

2016年制定 トンネル標準示方書[山岳工法編]・同解説

第4編 「施 工」

山岳工法小委員会
第4分科会

主な改訂内容

- 「仮設備計画」の章を設けた。
- 補助ベンチ付き全断面工法やミニベンチカット工法による早期閉合について記述した。
- ずりに重金属等の含有が想定される場合の対応について記述した。
- 吹付け機や吹付けコンクリートの配合についての記述を充実させた。
- 鋼製支保工に使用機械の項を新たに設けた。
- 覆工の型枠、覆工コンクリートの配合、養生に関する新たな技術を盛り込んだ。
- 「インバート工」を覆工から独立させて章立てし、内容を充実させた。
- 各章において、近年の新技术や情勢を反映した。
- 労働安全衛生、事故防止、坑内環境の改善、および環境保全などについて、近年の情勢にあわせ内容の充実を図った。

第1章 総則

1.1 施工一般(P153) 箱書き

トンネルの施工は、設計図書に基づき、地山条件に的確に対応するとともに工事の安全と円滑な進捗および周辺的环境に与える影響に留意して行わなければならない。・・・を追加

1.1 施工一般(P153) 解説

- ・箱書きに合わせて追記

第1章 総則

1.2 施工中の調査および計測(P153) 解説

・施工中の計測の必要性を追記

・・・施工中も地質調査やその他の調査および計測を行って、・・・を追加

・切羽前方の状態確認の必要性を追記

施工に重大な支障を及ぼす地山条件の存在が予測される場合は、接近した地点から、調査ボーリング、弾性波探査あるいは調査坑の掘削等を実施して切羽前方の状態を確認する必要がある。 を追加

第2章 測量

■ 2.1 測量一般（P155） 箱書き

測量は、設計の線形に対してトンネルの方向
や高さが許容値を満足する測量精度で行わな
ければならない。 に修正

2.1 測量一般（P155） 解説

- ・箱書きに合わせて追記

第2章 測量

■ 2.2 坑外基準点 (P155) 解説

(1) について

基準点等の相対確認の必要性を追記

・・・1つのトンネルを複数工区で掘削を行う場合や、貫通側に既設の関連する構造物がある場合は、**他工区が施工に使用した基準点や既設構造物との相対関係の確認も必要**・・・を**追加**

第2章 測量

- 2.3 坑内測量 (P156) 解説
(3)について

検測頻度に対し考慮する項目の追記

坑内基準点の検測頻度は、トンネルの規模、用途、掘進速度、掘削工法その他、**トンネルの内空変位速度等**によって異なる…を**追加**

第3章 仮設備計画

- 2006年度版では、「第2編 計画および調査」において、計画・設計段階におけるトンネル仮設備の考え方について記載されているのみであり、施工において必要な仮設備計画等については触れられていなかった。
- 2016年度版では新しく章立てを行い、実施工のトンネル仮設備計画において必要な知見の詳述を行った。

第3章 仮設備計画

■ 3.1 仮設備計画一般（P158） 箱書き

(1) トンネル工事における仮設備は、計画工程を満足させるよう、工事規模、施工方法、地山条件、立地条件、工期等を考慮し、適切な性能および容量を持った安全な設備としなければならない。

(2) トンネル工事における仮設備は、関係労働者の安全と衛生を確保して、良好な作業環境を形成するとともに、関連法規を遵守し、周辺環境を保全しなければならない。 を全文追加

3.1 仮設備計画一般（P158） 解説

- ・箱書きに合わせて追記

第3章 仮設備計画

■ 3.2 坑内, 坑外仮設備 (P159) 箱書き

トンネル工事において坑内, 坑外に設置される仮設備は, 作業が安全かつ効率的に行えるように仕様を選定し配置しなければならない. を全文追加

■ 3.2 坑内, 坑外仮設備 (P159~161) 解説

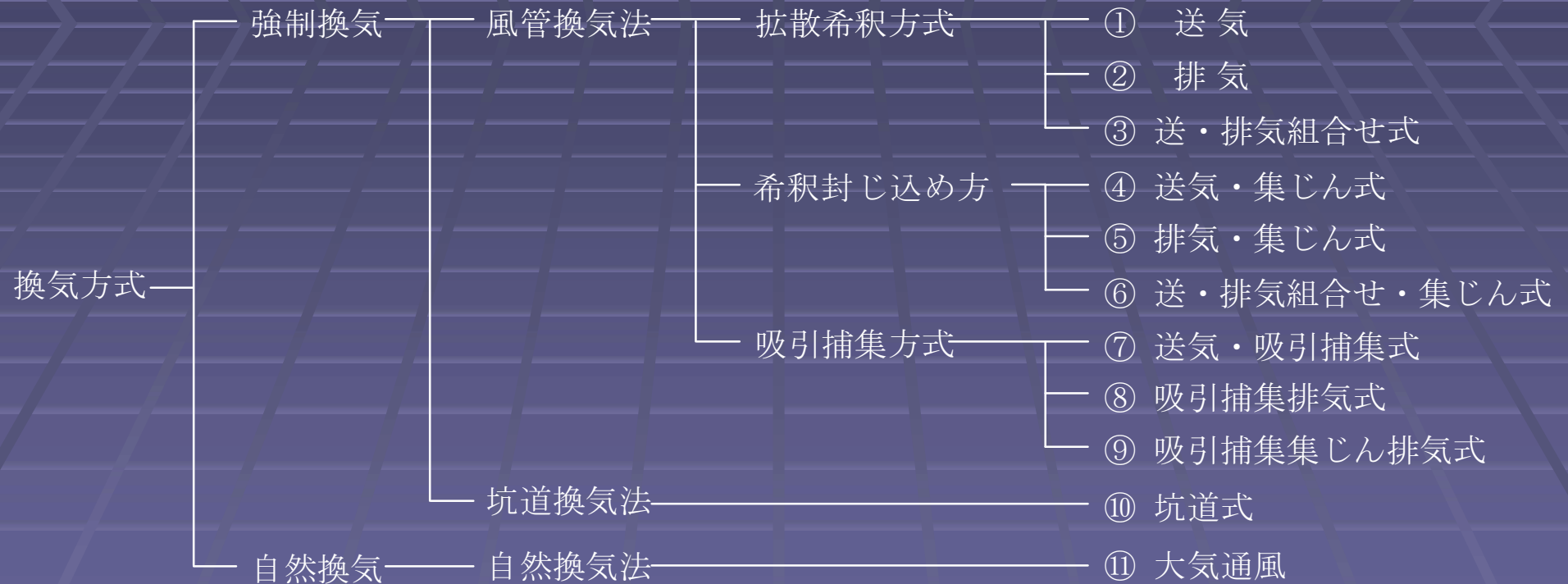
- ・箱書きに合わせて追記
- ・坑内仮設備・坑外仮設備のリストアップ
- ・坑内仮設備・坑外仮設備それぞれの計画・設置
についての留意点を追記

第3章 仮設備計画

解説表 4.3.1 トンネル仮設備例

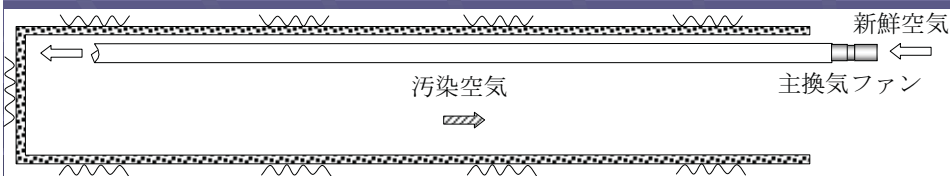
坑内外区別	設 備	主 要 内 容	備 考
坑内仮設備	給水設備	多段遠心ポンプ，給水管	
	排水設備	水中ポンプ，排水管	
	給気設備	コンプレッサ，給気管	
	換気設備	送風機，集じん機，風管	
	照明設備	照明装置，低圧電線路	
	連絡通信設備	警報器具，電話，データ通信システム	
	軌道設備	坑外線路，留置線	レール方式の場合
坑外仮設備	濁水処理設備	沈砂槽，凝集沈殿装置，中和装置，脱水機	
	電力設備	受電設備，配電設備，照明装置，発電機	
	コンクリート製造設備	練混ぜ装置，セメントサイロ，骨材ビン，混和剤添加装置	
	ずり仮置き設備	ずりビン，ベルコン，フィーダー	
	火薬関係設備	火工所，取扱所，火薬庫，見張所	
	荷役設備	クレーン，ウインチ	
	軌道設備	坑内線路	レール方式の場合
	充電所	水銀整流器または整流モニター，バッテリー	バッテリーカー 使用の場合
	修理所	溶接機，鍛冶具	
	資材置場	資材倉庫，H鋼，ロックボルト，金網等	
	諸建物	修理所，作業員休憩所等	

第3章 仮設備計画

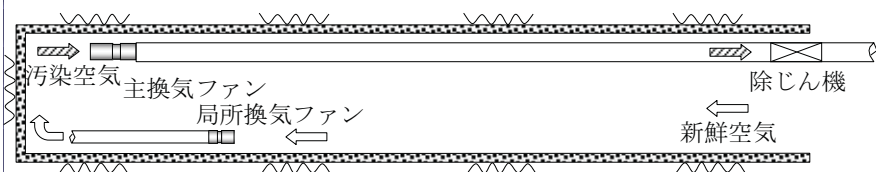


解説 図 4.3.1 換気方式の概念

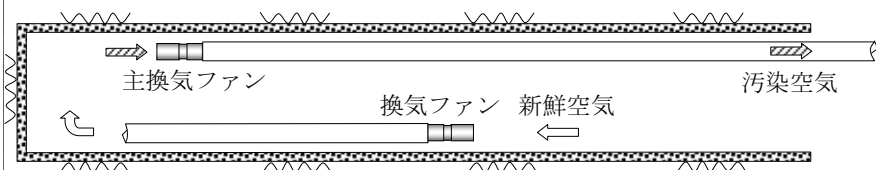
第3章 仮設備計画



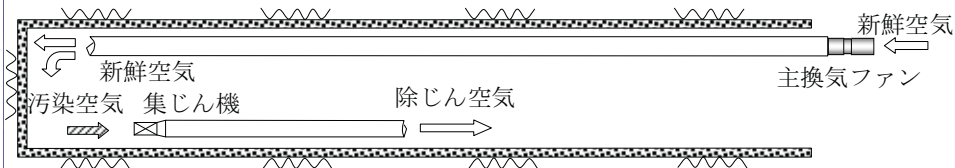
(a) 送気式



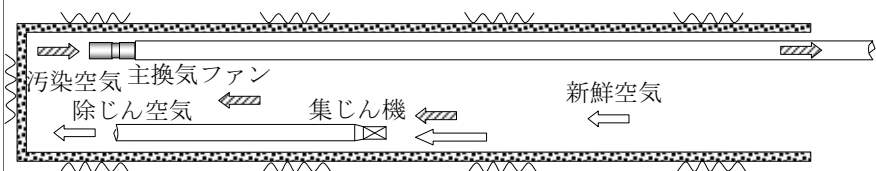
(b) 排気式



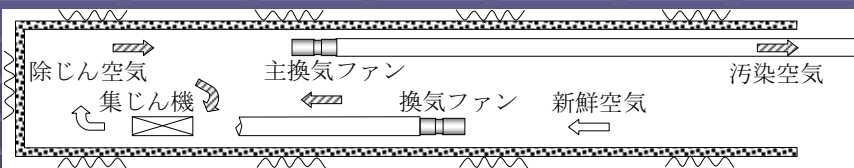
(c) 送・排気組合せ式



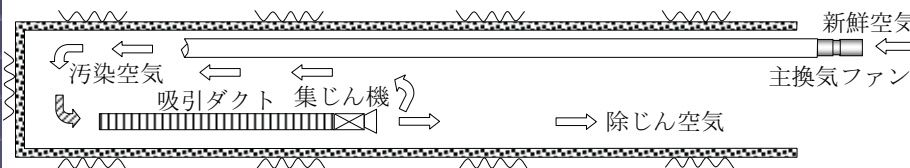
(d) 送気・集じん式



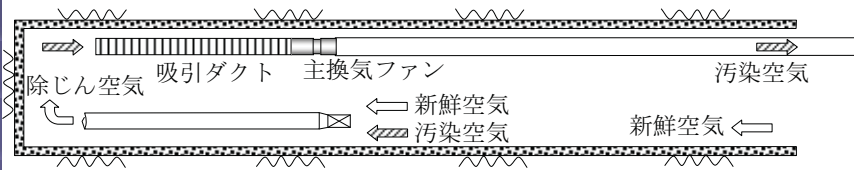
(e) 排気・集じん式



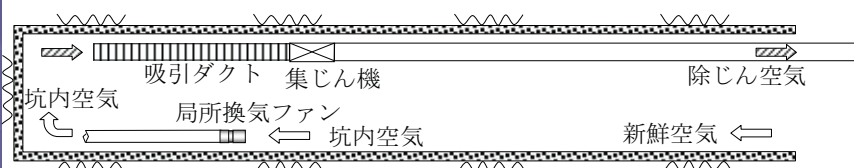
(f) 送・排気組合せ・集じん式



(g) 送気・吸引捕集式



(h) 吸引捕集排気式



(i) 吸引捕集・集じん排気式

解説図 4.3.2 各種換気方式の概要

第4章 掘削

■ 4.1 掘削一般

■ 4.1.1 掘削計画 (P164) 解説

(2)について

・掘削工法の種類を追記

掘削工法は、・・・**補助ベンチ付全断面工法**・・・がある。

・早期の断面閉合の必要性を追記

・・・**掘削後の変状や沈下が懸念される地山においては、仮インバートやインバートストラット等による早期の断面閉合の適用についても検討しておく必要がある。**

を**追加**

第4章 掘削

- 4.1.2 切羽安定対策(P164) 解説
 - ・ 掘削断面の分割について追記
 - ・ 新しい切羽安定対策の試行例を追記

- ・・・切羽安定対策は、天端、鏡面および脚部に対して、掘進長の短縮、掘削断面を分割する方法、核残し、鏡吹付けコンクリートおよび鏡ボルト等が一般に採用されているほか、切羽にてグラウンドアーチの形成を期待する曲面状に切り込む方法も試行されている。

を追加

第4章 掘削

■ 4.1.2 切羽安定対策(P165) 解説

・「大断面掘削が合理的な場合もある」ことを追記

・・・なお、断面の小分割を避け、大きな断面で施工するほうが合理的な場合もあり、地山条件、立地条件、施工性等を総合的に判断して、適切な補助工法の採用を検討することも重要である。具体的な補助工法については、第6編 2.1を参照するものとする。

を追加

第4章 掘削

- 4.2 発破掘削
- 4.2.1 発破掘削一般(P165～166) 解説
(2)について

- ・ 発破振動，発破音等の低減対策を追記

発破振動は，・・・制御発破が多く採用されている．・・・DS雷管とMS雷管を併用する場合，25～30段程度の発破は可能であるが，それ以上の段数が必要とされる場合には，電子雷管や導火管付き雷管等の特殊雷管が使用される．

発破音や低周波空気振動の低減対策には発生源対策と伝播経路対策がある．発生源対策には分割発破等の薬量を減らす対策があり，伝播経路対策には防音扉や防音壁の設置等がある．

を追加

第4章 掘削

■ 4.2.2 発破作業 (P167) 解説

(2)について

・穿孔作業の情報化施工の例を追記

- ・・・情報化施工の一環として、自動追尾測量器によりドリルジャンボに搭載した油圧ドリフターの穿孔位置、方向を自動制御するシステムの採用例もある。・・・ を追加

(3)について

・装薬時の爆薬材料による安全確保の例を追記

- 装薬時の安全確保を目的に、ANFO爆薬や粒状化、高粘性流体化した含水爆薬のほか、薬包を遠隔操作で機械装填するシステム等の使用も増えている。・・・ を追加

第4章 掘削

■ 4.3 機械掘削

■ 4.3.1 機械掘削一般（P168～169）解説

・早期閉合の場合の機械選定の留意点を追記

・・・地山条件が悪い場合・・・には、ミニベンチカット工法による早期閉合を採用する事例が多くなっている。その場合には、ミニベンチカット工法での掘削対応が可能な大型の自由断面掘削機の選定や設備配置を事前に検討しておく必要がある。

を追加

第4章 掘削

■ 4.3.2 掘削(P169) 解説

・早期閉合採用における留意点(切羽安定, 埋戻し, 採用判断)を追記

・・・早期に断面を閉合する場合には, 切羽の安定が条件となるため, 補助工法の適用についても検討しておく必要がある.

・・・早期閉合時のインバート部の埋戻しについては, インバートの強度発現性に留意するとともに, ・・・適切な埋戻し管理が求められる.

なお, 早期閉合は, ・・・変形抑制対策等と比較検討し, 採用することが望ましい.

を追加

第5章 ずり処理

■ 5.1 ずり処理計画(P170) 箱書き

(2) ずりに重金属等の含有が想定される場合には、適切な対応について検討しなければならない。
を全文追加

第5章 ずり処理

■ 5.1 ずり処理計画(P170) 解説

(2)について

・箱書きに合わせて追記

・「重金属が想定される場合」のずりの分別および対策工について追記

1)・・・ずりの分別は、含有量試験や溶出量試験・・・に基づき、対策工の要否を判定する必要がある。・・・

2)・・・対策工は、ずりを遮水シートで覆ったり、セメント等の固化材で不溶化して盛土内に封じ込める方法や、廃棄物として処理する方法等がある。・・・ を追加

第5章 ずり処理

■ 5.2 ずり処理機械(P170) 解説

- ・ベルトコンベアーの設備構成を追記

■ 5.3 ずり積み作業(P173) 解説

(2)について

- ・ずり積みの注意事項を追記

・・・補助工法を採用して鏡ボルト等の残材が発生する場合は、積み込み前やずり仮置き場等で分別する必要がある。

を追加

第6章 坑内運搬

■ 6.1 運搬方式（P174） 解説

・坑内運搬の対象と運搬方式の定義を追記

・・・坑内運搬の主たる対象は、ずり、資機材、作業員である。運搬方式とは、これらを運搬するための手法をいう。・・・

を追加

■ 6.2 路面および軌道（P174～175） 解説

(2)について

・「軌道構造の表」を現状に合わせて修正

第7章 支保工

- 7.1 支保工の施工一般
- 7.1.2 支保工の補強および縫返し(P178) 箱書き

(2) 支保工の変状が大きく、所定の内空断面が確保できない場合は、縫返し等の適切な処置を講じなければならない。 に修正

- 7.1.2 支保工の補強および縫返し(P178) 解説
 - ・(2)について 箱書きに合わせて追記
 - ・(1)について 箱抜き掘削の留意点を追記

縫返しが必要となる地山において非常用施設等の箱抜きが必要となる場合は、・・・箱抜き部を包含する支保工設計をする・・・必要がある。 を追加

第7章 支保工

- 7.1.2 支保工の補強および縫返し(P179) 解説
 - 表中の変状時に準備すべき資機材を更新

解説 表 4.7.1 施工中の支保工変状に対する補強例, 準備すべき資機材

項目	補強例
ロックボルト	<ul style="list-style-type: none"> 設計長と同一のものを増し打ち 長尺ロックボルトの使用 摩擦定着方式ロックボルトの使用(湧水が多いとき) 自穿孔型ロックボルトの使用(孔壁が自立しないとき)
吹付けコンクリート	<ul style="list-style-type: none"> 増し吹付け 金網の追加 繊維補強吹付けコンクリート 高強度吹付けコンクリート
鋼製支保工	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製支保工の追加 鋼製支保工の断面形状の変更 ウイングリブ付き鋼製支保工(脚部の沈下が大きいつき) ウォールビーム 鋼製インパート支保工
その他の補強	<ul style="list-style-type: none"> 地山改良 サイドパイル, レッグパイル(フットパイル等) 仮閉合 根固めコンクリート
その他の器具類	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋, 単管パイプ 足場 支柱, サンドル 他

第7章 支保工

- 7.2 吹付けコンクリート
- 7.2.1 吹付け方式の選定(P179) 箱書き

吹付け方式は、**圧送距離**、断面の大きさ、掘削工法および湧水の有無等を十分検討して定めなければならない **に修正**

- 7.2.1 吹付け方式の選定(P179) 解説
 - ・箱書きに合わせた修正はなし
 - ・遠心力を利用する吹付け工法や塗布コンクリート工法等に関する記述を削除

第7章 支保工

- 7.2.2 使用機械(P180) 解説
 - ・練混ぜ装置に関する記述を削除(3章へ)
 - ・練混ぜ方式に関する記述を追加
 - …すべての材料を一括練混ぜする練混ぜ方式で製造される。また、所定の水量を2回に分けて混練りする…分割練混ぜ方式による製造も実施されている。
を追加

第7章 支保工

■ 7.2.2 使用機械(P180) 解説

・一体型吹付け機採用増加の実態を追記

・・・最近では、コンプレッサ、吹付けロボット、急結剤供給装置、コンクリートポンプ、高圧水ポンプ等・・・を搭載した一体型吹付け機が多くの現場で採用されてきている。

を追加

・吹付け機の選定の必要事項を追記

・・・掘削断面の大きさと作業性を勘案した吹付け機を選定する必要がある。

を追加

第7章 支保工

- 7.2.3 吹付けコンクリートの現場配合(P181)解説
 - ・ 試験練りおよび試験吹付けの必要性, 具体的な試験を追記

また, 使用機械や地山の状況等に適合した配合とするため, 事前に現場で使用する材料を用いた試験練りおよび試験吹付けを行って, 適切な現場配合を決定する必要がある. 試験練りおよび試験吹付けでは, 吹付けコンクリートの圧縮強度試験や引抜き試験あるいはピン貫入試験等による吹付けコンクリートの初期強度試験を行う必要がある.

を追加

第7章 支保工

■ 7.2.3 吹付けコンクリートの現場配合(P181)解説

1) 初期強度の発現

- ・急結剤の種類や添加量の留意事項を追記

3) じん性の増加

- ・新たに3)を項目に追加
- ・繊維補強吹付けコン製造時の留意点を追記

4) 粉じん抑制, はね返し防止

- ・粉体混和剤使用時の練混ぜ不良対策を追記
- ・スラリー急結剤, 液体急結剤使用上の留意点を追記

第7章 支保工

■ 7.2.4 吹付け作業(P182) 箱書き

(6) 湧水がある場合は、コンクリートが所要の品質を得られるように適切な対策を施さなければならない。

を統合

■ 7.2.4 吹付け作業(P182) 解説

(6)について

- 箱書きに合わせて統合

第7章 支保工

■ 7.2.4 吹付け作業(P182~183) 解説

(1)について

- ・ 一次吹付けの必要性を追記

- ・・・・鋼製支保工建て込み時に・・・建て込み前の一次吹付けにより作業の安全を図る必要がある。 を追加

(4)について

- ・ 吹付け面の平滑仕上げが必要な理由を追記

- ・・・・防水シートの破損や覆工コンクリートのひびわれを防止するため・・・

- ・ ケレン作業の注意事項を追記

- ・・・・ケレン作業では、鋼製支保工のずれや吹き付けたコンクリートの破損を生じさせない ... を追加

第7章 支保工

■ 7.2.4 吹付け作業(P183) 解説

(5)について

・粉じんに関する省令やガイドラインの改訂を反映

吹付けコンクリートは、・・・良好な環境を維持するための対策を**行わなければならない**。

吹付けによって発生する・・・坑内の作業環境改善を**図らなければならない**。また、日常の管理で**粉じん濃度目標レベル**を設ける・・・

吹付け作業員は、・・・保護メガネ、**電動ファン付き防じんマスク**(第4編 12.6参照)等の保護具を着用する必要がある。
に**修正**

第7章 支保工

■ 7.3 ロックボルト

7.3.1 使用機械(P184) 解説

(2)について

・密なモルタル充てんを行う器具を追記

定着材として・・・モルタルの充填には、孔奥から密に充填するために、圧送ホースの先端に樹脂パイプ等を取り付けたものが用いられている。 を追加

・ボルトの確実な締付けについて追記

ロックボルトの締付けは、緩みや脱落のないようにスパナやパイプレンチを用いて確実に行う。 を追加

第7章 支保工

■ 7.3.2 ロックボルト孔の穿孔および清掃 (P185) 解説

・穿孔時の具体的なトラブルを追記

未固結地山や亀裂性岩盤，破砕帯等の地質条件によっては，孔壁の荒れや崩壊，ロッドの目詰まり，穿孔水の逸水といったトラブルを招くことがある(解説 表4.7.3参照)．これらの対策としては，穿孔径や施工機械の見直しが行われている。に修正

・孔壁を保持する穿孔技術を追記

・・・孔壁を保持する気泡穿孔やミスト穿孔も行われている。に修正

第7章 支保工

■ 7.3.3 ロックボルトの挿入および定着(P186)解説

(1)について

・ボルト落下防止器具の追記

肩から天端部分の上向きのロックボルトは、挿入後・・・
抜け落ちることがあり、・・・落下防止器具が用いられる。

(2)について

・モルタル漏れ防止の器具を追記

・・・定着材充填後に口元を押さえ、モルタルの漏れを防止するキャップが用いられることもある。・・・ を追加

・自穿孔ボルトの口元リーク防止策を追記

自穿孔型ロックボルトを用いる場合は、・・・充填するために口元をコーキングすることが効果的である。・・・ を追加

第7章 支保工

- 7.4 鋼製支保工
- 7.4.1 使用機械（P186） 箱書き

鋼製支保工の建込み機械は、地山の状況、掘削工法、掘削断面の大きさ、形状などを勘案し、使用目的に適合するものを選定しなければならない。

を全文追加

- 7.4.1 使用機械（P186~187） 解説
- ・箱書きに合わせて全文追加

第7章 支保工

■ 7.4.2 鋼製支保工の建込み（P187） 解説

(1)について

・支保工加工サイズの留意点を追記

・・・とくに膨張性地山等では変位が大きくなるため、所定の内空断面を確保できるように製作段階で大きく加工しておくことがある。・・・ **を追加**

・緊急時の脚部沈下対策の事例を追記

・・・計測結果等の施工時の状況により、緊急的に脚部沈下対策が必要となった場合の対策として、脱着式やパイプ式のウイングリブを採用する事例もある。・・・ **を追加**

第8章 覆工

■ 8.1 型枠

■ 8.1.1 型枠一般 (P188) 解説

・中流動覆工コンクリートの名称を記載

・・・型枠は、これらの荷重に対して必要な強度と剛性を有するように設計、製作しなければならない。とくに中流動覆工コンクリート等の流動性の高いコンクリートを用いる場合には、フレッシュコンクリートの側圧の割増しを考慮に入れた設計が必要である。・・・ を追加

第8章 覆工

■ 8.1.2 型枠の製作 (P189) 解説

(1)について

・打込み荷重が大きくなる場合の留意点を追記

・・・急勾配となる場合や・・・流動性の高いコンクリートを使用し、打込み時の荷重が大きくなる場合、あらかじめ移動式型枠を補強(面板厚の増大, 中間ジャッキの増設等)しておく必要がある. ... を追加

(3)について

・空気溜りの防止対策を追記

・・・とくに下り勾配での打込み作業時には空気溜りが生じやすいため、エア抜き金具を使用することが望ましい. ... を追加

第8章 覆工

■ 8.1.3 つま型枠（P190） 箱書き

(2) つま型枠は、防水シートを破損しないように施工しなければならない。また、溝型枠を設置する場合は、その構造を十分に検討し不具合のないように施工しなければならない。 を全文追加

■ 8.1.3 つま型枠（P191） 解説

(2)について

- ・箱書きに合わせて記載
- ・溝型枠設置時の具体的な不具合とその防止を追記

第8章 覆工

■ 8.1.4 型枠の移動および据付け（P191） 解説 (5)について

・既設コンクリートへの押し当てによるひび割れ防止技術の例を追記

・・・なお、過度の押し当てによるひびわれを防止する対策として、・・・既設の覆工コンクリートとの接触を検知するセンサーを装備することがある。
を追加

(6)について

・打込み中の型枠変位の自動計測技術の例を追記

近年、コンクリート打込み中の移動式型枠の変位や沈下を自動追尾式トータルステーションを使用して自動測定する計測技術がある。
を追加

第8章 覆工

- 8.2 覆工コンクリート
- 8.2.1 覆工コンクリートの施工一般(P193)箱書き

「覆工」を「覆工コンクリート」・・・に修正

(3)・・・ひびわれ, コールドジョイント, うき, はく離, 背面空洞等の発生を防止するように努め, 供用後の維持管理に支障のないように配慮しなければならない. ...を追加

第8章 覆工

■ 8.2.1 覆工コンクリートの施工一般 (P193~194) 解説

(3)について

- ・ 箱書きに合わせて追記
- ・ 背面拘束を抑制する新技術の例を追記
 - ・・・なお、近年では吹付けコンクリート面と防水シート面との隙間に裏込め注入材等を充填することにより、防水シート面を平滑にする工法(背面平滑型トンネルライニング工法)が採用されてきている。・・・を追加

第8章 覆工

■ 8.2.2 覆工コンクリートの現場配合(P195) 解説

・繊維補強コンクリート配合の留意点を追記

繊維補強コンクリートを用いる場合、締固め時に繊維が沈み込み、・・・配合を検討することが重要である。また、繊維が局所的に集中してファイバーボールが生じたり、・・・問題が発生する場合がある。そのため、繊維の投入には繊維分散機を使用する場合が多い。 **を追加**

・中流動覆工コンクリートの配合の留意点を追記

なお、中流動覆工コンクリート等を用いる場合は、・・・厳しい品質管理、製造管理、施工管理が必要となる。 **を追加**

第8章 覆工

■ 8.2.3 覆工コンクリートの運搬(P195) 解説

(1)について

・運搬中のコンクリート温度の低下抑制対策を
追記

・・・また、最近ではトラックミキサーやアジテーター付き運搬車両のドラムをカバーで覆うなどの対策を行い、運搬中のコンクリート温度の低下を抑制している例もある。・・・

を追加

第8章 覆工

■ 8.2.5 覆工コンクリートの締固め (P197) 解説

(1) について

・天端部の締固めに用いられる新技術を追記

・・・天端部の締固めに、引抜き式や伸縮式の日端バイブレーター等を用いる事例も増えている。 を追加

・中流動覆工コンクリートの材料分離防止上の留意点を追記

・・・中流動覆工コンクリート等を使用した場合は、材料分離を防止するために内部振動機ではなく型枠バイブレーターを使用することを基本としている。 を追加

・「各種振動機の特徴」の一覧表を追加

解説表 4.8.1 各種振動機の特徴(P197)

名 称	特 徴
棒状バイブレーター	
引抜き式バイブレーター	<p>あらかじめバイブレーターを型枠内部にトンネル縦断方向に設置しておき、コンクリート打込み後、バイブレーターを起振させながら引き抜くことにより締固めを行う</p>
伸縮式バイブレーター	<p>あらかじめバイブレーターを型枠内部にトンネル断面方向に設置しておき、油圧駆動または手動によってバイブレーターをコンクリートに挿入することによって締固めを行う</p>
浮き式バイブレーター	<p>浮きを取り付けたバイブレーターを検査窓より設置し、コンクリートの上昇に従い、側壁部の締固めを行う。</p>
型枠バイブレーター	<p>型枠外側に振動機を取り付けたり、型枠の外側から外部振動機を接触させて締固めを行う。中流動覆工コンクリートに用いられる。</p>

第8章 覆工

■ 8.2.6 覆工コンクリートの養生 (P197) 解説

・付加的な養生を実施している実態に記載修正

坑内は坑口付近を除いて温度が安定しており、湿潤状態に保たれているので、~~一般には付加的な養生は行われていない。~~が、坑内換気やトンネル貫通後の外気の通風の影響については注意が必要である。 に修正

・各種養生技術の事例の追記

・・・封かん養生を行ったり、・・・散水したりして積極的に養生を行う例も見られる。また、コンクリート面に薬剤を散布するなどして膜を形成し、乾燥を防ぐ例も見られる。

を追加

第8章 覆工

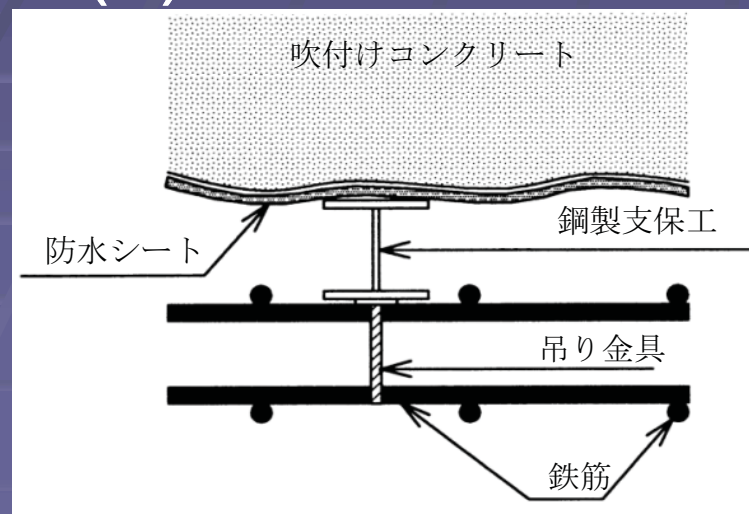
■ 8.3 鉄筋 (P198~199) 解説

・鉄筋固定方法の実情により図を修正

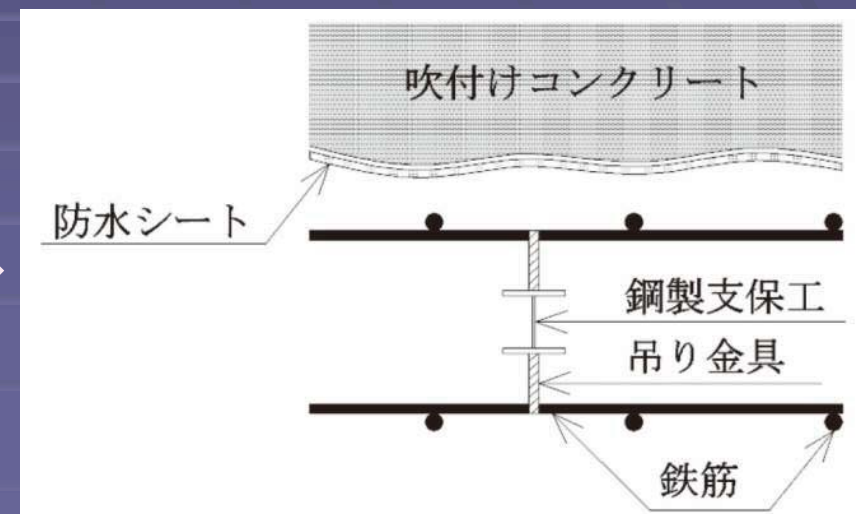
解説 図 4.8.6 鉄筋の固定方式の例

(e)支保工方式

を修正



2006年版



2016年版

第9章 インバート工

- ・2006年版では、覆工の一部として記載していた。2016年版では、新たに章立てを行い、内容の大幅な変更を図った。
- ・「9.1インバートの施工時期、**施工方法**」のタイトルを修正し、施工方法について詳述した。

第9章 インバート工

■ 9.1 インバートの施工時期, 施工方法(P200)解説 (1)について

・本インバートを早期施工する場合の留意点を追記

本インバートを施工することによりトンネルの変位を収束させる場合もあるが、膨張性地山で本インバートの早期施工を行った結果、大きな外力が若材齢の本インバートに作用して・・・供用後に変状が発生した例もあるため注意を要する。よって、・・・本インバートの施工を行う場合は十分な力学的検討が必要である。また、インバート施工前、施工中および施工後も、これまでの計測管理を継続して行い、地山の挙動を監視するのが望ましい。

を追加

第9章 インバート工

■ 9.2 インバートコンクリート (P202) 箱書き

(2) ……また、打込み後は、埋戻し材による死荷重や埋戻し作業による輪荷重等に耐えうる強度に達するまで載荷してはならない。 を追加

(4) インバートコンクリートの埋戻しは、沈下や凍上のないよう、適切な材料、方法で施工しなければならない。 を全文追加

第9章 インバート工

■ 9.2 インバートコンクリート (P202) 解説

(2)について

・箱書きに合わせて追記

・曲げ応力により強度が求まる例があることを追記

…インバートには曲げ応力が発生しないものと考え、埋戻し作業時の輪荷重による支圧応力度から必要圧縮強度を求めている例が多いが、インバートを弾性支承上のはりとしてモデル化し、曲げ引張応力度から必要圧縮強度を求めている例もある。曲げ引張応力度は地盤反力係数の値に左右される点に注意を要する。 を追加

第9章 インバート工

■ 9.2 インバートコンクリート (P202~203) 解説

(3)について

・打継ぎ目の処理方法に関する留意点を追記

・・・覆工コンクリートとの打継ぎ目においては、レイトンス処理を行って覆工と一体化させることが多い。一方、コンクリートの仕上がり面と同様に金ゴテ処理を行い、覆工との縁を切ることで・・・耐久性を向上させる場合もある。RC構造の場合は、設計における解析モデルの結合条件を考慮して・・・決定しなければならない。・・・

・・・インバートコンクリートの中央付近に設ける打継ぎ目は、せん断力も円滑に伝達できるよう、差し筋の設置、凹凸化、目荒らし、網状型枠の使用等が行われることが多い。・・・

を追加

第9章 インバート工

■ 9.2 インバートコンクリート (P203) 解説

(4)について

・箱書きに合わせて全文記載追加

・埋戻し材料使用の留意点を追加 ←

・転圧方法の具体的な記載を追加

・締固め機械の種類と管理方法を追加

・・・施工中の泥ねい化防止や供用後の凍上防止の観点から、排水性の良い材料を使用するのが望ましい。・・・

・・・埋戻し材は、トンネルで発生するずりを使用することが原則である・・・近年では、建設副産物の有効利用のため、セメント等により発生ずりを改良して使用する例もある。・・・
を追加

第9章 インバート工

■ 9.2 インバートコンクリート (P203) 解説

(4)について

・箱書きに合わせて全文記載追加

・埋戻し材料使用の留意点を追加

・転圧方法の具体的な記載を追加 ←

・締固め機械の種類と管理方法

・・・埋戻し材の敷均しはブルドーザ等を使用して行い、
締固めはタイヤローラ、振動ローラ等を使用して行う。
良質の土砂を使用する場合は一層の仕上がり厚を
20cm以下とする・・・ を追加

第9章 インバート工

■ 9.2 インバートコンクリート (P203) 解説

・箱書きに合わせて全文記載追加

・埋戻し材料使用の留意点を追加

・転圧方法の具体的な記載を追加

・締固め機械の種類と管理方法の追記 ←

解説 表 4.9.1 埋戻し材料ごとの管理方法および締固め機械²⁾

埋戻し材	管理方法	締固め機械	備考
粘性土, シルト等	乾燥密度	タイヤローラ	一般に, 埋戻し材として使用しない.
高含水比土	飽和度	タイヤローラ	一般に, 埋戻し材として使用しない.
玉石, 砂利, 砂質土	締固め度	タイヤローラ	
岩塊, 玉石	工法規定	マカダムローラ, タンデムローラ	
脆弱岩(スレーキング性あり)	工法規定	振動ローラ	膨張性を有する岩は一般に, 埋戻し材として使用しない.

第9章 インバート工

■ 9.3 鉄筋 (P203) 箱書き

インバートコンクリートを補強するための鉄筋は、防水工を破損しないように取り付けるとともに、所定のかぶりを確保し、自重や打ち込まれたコンクリートの圧力により変形しないよう堅固に固定しなければならない。また、汚れや腐食を防止するために必要な対策を講じなければならない。

を追加

- 9.3 鉄筋 (P203) 解説
 - ・箱書きに合わせて追記

第10章 防水工および排水工等の施工

■ 10.1 防水工および排水工等の施工(P205)

箱書き

(4)補強鉄筋区間での防水シートは、**覆工耐荷力の低下を引き起こす漏水を発生させないことに留意し、より慎重に施工しなければならない。**

を修正

第10章 防水工および排水工等の施工

■ 10.1 防水工および排水工等の施工(P206)

解説

(5)について

・大量湧水発生箇所の排水処理の留意事項を
追記

・・・想定より多くの湧水や集中的な湧水が発生した箇所においては、・・・裏面排水材を設置するとともに、横断排水管の増設等を検討する必要がある。

を追加

第10章 防水工および排水工等の施工

■ 10.2 漏水対策工（P206） 解説

・ ひびわれ注入における留意事項を追記

- ・・・また、施工後の覆工コンクリートにひびわれ注入(止水工法)を行うと、覆工コンクリートと防水シートとの間に注入圧が作用して防水シートが破損する可能性があるため、導水工法も併用するなど総合的に対処する必要がある。
- を追加

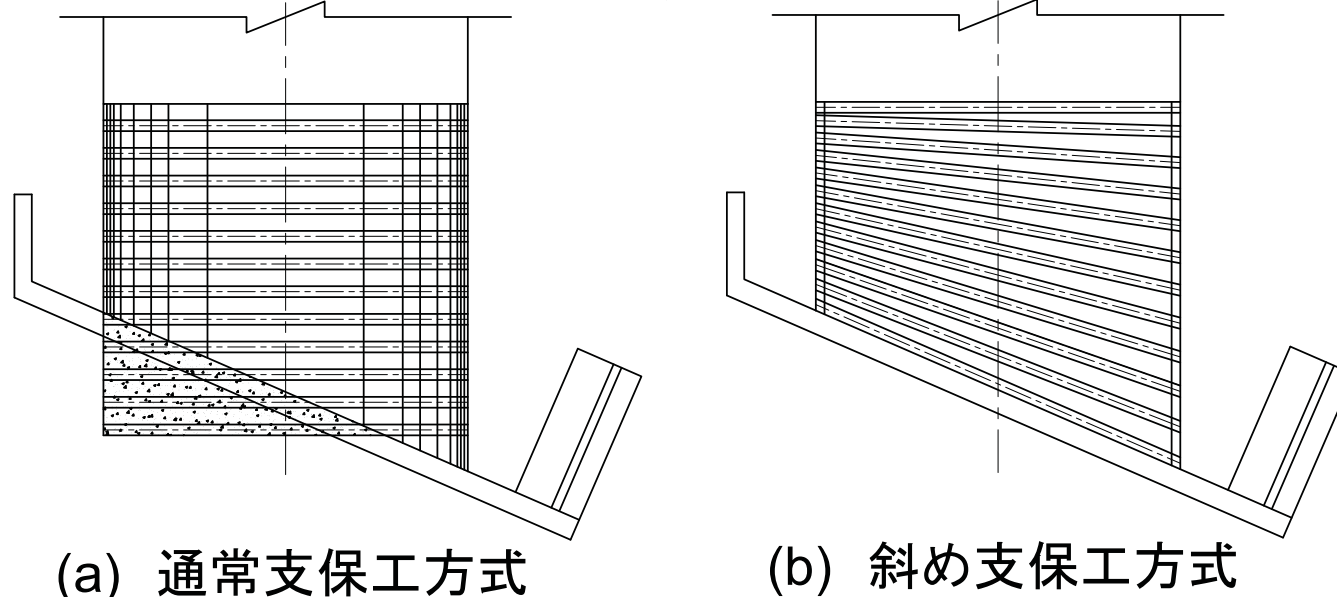
第11章 坑口部および坑門の施工

■ 11.1 坑口部および坑門の施工(P208~209)解説

(1)について ・斜坑門の施工時の留意点を追記

斜坑門を施工する場合は、鋼製支保工の建込み方式に応じて施工上の留意点が異なることから、よく検討したうえで選定する必要がある。・・・ を追加

解説 図4.11.2 斜坑門の鋼製支保工建込みイメージ図



第11章 坑口部および坑門の施工

■ 11.1 坑口部および坑門の施工 (P208)解説

(1)について

・突出型坑門における地耐力の留意点を追記

3)坑門の施工 突出型坑門の場合は、施工後に基盤の地耐力不足により坑門が沈下することを防止するため、設計、施工計画段階で地耐力の調査を行うとともに、施工中にも必要な地耐力があることを追加調査にて確認し、供用後に問題とならないよう注意しなければならない。
を追加

第12章 安全衛生

■ 12.1 安全衛生一般 (P210~215) 解説

- ・労働安全衛生規則等の一覧「解説 図 4.12.1」を
追記

■ 12.3 換気 (P216~219) 解説

(2)について

- ・『ずい道等建設工事における換気技術指針』の改訂に
合せ追記・修正

…メタンの逆流防止をはかるための風速として0.5m/s以上とする必要がある。さらに、メタンが定常的に湧出している場合は、メタンレアを消散させるための風速として1m/s以上とすることを推奨する。… を追加・修正

第12章 安全衛生

■ 12.4 通路 (P219~220) 解説

・ 足場等の労働安全衛生規則の一部改正に伴いを追記・修正

・・・仮設通路について、・・・丈夫な構造とすること、勾配は 30° 以下とすること・・・、勾配が 15° を超えるものには踏さんその他の滑止めを設けることとある。

・・・また、同条文では、墜落の危険のある箇所には高さ85cm以上の手すり、高さ35cm以上50cm以下のさん等を設けること、立坑内の仮設通路でその長さが15m以上であるものは10m以内ごとに踊り場を設けること、建設工事に使用する高さ8m以上の登さん橋には7m以内ごとに踊り場を設けることとある。

を追加・修正

第12章 安全衛生

■ 12.6 労働衛生 (P220~222) 解説

・『ずい道等建設工事における換気技術指針』の改訂に合わせ追記・修正

2) 粉じん ……なお、粉じん障害防止規則第27条第2項では、動力を用いて鉱物等を掘削する場所における作業、動力を用いて鉱物等を積み込み、または積み下ろす場所における作業、コンクリート等を吹き付ける場所における作業では電動ファン付き呼吸用保護具(日本工業規格 T8157)の着用が定められている。また、同ガイドラインでは適切なフィルターの管理等が定められている。を追加

第12章 安全衛生

■ 12.7 火災および爆発の防止（P222~223） 解説 (2)について

・爆発災害防止における留意点を追記

・・・長期間の休工後，作業を開始する場合，以下の2点に注意する必要がある。① 坑内の可燃性ガス濃度と酸素濃度の測定を行い，安全性が確保されたことを確認してから入坑すること。② 坑内換気設備の起動は，坑外の安全な場所から行うこと。

を追加

第13章 環境保全

■ 13.1 環境保全(P224) 箱書き

施工にあたっては、関連法規類を遵守し、騒音、振動、低周波空気振動、濁水、地表面沈下、構造物等の変状、坑外の運搬作業による交通障害等の抑制、汚濁水、**重金属等を含有する岩石や土壌、セメントおよびセメント系固化材等による汚染防止**および自然環境の保全のために**適切な対策を講じ**なければならない。**を追加**

■ 13.1 環境保全(P224) 解説

- ・箱書きに合わせて追記