

# DTBM(ドーナツ型TBM)を活用した 新たな山岳トンネル工法の 開発について

研究第二部 兼 研究第一部 部長

塚原 隆夫

本日皆様にお伝えしたいこと

TBMの長所(高い施工効率性)

+

NATM並みの施工リスク  
(不良地山対応の容易性)

||

ドーナツ型TBM(DTBM)

# DTBM工法の開発の背景

TBM国内施工実績集計(1964～2010年)

TBM: 径別	施工箇所数	適用
2.0～4.9m	128	φ 7m以上 発電所導水路 3 箇所 高速道路 1 箇所(飛驒T)
5.0～6.9m	28	
7.0m～	4	
計	160	

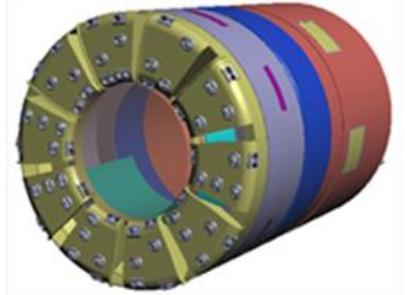


TBM(全断面型)

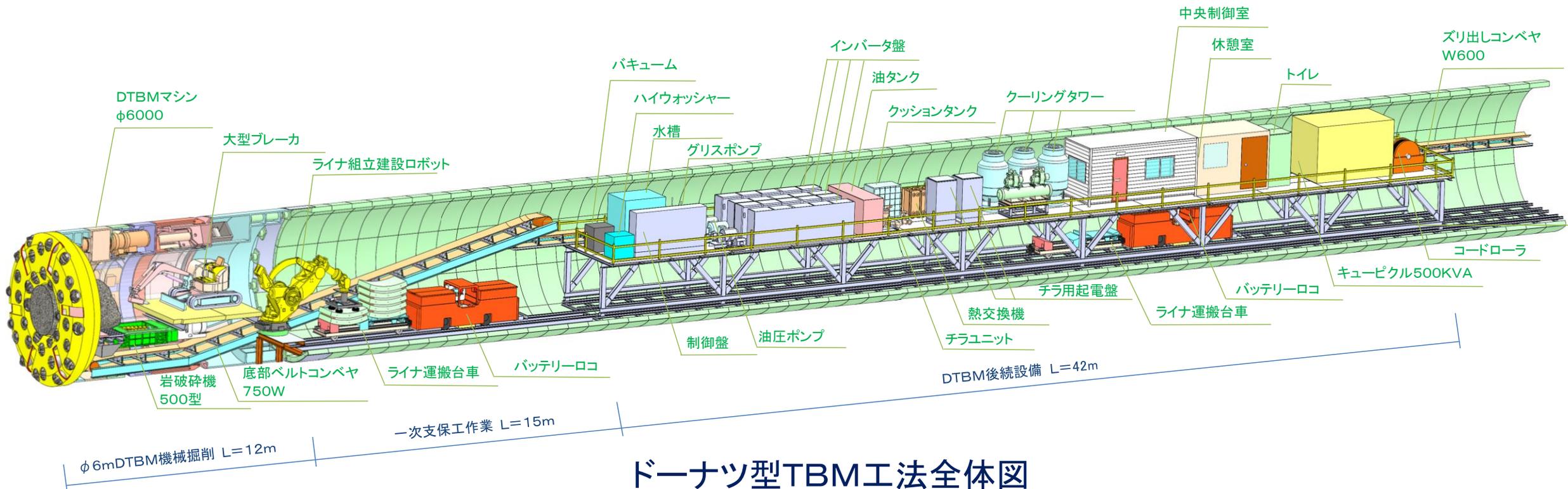
- TBM: 高速施工(生産性向上)が利点  
⇒ 我が国の地質が複雑に変化。利点が生かせない。
- 複雑な地質の変化に対応 ⇒ 中心部に開口部  
(ドーナツ型)

# DTBM工法の開発の目標

- 高速施工可能
- 不良地山に遭遇しても掘進がストップしない



ドーナツ型TBM



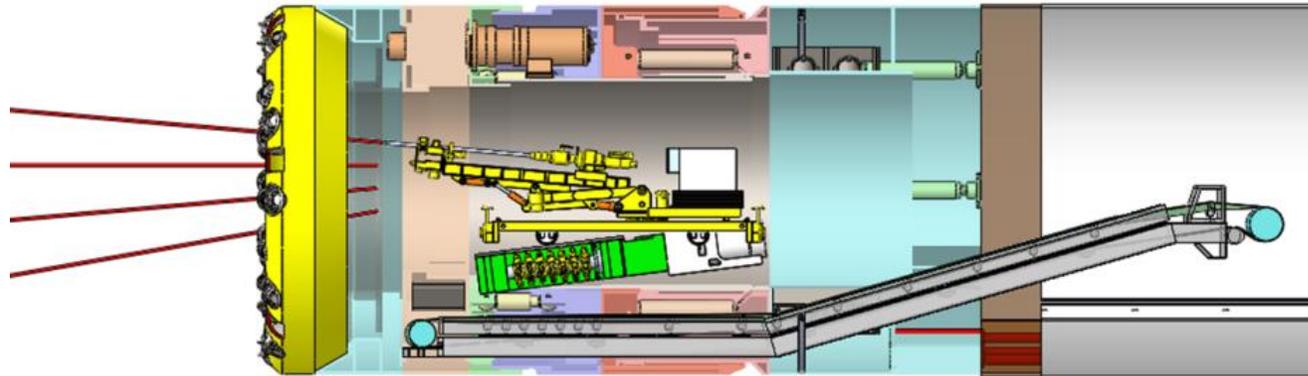
ドーナツ型TBM工法全体図

# DTBMの研究開発体制

- 国土交通省建設技術研究開発助成（平成27年度～）  
（産学官テーマ推進委員会の指導・助言）
- 学識者・建設会社（7社）・先端センターで構成する  
「**ドーナツTBM工法施工検討会**」で検討を実施

# DTBM工法の技術的特徴

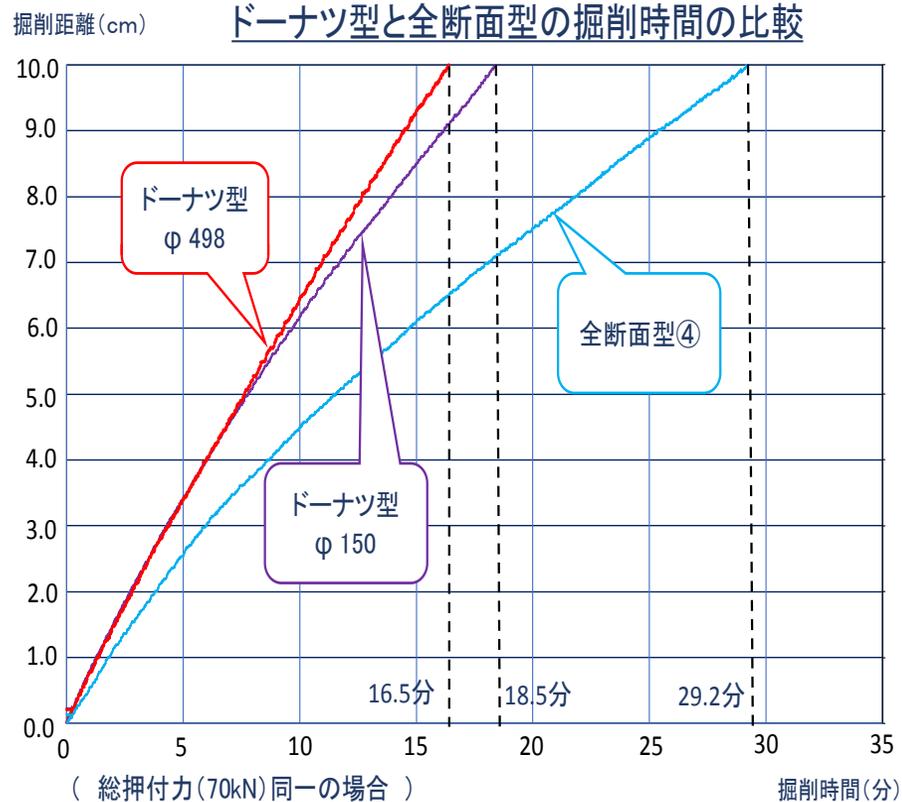
- **世界初**。(中心部に開口部、4か国で特許取得etc.)
- 開口部から**不良地山対策**  
(従来型TBMの施工リスク大幅低減が期待)



不良地山対策工のイメージ

- 従来型TBMより**高い掘削効率**

# DTBMの機械的優位性(掘削実験)



型式 \ 項目	総押付力(kN)	掘削時間(分)	ドーナツ型の開口率	掘削時間効率(%)
ドーナツ型 φ150	67.6	18.5	0.98(2%)	0.63(37%)
ドーナツ型 φ498	66.2	16.4	0.75(25%)	0.56(44%)
全断面型④	68.6	29.2	1.00	

○ 同一掘削力なら、  
40%の掘削時間低減  
(従来型TBMとの比較)



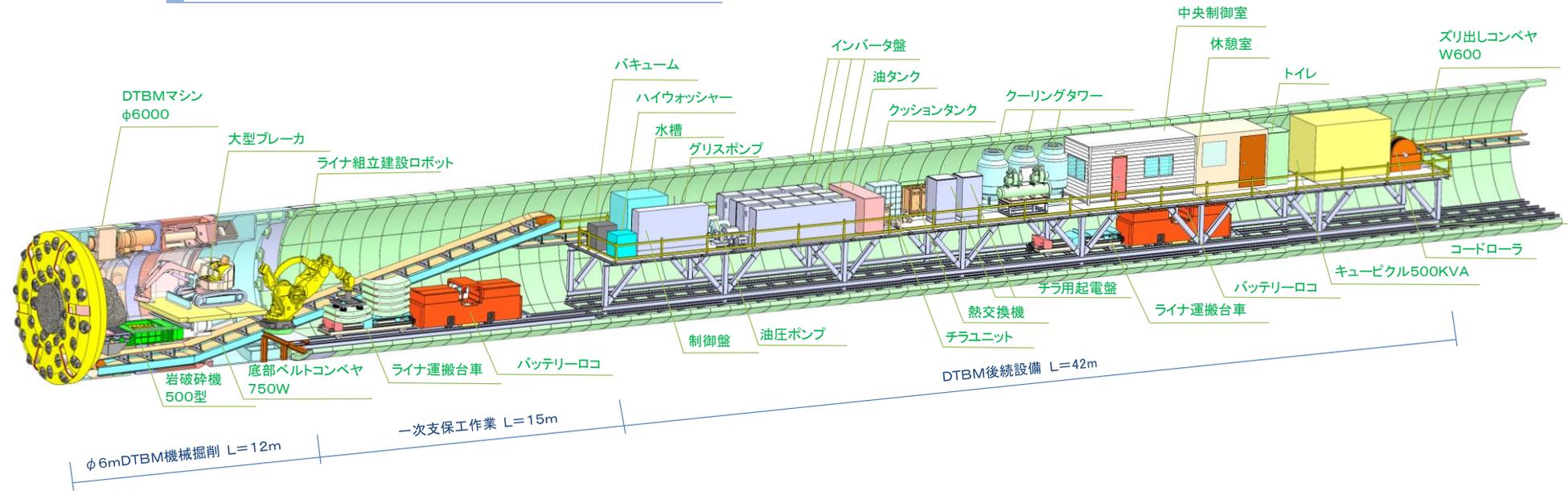
③ドーナツ型φ498  
カッタ9個



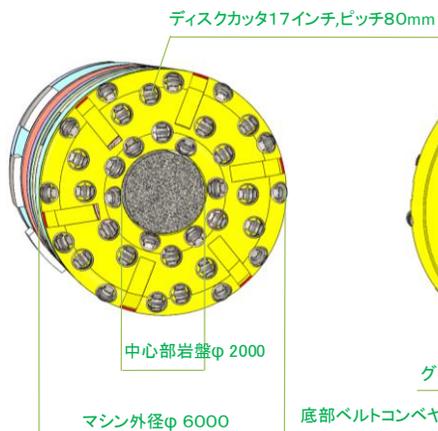
⑤全断面型  
カッタ14個

# DTBMの技術概要(全体)

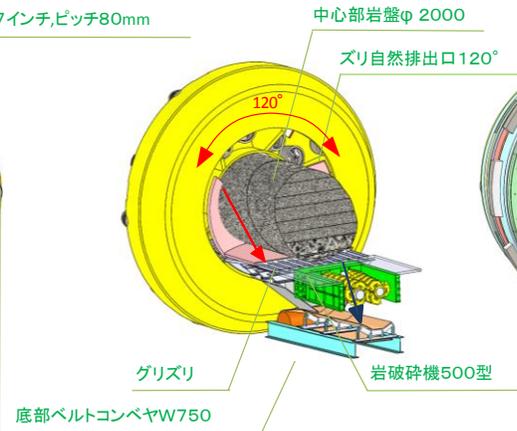
小断面用トンネル (マシン外径φ6m) 施工設備図



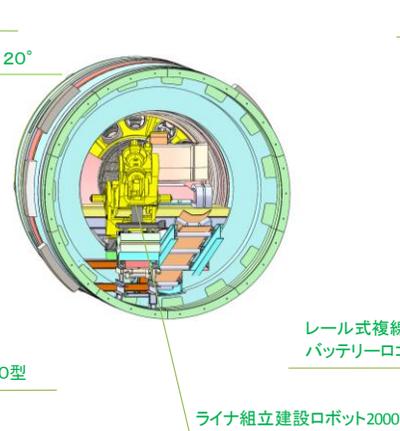
カッターヘッド部



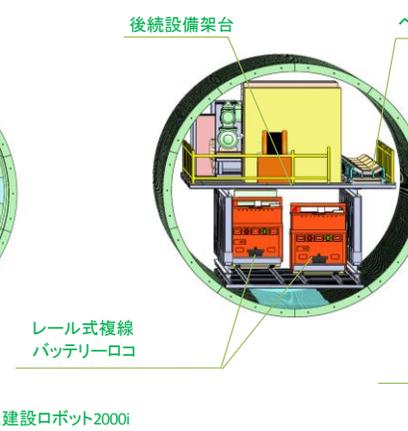
ズリ 排出部



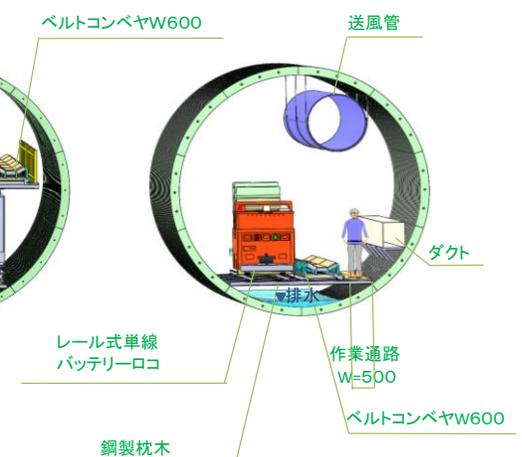
ライナ組立建設ロボット



後続設備 架台

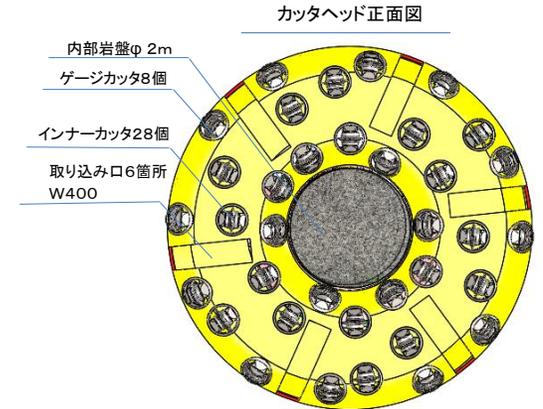
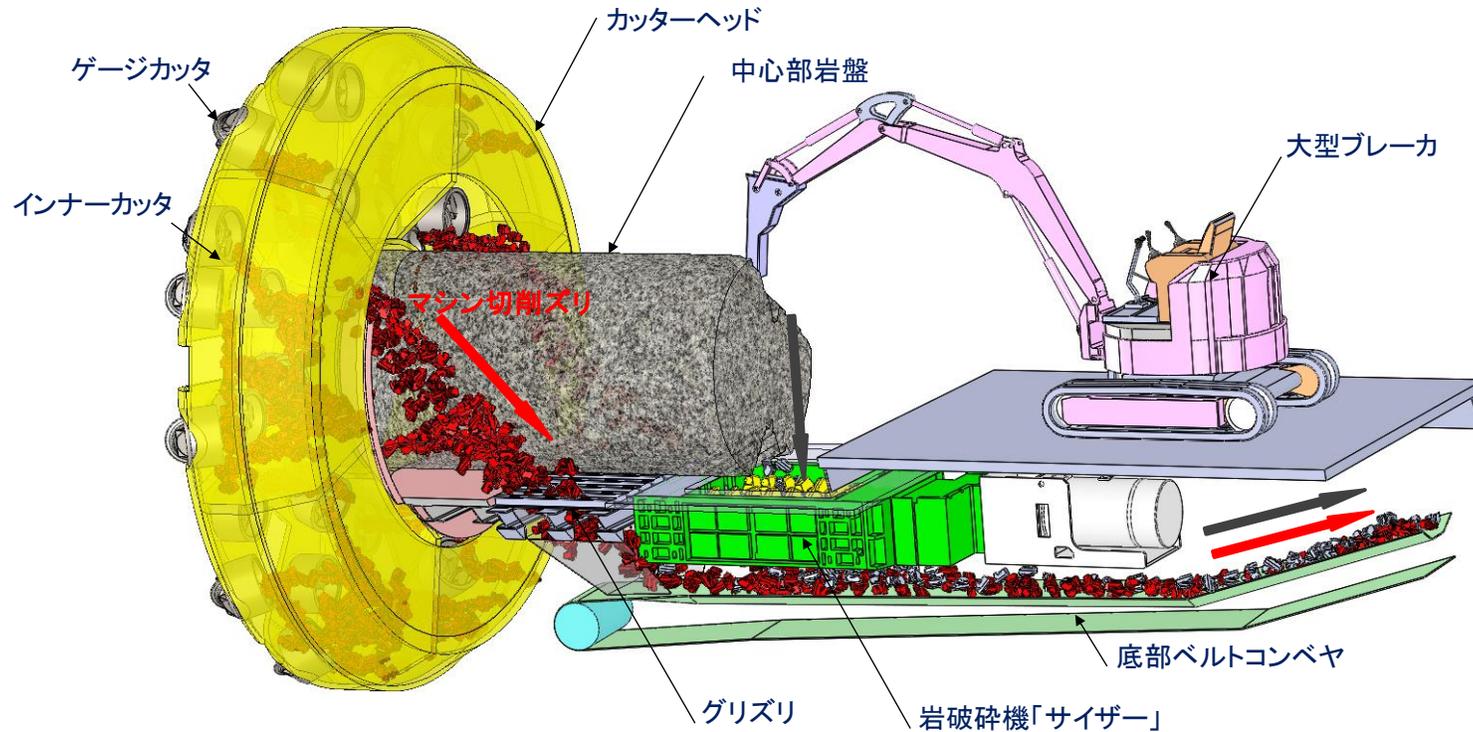
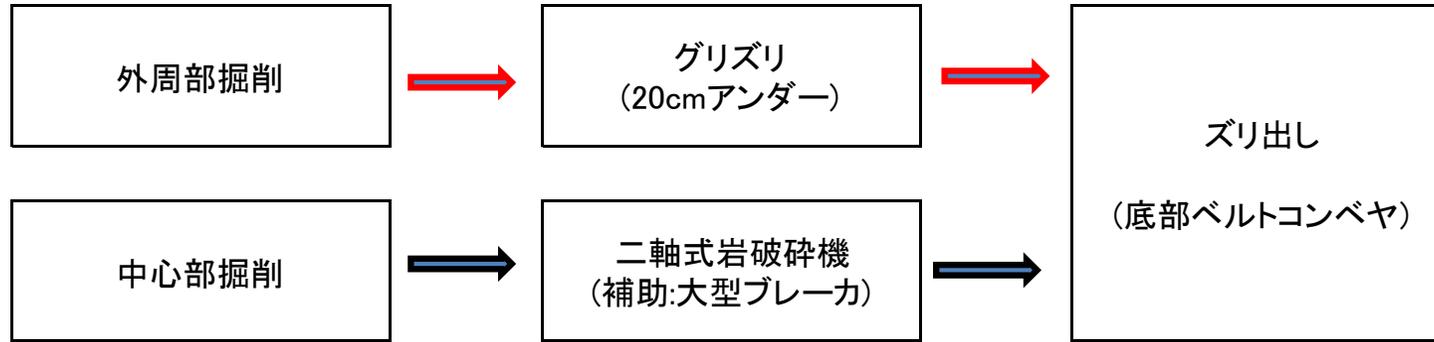


一般坑内設備

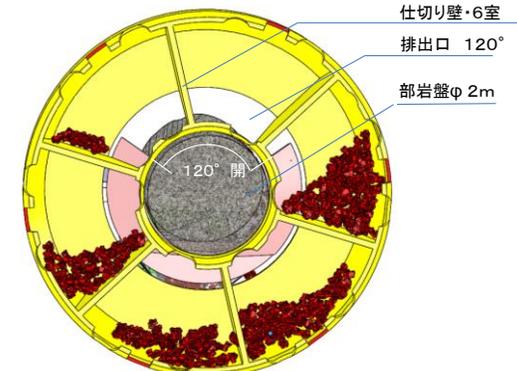


# DTBMの技術概要（掘削メカニズム）

## 掘削ズリ出しの流れ



## カッターヘッド内部図



## カッターヘッド排出図

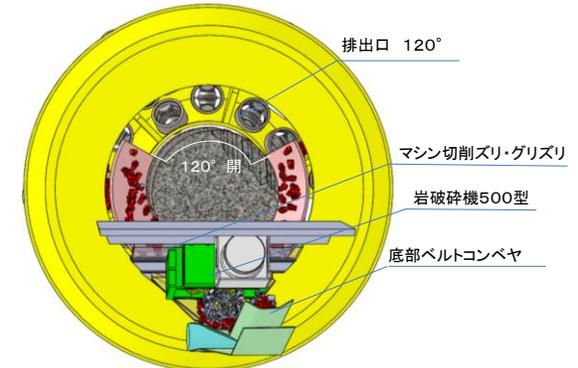
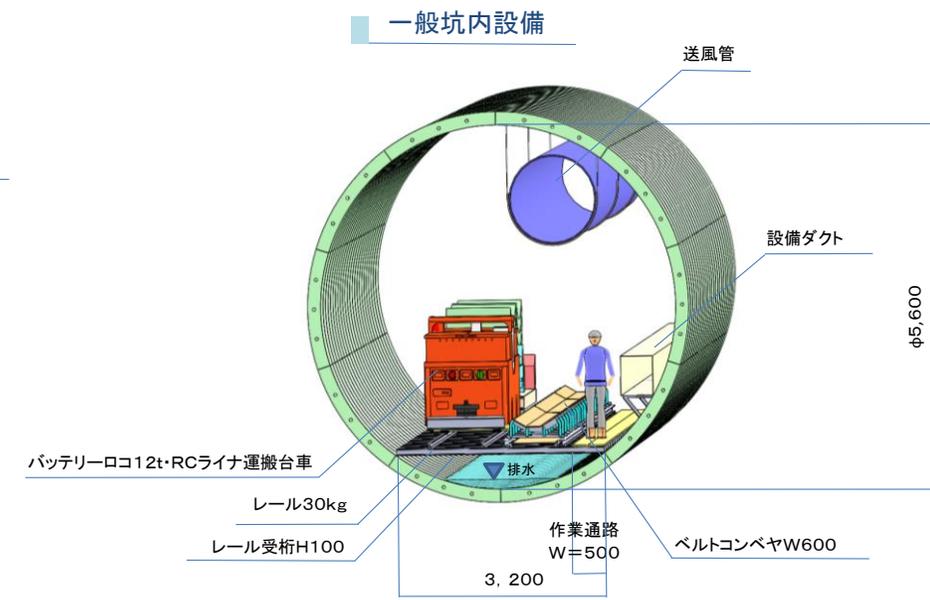
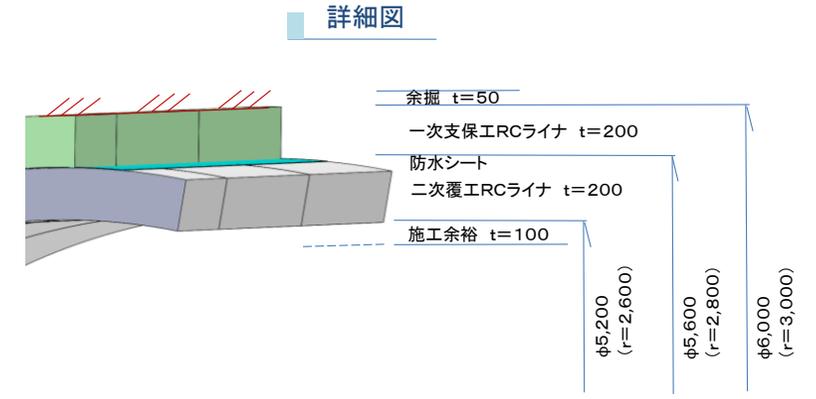
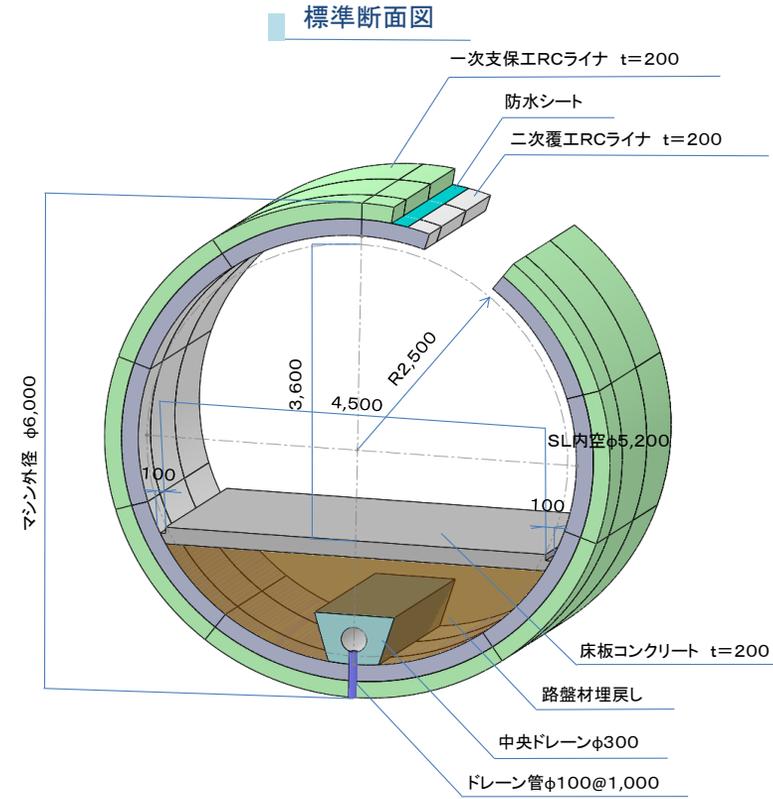
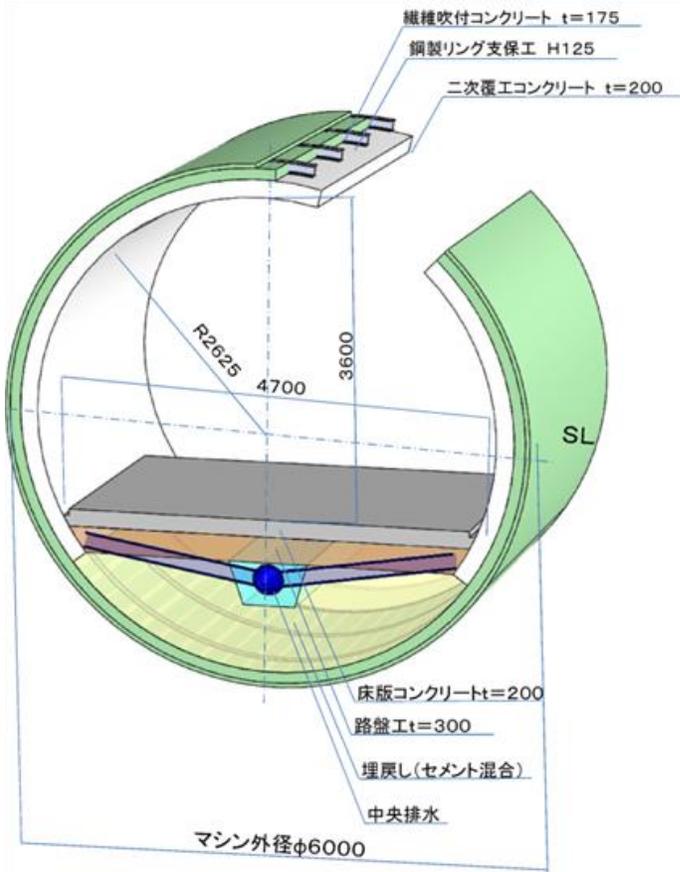


図. 掘削フロー図

# DTBMの技術概要(一次支保工方式)

## ○ 従来型のTBMで適用される方式が採用可能

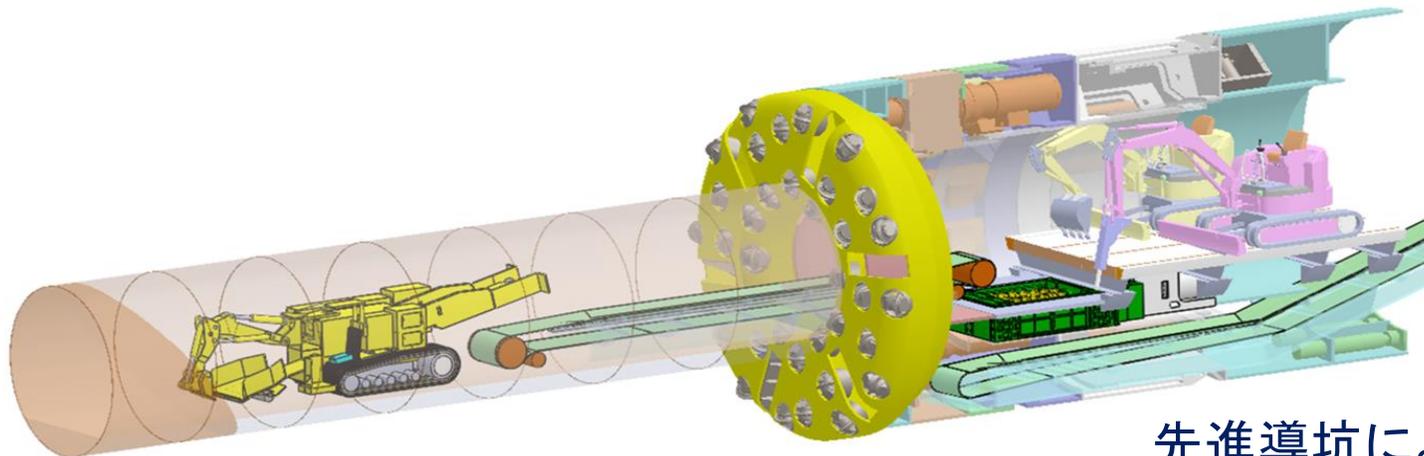


鋼リング支保工方式  
標準断面図

RCライナ支保工方式・軟岩用  
標準断面図

# DTBMの技術概要（不良地山対策例）

- 共通対策として、
  - ・ 開口部から切羽を直接目視で観察
  - ・ 100～150m前方の探査ボーリングによるコア採取・湧水量の確認
  - ・ コアボーリング孔を利用した水抜き、水量によっては水抜き孔を追加
- 破碎質の地山では、開口部からマシン内部に礫などを取り込む
- 切羽が泥流する場合、開口部からの注入による地盤改良
- 脆弱帯が長い区間の場合、開口部から前方に出てNATM施工に切り替え



先進導坑による地山改良

## ☆ 生産性の向上

- 高速施工・機械化施工
- 不良地山対策の簡単化

国内・海外の山岳トンネル工法に  
大きな変化をもたらすことが期待

**ご静聴ありがとうございました。**