

# 大豊建設株式会社 本社・支店

本社 〒104-8289 東京都中央区新川1-24-4 ☎(03)3553-4311(代表)

## ■支店

北海道 〒060-0042 札幌市中央区大通西5-8(昭和ビル)	☎(011)241-1325 FAX.(011)241-3509
東北 〒980-0021 仙台市青葉区中央2-10-1(勝山ビル)	☎(022)224-1581 FAX.(022)261-5244
北陸 〒951-8164 新潟市関屋昭和町1-62	☎(025)266-5375 FAX.(025)266-6805
東京 〒104-8289 東京都中央区新川1-24-4	☎(03)5541-5033 FAX.(03)5541-5038
横浜 〒231-0015 横浜市中区尾上町5-76(明治屋ビル)	☎(045)681-4571 FAX.(045)662-1689
名古屋 〒453-0852 名古屋市中村区角割町5-7-2	☎(052)481-4101 FAX.(052)482-0433
大阪 〒530-0057 大阪市北区曾根崎1-2-9(梅新ファーストビル)	☎(06)6313-7110 FAX.(06)6313-7115
神戸 〒651-0085 神戸市中央区八幡通3-1-19(日精ビル)	☎(078)251-4353 FAX.(078)251-0411
四国 〒760-0018 高松市天神前6-34(村瀬ビル)	☎(087)831-2655 FAX.(087)835-2874
広島 〒730-0051 広島市中区大手町5-3-18(YSビル)	☎(082)244-0569 FAX.(082)243-1513
九州 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-5-19(サンライフ第3ビル)	☎(092)473-0421 FAX.(092)473-8684

## Head Office

24-4, Shinkawa 1-chome, Chuo-ku, Tokyo 104-8289, Japan  
Tel: (03) 3553-4311

## Hokkaido Branch

Showa Bldg., 5-8, Odori-nishi, Chuo-ku, Sapporo 060-0042  
Tel: (011) 241-1325 Fax: (011) 241-3509

## Tohoku Branch

Katsuyama Bldg., 10-1, Chuo 2-chome, Aoba-ku, Sendai 980-0021  
Tel: (022) 224-1581 Fax: (022) 261-5244

## Hokuriku Branch

1-62, Showamachi, Sekiya, Niigata 951-8164  
Tel: (025) 266-5375 Fax: (025) 266-6805

## Tokyo Branch

24-4, Shinkawa 1-chome, Chuo-ku, Tokyo 104-8289  
Tel: (03) 5541-5033 Fax: (03) 5541-5038

## Yokohama Branch

Meijiya Bldg., 5-76, Onoecho, Naka-ku, Yokohama 231-0015  
Tel: (045) 681-4571 Fax: (045) 662-1689

## Nagoya Branch

5-7-2, Kakuwaricho, Nakamura-ku, Nagoya 453-0852  
Tel: (052) 481-4101 Fax: (052) 482-0433

## Osaka Branch

Umeshin First Bldg., 1-2-9, Sonezaki, Kita-ku, Osaka 530-0057  
Tel: (06) 6313-7110 Fax: (06) 6313-7115

## Kobe Branch

Nissei Bldg., 3-1-19, Hachimandori, Chuo-ku, Kobe 651-0085  
Tel: (078) 251-4353 Fax: (078) 251-0411

## Shikoku Branch

Murase Bldg., 6-36, Tenjinmae, Takamatsu 760-0018  
Tel: (087) 831-2655 Fax: (087) 835-2874

## Hiroshima Branch

YS Bldg., 5-3-18, Otemachi, Naka-ku, Hiroshima 730-0051  
Tel: (082) 244-0569 Fax: (082) 243-1513

## Kyushu Branch

Sun Life NO.3 Bldg., 2-5-19, Hakataeki Higashi, Hakata-ku,  
Fukuoka 812-0013  
Tel: (092) 473-0421 Fax: (092) 473-8684

## ■お問い合わせ先

土木本部 土木営業部

☎(03)3297-7007 FAX.(03)3551-4005

Inquiries to:

Daiho Corporation, Overseas Department

Tel: (03) 3297-7008 Fax: (03) 3553-6935

PAT. NO.1711986

偏心多軸シールド工法

**DPLEX**  
Shield Method

大豊建設株式会社  
DAIHO CORPORATION

# DEVELOPING PARALLEL

平成8年度土木学会  
技術開発賞受賞

Won the Technology Development Prize of the Japan Society of Civil Engineers in 1996



# LINK EXCAVATING SHIELD METHOD



新しい波。DPLEXでシールド工法が変わります。  
This is a New Wave. The DPLEX shield will innovate on the present shield method.

地下空間の有効利用が大きなテーマとなっている現在、都市の錯綜した地下スペースにトンネルを構築するシールドの技術が変わりつつあります。

円形はもとより、矩形、めがね形、馬蹄形など、自在に断面を選定でき、大断面や長距離掘進にも対応できる新しいコンセプトから発想されたDPLEXシールド工法を今、世界に広く提案します。

DPLEXシールド工法は、幅広い適応性と的確な対応技術で、次世代のシールドテクノロジーをリードします。

Under such condition that the effective use of the underground space is a major subject in urban areas, shield engineering for excavating tunnels under complicated urban underground space has begun assuming a new aspect.

This new shield method called DPLEX has been devised from a new concept for enabling any cross-section shape to be selected not only round but also rectangular, oval, and horseshoe, and for working with large cross-section and long distance excavation. We suggest this DPLEX shield method widely to the world.

The DPLEX shield method will lead the next generation shield technology with its wide range applicability and precise processing technology.

## 工法の特長

### 1. 任意断面の掘削が可能

掘削断面に相似形の cutter 形状を選定することにより、あらゆる断面形状を掘削することができます。よって、使用目的にあった合理的な断面を選定できるとともに地下の制約条件に広く対応できます。

## Features:

### 1. Enabling excavation of any cross-section

Selecting a cutter shape similar to cross-section excavated allows any cross-section shape to be excavated. This helps us to select reasonable cross-section shape meeting our objectives as well as to widely cope with restriction for underground excavation.

### 2. 大断面シールドに最適

Cutterの回転半径が小さいので、掘削トルクが小さくて済みます。また、複数の駆動部は、コンパクトにユニット化が可能であり、組立・解体・運搬が容易であり、大断面になるほど有利です。

### 2. Optimum for large cross-section shield

The small cutter turning radius need only a small excavation torque. In addition, multiple driving gears provide compact unification, thus enabling easy assembly, disassembly, and transportation. The usefulness of these features is more conspicuous when they are used in larger cross-section shield.

### 3. 長距離掘進が可能

Cutterの回転半径が小さいので、ビットの摺動距離が小さくなり、ビットの摩耗が少なく従来の3倍程度の長距離掘進が可能となります。

### 3. Allowing long-distance excavation

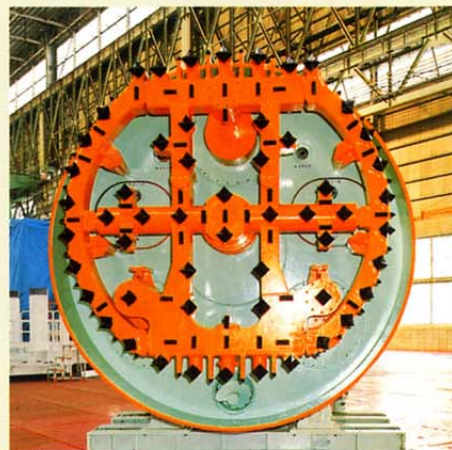
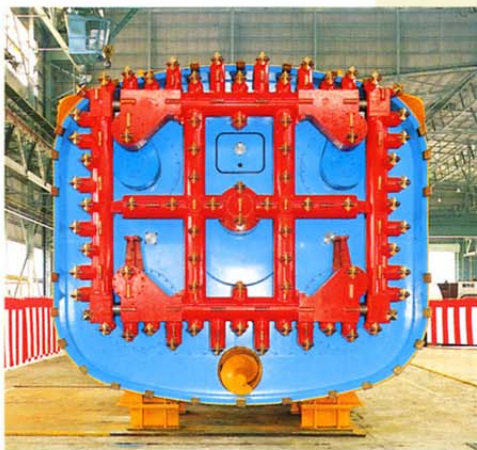
The small cutter turning radius and the short cutter bit sliding distance reduce the bit wear rate, allowing for long-distance excavation about three times the conventional shield.

### 4. 掘削機構がシンプル

従来の円形シールドと同様な回転運動を基本としているため、Cutter駆動機構がシンプルです。

### 4. Simple excavation mechanism

The DPLEX shield is based on the rotational motion like the conventional round shield, it still has a simplified cutter driving mechanism.



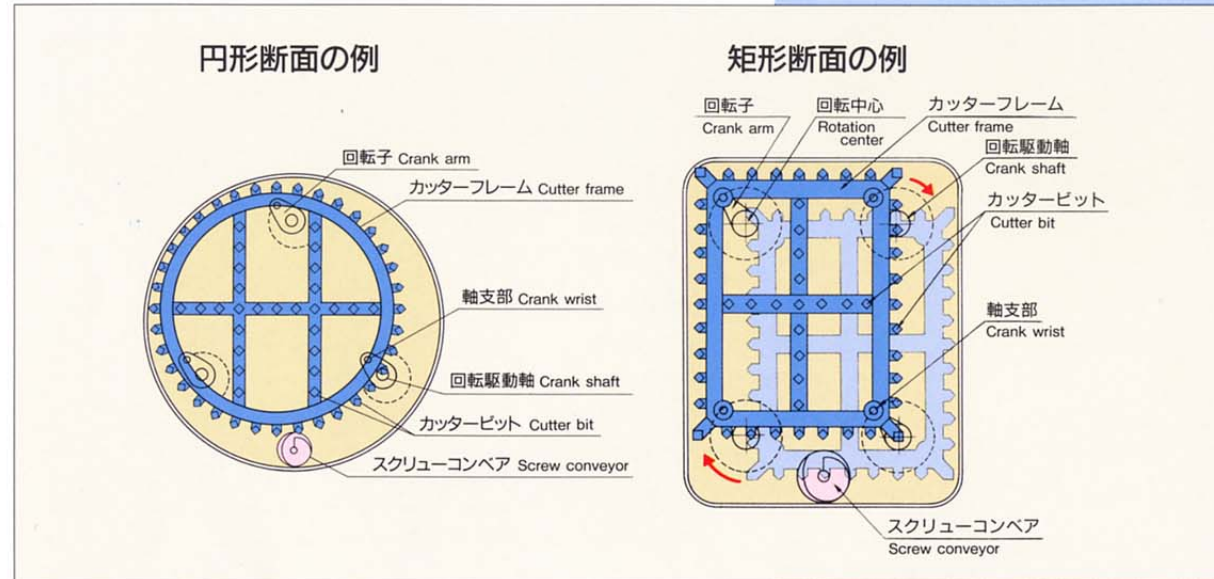
# あらゆる断面に対応できます。

# Working with every cross-section

## ■掘削の原理 Principle of excavation

複数の駆動軸の先端にカッターフレームを偏心して支持し、各駆動軸を同一方向に回転させると、カッターは平行リンク運動を行い、カッターとほぼ相似形の断面を掘削できます。従って、カッターの形状を変えることで、円形はもとより矩形、楕円形など、多種多様な断面に適用できます。

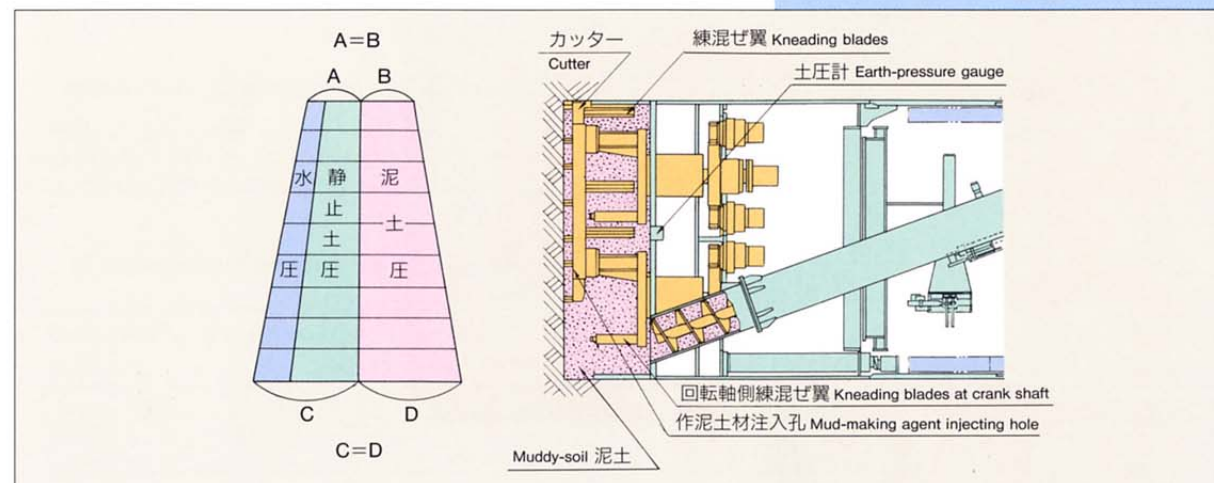
The principle of excavation by the DPLEX shield method is this. Cutter frames which are linked to the tips of multiple shafts with eccentricity are turned in parallel link motion by turning each crank shaft in the same direction, excavating a tunnel of a cross-section shape almost analogous to the cutter shape. This mechanism permits excavating holes of various cross-section shapes, such as rectangular and oval as well as round, by using various shapes of cutter frames.



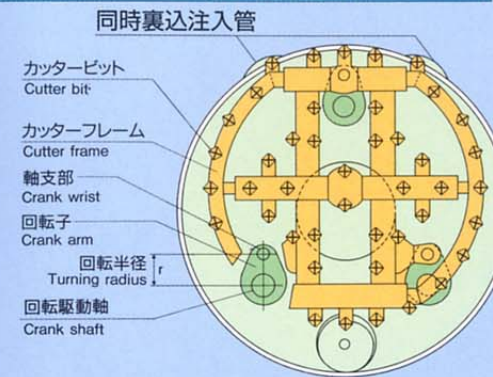
## ■切羽の安定 Stability of cutting face

切羽の安定は、基本的には、円形シールドで実績が多く信頼性の高い泥土圧方式を採用しています。切羽をカッターで切削し、この切削土砂に作泥土材を添加し、カッター後部と回転軸に取り付けた練混ぜ翼で練混ぜて泥土化し、泥土圧で切羽を保持させるものです。泥土圧を地山の土圧と水圧にほぼ一致させるように掘進速度とスクリューコンベアの回転速度を調整して掘進します。(土質により、泥水方式も採用できます。)

Stability of cutting face basically employs the muddy-soil pressure method that has a lot of results in round shield and high reliability. In the method, cutting face is excavated with cutters, mud-making agent is added to excavated soil, and mud-soil is made by kneading with the kneading blades mounted on the cutter rear unit and crank shaft to hold the cutting face with the earth pressure. Excavation is performed by adjusting the excavation speed and screw conveyor rotation speed so that the muddy-soil pressure almost matches the soil pressure and water pressure of natural ground (According to the soil type, the slurry shield method can also be employed.)



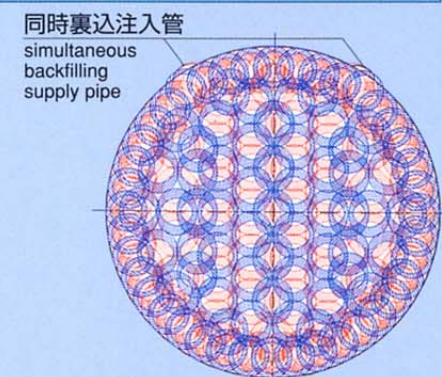
## ■掘削性能 Excavation performance



偏心多軸支持されたカッターの回転半径rが小さいので、掘削トルクが小さくなります。従来の円形シールドに比べ円形DPLEXシールドは約1/3~1/2程度のカッタートルクで掘進できるため、カッター駆動装置を小さくでき、電力量も少なくて済みます。同様に、ビットの摺動距離も短くなり従来の約3倍の長距離掘進が可能です。

As the turning radius of the cutter held by the eccentric multi-shaft is small, the excavation torque is small. Compared with the conventional round shield, the round DPLEX shield enables excavation with about one-third to half cutter torque, so the cutter driving equipment can be reduced, thus enabling power consumption to be reduced. Similarly, the bit sliding distance can be shortened, enabling long-distance excavation about three times the conventional excavation.

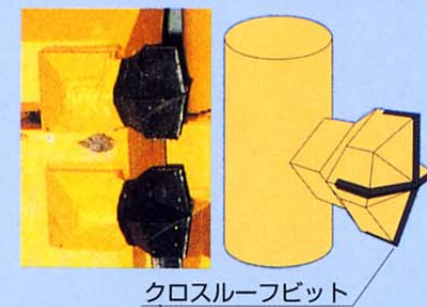
## ■ビット掘削軌跡 Excavation track of cutter bit



カッターは平行リンク運動によって、地山を掘進するため、すべてのカッタービットの掘削軌跡は、円環状で小径となり、この軌跡を組み合わせることにより、全断面の掘削が可能になります。同時裏込注入管の突起部も、ビットの配置を考慮することで、掘削できます。

Excavation is proceeding with the cutter, which is turning in parallel link motion. The tracks of each cutter bits are just like small doughnut individually, and cutter face can be excavated as the result of all of the cutter bits moving. Projection part of simultaneous backfilling supply pipe can be excavated with consideration of bits arrangement.

## ■クロススルービット Cross-roof bit

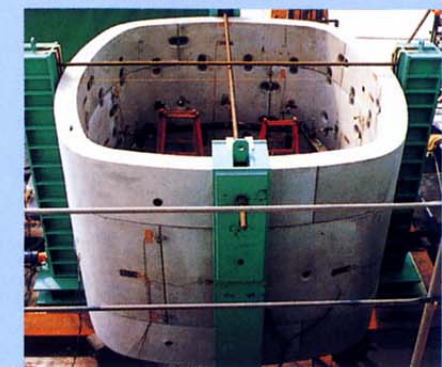


クロススルービットは、本工法のために開発した独自のビットで、すくい角と逃げ角が等しい全方向切削のできるビットです。このビットにより、繊維補強高強度コンクリート壁(80N/mm<sup>2</sup>)を切削した実績があります。

Cross-roof bit is an exclusive bit developed for this shield method, enabling excavation in all the directions with its rake angle and relief angle equal. With this bit, cutting of high strength concrete(800kgf/cm<sup>2</sup>) has been assured.

## ■セグメント Segment

### 円弧状矩形セグメント Rounded rectangular segment



### ●円弧状矩形セグメント

大小の2種類の円弧部材を組み合わせた形状の矩形セグメントです。コーナー部や部材中央部に発生する正負の曲げモーメントを低減できるので、従来の矩形セグメントに比べ、厚さや鉄筋量を小さくできます。矩形断面の構造上の短所を補い円形断面の長所を取り入れた合理的で信頼性の大きいセグメントです。

### Rounded rectangular segment

This rectangular segment is composed of two different size arch members. Either positive or negative bending moment generated at a corner and the center of members can be reduced, so the thickness and the volume of reinforcement can be reduced compared with the conventional rectangular segment. This is a reliable segment complements structural disadvantage of rectangular cross-section and takes advantage of round cross-section.

# 長距離・大断面シールドに最適です。

## ■施工例 Example of Construction

### ■円弧状矩形断面 Round-Rectangular cross-section

工事名：習志野市菊田川2号幹線  
管渠建設工事その18及び  
その22  
Name of work :  
Nos. 18 and 22 for the Kikutagawa 2nd  
Arterial Sewage Construction Works  
at Narashino City  
Location of work :  
Fujisaki 1-chome to 4-chome,  
Narashino City, Chiba Prefecture  
Employer :  
Japan Sewage Works Agency  
Contractors :  
Daiho-Zenitaka-Ando Joint Venture  
Details of construction :  
Distance : Outgoing tunnel 392.41m  
Return tunnel 417.23m Total 809.64m  
Minimum curvature : 50m  
Finish inner size : 3,400×2,800mm  
Shield outer size : 4,380×3,980mm  
Segment outer size : 4,200×3,800mm  
Soil type :  
Loam, Fine sand (N value=17 to 39)  
Overburden : 2.37 to 4.15m  
Underwater level : GL-1.7 to 3m

施工場所：千葉県習志野市藤崎1~4  
丁目地先  
丁目地先  
Location of work :  
Fujisaki 1-chome to 4-chome,  
Narashino City, Chiba Prefecture  
Employer :  
Japan Sewage Works Agency  
Contractors :  
Daiho-Zenitaka-Ando Joint Venture  
Details of construction :  
Distance : Outgoing tunnel 392.41m  
Return tunnel 417.23m Total 809.64m  
Minimum curvature : 50m  
Finish inner size : 3,400×2,800mm  
Shield outer size : 4,380×3,980mm  
Segment outer size : 4,200×3,800mm  
Soil type :  
Loam, Fine sand (N value=17 to 39)  
Overburden : 2.37 to 4.15m  
Underwater level : GL-1.7 to 3m

工期：H.6.2~H.8.9  
発注者：日本下水道事業団  
施工者：大豊・銭高・安藤建設共同  
企業体  
Daiho-Zenitaka-Ando Joint Venture  
Details of construction :  
Distance : Outgoing tunnel 392.41m  
Return tunnel 417.23m Total 809.64m  
Minimum curvature : 50m  
Finish inner size : 3,400×2,800mm  
Shield outer size : 4,380×3,980mm  
Segment outer size : 4,200×3,800mm  
Soil type :  
Loam, Fine sand (N value=17 to 39)  
Overburden : 2.37 to 4.15m  
Underwater level : GL-1.7 to 3m

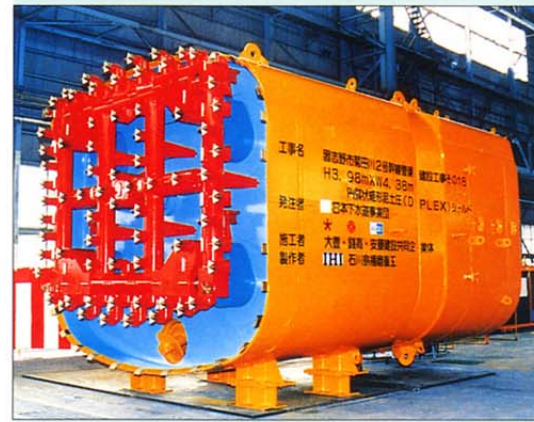
工事内容：  
路線延長：往路392.41m 復路  
417.23m 計809.64m  
最小曲率半径：50m  
仕上内径：3,400×2,800mm  
シールド外径：4,380×3,980mm  
セグメント外径：4,200×3,800mm  
土質：ローム、細砂  
(N値=17~39)  
土被り：2.37~11.5m  
地下水位：GL-1.7~3m



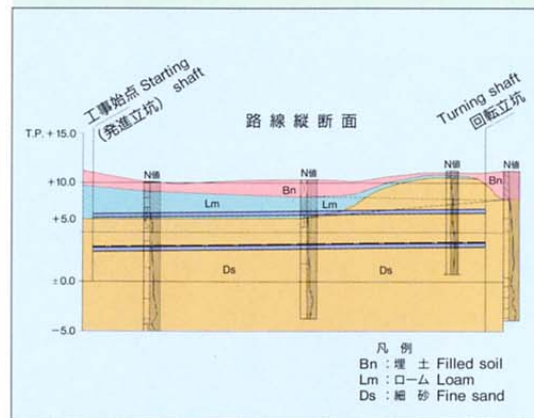
路線平面図  
Plan of tunnel route



一次覆工(往路・復路)  
Primary lining of outgoing and return tunnel (outgoing and return tunnels)



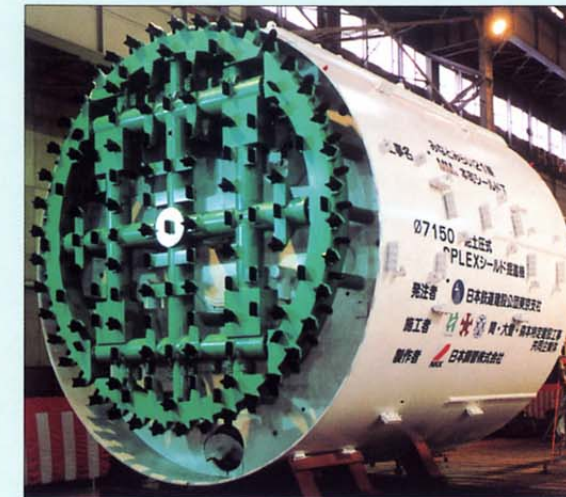
4.38m×3.98m DPLEXシールド  
4.38m x 3.98m DPLEX shield



土質縦断面図  
Geologic profile



二次覆工完成状況  
Inside of the secondary lining

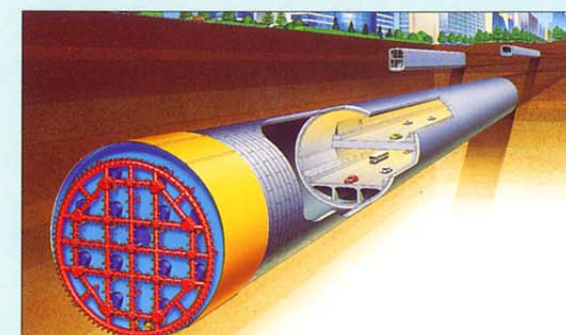


φ7.15m円形DPLEXシールド  
φ7.15m round DPLEX shield



φ9.6m円形DPLEXシールド  
φ9.6m round DPLEX shield

### ■適用例 Application example



道路3車線2層構造用φ23m級円形DPLEXシールド  
φ23m class round DPLEX shield for 3-lane 2-layer road

### ■円形大断面 Large Round cross-section

工事名：MM、本町シールドT  
Name of work :  
MM, Honcho Shield Tunnel  
Employer :  
Japan Railway Construction  
public Corporation, Tokyo  
Branch Office  
Contractors :  
Hazama-Daiho-Morimoto Joint  
Venture  
Details of construction :  
Distance : up-line 451.91m  
down-line 431.81m  
Total length 883.72m  
Finish inner diameter :  
φ6,400mm  
Shield outer diameter :  
φ7,150mm  
Segment outer diameter :  
φ7,000mm  
Minimum curvature : 1,000m  
Soil type : Alluvial clayey layer  
(N value=0 to 10)  
Alluvial Gravel and  
Sandy Layer  
(N value=5 to 50)  
Overburden : 14.6 to 16.7m  
Underwater level : GL-1.0m

工期：H.10.3~H.12.10  
発注者：日本鉄道建設公団東京支社  
Branch Office  
施工者：間・大豊・森本 MM  
本町シールドT特定建設  
工事共同企業体  
Hazama-Daiho-Morimoto Joint  
Venture  
Details of construction :  
Distance : up-line 451.91m  
down-line 431.81m  
Total length 883.72m  
Finish inner diameter :  
φ6,400mm  
Shield outer diameter :  
φ7,150mm  
Segment outer diameter :  
φ7,000mm  
Minimum curvature : 1,000m  
Soil type : Alluvial clayey layer  
(N value=0 to 10)  
Alluvial Gravel and  
Sandy Layer  
(N value=5 to 50)  
Overburden : 14.6 to 16.7m  
Underwater level : GL-1.0m

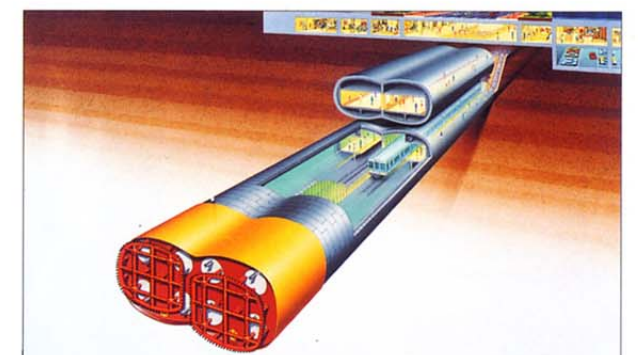
路線延長：往路 451.91m  
復路 431.81m  
計 883.72m  
仕上内径：φ6,400mm  
シールド外径：φ7,150mm  
セグメント外径：7,000mm  
最小曲率半径：1,000m  
土質：沖積粘性土層  
(N値=0~10)  
沖積砂礫・砂質土層  
(N値=5~50)  
土被り：14.6~16.7m  
地下水位：GL-1.0m

### ■円形大断面 Large Round cross-section

工事名：11号線本所工区土木工事  
Name of work :  
Honjyo-Section for Subway Line  
No.11  
Employer :  
Teito Rapid Transit Authority  
Contractors :  
Sato-Daiho Joint Venture  
Details of construction :  
Distance : L=907m  
Finish inner diameter :  
φ8,520mm  
Shield outer diameter :  
φ9,600mm  
Segment outer diameter :  
φ9,400mm  
Minimum curvature : 1,037m  
Soil type : Lower Yuraku-cho  
layer clayey Soil  
(N value=0 to 5)  
Overburden : 13.7 to 15.4m  
Underwater level : GL-2.0m

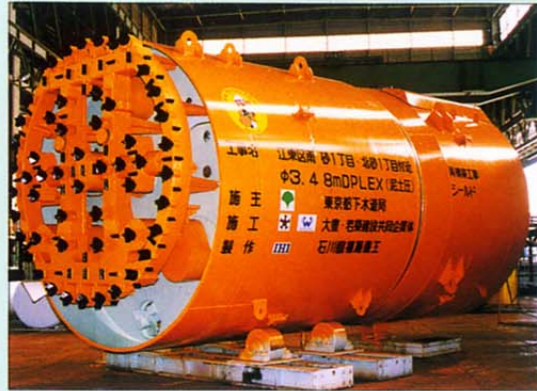
工期：H.11.3~H.13.4  
発注者：帝都高速度交通営団  
施工者：佐藤・大豊建設工事共同  
企業体  
Sato-Daiho Joint Venture  
Details of construction :  
Distance : L=907m  
Finish inner diameter :  
φ8,520mm  
Shield outer diameter :  
φ9,600mm  
Segment outer diameter :  
φ9,400mm  
Minimum curvature : 1,037m  
Soil type : Lower Yuraku-cho  
layer clayey Soil  
(N value=0 to 5)  
Overburden : 13.7 to 15.4m  
Underwater level : GL-2.0m

路線延長：L=907m  
仕上内径：φ8,520mm  
シールド外径：φ9,600mm  
セグメント外径：φ9,400mm  
最小曲率半径：1,037m  
土質：下部有楽町層粘性土  
(N値=0~5)  
土被り：13.7~15.4m  
地下水位：GL-2.0m

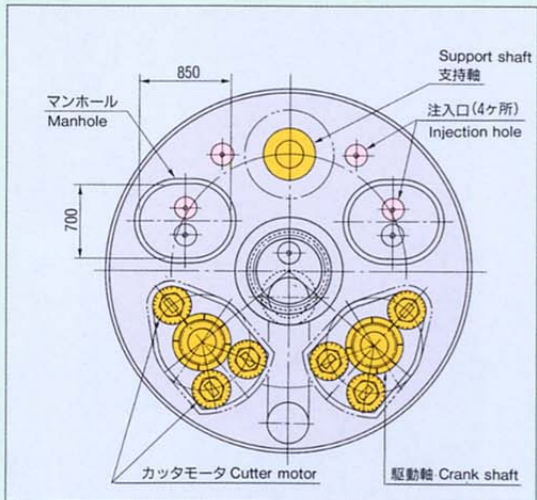


地下鉄道駅部用大断面二連形DPLEXシールド  
2-throw crank type DPLEX shield for underground railway station construction

# Optimum for long distance large cross-section shield



φ3.48m円形DPLEXシールド  
φ3.48m round DPLEX shield



隔壁後部配置図  
wall rear machinery layout



φ3.49m円形DPLEXシールド  
φ3.49m round DPLEX shield

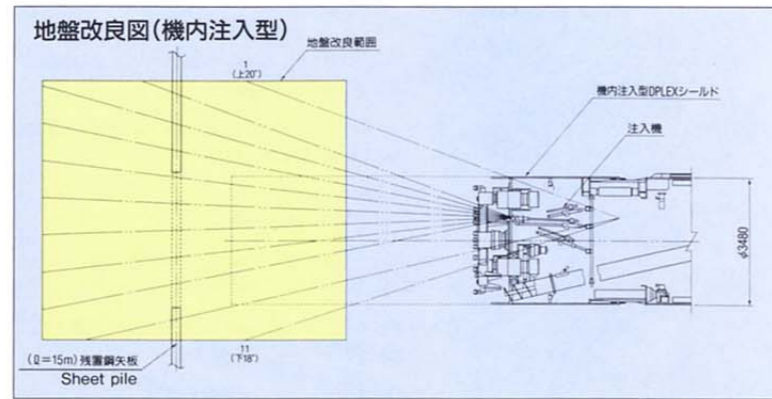
## ■円形断面 Round cross-section

工事名：江東区南砂一丁目、北砂一丁目付近再構築工事  
 工期：H.8.7~H.10.2  
 発注者：東京都下水道局北部建設事務所  
 施工者：大豊・若築建設共同企業体

Name of work :  
 Re-construction works at Minami-suna 1-chome and Kitasuna 1-chome, Koto-ku, Tokyo  
 Employer :  
 Hoku Construction Office, Bureau of Sewage, Tokyo Metropolitan Government  
 Contractors :  
 Daiho-Wakachiku Joint Venture

工事内容：  
 路線延長：L=1,455.9m  
 仕上内径：φ2,600mm  
 シールド外径：φ3,480mm  
 セグメント外径：φ3,350mm  
 最小曲率半径：30m  
 土質：シルト(N値=0~4)  
 土被り：8~11.5m  
 地下水位：GL-2m

Details of construction :  
 Distance : L=1,455.9m  
 Finish inner diameter : φ2600mm  
 Shield outer diameter : φ3480mm  
 Segment outer diameter : φ3350mm  
 Minimum curvature : 30m  
 Soil type : Loam, silt (N value=0 to 4)  
 Overburden : 8 to 11.5m  
 Underwater level : GL-2m



機内注入  
Chemical injecting in a shield machine

## ■円形断面 Round cross-section

工事名：港区芝浦二、四丁目付近再構築工事  
 工期：H.9.7~H.11.6  
 発注者：東京都下水道局  
 施工者：大豊・安藤建設共同企業体

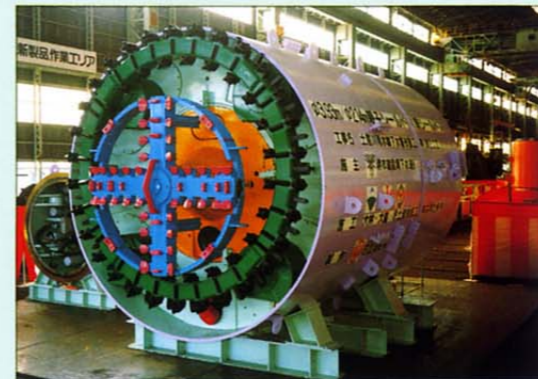
Name of work :  
 Re-construction works at Sibaura 2-chome and 4-chome, Minato-ku, Tokyo  
 Employer :  
 Bureau of Sewage, Tokyo Metropolitan Government  
 Contractors :  
 Daiho-Ando Joint Venture

工事内容：  
 路線延長：L=1,220m  
 仕上内径：φ2,600mm  
 シールド外径：φ3,490mm  
 セグメント外径：φ3,350mm  
 最小曲率半径：15m  
 土質：東京砂礫層(N値=50以上)  
 土被り：18.1~21.4m  
 地下水位：GL-1.55~3.05m

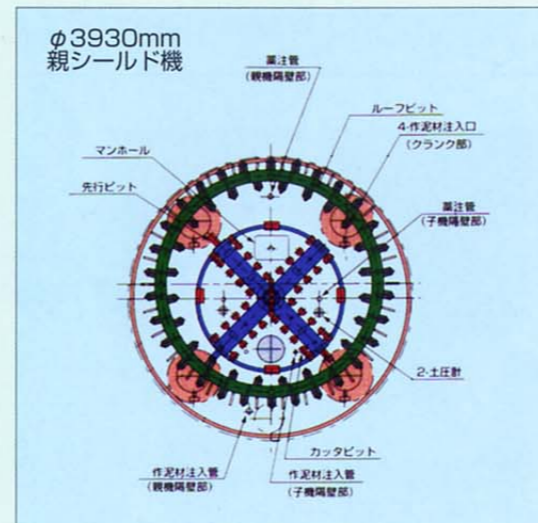
Details of construction :  
 Distance : L=1,220m  
 Finish inner diameter : φ2,600mm  
 Shield outer diameter : φ3,490mm  
 Segment outer diameter : φ3,350mm  
 Minimum curvature : 15m  
 Soil type : Tokyo Gravel (N value=over 50)  
 Overburden : 18.1 to 21.4m  
 Underwater level : GL-1.55 to 3.05m



2.95m×2.35m矩形DPLEXシールド  
2.95m×2.35m rectangular DPLEX shield



φ3.93m / φ2.14m親子DPLEXシールド  
φ3.93m / φ2.14m dual round DPLEX shield



## ■矩形断面 Rectangular cross-section

工事名：草牟田水路改良工事  
 工期：H.10.9~H.11.5  
 発注者：鹿児島市建設局建設部  
 内水対策課  
 施工協力：大豊建設株式会社

Name of work :  
 River Channel Improvement works at Somuta  
 Employer :  
 Kagoshima City Municipality, Construction bureau  
 Details of construction :  
 Distance : L=773m  
 Finish inner diameter : 2,400×1,800mm  
 Shield outer diameter : 2,950×2,350mm  
 Segment outer diameter : 2,800×2,200mm  
 最小曲率半径：50m  
 土質：沖積砂質土層(N値=3~20)  
 土被り：2.3~3.4m  
 地下水位：GL-2.0~4.3m

Details of construction :  
 Distance : L=773m  
 Finish inner diameter : 2,400×1,800mm  
 Shield outer diameter : 2,950×2,350mm  
 Segment outer diameter : 2,800×2,200mm  
 Minimum curvature : 50m  
 Soil type : Alluvial Sandy Layer (N value=3 to 20)  
 Overburden : 2.3 to 3.4m  
 Underwater level : GL-2.0 to 4.3m

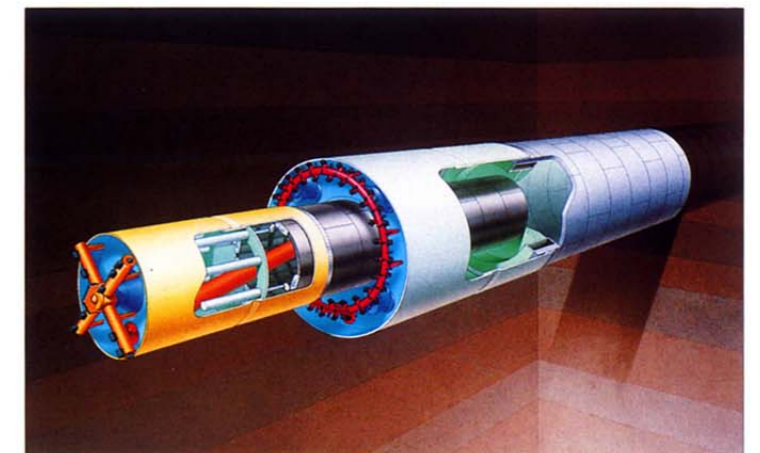
## ■親子円形断面 Dual Round cross-section

工事名：土居川雨水線下水管布設工事(第二工区)  
 工期：H.11.1~H.13.3  
 発注者：堺市建設局下水道部  
 施工者：大林・大豊・堺土建設工事共同企業体

Name of work :  
 Doi-River Rainwater Drainage Line Construction Project (Section No.2)  
 Employer :  
 Sakai-City Sewage Works Bureau  
 Contractors :  
 Obayashi-Daiho-Sakaidoken Joint Venture

工事内容：  
 路線延長：L=1,026.1m+751.3m  
 仕上内径：φ3,250mm / φ1,350mm  
 シールド外径：φ3,930mm / φ2,140mm  
 セグメント外径：φ3,800mm / φ2,000mm  
 最小曲率半径：150m / 20m  
 土質：砂・砂礫層(N値=9~60以上)  
 土被り：6.4~14.4m  
 地下水位：GL-1.1m

Details of construction :  
 Distance : L=1,026.1m+751.3m  
 Finish inner diameter : φ3,250mm / φ1,350mm  
 Shield outer diameter : φ3,930mm / φ2,140mm  
 Segment outer diameter : φ3,800mm / φ2,000mm  
 Minimum curvature : 150m / 20m  
 Soil type : Sand and Gravel (N value=9 to over 60)  
 Overburden : 6.4 to 14.4m  
 Underwater level : GL-1.1m



親子の分離掘進イメージ図