

トンネル工事における技術提案・交渉方式の適用効果に関する考察

長崎 裕幸¹・田嶋 崇志²・山谷 光幸³・松田 奈緒子⁴

^{1・2・4}正会員 ³非会員 国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地）

¹ E-mail: nagasaki-h924a@mlit.go.jp ² E-mail: tajima-t2nk@mlit.go.jp

³ E-mail: yamaya-m8310@mlit.go.jp ⁴ E-mail: matsuda-n92ta@mlit.go.jp

国土交通省直轄工事においては、設計・施工分離発注が一般的であり、設計実施後にその成果に基づいた積算予定価格により工事が調達される。しかしながら都市部の狭隘な空間での工事や災害復旧のように早期施工完了が求められる工事等、厳しい条件下で高度な技術が必要とされる工事においては従来方式の調達が困難な場合がある。これに対し、技術提案・交渉方式を適用することで、設計段階から施工者の知見を取り入れることが可能となり、リスク対処効果や生産性向上効果が期待できる。

本稿は、技術提案・交渉方式を適用したトンネル工事について、技術提案・交渉方式が有効となる適用条件の検討を目的とし、施工者の知見により対応したリスク対処や生産性向上の効果について調査・分析した結果を報告する。

Key Words: Technical Proposal and Negotiation Method, Early Contractor Involvement (ECI), Tunnel construction, Risk Management

1. はじめに

平成26年6月の「公共工事の品質確保の促進に関する法律（品確法）」の改正により、仕様の確定が困難な工事において、調査・設計段階から施工者が関与する工事中に発現する様々なリスクへの事前対処が可能となる技術提案・交渉方式が新たに規定された。令和7年9月末現在、国土交通省直轄の47工事（港湾・航空関係を除く）に適用があり、トンネル工事には10件適用されている。

日本は、4つのプレートの境界部に位置しており、世界でも有数の複雑な地質条件を有している。一方、トンネルは地下深部に構築される細長い線状構造物であり、事前調査においてトンネル全長にわたりボーリング調査を密に実施することは非効率であり現実的ではない。そこで、目視による地表地質踏査や直接地山を確認しない物理探査といった手法も併用して地質性状を把握しているが、ボーリング調査程の精度には及ばない。そのため、トンネル工事は他の土木構造物と比較して、地質・土質条件に関係するリスク発現が多いとされている¹⁾。実際に、平成28年度から令和4年度以降に施工が完了した総合評価落札方式で発注された国

土交通省直轄工事でリスク発現状況を整理したところ、トンネル工事は対象全工事と比べて「地質・土質条件」と「河川水、湧水・地下水」のリスク発現の割合

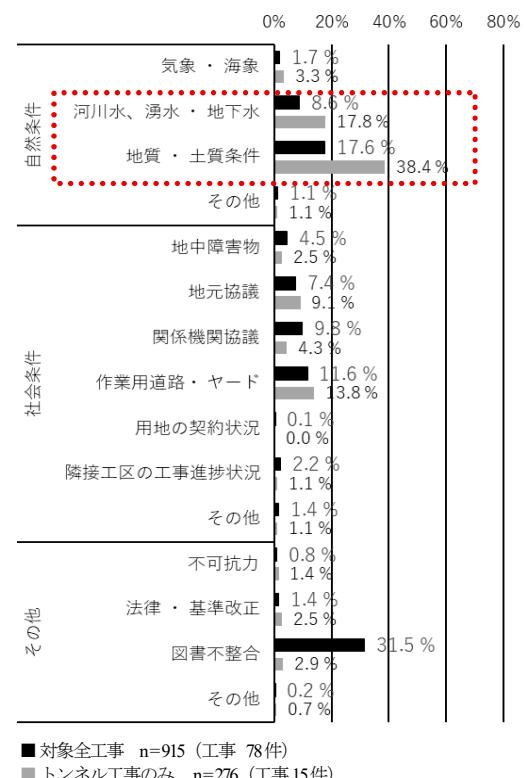


図-1 総合評価落札方式におけるリスク発現状況

が2倍以上高い結果となった（図-1）。また、「地質・土質条件」は事業費に与える影響が大きく（表-1），トンネル工事は他の工種と比較して1件当たりの工事請負金額も大きいため（表-2），リスクが発現した場合の影響も大きくなると考えられる。

表-1 再評価を実施した道路事業における事業費変動率

項目	件数	変動額（億円）	変動率
地質・土質条件	280	40	11%
自然条件（環境保全、災害等）	53	14	3%
設計熟度（施工計画等）	27	25	5%
関係機関・地元協議	139	23	4%
関連計画の変更	62	27	5%
法律・基準等の改正	87	23	3%
単価・税率の変更	26	52	4%

表-2 1件当たりの請負契約額（工種別）⁵⁾

工事種別	工件事数（件）	請負契約額（百万円）	1件当たりの請負契約額（百万円）
橋梁・高架構造物工事	62,995	10,210,458	162
トンネル工事	10,256	4,138,071	403
ダム・えん堤工事	27,125	2,598,703	96
管渠工事	91,036	5,758,232	63
電線路工事	20,581	1,181,291	57
舗装工事	160,128	5,418,250	34
しゅんせつ・埋立工事	17,767	1,212,887	68
土工事	117,239	6,711,475	57
その他の土木工事	473,639	29,699,638	63

技術提案・交渉方式の効果についての既往研究は、深田ら²⁾が、発注者や施工者のアンケート調査等により工期短縮効果をマクロ的に把握しているほか、須賀ら³⁾は、橋梁補修・補強工事におけるリスク対処効果について考察している。また、橋梁新設工事におけるリスク対処効果及び生産性向上効果について、池田らが「橋梁新設工事における技術提案・交渉方式の適用効果に関する考察」（第43回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会）で報告する。

本稿では、技術提案・交渉方式の適用件数が多く、リスクの発現した場合の影響度が高いトンネル工事における技術提案・交渉方式の適用によるリスク対処効果及び生産性向上効果について考察する。

2. 調査対象及び調査方法

技術提案・交渉方式を適用したトンネル工事における効果の把握を目的として調査を行った。なお、技術提案・交渉方式の主な効果の分類を以下の2つとする。

- ・仕様の確定が困難なリスクが高い工事において、工事着手前にリスク要因を抽出し、事前に対処することによる「リスク対処効果」
- ・厳しい条件下で高度な技術が必要とされる工事において、設計段階から工期短縮・コスト縮減・施工効率化を考慮した施工計画の立案による「生産性向上

効果

令和7年9月末時点で工事完了、もしくは工事中の技術提案・交渉方式を適用したトンネル工事6件（表-3）を対象とした。調査対象工事について、工事打合せ簿、工事関係者へのヒアリング等から、施工者が工事着手前の設計段階に行った対処や、施工者の技術提案等による工期短縮・コスト縮減・施工効率化等の効果（以下、「生産性向上効果」）について調査し、整理した。

表-3 調査対象工事

地方整備局	工事名
九州	熊本57号災害復旧二重峠トンネル(阿蘇工区)工事
中部	名塩道路城山トンネル工事
九州	鹿児島3号東西道路シールドトンネル(下り線)新設工事
中部	設楽ダム瀬戸設楽線トンネル工事
北陸	大町ダム等再編土砂輸送用トンネル工事
四国	山鳥坂ダムトンネル工事

3. 技術提案・交渉方式を適用したトンネル工事の効果に関する調査結果

(1) リスク対処効果

a) 技術提案・交渉方式におけるリスク対処状況

技術提案・交渉方式を適用したトンネル工事のリスク対処状況を図-2に示す。「地質・土質条件」、「河川水、湧水・地下水」のリスクに対処した割合が高く、総合評価落札方式を適用したトンネル工事のリスク発

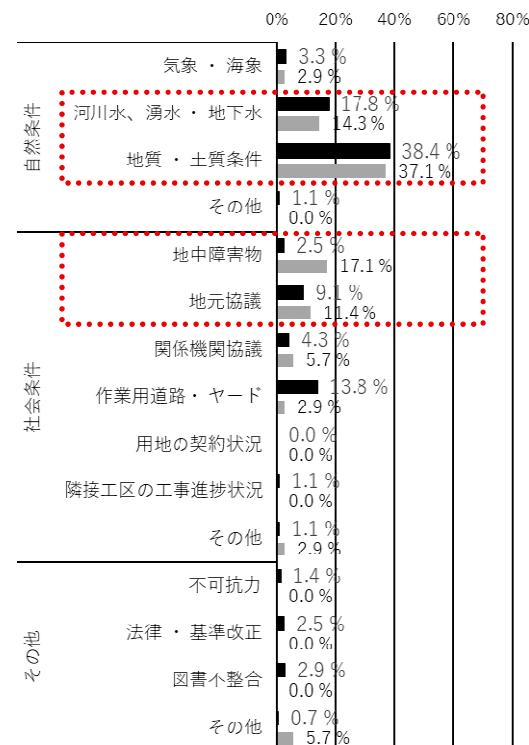


図-2 技術提案・交渉方式を適用したトンネル工事におけるリスク対処状況

現状況と同様の傾向が確認できた。一方で、技術提案・交渉方式では「地中障害物」、「地元協議」のリスク対処割合も比較的高い値を示しており、これは、既設隧道との地中での干渉や都市部での施工等、特殊条件下での施工が多いためであり、設計段階から施工者の持つ知見やノウハウを活用する技術提案・交渉方式の特徴を示していると考えられる。

b) 技術提案・交渉方式におけるリスク対処事例

リスク対処事例の内容を表-4に示す。リスク対処の具体的な内容として、最も対処頻度が高い「地質・土質条件」については、不良地山部に追加の地質調査を実施して地山等級及び支保パターンを見直し実施した事例、偏圧が作用する地形のトンネルに対して補強を実施して地山の安定性を確保した事例があった。また、トンネル掘削中において、前方探査を実施して不測の不良地山部を早期に把握し、不良地山出現前に対策を検討・実施する事例もあった。これは、実際の探査結果をもとに対策の詳細検討を行うため、工事開始前にリスクを完全に対処することはできないが、工事を進めながらリスクに対処する事例となっている。

「河川水、地下水・湧水」については、物理探査により切羽前方の帶水状況を把握し、必要に応じて水抜き工を実施した事例、濁水処理設備の増設が可能となる仮設ヤード計画を実施した事例があった。仮設ヤード計画の事例は、技術提案時点では濁水処理設備の能

表-4 リスク対処事例の内容（一部抜粋）

リスク区分	事例内容
気象・海象	坑外ずり仮置き場を追加し、雨天時等の場外ずり搬出中止時でも掘削を継続して <u>工程遅延を防止</u>
河川水、湧水・地下水	物理探査により切羽前方の帶水状況を把握し、必要に応じて水抜き工を実施して <u>突発湧水を防止</u>
河川水、湧水・地下水	濁水処理設備の増設が可能な仮設ヤード計画を実施し、 <u>掘削中の湧水量の増大に対応</u>
地質・土質条件	不良地山部に対して追加地質調査を実施して地山等級の見直しを行い、 <u>地山の不安定化を防止</u>
地質・土質条件	偏圧が作用する区間に一次インバートを追加し、 <u>トンネルの不安定化を防止</u>
地質・土質条件	各種前方探査や地質評価システムの採用により、不測の不良地質区間を早期に把握し、 <u>工程遅延を防止</u>
地中障害物	旧隧道閉塞工において、ロックボルトを追加打設し、閉塞材と旧隧道覆工、周辺地山を一体化することで、 <u>地山の不安定化を防止</u>
地元協議	坑口での騒音影響を考慮した仮設備計画を実施し、防音壁と防音扉を追加設置することで、 <u>周辺住民への騒音・振動の影響を低減</u>
地元協議	資材仮置き場の借地、土砂ピットの変更により、都市部に設置する防音ハウスのサイズを縮小し、 <u>周辺住民への圧迫感や日照不良を抑制</u>
作業用道路・ヤード	急勾配による運搬制限を解消するため、工事用道路を追加設置して <u>工程遅延を防止</u>

力増強が提案されているが、工事契約前の段階では仮設ヤード計画となっている。これは、事前にトンネル湧水量を完全に予想することが困難であるため、濁水処理設備の最適な仕様を決定することはできないが、湧水量が増大した場合に円滑に濁水処理設備を増設できるようにするといったリスク対処がなされている。

このように、技術提案・交渉方式を適用したトンネル工事では、他の工種と比べ「地質・土質条件」、「河川水、湧水・地下水」について特に入念にリスクに対処しており、また、工事開始前に完全に対処ができない場合でも、工事を進めながらリスクに対処するといった工夫がみられる。しかしながら、湧水によるロックボルトの定着不良等、実際に発現するか不明確なリスクについては、リスク発現後でなければ対処が困難な場合もあることに留意が必要と考えられる。

(2) 生産性向上効果

生産性向上の効果区分を図-3に示す。生産性向上事例について、それぞれを「工期短縮」「コスト縮減」「施工効率化」「関係機関協議効率化」「品質向上」の5区分に分類した。結果は、「工期短縮」に関する効果が最も多く、「コスト縮減」、「施工効率化」と続く。これは、震災復旧等の工事において早期の工事完了に対応した結果であると考えられる。

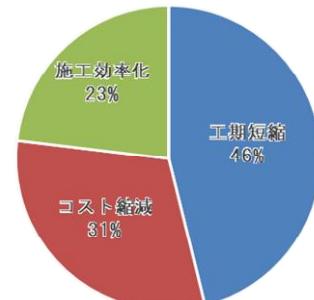


図-3 生産性向上効果における効果区分の割合

生産性向上に関する対処事例と効果を表-5に示す。生産性向上効果として最も事例が多い「工期短縮」については、本坑へのアクセス方法の工夫により、切羽稼働数の増加や工程組み換えを図り、クリティカルパスを短縮した事例があった。また、高規格支保部材の採用による施工数量の削減による工期短縮した事例もあった。

「コスト縮減」については、当初設計では、施工性を考慮して要求される性能より過大な大きさのトンネル断面で計画していたところを、施工者の知見を反映してトンネル断面を大幅に縮小した事例や、三次元FEM解析を用いて覆工コンクリート厚を小さくした事例があった。

「施工効率化」については、トンネル掘削ずりの盛土への転用や坑口部のもたれ擁壁の構造を施工性の良い工法に変更する等の事例があった。

このように、設計者や発注者のみでは解決が困難な課題であっても、施工者の知見やノウハウを活用することにより、設計段階で本体構造物や仮設物の変更による課題への対処が可能であり、工期短縮やコスト縮減といった生産性向上効果が得られることが確認できた。

表-5 生産性向上効果の対処事例と効果（一部抜粋）

事例内容	効果
避難坑から本坑へのアクセス路を追加することで、本坑の切羽稼働数を増加	工期短縮
当初計画していた仮橋、補強土壁の築造による本線トンネルへのアクセス路を作業用斜坑に変更し、工程を組み替えてクリティカルパスを短縮	工期短縮
本坑及び避難坑の一部に高規格支保部材を用いた支保パターンを採用	工期短縮
覆工厚は当初500mmであったが、三次元FEM解析を用いて、400mmに変更	コスト縮減
施工性を考慮したうえで、要求性能を満足する大きさにトンネル断面を縮小して施工数量を削減	コスト縮減 工期短縮
トンネル掘削ずりを補強土壁盛土材に転用し、搬入、搬出車両を削減	施工効率化
坑口部のもたれ擁壁を布製型枠に変更して施工性を向上	施工効率化

4. おわりに

技術提案・交渉方式を適用したトンネル工事では、施工者が設計段階から参画するフロントローディングの実践により、「工事着手前」に実際の工事で多く発現している「地質・土質条件」、「河川水、湧水・地下水」のリスクに重点的に対処していること、施工者の知見やノウハウを活用して「工期短縮」や「コスト縮減」等の生産性向上に資する取り組みがされていることを確認した。

技術提案・交渉方式は、特に「地質・土質条件」、「河川水、湧水・地下水」に区分されるリスク対処に

有効なこと、生産性向上効果として「工期短縮」に有効であることから、技術提案・交渉方式の適用が特に有効と考えられるトンネル工事の条件を以下にまとめる。

- 特殊な地質や地形を有する工事（地山等級Eや偏圧地形等を有し、追加調査等により事前または施工中のリスク対処が可能な場合）
- 特殊な施工条件下等の難易度が高い工事（地下支障物との干渉や都市部での施工等、施工者の関与によりリスク対処が可能な場合）
- 震災復旧等の早期の工事完了が求められる工事

トンネル工事は、都市部での施工や近接施工等の特殊条件下施工、大断面・長大化等、厳しい条件下での工事が増加しており、工事中に発現するリスクが多様化する可能性がある。また、震災復旧等では可能な限り早期の工事完了を求められることが多い。このようなトンネル工事において、工事着手前にリスクに対処し、施工者の知見を活用して工期短縮を図れる技術提案・交渉方式の適用拡大のニーズは、より一層高まると考えられる。

現時点ではトンネル工事における技術提案・交渉方式の適用件数はまだ少ないため、今後も引き続き調査を継続し、効果的なリスク対処や有効な適用条件等の検証を進めていく予定である。

REFERENCES

- 1) 長谷川信介：応用地質株式会社 技術年報 No.29 2009
- 2) 深田他：技術提案・交渉方式における適用効果の分析、第42回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集
- 3) 須賀他：技術提案・交渉方式を適用した橋梁補修・補強工事におけるリスク対処の効果に関する考察、第42回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集
- 4) 国土交通省：令和6年度 第2回 公共事業評価手法研究委員会資料 資料1P29
- 5) 国土交通省：建設工事受注動態統計調査 令和2年度～6年度

(Received October 24, 2025)

(Accepted November 13, 2025)

CONSIDERATION ON THE APPLICATION EFFECTS OF TECHNICAL PROPOSALS AND NEGOTIATION METHODS IN TUNNEL CONSTRUCTION

Hiroyuki NAGASAKI, Takashi TAJIMA, Mitsuyuki YAMAYA, and Naoko MATSUDA

In this study, we investigated the current state of risk management and productivity improvement in tunnel construction, analyzed how contractors apply technical proposals and negotiation methods, and analyzed their effectiveness. Furthermore, we examined the application conditions for expanding the application of these methods.