

地下鉄12号線路線図



 東京都地下鉄建設株式会社

発注者

本社 〒112-0002 東京都文京区小石川1-15-17 TEL.03-3816-4312
 赤羽橋分室 〒108-0073 東京都港区三田1-2-22 TEL.03-5443-2105

 間・青木・アイサワ・徳倉・伊藤建設共同企業体

施工者

〒106-0032 東京都港区六本木4-12-8六本木今橋ビル5F TEL.03-5410-1851 FAX.03-3423-7658

4心円泥水式駅シールド工法

ROPPONGI STATION

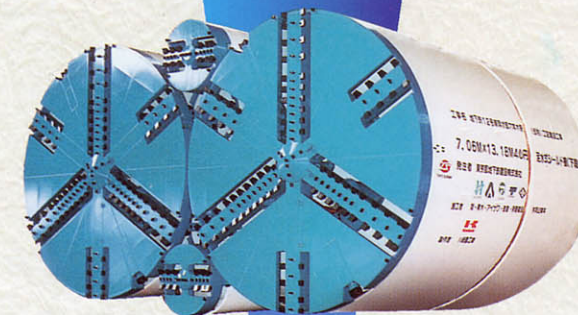
METROPOLITAN SUBWAY ROUTE NO.12

ROPPONGI STATION CONSTRUCTION PROJECT

OWNER : TOKYO METROPOLITAN SUBWAY CONSTRUCTION COMPANY

CONTRACTORS : HAZAMA, AOKI, AISAWA, TOKURA, ITO

JOINT VENTURE



地下鉄12号線環状部

六本木駅(仮称)工区建設工事

発注者 ● 東京都地下鉄建設株式会社

施工者 ● 間・青木・アイサワ・徳倉・伊藤建設共同企業体

4心円泥水式シールド機による施工!

— Construction by 4-Centered Slurry Shield Machine —

1. 工事概要

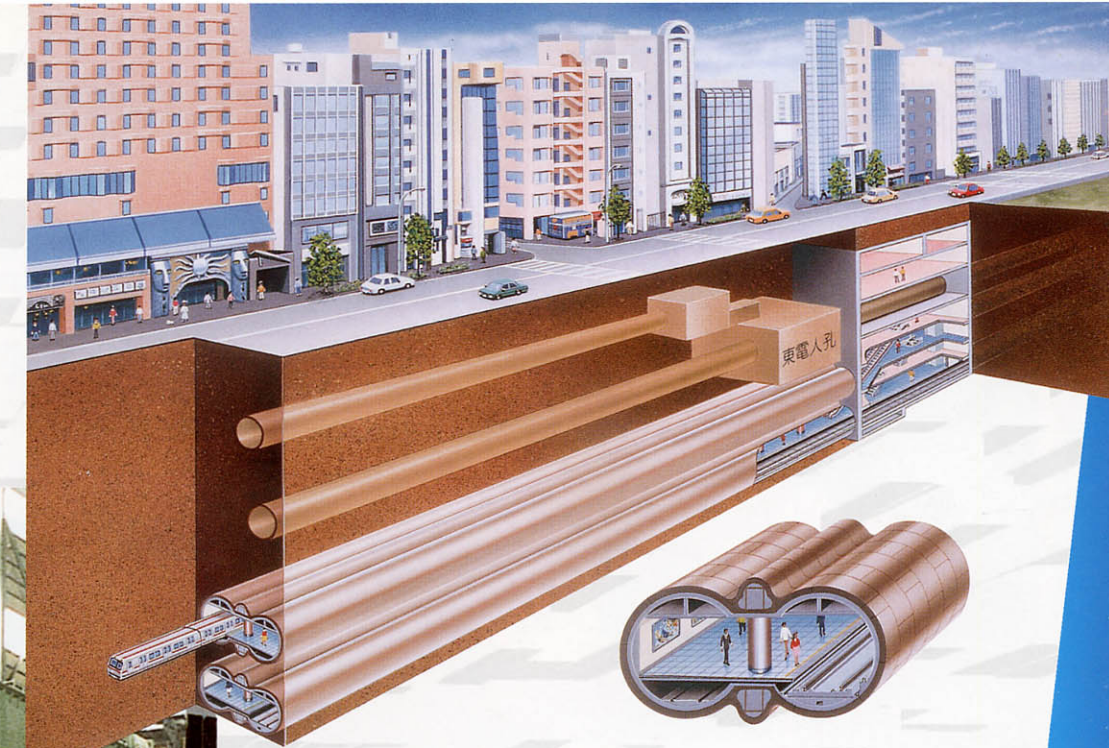
Outline of Project

六本木駅(仮称)工区は、地上の交通及び地下埋設物に影響を少なくするため、駅両端の97m区間を開削工法で施工してシールド機の発進及び到達立坑とし、中央の駅ホーム部118mを4心円泥水式シールド機(上下2段)で掘進し、箱桁を組み込んだセグメントを組み立て、駅を構築するものである。

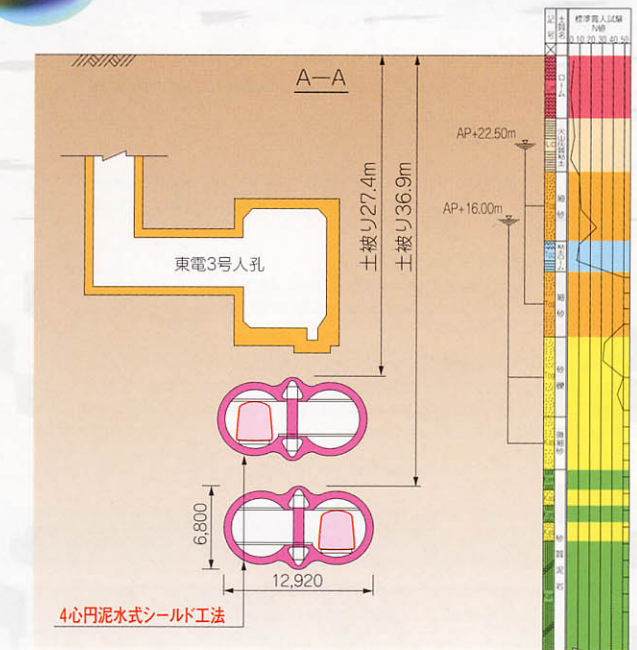
Slurry Shield Machine was adopted for Roppongi Station (provisional name) Project. In order to reduce the effect on the traffic as well as the various embedded structures to the minimum level, the excavation method by way of shield machine is highly effective for the Project. However for 97 m span at both end of the alignment, open cut method was adopted. Departure & Arrival shaft for the shield machine had been constructed and the central portion of 118 m length platform will be constructed by Slurry type shield machine having four(4) cutting faces. Excavation will be carried out while assembling the specially designed segments incorporating box girders.

施工条件 Construction conditions

- 土被り : 27m(上段)、37m(下段)
Overburden : 27 m (Upper tunnel), 37 m (Lower tunnel)
- 土質 : 礫混り砂、細砂、砂質泥岩層
Geology : Sand with gravel, fine sand, sandy mudstone bed
- 曲線・勾配 : $R = 500\text{m}$ 、 $i = 0.2\%$
Curve, gradient : $R=500\text{ m}$, $i=0.2\%$
- 地下水位 : GL-12 m
Groundwater level : GL-12 m
- 切羽水圧 : 2.8kgf/cm^2 (シールド中心部)
Slurry pressure : 2.8kgf/cm^2 (Tunnel center)

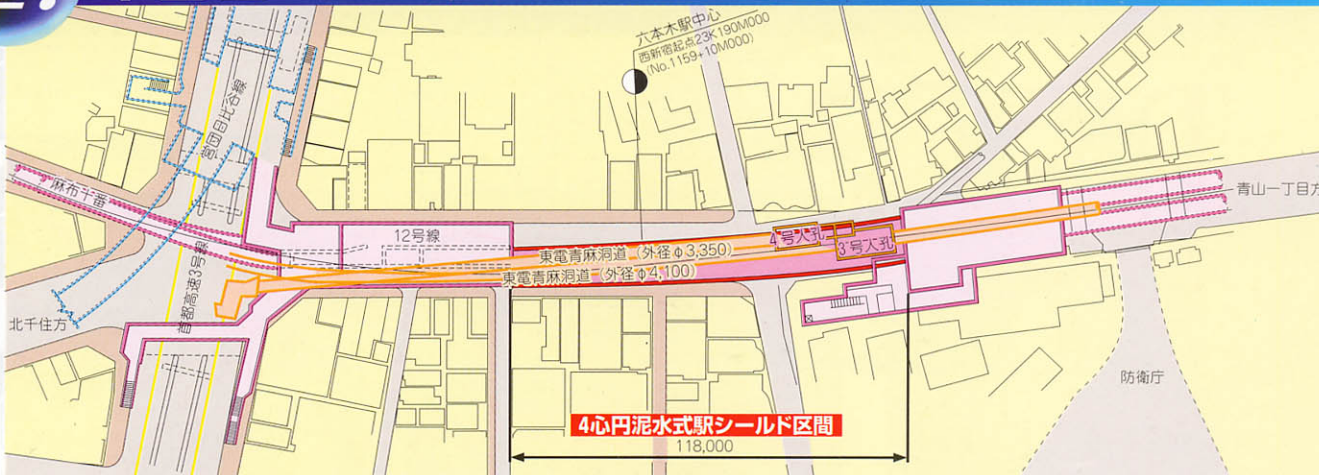


4. 横断面図 CROSS-SECTION



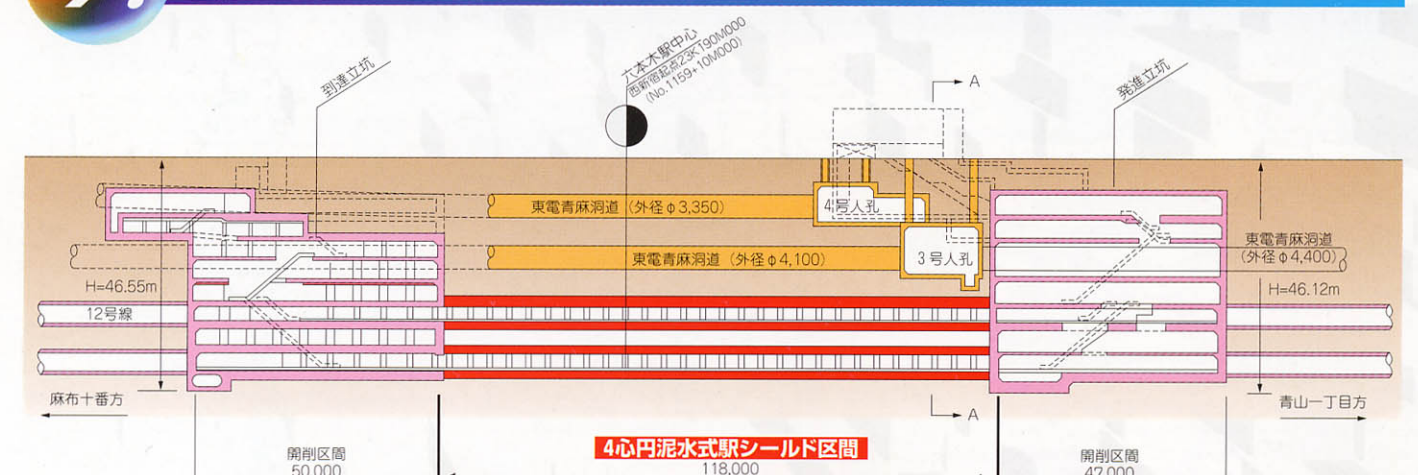
2. 平面図

ROUTE PLAN

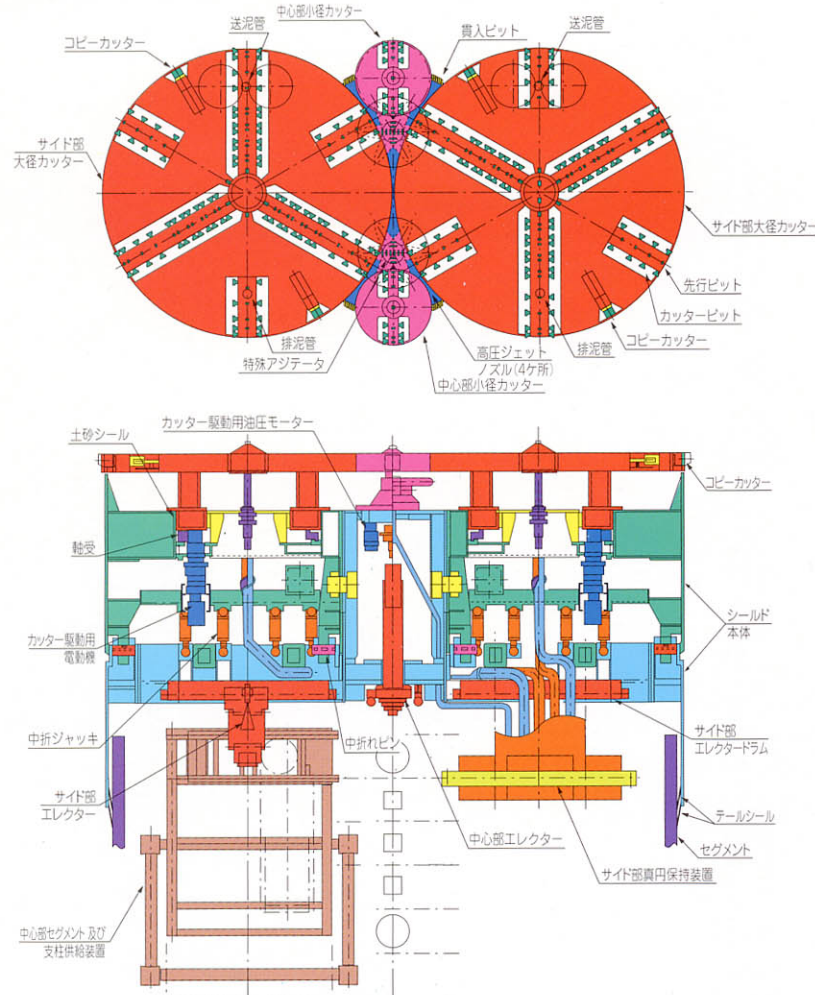


3. 断面図

PROFILE

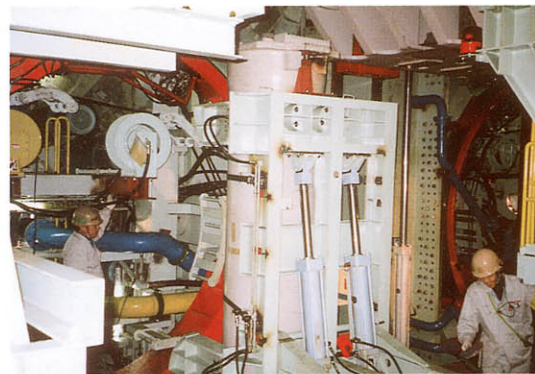


4心円泥水式シールド機 (H&Vシールド) 4-CENTERED SLURRY SHIELD MACHINE (H&V Shield)

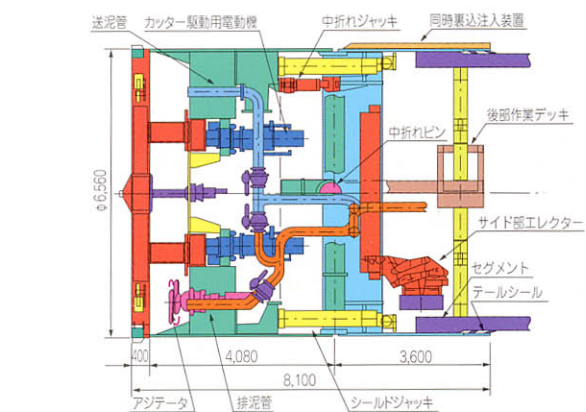
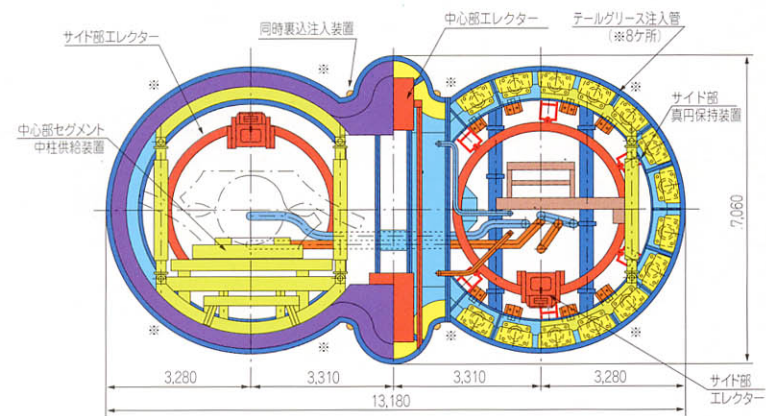


本機は、左右の回転カッタ(φ6,560)と中央の上下に回転カッタ(φ1,720)を有する、高さ7.06m、幅13.18mのシールド機である。シールド機の蛇行修正のためには、左右のシールド胴体に上下屈曲型の中折れ(H&V)機構を装備している。側部カッタと中央部カッタ間の掘残し部分は、チャンバ内に装備したアジテータ(カッタ兼用)等にて切削する。また立坑より搬送された中央部セグメントは上下移動式のエレクターにて、仮柱・中柱は柱用の特殊供給装置にて組立てる。

The height of this slurry shield machine is 7.06 m, the width of which is 13.18 m equipping main rotary cutters of φ6,560 mm at both sides and also sub rotary cutter of φ1,720 mm. Articulate mechanism named H & V is being fixed at both shield bodies in order to rectify the steering of the machine. Two agitators equipping cutter bits in the chamber are to excavate for the gap between the main cutter and sub cutter. Side segments are to be erected by the normal erecting device, central segments and posts are to be erected by erecting devices specially designed.



中柱供給装置



シールド本体要目	
最大幅	13,180 mm
最大高	7,060 mm
中心部カッター外径	1,720 mm
サイド部外径	6,560 mm
全長	8,100 mm
シールドジャッキ	250tf×1,500ST×350kg/cm ² ×28本 150tf×1,500ST×350kg/cm ² ×6本
装備総推力	7,900 tf
単位面積当り推力	106 tf/m ²

カッターディスク要目	
型式	全断面掘削正逆回転方式
トルク	常用 8.5tm, 最高 10.5tm
回転数	0~3.0 r.p.m.
油圧モーター	SX504×2台(減速機付)×2
型式	全断面掘削正逆回転方式
トルク	常用 321 tf-m
回転数	0.8 r.p.m.
電動機	30kw×4P×9台(減速機付)×2

ローリング修正機構要目	
個別上下中折れ機構	
中折れシャッキ	125tf×150ST×300kg/cm ² ×16本
中折れ角度	上下各1°

特殊アジテータ要目	
アジテータ外径	φ500 mm
羽根枚数	6枚
回転数	0~5 r.p.m.
回転トルク	1,577 kg-m
電動機	MX750(減速機付)×2

アジテータ要目	
羽根外径	φ1,000 mm
羽根枚数	6枚
回転数	58 r.p.m.
回転トルク	501 kg-m
電動機	30kw×4P×4台(減速機付)



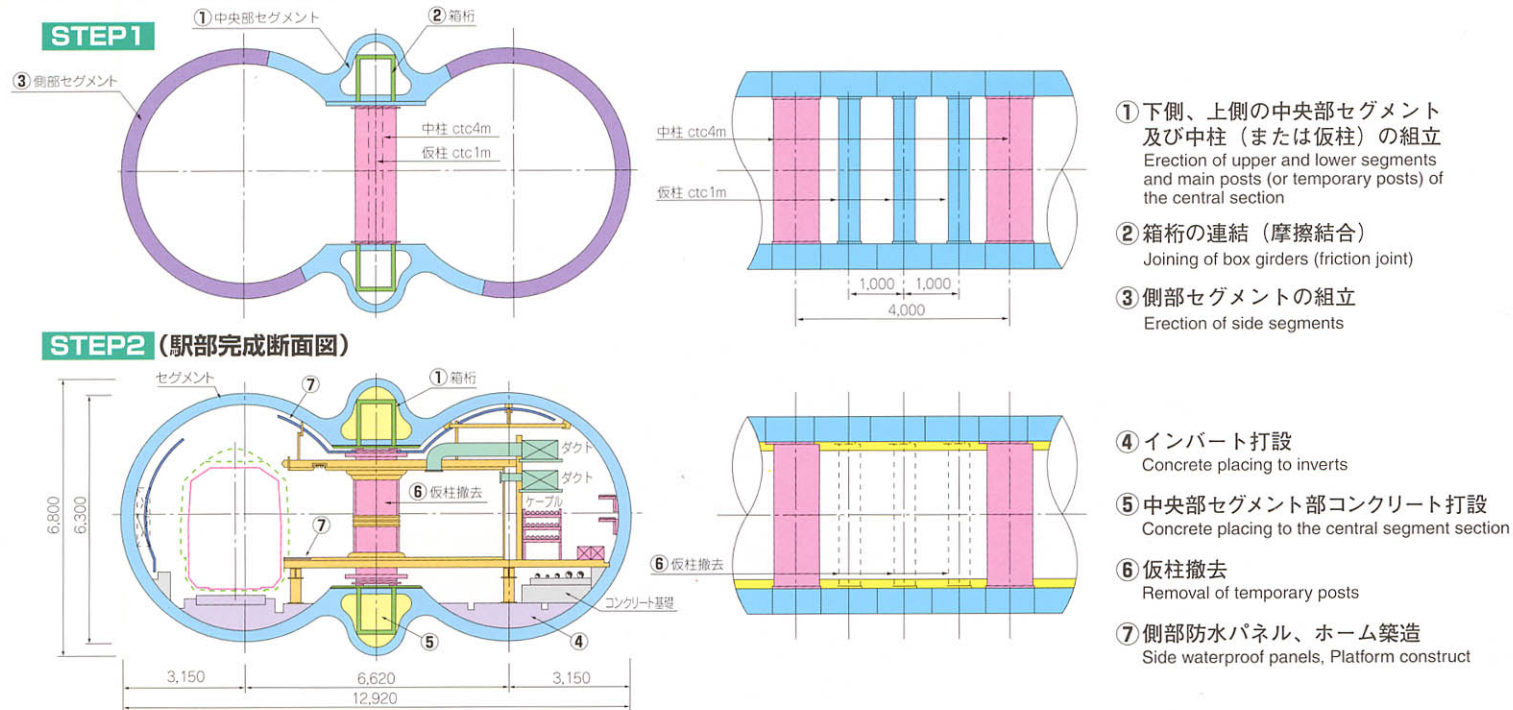
エレクター

トンネル構造 (NMセグメント)

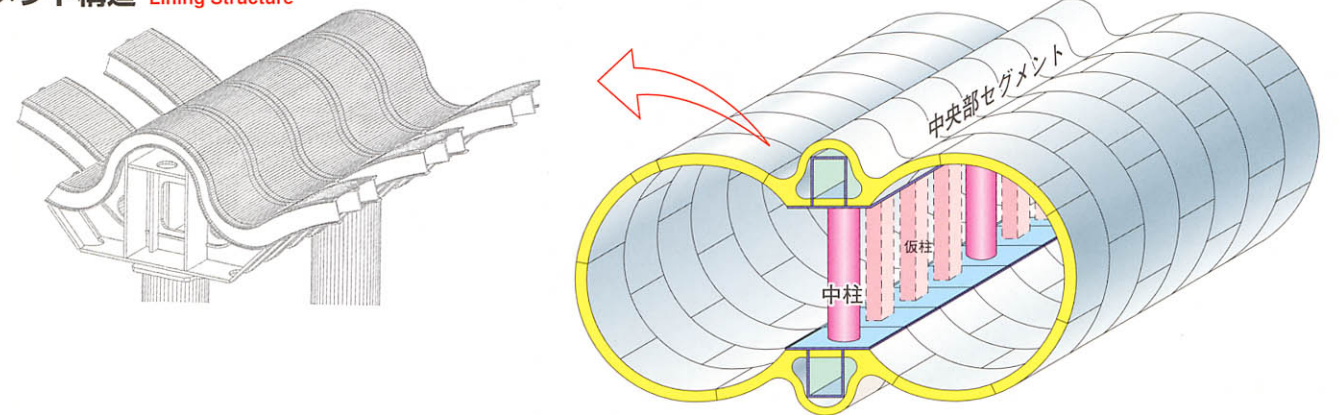
本セグメントは、施工時には仮柱(1m間隔)および中柱(4m間隔)にて支持されるが、完成時には4m間隔の中柱でのみ支持される。そこで箱桁を組込んだ特殊セグメントを柱の上下に配置し、この箱桁を1リングごとに添接してトンネル軸方向の梁部材を形成する構造としている。このため中央部セグメントは、トンネル横断面の通常のセグメント機能とトンネル縦断方向の梁としての機能を兼ね備えた構造となっている。

During the construction stage, each segment is supported by temporary post of 1 m interval or permanent post of 4 m intervals. Upon completion of the Tunneling temporary posts are to be taken away. Thus the segments used here incorporate box girders at both sides of the post as the girder member towards tunnel alignment. In other words at the central parts of the tunnel where box girders are incorporated, both functions as the normal segment and beam towards tunnel alignment are anticipated.

施工順序図 Working Process



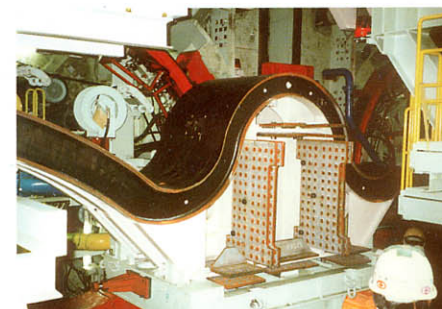
セグメント構造 Lining Structure



セグメント寸法 Segments Specifications

種類 : NMセグメント (中央部は箱桁内蔵式)
 全高×全幅 : 6,800mm×12,920mm
 側部厚さ : 300mm
 幅 : 1,000mm
 分割数 : 12分割

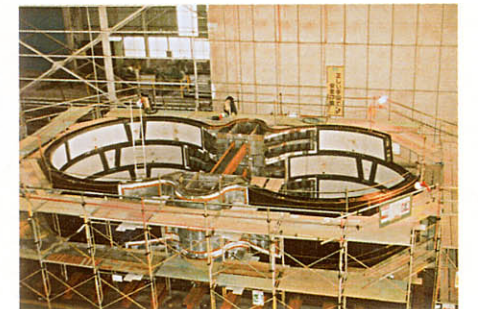
Type : NM Segments (Box Girders are incorporated in the central portion)
 Height and Width : 6,800 mm×12,920 mm
 Thickness : 300 mm
 Width : 1,000 mm
 Per Ring Members Nos. : 12



中央部セグメント



側部NMセグメント

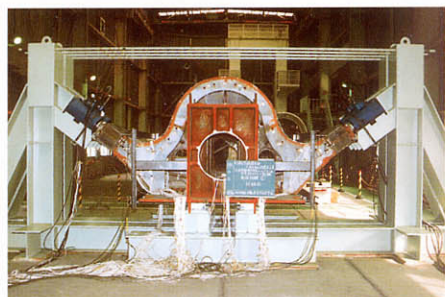


仮組立状況(3リング)

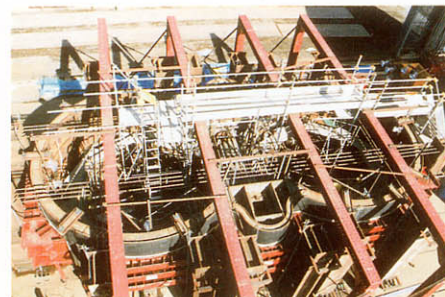
各種試験解析 Various Analyses

本覆工は従来のトンネル構造と異なり、トンネル縦断方向に梁・柱を有する特殊な構造である。このため従来の設計手法（2次元解析）以外に各種の構造荷重試験・施工性試験および3次元FEM解析などにより安全性の確認を行った。

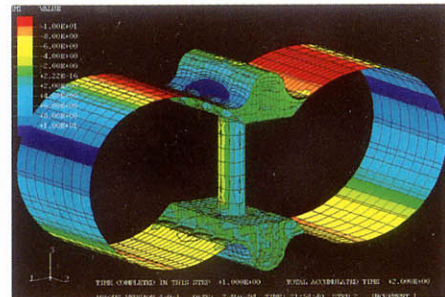
Unlike the conventional tunnel structures, special structures are inherent having beams and posts toward the alignment. Thus various additional analyses including loading tests, practicability survey and 3-D FEM analyses become essential seeking for ultimate safety.



中央部セグメント性能確認試験

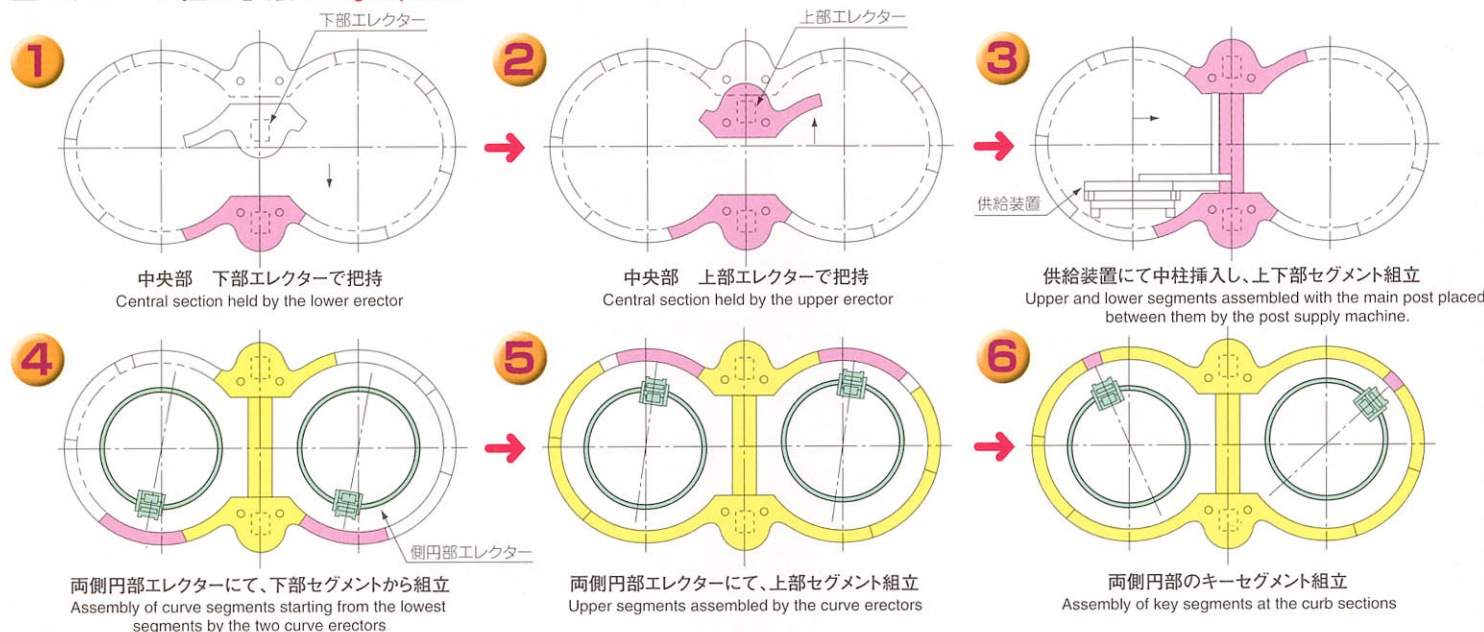


全体リング載荷試験



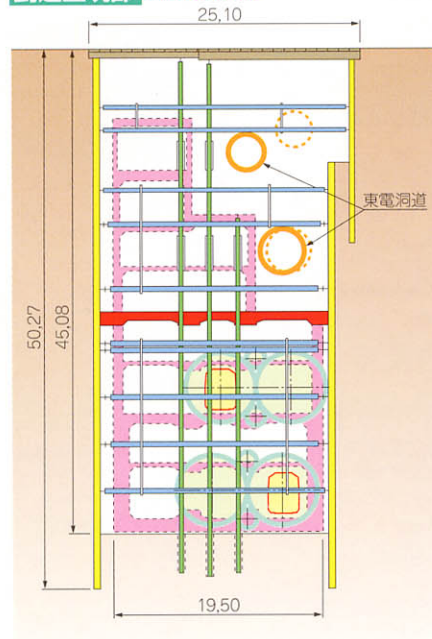
FEM解析

セグメント組立手順 Lining Sequence

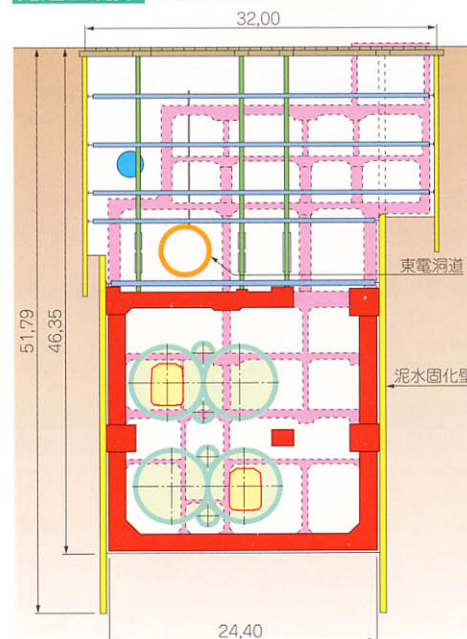


7. 大深度立坑

到達立坑部 Arrival Shaft



発進立坑部 Departure Shaft



東電洞道防護状況

開削部は掘削深さが約45mと深く、土留壁は厚さ80cm長さ51mの泥水固化壁工法で施工した。また開削区間にはφ4,400~3,350mmの東電洞道が埋設されており、掘削に伴ない受け防護を行い、安全を確認しつつ施工した。

45 m shaft depth inevitably necessitated a retaining wall of 80 cm thickness and 51 m depth by the wall-solidification-by-slurry method. Power Transmission Line Tunnels of φ4,400 mm to 3,350 mm were encountered during this shaft excavation. Thus the protection works for those power transmission line tunnels were carefully and sensitive carried out.

8. シールド発進工

(NOMST工法・MJS工法)

SHIELD TUNNELING

NOMST工法の適用 Application for NOMST

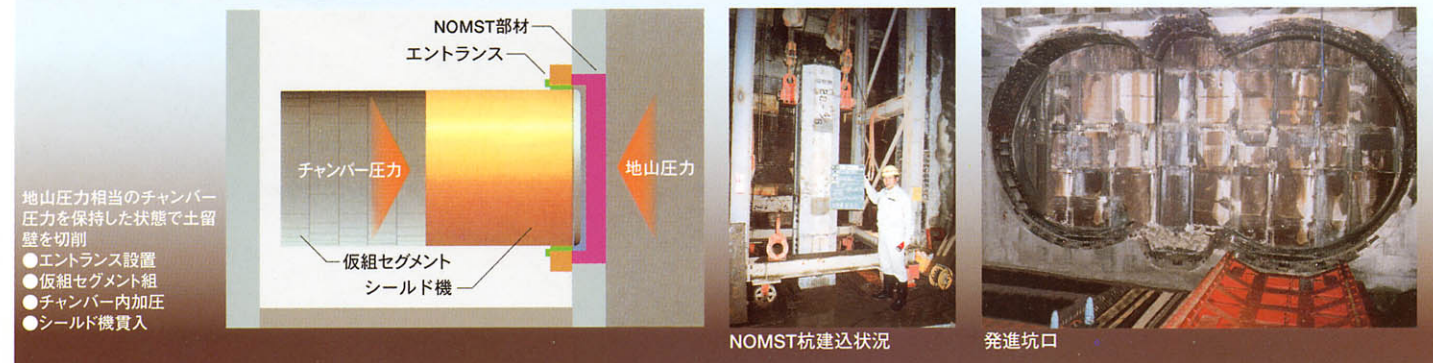
シールド掘進は下段先行後、上段を行う。シールド発進および到達部の一部においてNOMST工法(新素材コンクリートを用いたシールド発進工法)を採用している。なおNOMST部材は路下柱列杭(φ900)に建て込み、圧着材にて接合した。

また、高水圧砂層、4心円という特殊性を考慮して、坑口止水シールドはスライドプレートとエアバックを併用した2段構造とし、充分な水密性を持たせた。

NOMST (Novel Material Shield-cuttable Tunnel-wall system) was introduced for the wall of departure/arrival shaft.

Entrance Seal Method consisting of dual seal rubber, sliding plate and air bags was introduced at the departure point to preserve the water proof around the machine.

NOMSTによる発進概念図 Concept of NOMST (Novel Material Shield-cuttable Tunnel-wall system)



シールド発進・東電人孔防護工 Soil Improvement Works

シールド発進直後、上部に東京電力の人孔、洞道がある。掘進に先立ち、防護のためMJS工法(全方位高圧噴射工法)により強固な地盤改良をしている。

MJS工法の概要

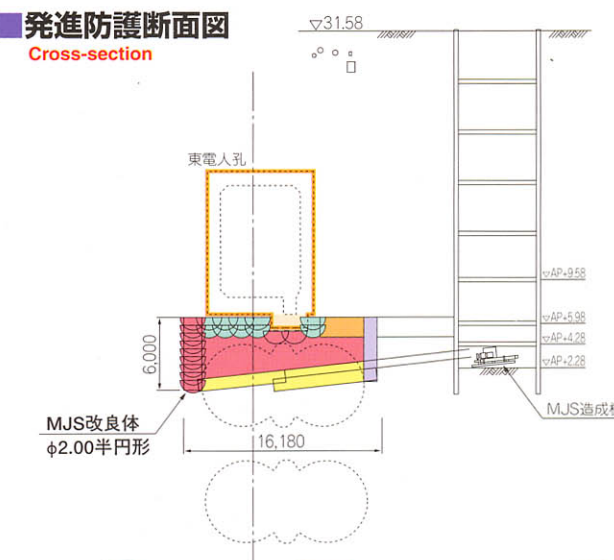
MJS工法は、強制排泥回収機構を組み込むことで、近接構造物対策や大深度施工への対応を解決し、さらに、これまで不可能であった高圧噴射工法の水平施工を可能にした。

For protecting the big size manholes existing just above the tunnel, soil improvement works were carried out by MJS Method prior to the tunnel driving.

Outline of MJS Method

The MJS machine has a forced slurry discharge and recovery device. Thus, the method can cope with problems concerning structures in close proximity and deep tunnel constructions. (By high pressure jet spray method.) Horizontal construction is now possible with the MJS method.

発進防護断面図 Cross-section

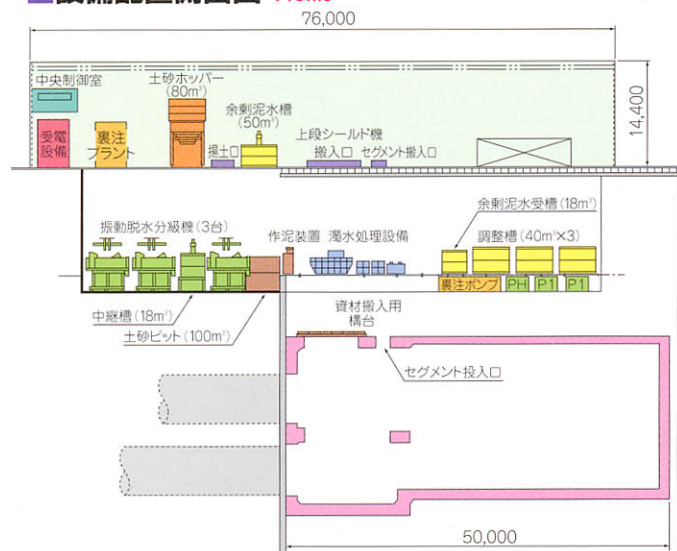


9. 泥水処理設備

泥水処理設備

SLURRY TREATMENT PLANT

設備配置側面図 Profile



後方設備平面図 (B7F) Plan

