

## 第1回「SIP 維持管理技術」報告会議事録

日時場所：平成 29 年 3 月 10 日(金)14 時～17 時 00 分，じゅうろくプラザ 5 階大会議室

出席者（143 名）

### 【研究担当者】

六郷恵哲，八嶋厚，沢田和秀，木下幸治，内田裕市，高木朗義，森本博昭，  
羽田野英明，村田芳信，苅谷敬三，加藤十良，細江育男，牧野徹，古澤栄二，  
熊田素子，大野知子

### 【来賓】

岡田有策，宗宮裕雄

### 【SIP 関係者等】

信田佳延，渡邊賢一，生井達朗，櫻井彰人，大林厚臣，松林伸生，高橋正樹，岩本隆，  
市来寄治，岡田正幸，鎌田貢，高橋香，菊池加奈子，鳥居和之，花岡大伸，大羽達志，  
田中徹政

### 【SIP 技術開発者等】

鈴木清，関晃伸，宮下博，伊藤優美，梅田幸司，小林弘樹，近藤英昭

### 【ME ネットワーク関係者等】

小柳治，岩瀬裕之，桜井孝昭，岩丸圭一，丸山竜平，森田陽介，高崎一輝，森田和博，  
長屋利政，小野弘康，馬淵大樹，林一輝，武山保徳，竈橋敦志，熊崎幸司，水谷忠伸，  
中村政則，根崎紀幸，遠藤徹，吉川知宏，中村亮太，吉川昌宏，河合成司，鈴木猛，  
川瀬智彦，一川毅彦，田中真一，吉田真城，奥出信博，浅野幸男，小山雅睦，  
中村博之，新家一秀，高田浩夫，田村泰史，大村一馬，辛軍青，林忍，鈴木真宏，  
田口正勝，井澤博道，山内昌，水野裕太，駒田賢治，岩山健治，山本紗希，勝野源基，  
花井敦，中田光治，渡辺祥正，渡邊義明，五十川俊一，高木賢一朗，齋田浩之，  
林承燦，佐藤圭一，西端良行，古川真也，平喜夫，竹内祥一，岡山登志高，阪口裕紀，  
植木健一，川出正弘，宮元智之，丹羽美典，山田翔平，樋渡一輝，榊原朝和，  
山田祥太郎，小西喜順，安藤大介，石川裕子，上野将司，岡本利朗，加藤波男，  
葛目和宏，宮本敏正，杉山宜央，松下巧，町勉，石黒靖規，野々村敏博，矢島賢治，  
小林大，原田和樹，榮義彦，杉山清己，市橋利裕，中村秀至，加藤正実，小川幸久，  
平井英章，岡島秀明，溝部美幸，山本学，高橋一人，山本正孝，篠田育男，滝秀紀，  
小林直人

なお，氏名については敬称略にて表記する。報告会の司会進行は，羽田野が行った。

### 1. 開会挨拶と活動概要 <資料 1>

岐阜大学 六郷教授（岐阜大学 SIP 研究責任者）より，開会の挨拶と SIP 実装プロジェクト活動についての概要説明があった。

## 2. 来賓挨拶 (1)

岐阜県県土整備部土木技監 宗宮氏より、以下の挨拶があった。

岐阜県では、橋梁やトンネルなど、全国トップクラスの道路施設を管理している。高度成長期に整備を進めた社会資本が老朽化する時代が目前に迫っており、これに対応する人材の確保と育成、維持管理の効率化、生産性の向上が喫緊の課題となっている。こうした課題を見据え、平成 20 年度から、各機関と連携し、維持管理に高いスキルを持った社会基盤メンテナンスエキスパート (ME) を養成してきた。この ME 養成の特徴は、産学官が連携して、発注者・受注者の双方に高い技術力を持った技術者を養成することであり、現在 356 名の ME が県内各地で維持管理に関する業務に携わり、活躍している。

一方、国では平成 25 年度に道路法を改正し、道路管理者に対して橋梁やトンネルなど、国が定める統一的な基準により、5 年に 1 度の近接目視による全数点検が義務付けられた。メンテナンスサイクルも今年で 3 年目であり、県や市町村では順次点検が進んでいる。点検が進むにつれ、予算や技術者の不足という課題が明らかになってきており、これに対応するためにも、維持管理の効率化や、生産性の向上が必要になってきている。

この使いたくなる SIP 維持管理技術の地域実装に関する研究は、誠に時宜を得たものであり、維持管理の効率化を図る事ができる新技術の検証を行うと共に、開発者と利用者の橋渡しをしながら、社会実装に繋げていく研究ということである。新技術の導入は、維持管理の効率化、生産性の向上に寄与することが大いに期待されるものである。

本日の報告会においては、本年度県内のフィールドを活用して行われた検証結果などが報告されるが、岐阜県というフィールドと、ME を活用し新しい技術の検証が行われることは大変有意義であり、今後の効率的な維持管理、更には人づくりに繋がるものと考えている。

## 3. 来賓挨拶 (2) <資料 2>

慶應義塾大学 岡田教授 (SIP サブプログラムディレクター) より、挨拶と「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術における出口戦略」についての説明があった。

## 4. 技術報告 <資料 3>

岐阜大学 八嶋教授 (岐阜大学 SIP 研究担当者) より、「SIP 技術舗装と盛土構造の点検・診断自動化技術の開発 (研究責任者: 八嶋厚) の実装への段組みから分かったこと」についての報告があった。

## 5. 活動報告 (1) <資料 4>

岐阜大学 沢田教授 (岐阜大学 SIP 研究担当者) より、「SIP 維持管理技術の説明会とフィールド試験から分かったこと」についての報告があった。

## 6. 活動報告 (2) <資料 5>

岐阜大学 六郷教授（岐阜大学 SIP 研究責任者）より、「新技術実装の障害と対策に関するヒアリングから」についての報告があった。

## 7. 活動報告 (3) <資料 6>

テイコクの古沢氏（岐阜大学 SIP 特別研究員）より、「地域のひとに優しい技術のデザインー技術に対するニーズとは」についての報告があった。

## 8. 活動報告 (4) <資料 7>

岐阜大学 木下准教授（岐阜大学 SIP 研究担当者）より、「建設過程がわかる構造物モデルの製作」についての報告があった。

## 9. 意見交換

報告の後、以下のような意見交換があった。

### ① 大日本コンサルタント 小林氏（メンテナンスエキスパート養成講師）

私自身も点検ロボットの開発に携わっており、なかなか社会実装が進まないことについては、本日のプログラムと同様な課題を抱えている。点検サイクル・維持管理では、予防保全を大前提としているものの、事後保全を前提とするような話もいまだに聞く場合がある。しかしながら、現在の新技術は予防保全を大前提として開発が進められており、事後保全に近い所を目指した技術開発は行なわれていない現状にある。そのようなことから、今後の維持管理は、やはり事後保全ではなく、予防保全を前提として進めていかざるを得ないと考えている。

### ② 慶応大学 櫻井教授（SIP 地域実装支援チーム）

開発者と発注者の意識には、開発者の「自分たちの技術の良さが分かってくれば採用してくれるのではないか」という意識に対して、発注者は「個別の良さよりも、どこかのお墨付きがあれば使ってみる」という意識の違いがあり、実装に際してはこの点に注意しなければならないと感じた。情報関連分野では、既存制度に対する意識は低く技術開発先行で進む傾向があるが、このインフラ関連分野では現行制度を意識する必要があり、新技術に対するニーズは、それらの制度を十分に意識したものでなければならないと感じている。実装の問題はそのような体制の中にもあるが、SIP の活動の刺激により、徐々にではあるがそのような制度の見直しも進んでいくような状況であると考えている。

### ③ 鉞（まさかり）組 岡山氏（メンテナンスエキスパート）

地域のインフラは、地域で見守るのが本来の姿だと考えている。新技術についても専門家が利用する技術だけでなく、地元の素人の方々が利用して、地域のインフラの

異常を発見するような技術の開発も進めていただきたい。そのなかで、古澤氏が説明されたような技術（部材に貼付けたシートの色が変化して異常を知らせる技術など）について、SIP技術のどの位置づけとなっているのか。

④ 慶應義塾大学 岡田教授（SIP サブプログラムディレクター）

SIP技術は、技術仕様を提示して開発技術を採用したわけではなく、応募された技術の中で、技術の高度化という観点から、有力と思われる技術開発を採用している。質問のような新材料の活用技術もSIPへの応募はあったが、実験室では機能が確認できるが、費用や機能の面を考慮すると現場ではとても使えない技術もあり、採用していないのが現状である。それらの技術については、SIP技術の枠以外での展開を期待したい。

⑤ 朝日航洋 鈴木氏（SIP技術開発者）

新技術には、効率化・高度化という2つのキーワードがあるが、効率化の面で現状の手法に比べて安価という点に注目する傾向が強い。新技術の場合、別途のコストが発生するケースが多く、効率化だけでなく、付加するコストに対して別の便益が得られるようにする必要がある。例えば、インフラ点検を単に代替えするだけでなく、他の便益が得られるようにしないと、現行システムを入れ替える意味がないと思われてしまうことが、開発者としての悩みである。

⑥ 大日コンサルタント 矢島氏（建設コンサルタント）

ドローンが広まって数年しか経ってないが、最近では色々なデバイスが搭載できるようになり、今後の可能性が非常にある技術だと思っている。関連する基準等を満足させることは大変だと思うが、SIPの取り組みを通じて活用ができる仕組みができれば、さらに色々な面での活用が期待できる。単純に従来の代替ではなく、高性能の画像データベース等、今まで不可能だったことが可能となるような技術が、さらに出現することを期待している。

⑦ 慶応大学 櫻井教授（SIP地域実装支援チーム）

技術開発のスタンスとして、「プロフェッショナルの技術者の感覚・判断をまねるような技術開発」と「あくまで数値解析的な良さを生かした技術開発」がある。技術開発のスタンスとして、どちらの考えがよいのか、現場を体験されている技術者の方々かの意見を聞かせていただきたい。

⑧ 岐阜県建設研究センター 一川氏

SIPでは、出口戦略として新たな産業への投資を位置づけており、国内だけでなく国外へも市場を求めようとしている。そのような観点から、岐阜大学の実装として海外への進出、投資を目指してもよいのではないかと。それには、岐阜大学との関連の深いベトナム国のダナンを海外拠点として活動したらどうか。

## 10. まとめと閉会挨拶

岐阜大学 八嶋教授（岐阜大学 SIP 研究担当者）より、以下の本報告会のまとめと閉会挨拶があった。

初めに、櫻井先生のご質問に対し、個人的な意見を述べさせていただく。昨年の土木学会において、計測とコンピューテーションという議論の機会があった。それは、様々な場所での計測作業が大変なため、例えばビッグデータの解析や AI によって代替できないかという議論であった。その場でおおよそ合意が取られたのは、「コンピュータによる処理は初期値・境界値問題であり、初期条件、境界条件・取り扱う範囲がきちんと分かっている必要がある。一方、土木構造物は一部を除いてほとんど注文生産であり、その規模も大きいので、これらの条件を得ることが非常に難しい。コンクリートや鋼は、初期の強度や剛性が把握できるが、土構造物での把握は難しい。そのため点検の頻度を上げていく必要があるが、十分な対応はできておらず、AI で学習させたとしても、その信頼性には不安が残る。」という話であった。当然ながら、そのような土木構造物であっても初期値・境界条件がある程度想定されるようになれば、AI 技術等で将来予測ができるようになるかもしれない、という結論に至った。私の意見ではないが、その場でコメントターをやっていたので、櫻井先生への回答とさせていただきたい。

今日の発表において、古澤様のご発表になったなかで、「私たちはインフラを造って、それを維持管理して長持ちさせようとしている。国民、利用者は、安心安全なインフラを望んでいる。」という良い言葉があり、意見交換で、岡山様も同意されていたと思う。私は、この SIP の技術開発を通じて、非常に創造的な技術がたくさん出てきたと信じている。なお、創造性という言葉の意味は、脳科学者の茂木さんが言われた「創造性は決して孤立した個人、もしくは個人の組織に宿るものではない。自由にデータやアイデアを交換し、議論を重ねるうちに新しいものが生み出される。それが創造性である。」というものである。我々はよく「創造性＝独創性」と勘違いするような意味ではなく、最近の言葉でいえば、共創性（共に創造する）という言葉に相当する。共創性というのは、発注者と受注者、または利用者それぞれが共同して、安心・安全なインフラを造りあげ、ずっと守り、更に高度化していく目的を達するために議論をするというものである。まさに六郷先生が主催されているこのような説明会や報告会が、共創性に当たると私は信じている。

個々の技術がどのような部位に適用できるかということも大切だが、個々の技術が、（計画→調査→設計→施工→点検→診断→更新→補修）という時間的・空間的な流れ中で、どの位置にあるのかを意識することは重要なことだと思う。開発者の方々には、是非このような会で、自分達の技術が位置するところを再考していただきたい。そうすることで、自分達の技術に対して、発注者からのニーズが得られなかったとしても、その原因がある程度思い当たるのではないかと沢田先生のお話を聞いて感じた。

六郷先生の講演や、その後の意見交換でも公共調達の話があった。公共調達の受発

注形態（今までのように発注者、受注者がいて、受注者の協力会社というきちんとしたシステムの下での受発注形態）が、新技術を用いた業務で、確かに変わってくるかもしれない。だが、業務の下流側には、更新でも補修でも必ず工事が伴うので、業務だけを新しい公共調達の流れで提案するのではなく、一連の流れで公共調達の考えを変える必要があると思う。このような点で、是非、藤野先生や岡田先生には頑張ってください。

地域実装支援を頂く櫻井先生に、是非お願いしたいことがある。新技術の開発には様々な障壁がある。基礎研究から応用研究に行くためには、まず魔の川という障壁があるが、これは SIP の開発技術者の皆様はクリアされていると思う。次の障壁は、デスバレー（死の谷）であり、それが今議論している社会実装である。だが、SIP が目指しているのは、岡田先生によると、社会実装された後に事業化される必要があり、それはダーウィンの海という次の障壁にあたる。是非、櫻井先生には、新技術開発における失敗事例だけでなく、例えば魔の川、死の谷、ダーウィンの海を上手く乗り越えてきた成功事例を示していただけると、我々も勇気づけられる。

木下先生の講演でも述べられたように、初期値を見たいということは大事なことである。私は、昨年講演会等で「君は美しいものを見たか」という演題で数回話をしている。このタイトルはその通りの意味で、美しい設計をされて、丁寧に造られた構造物は、美しくて機能的である。それを見ていない人は維持管理がなかなかできない。それを知っている人は、例えばマニュアルに載っている不具合ではなくても、あるものを見た時に不具合を感じる。最も美しい状態を知っているというのが、技術者の強みであり、それを知らなければならないと思う。美しい現場とは、工事の段取りに従って各部材が整頓され、段取り替えの準備もちゃんとされている現場である。そのような現場では、工程も迅速で、出来上がったものが美しく、安全となっている。学生だけでなく、技術士をもってらっしゃるような方々にも、美しい構造物を見る経験をしていただきたい。

これまで申し上げたように、我々の目的は、安心安全なインフラ、経済活動に寄与するインフラを長寿命化し、完成時よりも更に高機能なインフラとして残すことである。そのために、発注者、受注者、利用者のみならず、一緒に議論をし、共創したいと思う。議論する際に各コンサル、各建設会社はライバルであり、各組織の外部に対して、自分達が持っている実践知や暗黙知を披露すると、ライバル競争に負けてしまうという問題も残っているが、高度に広がった形式知を、頻度を高め丁寧に議論して、ぜひ一つの目標に対して成就できるよう頑張っていきたいと思う。

以上