海外における山岳トンネルにおける性能規定発注方式について

㈱地崎工業 技術部　　正会員 須藤 敦史

１．はじめに

本論文は適用が難しいとされる山岳トンネルにおける性能設計・性能規定型発注方式の特徴を概観するとともに [1],海外におけるトンネル建設プロジェクトにおいて示された支保部材への要求性能・機能（性能指示書）の事例を紹介するとともに今後の課題を考察したものである.

２.性能設計とは

性能設計とは Performance Based Design が語源であり,導入によって得られる効果は以下である.

①　構造物の性能を一般ユーザーに明示できること
②　ISO に代表される国際標準化への対応
③　新技術の公正な導入とコスト低減

ここで公共構造物の設計基準が性能設計に移行している背景は以下に示す 1995 年に発足した WTO（世界貿易機構）第６条の技術仕様がその基礎となっている.

【第６条技術仕様】
・技術仕様が国際貿易に障害をもたらしてはならない
・技術仕様は性能を基準とする

すなわち,WTO 加盟国（政府）によって調達される土木構造物は基本的に国際規格（ISO）に基づいた設計規格や技術基準等でなければならないことを意味している.

ここで現行の設計法である仕様規定と性能規定の比較を**表-1** に示す.

ここで仕様設計では目標性能を明示できず自由度の低い設計法であるのに対して性能設計では照査方法などの選択が設計者に委ねられている自由度の高い設計法である.加えて性能設計は個々の構造物に対する安全指標を統一的かつ定量的に評価することが可能であるため設計代替案の絶対比較が実施でき,事業の合意形成や評価などが容易に盛り込める設計手法である.

また,性能規定型の発注方式における特徴として,構造物の使用材料や構造形式などを指定する従来の仕様型の発注方式と異なり,当該構造物に必要とされる強度・耐久性など部材などの機能・性能のみを規定するものであり,使用材料や施工方法などについても受注者もしくは施工者からの提案を受け易い設計手法である.

以下に性能規定型の発注方式における特徴を記述する.

【長　所】
a)要求性能を規定できれば,設計や施工にとらわれずに発注できる（発注者）
b)施工管理を軽減できる（発注者）
c)保有技術が発揮できる（施工者）
d)コスト縮減・技術開発のインセンティブとなる（施工者）

【課　題】
a)要求性能の完全な規定には手間が掛かり、加えて難しい構造物もある（発注者）
b)規定性能の検査が難しい（発注者）
c)不具合リスクが大きい（施工者）

しかし,性能設計の山岳トンネルなどの地下構造物への適用は,周辺地山からの外力など支保部材に作用する荷重が不明確であるなどの理由により難しいとされている.

３．性能設計の現状

国土交通省では平成 14 年 10 月「土木・建築にかかる設計の基本」[2]をとりまとめ,わが国の構造物設計にかかわる技術標準における土木・建築の分野を超えた枠組みを策定している.

この枠組みの総則では「構造物全般を対象として構造設計に係わる技術標準の策定・改訂の基本的方向を示すものである.」また「構造物の安全性等の基本的要求性能と構造物の性能に影響を及ぼす要因を明示的に扱うことを基本とし要求性能を満たすことの検証方法として信頼性設計の考え方を基礎とする.」と記述されている.

したがって,今後わが国の構造物設計手法では性能設計・信頼性設計の採用（考え方の導入）は必須である.

一方,トンネルなどの地盤構造物では荷重が不明確であり,また周辺地盤が荷重と支保部材を兼ねるため構造体の性能規定が難しいなどの理由により,荷重が明確でかつ性能規定しやすい舗装など限られた構造物への適用や採用に留まっているのが現状である.

４．トンネル建設における性能規定型発注について

山岳トンネルの性能規定型発注方式における契約・施工に関する資料は少ない.そこで海外のトンネル建設プロジェクトで採用された性能規定型の発注方式の事例より性能規定型発注方式における要点の整理を行う [3),4)など].

表-1　仕様規定と性能規定の特徴

	仕様規定	性能規定
目　　標	概念的	明 確
照査方法	規定的	自己選択
責　　任	公的保証	自己責任
経済性	過大になり易い	最適化が図り易い

キーワード:性能規定型発注方式,山岳トンネル,要求性能,海外事例
連絡先（〒105-8488　東京都港区西新橋 5-11-3　TEL 03-3436-3178　FAX 03-3502-2646　E-mail 1714@chizaki.co.jp）

(1)性能規定型の発注方式の流れ

トンネル建設プロジェクトにおける性能規定型発注方式は,まず発注者から基本調査に基づいた周辺地山に関する地質データなどやトンネルの断面構成に関する基本設計（地山等級ごとの掘削方法・支保工形式あるいは覆工厚など）を提示されるとともにトンネルの要求性能を性能指示書に指定される.

これらを参考にして入札参加者は指定されたトンネル構造物の性能を満足するように技術提案を行い合理的な設計・施工・コストに関する資料を見積金額とともに提示して応札するものが一般的な流れである.

また落札者の決定は,一般的に学識経験者から構成される技術評価チームによる評価と発注者からの提示図面より標準的な価格評価がなされ決定されている.ここで採点基準（たとえば点数配分や算定式）は事前に公表され,採点結果はすべて公開される.

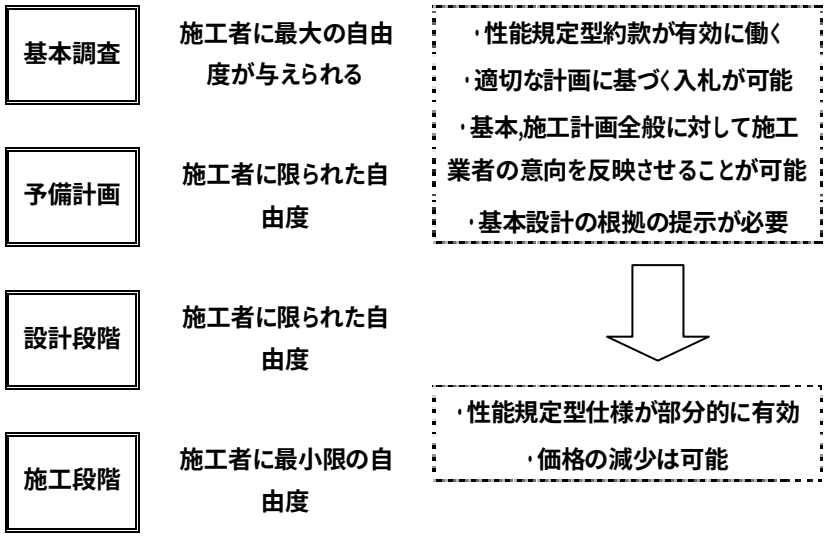

図-1 参加時期と性能規定の効果

(2)基本概念・責任分担と入札契約方式

a)基本的な概念と責任の分担

特に北米における性能規定型発注方式では,初期段階から施工者を参加させることにより生産性の向上とコスト削減を図る“Functional Performance Specification”と呼ばれる契約方式を採用しており,その効果は**図-1** に示すように施工（応札）者のプロジェクトへの参加時期が早いほど多彩に発揮されている.

ここで一般的に性能規定型の発注方式では,発注者のリスクを軽減して請負者にリスクを押し付けるような印象があるが,地質など不確定要因の多いトンネル建設プロジェクトなどでは,発注者は地質・岩盤・湧水情報のすべての提供を保証し（この情報は一般構造物における外力・目標性能のようなもの）,施工者は計画・施工についての責任すべてを負うことで双方公平なリスク分担を行えるスキームを構成することが特に重要である[5].

b)契約形態

性能規定発注方式では契約形態“Lump Sum”（総価契約）が基本とされているが,トンネルのような特殊な構造物については,地質・湧水等の不確定要因および様々なリスクを有しているため,総価とともに地山等級ごとの掘削単価（後精算のための）による併用契約がプロジェクトを円滑に進めるために必要である.

また工事代金の支払はプロジェクトの進捗に併せて行われる（1ヶ月～12ヶ月ごとの出来高払い）のが一般的である.

c)従来方式との相違事項

性能規定型の発注において,その契約を最大限に発揮するためには,以下に示す事項を留意することが必要である.

① 発注者の要求事項が明確であること.
② 予備計画段階などから施工者を参加させる.
③ 計画に必要な精度の高い（地山状況など）データを提供すること.
④ 計画・施工に関するリスクは施工者,地質に関するリスクは発注者が負う.
⑤ 性能指示は機能・性能面（用途・機能・費用・工期）のみを規定した性能指示書（発注者が作成）で行われる.
⑥ 発注者・設計会社・監査会社・施工者が一体となりプロジェクトを遂行すること.

5．ま と め

性能規定型の発注方式は耐久性やLCCを重視した使用者・利用者の立場に視点を置いた設計・施工計画・管理・維持管理が出来うる発注・契約システムとして山岳トンネルや地下構造物を含めた一般土木構造物に広く採用されるものと考える.

【参考文献】

1) 須藤敦史:山岳トンネルにおける性能規定型発注方式の海外事例について,土木学会,構造工学論文集,Vol.52A,pp119-124,2006.
2) 国土交通省:土木・建築にかかる設計の基本,2002,10.
3) 五十嵐隆浩,河村巧:ノルウェートンネル調査概要報告,北海道土木技術会トンネル研究委員会,トンネル技術研究発表会論文集,pp81-92,2005.
4) Neubaustrecke Koln-Rhein/Main Brucken und Tunnel(Die Bahn),DB bau Project Gmbh.
5) 須藤敦史,河村巧,三上隆:ノルウェーに見るトンネル建設プロジェクトにおけるパブリック・プライベート・パートナーシップについて,第60回年次学術講演会,VI-302,2005.