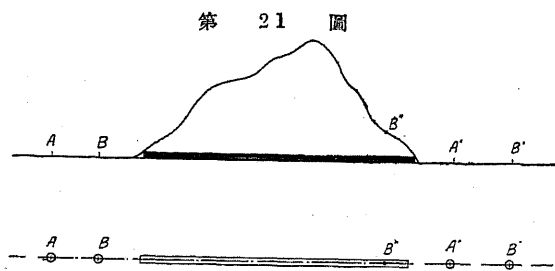


第 4 章 測 量

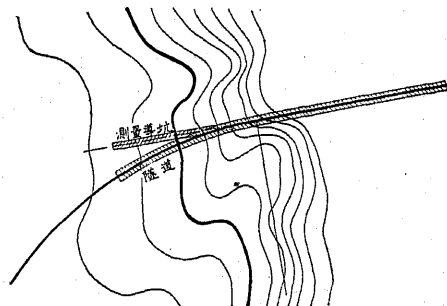
地形の簡単な場合には地上に中心線を設置して隧道の方向、長さを定め、兩坑口に基標となるべき点を各二個づつ作る。隧道の掘鑿が進行するに従つて、第21圖の A B 又は A' B' 線をトランシットで延長して坑内へ移すのである。地上に直接中心線を設置する事が出来ぬ場合には三角測量によつて中心線の方角を定める。



高低測量によつて兩坑口附近に正確なベンチマークを設け、これから起算して坑内の高さを算出する。

路線選定上長大隧道に於て止むを得ず坑口附近が曲線である場合、直線部の測量の正確を期する爲め第 22 圖の如くその方向を坑口方に伸長して見透坑を穿つことがある。これを測量導坑と通稱して居る。最近施工のものでは北海道の石北隧道の兩口が半径 300 米の曲線にかゝつて居たので、各 150 乃至 180 米の測量導坑を掘つて施工した。断面は普通 1.5 米×2.0 米位のものである。

第 22 圖 測量導坑



第 23 圖 隧道断面測定器



坑内の測量は看點の照明を要する外、普通の測量と變りはない。中心點の照明は方形の木枠に白紙を張り背後に電燈又はカーバイト燈を置き、前面にピンを立て、トランシットより窺視する。又レベルの時はスタッフの目盛を直接照せばよい。

隧道断面が正しいか否かを驗する爲めに、出來上りの断面を測る事がある。其の場合は第 23 圖の如き断面測定器を用ふる。これは金屬製の目盛りを有する圓板

と測量用の箱尺から成り測定せんとする断面に一致させて、この圓板を鉛直に据え付け隧道仕上げ面の各點の方向を圓板の目盛りで讀み、同時に圓板の中心よりの距離を箱尺で讀むのである。

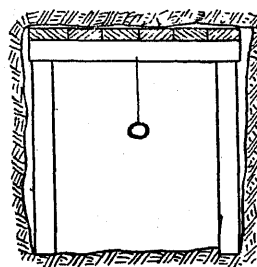
兩坑口から隧道を掘鑿して中央部で導坑が出會つた時、兩口からの測量の誤差の實例は次の様なものでいづれも實際的に差支のない程度である。

隧道名	總延長 (米)	中心線の誤差 (米)	高低の誤差 (米)	距離の誤差 (米)
Simplon	20,036	0.223	0.086	7.927
清 水	9,702	0.257	0.010	1.207
佐 子	4,657	0.111	0.004	0.604
猪 之 鼻	3,845	0.056	0.018	1.250
青 山	3,433	0.076	0.013	0.174
欽 明 路	3,100	0.058	0.000	1.880

工事中の隧道でトランシット等を度々坑内に持ち込む事は工事の支障となるので、普通二週間一回位、坑内作業の休日を利用して測量する事が多い。そして其の間には目測で導坑の掘鑿を進めて行くのである。

目測で直線を引き延す爲めの基準點は隧道の天井に設け、第 24 圖の様にこれから糸を下げ、

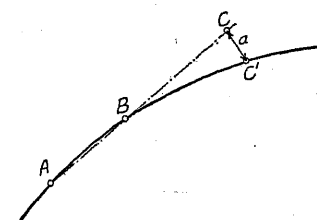
第 24 圖



小石などを結びつけて下げ振りとする。そして二箇所の糸を見通し、自分の位置をこの二點を結ぶ直線の延長の中へ持つて來て第三の點を作るのである。

曲線隧道の場合と同じく基準の二點を定めて置いて、オフセット法によつて掘鑿の方角を定めて工事を進める。即ち第 25 圖に於て A B 二點を見通して C 點を定め其の曲線半径と B C の長さから a を求めて C 點を定めるのである。適當の距離進行する毎にトランシットによつて Deflection angle を測つて正確な點を定める。

第 25 圖 オフセット法

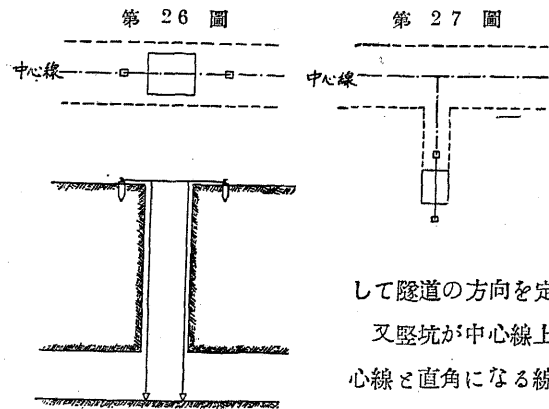


以上の方法で方向を定める事は先づ間違ひなく行はれるし、多少の誤差があつても次の掘鑿の時に注意すれば簡単に直す事が出来る。處が高低の方は常に注意しないと間違ひが起り易く、誤差を生じた場合修整する事が相當困難である。

一般に導坑の掘鑿は上り勾配に掘る方が非常に仕事が仕易いものである。それで技術者が此の注意を怠る時は、次第に

基面が上る傾向がある。一旦基面を設計より上げて掘鑿した場合に、之れを設計通りの面に下げる作業を盤下げと呼んで居るが、この盤下げ作業は坑内の他の作業を非常に障害する。其の上場によつてはダイナマイトの不慮爆発による事故さへ起す事がある。

隧道によつては工事を進める方法として、堅坑を掘つてこゝから掘鑿をはじめめる事がある。この場合に、掘鑿の方向を定める爲めには、堅坑の底に正確な二點を取つて中心線を作る必要がある。堅坑が中心線上にある場合には先づ堅坑の兩側に中心線上の二點を作つて、其の二點

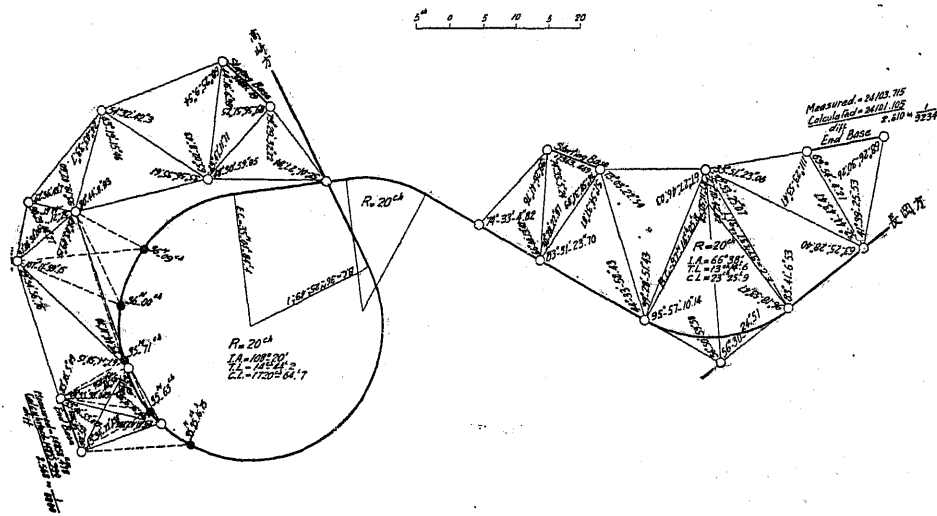


に細い鋼線を張り、第26圖の様に其の針金の二點から二條の下げ振りを下げて、其の二點を坑内へ移す。この際下げ振りが振動して定らぬ時は、下の錘を水中又は油の槽の中へ入れよ。かくして得た二點の方向を延長して隧道の方向を定めるのである。

又堅坑が中心線上にない場合には、第27圖の様に地上に中心線と直角になる線を求め、前に述べた方法でこれを堅坑の底にうつし、其の方向に横坑を掘鑿して隧道中心線に達し、

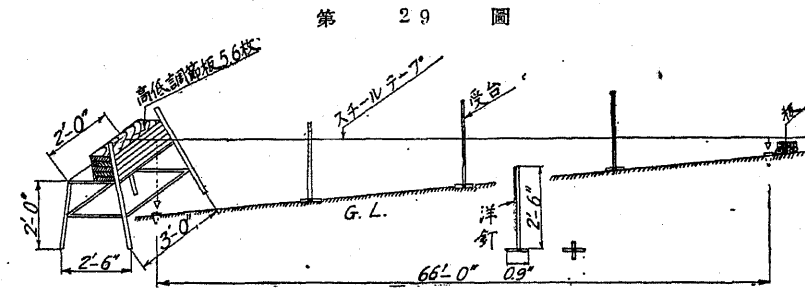
こゝにトランシットを据えて直角を振ればよい。

第28圖 三角測量圖



次に隧道測量の一の實例を述べよう。

上越南線第一乃至第四湯檜會隧道では、地勢が急であつて而も凹凸が非常に多く、竹尺等を用ひて直接中心測量をするのは困難であつたので、第28圖の如き三角測量を施して、工事施工に要する各基準點を定めた。この隧道は全部55分の1乃至50分の1の勾配を有して居るので、坑内の距離測定には第29圖の様な受臺を設け、スチールテープの兩端及各支點はハンドレベル

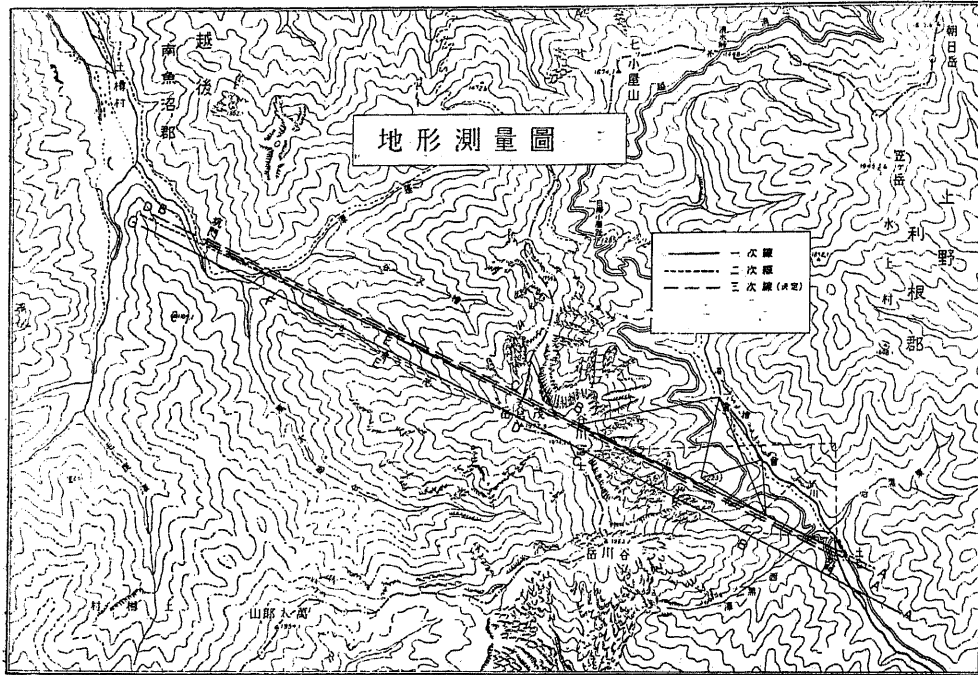


で大體水平として測つたのである。

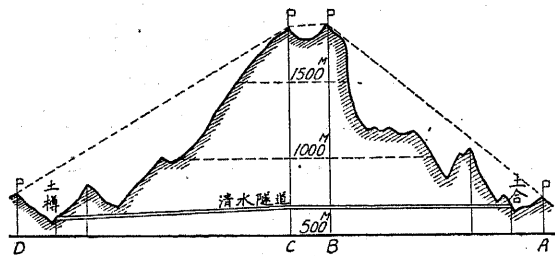
第一湯檜會隧道は半径20鎖のループ線の中にあつて、而も片勾配の隧道である爲め、片口からのみ掘り進めた。平常の日は坑内作業の爲めに正確な測量は到底出来ないの、月二回の公休日を利用して、中心及び高低の兩測量を行つて5,000呎を進み、そこにある谷から斜坑を作つて検測を行つたのである。

又清水隧道は有名な測量の困難の個所であつたので、最初の地形測量、次の中心測量以來數次の検測に測量隊員は相當苦心をしたのである。大正8年に地形測量を行つて、これによつて隧道中心線を圖上に選定し、翌9年この線を地上に設置する事になつた。何分海拔2,000米に近い茂倉岳、谷川富士等の深山を越えるのであるから、霧が深くて觀測に適する日は甚だ稀であつた。先づ前年作つた圖上で測つた距離によつて、第30圖に示すA、Dの二點を設けこれに測竿を建てた。測竿には夜間でも觀測し得る様に3段にアセチレン燈を取りつけ、次に山上のB、Cに各一臺のトランシットを据えて、各々A、Dを視視反轉して、相互にB、C、兩點がA、D線上に来る様に反復して遂にA、B、C、Dの四點を一直線上に置いたのである。距離は巾5寸厚1寸の檜製の定規で直接測定し、三角測量を用ひなかつた。此の結果を前年の地形測量の時に得た結果と比較すると約13呎程の差を生じたのであるが、實用上差支ない程度であるから、この實測の結果を正しいものとして採用したのである。處がこの中心測量を終つてから、方向を極く僅か移動する方が有利な事を發見し翌年改測して、現在の清水隧道の中心線が地上に設置されたのである。この改測では方向のみを定めて距離は前年の測量の結果から計算して定めた。

第30圖(1) 清水隧道平面圖



第30圖(2) 清水隧道縱斷略圖



次に高低測量は數回に涉つて行つたけれど、各回相當に大きい誤差を生じた。高崎を基點として清水街道を進んで上越の國境を越え、急峻な蓬澤を下つて湯澤に結んだり、三國峠を迂回して南北兩口を結んだり、工事着手までに四回の高低測量を施

行し、其の結果兩口の高低差222呎805と推定したのである。

大正11年工事に着手すると同時に原點の檢測を行ひ、坑口に近く中心點と水準點を作つて坑内作業の基點とした。

坑内の掘鑿が進むに従つてこの中心線と水準を坑内へ追ひ込んで行くのであるが、最初の中は夜間若しくは作業の休憩時間を利用して隔日位に測量を行ひ、100米毎に測點を設置した。掘進300米を越える頃から外部からの光線もなく、坑内の通風も悪くなりトランシットで100

米を視る事は困難となつたので、測點も各60米に設ける事とした。而も一方坑内の作業も複雑になつて、トロリーの往復回数も多くなり、到底坑内作業中に測量する事が出来なくなつたので、正確な測量は月二回の休日に行ふ事とし、その間は中心は天井から數個の電燈を吊り下げてこれを見通して目測で定め、高低はハンドレベルによつて進行した。1,500米に達する頃は休日の前日の最終の發破を終つてから約2時間換氣機によつて換氣した後測量に掛つたのであるが、隧道の内外の氣壓の相異によつて坑内に霧を生じたりして可成りの苦心をしたのである。