

CONSTRUCTION MANAGEMENT OF ACCELERATOR TUNNEL

Masanobu Miyahara^{1,A)}, Kenichi Wakabayashi^{A)}, Masakazu Yoshioka^{A)}, Shigeru Takeda^{A)}

^{A)} High Energy Accelerator Research Organization

1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki prefecture, 305-0801

Abstract

Recently, a drastic change is expected in Japanese construction market, and true achievement in the reform of public civil-works management system is strongly desired. Particularly in point of the construction of accelerator tunnel required special performance, it may be significant subject to switch from specification-based system to performance-based system. In this paper we propose that to introduce the new construction management system with the integration of designing-work and building-work.

加速器トンネルの建設マネジメント

1. はじめに

一般に、土木は大地と一体的に構造物を建設し新しい環境を造り上げる技術と定義される。また土木構造物は、道路トンネルや鉄道トンネルをはじめ、橋梁や空港、港湾などの運輸交通施設、河川やダムなどの治水施設、電力やガス・用水・通信用の共同溝施設、都市や地下街開発及び各種コンビナート施設、その他極めて多岐の用途に種別される。

近年、我が国の建設界をとり巻く情勢は、ドラステックな変化が期待されるとともに、土木工事の分野においても真の改革が強く求められている。本稿は、前述の一般土木工事とは特異な性能と機能を要求される加速器トンネルの建設工事に焦点をあて、主として施工管理上の特性と課題を抽出しながら、従来の仕様規定型（出来形重視）の体系から性能規定型の体系への転換の必要性を論述する。さらに、設計・施工分離体制から脱却し、設計と施工を一体化した契約システムが必要との認識のもとで、加速器施設にふさわしいマネジメントのあり方を考察し、新たなシステムの導入を提起するものである。

2. 性能規定型マネジメントへの転換

2.1 建築における性能規定

建築の分野では、土木に先駆けて仕様規定に基づく設計体系から性能規定に基づく設計体系への移行がすでに導入されている。また、日本を含む多くの国々で性能規定に基づいた建築法規(performance-based building regulation)が策定されている。日本においては、2000年から施行された建築基準法の改正にあたって、仕様規定型から性能規定型への転換が明確に打ち出された。現在はまだ移行期にあり性能規定化の確立に向けての環境整備が模索されている。

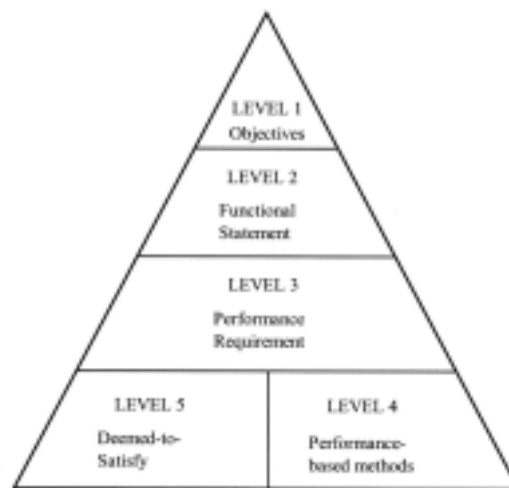


図1： Nordic Five Level Structure

さらに2001年の日本建築学会「学会基準・仕様書のあり方検討委員会」答申の中では、性能規定の導入、規格の国際化、技術の新展開、など時代の動向や社会の要請に対し適切に対応する、との合意事項が報告されている。ここでは、性能規定型の技術基準の構成原理を説明し、建築基準の規定内容を階層的に整理するフレームとして、北欧5カ国で構成するノルディック建築基準委員会によって提案されたNKB5レベルシステム“Nordic Five Level Structure”（図1参照）を示し、そのコンセプトについて概括する。

5段階で構成される階層の第1レベルにある目的(objectives)は、建築法規のめざす基本理念である、人の健康や安全性に関して到達すべきゴール（指標）を示す。第2レベルの機能規定(Functional

¹ E-mail: masanobu@mail.kek.jp

Statements)は、目的が達成されるために建築物がもつべき機能を具体的に記述するものである。第3レベルの要求性能(Performance Requirement)は、建築物の安全性や耐久性などについての機能規定が達成されるべき要求水準を示すもので、定性的な概念に留まらず定量的な記述も含まれる。さらに、最下層(第4、第5レベル)には具体的な要求性能の検証方法やより詳細な技術基準などが含まれる。

加速器施設やその他の土木工事においては、建築と違って要求性能を確保するために法律で規制するわけにいかないが、安全性を確保しつつ高品質で安価な施設を模索するという点は共通の命題である。

2.2 性能照査型施工管理への転換

従来の土木工事における施工管理は、設計図書に示された構造物の仕上がり寸法を重視した出来形管理にその主眼が置かれてきた。このような背景の中にあって、地下鉄やJR新幹線などの鉄道施設のように、運用上の安全性を確保する観点から、施設の安定性や施工精度などの「性能照査」を重視した施工管理基準を制定している分野もある。

加速器施設はこれまで一般土木工事の枠組みの中で進められてきた経緯があるが、トンネル床版に設置される電磁石の据え付け精度が100ミクロン程度と高精度であること、ビーム軌道がトンネルの変位による影響を直接的に受けるため、地盤やトンネルの挙動を定常的に把握する必要があること、等から鉄道施設に類似した保有性能が要求されている。

以上の観点から、加速器トンネルの建設にあたっては、設計仕様として記載された出来形中心の管理から要求性能の照査を主とした施工管理への転換を図る必要があり、加速器施設独自の新たな施工管理基準を策定することを提起したい。(表1参照)

また、橋梁や道路構造の設計指針となっている道路橋示方書は、前回の改訂(2002年)で性能規定化に向けて一部踏み出しているが、次の改訂(2008年予定)では性能規定化への完全移行を目指すこととなっている。

表1：構造物の施工管理基準例 単位mm

管理項目	一般土木	鉄道	加速器
基準高	±30	0～-30	*
く体厚	-30	-10	0以上
内空	-30	0以上	0以上
水準 ¹⁾		5	*
高低・通り ²⁾		7,4	*
平面性 ³⁾		5	*

¹⁾軌道上での管理基準値 ¹⁾水準；左右の高低差

²⁾高低・通り；延長方向の凹凸 *策定を要する管理値

2.3 計測施工管理の導入

性能照査型の施工管理を進めるには、大規模な土木構造物という側面に加え、加速器としての特異な要求性能を満足させるという観点から計画的な計測施工が必要となる。そこで、工事前後及び各工事の施工段階で実施する必要があると思われる計測管理項目を表2に示す。これらの計測データと設計段階

での調査データ及び調査工事データを合せた総合解析を行い、その結果を反映させた詳細設計と施工計画によって、より確実な施工が可能となるものと期待される。

表2：計測管理項目

計測対象	計測項目	計測時期
地盤	地表変位、地中変位	前、中、後
地下水	水位、水質、水流	前、中、後
仮設構造物	土圧、水圧、変形他	中
基礎構造物	変位(鉛直、水平)、傾斜	中、後
トンネル構造物	変位(鉛直、水平)、変形	中、後

計測時期；前、中、後は施工前、施工中、施工後を示す

3. 設計・施工一体化

3.1 設計・施工分離方式のデメリット

従来我が国で行われてきた工事契約方式は、設計・施工分離方式といわれるもので、設計に関しては発注者が自ら行うか委託契約した設計コンサルタント会社が行い、施工については発注者から提示された設計図書に基づいて価格競争を行い施工会社を決定するというシステムである。この方式は、最終目的物の構造や機能がパターン化された一般的な土木構造物であれば、発注者や設計者及び施工者それぞれにとってリスクの少ない合理的な方式と言える。

しかしながら反面、加速器施設のような常に技術革新と独創性を要求される先端施設の建設プロジェクトにおいては、設計者が加速器の要求する性能やニーズに適切に答えるだけの設計技術や判断力を有していない場合には、設計品質が低く施工段階で大きな修正を必要とするケースが多くなる。

また、施工者は設計図書に忠実に従う限りにおいては、施工に特化した費用やリスクを負うだけで良い。つまり、設計・施工の分離体制によって責任区分があいまいとなり、施工企業が有する独自の技術力やノウハウを積極的に活かすににくい閉塞的な制度となっているのである。

3.2 設計施工一体化のメリット

以上のような設計・施工分離方式のデメリットに対して、設計・施工一括方式を採用すれば、施工者が自分たちの有する広範な施工経験と技術力を活かして設計を行うことができる。また、詳細設計の途中でも仮設工事や基礎工事などを早期に着手することができる。さらに、先行した工事によって得られた最新の現場情報を後続工事の詳細設計に反映させることも可能となる。

発注者サイドから見ても、基本計画・基本設計の中で明らかにした加速器トンネルの要求性能や機能を満たした構造物を、より安くより高い品質で手に入れることが期待できる。同時に、設計から施工、完成に至るまでの責任を施工企業体が一手に引き受けることになり責任の一元化が確保される。

3.3 新たなマネジメント組織の必要性

設計・施工の一括方式によるマネジメントシステムが成立し有効に機能するためには、予算制度の改革と共に、発注者及びプロジェクト推進チームの側にも、新たな体制の構築が必要となる。仮に、基本計画や設計から施工、完成に至るまでの総合的なマネジメントを担当するプロジェクトマネジメントグループ（以下PMG）を発足させた場合に、PMGに期待される最初の重要な仕事は、基本設計の骨格となる加速器施設としての要求性能の策定である。具体的には、トンネルの規模や内空断面、放射線遮蔽性能の他、トンネルの沈下や水平変位の抑止性能、床版の平面精度、さらにはく体コンクリートのひび割れ性状や止水性能など、様々な性能設計上の基本パラメータの決定作業である。

また、施工段階での詳細設計に対する監修や施工段階においては、要求性能が最終的に具体化される施工プロセスでの施工品質チェックも重要な役割のひとつである。このような、加速器科学と土木工学という異質の分野にまたがる諸問題に取り組むためには、このPMGの中核となる研究者、技術者が必要となる。まさに土木のわかる加速器科学者と加速器のわかる土木技術者の連携がプロジェクトの成否を左右することになる。さらに、この両分野に精通したマネジメントリーダーの果たす役割が大きいことは明白である。

表3：設計・施工分離の体制

	発注者	設計者	施工者
構想段階	(既往資料収集) 基本構想策定 (地形地質調査)		
設計段階	設計監修	(基本設計) 実施設計	
建設段階	施工監理	(変更設計)	工事施工

表4：設計・施工一括方式の体制

	発注者	設計者	施工者
構想段階	(既往資料収集) 基本構想策定 (地形地質調査)	概念設計	
設計段階	(要求性能策定) 設計監修	基本設計	(施工情報収集) 調査工事 (施工計画案)
建設段階	施工監理 (要求性能調査)	詳細設計監修	詳細設計 工事施工

4 . 最後に

加速器トンネルの建設にあたっては、仕様規定型から性能規定型への転換を図る必要があるとの認識に基づき、施工者の参加による詳細設計の実施を前提とした《設計施工一体化による新たなマネジメントシステムの導入》を提起した。

既述のように、建築の分野でいち早く性能規定型の体系を構築するにあたっては、「性能規定」と併せて「設計の自由度向上」や「民間移行」「国際協調」など複数のテーマが目標として掲げられた。加速器トンネルあるいは土木の分野においても、同様の成果を達成するには、要求性能の決定が何よりも重要であるが、性能規定に基づく設計技術の開発や新たな施工基準の制定、さらには工事契約に関する法令・諸規則の改訂、予算制度の抜本的な改革さらには国際的な規格の統一化等、実に多くの課題が連なっている。

最後に、先端科学をリードする加速器施設の建設プロジェクトにおいて構築された新しいマネジメントシステムが、広範な土木工事の先進モデルとして活用されるためには、国内外の企業による設計技術や施工技術の競争的開発が期待されることを強調したい。さらに、将来の加速器建設プロジェクトに備えて、発注者・加速器側においても、設計コンサルやゼネコンの技術力が結集された成果（物）に対する評価検証、即ち設計結果と施工結果に対する検証方法や評価技術に関する包括的な開発研究の推進を提起したい。

文献

- [1]山本修司 “性能設計体系への移行における課題と展望” 土木学会論文集Vol.2005, No.791 .
- [2]日本建築学会学会規準・仕様書あり方検討委員会 “学会規準・仕様書のあり方検討委員会報告書（答申）” 2001年4月 .
- [3]井合進 “地盤基礎構造物の耐震設計性能” 京都大学防災研究所年報 第46号B .
- [4]日本道路協会編 “道路橋示方書・同解説、 下部構造編” 1980年5月、1990年2月、1996年12月、2002年3月に改訂 .
- [5]日本道路協会編 “道路橋示方書・同解説、 耐震設計編” 2002年3月に改訂 .
- [6]日本鉄道施設協会編 “土木工事標準仕様書、付属書”
- [7]東日本旅客鉄道(株) “近接工事施工標準、他”
- [8]小西真治、鉄道総研報 “技術基準関連活動の概要他”
- [9]Jiro Fukui, and Masahiro Shirato, “Performance-based specification for Japanese highway bridges” Proceeding ICOSSAR 2005, Safety and Reliability of Engineering Systems and Structure.
- [10]岡原美知夫 “道路橋基礎の設計基準化に関する研究と展望” 土木学会論文集No.784/VI-66,1-18,2005.3
- [11]国土交通省関東地方建設局編 “土木工事必携”