

社会インフラの長寿命化に向けた 建設材料研究の方向性とiMaRRCの役割

渡辺博志



1. はじめに

土木構造物の長寿命化への社会ニーズは高く、現在も産学官を問わず研究開発が現在活発に行われている。例えば、内閣府ではSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）として、インフラ維持管理・更新・マネジメント技術の研究を一つのテーマとして設定し、平成26年度より多くの研究機関がこれに参画して研究を開始している。

こうした中、材料資源研究分野の研究開発を他の研究機関等と連携しつつ進め、土木構造物の効果的な維持更新や低炭素循環型社会の構築に貢献するため、土木研究所では平成27年4月より先端材料資源研究センター(innovative Materials and Resources Research Center, iMaRRC)を設立した。

ここでは、特に社会インフラの長寿命化に向けた材料分野の研究の方向性ととも、新たに設立したiMaRRCの目指す役割について、述べることにしたい。

2. 長期耐久性実現に向けた建設材料研究

構造物の長期耐久性実現に向けた建設材料分野の研究のコンセプトは大きく2つに分類できる。

一つは、非常に高い性能および多彩な機能を有する新たな材料の開発と実用化を目的とするものである。この研究が成功すると、社会の根幹を変えることとなる。例えば、20世紀初頭における構造材料分野の革新的技術開発といえば、究極の複合材料である鉄筋コンクリート構造の実用化であった。これにより、レンガ造りの構造物と比べ圧倒的に優れた耐震性を有し、かつ、様々な形状をもつ構造物の構築が可能となった。鉄筋コンクリート構造は土木分野においても瞬く間に普及し、近代化を支えることとなった。

21世紀に入り、新たな性能を有する構造材料の実用化が模索されている。表紙に示したFRPもその典型的な例である。高い強度、高い耐食性、軽量

化といった様々な付加価値を有する材料の実用化により革新的な進歩がもたらされる。

もう一つは、鋼材やコンクリートといった従来の建設材料で構築される構造物の信頼性をより高めることを目的とするものである。初期欠陥をなくす、あるいは供用後に発生する不具合の芽を摘み取ることによりボトムアップを目指す研究開発である。新材料の実用化とは異なり、その技術的進歩は一般の目からは分かりにくく地味である。しかし、これまでの膨大なインフラストックとして実績があり、今後も多くの構造物が鋼やコンクリート構造物で構成されることからすると、このアプローチも非常にインパクトは大きい。コンクリート構造物を例にとれば、以下の事例があげられよう。昭和から平成にかけて、早期劣化防止対策としてアルカリ骨材反応抑制対策や、初期塩化物イオンの総量規制による塩害防止対策の研究が進み、実務に反映されることとなった。こうした一連の技術開発により、平成初期以降に構築されたコンクリート構造物が塩害やアルカリ骨材反応により早期劣化を生じるリスクは格段に低下した。また、鉄筋位置を非破壊試験によって推定する技術が確立し、施工された構造物のかぶり検査が導入された。かぶり不足により鉄筋腐食が早期に発生するといった事態が発生することもかなり減少したものと考えられる。ただし、すべての問題が解決したわけではなく、残された課題も多い。例えば、初期材齢において高温履歴を受けるコンクリートに異常膨張が発生する「遅延エトリングイト生成」という劣化現象が、欧州を中心に俄かに着目され始めている。この劣化現象はまだ実態が把握されておらず、劣化機構や劣化の発生条件もつかめていない。

このように、建設材料分野の研究としては、革新的材料の開発により画期的なブレイクスルーを目指す研究、一方で実績が積み重ねられた構造材料であっても、信頼性をさらに高め構造物の耐久性に関するボトムアップを目指す研究、それぞれを進めていく必要がある。

3. 要求性能の明確化と性能検証技術の研究

構造物の長寿命化を直視した研究は前述の通り2つのアプローチがあり、それぞれ研究の目標設定としては自然なものである。

一方で、これと同様に重要であり、特に土木研究所のような公的な研究機関が、必ず担っていかねばならない研究課題がある。それは、構造部材あるいはそれを構成する構造材料に求められる要求性能を明確にするとともに、実際に製造された構造部材や材料が要求性能を満たすものであるかどうかを検証する手法を開発するための研究である。

要求性能を明確にする研究とは、漠然としていて、その必要性がピンとこないかも知れない。土木構造物に要求事項や機能について、定性的に記述することは比較的容易である。しかし、定性的に示された要求事項を工学的に翻訳し、定量的な要求性能として表現しなければ、性能の検証の道は開けない。そして、定量的な要求性能として表現することは、非常に困難を極める。こうした研究の実施には、供用されている実構造物の現場の状況に精通するとともに、構造部材や材料の挙動に関する専門的知識も併せ持つことが必要である。

研究成果の実用化の観点からすれば、要求性能の明確化だけでは不十分であり、実際の構造物や構造材料が要求性能を満足しているかどうかを検証できる解析ツール、あるいは試験手法がセットとして整備されていなければ、現場での活用は不可能である。

このような要求性能の定量的表現と性能検証手法の確立は、技術的な指針などの形で公表されることとなり、民間企業での技術開発にも大きな影響を与えることになる。

4. 補修補強技術に関する研究

既設インフラを末永く使っていくうえで、補修補強対策の役割がますます重要となっている。補修補強対策は、対象構造物の劣化状況の把握および劣化原因の特定と当該構造物の性能評価の結果を受けて実施されるものである。補修補強対策の効果を確実なものにするためには、こうした劣化診断・評価技術がしっかりしていなければならない。こうした評価の信頼性を向上するため、センサー類の開発も含めた各種診断システムには大きな期待が集まる。構造物に発生している劣化の適切な把握とともに、簡

易な目視点検の質の向上も発展の可能性を秘める。

構造物の劣化状況によって、採用する補修補強手法が変化し、補修補強対策実施の効果も影響を受ける。また補修補強に用いる材料の種類は有機系・無機系それぞれ非常に多様で一連のシステムを構成している。電気防食工法に代表されるような土木技術者にとってなじみの浅い知識も、研究には必要となる。

5. おわりに

社会インフラの長寿命化に向けた建設材料分野の研究の方向性について述べた。さまざまな視点や切り口があり、また研究に必要となる個別要素技術も多種多様であることがお分かりいただけたと思う。特に長寿命化の視点から述べたが、それに止まらず低炭素社会の実現やエネルギー有効利用の分野も研究成果の普及が期待されるところである。

さて、このような研究を着実に実行し、国立研究開発法人に求められる「研究開発成果の最大化」を達成するためには、どういった体制で研究に臨めばよいであろうか。

単一の技術分野のみに精通していても、画期的な成果は得にくいであろうし、多種多様の専門技術者を寄せ集めただけでは、社会インフラの設計・施工・維持管理のシステムに馴染み早期に現場で活用できる成果にはたどり着けないであろう。

本論説の冒頭にiMaRRC設立の背景として、「他の研究機関等と連携しつつ」と記載した。様々な分野を含む大学や民間企業の研究機関と、あるいは他の国立研究開発法人と連携することにより、広汎なシーズを発掘することが可能となる。

一方で、国土交通省との密な連携を通じて、社会インフラに対する要求性能のレベルや維持管理システムについて熟知し、現場ニーズを的確に把握することができる。そうしたiMaRRCの特長を生かしていかなければならない。

FRPといった新たな材料の適用にあたっては、フィールドにおける検証と検証結果を踏まえた改善が大切である。開発技術の検証プロセスを研究に組み込むには、地方整備局との連携は何よりも重要である。iMaRRCが、建設材料・資源循環分野の研究開発において、連携のハブとして機能し、研究成果の最大化につながるよう努力したい。