

## トンネルの地質調査のための工事上の問題点

高 橋 彦 治\*

### 1. ま え が き

トンネルの地質調査は一般に行なわれているのであるが、それはかなり巾のある平均的な表現形式をとっているもので、実際工事にさいしては、個々の現場において、多くの矛盾を感じる事が多い。その理由は、トンネルが掘削される地山に、前もって手をふれることができないからであろうが、工事中にそう遇する困難の原因が何であるかということに対して、われわれの認識がばく然としているからである、ということが出来る。地質調査の対象としては、ほぼ、次の項目につきるようであるが、その要点は、トンネル工事における地質上の問題点に対する理解があれば、自ら明らかにされるものであると考える。

- (1) 断層破砕帯または軟弱層
- (2) 崖錐または地沁り地
- (3) 膨張性地質
- (4) 湧水量の推定
- (5) トンネルの地質調査法
  - a) 地質調査一般
  - b) 新線トンネル
  - c) 既設トンネル（または構造物）に近接するトンネル（双設または並設トンネル）
  - d) 変状トンネル

### 2. トンネルにおける地質上の問題点

トンネルを掘削するさいに考慮しなければならない条件は大きく別けて次の2つにしばられる。

- (1) 地圧関係
- (2) 湧水

非常にばく然とした表現であるが、トンネルを掘削したとき、いわゆる荷が小さく、湧水がなければ、工事上の困難の大部分から解放される。地圧関係がよいためには地層または岩石の状態がより健全であって湧水が少なくなければならない。湧水は地圧関係を悪くし、さらに坑内環境を不良にする。

ロケーションにおいてトンネルの大体の位置が決定さ

れるので、普通はきわめて狭い範囲内で地質の条件を比較することになる。このような場合は、岩石の硬軟、互層の状態等はほぼにたようなものであるから、地形および地質構造からくる偏圧、断層破砕帯や軟弱地帯および湧水地帯を避けること、避けられないときはどのように横断するか、またその場合における困難の程度を予想することが必要である。しかし、離れた全く別のルートについて比較するときは、以上のほかに地質の種別、岩石の硬軟、地層の状態等を、工事積算上の問題として検討する必要があるが、これらは地質調査に要求される基礎的な項目である。いかなる点の問題であるかを知れば、調査の要点は自然に明らかである。したがってまず問題点を検討する必要がある。しからば特に問題となるのはどのような点であろうか。トンネルに影響をおよぼす地質条件とは次のような項目である。

- (1) 地形上
  - a) 深さ
  - b) 地形
- (2) 地質構造
  - a) 成層の状態
  - b) 火成岩の接触
  - c) 断層および褶曲
  - d) 地沁りおよび崖錐
- (3) 岩石の性質状態
  - a) 節理、きれつ
  - b) 風化分解の程度
  - c) 断層破砕帯
  - d) 軟弱地質
  - e) 粘土および膨張性地質
- (4) 地下水
  - a) 湧水
  - b) 水

#### (1) 地 形

a) 深さ トンネルを掘削すると地山の中にはアーチ（グラウンドアーチ）が形成される。一般にトンネルにおいて覆工または支保工に作用する荷重が、直上にある地山の重量の全部でなく、その一部分に過ぎないのはその性質のためである。このアーチは諸種の事情によって成長（拡大）し、最終的には、条件に応じてある一定の大きさに近づくのであるが、その状態においてアーチがつつむ地山の面積は、掘削直後の状態にくらべてかなり大きいものである。支保工または覆工にはアーチ内部の地山の重量のみが荷重として作用する。すなわちトンネルの空所に相当する地山が掘削前に受けもっていた荷重の

\* 正員 国鉄鉄道技術研究所地質研究室

図-1 グランドアーチの形式と成長

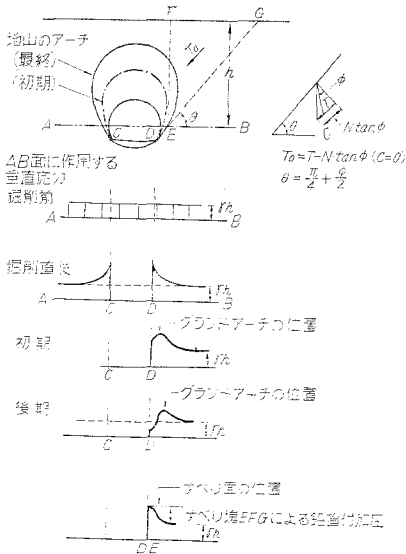
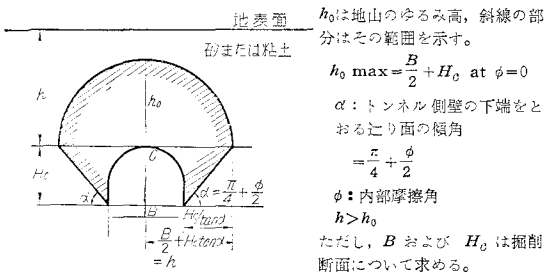


図-2 トンネルの必要な深さを求める概念図 (もっとも単純なグランドアーチの作図)



大部分を、同じ地山の一部分であるところのグランドアーチが代って支持してくれるからである(図-1)。

深さが不足するときはグランドアーチの代りにりり面が形成されるので、りり面上の地山に相当する圧力の付加が行なわれるので、結局は覆工には擁壁としての機能が要求されるようになる。トンネルにおいては地山の中にグランドアーチが形成されるために必要にして、十分な深さが要求される理由がここにある。テルツァギーによると砂層や粘土層の場合、天端の上の最終のゆるみ高がトンネルの掘削断面の高さ( $H_c$ )と巾( $B$ )の和の1.1倍( $h=1.1(H_c+B)$ )になる<sup>1)</sup>。しかし通常、天端上の深さが $H_c+B/2$ すなわち単線1号型で、 $B=H_c=6$ mとすれば $h=9$ mくらいにとれば十分であるかも知れない(図-2)。天端に中心をおいて、半円を描き、それが地表面で浸されなければよいとする考え方である。

## (2) 地形(偏圧, 坑口, 峠)

十分深く、地表面の形が平で、断面が対称的な地形がトンネルとしては理想であるが、ロケーションにおいては、海や川に面した急斜面に近接したルートがしばしば選定される。すなわち中心線の直上では深い、急斜面

側の深さ、あるいは肉がきわめて薄い。地山の材料が強くて欠陥を内包しないときは偏圧を受けないが、そうでない場合には、斜面側の肉薄の部分が破壊して偏圧の原因となる傾向がある。入口および出口はすなわちトンネルの両端であってとくに坑口の地形といい、横断面では対称であっても、縦断的には偏圧地形であり、その上地質は表土が多く、支持力が不足するので偏圧を受けて坑門が前傾することが多い(図-4の(d), (e))。

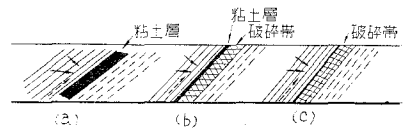
偏圧地形ではないが、峠下をとおるルートは、峠の成因が多くなると、断層または軟弱層といった地質条件にあるため、警戒しなければならぬ。

## (3) 地質構造

地層あるいは岩層が相互に重なりあい、または接触している状態では、単位層または個々の岩石の性質と厚さおよび接触面の傾斜角度が問題となる。性質の異なる地層または岩石間の接触する面は、一般にせん断力に対して弱いと見なされており、そのため数多くの地圧関係が生じている。

図-3 軟弱層の変位

例えば 図-3 において、実線矢印の応力が作用すれば、軟弱層の部分の変位が大きく、点線矢印の応力が作用すればはる可能性がある。



この成層または接触の状態には、次のようなものがある。

a) 成層層の互層 例えば砂岩と頁岩あるいは集塊岩と凝灰岩の互層。

b) 火成岩の接触 貫入接触の場合は接触変質帯が形成される。水成岩と火成岩、火成岩と火成岩の場合がある。

c) 断層 水成岩と水成岩、水成岩と火成岩、火成岩と火成岩というようにあらゆる場合に存在し、多くは破碎帯をともなう。

d) 不整合 地層の形成が連続でない重なり、すなわち下位の層が、一たん上昇して地上に露出し、浸食をうけて、再び水中に沈降し、その上に上位の層が沈殿形成された場合の接触関係が不整合で、その両側の地層は傾斜角と性質が異なるのが普通である。

粘土の挟み層には、一般に上下盤の圧縮とせん断応力(りり)が発生し、その面に沿ってりりやすく、また上盤には浮き石や落盤の危険が多い。互層における頁岩または粘板岩が、厚いときは心配が少ないが、薄いときは同じような問題があり<sup>2)</sup>、風化帯や断層破碎帯等のように粘土をふくむ軟弱層においても同様である。

成層状態とトンネルの関係は図-4に示される。図の(a)ではトンネルの片側に、(a')ではアーチ起線に大きい荷重を受ける。そのほかトンネルの断面に対して対称

的な水平層、傾斜層または垂直層では平均した荷重を受ける。背斜構造では地層による自然のアーチのために、覆工に作用する垂直荷重が軽減されるが(b)、縦断方向に背斜構造が現われるときには、坑口において強い付加圧力を受ける(b')。向斜層においては現象は逆である(cおよびc')。(d)および(e)は偏圧地形であるが、地質的に重大な欠陥がある場合である<sup>3),4)</sup>。図-6はある炭坑における例で、地質構造に適應させた支保工を示す<sup>5)</sup>。

図-4 成層状態とトンネルの関係

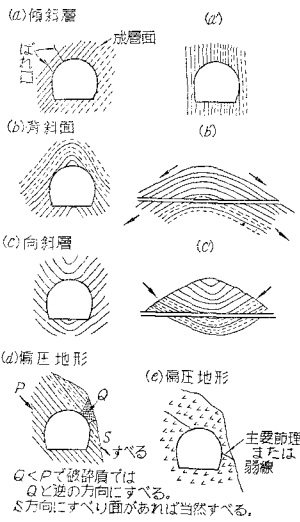


図-5 四方から圧力をうける岩石坑道の破壊現象 (Geory Everling)

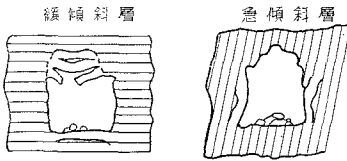
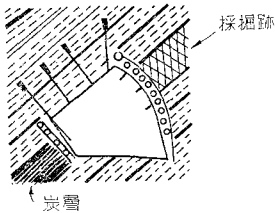


図-6 地質構造に適應させた支保工 (ある炭坑における例 Fritz-Sputh) ボルト補強の可屈可縮ワク



地入り地あるいは崖壁のような崩土堆積物は、それ自体非常に不安定のものであり、境界面は不整合と同様の意味をもっていて、さらに不安定である。崩土の中または、境界面に掘られたトンネルは、その上部の地山が一部滑動するために、応力状態が変わって安定がおびやかされる。

(4) 岩石の性質状態

岩石の性質および状態が問題となるのは、岩石本来の硬さや境界条件をのぞけば、節理、きれつ、断層といった割れ目と、その充填物および岩石の風化分解の程度である。

岩石の割れ目や成層状態は、トンネル天端における地山のゆるみ高、すなわち覆工または支保工のうける荷重の大きさに関係がある(表-1)<sup>3)</sup>。岩石がひどく風化分解していれば、ゆるみの形成の途中、応力変化のため破壊することがあり、ランクが一つ下がるわけである。割れ目が連続して粘土をふくむときは、トンネルは粘

表-1 トンネル天端上のゆるみ高 (Terzaghi, K. より)

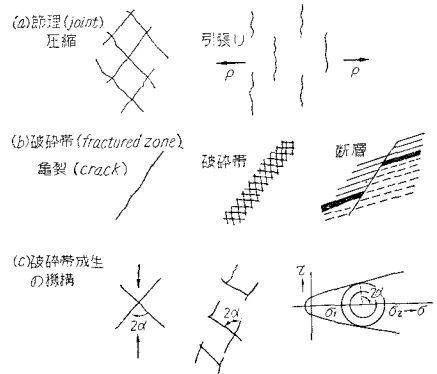
成層および割れ目の状態	ゆるみ高
水平に成層する堅岩	$0.5 B$
垂直に成層する堅岩	$0.25 B$
普通程度に割れ目のある岩石	$0.25 B \sim 0.35 (B+H_t)$
割れ目の多い岩石 (破砕質)	$(0.35 \sim 1.1) (B+H_t)$
破砕質で化炭変化をうけない岩石 (例えば砂をふくむ)	$1.1 (B+H_t)$
普通程度の深さにおける押しだす地質	$(1.1 \sim 2.1) (B+H_t)$
非常に深いところの押しだす地質	$(2.1 \sim 4.5) (B+H_t)$
膨張性地質	$C (B+H)$

注 B: トンネルの巾 } (掘削断面に対し)  
 $H_t$ : トンネルの高さ }  
 C: 常数 (地質および施工法に左右される)

土の地山の性質に近似し、場合によっては、いわゆる膨張性地圧をうけるようになる。軟質の頁岩やある種の岩石は、風化が進むといちじるしく膨張性を示す。

岩石の割れ目には、火成岩のように冷却するときに生ずる収縮きれつ、例えば安山岩の柱状節理や板状節理と、ある種の外力をうけて生じた圧縮および引張りきれつがある。これらの割れ目と充填物は、岩層中の夾雑物であって、次のように説明される<sup>6)</sup>。

図-7 岩石の割れ目の説明図 (田中治雄氏: ダムの地質と掘削工法)



a) 節理 ある面を境界にして岩の分離が見られる場合、その分離面(割れ目)を総称して節理という。力の方向が圧縮のときは規則正しいひびわれを、引張りのときは、それに直角な一方向に断続するひびわれを生じやすいが、現実には両者が混在する(図-7の(a))。

b) 転位または破砕帯 割れ目を境として両側の岩石が不連続である場合において呼ばれる(b)。一平面に沿って相対運動を起こした場合、力学的な作用しか受けない状態はきれつ、それに熱作用、化学作用が加わって、変質しているものはシームと呼ばれる(b)。小さな相対運動の集積が、ある一定方向の動きを生じた場合は破砕帯と呼ばれ、それが力学的作用を受けただけの段階では破砕角礫岩を生ずるが、熱作用、化学作用が加われば破砕変質岩または破砕粘土となる(図-7の(b))。

破砕帯のできる機構は図-7の(c)に示すように岩石に過大な力(圧縮)が作用すると、モールの円から求め

られる  $2\alpha$  に相当する交角をもったびわれが入り、ある巾をもったゾーン（帯）に発達して破碎帯となる。破碎帯に接する岩石は硬いのが普通である。始めから軟質な岩石であれば全体が何となく動いてしまっ、せん断面が一つの面に沿って配列されることはないであろう。

c) 断層 断層の定義は前述の転位と全く同じものである。断層という語は古くからいいなれているので、これを同時に使う場合には、割れ目の両側の層の地質時代が異なる場合に限定しようという意見がある。その場合、断層破碎帯、断層角礫、断層粘土という語は、そのまま使えるわけである。現在の地殻の一部が持っている地質構造上の運動の量とか、エネルギーが問題となるようなところでは、そのような区別が必要となることがある。

### (5) 膨張性地質

a) 断層破碎帯または軟弱層 断層破碎帯とは前述のようなものであって、破碎帯が単に割れ目が多いとか角礫状であるだけではあまり問題はないが、粘土や水が介入して軟弱地質の性質を示すことが多い。破碎帯は水の通路となり、また粘土をとまうために遮水壁となり、高圧湧水の原因になるなど、常に水が関係することを念頭におくべきである。軟かい粘土層や砂層も、常に水と関連するので軟弱地質の性格をもっている。

軟弱地質が水をとまうと、自分の力で形を保つことができないので、坑内空所に崩落する。底盤にあっては運搬車、あるいは人の通行によるくり返し荷重のため噴泥となって、崩落土とともに坑内環境を不良にする。また側壁地山の中に生ずるグラウンドアーチに対しては、支持力が不足するため、盤ぶくれを起こして敷が高くなる。掘削のときは矢板を用いて、内空を保護すると同時に、地山の崩壊を防ぐ必要がある。しかし微量の湧水があれば、微粒子を流出し、地山はやがてゆるんでガサガサとなり、その結果、側壁矢板の下部の背面に、崩落土がクサビ状に累積し、ちょうど側圧が作用したようになる。それは側圧によるものではなく、実は崩土のために、前よりも軟弱となって、支持力と受動圧の不足を来した支柱の基礎が、クサビ状に入ってきた崩土の圧力によって、前方に押し出される（脚を払われる）現象である。いわゆる膨張性地圧ではない。軟弱層ではもちろん、支保工天端に働く荷重も大きいから、基礎の沈下とともに断面縮少ともなうであろうが、膨張という現象は特別の場合をのぞいては局部的に発生することはない。また押しだしの量は、迂り面がある場合のほかは、一方向にのみ大きく表われることは少ない（図-8、このような時には矢板は掘削のときには必要であったとしても、下部および適当な高さにある矢板を数枚とり外した方が、危険は少ないし、その上、地山の監視ができるというものである）。

このような崩壊性のほかに、成層の状態のところでもふれたように、圧縮とせん断に対して抵抗が弱いために変位して、支保工には軟弱層からの荷重が、覆工には上下盤（堅岩）からの荷重が作用する（図-3 参照）<sup>7)</sup>。すなわちグラウンドアーチが形成されるための条件が悪く、そのため覆工にも継続的な地圧が作用することになる。このことに関しては次の膨張性地質の内容と関係がある。

b) 膨張性地質 トンネル周辺の地山が、内空へ向かって押し出してくるため、内空断面が縮小される現象を総称して膨張という。それは地山が受けている荷重と、地山の性質によって、その大きさも、速度も一様でないが、そのような性質をもっている地山は膨張性地質と呼ばれる。

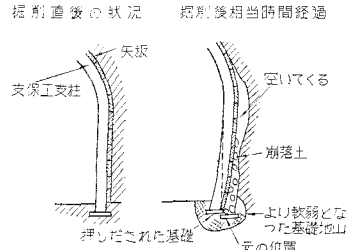
膨張性が工事中に明瞭に認識されるのは、側壁地山からの力が作用して、支保工が側圧による変状をうけたり、いわゆる盤ぶくれが顕著な場合である。天端からの力は立込んだ支保工の最初のゆるみとか、支持力不足による基礎の沈下を先に考えるので、比較的認識されない傾向がある。

掘削中、またはそれに引きつづいて発生する変状が、問題となるような短かい期間に限定して考えれば、風化の進んだ特殊の岩石、例えば軟質頁岩（日振トンネル、宇都谷トンネル）、ある種の凝灰岩（大野および吉津トンネル）温泉作用をうけた変質安山岩（宇佐美トンネル）および脈状岩（下久野および深板トンネル）などは膨張性を持っている<sup>8)</sup>。深いところにある粘土、破碎帯のような軟弱層の挟み層も、一種の膨張性を示し、また石膏やベントナイト等は鉱物学的にも明らかに膨張性を持っている。

一般に膨張性といわれている地圧現象には、岩石が風化して土に還元するときの容積変化、単に圧縮の結果押し出してくる塑性流動的なもの、先行荷重の解放によるものおよび地山の物質が真に膨張性（膨潤性）を持っているものがふくまれている<sup>9)</sup>。

一般に深いところにある地山（内部は応力を受けて）はひずみの状態にあるので、掘削直後に、トンネルの周辺で膨張性を示す。その膨張量および速度は、掘削前に受けていた応力の大きさと地山の性質によって異なる。「浸水したときの膨張量が2%を超えないものは膨張性地質の考え方からのぞくべきである」とテルツァギー氏がいつている。またテルツァギーは「たとえ岩石の膨張

図-8 軟弱層における支保工基礎の押しだし



傾向が非常にいちじるしいときでも、岩石がトンネル内に押し出してくるチャンスを与えることは、最後の手段としてのみ用いべきこと」といっているが、これは疑問である。

覆工によって地山の表面をカバーし、そのゆるみを妨げるようにすれば、地山はある一定の応力状態に近づくようにバランスする。しかしズリや注入によってクサビを利かしても、一たん与えられたゆるみに対して、地山が安定するためには、しばらくの時間を必要とするものであり、したがって覆工の施工後においても、地圧はある程度増加するものであるから、それに対する覆工の強度が十分でなければ変状破壊が生ずる。そうなれば折角獲得した地山のバランスが再び破れて、地山の膨張が再現し、覆工の変状がますます促進される。すなわち覆工が変状破壊する前に（あるいは覆工が十分な強度を持つようになるまでに）、地山の安定を得るようにすることが望ましいのであって、そのためには、覆工と地山の間にはある程度の力学的な緩衝帯が、最初に必要となるわけである。地山をゆるめないための一般的な目的はあるが、ズリによる裏込めや、注入による方法は、それ自体、多少圧縮性を備えたものとして作用するので、堅岩のうよに、地山の変位が非常に小さい場合には、やはり覆工に対しては緩衝材としての作用をはたしている。しかし変位量の大きい膨張性地山に対しては、その量は不十分なことが多い。まして裏込めを堅くすることによって、地山の伸張を絶対に許さぬと考えるのは、誤りである。また浸透水があれば、地山の状態は、当然のことながら、予想できないような変化を示す。

裏込めの最大の要点は、掘削面の不整をとり、覆工と地山とのなじみをよくし、地山よりの荷重は裏込めをとおして、均等に覆工全体に作用するようにすること（偏圧を防ぐこと）、すなわち耐圧構造物としての覆工の機能を十分に発揮させるところにある。

要は地山に対しては、掘削によって発生する膨張の量、速度および期間（膨張量の大半が終了する）に関する特性を明らかにすることが必要なことがわかる（図-9）。

## (6) 地下水

トンネルの掘削にさいして湧水がともなわないとすれば、たとえ不良地質または軟弱層と呼ばれる断層破砕帯、軟粘土、膨張地質または流砂のようなものであって

図-9 時間と環境に対して表われる膨張現象

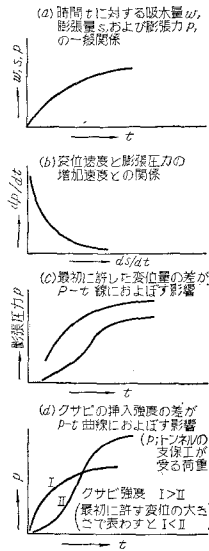
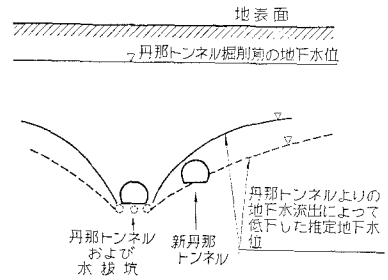


図-10 新旧丹那トンネルの関係を示す概念図



も、通常発生するような工事上の障害を見ることはない。しかし逆に地質が岩石学的にまたは地質構造上いかに安定していても、きれつなどより大量の湧水を見るときは、それによる障害と坑内の作業環境の不良化とによって、たちまち難工事となることは多く経験されるところである。ある場合には周辺の地表に湧水（用水源汚濁）問題をひき起こすことがある。トンネルのルート選定、計画または施工にさいして湧水問題が常に大なる位置を占めることは当然のことである<sup>10)</sup>。

丹那トンネル（延長 7804 m）は複雑な火山性地質構造と多量の湧水（坑口よりの排水量は、現在においても 75 m<sup>3</sup>/min を示し、工事中の切羽湧水の最大は 2240 l/sec (134 m<sup>3</sup>/min) であった）のために世界トンネル史上、まれに見る難工事であったが<sup>11)</sup>、目下工事中の新丹那トンネルは、地質構造がほとんど全く同じであるのに、湧水のための支障を受けることなく進行中（昭和 35 年 9 月 1 日現在で、米宮口 1612 m、函南口 2238 m、計 3850 m の導坑掘進）である。その理由は 図-10 の概念図に示すように、新トンネルが、旧トンネルの排水圏内に位置しているからである。

丹那トンネルは現在でも 75 m<sup>3</sup>/min の湧水を排出している。これはトンネルの延長 1 km 当り約 9.6 m<sup>3</sup>/min、100 m にして 0.96 m<sup>3</sup>/min という数字である。このように大量の湧水があるということは、トンネル周辺の地山の透水係数が非常に大きいか、動水勾配が急であるかによる。新丹那トンネルは、ほとんど湧水らしいものを見ないので、この場合は地山の透水性が大きくて、動水勾配が、その範囲内では低平になっているものと見なされる。この現象を拡大して考えると、現在線トンネルが排出している湧水量が大きいところほど、これに並設されるトンネルの湧水が少ないことが予想される。鉄道および道路の輸送力増強の要請にしたがい、現在線に並設するルートが採用される機運にあるので、このような例は非常に多いのではないかと考えられる。

また複線ルートの計画に当って、トンネル地点が、湧水の多いことが予想される場合は、山側（水源側）に単線トンネルを 1 本掘って、そのようすを見た上で、単線トンネルを、もう 1 本掘るようにするか、単線 2 本を山側を先行するように掘削する方が、複線断面のトネ

ルを1本掘ることよりも、より安全確実である。また複線断面とするときは、底設導坑を先進させた上部半断面方式によるのがよい。底設導坑の先進は1カ月分くらいが適当であろう。工事の支障、工事の増加、およびその他の事情を比較勘案して、その方法を決定するのが賢明である。

湧水のために工事が困難をきわめた最近の例は、黒部第四発電所建設のために施工された搬送用大町トンネル(延長 5.4 km)である。大湧水(本坑掘進のため水抜坑 10 本延長 500 m, ボーリング 124 本, 延長 2900 m を追加し、その合計湧水量の最大は 40 m<sup>3</sup>/min, 103 m の水平ボア ホールにおいて水圧 43 kg/cm<sup>2</sup> を測定)のため巾 80 m の破碎帯を突破するのに7カ月を要している<sup>12)</sup>。湧水があることと関連して、寒冷地方においては結氷による内空断面の縮少を生じ、覆工材の破壊、地山の風化促進といったような被害を受ける。ある程度、湧水があることを前提とすれば、凍結防止は施工上の対策の要点となる。

### 3. あとがき

トンネル工事において遭遇する地質上の問題点について考えてきたが、その問題に焦点をあわせることにより、トンネルの地質調査の方法を、現行の土質調査が具体的であるように、具体化の方向を進めることができることを信ずる。すなわちまえがきに示された地質調査の項目に関して検討を行なっているので、機会があれば、

その内容にふれたいと思う。

### 参 考 文 献

- 1) Proctor and White: Rock Tunneling with Steel Supports, with introduction to Tunnel Geology by K. Terazghi, 1946.
- 2) 高橋・白井: 北陸トンネルの地質とその工学的解釈, 鉄道技術研究所報告, No.74, 1959.
- 3) 宮崎政三: トンネルの地質調査, 土木学会「トンネルと掘削工法」1959-8.
- 4) Georg Everling: Gesteinsmechanische Untersuchungen und Grundlagen zur Ermittlung des Gebirgsdruckes aus Bohrlochverformungen, Glöckauf, 9-4, 1959, 日本語版.
- 5) Fritz Sputh: Streckenausbau in Stahl, 1959. 石炭総合研究所訳.
- 6) 田中治雄: ダム基礎の地質とその掘削工法, 土木学会「トンネルと掘削工法」1959-8.
- 7) 高橋彦治: トンネルが変状したら何を調べるか, 鉄道土木, 2巻, 4, 5号, 昭 35.
- 8) 日振ずい道工事誌, 日本国有鉄道札幌工務局, 昭 34-12, 北野昭夫: 国道大断面トンネルにおける V 型鋼について, 昭 33-12.  
大野ずい道工事誌, 鉄道省長岡建設事務所, 昭 11.  
宇佐美ずい道工事誌, 鉄道省熱海建設事務所, 昭 14-8.  
下久野ずい道工事誌, 鉄道省米子建設事務所, 昭 7-9.  
吉津ずい道記録(未発表).  
深坂ずい道記録(未発表).
- 9) 高橋彦治: 膨張性地圧(未発表).
- 10) 高橋・白井: トンネルの湧水, 鉄道技術研究所報告, No. 44, 1958. または土木学会誌 44-2, 1958-2.
- 11) 丹那トンネル工事誌, 土木学会, 1936-11.
- 12) 村山 功: 大町トンネル破碎帯工事について, 土木学会「トンネルと掘削工法」1958-8.

(原稿受付: 1960.10.18)

## 書 評

### 西大阪高潮対策事業誌

大阪府土木部  
大阪市土木局・港湾局 編集

大阪府 刊  
大阪市

西大阪は昔から高潮や津波の大災害を何回となく受け、その土地盤沈下まで加わってきている。昭和 25 年のジェーン台風による高潮災害以来 9 年にわたって営まれてきた大阪の護り大防潮堤が一応完成し、今回その事業誌が刊行されたことは大変喜ばしい。一昨年の伊勢湾台風の災害により、わが国の高潮対策事業が一段と強化され、また再検討を要するとき、本書は貴重な参考資料となるであろう。その内容を目次をもって紹介する。

#### 第 1 部 計画編

##### 第 1 章 計画の必要性

- 第 1 節 大阪市の地勢
- 第 2 節 過去の台風と高潮
- 第 3 節 地盤沈下

##### 第 2 章 過去の高潮対策

- 第 1 節 室戸台風以前の高潮対策
- 第 2 節 室戸台風後終戦までの高潮対策

#### 第 3 節 終戦からジェーン台風までの高潮対策

##### 第 3 章 ジェーン台風

- 第 1 節 気象状況
  - 第 2 節 一般被害状況
  - 第 3 節 防潮施設の被害と応急復旧工事
  - 第 4 節 災害後の応急措置
- #### 第 4 章 事業計画
- 第 1 節 概説
  - 第 2 節 施工区分
  - 第 3 節 事業予算
  - 第 4 節 高潮防禦方式
  - 第 5 節 防潮施設の計画高
  - 第 6 節 経済効果
  - 第 7 節 関連事業
  - 第 8 節 地盤沈下対策

#### 第 2 部 実施編

- 第 1 章 事業実施概要
- 第 2 章 大阪市内河川高潮防禦対策

#### 事業

- 第 3 章 中小河川神崎川改良事業
  - 第 4 章 大阪港高潮対策事業
  - 第 5 章 精算及び成功, 完了認定
  - 第 6 章 防潮施設の管理
- 第 2 部の第 2, 3, 4 章はつぎの各節から成っている。
- 第 1 節 全体計画
  - 第 2 節 防潮堤工事
  - 第 3 節 排水施設工事
  - 第 4 節 橋梁上工事
  - 第 5 節 事業実施額
- 高潮対策事業写真集  
本誌の他に別冊として付録図集がついている。  
体裁: 本誌 B 5 判 502 ページ, 口絵写真 7 ページ。  
別冊付録図集 B 5 判 273 ページ  
(折込図多数)  
非売品 昭. 35. 3. 20 発行