

第 12 章 トンネル河川

第 1 節 基本事項	1
1. 断面および縦断勾配	1
1-1 断面	1
1-2 縦断勾配	1
2. 設計の基本	1
3. 設計の手順	3
第 2 節 構造 (標準)	4
1. 本体	4
2. 呑口部および流入施設	4
2-1 呑口部	4
2-2 流入施設	4
3. 吐口部および排水施設	5
3-1 吐口部	5
3-2 排水施設	5
4. 維持管理に対する施設	6
第 3 節 設計	7
1. 設計流量	7
2. 設計流速	7
3. 断面	7

第 12 章 トンネル河川

第 1 節 基本事項

トンネル構造による河川は、地形の状況、その他特別の理由によりやむを得ない場合に限り設けるものとし、ルートは、地形・地質条件、地上の利用条件、地下埋設物等の調査を行って決定するものとする。なお、線形は著しい屈曲を避けるよう定めるものとする。

また、特にやむを得ない場合を除き現状河道は確保するものとする。

出典：[第 1 節]
河川砂防技術基準
同解説 計画編 2.2
(H17.11)P135

トンネル構造による河川を導入したことによって、何らかの事態でトンネル構造による河川が使用不能になった場合においても、現状より不利になることがないよう、特にやむを得ない場合を除き現状河道は確保するものとする。

1. 断面および縦断勾配

トンネルの断面は、設計流量の流下に必要な断面積のほかに、原則として十分な空面積を確保するものとする。

さらに、トンネルの縦断勾配は、洪水処理機能の確保、水理的な安定性、維持管理上の観点から適切な勾配を決めるものとする。

出典：[1.]
河川砂防技術基準
同解説 計画編 2.22
(H17.11)P136

1-1 断面

開水路方式のトンネルの場合は、流木、浮遊ゴミ等の流下による疎通障害や高速水流が流れると空気圧が低下する。このため、十分空気が補給でき、空気流の流過ができるように設計流量の流過に必要な断面積の 15% 程度を下回らない値を標準として空面積を確保する必要がある。

1-2 縦断勾配

トンネル本体の縦断勾配が適当でない場合には、緩勾配の区間で堆積の生じる恐れがある。したがって、全区間にわたり掃流力のバランスを考慮して縦断勾配を設定する必要がある。

2. 設計の基本

トンネル構造による河川は、設計流量の流水の作用に対して安全であり、付近の河岸および河川管理施設等の構造に著しい支障を及ぼさず、ならびにトンネル構造による河川に接続する河床および高水敷の洗掘の防止について適切に配慮された構造となるよう設計するものとする。

出典：[2.]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.1 (H9.10)P114, 115

トンネル構造による河川は、水系の河川改修計画に基づき計画され、河川流量の一部または全量を流下、もしくは河川流量を低減させる目的で設置されるトンネル構造の河川である。なお、本便覧ではトンネル構造による河川のうち、流入施設もしくは排水施設を有するものを地下河川といい、それ以外をトンネル河川という。

トンネル本体の設計にあたっては、できるだけ自由水面をもった断面とし、やむをえず圧力トンネルとする場合は、水理実験等による検討を行う必要がある。

また、騒音、振動、悪臭等周辺地域の生活環境、あるいは接続する河川の自然環境に配慮することも重要である。なお、ここに特記するものを除き、「トンネル標準示方書・同解説」等を参考にして設計する。

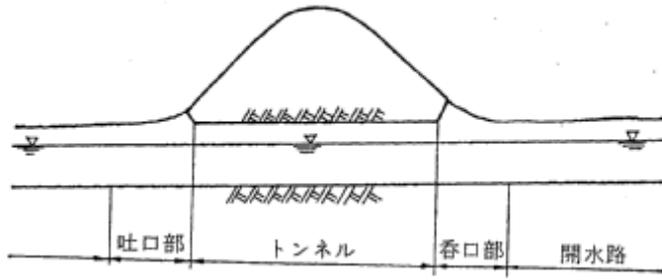


図 1-2-1 トンネル河川の各部の名称

出典:[図 1-2-1]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.1 図 1-69
(H9.10)P115

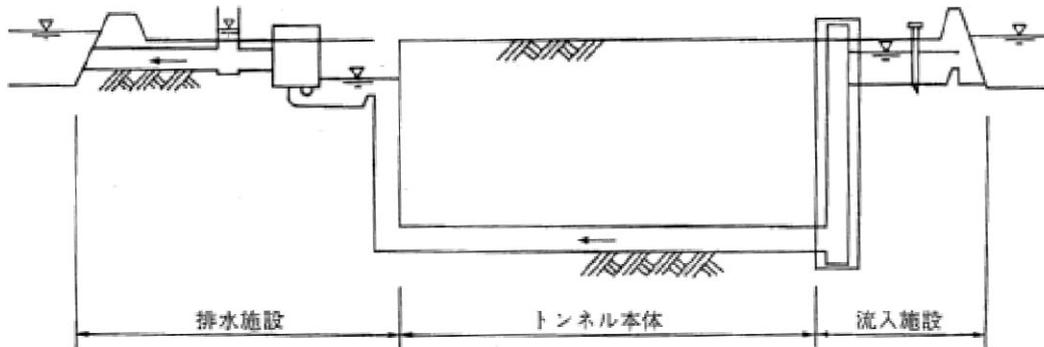


図 1-2-2 地下河川の各部の名称

出典:[図 1-2-2]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.1 図 1-70
(H9.10)P115

3. 設計の手順

トンネル河川の設計の手順は、図 1-3-1 に示すとおりである。

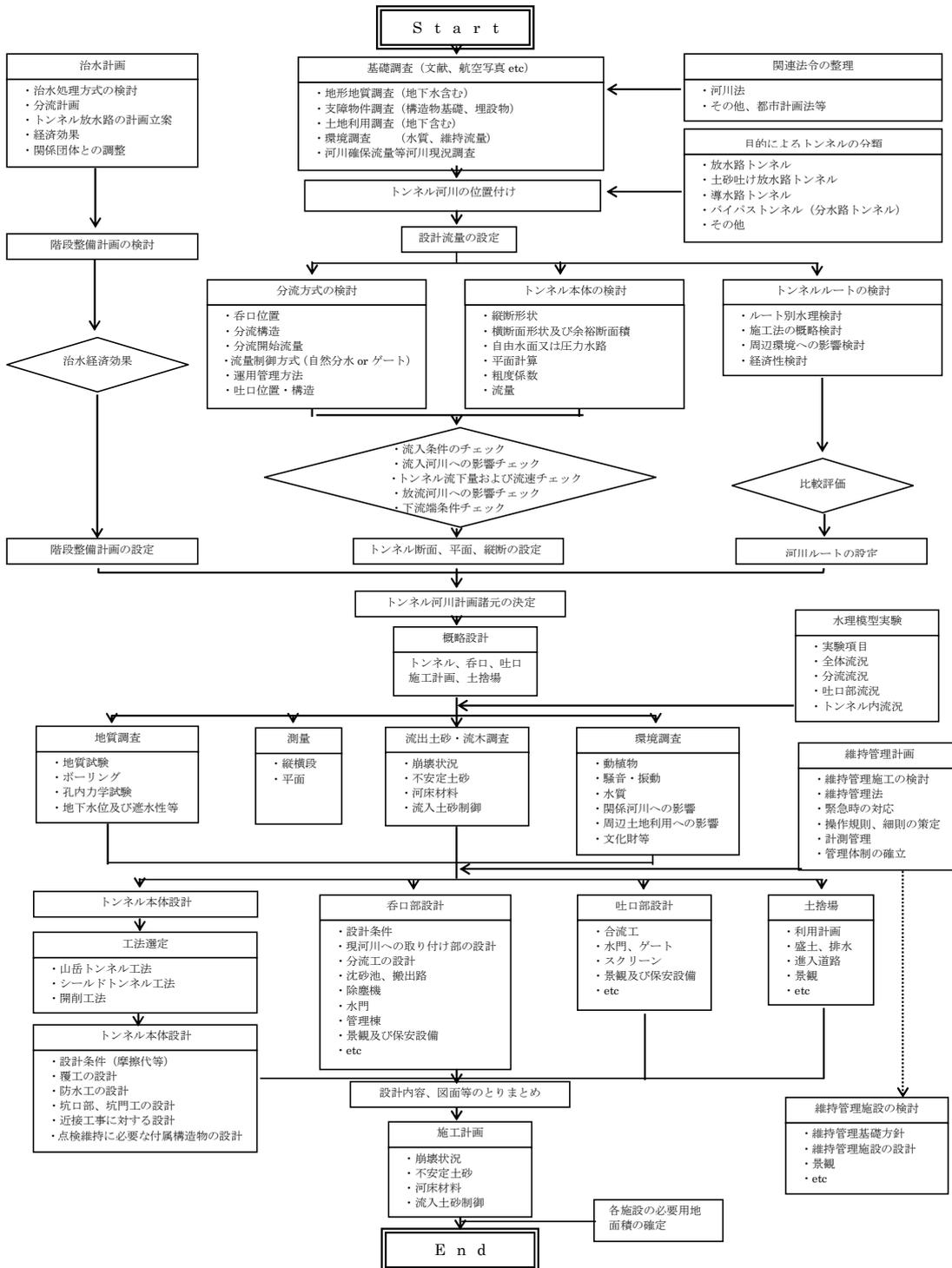


図 1-3-1 設計の手順

第2節 構造（標準）

1. 本体

トンネルの本体は、全断面コンクリート・ライニングその他これに類するものとし、流出土砂による摩耗に対して安全な構造とするものとする。

トンネル本体の内側は全断面コンクリート・ライニングもしくはこれに類する構造とし、流水、土砂等による摩耗のため、構造上の安全性が低下することのないようコンクリートの厚さを厚くする、表面を対摩耗性の材質のものにする等の摩耗対策を実施するものとする。

出典：
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
第1章 10.2.1
(H9.10)P115, 116

2. 呑口部および流入施設

2-1 呑口部

トンネル河川の呑口部は、流水が平滑に流入できる形状とするものとし、流送土砂、流木等による閉塞を防ぐための適切な対策を行うものとする。

また、トンネル河川の呑口部に接続する河道には、必要な範囲に護岸および護床工を設けるものとする。

トンネル河川は、流送土砂、流木等による閉塞が最も危険なので、河状に応じて適切な防除対策を行う必要がある。流送土砂量の多い河川では、適当な沈砂池を設けることを検討する。また、流木等に対しては、必要に応じ防除スクリーン、除塵機、防除パイル等を用いるものとする。

呑口部は、形状等が急変する所であり、他区間に比べて乱れが大きくなるので、トンネル本体を保護するため、護床工および取付護岸を設けるものとする。

出典：[2-1]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.2.2.1 (H9.10)P116

2-2 流入施設

地下河川の流入施設は、流水が平滑に流入できる形状とするものとする。流入施設には、河状に応じて、流送土砂、流木等に対して適当な防除対策を行うものとする。

さらに、圧力管方式の場合には、空気混入量を極力減ずる形状とするものとする。

地下河川の流入施設の形状は、中小洪水時でも流水が平滑に流入し、異常出水時にも地下河川全体の安全性が確保できるようにする必要がある。

地下河川は流送土砂、流木等による閉塞が最も危険なので河状に応じて適当な防除対策を行うことが重要である。流送土砂量の大きい河川や、流送土砂の粒径の粗い河川では、適当な沈砂池を設ける必要がある。

また、流木類の流出の恐れのある河川では、流木類に対する除去スクリーン等を設ける必要がある。

出典：[2-2]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.2.2.2 (H9.10)P116

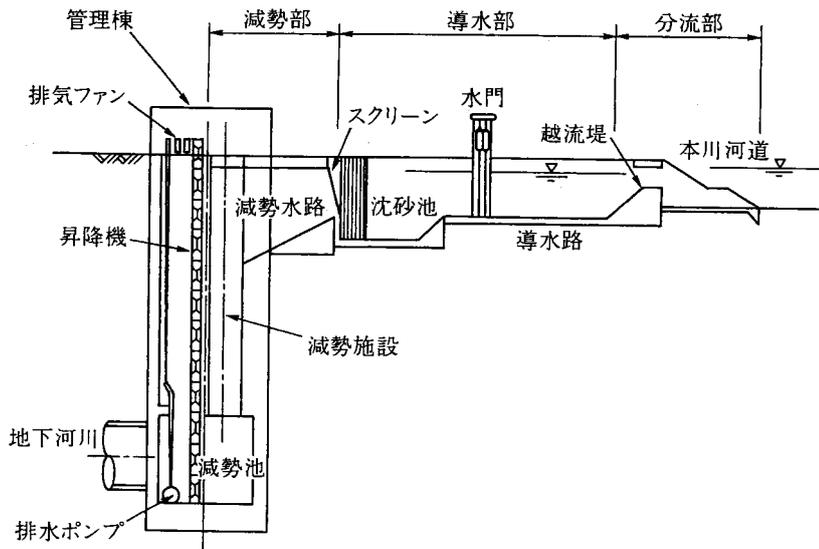


図 2-2-1 流入施設の例

圧力管方式の場合は、トンネル本体に取り込まれた空気に起因する圧力変動、水頭損失等の現象が発生するため、模型実験等により混入状況を把握し、流入施設の適切な形状を検討する必要があります。

出典：[図 2-2-1]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.2.2.2 図 1-71
(H9.10)P117

出典：[2-2]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.2.2.2 (H9.10)P117

3. 吐口部および排水施設

3-1 吐口部

トンネル河川の吐口部は、流水が平滑に流出できる形状とするものとする。
トンネル河川の吐口部に接続する河道には、必要な範囲に護岸および護床工を設けるものとする。

出典：[3-1]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.2.3.1 (H9.10)P117

トンネル河川からの流水が、付近の河道および河川構造物に著しい支障を与える恐れのある場合には、適切な減勢工を検討するものとする。

3-2 排水施設

地下河川の排水施設の設計にあたっては、吸水槽規模、ポンプ規模、サージング現象等地下河川全体に与える影響とともに、排水域に与える影響を十分に考慮するものとする。

出典：[3-2]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.2.3.2 (H9.10)P117

排水施設を通しての流水の放流先が海域の場合には、水面利用や吐出部の閉塞等について、また、放流先が河川の場合には、合流により河床や河川構造物等に支障がないように配慮する必要がある。

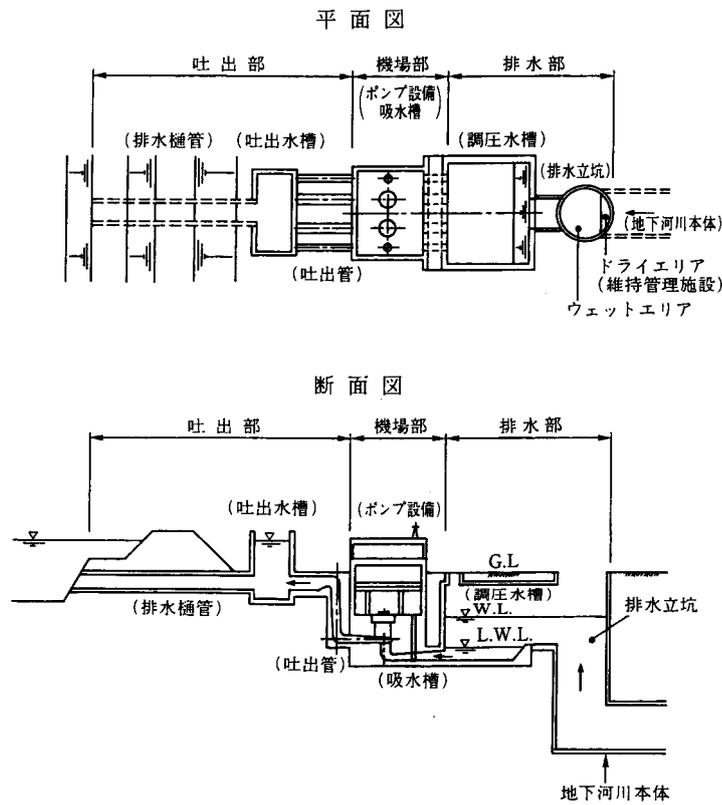


図 2-3-1 排水施設の例

出典:[図 2-3-1]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.2.3.1 図 1-72
(H9.10)P118

4. 維持管理に対する施設

トンネル構造による河川は、非洪水時に容易にかつ安全に巡視ができるように、また、非洪水時に上下流からトンネル内への河川水の流入を容易に遮断でき、かつ維持修繕工事のための資材搬入路が確保できる構造とするものとする。

出典:[4.]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.2.4 (H9.10)P118

トンネル構造による河川は、常時巡視ができてライニングの欠落、クラックの発生、インパルトの破損、落盤の徴候等を観察できなければならない。そのためには、容易にかつ安全に巡視ができるように非洪水時にトンネル内をドライな状態に簡単にできる構造とする必要がある。

また、維持修繕工事を施工するために上下流のいずれかに資材搬入路が確保できるように必要空間を確保する。

第3節 設計

1. 設計流量

トンネルの設計流量は、原則として計画で配分される計画高水流量の 130% 流量以上とするものとする。

トンネル構造による河川においては、他の開水路河道に比較して流下能力増大の対応が極めて困難であることや、流下物による閉塞の危険性が高い等不利な点が考えられるので、計画上設定される流量に対してトンネル断面の設計に用いる設計流量を割増しする必要がある。

この割増率は、一般的に開水路方式のトンネルの場合は、計画で配分される計画高水流量の 130% 流量以上とするものとする。なお、現状の河道は確保しておくことが望ましいが、やむをえぬ事情から現状の河道を廃止せざるをえない場合、トンネルの設計流量は、計画高水流量の 130% 流量以上とすることはもとより、次の流量のうちいずれか大きいものを下回らない流量とするものとする。

- ① トンネルの上流の現状河道が有堤の場合その流下能力の 130% 流量
- ② トンネル呑口部または流入施設における超過確率 1/100 流量の 130% 流量

圧力管方式のトンネル内の流下量は、断面積よりも動水勾配に大きく規定されるものであるから、設計流量は計画流量と同一とする場合が多い。

2. 設計流速

トンネル内の設計流速は、トンネル本体の維持上安全な流速とするものとする。

一般的には、トンネル内の設計流速は、7m/s 以下にとる場合が多い。

流速の決定においては、次の事項について考慮するものとする。

- ① 粗度係数については、当該河川ごとに、次のことを総合的に考慮し、従来の計画実績と粗度の観測資料も参考にして適切な値を設定する。
 - ・使用頻度
 - ・流入土砂およびゴミの特性
 - ・管内流速等に起因する摩耗の程度
 - ・壁面の維持管理方法等
- ② 常時流下させる水路内の流速は、2~5m/s 程度が適当であるが、一時的に大量に流下させる水路においては、流速を 4~7m/s とすることもある。

3. 断面

トンネルの断面は、安全性、施工性等を考慮したうえで、流水の流下に支障を及ぼさないよう設計するものとする。

開水路方式のトンネルについては、トンネル内で跳水現象が生じないように十分な検討を行い、必要に応じて水理模型実験で検証する。

また、トンネル内の曲線部分では、一般に v^2/gR (ここに、 v :流速、 R :曲率半径、 g :重力加速度)に相当する横断水面勾配(常流の場合)となるので、特に、カルバートタイプのトンネルの場合、天井部分に水面が接触しないよう設計するものとする。なお、水路トンネルであることから、地質の良、不良にかかわらずインバートは必ず設け、厚さは 35cm 以上とし、トンネルの施工継目には止水板を設けるものとする。

出典:[1.]

河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.3.1.1(H9.10)P119

出典:[2.]

河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.3.1.2(H9.10)P119

出典:[3.]

河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
10.3.1.3(H9.10)P120