

地下埋設物の三次元モデル及び二次元図面の重ね合わせ手法に関する一考察

筑波大学大学院 学生会員 ○石橋 拓海
株式会社竹中土木 正会員 岡本 健
法政大学 正会員 今井 龍一

1. はじめに

今後、我が国では、老朽化の著しいインフラ整備や地下埋設物が輻輳している箇所での構造物の改築・更新・新設工事の増加が予想される。既存の地下埋設物は、各埋設企業者により二次元図面で管理され、設計・施工段階において各企業者が埋設物を図面上で重ね合わせている。重ね合わせた図面は、尺度や各企業者の基準となる境界位置の相違により、実埋設状況との間に差異が生じている。そのため、設計・施工時の試掘結果をもとに二次元図面を修正しており、その作業に手間を要している。岡本ら¹⁾は、SfMによる三次元モデルを用いた既存の二次元図面の補正手法を提案している。SfMにより生成した地下埋設物の三次元モデルと既存の二次元図面とを重ね合わせることで、既存の二次元図面を補正している。しかし、三次元モデルと二次元図面とを重ね合わせる際の明確な基準が定められていない。また、既存手法は両者を重ね合わせる際の精度に大きく依存するため、基準軸や基準線を定めなければ正確な二次元図面の補正が期待できない。

本稿は、既存手法の精度を向上するための一助となることを目的として、三次元モデルと二次元図面とを重ね合わせる際の留意点に関して調査した結果を報告する。具体的には、三次元モデルと二次元図面とを簡易に重ね合わせ可能な基準軸・基準線を考案し、仮設現場にて考案手法の有用性を検証した。

2. 既存手法の概要

既存研究¹⁾で考案された三次元モデルを用いた二次元図面の補正手法を図-1に示す。三次元モデルは、SfM処理ソフトにより多視点画像（静止画）を用いて自動生成する。二次元図面の補正に伴う三次元モデル上の平面・断面の抽出は、点群処理ソフト上で処理する。まず、補正対象の二次元平面図が三次元モデル上に正確に重なるよう、三次元モデルの上面位置から平面図の位置および回転角を調節する。その際、三次元モデル上の試掘調査範囲の四隅の一つなどの特徴となる基準軸を決

定し、位置と角度を調節する。

次に、二次元平面図上で断面を作成するための基準線を任意で決定し、基準線から対象の断面位置および点群を抽出する幅を設定する。その情報に従って、点群をクリッピングし、得られた点群断面上において地下埋設物の既存の二次元断面図を読み込む。そして、点群断面と二次元断面図とで同一となる基準軸を指定することにより、位置を調節する。

最後に、平面・断面の画像データを生成する。その際、画像の解像度を指定するとともに、位置を合わせた結果の座標値から画像左上のピクセルの座標を算出し、その情報も併せて出力する。生成された画像データは既存の二次元図面と整合した座標値と解像度を持つため、二次元CAD上での画像と図面との位置は一致する。作業者は二次元CADを用いて画像を参照しながら図面の地下埋設物の位置のずれなどを補正する。

3. 基準軸・基準線に関する考察

(1) 基準軸及び基準線の概要

本研究では、前章にて述べた三次元モデルと二次元

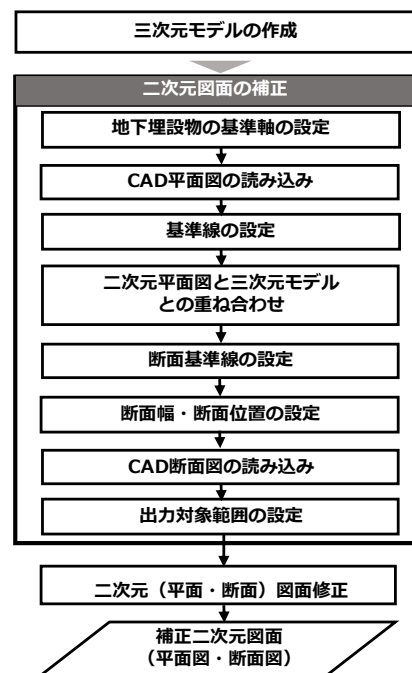


図-1 既存研究における二次元図面の補正手法

キーワード 基準軸、三次元モデル、CIM、地下埋設物、図面補正
連絡先 〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学大学院

TEL : 029-853-2024

図面とを重ね合わせる際の基準軸・基準線を調査し、考察した。基準軸・基準線は三次元モデル化でき、平面的に認識しやすいものが望ましい。また、今回は作成した三次元モデルの精度を検証するため、基準軸・基準線は座標を簡易に計測可能なものとした。そのため本検証では、図-2の2つの標定点を直角に組み合わせた基準軸・基準線を用いた。標定点の内辺の交点部分を基準軸とし、一方の内辺を基準線とした。一部の地方公共団体での沿道掘削に関する規程²⁾において、打設杭の地表面の変位量が30mm以下に収まるように定められている。そのため、管理する図面は、水平および鉛直誤差が±30mmを満たす精度が要求される。以上より、三次元モデルの目標精度を±30mmとした。

(2) 基準軸及び基準線の考察

仮設現場において、既存手法における基準軸および基準線を用いた三次元モデルと二次元図面との重ね合わせを検証し、留意点を考察した。図-3に使用した仮設現場を示す。基準軸・基準線となる標定点(No.1, 2)を試掘境界線から10cm程度離れた位置に設置した。また、試掘範囲の周辺に標定点3箇所(No.3, 4, 5)および地下埋設物に検証点6箇所(No.6-10)を設置して検証した。実測値と作成したモデル値との誤差が±30mm程度であったことから、高精度の結果が得られた(表-1参照)。検証の結果、基準軸・基準線を設置したことで、二次元図面上における試掘範囲の不一致が確認できた。既存手法では、試掘境界線を基準軸・基準線として使用していたためこのような事例が確認されていなかった。図-4に基準線・基準軸の設置による試掘範囲位置の相違を示す。(a)の既存手法において基準軸および基準線に試掘境界線を用いている場合は、試掘範囲自体のずれを確認できていなかった。しかし、(b)のように三次元モデルおよび二次元図面に対応する基準軸・基準線を設けると試掘範囲の不一致があることを確認できた。

4. おわりに

本研究では、既存手法の精度を向上するための一助となることを目的とし、既存手法において明確化されていなかった基準軸・基準線の設置方法および形状を考察した。既存手法において試掘境界線を基準としていたものを試掘範囲外に基準軸・基準線として設置した。その結果、既存手法では確認できていなかった二次元図面上の試掘範囲の不一致を把握できた。

このように、三次元モデルおよび二次元図面に同一の基準軸・基準線を設けることで、既存手法における二

次元図面の補正の精度向上が期待できる。しかし、既存手法における三次元モデルの生成方法は、基準軸・基準線の設置に関しては考慮されていない。したがって、今後の課題として、本稿の留意点を考慮した生成方法を定義する必要がある。

謝辞: 本研究を遂行するにあたり、株式会社竹中土木より検証現場の提供や貴重なご意見を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

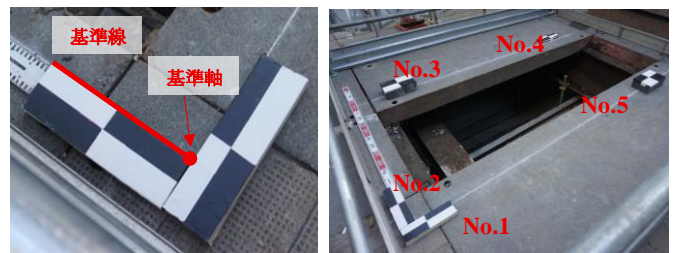


図-2 基準軸及び基準線

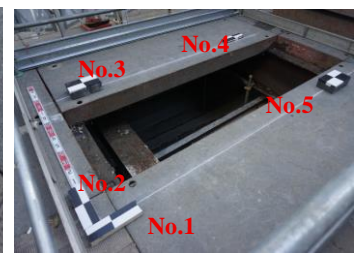
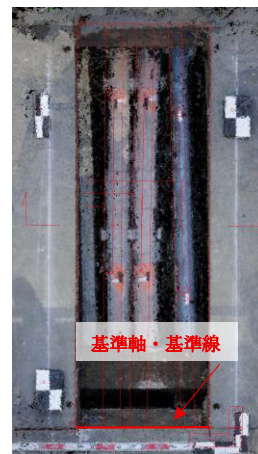
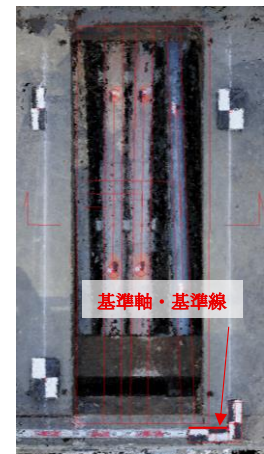


図-3 使用した仮設現場



(a)既存手法の場合



(b)本案の場合

図-4 基準位置によるモデルと図面との相違

表-1 標定点及び検証点の誤差

	モデル値(m)			実測値(m)			誤差(m)		
	X	Y	Z	X'	Y'	Z'	X-X'	Y-Y'	Z-Z'
標定点1	2.2	1.007	2.943	2.2	1	2.949	0	0.007	-0.006
標定点2	2.001	0.901	2.947	2.0046	0.9106	2.955	-0.0036	-0.0096	-0.008
標定点3	0.765	1.338	3.006	0.766	1.3313	2.973	-0.001	0.0067	0.033
標定点4	0.703	3.373	2.986	0.7044	3.3776	3.013	-0.0014	-0.0046	-0.027
標定点5	2.161	3.361	3.041	2.158	3.365	3.019	0.003	-0.004	0.022
検証点6	1.809	2.004	2.231	1.8052	1.992	2.241	0.0038	0.012	-0.01
検証点7	1.488	2.158	1.936	1.4847	2.1649	1.942	0.0033	-0.0069	-0.006
検証点8	1.279	2.168	1.947	1.2731	2.151	1.952	0.0059	0.017	-0.005
検証点9	1.752	3.402	1.936	1.7491	3.3616	2.183	0.0029	0.0404	-0.247
検証点10	1.498	3.486	1.927	1.5007	3.4776	1.917	-0.0027	0.0084	0.01
検証点11	1.272	3.486	1.924	1.2746	3.4776	1.925	-0.0026	0.0084	-0.001

参考文献

- 岡本健, 今井龍一, 新名恭仁: 簡易な三次元モデルを用いた自動化による地下埋設物の二次元図面の補正, 土木情報学会シンポジウム講演集, 土木学会, Vol.44, No.2, pp.1_293-296, 2019.
- 世田谷区: 沿道掘削施工協議の説明, < https://www.city.setagaya.lg.jp/mokuji/sumai/009/002/003/d00125627_d/fil/05.pdf>, (2020.3.2 閲覧)