

## 第 17 章 トンネル工事

### 第 1 節 調査及び施工計画

#### 1. 事前調査における留意事項

- (1) トンネル工事においては、計画・設計・施工・完成後の維持管理が周辺環境に重大な影響を与えるものであり、各種の予測判断・手法がそのまま安全施工へと直結するため、事前の調査・施工計画及び施工中の調査に当たって十分に配慮すること。

また、完成後においても建設による重大な影響などのおそれのある場合は、施工後も継続して調査する必要がある。

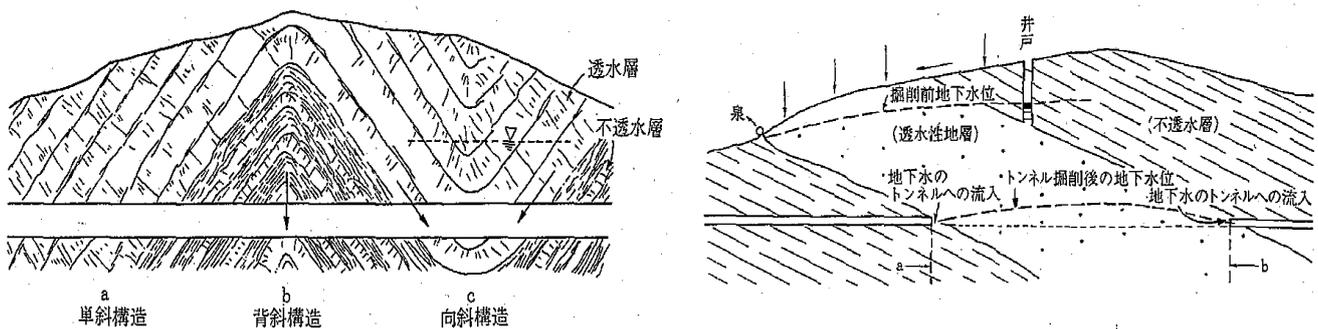


図 17-1 トンネルと地質構造

- (2) トンネル工事を行うに当たって、落盤、出水、ガス爆発等による危険を防止するため、地山の形状、地質及び地層の状態をボーリング等の適切な方法により事前調査し、その結果を活用できるように整理、記録しておくこと。
- (3) 施工の安全に重大な影響を及ぼす地山条件が予測される場合は、接近した地点から調査ボーリング等を行って状態を確認すること。
- (4) 事前調査は次の事項について調査すること。

#### ① 地形的条件

安衛則 379

- a. 崖錐      b. 扇状地      c. 地すべり・崩壊
- d. 断層地形      e. 段丘      f. 河川状態
- g. その他特殊地形など

② 地質的条件

- a. 岩石又は土質の分類、風化・変質の状態
- b. 断層及び破碎帯の位置・方向及び範囲
- c. 成層状態及び亀裂の性状
- d. 湧水及び滞水状態
- e. 河川流量の状態
- f. 地下水及び有害ガスの状態など

安衛則 380

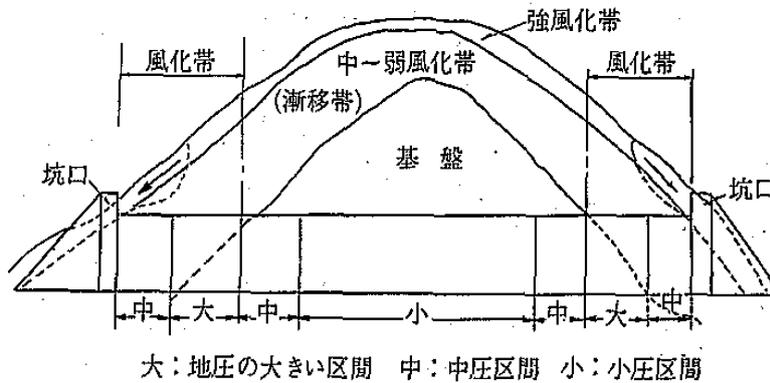


図 17-2 風化帯の発達と地圧

凡例（沖縄県を除く）

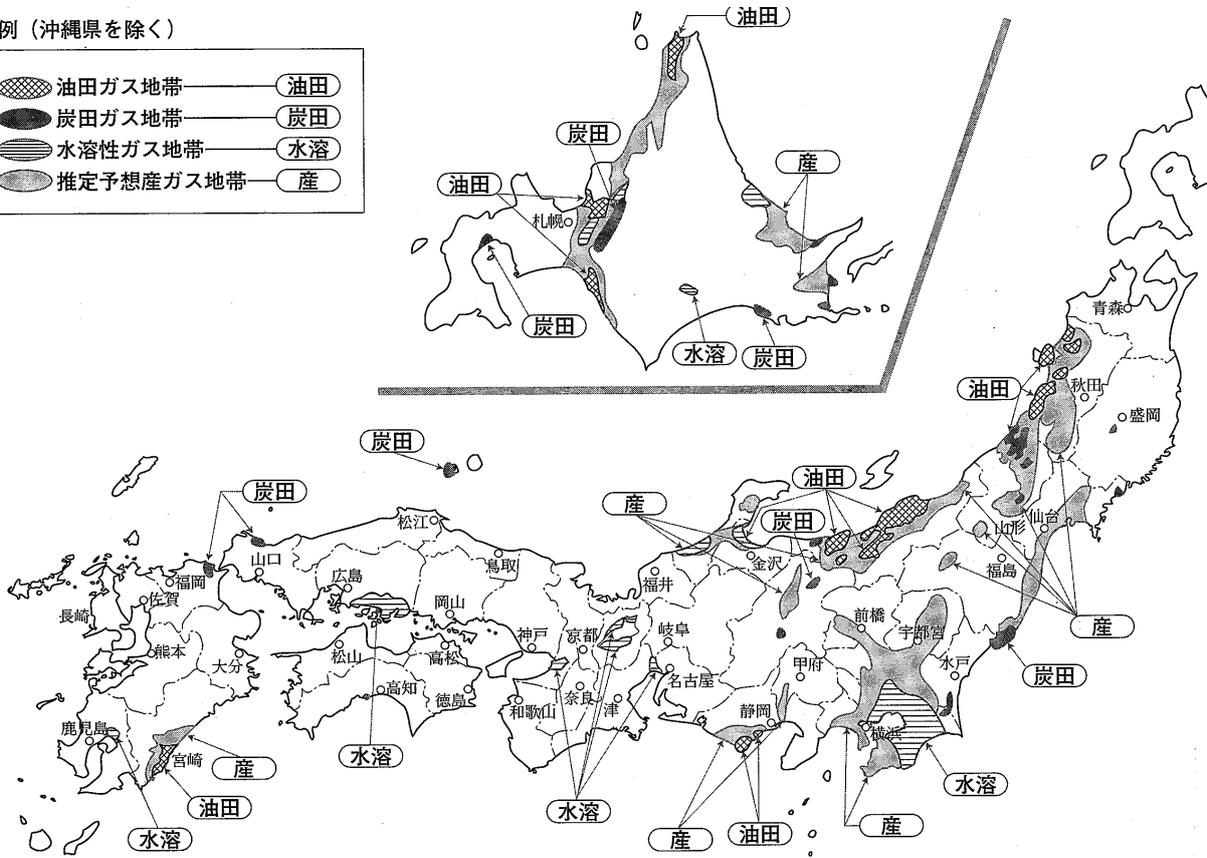
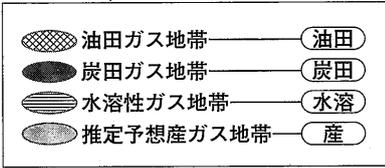


図 17-3 日本の含油、含ガス地域図

表 17-1 地質調査の段階と調査方法

調査の段階	調査方法	資料調査	空中写真判読	現地調査	地表地質踏査	弾性波探査	電気探査	ボーリング	孔内試験				室内土質岩石試験
									標準観入試験	物理検層	孔内載荷試験	孔内湧水圧試験	
計画調査	硬岩	◎	◎	◎									
	軟岩・土砂	◎	◎	◎									
基本設計調査	硬岩	○	○	◎	◎	◎		○					△
	軟岩・土砂	○	○	◎	◎	◎		○	○	△	○		○
工事実施調査	硬岩			◎	◎	◎	△	◎		△		△	△
	軟岩・土砂			◎	◎	○	△	◎	◎	○	○	△	◎

注) ◎:一般に実施する調査 ○:よく実施する調査 △:必要に応じて実施する調査

## 2. 施工計画における留意事項

- (1) 施工計画における留意事項については、第 1 章第 3 節施工計画に準じること。
- (2) トンネル工事は、事前調査で知り得た条件に適応する施工計画を定め、その計画に基づいて工事を進めること。
- (3) 事前調査により判明した特異な地形や地質がトンネル工事に及ぼす影響について十分検討を行い、施工計画に反映させること。
- (4) 災害防止の観点からみた施工計画の一般的内容は、次のとおりとする。
  - ① 掘削の方法
    - a. トンネル各部の掘削順序及び時期
    - b. 掘削（発破等）の方法と作業手順
    - c. 積込機械・運搬機械の種類・型式
    - d. 運搬速度及び坑内安全スペースの確保
    - e. ずり処理方法（ずり捨場含む）
  - ② トンネル支保工の施工方法
    - a. 支保工の種類及び形状
    - b. 支保工の建込方法・時期とその手順
    - c. 補強の方法
  - ③ 覆工の方法
    - a. 覆工型枠の種類及び形状
    - b. 覆工型枠の組立・解体の方法
    - c. 覆工の時期とその手順
    - d. コンクリート運搬・打設の方法など
  - ④ 湧水・洪水・濁水等の処理方法、荷役設備、電力設備
  - ⑤ 換気・有害ガス・照明・退避所等坑内作業用設備
  - ⑥ 工程計画表と工種別安全管理計画
  - ⑦ 各作業別安全作業基準
  - ⑧ その他関係諸法規に関する事項及び施工の安全上特に

安衛則 380

必要と認められる事項

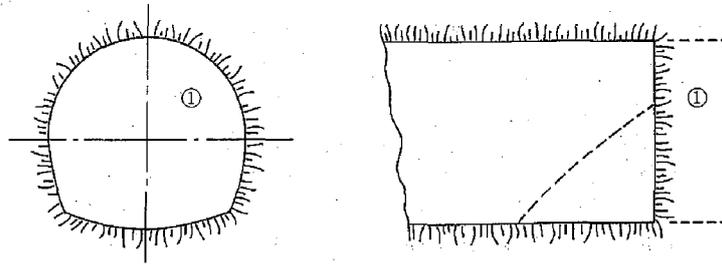


図 17-4 全断面掘削方式

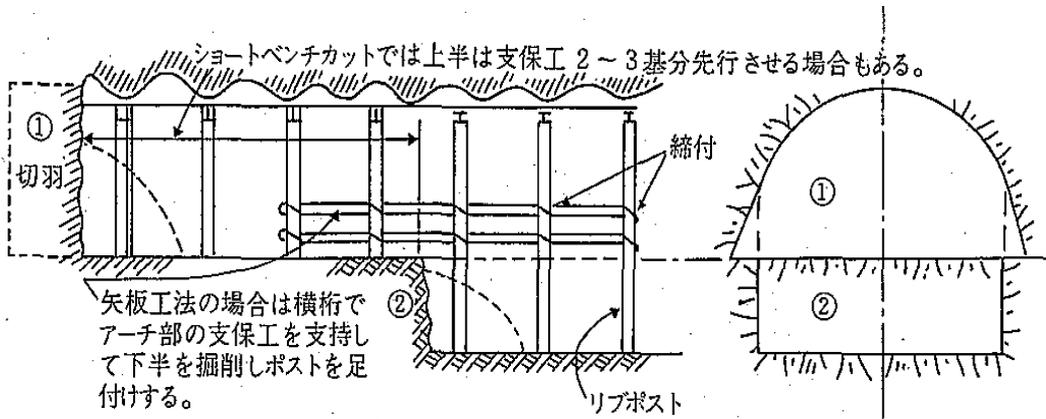


図 17-5 ベンチカット方式

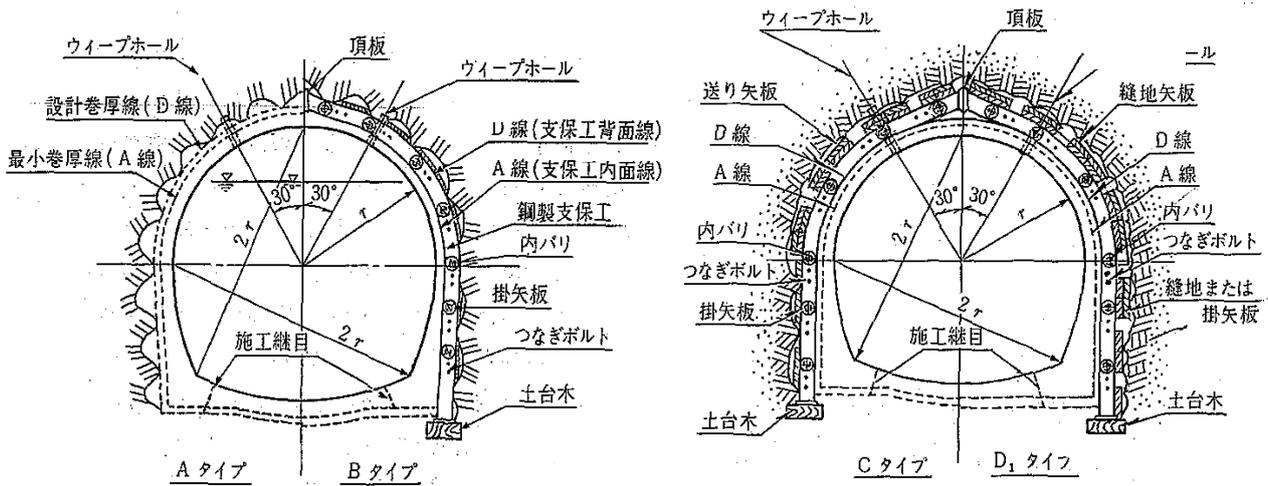


図 17-6 矢板工法標準断面図 (標準馬てい形の場合)

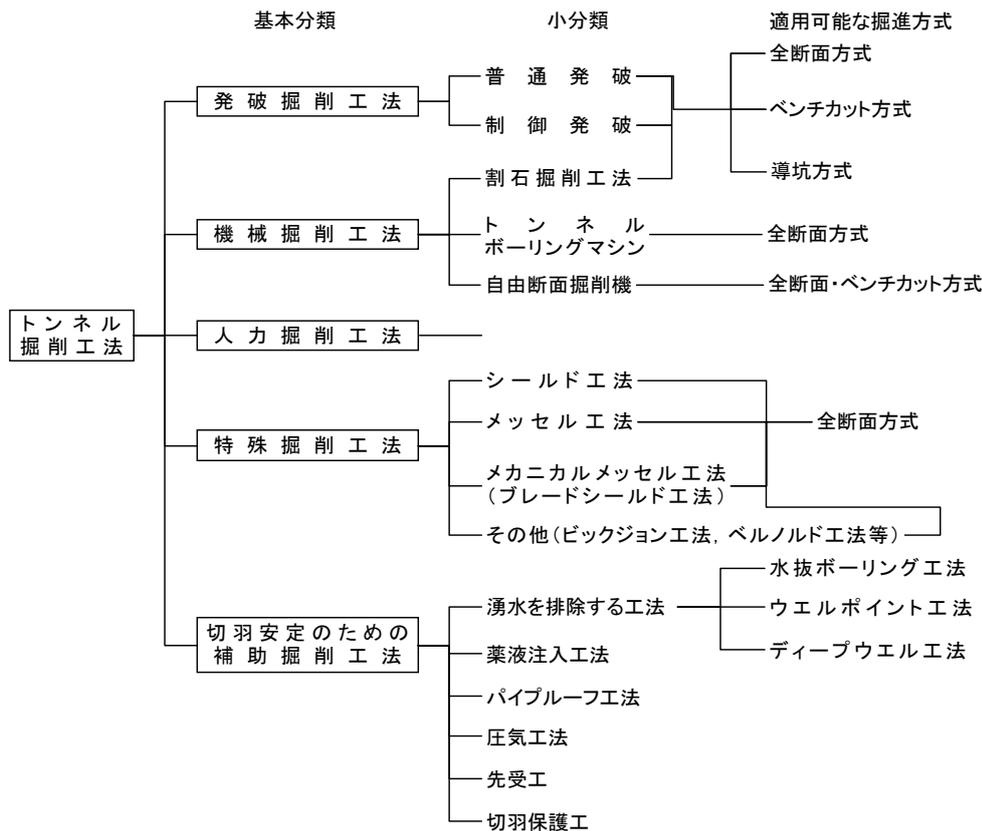


図 17-7 掘削工法の種類

## 第 2 節 一般心得

### 1. 安全な作業環境の保持

工事に従事する作業員の安全確保と良好な作業環境を保つため、関係法令や技術基準等を遵守し、坑内の空気清浄度及び照度規程を確保すること。また、呼吸用マスクその他防護具は、坑内においては常時着用すること。

### 2. 作業責任者の選任

- (1) 工事責任者は、掘削・ずり出し・支保工・覆工・ロックボルトの取り付け・コンクリート等の吹付けの作業主任者、火薬類取扱保安責任者、発破作業責任者、機械・電気設備責任者、機械運転責任者、軌道保線責任者、その他必要な作業責任者を選任し、関係労働者に周知させ、相互に緊密な連絡をとらせながら安全の確保に努めること。

安衛法 14、30

安衛令 6

安衛則 16、17、18

火取法 30

- (2) 作業責任者は部下をよく掌握し、作業着手前に作業の目的・手順を作業員に説明し、十分に理解させるとともに必要な打合せを行うこと。
- (3) 各作業は、作業責任者の直接の指揮の下に行うこと。
- (4) 出入口からの距離が 1,000m 以上、又はたて坑の深さが 50m 以上、又はゲージ圧力 0.1Mpa 以上の場所で作業を行う場合は、ずい道等救護技術管理者を選任のうえ、救護措置の具体的な実施事項についての管理をさせること。
- (5) 他工区がある場合には、関係者による協議組織などを設置し、相互の連絡調整を図ること。
- (6) 工事責任者・作業主任者は、要求性能墜落防止用器具及び保護帽等の使用状況を監視すること。

安衛法 25 の 2

安衛令 9 の 2

安衛則 24 の 7

安衛法 30

安衛則 383 の

3、5

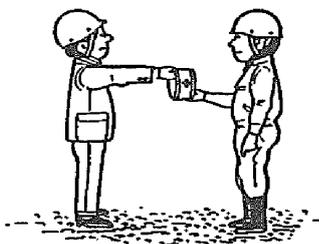


図 17-8 作業主任者等の指名

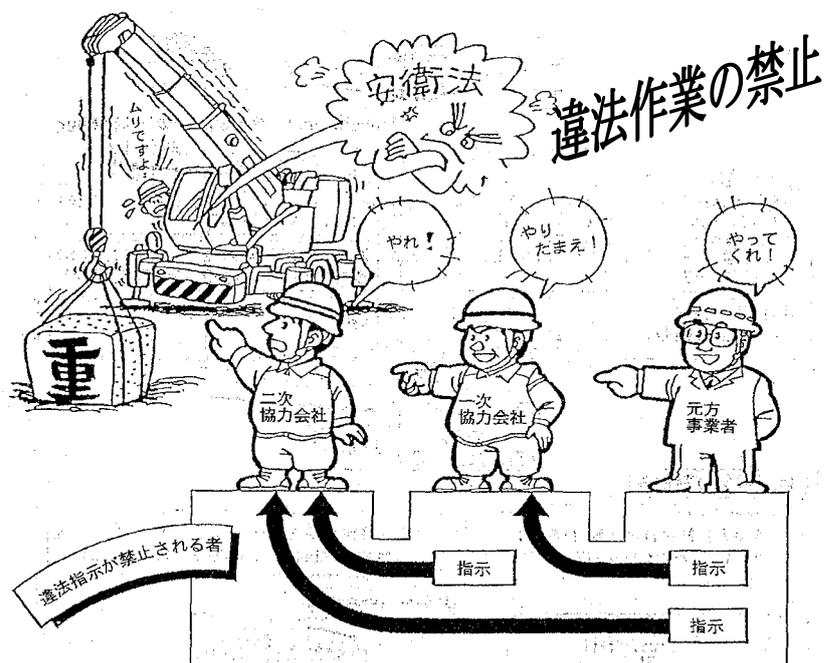


図 17-9 違法な指示の禁止



図 17-10 安全衛生管理活動

表 17-2 作業主任者を選任する作業

名 称	作 業 区 分	資 格 を 有 す る 者
ずい道等の掘削 等作業主任者	ずい道等の掘削、ずり積込、ずい道 支保工の組立・解体、セグメントの 組立て・解体、ロックボルトの取付 け、コンクリート等の吹付け	ずい道等の掘削等作業主任者 技能講習を修了した者
ずい道等の覆工 作業主任者	ずい道等の覆工作业（ずい道型枠支 保工の組立移動若しくは解体又は それに伴うコンクリート打設）	ずい道等の覆工作业主任者技 能講習を修了した者

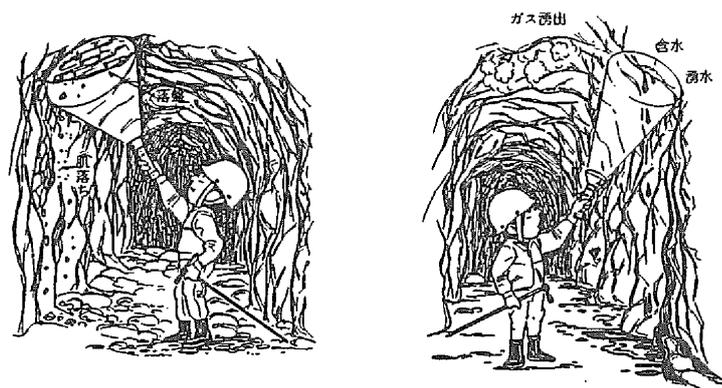


図 17-11 掘削中の点検

### 3. 女性及び年少者の作業の禁止

満 18 歳未満の者、妊娠中の女性及び就労しない旨の申し出のあった産後一年を経過しない女性を坑内作業に従事させな

労基法 63、64  
の 2

いこと。

また、18 歳以上の女性でも掘削又は掘採、運搬若しくは掘採又は掘採の業務に付随して行われる業務(技術上の管理及び指導監督の業務を除く)に従事させてはならない。

#### 4. 現場管理及び保全

- |   |   |
|---|---|
| (1) 各種作業は、施工計画を作成し、それに基づいて実施すること。   | 安衛則 151 の<br>3、155、190                          |
| (2) 掘削箇所周辺の地山の状態、可燃性ガス、酸欠空気、粉じん、有毒ガスの有無及び機械・設備等全般にわたっての点検日を定めるなど体制を確立したうえで点検整備を行うこと。  | 安衛則 170、192、<br>232、382、382<br>の 2              |
| (3) 非常時の退避のために必要な避難用具を適当な場所に備え、関係作業員にその場所及び使用方法を周知すること。<br>また、定められた時期に避難及び消火の訓練を行うこと。   | 安衛則 389 の 9、<br>10、11                           |
| (4) 可燃性ガスが発生し、火災が発生する恐れがある場合は、必要な場所に自動警報装置を設け、可燃性ガスによる爆発又は、火災を防止するために講じるべき措置をあらかじめ定め、これを当該労働者に周知させなければならない。                             | 安衛則 382 の<br>3、389 の 2                          |
| (5) トンネルの作業では、雇入時健康診断、定期健康診断、特定業務従事者の健康診断及びじん肺健康診断等の特殊健康診断等を適切に受診させ、作業員の健康状態を把握するとともに有害物による侵害などの観察を行い、環境状況との関連を確認し、更に保護具の適切な使用にも配慮すること。 | 安衛則 43、44、<br>45、<br>じん肺法 7、8、<br>9、<br>粉じん則 26 |

#### 5. 施工中の観察・計測

施工中及び既施工区間の支保部材や周辺地山の安全性を確認するとともに、調査段階で予期できなかった要因を抽出し、観察・計測結果に基づき、トンネル現場の実情に合った設計に変更し、かつ、変更した施工計画によりトンネルを構築すること。

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| (1) 施工中は、切羽における地山状況及び既施工区間の支保工・覆工状況、ならびにその変化等を注意深く観察すること。 | 安衛則 381、<br>382、382 の 2、<br>383 |
|---|---------------------------------|

① 切羽観察は、次に示す項目について状況を把握する。

- a. 地質概要
  - ・地質（岩石名）とその分布・地層の走向、傾斜
- b. 風化度
  - ・固結度・風化・変質の程度・硬軟の程度
- c. 割れ目
  - ・割れ目の方向、間隔、状態・狭在物の有無と性状
- d. 断層
  - ・断層の位置と走向、傾斜・破碎の程度
- e. 湧水
  - ・湧水の位置と量・濁りの有無
- f. 切羽の自立性
  - ・岩片、岩塊のはく落の有無と程度
  - ・切羽崩落の有無

② 既施工区間では、主に以下の項目について点検する。

- a. 吹付けコンクリート
  - ・地山との密着度
  - ・ひび割れの有無  
（発生位置、種類、幅、長さ及び進行状況）
  - ・湧水の有無
- b. ロックボルト
  - ・打設位置、方向
  - ・ロックボルト、ベアリングプレートの変状の有無（変形、地山への食い込み、頭部破断）
- c. 鋼製支保工
  - ・変形、座屈の有無（位置、状況）
  - ・吹付けコンクリートとの一体化状況
  - ・地山への食い込み、脚部沈下の有無
- d. 覆工
  - ・ひび割れの有無

(発生位置、種類、幅、長さ及び進行状況)

・湧水の有無（箇所、状況、量）

- (2) トンネル坑口付近や土被りの小さい区間では坑外においても観察を行い、トンネル掘削に伴って発生する変化を坑内観察と併せて評価するよう努めなければならない。

坑外では以下の項目について、特にトンネル施工前とその後の変化について注意深く観察しなければならない。

① 地表面の変状

・亀裂や変形（発生位置、幅、長さおよび進行状況）など

② 植生の状況

・立木の破損及び傾動の有無など

③ 水系の状況

・湧水、流水等の変化（量、濁り）など

表 17-3 地山と支保工を対象とした主な観察・計測項目の例

分類	観察・計測項目	位置	対象となる事象	結果の活用	計測種別
観察調査	切羽、既施工区間、地表等の観察調査	坑内	・切羽および既施工区間の支保、覆工、湧水状況	・切羽の安定性判断 ・地山等級の再評価 ・地山状況と地山挙動との相関性検討 ・今後の地山、地下水状況推定	A
		坑外	・地表の状態	・掘削影響範囲の検討 ・周辺地山の安定性検討 ・周辺構造物や植生等への影響把握	A, B*1
変位計測	内空変位測定	坑内	・側面間距離変化 ・各測点の変位	・周辺地山の安定性検討 ・支保部材の効果検討 ・覆工打込み時期検討	A
	天端沈下測定	坑内	・天端、側壁の沈下	・天端周辺地山の安定性検討	A
	脚部沈下測定	坑内	・支保工脚部の沈下	・脚部支持力検討	A
地山挙動に関する計測	地表面沈下測定	坑外	・沈下 ・地すべり	・掘削影響範囲検討 ・切羽前方地山の安定性検討 ・地すべり挙動の監視	A*2, B
	盤ぶくれ測定	坑内	・盤ぶくれ状況	・インバート部地山の安定性検討	B
	地中変位測定	坑内	・周辺地山の半径方向変位	・緩み領域の把握 ・ロックボルト長の妥当性検討	B
		坑外	・周辺地山の地中沈下 ・周辺地山の地中水平変位	・掘削以前からの地山挙動検討 ・地山の三次元挙動把握 ・切羽前方および周辺の地山の安定性検討	B
支保工、覆工性能に関する計測	ロックボルト軸力測定	坑内	・ロックボルト発生軸力	・ロックボルト長、本数、位置、定着方法等の妥当性検討	B
	吹付けコンクリート応力測定	坑内	・吹付けコンクリート応力 ・作用軸力	・吹付けコンクリート厚、強度の妥当性検討 ・吹付けコンクリートと鋼製支保工との荷重分担検討	B
	鋼製支保工応力測定	坑内	・鋼製支保工の応力、断面力	・鋼製支保工の寸法、建込みピッチの妥当性検討 ・吹付けコンクリートと鋼製支保工との荷重分担検討	B
	覆工応力測定	坑内	・覆工コンクリート応力 ・鉄筋応力	・覆工コンクリートの安定性検討 ・覆工打込み時期、設計の妥当性検討 ・長期的な挙動監視による管理	B
	覆工変位測定	坑内	・壁面間距離変化 ・各測点の変位	・覆工コンクリートの安定性検討	B
地山物性に関する調査、試験	地山資料試験	坑内	・地山構成材としての物理、力学的性質	・地山区分の再評価 ・変形特性、強度特性検討 ・膨張性、長期安定性の検討 ・切羽安定性の検討	B
	原位置調査、試験	坑内	・地山としての物性、工学的性質	・地山区分の再評価 ・変形特性、強度特性検討 ・地山条件の詳細確認 ・切羽前方の地質予測	B
その他	周辺構造物変状測定	坑外	・構造物の沈下 ・構造物の傾き ・発破時における振動	・構造物への影響評価	B
	地下水位測定	坑内 坑外	・地下水位 ・間隙水圧	・地下水対策工検討 ・復水状況評価 ・覆工に作用する外水圧の評価	B
	補助工法に関する測定	坑内 坑外	・補助工法の変形、断面力	・補助工法の効果の確認	B

日常の施工管理のための計測**A** 地山条件や周辺環境に応じ、追加して実施する計測**B**

\*1 地表に重要構造物が存在する場合等、特に地表を綿密に観察調査する場合は計測**B**

\*2 土被りが小さい場合のトンネル中心線上の地表面沈下測定は計測**A**

(2016年制定 トンネル標準示方書[山岳工法]・同解説)

表 17-4 スケッチの観察例

観察による地山の状態と性状（スケッチの観察）

トンネル名		位置	起点からの距離程 坑口からの距離程		
土被り		総合判断	地山区分あるいは パターン区分の判定		
岩種		岩石名 形成地質時代			
特殊条件 状態	膨張性土圧・偏圧・流動性・土かぶり小（ ）m・重要構造近接・谷の直下 その他特殊な条件：				
この切羽で採用し ている補助工法	長尺先受け（ ° 本）・短尺先受け（ ° 本）・鏡ボルト（ 本）・地盤改良				
掘削地点の地山の状態と挙動				特記事項	
Ⓐ	切羽の状態	1. 安定	2. 鏡面から岩塊が 抜け落ちる	3. 鏡面の押し出しを 生じる	4. 鏡面は自立せず 崩れあるいは流 失
Ⓑ	素堀面の状態	1. 自立	2. 時間がたつと緩 み肌落ちする	3. 自立困難掘削後 早期に支保する	4. 掘削に先行して 山を受けておく 必要がある
Ⓒ	圧縮強度	1. $\sigma_c \geq 100\text{Mpa}$ ハンマー打撃で はね返る	2. $100 > \sigma_c \leq 20$ ハンマー打撃で砕 ける	3. $20 > \sigma_c \leq 5$ ハンマーの軽い 打撃で砕ける	4. $50 \text{ kgf/cm}^2 > \sigma$ ハンマーの刃先 がくい込む
Ⓓ	風化変質	1. なし・健全	2. 岩目に沿って変 色、強度やや低 下	3. 全体に変色、強 度相当に低下	4. 土砂状、粘土状、 破碎、当初より 未固結
Ⓔ	破碎部の切羽 に占める割合	1. 5% > 破碎	2. 20% > 破碎 $\geq$ 5%	3. 50% > 破碎 $\geq$ 20%	4. 切羽の大部分が 破碎されている 状態
Ⓕ	割れ目の頻度	1. 間隔 $d \geq 1\text{m}$	2. $1\text{m} > d \geq 20\text{cm}$	3. $20\text{cm} \geq d \geq 5\text{cm}$	4. $5\text{cm} > d$ 破碎、 当初より未固結
Ⓖ	割れ目状態	1. 密着	2. 部分的に開口	3. 開口	4. 粘土を挟む、 当初より未固結
Ⓗ	割れ目形態	1. ラン ダム 方形 	2. 柱状 	3. 層状 片状 板状 	4. 土砂状、細片状、 当初より未固結
Ⓙ	湧水 目視での量	1. なし、滲水程度	2. 滴水程度	3. 集中湧水 ( %/分)	4. 全面湧水 ( %/分)
⓫	水による劣化	1. なし	2. 緩みを生ず	3. 軟弱化	4. 崩壊・流出
割れ目 の方向性	縦断方向 (切羽鏡面)	1. 水平 ( $10^\circ > \theta > 0^\circ$ ) 2. さし目 ( $30^\circ > \theta \geq 10^\circ$ , $80^\circ > \theta \geq 60^\circ$ ) 3. さし目 ( $60^\circ > \theta \geq 30^\circ$ ) 4. 流れ目 ( $60^\circ > \theta \geq 30^\circ$ ) 5. 流れ目 ( $30^\circ > \theta \geq 10^\circ$ , $80^\circ > \theta \geq 60^\circ$ ) 6. 垂直 ( $\theta \geq 80^\circ$ ) [最大傾斜角]			
	横断方向 (切羽鏡面)	1. 水平 ( $10^\circ > \theta > 0^\circ$ ) 2. 右から左へ ( $30^\circ > \theta \geq 10^\circ$ , $80^\circ > \theta \geq 60^\circ$ ) 3. 右から左へ ( $60^\circ > \theta \geq 30^\circ$ ) 4. 左から右へ ( $60^\circ > \theta \geq 30^\circ$ ) 5. 左から右へ ( $30^\circ > \theta \geq 10^\circ$ , $80^\circ > \theta \geq 60^\circ$ ) 6. 垂直 ( $\theta \geq 80^\circ$ ) [見掛けの傾斜角]			

## 6. 非常時の対策

- (1) 切羽崩壊・落盤・出水・ガス爆発・火災等による労働災害発生  
の急迫した危険があるときは、関係作業員にこれを速やかに知らせ、直ちに作業を中止し、作業員を安全な場所に避難させること。  
安衛則 389 の 7、8
- (2) 作業員は、作業中に次のような坑内異常を発見したときは、直ちに責任者に連絡し、その指揮によって応急処置を施すこと。
- ① 切羽が風化・湧水・肌落ち・山鳴り等により落盤・崩落の兆しがある場合。
  - ② 湧水の量や濁り状態に急激な変化がある場合。
  - ③ 支保工の木鳴り・割れ・浮き・外れ・曲り・折れ・その他の異常があった場合。
  - ④ 覆工コンクリートに亀裂が生じた場合。
  - ⑤ 有害ガス等の測定濃度が変化した場合。
  - ⑥ その他、安全施工上必要と認められる場合。
- (3) 坑口には入坑者の心得、坑内作業状況、その他安全上必要な事項の掲示を行うとともに 2. の(1)に列記した責任者・作業員・その他工事関係者の名札を掲示し、入坑者が直ちに判別できるよう措置すること。  
安衛則 24 の 6
- なお、来客等（入坑者）は所属・氏名などを明らかにするため、名簿等を備え付けること。
- (4) 坑内の危険箇所・火気禁止場所・要注意箇所等には標識を掲げ、常にこれを点検すること。
- (5) 非常の場合に対処するため、あらかじめ合図・信号・警報等を定め、緊急連絡の方法、避難方法を全作業員に周知させるとともに適時訓練を行い、これを記録・保存すること。  
安衛則 389 の 11、  
安衛則 642、642  
の 2
- (6) その日の作業を開始する前に、地山の状態、可燃性ガス・酸素欠乏・有毒ガスの有無及び建設機械等の点検を行うこ  
安衛則 170、

と。

また、定期点検整備日（毎月 1 回以上）を設け、諸設備全般にわたって点検・整備を励行すること。

192、232、382  
の 2

(7) 可燃性ガス・酸素欠乏・有毒ガス・防火等の対策及び緊急時対策などを含めた防災計画を定め、全作業員に周知を図ること。

(8) 切羽までの距離が 100m（可燃性ガスが存在し、爆発又は火災が生じるおそれのあるトンネル等以外のトンネルにあっては、500m）以上のトンネル建設作業を行うときは、関係作業員に対し定期的な「避難などの訓練」を行うこと。

安衛則 389 の  
11



17-12 避難等の訓練



写真 17-1 ガス検知器

## 7. 防火対策

(1) 坑内で可燃性ガス及び酸素を用いて金属の溶接・溶断又は加熱の作業を行うときは、火災を防止するため、次の措置を講じること。

安衛則 389 の 3

① 付近にあるボロ・木くず・紙くず・その他の可燃物を除去し、又は不燃性のもので覆いをするか火花等の飛散を防止するため隔壁を設けること。

② 消火設備の設置場所及びその使用方法を周知させること。

③ 作業の状況を監視し、異常を認めたときは、直ちに必要な措置を講じること。

④ 作業終了後、火花等による火災が生じるおそれのないことを確認すること。

- (2) 坑内で火気又はアークを使用する場所では、防火担当者を指名し、その者に次の事項を行わせること。 安衛則 389 の 4
- ① 火気又はアークの使用状況を監視し、異常を認めたときは、直ちに必要な措置を講じること。
- ② 残火の始末の状況について確認すること。
- (3) 火薬類の一時置場・油置場等の近くで火気を扱ったり、引火性・揮発性・爆発性のものに火気を近づけないこと。 安衛則 279
- (4) 火災又は爆発の危険がある場所には、火気の使用を禁止する旨の標示を行い、特に危険な場所には、関係者以外の立入りを禁止すること。 安衛則 288
- (5) 静電気による爆発又は、火災が生じるおそれのあるときは、アース・除電剤・その他適切な方法を用い、静電気を除去する措置を講じること。 安衛則 287

表 17-5 火災防止と消火設備

<p><u>火災防止</u> . . . . . 設計基準(水路トンネル)P-463</p> <p>坑内火災が発生した場合は、坑奥での作業員が閉じ込められるおそれが強く、火災による煙や一酸化炭素等の有害ガスが充満し、一酸化炭素中毒等の危険性があり、また停電した場合は、パニック状態に陥り易く二次災害を引起すおそれがある。(火災による支保工等の損傷・変形・・・落盤及び崩落のおそれ)</p> <p><u>消火設備</u> . . . . . 道路トンネル安全施工技術指針 P-125</p> <p>消火設備には水を利用するもの、各種消火器、消火砂等がある。消火設備は、トンネル条件と予想される火源の種類に適応したものを選定し、定期的に保守点検・検査を行い、記録に留めるものとする。</p> <p>トンネル内の消火設備と消火器の選定については次のようなものがある。</p> <p>① トンネル内は多湿のため、湿度による機能低下の少ないものを選定する。</p> <p>② 作業空間が狭いので、場所を取らない小型のもの、かつ消火能力単位の大きいものであること。</p> <p>③ 放射時に有害ガス発生や粉剤による視界不良等を起こらないものを選定する。</p> <p>④ 取扱上の誤操作、取扱不良を無くするため、できるだけ同一の機種・形式のものにする事が望ましい。</p>
---

表 17-6 消火器の種類

		▼薬剤の主成分		A	B	C
消火器	粉末系消火器	粉末(ABC)消火器	燐酸 2 水素アンモニウム	●	●	●
		粉末(Na)消火器	炭酸水素ナトリウム		●	●
		粉末(K)消火器	炭酸水素カリウム		●	●
	水・泡系消火器	水(浸潤剤等入)消火器	純水、湿潤剤	●		●
		強化液消火器	炭酸カリウム	●	●	●
		中性強化液消火器	フッ素系界面活性剤	●	●	●
		機械泡(水成膜)消火器	フッ素系界面活性剤	●	●	
		化学泡消火器	A 剤炭酸水素ナトリウム B 剤硫酸アルミニウム	●	●	
	ガス系消火器	二酸化炭素消火器	二酸化炭素		●	●
		ハロン 1301 消火器	ハロン 1301		●	●

適用火災の区分 A火災 (普通火災)・・・木材、紙、繊維などが燃える火災  
 B火災 (油火災)・・・石油類その他の可燃性液体、油脂類などが燃える火災  
 C火災 (電気火災)・・・電気設備・電気器具などの火災

※予想される火災の性状に応じて選択すること。



総務省令第 111 号

図 17-13 消火器の適用マーク

### 第 3 節 現場管理

#### 1. 坑内作業における留意事項

(1) 坑内作業においては、作業員が安全かつ衛生的に作業ができるよう作業場及び機械・設備等の改善に努めること。 安衛則 576

(2) 坑内は常に整理整頓に努め、不用機械等は坑外に搬出し作業員の通路を確保すること。 安衛則 540

また、通路の位置を表示するなどして安全に通行できるように維持管理に努めること。

(3) 坑内において、排気ガス・粉じん等により視界が著しく制限される状態にあるときは、換気を行い、注水・散水等の必要な措置を講じること。 安衛則 387, 582

- (4) 坑内の自然換気が不十分な所において、内燃機関の機械を使用する場合は、排気ガスによる健康障害を防止するため、換気対策及び有効な排気処理装置を設けること。  
安衛則 578、579  
安衛則 602、603
- (5) 坑内の作業場における炭酸ガス濃度は、1.5%以下にすること。  
安衛則 583  
ただし、空気呼吸器・酸素呼吸器又はホースマスクを使用し、人命救助又は危害防止に関する作業時は除く。
- (6) 炭酸ガス濃度が 1.5%を超える場所、酸素濃度が 18%に満たない場所又は、硫化水素濃度が百万分の十を超える場所には、関係者以外の者が立ち入ることを禁止し、かつ、その旨を見やすい箇所に表示すること。  
安衛則 585
- (7) 作業員が休憩の際、容易に坑外に出ることが困難な場合には、次に掲げる措置を講じた休憩室を設置することが望ましい。
- ① 清浄な空気が室内に送気され、粉じんから作業員が隔離されていること。
  - ② 作業員が作業衣等に付着した粉じんを除去することができる用具が備えられていること。
- (8) 坑内外の照明設備は、作業場所の状況に応じた十分な照度を確保し、常に保守・点検を行うこと。
- ① 切羽等の直接作業を行う箇所の照明については、作業が安全かつ能率的に行えるよう 70 ルクス以上（労働安全衛生規則第 604 条による工場内での「粗な作業」の基準値）が望ましい。  
また、通路においても、作業員の通行の安全確保と車両の安全運行のために、最暗部でも 20 ルクス程度以上の照度確保が望ましい。
  - ② 浮石点検及び除去作業では、移動式照明器具を増設するなど、十分な照度を確保すること。
  - ③ 照明器具の使用に当たっては、明暗の対比が著しくな

く、まぶしさを生じさせない配慮を行うこと。

④ 移動式照明器具は防水型、ガード付きとし、十分な保守点検を行うこと。

⑤ 坑内配線の電路には、坑口に近い箇所において、専用の開閉器を設置すること。

⑥ 坑口から切羽までの距離が 100m を超える場合は、停電に備え 40～50m の間隔で 40W 程度の非常誘導灯を設けること。

(9) 通路が軌道や走路を横断する場合は、監視員を配置し、又は警鈴を鳴らすなどの措置を講じること。 安衛則 550

(10) 軌道上又は軌道に近接した場所で作業を行うときは、作業員と当該軌道を運行する車両と接触する危険を防止するため、監視装置の設置又は、監視員の配置を行うこと。 安衛則 554

(11) 坑内に設けた通路又ははしご道で、巻上げ装置と作業員との接触の危険がある場所には、板仕切等の隔壁を設けること。 安衛則 557

(12) 坑内の湧水等は、坑外へ常時十分に排出できる設備とし、常時良好な作業環境を維持するよう管理に努めること。

また、排水においては、PH・濁度管理を行い放流すること。

(13) 坑内における気温は 37℃ 以下にすること。 安衛則 611, 612

ただし、高温による健康障害を防止するため、必要な措置を講じて人命救助又は危害防止に関する作業時は除く。

なお、半月以内ごとに一回、定期的に気温を測定し、この記録を 3 年間保存しなければならない。

## 2. 機械設備等の保全

(1) 機械設備は、その性能を維持するため、常に点検整備を励行すること。 安衛則 228～  
233

また、整備を行うときは、安全措置を講じること。

なお、点検により異常を確認した場合には直ちに補修しな

ければならない。

- (2) 屋外の機械設備は、暴風雨時の転倒や多量の降雨に対する措置を講じること。
- (3) 圧縮空気設備には、要所に調節弁・圧力計を設置し、常に管内圧力を確認するとともに、しゃ断可能な措置を講じておくこと。

### 3. 酸欠・有害ガス対策

- (1) 酸素欠乏又は硫化水素等の有害ガスが発生するおそれがある場合は、換気・発生の抑制・ガス抜き等の適切な措置を講じること。

酸欠則 5

- (2) 現場付近でメタンガス等の有害ガスが発生又は発生が予想される場所では次の措置を講じること。

安衛則 382 の 2

- ① 換気を十分に行うこと。
- ② ガス検知器による濃度測定は、発破の直前・直後及び作業交代時等必要に応じて切羽付近で行うこと。
- ③ 測定は、指名された責任者が行うこと。
- ④ 測定表には次の事項を記入し、保存しておくこと。
  - a. 測定日時
  - b. 測定者氏名
  - c. 測定方法（測定器の種類・規格及び方法）
  - d. 測定箇所（測定地点の地質、工事の進行状況など）
  - e. 測定条件（気象・気温・湿度（外気及び測定地点）
  - f. 測定結果（ガス・粉じん・酸素濃度・排风量・空気の流れ・漏風状態）
  - g. 測定結果に基づく改善事項（所見など）
  - h. 点検・校正年月日

表 17-7 酸素濃度と人体への影響

酸素濃度	影 響
21%	大気中の酸素量
18%	安衛則、酸欠則による最低酸素量
16%	火が消える
15%	呼吸が深くなり、脈が増える
11%	呼吸困難甚しく、動作がにぶくなる
7%	呼吸はあえぎ、どうき激しく、顔面鉛青色となり、精神混乱する
6%	筋肉の反応がなくなり、知覚を失う
4%以下	40 秒以内に前兆なしで突然卒倒する

表 17-8 ディーゼル機関による有害ガス発生量

(m<sup>3</sup>/分・PS)

ディーゼル機関の種別	有害ガスの発生量
ショベル系	55.0×10 <sup>-6</sup>
ダンプ系	20.0×10 <sup>-6</sup>
その他	20.0×10 <sup>-6</sup>

表 17-9 一酸化炭素濃度と人体への影響

発 生 原 因	性 質	人体への影響 (許容濃度 50ppm)	
		中毒指数 (CO 濃度とばく露時間の積) ppm×h	作 用
①発破の後ガス ②内燃機関の排気ガス ③坑内火災 ④ガス爆発 ⑤有機物の酸化	①無色無臭の気体で、比重 0.97/空気：1 ②爆発限界：12.5～75% ③血液と反応して、呼吸困難となる	300 以下	作用は認められない
		600 以下	多少の作用が現れる (異常感)
		900 以下	頭痛・吐気が起こる
		1,200 以下	生命危険となる

表 17-10 二酸化炭素濃度と人体への影響

発 生 原 因	性 質	人体への影響 (許容濃度 5,000ppm)	
		濃度	作 用
①地層、地下水からの湧出 ②坑内火災、ガス爆発 ③坑内の温泉湧出 ④有機物の酸化 ⑤枕木類の腐朽	①無色無臭の気体で、比重 1.53/空気：1 ②水に可溶 (20℃で 90 ml/水 100ml)	1～2%	不快感が残る
		3～4%	呼吸増加、脈拍、血圧上昇、頭痛、めまい
		6%	呼吸困難
		7～10%	数分間で意識不明

表 17-11 硫化水素の濃度と人体への影響

発生原因	性質	人体への影響 (許容濃度 5ppm)	
		濃度	症状
①硫黄鉱床地帯の地層 ②火山性ガス、温泉 ③腐泥土	①無色腐卵臭の気体で、 比重 1.19/空気:1 ②水に可溶 (20°Cで 255ml/水 100ml) ③可燃性	1~2ppm	臭気が分かる
		100~150ppm	数時間後に軽い症状
		500~700ppm	30分で亜急性中毒

注) 200~300ppm になっても、不快感は大して強くなるから注意を要する。

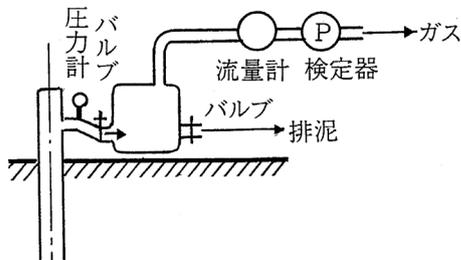
鼻覚を麻痺させる作用があるため、濃度が高くなると逆に匂いを感知できなくなる。このため、濃度が致死量に近づいているにもかかわらず、それと気づかないケースが多いので注意が必要である。

表 17-12 発破による有毒ガスの種類と発生量

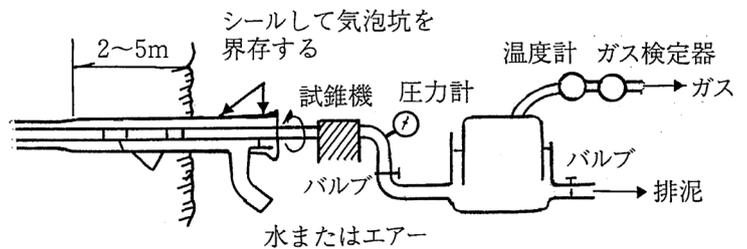
爆薬 1kg あたり

爆薬の種類	有毒ガス発生量	
	一酸化炭素 (CO) (m <sup>3</sup> /kg)	窒素酸化物 (NO <sub>x</sub> ) (m <sup>3</sup> /kg)
2号榎ダイナマイト	8 × 10 <sup>-3</sup>	1.5 × 10 <sup>-3</sup>
含水爆薬	5 × 10 <sup>-3</sup>	1.5 × 10 <sup>-3</sup>
その他ダイナマイト	11 × 10 <sup>-3</sup>	2.5 × 10 <sup>-3</sup>
AN-FO	30 × 10 <sup>-3</sup>	20 × 10 <sup>-3</sup>

\*爆薬が 1種類で、許容濃度を CO:50ppm、NO<sub>x</sub>:25ppm とすると、網かけ部が換気対象の有害ガスとなる。

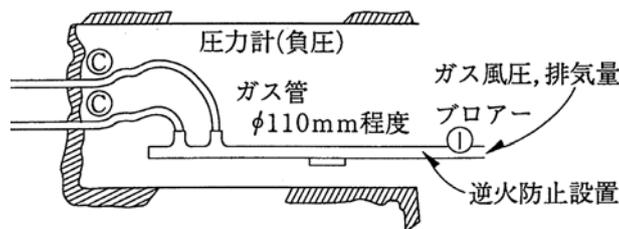


切羽前方のガスを予知するため、先進ボーリングや削岩機等による先進せん孔を行う



地表からボーリングを実施、ガスの存在が認められたときは、エアリフトによる水抜き・吸引でガスを誘導する。

図 17-14 ガス測定方法の一例



測定項目 1.ガス濃度 2.排気量 3.ガス圧力

図 17-15 ガス誘導装置一般図

表 17-13 有毒ガスなどの性質、許容濃度など

ガスの名称	一酸化炭素	二酸化炭素	一酸化窒素	二酸化窒素	二酸化硫黄
	CO	CO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
予想される中毒・障害など	中毒他	酸欠・中毒	中毒	中毒	中毒
発生のおそれのある場所	坑内、炭酸ガス、排気ガス	坑内（石灰石、ドロマイト層）物の燃焼	発破の後ガス、排気ガス（ディーゼルエンジン）	発破の後ガス、排気ガス（ディーゼルエンジン）	重油の燃焼、火山性ガス
比重（空気 1 として）	0.97	1.53	1.04	1.59	2.26
発火点℃	651				
爆発限界 VOL%	下限	12.5		12.5	
	上限	74		74	
法令上の制限値	100ppm 以下	1.5%以下	—	—	—
許容濃度 ppm	産衛	50	5,000	50	
	ACGIH	25	5,000	25	2
性質	引火性、無色、無刺激性、無味、無臭、微量で眩惑、頭痛、時間により失神、死に至る	不燃性、無色、無味、無臭、酸味があり水に溶けやすい、酸素不足になり、頭痛、耳鳴、血圧上昇、眩惑嘔吐、呼吸困難	無色、刺激臭、酸素に触れ二酸化窒素に変わる、中枢神経麻痺	不燃性、毒性、赤褐色、刺激性、眠気を催し、呼吸困難に陥る、頭痛、眩惑がする、呼吸困難	無色、刺激臭、粘膜特に気道への強刺激

ガスの名称	硫化水素	塩化水素	酸素		ホルムアルデヒド
	H <sub>2</sub> S	HCl	O <sub>2</sub> （過剰）	O <sub>2</sub> （不足）	H・CHO
予想される中毒・障害など	中毒他	中毒	爆発的燃焼	酸欠	中毒
発生のおそれのある場所	坑内、マンホール、化学工場	火山性ガス	酸素溶接又は溶断、酸素補給	坑内、古井戸、マンホール、地下施設	接着剤、塗料、防腐剤
比重（空気 1 として）	1.19	1.27	1.11		1.07
発火点℃	260		他ガス混合の時高い		
爆発限界 VOL%	下限	4.0	空気中で過剰酸素の時は爆発的燃焼を起こす		
	上限	45			
法令上の制限値	10ppm 以下	—	—	18%以上	—
許容濃度 ppm	産衛	5	5C	—	0.5
	ACGIH	10	5C	—	0.3C
性質	可燃性、無色、腐卵臭で可溶、空気と広範囲発生混合ガスをつくり発ししやすい、刺激性強頭痛、めまい、呼吸障害、高濃度ではケイレン、呼吸困難	無色、刺激臭、呼吸器系への刺激、大量吸入の場合は喉頭ケイレン、呼吸困難、呼吸停止	支燃性、無色、無臭、各ガスと混合して爆発性を生じるので火気厳禁	支燃性、無色、10%以下の場合は灯火が消え呼吸困難に陥る、眠気を催し危険	無色、特徴的な臭気、呼吸器系への刺激

ガスの名称	メタン	アセチレン	プロパン
	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
予想される中毒・障害など	爆発	爆発	爆発
発生のおそれのある場所	坑内、古井戸、マンホール、地下施設	アセチレン溶接又は溶断	坑内、プロパンガスボンベ（炊事用） 宿舎
比重（空気 1 として）	0.55	0.91	1.56
発火点℃	537	335	463
爆発限界 VOL%	下限	5.0	2.2
	上限	15	9.5
法令上の制限値	1.5%以下	—	—
許容濃度 ppm	産衛	—	—
	ACGIH	—	—
性 質	可燃性、無色、無味、無臭、酸素と結合して爆発の危険性あり、呼吸困難、眠気、酸素欠乏の症状を呈す	可燃性、無色、刺激臭、液体に溶けやすい、銅銀の化合物及び酸素空気に融合すると爆発の危険性あり	可燃性、無色、無臭、無味、一般プロパンには硫黄性の臭いがついている、酸素欠乏の症状を呈す

備 考

- ① 産衛：日本産業衛生学会
- ② ACGIH：American Conference of Governmental Industrial Hygienists（米国産業衛生専門家会議）
- ③ C印は最大許容濃度、常時この濃度以下に保つこと（日本産業衛生学会の場合）
- ④ C印は天井値（ACGIH）の場合 STRL（15分）単時間ばく露限界
- ⑤ ppm：Part Per Million で容積比 100 万分の 1
- ⑥ 法令上の制限値：労働安全衛生規則、酸素欠乏防止規則、労働省告示等により示された値で、就労禁止とすべき値
- ⑦ メタンの法令上の制限値：メタンの爆発限界は 5～15%であり、安全衛生規則によれば「可燃性ガスの濃度は爆発限界値の 30%以下」と規定されているため、便宜的に 1.5%とした。

表 17-14 有害ガスの抑制濃度

ガスの種類	予想される危険	抑制濃度
一酸化炭素 (CO)	中 毒	50 ppm
二酸化窒素 (NO <sub>2</sub> )	〃	5 〃※
亜硫酸ガス (SO <sub>2</sub> )	〃	5 〃
炭酸ガス (CO <sub>2</sub> )	酸 欠 等	5,000 〃
硫化水素 (H <sub>2</sub> S)	中 毒	10 〃
メ タ ン (CH <sub>4</sub> )	爆 発 等	10,000 〃
ホルムアルデヒド	中 毒	5 〃※

- 注 1. ※のあるものは絶対この濃度を超えてはならない数値である。  
 2. その他の数値は 8 時間労働における平均濃度である。  
 ただし短時間であっても一時的に高い濃度では中毒を起こす。

表 17-15 有害ガスの発生箇所

ガスの種類	ガスの種類発生箇所
一酸化炭素 (CO)	内燃機関排気ガス
二酸化炭素 (NO <sub>2</sub> )	通気不良箇所における発破、溶接内燃機関排気ガス
亜硫酸ガス (SO <sub>2</sub> )	内燃機関排気ガス
炭酸ガス (CO <sub>2</sub> )	炭酸水の湧出、又はそのおそれのある地層、腐泥土、内燃機関排気ガス
硫化水素 (H <sub>2</sub> S)	硫黄鉱床地帯の地層、腐泥土
メタン (CH <sub>4</sub> )	炭田、天然ガス地帯の地層、腐泥土
ホルムアルデヒド	内燃機関排気ガス

#### 4. 換気対策

- (1) 坑内で発生する有害物質の対策として換気計画を作成し、適切な措置を講じること。
- (2) 換気施設は、発破の後ガス・建設機械の排気ガス等を勘案して必要な換気能力を持つものとする事。 安衛則 602
- (3) 計画風量が確保されるよう常に坑内の換気状況及び設備等を点検すること。 安衛則 603
- (4) 坑内の空気は、掘削作業に伴う発破の後ガス及び粉じん、ディーゼル機関の排気ガス、ばい煙、作業員の呼気、あるいは自然発生する有害ガスによる汚染が視界を阻害するので、安全で衛生的な作業環境を確保するよう適切な換気を行うこと。

換気の対象となる主な項目は、次のように分類できる。

- ① 作業員の呼吸による排出ガス（呼気）
- ② 自然発生ガス、酸素欠乏空気など
- ③ 発破による有害物質
- ④ ディーゼル機関の排出ガス
- ⑤ 掘削やコンクリート吹付けなどの粉じん
- ⑥ 温度、湿度、風速、気圧など

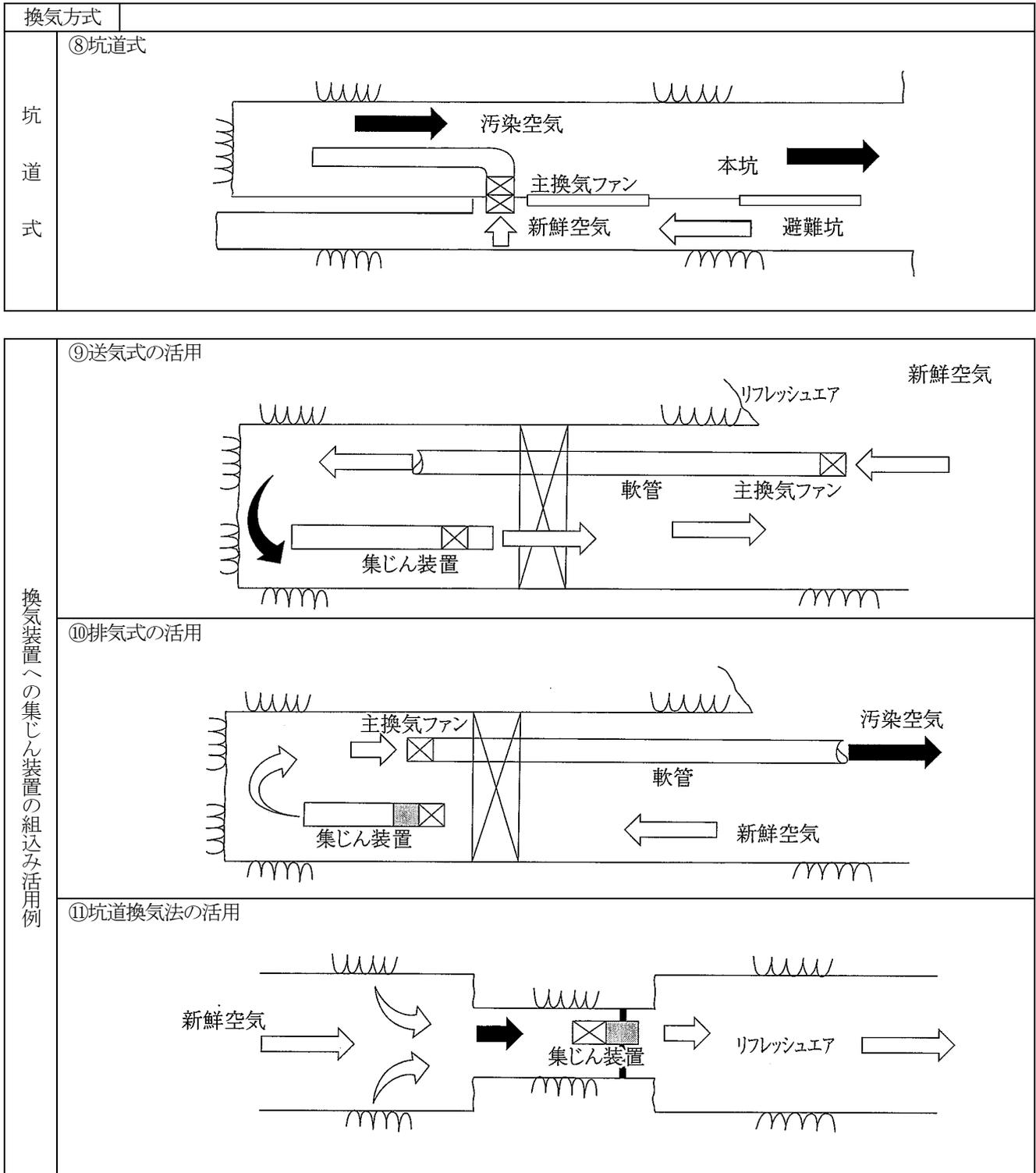
表 17-16 各種換気方式の概要

換気方式	
送気式	<p>①集中方式</p>
	<p>②直列方式</p>
排気式	<p>③集中方式 負圧型</p>
	<p>正圧型</p>
	<p>④直列方式 負圧型</p>

特 徴	評 価
<p>トンネル全体に必要な換気容量のファンを坑外に設置し、風管の吹き出し口を切羽付近に設け、坑口から新鮮な空気を風管を通して切羽部に送気し、希釈された汚染空気はトンネルを通じて排出する。</p>	<p>◎新鮮な空気を切羽に送り込むため切羽の作業環境は良い。                  ◎風管は軟管が使用できるので、延伸が容易である。                  ▼粉じんの希釈・拡散のため大風量が必要となる。                  ▼汚染空気が坑道を流れるため、途中の作業環境は悪い。                  ▽汚染空気を再度吸い込まないようにファンをできるだけ坑口より離す。                  ▽坑口周辺の騒音対策としてファンの防音設備を考慮する必要がある、又粉じん対策が必要な場合がある。</p>
<p>換気方式の基本的な考え方は集中方式と同じであるが、トンネルの進捗に応じてファンを増設していくため低圧のファンが使用できる。</p>	<p>◎トンネルの延長が長くなっても送気容量は低下しない。                  ◎比較的低圧のファンが使用できる。                  ▼接続個所が多いため漏風が起りやすい。                  ▼ファンの設置回数が多くなり手間がかかる。                  ▽風管を直結するときは硬管の使用又は負圧対策を、継続中継には中継器と中継効率を考慮すること。</p>
<p>トンネル全体に必要な換気容量のファンを郊外に設置し、切羽で発生する汚染空気を直接風管によって吸い込むため、坑内の作業環境は良好となるが、吸込み範囲が狭いので、補助ファンが必要である。主換気ファンの風管は負圧となるため硬管しか使用できない。</p>	<p>◎切羽で発生する発破ガスや吹き付け粉じんは直接排気されるのでトンネル全体に拡散しない。                  ▼吸込み口を切羽に近づけておく必要がある。                  ▼坑内で発生する排気ガスや走行中の粉じんは切羽に移動する。                  ▼トンネル延長が長くなると主換気ファンの吸込み能力が低下する。                  ▽主換気ファンは硬管である。                  ▽局所換気ファンは主換気ファンの吸込み能力とバランスを考慮して選定する必要がある。                  ▽坑口周辺の騒音、粉じん対策として、ファンの防音設備集じん機を考慮する必要がある。</p>
<p>トンネル内に主換気ファンを設置し、切羽の進捗に応じてファンを移動していく方法で、主換気ファンの風管は正圧となるため軟管が使用できる。</p>	<p>◎坑外に主換気ファンを設置する方法より切羽での吸込み能力は高い。                  ◎風管は軟管が使用できる。                  ◎坑外の騒音対策は必要ない。                  ▼漏風が汚染の原因になるため、漏風管理が必要である。                  ▼坑内ファンの騒音が作業の障害となる。                  ▼主換気ファンの移動、風管の延伸に手間がかかる。                  ▽主換気ファンの移動は、移動用架台等の設備が必要となる。</p>
<p>換気方式の特徴は送気式分散方式と同じであるが、トンネルの進捗に応じてファンを増設していくため、低圧のファンが使用できる。主換気ファンの風管は負圧となるため硬管しか使用できない。</p>	<p>◎トンネル延長が長くなっても吸込み能力は低下しない。                  ◎低圧のファンが使用できる。                  ▼接合部が多いため、漏風が起りやすい。                  ▼接合部は負圧のため摩擦抵抗が大きくなる。                  ▽主換気ファンの風管は硬管であるが、ファンの増設時に軟管に切り替えることも可能である。</p>

換気方式	
排気式	<p>正圧型</p>
	<p>⑤集中方式</p>
送・排気併用式	<p>⑥直列方式</p>
	<p>⑦集中方式 負圧型</p>
送・排気組合せ型	<p>正圧型</p>

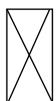
特 徴	評 価
<p>換気方式の特徴は集中方式(正圧型)と同じであるが、トンネルの進捗に応じてファンが使用できる。主換気ファンの風量は正圧となるため硬管が使用できる。</p>	<p>◎トンネルの延長が長くなっても吸込み能力は低下しない。                  ◎低圧のファンが使用できる。                  ◎坑外の騒音対策は必要ない。                  ▼坑内ファンの騒音が作業の障害となる。                  ▼換気ファンの移動、風管の延伸に手間がかかる。                  ▽主換気ファンの移動は、移動用架台等の設備が必要となる。                  ▽風管を直結する時は硬管の使用又は負圧対策を、継続中継には中継器と中継効率を考慮すること。</p>
<p>送気管と排気管の 2 系列の換気設備を設け新鮮な空気を直接切羽に送気し、汚染空気を排気するため、排気式のように坑内の途中の汚染空気は切羽に移動することがない。風管は送気用は軟管が使用できるが、排気用は硬管しか使用できない。</p>	<p>◎坑外の新鮮な空気を直接送り込むため切羽の作業環境は良い。                  ◎横坑、斜坑など作業坑を介する場合に適する。                  ▼坑道途中は通風量が少ないため環境が悪い。                  ▼トンネル延長が長くなるとファンの吸込み及び送気能力が低下する。                  ▼風管が 2 系列になるので、送気及び排気式に比べると設備費が高くなる。また、風管スペースの確保が困難。                  ▽送気及び排気のバランスを考慮してファンを選定する必要がある。</p>
<p>換気方式の特徴は集じん方式と同じで、送気式分散方式と排気式分散方式の 2 系統の換気設備からなる。</p>	<p>◎トンネル延長が長くなってもファンの吸引及び送気能力が低下しない。                  ◎低圧のファンが使用できる。                  ◎坑外の新鮮な空気を直接送り込むため、切羽の作業環境は良い。                  ▼ファンの設置回数が多くなり手間がかかる。                  ▼接続箇所が多くなり漏風が起りやすい。                  ▽セントル及びシート張り架台の移動時にファンの盛り替えが必要となる。</p>
<p>送気用のファンを坑内に、排気用のファンを坑外に設置して坑内の空気を切羽に送気し、希釈された汚染空気を排気用ファンを通じて排気する方式である。風管は送気用は正圧となるため軟管が使用できるが、排気用は負圧となるため硬管となる。</p>	<p>◎1,000m以上の長大トンネルでも、切羽において所要換気量が十分確保できる。                  ◎風管の延長は送・排気併用式に比べて短い。                  ▼粉じんの希釈・拡散のため大風量が必要となるため、送気方式よりも大きい風量が必要になる。                  ▽風管は、送気用は正圧となるため軟管が使用できるが排気用は負圧となるため硬管となる。                  ▽送気用と排気用のファンの風量制御等を考慮する必要がある。                  ▽送気用風管は特に漏風防止に留意する必要がある。                  ▽排気用ファンの吸込口は吸込みやすいように工夫する必要がある。</p>
<p>送気用と排気用の 2 台の大型ファンで坑内の空気を切羽に送気し、希釈された汚染空気を排気用ファンを通して排気する方式である。風管は送気、排気とも正圧となるため、軟管が使用できる。</p>	<p>◎1,000m以上の長大トンネルでも、切羽において所要換気量が十分確保できる。                  ◎風管の延長は送・排気併用式に比べて短い。                  ◎風管は送気・排気とも正圧となるため軟管が使用できる。                  ▽送気用と排気用のファンの風量制御等を考慮する必要がある。                  ▽送気用風管は特に漏風防止に留意する必要がある。                  ▽送気用ファンの吸込み口は吸込みやすいように工夫する必要がある。</p>



- 局所換気ファン : 排気ファンの 70% 程度の風量で、噴流をおこし、汚染空気を誘引しやすくするもの。
- 送・排気組合せ送気ファン : 切羽で所要風量を送風できるファン容量
- 排気ファン : 汚染空気を再循環させないため、送気ファンの 1.3 倍程度の容量。送気ファンとは 50m 以上ラップさせる。

特 徴	評 価
<p>長大トンネルで退避坑や TBM 導坑を併設して建設する場合に採用される方式で、トンネル自体を主風管代わりにして新鮮な空気を切羽に送り込む方式である。 (換気方向を考慮することもある。)</p>	<p>◎大風量を送ることができ、坑内での滞留が少ない。 ◎風管が大部分不要なため、ファンの風量を有効に利用することができる。 ◎漏風が無いため、ファンの風量を有効に利用することができる。 ◎通風断面が大きいため、大風量でも電力費が少ない。 ▼避難坑で発生する汚染空気は本坑に流入し、本坑内の環境が悪くなる。 ▽漏風を防止し、通行を可能にするために連絡坑に二重扉を設置する必要がある。</p>
<p>切羽で発生する粉じんを吸引風管で捕集し、集じん装置で清浄化。リフレッシュエアとして坑道換気に利用する。</p>	<p>◎発生源で吸引清浄化することから、坑内全域での環境が良くなる。 ▼集じん装置のファンは吸引風管の抵抗を見込む必要がある。 ▼吸引ダクトの延伸・管理が必要になる。 ▼坑内で発生する排気ガスや車輛走行に伴う粉じんは坑口へ移動する。 ▽集じん風量を送風量より大きくし、エアカーテン効果で捕集効果を上げる必要がある。 ▽集じん装置以降の汚染については別途考慮する必要がある。</p>
<p>坑道途中で汚染された空気を集じん装置で清浄化し、切羽に送風する。送・排気組み合わせ式の欠点を補う。</p>	<p>◎切羽へ清浄化した空気を送風するため、環境が良く坑内への拡散も防止できる。 ◎排気風量に関係なく、集じん風量を大きくできる。 ▼切羽から換気ファンの間は希釈・拡散するため、大容量の集塵装置が必要である。 ▽坑内騒音が大きくなる。</p>
<p>風門に集じん装置を組み合わせ、粉じん、有害ガスを清浄化したりリフレッシュエアで下流側を坑道換気する。</p>	<p>◎風門の上流側で発生した粉じんが集じん装置で清浄化され、有効に利用できる。 ▽風門下流側で発生する汚染空気は別途考慮する必要がある。 ▼下流側では上流側有毒ガスを合せて希釈する必要がある。 ▼給電方式に留意する必要がある。</p>

凡 例



: スライディングセントル



: 換気装置



: 集じん装置

表 17-17 換気が必要な作業又は作業場所

作業又は場所	措 置 の 内 容	関係条文
①自然換気の不十分な構内作業場	(坑内の通気設備) 事業者は、坑内の作業場においては、衛生上必要な分量の空気を坑内に供給するために、空気を設備を設けなければならない。但し、自然換気により衛生上必要な分量の空気が供給される坑内の作業場については、この限りではない。	安衛測第 602 条
②高温 (37℃) となる坑内作業場	(坑内の気温) 事業者は、坑内における気温を 37℃以下としなければならない。但し、高温による健康障害を防止するため必要な措置を講じて人命救助又は危険防止に関する作業をさせるときは、この限りではない。	安衛測第 611 条
③可燃性ガス・蒸気・粉じんがあり、爆発・火災が発生するおそれのある場所	(通風等による爆発又は火災の防止) 事業者は、引火性のものの蒸気、ガス又は粉じんによる爆発又は火災を防止するため、通風、換気、除じん等の措置を講じなければならない。	安衛測第 261 条
④排気ガス、粉じん等により、視界が悪い場所	(視界の保持) 事業者は、ずい道等の建設の作業を行う場合において、ずい道等の内部における視界が排気ガス、粉じん等により著しく制限される状態にあるときは、換気を行い、水をまく等当該作業を安全に行うため必要な視界を保持するための措置を講じなければならない。	安衛測第 387 条
⑤酸素が過剰となった場合、又は、深さ 20m 以上の潜函、井筒、たて坑、井戸等	(潜函等の内部における作業) 事業者は潜函、井筒、立坑、井戸その他これらに準ずる建物又は設備（以下「潜函等」という）の内部で明かり掘削の作業を行うときは、次の措置を講じなければならない。 一 酸素が過剰になるおそれのあるときは、酸素の濃度を測定する者を指名して測定を行わせること。 二 労働者が安全に昇降するための設備を設けること。 三 掘り下げの深さが 20m を超えるときは、当該作業を行う箇所と外部との連絡のための電話、電鈴等の設備を設けること。 事業者は、前項の場合において、同項第一号の測定の結果により酸素の過剰を認めたととき、又は掘り下げの深さが 20m を超えるときは、送気のための設備を設け、これにより必要な量の空気を送給しなければならない。	安衛測第 377 条  第 377 条の二
⑥内燃機関を使用する自然換気の不十分な場所	(内燃機関の使用禁止) 事業者は、坑、井筒、潜函、タンク又は貯倉の内部その他の場所で、自然換気が不十分な所においては、内燃機関を有する機械を使用してはならない。但し、当該内燃機関の排気ガスによる健康障害を防止するため当該場所を換気するときはこの限りではない。	安衛測第 578 条
⑦酸素欠乏等危険場所	(換気等) 事業者は、酸素欠乏危険作業に労働者を従事させる場合は、当該作業を行う場所の空気中の酸素の濃度を 18% 以上かつ第 2 種酸素欠乏危険作業に関わる場所の硫化水素濃度を 10ppm 以下に保つように換気しなければならない。 但し、爆発、酸化等を防止するため換気することが出来ない場合又は、作業の性質上換気することが著しく困難な場合は、この限りではない。 事業者は、前項の規定により換気するときは、純酸素を使用してはならない。 (保護具の使用等) 事業者は、前条第 1 項但し書きの場合においては、同時に就業する労働者の人数と同数以上の空気呼吸器等（空気呼吸器、酸素呼吸器又は送気マスクをいう以下同じ）を備え労働者にこれを使用させなければならない。 労働者は、前項の場合において、空気呼吸器等の使用を命じられたときは、これを使用しなければならない。	酸素欠第 5 条  酸素欠第 5 条の二

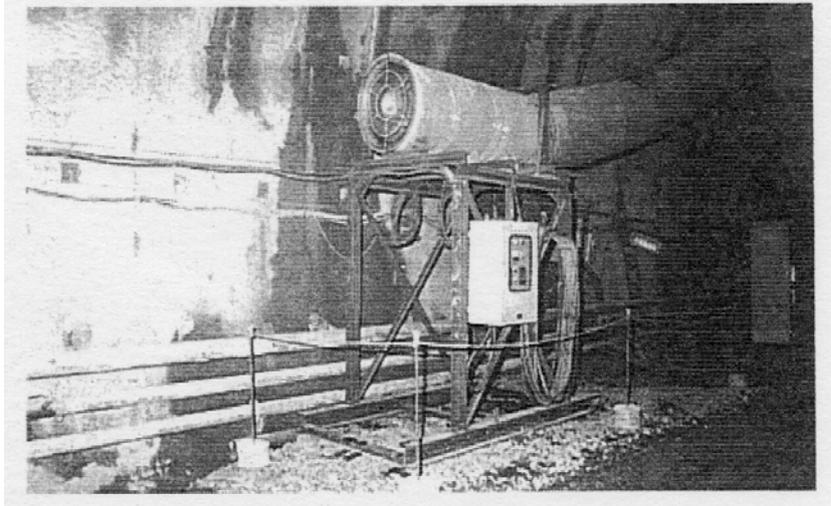


写真 17-2 送風機の例



写真 17-3 送風管の例

## 5. 騒音・振動対策

- (1) 削岩・せん孔・ずり積み等著しい騒音を発する作業に携わる作業員には、耳栓・その他の保護具を着用させること。

安衛則 595～  
598

また、保護具等は就業する労働者の人数と同数以上を備えなければならない。

- (2) 削岩機・ピックハンマ等の振動工具を用いる場合は、防振装置付きのものを使用し、かつ、防振手袋を併用すること。

## 6. 電気設備及び感電防止

- (1) 工事用電気設備については、第 5 章第 8 節仮設電気設備に準じること。
- (2) 工事用電気設備は、湿気が多く、水気のある場所では特別の措置を講じること。
- (3) 電気系統の幹線には、系統毎にしゃ断器を設け、負荷設備には漏電遮断装置を接続すること。
- (4) 移動用電気機器のキャブタイヤケーブルを作業床等に露出して配線する場合は、損傷しないよう防護処置を講じること。
- (5) 電気設備の保安管理体制を確立するとともに停電・感電等の異常状態に備え、常に作業員への教育・訓練を実施すること。

安衛則 337、338

安衛則 36、350

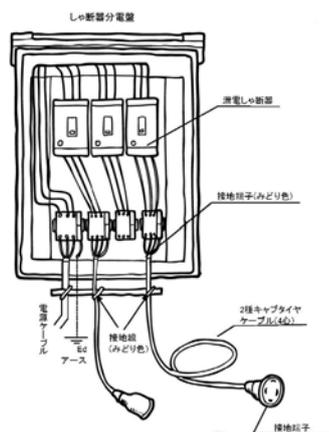


図 17-16 漏電しゃ断装置の設置例

## 7. 消火・警報設備・避難用器具

- (1) 坑内で、火気若しくはアークを使用する場所又は配電盤・変圧器・しゃ断器を設置する場所には、予想される火災の性状に適用する消火設備を設け、その設置場所及び使用方法を作業員に周知させること。
- (2) 落盤・出水・ガス爆発・火災・その他非常の場合に、作業員にこれを速やかに知らせるため、次項の区分に応じ警報設備を設け、作業員に対しその設置場所を周知させること。
  - ① 出入口から切羽までの距離が 100m に達したとき、サイ

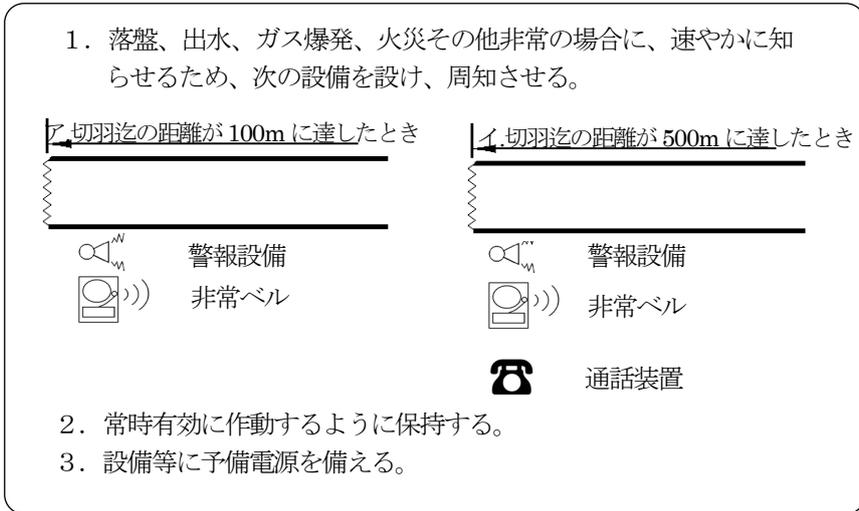
安衛則 389 の 5

安衛則 389 の 9

レン・非常ベル等の警報用の設備

- ② 切羽までの距離が 500m に達したとき、警報設備及び電話機等の通話装置

表 17-18 坑内の警報設備及び通話設備



- ① 坑口から切羽までの距離が 100m に達したとき、サイレン、非常ベルの警報設備。  
② 坑口から切羽までの距離が 500m に達したとき、警報設備及び電話機等の通話装置。警報設備及び通話装置は、常に有効に作動するように保持し、その電源は予備電源を備えておくこと。

- (3) 警報設備及び通話装置については、常時有効に作動するように保持するとともに、これらに使用する電源については、当該電源に異常が生じた場合に直ちに使用できる予備電源を備えること。
- (4) 落盤・出水・ガス爆発・火災・その他非常の場合に、作業員を避難させるため、次項の区分に応じ避難用器具を適当な箇所に備え、その備え付け場所及び使用方法を作業員に周知させること。

安衛則 389 の 9

安衛則 389 の 10

また、呼吸用保護具、携帯用照明器具については、坑内の作業員と同数以上を備え、常時有効に保持すること。

- ① 可燃性ガスが発生するおそれのないトンネルでは、切羽までの距離が 100m に達したとき、携帯用照明器具とその他避難に必要な器具
- ② 可燃性ガスが存在して爆発又は火災が生じるおそれのあるトンネルでは、切羽までの距離が 100m に達したと

き、呼吸用保護具・携帯用照明器具・その他避難に必要な器具

- ③ 切羽までの距離が 500mに達したとき、呼吸用保護具・携帯用照明器具・その他避難に必要な器具

## 8. 避難及び救護対策

- (1) 必要に応じて、空気呼吸器・有害ガス等の濃度測定器具・懐中電灯等の携帯用照明器具を備え付け、常時有効かつ清潔に保持すること。 安衛則 24 の 3
- (2) 救護に関する組織、必要な機械器具の点検・整備、訓練等について定めておくこと。 安衛則 24 の 5
- (3) 避難通路となる所は、整理整頓に努め、迅速かつ安全に避難ができるよう常に整備しておくこと。
- (4) 負傷者の手当てに必要な救急用具及び器材を備え、作業員にその備え付け場所及び使用方法を周知させること。 安衛則 633、634

## 9. 避難及び救護の訓練

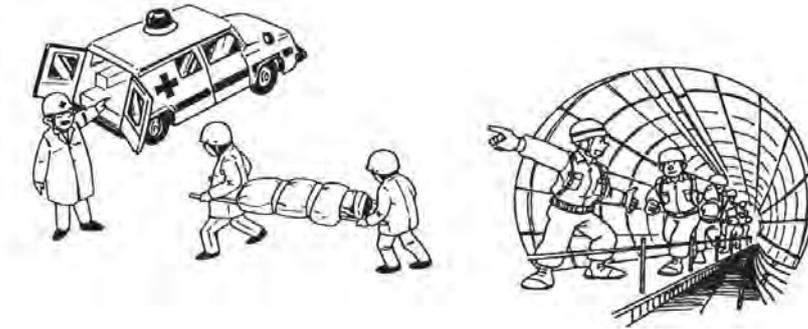
- (1) 切羽までの距離が 100m(可燃性ガスが発生するおそれのないトンネルでは 500m)以上となるトンネルで作業を行うときは、切羽までの距離が 100mに達するまでの期間内に 1 回及びその後 6 ヶ月以内毎に 1 回の避難及び消火の訓練を行うこと。 安衛則 389 の 11

また、避難などの訓練を行ったときは、次の事項を記録し、これを 3 年間保存すること。

- ① 実施年月日
- ② 訓練を受けた者の氏名
- ③ 訓練の内容

- (2) 救護に関する必要な機械器具等の使用方法、救急処置等について訓練などを行い、記録すること。 安衛則 24 の 3、24 の 4、389 の

11



## 第 4 節 粉じん対策

### 1. 施工計画における留意事項

- (1) 坑内（たて坑を除く）で粉じん作業（掘削、ずり積み、ロックボルトの取付け、コンクリート吹付け等をいう。以下同じ。）を実施するときは、粉じん対策に係る計画を策定すること。
- (2) 粉じん対策に係る計画の策定は、事前に、粉じんの発散を抑制するための粉じん発生源に係る措置、換気装置等による換気の実施、換気の実施等の効果を確認するための粉じん濃度等の測定、防じんマスク等有効な呼吸用保護具の使用、労働衛生教育の実施、その他必要な事項を内容とする粉じん対策に係る計画を策定すること。

粉じんガ

粉じんガ

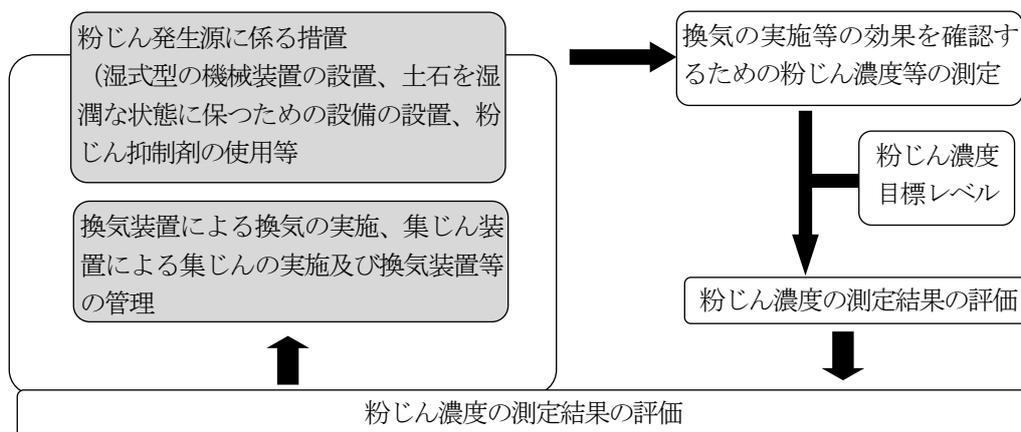


図 17-18 粉じん濃度の低減化のための対策の実施

## 2. 粉じん発生源に係る措置

- (1) せん孔を行う作業にあつては、くり粉を圧力水により孔から排出する湿式型の削岩機（発泡によりくり粉の発散を防止するものを含む。）を使用すること又はこれと同等以上の措置を講じること。
- (2) 発破を行う作業にあつては、発破後は、安全が確認されたのち、粉じん濃度が低減した後でなければ、発破をした箇所  
に労働者を立ち入らせないこと。
- (3) 機械による掘削（シールド工法及び推進工法による掘削作業を除く。）を行う作業にあつては、次に掲げるいずれかの措置又は、これと同等以上の措置を講じること。

ただし、湿潤な土石又は岩石を掘削する作業にあつては、この限りではない。

- ① 湿式型の機械装置を設置すること。
- ② 土石又は、岩石を湿潤な状態に保つための設備を設置すること。

- (4) シールド工法及び推進工法による掘削を行う作業にあつては、次に掲げるいずれかの措置又は、これと同等以上の措置を講じること。

ただし、湿潤な土石又は岩石を掘削する作業にあつては、この限りではない。

- ① 湿式型の機械装置を設置すること。
- ② 密閉型のシールド掘削機等切羽の部分が密閉されている機械装置を設置すること。

- ③ 土石又は岩石を湿潤な状態に保つための設備を設置すること。

- (5) 破碎・粉碎・ふるいわけを行う作業にあつては、次に掲げるいずれかの措置又は、これと同等以上の措置を講じること。

ただし、水の中で土石又は岩石の破碎、粉碎等の作業を行

粉じんガ

う作業にあつては、この限りではない。

- ① 密閉する設備を設置すること。
- ② 土石又は、岩石を湿潤な状態に保つための設備を設置すること。

- (6) ずり積み及びずり運搬を行う作業にあつては、土石を湿潤な状態に保つための設備を設置すること又は、これと同等以上の措置を講じること。

ただし、湿潤な土石の積み込み又は、運搬を行う作業にあつては、この限りではない。



図 17-19 粉じん発散防止

- (7) ロックボルトの取付け等のせん孔を行う作業にあつては、くり粉を圧力水により孔から排出する湿式型の削岩機（発泡によりくり粉の発散を防止するものを含む。）を使用すること又は、これと同等以上の措置を講じること。

- (8) コンクリート等の吹付けを行う作業にあつては、次に掲げる措置を講じること。

- ① 湿式型の吹付け機械装置を使用すること又は、これと同等以上の措置を講じること。
- ② 必要に応じ、コンクリートの原材料に粉じん抑制剤等を入れること。
- ③ 吹付けノズルと吹付け面との距離、吹付け角度、吹付け圧等に関する作業標準を定め、作業員に当該作業標準に従って作業させること。

- ④ 吹付け機械の遠隔操作技術の導入を検討する。
- (9) 必要に応じて、エアカーテン等、切羽等の粉じん発生源において発散した粉じんが坑内に拡散しないようにするための方法の採用に努めること。
- (10) たい積粉じんの発散を防止するため、坑内に設置した機械設備、電気設備等にたい積した粉じんを定期的に清掃すること。
- (11) 建設機械等の走行によるたい積粉じんの発散を少なくするため、次の事項の実施に努めること。
  - ① 走行路に散水すること。
  - ② 走行路に仮舗装すること。
  - ③ 走行速度を抑制すること。
  - ④ 運搬途中の土石の落下防止のため過積載をしないこと。

### 3. 換気

- (1) トンネル内に換気装置を設置する場合には、施工方法、条件、工程などに対応した適切な換気・集じん方式及び設備容量・配置を検討すること。
- (2) 換気装置による換気の実施に当たっては、次に掲げる事項に留意し、換気を行うこと。
  - ① 換気装置は、ずい道等の規模、施工方法、施工条件等を考慮したうえで、坑内の空気を強制的に換気するのに効果的な換気方式のものを選定すること。

なお、選定に当たっては、発生した粉じんの効果的な排出及び希釈に加え、坑内全域における粉じん濃度の低減に配慮することが必要であり、より効果的な換気方法である吸引捕集方式の導入を図るとともに、局所集じん機、伸縮風管、エアカーテン、移動式隔壁等の導入を検討すること。

- ② 送気口(換気装置の送気管又は局所換気ファンによって清浄な空気を坑内に送り込む口のことをいう。以下同じ。)及び吸気口(換気装置の排気管によって坑内の汚染された

粉じんガ

空気を吸い込む口のことをいう。以下同じ。) は、有効な換気を行うのに適切な位置に設けること。

また、切羽の進行に応じて速やかに風管を延長すること。

- ③ 換気ファンは、風管の長さ、風管の断面積等を考慮した上で、十分な換気能力を有しているものであること。
- ④ 送気量及び排気量のバランスが適正であること。
- ⑤ 粉じんを含む空気が坑内で循環又は滞留しないように努めること。
- ⑥ 坑外に排気された粉じんを含む空気が再び坑内に逆流しないこと。
- ⑦ 風管の曲線部は、圧力損失を小さくするため、できるだけ緩やかな曲がりとすること。

(3) 集じん装置による集じんの実施に当たっては、次に掲げる事項に留意すること。

- ① 集じん装置はトンネル等の規模等を考慮した上、十分な処理容量を有するもので、粉じんを効率よく捕集し、かつ、レスピラブル (吸入性) 粉じんを含めた粉じんを清浄化する処理能力を有しているものを検討すること。
- ② 集じん装置は粉じんの発生源、換気装置の送気口及び吸気口の位置を考慮し、発散した粉じんを速やかに集じんすることができる位置に設けること。

なお、集じん装置への有効な吸込み気流を作るため、局所換気ファン、隔壁、エアカーテン等を設置することが望ましい。

また、局所集じん機の導入を検討すること。

- ③ 集じん装置にたい積した粉じんを廃棄する場合には、粉じんを発散させないようにすること。

(4) 換気装置等の管理は、以下のとおりとすること。

- ① 換気装置等については、半月以内毎に 1 回、定期的に、定

められた事項について点検を行い、異常を認めるときは、直ちに補修その他の措置を講じること。

- ② 換気装置等の点検を行ったときは、定められた事項を記録し、これを 3 年間保存すること。

#### 4. 粉じん濃度等の測定

換気の実施等の効果を確認するため、半月以内毎に 1 回、定期的に、定められた測定方法に従って測定を行うこと。

粉じんガ

#### 5. 粉じん濃度の測定結果の評価

- (1) 換気装置等の計画に当たっては、粉じん濃度（吸入性粉じん濃度）目標レベルは  $2\text{mg}/\text{m}^3$  以下とすること。

粉じんガ

ただし、掘削断面が小さいため、 $2\text{mg}/\text{m}^3$  を達成するための必要な大きさ（口径）の風管、必要な本数の風管の設置又は必要な容量の集じん装置等が施工上極めて困難であるものについては、可能な限り、 $2\text{mg}/\text{m}^3$  に近い値を粉じん濃度目標レベルとして設定すること。

- (2) 空気中の粉じん濃度の測定を行ったときは、その都度、速やかに、次により当該測定の結果の評価を行うこと。

① 空気中の粉じん濃度の測定結果の評価は、評価値と粉じん濃度目標レベルとを比較して、評価値が粉じん濃度目標レベルを超えるか否かにより行うこと。

② 空気中の粉じん濃度の測定結果の評価は、各測定点における測定値を算術平均して求めること。

- (3) 空気中の粉じん濃度の測定を行い、評価値が粉じん濃度目標レベルを超える場合には、設備、作業工程又は作業方法の点検を行い、その結果に基づき換気装置の風量の増加のほか、より効果的な換気方式への変更、集じん装置による集じんの実施、作業工程又は作業方法の改善、風管の設置方法の改善、粉じん抑制剤の使用等、作業環境を改善するための必要な措置を講じること。

- (4) 空気中の粉じん濃度等の測定及び測定結果の評価を行っ

たときは、その都度、定められた事項を記録して、これを 7 年間保存すること。

なお、粉じん濃度等の測定結果については、関係作業員が閲覧できるようにしておくことが望ましい。

## 6. 呼吸用保護具

- (1) 坑内の作業に従事するすべての作業員に常時、防じんマスク、電動ファン付き呼吸用保護具等有効な呼吸用防護具（掘削作業、ずり積み作業又はコンクリート等を吹き付ける場所における作業にあつては、電動ファン付き呼吸用保護具に限る。）を使用させること。

粉じんガ

なお、作業の内容及び強度を考慮し、呼吸用防護具の重量、吸排気抵抗等が該当作業に適したものを選択すること。

- (2) 呼吸用防護具の選択、使用及び保守管理に関する方法並びに呼吸用防護具のフィルタの交換の基準を定めること。

また、フィルタの交換日等を記録する台帳を整備し、当該台帳については、3年間保存することが望ましい。

- (3) 呼吸用防護具を使用する際には、作業員に顔面への密着性について確認させること。
- (4) 呼吸用防護具については、同時に就業する作業員の人数と同数以上を備え、常時有効、かつ、清潔に保持すること。



写真 17-4 呼吸用保護具

## 7. 労働衛生教育の実施

- (1) 坑内の作業に作業員を従事させる場合には、次に掲げる労働衛生教育を実施すること。

粉じんガ

また、これらの労働衛生教育を行ったときは、受講者の記録を作成し、3年間保存すること。

- (2) 粉じん特別教育

粉じん則2、22

坑内の特定粉じん作業(粉じん障害防止規則第2条第1項第3号に規定する特定粉じん作業をいう。以下同じ)に従事する作業員に対し、特別教育を行うこと。

また、特定粉じん作業以外の粉じん作業に従事する作業員についても、特別教育に準じた教育を実施すること。

- (3) 呼吸用保護具の適正な使用に関する教育

坑内の作業に従事する作業員に対し、次に掲げる事項について教育を行うこと。

- ① 粉じんによる疾病と健康管理
- ② 粉じんによる疾病の防止
- ③ 呼吸用保護具の選択及び使用方法

## 8. その他の粉じん対策

作業員が休憩の際、容易に坑外に出ることが困難な場合において、次に掲げる措置を講じた休憩室を設置することが望ましいこと。

- (1) 清潔な空気が室内に送気され、粉じんから作業員が隔離されていること。
- (2) 作業員が作業衣等に付着した粉じんを除去することのできる用具が備えられていること。

## 第 5 節 可燃性ガス対策

### 1. 事前調査における留意事項

- (1) 地形・地質・ボーリング等資料のほか、文献資料、周辺工事実施記録等を十分検討し、可燃性ガス発生のおそれについて判断すること。
- (2) 工事に先立って可燃性ガスの発生を伴う可能性のある地層並びに背斜・断層等ガスの湧出と密接に関連する地質構造を的確に把握すること。
- (3) 調査の目的を達成するために必要な場合は、トンネル計画線以下相当な深さまでボーリング調査を行うものとし、ガスの存在が認められたときは、エアーリフト、吸引設備を設置してガスの誘導をはかり、位置・湧出量等の湧出状況を的確に把握すること。

### 2. 施工計画における留意事項

- (1) 可燃性ガスが発生するおそれのあるときは、引火による爆発、火災防止計画及び避難救護などの措置を検討したうえで施工計画を立案すること。
- (2) 毎日の計測結果により、施工計画変更の必要が生じた場合には速やかに変更を行うこと。
- (3) 可燃性ガス、有毒ガス等の発生のおそれがあるところでは自動測定を行い、この記録を残すこと。

- (4) 可燃性ガスの存在するトンネルでは、可燃性ガスの濃度に応じた作業内規を定め、施工計画書に記載すること。

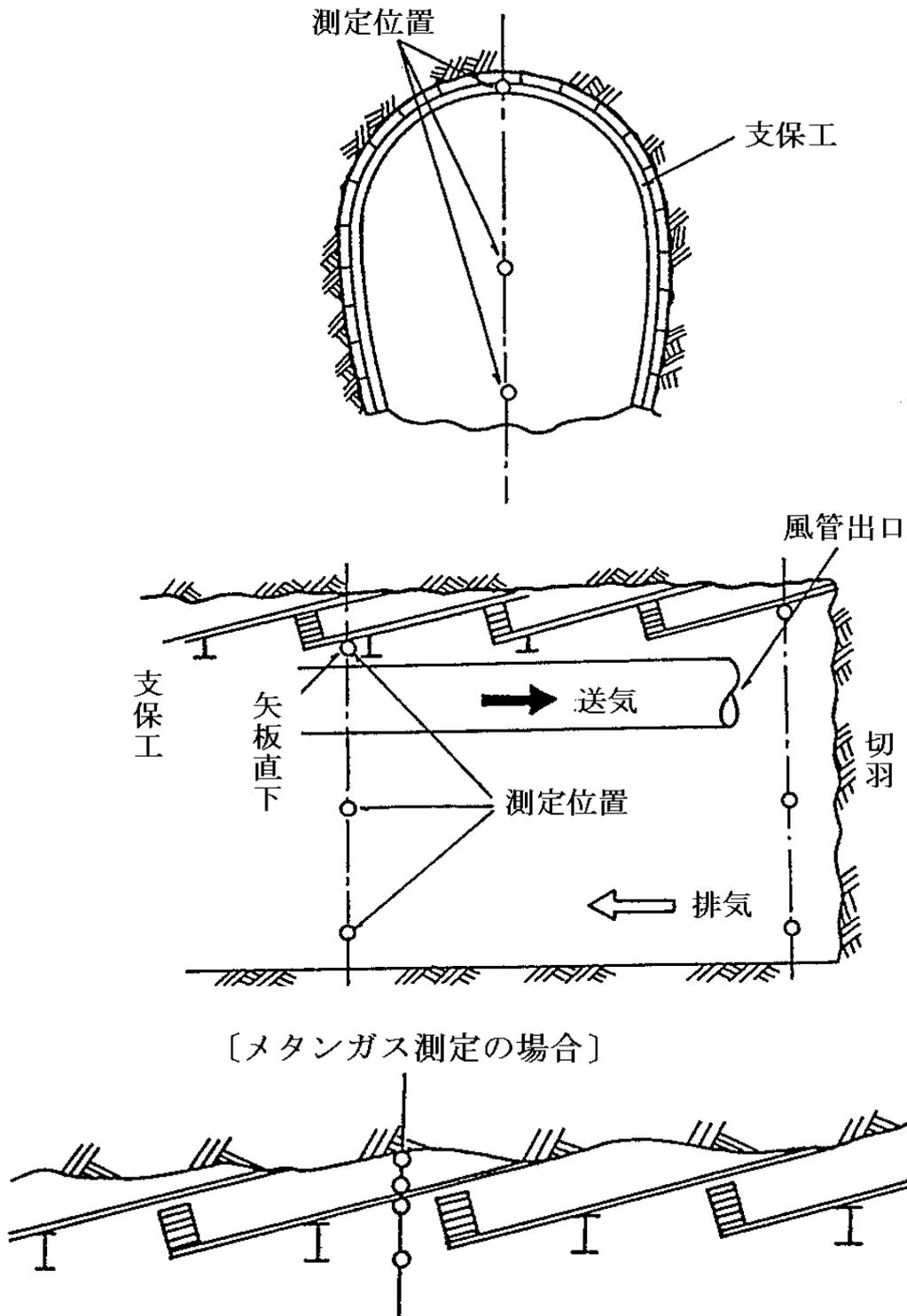


図 17-20 矢板裏及び矢板返しガス測定位置 (例)

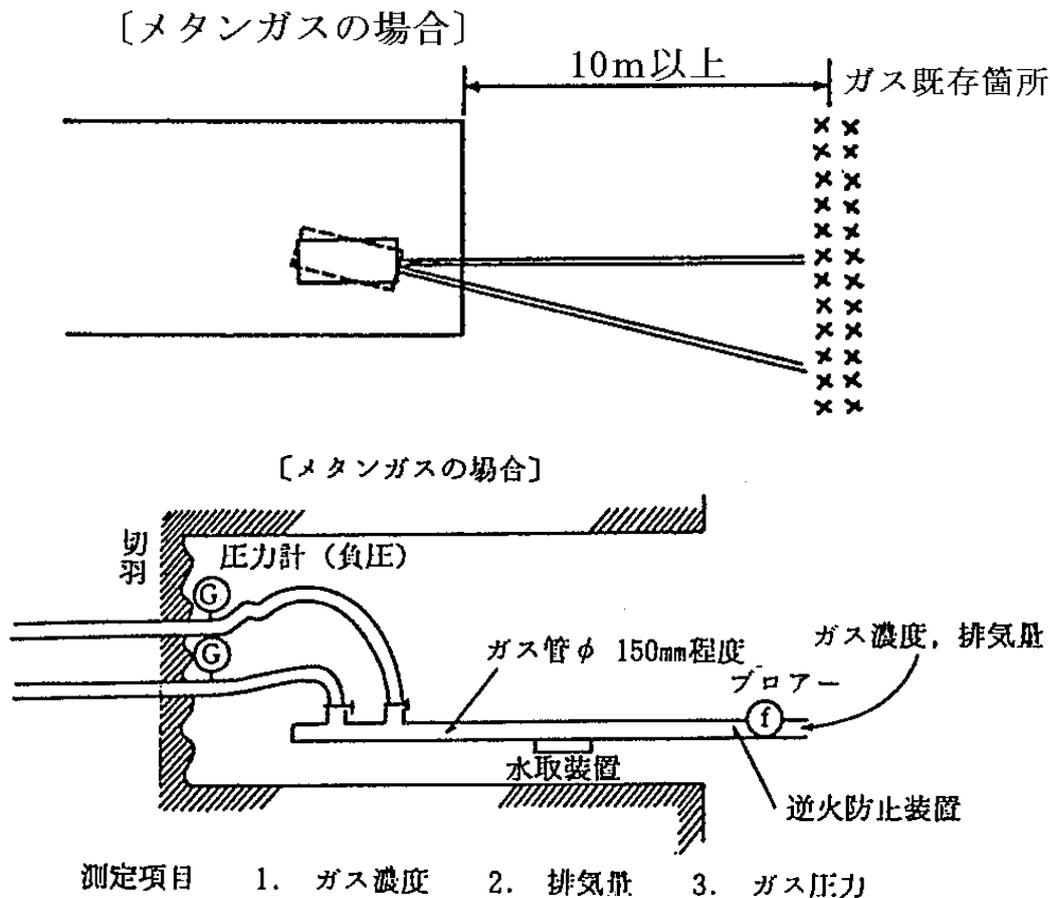


図 17-21 ガス誘導設備 (例)

### 3. 工事中における留意事項

(1) 可燃性ガス発生の可能性のある地層を掘削する場合は、毎日切羽の地質状況を観察し、可燃性ガスの予知に役立てるために地質構造の変化を的確に把握すること。

また、可燃性ガスの有無を調査し記録すること。

(2) 坑内に可燃性ガスが検知され、ガス発生のある場合には先進ボーリングを実施し、地質構造とガスの状況を調査すること。

(3) 可燃性ガスが発生するおそれのあるときは、爆発・火災防止のため、可燃性ガスの濃度を測定する責任者を指名し、毎日作業を開始する前、震度 4 以上の地震の後及び可燃性ガス

安衛則 382 の 2

に関し異常を認めたときは可燃性ガスの濃度を測定し、その結果を記録し保存すること。

- (4) 可燃性ガスの測定は、切羽・坑口（排気立坑を含む）等可燃性ガスが発生し又は停滞するおそれがある場所について実施すること。

安衛則 382 の 2

#### 4. 可燃性ガスの処理

- (1) ガス湧出の可能性が高い場合は、先進ボーリング又は、せん孔を行い、ガスの湧出を予知し突出を防止すること。
- (2) 先進せん孔等の長さ・配置等は、切羽の大きさ・地質状況により定め、トンネル掘削は一定の厚さの先進せん孔済地山を残しながら行うこと。
- (3) 多量の可燃性ガスが貯留されていると予測される場合は、地表からのガス抜き大口径ボーリングの実施などについて検討すること。

安衛則 389 の  
2、389 の 2 の 2

#### 5. 換気

- (1) 換気は、可燃性ガスの濃度を爆発下限値の 30%未満とするため、可燃性ガスの有効な稀釈・拡散ができるような風量の確保及び風管の配置を行うとともに、必要に応じローカルファンの設置あるいは坑内風速を一定に保つなどの対策を講じること。
- (2) 換気は連続して行い、特別の場合以外は止めないこと。
- (3) 覆工型枠部等可燃性ガスの滞留し易い箇所の換気には、特に留意すること。
- (4) 換気に用いる風路は、漏風の少ない材料及び系統とすること。

安衛則 389 の 8

また、有効な換気を行うため、必要に応じて立坑等の設置を検討すること。

- (5) ガス湧出の可能性の高い場合は、換気設備・排水設備・照明設備等保安設備には予備電源を備えること。
- (6) 換気の様子は、定期的に測定しその結果は記録保存するこ

安衛則 389 の 9

と。

## 6. 警報装置

- (1) 可燃性ガスが存在して爆発又は、火災が生じるおそれのあるときは、必要な場所に自動警報装置を設けること。 安衛則 382 の 3

また、自動警報装置は、その日の作業を開始する前に、次の事項について点検し、異常を認めたときは直ちに補修すること。

- ① 計器の異常の有無
- ② 検知部の異常の有無
- ③ 警報装置の作動状態

- (2) ガス爆発等の非常の場合に関係作業員に速やかに知らせるため、警報装置等を設置し周知させること。 安衛則 389 の 9

- (3) 坑内に可燃性ガスが常時検知される場合には、切羽及び坑内の必要な場所・間隔で定置式可燃性ガス自動警報器を設置し、定置式可燃性ガス自動警報器の指示が爆発下限値の 30% を超えた場合は、自動的に電源をしゃ断する装置を設けること。 安衛則 382 の 3

- (4) 警報装置及び通話装置は、常に有効に作動するよう保持しておくこと。 安衛則 389 の 9

## 7. 火源対策

- (1) 可燃性ガスが存在し危険な濃度に達する可能性のある場合、使用する電気設備機器は、防爆構造のものを使用すること。

- (2) やむを得ず坑内で溶接・切断・その他火花又は、火焰を発生する作業を行う場合は、十分安全が確保される濃度において、責任者の管理の下で行うこと。 安衛則 389 の 4

- (3) 可燃性ガスの存在する坑内は禁煙とし、マッチ・ライター等発火源となるものは坑内に持ち込みを禁止し、かつ、その旨を出入口付近に掲示すること。 安衛則 389

- (4) 爆薬を使用する場合は、使用する爆薬及び爆破方法につい

て検討すること。

## 8. 緊急対策

- (1) 可燃性ガスの濃度が爆発下限値の 30%以上（メタンガスの場合 1.5%以上）であることを認めるときは、直ちに作業員の坑内への立ち入りを禁止し、安全な場所に退避させ、点火源となるおそれのあるものの使用を停止し、かつ通風・換気を行うこと。 安衛則 389 の 8

[可燃性ガスの爆発限界は、表 17-13 を参照のこと。]

- (2) 坑内において可燃性ガスの濃度が爆発下限値の 30%未満であることを確認するまでの間、坑内に関係者以外の者が立ち入ることを禁止し、その旨見やすい箇所に表示すること。 安衛則 389 の 8
- (3) 通風・換気を行っても可燃性ガスの濃度が爆発下限値以下に下がらない場合は、工事を一時中止し、換気設備を再検討すること。

## 9. 避難用器具

- (1) 自動電源しゃ断装置を設置した場合は、停電に対処するため、入坑者には防爆型避難用照明器具を携帯させること。 安衛則 389 の 10
- (2) ガス湧出の可能性の高い場合は、呼吸器等救命用具を備えること。 安衛則 389 の 10

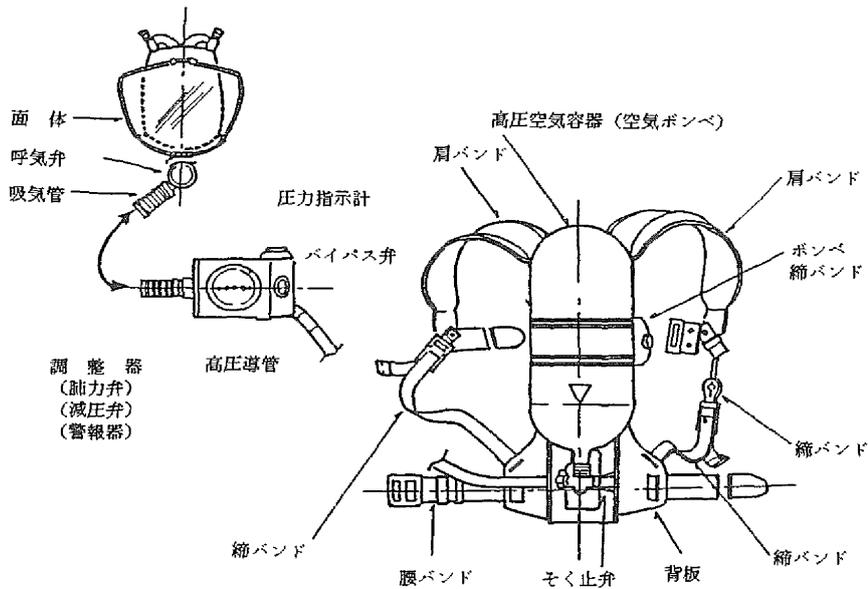


図 17-22 空気呼吸器の構造（二段減圧方式）

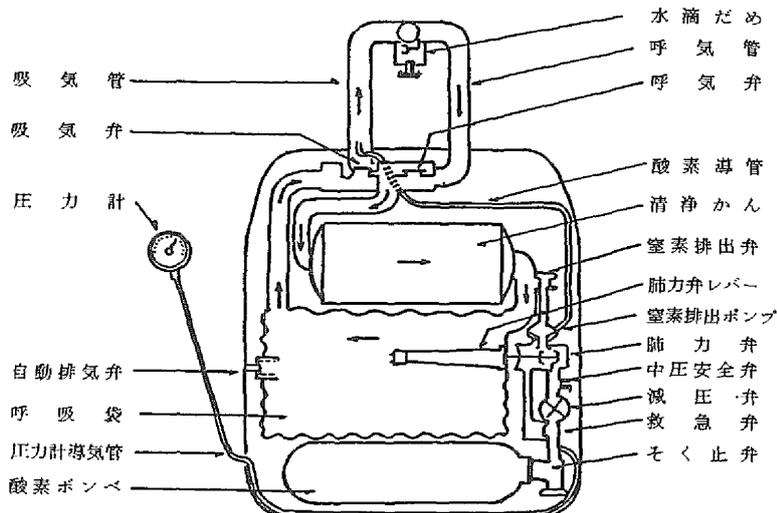


図 17-23 酸素呼吸器の構造（循環指揮肺力型）

## 第 6 節 坑内掘削

### 1. 作業責任者の責務

- (1) 作業の方法及び作業員の配置を決定し、作業を直接指揮すること。
- (2) 発破工法における発破・換気時・こそく・浮石落とし・積込み作業及び機械掘削工法の掘削・積込み作業が行われている周辺は、立ち入り禁止の措置を講じること。
- (3) 器具・工具・安全帯及び保護帽の機能点検並びに使用状況

安衛則 383 の

2, 3

を監視すること。

- (4) 湧水の状況、ガスの検地など各種計測器、警報装置類は常に整備されていること。危険箇所での補助工法等については、即時対応が可能なよう、各種機械について常に整備されていること。

## 2. 作業における留意事項

- (1) 掘削方式の選定に当たっては、地山条件、トンネルの規模、立地条件等を十分考慮して安全な方式を選定する。
- (2) 掘削工法の選定に当たっては、断面の大きさ、形状、地山条件、立地条件、工期等を考慮して安全な工法を選定する。
- (3) 掘削の進行に伴って、地質や湧水等の地山条件が当初の予想と相違し、計画が適合しなくなったときは、掘削計画を変更し、かつ、変更した施工計画によって作業を行うこと。 安衛則 383
- (4) 発破直後の岩盤は、点検者を定めて浮石を残さないよう十分に削り落とすこと。 安衛則 386
- (5) トンネル内の地山は、毎日、中震度以上の地震後及び発破後に、それぞれ浮石及び亀裂の有無、含水及び湧水の状態の変化を点検すること。 安衛則 382
- (6) 湧水対策を掘削に先行して実施し、湧水に伴う地山の崩落を防止すること。
- (7) 浮石落としや支保工の補修及び削岩・せん孔等の作業が行われている所には、関係者以外の立ち入りを禁止すること。 安衛則 386
- (8) 逆巻工法の場合、抜き掘りの順序は左右千鳥に行うことを原則とし、アーチコンクリートの沈下などの危害防止を図ること。

## 第 7 節 坑内発破

### 1. 一般的留意事項

- (1) 発破作業は、第 7 章第 5 節発破作業に準じること。
- (2) 電気雷管の運搬、電気雷管を取り付けた薬包の装填及び電気雷管の結線の作業を行う場合に呼吸用保護具を使用する場合には、漏電等による爆発を防止するために電動ファン付き呼吸用保護具以外の労働安全衛生法第 44 条の 2 の型式検定に合格した防じんマスクを使用すること。

火取則 54 の 2

ただし、電動ファンを停止しても型式検定に合格した防じんマスクと同等以上の機能を有する電動ファン付き呼吸用保護具を使用する場合で、漏電等による爆発のおそれのない安全な場所で、当該電動ファン付き呼吸用保護具の電池を取り外し保管したうえで、当該作業を行う場合はこの限りではない。

### 2. せん孔

- (1) せん孔に先だって、切羽の点検、浮石の除去、残留爆薬の有無の確認及び回収等の措置をして、作業の安全をはかること。
- (2) せん孔に先だって行う浮き石の除去及びせん孔作業が行われている所には、関係者以外の立入りを禁止すること。
- (3) せん孔は、あらかじめ定めた配置に従って、位置、方向、深さについて正確に行うこと。

火取則 53

ただし、前回の発破孔を利用して削岩し、又は装てんしないこと。

- (4) 地質の変化、異常な湧水、ガスの噴出等は、せん孔中の速度、排水の色、量等で知ることができる場合があり、せん孔作業の状況に留意すること。

### 3. 装薬

- (1) 装薬に先立って、せん孔の状態及び切羽の点検等を行うこと。

また、せん孔中に発生した浮石の有無を点検し、必要があれば除去するなど安全を確認しなければならない。特に湧水を伴う切羽では、浮石や孔荒れが生じやすいので、入念に行うこと。

- (2) 装薬には有資格者をあて、火薬類取締法に則った作業を行うこと。

安衛法 61

安衛則 41

火取則 51

- (3) 電気雷管の使用に当たっては、漏えい（迷走）電流、静電気、落雷等に十分注意すること。

火取則 51、54

- (4) 電気雷管の爆発を避けるため、所定の計器、警報器により、漏えい（迷走）電流に対する安全を確かめるとともに、着衣などに帯電する静電気を放電させなければならない。

- (5) 漏えい電流がある場合、落雷のおそれがある場合は、装薬作業を中断すること。

火取則 51、54

- (6) 装薬中は、関係者以外の立ち入りを禁止し、切羽でせん孔その他の作業をさせないこと。

火取則 53

- (7) その他の装薬作業における留意事項を以下に示す。

火取則 51

- ① 電気雷管を運搬するときは、脚線を露出しないようにし、電灯線・動力線その他漏電のおそれのあるものにできるだけ近づけないこと。

また、発破母線を敷設するときも電線路から離すこと。

- ② 懐中電灯等は絶縁装置のあるものを使用すること。

火取則 54

- ③ 爆破をしようとする場所に漏えい電流がある場合には電気爆破はしないこと。

火取則 54

- ④ 装薬前には、孔をよく清掃して小石等を残さないこと。

火取則 53

- ⑤ 装薬が終わっても使用予定数が余ったときは、数量を確認し、増しダイは火薬取扱所に、親ダイは火工所に直ちに

火取則 53

返納して、紛失等を防止すること。

⑥ 母線は切断、結線もれ、結線違い等がないよう脚線に連結する前に必ず点検すること。

⑦ 母線の結線後、安全な箇所で導通試験をすること。全員が安全な場所に退避するまで、母線を発破器又は電源スイッチに連結しないこと。 火取則 54

⑧ 母線を地上のレール、パイプあるいは他の電気が流れ、または漏れている可能性のある箇所に接触させないこと。 火取則 54

#### 4. 発破作業

(1) 爆破作業は、指揮者および点火者を定め、安全、かつ確実に行うこと。 安衛則 319

(2) 発破を行うときは、あらかじめ定めた危険区域への通路に見張り人を配置し、その内部に関係者以外の立ち入りを禁止し、付近の者に発破する旨を警告し、危険がないことを確認した後に点火すること。 火取則 53

(3) 点火の位置は、爆破の程度に応じて隔離した安全な場所とすること。 火取則 53 の 2

(4) 発破器のハンドルは、点火するとき以外は施錠または取り外しておくこと。 火取則 54

(5) 発破器と母線との連結は点火直前に行うこと。 安衛則 318

(6) 退避の合図は、サイレン、振鈴等の確実な方法で行うこと。

(7) 点火の合図は、全員の退避を確認してから行うこと。 火取則 53

(8) 爆破後は、爆破箇所及びその周辺の状態を点検し、浮き石を除去するとともに、不発孔、残留爆薬等の有無を点検して必要な措置を講じること。

(9) 点検作業中は、指名された点検者以外の者の切羽への立ち入りを禁止し、点検者が安全を確認した後でなければ後続作業を開始してはならない。

(10) 不発残留薬がある場合には、次のいずれかの方法で処理すること。 火取則 55

- ① 不発の爆薬孔から 0.6m 以上の間隔をおいて平行にせん孔して爆破を行い不発火薬類を回収する。
- ② 不発の爆破孔からゴムホース等による水流で詰めものおよび火薬類を流し出し、不発火薬を回収する。
- ③ 不発の爆破孔からゴムホース等による水流若しくは圧縮空気で詰めものを流し出し、又は雷管に達しないように少しずつ静かに詰めものの大部分を掘り出した後、新たに薬包に雷管を取り付けたものを装てんし再点火する。

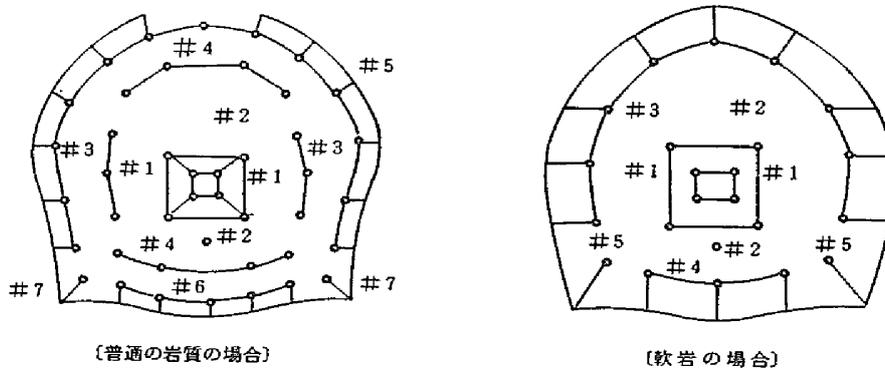


図 17-24 せん孔の配置 (例)

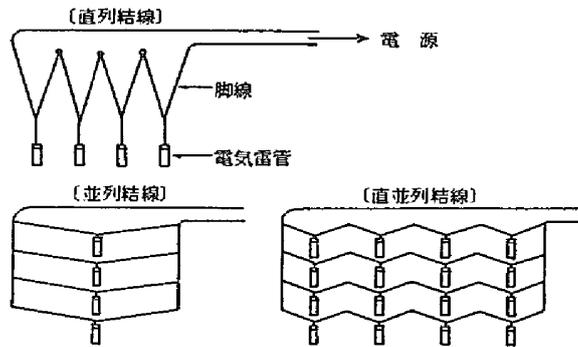


図 17-25 脚線の結線 (例)

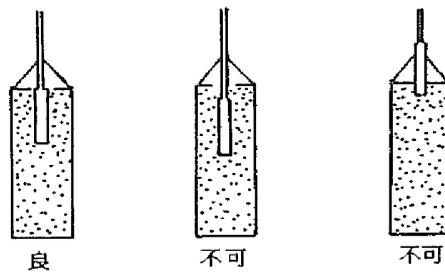


図 17-26 雷管挿入状況の良否

## 第 8 節 坑内運搬設備

### 1. 事故防止設備・対策

- (1) 坑内で車両を運行する場合は、定められた建築限界・車両限界を保持し坑内交通事故の防止に努めること。
- (2) トンネル内に軌道を設ける場合は、片側の車両及び側壁との間に 60 cm 以上の間隔を確保すること。これが困難な場合には、信号の設置・監視員の配置等により運行中の車両の進行方向に立入禁止の措置を講じるか、待避所を設置すること。安衛則 205
- (3) 動力車の警報装置（警笛・ブザー等）、制動装置、照明装置（運転台用及び前灯）等は、常に完全な状態にしておくこと。安衛則 209
- (4) 動力車及び車両には、これを良く識別できるように夜光塗料等によって色彩を施すこと。
- (5) ずり運搬にシャトルカーを使用する場合は、軌道の曲線部を安全に通過できるようなものとし、本体車幅からの突出部がないようにすること。
- (6) 積込み施設のコンベア部には、非常停止装置・巻込み防護設備を設けること。
- (7) 車両等が逸走する危険性のある場合には、逸走防止装置を設置すること。安衛則 204
- (8) ずり積みに当たっては、積載荷重を守るとともに、適正に積込むこと。
- (9) 車両、信号、標識等を正常な状態に維持管理し、衝突、暴走等の防止を図ること。  
また、車両運行管理規程を遵守し、運行の安全を確保すること。

### 2. 軌道方式における留意事項

- (1) 軌条の重量は、車両の重量に応じて定められた基準以上の安衛則 196

ものを使用すること。

- (2) 軌条及び軌道路盤は、常に保守点検し、運行路の安全確保に努めること。
- (3) 軌道の継目は、段違い・食違い・継ぎ折れ等のないこと。
- (4) まくら木の大きさ及び配置の間隔は、軌条を安定させるための車両重量、道床の状態等に応じたものとする。
- (5) 車両を連結するときは、確実な連結装置を用いること。
- (6) 人車は搭乗定員を定め、囲い及び乗降口、座席、握り棒等の設備を設け、作業員の輸送を専用とし、非常停止装置を設けること。

安衛則 197

安衛則 199

安衛則 213

安衛則 211

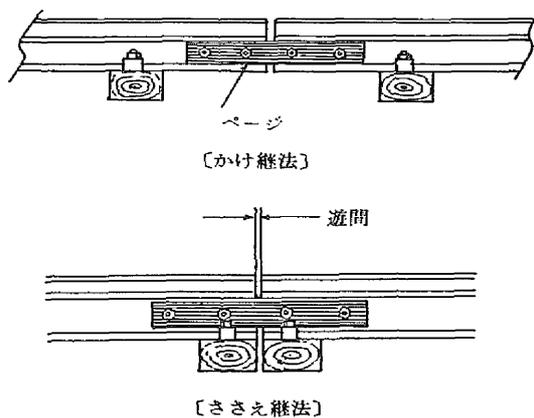


図 17-27 継目部のまくら木の位置

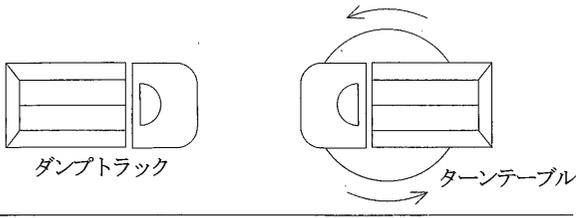
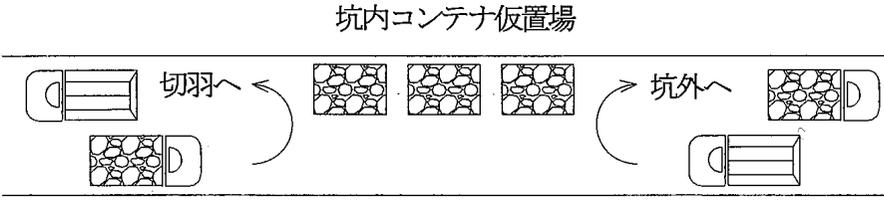
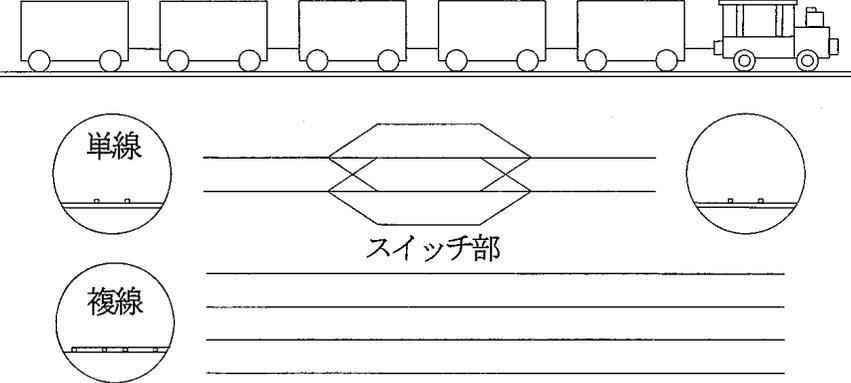
### 3. 自動車類における留意事項

- (1) 内燃機関による排気ガスの処理には、十分な換気装置を備え、坑内ガスの排出を確実にすること。
- (2) 坑内の排気ガス検知については、坑内条件と車両出入台数に応じて適切な基準を現場毎に作成し、安全施工に努めること。
- (3) 坑内運搬路は、一定速度の運行に支障のないよう保守点検をすること。
- (4) 坑内作業現場には、それぞれ作業箇所を示す照明標識作業

灯を設け、誘導者を配置して安全施工に努めること。

- (5) 車両の方向転換には転車等を用い、誘導者の指示により変換及び積込位置への移動を行うこと。

表 17-21 主なずり運搬方式の比較

方式	概要	作業性	坑内環境	設備
タイヤ方式 ダンプトラック	 <p>削ずりをホイールローダー等でダンプトラックに積み込み坑外へ運搬する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車両待ちが生じた場合、ずりの積み込みが中断する。</li> <li>・トラックの錯綜が激しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・内燃機関を使用するため、坑内換気に留意する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ダンプトラックの方向転換のためにターンテーブルが必要な場合がある。(ダンプトラック、大型ダンプトラック、ロードホールドンプ)</li> </ul>
タイヤ方式 コンテナ式	 <p>ダンプトラックの代わりに脱着可能な複数のコンテナを坑内に仮置きして切羽の早期開放を図る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・掘削ずりを切羽後方に仮置きするため、切羽でのずり処理は比較的短時間である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・方向転換のためにターンテーブルが必要な場合がある。</li> </ul>
レール方式 ずり鋼車	 <p>掘削ずりをシャフローダー等でずり鋼車に積み込み坑外へ運搬する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車両待ちが生じた場合、ずりの積み込みが中断する。</li> <li>・車両編成が複数の場合、運行管理に留意する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バッテリー機関車の場合には坑内環境を良好に保てる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・軌道設備</li> <li>・単線の場合には回避区間が必要となる。</li> </ul>

<p>レール方式</p>	<p>シャトルカー</p>	<p>ずり鋼車の代わりにシャトルカーを用いる。ずりの積込み作業は、シャトルカーの端部で投入し、車両床面のチェーンコンベヤーで順次後方に移動させて行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同上</li> <li>・ただし、シャトルカーの容積が比較的大きいため、ずり鋼車のようにずりの積込みが中断することは少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同上</li> </ul>
<p>連続ベルトコンベヤー方式</p>		<p>掘削ずりを切羽後方の所定の位置まで運搬した後、延伸可能なベルトコンベヤーで坑外まで直接かつ連続的に輸送する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・切羽の進行に伴い、コンベヤーベルト、同フレーム及びブースタードライブの追加が必要になる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・内燃機関を使用しないため、坑内環境を良好に保てる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンベヤーベルト</li> <li>・同フレーム</li> <li>・モータードライブ</li> <li>・延伸カートリッジ等</li> <li>・発破掘削の場合クラッシャーが必要となる。</li> </ul>

## 第 9 節 坑外運搬設備

ずりびんの上には、作業員の転落防止のため、手すりや車両の停止線を設け安全施工に努めること。

## 第 10 節 坑内運搬作業

### 1. 事故防止対策

- (1) 坑内車両に人を乗せる場合は、人車に乗せること。
- (2) 車両が動いている際の飛び乗り・飛び降りは厳禁すること。
- (3) 発破後のずりを積込む時は、残火薬の有無に注意すること。
- (4) 運搬作業は、坑内運行規則等により定められた速度などを遵守し、安全運転に努めること。
- (5) ずり積込み中の車両等の車止めや連絡に従事する従業員は、車両等に挟まれないよう十分注意すること。
- (6) バッテリー機関車によりけん引する鋼車の編成車両数などは、軌道の勾配及び状態等を勘案して定め、安全な制動距離を確保すること。
- (7) 資材運搬・長尺物の運搬には、車両限界を守り標識灯の設置及び荷崩れなどの防止を図ること。

安衛則 211, 221

### 2. 誘導者等の配置

- (1) 作業場の荷の積卸し及び車両等の入替えは、誘導者の指示に従い事故防止に努めること。
- (2) 後押し運転を行う場合及び作業員の出入りを禁止しない場合は、転落するおそれのない構造とした車両等に誘導者を配置し、先頭車両に前照灯を備え、誘導者と運転者との連絡警報機器を備えること。

安衛則 224, 225



図 17-28 誘導者の配置

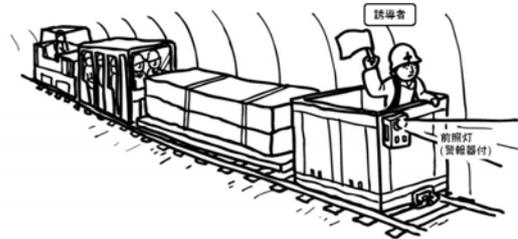


図 17-29 適切な乗車

## 第 11 節 坑外運搬作業

チップラー等を搭載した車両で坑外運搬作業を行うときは、作業員は速度・位置・動作・姿勢に注意し、確実に信号を確認したうえで、ダンピングを行うこと。

## 第 12 節 支保工一般

### 1. 一般的事項

- (1) 支保工は、地質・地層・湧水・亀裂・浮石等の状態並びに掘削方法に応じた堅固なものとする。 安衛則 391
- (2) 地山の緩みを少なくするため、掘削後直ちに吹付けし、速やかに支保工の施工を行うこと。
- (3) 支保工は、標準図に従って建込むこと。 安衛則 392, 393  
 なお、標準図によって建込むことが危険である場合は、変更し安全を保つこと。
- (4) 支保工を設けたときは、毎日及び震度 4 以上の地震の後、部材の異常の有無について点検し、異常を認めたときは、直ちに補強し、又は補修すること。 安衛則 396

(5) 部材の加工・運搬・建込み等では、無理な作業を行わないこと。

## 2. 建込みにおける留意事項

(1) 鋼製支保工の建込みに当たっては高所作業を伴うため、墜落、転落防止の保護装置を設置した機械を使用すること。

(2) 作業中は、落盤、肌落ち及び挟まれ等による危険を防止するため、作業周辺への関係者以外立入禁止の措置を講じること。

安衛則 386

(3) 地山の弛みを少なくするため、掘削後ただちに一次吹付けコンクリートや鏡吹付けコンクリートを実施すること。

(4) トンネル支保工は、標準図に従って同一平面内に建込み、脚部には沈下防止用に皿板等を用いること。

安衛法 392、394

(5) 支保工は、必要な強度と建込み間隔を有し、沈下・変形・転倒・ねじれ等を起こさないよう、堅固に建込むこと。

安衛則 391、394

(6) 支保工を建込むときには、落盤・肌落ちの点検、浮石の除去を行い、落石等に注意しながら作業を行うこと。

安衛則 384、394

なお、落盤・肌落ちにより作業員に危険を及ぼすおそれのあるときは、矢板・矢木・ライナープレート・支保工及びロックボルト等を施すこと。

(7) 坑口には、やらずを設けること。また、支保工の転倒又はねじれを生じるおそれのある箇所には、やらずを設ける等の措置を講じること。

安衛則 394

(8) 部材の組立作業は、相互の合図を確認して行うこと。

(9) 標準支保工が地山の状態に適応しなくなった場合は、適正な支保工に変更し、安全を保つこと。

(10) 盤膨れ・地下水位などにより初期状態が一変する可能性があることから、建て込み後は十分留意すること。

## 3. 作業主任者の責務

(1) 材料の欠点の有無並びに工具・器具を点検し、不良品を取除くこと。

- (2) 落盤・浮石等の再点検、当たり取りを行ってから着手すること。
- (3) 作業区間は、照度を十分にすること。
- (4) 作業区間を通行する者や車両に対し、安全施工の指示を行うこと。
- (5) 支保工組立後、各部を良く点検すること。

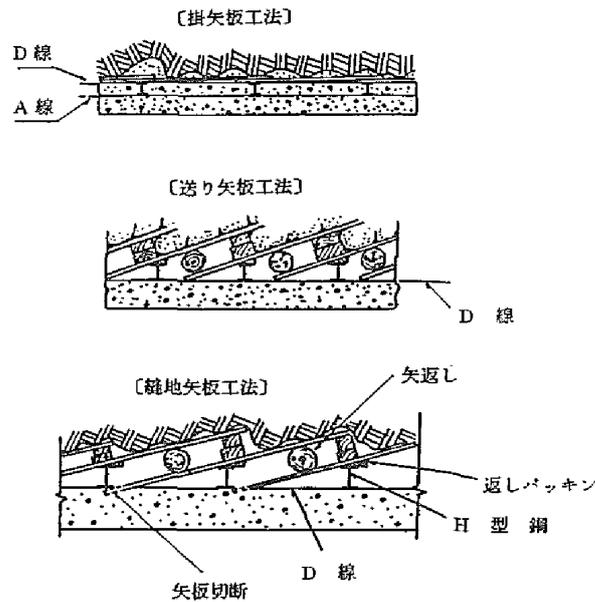


図 17-30 矢板工法 (例)

### 第 13 節 鋼製支保工

#### 1. 建込みにおける留意事項

- (1) 建込み間隔は 1.5m 以下とし、主材相互間はアングル・継ぎボルト・継梁等を用いて強固に連結すること。
- (2) 鋼製支保工にあっては、アーチ作用を十分に発揮させるため、地山との隙間にくさびを打ち込むなどの措置を講じること。
- (3) 部材の仮止めは確実にってから、次の組立作業を行うこと。

安衛則 394

安衛則 394

- (4) 鋼製支保工は、覆工内に埋込むことを原則とする。
- (5) 部材の組立作業は相互の安全を確認して、安全な足場又は作業床を設けて行うこと。

## 第 14 節 吹付けコンクリート

### 1. 吹付け作業における留意事項

- (1) コンクリート吹付け関連機械は、良好に維持管理し、掘削後できるだけ速やかに吹付け作業を行うこと。
- (2) 吹付け作業箇所においては、必要により粉じん処理を行うとともに、作業員は電動ファン付き呼吸用防護具を着用する他、適切な保護具を着用しなければならない。
- (3) 吹付けは、浮石等を入念に取り除き、掘削後できるだけ速やかに行うこと。
- (4) 金網を用いる場合は、十分固定すること。
- (5) 吹付けは、地山の凹凸をなくすように行い、鋼製支保工がある場合には、コンクリートと鋼製支保工が一体となるように、注意して吹付けること。
- (6) コンクリート吹付け作業中は、閉塞などによって内圧が一時的に高圧となるので、詰まった時の連結金具の破損やホースの振れによる事故防止に配慮した作業員の配置とすること。
- (7) 支保工としての十分な強度を確保するため、示方配合に基づき吹付け材料・練り混ぜ方法・吹付け機械・吹付け方法等現場状況に合わせた施工方法を決定すること。
- (8) 地層がルーズな場合や湧水のある場合など、予想外の条件にも効果を発揮するような対策を講じること。
- (9) 切羽の自立時間が短く、肌落ちが著しいとき又は土圧があるときなど、状況に応じて補助工法も含めた対策を講じること。

(10) 吹付け工を行う場合には、水抜き孔を適切な間隔に設けること。

## 2. ロックボルト

(1) 吹付けコンクリート完了後、速やかにロックボルトを打設すること。

(2) ロックボルト打設の作業に当たり、作業開始前に吹付けコンクリートの剥離に注意するとともに、コンクリートの効果状況を十分に確認しておくこと。

(3) 効果を十分に発揮させるため、地質に応じたボルトを選定し、せん孔時は、位置・方向・深さ等について正しく施工すること。

(4) せん孔後、坑内のくり粉を除去し、地山とロックボルトが十分に付着するように努めること。

(5) 運転者と作業員の連携を常に保ち、運転者は無理な機械操作を行わないこと。

(6) 高所作業となる場合は墜落防止措置を講じるとともに、挟まれ及び転倒防止に配慮した足場とすること。

(7) ボルトは、ベアリングプレートを介し、緩みのないように十分締め付けること。

## 3. 計測管理

(1) 安全に掘削するため、施工方法に応じて内空変位及び地山の挙動などの計測を行い、常に監視すること。

(2) 計測の結果を当該施工区間のより安全な施工へと活用を図ること。

## 第 15 節 覆工作業

### 1. 作業主任者の職務

(1) 作業の方法及び作業員の配置を決定し、作業を直接指揮すること。

安衛則 383 の

4、5

(2) 器具、工具、要求性能墜落制止用器具及び保安帽の機能を点検し、不良品を取り除くこと。

(3) 要求性能墜落制止用器具及び保安帽の使用状況を監視すること。

## 2. 防水シート張り作業

防水シート張作業は高所作業となることから、墜落防止措置を講じた作業足場を使用すること。

安衛則 518

## 3. 型枠の組立・解体

(1) 型枠支保工の構造は、施工条件に適合し、コンクリート打込時の型枠支保工にかかる荷重に十分耐えられるものであること。

(2) 施工計画に基づく型枠の形式及び特徴を十分承知し、事前検査して合格したものを使用すること。

(3) 型枠支保工の材料については、著しい損傷、変形又は腐食があるものは使用しないこと。

安衛則 397

(4) 型枠のケレン・塗油作業においては、滑落を防止するため適切な設備を設けること。

(5) 組立・解体の作業については、部材類の落下・転倒防止の措置を講じること。

また、上下同時作業を行わないようにし、必要に応じて監視員を配置すること。

(6) 型枠の取り外し時期は、打ち込んだコンクリートが必要な強度に達するまで取り外さないこと。

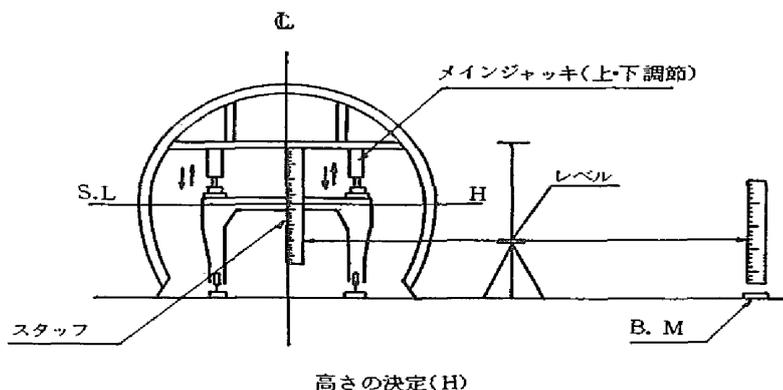


図 17-31 スライディングフォームの据付方法 (例)

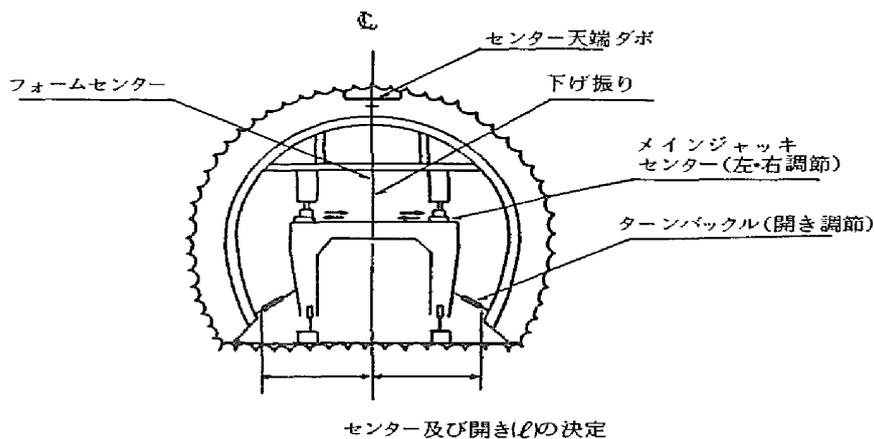


図 17-32 スライディングフォームの据付方法 (例)

#### 4. コンクリートの打設

- (1) コンクリートの打設配管は、脈動等の影響を受けるので、堅固に取り付けること。
- (2) コンクリート打設作業及びケレン作業の足場は、堅固に設置し墜落及び転倒の防止を図ること。
- (3) 覆工コンクリートの打設は、適度な速度で、かつ、セントルに偏圧がかからないように、左右対象にできるだけ水平に打設すること。

また、コンクリートの吹き出しによる危険防止の措置を講じること。

- (4) 覆工コンクリートの打設作業中は、ほかの運搬作業などの作業員の安全に留意すること。
- (5) 吹上げ方式による打設の場合は、過圧送による型枠の変形を防止するため、監視の措置を講じること。
- (6) コンクリート圧送管が閉塞した場合は、圧送空気を減圧し、吹出さないような処置をしてから掃除すること。
- (7) 空気圧送機を使用する場合は、圧送終了時に残留空気がないことを確認すること。

また、前面の作業員を退避させた後、ジョイントを外すこと。

## 5. 裏込注入

- (1) グラウト注入の開始時期は、覆工コンクリートが注入圧力に耐えうる程度に達した後とすること。
- (2) 過大な注入圧により、覆工コンクリートの破壊などが発生しないよう、注入圧をあらかじめ設定すること。
- (3) 注入の順序及び圧力は、覆工に偏圧や過大な荷重のかからないように行うこと。