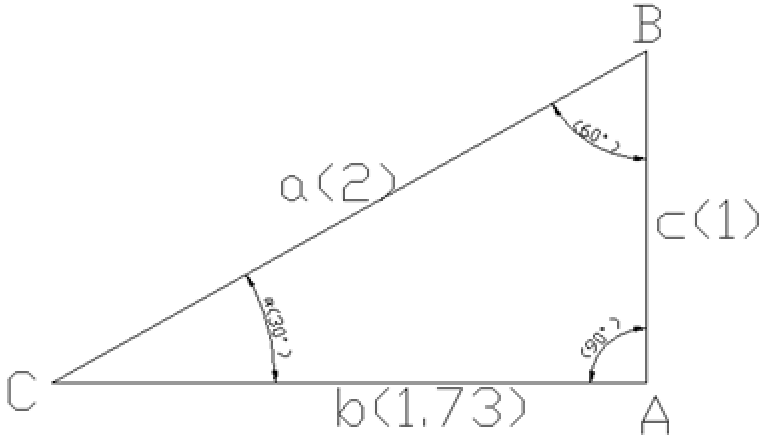
測量講座（第1回目）

今の時代、測量といえば・・・
まず、パソコンの測量ソフトを使用しますね。それか測量プログラムを組んだ電卓を買いますよね。実際前(私が入社して測量を覚えようとした時)は電卓なんてプログラムを組んだやつは高かったしもしくはポケコン（ポケットコンピュータ）、それと多分パソコンでプログラムソフトがあったと思いますが高かったはず・・・です。それかもう自力（もしくは教えてもらいながら）測量をしていたはずです。私の頃を最後？に測量機器もトランシットなんかセオドライトが主流だったのが今では光波！しかも今ではターゲットがいらない光波まで出て・・・ですよね。

とまあ実際今の電卓、プログラムばかり使用していると肝心の基本をマスターしてないとか、計算にたよりすぎて現場で間違うとか・・・とかく一度基本的な事を・・・と思いこの測量講座を作りました。私は電卓プログラムも作ったことあります（実際今でも電卓の機能を理解したらつくれます）。でもそれは、基本を覚えたからです。学校とかでやったかも？しれませんが、今一度復習、又私のように普通高校を出てまだ測量を知らないと言う人は（そうでない人も）ぜひご覧下さい。

注意
※この講習はプログラムの組み方までは講習しません。ヒント・・・位ですね。

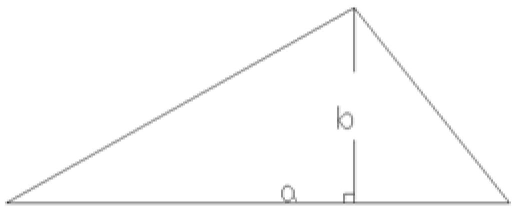
それでは測量の基本の中の基本から・・・

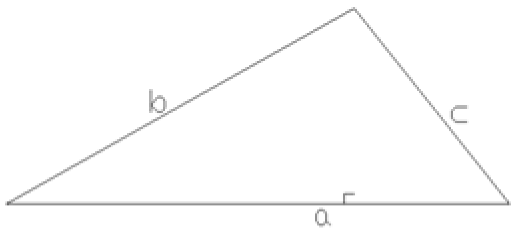


基本的な絵での説明です。
まず、aとαが分かっているときで
bを求めたい時は・・・$b=a \times \cos\alpha$
cを求めたい時は・・・$b=a \times \sin\alpha$ です。（これ基本です）
又
$a=b \div \cos\alpha$ でaが求めれます。

・・・$\alpha=\tan^{-1}(c \div b)$　$\alpha=\cos^{-1}(a \div c)$　$\alpha=\sin^{-1}(c \div a)$　といった具合です。なお、○○○$^{-1}$は電卓でありますからね。

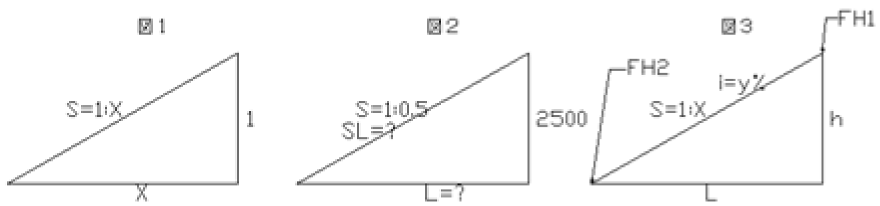
後、ピタゴラスの定理があります。
$a=\sqrt{(b^2+c^2)}$　$b=\sqrt{(a^2-c^2)}$
といった具合です。





面積の出し方ですが、三角形の面積の公式といえば･･･A=a×b×0.5ですね。そして･･･法面、舗装等で正方形、長方形での算出が不可能の時は下のほうの図のように3辺をあたります。そして計算はヘロンの公式があります。
S=(a+b+c)÷2　そして　A=$\sqrt{}$s×(s−a)×(s−b)×(s−c) にて面積が算出されます。私も初めはこのヘロンからプログラムを作ったものです。今ではエクセルにて活用してます。

又、台形の場合は･･･もう図面は書きませんが･･･A=0.5×(上辺＋下辺)×高さ　ですよね。体積を出すのにはこれに延長をかけたら出ます。

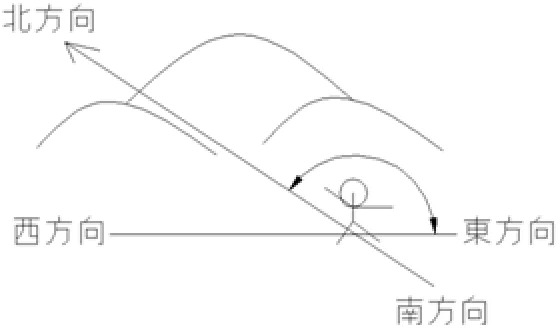


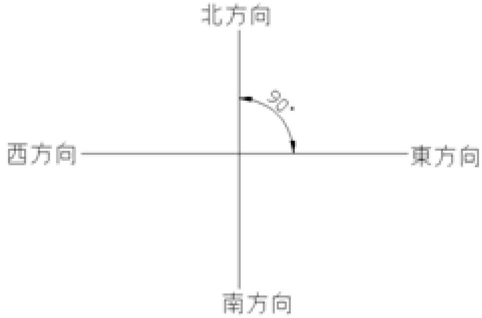
まず、図1から説明しましょう。
図1では法勾配の計算方法です。例としてXを0.5としましょう。高さ1mに対して幅は0.5mです。ということはS(法勾配)=1:0.5ということです。つまり
S=1：Xですよね。もし高さが2.5mだとしてもXが1.25だと分かっていたら1.25÷2.5=0.5ですよね。これも同じく底辺÷高さ＝法勾配ということです。

すると図2では･･･Lが？になってます。先ほどの式をいじって･･･L=2.5×0.5=1.25といった具合で出ます。
SL(法長)は？というとこれはもうピタゴラスの公式です！(説明は抜き)もしくは･･･2.5×$\sqrt{(1^2+0.5^2)}$=3.906となります。つまり、高さ×法の係数です。

図3では勾配計算･･です。
L=h　×　X
H=L　÷　X　　SL=h×$\sqrt{(1^2+X^2)}$ そして、勾配は
h÷L×100＝y%となります。
基準高(FH)が分かっている場合は･･･FH1－FH2＝h　で　後は上の式で勾配が出ますよね。
又FH1が分かっている時にFH2は？というと　FH1－(L×y%)＝FH2となります。
ここで注意点を･･･FH1－･･となってます。これは今回FH1から下り計算するから－としてます。が、上りだと＋になります。
そして、(L×y%)としているy%ですが･･･そのままのyの値(例えば2%だったら2)ではありません！実際は(L×(y÷100))です。つまり･･･
(L×(2÷100))となります。これは注意しといて下さい。

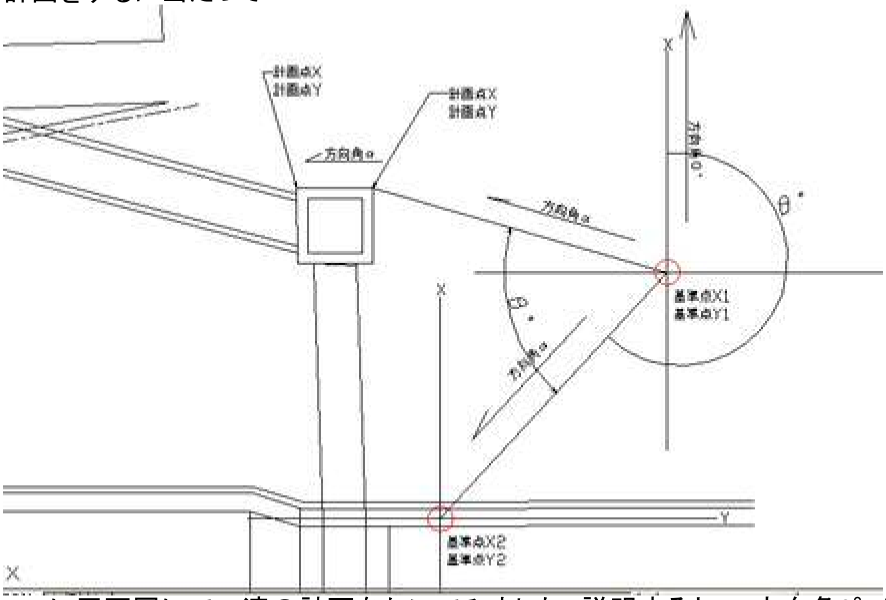
とまあ測量の説明の前の前座でした。でも、これ(一部)がこれからする座標の算出に関係してきます。





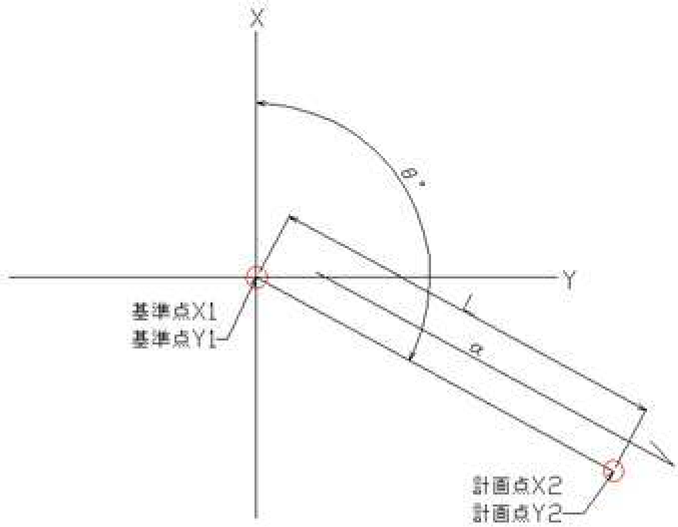
まず、座標といえば・・・通常数学座標で表示するのが多いですよね(CADとか数学とか)これはこの上図でいう北方向(一応立体的に書いてみると)がY座標、東方向がXです。平面もそういう事になります。
これから説明していくのは測量座標です。これは北方向がX座標、東方向がY座標となります。又、測量には座標と測量(計画)をするのに方向(基準の方向)があり、それが北方向を0°としています。これからは方向角といいます。測量(計画)は基準の座標がありその基準点から方向を方向角にて定めそして基準方向から〇〇°の方向で基準点から〇〇m行った所を求める・・・といったところです。この動作は計画だと図面で、現場だと器械(トランシット)を用いて求めます。初めは図面と現場が自分のイメージで合わないところがあると思われます。が、慣れるとイメージでだんだん分かってくると思います。又、北方向を0°と言ってます。これは大体の設計がほとんどは真北方向が方向角＝0°としてるからです。これからは真北方向を0°とします。又、自分の現場で真北を把握したほうがいいです。そうすることによってだんだんと方向角が分かってきて現場がイメージ出来ると思いますよ。そして、これから勉強する公式等は多分？設計者はずーっとつかうものと思います。ぜひパソコンで計算したりCADで座標をひらったりして計画してる人も一度は勉強してみてください。損はないですよ。

計画をするに当たって・・・



ここに平面図にて一連の計画をかいてみました。説明すると・・・方向角0°は真北方向です。そして、現場で言う器械を据える点(基準点X1.Y1)があります。そして器械より視準する点つまり後視点(基準点X2.Y2)があり、そして器械より後視点の方向角αが存在します。このαは方向角0°より角度θ°の方向であります。
例を例えるとαが220°とするとθは0°＋220°＝220°ということです。又その視準点・後視点にはそれぞれやはりX,Yが存在します。又そこに上図にある桝を作ろうとした時、器械より後視点の方向角α＋計画点X,Yに対してのθ°を＋すると計画点への方向角αが算出され基準点X,Yより計画点までの距離を与えると基準点より計画点のX,Yが算出されます。そして又その計画点X,Yを使って次の方向角α、距離にて次の計画点X,Yを作る・・・の繰り返しです。

ではどうやって基準点から計画点を出すかというと・・・

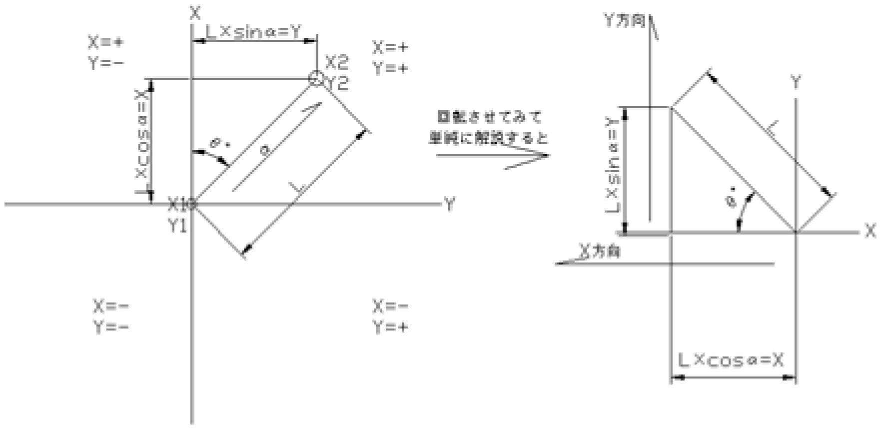


X

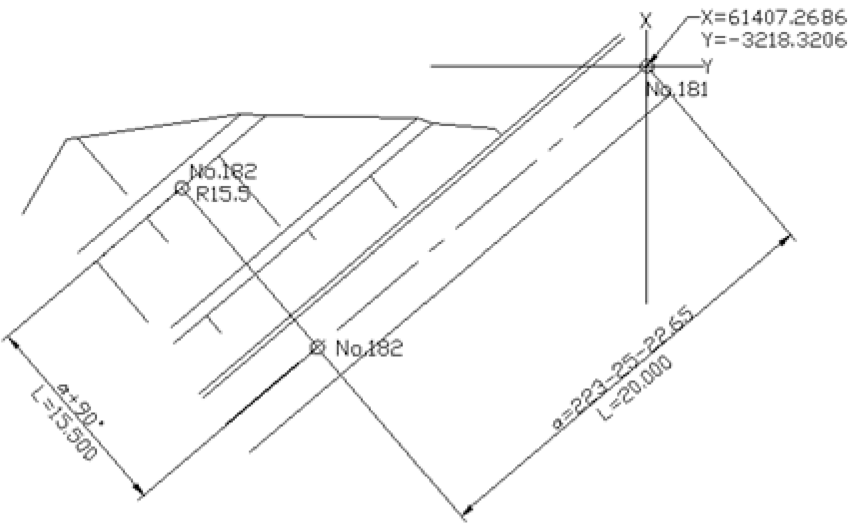
まず、この図を見てもらうと基準点があります。そして求めたい計画点があります。計画点を出すのに分かるのは基準点から計画点への方向角αとそこへの距離Lです。基準点のX1,Y1が分かっています。計画点X2,Y2を出すのには・・・

計画点X2＝X1＋（L×cosα）
計画点Y2＝Y1＋（L×sinα）　　にて座標が出ます。これが座標点を次々に出していく計算式です。

細かく説明するとようは・・・

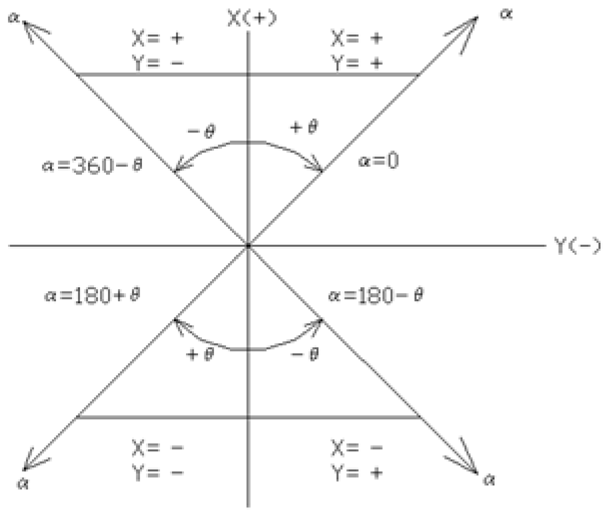


ここに簡単な計算をあげます。X、Y軸が存在して、X1,Y1よりX2,Y2方向の座標を出すのに方向角αと距離Lがわかってます。さて・・その図をとりあえず回転してみてくあさい。すると・・・次のような絵の形となり後は三角形の・・・公式ですよね！こういった理屈です。
それと、図に示してますが、
方向角が0～90°だとXの答えはX1+Xとなり+になります。Yの答えはY1+Yとなり+になります。
方向角が90～180°だとXの答えはX1−Xとなり−になります。Yの答えはY1+Yとなり+になります。
方向角が180～270°だとXの答えはX1−Xとなり−になります。Yの答えはY1−Yとなり−になります。
方向角が0～90°だとXの答えはX1+Xとなり+になります。Yの答えはY1−Yとなり−になります。
ようは・・方向角によってX,Yの値がそれぞれ+になったり−になったりです。それに注意して計算すれば・・・でも、あの公式（上の）を使ったら何も考えなくてもX1,Y1の座標、方向角、距離をそのまんま入力して計算すると出ます。

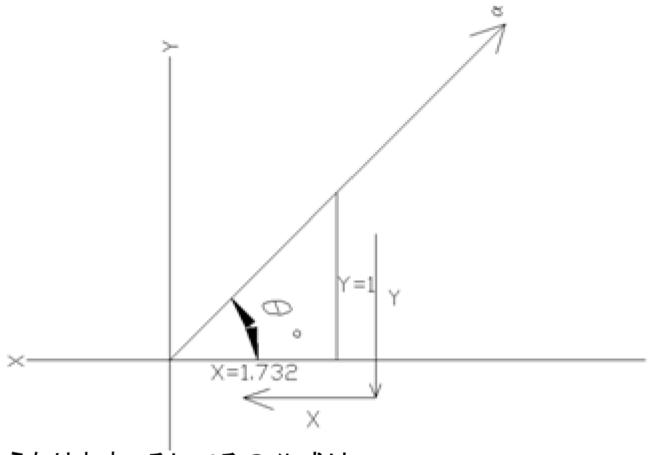


一度計算をしてみましょう。(^^)上の図を見てください。これは道路計画っす。(適当ですよ！)
No.181があります。No.182のセンターの座標を求めます。分かってるのはNo.181の座標とNo.182への方向角αと距離です。それでは計算してみましょう。
No.182 X =61407.2686+(20*cos223-25-22.65)=61392.7427
No.182 Y =-3218.3206+(20*sin223-25-22.65)=-3232.0682
となります。そこで･･その計算結果(No.182)の座標を使って道路でいう右方向(切土計画)の位置を求めたいです。
今分かっているのはNo.182のセンター、No.181～No.182の方向角、と出す位置までの距離、それとNo.182から右に直角方向、というのが分かってます。
という事はNo.181～No.182の方向角に90°を＋するといいわけです。どうして＋かと言うと･･･さきほどのNo.181～No.182の方向角は223°･･･となっていることから上の図の通りとなります･･･ようは右方向ということは223°･･･に90°を＋すると313°となります。
後は計算するといいわけです。
この要領で計算していくとどんどん計画が出来るわけです。

では、その逆･･
基準点X1、Y1そして計画点X2,Y2が分かっているのに対して基準点から計画点へ向けての方向角α、と距離Lの出し方です。これは一筋縄では行きません。
ので、先に方向角を求めるヒント･･というか･･･を説明しときましょう。

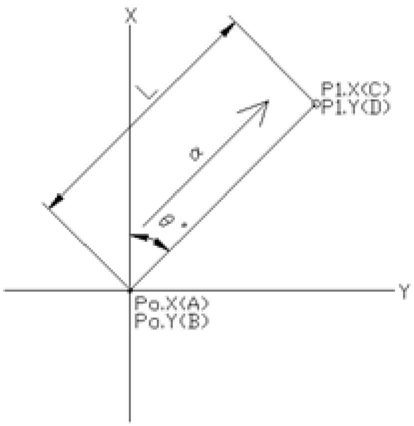


まず、角度計算はX軸を基準とします。そしてY方向に向けての角度θがあります。計算によりαが決定されます。又、計算は上の図にまとめてます。といっても参考ですけど･･･
計算は例えばですが、X=+,Y=-の所を見てください。α=180-θとなります。そのθの求め方は･･三角形をくるくるとひっくり返すと･･･



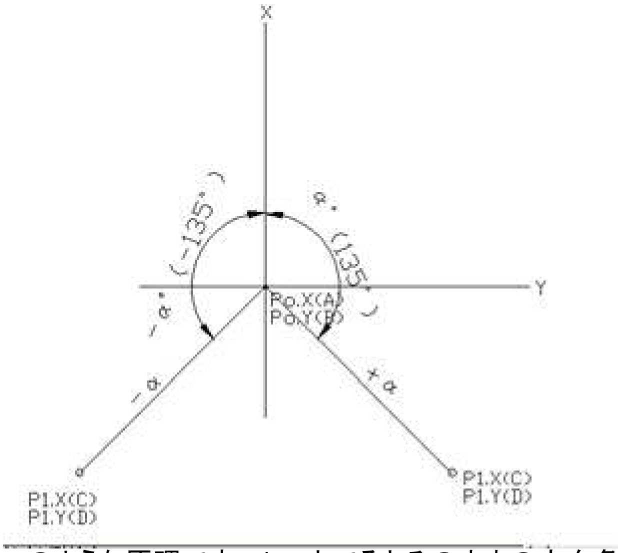
こうなります。そしてその公式は・・・
$\theta=\tan^{-1}(Y \div X)$
となります。これでθを算出してください。そして$\alpha=180-\theta$ですよね。ということです。
例えば、上のようにX=1.732,Y=1とします。θは$\theta=\tan^{-1}(1.732 \div 1)=30°$となります。そして、$\alpha=180-30=150°$となります。

では・・・基準点X、Yそして計画点X,Yが分かっているのに対して基準点から計画点へ向けての方向角α、と距離Lの出し方を説明します。



まず、起点Po.X(座標はAとします)、Po.Y(B)、そしてもう一つのポイントP1.X(C)、P1.Y(D)とします。この方向角αと2点間の距離Lを求めます。
求めたい方向角はPoからP1に向けてです。２点間のXの距離、Yの距離を求めます。
X=C=A
Y=D−B
とし距離を求めます。そして、
$\theta=\tan^{-1}(Y \div X)$
$L=\sqrt{(X^2+Y^2)}$
でです。今回の計算はα＝0なので・・・$\theta=\alpha$となります。
これがもし・・X=ー、Y＝ーだと・・・α＝180＋θとなって方向角がでます。

又、計算機上の直交座標より、極座標に変える機能があります。（機種によってちがいますが・・）
例えば・・Pol(X,Y)とかR→Pとかです。使い方は計算機の説明書を見てください。
又その計算結果は$-180 < \alpha \leqq 180$となります。つまり簡単に説明すると・・・



このような原理です。＋αとでるとそのままの方向角と解釈してもいいです。が、ーαだと＋360°することによって解決します。
結構便利ですよ。

[戻る]