

第15章 トンネル工

主な関係図書

図 書 名	発行年月	発 行
道路トンネル技術基準(構造編)・同解説	H15.11	(社) 日本道路協会
道路トンネル技術基準(換気編)・同解説	H20.10	//
シールドトンネル設計・施工指針	H21.2	//
道路トンネル安全施設工技術指針	H8.10	//
道路トンネル観察・計測指針(平成21年度改訂版)	H21.2	//
道路トンネル非常施設設置基準・同解説(令和元年9月改訂版)	R1.9	(公社) 日本道路協会
道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(令和2年版)	R2.8	//
道路トンネル維持管理便覧【付属施設編】	H28.11	//
トンネル標準示方書(共通編)・同解説/(山岳工法編)・同解説	H28.8	(社) 土木学会
トンネル標準示方書(共通編)・同解説/(シールド工法編)・同解説	H28.8	//
トンネル標準示方書(共通編)・同解説/(開削工法編)・同解説	H28.8	//
設計要領 第三集	R2.7	東日本高速道路株式会社 中日本高速道路株式会社 西日本高速道路株式会社

15-1 概 説

本章は、道路トンネル建設に必要な一般的な考え方及び基準を上記関係図書から引用し示したものである。

トンネルの設計においては、画一的な判断を行う事が適当でない場合もあり、上記基準及びその解説の適用にあたっては、基準に述べられている主旨を十分理解し、総合的に検討するとともに、それに基づく適切な判断を行うものとする。

15-2 用語の定義

本基準における用語の定義は下記各号に定められたとおりとする。

- (1) 山岳トンネル工法：地山を掘削したのち、吹付けコンクリート・ロックボルト・鋼アーチ支保工・覆工等により地山を支持してトンネルを建設する工法をいう。
- (2) トンネルの付属施設：道路構造令第34条及び条例第37条に示されるトンネルに付属する換気施設、照明施設、非常用施設をいう。
- (3) 地山条件：トンネル及びその周辺地山の地形・地質及び湧水に関する条件をいう。
- (4) 地山分類：掘削の難易や土圧等の地山挙動を評価できるように、地山を種々の物性により類型化して区分したものをいう。
- (5) 支保構造：トンネルを安全に保つために設ける構造物をいい、構成する部材としては支保工・覆工等がある。

- (6) 支保工：支保構造部材のうち、一般に掘削時に地山を支持する吹付けコンクリート・ロックボルト・鋼アーチ支保工等をいう。
- (7) 覆工：支保構造部材のうち、支保工により地山を支持したのちに、別作業として施工するコンクリート等による内巻き部材をいう。
- (8) 掘削方式：掘削手段で分類しており、掘削方式には爆破掘削・機械掘削・人力掘削がある。
- (9) 掘削工法：掘削断面の分割方法によって決まる施工方法であり、全断面工法・上部半断面工法・導坑先進工法等がある。
- (10) 補助工法：トンネルの切羽及び天端等の安定のために、通常の設備・人員編成を大幅に変更することなく掘削のサイクルの中で施工する補助的な工法のことをいう。
- (11) 特殊工法：掘削が困難な地山の施工や構造物との近接施工のために、施工設備・人員編成等を新たに準備して行う工法のことをいう。
- (12) 設計交通容量：道路の計画水準に応じて、当該道路の可能交通容量より求められ、道路を設計する場合に用いる交通量をいう。
- (13) 設計時間交通量：道路設計の基本交通量、当該道路の計画目標年次時間当たり交通量。
- (14) 煤煙：換気対象物質の一つで、自動車が出すディーゼル黒煙等からなる浮遊粉塵をいう。
- (15) 設計濃度：換気施設の設計に用いる煤煙あるいは一酸化炭素の目標濃度をいう。
- (16) 所要換気量：換気の対象物質濃度を設計濃度まで希釈するために必要な新鮮空気量をいう。
- (17) 換気方式：トンネル換気を行う手段で分類したもので、縦流式換気、横流式換気等がある。

15-3 計 画

- (1) トンネルの計画にあたっては、社会性、経済性を考慮するとともに、トンネル部及び前後に接続する道路を含めて総合的に検討しなければならない。
- (2) トンネル構造の計画にあたっては、トンネル付属施設との関連を考慮しなければならない。

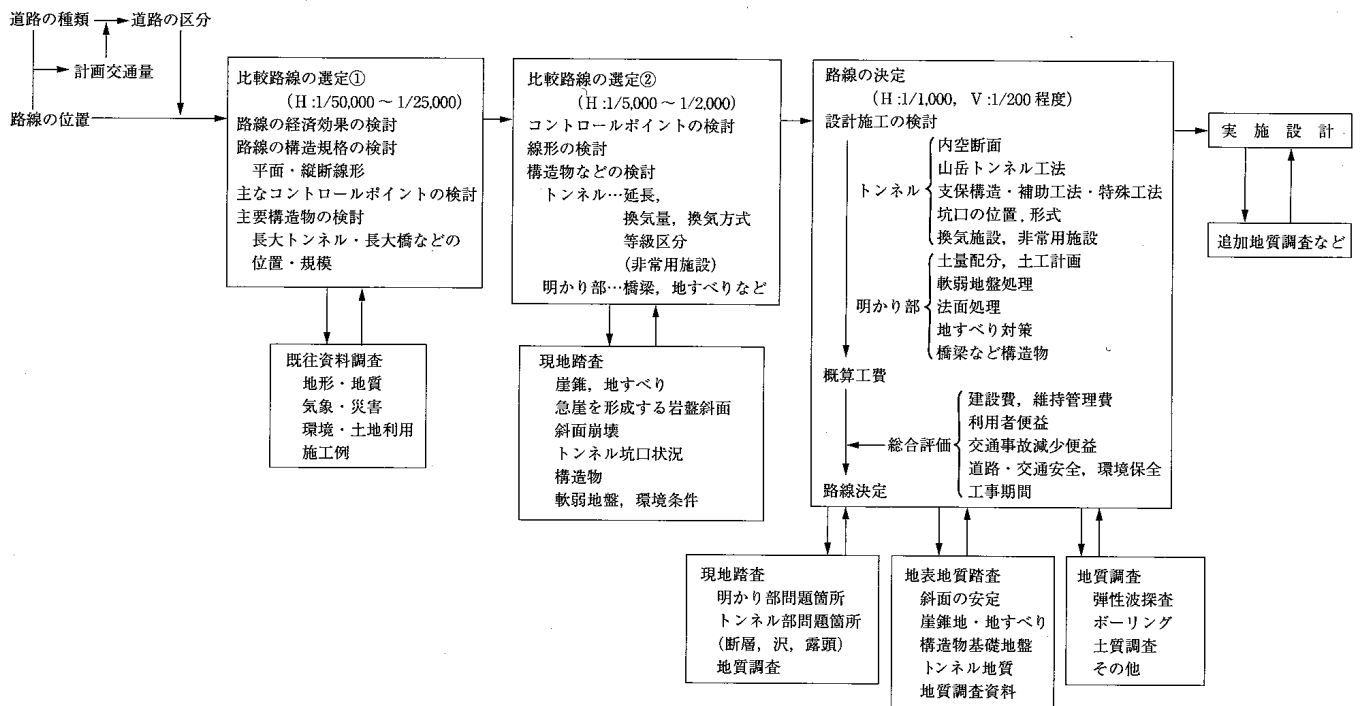


図 15-3-1 調査設計の流れ

出典：道路トンネル技術基準（構造編）・同解説 P7

15-4 調 査

15-4-1 調査一般

トンネルの建設にあたっては、安全で合理的な計画、設計、施工及び維持管理の基礎資料を得るため、トンネルの規模に応じて、建設の段階ごとに、系統的に地形、地質、環境等に関する調査を実施するものとする。

表 15-4-4-1 トンネル建設の段階と必要な調査

建設の各段階と作業概要		対応する必要な調査				着眼点
区分	時期	作業内容	区分	目的	内容	範囲
構想・計画段階	比較路線の検討からトンネル位置の決定まで	路線の線形、トンネルの位置、延長、施工の構造、建設費および比較検討を行う	路線選定のための調査	地形・地質、その環境などの条件に適合した構造の選定と概略計画の作成、施工法、建設費などを検討するための調査立案の調査	既往資料の収集検討、1/50,000～1/2,000地形図の作成、地形・地質調査、環境調査、その他一般に概略的な調査	比較道路ルートを含む広範囲
設計段階	トンネル位置の決定後、工事着工まで	トンネルの詳細な構造、施工法、設計計画、施工計画、環境保全対策および建設費を定める	設計・施工計画のための調査	地形・地質、その環境などの条件に適合した実設計・施工計画の作成および積算などに必要な基礎資料を得ること	1/1,000～1/500地形図の作成、地形・地質調査、環境調査、その他精密な地質調査、具体的な周辺対策を考慮した調査および工事関係諸施設などのための調査	トンネル建設の全般的な諸条件、特に坑口付近の斜面の安定、破砕帯などの弱層部や土被りの小さい箇所などの地山条件、地下水の状況、立坑などの施工場所の条件
施工段階	施工中	施工を実施するにともなう、支保構造などの環境設計、施工法、環境保全対策などの妥当性および設計変更の必要性を検討する	施工中の調査	施工中に生ずる問題点の予測および確認、施工管理、補償のための資料を得ること	地質調査、環境調査、測量、計測など (地質調査は坑内における調査が主、トンネル周辺の影響および対策の効果判定が主)	トンネル内および施工による影響を受ける範囲
施工終了後	施工後	トンネル坑内の点検、トンネル周辺の環境調査	施工後の調査	施工後、施工後に生じた問題点の確認、補償管理、維持のための資料を得ること	計測、点検、トンネル周辺の環境調査、その他	トンネル内および施工による影響を受ける範囲
						トンネルの建設上大きな支障となる地形・地質・環境・施工条件およびその他の支障物件 (地形・地質・環境などの諸条件の概略の把握、および問題の抽出)
						切羽の自立性、湧水の状況、当初設計条件と異なる地質などの状況、トンネルの内空変位や地表変位の状況、工事中の環境保全
						路面、覆工のひび割れ、トンネル内からの湧水および排水状況、大気汚染、騒音、周辺河川流量、井戸水位など

出典：道路トンネル技術基準（編纂）・同解説P17

15-4-2 既往資料の収集

トンネル調査の初期段階に、既往資料を収集し、対象地域の地形・地質などの概要や特徴を把握することにより、効果的な調査を実施することが必要である。

路線計画や調査計画の作成にあたっては、トンネル計画対象地域を中心として、広域・広範な既往資料を収集分析し、地形・地質および環境などの諸条件についてその概要の把握に努める必要がある。

15-4-3 地形図の作成

計画・設計の基礎となる地形図の作成は、その目的に応じて、必要な精度を確保できるような縮尺で行わなければならない。

15-4-4 地形・地質調査

地形・地質調査は、地形図、空中写真等の判読結果及び既存収集資料をもとに現地踏査、物理探査、ボーリング等を系統的に実施し、順次精度を高めるように行わなければならない。

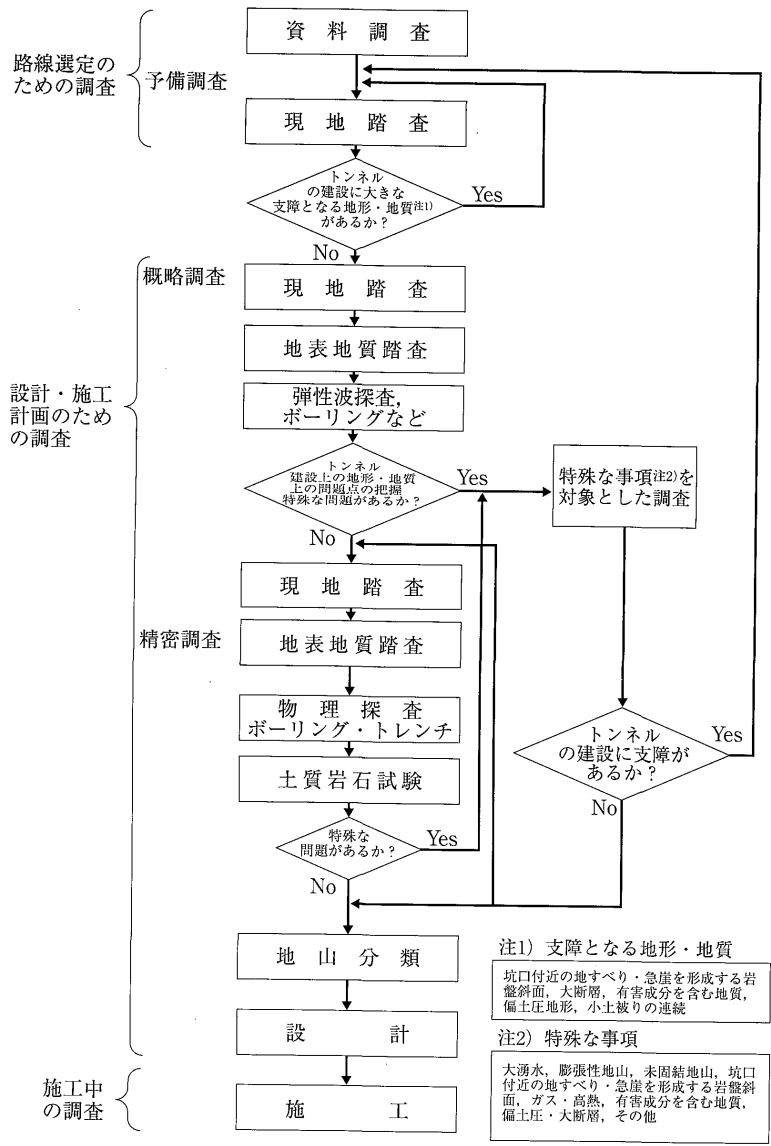


図 15-5-1 地形・地質調査の流れ

出典：道路トンネル技術基準（構造編）・同解説 P26

15-5 トンネル構造の設計と施工の流れ

トンネル構造の設計は、施工と密接な関連をもつものである。その設計にあたっては、地形・地質・水文などの地山条件、周辺環境・工事用道路・工事用設備・土捨場などの立地条件、延長・断面などのトンネルの規模および工期等の諸条件について総合的な検討を行い、安全かつ合理的な施工法を採用できるよう努めなければならない。

また、トンネル構造の設計すべき内容には、図 15-5-2 に示すように、線形・内空断面などの基本要素のように計画と密接な関係があり、必要とする条件が明確で一度決定すれば変更を行わないものと、支保構造のように地山条件・施工法などの影響を直接受け、所要の構造規格の線形・勾配・内空断面を確保するために必要に応じて変更せざるをえないものがある。

トンネルの最も大きな特徴は、他の構造物に比べて、計画・調査の段階から設計・施工・維持管理に至るまで、地形・地質などの地山条件に大きな影響を受けることである。したがって、設計の前提となる地形・地質調査資料の精度は十分高いものが要求されるが、トンネル掘削前に、計画トンネルの全延長にわたって設計を確定できるような高精度の地質調査は、現在の技術及び調査の期間や経済性を考慮すると困難である。

また、掘削にともなう土圧が地山条件に応じて複雑で概念的にしか解明できず、また支保構造部材の設計法も確立していないため、一般に経験と実績による実用的な構造設計を行っている。したがって、吹付けコンクリート・ロックボルト・鋼アーチ支保工・覆工などの支保構造を事前設計の段階で子細にわたって決定するのは困難であり、標準的な設計を適用しているのが通常である。

このようなことから、通常、トンネルの掘削前に行う構造の適用区分までを含めた設計は、標準的な場合の目安を与えるものであり、施工にあたっては、地山状況に適合した設計となるよう、観察・計測結果等を用いて積極的に設計の変更を行い、工事の安全及び経済性を確保するよう努めることが重要である。当初設計にあたっては、主管課と協議のこと。

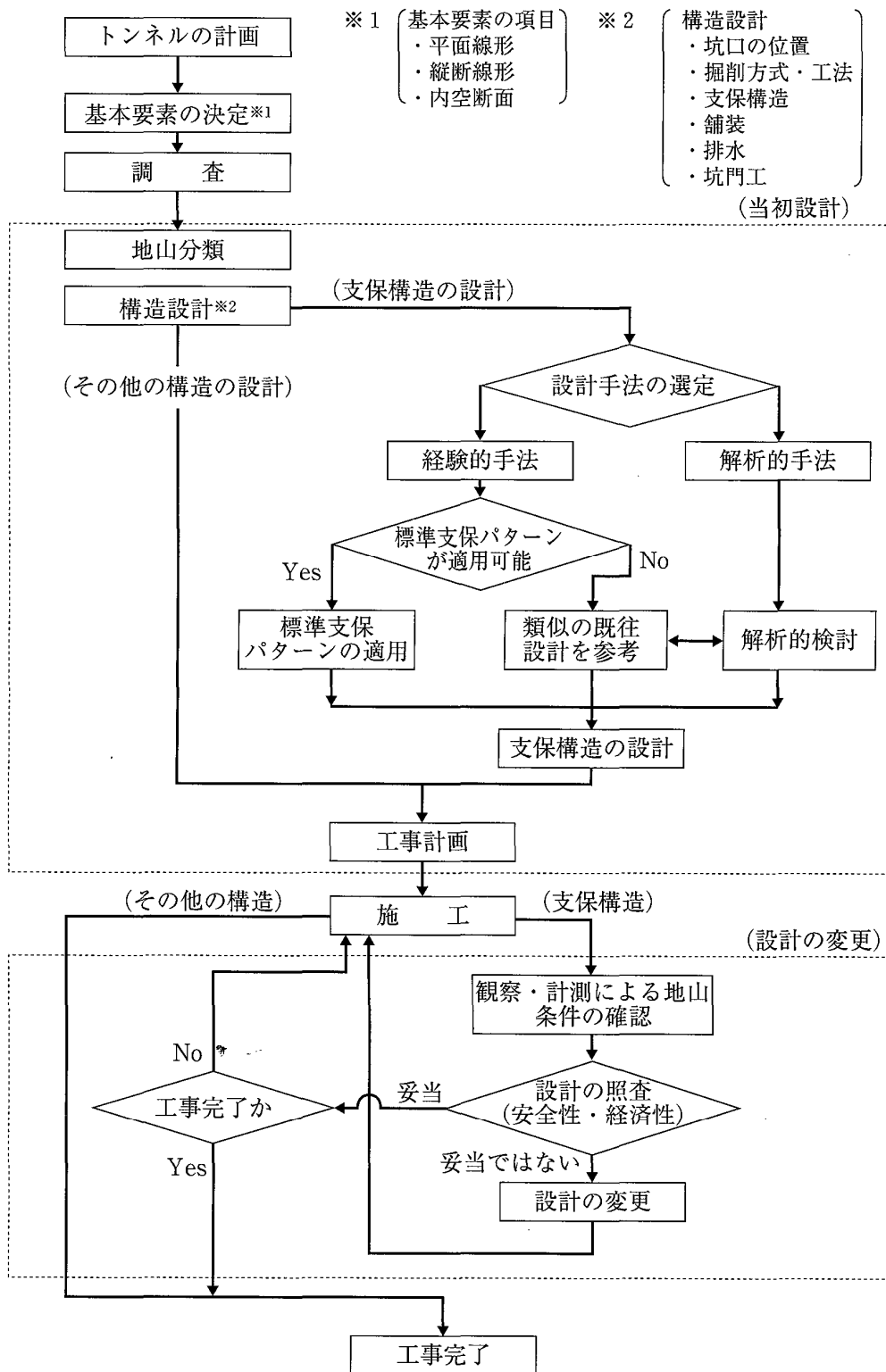


図 15-5-2 トンネル構造の設計と施工の流れ

出典：道路トンネル技術基準（構造編）・同解説 P75