

トラバース測量と細部測量に基づいた GIS による 3 次元下水道台帳図ベクタデータ作成

中央工学校 正会員 ○久保寺貴彦

アジア航測 正会員 那須 充

中央大学 フェロー 姫野賢治

1. はじめに

既存の紙面の下水道台帳図を有効活用すべく、スキャナやデジタイザにより GIS 化が行われてきた。ジオリファレンスの手法の差異により実際の位置のずれが確認されており、この図面を基にしたマンホールや樹の新設や移動に伴う更新を施すと不整合が危ぶまれる。

他方、CIM など 3D モデルの有用性が研究されている。

本研究では、下水道台帳図の 3 次元高精度化を目的とし、現地測量に基づいたベクタデータを作成した。すなわち、TS による 4 級基準点測量に準拠したトラバース測量および地図情報レベル 250 の細部測量を行い、GIS へ展開して図化した。また、作業の単純化を図って、細部測量において TS で 3 次元座標観測および計算を行うことにより PC で測量計算ソフトを介さずに地物の 3 次元座標値を得て、直接 GIS へプロットし、さらに CAD を介さずに GIS の機能で作図を直接行った。

2. 現地測量

2.1 4 級基準点測量に準拠したトラバース測量

細部測量に必要な基準点を 10,000m²あたり 10 点(新点 8 点, 既知点 2 点)の配点密度で設置した。前後の視通、主題図であるマンホールや樹の地物が観測できることを念頭に基準点を設置し、9 角形の閉合トラバースとした。図 1 に対象地域の閉合トラバースを示す。

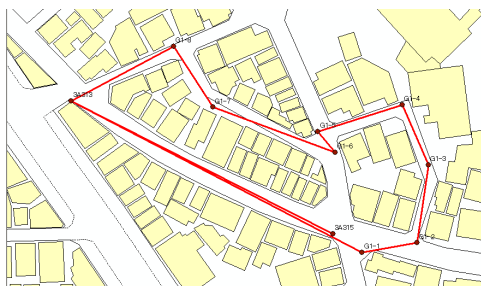


図 1 対象地域の閉合トラバース

出発点と取付点に街区基準点補助点を用いた。東北地方太平洋沖地震による補助点の移動のため、PatchJGD により座標値を補正した。変動前後の座標を表 1 に示す。なお、座標系は平面直角座標系第 IX 系であり、標高に変

動はないとされている。X 軸方向に-0.013m, Y 軸方向に+0.377m それぞれ移動したことがわかる。

表 1 変動前後の補助点座標値

点名	X(変動前)	Y(変動前)	X(変動後)	Y(変動後)	h
3A313	-27162.113	-9148.880	-27162.126	-9148.503	23.734
3A315	-27207.097	-9060.043	-27207.110	-9059.666	23.086

4 級基準点測量に準拠して 2 対回観測を行った。

内角の総和の観測誤差は 29" であった。これをそれぞれの夾角に均等配布して補正した。出発点と取付点の既知座標と補正した夾角から順次、方向角を計算した。出発点の標高、器械高、目標高、斜距離、高低角を用いて高低計算を行い、各点の標高を順次求めていった。各点間の観測した斜距離、高低角、標高、地球の平面曲率半径およびジオイド高から準拠楕円体面上の球面距離を計算した。球面距離と縮尺係数から平面直角座標系上の平面距離を求めた。方向角と平面距離から辺長の緯距と経距を計算し、各点の座標を求めた。到着点における緯距と経距の差からピタゴラスの定理により斜辺、すなわち水平位置の閉合差を算出した。表 2 に制限値と比較した到着点における水平位置および標高の閉合差を示す。なお、閉合比は 1/14,800 であった。

表 2 閉合トラバースの閉合差

	観測値	制限値
水平位置の閉合差	0.022	0.048
標高の閉合差	0.012	0.032

緯距と経距の閉合差をコンパス法により各点に配布して表 3 に示す新点の最確値を得た。

表 3 新点の最確値

点名	X	Y	h
1	-27213.426	-9049.773	22.588
2	-27210.201	-9031.180	23.090
3	-27183.824	-9027.296	23.791
4	-27163.395	-9036.221	24.199
5	-27172.528	-9064.759	24.060
6	-27179.549	-9058.895	23.953
7	-27164.253	-9100.356	23.869
8	-27143.612	-9113.761	24.412

キーワード : GIS, トラバース測量, 細部測量, 3 次元下水道台帳

連絡先 : 〒114-8543 東京都北区王子本町 1-26-17 TEL 03-3906-1211 E-mail kubodera_t@chuoko.ac.jp

2.2 地図情報レベル 250 の細部測量

器械点と取付点それぞれにトラバース測量成果の座標(X, Y, h)を用いて、対象地物の3次元座標(X, Y, h)を観測し、地図情報レベル 250 の細部測量を行った。観測対象を、マンホールの中心、枅の角、道路縁とL字溝の線上とした。3次元座標計算をTS側で処理することにより、測量計ソフトを介さずに地物の3次元座標値を得た。図2に3次元座標観測の概要を示す。器械点と取付点の3次元座標を入力して観測する必要がある。

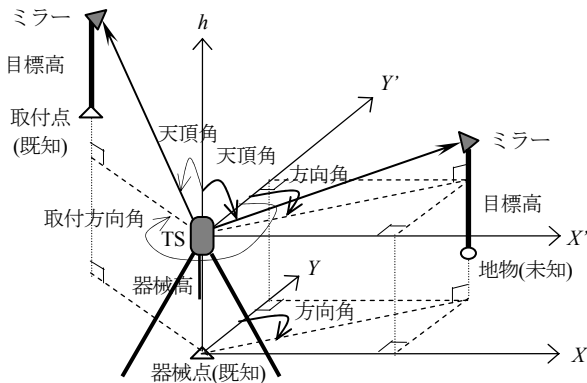


図2 3次元座標観測の概要

3. 観測に基づき GIS によるベクタデータ作成

細部測量による座標値をGISでプロットした図を図3に示す。位置の確認のため、地図情報レベル2500の道路縁と建築物の基盤地図情報に重ね合わせた。住宅で囲まれた細い道を除き、概ね然るべき位置に展開されていることがわかる。

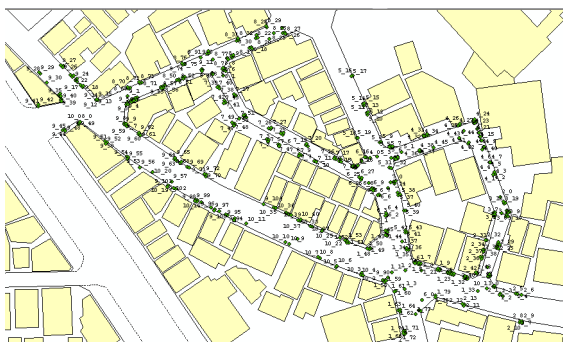


図3 地物の座標値をプロットしたGIS

図4にプロットをGISで結線し図化した図を示す。公共測量作業規程に従い、マンホールと枅は面とし、道路縁とL字溝は線としたベクタデータを作成した。マンホールは、中心に対しバッファ機能により半径を入力して円形の面を作成した。管渠はマンホール間をスナップして結線した。CADソフトを介さずにGISの機能のみで図化できた。

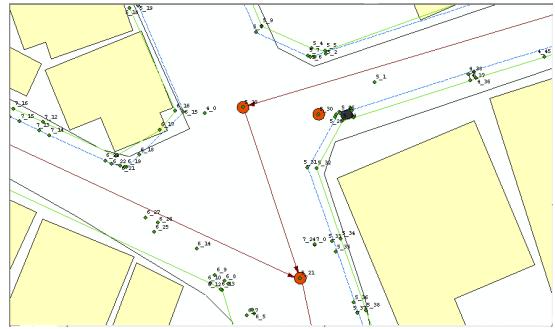


図4 GISによるベクタデータ作成

4. 本研究の台帳図と従来の台帳図との位置の検証

本研究による台帳図と従来の台帳図の位置のずれを検証するため、これらをGISで重ね合わせてマンホール位置のずれを計測した。重ね合わせを図5に示す。従来の台帳図を画像化しジオリファレンスしてGISに載せた。この台帳図は縮尺1/2500地形図を用いているため、地図情報レベル2500の基盤地図情報の道路縁を参照点としてジオリファレンスを行った。なお、変換式は2次多項式を用いた。ずれは最大で1.2mほど、最小で0.4mほどずれていることがわかった。本研究の台帳図は地図情報レベル250の成果であるので、より現実に近いマンホール、枅、道路縁とL字溝の位置関係が得られていると考えられる。

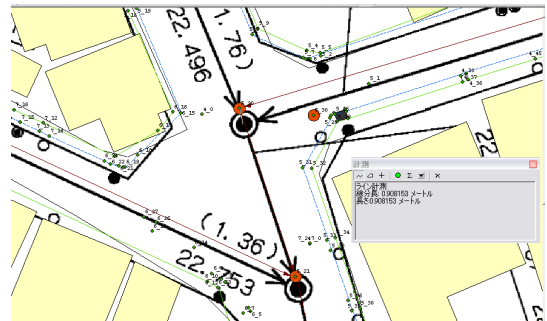


図5 本研究の台帳図と従来の台帳図の重ね合わせ

5. おわりに

本研究により、現地測量を行い地図情報レベル250の高精度3次元ベクタデータを、単純な過程により作成でき、次の事柄も得られた。

- (1) 従来の台帳図の地盤高は10mm単位であるが、今回の測量成果により1mm単位で得られた。
- (2) 属性情報を地物個々に入力すべきところを今回の高精度の位置情報を利用して、マンホールの点間距離や勾配をジオメトリ演算により自動的に得ることが期待できる。

下水道管は主として高低差を利用して汚水・雨水を流しており、高低差が直感的に把握できるよう、今後、DEMを重ね合わせて、3D表現を可能としていく。