

2002年制定・ 土木学会コンクリート標準示方書の改訂 その概要とポイント／前編



前編(本号)

後編(9月号)

I. 全体概要／前川宏一(東京大学)

IV. 規準編の改訂／梅原秀哲(名古屋工業大学)

II. 構造性能照査編の制定／内田裕市(岐阜大学)ほか

V. 舗装編の制定／堺 孝司(香川大学)

III. 施工編の改訂／小澤一雅(東京大学)ほか

VI. ダムコンクリート編の制定／六郷恵哲(岐阜大学)ほか

I. 全体概要

SUMMARY (by Koichi MAEKAWA)

東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤工学専攻 コンクリート研究室 教授 工博 前川 宏一

1. はじめに

社会の要請に適時に応えるべく、技術の進歩を設計・施工・維持管理に反映させ、より良質で環境に適合した社会基盤をより経済的に実現するシステムを目指して、土木学会コンクリート標準示方書は約5年に1度、定期的な改訂を行ってきた。今回、改訂された編を併せて、現時点でのコンクリート標準示方書は次の7編から構成される。それぞれの改訂の特徴と概要を簡単に記述すると、以下の通りである。

(1) 構造性能照査編

構造物の安全性や使用性、耐疲労性といった構造性能の照査の方法を中心に記述したもので、平成8年制定の設計編の内容を主として引き継いだ。

(2) 耐震性能照査編

平成8年制定の耐震設計編を受けて、耐震性能の照査法の充実に改訂の力点がおかれた。平成14年末に出版が予定されている。

(3) 施工編

平成11年制定の施工編では、耐久性照査型へ部分的に移行したが、今回の改訂では、特殊コンクリートの性能照査型への転換も検討を行い、耐久性照査型に一本化された。

(4) ダムコンクリート編

重力式コンクリートダムに主眼をおいて、ダムコンクリートの設計・施工の標準をこれまで通り示すとともに、性能照査型の基準も併せて提示された。

(5) 舗装編

アスファルトを一部用いたコンクリート舗装も対象とし、ライフサイクルの考えも新たに導入して、性能照査型へ転換が図られた。

(6) 維持管理編

2001年に新設。出版後1年しか経過していないので、2002年制定の改訂対象ではないが、普及のための努力が払われており、条文の英訳が進められている。

(7) 規準編

コンクリートの品質規格や試験方法、検査方法を定めた土木学会規準、JIS、日本コンクリート工学会などの関連規準を収め、使い勝手と将来の規準類の整備を考慮した編集方針が採用された。

2. 性能照査型へ

今回の改訂を含む、過去数年の土木学会コンクリート標準示方書改訂の特徴は、2006年の大改訂を見据えて、性能照査型に示方書の転換が段階を経ながら図られてきたことである。設計や製造、施工、維持管理で目標とする性能を持たない物づくりや運営は、本質的にはあり得ない。ただし、これを実現する方法は、技術の進歩や工業的背景などによって変わり得るものである。不十分ながらも、近年は構造物の寿命を数値をもって推定できるようになってきた。以前にも増して、地震規模の推定確度は高まりつつあり、それに対する構造物の応答や損傷レベルも数量的に提示可能となってきた。想定した荷重のもとで寿命を設定して、それに見合う材料を選び、構造物の形を決め、施工法を選択することができるようになってきた。その方法も複数、存在する。

わが国の社会基盤施設の寿命を事実上決定づけるものは、耐久性・耐疲労性・耐震性の3つであろう。これらに対して、構造物の限界状態を見極めることができるようになってきた。換言すれば、性能評価手法の精度や適用性の不十分さが大体分

かってきたので、安全率をもって、これらの技術を直接、設計や施工、維持管理に応用することができるようになってきたとも言える。

平成8年制定の耐震設計編は、阪神・淡路大震災が起きた翌年の1996年に急遽提示された。この大災害の直後に、新しい耐震設計の枠組みを土木学会コンクリート委員会として早急に世に示すことが、当時の大きな使命であった。耐震性能照査法の基本は記述されたが、詳細にわたるまでを整備する時間的余裕がなかったにも関わらず、あえてこの時期に耐震性能照査を前面に出した示方書が提示されたのは、標準示方書の役割である、設計・施工・維持管理のあるべき姿を技術者の立場から提示するという役割が強く意識されたからである。今回の改訂では、構造性能や耐震性能を照査する具体的方法をより一般的に、かつ高精度にグレードアップすることに主たるエネルギーが注がれている。したがって、平成8年制定の当時に比べれば、早急に出版することの社会的要請は相対的には小さく、照査方法の技術的内容を高めることに、主眼が置かれたのである。耐震性能照査編の今回の改訂出版が、いくぶん遅れることとなった背景は以上の通りである。

施工編は2001年1月に「耐久性照査型」と副題を付して出版された。その前年に、トンネルや橋梁からコンクリート塊が剥落するなど、コンクリートの劣化が社会問題となった。「コンクリート構造物の寿命は短い」とまで言われ、本来、極めて高い耐久性や信頼性を有するコンクリート構造物に対して、社会の疑義が高まっていた時期である。このような社会の批判に対して、土木学会コンクリート委員会は明確にビジョンを示すことが必要だった。寿命を設定して、これを満足する物づくり(設計施工)は十分に可能であることを具体的に提示したのが、平成11年制定の施工編であった。土木学会示方書が果たすべき役割として、公的拘束力のある示方書・仕様書に対して、時代の

趨勢に先んじて、あるべき方向のモデルを示すことが挙げられる。耐久性や寿命を確保するための設計法を示したことも、その一環である。耐震性能照査編の場合についても同様である。

3. 示方書と技術者資格制度

土木学会は2001年度に技術者資格制度を設け、その最上位の特別上級技術者の合格者が発表された。土木学会技術者資格制度とコンクリート示方書は、今後、確実に連携を深めていくことになる。示方書や規準類の全ては、あらゆる状況に対応できるものではなく、技術者の判断に委ねる局面が必ず存在する。標準の範疇にないケースへの対応や、いくつかの選択肢の中から状況に応じて選択をしなければならない技術項目などである。高度の技術的判断については、しかるべき力量の技術者に委ねる必要がある。技術者資格制度で求める技術水準が明確になれば、示方書で判断を委ねる項目や水準も明確となる。逆に示方書の立場から、所定の有資格者の習得すべき技術項目を明確に求めることもできる。学会示方書と資格制度という、技術と人の両輪で、より良い社会基盤を実現するシステム作りを考えることが、次回改訂の一つのポイントになると考えている。技術者の力量が設計や施工の競争力となって反映されることにつながろう。性能型の設計施工の枠組みにおいて、技量のすぐれた技術者が、相応の責任を負いながら、技術競争力を有する者として処遇されるようになれば幸いである。

4. 各編の改定概要

4-1. 構造性能照査編

これまでの〔設計編〕が〔構造性能照査編〕に名称変更となった。構造物の安全性や使用性、高サイクル疲労荷重に対する安全性といった構造性能

を照査する方法の標準であることを明確にするためであって、照査技術の体系は1986年制定〔設計編〕を踏襲している。平成8年制定〔設計編〕で考慮されている技術項目を原則的にすべて踏襲し、過去数年の研究開発の成果を元に、構造性能照査法の精度と適用範囲の拡大が主題である。

安全性と使用性照査に関わる照査式の適用範囲で、コンクリートの圧縮強度が80N/mm²まで拡張され、高強度化による構造物の軽量化と施工の合理化に対応できるようにすること等が念頭に置かれた。高強度異形鉄筋も照査対象として導入された。過去15年にわたるコンクリートの破壊力学に関する研究の成果を、見かけ曲げ強度の寸法効果および非線形応答解析に適用された。材料の特性値として、新たにコンクリートの破壊エネルギーを取り入れ、部材や構造物の不安定な破壊現象を解析する技術も、その精度と適用範囲に応じて柔軟に取り入れることができるように、安全係数の定義を拡張している。

ストラット-タイモデルが新たに章を設けて導入された。梁や柱といった一般構造部材の性能照査法が必ずしも適用できない応力集中部、開口部、接合部、隅角部等の配筋設計と耐力照査に適用できる方法として位置づけている。

定着、継手に関わる構造細目に厳密に従えない場合には、所定の性能試験に合格することを条件に、新たな構造詳細を採用できる枠組みが提示された。構造性能を確保しながら、施工の合理化が促進されることを期待したものである。

4-2. 施工編

平成11年改訂で、耐久性照査を取り入れた性能設計のシステムが新たに組み込まれ、構造物に求める寿命に対して、材料の設計と施工計画が合理的に行われる枠組みが導入された。

今回の改訂では、すべての編が性能照査型に改訂されるのにあわせて、特殊コンクリートを含め

で見直しが行われた。特殊コンクリートの種類によっては、一般部分に含めて扱えるもの、性能照査型への移行が現状では困難なものもある。それらについては、技術の実情にあわせて対応している。耐久性照査の方法については、現時点でも研究が大いに進展しているところであり、適時、改訂が必要となろう。今回の改訂では、構造性能照査編と共通する事項として、塩化物イオン侵入の評価式にひび割れ幅の影響が定量的に組み込まれた。

4-3. ダムコンクリート編

従来、ダム編は所要の条件を満足するダムコンクリート(重力式)をいかに配合設計し、施工するかが主題として作成されてきた。今回もこの方針に変更はなく、編の内容をより直接的に表す意味からも、名称がダム編からダムコンクリート編に改められた。一方、土木構造物の設計・施工の自由度と透明性を増すため、必要とする性能や品質を明確に規定し、それを実現するプロセスは、十分な検証の元を選択できるように配慮された性能照査型の基準への移行が求められている。従来の基準に加えてダムコンクリートの材料設計に関する性能規定のあるべき姿が併せて示されている。そのため、ダムコンクリート編を2つの部分に分けて、従来からの役割であるダムコンクリートの設計施工に関する基準と、将来に向けた性能照査型の記述の枠組みを与える規定の両者が用意された。

4-4. 舗装編

性能設計体系をより明確な形にするために内容と構成が変更された。要求性能として、荷重支持性能、走行安全性能、走行快適性能、耐久性能および周辺環境低負荷性能が設定され、それらの照査方法が規定された。改訂では、舗装の性能の一部を、アスファルトコンクリート等を用いること

によって確保する形式の舗装も対象とし、舗装の設計・施工・維持管理を、あらかじめ定めたライフサイクルに基づいて行う基本が明確にされている。骨材やアスファルトの資源効率の観点から環境負荷低減を図るには、舗装のライフサイクル評価が必要であり、今回の改訂が環境負荷低減にも貢献するきっかけとなることが期待される。

4-5. 規準編

他では手に入れることが困難で、内容は土木学会が責任を負うものであるため、規準編ではできるだけ多くの土木学会規準が掲載された。したがって、ページ数がかかなり増えることから、土木学会規準とJIS等の関連規準の2分冊となった。①利用しやすいように項目別に配し、整理、分類、②参照を容易にするため、土木学会規準には規準番号を付記、③土木学会規準以外の規準類はコンクリート標準示方書との関係が深いJISや日本コンクリート工学協会の規準などのように、重要と判断されたもののみを掲載し、利用される機会が少ないと考えられるものは標題のみを目次に掲載、④土木学会規準として本文を掲載したものは、1998年にJISの様式にならってすべて書き直した。内容については、特に改訂が必要と判断したもの以外は変更ない。

性能照査型に移行するにあたって、受け入れ検査、プロセス検査などの性能判定が重要な位置を占めている。現時点では、すべての項目に対して簡便・迅速、低コスト、必要十分な精度のすべてを有する検査法やシステムが揃っているわけではなく、早急に整備されることが望まれる。そのため、技術開発も急務である。規準編では、今後、検査に関する規準類の整備が、より重要なものとなっていくと予想される。

4-6. 耐震性能照査編

阪神・淡路大震災の翌年に発刊された耐震設計

編は、耐震性能を明確に設定する性能照査型にいち早く対応しており、その後、各事業者が保有する耐震設計規準類に対して方向づけを与えてきた。土木学会LNG指針や鋼繊維補強コンクリート構造の設計指針などが、相次いで発刊されるに至っている。今回の改訂では、慎重審議を経て、遅れて平成14年中に出版される予定である。前回の改訂

では、大震災の直後に緊急に発刊しなければならないという厳しい時間的制約があったため、非線形応答解析や性能照査のための指標や限界値の設定等で、具体性を十分に提示できなかった。今回の改訂では最新の技術動向を背景にして、より具体的な照査方法の提示を行うことを旨としている。

Ⅱ. 構造性能照査編の制定

INTRODUCTION OF STRUCTURAL PERFORMANCE VERIFICATION (by Yuichi UCHIDA, et al.)

岐阜大学工学部 社会基盤工学科 助教授 工博 内田 裕市
長岡技術科学大学工学部 環境・建設系 助教授 工博 下村 匠

1. 概要

今回の示方書全体を通じての改訂の基本方針は性能照査型への移行である。このパートで紹介する「構造性能照査編」も従来「設計編」とされてきたものを改めたものである。しかし、従来の「設計編」の基本的な枠組みはすでに性能照査型の考え方に沿ったものであり、したがって、「構造性能照査編」においては性能照査型への移行にともなった改訂箇所は比較的少なく、むしろ構造性能の定量評価法の精度向上と適用範囲の拡張に主眼が置かれている。特に、高強度材料への対応、および曲げひび割れに対する検討の高度化などが今回の改訂のポイントである。以下に、「構造性能照査編」の主な改訂点を本編の構成順序にしたがって解説する。

2. 主な改訂点

2-1. 安全係数

本編に示されている構造性能照査が「施工編」による性能照査、施工、検査を前提としたものであることを明示し、このことによって安全係数の標準値の見直しを行った。すなわち、「施工編」に

よる耐久性照査を満足し、検査をパスしていれば設計耐用期間中の材料の劣化の影響を材料係数で考慮する必要はなくなる。特に高強度コンクリートについては、耐久性の観点からも有利になることから、今回の改訂では終局限界状態と疲労限界状態におけるコンクリートの材料係数の標準値を従来の1.5から1.3へ低減した。なお、これには高強度コンクリートに関しては、「施工編」における強度の照査において割増係数が導入されている点も考慮されている。さらに、施工検査が確実に実施されることを前提すれば、部材寸法や配筋のばらつきは一定の範囲に抑えられることになり、部材係数も低減できることも示した。

2-2. 材料の設計値

(1) 曲げひび割れ発生強度

コンクリートの「曲げ強度」を削除し、代わりに部材のひび割れ発生限界を表す「曲げひび割れ強度」を新たに加えた。平成8年版の曲げひび割れの検討に関する条文では、ひび割れ発生限界として「寸法効果を考慮した引張強度」を使用することとし、解説中に算定式を示していたが、今回の改訂ではそれを条文に示すこととした。今回示した「曲げひび割れ強度」は、最終的な値そのも