

土木研究所資料

コンクリート構造物基準類の 性能規定化に関する検討

平成10年9月

建設省土木研究所
材料施工部コンクリート研究室

Copyright © (1998) by P.W.R.I.

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

この報告書は、土木研究所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。

コンクリート構造物基準類の 性能規定化に関する検討

コンクリート研究室	室 長	河野 広隆
〃	研究員	田中 良樹
〃	研究員	古賀 裕久

要 旨

各基準類の性能規定化がいろいろなところで議論されているが、性能規定化の概念が人によって少しずつ異なっているため、議論が円滑に進められないことが多い状況にある。本資料は、性能規定化の概念について、現時点でのコンクリート研究室の考え方を伝えることと、これまでの議論で出されてきたさまざまな考え方を記録しておくことを目的として整理したものであり、今後の議論を進めるためのたたき台としてとりまとめたものである。

キーワード：性能規定化、性能規定、コンクリート

目次

まえがき	1
1. 性能規定とは ～既往の検討から～	2
2. 性能規定化の目的	5
3. 検討課題	8
4. 性能規定化の議論における留意点	10
5. 性能規定化のアウトプットの例	16
参考文献	21

資料

コンクリート分野の性能照査設計法の動向	23
(土木学会, 鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集, 1998.8)	
コンクリートの品質管理と品質保証—発注者の視点—	31
(J C I 生コンセミナー, よりよいコンクリートを造るには—性能規定と生コンの品質保証—, 1998.7)	
Objective-Based Codes : A Canadian Approach to Building and Fire Codes for 21 st Century (抄訳)	37

まえがき

コンクリート研究室は、平成9年度から4ヵ年の計画でスタートした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」（品質総プロ）に参加し、この中でコンクリートの品質検査技術の研究に取り組んでいる。この品質総プロでは、今後の各種基準類の性能規定化が大きなテーマの一つとして取り上げられており、コンクリート研究室としても、将来の品質検査技術のありかたを考えていくうえで、性能規定化そのものについても検討する機会を得た。

しかし、実際に性能規定化について話を始めると、その目的のとらえ方や“性能”，“規定”という言葉に対する認識が人によって少しずつ異なり、議論が混乱することが少なくなかった。そこで、性能規定化に対して一歩先にスタートしている建築分野でのディスカッションを参考にしながら、性能規定化という概念について当研究室なりに検討を行った。

本資料を作成した目的は、一つは性能規定化の概念について現時点での当研究室の考え方を伝えるためであり、もう一つは、これまでの議論の中で出されてきたさまざまな考え方を記録しておくことにある。したがって、内容はあくまでも現時点でのコンクリート研究室の考え方を整理したものであり、今後、さらに試行錯誤を行った結果、当研究室としての考え方が変わる可能性もある。

土木研究所内だけをとっても本資料に対する異論は多数出てくるはずである。本資料は今後の議論を進めるためのたたき台であるとお考えいただきたい。

1. 性能規定とは ～既往の検討から～

性能規定のイメージには、はっきりと定まったものが存在せず、議論が混乱する原因になっている。しかし、現時点で性能規定化について厳密な定義を行うことは難しく、今後少しずつ新しい基準類（案）が作られていく中で、性能規定化についてのイメージが固まっていくものと考えられる。ここでは、性能規定についてどのように考えられているか、建築分野を中心に情報収集を行った結果を整理する。

まず、性能規定化の背景および性能規定化をめぐる近年の動きのうち主なものを表－1に示す。日本では、土木分野よりも先に建築分野（建築基準法）で、性能規定化への取り組みが進められてきた。建築基準法の性能規定化が求められた背景について、羽生¹⁾は次のようにまとめている。

「海外資材等の日本市場への参入要求、我が国の市場の高コスト構造の是正、消費者重視の市場形成、技術革新の促進等の要請は、各種規制の緩和、競争性・透明性の高い市場の形成、消費者の自由な選択拡大等のニーズへとつながっている。これらのニーズに応えるため建築基準について、必要最小限の規制とすること、性能項目、性能基準の明確化、客観化が求められており、性能規定化がその答えとなっている」。

こうした背景から考えると、性能規定化については、緑川²⁾による次のような定義が簡にして要を得ている。

性能規定化：何のために（目的）、何に対して（対象）、何を要求しているか（条件）をできるだけ明確に表現すること

表－1 性能規定化をめぐる近年の動き

1995年	WTO発足、TBT協定締結 各国の強制規格および適合性評価手続きについて、 ①国際貿易に不必要な障害をもたらさないこと ②国際規格を基礎として用いること が求められた。
〃	阪神・淡路大震災（被災建築物約44万棟、死者約6300名） ³⁾ 建築物の性能や建築主と設計者の間での性能に対する合意のあり方等について関心が高まった。
1997年3月	建築審議会「二十一世紀を展望し、経済社会の変化に対応した新たな建築行政の在り方に関する答申」 建築基準の性能規定化（建築物が満たすべき性能項目・性能水準を明確化すること）が、新技術や新材料の円滑な導入、海外の基準・規格との整合などのために必要とされた。
1998年2月	建設省「公共工事の品質確保等のための行動指針」 主要施策として技術研究開発の促進と技術基盤の整備を挙げた上で、 ” 現行の技術基準類は材料、寸法などが細かく規定（仕様規定）されており、新技術の採用にあたって制約となることがあるため、技術基準類を構造物等に必要の強度、耐久性等の性能を定めた規定（性能規定）に移行することにより、優れた新技術を採用しやすい環境を整備する必要がある” とした。
1998年6月	改正建築基準法公布

一方で、この性能規定化がなされた後の基準類、すなわち性能規定のイメージについては、人によって若干のゆらぎがあるように思われる。そこで、性能規定について説明した例を3点挙げる。

まず、建築審議会による「21世紀を展望し、経済社会の変化に対応した新たな建築行政の在り方に関する答申」の中で、“性能規定”“仕様規定”は、次のように紹介されている（本文中に明確に定義として示されているわけではない）。

性能規定：建築物に要求される性能項目、性能水準及び

その検証方法（計算方法、試験方法等）を規定

仕様規定：材料、工法、寸法等を具体的に規定

一方、平野⁴⁾は、ある性能に対する適合性を検証（証明）する方法は、①試験による方法、②解析・計算による方法、③経験に基づく判断による方法、の三つおよびその組み合わせに分類できるとしたうえで、この③の方法のみに依存してでき上がっている基準体系が、いわゆる「仕様書型」建築基準であるとしている。これは、検証方法のあり方に着目した定義の例である。

これに対して、カナダの National Research Council Canada と Institute for Research in Construction から発行されている今後の基準類の策定に関する資料⁵⁾では、将来の基準類を Objective-Based Code（基準類を定める目的を明確に記したもの）にしなければならないとし、それを満たす設計方法の表現方法（Acceptable Solution）として、Prescriptive Solution（建築の各要素すなわち材料や構成要素に関する記述で基準を満たすとみなせるもの）と Performance Solution（建築の各要素の性能面を計測し、適・不適を判断するもの）の二つの形式があるとしている。ここでは、説明の重点が基準のあり方を objective-based にすることの重要性に置かれていることが特徴的である。なお、なぜ Objective-Based Codes かということについては、①規定の意図を明確にして解釈の相違をなくすこと、②規定の意図が明確にされればそれに合わせた技術開発が行いやすいこと、③他国の基準類などをとりこみやすいこと、などが挙げられている。

これらの定義より、性能規定は仕様指定に対して次の二つの特徴を持っていると考えられる（図－1）。

・性能に対する要求を明確にしたもの

（課題・問題をより明解にしたもの）

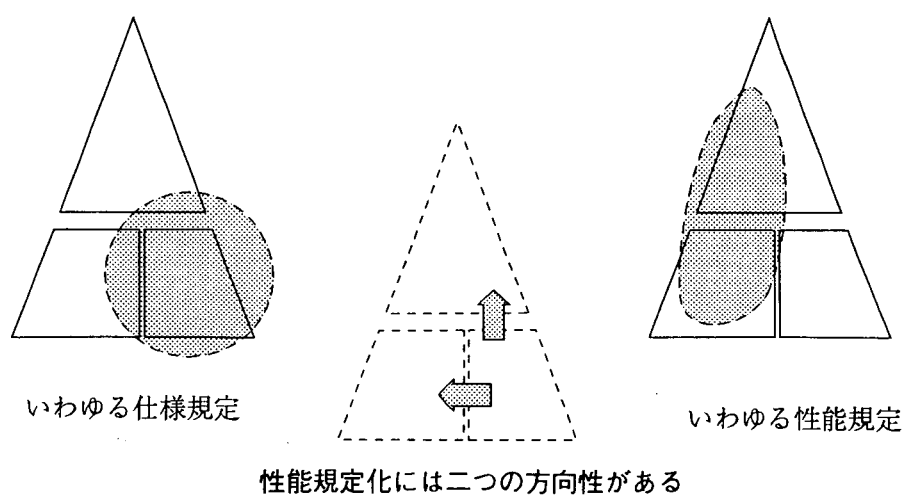
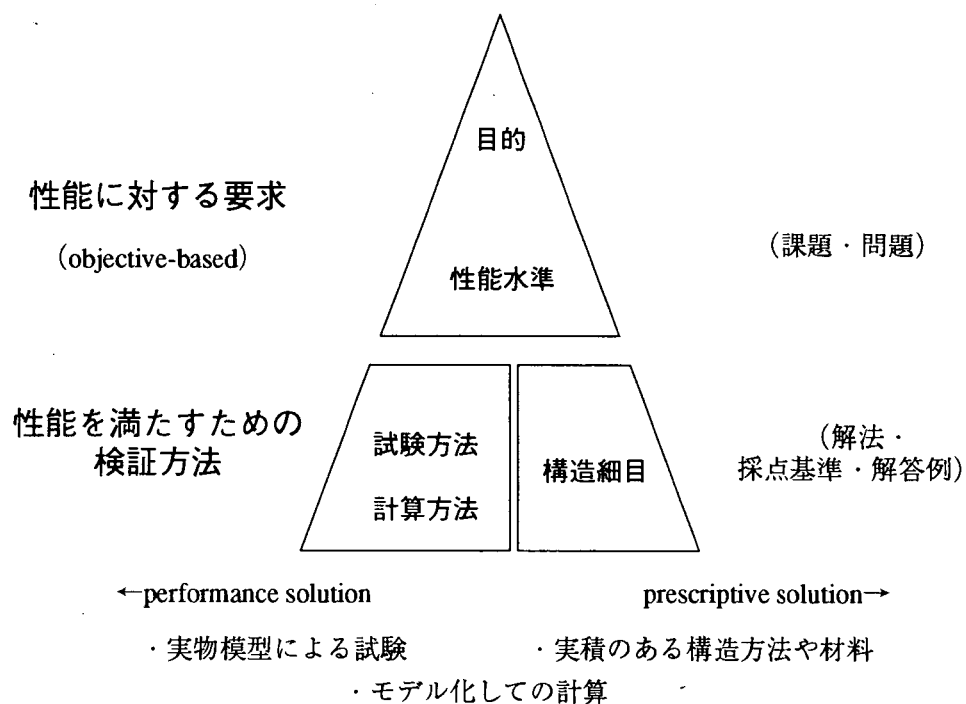
・性能要求に対する検証方法の中で、構造物の材料・寸法等の具体物をしる部分を

できるだけ少なくしたもの

（経験的に正しいとされる解を用いるのみでなく、より科学的な解答方法を構築する）

ときに、ある種の性能については十分に科学的な検証方法が用意できないので性能規定化できないという議論がなされることがあるが、ある種の性能が社会的に必要であるということと、技術的に性能を明確化できないということは、本来分けて考えなければならない。保証制度等がより充実すれば、技術的に検証できない性能でも要求事項にできる可能性がある。

現在の技術レベルの制約から詳細な規定をなくすことが難しい部分については、少しずつ時間をかけて対処していけばよいものと考えられる。検証方法の技術的課題を考えると、当面は、100%の性能規定化を目指すのではなく、従来の仕様規定寄りのものから、性能規定寄りのものへ少しずつ移行すると考えておくのが实际的である。



図ー１ 性能規定、仕様規定のイメージ

2. 性能規定化の目的

性能規定化は、基準類の目的やそれを満たすための要求を明らかにしていくことであるが、この作業を行うこと自体はあくまでも手段である。表－２に性能規定化により期待される効果、性能規定化を活かす場についての整理を行った。

表－２ 性能規定化の目的

性能規定化の目的	性能規定化による改善および主な受益者			
	ユーザー（国民）	官公庁	設計者	施工者
技術開発の促進	△改良された技術が普及し、同じ価格でよりよい性能の物が得られるようになればメリット。	○新技術を導入しやすくなる。	△設計方法等が選べる可能性が高くなる。 ○ヒット商品の開発意欲につながる。	○新工法や新材料の使用により、社内でのコストを削減するか、より高い価格で落札することができる、会社の利益が増える。 ○ヒット商品の開発意欲につながる。
アカウンタビリティ	△これまで（事象としては）不明確であった性能が明確になり、責任の所在がはっきりする。これは、安心感や構造物の品質の向上につながる。	○社会背景の変化による規定の見直しのプロセスが容易になる。 ○責任の所在がはっきりすれば、信頼向上につながる。 △性能情報が、メンテナンスの際などに、より利用しやすい形になることが期待できる。	△技術者の責任が明確になり、技術者の地位向上が期待できる。	△左に同じ
建設コストの削減	△同じコストでよりインフラ整備が進む。		△性能設計を利用してコストを削減する設計を行い、V E 提案などで利益を得ることが期待できる。	○コストを削減する工法を採用し、V E 提案などで利益を得ることが期待できる（他社を技術力で上回っている場合）。これは本質的には入札制度改革によるメリットであるが、性能規定化で提案の幅が広がる可能性がある。
非関税障壁の撤廃	△海外企業の進出が盛んになれば、現在よりも建設コストが下がることが期待できる。	○対外的に必要。	△国際的に性能規定化が進めば、海外への事業拡大のめちが開きやすくなる。一方、海外企業の国内への参入も予想される。	△左に同じ

凡例：○比較的明らかに性能規定化の効果が見込めるもの

△金銭に換算しにくいなどその程度を予測するのは難しいが、なんらかの効果が期待できるもの

この表に示すように、性能規定化の目的（期待される主な効果）としては、

- ①技術開発の促進
- ②アカウンタビリティの向上
- ③公共工事のコスト縮減
- ④非関税障壁となる規制の撤廃

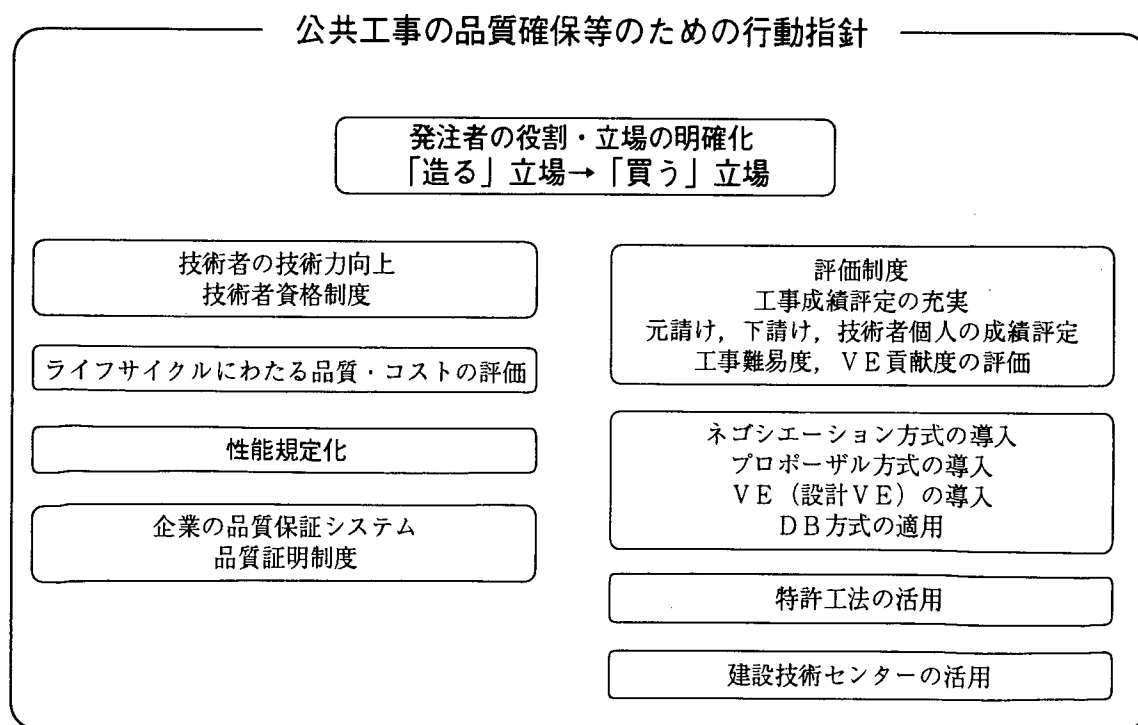
がある。

一方、これらの目的の整理により、次の問題点が明らかになった。

- ①性能規定化のメリットは多方面に錯綜しているので、取り上げる人の立場によって重点が変わってしまう恐れがある。したがって性能規定化に対する理解は、それぞれの立場の都合に合わせたものとなりやすく、立場による理解の相違が生じやすい。
- ②基準類を性能規定化する工学的な検討だけで、これらの目的が達成されるわけではない。目的達成のためには、基準類だけでなく建設業界の社会システム（以下、社会システムという）そのものを変えていく必要がある。本検討の最中にも、建設省は「公共工事の品質確保等のための行動指針」⁶⁾（以下、A Pという）を提示し、発注者の役割を「発注者責任」として整理するとともに、個別施策についての行動指針をとりまとめている。このA Pは、今後の社会システムの方向を示すものと考えられ、性能規定化はむしろその一つのツールとして位置付けられている（図－2）。

以下、性能規定化の目的について、もう少し触れておく。

現行の基準類では、理論的には十分明解にされていないものも、経験に基づいて構造細目などの具体的な記述（以下、これを細目規定と呼ぶ）を示すことで安全性を確保する方法が用いられてきた。これらの細目



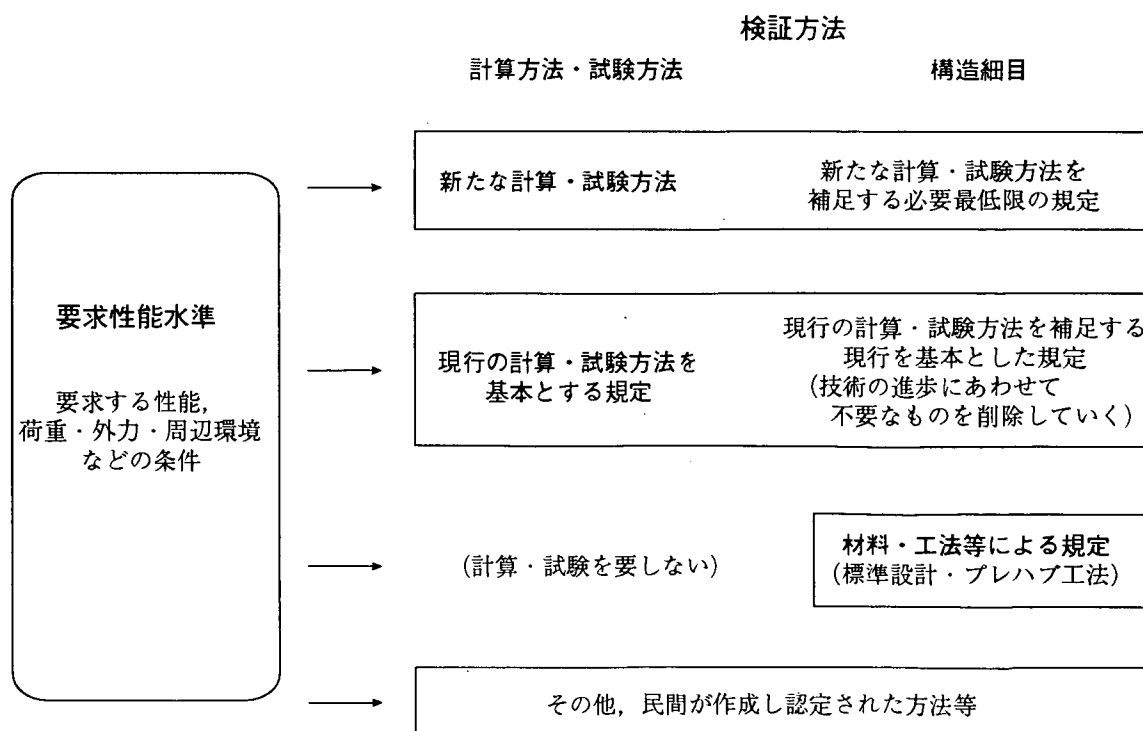
図－2 「公共工事の品質確保等のための行動指針」キーワード

規定は、実務に適用しやすいような記述で設計・施工を円滑にしている。しかし、本来の要求性能や検証方法が必ずしも明確でなく、細目規定（解答例）があることによって実務上大きな支障が生じないとなると、規定作成当時に想定していなかった材料や工法について良否を判定することが難しく、新しい技術を導入しようという意欲を抑制してしまうことは否めない。また、細目規定がすべてといった錯覚を起こし易く、解答例が絶対的な解答と受け取られてしまう。従来の規定の枠組みの中でも、新技術・新材料は、さまざまな形で現場に普及されているが、基準類の計算・試験方法や構造細目があるために例外的なものと受けとられやすかった。

本来、性能規定化の有無にかかわらず、設計者はこれまでの規定の中に記述がない新しい検証方法を選択することもできる（図－３，新たな計算・試験方法）。ただし、新しい検証方法を用いる場合には、既存の簡略化された計算式など、従来の資産が使用できなくなることで、新たな検証方法の妥当性を実験などにより証明する必要が生じることなどが一時的にコストアップの要因となる場合もある。

性能規定化により、構造物に要求される性能が明示されると、新技術・新材料の開発において検討すべき点が明瞭となることから、開発する側も利用する側も他者への説明が容易となり、開発意欲の高揚が期待できる。基準類が性能規定化されても、当面、既存の規定に定められていた方法で設計した方が多くの場合はコスト的に有利であろうが、新しい効率的な施工方法や施工機械の使用などで、トータルとしてはコストダウンが望めることも考えられる。

また、検証方法は必ずしも一つである必要はなく、いずれは新技術等に適した新しい検証方法を取り入れることも考えられる。ゆくゆくは提案される新しい検証方法をどのように評価するかといったことも課題になっていくものと思われる。



図－３ 性能規定化された場合の規定の構成イメージ⁷⁾

3. 検討課題

3.1 要求性能の整理

まず、発注者が構造物を発注する際に、最低限要求しなければならない内容とは何かを明らかにすることが必要である。

いわゆる仕様規定とされる現行の土木関連基準類では、本来の要求性能とそれを保証するための細目（構造細目だけでなく、物理定数や簡略化された計算式も含む）が混在している。本来の要求性能は条文の中にはあられず解説に記述されていたり、ときに要求性能が明示されないまま細目のみが表示されている。こうしたこれまでの基準類の記述スタイルは、現場の技術者の利便を重視して作成された結果であり、これまでの社会システムの中での最適解を模索した結果と考えられる。

しかし、現在、さまざまな社会変動の中で、透明性・客観性をより重視した新しい公共工事のあり方が求められている。こうした変化後の社会システムに適応する基準類は、既存のものと異なってくると考えられる。したがって、APなどを参考にしてあらかじめ近未来に求められる社会システムをある程度想定しながら、本来の要求性能を整理していくことが重要と考える。

3.2 検査・検証方法

要求性能が明示されたとしても、できあがった構造物を受け取る際に、これをどう確認するかという問題が残る（これがいつも性能規定化の議論を混乱させる元凶となるが、当然の疑問でもある）。

技術面から考えられる一つの理想型は、非破壊検査技術の精度やコスト低下等が飛躍的に進み、でき上がった構造物の最終的な検査を行うのみで、構造物が要求性能を満たしていることを確認することである。しかし、できあがった後で構造物の不具合が発見された場合のコストを考えると、必ずしも中間的な検査を省略することが望ましいとは限らない。構造物の種類や規模によっても望ましい検査・検証方法は異なるものとする。現実的には、現状でも将来的にも、すべてを完成後の非破壊検査に頼るのではなく、既存の検証方法との組み合わせで、構造物の性能を確保していくことになるであろう。

一方で、APにもあるように、評価制度や保証制度などを充実させ、発注者と設計者の責任体制を明確にした契約システムが必要となる。例えば、全く新しい材料の耐久性を評価するための時間と費用を考えると、長期にわたる技術データの蓄積よりも、責任の明示や保証制度の確立などの体制を整備した方が、発注者、開発者、受注者のトータルの労力を軽減できることもありうる（技術データの蓄積は別の観点からなお重要であることは間違いない）。

既存の検証方法については、要求性能で構成される規定とは別にマニュアル等の何らかの形で整理し、その扱いを検討する必要がある。また、技術者としては、社会システム変革の動向に注目しながら、それを活かす検査技術の向上に取り組んで行く必要がある。

3.3 材料の要求性能

材料に関しても性能規定化できるか（すべきか）というのは、議論の分かれるところである。材料に対する性能規定化は難しい（必要ない）とする立場の意見には、次のようなものがある。

①でき上がった構造物が性能を満たしていることがわかれば材料はなんでもいい。

②構造物の特性や設計手法などによって、材料に要求される性能は異なってくる。

(材料に要求される性能は、構造物全体の設計に要求される性能と不可分)

③材料については規格化のメリットの方が大きい。

これに対し、現在流通している材料は J I S 等の規格商品がほとんどであることから、新しい材料を開発しても規格外品を普及させるのは容易でなく、積極的に新材料を使用するためには、最低限の要求性能を明示する習慣が必要であるとする意見もある。

官庁としての発注は、ほとんどが構造物を対象にしており、生コンやセメントなどの材料を直接購入することはまれである。しかし、材料について全く規定しないとは限らない。公共工事全体の中で質の高い社会資本整備を、より安価に行っていくことが重要であって、構造物の種類やその規模によって、材料についてもある程度の指定を行っていくことが考えられる。いずれにせよ、材料に関する要求のあり方については今後も議論を深めたい。なお、コンクリート材料の要求性能や考えられる照査方法について取りまとめたものを表-3に示す。

表-3 コンクリート材料の要求性能と照査方法の例

	目標・要求性能	理論的照査	実証的照査	類推・みなし照査	検査
均質性	強度的、耐久性上の弱点をなくす。力学的不均一による、あるいは不均一な体積変化による応力の不均一を最小限にする。→構造物中の強度のばらつき：変動率 x % 以下 構造物中の粗骨材量のばらつき：変動率 y % 以下	?	大型モデルによる実験	スランブフローの形状、通過性試験の結果による	スランブフローの形状、通過性試験の結果による
強度	構造物中で設計基準強度を、指定された割合以上の確立で下回らない。→問題点-設計基準強度が何で決まっているか？ これまでは、設計基準強度がコンクリートの物性全般を考慮して決められていた。	配合、構造物の条件、養生条件、施工条件、時間を変数とする強度発現式の確立。	大型試験体コア強度	28日標準養生供試体	コア、28日標準養生供試体
耐久性	凍結融解抵抗性+科学的抵抗性：供用期間中の環境外力の総和<耐久性/安全率 A S R 反応性：供用中のコンクリートの膨張率<0.05%	凍結融解抵抗性+化学的抵抗性：配合、構造物の条件、養生条件、施工条件、時間を変数とする耐久性評価式の確立。+環境外力評価式の確立。 A S R 反応性：配合、構造物の条件、養生条件、施工条件、環境条件、時間を変数とする膨張率推定式の確立。	同一条件、環境での暴露	・促進試験 ・W/C、空気量、単位水量、かぶり、等の規定 ・A S R 抑制対策	上記照査法に準じた確認
水蜜性	使用期間中の最大浸透外力による透水量<許容透水量/安全率	配合、構造物の条件、養生条件、施工条件、時間を変数とする透水係数評価式の確立。+許容透水量評価方法の確立。	大型試験体による評価？	・透水試験 ・W/C、厚さ等の規定	上記照査法に準じた検査
ひび割れ抵抗性	・ひび割れ幅<許容ひび割れ幅/安全率	・マスコン照査 ・配合、構造物の条件、養生条件、施工条件、時間を変数とする各種収縮量の評価式の確立。 ・許容ひび割れ幅の設定	大型実験	マスコン指針、最大単位セメント量	各照査法に準じた検査
鋼材保護機能	・供用期間中、鉄筋表面でCl ⁻ が z kg/m ³ 以下 ・供用期間中、鉄筋表面に中性化が及ばない	・配合、構造物の条件、養生条件、施工条件、時間、環境を変数とする塩分浸透or炭酸の外力評価方法の確立。	大型供試体暴露	・促進試験 ・W/C、かぶり、初期塩分	各照査法に準じた検査

4. 性能規定化の議論における留意点

4.1 用語について（性能規定と仕様規定）

“性能規定化” “性能規定” “仕様規定” の定義については「1. 性能規定とは」で紹介した。性能規定は仕様指定に対し、①性能に対する要求を明確にしたもの、②性能要求に対する検証方法の中で、構造物の材料・寸法等の具体物をしぼる部分をできるだけ少なくしたものという二つの特徴をもっている。この二つはどちらも重要ではあるが、二つの側面があるということは一方で混乱の原因にもなっていると考えられる。特に、後者は程度の問題であり、あいまいで、議論になりやすい。

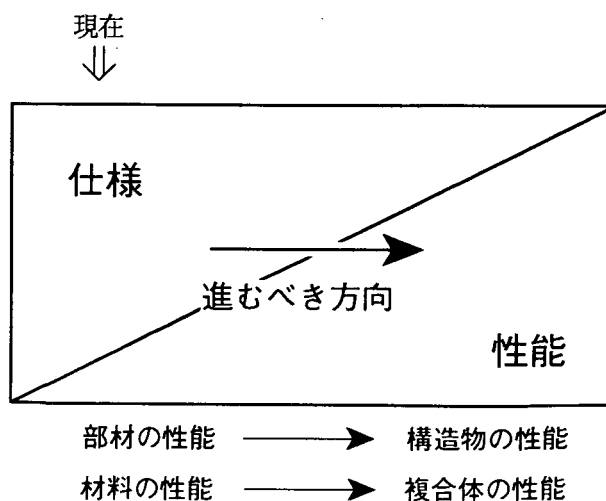
このためか、ときどき個々の条文の内容をみて「これは性能規定か、仕様規定か」といった話が浮上するが、これには次のような疑問を感じる。

- ①本来、要求性能の確保に対する基準全体の考え方が問題なのであって、個々の条文の記述スタイル（性能か仕様か）を逐一分類することにはあまり意味がないのではないか。
- ②もともと両者の定義が必ずしも明確でないのに、懸命に分類作業を行うのは、時間の浪費に終わるおそれがある。また、設計実務にはあまり有益でないことが多いと考えられる。
- ③性能規定か仕様規定かを議論していくうちに、性能規定は善、仕様規定は悪といった勘違いを起し、今までの規定とは全面的に異なる“性能規定”に移行するといった誤解を生み出しかねない。

性能規定化の検討において求められているのは、①各規定の要求の趣旨を明確にし、発注者が本来、最低限要求すべき性能を示すこと、②技術開発等の阻害になりかねない仕様のな検証方法を、現在の技術のレベルでどの程度まで減らすことができるかであり、どの程度減らせば“性能規定”であると定めることではない。

現在は、性能規定化の検討が始まってからの期間も短く、性能規定の記述の程度については各人のイメージするものがばらばらであるかもしれないが、具体的な記述スタイルについては、今後の試案の作成等のさまざまな試みを通じ、時間をかけて共通認識が形成されれば十分であろう。

なお、現行の基準類は性能規定的な内容と仕様規定的な内容を併せ持つものであり、双方を併せて用いることで基準としての目的を果たしている。基準類の性能規定化は、従来の性能規定と仕様規定の併用から性能規定のみに移行するように考えがちであるが、十分に解明されていない性能（例えば、耐久性など）を確保するためには、当面、仕様規定的な内容も定めざるを得ない。性能規定的な内容と仕様規定的な内容が併存する点については、性能規定化しても変わらない（図－4）。



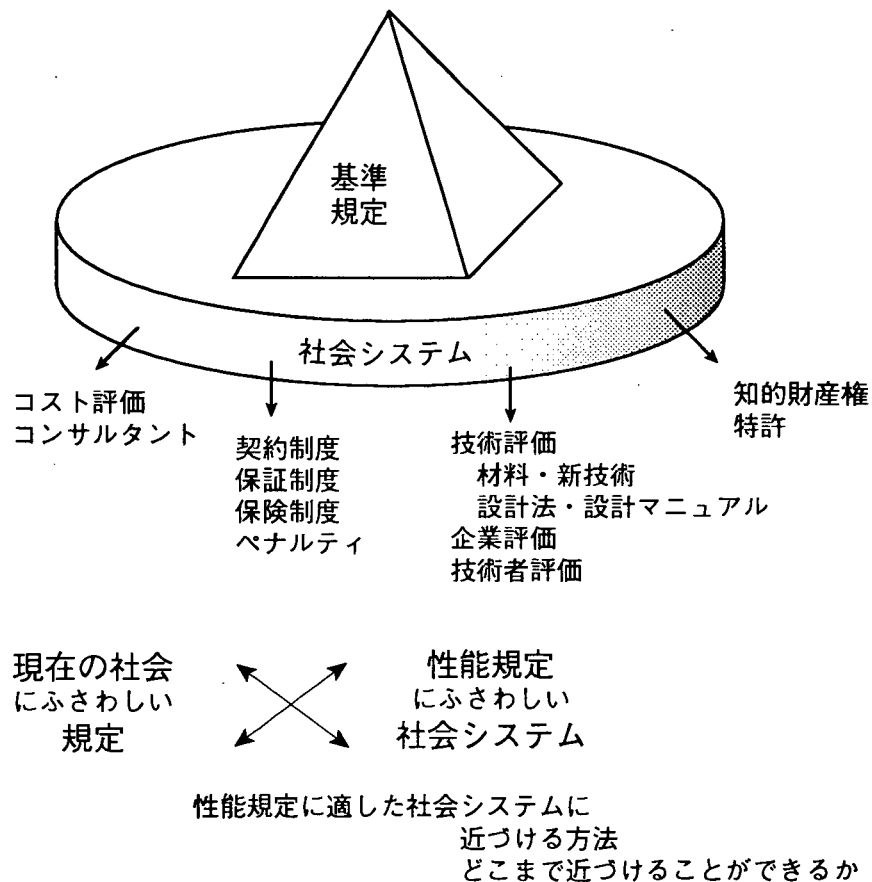
①現在でも、すべてが仕様規定で示されているのではない

②将来的にも、仕様規定的な内容がすべてなくなるわけではない

図－4 仕様規定から性能規定への移行

4.2 想定する社会システムについて

性能規定化を検討・議論する際には、どのような社会システムを想定しているのかを明確にしておく必要がある。ここでいう社会システムには、契約制度から技術・技術者の評価制度などさまざまなものが考えられる（図－5）。

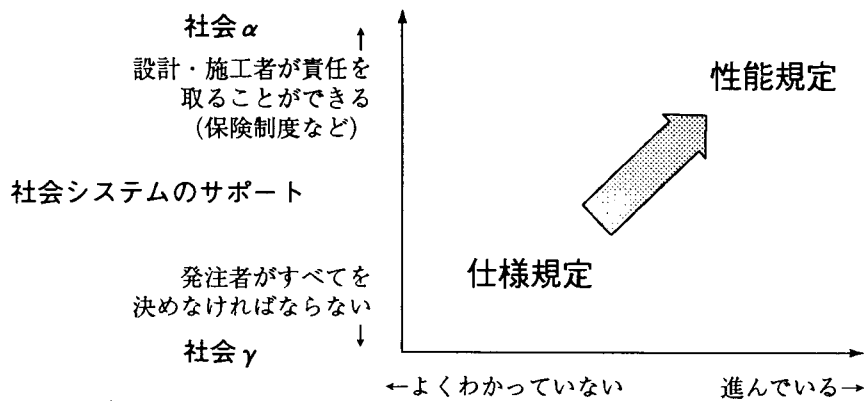


図－5 基準類と社会システム

ふさわしい基準類のあり方は、想定する社会システムや技術の進歩により変わってくる。保険制度などの発達で設計者や施工者が構造物の性能に対する責任を負うことができるようになったり、検査技術の向上で構造物の性能を容易に評価することができるようになれば、規定すべき内容もまた変化すると思われる。APでは、規制緩和、コスト縮減の中で適切な品質を確保するため、発注者側がすべてを決めてしまうやり方から設計者がある程度責任を分担していく方向が示されており、基準類においては、性能規定化により、細目的な規定を最小化する必要が生じてくる。性能規定化は、むしろ社会システムがそういった方向に進んだときに、不可欠のものになると考えられる（図－6）。

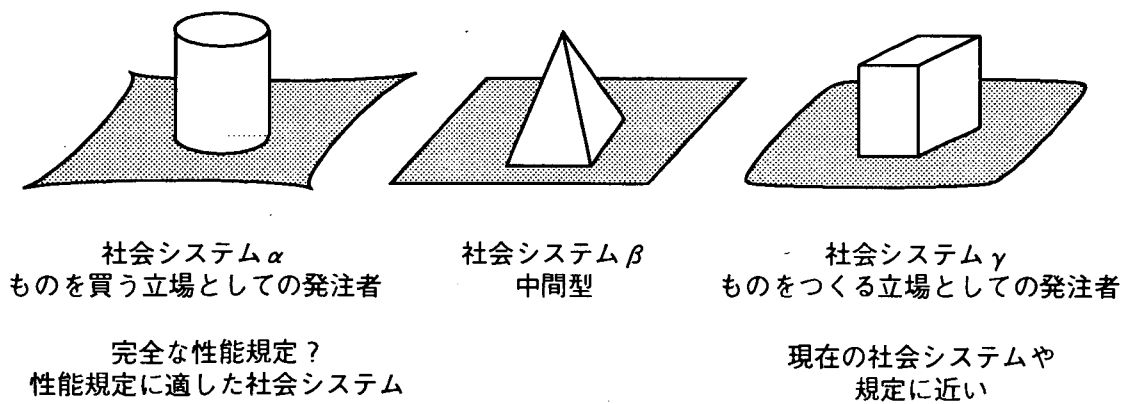
性能規定化について、既存の社会システムを前提として議論を行っても、既存の基準類が既存の社会システムの上で成立しているため、現行の基準類を変える必要はないということになるのは当然である。性能規

定化について話をする際に現行のしくみを前提にしていると、例えば検査方法をどうするといったことが問題になって、基準を書き換えるだけでは結局何も変わらない、といったところに行き着いてしまう。このことから、前提とする社会システムは、AP等現在の動きを睨みつつ、近未来を予想したものである必要がある。この場合、1つだけではなく、2～3のパターンがあっても良いと考えられる（図－7）。



科学技術による事象の理解

図－6 社会や技術と基準類の関係



図－7 社会システムのプロトタイプ

4.3 構造物の性能規定と部材等の性能規定について

一般的に仕様規定では、構造物全体の性能は各部材等に要求されている性能を満たすことで確保されることが考えられている。このことから、性能規定化するにあたって構造物に要求する性能を考える際にも、構造物を構成する各部材等に要求すべき性能とは何か、という観点からアプローチがとられる場合がある。一例として、この方法でプレキャスト桁を用いたコンクリート道路橋について整理を試みた事例を表-4に示す。

このように構成要素を分解していくと、それぞれに要求性能があることは容易に理解されるが、次の2点に留意する必要がある。

①構造物のパーツ・使用材料などの機能・性能は必ずしも画一的な階層にはなっておらず、構造形式などにより部材等の組み合わせは幾通りも考えられる。例えば、プレキャスト製品を利用する場合と現場うちで施工する場合とで、部材や使用する材料等に要求される性能は異なる。しかし、構造物の使用目的から発生する本来の要求性能は同じであり、それを特定の材料・工法等で要求される性能と分離することが重要である。

②さまざまな業種の方々が性能規定化について考え始めるときに、まず自分の業種の性能規定を対象とすると思われる。この場合、プレキャスト製品業界の方の考える性能規定、生コン業界の方の考える性能規定、セメント業界の方の考える性能規定は、おのずから異なったものとなる。その点を理解せずに議論を始めると話がかみ合わないことになるので、議論の前に何を対象にしているのかを確認しておくことが重要である。

ちなみに、当研究室で性能規定化の対象としてまず考えるのはコンクリート構造物（広い意味では構造物）であり、次にプレキャストコンクリート製品、生コン、セメント等の材料である。表-4について、さらに細かく分解することはあまり重要でなく、業種の存在する（商品がやり取りされる）程度が最小単位であろう。

表－４ 種々の分野の機能・性能（コンクリート橋による一例）

A	B		
橋梁	プレキャスト桁	支承	防護柵
機能 ・使用性（道路としての） ・強度 ・景観 性能 ・必要な幅員構成，線型などを有する。 ・必要な耐荷力（例えば，設計自動車荷重 25tf）を持つ。 ・設定した供用年数の間，道路橋として使用できる。	機能 ・現場に運搬できる ・現場で他の部品とあわせることにより，橋梁の主桁となる。 ・施工の省力化 性能 ・要求される耐荷力や耐久性を持つ。 ・安全に運搬できる。運搬途中に壊れたりしない。 ・施工の省力化による施工期間の短縮	機能 ・上部構造から伝達される荷重を，下部構造に伝達する。 ・（温度変化や荷重による）上部構造の変形が，他の部分に悪影響を及ぼさないようにする。 性能 ・通常時の荷重や地震などの衝撃的な荷重に十分耐えられる。 ・上部構造の弾性変形などによって生じる移動量に対し余裕を持った構造になっている。	機能 ・車両や歩行者が，路外へ（橋梁から）逸脱することを防ぐ。 性能 ・想定される車両や歩行者による荷重をうけとめて，車両や歩行者の路外への逸脱を防ぐ。 ・車両と防護柵との衝突エネルギーをある程度吸収できるものでなければならない。

構造物の性能をパーツや使用材料の性能に分割して考えていく方法には限界がある。

その理由は，

①構造形式などにより，パーツや使用材料の組み合わせは，幾通りも考えられる。

②構造物・構造物のパーツ・使用材料などは，個々に機能（使用目的）や性能を持ち，個々の機能・性能は必ずしも画一的な階層になっているわけではない。

①：上段の表をみると，図Aのようなフロー図をイメージしがちであるが，例えば，コンクリートを現場打ちとしたり，鋼橋とすると別の項目で構成された別の図になる。

つまり，プレキャスト桁を用いてコンクリート道路橋をつくる場合に限定すると，図Aのように画一的な階層を持った適合見なし仕様をつくることは可能かもしれないが，道路橋に必要な機能・性能をパーツや使用材料の性能に分解して考えることはふさわしくない。

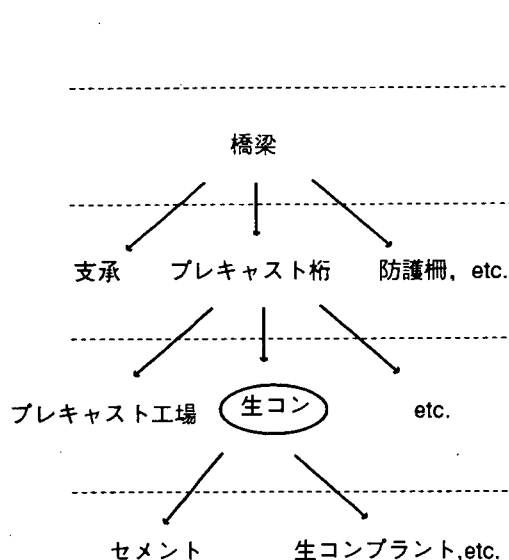
②：発注者の立場で，コンクリート橋をつくる際に考える生コンの性能と，生コン業者にとっての生コンの性能（図B）は異なる。従って，プレキャスト製品（構造部材）の下のランクに生コン（材料）があるといった表現は，誤解をうむ原因となりかねない。

性能規定を検討する際は，検討するものの立場によって，考える機能・性能が異なってくるので，この点を相互に十分理解して議論しなければならない。

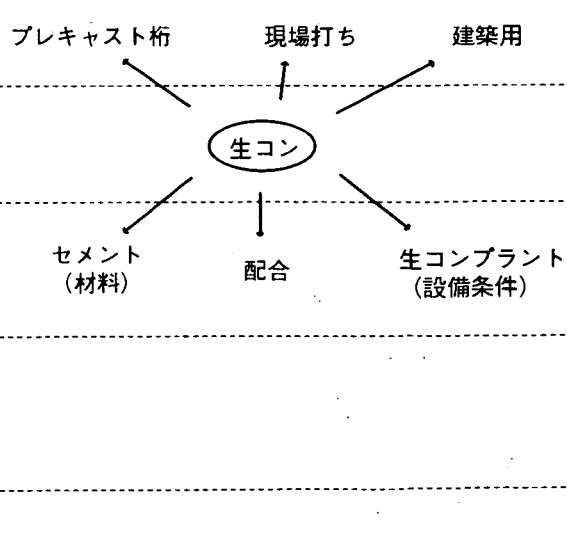
C	
生コン	プレキャスト製品工場
機能 ・運搬することができ、必要な場所で硬化コンクリートとなる。 ・複雑な形状に対応できる。	機能 ・プレキャスト製品を製造する。
性能 ・x時間の運搬後に、必要な性状（スランプなど）を持つ。 ・必要な強度などを持ち、品質のパラツキがある程度の範囲内に収まっている。	性能 ・効率よく製品を製造することができる。 ・（現場打ちよりも）より高品質の製品を製造できる。 ・低騒音の工場の方が性能が高いと言える。
備考 ・目的に応じて、重視する性能が異なる。プレキャスト製品に用いる生コンと、現場打ち用、建築用などは異なる性能が要求される。	

D	
セメント	生コンプラント
機能 ・水と反応して硬化する性質を持ち、モルタル、コンクリートの材料になる。	機能 ・生コンクリートの材料を、ムラなく練り混ぜることができる。
性能 ・硬化後、材齢x日の時点で、所定の水準以上の強度を持つコンクリートが得られる。 ・コンクリートの耐久性を損なわないため、全アルカリや塩化物イオンなどの量は、一定値以下になっている。	性能 ・各バッチ間の品質の差をある程度の範囲内におさめることができる。
備考 ・目的に応じて、重視する性能が異なるセメントを用いる（普通、早強など）。	

<発注者の立場> (図A)



<生コン業者の立場> (図B)



5. 性能規定化のアウトプットの例

5.1 構造物の例

設計の自由度を増すことに重点を置いて構造物全体を性能規定化するとどのような形が考えられるか、一例として道路橋を対象に構造物に必要とされる性能（一部）を表－5に示す。構造物に必要な性能さえ満たせば材料は何を使ってもよいとすると、構造物の要求性能の中には現行規定で見られるコンクリート等の材料に関する規定は全く入らない。現行の材料規定は、材料にコンクリートを使った場合の検証方法の一例といった位置付けになる。ただし、発注の際、材料にコンクリートを指定する場合も十分に有り得ると考えられ、その場合にはコンクリートの強度、耐久性等の要求性能を明記する必要がある。

5.2 プレキャスト製品の例

現行のJIS製品では、個々の製品の性能については日常あまり議論されることがなく、JISマークそのものが十分な性能と品質を表していると受けとられているのが現状であろう。とにかくJISマーク＝万能といった認識が、現行の社会システムでは円滑な流通と安定的供給を支えてきており、これはこれで重要な役割を果たしていると考えられる。しかし、例えば、現行のプレキャストコンクリート製品に関するJISでは、個別の製品ごとに材料や形状・寸法が定められているために、寸法等がわずかでも異なる製品では、たとえ機能、性能を向上させたものであってもJIS外品となってしまう、ユーザーに受け入れられにくいという問題点もあった。

コンクリート関係のJIS規格については、既に性能規定化しようとする動きがある。図－8に日本工業標準調査会土木部会から発表されている「プレキャストコンクリート製品JISの再編成（案）」⁸⁾を示す。新しいJISの体系案では、プレキャストコンクリート製品全般に共通した規格や用途別の製品群規格とすることで、設計の自由度を増し、新技術や製造上の創意工夫がいたずらに排除されない規格を目指している。この方法によると、これまでJISには規格がなかったL型擁壁などの製品についても、基本・共通規格としての試験方法等が示されることになる。

5.3 材料の例

土木学会から、性能規定化の動きを先取りした性能照査型の指針として「高流動コンクリート施工指針」⁹⁾が発表された。図－9に同指針の構成を示す。

ここでいう高流動コンクリートは、打ち込み時の振動締め固め作業を不要にするものをいい、配筋の入り組んだ複雑な構造物の施工効率化、コンクリートの品質の向上、プレキャスト工場内の騒音軽減といったさまざまな効果が期待される比較的新しいコンクリートである。高流動コンクリートに使用する材料の選定や配合設計については、現在でもさまざまな方法があり、また改良方法も提案されつづけている。そこで、それらを包括できるマニュアルが必要になっていた。

この指針ではコンクリートの要求性能のみを規定とし、個々の配合設計方法等については規定していない。

つまり、使用材料や配合設計方法に関わらず、指針に示されている性能照査および検査や製造・施工の方法を満足すれば、高流動コンクリートとして用いることができる。既存の個々の配合設計方法については指針で触れず、実績のある方法を対象に具体的な配合設計マニュアルが示されている。なお、このマニュアルに従えば、性能照査のための作業をやや簡略化することができる。

同指針は、高流動コンクリートの性能のうち、その特徴である自己充填性についてのみ規定し、それ以外の性能はコンクリート標準示方書（土木学会）の今後の改定を待つ状況にあるが、この指針の構成は性能規定のあり方を分かり易く示していると考えられる。

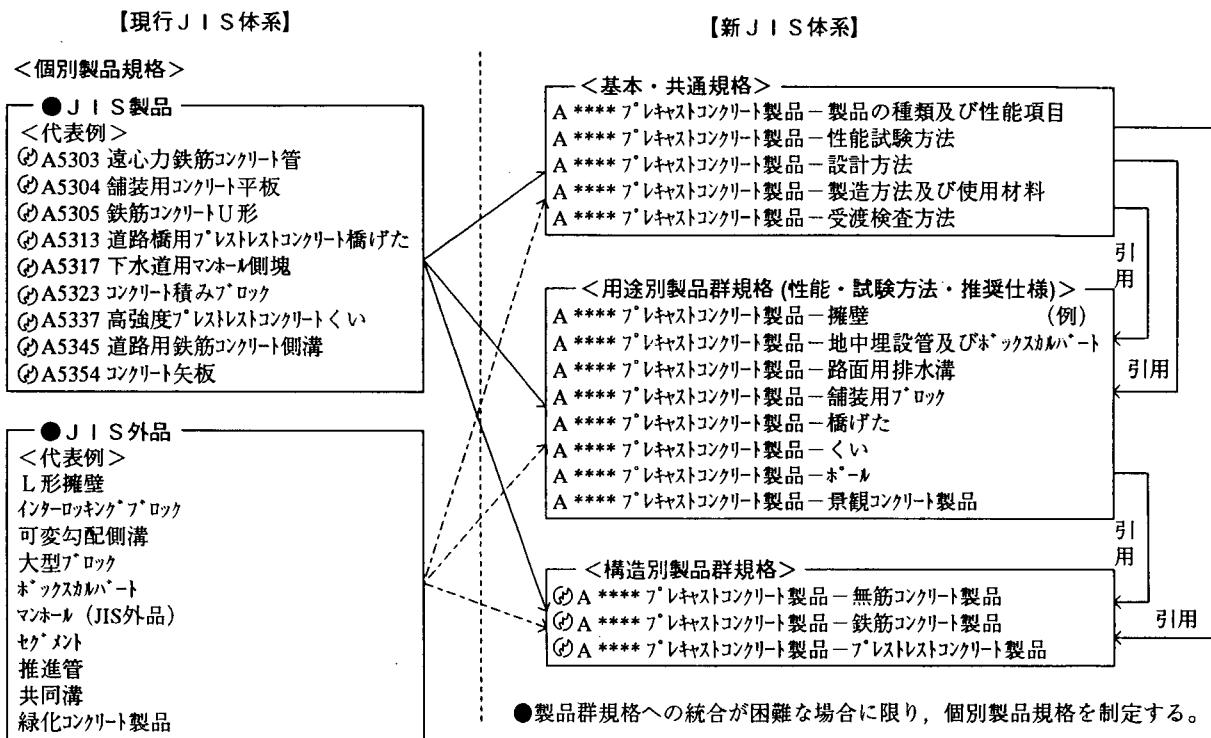


図-8 プレキャストコンクリート製品JISの再編案¹⁰⁾

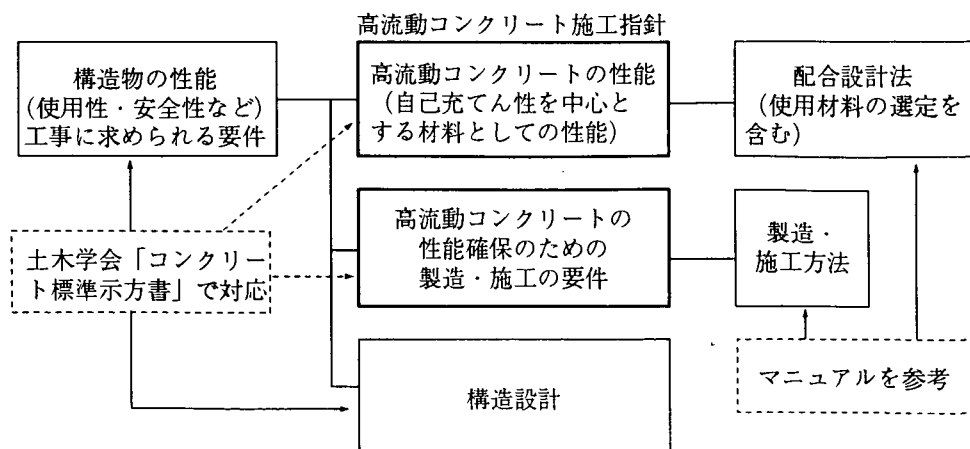


図-9 高流動コンクリート施工指針の位置づけ¹¹⁾

表－５ コンクリート橋が有すべき性能についての階層（たたき台）

OVERALL GOALS (目的／機能)	FUNCTIONAL AREAS (機能)		
道路橋は、 ・用（使用性） ・強（強度） ・美（景観） の持つべき三つの大きな機能を満足しなければならない。 使用性 強度 道路橋としての使用性および強度は、道路法第29条で、規定されている。 景観 明確な規定はない。 (規制により定めるのはふさわしくない。)	道路橋が満足すべき強度には、 ・耐荷力（短期的強度） ・耐久性（長期的強度） の二つがある。また、 ・維持管理 ・施工 の二つを、強度を考える際の前提条件として、決めておく必要がある。	耐荷力については、 ・通常使用時 ・異常時 ・施工時 ・地震時 などで、必要な耐荷力を有しなければならない。 通常使用時 通常考えられる最大荷重に、余裕を持って耐える。 異常時 通常考えにくい大きさの荷重がかかっても崩壊しない。あるいは、危険な壊れ方はしない。 施工時 施工に必要な強度の確保。 地震時 地震に対する安全性	通常使用時には、 ・死荷重 ・活荷重 ・衝撃 ・風荷重 ・雪荷重 など想定される荷重の、想定される組み合わせ（の最大荷重）に対して、構造物全体が、余裕を持って耐えなければならない。
		耐久性については、設定した供用年数の間、必要な耐荷力を維持するために、 ・物理的劣化 ・化学的劣化 に対して、必要な耐性のある材料を用いなければならない。 物理的劣化 繰り返し荷重を受けるとによる疲労、表面のすり減りなどが考えられる。 化学的劣化 材料自体の経時変化、周辺環境による。	材料に対する環境負荷要因には、 ・交通（疲労・すりへり） ・温度差 ・塩分の飛来 ・紫外線 などがあり、想定される構造物の周辺環境において、使用される材料は、余裕を持って必要な性能を維持できるものでなければならない。

OPERATAIVE REQUIREMENTS (性能)	VERIFICATION EXAMPLES OF ACCEPTABLE SOLUTION
要求される耐荷力・剛性など（計算するための荷重の大きさ）が、示される。 例えば、 ・設計自動車荷重を25tfとする。（道示1編, 1.3） ・各荷重についての規定、各荷重の算出方法（道示1編, 2章荷重） 荷重の大きさ（つまり、要求性能）は、明確に示されているものの、それがどのような交通状況に相当するのかわかる明確ではない。 ↓ 荷重の大きさは、橋梁に要求される最低水準であるとするれば、かならずしも、現実の事象と対応していなくともよい。 衝撃の大きさ（衝撃係数）は、橋梁の形式や材質によって異なる計算式が示されているが・・・ 要求される耐久性が、示される。 例えば、 ・x年（供用年数）の間、想定した環境（環境負荷要因およびメンテナンス条件）の中で、材料は十分な性能を保つ。 現在の道路橋示方書には、これに相当する規定は存在しない。使用材料や構造細目に従うことで、必要な耐久性（その水準は不明）が得られるものとされている。	コンクリート橋の場合、 道路橋示方書の中では、 耐荷力面の検証方法として ・設計荷重作用時に、部材断面の応力は、許容応力度以下とする。 ・終局荷重作用時に、部材は破壊しない。 ことを確かめるという方法を取っている。 関連して、例えば次のような規定がある。 設計計算の簡略化のために ・床版の設計曲げモーメント（T荷重をより設計に用いやすい、曲げモーメントの計算式にして提供） 応力の伝達をなめらかにするための仕様（構造細目）として ・5.6.1 ハンチ（支持げた上でハンチを設けることを原則としている。） 耐久性の面では、材料の指定と設計上の配慮という二つの方面からの規定があり、仕様として、例えば、 ・コンクリートの耐久性は、最低設計基準強度（共通編 3.2.2）、で管理。（コンクリートの耐久性は、W/Cに関係する。よって、W/Cに関係する強度で規定。） ・鋼材の最小かぶりを定め、一定の鋼材保護機能を確認（コンクリート橋編 4.4.1）

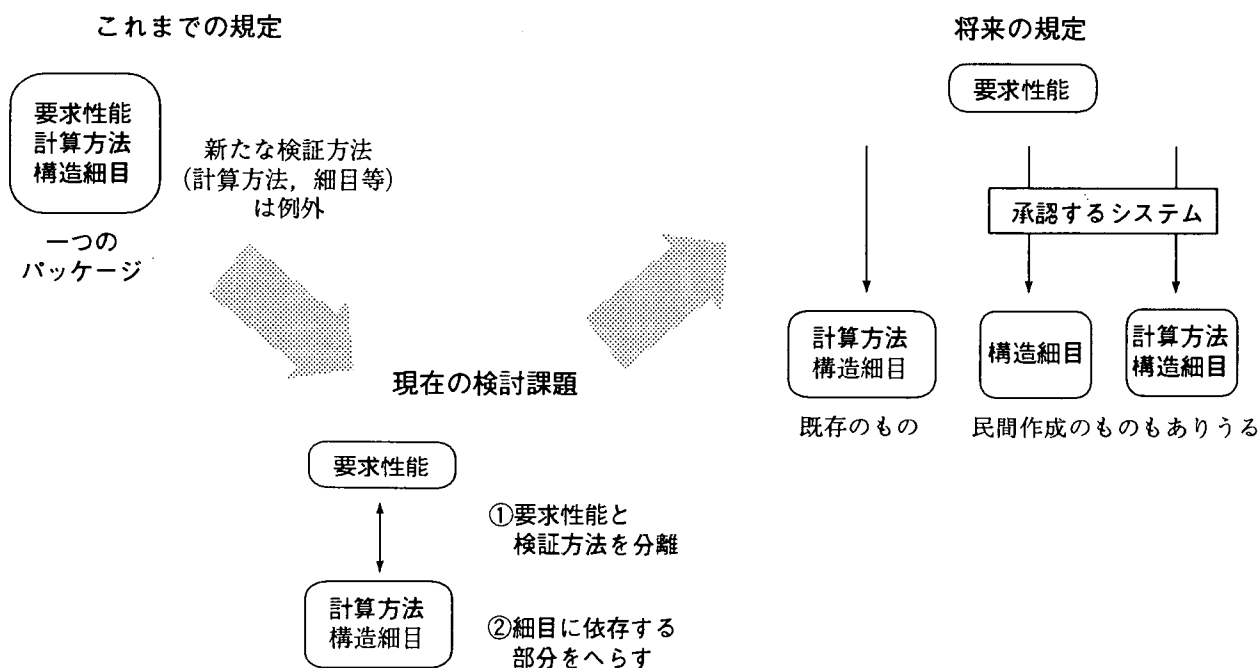
5.4 基準類の性能規定化

基準類の性能規定化のイメージは既に触れてきているが、整理すると以下のとおりである。

- ・性能規定化された基準類では、各条文設定の主旨が明確に示される。
- ・技術的に明確にできない性能に対しては、材料・寸法に対する具体的な指示が出されることもありうる。
- ・どこまで規定しなければならないかは、想定する社会システムによって異なる。
- ・従来の基準類のうち、性能規定化された基準類に入らなかった部分（検証方法の一例を示していると考えられる部分）は、マニュアル等の形でまとめられ、今後も利用できる。

図－10に、基準類の性能規定化の移行のイメージを示す。基準類が性能規定化された直後は、多くの場合に既存の検証方法（マニュアル）が用いられると考えられる。しかし、それ以外のものを受け付けないのではなく、いずれ複数のマニュアルが混在するようになり、民間が提案したマニュアルも活用できるようになるかもしれない。ただし、これらの前提として、提案されたマニュアルの認定制度が確立されている必要があり、民間も必要に応じて提案できる土壌が必要である。また、マニュアル認定以前に、提案された技術の評価できる体制が必要となる。技術評価を専門とする民間コンサルタントが現れるかもしれないし、技術評価士のような資格もできるかもしれない（これらも社会システムの一つと考えている）。

提案されるマニュアルは、構造物全体を対象とした総合的なものだけでなく、床版やアーチ部材等のパーツのマニュアルであってもよい。必ずしも一つのマニュアルの中で構造物全体の設計が完結する必要はなく、各分野でつくられたマニュアルを引用して一つの構造物を設計していくことも一つの選択肢となる。



図－10 性能規定化による基準類の変化のイメージ

【参考文献】

- 1) 羽生洋治：「解題—今、なぜ性能規定化なのか」，建設省建築研究所秋期講演会テキスト，1997，pp.71-80
- 2) 緑川光正：「性能規定型の建築構造基準とは」，同秋期講演会テキスト，1997，pp.91-96
- 3) 消防庁調べ（平成7年12月27日現在）
- 4) 平野吉信：「性能概念とその実用化に向けて」，同秋期講演会テキスト，1997，pp.81-90
- 5) 「Objective-Based Codes：A Canadian Approach to Building and Fire Codes for 21st Century」，
National Research Council Canada，Institute for Research in Construction，1997.1
- 6) 「公共工事の品質確保等のための行動指針」，建設省，1998.2
- 7) 緑川：前掲書，pp.92，図1，を参考に作成した。
（土木研究所構造橋梁部橋梁研究室，品質総プロ室長会議用資料 1998.2.6，も参考にした。）
- 8) 日本工業標準調査会土木部会：「コンクリート分野の標準化計画案」，1998.3，pp.21-24
- 9) 「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，土木学会，1998.7
- 10) 日本工業標準調査会土木部会：前掲書，pp.22，図5
- 11) 「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，土木学会，1998.7，pp.4，解説 図1.1

—資料—

コンクリート分野の性能照査設計法の動向 (土木学会, 鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集, 1998.8)	23
コンクリートの品質管理と品質保証—発注者の視点— (J C I 生コンセミナー, よりよいコンクリートを造るには—性能規定と生コンの品質保証—, 1998.7)	31
Objective-Based Codes : A Canadian Approach to Building and Fire Codes for 21 st Century (抄訳) National Research Council Canada, Institute for Research in Construction, 1997.1	37

コンクリート分野の性能照査設計法の動向 Topics on Performance-Based Design Method for Concrete Structures

河野 広隆
Hirotaka KAWANO

ABSTRACT This paper presents some topics on Performance-Based Design Method for concrete structures relating following items;

- Is PBDM a new concept ?
- Purposes and meaning of introducing PBDM into public works.
- Approach to PBDM from academic field and from practical field.
- Trials of introducing PBDM in concrete engineering.
- Problems to be solved when introducing PBDM.

KEYWORDS: Concrete Structure, Codes and Specifications, JIS, Performance-Based Design Method, Standard Concrete Specification

1. まえがき

現在、公共事業が大きな変革を迫られている。既に平成6年度より入札・契約手続きに関して制度の見直しが行なわれてきているほか、コスト縮減のための指針等も策定されている。これらの施策に示された競争性の増大やコスト縮減は、公共事業の品質確保が前提であるため、平成10年2月には「公共事業の品質確保のための行動指針」（以下APと略す）が建設省より出された。このAPでは、発注者の役割の明確化と公共事業の品質確保のための施策が示されているが、後者の柱のひとつに「技術基準類の性能規定化」がある。

性能規定化の導入に関するキーワードの内、技術に関係するものとしては、アカウンタビリティ・透明性・国際性、技術あるいは技術開発への正当な評価、技術競争によるコスト縮減、等があげられる。特に、国際化についてはISOの動きもあり、早急に対応しなければならない課題であるため、現在さまざまなところで検討されている。建設省関係の多くの基準類等でも性能規定化の導入を検討している。筆者も研究課題のひとつとして性能規定化の勉強をさせていただいているほか、学会や規格化機関等のいくつかの検討に参加させていただいている。そこで、ここでは、まず、現在検討の進んでいる建築分野と、土木分野での規格類の取り扱いの比較から始め、土木分野での性能規定化の意義を筆者なりにまとめてみたい。さらに、各機関での検討のあり方と問題点の整理をしたい。さらに、具体的に作業が進んでいるコンクリート分野の事例を紹介したい。

なお、種々の議論を通じて、性能規定化は最終的には工学であるが、その検討過程では科学的な要素もさることながら、哲学的な要素が大きい課題だと感じている。このため、非常に個人間の意見の差が大きい。以下に示す意見もまだ、筆者の個人的な考えの域を出ていないものもある。このような私見の列挙が他の学術論文と並んで印刷されるのがよいかどうか疑問に思うが、考え方の整理の一助になれば幸いと考える。

2. 性能規定は新しい概念か—土木と建築の規準からの考察

性能規定とは何か、なぜ必要かについては、既に多くの場所で議論されている。ここ数年建築関係でのセミナー等も盛んであるし、土木関係の雑誌類でも記事が多い。しかし、性能規定の概念については、まだまだ統一したものがなく、いろいろなところで議論をしてもかみ合わないことがしばしばである。

性能規定化の必要性については、主なものとしては次のようなものとなる。

- ①WTO（世界貿易機関）のTBT協定（貿易の技術的障害に関する協定）による国際化対応の基準類への国内基準類の整合化
- ②新技術の導入の機会の拡大・迅速化およびそれに伴う技術開発意欲の向上
- ③公共事業のアカウンタビリティの向上
- ④コスト縮減の可能性の増大

では、性能規定が何か、新しい概念かという点、決してそうではない。一般の工業製品では、消費者はこんなものが欲しいという何らかの基準を持って商品を選んでいくはずである。それは、ものの性能であり、コストであろう。問題は同じ考えを建設事業に応用しようとする場合、このような基準が、実際には曖昧模糊としたものであることであろう。一般の工業製品の場合には、安価なものであれば、気に入らなければ買い換えることもできようし、高価なものでも、例えば車の例では試乗をしてみるとか周りの評判を聞くとかいうことで、曖昧な部分をカバーできるわけである。建設事業では、ほとんどの事業は一品生産的で、こうした対応が難しいので、事前に要求性能を明確にしておかなければならない。なお、「1. まえがき」で紹介したAPでも、公共事業の構造物を「造る」という立場から、「買う」という立場への、意識の転換をうたっている。「買う」という立場に立てば、より一層、要求性能を明示していかなければならない。

そうであるならば、建設事業でも、要求性能を示せばよいではないか、これまでも物を造ってきたのだから簡単なことではないか、ということになる。実際、性能規定化の原理そのものは簡単なのである。難しいのは、必要性能項目をどう選定し、その必要性能レベルをどう表記し、それをどう満足させるかを証明し、それをどう検査するかということである。これを可能にするためには、我々は、種々の荷重外力や環境外力に対する、材料の挙動、部材の挙動、構造物の挙動を経時的な変化も含めて詳しく知らなければならない。さらに、出来上がった構造物の検査で要求性能を満たしていることを証明できる手段を持つ必要がある。これまでの物造りは経験に基づく仕様で造られている部分が少なくないので、上記のことを満足させるには、まだまだ大変な研究技術開発が必要となる。

こうした背景から、建設分野の性能規定化について、現在我国でもいろいろなところで検討がなされている。

最も進んでいるのが建築分野で平成10年の国会で、建築基準法が性能規定化されて改正された。まだ、大枠が示された段階で、具体的な中身は今後2年間で詰められる予定である。

土木の分野では、コンクリート関係が比較的進んでいる。土木学会コンクリート委員会ではコンクリート標準示方書の性能規定化に向けた検討が平成8年度から始まっている。JISの土木部会コンクリート専門分科会では平成9年度にコンクリート間系JISの大幅見直しのフレームワークを検討したが、その中で、性能規定化をとり込む方針を定め、平成10年度から具体の改正検討に入ることにしている。

土木と建築分野の対応を見ると、建築が先行しているようにも見えるが、実はそうでもない面がある。建築は、構造物を造る際には建築基準法に則ることが大原則である。建築基準法は法律であり、もちろん強制力がある。建築分野で、新技術や新材料を導入しようすると、建築基準法38条「特殊の材料又は構法」による建設大臣の認可を受けなければならなかった。

一方、土木分野をみると、建設省関係で言うと、道路構造令のような上位の政令はあるが、実際に構造物を作る際に拠る所となるような道路橋示方書にしても、その他の規準類にしても技術的には本来は強制法規ではない。このため建築に比較すると、新しいものを導入する機会は多い。現に、多くの現場で、新しい技術が取

り入れられてきている。大きなものでいうと本四連絡橋も幾多の新技術の集合体であるし、大型の多目的ダムを造る際には、少なくともひとつの新技術を導入するのが通例となっている。この際の導入の判断を行うのは発注者である。建設省の多くの現場でも事務所長等の判断で新しい技術が導入されてきている。こうした新しいものを導入する際にはもちろん規準類などがない場合もあるため、ある部分では必ず性能規定的な技術判断が伴っていた。

ちなみに、このように建築には建築基準法という法律があり、土木にはそれに相当するしぼりがないのは、発注者の技術力の差によると考えられる。すなわち、建築の建築主は一般に非専門家である。土木の場合には、発注者側には一応専門家がおり、チェック機能がある。非専門家の発注による建築工事の安全確保・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等があると思われる。この非専門家による発注という事実は性能規定化した際にも大きな意味を持つ。すなわち、専門家同士であれば、要求性能項目と要求性能レベルについて共通の言語を有するわけであるが、非専門家では、要求そのものが曖昧で抽象的であり、性能規定化する場合には要求を理解可能な具体的な物理量にして示す必要がある。実際にはこの作業はかなりの困難を伴うと思われる。

蛇足になるが、性能規定化を論じるときに、その導入に対しふたつの違った極端な反応が見られる。ひとつは、性能規定化を行うと全てががらりと異なり、従来基準類やJIS等の規格類もなくなり、従来の技術が無駄になってしまうという危惧である。もうひとつは、性能規定化によって新しい材料や施工法が生まれるという期待である。

前者について考えてみよう。わが国の各種の既存の基準類・規格類は、技術的には世界的なレベルにある。これら基準類は技術の蓄積により体系化されたもので、いわば知的財産である。基準類を性能規定化した際に、これらの財産を放棄してしまうのは何とも愚かなことである。こうした従来技術は、いわゆるみなし照査の一手法として、あるいは標準手法として位置づけるのが妥当であろう。このことは従来基準類・規格類を便利に使えるならば使う道具とみなすものである。これらは本来は、前述したように道具として作られたものである。言ってみれば、本来の形に戻るのである。さらに、性能規定化がどういう場合に有効かという点、当面は、設計・材料選定・施工が一貫したような工事では、期待できる。しかもある程度の規模があるようなものであろう。性能規定化するには設計者や施工者、さらに発注者にも高度な技術が要求される。従って、本四連絡橋建設のようなものにはうってつけであろう。反対に、小規模で設計・施工が分離したような工事ではなかなか有効性を発揮できない。後者では性能規定化して種々の検討をして、検査を特別なものにした結果、かえってコスト増になったりする可能性もある。このような場合には従来の標準設計で造った方が結局よかったということが往々にしてあり得る。当面はある程度の規模以上のもので、性能規定化を導入し、技術の進展とともにその範囲を拡大していくのがよいと思われる。技術者もこれに対応した棲み分けの時代になろう。

後者の、性能規定したら新しい材料・技術が生まれるという期待は、考え違いである。筆者のところにも、性能規定化に合った材料とはどんなものか、どんな材料を開発すべきか、という質問がある。性能規定化すると、新しい材料を使いやすくなる環境ができあがる。だからといって新しいものが出てくるわけではないし、性能規定に適した材料・技術というものがあるわけではない。むしろ何でも使える可能性があるという状況が生まれるのである。

3. 土木分野の性能規定化の意義について

前節で性能規定化するにはかなりの困難もあるといったが、それでは何故、そうまでして土木分野でも規準類の性能規定化が必要となるのであろうか。

土木の公共構造物は、かつては役所が直営で造っていた時代がある。技術力のあるインハウスエンジニアがいれば、性能規定的な物造りが可能である。基準法が充実する前の多くの構造物でそうした手法がとられてい

たはずである。その後公共事業の事業量の拡大と、いわゆる外注方式の導入により、インハウスエンジニアの仕事の内容も変わって行った。それと同時に発注者が、その時代で最良の技術をもとに規準類や仕様書を定め、それに則り物を造るという体制が確立していった。大量生産の工業製品が規格化されること自体は世のすう勢であるが、規準類の充実とともに、規準によらない物は造ってはならないという意識が出てきたのも事実である。この方が実務的には楽でもある。これに拍車をかけたのが、会計検査であろう。横ならびで事業を行っている分には問題ないが、何か変わったことを行おうとすると、担当者に余分の負担がかかるようなシステムになってしまった。現在、特に現場の技術者の中には、道路橋示方書や建設省の土木工事共通仕様書、JIS規格等が絶対的な強制力を持つ法律であると信じている人が少なからずいる。また、これらに則っていれば入力条件が同じであれば、設計された出力（一般には設計図面）が同一になると考えている人も多い。このような状況の中でも、それでも、これまで多くの現場で新しい技術が導入されてきたのは、コスト縮減のような実利的な背景もあろうが、技術者が技術が好きであるという事実があったためと思う。いずれにしても、基本的には性能規定的な事業ができるという建前にはなっているものの、現実にはむずかしい体制が次第にできあがってきていたと考える。このため、公共事業では新しい技術開発を行ってもなかなか取り入れてもらえない、あるいは、新しい技術開発を行うと、利益が下がってしまうといった批判が多くなっていた。また、国際化の進展とともにこうした排他的なシステムが国際的な技術的非関税障壁と見なされるようになってきたわけである。これだけ、科学技術が発達し種々の技術開発がなされている状況では、国際化の要素がなくとも、いずれは性能規定的なものが必要とされたと考えられる。国際化という要素が、性能規定化を加速したと言えよう。

少し視点を変えてみよう。現在の建設事業における品質保証体制は灰色の部分が多い。瑕疵担保の制度もはっきりしない部分が多く、十分に機能しているとは言い難い面がある。現在、材料の個別の品質はJIS等で規定されており、全体の建設工事ではプロセス管理・検査がなされている。プロセス管理がなされている理由のひとつは、竣工検査では把握できない、あるいは把握するのが非常に困難な部分があるからである。技術が非常に多様化、高度化した場合の品質保証体制はどうあるべきかを議論すると、従来のままでよいというわけにはいかないであろう。

図-3.1は、技術レベルと責任体制（保証体制）の概念図である。設計を例にとると、従来は発注者が全ての責任をとる方法になっていた。施工等も基本的には同じである。建設技術が複雑高度化していった場合、はたして、そのような体制が合理的であろうか？否であろう。この場合の合理的な方法としては、設計者 and/or 施工者が自由に手法を選択できる替わりに、それなりの責任を持つというスタイルではなかろうか。この点を見ても、性能規定化の体系が合理的であるのは言うまでもない。

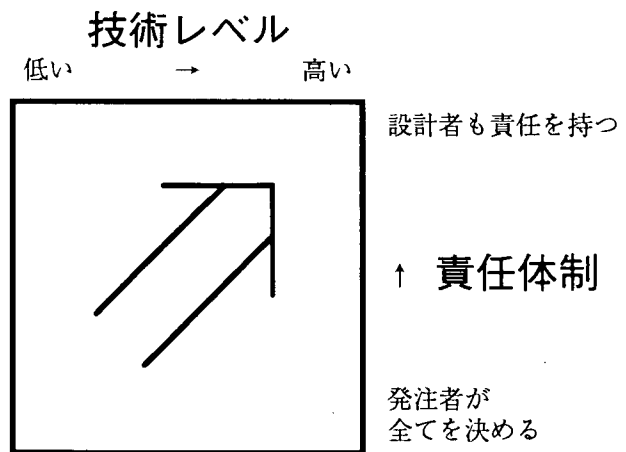


図-3.1 技術レベルと責任体制のあるべき移行の方向
(概念図)

4. 学会指針と発注者指針

現在、学会と発注者機関のそれぞれで、指針類の性能規定化が検討されている。筆者は双方に首を突っ込んでいるため、時々それぞれがどう違うのか、同じならばまとめて議論すればよいではないかというご指摘を受ける。当然のご指摘だと思う。これに対しては、次のように考えている。

まず、性能規定化を成立させるためには、次のステップが全て必要である。

- ①必要性能項目を選定する
- ②項目毎の必要性能レベルを設定する

③必要性能をどう満足させるかを証明する（設計法の選定と照査）

④必要性能が満足されているか検査する。

ところが、学会と発注者では指針類を作る際に、力を入れる点が異なると思う。もちろん、対象によっても個人によっても随分と状況は異なるので、思い切って単純に考えてみることにする。それが表4.1である。少なくともコンクリート分野で、土木学会等の指針類を作るときのスタンスとしては、対象となる物の物性なり挙動なりを十分に把握し、それをもとに間違いない使い方を示すというものであったと思う。性能規定化に際しても、基本的なスタンスは変わらないのではないだろうか。やはり、検討の基本は、対象となる物の挙動をよく知り、それをなるべくダイレクトな形で、いち早く反映できる受け皿として性能規定型の指針類を検討していると、理解している。これに対して発注者は性能規定型の指針類といえども、よりよい構造物をなるべく安く造るための道具であると位置づけるべきであると思う。

表4.1 性能規定化に対する学会と発注者の対応（単純化した概要）

	学会の対応		発注者の対応	
	力点	内容	力点	内容
①必要性能項目の選定	△	対象構造物を特定していないので、必ずしも十分な議論が可能とにならない。	◎	対象構造物が特定されており、性能項目の選定が重要である。
②性能レベルの設定	○	対象構造物と作用外力については、一般論としての議論となる。	◎	対象構造物及び作用外力が明確であり、性能レベルの設定が重要である。
③照査法の確立	◎	研究対象はまさにここで、従来から追究してきたこと。すなわち物の挙動をよく知るといふ、Scienceとしてのアプローチ。照査方法の位置づけは「研究目的」であり、その応用である。	△	物がきちんとできるという視点に立てば実積主義でも可。照査方法の位置づけはあくまで「道具」。Engineeringとしてのアプローチ。
④検査法の確立	△	これまでは、どちらかという熱心でなかった分野。③が充実すれば自ずとよくなるというスタンスか？	◎	発注者としては、ここがポイントとなる。検査の技術的な対応と検査・品質保証システムの検討が必要となる。
総合的立場	物の挙動をよく知るといふ「研究」の結果を応用する受け皿として、性能規定化は格好の場。		コスト縮減等の手段。技術開発の受け皿。	

5. コンクリート構造物の例

土木学会コンクリート標準示方書（以下、コン示）は約10年に1回の大改訂とその間に1回程度の小改訂を繰り返してきている。平成8年3月の大改訂では、阪神淡路大地震の被害状況を受けて耐震設計を大幅に見直し、舗装編で限界状態設計法を大幅に取り入れている。その前の大改訂は昭和61年で、限界状態設計法を取り入れ、化学的な耐久性に関する検討結果を盛り込んだ。

次回の大改訂は、前例を踏襲すれば平成18年前後となるが、全面的な性能照査型示方書を目指し、既に一昨年から検討を開始している。ここでの方針は、従来コン示で蓄積された技術的内容は全て包含する形で、設計から維持管理までの全ての工程に性能照査による意志決定作業を可能にする指針づくりである。作業案に示された方針から、筆者が今回の特徴であると感じている部分を抜き出してみる。

- ①従来、設計編、施工編（材料施工）、維持管理指針のように、どちらかというとき経時的に分けられていた指針を分けずに全体として取り扱う。
- ②従来、設計・施工で規定されていたものは、基本的には供用開始時の達成品質であり、構造物の初期状態の設定であった。これに加え、供用開始から維持管理、撤去再利用までの経時的な状態を想定し、安全性や耐震性、使用性、美観・外観まで経時的な評価を可能にするものを作る。さらに、ライフサイクルコスト、外部コストも考慮できる体系にする。
- ③構造設計ばかりでなく美観はもちろん、施工管理計画、維持管理計画、等の広い意味の設計は人間の判断・想像によるものであり、それに対し、照査は客観的なものである。示方書では客観的に見える照査法を整備する。
- ④特に力を入れるところは、コンクリートあるいはコンクリート構造物の性能項目とその構成要素を明らかにし、性能判定に要する情報と限界状態を規定する際の指標を明らかにすること、さらに、それらに応じて設計者・管理者が決定すべきあるいは責任を持つべき項目を明らかにすること、である。これは、前節の「ものの挙動をよく知ること」と同一の方向である。
- ⑤上記③と④で、現在研究が不十分であるところについては、研究開発を促すものであること。

具体的な指針の中身については現在議論中であり、まだまだ紆余曲折が予想される。しつこいようであるが、このコン示の改訂により、コンクリート技術が根本的に変わるわけではない。フレームワークが大きく変わるのである。

筆者が関連している性能規定化で、より身近な例としてコンクリート工場製品のJIS規格の見直しがある。まず、個別の見直しとして、1996年のJIS A 5345「道路用鉄筋コンクリート側溝」について見てみる。従来、この規格に限らず、ほとんどのコンクリート工場製品の規格はガチガチの仕様規定であった。規定には使用材料、製品の大きさや形、配筋等が示され、それに従ってものを造り、規定された検査方法に則り試験を行い、規定の強度等を満足すればよかった。しかし、逆に言うところのホンの少し形を変えただけでも規格品にならない、少し違う材料を使おうとしてもあるいは施工合理化のために長尺化しようとしても設計条件が示されていないので設計のしようもない、といった問題があった。現実には、各地でJIS製品とホンの少しだけ違う製品が数多く作られ、〇〇県型製品等として非JIS製品として扱われる例が多いようであるし、交通安全対策として反射板を取り付けようとするだけで非JIS製品になってしまう例もある。JIS A 5345改訂の直接の引き金は、大型車両の25トン化と長尺製品への需要の高まりであるが、このような状況から、JIS製品に少し柔軟性を持たせようという議論になった。このため、製品に求められている機能と、必要な性能項目およびそのレベルを規格に書こうという方針を立てた。製品JISは、経験的に造られていたものの内、比較的多く造られていたものを規格化したものが多い。このため、現状の仕様がどういう背景で決定されたのか不明である。形そのものを変えることは、規格化された製品の汎用性や型枠等の関係で難しい。このため、JIS A 5345では解説で作用荷重や設計法、限界状態を明示することになった。また、機能と性能を損なわない範囲での表面の加工等にかまわないこととした。以上の記述をご覧になると、「何だ、設計法を示しただけではないか」といわれるかもしれない。しかし、完全な仕様規定から一歩、性能規定化に踏み出したことは大きいと考えられる。

平成7年度に今後の土木関係JISのあり方大枠を議論した「土木関係分野における今後の標準化のあり方について」がコンクリート等土木関係JIS体系検討分科会から報告された。さらに、平成8年度にはJIS土木部会から「土木分野標準化基本方針」が出されるなど、ここ数年、JISそのもののあり方についての議論が積み重ねられてきた。この背景には、ISOをはじめとする国際化への対応、規制緩和や技術開発の進展への対応、消費者ニーズの多様化、公共事業のコスト縮減要求がある。国際化に対してはWTOのTBT協定を受け、性能に着目した規格の制定が要求されている。上記の議論を受け、平成9年度にJIS土木部会コンクリート専門委員会では今後のコンクリートJISのあり方のフレームワークを検討し、平成10年3月に「コ

ンクリート分野の標準化計画案」を出した。この中では、従来のコンクリート関係の構成材料規格、生コン規格、試験法規格の他に、コンクリート構造物の設計法や施工法に関する J I S、フレッシュコンクリートと硬化コンクリートの品質規格等の、I S O に対応した規格の整備、および、生コンと工場製品の性能規定化を柱とする規格見直しを提言している。筆者はコンクリート工場製品の規格体系の整備を検討するWGの主査を務めた関係上、このことについて紹介させていただく。

従来のコンクリート工場製品の規格は、制定順に何の脈絡もなく番号が振られ、規格間の関係は非常に希薄であった。このため、いくつもの弊害を抱えていた。例えば、下記のようなものである。

- ①工場製品に使う材料の J I S が変わったときなど、たとえ共通の項目でも、全ての製品規格を改訂しなければならない。
- ②設計や検査基準等に共通の理念がないため、互いに整合しない部分がある。
- ③個別の製品に J I S マークが与えられているため、同一工場で造る類似の製品でもマークをふることはできない。

このような状況から、工場製品の J I S 規格を大幅に見直し、表-5.1 に示す 3 つの規格群に分けることを提案している。

工場製品の場合、使用される条件が特定しにくく幅があるため、できあがった構造物としての性能規定を行うのは難しい。このため、製品の使用される状況を想定し、製品に要求される性能をどう明示していくかということが、改訂のポイントとなろう。さらに、共通規格群で示される要求性能は製品として共通な項目や、要求性能とそのレベルの大枠を示し、用途別製品規格群の中の個別規格でさらに要求性能を絞るということになろう。その場合、これまで曖昧であった性能項目と要求レベルをどこまで抽出できるか、また、耐久性などの要求レベルをどう考え設定していくかといった具体的な難しい問題に直面することになると思う。ここでの性能規定はコン示のようなものとは異なり、かなり限定された範囲のものとはなるだろうが、それでも容易ではないことが予想される。

ちなみに、J I S では I S O 規格に対応するため、表-5.2 に示すような検討テーマも設定して、コンクリート材料・コンクリート構造物の性能規定化も眼中に入れて、今後検討していくことにしている。この部分の詳細については、割愛させていただく。

表-5.1 J I S 工場製品規格の新しい体系

規格群名	共通規格群	用途別製品規格群	構造物別製品規格群
内容	種類+性能項目, 性能試験方法, 設計方法 製造方法+使用材料 受け渡し検査方法	個別製品の J I S (従来の仕様は参考に)	無筋, R C, P C

表-5.2 コンクリート関係 J I S の新しい体系

規格群名	コンクリート構造物	コンクリート
内容	①基本性能項目 ②設計方法の原則 ③施工方法の原則 ④性能評価方法の原則	①種類及び品質・性能項目 ②フレッシュコンクリートの基本的品質・性能の試験方法 ③硬化コンの基本的品質・性能の試験方法 ④基本的製造・施工基準

6. 性能規定化の導入のあり方

さて、基準類が性能規定化された場合、実際にはどのような導入がなされるのであろうか？

性能規定化のメリットを活かし、例えば発注者側のコスト縮減や受注者側の利益増大を可能にするためには、発注者と受注者双方に、これまでより高い技術レベルが要求される。このため、性能規定化により事業が発注されるようになって、当面はある程度以上の規模の事業で、ある程度以上の技術力を有する受注者が参入するようなもので、メリットが出てくるのではないと思われる。また、性能規定化しても、検査法が完璧になるのは難しく、検査結果に灰色の部分が残るのは避けられないであろう。このため、種々の品質保証体制を検討していかなければならないが、図-3.1に示すように、受注者へ責任が行く場合には、受注者側にもそれなりの技術力や体力が必要になろう。この面でも、ある程度の企業の規模が必要になる。逆に、小規模の工事等では、従来の設計法や標準設計が生き残る余地が多いのではないかと考える。当面は、技術的な制約や品質保証体制の面から、従来型の発注と性能規定型の発注が自ずと分けられるのではないだろうか？また、これによって企業や技術者の、技術力の評価体制が進んでいくと思われる。

もちろん、将来的には性能規定型の発注が増える方向で、種々の検討を行っていかねばならない。例えば、性能の照査を行う際に発注者の技術レベルが不足するような場合には、第三者機関を活用するシステムを確立するとか、品質保証を行う際に保険等の補助的な手段を持ち込む、等々の検討が必要である。

技術的には、要求性能を的確に表す手法や合理的な照査・検査技術に関する研究・技術開発が必要であるのは当然である。

7. おわりに

筆者はコンクリートに関係しているが、例えば橋梁の性能規定型の発注では、行き着くところは、コンクリートも鋼も関係ない、自由な形式の競争になろう。そこには、新しい発想も活きる場が生まれる可能性がある。ひょっとするとコンクリートにとって厳しい環境になるかもしれないし、逆になるかもしれない。広範囲の技術力の競争が生まれよう。

冒頭にも述べたが、性能規定化については議論が始まったばかりで、その概念も確立していない。しかし、国際化の流れの中では、そうそう悠長には構えていられない問題である。幅広い分野での、深い検討が必要である。今回のシンポジウムのような機会が、分野を越えた議論が進むことを期待する。

コンクリートの品質管理と品質保証-発注者の視点-

建設省 土木研究所 河野 広隆

1. はじめに

昨年に引き続き、生コンセミナーのパネルのご依頼をいただいた。昨年は、『JIS A 5308「レディーミクストコンクリート」に期待するもの』というタイトルで、あまり立場にとらわれない問題提起をさせていただいた。今回は『コンクリートの品質管理と品質保証-発注者の視点-』というタイトルをいただいております、少し具体的な提案をしなければならないと考えている。ただし、発注者の視点と言っても、筆者は土木関係の研究所に勤めており、発注者を代表するのは荷が重すぎる。また、建築関係のことには疎く、どうしても土木関係の記述に偏ってしまう。このため、ここに記述されたことは、筆者自身の考えであり、問題点の整理や今後の議論のたたき台としてとらえていただければ幸いである。

2. 品質確保のための動き

前回もお話ししたように、今、公共事業を取り巻く状況は大きく変わりつつある。なんと言っても、国際対応がその原動力である。この2月に建設省は『公共事業の品質確保のための行動指針』（以下、APと略す）と題するアクションプログラムを出し、今後の公共事業の推進方法についての考え方を示している。生コンの品質保証体制にも大きく影響する技術的な項目としては、性能規定化の導入と、構造物を「造る」から「買う」への意識の転換、の2項目ではないかと考えている。

前者については、昨年詳しく述べたので詳細は省略するが、アカウントビリティーを持たせ、新しい技術の導入を容易にすることがポイントである。後者は、役所が直営でものを造っていた時代から引きずってきた意識との決別を意味する。この意識が、発注者自らがその時代で最良の仕様書を定め、それに則りものを造るという体制を作ってきた。この体制は、品質の底上げを行ったのは確かではあるが、技術の均質化を招き、新しい技術の導入を阻害してきたとの批判を生んできた。一般の工業製品と同様に構造物を「買う」という立場に立てば、構造物に必要な機能と性能を示し、出来上がった製品の検査を行えばよいことになる。これは、性能規定化の導入と表裏一体をなすものであろう。

もちろん、公共事業の場合、構造物が一品生産的なものであることや税金で造ることから来る契約発注方式との関連から、また検査技術のレベルがそこまで到達していないことから、直ぐに完全に「買う」体制に移行するのは難しいが、大きな流れとしては間違いなくこの方向へ向かう。一品生産的な中で、品質保証を可能とするために、種々の評価制度が検討されることになる。このAPでは、契約発注方式の検討はもちろんのこと、工事成績評定の充実、工事難易度やVE貢献度の評価から、これまでは手のつけられなかった元請け・下請け・技術者個人の成績評定までが検討されることになっている。

こうした中で、生コンが如何に品質保証を行っていくかが問われることになろう。では、生コンの合理的な品質保証体制とはどのようなものか、少し考えてみたいと思う。

3. 品質と性能

先日、コンクリート構造物の性能規定化の議論をしていたときに、ある先生に「コンクリートの品質管理や検査で、圧縮強度試験を行っているが、あれは何の意味があるか」と訊かれた。常々、コンクリートの品質管理＝圧縮強度試験という図式に慣れ親しんでいる頭には、強烈なブローとなった。構造物の性能規定を議論し、その構成要素のコンクリート材料の性能を議論していくと、次第に圧縮強度を ...] とにする性能はほとんどないことに気づく。このことは頭の中では判っていたが、品質管理はやはり圧縮強度でやるものだと、何となく思い込んでいた。

我々はこれまで、コンクリート材料への種々の要求性能を圧縮強度に置き換えて換算することに慣れてきている。このこと自体は、評価軸を単純にすると言うメリットをもたらすが、デメリットももたらす。その一つが、新しい材料が出てきたときに不必要に厳しい評価をすることである。今まで我々が行ってきた対応は、新しい材料が出てきたときには、従来のコンクリートの品質に比べ、種々の性能項目の多くで、あるいは全てで、品質が上回らないとよい材料だとは認めないというものではなかっただろうか。性能項目がきちんと整理されているならば、あるがままにとらえればよいのである。従来のコンクリートなら無視していたような項目にも着目してしまう。本来なら、従来のコンクリートにはそれ程高い性能が要求されていなくても、あるいは、ある項目がマイナスでも他の項目でプラスならば設計等の他の手段でカバーできる手段があっても、なかなかそうはなっていなかった。これは、新材料だけではない。工場製品等でも同様のことが言える。

前の文章で、「性能」と「品質」という言葉を使い分けている。この2つの言葉はこれまで往々にして混同されて使われてきた。しかし、性能規定化の上では、是非とも定義をはっきりさせておかねばならない。前の段落の例でも、結局のところ、従来のコンクリートが持っていた品質がすなわち性能だと置き換えたところから、間違いが生じているからである。このセミナーの次の週に出る予定の土木学会「高流動コンクリート施工指針」は性能規定化を目指したものであるが、これらの背景から、性能と品質の用語の定義を行っている。たまたま、筆者がその担当であったので、その定義の原案として出したものを紹介させていただく（この文章を書いている時点で、指針は審議中であり、修正されている可能性がある）。

機能：目的または要求に応じて、使用される材料や建造される構造物が、果たす役割・はたらき 性能：目的または要求に応じて、使用される材料や建造される構造物が、発揮する能力 品質：使用される材料や造られた構造物が、実際に持っている定量化できる特性
--

この用語の定義からもわかるように、「性能」と「品質」の違いは、人間の介在があるかどうかである。「性能」は人間の目的または要求に応じて定められるものであり、「要求性能」という用語に置き換えると、その性格がはっきりする。「品質」は、人間の目的または要求に関係なく、物がもっている特性である。一般的にはモノが機能を発揮するよう、所定の性能を規定し、その性能を満足させるために品質を確保する。

では、我々はなぜ、本当に必要な性能が確保されているかどうかの、性能管理をしないのであろうか？本来ならば、性能保証をするためには、性能管理をする方が直接的ではないかとの疑問が生じる。理由のひとつは、一般には性能は品質の最低目標ラインであるからであろう。試験方法の中にも合格不合格のみを判定するものもあるが、経済的に要求性能を満たすためには品質の変動やばらつきを把握する必要があり、必然的に品質管理となる。そしてもうひとつは、こちらが生コンの品質管理には重要であろうが、素材による性能

管理が難しく、多岐にわたる性能項目を全てチェックするのが实际的でないため、代用品質で管理するためであろう。

蛇足になるが、生コンでは品質管理と検査の区分が未だに明確に認識されていないところがある。コンクリート標準示方書〔施工編〕では、こうした背景から平成8年版で「品質管理」と「検査」の用語の定義を加え、「品質管理および検査」の章の記述を大幅に充実させた。しかしながら、従来の公共事業の「造る」体制の影響を引きずっていたり、生コンのJIS審査事項や購入時の品質管理・検査方法の慣行の影響もあるためか、どうも、品質管理と検査が異質のものであるときちんと認識されていないようである。一例として、JIS 1800番台の工程管理試験がある。本来は、品質管理は製造者の自主的な技術活動であり、その方法自体を決めてしまうのはおかしい。他産業では、品質管理手法そのものが企業が収益をあげるか否かの、重要な要因になっている。生コンでも工程管理試験は自主的に決めてよいものである。誤解を恐れずに言うならば、検査に合格する自信があるならば、感と経験に頼った製造をしてもよいのである（実際には、検査方法が完備されていないのでそれは許されないが）。ましてや、JIS 1800番台の工程管理試験が一部で受入れ検査試験として使われているようだが、これなどは工程管理試験を作る目的から大きく逸脱しており、ダブルスタンダードになりかねず、品質管理と検査の混同に拍車をかけるものである。個人的には、JIS 1800番台の試験はJISから外すべきだと考えている。

さて、くどくどと品質のことについて述べてきたが、生コンの場合、コンクリート材料の性能規定化に対応するためには、どのような品質管理がよいのであろうか。それを考えてみたい。

コンクリート関係のJISの見直し検討（本セミナーの國府先生の論文参照）を行っていた際に、将来の性能規定化に対応した生コンの品質保証をするための方策として、強度、単位容積質量、水密性、断熱温度上昇、ヤング率、乾燥収縮、中性化速度、凍結融解抵抗性、塩分浸透速度等のコンクリート材料の性能を示してはどうかという案が生コンサイドから出てきた。生コンサイドからこういう提案があったことは大変画期的なことである。

生コンの特色として、同じ配合のコンクリートでも違った現場へ出荷するというものがある。それぞれの現場で、コンクリートにどのような項目の、どのようなレベルの性能が要求されているかはわからないのが普通であろう。では、各現場で必要な性能を明確にしたら合理的なコンクリートが出荷できるかというと、多くの現場で性能を明確にすること自体が余分な仕事になる可能性が高いし、生コンプラントでそれぞれに対し配合を変えるのも現実的ではない。これほど安価な材料に個別審査的なプロセスはなじまない。それでは、それぞれの標準品の種類の生コンに対し、あらかじめ各項目の品質なり性能なりを調べ明示しておけばよいではないかというご意見もあろう。それを、使用者が選べばよい訳である。これならまだ、可能性がある。しかし、現状の生コンプラントでの、セメントや骨材の品質の変動を考慮するとこれも大変な作業である。

4. 性能規定化に向けての生コンの対応はいかにあるべきか

それでは、そもそも生コンの性能規定化が可能なのか、現実的なのか、という疑問がわく。これを考えるには、長期的な観点と、近い将来の観点からの見方が必要となる。

まず、長期的に見るとどうであろうか。性能規定化が十分に進み、「買う」体制が確立すると、少なくとも発注者側は設計・材料・施工を分けて考える必要はなくなる。となると、今のように構造物の発注者が、使用する生コンはJISのもので、種類は何で、と指定する必要さえなくなる。生コンのあり方も随分と変

わるかもしれない。場合によっては性能を満たすのにコンクリートでなく鉄でもよいかもしれない。出来上がった構造物の性能さえ検査できればそれでよくなる。

こう書いてしまうと簡単のように見える。実際、性能規定化の原理は簡単なのである。難しいのは、必要性能項目をどう選定し、その必要性能レベルをどう表記し、それをどう満足させるかを証明し、それをどう検査するかということである。これを可能にするためには、我々は、種々の荷重外力や環境外力に対する、材料の挙動、部材の挙動、構造物の挙動を経時的な変化も含めて詳しく知らなければならない。さらに、出来上がった構造物の検査で要求性能を満たしていることを証明できる手段を持つ必要がある。このためには、大変な研究技術開発が必要となる。

そうすると、性能規定に向かうのは無理ではないかとの反論もあろう。前段の記述は完全な性能規定化の条件であるが、部分的な性能規定や、みなし規定の活用により、次第に性能規定化の範囲を広げていくのが实际的である。また、そうして行かなくてはならない。

では、短期的にはどうであろうか。当面は設計・材料・施工を分けて考えるというのが主流であり、特殊な場合として分けられないものがあるということになる。後者では材料や施工のことが設計にフィードバックされそれぞれが影響し合うため、性能規定化が活かされることになる。前者でも部分的に性能規定化が進んでいくことにはなるが、設計・材料・施工のインターフェイスの部分が自由度がありすぎると、物事が決まらないため、どうしても性能規定しても選択肢は少なくなる。そうすると、新しい材料等は後者で使いやすく、JIS等で標準化された材料は前者で使いやすいという状況になるのではなかろうか。

新しい材料では、その性能を活かすため、トータルで設計・材料・施工を考える。そのためにも性能をきちんと示して行くことが必要である。では、JISの生コンで個別のプラント毎に出荷するコンクリートの強度、単位容積質量、水密性、断熱温度上昇、ヤング率、乾燥収縮、中性化速度、凍結融解抵抗性、塩分浸透速度等のコンクリート材料の性能を、全て明記するのがよい方向であろうか。安価に容易に正確に試験できるのであれば、YESであろう。しかし現実には大変な試験が多い。これをやらなくてもよいように、あるいはできなかったため、我々は営々とコンクリート標準示方書（以下、示方書）等の整備をやってきたのだと思う。もちろん、現状の示方書施工編は仕様規定的なものが大部分である。研究が進めば、性能規定化できる部分も多いと思うが、みなし規定としては活用すべきものである。

一般論としては、次のようなことが言えるのではないだろうか。従来の材料や製品等は、ガチガチの仕様規定のものが多く、自由度が少なかった。標準品のようなものでも多少の自由度が認められる方向に、すなわち性能規定化の方向に行くべきであろう。新しい材料や技術は、当初は性能規定で導入される。しかし、これらが一般的になって広く使われるようになるに

仕様規定

性能規定

従来材料	
↓	↑
	新材料

は、やはりある程度の仕様規定化がないと難しいのではないだろうか（学会の新材料の指針等はこの役割を果たしていた。もちろん、ある特定の企業のみが使うようなものではその必要もないが）。このようなシステム作りができる体制を整備する必要がある。そのひとつに、生コンサイドから提案のあった、コンクリートの性能の表示があると思う。ごくごく限られた材料からでもよいから、実施に移してみて、試行錯誤しながらでも体制を構築していくのがよいのではなかろうか。

5. 品質保証をどうするか

生コンでどれだけの自由度があるかを見ると、水・セメント・細骨材・粗骨材の組合せだけを考えると、きわめて限られると思う。あとは、混和剤と協議事項に示されたこと、および製造方法ぐらいであろうか。特殊なことを行わない限りは、自由度を増してもそこから得られるメリットは小さい。そうであるなら、大部分の生コンプラントでは、やはり標準品をきちんと出すのが基本となる。

少し脇道にそれるが、他分野の人に「水・セメント・砂利・砂を混ぜただけの材料なのに、何でそんなに品質管理が大変なのか」と質問されたことがある。端から見ると確かにそう見えるだろう。私自身、生コンの技術レベルは高いのか低いのかわからなくなるときがある。数年前、空気量の許容誤差が緩和された。理由は、空気量が経時的に変化することと、いくつかある試験方法で誤差が出るためである。ところが一方で、現場ではスランプ8cmのコンクリートに対し、許容誤差の上限の10.5cmのものが現着で要求されると、それに従わざるを得ない、という意見をよくうかがう。これには対応できるという。空気量が増えるとスランプは変化すると私は思っている。多分、空気量とスランプを別々に管理する術をお持ちなのだろう。大変な技術である。

標準品をきちんと出すのは、結局は示方配合で決めた配合を如何に守るかである。これができれば、生コンの品質保証は大方カタがつくのである。こんな単純なことがなぜできないか？それにはふたつの問題がある。ひとつは、意識の問題であり、もうひとつは技術的な問題である。

前者は、先の10.5cmのスランプとも関連する。そういう要求に応じるのは、現場でのトラブルを回避するためであろうが、そこにはよい構造物を造るという意識が欠如しているであろう。共販体制があるのだから、それを品質保証に役立てて欲しい。このままでは「共犯」体制になってしまう。共に模範を示す「共範」体制になって欲しいものだ。意識の問題は、信頼関係を前提にした検査体制を無力にする可能性がある。信頼関係が前提にできなくなるなら、徹底的な抜打ち検査に頼るしかなくなる。これはますます信頼関係を構築しにくくなるし、コストや体制の問題も生じることとなる。いま、ISO 9000が品質保証を可能にすると言うような期待があるようである。確かに、ISO 9000は品質管理体制が整っていることを客観的に承認するものではあるが、その体制が機能しているか、ましてや品質保証がなされているか、を保証するものではない。基本的には性善説にたった信頼関係の上に成り立つものである。蛇足になるが、ISO 9000は本来的にはかなり複雑な品質管理が必要なところにこそ威力を発揮するのではないかと考えている。生コンプラントでISO 9000をお取りになるという話を伺うと、ハードの面ではいかほどのメリットがあるか疑問を感じる。しかしISO 9000の取得は、品質管理に対する意識を向上させるのには必ず役に立つと思う。生コンプラントでは後者の効果がはるかに大きいのではなかろうか。さらに蛇足になるが、性能規定化のメリットとして、設計・材料・施工のあらゆる段階の関係者が、出来上がった構造物の性能を意識するという点があると思っている。この点もうまく機能してくれるとよいと考える。

後者の技術的な問題は、我々の研究や技術開発の課題でもある。現着のフレッシュコンクリートに対し、簡易に即座に安価に配合をチェックする手法があれば、品質検査法は革命的に変わるであろう。水セメント比が判るだけでもよい。これがないために、28日強度を頻繁に測る必要が出てきて、大変な手間暇が掛かることになる。そこまで行かなくとも、コンピュータ管理されているプラントでは、購入者がリアルタイムで配合の状況を知ることができるようなシステムが創れるのではないかと考える。

6. 品質向上のための具体策

前節で意識の問題と、技術の問題を取り上げた。これに関し、将来に向けての提案を行いたい。

これはもう昨年度も提案されているが、「J I S工場＝金太郎飴」体制の打破がある。「J I S工場は標準品は全て造れます。技術と品質に差はありません。」という妄想を生産者・購入者ともに捨てなければならぬ。「10%の工場は特殊な生コンも造れます。一方、標準品の内、限られた品種しか造れない工場もありますが、その品種には絶対の自信があります。」というのが自然ではなかろうか。我々の周りの種々の業種を見ても、ものによっては規格化画一化が進行したものもあるが、それでもまだ個性があり多様なのが当たり前ではないだろうか。こうしたバリエーションを可能にするためには、J I S認可制度と共販制度の見直しが必要であろう。

公共構造物の品質を上げるために、先のA Pが出てきたが、この中で提案されている技術者個人の評価という事項に、非常に興味を持っている。公共事業はこれまで、匿名の技術者によって遂行されてきた。時として設計者の名前が大きく全面に出る建築との大きな違いがある。匿名の理由はいくつかあると思われるが、公共事業に個人名が出ることの違和感と共に、責任の分散といったこともあったと思われる。しかし、これからは情報公開の時代である。構造物の設計者（発注者＋受注者）、施工者、監督責任者、材料供給責任者等の名前が一般の目に触れるようになれば、意識の問題は大きく前進するのではなかろうか。これは、生コンだけの問題ではなく、公共事業にかかわる者全体で議論の必要な問題である。

品質管理・検査のための技術開発については、その必要性は常々言われてきた。品質管理・検査の合理化は、構造物の発注者、生コンの購入者・生産者全てにとって、プラスになるはずである。しかし、組織だってきちんと研究してきたかという点、決してそうは言えないと思う。性能規定化に向かうと、検査法も変わってくるはずである。この機会に、組織だって検討する機会を設けるべきではないかと考えている。

7. おわりに

金融ビッグバンが騒がれている。国際化が世の中の流れである。地場産業のコンクリート業界には、よその話のように響くかもしれない。しかし、世の中の意識は確実に変わっていく。公共事業にも厳しい目が向けられている。そんな中で、生コンひとりが安穩とはしておれないと思う。状況の変化をネガティブにとらえるか、ポジティブにとらえるかは自由であるが、技術者としては積極的に利用するのが得策ではなかろうか。自動車に使用する鋼材が極端に少なくなるような技術が実用化されたと聞く。この影響は鋼材の最大市場である建設事業にも出てくるのではないかと。性能規定化で、鉄とコンクリートはますます直接に競争することになるかもしれない。きちんと品質保証できない材料は敬遠されるだろう。生コンが円滑に時代の波に乗れるよう、議論を尽くさなければならない。

具体の提案を目指したが、どうも抽象的なものになってしまった感がある。力不足をお許し願いたい。

Objective-Based Codes: A Canadian Approach to Building and Fire Codes for 21st Century (抄訳)

Introduction

カナダの建築・防火規制に関する委員会(CCBFC)の戦略的計画の準備として、将来に渡って変化に適応できる有用な基準とするためのいくつかの基本的な方針を定めた。この中には、運用の自由度を高め、要求をより明確にし、複雑さを排し、使いやすく、更新の必要性を減らし、修正しやすいといったことや、技術革新に適応しやすく、基準がカバーする領域についてより明確にして一貫性をもたせるといったことがある。

このような特徴に近づくための議論や国際的な建築法の動向調査から、これら多くのニーズを満たすためのはるかな改善の道を進むためには、各条項の意図を明確に述べる基準体系が必要であるとわかった。このためには、国際的なトレンドから考えると、performance-based code(性能に基づく基準)にすることが最も適切だと考えられる。しかし、性能要求のみの基準は、膨大な研究や技術開発により、適切でかつ検証可能な性能水準を定めることができるようにならなければ成立しないのは明らかである。

いまのところ、多くの場合、科学的な方法も実践的な検証方法によっても全体としてperformance-basedな方法を構築できていない。すでに性能要求に基づく基準を採用している国々でも、ほとんどの国では、性能要求の表現は一般的に抽象的な表現にとどまっている。性能のみを規定する基準を採用した場合には、設計者や役人が基準を運用するために、かなりの数の検証方法やコンピューターによる解析ツール、解析モデルなどを早急に用意しなければならないだろう。また、ある種の要求は、performance-basedな解決法ではなく、規範的な仕様を与える記述方法のままにしておく方がよいとも論じられている。

それゆえに、より論理的で柔軟な方法が考え出された。つまり基準を論理的な枠組みで構成すること、すなわち個々の条文の目的を明らかに述べ、これらをまずconsequential objectiveに関連づけてまとめ、最終的には根拠となる目的(root objective:基準を定めた目的のエッセンス)にまでつなげることだ。それぞれの規定の要求のまとまりに対しては、一つまたは複数のacceptable solutions(要求を満足する解)があるだろう。解のあり方は、performanceに基づくものでもprescriptiveでもよい。場合によっては、基準の中で、performanceとprescriptiveの両方の解が、ともに要求として位置づけられることも有効であろう。

カナダのように従来の建築基準がうまく機能している国にとっては、今ある解(設計法など)を引き続き利用できる点で、この方法にメリットがある。いくつかの再構築で、今の規定の大部分を引き続きacceptable solutionとして利用できるだろう。将来の基準の発展のポイントは、今後追加するacceptable solutionを検証・証明し、基準体系の中にうまく位置づけていくことになる。

A New Framework

objective-based code(目的に基づく基準)のフレームワークは、3つの要素からなると考えられる。

Component 1

増加し続ける細目が目指す object(目的)のセット

Component 2

目的にはっきりした関係をもつ、強制的な要求

Component 3

Component 2.での要求に対する Acceptable solution

基準類の技術的発展はこの変化(新しい枠組みを用いること)の一つの側面に過ぎない。同じくらい重要な面は、基準を変えるプロセスそのものであり、これをマネジメントすることである。カナダでも今の基準はうまく機能していると認められており、多くの人がなぜ基準を変えなければならないのか疑問をもっている。しかし、“よい基準”を持続するためには、カナダの社会のニーズの変化に基準が対応することを確実にするため、基準改訂のプロセスをマネジメントするしくみを

持つことだ。国際社会の中で変わらないままだと、世界が進んでいる間に我々は取り残されることになる。

本文書では、現行法(1995)に基づいたcomponent1を構築する計画の現況を述べる。これは、1998年に中間成果として提示される予定のものである。3つの要素すべての再構築は2001年を目標にしている。

たとえ”performance code(性能規定?)”という言葉が使われなくとも、目的に基づく基準のフレームワークは、必要性や有用性に基づき、component2や3に含まれるperformance-based requirement(性能要求項目)の構築を促すだろう。それゆえ、performance-basedな要求項目を構築したり、应用ツールに関連づける作業は、目的指向のフレームワークに関係なく進めることができる。実際、今はprescriptiveな要求によって求められているいくつかの性能を抽出し、明確にする作業がすでに進行している。これら(仕様による場合)と等価な性能を(試験方法も含め)明確にできれば、2001年の基準の中に含めることができるだろう。

現在の基準の中に含まれているprescriptiveな要求は、時間がたつにつれて、最終的にはcomponent3の基礎となることが望まれているが、一部はフレームワークの一角に残り続けるだろう。

What are Objective-Based Codes?

objective-based codeとは、個々の要求内容が、はっきりと明示された目的に基づいているものである。目的は明確に、論理的なヒエラルキーで示される。この目的のヒエラルキーは、根本的な社会問題(例えば健康と安全といった)に関連したいくつかの核となるroot objectiveから始まる。root objectiveは、基準のねらい(scope)を明確にしたものである。次により具体的なconsequential objectiveがroot objectiveの下に示される。例えば、

「(建築物は)火事で避難する際に怪我をしたり、病気にならないように人々を守る。」

これらの目的はさらに具体的なconsequential objectiveでフォローされる。なければ、次の要素であるfunctional requirementでフォローされる。例えば、

「居住者が火の影響を受けないうちに安全な場所に避難できるように時間をかせぐため、建築物には火の拡散を防ぐ安全設備を備えなければならない。」

このヒエラルキーの末端の要素は求められる性能についての記述である。functional requirementとして参照されるこの記述は、以下のいずれかのものである。

- ・要求性能の定性的な記述。それは、現行基準と同じか、類似の解を参照する。
- ・我々の知識またはツールで検証しうるものについて、要求性能を定量的に表現した記述。

この場合、性能の基準を示すためには、必然的に検証方法も細かく記述することになる。そうでなければ、今度は、何が”正しい”検証方法かということが、問題になってしまう。

新しいカナダの基準の中では、目的から生じる要求を満たすacceptable solution(適合解)の記述には、prescriptiveな表現もperformanceな表現も両方用いられるだろう。一般的に現行基準を基盤とした各性能要求については、常にprescriptiveなacceptable solutionが存在する。適切なものがあれば、別に一つまたはそれ以上のperformance acceptable solutionもまたありうる。prescriptive solutionは、一般的に、使用材料や工程が明確に定められている現在の基準の文書の中の、既存の体裁を踏襲するものである。performance-based solutionによる性能は、その解がもたらす性能に関する表現で記述され、既存のprescriptive solutionによりもたらされるものの性能と同等でなければならない。場合によっては、一つのobjectiveに対して、革新的なデザインを可能にする複数のacceptable solutionがありうる。設計者やその他のものは、基準の要求を満たすものであれば、これらの代替案の中からどれか一つを、自由に選んで用いることができるだろう。

What is a “Performance Requirement?”

我々は既に「性能要求」について言及してきたが、ある人の「性能要求」はしばしば他の人にとっては「仕様(prescriptive)の要求」ということがある。多くのカナダの基準作成者やユーザー達は、2階建ての住宅の1階の外壁は、ツーバイフォー工法で作らなければならないといった要求については、“仕樣的な”要求ということで異論はないだろう。

しかし、例えば構造物内の駐車場は、 $3.9\text{L/s}\cdot\text{m}^2$ の速度で換気をしなければならないというのはどうだろう。これは“prescriptive”な要求であろうか“performance”の要求であろうか。

「性能要求」は一般に解決策に選択の余地を認めた形で示されると受けとめられている。上の例については、換気の要求はCOが100ppm以上の濃度にならないといった要求に比べて自由度が少ない。一方、Ymを超えない排気管と一緒にXというファンを取り付けるといったことを要求するのに比べると、より自由度が高い。仕様規定に慣れたものには、求められる換気レベルに達する方法を選ぶ自由があるということは、性能規定のように思われるだろう。実際、ひとたび（たとえ小さなステップであっても）純粋な仕様規定から踏み出したとたん、要求がperformanceからprescriptiveのスペクトルのどこに位置しているかということを正確に一言で示すことはできなくなる。これが「性能要求」、「性能規定」という用語が大きな混乱を生む理由である。つまりこれらの用語は、人によって違う意味で受けとめられているのだ。

Why do We Need Objective-Based Codes?

Complexity of Existing Codes

多くの現行基準の構造は、できる限りはっきりしたものになっているというわけではない。明確さの欠如は文書の論理的構造と言葉の構造のどちらにもある。あいまいな言葉を避け、明確に定義された目的群を用いて文書をうまく再構築すれば、規定の文書の理解を容易にするだけでなく人々の基準に対する解釈の相違を少なくする事ができる。クリアーで理解しやすい基準が、基準に従うためのコストを小さくするのは明白である。

Clarity of Intent

基準の目的をはっきりと記述すれば、それぞれの要求の意味を基準の利用者が容易に理解できるようになるだろう。そうすればユーザーは、示された要求に従うことも、あるいはその目的を満たすことのできる別の解決策を提案することでもできるようになる。明確さの欠如はしばしば解釈の幅の広がりにつながってしまうが、これはカナダで一様に適用させるというカナダの基準体系の一つの基本的目的をそこなうものである。

Innovative Designs

基準は常にその基準の意図を満たしている代替案を使用する自由を認めてきた。しかしながら、基準の意図するところがはっきりしていなかったために、この自由を行使するのは難しかった。基準の意図が明確でないと、革新的なデザインの使用は抑えられることになる、これまでは実際そうであった。基準の中の各要求について意図を明確に述べるということは、この問題を改善するものである。

Regulatory Reform and Globalization

カナダでは、世界的な流れと同様に、これまで用いられてきた仕様の表現ではなく、性能を示す言葉で、基準を示す方向に向かっている。この世界的流れが続くと、objective-based codeアプローチの採用により、多くの性能規定を我々の既存の基準に取り込むことが促進されるだろう。このことから、最終的に、基準のperformance criteria（性能規定）（functional requirements）に従う方法と、基準に適合することが承認されているacceptable solution（適合見なし仕様？）のセットを採用する方法を選ぶことができるというdual pathアプローチに到達する。最初は、現行法のprescriptiveな要求に基づく、いわゆるacceptable solutionが用いられるだろう。時間が経つにつれて、他の方法も付け加えられるだろう。建設業に関わる多くの団体では、“革新的”解決策で性能を証明するよりも、純粋なprescriptiveな解決策に従うことが、コストもかからず好ましい。

製品に求められる性能要求とその意図が明確に示されれば、カナダのregulationは他の国に対して製品の性能レベルを納得させることが容易であり、カナダ生産品の輸出業者にとって好都合だ。性能規定をすでに採用していたり、現在性能規定に移行しつつある他国の経験を活かすための検討が、CIBのフレームワークの中で、多くの国際協力者によって進められている。

Concerns with Adopting an Objective-Based Approach

Changes in Document Scope

目的を定義する、すなわち既存の規則の要求を再構築すると、中には、健康、安全、アクセス性といった問題の中におさまりきれないものがある。しかし、CCBFCはNational Building Codeの範囲(scope)を現時点で凍結している。要求がNBCの明確な目的(健康、安全、バリアフリー)の範囲に収まるものであれば、それを適切な目的の下に取りまとめる。しかし、その際同時に、その他の暗黙の目的についてもわかるように扱わなければならない。三つの明確な目的にうまくおさまらない孤立した要求を、一つか、複数の根本的目的を(新たに定義して)対応づけることは、こうした要求に対して、論理的な基盤を与えるものだ。この方法は、不適当な要求が、基準の明確な目的の下に「組み込まれる」ことがないことを確かにする。

これによって、基準の明確な大目的の下におさまらない要求を残しておく必要があるかどうか、人々に問いかけることになる。2001年にリリースされる再構築された基準を準備する過程の中で、人々の議題にあがることと予想される。

Difficulties with Enforcement

なんの対策もないままに性能規定の利用が増加すると、建築に関わる役人やその他の基準の利用者に求められる工学的知識のレベルが上がるだろう。現行基準のいくつかの部分では、多くの高度な技術的専門知識を必要としている。

objective-based codeは、要求の意図を明確にすべく構築された文書体系や条項の意図を明確にするガイダンスを(実務者に)与えるが、そのガイダンスを理解するためにも、依然として基礎的な工学知識が必要とされるだろう。training initiativeや適合見なし仕様を含む提案するアプローチは、できる限りの困難を除くものと考えられる。それにも関わらず新しい方法では、適切に評価されたプロの信用を保証するために、いくつかの認証機関のようなものが必要になるかもしれない。

Verification of Performance

設計者が性能に基づく設計を提案してきた場合、細かく述べられている性能規定(機能的要求)に設計が適合していることを立証することは、検査官にとって困難であることが明らかだ。多くの場合では、単に、検査のための、時間やコストの問題ではすまされない。(新しい)設計はまた、適切な検査の方法や専門知識へのアクセスを必要とするだろう。これらの状況に対して、検査(認証?)を可能にする方法がいくつかある。有資格の専門家による設計を認証するということがすでに多くの設計で用いられており、また、カナダ建設物資センターのような組織による製品の評価といったものがある。コンピュータを利用した設計ツールや設計モデルが設計者と建築審査者の両方に役立つように発展するだろう。

Implicit Performance Expectations

現行基準にある要求の中には、特定の細目規定(例えば耐火壁にはコンクリートか石、レンガを使う)に頼っているものがある。しかし、この解決策には、基準の中には記述のない、あるいは明確にされていない、別の面の性能が暗黙のうちに含まれている(例えば、木の床を支えるjoistは本来耐火性能も持っている)こともある。objective-based codeの発展とともに、満たさなければならない全ての機能要求を明らかにできるだろう。多くの場合、ある細目規定が複数の機能的要求を同時に満たしているが、その個別の要求についても主旨が明確になるだろう。こうした方法(objective-based code)は、革新的な解決策や製品の開発をさらに促進するだろう。

The Transition

Objectives and Restructuring

現行基準の文書は、主として健康、生活、安全性に関したものであるのだが、長年のうちに、多くのその他の問題が文書の一部分を占めるようになっていく。全ての目的は明確かつ明示的に示されなければならない。基準の一部であり、他の関連した目的(エネルギー、環境、その他)についての要求は、これらの目的に直接つながる"progeny"文書を用意することで、(基準の中に)適切に位置づけることができるだろう。

こうしてできる新しい基準では、性能要求をより重視したものとなるだろう。加えて個々の既存の基準については、機能的要求のレベルにかみくだいて、目的の構造を詳述することが進むであろう。

2001年の新しく再構築したobjective-based codeを導入するステップとして、現行(1995)の基準の内容に基づく、暫定支援文書が作られるだろう。これらの支援文書は現在1998年を目標としており、現行基準(1995)の中の目的の要点を明らかにし、各基準の目的構造を定義し、これらの目的に現在の要求を関連づけるものだ。この構造を明確にすることは、国民の意見を求めるプロセスを経て、2001年のcodeに含まれるべき目的を決定するための基礎を提供するものである。

Possible Adoption Options

完全なobjective-based codeの採用にあたっては、監督機関によっていくつかのオプションを用意することができる。一つ目のオプションとして、当局は詳細なobjectie-based code structure文書を基準として採用し、2001年の文書をapproved solutionのセットとして参照するということができる。また、二つ目のオプションとして、2001年にアップデートされる文書を基準として採用し、objectie-based code structure文書の方は、参考資料とすることもできる。

2つのoption approachがあるので、個人や地域や自治体では、もっとも都合のいい方法を選ぶことができる。最初の方法の利点は、参照文書であるacceptable solutionを用いることにより、新技術のために基準そのものを制定し直す必要がなく、革新的な技術により対応しやすくなる点である。現行の基準のうち、毎年更新される参照文書を標準とする点ではいまの状況と変わらない。

革新をサポートするために、新しい技術や製品を用いることができるようにするための新しい、あるいは見直した代替acceptable solutionを認めることができる。この方法は性能基準の採用を促進する一方で、同時に、主としてprescriptiveな表現による簡便な方法の採用も否定することはない。

立法の点からみると、基準の目的が比較的安定しており、長年にわたってあまり変化しないので、この方法は非常に安定している。新しい技術や製品が開発された場合には、新しい適合解(Acceptable solution)を確立・承認することで、さらなる法的な作業なしにそれらを受け入れることができる。このようにして、産業のニーズにより敏感に対応することができる。

Support Systems

完全なシステムのセットが、基準のあらゆる利用者をサポートするために用意された場合にのみ、このアプローチの採用は成功する。これらは、教育リソースやコンピュータによるサポートツールといったことから、行政サービス(製品の評価や適合解の認証及び採用等)まで広範囲にわたる。いくつかのコンピュータによる支援ツールはすでにある。例えば、構造設計やエネルギーモデルの分野にそうしたツールがあるし、防火については沢山のツールが適用できるし、さらに適用しやすいものへととなりつつある。教育リソースの提供はobjective-based codeへの移行において、致命的かつ最優先なものとされる。様々な団体で、各コミュニティの必要性に応じて、適切な教育リソースの発展を支援するための仕事が行われるだろう。

Technical Approach

目的の体系を構築することと、基準の文書にあるそれぞれの要求の意図を明らかにすることは、同時に繰り返し行われている。ヒエラルキーの上の部分については、CCBFCのタスクグループが試行的に定義している上位の3つのレベルがある(Top-down Approach)。同時に、既存の基準の中の各要素について、要求とそれに直接つながる目的の意図を明らかにする膨大な数の専門家の小グループが設立されている。この動きは「bottom-up analysis」と呼ばれている。

これらの作業が進むにつれ、2つのことが明らかになってきた。

第一に基準の中の多くの既存の要求は、現在定められている根本的目的の範囲の外にある目的に対応している。これを正すには、こうした要求を包括する新しい根本的目的を設定するか、こうした範囲外の要求を、再構築したcodeから外す必要がある("Change in Document Scope" 参照)。

第二に、根本的な目的に含まれる重要な目的でありながら、現在はその目的に対する要求が明らかでないものがある。この2番目の状況では、新しい要求を確立するか、その要求は別の仕組みを通じて確保されるので、要求を述べる必要

はないということを明確に述べるかしなければならない。

目的に基づくフレームワークを進める過程は、パンドラの箱を開けることにたとえられる。ごまかすことは、すべてを箱の中に戻すことに通じる。基準の中の各要求が体系的に再調査されるのは今回が初めてだろう。基準ができて以来、時が経つにつれて、必要が生じるたびに多くの異なる個人や団体が、個別の問題を（基準の中に）位置づけようとしてきた。これまでその結果の文書は、それぞれ個別に（既存の）基準に矛盾しないように努力してきたが、（他の委員会が管理している）基準の別の部分では解釈に含みがあるのを見落とす可能性を残していた。場合によっては、今となっては不必要な付随的な要求が、性能要求の導入部にあるという結果を生み出している。今に至るまでこうした要求を再検討するようなきっかけや理由がなかったのだ。

Summary

objective-based codeアプローチを採用することによって、基準の利用者に対し、なぜ細かい要求がなされているのか（それが位置づけられた目的）についての明確な説明がされることになるだろう。過去には存在しなかった規準の解釈についての一定レベルのガイダンスが、提供されることになる。

提案された方法の採用は、設計者や施工者、製造者に対し、革新的なデザインを生み出すための大きな自由を与えることになる。同時に、基準の基本構造を明確にし、明確で詳細なacceptable solutionsを用意することで、基準を満たすためのコストや手間が相当に減少するだろう。

objective-based codeへの移行は、最終的にはカナダの建設基準類の質をさらに改善することにつながるだろう。

Sample Glossary of Terms

Objective-Based Code

階層化された objective と consequential objective に基づいた目的構造を有する基準

Objective

基準に適合させた結果生じる状態、あるいは、基準に適合させることにより到達することが期待される状態の一部を記述したもの

Consequential objective

関連づけられた objective の集合の一つ。これを満たすことで先行する関連 objective を満足することに寄与する。

Functional Requirement

建築物の要素や、施設、プロセス、手続きや証明文書などについて明細に述べたもので、関連する objective を満足する助けとなるもの。この詳細な記述は（定量的な）性能規定として記述されるものであり、少なくとも最初は、定性的な表現になっている。そう望まれ、かつ、知識が得られれば、定性的な仕様は（定量的な）性能規定になるだろう。functional requirement は、その一部に対する acceptable solution を許すために、必要に応じて細分することができる。

Acceptable Solution

functional requirement や上位の objective を満足すると考えられる、一つかあるいは複数の意味を含む表現。prescriptive solution と performance solution の二通りの形式による表現がある。

Prescriptive Solution

functional requirement を満足させるための、使用しうる建物の要素（材質、構成部分、集合、システムや設備）についての明確な記述、and/or 実施しうる方法についての明確な記述。

Performance Solution

functional requirement を満足するために必要な、建物の要素（材質、構成部分、集合、システムや設備）、あるいは、行わなければならない手法の性能水準について述べたもの。performance solution は、各要素の性能、性能を計測する方法、および合格不合格を判定する基準を明細に述べる。