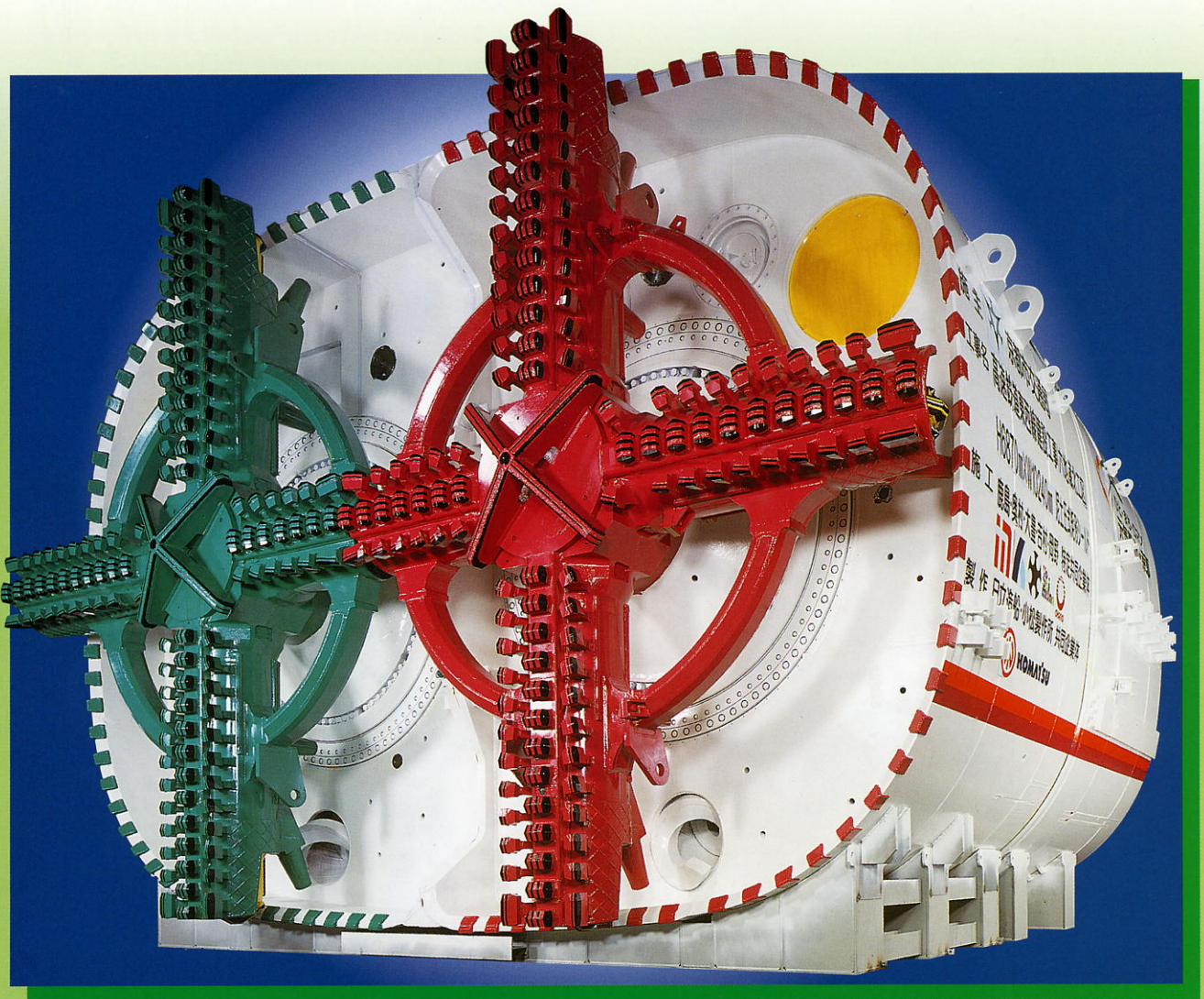


複線大断面矩形シールド

World's first double track subway tunnel of box shape

# 高速鉄道東西線建設工事 [六地蔵北工区]

Kyoto Subway Tozai Line  
Rokujizo-Kita Construction Section



発注者：  京都市交通局  
Client Kyoto Municipal Transportation Bureau

施工者： 鹿島・奥村・大豊・吉村・岡野特定共同企業体  
Constructor Kajima - Okumura - Daiho - Yoshimura - Okano Construction JV

# 建設計画 Project Outline

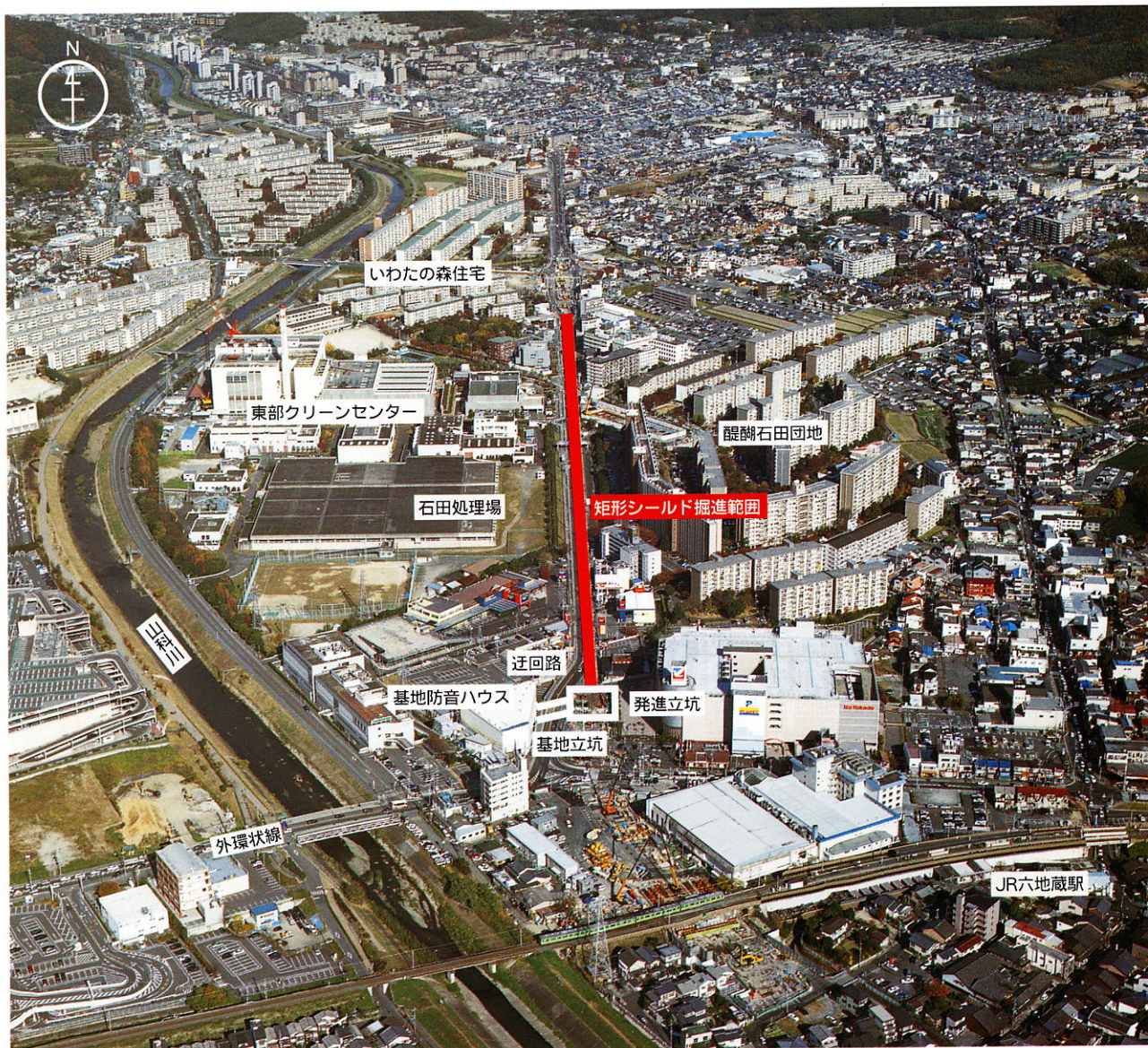


## 東西線六地蔵～醍醐間延伸

### 計画概要 Outline of Project

東西線の醍醐～六地蔵間の延伸工事は、宇治市域に位置する六地蔵駅から石田駅を経て、営業中の醍醐駅に至る延長約2.4 kmを建設するものです。駅部を開削工法で、一般の線路部分をシールド工法で施工します。

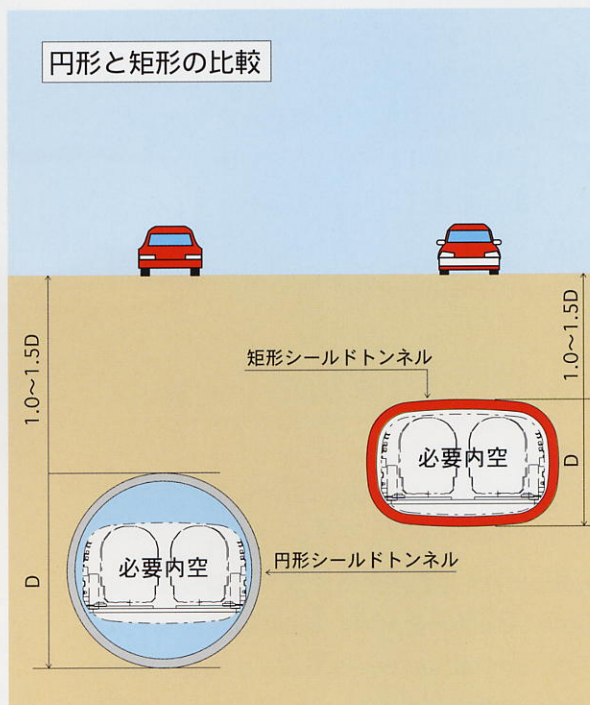
The extension project of Tozai line is approx. 2.4 Km connecting Rokujizo station in Uji City with Daigo station which has already opened, via Ishida station. Construction work will be carried out by the cut and cover method for station parts and by the shield method for running track section.



2001年11月撮影

六地藏駅～石田駅間となる六地藏北工区では、渡り線区間と一般線路部を同時に施工できる工法として、世界で初めて複線断面で矩形シールド工法を採用しています。工事は六地藏駅の北側に発進立坑(全長23.61m)を構築し、石田駅までの759.59m間を泥土圧式の矩形シールドで施工します。ここで渡り線部は56m、一般線路部は697mとなっています。

At Rokujizou-Kita Construction Section between Rokujizou Station and Ishida Station the rectangular cross section shield method for complex lines section which includes both crossover section and running track section is adopted for the first time in the world. A launching shaft (expanded 23.61m) is constructed at the north side of Rokujizou Station, and construction work from Rokujizou Station to Ishida Station with the distance 759.59m is carried out by rectangular cross section shield method of high-density slurry type. The distance of cross over section is 56m and the distance of running track section is 697m.



渡り線部より一般線路部を望む

# 工事概要 Outline of Construction

**工事名** 高速鉄道東西線建設工事(六地藏北工区)  
**工事場所** 宇治市六地藏奈良町23-1番地先  
 ~京都市伏見区石田森東町27-4番地先  
**発注者** 京都市交通局  
**施工者** 鹿島・奥村・大豊・吉村・岡野特定共同企業体  
**工期** (自)平成11年10月1日~  
 (至)平成15年10月31日

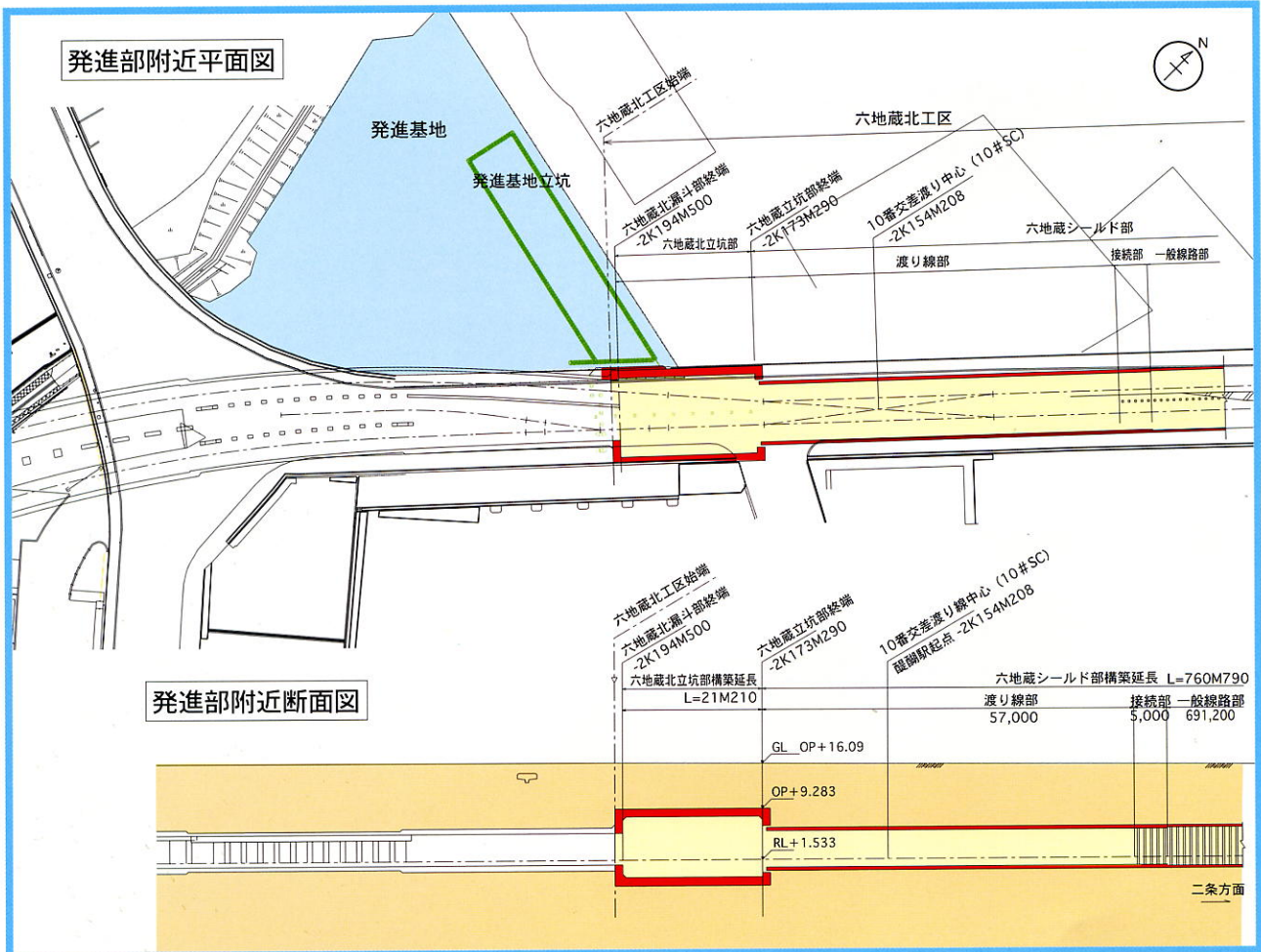
**Project Name** Kyoto Subway Tozai Line Rokujizo-Kita Construction Section  
**Construction Location** 23-1, Rokujizo Nara-machi, Uji City to 27-4, Ishidamori Higashi-machi, Fushimi-ku, Kyoto City  
**Client** Kyoto Municipal Transportation Bureau  
**Contractor** Kajima-Okumura-Daiho-Yoshimura-Okano Construction JV  
**Project Period** 1st October, 1999 to 31th October, 2003

**構造物概要**

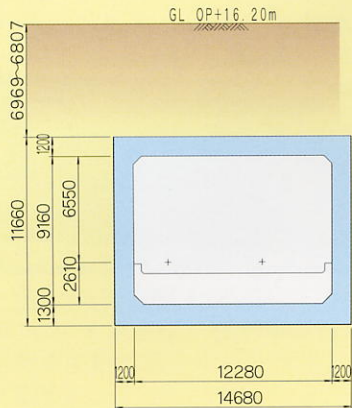
**開削部:**  
 発進立坑: 24.87m×15.59m×深さ18.55m  
 掘削 6,787m<sup>3</sup>  
 躯体コンクリート 1,546m<sup>3</sup>  
**シールド部:** 一次覆工  
 外寸法 H=6,500mm W=9,900mm  
 渡り線部(合成セグメント) L=57m  
 接続部(合成セグメント+中柱) L=5m  
 一般部(DCセグメント) L=691.2m

**Construction Specifications**

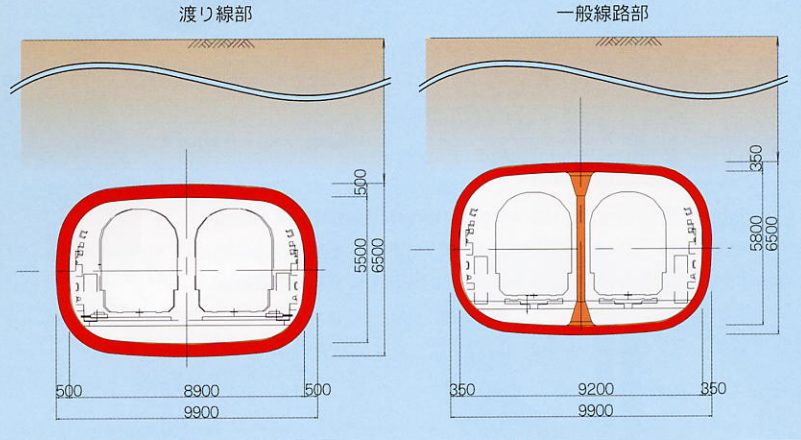
**Cut and Cover Part :**  
 Launching shaft : 24.87m×15.59m×18.55m(Depth)  
 Cutting 6,787m<sup>3</sup>  
 Concrete 1,546m<sup>3</sup>  
**Shield Portion : Primary Lining**  
 Outer Diameter H=6,500mm W=9,900mm  
 Crossover section(Composite segment) L=57m  
 Transition section(Composite segment +Center pillar) L=5m  
 Running track section (DC segment) L=691.2m



**開削部断面** Cut and Cover Part Cross Section



**シールド部断面** Shield portion Cross section

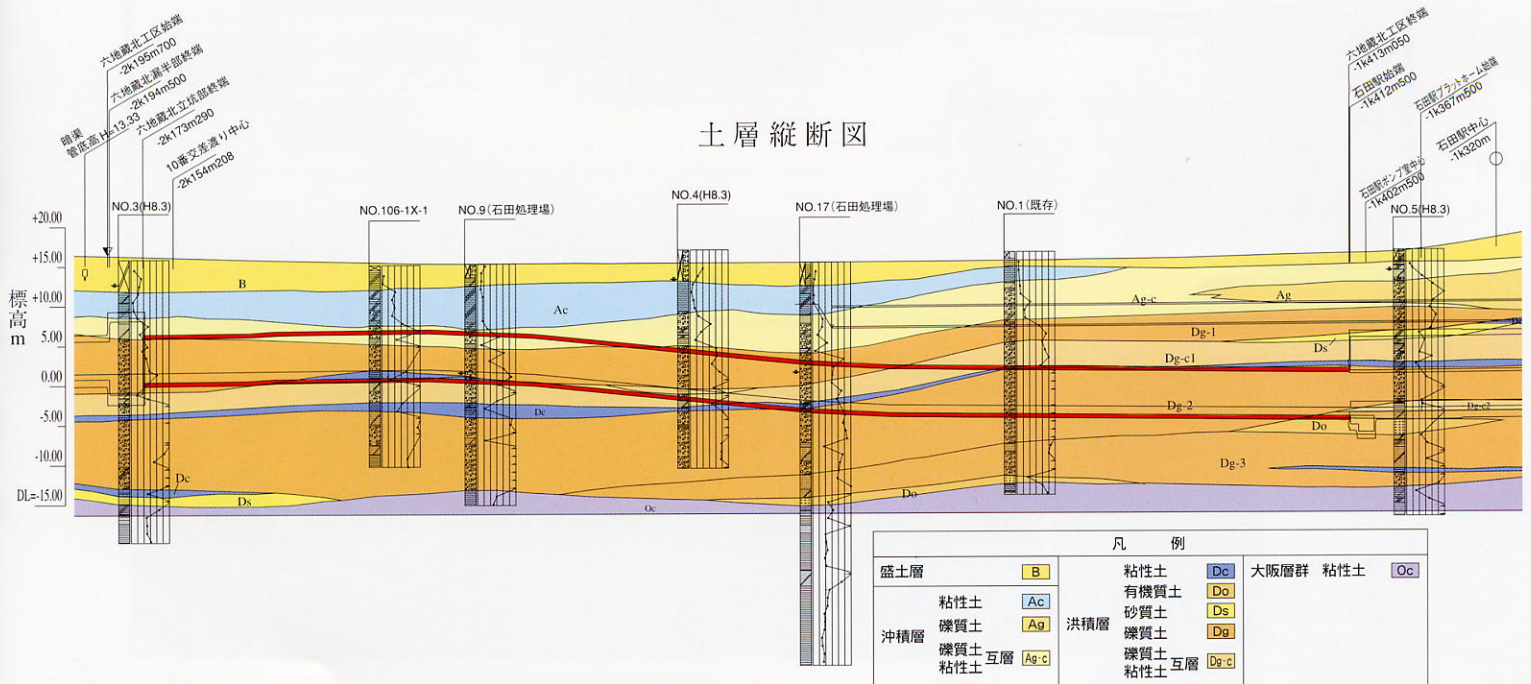


**土層構成** Soil profile

工事地点は、山科盆地の南端部から、巨椋池（おぐらいけ・旧池沼）北端部に位置しています。土層構成は、上部から沖積層（盛土含む）、洪積層上部（段丘堆積物）、同下部（大阪層群）の順で、シールドは土被りが8.2～14.4mで、全線砂礫層（一部砂・粘土を介在する）中を掘進します。地下水位は、GL-2～-5mにあります。

The construction site is located in the southern part of the Yamashina basin, which lies on the northern side of the Ogura pond. The soil profile consists of lower diluvial beds (Osaka Group), upper diluvial beds (terrace deposits) and alluvium (including fill). The tunnel will pass through gravel of the upper diluvial beds (including sand and clay partially) with a depth of cover of 8.2 to 14.4m. The groundwater level ranges from GL-2 to -5m.

**土層縦断図**

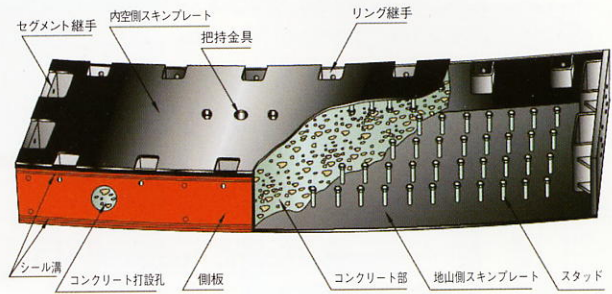


# 覆工構造 Segmental Lining

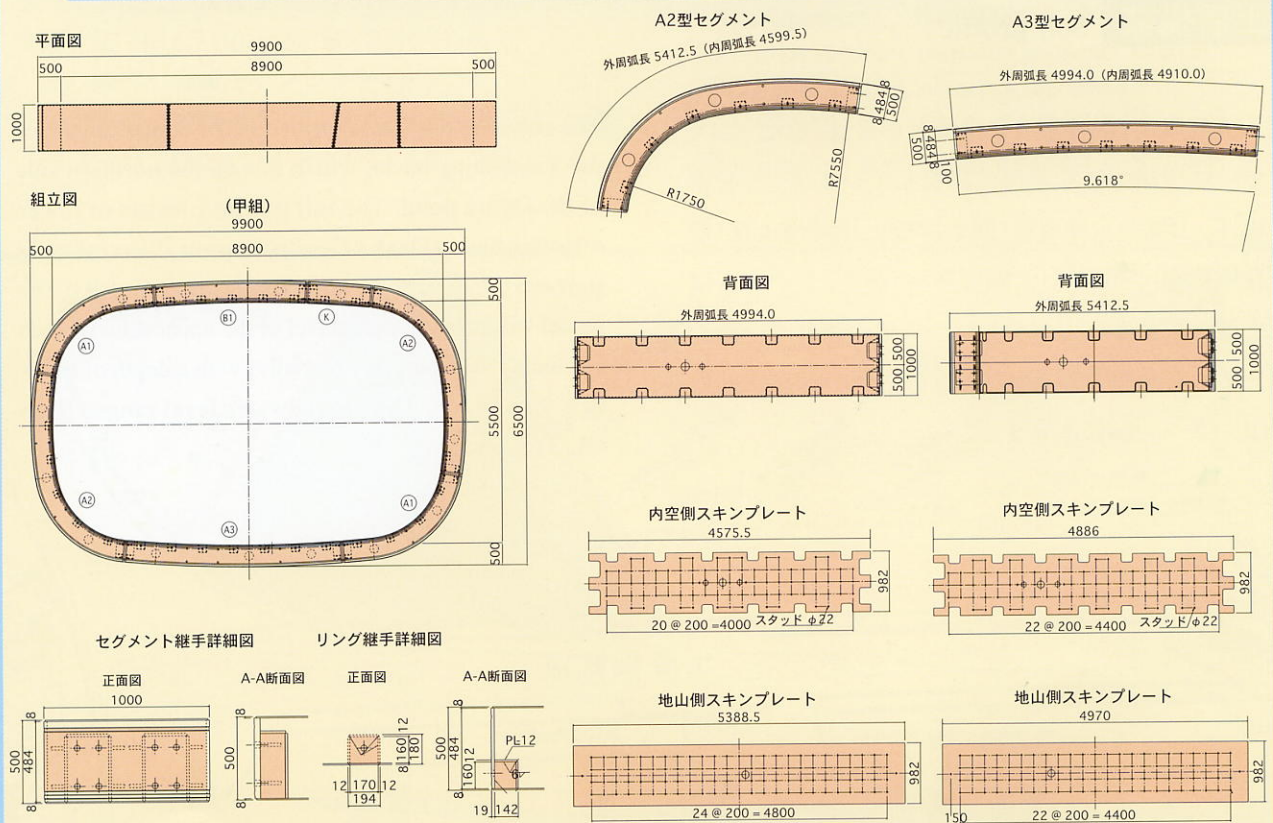
## 渡り線部・合成セグメント Crossover section・Composite segment

合成セグメントは外面を鋼殻で覆い、その中にコンクリートを充填した構造です。RC構造などに比較し、剛性が大きいので桁高を小さくすることができます。

Composite segment is the steel structure, which is filled with concrete. The Cross section of segment can be made small because the stiffness is bigger than the RC structure and others.



## 1層1径間・合成セグメント Single tier, Single span・Composite segment



覆工の形状や構造の詳細は過去に例の無いもので、設計のみでは満足とは言えません。事前に実物を試作して、各種の試験・検査を行い品質・性能を確認しています。

The shape of primary lining and the detail of structure are different from existing ones. It should not be satisfied only by design procedure. Full-scale loading tests of the segment were performed to confirm the adequacy of their design in advance.



継手曲げ試験状況

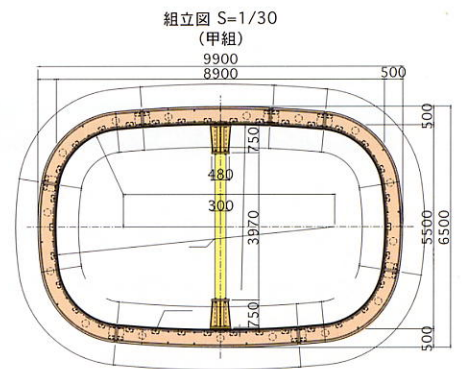


リング載荷試験状況

**接続部・中柱付き合成セグメント** Transition section  
(Composite segment with a center pillar)

渡り線部(柱なし)から一般線路部(柱あり)に移行する区間では、合成セグメントに中柱(鋼管柱、 $\phi=300\text{mm}$ )を設けた接続部セグメントを5リング介在させます。

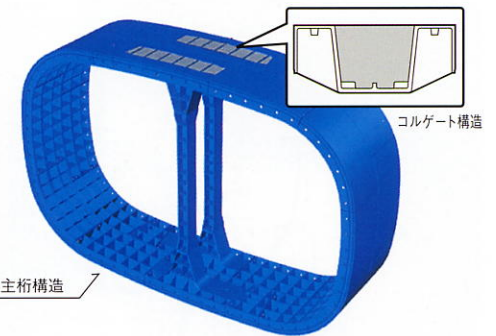
The structure of lining in the transition section is designed to be composite segments with a center pillar (steel pipe  $\phi 300\text{mm}$ )



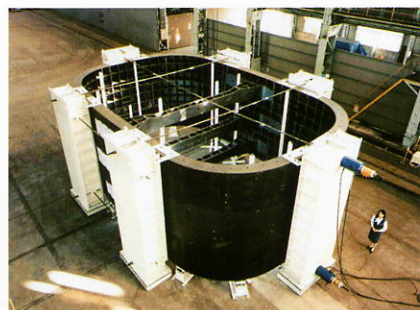
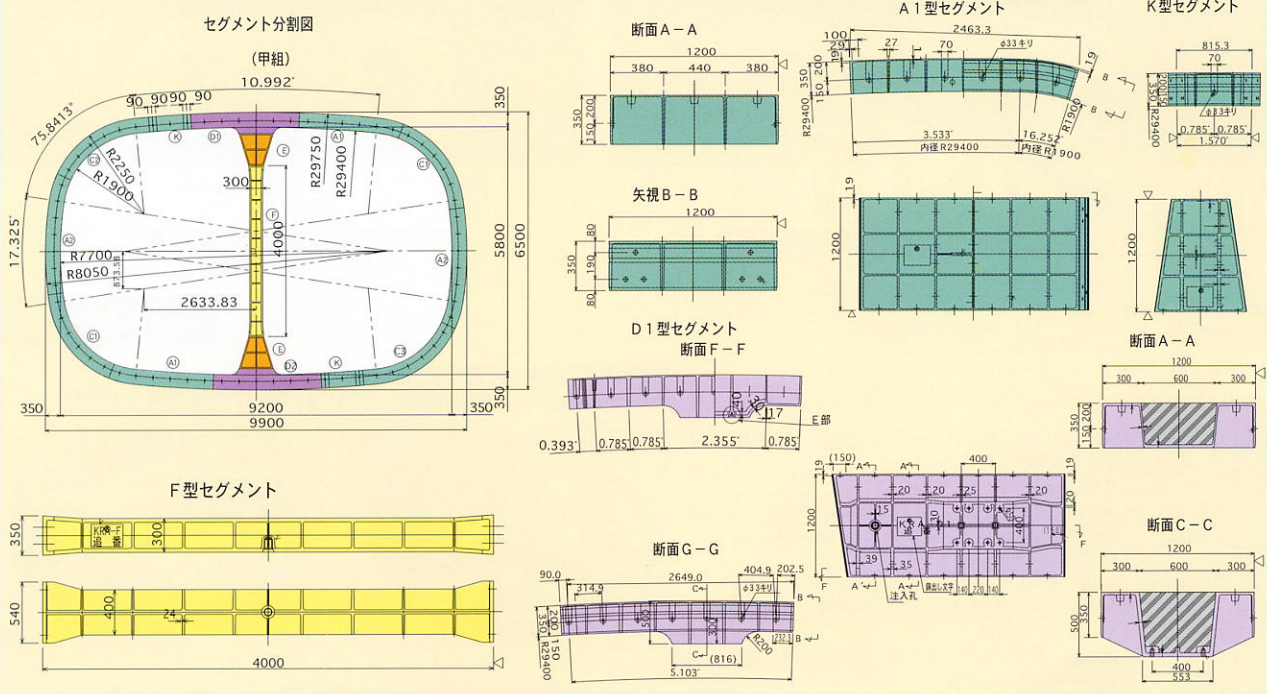
**一般線路部・ダクティル(DC)セグメント** Running track section  
(Ductile (DC) segment)

DCセグメントは、柱が乗る外周部分を剛性のあるコルゲート構造に、他を4主桁構造としています。中柱は搬入組立の制約から3分割しています。

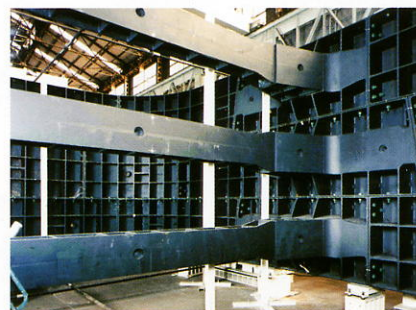
The segments connected with the pillars are designed with corrugated structures and the other segments are designed with four girders.



**1層2径間・ダクティルセグメント** Single tier, Double span • Ductile (DC) segment



リング載荷試験状況



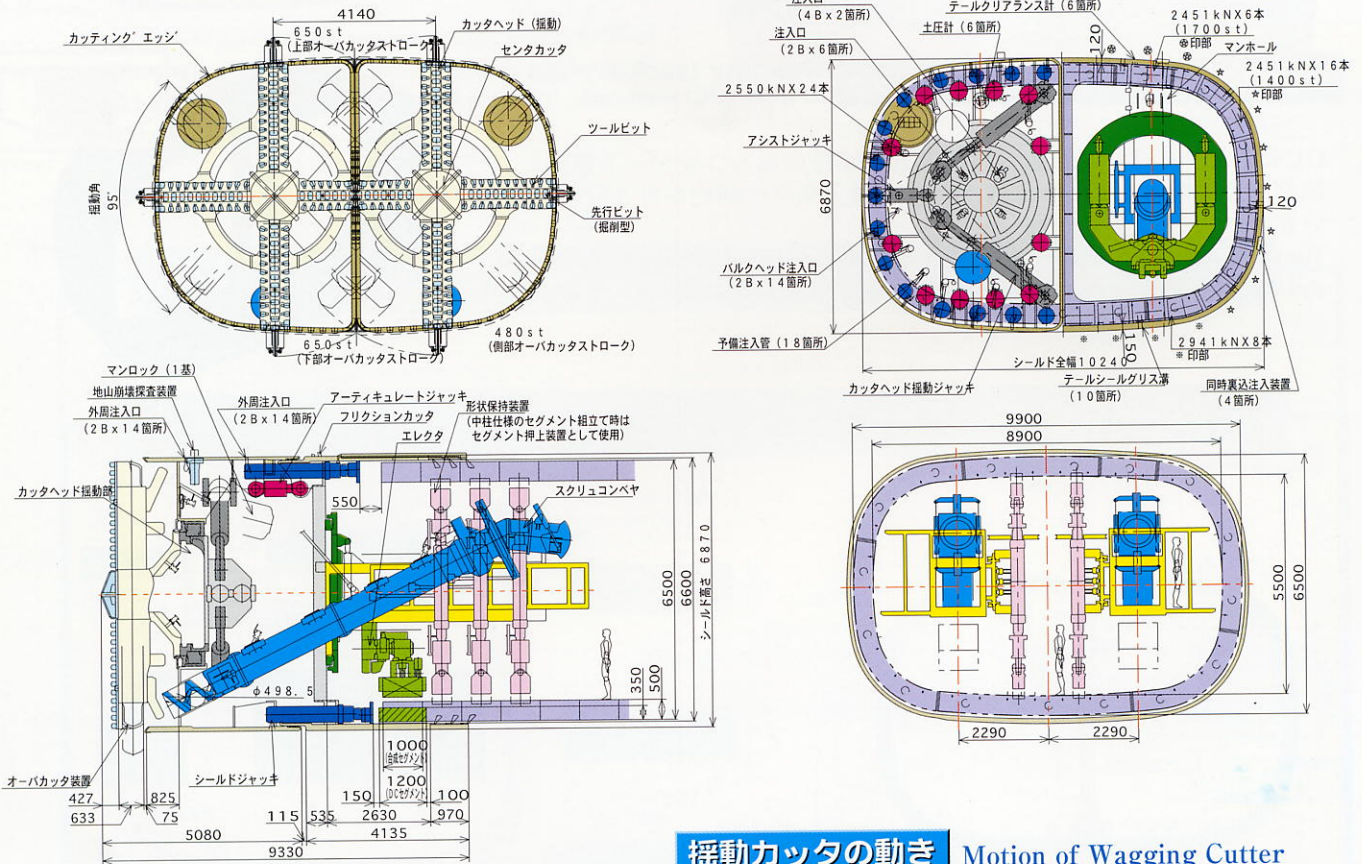
試験用リングの内部

# シールド Shield Machine

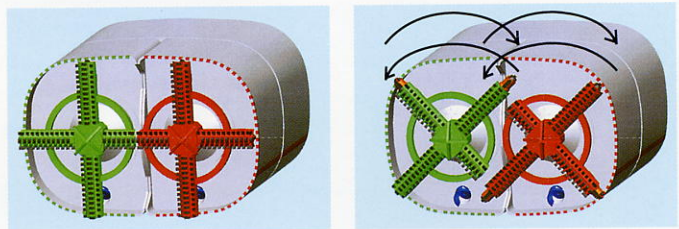
## 揺動カタ方式の矩形シールド

Rectangular cross section shield with Wagging Cutter

シールド工法は泥土圧式とし、掘削機構には揺動カタ方式を採用しています。これはカタヘッドを一定の角度内で揺動運動(=Wagging)させながら掘進するもので、隅角部は伸縮制御機構をもつ余掘り装置(オーバーカタ)で切削します。カタを一定区間で揺動させるため、主カッタスポーク長を様々な長さにすることが可能で、主カタでカバーできる範囲が広がりオーバーカタの負担が軽減されます。



## 揺動カタの動き Motion of Wagging Cutter



シールド機仕様一覧

形式	泥土圧式矩形シールド Wagging Cutter Shield工法
外形寸法	高さH6,870×幅W10,240×機長L9,330mm
推進装置	総推力747450kN {7900tf (125.4tf/m <sup>2</sup> )} =2940kN {300tf} × 8本 +2450kN (250tf) × 22本
中折れ装置	シールドジャッキ後胴支持方式、上下中折れ型 (前シールド左右独立)、中折れ角度±1度
構造形式	ツインカタ方式 面板部…開放スローク形、支持部…センタ支持方式
駆動部	油圧ジャッキ揺動駆動方式、揺動角度:95° 揺動ジャッキ3432kN(350tf)×2本+アシトジャッキ1961kN(200tf)×2本、 最大トルク時6082~10025kNm(620~1022tfm, α=23.9~33.0)、 常用時4865~8020kNm(496~818tfm, α=19.4~26.4)
オーバーカタ	490kN {50tf} × 650st 2基 (上下用)、470st 1基 (左または右用)
形式と形状	リボンスクリュー、羽根径×ピッチ×スクリュー長=φ700×650×9000mm
回転トルク×回転速度	常用トルク 68kNm {6.93tfm (α=198)} × 最大12.8rpm 最大トルク101kNm {10.3tfm (α=294.5)} × 最大8.7rpm
旋回部	油圧モータギヤ駆動方式 (パーキングブレーキ内蔵形)
昇降部	門形フレーム方式
ヘッド部	前後揺動、左右揺動、屈曲、微揺動、振れ止め
形状保持装置	上下拡張式×3列、拡張力、拡張量 1961kN {200tf} × 500mm
同時裏込注入装置	油圧ジャッキ開閉式 (注入圧検知用土圧計付)、A・B液先端混合 (2ショット) 方式、4基 (上部2箇所+左右各1箇所)

## 形状保持装置 Shape retainers

中柱の無い合成セグメントに対して施工時荷重による変形を押えるため、形状保持装置を装備します。ロック機構と形状保持位置を計測するストローク検出用センサ、保持力計測が可能なロードセルを装備しています。

In order to reduce deformation of composite segment, shape retainers are equipped.

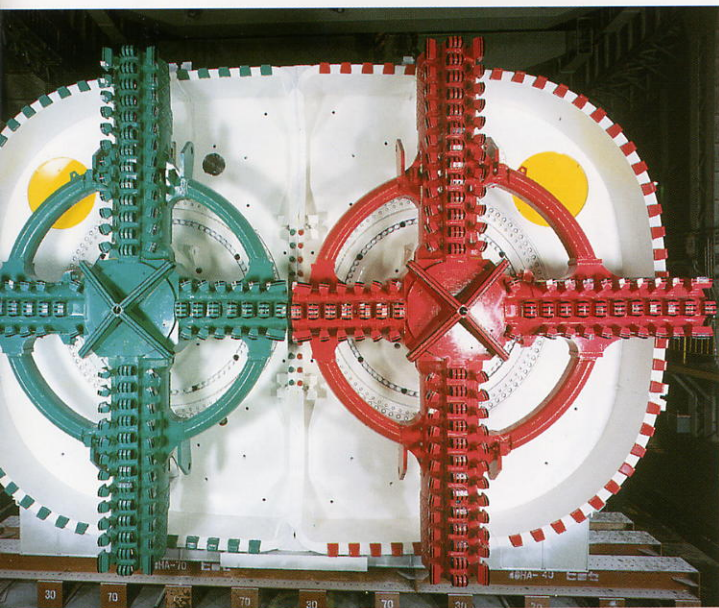
セグメント

1

7



A shield machine of high-density slurry type was adopted, and a "wagging cutter" was used as the excavating mechanism. This Wagging Cutter excavates the tunnel face by means of a cutter head wagging within a fixed angle, and the corners are cut by overcutters. By wagging the cutter for the set angle the spoke length of main cutters can be changed variously and the territory of the main cutter is expanded and the burden of overcutters is reduced.



シールド機正面



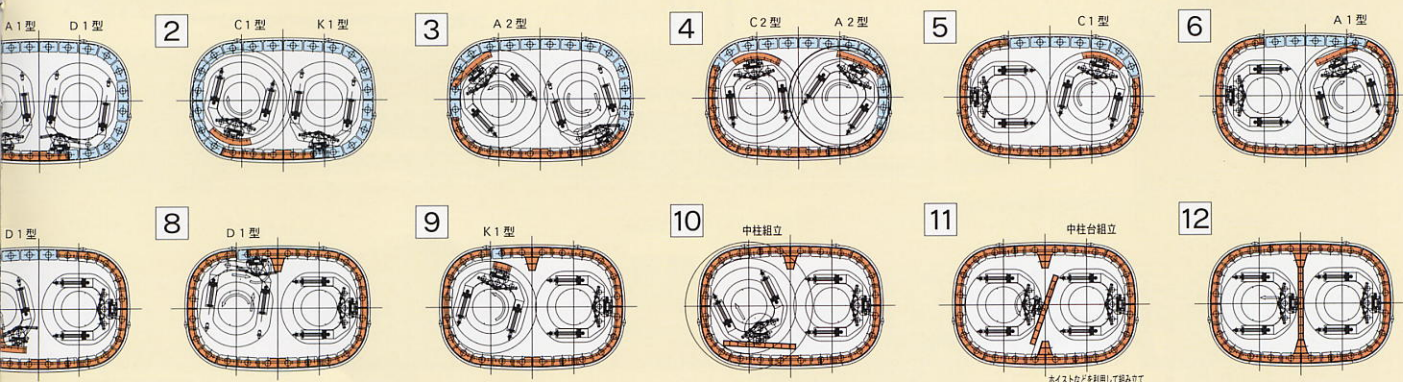
シールド機斜め

## エレクター Erectors

セグメント組立のため、門型旋回式のセグメントエレクターを左右に1基ずつ装備します。形や重量の異なる合成、DC双方のセグメントに対処するため、6軸を制御できるエレクターを新たに開発しました。

A segment erector which is gate type with sluing function is equipped at each side. In order to handle both composite and DC segments, the erectors which can be controlled by six axes were newly developed.

### セグメント組立順序図



# 施工 Construction Works

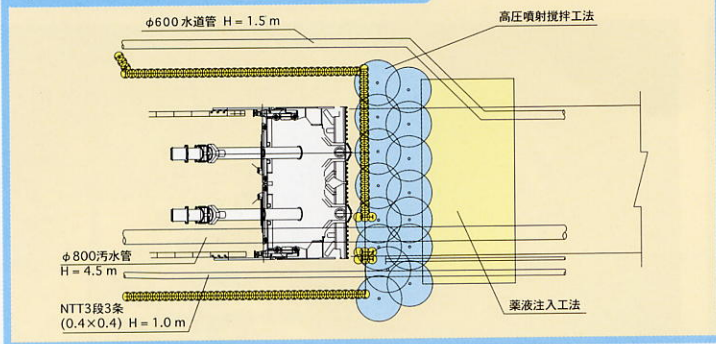
## 発進到達防護

Launching and arrival protection by soil improvement

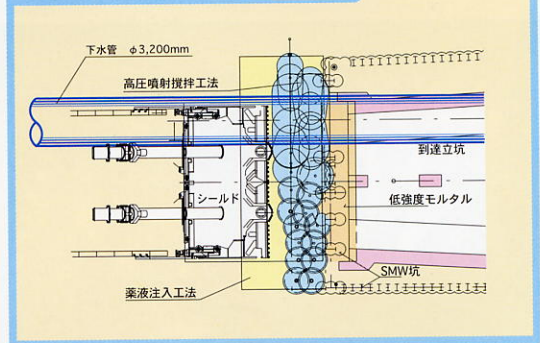
発進・到達部は欠損防護を兼ね、高圧噴射攪拌工法を主体に薬液注入工法を補助的に使用する計画としています。

It is planned that high pressure jet mixing method is mainly adopted and chemical injecting method to protect defects at the base.

## 発進計画 Launching Plan



## 到達計画 Arrival Plan

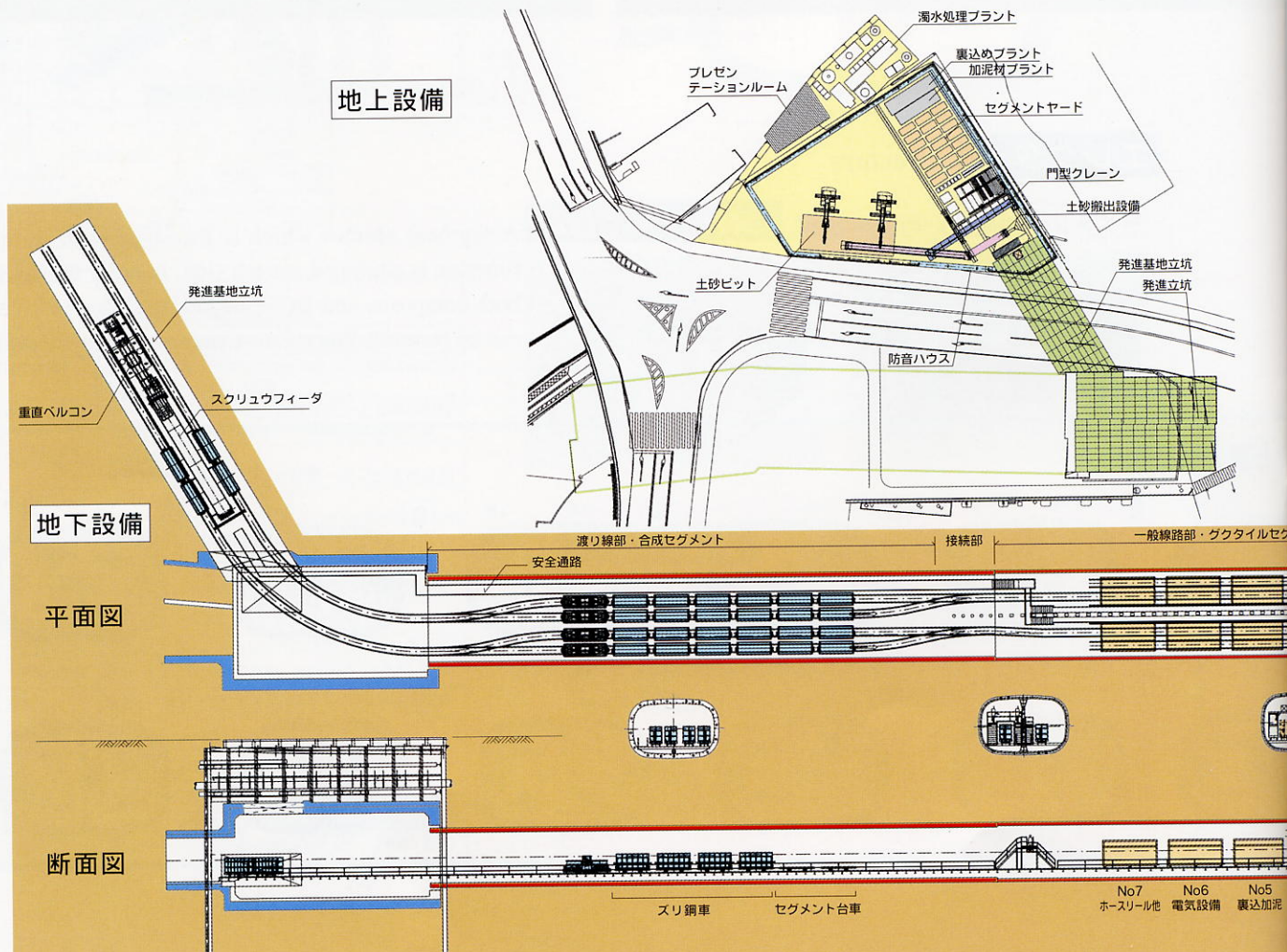


## 発進基地計画

Launching Base Plan

シールド基地は、道路敷き内の発進立坑と発進基地、立坑から成ります。敷地面積が1,100m<sup>2</sup>で資材・残土の搬出入ルートが錯綜する関係で、垂直型ベルトコンベアを用いた残土搬出設備を使用します。

The Launching base consists of the facility equipment base and the driving base.



## 掘進及び掘進管理

### Shield driving and driving control

加泥材は、天然高分子を主体としたアルカゲルを使用します。更に、プラグ材をスクリーコンベアで添加することで、噴発防止や改質効果を期待しています。裏込め注入は、2液可塑状タイプのBS工法を採用します。

"Alkagel", which chiefly consists of natural high polymer, is used in the additive mud material. Also, by adding plug material at the screw conveyor, blow-out prevention and soil improvement effect are anticipated. For backfill grouting, BS method is being used.

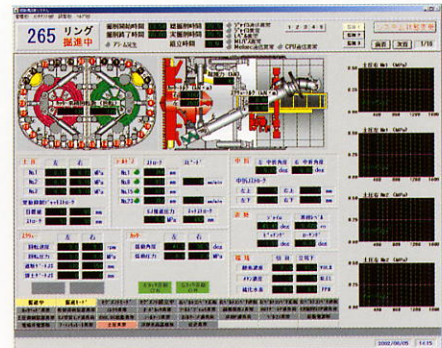
加泥材（アルカゲル工法）標準配合

機能	加泥材			プラグ材
名称	アルカゲル-M	アルカスーパーロック	水	アルカゲル-S
配合	10 kg/m <sup>3</sup>	7 kg/m <sup>3</sup>	983リットル	35%溶液
添加率（地山%）	10~15%			0.5%

裏込め注入材（BS工法）標準配合

A液+B液=1m <sup>3</sup>					配合比 926 : 74	
A液			B液			
BSパック	BSサンド	BS安定剤	水	急結剤		
241kg	32kg	4kg	832リットル	74リットル		

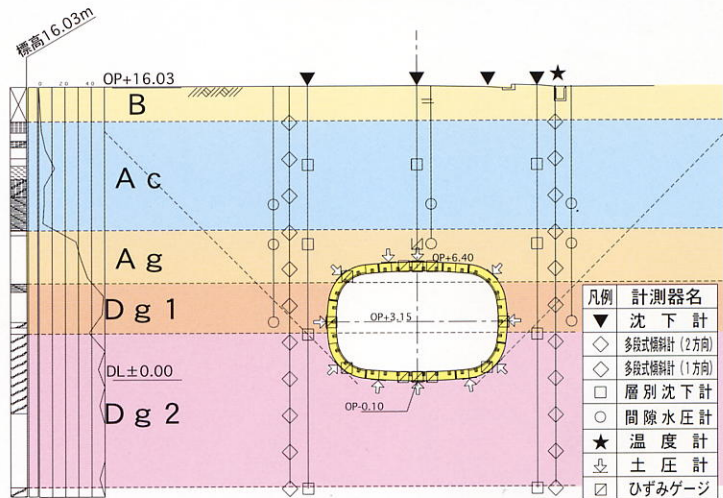
シールド掘進管理画面



## 計測管理 Monitoring

覆工及び地盤の挙動を把握するために、渡り線部、接続部、一般線路部で諸計測を実施します。

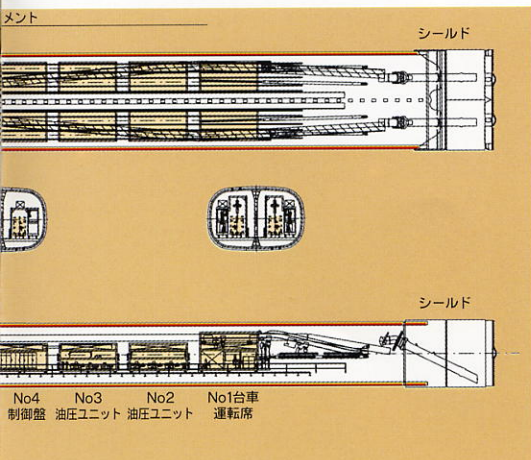
The various measurements are carried out to comprehend primary linings and foundation movements at crossover section, transition section, and running track section.



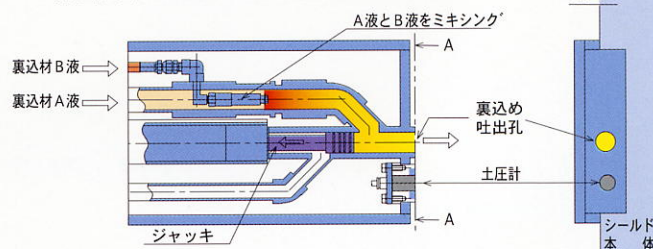
## 裏込め注入設備 Back Filling Facility

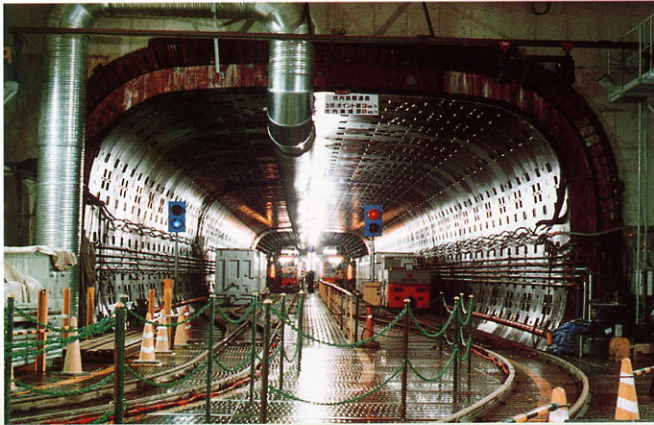
裏込め材が注入管内で固まらないよう、A液(主材)とB液(特殊水ガラス)とを吐出口付近で混合できる同時裏込め注入管を使用します。

Simultaneous back filling pipe is adopted which mixes liquid A (main material) and liquid B (special water glass) around exhausting nozzle to prevent the back filling materials from hardening in the pipe.



A・B液先端混合(2ショット)方式同時裏込め注入管(後端部)

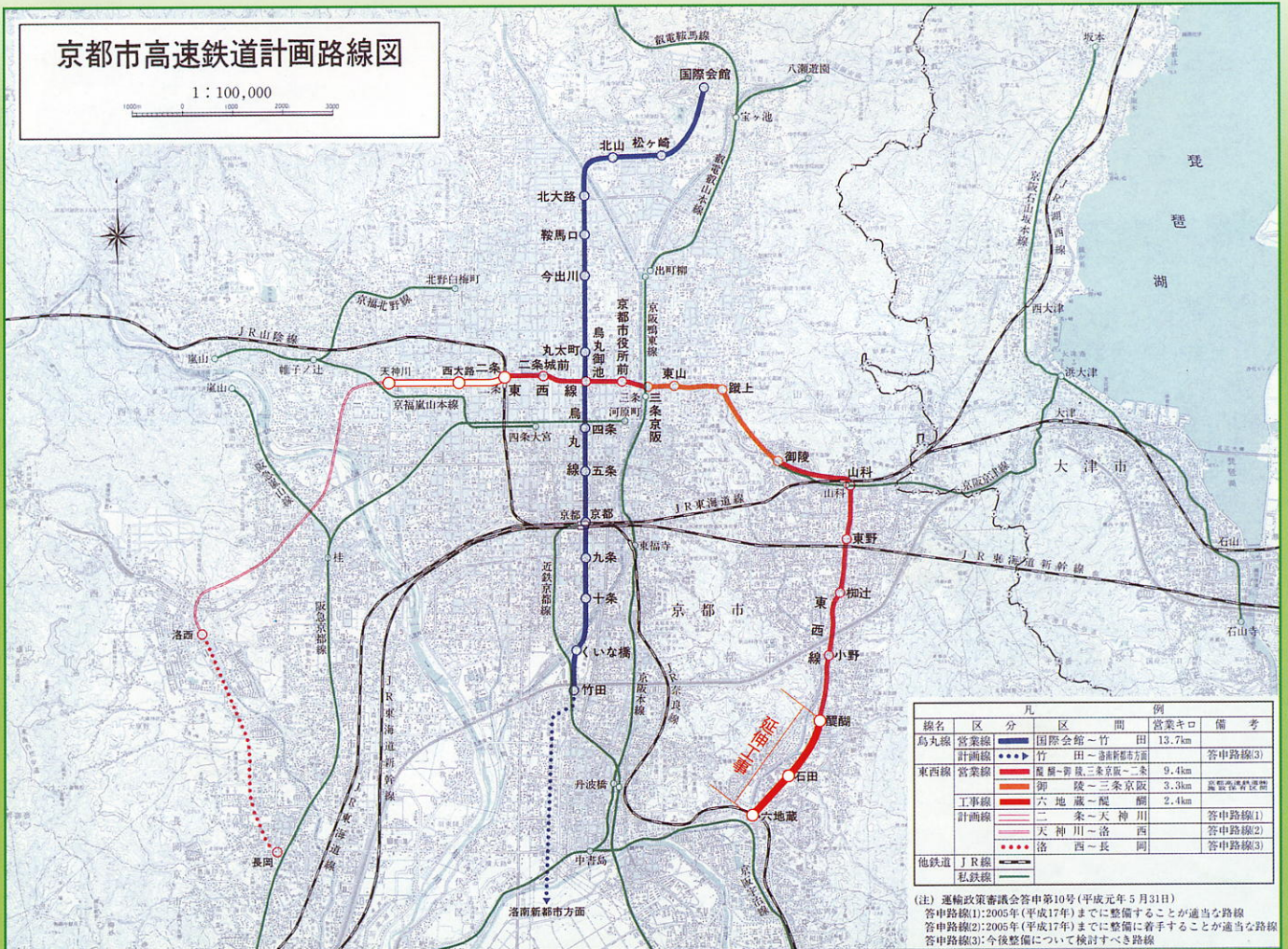




発進立坑と坑口部分



渡り線部と一般線路部



発注者: **京都市交通局**

施工者: **鹿島・奥村・大豊・吉村・岡野特定共同企業体**

電話 0774-33-8410

〒611-0001 京都府宇治市六地蔵町並28番地