

電子化に対応する測量実習教育に関する検討

北島正巳

豊田工業高等専門学校技術部第2 技術グループ

1. はじめに

近年の建設分野では、将来的な担い手不足を解消するため、建設DXによる建設生産システム全体の生産性向上を図る取り組みが積極的に行われている。本校の測量教育で使用する教科書¹⁾の著者は緒言において「測量の実務を担当される方々からは苦言を頂戴した。そのおもな内容は、実務において機器および成果の電子化が進んでいる状況に全く対応できていない」と述べている。そこで測量教育の現状²⁾に目を向けると、まだまだ電子化に対応できていない機関も少なくない。一方で、高専機構が策定した2023年版モデルコアカリキュラム³⁾の建設分野に関する記載において、測量に関する座学と実習の記載から「平板測量」が無くなった。ただし、座学には「地形測量」が残っている。本校で開講している測量学の講義においては、現在も平板測量の講義が行われているが、実習において、昔ながらの測板を使った平板測量は2021年度で終了した。

本校環境都市工学科の測量実習⁴⁾は、2012年度の教育研究基盤強化経費によって大きく変わった。この経費の一部が測量教育設備にも充当され、2014年度からトータルステーションを活用した電子平板や逆打ちの実習を行っている。2023年度には、GNSSや地上型レーザースキャナ(以下TLS)、ドローンを導入し、昨今の測量業務はもとより国土交通省が進める建設DXにも対応できる機器が配備されたところである。

現在の測量業務において、トータルステーションは必要不可欠の機材といえる。さらに今後の建設業務においては、国土交通省が推進する建設DXにも対応を迫られており、このような状況に高専の実践的技術者の教育として、どのように測量実習教育を構築していくかを検討した。

2. 電子化に対応した測量機器

現在、本校では新旧様々な器械を取り扱うことが

できるようになった。以前から扱っている器械のほか、前述のような建設業界の状況を鑑みると、最新の測量機器についても極力実習に取り入れることが理想的であるため、その方法を検討する。

2.1 最新測量機器は実習教育に不向き

TLSは、10年前より低価格で高性能化され、測量業務で活用される機会も増えてきた。これらの最新機器は、解析ソフトウェアも含め高額の予算が必要になる。現在、豊田高専の学生がこれらの最新測量機器を使用する機会は、3年次、4年次で開講しているPBL科目や研究、コンテストなどである。

TLSによる計測そのものは自動的に行われるが、その後のデータ解析処理に多くの時間と労力を費やしている。これはGNSS測量でも同じことがいえる。また解析ソフトウェアの運用には、ハイスペックなPCが求められる。したがって、これらの機器は、多人数の受講する実習で扱うことは難しいのが実情である。学生グループをローテーションさせるような手法であれば、多くの学生に体験する機会を与えられるが、今のところ本校では現実的ではない。

2.2 測距可能なデバイス

近年のLiDARセンサーが高性能かつ小型化し、スマートフォン等にも搭載されるようになった。これらの製品向けに様々なアプリが開発されている。中には建設実務で活用されているものまである。

同じデバイスでもアプリによって計測精度に違いがある。基本的な使用方法としてデバイスを手持ちで計測するため、使い方による精度のバラツキが大きい。そのため三脚とホルダーでデバイスを固定してブレないように回転させることで計測結果が安定する。また、晴天時の直射日光下よりも曇天時に精度が期待できるため、精度を確保するためにはGNSS測量のように観測計画を立てる必要がある。このほか、デバイスをゆっくり動かすことで精度が期待でき、これらの特徴を踏まえて使用すれば、実習テーマの一部で活用できる可能性がある。

3. 計測アプリの比較検討

サードパーティアプリ（以下 TPA）の中から、測量に適したアプリを選定し、デバイスに標準で搭載されるアプリのほか、TLS で取得したデータ、以上 3 つの値について、レーザー距離計の値を基準にした時の誤差を比較した。なお、3 次元点群データの計測は AUTODESK 社の Recap で行った。結果は画面上での計測機能による測定のため、計測結果にはタップ位置によるバラツキがある。

3.1 測距結果の比較

LiDAR 搭載デバイスで取得できる範囲は半径 3m 程度であるため、5m 標尺を地面に置き 2.5m の位置から両端の 2 点間距離を測った。標準で搭載されるアプリと TPA で、静止状態と歩きながら計測した結果の誤差を表 1 に示す。

表 1 アプリによる誤差

	標準アプリ (mm)	TPA(mm)
静止	0	+19
歩行	-80	-37

3.2 3次元点群データの比較

本校が所有する TLS で 3 次元点群データを取得できる範囲は半径 30m 程度である。今回は環境都市工学科棟玄関前の柱の間隔および地面から梁までの高さを測った。TLS と TPA それぞれの誤差を比較した結果を表 2 に示す。

表 2 3次元点群データの誤差

	TLS(mm)	TPA(mm)	
		手持ち	三脚
X	+12	+66	-22
Y	-20	-23	+9
Z	-9	-59	+3

4. 教室でできる簡易平板測量

2020 年 7 月、コロナ禍で測量実習の実技試験を実施するため学生を臨時登校させた。この時、学生を 3 教室に分散させ、教室平面図を作成して学生同士が 2m の間隔を保って着席できるように配慮した。この教室平面図を用いて 2022 年度から 1 年次の測量実習において、教室の机の上に 1:50 で印刷した教室平面図を貼り付け、柱などから後方交会法で自分の机の位置を求める簡易的な平板測量を実施している。その後、放射法にて黒板の横幅を計測させた。机上の平面図と実際の教室の向きが一致している

状態、すなわち平板測量でいうところの定位ができれば良いため、定位の重要性についても学ぶことができる。また、トレーシングペーパーを使えば、他の席に移動して前方交会法も実施可能である。

昔ながらの測量方法は、測量器具の扱い方から教える必要がある。電子化が進む現在の測量事情に対する理解を促すために、限られた時間内でこのような簡易的な手法を取り入れている。

この簡易平板測量は定規と筆記具があればできるため、2024 年度の体験入学において、中学生の皆さんにも体験してもらうことができた。この時の様子と図面を図 1 に示す。

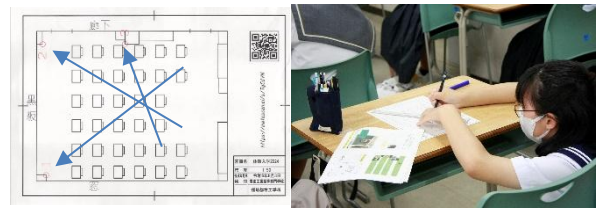


図 1 2024 年度体験入学

5. まとめ

これまで測量実習の内容は、歩測から 3 次元点群データ取得まで幅広く扱う内容を検討してきた。3 次元点群データは、データを取得できる範囲によって分けると、広い方から順にドローン、TLS、LiDAR 搭載デバイスのようになる。本来ならそれぞれ互いに補完するような活用が望ましい。

LiDAR 搭載デバイスと対応アプリであれば比較的低予算で導入可能であり、データはブラウザで閲覧・計測可能である。実習範囲が狭小なため、高専の実習教育においては、これらの設備を拡充していくことが現実的といえる。

参考文献

- [1] 堤隆：改定測量学I, 2016, コロナ社
- [2] 独立行政法人国立高等専門学校機構, モデルコアカリキュラム, 2023
- [3] 久保寺貴彦ほか：測量の資格制度と教育実態を踏まえた新しい測量学教材の開発, 土木学会論文集 H (教育) Vol71No1, 2015
- [4] 小泉俊雄ほか：測量教育の在り方に関する一考察, 写真測量とリモートセンシング Vol37No1, 1998
- [5] 北畠正巳：豊田高専環境都市工学科の測量学実習支援について, 総合技術研究会 2017 東京大学