

第二章 隧道地點の選定及測量

A. 地質調査の必要 地質の硬軟、湧水量の多寡及地熱の高低等は、直接建設方式の選擇(第四章)支保工(第七章)壘築工(第八章)工事期限(第十二章)建設費(第十三章)等隧道の殆んど全體に影響を及ぼすものなれば、豫め地質の調査をなすことが大に必要である、隧道延長の短小なるものにありては、地質調査所の調製に係る地質圖に依りて隧道地點地質の大體を豫知する程度にて可なれども、其長大なるものに至りては地質學者をして鑑定せしめ、隧道軸の地質縱断面(Geological Profile)を作成せしめねばならぬ。而して隧道技術者は之に依りて工法上の對策を定めるのである。

地質學者は隧道通過地の地質を鑑定するのが其職責であり、又隧道技術者は地質に適應する工法を行ふのが其役目で、各自の職掌には自ら劃然たる境界が存在する、地質學者は地質を正確に判斷すればよろしいので、隧道工の難易より延いては工事遂行の不可能を論ずるが如きは、これ隧道學者の領域を干犯するのである。學者は各専門とする方向に精進すべきもので、徒らに他の範圍に侵入することは互に戒めねばならぬ。

B. 地質の種類 隧道技術上の地質分類は頗る簡明にして、(a) 硬岩 (b) 軟岩 (c) 普通土 及 (d) 流砂の四種である。

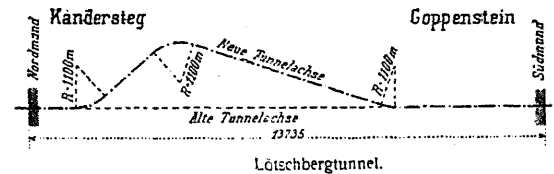
(a) 硬岩 岩盤を垂直に削りて長時期放置するとも崩壊の虞なき程度に凝集力強きものにして、火成岩(Agneous Rocks) 及高熱若くは壓力の爲め結晶質に變質せし岩石(Metamorphic Rocks) の大部は此種に屬する、此種岩石に對しては柱付鑿岩機(Drills mounted on Column) を用ゐて穿孔し、高級爆破藥を鑽孔内に填充して破碎する、而して所定の斷面を開掘したる跡は爆破のため天井部に弛みを生じたる箇所のみに輕易なる支保工を必要とするも、其他は掘り放しの儘にて

支保工を全然廢することが出来る。

(b) 軟岩 硬岩に比して凝集力弱く大氣の作用を受け易きものにして、水成岩(Aqueous Rocks) の大部は此種に屬する、此種岩石の穿孔には手持鑿岩機(Hand Hammer-drills) にて足りる、支保工は硬岩と同じ程度にてよい箇所もあれば又稍々嚴重にすべき處もある。

(c) 普通土 鶴嘴と圓匙を以て掘削し得るものにして、玉石交りも此種に屬する、而して斷面を逐次切り開く毎に支保工を組み換へ地壓に對抗し得るだけ嚴密に支保する。

(d) 流砂(Quick sand) 水を以て飽和せらるる砂を云ふ、此地質に對しては、水底隧道に應用する楕工(第十四章)に依る外には良法がない、工事の中途にて不意に此地質に遭遇するときは既成部分は埋没せられ、此の再掘に時日と經費を要するのみならず、坑内從業者の生命をも犠牲にすることがある、故に隧道技術者は地質の調査に當り先づ流砂の有無を考慮せねばならぬ、レツシユベルグ(第1表)は最初延長 13.735 km の直線隧道なりしが北口(Kandersteg 側)より 2.6 km 進入せしとき、不意に水を以て飽和せられたる砂及砂利が迸り出で既設並に半成の箇所 1.1 km を埋没した、此部分を再掘する見込がつかぬので終に之を放棄し、曲線を挿入して同じ地質の箇所を避けて工事を遂行した、それ故に同隧道は坑内に三つの曲線を有し延長の豫定よりは 801 米増加したものとつた、我丹那の頗る難工事と稱せらるるは多量の湧水よりは屢々流砂に出會するからである。



第 1 圖

C. 隧道工進捗上の障り物 工事の遂行に支障を及ぼすものは (a) 有害瓦斯發生 (b) 大湧水及 (c) 地熱である。

(a)有害瓦斯発生 (1)硫化水素 H_2S は有害瓦斯中毒毒の最も劇甚である、其含有量の有毒程度は次の如くである。

含有率 %	中毒症状
0.2	数分間にして眼球鼻腔及咽喉を刺激し三十分間滞留し難い
0.5	三十分にして心悸亢進し呼吸困難に陥り眩暈を催す
0.7~0.8	十数分間呼吸するときは生命に危険である
1.0~1.5	瞬間にて死ぬ

此瓦斯の無害限度は 0.1% である、硫黄を含む有機體の腐敗するとき、又は硫黄泉等に發生する、陸羽東線中山市及堺田兩驛間に三箇所の小隧道が介在する、最初の計畫は一つの隧道であつたが、横坑(第九章)掘進中此瓦斯の發生して中毒者を出したれば線路を現在線に改めた、其附近には硫黄山及硫黄泉がある。

(2)沼氣 CH_4 はそれ自身爆發性を有せず且燃燒を保持するものでないが、或割合を以て空氣と混和するときは危険である、含有率とこれが作用は次の通りである。

含有率 (容量にて)	作用
$\frac{1}{16}$	燃燒を惹起する
$\frac{1}{8}$	爆破の頂點に達する
$\frac{1}{8} \sim \frac{1}{3}$	爆破の威力衰へる
$\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$	單に燃燒する
$\frac{1}{2}$ 以上	燃燒熄む

炭坑にては往々此瓦斯のために多數の犠牲者を出す、隧道工にては稀有である、リケン(第1表)の建設當時坑内支保木材を全燒したことがある。

(b)大湧水 坑内より湧出する水量多くなるときは工事上の煩勞を來すことが甚しい、本隧道の外に排水専用の坑道を掘鑿する場合もある(丹那は其實例で

ある)而して湧水量の多寡は坑内排水渠の斷面積に關係するが故に、隧道設計上其量を豫定する必要がある既設又は工事中の隧道工に於ける大湧水の場合を掲げると次の如くである。

隧道名	湧水量 (毎秒)		記事
	立方呎	立	
グレンヘンベルグ	30	850	一時は 6,000 立に達したことがある
シンプロン	44	1,246	
ボスラック	78	2,286	
モン・ドール	100	2,832	
丹那	最大 121	3,426	

笹子及長等山は何れも毎秒一立方呎以下である。

(c)地熱 坑内は一般に濕氣に富むものであるが、其上に温度が高ければ従業者は蒸し暑さを感じ労働能力を充分に發揮することを得ぬ、高温の限度は $28.0^{\circ}C$ 即ち $82.4^{\circ}F$ 程度である、これ以上の氣温となれば労働上の問題となる、従來高温に悩まされたのは次の四大隧道である。

隧道名	隧道より地表面の最大垂直高 (米)	坑内最高氣温
シンプロン	2,160	$34.0^{\circ}C$
モン・スニール	1,654	30.1
レツシユベルグ	1,569	30.3
サント・ボットハルト	1,706	30.6

抑も地球内部の地熱は平均地下 33 米毎に $1^{\circ}C$ 上昇するものである、而して地下同温度の點を連續する面を等温帶 (Iso-thermal Gradient) と稱する、かくて地熱は次式に依りて算出せられる。

$$t = t_0 + \frac{l}{h}$$

茲に t = 地下任意の點に於ける地熱

t_0 = 地表に於ける年平均溫度

l = 地下任意の點より地表面までの垂直高

h = 地熱の $1^\circ C$ 高まる垂直高 (等溫帶の垂直高)

h の數値は我國に於て實驗したる所に依るに世界の平均數よりは大きい、換言すれば地熱が比較的低い。

場 所	h の 値 (m)
東京帝國大學構内	30.8
横 濱 海 岸	51.6
東口第一避穴	34.7
“ 第二 “	40.9
笹子中央 “	5.9
西口第二 “	30.5
“ 第一 “	25.9
	平均 30.2

我國の隧道は l の値アルプス山脈を貫くものほど大ならざるが故に、今後建設せらるべきものと雖も坑内氣温の $25^\circ C$ を超過するものは恐くはなかるべく、従つて高温のため悩まざることはあるまい。

D. 測量 隧道に必要な測量は中心測量及高低測量である、中心測量は普通の測量と何等異なる事はないが、長大なる隧道にありては三角測量に依りて距離を算出精査をなしたる後に隧道坑門の位置を決定する、此の如くにして地表面に設定せられた中心線は之を移して地下に導き掘鑿面其他の工事の位置を定める、次に高低測量は西坑門附近にベンチアークを設け兩ベンチアークの標高差を最も精密に測量し、掘鑿の進捗に伴ひて坑内にもベンチアークを假設する、而して中心及高低測量とも測量主任者を換へて二回以上施行し、若し一致せざるときは更

に改測する、工事期限の短縮を計るため堅シャフトを中心線に設置する場合にシャフトを垂直に掘り下し施工基面に達したるとき地表上に於ける中心杭線を下に移すのである、シャフトを中心線より距りて設くる場合並に横或は斜シャフトを設くるときにはシャフト掘鑿後地上の中心線を精確に地下に移さねばならぬ。

E. 坑内の測量 坑内の照明として油燈を使用せし時代には隧道め常に朦朧たりしが故に、測量を行ふ日には作業を休止した、それ故、いて一箇月に二回しか測量をせなかつたが、現代の隧道工は坑内空泉明にて作業中と雖も器械の望見は可能である、故に成るべく頻繁に良い。