

1. はじめに

SIP インフラというプロジェクト（2014～2018 年度）では、開発支援を受けたインフラメンテナンス分野の様々な新技術について、社会で使われること（実装）が強く求められた。さらに、岐阜大学チームを含む全国の 12 チームにより、新技術の地域実装支援の活動が行われた（2016～2018 年度）。この活動の中では、試行錯誤しながら、実装支援のための様々な工夫と取組みが行われた。ここでは、筆者のこれまでの研究活動を振り返り、新技術の実装に関する経験と気づきをまとめた。

2. コンクリートの破壊挙動に関する研究

筆者は、岐阜大学において、コンクリート破壊時のスナップバック現象（爆裂破壊現象）の制御、コンクリートのひび割れ部の引張軟化挙動の評価、引張ひずみ硬化挙動を示す韌性モルタル（HPF RCC, SHCC 等）の評価と活用等に関する研究を行ってきた（図-1）。

スナップバック現象の制御に関する研究は、いわゆる基礎研究であったが、20 年近く経って、高強度コンクリートの強度試験時に爆裂破壊を生じさせない圧縮試験機の開発に役立った。コンクリートのひび割れの先端部分における引張軟化挙動（仮想ひび割れの幅と伝達されるみかけの引張応力との関係）の計測手法の確立と数値解析への導入に関する研究は、鉄筋コンクリート部材のせん断耐力の寸法効果の解明等に役立った。これら 2 種類の基礎研究は、役立ちはしたが、限定的であった。

韌性モルタルの評価と活用に関する研究では、ダンベル型引張供試体を用いた一軸引張試験法を提案するとともに、この材料を用いた設計施工指針（案）を土木学会の委員会でまとめた。この材料は、ひび割れ幅が小さいことが歓迎され、少しずつ適用が拡がった。しかし、この材料の特徴である高い引張性能や破壊時のエネルギー吸収性能（韌性）については、研究は行われたが、活用されていない。この材料の活用を通じて、新材料の実装を進めるうえで、性能評価方法の確立や設計施工指針案の作成が重要なことを学んだ。

3. SIP インフラ地域実装支援活動

3. 1 SIP インフラにおける新技術開発

SIP インフラにおいては、インフラ構造物の点検技術、モニタリング技術をはじめ、様々な新技術の開発が行われた。橋梁、トンネル、舗装等の表面や内部の情報を必要な精度で迅速に取得することができる新技術がいくつも提案された。水中や土中の鋼材の肉厚、盛土深部の情報、河床形状の情報、広域地盤変動情報等を取得するための新技術も進展した。

3. 2 地域実装支援活動

SIP インフラで開発された新技術等を、地方自治体等が発注する業務においてもたくさん使っていただけるよう、全 12 チームにより、シーズの普及支援、ニーズの解決支援、地域連携、技術者のネットワーク整備、技術者育成等の様々な活動が行われた。

岐阜大学 SIP チームでは、図-2 に示すように、各務原市が管理する各務原大橋（木曽川に架かる PC10 径間連続フィンバック橋、橋長 594m、平成 25 年竣工）で、ローンを含む 6 種類のロボット点検技術を取り入れた定期点検を、道路橋定期点検要領が改訂される前の 2018 年度に行った。ロボット点検技術により作成した事前調査結果を活用し、点検員がすべてを近接目視で確認する対応を提案した。このアイデアが、キーポイントであった。その結果、橋上の点検車両の使用日数と点検費用を削減できた。

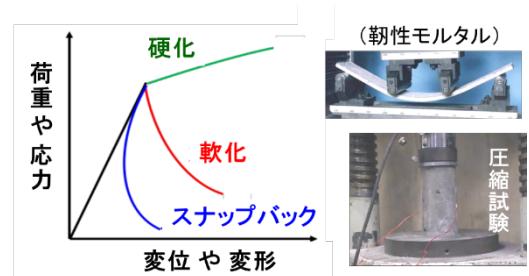
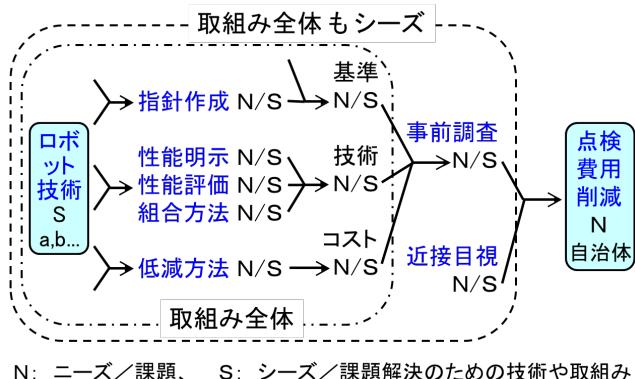
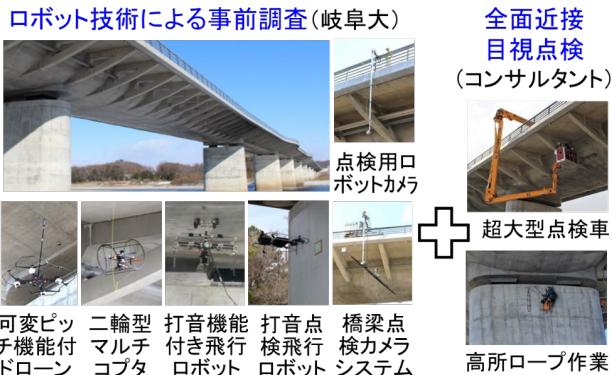


図-1 コンクリートの破壊挙動



この活動においては、図-3に示すように、指針案を作成して基準類の不足を補い、利用するロボット点検技術を分かりやすくするために要求性能を示し、フィールド試験でロボット点検技術を評価し、ロボット点検技術を最適に組み合わせた活用方法を提案した。ニーズ（右側）を満たすシーズ（左側）の組合せをこうした図形で示すと、視覚的に理解しやすいことを学んだ。

4. SIP インフラ後の気づきとアイデア

SIP プロジェクト終了後に、活動内容を整理していく気付いた新技術実装のための基本と主な工夫例を、図-4に示す。基本的に、強いニーズの解決を目指し、大学研究者が行政と企業を繋ぎながら、関係者が参加したくなるような活動を展開することが有効であった。新技術の地域実装では、行政と民間の直接の協力が難しいという背景があるため、大学研究者の支援が特に有効であった。地域の大学の研究者が中心となることにより、新技術を使う際に必要な要求性能を示したり、性能評価を行ったり、不足する指針類を作成したりすることで、関係者の気持ちを動かすことの大切さも学んだ。

新技術の実装を一層盛んにするには、新技術開発者がニーズを探すだけでなく、ニーズを抱えた企業や分野が有効な新技術や既存技術を探して、うまく組合せることも大切である。これまでの経験を踏まえ、一例として、この委員会で主な研究対象としている「DLC」と「韌性モルタル」を組込んだ研究開発テーマのアイデアを、表-1に示す。

新技術実装の基本	<ul style="list-style-type: none"> ・強いニーズを把握する ・情報提供やマッチングの場を設定する ・指針やガイドラインを作成する ・組織のトップが主導する
実装に有効な工夫例	<ul style="list-style-type: none"> ・大学の研究者が行政と企業を繋ぐ ・性能発注化し、受注者の裁量を増やす ・要領等には、外れ方も記載する
技術開発上の工夫例	<ul style="list-style-type: none"> ・ニーズがわかる人や組織と協働する ・新技術を既存技術に上乗せする ・民間の道路や鉄道で試用し改良する
気持ちを動かす工夫例	<ul style="list-style-type: none"> ・使いたくなる技術を開発する ・操作がイメージできるしくみを工夫する ・応援し、参加したくなる活動を行なう ・不安や責任を軽減する取組みを行う

図-4 新技術実装のための基本と主な工夫例

表-1 韌性モルタルとDLCを組み合わせた研究開発テーマの例

テーマ	高耐久な韌性モルタルと各種ロボット技術等を組合せたコンクリート施工技術の少人化
内 容	<p>コンクリート施工技術のスマート化、少人化（人を半減）を推進するため、韌性モルタル技術を中心に、周辺の様々な新技術や既存技術や情報を組合せ、課題解決に取り組む。</p> <p>＜中心技術＞ 耐久性能と引張性能に優れた韌性モルタルを中心技術とする。練混ぜやポンプ圧送機器にセメント系材料が付着しにくく、清掃作業が容易になるよう、機器の鋼材表面へのDLC等のコーティング技術を活用する。</p> <p>＜周辺技術＞ 土木分野だけでなく、機械や食品の分野の製造ロボット技術等、他分野の様々な有用技術を取り入れる。狭い空間で補修作業を確実に行うためのロボットアームとその制御技術、作業の三次元モニタリング技術、確実な補修実施を確認する技術等を活用する。型枠作業の簡素化のため、シート型枠や布袋型枠の技術等も活用する。</p> <p>＜技術の組合せ＞ 課題を明確にし、利用可能な様々な技術や情報を集めて組合せ、人の気持ちを動かすことに重点を置く。</p>