

# 変更内容

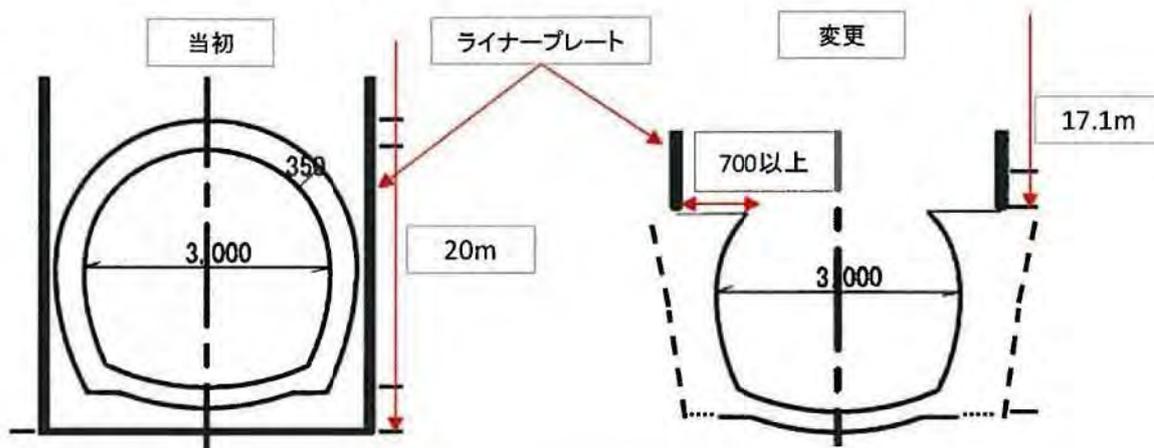
291211打合せ

1. 工事名 荒川中部農業水利事業 導水幹線その1工事

2. 協議項目：①立坑土留工について

3. 変更・協議内容：

①立坑土留工のライナープレート長について

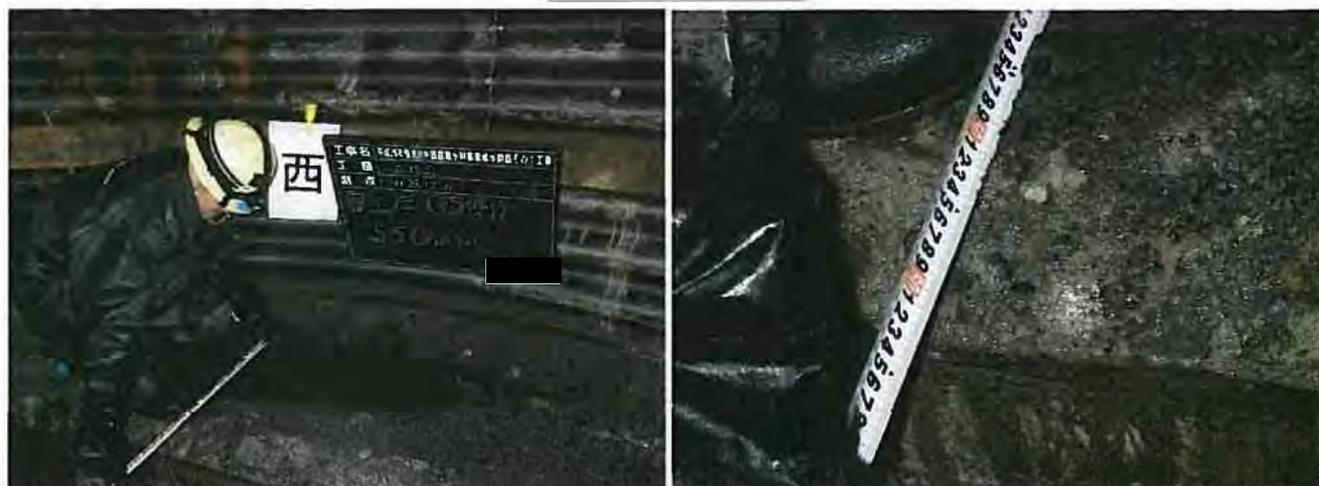


1. 背面地山の状況は、ボーリングコアや上位部の岩質と同様、劣化しておらず硬い岩である。  
覆工コンクリートと地山の境目の判断も難しく、側壁部は地山と一体化していると考えられる。
2. 既設トンネル覆工の厚みが500～700mm以上あり、当初計画の厚みより2倍近い状態であった。  
コンクリート自体も劣化はなく、強固であると考えられる。

以上のことを踏まえ、強固なコンクリートを取り壊してライナープレートを取り付ける必要はなく、ライナープレート長を17.1mとしたい。

(ライナープレート 500mm/枚×34枚=17,000mm、補助リング9mm/個×10箇所=90mm)

西側コンクリート厚



北側コンクリート厚



東側コンクリート厚



南側コンクリート厚





末野立坑 施行写真



番号: 1

末野立坑

トンネル内面補強



番号: 2

末野立坑

トンネル断面鏡切り

内空断面でラーナープレート切断



番号: 3

末野立坑

立坑接続部補修

末野立坑 施行写真



番号: 4

末野立坑

末野立坑

立坑接続部補修



番号: 5

末野立坑

立坑接続部補修



番号: 6

末野立坑

立坑底部 側部コンクリート打設

#### 4-1-2. 桜沢立坑

桜沢立坑は、導水幹線水路の補修・補強工事、及び工事後のために設けられた立坑で、H30年度に「荒川中部農業水利事業 導水幹線その2工事」において地質調査及び施工が行われている。

地質調査の結果、岩盤は GL(-)14.05m で確認されており、表層はロームや粘土層、その下の岩盤までは玉石混じり砂礫で岩盤線の上は厚さ0.55m の風化凝灰岩で、岩盤は凝灰岩となっている。

なお、トンネル覆工外面の天端高は、EL89.00m（敷高85.60+内空3.00+覆工厚0.40m）であるため、トンネル上の岩盤の土被りは0.30m となる。

また、調査時の地下水位は GL(-)11.95m であったため、トンネル覆工上 H=3.55m の厚さで止水用の薬液注入が行われている。

H28年度設計時には、立坑の最深部は既設トンネルインバートまで行うこととなっていたが、立坑部の地質調査の結果トンネル周辺の地盤が良好であるため、トンネルスプリングラインまでとしている。

桜沢立坑に関する資料を次ページから示す。

- ・ボーリング調査結果
- ・薬液注入範囲
- ・立坑竣工図
- ・トンネル接続部の施行写真





No. 1
採取コア



採取コア



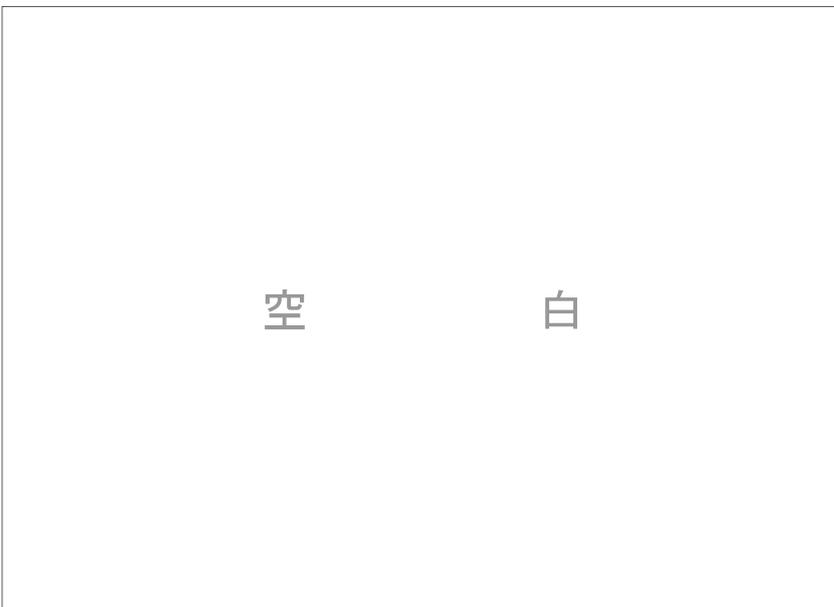
採取コア



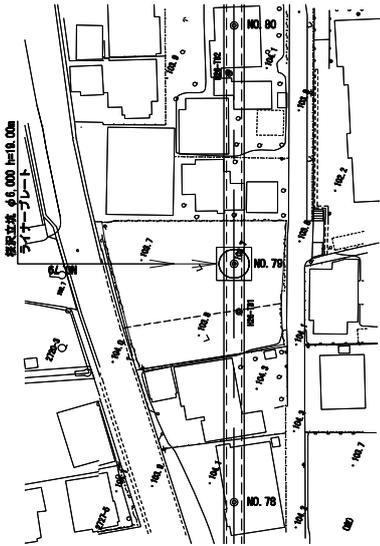
No. 1
採取コア



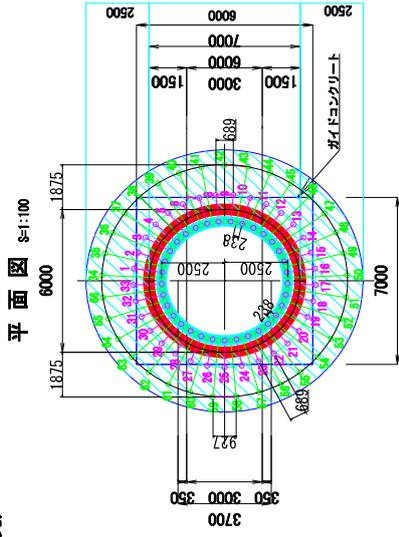
施工後



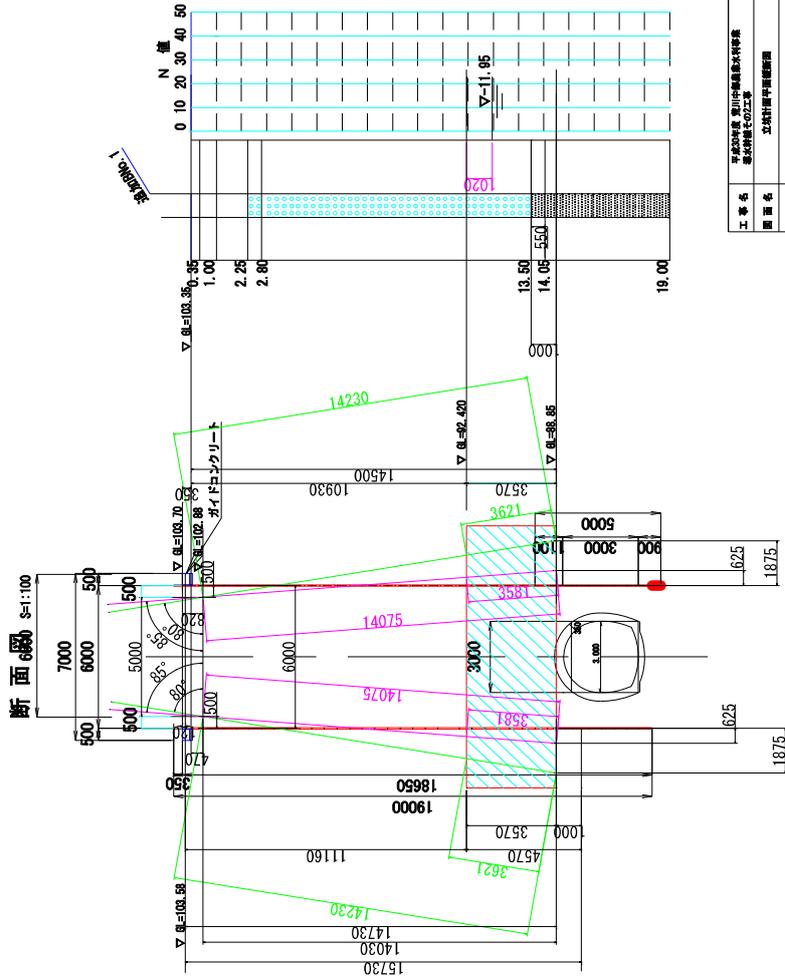
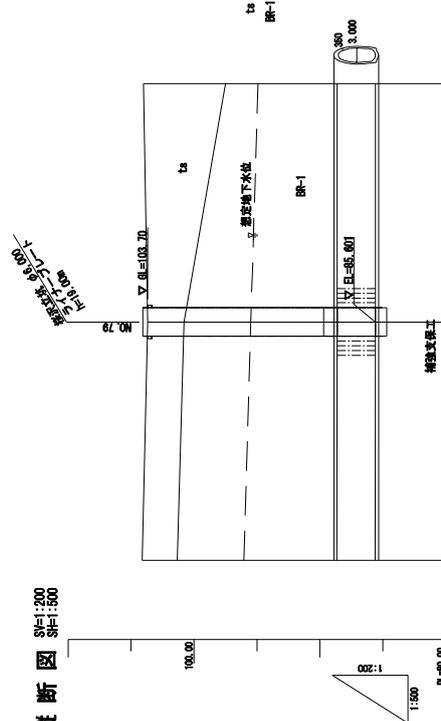

平面図 S=1:500



立坑計画平面縦断面図  
(桜沢立坑)



縦断面図 SH=1:200  
S=1:500



ts : 素土・素土・一部埋戻し  
BR-1 : 蓋設置 (標準型 新第三種)

項目	内容	単位	数量	備考
管	マンホール管	個	1	
土	マンホール土	m <sup>3</sup>	0.5	
石	マンホール石	m <sup>3</sup>	0.5	
砂	マンホール砂	m <sup>3</sup>	0.5	
埋戻し	マンホール埋戻し	m <sup>3</sup>	0.5	
その他	マンホールその他	m <sup>3</sup>	0.5	
計	マンホール計	m <sup>3</sup>	3.0	
管	マンホール管	個	1	
土	マンホール土	m <sup>3</sup>	0.5	
石	マンホール石	m <sup>3</sup>	0.5	
砂	マンホール砂	m <sup>3</sup>	0.5	
埋戻し	マンホール埋戻し	m <sup>3</sup>	0.5	
その他	マンホールその他	m <sup>3</sup>	0.5	
計	マンホール計	m <sup>3</sup>	3.0	

工 業 名	平塚市平塚 平塚市平塚 平塚市平塚
図 面 名	立坑計画平面縦断面図
作成日付	
縮 尺	表示
欄 目 番 号	7
製 作 者	藤原建設株式会社
事務所名	藤原建設株式会社

「平成30年度 荒川中部農業水利事業導水幹線その2工事」  
地質調査報告書より抜粋

4.3 地下水位および透水係数

(1) 地下水位

一般に地下水は図 4.3.1 に示すように、賦存状況によって「不圧地下水」、「被圧地下水」および「宙水」に分類される。

本調査地の地下水位は無水掘りにより確認し、表 4.3.1 に一覧を示した。

表に示すように本地区の地下水位は、「不圧地下水」と「宙水」の二つが存在している可能性がある。つまり、砂礫土層 (Dg) を帯水層とする不圧地下水は、H=91.4m 付近に分布している。

なお、地下水位は天候や季節等によって変化するものである。本調査を実施した時期は豊水期に当たることから、渇水期には水位が低くなるものと思われる。

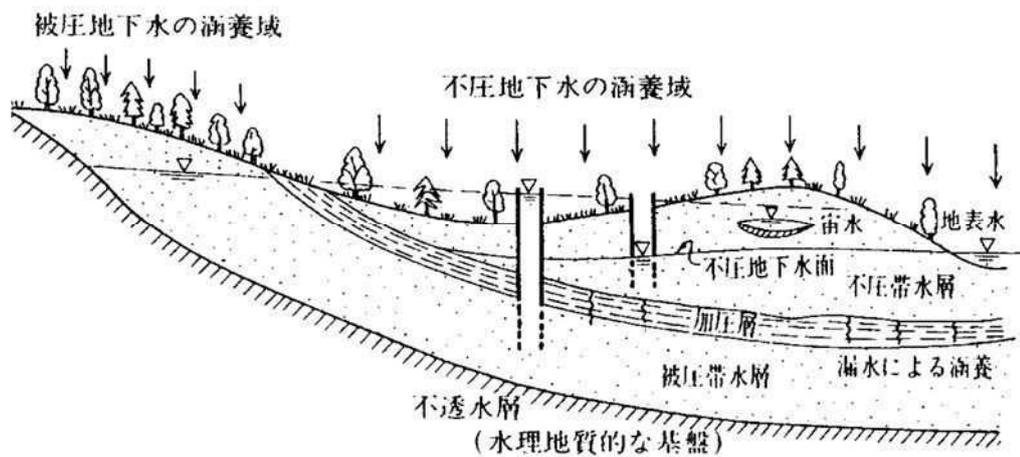


図 4.3.1 地下水賦存状況の模式図

【地盤工学会編:「根切り 工事と地下水—調査・設計から施工まで」 p24 より】

表 4.3.1 地下水位

地点名	地盤高 H (m)	地下水位		測定方法	地下水の 種類	帯水層
		GL (m)	H (m)			
No.1	+103.35	-11.95	+91.4	孔内測定	自然地下水	不圧地下水





No. 1
採取コア



採取コア



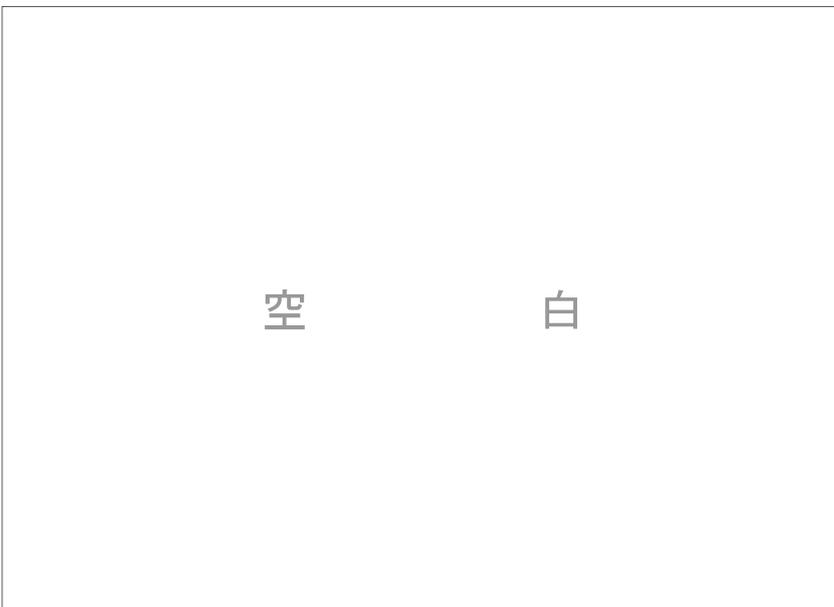
採取コア



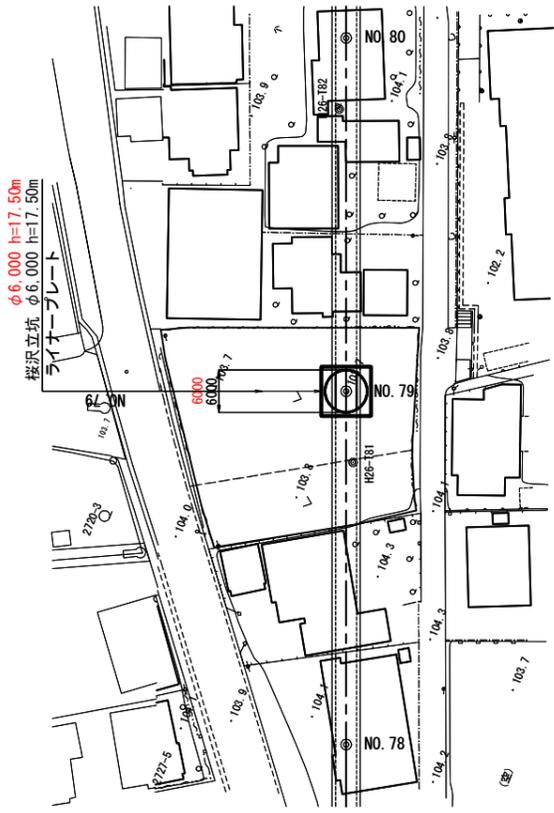
No. 1
採取コア



施工後

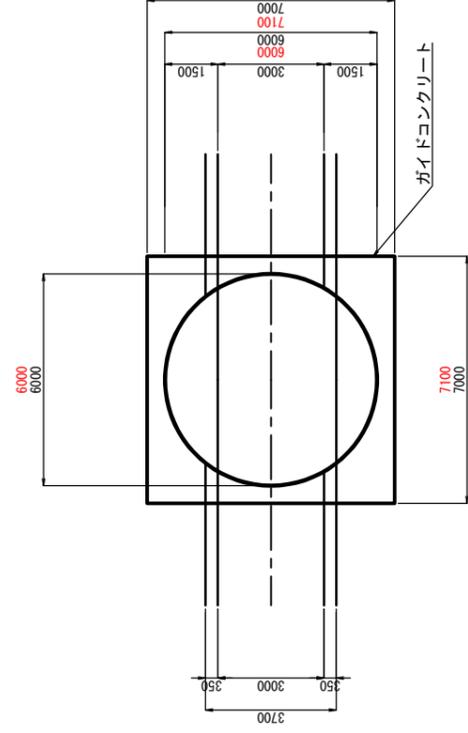



平面図 S=1:500

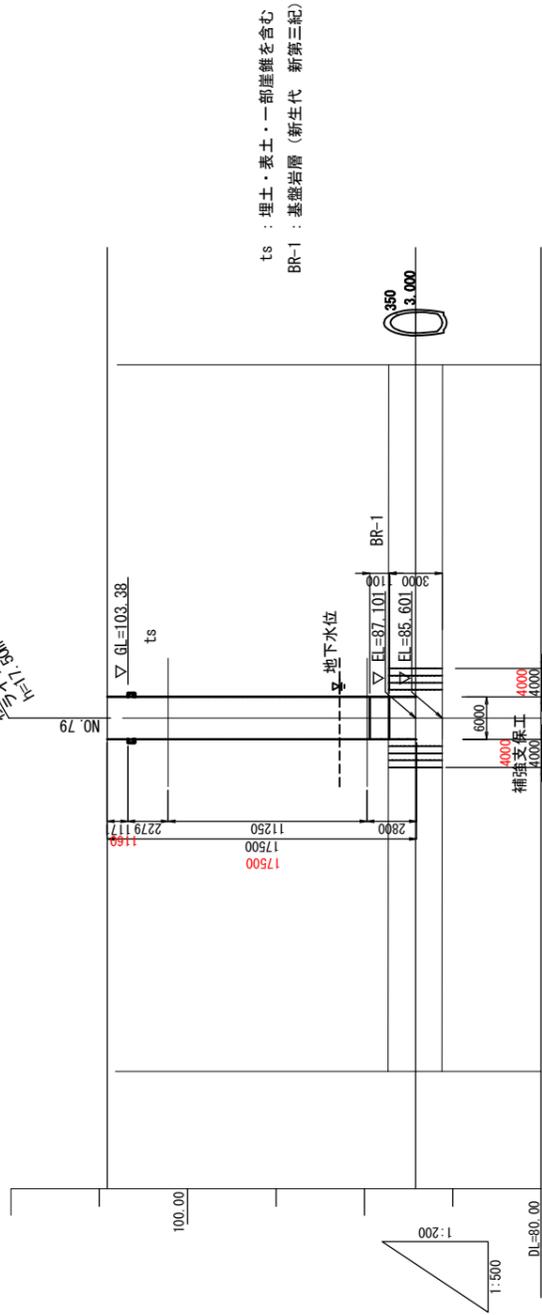


立坑計画平面縦断面図  
(桜沢立坑)

平面図 S=1:100

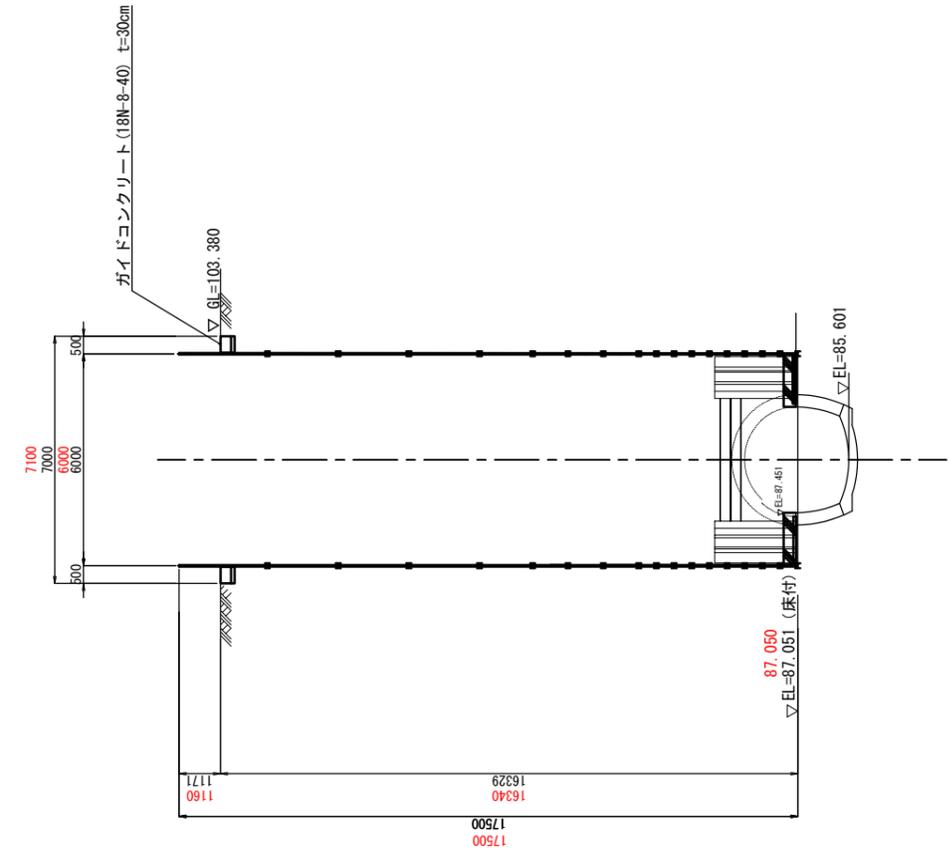


縦断面図 SV=1:200 SH=1:500



ts : 埋土・表土・一部崖線を含む  
BR-1 : 基礎岩層 (新生代 新第三紀)

断面図 S=1:100



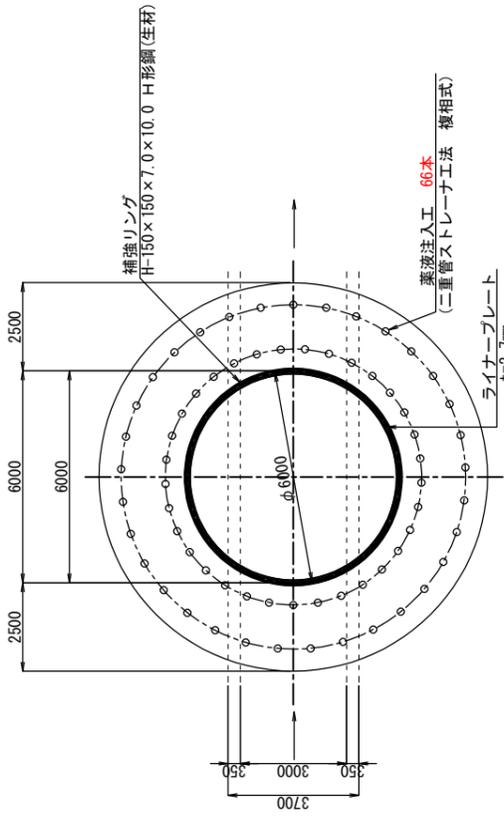
出来形図

工事名	平成30年度 荒川中部農業水利事業 排水幹線その2工事		
図面名	立坑計画平面縦断面図		
作成年月日			
縮尺	図示	図面番号	7
会社名	関東建設局 荒川中部農業水利事業所		
事業所名			

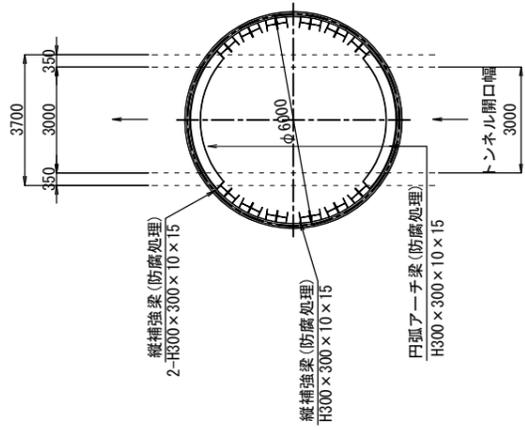
仮設土留工図  
(桜沢立坑)

S=1:100

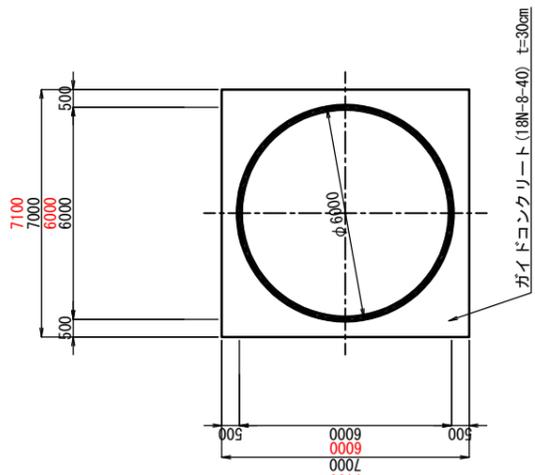
平面図



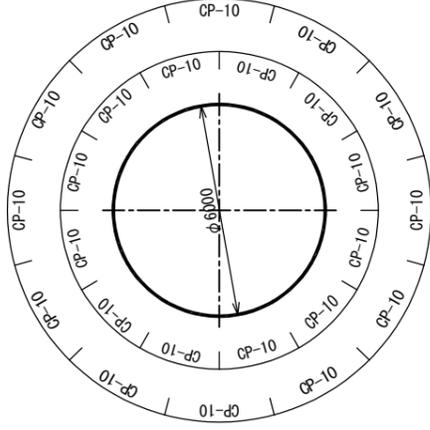
平面図



平面図



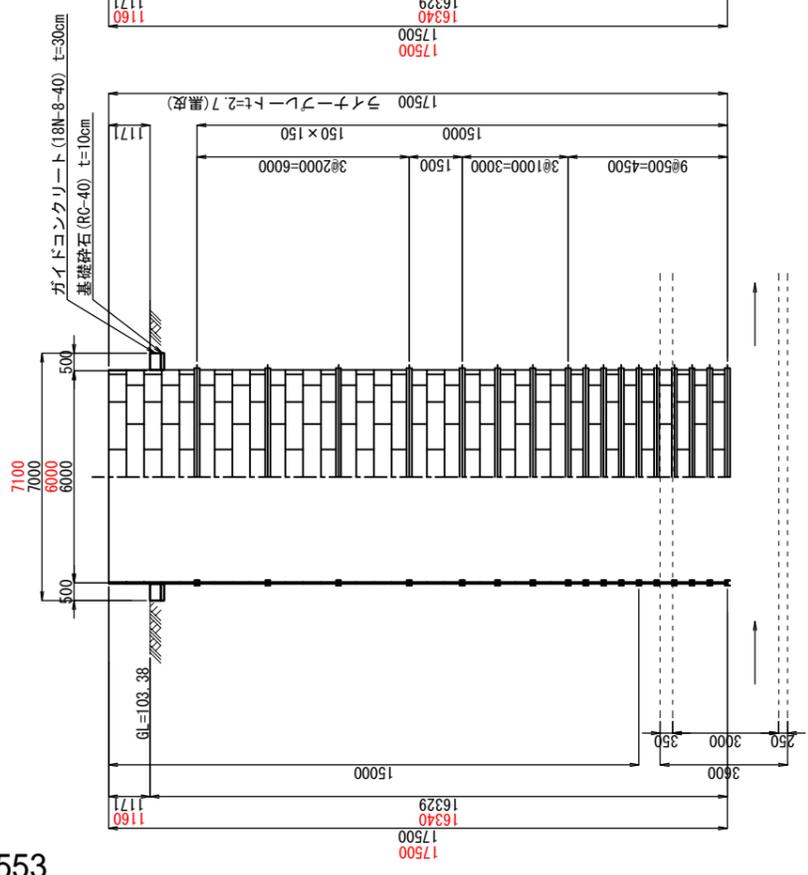
ライナープレート割付図



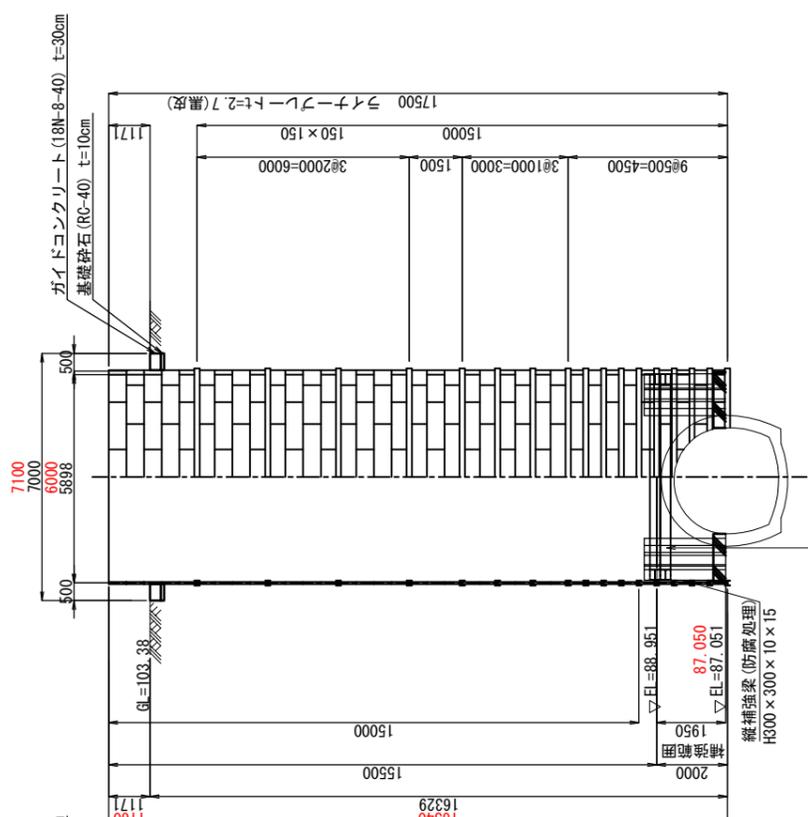
補強リング割付図



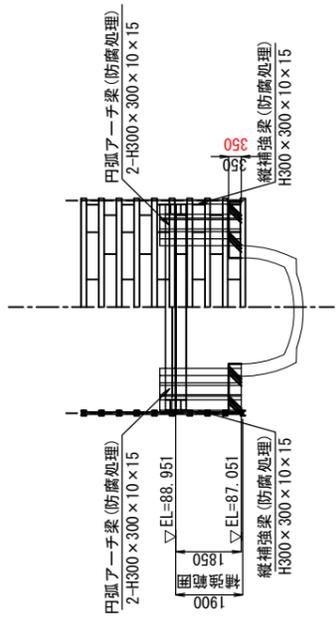
断面図



断面図



断面図  
(左右岸)



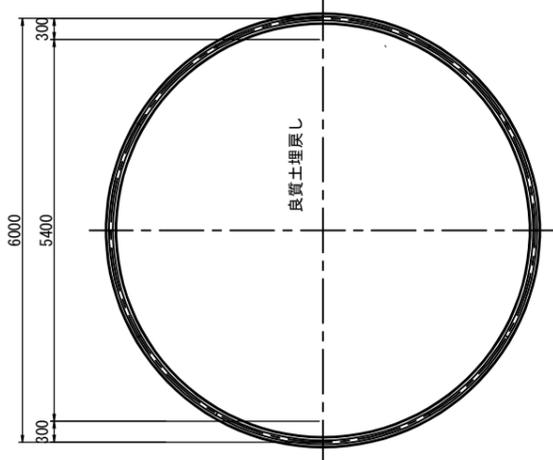
注) 開口範囲には予め補強リングを0.5m間隔で設置するものとする。  
尚、開口部補強部材は、ライナープレートと確実に固定すること。  
円弧アーチ梁とライナープレートとの隙間は間詰め処理を行うこと。

出来形図

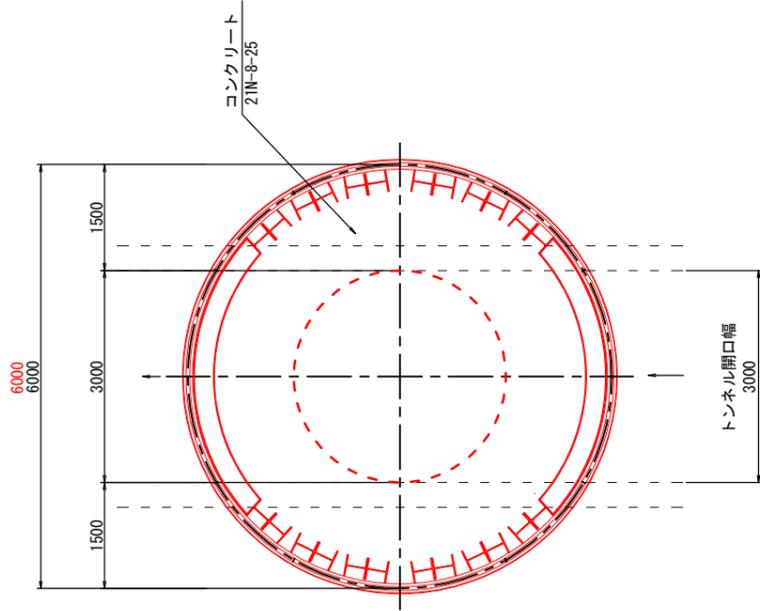
工事名	平成30年度 荒川中部農業水利事業 海水幹線その2工事		
図面名	仮設土留工図(桜沢立坑)		
作成年月日			
縮尺	図示	図面番号	8
会社名	関東建設局 荒川中部農業水利事業所		

トンネル接合部構造図 (桜沢立坑) S=1:50

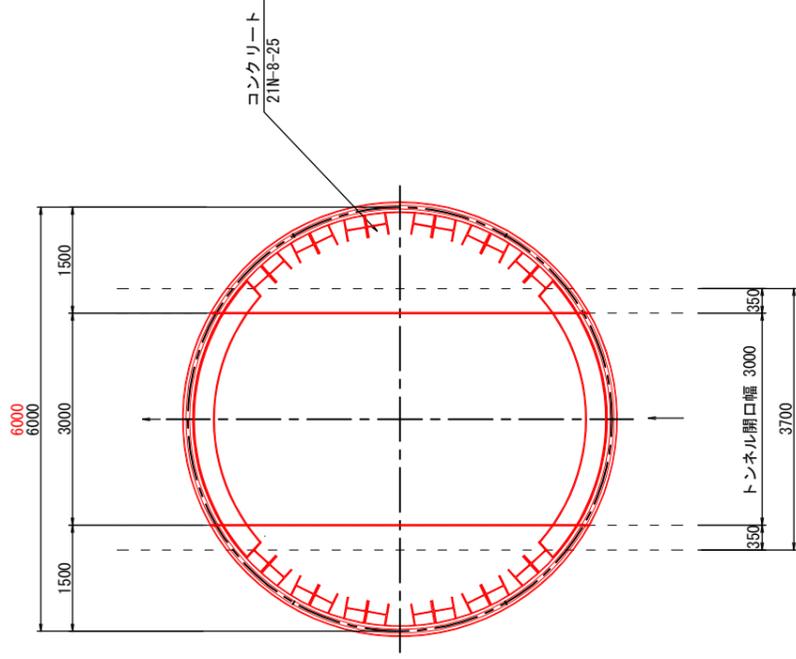
1-1 平面図 (一般部) (契約対象外)



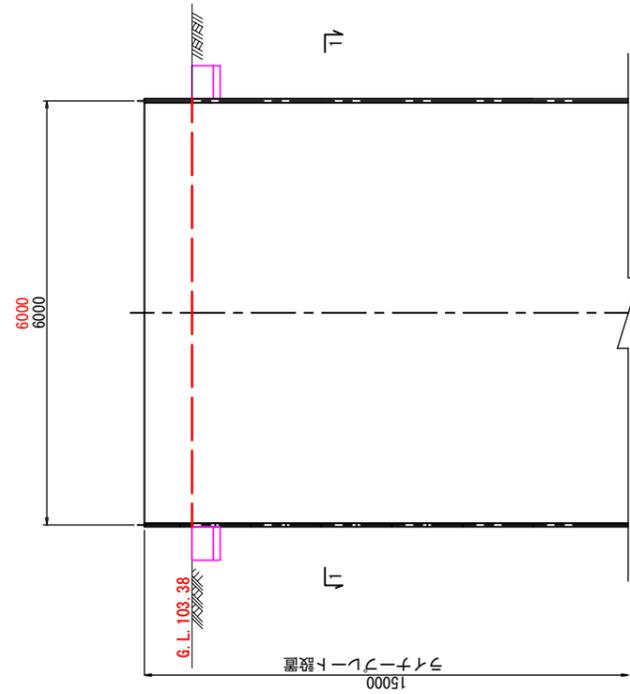
2-2 平面図 (接合部) (契約対象外)



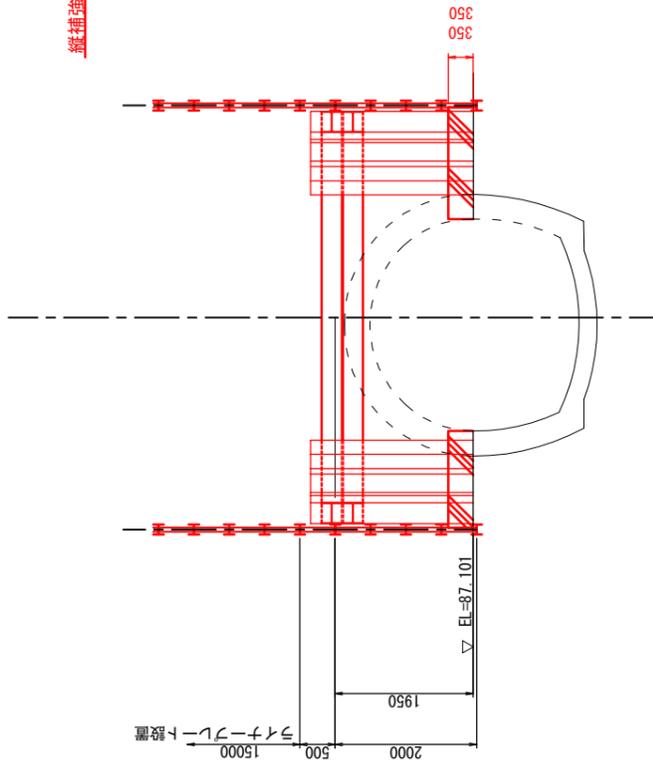
3-3 平面図 (トンネル部) (契約対象外)



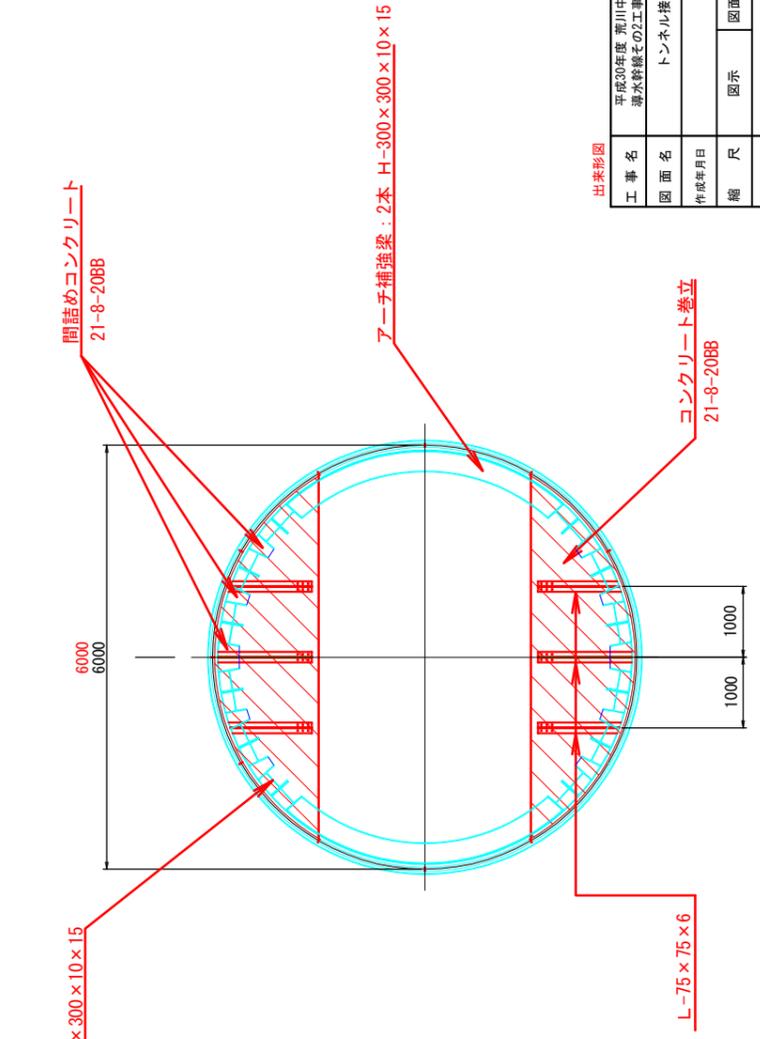
断面図



断面図



断面図



出来形図

工事名	平成30年度 荒川中部農業水利事業		
図面名	海水幹線その2工事		
作成年月日	トンネル接合部構造図		
縮尺	図示	図面番号	9
会社名	関東建設局 荒川中部農業水利事業所		
事業所名	関東建設局 荒川中部農業水利事業所		

桜沢立坑 施行写真



番号: 1

桜沢立坑

トンネル内空補強支保工搬入

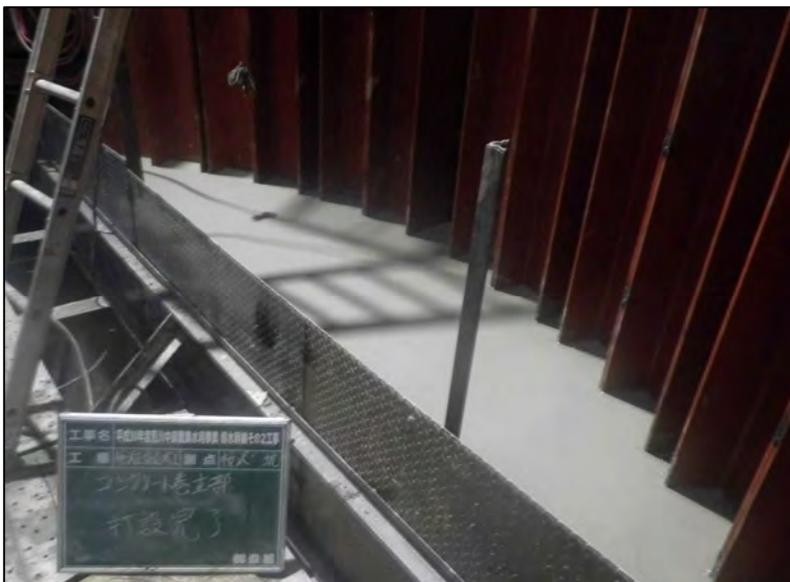


番号: 2

桜沢立坑

トンネル内空補強

H-125\*125



番号: 3

桜沢立坑

立坑底部 側部コンクリート補強

t=0.30m?

桜沢立坑 施行写真



番号: 4

桜沢立坑

立坑底部 側部補強

H-300\*300

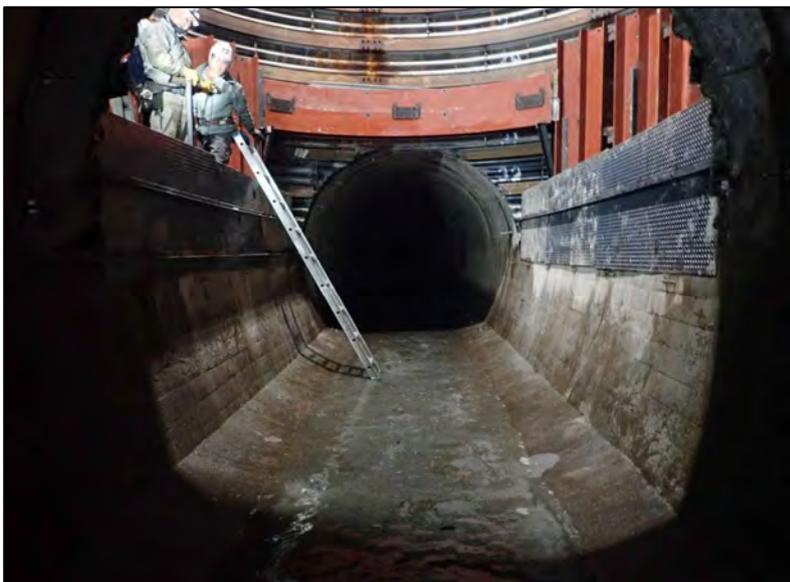


番号: 5

桜沢立坑

トンネル断面鏡切り

内空断面でライナープレート切断



番号: 6

桜沢立坑

立坑底部トンネル区間補強

H-300\*300\*2段

桜沢立坑 施行写真



番号: 7

桜沢立坑

立坑底部



番号: 8

桜沢立坑

トンネル内面補強支保工撤去

## 4-2. 設計計画

## 4-2. 設計計画

### 4-2-1. 末野立坑

#### (1) 目的

導水幹線トンネルはトンネル中間付近に立坑があるが、立坑周辺は工場に囲まれているため、補修等の工事に利用することが出来ず、トンネル内を管理するためには、トンネル下流の暗渠下流のみが進入口となっている。トンネル及び暗渠の延長はL=約5.1km あるため、トンネル上流の維持管理は、トンネル内を往復で10km以上移動する必要がある。

したがって、トンネルの維持管理を容易にするため、末野立坑は導水幹線トンネルの管理用立坑として恒久化を行う。

#### (2) 導水幹線トンネルの維持管理方針

導水幹線トンネルは、通水当初から現在行われているトンネル補修・補強工事を行うまで、トンネル内の補修工事は行われていない。したがって、トンネルの状況は次のとおりと推定される。

- ・計画流量の流下の障害となるトンネル内の堆砂は、ほとんど発生していない。
- ・トンネル内の堆砂が発生していないため、毎年の堆砂撤去等の作業は行われていない。
- ・今後、トンネルの維持管理として、トンネル覆工のひび割れや堆砂等を確認するため、数年に一度の施設調査が必要になる。
- ・施設調査結果により、トンネルの補修・補強が行われる。

### (3) 末野立坑恒久化の構造

末野立坑は、現在ライナープレートにより立坑の土留めが行われているが、ライナープレートは仮設材料として防食処理を行っていない鋼材であり恒久構造としては利用出来ない。また、現状のライナープレートを恒久材料で置き換える場合は、ライナープレートを撤去した場合周辺地山の崩落が発生し、周辺に沈下との影響を与える可能性がある。

したがって、立坑を恒久使用するため、ライナープレートは撤去せず立坑内部に恒久構造物を設けるものとする。

立坑の形状は、現在の立坑を有効に利用し構造上最も安定する円形断面とする。よって、トンネル構造は、ライナープレートを埋め殺しの型枠として円形断面鉄筋コンクリート構造とする。

コンクリートの部材厚は、最小部材厚  $t=0.20\text{m}$  をライナープレートの補強材断面で確保できる部材厚として、構造計算より  $t=0.30\text{m}$  の内径 $3.40\text{m}$  の構造とする。

## 4-2-2. 桜沢立坑

### (1) 目的

桜沢立坑は、導水幹線トンネルの補修・補強工事に利用されたが、工事が終了後も次の理由から恒久構造として存置する。

- ①荒川中部農業水利事業によりトンネルの補修・補強を行うが、現時点で変状が少ない区間も今後変状が進展し補修補強が必要になる可能性がある。トンネル区間の地上部は宅地化により工事に使用できる空き地が少なくなっており、今後トンネル工事が必要になった場合、仮設用地が確保できずトンネルへの資材搬入が困難になる。したがって、事前にトンネル工事用の用地及び進入口を確保する。
- ②トンネル下流部の補強工事が完全に終了しておらず、トンネル下流は内挿管（φ2.40mFRPM管）により断面が縮小されているため、トンネル下流からの資材搬入は困難である。
- ~~③桜沢立坑の仮設用地は借地として使用しているが、借地終了後に返却する場合、立坑埋戻し部の沈下を完全に防止する必要がある。しかし、埋戻し部の沈下を短期間で抑えることは困難である。~~
- ~~④埋戻し部の沈下を抑えるために埋戻し部にプレロードを行う方法があるが、埋戻し材料が砂質土であり沈下が安定するには長期間必要になるため、現実的ではない。~~

### (2) 立坑の構造

桜沢立坑は末野立坑と同じく、現在ライナープレートにより立坑の土留めが行われているが、ライナープレートは仮設材料のため恒久構造としては利用出来ない。また、恒久材料をライナープレートと置き換える場合は、ライナープレートを撤去した場合周辺地山の崩落が発生する可能性がある。

したがって、立坑を恒久使用するため、ライナープレートは撤去せず立坑内部に恒久構造物を設けるものとする。

立坑の形状は、現在の立坑を有効に利用でき、構造上最も安定する円形断面とする。よって、トンネル構造は、ライナープレートを埋め殺しの型枠として円形断面鉄筋コンクリート構造とする。

コンクリートの部材厚は、最小部材厚  $t=0.20\text{m}$  をライナープレートの補強材断面で確保できる部材厚として、構造計算より  $t=0.30\text{m}$  の内径 $5.40\text{m}$  の構造とする。

### 4-3. 構造検討

#### 4-3-1 構造検討（末野立坑）

#### 4-3. 構造検討

##### 4-3-1. 末野立坑

###### (1) 立坑昇降施設

トンネル構造より、立坑の内空断面は、 $D=3.50\text{m}$  の円形断面となり、トン得る維持管理用の昇降設備を計画する。

トンネルの維持管理には、調査及び工事の目的に合わせ、次の設備が必要になる。

- ・目視及び近接調査時の人の昇降
- ・覆工強度やひび割れの状況を確認するために簡易試験を行うための機材搬入・運搬用台車の搬入・搬出。
- ・トンネル調査で、維持管理の工事が必要になった時の、資材運搬用車両の搬入。
- ・立坑上部は、安全で維持管理が容易な構造が求められる。

立坑の昇降施設は管理方針により次の構造が考えられる。

###### 第1案 人の昇降を優先する設備

管理時に立坑内を人が安全で容易に昇降できる設備。調査時の機材は人が携帯し、工事が必要な場合は昇降設備を撤去しタラップ等の簡易な設備に付け替える。人の昇降には、内空断面全部を有効に利用したらせん階段と折り返し階段が考えられる。

人が運搬できない設備は、階段を取り外し式とするか、下流の暗渠出口からの搬入となる。

###### 第2案 資材搬入が出来る設備

簡易な運搬機材の搬入を考慮し、人の昇降は背もたれ付タラップで5m程度の間隔で踊り場を設け、空いた空間からトンネル内に資材を搬入する設備。

(a)人の昇降を優先する立坑

1)折返し階段

折返し階段で、歩いて立坑を昇降する。

階段の基礎は、立坑断面（内空直径  $D=4.0\text{m}$ ）がトンネル断面（内空幅  $B=3.0\text{m}$ ）より大きいことから、トンネル断面より側面にはみ出した箇所とする。

2)らせん階段

らせん階段で、歩いて立坑を昇降する。

トンネル部には支柱を立てることが出来ないため、立坑底部の側部に支柱の受け台を設ける。

(b)管理用の昇降及び簡易な作業台車の搬入

トンネル維持管理に必要なスペースとして、作業員の昇降スペースと資材・機材搬入、搬出スペースを確保する。

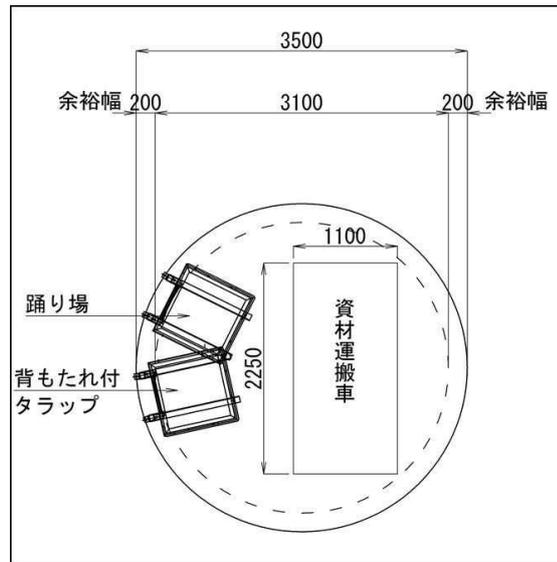
①作業員の昇降スペース

立坑深約20m と深いため、背もたれ付タラップの踊り場を設けた昇降設備とする。昇降スペースに必要な寸法は  $B=1.0\text{m}$  程度とする。

$$(B=0.35+0.35+0.15=0.85\text{m} \div 1.0\text{m})$$

②維持管理に搬入できる資材

以上より、作業員の昇降設備を設置して資材・機材の搬入・搬出スペースを確保する場合、資材の搬入できるものは  $B=1.10\text{m}$ 、 $JL=2.25\text{m}$  程度の資材運搬車となる。



管理用昇降設備の比較表を別紙に示す。

	折返し階段	らせん階段	背もたれ付きタラップ
目的	トンネル変状調査	トンネル変状調査	トンネル調査及び運搬車両搬入
略図			
構造	調査員の昇降のため、折返し階段を設置する。 通水区間はタラップ構造となる。	調査員の昇降のため、らせん階段を設置する。 通水区間はタラップ構造となる。	調査員の昇降のため、背もたれ付きタラップを設置する。5m程度の間隔で踊り場を設ける。 通水区間はタラップ構造となる。
昇降物の固定	階段の基礎は、最下部のトンネルより広がった断面とする。	タラップの基礎がトンネル中心に作用するため、立坑底部又は側面に支持を確保する構造となる。	タラップは個々に側壁に固定する。
トンネルへの機材搬入	調査時は人員により機材を搬入搬出し、トンネルの中は人力による運搬となる。 大型の調査機材及びトンネル補修・補強工事には、クレーンにより階段を撤去し、機材を搬入する。	同左	立坑内部の施設の撤去を行わずに、台車等の大きさの機材をクレーンにより搬入できる。 トンネルの補修・補強の場合は、タラップの背もたれを撤去して施工機材を搬入する。
維持管理	鋼材の亜鉛メッキにより長期の保護が期待できる。	同左	同左
安全性	階段踏み台の大きさが一定であり、最も安定した昇降が出来る。	階段踏み台の形状が台形のため、折返し階段より昇降がしにくい	タラップの背もたれと踊り場により落下の防止を行う。最大5m程度ではあるが落下の可能性がある。
調査員の昇降	通常の階段と同じで、最も安定して昇降できる。 ◎	折返し階段より昇降の負担は多少大きい。 ○	タラップの昇降は体力が必要となり、昇降の負担は最も大きい。 △
経済性	△	○	◎
総合評価	最も安全で安定した昇降が出来る。 ○	タラップより安全であり、経済的となる。 ◎	トンネル調査は数年に1回行われるが、機材の搬入搬出が必要とされる工事は間隔が空く。 △

(c)既設トンネル区間の昇降設備

既設トンネル区間は、昇降設備が通水の支障にならないよう、タラップ構造とする。

立坑の底部はトンネルアーチ部の途中までとなっているため、トンネル覆工内面にタラップを設けた場合、アーチ部の曲線によりぶら下がることになり、トンネル内に降りるためにははしごが必要になる。しかし、はしごを立坑底部に設置するためには多大な労力が必要になるため、トンネル内面が垂直になるよう断面を成型する。

断面成型によるトンネル断面が狭くなるため、通水時の水理損失を小さくするため立坑上下流で既設断面に擦り付ける構造とする。

また、立坑底部の構造を別紙に示す。なお、擦り付け部端部は、擦り付けコンクリートの剥離と施工性を考慮し、最小部材厚を  $t=5\text{cm}$  とする。

次頁に立坑底部トンネルの概略図を示す。



(d)立坑接続部の地山補強

既設トンネル区間は、トンネル掘削により周辺地山の緩みが発生していることが考えられるが、調査の結果周辺地山の岩盤は強固なため、接続部の既設トンネル区間の補強は行わない。

(2) 立坑上部構造

立坑頂部は安全で維持管理や容易な構造が求められる。

安全を確保するためには、①鋼製又はコンクリート蓋構造としてトンネル進入時に開口出来る構造と、②立坑を建屋内に入れる方法が考えられる。

また、立坑上部は転落防止のため、1m程度コンクリートで嵩上げする。

① 鋼製又はコンクリート蓋構造

現在のライナープレート頂部を撤去し、鉄筋コンクリートで側壁を設け鋼製又はRC床板などで蓋を架ける構造。端部には管理用のマンホールを設け、資材搬入時には蓋をクレーンで移動し、開口部から資材を搬入する。

仮設立坑の上部は鋼製蓋（溶融亜鉛メッキ）で閉塞されており、継続的な使用も可能と判断する。また、既設鋼製蓋を採用する場合、立坑内は照明が無い場合、蓋の一部を開口しエキスパンドメタルで置き換え明かり取りとする。

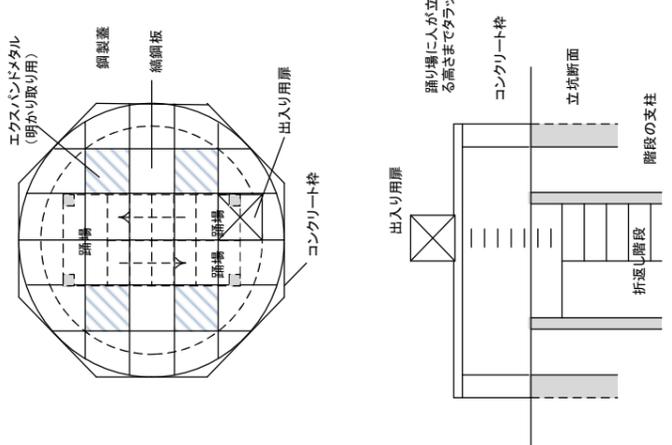
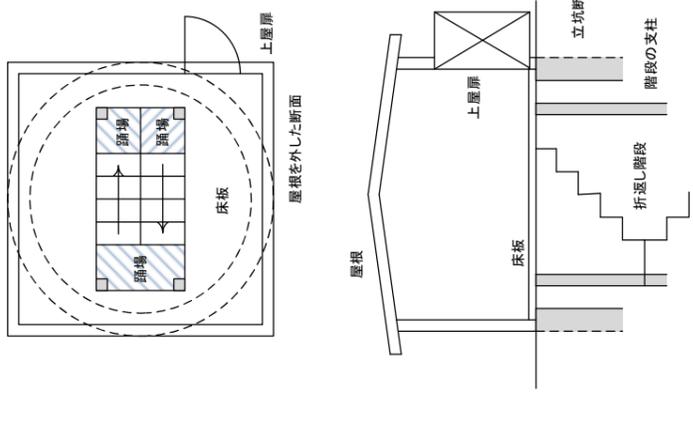
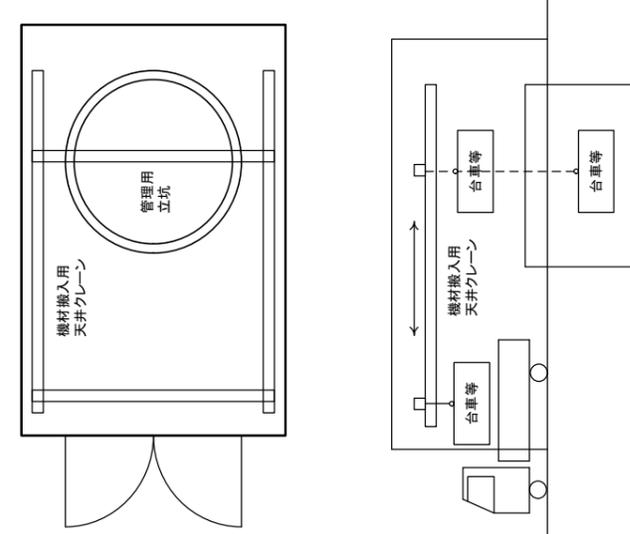
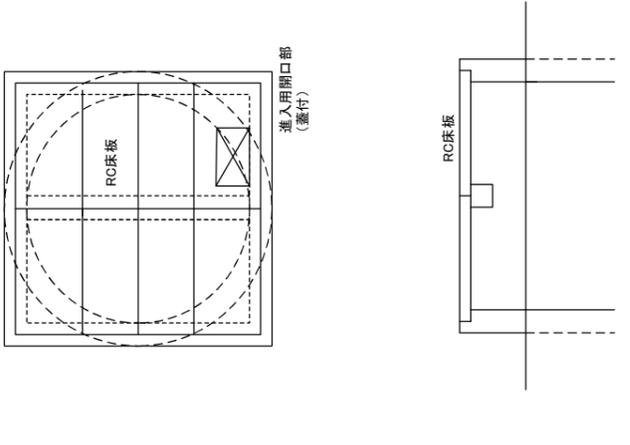
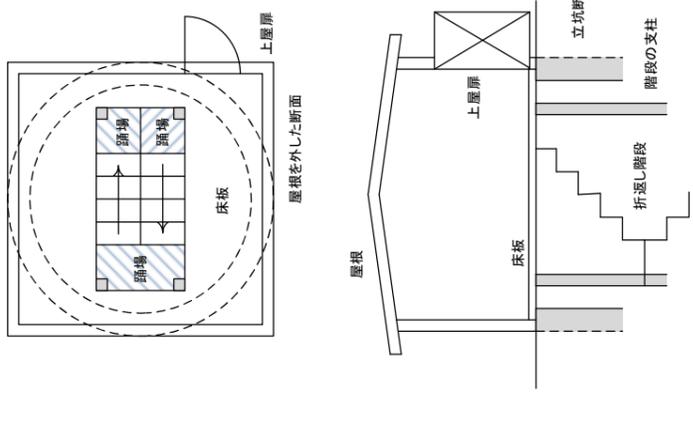
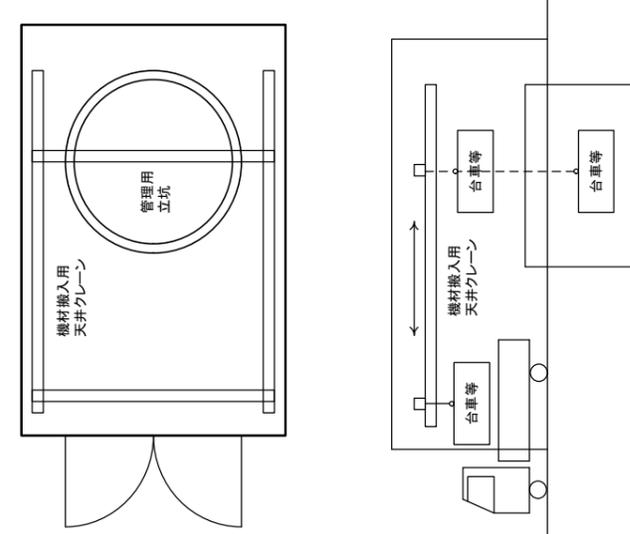
② 立坑を建屋内に入れる構造

立坑上部は開口し、人が進入出来ないように立坑が室内となるように建屋を設ける。

立坑は常時開口しているため、建屋内からいつでも進入可能である。

建屋を大きくしてクレーンを設置すれば、資材搬入が可能となる。

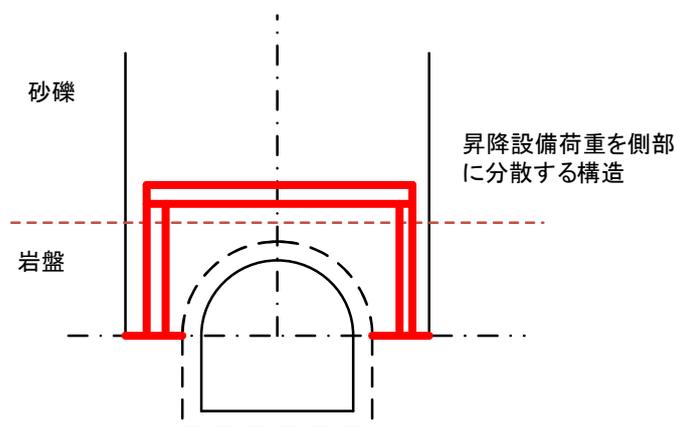
立坑上部構造の比較表を次ページに示す。

名称	蓋構造	建屋構造	建屋構造
	鋼製蓋 	上屋からの入坑 	上屋からの入坑+資材搬入 
	コンクリート蓋 	上屋からの入坑 	上屋からの入坑+資材搬入 
目的	立坑への外部からの進入を防止する。トンネル内の管理のため、蓋の撤去を行わずに作業員が立坑内に入れる。既設蓋の再利用	立坑への外部からの進入を防止する。トンネル内の管理のため、容易に作業員が立坑内に入る。	立坑への外部からの進入を防止する。トンネル内の管理のため、容易に作業員が立坑内に入る。トンネル内への機材の搬入が、外部クレーンの利用無しでできる。
構造	地上部のライナープレートによる立ち上がりを撤去し、現在使用している鋼製により、立坑内への進入を防止する。立坑の蓋は、既設鋼製蓋を多少改造して利用する。蓋の一部は、トンネル維持管理調査時の人員の出入りのため、マンホール構造等容易に開閉できる構造とする。	地上部のライナープレートによる立ち上がりを撤去し、コンクリート構造に変更する。立坑が収まる建屋を設け、立坑への進入を防止する。立坑上部はネット等の落下防止を設け、開口のままと上屋に天井クレーンを設けることで、トラック等から直接資材をトンネル内に搬入できる。	地上部のライナープレートによる立ち上がりを撤去し、コンクリート構造に変更する。立坑が収まる建屋を設け、立坑への進入を防止する。立坑上部はネット等の落下防止を設け、開口のままと上屋に天井クレーンを設けることで、トラック等から直接資材をトンネル内に搬入できる。
トンネル維持管理	蓋に設けたマンホールから立坑内へ進入する。	立坑上部は開口しているため、そのまま立坑内へ進入する	同左
トンネル補修補強時	蓋を撤去し仮置きして施工を行う。資機材は	トンネル補修・補強工事には、上屋の撤去が必要になる。	建屋に設置されたクレーンを用いて、資機材を運搬する車両から立坑内に搬入する。
設備の保守	上部構造は亜鉛メッキ処理を行った鋼製のため、ほとんど保守は不要無い。	建屋の保守が必要となる。	建屋、天井クレーンの保守が必要となる。トンネル補修時に使用する管理天井クレーンの使用回数は、少ないと考えられる。
経済性	◎	△	×
総合評価	1 設備が簡易で最も経済的である。	2 トンネルの補修補強時に建屋の撤去は必要になるため、採用出来ない	3 室内クレーンに昇降設備を撤去できる能力が必要となる。

略図

### (3) 昇降設備下部構造

立坑下部はトンネル断面内であるため、昇降設備を立坑下部まで設けた場合、計画流量を通水したときの通水阻害となる。したがって、トンネル断面内の昇降は通水阻害とならないタラップにより行うものとし、トンネル上部の昇降整備は通水阻害とならない立坑下部の平場に設けられた支柱に固定する。

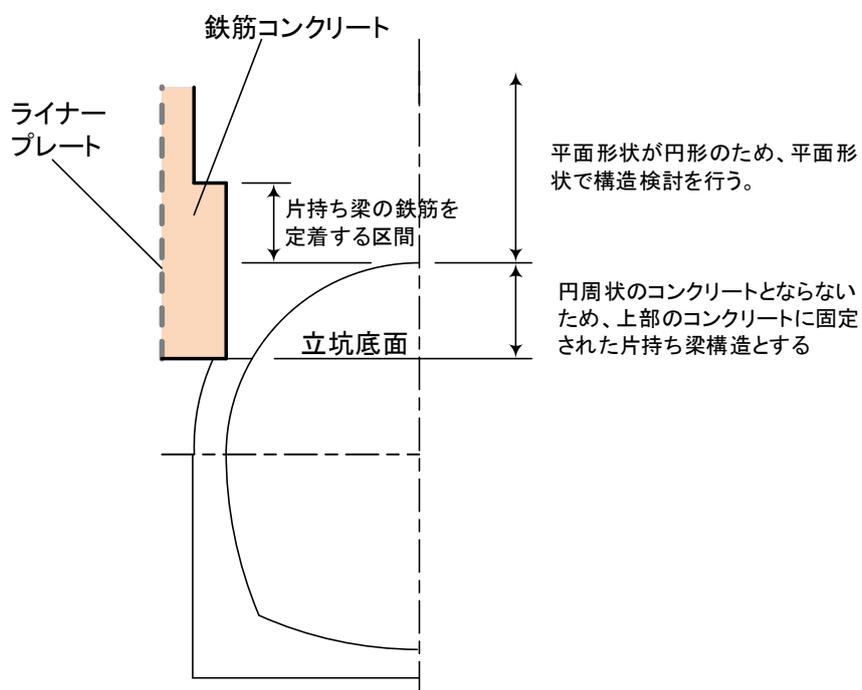


#### (4) 立坑下部構造

トンネル上部までの立坑は、水平が円形の構造となっているが、トンネル区間はアーチ形状となっている。

トンネル区間の側部コンクリートは側圧を単体で受けることが出来ないため、立坑に作用する荷重により側部コンクリートからトンネルサイド部の覆工に荷重が作用し、トンネル覆工に変状が発生する可能性がある。

したがって、トンネル上部より下はトンネル上部の立坑覆工コンクリートに固定された下方向の片持ち梁として構造を検討する。



## 4-3-2. 構造検討（桜沢立坑）

#### 4-3-2. 桜沢立坑

##### (1) 立坑の状況

桜沢立坑の状況は次のとおり。

- ①立坑は令和元年度その2工事においてライナープレートによる深粗礎工法で施工が行われており、地表からトンネル敷高までの高さは $H=103.38-85.60=17.78\text{m}$ である。(トンネル覆工までは、 $H=14.38\text{m}$ )
- ②平成30年8月に行ったボーリング調査では、地表から13.5mまでは表土及び玉石混じり砂礫、0.55mの風化岩を挟み、それ以深は凝灰岩となっている。
- ③地質調査報告書では、ボーリング孔の地下水位は、WL91.4mであり、調査時期により次のような記述がある。

なお、地下水位は天候や季節等によって変化するものである。本調査を実施した時期は豊水期に当たることから、渇水期には水位が低くなるものと思われる。

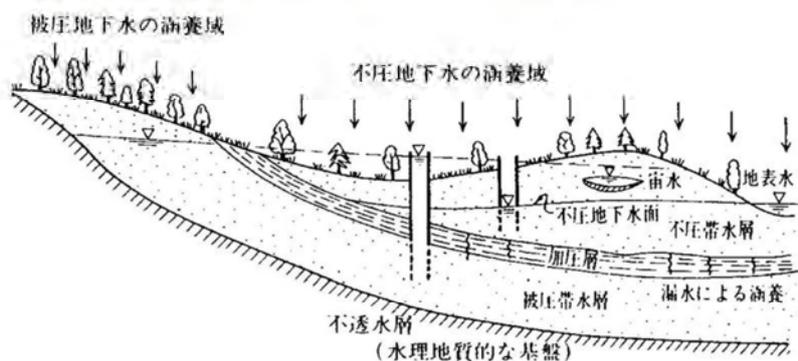
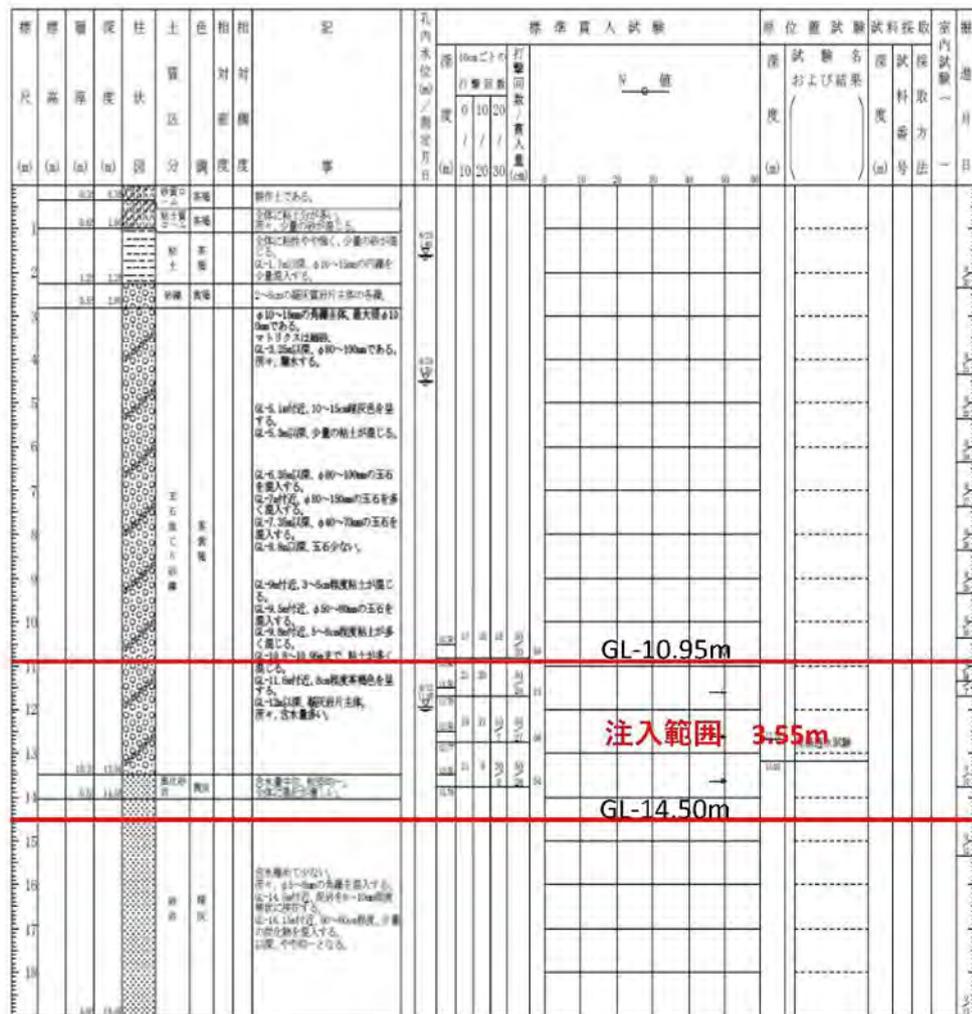


図 4.3.1 地下水賦存状況の模式図

【地盤工学会編:「根切り工事と地下水—調査・設計から施工まで」p24より】

- ④立坑施工時における玉石混じり土砂区間の地下水による坑壁の崩壊を防ぐため、GL-10.95～岩盤までの区間は、薬液注入による止水工が行われている。



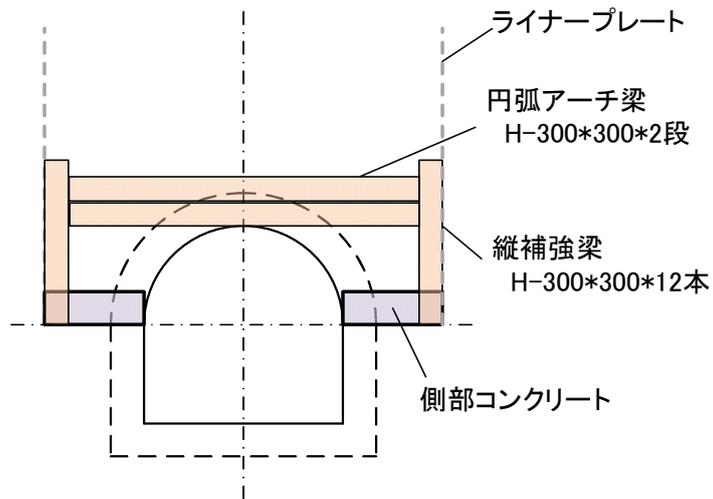
⑤トンネルは岩盤内に設けられているが、覆工背面から岩盤までの土被りはH=0.30mと薄い。

⑥立坑接続部の上下流4.0mは、接続部のトンネル保護として鋼製支保工による内面補強が行われている。(現在は撤去されている)

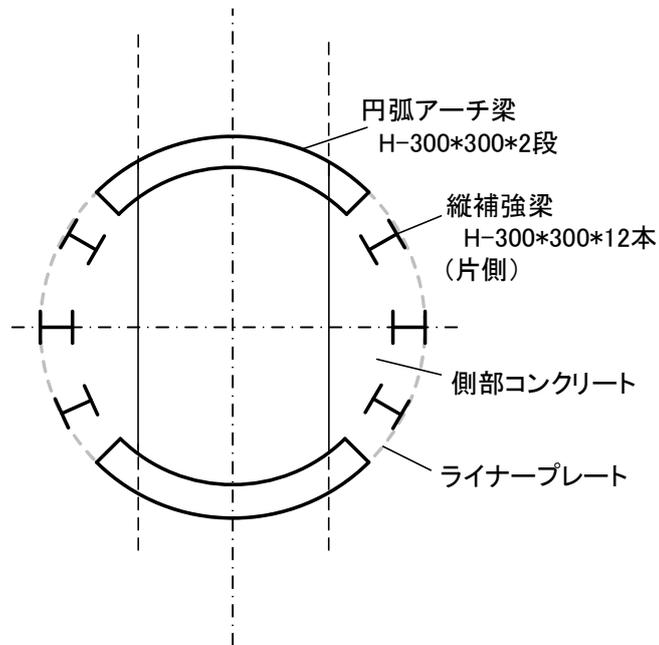
補強材 H-125×125 1.0m 間隔

補強範囲 上下流方向に各4.0m(1D程度)

⑦立坑接合部は、次図のように鋼材により立坑底部の補強が行われている。



立坑接続部断面図



立坑接続部平面図

(2) 昇降設備

末野立坑と同様に、立坑内に施工ヤードと導水路トンネルを結ぶ昇降設備が必要になる。

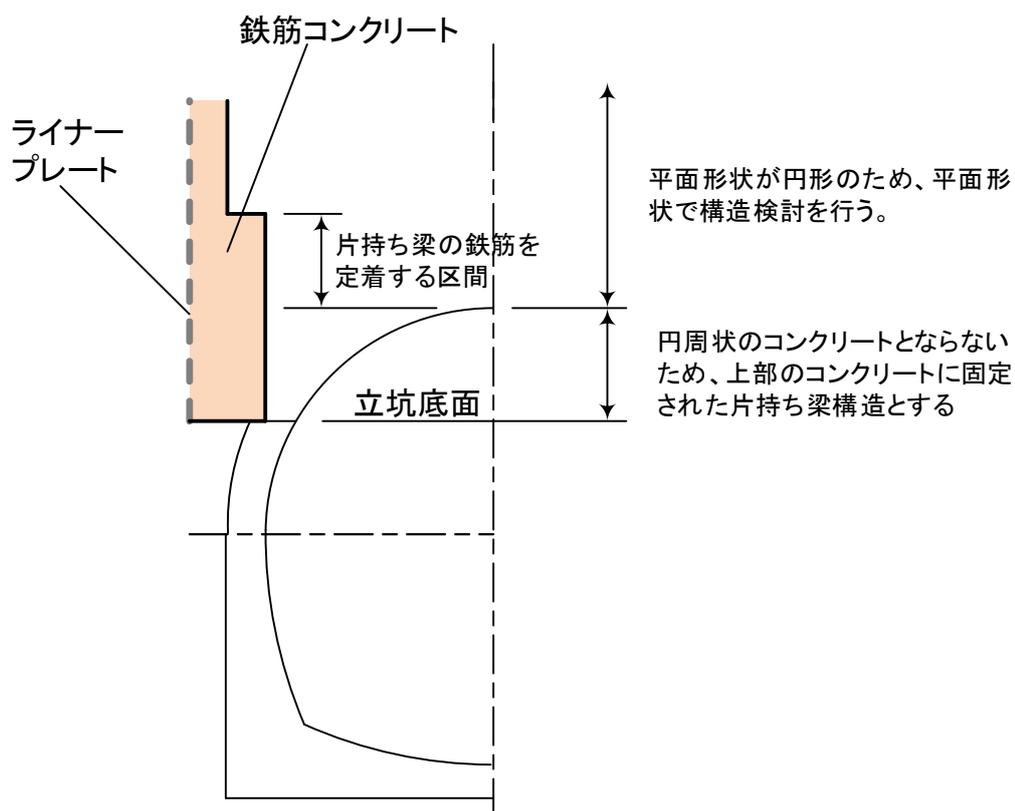
昇降設備及び立坑の上部構造は、末野立坑と同じ構造とする。

### (3) 立坑下部構造

トンネル上部までの立坑は、水平が円形の構造となっているが、トンネル区間はアーチ形状となっている。

現在の立坑の縦補強梁は、下部が立坑下部のトンネル側部コンクリートに固定された梁の構造となっており、円弧アーチ梁は、縦補強梁上部に作用する変位を受ける構造となっている。しかし、側部コンクリートは側圧を単体で受けることが出来ないため、立坑に作用する荷重により側部コンクリートからトンネルサイド部の覆工に荷重が作用し、トンネル覆工に変状が発生する可能性がある。

したがって、仮設立坑下部の補強材は撤去し、末野立坑と同様にトンネル区間の立坑はトンネル上部の立坑覆工コンクリートに固定された下方向の片持ち梁として構造を検討する。



(4) トンネル接続部の地山補強

立坑区間のトンネル周辺は凝灰岩であり、その上部は玉石混じり砂礫となっており、トンネル上部の凝灰岩の厚さは  $t=0.30\text{m}$  となる。

トンネル周辺にグランドアーチを形成する必要があるが、岩盤のかぶりが少ないため周辺地山を土砂とした場合、グランドアーチ形成には  $3De$ （掘削径の3倍）の土被りが必要になる。

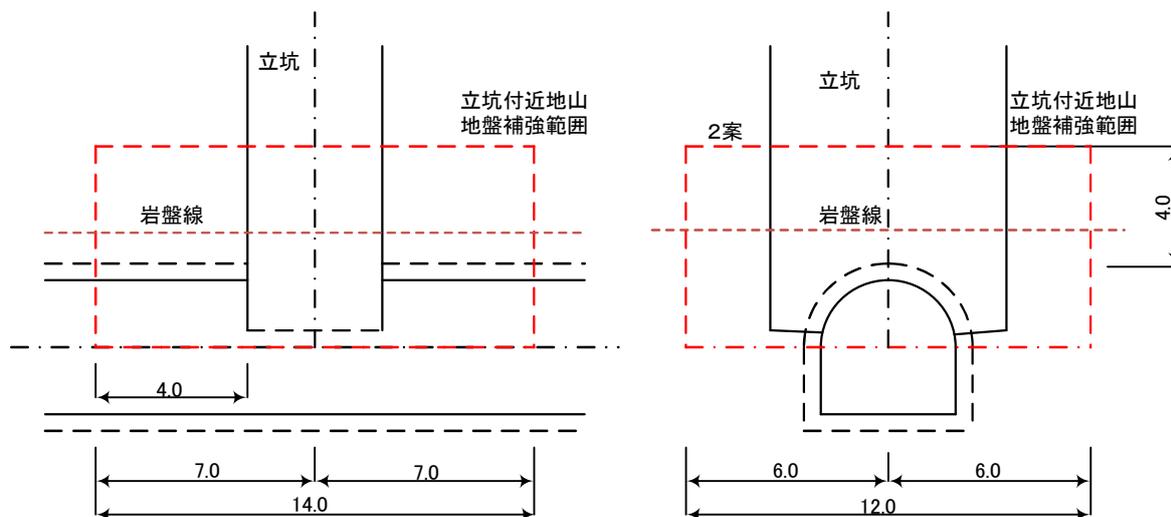
立坑部の土被りは  $H=14.75+0.40=14.35\text{m}$

	内空幅	覆工厚	支保工	余堀
掘削径	$De = 3.0 + (0.40 + 0.15 + 0.17) \times 2 = 4.44\text{m}$			

必要土被り  $3 \times De = 3 \times 4.44 = 13.32\text{m} < 14.35\text{m}$  OK

したがって、無筋コンクリート覆工で必要な土被りは確保されている。

しかし、トンネル掘削時にトンネル上部の地山の緩みが進行しており、立坑により地山の緩みがさらに進行している可能性があるため、立坑とトンネル接続部付近の地山の補強を行う。

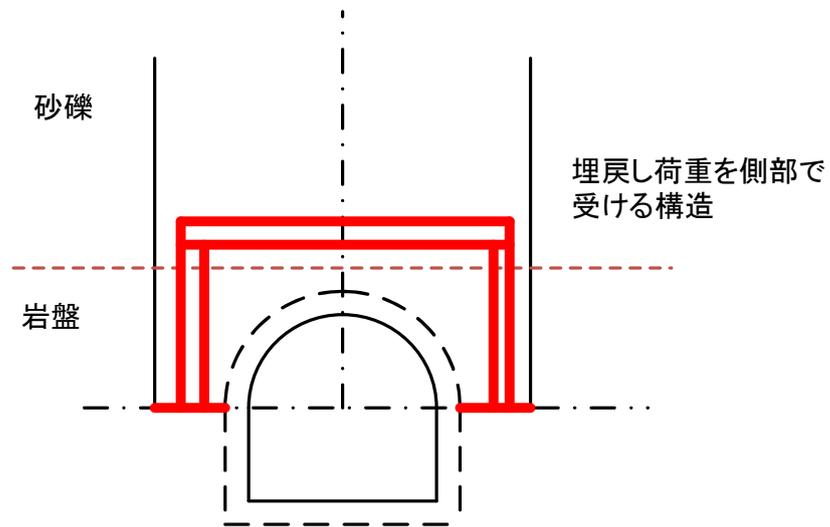


**立坑接続部の補強**

(a)

(b) トンネル構造

立坑埋戻し土の荷重が直接トンネル下半部に作用しないよう、立坑底部の側面で荷重を埋める必要がある。



#### 4-4. 構造計算

## 4-4. 構造計算

### 4-4-1. 計算条件

#### (1) 適用基準及び指針

設計に使用する各種基準類は、以下の通りである。

土地改良事業計画設計基準「水路工」	平成 13 年 2 月	農村振興局
ライナープレート設計・施工マニュアル	平成 23 年 4 月	日本鉄鋼連盟

#### (2) 使用するコンクリート及び鉄筋の規格

本設計に使用する材料は下記を標準とする。

コンクリート	$\sigma_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$
鉄筋	SD295A, B

#### (3) 物理定数（「水路工」 p346 準用）

##### (a) コンクリート

コンクリートのヤング係数は以下の値とする。

設計基準強度 (21 N/mm <sup>2</sup> )	$2.35 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
--------------------------------	-----------------------------------

##### (b) 鉄筋

鉄筋の物理定数は以下の値とする。

鉄筋のヤング係数	$2.00 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
----------	-----------------------------------

#### (4) 単位体積重量（「水路工」 p241 準用）

表－単位体積重量

材料名	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	材料名	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	備考
鉄筋コンクリート	24.5	土 (湿潤)	18	
無筋コンクリート	23.0	土 (水中)	10	
鉄筋	77	土 (飽和)	20	
水	9.8			

(5) 許容応力度（「水路工」p332～337 準用）

表一鉄筋コンクリートの許容応力度

コンクリート		
コンクリートの設計基準強度		21 N/mm <sup>2</sup>
圧縮応力度	曲げ圧縮応力度	8.0 N/mm <sup>2</sup>
	軸圧縮応力度	5.5 N/mm <sup>2</sup>
せん断応力度	コンクリートのみでせん断力を負担する場合	0.36 N/mm <sup>2</sup>
	斜引張鉄筋と共同してせん断力を負担する場合	1.6 N/mm <sup>2</sup>
付着応力度	異形棒鋼	1.5 N/mm <sup>2</sup>

鉄筋			
鉄筋の種類			SD295A, B
引張 応力 度	荷重の組み合わせに衝撃 荷重あるいは地震の影響 を含まない場合	一般の部材	176 N/mm <sup>2</sup>
		床版及び支間 10m 以下の床版橋	137 N/mm <sup>2</sup>
		水中あるいは地下水位以下に設ける部材	157 N/mm <sup>2</sup>
	荷重の組み合わせに衝撃荷重あるいは地震の影響を含む場合		176 N/mm <sup>2</sup>
	鉄筋の重ね継手長あるいは定着長を算出する場合		176 N/mm <sup>2</sup>
圧縮応力度			176 N/mm <sup>2</sup>

(6) 土圧

(a) 土砂区間において載荷する土圧は、静止土圧とする。土圧算定に用いる静止土圧係数は、 $K_0=0.5$  とし、静止土圧は次式により算出する。

$$P_{hd} = K_0 \cdot \gamma \cdot h$$

ここに、  $P_{hd}$  : 任意深さの水平土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)

$K_0$  : 静止土圧係数 (=0.5)

$\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$h$  : 任意の深さ (m)

(b) 「ライナープレー設計・施工マニュアル」より、深さ 15.0m までは三角形分布とし、それより深い箇所では 15.0m の深さにおける土圧強度と同じであるとする。

(7) 群集荷重（「水路工」p271 準用）

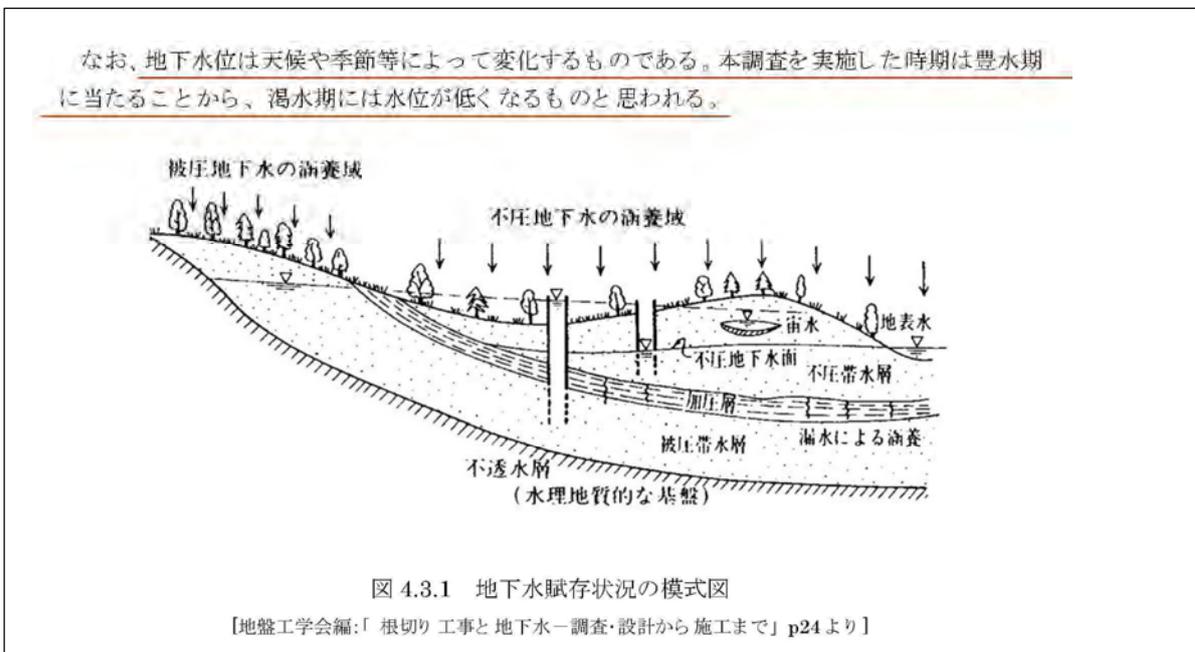
末野立坑は管理専用の立坑としての機能を持つが、大型自動車は入らず、調査員の立ち入りのみを考慮し、群集荷重として 3kN/m<sup>2</sup>を見込む。桜沢立坑では、トンネル内の維持管理時に施工重機の搬入があるため、群集荷重として 5kN/m<sup>2</sup>を見込む。

(8) 元たわみの考慮（「ライナープレート設計・施工マニュアル」p34 準用）

ライナープレートは組み立て誤差などによって、必ずしも真円とはならず、楕円形上になることが多い。このため、ライナープレートは半径方向の元たわみを考慮したリングとして検討を行う必要がある。本施工では、ライナープレートを立坑外側の型枠として使用するため、コンクリート部材もライナープレートのたわみの影響を受けると仮定し、ライナープレート円形立坑の設計検討に用いる元たわみの大きさはライナープレートの設計時のたわみと同じく、半径の1%とする。

(7) 地下水位及び水圧

(a) 地質調査報告書では、ボーリング孔の地下水位は、WL91.4m であり、調査時期により次のような記述がある。



したがって、本構造計算では、地下水位を WL91.4m とし、地下水位以下にある構造物は、静水圧を考慮する。

(b) 静水圧は次式により算出する。

$$P = 1/2 \cdot w_0 \cdot H^2$$

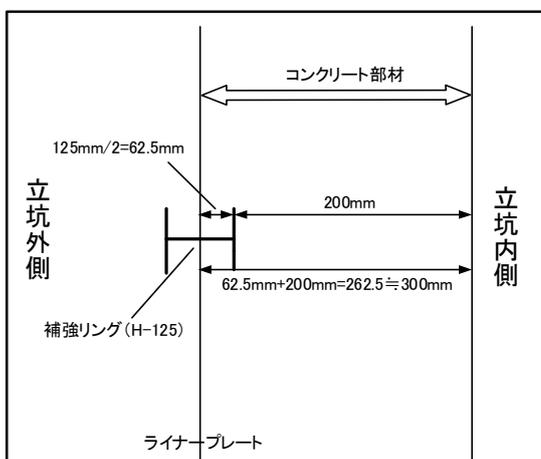
ここに、 $P$  : 静水圧 (kN)  
 $w_0$  : 水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
 $H$  : 水深 (m)

(9) 最小部材厚（「水路工」 p365 準用）

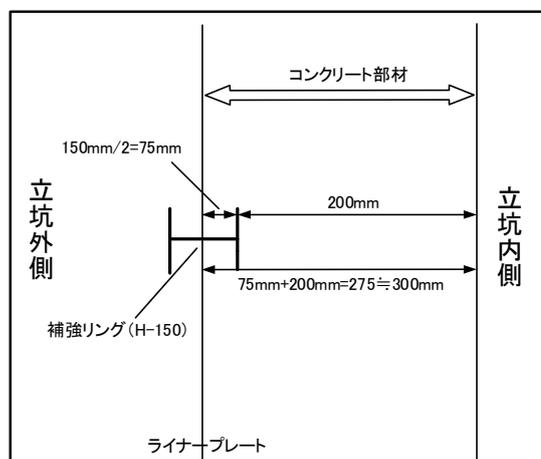
コンクリート構造物の最小部材厚さは、コンクリート品質の一定の基準を確保した上で、構造物の種類、荷重条件、施工方法、鉄筋のかぶりを含む配筋方法、水密性、流速の条件、環境・気象条件等によって規定される。水路構造物における最小部材厚さは複鉄筋の場合、20cm である。また、ライナープレートの補強リングとしてH鋼を採用しており、末野立坑では H-125、桜沢立坑では H-150 を使用している。したがって補強リング位置での最小部材厚を確保して、それぞれの立坑の最小部材厚さは以下の通りとなる。

$$\text{末野立坑} \cdots 125\text{mm}/2 + 200\text{mm} = 262.5 \approx 300\text{mm}$$

$$\text{桜沢立坑} \cdots 150\text{mm}/2 + 200\text{mm} = 275 \approx 300\text{mm}$$



【末野立坑縦断図】



【桜沢立坑縦断図】

(10) 鉄筋の継手及び定着（「水路工」 p359 準用）

(a) 鉄筋の基本定着長

鉄筋の基本定着長は次式より求める。

$$l_a = \frac{\sigma_{sa}}{4 \tau_{0a}} \phi = \frac{176}{4 \times 1.50} \times \phi = 29.33 \phi \Rightarrow 30 \phi$$

ここに、 $l_a$  : 基本定着長（10mm 単位に切上げ）（mm）

$\sigma_{sa}$  : 基本定着長算出時の鉄筋の許容引張応力度（200N/mm<sup>2</sup>）

$\tau_{0a}$  : コンクリートの許容付着応力度（1.60N/mm<sup>2</sup>）

$\phi$  : 鉄筋の直径（mm）

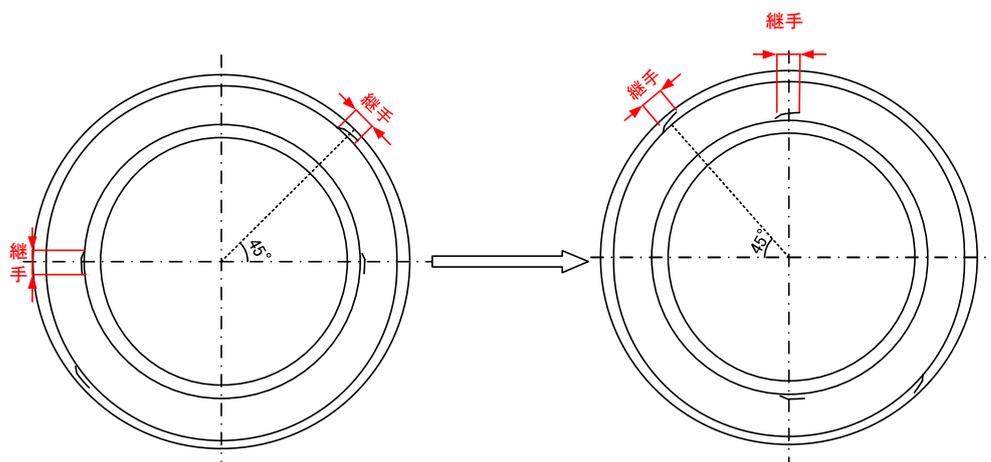
ただし、やむを得ずコンクリートの引張部に引張筋を定着する場合には、鉄筋が計

算上不要となる位置から、部材の有効高さ(d)+定着長( $l_a$ )以上延ばすこととする。

(b) 鉄筋の重ね継手長

重ね継手の重ね合わせ長さは基本定着長以上とする。

ただし、鉄筋の継手位置は相互にずらして、同一断面に集めてはならない。本工事においては、断面ごとに  $90^\circ$  交互にする。



以下に本工事で使用する各鉄筋の基本定着長を示す。

D13 :  $30 \times 13 = 390\text{mm}$

D19 :  $30 \times 19 = 570\text{mm}$

D25 :  $30 \times 25 = 750\text{mm}$

(10) 鉄筋のかぶり（「水路工」 p358 準用）

鉄筋のかぶりは以下の表に示すとおりとする。また、鉄筋の配置は、主鉄筋を内側とし、配力筋を外側に配置する。

表一鉄筋コンクリートの最小純かぶり（単位：mm）

環境条件 \ 部材	スラブ	梁	柱
一般の環境	25	30	35
腐食性環境	40	50	60
特に厳しい腐食性環境	50	60	70

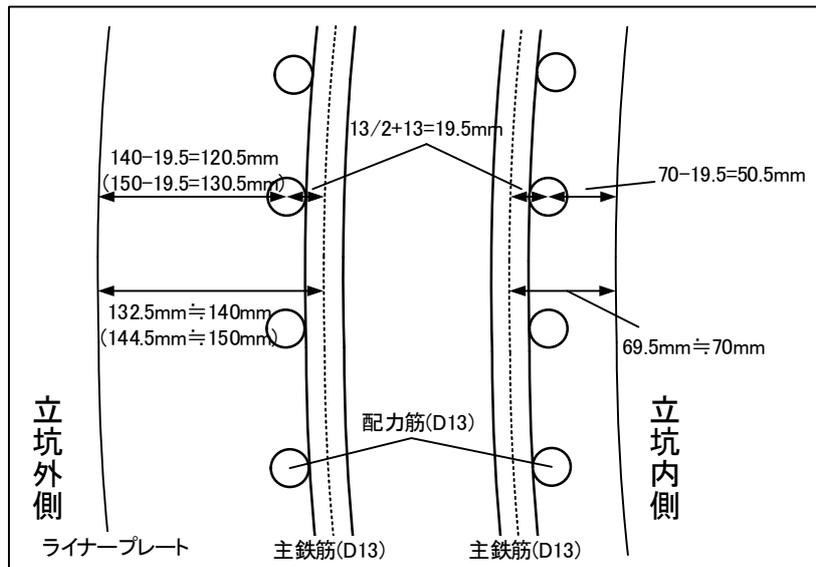
以上より、鉄筋の芯かぶりは以下のとおりとする。

末野立坑（内側）： $50\text{mm}+13\text{mm}/2+13\text{mm}=69.5\text{mm}\rightarrow 70\text{mm}$

末野立坑（外側）： $50\text{mm}+13\text{mm}/2+13\text{mm}+125/2=132.5\text{mm}\rightarrow 140\text{mm}$

桜沢立坑（内側）： $50\text{mm}+13\text{mm}/2+13\text{mm}=69.5\text{mm}\rightarrow 70\text{mm}$

桜沢立坑（外側）： $50\text{mm}+13\text{mm}/2+13\text{mm}+150/2=144.5\text{mm}\rightarrow 150\text{mm}$



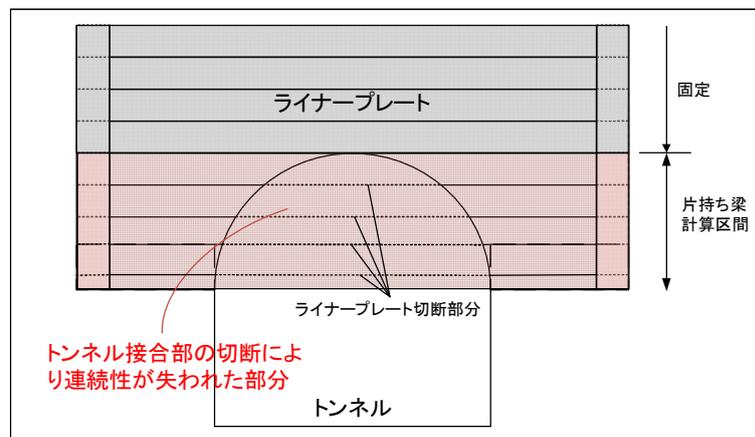
※ ( ) 内は桜沢立坑のかぶりの値を示す

【鉄筋のかぶり図（立坑横断図）】

#### 4-4-2. 検討断面

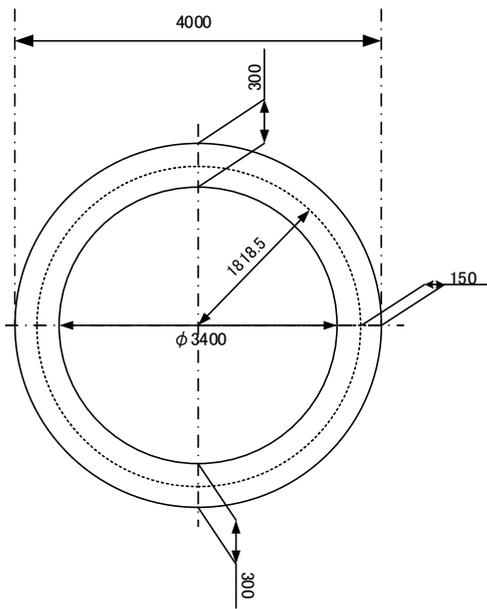
検討断面は、地上から 5m 毎に設けることとし、区間内の作用力が最大となる断面を採用する。また、岩盤線以下は土圧が作用しないものとするが、桜沢立坑については岩盤線がトンネル上部より 0.7m 上とほぼトンネル上部と同じのため、トンネル上部まで土圧が作用しているとする。

ただし、末野立坑、桜沢立坑ともに、トンネル部はライナープレートを切断しライナープレートの円周方向の一連性が失われるため、トンネル上部以下はその上部のコンクリートに固定された片持ち梁として計算を行う。また、トンネル上部はどちらも岩盤線以下であるため、片持ち梁に土圧は作用していないと判断し、作用荷重は地下水による水圧のみとする。

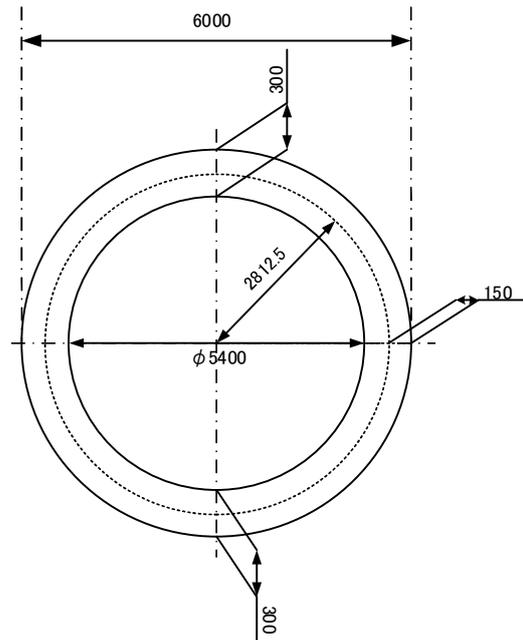


【ライナープレート切断による連続性の喪失】

以上のことを踏まえ、決定した検討断面を以下に示す。



【末野立坑断面図】



【桜沢立坑断面図】

※1%のたわみを考慮

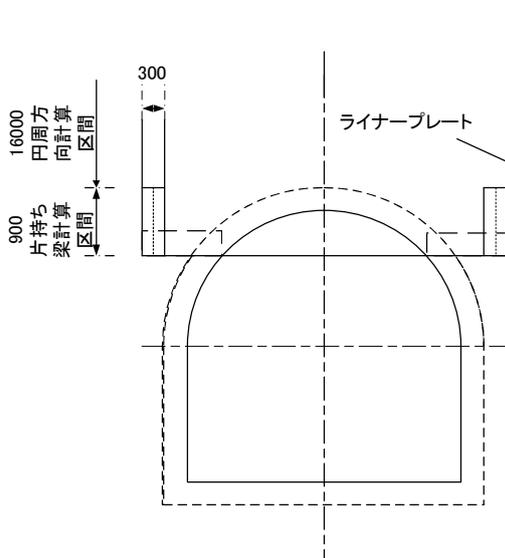
長軸・・・4040mm

短軸・・・3960mm

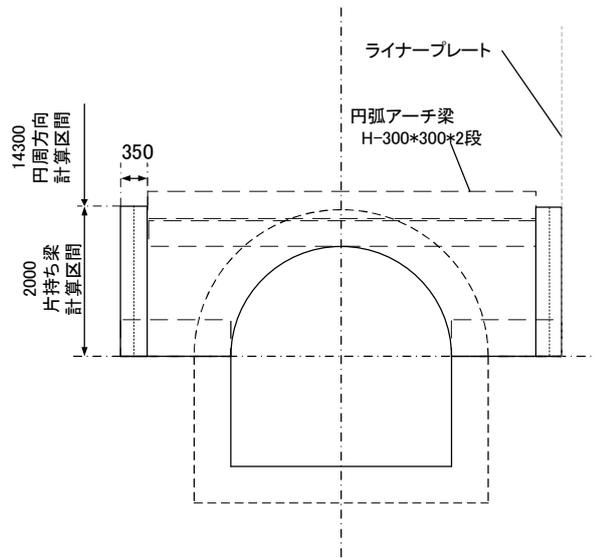
※1%のたわみを考慮

長軸・・・6060mm

短軸・・・5940mm



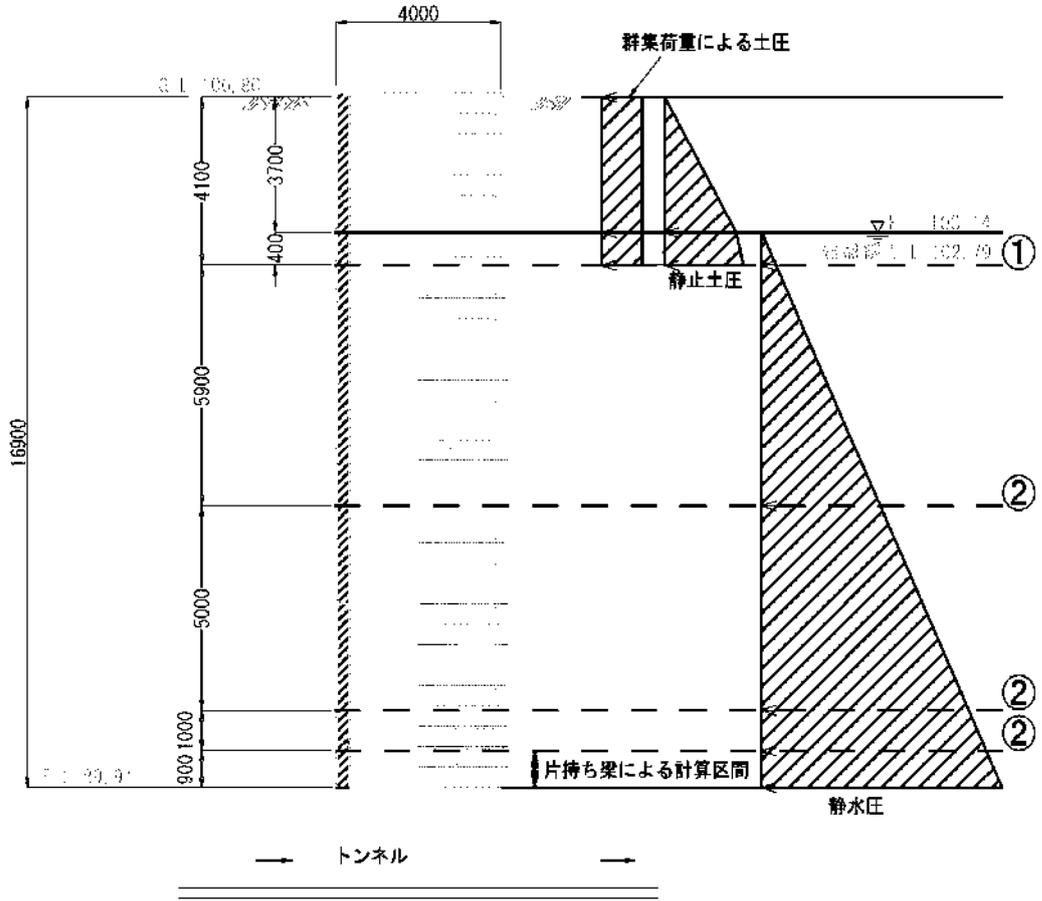
【末野立坑片持ち梁検討断面】



【桜沢立坑片持ち梁検討断面】

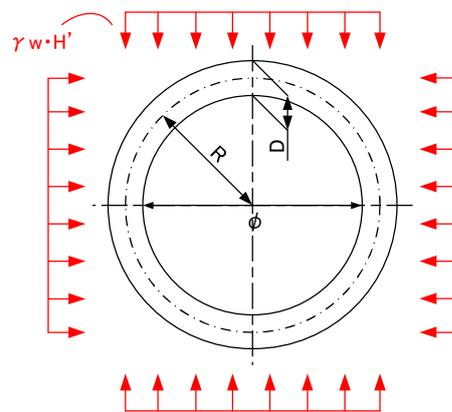
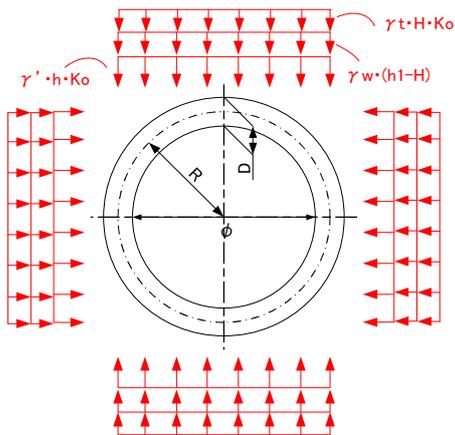
4-4-3. 荷重図

(1) 末野立坑

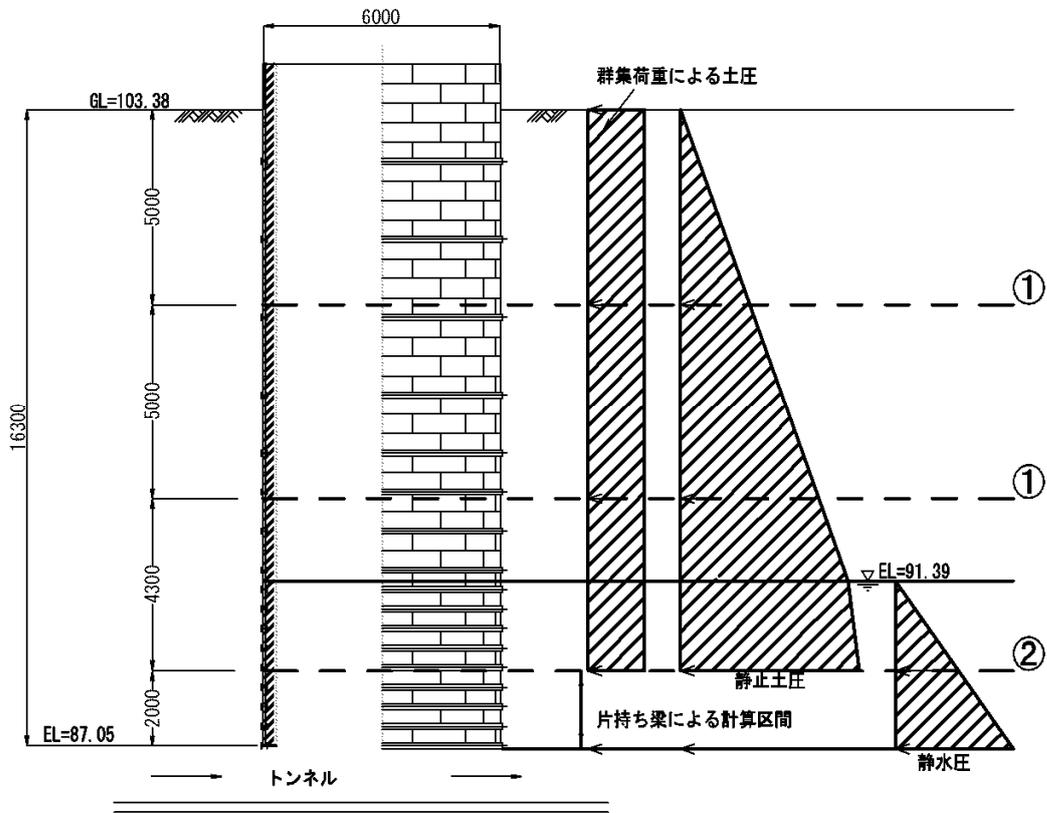


①地盤からの深さ 0~4.1m

②地盤からの深さ 4.1~16.0m

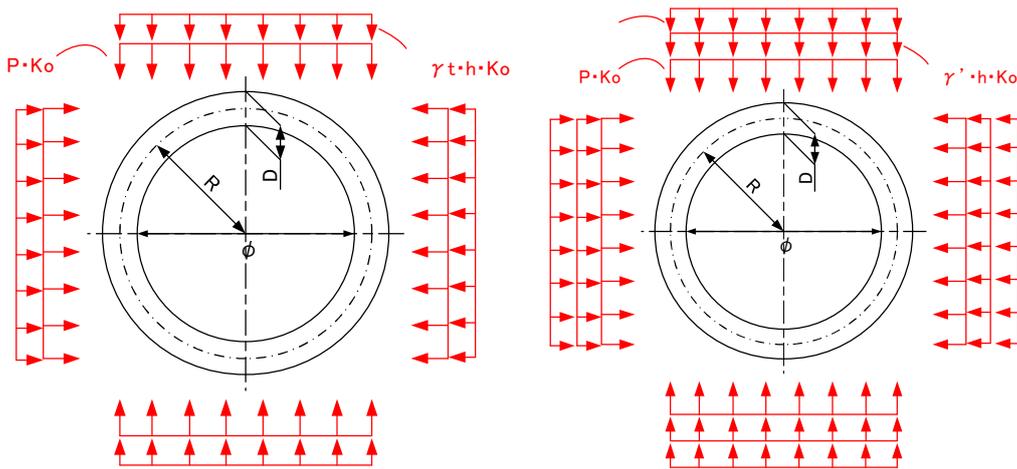


(2) 桜沢立坑



① 地盤からの深さ 0~10.0m

② 地盤からの深さ 10.0~14.3m



#### 4-4-4. 構造計算結果

検討の結果より、各区間の部材厚  $D$  は、以下の通りとする。

末野立坑（地上からトンネル上部） . . .  $B=0.30\text{m}$

末野立坑（トンネル上部から立坑下端部） . . .  $B=0.50\text{m}$

桜沢立坑（地上からトンネル上部） . . .  $B=0.30\text{m}$

桜沢立坑（トンネル上部から立坑下端部） . . .  $B=0.40\text{m}$

また、各区間の応力照査結果および配筋計画図は、以下の通りである。

(1) 末野立坑（地上からトンネル上部）

	h=4.1		h=10		h=15		h=16	
	外側引張 圧縮軸力	内側引張 圧縮軸力	外側引張 圧縮軸力	内側引張 圧縮軸力	外側引張 圧縮軸力	内側引張 圧縮軸力	外側引張 圧縮軸力	内側引張 圧縮軸力
曲げモーメント M(kN・m)	1,550	1,480	2,350	2,240	4,020	4,020	4,585	4,377
軸力 N(kN)	77.05	75.51	116.83	114.49	209.55	205.35	228.09	223.52
せん断力 S(kN)	5.04	5.04	7.64	7.64	13.70	13.70	14.91	14.91
部材幅 b(mm)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
部材厚 h(mm)	300	300	300	300	300	300	300	300
有効部材厚 d(mm)	160	230	160	230	160	230	160	230
鉄筋かぶり(圧縮側) d <sub>1</sub> (mm)	70	140	70	140	70	140	70	140
η (引張側)	140	140	140	140	140	140	140	140
必要有効部材厚 d <sub>e</sub> (mm)	40	71	49	88	65	117	68	123
判定	圧縮力 k=31-A							
引張鉄筋	不要							
圧縮鉄筋	不要							
最大圧縮応力度 σ <sub>c2</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	0.36	0.35	0.55	0.53	0.98	0.95	1.07	1.04
最小圧縮応力度 σ <sub>c1</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	0.15	0.15	0.23	0.23	0.42	0.42	0.45	0.45
引張鉄筋量 As <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	-
圧縮鉄筋量 As <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> ) (圧縮鉄筋の小さい方の断面側)	-	-	-	-	-	-	-	-
最小鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	500	500	500	500	500	500	500	500
必要鉄筋量(引張) As <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	-
必要周長 U(mm)	25	17	37	26	67	46	73	50

配筋計画

主鉄筋 1	使用径 D <sub>1</sub> (mm)	13	13	13	13	13	13	13
	ピンチ c, to, c (mm)	250	250	250	250	250	250	250
	鉄筋量 As <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )	507	507	507	507	507	507	507
	周長 U <sub>1</sub> (mm)	160	160	160	160	160	160	160
主鉄筋 2	使用径 D <sub>2</sub> (mm)	-	-	-	-	-	-	-
	ピンチ c, to, c (mm)	-	-	-	-	-	-	-
	鉄筋量 As <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	-	-
鉄筋量	As <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )	507	507	507	507	507	507	507
	周長 U (mm)	160	160	160	160	160	160	160

応力度の検算

中立軸から圧縮縁までの距離 x (mm)	387.6	387.6	387.6	387.6	387.6	387.6	387.6	386.5
$j = 1 - x / (g d)$	0.193	0.440	0.193	0.440	0.193	0.440	0.193	0.440
引張応力度 σ <sub>s</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	-3.4	-2.3	-5.2	-3.5	-9.3	-6.4	-10.1	-6.9
判定 (σ <sub>s</sub> ≤ 157 N/mm <sup>2</sup> )	0. K.							
圧縮応力度 σ <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	0.39	0.38	0.59	0.58	1.06	1.05	1.15	1.14
判定 (σ <sub>c</sub> ≤ 58.0 N/mm <sup>2</sup> )	0. K.							

(2) 末野立坑（トンネル上部から立坑下端部）

		h=16~16.9
		外側引張 圧縮軸力
曲げモーメント	M (kN・m)	51.200
軸力	N (kN)	11.03
せん断力	S (kN)	112.46
部材幅	b (mm)	1,000
部材厚	h (mm)	500
有効部材厚	d (mm)	373
鉄筋かぶり (圧縮側)	d <sub>1</sub> (mm)	57
” (引張側)	d <sub>2</sub> (mm)	127
必要有効部材厚	d <sub>0</sub> (mm)	188
判定	軸方向力	圧縮力
		ケース-A
	引張鉄筋	要
	圧縮鉄筋	不要
最大圧縮応力度	$\sigma_{c1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	-
最小圧縮応力度	$\sigma_{c2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	-
引張鉄筋量	A <sub>S</sub> (mm <sup>2</sup> )	978
圧縮鉄筋量	A <sub>S'</sub> (mm <sup>2</sup> ) (圧縮鉄筋不要の場合、引張鉄筋の小さい方の断面積)	-
最小鉄筋量	(mm <sup>2</sup> )	500
必要鉄筋量 (引張)	A <sub>S</sub> (mm <sup>2</sup> )	978
必要周長	U (mm)	235

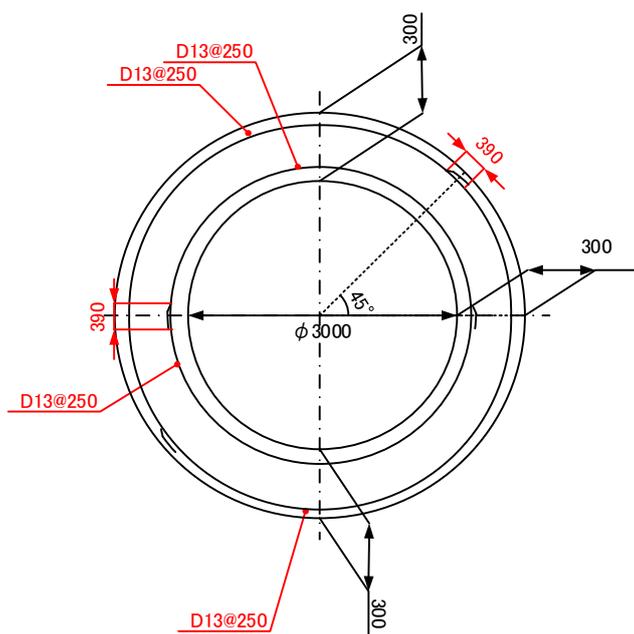
配筋計画

主鉄筋 1	使用径	D <sub>1</sub> (mm)	19
	ピッチ	c. to. c (mm)	250
	鉄筋量	A <sub>S1</sub> (mm <sup>2</sup> )	1,146
	周長	U <sub>1</sub> (mm)	240
主鉄筋 2	使用径	D <sub>2</sub> (mm)	-
	ピッチ	c. to. c (mm)	-
	鉄筋量	A <sub>S2</sub> (mm <sup>2</sup> )	-
	周長	U <sub>2</sub> (mm)	-
鉄筋量	A <sub>S</sub> (mm <sup>2</sup> )		1,146
周長	U (mm)		240

応力度の検算

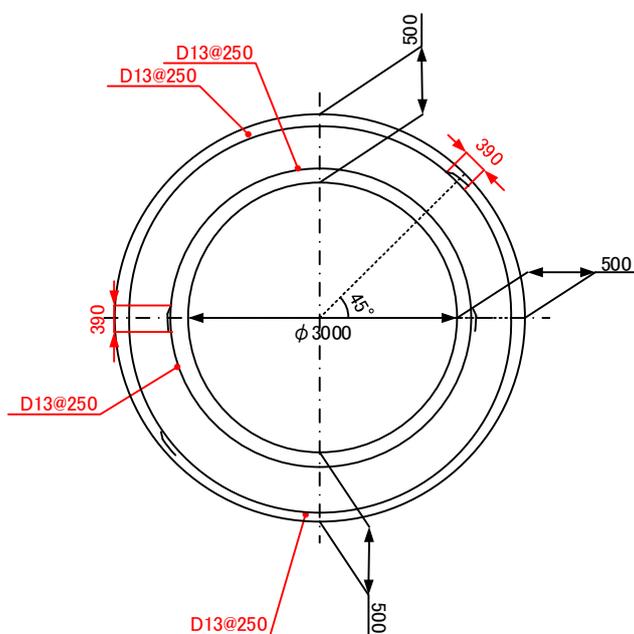
中立軸から圧縮縁までの距離 x (mm)		100.4	
$j=1-x/(3d)$		0.910	
鉄筋	引張応力度	$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	127.5
		判定 ( $\sigma_{sa}=157$ N/mm <sup>2</sup> )	O. K.
コンクリート	圧縮応力度	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	3.13
		判定 ( $\sigma_{ca}=8.0$ N/mm <sup>2</sup> )	O. K.
	せん断応力度		0.331
		判定 ( $\tau_a=0.36$ N/mm <sup>2</sup> )	O. K.
付着応力度		1.380	
	判定 ( $\tau_{oa}=1.50$ N/mm <sup>2</sup> )	O. K.	

(3) 末野立坑配筋計画（地上からトンネル上部）

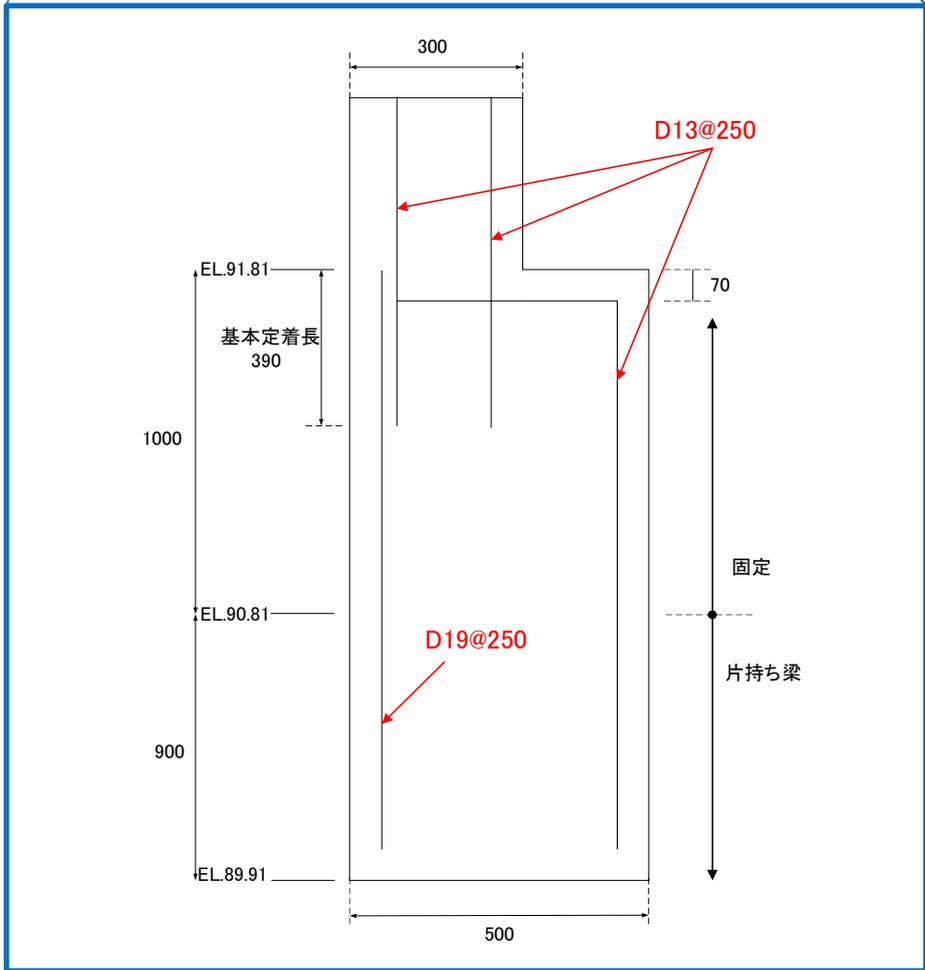
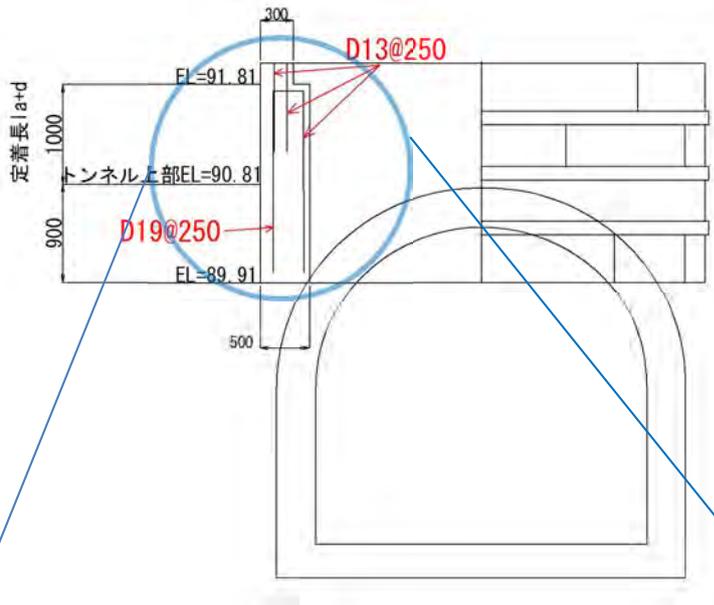


かぶり(鉄筋中心)は、内側70mm、外側140mm。  
 配筋計画および構造寸法は左右対称。  
 配力筋は主鉄筋の外側に配置し、配力筋はD13@250を使用。

(4) 末野立坑配筋計画（トンネル上部から立坑下端部）



かぶり(鉄筋中心)は、内側70mm、外側140mm。  
 配筋計画および構造寸法は左右対称。



(5) 桜沢立坑（地上からトンネル上部）

	h=5		h=10		h=14.3		h=14.3	
	外側引張 圧縮軸力	内側引張 圧縮軸力	外側引張 圧縮軸力	内側引張 圧縮軸力	外側引張 圧縮軸力	内側引張 圧縮軸力	外側引張 圧縮軸力	内側引張 圧縮軸力
曲げモーメント	M(kN・m)							
軸力	N(kN)							
せん断力	S(kN)							
部材幅	b(mm)							
部材厚	h(mm)							
有効部材厚	d(mm)							
鉄筋かぶり(圧縮側)	d <sub>1</sub> (mm)							
h (引張側)	d <sub>2</sub> (mm)							
必要有効部材厚	d <sub>e</sub> (mm)							
判定	軸方向力 圧縮力		圧縮力		圧縮力		圧縮力	
	k-e-31-A		k-e-31-A		k-e-31-A		k-e-31-A	
引張鉄筋	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要
圧縮鉄筋	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要
最大圧縮応力度 $\sigma_{c1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.58		1.13		1.11		1.77	
最小圧縮応力度 $\sigma_{c2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.19		0.37		0.37		0.58	
引張鉄筋量 $A_s$ (mm <sup>2</sup> )	-		-		-		-	
圧縮鉄筋量 $A_s'$ (mm <sup>2</sup> ) (圧縮鉄筋不要の場合、引張鉄筋の小さい方の断面積)	500		500		500		500	
必要鉄筋量(引張)	-		-		-		-	
必要鉄筋量(引張)	-		-		-		-	
必要周長	36		71		50		107	

配筋計画

主鉄筋 1	使用径	D <sub>1</sub> (mm)	13	13	13	13
	ピンチ	c, to, c(mm)	250	250	250	250
	鉄筋量	A <sub>s1</sub> (mm <sup>2</sup> )	507	507	507	507
	周長	U <sub>1</sub> (mm)	160	160	160	160
主鉄筋 2	使用径	D <sub>2</sub> (mm)	-	-	-	-
	ピンチ	c, to, c(mm)	-	-	-	-
	鉄筋量	A <sub>s2</sub> (mm <sup>2</sup> )	-	-	-	-
	周長	U <sub>2</sub> (mm)	-	-	-	-
鉄筋量	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	507	507	507	507	
周長	U(mm)	160	160	160	160	

応力度の検算

中立軸から圧縮縁までの距離 x(mm)	433.3	432.8	433.3	432.7	433.3	432.7
$j = 1 - x / (g d)$	0.278	0.485	0.278	0.485	0.278	0.485
引張応力度 $\sigma_{ss}$ (N/mm <sup>2</sup> )	-4.9	-3.2	-9.6	-6.2	-15.1	-9.7
判定 ( $\sigma_{ss} = 157$ N/mm <sup>2</sup> )	0.K.	0.K.	0.K.	0.K.	0.K.	0.K.
圧縮応力度 $\sigma_{cs}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.61	0.61	1.19	1.18	1.87	1.84
判定 ( $\sigma_{cs} = 58.0$ N/mm <sup>2</sup> )	0.K.	0.K.	0.K.	0.K.	0.K.	0.K.

(6) 桜沢立坑（トンネル上部から立坑下端部）

		h=16.3
		外側引張 圧縮軸力
曲げモーメント	M (kN・m)	71.213
軸力	N (kN)	19.60
せん断力	S (kN)	64.68
部材幅	b (mm)	1,000
部材厚	h (mm)	400
有効部材厚	d (mm)	263
鉄筋かぶり (圧縮側)	d <sub>1</sub> (mm)	57
” (引張側)	d <sub>2</sub> (mm)	137
必要有効部材厚	d <sub>0</sub> (mm)	221
判定	軸方向力	圧縮力
		ケース-A
	引張鉄筋	要
	圧縮鉄筋	不要
最大圧縮応力度	$\sigma_{c1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	-
最小圧縮応力度	$\sigma_{c2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	-
引張鉄筋量	A <sub>S</sub> (mm <sup>2</sup> )	1,925
圧縮鉄筋量	A <sub>S'</sub> (mm <sup>2</sup> ) (圧縮鉄筋不要の場合、引張鉄筋の小さい方の断面積)	-
最小鉄筋量	(mm <sup>2</sup> )	500
必要鉄筋量 (引張)	A <sub>S</sub> (mm <sup>2</sup> )	1,925
必要周長	U (mm)	192

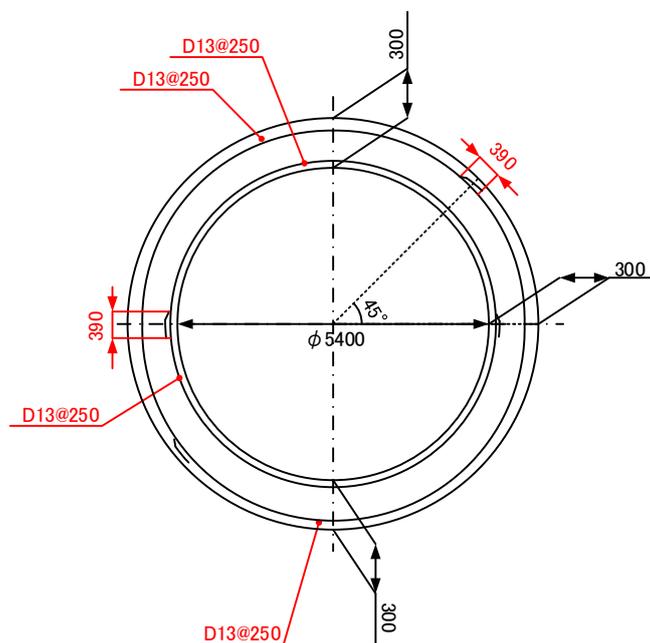
配筋計画

主鉄筋 1	使用径	D <sub>1</sub> (mm)	25
	ピッチ	c. to. c (mm)	250
	鉄筋量	A <sub>S1</sub> (mm <sup>2</sup> )	2,027
	周長	U <sub>1</sub> (mm)	320
主鉄筋 2	使用径	D <sub>2</sub> (mm)	-
	ピッチ	c. to. c (mm)	-
	鉄筋量	A <sub>S2</sub> (mm <sup>2</sup> )	-
	周長	U <sub>2</sub> (mm)	-
鉄筋量	A <sub>S</sub> (mm <sup>2</sup> )		2,027
周長	U (mm)		320

応力度の検算

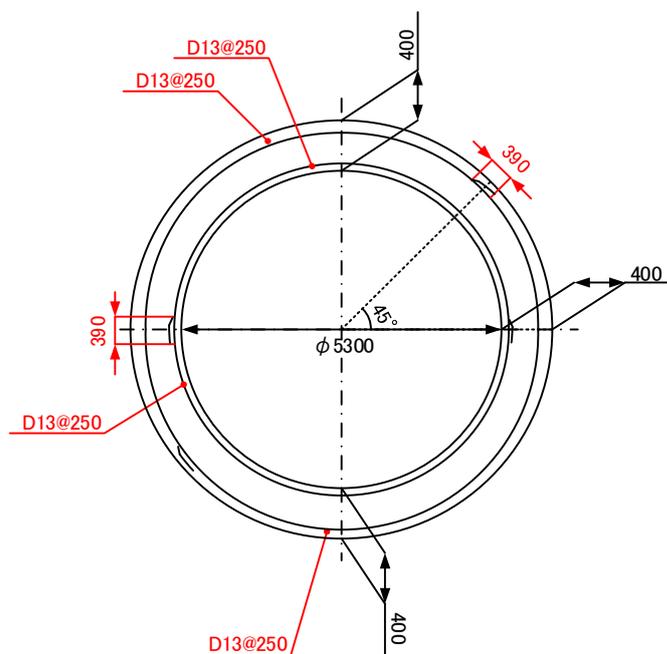
中立軸から圧縮縁までの距離 x (mm)			102.1
$j=1-x/(3d)$			0.871
鉄筋	引張応力度	$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	147.7
		判定 ( $\sigma_{sa}=157$ N/mm <sup>2</sup> )	0. K.
コンクリート	圧縮応力度	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	6.25
		判定 ( $\sigma_{ca}=8.0$ N/mm <sup>2</sup> )	0. K.
	せん断応力度		0.282
		判定 ( $\tau_a=0.36$ N/mm <sup>2</sup> )	0. K.
付着応力度		0.882	
	判定 ( $\tau_{oa}=1.50$ N/mm <sup>2</sup> )	0. K.	

(7) 桜沢立坑配筋計画（地上からトンネル上部）

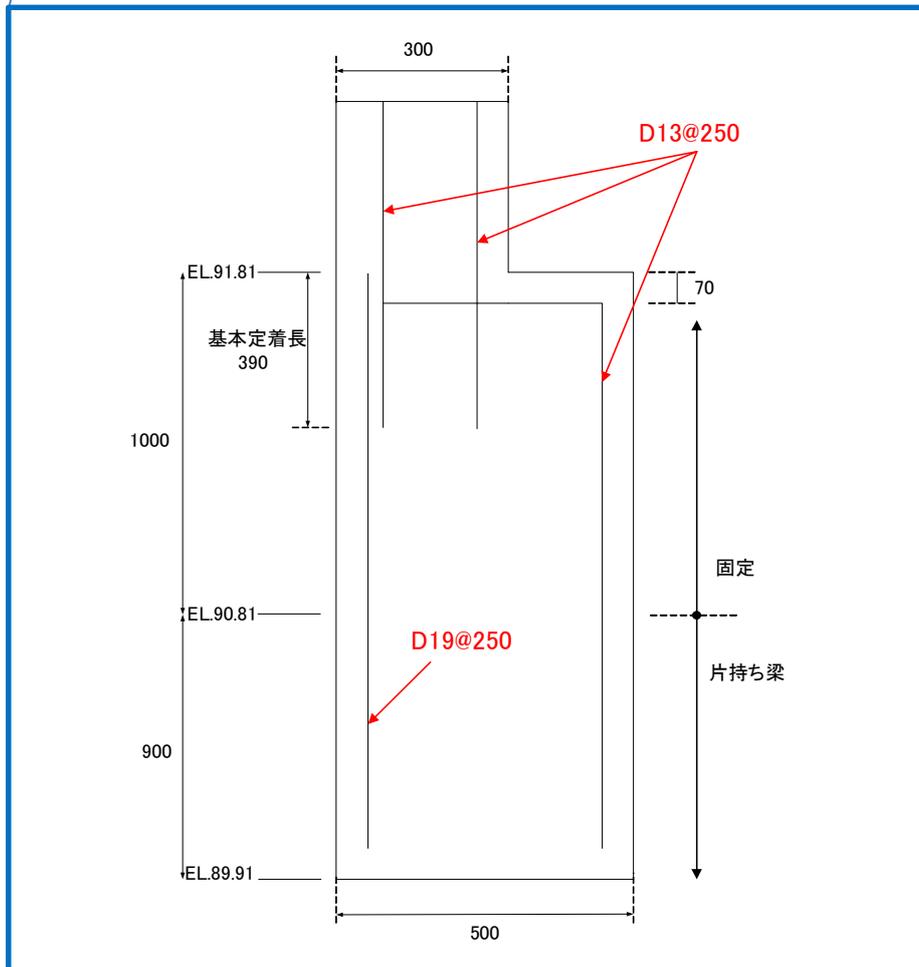
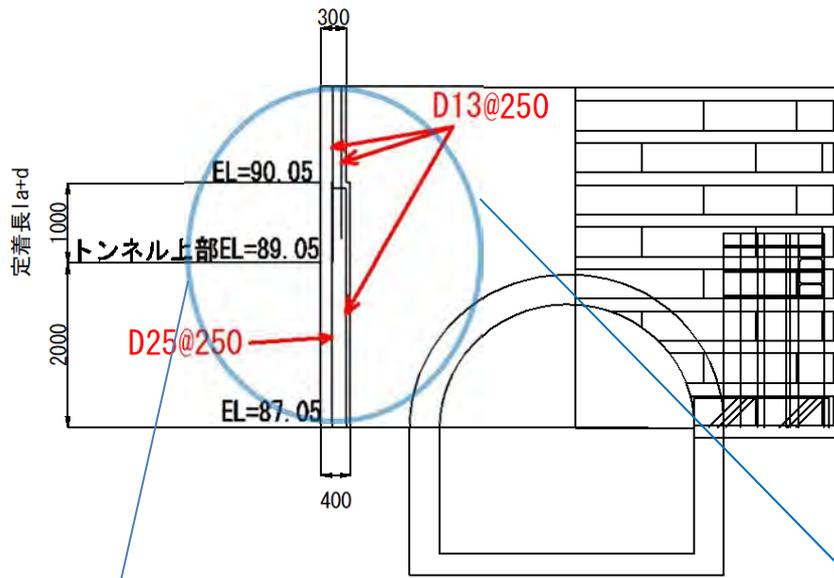


かぶり（鉄筋中心）は、内側70mm、外側150mm。  
 配筋計画および構造寸法は左右対称。  
 配力筋は主鉄筋の外側に配置し、配力筋はD13@250を使用。

(8) 桜沢立坑配筋計画（トンネル上部から立坑下端部）



かぶり（鉄筋中心）は、内側70mm、外側150mm。  
 配筋計画および構造寸法は左右対称。





## 5.5 施工上の留意点の整理

項目	施工上の留意点
施工	<p>コンクリートポンプ車のブームホースで最深部約 15mの打設することについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリートポンプ車の配管（ホース）で打設面高さを均等に揃えながら施工することが肝要であり、(吐出面と打設面高さを 1.5m以内にすれば)材料分離に対して、最深 15m程度でもポンプ車打設で問題ないとする。</li> </ul>
施工	<p>ライナープレート背面の地山補強について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地山補強の観点から考えるとセメントミルクを注入することが妥当であると思われる。その際、ボーリングデータ等から水圧の状況を十分に検討し、注入圧の管理を入念に行うよう計画すること。</li> <li>・材料についてはセメント系材料の浸透性の信頼度を考慮に入れると微粒子系の材料（恒久グラウト）を使用することがより良いと思われる。</li> <li>・トンネルに影響を与えない低吐出においても注入圧管理が容易に行える材料を選定することが望ましい。</li> <li>・積算段階で注入の専門業者に見積依頼する際は、材料、施工方法（圧力管理方法含む）等の検討も併せて依頼してみてはどうか。</li> </ul>