

土木研究所資料

土木工事発注・施工への性能規定概念導入方法

平成13年5月

独立行政法人土木研究所
技術推進本部先端技術チーム

Copyright © (2001) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、独立法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

土木工事発注・施工への性能規定概念導入方法

技術推進本部	主席研究員	吉田	正
(元)機械研究室	室長	江本	平*
(元)機械研究室	室長	村松	敏光**
(元)機械研究室	主任研究員	持丸	修一***
技術推進本部	研究員	田中	和嗣

要 旨

国際化や多様化する建設事業への社会的要求の高まりに対応するために、土木工事の技術仕様を構造物に本来求められる性能に着目した内容により規定し、これを合理的かつ的確に管理・検査する新しい品質管理体系を確立することが求められている。そのための手法の1つとして、土木分野への性能規定導入が期待されている。本研究は、土木分野における性能規定導入の技術的手法と、性能に着目した合理的かつ的確な品質管理方法を提案することを目的に、土木工事における技術仕様と実施方法への性能規定の概念の導入方法について提案を行うものである。

キーワード：性能規定、技術仕様、品質管理、性能発注、シールド工事

*現 (社)日本建設機械化協会 建設機械化研究所 研究第四部 参事

**現 (財)先端建設技術センター 普及振興部 部長

***現 関東地方整備局 関東技術事務所 機械課 課長

はじめに

近年の国際社会において、技術仕様を性能に着目して定めることにより国際貿易の容易化を図ることが求められている。また、国内建設事業においても、設計基準等を構造物本来の目的達成を重要視したものへ改定することにより、設計・施工の自由度を向上し、民間企業の活力を活かした新技術開発導入のインセンティブを確保することが求められている。さらに、公共事業に対して、国民意識の多様化等により、良質な社会資本を整備・維持する従来の必要性に加え、適切な価格でタイムリーに調達されることが求められている。これらの国際化や多様化する公共工事への社会的要求の高まりに対応するためには、土木工事の技術仕様を構造物に本来求められる性能に着目した内容により規定し、これを合理的かつ的確に管理・検査する品質管理体系を確立する必要がある。そのための方法の1つとして、土木分野への性能規定導入が期待されており、国土交通省（旧 建設省）においても、建築基準法の改定や各種技術基準類の性能規定化を進めるとともに、公共工事の性能発注を試行している。しかし、土木分野における性能規定導入の技術的手法や、性能に着目した技術仕様に基づく品質管理方法は確立していない。

本研究は、これらの課題を解決し、性能に着目した品質管理体系を提案することを目的に、土木分野における性能規定の概念、土木工事への性能規定の導入方法に関する検討を行ったものである。本研究は、土木研究所資料第3732号「土木構造物の構成要素に着目した性能の階層化整理-シールド工事を対象としたケーススタディ-」で報告した検討をさらに推し進めたものであり、その内容を含んでいる。本研究を行うにあたり、シールド工事の品質管理の実態と課題を調査するために、トンネル工事の専門家、実務経験者で構成された委員会によりご意見を賜った。委員会のメンバを以下に示す。

施工情報活用による品質管理・検査の合理化技術の開発委員会（平成 11 年度）

委員長	田中 康之	株式会社 エミック		会長
委 員	時政 宏	財団法人 先端建設技術センター	先端建設技術研究所	研究第一部長
	今石 尚	大成建設 株式会社	東京支店 土木部	課長
	川口 博行	清水建設 株式会社	土木本部 技術開発部	副部長
	田代 昇	株式会社 熊谷組	土木本部 シールド技術部	部長

シールドトンネル工事への性能規定導入に関する検討委員会（平成 12 年度）

委員長	小泉 淳	早稲田大学	理工学部 土木工学科	教授
委 員	石村 利明	国土交通省 土木研究所	道路部 トンネル研究室	主任研究員
	今石 尚	大成建設 株式会社	東京支店 土木部	課長
	川口 博行	清水建設 株式会社	土木本部 技術開発部	副部長
	木戸 義和	株式会社 熊谷組	土木本部 シールド技術部	担当部長
	宮 清	株式会社 大林組	東京本部 土木技術本部 技術第二部	課長
	三井 隆	鹿島建設 株式会社	土木技術本部 工務部	担当部長
	渡辺 徹	西松建設 株式会社	技術研究所 技術研究部	部長

目次

はじめに

1. 研究総論	1
1.1 研究の背景	1
1.2 研究の内容	1
2. 建設事業への要求	4
2.1 国際社会における要求	4
2.1.1 国際協定に基づく要求	4
2.1.2 国際規格との整合性の確保	4
2.1.3 品質管理と国際規格	5
2.2 公共工事への要求	5
2.2.1 アカウンタビリティの確保	7
2.2.2 設計・施工に対する自由度の向上	8
2.2.3 コスト縮減	8
2.2.4 新しい入札・契約方法の導入	9
3. 建設事業への性能規定導入の現状	10
3.1 建築分野における性能規定導入の現状	10
3.1.1 欧米の建築分野における性能規定導入の背景 ¹⁷⁾	10
3.1.2 欧米の建築分野の性能規定化と NKB Level System	10
3.1.3 国内の建築分野における性能規定導入の背景	11
3.1.4 性能規定検討の方向	13
3.1.5 性能規定の課題	13
3.2 性能規定に関するこれまでの議論	14
3.2.1 コンクリート分野における性能規定検討より	14
3.2.2 土木分野全般における性能規定検討より	15
3.2.3 建築分野における性能規定検討より	15
4. 土木工事への性能規定概念導入	17
4.1 土木工事実施方法への性能規定概念導入のプロセス	17
4.1.1 性能発注	17
4.1.2 要求性能を考慮した品質管理	18
4.1.3 土木工事実施方法への段階的性能規定導入の提案	19
4.2 土木分野における性能規定の定義	20
4.2.1 検討の方針	20
4.2.2 性能と品質	20
4.2.3 検査・検証と照査	22
4.3 要求目的の一般的枠組み	23
4.4 土木分野における性能規定化の概念	26

4.4.1	検討の方針：性能と品質の階層性	26
4.4.2	階層化整理の前提	27
4.4.3	土木工事の各階層における品質と性能の関係	28
4.4.4	要求品質の性能規定化	28
4.4.5	性能規定における検査	29
4.5	要求品質の整理方法	30
5.	シールド工事を対象としたケーススタディ	32
5.1	要求性能の検討	32
5.1.1	検討方針	32
5.1.2	シールドトンネルの要求性能	32
5.2	要求性能を考慮した品質管理	36
5.2.1	検討方針	36
5.2.2	要求品質の整理	36
5.2.3	要求性能を考慮した品質管理の合理化	37
5.2.4	提案した品質管理項目の整理方法の長所・短所	37
5.3	性能規定型発注	45
5.3.1	性能規定項目の決定	45
5.3.2	設計条件	45
5.3.3	その他の規定項目	47
5.3.4	性能規定型特記仕様書(案)の例	47
6.	まとめ	54
7.	今後の課題	56
	おわりに	57
	謝辞	58
	参考資料	61

1. 研究総論

1.1 研究の背景

近年の国際社会において、国際規格及び国際適合性評価制度の発展とそれによる国際貿易の容易化が求められている。そのために、WTO（世界貿易機関）により、GATTスタンダードコードを改訂した「貿易の技術障害に関する協定（TBT協定）」が定められ、さらに、政府調達に関しては、「政府調達に関する協定」が定められている。これらの協定において、技術仕様は、「適当な場合にはデザインまたは記述的に示された特性よりも、性能に着目して定め、国際規格が存在する場合には当該規格に基づいて定めること」とされている。また、ISO（国際標準化機構）により、品質管理を目的としたISO9000's等の国際規格が整備されている。

一方、国内建設事業において、設計・施工の自由度を向上し、民間企業の活力を活かした新技術開発導入を促進するために、設計基準等を構造物本来の目的達成を重要視したものへ改訂することが求められている。建設事業の多くを占める公共工事に対しては、国民意識の多様化等により、良質な社会資本を整備、維持する従来の必要性に加え、適切な価格でタイムリーに調達されることが求められている。

このような国際化や多様化する公共工事への社会的要求の高まりに対応するためには、土木構造物に本来求められる性能に着目した内容により技術仕様を規定して、これを合理的かつ的確に管理・検査することが有効である。そのための方法の1つとして、土木分野への性能規定導入が期待されている。性能規定化については、これまでに建築分野において多く検討されており、近年、土木分野においても種々の検討がなされている。国土交通省（旧建設省）においても、土木分野の各種技術基準類の性能規定化を進めるとともに、公共工事の性能発注を試行している。しかし、土木分野における性能規定の検討は、個別課題に対するものとなっており、技術的手法の確立はなされていない。国内外社会の社会的要求の高まりに対応するためには、性能に着目した新しい品質管理体系を確立する必要がある。

1.2 研究の内容

本研究は、土木分野における性能規定導入の技術的手法と、性能に着目した合理的かつ確かな新しい品質管理体方法を提案することを目的に、土木工事における技術仕様と実施方法への性能規定概念の導入方法について提案を行うものである。本報で報告する調査内容と研究内容は以下のとおりである。

1. 建設事業への要求
 - (a) 国際社会における要求の整理
 - (b) 公共工事への要求
2. 建設事業への性能規定導入の現状
 - (a) 建築分野における性能規定導入の背景の調査
 - (b) 性能規定に関するこれまでの議論の調査
3. 土木工事への性能規定概念の導入
 - (a) 土木工事实施方法への性能規定概念導入のプロセス
 - (b) 土木分野における性能規定の定義
 - (c) 要求目的の一般的枠組み
 - (d) 土木分野における性能規定化の概念の研究

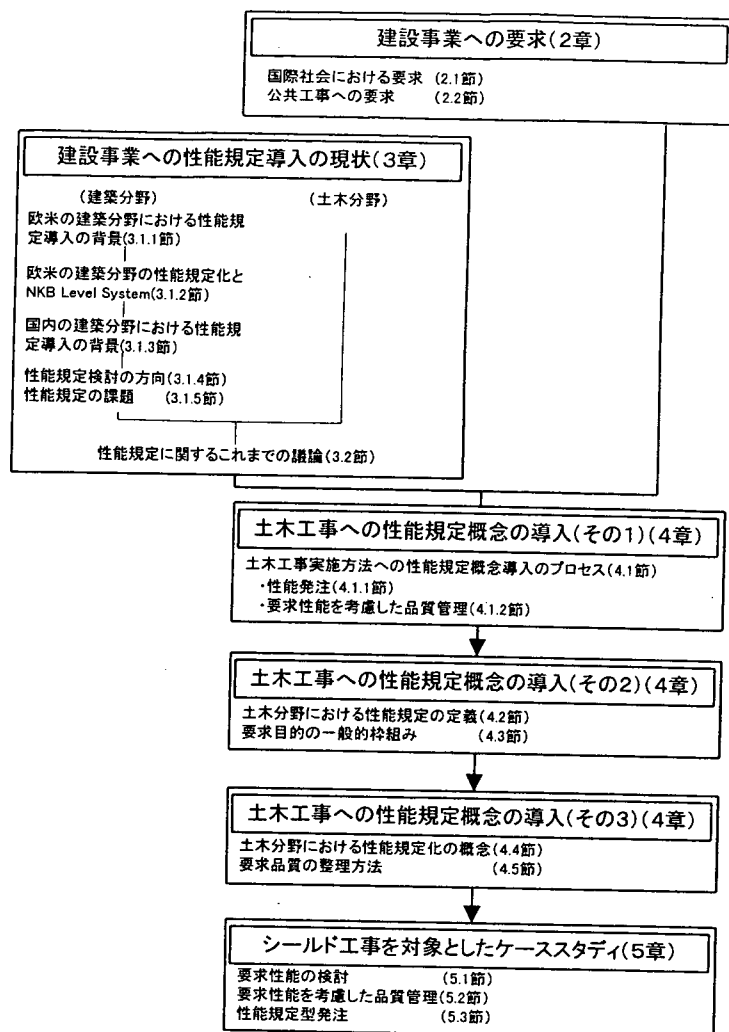


図-1.1 研究内容の関連

- (e) 要求品質の整理方法
- 4. シールド工事を対象としたケーススタディ
 - (a) 要求性能の整理
 - (b) 要求性能を考慮した品質管理の合理化の提案
 - (c) 性能発注のための技術仕様書(案)の提案

これらの関連を図-1.1 に示す。

性能規定は、土木工事全般に対する国内外の社会的要求や公共工事に対する要求に対応するための1つのツールである。しかし、昨今の土木分野における性能規定検討は、技術基準類の性能規定化等が目的化して、性能規定導入の本来の目的が失念されている場合すらある。性能規定の研究を意義あるものとするためには、その目的を明確に把握した上で、それに基づく検討とせねばならない。そこで、性能規定の検討を行うにあたり、第1に国内外社会の要求や公共工事への社会的要求を整理把握することとした。2.1 節には国際社会における要求を整理している。また、本研究が公共工事を対象としていることから、2.2 節には公共工事を取りまく国内社会の要求の現状を整理している。本報の内容は、本研究をはじめるにあたり整理した既報

の内容をもとに、今後の研究資料として、最新の情報について若干の追記を行ったものである。第2に、性能規定に関するこれまでの研究内容を整理した。建築分野においては、国内外で多くの検討がなされている。土木分野における性能規定の種々の検討は、建築分野における検討を参考に行われることが多いが、検討においては、土木分野と建築分野における性能規定導入の目的の相違を把握しつつ行う必要がある。また、建築分野における性能規定の課題を整理して把握することは、土木分野における性能規定検討にとっても意義があると考ええる。そのため、国内外の建築分野における性能規定導入の背景を整理しつつ、性能規定に関する研究の概要を整理した。一方、土木分野においても、コンクリート分野や建設マネジメント分野等において性能規定に関する検討がはじめられている。これらの検討個別分野の課題に対するものであり、その内容も技術基準類の性能規定化に関するものが多いが、これらには技術仕様の性能規定化検討に有用な情報が多い。

以上の現状調査を踏まえて、土木工事における技術仕様と実施方法への性能規定概念の導入方法について検討した。検討は、概念的な提案を行いつつ、シールド工事を対象としたケーススタディにより提案の有効性を評価することとした。第1に、土木工事実施方法への性能規定概念の導入の大きなステップとして、性能発注と要求性能を考慮した品質管理の2つを提案するとともに、これらの段階的適用による土木工事への性能規定概念の円滑な導入を提案した。第2に、より具体的な検討を行う前段階として、本研究における「性能」や「性能規定」、その他の関連用語について定義を行った。性能規定に関する一般事項として、要求目的の一般的枠組みについても提案を行った。第3に、技術仕様の性能規定の技術的手法として、土木構造物の性能と品質の関係モデルを提案した。土木工事における要求性能は、土木構造物やその構成要素に対して示されており、品質管理もそれに基づいて、工事完了時や施工途中の種々の段階において実施されている。性能と品質の関係モデルは、これらのことを考慮して、要求性能の規定対象と品質管理項目を明確にするために、構成要素に着目して階層化整理により記述したものである。最後に、提案した概念の有効性を確認するために、シールド工事を対象としたケーススタディにより、要求性能の階層化整理、要求性能を考慮した品質管理の合理化方法の検討、性能発注のための技術仕様の性能規定化について検討した。

2. 建設事業への要求

2.1 国際社会における要求

2.1.1 国際協定に基づく要求

近年の国際社会において、国際規格および国際適合性評価制度の発展とそれによる生産効率改善と国際貿易の容易化が求められている。1975年2月の東京ラウンドにおいて、GATTスタンダードコード「貿易の技術的障害に関する協定（TBT協定）」が成立し、1995年1月のWTO（政府貿易機関）設立に伴う改訂を経て、WTO協定書の附属書1に包含されている。この協定において、加盟各国における規格の基礎として国際規格を採用することが規定されている。例えば、強制規格に関しては、「加盟国は、強制規格を必要とする場合において、関連する国際規格が存在するとき、（中略）当該国際規格またはその関連部分を強制規格の基礎として用いる」とされており、また、「加盟国は、適当な場合には、デザインまたは記述的に示された特性により性能に着目した製品の要件に基づく強制規格を定める」とされている²⁾。なお、強制規格とは、「製品の特性またはその関連の生産工程もしくは生産方式について規定する文書であって遵守することが義務づけられているもの（適用可能な管理規定を含む）。強制規格は、専門用語、記号、包装または証票もしくはラベル等による表示に関する要件であって、製品または生産工程もしくは生産方法について適用されるものを含むことができ、また、これらの事項のうちいずれかのもののみでも作成することができる。」と定義されているものである。政府調達に対するTBT協定の適用は、一般規定として「政府機関が自らの生産または消費の必要上作成する購入仕様は、この協定の規定の適用を受けないものとする。もっとも、これらは、政府調達に関する協定の対象とされる範囲内で同協定において取り扱われる」とされていることから、その適用範囲の解釈に検討の余地があると考ええる。

政府調達に関しては、1979年4月に物品と対象として作成された「政府調達に関する協定」が1981年1月に発効している。その後、物品からサービス分野までを対象とする改訂がなされ、1996年1月に新協定が発効している。この協定において、技術仕様は「適当な場合にはデザインまたは記述的に示された特性よりも、性能に着目して定め、国際規格が存在する場合には当該規格に基づいて定めること」とされている³⁾。

これらの国際協定の遵守が求められる我が国においては、これらの協定への対応が必要である。公共事業の入札・契約方式に関しては、一般競争入札方式の本格的採用や設計・コンサルティング業務における公募型方式の導入、外国企業の適正な評価等を内容とする「公共事業の入札・契約手続きの改善に関する行動計画（平成6年1月18日）」が新たな政府調達に関する協定を先取りする形で策定されている。他方、政府調達として行われる公共事業および民間部門の調達として行われる土木工事の仕様及び技術基準については、その基礎として、国際規格がある場合には、それを使用することが求められている。いい換えれば、我が国の土木事業に使用される仕様及び技術基準は、国際規格と整合したものとすることが求められている⁴⁾。

2.1.2 国際規格との整合性の確保

現在、ISO（国際標準化機構）により、技術仕様の国際規格としてのISO規格の整備が進められている。国際協定による要求に対応するために、JIS（日本工業規格）や各種団体規格（土木学会等の技術基準）等とISO規格との国際整合性確保が必要となっている。政府の「規制緩和推進計画（平成7年3月31日閣議決定）」に基づき、JISの国際規格整合化のための作業は、平成10年3月に一応終了している。しかし、図-2.1に示すように、現在、約2000のJIS規格が

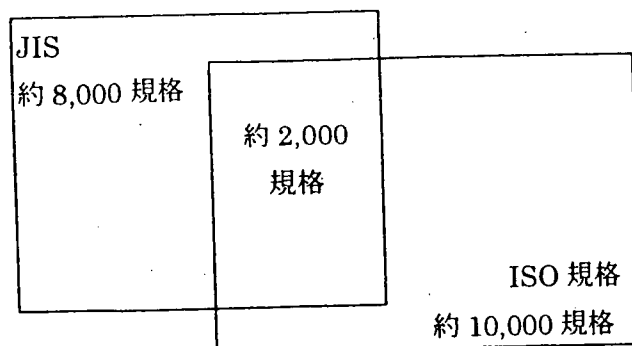


図-2.1 ISO 規格の国内への適用について

ISO 規格と重複しており、JIS 規格または ISO 規格の増加に伴い、この重複件数が増加することが予想されるため、一層両者の整合を図る必要が生じることとなる⁴⁾。

2.1.3 品質管理と国際規格

近年、ISO においては、従来のような技術仕様だけでなく、マネジメントシステムに関連した規格として、品質管理や品質システムに関する ISO9000's 等の国際規格の整備が進められている。これらは、製品やサービスを作り出すプロセスに関する規格であり、供給者が、受容者の要求事項を満足する製品やサービスを継続的に供給するためのシステム（品質管理システム）を備えているか否か、また、その実施状況が適切であるか否かをチェックするためのものである⁵⁾。ISO9000's:1994 は、9000～9004 までの規格とその用語を定義する ISO8402 からなり、それを用いる企業等は、その目的に応じてそれぞれの規格を使い分けている*。

企業等の品質管理システムが ISO9000's の要求事項に照らして妥当であるか否かの認証は、審査登録機関（第三者機関）が行うが、我が国における品質システム審査登録機関は 39 機関（平成 13 年 5 月 10 日現在）ある。また、これらの審査登録機関の認証活動が適切であるか否かを認定する機関として、(財)日本適合性認定協会（JAB）がある。

(財)日本適合性認定協会によれば、建設分野における ISO9000's の認証取得状況は、急激な増加を示し、ISO9001:1994 について 2553 件、ISO9002:1994 について 1875 件となっており、ISO9001:2000 についても既に 47 件の取得がある（平成 12 年 5 月現在）⁶⁾。このような状況のもと、国土交通省（旧 建設省）は、いち早く、平成 8 年度から、ISO9000's を公共工事に適用することの意義、適用に当たっての課題及び対応策等について、「品質・環境・労働安全衛生等に関する国際規格の公共工事への適用に関する調査委員会」により検討するとともに、「平成 12 年度より一定の範囲の工事に対して、ISO9000's を適用することを視野に入れて、公共工事への適用方法を検討する」こととして⁷⁾、ISO9000's 適用パイロット事業を実施している。平成 8 年度から実施されたパイロット事業は、約 50 件にのぼり、平成 12 年度からは、パイロット事業を一步推し進めた「ISO9000's 認証取得を（競争）参加条件とする ISO9000's 適用工事」が一定の範囲の建設工事等に試行されるにいたっている⁸⁾。

2.2 公共工事への要求

社会資本整備は、これからの成熟社会の到来に備え、高齢化、高度情報化、国際化等に対応できる社会を環境や歴史・文化に配慮しつつ形成し、活力ある美しい国土を形成するための基

* 本研究は、ISO9000's:1994 年度版、1997 年度版を用いて行ったものであり、ISO9000's:2000 年度版およびそれを取り込んだ JIS Q 9000,9001,9004 については未検討である

盤として重要となっている。しかし、戦後本格化した社会資本整備は、急増するニーズに最低限応えるレベルにとどまらざるをえないものであった。社会的にも経済的にも大きな転換期を迎えた現在、豊かさを実感できる質の高い社会資本整備を国民のコンセンサスの下に進められるべきである。この社会資本整備（公共工事）は、国民の利益のために進められるべきものであり、公共工事の顧客（カスタマー）は、国民であり、かつ公共工事の真の供給者も国民であるという認識に立ち、率先してコスト意識に根ざしつつ、効率的に実施することが求められている。そのため、建設省・農林水産省・運輸省は共同で、「発注者・設計者・施工者が一体となった総合的品質管理（TQM：Total Quality Management）の推進」を基本方針とした「公共工事の品質に関する委員会報告書（平成8年1月）」を示している⁹⁾。この報告書の中で、公共工事を取り巻く環境は、以下の8つの項目に分類して述べられている。

1. 入札・契約制度の大改革
2. 建設市場の国際化
3. 建設費縮減の要請
4. 建設産業の現状
5. 環境問題への関心の高まり
6. 規制緩和と製造物責任法（PL法）の施行
7. 高度情報化の進展
8. 国民ニーズの多様化

これらの内容の主なものは、後述するとおりであるが、特徴的な内容として、「PL法は対象となる製造物を「製造または加工された動産」と定義しており、建設工事は対象とならない。しかし、消費者や利用者の安全性や品質に対する関心の高まりの中で、公共工事の品質についても規制緩和の流れの中で自己責任という視点でとらえていくことが求められている」とされていることを補足しておく。

建設省においては、この報告に提言された施策を逐次実行されているが、公共工事の発注官庁としての行動指針として、別途「公共工事の品質確保等のための行動指針（平成10年2月）」がとりまとめられている¹⁰⁾。この指針の構成目次を表-2.1に示す。この行動指針において、公共工事発注者の役割として、「公共工事の発注者は、良質な社会資本を低廉な価格で整備し、維持する責任を有しており、その目的を達成するために、公正さを確保しつつ、良質なモノを低廉な価格でタイムリーに調達する責任（発注者責任）がある」としている。また、公正さを確保するために、手続きの透明性が重要であり、さらに発注者責任を適切に果たしていることを説明する責任（アカウンタビリティ）があるとしている。

これらのことを踏まえ、発注者責任の原点に立ち返り、その概念を整理し、公共事業の執行方式の改善策を検討するために、「発注者責任研究懇談会」が設立されている。この懇談会の中間とりまとめ¹¹⁾を参考として、現在、公共工事に対して要求されていると考えられる主要課題についてその意味を整理する**。

** 平成13年3月に、第二次とりまとめ概要版が報告されている¹²⁾。

表-2.1 公共工事の品質確保等のための行動指針 目次構成

第1部 公共工事の品質確保等のための発注者の役割 I 発注者の役割とは II 発注者の役割の課題 1. 計画 2. 設計 3. 工事発注計画 4. 積算 5. 入札・契約 6. 施工・監督 7. 検査・評価 III 発注者の役割・立場の明確化 1. 発注者・設計者・施工者の役割分担 2. 発注者の立場の明確かに伴う効果と課題 3. 立場の明確かに伴う発注者の役割 4. 発注者の体制 IV 発注者責任を果たすための方策 1. 計画 2. 設計 3. 工事発注計画 4. 積算 5. 予定価格と建設費 6. 入札・契約 7. 施工・監督 8. 検査・評価	第2部 公共工事の品質確保等のための主要施策 I 技術者・技能者の技量の向上と能力の発揮 1. 教育、研修等の推進 2. 技術者の技術力向上 3. 技術資格制度の活用 4. 業務の効率化と人材の有効活用 II 技術研究開発の促進と技術基盤の整備 1. 発注者による技術研究開発及び新技術導入の推進 2. 民間技術研究開発の支援 3. ライフサイクルにわたる品質・コストの評価手法の研究 4. 技術基準類の総点検 5. 設計廳 6. 国際規格との整合 7. 技術情報データベースの整備 8. 公共事業支援統合情報システムの整備 III 品質を担保するための方策 1. 契約図書の整備 2. 設計品質の確保 3. 設計者の品質保証の充実 4. 品質管理品 5. 契約前の事前調査 6. 環境 IV 品質確保・向上のインセンティブ付与 1. 成績評定の積極的活用 2. 設計者の技術力の適正評価 3. 施工者の技 4. 優良業者の競争参加機会の確保 5. 技術者、技能者の働 6. 企業及び技術者評価のためのデータベース整備 V 民間の技術力 1. 技術提案を受け付ける方式 (VE方式) 2. 設計・施工技術の一体的 3. 特許工法等の活用 4. 公共発注者支援方式
--	--

2.2.1 アカウンタビリティの確保

公共工事の適切な執行は、国民に対する行政的責任である。しかし、現状では、国民から発注者の姿や行為が見えにくく、その責任の所在が国民にわかりにくくなっている。発注者は責任を適切に果たしていることが見えるように説明する責任がある。

公共工事の発注者である国、地方公共団体等は、社会資本の整備・維持者として、国（または地域）を発展させるために、良質な社会資本を低廉な費用で整備し、維持する責任を有している。そのため、国、地方公共団体等が、その目的を達成させるために民間企業から建設工事等のサービスの提供を受けようとする場合には、発注者として自ら、公正さを確保しつつ良質なモノを低廉な価格でタイムリーに調達し提供する責任を有している。この時、発注者としての公正さを確保するためには、手続きの透明性が重要であり、さらに発注者責任を適切に果たしていることを説明する責任（アカウンタビリティ）が求められることになる。そのため、これまでに多くの取り組みがなされている。これを入札・契約、積算関係とコスト縮減関係、事業評価関係に分類して整理すると表-2.2 のようになる。これらの取り組みにより、一定の成果が得られつつあるが、公共事業に対する国民の不信感がいまだに醸成されているのも事実であり、情報提供の充実度について、国民の約7割が「公共事業に関する情報が不足している面がある」と回答しているというアンケート結果もある¹³⁾。そのため、建設省においては、「公共工事の説明責任（アカウンタビリティ）向上行動指針（平成11年2月）」がとりまとめられている¹³⁾。この行動指針は、アカウンタビリティを向上するために、以下の4項目について公共事業を改革することが有効であるとしている。

表-2.2 公共事業のアカウントビリティ向上に関する取組

(入札・契約、積算関係)

昭和57年 6月	入札結果等の公表(閲覧)開始
昭和58年 4月	建設省積算基準公表
平成 6年 1月	「公共事業の入札・契約手続の改善に関する行動計画」閣議了解
平成 6年 4月	外部有識者で構成する入札監視委員会を各地方建設局で設置
平成 6年 6月	一般競争入札制度、公募型指競争入札制度を本格的に導入
平成 7年 6月	年度予算成立後等における発注予定工事情報の公表を開始
平成 9年10月	入札結果等の公表(インターネット)開始
平成10年 4月	建設省直轄工事の予定価格の事後公表を開始
平成10年10月	建設省直轄工事の予定価格の積算内訳の公表を開始

(コスト縮減関係)

平成 6年12月	建設コスト縮減に関する行動計画策定、公表(建設省)
平成 9年 4月	関係閣僚会議において「公共工事コスト縮減対策に関する行動指針」決定、公表(全省庁)

(事業評価関係)

平成 7年10月	大規模公共事業評価システムを導入
平成10年 3月	建設省所管公共事業再評価実施要領、新規採択時評価実施要領を策定 →再評価システムを平成10年度より導入 →新規採択時評価は、平成10年度より原則として全ての事業で実施
平成10年 6月	社会資本整備に係る費用対効果分析に関する統一的運用指針(案)を策定 →各事業ごとのマニュアルを作成、改訂中

1. 情報の共有化とコミュニケーションの推進
2. 社会資本に関する論点の明確化と臨機の対応
3. (公共事業の)すべてのプロセスにおける評価の明確化
4. 公共調達 of 不断の改革継続

2.2.2 設計・施工に対する自由度の向上

発注者の監督行為としては、施工体制の確認の視点が重要である。また、この施工体制の確認に基づき、発注者は、設計変更の判断、発注者が関与すべき範囲の関係機関や地元の調整を行う必要がある。同時に、発注者の監督行為は、発注者が指定した部分に対する会計法、建築基準法に基づく確認行為にとどめるとともに、受注者の任意に任せた部分については指示を行わないとする方法がある。これにより、受注者の裁量の自由度を向上させることは、工事における新技術開発導入のインセンティブの確保やコスト縮減に有効な手段となる。しかし、その反面、公共工事の品質低下の懸念が生じる場合があるため、不良不確業者の参入を防止し、中間段階における施工状況の確認および完成検査を徹底させるとともに、受注者により、ISO9000's等の導入を充実することが重要となる。

2.2.3 コスト縮減

我が国は、政治・経済・社会情勢を踏まえ、効率的な公共事業の展開を図ることが緊急の課題となっており、主要な公共工事担当省庁においては、事業の効率化・効果的執行を図るため、重点化等を進めている。建設省においては、平成6年12月に「公共工事の建設費の縮減に関する行動指針」が策定されている。しかし、厳しい財政事情のもと、公共事業の一層の効率的執行により、社会資本整備を着実に進め、本格的な高齢化社会到来に備える必要がある。また、公共工事は、多くの要素に関係する総合的な社会活動であり、公共工事の実効的なコスト縮減をはかるためには、公共工事担当省庁のみならず、その他の関係省庁を含め、政府が一体となっ

た広範囲な取り組みが不可欠である。そのため、全閣僚を構成員とする公共工事コスト縮減対策関係閣僚会議が設置され、平成9年4月に「公共工事コスト縮減対策に関する行動指針」が策定されている¹⁴⁾。この行動指針のコスト縮減の以下の4分野について、19項目の施策を実施することになっている。

1. 工事の計画・設計等の見直しに関する施策
2. 工事発注の効率化等に関する施策
3. 工事構成要素のコスト縮減に関する施策
4. 工事実施段階での合理化・規制緩和等に関する施策

19項目の施策の中には、技術基準等が急速な科学技術の進歩に対応できているか、また、基準類の運用が画一的なために不経済な設計となっていないかとの視点に立った、建築基準法令の性能規定化等を事例とする技術基準等の見直し（施策番号2）等が含まれている。この行動指針は、平成12年9月に行われたコスト縮減のフォローアップ調査により、当初目標をほぼ達成して、約10%のコスト縮減を達成している。

現在は、この行動指針をさらに推し進めた新しい行動指針が示されている¹⁵⁾。新行動指針は、先の指針より一層明確に、技術基準の性能規定化の必要性を提言しており、「技術基準等の見直しにあたっては、国際基準等との整合性を勘案しつつ性能規定化を進める」とされている。国土交通省（旧建設省）も、これを受けて新しい行動計画を示し、技術基準類の性能規定化の必要性を大きく取り上げてい¹⁶⁾。これらの新しい行動指針と行動計画は、平成20年度末を最終年度としており、その成果が期待されている。

2.2.4 新しい入札・契約方法の導入

現在の指名競争入札および一般競争入札等の入札・契約方式は、会計法第29条の6第1項における「予定価格の制限の範囲内で最高または最低価格をもって申し込みをした者を契約の相手方とする」との規定に基づき、自動落札方式を原則としている。この現行制度下の一般競争入札方式は、透明性に優れ、客観性が高い反面、発注者の主観性排除が行き過ぎて、適切な裁量の余地が少なくなる弊害が顕在化している。公共工事の品質の確保・向上、有料業者の競争参加機会の確保のためには、「価格」のみの競争（Price Only Policy）から、「技術力」を重視した競争（Best Value Policy）への転換が必要と考えられている。そのため、会計法上の対応やWTOとの整合性の課題を残しつつではあるが、価格以外での業者選定を行う新しい契約方法の検討導入が始められている。

公共工事の品質確保、コスト縮減等を図るために民間の技術力を一層広く活用導入するとともに、技術力による競争を促進することを目的としてVE方式が検討されている。これは、入札・契約段階での施工者の技術力の評価を重要視して、技術提案をうける方式である。また、良質なモノを低廉な価格でタイムリーに調達する目的で、品質と価格の両面から企業を選定する方式として技術評価あるいは総合評価方式がある。この総合評価方式の公共工事への導入は、政府の規制緩和推進3ヶ年計画（平成10年3月31日閣議決定）に基づくものである。さらに、価格以外の要素を重要視する工事に対しては、技術交渉（ネゴシエーション）方式の導入が考えられる。

3. 建設事業への性能規定導入の現状

3.1 建築分野における性能規定導入の現状

建築分野における性能規定検討は、土木分野に先んじて行われており、建築基準等に導入されている。性能規定化における課題についても、多くの場で述べられている。それらの課題には、土木分野においても同様のものや、土木分野と建築分野を取りまく状況等の相違から、土木分野では対応方法の異なるものがある。本節では、土木分野における性能規定導入の検討の資料とするために、文献資料に基づき、建築分野の性能規定化について整理するとともに、建築分野と土木分野の相違点を考慮し、土木分野における性能規定化の検討課題等について示す。

3.1.1 欧米の建築分野における性能規定導入の背景¹⁷⁾

近年、新技術導入、工期短縮、建設コスト縮減を目的として、「性能指向の建築基準」や「性能仕様書」等が話題になることが多くなった。しかし、建築分野において、「性能概念」によって「要求」を表現しようという試みがなされはじめたのはそれ程新しいことではない。新技術等を建築生産に受け入れるための専門的評価による「認定(または承認)」を行う方法は従来からある。1960年代のフランスとオランダ、ポルトガルにおいて、専門家等の評価により新しい材料や部品の適否を判断するシステムとして Agrément(後の Avis Technique) が既に運営されている。この「認定」では、評価される部品(Components)について、その使用目的に応じて求められる性能を特定し、それを評価することが必要となる。そのため、部品に要求されている性能の種類についての分析的な研究が行われてきた。その結果、「性能概念」と関連した「認定」制度が、建築分野全般に広がったと考えられている。

ノルディック建築基準委員会(NKB)は、各国の既存の建築規制上の要求基準を比較し、改訂の「基盤」を作成することを目的とした検討を行い、NKB Level System を規制要求基準の内容理解のための共通の枠組みとして開発した¹⁸⁾。この NKB Level System が、欧州や北米の基準策定者に活用された結果、建築基準は、「性能の記述」により構成されるようになった。その後、国連ヨーロッパ経済委員会(ECE)が、NKB Level System に基づき、建築規制のあり方について研究を行っている。

EC(現 EU)は、各国の建築規制の調和のために建築分野の性能規定化を検討している。これは、いわゆる仕様規定が、技術進歩への対応や、建築法令の国際調和にとって問題となるとする考えによるものである¹⁹⁾。ECは、1985年5月に「技術的調和及び規格に関するニューアプローチ(85/C136/01)」を定め、製品分野毎の規格や技術的調和の基本方針を示しており、建設分野についても建設製品指令(Construction Products Directive)が示されている。この指令において、建設製品は、建設物に組み込まれた状態で基本的要件を満たすものであることが要求されている。これは、欧州を中心に発展してきた「性能」指向の考え方そのものであり、建築物を「要素」の集合体として捉え、各々の「要素」が建築物の部分として与えられた、または期待される役割を満たすことが、建築物の性能の根元であるとする認識である。

3.1.2 欧米の建築分野の性能規定化と NKB Level System

ECEにより研究の結果として、居住用建築物に関する建築基準と実証方法に関するモデル規定が Compendium(概論)としてとりまとめられている²⁰⁾。ECEは、NKB Level System における Level1~3のみを強制的な適用の対象とし、Level4(実証方法)、Level5(技術的解の例)は強制的な適用の対象外におくこととしている。

海外の建築基準の性能規定化は、NKBをベースとして比較することができる。平野は、性

能規定型の建築基準が、明確な階層構造で整理できることに着目し、図-3.1、図-3.2 に示すように、各国の建築基準の規定の構造を比較している²¹⁾。オーストラリアにおいて、設計や執行を容易にするために要求に適合するとみなされる技術仕様の例が適合みなし規定(“deemed-to-satisfy” provision)として示されているが、この規定は、国家規格への参照が多くなされた、強制的な適用基準であることが特徴的である。

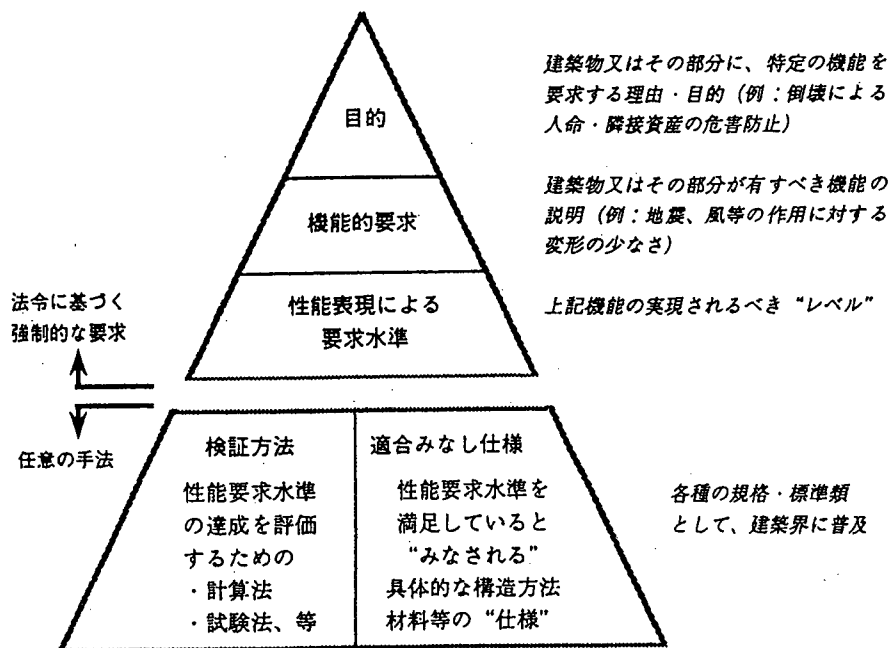


図-3.1 性能規定型技術基準の理念的モデル

3.1.3 国内の建築分野における性能規定導入の背景

国内建築分野においては、1995年の兵庫県南部地震の被害から、建築物の耐震性能に対する社会的関心が高まり、耐震性能にグレードをつける試みや耐震性能を表示する設計技術の検討が行われるようになった。これらの検討は、性能の明確化という観点で、性能規定化と関係が深い¹⁹⁾。耐震性能を含めた建築構造に関する社会のニーズが多様化し、消費者がより高度な安全性や機能性、あるいは財産の保全や適切なコスト等を求めるようになってきている。それに応える建築構造技術の進歩も著しく、新素材・新材料の開発、新しい構想方法の開発、新しい構造設計方法の提案等、様々な側面で技術開発が進んでいる。その結果、建築構造を性能指向型の体系にすることが求められている。このような状況を背景として、建設省建築研究所において、下記の4つを具体的な研究課題として、総合技術開発プロジェクト「新建築構造体系の開発」が研究された²²⁾。

1. 性能を基盤とした建築構造設計体系
2. 建築構造に要求される性能の考え方
3. 性能の水準の設定と性能評価の枠組
4. 性能を基盤とした体系のための新たな社会機構

理念的モデルにおける
記述の階層レベル

英 国

オーストラリア
(改訂案)

ニュージーランド

目 的

目的

目的

1991 建築規則 (別表)

オーストラリア・ビルディング・コード

1992 ニュージーランド
・ビルディング・コード

機能的要求

機能的
要件

機能的
要求

性能表現による
要求水準

性能
要求基準

性能

検証方法

承認規準書

みなし
適合規定

代替方法
の承認

承認規準書

適合みなし
仕 様

凡 例



法的拘束力をもつ建築基準文書



法的拘束力をもたない規準的文書

図-3.2 各国の建築基準の規定の構造の比較

この研究において、建築構造の性能についての現状を以下のようにとらえている。

1. 設計において性能が明確にされていない
2. 消費者(所有者、使用者等)にわかりにくい
3. 建築構造の性能が価値判断の材料になっていない

これらのことから、建築構造を性能指向型の体系に移行することにより、消費者・設計者間の建築物の構造の各種機能に関する合意形成と、消費者の建築物の性能に対する十分な理解が可能となり、建築構造の分野に健全な市場が確立できることが期待されている。

3.1.4 性能規定検討の方向

建設分野における性能規定について議論する場合、要求性能と、その検証方法がともに明確であることに着目されることが多い。しかし、守屋は、それ以前の課題として、下記の2つが重要であると指摘している²³⁾。

1. どのような性能を要求するのか。
2. どのレベルの性能を要求するのかについての疑義が少ない。

さらに、性能規定化すべき対象として真に求められているのは、部材や材料についての性能ではなく、空間に対する性能であると述べている。部材や材料に対する性能規定は、仕様規定よりましであっても、真の目標ではないとしている。この例として、界壁遮音についての規定を示している。部材として壁の遮音性能を規定しても、界壁の一部に遮音性能の悪いドアがついていれば、住戸空間の遮音性能は確保できない。建築物の使用者が求めているのは、部位の性能ではなく、部位の性能は、空間の性能を得るための手段に過ぎないとしている。

類似の意見として、平野は、性能規定化とは、部材や材料の要求特性を工学的に（例えば計算式や試験による評価）記述するものであると理解しているむきが一部にあるが、性能規定化の本質は、建築物またはその部材が、どのような目的をもった部分で、それ故にどのような特性を必要としているのかを系統だて、できるだけ普遍的かつ論理的な形で説明することにあるとしている²¹⁾。

3.1.5 性能規定の課題

1996年に企画された「性能規定の必要性と問題点」（日本建築学会大会建築法制部門研究懇談会）等を主として、建築分野の性能規定化検討に関する資料から、技術的な内容に限定して性能規定化の課題を挙げると以下ようになる。

1. 性能評価実施の困難さ¹⁷⁾
2. 施工品質の的確性や耐久性の検討²¹⁾
3. 性能表現の困難さ²¹⁾

第1は、性能規定が各々の要求性能項目毎に行われた場合の性能評価実施の困難さに関する課題である。例えば、「コンクリート壁」は構造的強度や耐火性等の種々の要求が課せられるが、各々の要求性能項目毎に性能評価を行い、設計することは、実務上困難であるとしている。

第2の課題について述べる。法令や関係技術基準の性能規定化により、要求性能のみを規定した場合、建築計画上では要求された条件を満足するが、性能の実現のために高度で特殊な施

工技術の投入、管理手法の適用が必要である構造方法や材料が適用される可能性がある。また、劣化等による性能の維持ができない材料等が適用される可能性がある。そのため、性能規定化を行う場合には、施工品質的的確性や耐久性についての対応を検討しなければならない。

第3の課題について述べる。性能規定化する要求項目について、その目的や機能的要求を表現することは比較的対応可能である。しかし、要求水準として、要求される性能レベルを定量的に表現することは極めて困難である。要求水準を規定するために、特定の評価式等を使用した場合、他の評価方法との互換性が保てなくなる。しかし、定量的表現を避けると、要求性能が、抽象的な表現にならざるを得ない。この課題に対応するために、英国、ニュージーランドの建築基準においては、承認基準書で、限定的に適合の例を示すことにより対応している。また、オーストラリアでは、ビルディングコードで、定量的なクライテリアを与え、法的に義務づける最低基準を明確にするために、適合みなし規定を強制的効力を持つものとして基準に組み込むことで対応している。

3.2 性能規定に関するこれまでの議論

今日、公共工事を含めた土木工事は、2.1節で示した国際社会における要求や、2.2節で示した多様化した社会的要求に対応することが求められている。土木分野の性能規定導入は、これらに対応するための方法の1つとして期待されており、その目的は明確にできていると考える。土木分野における性能規定を具体的に検討するにあたり、これまでにコンクリート分野や建設マネジメント分野で行われてきた性能規定研究を把握しておくことが有効である。また、土木分野より以前から建築分野において性能規定の検討が行われており、3.1節で示した性能規定化の経緯を踏まえつつ、建築分野における性能規定についても把握しておくことが有効である。本節では、これまで行われている土木分野の性能規定化についての議論、建築分野における性能規定検討の課題等についてその概略の整理する。

3.2.1 コンクリート分野における性能規定検討より

a. 性能規定化の方針

1996年12月、日本工業標準調査会は、TBT協定の趣旨を踏まえ、JISについても「性能に着目した規格を積極的に導入する」ことを決定しており、性能規定化に向けた課題を含めて、同調査会土木部会コンクリート専門委員会において、「コンクリート分野の標準化計画案に関する報告書」をとりまとめている²⁴⁾。この報告書は、コンクリート構造物の性能規定に対する全てのニーズに対応するためには、構造物だけでなく、構造物を構成するコンクリートやコンクリート材料を含めた構造物から材料に至るまでの各レベルにおいて規格の性能規定化を行う必要があるとしている。そのため、「性能規定化を検討する場合には、(中略)全体のつながりに十分配慮しつつ、それぞれのレベルで性能指向の規格づくりのあり方を検討する必要がある」としている。また、構造物の性能規定検討として、「最終的な機

表-3.1 要求性能

社会性・環境性
安全性
使用性
復旧性
施工性
維持・管理性
解体・再利用性

表-3.2 使用性の項目と一般的な検査指標

	性能項目	一般的な検査指標	
		精緻な照査指標	簡便な照査指標
使用上の快適性	乗り心地・歩き心地	乗客・歩行者に伝わる変位加速度	たわみ、段差、隙間、折れ角、舗装面
	耐振動性	発生振動レベル	段差、隙間、舗装面、剛性、重量
	耐騒音性	発生音圧レベル	遮音壁の効果
	遮音性	漏洩音圧レベル	外壁の厚さ、表面の熱反射特性
	遮熱性	漏洩・反射する熱エネルギー	臭気物質の使用量、コンクリートの含水率
	耐臭気性、耐湿気性	構造物表面近物質の濃度、湿度	ひび割れ幅、ひび割れ密度、汚れの領域の大きさ、汚れの密度
	美観	ひび割れ幅、ひび割れ密度、汚れの領域の大きさ、汚れの密度	照査しない
	景観	照査しない	照査しない
遮蔽機能	見た目の安心感	たわみ、ひび割れ幅、ひび割れ密度	たわみ、ひび割れ幅、ひび割れ密度
	水密性	漏水量	コンクリートの透れ幅
	気密性	透気量	コンクリートの透れ幅
	その他の物質・エネルギー遮蔽性	当該物質・エネルギーの漏洩量	当該物質・エネルギーの漏洩量

能を果たすことになる橋梁や擁壁等、構造物として要求される性能を検討の出発点とすることになる」としている。

b. 要求性能の検討

コンクリート構造物の補強設計に対する性能照査型補強設計指針(試案)において、構造物の要求性能を表-3.1のように大分類している²⁵⁾。また、コンクリート標準示方書の性能規定化検討においては、構造物に要求される種々の性能のうち、使用性として取り扱うべき項目を表-3.2のように示している²⁶⁾。これらのコンクリート構造物に対する要求性能は、施工中から供用終了までの間、常に満足されなければならない、性能を検査するために、諸性能の経時変化を考慮する必要がある²⁵⁾²⁶⁾。

3.2.2 土木分野全般における性能規定検討より

a. 性能規定化の対象

土木工事において、発注者側は技術力のあるインハウスエンジニアを有しており、工事のチェック機能を持っている。これは、発注者(建築主)が非専門家である建築工事とは異なる。そのため、建築分野においては、安全管理・品質確保の手段として、建築基準法によるしぼりと、行政による確認や検査があると考えられている。土木分野においても、その時代で最良の技術をもとに基準類や示方書等が作成されているが、これらには、建築基準法のように絶対的な拘束力がない。これらは、よりよい構造物をなるべく安く造るための道具として位置づけられるべきである²⁷⁾。性能規定の導入により、国際社会や国内公共工事に求められている要求に対応するためには、土木工事の発注・実施方法を性能規定概念に対応したものとしなければならない。

b. 検査方法とその指標

公共工事を含めた従来の土木工事において、品質は、材料や部材等に対して明示的に規定されており、品質管理も、それらに対して建設プロセスにそって行われていた。一方、土木工事に性能規定が導入された場合、品質管理は、要求性能が満たされているか否かの性能評価により行う必要がある。性能評価方法(検査方法)は、技術の進歩に伴い、より高度な方法が可能となるため、性能評価方法は限定しないとする考え方もある²⁶⁾。しかし、検査方法を明示することは、品質確保の観点から重要であり、また、検査方法は、性能規定に基づく発注(いわゆる性能発注)において、契約図書に要求性能や性能の保証等とともに明記する必要がある²⁸⁾。なお、検査を行うためには、要求性能を定量評価するための物理量(検査指標)が示される必要がある。この検査指標は、検査方法に依存するため、性能を直接的に表現する検査指標もあれば、当該性能を間接的に表現する検査指標もある²⁶⁾。

3.2.3 建築分野における性能規定検討より

a. 性能の概念

建築分野においては、「性能」の概念に様々なものが混在しており、関係者間の受け取り方に齟齬や誤解等の混乱が生じる恐れも大きくなっている。そのため、「性能」概念を用いる重要な目的である技術の国際的適用可能性の増大や技術の適用の自由度の拡大実現が危ぶまれている²⁹⁾。ISOにおいては、建築分野の性能規格として、ISO6240に、性能を「用途に関係した(ある

”もの”の) 挙動 (behaviour) である」と定義している³⁰⁾。この定義から、平野は、性能の概念規定を「ある”もの”の、ある”使用条件”下における関連”ニーズ”を充足するに足りる”挙動”」と整理し、ニーズと挙動は、建築物の室内の状態 (暖かさ) 等を”状態”とした場合に、状態を挟んで手段と目的の関係になるととらえている。

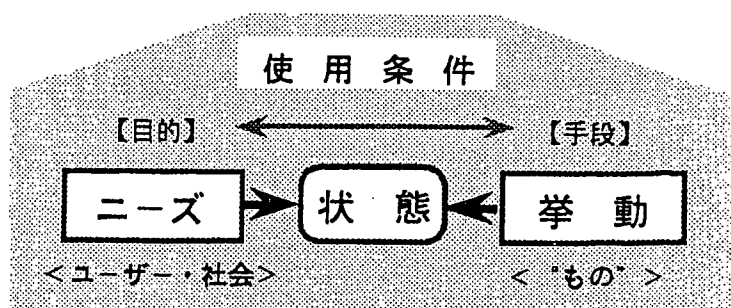


図-3.3 建築分野における性能の概念 (平野の案)

b. ”もの”の階層性²⁹⁾

建築物の場合、挙動をするもの (性能を論じる対象) がコンテキスト次第で建築物全体であったり、建築物の中の特定の部位や部品、構成材料や使用製品等の様々な段階のものとして捉えられる傾向がある。そのため、性能には、建築物全体が挙動を通じて提供するシステムの性能や、ものの挙動の特性そのものとして示される部位性能や材料の性能があり、コンテキストによって意味する内容が異なる。性能に着目した概念モデルは、この意味の異なりを区別できるものとする必要がある。平野は、ニーズに直接対応して挙動する実態 (建築物全体やその特定の部位や部品等) のことを機能システムと呼び、機能システム (例えば、架構システム) は、多くの下位の機能システム (例えば、壁や柱等) で構成されており、機能システムの挙動も、より下位の機能システムの挙動の総合されたものであるとしている。建築物を構成する”もの”は、この機能システムの階層構造により整理でき、それぞれについて目的: Objectives (または目標: Goal) と手段: Means (または解: Solutions) が記述できる。

c. 建築分野における検査の実施

建築における性能指向型の設計実務プロセスにおいて、次の2つの内容が示されている³¹⁾。

1. 構造設計実務者による構造性能に関する「設計条件」(「目標性能」とそれに対応した「構造計画」及び「検査・検証」の基本方針) の設定
2. 設定された「設計条件」についての顧客との合意形成

このことから、建築分野における検査が、建築主と設計者の合意により決定されることを意味していると考えることができる。

4. 土木工事への性能規定概念導入

土木分野における性能規定は、コスト縮減や設計・施工の自由度向上、新技術開発導入のインセンティブの確保等の多様化する公共工事への社会的要求や国際社会の要求に対応する方法として期待されている。現在、各種の技術基準類が性能規定を考慮したものへ改訂されつつある。しかし、これらの技術基準類は、絶対的な拘束力を持つものではなく、性能規定化されたとしても、土木工事の設計・施工・維持管理等を適切に実施するための道具でしかない。社会的要求や国際社会の要求に対応するためには、性能規定化された技術基準類を適切に活用して、土木工事を性能規定に対応したものとする必要がある。本節では、土木工事实施の現状を考慮しつつ、土木工事における技術仕様と実施方法への性能規定概念の導入方法について提案を行うものである。

4.1 土木工事实施方法への性能規定概念導入のプロセス

現在の土木工事は、良質なモノを低廉な価格で整備することが求められており、その具体的内容が、コスト縮減や設計・施工の自由度の向上等であるといえる。土木工事において土木構造物の性能に着目することは、この要求に対応する行動であり、土木工事の大きな変革の方向であると考えられる。性能規定導入は、土木工事の変革の流れにおける1つの行動である。この観点から考えると、土木工事において性能規定の効果を得る方法には下の2つの方法がある。

1. 性能発注（性能規定型発注）の実施
2. 要求性能を考慮した品質管理の実施

これらの方法を適切かつ、段階的に実施することが、土木工事の変革を推進し、社会的要求や国際社会の要求に対応することになる。

4.1.1 性能発注

現在、国土交通省等において、「舗装工事の性能発注」が試行されている。しかし、「性能発注」の方法は一通りではない。公共工事では、企画段階から計画策定、実施調査、事業の実施にいたる間で、構造物等の仕様が確定されていく。性能規定に基づく発注（性能発注）を有効に実施するためには、できうる限り、事業の川上段階で実施することが良い。しかし、どの段階で「性能発注」を行うかは、事業や地域の特性、工期、工費等を考慮して、工事毎に適切な発注範囲とその方法が決められることになる²⁸⁾。また、土木構造物の多くは、その構成要素が階層的に積み上げられて構成されており、各構成要素が相互に複雑に関連して要求性能を実現している。そのため、舗装工事と異なり、要求性能を明確にすることが困難なものが多い。今後、広く「性能発注」を実施するためには、多くの工事・工種における要求性能と要求品質の検討が必要となる。

また、現段階では、「性能発注」と呼ぶべき方式が新しい発注方式（入札・契約方法を含む）としてあるか否か、また、どのような方式となるかは不明確である。現在、「性能発注」と呼ばれているものは要求の明示方法を指しており、その発注方式は、DB方式やVE方式、新しい社会資本整備方法であるPFIとなっている。入札・契約方法を含めた性能発注のあり方について、さらなる検討が必要である。

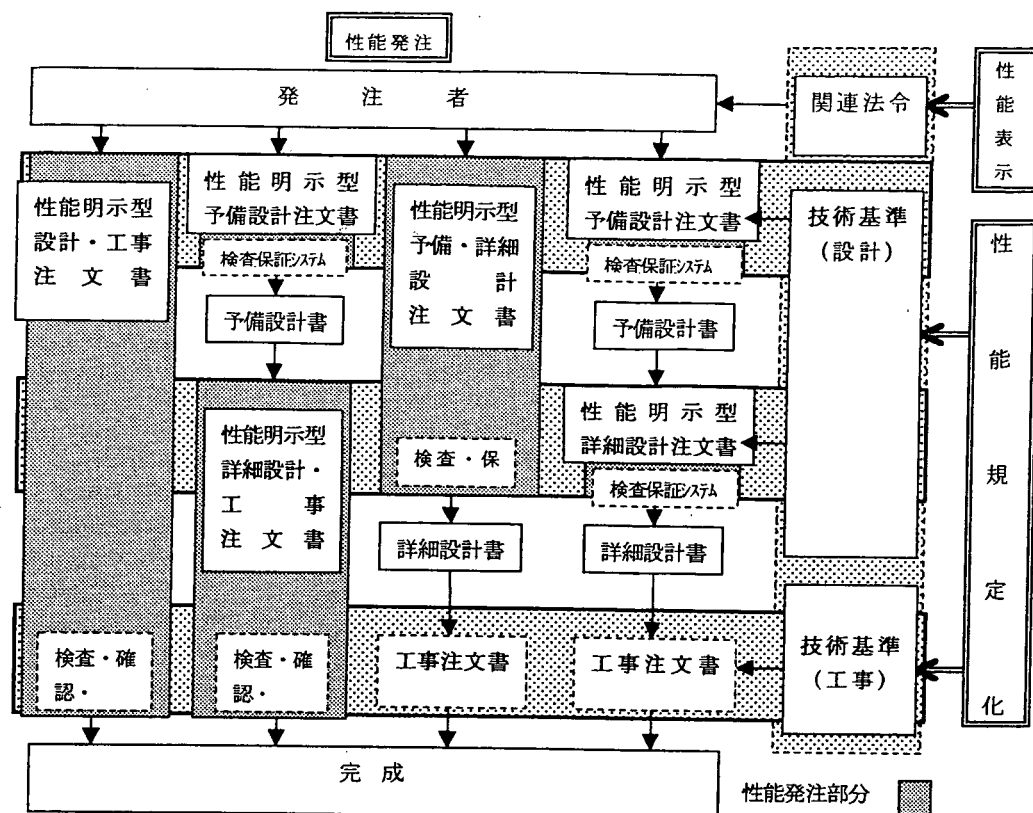


図-4.1 種々の範囲の性能発注の概念図 28)

4.1.2 要求性能を考慮した品質管理

「要求性能を考慮した品質管理」は、性能規定導入により土木構造物の要求性能が明確になることを活用した品質管理方法である。公共工事（社会資本整備）は、その工事件数の増加に伴い、受発注者による品質管理業務の執行体制確保が厳しくなっている。公共工事の品質保証水準の一層の向上を目指しつつ、受発注者の監督・検査による品質管理の合理化が必要となっている。受発注者間の役割分担を明確にして、受注者による自主的品質管理の結果を有効に活用することにより、受発注者双方の品質管理を合理化しつつ、公共工事の品質保証水準の一層の向上を目指す必要がある。そのための方法として、「要求性能を考慮した品質管理」が有効であると考える。土木工事において、発注者の監督職員が行う主な業務は表-4.1に示すものである。これらの監督業務のうち、施工に直接関連し、受注者の品質活動に関わり、かつ受発注者双方にとって負担が軽減できると考えられる業務には、「指定材料の確認」「工事施工の立会い」「工事施工状況の確認(段階確認)」がある。これらの品質管理項目を、要求性能を考慮して決定し、受発注者の役割分担を適切に行うことは、品質管理の合理化になると考える。

また、土木工事の施工において、監督・検査の実施は、施工工程の拘束条件や、施工方法の限定要因となることがある。要求性能を考慮した品質管理の合理化は、受発注者の役割分担の

表-4.1 土木工事における主な監督業務

項 目
1. 契約履行の確保
(1) 契約図書の把握
(2) 施工計画書の受理
(3) 契約書および図書に基づく指示、承諾、協議、受理等
(4) 条件変更に関する確認、調査、検討、通知
(5) 設計変更図書および数量等の作成
(6) 関連工事との調整
(7) 工程把握および工事促進指示
(8) 工期変更協議の通知
(9) 契約担当官等への報告
2. 施工状況の確認等
(1) 事前調査等
(2) 指定材料の確認
(3) 工事施工の立会い
(4) 工事施工段階の確認(段階確認)
(5) 工事施工状況の把握
(6) 改造請求および破壊による確認
(7) 支給材料および貸与品の確認、引渡し
3. その他

適正化による施工工程の拘束条件や施工方法の限定要因の削減が期待できる。これにより、施工自由度の向上が期待できる。

土木分野への性能規定導入は、その効果の反面、設計・施工に対する受注者責任の増加や発注者側のインハウスエンジニアの技術力向上が求められることから、受発注者が感じる不安感も大きい。土木分野への円滑な性能規定導入を行うためには、これを除去する必要がある。品質管理段階のみで要求性能を考慮する方法は、性能規定導入効果を最大限得る方法ではないが、受発注者双方の不安感を取り除きつつ、エンジニアの技術力向上のインセンティブともなるものである。

4.1.3 土木工事実施方法への段階的性能規定導入の提案

土木工事実施方法への円滑な性能規定導入のために、図-4.2 に示す段階的な実施を提案する。

第1段階として、「要求性能を考慮した品質管理」の試行を目指す。仕様書において、従来の設計仕様（要求品質）とともに、設計仕様に対する要求性能を明示する。この仕様書に基づき品質管理を実施することにより、性能に着目したこれからの土木工事のあり方についての受発注者の理解を促進しつつ、性能規定導入に対する受発注者の不安感の除去を図る。仕様書に要求性能を明示することは、設計仕様の意味（要求性能）が明確になり、工事のアカウンタビリティ向上も期待できる。

第2段階として、「性能発注」の試行を目指す。「要求性能を考慮した品質管理」と「舗装工事の性能発注」の試行結果を参考に、要求性能の明示方法や、その検査・検証方法についての検討を行い、「性能発注」の試行を行う。試行結果に基づき、最終的に要求性能の検査・検証のための適合性評価のガイドライン等を作成し、「性能発注」の運用へ移行する。

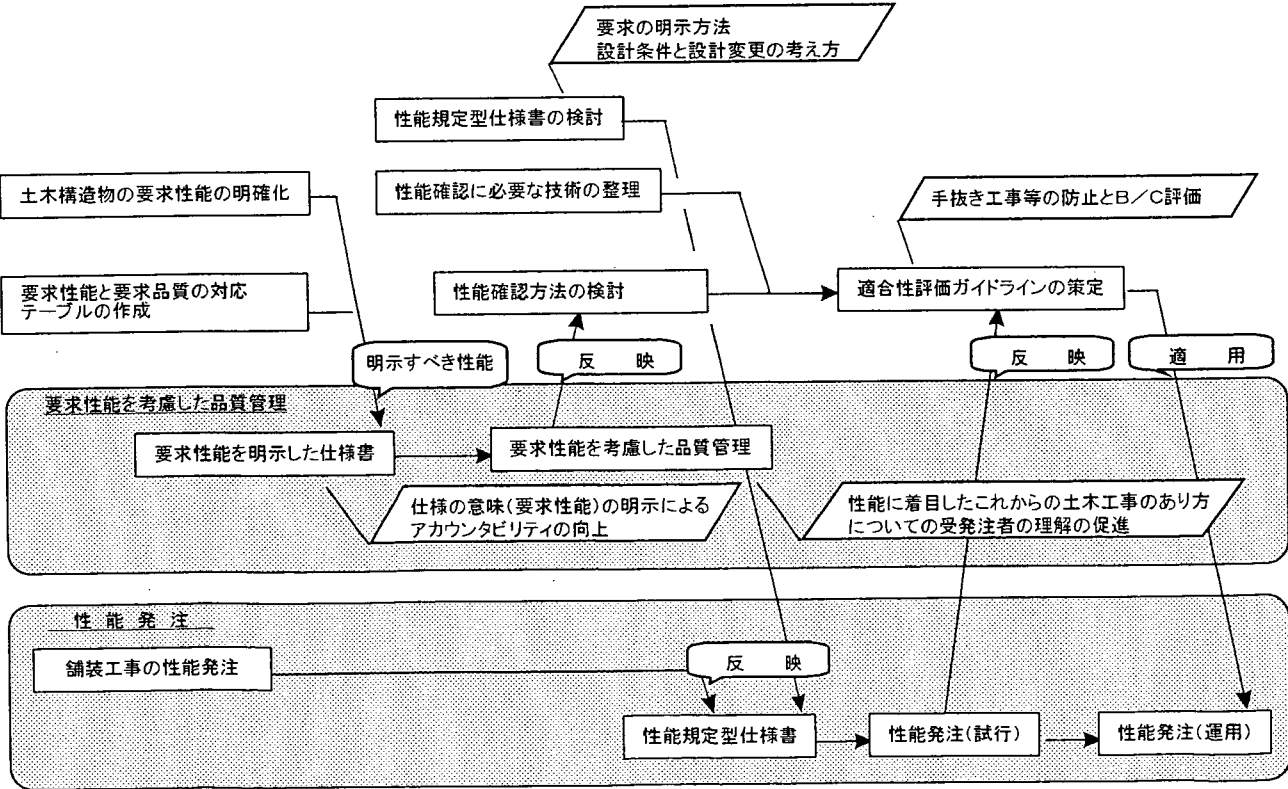


図-4.2 土木工事への性能規定導入ビジョン

4.2 土木分野における性能規定の定義

近年、土木分野においても、コンクリート分野や建設マネジメント分野を含めて、性能規定に関する多くの検討がなされている。しかし、これらの検討は、個別課題に対する対応となっており、体系的検討となっていない。そのため、建築分野の性能規定化と同様に、土木分野においても、「性能」や「性能規定」の概念について関係者間の受け取り方に齟齬や誤解等の混乱を生じる恐れが生じている。この危惧を解決するために、本節においては、性能規定とその関連用語についての定義を検討する。本定義は、以降の検討内容に対して齟齬や誤解等の混乱を生じる危惧を解決するために定義したものであり、性能規定に関する研究に対して、何らの提案を行うためのものではない。しかし、今後、定義を行う必要が生じた場合に、検討のための何らかの参考になることを期待して、本資料で、その検討根拠等を含めてまとめおくものである。

4.2.1 検討の方針

性能規定化の目的の1つとして、国際協定の遵守やそのための国際規格等との国際整合性の確保がある。また、現在、ISO(国際標準化機構)により、技術仕様の国際規格としてISO規格の整備が進められている。ISO(及びIEC)は、標準化及び関連活動に関する一般用語とその定義を、ISO/IECガイド2 標準化及び関連活動—一般用語³²⁾に示している。このガイドは、用語の適切な定義が目的であるために、国際的に認められた他の用語集において与えられている場合、その定義を重複する意図はないとして適用範囲を限定しつつ、各種の定義を行っている。性能規定が品質管理の手法であることを考慮して、性能規定とその関連用語の定義は、品質管理及び品質保証に関するISO規格であるISO9000'sと、その用語の定義であるISO8402³³⁾との整合性を考慮して検討し、その結果をISO/IECガイド2の定義と比較して決定することとする***。ただし、ISO9000'sやISO8402には、性能規定に関する定義がない。そのため、現在の規格を遵守しつつ、これらの内容の拡張を想定して、性能規定の定義を検討することとする。また、建築分野の性能規格として、ISO6240³⁰⁾があり、性能の定義がなされている。今後、建築分野と土木分野を統合した建設分野としての性能規定の定義付けを行うことを想定し、これについても考慮することとする。さらに、国内の土木工事の円滑な性能規定化を行うためには、現在の土木分野で用いられている用語をできる限り適用する方がよい。そのため、国土交通省発注の公共工事にかかる共通仕様書として、設計業務共通仕様書³⁴⁾、土木工事共通仕様書³⁵⁾における用語の定義を参考とすることとする。

4.2.2 性能と品質

土木構造物やそれを構成する材料・部材(以下「構成要素」と総称する)は、何らかの性能と品質を有している。性能と品質はともに、それらのもつ特性である。ISO/IECガイド2と、ISO8402、それを取り込んだJIS規格であるJIS Z 8101³⁶⁾、およびISO6240における性能と品質に関する定義をまとめると表-4.2のようになる。

ISO6240における性能の概念に関しては、既述のように、平野によって適切な検討が加えられている。しかし、平野の案では、「もの」が有している性能と、ユーザにより要求されている性能(要求性能)の区別がなく、また、平野の定義は、挙動の内容が不明確であるため、品質の定義にもなりうるように考えられる。一方、ISO8402およびJIS Z 8101においては、性能規定の内容を含んでいないため、性能と品質の区別がない。また、ISO8402における品質の定義に代表されるように、品質はニーズに関係する特性全体に限定されている。しかし、性能規定の

*** ISO9000's:2000年版およびそれを取り込んだJIS Q 9000,9001,9004については未検討である。

ために、別途、要求性能と要求品質の定義を行うことを考慮すると、この限定の必要性は低くなり、ニーズに関係するか否かに関係なく品質を定義してもよいと考える。これらのことを考慮し、ISO8402 や ISO6240 を基本として定義内容を検討する。

また、構造物および部材に対する性能と品質を、ユーザが要求している内容(ニーズ)に従って規定したものをそれぞれ「要求性能」と「要求品質」と考える。この時、ISO/IEC ガイド2 の要求事項や ISO8402 の品質要求事項は、その内容が要求性能と要求品質をあわせて表現したものと考えることができる。また、要求事項の定義より、品質要求事項の定義の方がより明確に定義されている。これらのことから、品質要求事項の定義を基本として要求性能と要求品質の定義を検討する。

さらに、性能と品質のそれぞれに対して要求性能と要求品質を規定する行為を、性能規定お

表-4.2 ISO 等における性能と品質の定義

規格	用語	定義	備考
ISO/IEC Guide2	要求事項	達成しなければならない基準を伝える条項	provision that conveys criteria to be fulfilled 日本語訳は、ISOとの翻訳協定に従って日本規格協会が翻訳したものである。
	目的適合性	製品・工程・付帯サービスの特定の条件の下で定義された目的に合うことができる能力	ability of product, process or service to serve a defined purpose under specific conditions 日本語訳は、ISOとの翻訳協定に従って日本規格協会が翻訳したものである。
	規範文書	行動又はその結果についての規則・指針又は特性を述べた文書	document that provides rule, guidelines or characteristics for activities or their results 日本語訳は、ISOとの翻訳協定に従って日本規格協会が翻訳したものである。
	技術仕様書	製品・工程・付帯サービスの達成すべき技術的な「要求事項」を述べた文書	document that prescribes technical requirements to be fulfilled by a product, process or service 日本語訳は、ISOとの翻訳協定に従って日本規格協会が翻訳したものである。
	見なし規定	「規範文書」の「要求事項」への1つ以上の適合方法を示す条項	provision that indicates one or more means of compliance with a requirement of a normative document 日本語訳は、ISOとの翻訳協定に従って日本規格協会が翻訳したものである。
	特性規定	「目的適合性」に対する「条項」であって、製品・工程・サービスの特性に関するもの	provision for fitness for purpose that concerns the characteristics of a product, process or service 日本語訳は、ISOとの翻訳協定に従って日本規格協会が翻訳したものである。
	性能規定	「目的適合性」に対する「条項」であって、製品・工程・サービスの、使用中の又は使用に関連する振る舞いに関するもの	provision for fitness for purpose that concerns the behaviour of a product, process or service or related to use 日本語訳は、ISOとの翻訳協定に従って日本規格協会が翻訳したものである。
ISO8402	品質	ある“もの”の明示されたまたは暗黙のニーズを満たす能力に関する特性全体	totality of characteristics of an entity that bear on its ability to satisfy stated and implied needs 日本語訳は、ISOとの翻訳協定に従って日本規格協会が翻訳したものである。
	品質要求事項	ある“もの”のを具現化し評価できるようにするため、その“もの”の特性に対するニーズを表現したもの、若しくは定量的または定性的に述べた一組の要求事項へのそれらのニーズを変換したものの	expression of the needs or their translation into a set of quantitatively or qualitatively stated requirements for the characteristics of an entity to enable its realization and examination 日本語訳は、ISOとの翻訳協定に従って日本規格協会が翻訳したものである。
	仕様書	要求事項を記述した文書	document stating requirements
JIS Z 8101	品質	物品またはサービスが使用目的を満たしているかどうかを決定するための評価の対象となる固有の性質・性能の全体	
	品質特性	品質評価の対象となる性質・性能	
	仕様	材料・製品・工具・設備などについて、要求する特定の形状・製造・寸法・成分・能力・精度・性能・製造方法・試験方法などをさだめたもの。仕様を文書化したものを仕様書という。	
ISO6240		用途に関連した(ある“もの”の)挙動(ふるまい)	(The) behaviour (of a product) related to use 日本語訳は平野による

表-4.3 ISO における検査・検証の定義

規 格	用 語	定 義	備 考
ISO/IEC Guide2	適合性評価	conformity evaluation	製品・工程・付帯サービスが所定の「要求事項」をどの程度満たしているかを、系統的に調べることをいう。
	検査	inspection	「適合性評価」を、観察及び判断によって行うことであり、適宜測定、「試験」又はゲージ合わせを伴う。
ISO8402	検査	inspection	ある「もの」の各特性の適合性を確定するために、一つまたはそれ以上の特性を測定、審査、試験またはゲージ合わせをしてその結果を規定要求事項と比較する活動
	自主検査	self-inspection	作業の実施者が指定された規則に従って行う、その作業の検査
	検証	verification	規定要求事項が満たされていることを、客観的証拠の調査及び提出によって確認すること。

表-4.4 コンクリート分野における検査の定義例

規 格	用 語	定 義	備 考
コンクリート標準示方書[施工編]	検査	品質が判断基準に適合しているか否かを判定する行為	
高流動コンクリート施工指針	検査	製造、施工されたコンクリート、部材、構造物が、要求性能を満足し、受け取り可能かどうかを判定すること。	
	照査	設計・計画された内容が要求された性能を満足しているかどうかを実施工が始まる前の段階に判断すること	

4.3 要求目的の一般的枠組み

後述のシールド工事を対象とした要求性能の検討においては、道路トンネル技術基準（構造編）・同解説を参考に、シールドトンネル全体の要求目的を整理している。しかし、性能規定を導入する土木構造物全てについて、同様の方法で要求目的の抽出ができるわけではないと推察する。また、複合的な工事への性能規定導入において、個別の対象物ごとに要求目的を検討することは、対象物ごとの要求目的が一致せず、要求目的の規定が煩雑になり、要求の明確化という性能規定導入の目的を阻害する可能性もある。そのため、土木構造物に対する要求目的の統一的な枠組みが必要になると考える。

ECにおいては、技術的整合性と標準化により、EC 域内市場における技術的障壁を除外するために、「技術的調和および規格に関するニューアプローチ (85/C136/01)」を決定している。この指令に従い、建設製品指令 (Construction Products Directive) を制定し、表-4.6 に示す 6 つの必須要求事項を示している。この CPD を参考に、必須要求事項決定の背景、現在の日本の建設分野の情勢を考慮して、土木構造物に対する要求目的の統一的枠組みを検討した。

EC による一連の活動はローマ条約に従っているが、このローマ条約は、第 100a 条 3 において「EC 委員会は、健康、安全、環境保護及び消費や保護に関し(後略) 基本的に高水準の保護を選ぶ」としている。また、ニューアプローチも「法令上の整合化は必須の安全要求事項(または一般的に関係のある他の要求事項)に限定する」との基本原則を示している³⁹⁾。このことから、CPD は、利用者と環境に対する保護(安全性、保全性)を必須要求事項決定の基本条件としていると推察する。一方、国内建設分野においては、「構造物の品質向上とコスト縮減の両立」が要求目的決定の基本条件となると考える。この観点から、要求目的の統一的な枠組みとして表-4.6 の 5 項目を提案する。CPD は、安全性や保全性を基本条件としているため、これら

表-4.5 本報における性能規定に関する用語の定義

用 語	対応英語(参考)	意 味	備 考
性能	performance	目的または要求に関連する、構造物または部材のふるまい	ISO6240/3.3 (The) behaviour (of a product) related to use.
品質	quality	目的または要求に関連する、構造物または部材の定量化できる特性全体。	ISO8402/2.1 totality of characteristics of an entity that bear on its ability to satisfy stated and implied needs
要求性能	requirements for performance	構造物または部材を具現化し評価できるようにするため、その特性として要求されている性能を表現したもの。	
要求品質	requirements for quality	構造物または部材を具現化し評価できるようにするため、その特性として要求されている品質を表現したもの。	ISO8402/2.3 expression of the needs or their translation into a set of quantitatively or qualitatively stated requirements for the characteristics of an entity to enable its realization and examination
性能規定	performance provision	性能とその検査・検証方法を取り決める行為	
品質規定	descriptive provision	品質及び施工方法とその検査・検証方法を取り決める行為	
仕様書	specification	要求品質または、要求性能とその検査・検証方法を記述した文書。	ISO8402/3.14 document stating requirements ISO8402/3.14 注) では仕様を示した文書となるが、公共工事における検査・検証の必要性を考慮し、内容を拡大している。
性能規定化	performance-based standardization	要求品質を、その決定理由となった目的または要求に基づき、要求性能に記述し直す行為	
要求目的	requirements for goal	構造物の根元的目的または要求を表現したもの。構造物に要求されている根本的性能を表現したもの NKBレベルシステムにおける要求目的とは異義語	
レベル	level	ある事象のなかの各項目の相対的順位付け。優秀さの程度または比較の意味を表すものではない。等級と同意	
等級	grade	ある事象のなかの各項目の相対的順位付け。優秀さの程度または比較の意味を表すものではない。	ISO8402/2.2 category or rank given to entities having the same functional use but different requirements for quality
検査	inspection	構造物または部材の各特性の適合性を確定するために、1つまたは、それ以上の特性を測定、審査、試験またはゲージ合わせをしてその結果と要求性能または要求品質を比較する活動	ISO8402/2.15 activity such as measuring examining, testing or gauging one or more characteristics of an entity and comparing the results with specified requirements in order to establish whether conformity is achieved for each characteristic
検証	verification	要求性能または要求品質が満たされていることを、客観的証拠の調査および提出によって確認すること。	ISO8402/2.17 confirmation by examination and provision of objective evidence that specified requirements have been fulfilled

(備考) 本定義は、ISO/IEC Guide2 1996(E/F/R), ISO8402 Quality management and quality assurance - Contents and presentation, ISO240 Performance standards in building - Contents and presentation を考慮しつつ検討中のものである。
 但し、品質管理および品質保証に対して、性能規定化の概念を導入し、かつ、ISO8402の序文に示されている品質用語を明確にする意図を維持するために、意図的に定義を変更しているものがある。

に関する事項を明確に分類しているが、基本条件を品質向上とコスト縮減の両立としたことから、構造物の機能に係わる事項を明確に分類することとした。本提案の5項目とCPDの必須要求事項6項目を比較すると、表-4.7のようになる。本提案の5項目では、基本条件として品質向上に着目したことにより、構造物が安全で快適（衛生、健康）に利用できることは、構造物の使用性にかかる品質の1つであると評価して使用性に含めている。また、エネルギーの節約および熱の保持については、近年の国内建設分野においてコスト縮減（維持管理コストを含む）に対する社会的ニーズが大きいことに着目し、土木構造物に対する要求目的決定の基本条件であると判断している。ただし、今後、地球資源の保全を目的とした省エネルギー対策等のニーズが高まることにより、本提案の5項目に対して資源保全の要求を追加する必要性が生じる可能性はあると推察する。

この5項目の要求目的の汎用性を評価するために、シールドトンネルの要求目的、道路橋の要求目的の整理分類⁴⁰⁾、コンクリート構造物の補強設計に対する性能照査型補強設計指針（試案）での大分類の結果²⁵⁾を事例として、この5項目との対比を行った。その結果を表-4.7に示す。この3事例の分類から、提案している5項目には汎用性があると判断する。本提案は、使用性に分類されている内容が多く、これにより、見かけ上、要求目的の分類に汎用性があるようにみえているだけであるとの批判は予想する。しかし、要求目的の統一的枠組みを検討する理由を考えるなら、使用性として取り扱われる項目が多岐にわたることには問題がなく、むしろ、当然であると考えている。個々の構造物によ

て、使用性として取り扱われる項目は異なるが、構造物に要求される要求目的のうち、一般ニーズとして示すべき項目だけを抽出して、比較検討することにより、複合的な工事においても、要求目的の規定が明確にできると考えている。

なお、国土交通省（旧建設省）により、土木建築にかかる設計の基本として、設計の基本的要求性能が提案されている⁴¹⁾。これは一次案の段階であり、幾つかの課題を残している。そのため、本検討においては整合性を確保していない。

表-4.6 土木構造物における要求目的と建設製品指令における必須要求事項

土木構造物における要求目的	CPDにおける必須要求事項
機 能	1.機械的な抵抗力と安定性
1.構造安全性	2.火災の際の安全
2.使用性	3.衛生、健康および環境
3.非常時の安全性	4.使用上の安全
機能を確保する期間	5.騒音に対する防護
4.耐久性	6.エネルギー節約及び
その他の社会的ニーズ	熱の保護
5.周辺環境の保護	

表-4.7 土木構造物に対する要求目的の事例

	基本条件	土木構造物に対する要求目的				
	品質向上 コスト縮減	構造安全性	使用性	非常時の安全性	耐久性	周辺環境の保護
建設製品指令	エネルギー節約および熱の保護	機械的な抵抗力と安全性	衛生、健康 使用上の安全	火災の際の安全		環境 騒音に対する防護
道路橋に対する要求目的	経済性	安全性		安全性 (地震時、火災時)		環境適合性
コンクリート構造物の補強設計に対する性能照査型補強設計指針（試案）		安全性	使用性 復旧性 施工性	安全性	維持・管理性	社会・環境性 解体・再利用性
シールドトンネルに対する要求目的		強度(goal1)	変形(goal2) 漏水(goal4) 内空断面(goal8) 変形(goal9)	地震時荷重(goal3) コンクリートの熱劣化(goal5)	耐久性(goal6)	供用中の周辺環境 保護(goal7) 施工中の周辺環境

4.4 土木分野における性能規定化の概念

性能規定に関する用語の定義と同様、土木分野における性能規定の概念、性能規定化の手法等についても多くの検討がなされているが、個別の課題に対する対応となっており、技術的手法の確立と体系的検討はなされていない。本節では、性能規定化の技術的手法の確立を目的として、土木構造物の性能と性能の概念について検討する。

4.4.1 検討の方針：性能と品質の階層性

建築物と同様に、土木構造物においても、性能や品質を論じる対象は、土木構造物全体やその構成要素等の様々な段階のものがあ、性能や品質の意味する内容も、その対象によって異なる。土木分野における性能規定の概念は、建築分野において平野が論じた”もの”の階層性のように、この意味の異なりを区別できるものである必要があり、建築分野での検討結果を参考とすることができる。しかし、建築分野の性能規定化は、「新建築構造体系の開発」に示されているように、消費者(非専門家)・設計者(専門家)間の建築物の各種機能に関する合意形成と、消費者の建築物の性能に対する十分な理解を可能とすることが大きく期待されており、性能規定の目的には、土木分野と同様の内容もあるものの、必ずしも一致するものではない。土木分野の性能規定概念の検討において、建築分野と性能規定の導入目的に違いがあることに留意しなければならない。

土木分野においては、発注側がインハウスエンジニアを有しており、土木構造物の構造や設計に関する知識があるため、建築物のように、土木構造物全体に対する要求目的を直接的に示す工事は少ない。後述するように、むしろ、非常な困難さを伴う。

また、土木分野の性能規定導入に対しては、コスト縮減だけでなく、「価格」のみの競争(Price Only Policy)から、「技術力」を重視した競争(Best Value Policy)に転換し、良質なモノを低廉な価格でタイムリーに調達することを可能とする期待がある。さらに、新技術開発導入のインセンティブ確保の期待がある。新技術導入等の検討対象は、工事毎に発注者により検討されることになる。この検討対象は、土木構造物全体ではなく、その構成要素の一部分(例えば、シールドトンネルにおける一次覆工やセグメント)となるため、要求目的として、土木構造物全体に対する要求ではなく、これら検討対象に対する要求を示す必要が生じる。

さらに、土木工事においては、土木構造物が要求品質を有することを検査・検証することが重要である。土木工事の多くを占める公共工事においては、会計法第29条の11の2「(前略)その受ける給付の完了の確認をするため必要な検査をしなければならない」に従い、検査・検証を適切に行う必要がある。そのため、従来の公共工事においては、仕様書(特記仕様書、共通仕様書)、工事数量総括表、詳細設計図面等を用い、構造物とその各材料・部材(以下、「構成要素」と総称する)の品質と品質管理の手法が建設プロセスに沿って明示的に規定されており、要求品質とその検査・検証方法が示されている。土木工事が性能規定化された場合においても、検査・検証の実施は重要であり、要求性能は検査・検証を考慮したものとなる。検査・検証が構成要素に対して実施されることを考慮すると、性能規定の概念は構成要素に着目したものとなることが有効である。

以上のことから、土木分野における性能規定の概念として、構成要素に対する性能と品質について、建築分野以上に詳細な階層性を示し、かつ、その構成要素ごとに、性能と品質を記述する方法を示すこととする。

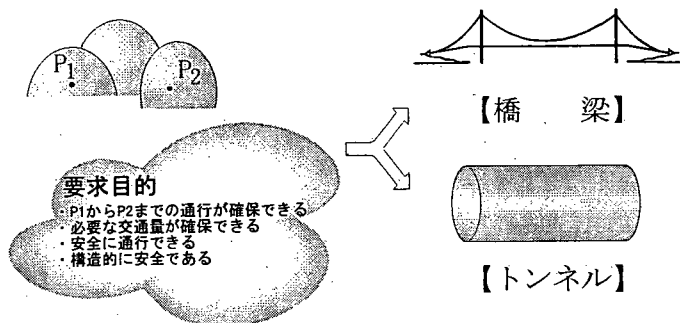
4.4.2 階層化整理の前提

a. 土木工事の要求目的提示による工事発注の可能性

土木分野の性能規定検討は、土木工事の設計・施工に関係するものであり、階層化整理は、設計・施工内容に関して行うこととなる。本節では、設計・施工内容の階層化整理と性能規定化の方法を検討する前に、土木工事全体に対する要求目的の明示による工事発注の可能性について述べる。

構造物全体に対する要求目的の明示の概念図を図-4.4 に示す。例として山間部の始点 P_1 から終点 P_2 までの交通を確保する場合を示している。その時の要求目的は、下記のような抽象的概念となることが予想できる。

1. P_1 から P_2 までの通行が確保できること。
2. 必要な交通量が確保できること。
3. 安全に通行できること。
4. 構造的な安全性 (耐震性等) が確保できること。



しかし、これらの要求目的に対応した検査・検証は非常に困難である。また、対象とする土木構造物を規定していないため、要求目的を満たす土木構造物としていくつかの種類が予想できる。図-4.4 では橋梁とトンネルを考えている。

図-4.4 要求目的明示による工事発注の概念

この場合、以下のような状況を仮定すると、問題が生じることが予想できる。

仮定1 工事請負者が低価格で高性能なトンネルを建設する。

仮定2 工事発注者 (維持管理者) のトンネル維持管理・点検能力が低い。

結 果 工事発注者が土木構造物 (工事完成物) の維持管理ができない。

この例えは非常に直感的なものであるが、土木工事全体の要求目的の明示による工事発注が困難であり、対象土木構造物の種類を規定する必要があることはわかる。また、工事発注の検討においては、コスト縮減等の目的を考慮して性能規定による仕様の規定対象を決定することになると予想できるため、土木工事全体の要求目的明示による工事発注はないと考える。

b. 土木工事の階層化整理

土木構造物の構成要素に着目した階層化整理の概念図を図-4.5 に示す。図はシールドトンネルの例を示している。トンネルの構成要素として、一次覆工と二次覆工、裏込め材がある。また、一次覆工の構成要素としてセグメント本体とセグメント継手部、シール材がある。同様に、二次覆工と裏込め材も構成要素に分類することができる。さらに、セグメント本体を構成要素に分類することができる。図-4.5 では、形

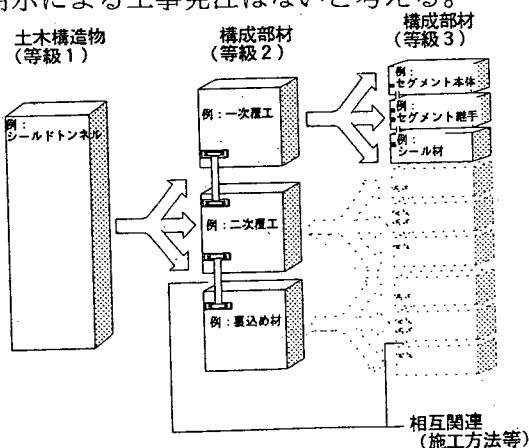


図-4.5 土木構造物の階層化整理の概念

式的に、各階層を等級付けしている。同一等級内の構成要素は、部材相互の寸法・形状や機能、施工方法等により相互関連があると考える。

4.4.3 土木工事の各階層における品質と性能の関係

図-4.5は、土木構造物を構成要素に基づいて階層化整理したものであるが、同時に、施工プロセスに沿った、各構成要素と施工方法を示している。この概念図を公共工事に適用すると、現在の全検査・検証項目を示していることになる。施工方法等(同一等級内の構成要素間の関係)に関する要求品質または要求性能の確保は、ISO9000's 取得工事の品質管理や自主的な施工管理による対応を含め、性能規定化後においても重要な意味がある。適切な施工管理により、施工等がなされていると仮定し、各階層の品質と性能の関係について述べる。

等級1(トンネル本体)に着目した場合、等級1の品質は、要求目的を満たすことが求められている。この概念を図-4.6に示す。等級1の構造物が性能を有するためには、等級2の各構成要素の品質による確保が必要となる。この概念を図-4.7に示す。つまり、等級1の性能は等級2の品質と完全に対応している。等級1や等級2の構成要素の品質は要求性能や要求品質以上であり、冗長性を有する場合があるが、冗長な性能や品質に関しては、確保する必要がないものである。同様に、等級2が性能を満たすためには、等級3の各構成要素の品質による確保が必要となる。

以上のような、品質と性能の関係が、階層化整理された構成要素の全ての等級間にあり、上位等級の性能は、下位等級の品質の組み合わせにより実現されていると考えることができる。そのため、各等級間の品質と性能は相互に完全に対応していなければならない。性能規定化とは、各要素について、仕様の定められた原点である、階層化整理における上位等級の目的・機能等に立ち戻り、各要素に求められている性能を明確にすることにある。

4.4.4 要求品質の性能規定化

4.4.3節に示したように、構成要素の品質は上位等級の性能と相互に関連している。また、上位等級の種々の性能を実現するために、同一等級の各構成要素の品質は相互に補完し合っている。しかし、本節では、性能規定化の説明を簡単化するために、上位等級の各性能は、単一の構成要素の品質に依存していると仮定する。この仮定の概念図を図-4.8に示す。

要求品質を性能規定化する方法を、建築分野におけるNKB Level Systemを基本とした性能指向技術基準の理念モデル(以下「NKBモデル」と称す)を例に述べる。その概念図を図-4.9に示し²¹⁾、NKB Level Systemのレベル区分を表-4.8に示す¹⁸⁾。

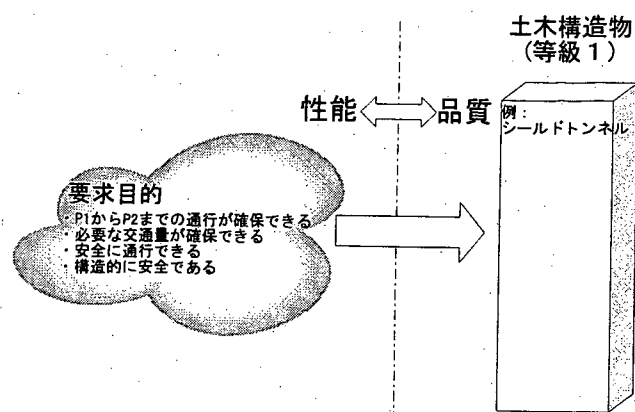


図-4.6 要求目的と階層化整理の等級1の関係

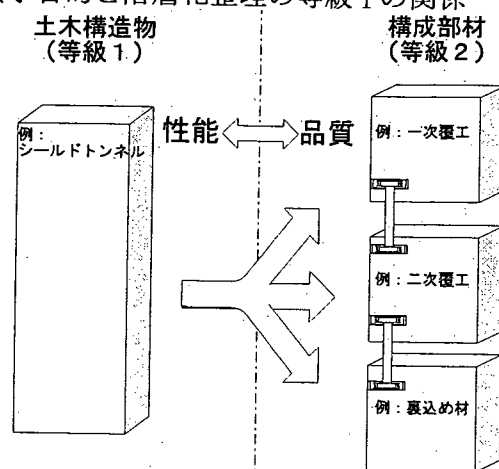


図-4.7 階層化整理の等級1と等級2の関係

NKB Level System やNKB モデルにおける「適合みなし仕様」として各構成要素の要求品質が位置づけられる。また、「機能的要求」に、階層化整理における着目等級の性能が、「要求目的」に、階層化整理における着目等級の上位等級の性能が位置づけられる。「検証方法」には、従来の検査・検証方法を適用することができるが、性能規定化後に導入が容易になると考えられている新技術に対する検査・検証方法が必要となる。要求品質の性能規定化は、「機能的要求」と「要求水準」を検討し、さらに、現状では不明確な場合も多い、「要求目的」を検討することになる。NKB Level System やNKB モデルは説明例であり、土木工事の性能規定化の方法が同様のレベル分けになるとは限らないため、レベル分け等については別途に検討が必要であるが、品質と性能の関係は同様であり、性能規定化の意味は変わらないと考える。

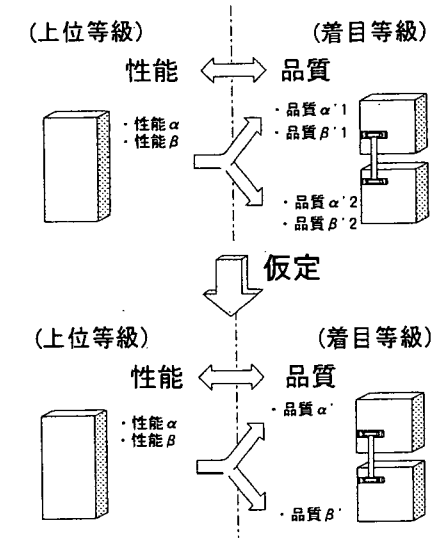


図-4.8 品質と性能の相互関連の概念

表-4.8 NKB Level System におけるレベルの定義

レベル	分類	内容	対応日本語(参考)
level1	overall goals	The overall statement of the properties of a building that must be regarded as important from the point of view of society and its individual members.	目的 (または、要求目的)
level2	functional areas	The main properties specified as overall goal level classified in functional areas and principles laid down for the realization of the specified intentions.	機能的要求
level3	operative requirements	Operative requirements in order that principles laid down under level2 within the various functional areas may be applied in the design and construction of buildings.	要求水準
level4	verification	Instructions or guidelines laid down for verification of compliance with the requirements.	検証方法
level5	examples of acceptable solutions	Supplement to the regulations with examples of acceptable solutions, deemed to satisfy the regulations.	適合みなし仕様

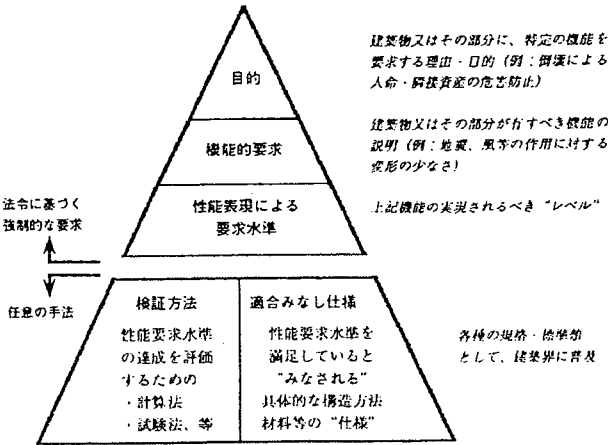


図-4.9 NKB モデル

4.4.5 性能規定における検査

土木工事を性能規定による技術仕様により発注する場合の検査・検証方法について述べる。4.4.4 節においては、要求品質を要求性能へ性能規定化することのみに着目しているが、性能規定においても検査・検証は必要である。そのため、図-4.5 に示した、いずれかの等級で性能規定し、検査・検証することになる。階層化され、樹枝状に分割された各枝において、性能規定化できる等級が異なると予想できるが、説明の簡単化のために全て同一等級で規定すると仮定する。その概念図を図-4.10 に示す。検査・検証が不可能な場合では性能規定しないため、概念図においては、検査・検証が実施可能なものを示しているとする。検査・検証できる内容が、工事発注者(公共工事の場合は、国、地方自治体等)の検査能力により異なるため、工事発注者に

よって、仕様書における要求性能は異なるものとなる。以上の結果をまとめると、土木工事の階層化整理による性能規定化の概念モデルは図-4.11 のようになる。

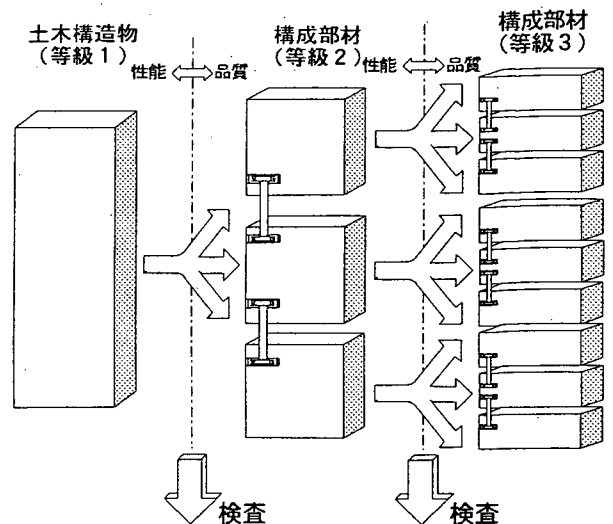


図-4.10 性能規定における検査の位置づけ

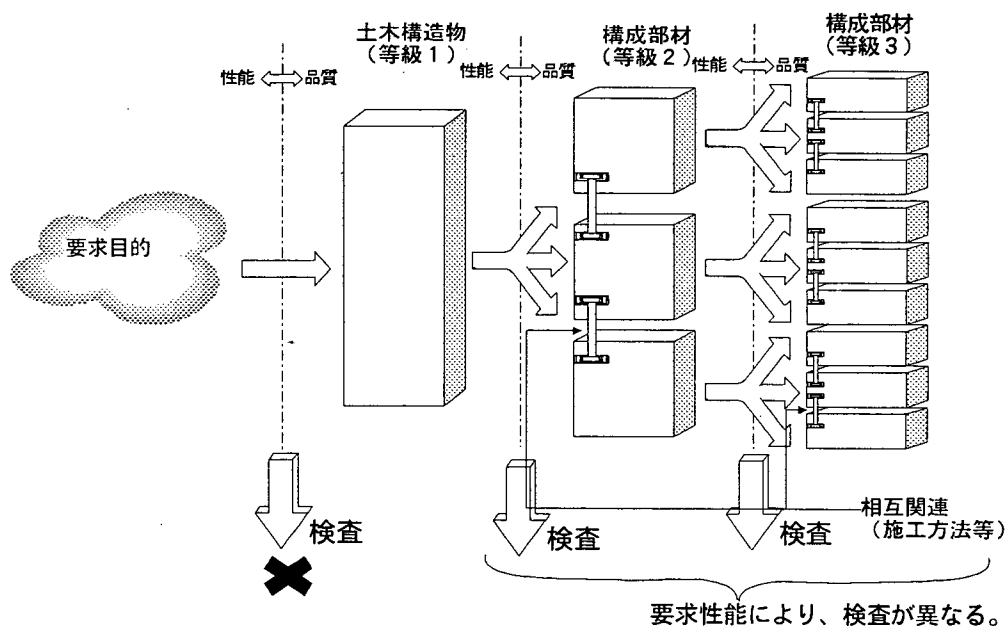


図-4.11 土木工事の性能規定化のための構造物の品質概念モデル

4.5 要求品質の整理方法

要求品質の整理は、階層化された情報に従い、一覧表等を用いて行うこととなると予想するが、これまでに、要求性能の観点から要求品質が整理されたことはない。製造業等においては、新製品開発のためのニーズ検討や設計品質確保のための品質管理の考え方の中で、品質表や品質展開表等を用いる方法が実践されている⁴²⁾。道路舗装（舗装工）や土構造物（土工）等のように、構造物としての階層性が低く、かつ、施工プロセスのステップが少ない場合、品質表や品質展開表等を応用して、土木構造物に対する要求品質を整理できる可能性があると推察する。しかし、土木構造物全般においては、品質表や品質展開表等を応用した要求品質の整理は、困難になると予想する。性能と品質の階層性と要求性能を考慮しつつ、土木構造物に対する要求品質を整理する、新しい方法が必要となる。

本研究では、幾つかの観点に着目して、4つの整理方法を試行した。整理方法の概念を図-4.12から図-4.15に示す。その特徴を表-4.9に示す。表形式1は、品質管理の全体状況を一望できることに着目した整理方法である。土木構造物とその構成要素に対する要求性能を、5つの要求目的別に全て示している。品質管理の全体状況を把握できる反面、詳細な情報を記述することが困難である。表形式2、表形式3、ツリー形式の整理は、特定の要求目的に関する事項に着目した整理方法である。表形式2とツリー形式の整理は、品質管理に関する情報を、工事工程の時系列な情報として整理できること、品質管理の時系列性、構造物の構成要素の階層性が明確になることに着目した整理方法である。品質管理項目や監督・検査等の品質管理方法の情報が表現できるが、詳細な記述は困難である。表形式3は、品質管理項目や品質管理方法等の詳細な情報を記述することに着目した整理方法である。品質管理の時系列な評価は困難であるが、構造物の構成要素の階層性を明確にしたままで、非常に詳細な情報が記述できる。

表-4.9 品質管理項目の各整理方法の特徴

	表形式1.	表形式2.	表形式3.	ツリー形式
品質管理項目全体を一覧できる	○	×	×	×
構成要素の階層性が明確である	△	○	○	○
品質管理項目を時系列に評価できる	×	○	×	○
構造物から部材要素にいたるまでの品質管理項目が整理できる	△	○	○	○
品質管理項目とその監督・検査方法の内容が詳しくわかる	△	△	○	△

タイトル:要求目的別【例えば、構造安全性(+耐久性)】

		品質管理項目
製造時	材料	セメント、細骨材、シール材等の材料
		* 各材料毎の品質管理項目
	加工	コンクリート、鉄筋ご、セグメント継手等
		* 加工された製品の品質管理項目
	製品	セグメント本体、シール材、二次覆工用の生コンクリート等
		* 製品として製造完了したのものに対する品質管理項目
搬入時	セグメント本体、シール材、生コンクリート等	
	* 出荷時または搬入された製品に対する品質管理項目	
組立時	一次覆工、二次覆工、裏込め材	
	* トンネル内で組立てられた状態での品質管理項目	
完成時(竣工検査)	シールドトンネル	
	* 完成したトンネルの状態での品質管理項目	

図-4.12 品質管理項目の整理（表形式1）

図-4.13 品質管理項目の整理（表形式2）

タイトル:要求目的別【例えば、構造安全性(+耐久性)】

構 成 部 材 ・ 部 品	シールドトンネル		一次覆工	セグメント本体	
	② 各々の空欄には、構成要素 (構成部材)に対する ① 要求性能 ② 品質管理項目 (要求品質、管理水準) ③ 品質管理方法・頻度 を整理する。			セグメント、リング継手	
				シール材	
			二次覆工	二次覆工本体	
				二次覆工打継部	
			裏込め材	モルタル	
	シールドトンネルの構成要素 (→ 下層へ)				

図-4.14 品質管理項目の整理（表形式3）

タイトル:要求目的別【例えば、構造安全性(+耐久性)】

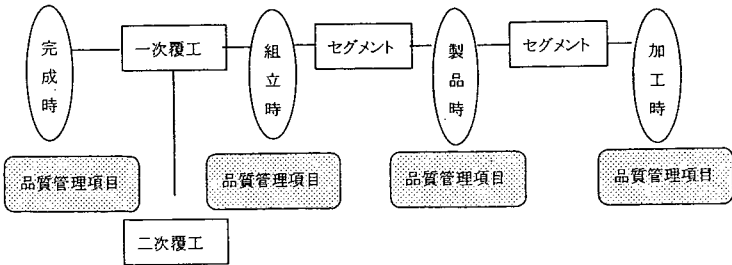


図-4.15 品質管理項目の整理（ツリー形式）

5. シールド工事を対象としたケーススタディ

5.1 要求性能の検討

工事発注時の技術仕様の性能規定化を行う場合、いくつかのプロセスを踏まえることになる。その検討プロセスを図-5.1に示す。第1に構造物及び各構成要素に要求されている要求目的と要求性能を明確にするとともに、要求品質で示されている現行の技術仕様の規定内容を把握することにより、相互の関係を明確にした対応表を作成する。第2にこの対応表に基づき、実際の各工事において、

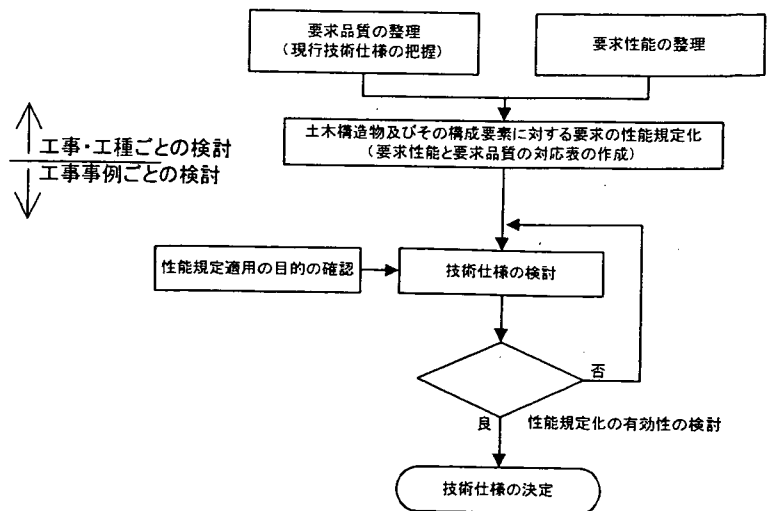


図-5.1 技術仕様の性能規定化プロセス

工期や工事費等の工事発注時の種々の条件や、コスト縮減等の土木工事における課題を考慮し、性能規定化を検討する対象部分とその要求目的を決定する。最後に検査・検証方法等を考慮し、技術仕様として規定する要求性能を決定することになる。本節では、シールドトンネルを事例として、要求性能の整理方法について述べる。

5.1.1 検討方針

土木構造物を建設する場合、要求目的は構造物の必要性に帰結する。道路トンネル工事の場合、トンネル建設が目的ではなく、極論するならば、道路交通の確保が要求目的となる。しかし、土木工事の要求目的明示による工事発注が困難であることから、本事例検討では、トンネル全体に対する要求目的を起点として、要求性能を検討することにする。本事例検討では下記の条件を方針とした。

1. トンネルの種類については、シールドトンネルに限定して行うこととする。
2. シールド工事の工程には、立坑の築造、シールドトンネル築造、トンネル付属設備工事、内装工事等があるが、本検討では、シールドトンネル築造のみを検討対象とする。
3. 各部材に要求される性能の検討は、一般的な部材構成のシールドトンネルを想定して行うこととする。

5.1.2 シールドトンネルの要求性能

a. シールドトンネルの要求目的

トンネル標準示方書〔シールド工法編〕(以下「示方書」と略す)⁴³⁾等においては、シールドトンネルの要求目的が明確でない。そこで、道路トンネル技術基準(構造編)・同解説⁴⁴⁾を参考に、シールドトンネルの要求目的を検討する。

道路トンネル技術基準(構造編)は、設計として、線形設計と断面の設計、支保構造の設計、防水工・排水工を示している。これらの内容から、トンネル築造における要求を整理すると表-5.1

表-5.1 道路トンネルの構造設計における要求

設計項目	内 容	備 考
線形設計	平面線形と縦断線形	線形
断面の設計	内空断面の形状と寸法	内空断面
支保構造の計算 (支保工)	支保の剛性	強度
	変形余裕	変形
支保構造の計算 (覆 工)	作用荷重に対する強度	強度
	コンクリートの耐久性	耐久性
	予測困難な問題に対する安全率の確保	災害時の安全性
	コンクリートの温度応力の影響	熱による劣化の防止
	コンクリートのひび割れによる漏水防止	漏水対策
防水工・排水工	漏水の防止	漏水対策

表-5.2 シールドトンネルの要求目的

記 号	性 能
goal1	トンネルへの作用荷重(供用時の内・外荷重)に対して安全に抵抗できる、構造上の必要な強度を有している。
goal2	トンネル用途に障害となるような変形が生じない。
goal3	あらかじめ明示された地震時荷重(トンネル縦断方向荷重、横断方向荷重)に対して強度的に安全である。
goal4	トンネル外部から内部への漏水を、トンネルの排水機能で対応可能な漏水量以下に抑えることができる。
goal5	熱によるコンクリートの強度劣化を防止できる。
goal6	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、性能を維持できる。(寿命に関する要求)
goal7	浮力に対して構造上安定している。
goal8	トンネル用途に適合した内面形状と大きさを有する。
goal9	トンネル用途に適合した出来形(線形)及び仕上がり状況を有している。
goal10	供用期間中に周辺環境へ及ぼす影響が少ない。
goal11	工事発注者が果たすべき責任範囲において、施工中に周辺環境へ及ぼす影響がない。

のようになる。実施工において
は、これらに追加して、供用期
間中の周辺環境への影響に関す
る要求がある。一般的なシール
ドトンネルにおいても、要求目
的には、大別して強度、形状・
寸法、漏水、災害時の安全性、
耐久性及び環境負荷の軽減が
あると考え、表-5.2のように要
求目的を整理した。なお、以下
の考えに基づき、強度を、強度
(goal1)、変形(goal2)、地震
(goal3)に分類している。

1. 土圧、水圧等の主荷重と内部荷重や施工中のジャッキ推力などの施工時荷重、その他の外力に対し、必要な強度を有していることが要求される。
2. 強度と変形は相互に密接に関連しており、同一の内容が多いが、強度と剛性(変形)は別の要求であるため、要求目的としては区別する。
3. 地震時には、荷重条件が通常と異なり、地震時荷重による割り増しがあるため、強度部材が通常時で決定される場合と、地震時で決定される場合の両方がある。また、地盤条件によっては、地震時荷重を検討する必要がある場合もあるため、強度と地震時強度の要求を区別する。

また、耐久性(寿命)の要求については、その規定方法としていくつかの方法が考えられる。例えば、AASHTOの道路橋に関する基準では、設計寿命を75年と設定している⁴⁵⁾。この基準のように供用期間を明示的に示すことは、その内容が明確になる反面、LCCの検討が個々の設備別の検討にとどまり、シールドトンネルを含めた道路全体としての、工事及び維持管理のマネジメントや総合的品質管理につながりにくい欠点がある。また、工事と維持管理作業の施工者が異なることを想定すると、耐久性の要求は、供用期間中の各性能確保の責任分担を明確にしたものでなければならない。そのため、耐久性の要求は「要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、性能を維持できる」こととし、供用期間等は、工事及

び維持管理のマネジメントや総合的品質管理等を含めた設備ごとの条件等により設定することを考えている。

b. 施工中の課題

性能規定型発注工事は、その工事対象物に対する要求性能を明確にし、それに基づいて入札・契約、施工を行うものである。それにより、完成した工事対象物の性能を重要視し、その施工方法については問わないとするものである。しかし、現在の土木工事においては、周辺環境に与える影響（施工中の周辺環境の汚染や破壊）に対する工事発注者の責任が問われる場合がある。そのため、工事発注者が果たすべき責任範疇における施工関連の要求(goal11)を、シールドトンネル及びその構成要素に対する要求とは別に検討した。

c. 要求性能の階層化整理

シールドトンネル全体の要求目的に基づき、各構成要素の要求性能を階層化整理する。シールドトンネルは、その要求目的を実現するために、一次覆工、二次覆工、裏込め材が設計され、さらに、より下位の等級の構成要素が整理されている。これらを階層化整理した結果を図-5.2に示す。各構成要素の要求性能の整理結果は参考資料に示すとおりである。実際の工事において、要求性能は、その施工条件や工事対象物の条件等により、具体的なものとなるが、本検討では、シールドトンネル全般について一般的な検討としているため、その内容は比較的抽象的なものとなっている。

本検討では、シールドトンネル全体の要求目的を検討の起点としているため、シールドトンネルの要求目的と要求性能が同じものとなり、($P_{1ax} = goal_x: x = 1, 2, \dots, 11$)となっている。この要求性能を実現するために、等級2の構成要素に必要な性能が規定されており、それを満足する品質を有している。同様に、より下位の等級においても、必要な要求性能が示されている。同一等級内での構成要素間の相互関連は、上位等級の要求から下位等級の要求への分岐Sで示している。実際に性能規定を検討するシールドトンネルの構成要素が一般的な構成と異なる場合、構成要素の相違による要求性能の検討は、構成要素が異なる等級の上位での分岐Sの条件や内容を考慮して行うことになる。

階層化整理上の各要求性能の関係の例として、断面形状に関する性能(goal8)を示す。goal8(= P_{1a8})の性能の達成のために、一次覆工は二次覆工が施工できる寸法及び内面状態である必要(P_{2a7})があり、二次覆工は所要の厚さを確保した上で所要の内空断面が確保されている必要(P_{2b4})がある。この際、要求性能 P_{2a7} , P_{2b4} は、施工条件等や一次覆工と二次覆工の総合的な性能によって、必ずしも双方が要求されるわけではない。二次覆工を省略したシールドトンネルの場合、断面形状に関する要求性能は、 P_{2a7} 単独で実現することになる。この時の条件と、一次覆工と二次覆工の関係が S_9 として示されている。シールドトンネルに用いる一般的な構成要素として、いくつかの可能性が考えられる場合には、図-5.3の分岐記号を用いて、その構成パターンを示している。例えば、セグメントの場合、コンクリート系セグメントや鋼製セグメ

表-5.3 要求性能の例

記 号	内 容
P_{1a8}	トンネル用途に適合した内面形状と大きさを有する。
S_9	【条件：二次覆工を省略する場合】一次覆工に内空断面確保が要求される。 【条件：二次覆工を行う場合】二次覆工が内空断面を確保する要求と、その外周に設置される一次覆工の要求も満足しなければならない。
P_{2a7}	【条件：二次覆工を省略する場合】トンネル用途に適合したトンネル内空の形状と大きさを侵さずに組み立てることができる。 【条件：二次覆工を行う場合】二次覆工外面と一次覆工内面が接して組み立てることができる。
P_{2b4}	トンネル用途に適合したトンネル内空の形状と大きさを有することができる。

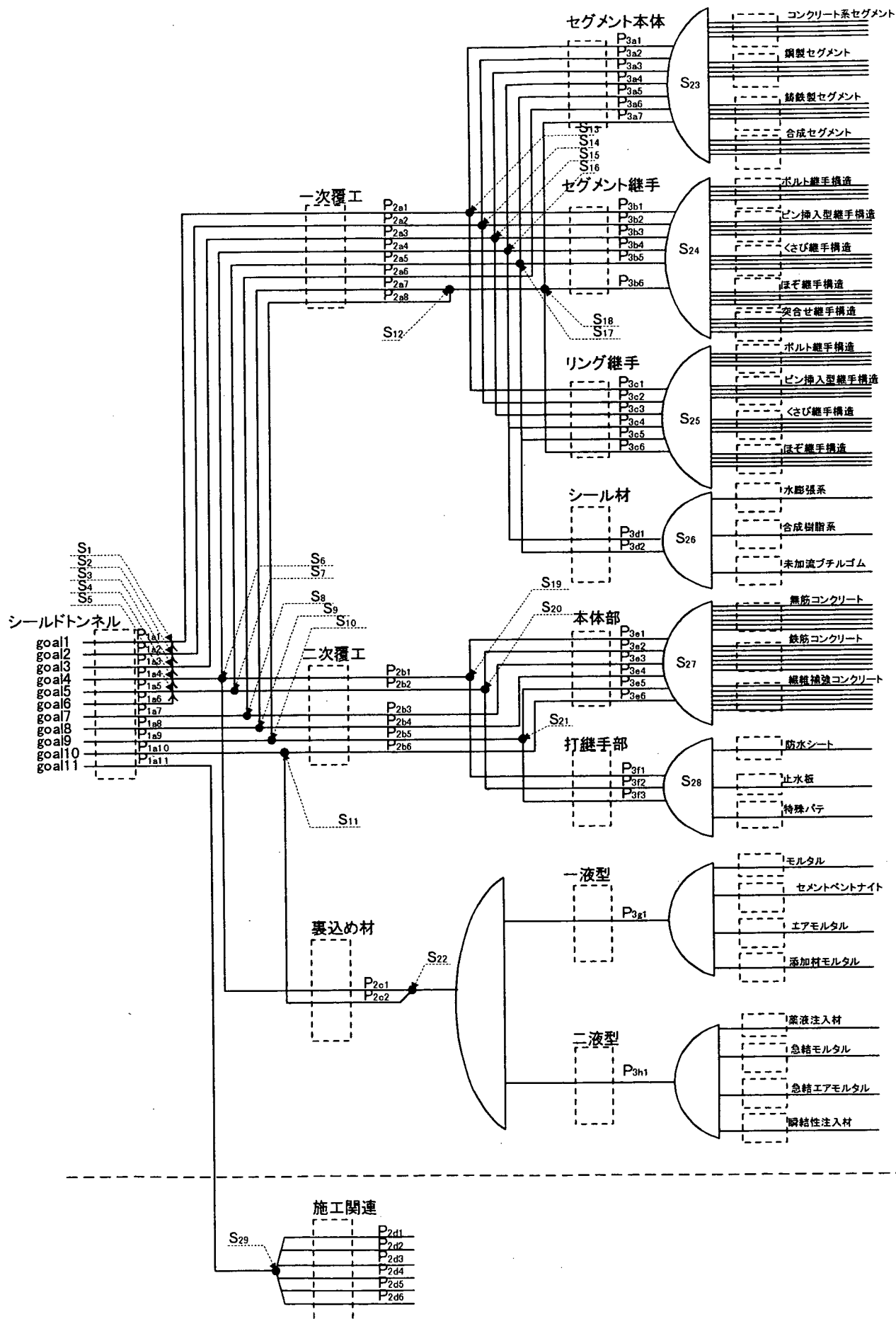


図-5.2 シールドトンネルの要求性能の階層化整理

ント等のように種々のセグメントがある。

構成要素は、階層化整理により要素材料にまで整理することができる。しかし、これらの性能や品質は、コスト縮減や工事の合理化等を考慮して、JIS 規格品等の市場に流通している汎用品を考慮したものとなっており、本来材料に要求されている性能や品質と比較して冗長なものである。これらの要求性能や要求品質を検

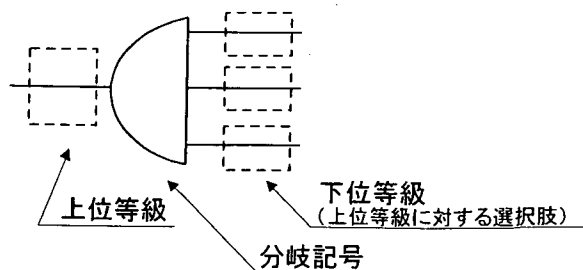


図-5.3 分岐記号

討することは、構成要素に本来求められている性能や品質の検討とは内容が異なる。本事例においても若干の検討を行ったが、上位階層と下位階層の要求性能の関連に不整合が生じているため、検討対象を等級4までとしている。

5.2 要求性能を考慮した品質管理

シールドトンネルの要求性能の階層化整理を活用して、要求性能を考慮した品質管理の合理化について検討する。同時に、先に提案した4つの要求品質の整理方法の有効性を検討する。なお、本検討は、公共工事における工事発注者と工事請負業者間の受発注関係における品質活動を対象とする。

5.2.1 検討方針

シールドトンネルの要求品質は、トンネルの用途や規模、施工条件等により異なる。本検討は、下の条件のシールドトンネルを対象とすることとした。

1. 道路トンネルを対象とする。
2. トンネル外径 12～18m 程度のトンネルを対象とする。
3. トンネル直進部を対象とする。(トンネル合流部等を除く)
4. 地下埋設物等の支障物件や併設トンネルが存在しない
5. トンネル外径 12～18m 程度の一般的なトンネルを対象とする。
6. セグメントはコンクリート系セグメント、裏込め材は一液型（モルタル）を対象とする。

5.2.2 要求品質の整理

4つの整理方法により施工段階における要求品質の整理を行った。整理は、要求目的の枠組みの構造安全性に分類される、シールドトンネルの要求目的（goal1）に関する要求品質について行った。要求品質の整理結果を図-5.4 から図-5.7 に示す。

既述のように、品質管理の合理化を検討する場合、発注者の監督業務のうち、施工に直接関連し、受注者の品質活動に関わり、かつ受発注者双方にとって負担が軽減できると考えられる業務には、「指定材料の確認」「工事施工状況の確認（段階確認）」「工事施工の立会」がある。そこで、これらのかかわる品質管理項目に着目しつつ、要求品質の整理を行うこととした。

a. 指定材料の確認

土木工事共通仕様書において、指定材料は、表-5.4とされている³⁵⁾。シールドトンネルの多くの構成要素は、指定材料に分類される可能性がある。図-5.4から図-5.7において、指定材料の確認に相当すると考えられる品質管理項目は赤字で示している。

b. 工事施工状況の確認（段階確認）

土木工事共通仕様書において、段階確認とは、「設計図書に示された施工段階において、監督職員が臨場等により、出来形、品質、規格、数値等を確認すること」とされている。現在の土木工事共通仕様書においては、トンネル(NATM)とトンネル(矢板)に関する仕様の規定しかないが、段階確認は、表-5.5に示す各段階において行うこととされている³⁵⁾。このことから、シールドトンネルにおいても、一次覆工、二次覆工の各施工時での確認が段階確認に相当すると推察する。表-5.4から表-5.7において、段階確認に相当すると考えられる品質管理項目は緑字で示している。

c. 工事施工の立会

土木工事共通仕様書において、立会とは、「契約図書に示された項目において、監督職員が臨場し、その内容を確認すること」とされている。契約図書とは契約書及び設計図書を指すことから、段階確認において、臨場により行われる確認も立会と定義される行為である。表-5.4から表-5.7において、工事施工の立会により確認が行われる品質管理項目については、立会であることを明記している。

5.2.3 要求性能を考慮した品質管理の合理化

要求品質の整理結果に基づき、要求性能を考慮した品質管理の合理化方法の提案を行う。品質管理の合理化を行う場合、発注者の監督業務の低減が、受注者による自主的品質管理の増大、不適切な受注者責任の増大の原因となってしまうといけない。同時に、品質保証水準の一層の向上をめざす必要がある。そこで、本合理化の提案は、表-5.6に示す3ケースを抽出して合理化の提案を行った。その結果は図-5.4から図-5.7に示すとおりである。要求性能を考慮して検討することにより、発注者による監督・検査項目について、非常に的確に合理化の方法が提案できる可能性が示されている。

5.2.4 提案した品質管理項目の整理方法の長所・短所

提案した品質管理項目の整理方法4形式は、それぞれに長所と短所を有している。それらについての予想は、表-4.9に示したとおりであるが、ケーススタディにより、それらが具体的になった。その結果を述べる。

本事例検討は、構造安全性の要求を対象に行ったものであるため、表形式の整理1は、品質

表-5.4 指定材料の品質確認一覧

区 分	確 認 材 料 名	摘 要
鋼 材	構造用圧延鋼材	
	プレストレストコンクリート用鋼材(ポストテンション)	
	鋼製ぐい及び鋼矢板	仮設材は除く
セメント及び混和材	セメント	JIS製品以外
	混和材料	JIS製品以外
セメントコンクリート	セメントコンクリート製品一般	JIS製品以外
	コンクリート杭、コンクリート矢板	JIS製品以外
	製品	
塗 料 その他	塗料一般	
	レディーミクストコンクリート	JIS製品以外
	アスファルト混合物	事前審査制度の認定混合物を除く
	場所打ぐい用レディーミクストコンクリート	JIS製品以外
	薬液注入材	
	種子・肥料	
	薬剤	
	現場発生物	

表-5.5 段階確認一覧表（トンネル工のみ）

種 別	細 別	確 認 時 期
トンネル掘削工		土(岩)質が変化した時
トンネル支保工		支保工完了時 (支保工変化時)
トンネル覆工		施工時 (構造の変化時)
トンネルインバート工		鉄筋組立て完了時

表-5.6 品質管理項目の合理化の検討ケース

ケース	内 容
ケース1	同じ要求性能に対して、階層的に重複した監督検査項目がある場合。上位の項目に対してのみ監督検査を行えば、下位の項目に対する監督検査は省略できると考えられるもの。
ケース2	ケース1と同様に、重複した項目ではあるが、上位の項目では、監督検査ができない箇所があるため、下位の段階でも監督・検査を行う必要があるもの。
ケース3	同じ構成要素、同じ要求性能について、施工プロセスに沿って、繰り返し監督・検査が行われており、1度だけ行えば良いと考えられるもの。

管理項目全体を一覧できる特徴を十分に検討できていない。本検討では、検討対象を構造安全性の要求としたことにともない、トンネル外径等を限定して整理を単純化している。同様の限定を行わず、構造物全体の品質管理項目を整理するためには、品質管理項目の相互関連（相互の拘束条件）を明確にする必要が生じ、表形式の整理1を活用することが有効となると推察している。他の整理方法では、品質管理項目の相互関連を示す余地がなかった。一方、表形式の整理1では、構造物から部材にいたる全ての品質管理項目を整理するには非常に煩雑な整理となり十分な情報を整理できない結果となった。図-5.4では、材料の品質管理項目について省略している。表形式の整理2は、品質管理項目等の詳細を整理することが困難であるが、時系列に非常にわかりやすく整理することができた。しかし、発注者による検査と受注者による自主的検査の時期を同時に、かつ、正確に示すことは困難であった。近年、発注者による監督検査の多くが、立ち会いから書類による検査に合理化されている。これらの検査書類は、施工の進捗に従い受注者の自主的検査に基づき作成されている。発注者による書類検査の時期は、適切な施工の各段階においてなされるため、受注者による自主的検査の実施時期と異なる。図-5.5では、受注者による検査の実施時期に合わせて、その品質管理項目を示した。各品質管理項目の検査時期については、十分な注意をはらいつつ、その情報をとらえる必要がある。なお、同様の課題は、ツリー形式による整理においてもあった。表形式の整理3は、当初の想定どおり、品質管理項目を非常に詳細に整理することができた。しかし、時系列の情報が欠落しているため、表形式の整理2やツリー形式の整理と異なり、同一構成要素の品質管理についての時系列な情報に基づく合理化の提案ができない。図-5.5、図-5.7においては、セグメント本体のクラックや損傷の有無について、製品時（工場）と搬入時に2度検査されている実態が示されているが、図-5.6においては、その情報が欠落している。ツリー形式の整理については、表形式の整理2と同様の長所と短所があった。

構 成 要 素	シールドトンネル		損傷の有無 (O), (R)	ケース2			
	一次覆工	漏水の有無 (O), (R)					
		損傷の有無 (O), (R)					
		漏水の有無 (O), (R)					
		損傷の有無 (O), (R)	ケース2				
	セグメント本体	土圧、水圧に対する強度確認 (O), (R)					
		ジャッキ推力に対する強度確認 (O), (R)					
		セグメント寸法検査 (O), (R)	ケース3				
		型枠寸法検査 (R)					
		セグメント継手の継手強度の確認 (O), (R)	ケース1				
		リング継手の継手強度の確認 (O), (R)					
		吊り手強度の確認 (O), (R)					
		材料の強度確認 (O), (R)					
		形状・溶接 (O), (R)					
		材料の強度確認 (O), (R)	ケース1				
	形状・溶接 (O), (R)						
	接合応力 (O), (R)						
	二次覆工	有害なひびわれの有無 (O), (R)					
		漏水の有無 (O), (R)					
	二次覆工本体部	鉄筋径・組立精度の確認 (O), (R)					
		型枠の設定位置 (O), (R)					
	打設部	ひび割れの有無 (O), (R)					
	裏込め材						
	モルタル						
構造安全性			使用性	所要の出来型	周辺環境に影響が少ない		
所要の耐久性							
要 求 性 能							

図-5.4 シールド工事における要求品質（構造安全性）の整理：表形式1

品質管理の合理化方法(表形式の整理②):構造安全性(+耐久性)の場合

品質管理項目(品質管理方法)																	
製造時 (工場)	材料	セメント	粗骨材	細骨材	鉄筋	鋼材	ボルト	鋼材	ボルト	シーラ材	セメント	粗骨材	細骨材	鉄筋	二次覆工 打継部	セメント	細骨材
製品	ケース1	O,R:比表面積 (O:検査成績表, R:試験成績表) R:凝結 (O:検査成績表, R:試験成績表) O,R:安定性 (O:検査成績表, R:試験成績表) O,R:圧縮強度 (O:検査成績表, R:試験成績表)	O,R:粒度分布 (O:検査成績表, R:ふるい分け試 験) O,R:有害反応性 (O:検査成績表, R: アルカリ反応試験) O,R:不純物量 (O:検査成績表, R:有機不純物試 験) O,R:比重, 吸水率 (O:検査成績表, R:比重試験・吸水 率試験) O,R:硬さ (O:検査成績表, R: すり減試験)	O,R:粒度分布 (O:検査成績表, R:ふるい分け試 験) O,R:微細分 (O:検査成績表, R: 洗い試験) O,R:有害反応性 (O:検査成績表, R: アルカリ反応試験) O,R:不純物量 (O:検査成績表, R:有機不純物試 験) O,R:比重, 吸水率 (O:検査成績表, R:比重試験・吸水 率試験)	O,R:引張強度・降伏 点・破断伸び (O:検査成績表, R:引張試験又は試 験成績表)	O,R:引張強度・降伏 点・破断伸び (O:検査成績表, R:引張試験又は試 験成績表)	O,R:引張強度・降伏 点・破断伸び (O:検査成績表, R:引張試験又は試 験成績表)	O,R:引張強度・降伏 点・破断伸び (O:検査成績表, R:引張試験又は試 験成績表)	O,R:引張強度・降伏 点・破断伸び (O:検査成績表, R:引張試験又は試 験成績表)	—	O,R:比表面積 (O:検査成績表, R:試験成績表) R:凝結 (O:検査成績表, R:試験成績表) O,R:安定性 (O:検査成績表, R:試験成績表) O,R:圧縮強度 (O:検査成績表, R:試験成績表)	O,R:粒度分布 (O:検査成績表, R:ふるい分け試 験) O,R:有害反応性 (O:検査成績表, R: アルカリ反応試験) O,R:不純物量 (O:検査成績表, R:有機不純物試 験) O,R:比重, 吸水率 (O:検査成績表, R:比重試験・吸水 率試験) O,R:硬さ (O:検査成績表, R:すり減試験)	O,R:粒度分布 (O:検査成績表, R:ふるい分け試 験) O,R:微細分 (O:検査成績表, R: 洗い試験) O,R:有害反応性 (O:検査成績表, R: アルカリ反応試験) O,R:不純物量 (O:検査成績表, R:有機不純物試 験) O,R:比重, 吸水率 (O:検査成績表, R:比重試験・吸水 率試験)	O,R:引張強度・降伏 点・破断伸び (O:検査成績表, R:引張試験又は試 験成績表)	—	—	—
		コンクリート			鉄筋かご	セグメント継手		リング継手		シーラ材	コンクリート			鉄筋	二次覆工 打継部	モルタル	
		O,R:圧縮強度の有無 (O:圧縮試験(立会), R:圧縮試験) O,R:スランプ値の確保 (O:スランプ試験(立会), スランプ試験) O,R:空気量の確保 (O:空気量試験(立会), R:空気量試験)			O,R:形状, 鉄筋種 類, 溶接, 緊結が適 切である。 (O:検査成績表, R:目視による外観検 査) O,R:寸法検査 (O:検査成績表, R:目視による外観検 査)	O,R:材料の強度確認 (O:検査成績表, R:試験成績表) O,R:形状・溶接 (O:検査成績表, R:目視による外観検査)		O,R:材料の強度確認 (O:検査成績表, R:試験成績表) O,R:形状・溶接 (O:検査成績表, R:目視による外観検査)		O,R: 劣化状況 (温度促進試験)	—			—	—	—	
		セグメント本体			ケース1		ケース1		ケース3	—			—			—	—
R:型枠の寸法精度(R:寸法検査) O,R:土圧、水圧に対する強度確保 (O:単体曲げ強度試験(立会), R:単体曲げ強度試験)			—		—		—	—			—			—	—		
セグメント本体(セグメントピース)			—		—		—	—			—			—	—		
O,R:土圧、水圧に対する強度確保 (O:単体曲げ強度試験(立会), R:単体曲げ強度試験) O,R:ジャッキ推力に対する強度確認 (ジャッキ推力強度試験(立会), ジャッキ推力強度試験) R:損傷の有無(R:目視による外観検査)			O,R:継手強度の確認 (O:セグメント継手の曲げ試験(立会), R:セグメントの継手曲げ 試験) O,R:セグメント寸法精度 (O:寸法検査(立会), R:寸法試験)		O,R:材料の強度確認 (O:検査成績表, R:試験成績表) O,R:形状・溶接 (O:検査成績表, R:目視による外観検査)		—	—			—			—	—		
—			—		—		—	—			—			—	—		
搬入時	ケース1	セグメント本体(セグメントピース)			—		—		—	コンクリート			鉄筋	二次覆工 打継部	モルタル		
組立時	ケース2	O,R:損傷の有無 (O:目視による外観検査(立会), R:目視による外観検査)			—		—		—	O,R:圧縮強度の確保 (O:検査成績表, R:圧縮試験) O,R:空気量の確保 (O:空気量試験(立会), 空気量試験) O,R:スランプ値の確保 (O:スランプ試験(立会), スランプ試験)			—	—	—		
		一次覆工			—		—		—	二次覆工本体部			—	—	裏込め材		
		O,R:鉄筋径・組立精度の確認 (O:スケール検査(立会), R:スケール検 査) O,R:型枠の設定位置 (O:スケール検査(立会), R:スケール検 査) O,R:ひびわれの有無 (O:目視による外観検査(立会), R:目視による外観検査)			—		—		—	O,R:有害なひびわれの有無 (O:目視による外観検査(立会), R:目視による外観検査) O,R:漏水の有無 (O:目視による外観検査(立会), R:目視による外観検査)			—	—	—		
		二次覆工			—		—		—	—			—	—	—		
完成時 (竣工検査)	—	—			—		—		—	—			—	—	—		
完成時 (竣工検査)	—	O,R:損傷の有無 (O:目視による外観検査(立会), R:目視による外観検査) O,R:漏水の有無 (O:目視による外観検査(立会), R:目視による外観検査)			—		—		—	—			—	—	—		
		—			—		—		—	—			—	—	—		

【注1】・リング継手構造によっては実施する。

図-5.5 シールド工事における要求品質(構造安全性)の整理:表形式2

品質管理の合理化方法(表形式の整理③) : 構造安全性(+耐久性)の場合

一次工		二次工		三次工		四次工		五次工		六次工		七次工		八次工		九次工		十次工		十一次工		十二次工		十三次工		十四次工		十五次工		十六次工		十七次工		十八次工		十九次工		二十次工		二十一次工		二十二次工		二十三次工		二十四次工		二十五次工		二十六次工		二十七次工		二十八次工		二十九次工		三十次工		三十一次工		三十二次工		三十三次工		三十四次工		三十五次工		三十六次工		三十七次工		三十八次工		三十九次工		四十次工		四十一次工		四十二次工		四十三次工		四十四次工		四十五次工		四十六次工		四十七次工		四十八次工		四十九次工		五十次工		五十一次工		五十二次工		五十三次工		五十四次工		五十五次工		五十六次工		五十七次工		五十八次工		五十九次工		六十次工		六十一次工		六十二次工		六十三次工		六十四次工		六十五次工		六十六次工		六十七次工		六十八次工		六十九次工		七十次工		七十一次工		七十二次工		七十三次工		七十四次工		七十五次工		七十六次工		七十七次工		七十八次工		七十九次工		八十次工		八十一次工		八十二次工		八十三次工		八十四次工		八十五次工		八十六次工		八十七次工		八十八次工		八十九次工		九十次工		九十一次工		九十二次工		九十三次工		九十四次工		九十五次工		九十六次工		九十七次工		九十八次工		九十九次工		百次工		百一次工		百二次工		百三次工		百四次工		百五次工		百六次工		百七次工		百八次工		百九次工		百十次工		百十一次工		百十二次工		百十三次工		百十四次工		百十五次工		百十六次工		百十七次工		百十八次工		百十九次工		百二十次工		百二十一次工		百二十二次工		百二十三次工		百二十四次工		百二十五次工		百二十六次工		百二十七次工		百二十八次工		百二十九次工		百三十次工		百三十一次工		百三十二次工		百三十三次工		百三十四次工		百三十五次工		百三十六次工		百三十七次工		百三十八次工		百三十九次工		百四十次工		百四一次工		百四二次工		百四三次工		百四四次工		百四五次工		百四六次工		百四七次工		百四八次工		百四九次工		百五十次工		百五一次工		百五二次工		百五三次工		百五四次工		百五五次工		百五六次工		百五七次工		百五八次工		百五九次工		百六十次工		百六一次工		百六二次工		百六三次工		百六四次工		百六五次工		百六六次工		百六七次工		百六八次工		百六九次工		百七十次工		百七一次工		百七二次工		百七三次工		百七四次工		百七五次工		百七六次工		百七七次工		百七八次工		百七九次工		百八十次工		百八一次工		百八二次工		百八三次工		百八四次工		百八五次工		百八六次工		百八七次工		百八八次工		百八九次工		百九十次工		百九一次工		百九二次工		百九三次工		百九四次工		百九五次工		百九六次工		百九七次工		百九八次工		百九九次工		百百次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工		百百九次工		百百十次工		百百一次工		百百二次工		百百三次工		百百四次工		百百五次工		百百六次工		百百七次工		百百八次工	
-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-----	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	-------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--

【備考】・セグメントはコンクリート製セグメントを想定している。 ・基込め材は、一家型(モルタル)を想定している。	【注1】一般鋼セグメントについては不腐。特殊セグメントについては、その腐蝕量を判断。 【注2】一般鋼リング数が(900kg)に満たない場合は、1個/全数とする。 【注3】リング端手環造(新端手)によっては実数とする。
--	---

図-5.6 シールド工事における要求品質（構造安全性）の整理：表形式3

ツリー型式の整理④：構造安全性(＋耐久性)の場合

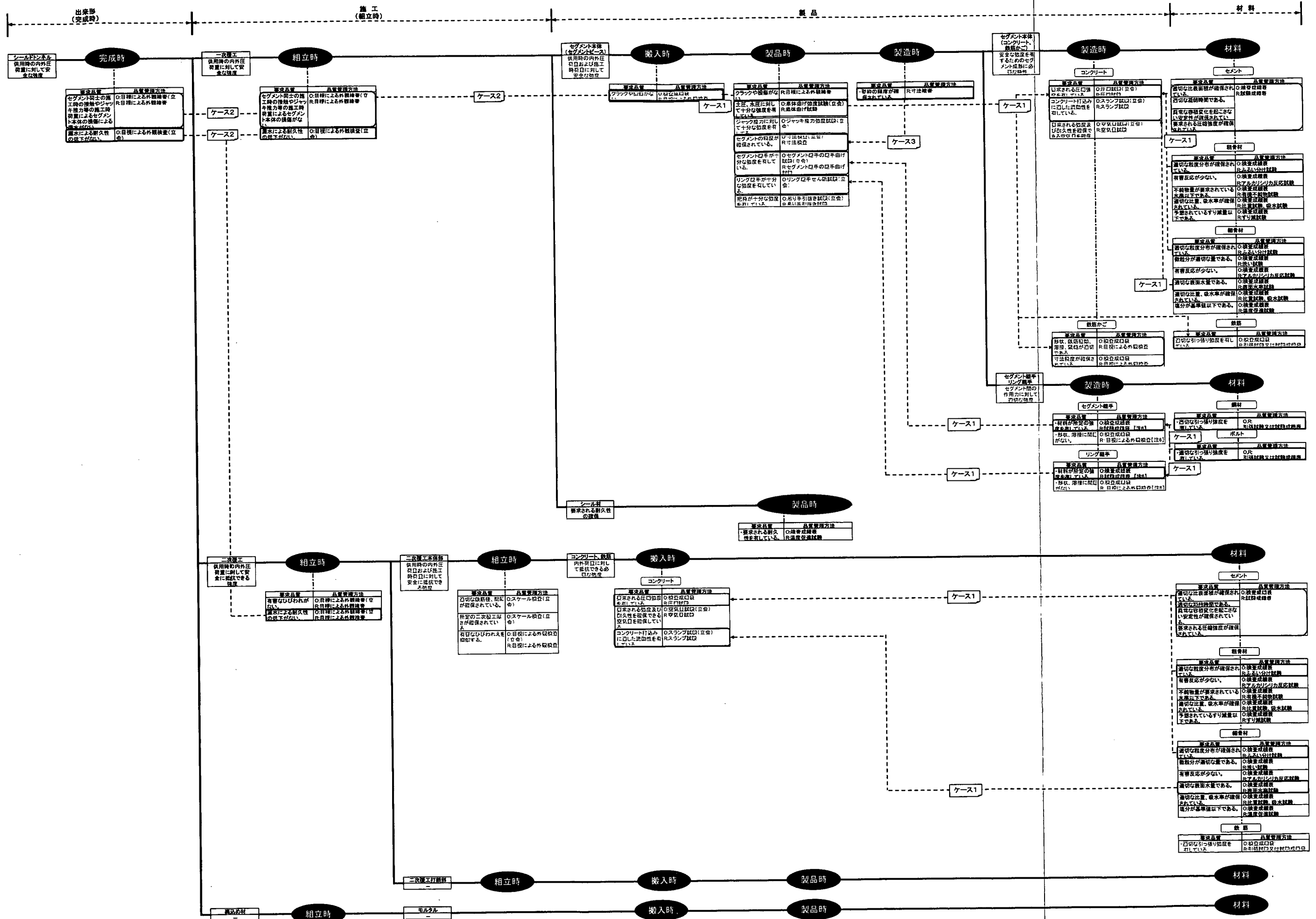


図-5.7 シールド工事における要求品質（構造安全性）の整理：ツリー形式

5.3 性能規定型発注

シールドトンネルの要求性能の階層化整理を活用して、シールド工事の性能規定型の特記仕様書(案)について検討する。本研究は、技術仕様の性能規定化に焦点あてたものであり、要求性能の検査・検証技術に関する検討は行っていない。そのため、本節で示す特記仕様書(案)は、検査・検証の実施方法によって、入札・契約方法(性能発注やVE、DB等)が異なるものである。本節の検討は、性能に着目するこれからの技術仕様のあり方の例として、特記仕様書(案)を示すことを目的として行うものである。なお、本研究は、瑕疵担保や設計変更等、入札・契約にかかわる検討は対象外としており、これらについて別途の検討がなされることを前提としている。

5.3.1 性能規定項目の決定

a. 要求目的の決定

土木工事において性能規定導入対象は発注者により決定される。シールドトンネル全体に対して性能規定導入を検討する場合は、表-5.2に示すシールドトンネルの性能が要求目的となるが、例えば、セグメントに関するコスト縮減、新技術開発導入のインセンティブ確保を目的として、性能規定導入を検討する場合、セグメントが性能規定項目となり、セグメントの要求目的(=一次覆工の性能)が要求目的となる。

a. 要求性能とその数値基準の決定

性能規定項目と要求目的の設定された後、各工事ごとに、現場条件等を考慮して、要求性能とその数値基準を示す必要がある。要求性能と数値基準とは、NKBモデルにおける機能的要求と要求水準に相当するものである。なお、性能発注を行う場合には、性能規定項目とその要求目的を起点として、検査・検証方法を考慮して性能規定項目を再検討して、要求性能とその数値基準を決定することになる。

5.3.2 設計条件

要求性能により技術仕様が規定された特記仕様書(案)においては、受注者(または受注希望者)が技術的検討を行うために必要な設計条件を示す必要があると考える。これらは、性能規定型の土木工事発注が設計・施工(基本計画、基本設計、実施設計、施工)のどの段階に導入されるかによって異なる。実際には、工事発注者が要求性能の数値基準を示すために、可能な範囲において現場条件等が調査されることになるため、これらの情報が設計条件として明示されることになるかと予想する。

表-5.7 覆工設計において考慮する荷重の種類

荷重の種類	基本設計	詳細設計	施工
鉛直および水平土圧	○	○	○
水圧	○	○	○
自重	○	○	○
上載荷重の影響	○	○	○
地盤反力	○	○	○
内部荷重(内水圧等)	○	○	
施工時荷重		○	○
地震の影響		○	
併設トンネルの影響		○	○
近接施工の影響		○	○
地盤沈下の影響		○	○

表-5.8 シールド工事における地形および土質調査

調査項目	調査内容	基本計画		基本設計		実施設計		施工	
		予備調査		基本調査		詳細調査		確認調査・管理調査	
		調査の実施	調査方法	調査の実施	調査方法	調査の実施	調査方法	確認・管理の実施	確認方法例
支障物件調査	支障物件調査	○	既設構造物の工事記録 現地踏査						
地形調査	地形	○	既設構造物の工事記録 地図類等文献調査 現地踏査						
	地層構成	○	既設構造物の工事記録 地図類等文献調査 土質調査記録	○	サンプリング				
	地盤沈下	○	現地踏査						
土質調査	N値	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録	○	標準貫入試験	○	標準貫入試験	○	標準貫入試験
	透水係数	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録	○	透水試験	○	透水試験		
	地下水位、間隙水圧	○	既設構造物の工事記録 文献調査（井戸、地下水）	○	地下水位調査 間隙水圧測定	○	地下水位調査 間隙水圧測定	○	地下水位調査 間隙水圧測定
	粒度分布	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録	○	室内土質試験	○	室内土質試験		
	含水比	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録	○	室内土質試験	○	室内土質試験		
	土粒子比重	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録	○	室内土質試験	○	室内土質試験		
	単位体積重量	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録	○	室内土質試験	○	室内土質試験	○	室内土質試験
	一軸圧縮強さ	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録	○	室内土質試験	○	室内土質試験		
	液性および塑性限界	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録	○	室内土質試験	○	室内土質試験		
	粘着力	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録	○	室内土質試験	○	室内土質試験	○	室内土質試験
	内部摩擦角	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録	○	室内土質試験	○	室内土質試験	○	室内土質試験
	圧密特性	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録	○	室内土質試験	○	室内土質試験		
	地下水の流速、流向		既設構造物の工事記録 文献調査（井戸、地下水）			○	透水試験		
	礫、玉石の径	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録			○	サンプリング		
	地盤反力係数	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録			○	孔内水平載荷 試験		
	弾性波速度	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録			○	PS検層	○	PS検層
	耐震設計上の基盤	○	既設構造物の工事記録 土質調査記録			○	深礎掘削 PS検層 標準貫入試験	○	深礎掘削 PS検層 標準貫入試験

示方書第4条は、各段階の検討に必要な基礎資料を得るために、(1) 立地条件調査、(2) 支障物件調査、(3) 地形および土質調査、(4) 環境保全のための調査が必要であるとしている。これらが工事発注の段階に応じて実際に調査されていると予想する。一例として地形および土質調査に着目して、示方書第7条を参考に基本計画、基本調査、実施調査、施工の各段階において実施される調査内容と調査方法を整理した。その結果を表-5.8に示す。調査資料の精度は各段階での調査方法によって異なるため、技術仕様に表示できる設計条件の内容は異なる。例えば、示方書の第28条において覆工の設計にあたって考慮すべき荷重の種類が示されているが、基本設計と詳細設計においては、検討されている荷重の種類が異なっている。その現状を表-5.7に示す。

また、性能規定型の土木工事発注が導入される設計・施工の段階に応じて、調査内容、調査精度が異なることを考慮して、技術仕様においては、これらの再調査・検討の実施を行い、要求目的と要求性能を満たす機能的要求と要求水準の再検討、設計条件の修正を行うことを適切に示す必要がある。

5.3.3 その他の規定項目

a. 法令等による強制的要求事項

シールド工事を実施する場合、個々の工事ごとの要求性能とは別に、法令等により強制的に遵守することが求められる内容がある。各シールド工事ごとの要求性能による具体的な規定項目は、先の階層化整理の結果に対する関連法令等の強制的な要求事項の位置づけに留意し、これを遵守して決定しなければならない。

b. トンネル標準示方書〔シールド工法編〕

従来の土木工事の仕様書では、準拠すべき関係技術基準類を提示している。これらが性能規定化されていない場合、技術仕様は、要求品質で規定されていた従来の内容に対応する事項だけでなく、技術基準類に規定されていた内容を適切に示す必要がある。

技術基準類の内容把握の例として、示方書について、その記載内容を整理し、図-5.2に追加した結果を図-5.8に示す⁴³⁾。図-5.8において、 Q_x は、性能 P_x に対応する品質の意味であり、条文番号は示方書の条文を指している。示方書の内容の整理結果を参考資料に示す。示方書においても、品質規定と考えることができる内容を多く含んでいる。示方書が性能規定化されていない場合、土木工事の仕様書において、示方書を準拠せず、必要な内容のみ技術仕様として規定するか、または、示方書を準拠しつつ、要求品質により示されている内容を要求性能により規定しなおすことになる。

5.3.4 性能規定型特記仕様書(案)の例

これまでの検討結果に基づき、性能規定型特記仕様書(案)の検討例を示す。本検討は下の状況を想定している。なお、本検討にあたっては、舗装工事の性能発注例を参考とした。

1. セグメント本体に着目して性能規定型の発注を行う。
2. 詳細設計がすでに終わっている。

a. 性能規定型特記仕様書としての明言

要求性能に着目することは、土木工事における大きな流れの方向である。しかし、現段階は、要求品質から要求性能への移行期であり、要求品質に基づく従来通りの土木工事が主流を占め

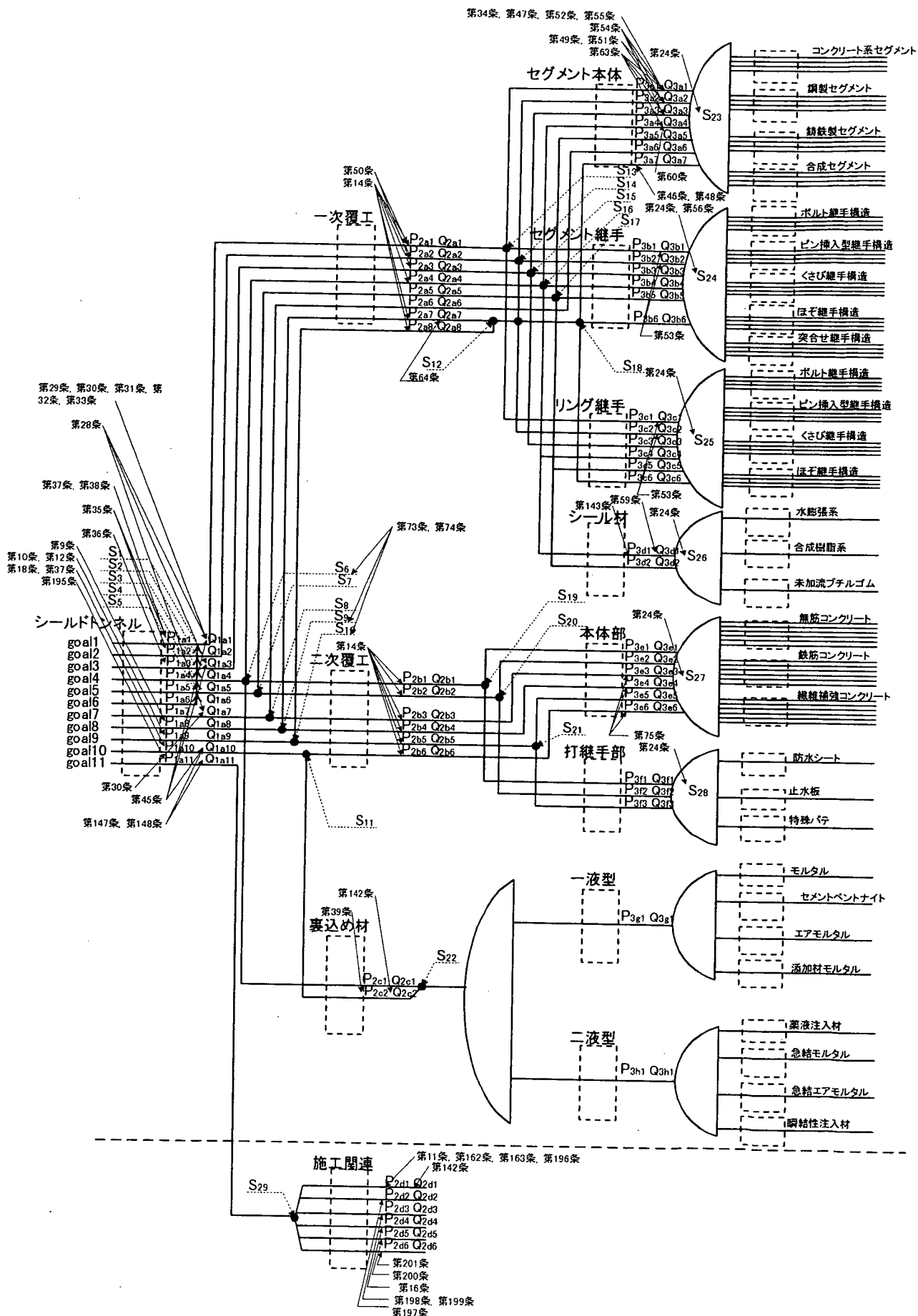


図-5.8 トンネル標準示方書 [シールド工法編] の整理

る時期である。実務上の混乱を避けるためには、性能規定型であることを明言する方が良いと考える。特記仕様書(案)においては、第2条を設けた。

b. 特記仕様書の全体構成

要求仕様を性能規定化するにあたり、特記仕様書の全体構成を大きく変更することは、実務上の混乱の原因となる。また、技術仕様は、性能規定概念の導入目的に応じて、一部が要求性能で規定され、残る多くが従来通りの要求品質で規定されることが予想される。技術仕様においては、品質規定と性能規定が混在することを避ける方が良いと考える。さらに、性能発注やVE発注においては、要求性能により規定された技術仕様に対しても、それを満足する設計例を明示することになる。以上のことから、従来の特記仕様書の全体構成を踏襲し、性能規定による内容を別途に示すこととした。特記仕様書(案)においては、第4章において性能規定に関する事項をまとめている。また、第20条2,3において、例示仕様の扱いを示している。

本ケーススタディにおいては、シールドトンネルの要求品質については、検討を行っていない。そのため、特記仕様書に記載される要求性能と例示仕様(要求品質)の対応は検討されていない。実際の仕様書においては、本検討に加えて、要求性能による規定内容と、要求品質による規定内容の相互関係を明確にして、相互に矛盾がないように整理する必要がある。また、シールド工事においては、一般事項として、シールドマシンの仕様が規定されることがある。シールドマシンの仕様はシールドトンネルの仕様を拘束するすることが多い。実際の工事において、土木構造物であるシールドトンネル本来の性能を重要視するだけでなく、シールドマシンの仕様についても規定するならば、シールドマシン仕様がシールドトンネルの仕様に与える影響を整理検討する必要がある。

c. 性能規定適用目的の明示

土木工事への性能規定導入は、設計・施工の自由度向上やコスト縮減等が目的であり、性能規定自体が目的ではない。技術仕様の技術的内容や入札・契約事項に直接かかわるものではないが、特記仕様書において、性能規定導入の目的を明示することとした。特記仕様書において性能規定導入の目的を明示することは、工事受注者(工事受注希望者)に対して、発注者の意志を明確にすることになり、かつ、性能規定導入の目的の1つである公共工事の顧客(国民)に対するアカウントビリティの向上につながるものであると考えている。特記仕様書(案)においては、第20条1において性能規定適用の目的を示した。

d. 技術仕様の明示

性能規定型の技術仕様として、要求目的、要求性能とその数値基準を示す。要求目的と要求性能は、既述の5つの要求目的の一般的枠組みに従いそれぞれを規定した。特記仕様書(案)においては、第21条に要求目的を示し、第22条に要求性能を示している。但し、セグメントの要求目的においては、耐久性の要求が他の要求と一体化している。また、周辺環境の保護に関する要求は関係していない。そのため、「構造安全性」「使用性」「非常時の安全性」の3項目を示している。要求性能の数値基準は、必要な数値を第23条に示している。

e. 設計条件の明示

本検討では、詳細設計終了段階での性能規定型の発注を例としている。特記仕様書(案)においては、表-5.8、表-5.7に示した事項のうち、詳細設計段階で調査される事項を設計条件として示した。

f. 準拠基準等

土木構造物の設計・施工については、その全般にわたり多くの技術基準類が整備されている。特記仕様書は、これらを準拠することにより、特記仕様書を簡略化している。現在、技術基準類は、一部が性能規定型（性能照査型を含む）に改訂がなされているものの、多くが性能規定に未対応である。特記仕様書(案)においては、シールドトンネル全般に関わる準拠基準等を第1章総則の中で規定しつつ、性能規定にかかわる範囲の内容について第4章を優先していることを利用して、準拠基準等を第25条で再規定している。性能規定への対応が未対応である示方書については、図-5.8を参照して、一次覆工とその構成要素に関わる内容で要求品質により規定されている事項を適用外としている。また、性能規定型が図られているコンクリート標準示方書については、これを採用することとしている。

特記仕様書(案)

工事名 : ○○トンネル築造工事
工事場所 : ○○○○地先
工 期 : 契約の翌日から平成○○年○月○日迄

第1章 総 則

第1条 (適用)

本特記仕様書は、土木工事共通仕様書(以下「共通仕様書」という)特記仕様書で、○
トンネル築造工事(以下「本工事」という)の施工に適用する。

第2条 (性能発注)

本工事は、設計仕様の一部を要求性能により規定している性能規定型発注となっている。
性能規定型発注に関する事項は第4章に示すとおりである。

第3条 (準拠基準等)

本工事の施工にあたっては、特記仕様書及び共通仕様書によるほか、下記の図書に準拠
するものとする。

「トンネル標準示方書(シールド編)・同解説」(土木学会)

「シールド工事用標準セグメント」(土木学会、日本下水道協会)

「コンクリート標準示方書」(土木学会)

「土木構造物標準設計」(建設省)

「日本工業規格」(JIS:日本規格協会)

第3条 (工事費構成書) (省略)

第4条 (施工計画書) (省略)

第5条 (現場技術員) (省略)

第6条 (工事現場発成品) (省略)

第7条 (段階確認) (省略)

第8条 (品質証明書の提出) (省略)

第9条 (施工管理) (省略)

第10条 (工事中の安全確保) (省略)

第11条 (環境対策) (省略)

第12条 (交通安全管理) (省略)

第13条 (再生資源利用計画書及び再生資源利用促進計画書)
(省略)

第14条 (建設機械の使用) (省略)

第15条 (完成図書) (省略)

第2章 材 料 (省略)

第3章 一般施工 (省略)

第4章 性能規定

第20条 (性能規定適用の目的と適用範囲)

1. 本工事は、トンネル一次覆工にかかわる新技術開発導入を積極的に図り、特記仕様書第2章、第3章に示す仕様により実現可能な性能以上のものを有する一次覆工を低コストで実現することを目的として、工事内容の一部に性能規定概念の適用を行うものである。
2. 本工事の一次覆工に関わる仕様については、本章が、他の事項に対して優先される。本章は、一次覆工に対する要求性能等を示すものであり、一次覆工及びその構成要素に関する限り、他の事項は、これを実現する例示仕様として読み替えるものとする。
3. 乙は甲に対して、本章の仕様に従い、一次覆工に関する構造、設計・施工技術に関する提案を行うものとする。有意な技術的提案が不可能な場合、例示仕様に従い本工事を実施するものとする。

第21条 (一次覆工に対する要求目的)

- 1) 構造安全性
 - ・要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、シールドトンネルが、トンネル作用荷重に対して、構造上の必要な強度を有している。
- 2) 使用性
 - ・要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、シールドトンネルがトンネル用途に障害となるような変形を生じない。
 - ・要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、シールドトンネル外部から内部への漏水を適切な漏水量以下に抑えることができる。
 - ・シールドトンネルが、トンネル用途に適合した内空断面と大きさを有している。
 - ・シールドトンネルがトンネル用途に適合したトンネル線形が確保されている。
- 3) 非常時の安全性
 - ・要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、シールドトンネルが、あらかじめ明示された地震時荷重に対して安全に抵抗できる。
 - ・要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、一次覆工の熱による強度低下を防ぐことができる。

第22条 (一次覆工に対する要求性能)

- ・一次覆工は、二次覆工と裏込め材の仕様と相互に関係して、シールドトンネルを構成し

ており、その要求目的を実現するために、以下の要求性能を有している必要がある。

1) 構造安全性

- ・要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル作用荷重に対して、構造上の必要な強度を有している。

2) 使用性

- ・要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル用途に障害となるような変形を生じない。
- ・要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル外部から内部への漏水を適切な漏水量以下に抑えることができる。
- ・二次覆工外面と一次覆工内面が接して組み立てることができる。
- ・目的とするトンネル線形が確保されている。

3) 非常時の安全性

- ・要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、あらかじめ明示された地震時荷重に対して安全に抵抗できる。
- ・要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、熱による強度低下を防ぐことができる。

第23条 (一次覆工に対する要求水準)

- ・一次覆工は、二次覆工と裏込め材の仕様と相互に関係して、シールドトンネルを構成しているため、一次覆工の各要求性能は以下の要求水準を有している必要がある。

1) 供用期間

- ・本トンネルは、恒久的な供用を想定しているが、本工事の瑕疵担保にかかわる供用期間は、〇〇年とする。

2) 維持管理手法

- | | |
|---------|--------------------------|
| 点検方法と周期 | 本シールドトンネルの点検は×××の方法で行う。 |
| 補修方法と周期 | 本シールドトンネルの点検は、×××の方法で行う。 |

3) トンネル変形量

±〇〇 (Do/150) mm 以内

4) トンネル漏水量

〇〇 ㎥/日・m 以下

5) トンネル線形

縦断勾配 $i = 1/〇〇 \sim 1/〇〇$

(詳細は添付する縦断面図参照のこと)

平面線形最小曲率 $R = 〇〇$ m

(詳細は添付する縦断面図参照のこと)

6) 火災時最大熱量

本シールドトンネル内で、火災事故が発生した場合、発生する熱量は、最大〇〇と予想する。

第24条 (設計条件)

1) トンネル作用荷重

鉛直および水平土圧

水圧

自重

上載荷重の影響

地盤反力

内部荷重

施工時荷重

地震の影響

縦断方向

横断方向

地盤沈下の影響

2) 土質条件

N値

透水係数

地下水位、間隙水圧

粒度分布

含水比

土粒子比重

単位体積重量

一軸圧縮試験強さ

液性および塑性限界

粘着力

内部摩擦係数

圧密特性

地下水の流速、流向

礫、玉石の径

地盤反力係数

※詳細設計時の情報に基づき明記する。

第25条 (準拠基準等)

一次覆工およびその構成要素の設計・施工にあたっては、下記の図書に準拠するものとする。

「トンネル標準示方書 (シールド編)・同解説」(平成8年版:土木学会)

但し、第34, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 59, 60, 61, 63, 64条は適用しない。

「シールド工事用標準セグメント」(土木学会、日本下水道協会)

但し、・・・(未検討)

「コンクリート標準示方書〔設計編〕－耐久性照査型－」（策定中 ：土木学会）

「コンクリート標準示方書〔施工編〕－耐久性照査型－」（平成 11 年版：土木学会）

第 26 条（品質管理・検査）

※品質管理・検査の都合上、特記仕様書で明示しておく必要のある事項を示す。

第 27 条（技術的提案の保護）

本工事においてなされた技術的提案については、その後の工事において、その内容が一般的に使用される状態となった場合は、無償で利用できるものとする。ただし、工業所有権等の排他的権利を有する提案についてはこの限りではない。

6. まとめ

本研究は、土木分野における性能規定導入のための技術的手法と、性能に着目した合理的かつ的確な管理・検査を行う新しい品質管理体系を提案することを目的に、土木工事における技術仕様と工事実施方法への性能規定概念の導入方法について提案を行った。本報では、性能規定導入の目的と、性能規定に関するこれまでの研究内容を整理し、それを基礎資料として、性能規定に関する用語の定義等の一般事項と、土木分野への性能規定概念の導入方法、技術仕様の性能規定化方法を提案した。また、シールド工事を対象としたケーススタディを行った。本報で報告した主な調査内容と研究内容は下記のとおりである。

1) 建設事業への要求

建設事業をとりまく近年の国内外社会の要求や多様化する公共工事への社会的要求に対応する方法の1つとして、土木分野への性能規定導入が期待されている。性能規定化の方法を検討する前段階として、これら国内外社会の要求と公共工事に対する社会的要求について整理した。主な内容は以下のとおりである。

1. 国際社会の要求

(a) 国際規格との整合性の確保

2. 公共工事に対する要求

(a) アカウンタビリティの確保

(b) 設計・施工に対する自由度の向上

(c) コスト縮減

(d) 新しい入札・契約方法の導入

2) 建設事業への性能規定導入の現状

土木分野における性能規定を検討するにあたり、性能規定導入における課題への対応や検討を効率的に行うために、これまで建築分野や土木分野で行われていた検討を整理した。また、建築分野における性能規定は、導入目的等の取りまく状況等が土木分野と異なるため、導入方法や課題には異なるものがある。そのため、建築分野における性能規定の検討状況を整理する前に、建築分野における性能規定導入の背景を調査し、土木分野の相違点を整理した。

3) 土木工事への性能規定概念導入

建設事業に対する要求に対応するために、土木工事实施の現状を考慮しつつ、土木工事における技術仕様と実施方法への性能規定概念の導入方法について検討を行った。土木工事实施方法への性能規定概念の導入については、円滑な導入を図る観点から、「要求性能を考慮した品質管理」と「性能発注」の実施を組み合わせ、段階的導入を図る方法を提案した。また、土木分野における性能規定に関する一般事項として、関連用語の定義、要求目的の一般的枠組みについて検討を行った。さらに、技術仕様の性能規定化手法の確立を目的として、性能と品質の階層化整理の方法を提案した。

5) シールド工事を対象としたケーススタディ

本報で提案した土木分野への性能規定概念の導入方法、性能と品質の階層化整理の有効性を確認するために、シールド工事を対象としたケーススタディを行った。要求性能の整理は、各構成要素について行った。土木構造物の各構成要素は複数の要求性能を有しており、構成要素間の要求性能の関係やその本来の意味は不明確になりやすい。しかし、要求性能の階層化整理を

行うことにより、構成要素間の要求性能の関係と、各構成要素の有する要求性能を明確にすることが実際に可能であることが示された。また、要求性能の階層化整理結果を活用して、「要求性能を考慮した品質管理」「性能発注」についての検討を行った。土木工事における監督・検査等の品質管理の合理化については、これまでも多くの提案が行われている。しかし、それらは工事における経験に基づいてなされており、合理化方針の明確さ、根拠等の説明性が低い欠点があった。要求性能を考慮した品質管理の検討により、非常に的確な合理化項目の提案が可能であることが示された。性能発注は、「舗装工事の性能発注」に代表されるように、これまでに試行がなされている。しかし、シールドトンネル等のように、多くの構成要素が階層的に組み合わされている複雑な構造物については、性能発注の試行例がない。本研究により、土木構造物の構成要素に着目して、性能と品質を階層化整理することにより、これらについても、要求性能が明確になり、性能発注が可能であることが示された。

7. 今後の課題

本研究では、土木工事への性能規定導入に関する検討を行い、用語の定義等、性能規定に関わる一般事項、技術仕様の性能規定化手法、要求性能を考慮した品質管理の合理化、性能発注のための技術仕様の性能規定化に関する提案を行った。しかし、本研究では、幾つかの検討課題を残している。用語の定義に関しては、ISO9000's:2000 年度版とそれを取り込んだ日本工業規格である JIS Q 9000,9001,9004 との整合性については未検討である。要求性能を考慮した品質管理の合理化検討においては、公共工事における工事発注者と工事請負業者間の受発注関係における品質活動を対象として行っている。しかし、土木工事全体に渡るの最適な品質管理の合理化を図るためには、工事発注者と工事請負業者、各種専門業者、資材メーカー等の品質活動を連携させ、総合的な合理化方法の提案がなされる必要がある。工事請負業者と専門業者、資材メーカーの関係は非常に多様であり画一的な取り扱いができないが、今後、何らかの手法を用いて、各工事請負業者と専門業者、資材メーカー間の品質活動においても同様の検討を行い、総合的な合理化方法の提案を行う必要がある。性能発注のための技術仕様の性能規定化については、瑕疵担保や設計変更への対応等、入札・契約について未検討となっている。これらについても検討を行い、性能規定型仕様書による土木工事の試行へとつなげる必要がある。

おわりに

本研究は、建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業の品質管理体系に関する技術開発」(国土交通省 平成9年度から平成12年度)の一貫として行われた研究成果をもとに、独立行政法人 土木研究所 技術推進本部(先端技術)で最終的な検討を行ったものである。本研究は、土木分野における性能規定の必要性が注目され、研究がはじめられた初期の段階から行われたものである。近年の土木分野における性能規定研究は、建設マネジメント分野やコンクリート、鋼構造物分野等の個別分野ごとの検討となっており、土木分野全般にわたる総合的な検討になっていない。そのため、各分野ごとに、性能規定に関わる概念や思想等に相違がある場合がある。しかし、本研究においては、総合技術開発プロジェクトに関わった多くの研究室との情報・資料交換、意見交換により、広範囲にわたる検討ができた。今後、同様の機会により、土木分野における的確な性能規定導入の検討が、多くの分野との相互協力によりなされることを望むものである。それにより、本研究成果をより一層推し進めたいと考えるものである。

謝辞

本研究を行うにあたり、建築分野における性能規定研究に関して、第四研究部住宅建設研究室の西山室長をはじめとする建築研究所の多くの方々より資料、ご意見等を賜りました。土木学会年次学術講演会、土木学会建設マネジメント問題に関する研究・討論会においては、著者らの論文に対して、貴重な多くのご助言・ご指摘を賜り、その結果を本土木研究所資料において反映させていただきました。各位に謝意を表します。シールド工事の事例検討を行うにあたり、小泉淳教授（早稲田大学理工学部）をはじめ、多くの方々よりご意見を賜りました。御礼申し上げます。

<参考文献>

- (1) 土木研究所:土木構造物の構成要素に着目した性能の階層化整理－シールド工事を対象としたケーススタディー, 土木研究所資料第 3732 号, 2000.5.
- (2) 貿易の技術的障害に関する協定
- (3) 政府調達に関する協定, 1994.4.
- (4) (社) 土木学会 ISO 対応特別委員会:ISO 規格と我が国の技術基準, 1998.9.
- (5) (社) 土木学会 ISO 対応特別委員会:「ISO への対応」に関するシンポジウム講演資料集, 1998.9.
- (6) (財) 日本適合性認定協会登録リスト, <http://www.jab.or.jp>, 2001.5.16:download.
- (7) 建設省:ISO9000 シリーズ適用パイロット事業の今後の展開等について, 建設省記者発表資料, 1998.1.
- (8) 国土交通省:平成 13 年度における公共工事等への ISO9000 シリーズの適用について, 国土交通省記者発表資料, 2001.4.
- (9) 建設省・農林水産省・運輸省:公共工事の品質に関する委員会報告書, (1996).
- (10) 建設省:公共工事の品質確保等のための行動指針, 1998.2.
- (11) 発注者責任研究懇談会:発注者責任研究懇談会中間とりまとめ, 農林水産省構造改善局施工企画調整室・運輸省運輸政策局公共事業調査室・建設省大臣官房技術調査室監修, 社団法人全日本建設技術協会, 1999.6.
- (12) 発注者責任研究懇談会:発注者責任を果たすための具体的施策のあり方(第二次とりまとめ概要版), 2001.3.
- (13) 建設省:公共事業の説明責任(アカウンタビリティ)向上行動指針, 1999.2.
- (14) 公共工事コスト縮減対策関係閣僚会議:公共工事コスト縮減対策に関する行動指針, 1997.4.
- (15) 公共工事コスト縮減対策関係閣僚会議:公共工事コスト縮減対策に関する新行動指針, 2000.9.
- (16) 建設省:公共工事コスト縮減対策に関する新行動計画, 2000.9.
- (17) 平野:海外の「性能指向の建築基準」の動向, 建築研究成果撰 あらか第 12 集, pp.1-pp.11, 1994.10.
- (18) NKB; STRUCTURE FOR BUILDING REGULATIONS, NKB report No.34, 1978.11.
- (19) 大橋:性能規定の必要性和問題点 主旨説明, pp.1, 日本建築学会大会建築法制部門研究懇談会資料, 日本建築学会建築法制委員会, 1996.9.
- (20) Economic Commission for Europe; ECE COMPENDIUM OF MODEL PROVISIONS FOR BUILDING REGULATIONS, UNITED NATIONS, 1996.
- (21) 平野:性能規定の必要性和問題点 (3) 海外諸国の取組と問題点, 性能規定化の必要性和問題点, pp.11-pp.17, 日本建築学会大会建築法制部門研究懇談会資料, 日本建築学会建築法制委員会, 1996.9.
- (22) 建設省:新建築構造体系の開発報告書(建設省総合技術開発プロジェクト), 1998.10.
- (23) 守屋:性能規定の必要性和問題点 (1) 計画に関する規定, 性能規定化の必要性和問題点, pp.3-pp.6, 日本建築学会大会建築法制部門研究懇談会資料, 日本建築学会建築法制委員会, 1996.9.
- (24) 日本工業標準調査会土木部会コンクリート専門委員会:コンクリート分野の標準化計画案に関する報告書, 1998.3.
- (25) 上田ほか 3 名:コンクリート構造物の性能照査型補強設計法の提案, pp.244-245, CS, 第 53 回土木学会年次講演会, 1998.10.
- (26) 下村ほか 3 名:性能照査型設計システムにおけるコンクリート構造物の使用性照査, pp.246-247, CS, 第 53 回土木学会年次講演会, 1998.10.
- (27) 河野:コンクリート分野の性能照査設計法の動向, pp.31-pp.38, 鋼構造と橋に関するシンポジウム, 1998.8.
- (28) 小澤他 3 名:技術基準の性能規定化と性能発注に関する一考察, pp.73-pp.80, 第 16 回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, 1998.12.
- (29) 平野:建築生産規範情報の構造の『性能』に着目した説明モデル, pp.3.1-pp.3.10, 平成 10 年度建築研究所春季研究発表会資料, 1998.6.
- (30) ISO; Performance standards in building-Contents and presentation, First edition, ISO6240:1980(E), (1980).
- (31) 五條:「新建築構造体系」4. 新たな社会機構のビジョンと方向性, pp.17-pp.22, 建設省建築研究所平成 10 年度秋季講演会, 1998.10.
- (32) ISO; Standardization and related activities - General vocabulary, 7th edition, ISO/IEC GUIDE2:1996(E/F/R), (1996).

- (33) ISO; Quality management and quality assurance - Vocabulary, 2th Edition, ISO8402:1994(E/F/R), (1994).
- (34) 建設省:設計業務共通仕様書,1995.9.
- (35) 建設省:土木工事共通仕様書,1998.3.
- (36) 日本工業規格:品質管理用語,JIS Z 8101-1981,(財)日本規格協会,1981.8.
- (37) (社)土木学会編:コンクリート標準示方書[施工編],丸善,1996
- (38) (社)土木学会編:高流動コンクリート施工指針 コンクリートライブラリー 93,丸善,1998.7.
- (39) 欧州標準化委員会編:CE マーキングと規格-ニューアプローチ/CEN -, (財)日本規格協会,1995.5.
- (40) 上仙・西川:性能規定化の観点による鋼道路橋設計基準の分析,pp.188-pp.189,CS, 第54回土木学会年次講演会,1999.9.
- (41) 建設省:「土木建築にかかわる設計の基本」一次案,(2000).
- (42) 赤尾:品質展開方入門 品質機能展開マニュアル1,日科技連,(1993).
- (43) (社)土木学会トンネル工学委員会編:トンネル標準示方書[シールド工法編]・同解説,社団法人土木学会,1996.7.
- (44) 日本道路協会:道路トンネル技術基準(構造編)・同解説,丸善,1989.6.
- (45) AASHTO; AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS,(1996).
- (46) 田中・村松:土木工事における品質と性能の関係の概念モデル,pp.65-pp.72,第16回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集,1998.12.
- (47) 田中ほか2名:シールド工事の性能規定化のための要求性能の検討,pp190-pp.191,CS, 第54回土木学会年次講演会,1999.10.
- (48) 田中ほか2名:土木工事における要求性能の明確化の手法-シールド工事を用いた事例検討-,pp.13-pp.24,第17回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集,1999.12.
- (49) 田中・江本:要求性能に基づく品質管理の合理化と施工自由度の向上-性能規定導入に向けた一提案-,pp.145-pp.152,第18回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集,2000.12.

参考資料

- (1) シールドトンネルにおける要求性能の階層化整理結果
- (2) トンネル標準示方書〔シールド工法編〕の記載内容の整理結果

記 号	性 能
(要 求 目 的)	
goal1	トンネルへの作用荷重(供用時の内・外荷重)に対して安全に抵抗できる、構造上の必要な強度を有している。
goal2	トンネル用途に障害となるような変形が生じない。
goal3	あらかじめ明示された地震時荷重(トンネル縦断方向荷重、横断方向荷重)に対して強度的に安全である。
goal4	1. トンネル外部から内部への漏水を、トンネルの排水機能で対応可能な漏水量以下に抑えることができる。 2. 【条件：下水トンネル等場合】トンネル内部から外部への漏水(流出)を完全止水することができる。
goal5	【条件：道路トンネルの場合】熱による一次覆工の強度劣化を防止できる。
goal6	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、性能を維持できる。(寿命に関する要求)
goal7	浮力に対して構造上安定している。
goal8	トンネル用途に適合した内面形状と大きさを有する。
goal9	トンネル用途に適合した出来形(線形)及び仕上がり状況を有している。
goal10	供用期間中に周辺環境へ及ぼす影響が少ない。
goal11	工事発注者が果たすべき責任範疇において、施工中に周辺環境へ及ぼす影響がない。
(等 級 1)	
P _{1a1}	トンネルへの作用荷重(供用時の内・外荷重)に対して安全に抵抗できる、構造上の必要な強度を有している。
P _{1a2}	トンネル用途に障害となるような変形が生じない。
P _{1a3}	あらかじめ明示された地震時荷重(トンネル縦断方向荷重、横断方向荷重)に対して強度的に安全である。
P _{1a4}	1. トンネル外部から内部への漏水を、トンネルの排水機能で対応可能な漏水量以下に抑えることができる。 2. 【条件：下水トンネル等場合】トンネル内部から外部への漏水(流出)を完全止水することができる。
P _{1a5}	【条件：道路トンネルの場合】熱による一次覆工の強度劣化を防止できる。
P _{1a6}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、性能を維持できる。(寿命に関する要求)
P _{1a7}	浮力に対して構造上安定している。
P _{1a8}	トンネル用途に適合した内面形状と大きさを有する。
P _{1a9}	トンネル用途に適合した出来形(線形)及び仕上がり状況を有している。
P _{1a10}	供用期間中に周辺環境へ及ぼす影響が少ない。
P _{1a11}	工事発注者が果たすべき責任範疇において、施工中に周辺環境へ及ぼす影響がない。
(等 級 2)	
P _{2a1}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネルへの作用荷重に対して、構造上の必要な強度を有している。
P _{2a2}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル用途に障害となるような変形を生じない。
P _{2a3}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、あらかじめ明示された地震時荷重(トンネル縦断方向荷重、横断方向荷重)に対して安全に抵抗できる。
P _{2a4}	1. 要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル外部から内部への漏水を適切な漏水量以下に抑えることができる。 2. 【条件：下水トンネル等場合】要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル内部から外部への漏水(流出)を完全止水することができる。
P _{2a5}	【条件：道路トンネル】要求する使用期間においてあらかじめ明示された維持管理手法により、熱により強度低下を防ぐことができる。
P _{2a6}	【条件：二次覆工を省略する場合】浮力に対して浮き上りを防止できる適切な重量である。
P _{2a7}	【条件：二次覆工を省略する場合】トンネル用途に適合したトンネル内空の形状と大きさを侵さずに組み立てることができる。 【条件：二次覆工を行う場合】二次覆工外面と一次覆工内面が接して組み立てることができる。

記 号	性 能
P _{2a3}	目的とするトンネル線形が確保されている。 【条件：二次覆工を省略する場合】トンネル用途に適した内面の平滑性を有している。
P _{2b1}	1. 要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル外部から内部への漏水を、トンネルの排水機能で適切な漏水量以下に抑えることができる。 2. 【条件：下水トンネル等場合】要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル内部から外部への漏水（流出）を適切な漏水量以下に抑えることができる。
P _{2b2}	【条件：道路トンネルの場合】要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、熱による一次覆工の強度劣化を防ぐことができる。
P _{2b3}	一次覆工の重量と合わせて、浮力に対して浮き上がりを防止できる適切な重量である。
P _{2b4}	トンネル用途に適したトンネル内空の形状と大きさを有することができる。
P _{2b5}	トンネル用途に適した内面の平滑性を有している。
P _{2b6}	【条件：鉄道トンネル等、供用期間中にトンネル内部から発生する振動が環境に影響を与えることが予想される場合】適切な防振性を有する。
P _{2c1}	1. 要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル外部から内部への漏水を適切な漏水量以下に抑えることができる。 2. 【条件：下水トンネル等場合】要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル内部から外部への漏水（流出）を適切な漏水量以下に抑えることができる。
P _{2c2}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、地盤変状を抑えることができる。
P _{2d1}	施工期間中において、周辺環境保全のために適切な騒音対策が行われている。
P _{2d2}	施工期間中において、周辺環境保全のために適切な振動対策が行われている。
P _{2d3}	施工期間中において、水質汚濁（地下水への影響を含む）が防止できる。
P _{2d4}	1. 施工期間中において、地盤沈下、既設構造物に影響を与えないように土圧、泥水の推進管理が行われている。 2. 施工期間中に、周辺環境に有害な地盤沈下をおこさないように、適切な注入材注入時期、位置、圧力、量等で施工が行われている。
P _{2d5}	施工期間中において、可燃性ガスによる爆発を防止できる。
P _{2d6}	掘削土を適正に処理・処分する。
(等 級 3)	
P _{3a1}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネルへの作用荷重（供用時の内・外荷重及び施工時の荷重（ジャッキ推力、裏込め注入圧等））に対して安全に抵抗できる強度を有している。
P _{3a2}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、適切な剛性（弾性係数、断面二次モーメント、断面積）を確保することができる。
P _{3a3}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、あらかじめ明示された地震時荷重に対して安全に抵抗できる、適切な強度を有することができる。
P _{3a4}	1. 要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル外部から内部への漏水に対して、適切な水密性を有し、要求に対して問題となるひびわれが発生しない。 2. 【条件：下水トンネル等場合】要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル内部から外部への漏水（流出）を完全止水することができ、要求に対して問題となるひびわれが発生しない。
P _{3a5}	【条件：道路トンネル】要求する使用期間においてあらかじめ明示された維持管理手法により、熱により強度低下を防ぐことができる。
P _{3a6}	【条件：二次覆工を省略する場合】浮力に対して浮き上りを防止できる適切な重量である。
P _{3a7}	目的に適したトンネル内空の形状と大きさを侵さずに組み立てることが可能な、適切な寸法を有している。
P _{3b1}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、セグメント間の作用力に対しての適切な強度を有することができる。
P _{3b2}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、セグメント間の作用力に対しての適切な剛性を有することができる。
P _{3b3}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、あらかじめ明示された地震時荷重に対して、継手部がリング構造としての適切な強度を有することができる。
P _{3b4}	1. 要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル外部から内部への漏水に対して、適切な水密性を有し、要求に対して問題となるひびわれが発生しない。 2. 【条件：下水トンネル等場合】要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル内部から外部への漏水（流出）を完全止水することができ、要求に対して問題となるひびわれが発生しない。
P _{3b5}	【条件：道路トンネル】要求する使用期間においてあらかじめ明示された維持管理手法により、熱により強度低下を防ぐことができる。

記 号	性 能
P _{3b6}	目的に適合したトンネル内空の形状と大きさを侵さずに組み立てることが可能な、適切な寸法を有している。
P _{3c1}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、リング間の作用力に対して適切な強度を有している。
P _{3c2}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、リング間の作用力に対して、適切な剛性を有することができる。
P _{3c3}	要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、あらかじめ明示された地震時荷重に対して、適切な強度を有することができる。
P _{3c4}	1. 要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル外部から内部への漏水に対して、適切な水密性を有し、要求に対して問題となるひびわれが発生しない。 2. 【条件：下水トンネル等場合】要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル内部から外部への漏水（流出）を完全止水することができ、要求に対して問題となるひびわれが発生しない。
P _{3c5}	【条件：道路トンネル】要求する使用期間においてあらかじめ明示された維持管理手法により、熱により強度低下を防ぐことができる。
P _{3c6}	目的に適合したトンネル内空の形状と大きさを侵さずに組み立てることが可能な、適切な寸法を有している。
P _{3d1}	1. 要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、シールドジャッキによる繰返し推力やリングの変形による継手面間隙の伸縮に追従し、水圧に対する適切な水密性を維持することができ、かつ、十分な接着力を有することができる。 2. 要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、ボルト締結状態での均一性を維持することができる。
P _{3d2}	【条件：道路トンネル】要求する使用期間においてあらかじめ明示された維持管理手法により、熱により止水性能低下を防ぐことができる。
P _{3e1}	1. 要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル外部から内部への漏水を防ぐために、コンクリートが緻密で、適切な水密性を有し、要求目的に対して問題となるひび割れが発生しない。 2. 【条件：下水トンネル等場合】要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル内部から外部への漏水（流出）に対して、完全止水性を有し、要求目的に対して問題となるひび割れが発生しない。
P _{3e2}	【条件：道路トンネルの場合】要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、熱による一次覆工の強度低下を防ぐことができる耐火性を有する。
P _{3e3}	一次覆工の重量と合わせて、浮力に対して浮き上がりを防止できる適切な厚み（重量）を有する。
P _{3e4}	トンネル用途に適合したトンネル内空の形状と大きさを侵さずに組み立てることが可能な、適切な寸法を有している。
P _{3e5}	エアードイドまたはあばたがない。
P _{3e6}	【条件：鉄道トンネル等、供用期間中にトンネル内部から発生する振動が環境に影響を与えることが予想される場合】振動を抑制するために、適切な厚み（重量）を有する。
P _{3f1}	1. 要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル外部から内部への漏水を防ぐために、コンクリートが緻密で、適切な水密性を有し、要求目的に対して問題となるひび割れが発生しない。 2. 【条件：下水トンネル等場合】要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、トンネル内部から外部への漏水（流出）に対して、完全止水性を有し、要求目的に対して問題となるひび割れが発生しない。
P _{3f2}	【条件：道路トンネルの場合】要求する供用期間において、あらかじめ明示された維持管理手法により、熱による一次覆工の強度低下を防ぐことができる耐火性を有する。
P _{3f3}	継目部が平滑である。
P _{3g1}	空隙が充填されており、材料が流れ出さない。 早期に地山強度以上になり、注入後の容積減少が少ない。
P _{3h1}	空隙が充填されており、材料が流れ出さない。 早期に地山強度以上になり、注入後の容積減少が少ない。
(等 級 4)	
P _{4a1}	コンクリート部材が所定の強度を有する。
P _{4a2}	所定の剛性（弾性係数、断面二次モーメント、断面積）を有する。
P _{4a3}	コンクリートが緻密で透水性が低く、ひび割れない。 裏込め注入孔周りに水みちがない。
P _{4a4}	所定の寸法を有する。
P _{4b1}	鋼製部材が所定の強度を有する。 溶接部分が所定の強度を有する。
P _{4b2}	所定の剛性（弾性係数、断面二次モーメント、断面積）を有する。
P _{4b3}	溶接部に水みちがない。 裏込め注入孔内に水みちがない。
P _{4b4}	所定の寸法を有する。

記 号	性 能
P _{4c1}	鑄造部材が所定の強度を有する。
P _{4c2}	所定の剛性（弾性係数、断面二次モーメント、断面積）を有する。
P _{4c3}	鑄造部材にすぎない。 裏込め注入孔内に水みちがない。
P _{4c4}	所定の寸法を有する。
P _{4d1}	合成部材が所定の強度を有する。 溶接部分が所定の強度を有する。
P _{4d2}	所定の剛性（弾性係数、断面二次モーメント、断面積）を有する。
P _{4d3}	コンクリートが緻密で透水性が低く、ひび割れがない。 裏込め注入孔周りに水みちがない。
P _{4d4}	所定の寸法を有する。
P _{4e1}	所定の強度を有する。 継手ボルトが所定のトルクで締め付けられている。
P _{4e2}	所定の剛性を有する。
P _{4e3}	シール材をつぶしている。 均等に締め付けられるようなボルト配置である。
P _{4e4}	所定の寸法を有する。
P _{4f1}	所定の強度を有する。
P _{4f2}	所定の剛性を有する。
P _{4f3}	シール材をつぶしている。
P _{4f4}	所定の寸法を有する。
P _{4g1}	所定の強度を有する。 くさびが所定の力で打ち込まれている。
P _{4g2}	所定の剛性を有する。
P _{4g3}	シール材をつぶしている。 均等に締め付けられるようなくさび配置である。
P _{4g4}	所定の寸法を有する。
P _{4h1}	所定の強度を有する。
P _{4h2}	所定の剛性を有する。
P _{4h3}	エレクターの押しつけ力によりシール材をつぶしている。
P _{4h4}	所定の寸法を有する。
P _{4i1}	所定の強度を有する（圧縮、割裂）。
P _{4i2}	所定の剛性を有する。
P _{4i3}	エレクターの押しつけ力によりシール材をつぶしている。
P _{4i4}	所定の寸法を有する。
P _{4j1}	所定の強度を有する。 継手ボルトが所定のトルクで締め付けられている。
P _{4j2}	所定の剛性を有する。
P _{4j3}	シール材をつぶしている。 均等に締め付けられるようなボルト配置である。
P _{4j4}	所定の寸法を有する。

記 号	性 能
P _{4k1}	所定の強度を有する。
P _{4k2}	所定の剛性を有する。
P _{4k3}	シール材をつぶしている。
P _{4k4}	所定の寸法を有する。
P _{4l1}	所定の強度を有する。 くさびが所定の力で打ち込まれている。
P _{4l2}	所定の剛性を有する。
P _{4l3}	シール材をつぶしている。 均等に締め付けられるようなくさび配置である。
P _{4l4}	所定の寸法を有する。
P _{4m1}	所定の強度を有する。
P _{4m2}	所定の剛性を有する。
P _{4m3}	エレクターの押しつけ及びジャッキ推力によりシール材をつぶしている。
P _{4m4}	所定の寸法を有する。
P _{4o1}	所定の物性を有する。
P _{4p1}	所定の物性を有する。
P _{4q1}	所定の物性を有する。
P _{4r1}	コンクリートが緻密で透水性が低く、ひび割れがない。
P _{4r2}	耐火性を有する。
P _{4r3}	浮力に対して浮き上がりを防止できる厚み（重量）である。
P _{4r4}	目的に応じた内空断面が確保されている。
P _{4r5}	エアーボイドまたはあばたがない。
P _{4r6}	【条件：鉄道トンネル等、供用期間中にトンネル内部から発生する振動が環境に影響を与えることが予想される場合】厚み（重量）がある。
P _{4s1}	コンクリートが緻密で透水性が低く、ひび割れがない。
P _{4s2}	耐火性を有する。
P _{4s3}	浮力に対して浮き上がりを防止できる厚み（重量）である。
P _{4s4}	目的に応じた内空断面が確保されている。
P _{4s5}	エアーボイドまたはあばたがない。
P _{4s6}	【条件：鉄道トンネル等、供用期間中にトンネル内部から発生する振動が環境に影響を与えることが予想される場合】厚み（重量）がある。
P _{4t1}	コンクリートが緻密で透水性が低く、ひび割れがない。
P _{4t2}	耐火性を有する。
P _{4t3}	浮力に対して浮き上がりを防止できる厚み（重量）である。
P _{4t4}	目的に応じた内空断面が確保されている。
P _{4t5}	エアーボイドまたはあばたがない。

記 号	性 能
P _{4t6}	【条件：鉄道トンネル等、供用期間中にトンネル内部から発生する振動が環境に影響を与えることが予想される場合】厚み（重量）がある。
P _{4u1}	止水性を有する。
P _{4v1}	止水性を有する。
P _{4w1}	止水性を有する。
P _{4x1}	所定の量がはいっている、固化する。
P _{4y1}	所定の量がはいっている、固化する。
P _{4z1}	所定の量がはいっている、固化する。
P _{4a1}	所定の量がはいっている、固化する。
P _{4b1}	所定の量がはいっている、固化する。
P _{4γ1}	所定の量がはいっている、固化する。
P _{4δ1}	所定の量がはいっている、固化する。
P _{4ε1}	所定の量がはいっている、固化する。

分岐記号	内容
S1	goal1の要求性能の前提条件として、goal11（寿命に関する要求性能）を考慮する。
S2	goal3の要求性能の前提条件として、goal11（寿命に関する要求性能）を考慮する。
S3	goal5の要求性能の前提条件として、goal11（寿命に関する要求性能）を考慮する。
S4	goal4の要求性能の前提条件として、goal11（寿命に関する要求性能）を考慮する。
S5	goal10の要求性能の前提条件として、goal11（寿命に関する要求性能）を考慮する。
S6	1. トンネル外部から内部への漏水に関して、裏込め材による止水性能確保を基本とし、他の部材により、その性能を補足する。 2. 【条件：下水トンネル等場合】トンネル内部から外部への漏水（流出）に関して、二次覆工による止水性能確保を基本とし、他の部材により、その性能を補足することで、完全止水性を確保する。
S7	一次覆工が熱による強度低下を起こさない性能が要求される。 【条件：二次覆工を省略する場合】一次覆工に熱による強度低下を起こさない性能が要求される。 【条件：二次覆工を行う場合】二次覆工に一次覆工が熱による強度低下を起こさない性能が要求される。
S8	【条件：二次覆工を省略する場合】一次覆工に浮力による浮き上りを防止できる重量が要求される。 【条件：二次覆工を行う場合】一次覆工と二次覆工を合わせて浮力による浮き上りを防止できる重量が要求される。
S9	【条件：二次覆工を省略する場合】一次覆工に内空断面確保が要求される。 【条件：二次覆工を行う場合】二次覆工が内空断面を確保する要求と、その外周に設置される一次覆工の要求も満足しなければならない。
S10	出来形についての一次覆工の組立精度に関する性能と、仕上がり状況についての内面平滑性に関する性能が要求される。
S11	供用期間中に周辺環境に与える影響として、地盤変状を抑えるためには、裏込め材による性能のみが期待される。 また、裏込め材にはトンネル完成後の地盤変状が少ないという性能がある。 【条件：鉄道トンネル等、供用期間中にトンネル内部から発生する振動が環境に影響を与えることが予想される場合】供用期間中に周辺環境に与える影響として、振動を抑えるためには、必要に応じて二次覆工による性能のみが期待される。
S12	セグメント本体とセグメント継手、リング継手は、それぞれが一体となった形で、目的とするトンネル線形が確保されなければならない。
S13	セグメント本体とセグメント継手、リング継手は、それぞれが一体となった形で、トンネルの作用荷重に抵抗するため、各部材が適切な強度を有する必要がある。
S14	セグメント本体とセグメント継手、リング継手は、それぞれが一体となった形で、目的とするトンネル内空の形状と大きさを侵すような変形をしてはならないため、各部材が適切な剛性を有する必要がある。
S15	セグメント本体とセグメント継手、リング継手は、それぞれが一体となった形で、トンネルに作用する地震時荷重に抵抗するため、各部材が適切な剛性を有する必要がある。
S16	1. トンネル外部から内部への漏水に対して、全体漏水量を適切な漏水量以下に抑えなければならない。 2. 【条件：下水トンネル等場合】トンネル内部から外部へ漏水（流出）に対して、各部材により完全止水できなければならない。
S17	セグメント本体とセグメント継手、リング継手は、およびシール材それぞれが熱による強度低下、性能（止水）低下を起こしてはならない。
S18	セグメント本体とセグメント継手、リング継手は、それぞれが一体となった形で、目的とするトンネル内空の形状と大きさが確保されなければならない。
S19	1. トンネル外部から内部への漏水に対して、各部材全体の漏水量を適切な漏水量以下に抑えなければならない。 2. 【条件：下水トンネル等場合】トンネル内部から外部へ漏水（流出）に対して、各部材の漏水量を適切な漏水量以下に抑えなければならない。
S20	【条件：道路トンネルで二次覆工を省略する場合】二次覆工に対する要求は消滅するが、耐火材等が必要となる。 【条件：道路トンネルで二次覆工を行う場合】トンネル内火災に対して、本体部、打継目部ともに耐火性を有する必要がある。
S21	要求性能に対し、全ての部材の性能が独立的に反映されるため、それぞれが要求性能を満たさなければならない。
S22	裏込め材は、漏水に対する性能と地盤変状を抑える性能の両方が要求される。
S23	トンネル標準示方書〔シールド編〕参照
S24	トンネル標準示方書〔シールド編〕参照
S25	トンネル標準示方書〔シールド編〕参照
S26	トンネル標準示方書〔シールド編〕参照
S27	トンネル標準示方書〔シールド編〕参照
S28	トンネル標準示方書〔シールド編〕参照
S29	工事施工中の周辺環境に対する影響に関して、各工事毎において、工事発注者への説明責任が求められている事項に対してのみ対象とする。

トンネル標準示方書

編	章	条	条 文	階層記号または内容	
第1編 総論	第1章 総則	第1条	適用の範囲	この示方書は、シールド工法の調査、計画、設計および施工についての一般的な標準を示すものである。 シールド……主に土砂地盤中を掘進する機械で、フード部、リングガーダー部、テール部の3部分から成っている。 シールド機とも呼ばれている。 シールド工法……シールドで地山の崩壊を防ぎながら、掘削、掘進を行い、テール部で覆工することにより、トンネルを構築する工法である。 シールドトンネル……シールド工法によって築造されたトンネルをいう。 立坑……シールドトンネルを施工するため、シールドの搬入・搬出・方向転換・組立・解体、掘進中の土砂の搬出、資器材の搬入・搬出、作業員の昇降、給電・給排水・換気等のための作業坑をいう。立坑には、その機能、目的によってトンネルの曲線半径……トンネル中心線の半径をいう。 トンネルの土被り……地表面から覆工天端までの深さをいう。 覆工……シールドトンネル周辺地山の土圧、水圧を受け、トンネル内空を確保するための構造体を覆工という。覆工には一次覆工と、二次覆工とがある。一般に一次覆工はセグメントをリング状に組み立てた構造体であるが、セグメントセグメント……シールド工法におけるトンネルの覆工材をいう。一般に材質は鉄筋コンクリート、または鉄鋼である。数個に分割したセグメントを円形や複円形等に組み立て覆工する。 裏込め注入……シールドトンネルのセグメントと地山との空隙（テールボイド）に充填材を注入することをいう。	
		第2条	定義		定義説明 (必要に応じて引用)
		第3条	関連法規		法規
	第2章 調査	第4条	調査の目的	調査の目的は、シールド工法を安全、迅速かつ経済的に実施するために行うものである。調査を大別すると次のとおりである。 (1) 立地条件調査 (2) 支障物件等調査 (3) 地形および土質調査 (4) 環境保全のための調査	調査
		第5条	立地条件調査	立地条件調査は、次の項目について行わなければならない。 (1) 土地利用および権利関係 (2) 将来計画 (3) 道路種別と路上交通状況 (4) 工事用地確保の難易度 (5) 河川、湖沼、海の状況 (6) 工事用電力および給排水施設	調査
		第6条	支障物件等調査	支障物件等調査は、次の項目について行わなければならない。 (1) 地上、地下構造物 (2) 埋設物 (3) 井戸および古井戸 (4) 構造物跡、仮設工事跡 (5) その他	調査
		第7条	地形および土質調査	地形および土質調査は、次の項目について行わなければならない。 (1) 地 形 (2) 地層構成 (3) 土 質 (4) 地下水 (5) 酸欠空気、有害ガスの有無、その他 これらの調査は、踏査、ボーリング等を適切な方補うにより行うものとし、調査一夜調査項目等については、責任技術者の判断によるものとする。	調査
		第8条	環境保全のための調査	トンネル施工に伴う周辺の環境保全のため、必要に応じ次に示す事項に関する調査を行わなければならない。 (1) 騒音・振動 (2) 地盤変状 (3) 地下水 (4) 酸欠空気およびメタンガス等の有毒ガス (5) 薬液注入等 (6) 建設副産物 (7) その他	調査

編	章	条	条 文	階層記号または内容		
	第3章 計画	第9条	トンネル内空の形状と大きさ (1) トンネル内空は、用途に応じた形状と大きさを有するとともに施工上の要件も考慮して決めなければならない。 (2) シールドの断面形状は円形を標準とする。	Pla8		
		第10条	トンネルの線形 (1) トンネルの線形は、トンネルの使用目的、使用条件等を考慮して計画するとともに、その計画にあたっては、なるべく直線あるいは緩やかな曲線を用い、立地条件、支障物件および地山の条件を含めた施工上の要件も考慮しなければならない。	Pla9		
		第11条	トンネルの土被り トンネルの土被りは、地表や地下構造物の状況、地山の条件、掘削断面の大きさ、施工方法等を考慮して決定しなければならない。	P2d1		
		第12条	トンネルの勾配 トンネルの勾配は、使用目的、維持管理等を考慮して決めなければならない。	Pla9		
		第13条	シールド工法の選定 シールド工法の選定にあたっては施工区間の地山の条件、地表の状況、断面寸法、施工延長、トンネルの線形、工期等の諸条件はもちろん、掘削や覆工等の施工を考慮して、安全で経済的に施工できる形式を決めなければならない。	工法選定		
		第14条	覆 工 覆工は、周辺地山の土圧、水圧等の荷重に耐え、所定のトンネル内空を確保するとともに、トンネルの使用目的および施工条件に応じた機能を有する安全かつ堅固な構造物でなければならない。	P2a1 P2a2 P2a3 P2a4 P2a7 P2a8 P2b1 P2b2 P2b3 P2b4 P2b5 P2b6		
		第15条	トンネルの付属設備 トンネルには、その使用目的や、維持管理上の必要性に応じて排水、換気、防災等の設備やマンホール等を、あらかじめ計画しておかなければならない。	トンネル付属設備 (検討対象外)		
		第16条	補助工法 (1) 密閉型シールドの場合には、発進部、到達部、あるいは急曲線部に、切羽や覆工の安定のため、また、開放型シールドの場合には、地山を安定させるため、シールド通過地点の地山の条件、施工条件等を考慮し、事前に補助工法の必要性の検討を行うものとする。 (2) トンネルの施工に伴い、周辺の既設構造物に沈下、損傷等の変状を与えるおそれがある場合は、その防護のために必要な対策を検討しなければならない。	P2d4		
		第17条	立坑と工事基地 立坑と工事基地はシールド通過地の立地条件や施工条件を考慮して、施工が安全かつ能率的に行えるよう、適切な位置に必要な機能を考慮した規模で計画しなければならない。	立坑(検討対象外)		
		第18条	環境保全対策 トンネルの建設に伴って、周辺に影響を及ぼすおそれのある場合は、これらに対して十分に注意を払い環境の保全に努めなければならない。	Pla10		
		第19条	工事の工程 シールド工事の工程は、工事の規模、順序、工期および施工条件等を考慮して安全かつ効率的に計画しなければならない。	工程検討		
		第20条	観測、測定、工事記録 シールド工事にあたっては、観測、測定を行い、施工の安全性確保を図るとともに、工事記録等をなるべく詳細にとり保存・活用に努めることが望ましい。	施工(工事記録)		
		第2編 覆工	第1章 総則	第21条	適用の範囲 本編は、円形断面を有するシールドトンネルを対象に、その覆工に関する設計ならびに製作の基本となる事項を示すものである。なお、責任技術者の承認を得て円形以外のシールドトンネルに準用することができる。	-
				第22条	名 称 覆工に関する用語は次のとおりとする。 (1) 覆工厚 トンネル横断面における覆工の厚さをいう(図2.1参照)。 (2) 箱形セグメント 主桁と継手板または縦リブによって囲まれた凹部を有するセグメントの総称である。鋼製セグメントおよび球状黒鉛鑄鉄製セグメント(以下これをダクタイルセグメントと呼ぶ)では箱形セグメントといい、コンクリート製セグメントでは中子形セグメントともいう。(図2.6参照) また、ダクタイルセグメントのうち、波形の断面で、背面の凹部に中詰剤を充填したものをコルゲート形セグメントという。なお鋼製セグメントおよびダクタイルセグメントを総称する場合は鉄鋼製セグメントという。 (3) 平板型セグメント 充実断面をもつ平板形のセグメントをいう。(図2.6参照)。 一般には鉄筋コンクリート製であるが、セグメントの表面を鋼殻で覆ったり、鉄筋のかわりに鋼材を用いたりする合成セグメントもある。 (4) A、BおよびKセグメント 図2.2に示すとおりである。なお、Kセグメントにはトンネル半径方向にテーパをつけてトンネル内側から挿入するもの(半径方向挿入型Kセグメント)および軸方向にテーパをつけてトンネル軸方向から挿入するもの(軸方向挿入型Kセグメント)がある。 (5) 分割数 1リングを構成するセグメント数をいう。 (6) いも継ぎおよび千鳥組 セグメント継手がトンネル軸方向に連続する場合をいも継ぎといい、セグメント継手が千鳥配置となる場合を千鳥組 (7) テーパーリング 曲線部の施工および蛇行修正に用いるテーパのついたリングをいう(図2.4参照)。特に幅の狭い板状のものはテーパプレートリングという。 (5) 分割数 1リングを構成するセグメント数をいう。 (6) いも継ぎおよび千鳥組 セグメント継手がトンネル軸方向に連続する場合をいも継ぎといい、セグメント継手が千鳥配置となる場合を千鳥組と	名称説明 (必要に応じて引用)

編	章	条	条 文	階層記号または内容
			(7) テーパーリング 曲線部の施工および蛇行修正に用いるテーパのついたリングをいう(図2.4参照)。特に幅の狭い板状のものはテーパプレートリングという。 (8) テーパーセグメント テーパリングを構成するセグメントをいう。 (9) テーパー量(Δ) テーパリングにおける最大幅と最小幅との差をいう(図2.4参照)。 (10) テーパー角(β) 図2.4に示す角度βをいう。 (11) 継手角度(αr) 図2.2、2.5に示すとおりで、主に半径方向挿入型Kセグメントの場合に用いられる。 (12) 挿入角度(αl) 図2.3に示すとおりで、軸方向挿入型Kセグメントの場合に用いられる。 (13) セグメント幅 トンネル縦断方向に測ったセグメントの寸法をいう(図2.6参照)。 (14) セグメント長さ トンネル横断方向に測ったセグメントの弧長をいう(図2.5参照)。 (15) セグメント高さ(厚さ) トンネル縦断面の半径方向に測ったセグメント側壁の高さをいう。平板形セグメントではセグメント厚さともいう(図2.6参照)。 (16) 主桁 トンネルの横断方向に沿った箱形セグメントの側壁部(鋼製セグメントにおいてはスキンプレートを除いた側壁部)で、トンネルに作用する外力に抵抗する主要部分を形成する(図2.6参照)。 (17) セグメント継手 トンネル横断方向にセグメントを連結し、リングを形成する継手をいう。 (18) リング継手 トンネル縦断方向にリング相互を連結し、トンネルを形成する継手をいう。 (19) 継手板 継手の接合に利用する板または板状構造をいう。(図2.7参照)。 (20) スキンプレートおよび背板 箱形セグメントにおいて主桁と継手板などで周辺を支持された板をいう。鋼製セグメントにおいてはスキンプレートといい、中子型セグメントでは背板(せいた)という(図2.6、2.7参照)。 (21) 縦リブ 箱形セグメントにおいてトンネルの縦断方向に配置した部材をいう。シールドジャッキの推力に抵抗するとともに、スキンプレートに作用する荷重を主桁に伝達する(図2.7参照)。 (22) セグメント継ぎボルト リングを形成するためにセグメント相互の連結に用いるボルトをいう。 (23) リング継ぎボルト リング相互の連結に用いるボルトをいう。 (24) シール溝 シール材を貼付するためにセグメントの側壁に沿って設けた溝をいう(図2.6参照)。 (25) コーキング溝 コーキングのためにセグメントの側壁の内側に沿って設けた溝をいう(図2.6参照)。 (26) 注入孔 裏込注入等を行うためにセグメントに設けた孔をいう(図2.7参照)。 (27) 吊手 エレクターに取り付けるためにセグメントに設けた金具等をいい、コンクリート系セグメントにおいては、注入工と兼用する場合が多い(図2.7参照)。 (28) 補強板 鋼製セグメントにおいて、継手板を補強する三角形の板をいう(図2.7参照)。	
	第23条	記号	覆工の構造計算にあたって使用する記号は、次のとおりとする。 E_c, E_s, E_D: コンクリート、鋼材および球状黒鉛鑄鉄のヤング係数 I: 断面二次モーメント M, N, Q: 曲げモーメント、軸力およびせん断力(断面力の符号は図2.8に示す方向を正とする。)	記号説明

編	章	条	条 文	階層記号または内容
			η : 曲げ剛性 (E1) の有効率 (第50条参照) ζ : 曲げモーメントの割増し率 (第50条参照) R_o, R_c, R_i : 一次覆工の外周半径, 図心半径および内周半径 h_1, h_2 : 一次覆工および二次覆工の覆工厚 B : セグメント幅 B : セグメント幅 図2.8 曲げモーメント, 軸力, せん断力 θ : セグメント断面力等の計算位置の角度 (トンネル頂部から時計まわりを正とした中心角) $\gamma, \gamma', \gamma_w$: 土の単位体積重量, 土の水中単位体積重量および水の単位体積重量 H : 覆工外周の頂点から測った土被り H_w : 覆工外周の頂点から測った静水面の高さ p_o : 土載荷重 W_1, W_2 : 一次覆工および二次覆工の自重 (トンネル縦断方向に単位長さ) g_1, g_2 : 覆工図心線に沿った単位周長当りの一次覆工および二次覆工の自重 (トンネル縦断方向に単位長さ) p : 鉛直方向の荷重強度 q : 水平方向の荷重強度 λ : 側方土圧係数 (第29条参照) κ : 地盤反力係数 (第29条, 第33条参照) δ : 覆工の変位 (地山側に向かうものを正とする.) c : 土の粘着力 ϕ : 土の内部摩擦角 $\theta_A, \theta_B, \theta_K$: A, B, Kセグメントの中心角 (図2.2参照)	
	第24条	覆工構造および形式の選定	覆工は, トンネルの使用目的, 地山の条件および施工法等に適合するように強度, 構造, 形式, 種類等を選定しなければならない。	S23 S24 S25 S26 S27 S28
	第25条	設計の基本	覆工の設計は, その使用目的に対して安全性の確認を基本とし, 良質な材料を用い, 適切な施工が行われることを前提に許容応力度設計法に基づき行うものとする。	削除
	第26条	設計計算書	(1) 設計計算書には, 計算上の条件, 考え方, 仮定および計算過程を明記しなければならない。 (2) 設計計算書には, 原則として以下に示す設計計算書の基本事項を明記するものとする。 1) 設計荷重 2) 許容応力度または安全率 3) 使用材料の種類および特性 4) 地山の条件および地下水位 5) 施工条件 6) 設計責任者 7) 設計年月日	設計計算書
	第27条	設計図	(1) 設計図は, 構造物の設置位置, 構造物または覆工構造の形状, 寸法および断面強度に関係する諸要素を明示するものでなければならない。 (2) 設計図には, 必要に応じて以下に示す設計計算の基本事項を明記するものとする。 1) 設計荷重 2) 許容応力度または安全率 3) 使用材料の種類および特性 4) 地山の条件および地下水位 5) 施工条件 6) 設計責任者の所属, 氏名 7) 設計年月日 8) 縮尺 9) 寸法単位	設計図

編	章	条	条 文	階層記号または内容
	第2章 荷重	第28条	荷重の種類 覆工にあたって考慮する荷重は、次のとおりとする。 (1) 鉛直および水平土圧 (2) 水圧 (3) 自重 (4) 上載荷重の影響 (5) 地盤反力 (6) 内部荷重 (7) 施工時荷重 (8) 地震の影響 (9) 併設トンネルの影響 (10) 近接施工の影響 (11) 地盤沈下の影響 (12) その他	Q1a1 Q1a3 Q1a7
		第29条	鉛直土圧および水平土圧 (1) 土圧の算定にあたって水の取扱いは、地山の条件に応じ、次の考え方によって処理するものとする。 1) 土と水とを分離して取り扱う考え方 2) 水を土の一部として包含する考え方 (2) 鉛直土圧は、覆工の頂部に作用する等分布荷重とする。その大きさは、トンネルの土被り、トンネルの断面形状、外径および地山の条件等を考慮して定めるものとする。 (3) 水平土圧は、覆工の両側部にその横断面の図心直径にわたって水平方向に作用する等変分布荷重とし、その大きさは、鉛直荷重の土圧に側方土圧係数を乗じて算定するものとする。	Q1a1
		第30条	水圧 (1) 水圧はトンネル施工中および将来の地下水位の変動を想定し、安全な設計となるような地下水位を設定するものとする。 (2) 鉛直方向の水圧は等分布荷重とし、その大きさは、覆工頂部ではその頂点に作用する静水圧、底部ではその底点に作用する静水圧を標準とする。 (3) 水平方向の水圧は等変分布荷重とし、その大きさは静水圧とする。	Q1a1 Q1a7
		第31条	自重 自重は、覆工の図心線に沿って分布する鉛直方向の荷重とする	Q1a1
		第32条	上載荷重の影響 上載荷重の影響は、土中の応力伝播を考慮して定めるものとする。	Q1a1
		第33条	地盤反力 地盤反力の発生範囲、分布形状および大きさは、設計算法との関連から定めるものとする。	Q1a1
		第34条	施工時荷重 施工にあたって考慮する荷重は次のとおりとする。 (1) ジャッキ推力 (2) 裏込め注入圧 (3) エレクターの操作荷重 (4) その他	Q3a1
		第35条	内部荷重 内部荷重は、トンネル完成後に覆工の内側に作用する荷重で、その実状に応じて定めるものとする。	P1a1 P1a2
		第36条	地震の影響 地震の影響が考えられる場合は、重要度に応じてトンネルの立地条件、地山の条件、当該地域の地震動、トンネルの構造と形状およびその他必要な条件を考慮し検討を行うものとする。	P1a3
		第37条	併設トンネルの影響 トンネルを近接して併設する場合には、地山の条件、トンネル相互の位置関係、トンネル外径、施工方法等を考慮し、必要に応じてトンネルの相互干渉および施工時の影響について検討するものとする。	P1a1 P1a10
		第38条	近接施工の影響 シールドトンネルの施工時、または完成後に他の構造物が近接して施工されることがあらかじめ予想される場合には、その影響を十分に検討するものとする。	P1a1
		第39条	地盤沈下の影響 軟弱地盤中にトンネルを築造する場合には、必要に応じて地盤沈下の影響を検討するものとする。	P2c2
		第40条	その他の荷重 覆工が、本章に定めた以外の荷重を受ける場合には、それぞれの実状に即して荷重を設定し、必要な検討を行うものとする。	削除
	第3章 材料	第41条	材料 覆工に使用する材料は、表2.1の規格に適合するものを標準とする。無筋および鉄筋コンクリートの材料については、表2.1に定めるもののほか、『コンクリート標準示方書』の規定による。	材料（等級4以下）
		第42条	材料の試験 材料の品質を確認するために、材料の各試験を実施しなければならない。	材料（試験）
		第43条	材料のヤング係数およびポアソン比 セグメントに用いるコンクリートのヤング係数は、その設計基準強度に応じて表2.2のとおりとする。鋼、鋳鋼および球状黒鉛鉄のヤング係数は、表2.3のとおりとする。また、材料のポアソン比は、表2.4のとおりとする。	ヤング率等 （必要に応じて引用）
	第4章 許容応力度	第44章	許容応力度 覆工に用いる材料の許容応力度は次のとおりとする。 (1) セグメントのコンクリート セグメントに用いるコンクリートの許容応力度は表2.5によるものとする。 (2) 現場打ちコンクリート 現場打ちコンクリートの許容応力度は、表2.6によるものとする。 (3) 鉄筋 鉄筋の許容応力度は、表2.7によるものとする。	許容応力度等 （必要に応じて引用）

編	章	条	条 文	階層記号または内容	
			(4) 鋼材および溶着部 鋼材および溶着部の基本許容応力度は、表2.8～2.10によるものとする。表2.8は座屈を考慮しない場合の値であり、また表2.9は座屈を考慮する場合の値である。 鋼製セグメントの局部座屈に対する許容応力度は表2.10による。 なお、強度の異なる鋼材を接合する場合は強度の低い鋼材に対する値を用いるものとする。 (5) 球状黒鉛鋳鉄 球状黒鉛鋳鉄の許容応力度は、表2.11によるものとする。 (6) 溶接構造用鋳鋼品 溶接構造用鋳鋼品の許容応力度は、表2.12による。 (7) ボルト ボルトの許容応力度は、表2.13による。		
第5章	セグメントの形状寸法	第45条	許容応力度の割増し	一時的荷重に対しては、第44条に定める許容応力度を割増しすることができる。	Q1a1 Q1a3 Q1a10
		第46条	セグメントの形状寸法	セグメントの形状寸法は、使用目的を考慮し、施工性がよく経済的となるよう、これを定めるものとする。	P3a7
		第47条	継手角度および挿入角度	Kセグメントの継手角度および挿入角度は、断面力の伝達、組立作業性、施工条件およびセグメントの製作性を考慮して定めなければならない。	P3a1
		第48条	テーパリング	テーパリングは、トンネル線形のほか周辺地山の状況、薬液注入等の補助工法、継手の剛性、セグメントの製作性、施工余裕等を考慮してその数、幅、テーパ量を定めるものとする。	P3a7
第6章	セグメントの構造計算	第49条	構造計算の基本	(1) トンネルの構造計算は、施工途中の各段階および完成後の状態に応じた荷重に対して行わなければならない。 (2) トンネル横断面に対する設計荷重は、設計の対象となるトンネル区間内の最も不利な条件を基として定めなければならない。 (3) コンクリート系セグメントでは、不静定力または弾性変形の計算において、一般に鉄筋を無視しコンクリート全断面を有効として計算するものとする。	Q3a1 Q3a2
		第50条	断面力の算定	セグメントの断面力は、その構造特性を考慮して計算するものとする。	P2a1 P2a2
		第51条	スキンプレートおよび背板の有効幅	スキンプレートおよび背板の有効幅は、その構造に応じて定めるものとする。	Q3a1 Q3a2
		第52条	主断面の応力度	セグメントの主断面の応力度は、最大の発生断面力を用い真直なはり部材として計算するものとする。	Q3a1
		第53条	継手の計算	セグメントの継手は、リングの断面力算定方式に応じて設計しなければならない。	Q3b1 Q3b2 Q3c1 Q3c2
		第54条	スキンプレートおよび背板の計算	スキンプレートおよび背板は、等分布荷重を受ける部材としてセグメントの材料特性および構造特性に応じて設計するものとする。	Q3a1 Q3a2 Q3a3
		第55条	継リブの計算	シールドジャッキの推力に対する継リブの設計は、覆工の半径方向にのみ偏心した軸力を受ける短柱として行うものと	Q3a1
		第56条	継手構造	セグメントの継手構造は、必要な強度を有するとともに、組立の確実性、作業性および止水性を考慮して定めるものと	S24
		第57条	ボルトの配置	ボルト継手部のボルト配置は、覆工構造に要求される強度や剛性が確保されるよう考慮するとともに、セグメントの製作性、組立時の施工性および止水性に配慮して定めるものとする。	P4j1 P4j2 P4j3 P4k1 P4k2 P4k3
		第58条	継リブ	箱形セグメントでは、ジャッキ推力が滑らかに伝達できるよう、継リブの配置を考慮しなければならない。	施工方法
第59条	漏水防止	セグメントには漏水防止のために、原則としてシール溝およびコーキング溝等の工作を施すものとする。	P3d1		
第60条	注入孔	セグメントには、裏込め注入が均等にできるように必要に応じて注入孔の配置を考慮しなければならない。	Q3a4		
第61条	吊手	セグメントには吊手を考慮しなければならない。	施工方法		
第62条	鉄筋の加工、配置および定着	(1) 鉄筋の曲げ形状は、鉄筋の所要の性能が発揮され、曲げ加工性、コンクリート充填性および配筋の納まり等に十分配慮したものでなければならない。 (2) セグメントの主鉄筋の水平のあきは、粗骨材最大寸法の5/4以上、鉄筋直径以上としなければならない。 2段以上に主鉄筋を配置する場合には、一般にその鉛直のあきは、2 cm以上、鉄筋直径以上とする。 (3) 鉄筋の継手は、原則として設けないこととし、やむを得ず設ける場合は、鉄筋の種類、直径、継手構造等に応じて適切な方法を選び、継手部と隣接する鉄筋とのあき、または継手部相互のあきは、コンクリートの充填性を考慮して定めなければならない。 (4) 鉄筋の端部は、コンクリート中に十分埋め込んで鉄筋とコンクリートの付着力によって定着するか、フックをつけて定着するか、また機械的に定着するかしなければならない。 (5) かぶりは、コンクリートの品質、鉄筋直径、環境条件、製作精度等を考慮して定めなければならない。	Q4a1 Q4a2 Q4a3		
第63条	防食・防せい	セグメントには、必要に応じて防食防せい処理を行うものとする。	Q3a1 Q3a2 Q3a3 Q3a4		
第64条	その他の設計細目	(1) 溶接 溶接は所要の品質が確保できる作業方法や手順によって正確かついねいに行わなければならない。 (2) 空気抜き 鋼製セグメントやダクタイルセグメントを用いた一次覆工に二次覆工コンクリートを打設する場合、あらかじめそれらのセグメントには空気抜きを設けなければならない。	Q2a7 Q4a1 Q4a4 Q4b1 Q4b2		

編	章	条	条 文	階層記号または内容		
第4編 施工および施工設備	第8章 セグメントの製作		(3) 補強板 鋼製セグメントではセグメント継手の継手板を補強し、継手剛性を高めることを目的とした補強板を必要に応じて設けなければならない。 (4) 欠け防止 コンクリート系セグメントでは、原則として面取り等の欠け防止策を施さなければならない。	Q4b4 Q4c1 Q4c2 Q4c4		
		第65条	一般事項	(1) セグメントの製作者は、製作要領書、製作図および製作工程表を作成し、あらかじめ責任技術者に提出して承認を得なければならない。 (2) セグメントの製作にあたっては、所定の性能を確保することはもちろん、特に寸法精度に留意しなければならない。	セグメント製作 (一般)	
		第66条	製作要領書	セグメントを製作するにあたっては、その詳細を製作要領書に記載しなければならない。	製作要領書	
		第67条	寸法精度	セグメントの寸法精度については、責任技術者の指示に従うものとする。	寸法精度の確保	
		第68条	検査	製作者が品質管理のために行う検査の主な項目は、次のとおりとする。 (1) 材料検査 (2) 外観検査 (3) 形状寸法検査 (4) 仮組検査 (5) 性能検査 (6) その他の検査	検査	
		第69条	マーキング	すべてのセグメントには、必要なマーキングをしなければならない。これらは、容易に抹消できるものであってはならない。	マーキング	
	第9章 セグメントの貯蔵、運搬および取扱い	第70条	一般事項	セグメントの製作者は、セグメントの貯蔵および運搬の計画書を作成し、責任技術者に提出して承認を得なければならない。	セグメント運搬、貯蔵	
		第71条	貯蔵	セグメントの貯蔵にあたっては、損傷、腐食および汚損等のないよう適当な防護方法を講じなければならない。	セグメント運搬、貯蔵	
		第72条	運搬および取扱い	セグメントは、損傷しないように注意して運搬および取扱いをしなければならない。 運搬および取扱中に損傷を受けたものの処置については、責任技術者の指示に従うものとする。	セグメント運搬、貯蔵	
	第10章 二次覆工	第73条	一般事項	二次覆工を行う場合は、一次覆工の種類と特性、一次覆工と二次覆工との接合状況、地山条件、環境条件、施工法等を考慮して、その使用目的に適合するように二次覆工を設計しなければならない。	S6 S9 S10	
		第74条	断面力および応力度	二次覆工を主体構造または主体構造の一部として用いる場合は、トンネルに作用する荷重の状態および覆工の構造特性を考慮して、断面力および応力度を計算するものとする。	S6 S9 S10	
		第75条	二次覆工	二次覆工の厚さは、使用目的および施工方法等を考慮して定めるものとする。	P3e3 P3e4 P3e6	
	第4編 施工および施工設備	第3章 施工	第142条	裏込め注入工	裏込め注入工は、地山に最も適合した注入材と注入方法で、シールドの推進と同時にあるいは直後に行い、テールボイドを完全に充填して地山の緩みと沈下を防止するようにしなければならない。	Q2c2 Q2d1
			第143条	防水工	防水工は、トンネルの使用目的に応じ、作業環境に適合する方法で施工しなければならない。	P3d1
			第147条	小土被り施工	小土被り部を施工する場合には、特に切羽圧力管理や裏込め注入管理を十分にを行い、地表面や地下埋設物等への影響を極力小さくしなければならない。また、必要に応じて補助工法を採用する等の措置を講じなければならない。	Q1a10 Q1a11
第148条			大土被り施工	大土被り部を施工する場合には、地盤条件を考慮し、シールド、セグメント、施工設備等について検討し、確実な施工が行えるように十分な対策を講じてなければならない。	Q1a10 Q1a11	
第5章 地盤変異と構造物防護		第162条	地盤変位とその防止	地盤変位は、計画・設計条件、地盤条件、施工条件に影響されるため、適切な工法を採用して慎重な施工管理を行うことにより、極力少なくなるように努めなければならない。	P2d1	
		第163条	近接施工と既設構造物の防護対策	既設構造物に近接して施工を行う場合には、必要に応じて防護対策を講じなければならない。また、施工時には計測管理を行い、既設構造物への影響を監視しなければならない。	P2d1	
第9章 環境保全対策		第195条	環境保全対策一般	工事を行う地域の環境保全を図るため、必要な調査を行い、影響を及ぼすおそれのある要因に対し、適切な対策を講じなければならない。	P1a11	
		第196条	騒音防止	工事に伴う騒音を防止するため、関連法規を遵守し、事前調査の結果に基づいて適切な対策を講じなければならない。	P2d1	
		第197条	振動防止	工事に伴う振動公害を防止するため、関連法規を遵守し、事前調査の結果に基づいて適切な対策を講じなければならない。	P2d2	
		第198条	水質汚濁防止	工事に伴い汚濁水の発生する場合は、公共用水域の水質汚濁を防止するため、関連法規を遵守し、適切な対策を講じなければならない。	P2d3	
		第199条	地下水位対策	工事に伴って、地下水に影響を与えるおそれがある場合には、十分な調査を実施し、必要に応じ適切な対策を講じなければならない。	P2d3	
		第200条	酸素欠乏症の防止	圧気工法によって作業が行われる場合には、酸欠空気等の漏出による周辺への影響を防止するため事前に調査を行い適切な対策を講じなければならない。	P2d5	
		第201条	掘削土砂の適正な処理・処分	シールド工事により発生する掘削土は、適正に処理・処分しなければならない。	P2d6	

