

コンクリートの表層品質を巡る最近の動向

～細田 暁・横浜国立大学准教授に聞く

編集部

コンクリートの表層品質への関心が高まっている。土木学会では「構造物表層のコンクリート品質と耐久性能検証システム研究小委員会（335委員会、委員長・岸利治東京大学生産技術研究所教授）」が2期目の活動を行っており、わが国の施工システムにおいてコンクリート構造物の竣工時における耐久性能の品質検査システムを導入すべく検討を進めている。他方で、近年、コンクリート構造物の収縮ひび割れ問題がクローズアップされ、ひび割れ抑制の観点からもコンクリートの表層品質に注目が集まっている。横浜国立大学の細田暁准教授に最近の動向などについて聞いた。



1. 竣工時の表層コンクリート検査システムの検討状況

——コンクリートの表層品質に注目が集まっている背景は。

細田暁准教授 私も参加している土木学会335委員会の設立主旨にもある通り、これまで新設のコンクリート構造物では、耐久性能について、設計通りの品質と性能が実現されているかが確認されてこなかった。標準的な施工を仕様で規定することやプロセスの検査、圧縮強度の確認などでこれに替えてきた。つまり、コンクリート構造物のできあがりについて定量的に確認するシステムが存在しなかったということで、当然ながら、なかには耐久性能にかなりの問題がありながらそのまま使用され

る構造物が存在することになる。

こうした現状を是正すべく、335委員会では、竣工時の検査システムの構築に取り組んできた。このうち、横浜国立大学の研究チームで最近とくに力を入れてきた試験方法としては、独自の表面吸水試験の試験方法が実用化レベルに育ってきている。特許を申請しており、将来的には、コンクリート標準示方書の規準編に取り込まれるよう多角的な検証を行っている。

試験装置の開発を含めた試験方法の確立は、竣工時の品質検査システムの成立の大前提であり、「安く、精度よく、簡単に、誰がやっても同じ結果が得られる方法」という観点からの検討が重要である。表層品質の試験としては、実用レベルのものでは透気試験法であるトレント法など

があるが、測定に時間がかかるほか、マイクロクラックが存在したり含水率に変動があったりする実構造物への適用生には、まだ課題があるようだ。当委員会では、可能性を排除することなく、実構造物の表層品質を適切に評価できる手法の構築を目指している。

——竣工時の耐久性検査システムは、わが国では前例がなく、一からの構築となる。導入はまだ難しいとする声もあるが。

細田准教授 確かに、課題は山積している。当委員会の第二期の活動も、2012年の標準示方書改定時に一定の成果を盛り込む予定で出発したが、慎重に議論すべき問題も多いため、どの程度達成できるかは未知数だ。

困難の一つは、実構造物の表層の

コンクリートの品質自体がきわめて複雑なため、試験の精度を確保するのが難しいことにある。セメントペーストであったら楽だっただろうとも思うが、コンクリートとなると試験結果のかく乱要因が非常に多い。骨材などの材料だけでなく、現場環境によっても数値は大きく変わる場合があるし、表面にちょっとしたクラックがあっただけで、測定結果が大きく影響を受ける場合もある。

さらに、試験が精度よく行われても、今度は、そのデータを構造物の耐久性とどう結びつけるのか、こちらでもまだ、十分なコンセンサスが得られているとはいえない状況だ。これらが確定するまでには、まだかなりの時間を要するのは確かだろう。

ただし、私としては、竣工検査システムの導入自体は難しいことではないと考えている。

われわれ研究者は、例えば、検査における実測値と設計で想定した拡散係数とが高いレベルで一致することなどを求めてしまいがちだが、そもその目的を見失うべきではない。そういった研究は、将来的にも続けていくべきではあるが、重要なのは、できた構造物が本当に所定の耐久性を有するのかを定量的に確認することであり、大きな問題のある構造物は竣工時の検査ではじくことができるシステムの導入が先決である。

だから、最初は、かなりラフな区分で始めていいと考えている。例えば数段階で判定し、「不良品」レベルのものだけを排除する。当面はグレー

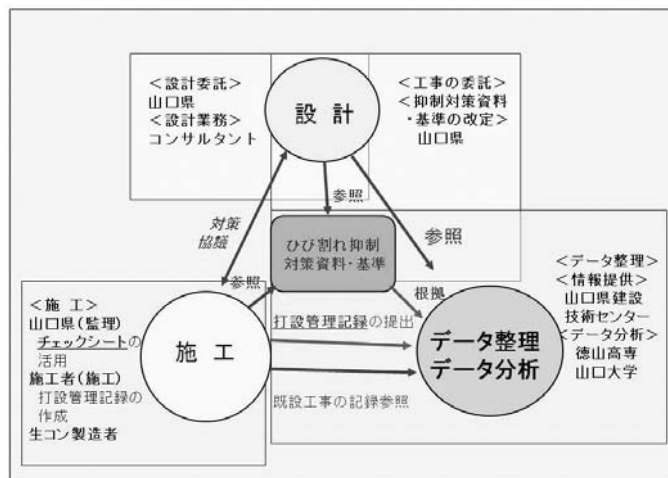


図 山口県のひび割れ抑制対策

ゾーンが多少大きくなってしまおうのは仕方がないだろう。

それでも、これまで確認されることのなかった竣工時の耐久性がチェックされるというだけで、実は多くのメリットが得られると私は期待している。おそらく、導入した途端に、問題のある構造物が大きく減り、また、全体のレベルが底上げされると思う。

2. 山口県のひび割れ抑制対策

——他方、山口県が独自に導入し、実績をあげている新設土木構造物のひび割れ抑制対策についても、積極的にかかわっている。

細田准教授 このシステムを知ったときは衝撃を受けた。過剰な投資をすることなく、コンクリート構造物のひび割れを効果的に抑制しており、発注、設計、材料、施工の各プレイヤーのクリエイティブな「協働」によりひび割れ抑制の結果を挙げて

いる素晴らしいシステムだ。

現在、この山口県のモデルを全国に展開する目的で、新しい委員会の設立準備を進めている。山口県の取り組みを指導した徳山工業高等専門学校の田村隆弘先生に委員長をお願いし、私が幹事長を務める予定だ。来年度に立ち上げたい。

すでに全国の多くの地域で、山口県と同様の取り組みを導入すべく、動きが活発化している。ただ、山口県であれほどうまくいったのは、県職員に指導力のある傑出した技術者がいたことが非常に大きい。県の従来のシステムを変更するというのは大変なことなので、発注者側にそういう人がいるかどうかは重要な意味を持つと思われる。今後、各地でこういった優秀な人材を確保していくことが課題となるだろう。

ただし、実感としては、しっかり探せば地方に優秀な人材は確実にいる。今後はむしろ中央より地方から、従来のシステムを更新するような新

しいシステムがいろいろと提案されてくるのではないか。青森県でのアセットマネジメントの取り組みなどを見てもらう。

—— 山口県モデルがコンクリートの表層品質にどのような影響が考えられるか。

細田准教授 山口県のモデルはひび割れ抑制を直接の目的としたもので、たとえば335委員会のような耐久性の品質検査のアプローチとは方向性が異なる。

ただ、山口県の事例を研究すると、示唆に富む結果が得られる。そのひとつは、山口県のシステムで建設された構造物は、一般にコンクリートの表層品質でも優れるという点だ。すなわち、ひび割れ対策として実施することの多くが、表層コンクリートの品質向上にも寄与していると考えられ、両者に強い相関関係が想定される。

ひび割れ自体は構造物に対してどの程度有害なのか、今後も慎重で冷静な研究が必要だが、誰にでも確認でき、わかりやすいのが特徴だ。よって、ひび割れを表層品質の一種の指標として使うことも研究に値するだろう。PC構造物などひび割れ自体が入らないものもあり、適用範囲も検討すべきだが、将来的には、条件を明確にした上でひび割れを指標にすることで、表層品質の検査を省略することなども考えてよいのではないかと思う。

3. 今後の展望と課題

—— 表層コンクリートに注目したコンクリートの品質管理は最近の強いトレンドであると思われる。今後の展望をお聞きしたい。

細田准教授 今後、山口県モデルのように、データベースの徹底活用がますます重要になるだろう。このデータベースは、まだまだ活用の余地がある、宝の山といってよい。データベースを活用すれば活用するほど、設計水準のレベル向上も可能となり、これに基づいてつくられる構造物も良くなり、研究レベルも向上する。

山口県のデータベースから得られる第一の教訓は、ひび割れを抑えようとすると、結局すべてのプロセスが重要になり、関与する各プレイヤーが自分の仕事をしっかりやらないとよい成果が得られないことを示している点だ。ここから、設計、材料、施工のどこか一方だけの取り組みでは良いコンクリートは作れないし、ひび割れを抑制することも不可能だという認識が共有されている。

このため山口県では、データベースを活用してひび割れ対策を進めるなかで、各プレイヤーの仕事へのモチベーションが格段に高まっている。設計、材料、施工等の各プレイヤーが試行錯誤を重ねて仕事に反映させ、結果が良かったのか悪かったのかも知ることができる。また、結果は広く公開され、誰でも見ることができる。こういった環境では、仕事はクリエイティブなものになっていくと

いうことが、現場を見せてもらうとよくわかる。

もう一点、こういったデータベースは今後、構造物の維持管理にも活用されることになるだろう。むしろ、このような用途で活用してこそ、データベースは本領を発揮できるというべきだが。

これまでコンクリート構造物の補修工事では一般に、データベース化と検証、フィードバックの過程が抜け落ちていた。補修という行為を遂行することにとらわれ、補修の結果の検証が十分でない。維持管理の時代といわれ、補修材料や工法はまさに雨後の筍といった勢いで登場するのだが、実際に使ってみてあまり効果がなかった、すぐに再劣化した、といった場合でも悪い商品をはじいていくシステムがない。

ひび割れは数週間～1カ月程度で結果が出るため、データベース化とフィードバックの過程が構築しやすいという面があった。一方の補修工事では、数年から数十年のスパンでの評価が必要であるため、これまでデータベース化とフィードバックが難しかった。だが、現在われわれは山口県で鍛えられたデータベースモデルを持っている。今後のコンクリート構造物の維持管理は大きく変わっていくと思われる。

さらに、実務者・研究者がデータベースをより活用することで、現在も世界でトップレベルにある日本のコンクリートの技術を、より高いレベルに押し上げられると思う。

研究者にとってこうしたデータベースの魅力は、その圧倒的な信憑性にあり、試験室だけで造り上げられた机上の空論をはねつける説得力にある。学問的な完成度の高さを追求していくことも将来の発展には大事だが、やはりコンクリート工学は、より良い構造物を、より安く、より簡単に実現することに貢献するものでなければならない。

例えば、既存のひび割れ幅予測式は、山口県の構造物にまったく歯が立たなかったが、山口県のデータベー

スをもとにした予測式は、同県の構造物のひび割れ発生を高い精度で予測できるであろう。実務的・実用的な技術や知識のブラッシュアップには、データベースの活用はかかせない。

—— 今後の課題は。

細田准教授 竣工時の表層品質検査については、試験法や評価方法を提示するだけでなく、現場で実務的に機能し、構造物の品質向上に本当に寄与するシステム作りまで考えていきたい。

そうでなければ、現場で余計な仕事が増える一方で、誰かが過剰な負担を押し付けられる、といった事態になる恐れがある。収縮ひび割れが問題となって以降も、過剰とも思われる反応がみられた。

研究者はこういったところまで目を向けて、皆にメリットがあり、かつ、構造物がよくなるシステムを構想する、という視点を忘れるべきではないと思う。