



新しい世紀、安らぎとるおいの環境づくり  
Creating a Tranquil and Pleasant Urban Environment for the New Century

## 馬込幹線工事

The Magome Trunk Sewer Construction Project



東京都下水道局南部建設事務所

Southern District Engineering Works Department, Bureau of Sewerage, Tokyo Metropolitan Government



鹿島・東急・大日本建設共同企業体 (特)

Kajima-Tokyu-Dai Nippon Construction Consortium



# 工事の早期完成を目指して建設を進めています。

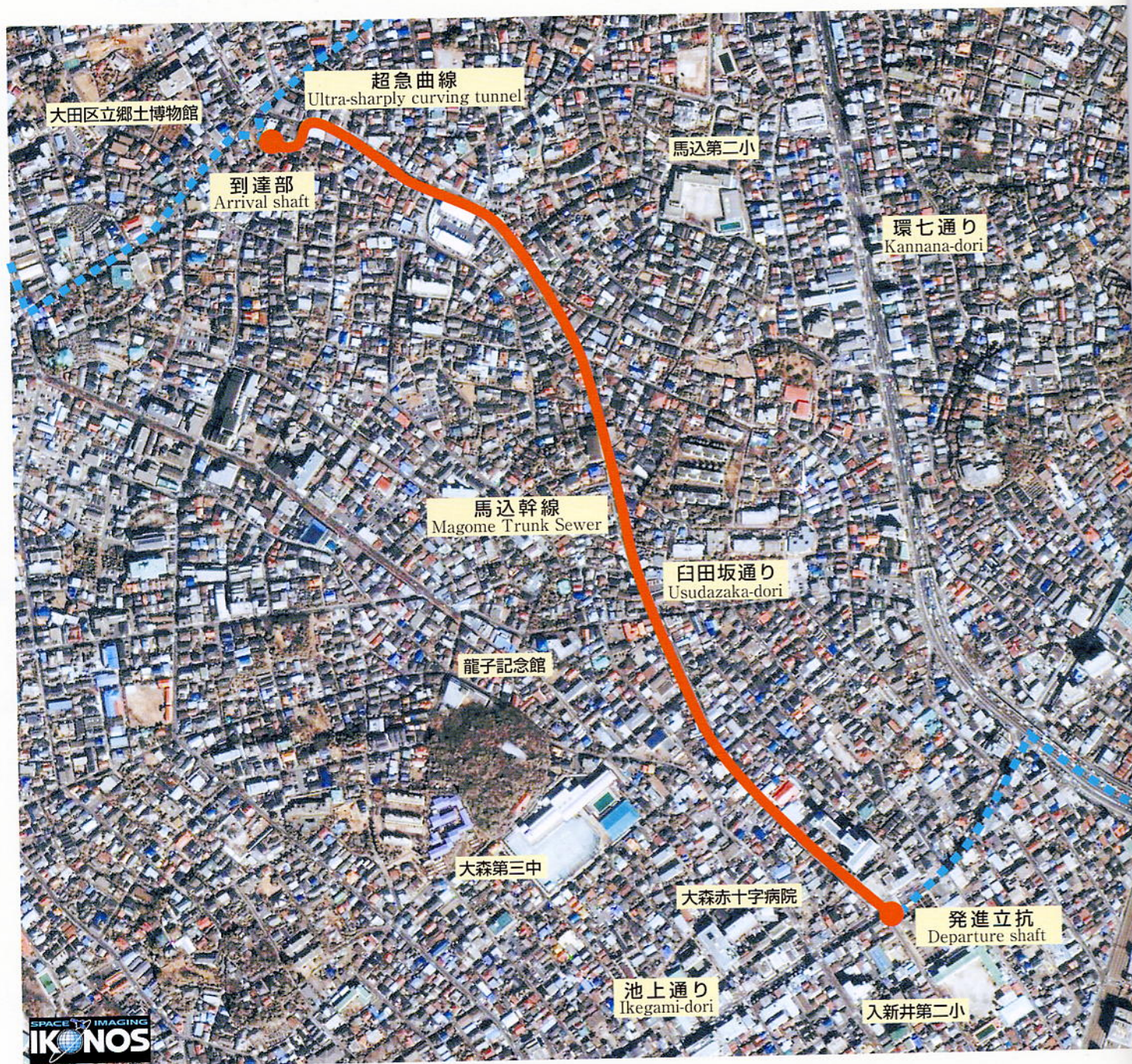
Construction is proceeding with a view to early completion of this project.

## はじめに

都市化が進んだ今日、雨水流出量の増大に伴い既設管渠が能力不足となり、都市型浸水被害が頻発しています。馬込幹線工事は、大田区東馬込・中馬込および南馬込地域（森ヶ崎処理区・流域面積394ha）の豪雨時における雨水を取り入れて暫定貯留し、浸水被害を軽減するために実施するものです。

## Introduction

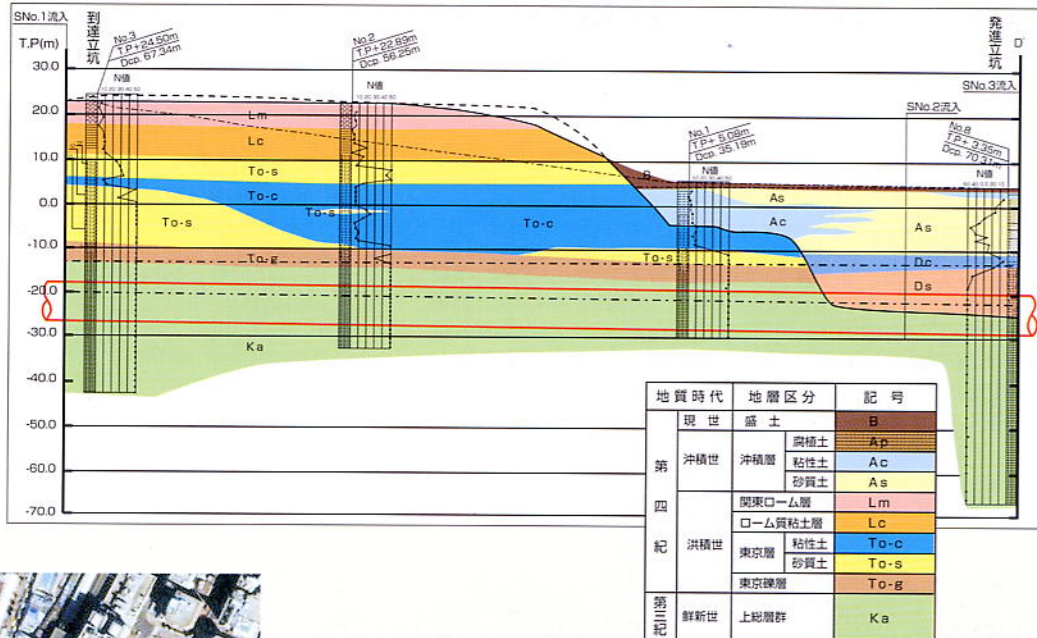
As Tokyo continues to grow and develop, rainwater runoff volumes are increasing beyond the capacity of existing sewer pipes, and as a result, urban flood damage is becoming more frequent. The Magome Trunk Sewer Construction Project is being undertaken to minimize flood damage in the Higashi-Magome, Naka-Magome and Minami-Magome localities of Ota-ku (a river basin area of 394 hectares; Morigasaki Waste Water Treatment Center) by providing extra sewer capacity to drain off and temporarily store rainwater in the event of torrential rainfall.







## 地層断面図/地層構成表 Stratum cross-section/Stratum composition



### ●工事場所

大田区中央一丁目番地先～大田区南馬込四丁目

Construction site

Extending from in front of Chuo 1-chome, Ota-ku to Minami-Magome 4-chome, Ota-ku

### ●工事概要

本工事は、都道池上通りと区道臼田坂通りの交差点（元大田区役所前交差点）を発進立坑として臼田坂通りの道路下を通過して、南馬込四丁目（大田区立南馬込うえだ公園）に至る延長約1,300mを仕上り内径4,500mmの泥土圧式シールド工法にて建設します。到達部付近で予定されている超急曲線施工に対応するため、最先端の技術を採用しての施工となります。

### Project Profile

The starting shaft for this excavation will be located at the intersection of Ikegami-dori (a metropolitan road) and Usudazaka (a municipal road) (the intersection in front of what used to be Ota-ku Ward Office). The excavation will extend underground along Usudazaka-dori as far as 4-chome, Minami-Magome (Ota-ku municipal Minami-Magome Uedai Park), with a length of approximately 1,300m and an inner diameter of 4,500mm, by the silt pressure shield method. To accommodate the ultra-sharply curving excavation planned for the area around the arrival shaft, the most advanced excavation technology will be used.

### ●工事諸元

【シールドマシン】

泥土圧式 φ5,240mm×長さ5,535mm～6,925mm  
(中折装置付；最大中折角17度)

【施工延長】

全長 1,309m (予定)

【管渠形状】

仕上り内径 4,500mm 外径 5,100mm

### Project specifications

【Shield Machin】

Silt pressure system, diameter: φ5,240mm×length: 5,535 to 6,925mm  
(with mid-bend device; maximum mid-bend angle: 17°)

【Excavation length】

1,309m (estimated)

【Shape of pipe】

Finished inner diameter: 4,500mm, external diameter: 5,100mm



# 先端技術

The most advanced technology



## 【超急曲線施工】 (曲率半径 8 m)

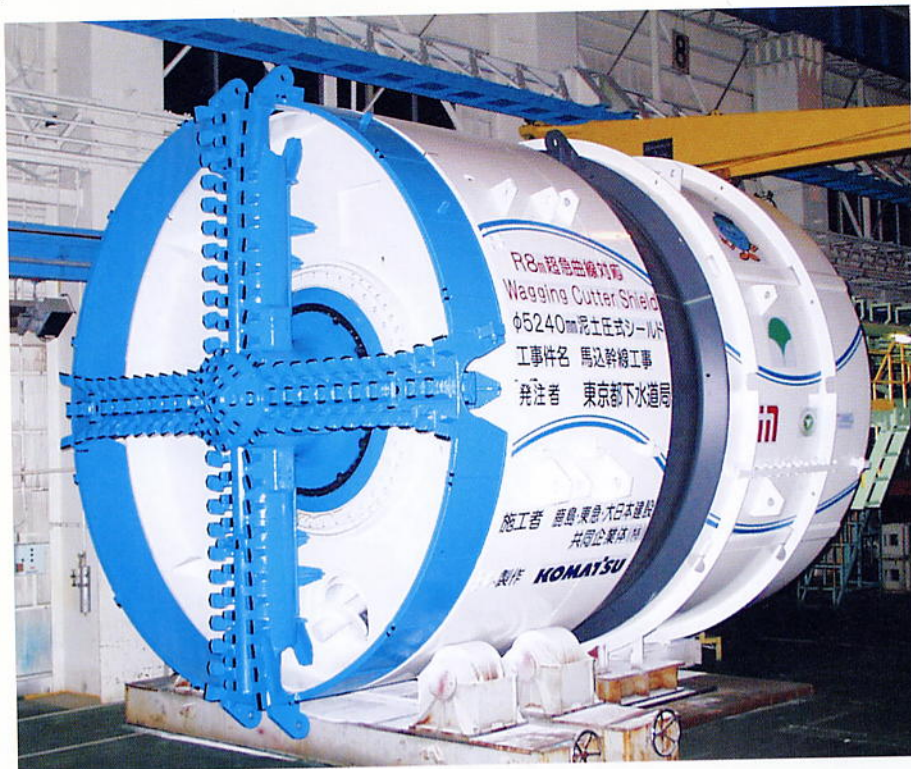
到達部付近では、曲率半径 8 m の超急曲線施工が予定されています。シールド工法としての施工実績が全くない曲率で、従来工法では対応が不可能でしたが、今回最先端の技術であるワギングカッタ工法（揺動式シールド）の採用とテール本体部の組み換え機能による機長短縮により可能となりました。



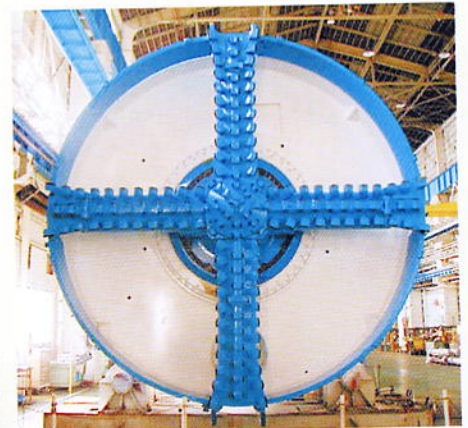
Using the latest technology to excavate an ultra-sharply curving tunnel (curvature radius: 8m)

In the area around the arrival shaft, an ultra-sharply curving tunnel will be excavated, having a curvature radius of 8m. This will be the first time a shield machine has been used for this type of excavation. Indeed, this would have been impossible using conventional methods; it has only now become feasible due to technological innovation in the form of the wagging cutter method, and also thanks to a new design allowing the tail seal section to be detached from the main body of the machine.

## 【シールドマシン】 / Shield machine



全景 / Appearance of machine



正面 / Front View



中折れ状況 / Mid-bend



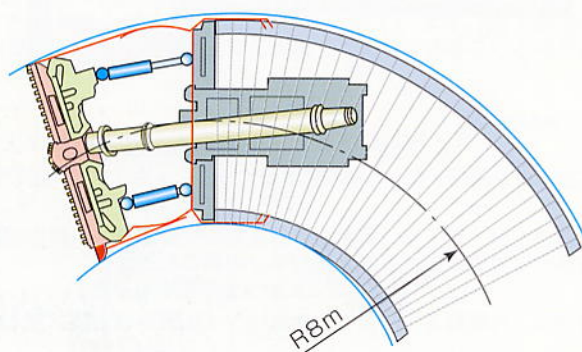
## 【ワギングカッタ工法】

### Wagging Cutter Shield : 揺動式シールド工法

シールドマシンは、先端のカッターヘッドで掘削した範囲の中でしか機体の方向を変えることが出来ません。したがって、施工可能となる曲率半径は、主に機長によって限定されることとなります。多数のモーターを複雑に配置してカッターヘッドを回転させていた従来の回転カッタ式シールドマシンでは、機長の短縮には限界がありました。これに対して、ワギングカッタ工法ではカッターヘッドを少数の揺動ジャッキで駆動するためマシン内部の機器を簡素化することにより、さらなる機長短縮が可能となりました。

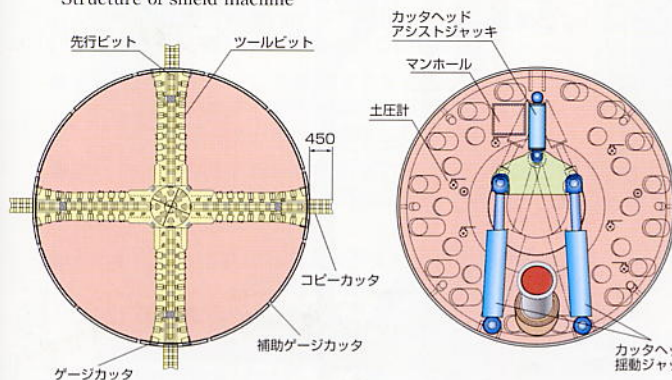
### 急曲線8R施工状況図

Shape of sharply-bending excavation with 8-meter radius of curvature



### シールドマシン構造

Structure of shield machine

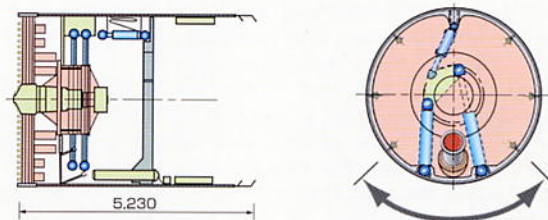


### The wagging cutter method (Using the wagging cutter shield)

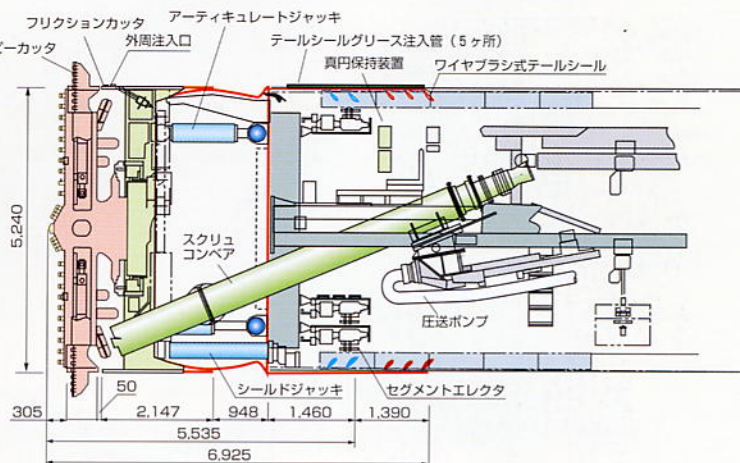
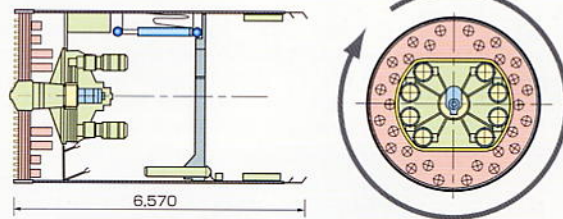
A shield machine can only change direction within the bounds of the area excavated by the cutter head at its front end. This means that the excavation's minimum curvature radius is limited mainly by the length of the machine itself. In the case of a conventional rotating cutter shield machine, where the cutter head is rotated by means of a complex deployment of motors, the machine length cannot be reduced below a certain amount. In the wagging cutter method, by contrast, the cutter head is driven by a small number of wagging jacks, allowing the internal workings of the machine to be simplified, which has in turn allowed the body of the machine to be shortened.

### 構造説明図 / Structural diagram

#### ワギングカッタ / Wagging Cutter



#### 回転カッタ / Rotating cutter



### φ5240mm泥土圧式シールド機仕様一覧

Shield machine specifications

#### シールド本体

外径×機長×分割	φ5240mm×6925mm×6分割
スキフプレート厚×材質	前45、後45、×SM490
テールシールド	ワイヤブラシ式3段(急曲線施工時2段)
推進速度	0~6.5cm/min (全数無負荷作動時)
総推力	23520kN
シールドジャッキ	1470kN×1450mmst×34.3MPa×16本
シールドジャッキ用パワーユニット	電動機 30kW×4P×400V×50Hz×1台 油圧ポンプ 45L/min×34.3MPa×1台
中折最大角度	左: 17°、右: 35°、上下: 1°
アーティキュレートジャッキ	1960kN×700mmst×34.3MPa×10本
アーティキュレートジャッキ用パワーユニット	電動機 11kW×4P×400V×50Hz×1台 油圧ポンプ 16L/min×34.3MPa×1台

#### カッターヘッド

カッターヘッド揺動トルク	最小3058kN・m (α=21.3°) 最大3675kN・m (α=25.5°)
カッターヘッド揺動角/速度	左右各47.5°/2往復/min (1往復190°)
開口率	70%
カッターヘッド揺動ジャッキ	2600kN×1140mmst×34.3MPa×2本
カッターヘッドアシストジャッキ	1275kN×480mmst×34.3MPa×1本
北側カッターヘッドアシストジャッキ	294kN×450mmst×20.6MPa×4本
カッターヘッド揺動用パワーユニット	電動機 90kW×4P×400V×50Hz×4台 油圧ポンプ 130L/min×34.3MPa×4台
北側カッターヘッドアシスト用パワーユニット	電動機 30kW×4P×400V×50Hz×1台 油圧ポンプ 72L/min×20.6MPa×1台

#### セグメントエレクタ

型式	門型
旋回角度×旋回速度	左右各210°×0.3、1.2rpm
昇降範囲×掘削範囲	0~570mm×0~500mm
押付力×吊上力	121kN×130kN
エレクタ昇降ジャッキ	61kN×570mmst×13.7MPa×2本
エレクタ揺動ジャッキ	43kN×500mmst×13.7MPa×1本
エレクタリフトジャッキ	69kN×100mmst×13.7MPa×2本
エレクタ電動機	11kW×4P×400V×50Hz×1台
エレクタジャッキ用パワーユニット	油圧ポンプ 22L/min×20.6MPa×1台
エレクタ駆動用油圧モータ	38.5L/re v

#### スクリュコンベヤ

外径×全長	φ609.6mm×6465mm
スクラ径×ピッチ	φ560mm×P530mm
回転数	最大15.0rpm
回転トルク	31.6kN・m×22.6MPa
排土量	最大100m³/h (100%時)
スクラート開閉ジャッキ	64kN×520mmst×20.6MPa×2本
スクラ回転用パワーユニット	電動機 75kW×4P×400V×50Hz×1台 油圧ポンプ 142L/min×22.6MPa×1台
スクラート用パワーユニット	電動機 18.5kW×4P×400V×50Hz×1台 油圧ポンプ 46L/min×20.6MPa×1台
スクラ回転用油圧モータ	9.4L/re v



# 発進立坑

Starting Shaft



## 【本立坑と副立坑】

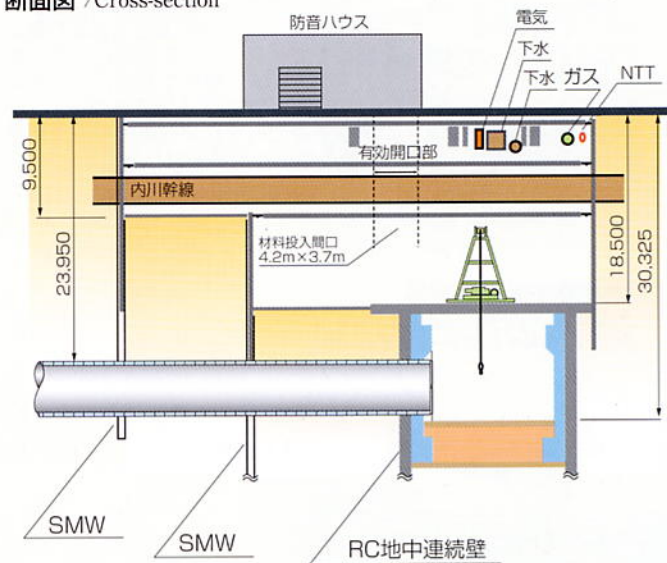
都道池上通りと区道臼田坂通りの交差点直下でシールドマシンを発進させるため、交差点直下に立坑を築造します。交差点内では埋設物が輻輳しているため、隣接用地を含めた副立坑として地下18.5mまで掘削して、路下での施工スペースを確保しました。そこを施工盤として新たに地中連続壁を路下施工で築造した中を掘り下げながら、コンクリート躯体を製造することによって、シールド発進のための本立坑としました。

### Main shaft and auxiliary shaft

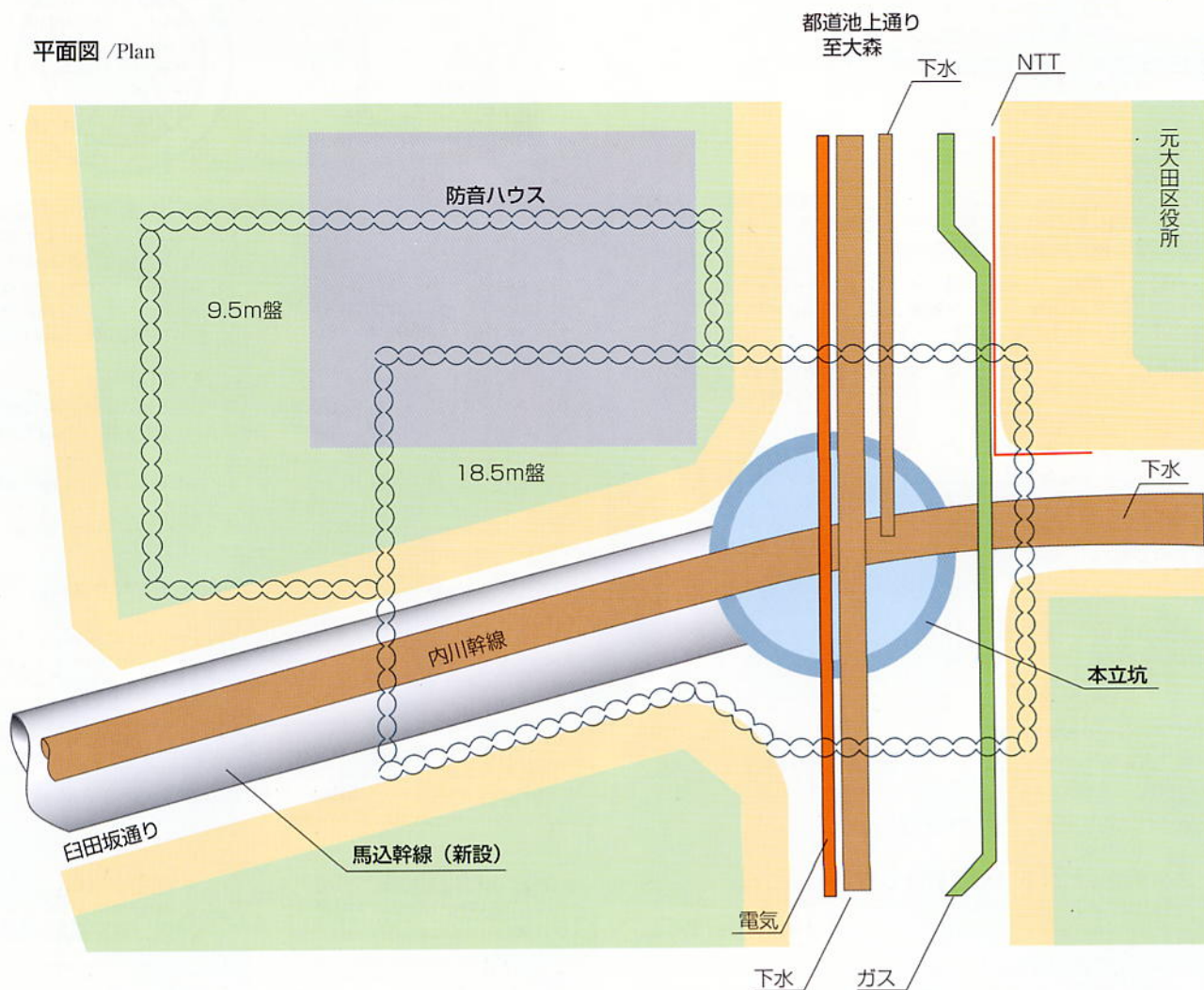
Because the shield machine will start from directly below the intersection of Ikegami-dori and Usudazaka-dori, a shaft will be constructed directly below the intersection.

The buried objects converge within the intersection, so an auxiliary shaft, encompassing an adjacent lot, will be excavated to a depth of 18.5m below ground, furnishing a working space beneath the road. Using this as a platform, a new shaft will be excavated below the road, lined with an underground continuous wall. This will then become the main shaft, to be used for the launch of the shield machine.

断面図 / Cross-section



平面図 / Plan



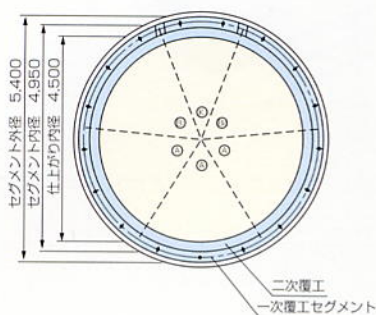


# セグメント

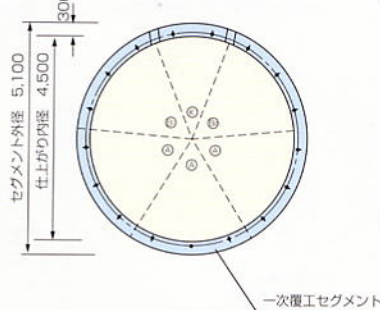
Segments

## 【セグメント構造図】 / Structure of segments

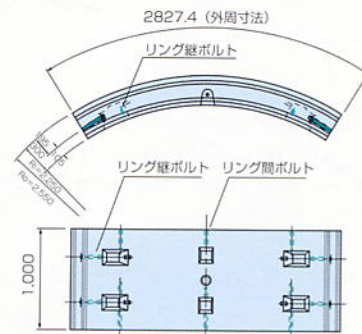
従来型（一次覆工+二次覆工）



二次覆工省略型（今回採用）



A型セグメント



## 【創意工夫】

### 二次覆工省略型セグメント採用

通常の下水道管渠では、セグメントを組み立てて地山に抵抗する一次覆工と、内面平滑性確保、漏水防止、腐食防止のためコンクリートで内面を仕上げる二次覆工で構成されています。当工事では、一次覆工に工夫を施すことで二次覆工を省略できることとなりました。

### 条件上の特徴に対する工夫

- 平滑性：ボルトボックスをプレキャストパーツで充填することで、内面平滑性を確保します。
- 耐腐食性：腐食環境での鉄筋被りを確保した上で、仕上り内に金属部分の露出しない通しボルト式セグメントを採用し、耐腐食性を確保しました。
- 内水圧：暫定貯留管としての内水圧に耐えうる構造として設計されています。

### 構造上の特徴

- 継手部：内水圧と外水圧の両方向の繰り返し荷重に対して、長期間にわたって安定的に耐えうる構造として、継手は全て長ボルト構造としています。
- シール材：内水圧にも抵抗するため、2段シール構造となっています。室内実験を実施して、7.0kg/cm<sup>2</sup>の水圧に耐えうるものを選定しています。
- 通しボルト：長ボルトを用いることにより、高い剛性に比例する偏荷重発生時の応力集中を抑え、高い耐震性を確保します。
- ボルトボックス：ボルトボックスのセグメント本体側にアンカーを埋込み、ボルトで固定することで、充填するプレキャストパーツを永久構造物とします。  
(特許申請中)

### 二次覆工省略型メリット

通常の管渠構造と比較すると、同じ仕上り内径でも二次覆工省略分だけ外径が小さくなり、コンクリート部分が薄くなります。そこで以下のようなメリットが得られます。

1. 掘削土量の低減  
二次覆工相当分外径が小さくなるので、掘削土量が低減されます。
2. 使用コンクリート量の低減  
二次覆工省略部分の使用コンクリート量が低減されます。
3. 工期の短縮  
二次覆工が必要となる工期が不要となります。

## Innovation

### Use of segments that do not require a secondary lining

Conventional sewer piping consists of a primary lining in which segments are assembled to keep out the soil, and a secondary lining provided by coating the inner wall with concrete in order to provide a smooth surface and prevent leakage and corrosion. This project will devise a primary lining so that a secondary lining is not required.

### Measures taken to accommodate special requirements

**Smoothness:** A special pre-cast part will be plugged into each bolt box, ensuring that the inner surface of the pipe is smooth and flush.

**Resistance to corrosion:** The steel frames are coated for protection against the corrosive underground environment. This precaution is supplemented by the use of through-bolt-style segments where no metal parts are left exposed on the finished inner surface, thus ensuring resistance to corrosion.

**Internal water pressure:** The temporary storage pipes are designed to withstand the internal water pressure.

### Structural features

**Joints:** Bolt-structure joints are used throughout, as this design gives the joint the ability to stably withstand repeated loading from both internal and external water pressure over long periods.

**Seal material:** To withstand the internal water pressure, the seals have a two-level structure. The material selected for the seals was found capable of withstanding a hydraulic pressure of 7.0kg/cm<sup>2</sup> in indoor tests.

**Through-bolts:** The higher the rigidity of a structure, the greater its susceptibility to concentration of stress when uneven loading is applied. To minimize stress concentration and ensure high earthquake-resistance, long bolts are used.

**Bolt boxes:** Each bolt-box has an anchor buried into the side next to the main body of the segment, and when it is bolted, the pre-cast part filling the gap gives the segment a watertight structure (patent application filed).

### Advantages of using pipe segments that do not require a secondary lining

Compared with a conventional sewer pipe of the same inner diameter, a sewer pipe assembled from our new-design segments will have a smaller outer diameter and the concrete will be thinner. This brings the following advantages:

1. Less earth needs to be excavated to accommodate the pipe.
2. Less concrete needs to be used.
3. The project can be completed more quickly, because there is no secondary lining to complete.

## ■断面数量比較表（馬込幹線工事） / Vertical-section quantity comparison table (Magome Trunk Sewer Construction Project)

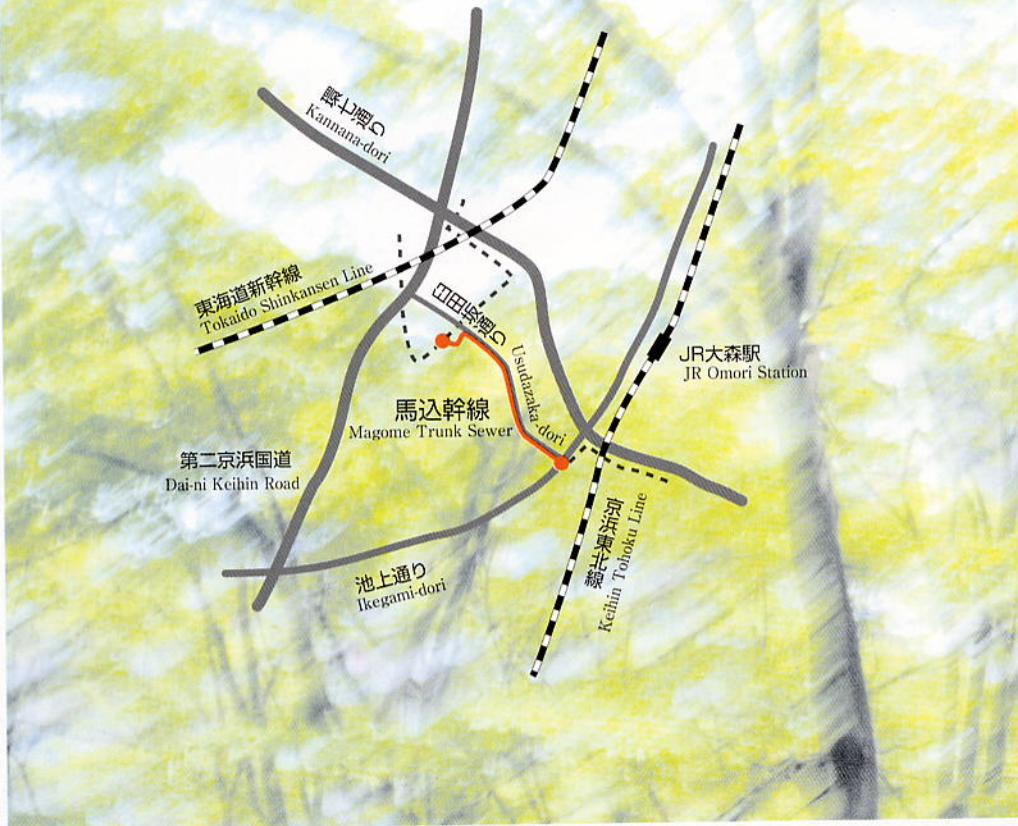
項目 Item	二次覆工省略型 New-design pipe segment	通常型 Conventional pipe segment	低減率 (%) Decrease
外径 Outer diameter	5.1m	5.4m	6%
掘削断面積 Cross-sectional area of excavation	21.6m <sup>2</sup>	24.1m <sup>2</sup>	10%
コンクリート断面積 Cross-sectional area of concrete	4.5m <sup>2</sup>	7.0m <sup>2</sup>	36%





当事業所は、安全と環境に配慮して工事を行っています。

Our organization is giving full consideration to safety and environmental issues in the implementation of this project.



工程表

Construction Project Schedule

平成12年度 FY 2000

平成13年度 FY 2001

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
シールドマシン制作 Shield machine fabrication	[Progress bar]																								
シールドマシン投入 Introduction of shield machine																									
防音ハウス・プラント設置 Installation of soundproofing house and plant																									
シールド掘進・一次覆工 Shield excavation and primary lining																								(予定)	

※東京都下水道局南部建設事務所および当事業所はISO14001の認証を取得しています。環境にやさしい工事を心がけています。

■お問い合わせ先  
Contact details

 **東京都下水道局 南部建設事務所 工事第二課**  
Southern District Engineering Works Department, Bureau of Sewerage, Tokyo Metropolitan Government  
〒108-0075  
東京都港区港南1丁目5番  
TEL.03-3474-3205 FAX.03-3474-3206

 **鹿島・東急・大日本建設共同企業体(特)**  
**馬込幹線JV工事事務所**  
Kajima-Tokyu-Dai Nippon Construction Consortium  
〒143-0024  
東京都大田区中央1-21-3 岩市ビル1階  
TEL.03-3778-1782 FAX.03-3778-0917