

第3編「設計」

山岳トンネル小委員会
第3分科会 小島 芳之

■ 第3分科会のメンバー構成

主査 小島 芳之 ((公財)鉄道総合技術研究所)
副主査 土門 剛 (首都大学東京大学院)
 八木 弘 ((株)高速道路総合技術研究所)
 [大津 敏郎((株)高速道路総合技術研究所)]
幹事 三上 元弘 (応用地質(株))

委員 (26名)

石田 滋樹(中電技術コンサルタント(株))	原 雅人(東京電力パワーグリッド(株))
小原 伸高(大成建設(株))	増田 弘明((株)高速道路総合技術研究所)
河田 皓介((株)オリエンタルコンサルタンツ)	松尾 勉 ((株)ケー・エフ・シー)
木梨 秀雄((株)大林組)	村山 秀幸((株)フジタ)
齋藤 貴 (東日本旅客鉄道(株))	森田 篤 (前田建設工業(株))
嶋本 敬介((公財)鉄道総合技術研究所)	安井 啓祐((株)奥村組)
進士 正人(山口大学大学院)	横尾 敦 (鹿島建設(株))
杉浦 高広((株)ダイヤコンサルタント)	若林 宏彰((株)鴻池組)
手塚 仁 ((株)熊谷組)	渡辺 和之((独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構)
[加藤 直樹((株)大林組)]	[柴田 匡善((株)奥村組)]
[日下 敦 ((国法)土木研究所)]	[中田 主税((株)高速道路総合技術研究所)]
[後藤 隆之((株)大林組)]	[芳賀 康司((独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構)]
[斎藤 有佐((株)大林組)]	

第3編 設計 全体概要

- ①「共通編」(トンネル構造物の性能規定, 要求性能の定義)を踏まえて性能規定を意識した条文に見直し.
⇒「照査アプローチB」として現行設計法を踏襲.
⇒用語を整理(「性能」、「地山の支保機能」等).
- ②「設計条件」の項目を見直し.
- ③インバートによる早期閉合の内容を充実.
- ④「特殊条件に対する設計」を新たに章立て.
⇒記載内容を整理.
⇒「完成後の外力」(水圧, 土圧, 地震, その他の外力)の記載を充実.

第3編 設計 目次構成

- 第1章 総 則
- 第2章 設計の基本
- 第3章 支保工の設計
- 第4章 覆工の設計
- 第5章 インバートの設計
- 第6章 防水工および排水工等の設計
- 第7章 坑口部および坑門の設計
- 第8章 特殊条件に対する設計

第3編 設計 目次の現改比較

1/11

【2006年版】

【改訂版】

第1章 通則	第1章 総則
第29条 設計一般	1.1 設計一般
第2章 設計の基本	第2章 設計の基本
第1節 通則	2.1 基本的な考え方
第30条 設計の基本	2.1.1 設計の基本
第31条 設計手法	2.1.2 設計手法
第32条 設計の手順	2.1.3 設計の手順
第33条 設計の変更	2.1.4 設計の変更

【2006年版】

第2節 掘削断面形状
および施工法の選定

第34条 掘削断面形状

第35条 掘削工法の選定

第36条 掘削方式の選定

第3節 設計条件

第37条 地山特性

第38条 周辺環境に与える
影響第39条 近接工事により
受ける影響第40条 地震,水圧,その他の
影響

【改訂版】

2.2 設計条件

2.2.1 地山条件

2.2.2 立地条件

2.2.3 形状と寸法

2.2.4 外力の作用を
考慮する条件2.3 掘削断面形状
および施工方法の選定

2.3.1 掘削断面形状

2.3.2 掘削工法の選定

2.3.3 掘削方式の選定

【2006年版】

【改訂版】

第3章 支保工の設計	第3章 支保工の設計
第1節 通則	3.1 基本的な考え方
第41条 支保工一般	3.1.1 支保工一般
第42条 支保工の設計の 考え方	3.1.2 支保工の設計の 考え方
第43条 支保工の変更	3.1.3 支保工の変更

【2006年版】

【改訂版】

第2節 吹付けコンクリート	3.2 吹付けコンクリート
第44条 吹付けコンクリート 一般	3.2.1 吹付けコンクリート 一般
第45条 吹付けコンクリート の力学的特性	3.2.2 吹付けコンクリート の力学的な性能
第46条 吹付けコンクリート の配合	3.2.3 吹付けコンクリート の設計厚
第47条 吹付けコンクリート の設計厚	3.2.4 吹付けコンクリート の配合
第48条 補強吹付け コンクリート	3.2.5 吹付けコンクリート の補強

【2006年版】

【改訂版】

第3節 ロックボルト	3.3 ロックボルト
第49条 ロックボルト一般	3.3.1 ロックボルト一般
第50条 ロックボルトの 定着方式	3.3.2 ロックボルトの 配置および寸法
第51条 ロックボルトの 定着材	3.3.3 ロックボルトの 材質および形状
第52条 ロックボルトの 配置および寸法	3.3.4 ロックボルトの 定着方式および定着材
第53条 ロックボルトの 材質および形状	

【2006年版】

【改訂版】

第4節 鋼製支保工	3.4 鋼製支保工
第54条 鋼製支保工一般	3.4.1 鋼製支保工一般
第55条 鋼製支保工の 形状	3.4.2 鋼製支保工の 形状
第56条 鋼製支保工の 断面および材質	3.4.3 鋼製支保工の 断面および材質
第57条 鋼製支保工の 建込み間隔	3.4.4 鋼製支保工の 建込み間隔
第58条 鋼製支保工の 継手および底板	3.4.5 鋼製支保工の 継手および底板
第59条 鋼製支保工の つなぎ	3.4.6 鋼製支保工の つなぎ

【2006年版】

【改訂版】

第4章 覆工の設計	第4章 覆工の設計
第1節 通則	4.1 基本的な考え方
第60条 覆工一般	4.1.1 覆工一般
第61条 設計の考え方	4.1.2 覆工の設計の考え方
第2節 設計の基本	4.2 設計の基本
第62条 覆工の形状	4.2.1 覆工の形状
第63条 覆工の設計厚	4.2.2 覆工の設計厚
第64条 覆工コンクリートの 強度と配合	4.2.3 覆工コンクリートの 強度と配合
第65条 覆工のひびわれ対策	4.2.4 覆工のひびわれ対策

【2006年版】

【改訂版】

第5章 インバートの設計	第5章 インバートの設計
第66条 インバート一般	5.1 インバート一般
第67条 インバートの形状と厚さ	5.2 インバートの形状と厚さ
第68条 インバートコンクリートの強度と配合	5.3 インバートコンクリートの強度と配合
	5.4 インバートの早期閉合

【2006年版】

【改訂版】

第6章 防水工および 排水工等の設計	第6章 防水工および 排水工等の設計
第69条 防水工, 排水工等 の設計一般	6.1 防水工, 排水工等一般
第70条 防水工	6.2 防水工
第71条 排水工	6.2 排水工
第7章 坑口部および 坑門の設計	第7章 坑口部および 坑門の設計
第72条 坑口部および坑門一般	7.1 坑口部および坑門一般
第73条 坑口部の設計	7.2 坑口部の設計
第74条 坑門の設計	7.3 坑門の設計

【2006年版】

【改訂版】

	第8章 特殊条件に対する設計
	8.1 特殊条件一般
	8.2 特殊な地山
	8.3 特殊な位置
第9章 近接施工に対する設計	8.4 近接施工
第77条 近接施工に対する設計一般	8.4.1 近接施工一般
第78条 既設構造物に近接する トンネルの設計	8.4.2 既設構造物に近接する トンネル
第79条 相互に近接する トンネルの設計	8.4.3 相互に近接するトンネル
第80条 近接施工の影響を受ける トンネルの設計	8.4.4 近接施工の影響を受ける トンネル

【2006年版】

【改訂版】

第8章 分岐および 拡幅部の設計	8.5 特殊な形状と寸法
第75条 分岐および拡幅部一般	8.5.1 特殊な形状と寸法一般
第76条 分岐および拡幅部の設計	8.5.2 分岐部, 拡幅部および とくに大きな断面
	8.6 完成後の外力
	8.6.1 完成後の外力一般
	8.6.2 土圧
	8.6.3 水圧
	8.6.4 地震
	8.6.5 その他の外力

第1章 総則

1.1 設計一般

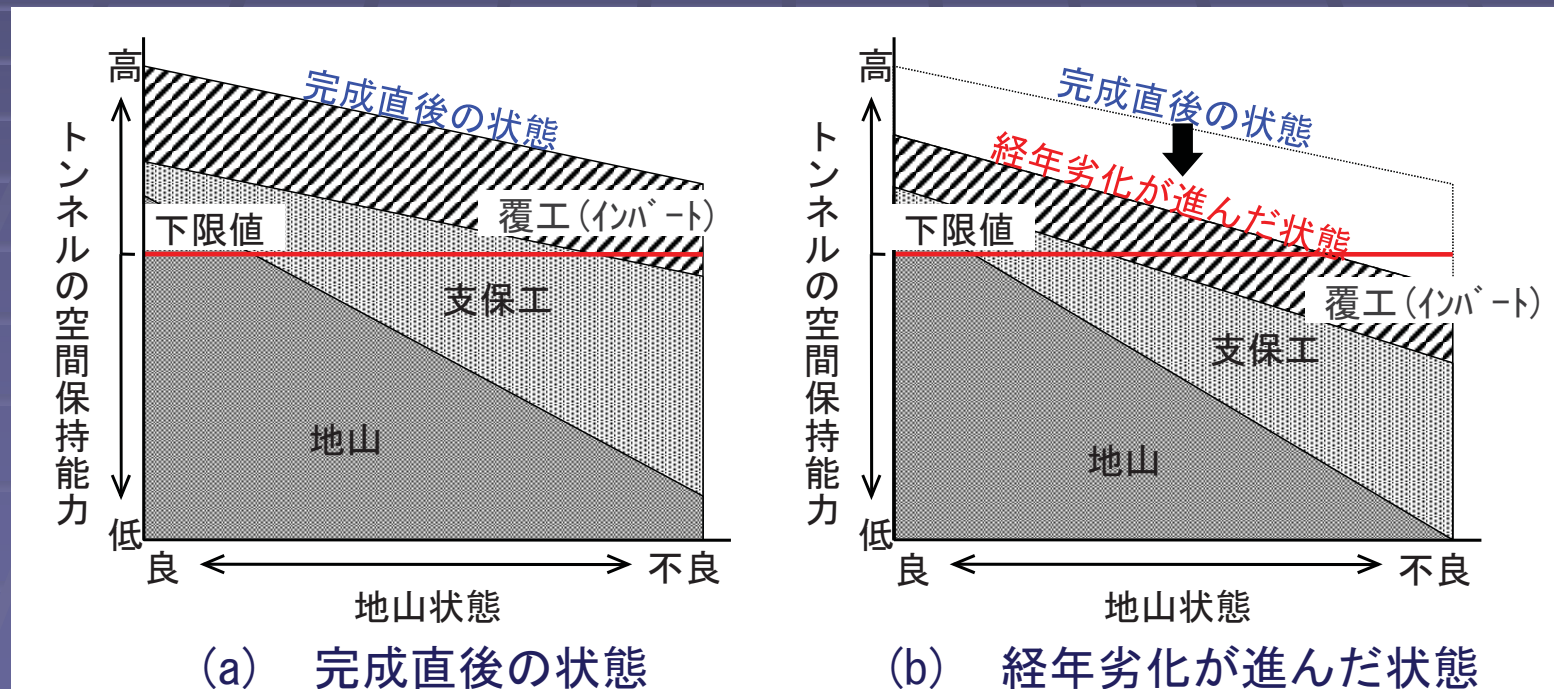
p.55～56

トンネルの設計では、使用目的、使用形態、その他必要となる条件を満たした上で、経済性、安全性、周辺への影響の程度、施工性のみならず供用後の経済性、保守性等の保全業務に求められる条件を総合的に勘案し、調査結果を十分吟味し、**地山の支保機能**が最大限発揮されるよう、支保工、覆工、インバートに**必要な性能**を満足した設計としなければならない。

■ 地山の支保機能について

p.55～56

- 1) グラウンドアーチによる空間保持能力を地山の支保機能とした。
- 2) 経年劣化により全体の空間保持能力が低下した概念図を追記した(解説図3.1.1(b))。



解説図 3.1.1 トンネルの空間保持能力の概念図

■ 性能規定に関する考え方

- ・山岳工法編で示す要求品質・要求強度は、
照査アプローチBによる適合みなし規定である。

∴ 新たな照査基準は設けていない。

[共通編・同解説] 2.1～2.3 参照

- ・要求性能と照査方法を明確化するための十分な議論が今後も必要。

第2章 設計の基本

2.1 基本的な考え方

2.1.1 設計の基本

2.1.2 設計手法

2.1.3 設計の手順

2.1.4 設計の変更

p.57～62

■ 主な内容, 改訂点等

- ・2.1.1: 「**設計条件**」の項目を整理, 明確化
- ・2.1.2～2.1.4: 「設計手順」に関するフロー」を**改変**.

■ 「設計条件」の項目を整理, 明確化

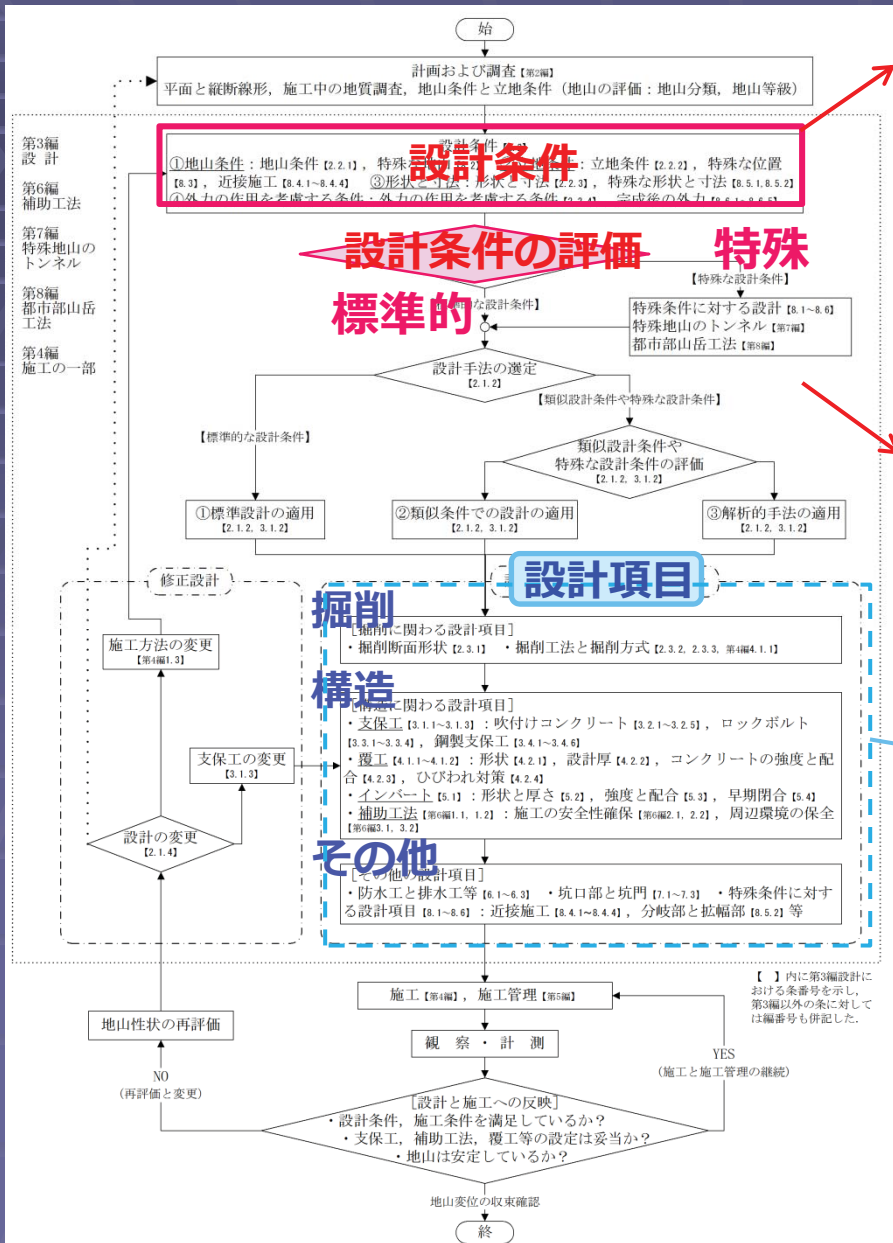
p.57~58

2006年(旧版)	2016年(新版)	改定内容
①地山特性	①地山条件	<ul style="list-style-type: none"> ・用語を修正 ・特殊条件の明記
②周辺環境に与える影響	②立地条件	<ul style="list-style-type: none"> ・用語を新設 ・特殊条件を明記
③近接工事により受ける影響		
—	③形状と寸法	<ul style="list-style-type: none"> ・用語を新設 ・特殊条件の明記
④地震, 水圧, その他の影響	④外力の作用を考慮する条件	<ul style="list-style-type: none"> ・用語を新設 ・完成後の外力明記

※用語の統一: 第2編計画および調査～第3編設計～第4編施工～第5編施工管理

「設計手順」に関するフロー

p.61



設計条件

- ①地山条件
- ②立地条件
- ③形状と寸法
- ④外力の作用を考慮する条件

設計条件の評価

- [標準的な設計条件]
- [特殊な設計条件]

設計項目

掘削, 構造, その他の設計項目に整理

解説 図 3.2.1 山岳トンネルの設計手順に関するフロー

2.2 設計条件

2.2.1 地山条件

2.2.2 立地条件

2.2.3 形状と寸法

2.2.4 外力の作用を考慮する条件

p.63～68

■ 主な内容, 改訂点等

- ・2.2.1: 土圧と地山特性を解説
- ・2.2.2: 周辺環境, 位置条件, 近接施工について記載
- ・2.2.3: 【新設】 形状と寸法を記述
- ・2.2.4: とくに地震に関する記述を充実

2.2.1 地山条件

(1) 土圧を解説

(施工中・完成後を想定)

- ①掘削面変位によるもの
- ②上方地山のゆるみによるもの
- ③長期的に増大するもの

(2) 地山特性の解説を充実

地山の強度、変形特性

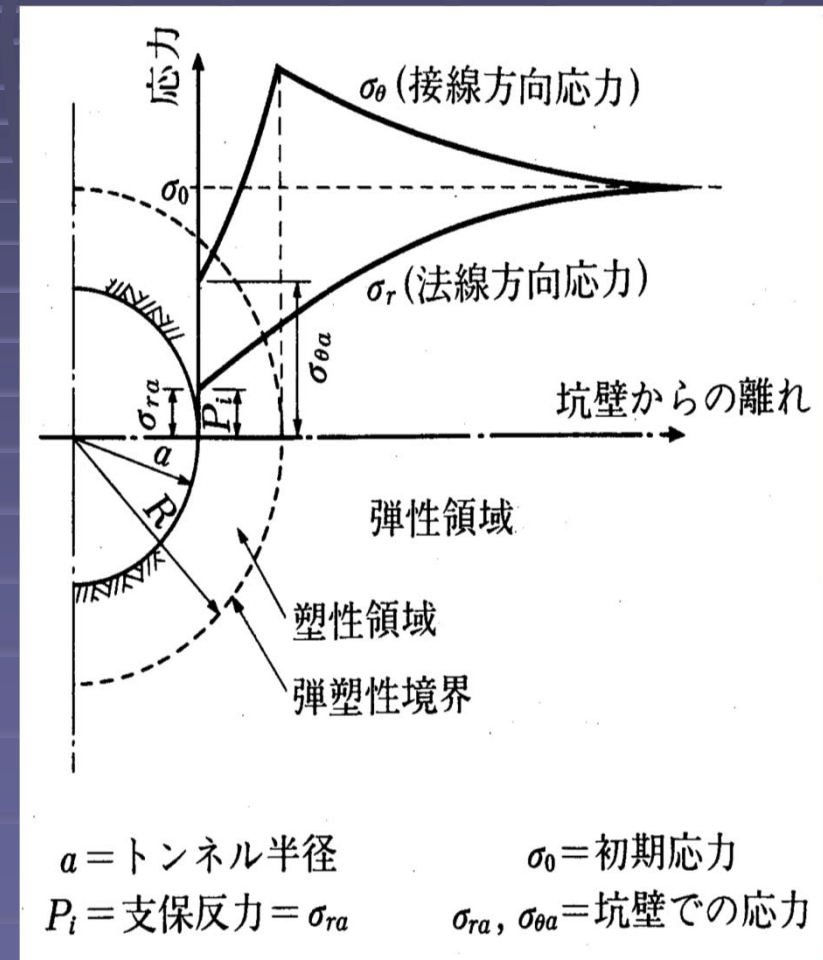
…岩の特性×不連続面の特性

岩⇒基本的性質/特徴的性質

施工性に係わるもの

…切羽安定性、湧水

地山内応力状態の概念図



■ 2.2.2 立地条件

1) 周辺環境

- ・・・施工時と完成後

2) 位置条件

- ・・・都市域・小さな土被り・大きな土被り・水底

3) 近接施工

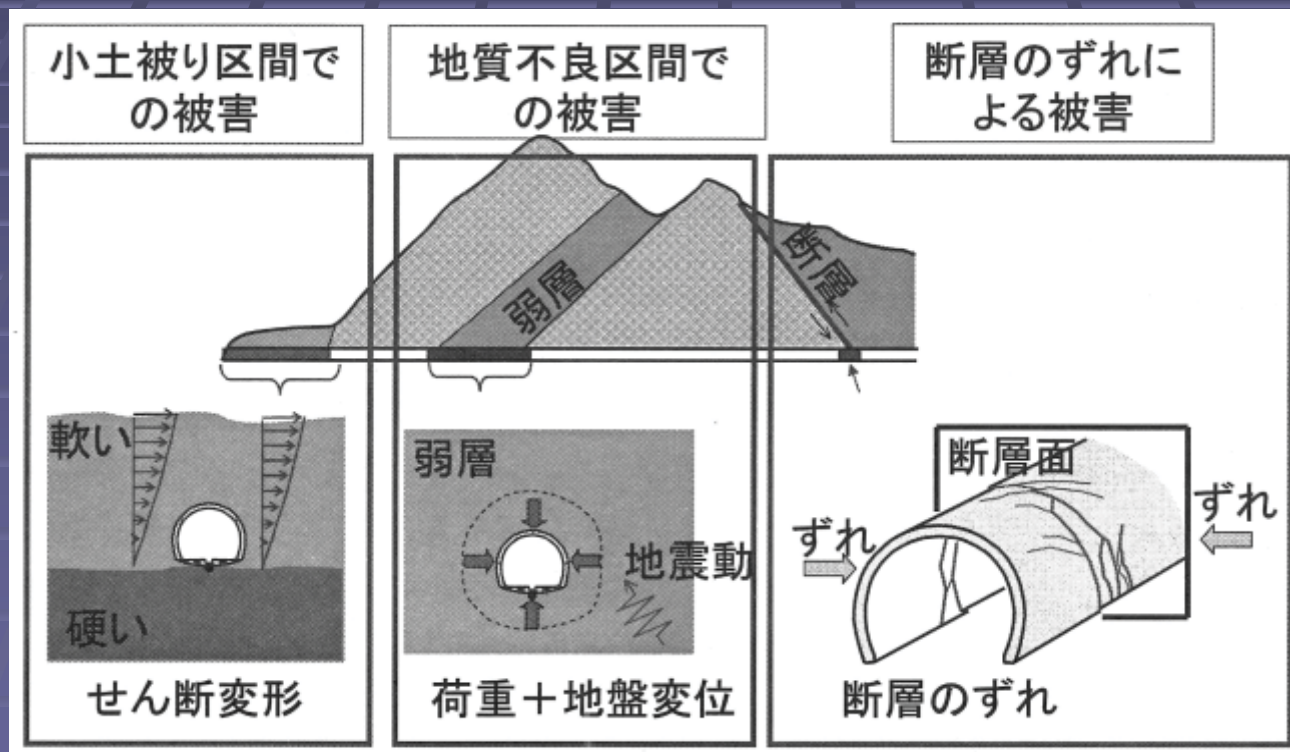
■ 2.2.3 形状と寸法 (※新設)

- ・山岳工法は形状・寸法の自由度が高い
⇒様々な形状・寸法のトンネルを構築可能
- ・鉄道, 道路, 水路には標準的な内空断面がある
- ・特殊な形状(分岐, 拡幅部等)、特に大きな断面
⇒設計上の配慮が必要!

■ 2.2.4 外力の作用を考慮する条件 地震に関する記載を充実

p.67

解説 図 3.2.3 山岳トンネルの地震被害



↪ 個別条件を考慮し，必要により検討.

2.3 掘削断面形状および施工方法の選定

- 2.3.1 掘削断面形状
- 2.3.2 掘削工法の選定
- 2.3.3 掘削方式の選定

p.68～72

■ 主な内容, 改訂点等

- ・2.3.1 **曲面切羽**の追記, 重複箇所削除.
- ・2.3.2 **早期閉合**について明記し, 掘削工法の分類と特質を整理(解説表3.2.1).
- ・2.3.3 長孔発破, 大型機械導入等の**効率化**.

■ 早期閉合の記述と掘削工法の分類

1) 解説表3.2.1 掘削工法の分類と特性 ⇒修正

⇒早期閉合は**補助ベンチ付全断面工法**に分類

- ・膨張性地山や地表面沈下を抑制する必要がある場合として追加

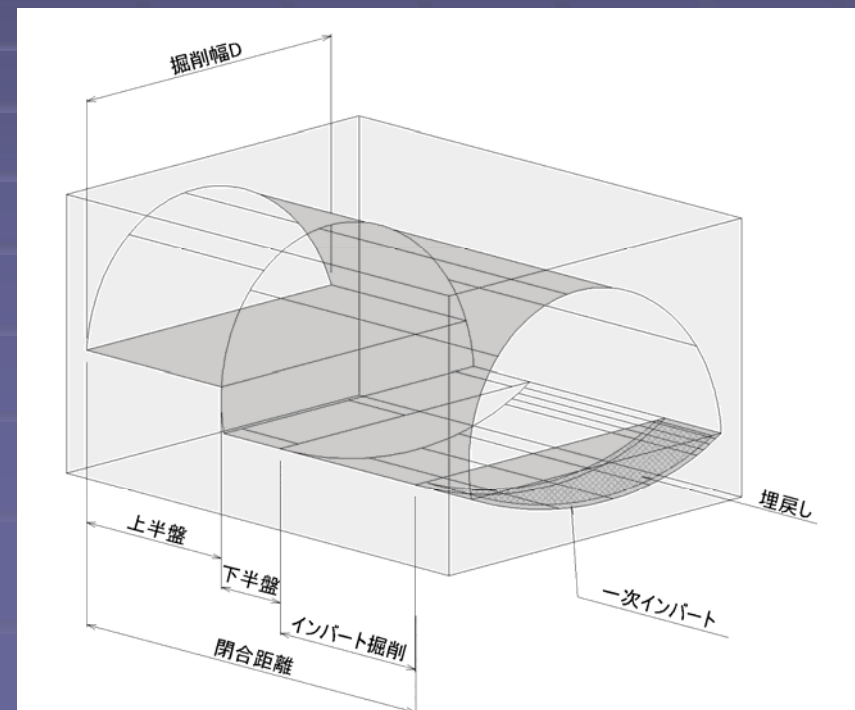
- ・ショートベンチにも記述.

⇒他の掘削工法は整理し
まとめた(ベンチカット工
法, 導坑先進工法).

2) 加背割イメージを明示

(解説図3.2.4). 

解説 図 3.2.4 早期閉合の加背割イメージ



第3章 支保工の設計

3.1 基本的な考え方

3.1.1 支保工一般

3.1.2 支保工の設計の考え方

3.1.3 支保工の変更

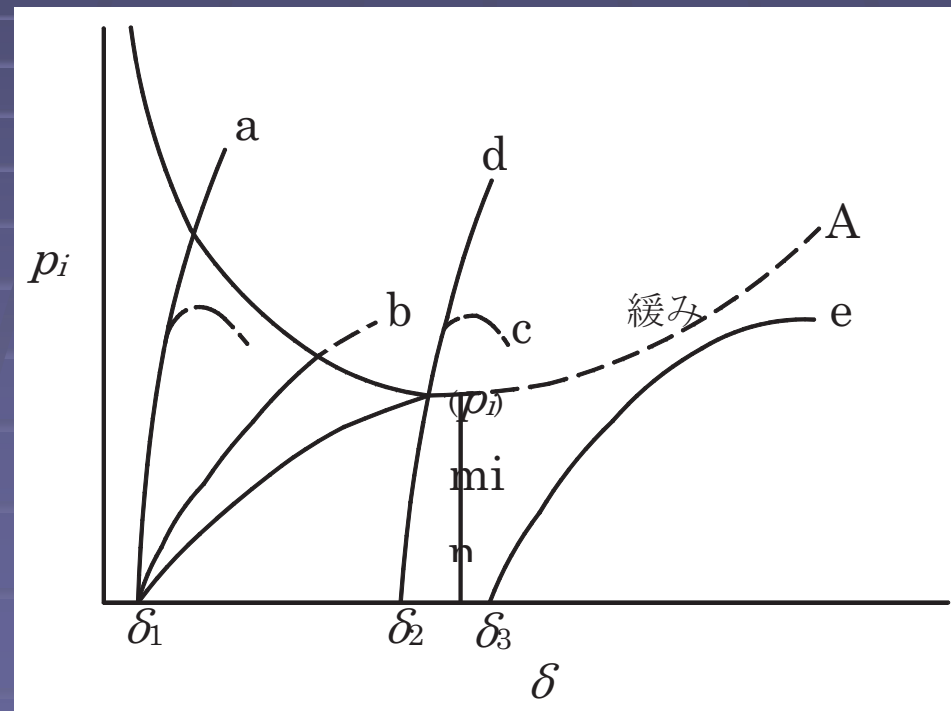
p.73～80

■ 主な内容, 改訂点等

- ・支保工の適切な設計と施工時期についての考え方を明記
- ・旧表の追加および削除等
- ・各事業者の最新支保パターン表を更新

■ p.73 解説 図 3.3.1 ⇒ 追加

地山と支保工の変形特性から支保工の適切な設計や施工時期についての考え方を明記.



解説 図 3.3.1 地山特性曲線および支保工特性曲線の概念図

- p.75 旧表3.2「支保部材選定の目安」⇒削除
(現状の支保選定にそぐわないため)
- p.75～79 各事業者の支保パターン表⇒更新
 - ・新幹線複線トンネル:一次インバートを追加
 - ・高速道路二車線トンネル:高強度化が標準化
- p.80 解説表 3.3.10 「施工時における支保工に関するおもな変更内容」 ⇒修正
 - ・強度, 繊維補強等を追記.

3.2 吹付けコンクリート

3.2.1 吹付けコンクリート一般

3.2.2 吹付けコンクリートの力学的な性能

3.2.3 吹付けコンクリートの設計厚

3.2.4 吹付けコンクリートの配合

3.2.5 吹付けコンクリートの補強

p.81～88

■ 主な内容, 改訂点等

- 「機能」を「性能」に変更した.
- 吹付けコンクリートの配合について, フライアッシュの説明を追記した.

- p.83 繊維補強コンクリートについて
⇒特殊断面, 変形の大い場合, 湧水が多い条件下を追記
...近年の使用実態を考慮.
- p.84 高強度吹付けを用いた吹付け厚低減
⇒事例を追加.
- p.85 急結助剤を用いて初期強度発現する場合
⇒事例を追加.
- p.86 フライアッシュ ⇒説明を追加.
- p.87 繊維補強コンクリートで金網を省略することがあることを追記.

3.3 ロックボルト

3.3.1 ロックボルト一般

3.3.2 ロックボルトの配置および寸法

3.3.3 ロックボルトの材質および形状

3.3.4 ロックボルトの定着方式および定着材

p.88～96

■ 主な内容, 改訂点等

- 「機能」を「性能」に変更した。
- ロックボルトの材料特性について, 最新の情報に更新した。
- 定着方式, 定着材に関して, 分類や適用範囲を実状にあわせて見直した。

- p.89 補助工法(先受けボルト, 脚部補強ボルト)の説明は本節から削除.
- p.91 下向きのロックボルトの配置例を解説 図 3.3.3に追加.
- p.91 ロックボルトの長さの設定例に, 水路トンネルの場合の考え方を追加.
- p.92 高耐力のロックボルトの使い分けに関して, 耐力を降伏荷重で具体的に記述.
- p.92 FRPボルトの耐久性, FRPと鋼材との材料特性の違いを追記.

- p.93 解説表 3.3.16 ロックボルトの機械的性質を最新情報に更新した.
- p.93 定着方式の分類について、カプセル型を追加して細分化した.
- p.95 解説表 3.3.18 定着方式と定着材の適用範囲について、着目条件を地山条件と孔壁の状態に分類・整理した. 適用性の判定をより明確・細分化した.
- p.96 定着材に期待する早期強度の設定例を追記した.

3.4 鋼製支保工

- 3.4.1 鋼製支保工一般
- 3.4.2 鋼製支保工の形状
- 3.4.3 鋼製支保工の断面および材質
- 3.4.4 鋼製支保工の建込み間隔
- 3.4.5 鋼製支保工の継手および底板
- 3.4.6 鋼製支保工のつなぎ

p.96～102

■ 主な内容, 改訂点等

- ・「機能」を「性能」に変更した。
- ・鋼製支保工に関して, 高規格鋼の採用など実情にあわせて見直した。

- p.97 鋼製支保工を反力支点として使用する先受け工の説明を簡略化.
- p.99 高速道路トンネル等における高規格鋼の採用(標準化)について明記.
- p.100 解説 表 3.3.20 鋼製支保工に使用される鋼材の諸元例を使用実態を考慮し, 最新情報に更新.
- p.101 タイロッド方式が採用される場合の考え方を明記.

第4章 覆工

4.1 基本的な考え方

4.1.1 覆工一般

4.1.2 覆工の設計の考え方

p.103～105

■ 主な内容, 改訂点等

- ・4.1.1 覆工の力学的特性に関する基本的事項を整理して追記.
- ・4.1.2 坑口部での覆工の設計の考え方について記述充実. 力学的性能を付加させる場合について追記.

■ 覆工の力学的特性(考え方)

1) 覆工は地山の変形収束後に施工することを標準としてるので、**覆工には外力が作用しない**ことが基本

2) **余力の保持**は必要

①地質不均質性, 支保工品質のばらつきなど**不確定要素**による外力

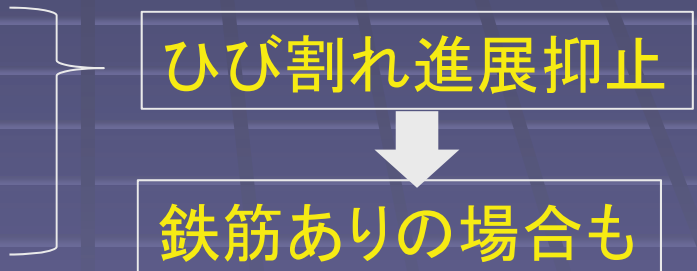
②水圧や**上載荷重**による外力

③周辺環境変化による**外力の変化**や**覆工材料劣化**に対する耐久性確保

3) 将来的に作用する外力による覆工への影響が大きいと考えられる場合は・・

⇒**耐荷力評価**による適切な対策が必要

■ 坑口部における覆工の考え方

- ・坑口部＝低強度・小土被り多い
 - ⇒耐荷力の高い支保を選定し、**力学的性能を付加させないのが通例**
 - ・but 完成後に外力が作用する場合は、必要。
 - ・凍結融解，乾湿繰り返し
地震の影響
長期におよぶ地山劣化
- 
- ```
graph TD; A[ひび割れ進展抑止] --> B[鉄筋ありの場合も]
```

## ■ 力学的性能を負荷させる場合 詳細【設計8.6.1】

(改訂版では，①～③に加えて次の2点を追記)

- ④**長期的なゆるみ土圧**や**偏土圧**の作用を考慮する場合
- ⑤**地震の影響**を考慮する場合(小土被り，断層等)

## 4.2 設計の基本

- 4.2.1 覆工の形状
- 4.2.2 覆工の設計厚
- 4.2.3 覆工コンクリートの強度と配合
- 4.2.4 覆工のひびわれ対策

p.105～110

### ■ 主な内容, 改訂点等

- 4.2.1 覆工形状検討の考え方⇒表現を修正
- 4.2.2 巻厚不足を認める場合の事例、鉄筋構造では施工性への配慮も必要であることを追記
- 4.2.3, 4.2.4 新工法の採用例について記述を追加

## ■ 覆工の形状(考え方)・・・表現を修正

- ・4.1.2設計の考え方に示す覆工の**要求性能を踏まえて**形状を決定する.
- ・特殊な場合を除き**同一トンネルでは同一形状**とする.
- ・**他トンネルと同一形状**とすることで有利となる場合もある.
- ・**小断面トンネルでは鋼製支保工の曲げ加工半径**に留意する必要がある.

## ■ 覆工の設計厚 ……記述を追加

- ・部分的にやむを得ない場合、覆工厚の1/3を限度として支保工や地山が入ることを認めている事例もある。
- ・覆工に力学的性能を付加させるために複鉄筋構造とする場合の覆工厚は配筋の施工性にも留意すべき。

## ■ 新工法に関する記述の追加

- **流動性の高いコンクリート** ……例：中流動コンクリート

⇒近年の採用例を記述.

⇒適用強度(24N/mm<sup>2</sup>)についても記述.

- **覆工背面の平滑化** ……FILM工法

(覆工と吹付けコンクリート間に充填材を注入し覆工側の表面の平滑化をはかり覆工の拘束を低減する工法)

⇒近年の採用例を記述.



# 第5章 インバート

- 5.1 インバート一般
- 5.2 インバートの形状と厚さ
- 5.3 インバートコンクリートの強度と配合
- 5.4 インバートの早期閉合（新設）

p.111  
~116

- 主な内容, 改訂点等
  - ・インバートの性能について記述.
  - ・本インバートの早期設置に関する留意点追加
  - ・一次インバート, 仮インバート, インバートの早期閉合に関する記述を追加

※「山岳トンネルのインバートー設計・施工から維持管理までー」  
(土木学会トンネル・ライブラリー、No.25, 2013) の成果を反映!

## ■ 5.1 インバート一般

p.111～113

インバートは、覆工や支保工と一体となってトンネルの使用目的に適合し、必要な性能を満足するように設計しなければならない。



2006年度版 第66条 インバート一般

インバートは、覆工とともにトンネルの使用目的に適合し、必要な機能と品質を考慮して設計しなければならない。

### ■ p.111

インバートに求められる性能を以下のように分類。

- ・供用性に関する性能
- ・力学的な性能
  - 施工時の変位抑制
  - 供用後の長期安定性向上

- p.112 4) インバートの置時期
  - ・長期耐久性の観点から、  
⇒「基本的には、覆工と同様に変位が収束してからインバートを設置するのが望ましい」と記載.
  - ・施工時の変位抑制のためにインバートを早い段階で設置した箇所において供用後にインバートが変状した事例が発生していることを踏まえ、  
⇒「掘削時の変位を抑制させるためにインバートを早い段階で設置する場合は、力学的検討を行う必要がある.」と記載.
- p.112 5) 一次インバート, 仮インバート, 本インバートの用語について説明.

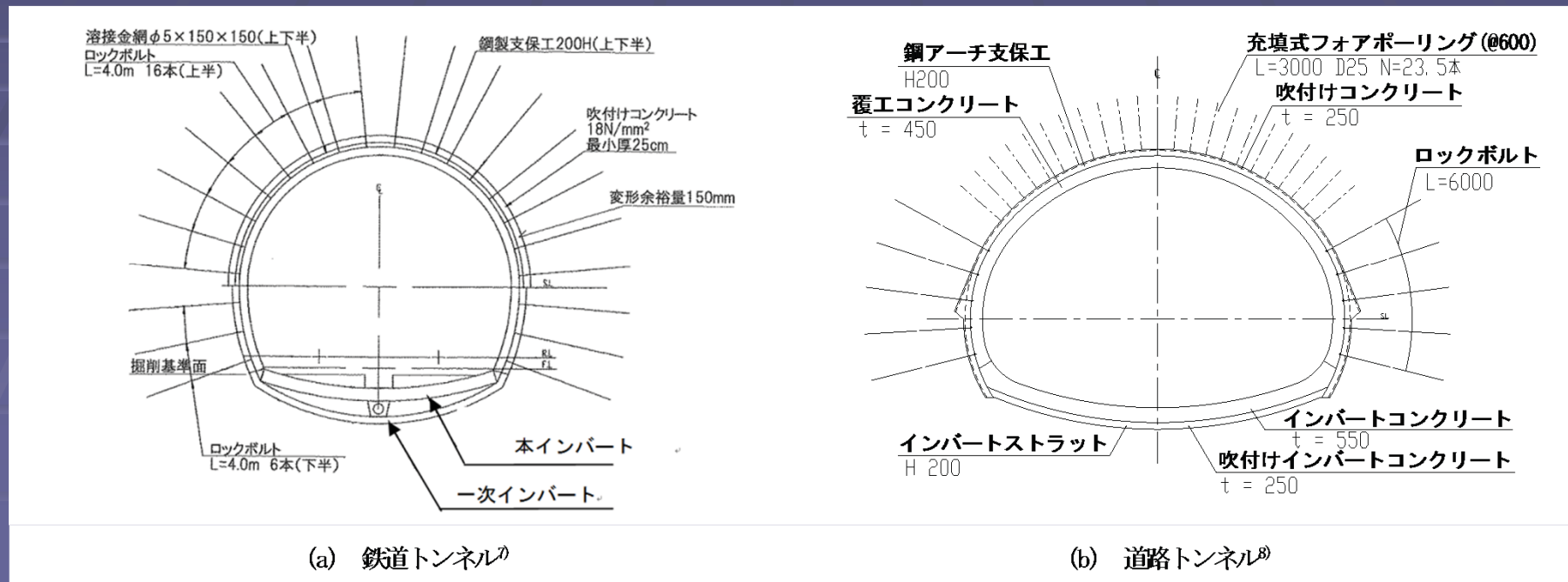
## ■ 5.2 インバートの形状と厚さ

### ・p.113 インバートの標準的な形状・厚さを記載.

道路: 表3.3.4~3.3.9 (⇒p.76-79)

鉄道: 表3.5.1 水路: 表3.5.2

### ・p.114 一次インバートの設置例(図3.5.2)を追加



解説 図 3.5.2 一次インバート設置例

## ■ 5.4 インバートの早期閉合

### ・インバート早期閉合の定義

「早期閉合：掘削後早期に吹付けコンクリートあるいは状況に応じて鋼製支保工を併用したインバートを施工することをいう。」

### ・設計施工上の留意点

- ・一次インバートと本インバートの説明（表3.5.3）
- ・本インバートのみによる早期閉合に対する注意喚起
- ・一次インバートによる早期閉合事例（図3.5.3）
- ・一次インバートと下半支保工との接続例（図3.5.4）

等について記載.

# 第6章 防水工および排水工 等の設計

## 6.1 防水工，排水工等一般

## 6.2 防水工

## 6.3 排水工

p.117～120

### ■ 主な内容，改訂点等

- ・「防水工，排水工一般」において，排水工に関する記述を「6.3 排水工」に移し，理解しやすくした。
- ・防水シート<sup>①</sup>の材料や設置方法<sup>②</sup>について実態を反映し，詳述した。
- ・防水シートの新工法<sup>③</sup>について追記した。
- ・排水工とインバートとの位置関係を詳述した。



## ■ 6.2 防水シート

- ・p118 おもに使用されているものはEVAである.
- ・p118 圧力水路トンネル等では, 防水シートは入れずに止水板を設置している.
- ・p118 裏面緩衝材の材質等(ポリプロピレン(PP), ポリエステル(PET))を追記.
- ・p119 吹付けコンクリートと防水シートの間に充填材を注入する新しい工法について追記

## ■ 6.3 排水工

- ・p119 排水工をインバート上部に設置する場合と下部に設置する場合について解説を追記.

# 第7章 坑口部および坑門の 設計

7.1 坑口部および坑門一般

7.2 坑口部の設計

7.3 坑門の設計

p.121～128

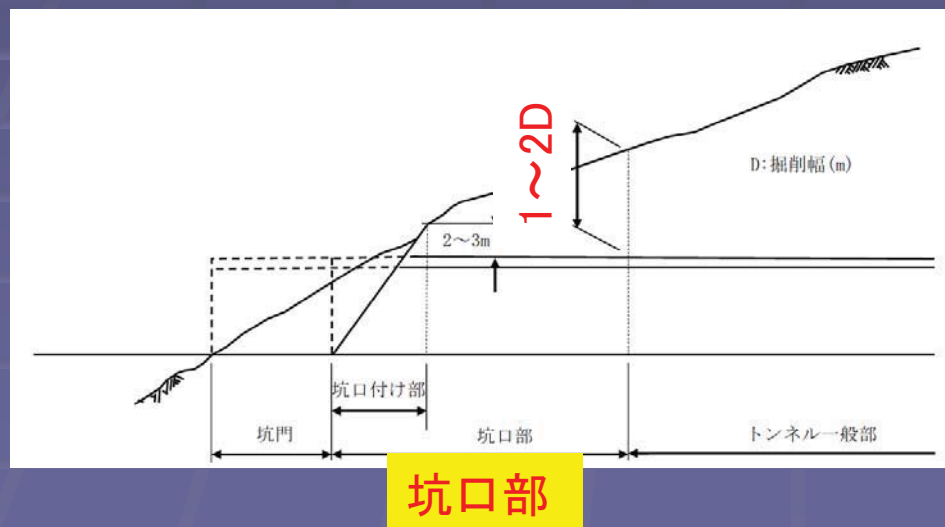
- 主な内容, 改訂点等
  - 坑口付け部の図(解説図3.7.1)を更新
  - フォアポーリングの記述を追加
  - 面壁背面に補強盛土を施工する例を追記
  - 面壁型の斜坑門の記述を追記
  - 突出型坑門に補強盛土を施工する例を追記

## ■ 6.1 坑口部および坑門一般

### ・p121-122 坑口部の範囲

「グラウンドアーチの形成されにくい土被り $1D \sim 2D$ の範囲が目安」

ただし、硬岩、地表面の勾配がなだらか⇒個別に定める。

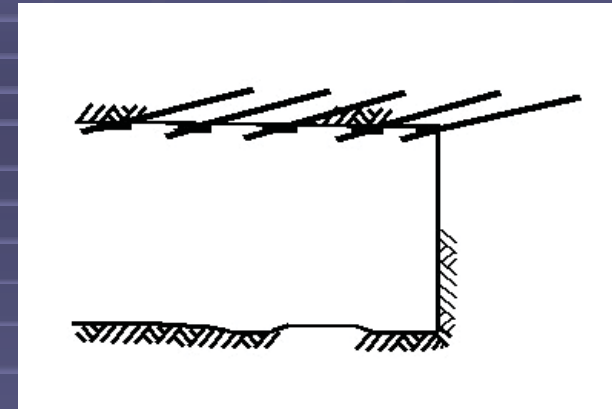


解説 図 3.7.1 標準的な坑口部の範囲

p.122～124

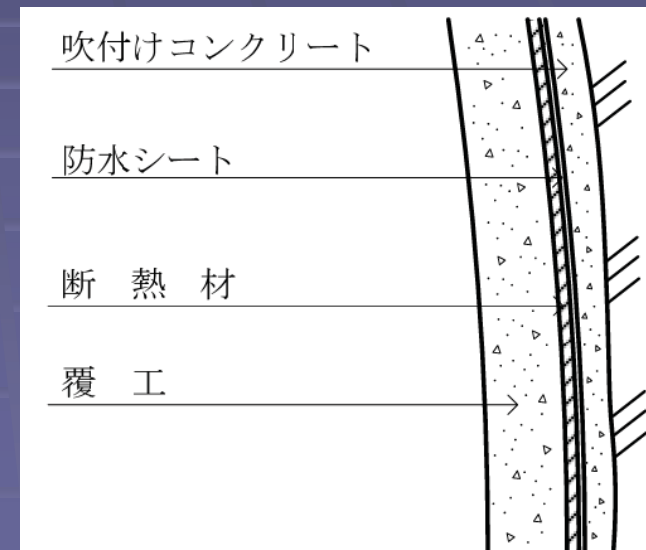
## ■ 6.2 坑口部の設計

- ・ p123 **フォアポーリング**は「ロックボルト工」に記述してあったが、坑口部で施工されることがほとんどであるため、「坑口部」に掲載した。



解説 図 3.7.2 先受けボルト(フォアポーリング)

- ・ p123 北海道などの寒冷地では覆工を凍結融解から保護するため**断熱材**を使う場合があることを追記した。



解説 図 3.7.3 断熱材の設置位置

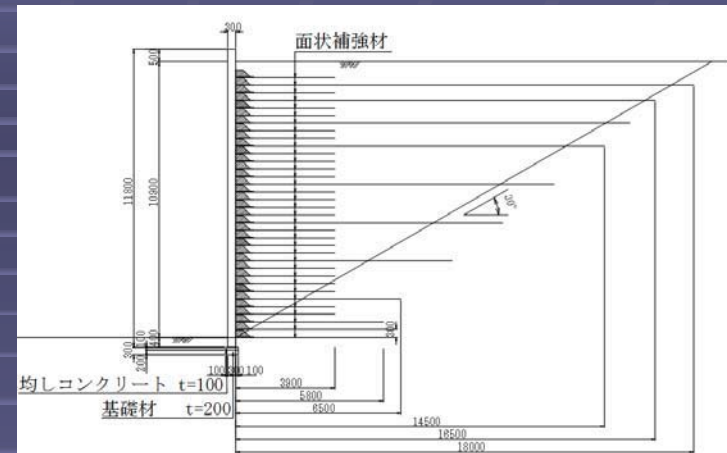
## ■ 6.3 坑門の設計

p.124~128

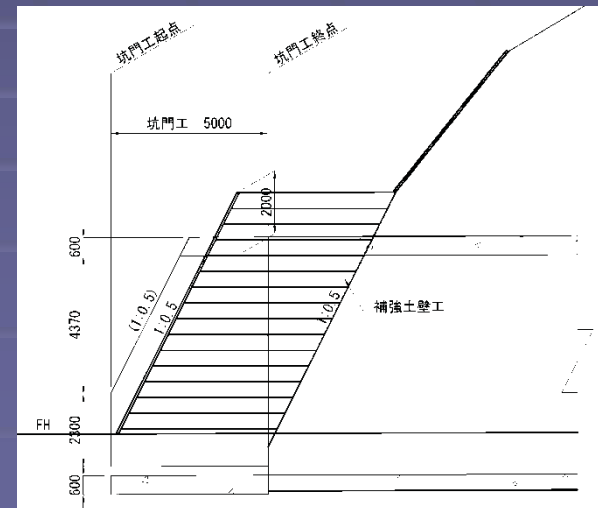
### ■ 補強盛土を用いる坑門

・P127 鉄道トンネルで **面壁背面に補強盛土**を用いる例があるため、記述を追加した。

・P128 **突出型坑門工背面に補強盛土**を用い、延長を短くする例があるため、記述を追加した



解説図 3.7.5 補強盛土を用いた場合の坑口部の例(面壁型, 縦断図)

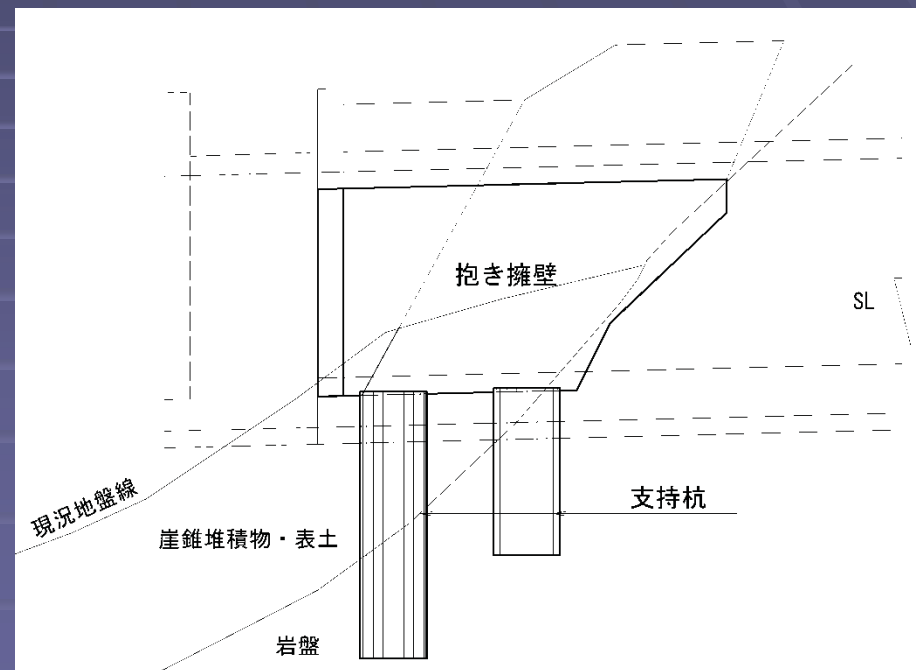
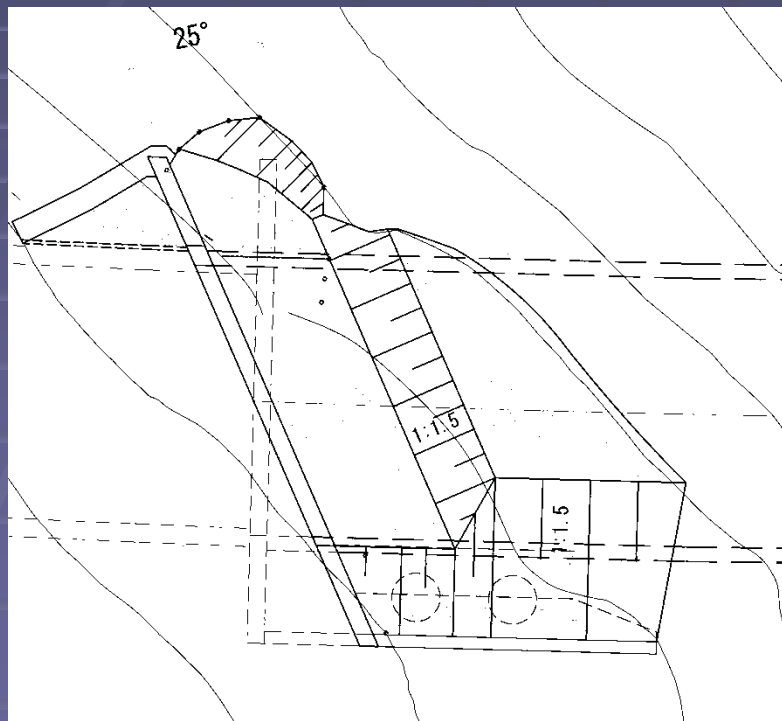


解説図 3.7.7 補強盛土を用いた場合の坑口部の例(突出型)

## ■ 斜坑門

p.128

P128 主に地形的制約によって、面壁型坑門を「斜坑門」とする事例が増えつつあるため、記述を追加した。



解説 図 3.7.6 斜坑門の例

# 第8章 特殊条件に対する 設計



## 8.1 特殊条件一般

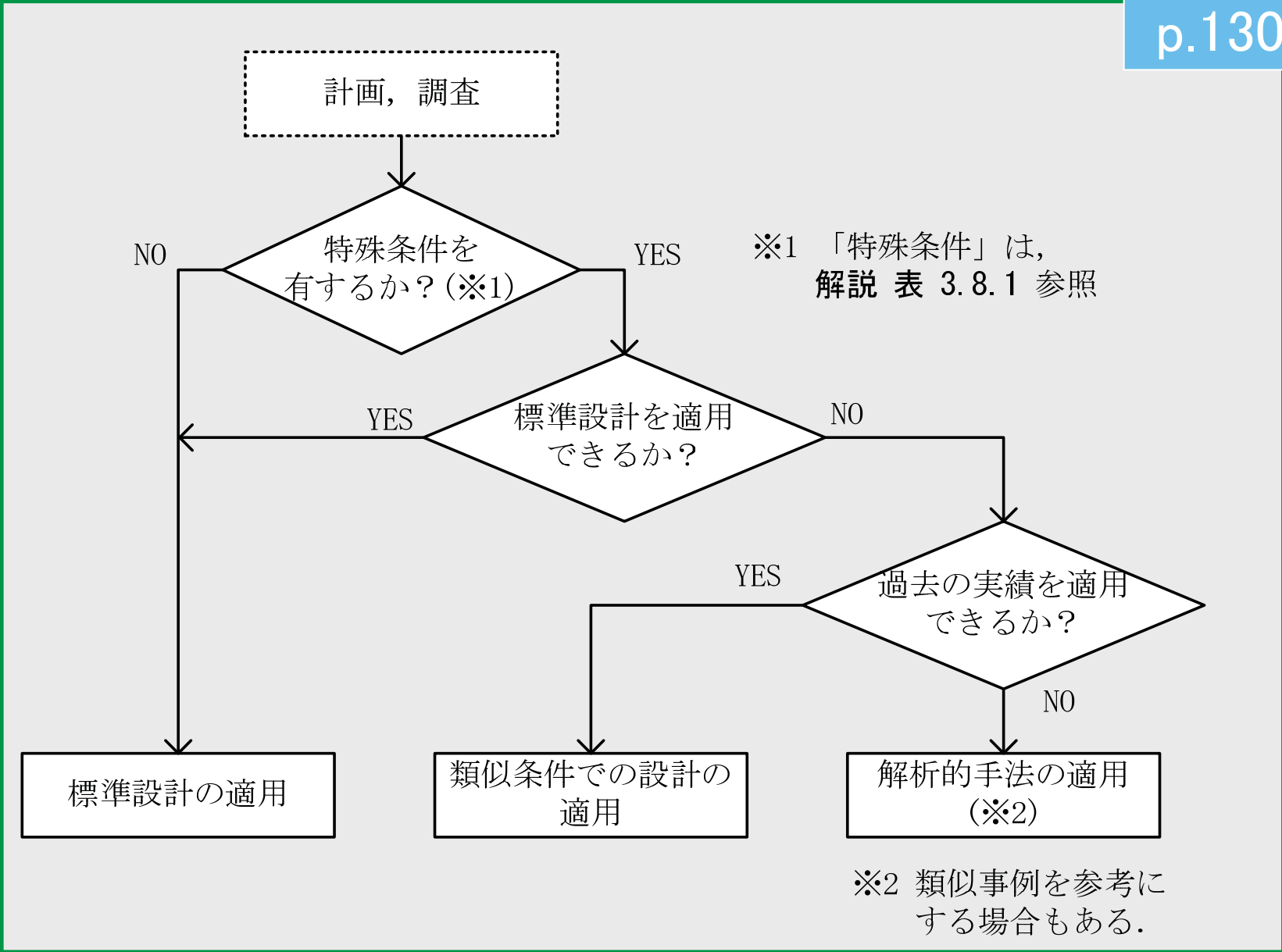
p.129～130

### ■ 主な内容, 改訂点等

- ・第2編(計画及び調査)の【1.2調査の基本】のうち,  
「留意すべき事項」に対応する条として新たに設置した.
- ・特殊条件の分類と内容を表にまとめた.
- ・特殊条件に該当する場合の設計手法選定を理解しやすいようフローチャートを追加した

解説表 3.8.1 特殊条件の分類と内容

| 設計条件   | 特殊条件の分類<br>( ):本章の関連条文  | 具体的な内容<br>( ):他編の関連条文                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地山条件   | 特殊な地山<br>(第3編 8.2参照)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・地すべりや斜面災害が予想される地山(第7編 2.参照)</li> <li>・断層破碎帯, 褶曲じょう乱帯(第7編 3.参照)</li> <li>・未固結地山(第7編 4.参照)</li> <li>・膨張性地山(第7編 5.参照)</li> <li>・山はねが生じる地山(第7編 6.参照)</li> <li>・高い地熱, 温泉, 有害ガス等がある地山(第7編 7.参照)</li> <li>・高圧, 多量の湧水がある地山(第7編 8.参照)</li> </ul> |
| 立地条件   | 特殊な位置<br>(第3編 8.3参照)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・都市域を通過する場合(都市部山岳工法)(第8編参照)</li> <li>・小さな土被りの場合</li> <li>・特に大きな土被りの場合</li> <li>・水底を通過する場合</li> </ul>                                                                                                                                     |
| 形状と寸法  | 特殊な形状と寸法<br>(第3編 8.5参照) | <ul style="list-style-type: none"> <li>・分岐部および拡幅部</li> <li>・特に大きな断面</li> <li>・その他の特殊な形状</li> </ul>                                                                                                                                                                              |
| 完成後の外力 | 完成後の外力<br>(第3編 8.6参照)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・土圧</li> <li>・水圧</li> <li>・地震</li> <li>・その他の外力(凍上圧, 内部荷重, 上載荷重等)</li> </ul>                                                                                                                                                              |



解説 図 3.8.1 支保工, 覆工, インバート等の設計における  
特殊条件と設計手法選定の流れ

## 8.2 特殊な地山

p.130～131

### ■ 主な内容, 改訂点等

- ・第2編(計画及び調査)の解説表 2.1.1「特殊な地山条件」に対応するよう設置した。

- ・下記について解説を記述した。

- 1)地すべりや斜面災害が予想される地山

- 2)断層破砕帯, 褶曲じょう乱帯

- 3)未固結地山

- 4)膨張性地山

- 5)山はねが生じる地山

- 6)高い地熱, 温泉, 有害ガス等がある地山

- 7)高圧, 多量の湧水がある地山

「第7編特殊地山のトンネル」で詳説。

## 8.3 特殊な位置

p.132～133

### ■ 主な内容, 改訂点等

- ・第2編(計画及び調査)の解説 表 2.1.2「留意すべき事項・・・」のうち「特殊な位置」に対応するよう設置した。

- ・下記について, 解説を記述した。

1)都市域を通過する場合 ➡ 「第8編都市部山岳工法」で詳説。

2)小さな土被りの場合

3)特に大きな土被りの場合

4)水底を通過する場合

## 8.4 近接施工

8.4.1 近接施工一般

8.4.2 既設構造物に近接するトンネル

8.4.3 相互に近接するトンネル

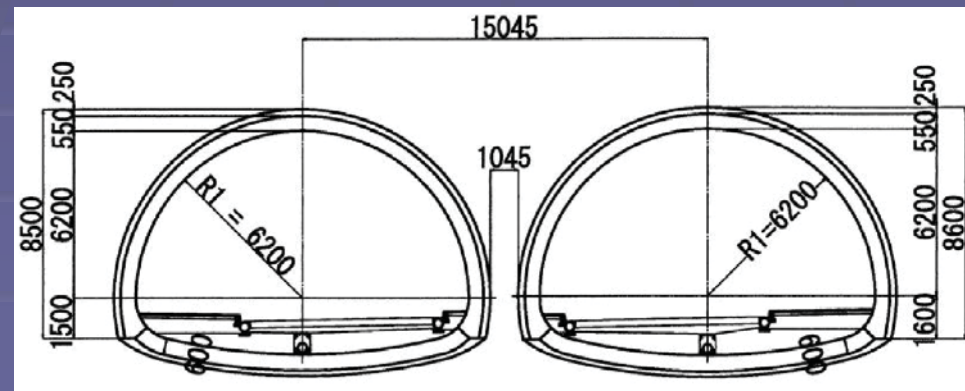
8.4.4 近接施工の影響を受けるトンネル

p.133～144

### ■ 主な内容, 改訂点等

- 2006年版の「第9章 近接施工に対する設計」に対応.
- 近接施工の事例などを追加、更新した.
- 近年, 施工事例が増えてきた**無導坑のめがねトンネル**について解説を加えた.

- p133 高速道路における双設トンネルの中心離隔は30mが多いことを記述.
- p134 解説 図 3.8.2「近接施工の影響範囲および調査範囲の設定例」を追加.
- p135 解説 図 3.8.3「発破振動と被害の関係」を多く使用されている表に差し替え.
- p137 ③発破振動対策について, 記述を更新した.
- p141 めがねトンネルの事例を更新した.



解説 図 3.8.6 めがねトンネルの断面形状の事例(その2)

## 8.5 特殊な形状と寸法

8.5.1 特殊な形状と寸法一般

8.5.2 分岐部, 拡幅部およびとくに大きな断面

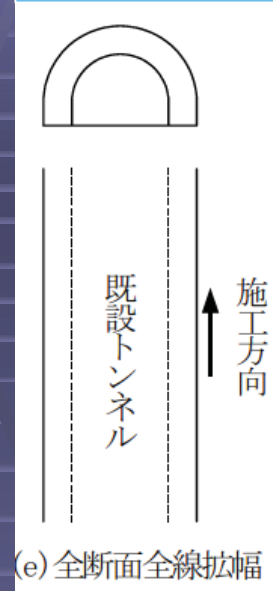
p.144～149

### ■ 主な内容, 改訂点等

- ・2006年版「**第8章 分岐および拡幅部の設計**」に対応.
- ・標準設計の適用範囲を超える「**とくに大きな断面**」に対する設計の考え方を追加した.
- ・事例を追加, 更新した.

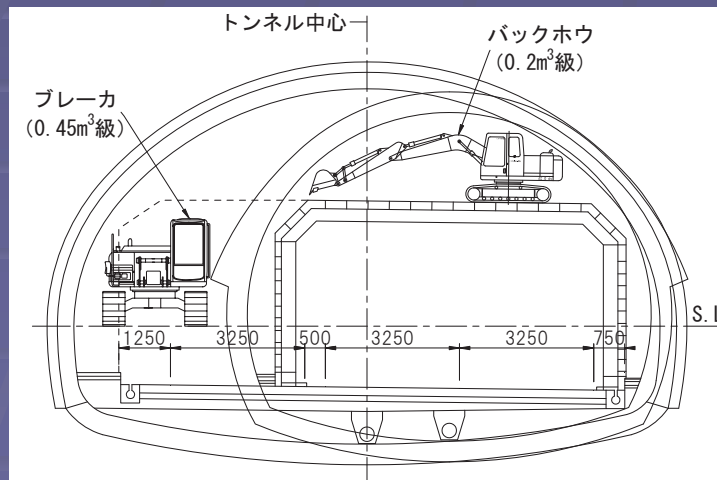


- p145 拡幅の種類として、**全断面全線拡幅**を追加した。
- p147~148 拡幅事例，特に大きな断面の**事例を更新した**。
- p148 標準設計の範囲を超える**特に大きな断面のトンネルの設計手法**について解説を加えた。

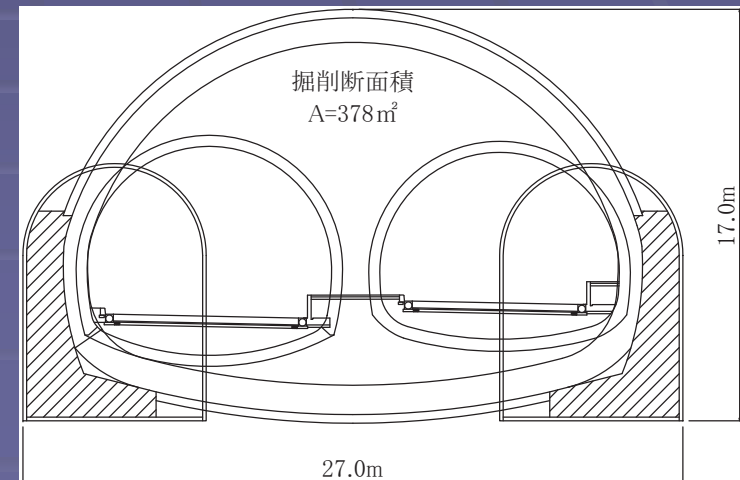


解説 図 3.8.11

分岐部および拡幅部の種類



解説 図 3.8.15 活線拡幅の事例



解説 図 3.8.17 とくに大きな断面の例

## 8.6 完成後の外力

- 8.6.1 完成後の外力一般
- 8.6.2 土圧
- 8.6.3 水圧
- 8.6.4 地震
- 8.6.5 その他の外力

p.149～151

### ■ 主な内容, 改訂点等

- ・トンネル完成後(供用後)に受ける外力に対する設計の考え方を整理した.
- ・2006年版の「第4章 覆工の設計」に記述されていた部分の理解を深めるため章立てした.

## ■ 8.6.2 土圧

- ・膨張性地山, 未固結地山, 偏土圧を受ける場合について, 設計時の留意点を解説.

## ■ 8.6.3 水圧

- ・防水型トンネル(ウォータータイト)の設計の考え方を概説.

## ■ 8.6.4 地震

- ・安定した地山では考慮する必要はないことを概説.
- ・地震被害を受ける可能性がある場合は, 条件に応じて構造設計に配慮すべきことを概説.

## ■ 8.6.5 その他の外力

- ・近接施工, 凍上圧, 内部荷重, 上載荷重の影響について概説.

# ■ おわり