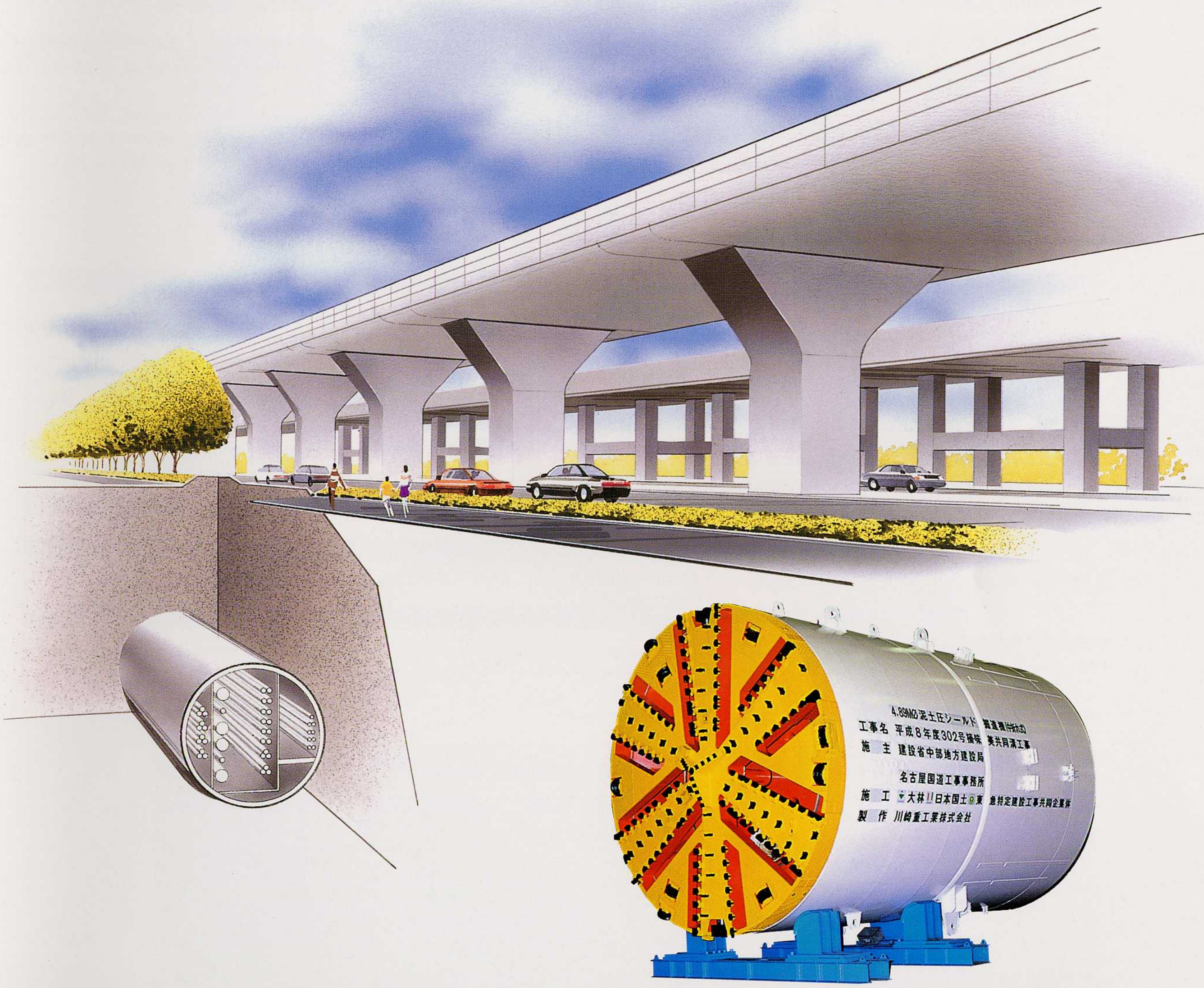


Construction of Kusunoki-Ajiyoshi Utility Tunnel Under National Highway No.302 (Fiscal 1996)

平成8年度302号

# 楠 味美 共同溝工事



発注者：建設省 中部地方建設局 名古屋国道工事事務所

OWNER: NAGOYA NATIONAL HIGHWAY WORK OFFICE, Chubu Regional Construction Bureau, Ministry of Construction

施工者：大林・日本国土・東急特定建設工事共同企業体

CONTRACTOR: OBAYASHI-NIHON-KOKUDO-TOKYU JOINT VENTURE



中部地方建設局では、道路下に埋設されるライフライン（通信・電話・ガス・上水道・下水道など）の新設・維持を行う際、道路の掘返しをなくし、安全でスムーズな交通を確保するため、各企業者の埋設物を収容する「共同溝」の整備を行っています。

この工事はその一環として、一般国道302号の名古屋市北区丸新町～春日井市勝川町4丁目間において、電気と通信を収容する共同溝を施工するものです。

この工事では、泥土圧シールド工法で全長3075mの長距離掘進を行います。また、二次覆工を省略し、RCセグメントに楔式ピン継手を採用しています。

工事名称：平成8年度302号楠味美共同溝工事  
施工場所：名古屋市中区丸新町

～春日井市勝川町4丁目

工期：平成9年3月～平成12年3月

The Chubu Regional Construction Bureau has been constructing utility tunnels for accommodating buried structures of various life-lines, such as communications, gas, water and sewerage facilities. During new installation or maintenance works in the future, these utility tunnels will avoid repeated excavation of roads and will secure safe and smooth traffic.

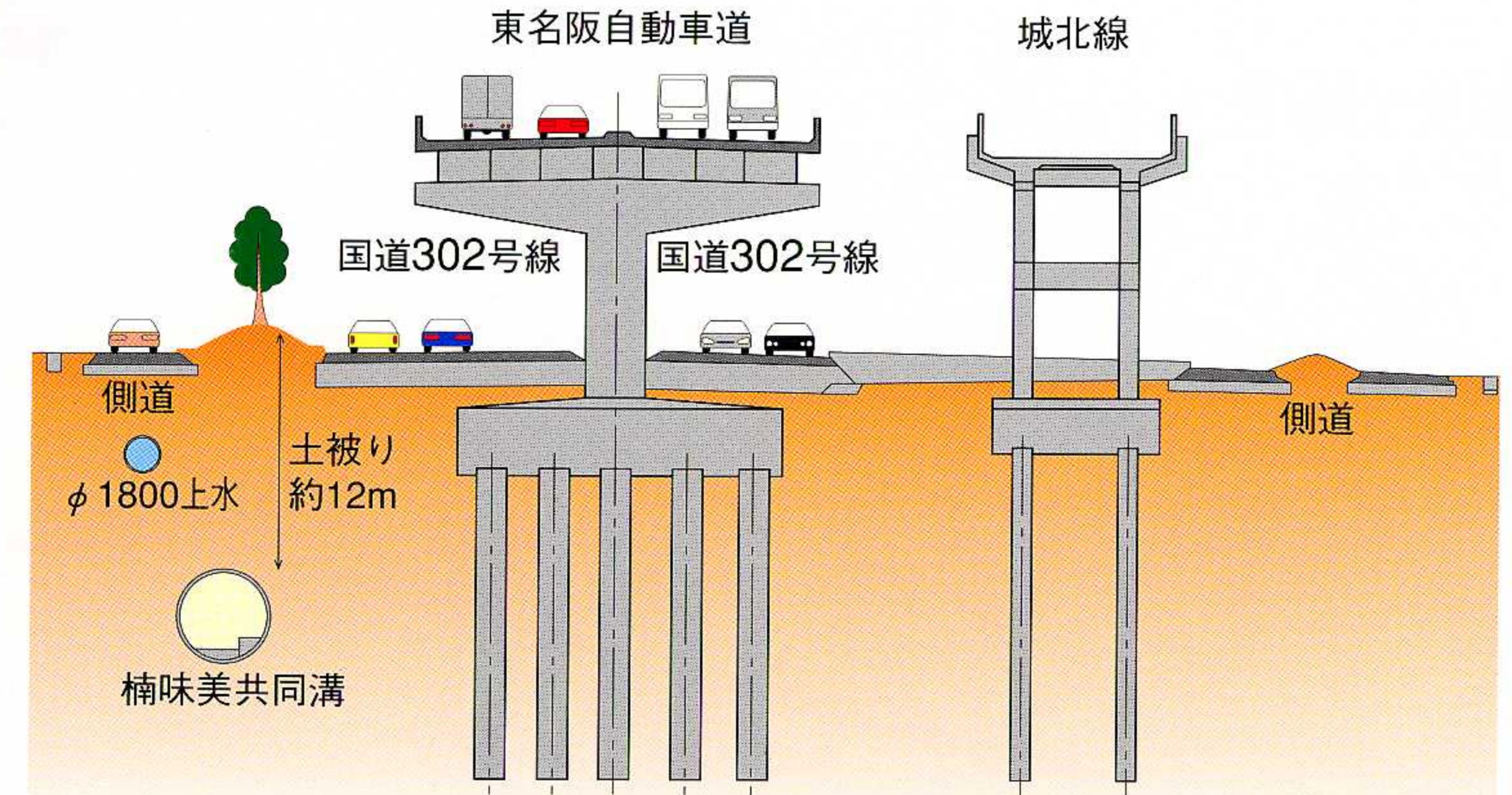
This project is construction of a utility tunnel accommodating electric power and communications facilities between Marushin-cho, Kita-ku, Nagoya and 4-chome Kachigawa-cho, Kasugai under National Highway No.302. This project contains long excavation (3075m) by the earth pressure balance (EPB) shield method. Secondary lining of this tunnel is omitted, and Push Grips (kusabi-shiki-pin-tsugite) are applied to RC segments.

Project Name: Construction of Kusunoki-Ajiyoshi Utility Tunnel under National Highway No.302 (fiscal 1996)

Site Location: Between Marushin-cho, Kita-ku, Nagoya and 4-chome Kachigawa-cho, Kasugai

Construction Period: March 1997 through March 2000

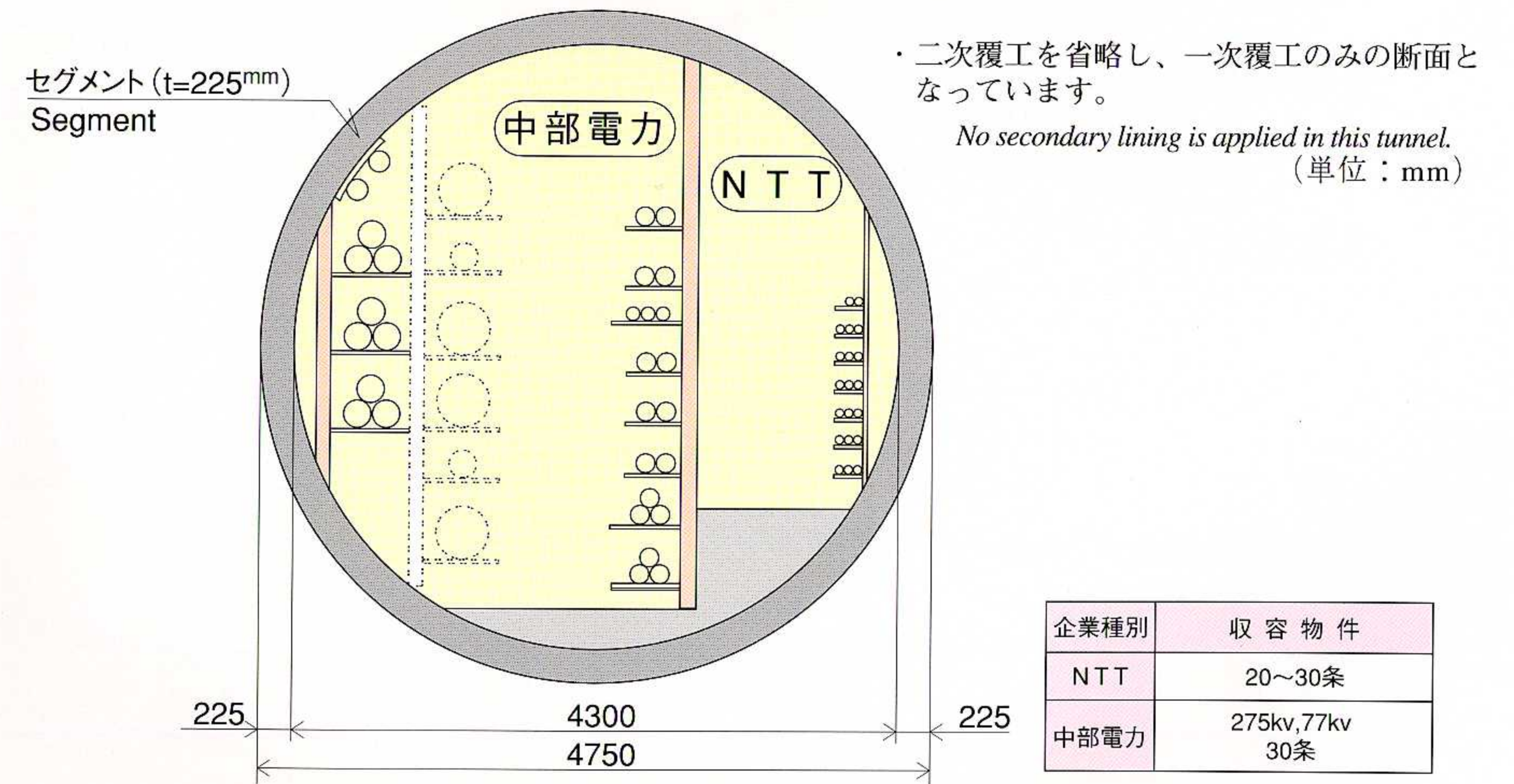
路線標準断面図 Standard Cross-Section of the Route



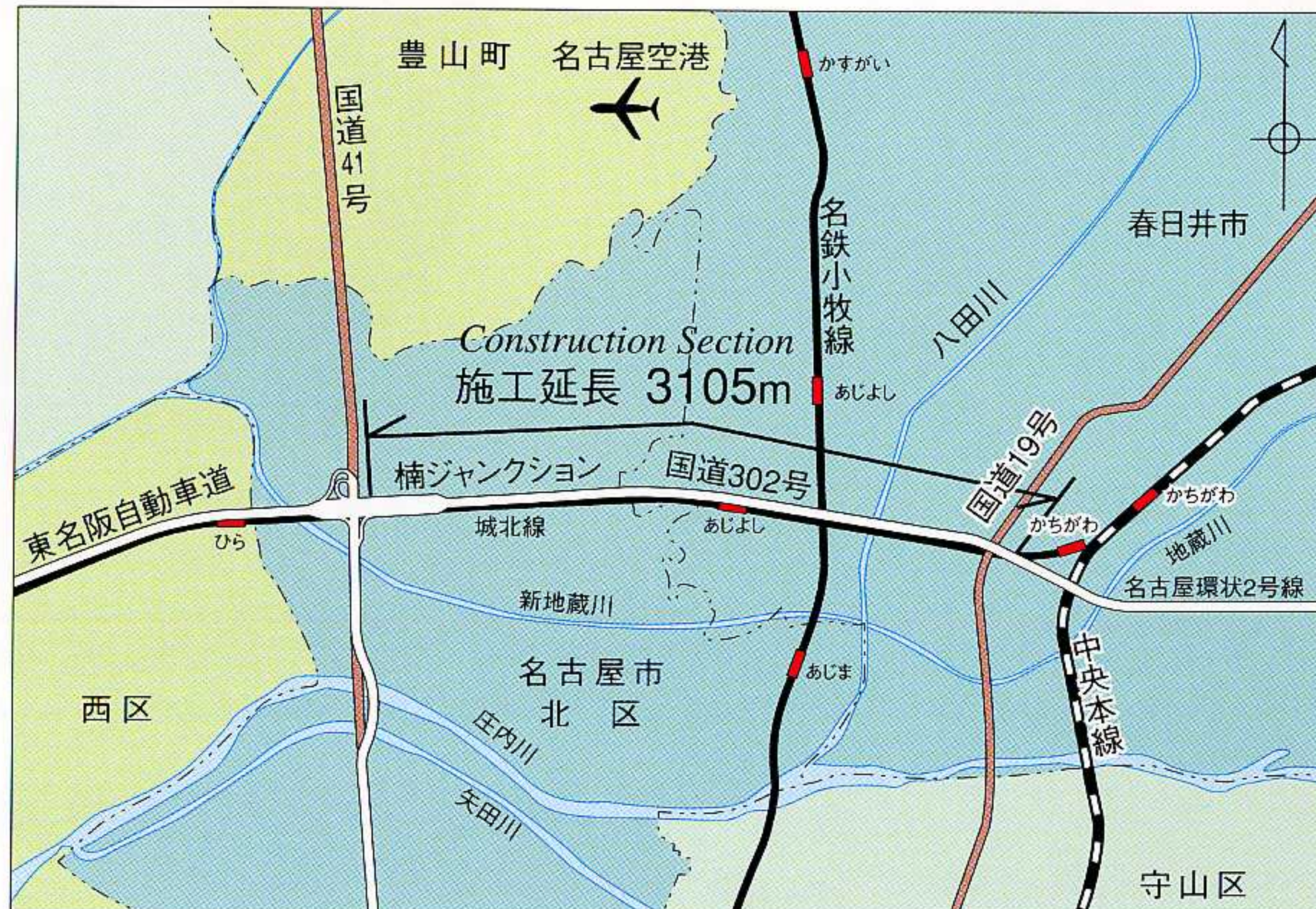
工事内容 Content of the Works

1. シールド工 [泥土圧 (気泡) シールド工法] Shield Tunneling (EPB shield method)	
掘進延長 Driving Length	L=3,075m
シールドマシン Type of Shield Machine	$\phi 4,890$ mm 泥土圧シールドマシン EPB Shield Machine
セグメント外径 Outside Diameter of Segments	$\phi 4,750$ mm
仕上がり内径 Inside Diameter of Segments	$\phi 4,300$ mm
RCセグメント RC Segment	2498Rings, t=225mm (楔式ピン継手 Push Grip)
鋼製セグメント Steel Segment	49Rings, t=175mm
セグメント幅 Segment Width	1200mm
最大勾配 Maximum Gradient	7.2%
最小曲線半径 Minimum Rad. of Curvature	R=200m
2. 残土処理工 Disposal of Surplus Soil	
処理土量 Amount of Excavation	57300m <sup>3</sup>
3. 防護工 (薬液注入工) Protection Works (Chemical Grouting)	
立坑防護工 (4カ所) Shaft Protection Works	二重管ダブルパッカー工法 Double Packer Grouting Method
橋脚防護工 Pier Protection Works	〃
4. 立坑構築工 (発進立坑) Shaft Construction (Departure Shaft)	
コンクリート Concrete	1754m <sup>3</sup>
鉄筋 Reinforcing Bar	340t

共同溝標準断面図 Standard Cross-Section of the Utility Tunnel



現場位置図 Location



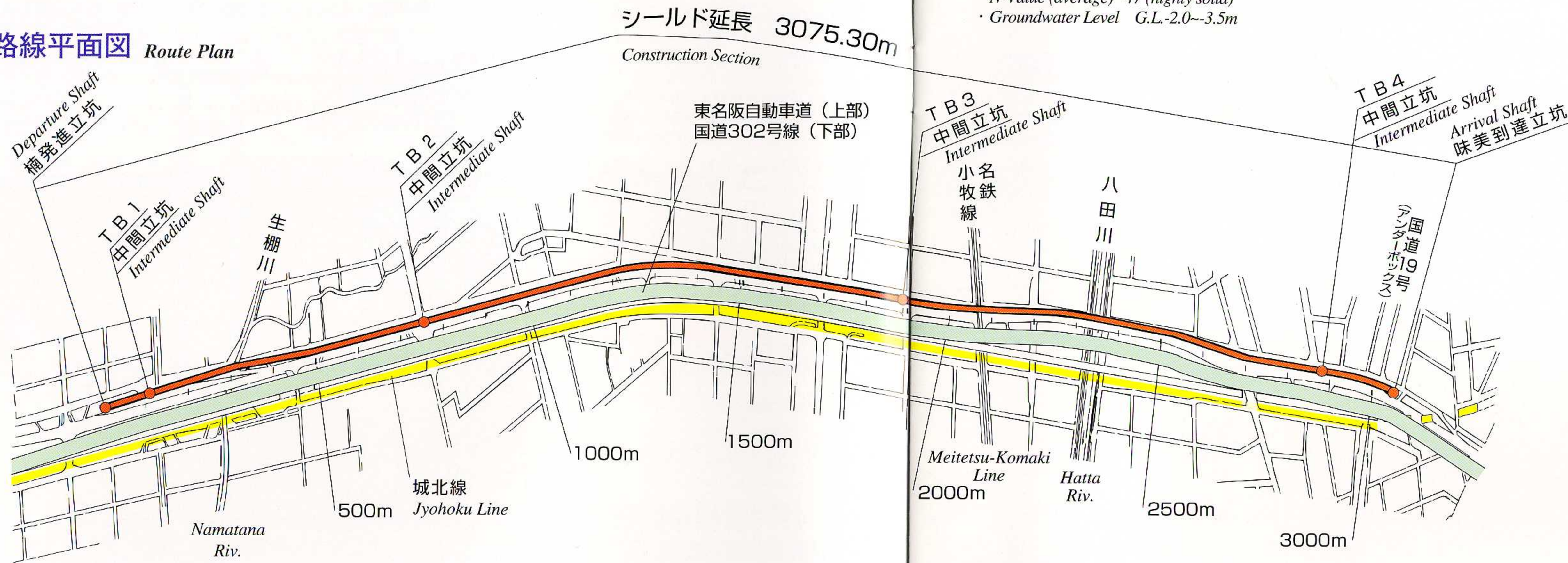


この共同溝のシールド通過付近の土質は、熱田上部砂礫層が90%以上となっています。熱田上部砂礫層は、礫径 $\phi 20\sim 50\text{mm}$ のものが主体であり、最大礫径は $\phi 450\text{mm}$ 程度と予想されます。透水係数は $10^2\text{cm/sec}$ 程度で全体的に透水性が良く、N値は平均47でよく締まっています。また、地下水位はGL-2.0 $\sim$ -3.5m程度と予想されます。

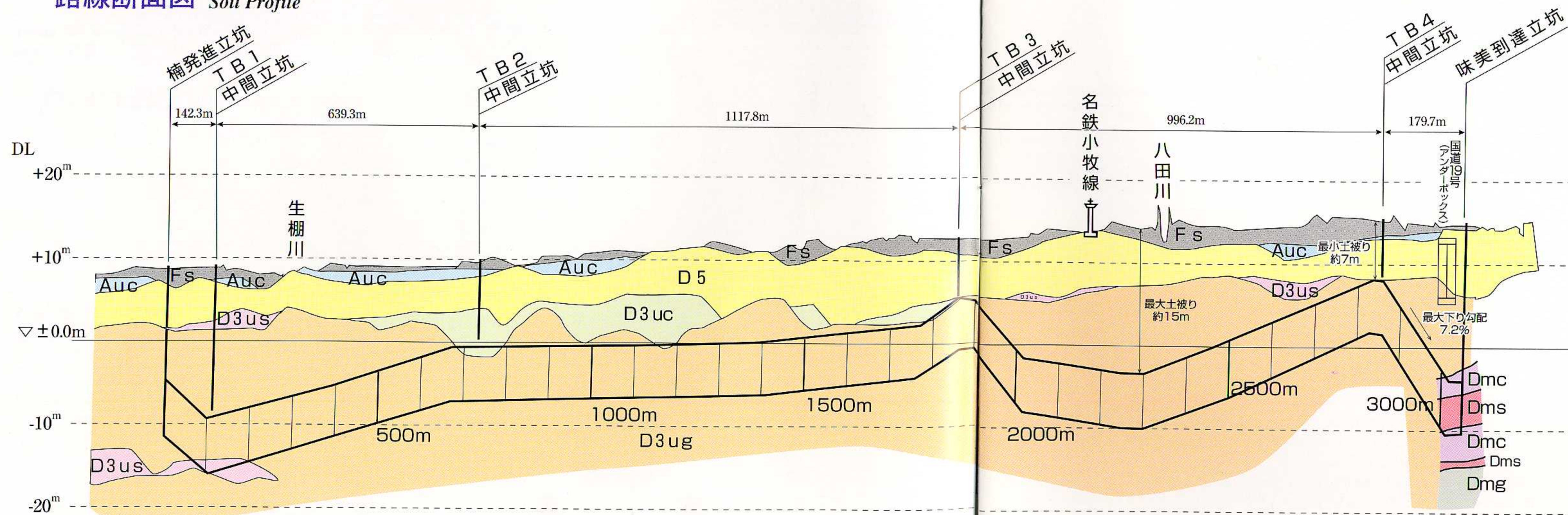
More than 90% of the tunnel excavation is through the sand gravel layer in the upper Atsuta formation.

- Characteristics of the sand gravel layer
- Predominant Diameter  $\phi 20\sim 50\text{mm}$
- Maximum Gravel Size  $\phi 450\text{mm}$
- Permeability Coefficient  $\approx 10^2\text{cm/sec}$  (relatively high)
- N-Value (average) 47 (highly solid)
- Groundwater Level G.L.-2.0 $\sim$ -3.5m

路線平面図 Route Plan



路線断面図 Soil Profile



【地質凡例】

時代	地層	記号	N値	
沖積層	表土・盛土	Fs	24	
	南陽層 上部 粘性土	Auc	—	
第四紀	鳥居松礫層	D5	45	
	熱田層 上部	粘性土	D3uc	6
		砂質土	D3us	—
海部累層	砂礫～玉石混り砂礫	D3ug	47	
	粘性土	Dmc	13	
	砂質土	Dms	50	
	砂礫～玉石混り砂礫	Dmg	50	



泥土圧シールド工法は、シールドマシン前面のチャンバーに添加材を加えた掘削土砂を充填させ、チャンバー内の土圧とシールドマシン前面に作用する土水圧をバランスさせながら掘進していく工法です。この工事では添加材に気泡を用いており、気泡はカッターディスクから地山ならびに掘削土砂に添加されます。気泡を加えることにより、掘削土砂の流動性・付着防止性が高まり（ベアリング効果）、また土粒子間の地下水と気泡が置換することで止水性の向上も期待できます。掘削した土砂は、スクリーコンベアによりチャンバー内からシールドマシン内に取込まれ、さらにベルトコンベアや土砂搬送台車によって坑外に搬出されます。

In the earth pressure balance (EPB) shield method, the chamber in the front part of the shield is fully filled with excavated material containing additives during excavation. It is to balance the earth and water pressure on the cutting face and the pressure in the chamber. Chemical foam, as an additive, is supplied to the cutting face and to the excavated material from the disk cutter. This foam increases flexibility of material and prevents adhesion of material more effectively (the bearing effect). In addition, chemical foam replaces the existing water among soil particles so that water cut-off capability of material is also increased. The excavated material is removed from the chamber into the shield machine by the screw conveyor and transported out of the tunnel by belt conveyor or muck cars.

**気泡プラント Chemical Foam Plant**

シールド切羽に送る気泡材を作る設備です。  
 A facility for manufacturing chemical foam to be sent to the cutting face.

**裏込め注入プラント Backfilling Material Plant**

セグメント組立後、セグメントと地山との間に注入する裏込め注入材を混練する設備です。  
 A facility for manufacturing backfilling material to be injected between the segment and the ground after segment erection.

**セグメントヤード Segment Yard**

入荷したセグメントを、使用する順番に順序よく保管するところです。  
 It is located on the ground beside the departure shaft. Transported segments are stored here in the order of their use.

**土砂ホッパー Muck Hopper**

掘削した土砂（ずり）が貯留される場所です。一定の量になるとダンプトラックに積込み、場外の土捨場へ運搬します。  
 A temporary storage facility of the excavated material (muck). Once a certain amount of muck has been stored, it is transported by dumping trucks to the disposal area located outside of the site.

**中央管理室 Control Center**

施工データがリアルタイムで集まってくる場所です。この情報をもとに掘削状況や坑内の環境を監視し、掘進管理、線形管理、安全管理を行います。（P.13）  
 Various data is centralized at this room simultaneously. This data will be referred to control excavation, alignment and safety.

**垂直ベルトコンベア Vertical Belt Conveyor**

坑内の土砂を地上に運び上げる設備で、省力化により安全性と作業性の向上を図っています。  
 Equipment to carry up the muck from bottom of the shaft into the muck hopper. It saves manpower to increase safety and efficiency.

**防音ハウス Soundproof House**

工事に伴って発生する騒音の影響をできるだけ小さくするための遮音設備です。  
 A large sound insulation cover to reduce noise from the departure shaft during construction.

**カッターディスク Disk Cutter**

シールドマシン前面の部分で、カッターフェイスともいいます。カッタービットを装着しており、左右どちらにも回転し、地山を掘削します。  
 Disk Cutter with cutterbits on the edge is fitted in the front part of the shield machine. It rotates both ways to excavate cutting face.

**発進立坑 Departure Shaft**

シールドマシンを投入し、発進させる立坑であり、いわばシールドマシンの出発点です。また、土砂の搬出や資材の搬入、および作業員の出入りにも利用されます。  
 A vertical shaft for entering the shield machine into the tunnel. Necessary materials and personnel are also transported in and out from this shaft.

**シールドマシン Shield Machine**

シールドトンネルを掘削する機械で、円筒形の鋼殻（スキンプレート）で覆われています。主な機能は、①掘進②セグメントの組立③排土です。（P.9）  
 A machine for excavating shield tunnels. It is covered with a cylindrical steel shell (skin plate). The major functions are (i) excavation, (ii) segment erection and (iii) mucking.

**チャンバー Chamber**

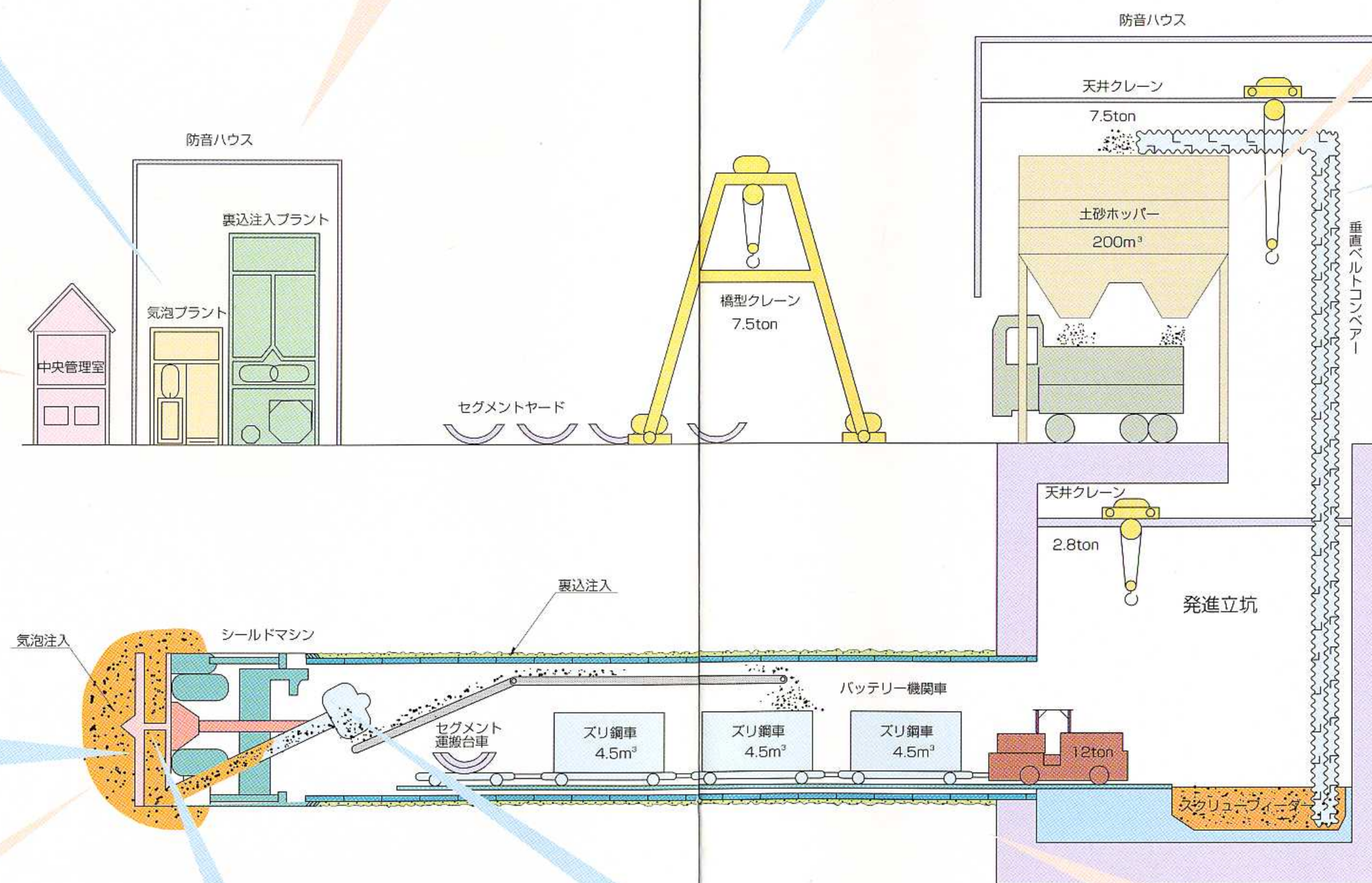
掘削した土砂を流動状態で貯留し、切羽圧に対抗する圧力を保持する圧力室です。  
 Excavated material through disk cutter is stored in this plenum chamber. Stored material is kept in a fluidized state to maintain earth pressure counteracting the pressure on the cutting face.

**スクリーコンベア Screw Conveyor**

掘削した土砂をシールドマシンのチャンバーからトンネル内に取込む装置です。  
 Equipment for removing the excavated material from the chamber to the tunnel.

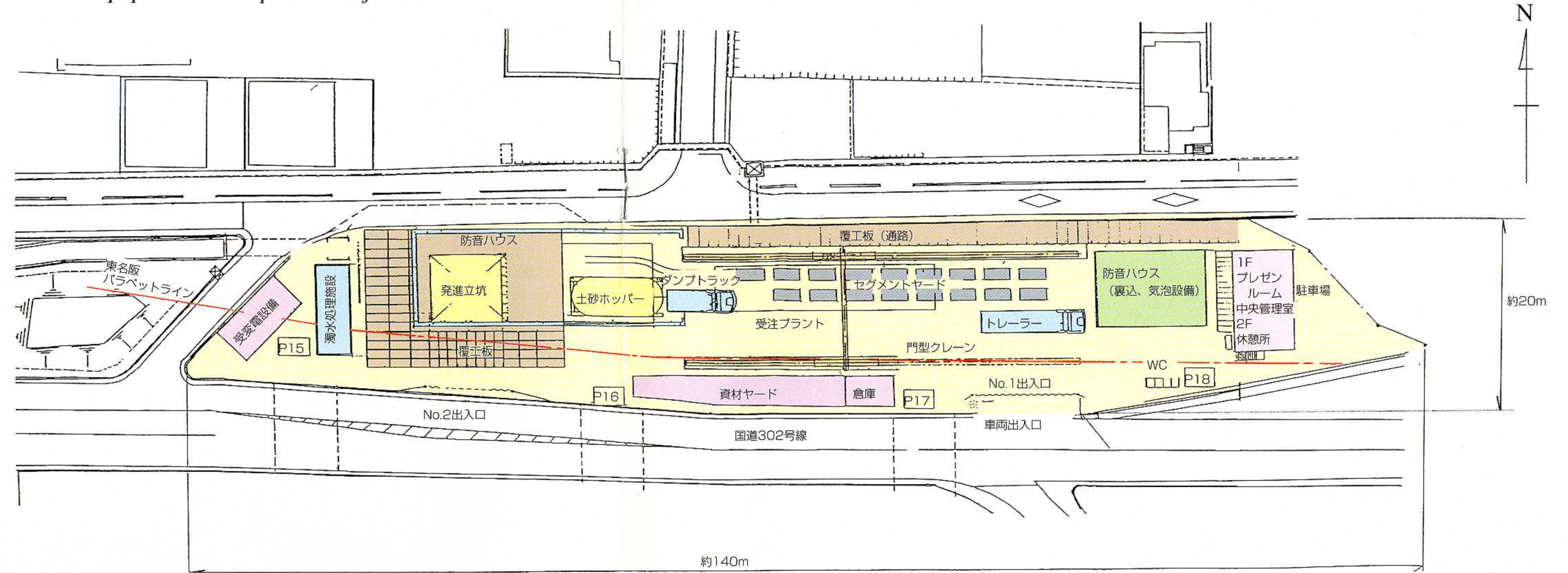
**後方台車 Trailing Vehicles**

掘削やセグメントの組立をするのに必要な設備を積み込み、シールドマシンと一緒に進行方向に進んでいきます。この工事では計13台（延長約76m）を使用します。（P.7）  
 A trail of machine and equipment to support works followed together with the shield machine. A total of 13 cars (total length: 76m) are used in this construction (→ P.7).

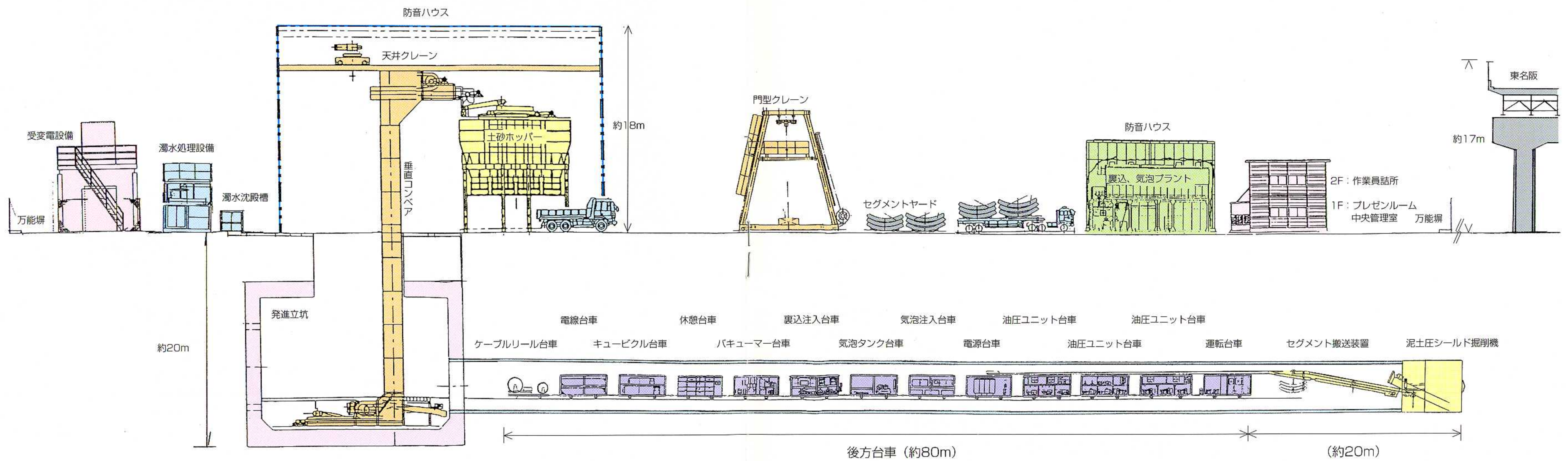




発進基地平面図 Site Plan of Facilities and Equipment near Departure Shaft



シールド工事設備概要図 Layout of Facilities for Shield Tunneling Works



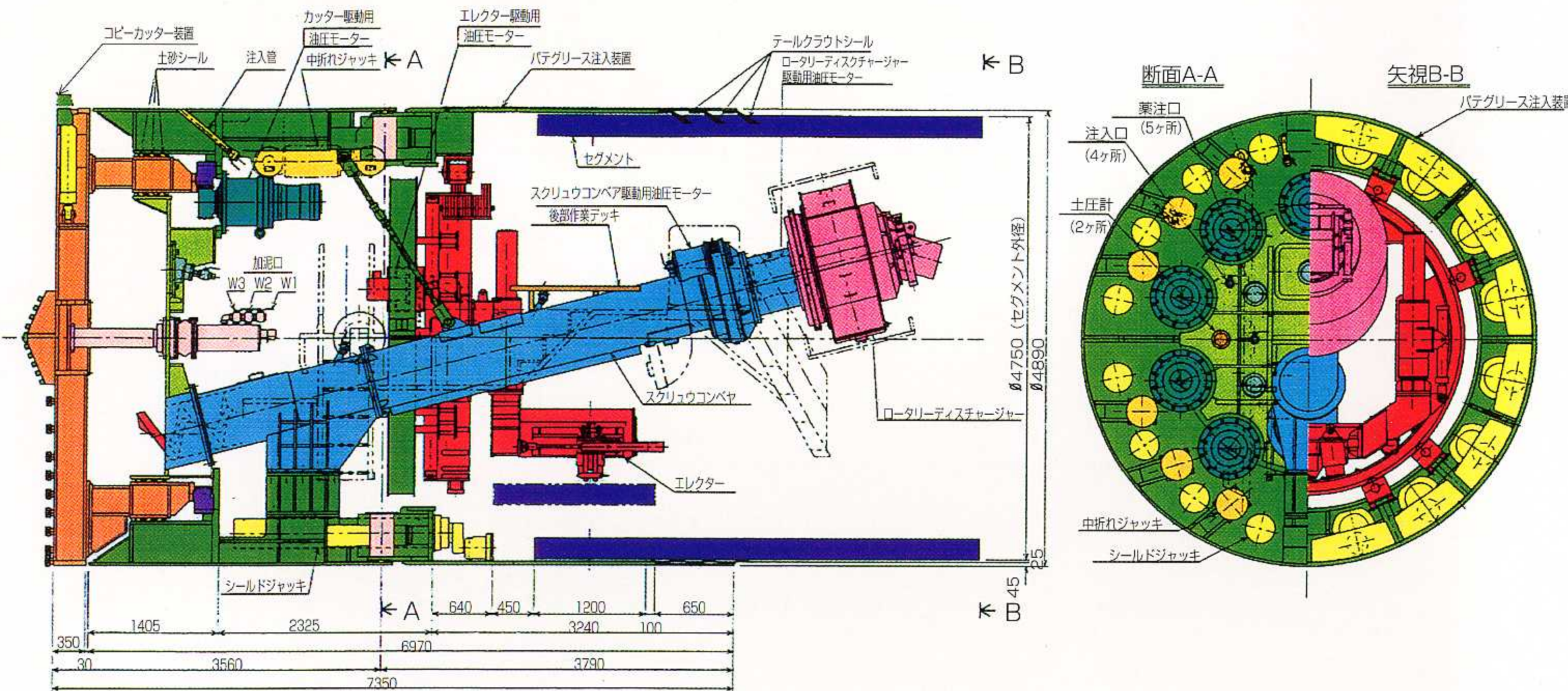


# Shield Tunneling Machine シールドマシン

本工事のシールドマシンは、N値が47（平均値）と比較的大きい玉石混じりの滞水砂礫層を、延長3,075mにわたって長距離掘進します。また、約1000mは曲線区間の掘進となります。そこで、シールドマシンは以下のような装備を有しています。

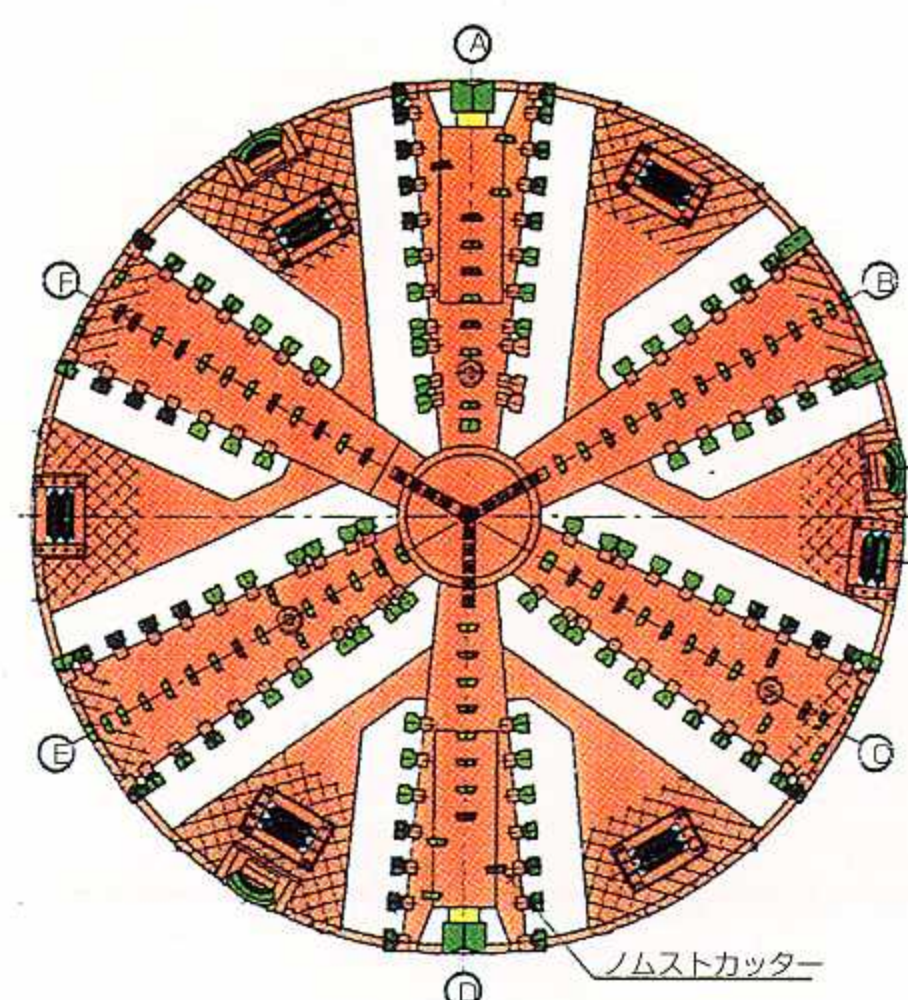
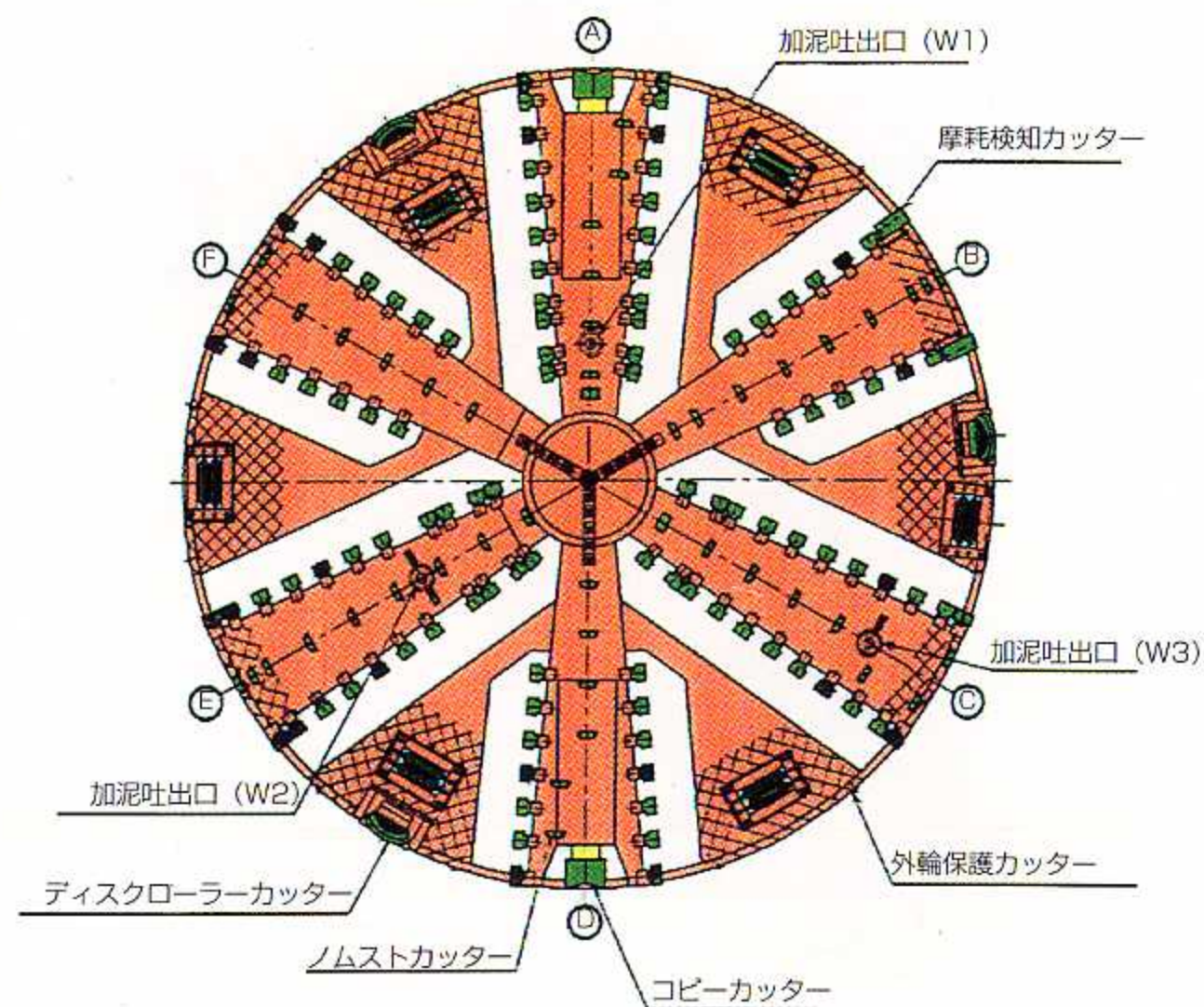
1. ローラーカッター
2. 噴発防止用ロータリーディスチャージャー
3. 中折れ装置
4. テールブラシ3段
5. カッタービット

：耐摩耗性ならびに靱性の高いE3種（Sinter-Hip加工）のカッタービットの採用  
 ：NOMST対応のカッタービット配置  
 ：摩耗検知ビットの配置



発達立坑発進時のカッター配置図

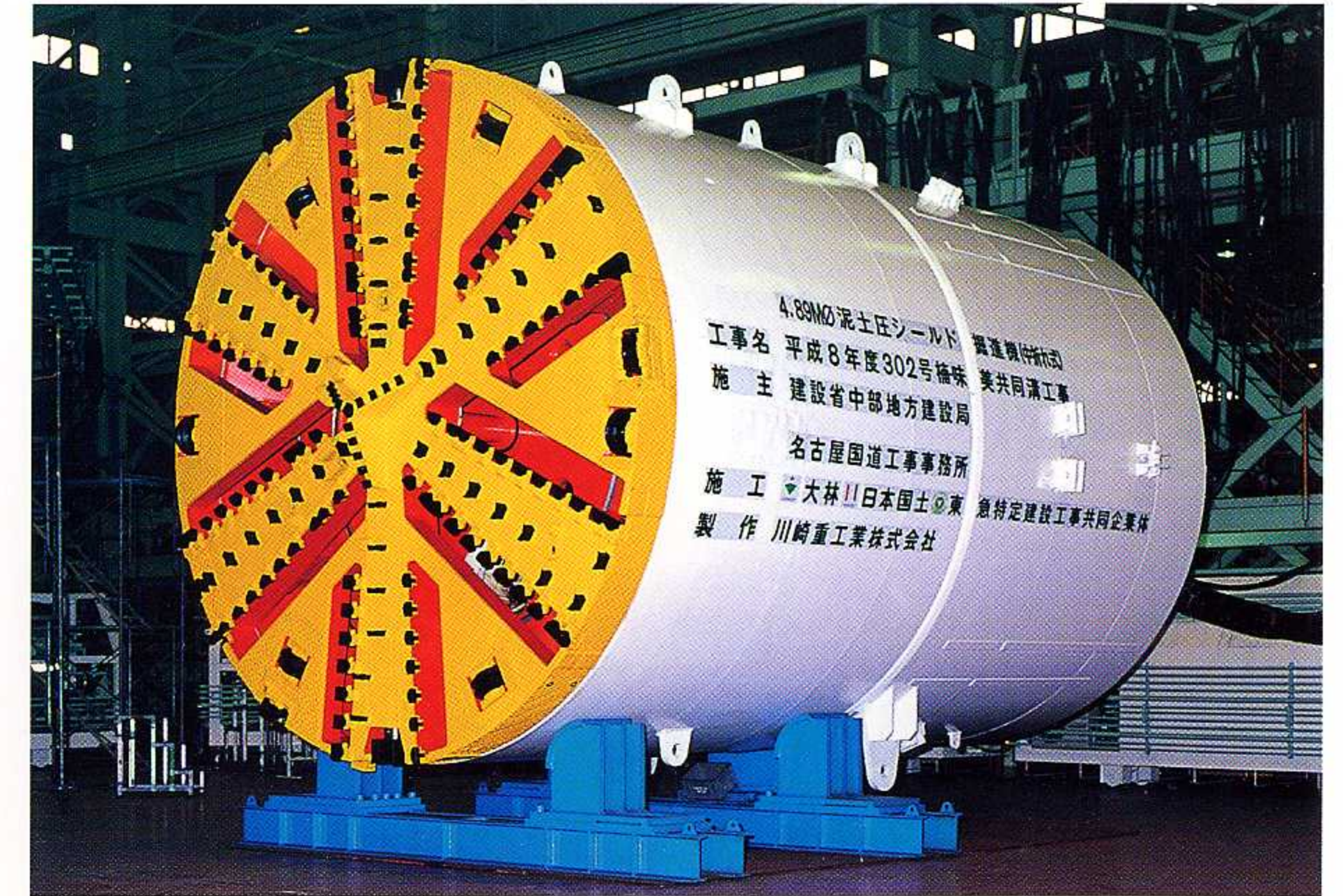
TB2(点検立坑)発進時のカッター配置図



Following five special devices are equiped on this shield machine. They are required due to long excavation (3.075m) under the boulder-mixed water-bearing sand gravel layer which has relatively high N-value (47) and long excavation (about 1,000m) under the curved section.

1. Roller Cutter
2. Rotary Discharger for preventing water from blowing
3. Articulation Unit
4. Triple Tail Brush
5. Special Cutter Bit

:E3-type cutter bit with sinter-hip treatment which has a high abrasion resistance and ductility  
 :Arrangement of cutter bit correspond to NOMST  
 :Installation of abrasion detection bits



シールド本体要目	
外 径	φ4890mm
全 長	7350mm
シールドジャッキ	150 <sup>ST</sup> ×1700×300/cm <sup>kg</sup> ×16 <sup>本</sup>
中折れジャッキ	250 <sup>ST</sup> ×120×350/cm <sup>kg</sup> ×12 <sup>本</sup>
中折れ角度	左右 各1°
コピーカッタージャッキ	15 <sup>ST</sup> ×150×140/cm <sup>kg</sup> ×2 <sup>本</sup>

カッタードラム要目	
形 式	全断面掘削正逆回転方式
外 径	φ4890mm
回 転 数	0.96 R.P.M
トルク	常用247 <sup>T-M</sup> 瞬時最高370 <sup>T-M</sup> (α=2.1)
カッター用油圧モーター	ME2600×9台 (i=1/5.05)

エレクター要目	
形 式	リングエレクター
押 込 力	10000kg
吊 荷 重	2000kg
回 転 数	低速0.5 <sup>R.P.M</sup> 、高速1.5 <sup>R.P.M</sup>
伸縮ストローク	MAX600mm
前後ストローク	前方450mm、後方100mm
掘止ストローク	100mm
油圧モーター型式	MX250B0×2台

スクリュウコンベヤ要目	
スクリュウ羽根外径	φ570mm
回 転 数	0~15 R.P.M
トルク	3.3 T-M
油圧モーター型式	ME1300×2台

ロータリーディスチャージャ要目	
ディスチャージ内径	φ1650mm
回 転 数	0~6.0 R.P.M
トルク	2.7 T-M
油圧モーター型式	ME2600×1台

パワユニット要目							
	シールド用	カッター用	エレクター用	スクリュウ用	ロータリーディスチャージャ用	コピーカッター用	中折ジャッキ用
油圧ポンプ型式	K3VG45-11FR×1台	LVP120-110R×7台	A7V40EL×1台	A7V107MA×2台	LVP060-110R×1台	P215CKXAR×1台	LVP017-110R×1台
常用圧力	300kg/cm <sup>2</sup>	140kg/cm <sup>2</sup>	140kg/cm <sup>2</sup>	140kg/cm <sup>2</sup>	140kg/cm <sup>2</sup>	140kg/cm <sup>2</sup>	350kg/cm <sup>2</sup>
吐出量	0~63L/min	0~160L/min	0~65L/min	0~110L/min	0~73L/min	26L/min	0~15L/min
出力	37 <sup>KW</sup> ×4×440×60×1	45 <sup>KW</sup> ×4×440×60×7	18.5 <sup>KW</sup> ×4×440×60×1	37 <sup>KW</sup> ×4×440×60×2	22 <sup>KW</sup> ×4×440×60×1	7.5 <sup>KW</sup> ×4×440×60×1	11 <sup>KW</sup> ×4×440×60×1



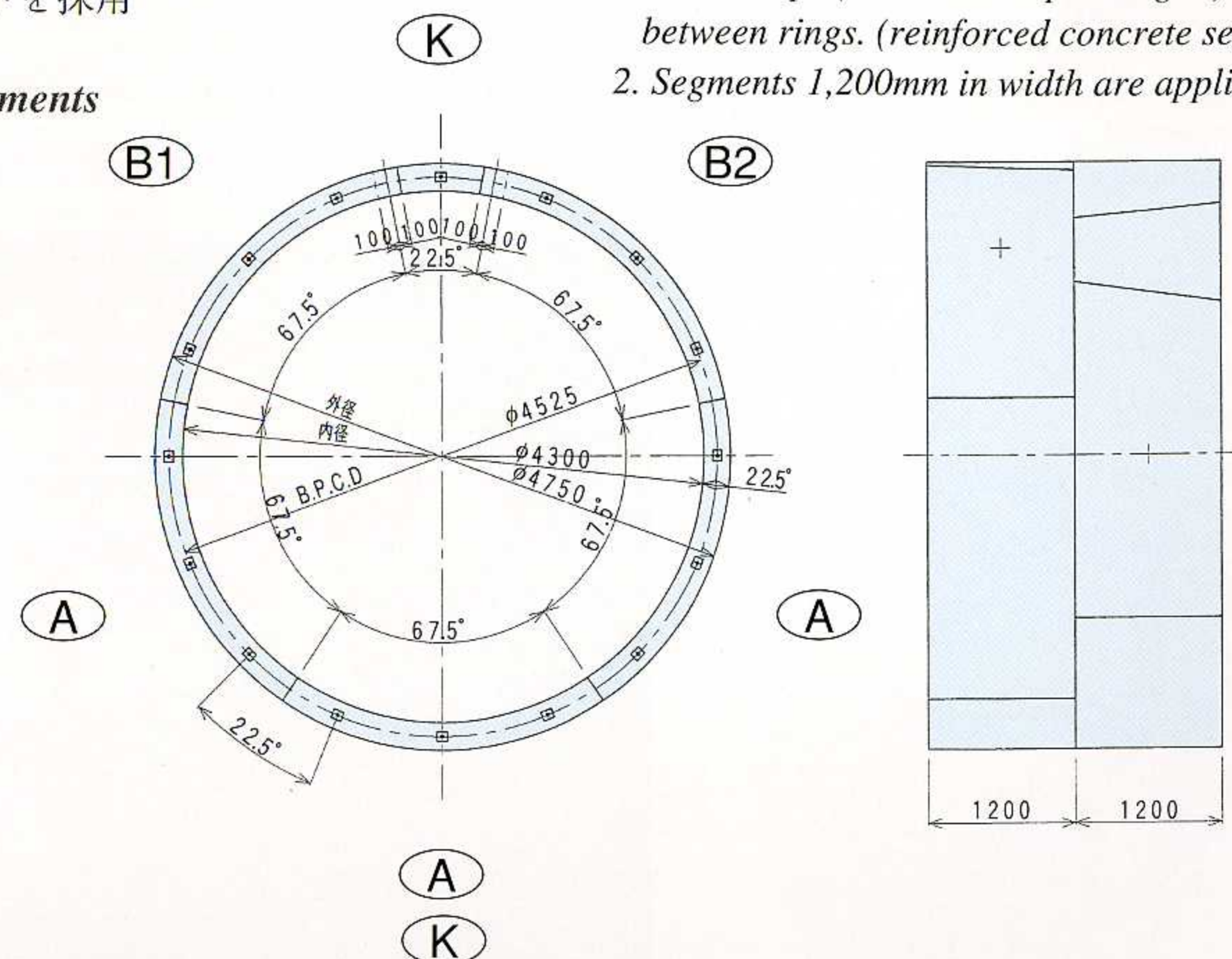
# Segments セグメント

シールドトンネルの外殻となる部分がセグメントです。  
この工事ではRCセグメントと鋼製セグメントの2種類を使用します。

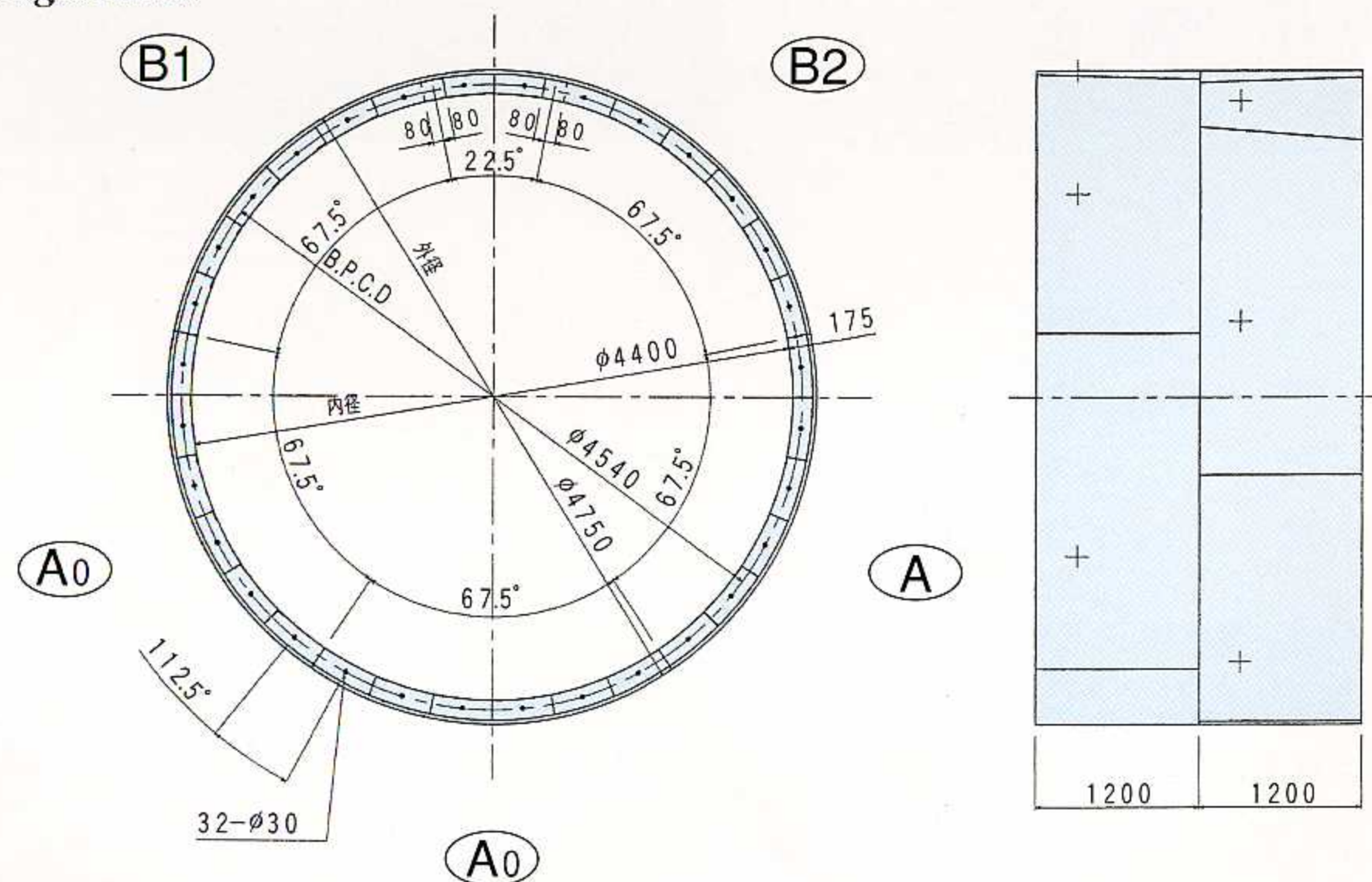
## ●セグメントの特徴

1. リング間継手に楔式ピン継手を採用 (RCセグメント)
2. 1,200mm幅のセグメントを採用

## RCセグメント RC Segments



## 鋼製セグメント Steel Segments



Segments compose external shell of the shield tunnel. There are two types of segments in this project, which are reinforced concrete segments and steel segments.

### Modification of Segments

1. Push Grips (kusabi-shiki-pin-tsugite) are applied between rings. (reinforced concrete segments)
2. Segments 1,200mm in width are applied.

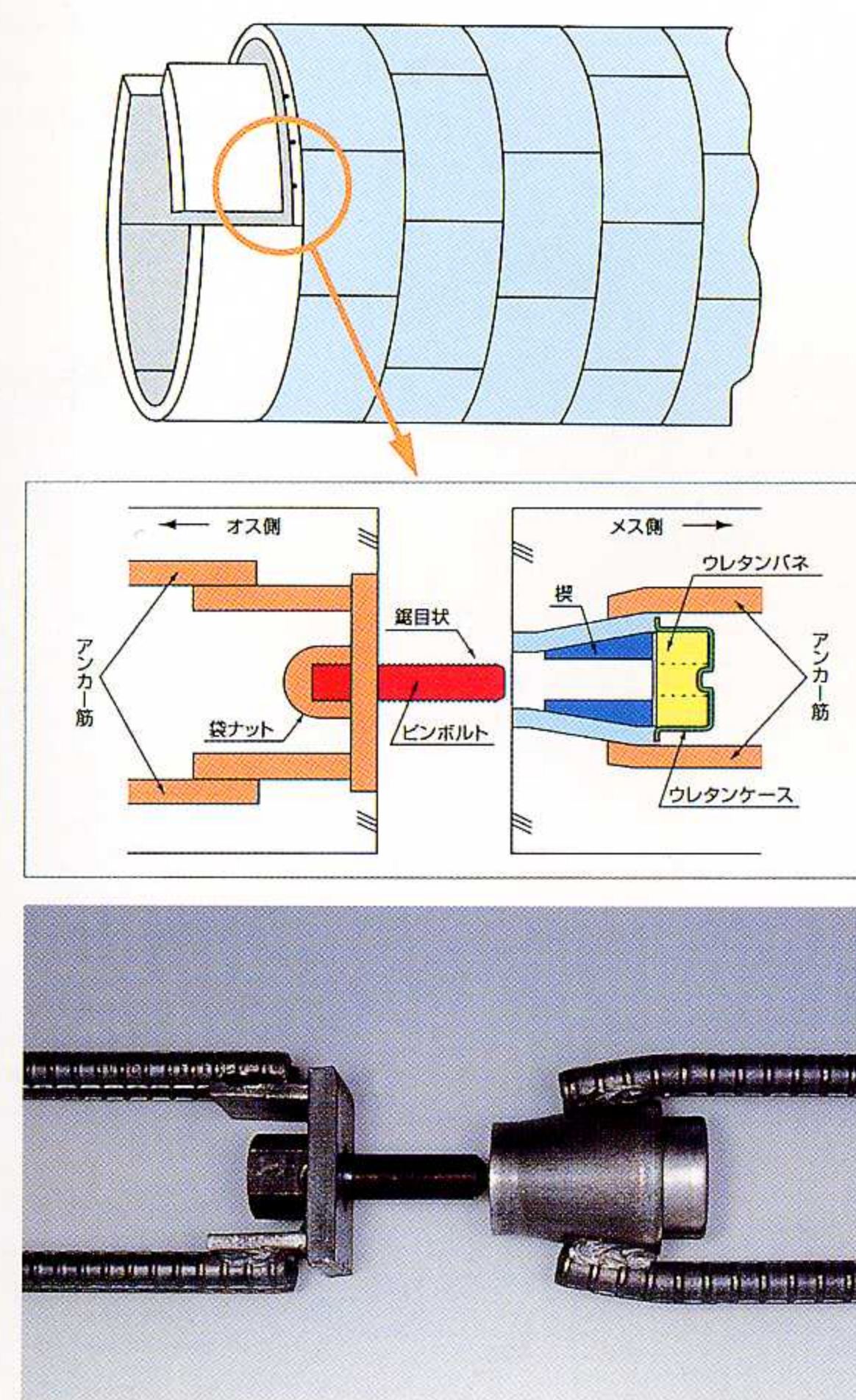
## ●楔式ピン継手 Push Grip (kusabi-shiki-pin-tsugite)

楔式ピン継手の構造と締結のメカニズムは下の図のようになっています。次のような特徴があります。

- ①オス側のピンボルトをメス側金物に挿入するだけでリング間を締結できるため、組立時間の短縮が期待できる。
- ②継手金物がセグメント本体に埋込まれトンネル内面に露出しないため、ボルトボックス閉塞作業が省略できる。
- ③継手間に発生する目開きや目違いが少なくなり、高い真円度でセグメントを組み立てることができる。
- ④締結にボルトが不要なため、セグメント組立作業の自動化に適している。

### 「楔式ピン継手」の構造 Details of Push Grip

楔式ピン継手は、下図のようなオス側とメス側の金物から構成されています。  
The Push Grip is made by a set of male and female part metal as shown below.



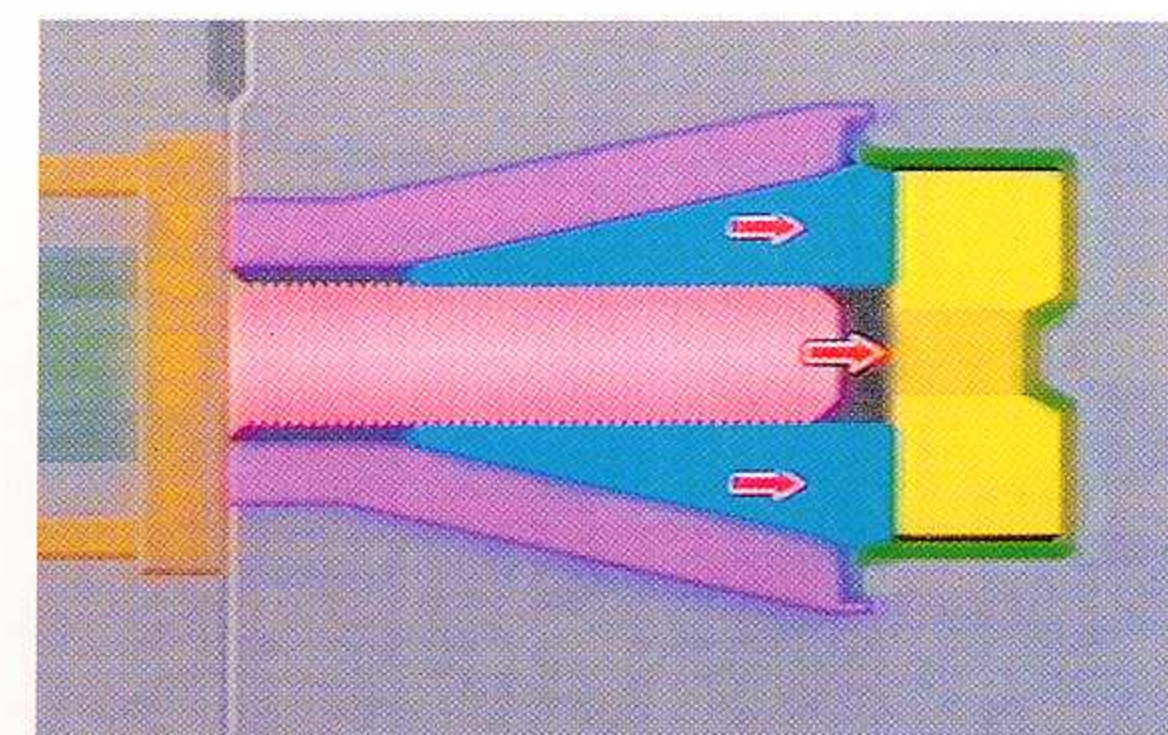
楔式ピン継手

The details of the Push Grip and its connection mechanism are shown in the following figures. The outstanding features of this joint are;

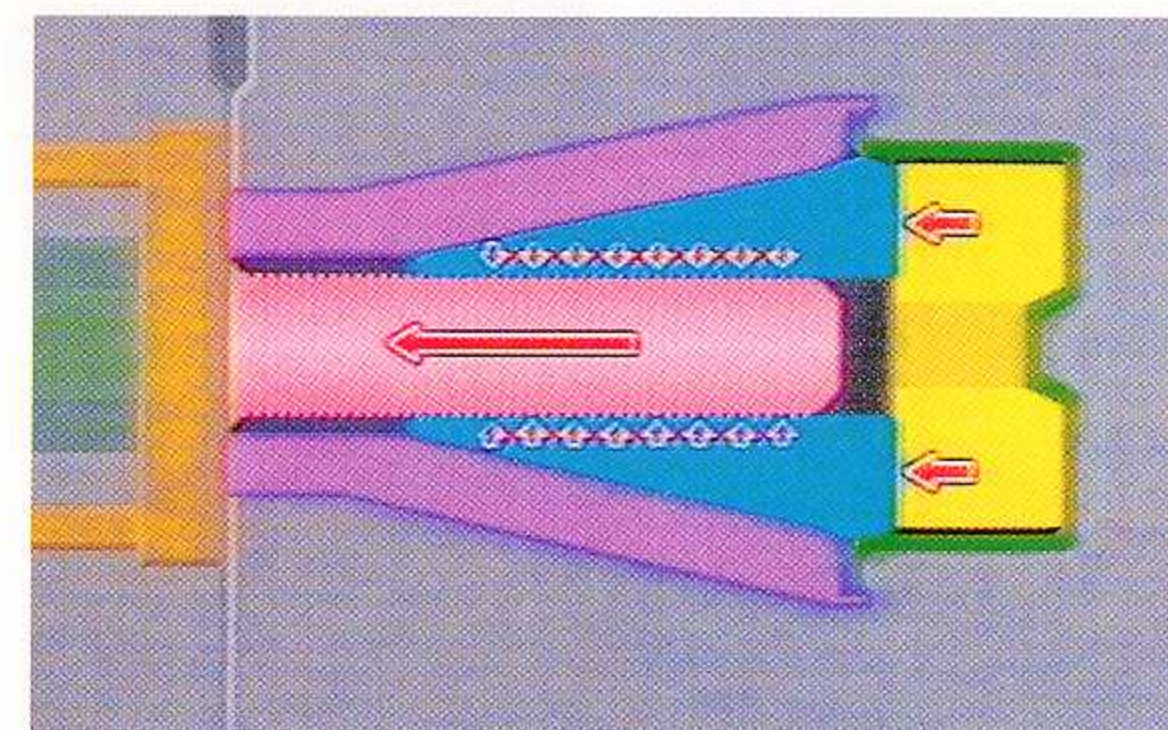
- (i) Time for erecting segments can be reduced because rings can be connected by simple insertion of a male pin bolt into a female metal object.
- (ii) The process of closing the bolt box can be eliminated because the joint parts is embedded in the segment.
- (iii) Highly circular tunnel can be formed because opening gap and unevenness between segments is reduced.
- (iv) The pin joint is suitable for automated segment erection due to unnecessary work of fastening bolt.

### 締結のメカニズム Mechanism of connection

楔式ピン継手は、次のようなメカニズムで締結されます。  
The Push Grip connects the rings in the following mechanism.



オス側のピンボルトが、楔を押し広げながら挿入され、ウレタンパネによって支持されている楔に押し上げられる力が作用します。  
The male pin bolt is inserted, causing the wedge to expand. Uplifting force acts on the wedge supported by urethane spring.



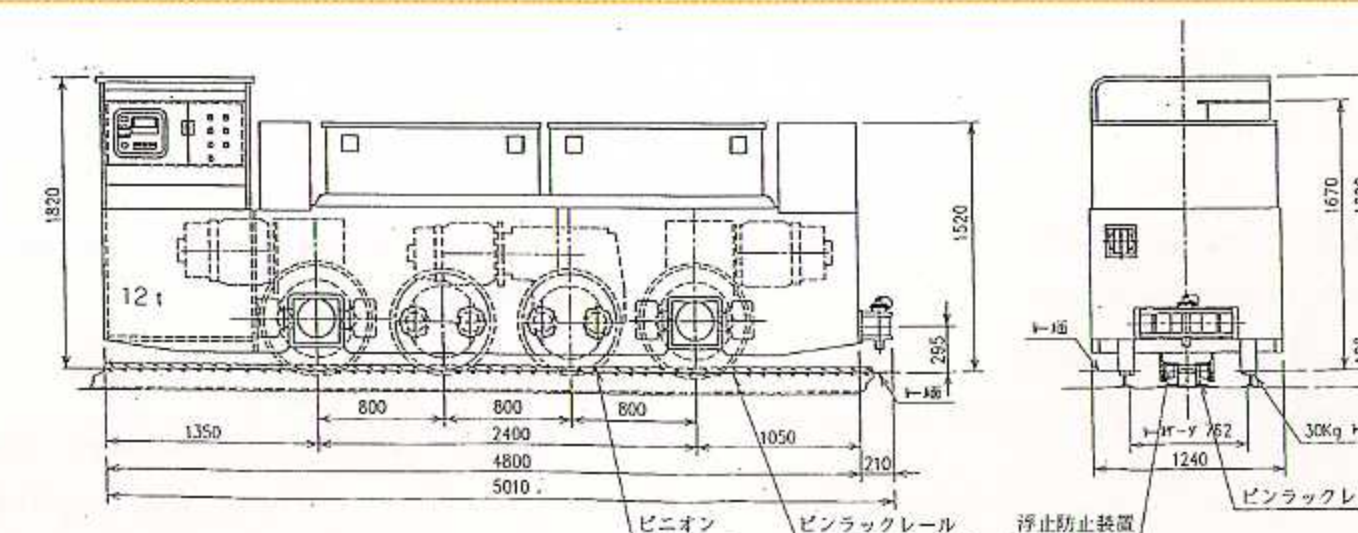
楔に押し上げられる力が作用すると、楔はピンボルトに押しつけられ、ピンボルト表面の鋸目が楔に食い込み、引抜き耐力を保持します。  
Subjected to uplifting force, the wedge is pushed against the pin bolt. Then the threads on the surface of the pin bolt mesh with the wedge and the pull-out resistance is maintained.

# Steep Gradient Tunnel Excavation 急勾配施工

この工事では、中間立坑 (TB4) ~ 到達立坑の区間において、下り勾配約7.2%の急勾配施工となります。そこで当該区間においては、ラック&ピニオン式 (アプト式) バッテリー機関車を採用しました。

A rack-and-pinion-type (Abt system) battery locomotive is applied due to the relatively steep gradient of 7.2% (falling slope) in the section between the intermediate shaft (TB4) and the arrival shaft.

搬送方式	構造概要	概要図
ラック&ピニオン方式 ・バッテリー機関車式	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼製のラックをセグメント上部に布設しピニオン歯車がラック部に噛み込みながら走行する。</li> <li>ピニオン歯車の駆動は、機関車内のモーターが回転することにより作動する。</li> </ul>	





# Monitoring System of Excavation, Direction and Security シールド施工管理システム

地上に設けられた中央管理室では、施工トータル管理システムを採用して日々の掘進管理・線形管理を行い、より精緻な施工を目指しています。また、安全管理システムにより、坑内の状況を監視し、安全な作業環境をつくるよう努めています。

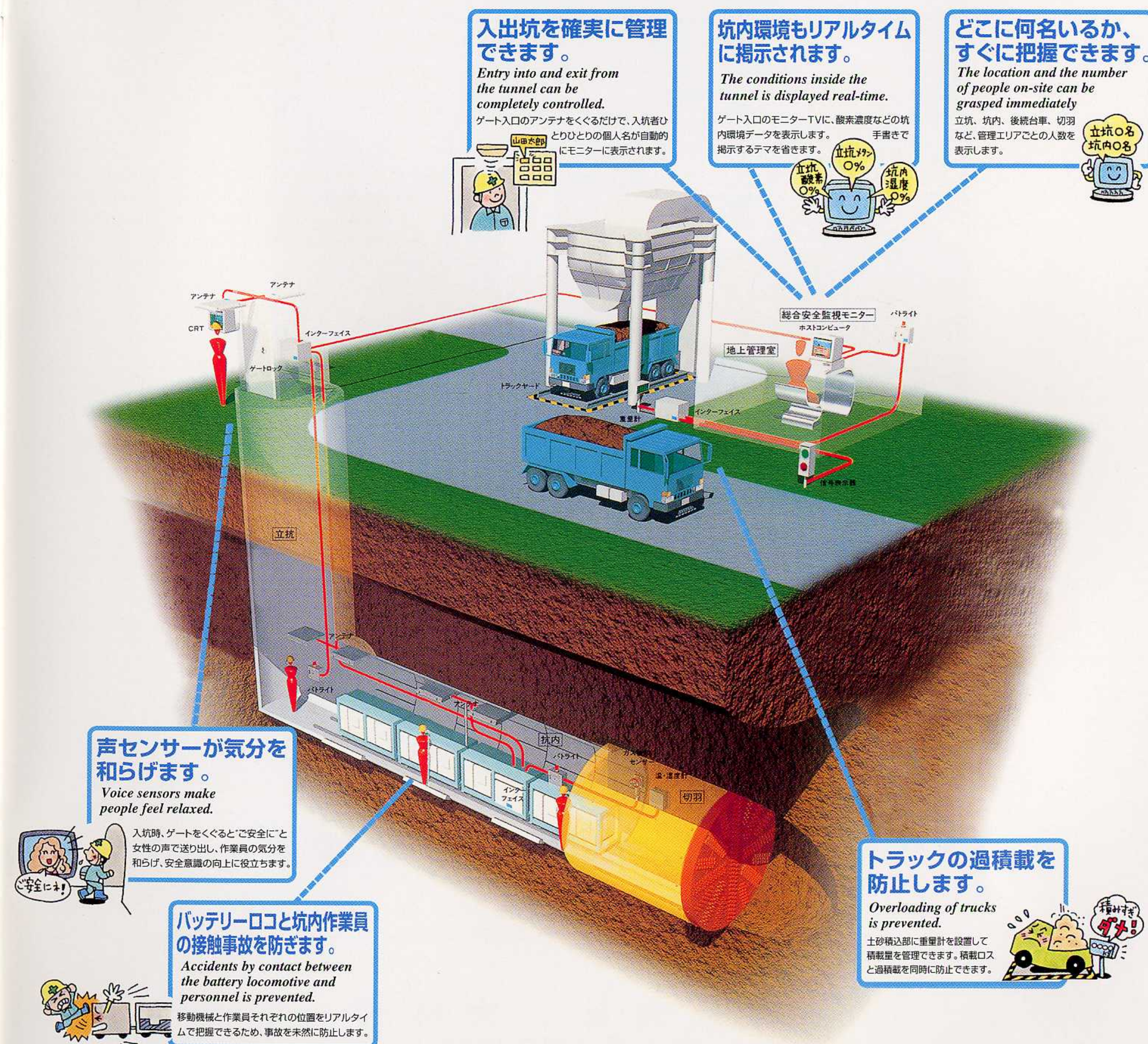


**●線形管理システム Alignment Control System**  
自動測量は3秒毎に計測し、設計計画線に対するシールド機の位置・姿勢を算出して画面に表示します。また、掘進長20mm毎にデータを保存します。

Automatic measurement of location and tilting of the shield machine is carried out every three seconds. The deviation against design alignment is displayed on the screen. Data is stored every 20 mm progress of excavation.

In the control center located on the ground, a total Construction Control System is applied for ordinary control of excavation and alignment in order to improve accuracy of works. An Safety Control System, by watching the conditions in the tunnel, is also applied.

## 安全管理システム概念図 Image of the Safety Control System







施工者

CONTRACTOR

大林・日本国土・東急特定建設工事共同企業体

OBAYASHI・NIHON-KOKUDO・TOKYU JOINT VENTURE

〒462-0063 名古屋市北区丸新町387番 TEL 052-902-6902

Marushin-cho 387, Kita-ward, Nagoya City TEL 052-902-6902



OBAYASHI

株式会社 大林組

OBAYASHI CORPORATION



KOKUDO

日本国土開発株式会社

JAPAN DEVELOPMENT

CONSTRUCTION



TOKYU CONSTRUCTION

東急建設株式会社

TOKYU CONSTRUCTION