

トンネルの土木工学

吉村 恒*

トンネル特集に当って、本論の安全や社会的影響とは別に、トンネル自体が何であり、どう造られるかなど、その土木工学的側面を見ようというものである。トンネルの定義付け、分類を述べた後、トンネル技術と人間の関わりについて記している。また、平素人目に触れることの少ないトンネルの掘り方につき、新旧と展望を紹介し、さらに、トンネルを両口から掘ってうまく出会わせるための測量について、概要とエピソードなども述べている。

Civil Engineering of Tunnels

Hisashi YOSHIMURA*

On the occasion of the tunnel special, this paper tries to spotlight the civil engineering point of view such as what is a tunnel and how it is built, apart from safety and social effects of the main part. After describing the definition of a tunnel and classification, it talks about the relationship between the tunnel technology and human being. Also it introduces old and new tunnel excavating methods and their prospects which are usually not exposed to the public. Further, it tells the discription and some episodes of surveying to meet in the middle of a tunnel dug from both ends.

1. トンネルとは何か

トンネルの定義としては、いろいろの人がいろいろに表現しているが、著名なものとしては、トンネル技術者として高名な故加納俊二氏が某百科辞典のトンネルの項に書かれた「土あるいは岩の中に、上方に地山（ちやま）を残してその下を掘り、そこにできた空間をある用途に供するもの」というのがあり、これはそれ以前からのいろいろの定義を伝承し、かつ総括したものといえると思われる。ここにいう地山とは、土木の現場用語であって、もともとの地盤のことを指している。

しかしながら最近では、社会的要請の多様化に伴ってのトンネルの用途や型式、あるいは技術の発達によっての建設の方法等が著しく多岐にわたるようになり、これに従って、定義もまた一筋縄ではいなくなって、拡大の必要に迫られている。このことは、後に述べるトンネルの種類を見れば明らかであろう。

最近の定義の一例としては、1970年に OECD（国連の一機関：経済協力開発機構）が、世界の先進国、開発途上国のいずれにとっても、トンネルならびに

トンネル技術を活用しての地下利用を推進することが、その経済社会の発展に有益であるので、これらの研究と交流を国際化して促進すべきであるとして世界各国に呼びかけて開催したトンネル会議において、トンネルとは「最終的に地表面下に位置して使用され、何らかの方法で所定の形状寸法に造られた空洞で、内空断面積が 2m^2 以上のもの」とすると定義している。

すなわち、通常は昔からあるような交通や通水に用いられる水平に近い、細長い地下通路を指していたが、垂直な立坑（たてこう）や傾斜した斜坑もあり、また、巨大な人工空間を利用する地下発電所や地下施設（工場や貯蔵庫等）、さらには地下街なども含まれるようになってきている。また、上方に元の地山を残して掘るというのが普通であったものが、都市内の浅い地下鉄や地下駅に例を見るように、地表から掘ってその中に構造物を造り、跡を埋め戻すいわゆるカットアンドカバー工法（開削工法）によるものもトンネルの中に多くを占めるようになった。上述の OECD の定義は、このような最近の情勢により良く適合した定義といえるかもしれない。

2. トンネルにはどんなものがあるか

この学会と関わりのあるトンネルは、主に交通用トンネルであろうが、その他にもトンネル全体とし

* 日本鉄道建設公団理事
Executive Director,
Japan Railway Construction Public Corporation
原稿受理 昭和59年1月30日

ては用途、立地、施工法などから多様なものがあり、次のように分類される。

(1)用途による分類

a.交通用(人、車、船などの交通の用に供するもの)

- 鉄道用(地下鉄を含む)
- 道路用(人道専用等を含む)
- 航路用

b.送水用

- 上水道用、下水道用、工業用水道用等
- 水力発電用
- かんがい用

(これらには圧力トンネルと、水面上に空間の残っている非圧力のものがある)

c.パイプや電線等を通すためのもの

- 水道管、ガス管用
- 電力、通信ケーブル用

(これらにはいろいろのものを一緒に通す共同溝がある)

d.鉱山用(総延長としては地球上で最も長い)

e.地下発電所、地下変電所用

f.地下駐車場用

g.地下貯蔵設備用、地下貯油施設、放射性物質等の廃棄物投棄施設等

h.地下街、地下体育施設、地下居住用施設等

i.地下軍事施設(防空壕等)

(2)断面の大きさや型、空間的な形による分類

a.断面の大きさや数によって

- 大断面、小断面
- 単線型、複線型
- 単独、並列等

b.断面の型によって

角型、台型、馬蹄型、卵円型、円型など

c.空間的な形によって

- 水平トンネル、立坑(垂直)、斜坑など
- あるいは直線、曲線、ループトンネルなど

(3)所在地あるいは地理的区分による分類

a.山岳トンネル

b.都市トンネル

c.海底あるいは河底トンネル

(4)地質別による分類

a.岩石(堅岩、軟岩、その他)トンネル

b.土砂トンネル

c.崩壊性、含水性、膨張性トンネル等、地山の性質を冠した分類

(5)施工法による分類

a.山岳トンネル——爆破工法を用いるような最も普通概念のトンネル

b.開削トンネル——オープンカット工法(カットアンドカバー工法ともいう)によるもの

c.シールドトンネル——シールド掘さく機を用いるもの

d.圧気工法によるもの

3. トンネルはどう進んできたか

トンネルは太古の昔から人間の生活の中にあった。人間の祖先は穴居の時代、自然の洞窟を利用することで生き残ってきた。そして、だんだんこの自然のものに手を加え、あるいは生活様式の進化に合わせて新しく人工の穴を造ること覚えた。フランスのクスコの洞穴には、その壁に人類最古の芸術といわれる動物の壁画が遺されていて有名である。わが国の吉見の百穴もその一例である。

記録に残る人工のトンネルとして有名なものは、BC2200年ころ、古代バビロン王朝セミラミス女王時代に、ユーフラテス河の河底を横断して王宮とジュピター寺院を結ぶ連絡路として造られたものがある。

ローマ時代には、通路、通水路、墓地などの他、石材や銅、鉄といった鉱物の採掘のために、相当のトンネルが掘られている。この時代でも、トンネルを掘るための道具として人間の手に入るものは乏しかったから、多年にわたり多くの労働力を動員しなければトンネルプロジェクトは実現できなかったと思われる。エジプトのピラミッドがそうであったのと同様に、トンネルの建設とか大伽藍の建築といった今日で見ても目をみはるような大事業は、王様など為政者のすさまじい権力と富と、そして、事業完遂への狂信的なまでの傾注が永年にわたって持続されるという条件下で、はじめて日の目を見、今日に遺ることになったものである。

この間にあって、あるいは圧政や苛斂誅求も行われ、多くの人の血と汗が流されたことは想像に難くない。

技術的にも堅い岩を砕く方法もいろいろ工夫され、ノミやタガネによる掘さくその他、トンネル内の切羽(きりは)に接してたき火をして岩石を熱し、これに水をかけて急冷し、石を壊す方法も盛んに用いられた。狭いトンネル内で火を燃やすのであるから、さぞ熱や煙に悩まされたことと思われる。

産業革命は強力な鋼鉄の機械類と共にダイナマイ

トに代表される産業用火薬の発達をもたらした。また、構造物や土圧に関する力学も急速に進歩して、トンネルの建設も他の建造物の建設と共に、今日へつながる近代化の第一歩を踏み出すこととなった。

鉄道の出現も産業革命の成果の一つであって、牛馬車に代わって当時地上における唯一の動力交通機関として、非常な速度で地球上に普及が進んだ。この鉄道の延伸に伴って、トンネルの需要は急増し、トンネル技術も急速な進歩を遂げることとなる。

蒸気機関車による本格的鉄道の創始とされるイギリスのマンチェスター～リバプール間の鉄道は、1830年に開通したが、この路線には2本のトンネルが含まれていたし、それから僅々27年後の1857年にはアルプスの下を貫ぬく13.7kmのモンスニーの大トンネルが着工され、1872年には開通に至っている。当時は、アルプスの直下などは強大な地圧があって、到底掘れるはずがないという学説が真剣に流布されていたが、幸い堅硬な岩質に恵まれて15年で完成し、当初20年を予定していたものが大幅に繰り上った。

以来今日まで、これほどの大事業が予定より大幅に繰り上って完成したことはないという評論をなす人もいるほどである。わが国でいえば、黒船騒動から明治維新へかけての時代のことである。

日本における近代的トンネルの歴史も、鉄道の歴史と共にあった。それ以前と言えば、菊池寛の小説で有名な大分県耶馬溪の「青の洞門」や、石川県金沢市の兼六公園の水源を導く辰己用水、佐渡の金山の坑道などがある。また、箱根芦の湖の水を、その西方富士山麓の黄瀬川流域に農業用水として落とす「箱根用水」は、素掘り（巻立てがしてない）ではあるが、延長といい測量技術といい、今日に残る立派なものである。

近代トンネルの第1号は、新橋～横浜間とほとんど同時に進められた大阪～神戸間の鉄道建設において、天井川（川底が周囲の平地より高く、高い堤防でようやく水流が保たれている河川）である石屋川（現神戸市内）の下を線路がくぐるため設けられた石屋川トンネルとされている。この間には、同時に同じ理由で住吉川、芦屋川の2トンネルも造られた。

この工事には、新橋～横浜間と同様英国人のいわゆる雇い外人技師の指導を受けたが、これら外人技師は単に工事の指導をただけでなく、工技生養成所という工科大のはしりともいべきものを作り、ここに全国から旧士族の子弟を含む俊英青年を集めて教育を行った。ここを巣立った人々は、この

数年後の大阪から京都、大津と東進する鉄道建設に当っては、指導的役割りを果たすまでになり、逢坂山トンネル（旧トンネルで延長665m）の工事を日本人独自で設計施工するほどに成長した。今日でいうところの技術移転の最も顕著な例であろう。

このあと、北陸線柳ヶ瀬トンネル（明治13年）から中央線笹子トンネル（明治29年、延長4,656m）に至り、長大トンネルの出現となった。以降、清水トンネル、丹那トンネル、関門海底トンネルなどの時代を経て戦後に引き継がれる。

戦後の約40年間のうち最近の30年間は、わが国社会経済の高度成長の歩みと共に、トンネルもまた目覚ましい発達の足跡を残してきた。鉄道では北陸トンネルから新幹線時代を経て、新丹那、六甲、新関門、大清水等々、以前の長大トンネルのリストはほとんどすべて書き換えられてしまった。また、世界最長の海底トンネルである青函トンネルは、前記各トンネルでの技術の集大成として、トンネル界に与えた刺激は甚大なものがある。また大都市内では、地上の自動車交通の発展とその行詰りの救済のため、都市トンネルとしての地下鉄の建設が著しく進み、今日では人口100万以上の都市のすべて、やがて60万都市までが地下鉄をもとうとしている。

道路トンネルは、自動車の排気という性質から、トンネルは好まれないものではあるが、戦後のモータリゼーションは数多くの道路トンネルの建設の必要を生み、なかんずく高速自動車道路の発達は、道路トンネルでも長大トンネルの時代を招いた。すなわち、恵那山トンネル（延長8,489m）や工事中の関越トンネル（延長10,885m、道路トンネルで世界第5位）などがそれである。

4. トンネルはどうやって掘るか

誰でも子供の頃の砂場や海岸でのトンネル遊びの経験をお持ちであろう。砂は適当に湿らせて凝集力を持つようにし、砂山は叩いて固く締め固めておくとよいとか、穴は角のない丸味のある形がよいとか、それでもだんだん大きくして行くと崩れるなどということは、体感としてどなたでも理解されると思う。実はこの体感は、本物のトンネルを掘る時のトンネル力学やトンネル施工法と全く相通ずるものである。トンネルを掘る根本は、崩さずに掘る、崩れないように造ることにある。しかしながら、前述の分類のところで掲げたように、トンネルにもいろいろの条件があるので、実際の施工法はこれまた

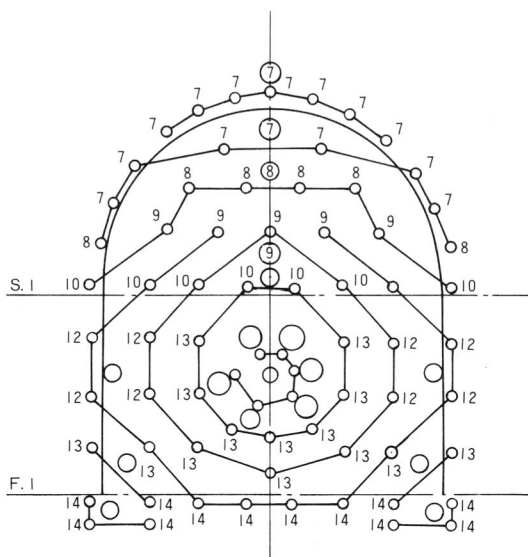


Fig. 1 爆破パターンの一例
An example of blasting pattern

多様である。

「今は山中、今は浜、今は鉄橋渡るぞと……」に続いて出てくるトンネルの多くは、先の分類では鉄道トンネルで、単線型か複線型の山岳トンネルであり、地質は多くは岩石であろう。このようなトンネルでは、岩に削岩機（今日では圧縮空気を原動力とするものから油圧式のものに変わりつつある）で、径40～60mmの穴を多数穿ち、このハッパ孔にダイナマイトなどの爆薬を装填し、点火爆破させる（Fig.1）。崩した岩片（礫＝ズリと呼ばれる）は、ズリ積み機で運搬用トロカダンプカーに積込んで坑外に搬出する。掘り取ったあとの空間には、崩落を防ぐためH型鋼を半円型に曲げた支保工（しほこう）を建て込む（Fig.2）。この支保工の下でさらに切羽（きりば＝掘進正面）へ再び削岩機で穴くりを行い、爆破を行う……。すなわち、削岩、爆破、ズリ積みズリ出し、支保工建込みの作業を反覆しながら掘り進んで行く。ある距離掘進した後方から、永久的な構造物として覆工（ふっこう）コンクリートを打設して完成して行く。これが最も普通の爆破工法であるが、トンネルの内空断面があまり大きくなく、かつ地質が良好で大きな断面を一度に掘り起しても自立性が十分保てるような時は、トンネルの完成断面を一度に爆破して掘り進むことができる。これが全断面掘さくである。

しかし、トンネルの断面が大きい時や、地質が悪

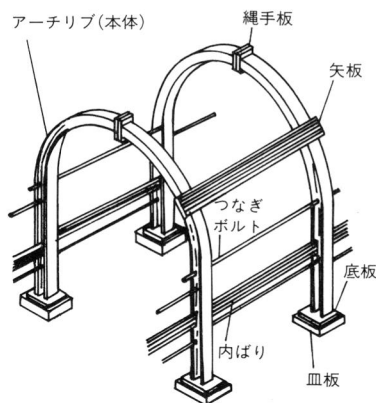


Fig. 2 鋼アーチ支保工と構成部材
Steel arch support construction and organizing material

くて大きな幅や高さを一度に掘ったのでは崩落の危険性のある時は、天端（てんば＝天井部分）や切羽が確実に自立し得る小断面を先に掘り、あとから切り抜けて行く（この時支保工は大きくなった断面を支え得るものに盛り換えて行く）方法を採用。この部分掘さく工法には、Fig. 3のようにいろいろの種類がある。このような部分掘さく工法は、地質条件の他、使用される各種の工事用機械や、地山を支える支保工の方式によって、利害得失を勘案して選択される。

戦前はもちろん、戦後でも昭和30年代の半ばまで、わが国のトンネルでは支保工として生松丸太を組み合わせて使う、いわゆる木製支柱式支保工が用いられた（Fig. 4）。この方式は、わが国ばかりでなくヨーロッパでも永い歴史のある工法であるが、トンネル内空に支柱が林立して空間が少なく、大型機械の使用に大きな制約があること、支柱の組み合わせで構成されるので、変形が生ずると寄せ木細工はバラバラとなって、落盤等の大事故を起こしたこともしばしばあった。

その後、古いレールを曲げた鋼アーチ式支保工の時代となり、さらに新品のH型鋼をふんだんに使えるようになって、この方式によりトンネル施工の安全性と能率化は著しく向上した。

さらに最近では、オーストラリアで提唱されてここ20年ばかりで世界に広まったナトム工法（NATM＝New Austrian Tunnelling Methodの略称）という工法がある。わが国でも昭和52年以来導入され、東北・上越新幹線の新幹線鉄道トンネルから始まって、鉄道トンネル全体に普及し、最近では道路トン

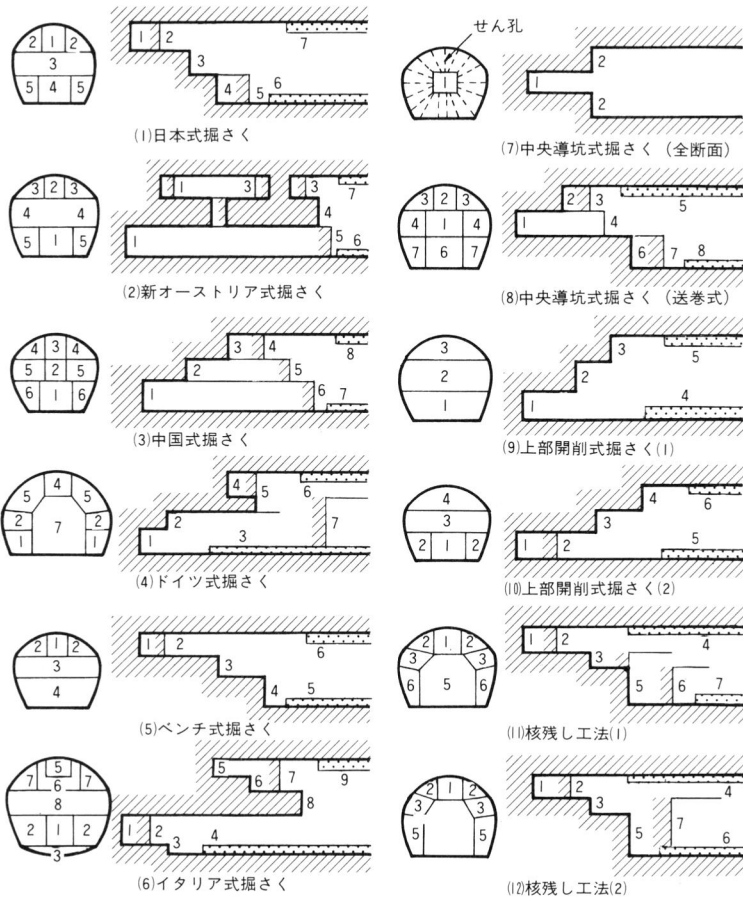


Fig. 3 掘さく方式と掘さく順序図 (普通工法)
Excavating methods and diagram of excavation order

ネルもほとんどがこの工法に移り変わりつつある。
この工法は、従来の鋼アーチ式支保工では、H鋼の骨組みにし、その外側に土留め板として木の矢板を入れて地山を押えるのに対し、NATMではやや細い鋼材を骨とし、矢板の代りに吹付けコンクリートを地山に密着して厚さ5~20cm程度施工して地山を押え、さらに直径25mm程度の鋼材でできたロックボルトを吹付けコンクリートを貫いて地山の中に挿し込んで、裏の地山と皮膚となる吹付けコンクリート一次覆工とを一体のものとする事によって、トンネルの周囲に、地山の圧力を支え内側に押し出してくるのを防ぐためのアーチリングを形成しよう、という概念を工法の基本としている (Fig. 5)。この工法の場合は、従来の支保工では剛な支保工で地山に対抗しようとするのに対し、より厚さが薄い一次覆工で地山の自然の変形に柔軟に追随し、最も効率的に地山支保の目的を達しようとしており、合理的

かつ省資源省力的でもあり、今後のトンネル工法の主流となることは確実である。Fig. 6 は NATM によるトンネル施工を图示したものである。

このような掘さく方式も支保工も、トンネルの地質条件、地下水の大小などの天与の条件が変われば、これに従って変更して対応しなければならない。地質的には多少の変化にすぎないような変化でも、衰れた人間の営みであるトンネル施工にとっては大幅な変更を余儀なくされる。地質の悪化、湧水の増大による土圧の増加により、わがトンネルの鋼材使用量やコンクリートの使用量はアツという間に数倍も必要になるものである。従って、トンネル屋は山の神にお願いをして掘らしてもらおうという気風や習慣が伝承されている。山を克服するなどというのはおこがましいことで、山に逆らわず、自然条件に手を尽くして順応することになる。

このためには、トンネル掘さくに先立つ地質や湧

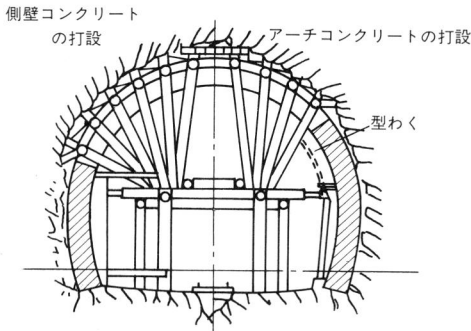


Fig. 4 木製支柱式支保工 (後光梁式)
Wooden stay type support construction

水などの条件の調査が重要であり、工事中もその先の調査は欠かせないものとなる。これらの事前の地質調査には、ボーリングや人工地震による弾性波探査など、いろいろの手法を用いる。後者は地山内を伝播する地震波が地山の堅いところでは3~5km/secと速度が速いのにに対し、軟弱なところでは1~2km/secと遅いという原理を利用して、山の外側からその内部の地質状況、トンネルとしての施工の難易度を予知しようというものである。しかし今日のところ、いろいろの調査技術を駆使してもなお、深い大地の中の神秘は事前には読み切れるものではないこと、医者がこのわずか6尺の人体内に未だ不明の事の多いのと同様である。

5. NATM は都市トンネルに有効か

山岳トンネルでは、トンネル周辺の地山の中である範囲で地山のアーチ作用が働いて、トンネルの深さ分だけの土圧がかかるわけではないことを前提として、トンネルの設計施工が行われている。

一方、都市トンネル (すなわちその多くは地質が岩石ではなくて沖積層に代表される土砂であるが) においては、トンネル上部の地山はその下のトンネルに全部荷重として載荷されるものと仮定して設計施工されるのが通常である。このことは、都市トンネルの施工法がオープンカット工法からスタートし、地山の軟弱なところや土被り (トンネル上の土の厚さ) が大きく、オープンカット工法の不適なところでは鋼製の円筒外殻を地山に押し込んで進むシールド工法 (Fig. 7) によるが多かったため、考え方として地山のアーチ作用を認めないこの考え方の方が安全側と考えられたことにもよる。

また、従来の山岳トンネル工法の支保工方式では、

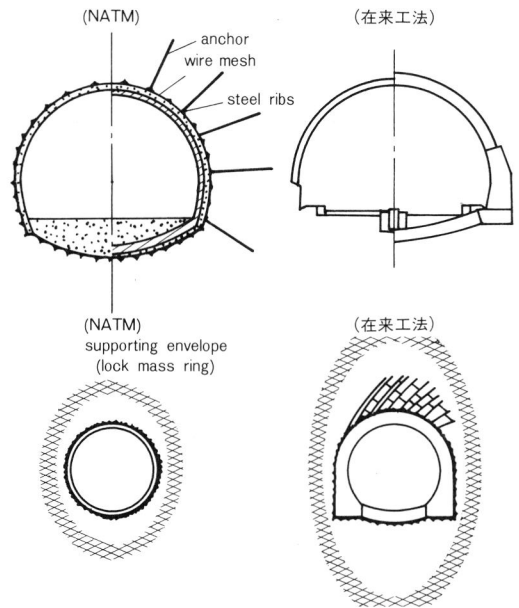


Fig.5 NATM工法と在来工法の概念比較
Conceptual comparison between NATM and conventional methods

都市トンネルのような地質や施工条件のきびしいところでは十分な信頼が置き難かったことも、理由となろう。すなわち、矢板をラッキングとする鋼アーチ式支保工では軟弱な地山に対抗する力学的強度を得ることが困難なこと、地山と支保工覆工の間に避け難い空隙が生じ、土圧の増大や地山の変形、上部地盤の沈下などが大きくて、都市内の施工条件として許され難いものであったこと、が原因の最たるものであった。

最近のNATM工法によるトンネル施工の実績から見て、工法的な信頼感は著しく向上した。また、現実の都市トンネルの状況を見ると、地下鉄や上下水道、電力通信用洞道等に用途が拡大し、土被りの深さがトンネルの大きさに比べて十分大きいものがあること、また、施工地点の地質条件も、例えば東京の山手台地の下などのように、相当程度の強度の期待できるものが多数あることなどから、従来の都市トンネル工法にしがみついている必要は必ずしもない。否むしろ、NATMを利用した方がより安全で、しかも著しい経済性の期待できるケースが目立つようになった。

現実にも、成田新幹線では下総台地の直下で、数本のトンネルが安全かつ低廉に施工されている。また、横浜市営地下鉄工事でも用いられ、特に駅の大断面の施工に立派な実績を挙げている。さらに、仙

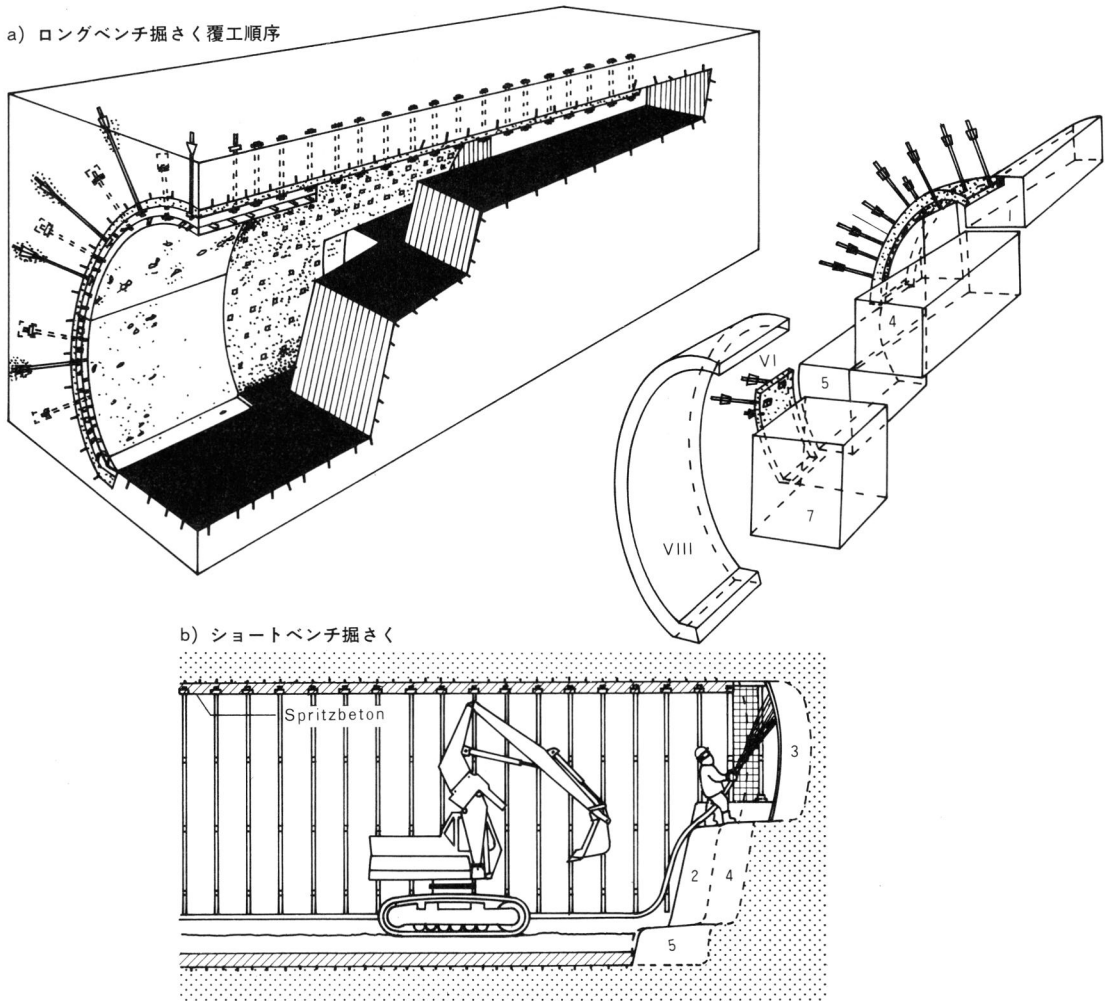


Fig. 6 NATMによるトンネル施工

Tunnel construction by NATM

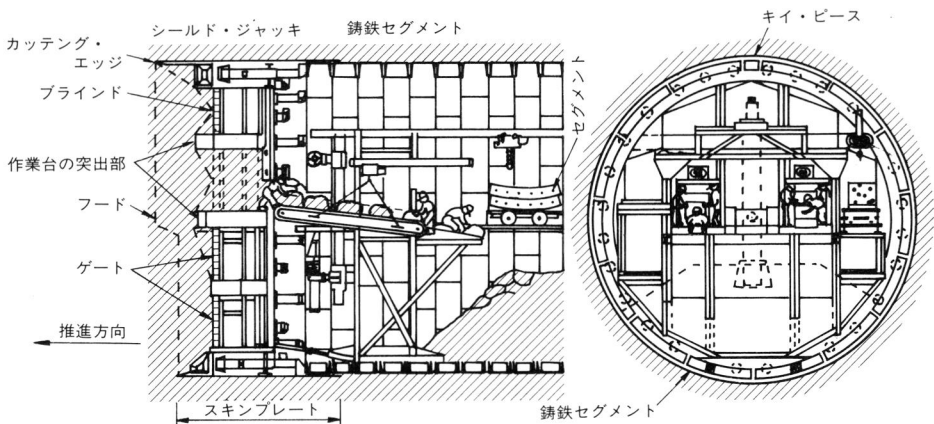


Fig. 7 シールド工法の一例 (ブラインドシールド)

An example of shield construction method

台地下鉄においては、その北半分は NATM による山岳工法で工事中である。最近では、電力ケーブル用トンネルが、世田谷区内の市街地道路下、関東ローマ層下部という従来ならば山岳トンネル工法の適用など考えられなかった地質の中を立派に完成している。

このような状況から、NATM は都市トンネルの領域に進出し始めており、今後ますます、その有効

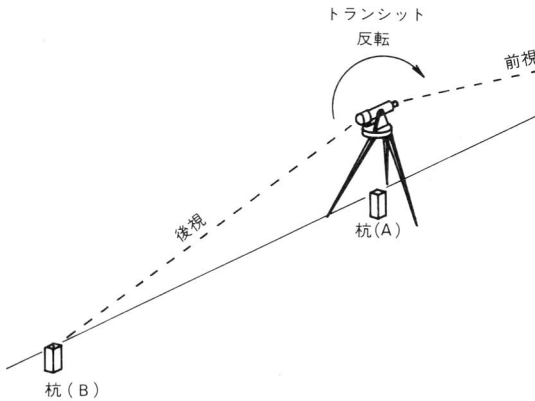


Fig. 8 センター測量概念図
Schematic diagram of center surveying

性を発揮してみせる機会が増えるものと考えられる。

6. トンネルは両方から掘って、なぜうまく出会うのか

この問いの答えは、トンネル測量にある。鉄道の場合も道路の場合でも、トンネルはもともとそれら全路線の一部をなすものであるから、一般の路線測量と同じ測量によって、その骨格は決まるが、トンネル施工の段階になると、地形上施工上の特殊性から、トンネル特有の測量が必要になる。すなわち、地上での測線（中心線と勾配）を地中のトンネル内で復元することになるのである。具体的に理解していただくため、多少くどくなるが測量の初歩を Fig. 8により説明することとした。

まず、地上に一直線を出すにはどうすればよいか。

地上の一点に杭 (A) を打ち、その上面に釘で中心を示す。次にこの釘の直上にトランシットという測量機械を据える。トランシットは Fig. 9 のような構造で、ひと口でいうのはむずかしいが、光軸に直角な水平回転軸をもつ測量用望遠鏡（従って望遠鏡は縦方向に回ることができる。すなわち前方を覗いた後反転すれば、正確に180° 後方を覗く、つまり視準することができる）が主体となっている。この望遠鏡はその水平軸の支柱ごと水平分度盤の上に乗っていて、水平分度盤はその中心の垂直軸周りを360°

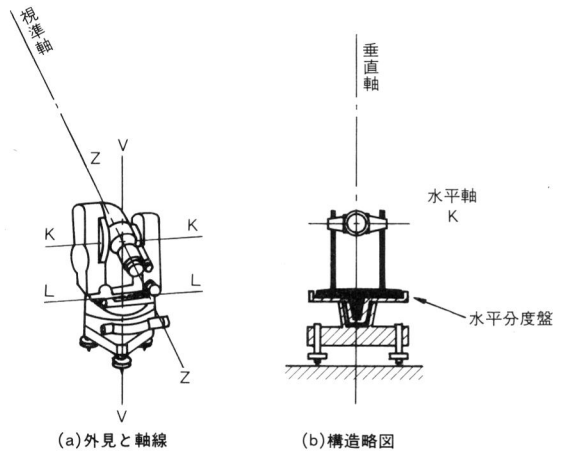


Fig. 9 トランシット
Transit

施回し、角度を読むこともできる構造のものである。

このトランシットを水平垂直正しく据えたうえで、後方の B 点（この点も杭上の釘）を視準し、水平分度盤をクランプ（止め）し、その後望遠鏡のみを水平軸周りに縦に反転して前方の点 (C) を決める（杭の上に、望遠鏡の十字線に合う位置に合わせて釘を打ち込む）。こうすれば、始めの杭 (A)、その後方 (B) と前方 (C) の杭の釘 3 本は正確に 1 直線上に並ぶことになる。トランシットを次に前方の (C) 杭の釘の直上に移し、(A) 点を視準後望遠鏡を反転して、新たな点 (D) を求めれば、(D) も前記(B)(A)(C) を連ねる点線上に乗ることになる。実際には、誤差を消去して精度を高めるため、もっと複雑な操作が必要であるが、原理としては上述の操作を反覆すれば、直線を延長して行くことが出来る。

円曲線を作る場合は、杭を一定間隔（例えば20m

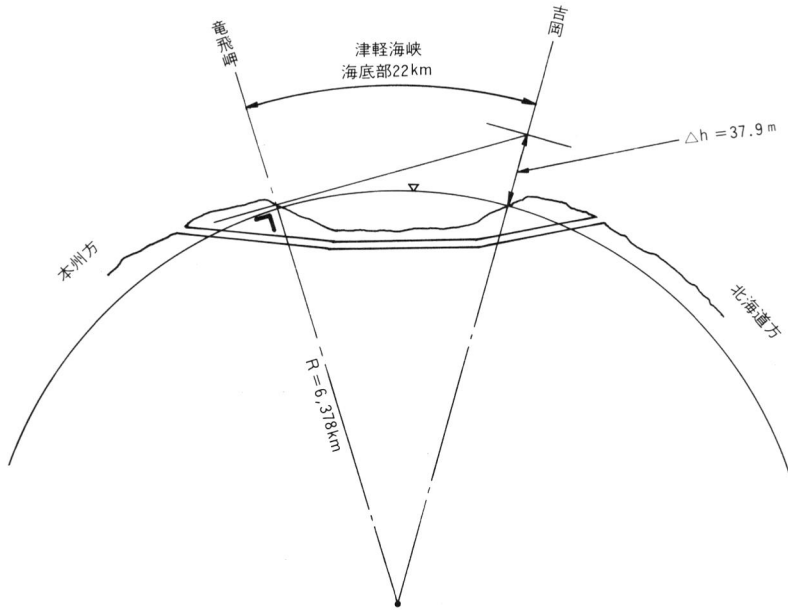


Fig. 10 地球的規模のトンネルの測量 (青函トンネル)
Tunnel surveying on global scale

毎)とし、望遠鏡の反転による180°でなく、曲線半径によって決まる偏角分だけ水平分度盤の目盛を用いて右あるいは左に振って点を決めてゆけばよい。

このようにして地上で得られる直線または曲線によるルートは、地形が単純でトンネル延長も長くない時は、トンネル直上の地表に出口、入口とも現示される。樹木のある時はこれを伐採してセンターを通す作業となる。

トンネル掘さくにとって、上記事前のセンター測量の際の坑口の外方2〜3本の杭を、方向を出す基準杭として確保し、これから地上に行ったと同様のトランシット測量によって、トンネル内に測線を振り込んで行けば、トンネル掘進に伴い地上の測線はトンネル内に再現でき、終局的には出口、入口両方から掘ったトンネルは正確に出会うことになる。

原理的には上記の通りであるが、実際の長大トンネル、特に立坑や斜坑のあるトンネルでの測量を精度よく行うことは大変な労力と、統計学的な誤差の消去のための反覆とが必要である。また、長大トンネルでは直接ルート直上が歩けないので、三角点を設けて行う三角測量と、これからの計算によって各点の位置を決定して行くことが行われる。

六甲トンネルや新幹線関門トンネル、あるいは大清水トンネルでもそうであったが、特に延長54km、海底部だけでも22kmに及ぶ青函トンネルにおける測量となると、地球の丸さや大気密度差などの地

球物理学的要素も入れた測量でないと、トンネルは永久に出会うことができなくなる。

例えば、青函トンネル本州側の竜飛岬に、普通の高低測量水準測量に用いる気泡管による「レベル」(水準儀)を据えて、22km離れた北海道方吉岡を視準すると、Fig. 10のような関係となり、視準線は吉岡方の上空約38mの高い所を見ていることになる。これは1例にすぎないが、このような長大トンネルは正に地球的規模のトンネルであるといえよう。

昨昭和58年1月27日、青函トンネルでは、本坑に先進して地質や湧水を現認し、これに対する施工法を確立するための先進導坑が、永田町の首相官邸からの中曽根総理大臣の押されるハッパボタンによる最終爆破によって貫通した。これによって、人々がかつて誰も通ったことのない地中を通り、新たに陸路で結ばれた本州と北海道の間を、歩いて通れるようになったのである。この時の先進導坑同士の貫通誤差は、左右で646mm、高低で196mm、距離では19mm、と極めて小さかった。この結果、本州・北海道間で、従来水準点の基準に差があることがはじめて判るという副産物があつた。

トンネル屋としての喜びは、全工事が完成して初列車なり初自動車なりの通行の時にもあるが、仕事師としての真の喜びはこの導坑貫通の時にある。まして、それが永年の労苦に報い、思った通りの正確さで貫通した時は、なお大きいものがあるのである。