

トンネル工事の概要と現状， 課題

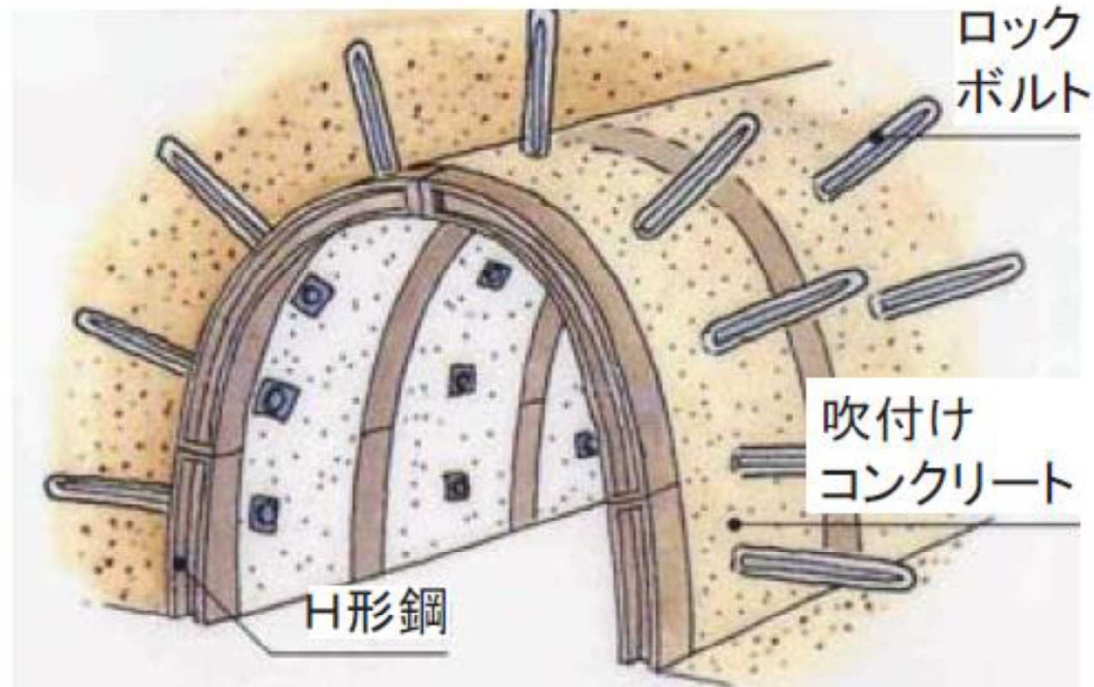
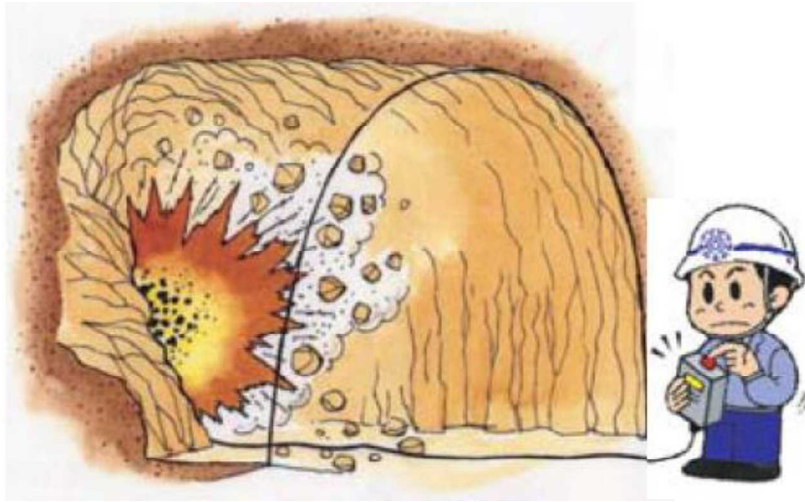
早稲田大学 岩波 基

2023/10/11 (水)



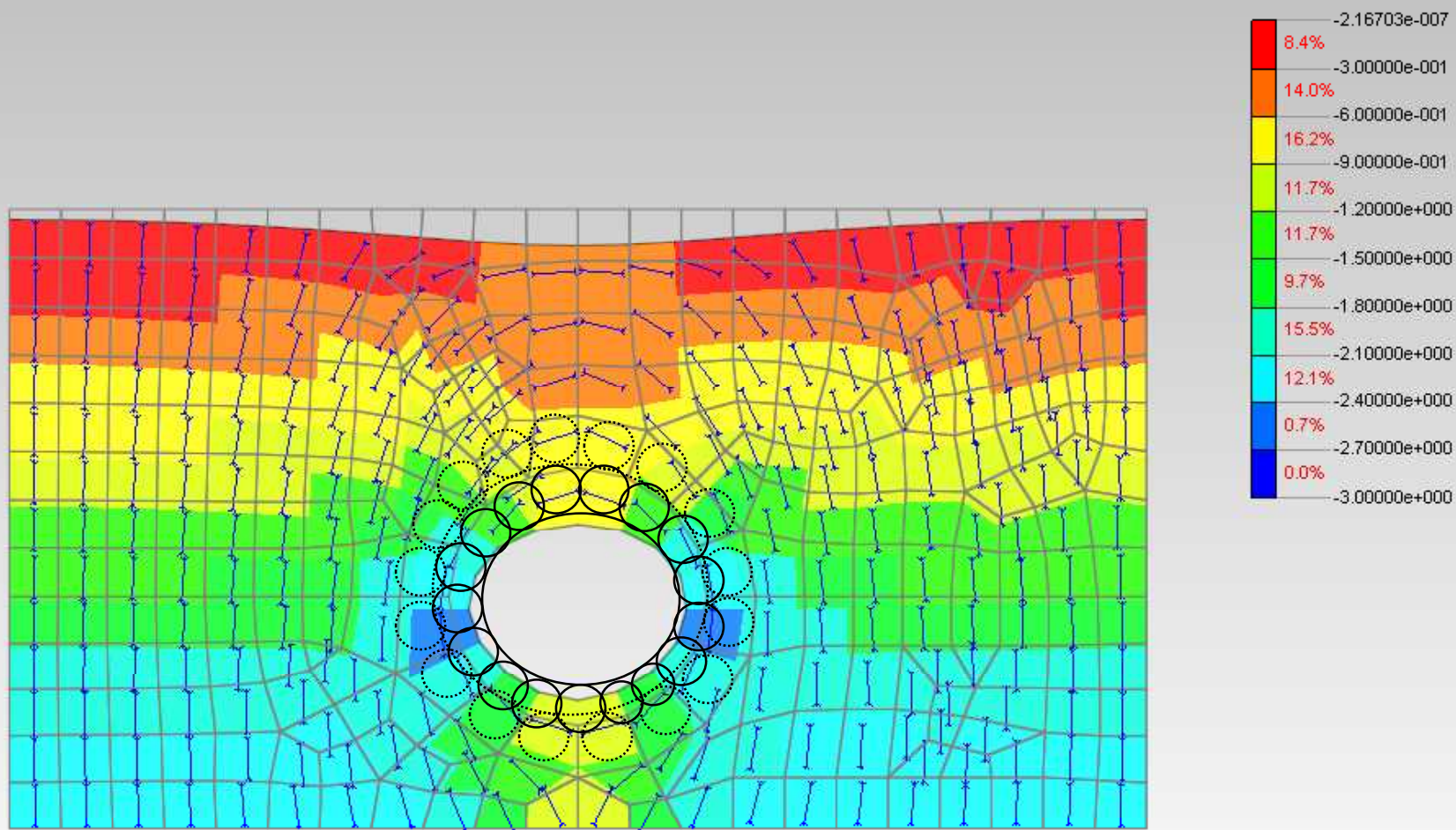
トンネル工法の種類

1. 山岳工法



•覆エコンクリート（無筋が多い）打設

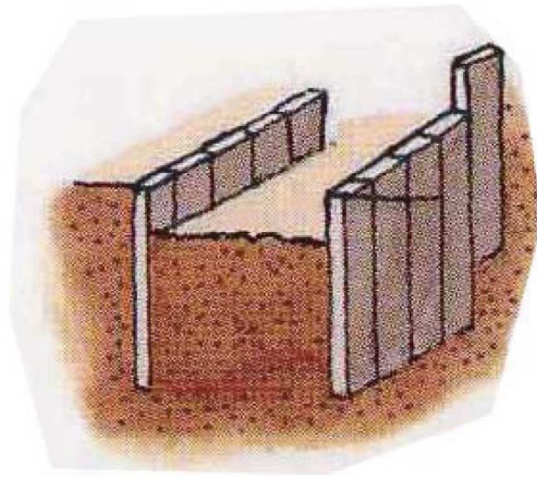




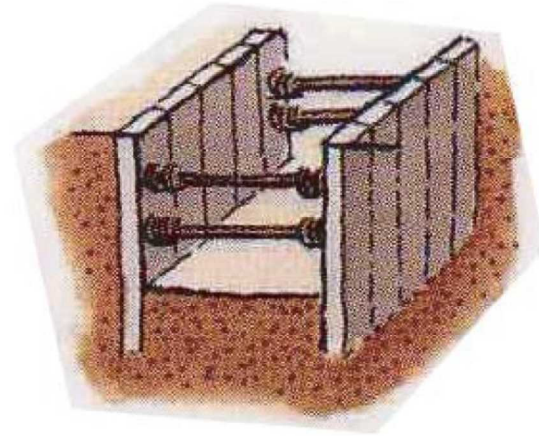
[UNIT] kN , m

[DATA] お仕事 , Plane Stress-SPmin(V) , STAGE:2 STEP:1

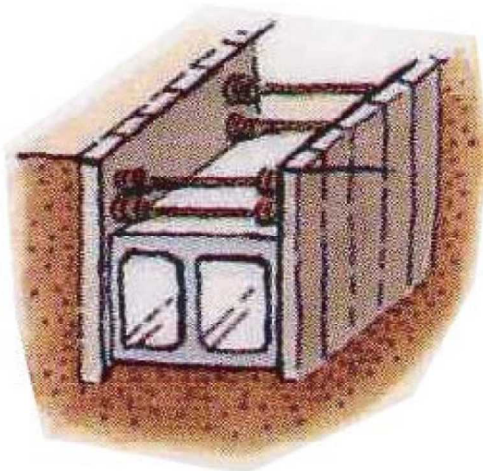
2. 開削工法



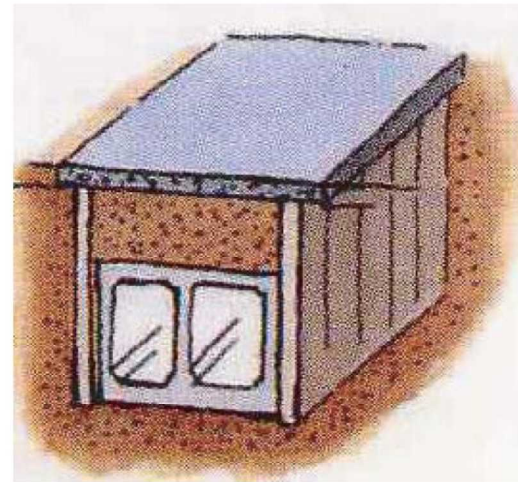
(1) 杭打ち



(2) 掘削・支保工



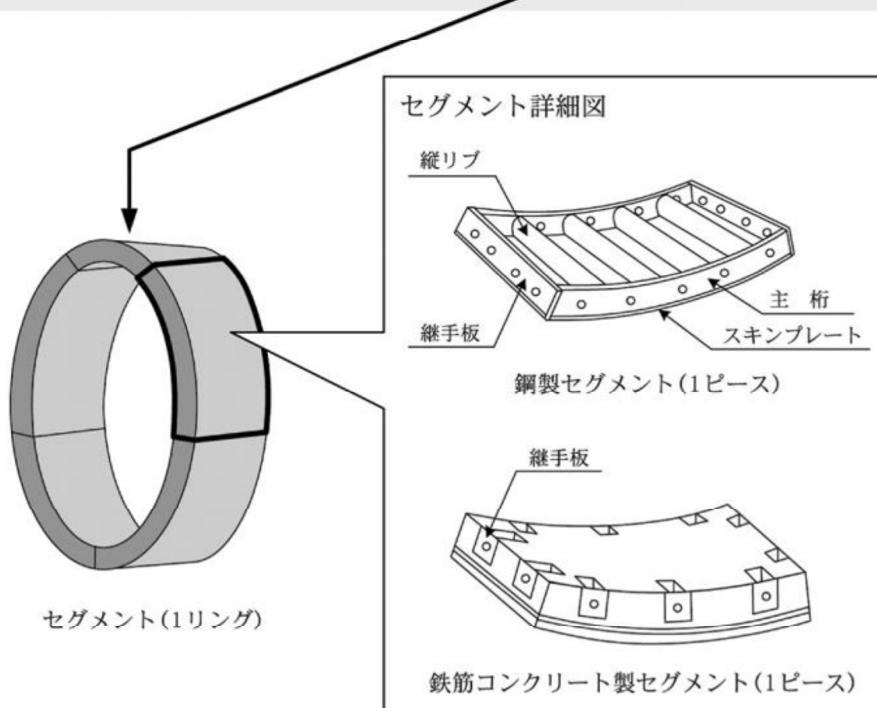
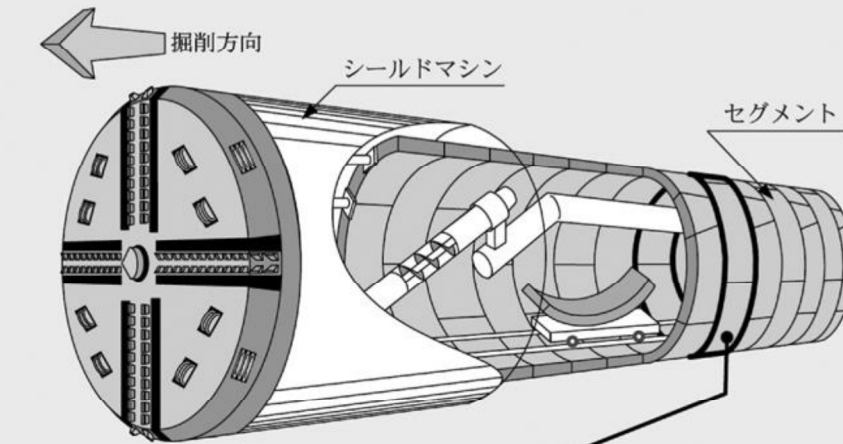
(3) 構築



(4) 埋戻し・復旧

3. シールド工法

シールド工法概念図





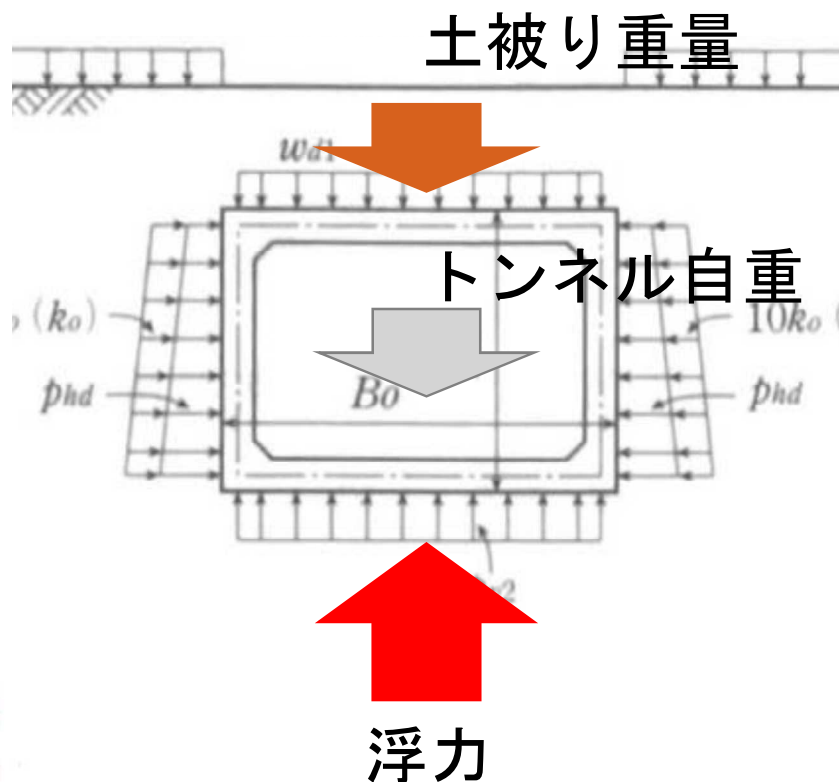
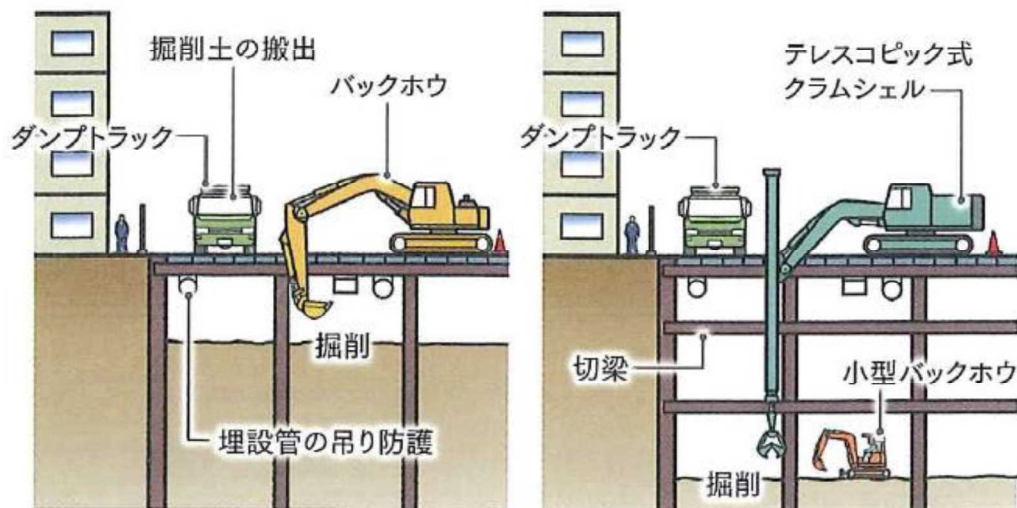
各トンネル工法の地下河川 への適応性

山岳工法

水密構造ではないので基本的に地下河川には**不適**

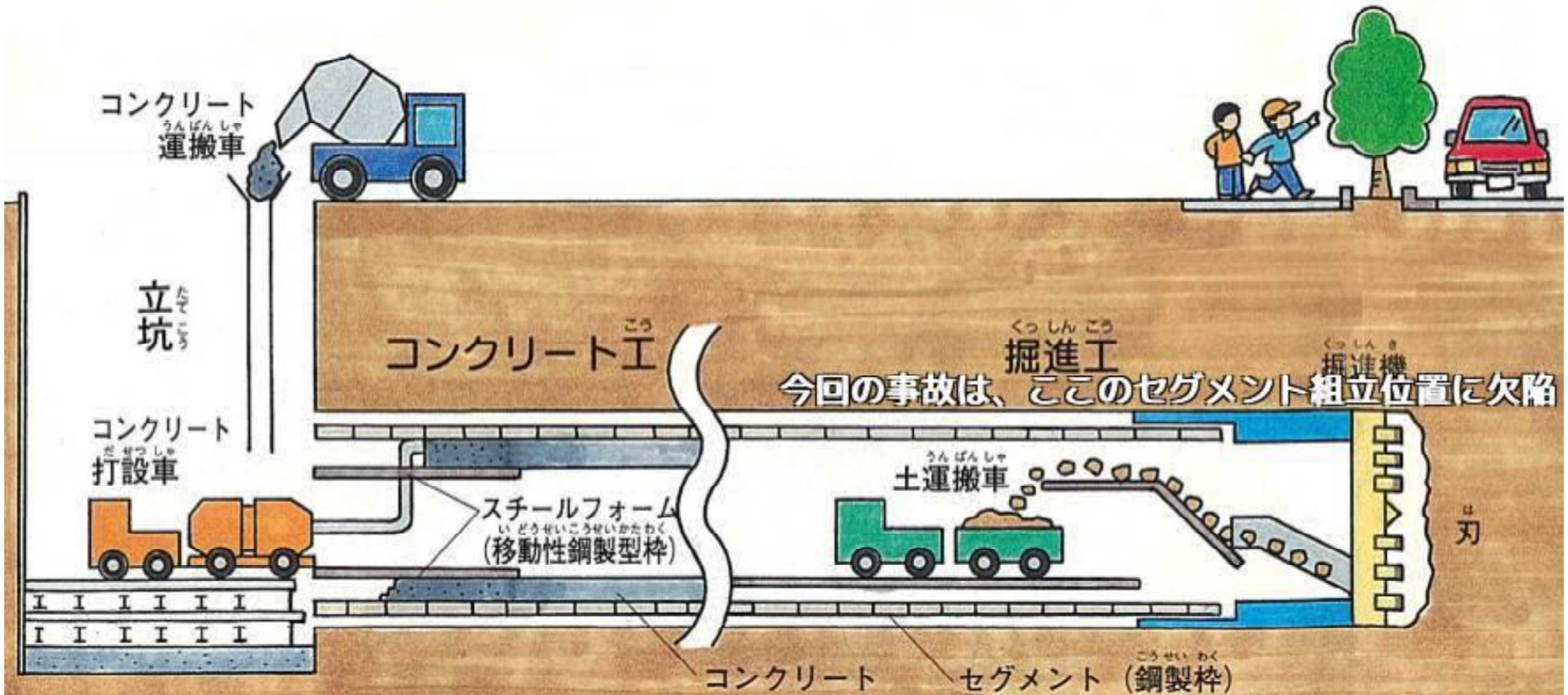
開削工法

- 構築は比較的**容易**（約30m限界）
- 浮力**に対して**安定**すること困難
- 地表を長期に**占有**する



シールド工法

- ・ 構築はやや高度
- ・ 非開削でトンネルを構築可能
- ・ 浮力に対して安定した深さに構築が容易



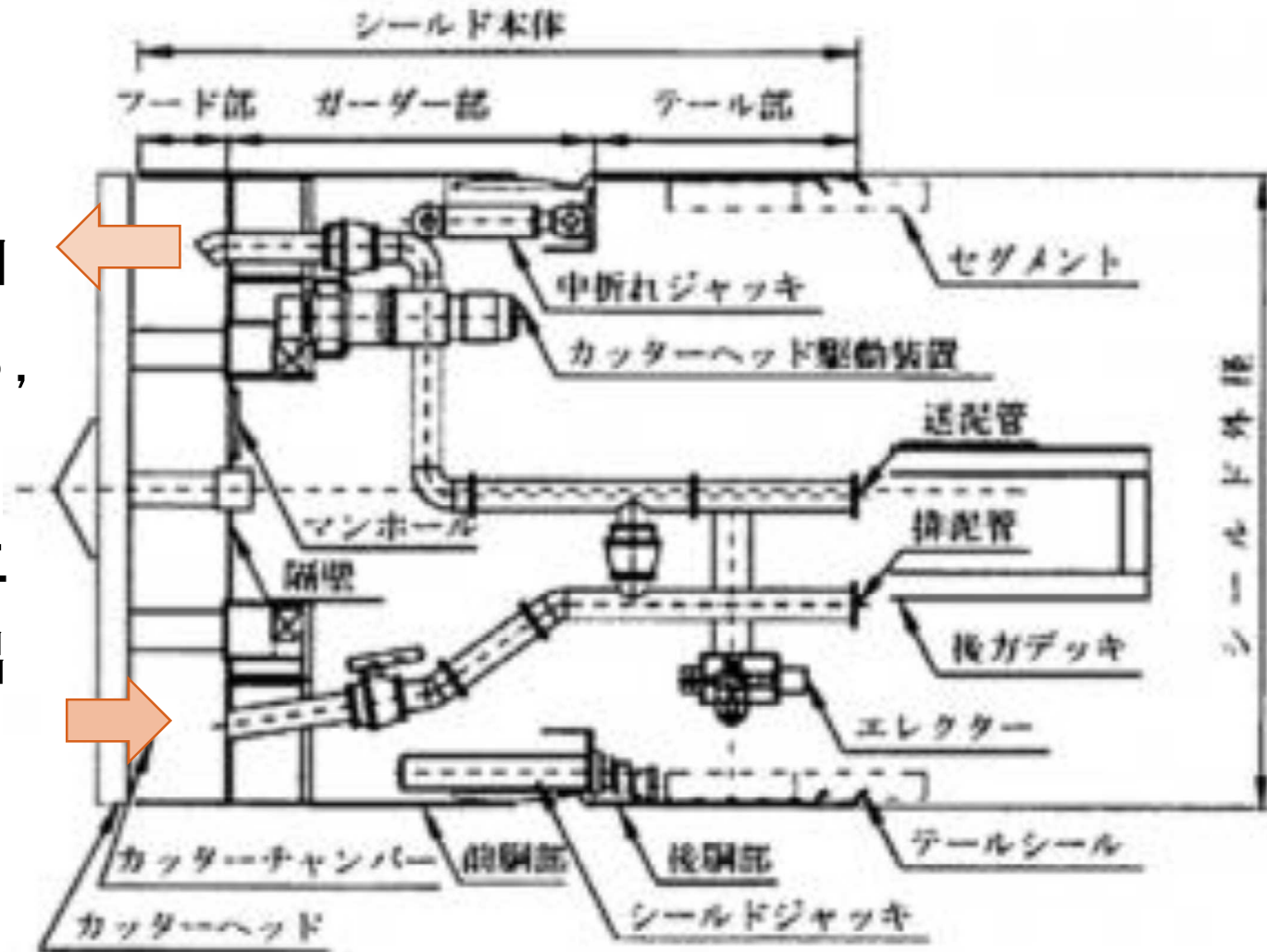


シールド工法の現状と課題

泥水式シールド

泥水圧で地山
を支えながら、

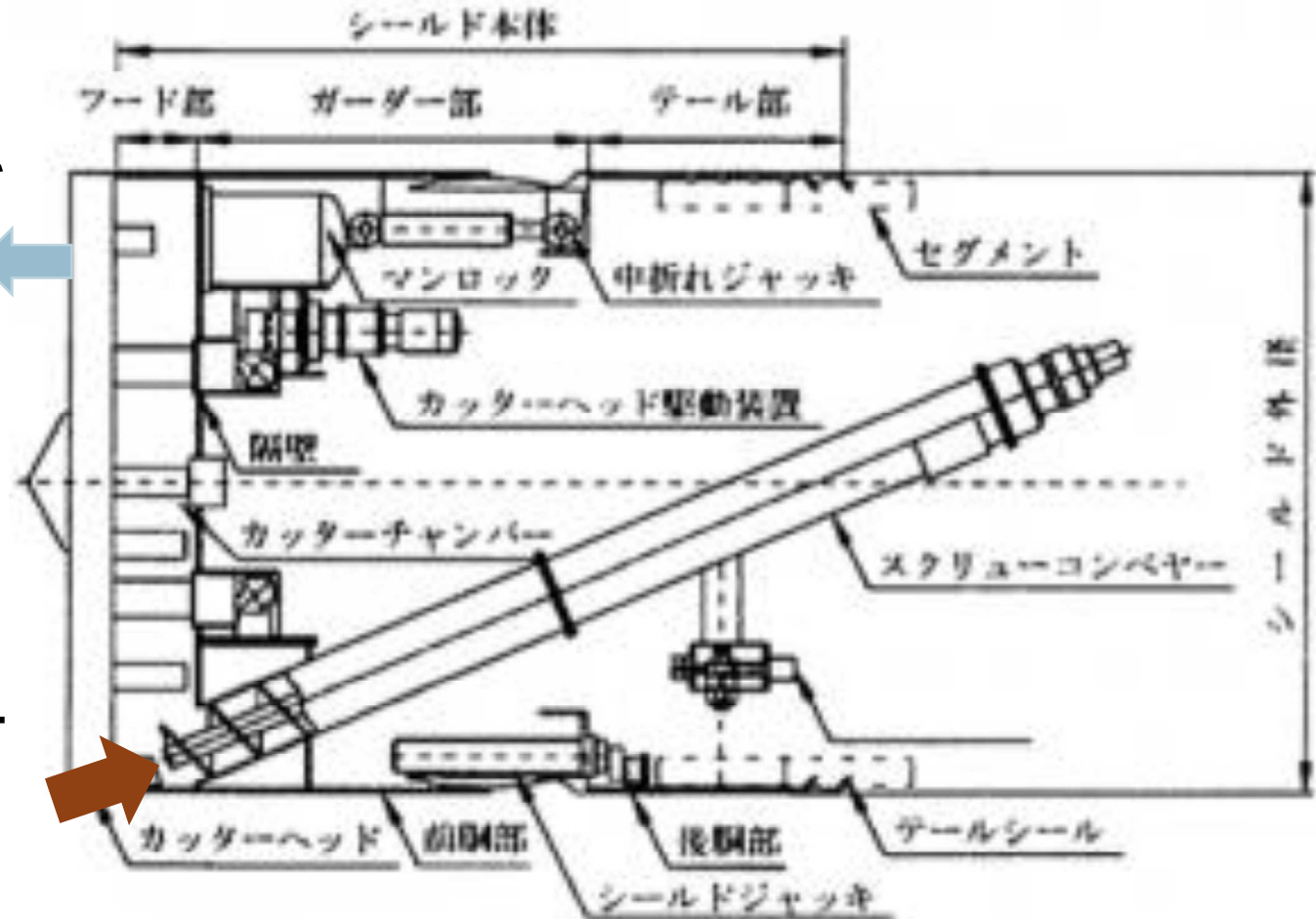
泥水と掘削土
を混ぜて排出



土圧シールド

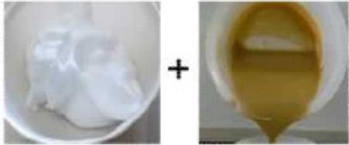
泥土圧で地山を
支えながら、

添加材と掘削土
を混ぜて排出

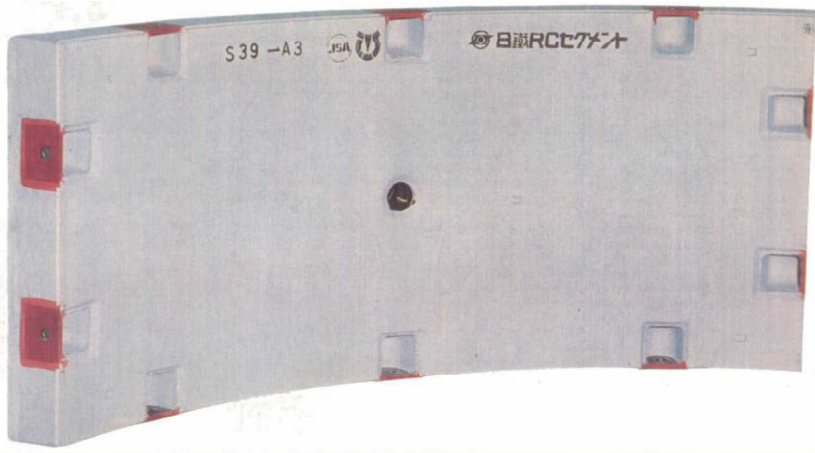


シールド機の主な特徴

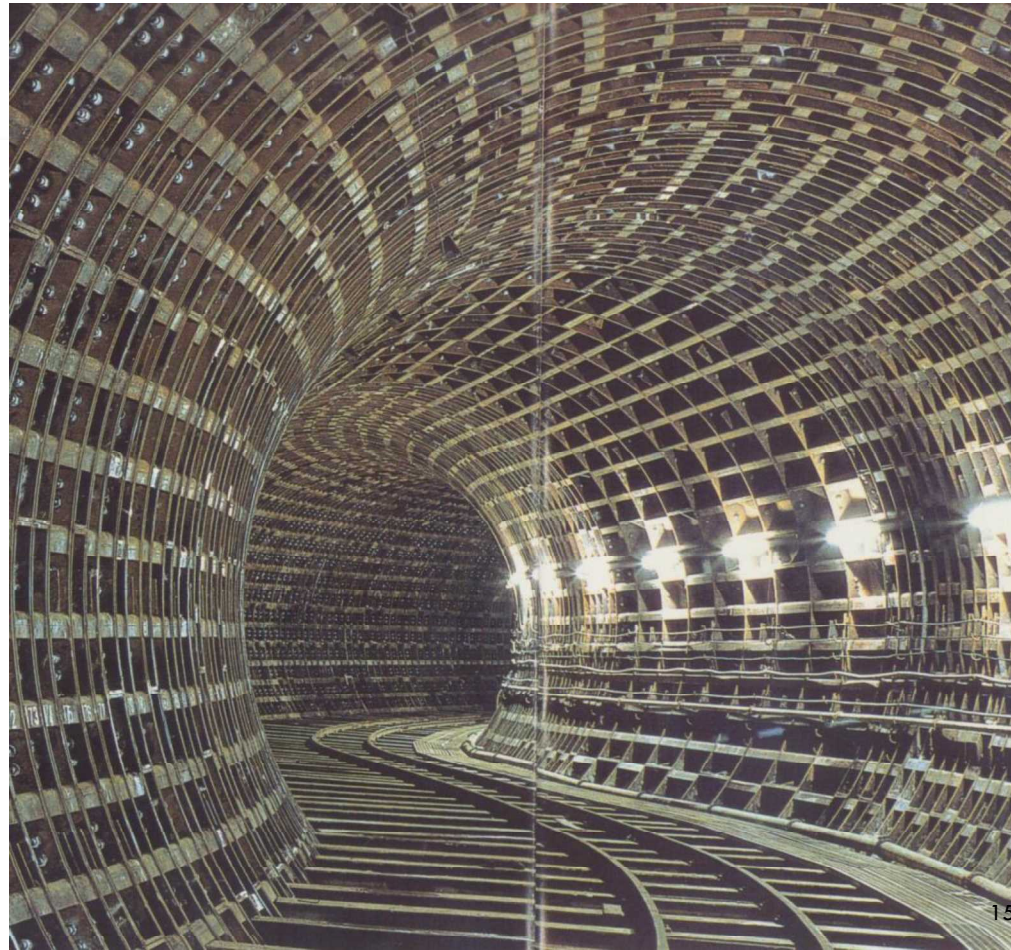
	添加材	発進基地必要面積	主な残土
泥水シールド		広い	産業廃棄物
土圧シールド	鉱物系	狭い	
	樹脂・高分子系等		
	気泡添加材		普通残土

	CASE-1	CASE-2	CASE-3	CASE-4
添加材種別	気泡材(標準配合)	気泡材(高濃度配合)	気泡材+ 鉱物系 (気泡材の助材として使用)	鉱物系 (単体で使用)
外観				
特徴	標準的に使用を予定している気泡材	標準的な気泡材に対し、より破泡しにくい気泡を得ることを目的として、起泡剤溶液の配合を変えた気泡材	気泡材(高濃度配合)の添加と同時に、助材として鉱物系を添加することで細粒分を補うとともに、粘性を付与して、塑性流動性の改善を図るもの	鉱物系を主材として添加

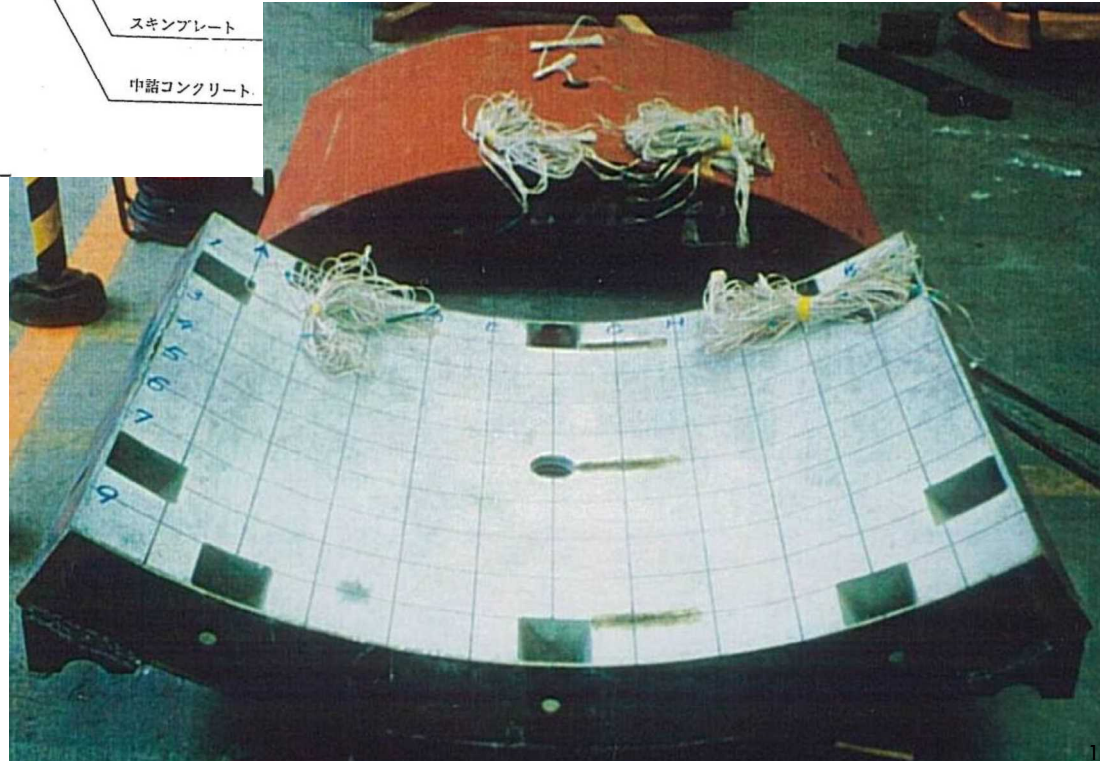
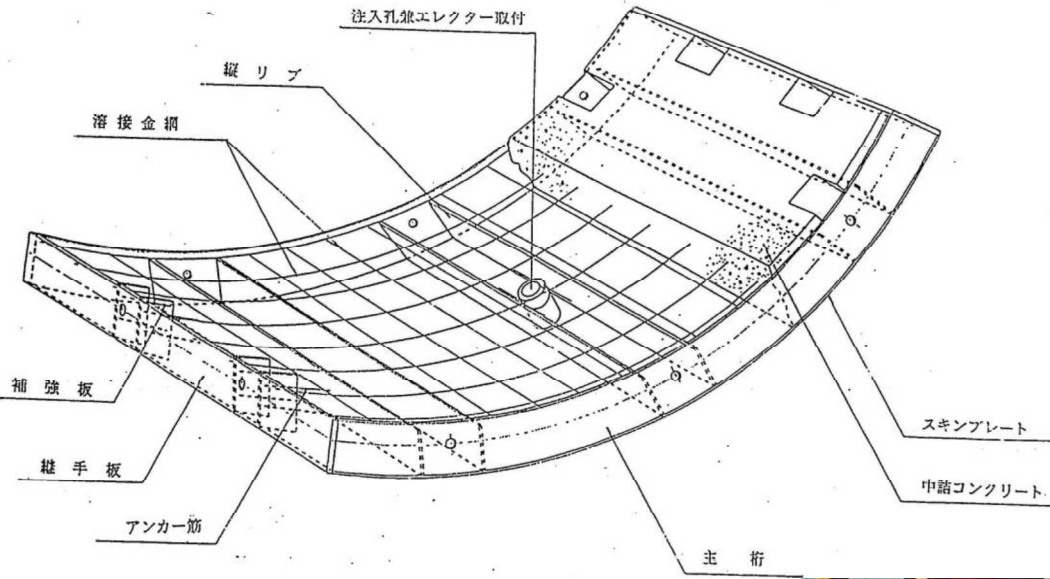
R Cセグメント



スチールセグメント（二次覆工が必要）



合成セグメント



国土交通省ガイドライン（付録②）

	① トラブル事例の回答があった工事数(工事契約単位で集計)		
		② ①のうち地表部に予期せぬ影響のあった工事件数	
		③ ②のうち完了した工事件数	
2010 年度～ (全工事件数※ に対する割合)	26 工事 (約 5%)	14 工事 (約 3%)	14 工事 (約 3%)
～2009 年度	11 工事	4 工事	4 工事

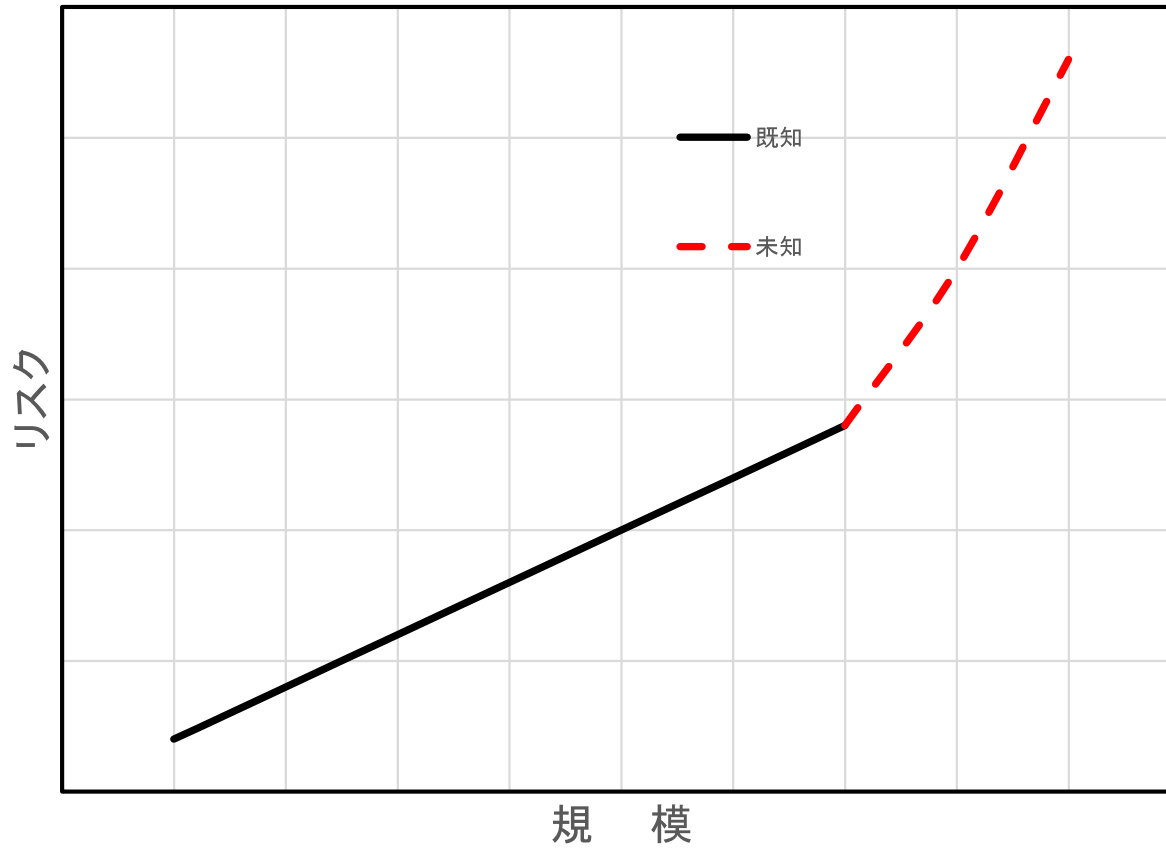
※2010～2019 年度のシールド工事契約件数 496 件(シールド工法技術協会調べ)

- ・ゼネコン技術者からトラブルに対する工夫案を 83 項目収集
- ・83 項目中 45 項目が砂礫土層対策
- ・13 件が支障物対策

トラブルの主な原因

- ・ 砂礫土中 土圧シールド掘削時の閉塞・噴発・土量管理ミス
 - ・ 硬質地盤中 土圧シールド掘削時の構造物や岩盤への接触
 - ・ 急曲線 シールドの破損とセグメント破損
 - ・ 硬質地盤・礫地盤での振動・カッタービット摩耗・破損
 - ・ 軟弱地盤中 泥水シールド掘削時の切り羽圧と排土量管理のミス
 - ・ 砂礫土中 泥水シールド掘削時の閉塞・土量管理ミス
 - ・ 硬質地盤中 泥水シールド掘削時の切り羽圧と排土量管理のミス
 - ・ 泥水や気泡の地表噴出
-
- ・ 立坑 開削工法における盤膨れ出水・礫地盤でのボイリング出水
 - ・ 立坑 ニューマチックケーソン工法における位置ズレ・沈下不良
 - ・ 坑口 カッタービット摩耗・破損

トラブルの主な原因



シールド工事でトラブルが多発する背景

- 難しい施工条件のトンネルの増加
- 大口径・大深度のトンネルの増加
- 工費と工期の無理な削減
- シールドトンネルにおける発注技術者，
設計技術者，施工技術者，技能者の不足