

# 拡大シールド工法

－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。

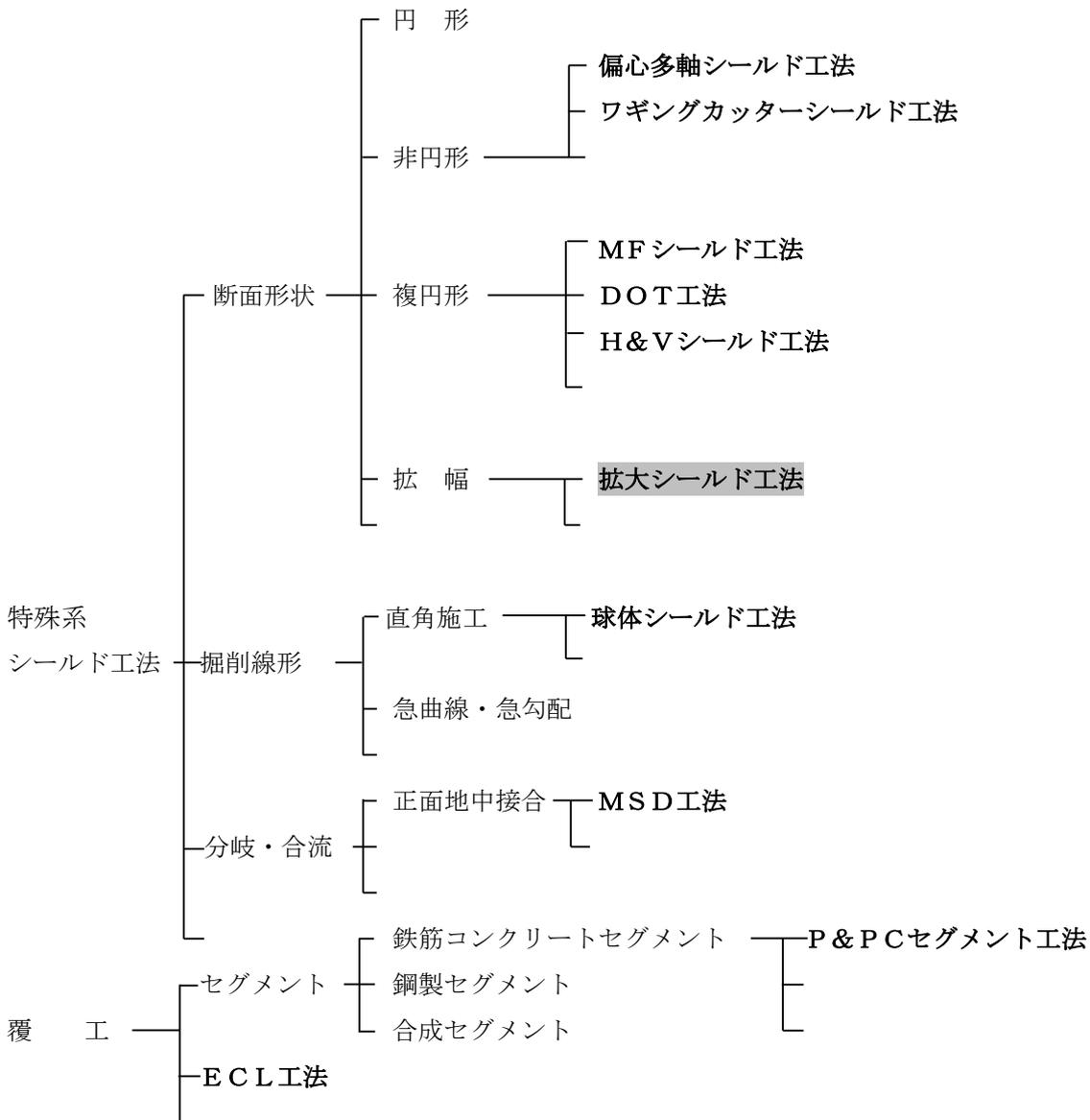
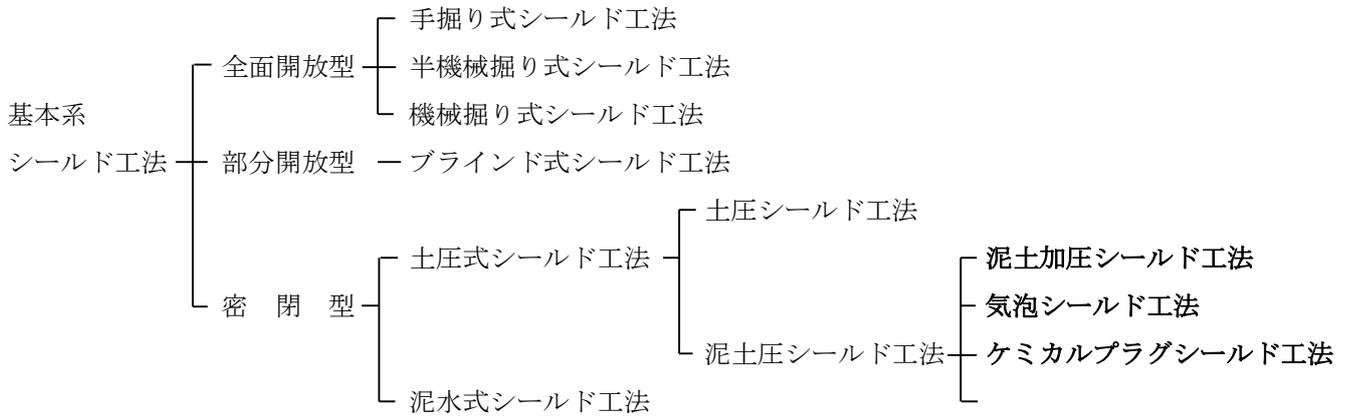
今回の改訂では、協会登録工法の位置付けを更新致しました。（「省面積立坑システム工法」追加）

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

[拡大シールド工法の位置付け]

シールド工法における**拡大シールド工法**の位置づけを下記に示す。



施 工 —— 施工設備 —— 省面積立坑システム工法

# 目 次

はじめに		頁
1. 概 要	.....	1
1. 1 工法の概要	.....	1
1. 2 工法の特徴	.....	2
1. 3 工法の用途	.....	2
1. 4 工法の適用範囲	.....	2
2. 施 工	.....	3
2. 1 拡大シールド発進基地	.....	3
2. 2 施工順序	.....	5
2. 3 作業フロー	.....	9
3. 一次セグメント	.....	1 2
3. 1 多分割一次セグメント	.....	1 2
3. 2 拡大部一次セグメント	.....	1 2
4. ガイドリング	.....	1 3
4. 1 基本形状	.....	1 3
4. 2 ガイドリング分割	.....	1 4
4. 3 リング継ぎボルトのピッチ調整	.....	1 4
5. 円周シールド	.....	1 5
5. 1 構造と名称	.....	1 5
5. 2 基本条件	.....	1 5
5. 3 掘削方式	.....	1 6
5. 4 円周シールド機長	.....	1 7
5. 5 円周シールド分割	.....	1 7
6. 円周シールド発進基地	.....	1 9
6. 1 円周シールド発進基地の位置	.....	1 9
6. 2 円周シールド発進基地の寸法	.....	1 9
7. 円周セグメント	.....	2 1
7. 1 基本構造と名称	.....	2 1

	頁
7. 2 円周セグメントの幅 .....	2 2
7. 3 円周セグメント外径 .....	2 2
7. 4 円周セグメント分割 .....	2 5
8. 円周シールド反力受け .....	2 8
9. 円周シールド発進基地空隙充填 .....	2 9
10. 円周シールド裏込め注入 .....	3 0
11. 拡大シールド .....	3 1
11. 1 構造と名称 .....	3 1
11. 2 基本条件 .....	3 1
11. 3 掘削方式 .....	3 2
11. 4 拡大シールド機長 .....	3 2
11. 5 拡大シールド分割 .....	3 2
12. 拡大セグメント .....	3 4
13. 拡大シールド反力受け .....	3 4
14. 拡大シールド裏込め注入 .....	3 4
15. 拡大径 .....	3 5
15. 1 最小拡大径 .....	3 5
15. 2 最大拡大径 .....	3 6
16. 補 強 .....	3 6
17. エレクター .....	3 7
18. 作業台車 .....	3 8
19. 補助工法 .....	3 9
20. 基本計画 .....	4 0
20. 1 基本条件 .....	4 0
20. 2 基本計画フロー .....	4 1
20. 3 基本計画例 .....	4 2

# 1. 概 要

## 1. 1 工法の概要

拡大シールド工法は、先行して施工されたシールドトンネル外周を、拡大シールドを用いてトンネル軸方向にリング状に掘進することにより、目的に応じた拡大空間をトンネル内部から構築することができる「地中切掘り工法」である。

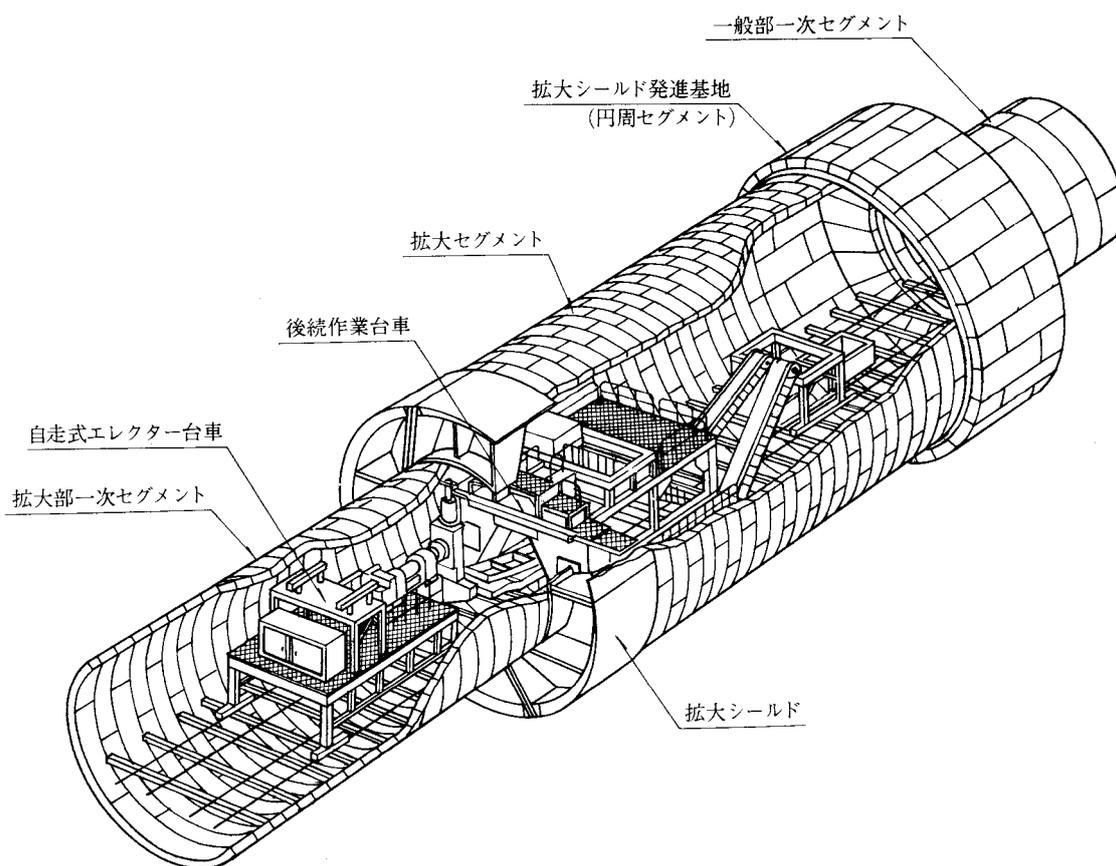


図-1. 1 拡大シールド工法概要図

## 1. 2 工法の特徴

- ① トンネル軸方向へ任意の長さに拡大できるため、空間利用度が大きい。
- ② 拡大シールドトンネルの基本形状は円形であるため、構造的に安定性が高い。
- ③ 一次トンネルに対して、同心円状にも偏心円状にも拡大が可能である。
- ④ 一次トンネルをガイドとして掘進するので精度が高く、カーブ施工も可能である。
- ⑤ セグメントで覆いしながら拡径掘進するため、切羽の安定、地山のゆるみ防止の点で他の切掘り工法に比較して優れている。
- ⑥ 従来の開削工法に比べ、工事費の削減と工期の短縮が図れる。
- ⑦ 地上部を使用しないので、用地、補償、環境等の問題が解消できる。

## 1. 3 工法の用途

トンネル種別	拡大断面の用途
電力ケーブル洞道	ケーブル接合部, ケーブル分岐部
上下水道トンネル	管路分岐・接合部, 中間人孔, 既設管路の更新
鉄道トンネル	地下駅, 線路分岐部, 換気排水基地
道路トンネル	非常駐車帯, 道路分岐部, 換気・排水基地
その他	長距離トンネルの施工時待避所, 構内設備設置基地, シールド発進基地

## 1. 4 工法の適用範囲

拡大シールド施工延長、最大径、曲線施工等は、シールド基本構造の類似性から、一般のシールドとほぼ同様に考えることができる。したがって、現状で製作・施工可能な規模までの適用は可能である。

ただし、拡大シールドは、既設のトンネル内部に発進基地を設け、この中で組み立てられるため、拡大シールドの最大径は、実質的には拡大シールド発進基地の施工法とその工法で構築可能な基地の大きさ、および分割搬入・組立可能な拡大シールド径などにより決定されることになる（「15.2 最大拡大径」参照）。

また、拡大シールドでは、既設一次トンネルを包含する形で掘削するため、最小拡大径は、拡大シールドフード部と既設一次セグメントとの間の掘削スペース確保の面から決定される（「15.1 最小拡大径」参照）。

偏心拡大を行う場合、非拡大側でも最小拡大径により決定される拡幅は確保しておく必要がある。

## 2. 施 工

### 2. 1 拡大シールド発進基地

#### (1) 拡大シールド発進基地施工法

拡大シールドは、拡大シールド発進基地で組み立てられる。

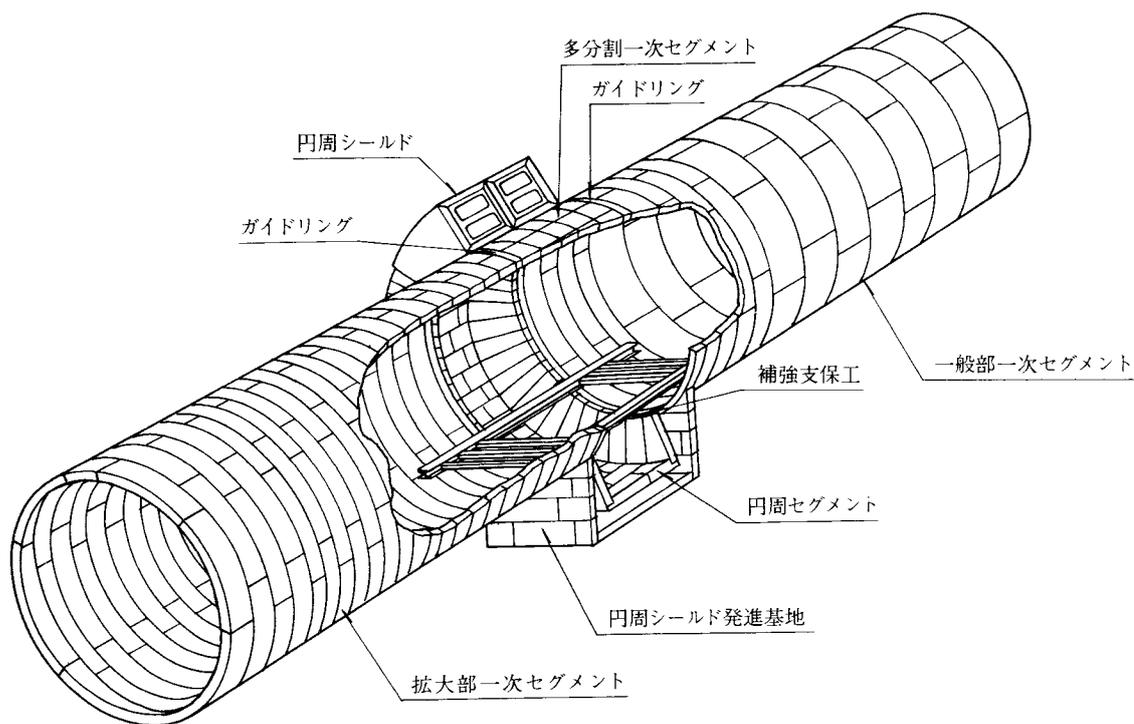
発進基地の施工は、トンネルの一部から始まって、全周に及ぶ地中切掘りであるため、施工時の偏圧，応力増加等に対するトンネルの安定性を考慮し、基地の長さにはできる限り短く抑えることが望ましい。

施工法は、土質，地下水位，土かぶり等の地盤条件、および周辺環境，一次トンネルの構造，必要とする拡大径等の施工条件を考慮のうえ決定する必要がある。

現在、拡大シールド発進基地の施工方法には、①円周シールド工法，②NATM，③その他、があるが基本的には円周シールド工法による施工を標準とする。

#### (2) 円周シールド工法

円周シールド工法は、矩形の切羽断面形状を有する円周シールドを用いて、一次トンネル外周を掘進しながら、円周シールドテール内において、コの字形の円周セグメントを組み立てて、覆工を行うことにより、ドーナツ状の拡大シールド発進基地構築を安全・確実にこなすことのできる工法である。



図－2. 1 円周シールド工法概要図

次に、円周シールド工法の特長を示す。

- ① 一次トンネル外周をガイドリングに沿って掘進するため、施工精度が高く確実な施工が可能である。
- ② セグメントで覆工しながら拡幅掘進するため、施工時の安全性が高い。
- ③ 発進基地は、セグメントにより覆工されたリング構造であり安定性が高い。
- ④ 拡大シールド発進時の鏡切りは、円周セグメントの側板を撤去することで行えるため、作業が容易である。

## 2. 2 施工順序

### (1) 一次シールド掘進

一次シールド掘進時、拡大シールド発進基地施工箇所両端部に、円周シールド推進のガイドとなるリング（ガイドリング）を組み立てて置く。また、このガイドリング間には、円周シールド発進基地および円周シールド掘進に伴う撤去作業を容易にするため、多分割一次セグメントを組み立てて置くものとする。

一次シールド施工完了後、地盤条件を考慮のうえ必要に応じて拡大シールド発進基地部の地盤改良を行なう。

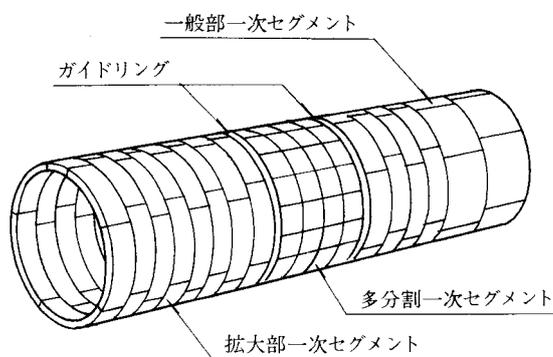


図-2. 2 一次シールド掘進

### (2) 円周シールド発進基地築造

ガイドリング間の一次セグメント底部ピースを撤去し、山留めを行いながら掘削することにより、円周シールド発進基地を築造する。

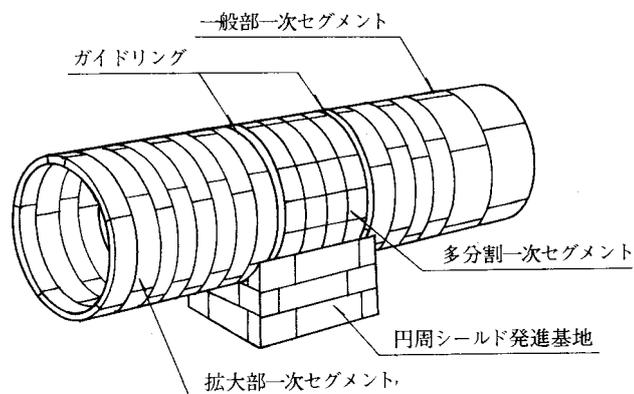


図-2. 3 円周シールド発進基地築造

(3) 円周シールド設置

円周シールドは、ガイドリングの発進基地部ピースを一時的に取り外し、つば部分を噛み合わせた後、ガイドリングと共に円周シールド発進基地に設置する。

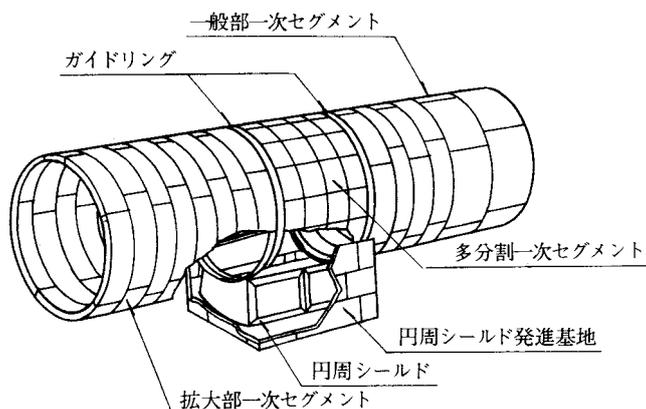


図-2. 4 円周シールド設置

(4) 円周シールド掘進

円周シールド切羽前面の山留めを撤去して掘進を開始する。円周シールド掘進，裏込め注入，円周セグメントの組立、および一次セグメント撤去を繰り返すことにより、一次トンネル外側を一周する。

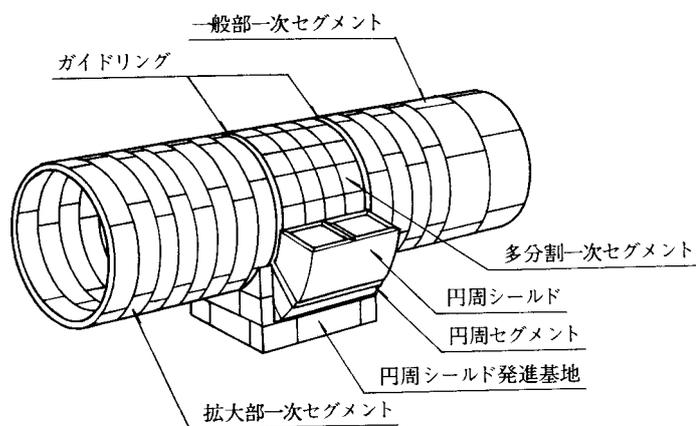


図-2. 5 円周シールド掘進

(5) 拡大シールド発進基地築造完了

円周シールド発進基地の到達側山留めを撤去して、円周シールドを到達させ、ジャッキ等を解体する。その後、円周セグメントを組み立てて閉合することにより、拡大シールド発進基地の施工を終了する。

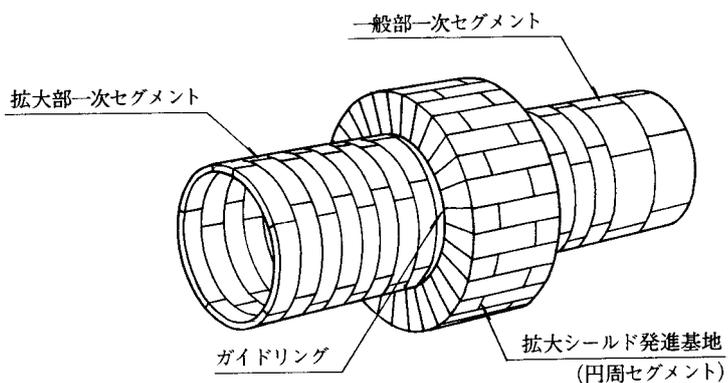


図-2. 6 拡大シールド発進基地築造完了

(6) 拡大シールド組立

円周シールドで切拡げた、拡大シールド発進基地内に分割搬入した拡大シールドを組み立てる。

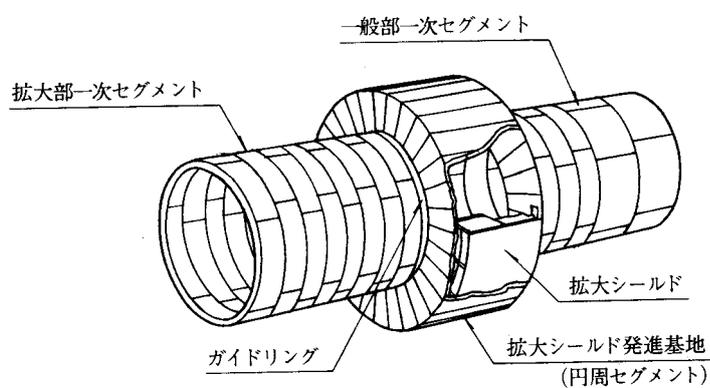


図-2. 7 拡大シールド組立

(7) 拡大シールド掘進

掘進方向前面の円周セグメント側板を撤去し、拡大シールドの掘進、裏込め注入、拡大セグメント組立、および一次セグメントの解体・撤去という一連の作業を順次繰り返して、拡大シールドを前進させる。

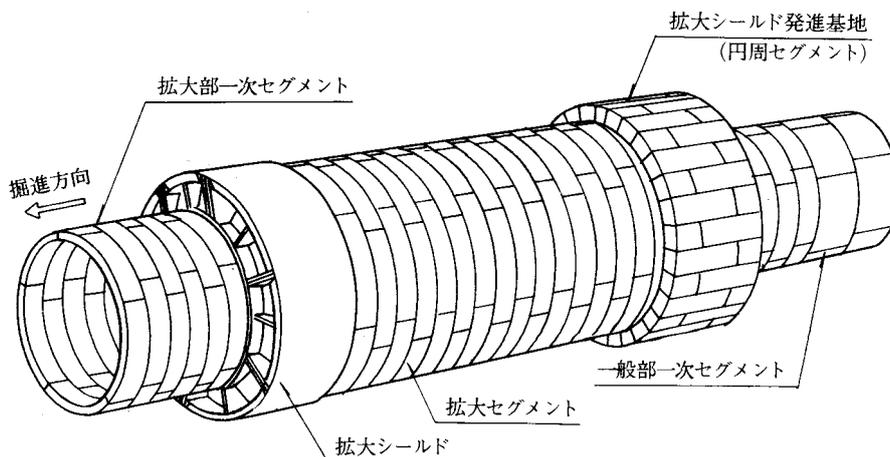


図-2. 8 拡大シールド掘進

(8) 拡大終了

所定範囲の切掘げを行い、切羽の山留めを完了した後、拡大シールドのジャッキ等を解体・撤去して掘進を終了する。

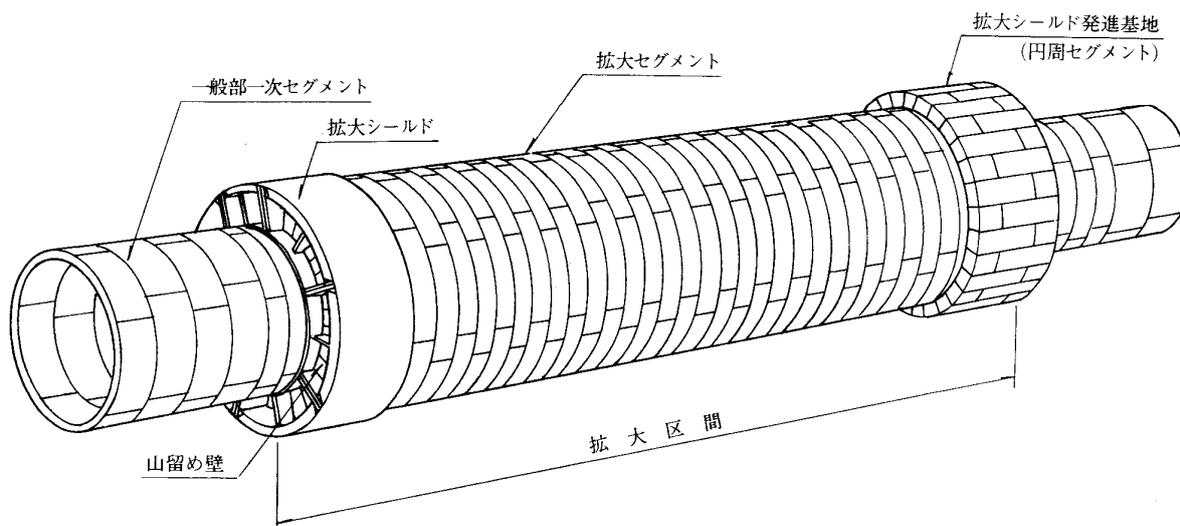
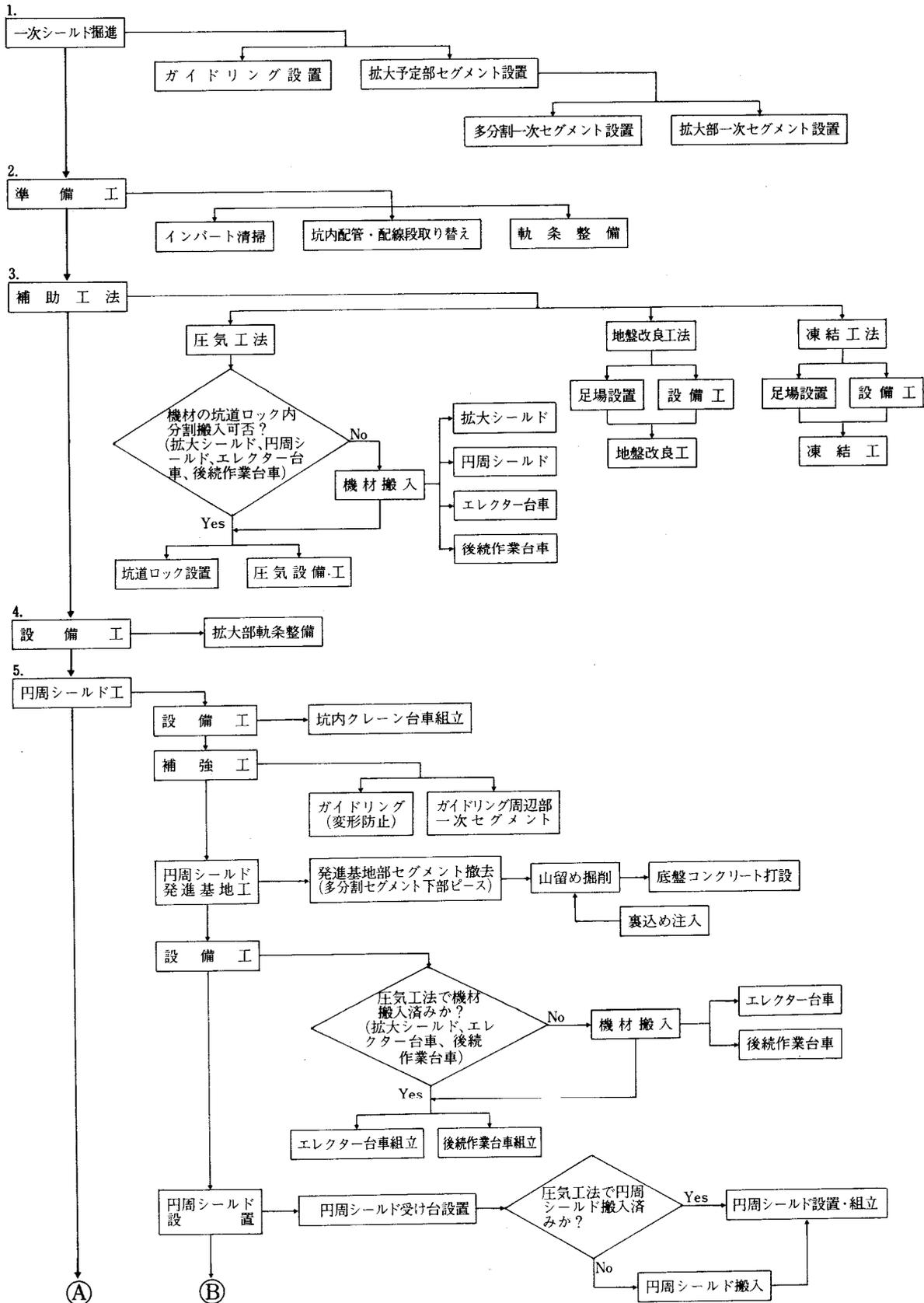


図-2. 9 拡大終了

## 2. 3 作業フロー

拡大シールド工の作業手順を図-2.10に、計画説明図を図-2.11に示す。



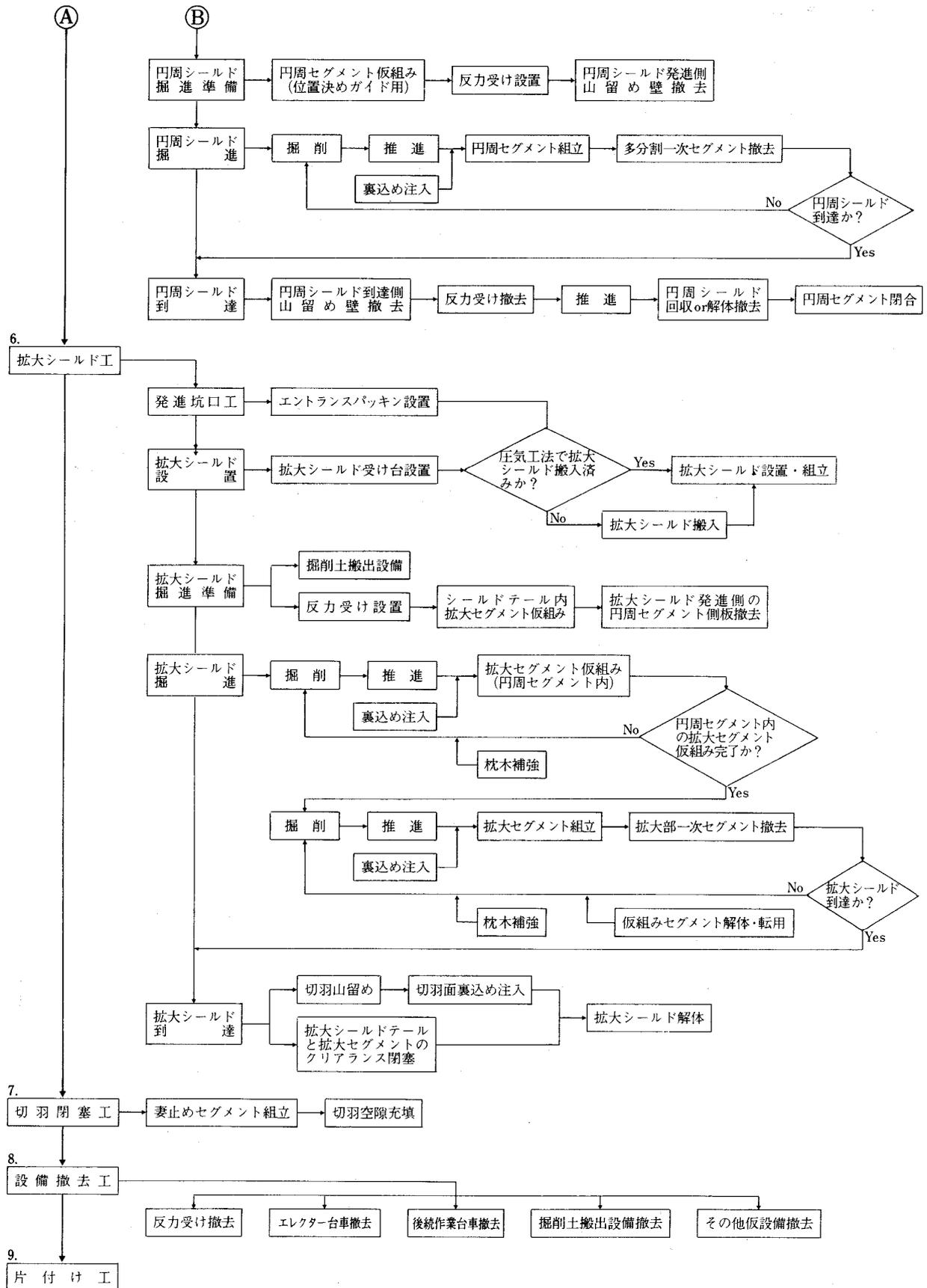
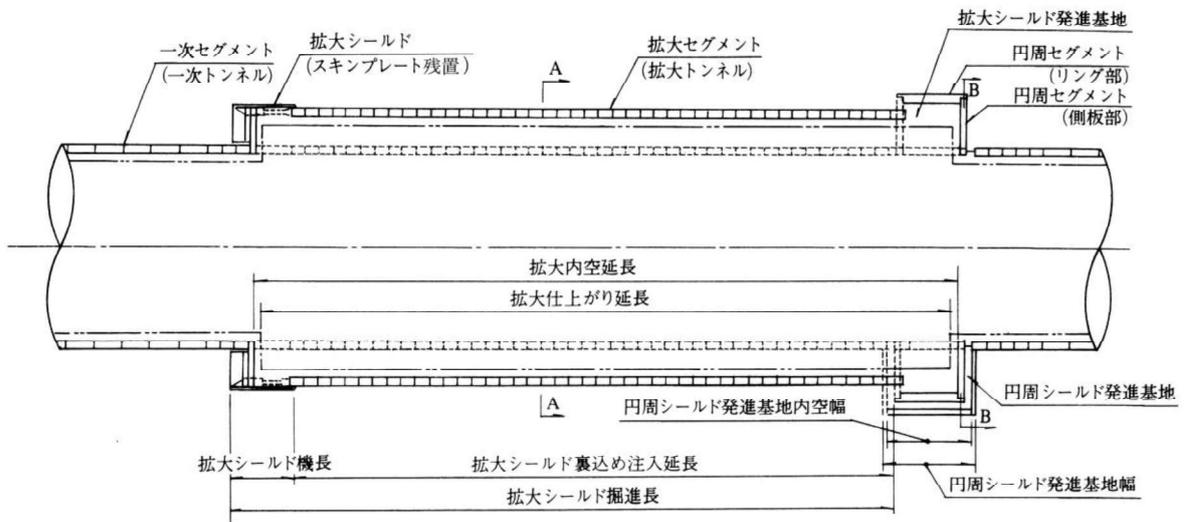
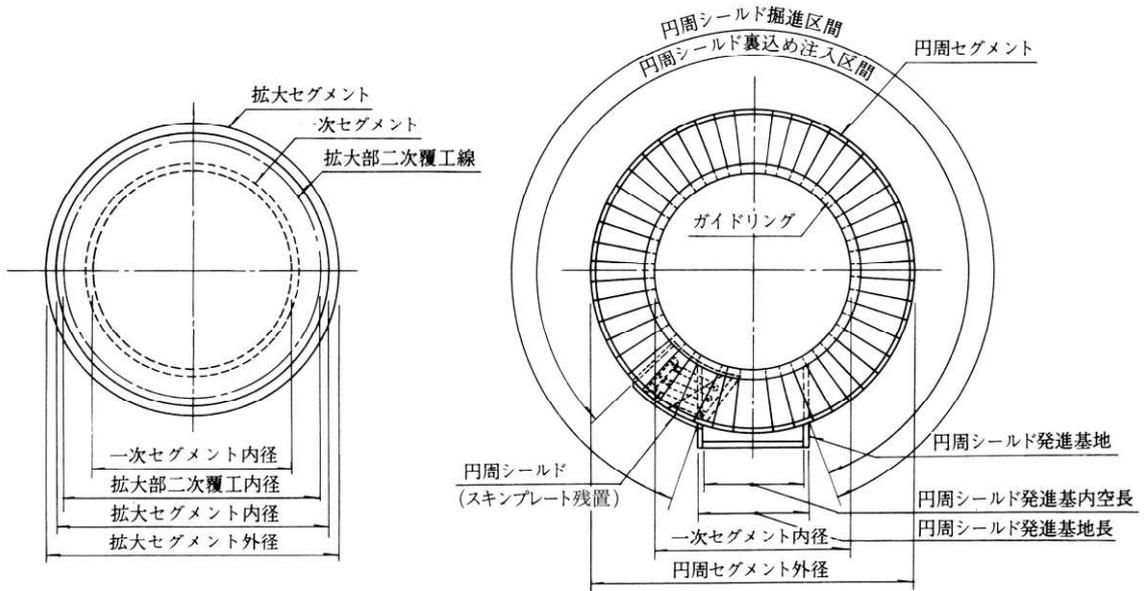


図-2. 10 拡大シールド工法作業フロー



拡大部縦断面図



拡大部横断面  
(A-A断面)

拡大シールド発進基地部横断面  
(B-B断面)

図-2. 11 拡大シールド計画説明図

### 3. 一次セグメント

#### 3. 1 多分割一次セグメント

円周シールド施工箇所的一次セグメントは掘進に従って撤去し、順次円周セグメントに置き換えられる。このため、一次セグメント撤去と円周セグメントの組立のサイクルとを合わせる必要から、リング分割は、基本的に円周セグメントのリング分割の1/2程度とし、ピース継手がトンネル軸方向に揃うような状態に組み立てるものとする。

この、円周シールド施工箇所セグメントは、多分割一次セグメントと呼ぶものとする。

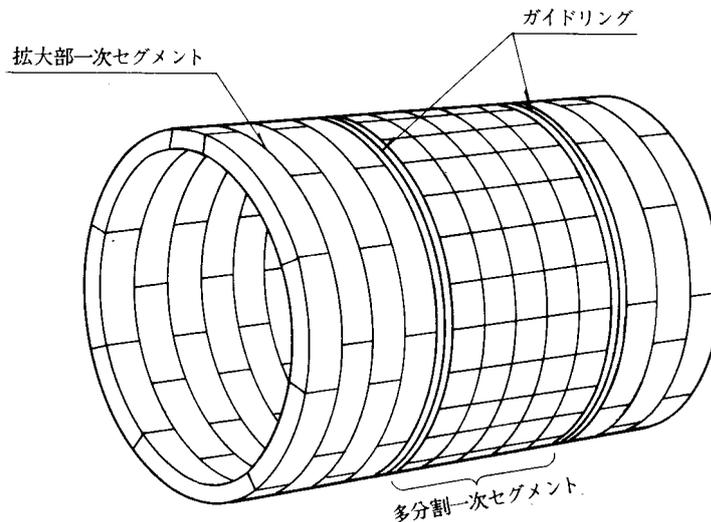


図-3. 1 多分割一次セグメント組立概要図

#### 3. 2 拡大部一次セグメント

拡大シールド掘進区間に使用する一次セグメントは、シールド掘進に伴う撤去作業を容易にするため、重量が軽いスチールセグメントの使用を標準とする。

一次セグメントの幅は、拡大シールド内部における一次セグメント撤去と拡大セグメント組立のサイクルを合わせるため、基本的に拡大セグメントと同じ幅とする。

## 4. ガイドリング

ガイドリングは、円周シールドが一次セグメント外周を逸脱することなく、確実に掘進を行えるようにするためのガイドとなるものである。

このガイドリングは、一次トンネル施工時に、拡大シールド発進基地両端部のセグメント間に1リングずつ組み込んでおくことを標準とする。ただし、事前に設置することができない場合には、別途一次トンネル内側への設置を考慮するものとする。

### 4. 1 基本形状

ガイドリングの基本的な断面形状は図-4. 1に示す通りである。

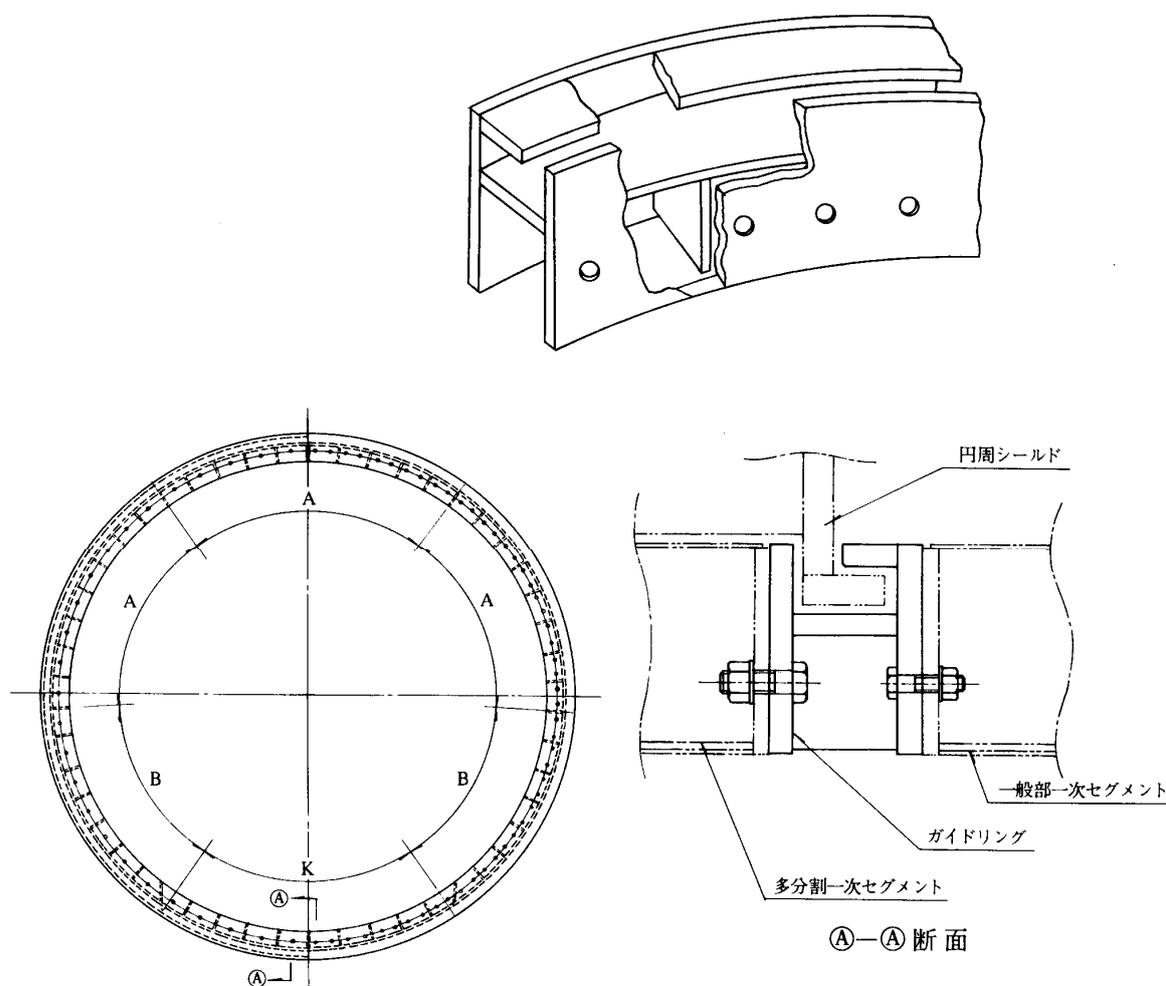


図-4. 1 ガイドリング基本形状

#### 4. 2 ガイドリング分割

ガイドリングは、円周シールドのつばをガイドリングの溝へ組み込むために、発進基地部分を一時的に取り外す必要がある。したがって、分割は一次トンネル施工時の作業性の他に、円周シールドのガイドリングへの組み込み、および円周シールドの発進基地内への設置を考慮して決定する。

#### 4. 3 リング継ぎボルトのピッチ調整

多分割一次セグメントのリング継ぎボルトのピッチ調整は、ガイドリングと多分割一次セグメントの接続、およびガイドリングと円周セグメント側板との接続を考慮してボルトピッチを設定する（図-4. 2 参照）。ただし、多分割一次セグメントと基地両外側の一次セグメントとのボルトピッチが合わない場合には、このリング継ぎボルトのピッチ調整は、ガイドリングにより行うものとする（「7. 4 円周セグメント分割」参照）。

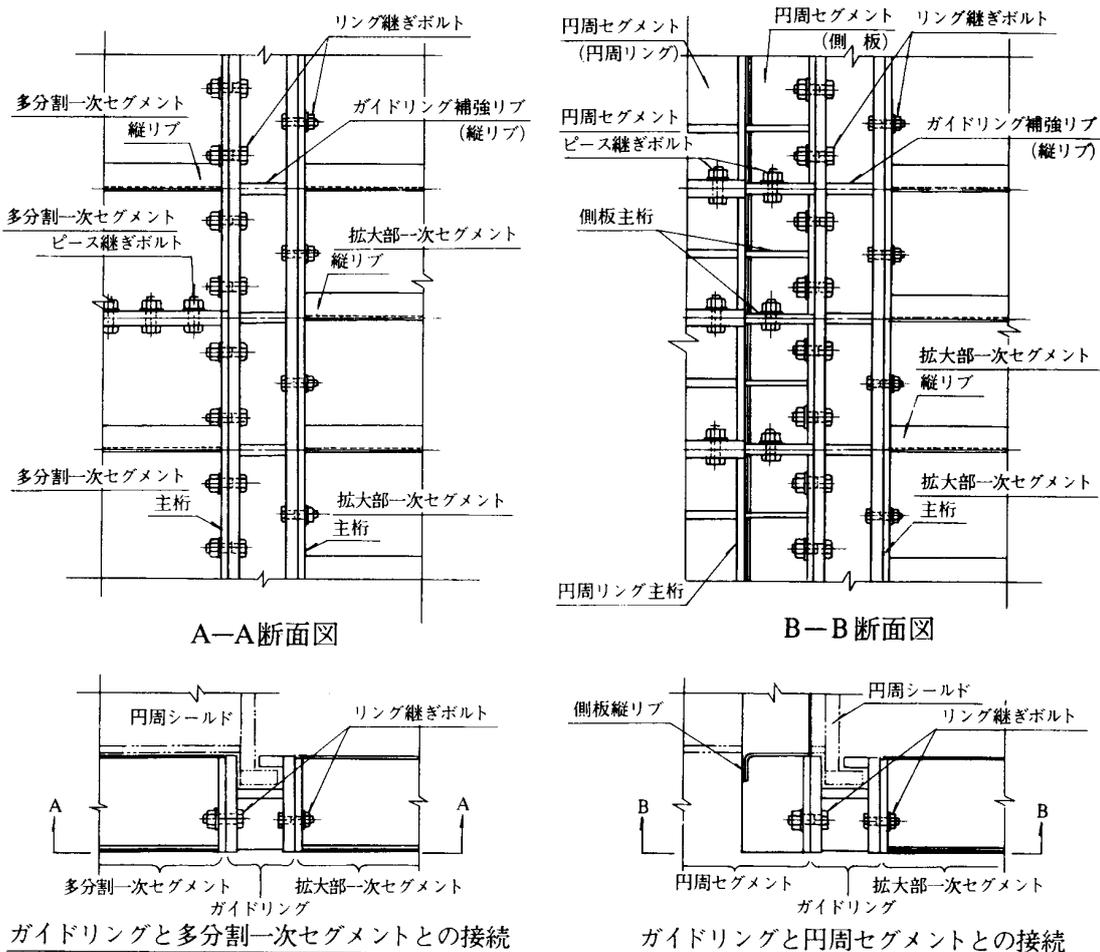
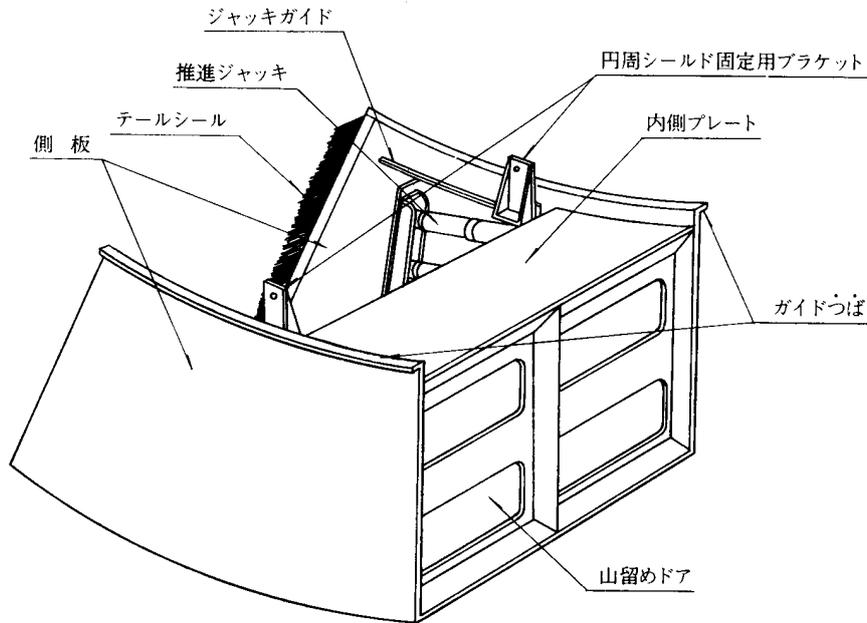


図-4. 2 リング継ぎボルト位置関係

## 5. 円周シールド

### 5. 1 構造と名称

円周シールドの基本的な構造と名称を下図に示す。



図－5. 1 円周シールドの構造と名称

### 5. 2 基本条件

円周シールドの計画にあたっては、下記の事項を考慮するものとする。

- ① 一次トンネル外周をガイドリングに沿って掘進する。
- ② 円周シールドには、掘削、セグメント組立時の移動を防止するための固定用ブラケットを設け、ピンによりガイドリングに固定できるようにする。
- ③ 掘削断面形状は矩形である。
- ④ 円周シールドは、一次トンネル内を通過して分割・搬入する。
- ⑤ 円周シールドは、一次トンネルの一部を切拡げて築造した、矩形の発進基地にて組立・設置を行う。
- ⑥ 発進基地設置時、ガイドリングの溝に円周シールドのつばを噛み合わせる。
- ⑦ 円周シールド機長はできるだけ短くする。
- ⑧ 油圧ユニット関係は、円周シールドと分離し別置きとする。

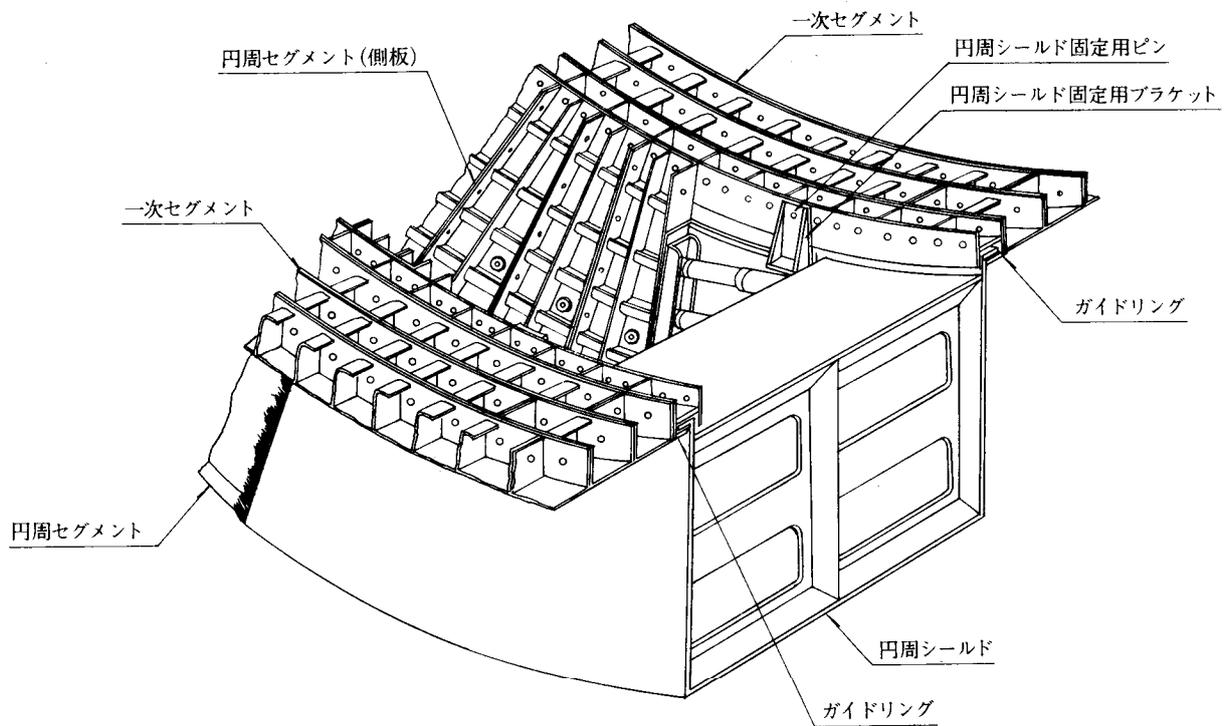


図-5. 2 円周シールドつばのガイドリングへの組み込み

### 5. 3 掘削方式

円周シールドでは、基本的に掘進距離が短いことから、掘削方式は手掘り式を標準とする。

## 5. 4 円周シールド機長

円周シールド発進基地の大きさは、トンネル構造上の安定を考慮すると小さい方が有利である。このため円周シールドの機長は、できる限り短く抑えるものとする。

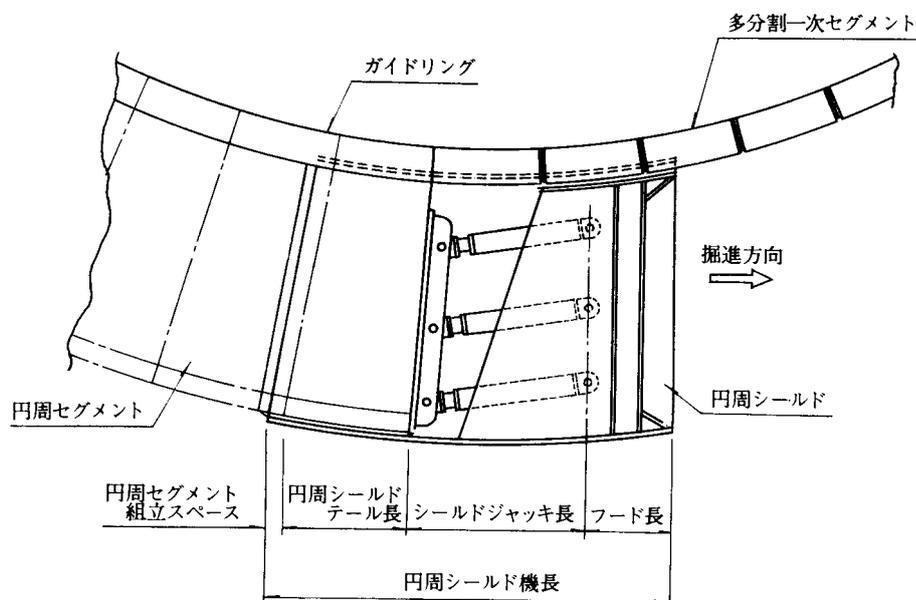


図-5. 3 円周シールド機長

## 5. 5 円周シールド分割

円周シールドの分割数は、ガイドリングへの組込み、発進基地内での組立方法、および分割ピースの重量、大きさ、作業性等を考慮のうえ決定するものとする。

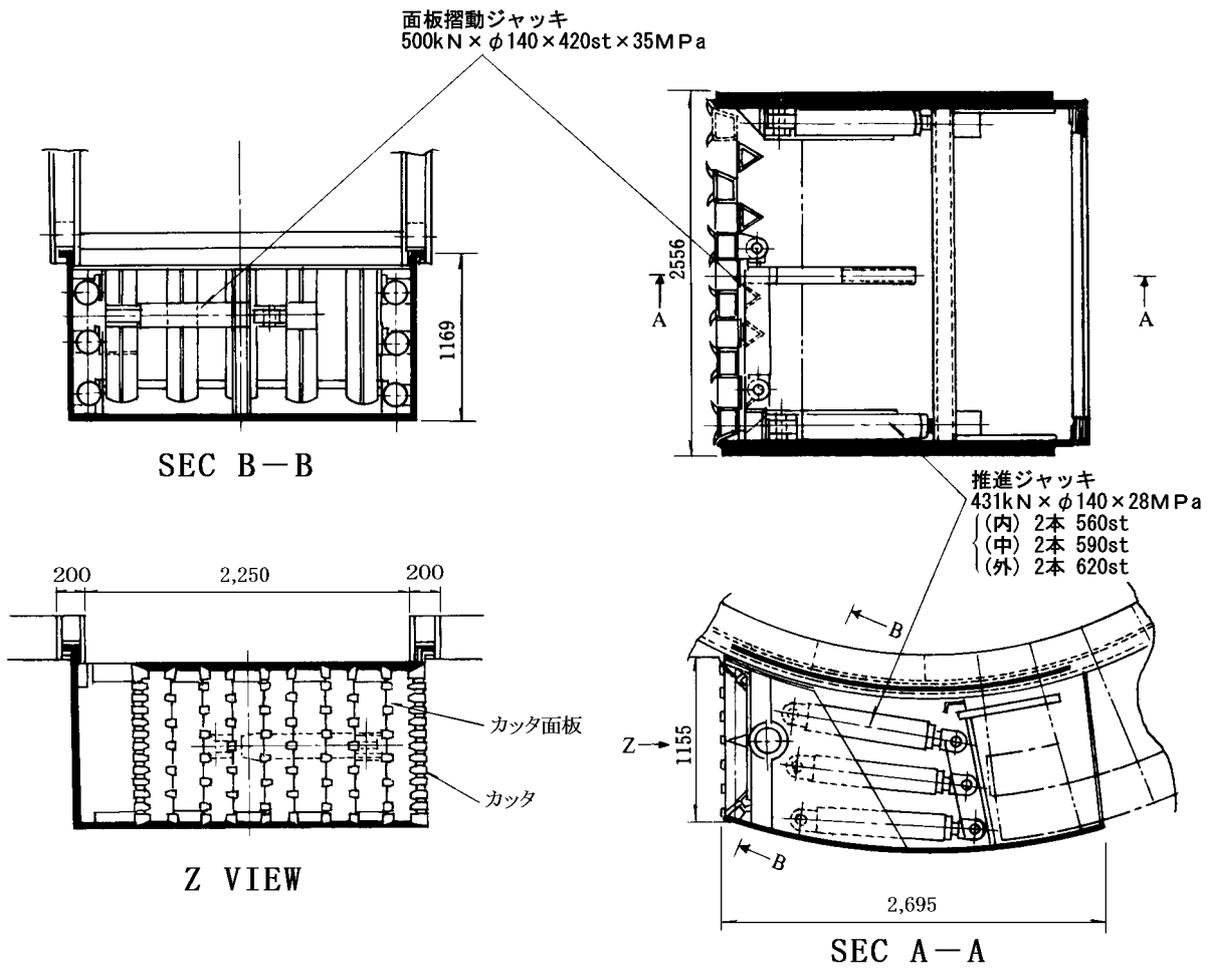


図-5. 4 円周シールド参考図(機械式円周シールド)

## 6. 円周シールド発進基地

円周シールド発進基地は、円周シールドの組立・設置および掘進を開始するための基地となるものである。

### 6. 1 円周シールド発進基地の位置

発進基地は、基本的には一次トンネルリングのどの位置でも良いが、通常はトンネル底部に設けるものとする。

### 6. 2 円周シールド発進基地の寸法

#### (1) 発進基地内空幅

発進基地内空幅は、円周シールドの幅と基地内での組立スペースから求められる。

$$B_{KH} = B_{SH} + 2 \cdot B_{KS}$$

ここで、 $B_{KH}$  : 円周シールド発進基地内空幅 (mm)

$B_{SH}$  : 円周シールド幅 (mm)

$B_{KS}$  : 発進基地内円周シールド組立スペース (mm)

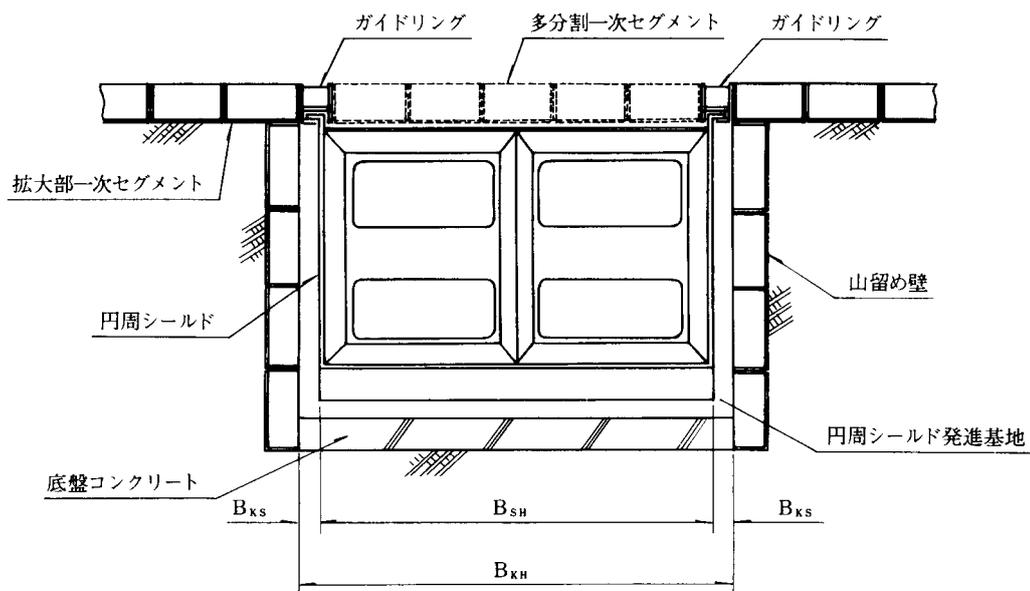


図-6. 1 円周シールド発進基地内空幅

## (2) 発進基地内空長

発進基地内空長は、円周シールドの機長と基地内での組立スペースから決定する。ただし、発進基地の長さは、セグメントリングの欠円度合を左右するものであり、一次トンネル最初の切拡げ作業となる円周シールド発進基地の施工において、基地の長さを大きく取るとは、トンネルの安定上好ましいものではないため、できる限り短く抑えるものとする。

現状では、施工時におけるセグメントの補強規模等を考慮し、発進基地の内空長は一次トンネル外径の0.6倍程度までを限度とする。

$$l_H = l_{ES} + l_{SF} + l_{SB}$$

ここで、 $l_H$  : 円周シールド発進基地最大内空長(mm)

$l_{ES}$  : 円周シールド機長(mm)

$l_{SF}$  : 基地内円周シールド前部組立・設置スペース(mm)

$l_{SB}$  : 基地内円周シールド後部組立・設置スペース(mm)

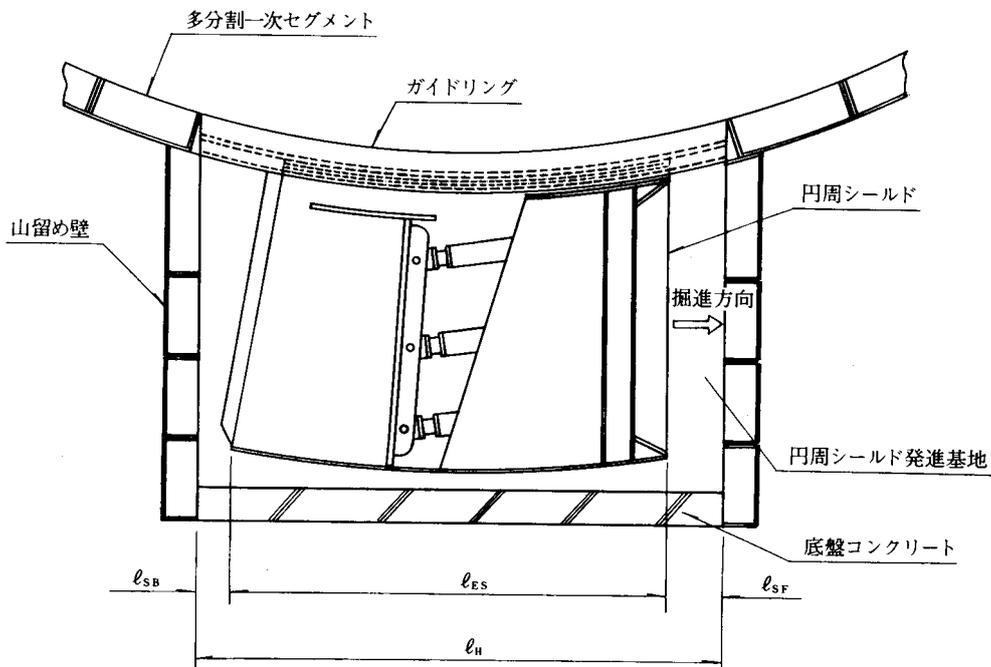


図-6. 2 円周シールド発進基地内空長

## 7. 円周セグメント

円周セグメントは、円周シールド掘進に伴い、テール内において順次1ブロックずつ組み立てられ、ドーナツ状の拡大シールド発進基地を造るものである。その構成は、一般のセグメントと同様、トンネル円周方向に組み立てられる円周リングと、その両端を挟む形で組み立てられる側板からなる。

### 7. 1 基本構造と名称

円周セグメントの基本構造と名称を下図に示す。

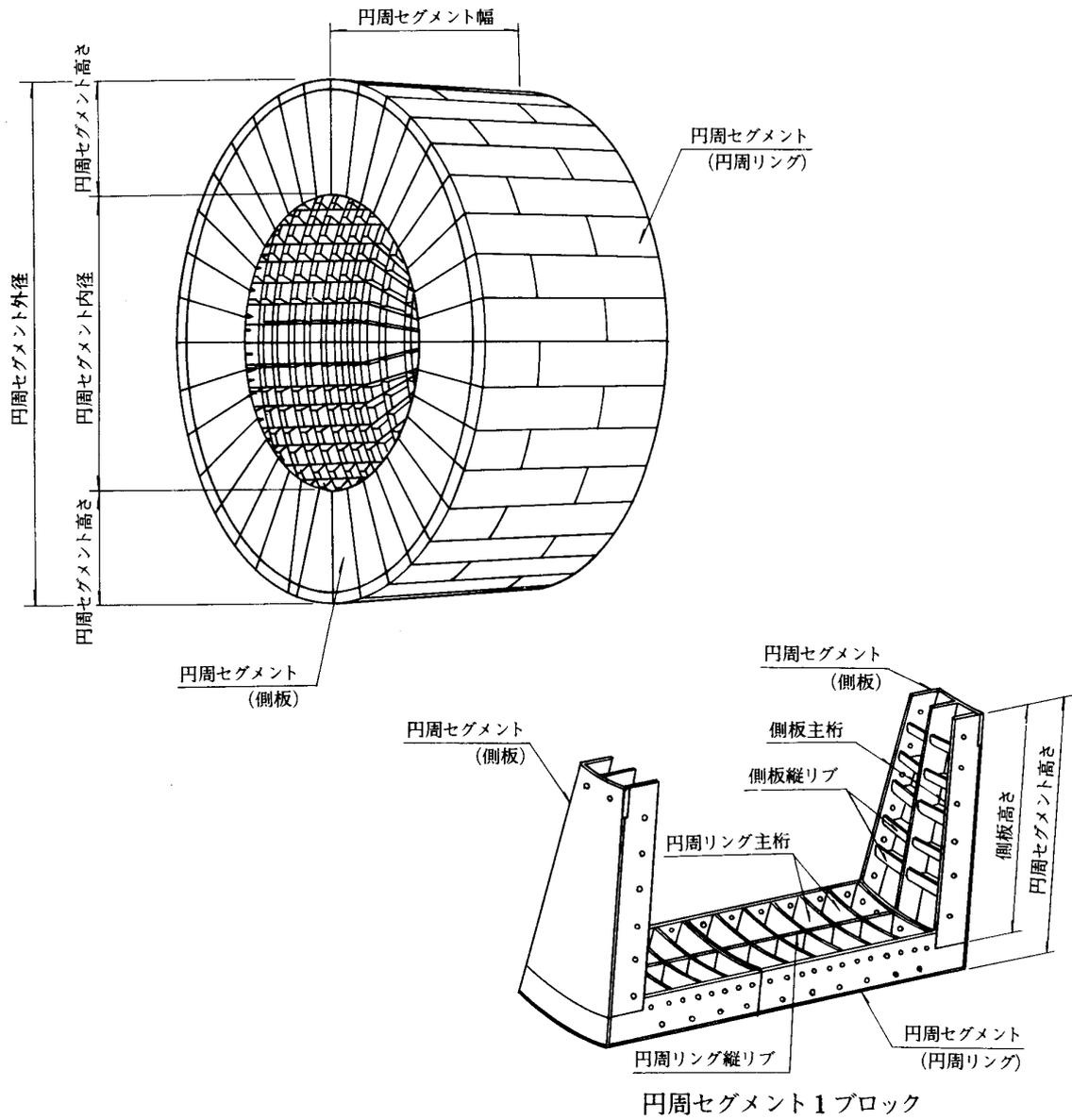


図-7. 1 円周セグメントの基本構造と名称

## 7. 2 円周セグメントの幅

円周セグメントのリング部は、円周シールドの施工が終了し、閉合されればリング構造となって安定するが、施工中においてはその両側の側板を支点とする、トンネル軸方向の梁としての安定を確保する必要がある。

円周セグメント幅は、地盤条件、施工条件を考慮のうえ、この施工中の円周リングの梁構造としての安定を検討して設定するが、円周リングの施工中の構造、および地中切掘げに対する一次トンネルの安定を考慮すると、きる限り小さくすることが望ましい。

円周セグメントは、一次セグメントを撤去したところに組み立てられる。このため、円周セグメント幅は、一次セグメント幅の整数倍となることを考慮して設定する。

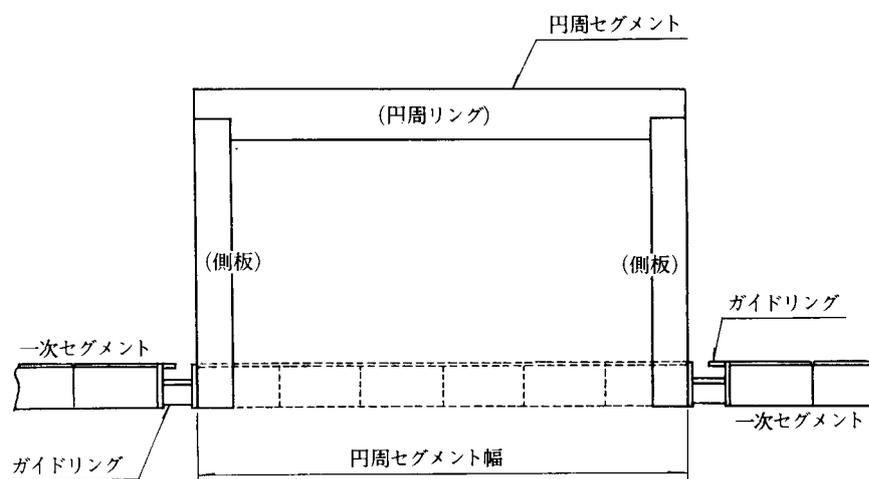


図-7. 2 円周セグメント幅

## 7. 3 円周セグメント外径

円周セグメント外径は、基本的には拡大シールド外径とその組立クリアランスより求められる。

ただし、円周セグメントの最大径は、円周シールド発進基地の築造可能最大寸法とこれから求まる円周シールドの最大寸法を基に、シールドテール内での組立スペースおよび円周セグメントの分割数から決定される。

次に、円周セグメント最大径の算定式を示す。

(1) TYPE-1

(円周シールドテール内のセグメントに推進反力を取る場合。)

$$D_{Emax} = n \cdot l_K / \pi$$

$$l_K = l_H - (l_{ST} + l_{SF} + l_{SB} + l_G + l_J)$$

ここで、

- $D_{Emax}$  : 円周セグメント最大径(mm)
- $n$  : 円周セグメントのリング分割数
- $l_H$  : 円周シールド発進基地最大内空長(mm)  
(一次トンネル外径の0.6倍)
- $l_K$  : 円周シールドテール内セグメント設置スペース(mm)
- $l_{ST}$  : 円周シールドテール内セグメント組立スペース(mm)
- $l_{SF}$  : 基地内円周シールド前部組立・設置スペース(mm)
- $l_{SB}$  : 基地内円周シールド後部組立・設置スペース(mm)
- $l_G$  : 円周シールドフード長(mm)
- $l_J$  : 円周シールド推進ジャッキ長(mm)

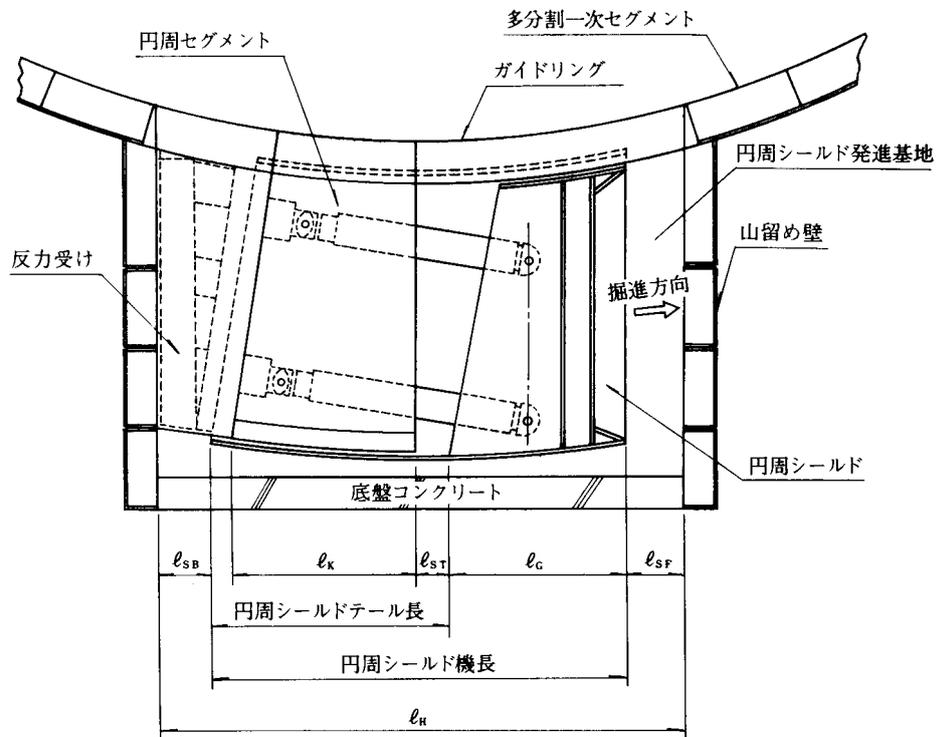


図-7. 3 円周セグメント最大径 (TYPE-1)

(2) TYPE-2

(円周シールド推進反力を1ブロック前のセグメントに取る場合。)

$$D_{E_{max}} = n \cdot l_K / \pi$$

$$l_K = l_H - (l_{ST} + l_{SF} + l_{SB} + l_G)$$

ここで、

- $D_{E_{max}}$  : 円周セグメント最大径(mm)
- $n$  : 円周セグメントのリング分割数
- $l_H$  : 円周シールド発進基地最大内空長(mm)  
(一次トンネル外径の0.6倍)
- $l_K$  : 円周シールドテール内セグメント設置スペース(mm)
- $l_{ST}$  : 円周シールドテール内セグメント組立スペース(mm)
- $l_{SF}$  : 基地内円周シールド前部組立・設置スペース(mm)
- $l_{SB}$  : 基地内円周シールド後部組立・設置スペース(mm)
- $l_G$  : 円周シールドフード長(mm)

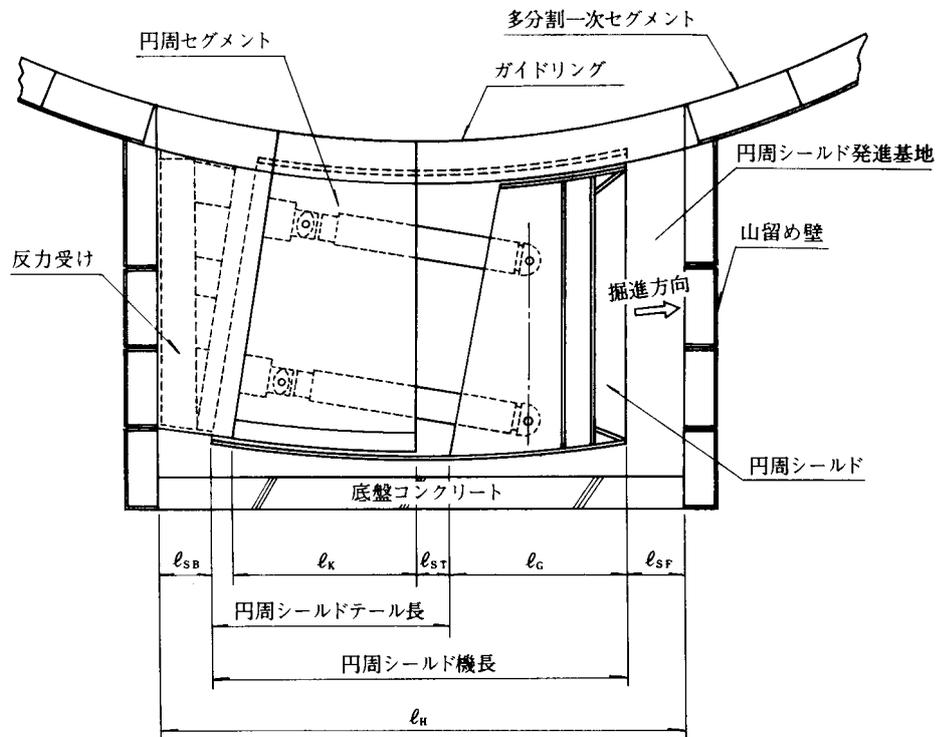


図-7. 4 円周セグメント最大径 (TYPE-2)

## 7. 4 円周セグメント分割

### (1) リングの分割

円周セグメントは、円周シールドの掘進に伴い多分割一次セグメントを撤去して組み替えて行く。このため、円周セグメントの分割、および円周セグメント側板とガイドリングの接続ボルトのピッチは、基本的に多分割一次セグメントと同じにする必要がある。

円周セグメント分割の設定にあたっては、下記の事項を考慮するものとする。

#### a) 一次トンネル径（周長）

- ①側板 1 ピースのガイドリング接続ボルトの取り付けスペース（図-7. 6 参照、側板 1 ピースの内側弧長が短くなるとボルト取り付けスペースが取れなくなる場合も生じる）。

#### b) 円周シールド発進基地寸法

- ①円周シールド機長

#### c) 円周シールド機長

- ①シールドテール内における円周セグメント 1 ブロックの組立スペース。

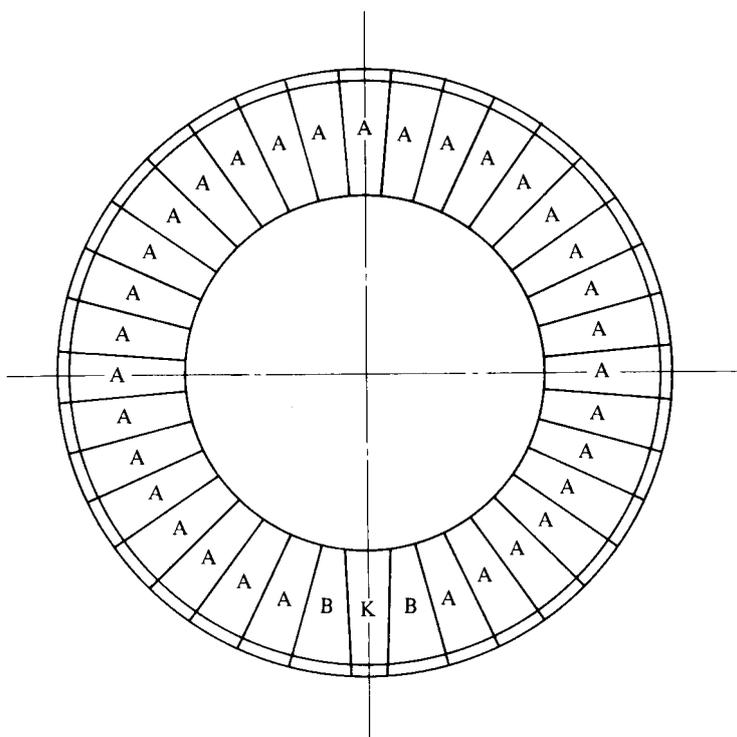
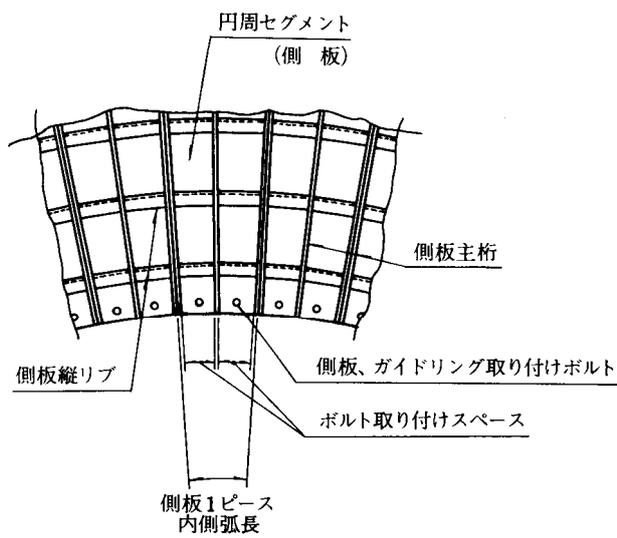
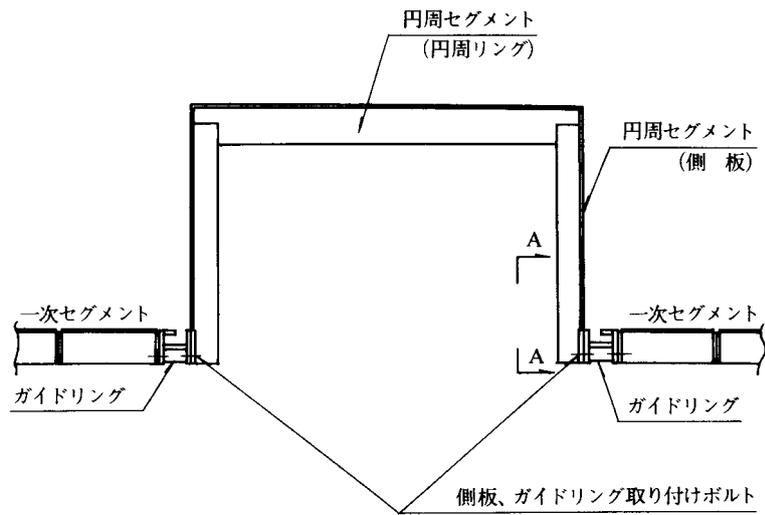


図-7. 5 円周セグメントのリング分割



A-A 断面図

図-7. 6 ガイドリング接続ボルトの取り付けスペース

(2) 1ブロックの分割

円周セグメント1ブロックは、基本的に円周リング1ピースと側板2ピースを持って構成するものとする。ただし、円周リングについては、円周セグメントの幅および組立の施工性を考慮し、必要に応じてトンネル軸方向の分割を考慮するものとする。この場合円周リングは、トンネル軸方向の継手が揃わないように、千鳥配置に組み立てるものとする。

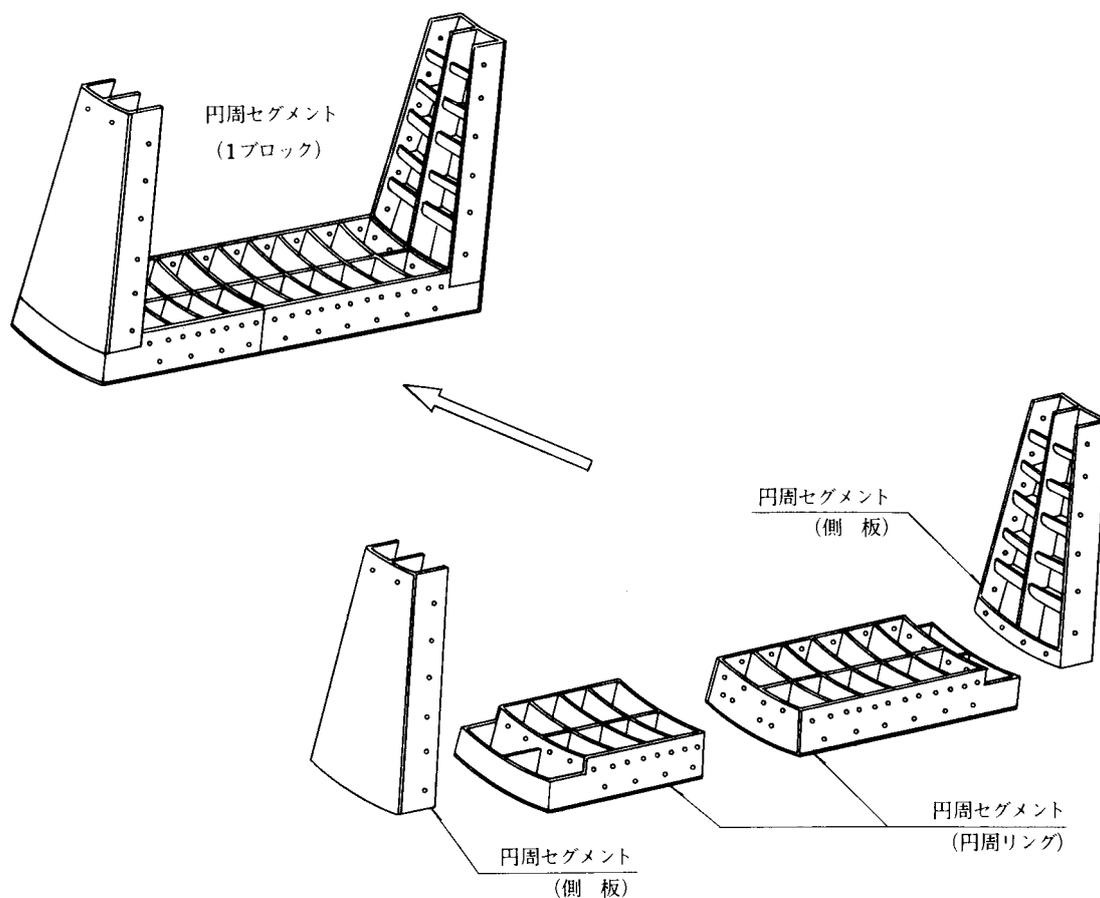
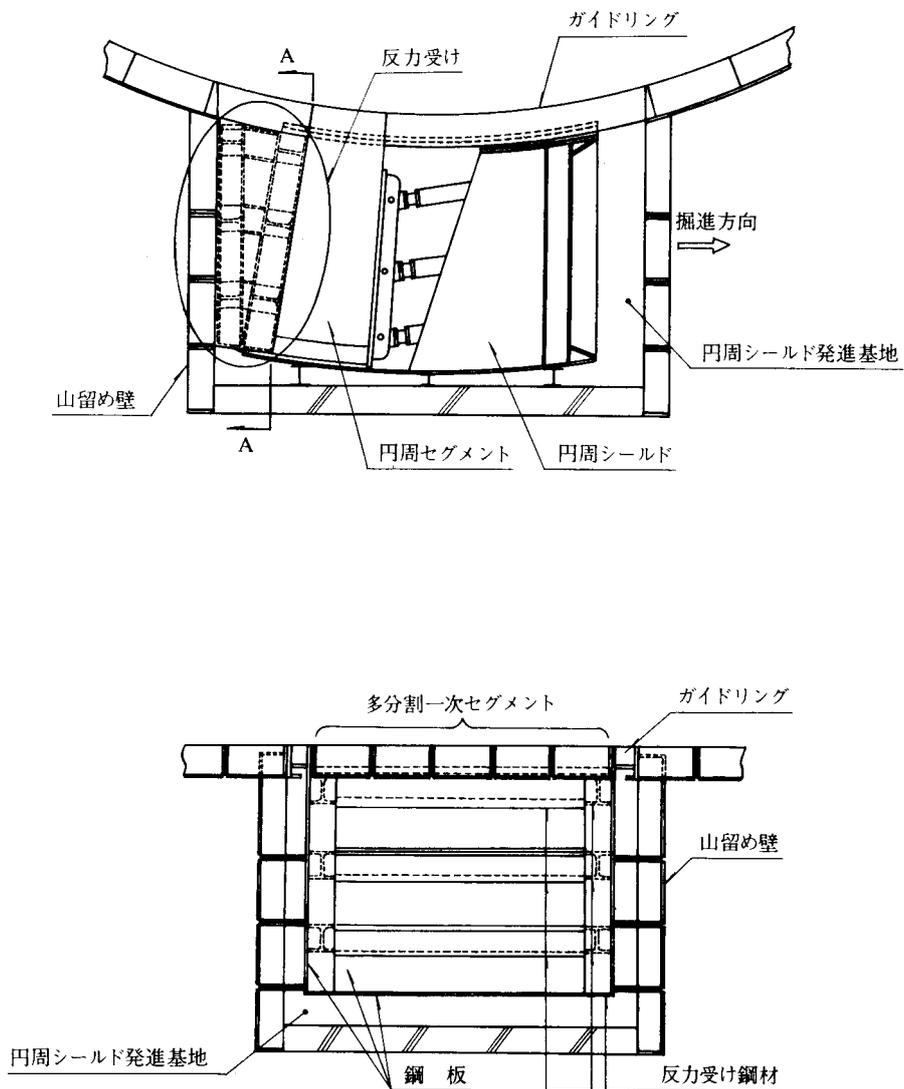


図-7. 7 円周セグメントの1ブロック分割

## 8. 円周シールド反力受け

円周シールド発進時、推進反力は発進基地背面地山に取るものとし、円周セグメント側板の縦リブを通して、均等に地山に作用するように反力受けを設置するものとする。なお、この反力受けは、発進基地空隙充填に伴う、トンネル内部への裏込め材の流入を防止するため、周囲を鋼板等で覆うものとする。

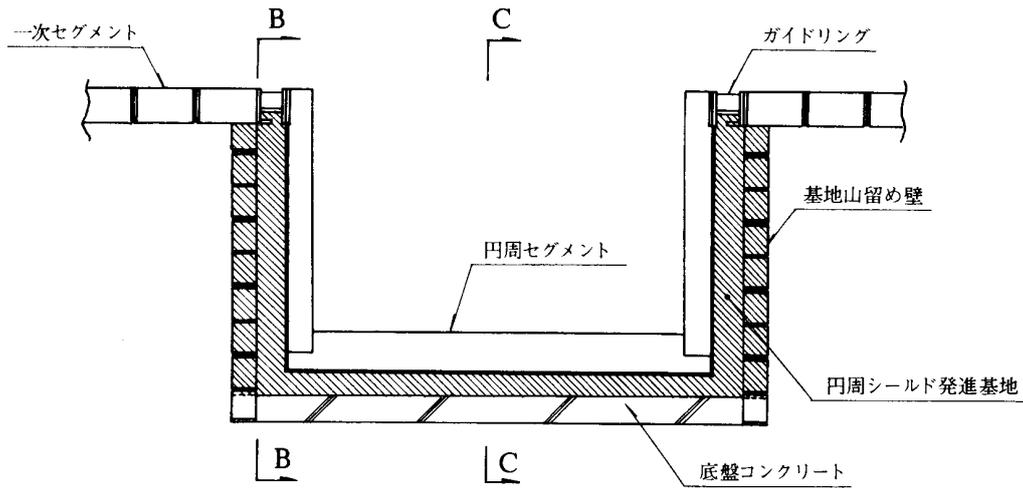


A-A 断面図

図-8. 1 円周シールド反力受け参考図

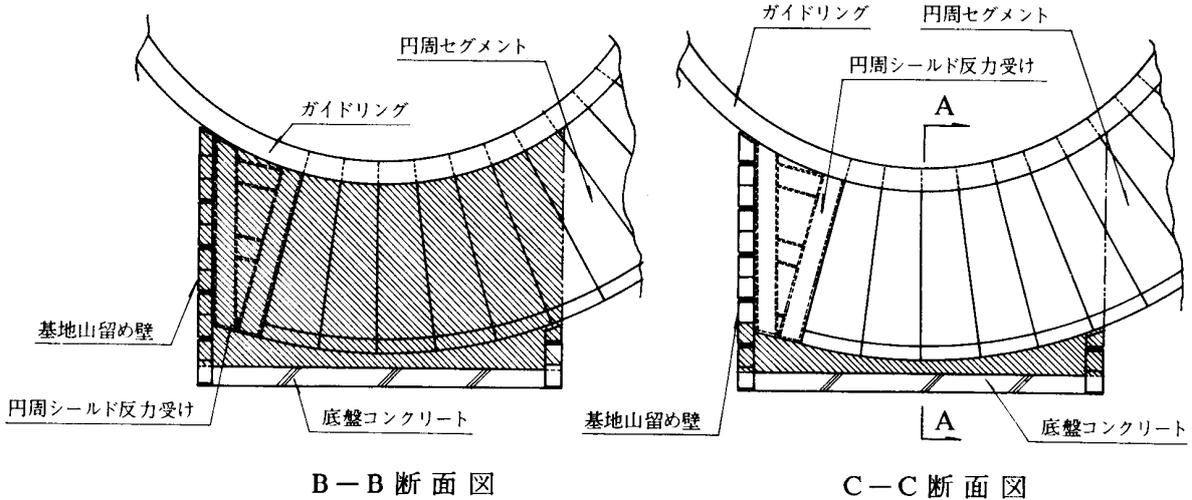
## 9. 円周シールド発進基地空隙充填

円周シールド発進基地と基地内円周セグメントとの間の空隙は、発進基地内の円周セグメントの固定と円周シールド推力の周辺地盤への伝達を考慮し、円周シールドが発進基地を出た後、直ちに早期強度の得られる材料により充填するものとする。



A-A 断面図

● 空隙充填範囲



B-B 断面図

C-C 断面図

図-9. 1 円周シールド発進基地空隙充填範囲

## 10. 円周シールド裏込め注入

円周シールド推力は、円周セグメント側板縦リブに軸力として作用すると共に、円周リングを介してセグメント背面地山に伝わる。また、この推力は円周セグメント側板とガイドリングを接合するボルトを通過して、ガイドリングにも作用することになる。

接続ボルトおよびガイドリングに過大な応力が発生しないようにするため、円周シールドにおける裏込め注入は、早期強度が得られる材料を用いて、推進と同時に確実に充填を行うものとする。

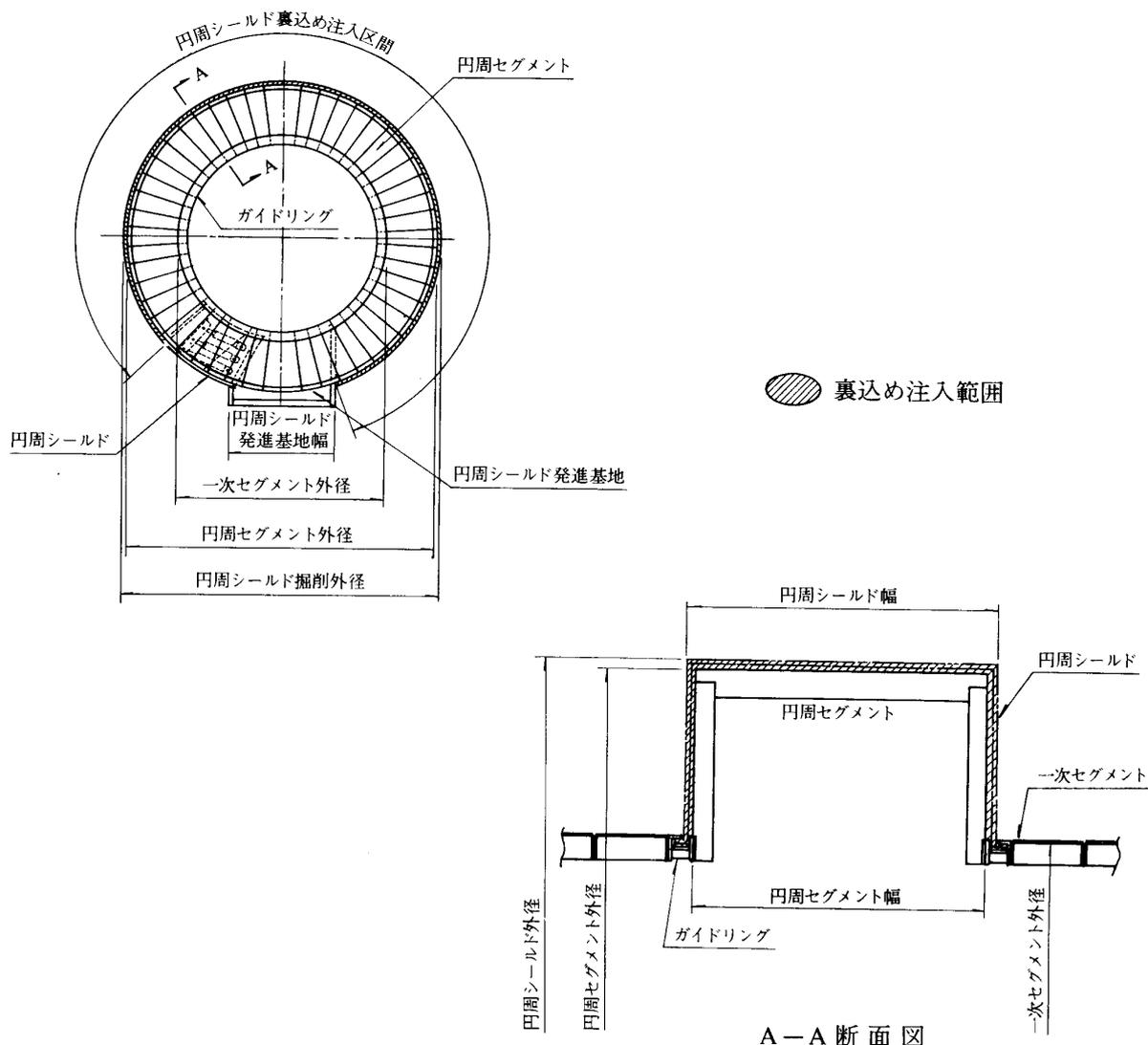


図-10. 1 円周シールド裏込め注入範囲

## 1 1. 拡大シールド

### 1 1. 1 構造と名称

拡大シールドの一般的な構造と名称を下図に示す。

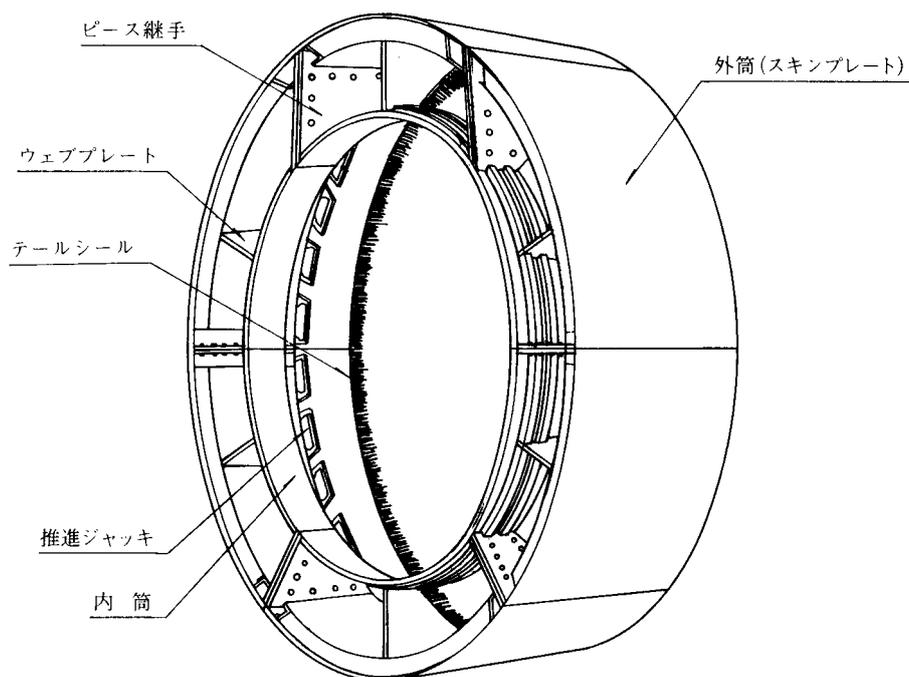


図-1 1. 1 拡大シールドの一般構造と名称

### 1 1. 2 基本条件

拡大シールドの計画にあたっては、下記の事項を考慮するものとする。

- ① 一次トンネルをガイドとして掘進する。
- ② 掘削断面はリング状である。
- ③ 一般に通常のシールドに比べて掘進距離が短い。
- ④ 拡大シールドは一次トンネル内を通過して分割・搬入する。
- ⑤ 拡大シールドは、坑内の発進基地にて組立・設置を行う。
- ⑥ 拡大シールド機長はできるだけ短くする。
- ⑦ 油圧ユニット関係は、拡大シールドと分離し別置きとする。

### 11.3 掘削方式

拡大シールドは、一般的に掘進距離が短いことから、掘削方式は手掘り式を標準とする。これ以外の掘削方式の採用にあたっては、地盤条件、施工条件、経済性等について十分に検討を行うものとする。

### 11.4 拡大シールド機長

拡大シールド発進基地を築造する円周シールド工法は、できるだけ施工規模を小さくすることが好ましいので、ジャッキは機長を短くするため、種類、配置等を考慮して設置するものとする。

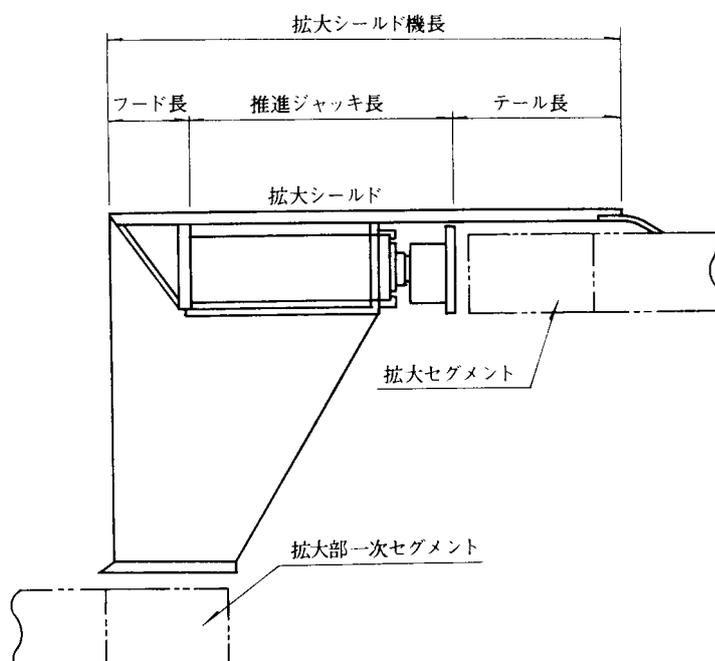


図-11.2 拡大シールド機長

### 11.5 拡大シールド分割

拡大シールドの分割数は、分割された各ピースの大きさ、重量、および発進基地内での組立・設置の施工性等を考慮して決定するものとする。

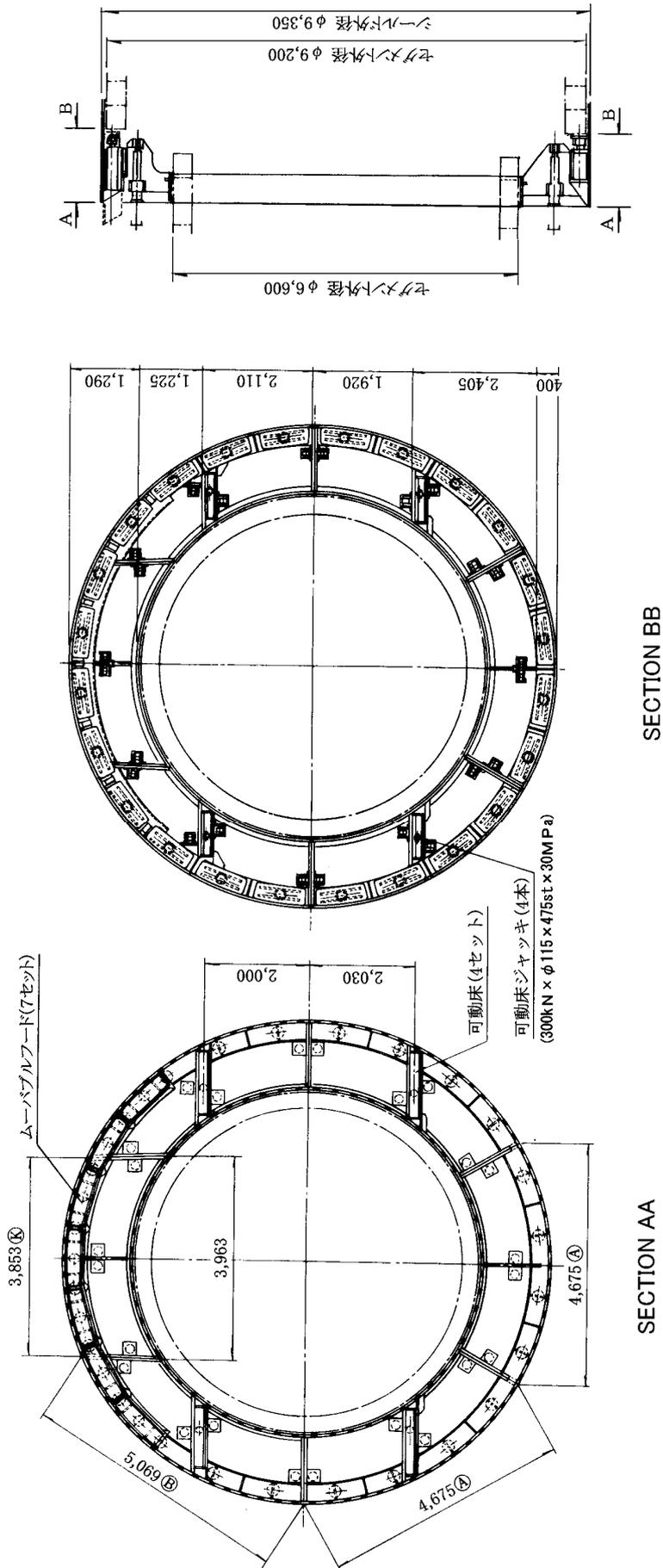


図-11. 3 拡大シールド参考図

## 1.2. 拡大セグメント

拡大セグメントは、「シールド工事中標準セグメント」（日本下水道協会）に示される一般セグメントの1/2幅のスチールセグメントを使用することを原則とする。

コンクリート系のセグメントでは、狭い幅のものを製作する場合、リング継手に設けるボックスのセグメント幅に占める割合が大きくなり、十分な配筋を行うことができなくなると思われる。

## 1.3. 拡大シールド反力受け

拡大シールドの推進反力は、拡大セグメントおよび円周セグメント側板を通して掘進方向背面の地山に取ることを原則とする。このため、拡大シールドの推力が背面地山に均等に作用するように、掘進方向反対側の円周セグメント側板部には、適切な反力受けを設けることを標準とする。ただし、地盤反力が十分でない場合には、背面地山の強度増加、あるいは一次トンネルへの受け替え等を別途考慮するものとする。

拡大シールド掘進時の拡大セグメント組立、一次セグメント撤去のサイクルを合わせるための拡大セグメント位置調整は、この反力受け部において処理するものとする。

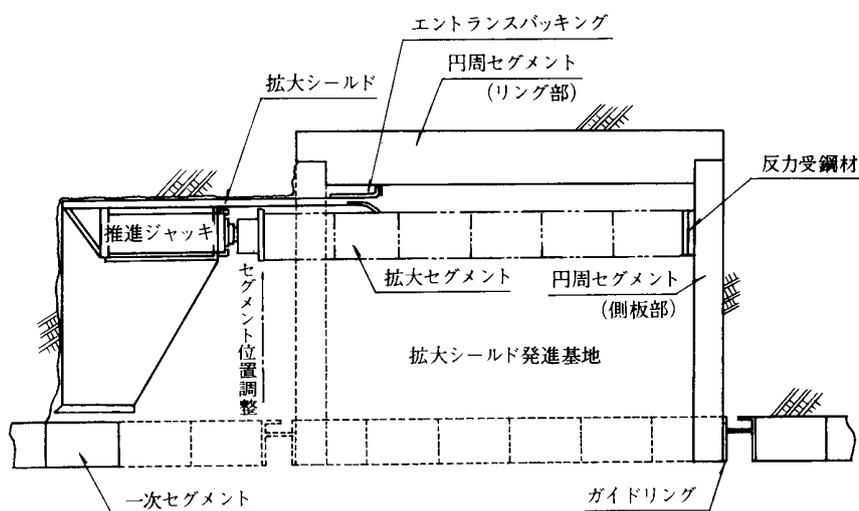


図-13.1 拡大シールド反力受け例

## 1.4. 拡大シールド裏込め注入

拡大シールド裏込め注入は、一般のシールド施工と同様、地山の条件等を考慮し、最も適した注入材を用いて、推進と同時あるいは直後に行なうものとする。

## 15. 拡大径

### 15.1 最小拡大径

拡大径を拡大セグメントの外径で表わすものとする、最小拡大径は、図-15.1に示すように、拡大シールド切羽における掘削スペース（高さ）と拡大シールド推進ジャッキの設置スペースにより決まる。

したがって、拡大セグメントの最小径は、次のようになる。

$$D_{Kmin} = D_1 + 2 \cdot (H_{KS} + H_{JS})$$

ここで、 $D_{Kmin}$  : 拡大セグメント最小径(mm)

$D_1$  : 一次セグメント外径(mm)

$H_{KS}$  : 拡大シールド切羽最小掘削スペース(mm)

$H_{JS}$  : 拡大シールド推進ジャッキ設置スペース(mm)

上式において、拡大シールド切羽の最小掘削スペースは、300mm とすることを標準とする。

ただし、切羽における掘削スペースは、拡大シールドの掘削作業の能率に影響を及ぼす要因となるため、最小スペースについては、個々の施工条件、掘削時の作業性を十分に考慮したうえで設定を行う必要がある。

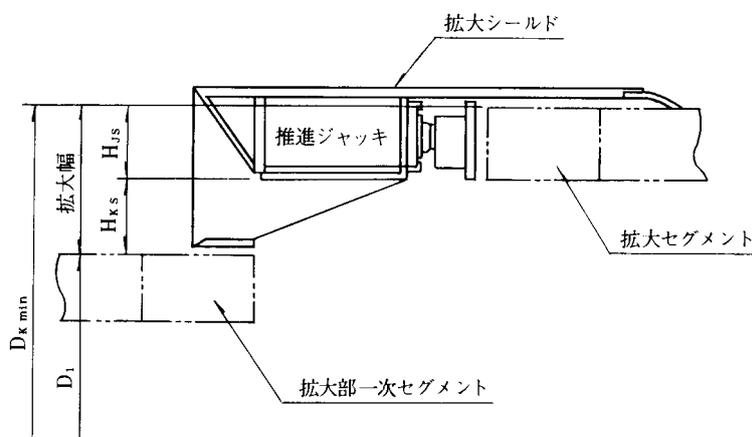


図-15.1 拡大径説明図

## 15. 2 最大拡大径

円周シールド工法による拡大シールド発進基地の築造は、次のような理由により基地の大きさが制限される。ただし、円周シールド工法以外で発進基地を築造する場合は、この限りではない。

### (1) 円周セグメント側板の内側弧長と外側弧長

一次トンネルと拡大トンネルの径の比率が大きくなると、円周セグメント側板1ピースの内と外の弧長差が大きくなり、円周シールドの機長が長くなったり、円周セグメント側板とガイドリングとの接続ボルトの取り付けスペースを確保できなくなる場合が生じる（「7. 4 円周セグメント分割」参照）。

### (2) 円周シールド発進基地長

円周シールド発進基地の最大長は、施工時のトンネルリングの構造的な安定を考慮し、一次トンネル外径の0.6倍程度と考えている。したがって、この発進基地内に納める円周シールドの最大機長も制限されることになる。さらに円周シールドテール内で組み立てられる、円周セグメント1ブロックの最大外側弧長から、円周セグメントの最大径が決定されることになる（「6. 2 円周シールド発進基地の寸法」参照）。

## 16. 補 強

多分割一次セグメントは、拡大シールド発進基地施工に伴うセグメントピースの撤去により欠円状態となる。この時、発進基地周辺部では、セグメント応力の再配分が行なわれ、持っていた応力は欠円セグメントを介して発進基地両側のセグメントリングに伝達されることになる。このため、拡大シールド発進基地施工中において、欠円状態となったセグメント、および基地両側のセグメントの安定確保を目的とした補強が必要となる。また補強の計画・設計は、地盤条件や基地の施工法の他、施工過程等を十分考慮して行うものとする。

## 17. エレクター

エレクターは、拡大セグメントの組立と一次セグメントの解体、および拡大シールド発進基地築造時の資機材吊り込み設備として多目的な利用を行うため、拡大シールドとは分離し、単独の自走式タイプのものを使用するものとする。計画にあたっては、下記の事項を考慮するものとする。

- ① エレクターの最小，最大旋回半径
  - ① 一次セグメント，拡大セグメント内外径
  - ① 一次セグメント，拡大セグメント1ピース寸法
  - ① 拡大シールド発進基地施工法
- ② エレクター吊り能力
  - ① 一次セグメント，拡大セグメント1ピース重量
  - ① 拡大シールド発進基地用吊り込み資機材重量
- ③ エレクターの走行
  - ① 作業時エレクター重量
  - ① エレクター固定（アウトリガー，レールクランプ）
  - ① 一次トンネル内径（作業内空，レール位置）
- ④ 並行作業
  - ① エレクター部の作業車両（鋼車，台車等）通過

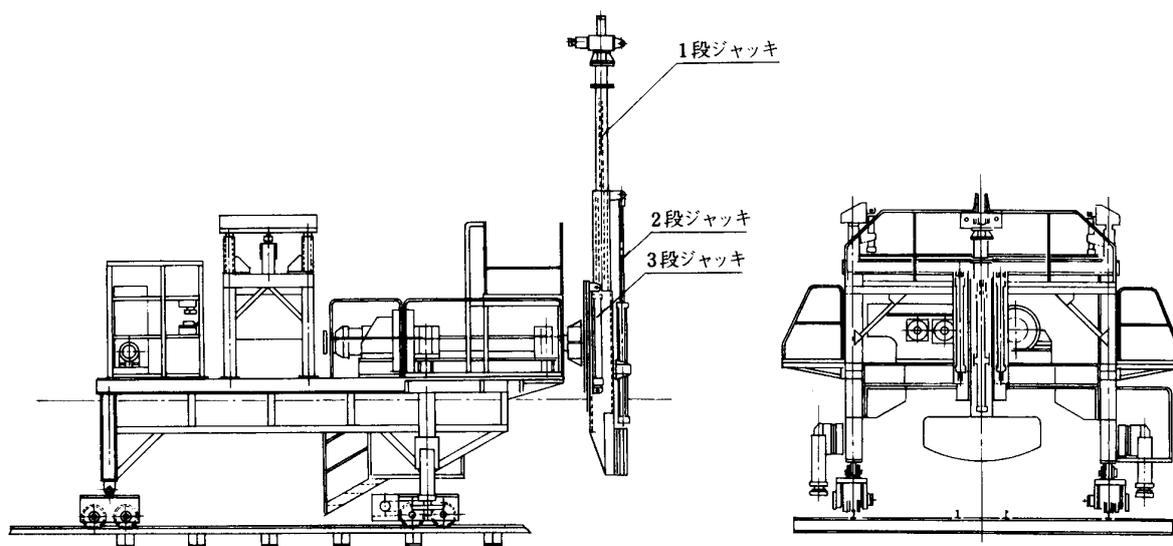


図-17. 1 単軸旋回式エレクター台車参考図

## 18. 作業台車

円周シールド、および拡大シールド掘進時の足場、作業・設備基地として、移動可能な作業台車を、拡大径に応じて設備する。

また、計画にあたっては、拡大シールドの油圧ユニットの設置、掘削土砂の積み込み設備（土砂シュート、ベルトコンベア等）の設置、および補助掘削機の装備についても考慮する。

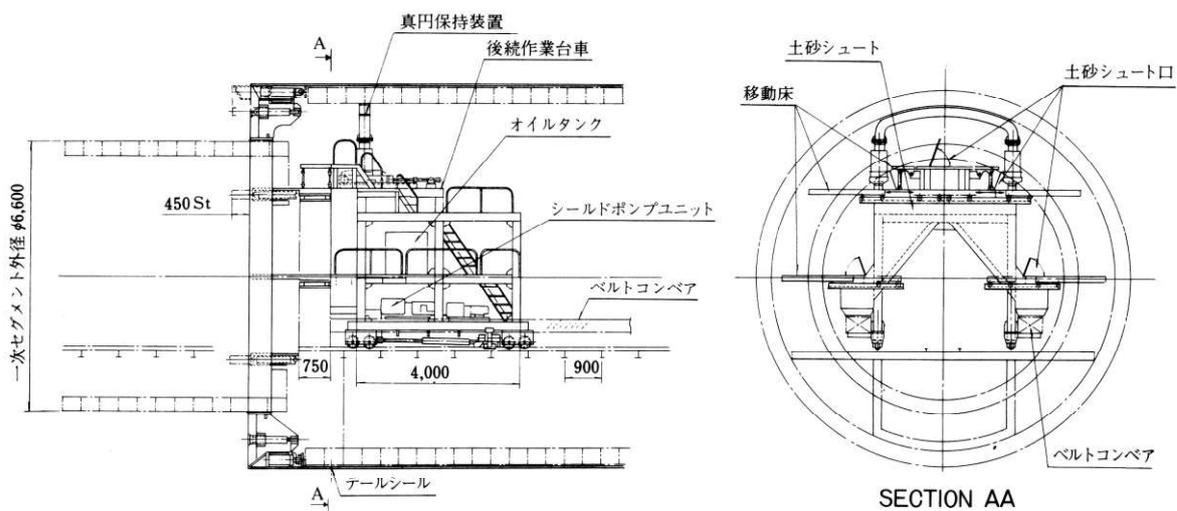


図-18.1 作業台車参考図

## 19. 補助工法

シールド工法が適用される地盤は、一般に、軟弱地盤、あるいは地下水位が高い等の条件の悪い場合が多い。このため、施工法、地盤条件、および拡大区間周辺部の地下埋設物等を考慮のうえ、必要に応じて掘削や構造物防護のために補助工法を採用するものとする。

補助工法としては、止水、地盤強化等の目的に応じ、各種工法を検討のうえ選択する。

[補助工法]

- ① 地盤改良工法
- ② 圧気工法
- ③ 凍結工法
- ④ 地下水位低下工法

## 20. 基本計画

### 20.1 基本条件

拡大シールド工法の計画にあたって、基本となる条件を下記に示す。

#### (1) 地盤条件

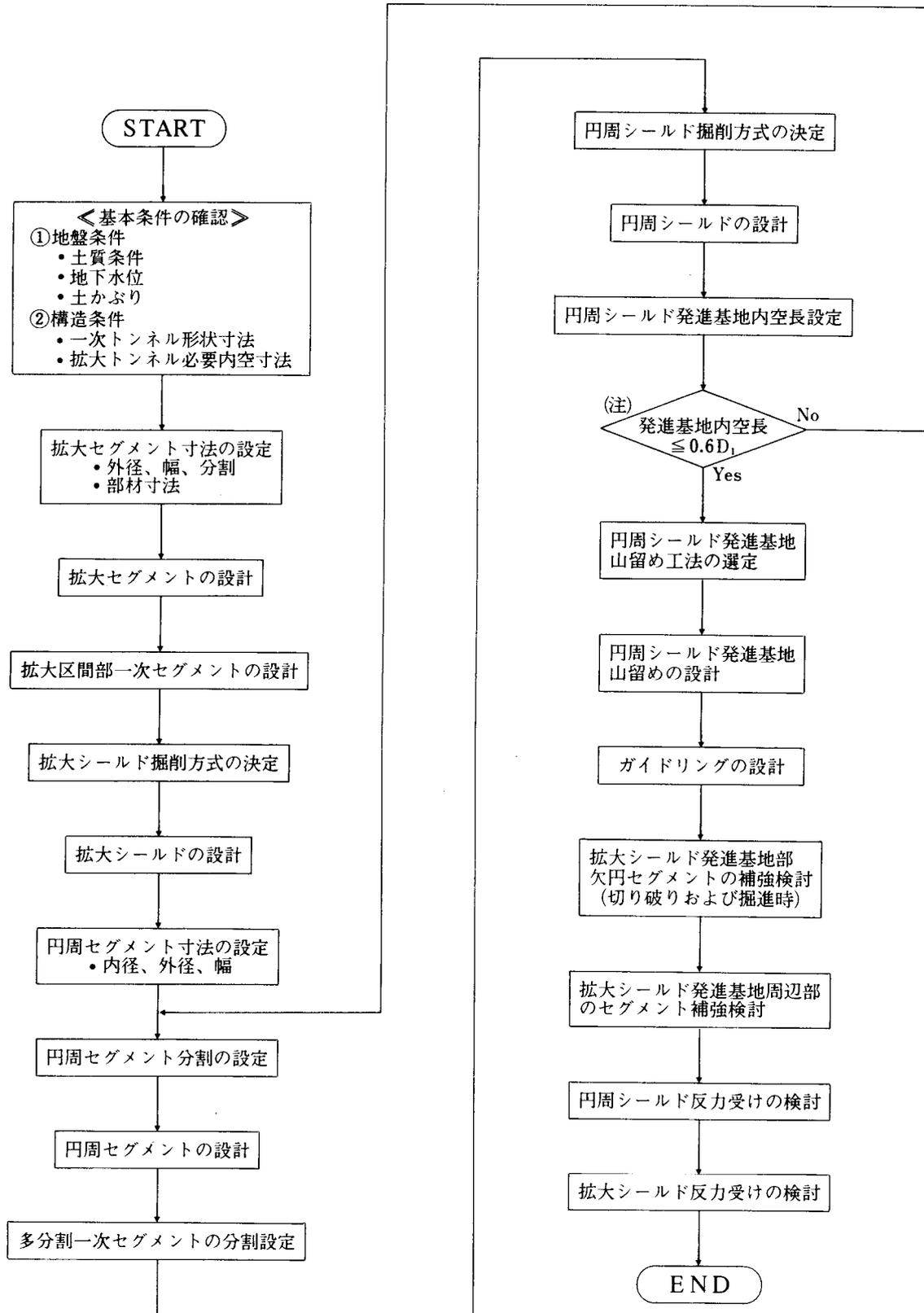
- ① 土質条件
- ② 地下水位
- ③ 土かぶり

#### (2) 施工条件

- ① 一次トンネル
  - ① 掘削方式  
(手掘り式, 泥水式, 土圧式等)
  - ① 一次セグメント形状・寸法
  - ① 一次セグメント材料
  - ① 掘削発生土搬出方法, 設備  
(鋼車輸送, 流体輸送等)
  - ① 作業立坑および設備基地
- ② 拡大トンネル
  - ① 必要内空  
(仕上がり延長, 仕上がり内径)
  - ① 拡大箇所数と相互間隔, 位置
  - ① 拡大部周辺の既存物件状況  
(地下埋設物, 地中構造物, 家屋等)

## 20.2 基本計画フロー

計画にあたっての基本的な手順を図-20.1に示す。



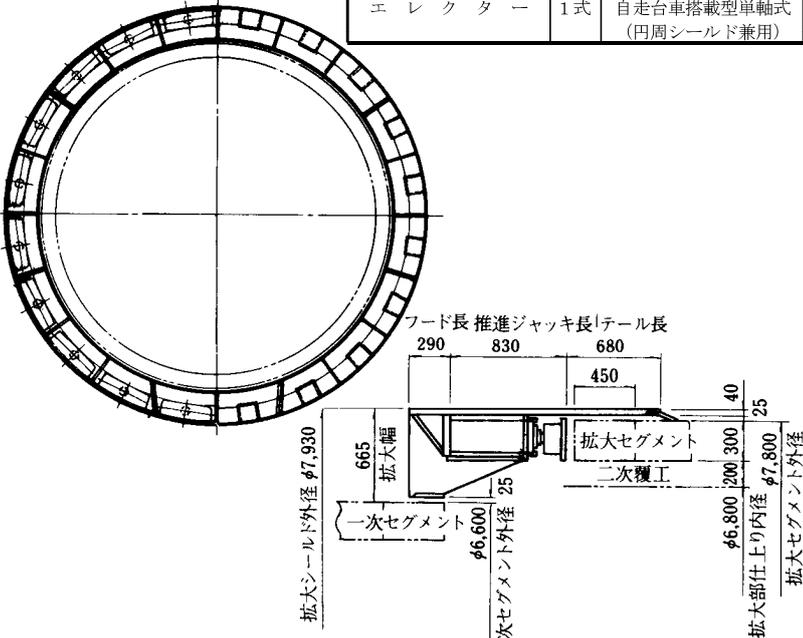
(注)  $D_1$ : 一次セグメント外径

図-20.1 基本計画フロー

### 20.3 基本計画例

No	計画項目	計画内容	技術資料参照項目
1	基本条件の確認	<p>(1) 地盤条件の確認</p> <p>土質, 地下水圧, 土かぶり</p> <p>(2) 構造条件</p> <p>a) 一次トンネル形状寸法</p> <p>一般部一次セグメント 外 径 <math>\phi 6,600\text{mm}</math></p> <p>高 さ 300mm</p> <p>幅 900mm</p> <p>分割数 7</p> <p>材 質 RC</p> <p>b) 拡大トンネル必要内空寸法</p> <p>拡大部二次覆工内径 <math>\phi 6,800\text{mm}</math></p> <p>二次覆工厚 200mm</p> <p>拡大部仕上り延長 25m</p>	<p>20. 20.1(1)</p> <p>20. 20.1(2) ①</p> <p>20. 20.1(2) ②</p>
2	拡大セグメントの設計	<p>(1) 拡大セグメント寸法の設定</p> <p>a) 拡大セグメント幅 450mm</p> <p>拡大シールド機長を短くするため、一般部一次セグメント幅 900mmの 1/2とする。</p> <p>b) 拡大セグメント高さ 300mm に設定</p> <p>c) 拡大セグメント外径 <math>\phi 7,800\text{mm}</math></p> <p>拡大部二次覆工内径 <math>\phi 6,800\text{mm}</math></p> <p>二次覆工厚 200mm</p> <p>より、<math>6,800 + 2 \times (200 + 300) = 7,800\text{mm}</math></p>	12.

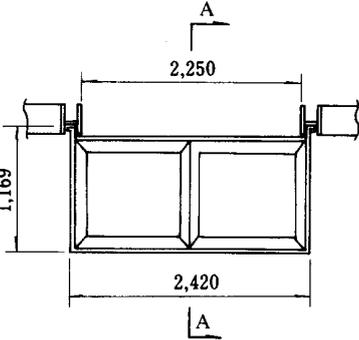
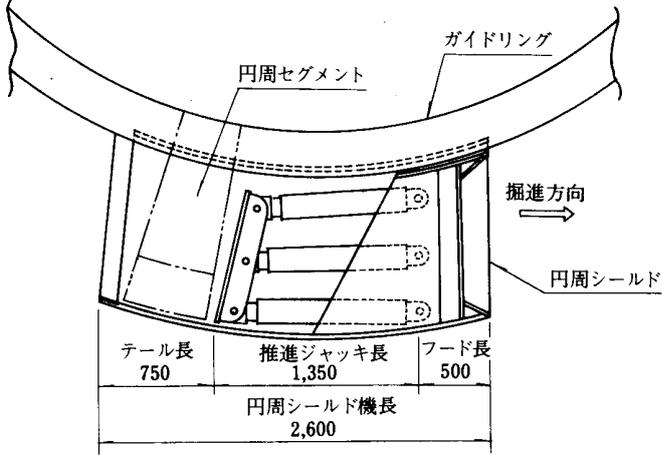
No	計 画 項 目	計 画 内 容	技術資料 参照項目
		<p>d) 材 質 スチール</p> <p>以上の設定寸法をもとに拡大セグメントの設計を行う。</p> <p>〔設計結果〕</p> <p>外 径           φ 7,800mm     幅           450mm</p> <p>主桁高さ           300mm     主桁板厚   16mm</p> <p>スキンプレート厚 4.5mm</p> <p>分割数               8</p> <p>材 質               スチール</p>	
3	拡大部一次セグメントの設計	<p>拡大シールド内部における一次セグメント撤去と拡大セグメント組立のサイクルを合わせるため、セグメント幅450mm（一般部幅 900mmの 1/2）のスチールセグメントとして設計する。</p> <p>〔設計結果〕</p> <p>外 径           φ 6,600mm     幅           450mm</p> <p>主桁高さ           300mm     主桁板厚   16mm</p> <p>スキンプレート厚 4.5mm</p> <p>分割数               7</p> <p>材 質               スチール</p>	3. 3.2
4	拡大シールド掘削方式の決定	<p>掘進距離が短いことから、ここでは地盤改良を行うものとして、手掘り式の拡大シールドを採用する。</p>	11. 11.3

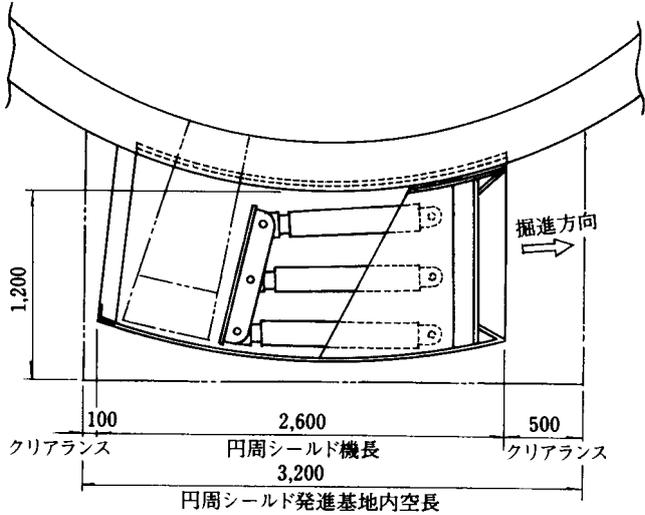
No	計画項目	計画内容	技術資料参照項目																														
5	拡大シールドの設計	<p>〔設計結果〕</p> <p style="text-align: center;">拡大シールド仕様</p> <table border="1" data-bbox="863 327 1321 736"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>数量</th> <th>仕様形式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>掘削方式</td> <td></td> <td>手掘式</td> </tr> <tr> <td>シールド外径×機長</td> <td></td> <td>φ7,930×1,800</td> </tr> <tr> <td>スキンプレート厚</td> <td></td> <td>40mm</td> </tr> <tr> <td>テールシールド</td> <td></td> <td>ワイヤブラシ1段</td> </tr> <tr> <td>分割数</td> <td></td> <td>7分割（搬入時）</td> </tr> <tr> <td>推進速度</td> <td></td> <td>最大 25mm/min</td> </tr> <tr> <td>総推力</td> <td></td> <td>16,000kN (1.05MPa)</td> </tr> <tr> <td>推進用ジャッキ</td> <td>20</td> <td>800kN × 550st (2段伸縮式ジャッキ)</td> </tr> <tr> <td>エレクター</td> <td>1式</td> <td>自走台車搭載型単軸式 (円周シールド兼用)</td> </tr> </tbody> </table> 	項目	数量	仕様形式	掘削方式		手掘式	シールド外径×機長		φ7,930×1,800	スキンプレート厚		40mm	テールシールド		ワイヤブラシ1段	分割数		7分割（搬入時）	推進速度		最大 25mm/min	総推力		16,000kN (1.05MPa)	推進用ジャッキ	20	800kN × 550st (2段伸縮式ジャッキ)	エレクター	1式	自走台車搭載型単軸式 (円周シールド兼用)	11.
項目	数量	仕様形式																															
掘削方式		手掘式																															
シールド外径×機長		φ7,930×1,800																															
スキンプレート厚		40mm																															
テールシールド		ワイヤブラシ1段																															
分割数		7分割（搬入時）																															
推進速度		最大 25mm/min																															
総推力		16,000kN (1.05MPa)																															
推進用ジャッキ	20	800kN × 550st (2段伸縮式ジャッキ)																															
エレクター	1式	自走台車搭載型単軸式 (円周シールド兼用)																															
6	円周セグメント寸法の設定	<p>(1) 円周セグメント外径</p> <p>円周セグメント外径は、拡大シールド外径、円周セグメントの円周リング高さ、およびトンネル半径方向の拡大シールド設置・組立クリアランス等より決定する。</p> <p>a) 拡大シールド外径 φ7,930mm (基本計画例「No.5 拡大シールドの設計」より)</p> <p>b) 円周リング高さ 300mm に仮定</p> <p>c) 拡大シールド設置・組立クリアランス 55mm に設定</p> <p>以上より、円周セグメント外径は、</p> $7,930 + 2 \times (300 + 55) = 8,640\text{mm}$ <p>とする。</p>	7. 7.1 7.3																														

No	計 画 項 目	計 画 内 容	技術資料 参照項目
		<p>(2) 円周セグメント幅</p> <p>円周セグメントは、一次セグメントを撤去したところに組み立てる。このため、円周セグメント幅は、一次セグメントの整数倍となる。</p> <p>したがって、拡大シールド機長、円周セグメント側板高さを仮定し、一次セグメント幅と拡大シールドのトンネル方向の設置・組立クリアランスを考慮して設定した。</p> <p>a) 拡大シールド機長 1,800mm (基本計画例「No.5 拡大シールドの設計」より)</p> <p>b) 円周セグメント側板高さ 150mm に仮定</p> <p>c) 拡大シールド設置・組立クリアランス 75mm に設定</p> <p>以上より、円周セグメント幅は、</p> $1,800 + 2 \times (150 + 75) = 2,250\text{mm}$ とする。	<p>7.</p> <p>7.1</p> <p>7.2</p>
7	円周セグメント分割の設定	<p>(1) リング分割</p> <p>一次セグメント外径6,600mmより、「シールド工事事用標準セグメント」の参考標準鋼製セグメント（外径6,300mm～8,300mm）の縦リブ、リング継ぎボルトピッチ中心角に合わせるものとし、7.2°ピッチの50分割とする。</p>	<p>7.</p> <p>7.1</p> <p>7.2</p> <p>7.3</p> <p>7.4</p>

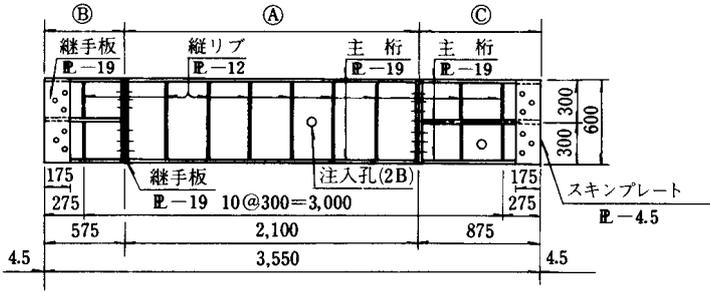
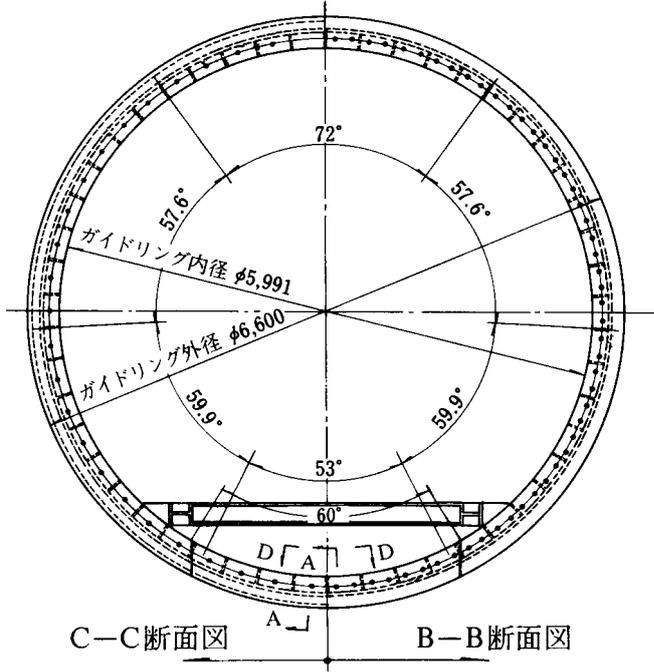
No	計 画 項 目	計 画 内 容	技術資料 参照項目																					
		<p>円周セグメント分割数                    50分割</p> <p>1ブロック分割ピッチ中心角            7.2°</p> <p>側板・ガイドリング接続 ボルトピッチ中心角            3.6°</p> <p>(2) 1ブロック分割</p> <p>円周シールドテール内での組立作業性を考慮し、円周セグメント1ブロックの構成を下記のように設定した。</p> <p style="text-align: center;"> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">円周リング</td> <td style="padding-right: 10px;">2ピース</td> <td rowspan="2" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> <td rowspan="2" style="padding-left: 10px;">4分割 / 1ブロック</td> </tr> <tr> <td>側板</td> <td>2ピース</td> </tr> </table> </p>	円周リング	2ピース	}	4分割 / 1ブロック	側板	2ピース																
円周リング	2ピース	}	4分割 / 1ブロック																					
側板	2ピース																							
8	円周セグメントの設計	<p>基本計画例「No.6 円周セグメント寸法の設定」、および「No.7 円周セグメント分割の設定」をもとに設計を行う。</p> <p>円周リングは、最終的には閉合されリング構造となることから、一般のセグメントと同様に、慣用計算法によって設計する。ただし、掘進途中については、円周リング両側を挟む形で設置される側板によって単純支持された梁としての設計を行う。側板は、円周リングとガイドリングに支持された梁として設計した。</p> <p>〔設計結果〕</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">外 径</td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 40%; text-align: right;">φ 8, 640mm</td> </tr> <tr> <td>幅</td> <td></td> <td style="text-align: right;">2, 250mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">主桁高さ</td> <td>円周リング部</td> <td style="text-align: right;">300mm</td> </tr> <tr> <td>側板部</td> <td style="text-align: right;">140mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">主桁板厚</td> <td>円周リング部</td> <td style="text-align: right;">19mm</td> </tr> <tr> <td>側板部</td> <td style="text-align: right;">9mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">スキンプレート厚</td> <td>円周リング部</td> <td style="text-align: right;">4.5mm</td> </tr> <tr> <td>側板部</td> <td style="text-align: right;">4.5mm</td> </tr> </table>	外 径		φ 8, 640mm	幅		2, 250mm	主桁高さ	円周リング部	300mm	側板部	140mm	主桁板厚	円周リング部	19mm	側板部	9mm	スキンプレート厚	円周リング部	4.5mm	側板部	4.5mm	
外 径		φ 8, 640mm																						
幅		2, 250mm																						
主桁高さ	円周リング部	300mm																						
	側板部	140mm																						
主桁板厚	円周リング部	19mm																						
	側板部	9mm																						
スキンプレート厚	円周リング部	4.5mm																						
	側板部	4.5mm																						

No	計画項目	計画内容	技術資料参照項目
		<p>分割 リング方向 50分割 1ブロック 4分割 (円周リング 2, 側板 2)</p> <p>材質 スチール</p>	
9	多分割一次セグメントの分割設定	<p>多分割一次セグメントは、一次セグメント撤去と円周セグメント組立のサイクルを合わせるため、円周セグメントの分割の1/2とする。</p> <p>多分割一次セグメント分割数 25分割</p> <p>1ブロック分割ピッチ中心角 14.4°</p>	3. 3.1

No	計 画 項 目	計 画 内 容	技術資料 参照項目																																														
10	円周シールド掘削方式の決定	ここでは、円周シールド施工箇所（拡大シールド発進基地部）は地盤改良を行うものとして、手掘り式を採用する。	5. 5.3																																														
11	円周シールドの設計	<p>〔設計結果〕</p> <p style="text-align: center;">円周シールド仕様</p> <table border="1" data-bbox="890 584 1326 1010"> <thead> <tr> <th colspan="2">項 目</th> <th>数 量</th> <th>仕 様 形 式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">掘 削 方 式</td> <td></td> <td>手 掘 式</td> </tr> <tr> <td>シ</td> <td>全長×全幅×全高</td> <td></td> <td>2,600×2,420×1,169</td> </tr> <tr> <td>丨</td> <td>スキンプレート厚</td> <td></td> <td>40mm</td> </tr> <tr> <td>ル</td> <td>テールシールド</td> <td></td> <td>ワイヤブラシ1段</td> </tr> <tr> <td>ド</td> <td>分割数</td> <td></td> <td>2分割（搬入時）</td> </tr> <tr> <td>本</td> <td>推進速度</td> <td></td> <td>最大 29.7mm/min</td> </tr> <tr> <td>体</td> <td>総推力</td> <td></td> <td>2,586kN (0.93MPa)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">推 進 ジ ャ ッ キ</td> <td>外</td> <td>2</td> <td>431kN × 620st</td> </tr> <tr> <td>中</td> <td>2</td> <td>431kN × 590st</td> </tr> <tr> <td>内</td> <td>2</td> <td>431kN × 560st</td> </tr> <tr> <td>エ</td> <td>レ ク タ ー</td> <td>1式</td> <td>自走台車搭載型単軸式 (拡大シールド兼用)</td> </tr> </tbody> </table>   <p style="text-align: center;">A-A断面図</p>	項 目		数 量	仕 様 形 式	掘 削 方 式			手 掘 式	シ	全長×全幅×全高		2,600×2,420×1,169	丨	スキンプレート厚		40mm	ル	テールシールド		ワイヤブラシ1段	ド	分割数		2分割（搬入時）	本	推進速度		最大 29.7mm/min	体	総推力		2,586kN (0.93MPa)	推 進 ジ ャ ッ キ	外	2	431kN × 620st	中	2	431kN × 590st	内	2	431kN × 560st	エ	レ ク タ ー	1式	自走台車搭載型単軸式 (拡大シールド兼用)	
項 目		数 量	仕 様 形 式																																														
掘 削 方 式			手 掘 式																																														
シ	全長×全幅×全高		2,600×2,420×1,169																																														
丨	スキンプレート厚		40mm																																														
ル	テールシールド		ワイヤブラシ1段																																														
ド	分割数		2分割（搬入時）																																														
本	推進速度		最大 29.7mm/min																																														
体	総推力		2,586kN (0.93MPa)																																														
推 進 ジ ャ ッ キ	外	2	431kN × 620st																																														
	中	2	431kN × 590st																																														
	内	2	431kN × 560st																																														
エ	レ ク タ ー	1式	自走台車搭載型単軸式 (拡大シールド兼用)																																														
12	円周シールド発進基地内空長の設定	<p>基地内での組立て・設置クリアランス等より決定する。</p> <p>a) 円周シールド機長 2,600mm (基本計画例「No. 11 円周シールドの設計」より)</p> <p>b) 円周シールド切羽前面クリアランス 500mm に設定</p> <p>c) 円周シールド反力受け側クリアランス 100mm に設定</p> <p>以上より、円周シールド発進基地内空長は、 <math>2,600\text{mm} + 500\text{mm} + 100\text{mm} = 3,200\text{mm}</math> とする。</p>	6. 6.1 6.2 (2) 7. 7.3																																														

No	計 画 項 目	計 画 内 容	技術資料 参照項目								
		 <p style="text-align: center;">掘進方向</p> <p style="text-align: center;">1,200</p> <p style="text-align: center;">100      2,600      500</p> <p style="text-align: center;">クリアランス      円周シールド機長      クリアランス</p> <p style="text-align: center;">3,200</p> <p style="text-align: center;">円周シールド発進基地内空長</p>									
13	円周シールド 発進基地内空長 のチェック	<p>発進基地の内空長は、一次トンネル外径の 0.6倍程度までを限度と考えているため、基本計画例「No. 12 円周シールド発進基地内空長」で設定した値のチェックを行う。</p> <p style="text-align: center;">発進基地内空長 <math>3,200\text{mm} \leq 0.6 \cdot D_1 = 3,960\text{mm}</math> OK !</p> <p style="text-align: center;">(一次トンネル外径 <math>D_1</math> : <math>\phi 6,600\text{mm}</math>)</p>	6. 6.2 (2)								
14	円周シールド 発進基地山留め 工法の選定	<p>ここでは、円周シールド施工箇所（拡大シールド発進基地部）の地盤改良による効果を考慮し、掘削を行いながら順次鋼製の矩形セグメントを組み立てて行く深礎方式を採用する。</p>									
15	円周シールド 発進基地山留め の設計	<p>発進基地山留めに使用する鋼製セグメントの設計は、地盤改良による効果を考え、ここでは地下水圧 (0.15MPa) 程度の荷重を考慮して行う。</p> <p>[設計結果]</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">基地幅</td> <td style="padding-right: 40px;">3,359mm</td> <td style="padding-right: 20px;">基地長さ</td> <td>3,559mm</td> </tr> <tr> <td>基地深さ</td> <td>1,400mm</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	基地幅	3,359mm	基地長さ	3,559mm	基地深さ	1,400mm			
基地幅	3,359mm	基地長さ	3,559mm								
基地深さ	1,400mm										

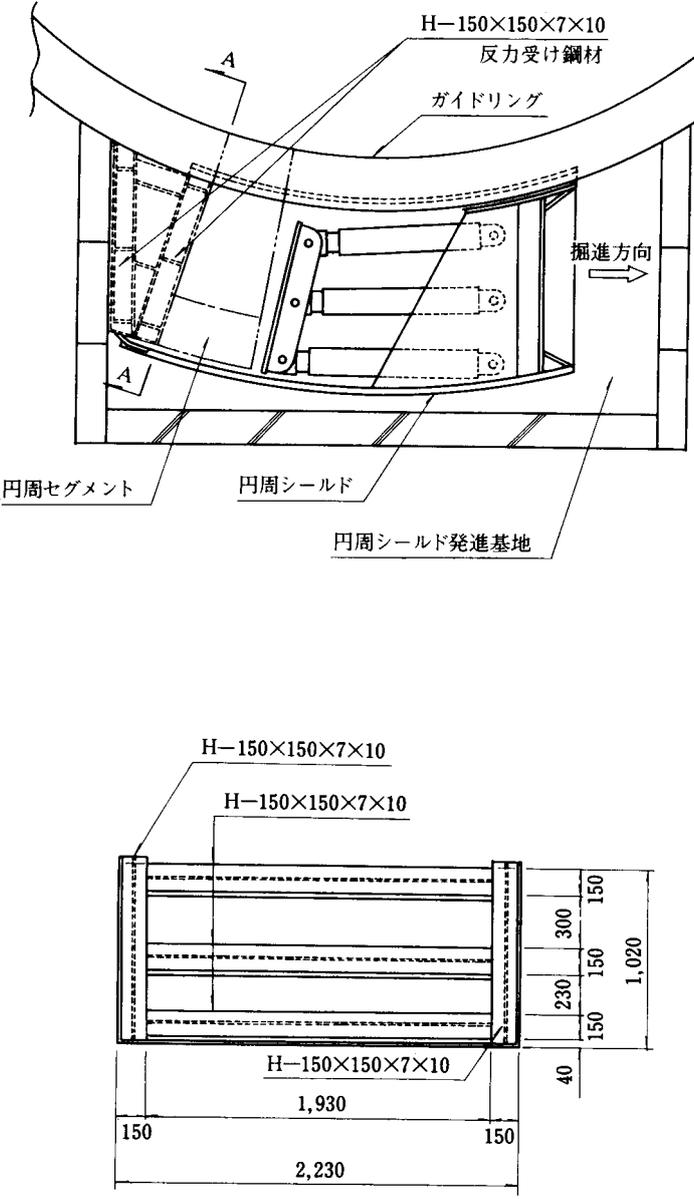
No	計 画 項 目	計 画 内 容	技術資料 参照項目
		主桁高さ 175mm      主桁板厚 19mm 縦リブ高さ 175mm      縦リブ板厚 12mm スキンプレート厚 4.5mm 分割数 3 段(8 分割/段) 材 質 スチール	
		<p style="text-align: center;">円周シールド発進基地平面図</p>	

No	計 画 項 目	計 画 内 容	技術資料 参照項目
		 <p style="text-align: center;">A-A 断面図</p>	
16	ガイドリング の設計	<p>ガイドリングは、円周シールド設置のため欠円状態となることから、端部に支保工を設置した欠円リングとし、多分割一次セグメントに作用していた荷重を考慮して設計する。</p> <p>[設計結果]</p> <p>外 径 <math>\phi 6,600\text{mm}</math>      幅      <math>200\text{mm}</math></p> <p>高 さ      <math>304.5\text{mm}</math></p> <p>分 割      6 分割</p>  <p style="text-align: center;">C-C 断面図      A-A      B-B 断面図</p>	4. 4.1 4.2 4.3

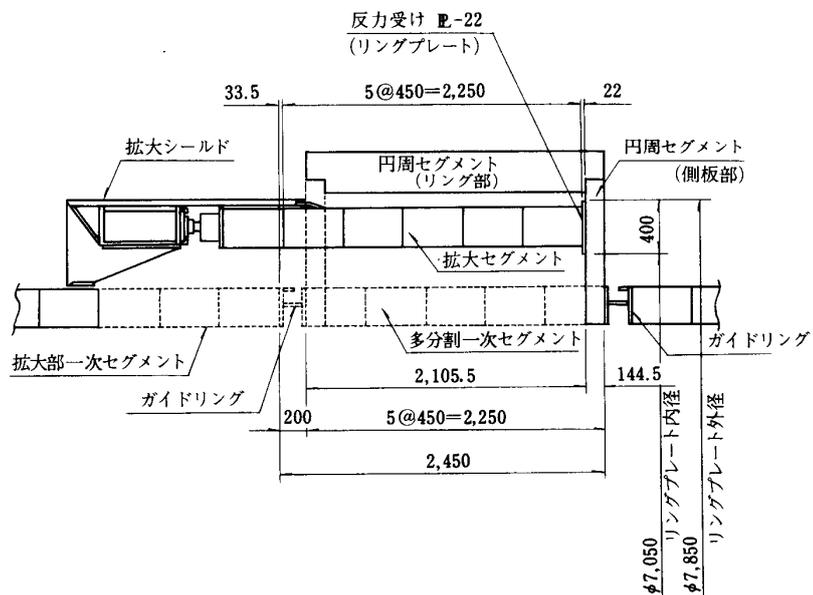
No	計画項目	計画内容	技術資料参照項目
		<p style="text-align: center;">D-D断面展開図</p> <p style="text-align: center;">A-A断面図</p>	技術資料参照項目
17	拡大シールド 発進基地部 欠円セグメント の補強検討	<p>拡大シールド発進基地部の多分割セグメントは、円周シールド発進基地の切り破りおよび掘進により欠円状態となる。</p> <p>ここでは、欠円時にはトンネル軸方向の梁として考え、両端ガイドリングを支点とする単純梁として検討した。</p>	16.

No	計 画 項 目	計 画 内 容	技術資料 参照項目									
		<p>〔設計結果〕</p> <p>現状では、セグメントのリング継ぎボルト部の強度が不足することから、ここではボルトの強度、および本数を増やすものとした。</p> <table border="1" data-bbox="727 663 1193 864"> <thead> <tr> <th></th> <th>ボルト種類</th> <th>本 数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>現 状</td> <td>M24-4・6(4T)</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>変更後</td> <td>M27-8・8(8T)</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>		ボルト種類	本 数	現 状	M24-4・6(4T)	50	変更後	M27-8・8(8T)	100	
	ボルト種類	本 数										
現 状	M24-4・6(4T)	50										
変更後	M27-8・8(8T)	100										
18	拡大シールド 発進基地周辺部 のセグメント 補強検討	<p>拡大シールド発進基地周辺部のセグメントは、多分割一次セグメント撤去に伴う構造、荷重状態の変化に対してのトンネル軸方向への応力伝達を考慮して検討する。</p> <p>このため、基地周辺部のセグメント底部には、多分割一次セグメント撤去に伴う増加荷重が作用するものとして検討を行う。</p> <p>〔設計結果〕</p> <p>発進基地両端部のガイドリング外側各々3リングの一次セグメント底部に、補強支保工を設置する。</p> <p>底部補強支保工</p> <p>切梁材      H-250×250×9×14</p> <p>腹起し材    H-250×250×9×14</p>	16.									

No	計画項目	計画内容	技術資料参照項目
		<p>一次セグメント内径 <math>\phi 6,600</math></p> <p>一次セグメント外径 <math>\phi 5,991</math></p> <p>300</p> <p>3,219</p> <p>65°</p> <p>補強支保工 H-250×250×9×14</p> <p>補強支保工 H-250×250×9×14</p> <p>多分割一次セグメント 幅 450mm</p> <p>ガイドリング 幅 200mm</p> <p>一次セグメント 幅 450mm</p> <p>2,250</p> <p>3,219</p> <p>一次セグメント内径 <math>\phi 5,991</math></p> <p>一次セグメント外径 <math>\phi 6,600</math></p> <p>A-A 断面</p>	

No	計画項目	計画内容	技術資料参照項目
19	円周シールド反力受けの検討	<p>円周シールド発進時の推進反力は、円周セグメントおよび発進基地の山留め壁を介して、掘進方向背面地山に取るものとする。</p> <p>このため、円周シールドテール内に組み立てる円周セグメントと発進基地山留め壁との間に反力受けを設置する。</p>  <p>A-A断面図(反力受け)</p>	8.

No	計 画 項 目	計 画 内 容	技術資料 参照項目
20	拡大シールド 反力受けの検討	<p>拡大シールドの推進反力は、拡大セグメントおよび円周セグメント側板を通して掘進方向背面地山に取るものとする。</p> <p>したがって、円周セグメント側板と拡大セグメントとの間には、拡大シールドの反力が側板に均等に作用するように、厚さ22mmのリングプレートを設置するものとする。</p> <p>拡大シールド掘進に伴う拡大セグメント組立、および一次セグメント撤去のサイクルピッチを合わせるための調整幅は33.5mmとなる。しかし、この幅程度のズレでは拡大シールド掘進の支障とはならないため、ここではサイクルピッチの調整は行わず、この状態のままで施工するものとする。</p>	13.





拡大シールド工法技術資料

---

平成	元年	11月	発行第	1版
平成	3年	6月	発行第	2版
平成	4年	6月	発行第	3版
平成	11年	6月	発行第	4版
平成	13年	3月	発行第	5版
平成	13年	7月	発行第	6版
平成	15年	3月	発行第	7版
平成	18年	4月	発行第	8版
平成	19年	6月	発行第	9版
平成	23年	8月	発行第	10版
令和	2年	8月	発行第	11版

---

シールド工法技術協会

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