

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公募 》

～ トンネル維持管理に役立つ技術として、
現場検証・評価を行う技術を募集します ～

【公募要領】

平成 27 年 5 月

国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課

1. 公募の目的

我が国の社会インフラを巡っては、これまで国民の安全・安心と活力を支えてきた多くの施設で進行する老朽化、また、年々リスクの高まる大規模地震や頻発する風水害等の災害、一方、社会情勢としての人口減少・少子高齢化の進行といった重要且つ喫緊の課題に対し、近年のICT等を活用し、効率的・効果的な対応を可能とする技術を開発し、導入することが求められています。

そこで、国土交通省及び経済産業省は、平成25年7月16日「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、現場ニーズと技術シーズとの擦り合わせ等の検討を経て、同年12月25日に「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入重点分野」を策定し、今後取り組むべき事項を提示しました。そこでは、重点分野に係るロボットについて、平成26年度、平成27年度の現場検証及び評価を通じ、開発・改良を促進し、現場検証の結果を踏まえて、平成28年度の現場への試行的導入、平成29年度以降の本格導入を目指すこととしております。

この方針を受け、本公募は、より効率的・効果的な『維持管理または災害対応に資するロボット』について、現場検証及び評価の対象となる実用化技術（開発中も含む）を求めるものです。

応募された技術は、「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 専門部会」（以下、「専門部会」という。）において選考の上、実現場において現場検証を行い、実用性に係る効果及び課題について評価し、評価結果の通知・公表等を通じて、活用及び開発を促進します。

本公募要領では、技術を幅広く求める観点から、対象とする「ロボット技術・ロボットシステム」（以下、「技術・システム」という）について次のとおり定義します。

- ① 建設施工や関連する調査における作業の支援や、自動化・遠隔制御化を実現し、その効率、精度、安全性などの性能向上・課題解決を可能にする技術、あるいは、それを達成するシステム
 - ② 通常使われている、建設施工・調査の現場で用いられる機械・機器に、何らかの新しいメカニズムや制御・情報処理の機能を付加して、その機能の実現を図る技術
- ただし、計測機器を特定の箇所に一定期間設置する等モニタリングに特化した技術は、対象外とします。

2. 公募技術

（1）公募技術（基本事項）

本公募は、より効率的且つ効果的な『維持管理または災害対応に資するロボット』として、現場検証及び評価の対象となる実用化技術（開発中も含む）を求めるものです。ここでは、現場適用性を十分に確認できていない技術について、現場検証・評価を通じ、その活用を促すことと、更なる実用性を高めるための開発・改良を促すことの両面のねらいがあることから、公募の対象としては、現場検証を通じ実用性の確認やその更なる向上が期待される実用化技術、かつ、短期（概ね2年以内）に実用化が見込まれる技術とします。

公募する技術は、次の（2）で示す〔1〕～〔3〕のいずれかまたは複数を満たす技術・システムとします。

ただし、社会情勢や技術的知見の変化等によって、公募技術に求める内容に変更があり得ます。

(2) 公募技術（具体事項）

過年度の現場検証を通じて、ロボット活用の効果が特に期待される場面を以下に示します。以降の[1]～[3]（p.4以降に記載）の各技術・システムを提案する上での参考としてください。（ただし、これらの場面に限定するものではありません。）

(ロボット活用の効果が期待される場面)

- ① 点検の支援において、従来手法による点検（通行規制を行い、トンネル点検車等を使用して行う近接目視・打音検査）を援助・補完等するために、応募技術を使用した調査等による点検対象箇所の画像取等により、従来手法による点検の効率化、省力化および通行規制時間の短縮等を可能にすること（イメージ例は図1参照）。
- ② 点検表様式作成の支援において、点検現場での変状のスケッチ作業、写真撮影作業および変状展開図作成作業等について効率化、省力化、正確性の向上および通行規制時間の短縮等を可能にすること（イメージ例は図2参照）。
- ③ 点検結果に基づいて、たたき落としが必要な箇所の抽出を確実かつ容易に行えること（イメージ例は図3参照）。

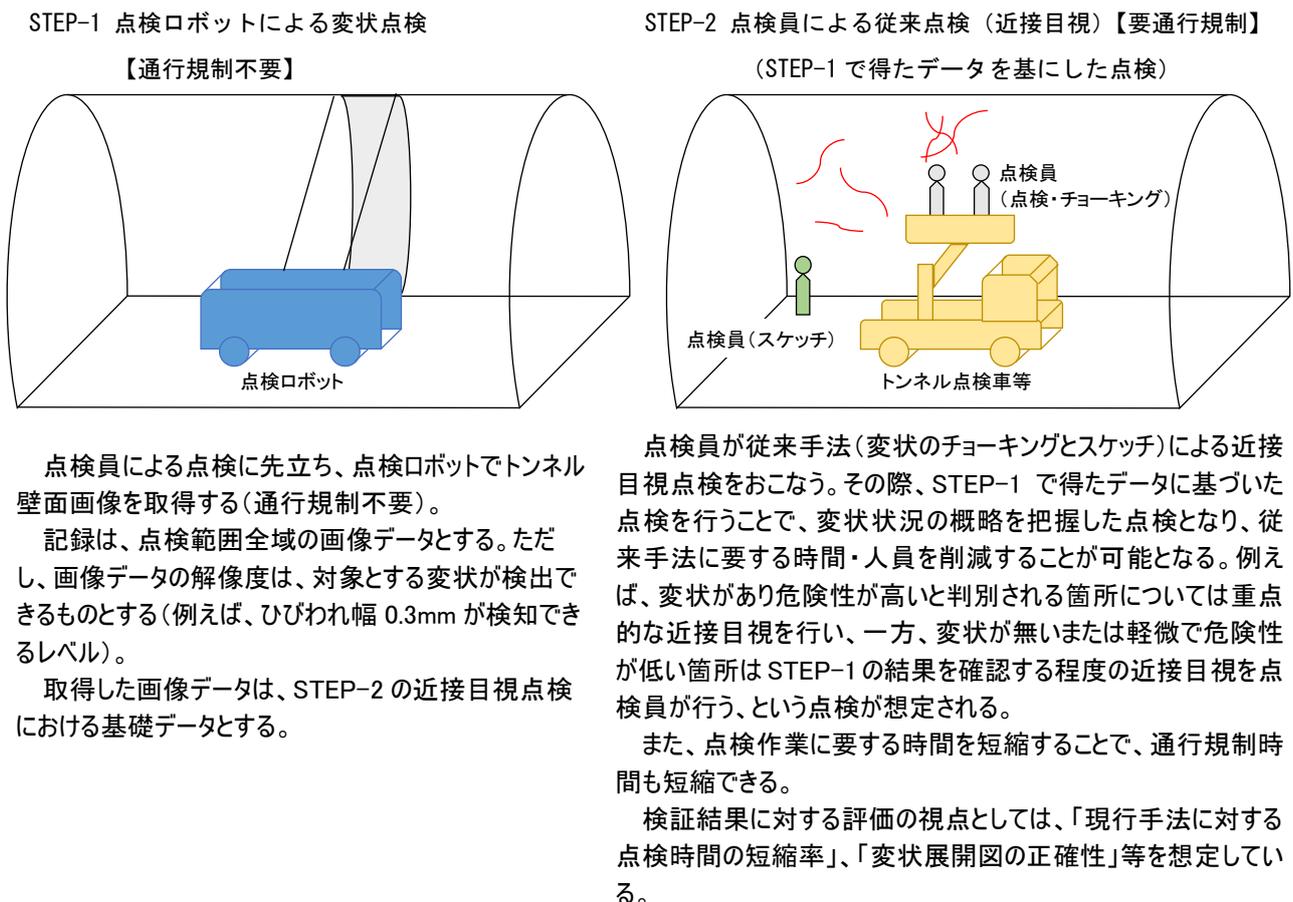


図1 ロボット活用の効果が期待される場面①のイメージ例

現場検証においては、応募者による点検ロボットを用いた点検とともに、その点検成果を用いた（事務局側の）点検員による点検を行い、点検作業全体としての効率化・省力化（点検時間や労力の縮減）、及び、点検精度の確保等の効果を検証することを想定している。

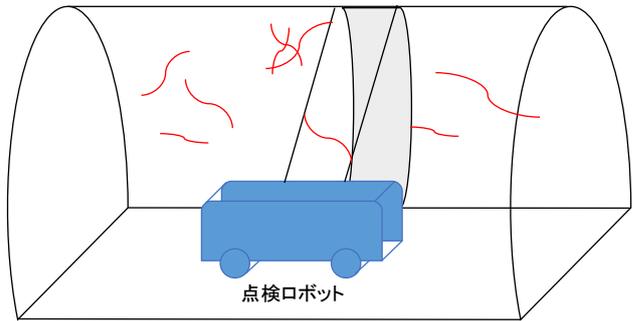
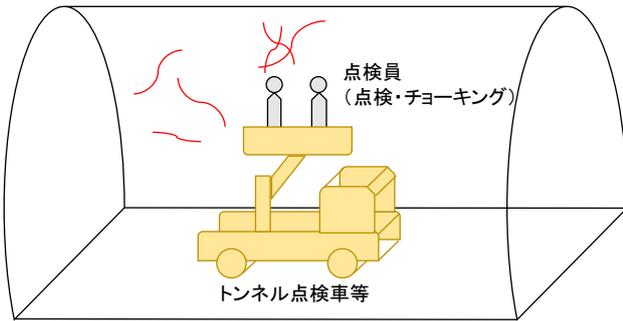
STEP-1 点検員による従来点検（近接目視（スケッチ作業は除く））

STEP-2 点検ロボットによる画像取得

【要通行規制】

【通行規制不要】

（STEP-1 で省略したスケッチ作業を実施）



点検員が従来手法（変状のチョーキング）による近接目視点検をおこなう。ただし、スケッチ作業は行わない。スケッチ作業を省略することで、当該作業に要する時間・人員を削減するとともに、通行規制時間も短縮できる。

STEP-1 で行った近接目視点検結果（チョーキング）について、点検ロボットにてトンネル壁面画像として取得する（通行規制不要）。

記録は、点検範囲全域の画像データとする。ただし、画像データの解像度は、チョーキング結果を参考として対象とする変状が検出できるものとする（例えば、ひびわれ幅0.3mm が検知できるレベル）。

記録したデータに基づき、変状展開図を作成する。

検証結果に対する評価の視点としては、「現行手法に対する点検時間の短縮率」、「変状展開図の正確性」等を想定している。

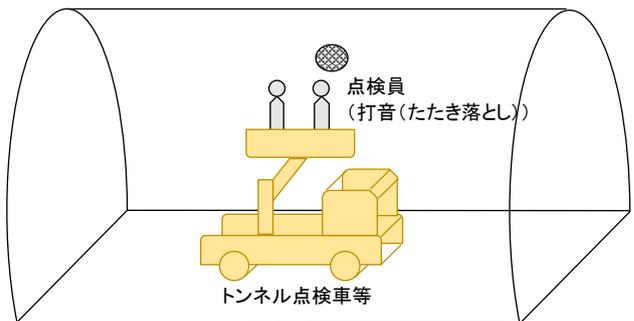
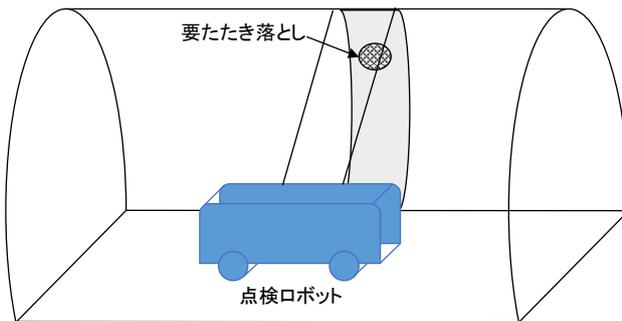
図2 ロボット活用の効果が期待される場面②のイメージ例

STEP-1 点検ロボットによる要たたき落とし箇所の抽出

STEP-2 点検員による従来点検（打音）【要通行規制】

【通行規制不要】

（STEP-1 で得たデータに基づきたたき落とし実施）



点検員による点検に先立ち、たたき落としが必要な箇所を抽出する（通行規制不要）。

対象範囲は、点検範囲全域とする。抽出の精度は、うき、はく離、打音異常を伴う閉合ひび割れなど、たたき落としが必要な箇所が全て抽出できるものとする。

取得したデータは、打音検査における基礎データとする。

点検員が従来手法（打音）による打音検査（たたき落とし）をおこなう。ただし、STEP-1 で抽出した箇所を対象にたたき落としを行いつつ、それ以外の箇所はSTEP-1の結果を確認する程度の打音検査により、従来手法に要する時間・人員を削減する。

また、点検作業に要する時間を短縮することで、通行規制時間も短縮できる。

検証結果に対する評価の視点としては、「現行手法に対する点検時間の短縮率」、「たたき落としが必要な箇所の抽出精度」等を想定している。

図3 ロボット活用の効果が期待される場面③のイメージ例

[1] トンネルにおいて、覆工、坑門等に発生した変状（ひび割れ、うき、はく離、はく落、変形、漏水など）の全てまたは一部に対して、近接目視の支援ができる技術・システム

【基本要件^{※1}】

- ① 「道路トンネル定期点検要領 平成26年6月 国土交通省 道路局 国道・防災課」^{※2}にて定義するトンネル本土工に対して、同要領に記載された近接目視による点検の支援^{※3}を通じて、「道路トンネル定期点検要領」の規定に定める点検表様式の作成またはその支援^{※4}ができる。
- ② 「道路トンネル定期点検要領」の「対策区分の判定」に必要な全てまたは一部の情報を得ることができる。
- ③ 当該技術・システムにより、通常の近接目視における高所作業車利用のための交通規制と比較して、交通規制による交通阻害を、より小さくする、または、無くすることができる。
- ④ 変状の把握、評価が、従来の点検方法と比較して、より効率的になり、また、より正確になる或いはバラツキが減少し、且つ、それらの効果に対する経済性が妥当である。
- ⑤ 現場での点検作業中におけるトンネル利用者、点検作業員及び操作員の安全確保がなされている。この場合、公募技術本体における安全対策に限らず、危険箇所に対する立ち入り禁止等の措置も含む。
- ⑥ 従来の点検に要する費用や手間、作業員を削減し、効率化すること。
- ⑦ 点検結果の記録や整理に掛かる費用や手間が削減できること。

※1 上記の基本要件は、全てを満たすことを原則とします。(以降の基本要件も同様)

※2 「道路トンネル定期点検要領」は、次の URL にて入手可能です。

<http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen.html>

(国土交通省ホームページ： ホーム>政策・仕事>道路>主な施策>道路の老朽化対策)

※3 点検の支援とは、従来手法による点検（通行規制を行い、トンネル点検車等を使用して行う近接目視）を援助・補完等するために、応募技術を使用した調査等による点検対象箇所の画像取得、変状のスクリーニング等により、従来手法による点検の効率化、省力化および通行規制時間の短縮等を可能にすることをいう。(p.2 参照)

※4 点検表様式作成の支援とは、点検現場での変状のスケッチ作業、写真撮影作業および変状展開図作成作業等について効率化、省力化、正確性の向上および通行規制時間の短縮等を可能にすることをいう。(p.2 参照)

【公募技術に期待する項目^{※5}】

- ⑧ 狭隘部等、人が近づけない、または、近づき難い箇所の点検ができること。
- ⑨ 点検において、外光（太陽光）や照明の影響を受け難いこと。
- ⑩ 点検において、重大な利用者被害を招く恐れのある箇所を、効率的に見つけられること。
- ⑪ 「道路トンネル定期点検要領」の「対策区分の判定」の全てまたは一部を実施できること。
- ⑫ 現場への搬入、設置及び撤去が容易なこと。
- ⑬ 今回の検証現場以外でも、より多くの現場において効果を発揮すること。(汎用性)
- ⑭ コンクリート片などの落下の可能性が極めて高く、たたき落とし等の応急措置が必要か否かをなるべく早めに把握できること。
- ⑮ 性能保証範囲が明確であり、且つ、それを客観的に示せること。

※5 上記の項目については、現在のトンネル維持管理で課題となっている項目で、この項目全てを満たす必要はありませんが、今回の公募において重視される評価項目です。ただし、ここに記載する項目に限定するものではなく、応募者からの提案を踏まえ、効果が期待される項目については、適宜、評価の指標とします。(以降の公募技術に期待する項目も同様)

【2】トンネルにおいて、覆工、坑門等に発生した変状（うき、はく離、はく落、打継目の目地切れなど）の全てまたは一部に対して、打音検査の支援ができる技術・システム

【基本要件^{※1}】

- ① 「道路トンネル定期点検要領」にて定義するトンネル本体工に対して、同要領に記載された打音検査の支援^{※6}を通じて、「道路トンネル定期点検要領」の規定に定める点検表様式の作成またはその支援^{※4}ができる。
- ② 前述〔1〕の②に同じ。
- ③ 当該技術・システムにより、通常の打音検査における高所作業車利用のための交通規制と比較して、交通規制による交通阻害を増加させない。
- ④ 前述〔1〕の④～⑦に同じ。

【公募技術に期待する項目^{※5}】

- ⑤ 前述〔1〕の⑧～⑬
- ⑥ 打音検査において、たたき落とし等の応急措置を即時に実施できる、もしくは補助することができること。
- ⑦ 打音検査により剥落するものやたたき落とし等により落下するものを、落下させずに回収できること。

※6 打音検査の支援とは、従来手法による点検（通行規制を行い、トンネル点検車等を使用して行う打音検査）の援助・補完等を行うために、応募技術を使用した調査等による打音作業の苦渋性の低減、点検困難箇所の打音等により、従来手法による点検の効率化、省力化および通行規制時間の短縮等を可能にすることをいう。（p.2 参照）

【3】トンネルにおいて、点検者を点検箇所近づけて移動できる技術・システム

【基本要件^{※1}】

- ① 「道路トンネル定期点検要領」に基づく点検の実施における技術とする。
- ② 現場での点検作業中におけるトンネル利用者、操作員及び点検作業員にとって安全な装置であるものとする。
- ③ 現在一般的に行われるトンネル点検に対して、作業効率が明らかに向上し、且つ、それらの効果に対する経済性が妥当である。

【公募技術に期待する項目^{※5}】

- ④ 既存のトンネル点検車と比較して、交通の阻害を、より小さくできること。
- ⑤ 既存のトンネル点検車と比較して、点検対象箇所への接近が容易となること。
- ⑥ 労働災害のリスクが低減されること。
- ⑦ トンネル点検における一連の工程が短縮できること。
- ⑧ 機動性に優れ、自立的であり、また、付帯工等が削減できること。
- ⑨ 故障や不足の支障状況に対する対応性に優れること。
- ⑩ 現場への搬入、設置及び撤去が容易なこと。
- ⑪ 今回の検証現場以外でも、より多くの現場において効果を発揮すること。（汎用性）
- ⑫ その他、既存機器の機能向上に係る具体例として、次が挙げられる。
 - ・ 具体のアーチ形状（山岳工法）、矩形形状（開削工法）と異なる形状のトンネルにおいて、自由に足場形状を適合させる機能を有すること（補助装置1台で、通常の2車線道路トンネルにおいて、1車線分のトンネル上半部を1回で点検できる機能等）。

- ・ 装置に同乗する点検者が移動操作できること。
- ・ 点検作業を実施中に、坑内を移動する際にトンネル内の位置、距離が測定できること。
- ・ 点検に必要な照明等の電力を供給でき（発動発電機の登載等）、必要に応じて投光器などの照明機材を作業台に固定できること。
- ・ 作業台を上げたままで移動でき、点検員の転落防止や、装置の転倒防止機能を有すること。
- ・ 移動中に換気設備、大型標識等の支障物を回避できること。
- ・ 打音検査による覆工コンクリート等のはく落物が足場台や手摺り等から、規制車線側および通行車線側に落下させないような防護材が設置できること。

《別ファイル「公募要領（共通）」に続く》