

トンネル建設工事の工法等について

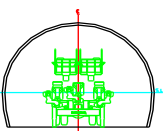
平成29年4月28日

平成29年度第1回トンネル建設工事の切羽付近における作業環境等の改善のための技術的事項に関する検討会

山岳工法（NATM工法）における一般的な作業工程について

① 穿孔・発破（発破掘削） or 切削・掘削（機械掘削）

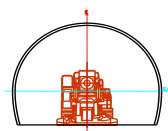
発破掘削



穿孔状況



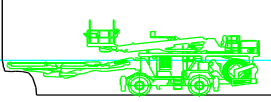
機械掘削



切削・掘削状況



ドリルジャンボ（穿孔）



自由断面掘削機（切削、積込）



ダンプトラック（ずり運搬）



② コソク・ズリ出し

ズリ出し状況



大型ブレーカ（コソク）



ダンプトラック（ずり運搬）



トラクタショベル（積込）

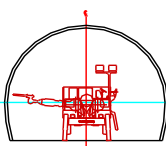


③ 一次吹付けコンクリート

一次吹付け状況



吹付けロボット（吹付け）



吹付けロボット（吹付け）



ダンプトラック（ずり運搬）



④ インバートコンクリート

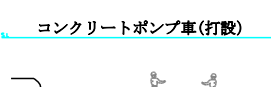
インバートコンクリート打設状況



トラックミキサ（コンクリート運搬）



コンクリートポンプ車（打設）

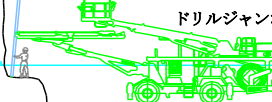


④ 鋼製支保工建て込み

支保工建て込み状況



ドリルジャンボ（建て込み）



ユニック（資材運搬）

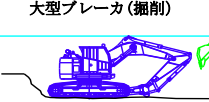


⑦ インバート掘削

インバート掘削状況



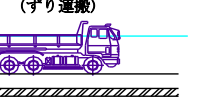
大型ブレーカ（掘削）



バックホウ（掘削、積込）



ダンプトラック（ずり運搬）

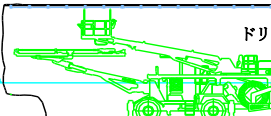


⑥ ロックボルト

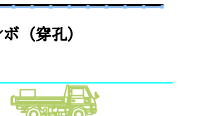
ロックボルト施工状況



ドリルジャンボ（穿孔）



ダンプトラック（ずり運搬）

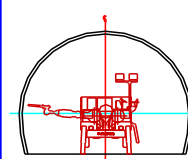


⑤ 二次吹付けコンクリート

二次吹付け状況



吹付けロボット（吹付け）



トラックミキサ（コンクリート運搬）



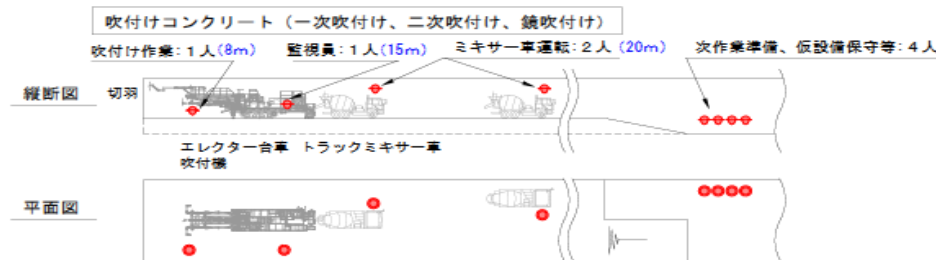
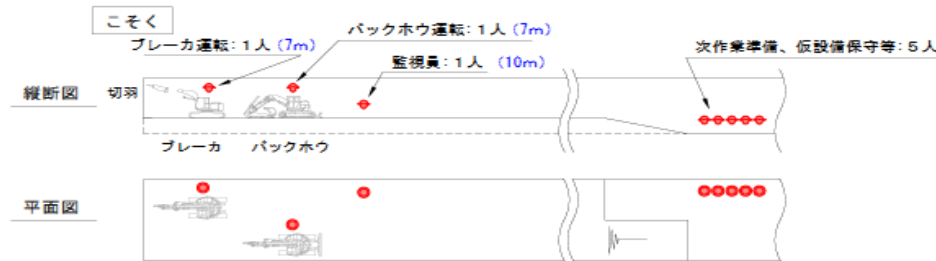
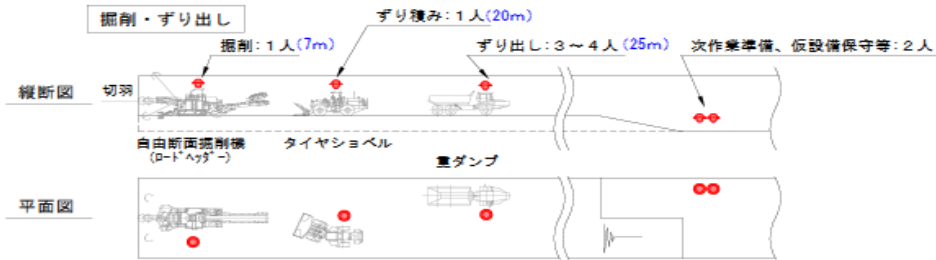
吹付けロボット（吹付け）





1 標準的な作業工程別の所要時間、使用重機及び作業員の配置状況（機械掘削方式）

トンネル掘削人員配置概要図（機械掘削方式）



※（ ）に示す距離は、作業員の切羽からの概ねの離れ（距離）を示す。



■トンネル掘削における人員構成配置と掘削サイクル（平均3サイクル/日、CⅡ・DⅠパターン相当）

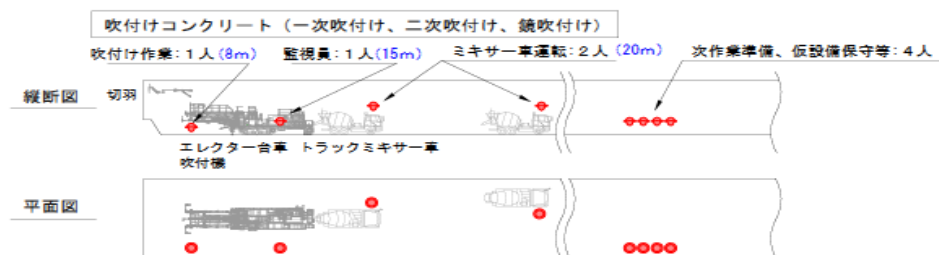
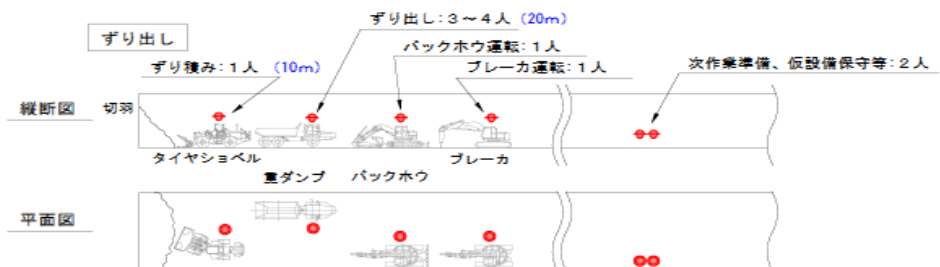
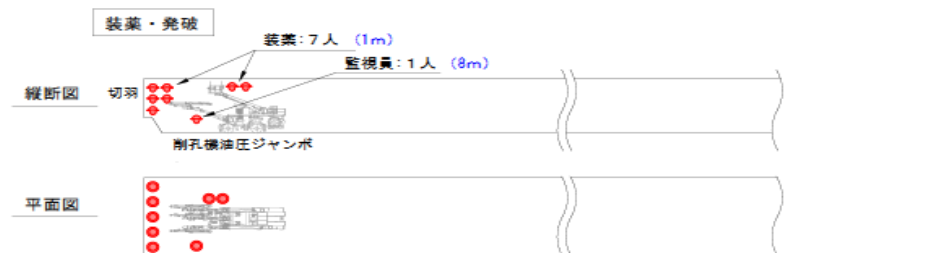
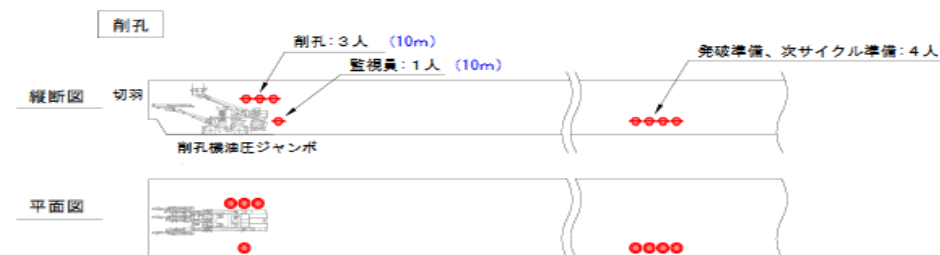
工 種	監視 監督	坑夫	準備※ 補助	時間 (hr)	主要人員内訳
掘削・ずり出し	0	6	2	2	自由断面掘削機×1、タイヤショベル×1、ダンプ×3～4
こそく	1	2	5	0.5	バール×1、ブレーキ×1
一次吹付け（鏡吹付け）	1	3	4	0.5	吹付機×1、ミキサー×2
支保工建込（金網・タイロッド）	1	6	1	1	エレクター×2、バスケット×2、切羽×2
二次吹付け	1	3	4	1	吹付機×1、ミキサー×2
ロックボルト	1	6	1	1	削孔×3、ミキサー×1、バスケット×2

※準備、補助作業：サイクル作業以外で電線、給水管、換気ダクト等の延伸や次工程の準備及び仮設備メンテナンス等

2 標準的な作業工程別の所要時間、使用重機及び作業員の配置状況（発破掘削方式）

※（ ）に示す距離は、作業員の切羽からの概ねの離れ（距離）を示す。

トンネル掘削人員配置概要図（発破掘削方式）

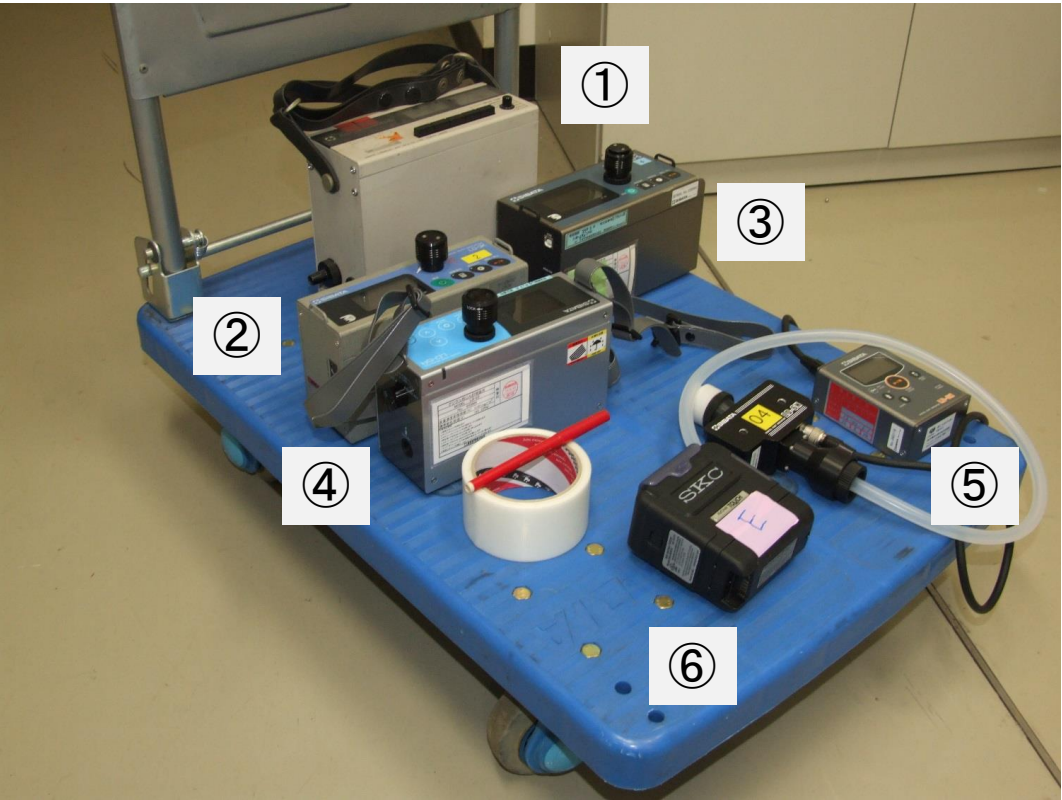


■トンネル掘削における人員構成配置と掘削サイクル（平均3サイクル/日、CⅡ・DⅠパターン相当）

工 種	監視 監督	坑夫	準備※ 補助	時間 (hr)	主要人員内訳
削孔	1	6	1	1	削孔×3、発破準備×1、次サイクル準備×4
装薬・発破	1	6	1	1	装薬作業×7
ずり出し	0	6	2	1	タイヤショベル×1、ダンプ×3～4、バックホウ×1、プレーカ×1
こそく	1	2	5	0.5	バックホウ×1、プレーカ×1
一次吹付け（鏡吹付け）	1	3	4	0.5	吹付機×1、ミキサー車×2
支保工建込（金網・タイロッド）	1	6	1	1	エレクター×2、バックホウ×2、切羽×2
二次吹付け	1	3	4	1	吹付機×1、ミキサー車×2
ロックボルト	1	6	1	1	削孔×3、ミキサー台車×1、バックホウ×2

※準備、補助作業：サイクル作業以外で電線、給水管、換気ダクト等の延伸や次工程の準備及び仮設備メンテナンス等

粉じん濃度測定機器の例



- ① P5(20年前に使用された機種)タングステンランプーフトマル
- ② LD-3K(おそらく最も普及している機種)
- ③ LD-5
- ④ LD-5R(最新の機種)
- ⑤ LD-6N(個人ばく露用)

※センサーとコントローラの2体型写真の機械は同時にK値も求められるように⑥の外付け個人サンプラー用ポンプを付けている。

テープとペンは大きさを示すために置いた。①だけ 光源が白熱灯ー検出器が光電子増倍管(フトマル)②から⑤ は光源がレーザー発光ダイオード、検出器がフォトダイオードで、波長なども同じなどで測定器としての特性は同じ(K値も同じ)

並行測定の例
ロウボリウムサンプラー用ポンプ
インパクト式サンプラー

出所: 鷹屋委員提供資料