

技術提案交渉方式 名塩道路城山トンネル工事 の取り組みについて

中野 陽平

近畿地方整備局 兵庫国道事務所 工務第一課 (〒650-0042兵庫県神戸市中央区波止場町3番11号)

一般国道176号名塩道路事業の4車線化事業のうち城山トンネル区間は、現道に隣接する急傾斜地内にある旧JR隧道や関西電力鉄塔、JR福知山線に配慮し、トンネル工事及び切土法面工を行う計画事業である。特殊な条件下での工事の仕様を確定させるため、「技術提案交渉方式(技術協力・施工タイプ ECI方式)」を活用し、発注者・設計者・優先交渉権者(施工者)が技術的な課題を解決し、工事契約に向け取り組んだ内容と成果を報告する。

キーワード 技術提案交渉方式, 優先交渉権者, トンネル工事, 専門部会

1. はじめに

一般国道176号名塩道路事業は、交通混雑の緩和、交通安全の確保等を目的に現道拡幅を主体とした4車線化の事業である。

城山トンネル区間は、現道の北側に武庫川、南側には狭隘な急傾斜地を挟んでJR福知山線、また急傾斜地の頂上部に関西電力鉄塔を有するため、急傾斜地を切り開いての4車線拡幅が困難なことから、上り(三田行き)車線は地山改変が最小となるようトンネル構造を計画している(図-1, 図-2)。

また、現道部は急傾斜地斜面を有し、多数の亀裂や転石を有することから、異常気象時通行規制区間に指定されており、下り(宝塚行き)車線の整備にあたっては、本トンネル構築後に上り交通を切り替えた後、トンネルの影響範囲内において法面对策を含む長大法面の切土工事で現道拡幅改良を行う計画である。

切土工事区間の大部分がトンネル構造の影響範囲内であるため、切土工事にあたっては、地山状態の安定、トンネル支保工及びトンネル覆工の施工時の状況、内空断面の変位状況などのトンネル施工時の情報を十分把握しておく必要がある。また、切土施工時にトンネル覆工コンクリート等に変状が発生した場合には、把握していたトンネル施工時の情報を十分に考慮した上でその原因を分析し対応する必要がある。このような状況下において、トンネル工事と長大法面の切土工事の実施にあたっては、切土時の変状影響を最小限とした経済的なトンネル本体設計ならびにトンネルへの影響が最小限となるような切土施工が求められることから、トンネル工事と切土工事

は一体的な工事として実施する必要がある。加えて、トンネル及び切土施工時には、急傾斜地内に存在する旧JR隧道との干渉及び交通量23,000台/日の現道交通、JR福知山線ならびに関西電力鉄塔に対し影響を最小限とする確実に経済的な施工方法を決定することが容易ではなく、一般国道176号名塩道路事業の中で技術的難易度が高い業務と考えられた。

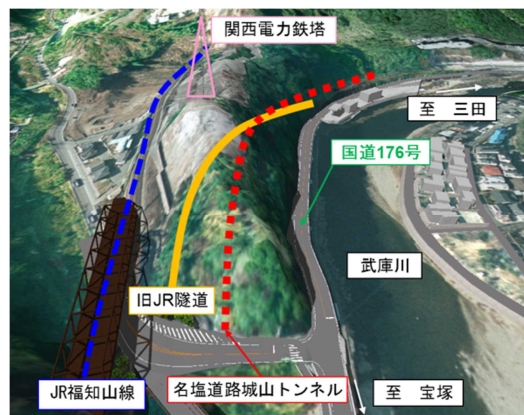


図-1 平面図

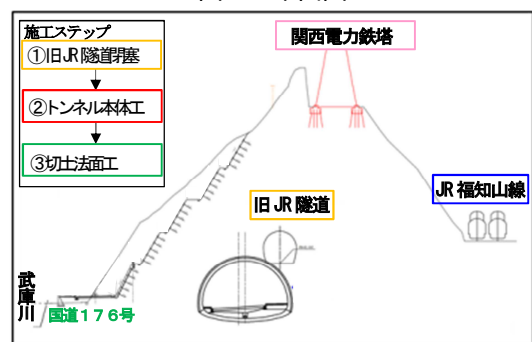


図-2 計画断面図

2. 名塩道路城山トンネル工事に係る契約者の選定経緯

(1)契約タイプの選定方法

トンネル及び切土法面の施工においては、トンネルに近接した旧 JR 隧道の影響(隧道の閉塞及び背面の空洞充填、ゆるみ抑制)、トンネルに近接した JR 福知山線の軌道への影響、トンネル上部の関西電力鉄塔への影響、トンネル供用後に施工する切土法面工事によるトンネル本体構造への偏土圧の影響等が懸念された。

このように、特殊な状況下においてトンネル及び切土法面工事を発注する際の「仕様の前提となる条件の確定」を確実にする為には、施工者の優れた技術、経験を取り入れなければ、経済的かつ安全で円滑な施工が難しいと判断し、工事の発注方式として技術提案交渉方式を適用した。

なお、技術提案交渉方式の契約タイプの選定に際しては、課題事項等に対する仕様が確定していないことから、施工者の技術、経験に基づく目的物の品質・性能が発注者にとって過剰な品質で高価格となる恐れがある。このため、別契約の設計者(コンサルタント)の技術等を活用的確な判断ができる体制を確保したうえで、参加者から提出される技術提案書に基づいて選定された優先交渉権者と技術協力業務を締結し、設計者が行う設計業務に提案内容を反映させ、仕様の前提条件を確定した後に価格等の交渉を行い施工の契約を締結する「技術協力・施工タイプ (ECI 方式)」を適用することが妥当と判断した。

(2)後工事の随意契約

トンネル工事と切土法面工事は、前述のとおり一体的な工事であるべきだが、合算工期が国債支出年限(最長5年)を超過することから切土工事を後工事として随意契約にて実施することとした。

(3)参考額の揭示

技術提案交渉方式では、技術協力業務の参加者により提案された目的物の品質・性能や価格等に大きなバラツキがある場合、発注者がその内容の適切な評価が困難であると想定される。そのため、目的物の品質・性能のレベルの目安として、参考額を設定した。

具体的には、工事の仕様の確定に必要な技術協力業務の規模は600万円程度(税込み)、工事の規模は後工事を除き19億円程度(税込み)を想定していることを公示文に提示した。

(4)優先交渉権者選定から契約への流れ

公共工事の品質確保の促進に関する法律(以下、「品確法」という)第18条第2項に基づき、中立かつ公正な審査を行うため、近畿地方整備局総合評価委員会の定める

ところにより、表-1の通り各技術分野を専門とする学識経験者3名を中心に「名塩道路城山トンネル工事における技術提案交渉方式の専門部会」(以下、「専門部会」という)を設置した。この部会では工事内容、契約手続き方法の適用性、技術提案内容、技術審査及び技術評価の結果並びに技術評価点順位の妥当性、優先交渉権者との価格交渉内容及び結果の妥当性、価格等交渉成立の判断、公表内容について意見聴取を行った。なお、専門部会は非公開とした。また、優先交渉権者選定から契約締結までの流れは図-3の通りである。

3. 技術提案を踏まえた優先交渉権者の選定

(1)技術提案のテーマ設定

競争参加者に求める技術提案については、技術提案評価項目(テーマ)及び評価基準と配点等を第1回専門部会で確認し、表-2の通りとした。

表-1 学識経験者一覧

氏名(五十音順)	所属・役職	専攻
飯塚 敦	神戸大学 都市安全研究センター 教授 (近畿地方整備局 総合評価委員)	地盤工学
大西 有三	京都大学 名誉教授 (近畿地方整備局 総合評価委員長)	地盤工学
真下 英人	(一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 所長	地盤工学 (トンネル)

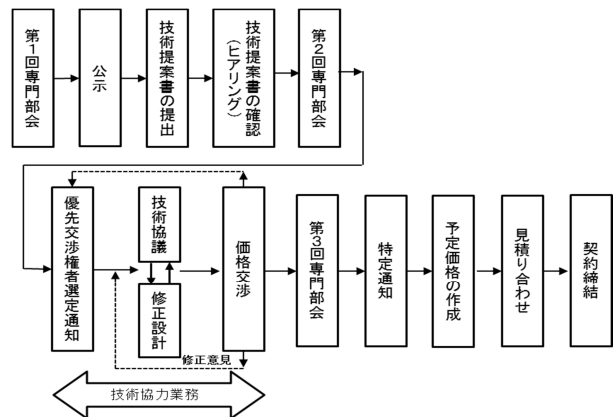


図-3 契約者決定の流れ

表-2 技術提案評価項目(テーマ)

評価項目		評価基準	配点
技術提案	技術協力業務に 関する提案	①技術協力業務の実施に関する提案	理解度 10点 ※5段階評価とする
			実施手順 及び 実施体制 10点 ※5段階評価とする
	主たる事業課題 に関する提案	②トンネル及び切土法面の施工時において、地山安定に配慮した施工方法の提案能力 ※4提案を上限	的確性 20点 ※5段階評価とする
			実現性 20点 ※5段階評価とする
	不測の事態 対応力 の想	③リスクを想定した現場管理における提案能力 ※2提案を上限	的確性 10点 ※5段階評価とする
			実現性 10点 ※5段階評価とする
合計			80点

技術提案のテーマ②③を「提案能力」としているのは、技術提案交渉方式では通常の総合評価落札方式と異なり仕様の確定が困難であることから、具体的な対応策ではなく、課題の抽出と対応策を論理的に示す能力が重要と考え、評価基準の記載についてもそのような表現にしている。技術提案書は7社から受領し、提出があった7者に対してヒアリングを行い、技術提案内容及び前提条件、適用条件、検証内容等を確認した。

(2)技術審査

技術提案書について、技術審査結果(案)を第2回専門部会に報告し、技術審査結果の妥当性が確認された。その確認を踏まえ、入札・契約手続運営委員会にて技術審査結果及び優先交渉権者、次順位以下の交渉権者を決定し、1位順位者である優先交渉権者と技術協力業務を契約した。

技術提案の評価については、原則として提案ごとに現地条件等を踏まえ、技術提案の工夫による効果についての確性と実現性により評価した。

4. 技術協力業務

技術協力業務の工期は、2018年9月4日から2019年2月28日まで(約6ヶ月)とし、工期内で工事の仕様を確定するための修正設計内容に基づいて価格等交渉のための工事費の積算を行った。

本件工事の規模は公示文に「19億円程度(税込み)を想定」と記載し、競争参加者に技術提案を求めた。しかし、技術提案に履行義務がない為、価格の精査がなされておらず、設計への反映にあたっては、工事規模(予算)を踏まえた技術提案の「スクリーニング」、「コスト削減」が必要と考えた。一方で「将来維持管理への配慮」にも着目し、当初設計並びに当初提案技術のブラッシュアップを実施した。

課題達成には、3者間での情報共有と協働体制の構築が重要となる。このため、優先交渉権者との契約締結後直ちに、発注者・設計者・優先交渉権者で合同現地確認を行い、現地条件と課題を共有した。さらに、技術協力業

務における発注者・設計者・優先交渉権者が果たすべき役割については初回協議時に議論し、表-3のとおり役割分担協議を行い、合意結果を議事録に明記し決定した。また、設計及び施工上の課題に関する協議事項や設計スケジュールを定期的に把握するため、発注者・設計者・優先交渉権者で毎月1回調整会議を開催し、各者の役割における課題等について議論し方針等を確認することとした。

当該事業を完遂するにあたっては、「国道176号」、「JR福知山線」、「関西電力鉄塔」の各施設に対し、トンネル工事及び切土法面工事による変動挙動を設計段階から高い精度で予測するとともに、施工時には、情報化施工により各施設管理機関との事前協議に基づく制約条件を確実に管理していくことが求められた。

この為、業務開始時より、確定要素を随時反映し、CIMモデルの作成を行い、地質状況の反映及び計画構造物と既存近接構造物について干渉の確認を行った(図-4、図-5)。変位予測にあたっては、CIMモデルを用いた3次元FEM解析により、本トンネル計画地山の特徴である低土被り変圧地形下におけるトンネル掘削及び切土の影響の予測を行った。これら追加調査結果を踏まえた解析結果等は、各施設管理者との関係機関協議において活用した。

表-3 設計の役割分担

項目	発注者	優先交渉権者	設計者
優先交渉権者の技術提案	・技術提案の適用可否の判断及び設計者への指示 ・有識者ヒアリング	・工事規模(価格)を踏まえた技術提案のスクリーニング ・評価した技術提案に関する技術情報(機能・性能、適用条件、コスト情報等)の提出	・技術提案のブラッシュアップ検討
設計の実施	・設計条件の提示 ・新技術活用検討(近畿技術事務所) ・将来維持管理への配慮検討	・技術提案部分を含めた設計の確認・照査 ・設計の課題整理及び改善に向けた追加提案 ・施工計画の作成 ・仮設工設計(切土法面の乗込み鉄橋、落石防護) ・コスト削減提案に対する施工の実現可能性の検討(実施を前提)	・技術提案の設計への反映 ・CIMモデル作成(施工時への活用を協議し作成) ・3次元FEM解析(施工時への活用を協議し作成) ・コスト削減提案 ・関係機関協議結果の設計への反映 ・設計計算、設計図作成、数量計算等の実施 ・施工計画と設計の整合性確認
工事費用の管理	・優先交渉権者への見積依頼 ・見積りの検証(見積根拠の妥当性確認、積算基準との比較等) ・全体工事費の確認	・見積り・見積条件・根拠の作成 ・全体工事費の算定	・見積条件と設計の整合性確認 ・見積り、全体工事費の把握
事業工程の検討	・全体事業工程の作成・管理	・発注者要求を踏まえた工事工程の検討(週休2日対応)	・工事契約を見据えた修正設計の工程管理
関係機関協議	・関係機関との調整	・打合せ・協議への参加、必要資料作成	・打合せ・協議への参加、必要資料作成
専門部会	・専門部会資料の作成	-	・専門部会資料の作成補助

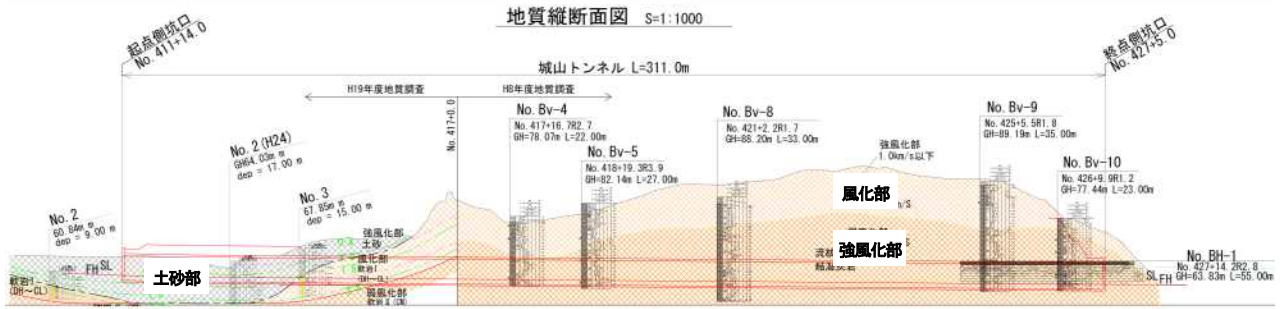


図-4 地質縦断面図

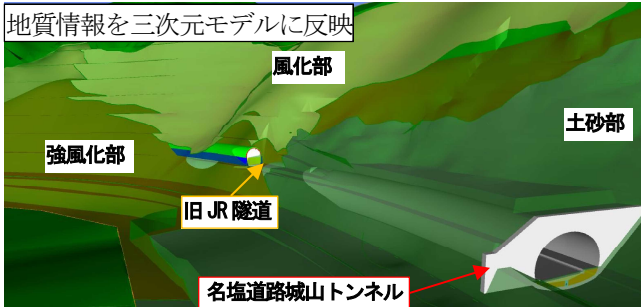


図-5 CIMモデル (地盤情報反映)

なお、トンネル施工時に配慮すべき周辺への環境対策や安全対策に関する住民説明には優先交渉権者が発注者と同行し、技術・経験を踏まえた説明を行うことで、円滑に現場着手に対する承諾を得ることができた。

また、本件の事業課題である旧JR隧道の閉塞方法や切土工事の施工方法、及びリスクを想定した計測管理等の仕様の確定は、発注者・設計者・優先交渉権者による合同現地確認での意見交換時、地質調査結果の意見交換時、CIMモデルを活用した問題抽出時にリスクを洗い出したうえで、優先交渉権者の提案をさらにブラッシュアップし、表-4の通り設計及び価格に反映した。

さらに、CIMモデルの活用及び3次元FEM解析に基づく覆工コンクリートの薄肉化、補助工法範囲の削減等のコスト縮減提案(表-5)については、学識経験者に施工上問題がないことを確認した上で、優先交渉権者が技術・経験を踏まえて実現可能と判断し、設計及び価格に反映した。

表-4 ブラッシュアップ結果一覧表

①旧JR隧道への緩み抑制対策	
当初	修正
<ul style="list-style-type: none"> 充填性を考慮し、バラストを撤去を行う。 煉瓦積みにも隙間が多く、充填性と圧送性が優れているエアミルクを採用 計画トンネル掘削時に分離構造である。アーチ部・側壁部にロックボルトを打設 	
②防災機能向上による法面構造の変更	
当初	修正
<ul style="list-style-type: none"> 切土により法面上部が更に急峻となり将来的に不安定化する恐れがある為、頂部平切りカットを行った。 	
③表面緑化可能な切土法面の風化防止対策	
当初	修正
<ul style="list-style-type: none"> 地元からの緑化要望があった為、試験施工により施工担保が取れば、ジオファイバー工法を採用する。 独立受圧板によるアンカー、鉄筋挿入の逆巻き工法により、小規模での崩壊を抑制 	
④施工時における国道176号への落石対策	
当初	修正
<ul style="list-style-type: none"> 切頂部の平切り時に、JR側への落石が懸念される為、斜面中に防護柵を設置 高所での切土作業が発生する為、大型の防護柵が必要な事から、仮栈橋に鋼矢板専用工具を用いる事で、短期での設置可能である為、仮栈橋に設置 切土時の下り線本線に対する落石対策として、現道沿いにL型ガードを設置 	

表-5 コスト縮減結果一覧表

当初	修正
<p>長尺鋼管先受け工(120°) 注入式7φ76^ホ-リング(L=3m@0.6m,3φ7) 長尺鉄ボルト(l=12.5m@1.5m) 覆工厚50cm 鏡吹付け(t=100) 一次インバート(t=250)</p>	<p>長尺鋼管先受け工(90~120°) 注入式7φ76^ホ-リング(L=3m@0.6m,3φ7) 鏡吹付け(C地山30mm D地山50mm) 一次インバート(t=250+H+200) 覆工厚40cm</p>
<p>① 隧道交差区間におけるAGF打設範囲調整(AGF打設範囲120°→90°)</p> <p>・旧JR隧道は本計画トンネルに斜行する形となっており、AGFを標準範囲(120°)で打設すると、補強が不要な良好な地山への打設が発生してしまう為、打設範囲を優先交渉権者への確認を行った後、打設範囲を120°から隧道交差位置に合わせて90°に変更を行い、コスト縮減を図った。</p>	
<p>② 覆工厚の薄肉化(覆工厚50cm→40cm)</p> <p>・3次元FEM解析を用いた覆工構造計算結果を踏まえ、最小厚の500mmの場合、許容応力度に対し大きな余裕があり、加えて、優先交渉権者に覆工厚40cmの施工実績がある事から覆工厚50cmから40cmへの変更を行いコスト縮減を図った。</p>	



図-6 城山トンネル事業完成イメージ (VRデータ)

これらの設計仕様は、手戻りが生じないよう仕様確定の主要な段階で専門委員へ意見聴取しながら進めた。

設計段階で作成したCIMモデル及び3次元FEM解析モデルは、優先交渉権者による施工段階での活用課題を取り込んだ上で作成し、施工時における計測・解析・対策へのフィードバック、工事中の施工品質の向上、出来高管理へ活用できるように引き継げるものとした。

また、城山トンネル事業の完成イメージは、図-6の通りである。

5. 技術協議及び価格等の交渉

設計の進捗に応じて優先交渉権者と施工方法等の確認を随時行った。技術協議は、施工方法等の確認結果を踏まえて、近畿地方整備局において土木工事工事費積算要領等と、優先交渉権者から提出された工事費算出の根拠となる資料(構造・施工方法の内容、工事費内訳書における施工条件等)を精査し、双方の積算条件を確認した。技術協議を通じて、工事費算出の根拠となる資料の見直しの機会を設けるとともに、協議において、工事費内訳書の内容を変更する場合は、適宜その時点の工事費算出の根拠となる資料の提出を依頼した。

価格等の交渉は、優先交渉権者と最終的な施工方法等の確認を行い、価格等の協議を開始し、歩掛見積り等の妥当性の確認を行った。最後に優先交渉権者から提出された見積書等を用いて構造・施工方法の内容、施工条件等を確認し、双方の積算条件に相違がないことに加え、見積書の総額の妥当性を確認し価格等交渉を完了した。

なお、施工時の条件変更において、施工時に強固な岩盤が発生した等の想定できる条件変更については、発注者・設計者・優先交渉権者で事前に確認を行い、変更が生じることが考えられるものに関して特記仕様書に条件明示をした上で、設計変更の対象とすることとした。

6. まとめ

本件で適用した技術提案交渉方式「技術協力・施工タイプ ECI方式」の適用効果として以下の点が挙げられる。

- ① 優先交渉権者の経験・知識を踏まえた当初設計の調査が可能となった。
- ② 関係機関協議、地元説明等において、設計者及び優先交渉権者が発注者と同行する事により、CIMモデルの活用や具体的な対応策等を示すことが可能となり合意形成が円滑に進んだ。
- ③ 学識経験者へ意見聴取ができる体制の構築が可能となり、高度な技術的課題であっても、学識経験者の意見を踏まえた適切な設計を実施することができた。

また、技術協力業務を進める中で円滑に業務を進めるために優先交渉権者の選定前に、以下の点に留意した。

- ① 価格交渉で大きな相違がないよう、事前に想定される技術提案を考慮した高い精度での積算成果を所持した。
- ② 設計を円滑に実施するにあたっては、技術提案交渉方式を熟知した設計者を確保するため、本件では、プロポーザル方式で適切なテーマを設定し技術者を確保した。
- ③ 技術提案や将来維持管理への配慮に伴う工事費の増額を見据え、当初設計に対するコスト縮減検討を事前に設計者に指示を行ったうえで、技術協力業務に臨んだ。

さらに、技術協力業務締結後において、以下の点に留意した。

- ① 3者での情報共有と協働体制の構築が重要となるため、直ちに合同現地確認を行い、現地条件と課題等を共有した。
- ② 価格等交渉を円滑に進めるため、優先交渉権者が提案した技術提案を自らスクリーニングし、必要性の高い提案のみを採用する方針とした。また、優先交渉権者が当初設計に加えて実施したい対策(提案含む)は、必要性を優先交渉権者が中心となって整理

を行った。

- ③設計進捗会議を月1回開催し、課題及び設計スケジュールの共有を行った。

本件の取り組みを通じて、技術提案交渉方式を活用し設計を実施するにあたっての改善点として、以下の内容を求めたい。

- ①優先交渉権者選定にあたり、評価手法が定まっていないため、効率的かつ円滑に評価するためには、ある程度の評価手法をマニュアル化することが必要である。また、競争参加者から提出のあった技術提案の評価については、説明書により「技術提案書に記載された内容で評価する」としたが、技術提案に

対するヒアリングにより受発注者の認識に相違がある可能性もあることから、ヒアリング結果も一定程度の評価ができれば良いと考える。

- ②設計内容に応じて技術協力業務の適切な工期設定を行う必要がある。
- ③工事の予定価格を積算するにあたり、見積もりが1者対応となるため、工事契約後に見積もりの妥当性を検証する仕組みを構築することが必要である。
- ④施工時に設計変更を伴う事象が発生した場合に、設計変更が妥当であるかの審査に設計コンサルタントが第三者として関与できる体制の構築が望ましい。