

特集 / コンクリートの品質に関する取組み

平成11年版土木学会 コンクリート標準示方書【施工編】 ～ 耐久性照査型 ～ の概要

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻助教 小澤 一雅
おざわ かずまさ

1. 改訂の経緯

「コンクリート標準示方書」は、その前身である「鉄筋コンクリート標準示方書」が昭和6年に制定されて以来、コンクリート技術の進歩に対応するように、おおよそ10年に1回の割合で大改訂が行われ、その中間に小改訂が行われてきている。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を性能規定化するための準備作業が1995年から始まっており、性能設計を実現するための研究がさまざまな観点から行われている³⁾。将来の性能照査型示方書への移行をスムーズに行うために、コンクリート標準示方書の中で、特に、抜本的な枠組みの変更が必要な体系となっている施工編の改訂に取り組むことを目的として1998年4月、施工編改訂部会が設置された。

土木学会コンクリート標準示方書【施工編】は、コンクリート構造物の施工の一般的な基本原則の標準と施工条件、要求性能、使用材料、製造方法、構造形式などが特殊なコンクリート構造物またはコンクリートを施工・製造する場合に特に必要な事項についての標準を示してきた。今回の施工編の改訂では、施工についての一般的な基本原則の標準を示した前半部分の内容のみを取り扱っている。現時点では、性能照査型への移行期でもあるため、今回改訂の範囲を含めて平成11年版と平成8年版のどちらを使っても良いものと考え

ているが、コンクリート委員会としては、今後、平成11年版を使用することを推奨していく予定である。さらに、特殊なコンクリート構造物およびコンクリートを扱う後半部分については、その他の各種指針類を含めて、その形式の変更を順次進めていく予定である。

今回の改訂の過程で注意を払ったのは、将来の性能設計体系への移行の障害とならないようにすることとともに、これまでの示方書と同様に使えるよう現行示方書の内容をすべて網羅し、他の編との整合を図ったことである。また、示方書はその時点における技術のレベルを前提として、一定水準以上の構造物を造るように作成されるものであるが、場合によっては、技術の発展を阻害するおそれをはらむものでもある。したがって、必要に応じて改訂を図り、真に良い新しい技術を容易に取り入れることのできる体系とすることが望まれるといえる。性能設計の体系は、これを目指したものと考えたい。

現在、コンクリート標準示方書は、施工編以外に、設計編、耐震設計編、規準編、ダム編、舗装編から構成されている。また、現在の維持管理指針（案）に基づいた維持管理編の発刊に向けた準備が進められている。今後、各編の見直しが順次行われ、将来、性能照査型への全面移行を行う際には、示方書全編および各種指針類をも含めた示方書体系全体の再構築が必要と思われる。

2. 性能照査型への移行期の示方書

平成11年版示方書〔施工編〕^{1)および2)}は、将来の性能照査型示方書体系への移行をスムーズに行うことを目的として、書き換えを行ったものであり、示方書の全体が性能照査型に変わるまでの移行期の示方書と言える。特に、この施工編では、これまで耐久性の向上を図るために設けられてきた各種の規定を整理し、コンクリート構造物の耐久性照査および施工段階におけるひび割れ照査をそれぞれ独立した章として設けている（図1）。また、コンクリートの性能を設計段階に必要な性能と施工段階に必要な性能に区別して取り扱い、検査と品質管理との区別を明確にしているのも特徴の一つである。

構造物の耐久性は、構造物の設計詳細、コンクリートおよび鋼材などの材料の品質および施工方法、維持管理方法などのさまざまな要因の影響を受ける。将来目指す示方書体系では、構造物の性能を建設後任意の時間において予測評価する技術に基づいて構築することを目指しているが、現時点では、その技術は未確立である。そこで、構造物の耐久性を構造物に要求する性能として設定し（実際には、構造物の劣化に対する限界状態を設定し）、これを照査する体系を構築した。

さらに、施工が構造物の耐久性に及ぼす影響は、きわめて大きいと考えられるが、任意の施工方法に対して、これを事前に予測評価することは困難であるため、材料としてのコンクリートの性

図 1 平成11年版施工編の全体構成

- 1章． 総則
- 2章． コンクリート構造物の耐久性照査
- 3章． 施工計画
- 4章． 施工段階におけるひび割れ照査
- 5章． コンクリートの施工性能
- 6章． コンクリートの配合設計
- 7章． 製造
- 8章． レディーミクストコンクリート
- 9章． 補強材
- 10章． 施工
- 11章． 検査
- 12章． 工事記録
- 付録Ⅰ． 標準コンクリートの配合設計法
- Ⅱ． コンクリートの配合の表わし方

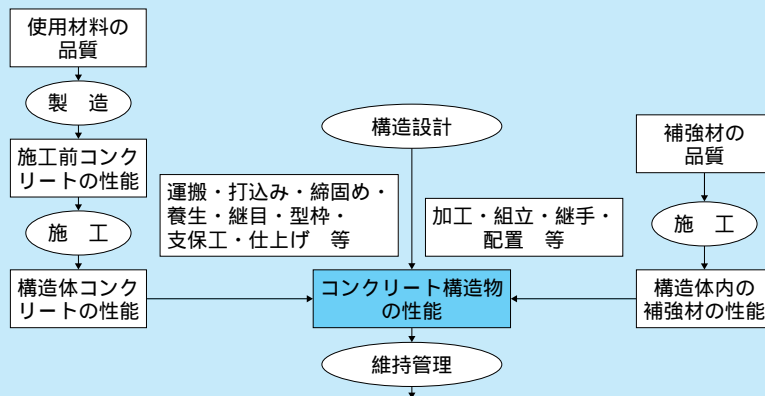
能を施工前の性能として設定し、施工方法については、これまでの経験や実績に基づく方法を確実にを行うことを前提に照査体系を構築した（図2）。

平成8年版に従って施工されるこれまでの構造物も、平成11年版からみても原則として受け入れられるものである。平成11年版は、平成8年版で採用しにくい方法も受け入れやすい体系であるといえる。この示方書の運用にあたっては、適用する構造物や環境条件に応じて、各発注者が事前に試設計を行うなど、合理的な方法を考えるのが望ましい。そのための照査ツールを土木学会コンクリート委員会ホームページ⁴⁾から入手可能である。

3. 作業の流れと全体構成

コンクリート構造物は、一般に、設計作業、施工計画、コンクリート製造、施工作业、維持管理

図 2 コンクリート構造物の性能と材料の性能



の順に作業が進められる。各段階では、上流の段階における設定に基づいてすべての照査あるいは検査を満足するように作業が行われる。ただし、各種の照査を満足しない場合、または条件の変更を余儀なくされた場合には、その前の段階に戻り再検討を行うことになる。この施工編は、設計作業段階、施工計画段階、コンクリートの製造段階、施工作業段階のそれぞれに適用される。

設計作業段階では、形状・寸法・配筋等の構造詳細、コンクリート・補強材等の材料、概略の施工方法、維持管理方法等を経済性を考慮して設定し、構造物の要求性能および工事に求められる要件を満足することを確認する(図 3)。構造物の力学的性能に関する照査方法は、[設計編]または[耐震設計編]に示されており、耐久性に関する性能の照査が、この[施工編]に示されている。この段階で決定される項目は、構造物の性能照査に必要な項目だけでなく、それ以外については、これ以降で決定してよい。たとえば、施工方法は、構造物の性能、特に、耐久性に大きな影響を及ぼす。ここでは、これまでの経験から、設計で期待した性能を確保できることが確かめられている施工方法の標準を仮定しており、次の施工計画段階で、この方法によって得られる構造物内のコンクリートと同等の性能のコンクリートが実現できる施工方法に変更することが可能である。材

料であるコンクリートについても、この段階では、照査に必要な強度やコンクリート中の物質の移動速度、化学変化の速度などの特性値が決定され、コンクリートを構成する材料や配合は、ここで決定する必要は必ずしもない。

この段階で耐久性の照査を行うことは、構造物の耐用期間を明示し、ライフサイクルコストの観点から適切な解を見つけるためにも必要である。

次の施工計画段階では、施工の詳細を確定し、施工時に必要なコンクリートの性能を設定するとともに、レディーミクストコンクリートの選定または配合設計および製造の設定を行う(図 4)。これらは、設計作業段階で決定された項目を受け、工事の要件(環境に対する負荷、施工安全性、工費、工期等)を満足するように、現場の条件を考慮して策定するものである。

工事開始前に策定する施工計画は、設計段階で描いた構造物を現場で確実に実現するために重要な作業である。構造物の建設に必要な各施工方法の詳細から工程計画や必要な資源の調達・配分計画を策定し、構造物の要求性能を実現するための品質管理、工事の要件を満足させるための施工管理を行うために必要不可欠の作業である。この段階で、設計段階で想定していた条件と現場の条件が大幅に異なるなど、適切な方法が計画できない場合には、設計段階にさかのぼって、検討を行う

図 3 設計作業段階

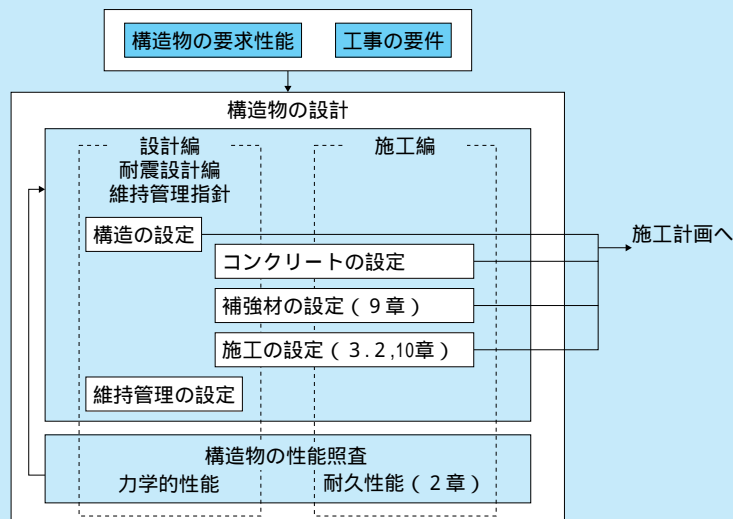
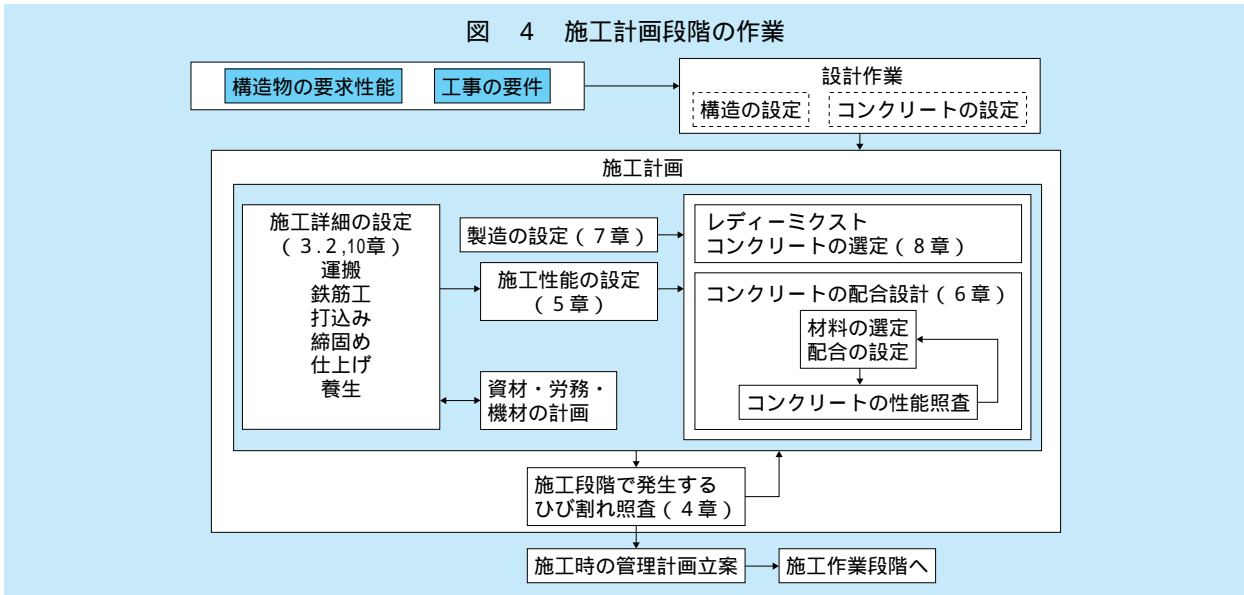


図 4 施工計画段階の作業



必要がある。これらは、コンクリートの製造に必要な作業である。

コンクリートの施工性能は、設定する施工方法の詳細に対応して設定し、設計段階で設定したコンクリートの要求性能と合わせて、これを実現できるコンクリートがレディーミクストコンクリートから得られる場合は、これを選定する。そうでない場合には、材料の選定を含む配合設計を行う必要がある。

施工計画段階で策定した管理計画を受けて、施工作业段階に移る。施工作业段階では、製造されたコンクリートや鋼材など必要な材料の受入検査を行い、計画した作業を適切な管理のもとで実施することになる。要求性能を満足する構造物が実現できているかどうかは検査を行うことで確認される。管理は、施工する立場の側が実施するものであり、検査は受け取る立場の者が原則として行う。構造物の性能は、構造詳細、材料の品質、施工のすべての影響を受けるものである。この施工編では、必要な検査体系を整理し、どのようにして構造物の性能を確認するかの観点から再構築している。

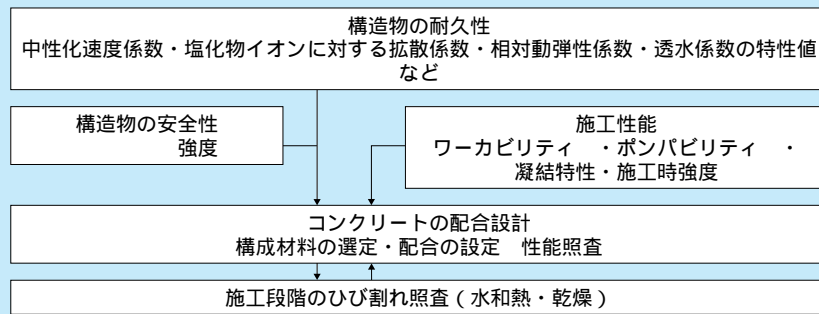
4. 平成11年版示方書 [施工編] の特徴

- (1) 耐久性に関する構造物の性能照査の導入
これまで施工編で耐久性向上のために規定され

ていた項目を整理し、設計耐用年数を表に出して、耐久性を照査する方法を示している。そこで、平成8年版との違いを明確にするために、副題として「耐久性照査型」を付けることとした。また、これまでマスコンクリートの章に示されていた温度ひび割れの照査も収縮ひび割れを含めて、独立した章を設けている。構造物が所要性能を設計耐用期間にわたり、保持することを確認することで耐久性の照査を行おうとするものであり、環境外力による劣化が設計耐用期間中に構造物の性能を低下させることのないことを確認する。ここで確認されたコンクリートの特性値がコンクリートの要求性能として配合設計段階に受け渡されることになる(図5)。コンクリートの配合設計では、この特性値を実現する材料の選択、配合の設定が行われる。

配合設計段階では、構造物の耐久性から要求される特性だけでなく、安全性から要求される強度や施工上必要な性能をすべて満足するよう材料の選択および配合の設定を行う必要がある(図5)。さらに、得られた配合のコンクリートについて、必要な場合には、ひび割れの照査をあわせて行う必要がある。ひび割れの照査を満足しない場合には、コンクリートの材料の選定や配合の設定を再度行うほか、施工の方法を再検討することも有効な方法である。

図 5 コンクリートの配合設計



(2) コンクリートの施工性能の設定と設計段階で想定する施工方法

コンクリートの性能のうち、施工に関する性能は、設計作業段階では扱わないこととしている。これは、施工方法の詳細を決定してから考えた方が良いと判断したからである。実際の現場の条件や工事条件を確認した後、これに対応した施工方法を検討し、その施工方法で確実に構造物の要求性能を満足できる施工性能を設定することとしている。

ただし、設計作業段階で構造物の性能を照査するために、標準の施工方法を設定することとした。コンクリート構造物内に実現されるコンクリートの性能に対して影響のある現場内での運搬方法、打込み方法、締固め方法、養生については、これを設定しておく必要があると考えたからである。実際の現場の状況からこれを施工計画段階に変更することは、もちろん可能である。

(3) 構造物の性能確認のための検査

構造物の性能確認のための検査は、構造物建設の過程で段階的に行うことが合理的である。材料の受入段階、製造段階、施工段階、構造物の竣工段階のそれぞれで必要な検査を組み合わせる必要がある。これらの検査体系を工事開始前に策定することが重要である。構造物の竣工後には、維持管理のための記録を残す必要がある。構造物にその設計・施工および施工管理責任者の氏名を明記することは、それぞれの役割を果たす技術者の立場を明らかにし、このことがひいては構造物の耐久性向上に資することが期待できると考え、これを原則としている。

5. 性能設計体系の実現に向けて

性能照査型の示方書を発展させるためには、規定した性能を照査あるいは検査する技術の進歩が必要不可欠である。将来の性能照査型示方書体系を実現するためには、そのための努力を続ける必要がある。

また、性能設計体系を実現するためには、示方書のような技術規準だけでなく、その周辺の整備を行う必要がある。すなわち、積算、契約、監督・検査体制、品質保証などの関連するシステムを見直す必要がある。また、施工計画段階から設計作業段階へのフィードバックをスムーズに行うためには、設計施工の一括発注方式のような新しい発注方式の導入が良いとも考えられる。技術規準体系の再構築と合わせて、これら周辺のマネジメント技術の開発にも努力を注いでいくことが重要である。

【参考文献】

- 1) 平成11年版コンクリート標準示方書〔施工編〕～耐久性照査型～, 土木学会, 2000 .1
- 2) 平成11年版コンクリート標準示方書〔施工編〕～耐久性照査型～, 改訂資料, 土木学会 コンクリートライブラリー99, 2000 .1
- 3) コンクリート標準示方書改訂に関する中長期ビジョン コンクリート委員会・示方書小委員会幹事会報告, 土木学会 コンクリート技術シリーズ32, 1999 .9
- 4) 土木学会コンクリート委員会ホームページ <http://www.jsce.or.jp//index.html>