国土交通省
同時発表

お　知　ら　せ

国土を整え、全力で備える
国土交通省
中国地方整備局
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
Chugoku Regional Development Bureau

令和３年１月１５日

同時資料提出先
合同庁舎記者クラブ、広島県政記者クラブ、中国地方建設記者クラブ

はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術に関する公募について

～「うき・はく離」の発生抑制・早期発見に資する新技術の開発・活用の促進を図ります～

平成26年度から平成30年度の道路トンネルにおける点検結果において、道路トンネルに発生する損傷等のうち、トンネルの覆工部分の「うき・はく離」が約8割を占めています。「うき・はく離」が進行することにより、コンクリート片が落下（はく落）し、道路利用者の安全に影響するおそれがあります。また、「うき・はく離」の点検や補修は作業の負担が大きく、通行規制が必要となるという課題もあります。

このため、「はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術」に係る基礎データの収集等を目的に技術公募を実施します。応募技術の検証結果を技術基準等の改訂の基礎資料として用いるとともに、検証結果を公表することで新技術のさらなる活用の促進を目的としています。

なお、本公募は企業や製品・技術の認定を行うものではありません。

1. 公募期間
令和3年1月15日（金）　から　令和3年2月18日（木）　17時必着

2. 公募要領、応募資料作成要領及び応募様式
下記ホームページより公募要領及び応募様式をダウンロードできます。
http://www.cmi.or.jp/

3. 公募に関する問い合わせ
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
研究第一部　はく落抑制技術担当
TEL:0545(35)0212　FAX:0545(35)3719、E-Mail: hakuraku-yokusei@cmi.or.jp
※本技術公募は、令和2年4月27日に開催された道路技術懇談会を経て導入促進機関として選定された「一般社団法人 日本建設機械施工協会」が行います。

○問い合わせ先
国土交通省中国地方整備局　TEL：（082）221-9231（代表）（平日昼間）
FAX：（082）227-2709（道路工事課）
道路部　特定道路工事対策官　山本（やまもと）　孝行（たかゆき）　（内線４１１７）
◎道路部　道路工事課　建設専門官　伊藤（いとう）　等（ひとし）　（内線４３１７）

（広報担当窓口）
中国地方整備局 広報広聴対策官　加藤（かとう）　浩士（こうじ）（内線２１１７）
中国地方整備局 企画部 環境調整官　後藤（ごとう）　寿久（としひさ）（内線３１１４）

はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術に関する公募について

○ トンネル覆工のはく落について、**はく落の発生を抑制する技術、または、うき・はく離を発見しやすい覆工材料等**の公募を行い、その要求性能及び性能を確認する方法を検討するとともに技術基準等の改訂の基礎資料として活用

○ 検証結果を公表することで新技術のさらなる活用を促進

＜現場ニーズ＞

- ◆ うき・はく離の状態把握など、変状を効率的に把握
- ◆ ひび割れが進展しても直ちにはく落に至らない
- ◆ 点検や補修の施工性が高く、低コストで実施

➡

＜求められる技術＞

① 従来よりも、**うき・はく離を発見しやすい**覆工材料等の技術（うき・はく離の発見）

② ひび割れ等が進展しても、**直ちにはく落に至らない抵抗性**を有する覆工材料等の技術（はく落の発生抑制）

③ 従来よりも**低コスト**で施工・維持管理が可能な覆工材料等の技術

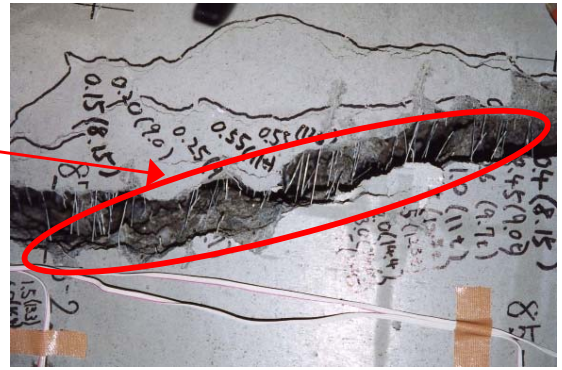
公募対象技術と想定する技術の例

分　類※	公募する技術
はく落の発生抑制	コンクリートへの材料の添加等によるはく落発生抑制技術（繊維補強材等）
	覆工表面への材料の塗布や貼付けによるはく落発生抑制技術（シート系当て板工等）
うき・はく離の早期発見	うき・はく離を発見しやすい覆工材料等（覆工表面への材料の塗布・貼付け等）

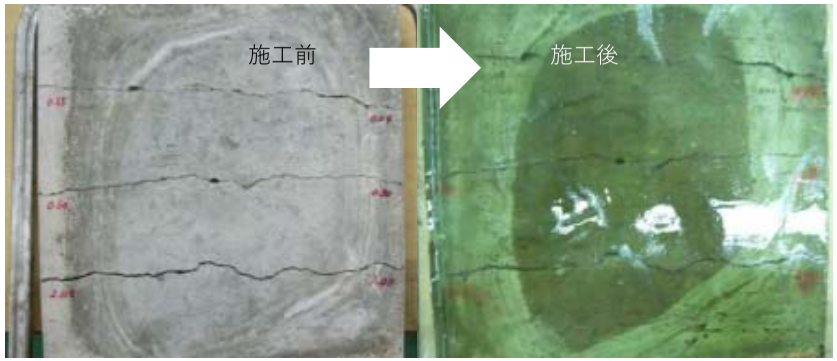
※上記分類にある両者の効果を兼ねる技術も可

※従来よりも低コストで施工・維持管理が可能な覆工材料等であること

繊維補強材



繊維補強材の例
（はく落の発生抑制）

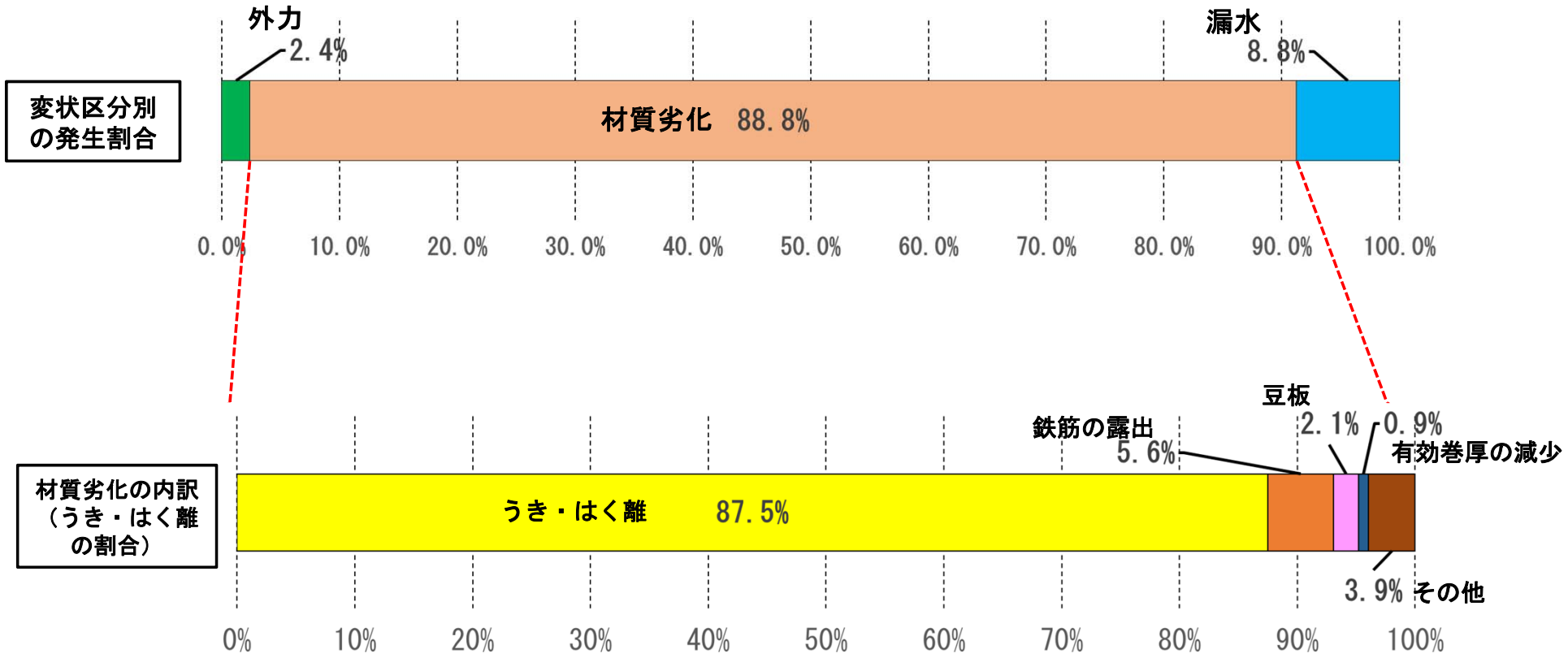


シート系材料の例
（はく落の発生抑制）

背景① トンネルに発生する変状

R2.4.27 道路技術懇談会資料より抜粋

○ トンネルに発生する変状原因は、外力、材質劣化、漏水に区分され、そのうち材質劣化が約89%を占める。
○ 変状原因が材質劣化うち、はく落の要因となる「うき・はく離」が約88%を占める。



変状区分と変状種類の関係 【H26～H30定期点検結果（国管理）】
（変状等の健全性の診断において、ⅢおよびⅣと判定された変状）

背景① 覆工コンクリートのうき、はく離、はく落

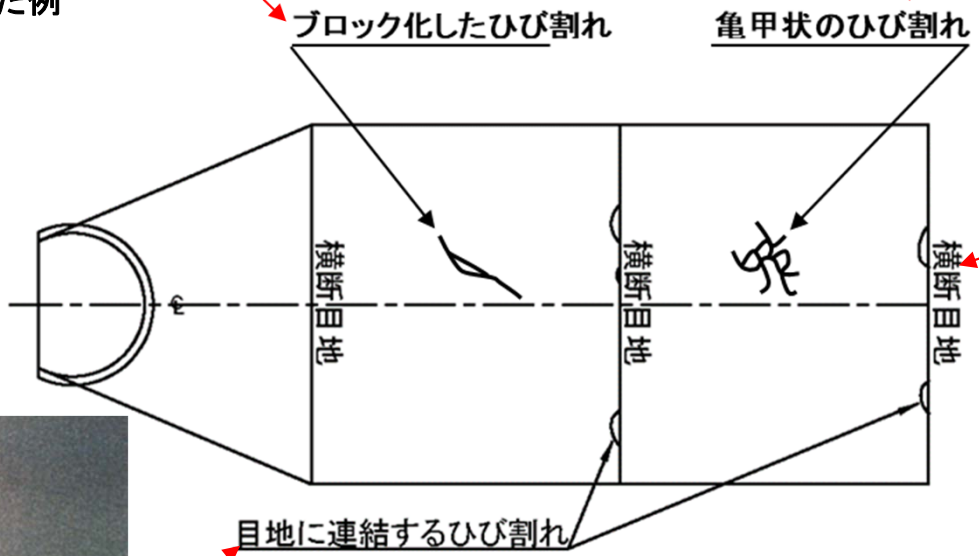
R2.4.27 道路技術懇談会資料より抜粋

○ コンクリートの乾燥収縮及び温度伸縮、外力によるひび割れがブロック化すること等により、覆工コンクリートにうき・はく離が発生し、はく落の発生につながる。

【覆工に発生した変状】

ひび割れでブロック化した例

亀甲状のひび割れの例



横断目地部

横断目地部からはく落したCo片

目地部に連結する半月状のひび割れ

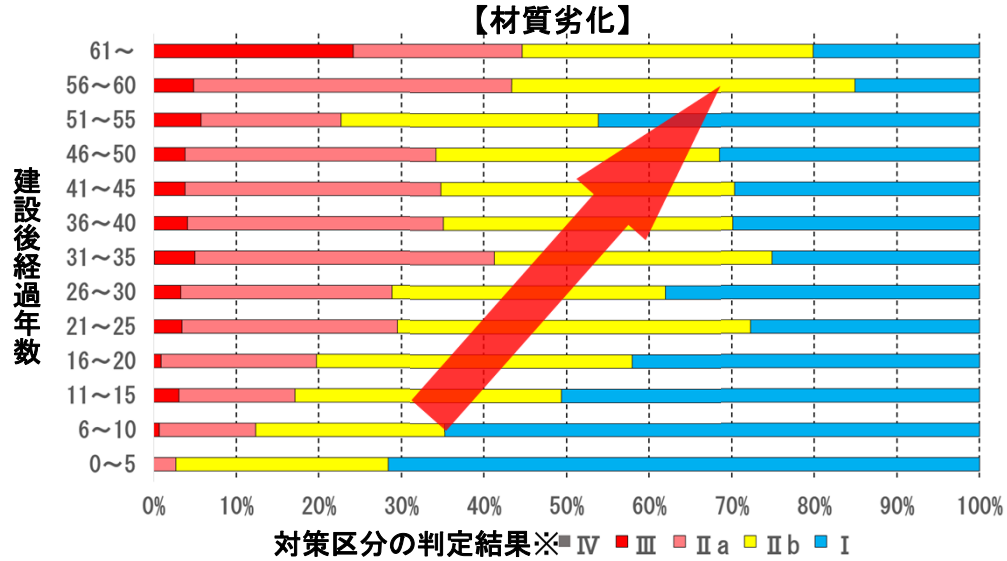
背景② 覆工コンクリートのはく落による利用者被害のおそれ

R2.4.27 道路技術懇談会
資料より抜粋

○ 国管理の道路トンネルにおいても、利用者に影響を及ぼしたコンクリート片のはく落が発生。
○ コンクリート片のはく落発生により、緊急点検及び緊急の対策（はつり落とし）等を実施。

Co片はく落等の発生状況【国管理の道路トンネル】

発生年度	発生状況	規模	人的・物損被害の有無	推定原因
H25	矢板工法のトンネルで天井アーチ部（張り出し部）からCo片が落下	手のひらサイズ	無	雨水の浸透による部分的なコンクリートの劣化
H25	矢板工法のトンネルで天井アーチ部からCo片が落下	長さ5cm×幅5cm	有（車両/物損）	たたき落としにより除去できなかった部分の乾燥収縮
H25	矢板工法のトンネルで側壁部水平打継ぎ目から目地モルタルが落下	長さ100cm×幅15cm	無	水平打継目での乾燥収縮
H26	矢板工法のトンネルで側壁部水平目地目地部から覆工Coが落下	長さ約200cm×幅11cm	無	降雨による地下水位の上昇に伴い、水圧増加によって覆工コンクリートを押し出し
H26	ＮＡＴＭのトンネルでアーチ目地部からCo片が落下	長さ11cm×幅17cm	無	施工時の目地部の処理の不備による可能性
H26	矢板工法のトンネルで天井アーチ部からCo片が落下	長さ約2cm×幅約2cm	有（車両/物損）	漏水による目地部のコンクリート劣化
H27	矢板工法のトンネルで側壁の補修材（PCL版）の根固めモルタルが落下	長さ20cm×幅10cm	無	補修材（PCL版）支持版の腐食
H31（R1）	矢板工法のトンネルでアーチ部からCo片が落下の疑い（利用者からの申出）	不明	有（車両/物損）	不明（Co片が落下した箇所を特定することは出来なかった）
H31（R1）	矢板工法のトンネルでアーチ部からCo片が落下の疑い（利用者からの申出）	不明	有（車両/物損）	不明（Co片が落下した箇所を特定することは出来なかった）
H31（R1）	ＮＡＴＭのトンネルで横断目地部からCo片が落下	長さ13cm×幅3cm	無	施工時の目地部の処理の不備による可能性



※Ⅰ ；利用者に対して影響が及ぶ可能性が無いため、措置を必要としない状態
Ⅱb；将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、監視を必要とする状態
Ⅱa；将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態
Ⅲ ；早晩、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に措置を講じる必要がある状態
Ⅳ ；利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、緊急に措置を講じる必要がある状態

【建設後経過年数と対策区分の判定結果】

（H26～H29国管理定期点検結果）

電動ピックによるはつり落とし

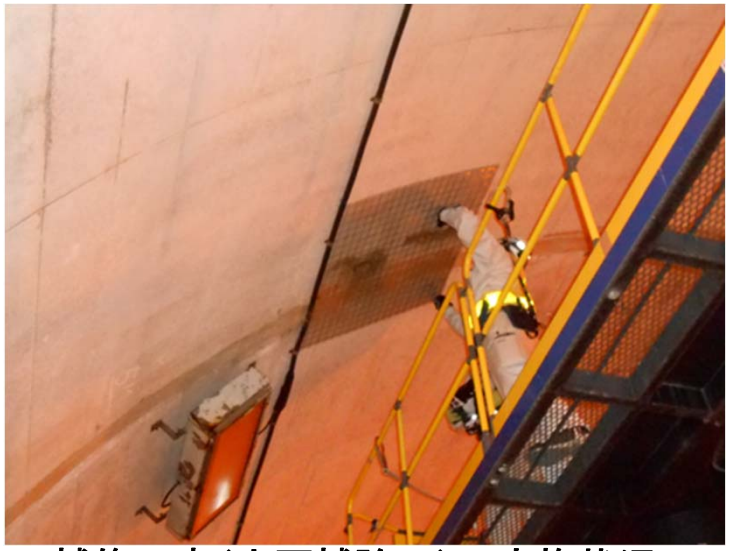
Co片のはく落発生による緊急の対策の実施状況

背景③　覆工の点検作業や補修時の通行規制

R2.4.27　道路技術懇談会資料より抜粋

○ うき・はく離を詳細に把握するためには、綿密な打音検査等を要するため、作業の負担が大きい。
○ コンクリート片のはく落が発生すると、通行止めを伴う緊急点検及び応急措置を実施。
○ 補修工事に伴い、長期間の通行規制が必要となる場合もある。

トンネル点検車による点検作業



補修工事（内面補強工）の実施状況

打音検査の状況（うき・はく離の調査）

補修工事の実施状況（交通規制）

求められる覆工コンクリート材料に関する新技術

R2.4.27　道路技術懇談会資料より抜粋

○ トンネル覆工のはく落について、**はく落の発生を抑制するとともにはく落の予兆を発見しやすい覆工技術**について性能及び性能を確認する方法を整備

＜背景＞

①発生する変状の多くは、うき・はく離、はく落

②コンクリート片のはく落による利用者被害のおそれ

③はく落が発生した際は、再度の点検作業や類似箇所の補修作業を実施。

＜現場ニーズ＞

①うき・はく離の状態把握など、変状を効率的に把握

②ひび割れが進展しても直ちにはく落に至らない

③点検や補修の施工性が高く、低コストで実施

＜求められる技術＞

①従来よりもはく落の予兆を発見しやすい覆工材料

②ひび割れ等が進展しても直ちにはく落に至らない耐久性を有する覆工材料

③従来よりも低コストで施工・維持管理が可能な覆工材料

「はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術」に関する公募
公募要領

１． 公募の目的

トンネルに発生する変状原因は、外力、材質劣化、漏水に区分され、材質劣化が大半を占めている。この材質劣化には、うき・はく離、鉄筋の露出、豆板等があり、その中でも、はく落の要因となる「うき・はく離」が大半を占めている。

一方で、うき・はく離を対象とした点検、あるいは、はく落発生後の補修には、次のような問題が生じる。

① うき・はく離を詳細に把握するためには、綿密な打音検査等を要するため、作業の負担が大きい。

② コンクリート片のはく落が発生すると、利用者被害のおそれだけでなく、通行止めを伴う緊急点検および応急措置を実施することが多い。

③ 補修工事に伴い、長期間の通行規制が必要となる場合がある。

以上のような問題を解決するために、うき・はく離が生じても直ちにはく落しない技術や、うき・はく離を発見することで効率的に覆工の状態を把握する技術が求められている。

そこで、道路トンネルの覆工コンクリートにおいて「はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術」を公募し、技術の検証を実施する。

本公募では、応募技術の検証結果を技術基準等の改定の基礎資料として用いるとともに、検証結果を公表することで新技術のさらなる活用の促進を目的としている※1。

２． 公募技術

（１） 対象技術

公募にあたっては、「はく落の発生を抑制※2」または「うき・はく離の発見」の効果が期待される技術（両者の効果を兼ねる技術も可）のうち、覆工コンクリート施工時の技術を対象とする（図-1 参照）。具体的には、以下のような技術を想定している。

- コンクリートへの材料の添加等によるはく落発生抑制技術（繊維補強材等）
- 覆工表面への材料の塗布や貼付け等によるはく落発生抑制技術（シート系当て板工等）
- うき・はく離を発見しやすい技術（覆工表面への材料の塗布・貼付け等）
- うき・はく離を発見しやすく、はく落の発生抑制を可能とする技術

また、応募する技術は、下記の条件をすべて満たす技術とする。

- 応募技術による「はく落の発生を抑制」または「うき・はく離の発見」の原理が明確に示されていること。両者の効果を兼ねる技術は、それぞれの原理が明

※1 本公募は新技術の活用促進を目的としており、個々の技術に対する認定は行わない。
※2 「はく落の発生を抑制」の効果が期待される技術とは、うき・はく離が生じても直ちに覆工コンクリート片がはく落（落下）しない技術を指す。

確に示されていること。

- 上記原理を裏付ける試験結果が示されていること。原理を裏付ける試験結果は、応募技術による試験結果であること（類似技術等による試験結果ではないこと）。
- ここでいう覆工は、場所打ちコンクリートによる覆工を指すことから、覆工コンクリート打設時を対象とした技術は、トンネル覆工コンクリート用の型枠での施工が可能であること。
- 覆工コンクリート打設後を対象とした技術は、トンネル覆工面への施工（トンネル天端への上向き作業など）が可能であること。
- 覆工コンクリート打設時の施工または維持管理作業において、低コスト化、作業の効率化、省力化が図られる技術については、その内容が明確に示されていること。

なお、うきやはく落の実績に関する研究成果を p.7 の参考資料に示す。本公募では、同資料に示す程度の規模のはく落やうき・はく離への対応を想定している。

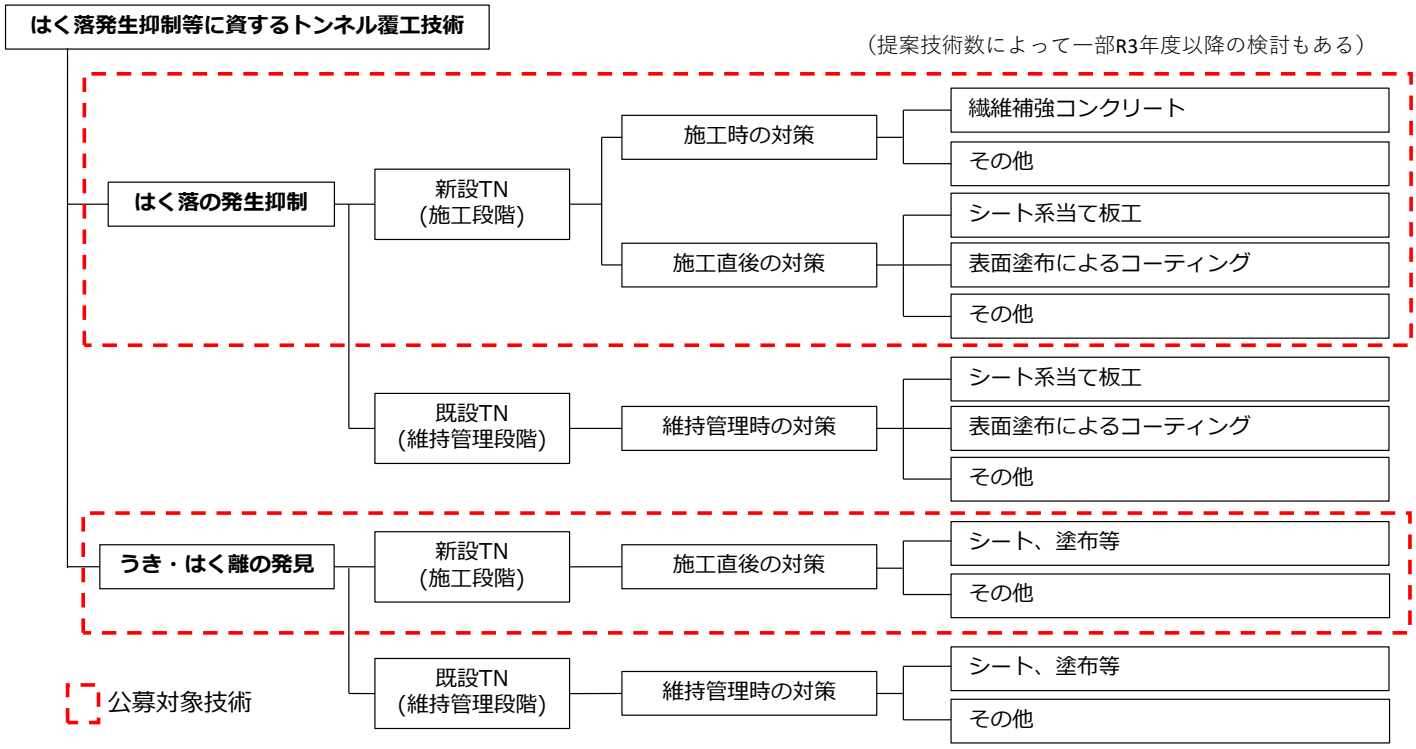


図-1　公募対象技術

（２） 応募技術の条件等

応募技術に関しては、以下の条件を満たすものとする。

１）選定の過程において、選定に係わる者（技術検討委員会等）に対して応募技術の内容を開示しても問題がないこと。

２）応募技術を公共事業等に活用する上で、関係する法令に適合していること。また、技術を利用するうえで必要となる許認可や資格（例えば、薬剤の保管や使用に許認可あるいは資格が必要等）がある場合は、その内容を明示すること。

３）選定された応募技術について、技術内容および検証結果等を公表するので、これに対して問題がないこと。

４）応募技術に係わる特許権等の権利について、応募技術を使用するうえで各種特許に抵触したり、特許料の支払い等に関する問題がないこと。

５）３．応募資格を満足すること。

３． 応募資格

応募者は、以下の３つの条件を満足するものとする。

１） 応募者自らが応募技術の開発を実施した「個人」または「民間企業」であること。

２） 応募技術を基にした業務を実施する上で必要な権利及び能力を有する「個人」または「民間企業」であること。なお、行政機関※3、特殊法人（株式会社を除く）、公益法人及び大学法人等については、自ら応募者とはなれないが、共同研究者として応募することができる。

３） 予算決算及び会計令第 70 条（一般競争に参加させることができない者）、第 71 条（一般競争に参加させないことができる者）の規定に該当しない者であること。並びに警察当局から、暴力団員が実質的に経営を支配する者又はこれに準ずるものとして、国土交通省発注工事等からの排除要請があり、当該状態が継続している者でないこと。

４． 応募方法

（１） 資料の作成及び提出

応募資料は、別紙－１「応募資料作成要領」に基づき作成する。応募資料作成に用いる言語は日本語とする。

提出方法は、郵送、持参または電子データによる E-mail での送信とする。なお、電子データが 5MB を超える場合は、大容量ファイル転送機能による E-mail での送信、または電子媒体（CD-R）の郵送により提出するものとする。

（２） 提出先

〒417-0801　静岡県富士市大渕 3154 番地

（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 はく落抑制技術担当

電話:0545-35-0212　FAX:0545-35-3719　E-mail：hakuraku-yokusei@cmi.or.jp

※3 「行政機関」とは、国及び地方公共団体とそれらに付属する研究機関等のすべての機関を指す。

５． 公募期間

令和３年１月１５日（金曜日）～令和３年２月１８日（木曜日）

（E-mail または持参による提出の場合の締め切りは 17:00 までとする。郵送による提出の場合は、締め切り日必着とする。）

６． ヒアリング

提出された応募資料で不明な箇所がある場合は、検証対象技術の選定を目的としたヒアリングを実施することがある。なお、ヒアリングを実施する場合は、実施時期、方法及び内容等について別途通知する。

７． 意見交換会

応募者は、技術活用に関する課題や可能性について検討する意見交換会に参加するものとする。なお、意見交換会の実施時期、方法及び内容等については別途通知する。

８． 検証対象技術の選定

（１）技術の選定

応募資料やヒアリング等に基づき、以下の事項を確認の上、技術の検証に適しているかを判断し、選定する。

１）２．公募技術（１）対象技術に適合していること。

２）２．公募技術（２）応募技術の条件等に適合していること。

３）３．応募資格に適合していること。

４）応募資料に不備が無いこと。

なお、応募された技術は、応募資料及びヒアリング等に基づき、類似する技術のグルーピングを行い、一部のグループの検証を次年度以降とする場合がある。また、技術数が多い場合は、一部の技術の検証を次年度以降に行う場合がある。

（２）選定結果の通知・公表について

応募者に対して選定結果を文書で通知する。また、選定された技術は、施工技術総合研究所のサイト（URL: http://www.cmi.or.jp/）にて公表するものとする。

（３）選定通知の取り消し

選定の通知を受けた者が次のいずれかに該当することが判明した場合は、通知の全部または一部を取り消すことがある。

１）選定の通知を受けた者が、虚偽その他不正な手段により選定されたことが判明したとき。

２）選定の通知を受けた者から取り消しの申請があったとき。

３）その他、選定通知の取り消しが必要と認められたとき。

９． 技術の検証

選定された技術の検証方法として、次の通り検証試験を行う。

（１）検証試験の実施方法

別紙－２「トンネル覆工への影響に関する確認方法（案)」および別紙－３「はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術の要求性能評価方法（案)」に基づき、応募者より提供された試験体を使用し、施工技術総合研究所が検証試験を実施する。ただし、シートを貼付ける工法のように共通の母材（コンクリート供試体）を用いる技術については、施工技術総合研究所が用意した母材に応募技術を施工することで試験体を製作する。表-1 に各技術の覆工への影響確認およびはく落発生抑制等の要求性能評価の項目をとりまとめる。なお、応募技術によって試験方法や供試体を変更または改良することがある。

（２）検証試験の実施時期等

実施期間は、令和３年２月～３月を予定しているが、状況等により変更する場合がある。また、継続的な検証が必要な場合は、適宜検証期間を延長して実施する。

（３）ヒアリング

技術の検証と並行して、応募技術の効果、コスト、維持管理への適用性等について適宜応募者に対するヒアリングを実施する。

表-1　覆工への影響確認・はく落発生抑制等の要求性能評価の項目一覧

<table>
<tr><th rowspan="2">項　目</th><th colspan="4" rowspan="2">影響確認項目／要求性能評価項目</th><th colspan="2">はく落の発生抑制</th><th>うき・はく離の発見</th></tr>
<tr><th>材料等の添加技術※</th><th>材料の塗布、貼付け技術</th><th>うき・はく離を発見する材料の塗布、貼付け等技術</th></tr>
<tr><td rowspan="8">トンネル覆工への影響に関する確認</td><td rowspan="8">影響確認項目</td><td colspan="2">耐荷性(ｺﾝｸﾘｰﾄの圧縮強度)</td><td>○</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">耐荷性(ｺﾝｸﾘｰﾄの引張強度)</td><td>○</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">品質性(ｺﾝｸﾘｰﾄのｽﾗﾝﾌﾟ試験)</td><td>○</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">品質性(ﾚﾃﾞｨﾐｸｽﾄｺﾝｸﾘｰﾄ)</td><td>○</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">付着性</td><td></td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">耐久性</td><td></td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">耐火性</td><td></td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td colspan="2">視認性</td><td></td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="4">はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術の要求性能評価</td><td rowspan="4">要求性能評価項目</td><td rowspan="2">はく離したコンクリート塊に対するはく落抵抗性能</td><td>曲げ靭性試験</td><td>○</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>押し抜き試験</td><td></td><td>○</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">うき･はく離の発見性能</td><td>曲げ靭性試験</td><td></td><td></td><td>○</td></tr>
<tr><td>押し抜き試験</td><td></td><td></td><td>○</td></tr>
</table>

○：影響確認・要求性能評価を行う項目

※：繊維補強コンクリートの場合は、「鋼繊維補強コンクリートの鋼繊維混入率試験方法（JSCE-F 554-2013)」より洗い分析試験方法を準用して、繊維混入率を確認する。検証試験に用いる供試体は、各技術が設定する混入率の±20%、かつ 3 回の試験結果の平均値が設定した混入率の 95%以上のものとする。なお、道路トンネルの覆工に繊維補強コンクリートを用いる場合は、繊維混入率を 0.3vol%とすることが多い。

１０．費用負担

応募資料の作成・提出、ヒアリングおよび意見交換会に要する費用、試験体製作等検証試験に要する費用は、原則、応募者の負担とする。なお、費用負担について疑義が生じた場合は、応募者と施工技術総合研究所が個別に協議し決定するが、両者の合意が得られない場合は、試験を取りやめることがある。

注）本公募要領における手続きの中止や取り消しを行った場合、それまでに応募者が負担した費用については、返還しないものとする。

１１．その他

（１）応募資料は、技術の評価以外に無断で使用することはない。

（２）応募資料は返却しない。

（３）検証対象技術の選定の過程において、応募者には応募技術に関する追加資料の提出を依頼する場合がある。

（４）公募内容に関する問い合わせは施工技術総合研究所へ行うこととし、以下のように受け付ける。

１）問い合わせ先

４（２）に同じ。

２）問い合わせ期間

５．公募期間と同様とする。

３）問い合わせ方法

FAX、E-mail（様式自由。なお、添付ファイルがある場合は、5MB を超えないこと。）にて受け付ける。

参考資料

■はく落の実績に関する研究	
論文名	伊藤哲男，馬場弘二，城間博通，吉武 勇，中川浩二：トンネル覆工コンクリートのひび割れ形態調査による剥落危険性評価，土木学会論文集，No.763／Ⅵ-63，pp.87-93，2004.6.
概要	はく落の実績 113 件の形状寸法を下記の表にとりまとめている。この結果、長さ 50～100mm のはく落が最も頻度が高い結果となっている。

Tun.	L	W	D
No.1	250	50	60
No.1	230	40	40
No.1	210	30	60
No.1	150	40	40
No.1	130	30	40
No.1	110	40	40
No.1	100	20	10
No.1	80	20	10
No.1	80	10	15
No.1	60	20	20
No.1	60	10	10
No.1	50	30	10
No.1	50	20	10
No.1	50	10	20
No.1	50	10	10
No.1	50	10	10
計	16 件		

Tun.	L	W	D
No.2	150	100	10
No.2	100	50	30
No.2	100	20	10
No.2	90	30	40
No.2	80	20	15
No.2	80	20	10
No.2	80	15	15
No.2	70	20	20
No.2	70	20	10
No.2	60	15	10
No.2	60	15	10
No.2	50	40	20
No.2	50	30	30
No.2	50	30	10
No.2	50	30	10
No.2	50	20	10
No.2	50	15	15
No.2	50	15	10
No.2	50	10	10
No.2	40	10	10
No.2	40	10	10
No.2	30	20	20
No.2	30	20	10
No.2	30	15	10
計	24 件		

Tun.	L	W	D
No.4	150	20	15
No.4	150	20	10
No.4	60	20	10
No.4	50	50	25
No.4	50	40	5
No.4	50	30	7
No.4	50	20	10
No.4	50	15	15
No.4	40	20	15
No.4	40	20	15
No.4	35	15	15
No.4	30	30	15
No.4	30	20	5
No.4	30	15	5
No.4	30	10	20
No.4	30	10	20
No.4	25	15	10
No.4	20	20	10
No.4	20	15	10
計	19 件		

Tun.	L	W	D
No.5	200	60	40
No.5	200	50	40
No.5	200	50	30
No.5	200	20	25
No.5	180	40	20
No.5	170	20	20
No.5	150	30	30
No.5	140	20	20
No.5	130	40	20
No.5	130	20	20
No.5	120	40	30
No.5	120	30	25
No.5	120	25	25
No.5	120	20	20
No.5	120	20	15
No.5	110	35	40
No.5	100	25	25
No.5	100	15	15
No.5	100	10	10
No.5	80	25	30
No.5	80	15	15
No.5	70	40	20
No.5	70	30	20
No.5	70	20	30
No.5	70	20	20

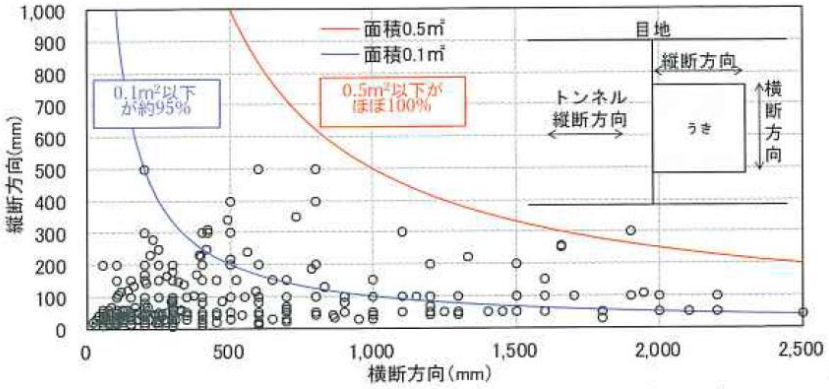
Tun.	L	W	D
No.5	70	20	20
No.5	70	20	20
No.5	70	20	10
No.5	60	40	30
No.5	60	30	30
No.5	60	20	30
No.5	60	15	25
No.5	50	30	20
No.5	50	30	20
No.5	50	30	10
No.5	50	25	20
No.5	50	20	20
No.5	50	20	20
No.5	50	15	15
No.5	50	15	10
No.5	40	15	15
No.5	40	15	10
No.5	35	20	10
No.5	30	20	10
No.5	30	15	20
計	46 件		

Tun.	L	W	D
No.6	120	20	15
No.6	70	20	20
No.6	60	20	10
No.6	50	15	10
計	4 件		
No.7	100	20	20
No.7	60	10	15
No.7	50	20	10
No.7	50	10	15
計	4 件		

L	200 ～	
	小 計	7
L	150 ～	200
	小 計	7
L	100 ～	150
	小 計	19
L	50 ～	100
	小 計	59
L	0 ～	50
	小 計	21
	合 計	113

単位：(mm)

■うき・はく落の実績に関する研究	
論文名	森本 智，日下 敦，吉岡知哉，長谷川慶彦：NATM により建設された道路トンネルにおける材質劣化に起因する変状の実態，土木技術資料，Vol.61, No.4, pp.24-27, 2019.
概要	うき・はく落が発生しやすいトンネル目地部のうき・はく落の実績を、下図のように縦断方向、横断方向のそれぞれの長さの関係で表している。この結果、0.1m^2 以下のものが全体の約 95%を占め、0.5m^2 以下のものがほぼ 100%を占めている。



別紙－１

応募資料作成要領

１．応募に必要な書類

応募にあたっては、以下の資料が必要となる※1。様式については、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のホームページ（http://www.cmi.or.jp/）よりダウンロードすることができる。応募書類に使用する言語は日本語とする。やむを得ず他国の資料を提出する場合は、日本語で解説を加えること。

① 「はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術」応募申請書　（様式－１）
② 技術概要書　（様式－２）
③ 施工実績内訳書　（参考－１）
④ 添付資料

２．各資料の作成要領

各資料の作成に用いる言語は日本語とする。

（１）「はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術」応募申請書（様式－１）

１）応募者は、以下の３つの条件を満足するものとする。

① 応募者自らが応募技術の開発を実施した「個人」または「民間企業」であること。
② 応募技術を基にした業務を実施する上で必要な権利及び能力を有する「個人」または「民間企業」であること。なお、行政機関※2 、特殊法人（株式会社を除く）、公益法人及び大学法人等については、自ら応募者とはなれないが、共同研究者として応募することができる。
③ 予算決算及び会計令第７０条（一般競争に参加させることができない者）、第７１条（一般競争に参加させないことができる者）の規定に該当しない者であること。並びに警察当局から、暴力団員が実質的に経営を支配する者又はこれに準ずるものとして、国土交通省発注工事等からの排除要請があり、当該状態が継続している者でないこと。

申請書のあて先は、「（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 はく落抑制技術担当宛」とする。

※1 提出資料①、②、③はA4版とすること。ただし、④添付資料は原則A4版とするが、パンフレット等でA4版では判読できない等の不都合が生じる場合は、この限りではない。また、④添付資料には通し番号を記入すること。選定にあたって新たに必要となる資料の提出を応募者に求めることがある。

※2 「行政機関」とは、国及び地方公共団体とそれらに付属する研究機関等のすべての機関を指す。

２） 技術名称は３０字以内でその技術の内容及び特色が容易に理解できるものとすること。

３） 「２．窓口担当者（選定結果通知先等）」は、応募にあたっての事務窓口・連絡担当者１名を記入すること。

４） 「３．共同開発者」は、共同開発を行った応募者以外の個人や民間企業、行政機関等について記入すること。なお、共同開発者がいない場合は、記入しなくてよい。

（２） 技術概要書（様式－２）

１） 技術名称及び副題は（様式－１）と同一のこと（技術名称は必須入力）。

２） 技術の概要を２００字以内で簡潔に記入すること。

３） 技術の詳細は、以下の目次構成に従って記入すること。

① 応募技術の概要・特徴

応募技術の概要・特徴を箇条書きで簡潔に記入すること。必要に応じて、技術の外観や活用の様子が分かる写真や図を添付すること。また、必要であれば、参照資料を添付し、参照する資料の番号、ページを記入すること。

② 応募技術の原理

応募技術により、覆工のはく落の発生抑制、または、うき・はく離の発見が可能となる原理について記入すること。両者の効果を兼ねる技術は、それぞれの原理を記入すること。また、この原理を裏付ける試験結果を添付資料－１に添付すること。

③ 応募技術の使用方法

応募技術の使用方法について、箇条書きで簡潔に記入すること。記入にあたっては、トンネルの施工に利用できる理由を加えること（覆工型枠での打設が可能となる理由、覆工表面への施工が可能となる理由等）。また、覆工の施工または維持管理作業において、従来よりも低コスト化、作業の効率化、省力化が図られる技術については、その内容を記載すること。なお、必要であれば、参照資料を添付し、参照する資料の番号、ページを記入すること。

④ 応募技術を使用する場合の条件（注意）など

応募技術を使用する現場の条件、あるいは使用する場合の注意点等があれば、箇条書きで具体的に記入すること。また、応募技術を現場で使用する場合の作業状況ならびに必要な設備や装置が判る写真、模式図、図面等があれば、参照資料として添付し、参照する資料の番号、ページを記入すること。

⑤ 概略費用（機械経費、労務費、材料費）

応募技術の施工にかかる費用（機械経費、労務費、材料費）を記入すること。

⑥ 特許等取得情報

特許等取得情報は、応募技術の実施に必要な特許及び実用新案等の情報に関して、当該部分の□を黒塗り（■に置き換え）すること。

（３）施工実績内訳書　（参考－１）

応募技術のこれまでの施工実績件数をそれぞれの発注機関毎に記入すること。国土交通省の施工実績が多数ある場合には、最新のものより５件程度を記入すること。国土交通省の施工実績がない場合でも、最新のものより５件程度を記入すること。なお、この項目は参考として使用するもので、選定・評価に影響はない。

（４）添付資料

添付する資料名を本様式に記入すること。

添付資料－１は必ず添付すること。添付資料-２は応募技術のパンフレット等を作成している場合は添付すること。添付資料-３は該当する場合、必ず添付すること。添付できない場合は、その理由を添付資料名の欄に記入すること。

・　添付資料－１：応募技術の原理を裏付ける試験結果（必須）
・　添付資料－２：応募技術のパンフレット（参考）
・　添付資料－３：特許等を取得している場合、公開特許公報のフロントページ（特許番号、発明の名称が記載されているページ）のみコピーすること。

上記添付資料も含め、応募する際の各添付資料の枚数は Ａ４版各１０枚（パンフレット等で片面コピーでは機能が維持できない場合を除き片面コピーを原則とする）程度とする。なお、各添付資料の先頭に表中の添付資料番号（例：添付資料－１）をつけること。

ただし、添付資料－２～３の中で該当する資料がない場合で、その他の資料を添付する場合は、添付資料－４から順に添付資料番号をつけるものとし、添付資料番号を繰り上げないこと。

トンネル覆工への影響に関する確認方法（案）

分類	対象技術	影響確認項目※1	技術基準・同解説※2 における記載内容	トンネル覆工への影響の確認内容（案）		影響を確認するための試験方法（案）※3
はく落の発生抑制	材料等の添加技術※4	材料特性の規定のあり方	【p.124】に「覆工コンクリートの配合は次の範囲※2 で行うのが一般的である。」と記載あり。 ・設計基準強度：18N/mm^2	耐荷性	通常の覆工コンクリートと同等以上の圧縮強度を有すること	①圧縮強度試験（JIS A 1108:2018）
		覆工部材としての規定のあり方 はく落の発生抑制のメカニズム、限界状態および前提条件の規定のあり方	【p.124】に「大きな荷重が作用することが予測される場合は、覆工厚をいたずらに上げるよりも、強度の大きな配合とする、あるいは鉄筋、鋼繊維などにより補強することも検討するのが望ましい。」と記載あり。	耐荷性	通常の覆工コンクリートと同等以上の引張強度を有すること	②付着性能試験（NEXCO 試験法 422:2004）
			【p.124】に「覆工コンクリートの配合は次の範囲※2 で行うのが一般的である。」と記載あり。 ・スランプ：15cm 程度	品質性	覆工コンクリートと同程度の流動性があること	③スランプ試験（JIS A 1101:2014）
		材料の受け入れ検査方法及び完成物の品質の確認方法	【p.270】に「使用材料については、「コンクリート標準示方書」（（社）土木学会）などによる所定の試験・検査を行ってその品質を確認しなければならない。	品質性	通常の覆工コンクリートの受け入れと同様の受け入れ検査を行うこと（新技術により性状等が変化せず、施工性に問題がないことを確認することを目的に実施）	④レディミクストコンクリート（JIS A 5308:2019）
	材料の塗布、貼付け技術	材料特性の規定のあり方	関連する記載なし	付着性	覆工コンクリートとの付着力がコンクリート強度を下回らないこと	⑤付着強さ試験（NEXCO 試験法 425 様式 425）
		覆工部材としての規定のあり方 はく落の発生抑制のメカニズム、限界状態および前提条件の規定のあり方	関連する記載なし	耐久性	材料が十分な機能を発揮する年数	ヒアリングによる確認
				耐火性	接着剤及び被覆材に自己消火性があること	⑥延焼性確認試験（NEXCO 試験法 738 様式 738）
				視認性	技術により覆工表面を被覆した場合でも変状が把握できること	⑦近接目視 ⑧画像撮影 ⑨うき・はく離の確認
うき・はく離の発見	うき･はく離を発見する材料の塗布、貼付け等技術	材料特性の規定のあり方	関連する記載なし	付着性	覆工コンクリートとの付着力がコンクリート強度を下回らないこと	⑤付着強さ試験（NEXCO 試験法 425 様式 425）
		覆工部材としての規定のあり方 うき・はく離発見のメカニズム、限界状態および前提条件の規定のあり方	関連する記載なし	耐久性	材料が十分な機能を発揮する年数	ヒアリングによる確認
				耐火性	接着剤及び被覆材に自己消火性があること	⑥延焼性確認試験（NEXCO 試験法 738 様式 738）
				視認性	技術により覆工表面を被覆した場合でも変状が把握できること	⑦近接目視 ⑧画像撮影 ⑨うき・はく離の確認

※1　応募技術に応じて、項目を追加することがある。

※2　日本道路協会：道路トンネル技術基準（構造編）・同解説，平成 15 年 11 月より

覆工コンクリート

セメント　　：普通ポルトランドセメントまたは高炉セメント

単位セメント量：設計基準強度（18N/mm^2）を確保し、270kg/m^3 の最低単位セメント量

スランプ　　：15cm 程度

空気量　　：4.5%程度

水セメント比　：60%以下

最大粗骨材寸法：40mm 以下

※3　該当する試験の結果を既に有する場合は、その結果を提出することで試験を省略することができる。

※4　繊維補強コンクリートの場合は、「鋼繊維補強コンクリートの鋼繊維混入率試験方法（JSCE-F 554-2013）」より洗い分析試験方法を準用して、繊維混入率を確認する。検証試験に用いる供試体は、各技術が設定する混入率の±20%、かつ 3 回の試験結果の平均値が設定した混入率の 95%以上のものとする。なお、道路トンネルの覆工に繊維補強コンクリートを用いる場合は、繊維混入率を 0.3vol%とすることが多い。

トンネル覆工への影響に関する確認試験方法（案）

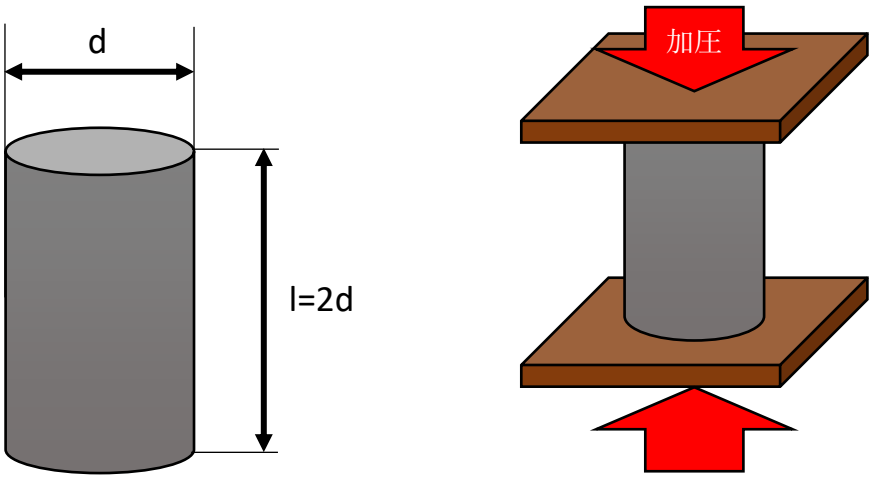
① 圧縮強度試験

（1）試験方法

・コンクリートの圧縮強度試験（JIS A 1108:2018）

（2）評価方法

硬化コンクリートの圧縮強度を測る試験。粗骨材の最大寸法の 3 倍以上かつ 100mm 以上の直径 d(標準は 100 mm，125 mm，150 mm)で、その直径 d の 2 倍の高さをもつ円柱形の供試体を使用する(JIS A 1132 に規定)。最大荷重を供試体の断面積で割った値が圧縮強度である。

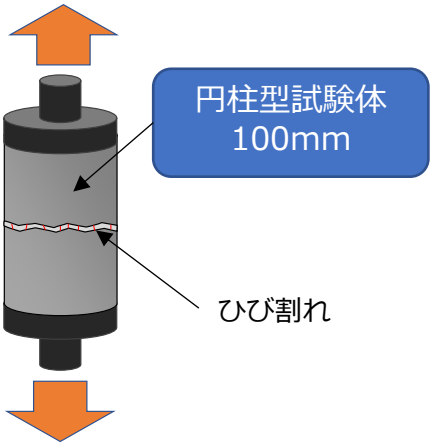


試験概要

② 付着性能試験

（1）試験方法

・付着性能試験（NEXCO 試験法 422:2004）に準拠



試験概要

（2）評価方法

直径 100mm の試験体を 1000mm×1000mm×200mmのコンクリート版より採取し、試験体の上下に鋼製の引張試験用治具を接着剤で取り付ける。その後、引張試験を行う。

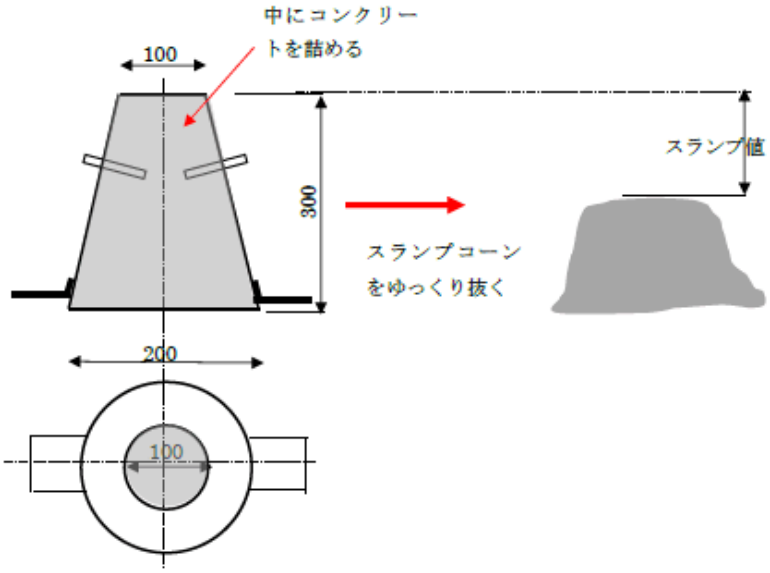
③ スランプ試験

（1）試験方法

・コンクリートのスランプ試験（JIS A 1101:2014）

（2）評価方法

生コンクリートの流動性を示すスランプを測る試験。スランプはコンクリートの施工性を調べる指標になる。スランプコーンに生コンクリートを 3 層に分けて入れ、各層突き棒でならした後，25 回一様に突く。コンクリートの上面をスランプコーンの上端に合わせてならした後、垂直上にスランプコーンを抜き取り、コンクリート頂部の高さが何 cm 下がったかを測定する。



試験概要

④ レディミクストコンクリート

（1）試験方法

・レディミクストコンクリート（JIS A 5308:2019）より検査

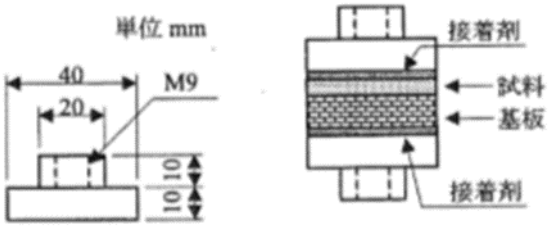
（2）評価方法

強度、スランプ又はスランプフロー、空気量及び塩化物含有量について受け入れ検査を行う。なお、塩化物含有量の試験は工場出荷時に行うことができる。スランプ・空気量・塩化物含有量に関しては繊維補強コンクリートにおいても同様の検査を行う。

⑤ 付着強さ試験

（1）試験方法

・はく落防止の耐久性能試験（NEXCO 試験法 425 様式 425）



付着強さ試験のアタッチメントと供試体

（2）評価方法

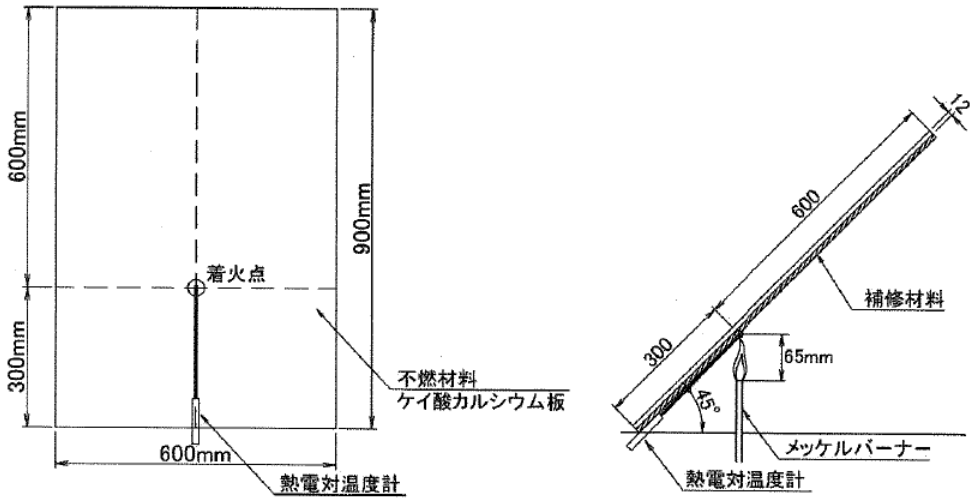
はく落防止材料の耐久性を測る試験。供試体基盤として 70×150×10mm のモルタルを用いる。そこにはく落防止材料を接着し、供試体とする。

付着の強さを測る試験。先述した供試体を 40×40mm に切断し、鋼製のアタッチメントに接着剤を用いて挟むように接着する。直接引張試験を行い、最大荷重を測定し、付着強さを算出する。

⑥ 延焼性確認試験

（1）試験方法

・延焼性確認試験（NEXCO 試験法 738 様式 738）



試験概要

（2）評価方法

トンネル補修材料を着火させた場合の火炎観察により、延焼性及び自己消火性を確認する試験方法である。対象を 600mm×900mm×12mm の不燃材料に貼り付け、バーナーで 10 分間加熱し、炎を取り去ってから、炎が消えるまでの時間をストップウォッチで記録する。

⑦ 近接目視

（1）試験方法

・別紙-3「はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術の要求性能評価方法（案）」の「①曲げ靭性試験」の試験体を用いて、発生したひび割れを近接目視する。

（2）評価方法

供試体に発生したひび割れを近接目視する。近接目視は 3 名の技術者により行い、ひび割れの視認性が通常のコンクリートと比較して同程度以上であるかの是非により評価する。

⑧ 画像撮影

（1）試験方法

・別紙-3「はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術の要求性能評価方法（案）」の「①曲げ靭性試験」の試験体（⑦と同じ試験体）のひび割れを写真撮影する。

（2）評価方法

供試体に発生したひび割れの画像を撮影する。ひび割れ画像の視認性が通常のコンクリートと比較して同程度以上であるかの是非により評価する。評価は、3 名の技術者により行う。

⑨ うき・はく離の確認
（1）試験方法 ・別紙-3「はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術の要求性能評価方法（案）」の「①曲げ靭性試験」の試験体を用いて、うき・はく離の有無を確認する。 （2）評価方法 トンネル点検の実績を有する技術者 3 名により、新技術が施工された状態でのうき・はく離の確認の可否を評価する（うき・はく離の確認方法としては、打音検査等が想定される）。

はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術の要求性能評価方法（案）

<table>
<tr><th>分類</th><th>対象技術</th><th>要求性能評価項目※1</th><th colspan="2">要求性能評価のための試験方法（案）※2, ※3, ※4</th><th>ヒアリング確認事項</th></tr>
<tr><td rowspan="2">はく落の発生抑制</td><td>材料等の添加技術</td><td rowspan="2">はく離したコンクリート塊に対するはく落抵抗性能</td><td>① 曲げ靭性試験（はく落の発生抑制）
新技術によるはく落に対する抵抗性の変化を評価する。</td><td>－</td><td rowspan="2">＊ 既設トンネルへの適用性（注意点含む）
＊ 覆工目地部への適用性
＊ 覆工の施工に伴う低コスト化、作業の効率化、省力化が図られるか
＊ 技術による維持管理の低コスト化、作業の効率化、省力化が図られるか
＊ 新技術が定期点検の間隔を超える十分な耐久性を持っているか（トンネル内の環境における急速な劣化の有無や、効果の持続性、想定される更新の間隔等）
＊ うき・はく離の発見技術の場合は、発見時の管理者への伝達方法（車上点検で確認できる、管理事務所へ無線で伝える等）</td></tr>
<tr><td>材料の塗布、貼付け技術</td><td>－</td><td>② 押し抜き試験（はく落の発生抑制）
新技術によるはく落に対する抵抗性の変化を評価する。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">うき・はく離の発見</td><td rowspan="2">うき・はく離を発見する材料の塗布、貼付け等技術</td><td rowspan="2">うき・はく離の発見性能※5</td><td>③ 曲げ靭性試験（うき・はく離の発見）
新技術がない状態でのひび割れ発生時のひずみと、新技術によるうき・はく離が検知可能なひずみを比較し、うき・はく離の発見性能を評価する</td><td>④ 押し抜き試験（うき・はく離の発見）
新技術がない状態でのひび割れ発生時のひずみと、新技術によるうき・はく離が検知可能なひずみを比較し、うき・はく離の発見性能を評価する</td></tr>
</table>

※1 一技術で、はく落発生抑制、うき・はく離の発見の両方を兼ねる技術は、両方の性能評価試験を実施する。
※2 応募技術に応じて、試験方法を変更または改良することがある。
※3 うき・はく離の発生のメカニズムは不明な部分が多いため、上記の試験法はこのメカニズムを完全に再現するものではない。
※4 該当する試験の結果を既に有する場合は、その結果を提出することで試験を省略することができる。
※5 うき・はく離の発生については、ひび割れの発生の有無により評価する（新設トンネルにおいてうき・はく離が発生する場合は、ひび割れを伴うことが想定されるため）。

はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術の要求性能評価試験方法（案）※1

① 曲げ靭性試験（はく落の発生抑制）

（1）試験方法（JSCE-G　552-2013）

手順 1：新技術により、曲げ靭性試験用の供試体を製作する。

手順 2：載荷板に載荷する。なお、変位制御により載荷は繰り返し漸増載荷とする（図 2）。

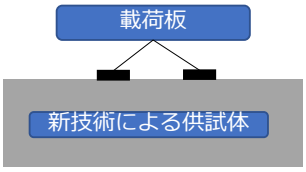


図 1　供試体

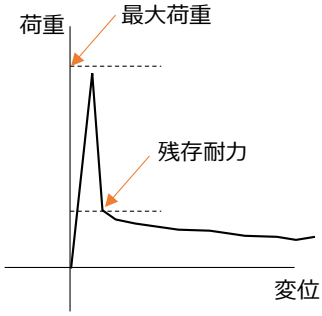


図 2　荷重・変位曲線

（2）評価方法

上記曲げ靭性試験の試験結果より得られる荷重･変位曲線から最大荷重後の残存耐力を求めて（図 2）、新技術のはく落抵抗性の効果を確認する。

※1 各試験法はイメージである。試験法および使用する供試体は、応募技術によって変更または改良することがある。

② 押し抜き試験（はく落の発生抑制）

（1）試験方法（NEXCO 試験法 424 試験）

手順 1：コンクリート板の片面からコア状に削孔し、削孔したコア上部に載荷板を設置する。その後、削孔面の反対面に新技術を施工する。

手順 2：載荷板に載荷する。なお、載荷は変位制御により繰り返し漸増載荷とする（図 2）。

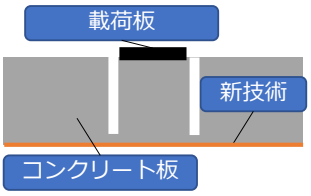


図 1　供試体

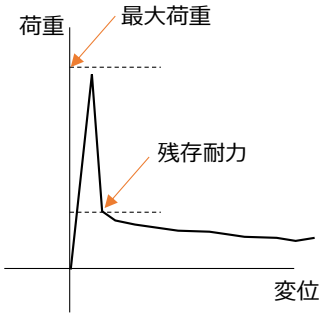


図 2　荷重・変位曲線

（2）評価方法

上記押し抜き試験の試験結果より得られる荷重・変位曲線から最大荷重を求めて（図 2）、新技術のはく落抵抗性の効果を確認する。

なお、図 2 の残存耐力後、再度荷重の増加が見られる技術については、残存耐力後の最大荷重で評価するなどの評価法を検討する。

③ 曲げ靭性試験（うき・はく離の発見）

（1）試験方法（JSCE-G　552-2013）

手順 1：コンクリート板の片面に新技術を施工し、反対面に載荷板を設置する。その後、新技術の表面に塗料を塗布するなどの方法により、点群状の模様をつける（コンクリート板の変形計測に使用※2）（図 1）。

手順 2：載荷板に載荷する。なお、載荷は変位制御により繰り返し漸増載荷とする（図 2）。

試験中は、カメラにより新技術の表面を撮影する。

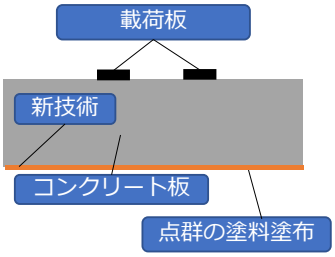


図 1　供試体

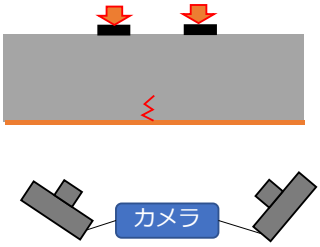


図 2　載荷状況

（2）評価方法

どの程度のひずみでひび割れが発生するかを新技術がない状態で確認し、同程度のひずみにおいて新技術によるうき・はく離の発見が可能であるかを確認する。

※2 デジタル画像相関法（Digital Image Correlation；DIC）による変形計測に用いる。同法は、供試体表面の点群データ等を試験前後に撮影し、変形前後の画像を解析することで、供試体表面のひずみ・変形を可視化する方法である。

④ 押し抜き試験（うき・はく離の発見）

（1）試験方法（NEXCO 試験法 424 試験）

手順 1：コンクリート板の片面からコア状に削孔し、削孔したコア上部に載荷板を設置する。その後、削孔面の反対面に新技術を施工する。新技術の表面には塗料を塗布するなどの方法により、点群状の模様をつける（コンクリート板の変形計測に使用（「④曲げ靭性試験（うき・はく離の発見）」の脚注参照）（図 1）。

手順 2：載荷板に載荷する。なお、載荷は変位制御により繰り返し漸増載荷とする（図 2）。

試験中は、カメラにより新技術の表面を撮影する。

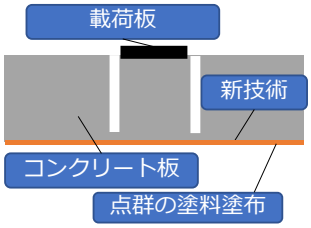


図 1　供試体

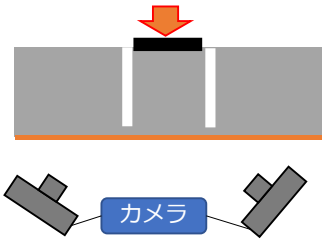


図 2　載荷状況

（2）評価方法

どの程度のひずみでひび割れが発生するかを新技術がない状態で確認し、同程度のひずみにおいて新技術によるうき・はく離の発見が可能であるかを確認する。

様式－１

「はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術」応募申請書

令和　　年　　月　　日

応募者名：

印

所在地：

電話：

（応募者が複数の場合は、以下同様に列記する。）

下記の技術を「はく落発生抑制等に資するトンネル覆工技術」として応募します。

記

ふりがな
１．　技術名称：
　　副題　　：

２．窓口担当者（選定結果通知先等）
　　法人名：
　　所　属：
　　役職・氏名：
　　所在地：〒
　　電　話：　　ＦＡＸ：
　　E-Mail：

３．共同開発者
　　共同開発者名：
　　部署：
　　役職・担当者：
　　所在地：〒
　　電話：　　ＦＡＸ：

（共同開発者が複数の場合は、以下同様に列記する。）

様式－２

技　術　概　要　書

ふりがな 技術名称	
副題	
技術の概要 （200 字以内）	
技術の詳細 （箇条書きまたは参照資料番号・頁を記入） （ポイント箇条書き）	① 応募技術の概要・特徴 ※応募技術の外観や活用の様子が分かる写真や図を添付 ② 応募技術の原理 ③ 応募技術の使用方法 ④ 応募技術を使用する場合の条件（注意）など ⑤ 概略費用(機械経費、労務費、材料費)

⑥特許等取得状況	特許	□有り	□出願中	□出願予定	□無し	取得年　　年
	実用新案					取得年　　年

【添付資料一覧】　様式以外の添付資料の一覧を記入

添付資料－１　*（技術の原理を裏付ける試験結果：必ず添付）*

添付資料－２　*（パンフレット：作成している場合は添付）*

添付資料－３　*（特許等の公開・公告された写し：特許権等の取得状況が該当する場合必ず添付）*
※１　特許等の公開・公告された写しの資料については、公開特許公報のフロントページ（特許番号、発明の名称が記載されているページ）のみとして下さい。
※２　特許の数が多く、１０枚に収まらない場合は、応募した技術の中で重要度の高いものについて添付して下さい。

【留意事項】　*①添付資料については、各 10 枚を上限に収まるように要約して作成して下さい。*
②「添付資料１～２」の中で該当する添付資料が無い場合は、添付資料番号を繰り上げないで下さい。その他の添付資料については「添付資料-４」から添付資料番号をつけて下さい。

※この様式は、本公募における技術の選定・評価の参考として用いるものであり、無断で他の目的に使用することはありません。

施工実績内訳書

施工実績が多数ある場合は、最新の５件程度を記入して下さい

技術名：
応募者名：

発注者 *（国・地方自治体・民間等）*	工事名称	施工箇所 *（○○県○○市等）*	工事年	工事内容 *（施工数量○○㎡等）*	備考

注１）施工実績がない場合は、「施工実績なし」と記入し、提出して下さい。
注２）この様式は、今回の審査の参考として用いるものであり、無断で他の目的に使用することはありません。