

高精度 3D 建物モデル作成を目的とした屋上 TS 細部測量による建物角の位置精度の検証

中央工学校 正会員 ○久保寺 貴彦

1. はじめに

近年、都市を対象とした3次元(以下、3D という)の解析が、実用化され始めた。例えば2014年3月、東京都環境局と(公財)東京都環境公社は、東京ソーラー屋根台帳を公開した。これは、日陰、屋根の向きおよび面積などから太陽光発電システムの発電量を予測するシステムである。このように都市を対象とした解析は一般に、3D 建物モデルが必要である。なおかつ、解析結果はモデルの精度によって左右されることが実験からもわかっていることから、高精度 3D 建物モデルが望まれている。しかし、現実の建物は、個々に高さや形状は異なっており、モデル化は容易でない。筆者は、高精度 3D 建物モデルを作成するために、建物においても道路縁のような地物同様、上空からの測量に加えて地上からも測量すべきと考えた。そのため、都市部では建物が密集しつつ高層ビルが点在することに着目し、屋上に基準点を設置し GNSS 基準点測量により座標値を求め、その座標値を利用して屋上から TS の放射法の細部測量により建物の角の 3D 座標値を計測する方式を考案し、観測した 3D 座標値を元に GIS によって高精度 3D 建物モデルを作成している¹⁾。本研究では、屋上 TS 細部測量の位置精度を検証するため、5つの班によってそれぞれ同一の建物角を観測して、算出した 3D 座標値(平面直角座標系の座標値と標高値)を比較検討した。

2. 屋上 GNSS 基準点測量、屋上 TS 細部測量、3D-GIS モデル化の概要

屋上 TS 細部測量を行うためには、屋上の器械点と後視点に既知座標値が必要である。これらの座標値を得るために、簡便な方法として、2014年4月から実用化された電子基準点のみを既知点とした2級基準点測量に着目した。平均図は、最寄りの電子基準点のみを既知点とする単路線とした。観測距離が10km未満であることから、観測時間60分以上のスタティック法として屋上でGNSS基準点測量を実施した。セミ・ダイナミック補正を行い、厳密網平均計算により、屋上の新点の座標値の最確値を得た。GNSS基準点測量で得た既知点を器械点と後視点とし、屋上においてTSによる3D放射法の細部測量を行った。スケッチ資料は、空中写真を幾何補正してGISに展開した空中写真を用いた。対象地物を建物角として、屋上のTSからノンプリズムモードで建物角を測距した。観測した斜距離を球面距離、平面距離に投影補正をして、計算により建物角の3D座標値(以下、観測点という)を得た。この屋上TS細部測量により観測した観測点を3D-GISに展開した(図1)。観測点の色の違いは、班ごとによるものである。観測点が建物角相当の位置に展開されていることがわかる。なお、DEMは、基盤地図情報5mメッシュDEMを用いた。観測点を元に、2D-GISで建物ポリゴンを作成して標高値を付与することで3D建物モデルを作成した。作成したモデルを3D-GISに展開することで、3Dモデルを確認できた(図2)。ここでも建物の色の違いは、班ごとによるものである。

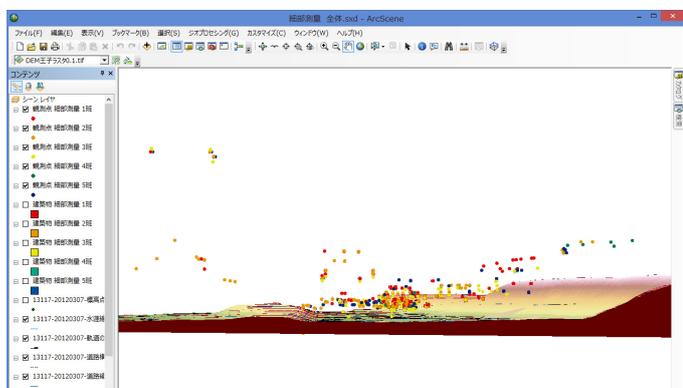


図1 屋上 TS 細部測量による建物角の観測点(3D-GIS 上)

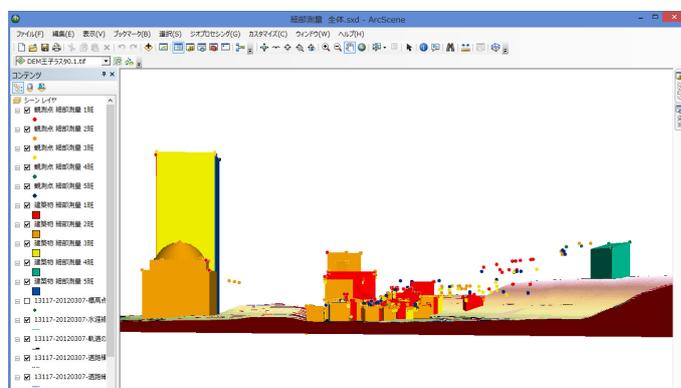


図2 屋上 TS 細部測量による建物のモデル化(3D-GIS 上)

キーワード : 基準点測量, GNSS, 3D-GIS, 最確値, 標準偏差

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

3. 屋上 TS 細部測量による建物角の位置精度の検証

観測して計算した建物角の観測点の位置精度を視覚的に把握するため、GISに展開した(図3)。背景地図のうち、青色の図形は別途実施した写真測量成果であり、白色の図形は基盤地図情報である。観測点の位置は、写真測量成果や基盤地図情報に整合していることがわかる。図4は、図3の左上の円を拡大したものである。観測点は直径1mの円内に収まっていることがわかる。表1に、着目した観測点の座標値、これらを元にした最確値と標準偏差を示す。観測点の平面直角座標系 X と Y の標準偏差は共に0.129mであり、一公共測量一作業規程の準則²⁾(以下、準則という)に照査すると、本研究で得られた方式の地図情報レベルは500という高精度の成果であることがわかった。観測点の標高 H の標準偏差は0.723mであり、準則に照査すると地図情報レベルは5000という低精度であった。一般に、地上での観測成果で地図情報レベル5000は考え難く、建物角の目標を上下方向で正確に捉えられなかったことなどに起因する観測ミス、または、TSの器械高の入力ミスなどに起因する計算ミスが考えられる。このため、1班と5班の標高値を特異点として扱い除いて標準偏差を算出すると0.098mであった。この値は、準則を照査すると地図情報レベル250をも満足する高精度の標準偏差であった。

4. 屋上 TS 細部測量による高精度 3D 建物モデルの作成

屋上 TS 細部測量による高精度 3D 建物モデルを視覚的に把握するため、3D-GISに展開した(図5)。ここでも建物の色の違いは、班ごとによるものである。屋根の傾きやベランダ屋根までも3Dモデル化できた。

5. おわりに

屋上 TS 細部測量の位置精度を検証するため、5つの班によってそれぞれ同一の建物角を観測して、算出した3D座標値を比較検討した。最確値と標準偏差についてまとめて、準則に照査した結果、本研究で得られたデータは地図情報レベル500という高精度のデータであることがわかった。また、屋上 TS 細部測量による高精度 3D 建物モデルを視覚的に把握するため、3D-GISに展開した。この結果、屋根の傾きやベランダ屋根までも3Dモデル化できた。

参考文献

- 久保寺貴彦, 那須充, 草野克己: 写真測量, 屋上 GNSS 基準点測量および屋上 TS 細部測量による高精度 3D 都市モデル, 土木学会第70回年次学術講演会講演概要集, 第IV部門, pp.153-154, 2015.
- 日本測量協会: 一公共測量一作業規程の準則, p.35, 2013.



図3 着目した観測点 遠景(円の直径 青:1m, 赤:2m)

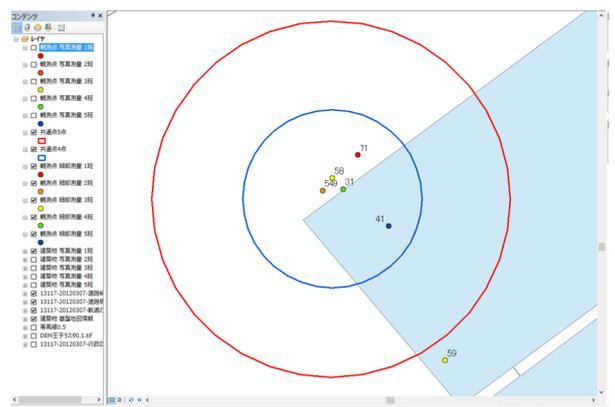


図4 着目した観測点 近景(円の直径 青:1m, 赤:2m)

表1 着目した観測点の座標値, 最確値と標準偏差 (平面直角座標系第9系, 百の位以上は, 共通で民家につき非表示)

班	ID	X [m]	Y [m]	H [m]
1	71	-***62.324	-**55.230	12.269
2	549	-***62.524	-**55.426	11.389
3	58	-***62.454	-**55.371	10.016
4	31	-***62.516	-**55.310	11.194
5	41	-***62.724	-**55.056	11.414
最確値		-***62.508	-**55.279	11.256
標準偏差		0.129	0.129	0.723

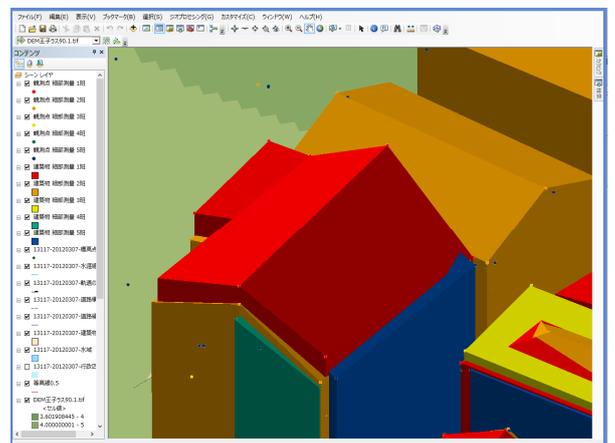


図5 屋上 TS 細部測量による高精度 3D 建物モデル