港湾の施設の状態を効率的に把握する最新の点検技術

菅原　法城*　　辻澤　伊吹**

多くの施設に対する定期的な点検診断の実施は施設の管理者にとって負担となっている。港湾分野では、より効率的で安全に実施できる点検方法が現場から強く求められている。そのような社会的ニーズを受けて、点検診断のための様々な技術開発が行われており、ここでは港湾分野の最先端の点検技術をいくつか紹介する。

1. はじめに

港湾分野では、法令により技術基準対象施設は５年以内ごと（損壊により、人命、財産、経済活動などに重大な影響を及ぼすものについては３年以内ごと）に定期的な点検診断を行うこととされている。

その一方で、多くの施設に対する点検診断の実施は、施設の管理者にとって大きな負担となっている。そのため点検診断の効率化が維持管理の現場から強く求められている。現在、港湾分野では点検診断の効率化のための様々な技術開発が進んでおり、ここでは港湾分野の最先端の点検技術についていくつか紹介する。

2. 港湾における維持管理の重要性とその課題

現在、日本の港湾には船舶を着岸させる施設である「係留施設」だけでも、約13,500（国及び港湾管理者が所有する施設のみの数であり、民間等が所有する施設は除く）もの施設が存在している。港湾管理者は、主にその港湾が立地する都道府県や市町村といった地方公共団体であり、１つの港湾に対して１者である。そのため、膨大な数の施設を維持管理しなければならない管理者も少なくない。中でも多い場合では、係留施設だけでも200以上の施設を維持管理しなければならない管理者もおり、それらの施設に対する定期的な点検診断の実施は負担となっている。

そのため、予算などの制約から十分な点検診断が実施できない管理者もいる。１つ１つの施設について点検診断が十分になされないと、初期の変状を見逃し、それらが見つけられないうちに進行し施設の性能の大きな低下につながってしまう。場合によっては、人などを巻き込む陥没（写真－１）などの重大事故に繋がることもある。特に係留施設の場合は、陥没などの重大事故が発生すると、荷役を行う事業者、フェリーやクルーズ船を利用する一般利用者などの人を巻き込んでしまう可能性がある。そのため、係留施設をはじめとした港湾の施設を適切に維持管理することは、港湾における労働者や一般利用者の安全を確保する意味でも重要なことである。

写真－１　係留施設における陥没の事例

＊　国土交通省 国土技術政策総合研究所 港湾研究部　港湾施設研究室 研究官　046-844-5029
＊＊国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室 研究員　046-844-5024

3. 維持管理を考える上での港湾の施設の特徴

陸上の施設と比較した際の港湾の施設の特徴として、施設の一部が海中に存在している施設が多いという点があげられる。そのため、陸上の施設に比べ劣化・損傷の状態を点検により把握することが難しい。また、海での点検作業は、作業員にとって危険が伴うこととなる。例えば、施設の海中部（杭、矢板、ケーソンなど）の点検や海上からの確認が必要となる桟橋上部工の下面側の梁や床板などの点検は、手間がかかる上に危険が伴う作業である。

4. 港湾分野における最新の点検技術

港湾分野では、より効率的で安全に実施できる点検方法が現場から強く求められている。そのような社会的ニーズを受けて、広範囲を短期間で点検できる技術や海中などの点検しづらい場所を安全で効率的に点検できる技術の開発が、“国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所”や“国土技術政策総合研究所”などにより、進められている。ここでは、港湾分野の最先端の点検技術についていくつか紹介する。

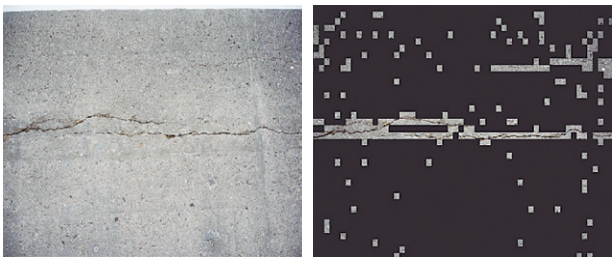
1）UAV（ドローン）・AIを活用した点検診断（広範囲を効率的に点検できる技術）

港湾の施設には、海域に存在する施設の点検が容易でないことや、施設の延長が長いため管理者の負担が大きいといった課題がある。これらの課題に対して、カメラを搭載したUAV（以下「ドローン」という。）で構造物を撮影し、撮影した画像を用いて点検する技術が注目されている。この方法により、離れた場所からでも効率的に施設の変状（段差、ずれ、ひび割れなど）を把握することが期待されている。

ただし、延長の長い施設では撮影画像の枚数も膨大となるため、管理者への負担が大きくなる。そこで最新の技術として、撮影した画像データに対して、AIを用いて施設変状を抽出する技術の開発がされている。AIによる変状（ひび割れ）抽出の例について図－１に示す。このようにAIによる処理を行うことで、効率的かつ高精度に変状を把握することが可能となり、管理者の負担が低減される。また、港湾でドローンを運用する場合、船舶、海面等の影響による電波の遮蔽や減衰が問題となる場合があるため、中継用のドローン等を使用したマルチホップ画像伝送技術などの開発も進められている。港湾におけるマルチホップ画像伝送のイメージを図－２に示す。

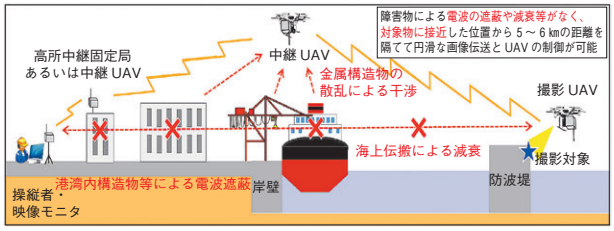
このように、施設点検の効率化に対してドローン・AIによる点検診断は有効であると考えられる。

また、UAV（ドローン）を用いて撮影した画像から、測量を行う技術も開発されている（図－３）。



元画像　　ひび割れ抽出結果

図－１　AI によるひび割れの抽出結果



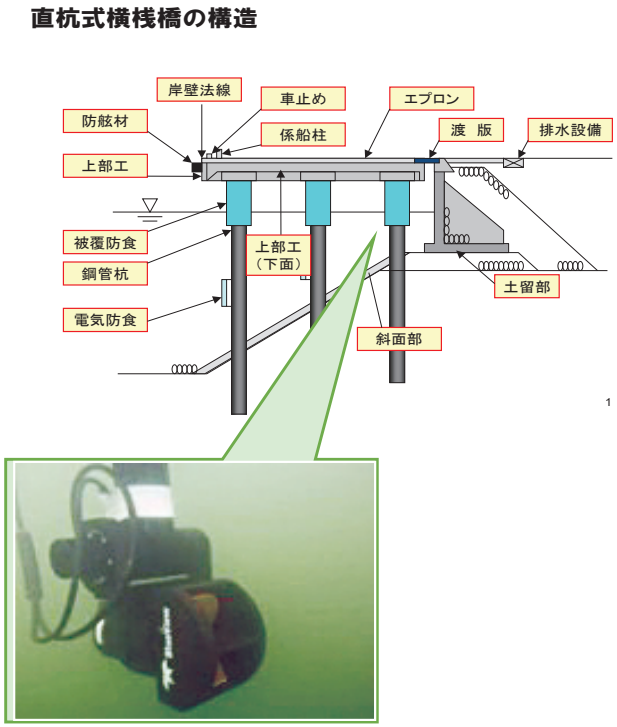
図－２　マルチホップ画像伝送イメージ

図－３　UAV を用いて撮影した画像から作成した測量を行うための立体画像

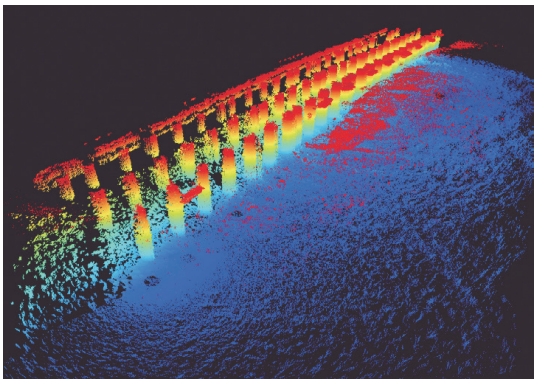
2）水中３Dスキャナ（点検しづらい水中部を効率的に点検できる技術）

海底の洗掘、堆積、水中部の施設側面の点検は、潜水士が目視で行っていた。そのため、数百mに及ぶ施設を何施設も点検することは負担であった。そこで利用されているのが、水中３Dスキャナである。水中の機器から対象物に音響ビームを照射して３次元座標データを取得することにより、海中の構造物

の形状や位置を広範囲にわたって簡単に把握できる。海の濁りの影響を受けないことも水中３Dスキャナの利点である。また、地震などの災害後に施設が健全かどうかを迅速に判断する際のツールとしても期待されている。



図－４　水中３D スキャナを使用した点検診断

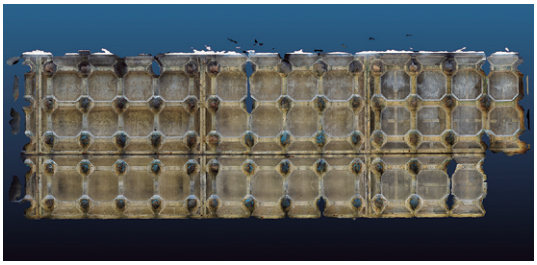


図－５　水中３D スキャナで作成した桟橋の画像

３）遠隔操作型のROV（無人探査装置）（点検しづらい箇所を安全で効率的に点検できる技術）

桟橋において荷重を支える鉄筋コンクリート製の梁や床版などの状態を確認するには、施設の下面のひび割れなどを水面側から点検する必要がある。これまでは、小型ボートで水面と施設の間に入って確認したり、極端に狭い場合は潜水士が入って点検していた。しかし、このような作業は時間がかかる上に作業者に危険が伴う。そこで開発されているのが、遠隔操作型のROV（無人探査装置）である。地上からの遠隔操作でROVを桟橋の下に潜り込ませ、施設の下面を撮影した画像から点検診断をすることができる。これにより、点検作業の効率化が図られるとともに、狭い空間での危険な作業を回避することができるようになった。なお、撮影した画像をつなぎ合わせて立体画像を作成することもできる（図－６）。

写真－２　ROV を使用した使用した桟橋の点検診断の様子



図－６　ROV を使用して撮影した画像から作成した桟橋上部工下面の立体図

5. おわりに

ここまで紹介してきたように、港湾分野では点検診断の現場ニーズを受けて様々な技術が日夜開発されている。このような有意義な技術開発や開発された技術の積極的な現場利用を進めていくことは、現場における点検診断のより効率的な実施や点検作業の安全性の向上につながると考える。

（一部写真・データの提供：国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所）