
かごしまの未来を創る現場人応援事業

建設現場アシスタント 測量入門編

～あなたでもできる測量の世界を覗いて見ましょう～

鹿 児 島 県

監修 ヒロT & T株式会社

語句の定義

- ① 建設ワークシェアリング： 分業できる作業を補助員（アシスタント）に任せることで、社員が主業務に集中でき、その結果、社員の能力向上に寄与するものです。
- ② 建設現場アシスタント： 技術職員の補助を行う「業務アシスタント」と事務系職員（経理、総務、営業等）の補助を行う「事務アシスタント」
- ③ 教育指導者： 建設会社で各社員が建設業務・事務アシスタントをOJTする際の指導やOJT環境を整える担当者

令和4年9月1日

かごしまの未来を創る現場人応援事業事務局

（注） この令和4年度の研修は、コロナ禍によって、「飲食業や観光業」から建設業に転職された方や一時的に建設業の応援として、「働き始めた人」のさらなる活躍の方法をご一緒に考えるための内容が主になっています。

したがって、これから建設業への転職や、一時的な応援を考えている方は、令和2年度の研修内容から、ご覧いただくことをお勧めします。

その内容は、「鹿児島県公式チャンネル」に掲載されております。しかし、このWEBページはいろいろな動画が掲載されているので、下記から見ていただくと便利です。

<https://www.pref.kagoshima.jp/ah01/kanri/assist-training-r2video.html>

または、『【令和2年度および令和3年度かごしまの未来を創る現場人応援事業】Web研修の動画を公開』で検索してください。



目 次

| | |
|----------------------------|----|
| はじめに..... | 3 |
| I 測 量..... | 4 |
| 1. 測量の意味と歴史 | 4 |
| 2. 異業種からの転職Ⅰ（私が飛び込んだ土木の世界） | 7 |
| 3. 異業種からの転職Ⅱ（ある女性の挑戦） | 8 |
| 4. 異業種からの転職のメリット | 10 |
| II 色々な測定の種類-1..... | 11 |
| 1. 測定器材のあれこれ | 11 |
| 2. 測定の計算（水準測定） | 15 |
| 3. その他の測定（平板測定・スタジア測定） | 18 |
| III 色々な測定の種類-2..... | 20 |
| 1. トランシットや光波測距儀 | 21 |
| 2. 三角形のお話し | 23 |
| 3. 座標計算のお話し | 26 |
| 4. 現場監督の測定業務（危険な作業部分の認識） | 31 |

はじめに

他業種から建設業界に挑戦しようとする方が、まず頭に思い描く事は、「技術者・または測量業務なんてなんだか難しそう。専門的すぎて覚えるには苦労しそうだ」ということではないでしょうか。

27歳で異業種から知らない世界に飛び込んだ、いち土木作業員の私に、監督があるとき突然、「明日は測量して来てくれ」と言ったのです。

測量なんて無縁の私に下された業務命令。ところがそんなことが切っ掛けとなり、私は30歳で起業。測量・設計を生業とすることになったのです。

今回の講習をお聞き頂くことで、これから土木の業界に飛び込んでも、十分活躍の場があるのだという希望を持たれ、さらに皆さんが、これからの建設業界の担い手として育て頂けるよう、私の経験をもとに測量を中心にした建設・土木業界のあれこれをお話しさせていただきます。また、測量を含む現場作業に潜む危険を要所々でお話しさせて頂き、安全第一で業務遂行する重要性もお伝えしながら進めてゆきます。



I 測 量

1. 測量の意味と歴史

異業種から土木の世界へと考える貴方へ！ 測量なんて、専門的で難しいものなんじゃないかと躊躇していらっしゃるいませんか？ ところが、意外にもそんなにハードルが高いものではないのです。

私は幾度となく測量の勉強会や講習会のお手伝いをさせて頂きました。それらは、測量技術のレベルUPのためでした。

この度は、目まぐるしく変化する社会情勢の中で、異業種から比較的仕事量の安定している土木業界への転職を考えておられる方向けに、土木技術、とりわけ測量は「思っているほど難しい技術はいらないのですよ」というお話をさせて頂きます。

測量は専門知識であることは間違いありません。そのスキルを習得する課程には、高校の土木科、あるいは大学の専門科があります。また専門学校で学ぶこともできます。ほとんどの技術者はそうして技術者として成り立つことが出来たのですが、IT技術の進化と、昨今のスマホアプリの台頭により、かなりハードルは下がり、専門的分野だったものが、比較的身近なものへと変化してきています。

測量の計算や公式には、非常に高い専門性が要求されるものがあります。著者の大先輩に当たる現場技術者の方達は、その昔胸ポケットに指した計算尺を使いこなしながら測量していたとも聞いています。

しかしながら、今ではその殆どがどれもプログラミング化され、簡略化されたスマホアプリを使うことで、難しい技術を要する計算が、誰にでもいとも簡単に出来るようになりました。

ただ、その計算の成り立ちや仕組みには敬意を払い、いずれ深く知る努力も必要だと私は思っています。いかに IT 技術が進歩しても、それを効率よく有効に使いこなせるかどうかは、豊富な知識と経験が左右するということも忘れてはいけません。

最近、老朽化してゆく公共インフラの改修・補修に人材が不足していることが非常に重要な問題となっています。こういった工事にも測量は必要不可欠な作業なのです。我々の生活の基盤となり、社会を支えているこの土木(測量)関係の仕事は未来永劫続いていく産業だということとは間違いありません。

ここで測量について、もう少し深く探ってみましょう。

広辞苑で「測量」という言葉を調べてみると以下のように書かれていました。

①器械を用い、物の高さ・深さ・長さ・広さ・距離を測り知ること。

②地表上の各点相互の位置を求め、ある部分の位置・形状・面積を測定し、かつこれらを図示する技術。大地測量と平面測量に分ける。

この器械の「器」(うつわ)という文字ですが、古来よりものを測る基本的な道具に、マスが有った事に由来するのではと聞いたことがあります。

器械？ 測り知る？ 各点相互？

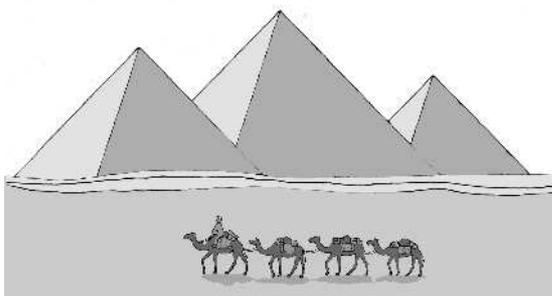
文字で見ると難しそうですが、誰かに道を尋ねられメモ用紙に簡略地図を描き説明する行為も、頭という器の中で測量を行っていると言えるのではないのでしょうか。

またナビシステムなどは、誰にでも供与されている最も身近な測量システムではないかと考えています。意味と歴史を知るところから少しずつ興味が湧いてくるかもしれません。

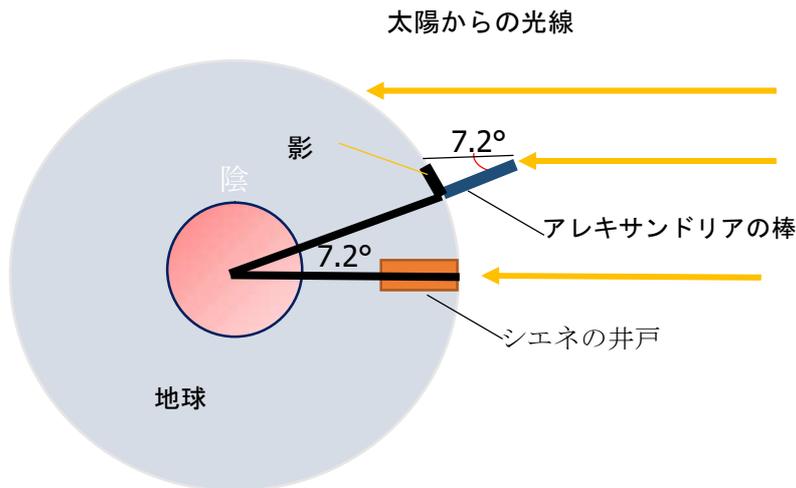
ここで測量の歴史も少し覗き込みましょう。

ピラミッドは宇宙人により作られたなんてお話もありますが、エジプト文明の頃から、すでに高度な測量技術が存在していたようです。

ローマ帝国では、高い山から低い農地へ張り巡らせた治水設備や、市中への水道敷設事業が行われました。またポンペイの遺跡などにも驚くばかりの測量技術が見て取れます。西暦79年に大噴火で埋没したポンペイ遺跡では、その後の発掘により当時の測量技術の高さが知れ渡りました。



紀元前 2～300 年頃の天文学者エラトステネスは、ナイル川の上流の町のシエネにある深井戸の底に太陽の光が届くのは夏至の12時という事を知りました。一方、ナイル川下流の町アレキサンドリアでは同日同時刻では、井戸の底に太陽が写らないということから、アレキサンドリアに塔を建て、塔の高さ、塔と影の長さ、角度、シエネからアレキサンドリアまでの距離を計測して、地球の大きさを求めました。その手法は絵に描いた相似形を元に計算したそうです。下図がエラトステネスの計算の根拠となる図です。



日本ではどうだったかと言うと、時代は飛鳥時代まで遡ります。聖徳太子の命を受けた小野妹子が遣隋使として隋に渡り、測量技術・測量道具を持ち帰ったそうです。その技術はやがて税の取り立ての根拠となる班田収授法(700 年頃)に繋がり、やがて豊臣秀吉の太閤検地に受け継がれてゆきました。国を測る技術は国力を高める事と深い繋がりがあったのです。

1800 年頃には、天文学の基礎を学んだ伊能忠敬が、幕府の命を受け日本地図を編纂したことは有名です。千葉県佐原市にある伊能忠敬館には、忠敬亡き後、弟子達がまとめ上げた日本地図と NASA のランドサットが撮影した日本地図を重ね合わせて展



示してありますが、その正確さには驚かされま
す。

伊能忠敬も正確に地球の大きさを計測してい
ます。その手法は導線法や天文学を使い、子
午線 1 度の距離を計測し地球の円周を計算し
ました。

伊能忠敬の測量技術はネットにも沢山の情報
が掲載してあるので、測量に興味のある方には
必見です。



東京の江戸東京博物館に行くと、江戸の灌漑
事業や埋め立て事業、または上下水道の工事
の詳しい展示物があり、その技術には驚かされ
ます。

もちろん、それらの工事にはまず計画・測量と素晴らしい土木技術が存在していました。現在の測量は、都市や街を作るため土地の起伏や広さや位置関係を明らかにしたり、地図を作ったり河川や道路の計画をする目的で行われます。

最近では測量機器や技術の飛躍的な進歩により世界的に座標測量が行われています。はやりのドローンと衛星を利用した測量で地図を作成しています。

何だか測量ってスゴイですね。

そんな世界で自分は生きていけるかな？

わかるかな？

まあ、その世界を覗いてみましょう！！



2. 異業種からの転職Ⅰ（私が飛び込んだ土木の世界）

「測量」が私の人生を変えた！ そんなお話しに少しお付き合いください。

私は千葉県内の普通科高校を卒業し、家業の米穀商を手伝っていましたが、20歳の時に米屋は廃業に追い込まれました。その後6年間は完全歩合給の営業マンとして働いていましたが、収入が安定しないことに先行きの不安を感じていました。

そんな中、特に深い考えもなく、日当 8000 円に惹かれて、日雇い労務者として土木業界に参入したのが27歳の時でした。スコップとツルハシが私の相棒になったのです。

そんなある日、私は監督であるケンさんから

「オ～イ、明日は現場で測量してこい！」と言われました。

「エッ？ 何を言ってるんですか～、ケンさん。

僕はスコップとツルハシを振るのが仕事です！ 測量なんて・・・」

一見無茶ぶりに思えるこの一言が私の人生を変えたのです。

「親方が、現場に何十本も木杭を打ち込んでくれているからさ、

その杭の頭の高さを測って来てくれ！

レベル(測量器械)の使い方は今から教えるから！」

それから2時間程、レベルの据え方と測り方の講習。

先にお話しますが、測量器の設置は意外に簡単だったのが救いでした。

「計算の仕方は現場から帰ってきたら教えるからー」

なんという無茶ぶりでしょう！

それを皮切りに、徐々に手の込んだ現場、難しい測量、さらに図面描きも… と、測量にまつわる作業を次々に習得させていただき、程なく測量は得意な分野となっていたのです。

この若者を何とかしてやりたいと言う先輩の気持ちと、指導には感謝しつつせないものがあります。そして、急速な勢いで進化した計算機・測量機器が手助けになったことは間違いありません。その日を境に私の人生は大きく変わっていきました。そして、30 歳で設計測量会社を設立することになったのですから先輩と当時の技術の進歩には感謝でしか有りません。

3. 異業種からの転職Ⅱ（ある女性の挑戦）

次は私の会社へ、「土木業界へ転職したい」と、突然やって来た女性のお話です。

あるとき私の幼なじみが、ひとりの女性を連れて会社へやってきました。彼女はシングルマザーで、それまで夜間帯の仕事をしていたのですが、小学校へ入学する娘と同じ時間帯で生活



したいから、昼間の仕事がしたいというのです。重機のオペレーターは給料が良いと聞いたので教えてくださいとのことでした。

私の会社は測量設計会社なので重機のオペレーターは、お断りしたのですが、自分の経験を思いだし、測量を勧めました。

幼なじみはたいして成績の良くなかった私でも土木会社の社長が出来るのだから、この世界なら何とかなるだろうと思ったのだそうですが、それはどうやら正解だったようです。

この女性はそれから5日間、毎日私の仕事が終わってから 2～3 時間、測量器械の設置や簡単な計算を勉強しました。最終日の日曜日は早朝から陽が暮れるまで会社周りの道路を何度も往復しながら測量して歩きました。行った測量は水準測量とトランシットの扱い方法です。

この女性は暫くして町の小さな土木会社に事務職として就職しました。測量が出来る人はこの会社で社長一人の会社だけでした。有るとき測量現場が重なり、社長が困っていたので、「社長！ 私が測量してきます！」と申し出たそうです。この女性はそれを切っ掛けに現場監督となり、CAD も独学で勉強し、この会社には無くてはならない技術社員となりました。当然給料も UP したと聞いております。

こテキストを作りながら、この女性の最終学歴は中学卒だったことを思い出しました。私もこの女性も、なんのスキルも無く土木の世界に参入して、測量を通して土木業界で生き続けております。

言えることは一つです。異業種から転職された方でも、経験の浅い社員の方でも、土木(測量)の技術は案外手の届きや易いところにあるということです。

勿論、IT 技術や測量機器の進化がアマからプロへの道を意外に簡単に切り開いてくれるということでもあります。



4. 異業種からの転職のメリット

測量は先にも記載したように、案外簡単に手に入れることの出来る専門技術と言うことになると思います。幾何学や数学知識も必要ですが、それらはあとから付いてくる内容でもあります。

現場は既製品を大量に作る作業ではなく毎回違う環境で違う物を造る仕事です。

ここで必要になるスキルの一つに、これまで培ってきた様々な人間力があると思います。私の会社にいた若い社員や異業種から来た社員は土木関係の経験が無いからこそ、思わぬ手順や驚く手法をやってみせることがしばしばあります。セオリーに捕らわれず自由な発想が出来る若さには今でも驚き、なるほど自分も凝り固まらず思考を広げなければと毎度のように思い知らされます。これが異業種からの転職、フレッシュな人材ならではのメリットなのだと確信しています。

パラダイムシフトという言葉があります。大きな環境の変化によって、すべてのシステムが変わるという事なのですが、ロシア革命やフランス革命などの革命は地域的な革命とさせていただきます。

ここでいう革命とは、社会的・人類的革命を言います。第一の革命は農業革命。第二の革命は産業革命。そして第三の革命は、IT革命と捉えております。

第一・第二・第三の革命のたびに金融・教育・政治等々、地球規模であらゆる変化が訪れました。これらの内容を扱う沢山の書物もありますので、調べてみるとなかなか面白い発見があります。

さて我々の時代に起こったIT革命は、土木(測量)の世界にも大きな変化をもたらしました。

かつて生涯をかけ測量業務を行った先人達、特殊な技能として専門的な学業を修得して土木(測量)の世界に君臨していた先輩達、その莫大な知識や技術をIT革命により私達は、たやすく手に入れることが出来る時代になったのです。もちろんそこから先は私達の弛まぬ努力が必要とされるのですが、かつて一国を統治し、国力を高めるためには無くてはならなかった測量という技術が、今では我々のすぐそばにあるのです。

今や、公の機関でもその技能の習得のお手伝いをしてくれる時代になりました。この出会いをチャンスと捉え、新しい世界の門を叩いてみるのも悪くないのではないのでしょうか。

II 色々な測定の種類-1

1. 測定器材のあれこれ

測定器材にも色々ありますが、主に次のようなものがあります。

- ・水準測定(レベルとスタッフ)
 - ・T・S 測定(トランシット・光波測距儀 プリズム)
 - ・平板測定(測板・アリゲーター・求心器)という物が主流になります。
- 他に巻き尺やコンベックスやノートなどの小物類がありその場によって色々使い分けます。

・水準測定 (レベル)

現場では、位置確定測定を行い、その後に高さを確定するために水準測定を行います。

現地の高さを測定する水準測定器(レベル)は水平に設置します。360度回転することにより、測定する箇所の高さ関係を明確に表わすことができます。

道路工事などでは、主に縦断測定、横断測定を行い、計画に沿った高さを計測します。

また水利事業に関わる測定では、埋設管の勾配の測定、側溝や擁壁など、構造物の高を測る場合に使われます。



水準測定器 (レベル) と三脚



箱尺 (スタッフ)

・光波測距儀 (T. S)

ここでは、トランシットの代わりに光波測距儀を取り上げます。

光波測距儀はトランシットと同じく角度を計測する測定器械ですが、角度のみを計測するトランシットにかわり距離も測れる光波測距儀が主流になりつつあるようです。以前は、レベルとトランシットが対で使用されていましたが、最近ではレベルと光波測距儀が対で使用されている事のほうが多く



光波測距儀
(トータルステーション)

なってきました。

最近の光波測距儀は、技術の進歩とともに多くの計算とその情報を表示出来るようになりました。コンピューターとデータのやり取りも行い、連携を得意とします。



光学的測角器
(トランシット)

・プリズム

光波測距儀から発射される光波を受ける受光体。

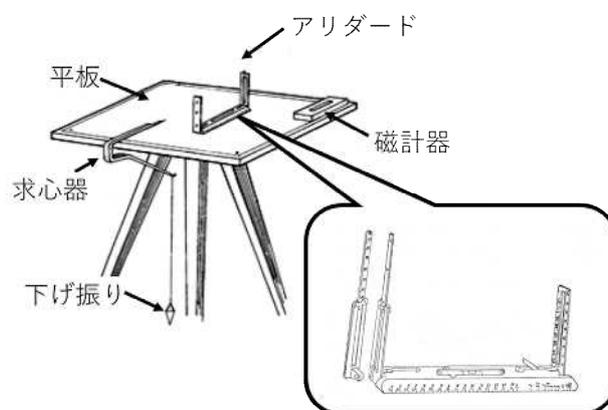


プリズム

・平板測量器

平板測量、いまでは光波測距儀にその活躍の場を奪われていますが、現場において直接正確な平面図を描けるので便利な測量方法です。

仕組みは基準となるポイント上に三脚を設置、その上に図面台を設置、図面紙を張り求心器を使ってポイントを図面上に表現します。アリダードを使い、敷地の変化点と距離を図面上に描いて縮尺再現をします。



平板測量器 (測板・アリダード・求心器)

・巻き尺とコンベックス

巻き尺は、繊維製と鋼製があり、それぞれの精度により使用箇所が限定されます。

先に述べた光波測距儀も正確な距離を測れますが、公式記録を測るグラウンド等のスポーツ施設では、一定の張力をかけて、鋼製巻き尺で測定することが条件化されていることもあります。



巻き尺



コンベックス
(巻き尺の1種)

誰もが一度は使ったことがあるコンベックス(Convex)は、凹凸の凸の意味があるため、英語圏ではスチールテープとかテープルーラーなどと言われます。他にも興味深い機能があるので紹介します。

巻き尺の許容差（温度による伸縮の許容差）

・「鋼製」巻尺許容差

(日本工業規格 JIS B 7522)

| 長さ | 許容差 |
|--------|---------|
| 0～10m | ±1.2mm |
| 0～20m | ±2.2mm |
| 0～30m | ±3.2mm |
| 0～50m | ±5.2mm |
| 0～100m | ±10.2mm |

・「繊維製」巻尺許容差

(日本工業規格 JIS B 7512)

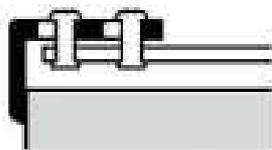
| 長さ | 許容差 |
|--------|---------|
| 0～10m | ±4.6mm |
| 0～20m | ±8.6mm |
| 0～30m | ±12.6mm |
| 0～50m | ±20.6mm |
| 0～100m | ±40.6mm |

コンベックスの先端部分が、ガタガタしていると思われたことはありませんか？それは、より正確に測るための工夫なので覚えておいて下さい。

ゼロ点補正移動爪

●引っ掛け測定

引っ掛けると爪は先端方向へ移動



●突当て測定

突当てると爪は本体(手元)方向へ移動



↑ どちらの測定でも0(ゼロ)基点が正確です ↑

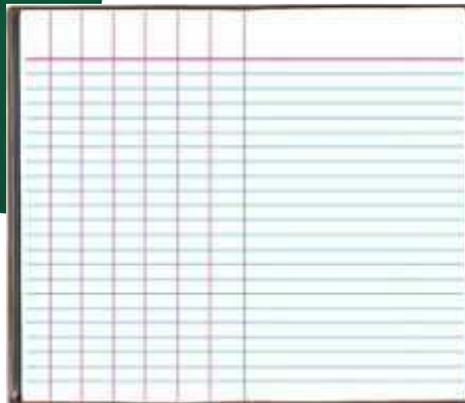
・野帳（レベルブック）

現場監督や測量士の胸ポケットに、必ずといっていいほど入っているノートです。

左ページは7列の赤い線で欄が書かれていますが、これには水準測量に関する重要な意味があります。見開きにした右ページには、なぜ縦線がないの？ そう思われる方もいらっしゃると思いますが、このページは手書き計算やメモスペースとして活用します。



野帳（レベルブック）



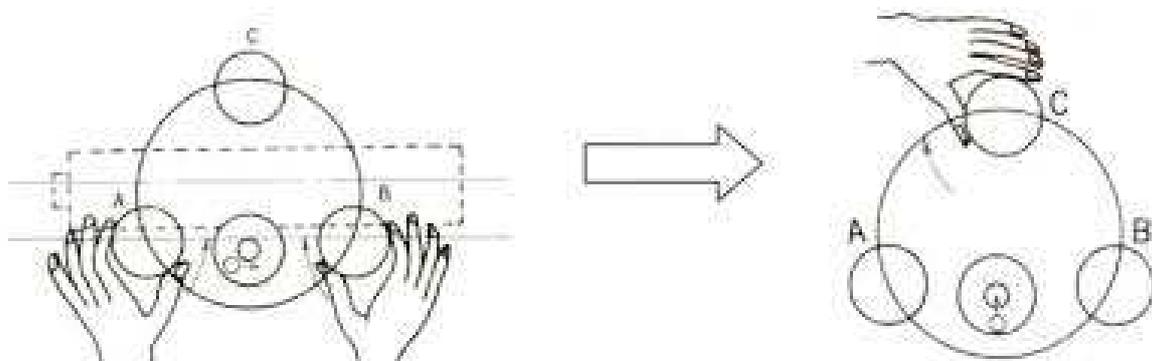
野帳を見開きにしたところ

2. 測量の計算（水準測量）

次に水準測量の計算方法とレベルと箱尺の関係を説明しますが、その前に、レベルの設置方法と箱尺の読み方を説明します。

水平の設置方法

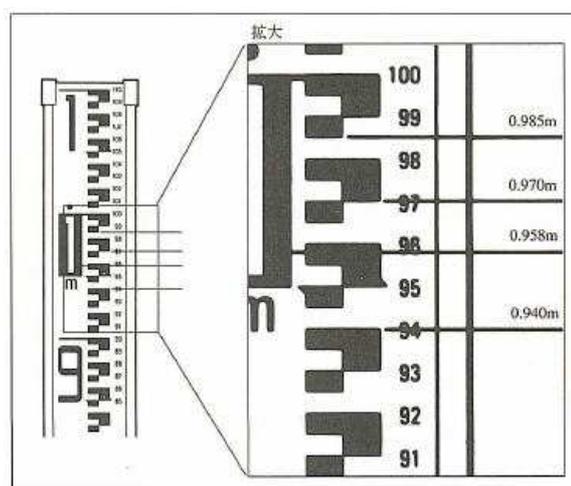
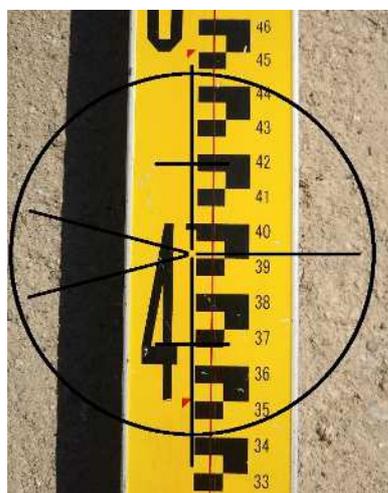
- ① 三脚にレベルをしっかりと固定する
- ② 三脚の足を、しっかり地面に食い込ませるように踏み込む
- ③ 三脚の足の長さは視準誤差が出ないように、測量者の目の高さに合わせる
- ④ 図のように、正対する1辺の整準ネジAとBを同時に同量逆回しにし、円気泡管を合わせる。次にCを回し円気泡管の真ん中に気泡を合わせる



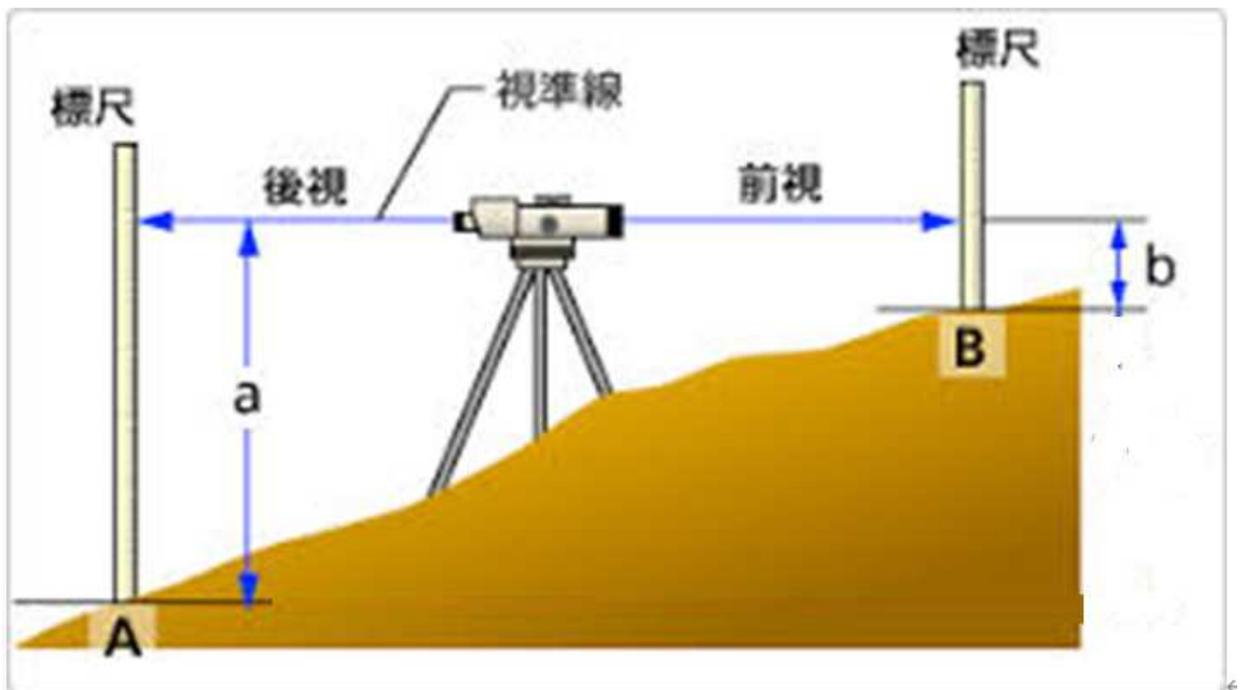
最後に望遠鏡を 90 度回転させ、円気泡管を再度確認する

箱尺（スタッフ）の読み方

望遠鏡を覗くと中に画像のような丸い視準線があります。円の中央にある横線と重なる数字を読み取りますが、5 ミリ単位以下の数字は測量をする人が五分割して読み取ります。下図の左側は 0.391 と読み取れます。右の図はスタッフの読み方の例です。



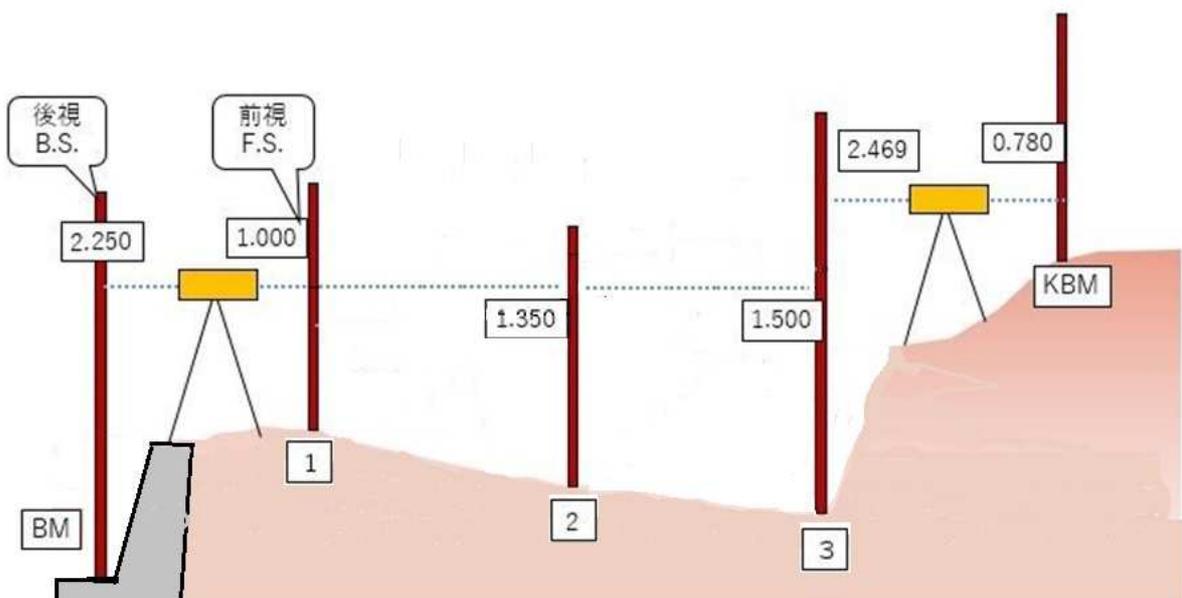
ここで水準測量の計算方法とレベルと箱尺の関係を説明します。



後視側と前視側の関係は上の図のような関係があります。

B の高さは $(A+a)-b$ となります。

これを連続的に表現したものが下図です。



こうして読み取った数字を野帳に書き込むと下図のようになります

| 水準測量成果表 | | | | | | |
|-----------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 測量年月日 | 令和4年8月1日 | | 天候 | 晴れ | | |
| 測点 | BS | FS | IH | GH | FH | 差 |
| BM | 2.250 | | 12.250 | 10.000 | | |
| No.1 | | 1.000 | | 11.250 | 10.500 | -0.750 |
| No.2 | | 1.350 | | 10.900 | 11.000 | 0.100 |
| No.3 (TP) | 2.469 | 1.500 | 13.219 | 10.750 | 11.500 | -0.250 |
| KBM | | 0.780 | | 12.439 | 12.000 | 0.439 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

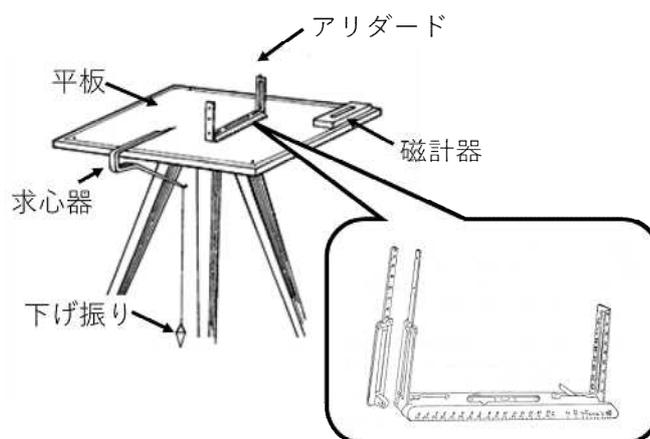
BS＝（後視） FS＝（前視） IH＝（器械高） GH＝（地盤高） FH＝（計画高）

上図を見ると7列に記載されています。

これは、野帳の左ページの7列と一致します。測量に慣れてくると3列4列しか使わないで済ます方がいますが、転記ミスや計測ミスを探すときや、野帳を同僚の方に引き継ぐ場合もあります。特に計測点が数ページに及ぶときなどは必ず上記のような記載をお薦めいたします。

3. その他の測量

(平板測量)



先でも少し説明させていただきましたが、平板測量は比較的狭い区域の敷地などを現地で作図できる測量技術です。三脚にセットした図面台の真下になる中央部あたりには、計測する敷地の測量基準点が設置してあります。

求心器から下げ振りを基準点に合わせて図面紙の表面に再現します。磁石で方位を一定に保ち、求心器で求めた紙面上の点を基準に、アリダードを使用して敷地の変化点の方向を視準して巻き尺で距離を測り、図面紙に縮尺を変えて描き続けて作図してゆきます。

(スタジア測量)

この測量は現場ではまず使いませんが、レベルの望遠鏡を覗くと中に上下の短い平行線が見えます。

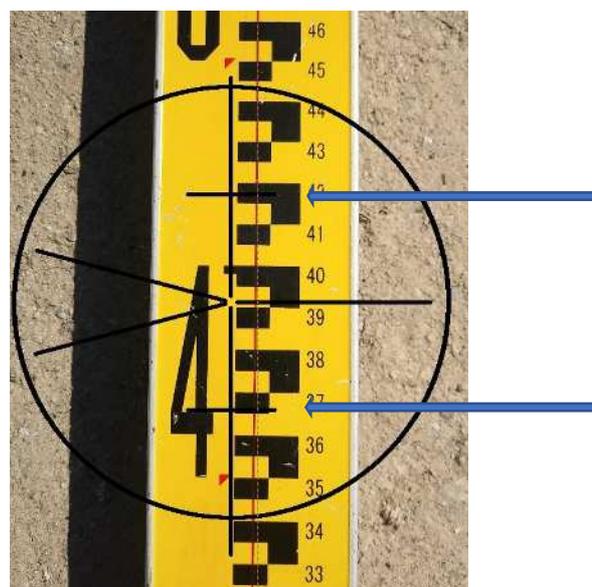
その平行線に重なる数字を読み取ります。

上の矢印は 0.417。下の矢印は 0.365。上の読みから下の読みを引き算すると 0.052 となります。

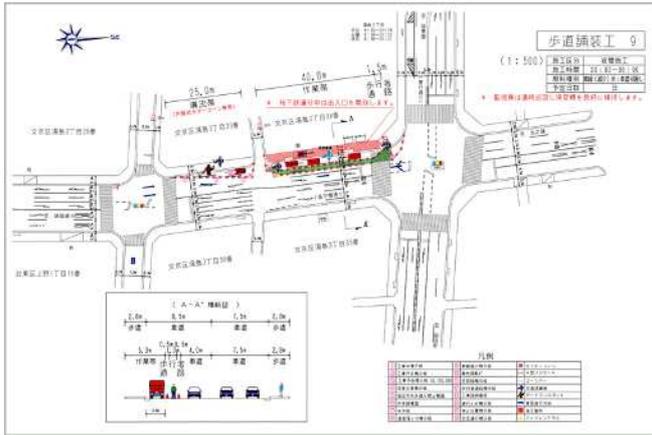
この数字に 100 を掛けると 5.2 となり、レベルからスタッフまでの距離は 5.2m と計算できます。これをスタジア測量といいます。

私は、水準測量をしながらスタジア測量を行い、次の点まではロング U を何本配置するか、基礎碎石を何 m³ 配置してくれ、などと指示を出していました。

せっかくある技術を上手に使うことがプロのあり方だと思います。



平面図



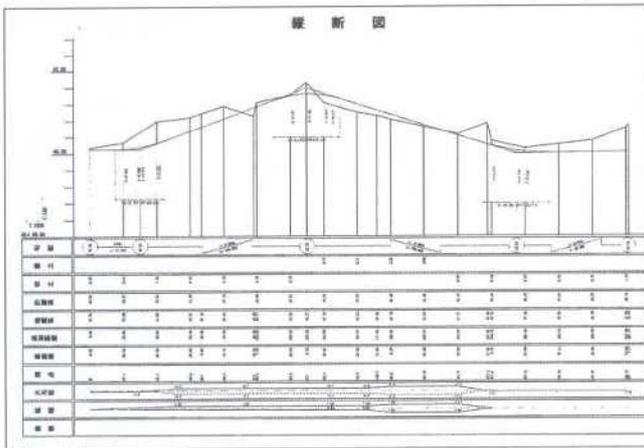
さて測量に必要な図面を少しご紹介して2章の終わりしたいと思います。

まずは、平面図です。

平面図は位置を確定するための図面ですが、路線や敷地の方位角図や構造物の位置図など幾つかあります。それぞれ座標点を持たせた図や、方位角からの距離を記したものなどがあり、いずれも位置

や面積を指定する図面です。CAD の場合、変化点の座標値を求めるために使用することが出来ます。

縦断面図

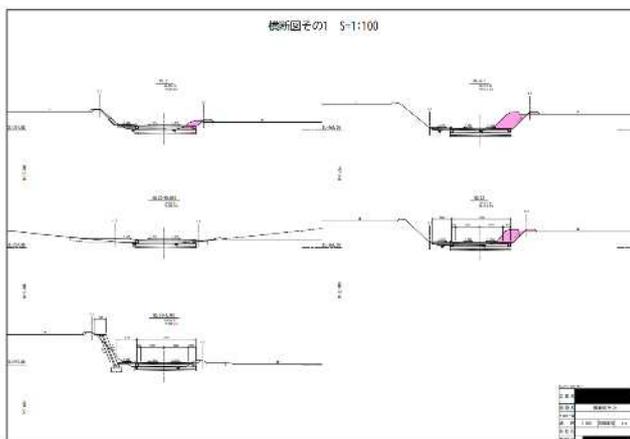


縦断面図は、道路や埋設管などの勾配などを表記した図面です。

測点・カーブなどの情報、勾配・計画高・現況高等々、さまざまな高さに関わる情報が書かれた図面です。

CAD で描かれた図面は平面図と同じように寸法計測が出来るものとなっています。

横断面図



横断面図は道路の断面を表わした素面です。

測点となる場所の段面を表現した図で、その箇所の高さを図面で表記してあります。

CAD で描かれたものは、やはり寸法計測の出来るものとなっています。

これらがある程度理解できるようになると、測量現場を図面から容易に想像することができます。図面リテラシー(読み取り能力)が身につくと、実際に現場業務を行う際の準備や、測量箇所の適切な作業手順に繋がります。

Ⅲ 色々な測定の種類-2

前章ではレベルのお話しを中心に説明させていただきましたが、今回はトランシットや光波測距儀のお話しをさせていただきます。

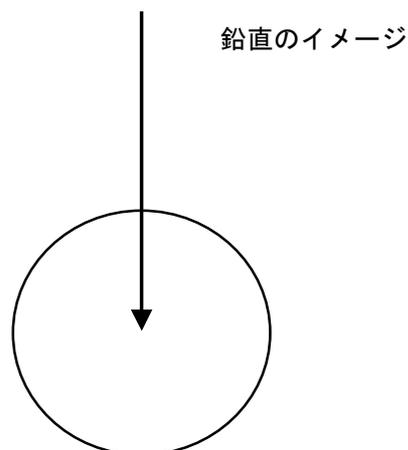
高さを測る測量器のレベルに対して角度を測る測量器をトランシットと言います。

昨今では技術の革新と共に、トランシットの代わりに距離も同時に測れる光波測距儀が主流となってきています。トランシットの場合は水平方向の角度・鉛直方向の角度から、三角関数($\sin \cdot \cos \cdot \tan$ 等)により水平距離や斜距離を計算しました。しかし、光波測距儀はそれらが直ぐ機器内で計算され液晶画面に表示されるので、非常に便利になり、光波測距儀の使い方を覚えれば簡単に現場に反映出来るようになりました。特に、CADとデータを共有することにより、複雑な手計算を行うことなく現場の位置が特定出来るので、異業種からこられた方達にも難しい計算をすることなく、スピーディに精度の高い位置の確定が出来るようになりました。

トランシットの設置方法を説明する前に、鉛直・垂直のお話を少しお聞き下さい。

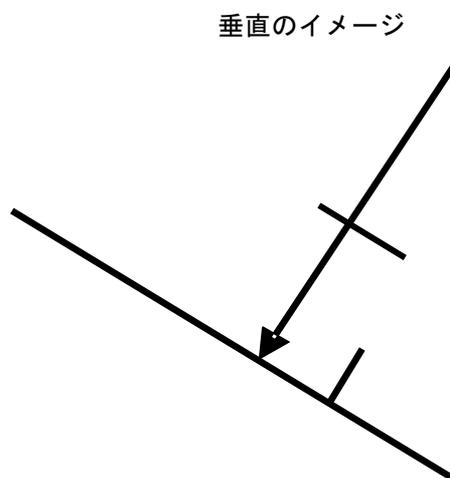
鉛直

糸に重りを付け糸の向く方向を鉛直と
いいます。すなわち鉛直方向を表わします。
つまり地球の中心に向かう方向です。



垂直

ある面に直角に交わる辺を垂直方向と表わしま
す。水面上では、垂直方向と鉛直方向が一致す
る場合があります。

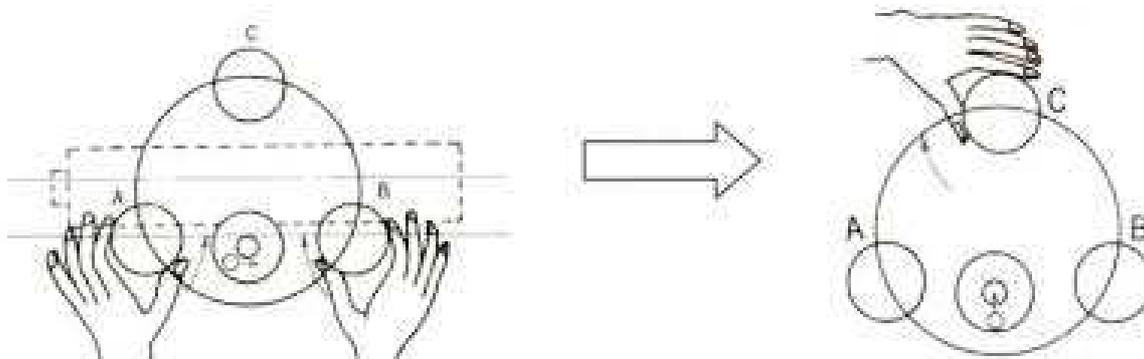


1 トランシットや光波測距儀

設置方法

水準測量器(レベル)の設置方法に準じて水平に設置しますが、鉛直方向にも正確に合わせる必要があるため、構造が少し複雑になります。

- ① 三脚は定心管(ネジ)にしっかりトランシットを固定し、3つの整準ネジは中央に戻しておく
- ② 三脚の足の1本をしっかりと地面に食い込ませるように踏み込んでおく
- ③ 残り2本の脚を左右の手で持ち、求心望遠鏡を覗き、台座をできる限り水平に保ちながら鉾に合わせ2本の脚の位置を調整する
- ④ ここで改めて3本の足をしっかりと踏み込み、円気泡管の気泡が真ん中になるように、3本の足の長さを伸縮させて合わせる



- ⑤ さらに図のように正対する整準ネジ A と B を同時に同量逆回しし、円気泡管を合わせる。次に C を回し気泡を円気泡管の中心に合わせる、その後少し上部にある棒気泡管も中央に合わせる。
- ⑥ 求心望遠鏡を覗き、トランシット全体が回転しないように前後左右にスライドさせて目的点の鉾に合わせる
- ⑦ ⑤～⑥の操作を繰り返して、水平と求心が合致するまで繰り返す

実際に設置すると、現地の起伏によってはうまくゆかない場合もありますが、上記の方法で回数を重ねることで、1分から3分ほどで据え付けられるようになります。

これは水準測量器(レベル)の写真ですが整準ネジの作りは同じです。



正確に設置出来たところで、レンズを覗き込みます。観測する視準先に、望遠鏡を向け望遠鏡内の十字線にピントを合わせて、次に視準先を測定します。

トランシットや光波測距儀は水平方向に回転する可動部が上部・下部と分かれています。

視準先の基準点と十字線が合ったところで下部の回転盤を固定します。

後は、上部の回転ネジを緩め、次々と視準点に十字線を合わせ、方向角度を記録していきます。

視準点と十字線が合ったところで、下部の回転盤を固定します。

トランシットや光波測距儀は、説明を聞いてもなかなか理解できるものではありませんので、講習会などで実物を手にして覚えるようにして下さい。

1章でお話したように、全くの素人だった私が3年後には測量会社を設立出来たこと！同じく何も知らない女性が1週間で測量の基本を覚え、今では監督業として活躍していることを思い出して下さい。

習うより慣れろ！ の精神でチャレンジしてみてください。

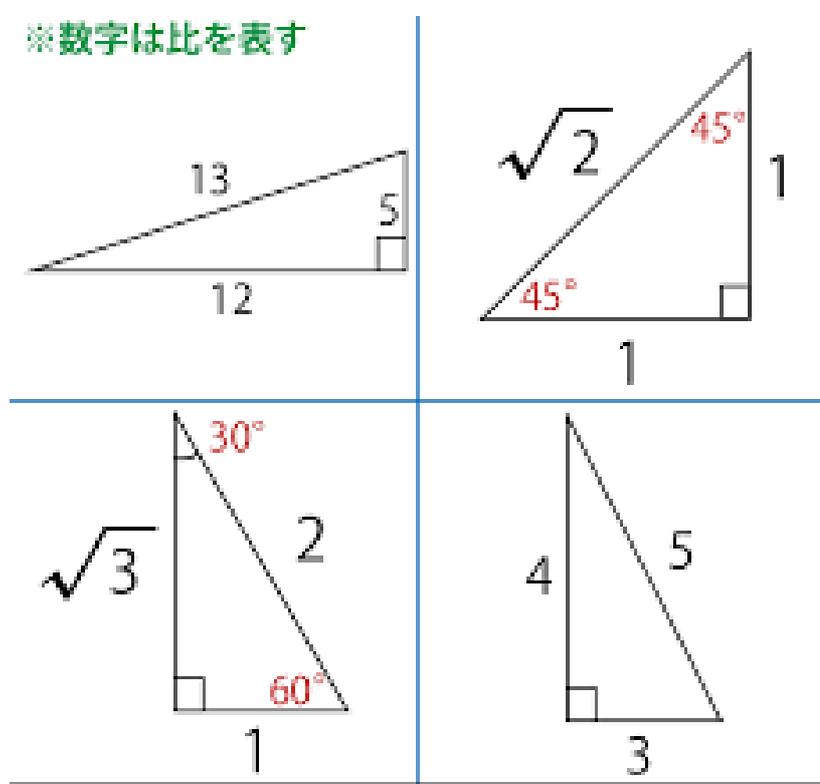
トランシットや光波測距儀は、鉛直方向・水平方向を正確に設置しなければ使用できません。まずは1分間ほどで正確に設置出来るように練習していただきたいと思います。

2 三角形のお話し

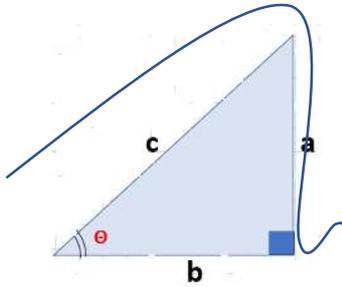
このような図を見た覚えはありませんか？

もうそんなの忘れたよ！と思う方がいるかも知れません。苦手意識を持っていらっしゃる方も多いかと思いますが、生活する上で結構役に立つ事柄なのです。覚えていただければ測定の理解にも大きく役立ちます。ご存じの通りどのような土地の面積も三角形の集まりに分けることができます。実は、円も無数の三角形の集まりと考えられるのです。

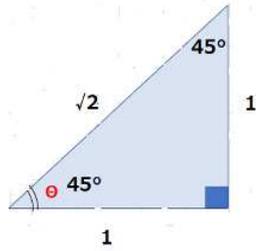
トランシットや光波測距儀で行う測定はすべて三角形で計算すると思って頂いて間違いありません。是非興味を持って頂ければと思います。



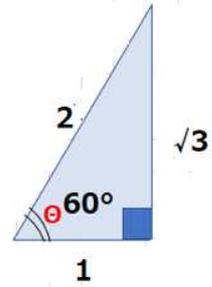
以下にあげる三角関数の基本的なサイン・コサイン・タンジェントの決まりは、覚えるようにお願いします。それぞれの計算順序はやがて必要になります。



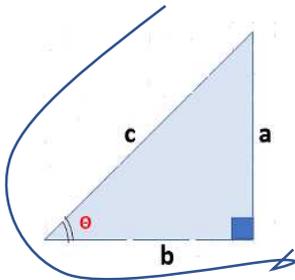
$$\sin\theta = a/c$$



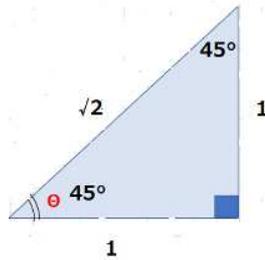
$$\sin\theta = 1/\sqrt{2}$$



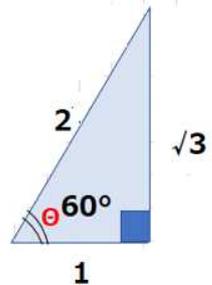
$$\sin\theta = \sqrt{3}/2$$



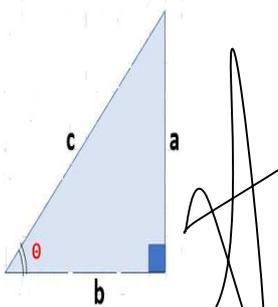
$$\cos\theta = b/c$$



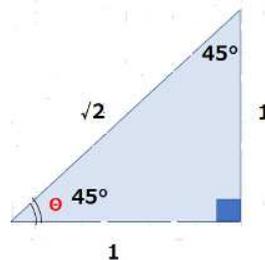
$$\cos\theta = 1/\sqrt{2}$$



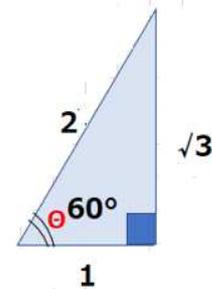
$$\cos\theta = 1/2$$



$$\tan\theta = a/b$$

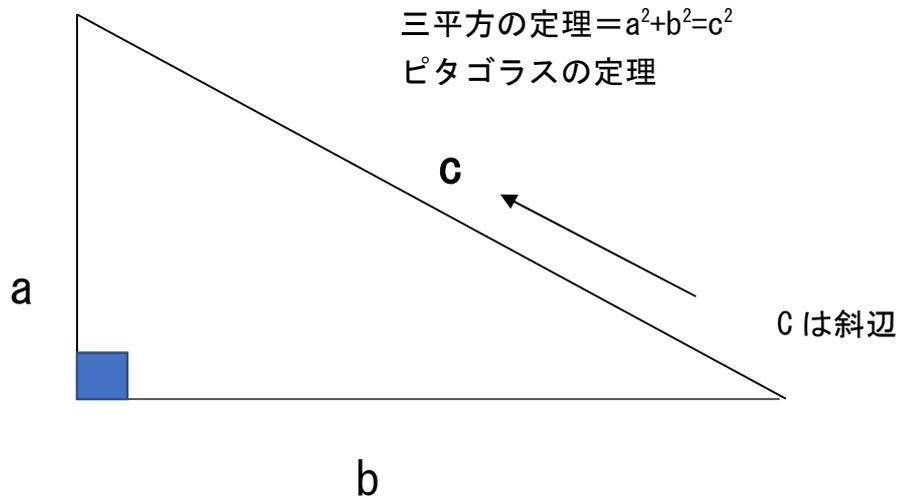


$$\tan\theta = 1/1$$



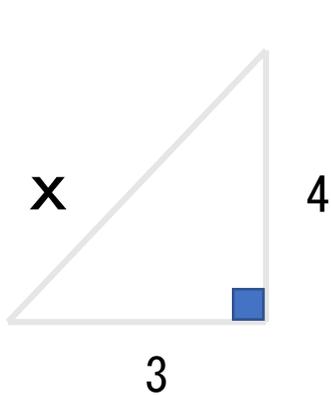
$$\tan\theta = \sqrt{3}/1$$

三角平方の定理を思い出して下さい。

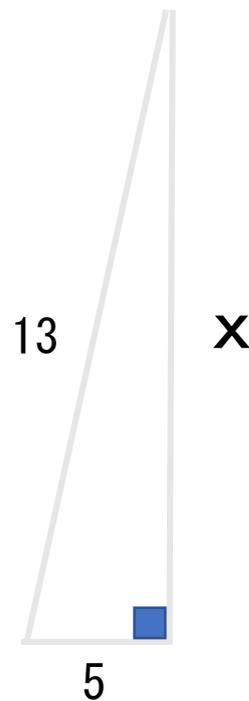


上の図は、三平方の定理ですが、ピタゴラスの定理とも言われています。
2辺に挟まれた直角と直角と面する斜辺からなります。
必ず直角を挟んだ2辺を片側に斜辺は反対側にと覚えてください。

直角三角形でないと三平方の定理は成り立ちません。



$$\begin{aligned} a^2 + b^2 &= c^2 \\ 3^2 + 4^2 &= X^2 \\ 9 + 16 &= X^2 \\ 25 &= X^2 \\ X &= 5 \end{aligned}$$

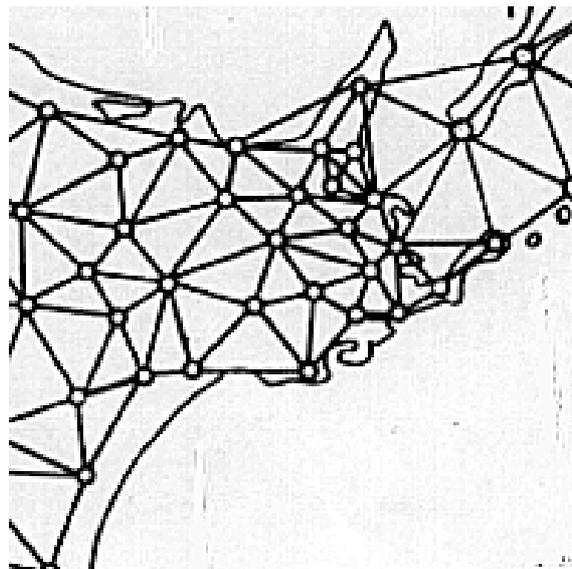


$$\begin{aligned} a^2 + b^2 &= c^2 \\ 5^2 + X^2 &= 13^2 \\ 25 + X^2 &= 169 \\ X^2 &= 169 - 25 \\ X &= 12 \end{aligned}$$

3 座標計算のお話し

基準点は、日本(世界)中、このように三角点で網羅されています。

三角点は一等から五等まであり、それらを基に基準点が数キロ範囲で設けられています。



いろいろな三角点



東京都麻布にあった天文台跡地にある、日本の基準点



鹿児島県の弁財天 (標高 518.66m) 一等三角点



鹿児島県の八苦岳 (標高 686.98m) 一等

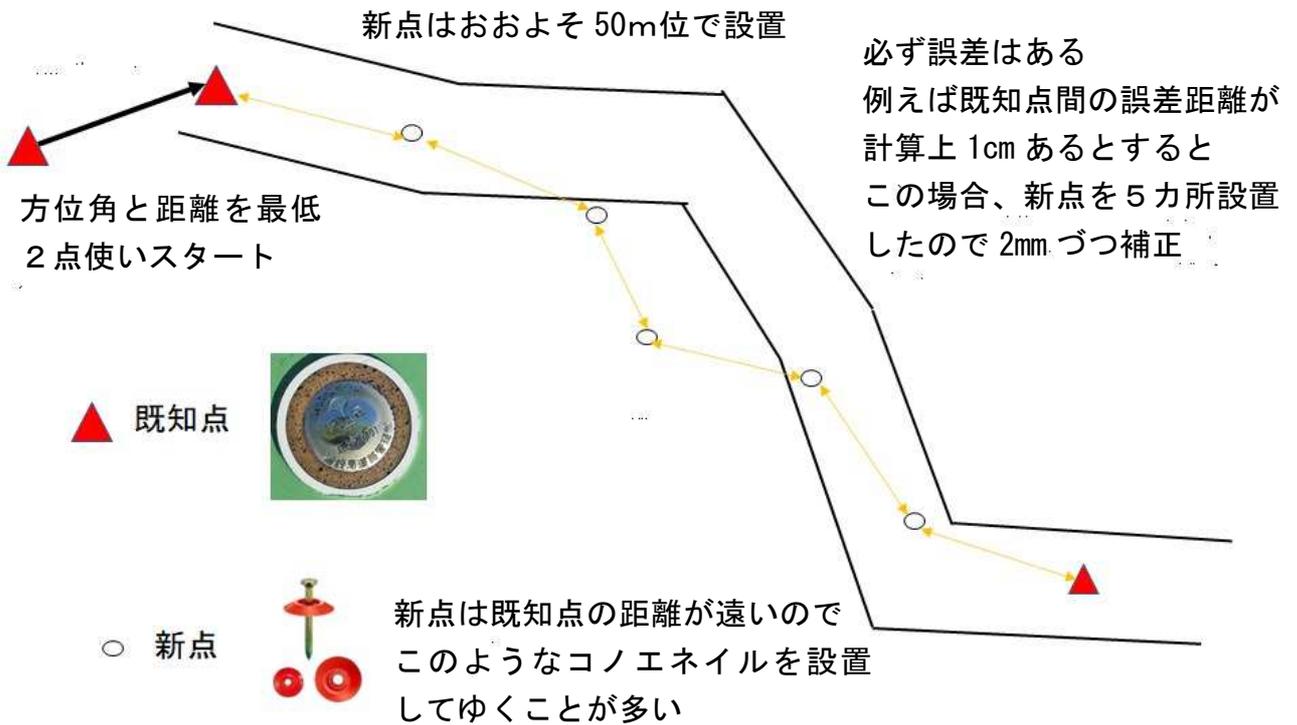
鹿児島には、おもむきのある一等 54 カ所 二等 125 カ所の基準点があります。それらを趣味として探訪する方もいます。

三角点を基準にして沢山の基準点があります。それらを使い現場に正しい位置を作ります。

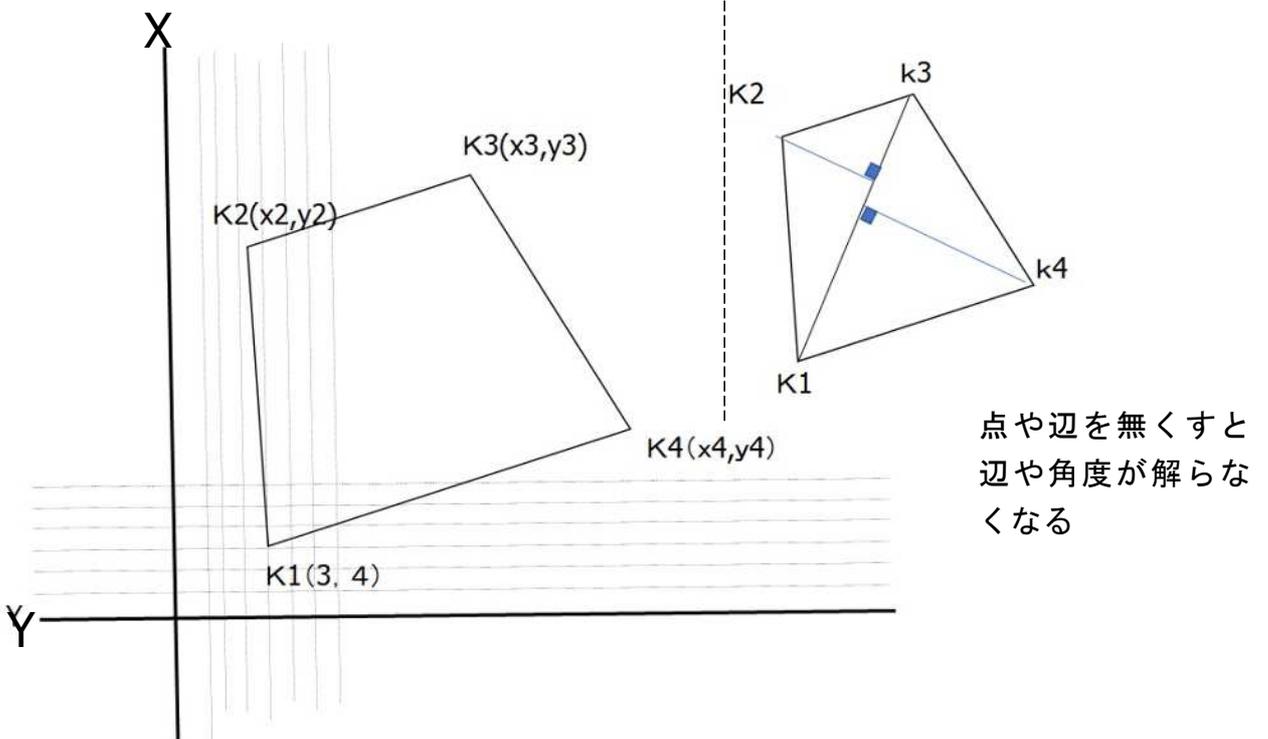
例えばこんな数字を見たことはありませんか？
これが座標で表わした数字です。

| | |
|---|------------|
| X | 65284.941 |
| Y | -35481.229 |

結合トラバー



敷地や現場の座標



それぞれのk点は座標を持っているので最低2点残っていれば復旧できる

昔の発注図面などは、三斜面積計算やヘロン面積計算が多く見られましたが、その正確性・計算の手間の省略などから、現在では座標面積計算による算式がほとんどとなりました。しかし、この算式を理解出来ている技術者の方は意外に少ないようです。

公式

$$S = \frac{1}{2} \sum (Y_{n+1} - Y_{n-1}) X_n$$

確かにパソコンやプログラム電卓・測量アプリなどで簡単に計算出来るのですが、いざ説明を求められたときのために公式の仕組みだけでも知っておくべきだと思います。

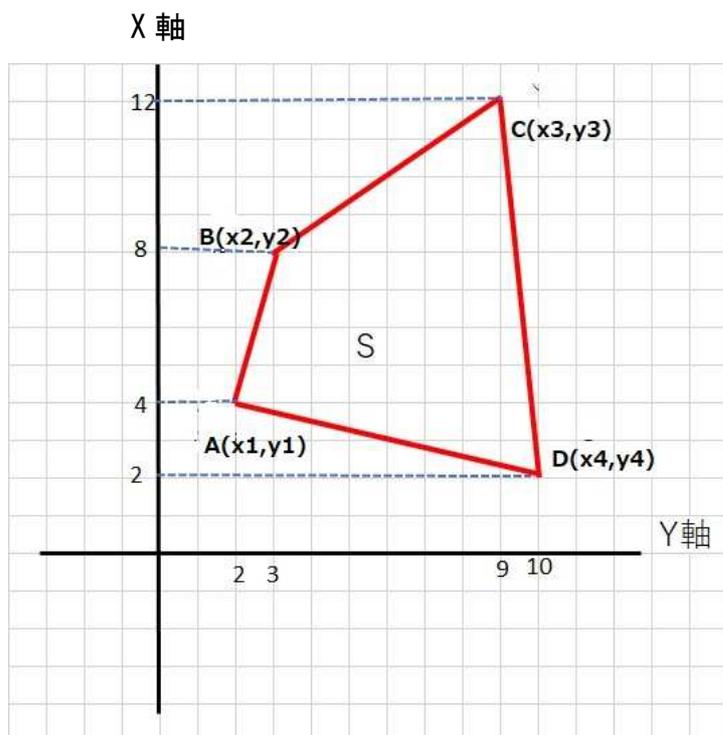
まずは遙か昔に覚えたような、忘れたような Σ って？

上の公式内のシグマ記号(Σ)は「たくさんの足し算」を簡潔に表すための記号です。

下の座標図の面積計算を公式に当てはめる場合のテクニックがあります。先ず表を作りますが、原点座標に一番近い点を A 点とし、時計回りで図形を連結します。

次に下表のような表を作成します。

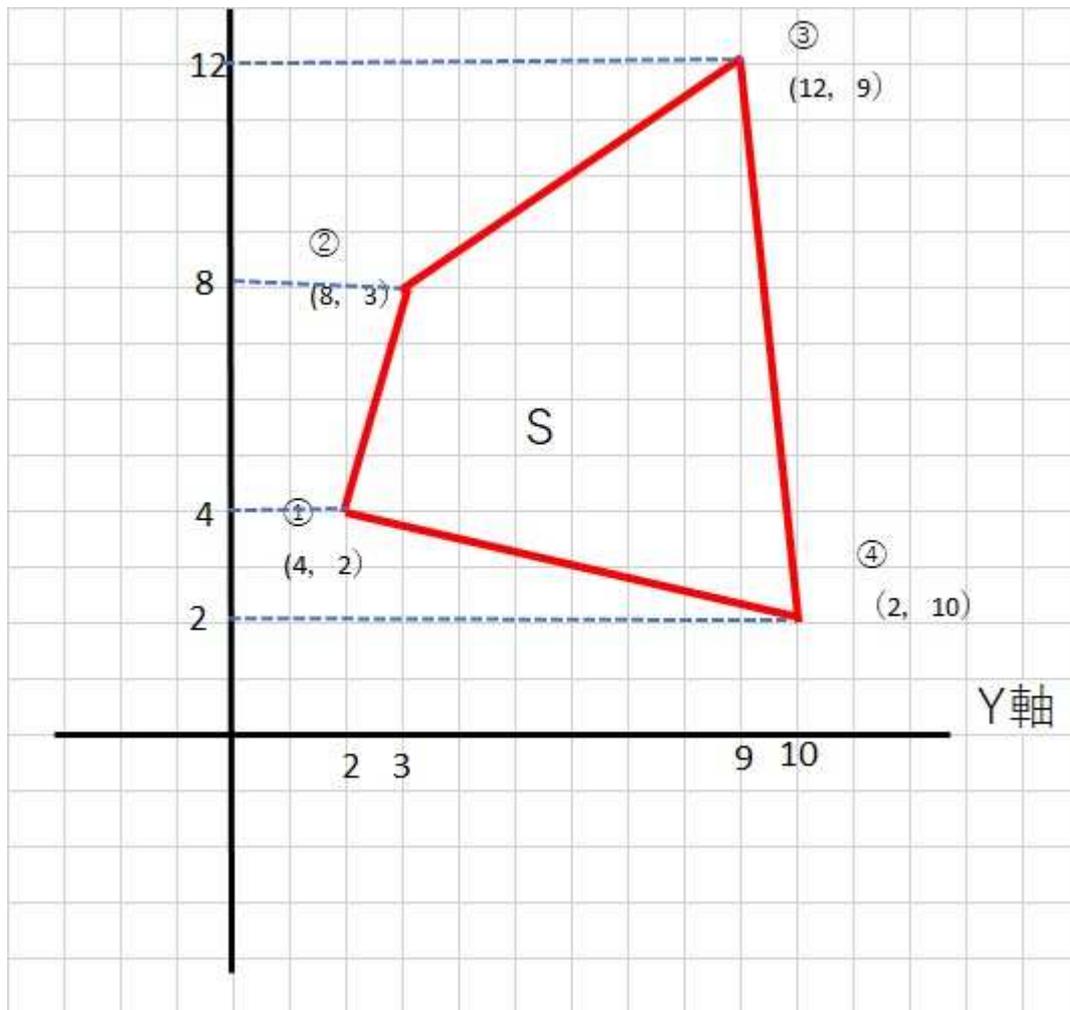
例えば B 点の Y_{n+1} Y_{n-1} の考え方ですが、B 点の Y_{n+1} は B 点の一つ先、 Y_{n-1} は B 点の一つ前から Y 座標を持ってきます。



| 点 | X座標 | Y座標 | $Y_{n+1} - Y_{n-1}$ | $X_n(Y_{n+1} - Y_{n-1})$ |
|---|-------|-------|---------------------|--------------------------|
| A | x_1 | y_1 | $y_2 - y_4$ | $x_1 (y_2 - y_4)$ |
| B | x_2 | y_2 | $y_3 - y_1$ | $x_2 (y_3 - y_1)$ |
| C | x_3 | y_3 | $y_4 - y_2$ | $x_3 (y_4 - y_2)$ |
| D | x_4 | y_4 | $y_1 - y_3$ | $x_4 (y_1 - y_3)$ |
| | | | 合計 ($\times 1/2$) | S |

実際に数字を入れて計算してみましょう。

X 軸



| | X | Y | $Y_{n+1}-Y_{n-1}$ | $X_n*(Y_{n+1}-Y_{n-1})$ | | |
|---|----|----|-------------------|-------------------------|-----|--|
| ① | 4 | 2 | 3-10 | 4(3-10) | -28 | |
| ② | 8 | 3 | 9-2 | 8(9-2) | 56 | |
| ③ | 12 | 9 | 10-3 | 12(10-3) | 84 | |
| ④ | 2 | 10 | 2-9 | 2(2-9) | -14 | |

倍面積 $=-28+56+84-14=98$ が計算出来ました。1/2 を掛ければ $S=49$ と答えが出ます。

ここで少し、三平方の定理を利用したお話しをしましょう。

彼女・・・あっ！太陽が沈んだわ

太陽が沈んだとこまでどのくらいあるのかなあ～

俺君・・・計算してみようか！！

彼女・・・俺君すご～い。そんなこと、計算出来るの??

$$a^2+x^2=b^2$$

$$6371^2+x^2=(6371+0.00175)^2$$
$$x^2=\sqrt{22.299}$$
$$x=4.722 \text{ km}$$

a=地球の半径

b=地球の半径+俺君の身長

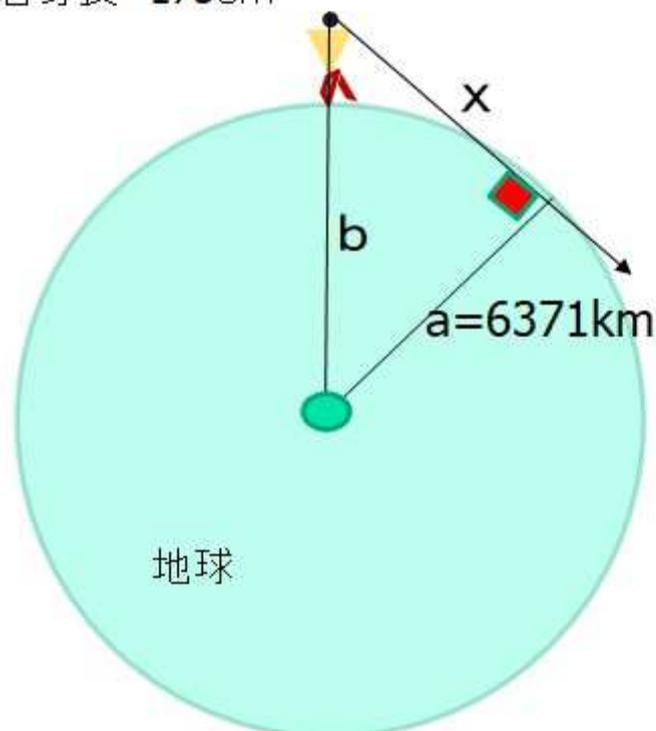
x=水平線までの距離

俺君・・・君の瞳から大体 4.7km先に太陽は沈んだね

彼女・・・俺君、素敵～！

多分そんな事は無いだろう・・・

俺君身長=175cm



4 現場監督の測量業務 (危険な作業部分の認識)

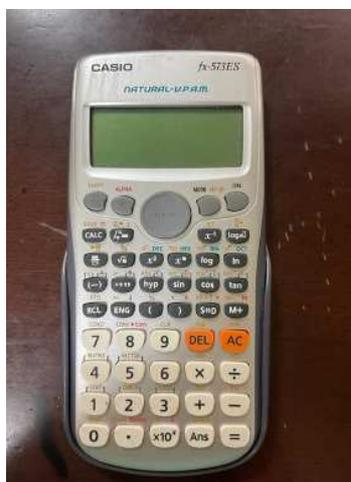
なんだか話は段々難しくなってきました。

異業種から転職された方にはハードルが高く感じられてしまいますね。

しかし、技術の進歩と共に最近ではGPSを使った測量や、ドローンを使用した測量なども身近になってきています。



私の使っている優れたものを紹介しましょう。



カシオの Fx-573ES
格安関数電卓



カシオの Fx-603P
かれこれ 35 年使っている



スマホ測量アプリ
測量・座標計算

関数電卓は非常に便利ですが、スマホの測量アプリも優れたものです。
ゲーム感覚で直ぐに使えて、測量業務に適しています。

ここで現場監督の測量業務の一つ丁張(ちょうはり)のお話しも少ししましょう。

ここまで異業種の方が土木技術者として測量業務を行うためのポイントに焦点をあわせてお話しさせて頂きました。

従来は特殊技術と捉えられていた測量が、技術の進歩のおかげでかなり身近なものを受け止めて頂けたのではないのでしょうか。

この先も、ドローンなどを活用した測量技術もますます進むようです。

測量業務の現場を少し覗いてみましょう。

測量業務は現場監督業務の一部であることが多いようです。

作業を行う方達が、作業を安全に正確に進めるための情報を現場にするす作業が、測量現場の仕事です。

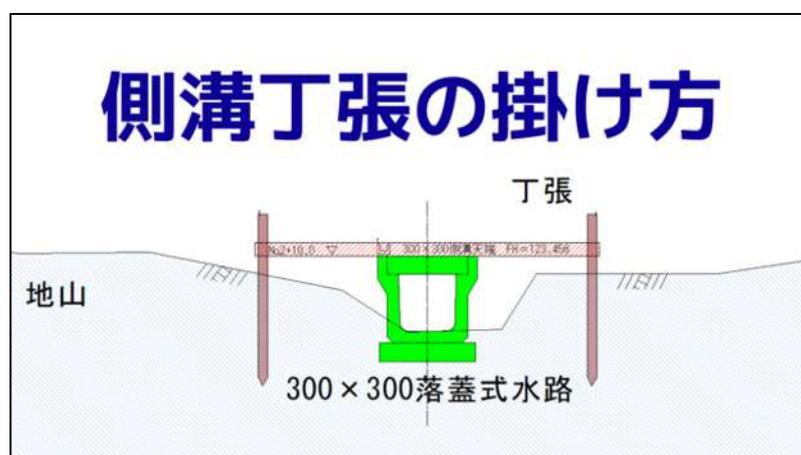
工事には必ず設計図書があります。

設計図書とは“図面”や“仕様書”で構成されており、設計者の意図を施工者へ伝えるためのものです。測量は設計者の意図を正確に具現化する技術なので、設計図と仕様書を熟読することから始まります。

次に現場踏査をして測量手順を考える必要があります。それと同時に測量に必要な数字、数量を拾い出します。

工事現場で、次のように杭にヌキ(横木)がかかっているのを見たことはないでしょうか？

これは丁張(ちょうはり)といいます。工事を着手する前に、構造物の正確な位置を出す作業で、木杭を打ち、水平の板を取り付けて設置します。ここに書いてある数字は高さや位置を表わしています。



側溝丁張の掛け方の例

最後に、測量業務に起こりうる危険を考察してみたいと思います。

話にして聞くと笑ってしまいそうですが、測量で起こる事故は結構たくさんあります。

皆さんが現場に出るときに、「あ～、あんな話していたな！」と思い出して、気を付けながら作業して頂けたら幸いです。

- ① 測量杭を設置するときに、なれていない方は自分の振下ろしたカケヤ(大きな木づち)で自分の足を打ってしまうことがよくあります。
釘打ちをしていて、自分の指を叩いてしまったという経験談をよく聞くのと同じように、実はこの事故が測量では非常に多いのです。重いカケヤやハンマーを頭の上から打ち下ろすのですから、結構難しい作業なので注意しましょう。
- ② 道路の縦横断測量などを行っている時に、一般車と接触してしまう事故もたびたび発生します。一般道を測量するときは、一般車が通行している合間に計測することが多くあります。まして箱尺は、「孫悟空の如意棒」のように 3メートルから 5メートルほど伸びますので、うっかりしていると車だけではなく、歩行者や電線にも接触する危険がありますので注意しましょう。
- ③ 現場には多くの危険が潜んでいます。
- ④ 作業現場の先行作業として測量を行いますので、足下は何処もととも不安定です。動きやすく安全な靴を履き、足下にも絶えず注意が必要です。
- ⑤ 時には切削機という、アスファルト道路を削る大型重機や大きなローラーを追いかけるように測量しなければならない場合もあります。重機が行き交う中での測量なので、十分に注意を払わないと重大事故に繋がってしまいます。
- ⑥ 埋設管工事の通り芯などを測量するときに、穴に転落する事故もおこる可能性がありますので注意が必要です。
- ⑦ これは私が実際に遭遇した事故ですが、雨上がりに高サ 15m程の急斜面を測量中、雨に濡れた草に滑って滑落したことがあります。雨に濡れた草斜面は非常に滑りやすいものです。スパイク靴も履かずに作業した私の不注意でした。

どの現場にも沢山の危険が存在します。

測量は重機を使ったりしないので、一見、危険が伴うようには思われませんが、単独で行うことが多く、先行作業として現場に入る場合が多いので見つけにくい危険が存在する業務です。皆様が安全に業務を行ってくださることを切に願って、この講座のご挨拶とさせていただきます。



土木材料入門講座

～測量入門編～

発行日 令和5年3月22日発行

作成者 「かごしまの未来を創る現場人応援事業」事
務局

鹿児島県 土木部 監理課 入札・指導係

〒890-8577 鹿児島市鴨池新町 10-1

TEL : 099-286-3498 FAX : 099-286-5617

監 修 ヒロ T&T 株式会社

協 力 建設業マネジメント研究会

不許複製