

SIP 維持管理技術の第 2 回説明会議事録

日時場所：平成 28 年 11 月 26 日(土)13 時～17 時, 工学部 101 教室

出席者(46 名):

【研究担当者】

六郷恵哲, 八嶋厚, 木下幸治, 内田裕市, 李富生, 森本博昭, 羽田野英明, 村田芳信, 苧谷敬三, 細江育男, 牧野徹, 古澤栄二

【MEネットワーク関係者等】

河合成司, 加藤一郎, 武山保徳, 宇藤直樹, 小林大, 中村政則, 鈴木真宏, 樋渡一輝, 乾敬彦, 太田均, 古田修, 天地大樹, 矢島賢治, 加藤波男

【説明者等】

梅津健司, 掛橋考夫, 玉置一清, 山下弘幸, 王林, 西江俊作, 福原誠, 鈴木清, 伊藤優美, 木下隆史

【SIP関係者等】

櫻井彰人, 大宮正毅, 鶴飼孝盛, 井上陽介, 田中徹政

【学生】

山本翔吾, 蓮池里菜, 武田和祥, 西尾亮人, 水谷美穂

議事録における氏名については敬称略にて表記し, 資料番号については岐阜大学 SIP 実装プロジェクト第 2 回説明会配布資料のものを表記する。なお, 全体会議の司会進行は, 木下が行った。

1. 説明会概要 (資料 1)

研究責任者の六郷より, 資料 1 に基づき, SIP 維持管理技術に関する開発者からの説明や意見交換にあたり, 以下のような SIP 維持管理技術の説明会の趣旨説明が行われた。

道路やトンネルを始めとするインフラが日本の社会を支えているが, それを利用する人の立場からすると末永く安全で快適であってほしい, それを管理していく立場の人からすると限られた予算のなかでより効率的な維持管理をしていきたい, 民間の維持管理分野の技術者の方にとっては, やりがいのある仕事, 携わった仕事が長持ちする, いい仕事をして社会から認められたいという気持ちがある。民間の企業の経営者の立場からすると, 継続的に仕事が続いていくことが大切である。維持管理の産業もその地域の活性化のための中心として役割を果たしてほしい。色々な立場で色々な要望があると思うが, これらを取り入れて, より一層の維持管理の仕事の制度や仕組みの改革, さらに国民の同意を得た上での予算の確保, 新技術の導入など, 色々な取り組みが必要である。新技術の導入では, 開発する側からすると, 良いものを作ったから使ってほしい。しかし, 地方のニーズがよくわからない。逆に, 岐阜県内の管理者からすると, 新技術の内容がわかりにくい, あるいはニーズをくみ取ってもらっ

ていない、というような色々な障害がある。

この SIP 実装プロジェクトでは、そのような点を整理して、地域としては岐阜県内を対象とし、SIP で開発された維持管理分野の新技术をはじめとする新技术をもっと効率よく、実際の維持管理の現場に導入する仕組みを一緒に考えていこうということが目的である。具体的には、SIP の数多くある技術の中から、面白そうで、使いたくなりそうなものを選定し、参加者に技術内容を理解していただくこと、またフィールド試験等も含め、わかったことを HP 上で公開し、最終的には岐阜県内の自治体等で実際に使っていただくことである。今回の説明会においては、3 件の技術について説明をいただき、岐阜県内の維持管理関係者がより理解を深め、維持管理者の立場から開発者に意見を伝え、相互に協力しながら新技术をより使いやすいものにすることを目標としている。

以上の趣旨説明の後、発表・質疑で 1 件あたり約 1 時間を予定していること、および今後の全体スケジュールの説明があった。MA とは、SIP の維持管理技術について、維持管理技術者の立場からアドバイスを述べる役割であり、本年度の説明会の対象としている 18 技術は、事前に MA のコアメンバーで選定した旨の説明があった。また、アピールシート・アドバイスシートはコアメンバーで製作したものであることと、記入方法について説明があった。取りまとめの際は、本会が新技术の使用を推進するという建設的な活動であることを念頭に、前向きに取りまとめることが示された。

2. 橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステムの創生の紹介（資料 2）

梅津健司より、資料 2 に基づき、「橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステムの創生」についての説明がなされた。説明終了後の質疑については、別紙-1 に示す。

3. 多点傾斜変位と土壌水分の常時監視による斜面崩壊早期警報システムの紹介（資料 3）

王林より、資料 3 に基づき、「多点傾斜変位と土壌水分の常時監視による斜面崩壊早期警報システム」についての説明がなされた。説明終了後の質疑については、別紙-2 に示す。

4. 大型除草機械によるモグラ（小動物）穴の面的検出システムの紹介（資料 4）

鈴木清より、資料 4 に基づき、「大型除草機械によるモグラ（小動物）穴の面的検出システム」についての説明がなされた。説明終了後の質疑については、別紙-3 に示す。

5. 全体討議

3 技術の説明後に行われた全体質疑応答については、別紙-4 に示す。

6. 説明会講評

八嶋より、以下のような SIP 維持管理技術の第 2 回説明会講評と閉会の挨拶があった。

点検要領の変更、公共調達の話があった。数年前に点検等に関する発注方式等について国交省が仕組みづくりを行ったが、うまく機能していないと聞いている。点検要領は、本来、性能規定とすべきであると考えている。点検要領自体を変えることは難しいが、発注方式を変えることはそこまで難しくないと考えている。いずれにしろ、新しい技術を適用する際、発注者がどの程度まで追加費用を投入できるのかを、十分吟味する必要があると思う。

最初に梅津さんにご紹介いただいた技術は、高度化というより効率化という面での新技術である。既存技術と組み合わせることにより、より良い維持管理ができるのではないかと感じた。

点検機器の要求される精度は、構造物の機能や性能に、その精度がどのように影響するかによって決まる。精度に基づいて、その機器のコストが検討されるべきであり、管理者がどのような精度を求めているかをしっかり提示して機器精度を提示していく必要がある。精度は、また構造物の重要性に基づいて規定されるべきだと考える。研究開発と実運用に対して、常に管理者の要求事項を明確に把握していくことが今後とも重要であると考えている。

他の 2 つの発表にも関連するが、モニタリングはできるが、データベース化して解析することが非常に難しいということを経験した。この組み合わせが重要であり、データをただ蓄積するだけではなく活用をどのように行っていくかは、管理者のニーズに基づくものだと思っている。

王さんの発表は、このセンサー技術の良い面ばかりを紹介された。しかしながら、社会実装を促進するためには、技術の苦手な面も明確に示された方が、管理者も適用範囲を特定でき採用しやすいように思う。従前の技術といかに組み合わせるか、組み合わせることによるコスト増をいかに説明できるのかをぜひ考えて頂きたい。専門家が現場に行ったときに、どの領域で、どの地点で個別にセンシングすべきか、これまでの実測例に基づいて知見をお示し頂きたい。なにもノウハウを持っていないものが、でてきたデータのみから判断する場合と経験者の判断とを比較していただきたいと感じた。

河川管理者は、平常時の点検で堤防の危険箇所を絞り込みたいと考えている。除草作業を行った時に、精度よくモグラ穴の検出できれば、こんなにいいことはない。鈴木さんの説明された技術は、そのニーズに的確に合致しており、有効な技術であると思った。

前回の会議でもそうであったが、発注者がどこまでのコストを許容できるのか、そのコストに対して、どんないいことがあるのか、それが短期的に一つの点検だけで活

躍しないとしても、それを継続することによって、私たちが将来点検のノウハウや診断のノウハウを増やすことができる等の副次的なものに対して、行政が果たして対応してくれるかどうか、このようなことを管理者に対して、声高く申し上げ続ける必要があるのではないかと考える。

点検要領が出てきても、その要領は殆ど仕様規定になっている。そうではなく、各構造物が有する要求性能を明らかにし、それに基づいて性能を評価する点検、診断であれば、いかなるものでもいい、どのようなモニタリングの時期がいつかやってくると望んでいる。

以上

橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステムの創生
(説明者:梅津健司)に関する質疑応答・意見

システムの性能, 使用に関して

- ① 常時ではなく、年に1, 2回持ち込んでの定期のモニタリングということで、5年に1回の定期点検の間を補う技術として、また橋梁点検車等を使わないので経済的である点で有効と感じた。定期のモニタリングシステムということだが、経年劣化ではなく活荷重による瞬間的なひび割れの動きを見ることはできるのか。動画等で、後で確認する手法という意味なのか。
→フィールド試験において、コンクリート梁に荷重をかけた際のひび割れの開口の状況を確認している。接近した距離で、0.05mm 単位でひび割れの開口が検知できたため、モニタリングに使えると判断しており、現場でもそのように使ってもらえればと考えている。
- ② クラックスケールはシャープな線になるが、ひび割れがぼやけて映ることもあるのではないのか。
→写真によっては、ひび割れがぼやけるといより、幅が少し広がるので、人によって0.05mm くらいの差は出る。
- ③ 倍率を 30 倍にした根拠はなにか。もう少し倍率を大きくできれば、問題として挙げている観測範囲の制限等をカバーできると思うのだがどうか。
→採用しているカメラの仕様が光学ズーム 30 倍だからであり、100 倍が出れば、使っていきたい。また、橋梁において、支間長が 30m 程度とすると、桁端部から中心部まで撮ることを目標とした時、20m 先で 0.1mm 程度の認識ができれば良く、それであれば 30 倍で十分だろうという判断である。デジタルズームであると画質が荒くなるため、光学で行っている。
- ④ 現状で実用化されているポールカメラの高級な代替品というイメージを持った。ひび割れ幅が 0.1mm や 0.2mm というのは、国交省管轄の橋梁定期点検要領に基づいていると思うが、道路橋定期点検要領を読むと、ひび割れ幅は定性的な表現となっている。その意味において、ここまで高級でなくても、性能がもう少し低くても手ごろなものの方が、需要があるのではないかと感じた。配布資料に示された対象までの距離と視認可能なひび割れ幅のグラフについて、視認の定義は何か。
→このフィールド試験の際に、点検ロボットカメラを用い画面上で計測したひび割れ幅と、現場で人が計測したもので整合が取れたものを黒丸で示している。人が現場でスケールを当てて測るものを、タブレット内にスケールを表示させることで代替している。ピクセルによる話ではなく、あくまでもアナログである。
- ⑤ カメラとスキャナーの使い分けはどうしているのか。
→奥行き方向に損傷がある場合は3次元のデジカメやスキャナーが有利かと思う。3次元のモバイルスキャナーは1~4mと距離制限があるので、その距離内であれば色と3次元データを得られる。スキャナーで取れる部分はスキャナーで、5m 以上離れるとスキャナー自体が届かないためカメラという、距離での使い分けを考えている。
- ⑥ 実際に跨線橋等の桁端部を検査するときには足場を組む等大変だが、高所型のカメラを使えば非常に有効と感じた。高所型を設置する時、地面がでこぼこしているところでも大丈夫か。また、JR 等でも柄の長いものを、架線の下に立てて調査することができるのか。
→3本の足で成り立っており、足毎に長さを変えられるため、でこぼこしている所も、斜めにな

っている所も問題ない。柄の長いものを使用できるかは確認しなければわからない。ポールの素材は、下側がアルミ、上側がカーボンなので、JR などの高電圧架線のある場所では通電する可能性があり、場所によっては使えないかもしれない。現在、JR で1台評価するという
ことで使ってもらっており、線路外から使用できないかをやってもらっている。

- ⑦ 進行性のあるものに非常に有効だと思ったが、フィールド対象で示された橋梁を選定した理由は何か。

→国交省からの「桁端部及び支承部など人が近接しにくいところのモニタリング」という題目での募集であった。桁端部の遊間が 2cm しかなく、発泡スチロールも詰まっておきカメラが挿入できる隙間がなかったため、支承の裏側から撮影した。

今後の展望等

- ① 高欄に設置した時に、橋軸直角方向を見るのが不得意とのことだが、試作はしているとの説明であった。将来的に橋軸直角方向にも移動できるような仕組みを開発されるのか。

→水平ポール型も試してみたが、高欄から下ろすと片持ち状態になり揺れ、撮影画像が安定しにくいことが分かり、その問題について検討している。幅員 12m 程度としたとき、6m 程度片持ち梁の状況になるため、製品自体が大きくなり、撓みが大きい等の問題が発生しており試作で止まっている状況である。本製品のコンセプト(1人で運搬、5 分程度で設置、観測が可能)から外れるので、試作では作ったものという状況である。

- ② 橋軸直角方向にも行き来するような仕組みについて、今のスペックでは地方自治体の点検にはオーバースペックな気がするので、スペックを落として重量を減らすことはできないか。

→搭載するカメラを交換することはそれほど難しくないので、商品のラインナップとしては考えられる。

- ③ カメラをポールユニット以外、例えばドローン等との組み合わせについて、今後の開発の展開等があれば教えてほしい。

→ドローンとの話はあり、ドローンの専門家と協議したことがある。高画質な画像を無線で受け取っており、それがドローンでできるか、また重量的にも電池込みで 1.5kg と重いので、現時点ではドローンで運搬することは難しいと考えている。

- ④ タブレットの使い勝手等、点検者が使いたくなる技術と感じた。橋梁だけでなく、道路施設で使われた例はあるか。

→砂防ダム(静岡の関東地整)には使っている論文が出ている。夜間の高速道路において、LED ライトの照射により標識のさびやボルトの緩みについては確認できた。NEXCO の高速道路の防音壁のボルトの緩みの点検にも利用された。

多点傾斜変位と土壤水分の常時監視による斜面崩壊早期警報システム

(説明者：王) に対する質疑応答・意見

斜面崩壊早期警報システムについて

- ① センサー部は電池電源なのか。一日何回も通信するとすぐに無くなる気がするが、交換頻度はどれくらいなのか。
→通信頻度は10分間に1回、SDカードに記録を書き込む。1年間もつので1年ごとに交換が必要である。SIP 検証現場で設置した66機の場合には、電池交換・メンテナンス含めて4人で2日程度必要である。
- ② 測定事例があまり多くないと思うが、警報が発生するレベルに達してから崩壊するまでの時間が、地質、崩壊の形態によって違いは現れているのか。
→発注者や現場毎に崩壊の基準を設けている。国の基準はないので、現時点でははっきりとは決められない。
- ③ 斜面の傾斜を感知するということだが、地盤の沈下もこのセンサーでわかるのか。たとえばトンネル施工時に、上面の沈下を面的に感知することは可能なのか。
→鉄道の路線において、沈下しているかどうかの検証が海外では行われている。技術的には可能である。
- ④ システムや機器を提供するのか、他社に貴社がデータ取得を依頼するのか。
→どちらのパターンも行う。
- ⑤ ネットワークを繋いでデータを構築することになると思うが、データを収集、解析を行うところまで含めて提供するのか。
→一括での技術提供、機器のリースも両方行っている。
- ⑥ センサーの設置の場所は、斜面の上側と下側が主となるのか。
→中間は平行に動きやすい。地滑りのパターンも面的にみることで分かる。

多点傾斜変位と土壤水分の常時監視などについて

- ① 土壤水分計の有効性の詳しい説明が聞きたい。
→水分量が上がれば崩れるとは限らない。雨との相関性はない。水分の上昇と斜面の変位との関係は明確ではない。そのため、警報として使われていない。
- ② いつ崩れるかわからない斜面に、人が設置しに行くのは危険だと思うが、他に何かでデータを得て安全を確保した上で設置を行っているのか。端部に先行設置してモニタリングしながら等が考えられる。
→安全を裏付けるデータがあるわけではなく危険はあるが、安全管理を行いながら設置する。素人が行うわけではない。モニタリングしながら行うこともない。
- ③ 向かいの山からモニタリングする方法などに比べてどうか。
→精度・コストの問題である。本技術のセンサーは、斜面表層の傾斜を計測している。
- ④ L型鋼を差し込むとのことだが、地質やすべり面の高さ、状況によって長さ等を変えるのか。
→SIPの専門家からの意見も頂いているが、決まりはない。本技術では1m程度としている。

- ⑤ クリープについてのお話があったが、もう一度説明してほしい。
→横軸は崩壊するまでにかかった時間である。クリープが安定化してきて崩壊しないものについては、時間がかかるので直線上に乗らず、グラフに示した範囲外となる。

大型除草機械によるモグラ(小動物)穴の面的検出システム
(説明者:鈴木清)に関する質疑応答・意見

検出対象・検出速度について

- ① 亀裂の検出が△だった理由は何か。○になる見通しはあるのか。
→亀裂に関しては、長さが m のレベルで、幅が cm のレベルであれば検出できるが、1cm 以下の幅になると点群の点間隔が 5~6mm なので検出しきれない可能性がある。画像での補完も考えている。
- ② 堤防の点検の中で、空洞も一緒に検知できたらと思うがどうか。
→現在はレーザースキャナーとカメラという当社が得意とする技術で行っている。空洞を検知する電磁波センサーも、ビジネスパートナーとして得意な企業と提携できれば取り入れることはできると思う。
- ③ 計測機が一度にサンプリングできる幅はどれほどか。
→除草機が 1.8m の幅で刈るため、その幅に合わせている。レーザースキャナーでは、180度の範囲でサンプリングしているが、周辺部分は密度が薄くなるため、除外している。
- ④ 除草機自体が多機能化している技術であり、計測機自体も多機能化できると良いと思う。そうすることで、舗装に対しても適用できると思うがどうか。
→舗装に対しても、本技術で適応可能である。ひび割れは写真になると思うが、轍や縦断の凹凸等は測定可能である。
- ⑤ 舗装を点検することになった際の速度はどの程度か。
→車線に出るときは普通に車が走る速度で問題ない。除草機は時速 3km で走っているの、速度が速くなる場合には、高密度レーザーに付け替えるなどで対策は可能である。

今後の発展について

- ① データの容量 120GB ということだが、データの圧縮等の後作業を考えているか。
→データは、100GB はそんなに大きくないと思っているが、圧縮に時間がかからないのであれば取り入れていきたい。
- ② 除草方法が色々ある中で、本技術で代替しようとしているのは比率的には半分程度だが、代替対象でない部分でも使用できる計測のみの専用機は考えているか。
→全てを大型除草機に変えることは不可能であるが、理論上 73%は可能と考えている。肩掛け式の除草機でしか作業できない所があるので、100%は最初から考えていない。コストを考え、今動いているものにつけることが一番良いという発想のものである。専用機を作成することは、技術的には可能である。
- ③ マーキングしてくれる仕組みを取り入れてはどうか。
→システムの3D空間上へのマーキングは、まさに今開発中である。
- ④ 法面角度 1:2 まで対応できれば自治体管理のものも本技術で対応できるのではないか。法面の角度について、計測機は傾いても問題ない。除草機の機能向上に期待したい。

他企業との連携について

- ① 測量業者との連携がしっかり取れれば、しっかりとした図面が出来上がるのではないかと。
→変状を見つける目的で提案しているが、空間情報を把握し、地図を作るというつもりで行っている。それを利用し、既にある図面と照らし合わせて複合解析等にも利用可能である。
- ② 除草機製造企業とコラボレーションしているというのは、その除草機の機能の面か。
→取り付けに 1~2 時間程度かかるが、軸から直接取り付けられるような設計にし、取り付け時間の短縮、振動を軽減できないかという面でコラボレーションしている。電源もコンセントプラグを取り付け、除草機のコントローラーに計測器の開始、停止ボタンをつけるなどして、一体化を目指している。

その他

- ① 堤防の 3 次元データを得てという壮大な印象だが、表題を“モグラ”というニッチなものとした意図はあるのか。
→MMS(モバイルマッピングシステム)への対抗として開発したため、当時 MMS ができなかったモグラ穴の発見を推している。
- ② モグラ穴がどの程度実際には危険かについての事例があると分かりやすいのではないかと。
→モグラ穴は、堤防の表と裏の“みずみち”になる可能性があり、その兆しを把握するためのシステムである。鬼怒川の破堤は越水によるものあり、“みずみち”によるものではないが、計画の高さと比べて低い所を探す点では本システムを使用することはできるかと思われる。
- ③ モグラにやられているが、捕まえる、駆除するということは可能なのか。マーキングするときにモグラが嫌いなものを混ぜればどうだろうか。
→本技術は、点検を目的としている。

全体討議

- ① 点検要領の記述をこうしてくれたらもっとやりやすくなるのに等，国や県の基準自体をもっとこうしてほしいなどの意見があれば述べていただきたい。
- 堤防点検要領には既に新しい技術を使っていいという記述があるためやりやすい。
更に合理的に記述してもらえるように働きかける。
 - 要領の改定案を提案することは考えている。
 - 現状の要領を厳しくしてとは言えるが，逆にもう少し緩くしてくれとはなかなか言いづらい。
 - 本来は性能照査，結果が満足できれば工法はなんでも良いというのが理想だと言われているが，誰がそれを満足していると決めるのかという問題がある。

なお，全体討議では，個別技術に対する質疑もあり，それについては個別の技術の質疑・応答に記載した。