

3次元CGによる地下空間の可視化を通じた今後のCIMの展望

To prospect the future of CIM by visualizing the underground space by the three-dimensional CG

函館工業高等専門学校
函館工業高等専門学校

○正 員 山崎俊夫 (Toshio Yamazaki)
非会員 紺屋佑樹 (Yuki Konya)

1. はじめに

建築では BIM (ビルディング・インフォメーション・モデリング) が進展し、モデリング・ソフトウェアを使用してリアルタイムでダイナミックに、3次元の建物設計および建設の生産性を向上させる取り組みが行われている。土木では先行する BIM に対して CIM (コンストラクション・インフォメーション・モデリング) を提唱し、公共事業の一連の過程で ICT ツールと3次元データモデルの導入・活用により建設事業全体の生産性向上を図ろうとする取り組みがある。

本研究では、札幌駅前大通を対象に、今後、進展するとみられる CIM を視野に入れて、地下埋設物ならびに地下構造物の3次元CGによる可視化について検討する。そして、3次元モデルによる新たなインフラ管理について展望する。

2. 本研究の目的

CIM とは、調査・計画・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルに連携・発展させ、併せて事業全体に亘る関係者間で情報を共有し、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るものである。

CIM の目標は、社会資本整備の調査から管理に至る一連のプロセスを効率的かつ効果的にマネジメントすることである。これにより、維持管理の高度化や人材育成、迅速な災害対応に役立つと考えられている。

本研究では札幌駅前大通の地下空間を対象とする。札幌駅前通地下歩行空間と上下水道・ガス管・電線類等の地下埋設物を、3次元モデルにより可視化する。3次元モデルによる可視化は、今後の維持管理の在り方について展望するためである。本研究では、GIS ソフトウェアとモデリング・ソフトウェアを用いて、地下構造物と地

下埋設物を可視化する方法を明らかにする。

3. 札幌駅前大通の概要

札幌駅前大通の道路地下には、札幌駅前通地下歩行空間と従前からある地下埋設物および電線類が存在する。

札幌駅前通地下歩行空間は、およそ6年間の工事期間を経て、平成23年3月に開通した。都市再生という方向性のもと、都市交通の円滑化を図る札幌圏の歩行空間対策として事業化された。札幌駅前地区と大通地区を地下歩道で繋ぐことにより、二極化されている都心商業圏の回遊性を高め、四季を通じて安全で快適な歩行空間を確保することが目的とされた。さらに、沿道ビルとの地下接続や多様な活用を行うことにより、人々が憩い楽しめる空間を創出し、都市全体の魅力と活力の向上を図ることも目的とされた。

従来から道路の地下には、ガス、上水道、下水道等、生活に密着した都市施設が埋設されてきた。これにより都市住民は様々な生活利便を享受してきた。しかし、敷設・維持管理の都度に道路の掘削を必要とするため、道路の構造や交通に著しい影響を与えてきた。このため道路管理の面からは、地下埋設物の維持管理の効率化は重要な課題である。また、良好な都市環境・住環境の形成等の観点から、市街地内における幹線道路等の無電柱化は、国の重要な施策として推進されている。

札幌駅前大通においては、歩道部において従来からある地下埋設物に加えて電線類が地中化されている。さらに車道部の地下空間には、札幌駅前通地下歩行空間が建設されている。さらに、その地下空間には地下鉄南北線の軌道が敷設されており、札幌駅前大通の南北にさっぽろ駅と大通駅が存在する(図-1参照)。

札幌駅前大通は、札幌市及び札幌圏の重要な交通拠点・交通結節点であるが、高機能ゆえに複雑な構造を有



図-1 札幌駅前大通概要図

している。道路そのものの維持管理もさることながら、地下埋設物の維持管理の効率化は、札幌圏の中核となる交通機能を維持するうえで重要な課題である。さらに、水害・震災等の災害対応の観点からも、道路地下空間の可視化の重要性が今後さらに高まると考えられる。

4. 3次元モデルの作成方法

4-1. 地下埋設物に関する資料収集

本研究で対象とした地下埋設物とその資料入手方法を表-1に示す。入手した資料は紙媒体（一部は画像データ）である。

表-1 対象とした地下埋設物の資料入手方法等

	図名（縮尺）	サイズ	入手先
上水道	参考図面（1/1000）	A3	札幌市水道サービス協会
下水道	平面図（1/500）	画像データ	札幌市建設局
ガス	配管図（1/500）	長尺紙	北海道ガス
電線類	布設図（1/750）	A3	北海道電力

4-2. 基盤地図情報の入手

国土地理院のウェブサイトより基盤地図情報を入手した。使用したデータは基本項目の「建築物の外周線」「道路縁」「道路構成線」と数値標高モデルの「5mメッシュ」である。基盤地図情報ビューアにより Shape ファイルに変換し、GIS ソフトウェア（QGIS）に読み込ませた。

4-3. 札幌駅前通地下歩行空間の調査

札幌市等のウェブサイトより地下歩行空間の平面図や幅員データ等を入手した。また、地上と接続する階段の段数と1段あたりの高さ（蹴上げ高）を現地で計測した。

4-4. 3次元モデルの作成方法

地下埋設物については、入手した資料より各埋設物の平面位置を QGIS で入力した。その際、紙媒体の資料はスキャニングし、1つの画像ファイルに合成した。それを QGIS の機能である「Georeferencer」を用いて、GIS データ（基盤地図情報）と画像ファイルの位置合わせを行った。そのうえで、読み込んだ画像ファイルに記載されている管路の情報を、QGIS の作図機能でトレースした。このようにして、紙媒体等で提供された資料より、2次元のデジタルデータを作成した。これを DXF ファイル形式で出力し、モデリング・ソフトウェア（SketchUp）に読み込ませた。そして、SketchUp で高さ（地表からの深さ）を設定した。そのうえで管径に合わせて3次元化した。深さならびに管径の数値等は、入手した資料より判読した。

地下構造物（地下歩行空間）については、ウェブサイトより入手した資料より地下構造物の形状を SketchUp でモデリングした。地下歩行空間の総幅員は 20m、中央の通路部分は 12m、両側の広場・休憩スペース部分等は共に 4mを基本とした。地下歩行空間の深さ（床面の高さ）は、地上に接続する階段の段数に蹴上げ高を乗じ

て設定した。計測結果より蹴上げ高を 15cm と設定し、段数より地上からの深さを算出すると、5.7～6.9m と幅のある結果となった。しかし、地下歩行空間は概ね平坦であるため、GIS データの標高値と突合せたうえで、床高さがほぼ一定となるように、地上部からの深さを調整した。

5. 結果

昨年度の研究において、電線類地中化を3次元設計で検討することは、建築の分野で進展している BIM と共通する部分があることが判った。建物の中に水道管やガス管が通っているように、道路の地中に上下水道管・ガス管が通っている。電線類地中化の3次元データ化は BIM と近いものがある。土木分野の中でも電線類地中化は、CIM の参入に馴染みやすい事業であると言える。

本研究では、紙媒体の資料に基づいて3次元モデルを作成した。今後、関係者の同意が得られれば、電子媒体（デジタルデータ、GIS データ）の提供を受けることが期待できる。そうすれば3次元モデルの精度をさらに高めることができる。また、モデリングに関しては、管路の3次元化をプログラムにより自動生成することも今後は検討する予定である。

SketchUp により3次元モデルで可視化することで、高さや深さ、奥行き、管路の重なりを表現することができ、空間利用の把握が容易になる。これにより事業者間はもちろん、建設事業に関する知識のない近隣住民等との合意形成も容易になると考えられる。上水道、下水道、ガス管の敷設に関する設計業務は CAD 化されている。これを3次元化することは業界として取り組むべき課題である。個々の CIM 化が進展すれば、これらを統合した地下モデルの構築は容易に達成できると考えられる。

さらに、CIM の全体最適化の観点からは、スマートフォンを持って道路上に立てば、地下の構造物・埋設物の様子が理解できるようになることも必要になると考えられる。

6. まとめ

社会資本ストックの高齢化が進む中、維持管理の重要性がさらに増している。右肩下がりの経済状況下においては、新規投資は望みにくい。ゆえに既存ストックの正常な機能を長く保つ工夫が必要である。耐用年数の目標を定めた維持管理や検査のあり方が求められている。

また、少子高齢化を背景に、魅力が乏しい建設産業では若手技術者の絶対数が不足している。建設産業では生産性の向上が図られず、魅力溢れる活躍の場を若手技術者に提供できていない。建設産業全体の ICT 化は喫緊の課題といえるであろう。

社会資本ストックの可視化には、建設部門の生産性向上を飛躍的に進める可能性が秘められている。可視化により社会資本ストックがオープンデータ化される。3次元データに時間軸を導入して4次元化すれば、社会資本ストックを効率的にマネジメントできる。維持管理手法の革新は、ICT に長けた若手技術者に活躍の場を与えることが期待できる。