

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、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部材厚 $t=0.25\text{m}$ 程度の円形断面鉄筋コンクリート構造とする。

(4) トンネル管理用立坑

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。

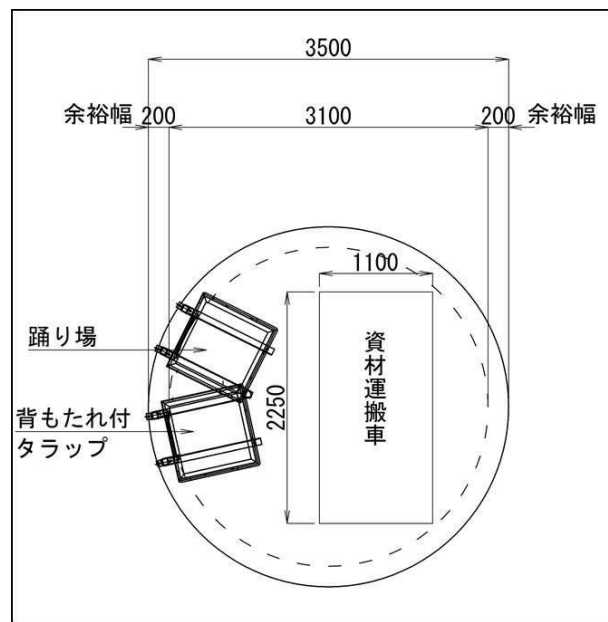
①作業員の昇降スペース

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程度の間隔で踏み場を設ける。 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、立坑側面に支持を確保する構造となり、タラップの安定性は低くなる。	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、施工機材をタラップの背もたれを撤去して搬入する。
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踏み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るが、らせん階段を側壁で受けることになり、安定性が階段構造より低い荷重が。 ○	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もより間隔が空く。 今回の補修・補強後は機材の搬入は行われない可能性がある。 △

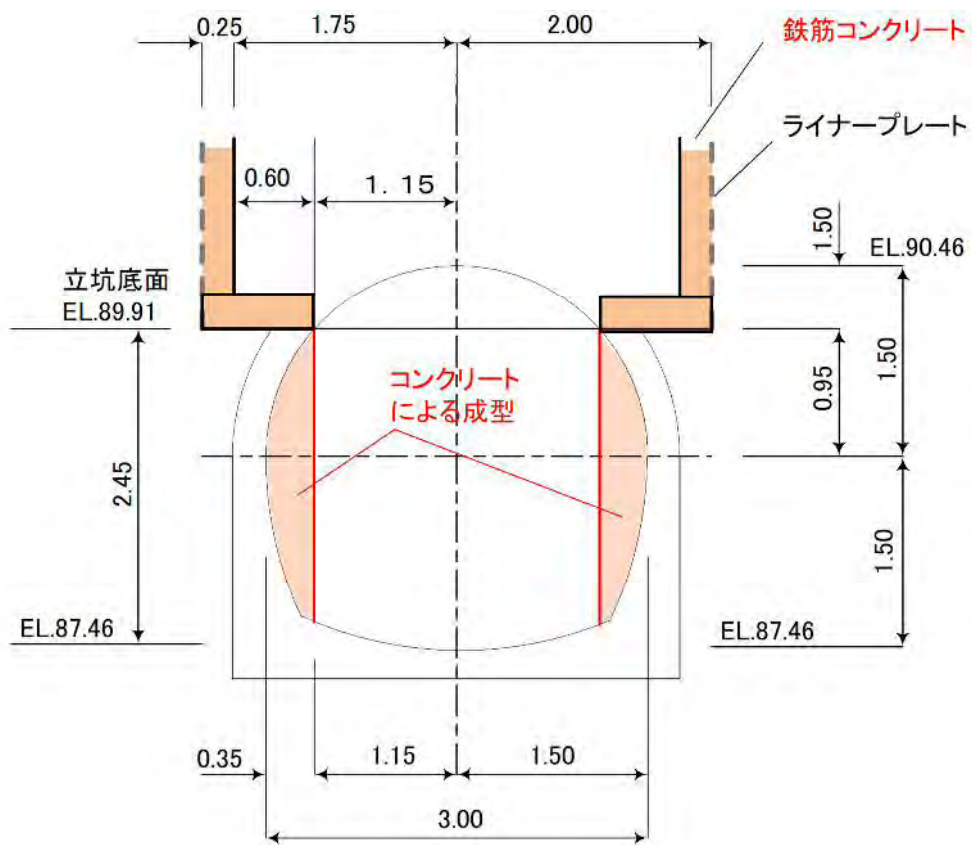
(c)既設トンネルとの接続

既設トンネル区間は、昇降設備が通水の支障になるため、タラップ構造とする。

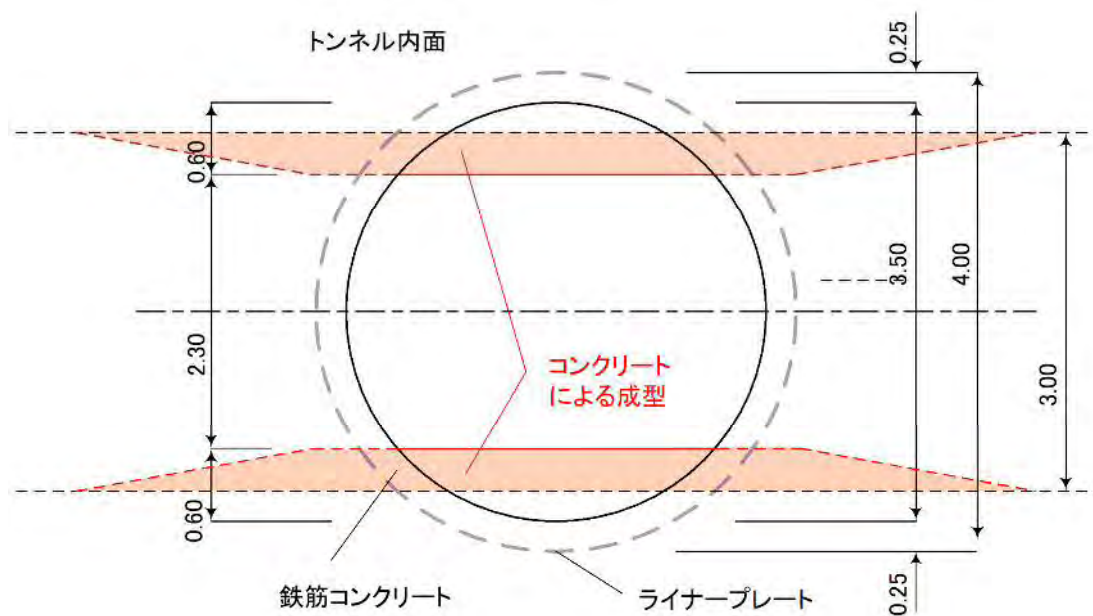
立坑の底部はトンネルアーチ部の途中までであるため、トンネル覆工内面にタラップを設けた場合、アーチ部の曲線によりぶら下がることになり、トンネル内に降りるためにははしごが必要になる。しかし、はしごを立坑底部に設置するためには多大な労力が必要になるため、トンネル内面が垂直になるよう断面を成型する。

断面成型によるトンネル断面が狭くなるため、立坑上下流で既設断面に擦り付ける構造とする。

立坑底部の構造を以ページに示す。



立坑底部横断面図



立坑底部平面図

(d)頂部構造

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。

①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 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 RC 床板を外してクレーン等で搬入する。

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、建屋にクレーンを設置すればいつでも資材搬入が可能となる。

立坑頂部の比較表を次ページに示す。

名称	蓋構造	建屋構造
略図		
目的	立坑への進入を防止する。 トンネル内の管理のため、容易に作業員が立坑内に入れる。	立坑への進入を防止する。 トンネル内の管理のため、容易に作業員が立坑内に入れる。 トンネル内への機材の搬入が、クレーンの利用無しでできる。せずに
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、維持管理が容易なコンクリート製蓋を設け、立坑内への進入を防止する。 立坑の蓋は、機材搬入時に蓋撤去時に使用するクレーンの大型化を防止するため、分割したコンクリート床板とする。 蓋の一部は、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、開口のままとする。 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。
過去の施設管理状況	トンネル施工時から50年以上が経過しているが、その間トンネルの維持管理は行っていない。したがって、トンネル内の流下を阻害する堆砂等はほとんど	
設備使用状況の想定	トンネル施設の調査は数年に1度であり、現在の管理状況よりトンネル保守のための資材搬入はさらに回数が少ないと考えられる。	
設備の保守	上部構造はコンクリート製のため、ほとんど保守は必要無い。	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。

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、工事が終了後は利用しないため、撤去復旧を行う。

- ①立坑のライナープレートは、トンネル安全を確保する区間以外ではできるだけ撤去する。
- ②立坑内は埋め戻しによりに復旧するが、将来にわたり地盤沈下が起こらない構造とする。

(2) 立坑の状況

桜沢立坑の状況は次のとおり。

- ③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、 $H=14.38\text{m}$)
- ④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。
- ⑤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。

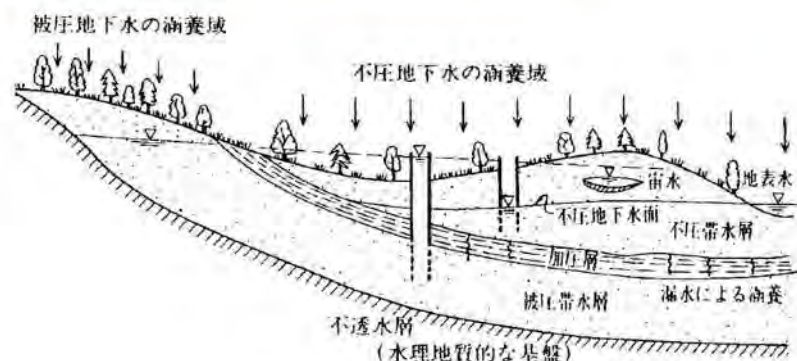
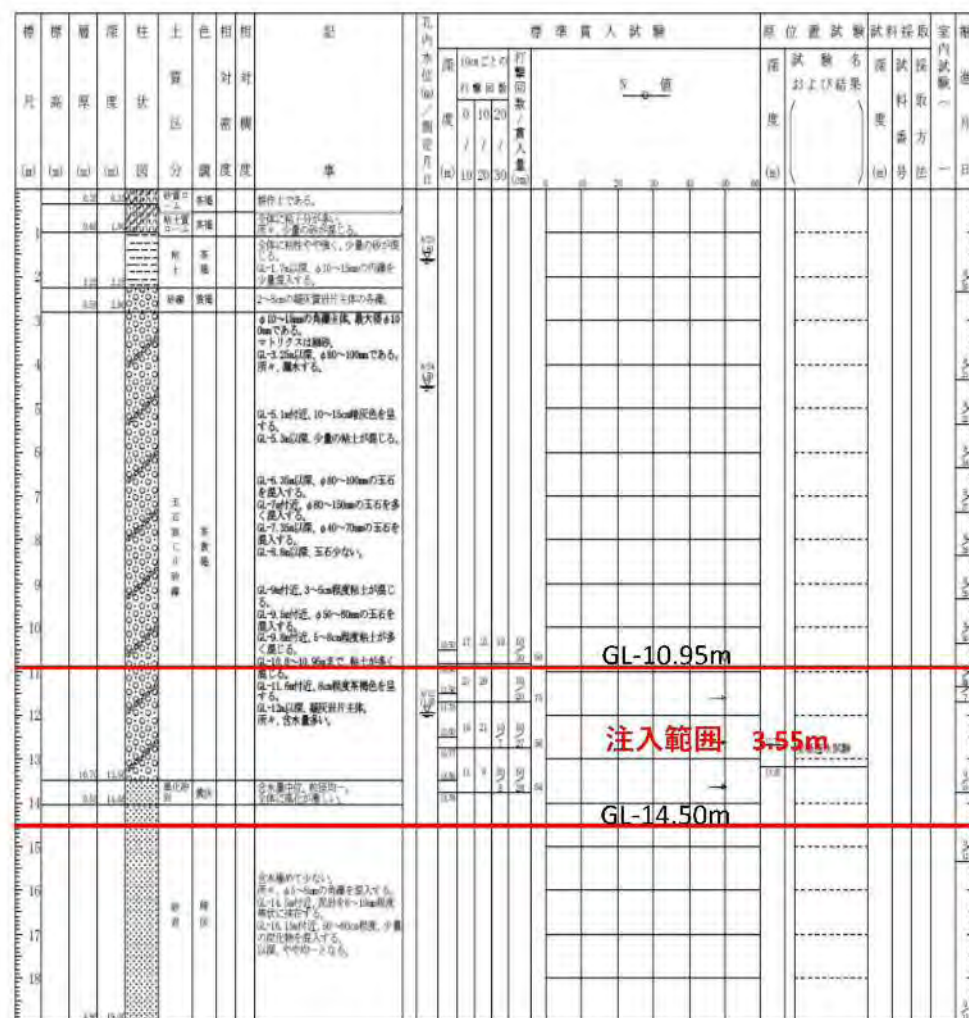


図 4.3.1 地下水賦存状況の模式図

【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】

⑥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。



⑦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 $H=0.30\text{m}$ と薄い。

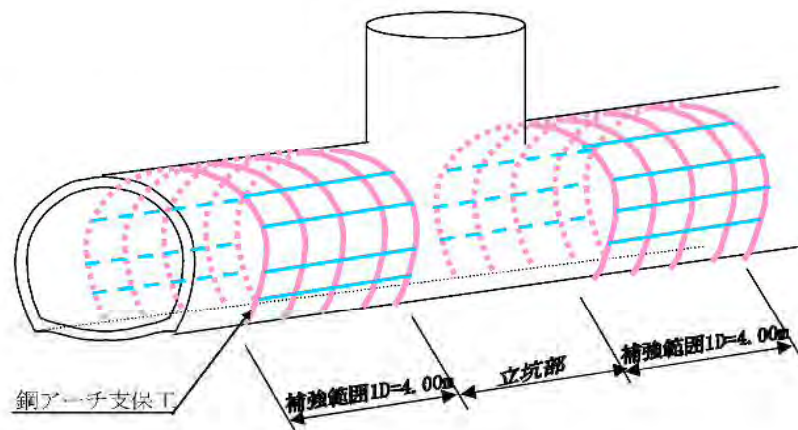
⑧立坑接続部の上下流4.0m は、接続部のトンネル保護として鋼製支保工による内面補強が行われている。(現在は撤去されている)

補強材 $H-125 \times 125$

補強間隔 @1.0M

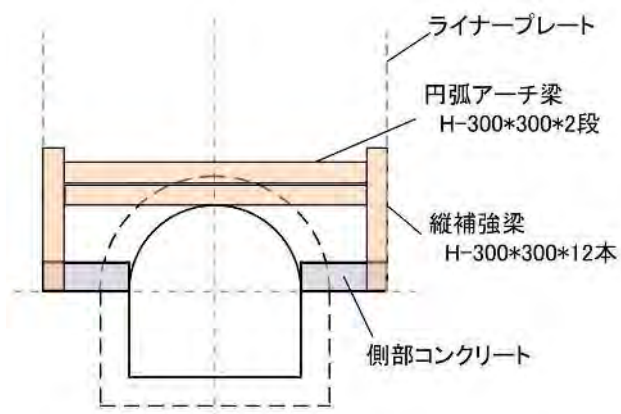
補強範囲 上下流方向に各4.0m(1D 程度)

補強範囲を次図に示す

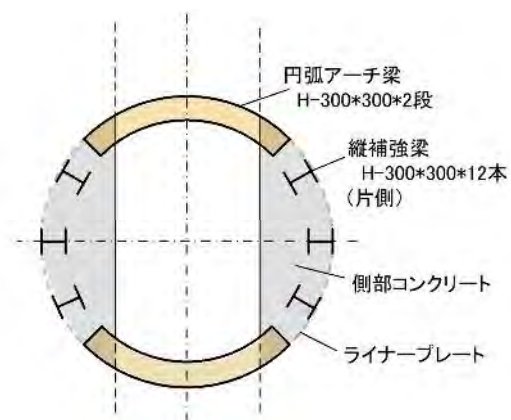


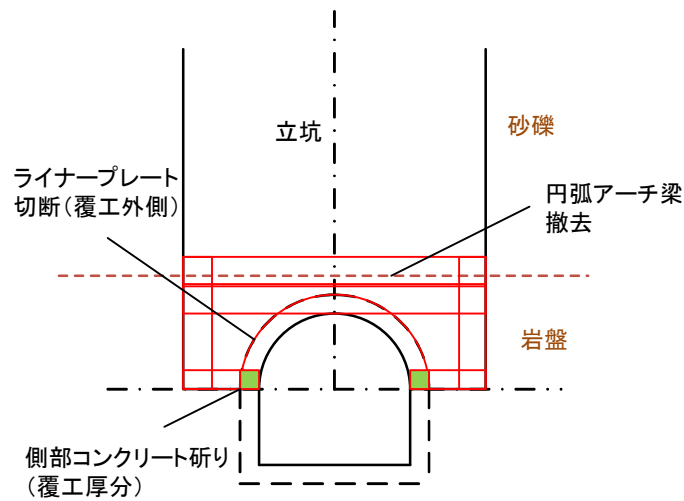
⑨立坑接合部は、次図のように鋼材により立坑底部の補強が行われている。

立坑底部縦断



立坑底部断面





⑩

⑪

(3) 撤去復旧の検討内容

桜沢立坑の撤去復旧にあたり、計画の方針は次のとおり。

- ① トンネル部の岩盤のかぶりが少ないため、鋼製支保工による内面補強区間は、補強が必要となる。
- ② 立坑部の地質はほとんど礫混じり土砂なので、ライナープレート撤去時に坑壁が部分的に崩落する可能性があり、立坑周辺地山の補強が必要となる。
- ③ 立坑部は借地に設けられており、立坑設置前の状況に復旧する必要がある、立坑部の復旧後の地盤沈下を防止する必要がある。
- ④ 立坑底部のトンネル接続部は、H 形鋼により補強されており、安全に撤去を行う必要がある。
- ⑤ 立坑区間のトンネルは、立坑を埋め戻した土砂等の荷重がすべて作用するが、トンネルの下半部は現状の構造をそのまま利用するため、下半部へのトンネル安全性を確保する構造が必要となる。

(a) トンネル区間の地山補強

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。

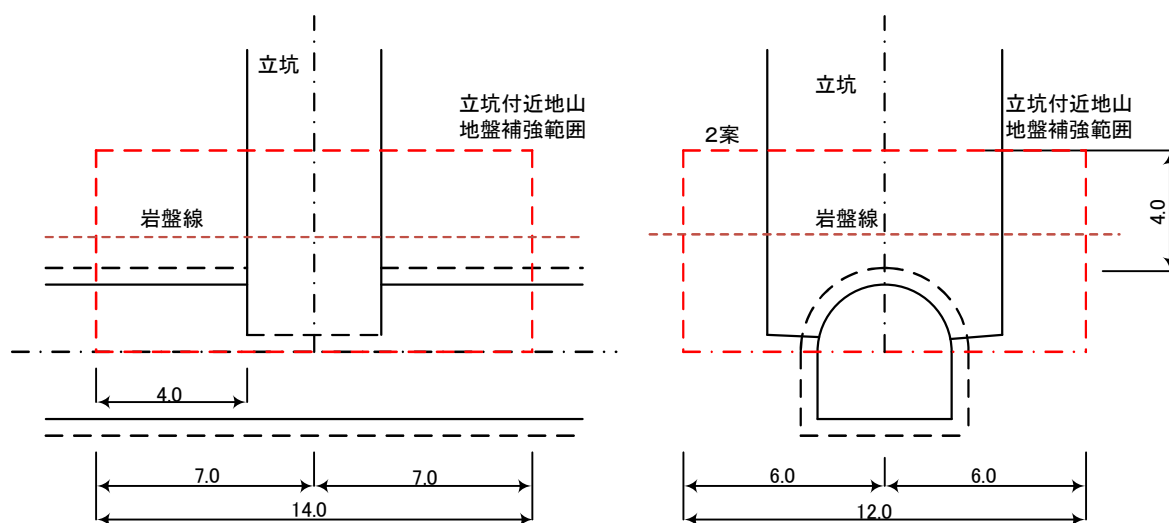
トンネル周辺にグランドアーチを形成する必要があるが、岩盤のかぶりが少ないため周辺地山を土砂とした場合、グランドアーチ形成には $3De$ （掘削径の3倍）の土被りが必要になる。

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	$3 \times De=3 \times 4.44=13.32\text{m}$	$<$	14.35m	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

(b) 立坑周辺の地山補強

立坑部の地質は、GL(-)13.5mまでは表土、玉石混じり土砂であり、 $h=0.55\text{m}$ の風化岩があり、その下が地盤の凝灰岩となっており、トンネルは凝灰岩の中に設けられているが、トンネル上部の凝灰岩の厚さは $t=0.30\text{m}$ しかない。

立坑の土留めとなるライナープレートを撤去する場合、一度に撤去することが出来ないため、次の工程の繰り返しとなる。

立坑最下部からラーナープレート撤去

→埋め戻し土砂の投入

→投入土砂の締め固め

立坑は施工時に地山とライナープレート背面に裏込注入を行っており、施工期間中の地山の緩みは少ないと考えられるが、当初掘削時に地山の緩みが発生しているが、ライナープレートの幅は1枚が $h=0.50\text{m}$ であるため、崩落の可能性は低い。

したがって、ライナープレート背面地山の補強は行わない。

ただし、地下水位以下の地山は、崩落する可能性があるため、止水用の地盤改良を行う。

立坑施工時(H30年)に地下水の浸入を防止するため薬液注入による止水を行っていたが、施工後数年が経過しており、止水効果は減少したと考えられる。

(c) 地表の地盤沈下防止

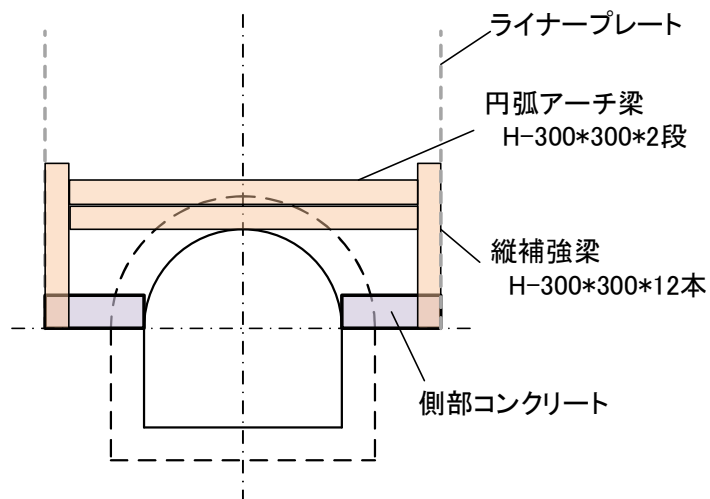
立坑部は借地であり、返却後に立坑部の地盤沈下が発生しないようにする必要がある。地盤沈下が発生しないようにするには、次の方法が考えられる。

- ・立坑内埋戻し土の十分な締め固め。
- ・埋戻し材料の選定（砂利などの転圧が容易な材料の選定）
- ・プレロードによる先行沈下により返却後の沈下を抑制

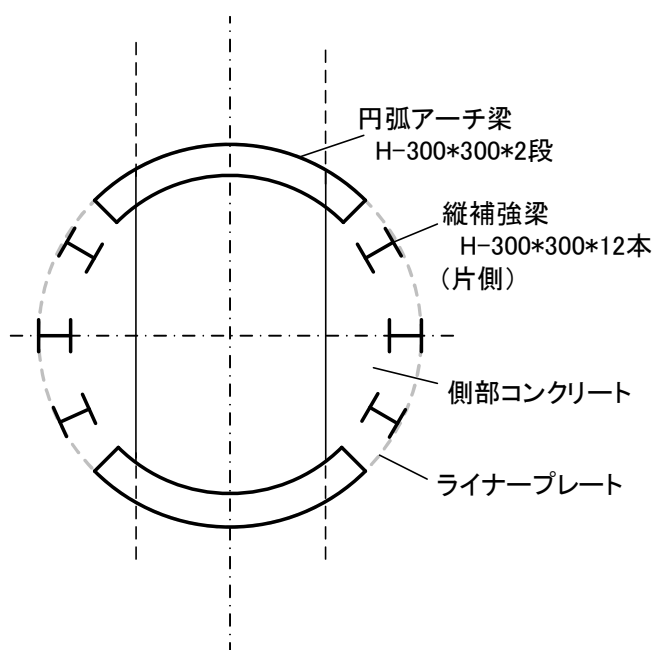
上記のうち、埋戻し土は砂質系材料のため、プレロードによる沈下には時間がかかり借地期間が長くなるため採用しない。

(d) トンネル構造

立坑とトンネルの接続部は、接続部の安定を図るため下図のような構造となっている。



立坑接続部断面図



立坑接続部平面図

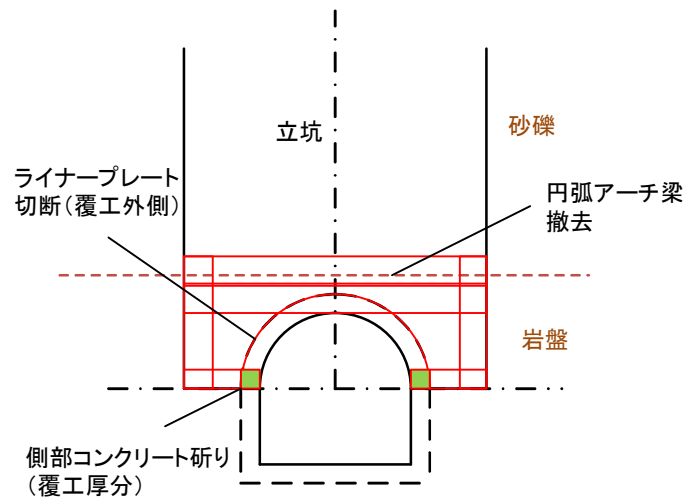
接続部周辺の地山は、岩盤のトンネル被りほとんど無いため、立坑底部の補強材には地山の緩み荷重が作用していると考えられる。

したがって、立坑撤去は次の方法が考えられる。

- ・トンネル部の土被りが約15mと深いため、補強材区間はそのまま存知し、それ以上の土留め材（ライナープレート）を撤去する。

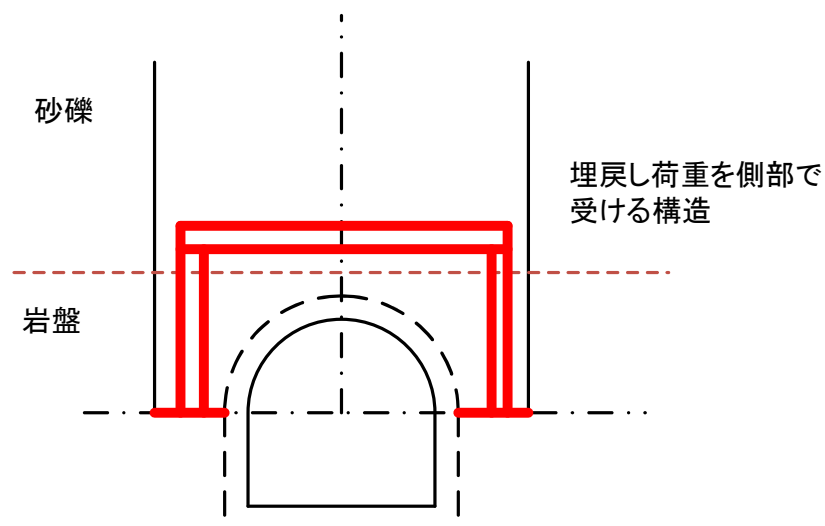
- ・土留め材すべてを撤去するため、立坑接続部周辺の地山を止水だけで無く補強のために地盤改良を行う。

ただし、補強材及びライナープレートは、覆工内面まで保護しているため、トンネル覆工を連続させるためには、補強材の一部撤去とトンネル覆工部分のライナープレート撤去が必要になる。



(e) 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。



5.4.3 第2回設計業務打合せ

○日時：令和4年1月20日（木）10：00～11：30

○開催場所：WEB（ZOOM）形式、荒川中部農業水利事業所会議室

○議事次第

- | | |
|---|-------------|
| 1. 開会あいさつ（尾美専門技術指導官） | 10：00～10：05 |
| 2. 設計業務内容説明 [REDACTED]
（第1回設計業務打合せの対応方針ほか） | 10：05～10：45 |
| 3. 質疑・応答（助言）
（施工計画について） | 10：45～11：45 |
| 解 散 | 11：45 |

○参加者：

外部技術者：（株）奥村組 木下部長

鉄建建設（株） 八代部長

関東農政局水利整備課：土谷係長

土地改良技術事務所：尾美専門技術指導官・井村技官

荒川中部農業水利事業所：中村工事課長、井上設計係長

[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]
[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]
[REDACTED] [REDACTED]
[REDACTED]

5.4.3.1 議事録

冒頭、関東農政局土地改良技術事務所より業務作業経緯として、令和3年11月18日（木）に第1回設計業務打合せを開催し、外部技術者から助言を受けたことについて説明が行われ、これを踏まえて「令和3年度 荒川中部農業水利事業 導水幹線トンネル他補足設計業務」を受注している[REDACTED]より、対応方針について「令和3年度 荒川中部農業水利事業導水幹線トンネル他補足設計業務 第3回打合せ資料」を用いて説明が行われた。 その後、外部技術者等との間で意見交換を行った。主な概要は以下のとおり。	
事業所	既設トンネル区間の昇降設備（資料4-46頁、4-47頁）で、昇降設備を片面のみに計画するのであれば、トンネル部の擦り付けについても同様に片面のみで計画すること。また、擦り付けコンクリートが剥落しないよう、トンネル部に鉄筋等を埋め込む構造（差し筋と金網）とし、設計図等にも明記すること。
委員（木下）	差し筋について、コンクリートの自重分を確保する鉄筋量を配置すること。
設計業務 コンサル タン ツ	了解する。
事業所	人孔（立坑）築造部の構造として、2次製品等や環境に配慮した工法での築造を計画することはできないか。
設計業務 コンサル タン ツ	比較検討案として、トンネルや推進管の補強工法としてパルテム・フローリング工法が候補に挙げられる（パルテム・フローリング工法は、既設管渠内で組み立てた鋼製リングに高密度ポリエチレン製の嵌合部材と表面部材を組み付けて更生管を構築し、既設管と更生管の隙間に充填材を注入して既設管渠を更生する技術で、特別な製管装置を用いることなく人力で施工できる）。在来工法と比較する上で、見積依頼を行っている。
委員（木下）	形物で築造する工法は、構造計算が難しいのではないかとと思われる。また、二次製品等で立坑内に人孔を築造することは技術的に可能ではあるが、内空断面が限定され、要求される構造が確保できないこと、コストがかかること等のデメリットがあると思われる。 環境に配慮しながら、現場打ちで築造を計画された方が良いのではないか。
委員（八代）	同様に、現場打ちで築造することが最適であると思われる。
土技所	在来工法（現場打ち、型枠支保工、足場設置）で計画する場合であっても、農政局の標準歩掛かりに合致しない可能性があるので、見積を徴取し、入念に比較検討すること。
設計業務 コンサル タン ツ	比較検討案の第1候補として、現場打ち型枠をスライディングフォーム工法で段階的に打ち上げていく施工計画案で設計・積算することを提案する。

ツ	
事業所	現場打ちでコンクリートを打設する場合、最深部で約 15mの落差があるが問題ないか。
設計業務 コンサルタント	コンクリート配管打設で問題ない。
事業所	コンクリートポンプ打設の際の材料分離については問題ないか。
委員（木下）	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以内であれば）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を考える。
土技所	施工段階の現場説明の際、入札予定者に対し、明確な条件明示ができるよう、設計・積算段階で入念に検討を行うこと。特に、仮設計画等（型枠支保工、足場計画等）については明確にすること。
設計業務 コンサルタント	型枠支保工を計画する際、トンネル底部から支保工を立ち上げ、トンネル必要流量を確保することを前提にして計画を行う。
事業所	説明資料（P4－58）で地山の補強について検討しているが、具体的な施工方法、材料等はどのようなものか、明確にすること。
設計業務 コンサルタント	説明資料には掲載していないが、施工方法としては、立坑（ライナープレート）に注入孔を穿孔し、水平注入を検討している。注入材料は、セメントミルク、若しくは、恒久グラウトで検討する。
事業所	トンネル構造物に影響を与えないような工法、材料を選定すること。
委員（木下）	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。 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。
委員（八代）	同様に、微粒子系材料が妥当であり、トンネルに影響を与えないよう、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。
事業所	特別仕様書等で明示した方が良いか。
委員（八代）	そのように考える。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はどうか。

設計業務コンサルタント	注入圧力の管理について、変形を監視しながら注入を行う場合、影響を考慮し、トンネルの自動変位計測等は必要と考えるか。
委員（木下・八代）	目視で良いのではないかと考える。
設計業務コンサルタント	目視で変位計測することとする。 水圧（水位）についても、ボーリングデータ、立坑設置時の状況写真等を考慮すると、影響は少ないと考えている。
委員（八代）	型枠の比較検討について、木製型枠は施工性が良いので、比較対象にしてはどうか。
委員（木下）	鋼製型枠の型枠支保工は、木製型枠と比較して、数量の低減が見込まれ、簡易的に施工足場（ブラケット）も設置できるので、どちらが良いか現時点で判断するのは難しい。コストを踏まえて検討してはどうか。
土技所	鋼製と木製型枠を比較する際、足場、支保工の施工方法が異なるため、それぞれの実態に合わせて、総合的かつ合理的に見積、積算すること。 事業所と設計業務コンサルタントで相談しながら、見積方法等を検討すること。
土技所	階段は、溶融亜鉛メッキで考えているか。また、分割構造を現場の地上で組み立て、クレーンで吊り下ろして設置することを考えているか。
設計業務コンサルタント	立坑内で組み上げる計画としている。溶融亜鉛メッキの3分割構造で製作し、現場に順次搬入、クレーンで吊り込み、ボルトで接合することを想定している。
以上	

5. 4. 3. 2 検討結果の整理

外部技術者からの助言及び対応方針一覧

(荒川中部地区：導水幹線トンネル立坑撤去第2回設計業務打合せ)

1. 設計・施工計画及び仮設計画に係る留意点

施設名	項目	助言内容
導水幹線トンネル	設計	立坑擦り付けコンクリートの構造について ・擦り付けコンクリートが剥落しないよう、トンネル部に鉄筋等を埋め込む構造（差し筋と金網）とし、差し筋について、コンクリートの自重分を確保する鉄筋量を配置すること。
	設計	更生工法で人孔（立坑）構築を行う考え方について ・成形物（更生工法）で立坑（人孔）築造する工法は、構造計算が難しいのではないかとされる。また、二次製品等で立坑内に人孔を築造することは技術的に可能であるが、内空断面が限定され、要求される構造が確保できないこと、コストがかかるというデメリットがあると思われる。 - 環境に配慮しながら、現場打ちで築造を計画された方がよろしいのではないかと。
	仮設計画	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 ・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。
	設計・施工	ライナープレート背面の地山補強について ・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。 ・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。 ・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。 ・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もどうか。

5.4.3.3 打合せ資料

令和3年度

荒川中部農業水利事業

導水幹線トンネル他補足設計業務

第3回

打合せ資料

令和4年1月



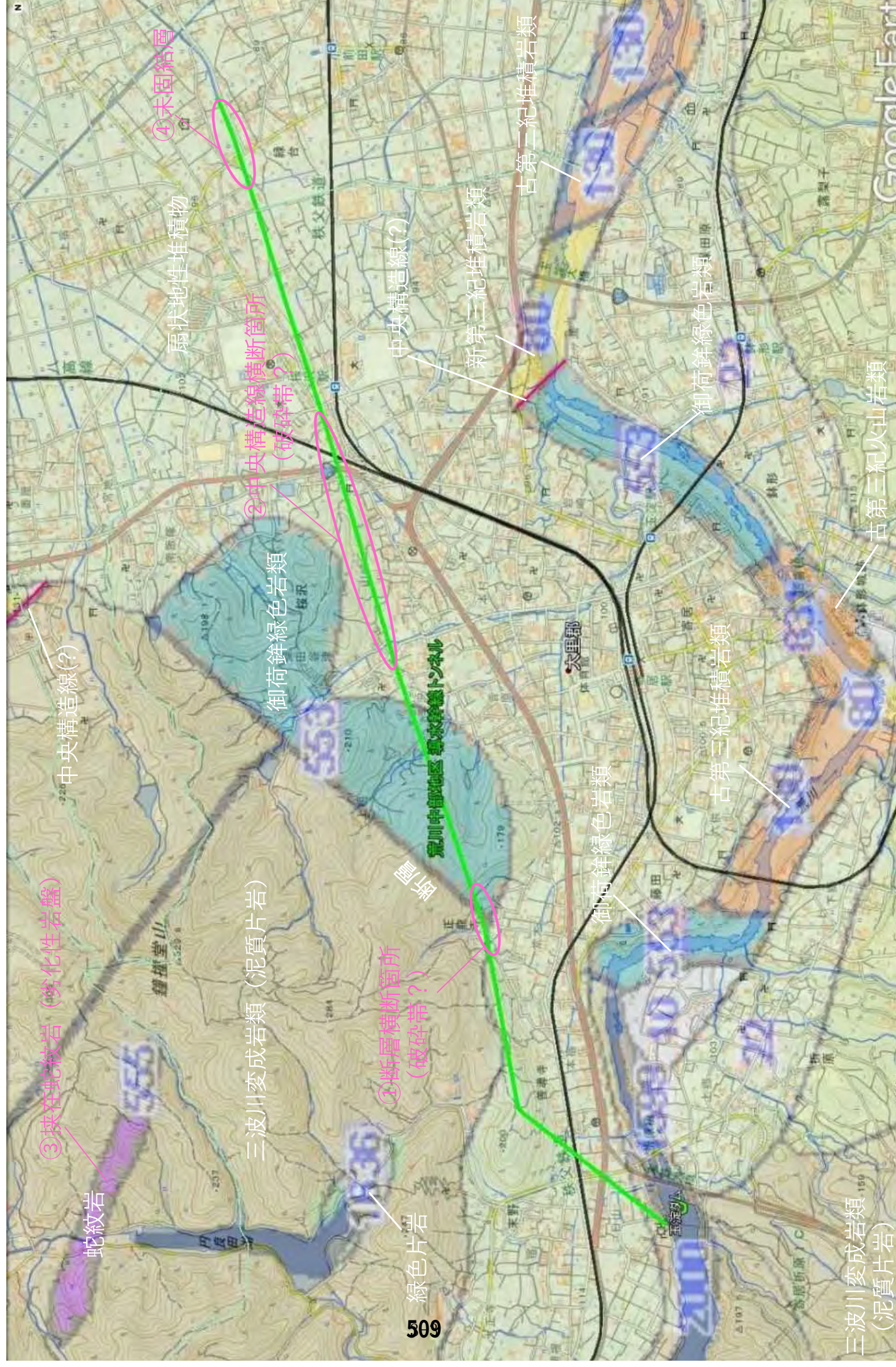
目 次

頁

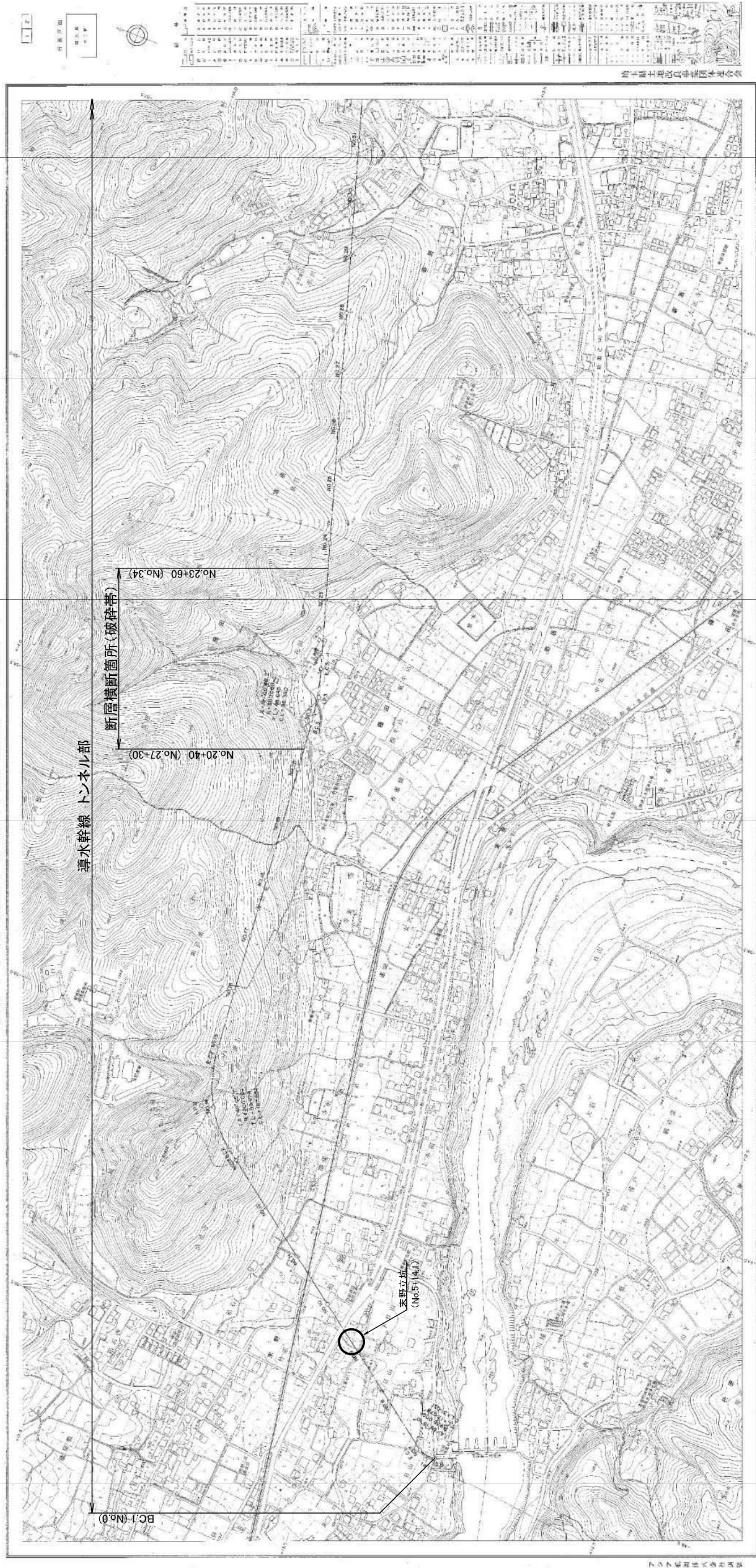
第 3 章	トンネル	-----	3-1
3-1.	資料の整理	-----	3-2
3-2.	トンネル補強対策の検討	-----	3- 16
3-3.	構造検討	-----	3-
第 4 章	立坑	-----	4- 1
4-1.	資料の整理	-----	4- 2
4-2.	設計計画	-----	4- 37
4-3.	構造検討	-----	4- 41
4-3-1.	末野立坑	-----	4- 41
4-3-2.	桜沢立坑	-----	4- 53
4-4.	構造計算	-----	4- 60

3-1.資料の整理

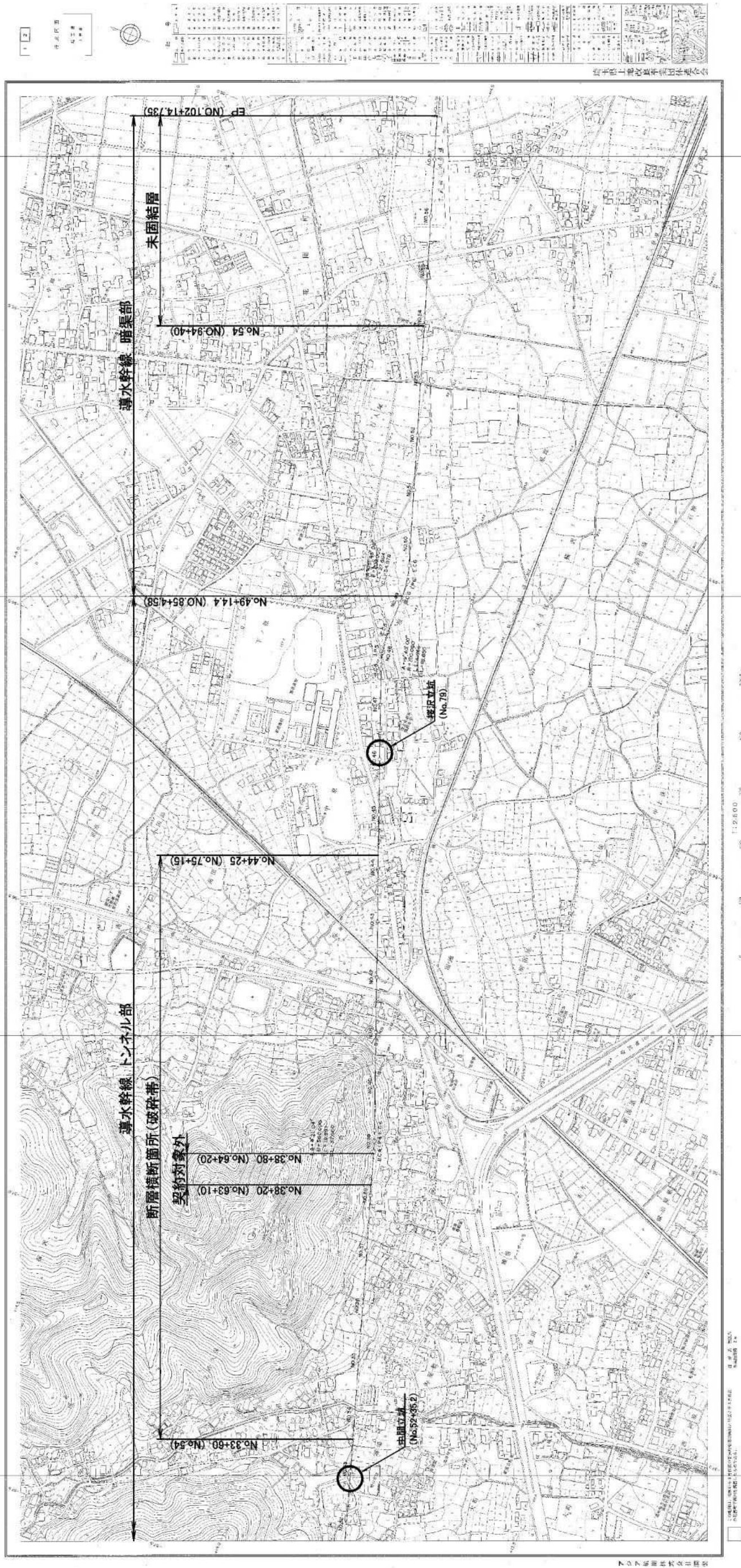
トンネル路線で懸念される不良地盤



荒川中部国営導水幹線現況平面図Ⅰ



荒川中部国営導水幹線現況平面図 2



第3章 資料検討

業務を実施するに当たり過年度の報告書を基に、調査区間の施設規模・延長等を整理する。

3.1 資料

今回の業務において参考とした資料は下記の通り。

分類	貸与資料	数量
報告書	平成 20 年度 櫛挽地区施設整備計画検討その他業務報告書	1 式
報告書	平成 21 年度 櫛挽地区地域用水機能検討調査その他業務報告書	1 式
報告書	平成 26 年度 導水幹線トンネル部機能診断調査業務報告書	1 式
図面集	昭和 41 年度 国営荒川中部竣工図集	1 式

3.2 トンネル施工時の資料

昭和 41 年度 国営荒川中部竣工図集より、トンネルの縦断図及び標準断面図及び施工資料を次項に示す。

「平成27 年度 荒川中部農業水利事業 導水幹線トンネル空洞調査業務」

又ゲート開度計、水位計も同一回線を切り換えて交互に表示する様にしたのでこれに一回線、更に予備及び電話用に1回線の計3回線とした。電線はビニールケーブルをトンネル内に吊り下げ配線してある。

(図面 No13)

(注) 県営玉流発電事業との共同工事成立に伴い、上流部 640m が短縮されその 1 区間は欠番となった。

⑤地質と隧道型式との関係概略

[illegible]

設計積算の実施例として昭和38年度に施行した5号隧道のB型を主体として例示すると下記の通りである。

1. 基 本 事 項
2. 38年度トンネルその2 及 その5 施工概要
3. 歩掛割増率算出資料
4. トンネル堀削、支保工サイクルタイム算出方式及びサイクルタイム表
5. 各型サイクルタイム算出基礎 D型、B型、C型、G型、I型、J型
6. 労務者配置 堀削及礫積込 礫運搬・支保工
7. 各型堀削、支保工歩掛計算
8. コンクリート工歩掛計算
9. セントル工歩掛計算

38年度設計方針

擁壁トンネルの工事量

$\left\{ \begin{array}{l} \text{その2工事} \\ \text{その5工事} \end{array} \right.$	$\ell = 48 \text{ m}$	D型					
	$\ell = 460 \text{ m}$	B型200	C型50	G型40	L型50	J型120	

その2 工事 岩質良好なD型については経済性より半断面工法を採用し礫粒込みはロッカーショベルを使用する。

その5 工事 地質が極めて複雑で変化に富んでいる。即ち上流部古世層部のB、C型、八王子構造線のG型、下流部第三紀層砂岩のI型及砂礫層部のJ型と想定される。これら安全施行を期するため、小断面による導坑掘削を先進させる新オーストラリア方式を採用する。

グラウト工事 その2、その5工事共に38年度本工事完了し、斜坑埋戻前に国道並に鉄道の下部は安全のためグラウトにより補強する。

①材 料 費 昭和38年3月の積算資料並に建設物価による。セメントは業者持とし、官給品は電力のみとする。

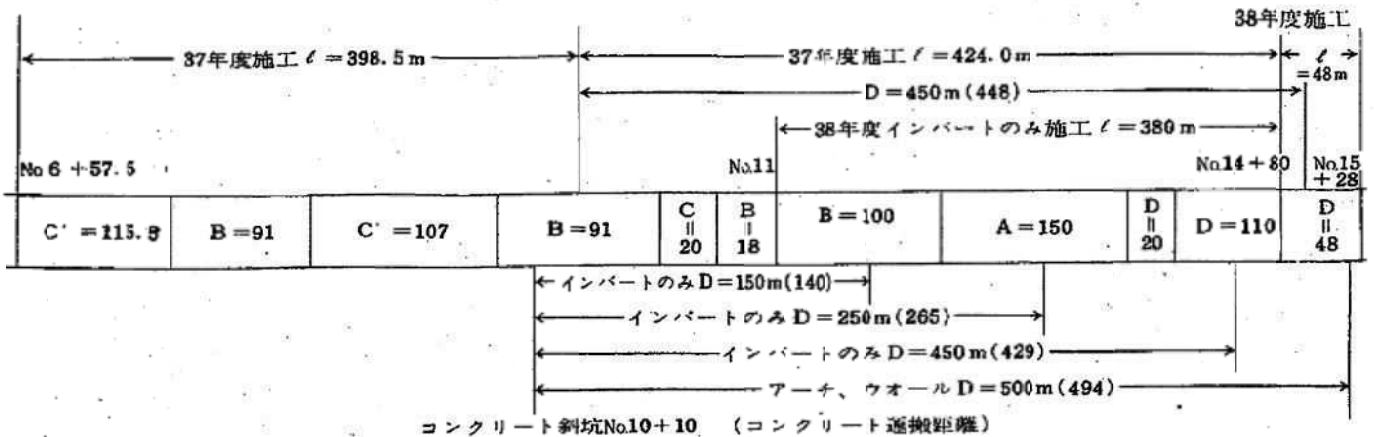
②労働費 昭和38年4月6日付労働省指示の標準単価を採用する。(民間賃金の上昇率を参考とする)

③④ 掘 金作業をサイクルタイム方式とし、労働時間については実情に合せ10時間労働による2交代制を採用する

④コンクリート量：全埋填充分として1%を見込む。尚これはスプリング以上について約2cmの巻厚に相当する。

昭和38年度トンネルその2工事概要図

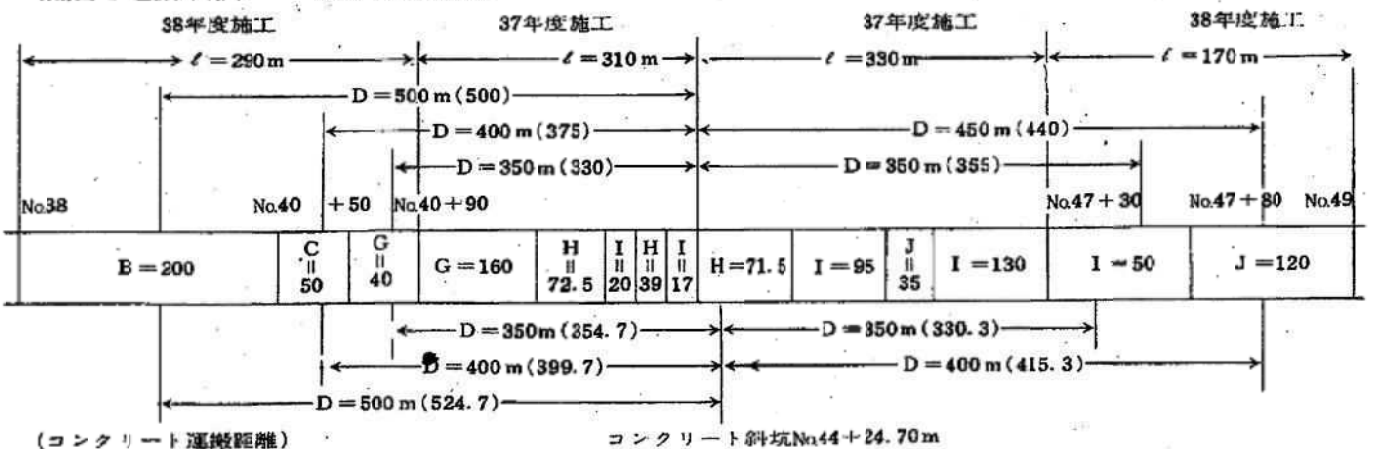
第2号斜坑No.10+56 (礫出し運搬距離)



型式	今回施工	前回施工	全工事量
D	48m(インバートのみ130m)	130m	178m
A	(" 150m)	150	150m
B	(" 100m)	300	300m
C'		242.5m	242.5m
計	48m(" 380m)	822.5m	870.5m

昭和38年度トンネルその5工事概要図

(礫出し運搬距離) 第5号斜坑No.44



型式	今回施工	前回施工	全工事量
B	200m	-	200m
C	50m	-	50m
G	40m	160m	200m
H	-	183m	183m
I	50m	262m	312m
J	120m	35m	155m
計	460m	640m	1,100m

歩掛割増率算出資料

1. 作業条件

- (1) 1日2交代制とする。 (2) 作業開始時間 昼番 7.00時 夜番 19.00時

(2) 掘量及ト口台数

	導坑	切 掘		
		第 一	丸 型	土 平
掘 削 量	$3.24 \times 1.20 = 3.888$	$3.20 \times 1.2 = 3.840$	$2.45 \times 1.2 = 2.940$	$2.41 \times 1.20 = 2.890$
掘量 (膨み1.6)	$3.888 \times 1.6 = 6.22$	$3.840 \times 1.6 = 6.14$	$2.940 \times 1.6 = 4.71$	$2.872 \times 1.6 = 4.63$
ト口台数	8台	8台	6台	6台
掘量比	0.29	0.28	0.22	0.21

ト口容積は 0.81m^3 とする。土平6台の内2台は(1)で搬出する。

(3) 掘進時間

ト口1台掘進時間 掘 進 込 10' } 計16'
ト口入替等 6' }

導坑 8台 $\times 16' = 128$

切掘 { 第一 $8 \times 16' = 128'$
丸型 $6 \times 16' = 96'$
土平 $(6-2) \times 16' = 64'$

4. 支保工

(1) 測量、中心線設定及び支保工建込位置決定 15'

(2) 支保工組立、掛板時間

支保工組立当り取り 90'
矢板掛当り取り等

5. その他

レール延長、送気管延長等雑作業は、支保工組立中に行うものとしサイクルタイムの中に入れない。

6. 入退坑及び休憩

入坑、退坑は交代時及び昼食時に各々15'とする。

トンネル日型サイクル表

所要時間	作 業 名	7.00~18.00	1交代	19.00~6.00	2交代	翌日 1交代
20'分	崩 孔 準 備	7.15~7.35	15.34~15.54		1.20~1.40	
54'	崩 孔	7.35~8.29	15.54~16.48		1.40~2.34	
15'	発 破 段 取	8.29~8.44	16.48~17.03		2.34~2.49	
15'	発 破	8.44~8.59	17.03~17.18		2.49~3.04	
30'	換 気	8.59~9.29	17.18~17.45		3.04~3.34	
42'	掘 出 し 段 取	9.29~10.11		19.15~19.57	3.34~4.16	
128'	掘 出 し	10.11~13.49		19.57~22.05	4.16~5.45	7.15~7.54
15'	支 保 工 段 取	13.49~14.04		22.05~22.20		7.54~8.09
90'	支 保 工 組 立	14.04~15.34		22.20~1.20		8.09~9.39
計409'					1.320'	1.479'

平均日進量

導 坑 $1.20 \times 3 \times \frac{128}{128} = 3.21\text{m}$

切 掘 第一 同 上 $= 3.21\text{m}$

丸型 同 上 $= 3.21\text{m}$

土平 同 上 $= 3.21\text{m}$

作業種別時間 入退坑時間を除く実稼働時間で区分する。

	3発破計	比率	1交代当時間
掘 削	402	32.7	3.3H
掘 出 し	510	41.6	4.1
支 保 工	315	25.7	2.6
計	1,227		10.0

セントル工歩掛表

1. 人員配置 1日組立及解体延長4格間6m 実働8時間作業時間7時間 入退坑段取1時間

作業区分	職種	人員	備考
組立	世話役	0.5	
	大工	2	土台木据付及組立
	坑内土工	6	組立、大工、岸指手先
	岸指	1	支保工盛替
	小計	9.5	
解体 清掃及運搬	世話役	0.5	
	坑内土工	4	解体
	坑外土工	1	メタルホームケレン及塗油段取
	人夫	3	メタルホーム、ケレン及塗油
	小計	8.5	
合計	世話役	1	
	大工	2	
	岸指	1	
	坑内土工	10	
	坑外土工	1	
	人夫	3	
	計	18	

2. 1m当歩掛

職種	歩掛	備考
世話役	0.17	
大工	0.33	
岸指	0.17	
坑内土工	1.67	
坑外土工	0.17	
人夫	0.50	
計	3.01	

〔Ⅲ〕グラウトについて

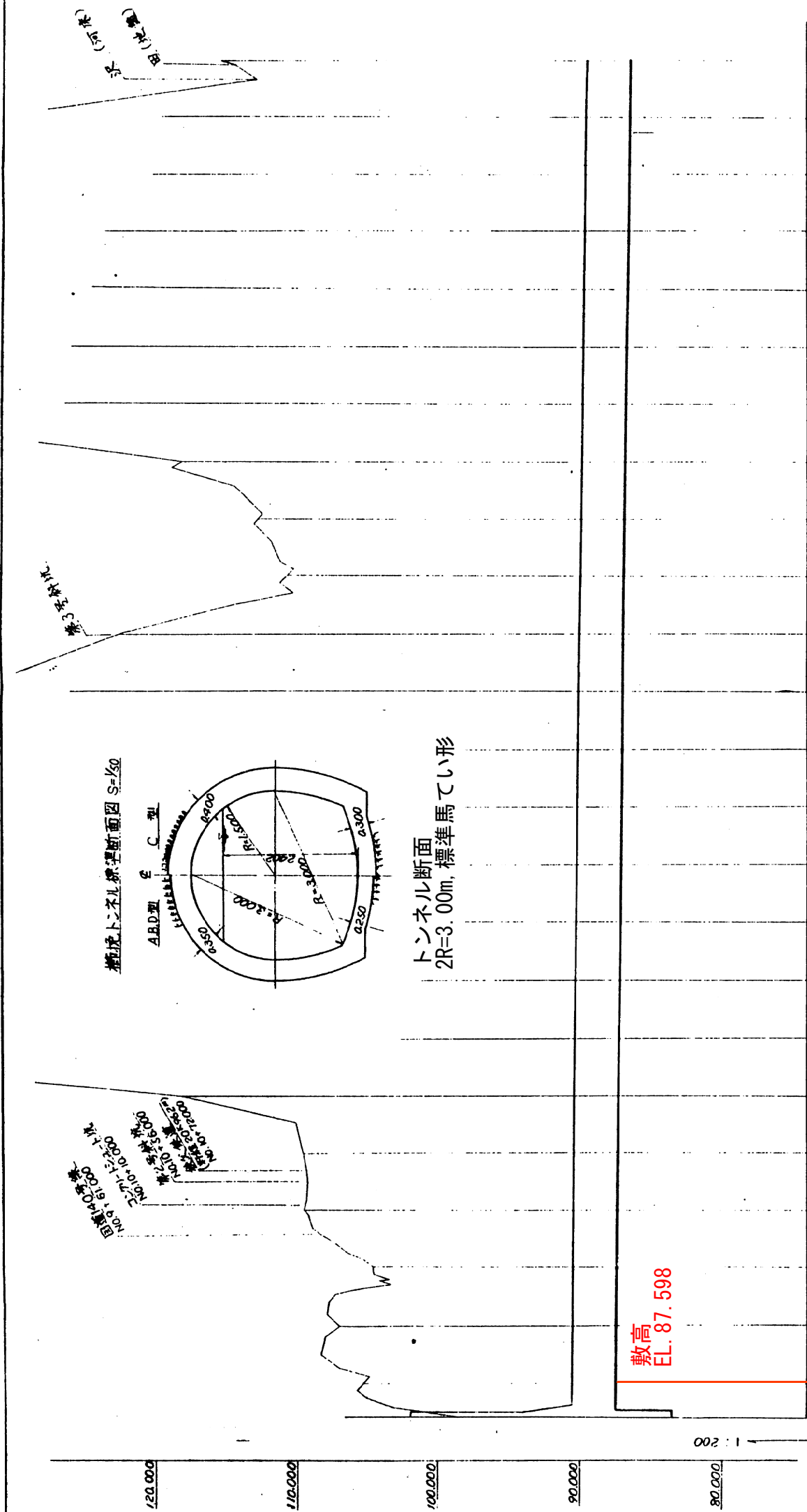
1. 概要

グラウト施工延長は隧道延長の約30%について行った、その対称とした区間は、湧水量の多かった部分、及び鉄道下、県道下等である。設計における注入量は、スプリング上部のコンクリート巻立外法より1mの範囲の岩容積の20%を計上した。従って各型共 $1.48\text{m}^3/\text{m} \sim 1.51\text{m}^3/\text{m}$ (2.22" ~ 2.25")の注入量となった。注入孔は、隧道延長方向6mに1孔を標準として施工した。注入機械としては、湧水部分は連続的な注入が可能になる様、グラウトポンプ(MG-5h)を使用し、外の部分についてはカニフミキサー(2切)を使用した。

2. 配合設計

(イ) カニフミキサーの場合 (1:5) (C+F): S = (70+30): 500 W/(C+F) = 200%

	※	m ³ 当りの材料	Net	Gross
C = 70kg	70/3.05 = 22.95			
F = 30	30/2.20 = 13.64	C = 70×1,000/425.27 = 165kg/m ³	165×1.02 = 168kg/m ³	
S = 500	500/2.65 = 188.68	F = 30×1,000/425.27 = 71	71×1.02 = 72	
W = 200	200/1.00 = 200.00	S = 500×1,000/425.27 = 1176	1176×1.10 = 1294	
計	= 425.27	W = 200×1,000/425.27 = 470	470×1.00 = 470	
※シリカセメント真比重		計	1882	



面		計		地		測		曲	
工	種	切	高	水	位	盤	距	矢	半
1	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
2	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
3	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
4	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
5	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
6	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
7	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
8	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
9	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
10	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
11	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
12	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
13	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
14	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
15	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
16	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
17	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
18	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
19	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
20	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
21	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
22	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
23	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
24	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
25	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
26	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
27	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
28	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
29	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
30	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

楕円トンネル標準断面
NO. 10

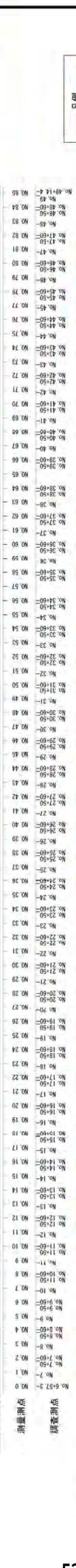
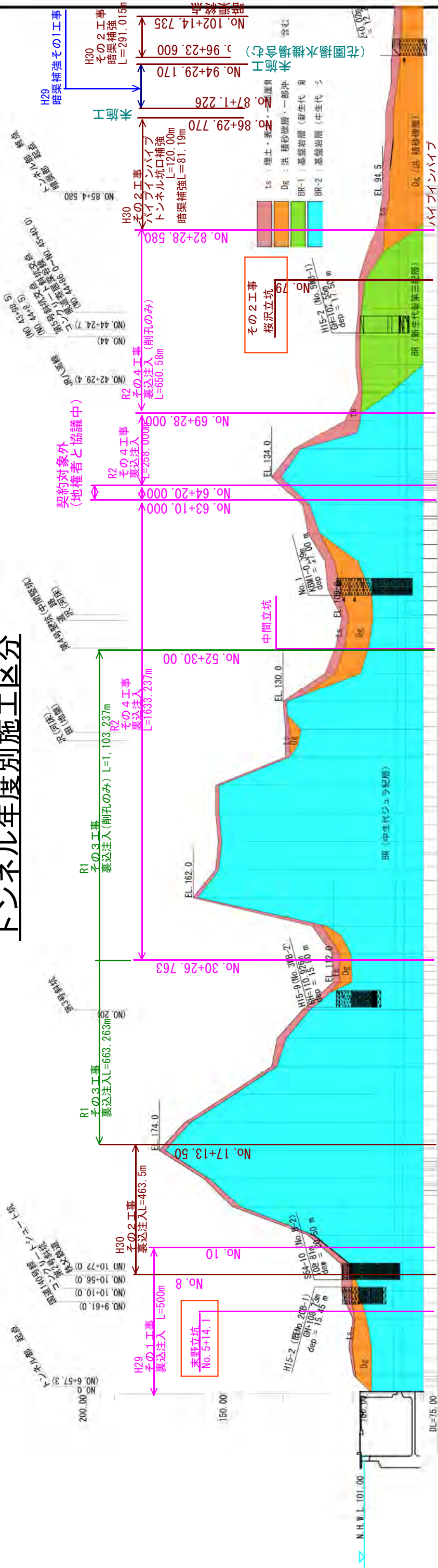
[illegible]

櫛梘導水幹線縱斷面圖

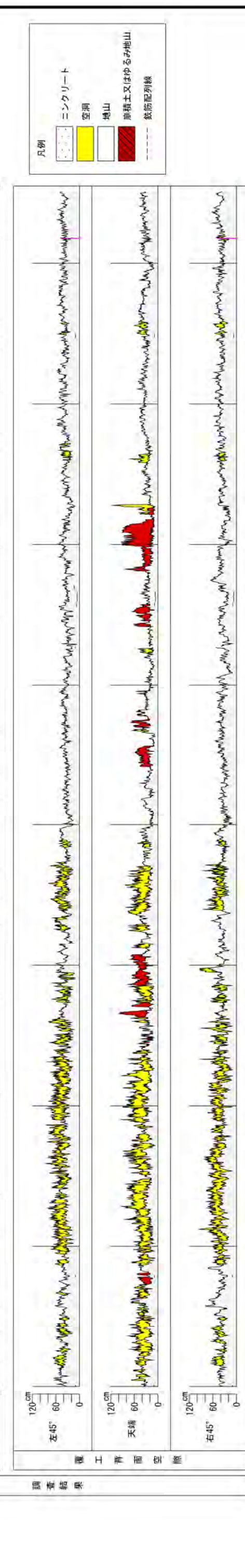
— — — — —

[illegible]

トンネル年度別施工区分



健全度評価		トンネル施工タイプ									
トンネル		C	B	C	B	A	D	B	C	A	D
施工タイプ		C	B	C	B	A	D	B	C	A	D
トンネル		D	C	D	C	B	B	B	C	B	B
施工タイプ		D	C	D	C	B	B	B	C	B	B



掘削径の計算表					単位:m	
施工タイプ	掘削タイプ	設計参考	支保工	掘削余量	掘削径	摘要
D, A, H	B	0.35	0	0.2E	4.2	4.2
B, F	C	0.35	0.125	0.21	4.37	4.4
I, C, E, J	D	0.40	0.15	0.17	4.44	4.5
G	D	0.45	0.15	0.17	4.54	4.6

※()内測点は調査測点を示す。

3-2. 設計計画

第4章 立坑

4-1.資料の整理

4－1．資料整理

4-1-1. 末野立坑

末野立坑は、導水幹線水路の補修・補強工事、及び工事後のトンネル維持管理のために設けられた立坑で、H29年度に「荒川中部農業水利事業 導水幹線その1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(-)3.90m で確認されており、岩盤までは礫混じり砂礫や玉石混じり砂礫で、岩盤は泥質泥岩/砂質片岩の互層となっている。

また、調査時の地下水位は GL(-)3.55m であったため、岩盤上1.0m 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、トンネルアーチの途中までとしている。

末野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
- ・立坑施工時のライナープレート背面地質状況
- ・立坑竣工図
- ・トンネル接続部の施行写真

ボーリング柱状図

末野立坑

立坑設計の地盤高は、EL. 106.80m

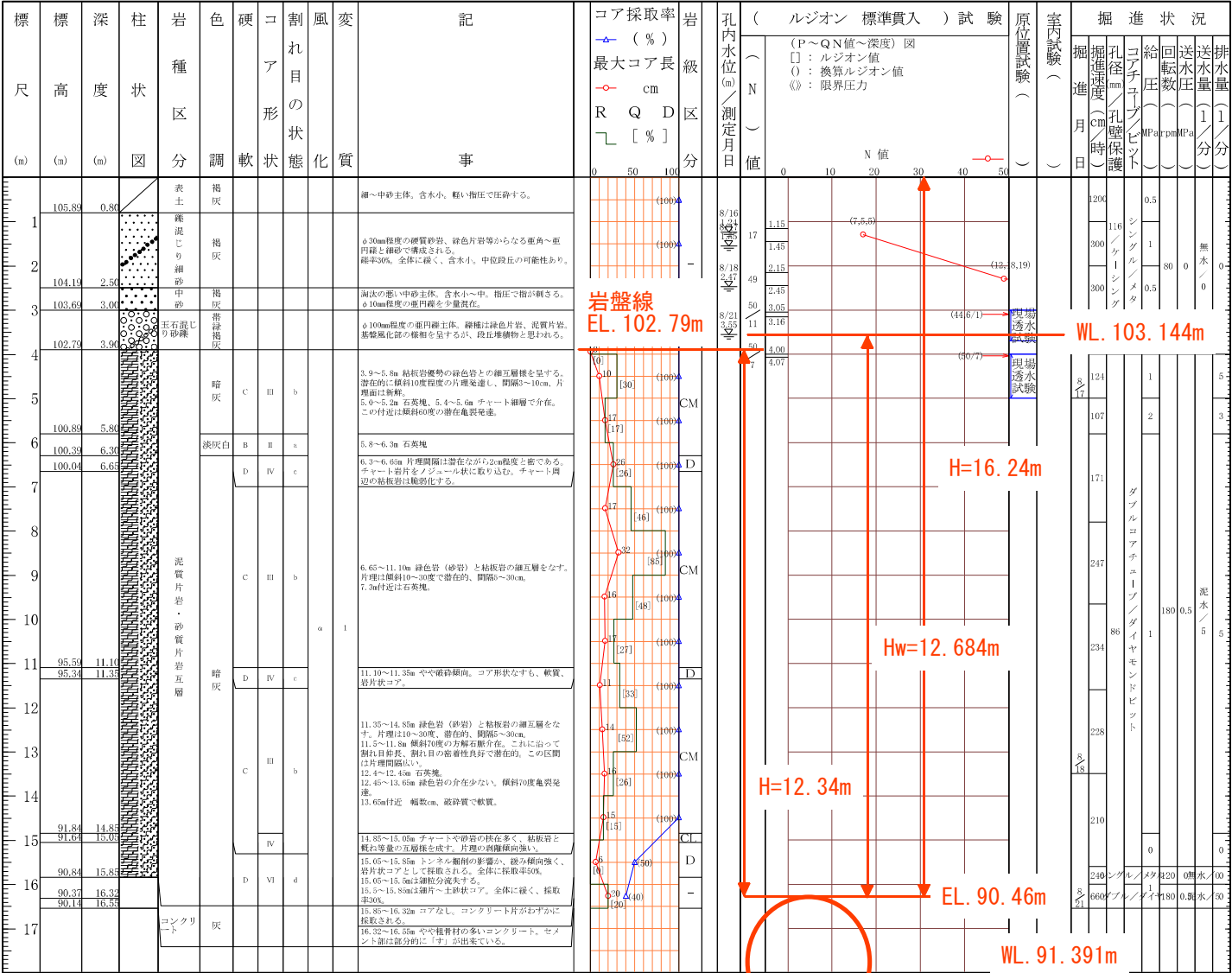
調査名

ボーリングNo

事業・工事名 荒川中部農業水利事業導水幹線その1工事

シートNo

ボーリング名	No.1	調査位置	埼玉県大里郡寄居町大字末野地内(No.5+14.1)	北緯	36° 7' 7.26927"
発注機関	関東農政局 荒川中部農業水利事業所	調査期間	平成 29年 8月 16日 ~ 29年 8月 23日	東経	139° 10' 13.53544"
調査業者名					
孔口標高	106.694m	角	180° 上 90° 下 0°	方	北 0° 270° 西 180° 東 90°
総掘進長	16.55m	地盤勾配	鉛直 水平 0° 90° 0°	使用機種	試錐機 東邦D0-D エンジン ヤンマーTF-90M ポンプ 丸山MS-313



トンネル覆工の計画部材厚は、t=0.35mであるため、岩盤の土被りはh=11.99mとなる。







