

35. TSを用いた出来形管理を活用した埋設物管理手法の検討

情報化施工で取得した3次元情報の維持管理における利用

国土交通省 国土技術政策総合研究所 情報基盤研究室
同
同

○ 北川 順
梶田 洋規
重高 浩一

1. はじめに

近年、土工や舗装工を中心に情報化施工の普及が急速に進んでいる。国土交通省の直轄工事における情報化施工活用工事件数は、平成20年度に75工事であったものが平成23年度には568工事¹⁾となり、わずか4年間で7.6倍にまで増加している。このように情報化施工は多くの現場で活用されはじめ、施工の効率化や施工精度の向上といった施工段階における効果が得られている。そこで、国土技術政策総合研究所情報基盤研究室（以下、当研究室）では、情報化施工推進戦略²⁾に示されたイメージの実現を目指し、情報化施工で作成・取得した情報を活用し、維持管理や、さらにその先の調査・計画を効率化・高度化する手法について検討を進めている。

本稿では情報化施工技術の一種である「TS（トータルステーション）を用いた出来形管理」を「地下埋設物」に適用することで、施工時に3次元情報及びその属性情報を施工で取得し、維持管理及び次の計画・設計へと流通・活用していく手法（以下、本手法）について提案し、これまでの検討内容と解決すべき課題について述べる。



図-1 情報化施工の実現イメージ

2. TSを用いた出来形管理

TSを用いた出来形管理は、完成形状の3次元情

報をTSに取り込むことで、出来形管理作業において、①計測位置への誘導、②計測と同時に設計値との差を表示、③計測データを用いた帳票の自動作成、等の効果がある（図-2）。この技術で用いる3次元の電子データは、当研究室にて定める「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準（案）³⁾」に基づくXML形式のデータ（以下、施工管理データ）となっており、「TSを用いた出来形管理要領⁴⁾」において、施工後のデータを工事完成図書として電子納品することが定められている。このように、TSを用いた出来形管理では、施工後に発注者がデータを活用するための、データの標準化及びデータの回収方法について、環境が整えられている。

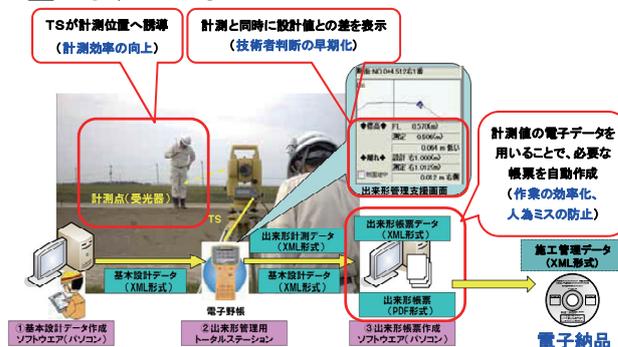


図-2 TS出来形管理技術の特徴

この施工管理データは、平成20年3月に「ver.2.0」を策定しているが、平成23年度9月30日に「ver.4.0」へ改訂を行った⁵⁾。これまでの「ver.2.0」は、工種は土工を対象とし、計測機器に3級TSを用いて、出来形管理を効率化させることを前提としたデータ仕様となっていたが、今回改訂した「ver.4.0」では、対象工種の拡大、利用できる計測機器の追加、維持管理での活用等を考慮し、情報項目の追加等を行った。具体的には、出来形管理項目として、「法長」、「幅」、「基準高」に「深さ」、「延長」、「厚さ」、「面積」を追加することで、舗装工や地下埋設物工等への工種拡大に対応し、さらに、維持管理で重要な情報である計測日時等の取得等の改良を加えている。

3. 現状の埋設物管理における課題

国土交通省では、道路や河川といった公共構造物を管理しているが、地下には多くの占用物件が埋設されており、その管理には多くの課題がある。

3.1 埋設物事故に係わる課題

道路や堤防の地下には、電線や光ケーブル等の重要な社会インフラが埋設されているが、周辺の施工時に切断等の損傷事故が発生している。このような事故は、近隣の住民に電気や水が一時的に供給されなくなってしまう等、社会的影響が非常に大きい。関東地方整備局における事故事例報告⁶⁾によると、このような事故の原因として、①埋設物件の調査を怠った、②埋設箇所が図面と違っていた、③作業員まで情報が伝わっていなかった。等、埋設物の位置情報に関する原因が多く挙げられている。



写真-1 水道管損傷事故

3.2 施工範囲内の埋設物調査における課題

埋設物工事等、掘削を伴う工事を行う場合には、周辺の埋設物の切断事故を防止するため、事前に施工範囲内の既設の埋設物の有無を調査する必要がある。現在は、各占用事業者が紙で整備している「占用台帳」を用いて調査しているが、この台帳は占用事業者毎に紙で整備されているため、決まった範囲内の占用物件を調査するためには、全占用者分の台帳を別々に確認する必要がある。また、占用台帳は、平面図に占用物件を手書きで記載されている場合が多く、物件の有無とおおよその位置は把握できるが、埋設深さや詳細な平面位置を確認することができない。そのため、施工者は占用事業者に対して、施工当時の図面等、詳細な位置がわかる資料を個別に収集している。過年度にヒアリング調査を実施した延長 310m の電線共同工工事では、資料の収集に表-1 のような時間を要しており、施工前に膨大な時間をかけて埋設物件の調査を行っている実態が判明した。

3.3 現場での埋設位置確認における課題

施工者は、図面等の資料を収集した後、埋設物件の位置を現地で確認する。埋設物工事では、地

下の状況や、現地で発見された既設の埋設物等により、計画通りの位置に施工されないことも多い。また、側溝や縁石等の地上にある構造物からのオフセットで管理されている(図-3)為に、拡幅工事等により地上の状況が変化すると、埋設物の位置特定が困難となる。その為、施工者は実際に掘削を開始する前に多くの時間と手間をかけて試掘を実施して、埋設物の位置を確認している。過年度にヒアリング調査を実施した電線共同工工事では、表-2 の程度の試掘を実施している。試掘の実施には、交通規制を伴う場合が多いため、施工者への負担となるだけでなく、渋滞の発生等、社会的な影響も大きい。

| 占用物件 | 移動時間 | 移動回数 | 依頼から収集までに要した期間 |
|-------|------|----------------|----------------|
| 上水道 | 30分 | 5回(依頼、受取、現地説明) | 1ヶ月 |
| 光ケーブル | 30分 | 4回(依頼、受取) | 4日 |
| 下水道 | 30分 | 2回(依頼、受取) | 4日 |
| 下水道 | 25分 | 2回(依頼、受取) | 5日 |
| 電話線 | 30分 | 2回(依頼、受取) | 1週間 |
| 電線 | 20分 | 2回(依頼、受取) | 1日 |
| ガス | 30分 | 4回(依頼、受取) | 1週間 |
| 電線 | 50分 | 2回(依頼、受取) | 1日 |
| 電線 | 30分 | 2回(依頼、受取) | 1日 |
| 電線 | 30分 | 2回(依頼、受取) | 1日 |
| 電線 | 30分 | 2回(依頼、受取) | 2週間 |

表-1 占用物件の情報収集に要した時間(1工事分)

側溝からのオフセット管理

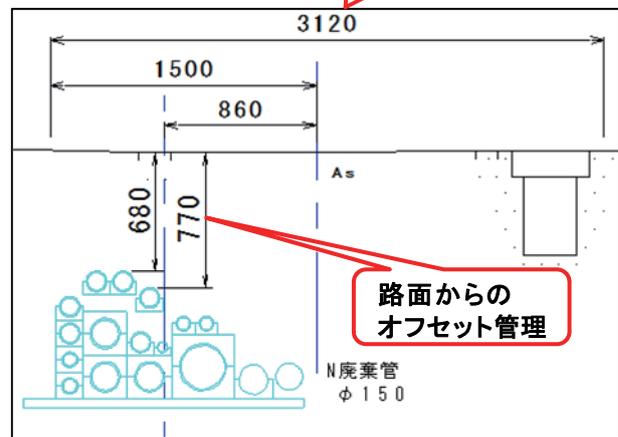


図-3 埋設物工事の図面例

| 工事名 | 施工延長 | 試掘箇所数 | 所要日数 | 作業員数 |
|-----|------|-------|------|------|
| A工事 | 310m | 31カ所 | 11日 | 4人 |
| B工事 | 292m | 15カ所 | 8日 | 4人 |

表-2 試掘に要した工数

4. TSを用いた出来形管理を活用した埋設物管理手法の提案

前章で述べた課題を解決するため、TS を用いた出来形管理を活用した埋設物管理手法を提案する。この手法の全体イメージを図-4 に示す。

4.1 TSを用いた埋設物の出来形管理

地下埋設物は、第3章で述べた通り、計画通りに埋設されない場合がある。しかし、出来形管理は「出来た物を計測する」行為であることから、地下埋設物の出来形管理を、TSを用いた出来形管理で行うことにより、出来形管理と同時に実際に埋設した位置の3次元座標を取得することが可能となり、情報の信頼性が非常に高くなる。過年度に行った電線共同工の現場試行では、作業効率は従来手法に劣るものの、埋設物工事は一般的に日当たりの施工延長が短い為、大きな負担増にはならないものと考えられる。

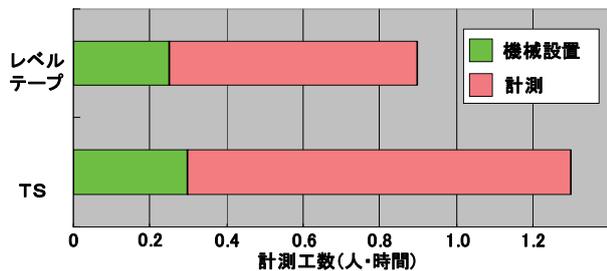


表-3 1日の出来形計測工数（人・時間）の比較

4.2 システム連携による属性情報の付加

TSを用いた出来形管理では、第2章で述べた通り、施工管理データが電子納品されることとなっていることから、この仕組みを利用して、埋設物の情報を収集可能である。しかし、施工管理データは、3次元の座標や計測時間等の限られた情報しか保有できない。そこで、工事完成図書には図面や工事写真、占有申請書には、占有者、名称、管径、占有期間等の情報が含まれることから、電子納品保管管理システム及び占有申請システムと連携することで、施工管理データにこれらの属性情報を付加することが可能である。

4.3 取得した情報の表示・活用

施工管理データは、世界測地系で位置を保持していることから、GISとの親和性が高い。また、電子データであることから、集約したデータを重ねて表示することも容易であり、施工範囲内の埋設物件を一枚の図面上にすべて表示することで、3.1で述べたよう課題が解決できると考えられる。また、ポップアップ等を活用して連携したシステムが保有する情報を表現することで、関連する属性情報等を容易に取得することが可能となる。施工管理データは3次元座標を保有することから、地下空間の3次元表現が可能である。これを活用

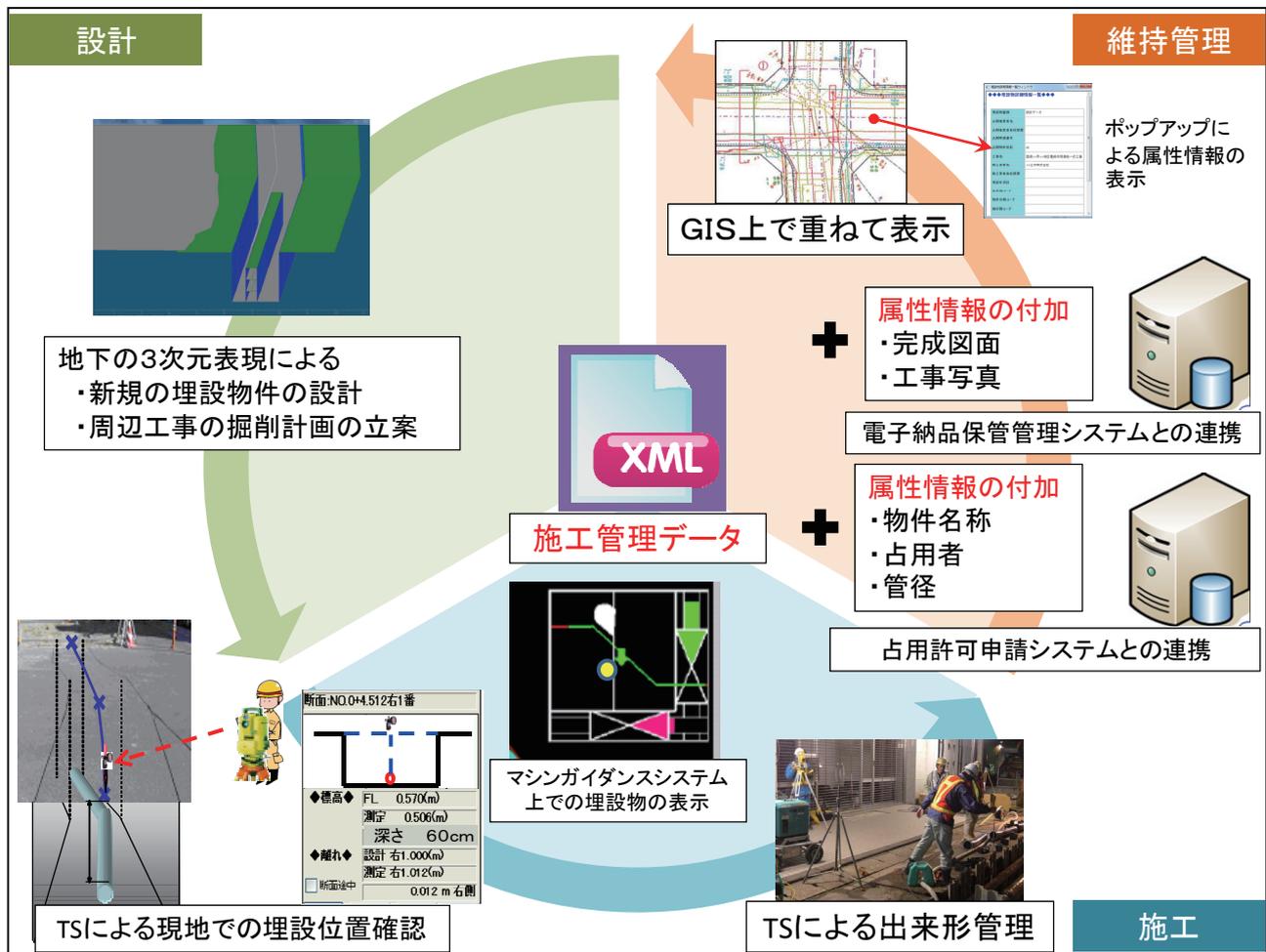


図-4 TSを用いた出来形管理を活用した埋設物管理のコンセプト

することで、新たな埋設物や、近傍での掘削工事において、埋設位置や施工計画の立案への活用が期待できる。

4.4 施工時における情報の活用

従来は、現場での既設埋設物の位置確認時には、図面から位置を計算していた。しかし、システムから施工管理データを出力し、TSに搭載することで、プリズムを誘導し、現地で埋設物の位置を確認することが可能である。また、現在対応するシステムは存在しないが、技術開発が進めば、マシンガイダンスシステムが施工管理データを読み込むことで、画面上で埋設物の位置を表示し、重機による埋設物の切断事故を防止する仕組みも考えられる。

5. システムの開発

当研究室では、第4章で述べたコンセプトを実現するため、一部の機能を備えたプロトタイプのシステムを開発した(図-5)。このシステムは、電子納品されたCDを登録することで、施工管理データを抽出してGIS上に埋設物の位置を表示し、さらにGIS上で埋設物データを選択することで、工事完成図書や、別途CSV形式で登録した属性情報、3次元ビュー等をポップアップ表示することが可能である。今後このシステムを活用した試行を実施し、本手法の課題を抽出し、必要な基準の整備や見直し、システムの改良等を行っていく予定である。

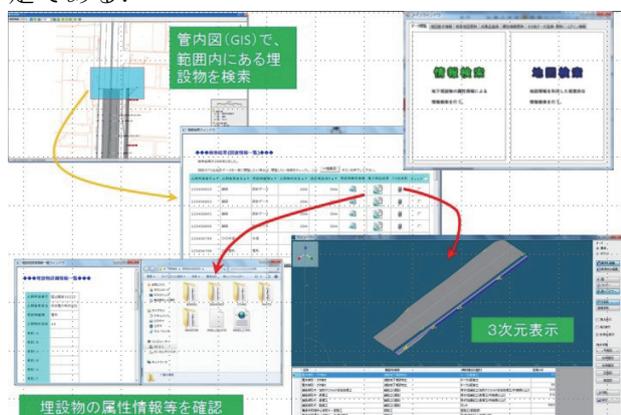


図-5 試作したシステム

6. 解決すべき課題

本手法を実現するためには、解決すべき課題が多くあるが、主な課題について述べる。

6.1 埋設物の3次元情報の収集方法

本手法を実現するためには、埋設物工事が行われた場合に、確実に施工管理データを収集する必要がある。しかし、小規模な占用工事の場合には、施工者の技術力や、機器のコストの面でTSを用いた出来形管理を実施させることが困難であることが予想される。そのため、費用や技術に対する支

援や、管理者による計測等、正確な情報を確実に取得するための制度設計が必要である。

6.2 既設物件の情報収集について

新設の埋設物の場合は、これから情報を取得可能であるが、既設の埋設物の場合、これから位置情報を取得することが困難である。本手法では、データが完全であることで効果が発揮されることから、TSで取得した正確なデータとは区別した形で暫定的に紙の台帳からデータを仮登録し、埋設物の更新時にデータも更新するといったような既設物件の情報を収集する取り組みが必要である。

6.3 出来形計測について

現在の出来形管理基準では、埋設物の出来形管理は200mに1カ所、深さと延長を計測することとなっている。しかし、切断事故を防止するためには、正確な埋設位置情報が必要であり、埋設管経路の変化点等、出来形管理箇所以外にも計測が必要となる。よって、出来形計測の頻度や箇所については、正確な位置を取得するために、基準類の見直しが必要がある。

7. 終わりに

本検討では、埋設物管理における現状の整理と、その解決手法の提案及び解決すべき課題について述べた。本手法を実現するためには、まだ技術面だけでなく、制度面でも多くの課題がある。また、本手法は、埋設管のような占用物件だけでなく、属性情報を追加することで、重金属を含んだ材料による盛土等、施工時に出来形管理が行われるものについては、応用が可能であり、今後も検討を進めていきたい。

謝辞：本検討にあたっては、現場試行や意見交換会等で関係者に多大な協力を賜った。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 情報化施工推進会議：第10回情報化施工推進会議資料，H24.8.7
- 2) 情報化施工推進会議：情報化施工推進戦略，H20.7.31
- 3) 国土技術政策総合研究所 情報基盤研究室：TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案)，<http://www.nilim.go.jp/ts/download/120329tsdataexchange4.pdf>，H23.9
- 4) 国土交通省：TSを用いた出来形管理要領(土工編)，H24.9
- 5) 北川ら：TS出来形管理の適用拡大に向けたデータ交換標準に関する検討，土木情報利用技術講演集 vol.36，pp17-20，H23.9
- 6) 国土交通省 関東地方整備局：関東地方整備局発注工事で発生した事件事例(速報値)，<http://www.ktr.mlit.go.jp/gijyutu/gijyutu00000014.html>，H24.8時点