

DOT 工法

－技術資料－

令和 2年 8月

シールド工法技術協会

はじめに

シールド工法技術協会では取り扱っている工法はいずれも多くの実績があり、信頼できる最先端技術及び工法であります。現在の社会的要求である地上や地下施設への影響が少なく地球環境にもやさしい技術として、さまざまな地盤やトンネル形状にも対応できるものであります。

これらの工法による工事におきましては、当該工事の目的や構造物の内容、施工期間や施工条件、施工環境などを十分に考慮した上で、設計および施工方法を検討しなければなりません。

前回の改定では、「下水道用設計積算要領 管路施設（シールド工法）編（社会法人）日本下水道協会（2010年版）」の改訂を受けて、その改訂内容との整合性を図るとともに、最新技術の知見を反映して各工法の計画、設計および施工に携わる方々が分かりやすくまた活用しやすい内容としました。

今回の改訂では、協会登録工法の位置付けを更新致しました。（「省面積立坑システム工法」追加）

皆様がシールド工法技術協会に登録しているシールド工法の採用にあたり、適正かつ合理的な計画、設計および施工を行うための資料として本書を大いに活用していただければ幸いに存じます。

令和2年8月

[DOT工法の位置付け]

シールド工法におけるDOT工法の位置づけを下記に示す。



目 次

1.	概要	1
1. 1	工法の概要	1
1. 2	工法の特徴	2
1. 3	工法の適用範囲	4
2.	シールド	11
2. 1	シールドの寸法	11
2. 2	シールドの形式及び装備	13
3.	セグメント	17
3. 1	セグメントの構造	17
3. 2	セグメントの組立	18
4.	施工	23
4. 1	掘進管理	23
4. 2	掘削土砂搬出	23
4. 3	資機材の搬入	23
5.	参考資料	26

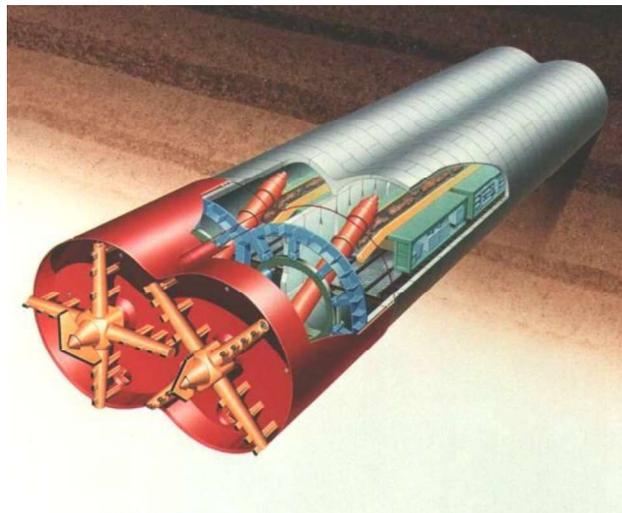
技術資料

1. 概要

1. 1 工法の概要

DOT工法（DOT Tunneling Method）とは、複数のカッターが同一平面に配置された多連形泥土圧シールド（以下DOTシールドという）または円形断面接続部の括れ部分の相対位置に大小の等V形を呈したジョイントセグメントとそれらを結ぶパネルセグメントを有するDOTセグメントを用いて多連形のトンネルを築造することを総称している。

DOT工法は複数の円形断面を上下、左右またはそれらを更に組み合わせることで構成することが可能である。基本形は二つの円形断面を上下、左右に組み合わせた二連形（縦型・横型）であり、二基のスポーク形または扇形のカッターを歯車の如く同一平面に噛み合わせて配置した泥土圧シールドを使用して二連形のシールドトンネルを築造するものである。



DOT工法の概要

隣接する各々のカッターは、接触・衝突を起こさないように同速度で常に一定の位相角を保ちながら互いに反対方向に回転するように同期制御されている。

DOT工法は、従来地下鉄道や地下高速道路などに使用されている大断面円形シールドによる複線トンネルや、中断面円形シールドによる双設トンネルなどにかわるものであると共に、工事条件などによりトンネル形状を種々選択・変更できる自由度の大きい工法である。そして更に、DOT工法はシールドの選定や掘進においては地盤への適用性、切羽の安定およびシールドの操作性など、従来の円形シールドと同様である。

1. 2 工法の特徴

DOT工法は多連形断面のトンネルを築造するという点で、以下のような特徴がある。

① 円形断面の組み合わせが自由で占有面積が小さい

円形を上下、左右など任意に組み合わせることが可能であり、周辺状況や工事条件に応じた最適断面形状を選択できる。このため、必要内空断面の形状が鉄道や道路トンネルのように偏平な場合、従来の単円形シールドに比べて不要断面を少なくすることができる。したがって、合理的な断面が得られると共に既設構造物との近接・交差などに対処しやすい。

② カッターを同一平面に配置

シールドのカッターが同一平面に配置されているため、掘削に伴うカッターの切削抵抗などのバランスが良く、シールドの姿勢制御や切羽の安定など、従来の円形泥土圧シールドと同じである。

③ 経済性に優れている

円形を任意に組み合わせることにより不要断面が少なくなり、掘削断面積が小さくなる。

また、

- ・横型多連形の場合は施工深度や立坑深度を小さくできる
- ・縦型多連形の場合は占用幅や立坑幅を小さくできる

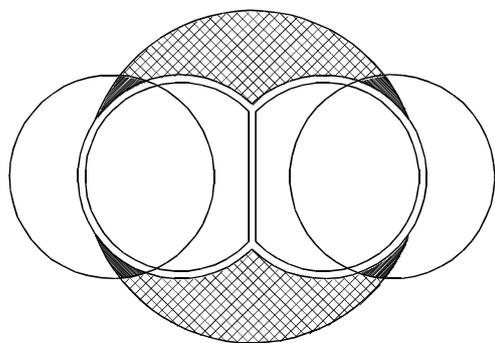
ことなどから経済性に優れている。

以下に『DOT工法（二連形）と従来工法との比較』を示す。

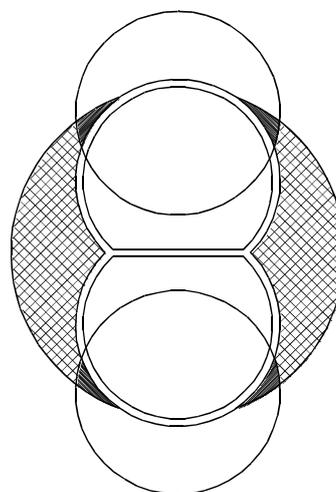
表 1. 1. 1 従来工法との比較

(◎○△は各断面の相対評価)

		大断面シールド	双設シールド	二連DOTシールド
トンネル断面積		大きい アーチ上部及びインバート部の不要断面が最も大きい	中位 大断面よりも不要断面は少ない	小さい (不要断面は最も少ない)
		△	○	◎
トンネル占有幅		大きい	・左右双設ー最も大きい ・上下双設ー小さい トンネル間に不要空間が生じる	・横型二連形ー大断面と同じ程度 ・縦型二連形ー上下双設と同じ程度
地下空間の有効利用		△	△	◎
トンネル施工深度		深い	・左右双設 ー大断面のアーチ部の不要断面分浅くできる ・上下双設 ー下部トンネルが大断面よりも深くなる	
立坑深度	横型	△	◎	◎
	縦型	◎	△	◎
経済性		普通	普通	優れている
		△	△	◎



横型二連形



縦型二連形

1. 3 工法の適用範囲

(1) 適用

1) 適用土質

本工法の適用にあたっては、土質条件を十分調査し、土質に適したシールドを採用するものとする。

本工法における切羽の安定および掘進管理方法は、泥土加圧シールド工法と同様であり、適用土質は基本的に泥土加圧シールド工法技術資料に準拠する。ただし、玉石混じり砂礫土、玉石層では、強度、最大礫径、礫率などにより、掘進効率が低下したり、礫径、シールド外径によっては取込み不能な場合があり、適用にあたっては、十分な検討を必要とする。

大礫層に対しては、スクリーコンベヤーを軸付きスクリー、リボンスクリーおよびこれらの組み合わせにより対処する。装備可能なスクリー径はシールドの大きさによって限定されるため、排出可能な礫径もそれに伴い制約を受ける。

スクリーコンベヤー、止水性を考慮すると軸付きスクリーが望ましい。

また、スクリーコンベヤー先端から後端までリボンスクリーにすると大礫の排出は可能であるが止水性に乏しい。従って、適用にあたっては十分な検討が必要である。

2) 曲線施工事例

曲線施工において特別な対策の必要性は、シールド径、土質、施工環境等により異なる。これに応じて、中折れ装置等の検討を要する。

なお、曲線施工の実績としてはシールド外径 $\phi 6.73\text{m} \times W11.43\text{m}$ 、中折れ角左右 1.2 度、上下 0.5 度、固結シルト、砂質土層で最小曲率半径 $R = 102\text{m}$ の実績がある。

3) 最小土被り

施工可能な最小土被りは、一般に横二連の場合は $1D$ (D : シールド縦外径) 程度であるが、最近では、それ以下の実績も増えている。縦二連の場合は、実績は無いが同程度である。最小土被りは、土質、地下水、周辺の状況により異なるので、計画に当たっては、これらに留意して、必要に応じて地盤改良等の補助工

法の併用等も考慮する。

4) 最小断面

本工法の最小断面は、基本的にはシールドテールプレートの内部でセグメントが組立てられ、掘削土砂を坑外へ搬出できる寸法をいい、DOTシールドは重複円形断面固有の分岐部や柱セグメントを組み込むため、組立空間を通常より大きく取るので、シールド外径が $\phi 2.5\text{m} \times W4.25\text{m}$ 程度になる。

ただし、土質条件、礫径などによって、必要とされるスクリーコンベヤーの径、セグメントの組立空間などから、これ以上の断面が必要な場合があるので、これらの条件を考慮して決定するものとする。

(2) 工法の用途

1) 二連形の適用例

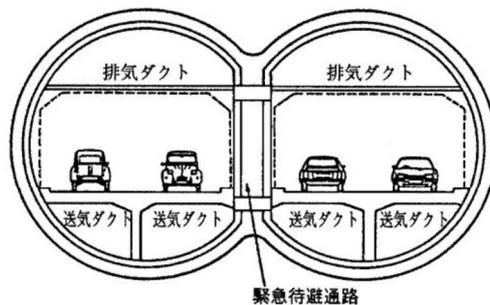
DOT工法は、基本的に必要断面を包含する最小円形断面で連結・構成することが可能であり、輻輳化した都市部の有効利用という観点から有利性の高い工法といえる。

以下に、各使用目的に応じた二連形DOT工法の適用例を示す。

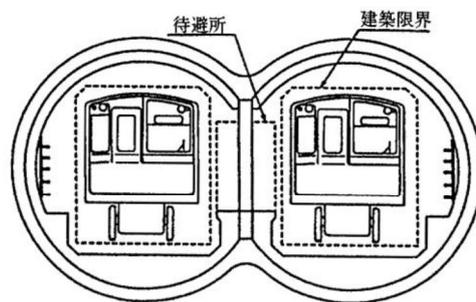
① 道路・鉄道トンネルへの適用

道路および鉄道の建築限界は、一般的に複線の場合には扁平な矩形であるため、円形断面で建築限界全体を包含するにはトンネル径が大きくなる。また、車線の増加などによりトンネル断面が大型化するにつれ、不要断面も多くなる。

この問題は、DOT工法を適用することにより、円形大断面に比べて不要断面を少なくできるとともに、施工深度の制限や近接構造物との離隔確保などの施工条件を満足することが可能となる。また、二つのトンネルが柱を境にして接しているため、トンネル間の往来が可能で保守・点検や非常時の対応に優れている。



(1) 横型二連形による道路トンネル

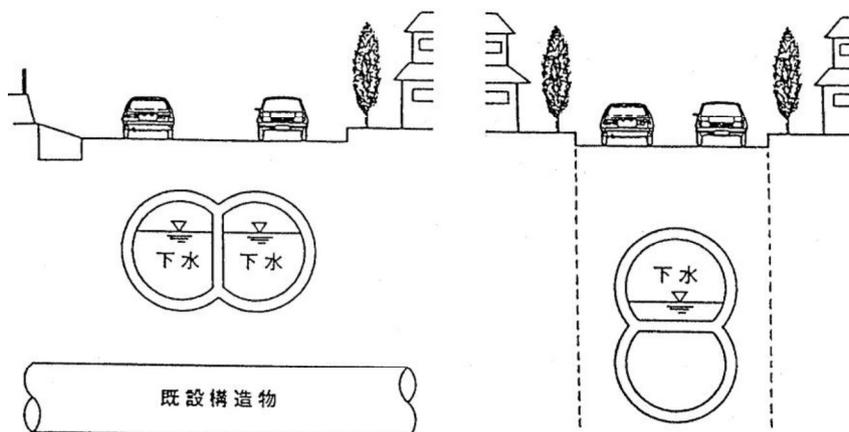


(2) 横型二連形による地下鉄トンネル

図-1.1.1 道路・鉄道トンネルへの適用例

② 下水道への適用

自然流下を基本とする下水道は、縦断勾配や必要通水断面に厳しい制約を受ける。このため、既設構造物との離隔や既設人孔との取合いなどから管底高や土被りなどが制限されたり、占用幅に制限がある場合、円形断面では築造が困難な箇所が生じる。このような場合、DOT工法の適用により必要断面を変化させ、縦断勾配や必要計画流量を確保することが可能となる。



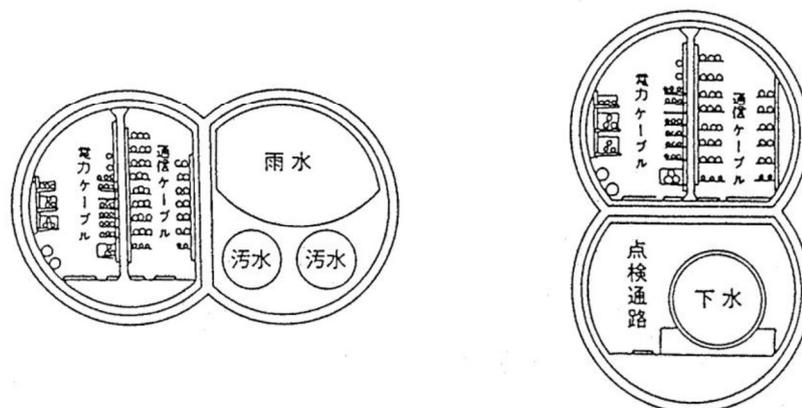
(1) 横型二連形による共同構

(2) 縦型二連形による共同構

図-1.1.2 下水道への適用例

③ 共同溝への適用

共同溝は上下水道、電力ケーブル、通信ケーブルおよびその他異なる施設収納が可能な断面形状や面積を有する必要がある。占用幅や既設構造物などに制約を受ける輻輳化した地下空間などでは、DOT工法の適用により収容する施設の特性に応じた断面形状や面積を有する共同溝の築造が可能となる。



(1) 横型二連形による共同構

(2) 縦型二連形による共同構

図-1.1.3 共同溝への適用例

なお、DOT工法の適用にあたり、一般的には以下の条件を満足する必要がある。

- ・トンネルの必要土被りは、一般的な土質において、横型多連形の場合はシールド横径、縦型多連形の場合はシールド縦径以上を概ね確保する。
- ・重要構造物に近接して施工する場合は、地盤改良などの施工範囲を考慮して必要な離隔を確保する。

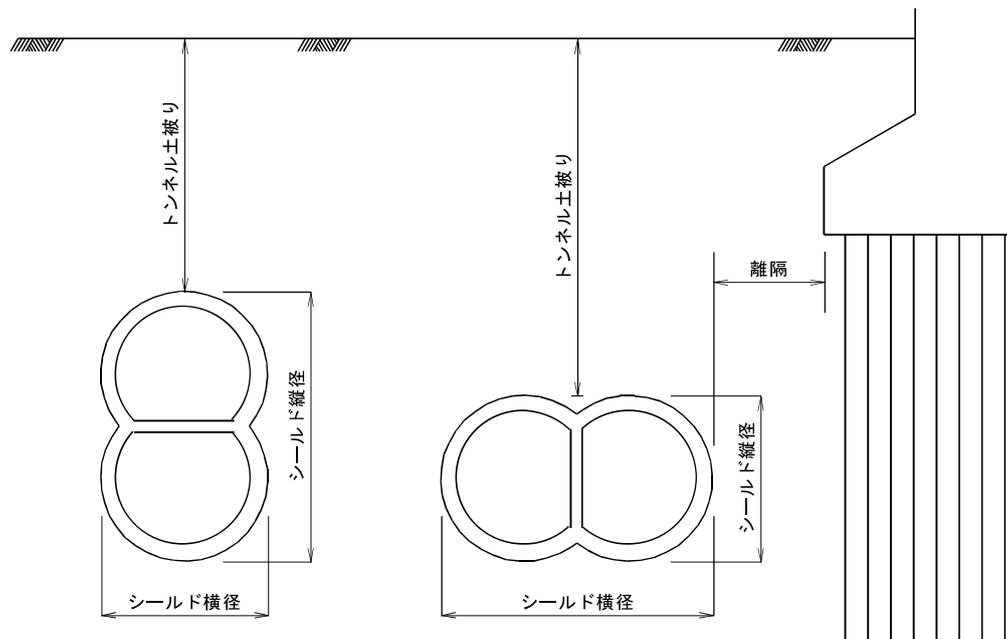


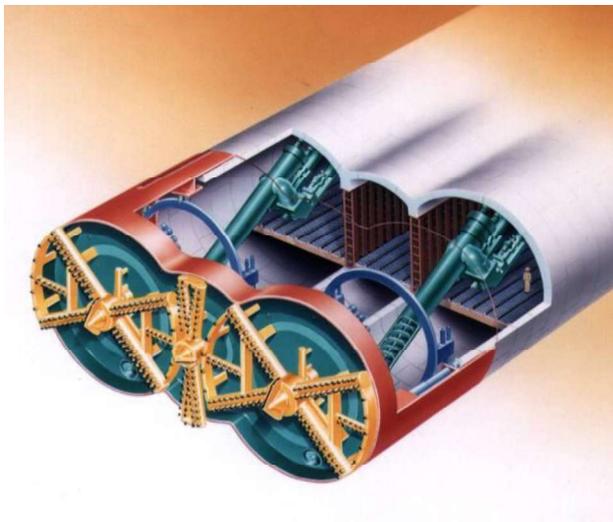
図 - 1 . 1 . 4 土被り及び既設構造物との離隔

2) 三連形・四連形への応用

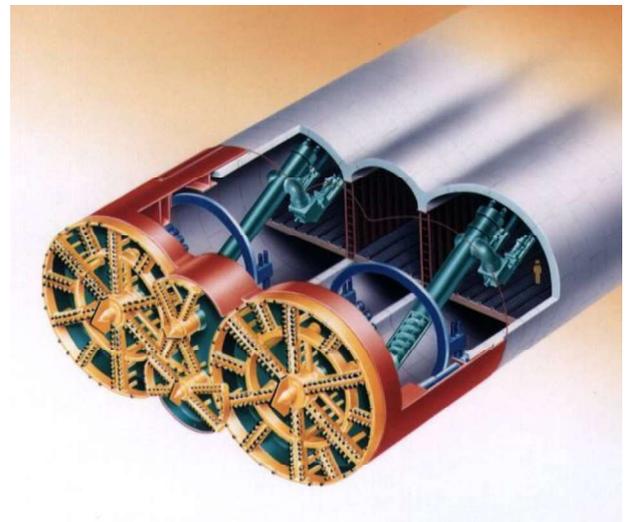
都市部における地下空間の利用需要の増大・増加に伴い、シールドトンネルの設計・施工においても、立地条件、施工条件および周辺環境条件などがますます限定されて厳しいものになると予想される。DOT工法は、それら様々な条件に応じてトンネル形状を自由に選択することが可能な工法として、その有利性が発揮される。

DOT工法の基本形は、さきに述べたように、二つの円形を左右に合わせた横型二連形と上下に合わせた縦型二連形であるが、その応用として横型三連形や横型四連形なども検討されている。

以下に横型三連形の概要を示す。

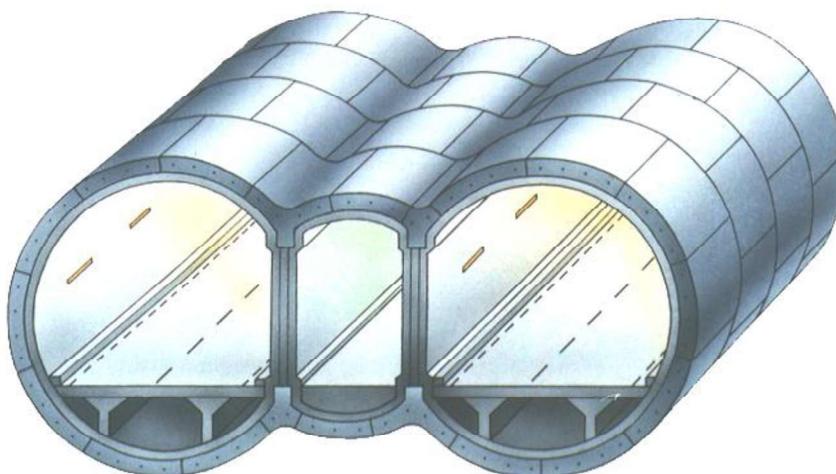


(同一平面型)



(中央突出型)

図-1. 1. 5 横型三連形シールド



セグメント分割図

図-1. 1. 6 横型三連形DOTセグメント分割図

三連形や四連形DOT工法は、地形や周辺状況、工事条件に応じて右図に示すように種々の組み合わせや利用が考えられる。

横型三連形や横型四連形による地下鉄道の駅部や地下高速道路のサービスエリア部への利用、さらに道路を上部、鉄道を下部の二層構造とする道路・鉄道併用トンネルとして四ツ葉のクローバー形も適用可能である。



未来都市空間利用想像図

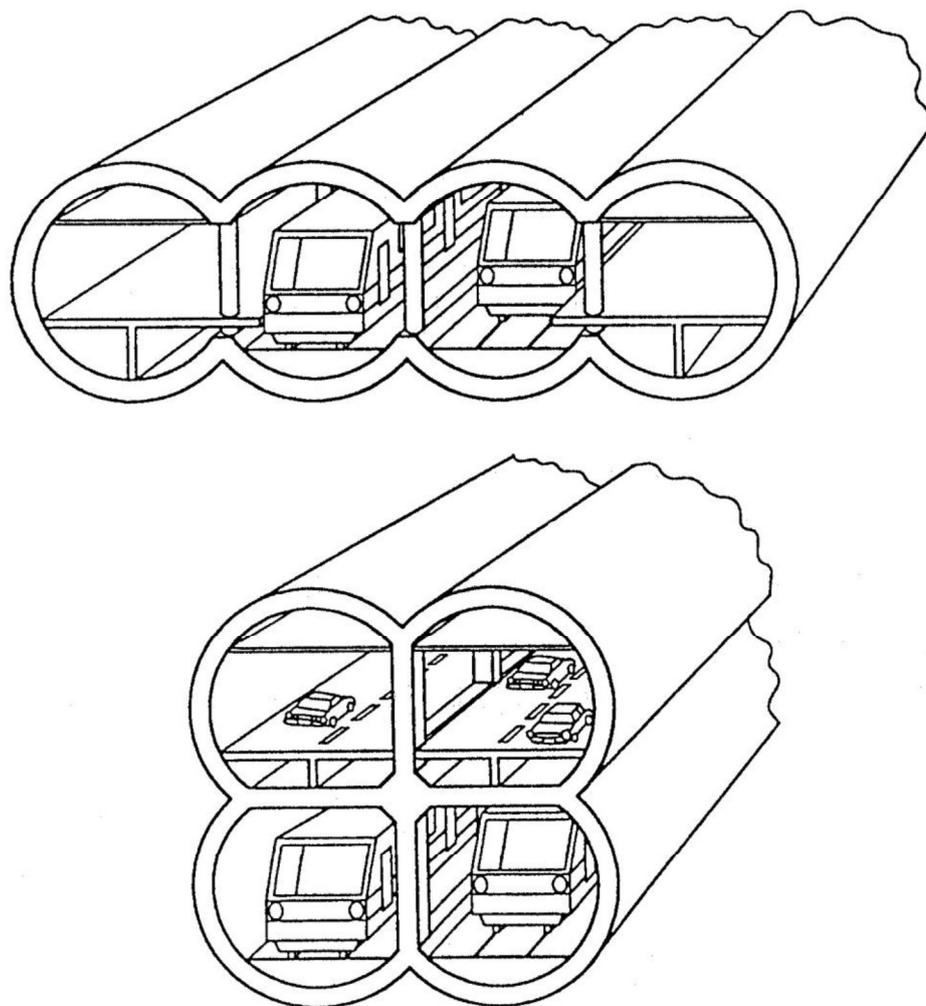


図-1. 1. 7 DOT工法の応用

2. シールド

DOTシールドは、従来用いられている円形泥土圧シールドを左右、上下に複数組み合わせた形のシールドであり、多連形断面のトンネルを一度に築造することができる。

構造上、カッターは、スポークタイプを基本とし、それぞれのカッターは同一平面上に配置されているため、接触・衝突を起こさないよう回転速度が制御（同期制御）され、また多連形のセグメントを組み立てるエレクターやセグメント押上げ装置を装備している。

2. 1 シールドの寸法

DOTシールドは、断面形状が従来の円形断面と異なるため、横形二連形や縦型二連形に用いられる場合については、シールド寸法の呼称、表示を図-1.2.1に示す。

(1) シールドの縦径・横径

シールドの縦径・横径の表示は垂直方向を縦径、水平方向を横径とする。

(2) シールドの長さ

シールドの長さの呼称は、全長、および本体長があり、次に示す要素から構成されている。

- ①カッター部（フィッシュテール、ビット部分）
- ②フード部
- ③リングガーダー部
- ④テール部
- ⑤スクリーコンベヤー部

ここで、全長とは、フィッシュテールビット先端からスクリーコンベヤーの後端までの長さ、機長とはフィッシュテールビット先端からテール部後端までの長さ、本体長とはフード部先端からテール部後端までの長さを言う。

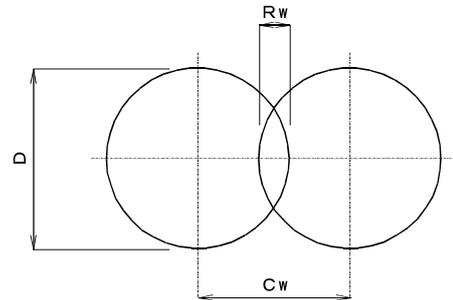
シールドの長さは、キーセグメントの挿入方向、中折れの有無などにより異なることから、その都度検討を要する。

(3) 中心間隔長およびラップ幅

基本型として同形の横形2連形を考えた場合、中心間隔長およびラップ幅は、次のような関係式となる。

$$Rw = D - Cw$$

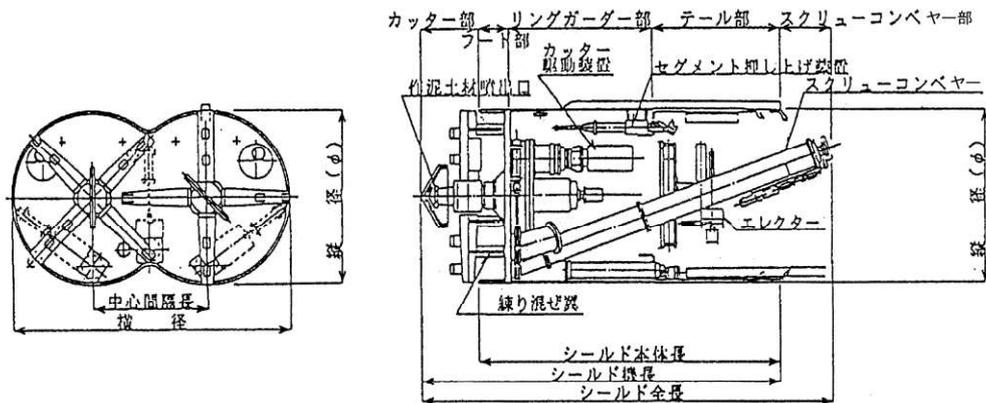
ここで、
 Rw : ラップ幅
 D : シールドの縦径
 Cw : 中心間隔長



横型の場合、縦径と中心間隔長の比率は、

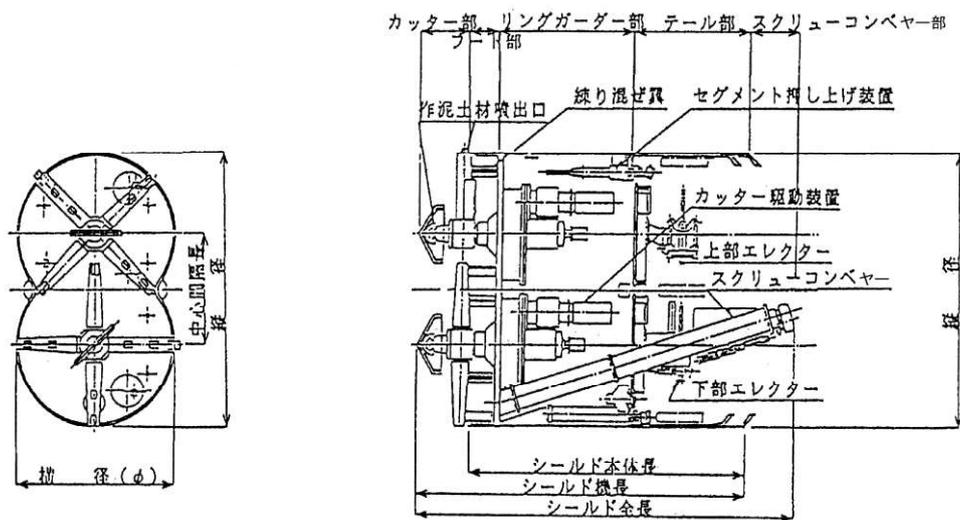
カッターやカッターモーター、軸受けの配置から一般には、75%程度を基本とする。

〈横型二連形の場合〉



表示例 横型二連形 φ 2.50m × 4.20m DOTシールド

〈縦型二連形の場合〉



表示例 縦型二連形 4.20m × φ 2.50m DOTシールド

図-1.2.1 DOTシールド寸法の呼称、表示

2. 2 シールド形式及び装備

(1) カッター駆動方式及び支持方式

カッターの駆動方式は、電動駆動とし、カッター支持方式は、土質条件とシールドの径によりセンターシャフト方式と中間支持方式の二種類の形式がある。

センターシャフト方式は、泥土圧シールドの基本であり、主に、中小口径のシールドに用いられる。また、中間支持方式は、主に、大口径シールドに用いる。

大口径シールドや掘進距離の長い場合には、カッター外周部の多くのビットを配置できる扇形のカッターとし、泥土化効率の低下する中央付近にカッターと別駆動の練り混ぜ装置を装備する。

カッター駆動方式及び支持方式の選定に当っては、土質・シールドの径・掘削距離・曲線半径等の諸条件により、別途検討する必要がある。

(2) カッタートルク

カッタートルクは、一般に次の式で計算される。

$$T = \alpha D^3$$

ここで、T：カッタートルク（カッター1基分）

α ：トルク係数

D：縦径、または横径

α 値は砂質土や粘性土の場合には一般に常用時で 13、瞬時で 20 程度としている。但し、カッタートルクの決定は、土質条件、断面形状及び施工条件により、別途検討が必要である。

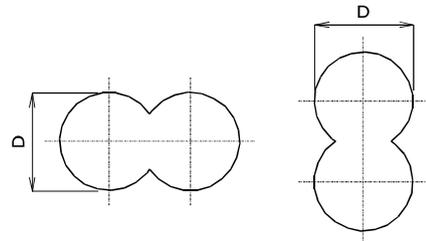


表-1. 2. 1 横型（縦型）二連形DOTシールドのカッタートルク（参考値）

（※カッター一基分）

セグメント縦外径 (横外径)		2,350 (mm)	3,350 (mm)	4,300 (mm)	5,400 (mm)	6,300 (mm)	7,300 (mm)	8,250 (mm)	9,200 (mm)
		カッター トルク	常時 (kN・m)	217	556	1,250	2,260	3,700	5,480
瞬時 (kN・m)	325		848	1,870	3,390	5,550	8,220	12,580	16,200
トルク 係数	常時	17	15	16	14	15	14	15	14
	瞬時	25	23	24	22	22	21	22	21
カッター回転数 (r. p. m)		2.9	2.0	1.2	1.2	0.9	0.7	0.68	0.6

（3） カッター同期制御

DOTシールドでは、複数のカッターが同一平面上に配置され、互いに接触・衝突などを起こさないようカッターの回転速度を制御（同期制御）する。

同期制御方式には、種々の方式が考えられるが、DOTシールドの基本的な制御方式は、それぞれカッターの負荷が変動した場合でも、カッターの回転速度を制御し、位相角を保つベクトルインバーター制御方式を用いている。

（4） シールドの推力

シールドの推力は、基本的には従来の円形シールドと変わらず、一般的に掘削断面1㎡当たり1,100kN～1,200kN程度以上となるようなシールドジャッキの配置を標準とする。

但し、シールドの推力の決定は、土質条件、断面形状及び曲線施工などの施工条件により検討が必要である。

表-1. 2. 2 横型（縦型）二連形DOTシールドのジャッキ推力（参考値）

セグメント縦外径 (横外径) シールドの推力	2,350 (mm)	3,350 (mm)	4,300 (mm)	5,400 (mm)	6,300 (mm)	7,300 (mm)	8,250 (mm)	9,200 (mm)
シールドジャッキ 推力(kN)×本数	800×12	1,200×16	1,500×22	2,000×26	2,000×34	2,500×38	3,000×40	3,000×48
総 推 力 (kN)	9,600	19,200	33,000	52,000	68,000	95,000	120,000	144,000
掘 削 面 積 1 m ² 当り推力 (kN/m ²)	1,080	1,100	1,160	1,170	1,100	1,140	1,130	1,100

(5) エレクター

セグメントの組立てに用いるエレクターは、多連形の場合、重なり合う円形の数だけ必要である。DOTセグメントには、図-1.3.1, 図-1.3.2 に示すように、A型, B型やK型, J_s型, J_L型, P型等があり、これらの組立ができるエレクターを装備する。エレクターの形式は、リング式の片アーム型を標準とする。また、セグメント組立の補助装置としてセグメント押し上げ装置を装備する。

(6) ローリング修正装置

多連形断面は、シールドがローリングすることにより内空断面の確保が難しい場合や、セグメントの組立てに支障をきたすことが考えられる。DOTシールドの基本的なローリング修正装置としては、シールドジャッキの後端部を円周方向に移動させ、ジャッキ推力の分力をローリング修正力に利用するローリング修正ジャッキを装備する。(図-1.2.2 および図-1.2.3 参照)

さらに土質条件や断面形状に応じ、スタビライザーや稼動ソリなどの修正装置も考慮する。

また、テールクリアランス計測装置を設けることにより、シールドのローリング状態を早期に検知でき、ローリング制御に有効である。

(7) スクリューコンベヤー

スクリューコンベヤーの本数及び位置については、横型二連形では左右に各1基、縦型二連形では下部に1基設けることを基本とする。

スクリューコンベヤーは、掘進速度に応じた排土量を十分確保できる径と回転数を持つものを装備する。

〈縦型二連形の場合〉

〈横型二連形の場合〉

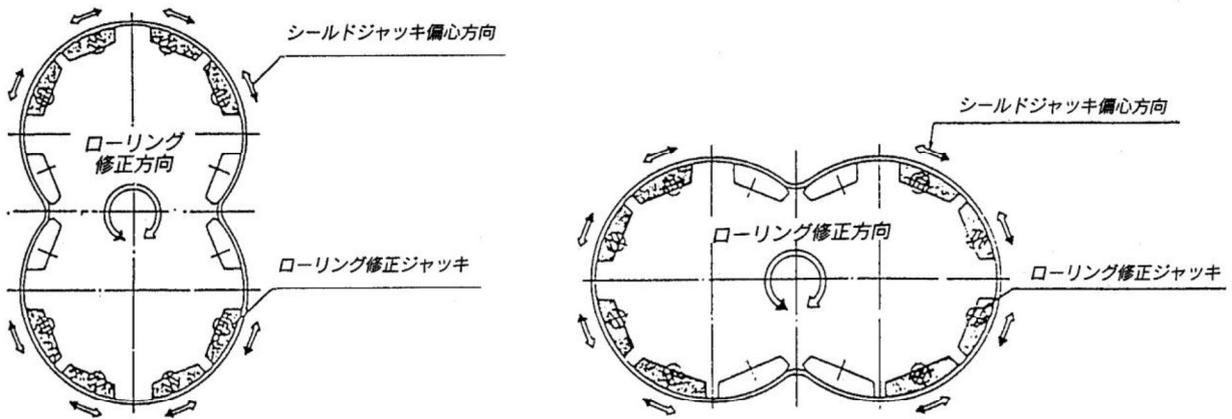


図-1. 2. 2 ローリング修正ジャッキ配置図 (参考)

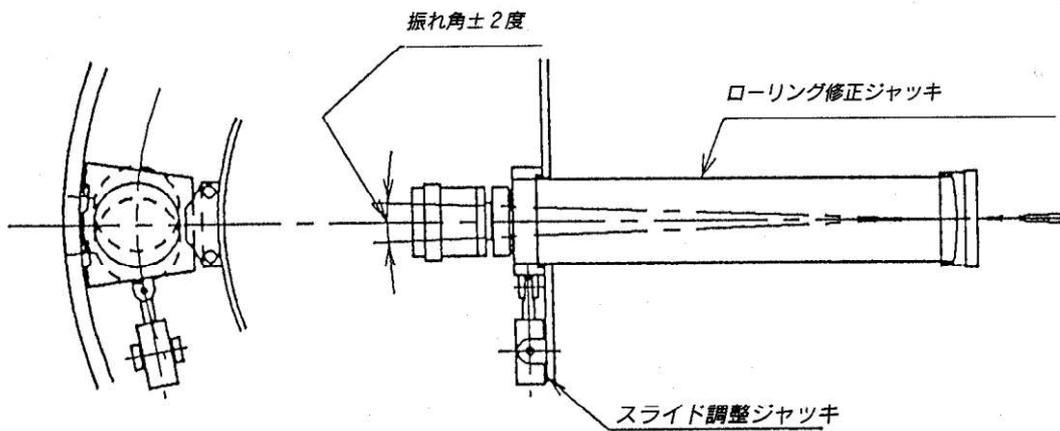


図-1. 2. 3 ローリング修正ジャッキ詳細図 (参考)

(8) 同時裏込め注入管

同時裏込め注入は、同時注入方式を基本とし、横型二連形では中央の上下のくびれ部に、縦型二連形では、左右のくびれ部に同時注入管を配置することを標準としている。同時注入管の形状及び設置箇所等については、土質条件、断面形状及び施工条件により、別途検討が必要である。

3. セグメント

3. 1 セグメントの構造

横型二連形DOT工法に用いるDOTセグメントの基本構造は、図-1.3.1に示すとおりであり、円弧（A型）セグメントと、中央上部及び下部に用いられる大小の等V型をしたジョイント（J_L型、J_S型）セグメントと柱部に使用されるパネル（P型）セグメントより構成されている。

縦型二連形DOT工法に用いるDOTセグメントの基本構造は、図-1.3.2に示すとおりであり、後述する組立手順の関係より、円弧セグメントは従来の円形セグメントと同様にA型、B型、K型の3種類より構成されている。また、床版となるパネル（P型）セグメントには活荷重が作用することから、設計条件に応じてパネル（P型）セグメントとジョイント（J_L型、J_S型）セグメントの結合部の形状を決定するものとする。

横型二連形DOTセグメントの参考仕様及び形状を表-1.5.2、図-1.5.5にまた、縦型二連形DOTセグメントの参考仕様及び形状を表-1.5.3、図-1.5.6にそれぞれ示す。

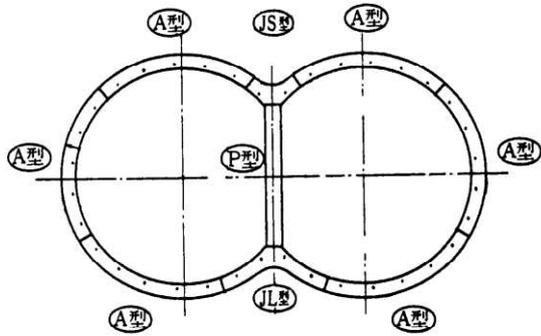
セグメントの設計は土木学会の「トンネル標準仕方書（シールド編）・同解説」、及び日本下水道協会の「シールド工事用標準セグメント」に準じて行う。DOT工法に用いるセグメントは単円形断面と異なり、重複円形断面固有の分岐部や柱セグメントがあり、十分に検討する必要がある。

3. 2 セグメントの組立

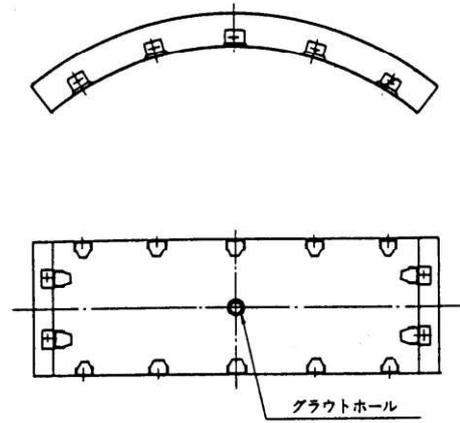
横型二連形DOTセグメントの組立は、図-1.3.3に示すように下部のジョイント(J_s型またはJ_L型)セグメントから始め円弧(A型)セグメントを左右のエレクターで順次組立てた後、上部のジョイント(J_L型またはJ_s型)セグメントを組立、最後にセグメント押上げ装置等によって上部セグメントを持ち上げて柱となるパネル(P型)セグメントを挿入する。

縦型二連形DOTセグメントは図-1.3.4に示すように下部円弧(A型)セグメントから組み始め、ジョイント(J_s、J_L型)セグメント、パネル(P型)セグメントの順に組立てる。その後上部円弧(A型、B型)セグメントを組み立て、K型セグメントを挿入する方法を基本とする。

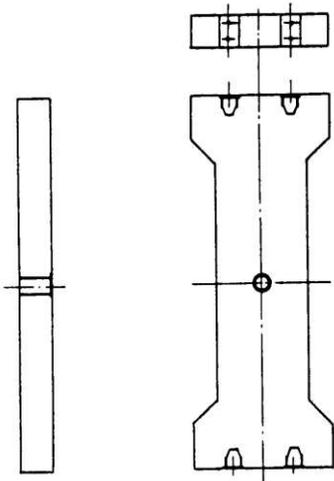
組立図



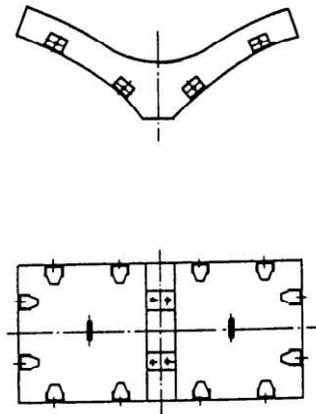
A型セグメント



P型セグメント



KL型セグメント



Js型セグメント

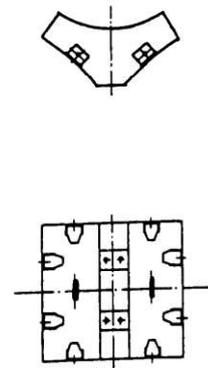
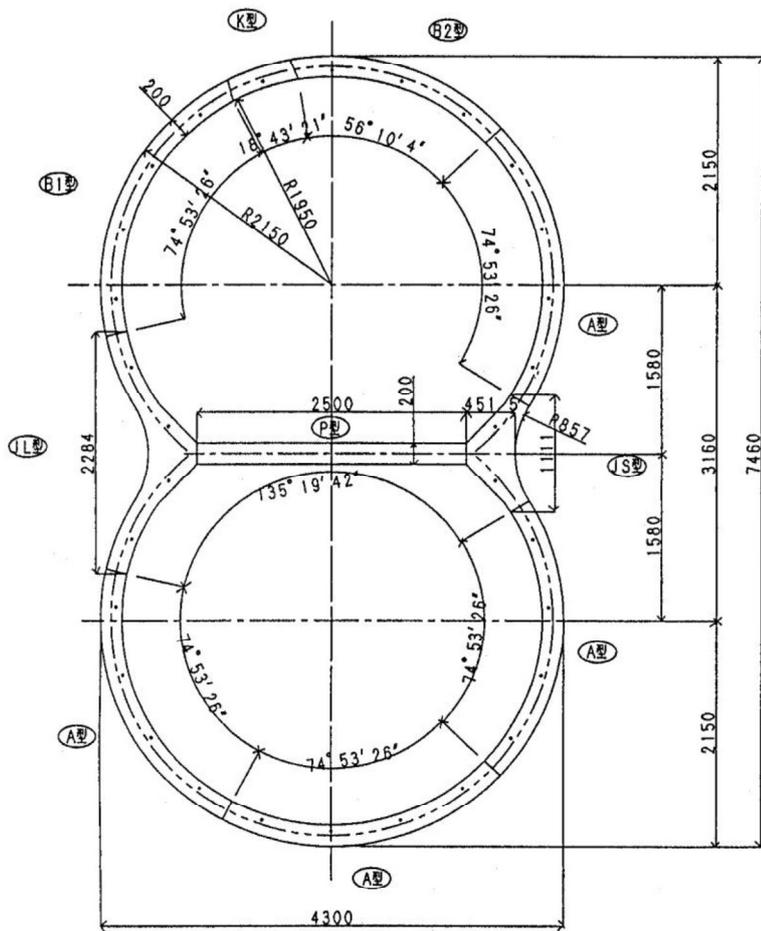


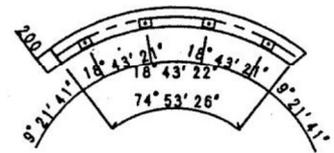
図-1.3.1 横型二連形DOTセグメント



A型セグメント



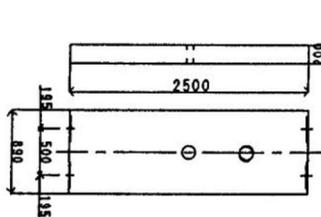
B1型セグメント



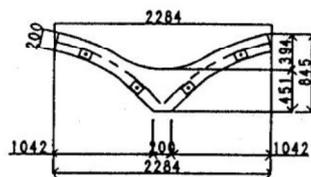
B2型セグメント



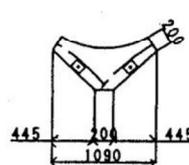
P型セグメント



J1型セグメント



J s型セグメント



K型セグメント

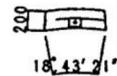
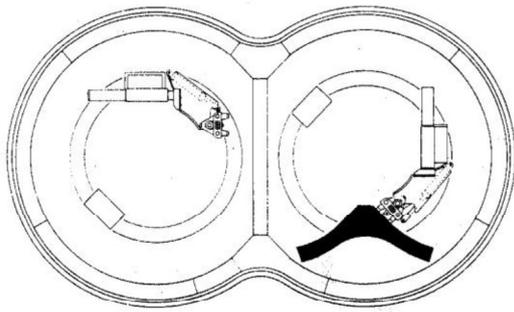
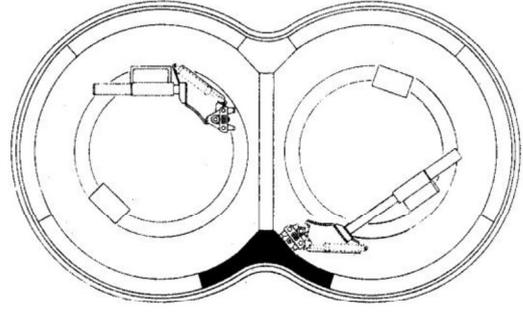


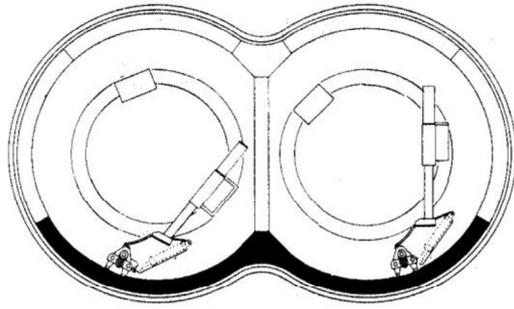
図 - 1. 3. 2 縦型二連形DOTセグメント



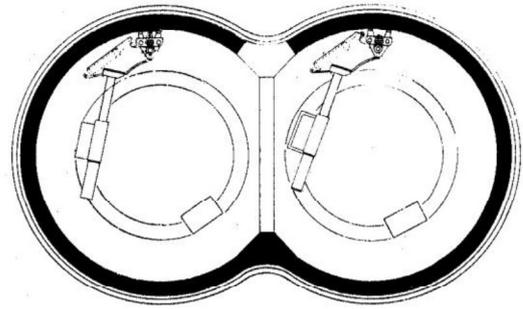
①エレクターで JL セグメントを支持する。



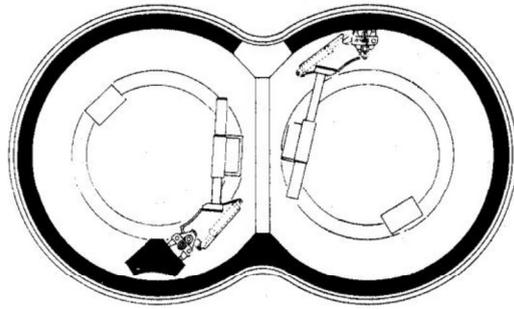
②エレクターの伸縮と回転を利用して JL セグメントを所定の位置に設置する。



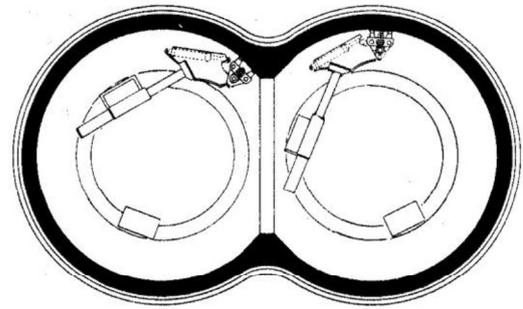
③吊りピンとセグメント振れ止め装置を使用してエレクターで A 型セグメントを支持する。



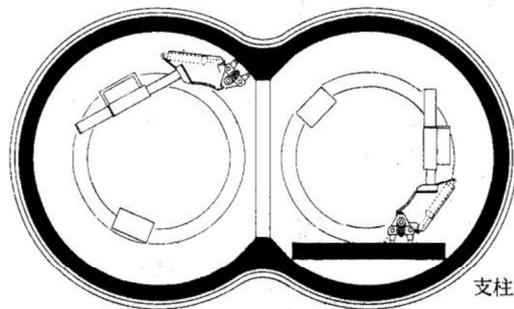
④A 型セグメントを左右同時に組み上げる。



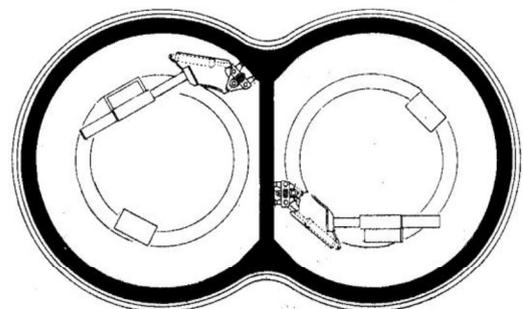
⑤ Js セグメントを組み立てたセグメント上に仮置きする。



⑥ Js セグメントを所定の位置に設置する。ピース間、リング間のホルトの仮締めを行う。

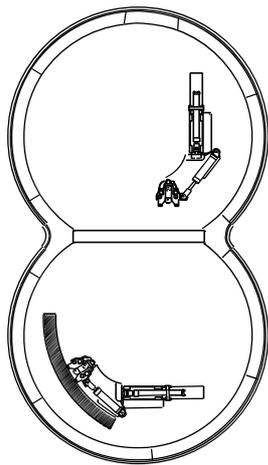


⑦パネルセグメントを組み立てたセグメント上に仮置きする。

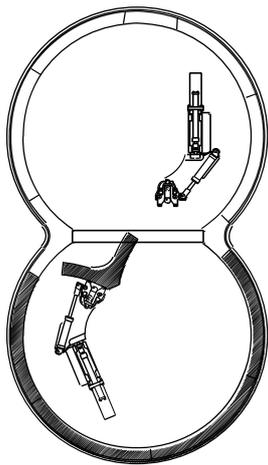


⑧図、右側のセグメント押上装置により頂上部の A セグメントを上方に押し、 Js セグメントを持ち上げパネルセグメントを組み込む。

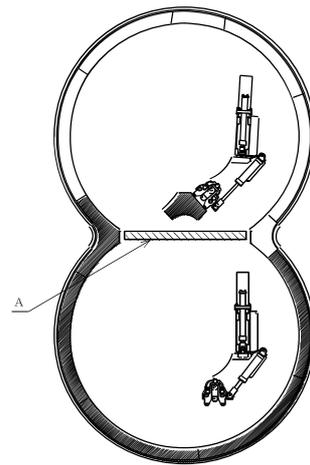
図 - 1 . 3 . 3 横型二連形 DOT セグメント組立順序図 (参考)



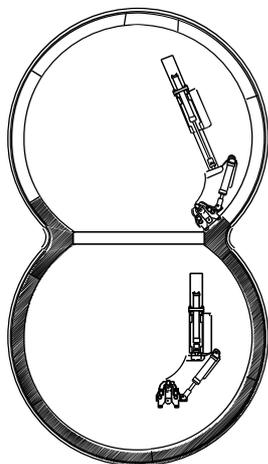
①下部A型セグメントより組立をはじめめる。



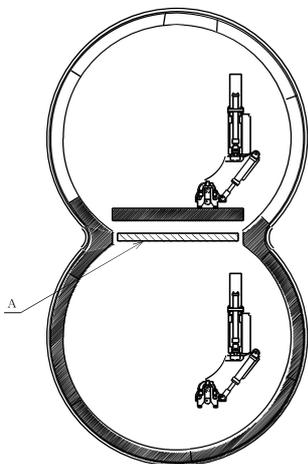
②下部エレクターの伸縮と回転を利用してJ_Lセグメントを組立てる。



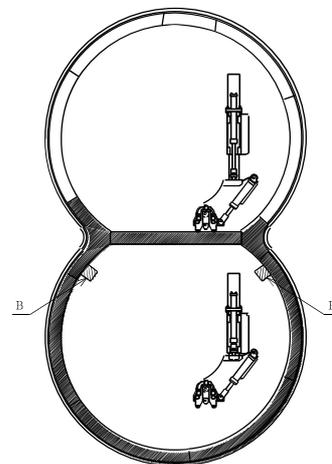
③可動デッキを伸ばしJ_Sセグメントを仮置きし、上部エレクターで把持する。



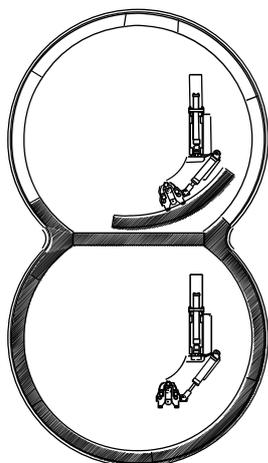
④可動デッキを縮めJ_Sセグメントを組立てる。



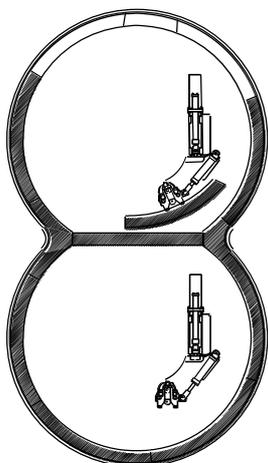
⑤再び可動デッキを伸ばしパネルセグメントを仮置きし、エレクターで把持する。



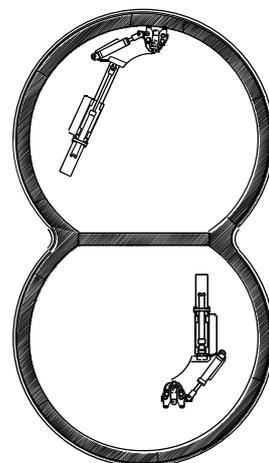
⑥可動デッキを縮め、セグメント押し広げ装置にて下部セグメントの真円を保持し、パネルセグメントを組立てる。



⑦組立てられたパネルセグメントに上部A型セグメントを仮置きし、エレクターで把持し、組立てる。



⑧A型セグメント組立後B型セグメントを組立てる。



⑨K型セグメントを組立完成となる。

図 - 1 . 3 . 4 縦型二連形DOTセグメント組立順序図 (参考)

4. 施工

D O T 工法における標準的な掘進管理、掘削土砂搬出および資機材の搬入は次の通りである。

なお、特に施工条件が変わる場合には別途考慮する。

4. 1 掘進管理

掘進は同一平面に配置されたスポーク状又は扇状の回転カッターで行い、掘削土砂にカッター部や隔壁後方よりポンプで作泥土材を注入して練混ぜ翼で練り混ぜ、塑性流動性と不透水性を持つ泥土に変換しチャンバーに充満させる。そして切羽の安定はその泥土の土圧により、切羽土圧および地下水圧に対抗させるもので、隔壁に設けた土圧計によりチャンバー内の泥土圧を地山の地下水圧+静止土圧にバランスするように維持管理しながら掘進と排土を行う。

4. 2 掘進土砂搬出

スクリーコンベヤーから搬出された掘削土砂（泥土）は、土質条件や施工条件に応じ、土砂圧送ポンプあるいはズリ鋼車により、地上の土砂ホッパーまで搬出する。ポンプ圧送の場合には、施工延長、土質などを考慮し、中継ポンプの台数、圧送管径を決定する。土砂ホッパーに貯留された掘削土砂は、ダンプトラックにより処分地に運搬する。なお、掘削土砂は基本的には固化処理等の発生土改良を行うものとする。

図-1.4.1に一般的な「掘削土砂搬出系統図」を示す。

4. 3 資機材の搬入

セグメント等の資機材の搬入は、立坑内部に設置した天井走行クレーン、橋型クレーン等により材料台車へ積み込み、切羽へはバッテリーカーにより牽引して運搬する。立坑の条件により、直接資機材を材料台車に積み込めない場合には、立坑内に天井走行クレーンなどを設置して積み込みを行う。

図-1.4.2に横型二連形D O T 工法の一般的な「施工概要図」を示す。

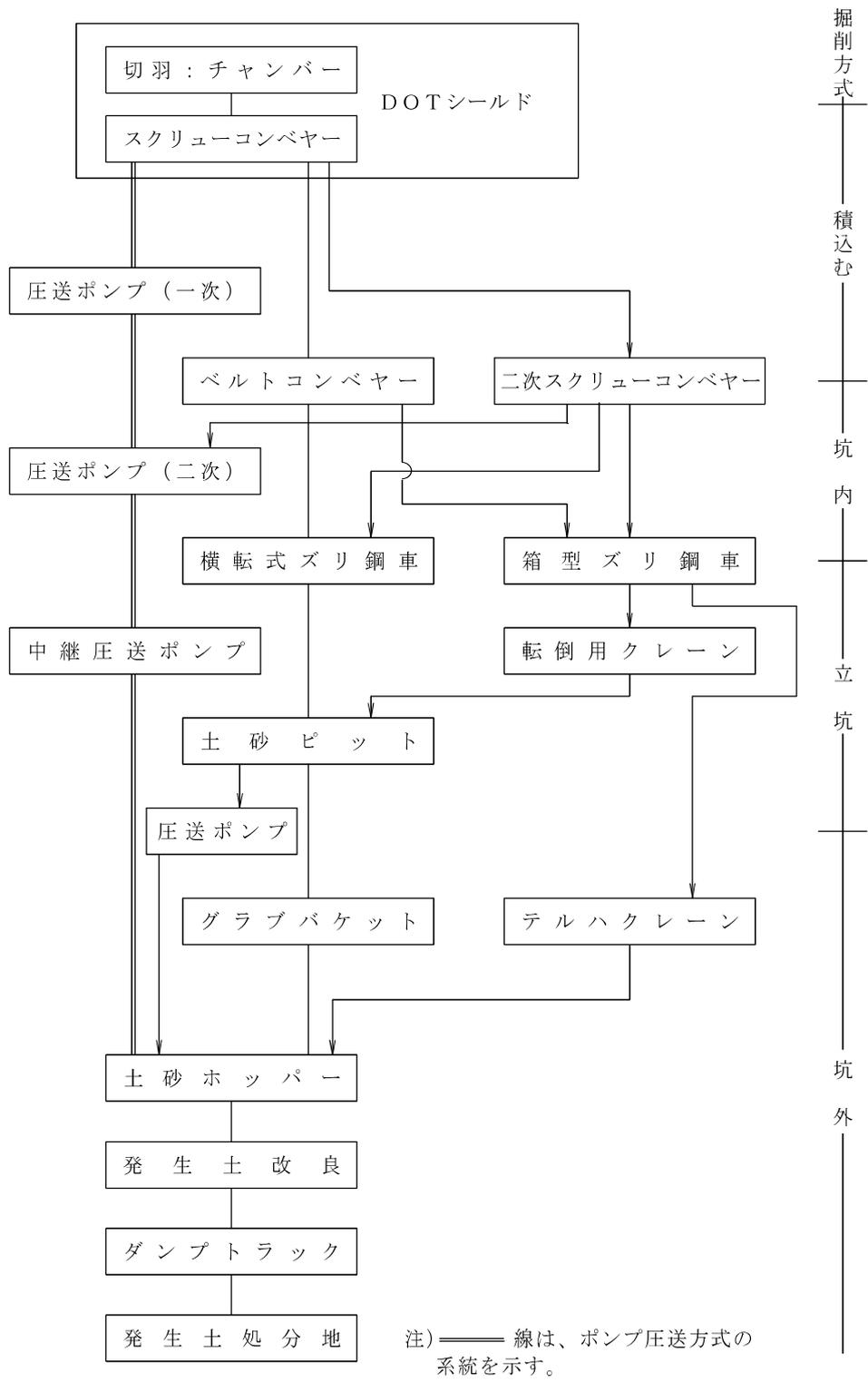


図 - 1 . 4 . 1 堀削土砂搬出系統図

5. 参考資料

- 図－1. 5. 1 横型二連形 φ 6.50m × W 11.48m D O T シールド
 図－1. 5. 2 縦型二連形 φ 6.50m × H 11.48m D O T シールド
 図－1. 5. 3 横型二連形 φ 6.50m × W 11.48m D O T シールド[＊]エレクター（参考図）
 図－1. 5. 4 横型二連形 φ 6.50m × W 11.48m D O T シールド[＊]後方設備（参考図）
 図－1. 5. 5 横型二連形 φ 6.30m × W 11.28m D O T セグメント(RC)（タイプ 7）
 図－1. 5. 6 縦型二連形 φ 6.30m × H 11.28m D O T セグメント(RC)（タイプ 17）

表－1. 5. 1 横型（縦型）二連形 D O T シールドの寸法一覧表（参考）

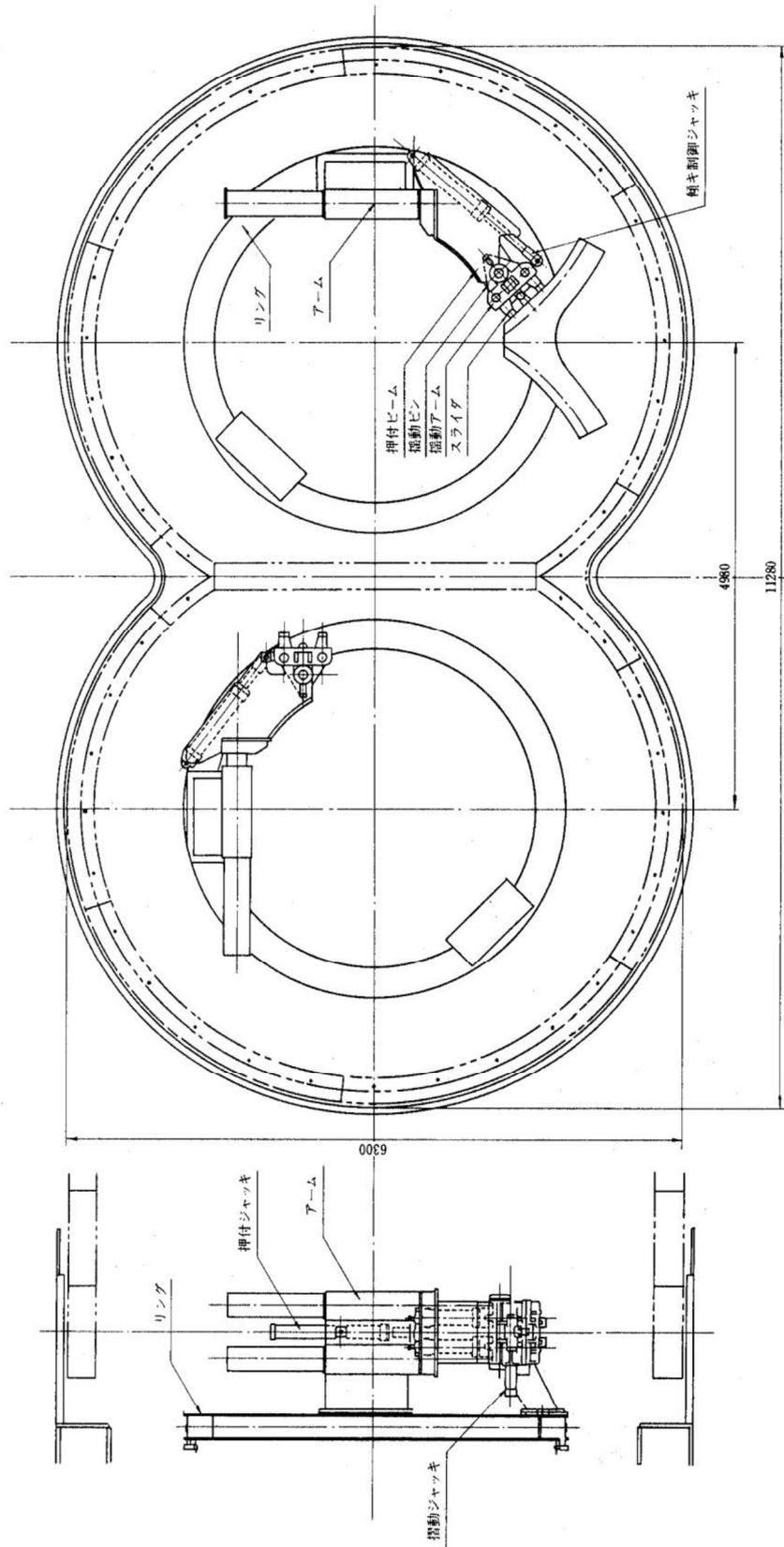
形状寸法 \ セグメント縦外径 (横外径)	2,350 (mm)	3,350 (mm)	4,300 (mm)	5,400 (mm)	6,300 (mm)	7,300 (mm)	8,250 (mm)	9,200 (mm)
シールド縦径(横径) (mm)	2,490	3,490	4,460	5,580	6,500	7,520	8,510	9,460
シールド横径(縦径) (mm)	4,250	5,960	7,620	9,530	11,480	13,280	15,030	16,710
中心間隔長 (mm)	1,760	2,470	3,160	3,950	4,980	5,760	6,520	7,250
ラップ長 (mm)	730	1,020	1,300	1,630	1,520	1,760	1,990	2,210
シールド全長 (mm)	6,050	7,345	7,935	9,300	10,750	12,710	14,065	15,560
シールド機長 (mm)	5,420	5,945	6,350	7,300	8,200	8,710	9,000	9,260
シールド本体長 (mm)	4,520	4,945	5,200	6,000	6,700	7,060	7,200	7,360
スキンプレート厚 (mm)	40	40	50	60	70	80	90	90
テールクリアランス (mm)	30	30	30	30	30	30	40	40
セグメント幅 (mm)	750	900	900	900	1,000	1,000	1,000	1,000
掘削断面積 (㎡)	8.9	17.4	28.4	44.5	62.0	83.0	106.3	131.4

表－1. 5. 2 横型二連形 D O T セグメント寸法一覧表（参考）

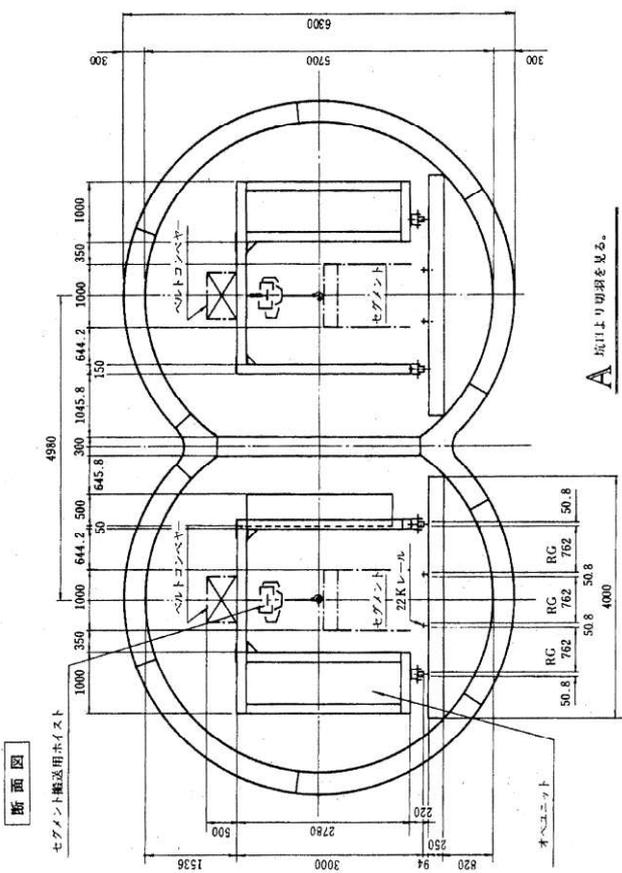
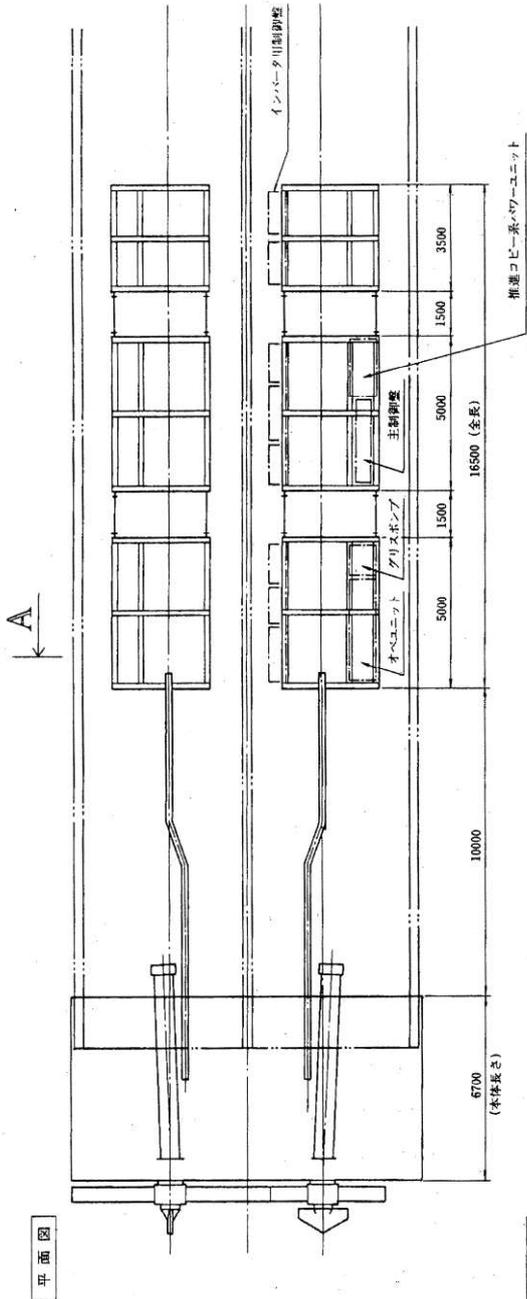
タイプ	セグメント 縦外径 DSV (mm)	セグメント 横外径 DSH (mm)	芯間距離 a (mm)	セグメント幅 B (mm)	種類	厚さ h (mm)	分割	J1型セグメント 最長寸法 J1 (mm)	J5型セグメント 最長寸法 J5 (mm)	A型セグメント 弦長 A (mm)	柱の高さ H (mm)	床版の厚さ t1 (mm)
1	2,350	4,110	1,760	750	ST	103	9	1,015	583	1,477	1,350	100
2	2,350	4,110	1,760	750	RC	125	9	1,141	507	1,478	1,300	125
3	3,350	5,820	2,470	900	RC	128	9	1,376	840	2,097	2,000	125
4	3,350	5,820	2,470	900	RC	150	9	1,781	863	5,038	1,950	150
5	4,300	7,460	3,160	900	RC	200	9	2,284	1,111	2,614	2,500	200
6	5,400	9,350	3,950	900	ST	250	11	2,227	1,116	2,658	3,200	250
7	6,300	11,280	4,980	1,000	DC	300	11	2,071	1,064	3,316	3,250	300
8	6,300	11,280	4,980	1,000	RC	279	12	2,071	1,064	3,316	3,250	275
9	6,300	11,280	4,980	1,000	RC	250	12	2,283	995	3,281	3,250	300
10	7,300	13,060	5,760	1,000	RC	300	11	2,401	1,214	3,825	3,850	300
11	8,250	14,770	6,520	1,000	RC	350	13	2,209	1,162	3,647	4,350	350
12	9,200	16,450	7,250	1,000	RC	400	13	2,469	1,302	4,030	4,850	400

表-1.5.3 縦型二連形DOTセグメント寸法一覧表(参考)

タイプ	セグメント 縦外径 DSV (mm)	セグメント 横外径 DSH (mm)	芯間距離 a (mm)	セグメント幅 B (mm)	種類	厚さ h (mm)	分割	J1型セグメント 最長寸法 J1 (mm)	J _s 型セグメント 最長寸法 J _s (mm)	A型セグメント 弦長 A (mm)	柱の高さ H (mm)	床版の厚さ t1 (mm)
13	4,110	2,350	1,760	750	ST	103	10	1,141	507	1,478	1,300	125
14	5,820	3,350	2,470	900	RC	150	10	1,781	863	2,038	1,950	150
15	7,460	4,300	3,160	900	RC	200	10	2,284	1,111	2,614	2,500	200
16	9,350	5,400	3,950	900	RC	250	12	2,227	1,116	2,658	3,200	250
17	11,280	6,300	4,980	900	RC	300	12	2,071	1,064	3,316	3,250	300
18	11,280	6,300	4,980	900	ST	279	12	2,071	1,064	3,316	3,250	275
19	11,280	6,300	4,980	1,000	DC	250	12	2,283	995	3,281	3,250	300
20	13,060	7,300	5,760	1,000	RC	300	12	2,401	1,214	3,825	3,850	300
21	14,770	8,250	6,520	1,000	RC	350	14	2,209	1,161	3,617	4,350	350
22	16,450	9,200	7,250	1,000	RC	400	14	2,469	1,302	4,030	4,850	400



図一 1. 5. 3 横型二連形 $\phi 6.50\text{m} \times \text{W}11.48\text{m DOT}$ シールドエレクター (参考図)



図一1.5.4 横型二連形φ6.50m×W11.48mDOTシート後方設備(参考図)

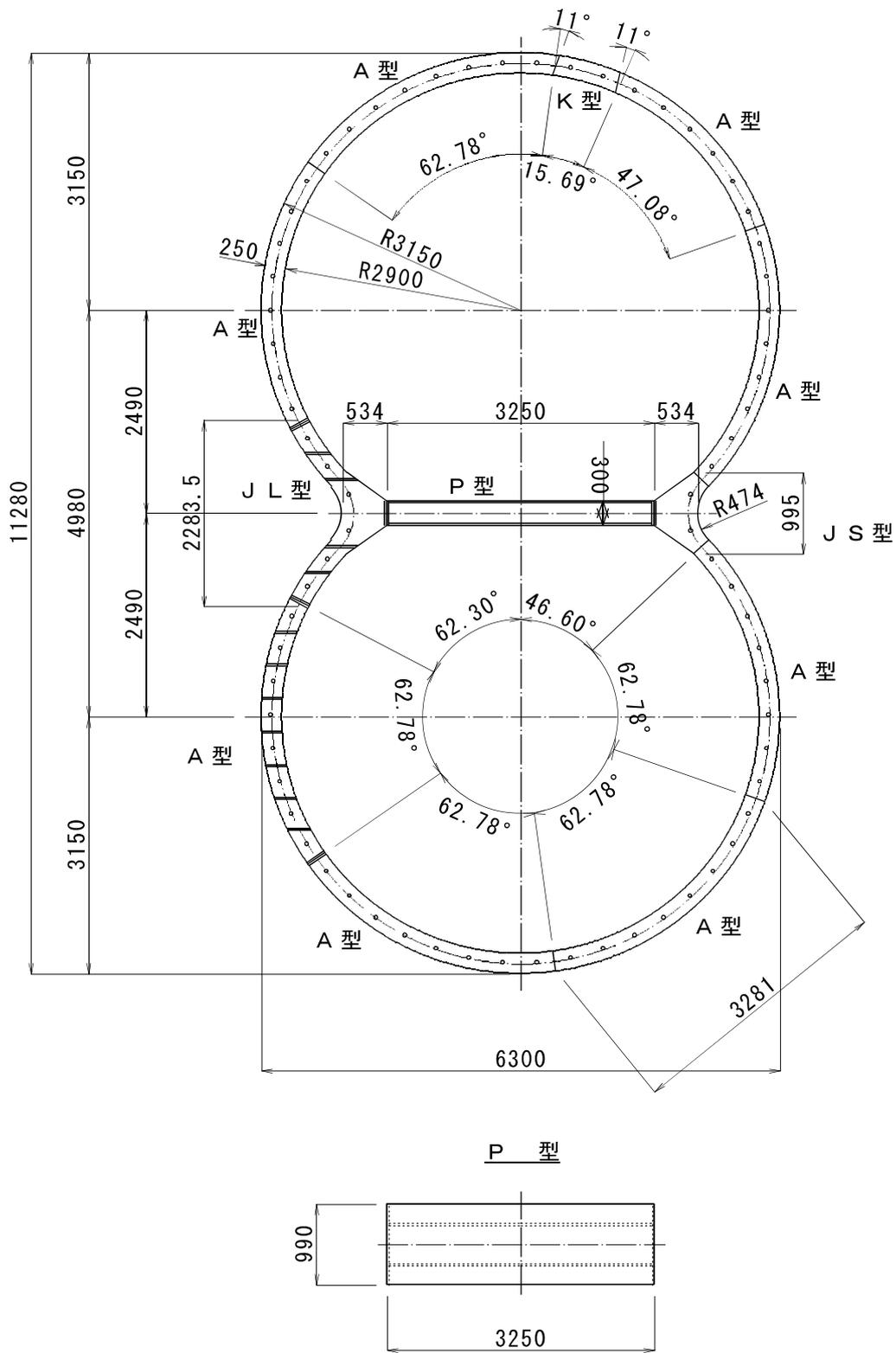


図 - 1. 5. 6 縦型二連形 $\phi 6.30\text{m} \times \text{H}11.28\text{m}$ DOT せぐメント (RC) ($\Delta 17^\circ 17'$)

DOTシールド工法技術資料

平成 2年 4月 発行第1版
平成 6年 5月 発行第2版
平成13年 3月 発行第3版
平成15年 3月 発行第5版
平成18年 4月 発行第6版
平成19年 6月 発行第7版
平成23年 8月 発行第8版
令和 2年 8月 発行第9版

シールド工法技術協会

URL : <http://www.shield-method.gr.jp>