

電線共同溝事業のスピードアップに向けた一考察について

金原 紀雄¹

¹近畿地方整備局 京都国道事務所 管理第二課

(〒600-8234京都府京都市下京区西洞院通塩小路下る南不動堂町808)

電線共同溝事業については事業着手から完成まで多大な時間を要している実情がある。

従来の2次元での設計では、①占用企業者（上下水道・ガス）提供の施設台帳の位置情報精度が低い。

②予期せぬ管路（不明管）が多く発見される。などにより工事実施時に再検討が必要となり時間を要している。設計段階においては、特殊部の配置計画の際、特殊部の位置を変更する度に横断図の作成、協議資料の作成が生じる。本稿はこれらの課題解決のため下記の取り組みを行ったものである。

- 地中レーダー（試掘併用）による、精度の高い地下埋設物物件の取得
- 不明管のあぶり出しによる管理者の事前確認及び方針の決定
- 3D設計による設計・協議期間の短縮

キーワード 電線共同溝、無電柱化、BIM/CIM、地中探査、3Dモデル

1. はじめに

近年、国土交通省では無電柱化を、「防災」、「安全・快適」、「景観・観光」の観点から推進している。無電柱化の実施により、地震や台風による電柱の倒壊（図-1）をなくすとともに、無電柱化により歩道の有効幅員が広がり（図-2）、景観の阻害要因となる電柱・電線をなくすことにより景観を向上させることが可能となる（図-3）。1995年の「電線共同溝の整備等に関する特別措置法」の成立により、道路の掘り返し防止や道路景観の整備の観点から、道路管理者が電線の収容空間として電線共同溝を整備するという仕組みが整った。その後、2021年度には新たな「無電柱推進計画」が策定されており、この計画の取組姿勢として「新設電柱を増やさない」、「徹底したコスト縮減を推進する」、「事業の更なるスピードアップを図る」の3つのポイントがうたわれている¹⁾。



図-1 台風による電柱の倒壊

出展：国土交通省ホームページより

https://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_001086.html



図-2 無電柱化による歩道の有効幅員の拡大



図-3 無電柱化による景観の向上

また、近年、国土交通省は公共事業におけるBIM/CIM (Building / Construction Information Modeling・Management) の活用を推進している。BIM/CIMとは、計画・調査・設計段階から3Dモデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても、情報を充実させながらこれを活用し、あわせて事業全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、一連の建設生産・管理システムにおける受発注者双方の業務効率化・高度化を図るものである²³⁾。2023年からは、原則すべての公共工事においてBIM/CIMが適用されることになった。計画が頻繁に変更され、高い精度での設計が求められる電線共同溝事業においてはBIM/CIMモデルの作成コストが大きくなるといったことから、BIM/CIMモデルの活用は十分に進んでいるとは言えない状況であるが、3Dモデルの作成により、立体的でわかりやすい成果として利用できるなど合意形成におけるメリットも大きい。

本稿で電線共同溝事業においてBIM/CIM技術を活用した試行の取り組みからスピードアップ化について考察する。

2. 電線共同溝事業の課題

日本は欧米やアジアの主要都市と比較して無電柱化率は低く、東京都区部の無電柱化率は約8%、大阪市では約6%となっている。(図-4) また全国には約3,600万本の電柱が存在しているが¹⁾、毎年数万本単位で増加し続

けている。

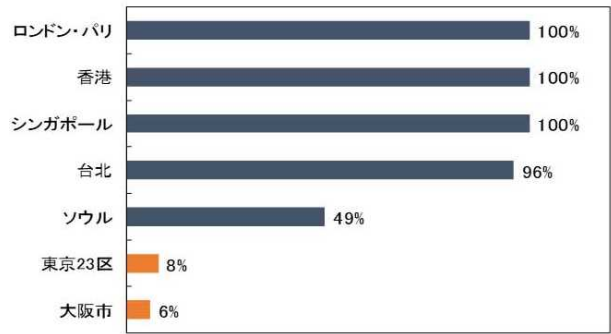


図-4 欧米やアジアの主要都市の無電柱化の状況 (国土交通省ホームページより⁴⁾)

現在、このような状況を改善すべく、電線共同溝の整備などの手法により無電柱化が進められている。電線共同溝とは電線の設置および管理を行う2以上の者の電線を收容するため、道路管理者が道路の地下に設ける施設をいい、管路部、特殊部、連系管路および引込管路からなる⁵⁾。(図-5) 電線共同溝整備においては、「詳細な地下の状況を把握しないと設計、協議が出来ない」、「管理台帳と実際の埋設管の位置が異なる」、「台帳に載っていない不明管が存在する」といった課題が存在し、工事実施時に管路の位置や構造の変更などの再検討が必要となり時間を要することが多い。また、電線共同溝整備は人力作業が多く、コスト削減が進まない原因ともなっている。京都国道事務所では電線共同溝整備のスピードアップ化のため工事発注前に「試掘工事」を別途行い、地下埋設物を十分に調査した上で詳細設計を完了させる取り組みも行っている。しかし、この試掘作業も精度の高い試掘が求められる他、人力で確認をしながら慎重に掘り進めることが求められるため、「コスト」、「時間」がかかる。これらの課題を解決し、電線共同溝事業のスピードアップ化を図るために、電線共同溝事業における3Dモデルの活用について検討した。

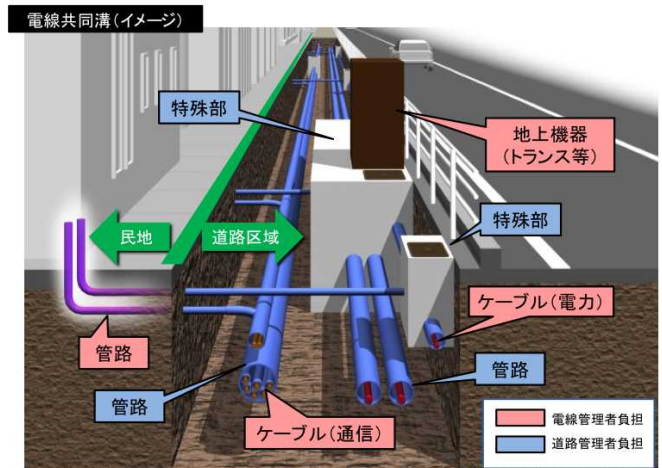


図-5 電線共同溝の標準的な構造

3. 竹田街道十条交差点における3Dモデルの作成

(1) 対象地区、モデル作成の考え方

今回は京都府京都市南区東九条柳下町の竹田街道十条交差点で地下埋設物との位置関係が複雑に交差する箇所を抽出し、3Dモデルの作成を行った。この竹田街道十条交差点部は埋設管が縦横に埋設されており、可視化することが設計・協議等で有効であると考えられる。3Dモデルの作成範囲は以下の考えに基づき設定した。

- ・ 特殊部（ケーブルの分岐部、接続部並びに一般家庭に供給するための変圧器などの地上機器）と埋設管との干渉が明確な箇所は、2次元図面で確認できるため、3Dモデルの作成は行わない。（2次元図面で協議可能なため）
- ・ 深さが同程度の埋設管と電線共同溝が交差し、かつ輻輳する箇所では、3Dモデルを作成する。

(2) 作成条件

作成するモデルは国土交通省のBIM/CIM活用ガイドライン(案)に準拠した。

ガイドラインではBIM/CIMモデルとして、「地上モデル」「地質・土質モデル」「線形モデル」「土工形状モデル」「構造物モデル」「統合モデル」が挙げられているが、今回作成するモデルは作成用途に応じてBIM/CIMモデル全体を把握できるというメリットがあるため、「統合モデル」とした。統合モデルとは、地形モデル（広域含む）地質、土質モデル、線形モデル、土工形状モデル、構造物モデルを組み合わせたモデルである。

今回、平面地形は2Dデータとし、既設埋設物の位置、深さ等は、管理者から入手する管理台帳に記載されている情報から再現した。また精度を向上させるため今回は4箇所の試掘を行いその結果を反映した。

国土交通省の「BIM/CIM活用ガイドライン(案)」におけるLOD (Level Of Detail) とはモデルの「形状」の詳細度を示すものであり、100から500までの3Dモデルの5段階のレベルで、数値が高いほど形状がより詳しくなる。本モデルは詳細度を「LOD300」として作成を行った。「LOD300」は附帯工などの細部構造、接続部構造を除き、対象の外形形状を正確に表現したモデルである。今回作成した竹田街道十条交差点における2次元モデルの図面と3Dモデルの比較イメージ(図-6)および3Dモデルの鳥瞰図(図-7)を以下に示す。



図-6 3Dモデルと2次元図面の比較イメージ

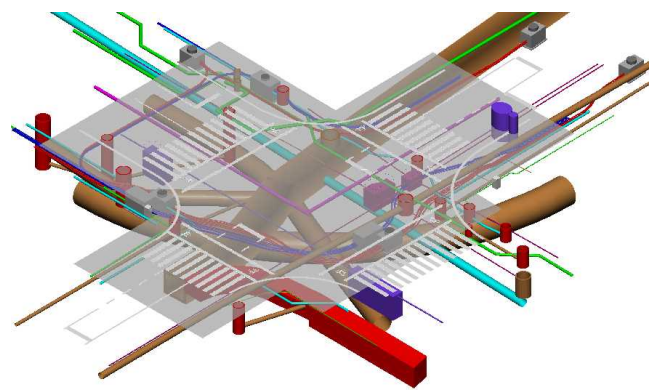


図-7 作成した3Dモデルの鳥瞰図

(3) 活用効果

モデルを作成した結果、例として図-8、図-9 の様に既設埋設物と計画の電線共同溝および照明柱の干渉を視覚的に確認することができた。図-8 に雨水引込管（茶色）と電線共同溝（電力：赤）が干渉している様子、図-9 に照明柱の基礎と下水道が干渉している様子を示す。

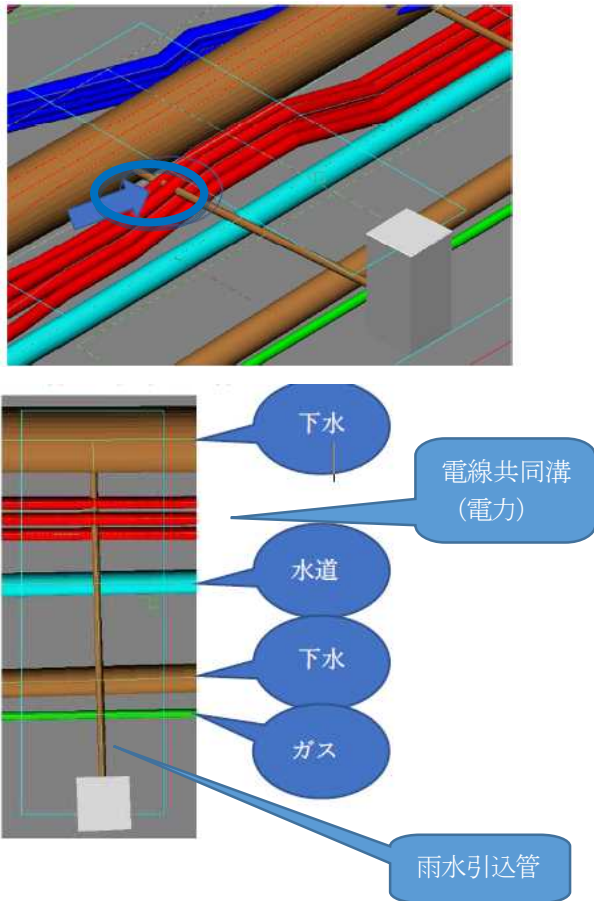


図-8 計画の電線共同溝と既設埋設物の干渉

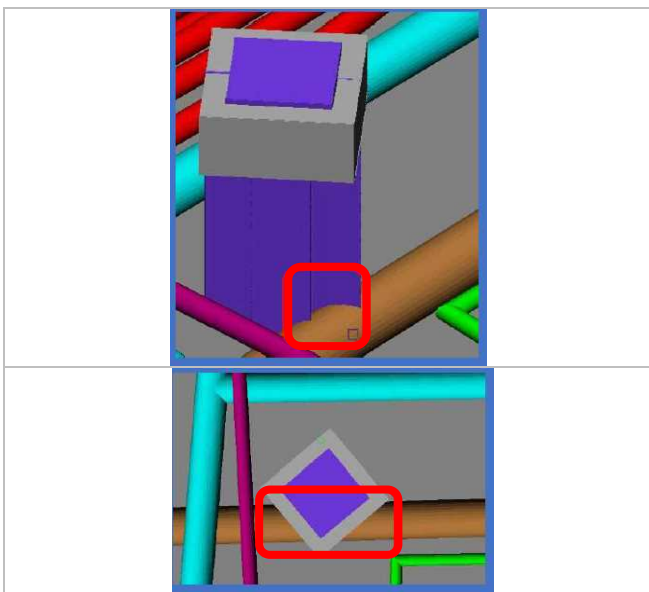


図-9 3Dモデルの照明柱の基礎と既設埋設物の干渉

(4) 課題

3Dモデルを作成した結果、以下のことが確認できた。

- ・ 既設埋設物の土被り情報の不明な箇所が多い
- ・ 3Dモデルでは既設埋設物同士が干渉しているが、実際には干渉していない。

これら既設埋設物の位置・深さ等は、管理者から入手する管理台帳に記載されている情報から再現するが、情報量が少ないため再現の精度が低い。これらについては現場においてピンポイントで試掘を行って補正することが必要となる。

4. 考察

現在 BIM/CIM の活用が推進されており、道路、河川、橋梁等の構造物に関しては、実績が積みあがりつつある。これらの構造物設計では、3次元の地形に計画の3Dモデルを作成するのに対して、電線共同溝設計では、2次元地形をベースに既設埋設物の精度の低い情報に基づいて設計を行うことになるため、作成するデータの精度において課題が残る。

そのためには3D探査を行い精度の高い台帳を作成する必要がある。これによって設計・協議の効率化、住民への地元説明への活用などが期待できる。

5. 3D探査による検証

(1) 取り組み概要

上記3. では管理台帳より既設地下埋設物の位置・深さ等の情報を入手していたが、より精度の高い結果を得るため試掘を併用した地中レーダーによる精度の高い探査を実施することが考えられる。このような地中レーダー探査による表1の調査設計を、国道1号 上鳥羽南地区（京都市南区上鳥羽南花名町～上鳥羽嶋田）の下り側L=300mにおいて行った。

- ・ 地中レーダーにより精度の高い地下埋設物の3D情報の取得
- ・ 不明管のあぶり出しによる管理者の事前確認及び方針決定
- ・ 3D設計による設計・協議期間の短縮

表-1 作成した3D探査及び3D設計の実施項目

| 項目 | 内容 |
|--------------|---------------------------------|
| ①地下レーダー探査・解析 | 地中レーダー探査による埋設物情報の取得 |
| ②試掘調査 | 試掘による地中レーダー探査精度の検証、補正 |
| ③地上点群データ調査 | 3Dレーザースキャナーによる点群データ計測、地下データとの統合 |
| ④地下3Dモデリング | 地下レーダー探査結果の3D化 |
| ⑤3D設計 | 3D空間での電線共同溝データ作成 |

この取り組みで作成された地上、地下3Dマップの代

表的箇所の様子を図-10に示す。

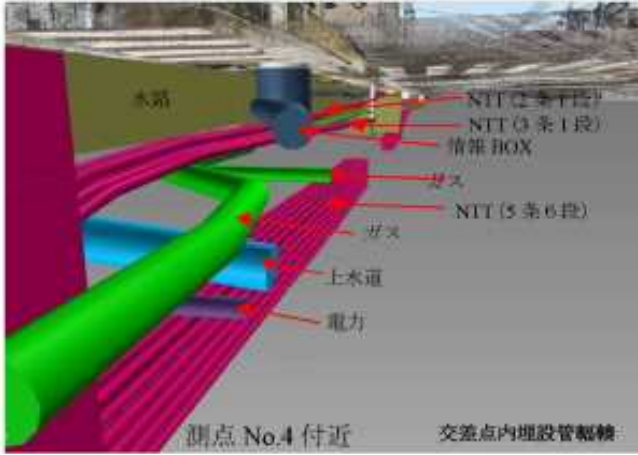


図-10 作成した3D探査の代表箇所

(2) 結果

a) 精度の検証

試掘による検証の結果、ほぼ全ての埋設物が機材の探査精度の許容範囲内であった。(許容範囲：【水平方向】±10cm程度、【深度方向】(GL-1.0m以浅)±10cm程度、(GL-1.0m以深)±10%程度)

しかし、一部の埋設管において、誤差292mm(許容値の161%)が発生した。この発生理由としては、深度方向の埋設管輻輳による影響(上部管路の反射信号の影響により下部管路の認識が不明瞭となる)が考えられる。このような誤差が存在すると施工協議や設計に使用することが出来ず、結果的に試掘による補正が必要となる。

b) 不明管の特定

不明管の特定に関しては顕在化した不明管の大半は需要家への管路であり、点群データの活用、反射信号によるマンホールなどへの接続が確認できたことから不明管のうちの44.6%で所有者候補の確認ができた。

ただし所有者候補が確認できなかった残りの不明管について、占有事業者へ照会したが「管種・管径等が不明な管路の特定は難しい」として判明には至らなかった。不明管のうち需要家への管路においては所有者の事前特定は難しいため工事掘削段階において各占有事業者に立会を求めるなどで対応することが必要となる

しかし、3D探査により不明管を把握することは有効であり、設計図に「不明管」として記載する事が出来る。

c) 合意形成の円滑化

3D設計により埋設管と近接構造物との隔離などを視覚的に表示できることを確認した。これにより効果的に関係機関協議や地元説明が行えると期待できる。

沿道地権者への説明においてはAR技術の活用が考え

られる。ARとは、Augmented Realityの略で、拡張現実を意味し、現実世界の風景に仮定の視覚情報を加えて現実世界を拡張した形で情報を提供できる。例としてタブレット端末上に計画上の地上機器3Dモデルを現実の景観と重ねて表示し、沿道住民に視覚的な説明を行うことが可能となる。このような取り組みは今後の合意形成の円滑化につながり設計協議期間の短縮が期待できる(図-11)。



図-11 ARを用いた住民説明の例

6. まとめ

今回の試行では協議資料として3Dモデルを作成、活用することでその有効性を検証した。さらに精度の高い3Dモデルが作成できることを期待して地下レーダー探査を行い一定の成果を得られた。しかし、一部で地下レーダー探査精度の低下が見られたため今後は再度別の区間における地下レーダー探査及び試掘を実施し、さらなる検証を行う必要がある。また、地下レーダー探査の精度管理および補正において、併用する試掘調査の頻度(対象区間に対する箇所数等)の考え方について整理・検討が必要となる。電線共同溝は路線により「地下埋設物の輻輳状況」や「埋設物状況」「電線共同溝の計画」が異なるため定量的な指標は設けず路線特性や電線共同溝の構造特性に応じて個々に設定する事が望ましい。また試掘箇所を増やすことによる費用の増加についても考慮する必要がある。

このように現時点では電線共同溝分野における3D設計の効率はまだ低く、今後のソフト等の技術開発状況を注視する必要がある。また結果として調査費用が従来の試掘を行うより高くなってしまいうケースが存在するという課題も存在する。

ただし設計施工段階における合意形成の円滑化という観点においては3Dデータの活用により不明管の把握や、既設埋設物の干渉および離隔確保の状況を可視

化，視覚的な確認による協議の円滑化が図られる。また，沿道住民に視覚的に説明が可能となり合意形成の円滑化が期待できるといったメリットもあり，事業のスピードアップにもつながることが期待できる。

高い精度が要求される電線共同溝の設計面において，3Dでの探査・設計は本取り組みからはまだ課題も多く本格的に導入するにはそれらを解決する必要がある。しかし合意形成などの面で事業のスピードアップにつながるメリットも多くあり，今後の技術開発状況を見極めつつ費用面なども踏まえたうえで活用について検討することは有効と考えられる。本取り組みが無電柱化事業のさらなるスピードアップ化の参考となれば幸いである。

謝辞：本論文の執筆にあたり，参考資料の提供及び助言等いただきました関係者の皆様に深く感謝の意を

表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：「無電柱化推進計画（2021年5月策定）」
<https://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/pdf/21-05.pdf>
- 2) 国土技術政策総合研究所：「BIM/CIMポータルサイト」
<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/bimcimindex.html>
- 3) 国土交通省：「発注者におけるBIM/CIM実施要領（案）」（2020年3月）
<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001334803.pdf>
- 4) 国土交通省ホームページ 無電柱化の整備状況（国内、海外）
https://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/chi_13_01.html
- 5) 近畿地方整備局：電線共同溝マニュアル（2020年1月）
https://www.kkr.mlit.go.jp/road/sesaku/non_pole/qgl8vi0000006tff-att/manual.pdf