

# SIP 社会実装 第2回報告会議事録

日時場所：平成29年6月28日14時～17時

岐阜大学サテライトキャンパス講義室（岐阜スカイウイング37東棟4階）

出席者（90名）

## 【研究担当者】

六郷恵哲，八嶋厚，沢田和秀，森本博昭，羽田野英明，村田芳信，刈谷敬三，牧野徹，古澤栄二

## 【SIP 関係者等】

若原敏裕，信田佳延，生井達朗，岩本隆，西野郁夫，岡田佳都

## 【SIP 技術開発者等】

横江政和，大野和則，安田亨，森本洋一，鈴木清，関晃伸，牧野太紀，守谷陽一，山崎秀樹，千葉史隆，河内山聡，前川謙二，近藤英昭，吉田敬

## 【ME ネットワーク関係者等】

小柳洽，堀智幸，鈴木高，森田和博，長谷川誠之，稲垣暁，高木善幸，鈴木猛，川瀬智彦，一川毅彦，野々山泰光，有田周市，高橋時雄，広瀬章治，川田大武，荒木隆博，高橋佑生，青島拓也，伊藤明広，石田裕樹，辛軍青，井澤博道，花井敦，齋田浩之，山田勝也，大久保俊男，森亘永，堀安明，石川孝，久保田守，高橋一人，宮崎益一，宮本敏正，小林大，杉山清己，野原祥司，今井政雄，中村秀至，西園裕一，高木真人，坂井田実，矢島賢治，加藤波男，木村努，安藤健太郎，今市実希，棚橋功治，大須正和，小塚正博，上村健一，岡島秀明，長良和敏，山本篤，入山祐一，森山公平，中川直美，鈴木正樹，麻田正弘

## 【事務局，学生】

大野知子，蓮池里菜，米山 翔太

なお，氏名については敬称略にて表記し，資料については配布資料番号によって表記する。会議の司会進行は羽田野が行った。

## 1. 挨拶

研究責任者の六郷（岐阜大学）より，挨拶が行なわれた。

インフラ構造物を安全・快適に保つ，維持管理業務を効率的なものにする，維持管理技術者の仕事を確実にやりがいのあるものとするためにも，新技術の導入が望まれている。しかし，土木分野での新技術の導入は，さほどスムーズにしている訳ではない。そこで，SIPの地域実装プロジェクトが昨年9月に始まった。全国で11のチームが活動している。そこでは，新技術を導入するだけでなく，地域の産官学の連携や，維持管理技術者の育成も期待されている。

プロジェクト期間が31ヶ月であり，すでに期間の1/3にあたる10ヶ月が経過した。この間に岐阜大学チームは，説明会，フィールド試験，報告会，検討会，調査研究，構造物モデルの作成など，様々なことを実施してきた。本日の4番目の話にあるように，SIP技術を海外展開する，という話も生まれている。また，第3回報告会が8/21に岐阜大学キャンパスで

行われる。その際、資料 5 にあるように、インフラミュージアム設置記念式典も行い、構造物モデルを見ていただくことも予定している。

10ヶ月の活動をつうじて、大学の役割、新技術実装の進め方等、様々なことが分かってきた。本日の報告にもある千鳥橋は岐阜市、小鹿トンネルは岐阜県、揖斐川堤防は国交省がそれぞれ管理している。それらの構造物で新技術を使いたいと思えば企業が直接行政へ掛け合っても、特定の企業の為に行政が便宜をはかるわけにはいかず、難しいことが多い。しかし、岐阜大学等が中心となった SIP 実装プロジェクトで構造物を使用したいと行政にお願いすることで、スムーズに使わせていただけることがある。また、SIP のプロジェクトとして説明会やフィールド試験を開催すると、行政、受注者、技術開発者という様々な立場の人が集まり、シーズとニーズやアイデアの交換が可能である。こういったことが SIP の地域実装の活動の大きな意義であり、そこで果たす大学の役割もあると思う。

新技術には、これまで測ることが出来ていたものをより迅速・確実に測ることができるもの、計測したものを使い易い形で記録に残すことができるもの、従来なかったような新しい情報を取り出すことができるものなど、様々なものがある。それらを上手く使っていこうとした場合に、スクリーニング、モニタリング、完成検査、業務を受注した際の設計箇所の調査、災害時等の色々な使い方があることが分かってきた。そういった話を今日していただければと思う。本日もご参加の皆様には、ぜひ報告会を楽しんでいただき、意見交換に加わっていただきたい。新しいアイデアを出すためには、気楽に意見が言えることが重要と思うので、気楽に発言していただけたらと思う。

## 2. 受動回転球殻を有する飛行ロボットによる千鳥橋の点検結果

千代田コンサルタントの横江政和より、資料 1 に基づき、受動回転球殻を有する飛行ロボットを利用した点検結果の報告が行われ、その後、以下のような質疑応答があった。

- ① 網羅撮影方法について、自動か一定間隔で撮り続けているのか。  
→動画として撮影しており、切り出した画像により処理している。
- ② 何千枚も撮影された写真を展開画像にするにはどうしているのか。  
→展開画像はプログラムで、自動で合成して重ねている。
- ③ 展開画像をつくる際は、床版まで近接した状態のものを全て動画撮影したものを使用するのか。桁下から潜り込まず、ある程度の距離から撮影したある程度の損傷だけで展開画像を作る等、段階を踏むことは考えているか。  
→損傷の種類によると思う。ひび割れは近接撮影する必要がある、桁外から撮影する条件では難しい。
- ④ 0.3mm 程度のひび割れは球殻が接するところまで寄る必要があるということか。  
→それに近いところまで寄る必要がある。
- ⑤ この機械は、操作しているところから何メートル程度まで操縦可能か。  
→電波的には、数 100m～1km 程度まで届く。実際に我々が飛ばした経験から行くと、20m～30m 程度であれば目視で確認しながら飛ばすことができる。20m 程度先に行くと小さくなってしまふ。現状の飛行法だと目視内飛行となっているため、目視を基準に考えて

いるが、研究室レベルでは目視外飛行も行っており、可能になった場合に対応できるようには進めている。

- ⑥ 浮き等、叩いたりしないと分からない損傷は現状では難しいのか。  
→浮きに関しては、目視でできるのか検討したことがない。打音装置も開発はしており、狙ったところは叩くことができるが、全面の打音点検は難しいと考えている。
- ⑦ 成果品として、発注者はどういうデータをもらえるのか。画像の点検データを提出いただいて橋梁技術者が判定するというような利用方法は考えているのか。  
→現在は、点検を支援するため調書と展開画像を提出することを考えており、そのような利用方法は考えていない。ただし、利用者からの要望があれば、そのような判定用の画像の提出も考えていきたい。

### 3. 高速走行非接触レーダー等による小鹿トンネル等の点検結果

パシフィックコンサルタツの安田亨より、資料 2 に基づき、高速走行非接触レーダー等を利用した点検結果の報告が行われ、その後、以下のような質疑応答があった。

- ① 3D レーザ、レーダーにおいて、カーボンクロスや鉄板補修している部分は計測できるのか。  
→鉄板補修部分の計測は難しいが、カーボンクロスなら計測できる。従来のレーザだと鉄板があると全く計測できないが、今回のものは距離があるので裏側まで回りこむことができることがあるが、それにも限界がある。
- ② 接触レーダーで測るより広い範囲を見ることができ印象を受けたが、単価としては同じ程度なのか。  
→条件によるので一概には言えないが、目指すところは、従来と比較して高くないように考えている。
- ③ 通常のトンネル点検結果を踏まえて、補修を行なう場合には、改めて空洞範囲を接触レーダーにより確認をしている。この技術は、そのような面で精度よくできていることを確認したが、この結果を用いて、補修の詳細設計に利用することはできるのか。  
→照明等の電磁波があると信号が乱れてしまうため、制約がある。そのため、事前に全体的な劣化箇所を確認した上で、補修する際にはピンポイントで計測するなどの手順が良いと思う。
- ④ 自治体ではすでにマニュアルが作られていると言っていたが、その精度の検証は何を拠り所に行っているのか。  
→大阪府、奈良県、東京都では、通常点検の結果と比較して、精度検証を行なっている。
- ⑤ そういった自治体が自ら確認したから、他の自治体も適用可能ということになったのか。  
→その通りであり、コンペ形式のようにしたこともある。
- ⑥ 会計検査等で、精度をどのように確保したかという点などの説明対応が不安である。導入されている自治体は、精度に自信を持っているということか。  
→そのように思っている。今年度から国交省での技術認証プログラムが始まっている。国交省と議論していく中で思うことは、点検のフローチャートから診断を抜き出し、区

別したい。診断は人しかできず、技術者が責任を持たなければならない。点検業務において状態を把握することやスクリーニングは技術で代替することができる。また、点検調書だけではなく、調書の基となったデータをどうするかということも課題である。地方と大学等と一緒に基準等を作ってくれるとありがたい。

- ⑦ 背面空洞が設計と施工で大きく乖離してしまうという問題がある。50～60cm が限界ということであったが、今後どのように精度等を上げていくのか。

→巻き厚が薄くて背面空洞がある場合は 1m 程度まで届くが、全部コンクリートである場合は、50cm 程度が限界である。点検をスピーディーにすることを目的にしているため、巻き厚が厚くて空洞がある場合は、安全であり問題はないだろうという判断で、1GHz のレーダーを使用している。接触で 2～3m とれるものは数百 MHz で、装置の大きさが大きくなってしまい、本来の目的を達成するために断念した。

- ⑧ 最終的な判断は人がすることが重要ではあるが、生産性の向上に向けて AI 等を活用していく予定はあるのか。

→トンネルでは汚れや漏水があり、損傷判定は難しい。いずれは AI になっていくと思うが、診断できる情報をより高度化できるよう目指している。

#### 4. CalSok（刈測）による揖斐川堤防のモニタリング結果の報告

朝日航洋の鈴木清より、資料 3 に基づき、CalSok（刈測）を利用した点検結果の報告が行なわれ、その後、以下のような質疑応答があった。

- ① 他の技術だと点検マニュアルとの対比、法の制限などがあるが、堤防のモニタリングに関してはその点で苦労していることはないのか。

→現在は、ほぼ 100% 目視点検のため、点検者による技量の差があると聞いている。我々も 3 年間 NPO から点検の方法を習っていたが、点検者の感覚の裏にある知識を押し量るのに苦慮している。まずは主観を持たずにデータを収集し、目視点検で得られる結果に近づけることを目指している。目視点検と収集したデータとの間に現実解があると考えている。方向としては経験値に頼っているところがある。

- ② ロボット技術の長所として高精度の情報を素早く残せる点があげられると思われるが、堤防の点検要領をどう改訂すれば、この技術がより積極的に使われるようになるか。例えば、蓄積したデータから変化を見つけ、将来予測や、変状を早く正確に見つけ、対応するよといった文言が要領にあれば、ロボット技術がより積極的に使われるのではないか。

→最終的には事実に基づいた予測が出来るようになれば、予防保全や河川の維持管理の計画に役立てられると考えているが、現時点ではまだそのレベルにはない。各事象に対して専門家の意見を参考に深堀をし、事象に対して経験則を当てはめることができれば、予測につなげることができると考えている。その際、人工知能の使用も検討する必要があると考えている。仮説に対して一つずつ現象を当てはめていくことが大切であると考えている。

## 5. SIP 技術「舗装と盛土構造の点検・診断技術の開発」ーベトナムにおける社会実装の可能性調査ー

岐阜大学の八嶋厚より、資料 4 に基づき、舗装と盛土構造の点検・診断技術の、ベトナムにおける社会実装の可能性調査について説明があり、その後、SIP のサブ PD の若原氏より、以下のようなコメントがあった。

- ① SIP で出口戦略として国際展開を挙げているがなかなか難しく、八嶋先生が突破口を開いていただけて非常に喜ばしい。現在 SIP で、ベトナム、インドネシア、タイ、ミャンマーの 4 か国に対して、各国の発展レベルに合わせて大学を通じた技術交流を行っている。そのプログラムの中で、SIP 新技術がすぐに使われるところまで考えていなかったが、ここで具体的な技術が一つあがってきたのはありがたい。当初、まず日本で使われている技術でないと海外で受け入れられないのではないか、という意見と、携帯電話の例のように、海外の方が新しい技術を受け入れるのが早いのではないか、という 2 つの意見に分かれた。過去の日本の技術点検マニュアル等を海外で教え込むことから始める、ということを考えていた。八嶋先生の、新技術と点検要領をセットで向こうへ持っていく発想は新しく、面白いと思った。ぜひ頑張ってください。  
→ありがとうございます。

## 6. 閉会挨拶

八嶋（岐阜大学）より、閉会挨拶があった。

SIP サブ PD の若原さんからもお話があったが、国交省の道路局の国道防災課が主体で行っている「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会」、先程、安田さんからトンネルに関して推奨技術になったとお話があったが、橋梁の委員会では H29 年度に第三者被害予防措置のための点検ということで、全国の 270 橋梁が発注されるという動きもある。トンネルについては、まだ認証は受けていないが、できれば H30 年度に何件かの新たな技術が展開されるという非常に楽しみなところになっていると思う。

3 技術共、説明会で聞いていた技術だが、それ以降、皆様の努力によって更なる効率化・高度化が図られており非常にうれしく思った。例えば橋梁だと、前回からの進捗がどうかという話をしていただいた。知らなかったのだが、更に打音の装置まで現在開発を検討してみえるということであった。ただ、様々なものを入れると元々思っていた強みが弱くなってしまうこともあると思うので、取舍選択を行って素晴らしいシステムにしていきたい。どこでも何でも使える、近接目視・打音の代替を目指すという訳ではなく、自分たちでシナリオを考えて、当然採算が取れることも大切にしながら行っていただきたい。

説明会で聞いた技術がフィールド試験を経て、どのような状態になって、法的な点検要領とどのような整合性があり、どこへ向かっていくのかという議論が徐々に積み重ねられて、それぞれの技術が実際にどこかの場面で使われることを祈念している。本年度も報告会を、六郷先生を中心として続けていく。社会実装を進める大学関係者としても、皆様の貴重なご意見を反映させて、益々このプロジェクトを推進させていきたい。

以上