

土木事務所の道路維持補修業務に関する DXの提案

濱田 真帆¹・竹内 信²

¹滋賀県東近江土木事務所 道路計画課（〒527-0023滋賀県東近江市八日市緑町7-23）

²（公財）滋賀県建設技術センター 技術課（〒525-0059滋賀県草津市野路6丁目9-23）

土木事務所での道路維持補修業務では、土木系技術職員の欠員が発生するなど人材不足に苦しむ現状において、多数の苦情・要望に対応しながら全ての現場を直接確認し、若手職員が技術的な勉強を行う時間まで確保することは困難な状況となってきた。また、既往資料のデータベース化が進んでおらず、過去の経緯の確認に労力を要することも多い。

本研究では、これらの道路維持補修業務における課題の解決に向け、地方自治体や維持補修工事を担う中小規模の会社でも利用可能な安価でかつ操作が容易なデジタル技術に着目し、スマートフォンの3次元測量アプリ、360°カメラ、台帳管理システムなどの活用を検討した。

キーワード インフラDX、土木事務所、道路補修、スマートフォン、360°カメラ、資料管理

1. はじめに

建設業界は、施設老朽化や災害リスクの高まりによって業務量が増加していることに加え、技術者の高齢化も進行し、担い手の不足に悩まされている。本県の総合土木職も、建設業全体の傾向と同様に人材不足に悩まされる中、土木未経験で入庁する職員の増加や働き方改革推進の流れもあり、業務の対応人員確保に苦慮している。

このような状況を改善するには、担い手の確保に向けた取組が求められることに加え、業務プロセスの省人化・効率化が必要である。建設業界においても、平成28年度から「i-Construction」が推進されており、令和4年3月には「インフラ分野のDXアクションプラン¹⁾」が、さらに令和6年4月には「i-Construction 2.0 ～建設現場のオートメーション化²⁾」が公表されるなど、取組が進展している状況にある。しかし、土木事務所の道路維持補修業務においては、その業務特性からDXを進展させる上での課題が多く、省人化・効率化が進みにくい状況にある。

ここで、土木事務所の道路維持補修業務において省人化・効率化を進める上での課題を以下(1)～(3)に述べる。

(1) 現地確認

筆者の所属する東近江土木事務所道路計画課維持補修係では、除草・剪定、構造物の修繕等の日常の維持管理から、倒木や道路の陥没、法面崩壊等の緊急での補修対

応まで、パトロールでの報告数だけでも年間4,000件を超えるなど、様々な事案が毎日多数発生する。これらの事案に対応する際は、状況の把握、通報者・要望者との対応、補修作業を担う受注者とのやり取り等で現地確認を要することが多く、現地への移動時間に多くの時間を費やしている。現地確認に時間を要した分だけ、内業など他の業務に充てられる時間が削られることから、土木事務所の道路維持補修業務の省人化・効率化を進めるためには、現地確認の効率化が重要となる。

(2) 技術伝承

(1)で述べた事案に対応する際には、現地の状況に応じた判断が求められるため、豊かな経験と豊富な知識を有すること、および技術的な知識を現場で活用できる応用力が求められる。加えて、事案数が多くかつ緊急対応を求められることも多いため、対応方針についてじっくり思案したり調べたりすることは困難で、経験の浅い若手職員はベテラン職員へ対応を相談するケースも多い。これらが省人化を進めにくい要因の一つとなっていることから、土木事務所の道路維持補修業務の省人化・効率化を進めるためには、ベテラン職員から若手職員への技術伝承を効率的に行える手法の導入も重要となる。

(3) 資料検索・履歴確認

(1)で述べた事案への対応を決定するにあたっては、

パトロール結果や過去の補修履歴を確認した上で検討を行うことが不可欠であるが、筆者の所属する東近江土木事務所道路計画課維持補修係では、パトロール日誌や対応記録簿等を紙で保存していたり（写真-1参照）、データで保存する場合も整理されないままフォルダ内に一纏めにしているのが現状である。そのため、過去の履歴を確認する際には、膨大な記録資料の中から個々の資料の中身を一つずつ確認することとなり多大な手間を要しており、過去の記録が存在するか否かの判断もしにくい状態となっている。よって、土木事務所の道路維持補修業務の省人化・効率化を進めるためには、資料検索や履歴確認の効率化も重要となる。



写真-1 1週間分のパトロール記録簿

以上より、土木事務所の道路維持補修業務の省人化・効率化を進めるためには、(1)～(3)で述べた課題を考慮した上で、DXを推進していく必要があるといえる。そこで本研究では、地方自治体や維持補修工事を担う中小規模の会社でも利用可能な、安価でかつ操作が容易なデジタル技術として、スマートフォンの3次元測量アプリ、360°カメラ・ウェアラブルカメラ、台帳管理システムに着目し、これらの技術の道路維持補修業務への活用について検討を行った。

2. 検討技術の概要

(1) スマートフォンの3次元測量アプリ

道路の維持補修作業において、現地へ出向くことの多い業務プロセスの一つとして、作業指示や完了検査での寸法計測が挙げられる。現状では、作業指示や完了検査の度に職員が現地に出向き寸法計測を行っているが、計測作業自体は巻尺等を使用して行うため技術力を要しないものがほとんどである。そこで本研究では、道路の維持補修作業に3次元計測技術を活用した点群での寸法計測を導入することで、作業指示や完了検査を遠隔で実施でき現地確認の効率化に繋がると考え、(公財)滋賀県建設技術センターに導入されているスマートフォン（iPhone）の3次元測量アプリ「OPTiM Geo Scan」³⁾に着目し、道路の維持補修作業における作業指示や完了検査への適用について検証を行った。システムの概要は図-1に

示すとおりで、iPhoneに内蔵されているLiDARセンサーを活用するため他の3次元計測機器よりも比較的安価で導入可能であることや、特別な操作訓練を必要としないため測量未経験者でも30分の操作説明を受ければ計測可能なことなどが特徴である。また、OPTiM Geo Scanには計測した点群をGIS上に自動登録できる「Geo Log」機能が付属されており、取得した点群データをクラウドの地図上で即時に関係者間で共有できるほか、Geo Log上での点群データによる寸法計測や、メモ・写真・帳票などの登録・編集も可能である。

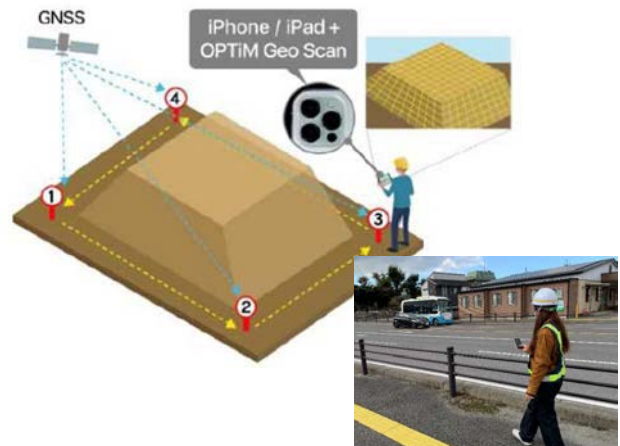


図-1 スマートフォンによる3次元測量（OPTiM Geo Scan）

(2) 360°カメラ

土木事務所の道路維持補修業務における現地確認は、ベテラン職員が若手職員に同行して支援を行う場面が多い上、現地への移動にも時間を要するため、多大な労力を費やしている。また、経験の浅い若手職員だけでは写真の撮影箇所や撮影範囲に漏れが生じて必要な情報を記録できないという課題もある。そこで本研究では、経験の浅い若手職員でも現地の状況を漏れなく撮影できるカメラを導入することで、ベテラン職員があたかも現地へ赴いて確認したかのように現地状況を把握して若手職員の支援を遠隔で効率的に行うことが可能と考え、別報⁴⁾にて本県の各土木事務所での活用検討が報告されている360°カメラ（RICOH THETA）（写真-2参照）に着目し、土木事務所の道路維持補修業務における現地確認への適用について検証を行った。システムの詳細は、別報⁴⁾に記載のとおりである。



写真-2 360°カメラ（RICOH THETA）

(3) 台帳管理システム

土木事務所の道路維持補修業務では、施設の補修を行う前段階として、道路管理者の管理する施設か否かを確認する必要がある。道路台帳や官民境界確定資料を確認する機会が多い。しかし、これらの台帳は、紙ベースでしか存在しないものや、データで保管されていても位置情報に紐づいていないものがほとんどで、必要な時にすぐに見つけ出せないことが多い。また、既存の技術でも台帳を管理するためのシステムは多く存在するが、新規導入には高額な費用を要することや、更新作業が滞るなど運用に関するリスクも懸念された。そこで本研究では、河川の3次元管内図作成業務の成果品として本県に納品済のGISシステム（中日本航測(株)社製 Survey View）を流用することで、台帳を管理できるシステムを安価にかつ容易に仮導入可能と考え、台帳検索の効率化や台帳管理システムの運用方法について本システムを用いて検証を行うこととした。システムの概要は図-2に示すとおりである。本システムでは、簡単な作業手順で地図上の任意地点にマークをプロットすることが可能で、台帳のスキャンデータを地図上のマークとリンクさせることで、位置情報と結びつけることが可能である。また、登録した台帳のスキャンデータは、地図上で検索に加えて、登録した各種属性情報からの入力検索も可能である。



図-2 Survey Viewによる地図上での道路台帳検索

ここで、1.(1)～(3)で述べた課題と、2.(1)～(3)に示した検証技術との対応を表-1に示す。本研究での検証技術が導入できれば、土木事務所の道路維持補修の業務プロセスの効率化・省人化に関して、様々な効果が期待される。

表-1 本研究での検証技術の導入により期待される効果

技術	(1)現地確認	(2)技術伝承	(3)資料検索
(1)スマホ測量	◎ (遠隔実施)	○ (時間確保)	○ (履歴蓄積)
(2)360°カメラ	◎ (遠隔実施)	◎ (遠隔実施)	○ (履歴蓄積)
(3)台帳管理システム	○ (時間確保)	○ (時間確保)	◎ (効率化)

【凡例】◎：直接的な効果 ○：間接的な効果

3. 検討結果

(1) スマートフォンの3次元測量アプリ

まず、OPTiM Geo Scanでの計測精度を確認するため、延長が既知のリボンテープを計測し比較検証を行った。結果は図-3に示すとおりで、リボンテープの延長を正確に計測できることを確認した。



図-3 計測精度の検証（リボンテープ延長との比較）

次に、測定者の違いによる計測誤差を確認するため、東近江土木事務所職員4名で同一箇所を計測し、取得した3次元点群の比較を行った。結果は図-4および表-2のとおりで、点群の重ね合わせを行ってもズレが無いことや、同一の縁石（延長2m）をそれぞれの点群で計測した結果も、最も大きい誤差が生じた計測結果でも-11mmと、全ての計測者の取得データで道路の維持補修作業の寸法計測に活用できる精度を有することを確認できた。

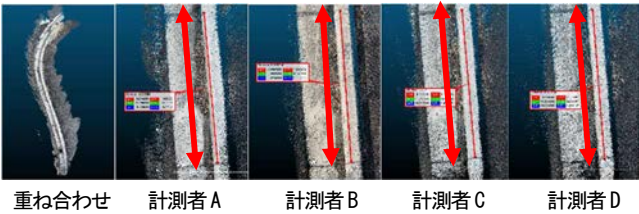


図-4 計測者の違いが計測精度に及ぼす影響の検証

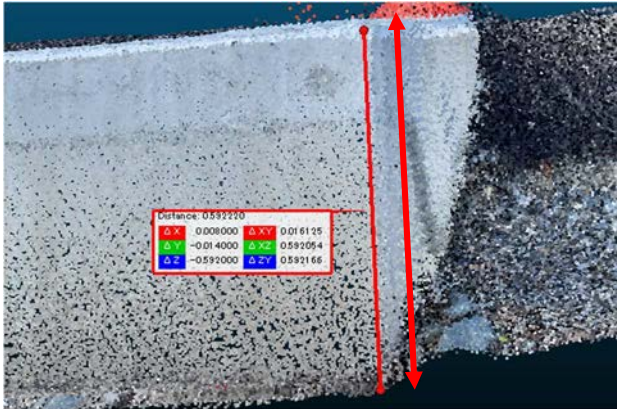
表-2 計測者の属性と計測結果

計測者	測定者A	測定者B	測定者C	測定者D
計測者の職種	事務	事務	技術	技術
計測結果	2.000m (±0mm)	1.989m (-11mm)	1.990m (-10mm)	2.005m (+5mm)

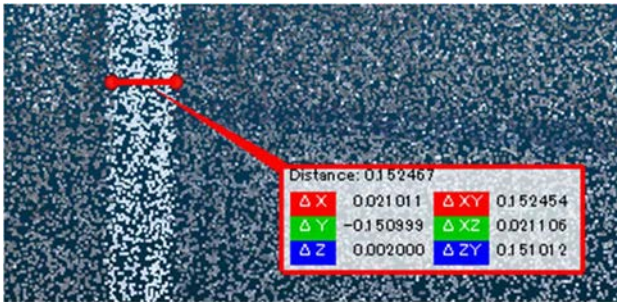
次に、日常の道路補修工事で施工することの多い小規模構造物の寸法計測を試行した結果を図-5および表-3に示す。スマートフォンでの3次元測量について、土工に関しては国土交通省が出来形算出要領⁹⁾を既に定めているが、その他の小規模構造物の寸法計測への適用性を検証するため、補修工事実施箇所での計測を行い、メジャーでの直接計測結果との比較を行った。

図-4、図-5および表-3より、縁石、コンクリート擁壁、

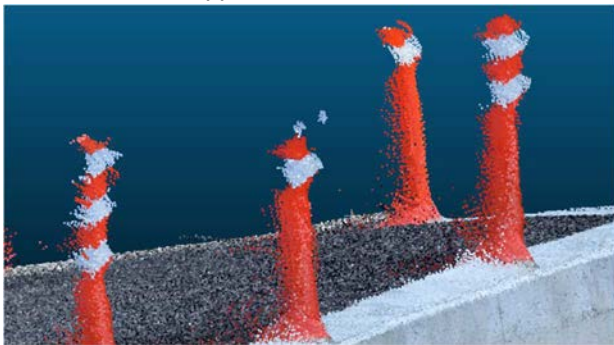
区画線などの平面部分の計測については、精度良く計測可能であると確認できた。ただし、計測対象のサイズが小さくなると、点と点の間距離（点間距離）が寸法計測の誤差として影響するため注意が必要である。OPTiM Geo Scanでは、計測時に点密度を3段階で設定可能なため、区画線の幅のような短い寸法を計測する場合には、高い点密度で計測行うことが推奨される。また、ポストコーンのように円柱形の細長い形状の構造物は、形状を捉えることが困難であったことから、標識柱や車止めなどの径の確認が可能となるような計測方法の確立や、スマートフォンのLiderセンサーのさらなる機能向上が待たれる。



(a)コンクリート擁壁（高さ0.59m）



(b)区画線（幅0.15m）



(c)ポストコーン（直径80mm）

図-5 計測対象の違いが計測精度に及ぼす影響の検証

表-3 計測者の属性と計測結果

計測対象	縁石	擁壁	区画線	ポストコーン
直接計測	2.000m	0.590m	0.150m	0.080m
計測結果	2.000m (±0mm)	0.592mm (+2mm)	0.152m (+2mm)	計測不可

次に、Geo Log機能によりGIS上で道路維持補修業務全体の管理を試行した例を図-6に示す。

Geo Log機能を活用すると、OPTiM Geo Scanで取得した3次元点群が地図上に自動で保存され、関係者全員が直ちに点群データを共有できる。これにより、パトロール、補修工事、道路管理者など、受発注者の全ての関係者の連携がスムーズになり、担当職員のフォローも容易になる。また、点群以外にも写真や各種帳票を位置情報と紐づけて保存することが可能であり、対応履歴が地図上に蓄積されるため、過去の経緯の確認も容易となる。

以上より、OPTiM Geo ScanおよびGeo Log機能を土木事務所の道路維持補修業務に導入することで、その生産性は向上するといえる。

導入に向けた課題としては、受注者への普及を同時に進めていく必要がある点が挙げられる。対応策としては、パトロール委託や単価契約工事において、利用料の計上を行ったり、OPTiM Geo Scanを導入済のスマートフォンを貸与する等の対応が有効と考えられる。その他、様々な小規模構造物での試行を継続するなど、導入に向けた検討を今後もさらに進めていきたい。

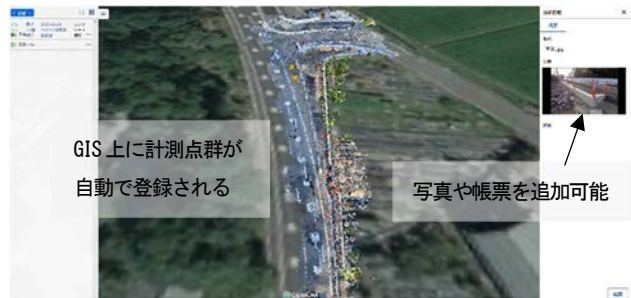


図-6 Geo Log機能によるGIS上での道路補修業務の管理

(2) 360°カメラ

本研究では、360°カメラの導入検討として、土木事務所道路計画課維持補修係の担当業務の一つである通学路合同点検の現地確認を対象に試行を行った。

まず、通学路合同点検において、令和4年度に東近江土木事務所道路計画課維持補修係が現地確認を実施した日数を表-4に示す。管内の市町別の内訳では、東近江市内で5日、近江八幡市内で3日、日野町内で3日、竜王町内で2日となっており、1年間で計13日の日数を費やしている。また、現地確認では各学校の教員や公安委員会等の関係者が一堂に会して通学路の安全対策を思案するが、道路管理者は現地の状況を踏まえてどのような対策が最適かを判断し関係者に提案する必要があるため、経験の浅い担当職員は、技術力を有するベテラン職員にも同行してもらうことが不可欠となる。そのため、対応人員は毎回2名必要で、合計で26人日（2人×13日）を費やしていることとなり、補修業務と並行して対応するのは大きな負担となっている。

この通学路合同点検の現地確認において、360°カメラの活用を検討した結果を写真-3に示す。360°カメラで撮

影した映像は、360°映像の閲覧に対応した無料のソフトを使用して、PC、スマホ、タブレット等の端末で容易に閲覧できることに加えて、クラウドサービス（THETA 360°biz）を活用することにより、撮影した360°画像を撮影位置とリンクさせたり、現地確認の所見や対策案の内容を記載したキャプションや関連画像等の付加情報を360°映像上に与えることも可能である。

今回の検討対象は交差点であったが、360°映像を閲覧すると、あたかも現地へ赴いて確認したかのように現地状況を把握可能であった。これにより、ベテラン職員が現地へ同行せずとも遠隔で若手職員への助言を行うことができれば、対応人員を2名から1名に削減できるため、表-4に示すとおり単純計算で年間13人日（1人×13日）の生産性向上効果を得ることが可能となる。炎天下や悪天候など現地が悪条件の場合には、現地での対応検討を省略して360°映像を撮影して持ち帰り、遠隔で現地確認そのものを行うことができれば、心身の負担軽減効果も非常に大きい。

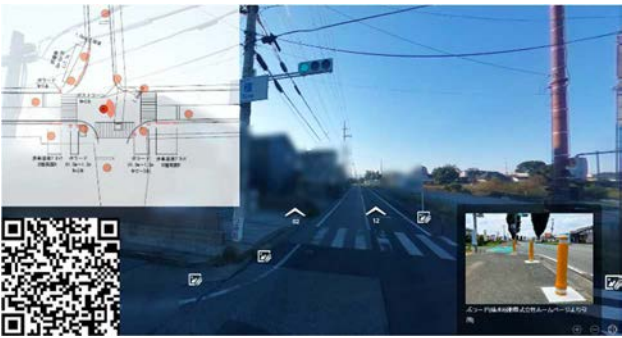
現地での撮影作業においても、撮影地点の周囲全体の映像を取得可能であるため、カメラの画角や傾きを気にする必要が無く、撮影者が経験の浅い若手職員であっても撮影漏れを防止できるメリットも確認できた。加えて、点検箇所が交差点であれば、車の停止位置でドライバーの目線の高さから撮影を行うと、ドライバーの視点からどのように見えるかを記録でき、対応策の詳細検討にも活用可能であった。

さらに、現地確認の所見や対策の提案を記録したり、対外的に説明したりする際にも、THETA 360°biz を活用することで、言葉での説明ではイメージの湧きににくい内容等をわかりやすく記録し説明できる利点も確認できた。

また、THETA 360°biz の作成成果は、写真-3 に示すようにURLやQRコードで手軽に共有可能である。そのため、360°カメラなどを活用して将来的に現地点検そのものをデジタル空間上で実施することができれば、通学路合同点検の関係者であり建設業界と同様に働き方改革が推進されている教員や警察官も含めて、業務の生産性を大きく向上させることが可能となる。今後も、その他あらゆる業務での現地確認を含めて、360°カメラを積極的に活用していきたい。

表-4 東近江土木事務所通学路合同点検での現地確認人員数と360°カメラ導入で期待される生産性向上効果

管内市町	東近江市	近江八幡市	日野町	竜王町	合計
現地確認人員数 (R4実績)	10人日 (2人×5日)	6人日 (2人×3日)	6人日 (2人×3日)	4人日 (2人×2日)	26人日
360°カメラでの遠隔確認人員数 (想定)	5人日 (1人×5日)	3人日 (1人×3日)	3人日 (1人×3日)	2人日 (1人×2日)	13人日
360°カメラでの生産性向上効果 (想定)	5人日	3人日	3人日	2人日	13人日



<https://t78908498.theta360.biz/t/760174a8-2465-11ef-8075-0ad00fde431f-1>

写真-3 通学路合同点検での360°カメラ活用事例

(3) 台帳管理システム

土木事務所の道路維持補修作業で検索する機会が多い台帳類は道路台帳と官民境界確定資料の2つであることから、筆者の所属する東近江土木事務所においてこの2つの台帳類の検索にどの程度の時間を要しているか、担当職員へのヒアリングにより確認した結果を表-5に示す。

道路台帳は、道路の構造や幅員の確認等で必要となるが、東近江土木事務所では道路台帳を探す作業を1日あたり約3件行っていることを確認した。検索1件あたりの所要時間については、東近江土木事務所の道路台帳は全てデジタルデータで保管されているものの、地名や位置情報にはリンクされていないことから、目的の位置の台帳データを探す際には一つ一つファイルを開き中身の確認を行っており、現状では約5分の時間を要している。これを1日当りに換算すると5分×3件＝約15分の時間を要していることになり、さらに出勤日のみの1年間の250日で換算すると、15分×250日＝約3,750分＝約62.5時間もの時間を道路台帳の検索に要していることとなる。

官民境界確定資料は、道路の管理範囲を確認等で必要となるが、東近江土木事務所では官民境界確定資料を探す作業を1日あたり約5件行っていることを確認した。検索1件あたりの所要時間については、東近江土木事務所の官民境界確定資料は電子化されておらず紙ベースで保存されており、現状では約10分の時間を要している。官民境界確定資料については、これを1日当りに換算すると10分×5件＝約50分の時間を要していることになり、さらに出勤日のみの1年間の250日で換算すると、50分×250日＝約12,500分＝約208.3時間もの時間を官民境界確定資料の検索に要していることとなる。これに加えて、資料が文書庫に保管されている場合は文書庫に移動して検索する時間も追加になることや、台帳自体が見つからない場合、資料が存在しているか否かの最終的な判断に至るまでさらに検索時間を要するため、実際には計算結果よりさらに多くの時間を費やしていると想定される。

次に、台帳管理システムを導入した場合の生産性向上効果について検証を行った（表-5参照）。Survey Viewに試験的に登録した道路台帳および官民境界確定資料をシステム上で検索したところ、両資料ともに1分あれば検

索可能であることを確認できた。この結果を東近江土木事務所の道路台帳および官民境界確定資料の検索時間の試算に反映したところ、道路台帳が1日当たり1分×3件＝約3分で年間出勤日250日あたり3分×250日＝約750分＝約12.5時間（－50.0時間）、官民境界確定資料が1日当たり1分×5件＝約5分で年間出勤日250日あたり5分×250日＝約1,250分＝約20.8時間（－187.5時間）と、大きな効率化が見込める結果が得られた。

本格導入を進めるにあたっては、システム導入費用も考慮する必要があるが、別途業務で納品済のSurvey Viewを活用すればライセンス追加のみの1件当たり数十万円程度で導入可能であり、県内全8土木事務所・支所へ1ライセンスずつ導入しても合計数百万程度の費用で配備が可能である。表-5に示す検索時間の試算から、県内全8土木事務所・支所で削減される人件費を考慮すると、費用面からも導入のメリットは得られると推測される。

もう1点、Survey Viewの流用にあっては、資料の登録・更新作業を考慮する必要がある。システムによる台帳管理をスムーズに導入するには、導入の初期段階において、東近江土木事務所の道路台帳のように既にデータ化されていたり更新作業を業務委託で毎年実施しているものや、官民境界確定資料のように高頻度で検索作業を実施しているものなど、効果が高いものや登録・更新のハードルが低いものに対象を絞り込むことが有効と考えられる。また、Survey Viewでの台帳登録作業は、オートシェイプでの図形入力機能や登録フォルダの自動作成機能などを活用でき、土木技術やデジタル技術に関する専門知識を必要としないことから、土木技術職員やデジタル技術を有した職員でなくとも対応可能である。登録したデータも外付けの記憶媒体に保存されるため、全ての台帳を統合したシステムなど、今後別の台帳管理システムの導入を検討する機会が生じた場合も、登録成果を流用可能で手戻りが生じない利点もある。

今後は、県内全8土木事務所・支所や県庁道路保全課とも本研究で得た知見を共有し、台帳管理システムの最適な導入方法について関係者で連携しながら検討を継続し、早期のシステム導入を目指したい。

表-5 東近江土木事務所が台帳類検索に費やしている時間と台帳管理システム導入で期待される生産性向上効果

台帳名	道路台帳	官民境界確認資料	合計
現状 (ヒアリング結果)	年間 約62.5時間	年間 約208.3時間	年間 約270.8時間
台帳管理システム 導入後(試算)	年間 約12.5時間	年間 約20.8時間	年間 約33.3時間
台帳管理システムでの 生産性向上効果(試算)	年間 約50.0時間 (80%削減)	年間 約187.5時間 (90%削減)	年間 約237.5時間 (88%削減)

4. 今後の課題

本研究での検証技術の活用効果を高めるには、土木事務所のデジタル化設備を整備することが必要である。費用の問題もあり、短期間で整備することは困難であるため、計画的で先見性のある設備投資が重要と考える。

また、本研究での検証技術の選択にあたっては、操作が容易であることを重要視していたものの、土木事務所での試行を実施する中では、やはり職員のデジタル技術への対応力が高いほど新技術採用に関する心理的ハードルも低く、導入がスムーズな印象を受けた。このことから、土木事務所にデジタル技術対応を専門とする部署を設置したり、土木技術職以外に情報系技術者の活用を促進するなど、土木事務所にデジタル技術を普及できる「デジタル人材」を増やすための取組みが望まれる。

5. おわりに

本研究では、土木事務所の道路維持補修業務におけるDX推進に向けて、スマートフォンの3次元測量アプリ、360°カメラ、台帳管理システムの活用を検証し、その有用性を確認した。本稿では、筆者の所属する東近江土木事務所の道路維持補修業務での事例を対象としたが、他の土木事務所の道路維持補修業務でも同様の課題を抱えていると推測されることから、本研究での成果を共有し、県全体での生産性向上に繋げていきたい。

また、資料検索等の付帯業務への対応時間を削減することや、新技術の導入による業務の改善を積極的に検討することは、単に業務が効率化されるだけでなく、土木技術者としての本質的な業務により多くの時間を投入できることにつながり、若手技術職員のモチベーションの向上やスキルアップにも繋がると期待される。インフラメンテナンスの重要性は今後さらに高まると考えられることから、土木事務所における道路維持補修業務がより魅力的なものとなるよう、今後も取組みを継続したい。

謝辞

本稿執筆にあたり、ご協力頂いた県庁各課、各土木事務所・支所、(公財)滋賀県建設技術センター、および各施工者・メーカーの皆様には厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省 HP : https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000073.html
- 2) 国土交通省 HP : https://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_001085.html
- 3) 八田尚大、石谷貴英：令和3年度（第43回）滋賀県土木技術研究発表会論文集，pp.31-35，2021.
- 4) 曾我愛実、竹内信：令和6年度近畿地方整備局研究発表会、投稿中.
- 5) 国土交通省：3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（令和6年3月版），2024.