

第2章 トンネルの線形、勾配、内空断面の設計

第20条 トンネルの線形

(1) トンネルの線形の設計にあたっては、なるべく直線、あるいは大半径の曲線を用い、坑口および経過地点の地質が良好なところを選定し、なお施工上の便宜も考慮しなければならない。

(2) トンネルを2本以上併設し、または他の構造物に接近してトンネルを設置するにあたっては、相互間の影響について特に注意しなければならない。

【解説】(1)について トンネルの線形は、使用目的および施工の面から得る限り直線とする。やむを得ず曲線を入れる場合でも、比較的大きな半径を採用しなければならない。

道路および鉄道トンネルでは、トンネル内の曲線半径はトンネル外の路線の規格より、より高い規格を用いるのが望ましい。

トンネルの路線は、経過地点の地質が良好で、湧水や断層の少ないと推定されるところを選定する。特に、坑口および土かぶりの小さなところでは、トンネルに偏圧などが作用することが多いので、地質などの詳細な調査に基づいて、万全を期さなければならない。また、トンネルの線形は、坑口の位置および横坑、斜坑、立て坑が必要な時はそれらの位置、工事用設備の配置など施工上の便宜も考慮して定める必要がある。

(2)について 2本以上のトンネルを隣接して掘削する場合、または他の構造物に接近してトンネルを掘削する場合には、トンネルの断面形状、寸法および施工法、施工時期について十分検討したうえで、相互の間隔を定める必要がある。

併設トンネルの中心間隔については、地山が完全弾性体と考えられる場合には掘削幅の2倍、粘土などの軟弱な地山中でも5倍とすれば、ほとんど影響がないと報告されている（日本鉄道技術協会：双設ずい道の離隔距離に関する研究報告書、昭和34、35、36年参照）。したがって、地質条件などを十分検討のうえ、間隔を定めなければならない。

トンネルに接近して構造物がある場合にも、トンネル掘削による地表の変化、基礎の沈下、振動および湧水量の変化などの影響について、あらかじめ検討しておかなければならぬ。

第 21 条 トンネルの勾配

(1) 道路、鉄道などのトンネルでは、湧水の自然流下による排水をさまたげない限り、なるべくゆるい勾配を採用しなければならない。

湧水を自然流下させるには、3~5% 程度の勾配を設けるのが望ましい。

(2) 水路トンネルでは、通水量、通水断面積、流速などの相互関係を考えて勾配を設計しなければならない。

【解説】(1)について 道路、鉄道などのトンネルの勾配は、努めてゆるいものとするのが原則である。トンネル完成後の漏水を良好なコンクリート造の排水溝などによって自然流下させるには通常 1% 以上の勾配があればよいが、施工中に湧水を素掘りの側溝などで自然流下させるためには、少なくとも 3~5% 程度の勾配が必要である。また、施工中のずり出しや材料運搬などのためには、急勾配は能率の低下をきたし、20% 程度以上の勾配ではその影響が大きい。道路トンネルでは、通行車両の排気ガスを極力少なくする点から、勾配は努めてゆるくする必要がある。

結局、道路、鉄道などのトンネルの勾配は、使用の目的、地質、土かぶりなどを考えて、3~20% の間でなるべくゆるい勾配を採用することが望ましい。

(2)について 水路トンネルの勾配は、目的に応じた通水量、通水断面積、流速などより定める。勾配を急にすれば、流速が早くなつて通水断面積が小さくなるので、一見経済上有利であると思われるが、水頭損失の増大と施工の困難をきたすので、必ずしも有利ではない。したがって、水路トンネルにおいては、数種の勾配についてそれぞれ対応する断面を考え、これらを比較検討して勾配を定めるのが通例である。

第 22 条 トンネルの内空断面

トンネルの内空断面は、用途に応じて所要の建築限界または断面積を包含し、土圧ならびに施工法を考慮して、その大きさと形を決めなければならぬ。

【解説】 道路、鉄道などのトンネルでは、その建築限界を包含し、水路トンネルについては、通水量から定まる所要の内空断面積を有しなければならない。その他、必要に応じて、換気、排水などのための断面をも包含させる。

トンネル断面は、土圧に対して経済的に対応し得るもののがよく、通常、3 心あるいは 5

心円から成る馬蹄形が用いられる。地質が特に不良なところでは、インバートを付して閉塞断面とするほか、円形などの断面を考える必要がある。

断面が大きくなると土圧も大きくなつて、地質不良の場合などには施工が著しく困難となる。したがつて、鉄道トンネルの場合を例にとれば、地質の不良な場合複線型断面にかえて単線型断面のトンネル2本を併設するなど、トンネルの本数延長などを増加しても断面を小さいものとする方が、施工も容易で経済的な場合もあるので、計画に際しては地質、その他の条件を考え、比較検討のうえ決定しなければならない。また、著しく小さい断面は、施工能率の低下や作業環境の劣化をきたしやすく、また非常時の対策がとりにくいで、普通の場合には幅員、高さとも2m程度以上とすることが望ましい。また上下水道トンネルなどでは、将来の使用量増大を見越して断面に余裕を見込んで計画しておくことが有利な場合もある。

第3章 荷 重

第23条 総 則

トンネルの覆工または支保工にかかる荷重として、土圧、水圧、地震、その他を、一般に認められている資料をもとにして考慮しなければならない。

【解説】 トンネルの覆工または支保工にかかる荷重の大きさやその作用状態は、今日では未だ十分に明らかにされていないのが実情である。今後これらの点の研究が大いに進められなければならないが、当面は施工の実例実績や実験研究結果などのうちから信頼するに足ると認められる資料をもととするよう示したものである。

荷重としては、外側からかかる土圧が主であるが、そのほかにも水圧や地震荷重などを必要に応じて考慮しなければならない。水路トンネル、特に圧力トンネルにおいては、内側から作用する水圧（静および動水圧）を考慮しておかねばならない。

第24条 土 圧

(1) 支保工に作用する土圧の大きさは、地質、施工法などを考慮して、責任技術者がこれを判定しなければならない。

特別の場合を除き、土圧があると推定される場合は、土荷重として表-1の値を用いてよい。