

## CMI 報告

## 次世代社会インフラ用ロボットの現場検証 トンネル維持管理分野を中心として

(一社) 日本建設機械施工協会

国土交通省および経済産業省が共同設置した「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」では、社会インフラの維持管理と災害対応を効率的に行うことを目的として、実現場で役立つロボットの開発・導入を検討している。この中に、各分野での点検・調査へのロボットの導入効果と課題を現場検証により明らかにする「現場検証委員会」が設置されており、本業務では、当該委員会の審議結果を踏まえた現場検証を実施している。

現場検証は、昨年度および今年度の2箇年で行われており、当協会では昨年度よりトンネル維持管理分野を対象に現場検証業務を実施している。本稿では、昨年度のトンネル維持管理分野での現場検証について紹介する。  
キーワード：ロボット、維持管理、トンネル、点検、近接目視、打音検査

### 1. はじめに

国土交通省が「メンテナンス元年」と位置付けた2013年、その翌年の国土交通白書<sup>1)</sup>の表紙をめくると、第I部には「これからの社会インフラの維持管理・更新に向けて ~時代を越えて受け継がれる社会インフラ~」と題されている。その中では、トンネルや橋梁等のインフラ構造物の老朽化の現状と、自然災害が多発する我が国における社会インフラの維持管理上の課題が詳述されている。その中の課題の一つに、本格的な人口減少社会を迎える近い将来、数少ない現役世代で高齢化世代を支えることの必要性が述べられている。

一方、国土交通省は、2014年6月にトンネルや橋梁等の各種構造物に対する「定期点検要領」を策定した。同要領では、5年に1回の定期点検が義務付けられている。人口減少社会を迎えることが不可避の我が国では、点検に携わる技術者を確保・育成することが益々困難になることが懸念される中で、同要領に示された点検作業を、必要な質を確保しながら効率的に行うことは重要な課題となる。

このような現状のもと、国土交通省および経済産業省では、社会インフラの維持管理と災害対応を効率的・効果的に行うことを目的として、平成25年7月16日に「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」を共同設置し、各種構造物の維持管理・点検作業にロボットを導入することを検討している。その中で当協会では、昨年度および本年度のロボットの現場検証の支援業務を行っており、本稿では昨年度当協会が担当したトンネル維持管理分野を中心に概略を紹介する。

### 2. 次世代社会インフラ用ロボットの現場検証の概要

前述の「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」では、橋梁、トンネル、水中の各々を対象とした維持管理（点検）作業、ならびに災害時の調査および応急復旧を対象に、各分野へのロボット技術導入による効率化等の効果と課題について現場検証を通じて明らかにし、開発・導入を促すことを目的としている。現場検証とは、ロボット技術による各種構造物の点検作業や調査等を実際の土木構造物を利用して模擬的に行い、ロボット技術の導入による効果と課題を検証するものである。なお、ロボット技術は民間企業や研究機関等から公募されたものを対象としている。

当協会では、昨年度ならびに今年度の2箇年にわたって行われる現場検証において、昨年度はトンネル分野のみ、今年度はトンネルおよび水中の各分野の現場検証について支援業務を行っている。昨年度のトンネル



写真—1 昨年度の実物大模擬トンネルでの現場検証の状況

分野における現場検証では、近接目視、打音点検に關したロボット技術を対象に、ダム周回道路トンネルおよび当施工技術総合研究所所有の実物大模擬トンネルにおいて現場検証および評価を行った。写真—1は、昨年度の実物大模擬トンネルでの現場検証の状況である。

### 3. 昨年度のトンネル維持管理分野における応募技術の概要

#### (1) 公募対象技術

トンネル維持管理分野では、昨年度および今年度とも「近接目視」、「打音検査」、「点検箇所への接近」を対象としたロボット技術を公募した。ここで、近接目視とは、トンネル内の点検対象箇所にトンネル点検車等を用いて肉眼により部材の変状等を把握し評価が行えるまで接近して観察する行為を指し、打音検査とは、点検用ハンマーを用いて点検箇所を打撃して変状状況

を把握する行為を指す<sup>2)</sup>。これらはいずれもトンネルの点検箇所、具体的には覆工面に点検者が近づいて行う行為であり、そのために必要な点検箇所への接近に關する技術についても公募対象とした。写真—2および写真—3は、現状における近接目視および打音検査の作業状況である。

#### (2) 応募技術の概要

昨年度のトンネル維持管理分野の現場検証では、近接目視のみを対象としたものが2技術、打音検査のみを対象としたものが2技術、近接目視・打音検査の両者を対象としたものが6技術の計10技術の応募があった。なお、点検箇所への接近を対象とした技術については、応募はなかった。応募技術の詳細については、ホームページ<sup>3)</sup>で公開されているためここでは割愛するが、各応募技術をその特性に応じて大別すると表—1のようになる。



写真—2 近接目視の作業状況



写真—3 打音検査の作業状況

### 4. 前年度の現場検証と結果の概要

#### (1) 現場検証の概要

現場検証の方法や評価方法は、「現場検証委員会 トンネル維持管理部会（部会長：首都大学東京 西村和夫教授）」で検討を行った。トンネル維持管理分野における現場検証の目的は、トンネルの点検作業においてロボット技術をどのように活用しうるかを明らかにすることにある。これを踏まえ、昨年度の現場検証では、実際のトンネルを対象とした現行のトンネル点検作業およびロボットによる点検作業を実施し、各々の結果を比較することでロボットの活用方法を検証することとした。

また、昨年度の現場検証では、応募されたロボット技術を「実用検証技術」と「要素検証技術」に分類し、それぞれの目的に応じた検証を行った。前者は、現段階で実現現場での利用の可能性があると判断される技術であり、後者は、現時点では実現現場での適用は困難であるものの、今後の開発により実現現場での利用が見込める技術である。前者については、実際の使用を想定した現場検証を実施し、後者については、データ収集

表—1 昨年度に応募技術の概要（トンネル維持管理分野）

技術分類	技術分類の概要
壁面移動型検査技術	カメラ等を装備したトンネル壁面等を移動する装置
車両走行型検査技術	カメラ等を搭載した車両によりトンネル内を撮影・スキャンする装置
飛行型検査技術	カメラ等を搭載した無人の飛行ロボット
打音検査技術	トンネル壁面等を打撃する装置



(a) 車両走行型検査技術その1



(b) 車両走行型検査技術その2

写真—4 実用検証技術による検証状況<sup>4)</sup>



(a) 飛行型検査技術



(b) 打音検査技術

写真—5 要素検証技術による検証状況<sup>4)</sup>

や各要素の稼働状況の確認を目的として現場検証を実施した。写真—4には実用検証技術による検証状況、写真—5には要素検証技術による検証状況を示す。

成果が、今後の社会インフラにおける維持管理の一助となれば幸いである。

JICMA

## (2) 検証結果

昨年度の現場検証結果は、国土交通省のホームページに掲載されている<sup>4)</sup>ため詳細は割愛するが、要点を整理すると以下のようである。

- ・ロボット技術の長所として、現行手法による点検作業で必要となる車線規制時間が短縮される可能性があること、ならびに点検作業の省力化の可能性を確認した。
- ・ロボット技術の短所として、取得データから変状を検出する作業において、検出者の熟練度等によって、変状検出精度にばらつきが生じる可能性があることを確認した。

## 5. おわりに

国土交通省では、以上の一連の取り組みの結果を踏まえ、次年度以降は各ロボット技術を実際の定期点検業務と同等の環境下で試行的に導入する予定である。

少子高齢化が顕在化して久しいが、それに呼応するように省力化を目指したロボット技術も着実に進歩している。これからは、ロボット技術をいかに現場へ導入するか、という応用段階にあると考える。本業務の

### 《参考文献》

- 1) 国土交通省編：国土交通白書<2014>、2014.7.
- 2) 国土交通省道路局国道・防災課：道路トンネル定期点検要領、2014.6.
- 3) 次世代社会インフラ用ロボット技術・ロボットシステム～現場実証ポータルサイト～（ホームページ）：<http://www.c-robotech.info>、2015.10.参照
- 4) 次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会：次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進トンネル維持管理技術の現場検証・評価の結果、2015.3.

### 【筆者紹介】



寺戸 秀和（てらと ひでかず）  
（一社）日本建設機械施工協会  
施工技術総合研究所 研究第一部  
研究課長



加藤 剛（かとう たかし）  
（一社）日本建設機械施工協会  
施工技術総合研究所 研究第一部  
主任研究員



安井 成豊（やすい しげとよ）  
（一社）日本建設機械施工協会  
施工技術総合研究所 研究第一部  
部長