	ひび割れのタイプ判別(幅 1mm 以上で判別)	○	×
		変形・歪み	変形・歪み量	○	変状の有無、歪量の計測(水平、鉛直)	○	○
		圧縮強度	圧縮強度(反発硬度)	—	簡易計測	×	×
	耐久性	材料劣化	浮き	○	変状の有無、変状範囲の計測	○	×
			剥離・剥落・スケーリング	○	変状の有無、変状範囲の計測	○	×
			ポップアウト(剥がれ)	○	変状の有無、変状範囲の計測	○	×
			(析出物)ゲルの滲出	○	変状の有無、変状範囲	○	×
			錆汁、変色	○	変状の有無、変状範囲の計測	○	×
			摩耗・風化	○	変状の有無、変状範囲の計測	○	×
			漏水(痕跡)	○	変状の有無、変状範囲の計測	○	×
			鉄筋露出	○	変状の有無、変状範囲の計測	○	×
		中性化	中性化深さ/中性化残り	—	写真、画像結果では点検不可	×	×
			鉄筋かぶり	—	写真、画像結果では点検不可	×	×
	安定性	地盤変形	背面土の空洞化	—	写真、画像結果では点検不可	×	×
			不同沈下	—	目視による有無、簡易計測(5cm)	○	○
	上記性能を含む構造性能	目地の劣化	目地の開き(幅 1mm 以上)	○	変状の有無、箇所、開き幅の計測	○	○
			段差	○	変状の有無、箇所、段差の計測(6mm 以上を対象)	○	○
			止水板の破断	○	変状の有無	○	×
			漏水痕跡	○	変状の有無、箇所	○	×
			周縁コンクリートの欠損等	○	変状の有無、箇所	○	×

注 1) 現地踏査：点検レベルは変状有無の検出まで(○: UAV 撮影で対応可能、—: 維持管理マニュアルでは点検項目に該当しない)

注 2) 3D: 三次元点群データ及びその加工成果

(3) 点検方法と点検事例

① ひび割れ

○ひび割れは、垂直撮影および斜め撮影の単写真、オルソフォト画像より変状箇所・範囲を検出する。

注)高度 3m で 0.2mm 以上まで検出可能であるが、飛行の安全面から高度 10m で 1mm 以上までの検出を標準とする。

○ひび割れの長さ、範囲は、オルソフォト画像より直線的に計測する。

■ ひび割れの検出例

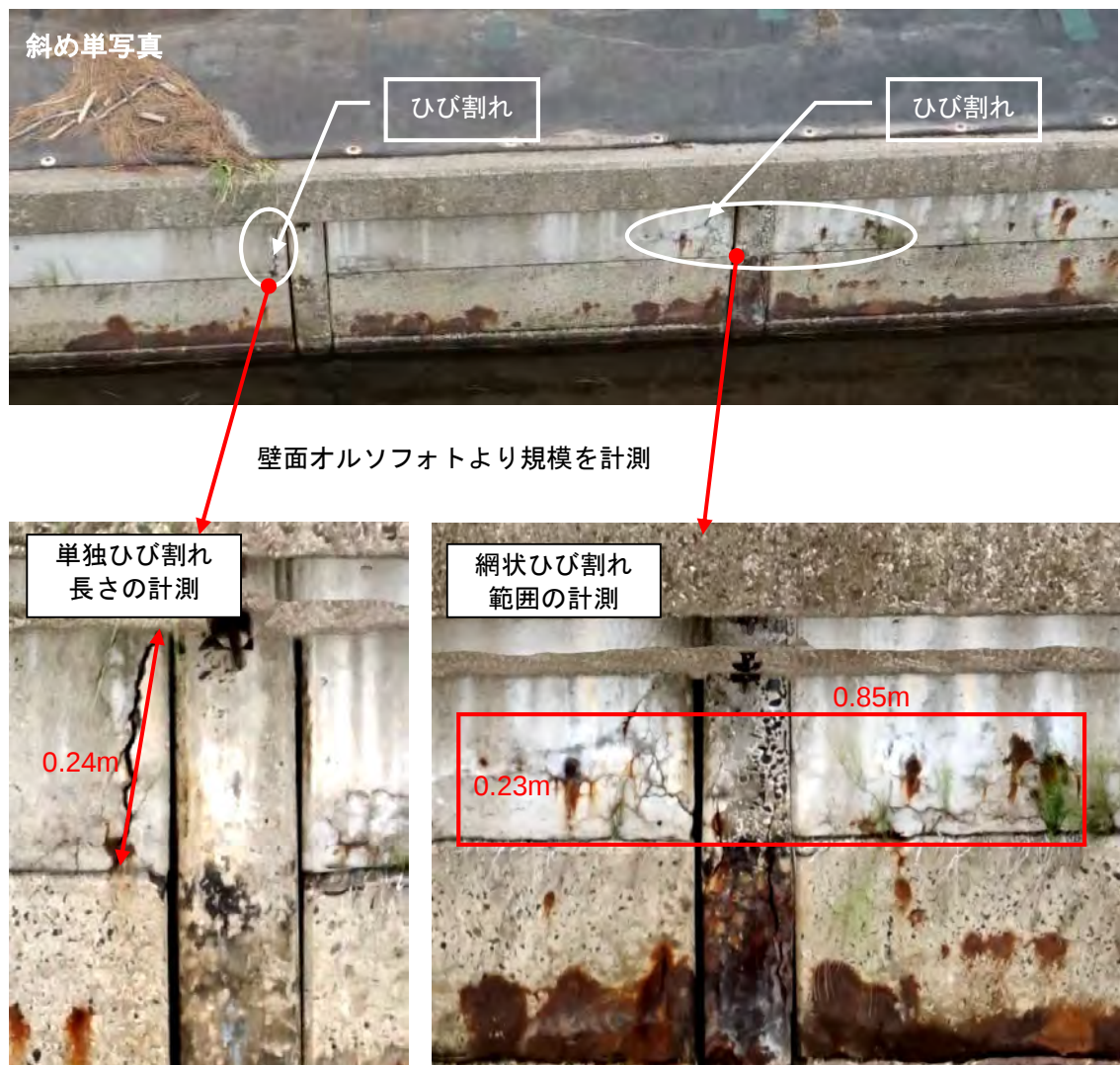


図7.12 ひび割れの検出例

② 変形・歪み、転倒・滑動、浮上、欠損・損傷

- 変形・歪み、転倒・滑動、浮上、欠損・損傷は、鉛直撮影および斜め撮影の単写真、オルソフォト画像より変状箇所・範囲を検出する。
- 相対変化量(水平、垂直)は、オルソフォト画像、三次元点群データから計測する。

■ 歪み（目地開き）の検出例

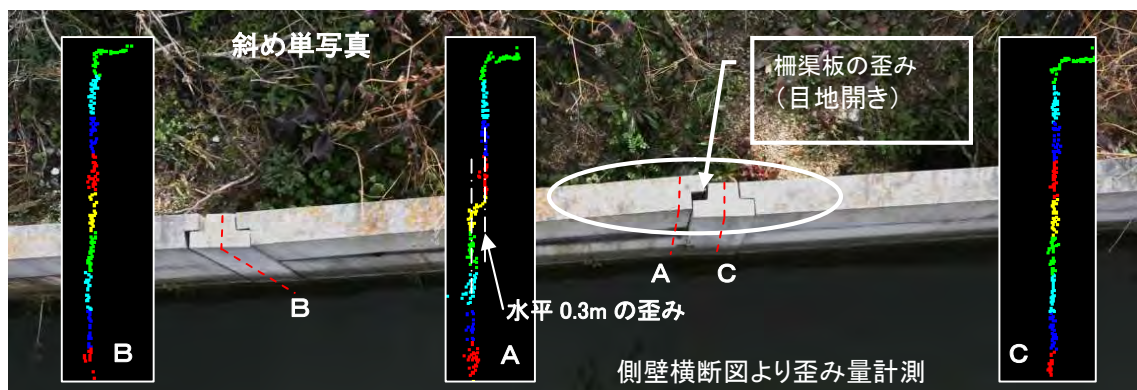


図7.13 側壁の歪み（目地開き）の検出例

■ 目地部の損傷（破断）の検出例



図7.14 目地部の損傷（破断）の検出例

③ 材料劣化

- 材料劣化は、開水路表面の状態について、垂直撮影および斜め撮影の単写真、オルソフォト画像により変状箇所を検出する。
- 変状範囲は、オルソフォト画像により計測する。

■ コンクリート表面の剥落、欠損の検出例

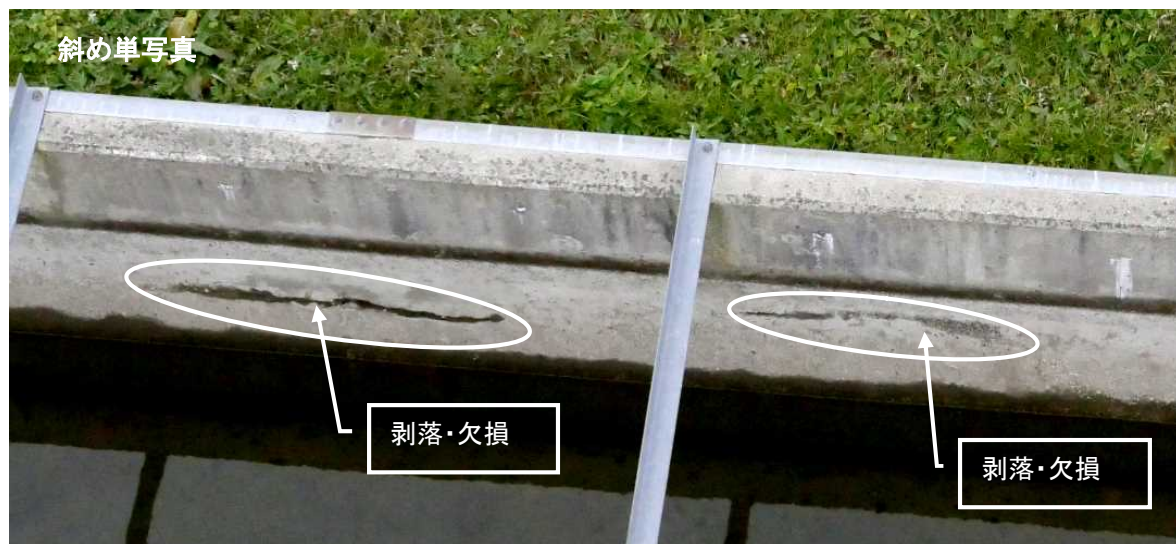


図7.17 コンクリート表面の剥落、欠損の検出例

■ 錆汁・変色、欠損、鉄筋の露出の検出例

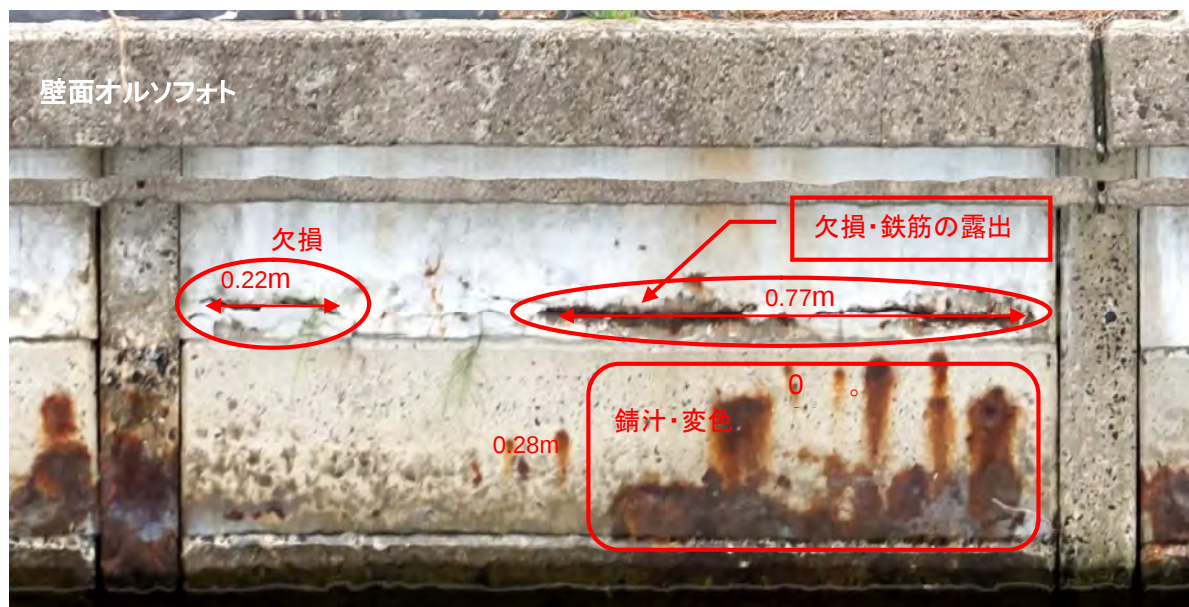


図7.18 欠損・鉄筋の露出の検出例

■ 鋼材の腐食の検出例

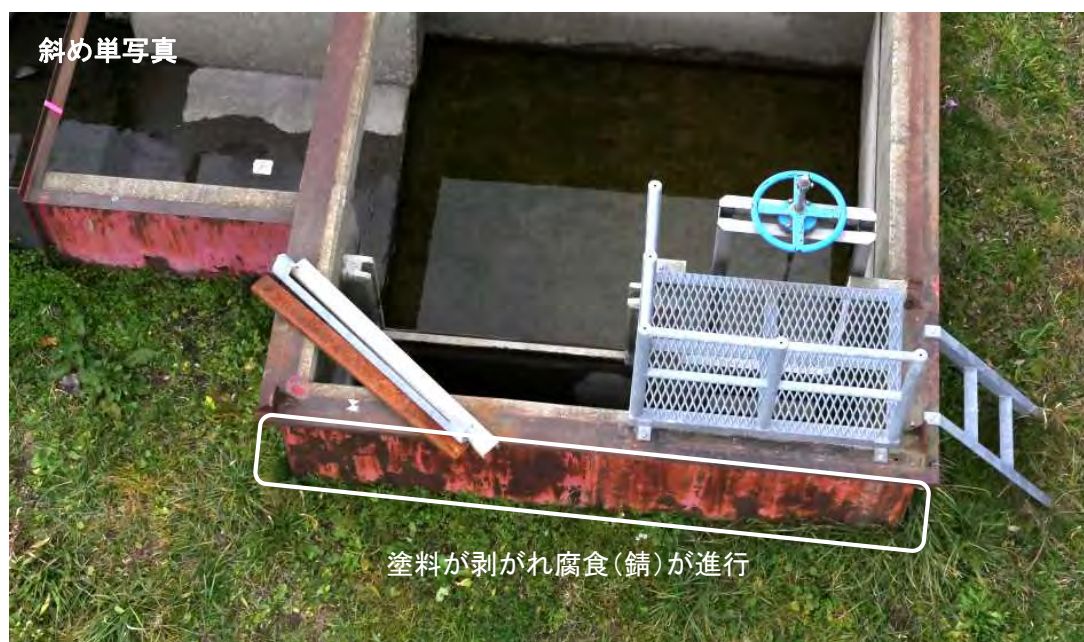


図7.19 鋼材の腐食の検出例

④ 地盤変形（背面土の空洞化）

○周辺地盤の変状（陥没、ひび割れなど）は、撮影した垂直、斜め画像及び標高分布図により検出する。

○周辺地盤の変状範囲、規模は、三次元点群データにより計測する。

■ 周辺地盤の変状検出例

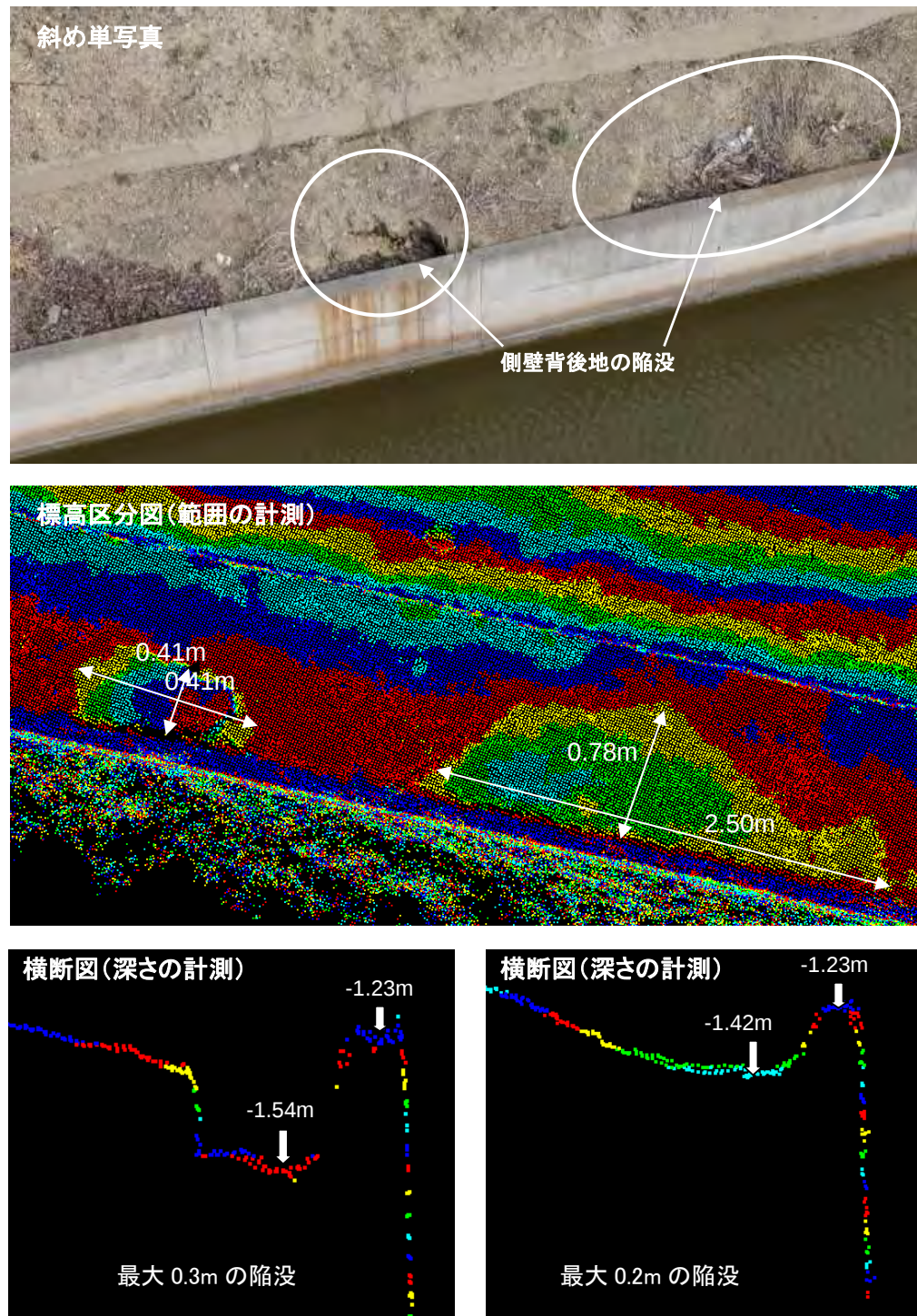


図7.20 周辺地盤の陥没の検出例

⑤ 不同沈下

- 不同沈下は、開水路側壁の天端高を計測することで検出する。
- 天端の高さは、三次元点群データより作成した標高区分図、縦横断図から検出する。
- 基準高さ(設計高)との相対高、標高は、縦横断図から計測する。
- 沈下量は、基準高さ(設計高)又は過年度計測高さとの差分を縦横断図から算出する。

■ 不同沈下の検出例

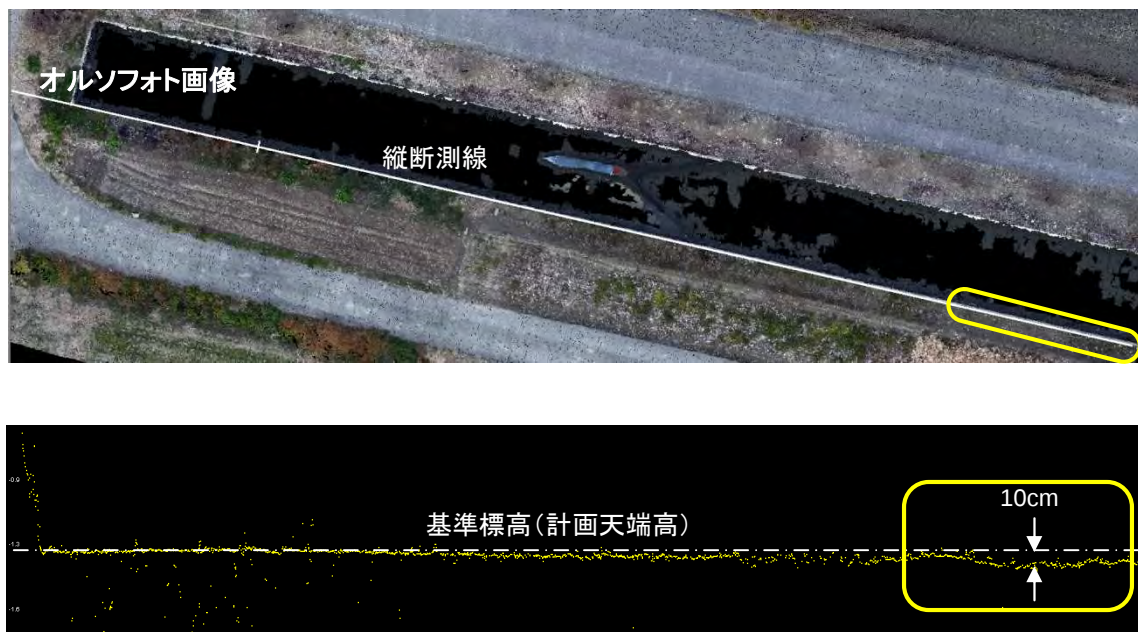


図7.21 不同沈下の検出例

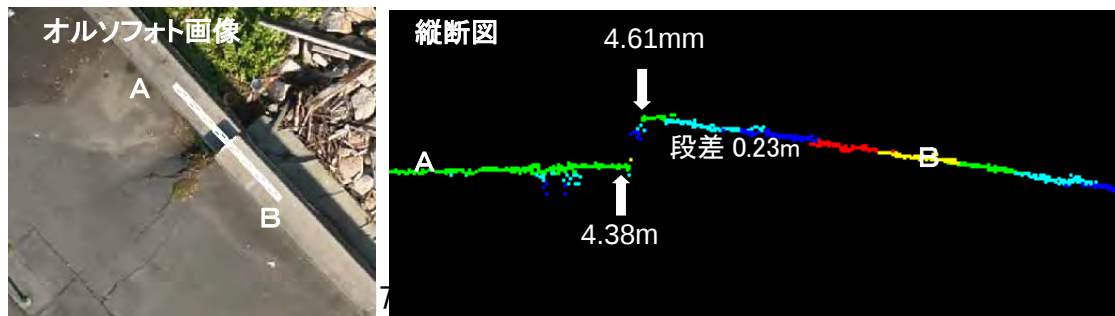
⑥ 目地の開き、段差

- 目地開き、段差、止水版の破断等の目地の劣化は、垂直撮影および斜め撮影の単写真、オルソフォト画像より変状箇所・範囲を検出する。
- 段差は、三次元点群データ(縦断面図)より計測する。

■ 目地開き、周縁コンクリートの欠損検出例



■ 段差の検出・計測例



⑦ 漏水痕跡

○漏水・漏水痕跡などは、垂直撮影および斜め撮影の単写真、オルソフォト画像より箇所・範囲を検出する。

■ 漏水痕跡の検出例



図7.24 地の劣化による漏水の痕跡

○参考資料

- ・一般社団法人日本写真測量学会（2015）測量調査に供する小型無人航空機を安全に運航するための手引き，p. 36.
- ・熊田貴之・宇多高明・鈴木真二・酒井和也・野志保仁・森田 学・柄沢研治（2010）無人飛行機（UAV）による新しい海岸モニタリング手法. 海洋開発論文集，26，pp. 1167-1171.
- ・三浦 麻・筑紫二郎・林 静夫・田中 明（2004）東松浦半島内の盆地における冬季の地形風と夜間昇温過程. 農業土木学会論文集，231，pp. 249-258.
- ・Nex, F. and F. Remondino (2014) UAV for 3D mapping applications: a review. Applied Geomatics, 6(1), pp. 1-15.
- ・大石 哲・白谷栄作・桐 博英・高橋順二・水上幸治・村木広和（2015）UAVを使った低空画像解析による海岸堤防の劣化状態の検出. 土木学会論文集 B2（海岸工学），71(2)
- ・白谷栄作・桐 博英・高橋 順二・大石 哲・村木広和（2015）無人航空機(UAV)を活用したストックマネジメントの展望. 農業農村工学会誌, 83(10), pp. 839-842.
- ・飛田幹男，神谷 泉，岩橋純子，中埜貴元，高桑紀之：無人航空機による西之島空中写真の撮影とその分析，国土地理院時報，125，pp. 115～124（2014）