



## ケミカルグラウト株式会社 CHEMICAL GROUTING CO.,LTD.

本 社 〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-2-5 共同通信会館  
TEL.03-5575-0511 FAX.03-5575-0573

西日本支社 〒540-0001 大阪市中央区城見2-2-22 マルイトOBPビル  
TEL.06-6946-7481 FAX.06-6946-7482

東 北 支 店	〒980-0802 仙台市青葉区二日町2-15 二日町鹿島ビル	TEL. 022-227-5515 FAX.022-227-5518
名 古 屋 支 店	〒460-0004 名古屋市中区新栄町2-3 YWCAビル	TEL. 052-951-7813 FAX.052-951-7864
関 西 支 店	〒540-0001 大阪市中央区城見2-2-22 マルイトOBPビル	TEL. 06-6946-7481 FAX.06-6946-7482
九 州 支 店	〒812-0018 福岡市博多区住吉3-1-1 富士フィルム福岡ビル	TEL. 092-282-6618 FAX.092-282-6628
札幌営業所	〒060-0061 札幌市中央区南一条西2-5 南一条Kビル	TEL. 011-252-6025 FAX.011-252-6026
北陸営業所	〒950-0088 新潟市中央区万代3-1-1 新潟日報メディアシップ	TEL. 025-240-8177 FAX.025-240-8188
広島営業所	〒732-0814 広島市南区段原南1-3-53 広島イーストビル	TEL. 082-553-7975 FAX.082-553-7976
四国営業所	〒760-0050 高松市亀井町1-3	TEL. 087-839-3060 FAX.087-839-3061

台 湾 支 店 中華民国台湾省台北市中山区  
松江路223號 8F TEL. +886-2-2518-0812  
FAX.+886-2-2518-3092

## 凍結工法

アイスロック

# ICELOCK

ケミカルグラウト株式会社  
CHEMICAL GROUTING CO.,LTD.

**ICELOCK**(アイスロック)は凍結管を地中に埋設し、その周りの地盤を凍らすことで、強固な凍土を形成する地盤改良工法です。

凍土は大深度、高地下水圧下の工事などの場合、高い地盤強度と高い遮水性を発揮させることができるので、土木工事に適用できる工法です。強固にするための材料は地盤中に何も加えないので、環境への負荷も少ない自然に最も優しい地盤改良工法です。



## 特徴

### ① 環境に優しい

何も加えず地盤を凍結させる工法ですので、土壌や地下水を汚染することなく、産業廃棄物の発生は皆無です。使用後は、解凍することによりその機能を終了させ、元に戻すことができることから、環境に優しい工法です。

### ② 強度が大きい

凍土は改良強度が大きく、信頼性が高く、大深度・大断面工事で採用できます。

### ③ すべての土質に適応可能

粘性土や砂質土はもちろん、固結工法では効果が期待しにくい礫質土や腐植土でも所定の強度が確実に得られます。

### ④ 他の素材との付着性が良好

凍土は鉄やコンクリートともしっかり付着するため、密着性が良好です。

### ⑤ 高い遮水性

凍土は難透水性なので、完全な遮水壁となります。

### ⑥ 施工対象は柔軟に設定可能

凍結管は鉛直・水平・放射とすべての方向に埋設可能であり、必要な箇所限定した施工ができます。

## 改良強度

凍土の強度は、対象土質及び凍結温度により異なります。

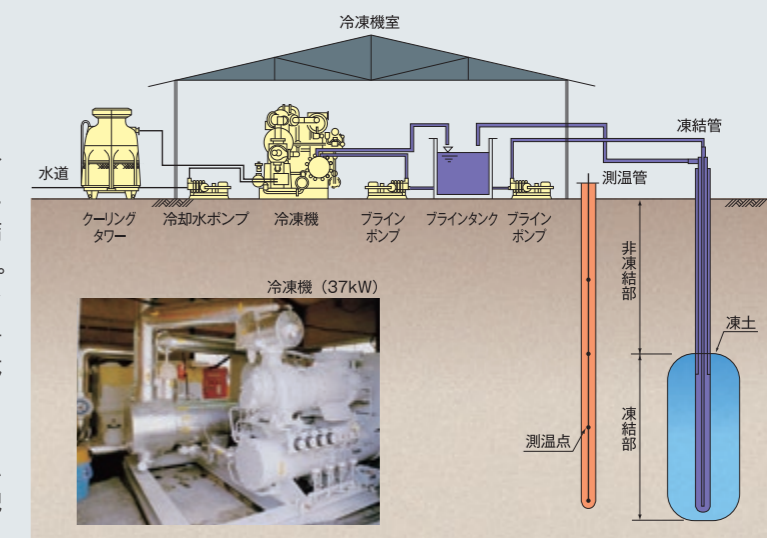
### 凍土の設計基準強度 (MN/m<sup>2</sup>)

土質	凍結温度 -10℃			凍結温度 -20℃		
	一軸圧縮強度	曲げ引張り強度	せん断強度	一軸圧縮強度	曲げ引張り強度	せん断強度
粘性土	2~4	1.5~2	1.5~2	4.5~6	2~3	2~3
砂質土	4~7	2~3	2~3.5	6~10	3~4.5	3~5

※社団法人・日本建設機械化協会発行の「地盤凍結工法—計画・設計から施工まで」より抜粋

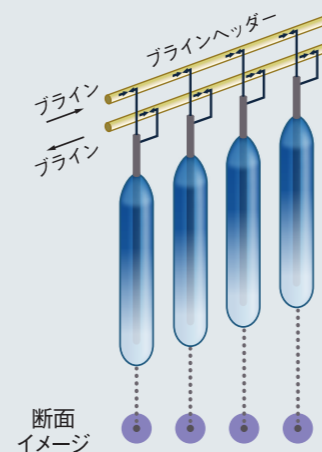
## 地盤凍結のしくみ

ブラインと呼ばれる不凍液を、冷凍機を使って-20℃~-45℃に冷却し、これを循環ポンプで凍結管に送り込んで地盤を冷却します。冷凍機との間を循環しているブラインは、地盤内の熱を奪って上昇し、再び冷却するという循環方式にて地盤を凍結させていきます。ブラインは、一般に食品添加物として使用している塩化カルシウム溶液等を用いるので、公害の心配がありません。

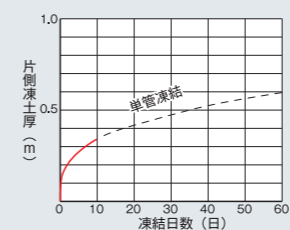


## 凍土の成長過程

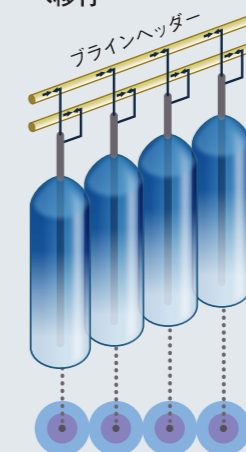
### ① 単管凍結



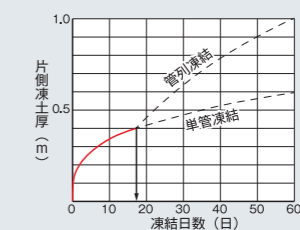
凍結管を中心に年輪状に凍土が成長します。



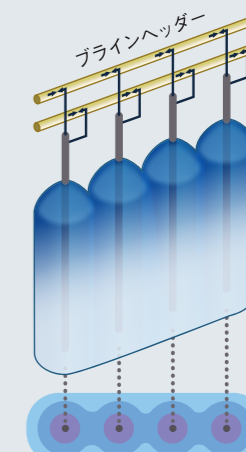
### ② 単管凍結から管列凍結へ移行



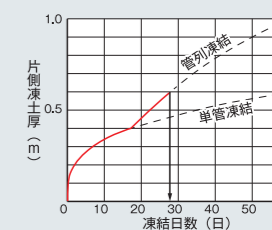
年輪状に育った凍土柱が隣の凍土柱と連結します。



### ③ 凍土壁の造成



凍土柱と凍土柱がつながった時点で、凍結管列が冷却面となり、凍結管列と平行に凍土が成長し、凍土壁が造成されます。



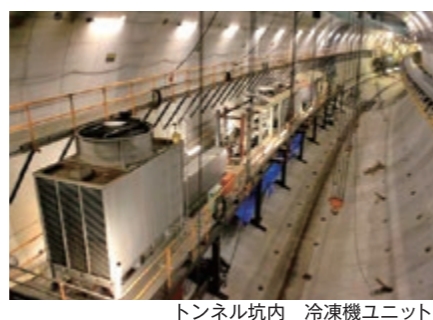
## 施工手順

ブラインを循環し凍土を造成するための凍結管、地中温度を測定し造成状況を把握する測温管を埋設します。配管には、熱の損失を防ぐ防熱を行い、冷凍機でブラインを冷却し循環することで凍土を造成します。造成期間は、初期地盤温度、含水率、設計凍土厚などで決定され、地中温度をリアルタイムで測定・管理します。



## 凍結サイクル

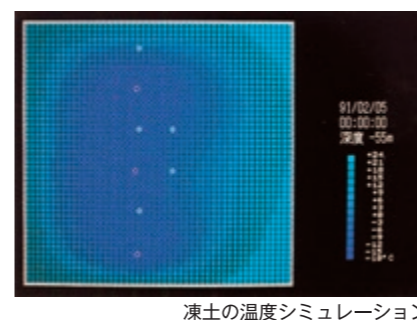
凍結サイクルは、ブライン（塩水）と呼ばれる不凍液（塩化カルシウム溶液等）を、ブラインクーラーで $-20^{\circ}\text{C}$ ～ $-45^{\circ}\text{C}$ 程度に冷却し、ブラインポンプで凍結管に送り地盤を冷却します。地盤から熱を奪って温度が上昇したブラインは、冷凍機ユニットへ戻り再び冷却されます。冷凍機では、冷媒ガス（R-404aなど）がコンプレッサーで圧縮されたのち、水で冷却され液化し、減圧されて、ブラインクーラーに送り込まれ、ブラインから熱を奪って気化し、再びコンプレッサーに戻るという凍結サイクルを繰り返しています。



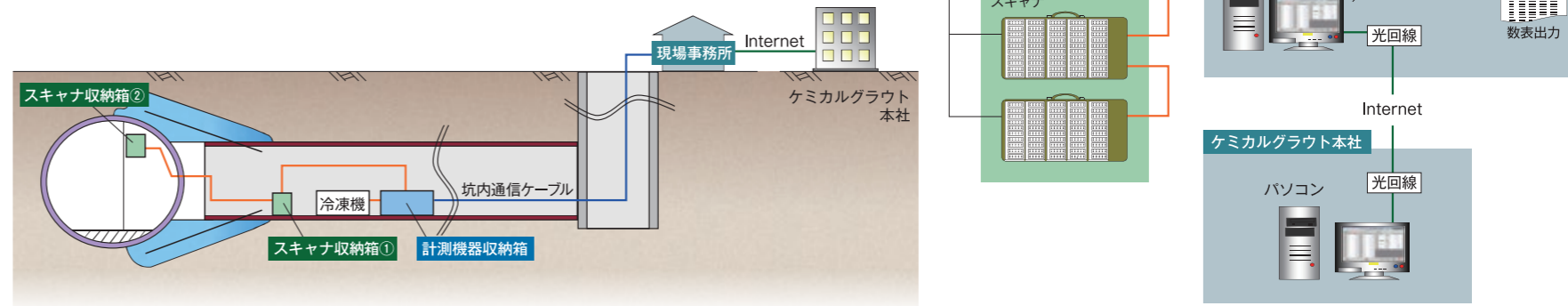
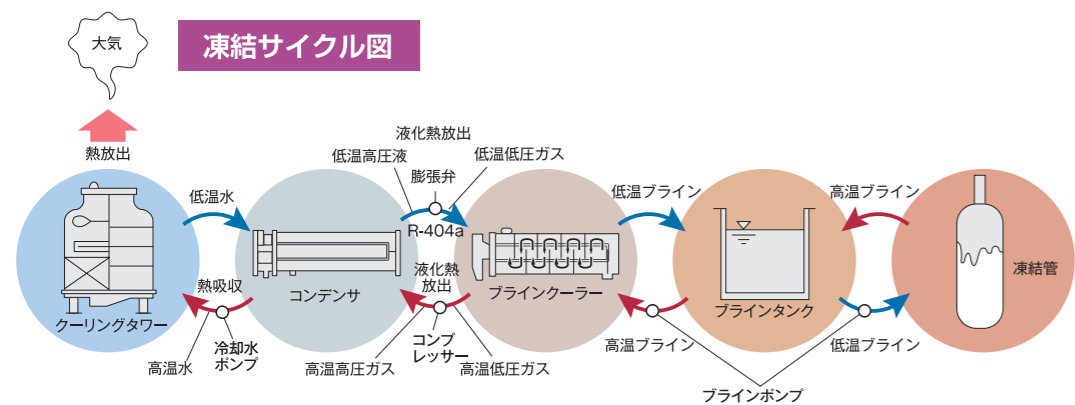
トンネル坑内 冷凍機ユニット

## 管理設備

凍土は、測温管内に設置した温度計（PT-100）で管理します。リアルタイムに測定された値から、凍土の温度分布をグラフィック処理するなどして、凍土が設計どおり造成されているか、必要凍土厚に達する時期の予測などの管理を行います。

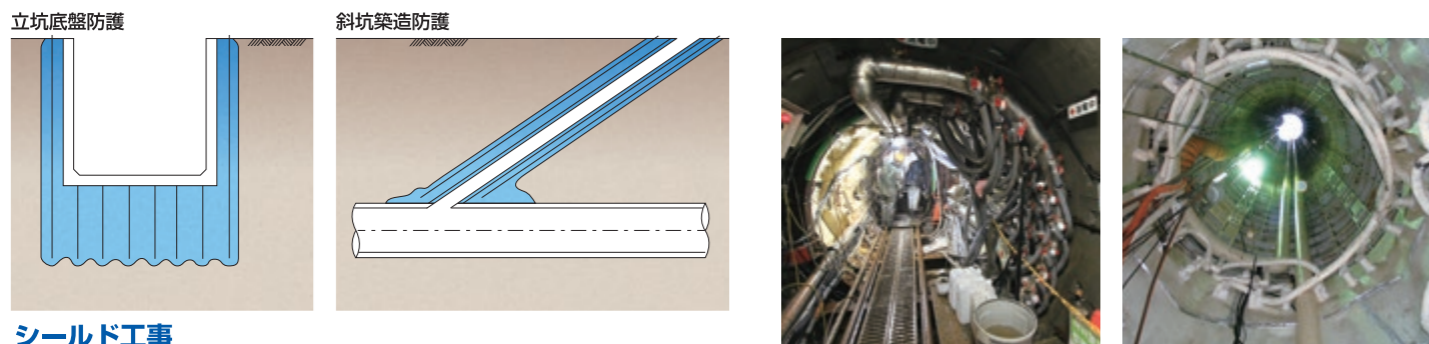
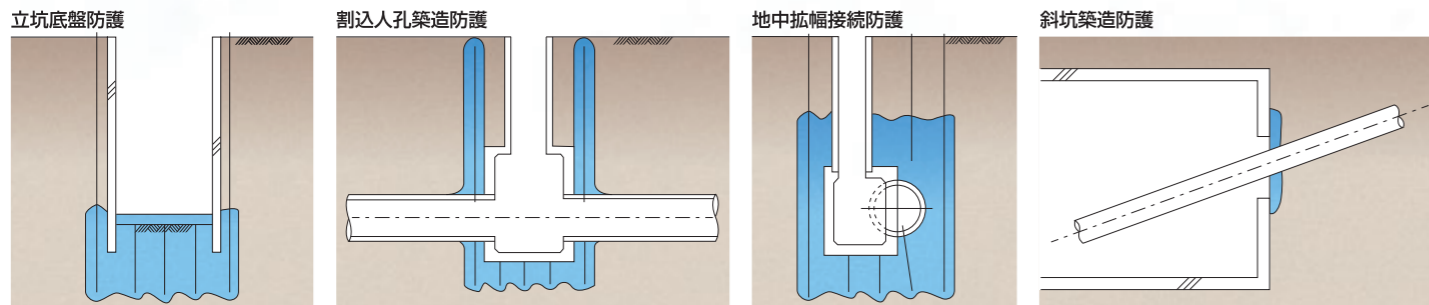
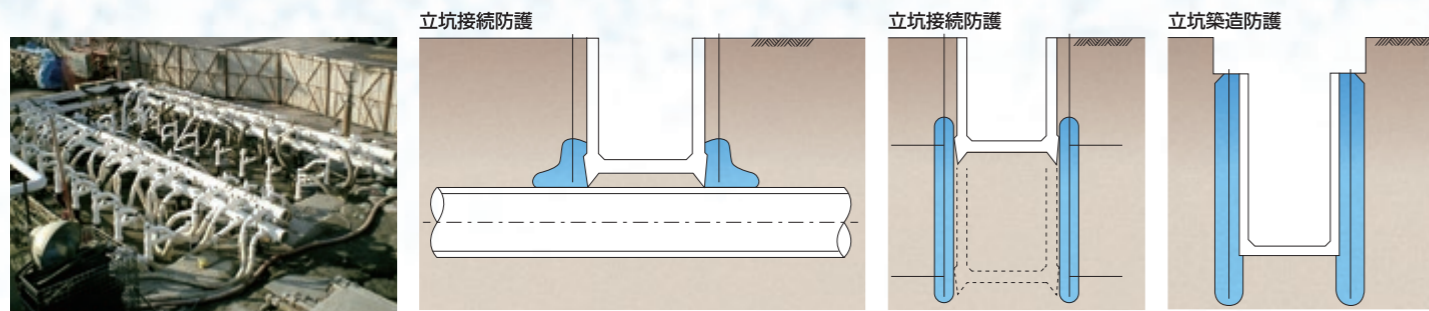


凍土の温度シミュレーション

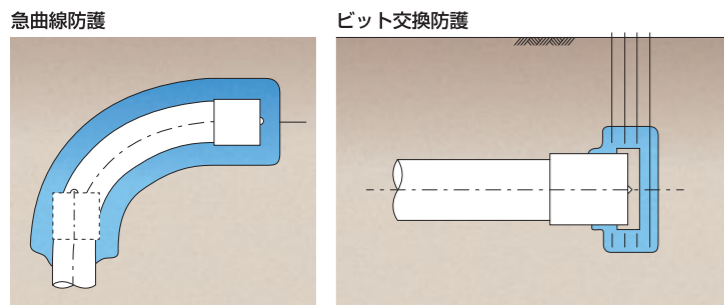


## 鉛直凍結工

### 立坑工事

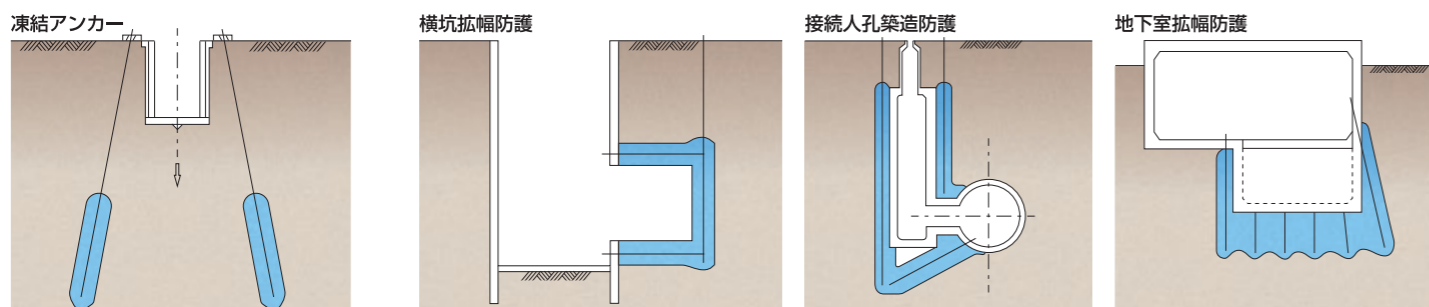


### シールド工事



## 鉛直凍結工 + 水平凍結工

### 立坑工事

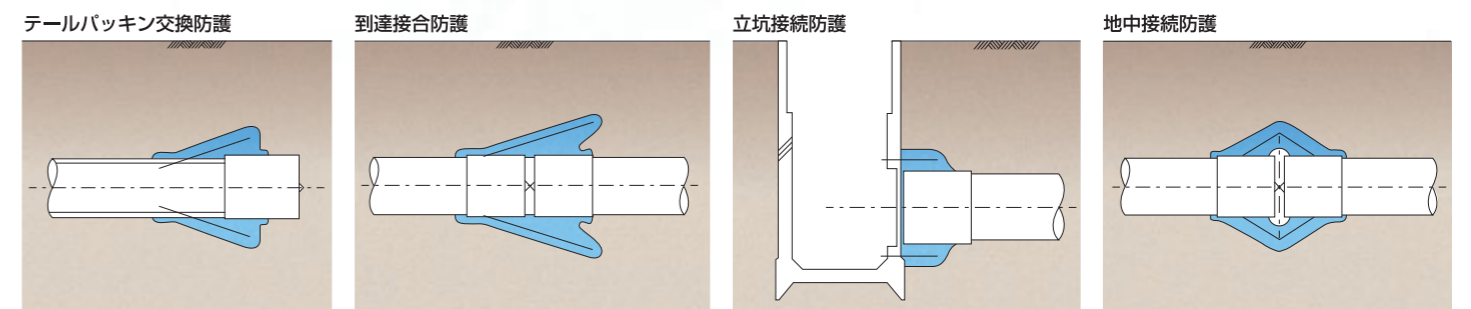


## 水平凍結工

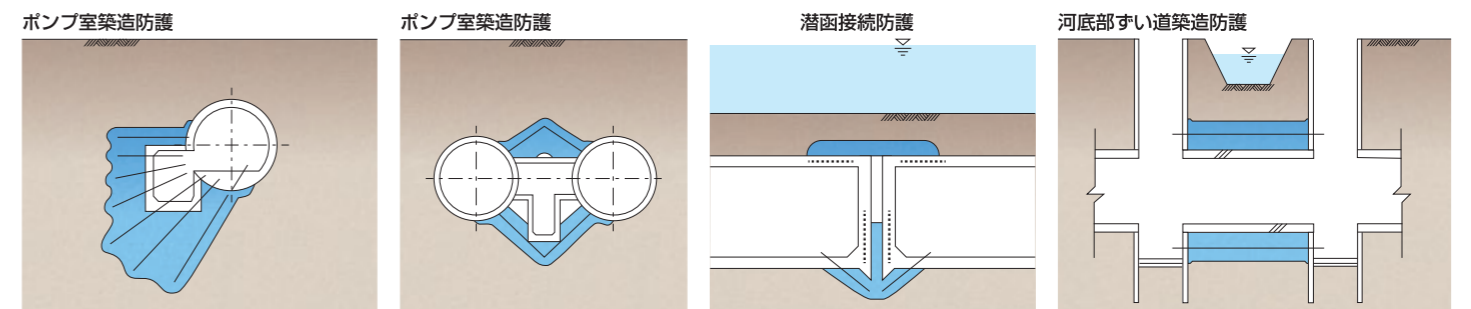
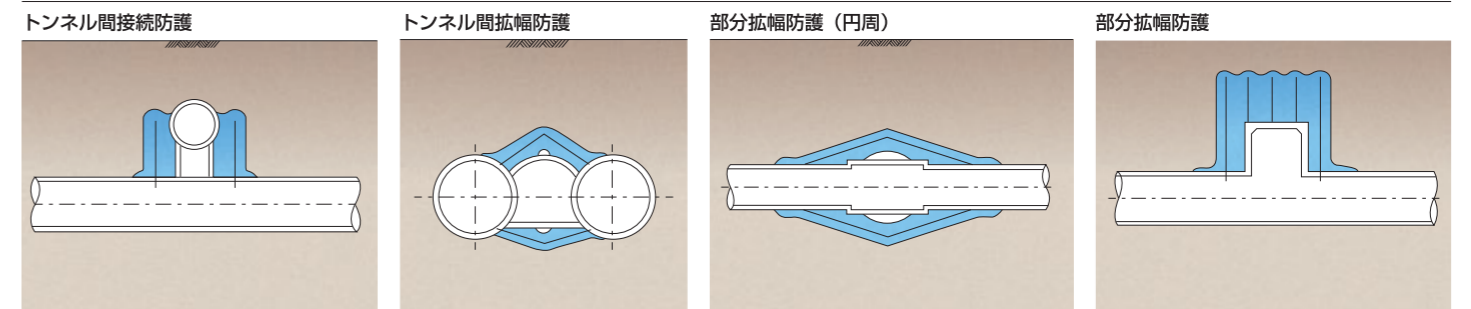
### 立坑工事



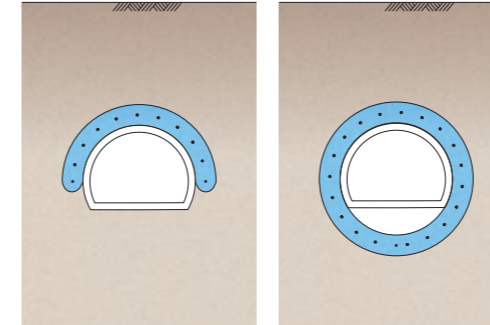
### シールド工事



### トンネル工事



### ルーフ防護 円周防護(トンネル, 推進)



### その他の工事

