

令和 2 年度公共測量に関する課題の調査検討業務

実施期間	令和 2 年度
企画部技術管理課	瀬川 秀樹 宮本 純一
企画部	伊藤 純一
企画部測量指導課	篠原 将人

1. はじめに

企画部技術管理課では、作業規程の準則（平成 20 年国土交通省告示第 413 号、以下「準則」という。）で規定されている標準的な作業方法や観測精度等について、最新の測量技術の動向などを反映させるため、継続的に公共測量に関する課題の調査検討業務を行っている。令和 2 年度公共測量に関する課題の調査検討業務（以下「本業務」という。）では、「電子基準点のみを既知点とした基準点測量」及び「GNSS 測量による水準測量」の適用範囲を拡大するための技術的課題について、検証観測及び検証解析に基づいた調査・検討を行い、標準的な作業マニュアル（案）及び歩掛案を作成した。また、準則付録 5「永久標識の規格と埋設方法」へ基準点地下埋設方法を追加するための仕様の調査及び準則条文素案の作成を行った。

2. 電子基準点のみを既知点とした基準点測量の適用範囲の拡大

電子基準点のみを既知点とした基準点測量は、平成 14 年度の準則改正により 1 級基準点測量が可能となった。また、平成 25 年度には「電子基準点のみを既知点とした基準点測量マニュアル」が策定され、2 級基準点測量が可能となっている。

本業務では 3 級基準点測量への適用について調査検討を行った。検討課題は新点間距離の短い 3 級基準点測量での新点間の相対的な精度及び既設基準点との整合性の確保とした。これらを検証するため、電子基準点のみを既知点とした 3 級基準点測量で得られた新点位置の標準偏差と現行方式の結果との較差について評価を行った。また、中山間地域において実施する 3 級基準点測量では、GNSS 衛星の最低高度角 15 度の確保が厳しいことが予想されることから、既に電子基準点のみを既知点として 3 級基準点相当の測量を実施している地籍調査の結果から、精度に与える影響の調査を行った。

2.1 検証の概要

2.1.1 検証場所

検証用の 3 級基準点は、国土地理院構内の電子基準点 2 点と検証用に設置した 3 級基準点 1 点の 3 点とした。また、基準とする 3 級基準点の水平位置及び標高を求めるため、2 級基準点 3 点を国土地理院の周辺に設置した。

2.1.2 検証及び解析方法

検証は、準則に規定する電子基準点のみを既知点とした 1・2 級基準点測量に従い実施した。検証解析は、①観測時間帯及び路線図形を変えた検証、②衛星配置を変えた検証、③観測季節を変えた検証、④三次元網平均計算（以下「平均計算」という。）の重量を変えた検証、⑤既知点を変えた検証、⑥トータルステーションによる検証点間の点検の検証とした。また、再現性を確認するため観測日を変えた 4 回の検証観測と 1 回の点検観測を行った。

2.1.3 検証結果

検証観測及び解析結果の標準偏差は、全ての点で準則の3級基準点の許容範囲（水平位置 100mm, 標高 200mm）を満足する結果であった。現行の3級基準点測量方式の結果との水平位置及び標高の最大較差を含む各検証の結果は、表-1のとおりである。

表-1 各検証の新点位置の標準偏差及び座標、標高の較差

検証解析の種別	結果の概要
①観測時間帯及び路線図形を変えた検証	新点位置の標準偏差：許容範囲内 座標及び標高値の最大較差 結合多角方式：水平位置 11mm, 標高 35mm 単路線方式：水平位置 11mm, 標高 53mm
②衛星配置を変えた検証	座標及び標高値の最大較差：水平位置 3mm, 標高 12mm
③観測季節を変えた検証	座標及び標高値の最大較差：水平位置 6mm, 標高 7mm
④平均計算の重量を変えた検証	座標及び標高値の最大較差：水平位置 6mm, 標高 16mm
⑤既知点を変えた検証	座標及び標高値の最大較差：水平位置 11mm, 標高 63mm
⑥トータルステーションによる検証点間の点検	検証点間の閉合差：水平位置 5mm, 標高 14mm

2.2 地籍調査成果の調査

地籍調査では、「電子基準点のみを与点とする地籍図根多角測量マニュアル（平成 29 年 4 月）」により3級基準点相当の地籍図根多角点測量が可能となっている。

本業務では、地籍調査を実施した測量計画機関のうち、7 地区の測量結果の提供を受け、新点の標準偏差等を調査した。各地区の新点位置の標準偏差は、国土地理院構内での検証結果とほぼ同様の結果であった。

2.3 結果

検証観測及び地籍調査成果の調査を行った結果、準則で規定されている3級基準点の標準偏差の許容範囲内（水平位置 100mm, 標高 200mm）である事が確認された。ただし、準則の標準偏差については、既知点の誤差も考慮して算出されており、既知点を電子基準点のみとした場合、既設の三角点や公共基準点を既知点とするよりも整合性が高くなる。そのため、検証観測の結果から、準則で規定するよりも厳密な許容範囲（水平位置 20mm, 標高 60mm）を規定することも検討した。しかし、準則とマニュアルで異なる許容範囲を規定すると混乱を招くことが危惧されるため、マニュアル（案）の許容範囲については、準則で規定する標準偏差と同じ許容範囲とした。

表-2 電子基準点のみを既知点とした3級基準点測量作業マニュアル（案）の許容範囲

工程別	検討した許容範囲	備考
平均計算	平均計算結果の新点水平位置、標高の標準偏差の許容範囲： 水平位置の標準偏差 100mm, 標高の標準偏差 200mm	準則と同じ
	平均計算結果の新点水平位置、標高の標準偏差の許容範囲： 水平位置の標準偏差 20mm, 標高の標準偏差 60mm	検討のみ

3. GNSS 測量機による水準測量の適用範囲の拡大

GNSS 測量機による水準測量は、平成 25 年度に「GNSS 測量による標高の測量マニュアル」が策定され 3 級水準測量で可能となり、令和 2 年 3 月の準則改正で規定されている。

本業務では 4 級水準測量への適用について調査検討を行った。検討課題は、GNSS 測量機による水準測量の観測距離及び観測時間の緩和と点検計算の許容範囲の設定とした。

3.1 検証の概要

3.1.1 検証内容

検証内容は、①観測距離を変えた検証、②観測時間を変えた検証、③観測季節を変えた検証、④セミ・ダイナミック補正の有無の検証とした。

3.1.2 検証及び解析方法

検証は、平成 29 年度の公共測量に関する課題の調査検討業務で行った静岡県伊東地区の GNSS 測量機による水準測量の観測データを使用し、レベル等による水準測量で得られた成果（以下「水準測量の成果」という。）を持つ水準点から標高を取り付けた検証点 2 点について、その近傍の電子基準点 3 点を既知点として解析及び平均計算を行った。また、基線解析及び平均計算は準則の各規定に基づき実施した。

3.1.3 検証結果

GNSS 測量機による水準測量で求めた新点 2 点間の比高と、レベル等による水準測量で求めた新点 2 点間の比高の差は、表-3 のとおりである。観測距離や観測時間で違いがあるが、新点間距離 5km で最大 31mm であった。また、レベル等による水準測量で求めた標高と GNSS 測量機による水準測量で求めた標高との較差は、新点間距離 6km で最大で 82mm と大きな較差があった。

表-3 検証解析の結果

検証解析の種別	結果の概要
① 観測距離を変えた検証 (新点間距離 6km, 5km, 3km)	新点間比高差の最大較差：31mm 水準測量で求めた標高との較差の最大値：82mm
② 観測時間を変えた検証 (5 時間, 4 時間, 3 時間)	新点間比高差の最大較差：10mm
③ 観測季節を変えた検証（平成 29 年 11 月, 平成 30 年 7 月, 令和 2 年 11 月）	新点間比高差の最大較差：29mm
④ セミ・ダイナミック補正の有無の検証	新点間比高差の較差：4mm

3.2 結果

検証解析の結果から、観測時間については 1 時間程度の短縮ができる可能性がある結果が得られた。また、観測距離については、準則で規定する点検計算では、4 級水準測量の既知点間の閉合差として、 $25\text{mm}\sqrt{S}$ (S : 片道, km 単位) と規定されている。検証結果の標高較差の平均値 57mm が既知点精度であると仮定した場合、規定を満たすために必要な観測距離は 6km となり、観測距離の規定の緩和は

できないと判断した。これらの結果について、本業務での検証は伊東地区 1 地区のみであることから、本業務の結果だけで標準的なマニュアルとすることは難しいと判断した。

4. 準則付録 5 への永久標識の埋設方法追加のための埋設仕様

4.1 調査対象

鉄蓋付き地下埋設の標準的な仕様を検討するため、降雪地域とそれ以外の地域の地下埋設状況を次のとおり調査した。

- ・降雪地域：除雪作業から永久標識を保護するための構造と仕様を調査
- ・それ以外の地域：設置場所（車道、それ以外）に対応する構造と仕様を調査
- ・情報提供機関：北海道開発局、東京都、測量作業機関（3社）、永久標識製作会社（3社）

4.2 結果

埋設仕様の調査検討結果から、鉄蓋付き及びコンクリート蓋付きの2種類の標準的な埋設図を作成した。

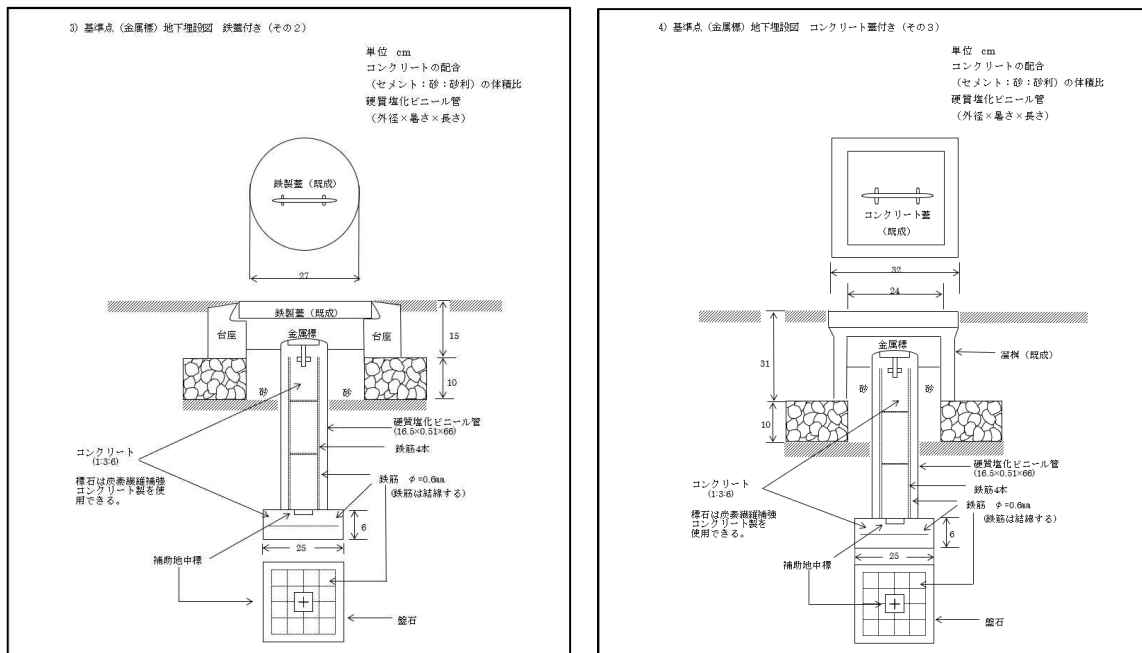


図-1 鉄蓋付き埋設図 (左) 及びコンクリート蓋付き埋設図 (右)

5. 結論

今年度の本業務での調査検討では、「電子基準点のみを既知点とした3級基準点測量マニュアル(案)」を作成した。これにより、3級基準点測量の効率化が期待される。「GNSS 測量機による4級水準測量マニュアル(案)」は、準則で規定しているGNSS 測量機による水準測量から緩和が難しい結果となったため、作業マニュアル(案)の作成は見送った。また、準則付録5に2種類の埋設方法を追加することとした。これにより、利用者がより使いやすいものとなった。

今後は、地上レーザ測量等における三次元点群の精度を検証し、公共測量や i-Construction に適用可能な作業手順の確立を検討したい。