

# 2007年版示方書によるコンクリート施工の考え方

十河 茂 幸

コンクリート標準示方書 2007年制定版は、性能規定型を基本としながら、実務に使いやすい技術標準の役割を担うように改訂された。改訂の内容は、時代の変化に応じたものとなっているが、今回の改訂では、耐久性の照査と初期ひび割れの照査が施工編から設計編に移行し、施工編では構造条件や施工条件に適したワーカビリティの選定ができるなど、大きな内容の変更があった。施工編の内容を中心に、設計編との関係、維持管理編へのつながり、ダム編の改訂骨子を紹介する。

キーワード：コンクリート標準示方書、性能規定、性能照査、施工標準、検査標準

## 1. 土木学会コンクリート標準示方書の役割

土木学会コンクリート標準示方書は、昭和6年に制定されて以来、コンクリート構造物の計画、設計、施工、維持管理のあるべき姿を示し、改訂を重ねられ、わが国のコンクリート技術の進歩に貢献してきた。

示方書にコンクリート構造物を造るための設計・施工・維持管理のあるべき姿つまり基本技術が示されていることから、公共機関の工事標準仕様書などに引用されている。工事において示される共通仕様書や特記仕様書は、契約に係わる図書であり、コンクリート工事を行うに際してはこれを遵守する必要がある。その意味では、示方書は工事に必須の図書となる。そのため、コンクリート標準示方書は、初版制定以来コンクリート工事のバイブル的な存在として尊重され、中でも施工編はコンクリート施工の標準として永く参考にされ続けてきた。

今回のコンクリート標準示方書の改訂では、2002年以降の技術の進展を加え、性能規定型の示方書を基本としながら、実務に供するための技術標準として、その役割を全うするための改訂がなされた。

## 2. 2007年版示方書の構成と施工編の位置づけ

今回の改訂で、示方書の全体構成は、[設計編]、[施工編]、[維持管理編]、[ダムコンクリート編]、および[規準編]となった。2002年版の[構造性能照査編]と[耐震性能照査編]が[設計編]にまとめられ、[舗装編]は舗装標準示方書として舗装工学委員会の管轄

になったためである。

設計編は、[本編]、[標準]、[参考資料]に区分されている。設計編[本編]は性能照査を行う方式で示され、[標準]は適用範囲を限定することで、より簡易な手法で性能照査を満足する方法を示している。さらに[参考資料]は、[本編]の理解を助けるための説明や事例などを示している。設計では、構造物に要求される耐久性、安全性、使用性、復旧性、環境および景観などが設定され、これまで施工編で示されていた耐久性の照査が設計編で扱われることになり、それに伴い、初期ひび割れも同時に照査されることになった。本来コンクリート構造物は耐久性に優れるが、どの程度の耐久性を保有させるかについては、まさに設計行為であり、施工段階で耐久性を考えるにはその対応に限界がある。そのため、今回の改訂において設計編で扱うことになったのである。さらに、耐久性に大きな影響を与える初期ひび割れについては、施工により生じるだけでなく、設計段階から考慮すべき内容も多く、設計段階で施工条件も含めて照査をすることとなった。

施工編は、[本編]、[施工標準]、[検査標準]、[特殊コンクリート]で構成されている。施工の標準として示されていた平成8年版までの内容は、[施工標準]に示され、これに準じて施工すると、普通の構造物で一定の品質の構造物が構築できると考えることができる。しかし、標準的な方法が合理的とは限らず、特殊なコンクリートにより合理的な方法を選択する場合は、[特殊コンクリート]を参考とし、さらに合理的な施工を行うことが望ましい状況があれば、それに

応じて自由度のある施工を選択できるように、[本編]で性能を照査することでそれを可能にしている。

維持管理は、構造物が竣工後に施工会社から発注者に引き渡された時点から始まる。[維持管理編]は、コンクリート構造物の維持管理が適切に行われるように維持管理のあるべき姿をしている。維持管理編の第一部「維持管理」では、維持管理を適切に実施するために必要となる実施体制の構築ならびに維持管理計画の策定に関する具体的記述を示し、設計基準の変更に より既存不適格となる構造物への対応についても記載されている。第二部「劣化機構別維持管理」は、中性化、塩害、凍害、化学的侵食、アルカリシリカ反応、疲労、すり減りなどを生じる構造物などを対象とし、それぞれの劣化機構別に維持管理の標準を示している。

示方書の全体構成において、[設計編]、[施工編]、[維持管理編]は一般的構造物の一連の流れで構成されているが、2002年までは、これらに[舗装編]と[ダム編]は別に示されていた。このうち、[舗装編]はコンクリート舗装だけを示しているのでは実状に合わないため、前述したように舗装工学委員会に移管され、[舗装標準示方書]としてコンクリート委員会の管轄から外された。すでに、2007年制定「舗装標準示方書」が刊行されている。

「ダムコンクリート編」は、2002年の改訂までは、[ダム編]とされていたが、ダムにはコンクリートダムもあればフィルダムなど主体がコンクリート構造物でないダムも存在するため、コンクリートに関連する事項のみを扱うこととして、ダム建設のうちコンクリートに関わる内容に限定する方針とされた。それを受けて、2002年版から[ダムコンクリート編]に名称が変更され、今回の改訂に至っている。今回の改訂では、第一部を「性能照査」、第二部を「標準」としている。

改訂の詳細は、土木学会コンクリートライブラリー129「2007年版コンクリート標準示方書改訂資料」を参照されたい。

### 3. [施工編]の改訂概要

#### (1) コンクリートの特性値と参考値

今回の改訂で、施工編から設計編に「耐久性の照査」と「初期ひび割れの照査」が移行した。これにより、設計時の耐久性の照査で定められたコンクリートの特性値（たとえば中性化速度係数、塩化物イオンの拡散係数、凍結融解作用に対する相対動弾性係数、収縮特性など）とひび割れの照査の前提としたコンクリートの材料と配合の値（配合条件）が参考値として示され、

施工段階に引き継がれることになる。施工編では、設計編で前提とされた「コンクリートの特性値」を満足することが要求され、設計段階では、この特性値が得られるような材料と配合を仮に定めて、これを参考値として示す。実現場では、設計段階で想定された材料が得られるとは限らないし、施工環境に応じて配合を調整する必要もあるため、特性値でなく、参考値の位置づけとし、施工段階で特性値を満足することを前提に変更できることとしている。つまり、特性値を変更する必要がある場合は、設計に立ち戻らなければならないが、参考値は施工段階で変更可能と考えてよい。

#### (2) コンクリートのひび割れ抵抗性

コンクリート構造物には施工段階でひび割れが生じることが多い。その多くのひび割れは、セメントの水和熱に起因する温度ひび割れであり、比較的部材断面の厚い土木構造物において生じる場合が多い。温度ひび割れを抑制するには、施工時の対応だけでは困難であり、設計段階から検討することとされた。とくに、耐久性の照査において必要なセメントの種類や配合が強く関与し、耐久性の照査とともに初期ひび割れの照査も[設計編]に移行することとなった。

コンクリート構造物に生じる初期ひび割れに影響する要因としては、セメントの種類や配合が大きい、コンクリートの収縮特性（乾燥収縮や自己収縮など）も主要因のひとつである。初期ひび割れの検討時には、使用材料（セメント、骨材、混和剤、練混ぜ水など）と配合条件（粗骨材の最大寸法、水セメント比、単位セメント量、空気量など）から、各材料の単位量を用いて初期ひび割れの発生する可能性を解析する。解析では、コンクリートの収縮特性と、施工条件などから定まる拘束条件から発生する応力を計算し、その値がコンクリートの引張強度を超えなければひび割れが生じないと判断する。そこで示方書では、設計時にコンクリートの収縮特性を測定あるいは資料から想定して初期ひび割れの照査を行うように示している。

設計編では、コンクリートの収縮特性を測定することを前提とし、測定しない場合は終局乾燥収縮量を $1,200\ \mu$ として設計するように示している。この値は、通常のレディーミクストコンクリートのほとんどが $1,000\ \mu$ 以下である<sup>2)</sup>ことから定められたもので、コンクリートの乾燥収縮量（7日間の湿潤養生後に6ヶ月間湿度 $60 \pm 5\%$ 、温度 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ の条件での測定）に自己収縮や6ヶ月以降の乾燥量などを加味した値である。しかし、さらに大きな収縮を生じるコンクリートが例外的にあることにも注意が必要である。

(3) 適切なワーカビリティー

表一は、施工標準で対象とする標準的な施工方法で、従来から示方書〔施工編〕で推奨されている値である。ここで示されている標準的な施工方法で、コンクリートの目標スランプを8cmとすれば、良いコンクリート構造物が施工できるというのが土木構造物の常識となっていた。しかし、耐震設計の見直しなどにより、過密配筋のコンクリート構造物が増加するなど、施工条件が厳しくなるケースも増え、この考えに疑念がもたれるようになってきた。そもそもスランプは施工に適した値を選ぶことが望ましく、スランプを定めても単位水量は混和剤の使用で自由に変えることが可能であり、スランプがコンクリートの硬化後の特性を支配するものではない。

そこで、コンクリートの硬化後の品質を確保することを前提に、スランプを適切に変更できるよう標準的な指標が示されている。今回の改訂では、「充てん性」の概念を明確にし、さらに施工に必要な「最小スランプ」という概念を導入して、構造物の部位ごとに適切な最小スランプ値を明示している。

表一 示方書〔施工編〕における標準的な施工方法

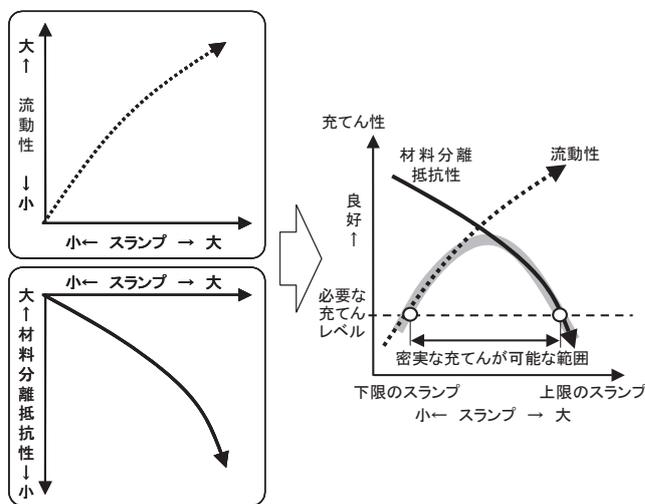
作業区分	項目	標準	
運搬	現場までの運搬方法	トラックアジテータ車	
	現場内での運搬方法	コンクリートポンプ	
打込み	自由落下高さ（吐出口から打込み面までの高さ）	1.5m 以内	
	一層当りの打込み高さ	40～50cm	
	許容打重ね 時間間隔	外気温 25℃ 以下の場合	2.5 時間
		外気温 25℃ を超える場合	2.0 時間
締固め	締固め方法	内部振動機	
	内部振動機の挿入間隔	50cm 程度	
	内部振動機の挿入深さ	下層のコンクリートに 10cm 程度	
	一箇所当りの振動時間	5～15 秒	

(a) 充てん性

ワーカビリティーは、流動性と材料分離抵抗性のバランスから定まる「充てん性」と、「ポンプ圧送性」、「仕上げのしやすさ」やコールドジョイントのでき難さに影響する「凝結特性」の要素で構成される。

図一は、コンクリートの充てん性の概念を示すもので、スランプを大きくすれば流動性が高まり、逆に材料分離はしやすくなる。つまり、コンクリートの

充てん性は、流動性と材料分離抵抗性のバランスのよいところが望ましいことを意味している。スランプを大きくすれば、流動性がよくなり過密配筋でも充てんしやすいが、材料分離が大きくなると逆に骨材がかみ合って充てん性が損なわれる。そこで、充てん性を向上させるには、スランプを大きくすると同時に、材料分離抵抗性を増加させる必要がある。材料分離抵抗性は、本来はいろいろな要素で決まるが、ここでは便宜的に最も影響の大きい単位粉体量（あるいは単位セメント量）で考慮することとしている。なお、単位セメント量の増加は、温度ひび割れの発生するリスクが大きくなり、そのためには低発熱性の粉体を用いることが望ましいことになる。



図一 コンクリートの充てん性の概念

(b) 最小スランプ

表二は、柱部材において推奨される最小スランプである。〔施工編・施工標準〕においては、柱部材のほか、はり部材、スラブ部材、壁部材、PC部材などにおいても、配筋状態と施工条件などに応じて最小スランプを選定できるように示している。

ここで示される最小スランプとは、充てん性を確保できる打込み時の下限を意味している。したがって、レディーミクストコンクリートを使用する場合は、荷卸し後以降のスランプの低下を見込んで、さらにレディーミクストコンクリートのスランプの変動幅を考慮して注文しなければならない。なお、表中の有効換算鋼材量とは、鋼材の過密な箇所を定量化するための新しい指標であり、充てん性に影響する局所的な配筋量を評価するものである。また、締固め作業高さとは、図二に示すように、締固め作業をする作業者の位置により作業効率が異なることを評価するもので、こ

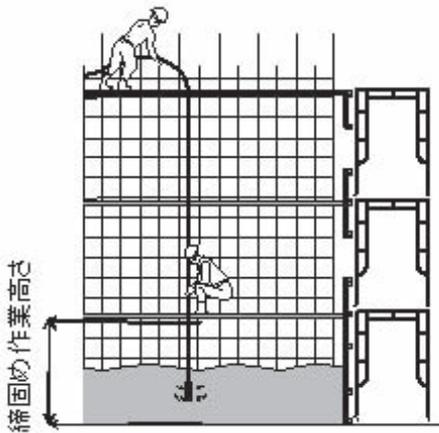
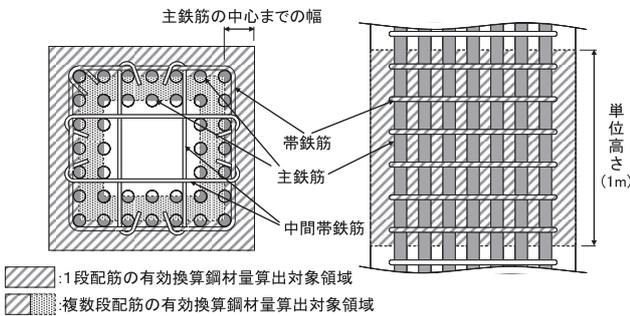
れにより目標とする最小スランプを変更することを推奨している。

図一3は、打込み時の最小スランプと荷卸し時の目標スランプの関係を示したものである。

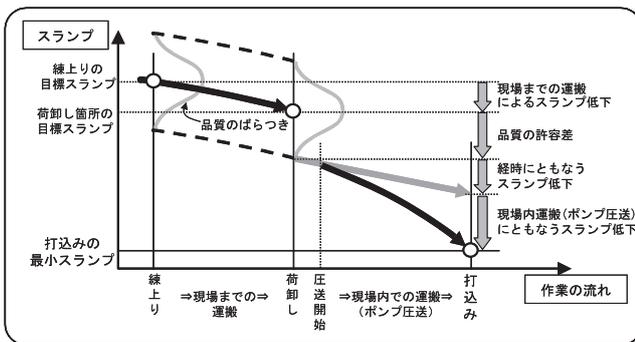
表一2 最小スランプの推奨値

かぶり近傍の有効換算鋼材量 <sup>1)</sup>	鋼材の最小あき	締固め作業高さ		
		3m未満	3m以上 5m未満	5m以上
700kg/m <sup>3</sup> 未満	50mm以上	5	7	12
	50mm未満	7	9	15
700kg/m <sup>3</sup> 以上	50mm以上	7	9	15
	50mm未満	9	12	15

1) かぶり近傍の有効換算鋼材量は、下図に示す領域内の単位容積あたりの鋼材量を表す。



図一2 締固め作業高さの定義



図一3 製造後からのスランプの変化と最小スランプ

#### (4) 配合の用語の変更

「示方配合」や「現場配合」という一般的な用語でさえ、現場では教科書の定義からは離れ、さまざまに解釈され、統一されていないことが実態調査で明らかになった。示方書における「示方配合」は、使用される細骨材の5mmふるいに留まる粒子を除き、粗骨材の5mmふるいを通過する粒子を除いて各単位量を示すことが定められていた。これに対して、JIS A 0203に定義される細骨材や粗骨材は、それぞれ過大粒や過小粒を15%以内であれば含むことを許容しているため、試し練りではこれを含んだ骨材を用いて計画配合を定めている場合がある。つまり、同じ細骨材、粗骨材の用語を用いても、過大粒、過小粒を含む場合と、それらを除く場合が配合表に示されているが、これを示方配合と称して誤解を与える場合も多い。そこで、今回の示方書の改訂では、あえて「示方配合」の用語を使わず、「配合」の用語だけ残し、たとえば、「設計時に想定した配合」とか、「試し練りで定めた配合」とか、「本日の配合」といったように、用語を定義しないで表現することになっている。配合に対する厳密な材料の扱いが根付くことが望まれている。

#### (5) 品質管理と検査の要領

コンクリート構造物の品質を確保するには、品質管理・施工管理が重要である。品質管理は、施工者が行う自主的な技術活動であるため、示方書ではあえて詳しい記述を避け、示方書の標準に準拠することを推奨するスタンスを取っていた。しかし今回の改訂では[施工編：施工標準]は施工者が用いるものと位置づけたため、施工標準の中に品質管理の章を設け、品質管理計画作成に役立つように少し詳しく管理の視点で記述を充実している。

検査は、構造物の責任を施工者から発注者に引き渡すための重要な行為である。そこで、[検査標準]は、発注者がそのまま検査計画として仕様書に書き込むことができるように具体的な検査の標準的方法を示している。ここでは、検査の体系を示し、それぞれの標準的な方法と検査の頻度を示しているが、検査方法は規格化された方法であっても、検査頻度は材料の品質管理状態や受注者の信頼性により、頻度を適切に定めることができるように示されている。

検査は受注者（生コンの検査では施工者が発注者となる）が行い、それに対して受注者の責任を合理的に果たせるように品質管理が行われるべきであることを理解されたい。

#### 4. ダムコンクリート編の改訂概要

ダムコンクリート編の構成は、2002年版と同様に二部構成になっている。第一部 [性能照査]、第二部 [標準] に、付録として「台形 CSG ダムの設計・施工の基本」を新設している。

改訂の主な内容としては、「構造設計」、「検査」および「維持管理」に関する章を新設したほか、温度規制に関する章の充実を図っている。このことにより、コンクリートダムの構造性能の照査ができ、それによりダムコンクリートの設計値が明確化する。そして、それを受けて配合が定められ、施工と品質管理、検査、維持管理といった一連の工程が実現できるようになっている。

なお、台形 CGS ダムはすでに施工事例があるが、今回は付録としての扱いに留めている。

#### 5. 信頼されるコンクリート構造物のために

今回の改訂では、コンクリート構造物の信頼性の確保と実務的な利便性を向上させることが図られた。信頼される仕組みとしては、責任を明確にすることを仕組みに入れている。たとえば、工事の発注側と受注側に置く責任技術者は、土木学会の資格者制度の特別上級技術者あるいは上級技術者相当の資格者とし、施工の各段階では専門技術者を活用することとし、それぞれの専門分野で経験の深い技術者を選任することを推

奨している。また、耐久性の確保を合理的にかつ確実にを行うために、設計段階で定めるコンクリートの特性値や参考値は、設計図書に示すこととし、確実に施工者に引き継がれ、施工段階では記録を維持管理に引き継ぐとともに、構造物標を躯体の一部に取り付けることも明記されている。とくに、耐久性を示す特性値と参考値を示して初期ひび割れを照査したことは、設計者と施工者のそれぞれの責任を明確にすることが期待できる。その結果、施工段階での手戻りが少なくなるように設計者が施工条件を考慮し、設計で意図された構造物の要求性能を施工者が意識することが可能となり、設計と施工の連携が強化されることになる。これらの実務的な標準により、耐久性に優れたコンクリート構造物の構築が増加するものと期待される。

JCMA

#### 《参考文献》

- 1) 土木学会編：2007年制定「コンクリート標準示方書」[設計編]、[施工編]、[維持管理編]、[ダムコンクリート編] (2008.3)
- 2) 土木学会編：2007年制定「コンクリート標準示方書」改訂資料、コンクリートライブラリー第129号 (2008.3)

#### 【筆者紹介】

十河 茂幸 (そごう しげゆき)  
 (株)大林組  
 技術本部技術研究所  
 副所長



## 建設の機械化／建設の施工企画 2004年バックナンバー

平成16年1月号(第647号)～平成16年12月号(第658号)

1月号(第647号) ロボット技術特集	5月号(第651号) リサイクル特集	9月号(第655号) 維持管理特集	■体裁 A4判 ■定価 各1部840円 (本体800円) ■送料 100円
2月号(第648号) 地震防災特集	6月号(第652号) 海外の建設施工特集	10月号(第656号) 環境対策特集	
3月号(第649号) 地下空間特集	7月号(第653号) 安全対策特集	11月号(第657号) 除雪技術特集	
4月号(第650号) 行政特集	8月号(第654号) 情報化施工特集	12月号(第658号) 新技術・新工法特集	

### 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>