

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート整理結果

平成 29 年 1 月 23 日

研究開発の技術名称（研究責任者）

橋梁・トンネル点検用打音検査飛行ロボットシステムの研究開発（西沢 俊広）

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会（2016/12/07）における参加者の立場

- MA（メンテナンスアドバイザー）：自由に意見を述べアドバイスシートに記入：9人
 - オブザーバー：制約はあるが、意見を述べ、アドバイスシートに記入：3人
 - 聴講者：意見を述べず、アドバイスシートにも記入しない：0人
- （合計 12人）

以下、MAの回答を（→）で、オブザーバーの回答を（⇒）で表記する。

1. 実業務への適用範囲

- 提案されている技術のみで、実業務に適用できると思う。3人
- 既存技術の一部を補完する要素技術として適用できると思う。4人
→高所作業車両を大型→小型、小型→脚立、で経費の縮減が可能
- 他の要素技術や既存技術との組合せによって利用の可能性は広がると思う。5人
- その他（ ）

2. 提案技術の利用についての実務面からの印象

- 積極的に利用したいと思う。5人
→打音検査飛行ロボットシステムの完成度は明確ではないため、現時点での実務面への導入は困難であると考え。しかし、ポール打検機は簡便なシステムであり点検支援機器として利用できる可能性が高い。
→現在の道具の延長：既存の柄の長いハンマーを、柄の部分7m長くした。このような改良に伴い以下の機能が追加された。
 - ・ハンマーの打撃部分が作業者の手から遠くなったので叩き難くなった。打撃を補完するためにピストン機構の振動を追加した。
 - ・作業者の耳から打撃箇所が遠くなり聴音で確認し難くなった。聴音を補完するために打撃部にマイクを取り付けた。
 - ・作業者の目から打撃箇所が遠くなり直接目視をし難くなった。目視を補完するために打撃部に接近カメラを取り付けた。
- 試用してみないと利点が明らかにならないから。苦渋作業が減る可能性がある。
- 発注者からの指示であれば利用する。4人
→音により健全度、危険度がどこまで判別できるか今後のディープラーニングの成果に期待。
→実際に叩きおとしはできないか。（多分できない。）
⇒打音の力の加減。手に伝わる振動。

【開発者からの補足】打音検査は一定の力による打音データの「音の大きさ」「音の高さ」

「音色」について判別することで進めたいと考えています。また、データベース化においても一定の力による打音データとして蓄積を考えています。「手に伝わる振動」は軽量化の方向からは困難ではないかと推察します。

□ 使えない（使いたくない）と思う。1人

→軽量化への改良。金額面で実用は難しい。点検は、打音だけでなくひび割れなども必要。

3. 提案技術が優れていると思った項目

既存技術に比べて、提案技術が優れていると思われる項目、機能等

→人間の耳と機械による分析で診断エラーを防止できる。

→人が判断する打音を機械でやる点が優れている。個人差が無くなり、信頼性が高くなると思う。

→ディープラーニングが進めば、人によらず定量的な評価が可能。点検員が現場で、耳で聴く機能がある。

→打音の周波数分析による変状検知支援機能。

→打音を自動解析するソフトを追加した。

- ・打音での判別は経験による定量化が難しい。打音データをクラウドにのせ、ディープラーニングで自動解析機能を付加することで点検技術者のスキルのばらつきを小さくして、点検精度と点検効率の向上を期待したい。

→単純明快で、だれにでも道具として使えると思われる。

→劣化の判断基準にできるところ。

→ポール打検機。打音検査のデジタル化。

⇒発想

4. 提案技術への改良提案

岐阜県内での実装に際して、充実させて頂きたい項目、機能等

→安価で利用できる販売をして欲しい。複数の機械を同時に機械的装置等によって稼働させて点検をスピードアップする。

→分析技術を高めて欲しい。

→上面の打音時防護。濁音箇所のマーキング機能（チョークは横向きではなく、打音面向きの方がよい。床版下面のチョーキングができない）。位置の特定（デジタル的に）。

→ポール打検機の打音位置特定機能を搭載してほしい。現状の目視による打音位置確認方法では、正確な位置確認ができないケースも多く出てくるのが予想される。

→GNSSによる座標の取得：橋梁の位置を岐阜県が整備している「県域統合 GIS」に載せたい。

- ・計測場所は橋梁上面の下流側の左岸及び右岸の二か所。トンネルは両坑口の北側端点
- ・調査済み箇所を GIS に載せて「見える化」を図りたい。

→打突力が小さいように思う。空洞の状況に応じて、打突エネルギーを大きくできないか。故障した際、対応が取りやすい装置であることが重要。

→部分取替などによるひび割れ（幅、長さ）の抽出、マーキングの追加。

→清音・濁音の識別機能

⇒打音の強弱。打音のヘッド部の首の調整（桁下、橋面の下）。打音時のコンクリートの剥落に対して、調査員の安全性。

【開発者からの補足】打音検査は一定の力による打音データの「音の大きさ」「音の高さ」「音色」について判別することで進めたいと考えています。

5. 提案技術の別な用途での利用提案

開発意図とは異なる方面での利活用ができると思われる項目等

- 法面（吹付コンクリート）道路構造物（擁壁など）または新設構造物の供用前の初期点検
- 橋梁，トンネルに限らず，建物外壁など他の構造物の打音点検に利用が可能と考える。
- 高い場所にあるコンクリート吹きつけ面，コンクリート擁壁面での，コンクリートの浮きの打音調査。
- 内部が道路のボックスカルバートなどの簡易点検（剥落防止）。
- ⇒トンネル，ボックスカルバートなどの点検配。

6. 提案技術と他の新技術との組み合わせの提案

実装に際して他の技術と組み合わせると，更に使いたくなると思うこと等

- 剥落箇所を特定するためのスクリーニングという使い方であれば，サーモ技術と組み合わせることで，より精度が高まり，また効率化も図れるのではないのでしょうか。
- ひび割れ自動抽出技術。

7. 提案技術に対する技術的発展の期待度

本技術提案は，インフラ維持管理・更新・マネジメント技術として，システム化されたインフラマネジメントを構築でき，インフラの事故を未然に防ぎ，維持管理やメンテナンスの負担軽減を図ることが期待できますか。

大いに期待できると思う。4人

- 既存の道具＝打撃ハンマーの改良研究と理解しました。
- 打音機による打音検査のデジタル化は，作業の効率化と精度向上が図れて画期的だと思う。（技術力がなくても誰でも検査できる）トンネル清掃車のように，打音機を10個程度アームに取り付けて広い範囲を迅速に点検できると良い。

改良等を行なえば期待できると思う。7人

- 単なる打音だけでなく，カメラ機能までであれば（自動診断データベース解析はなし）すぐに使用できるのではないか。（自動診断データベース解析は数年後の将来目標とする）
- 他技術との組み合わせ。どこに使うものか対象のしぼり込み。スクリーニング，点検，診断の何に活用するか。
- 点検車でも手の届かない箇所があるため（床版下面など）有効な技術と考えられる。（あとは費用の問題，軽量化の問題など）
- 飛行ロボットシステムについては現時点での実務面への導入は困難と考えるが，ポール打検機は簡便で取り扱いも簡易な機器であることから，点検支援機器としての実用性は比較的高いと考える。

→叩いた位置が半自動で記録できるようになっていないと、省力化が図れないと思う。

⇒コンクリートの強度や厚さによって打音の強弱が必要と思う。電源ケーブルやヘッドフォンのケーブルをポール内に内蔵。マーキング（どこで打音したか）高所作業車での作業、機器の落下防止の機能が必要。

【開発者からのコメント】打音検査は一定の力による打音データの「音の大きさ」「音の高さ」「音色」について判別することで進めたいと考えています。

□ 本日の説明だけでは、期待できないと思う。0人

8. その他（自由な意見を記入してください）

→打音の分析技術を高めて、剥落の時期を予測できるようになると、たたき点検の対象時期や範囲を決めることが可能になります。高架橋や長大橋のコンクリート面に特化して研究を進められたらどうでしょうか。浜名湖近くのPC橋（国道）のような事例で利用したらどうか。

→打撃音の解析：他社の技術と組んでみてはいかがか。

- ・ディープラーニングの開発に遅れがあるとのことなので他社の技術と共同開発してはいかがか。
- ・打音の自動解析ソフトの開発が本研究の重要なセグメントと考えています。

→画像による3D連続画像の作成を他社の技術を採用してはいかがか。

- ・画像から3D連続画像の作成する研究は他の研究で進められており、本SIPでも既に発表がされています。打音計測結果の異常個所の確定と位置の「見える化」に必要な橋梁の3D画像を作成する要求は強いと考えるので提案をします。

→点検飛行ロボットの研究が進むことを望みます。

⇒ポールの軽量化と長大時のポールのしなり。ポールの伸縮（高さを変化させる度にポールの伸縮が必要）

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート整理結果

平成 29 年 1 月 14 日

研究開発の技術名称（研究責任者）

ALB（航空レーザ測深機）による洗堀状況の把握（坂下裕明）

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会（2016/12/07）における参加者の立場

MA（メンテナンスアドバイザー）：自由に意見を述べ、アドバイスシートに記入する。
（9 人）

オブザーバー：制約はあるが、意見を述べ、アドバイスシートに記入する。（3 人）

聴講者：意見を述べず、アドバイスシートにも記入しない。（0 人）

合計：12 人

以下、MA の回答を（→）で、オブザーバーの回答を（⇒）で表記する。

1. 実業務への適用範囲

- 提案されている技術のみで、実業務に適用できると思う。（9 人）
→既存の航空レーザ技術を発展させたもの。
- 既存技術の一部を補完する要素技術として適用できると思う。（3 人）
- 他の要素技術や既存技術との組合せによって利用の可能性は広がると思う。（0 人）
- その他（0 人）

2. 提案技術の利用についての実務面からの印象

- 積極的に利用したいと思う。（5 人）
理由
→完成している技術の応用例であり、信頼性があると思う。
→コストは気になるが…
→既に確立されている。完成度が高い。
→岐阜県の河川は中流部・上流部が多いので水深が浅く青色レーザの透過範囲内にあり、洗堀形状を計測が可能と考える。
→精度と効率に優れていると感じたから。
- 発注者からの指示であれば利用する。（4 人）
理由
⇒河川内の植物はどうなるのか。
→橋脚の洗堀状況のモニタリングに特定した点検システムとしてはコスト的に不安がある。
しかし、本システムは、橋脚、堤防、河床変動など河川の保全・防災のための総合的維持管理手法としての活用が期待できる。
- 使えない（使いたくない）と思う。（0 人）
- 未選択（2 人）
理由
⇒本来の技術に対する意見ではないが、次のような「関連意見」があったので、参考とし

て記載する。「維持管理者としては、流量観測のデータは、常に余裕を持った大きめに出た方がよいと考えているのではないだろうか。」

□ 未回答 (1 人)

3. 提案技術が優れていると思った項目

- 既存技術に比べて、提案技術が優れていると思われる項目、機能等
- 浅い部分も計測できる。
 - 広範囲に早くデータが入手できる。
 - 河川のデータが少なすぎるので、もっと正確な平面データ等が欲しいと思っており、このシステムだとそのようなデータが入手できる。
 - 短時間で水中部内の状況が把握できる点。
 - 近赤外線レーザと緑レーザを併用した ALB による川床地形計測およびデータ解析・可視化技術。
 - 堤内から堤防・堤外・河道まで連続的に計測が出来ること。洗掘の調査だけでなく、河川全体の管理に使用できる。
 - 河川（河床）の変化をモニタリングできるようになるので、利用価値が高い。橋脚等の洗掘に限らず、ニーズは多いと思う。

4. 提案技術への改良提案

- 岐阜県内での実装に際して、充実させて頂きたい項目、機能等
- 中流域で活用できないか。
 - 提供できるサービスのメニューと費用を示してほしい。
 - 回転翼の機体に搭載
 - ・岐阜県の河川の多くは中山間部に位置し川幅も下流に比べて狭い。
 - ・固定翼では飛行コースの設定に計測が困難な場所があると思われますので、回転翼機に搭載が出来るようにレーザ部の小型化を期待しています。
 - 回転翼で利用できると良い。それにより、上流・中流域に存在する下部工を調べるのに適した仕様になる。価格が安すぎず、高すぎずになると良い。

5. 提案技術の別な用途での利用提案

- 開発意図とは異なる方面での利活用ができると思われる項目等
- 洗掘にこだわらず、河床全体の計測ができるのではないか。
 - 最近、雨の降り方が変わり、局所的に洪水が発生して、河道の変化が激しい。河道を効率的に管理するための基礎データとして活用できると思う。（洗掘だけではもったいない）
 - 河川管理。（【開発者コメント】ご提案ありがとうございます。ALB は元々、海洋計測用に開発された機材です。弊社はこれを河川の計測にも応用し、河川全体の維持管理に適用することを考えて、これまで国交省の研究公募や SIP プロジェクトを対応してきました。今回は SIP プロジェクトの結果が中心となったため、洗掘に関する内容が主となりましたが、元々は ALB により河川の流域を計測した結果から、洗掘状況も把握できたという経緯となっ

ておりますので、この点、補足させていただきます。)

→ダム堆積土砂、港湾内航路水深などの維持管理への活用が考えられる。

→国直轄河川の管理：国が直轄管理している河川管理に有効だと考えます。

- ・木曾川の 30 数 km 付近の河道状況，下流部にあるケレップ水制の洗掘状況
- ・漁業関係者等の河川の利用状況の調査が可能だと考えます。

→河道部の利用状況を調査するためには、下記の手続きと手順が必要ですが、航空レーザ計測はこの手続きを省略できる利点があります。

- ①事前に漁業関係対象者の事前調査と調査実施の了解のとりつけ
 - ②漁業関係者を通じた調査船の手配と調査日の事前連絡
 - ③調査当日の調査船の安全確保と第三者の通行安全確保
- ※干潮の時間帯での計測なら水底まで透過は可能と考えます。

6. 提案技術と他の新技術との組み合わせの提案

実装に際して他の技術と組み合わせると、更に使いたくなると思うこと等

→データを何に活用するのかソフト面の開発が必要だと思う。

7. 提案技術に対する技術的発展の期待度

本技術提案は、インフラ維持管理・更新・マネジメント技術として、システム化されたインフラマネジメントを構築でき、インフラの事故を未然に防ぎ、維持管理やメンテナンスの負担軽減を図ることが期待できますか。

- 大いに期待できると思う。(8人)

期待できる項目

→定期的な測定により深さの変化が把握できる。

→河道のリアルタイムな管理。

→洗掘に限らず活用できそうな技術。

→河川(構造物を含む)、港湾、ダムなどの総合的維持管理手法としての活用が期待できる。

→橋梁のインフラメンテナンス限定ではない。河川全体を取扱う計測技術として開発したものを、橋梁の橋脚部の洗掘計測に適用という理解と考えます。

→従来の方法より、優れている点が多いと思う。これがあたり前になると、新しい活用アイデアが生まれてくるのではないか。

- 改良等を行えば期待できると思う。(2人)

改良が必要と思われる項目

→橋梁の洗掘対策によい。(河床低下の危険性のある橋脚のモニタリング用)

→ドローンに載せられるよう小型化できると良い。

→橋脚1基あたりの飛行経路や撮影箇所をパターン化し、操縦も自動化できると洗掘調査のフォーマットが出来て良い。

- 本日の説明だけでは、期待できないと思う。(0人)

- 未選択(2人)

8. その他（自由な意見を記入してください）

→河川の上流域，中流域にも早く対応していただけると嬉しい。

→緑色レーザは非常に高価な計測機器ですので，現場での計測費用は高額になってしまうと思われます。県が管理する河川の橋脚で使用したい需要は現状では無いと思われます。

→例えば，河川護岸（路側）の洗掘調査に適した仕様もあると助かる。

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート整理結果

平成 29 年 1 月 23 日

研究開発の技術名称（研究責任者）

高精度かつ高効率で人工構造物の経年変位をモニタリングする技術（村田 稔）

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会（2016/1/7）における参加者の立場

MA（メンテナンスアドバイザー）：自由に意見を述べ、アドバイスシートに記入する。
8 人

オブザーバー：制約はあるが、意見を述べ、アドバイスシートに記入する。
3 人

聴講者：意見を述べず、アドバイスシートにも記入しない。

合計 11 人

以下、MA の回答を（→）で、オブザーバーの回答を（⇒）で表記する。

1. 実業務への適用範囲

- 提案されている技術のみで、実業務に適用できると思う。（5 人）
- 既存技術の一部を補完する要素技術として適用できると思う。（4 人）
- 他の要素技術や既存技術との組合せによって利用の可能性は広がると思う。（2 人）
- その他（ ）

2. 提案技術の利用についての実務面からの印象

- 積極的に利用したいと思う。（4 人）
 - 変形が懸念される地形でのモニタリングでも使用可能では。
 - スクリーニングや災害時の事前事後把握など。
 - 研究者は使用方法について下記の提示をされています。
 - ① 繰り返しの定点観測で変位量と変位範囲の変化を過去から将来へ蓄積する。
 - ② 変位箇所の有無を広い範囲から抽出する：スクリーニング
 - ・5 年間、10 年間の差分をとることで変位量の大きい箇所を抽出し、インフラメンテナンスに関係する箇所に対して詳細な調査手法で精緻な調査を行う。
 - これまでに提供されたことのないデータ群になると思われる。河川災害の前後の変化など、利活用方法を検討したいから。
- 発注者からの指示であれば利用する。（5 人）
 - 人工構造物の変位モニタリングによる危険予知・変位検知システムとしての活用が期待できる。
 - 定期点検及び健全度評価の支援というよりも異常・変状の早期発見のための監視システムとの位置づけが適切と考える。
 - ⇒ミリ単位精度で比較できるということあったが、全国分の過去データはあるのか。
 - ⇒時間、緊急時の場合にどれくらいで結果が提示できるのか。
 - ⇒高効率で人工構造物の経年変位も把握できること。

→局所的ではなく、面的・マクロ的な観測に向くように思われる。

□ 使えない（使いたくない）と思う。(0人)

3. 提案技術が優れていると思った項目

既存技術に比べて、提案技術が優れていると思われる項目、機能等

→広範囲の人工構造物を安価にモニタリングできる点が素晴らしい。(2人)

→SAR 計測データの処理、解析技術に独自性がある。

→過去から評価できる。

- ・調査の起点を事案発生時より以前にすることが可能。通常の調査技術は事案が発生した以降から計測を開始するが、この手法は過去に撮影したデータがある限り、過去の撮影時点を起点とすることができる。

- ・事案が発生するまでの変化のプロセスも確認することができる。

- ・衛星データは有償で購入し、解析で結果を出せるので現場負担が無い。

→条件さえ揃えば、どこにでも利用できると思われる。ゆっくりした変位も把握できるかもしれない。

⇒宇宙から一気に情報収集が可能なこと。

⇒経年変位の精度レベルが高い点。

4. 提案技術への改良提案

岐阜県内での実装に際して、充実させて頂きたい項目、機能等

→説明の中での例は、①事故が起こった橋梁を後から分析。②変化が予期可能な地盤沈下。一方、橋梁点検の法面モニタを広域スクリーニングに用いるとすると、無数の橋梁、盛土や法面を対象とせざるを得ず、「スクリーニングのスクリーニング」が必要となってしまうのでは。

→レスポンスを早くする。

→提供できる計測処理技術のメニューと費用の提示。

→計測点で囲んだ区域（橋梁、ダム、河川堤防、危険斜面など）の変形、移動方向などを把握できるような機能の開発。

→精度の向上

- ・説明の事例では 3mメッシュ当たり 1 点の解像度です。これでは変状が発生しても取りこぼす、若しくは不鮮明な結果になります。解像度の向上がないと、使用が困難だと思いません。

【開発者のコメント】現在、主として使用している衛星画像の分解能（解像度）が 3m です。衛星と対象点までの直距離の変位（mm/年など）は 3m×3m エリアの局所的な反射高度分布を加味した平均変位となります。従って、盛土の上に建てられた建造物上に対象点がある場合には、水平位置精度は 3m 程度ですが、3m 四方エリアの平均的な直距離の変位は、ミリの精度で求めることができます。

→GIS に載せるデータ

- ・高盛土の位置はデータベース化ができています。この部分だけ 5 年 10 年ピッチの差分を

求めて図として県域統合 GIS に載せたい。

→利活用しやすい索引（GIS との連動）

5. 提案技術の別な用途での利用提案

開発意図とは異なる方面での利活用ができると思われる項目等

→各種構造物，地表面，火山など幅広い対象物の長期変形モニタリング，危険予知システムとして活用できる。

⇒ミリ単位で計測できるのなら，舗装の亀裂などを観測できるのでは。

6. 提案技術と他の新技術との組み合わせの提案

実装に際して他の技術と組み合わせると，更に使いたくなると思うこと等

→モニタリング技術としては使えるが，何を見るのかが自分としてもわからない。

→データ（変位）を，施設管理者や調査研究，商品開発者に低コストで提供する仕組み。

7. 提案技術に対する技術的発展の期待度

本技術提案は，インフラ維持管理・更新・マネジメント技術として，システム化されたインフラマネジメントを構築でき，インフラの事故を未然に防ぎ，維持管理やメンテナンスの負担軽減を図ることが期待できますか。

□ 大いに期待できると思う。（6人）

→維持管理の効率化に大きな期待ができると思うが，現状のシステムでは実装困難である。維持管理の ICT 戦略として，仕組みを変えるつもりでやる必要がある。

→これまでになかったデータ群であると思うので，モニタリングに活用すれば，新たな効果や展開が期待できる。

→自治体が必要とする時間に観測できるのか。

□ 改良等を行えば期待できると思う。（4人）

→SAR 計測データ処理の高度化により，構造物，地表面などの高精度長期変形モニタリングとしての活用が期待できる。

→技術はすごいと思うがコストが心配。橋梁の上下振動（特に桁の中央部）の影響を排除する手法を聞いたかった。

□ 本日の説明だけでは，期待できないと思う。（1人）

→分析する主体が不明：自治体での解析と使用は無理では。

【開発者のコメント】解析サービス業務は，NECでの実施を考えています。

① データの入手先と費用，使用許可の有無が不明：データを入手する手続き及び経費を含めて一般の行政が実用できるのかが不明。

② 解析の委託先が不明：RESTEC，JAXA等の研究機関限定ではないか？民間企業ではパスコ，国際航業に限定ではないか。

- ③ 解析手法が専門的：研究者用に開発された衛星技術で一般的ではなく、技術者も限定的。
- ・説明者は、「電離層の見かけ上の速度上昇」+「大気の遅延」の補正と、移動体の映り込みによるエラー排除の手法を説明されました。この手法は非常に高度な内容です。村田様は優れた開発者でかつ研究者なので NEC システムを含めて手足のように操作自在に操作されています。他の技術者で同様な解析が出来るのでしょうか。
- 【開発者のコメント】**高い御評価をいただき、大変恐縮しております。現在、解析人口を増強しており、多くの技術者が解析可能となっております。
- ④ 解析結果の取扱いが難しい：衛星画像解析結果をインフラマネジメントに応用するためには「技術成果の翻訳」が必要と思われるが、その翻訳者をどのように求めるのか不明。
- ☆非常に優れた技術ですが、もっと山の裾まで下りてこないと使えないと考えます。

8. その他（自由な意見を記入してください）

→既にある技術（SAR）をいかに活用するかに着目した技術と考えればよいのか。

- ・解析のためのソフトに開発があるのか。
- ・PS点のためのターゲットを介して精度向上させる技術か。

→NECとしては、どのようなビジネスを考えているのか。

- ・解析用プログラムを販売するのか。
- ・解析自体を行う、インフラ維持管理の受注をするのか。
- ・SARデータの間販をするのか。

⇒価格の問題があると思う。

→どの場所が変位したのか、判りやすく把握できるシステムでないと、構造物との位置関係、構造物周辺のモニタリング、詳細点検前のスクリーニングに利用しづらいと思う。また、分解能によって、利活用方法が変化すると思う。

【開発者のコメント】衛星搭載 SAR の分解能（解像度）は、良くなる傾向にあり、Xバンドでは、現在、主として本解析用に 3m 分解能の画像データを使用していますが、すでに 1m 分解能の SAR 衛星も運用されており、（価格が高くなりますが）その利用も可能です。また、将来、さらに分解能が向上する計画がございますので、その状況に応じて活用方法は大きく変化すると考えられます。

→測量に関して説明された数字と用語について(質疑時間後に個別に確認し説明を頂きたい内容)

【開発者のコメント】当方の専門外の用語について、詳しくご指導いただき、ありがとうございます。感謝いたしております。

① レベル測量：通常呼び方は水準測量。

記載場所：説明書の P4 最終目標, 4. 空港・港湾・プラントなどの不同沈下モニタの下段に「レベル測量ポイントの絞込み」を「水準測量ポイントの…」としたらどうでしょうか。

- ・ご承知のとおり、水準測量にはレベルを使用する直接水準測量と、それ以外の計測機器、たとえばトランシットで鉛直角と斜距離を計測して高低差を求める間接水準測量があります。
 - ・精度は使用する機器と観測方法によるため、直接水準測量が常に高精度とはいえません。
- ②当日の PPT で説明された長大橋での水平方向のズレの検出：精密水準測量で高さを確認
- ・精密水準測量は国土地理院が行う基本測量です。基本測量の目的は実用水準測量成果の維持と新しい水準測量路線の開設による実用水準測量成果の確定が主なものです。地理院がこの様な測量を行うことは非常に稀です。
 - ・NEC 様から、「2 級水準測量で確認しました」との回答をいただきましたので、「精密な水準測量で確認しました」もしくは観測精度を明確にした「2 級水準測量で確認しました」と表現してはいかがでしょうか。「2 級水準測量」は水準測量の精度を示す用語です。
- ③当日発表された海津市木曾三川公園の沈下量：5 年間で 12cm は間違いではないか。
- ・東海農政局，中部地方整備局，国土地理院中部地方測量部，岐阜県，愛知県，三重県，名古屋市，津島市等で構成される東海三県地盤沈下調査会は，一等水準測量及び 1 級水準測量を毎年繰り返し観測し，結果を毎年 8 月に公表しています。
 - ・その結果、年間沈下量が 1cm 未満の箇所が大半になっている状況が数年前から継続しています。2011-2016 のデータから 5 年間で 12cm の沈下の発表に異議をお伝えしました。
 - ・NEC 様は発表の誤りを確認し、年間 6.3mm という数字を提示されました。
- 【開発者のコメント】国定公園内の 1 点をサンプル的に取り出して，その点の経年変位の様子を 2 次元のグラフで発表時に提示させていただきました。その 1 例では，2011 年 7 月～2016 年 3 月までの平均変位速度が，-6.3mm/年となっていました。従って，5 年間では，この点の変位量は，3cm 程度ということになります。12cm/5 年とお話ししてしまったとすると（発言の記憶は残ってなくて恐縮ですが，誤解を与えてしまったことは確かです。お詫び申し上げます。）それは明らかに誤りです。
- ☆SIP の説明に影響の無い事項ですが，他の技術分野と同様に，測量の分野では使用する用語が技術そのものを意味します。適正な技術用語の使用は重要と考えますので説明者に確認をさせていただきました。
- ☆説明者の村田様はリモセンの画像写真からインテリジェンス判別方法の講義をされている専門の方です。3m メッシュの点密度のデータから設置した反射体のデータ抽出できるのは，村田様の優れた専門性によるものです。SIP が要求する汎用性の提供は難しいと感じております。
- 【開発者のコメント】本技術が社会実装され，広く我が国や世界で利活用いただけるように体制を構築中です。

以上

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート整理結果

平成 29 年 1 月 23 日

研究開発の技術名称（研究責任者）

衛星 SAR による地盤および構造物の変状を広域かつ早期に検知する変位モニタリング手法の開発（金剛 将史）

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会（2016/12/7）における参加者の立場

MA（メンテナンスアドバイザー）：自由に意見を述べ、アドバイスシートに記入する。

6 人

オブザーバー：制約はあるが、意見を述べ、アドバイスシートに記入する。

3 人

聴講者：意見を述べず、アドバイスシートにも記入しない。

記載無：1 人

合計 10 人

以下、MA の回答を（→）で、オブザーバーの回答を（⇒）で表記する。

1. 実業務への適用範囲

- 提案されている技術のみで、実業務に適用できると思う。（4 人）
- 既存技術の一部を補完する要素技術として適用できると思う。（4 人）
- 他の要素技術や既存技術との組合せによって利用の可能性は広がると思う。（1 人）
- その他（）
- 記載無（1 人）

2. 提案技術の利用についての実務面からの印象

- 積極的に利用したいと思う。（4 人）
 - 急に測定対象に選んでも対処が可能である。
 - ロックフィルダムやアースダムの変状について、スクリーニングができるようになる。
- 発注者からの指示であれば利用する。（4 人）
 - 人工構造物および地盤の変位モニタリングによる危険予知・変状検知システムとしての活用が期待できる。
 - ダムの管理手法は国が明確に定めている。
 - ・国は、巨大な構造物で大量の水を貯水しているダムを安全に維持管理するための点検項目を明確に定めている。
 - ・ダムの型式等により計測項目が定められていて、計測方法も既に確立されていることから、既存の計測方法を置き換えることは難しいのではないか。
 - ・平常時の面的な画像データをアーカイブ的に保存し変動時の予測及び変動のプロセス解析に応用する。
- 使えない（使いたくない）と思う。（0 人）
- 記載無（2 人）

3. 提案技術が優れていると思った項目

既存技術に比べて、提案技術が優れていると思われる項目、機能等

⇒複数ダムの広域的な監視が可能なこと。

⇒経年変位の精度レベルが高い。

→SAR 計測データを用いた構造物/地盤の変位解析技術。

→起点を衛星データが残っている過去に設定できる。

- ・通常の計測では変動イベント以降からのデータしか蓄積できないが、イベントが発生する前の平常時から計測データを蓄積できること。
- ・ダムの変動を計測する箇所は、堤体に設置した複数の計測ポイントと限定されている。ポイント以外の変動は検出ができない。説明された手法で面的な変動を検出できるので、変動する箇所と変動しない箇所の位置の可視化により、ひずみが蓄積されている箇所の推定ができる。

→自動的に計測されたデータを利用できるようにする点。

4. 提案技術への改良提案

岐阜県内での実装に際して、充実させて頂きたい項目、機能等

→「ダムに入るデータをとってもらっている」ということで、予め点検の対象を明らかにしておかなければいけないようだ。県土全体をゆるく監視するため、という使い方はできないか。

→提供できる技術サービスのメニューと費用を提示していただきたい。

→計測点で囲んだ区域（橋梁，ダム，河川堤防，危険斜面など）の変形，移動方向などを把握できる機能を開発してほしい。

→県が管理中のダム，建設中のダムに応用し「初期値を確保」したい。

- ・数年前に完成した新しいダムでは初期のデータを得られるのではないか。
- ・発電施設を最近追加したダムもあり，追加時を初期としたデータをえられるのではないか。
- ・建設中のダムについては，これから初期状態のデータを得られる。初期値を確保すれば，衛星 SAR による変位計測の導入により経費縮減ができると考えます。

→自動解析及び自動抽出のシステムが開発できれば，安全を想定し設定した閾値を超過した範囲をアラームで表示できます。事案の発生前に検知できれば，機動的な次段階の計測の実施，災害発生の予測アナウンスなどを通して，被災の予防若しくは人的被害の軽減が可能になると考えます。

→堤防の変位観測に適用できると良い（ニーズも対象数も大きい）。

5. 提案技術の別な用途での利用提案

開発意図とは異なる方面での利活用ができると思われる項目等

→各種構造物，地表面，火山など幅広い対象物の長期変形モニタリング，危険予知システムとして活用できる。

→国外への展開：ベトナムを含めたアジアへの展開

- ・説明者はこの技術を国外に展開することを目的としています。
- ・SAR の解析で求めた位置を地上と一致させるために GNSS を使用します。日本の準天頂衛

星「みちびき」は、2018年に4基体制にシステムが拡充します。これにより、日本のシステムでアジア諸国に日本の技術で位置情報を提供し、インフラメンテナンス技術の輸出と浸透を図ることができると考えます。

- ・例えば、ベトナム国のインフラは構造物の質が悪く完成直後からビルや橋梁の変形が始まっているといわれています。この衛星による客観的なデータを提示することで第三国に依存している劣悪なインフラ建設を日本の良質な技術の採用に引き戻すことができると考えます。

6. 提案技術と他の新技術との組み合わせの提案

実装に際して他の技術と組み合わせると、更に使いたくなると思うこと等

→記載無

7. 提案技術に対する技術的発展の期待度

本技術提案は、インフラ維持管理・更新・マネジメント技術として、システム化されたインフラマネジメントを構築でき、インフラの事故を未然に防ぎ、維持管理やメンテナンスの負担軽減を図ることが期待できますか。

- 大いに期待できると思う。(3人)

⇒災害時の早期被害把握に有効。

- 改良等を行えば期待できると思う。(5人)

→SAR/GPS計測データと測量データの統合処理と高度化により、構造物、地表面などの高精度長期変形モニタリングシステムとしての発展が期待できる。

→分析する主体が不明：自治体での解析と使用は無理ではないか。その理由は以下の通りです。

①解析手法が専門的：研究者用に開発された衛星技術で一般的でなく、技術者も限定的。別の説明者は、「電離層の見かけ上の速度上昇」+「大気の遅延」の補正と、移動体の移り込みによるエラー排除の手法を説明されました。この手法は非常に高度な内容です。他の技術者で同様な解析ができるでしょうか。

②解析結果の取扱いが難しい：衛星画像解析結果をインフラマネジメントに応用するためには、インフラの管理者が理解できるように「技術成果の翻訳」が必要と思われるが、その翻訳者をどのように求めるのか不明。

- 本日の説明だけでは、期待できないと思う。(0人)

- 記載無(2人)

8. その他（自由な意見を記入してください）

→マニュアルを期待しています。維持管理の高度化、効率化につながります。国交省が積極的に動いてもらえると新技術が活性化すると思います。

→時系列の変化把握に際して、どの程度のマン・マシンパワーで利用できるようになるかがポイントだと思う。

→コンクリートダムの場合は、温度による膨張収縮の影響を排除する必要があるのではないかと。