

測量学実習に対するノートパソコン導入による教育改善の試み

大東 延幸*・村中 昭典*

(平成25年10月31日受付)

A educational improvement by notebook PC introduction in survey study training

Nobuyuki OHIGASHI and Akinori MURANAKA

(Received Oct. 31, 2013)

Abstract

Survey training is an important subject of an engineering-works subject of study. It happened, when the following problems advanced a lecture in recent years. A student in recent years has little those who can take notes just primarily, Since the report was submitted later, it tends to become disorderly to perform this calculation on a note and there was a many steps calculation process, while student confidence understood the meaning of each calculation process just, calculation was advanced or there was a question.

Then, we decided to perform calculation of this closed traverse using the spreadsheet of Excel from the last fiscal year.

In order to make each of the processes of the traverse calculation which is an important element when you understand survey study understand firmly, I replace the portion over which it passes only to calculation already simple for a college student by Excel, and think that it was effective that an understanding enabled it to learn an important part preponderantly.

Key Words: Survey study training, education effect, Introduction of a notebook PC

1. 都市デザイン工学科における測量実習の位置付け

都市デザイン工学科は工学部の建設系の学科であり、旧来は土木工学科と呼ばれていた学科である。建設系の実務にとって測量は必須かつ基本的な技能であり、大学卒業後の実務としての資格は測量士と測量士補がある。測量士は大学卒業後1年間の実務経験を経て取得可能であるが、測量士補については、その規定に「大学で測量に関する単位を取得して卒業した者」が取得できるとされており、本学の都市デザイン工学科は開講されている測量に関する科目、具体的には「測量学」「測量学実習」「リモートセンシング入門」「測量情報処理」「空間情報と災害予測」の5科目が国土地理院より前述の「大学で測量に関する単位」として認定されており、本学科の卒業生は卒業後国土地理院

に申請すれば測量士補の資格が取得できる。

この「大学で測量に関する単位」の中でも基本となる科目は「測量学」「測量学実習」であり、「測量学」は1年次後期に、「測量学実習」は2年次前期に開講されいづれも必修である。実習である「測量学実習」は座学である「測量学」に引き続き行われるわけであり、「測量学」の内容を実習で再確認し同時に測量の実技を体得出来るカリキュラム構成となっている。

また、測量学実習は学生が8人程度で一つの班を構成し班単位で実習を行う。2年生以降、班単位で実験実習を行う科目が増えてくるのであるが2年生の最初に測量学実習を行うことは、班単位で行動し協力しお互いに協力して実験実習の内容を理解し解らないところはお互いにおしえ合い(共学)欠席せずお互いに迷惑をかけないように注意し

* 広島工業大学工学部都市デザイン工学科

て行動することを学ぶという、組織で「ものづくり」に携わる技術者にとって必要な態度を学ぶ機会でもある。

2. 「測量学実習」の進め方と問題点の整理

本学科の測量学実習は、以下の構成と順序で行っている。

- ① 8人程度で一つの班になるように班分けをする。その際に工業高校出身者は測量学関連の実習を行っているため、極力各班に1名以上の工業高校出身者がいるような班となるように配慮する。一つの班につき一箇所の測量地点を設定する。測量地点はその多くが一つ以上の建物を囲む様に設定し、後述する製図に配慮する。
- ② 測量の手順は、班単位で角測量・水準測量・距離測量の3種の測量を行い、それらの結果からトラバース計算を行いその計算過程は各人がレポートとして提出する。それぞれの班の測量地点には、角測量を行う10～11個の測点を設定してあり、10～11角形の閉合トラバース（図1参照）となるようになっている。計算結果である閉合トラバースは班単位で図にしてそれを元に平板測量を行い建物の外形と、植栽・側溝・マンホールなどの細部を書き込み、その結果をケント紙にインク仕上げの製図として提出する。

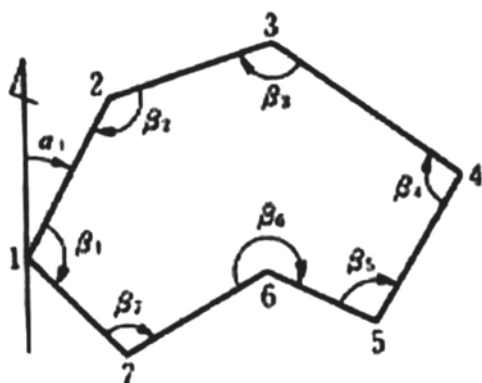


図1 閉合トラバースの概念図

- ③ 最後に、トランシットのついた三脚の据付の実技試験を行う。（図2参照）この実技試験は所定の時間内にトランシットのついた三脚を正しく据付けて、あらかじめ用意された2つのターゲットの間の内角を測定し、据付の精度と内角の測定結果の精度が一定の範囲内に入っていれば合格とする。実技試験の所定の時間は欠席する事に1分短くすることを、授業のガイダンスの際に周知し欠席させないインセンティブとしている。
- ④ 成績は、班単位で図面を提出し、三脚の据付の実技試験に合格していることを前提として、レポートの内容で判断する。

上記の中で②で行う閉合トラバースの計算は、前節で述べた1年事後期に必修として受講している「測量学」の内



図2 三脚の据付の実技試験の様子

容として学んだ内容である。その内容を理解するのに必要な数学は、角度に関する計算で三角関数を使う以外は、基本的に小学校で習った算数で出来る内容である。しかし、閉合トラバースの計算は以下に述べるように現在の学生にとっては複雑である。

- 1) それぞれの測点で行った角測量の結果と、距離測量で得られた測点間の距離（斜距離）を水準測量の結果から得られた高低差で補正し水平距離に換算した結果から、10～11角形の閉合トラバースを求める。（図3参照）
- 2) この際、10～11角形の閉合トラバースの内角の和の誤差が許容範囲内であることを確認し、角度の誤差を配分調整し調整内角を求める。
- 3) 求めた調整内角から、それぞれの測点の方位角（磁北

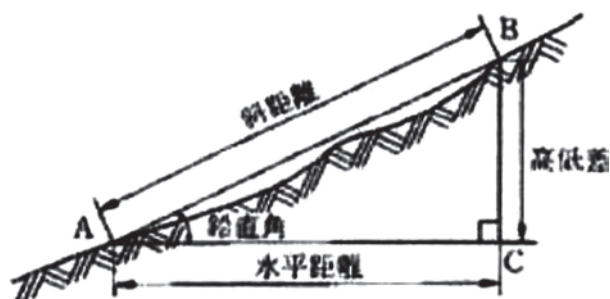


図3 斜距離と水平距離の概要

測線	方位角 (° ' ")	距離 (m)	緯距 (m)	経距 (m)
1-2	251 24 45	25.436	-8.108	-24.109
2-3	307 51 50	22.551	13.842	-17.803
3-4	15 09 44	24.639	23.781	6.444
4-5	72 07 03	38.329	11.770	36.477
5-6	52 28 53	27.778	16.917	22.032
6-7	146 59 37	36.584	-30.680	19.929
7-1	237 23 16	50.991	-27.482	-42.952
合計	—	226.308	0.040	0.018

閉合誤差=0.044, 閉合比=1/5,100

図4 緯距と経距の計算例

線の真北を基準にした角度・図1の角度 a_1) を求める。

- 4) 求めた方位角とそれぞれの測点の内角, それぞれの測点の間の水平距離から緯距(次の測点までの北方向の距離: ΔX) と経距(次の測点までの東方向の距離: Δy) を求める。(図4参照)
- 5) トラバースは閉じているので緯距と経距のそれぞれの合計は0になるはずである。実際には測点の始点とトラバースを一周した終点の座標の差を示す閉合誤差 E (図5参照) とその精度である閉合比 R を求め, これらが許容誤差以内に入っていれば, 求めたトラバースの精度が保証されておりトラバースが完成する。

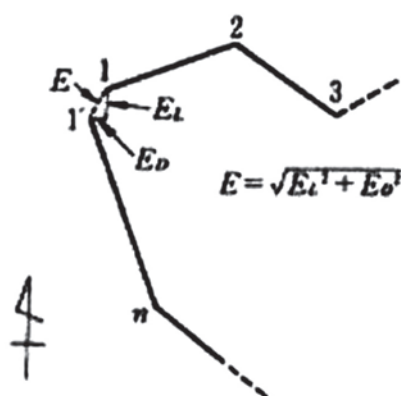


図5 閉合誤差の概念

上記の1)~5)までの計算プロセスの中で, 2)の内角の誤差のチェックと5)の閉合誤差のチェックの2回のチェックを行うが, そこで許容誤差の範囲を超えていれば, それぞれの班の測量場所に戻り再測量となる。(図6参照)

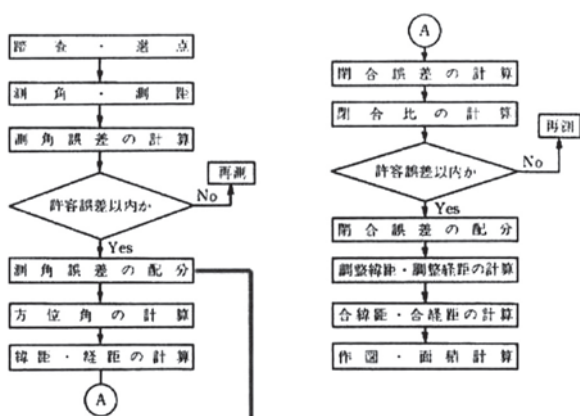


図6 閉合トラバースの計算のプロセス

前述の様に, 班単位で角測量・水準測量・距離測量の3種の測量が終わってから閉合トラバースの計算を行うわけであるが, この計算に取り掛かるタイミングは各班では揃っているのですが, 班単位で講義室に戻り測量データから計算する。計算方法は本来は1年次後期の「測量学」で学んでいるはずであるが, 教科書¹⁾に沿って改めて解説し, そ

の後教員とTAが班単位で座って計算している学生達の間を回り, その計算状況の進行状態や測量結果の計算の精度等を確認する。(図7参照)

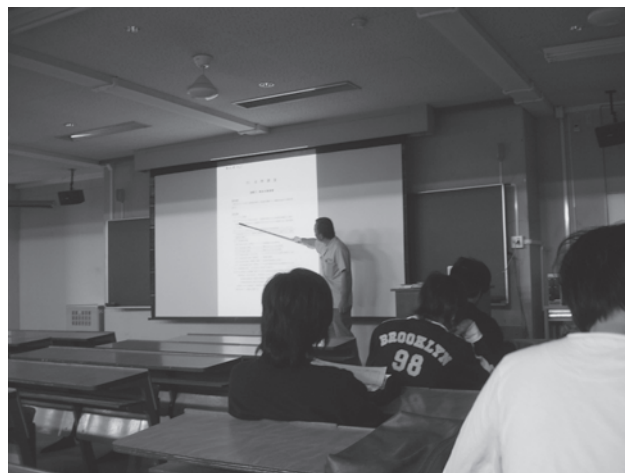


図7 一昨年までの閉合トラバースの計算の指導

この閉合トラバースの計算において, 例年ほぼ全ての班で一回目の, 内角の誤差と閉合誤差が許容範囲に入らずやり直しとなる。複数回測量のやり直しを行う班も約半数に及ぶ。この計算は一昨年までは学生がノート上に電卓で計算をすることで行っていたが, 以下の様な問題点があった。

- 1) 近年の学生はそもそもノートをきっちり取ることができない者が少なく, 後でレポートを提出することもあるがこの計算をノート上で行うことが乱雑になりがちであり, 図6に示すように計算プロセスは何段階もあるので学生自信がそれぞれの計算プロセスの意味をきっちり理解しながら計算を進めていたか疑問があった。
- 2) 前述の様に例年, ほぼ全ての班で一回目の計算で内角の誤差と閉合誤差が許容範囲に入らずやり直しとなる。計算もその度にやり直しになり, 単純な計算であるが作業量が多く, 上記のノートをとるスキルの無さも加わって, 単純な計算間違いを起こす事が多かった。
- 3) 最終的にレポートを提出するが, そのレポートにも図4に示したような計算のプロセスをいくつも書かねばならない。計算そのものは単純な小学校レベルの四則計算であり, 何度も学生にこのような作業をさせるのは, 本来の目的である閉合トラバースの計算のプロセスを理解することを妨げている可能性がある。

3. 「測量学実習」に対するノートパソコン導入による教育改善の試み

そこで, 昨年度からこの閉合トラバースの計算をエクセルの表計算を用いて行うこととした。

その際, 学生には全員にノートパソコンの持参を義務付た。既にノートパソコンを持っている者はその内容を確認して使用を認め, 測量学実習が始まる時点でノートパソコ

ンを持っていない者は、学科でノートパソコンを、機種を指定し斡旋した。斡旋する機種を選定するにあたって、

- 1)工学部の学生として勉学で日常的に使える「関数電卓の延長上で使えるパソコン」として A4 サイズで重さ 1 kg 程度のなるべく価格の安いウルトラブックとする。
- 2)大学在学中は陳腐化しない性能とし、今後の実験実習や卒業研究での使用に耐える性能の機種とする。

このように学生全員にノートパソコンを持参させた上、本年度は教室で行う閉合トラバースの計算をエクセルの表計算を用いて行った。その際教員は、エクセルでの閉合トラバースのプロセスのそれぞれの計算例を教室のスクリーンに映して説明した。教員と学生がその場でデータの入力をスクリーンに映しながら計算プロセスについて説明しながら行うこともでき効果的であった。(図8参照)

学生にはそれぞれ自分のデータをもとに図6に示したそれぞれのプロセスでデータ処理したので、単純な数多くの四則計算に煩わせられることなく作業を進めることができ、計算プロセスのそれぞれの意味と閉合トラバースの原理も理解できた。さらに、昨年度もほぼすべての班で一度の測量で許容誤差を満たせず、再測量となったが、再計算も間違えず出来、特定の測点のおかしなところを見つけることも容易になった。

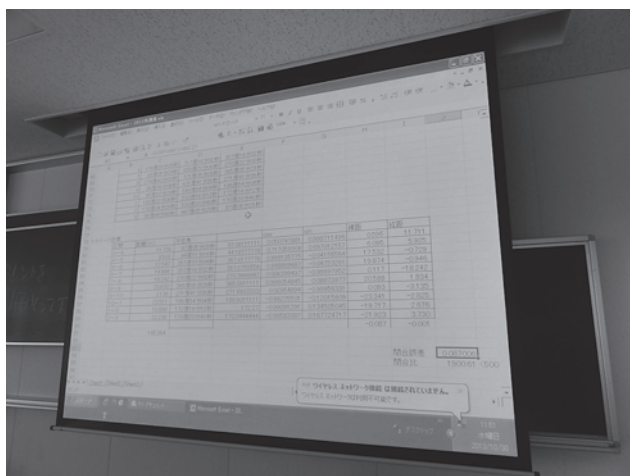


図8 昨年からの閉合トラバースの計算の指導

また、エクセルを使うことは1年次までに習っているが、ツールとして使ったことのある者はほとんどいなかったため、エクセルの実践という意味でも意義があった。

さらにレポートをパソコンを使って作成することも容易



図9 測量地点で直接データ入力を行う

になり大半の学生がそのようにした。また図9のように測量のデータをその場で入力するようにする学生が現れ、ウルトラブックを斡旋した効果も出て、「工学部の学生として日常的にパソコンが使える学生を養成する」という点でも効果が大きかったと考える。

4. まとめ

現在の実務の測量の現場では、測量したデータは三脚上に据え付けてあるトランシット内のメモリーに記憶され、測量終了後そのデータはデータ処理のソフトの入ったパソコンに転送されその場でトラバースが完成するようになっている。現に本学科に対しても業者から上記のような教育システムの提案があった。しかしあくまでも測量学の一環としての測量実習であり、上記のような実務のシステムを導入すればブラックボックス化するので、大学での教育としては問題がある。測量学を理解する上での重要な要素であるトラバース計算のプロセスの一つ一つをしっかりと理解させるために、大学生にとってははや単純な計算にしか過ぎない部分をエクセルで置き換えて、理解が重要な箇所を重点的に学習できるようにしたことが効果的であったと考える。今後タブレット型パソコン導入等も検討する予定である。

参考文献

- 1) 細川吉晴, 西田修三, 今野恵喜, 藤原裕一, 諸泉利則, 森田秀典 共著: よくわかる測量実習, コロナ社