

第3編 設 計

第1章 総 則

第18条 設計の基本

トンネルは、使用目的に適合するよう、その線形、勾配、内空断面ならびに荷重に十分耐える支保工、覆工、裏込めなどを設計しなければならない。

第19条 設計の変更

責任技術者は、工事施工中、当初の設計が現場の条件に適合しないことを認めた時は、遅滞なく設計の変更を行わなければならない。

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。

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ざまに限り、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。

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ない。

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。

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 の値を用いてもよい。

表 1 土 荷 重 の 高 さ

内 空 断 面 の 幅	土圧があると推定される 場合	土圧が大きいと推定される 場合
2 m	1.0 m	2.0 m
5 m	2.5 m	5.0 m
10 m	3.0 m	6.0 m

注：この表は幅 5 m については全断面、幅 10 m については上部半断面の施工例から推定したものである。

(2) 覆工に作用する土圧の大きさは、支保工にかかる土圧などにより、責任技術者がこれを判定しなければならない。

第 25 条 偏 圧

地形，地質，その他からトンネルに対して偏圧が働らく恐れのある場合は，偏圧の状態と，これに対抗するための処置について特に考慮を払わなければならない。

第 4 章 巻厚線，支払線

第 26 条 巻 厚 線

(1) 設計にあたっては，覆工として強度上必要な覆工の厚さを考えて設計巻厚線として示すものとする。

この線より内側には鋼製支保工の鋼材は入ってもよいが，木材などは入れてはならない。

また，地山の部分的な突出は，これが堅硬でかつ将来とも覆工に悪影響をおよぼす恐れのない場合に限り，設計巻厚線内に入ることを認めてよい。

(2) 必要ある場合は，最小巻厚線を示すものとする。この線より内側には鋼材や地山などを入れてはならない。

第 27 条 支 払 線

必要ある場合は，巻厚線のほかに掘削および覆工の支払線を定めるものとする。

第 5 章 支保工の設計

第 1 節 総 則

第 28 条 支保工の選定

(1) 支保工は，地質，掘削方式，覆工方法を考慮して，作業上の安

全と経済性が得られるように、慎重にこれを設計しなければならない。

(2) 特に岩質が良好で安全な場合は、支保工を省略し得ることもあるが、このように見える場合でも肌落ちなどの危険防止を考えて、つとめて適当な支保工やルーフ ボルトなどを設計することが望ましい。

第 29 条 支保工設計の基本

支保工は、必要な強度と建込み間隔を有し、沈下、変状、転倒、ねじれなどを起さないように、これを設計しなければならない。

第 2 節 鋼アーチ支保工

第 30 条 鋼アーチ支保工

鋼アーチ支保工は、掘削作業にともない、あるいは掘削後なるべく早く建込みができ、覆工完了までの間荷重を安全に支えるものでなければならない。また、鋼アーチ支保工は、コンクリート覆工の中に埋込むものとする。

第 31 条 支保工の形状寸法

鋼アーチ支保工は、地質および施工法との関連を考えて、その形状や寸法を決定しなければならない。また、なるべく継手が少なく、かつ想定される外力その他の諸条件に対して有利な形を有し、施工上の便宜を備えたものでなければならない。

第 32 条 支保工の材質

鋼アーチ支保工に用いる鋼材は、伸び率が大きく、かつ曲げや溶接などの加工性のよいものが望ましく、普通には、JIS G 3101 に規定する SS 41 が適当である。

第 33 条 支保工の断面と建込み間隔

(1) 鋼アーチ支保工用鋼材の断面は、覆工の厚さ、コンクリートの最小かぶり、施工法などを考えて、適当なものを選ばなければならない。

また、単独に用いた場合でも十分な剛性を有し、バックリング、ねじれおよび局部的荷重による変形などを起しにくいものでなければならない。

(2) 鋼アーチ支保工の建込みの間隔は、120 cm 以下を標準とし、最大でも 150 cm 以下としなければならない。

(3) 鋼アーチ支保工の形状、寸法および建込み間隔は、責任技術者がこれを定めなければならない。

第 24 条 表 1 に示す土荷重を用いた場合は、表 2 の値を用いてもよい。

表 2 鋼アーチ支保工の量

内空断面の幅 種類	地圧の大きさ		28 条(2)に規定する場合		土圧があると推定される場合		土圧が大きいと推定される場合	
	形状寸法	間隔	形状寸法	間隔	形状寸法	間隔		
5 m	H-100×100 (17 kg/m)	1.5 m	H-125×125 (24 kg/m)	1.2 m	H-150×150 (32 kg/m)	1.0 m		
10 m	H-150×150 (32 kg/m)	1.5 m	H-200×200 (50 kg/m)	1.0 m	H-250×250 (72 kg/m)	1.0 m		

注：この表は、幅 5 m については全断面、幅 10 m については上部半断面用の鋼アーチ支保工の試験結果をもとに、安全率を約 2 として定めたものである。

第 34 条 く さ び

鋼アーチ支保工のアーチ作用に必要な支保工と地山との間のくさびは、設計として明示し、確実に作用するようにしなければならない。

第 35 条 継 手

鋼アーチ支保工の部材相互の継手は、つなぎ板、継目板、ボルトなどにより、構造上の作用に適し、かつ強固に連結するよう、これを設計しなければならない。

第 36 条 底板，皿板，ウォール プレート

鋼アーチ支保工は、荷重による沈下を防止するため、部材下端に底板を取付け、必要に応じ皿板あるいはウォール プレートをを用いるなどして、十分な支持力を持つようにしなければならない。

第 37 条 つ な ぎ

鋼アーチ支保工相互間は、つなぎボルト、内ばりなどによって強固に連結しなければならない。

第 38 条 矢 板

鋼アーチ支保工の外周には、周囲の岩石、土砂をおさえるため、地質、その他の条件に応じて、矢板、矢木、ライナー プレートなどを設計しなければならない。

第 39 条 や ら ず

鋼アーチ支保工施工区間が短小な場合や、縦方向に荷重のかかる恐れのある場合は、やらずなどにより転倒防止をはからなければならない。

第 3 節 木製支柱式支保工

第 40 条 木製支柱式支保工

木製支柱式支保工は、掘削作業にともない容易に建込みができ、覆工完了までの間荷重を安全に支えるものでなければならない。

木製支柱式支保工は、覆工を施工する際には木外しをするのが通常であるから、その際にも安全であるよう考慮しなければならない。

第 41 条 木製支柱式支保工の形状，寸法，建込み間隔

木製支柱式支保工は、地質、掘削方式、覆工の厚さなどを考えて、一般に認められている資料に基づき、その形状、寸法、建込み間隔を決定しなければならない。

第 42 条 木材の材質

木製支柱式支保工に用いる丸太材は、皮はぎ生松丸太とし、われや、著しい節がなく、なるべく真直ぐなものでなければならない。

第 43 条 木製支柱式支保工設計にあたっての注意

(1) 木製支柱式支保工の設計にあたっては、各部材が有効に働らき、かつ素材の強度をなるべく害しないで加工組立てできるように考慮しなければならない。

(2) 木製支柱式支保工の設計にあたっては、沈下、転倒、ねじれなどを防止するため、つなぎばり、内ばり、やらず、鼻ばり、かすがい止め、皿板などについて十分考慮しなければならない。

第 44 条 標準図

木製支柱式支保工の形状、寸法、建込み間隔などは、標準図によって明示しなければならない。

第 6 章 覆工の設計

第 45 条 総 則

覆工はトンネルの目的に適合し、永く安全な使用に耐えるものでなければならない。

地質が堅硬で風化の恐れがなく、使用上支障のない場合は、覆工を省略したり、またはショット クリートなどによって覆工にかえることができる。

第 46 条 覆工に用いる材料

覆工に用いる材料は、トンネルの使用目的に適合したものを選定しなければならない。

第 47 条 覆工の形状

(1) 覆工の形状は、所要の内空断面を包含して、土圧に経済的に対抗す

るもので、アーチとして軸力が無理なく伝達され、曲げモーメントが極力少なくなるよう、急激なわん曲や隅角、凹凸をさけたものとしなければならない。

(2) 地質が良好な場合は、アーチと垂直な側壁を組合せ、不良となるにしがたい、側壁を曲げて馬てい形とし、さらにインバートを設け、いっそう土圧が強大な場合は円形断面とするのが望ましい。

(3) 外力が偏圧となる場合は、これに対抗するため、抱きコンクリート、その他の特殊な考慮を払わなければならない。

第 48 条 覆工の設計の厚さ

(1) 覆工の設計の厚さは、トンネルの幅のほか、地質、水圧、覆工材料、施工法などを考慮してこれを定めなければならない。

(2) 鋼アーチ支保工を用いたコンクリート覆工の設計の厚さは、特別の場合を除き、表 3 の値を標準として用いてよい。

表 3 コンクリート覆工の設計の厚さ

内 空 断 面 の 幅	コンクリート覆工の設計の厚さ
2 m	20 ～ 30 cm
5 m	30 ～ 50 cm
10 m	40 ～ 70 cm

(3) 地質が悪い場合、土かぶりが小さい場合、偏圧がある場合などでは、覆工の設計の厚さをいたずらに増加するよりも、むしろ第 7 章に規定する裏込め注入を十分に行なうか、またはコンクリートを鉄筋により補強することが望ましい。

第 49 条 水抜き管

湧水のある場合、覆工に水圧がかからないようにするためには、覆工に水抜き管を埋込むよう、あらかじめこれを設計しておかなければならない。

第7章 覆工背面への注入

第50条 注入の計画

アーチ背面と地山との間には空隙を生ずるので、地質の悪い場合、かぶりの薄い場合および水圧のかかる場合などでは、モルタルその他による注入をあらかじめ計画する必要がある。

第51条 注入の設計

注入の設計にあたっては、十分空隙が填充されるよう、注入材料、配合、注入孔の構造や配列などを定めなければならない。

第8章 その他の設計

第52条 坑 門

(1) 坑門は、坑口を防護し、変位沈下などを起さないよう、また美観も考慮して設計しなければならない。

(2) 坑門は、土留壁に準じて設計するものとする。

(3) 坑門の位置は、背後の地形、地質、基礎の支持力、接続する土留壁との関係などを考慮して、適切な位置を選定しなければならない。

第53条 防 水 工

トンネル内の漏水を防ぐためには、適当な防水工を設計しなければならない。

第54条 排 水 工

(1) トンネルの湧水は、停滞を生じることなく排出し得るよう、適当な排水工を設計しなければならない。

(2) 下水溝は、通水のため必要な断面と勾配を有しなければならない。
また、土砂の堆積などに対しても余裕のある通水能力を保ち、かつ清掃、点検などの便宜も考慮した設計としなければならない。

(3) トンネル内への湧水処理には、防水工のみでなく、湧水をあらかじめ覆工背面から排出し得るような排水管を設けるのが望ましい。

第 55 条 付 属 設 備

トンネルには、その使用目的に応じ、あるいは維持管理の便を考え、必要に応じ照明、換気などの設備、マンホールなどを設計しなければならない。