高流動コンクリート特集

高流動コンで打込み・締固め完全自動化目指せ

橋本親典徳島大学大学院教授にきく

iコン検討は方針転換

スランプ12㎝意味理解を

国土交通省が建設現場の生産性向上を目指して取り組んでいる「i-Construction（iコン）」。ICT（情報通信技術）を全面的に活用した土工（ICT土工）とともにトップランナー施策に位置づけられているのがコンクリート工事の生産性向上である。プレキャストコンクリートの活用や鉄筋の継手・定着工法の改善と並んでコンクリートの打設の効率化が検討課題となっている。コンクリート打設の効率化では当初、高流動（中流動）コンクリートの普及も想定されていたが、軌道修正がなされている。その背景や経緯について同省の「コンクリート生産性向上検討協議会」（以下「検討協議会」）会長・前川宏一東京大学大学院教授）のメンバーで、コンクリート打設の効率化に関する検討をリードする橋本親典徳島大学大学院教授にお聞きした。あわせて、コンクリート工事の将来展望とそれに果たす高流動コンクリートの役割についても私見を披露いただいた。

「検討協議会」は2016年3月3日に初会合が開かれ、同月31日開催の2回目の会合で要素技術の一般化に向けた検討体制を固めた。この2回目の会議でコンクリート打設の効率化に関しては橋本教授を委員長とし、日本建設業連合会が事務局を務める体制を決定。想定する要素技術として高流動（中流動）コンクリートが示され、事例収集と標準仕様の例示、ガイドライン作成を目指す方針が打ち出された。

しかし橋本教授は他用があり、この2回の会議を欠席せざるを得なかったという。高流動（中流動）コンクリートのガイドライン作成との方針も新聞記事で知ったという。橋本教授はそのうえで「ガイドラインそのものは土木学会の『高流動コンクリートの配合設計・施工指針［2012年版］』を参考にまとめることは、それほど難しくはない。しかし普及させることが目的であり、つまり全国的に生コンクリート工場で高流動コンクリートを製造・出荷できる体制を整える必要がある。都市部の生コンクリート工場であれば国交大臣認定を取得しているところも多く、対応は可能であろうが、地方は難しいというのが現状と思われ、日建連もほぼ同様の考え方だった」と述べる。

そこでコンクリートの流動性を高める方が生産性向上につながるとし、当初の方針を転換、委員会の名称は「流動性を高め、国交省の直轄工事で今年7月1日以降に入札公告された案件から適用されているスランプ値12㎝として具体化している。「流動性を高めたコンクリートの活用検討委員会」（以下「活用検討委員会」）としている。「流動性を高めた打込み箇所（箇先）でのスランプ8㎝を確保するために荷卸し時のスランプを12㎝に設定する必要があるとの考えに基づくもので、「加水やスランプ上限要求といったこれまでの問題解消が期待される」。

なお同ガイドラインの参考となったのが土木学会の『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］』。初版は07年3月発刊で前川教授が委員長として取りまとめ、16年版の委員長は橋本教授が務めた。初版の検討内容は『2007年制定コンクリート標準示方書［施工編］』の施工標準に生かされている。同指針は土木工事の発注スランプが8㎝では箇先までのスランプロス、過密配筋といったことを考慮すると初期不具合の発生防止が難しいという現状から、施工条件などを加味して打込み時の最小スランプを選定して、圧送中の輸送管内でのスランプロスなどを考慮した荷卸し時のスランプを決定するというもの。

橋本教授は「スランプ12㎝に関して発注者や施工者の中には誤解している人もいるようだと指摘。バケットなどで打込みを行っていた当時は荷卸し時と打込み時のスランプに大きな変動がなく、発注スランプ8㎝は打込み時点を前提としていたものが、ポンプによる圧送が主流となった現状では発注スランプ＝荷卸し時のスランプであり、打込み時のスランプ低下を発注者や施工者の中にも十分に理解していない人がいる。このため「スランプ12㎝のような軟らかいコンクリートを使って大丈夫かという人もいる」という。

そうした誤解を解くために橋本教授は前川教授や今回の「活用検討委員会」幹事会メンバーとしてガイドライン策定に携わり、土木学会の施工性能指針作成の中心メンバーであった鹿島土木管理本部土木技術部の坂田昇部長と連名で複数のコンクリート専門誌に投稿している。セメント新聞社発行の『月刊コンクリートテクノ』17年11月号では「変わったことと変わらないこと」という副題を付けて「土木学会施工性能指針の観点からの流動性を高めたコンクリートのガイドラインについて」解説している。

なお公共工事のウエートが高い土木工事では会計検査も無視できない。発注スランプを8㎝から12㎝に変更することで、どの程度のコストアップになるかも検討された。生コン価格では100～200円の値差が一般的（建設物価調査会『建設物価』参照）だが、スランプ規定の見直しによって国交省は「時間当たりのコンクリート打設量が約2割向上、作業員数で約2割の省人化」が図られることを示し、財務省関係の理解を得たという。

なお今回のガイドラインではスランプ12㎝を超える場合も「試し練りを行い材料分離抵抗性を確認する」ことで使用できる。材料分離抵抗性は「スランプ試験後の試料の外観やブリーディング量から」確認する。なおスランプ12㎝を超えるコンクリートを用いる場合も「スランプを増大させるために単位水量を安易に増やしてはならない」ことを強調し「増粘剤系高流動コンクリートにみられるように、増粘剤の種類や使用する細骨材の種類や品質によっては、単位水量や単位セメント量が表・解3-1（編集部注＝省略）の範囲を超えるような場合には耐久性を照査した上で、使用しなければならない」とただし書きしている。高流動コンクリートの場合は自己充てん性に関する確認項目も必要と言及している。

「ガイド」4章で高流動コン

生コン業界検討推進を評価

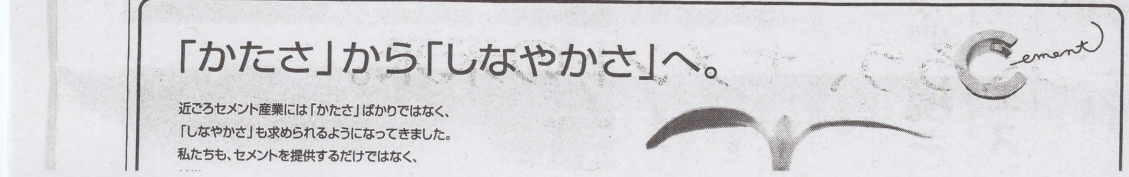
ガイドラインの4章は「高流動コンクリートの選定と留意点」。橋本教授は将来の目指すべき方向としてコンクリートの打込み・締固め作業の完全自動化をあげる。このための必須材料が高流動コンクリート。「打込み・締固めを完全自動化できれば、作業を急ぐ必要がなくなる。場合によっては夜間に作業することも可能となり、夏場の暑い時間に作業することもなくなる。暑中コンクリートの温度の問題も解消される」と述べる。

ガイドラインの4章は（1）で「コンクリートの流動性を定める際、鋼材量や配筋等の構造条件と打込み、締固め等の作業条件から、コンクリートに特別な流動性能を必要と判断された場合、あるいは使用することにより現場打ちコンクリート工事の生産性が著しく向上すると判断された場合には、高流動コンクリートを選定してよい」としたうえで（2）では「使用するコンクリートとして高流動コンクリートを選定する場合、試し練りを行い流動性、材料分離抵抗性、自己充填性を確認する」とした。

一方で橋本教授は現場打ちコンクリートでの、いわゆる中流動コンクリートに疑義を呈する。「品質を落としてしまっては意味がない」と指摘、「中流動」の表記が誤解を招きかねないことを憂慮している。土木学会の高流動コンクリートに関する指針は「自己充填性を有する高流動コンクリート」を対象とし、同学会が昨年12月に発行した『コンクリート構造物における品質を確保した生産性向上に関する提案』では「振動・締固めを必要とする高流動コンクリート」という語句を用いている。

なおトンネル覆工コンクリートでは近年「中流動コンクリート」が採用されている。高速道路総合技術研究所（NEXCO総研）が11年12月に発行した『NEXCO中流動覆工コンクリート技術のまとめ』ではトンネル覆工に使用する「スランプフロー35～50㎝程度で、スランプ15～18㎝の普通（従来）コンクリートとスランプフロー65㎝程度の高流動コンクリートの中間的な性状を有するコンクリート」を中流動覆工コンクリートと定義。「覆工コンクリートが無筋もしくは単鉄筋程度であるという構造上の特徴、全断面型枠を使用し、型枠バイブレータによる締固めが可能という打設方法に適した覆工専用コンクリートとして開発した」と記述している。

中流動覆工コンクリートは当初、フライアッシュを使用する粉体系の中流動コンクリートが一般的だったが、コンクリート工事の生産性向上の一手法として当初、高流動コンクリートがあげられたことで生コンクリート業界の中にも従来よりも対応を検討する動きが広がっていることを評価している。

iコンの進展で生コンクリート需要がプレキャストに浸食されるのではとの危惧も生コン業界内にはある。橋本教授は「共存共栄でいけばいい。その余地はあると思う」と語る。

トル用化学混和剤メーカー各社が開発した増粘剤の成分を含んだ高性能AE減水剤を使用するケースが増加。橋本教授はこうした新たな材料の開発やミキサーの性能向上によって、以前に比べれば高流動コンクリートを製造・出荷できる生コンクリート工場が増えていると感じている。しかし地域間の格差は大きく、その解消は容易でない。ただ