



橋梁点検におけるドローン等の活用検討

大阪市 建設局 道路河川部 橋梁課

1 はじめに

1-1.橋梁維持管理における新技術活用の現状

全国的にも橋梁の老朽化が進む一方で、技術者は減少傾向にある。このような背景から、今後、橋梁の健全性を確保するためには、限られた人員で効果的・効率的な維持管理を行う必要があり、これまで以上の業務の効率化や点検精度の向上を目的とした、新技術の導入・活用が期待されている。

実際に国では橋梁点検に新技術の活用が義務付けられていることや、行政のニーズと民間企業の技術をマッチングする取り組み等も実施され、新技術活用に向けた動きが全国的に進んでいる。

1-2.本市管理橋梁に対する新技術の導入

本市においても橋梁維持管理の効率化・高度化に向け、橋梁点検における飛行型ドローンの活用について検討を行い、コストメリットのある橋梁62橋を抽出した。これら62橋について、飛行型ドローンを積極的に活用していく方針である。

本ガイドラインでは、橋梁点検における新技術活用の検討として、橋梁点検の効率化・高度化のため、飛行型ドローン等の適用条件やコストメリットについて整理し、今後積極的に活用していくための方針についてとりまとめた。

(1)飛行型ドローンの活用

大規模な橋梁において、大型橋梁点検車（BT-400など）やロープ高所作業に替えて、コストメリットのある45橋について、飛行型ドローンを活用した橋梁点検を実施する。

また、警戒船を必要とする船上点検を実施している橋梁について、飛行型ドローンを活用することでコストメリットがある17橋について、飛行型ドローンを活用した橋梁点検を実施する。



(2)水上ドローンの活用

洗掘調査を実施している橋梁について、水上ドローンを活用することで、作業時間短縮のメリットや水中の濁りの影響を受けずに調査可能である31橋について、水上ドローンを活用した洗掘調査を実施する。



(3)ドローン以外の新技術活用

飛行型ドローンや水上ドローン以外の新技術については、導入事例が少ないものの、国土交通省の点検支援技術性能カタログには、数多くの新技術が掲載されており、定期的に掲載情報も更新されている状況である。そのため、斜張橋や吊橋に使用する全磁束法によるケーブル検査や、自走式点検ロボットによるケーブル表面の変状確認など、適用範囲や適用条件などを整理し、コストメリットや安全性向上や不可視部分の解消等について検討を進めていく。

2 飛行型ドローンの活用

2-1.飛行型ドローンの特徴

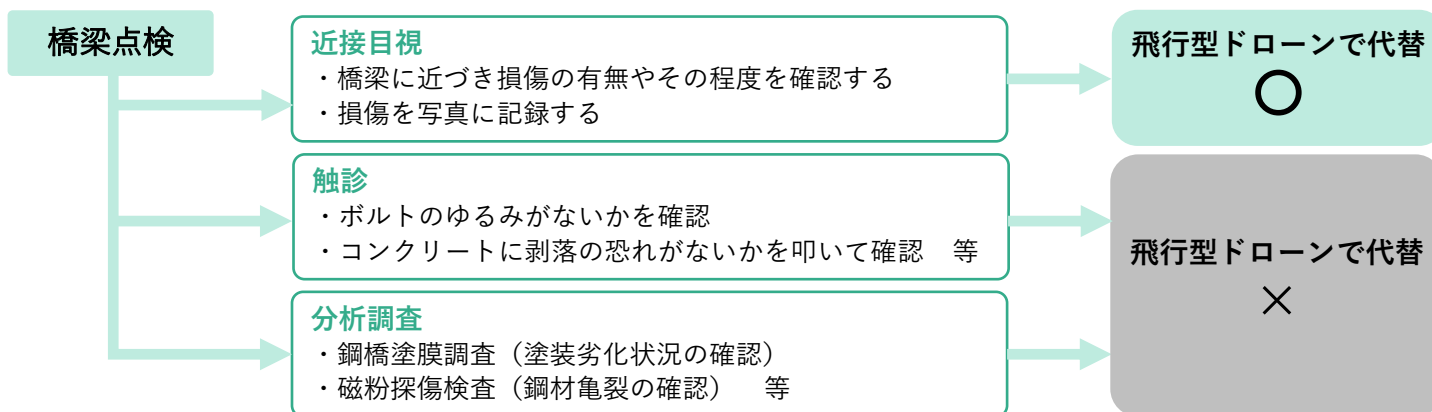
飛行型ドローンについては、他の新技術と比較して全国的にも**橋梁点検への導入**が進んでいる、代表的な新技術である。しかしながら橋梁点検全てを飛行型ドローンで完結できるわけではないため**適用範囲**や**適用条件**を整理し、適切に飛行型ドローンを活用するための対象橋梁の抽出が必要である。



2-2.橋梁点検における飛行型ドローンの代替可能作業

橋梁点検の主な内容としては、下図のような**近接目視**、**触診**、**分析調査**が挙げられる。飛行型ドローンについては、**近接目視のみを技術者による調査と代替**することが現時点での限界である。

そのため触診や分析調査を多数実施する必要のある橋梁においては、近接目視を飛行型ドローンに代替したとしても、別途、技術者による調査が必要となり、コストは逆に増加してしまう。



STEP1 飛行型ドローンが適用可能な周辺状況等による抽出

大阪市管理橋梁801橋^{※1}のうち、**墜落による第三者被害の影響**がある場合や**電波障害**により飛行型ドローンの操作が困難といった制約条件のある橋梁で飛行型ドローンによる点検は難しい。

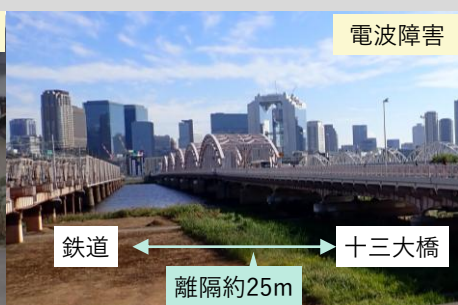
これらの条件を除き、飛行型ドローンが適用可能な橋梁は**517橋**である。

※1 建設局管理（道路橋）：763橋、大阪港湾局管理（道路橋）：38橋

適用 **可**：第三者被害影響なし



適用 **不可**：第三者被害影響あり、電波障害



STEP2 大型橋梁点検車・ロープ高所作業に対してコストメリットのある橋梁の抽出

現時点において、橋梁点検に適用できる飛行型ドローンはまだまだ安価ではなく、小規模な橋梁や一般的な高所作業車に代替してもコストメリットにはつながらない。また夜間に撮影可能な飛行型ドローンはあるものの、全国的に台数も少ないため汎用性は低い。

一方で過年度の実績から、大規模な橋梁において大型橋梁点検車（BT-400など）やロープ高所作業に代替して飛行型ドローンを活用することでコストメリットがあると確認されており、それらの条件を満たす橋梁を抽出すると45橋であった。

STEP3 船上点検が実施されている橋梁の抽出

船上点検に対しても飛行型ドローンを活用することでコストメリットがある可能性が確認された。ここで、市内で船上点検を実施している橋梁を抽出した結果、260橋であった。

STEP4

船上点検に対してコストメリットのある橋梁の抽出

船上点検を実施しているとして抽出された橋梁260橋について、飛行型ドローンを適用することによってコストメリットが期待できる橋梁の抽出を行った。船上点検においては、警戒船を必要とする船上点検を実施している橋梁に対して飛行型ドローンを活用することでコストメリットがあることが確認されている。

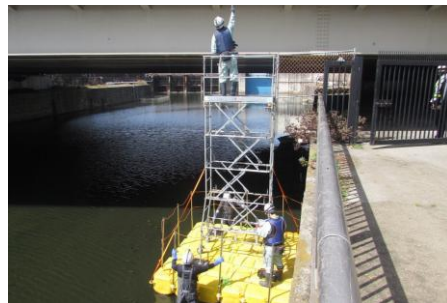
また、船上点検では船上にて仮設足場（昇降足場、フロート足場等）を使用しての近接目視を実施している橋梁がある。これらの橋梁に対して飛行型ドローンを活用することによって、コストメリットが期待できる。

よって、それらの条件を満たす橋梁を抽出すると17橋であった。

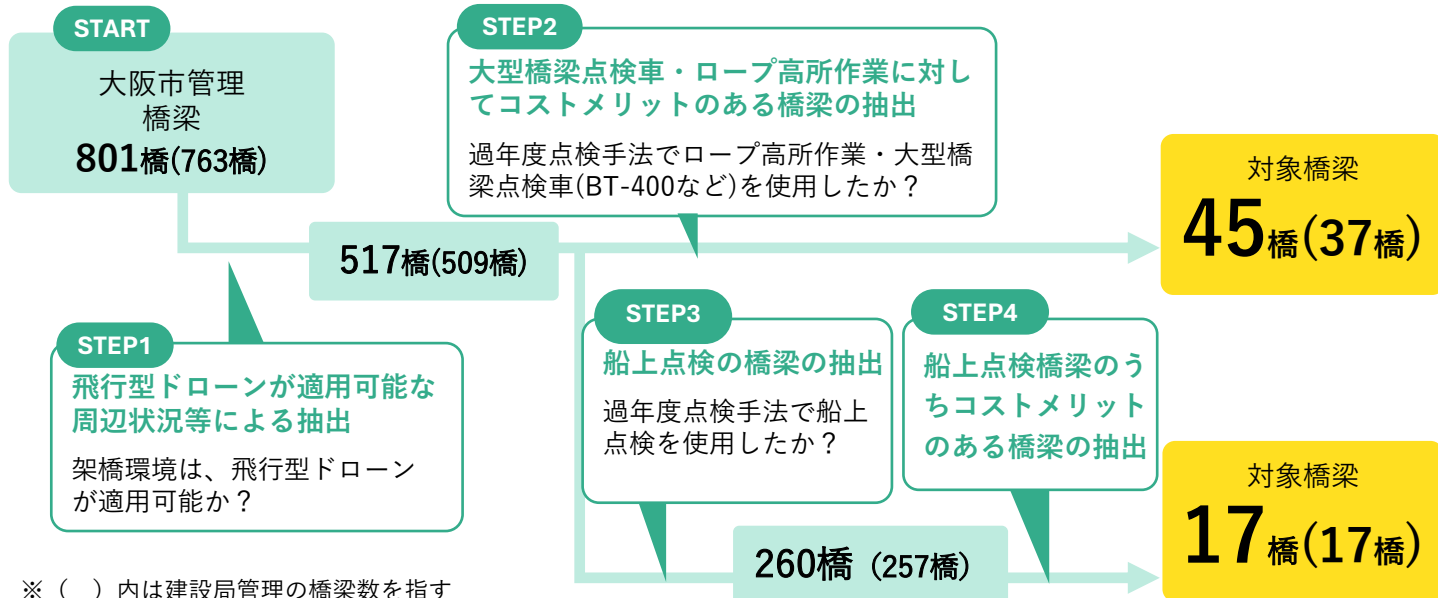
警戒船を使用した船上点検



船上点検（フロート台船+足場）



対象橋梁抽出フローと抽出された橋梁数のまとめ



飛行型ドローン活用対象橋梁

(過年度点検でロープ高所作業・大型橋梁点検車を使用⇒飛行型ドローンによりコストメリットのある橋梁)

代表的な活用対象橋梁

淀川に架かる橋



大和川に架かる橋



神崎川に架かる橋



港湾エリアに架かる橋



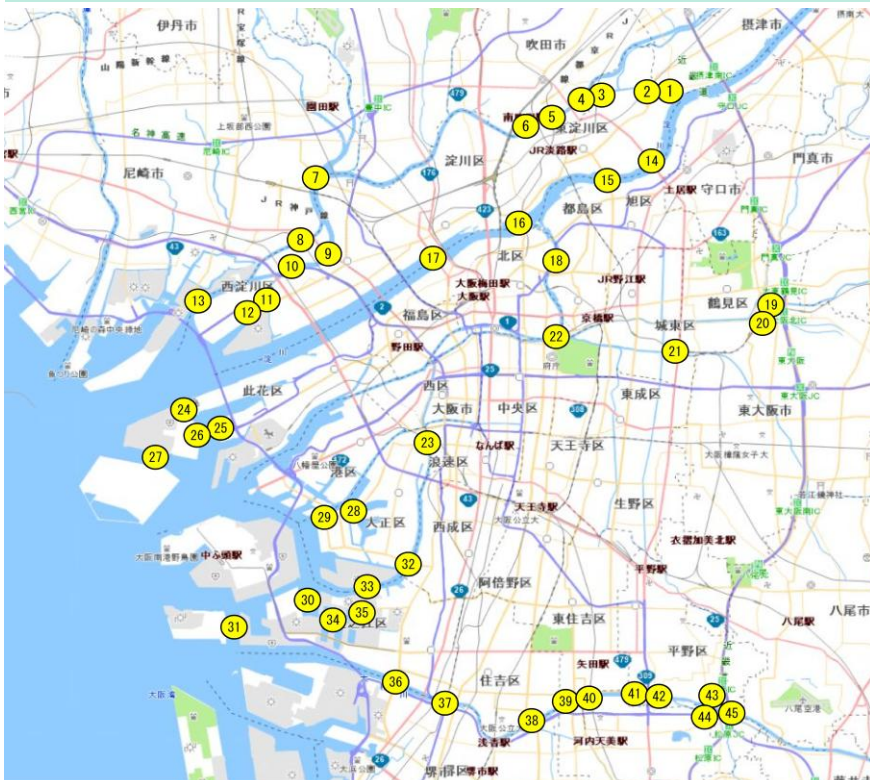
中島川に架かる橋



木津川に架かる橋



位置図 (過年度点検でロープ高所作業・大型橋梁点検車を使用⇒飛行型ドローンによりコストメリットのある橋梁)



No.	橋梁名	No.	橋梁名
1	江口橋	24	常吉大橋
2	西江口橋	25	此花大橋
3	小松橋	26	此花大橋埋立地取付橋
4	上高浜橋	27	夢舞大橋
5	緑風橋	28	千歳橋
6	新大吹橋	29	なみはや大橋
7	神崎橋	30	平林大橋
8	左門小橋	31	かもめ大橋
9	千船大橋	32	千本松大橋
10	千北橋	33	新木津川大橋
11	中島大野西島川高架橋	34	正平橋
12	中島大野神崎川高架橋	35	柴谷橋
13	中島新橋	36	阪堺大橋
14	豊里大橋	37	大和橋
15	菅原城北大橋	38	吾彦大橋
16	長柄橋	39	行基大橋
17	新十三大橋	40	下高野橋
18	飛翔橋	41	瓜破大橋
19	徳庵上小橋	42	高野大橋
20	徳庵下小橋	43	明治橋
21	坂東大橋	44	明治小橋
22	川崎橋	45	第一新明治橋
23	大浪橋		

飛行型ドローン活用対象橋梁

(過年度点検で船上点検を実施⇒飛行型ドローンによりコストメリットのある橋梁)

代表的な活用対象橋梁

木津川に架かる橋



土佐堀川に架かる橋



天保山運河に架かる橋



福町入堀に架かる橋



杉村運河に架かる橋

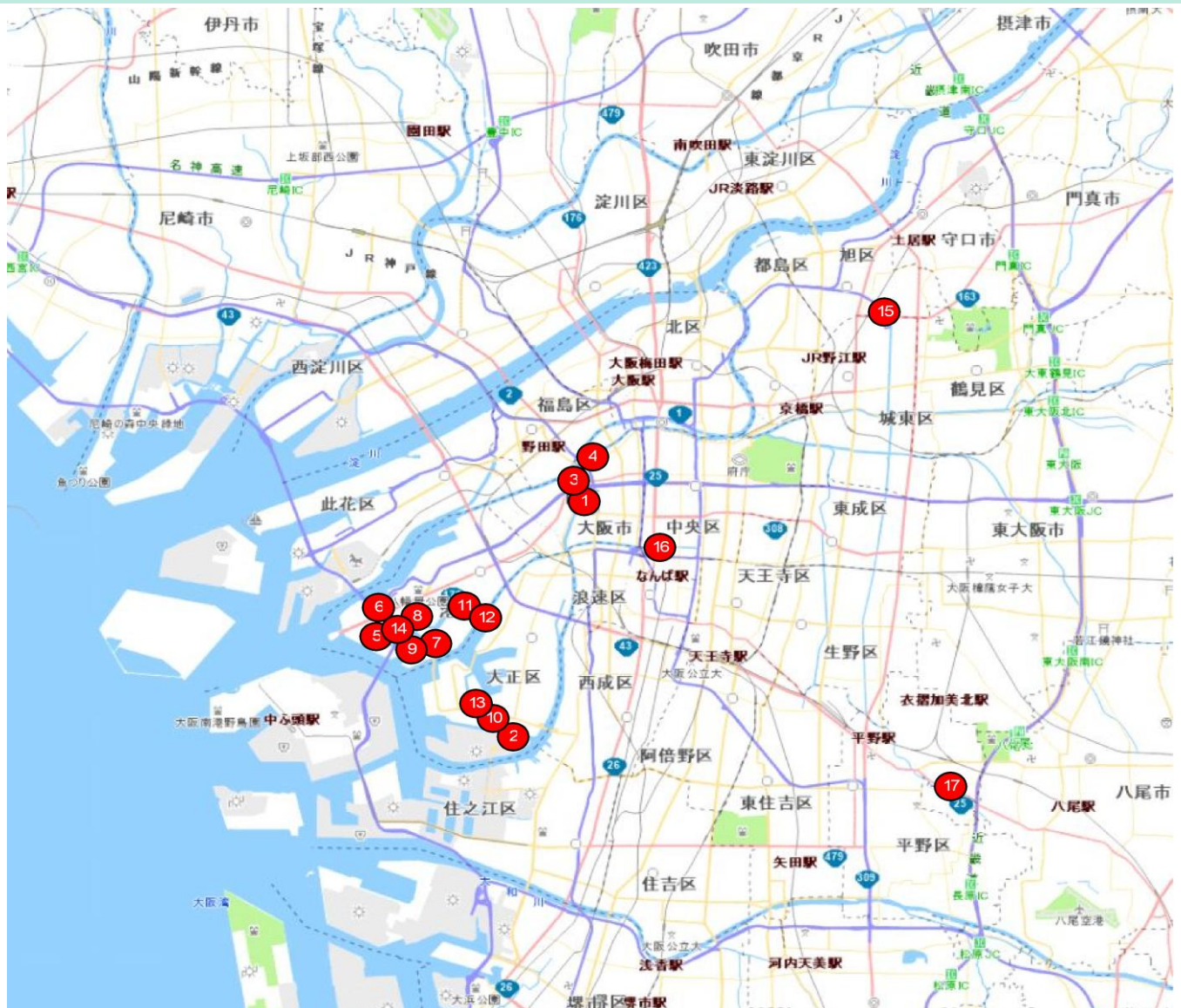


木津川運河に架かる橋



No.	橋梁名
1	木津川大橋
2	大船橋
3	木津川橋
4	湊橋
5	難波津橋
6	千舟橋
7	新福崎橋
8	浮島橋
9	日和橋
10	大運橋
11	福栄橋
12	鈴橋
13	南福橋
14	静波橋
15	新森小路橋
16	住之江大橋
17	平野川小橋

位置図 (過年度点検で船上点検を実施⇒飛行型ドローンによりコストメリットのある橋梁)



3 水上ドローンの活用

3-1.水上ドローンによる洗掘調査

大阪市の洗掘調査について水上ドローンを活用することで、メリット（コストメリットや点検診断の高度化など）があるか等を確認するために、代表橋梁において実証実験を実施し、従来点検手法からのコストメリットを確認した。

洗掘調査では、作業日数を減らせることで、コストメリットや作業性向上が期待できる水上ドローンを活用していく。

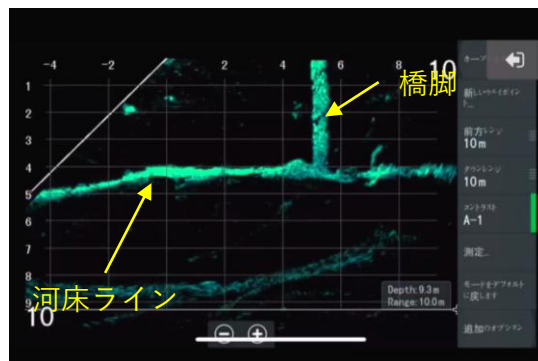
STEP1 洗掘の恐れのある橋梁の抽出

大阪市管理橋梁801橋のうち、洗掘の恐れのある橋梁において、水上ドローンによる洗掘調査を実施する。

流域面積が大きく、河川の湾曲部・狭隘部・滞筋等の洗掘の恐れのある橋梁を抽出した結果、**31橋**であった。



調査状況



計測モニター

対象橋梁抽出フローと抽出された橋梁数のまとめ

START

大阪市管理
橋梁
801橋(763橋)

STEP1

洗掘の恐れのある橋梁を抽出

流域面積が大きく（神崎川・淀川・大和川）、
河川の湾曲部・狭隘部・滞筋等の洗掘の恐れが
ある橋梁を抽出

対象橋梁

31橋(31橋)

※（ ）内は建設局管理の橋梁数を指す

水上ドローン活用対象橋梁（洗掘調査対象橋梁）

代表的な対象橋梁

淀川に架かる橋



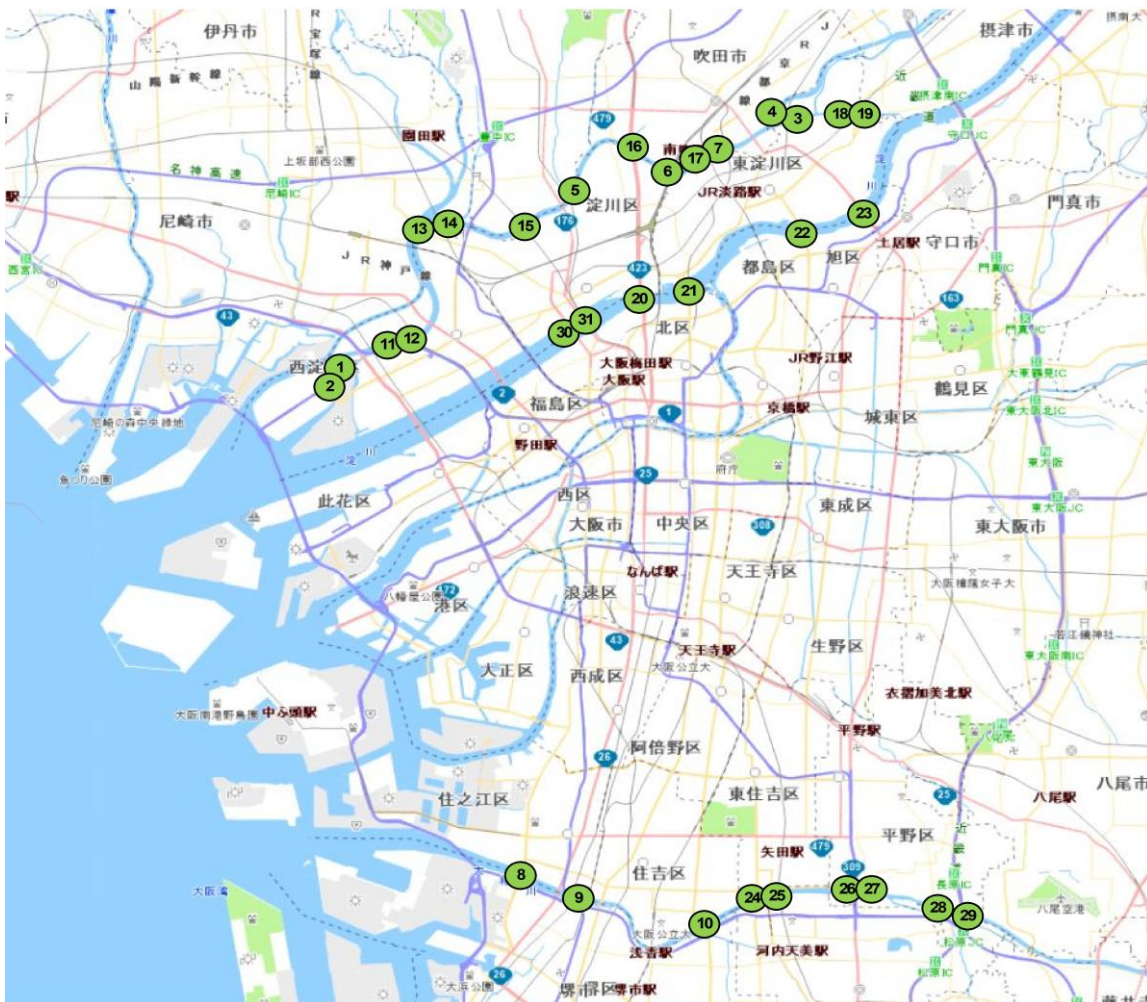
神崎川に架かる橋



大和川に架かる橋



位置図（洗掘の恐れがある橋梁）



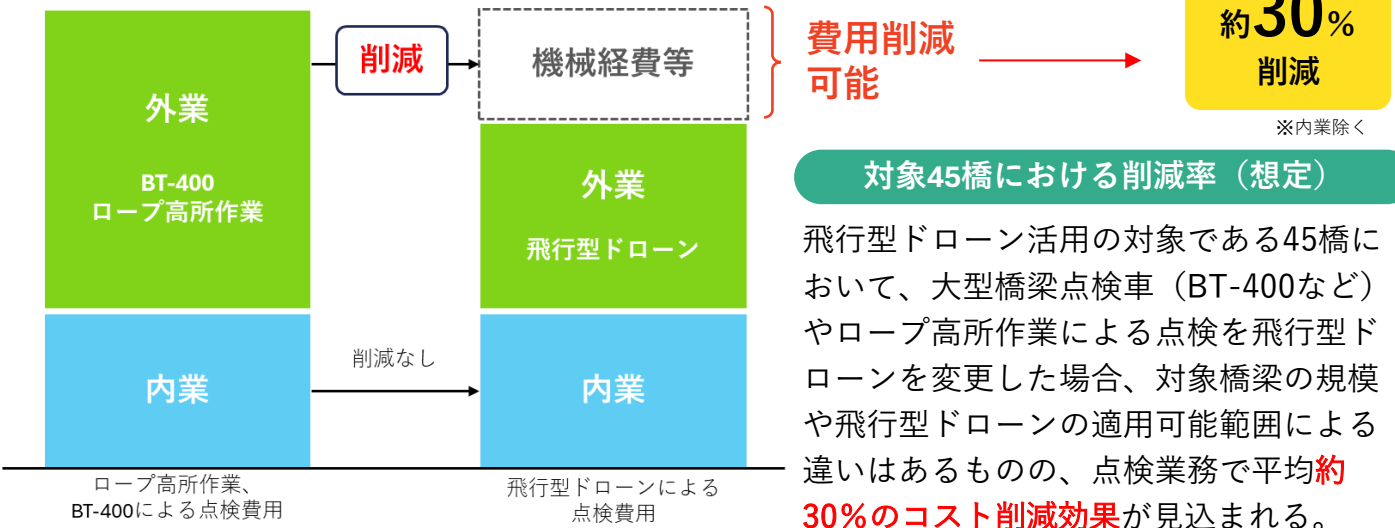
No.	橋梁名
1	城島小橋
2	城島橋
3	小松橋
4	上高浜橋
5	三国橋
6	大吹橋
7	緑風橋
8	阪堺大橋
9	大和橋
10	吾彦大橋
11	千北橋
12	千船大橋
13	神崎橋
14	毛斯倫大橋
15	神州橋
16	十八条大橋
17	新大吹橋
18	西江口橋
19	江口橋
20	新淀川大橋
21	長柄橋
22	菅原城北大橋
23	豊里大橋
24	行基大橋
25	下高野橋
26	瓜破大橋
27	高野大橋
28	明治橋
29	第一新明治橋
30	新十三大橋
31	十三大橋

4 新技術活用による削減効果

4-1. ロープ高所作業・大型橋梁点検車を使用⇒飛行型ドローンによりコストメリットのある橋梁の削減効果

大型橋梁点検車（BT-400など）やロープ高所作業に替えて、飛行型ドローンを活用して点検を実施した場合のコストメリットのイメージは以下のとおりである。ただし路面より上の調査については、従来の手法と同様に交通規制が必要となるため、交通規制費の削減にはつながらない。

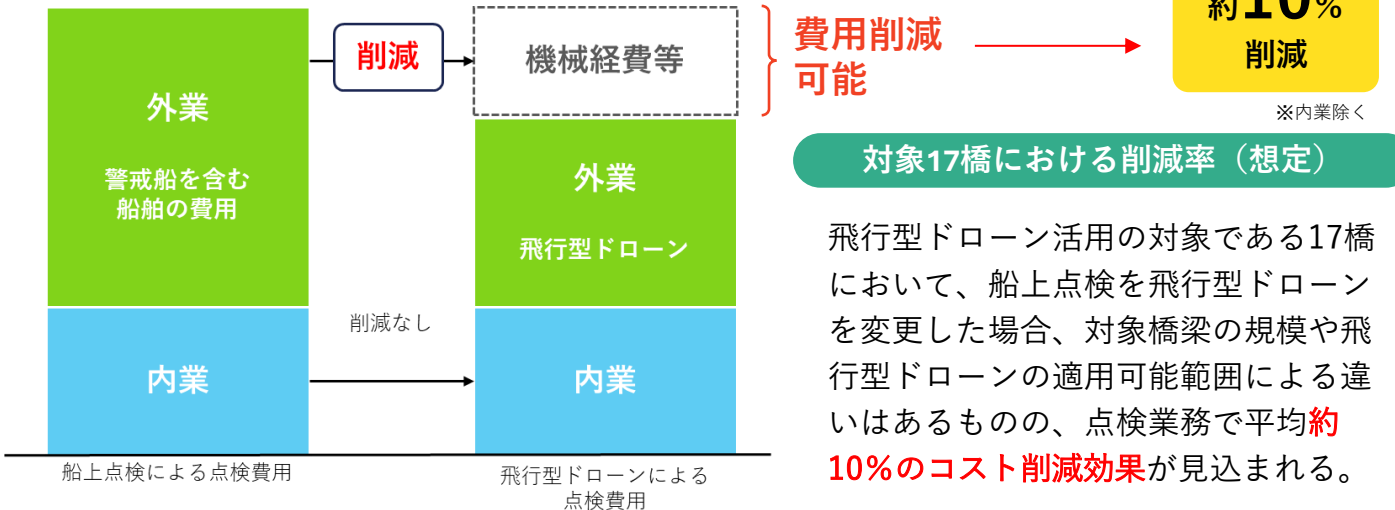
ドローン適用によるコスト削減イメージ



4-2. 船上点検を実施⇒飛行型ドローンによるコストメリットのある橋梁

船上点検に替えて、飛行型ドローンを活用して点検を実施した場合のコスト削減イメージは以下のとおりである。ただし路面より上の調査については、従来の手法と同様に交通規制が必要となるため、交通規制費の削減にはつながらない。

ドローン適用によるコスト削減イメージ



4-3. 潜水士による洗掘調査を実施⇒水上ドローンによるコストメリットのある橋梁

作業日数

従来手法（潜水士）では1日かかる作業が0.5日で完了。
⇒作業効率に優れ、複数橋梁まとめて調査することでコストメリットが期待できる。

調査性能

従来手法（潜水士）はスタッフを用いた計測であり、水中が濁っている場合は調査がやりづらいが、水上ドローンはソナー（音波による水底把握）による計測であるため、濁り具合による影響を受けずに調査ができる。 ⇒作業性に優れている。

経済性

従来手法（潜水士）

調査日数 2～3日

新技術（水上ドローン）

調査日数 1日

⇒調査日数が短くなる
ことでコストメリット
が期待できる。

5 今後の展望

5-1. 桁カバー内の要点検箇所について

市内には、景観に配慮して橋の下面に桁カバーを設置している橋梁が多くある。これらの橋梁はこれまでも、桁外部からの近接目視等による定期点検を行ってきたが、桁カバー内部は外から確認しにくい箇所のため、より確実な状態把握が必要である。今後は、狭い箇所でも進入できる小型ドローンを活用し、桁カバー内部の支持部材の状態や水たまりの有無などを確認し、適切な維持管理につなげていく方針である。

使用する小型ドローン
(一例)



桁カバーの一時撤去箇所



桁カバーの状況



桁カバー内部の状況



5 今後の展望

5-2.新技術に関する動向

これまでに検討した新技術は、国土交通省の点検支援技術性能カタログ等基にした技術である。

飛行型ドローンや水上ドローン以外にも、ロボットによる点検や非破壊調査方法など様々な新技術がある。大阪市では、吊橋や斜張橋も管理しており、その主ケーブルの点検には、点検ロボット等の活用も考えられる。

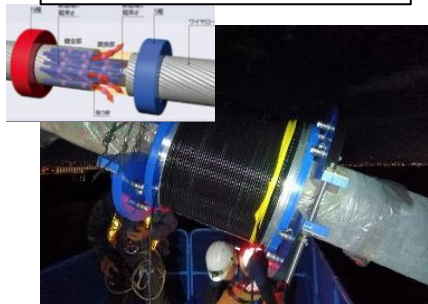
それらの例を以下の写真に示すが、数多くある新技術の一部であり、掲載されている情報も随時更新されるため、より詳細な情報については、[道路：点検支援技術性能カタログ-国土交通省](https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/)（<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/>）を参照されたい。

飛行型ドローン以外の新技術（一例）

地上走行型ロボットによる
狭隘な桁下空間検査



全磁束法による
ケーブル非破壊検査



自走式点検ロボットによる
斜材表面の変状確認



さいごに

全国的にも橋梁の老朽化が進む一方で、技術者は減少傾向にある。このような背景から、今後、橋梁の健全性を確保するためには、限られた人員で効果的・効率的な維持管理を行う必要があり、これまで以上の業務の効率化や点検精度の向上を目的として、新技術の導入・活用について検討した。

今回、新技術の活用検討により、飛行型ドローンのさらなる活用拡大や水上ドローンの活用について整理した。

今後、これらの検討結果を、橋梁点検業務をはじめとする橋梁維持管理業務に活かし、更なる効率化・高度化を図っていく。また、この他の新技術の活用についても検討していくこととする。

飛行型ドローン



水上ドローン



橋梁点検車 (BT-400)



高所作業車



地上・梯子



全磁束法による腐食調査



本資料の策定にあたり貴重なご意見やご提言をいただきました大阪市橋梁保全更新計画検討委員会の委員【大阪公立大学 古田均特任教授、大阪公立大学 山口隆司教授、京都大学 古川愛子教授、国土交通省近畿地方整備局近畿道路メンテナンスセンター 田中克己センター長（前任 青山淳センター長）】の皆様を始め、各種調査にご協力いただきました関係機関や企業の皆様に心より感謝申し上げます。

大阪市 建設局 道路河川部 橋梁課

大阪市住之江区南港北2-1-10 ATCビル ITM棟6階

TEL:06-6615-6818 FAX:06-6615-6582