

大深度地下構造物における性能規定に関する一考察

（株）セントラル技研 正会員 ○池尻 健
 パシフィックコンサルタンツ（株） 正会員 岡嶋正樹
 （財）鉄道総合技術研究所 正会員 岡野法之

1. はじめに

コンクリートの標準示方書が従来の仕様規定から性能規定に移行するとともに、建築、舗装および橋梁工事の契約において、性能規定契約が急速に普及している。性能規定契約は、耐久性・使用性等の品質が確保できるとともに、工期および工費を目標値内に収め易く、コスト削減、設計・施工の自由度向上、新技術開発導入の奨励等、多様化する公共事業への社会的および国際社会の要求を満たす方法として期待されている。

ここでは、大深度地下の公共的使用に関する特別措置法案の公布により今後構築計画が進むと予想される大深度地下構造物を対象に、それらの要求性能を明確にし、性能規定に関して考察する。具体的には、性能規定の階層構造である要求性能を、既設地下構造物における劣化現象、設計・施工の技術・仕様・指針の変遷等を分析することで明確にし、分析結果をもとに大深度地下構造物における性能規定について考察する。

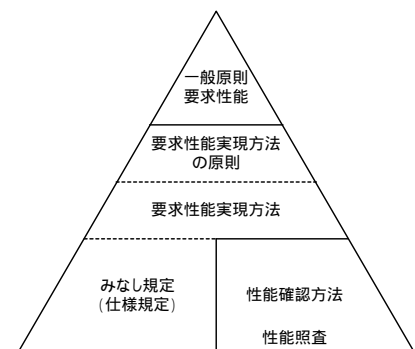
2. 大深度地下構造物における性能規定

性能規定は、図-1 に示すような三角形の階層構造で説明されることが多い¹⁾。同図に示すように、性能規定においては、現実には設計手順および要求性能を満足しているか否かの検証方法が確立していないものも多く、それらに関しては、臨時的な措置として従来からの仕様規定的な設計手順や検証方法に準拠し評価する。一方、地下構造物の大きな特徴として、他の土木構造物と比較すると、設計および施工上の不確定要因を多く持つことが挙げられる。

以上の点を踏まえ、ここでは大深度地下構造物における性能規定について考察するアプローチとして、まず既設地下構造物の劣化現象を整理し、それらが影響を与える要求性能を抽出する。そして、劣化現象の対策（設計・施工へのフィードバック）をもとに、それらの要求性能が性能規定もしくは仕様規定のいずれで対応可能か？考察する。尚、対象とする既設地下構造物は、今後大深度地下構造物を対象に採用されると考えられる施工法である山岳工法、シールド工法、開削工法により構築されたものとする。

今回検討する要求性能¹⁾を表-1 に整理する。ただし、「耐久性性能」は、供用期間中に構造物の上記の要求性能が許容範囲内に維持される性能と考え、今回は対象外とする。

以下に、各地下構造物の劣化現象、それらが影響を与える要求性能および設計・施工へのフィードバック検討項目を整理する。そして、それらをもとに要求性能が性能規定もしくは仕様規定のいずれで対応可能か？評価する。尚、評価基準としては、性能規定については技術変化の激しいものおよび耐久性・使用時の安全性に関するものとし、仕様規定については unknown factor が多く抽象的なものとする。また表中には、性能規定で対応可能なものを○、性能規定および仕様規定の併用が望ましいものを△、仕様規定で対応可能なものを×で示す。

図-1 性能規定の階層構造¹⁾表-1 要求性能¹⁾

要求性能	具体的な内容
安全性能	耐荷性（含耐震性能） その他の安全性（構造物の転倒や滑動）
使用性能	使用性（変形・振動・防水性等） 機能性（供用における満足度）
第三者影響度に関する性能	構造物の一部が落下することによって構造物の下の人やものに危害を加える可能性
美観・景観	ひび割れ、錆汁等による汚れ防止

キーワード：性能規定、要求性能、劣化現象、大深度地下構造物

連絡先：東京都八王子市元横山町 1-2-13（株）セントラル技研 TEL：0426-45-8276 FAX：0426-45-8307

(1) 山岳工法

各要求性能には階層性があり、構造物の性能とその構成要素の性能は区別して考える必要がある。しかし、山岳工法における全体の傾向を検討すると、安全性能すなわち耐荷性について性能照査が困難であると考えられる。この理由としては、山岳工法として一般的に採用されている NATM において、支保効果（一次支保工）の評価および地山状況の的確な把握が困難なことが挙げられる。従って、現状では例えば、一次支保工をこれまでの経験と実績から設定された標準パターンの中から岩盤分類にもとづき決定している。また施工においては、情報化施工が実施されている。ただし、覆工背面空隙の解消等は施工時に性能照査可能である。さらに、他の要求性能に関しても、NATM の採用、コンクリート品質の向上等により性能照査が可能である。

(2) シールド工法

シールド工法においては、山岳工法と異なり、設計の際にほとんどの企業体で慣用設計法を採用している。また、必要に応じて梁ばねモデルを用いた比較的詳細な設計法も規定されており、これらに準拠することによりセグメント断面決定等の設計計算が実施可能である。従って各要求性能ともに二次覆工の採用、セグメントの品質・施工性の向上、止水・防食・裏込め技術の開発等により性能照査が可能である。ただし、表-3 より、リング剛性および地山掘削の安定性を評価する際、構造物と地山の相互作用および地山状況を的確に把握する必要がある。

(3) 開削工法

開削工法においては、シールド工法と同様、各企業体において指針および基準が作成されており、それに準拠した設計が実施されている。従って、各要求性能ともにコンクリートの品質の向上、防水技術の開発等により性能照査が可能である。ただし、施工時の土圧、地盤の強度定数、水平方向地盤反力係数等の変化を定量的に評価し、それらを事前設計に反映させる方法を確立することが望まれる。

3. おわりに

ここでは、大深度地下構造物における性能規定について考察した。尚、既設構造物の劣化現象を分析し、大深度地下構造物の耐久性向上のために各種の技術をフィードバックすることにより、山岳、シールドおよび開削工法により構築された構造物ともに、設計耐用年数を 100 年以上とすることが可能と考える。また、今後の課題としては、大深度構造物を構築する際生じる諸問題（例えば、高い地下水圧）を整理し、それらが今回検討した要求性能に与える影響を評価すること等が挙げられる。最後に、本報文は土木学会 地下空間研究委員会 維持再生小委員会の活動の一環としてとりまとめられたものであり、竹林委員長をはじめ貴重な資料のご提供およびご助言を頂きました皆様に深く感謝の意を表します。

【参考文献】

1) コンクリート示方書〔維持管理編〕制定資料，土木学会，2001.

表-2 性能規定の検討（山岳工法）

劣化現象	要求性能	フィードバック検討項目（設計・施工）	性能規定
ひび割れ	安全 使用	覆工形状・支保工、巻厚 偏圧対策、断熱工、コンクリート配合	○
	美観景観	アーチ背面・側壁部の空隙 コールドジョイント	
変形	安全 使用	覆工形状・支保工、巻厚、偏圧対策	○
剥離・剥落	第三者	アーチ背面・側壁部の空隙	○
側壁沈下 路盤隆起 路盤沈下 軌道狂い	安全 使用	インパートの設置	
土砂流入 噴泥	使用 美観景観		
漏水	使用 美観景観	排水工・防水工 アイソレーションシート	○
側水 つらら	使用 美観景観	断熱工	○

表-3 性能規定の検討（シールド工法）

劣化現象	要求性能	フィードバック検討項目（設計・施工）	性能規定
ひび割れ	安全 使用	リング剛性 二次覆工・セグメントの組立て精度	○
	美観景観	周辺地下水の上昇	
変形	安全 使用	リング剛性、地山の安定掘削 セグメントの組立て精度、裏込め注入	○
剥離・剥落	第三者	セグメントの組立て精度・製造方法	○
漏水	使用 美観景観	二次覆工・セグメント継手の止水 継手金具・ボルトの防食	○
		裏込め注入、周辺地下水の上昇	
鉄筋露出・腐食	安全 美観景観	二次覆工 セグメントの製造方法	○
鋼鉄製セグメント腐食	安全	鋼製セグメントの防食	○
継手金具・ボルト腐食	安全	継手金具・ボルトの防食・止水	○

表-4 性能規定の検討（開削工法）

劣化現象	要求性能	フィードバック検討項目（設計・施工）	性能規定
ひび割れ	安全 使用 美観景観	線路方向の躯体剛性の向上 生コン打設方法 コンクリート配合	○
剥離・剥落	第三者	生コン打設方法・コンクリート配合	○
漏水	使用 美観景観	ひび割れ防止 防水工	○
鉄筋の露出 鉄筋の腐食	使用 美観景観	鉄筋のかぶり	○