

水管橋点検におけるドローン活用の実証試験

2022年3月18日

エア・ウォーター株式会社
セブントゥーフアイブ株式会社



Seven to Five

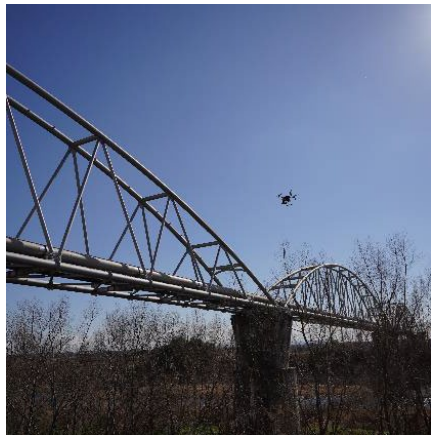
本プロジェクトのスコープ

① 現行の水管橋点検の調査



兵庫県企業庁の水管橋点検の現状について、実務担当者からヒアリングを通じて把握する。水管橋の長さや点検箇所特性などから想定される点検時間や概算費用を算出する。

③ ドローン点検の効果算出とその考察



②での試行結果を踏まえ、目視の点検からドローンによる点検に変更した方がよい場所を判定する。人の目視による点検をドローン点検に変更することで、費用削減効果の算出及び安全性等の効果においても評価をする。

② ドローン点検の工数と費用を算出



本案件の対象となる水管橋でドローン点検を実施する。可視光カメラ、赤外線カメラ、X線装置の3種類より実現可能な手法で実施する。点検項目は『点検・診断・整備実施要領』に基づき設定し、作業時間を測定する。

※各カメラでの損傷確認

- 可視光カメラ：ひび割れ、漏水、鉄筋露出、表面劣化、腐食、欠損、変形、錆
- 赤外線カメラ：浮き・剥離、漏水、鉄筋露出、表面劣化、腐食、錆
- X線装置：水管橋配管内部の損傷状況（内部の錆や浮き、亀裂等を想定）

※X線カメラを活用した調査については、本実証を通して実用可能性の検討を行う。

実証実験の概要（動画）

今回の実証試験の概要を、動画にまとめましたので、ご覧ください。



実証実験（見学会）の実施について

【実施概要】

水管橋の点検にドローンを活用することでどのような効果が得られるのか、実証試験を通して検証しました。実証実験時は、兵庫県水道課や管轄の浄水場の方々へ向けた見学会も併せて実施しました。

（実証実験は現地調査2021年11月16日、事前検証2021年12月15、16日、2022年1月12－14日を踏まえて実施）

【実験詳細】

- ◎猪名川 導送水管橋
日 時：2022年2月2日（水）15:00~16:00
場 所：兵庫県川西市 多田院
- ◎加古川横断共同橋
日 時：2022年2月4日（金）11:00~12:00
場 所：兵庫県加東市 河高



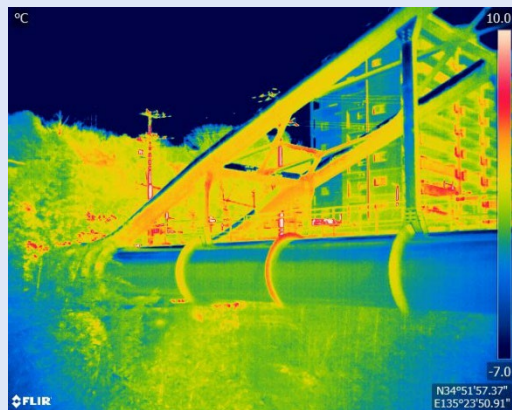
点検手法詳細【猪名川 導送水管橋】

[実施概要] 日程：2022年2月2日（水）
場所：兵庫県川西市多田院

[使用機体] ドローン本体：Matrice 210 RTK（DJI）
カメラ：Zenmuse XT2（DJI）、Zenmuse Z30（DJI）

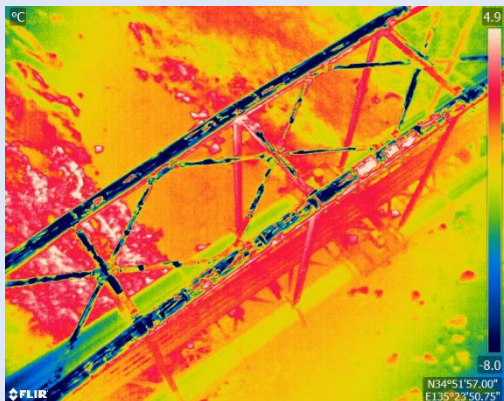
[撮影手順] (1) 橋の上部工を平行方向へ移動しながら撮影する
(2) 高度を上げ、上空から橋のアーチ部分を撮影する
(3) 橋の下に入り、上部工を下から撮影する

(1) 橋の上部工を平行方向へ移動しながら撮影する



点検手法詳細【猪名川 導送水管橋】

(2) 高度を上げ、上空から橋のアーチ部分を撮影する



(3) 橋の下に入り、上部工を下から撮影する



点検手法詳細【猪名川 導送水管橋】

[実験結果 (可視光/赤外線)]

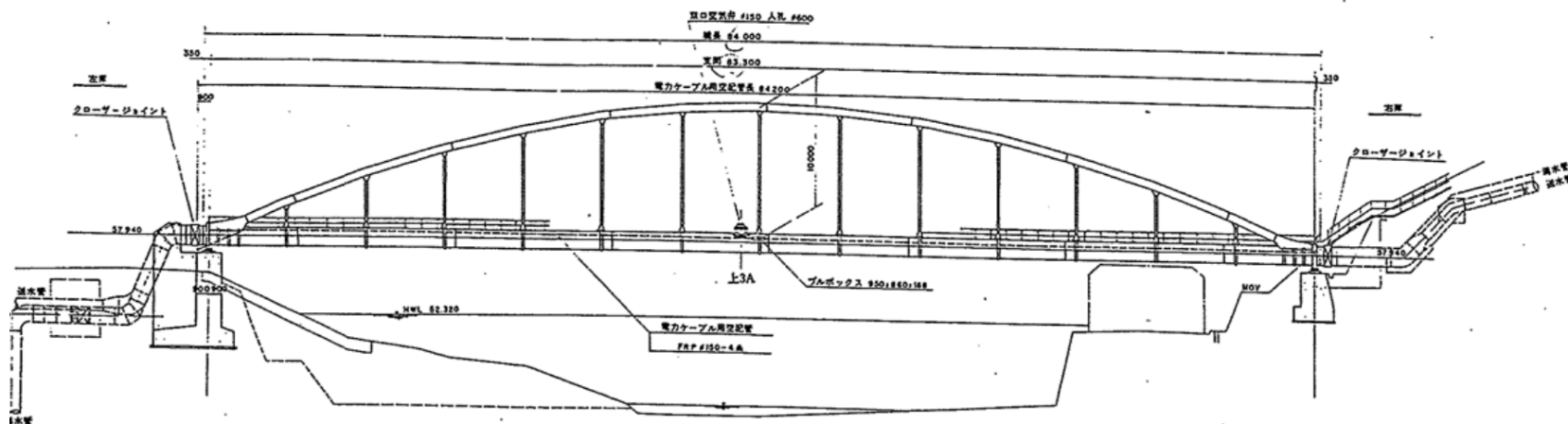
撮影枚数： 約 180 枚

所要時間： 約 2 時間

※内訳は以下の通りです。

- (1) 橋の上部工を平行方向へ移動しながら撮影する = 約100枚 (約1時間)
- (2) 高度を上げ、上空から橋のアーチ部分を撮影する = 約50枚 (約30分)
- (3) 橋の下に入り、上部工を下から撮影する = 約30枚 (約30分)

※劣化具合に応じて撮影箇所が増えるため、撮影枚数や所要時間は前後する可能性があります。



点検手法詳細【加古川横断共同橋】

[実施概要] 日程：2022年2月3、4日（木、金）

場所：兵庫県加東市 河高

[使用機体]

① 可視光／赤外線

・ドローン本体：Matrice 210 RTK（DJI）

・カメラ：Zenmuse XT2（DJI）、Zenmuse Z30（DJI）

② X線

・ドローン本体：Build Flyer

・X線装置：後述

[撮影手順]

① 可視光／赤外線

(1) 橋の上部工を平行方向へ移動しながら撮影する

(2) 高度を上げ、上空から橋のアーチ部分を撮影する

(3) 橋の下に入り、上部工を下から撮影する

(4) 橋の下に入り、コンクリート製の下部工を一周するように撮影する

② X線

(1) 左岸側の上水管（上部工）に検出器を固定し、
ドローンに搭載した発生器からX線を照射する

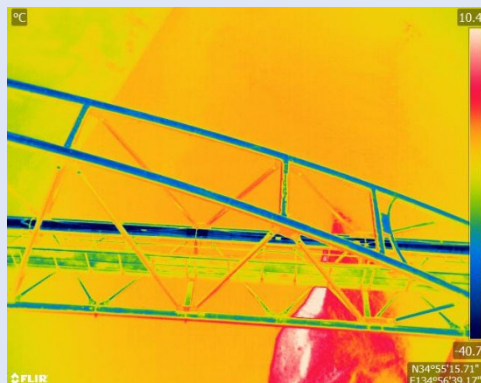
点検手法詳細【加古川横断共同橋】

① 可視光／赤外線

(1) 橋の上部工を平行方向へ移動しながら撮影する



(2) 高度を上げ、上空から橋のアーチ部分を撮影する



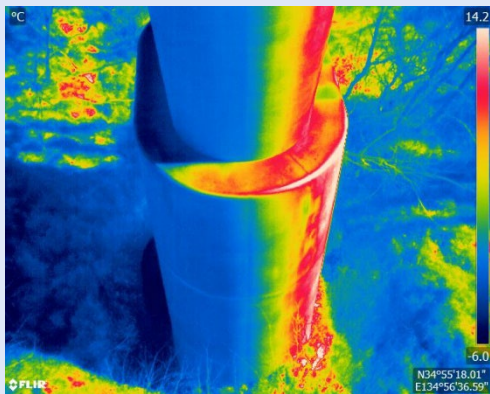
点検手法詳細【加古川横断共同橋】

① 可視光／赤外線

(3) 橋の下に入り、上部工を下から撮影する



(4) 橋の下に入り、コンクリート製の下部工を一周するように撮影する



点検手法詳細【加古川横断共同橋】

[実験結果 (可視光/赤外線)]

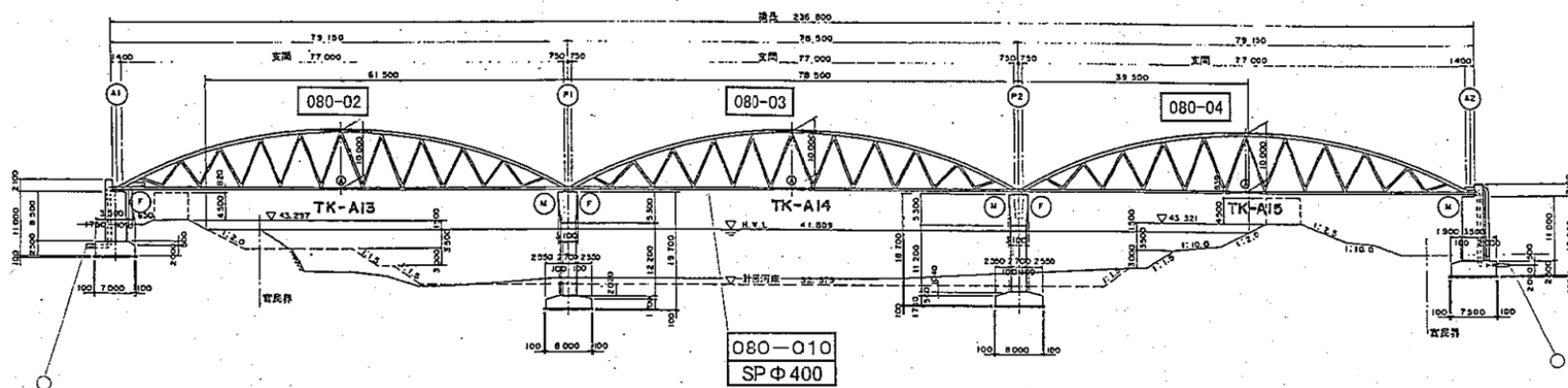
撮影枚数：約 950 枚

所要時間：約 5時間 (準備・撤収作業の時間を除く)

※内訳は以下の通りです。

- (1) 橋の上部工を平行方向へ移動しながら撮影 = 約400枚 (約1時間30分)
- (2) 上空から橋のアーチ部分を撮影 = 約200枚 (約1時間)
- (3) 上部工を橋の下から撮影 = 約200枚 (約1時間)
- (4) コンクリート製の下部工を橋の下から撮影 = 約150枚 (約1時間30分)

※劣化具合に応じて撮影箇所が増えるため、撮影枚数や所要時間は前後する可能性があります。



点検手法詳細【加古川横断共同橋（X線）】

■水道管

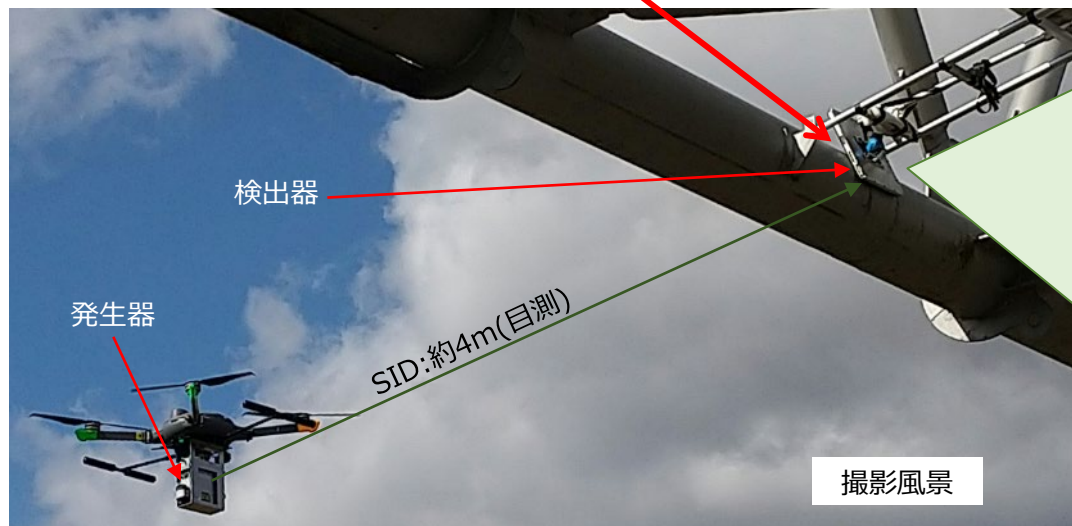
直径：Φ400
 管厚：t=9.5mm
 材質：SUS304？
 地上：5m

■発生器(ドローンに搭載)

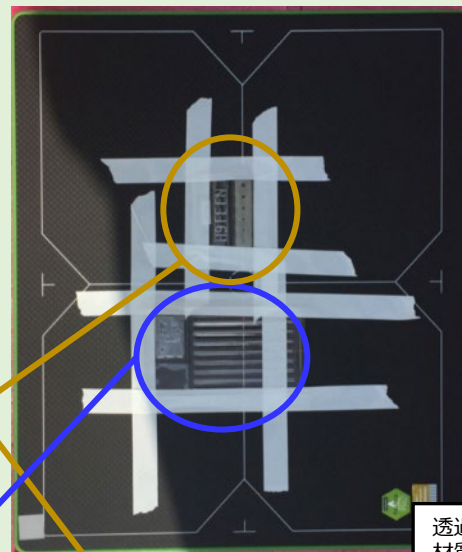
型番：130 k V03W
 管電圧：130 kV
 管電流：3.0mA
 照射時間：0.5s
 mAs値：1.5

■検出器(固定)

型番：CareView750Cw
 有感エリア：307.2×244.32
 画素数：2,560×2,048



【検出器詳細】

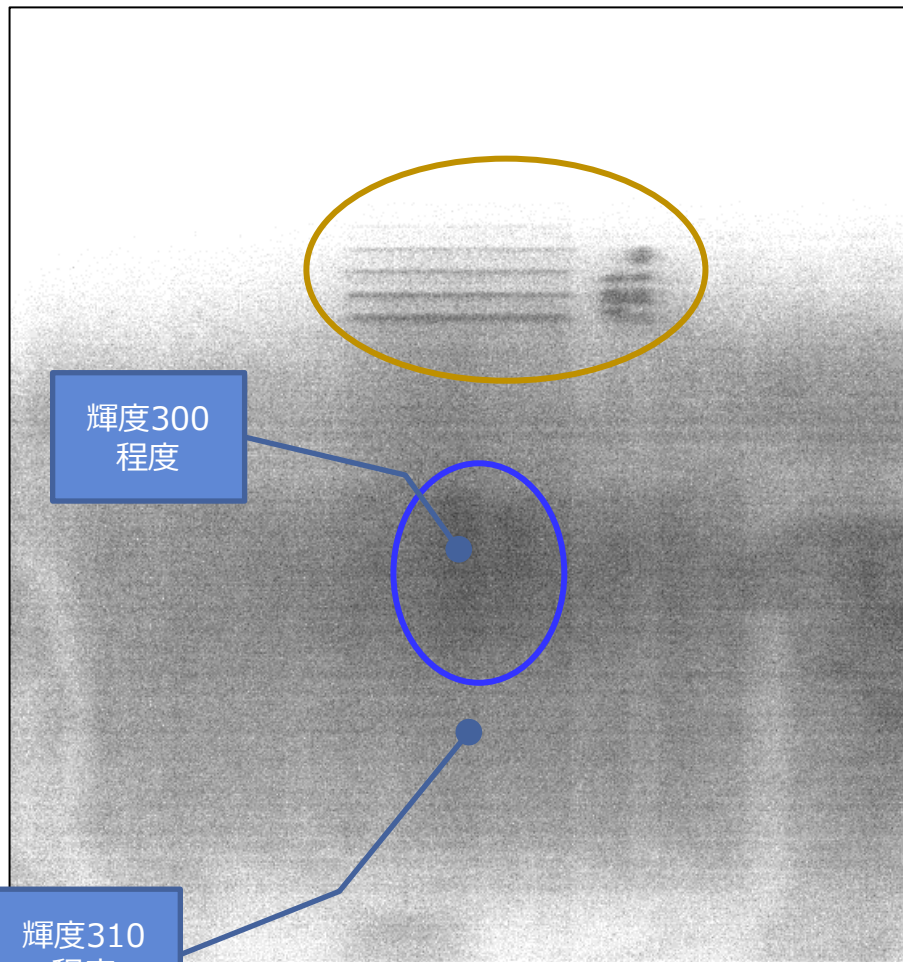


透過度計H9
 材質:鉄
 板厚[mm]
 2.51
 2.02
 0.81
 1.61
 1.26
 1.01

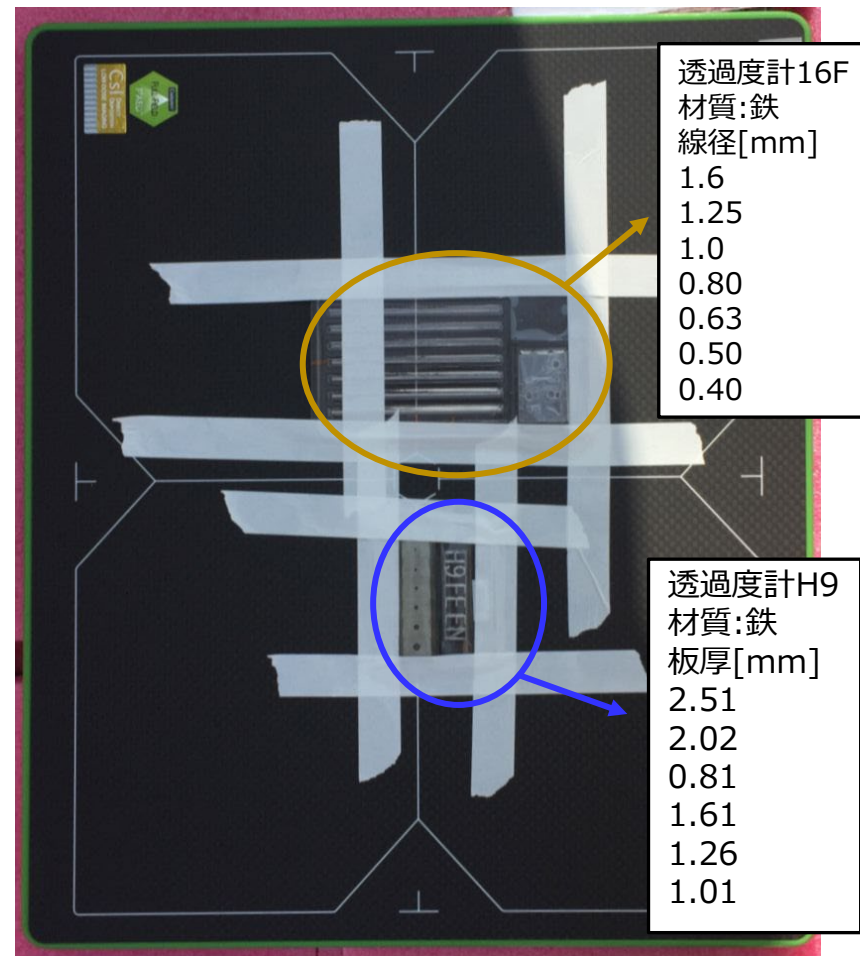
透過度計16F
 材質:鉄
 線径[mm]
 1.6
 1.25
 1.0
 0.80
 0.63
 0.50
 0.40

点検手法詳細【加古川横断共同橋（X線）】

[実験結果（X線）]



撮影画像（透過度計16Fに着目した場合）



透過度計を貼った検出器

水管橋ドローン点検 実証実験のまとめ

【参考】担当者からのコメント

- ① 目視で見えない管・補合材等の真上、真下の状況が点検できるなど状況が把握できることは良い。鳥の糞などで上面が局部的に劣化した場合などに有効。
- ② 支承部（橋脚付近の部材）などはドローンが入るのは難しい。ただし河川中央など等の調査は有効。
- ③ ドローン調査の場合、外周の塗装の劣化概ね把握できる（これは通常の見視調査でも同様）が、足場がないと判断が困難な場合もある。
- ④ 目視調査の場合、障害物がないと直射日光が当たりケラレを起こす（写真が白くなる）場合がある。
- ⑤ ドローンで定期的に同じ位置から連続撮影し、劣化状況の傾向を把握することは有効。

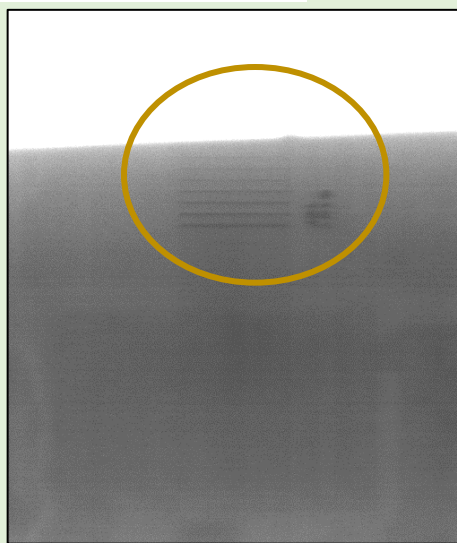
可視光カメラの撮影では、通常の見視点検では確認できない高所などの汚れやクラックなどを撮影することができた。足場を組む点検がコストの問題で頻繁には実施しにくくことを加味すると、より手軽に通常の見視点検より多くの角度から調査できるドローン調査は見視点検を補完する有効な手段と言える。ただし、ドローン点検は足場を組む点検より安価だが、通常の見視のみで行う点検よりも機材等のコストが増えることになる。

その他、赤外線カメラも可視光カメラ同様、様々な角度で撮影できたが、今回の実証実験でその有効性の判断までは至らなかった。（判定についてはより多くのサンプルを基にした検証が必要）また、X線装置に関しては、今回の実証実験でその内部を撮影できることはわかったが、ハードとしての完成度を高めつつ、赤外線画像同様、サンプル数が必要だと考える。

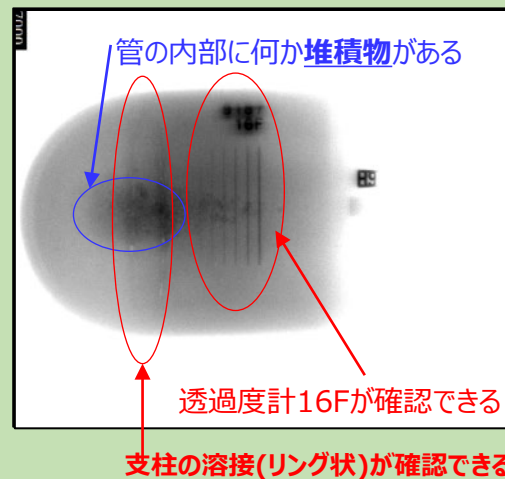
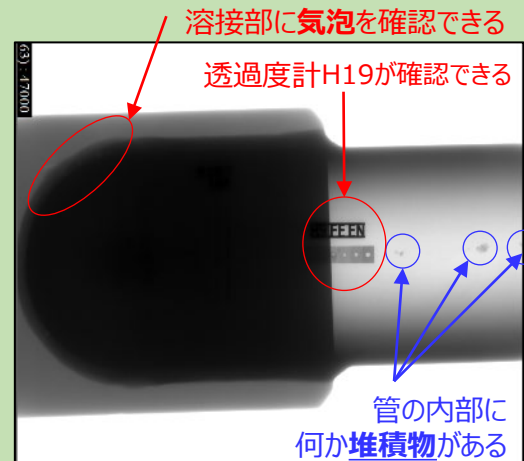
【補足】水管橋ドローン点検（X線点検）の展望

- 今回用意したドローンと、X線照射機、X線受信機では見えるものに限界があったが、手作業での実証によりX線で水管橋の内部を詳細に確認できることは判明した。
- 今後、ドローン、X線照射機、X線受信機の双方が小型化、高性能化していくことで、より鮮明な調査が可能になるであろう。

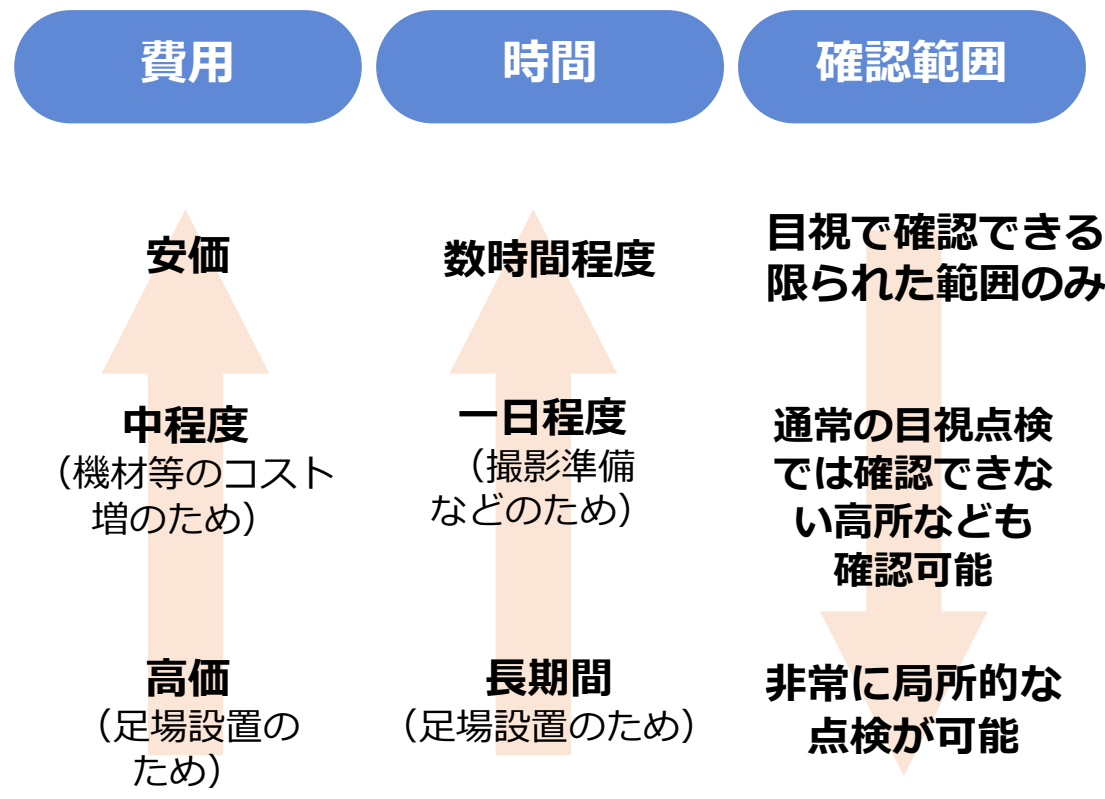
ドローンでのX線実証



手作業でのX線実証



水管橋ドローン点検（可視光）の考察



上記の通り、確認範囲と費用・時間はトレードオフの関係にある。したがって、その重要性やタイミングによって、適切な手法で点検を実施していくことが必要だと考えられる。

水管橋ドローン点検（可視光）費用対効果

水管橋ドローン点検（可視光）に必要な概算時間

#	内容	所要時間	備考
1	事前準備	1時間	
2	当日準備	1時間	
3	撮影	5時間	1箇所・250mの水管橋を想定
4	片付け	1時間	
5	報告書作成	-	
	合計	8時間	

一般的な水管橋ドローン点検（可視光）の費用イメージ

#	内容	金額	備考
1	ドローン使用料	20万円	一般的なレンタル費用から算出
2	撮影費用	30万円～	3名・所要時間8時間を想定
3	報告書作成費用	-	
4	諸経費	-	
	合計	50万円～	



現状、水管橋の点検は目視のみの簡素なものであるため、費用としては現状よりも高額になることが予想される。

しかし、多くのインフラが建設より30年以上たっている現在において、この点検はより重要な意味を持ってきた。

そのため、ドローン等最先端技術を取り入れ、上下左右全方向からの記録、そしてその保管方法、例えば画像管理システムへ入れ、毎年の差異にすぐ気づけるようにしておく等の準備は必要になってくるだろう。