



スランプ 8cm から 12cm へ

徳島大学大学院 社会産業理工学研究部
教授 橋本 親典

1. はじめに

コンクリート製品の場合、各工場で生産性と品質管理の観点から最適なスランプを設定していると思います。一方、ご存じの会員の方もいるかと思いますが、2017年7月から、国土交通省発注のコンクリート工事において、一般の土木用コンクリートのスランプの積算基準が、8cm から 12cm に変わりました¹⁾。本稿では、スランプ 8cm が 12cm に変わった経緯と打込みのコンクリートのスランプ 8cm は変わっていないということについて紹介したいと思います。

2. 60年間変わらなかったスランプ 8cm

私の研究室にある過去のコンクリート標準示方書を調べた限りにおいて、昭和 31 年土木学会制定コンクリート標準示方書本文の表中に「かなりマッシュなコンクリートのスランプの最大値 7.5cm」との記載があります。ここから推測すると、昭和 31 年当時から積算基準はスランプ 8cm 前後であったと思われる、60 年以上続いたものが変わりました。これは、2016 年 3 月に国土交通省の「コンクリート生産性向上検討協議会（会長：前川宏一横浜国立大学大学院教授）」において設置された「流動性を高めたコンクリートの活用検討委員会（委員長は私）」で「流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン」（以後、「ガイドライン」と記す）が制定され、荷卸し時のスランプの参考値として 12cm が示されたためです¹⁾。

私が欠席した第 1 回のコンクリート生産性向上検討協議会において、コンクリート工の生産性向上には締固め不要な自己充填性を有する高流動コンクリートの普及が重要であると提案されました。そして、この高流動コンクリートを普及するためのガイドラインの作成の検討委員会の主査として私が任命されました。協議会発足当時は、高流動コンクリートのスランプフロー 60cm への変更が提案されました。スランプ 12cm への変更ではありませんでした。

コンクリート製品を扱う本協会の会員の皆さんはご存じと思いますが、締固め不要な高流動コンクリートのスタートは、1988 年に、岡村甫、前川宏一、小澤一雅の 3 人の東大名誉教授の先生が開発した締固め不要コンクリートからです。開発当初は、「ハイパフォーマンスコンクリート」と称されていました。岡村先生の東京大学最終講義で出版された著書では、「自己充填性ハイパフォーマンスコンクリート」でした。岡村先生は、2 冊の著書の序で、高流動コンクリートを開発した理由が、コンクリート施工の改革であることを書

いております。本協議会の目的と同一であり、予言していたかのようなようです。岡村先生たちが開発した時点から、30年以上経過しましたが、ようやく、締固め不要な高流動コンクリートの普及が現実化してきたと思います。しかし、製造技術や供給体制が整っている生コン工場はごく僅かです。3か月間悩んだ挙句、スランプ8cmを12cmに変更するだけでも生産性は向上すると考えました。むしろ、スランプ8cmを一足飛びにスランプフロー60cmまで引き上げることは施工現場での混乱を招きかねないと思いました。第3回目の協議会において、ガイドラインの名称を「高流動コンクリート」から「流動性を高めたコンクリート」に変更してもらい、スランプ12cmに変更しました。

このガイドラインの制定にあたっては、土木学会コンクリート委員会から発刊されたコンクリートライブラリー126号「施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針（案）」とその改訂版の145号²⁾の成果（以後、「施工性能指針」と記す）が、技術的根拠として大きく貢献しています。

3. スランプと施工性能の関係

図-1は、全国の生コン工場における24-8-20Nのコンクリートの単位水量を調査した結果であるが、単位水量で最大30kg/m³の違いがあります。このように同じスランプであっても、使用する骨材の品質が大きく異なるため、単位水量や単位セメント量が異なります。写真-1は、スランプ8cmのコンクリートをバイブレータによって入念に締固めた結果を示します。左の写真は適正な配合であったため十分に締め固まっています。右はかぶり部にコンクリートが行き渡っていません。この事例はスランプ8cmのコンクリートで高密度配筋への締固めを試みたもので、極端な事例ではあります。スランプ8cmが同じでもコンクリートの施工性能が大きく異なる事例の1つです。

このような背景のもとに、土木学会コンクリート委員会では、2007年にコンクリートライブラリー126号「施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針（案）」が発刊され、2016年にその改訂版であるコンクリートライブラリー145号が発刊されました。

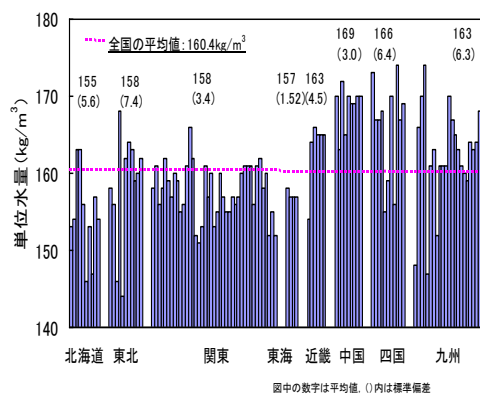


図-1 全国の生コン工場における24-8-20Nのコンクリートの単位水量の分布

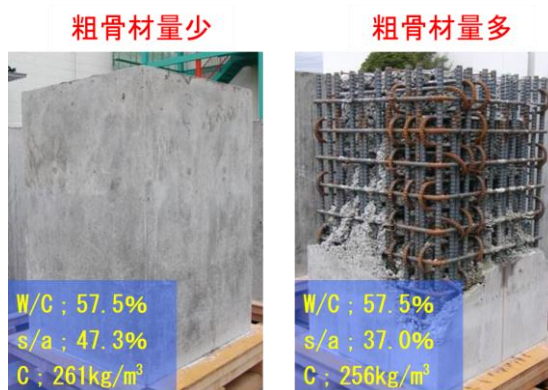


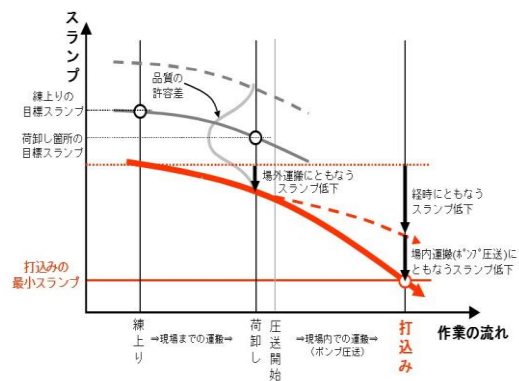
写真-1 配合が異なるスランプ8cmのコンクリートの打込み実験の比較

4. 施工性能指針で新たに導入した内容

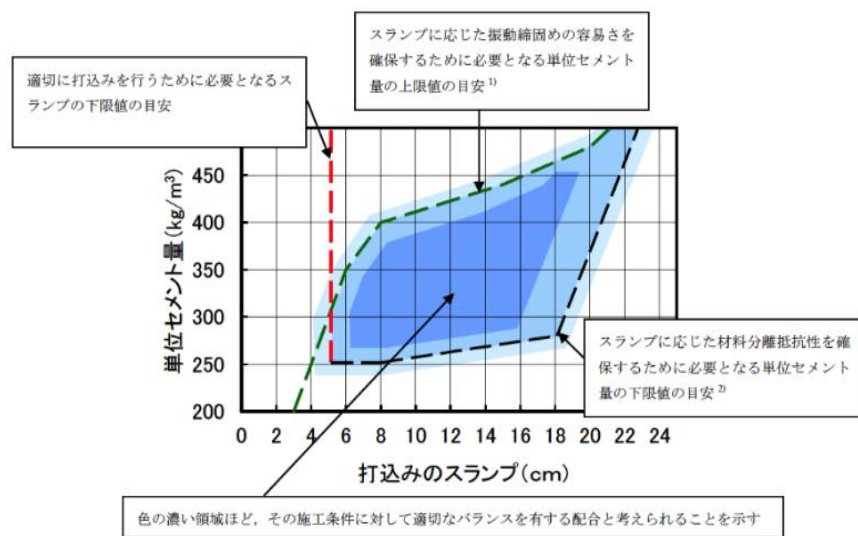
施工性能指針では、コンクリートの製造、現場までの運搬、荷卸し、現場内での運搬、打込み、締固めまでの一連の作業段階を通じて想定される初期不具合の発生を防止するために、充填性とポンパビリティを取り上げ、この2つの施工性能を適切に得ることができる配合設計の考え方を示しました。

この施工性能指針において、以下に示す2点を初めて導入しました。

1つ目は、コンクリートのスランプは、練上がりから時間が経過することによって低下するという事です(図—2 参照)。2つ目は、構造物の形状や環境などの施工条件に応じて要求されるコンクリートの流動性(スランプ)が異なるということです(図—3 参照)。



図—2 各施工段階の設定スランプとスランプの低下の関係²⁾



図—3 施工性能を確保するための打込みスランプと単位セメント量の関係の確認図の一例²⁾

注意すべき点は、JIS A 5308 のレディーミクストコンクリートでは、荷卸し時のスランプを規定しているのに対して、土木学会コンクリート標準示方書では打込み時のスランプを規定している点があります。両者の違いは、バケット打ちが主流であった現場ではさほど問題にはなりません。ポンプ施工による今日の現場では圧送時のスランプ低下を考慮しなければなりません。さらに、スランプは材料の品質変動や温度などによる変動も考慮する必要があります。

施工性能指針では、ポンプの配管の筒先のまさに打ち込むコンクリートに要求される最小スランプを規定し、この打込みの最小スランプ、荷卸し時の目標スランプ、練上りの目標スランプという3つの段階のスランプを定義して導入しています。

この施工性能指針の考えは、コンクリート標準示方書の施工編でも記載されている内容

です。詳細に関しては、是非、コンクリート標準示方書をご覧ください。

5. 変わったことと変わらないこと

各種の構造要件から最小スランブ 8cm が求められる場合、ポンプ圧送ロスが 1cm、スランブのばらつきによる許容差 2.5cm とすれば、荷卸し時のスランブは 11.5cm となり、レディーミクストコンクリート工場に注文するスランブは 12cm となります。

現状ではスランブ 8cm のコンクリートを JIS の認定を受けたレディーミクストコンクリート工場から注文すれば、荷卸し時のスランブとして、許容差 ± 2.5 cm であるので、5.5～10.5cm までが合格となります。ポンプによる圧送ロスが加われば筒先のスランブは小さくなります。施工現場において、荷卸し時のスランブ 5.5cm で合格したコンクリートであっても、ポンプの閉塞や豆板・未充填の発生確率は高くなります。このため、現場ではやむを得ず、リスク回避としてスランブの上限発注が行われるケースがあります。

前述の例に示すスランブ 12cm は荷卸し時での目標スランブを意味し、打込み時の最小スランブは 8cm であり、従前からのスランブの考え方に根本的な変更はありません。荷卸し時のスランブが変わっただけであり、打込み時のスランブは変わっていません。より確実かつ透明性をもって達成する具体的方法を、明記しているだけです。

にもかかわらず、施工性能指針やコンクリート標準示方書に従ってスランブが選定されるケースはほとんどなく、発注された荷卸し時のスランブ 8cm が事実上の基準となってきた。その結果、発注者と協議の上に、施工承諾で荷卸し時のスランブを 12cm としてきたことは前述のとおりである。このようなことを踏まえて本ガイドラインが発刊され、その中で荷卸し時のスランブの参考値として 12cm が示され、その参考値が積算基準となりました。つまり、打込みのコンクリートのスランブ 8cm で変わっていないということです。

6. 最近の動向

2021 年 3 月の本協議会で、本ガイドラインの普及のために、国交省の一般土木構造物を対象とした構造設計書に積算基準のスランブ 12cm を明記することが決まりました。従来は、特に積算基準のスランブは記載されていませんでした。今後は、日常化されたスランブ変更の協議がほとんどなくなり、発注者、施工者ともに生産性が向上するとともに、適切なスランブで施工できることから、施工の生産性向上およびコンクリート構造物の品質向上につながるものと期待しております。

参考文献

- 1) 国土交通省：技術調査，コンクリート生産性向上検討協議会（第 4 回・平成 29 年 3 月 17 日）資料 3 スランブ規定の見直し <http://www.mlit.go.jp/common/001176464.pdf>
- 2) 土木学会編：施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針[2016 年版]，コンクリートライブラリー145 号，2016. 6