

トンネルのデザインとマネジメント（その2）
ートンネルの機能と性能についての考察ー

鉄 建 建 設 正 会 員 ○畑 生 浩 司 日 本 工 営 正 会 員 栗 木 実
鉄 道 総 研 正 会 員 野 城 一 栄 J R 東 日 本 正 会 員 鈴 木 尊
地 域 地 盤 環 境 研 究 所 正 会 員 粥 川 幸 司

1. はじめに

トンネルの設計法を性能規定へ移行することを考えた場合、対象となるトンネルが保有すべき機能と性能を明確化する必要がある。一方で、これまでトンネルの分野では、機能と性能を例えば「要求性能（機能）」のように表記して同義に使用するなど、機能と性能の定義を曖昧なまま運用してきたのが現状である。このような背景から、トンネル工学委員会では、平成16年度からトンネルの施工方法および用途別に機能と性能について検討を行ってきた。本報文は、こうした検討の中からトンネルの機能と性能についての考察の結果について報告するものである。

2. トンネルの機能・性能の考え方の現状

機能と性能の整理に先立ち、既往文献の整理や各事業者の実例等の事例調査を実施した。図1に機能・性能の考え方の現状を示す。現行の示方書、マニュアル類（例えばトンネル技術協会²⁾）においては、機能・性能について言及しているものが多数あるが、機能という用語の定義は、機能をトンネルの果たす役割と捉えてシンプルに記述する事例は少なく、機能と性能を明確に区別しないで使っている事例が多い。また、性能についても、記述はないか、記述はあっても定性的な記述にとどまるものがほとんどである。特に、機能の定義については、図2に示すように、機能を細分化し、かつ、階層化構造にした上で示している場合がほとんどであることがわかった。照査は、末端の性能レベルでなされるため結果的に問題は生じないと考えられるが、このような考え方をする場合は、図2に示すように、位置する階層から上の階層を見るか下の階層を見るかの相対関係で機能と性能とが入れ替わることになり、設計上煩雑になることが予想される。

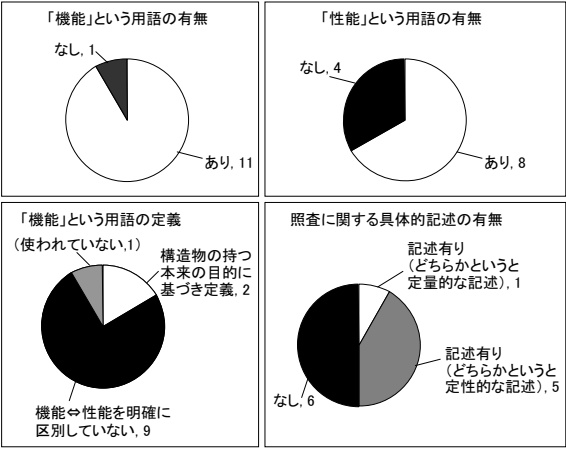


図1 機能・性能の考え方の現状

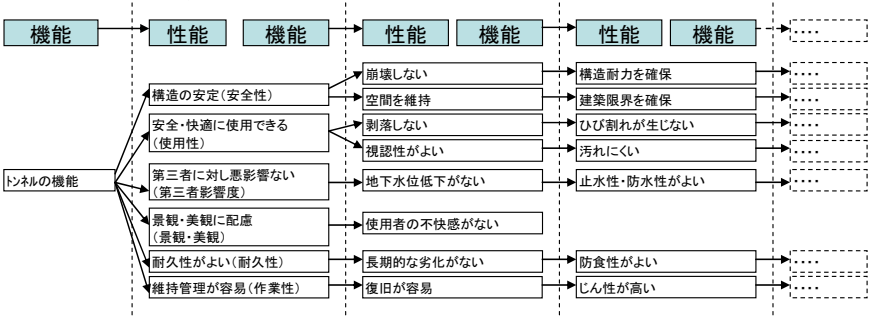


図2 機能を細分化して示す例

3. 機能と性能の定義

本部会では、既往の指針、広辞苑などを基に、使用する用語の定義を行った。「機能」、「性能」、「要求性能」の各用語の定義を表1に示す。ここで、本部会は「ものづくり」から「ものづくり」への転換の流れをふまえ、最終的には性能照査型設計の確立を目指している。このため、機能と性能という用語を極力明確に使い分け、機能はトンネルが存在する本来の目的を示すものとして定義することにした。

表1「機能」、「性能」、「要求性能」の定義

機 能	対象構造物が必要とされる根本的な理由として、果たすべき固有な役割。トンネルの場合、「対象物（人・車両・管路・水…）を不具合がなく通過・設置できる空間を確保できること」などのように表現できる。
性 能	対象構造物が持っている能力
要求性能	対象構造物が機能を果たすうえで要求される性能。一般的には、性能をいくつかのグループに分類し、「安全性能」、「使用性能」、「耐久性能」などが上位の階層として設定される。各要求性能は、具体的な指標で評価・照査できることが望ましく、すべての要求性能が満足されることで構造物の機能が確保されると理解すべきである。

キーワード：トンネル、維持管理、マネジメント、機能、要求性能

連絡先：〒101-8366 東京都千代田区三崎町 2-5-3 鉄建建設 エンジニアリング本部 Tel.03-3221-2298

一方で、性能については、その性能が満足されることで機能が確保されるという性能照査型設計の導入を視野に入れ、定量的な評価・照査ができるような定義とした。表2に機能の定義例を示す。

表2 機能の定義例

用 途	各 ト ン ネ ル の 機 能
道 路	車両を所定の速度で安全・円滑・快適に走行させることができ、所定の供用期間中にそれを維持・管理できる。
鉄 道	列車を所定の速度で安全・円滑・快適に運行させることができ、所定の供用期間中にそれを維持・管理できる。
電 力	所定のケーブル条数を収納し送電ができ、所定の供用期間中にそれを維持・管理できる。
通 信	所定の電気通信用ケーブルを敷設・撤去でき、所定の供用期間中にそれを維持・管理できる。
ガ ス	所定のガス導管を設置でき、所定の供用期間中にそれを維持・管理できる。
下 水	所定の雨水・汚水を通水、貯留させることができ、所定の供用期間中にそれを維持・管理できる。

4. 性能（要求性能）の整理の概要

今後の性能照査型設計の確立のため、性能（要求性能）を分類整理していくことにした。ここで、性能については、特に使用性能について幅広く集めるものとし、図3に示すように項目を大項目、中項目、小項目に階層化して整理することにした。ここで、最も上位の階層となる大項目については、以下に示す7項目（①利用者の安全性能、②利用者の使用性能、③構造安定性能、④耐久性能、⑤管理者の使用性能、⑥維持管理性能、⑦周辺への影響度）を挙げることにした。

これら大項目について、性能と対象者により表現したものが表3である。なお、対象者は表4に示すように、トンネルと利害関係のある人（物）や事業主体等を、利用する側に近い方から第一者、第二者、第三者と定義した。第一者（利用者）に対しては、利用者が安全に使用でき、作用荷重に対して安全な構造と快適に使用できる性能が要求される。また、第二者（管理者）に対しては、適切に使用でき、容易に維持管理できる性能が求められる。一方、第三者（周囲の人等）に対しては、周辺環境への影響を最小限に抑えることが求められる。表3の①と③は、安全性能のソフト面（安全に運転できる）とハード面（トンネルが破壊しない）の違いである。⑥は、⑤の管理者使用性能のうち狭義の維持管理を抜き出したものである。④は、①～⑦の性能のうち、時間に関わるものを抜き出したものである。

図3の中項目・小項目の詳細は、(その3)にて述べることにする。

概略 ← → 詳細

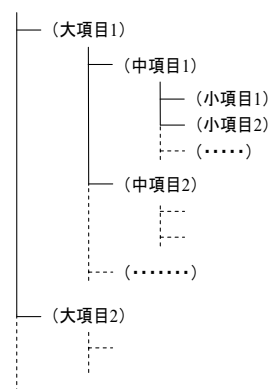


図3 性能の分類方法

表3 性能と対象による大項目の位置づけ

対 象 者		性 能	安 全 性	使 用 性
第一者	利用者（運転者、乗客、ガス管等）		①利用者の安全性能 ③構造安定性能	②利用者の使用性能
第二者	管理者（事業主体、保守管理者等）		(一部⑥維持管理性能)	⑤管理者の使用性能 ⑥維持管理性能
第三者	周辺の人等		⑦周辺への影響度	⑦周辺への影響度

表4 第一者、第二者、第三者の定義

第一者	移動などの目的を達成するためにトンネル（構造物）を利用する人または物。道路トンネルでは車の運転者・同乗者・輸送される荷物、鉄道トンネルでは乗客・貨物、電力・ガス・下水道・地下河川トンネルでは電気・ガス・水そのものまたはケーブル・管路などがこれにあたる。
第二者	トンネルを供用・管理する事業主体、関係機関やそれに従事する人。
第三者	トンネルの施工または供用により影響を受ける周辺の人・建物・交差構造物など。

5. おわりに

本報文は、土木学会トンネル工学委員会「トンネル構造物の設計法の将来像と国際標準の対応に関する検討部会」において検討中である「トンネルの機能と性能（要求性能）の明確化」の一部である。

参考文献

- 1) 木村定雄，建山和由，芥川真一，土門剛，杉本光隆：トンネルのデザインとマネジメント（その1），土木学会第62回年次学術講演会講演概要集，VI，2007.9
- 2) (社)日本トンネル技術協会：シールドトンネルを対象とした性能照査型設計法のガイドライン，2003.6