

令和6年11月15日
道路局国道・技術課

「トンネル発破作業における自動化・遠隔化技術」を公募します ～トンネル発破作業の安全性・生産性を向上する技術の開発・活用の促進～

山岳トンネル工事では、掘削・支保工作業が切羽鏡面に接近して行われることが多いため、切羽鏡面からの肌落ち等による労働災害の発生頻度が高くなっています。

一方、建設業界における労働者の減少や熟練技術者の不足が課題となっており、施工の自動化技術等の普及・促進による省力化が求められています。

山岳トンネル工事においても各種作業の自動化・遠隔化技術が開発されていますが、発破掘削に係る作業については作業内容が複雑であるなどの理由から、これらの技術開発が進んでいません。

以上のような現状を踏まえ、山岳トンネル工事の発破作業を対象とした自動化・遠隔化技術の開発状況を把握し、活用および開発促進に向けたとりまとめの基礎資料とするための公募を実施します。

1. 公募期間

令和6年11月15日(金)～令和6年12月13日(金)

2. 公募要領、応募資料作成要領、応募様式等

実施機関HPからダウンロードしてください

<https://www.cmi.or.jp/publiccomment241114>

3. 技術公募や技術検証の手続きの窓口

一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所

発破自動化・遠隔化技術担当：寺戸、石原

TEL：0545-35-0212 E-mail：tn-blast(at)cmi.or.jp

※メール送信の際は(at)を@に変換してご了承ください。

4. 参考資料

別添「トンネル発破作業における自動化・遠隔化技術」に関する技術公募について

<お問い合わせ先>

道路局 国道・技術課 児玉 (内線 37893)

代表：03-5253-8111、直通：03-5253-8498

「トンネル発破作業における自動化・遠隔化技術」に関する技術公募について

- 山岳トンネル工事における発破掘削の作業は、切羽鏡面の直近において人力作業が行われることが多い。このため、他の工種に比べて切羽からの肌落ちによる災害を受けやすい。
- 近年、各種工事を対象とした自動化・遠隔化技術の研究開発が進められているが、発破掘削に関する作業は内容が複雑であるなどの理由から、自動化・遠隔化に関する技術開発が進んでいない。
- 山岳トンネル工事の発破作業を対象とした自動化・遠隔化技術の開発状況を把握するとともに、活用・開発促進に向けたとりまとめを行う。

＜現場ニーズ＞

- ◆ 切羽に近づかない爆薬装填
- ◆ 人力によらない結線作業
- ◆ 発破作業時の安全性確保と労力の低減



＜求められる技術＞

- ① 切羽から人が離れた状態での爆薬装填技術
- ② 結線作業の遠隔化・不要化する技術
- ③ 不発の確認・防止、機械化による省人化に資する技術

公募対象技術

- トンネル工事における発破作業（削孔前鏡面確認、削孔位置マーキング、削孔、削孔後浮石確認、装薬孔清掃、装薬、結線、退避～点火、発破終了確認）に対して、安全性もしくは生産性の向上が見込める自動化・遠隔化技術

(技術の例)



フルオートジャンボ

出典：鹿島建設HP



遠隔による孔内清掃器具

出典：大成建設HP



爆薬遠隔装填技術

出典：カヤク・ジャパンHP

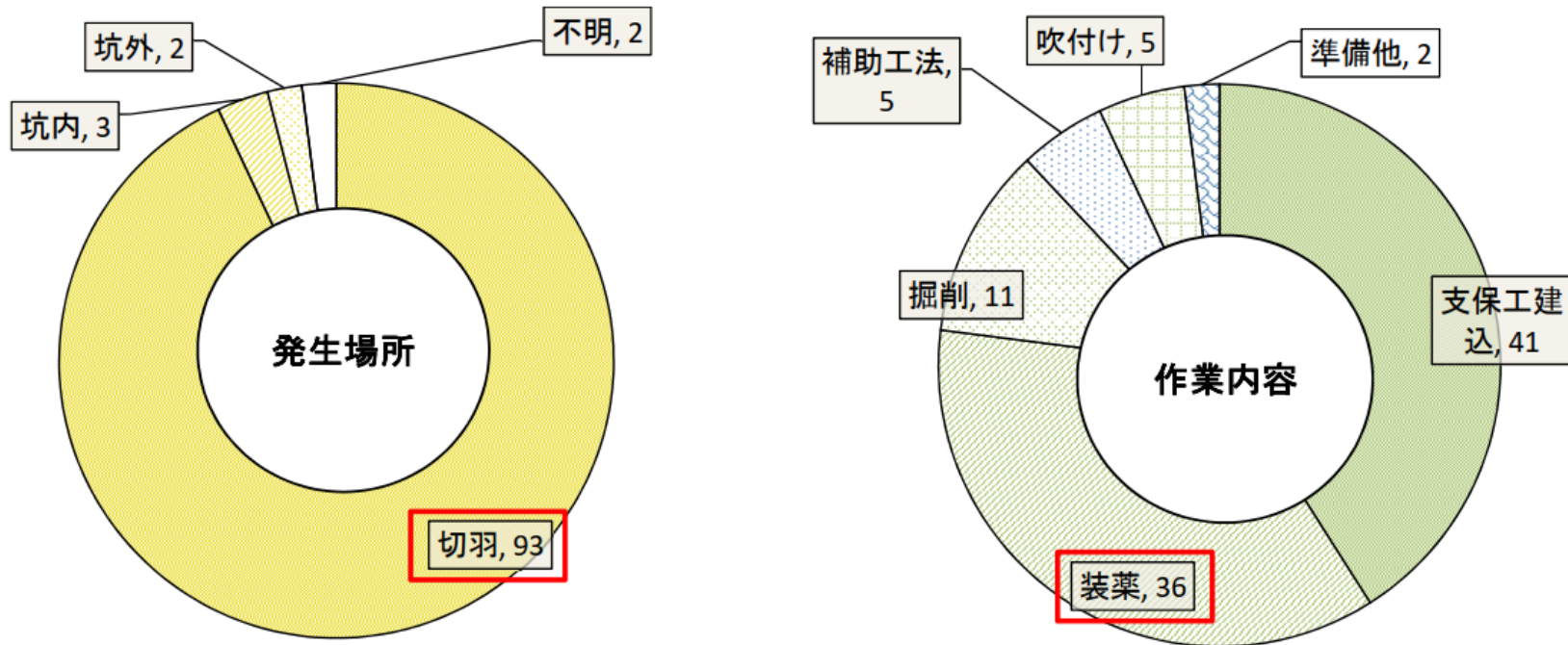
公募対象技術の開発段階

- 実用技術・新技術・・・既に実用化されており現場での活用促進が望まれる技術
(実用化されているものの利活用がないまたは少ない技術(新技術)も含む)
- 開発中技術・・・・・・・実用化はされていないが現場での試行が可能な技術

背景① トンネル発破における切羽近接作業などの危険箇所を回避

- 建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す取組である i-Constructionを進めている一方で、トンネル発破に関する部分については技術開発が進んでいない状況。
- トンネル工事において、トンネル切羽箇所では災害が多く発生しており、その原因の一つとして装薬作業時における肌落ち災害が多い。

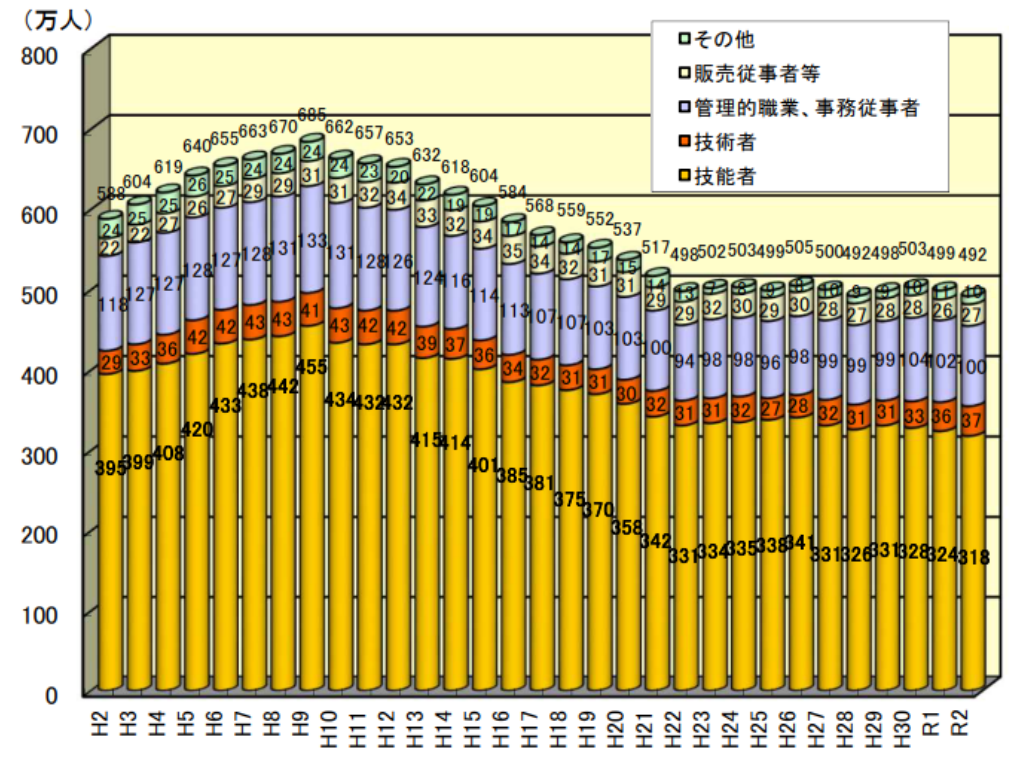
トンネル工事における肌落ち災害の発生状況



○ 作業員の経験や技量に頼るトンネル施工において、高齢化や熟練者の不足が進行している

技能者等の推移

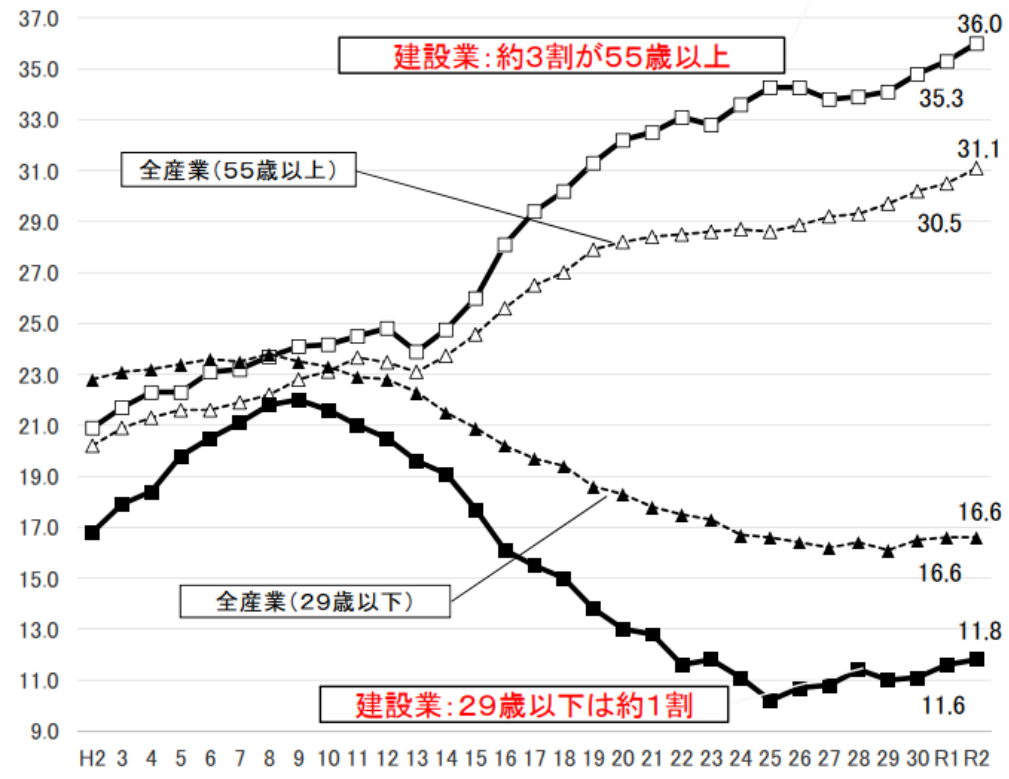
- 建設業就業者： 685万人(H9) → 498万人(H22) → 492万人(R2)
- 技術者： 41万人(H9) → 31万人(H22) → 37万人(R2)
- 技能者： 455万人(H9) → 331万人(H22) → 318万人(R2)



出典：総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出
(※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値)

建設業就業者の高齢化の進行

- 建設業就業者は、55歳以上が約36%、29歳以下が約12%と高齢化が進行し、次世代への技術承継が大きな課題。
※実数ベースでは、建設業就業者数のうち令和元年と比較して55歳以上が約1万人増加(29歳以下は増減なし)。



出典：総務省「労働力調査」を基に国土交通省で算出

○トンネル掘削を行う一連の作業の中で、鋼アーチ支保工の建込みやロックボルトの削孔・打設などの技術開発が進められている一方で、爆薬装填・発破作業に関する技術開発が遅れている。

トンネル掘削作業における作業ステップ

爆薬装填のための削孔



出典: 安藤ハザマホームページより抜粋
(<https://www.ad-hzm.co.jp/info/2021/20211018.php>)

爆薬装填・発破



出典: 鉄建建設ホームページより抜粋
(<https://www.tekken.co.jp/blog/2011/08/post-45.php>)

ずり出し



出典: 鹿島建設ホームページより抜粋
(<https://www.kajima.co.jp/news/press/202106/30c1-i.htm>)

ロックボルト削孔・打設



出典: 大成建設ホームページより抜粋
(https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2021/211020_8524.html)

コンクリート吹付け



出典: 鹿島建設ホームページより抜粋
(<https://www.kajima.co.jp/news/press/202106/30c1-i.htm>)

鋼アーチ支保工建込み



出典: 前田建設工業ホームページより抜粋
(<https://www.maeda.co.jp/news/2019/11/18/4998.html>)

求められるトンネル発破作業に関する新技術

- トンネル掘削について、爆薬装填を含めたトンネル発破作業に関する自動化・遠隔化に関する技術開発を進めていくことを目的に、各社が進める技術開発に対して、開発促進に必要とされる協調領域を明確化するとともに、その一連の作業の安全性等を確保するためのガイドライン(案)を整備

<背景>

①切羽直近での人力による爆薬装填や結線、削孔した孔の清掃が必要

②不発防止のための確実な作業と確認が必要

③作業員の高齢化、熟練者の減少

<現場ニーズ>

①切羽に近づかない爆薬装填

②人力によらない結線作業

③発破作業時の安全性確保と労力の低減

<求められる技術>

①切羽から人が離れた状態での爆薬装填技術

②結線作業の遠隔化・不要化する技術

③不発の確認・防止、機械化による省人化に資する技術