

掘削工事における写真測量技術を活用した 出来形管理の生産性向上

掘削状況管理アプリ“ちかデジ[®]”導入の効果

東海林 隼人・渡邊 岳史・横田 智也

労働基準法の改正に伴い、土木・建設業においては働き方改革に加え、労働者不足・減少の問題を解決するために、生産性の向上が求められている。そのため、写真測量技術を活用した出来形管理の生産性向上を目指し、掘削状況管理アプリ「ちかデジ」を開発した。本稿では、浸水対策事業の一環で、本体工事前の地下埋設物状況を確認する試掘調査において、出来形管理手法としてちかデジを活用し、その効果を検証した。検証の結果、地下埋設物状況の記録作業、出来形管理作業において従来の手法と比較し9割以上の省力化および生産性向上が確認され、その効果について紹介する。

キーワード：DX, 3D デジタルデータ, 地下埋設物, 試掘調査, 掘削工事, 写真測量技術, 出来形管理

1. はじめに

近年、自然災害の激甚化に加え、インフラの老朽化が社会問題となっており、インフラの更新・耐震化事業や、無電柱化事業の促進が急務となっている。

しかし、このような事業では、限られた地下空間に新設管や構造物の設置が必要であるが、既存の埋設物情報は必ずしも現況に即した正確な地下情報ではないという問題がある。これにより、掘削時の埋設物破損事故や、設計・施工時の手戻りなどが発生し、円滑な事業推進に影響を与えている。

そのため、事業の初期段階では、正確な地下情報を把握するために非破壊による地中レーダ探査のほか、一般的に試掘調査が行われている。試掘調査では、露出した埋設物の位置を記録するため、埋設物ごとに手作業で計測し、写真撮影とともに手書きによる平面図、断面図を記録している。現場作業後には、出来形管理資料作成のためにデータの整理、引き継ぎ、手書きの平面図、断面図のCAD化が行われている。ただし、これらの作業には、人為的な記録ミスによる現地との相違や、資料作成に時間と労力を要し、新設埋設物の竣工記録についても試掘調査と同様の課題を抱えている。

また、一般的に正しい地下埋設物情報を含む試掘調査結果は、事業内でアナログ情報として共有、活用されているが、異なる事業や関係者間での共有が少なく、同一箇所周辺で重複する試掘が発生するなど、生産性を低下させる要因となっている。

このような課題を解決するため、スマートフォンを活用した掘削状況3D管理アプリ「ちかデジ」(以下、本アプリ)を開発し、掘削工事での出来形管理の省力化と、現地状況を正確に再現できる3Dデジタルデータ生成と地理情報システム(GIS)による一元管理を可能とした。本稿では、実現場での検証と効果について紹介する。

2. 技術概要

(1) 掘削状況3D管理アプリの概要

本アプリは、Webアプリであり、スマートフォンなどのデバイスに専用ソフトをインストールする必要のないクラウドサービスである。

スマートフォンなどのデバイスを用いて掘削状況を動画撮影し、そのデータを専用のWebアプリに投稿するだけで、掘削状況の3Dデジタルデータが生成され、視覚的に掘削状況を把握することが可能である。

生成された3Dデジタルデータから、点群データ、2D図面(平面図、断面図)、3D図面(3Dモデリング)、ARデータなどが作成される。Webアプリは、GISと連携しており、関係者間でのデータの共有、一元管理が可能である(図1参照)。

(2) 技術精度

本技術は、写真測量技術を用いていることから「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)令和6年3月版国土交通省」(以下、要領)に定義されている

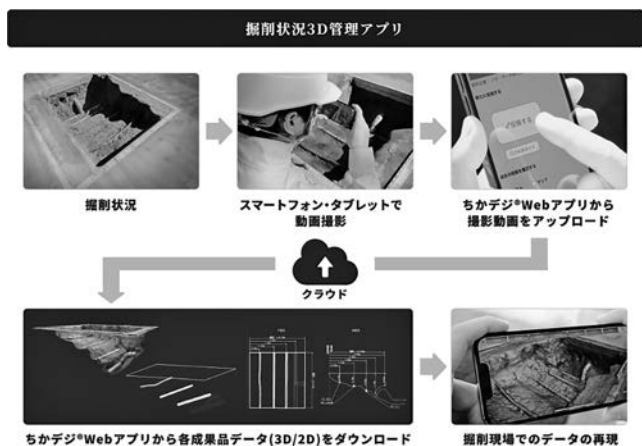


図-1 本アプリ概要図



写真-1 技術精度確認試験状況 (テストフィールド)

測定精度に準拠している。出来形計測において要領では、鉛直方向および平面方向の測定精度が ± 50 mm以下であることが求められている。

本アプリの精度確認試験は、掘削工事現場を模したテストフィールドにおいてTS光波方式による座標値計測を行い、真値とする検証点の位置座標を取得し、モバイル端末で計測した検証点の位置座標との座標間較差を算出した(写真-1参照)。その結果、検証点の座標間較差は10 mm以下であることを確認した。このことから、要領で定義されている ± 50 mm以下の測定精度を満たしていることを確認した。

3. 実現場における検証内容と効果

(1) 試掘調査の概要

神奈川県内の自治体による浸水対策事業の一環で、本工事前の地下埋設物状況を確認する試掘調査において、出来形管理手法として本アプリを活用し、生産性について比較検証を行った。



図-2 埋設状況記録

試掘調査は、道路幅員が7.2 mの生活道路で6箇所実施された。交通規制による影響や施工性を考慮し、道路幅員を2分割し、午前と午後で片側ずつ施工する方法が採られ、1日で道路幅員全幅の試掘調査が行われた。

(2) 検証内容

(a) 試掘調査の埋設物位置記録方法

試掘調査で露出した埋設物の位置記録は、巻尺などの計測器により平面および土被りの位置を計測し、黒板に断面図をスケッチするとともに写真撮影を作業員4名で実施した(図-2参照)。

その後、現場で記録した情報を基に、平面図や断面図をCAD化し、出来形管理記録として取りまとめた。

(b) 埋設物位置記録方法

本アプリによる埋設物の位置記録方法は、スマートフォンでの動画撮影のみで、作業員が1名で行った。

成果物の作成は、Webアプリに投稿された動画から3Dデジタルデータが自動生成され、そのデータから平面図や断面図などの作成が可能で、ユーザーによる作業は発生しない(図-3, 4参照)。

(c) 検証方法

それぞれの手法による埋設物位置記録に要した時間を比較し、検証した。

(3) 検証結果

(a) 現場記録工程の省力化

試掘調査6箇所での検証結果が示すように、現場記録作業時間は、試掘調査では合計240分となり、作業員4名で延べ960分であった。一方、本アプリでは、作業員1名で延べ47分であった(表-1参照)。

(b) 室内作業の省力化

手書きによる現場記録から、平面図や断面図をCAD化する作業は1名で行われ、試掘調査6箇所での3日を要し、作業の延べ時間は1,440分であった。これらの作業は、本アプリで行われるため、ユーザーの負担はなくなる。



図-3 アプリ成果物 (3D デジタルデータ)

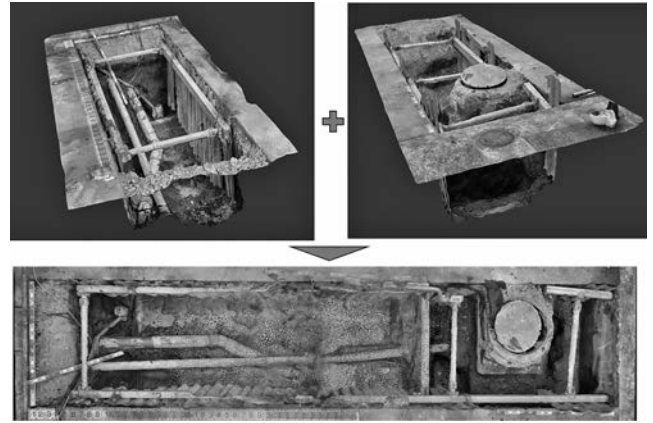


図-5 アプリによる全幅開削状況

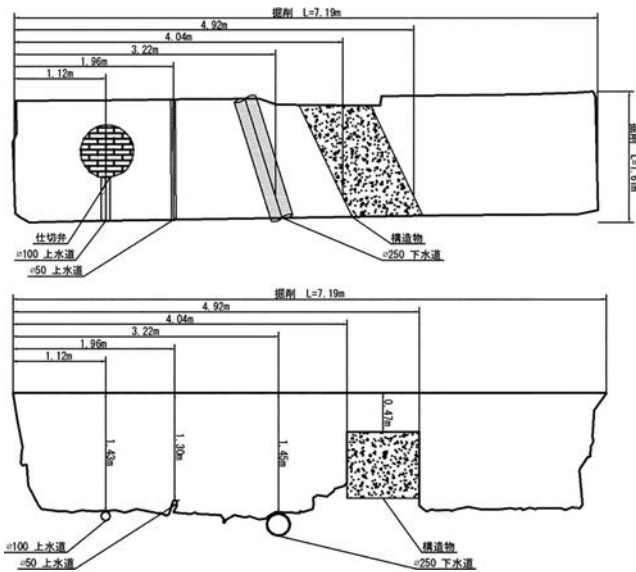


図-4 アプリ成果物 (平面図・断面図)

表-1 現場記録時間比較表

試掘 No.	試掘記録時間 (分)			アプリによる試掘記録時間 (分)		
	午前	午後	合計	午前	午後	合計
A	20	10	30	3	3	6
B	15	20	35	4	3	7
C	25	25	50	3	4	7
D	10	15	25	4	3	7
E	30	30	60	5	5	10
F	15	25	40	5	5	10
合計	115	125	240	24	23	47
延べ時間	作業員 4 名		960	作業員 1 名		47

(c) 検証結果

本アプリを活用した現場記録方法と、手書きによる現場記録方法を比較検証した結果、現場および室内作業それぞれにおいて9割以上の作業時間が省力化され、出来形管理の生産性が向上した。

また、複数名で同一箇所を動画撮影した3Dデジタルデータを比較した結果、撮影者による品質の差はなく、動画撮影には現場の人材を柔軟に活用することが

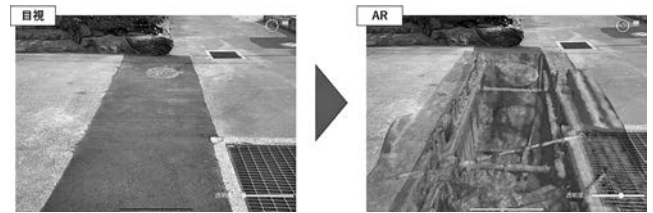


図-6 AR データによる掘削状況の現地再現

可能である。

加えて、本アプリは、開口部周辺の地上部から動画撮影を行うため、掘削内部での埋設物の位置確認や計測が不要となる。これにより、掘削壁面の崩落による労働災害リスクが軽減し、安全作業への効果も期待できる。

(4) 3D デジタルデータの活用事例

(a) 隣接した試掘調査箇所の統合

本検証の試掘調査は、道路幅員を2分割して片側ずつ掘削、埋め戻しを繰り返すため、掘削範囲全幅員の状況を目視で把握することは困難である。

本アプリで生成された3Dデジタルデータは、片側ずつの掘削状況を統合し、全幅員の掘削状況を3Dデジタルデータで表現することが可能であるため、第三者による掘削状況の把握が容易となった(図-5参照)。

(b) AR データによる掘削状況の再現

上記で統合した全幅員の掘削状況の3DデジタルデータをARデータに変換し、埋め戻しされた現地で掘削状況を再現した(図-6参照)。ARデータを活用し、本工事の際に掘削状況を事前に共有することで、安全施工にも効果があると考えられる。

4. 活用事例

本技術は、埋設物確認の掘削工事(試掘調査)の活用のほか、新設埋設物の出来形管理、災害状況調査な

どで活用することが可能である。以下に、活用事例を紹介する。

(1) 電線共同溝工事における新設配管の記録

電線共同溝工事で新設配管を設置した後、掘削内部を動画撮影し、実際の配管状況の3Dデジタルデータを作成した。日々の施工状況を、3Dデジタルデータとして工事平面図に重ね、実現場を再現した電線共同溝の3Dモデルを完成させた。

(2) 令和6年能登半島地震での災害記録

令和6年能登半島地震では、電気、ガス、上下水道などのライフラインの被害のほか、道路や鉄道といった交通インフラにも甚大な被害が生じた。石川県、富山県、新潟県の広い範囲で、液状化による被害も報告されている。

災害時には被災状況を記録するため、複数人で巻尺などの測定器による計測、写真撮影、手書きメモなどを手作業で行うことが一般的である。その作業は、緊急性を要し、人手不足、長時間労働が問題となっている。

また、写真で被災状況全体を記録するためには、様々な角度から数多くの写真撮影が必要となる。一方、本アプリを活用することで、現地では1人でも記録が可能であり、視認性の高い3Dデジタルデータにより、任意の角度で表示が可能で、第三者でも被害状況の確認が容易となる（図7参照）。

また、3DデジタルデータはGISによる一元管理により、広範囲かつ多くの被災状況を地図上で、早急な情報共有も可能となり、災害対策のひとつとして寄与できるものと考えられる。

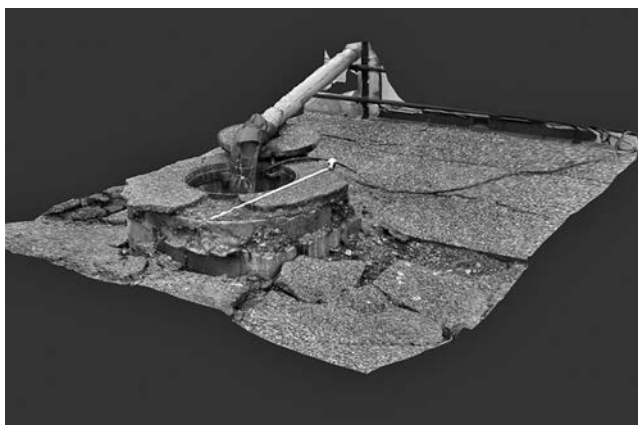


図7 災害時の被害状況記録（マンホール隆起例）

5. おわりに

土木・建設業における出来形管理の生産性向上、正確な地下情報の把握を目指し、本アプリを開発し、活用事例と効果について紹介した。

急務であるインフラ老朽化対策の加速化においては、省力化や生産性向上が求められている。特に正確な地下情報の把握は重要であり、これにより以下の効果が期待できる。

①設計・施工の効率化

手戻りを減少させ、設計・施工プロセスの効率化

②安全施工

掘削時の埋設物破損事故を軽減

③ICT施工への活用

将来的に自動掘削などのICT施工による生産性向上

④コスト縮減・工期短縮

上記効果により事業全体の効率が向上

正確な地下情報をデジタルで記録、蓄積、更新、共有を関係者間で行うことで、土木・建設業の抱える生産性向上への取り組みや、労働者不足・減少などの様々な問題を解決し、業界全体の効率化と生産性向上に大きく貢献する可能性があると考えられる。

JICMA

《参考文献》

- 1) 藤瀬 亮平：地下埋設物の見える化（DXの取り組み）～電線共同溝地下インフラ3Dマッピング～、令和5年度中部地方整備局管内事業研究発表会、2023.9

【筆者紹介】



東海林 隼人（しょうじ はやと）
ジオ・サーチ(株)
新規事業開発部
課長



渡邊 岳史（わたなべ たけし）
ジオ・サーチ(株)
新規事業開発部
課長



横田 智也（よこた ともや）
ジオ・サーチ(株)
企画営業本部
課長