

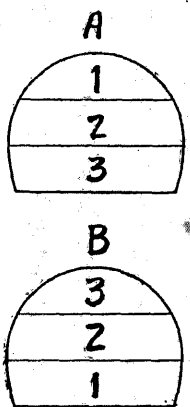
## 九、丹那トンネルの掘り方

丹那トンネルの形は圖面に詳しく出て居ますが、大體幅二十八呎高さ二十二呎の馬蹄形です。この大きさは出來上りの内空でありまして、實際にはそれにコンクリートの巻厚丈を足した大きさに掘らなければなりません。さて斯様な形のトンネルは、どんな工合に掘り擴げて行くのが、能率が上つて經濟的かと云ふ事は、技術上から見ても非常に興味ある問題です。

上水道、水力電氣等のトンネルの様な、概して小さな形のもは、一度にその全形(全断面)を掘つて行きますが道路や鐵道のトンネルの様には形が大きくなりますと、その全断面を一時に掘り進むと云ふことは、技術上色々な困難を伴ひます。その困難の中で尤も重要なものの一つは地質の問題です。地質の問題とは何であるか、之に就いてももう少し詳しく説明しませう。花崗岩の様な、非常に堅い岩盤の中にトンネルを掘る場合と、軟弱な地質の中を通してトンネルを掘る場合とを比較想像して見て下さい。前者では堅くて掘るのに、面倒はあるかも知れませんが、掘り進む中に崩壊する様な危険はありません。之れに反して後者では折角掘つた所が、上や横から崩れ落ちる傾向がありますから、安全に仕事を進めて行くためにはその掘り崩した後を、早速何かで圍はなければなりません。この圍ひをするには普通松板を竝べて、崩れようとする土壓を受け、その松板を松丸太で支へる様にします。

今述べた事を少し土木屋式——技術的に申しますと『前者は支保工はいらないが後者では支保工が必要だ』と云ふことになります。

昔でこそ堅い岩盤の中を掘ることは非常に困難な仕事でしたが、ダイナマイトが發明せられ、強力な鑿岩機でダイナマイトを填める孔をくれる様になつた今日では、堅岩の申のトンネル工事は非常に樂になり、支保工を要しませんが、思ひ切つた仕事が出来た様になりました。即ちトンネルの全形を圖面の(1)(2)(3)の様大きく區分して、



順次掘り擴げて行きます。

軟弱な地質になりますと一寸も大膽な作業は出來ません。トンネル全體をもつと小さく區分して、その一部分宛掘つたら直ぐ支保工を施して土壓を受け、ステツプ・バイ・ステツプに作業してトンネル全形に迄擴げなければなりません。この區分した中、何處を一番先きに掘つて、——一番先きに掘り進める坑導を、導く坑、即ち導坑と云ひます——次にどの部分を切り擴げて行くかその掘鑿順序の差異によりまして、色々な掘鑿方式が生れ、各々名稱があります。主に堅岩トンネルで採用する亞米利加式、比較的軟い地質のものでは新填式、伊太利式、もつと軟くなつて、英吉利式、ドイツ式、日本式等が是等掘鑿方式の主なるものであります。

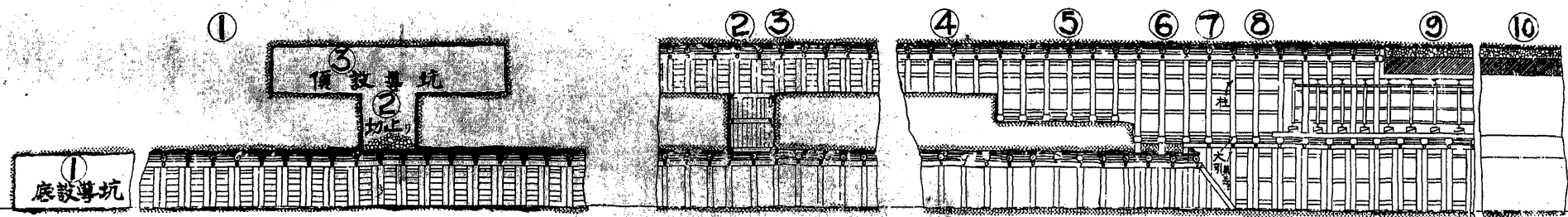
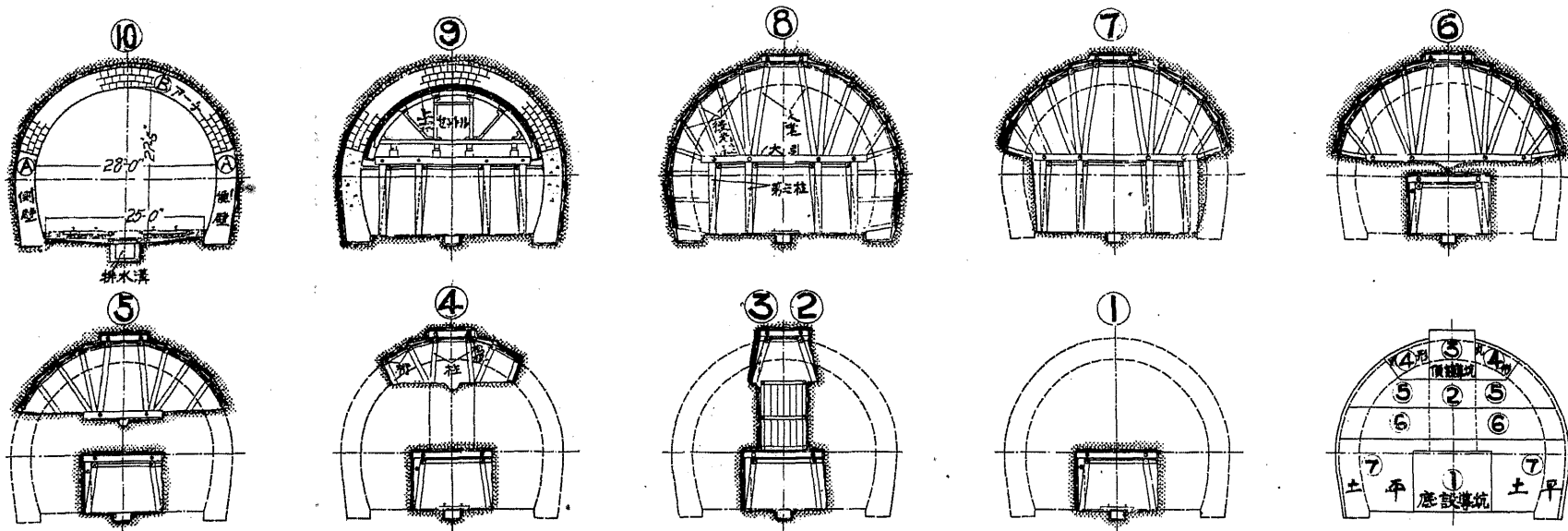
是等の諸方式の利害得失を述べる事は、餘りに技術的になりますから省略しますが、現今日本で尤も多く採用されて居るのは、新填式、又はそれを變形したものです。

扱て丹那トンネルの掘り方は上に述べた中の新壊式に属するものであります。

### 新壊式掘鑿法

この掘鑿方式は其の名の示す様に歐洲大陸の瑞西、塊地利のアルプス連山を貫く、長大トンネル工事に採用されたものであります。比較的軟い地質に對して有利であり、又地質が堅くなればそれに適する方式に變形し得る特徴があります。丹那トンネルを計畫した大正の初年には、この方式は未だ日本では餘り採用されて居なかつたやうです。その掘鑿順序を圖に就いて説明させよう。

先づトンネルの下部中心に高さ八呎乃至九呎幅十呎乃至十二呎の底設導坑(圖面の①)を最初に掘り、其處に掘り崩した岩石、土砂——之を礮と云ひます——又は支保工材を運搬する輕便線を敷き込みます。この底設導坑が數百米も進みますと、百米乃至二百米毎に、その天井を破つて上の方に掘り上ります(圖面の②)。是は『切り上り』と云ひます。次にこの切り上りを起點としまして丁度トンネルの天井に當る部分に、頂設導坑(圖面の③)を前後に向つて掘ります。其の次には(4)の『丸形』を擴げ、(5)の『第一中脊』、(6)の『第二中脊』と順次に掘り下つて行きます。この場合トンネルの外側に當る部分は凡て松板で圍ひ、それを『桁』と稱する松丸太で受け、その桁を柱で支へることにします。又頂設導坑以後、順次に掘り崩した礮は『切り上り』の所に設けたジョウゴに集め、そこで底設導坑の輕便線上にある、ト口に落とし込むことにするのです。こゝ迄切り擴げますと、次には『大引』と云ふ大きな松丸太を横に据ゑ、上の土壓を支へて居る柱を、その大引を支點とした柱に『盛り換へ』、次に底設導坑の盤から大引を支へる『第三柱』を建てます。



新填式掘鑿順序圖

土壓を支へて居る柱、大引、第三柱等の一組の支保工は、四呎乃至五呎毎にトンネルの方向に組み建てるのです。第三柱が建ちますと、次に(7)の部分、『土平』を掘り崩し、是でトンネル全形の掘鑿が終つたこととなります。掘鑿が終りますと、直ぐ後からコンクリートで巻き立を行ふ事になるのですが、普通このコンクリート巻きのことを『疊築』と呼んで居ります。次に疊築に就いて述べませう。

疊築は作業の方から見て是を『側壁』と『アーチ』に分ける事が出来ます。側壁とはトンネルの兩側(圖面のA)の事で、上部の圓形の部分(圖面のB)をアーチと稱へて居ます。アーチはトンネルの上部の土壓を受けて居るもので、石造りの太鼓橋の様な働きをするもの、側壁はアーチを支へると同時に側からの土壓を支へて、土留の石垣と同様な働きをして居るものです。其の厚さは地質の硬軟、云ひ換へますと土壓の大小によるもので、薄い所で二呎一吋、厚い所では五呎位もあります。昔はこの疊築には煉瓦を使つたものですが、近頃は皆コンクリートになりました。普通は先づ生すの、練り立てのコンクリートを用ひて、兩側の側壁の部分を含めて固めます。次にアーチの部分を含めて立てるのですが、そのために『セントル』と稱する臺を、四呎乃至五呎間隔に組立ててある支保工の間に据ゑ、其のセントルの間に『上木』を渡してアーチの疊築の形枠にします。そしてアーチは普通コンクリート塊を用ひて、煉瓦積と同様に積み固めて行くのです。コンクリート塊は縦、横、六吋、九吋長さ一呎の大型の煉瓦の様なもので、豫め型にはめて拵へて置きます。是丈の作業が終れば支保工材を取除き、それでトンネルが出来ることになります。

丹那トンネルの大部分は以上述べた方法で出来上つたのですが、非常に地質の悪い所は、獨逸式又は其の他の特殊

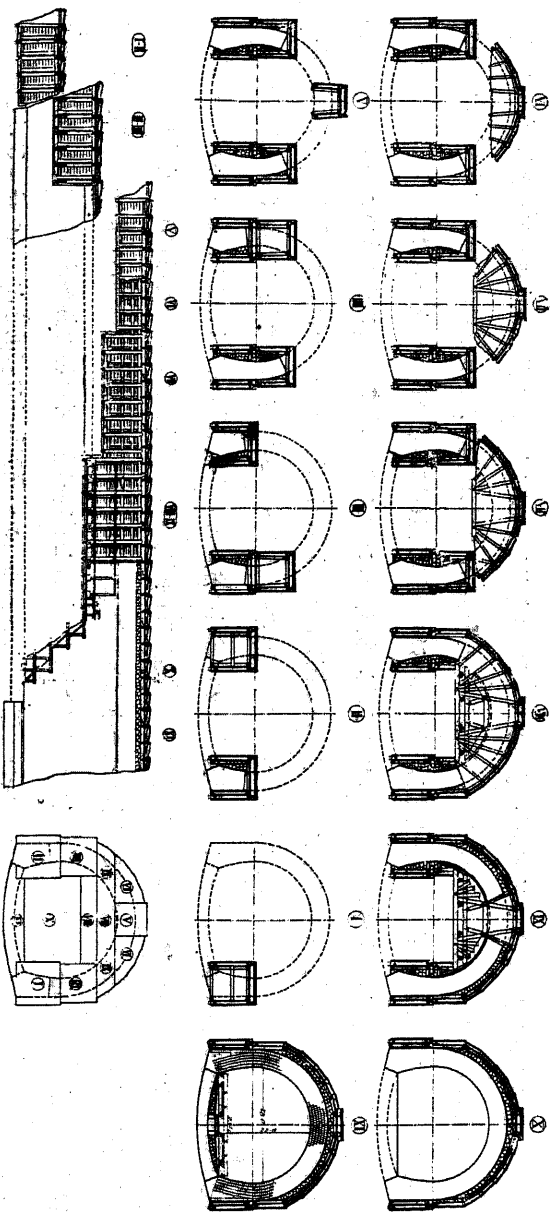
な掘り方を行った所もあります。

獨逸式掘鑿法其他特種のもの

獨逸式掘鑿法は其の起原はフランスださうですが、ドイツで發達したので、この名稱があるのださうです。一名側壁導坑式とも云ひます。前にも述べました様に、地質の悪い所を廣く掘ると、土壓がうんと掛つて來て危険ですから、成る可く小さく區分して掘らなければなりません。獨逸式はつまりこの方針の下に仕事を行ふものです。

圖面を見て下さい。先づ側壁の下半部の所に導坑を掘り、直ぐにコンクリート塊で積み、導坑の空隙には、栗石を入れて地山が緩まない様にします。次に側壁の上段を同様にして積み上げ、これで兩方の側壁が出來上ります。アーチの部分は前に述べた方法と大體同様であります。先づ頂設導坑を掘り、丸形、中脊と切り擴げて後アーチを巻き立てるのです。

是等の疊築作業が終つてから、トンネル内部の土砂を切り崩します。前に述べた新填式によつて仕事する様な地質の處ではトンネルの底部は、地山を其儘にして置いても安全ですが、この掘鑿法によらなければならない様な軟弱な地質の處では、トンネルの疊築が上からの土壓のために下にめり込んだり、底部の地山が盛り上つて來たりしますから、圖にある様に底部もコンクリートで圍はなければなりません。この底部のコンクリートの疊築を『インバート』と云ひまして丁度アーチを逆にした様になつて居ます。インバートが出來上れば、トンネルは全面コンクリートで圍はれた事になりますからもう安全なものです。是等の掘鑿並に疊築作業は大略十米毎位に區切つて行ふのが普



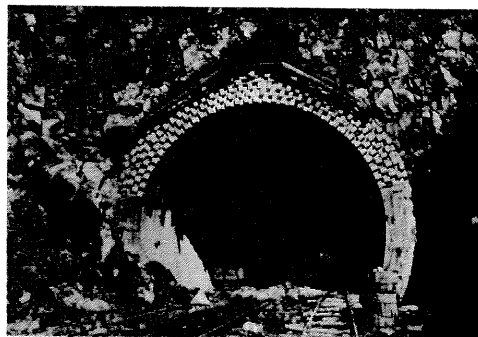
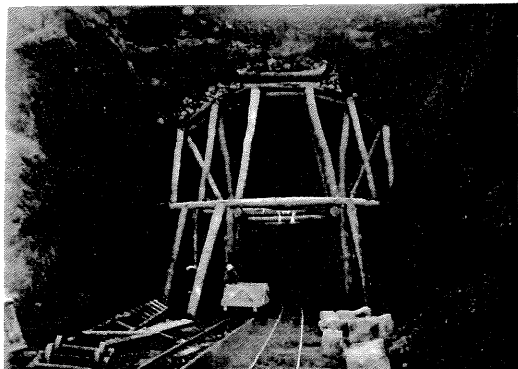
側壁導坑式(獨逸式)掘鑿順序圖

通で、中々手間取つて厄介な仕事です。丹那トンネルの中、この獨逸式を施工した區間は、熱海口で坑門附近の三百三呎、千呎の大崩壊個所の七十三呎、四千二百呎から四千五百呎迄の三百呎、及び八千呎から九千呎に亘る温泉餘土の區間でありまして、その巻厚は大略四呎から五呎位になつて居ります。

底設導坑を掘る時に大崩壊を起したり切擴作業中に地山が崩れたりしますと、トンネル附近一帯の地山を緩めて了つて獨逸式でも掘つて行けない様な事になります。三島口の四千九百五十呎の斷層、熱海口の九千呎附近の温泉餘土が其例です。そこで前者では約六十呎の區間、後者では四十四呎の區間は、特殊な掘鑿法を採用して出來上りました。この方法は導坑を掘つて直ぐ其の部分丈を疊築して行く側壁導坑式を、アーチの部分に迄も適用するものでありますが、その説明は『忘れられぬ四千九百五十呎』温泉餘土物語』をよんで下さい。

さて、かうして出來上つたトンネルも、中に入つて見れば、透視眼を持たぬ人間の悲しさ、其の裏に埋れた苦心の跡を見る術もありませんから、何の變哲もない、徒らに殺風景な丸いコンクリートの孔が残つて居るだけです。

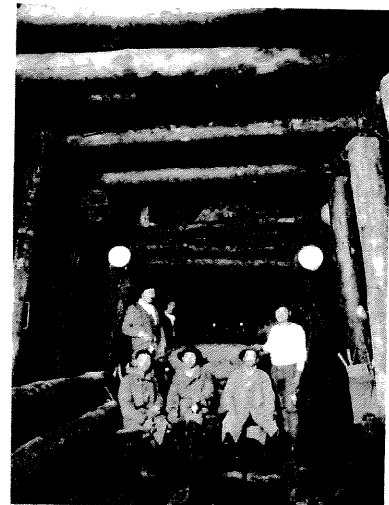
トンネルには高層なビルディングに登つて見る廣い眺望もなく、又立派な橋の上から見下す清い流れもありません。只そこにはシネツポイ眞暗な不気味な沈黙と、時々その沈黙を破る滴水があるのみです。全くトンネルには美もなく詩もなく又感激もありません。汽車に乗つて通るお客様に『又トンネルか！』と嫌がられる位が落ちです。



支保工と完成した壘築



支保工上半部と鐵製セントル



支保工下半部