

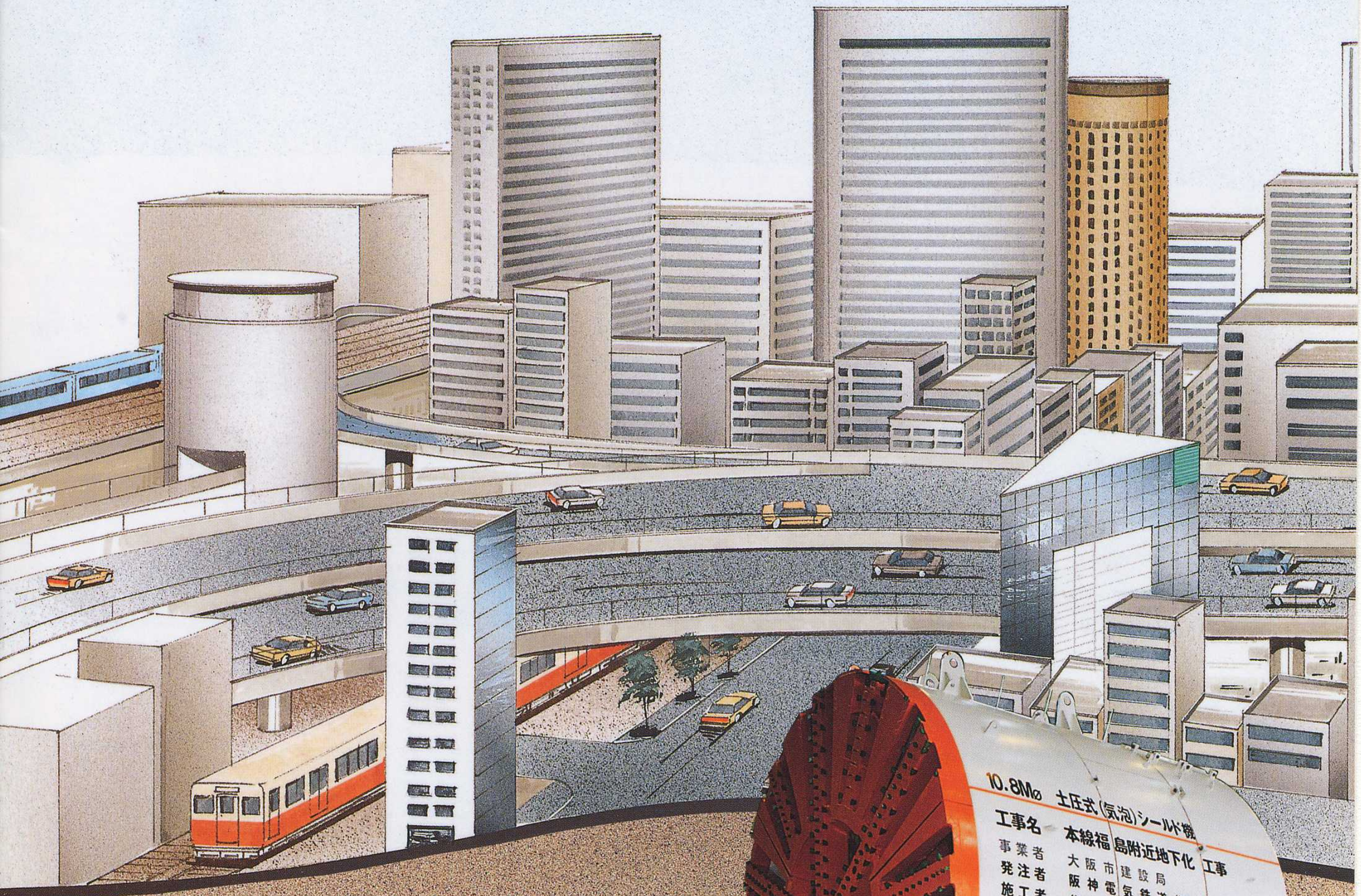
世界最大径の土圧式シールドマシンが交通渋滞を解消します。

The world's largest bore earth pressurized shield machine to relieve traffic congestion.

φ10,800mm BUBBLE INJECTION SHIELD TUNNELLING METHOD

φ10,800mm気泡シールド工法

本線福島附近
地下化工事



10.8Mφ 土圧式(気泡)シールド機

工事名 本線福島附近地下化工事

事業者 大阪市建設局

発注者 (株)大塚建設

施工者 阪神電気鉄道(株)

製作者 阪神土木工業(株)

川崎重工業(株)

虎太郎



CONSTRUCTION WORK FOR
UNDERGROUND RE ROUTING
NEAR FUKUSHIMA
ON THE HANSHIN MAIN LINE.

第3工区の工事概要 Outline of Construction Work of Sector 3

当JVが担当する第3工区は3つの工事からなっています。まず第一に当工区西端からシールド立坑の東端迄310mを本線福島附近地下化工事土木第三工区工事と称します。国道2号線内84mに開削工法で軌道階を築造する工事とそこに到達する複線断面マシン外径10.8mの土圧式シールド210m及びその発進立坑からなっています。次に梅田駅取付線路変更工事です。シールド発進立坑の東端から大阪駅前西口交差点473.5mの区間です。西から阪神用地内170mは一層構造、その東側市道西梅田線内阪神本社前迄180mは二層構造、新阪神ビル前から交差点迄の123.5mは二層構造で南側の既設構造物との接続区間となっています。第3番目の工事が西梅田地下通路工事です。この工事は西梅田区画整理事業で新しく整備される市道西梅田線の中に東西約582mにわたって幅9.5mの地下道を建設する工事です。

The work assigned to JV in construction of sector 3 comprises three parts.

工事別工種 Principal engineering methods for each stage of construction

1. 本線福島附近地下化工事の内土木第三工区工事

① 国道内軌道階築造工	
連続地中壁(R.C)巾700 深38.0m	7,000m ³
路面覆工	1,300m ³
掘削土量	18,000m ³
躯体コンクリート工	4,000m ³
② 複線断面シールド工	
マシン外径φ10.8m、セグメント外径φ10.6m、桁高350、延長210m	
CJG防護工 φ1,800	2,100延m
二重管複合注入	2,500m ³
二重管ダブルパッカー	400m ³
③ 発進立坑築造工	
連続地中壁(SG-H)巾700 深38m	2,100m ³
掘削土量	6,500m ³
躯体コンクリート	2,000m ³

2. 梅田駅取付線路変更工事

連続地中壁(SG-H)	27,500m ³
路面覆工	6,400m ³
掘削土量	87,000m ³
躯体コンクリート	15,000m ³
既設構築コンクリート撤去	2,000m ³
アンダーピニング工	5柱

3. 西梅田地下通路工事

連続地中壁(SMW)	7,000m ³
鋼矢板Ⅳ型	3,500m ³
路面覆工	4,000m ³
掘削土量	34,000m ³
躯体コンクリート	13,000m ³

First is the 310 meters section from the western end of this sector to the eastern end of the shield shaft, named Sector 3 Civil Engineering Work for Re-routing Underground of Hanshin Main Line at Fukushima.

The work will entail building of a track incline 84 meters inside National Highway Route 2 by excavation, establishing a 203 meter long earth-pressure shield connecting with this using a double-track cross-section shield machine of 10.8 meters external diameter, and digging of the initiation shaft.

Next is the re-routing of the approach and connection to Umeda station. Extending 473.5 meters from the eastern end of the shield initiation shaft to the intersection at the western entrance of Osaka station, the new route will be of a one-layer structure for the first 170 meters (from west) to a point inside Hanshin housing development, changing over to a 2-layer structure from there for the next 180 meters to a point inside the Nishi-Umeda line in front of the Hanshin Railway offices, and continuing as such for the final 123.5 meters to the intersection where it will link up with existing facilities on the south side.

The third task is construction of an underground passageway at Nishi Umeda district and calls for building of an underground passageway running approximately 582 meters east-to-north beneath the municipal Nishi Umeda route which is being revamped under this plan.

1. Sector-3 works of the undergrounding project round the Fukushima station area of the Hanshin main lines

① Track incline constructions under national highway area	
Continuous underground walls(RC) width 700m, depth 38m	7,000m ³
Road-surfacing works	1,300m ³
Amount of excavated earth	18,000m ³
Concreting work for the driving unit	4,000m ³
② Double-track cross-section shielding works	
machine outside diameter:φ10.8m, segment outside diameter:φ10.6m, girder rise:350, extension:210m	
CJG protection works, φ1,800	2,100m
Combined instilment for unitizing double tube	2,500m ³
Double-packer for double tube	400m ³
③ Initiation shaft installation works	
Continuous underground walls(SG-H) width 700m, depth 38m	2,100m ³
Amount of excavated earth	6,500m ³
Volume of concrete directly pertaining to works by the driving unit	2,000m ³

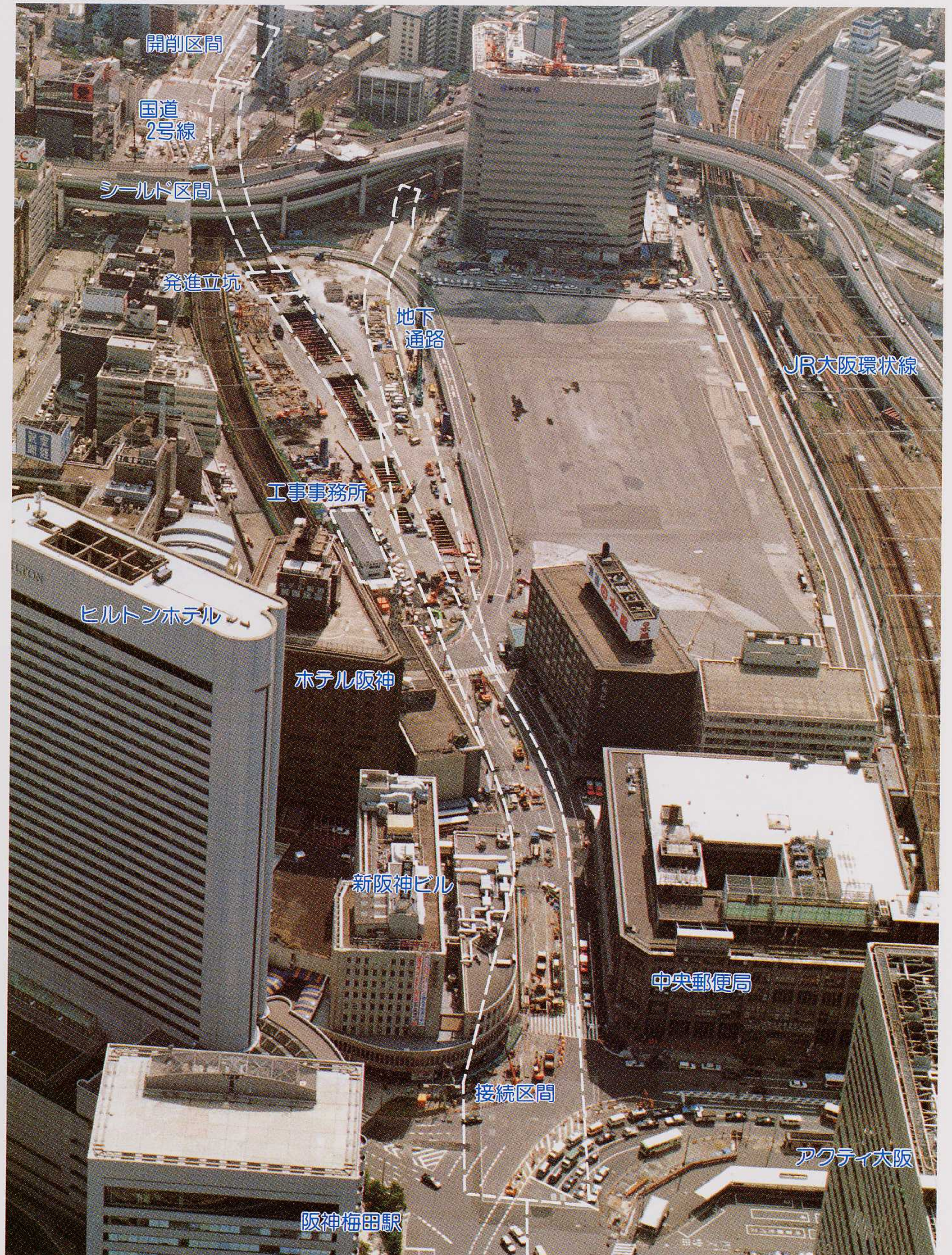
2. Track re-routing works leading to Umeda station area

Continuous underground walls(SG-H)	27,500m ³
Road-surfacing works	6,400m ³
Amount of excavated earth	87,000m ³
Volume of concrete directly pertaining to works by the driving unit	15,000m ³
Removal of existing concrete structures	2,000m ³
Underpinning works	5

3. Construction of Nishi-Umeda underpass

Continuous underground walls(SMW)	7,000m ³
Steel sheet piles, Type IV	3,500m ³
Road-surfacing works	4,000m ³
Amount of excavated earth	34,000m ³
Volume of concrete directly pertaining to works by the driving unit	13,000m ³

第3工区全景 General view of sector 3



シールド工事概要 Outline of the shield engineering work

当シールド工事は西梅田土地区画整理地内の阪神用地に築造された立坑から西向きへ発進し、掘進ルートには阪神高速道路の橋脚が近接し、阪神本線軌道下を横断します。

さらに国道2号線においては、自然地下水・圧力下水をはじめ上水、NTT等重要な埋設物が輻輳しています。

また、土被りが非常に小さく($H < 1 \cdot D$)、掘削外径 $\phi 10,800$ の気泡シールド工法により、仕上がり内径 $\phi 9,900$ mの鉄道トンネルを建設する工事です。

以下工事概要は次のとおりです。

①発進立坑 Initiation Shaft

内空寸法 幅13.2m×長13.8m×深20.8m

②シールド工 Shield Engineering

シールド機 $\phi 10,800$ 気泡シールド、シールド延長210m

掘削断面 91.61 m^2 、曲線半径500mR

縦断勾配 2‰

③ダクタイルセグメント Ductile Segment

外径 $\phi 10,600$ 、内径 $\phi 9,900$ 、幅1,000m、11分割203Ring

④防護工 Protective Work

発進防護工：CJG、薬液注入工

阪高橋脚防護工：鋼矢板、薬液注入工

現在線防護工：軌条桁、薬液注入工

下水・水道防護工：SMW、CJG、薬液注入工

到達防護工：CJG、薬液注入工

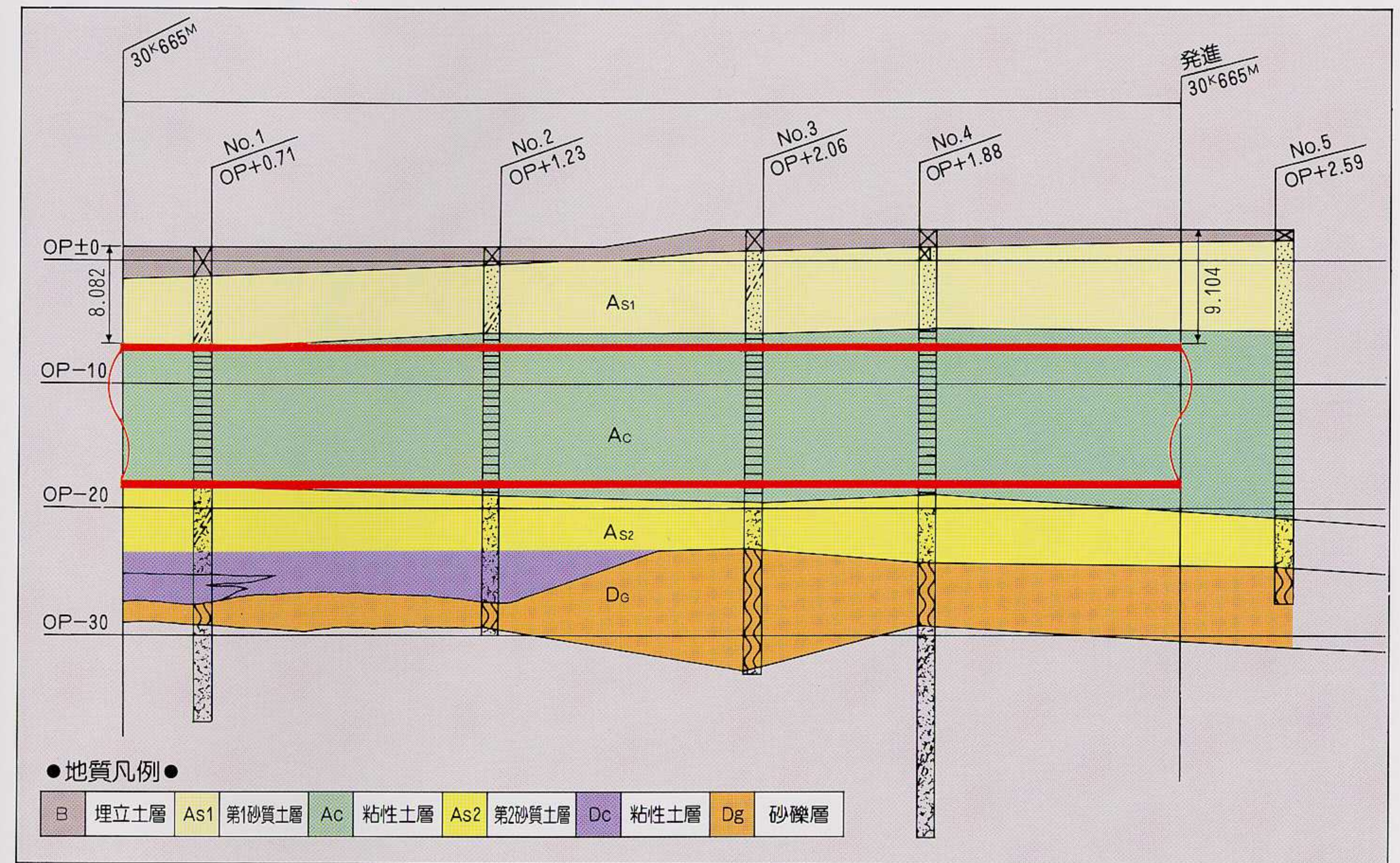
The shield construction Work is to progress westward from a shaft established at a site for the Hanshin project inside the Nishi Umeda land readjustment zone. The flexible route will pass close to the pillar supports of the Hanshin Expressway and cross under the Hanshin main line.

Furthermore, at the section below Route 2, caution will be necessary because of the numerous sewage (natural and pressurized water) and water supply pipelines, underground cable (NTT etc.) and other facilities criss-crossing the area.

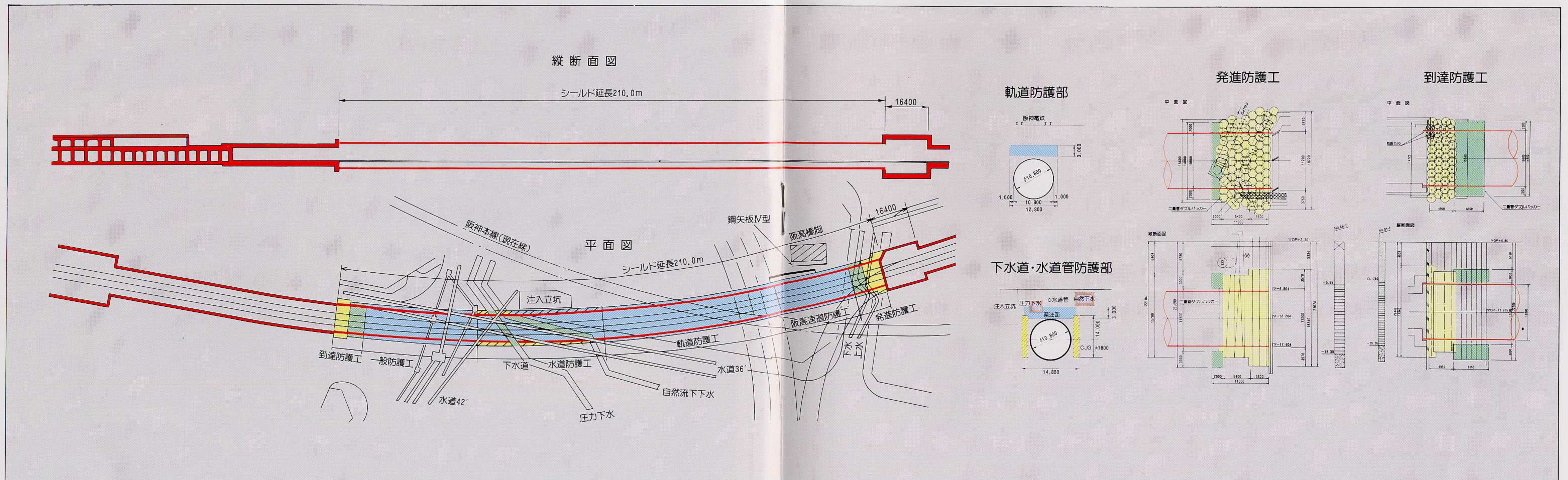
With a very small earth overlayer ($H < 1 \cdot D$), a railway tunnel of internal (finished) diameter of 9,900 mm is to be bored by air-bubble shield method employing external drilling diameter of 10,800mm.



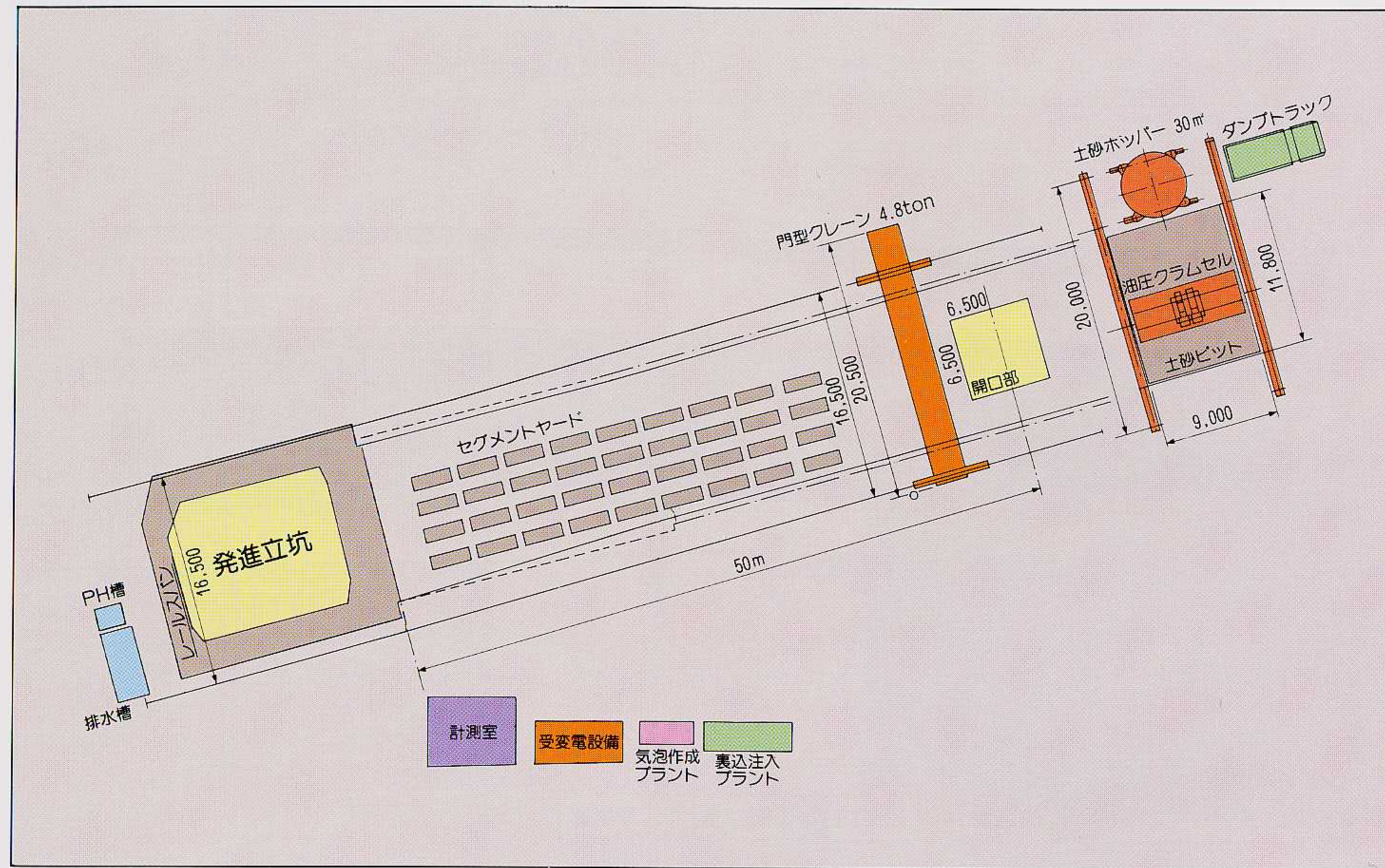
土質概要 Geological profile



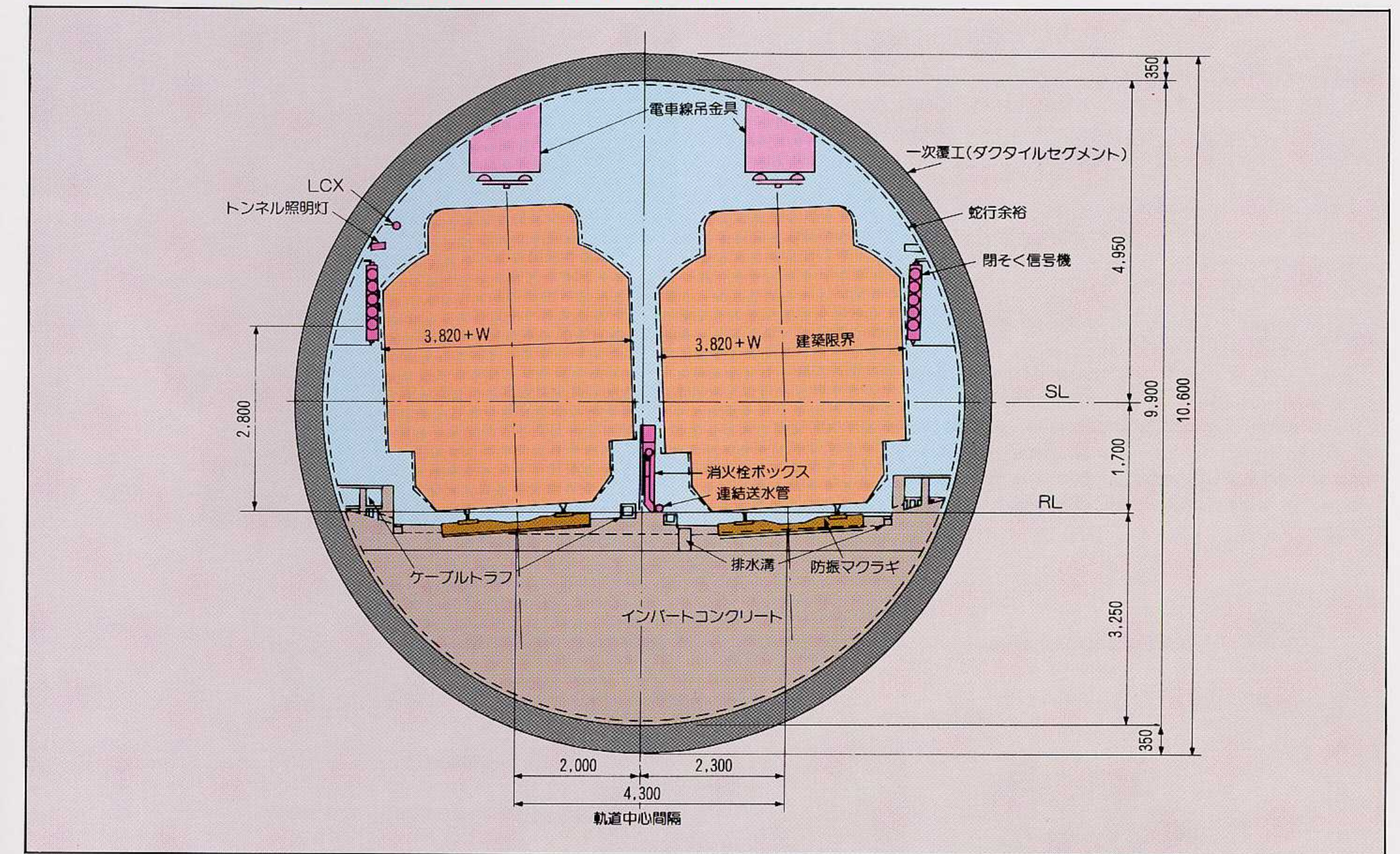
シールド路線図 Route diagram for shield engineering



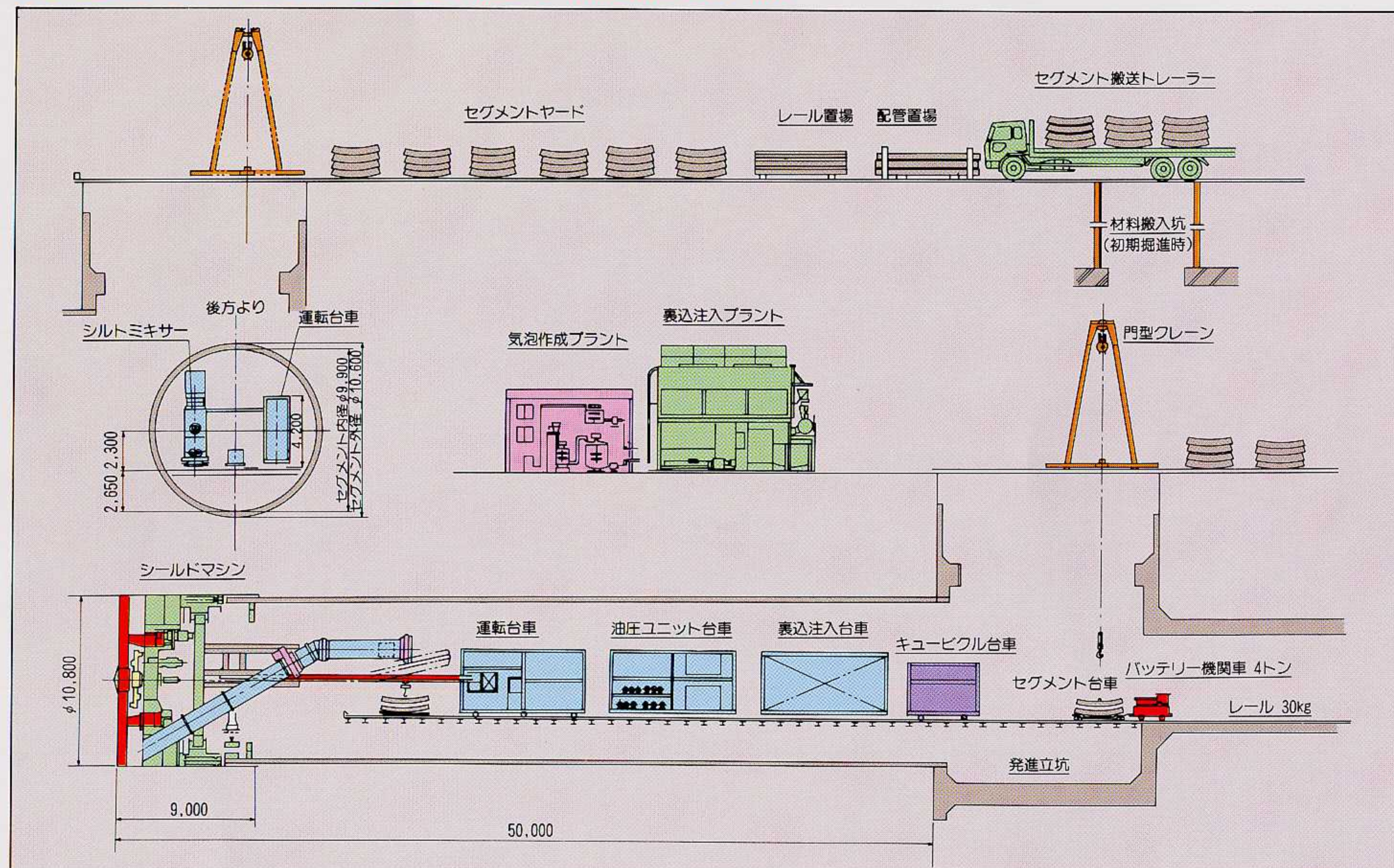
発進基地平面図 Plan of the initiation base site



トンネル断面図 Cross-sectional view of the tunnel



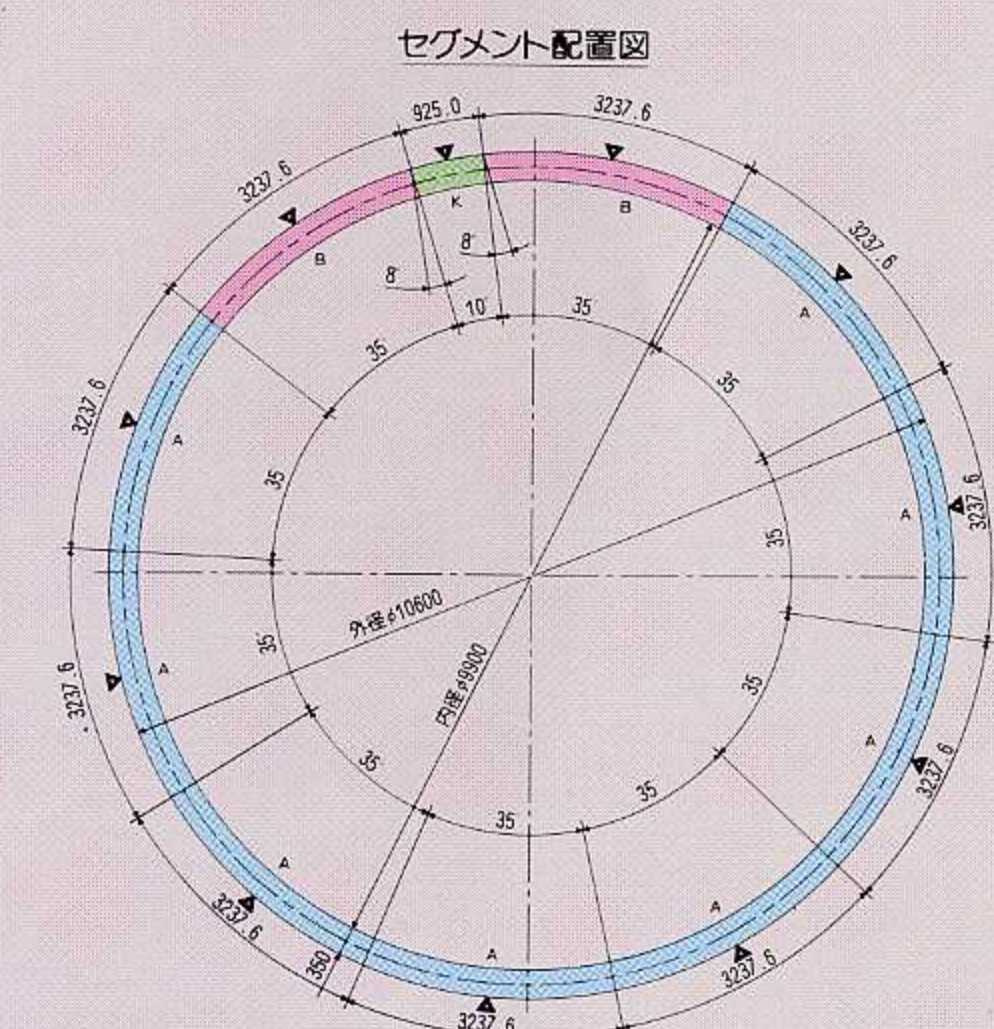
発進基地断面図 Sectional plan of initiation base site



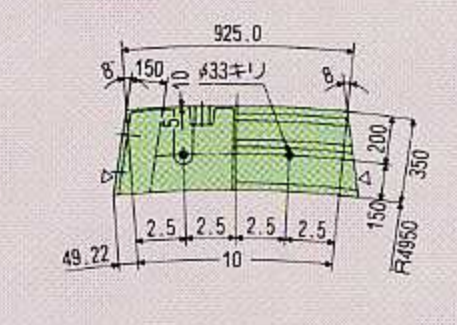
シールドセグメントの構造 Structure of shield segment

■三主桁型ダクタイルセグメント (FCD500)
Triple main beam type ductile segment (FCD 500)

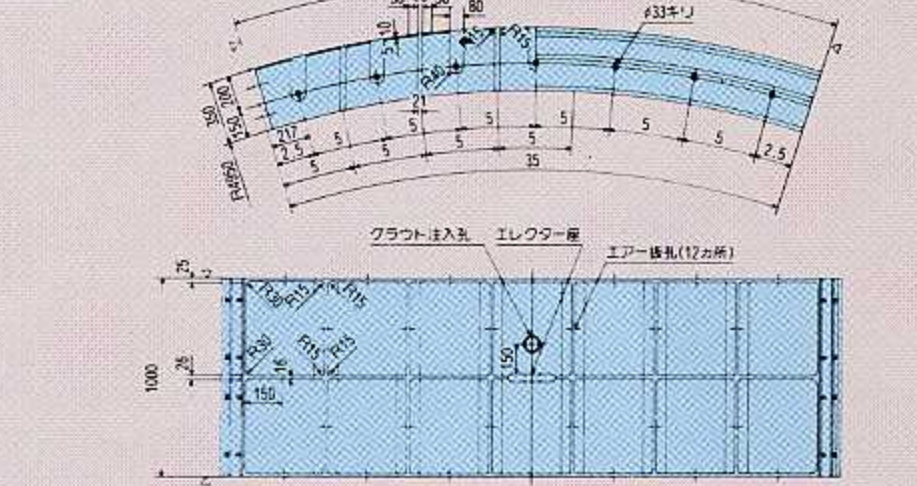
外径 Ext. diam.	10,600mm
内径 Int. diam.	9,900mm
桁高 Beam height	350mm
巾 width	1,000mm
分割数 Division	11



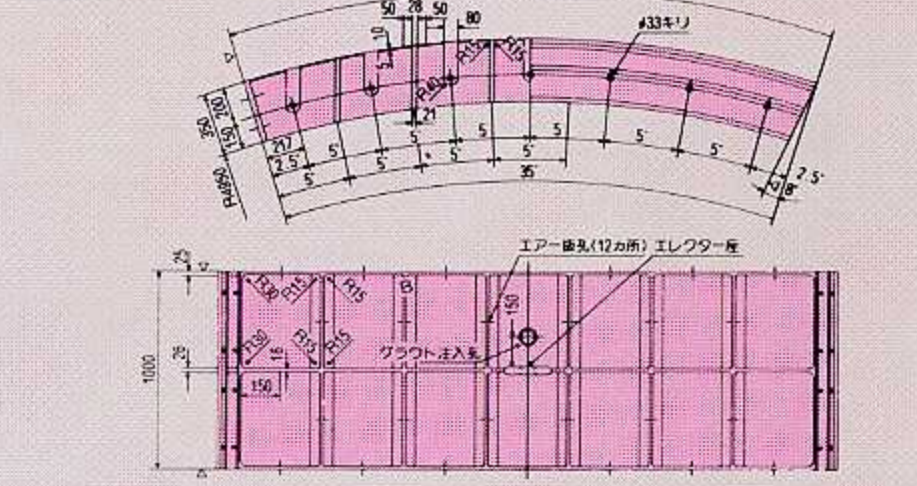
K型セグメント



A型セグメント



B型セグメント



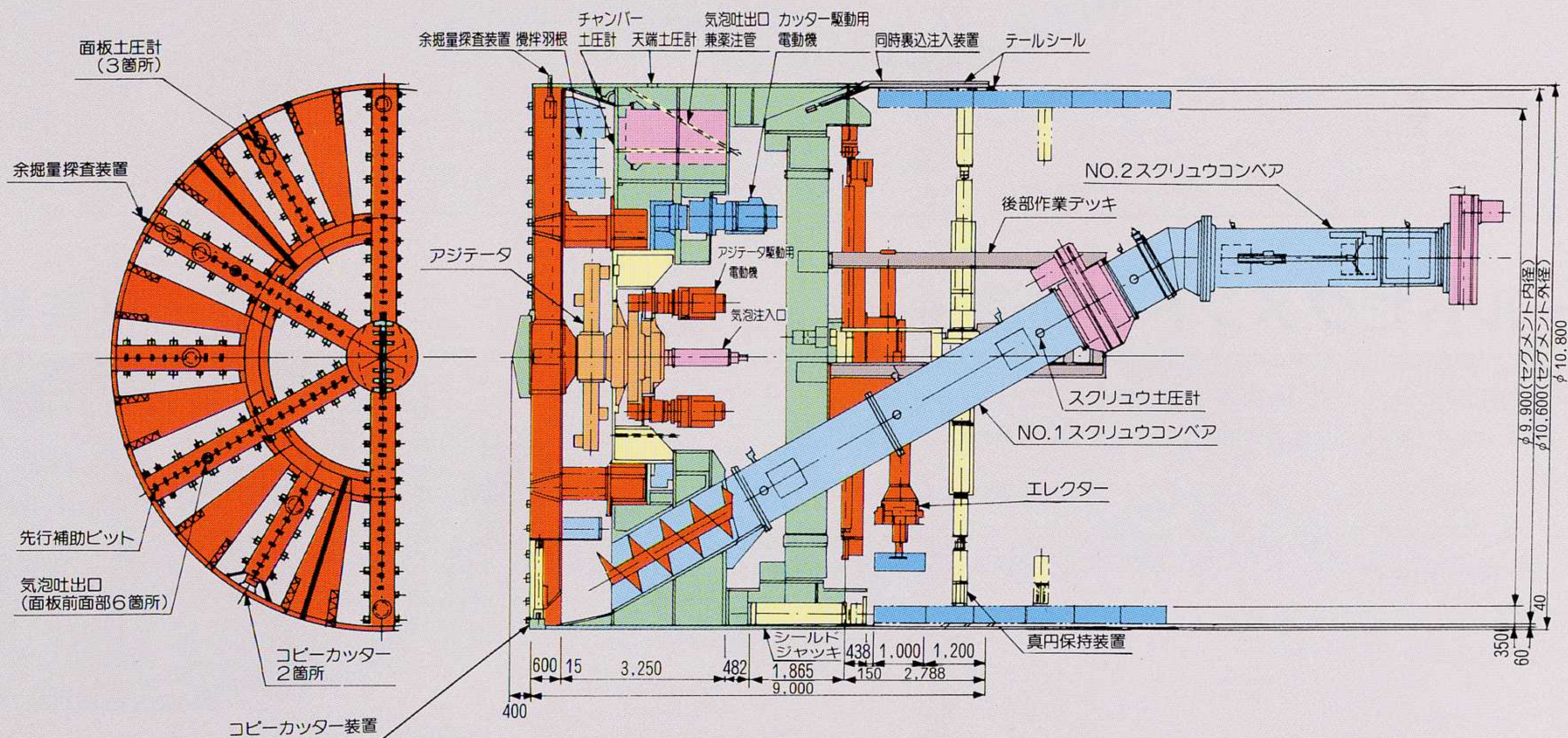
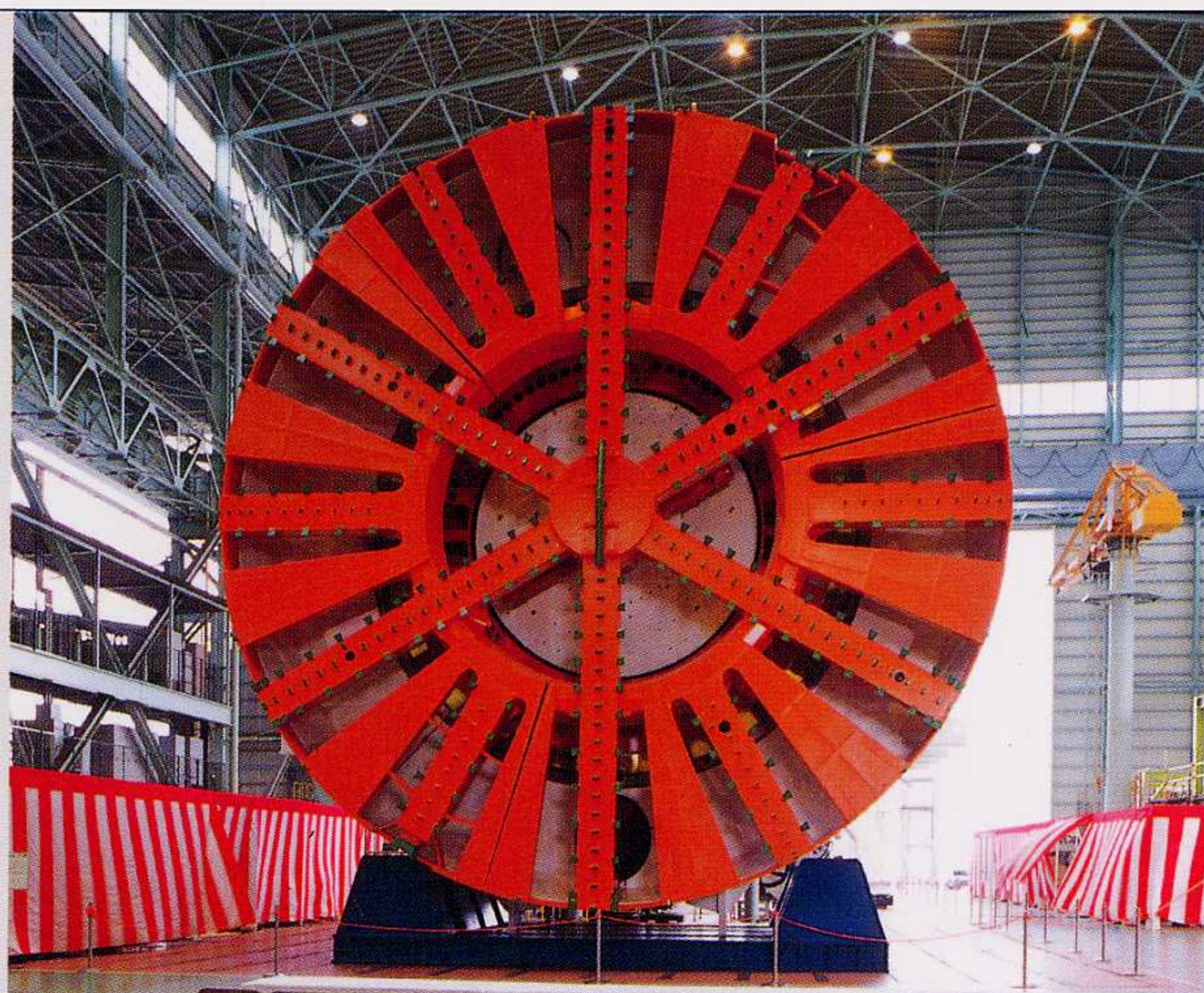
注マ印はグラウト注入孔の位置を示す。

シールドマシンの概要 Outline of the shielded machine

本シールドマシンは、シールド本体前面に電気駆動の全断面掘削、正逆回転方式のカッターディスクを有し、切羽土圧・水圧を保持するためのバルクヘッドを中央に設けています。カッターディスクにより掘削された土砂は、カッターフェースより注入された気泡と攪拌混合させて、カッターチャンバー内に充満し、切羽土圧・水圧に対抗させて切羽の安定をはかりながら、スクリュウコンベアにより排土する構造となっています。

The shield machine is equipped at the front of its body with an electromotive reversible-rotating cutter disk for total section boring, and at the center there is a bulkhead to maintain earth and water pressure of the cutting blade.

The earth dug out by cutter disk is mixed and stirred with the bubbles injected from cutter face, filling the cutter chamber space and thereby stabilizing the cutter blade against the pressures of earth and water, A screw conveyor discharges the earth.



シールド本体要目	
外形	φ10800mm
全長	9000mm
シールドジャッキ	300T×1200 ^{BT} ×300kg/air×33本
切り羽当り推力	108T/m

セグメント真円保持装置要目	
拡張力	30000kg
拡張ストローク	MAX1000mm
振動ストローク	MAX1600mm
センタリングストローク	MAX120mm

エレクター要目	
形式	リングギヤ門形式
吊荷重	1T220kg
押込力	12T000kg
回転数	低速0.12RPM、高速0.6RPM
伸縮ストローク	MAX1200mm
前後ストローク	前150mm、後150mm
油圧モータ形式	MEB5D-NS-BC300G+ OPHFL-96D-R-5、減速機付×2台

No1スクリュウコンベア要目	
スクリュウ羽根径	φ1100mm
回転数	0~8.04RPM
トルク	常用12.9T-M、最高19.3T-M
油圧モータ形式	ME4100×2台

カッターディスク要目	
形式	全断面掘削正逆回転方式
回転数	0.53RPM
トルク	常用1938T-M、最高2907T-M
電動機形式	55kw×4P×440V×19台(減速機付)
カッター	超チップ付カッター

アジテータ要目	
回転数	1.63RPM
トルク	常用107.4T-M
電動機	30kw×4P×440V×6台(減速機付)

No2スクリュウコンベア要目	
スクリュウ羽根径	φ1100mm
回転数	0~9.37RPM
トルク	常用9.3T-M、最高13.9T-M
油圧モータ形式	ME3100×2台

パワーユニット要目							
	シールド用	エレクター用(回転)	エレクター用(伸縮、摺動、振止)	No1スクリュウコンベア用	No2スクリュウコンベア用	真円保持装置用	コピーカッター用
油圧	シールド用	エレクター用(回転)	エレクター用(伸縮、摺動、振止)	No1スクリュウコンベア用	No2スクリュウコンベア用	真円保持装置用	コピーカッター用
油圧ポンプ形式	LVP060	LVP120	P222CKXAR	LVP120	LVP120	LVP030	LVP030
常用圧力	300kg/cm ²	100kg/cm ²	100kg/cm ²	140kg/cm ²	140kg/cm ²	170kg/cm ²	210kg/cm ²
吐出量	0~75ℓ/min	23,114ℓ/min	0~40ℓ/min	0~155ℓ/min	0~130ℓ/min	0~40ℓ/min	32ℓ/min
電動受	45kw×4P	45kw×4P	11kw×4P	55kw×4P	45kw×4P	18.5kw×4P	15kw×4P
台数	2台	1台	1台	3台	3台	1台	1台

シールド掘進管理システム図 Shield Tunnelling Management System

シールドマシン・裏込設備等より出力された各種信号(アナログ信号および接点信号)は、入出力インターフェースに取り込み、デジタル信号に変換され、MLバス(同軸ケーブル)通信により、地上のコンピューターに収集されます。

位置解析に必要なジャベル信号(ジャイロ方位信号およびレベル信号)は、入出力インターフェースに取り込まれ、MLバス通信により、地上のコンピューターに収集されます。

地上のコンピューターに取り込まれた坑内の各種データは、リアルタイムでコンピューターCRT表示すると共に、位置解析演算処理・ハードデスクへデータ保存プリンタへ日報印字・XYプロッタへ出来形図等を同時並行処理(マルチタスク処理)にて行い、シールドの掘進管理を安全に効率よく行うシステムです。

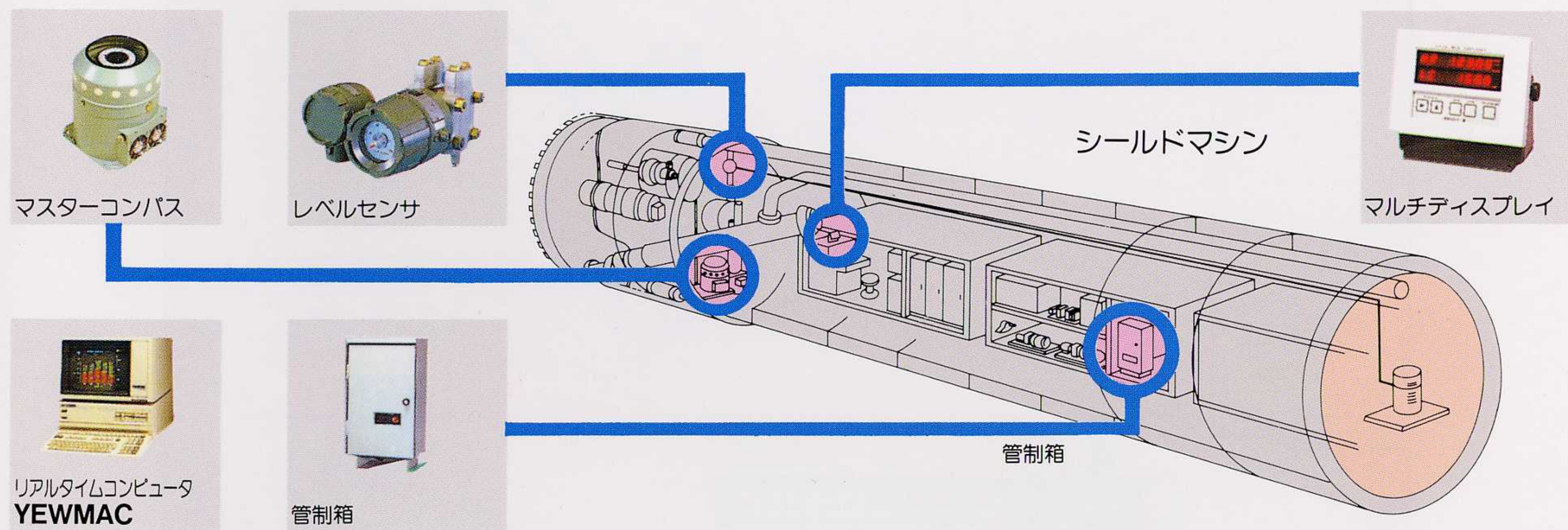
*ジャベルは、位置解析用のセンサーであり、水平方向をジャイロ方位で表示し、垂直方向は、水盛り式レベル計により立坑基準点からのレベルを表示します。

Various signals (analog and contact) output from the shield machine and auxiliary equipment are collected at the input/output interface, converted into digital form, and transmitted by ML bus (coaxial cable) to the ground computer.

The 'gyvel' signal (gyro azimuth and level signals) necessary for position analysis is fed into the input/output interface and transmitted by ML bus to the ground computer.

Such data collected by ground computer concerning the situation inside tunnel is displayed 'real time' on cathode ray tube screen, and calculations for position analysis, preservation of data on hard disk, printing of daily reports, drawing of progress of work on X-Y plotter and other chores are performed simultaneously (multitask processing) by the computer to enable safe and efficient management of the shield tunnelling work.

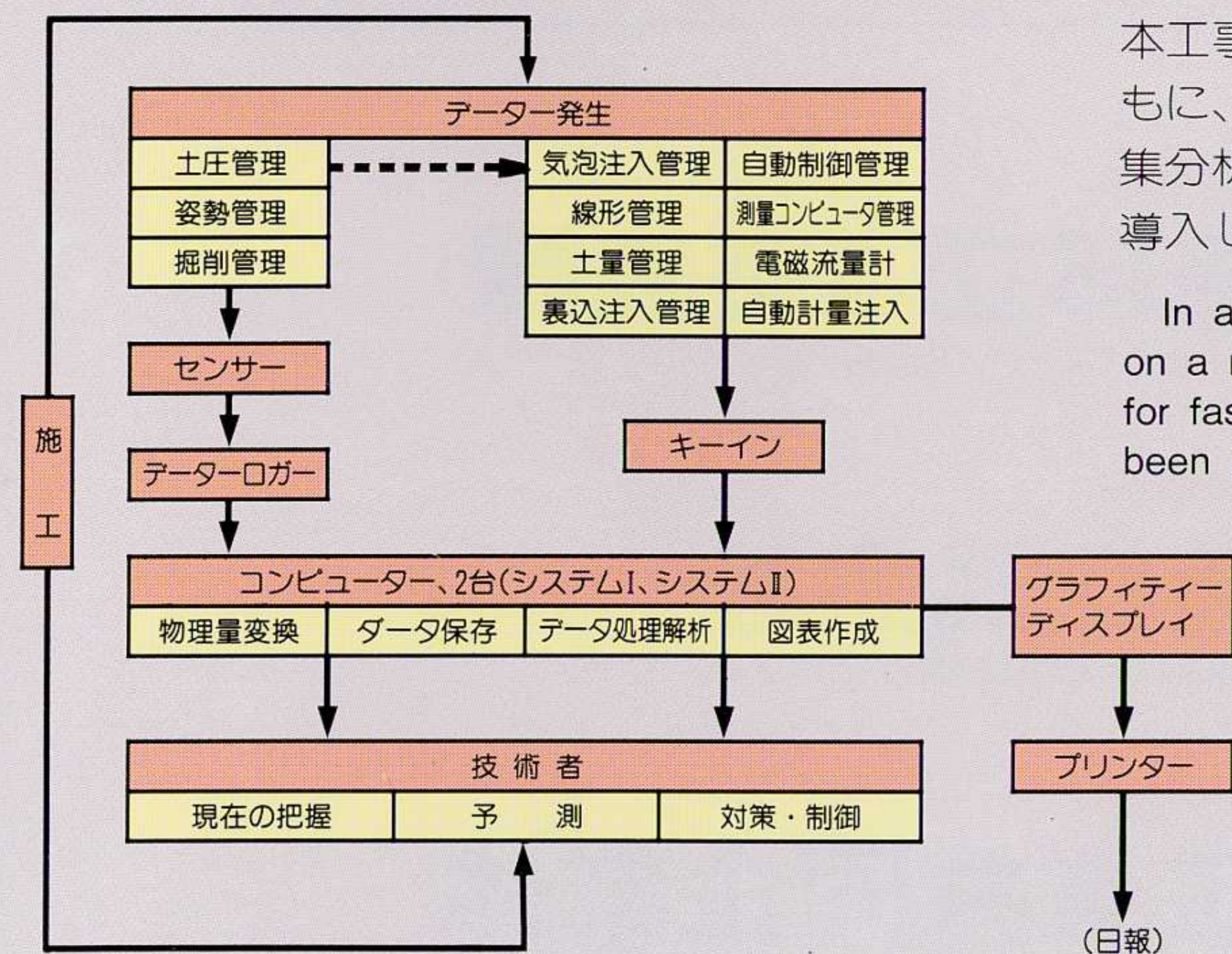
* The 'Gyvel' is a sensor for position analysis, displaying horizontal direction by gyro azimuth and vertical direction by the reading of a water level gauge showing the deviation from the reference point of the shaft.



シールドマシンにジャイロコンパスとレベル計を搭載し、リアルタイムコンピューター YEWMAC と組み合わせた位置解析システムにより、シールドマシンのデータ収集、座標位置と計画線からの偏差を解析し、地上のオペレーターへ高精度の掘進指示をリアルタイムで行います。

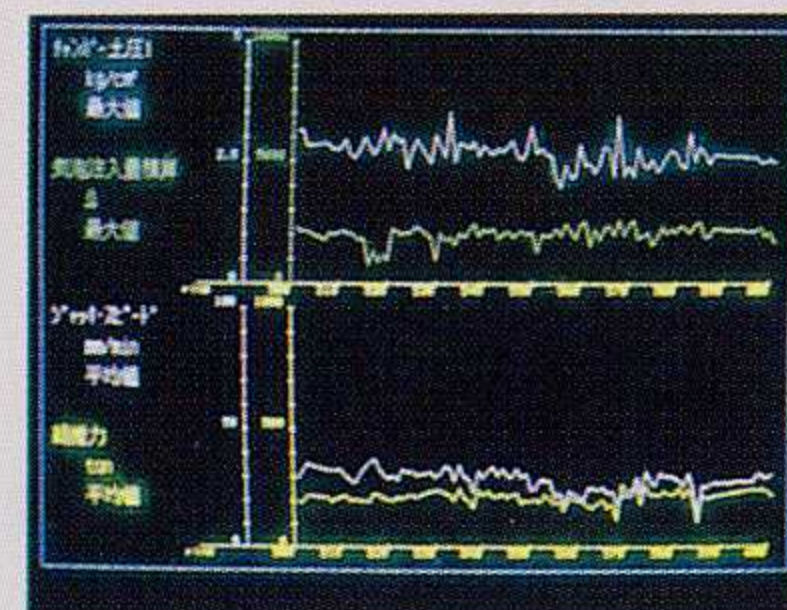
Through the position analysis system combining above-mentioned 'Gyvel' - installing gyrocompass and level gauge on the shield machine - and real-time computer YEWMAC, data is gathered from shield machine to determine coordinate position and deviation from planned line, and instructions are then sent real time to the ground operator for highly accurate tunnelling.

掘進自動管理システム図



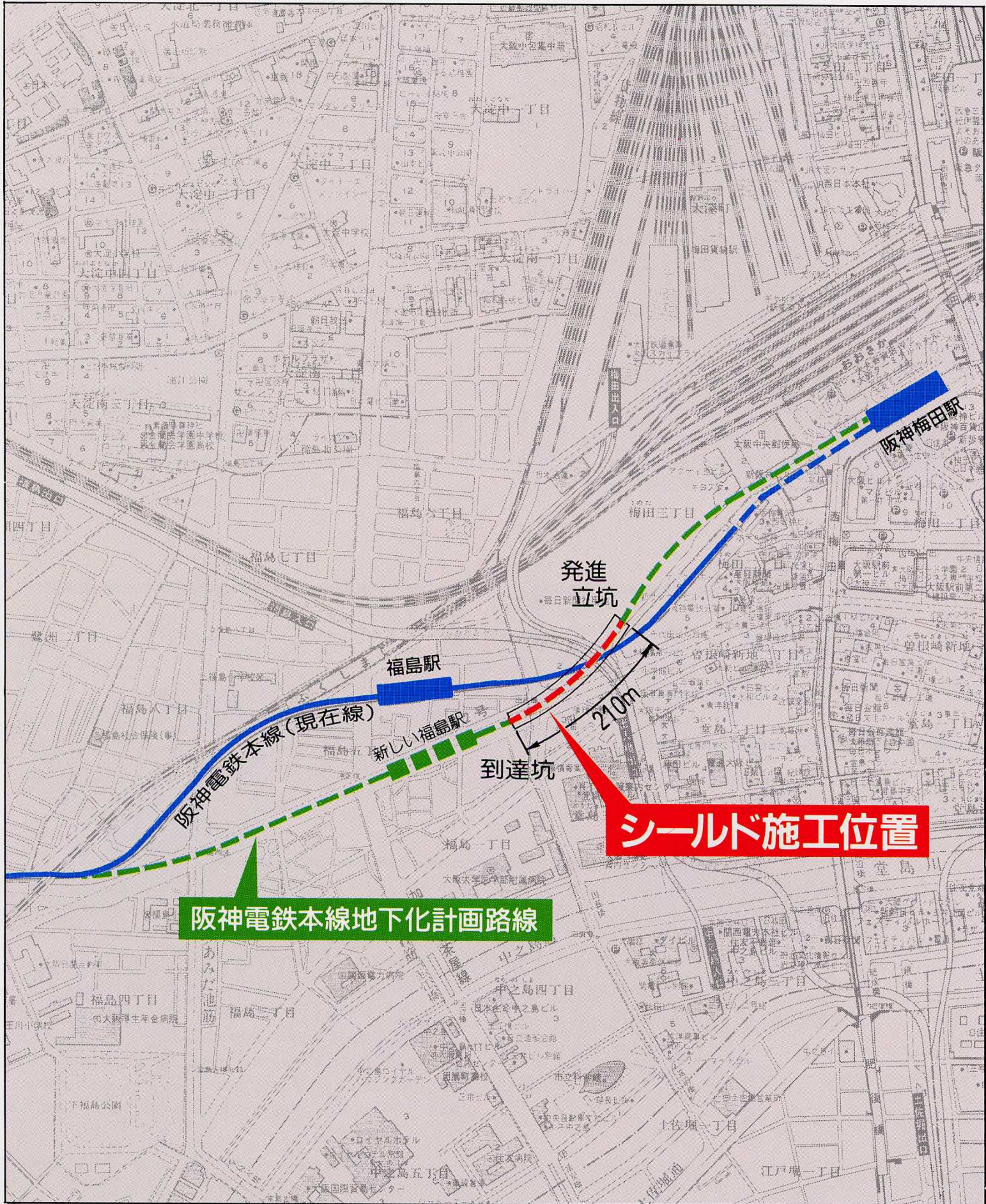
本工事では、シールド掘進時の状況をリアルタイムにとらわれるとともに、施工管理に用いる、多種多量のデータを的確に、かつ迅速に収集分析できるように、小型コンピュータを用いた施工管理システムを導入しています。

In addition to presenting information of the progress in shield tunnelling on a real time basis, a work management system employing mini-computer for fast and accurate gathering and analysis of the multitude of data has been introduced in this project.



■施工位置図■

LOCATION



事業者 Promoter

大阪市建設局街路部立体交差課

Construction Department of the City of Osaka

発注者 Customer

阪神電気鉄道株式会社

HANSHIN ELECTRIC RAILWAY COMPANY

施工者 Contractors

大林組 阪神土木工業共同企業体

Joint enterprise between OBAYASHI CORPORATION and HANSHIN DOBOKU KOGYO