

第3章 本体設計検討（基礎掘削工）

本業務では、実施工時における基礎岩盤面や岩盤透水性、割れ目の組合せの変更等に
伴い発生した、設計検討や施工計画、数量、図面、積算資料の修正等を行った。

本章では、上記検討のうち、基礎掘削工に関連する検討結果をとりまとめた。また、
本業務において基礎掘削工に関連する項目としては以下の検討を行った。

- 左岸頂部水抜き対策工の検討
- ダム軸周辺仮設法対策工
- ダム周辺仮設法対策工の検証計算
- 基礎掘削数量修正及び積算資料作成補助

3.1 左岸頂部水抜き対策工の検討

安威川ダムでは左岸頂部のF-13断層及びF-4断層に挟まれた範囲で周辺と比べ風化が進行しており、施工中に法面に設置したパイプひずみ計および孔内傾斜計にて変状が確認されたことからグラウンドアンカーによる対策が行われている。

また、既往検討において当該斜面の地下水位が安全率に大きく影響していることが分かっているのに対し、F-13断層が遮水層となり、帯水構造となっていることが明らかとなっている。

また、施工時に掘削を進めても上記帯水構造となっていることによって、想定よりも地下水位が低下しない状況であった。更に、当該箇所には既にグラウンドアンカー工が施工されており、地表面からの水抜き孔の施工は困難である。

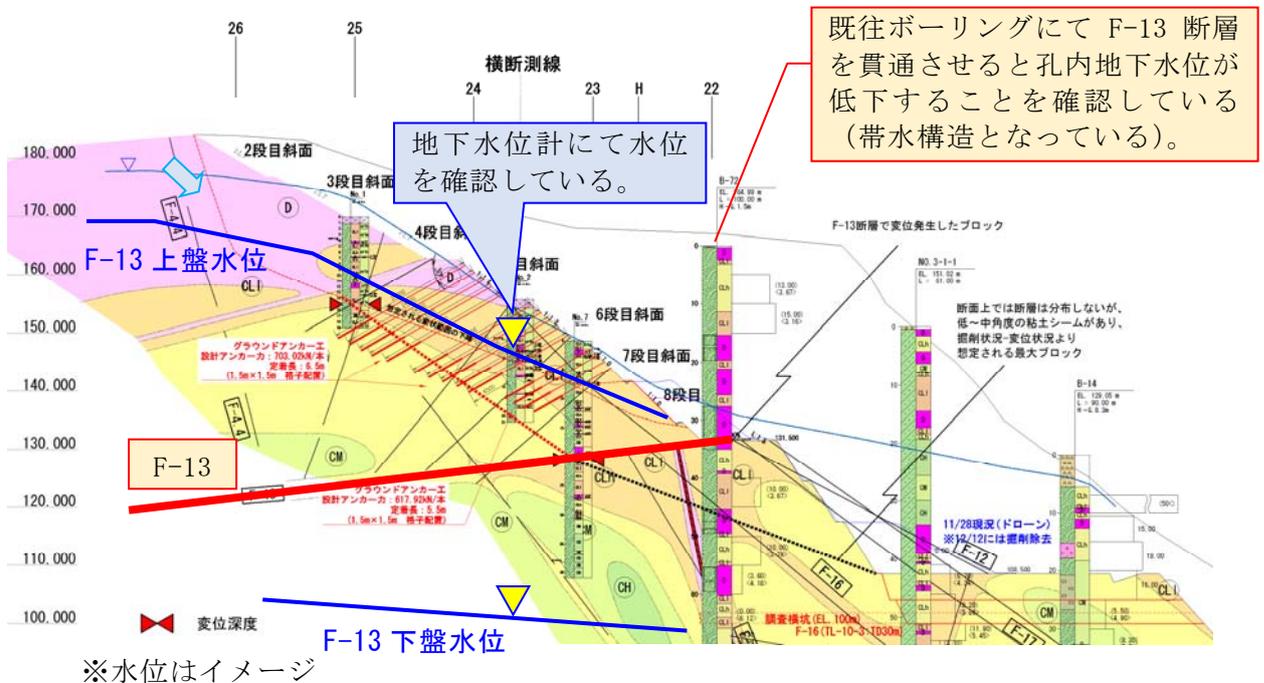


図- 3.1.1 左岸頂部の地下水分布

以上を踏まえ、本検討では、当該箇所の地下水位を確実に低下させるための抜水トンネルの設計を行うこととした。

3.1.1 トンネル標準断面の細目

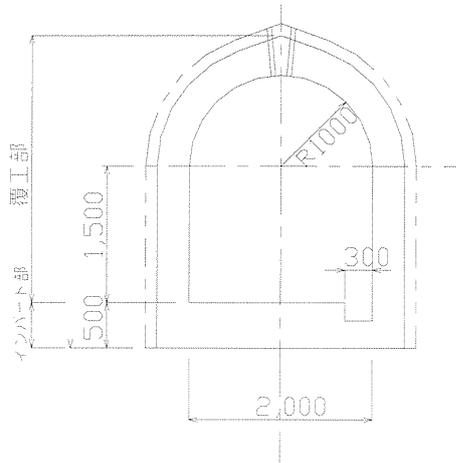
(1) 内空断面

水抜きトンネルは、当該箇所地下水を適切に集水し、またトンネル外へ排水する必要がある。

また、トンネル内から追加で排水ボーリングが施工できるように内空断面を確保する必要がある。

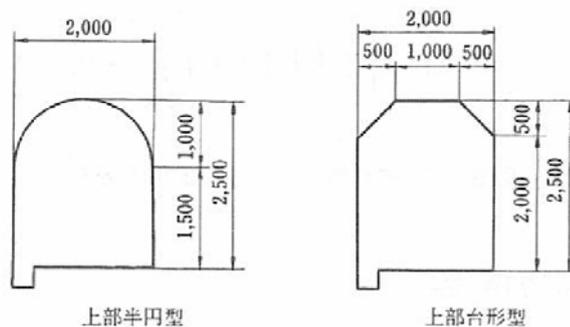
ボーリング作業が可能な内空断面としては監査廊やダム工事におけるリムグラウトトンネルが参考となる。

下図は、一般的な監査廊及びリムグラウトトンネル形状である。いずれの形状も幅 $B=2.0\text{m}$ (排水溝除く底盤幅 1.7m)、 $H=2.5\text{m}$ となっている。



出典：ダム工事積算の解説 平成 28 年度版、(財)ダム技術センター、P. 298

図- 3.1.2 リムグラウトトンネル標準断面



出典：コンクリートダムの細部技術、(財)ダム技術センター、P. 489

図- 3.1.3 監査廊の標準的な断面形状

そこで、本検討においても内空断面は排水溝除く底盤幅 1.7m 、 $H=2.5\text{m}$ を確保することとした。

(2) 排水溝

水抜きトンネルにて集水した水を確実にトンネル外に排水する必要がある。また、トンネルの左右どちらからも排水ができるよう排水溝は左右両方に設けることとした。また、排水溝の規模は一般的なリムグラウトトンネルにならって、30cm×30cmとした。ただし、積極的に地山の水を引き込むことを目的に排水溝部にはコンクリート覆工はしない（露岩のままとする）こととした。

(3) 覆工厚さ及び覆工範囲

覆工はリムグラウトトンネルを参考に以下のとおりを標準とした。

○岩質の良好な範囲（掘削区分C相当）

- ・ 覆工厚さ：35cm
- ・ 支保工種類：H-125
- ・ 建込み間隔：1.2m

○岩質があまり良くない範囲（掘削区分D相当）

- ・ 覆工厚さ：40cm
- ・ 支保工種類：H-125
- ・ 建込み間隔：0.9m

表- 3.1.1 掘削分類と覆工、支保工

掘削分類	覆工分類	支保工種類	建込み間隔	摘要
A	巻厚 30cm	H-100	1.5m	掛矢板
B	巻厚 30cm	H-125	1.5m	掛矢板
C	巻厚 35cm	H-125	1.2m	掛矢板
D	巻厚 40cm	H-125	0.9m	送り矢板
E	—	—	—	—

- (注) 1. 上表は標準の場合であり、これにより難しい場合は、別途考慮することができる。
2. 縫地矢板による場合の施工範囲については、別途考慮することができる。
3. E種については、施工実態を考慮して決定する。

出典：ダム工事積算の解説 平成 28 年度版、(財)ダム技術センター、P. 295

なお、掘削区分Cは安威川ダムにおける岩級区分ではCLh級岩盤程度、掘削区分DはD～CL1級岩盤程度が該当する。

掘削分類表

		標準				
掘削区分	岩石区分(注)	弾性波速度 (km/sec)	地質状態	ボーリングコアの状態	ハンマの打撃による岩の割れ方	キレツの間隔及び状態
A	a		(1) 岩質は非常に堅硬かつ新鮮なもので大塊状を呈し、層相変化が少なく、割れ目がほとんどないもの。	コア採取率は概ね90%以上で完全な柱状を呈し、細片は殆ど含まない状態のもの。	ハンマがはね返る。強くたたかるとかろうじて新鮮な面で割れる。	50cm以上少ない。あっても密着。
	b					
	c					
	d					
B	a		(1) 岩質はかなり堅硬なものであっても、風化作用のため変質した傾向がみられるもの。キレツには粘性土を含まない。 (2) 岩質は堅硬であるが厚い層状をなす岩で層理あるいは片理が認められ、その面に沿って割れ易いもの。	コア採取率は概ね70%以上で完全な柱状を示さないものを有し、多少の細片を含む。コアの大半がほぼ5cm以上のものが取れる状態のもの。	ハンマで強くたたけば割れるが、殆どがキレツあるいは節理などに沿って比較的大きく割れる。	10~50cm間口のこともあるがキレツ面に粘土をはさまない。
	b					
	c					
	d					
C	a		(1) 風化作用を受けて岩石に変質をおこしているもの。 (2) 岩質は比較的堅硬であってもキレツが多く小塊状を呈しているもの。キレツは薄い粘性土をはさむ。 (3) 層理や片理の顕著な岩で、非常に薄く割れ易い性質のもの。	コア採取率は概ね40~70%でキレツが多く、またできるだけ易いために小さくなり、5cm以下の細片が多量に取れる状態のもの。岩石区分、dのものではコア採取率100%の柱状コアがとれる。	ハンマで容易に割れる。比較的キレツ面などに沿って小片に割れむしろキレツ以外の面で割れることが困難である。	2~10cmキレツ面に粘土をはさむことが多い。
	b					
	c					
	d					

出典：ダム工事積算の解説 平成 28 年度版、(財)ダム技術センター、P. 296

掘削区分		岩 質 判 定 基 準				
掘削区分	岩石区分(注)	弾性波速度 (km/sec)	地 質 状 態	ボーリングコアの状態	ハンマの打撃による岩の割れ方	キレツの間隔及び状態
D	a		<p>(1) 著しい風化変質作用を受け、中には多少硬い部分も残っているが、一部はすでに土壌化した部分のみが残っている。割れ目が極めて多いものでキレツ以外の部分からでも容易に割ることができ、着る程度のもの。</p> <p>(2) 粘土化のあまり進んでいない破砕帯で、粘性土と細片状の岩片の混合した状態になっている時にはいくぶん硬いところも含まれているもの。</p> <p>(3) 土砂、崖錐地帯など。</p>	<p>コア採取率は低下し、概ね40%以下となるが多量コアは細片となるが、時には角レキ混り砂状あるいは粘土状となるもの。</p>	<p>ハンマで容易に崩れる。岩はもろく、指先で容易に割れる。キレツ面以外でも容易に割れることができる。</p>	<p>キレツの間隔及び状態 キレツの存在がはつきりしなくなる。</p>
	b					
	c					
	d					
E	a		<p>(1) 著しい偏圧を受けるようなら幅を有する断層破砕帯や大きな崖錐地帯など。</p>	<p>粘性土でなければコアの採取は困難である。</p>		

(注) 掘削分類Eは施工の結果、必要が生じた場合のみ採択する。

a : 変成岩 (千枚岩、片岩、片麻岩、ホルンフェルス等)

深成岩 (ハンレイ岩、カンラン岩等)

中生層 (粘板岩、砂岩、レキ岩、硬砂岩、石灰岩、珪岩、輝緑凝灰岩等)

b : 火山岩 (流紋岩、石英粗面岩、安山岩、玄武岩等)

脈岩 (斑岩、ヒン岩、輝緑岩等)

深成岩 (花崗岩、閃緑岩等)

c : 第三紀層 (頁岩、砂岩、レキ岩、石灰岩、凝灰岩、角レキ凝灰岩、集塊岩等)

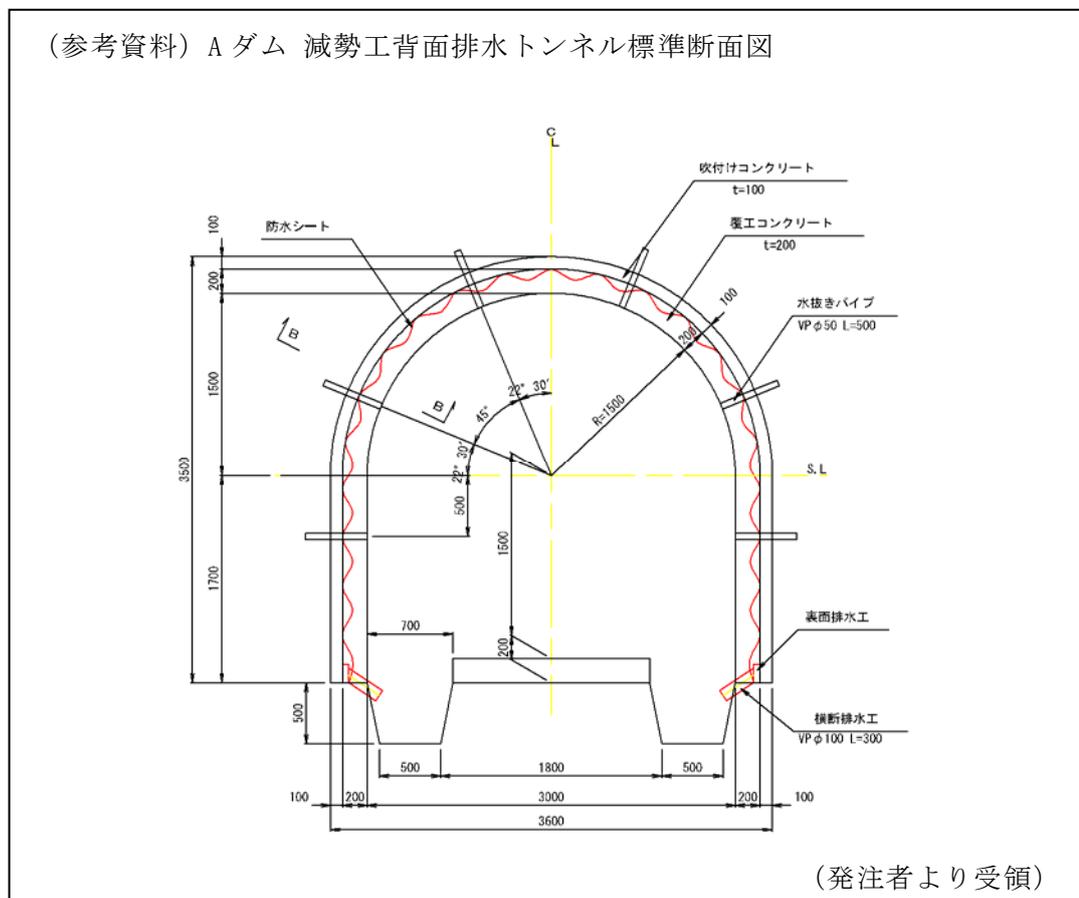
d : 第四紀層 (粘土、シルト、砂レキ、火山灰、崖錐層等)

(4) 排水構造

水抜きトンネルの背面の地下水を積極的にトンネル内の排水溝に集水することを目的に以下の排水構造物を設けることとした。

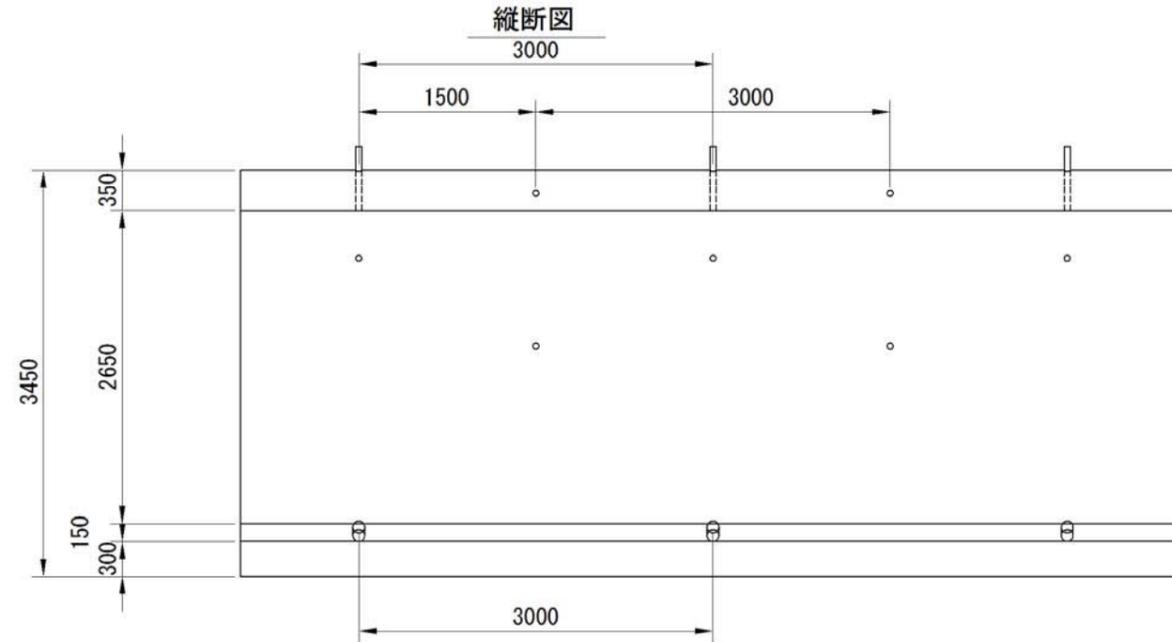
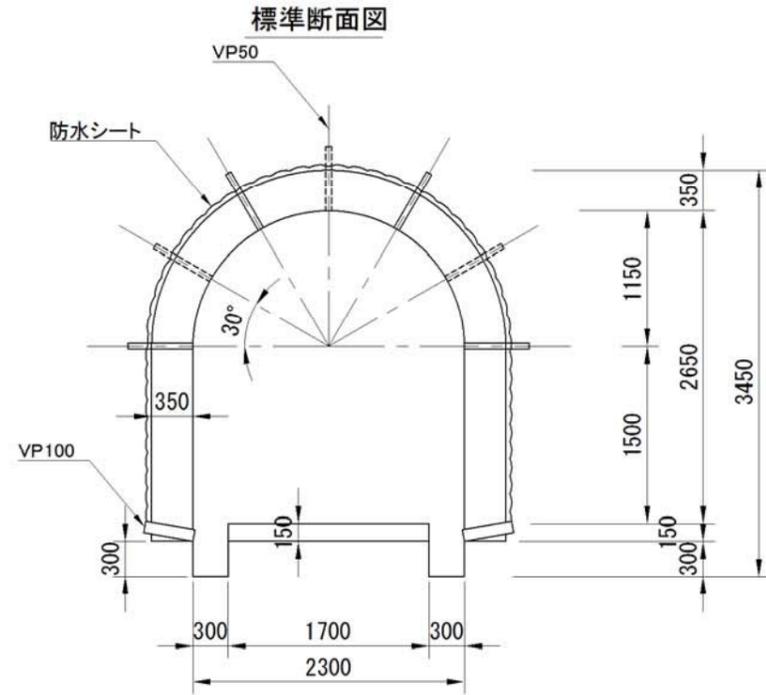
○水抜きパイプ

地山内の排水を促すため、VPφ50mmを60°間隔で千鳥配置することとした。また、縦断方向の間隔は1.5mとした。

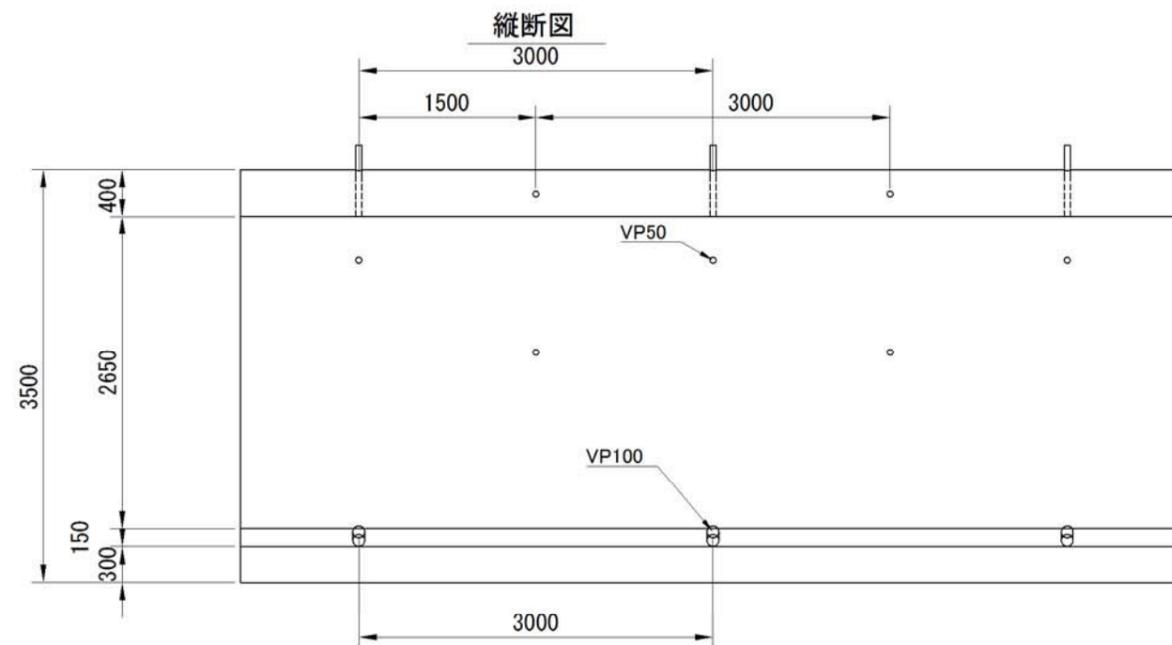
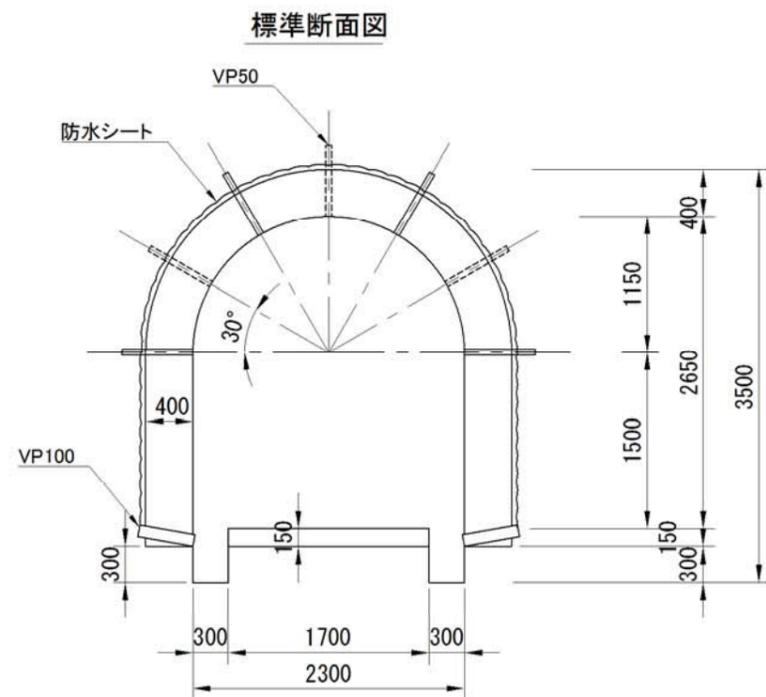


左岸頂部 水抜きトンネル標準断面図 S=1:30

掘削区分C



掘削区分D



平成	年度	図面番号	
事業名	安威川ダム		
河川路線名	安威川ダム建設工事		
工事名	茨木市大字生保～大字大門寺 外		
施工地名	茨木市大字生保～大字大門寺 外		
図面名	左岸頂部 水抜きトンネル標準断面図	縮尺	S=1:30
大阪府安威川ダム建設事務所			

3.1.2 水抜きトンネルの線形

(1) 基本線形

前述のとおり、当該箇所での風化が進行したブロック内にある地下水は、F-13断層の上盤に帯水構造で存在しており、また、F-13断層の走向は上流山側傾斜である。

そのため、水抜きトンネルはF-13断層よりも上盤に配置する必要があり、線形は上流側が望ましい。

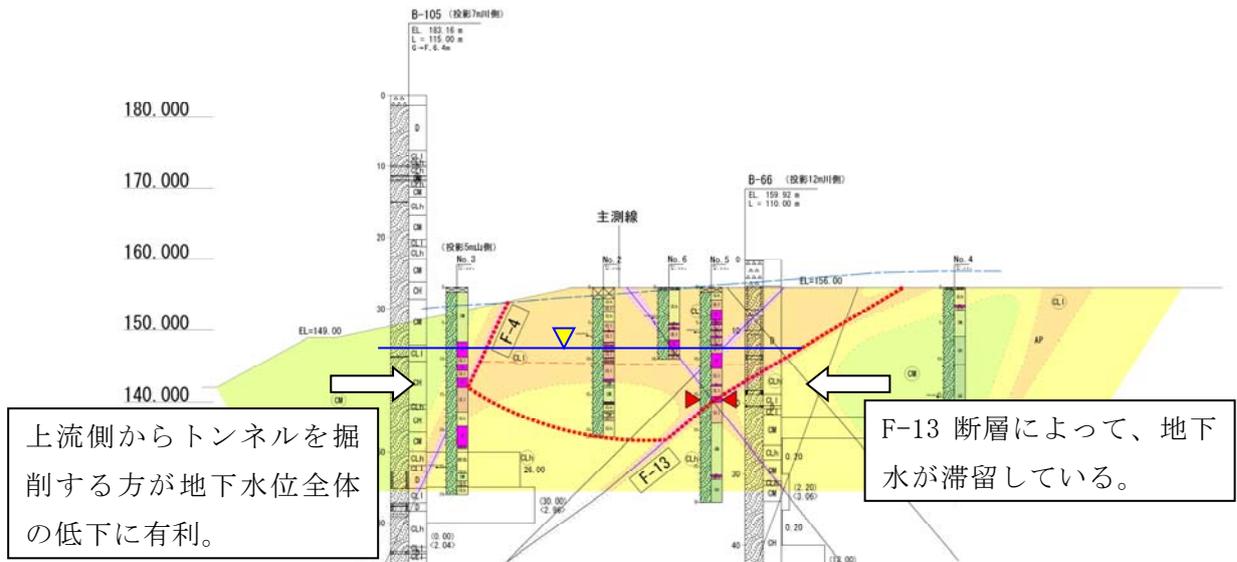
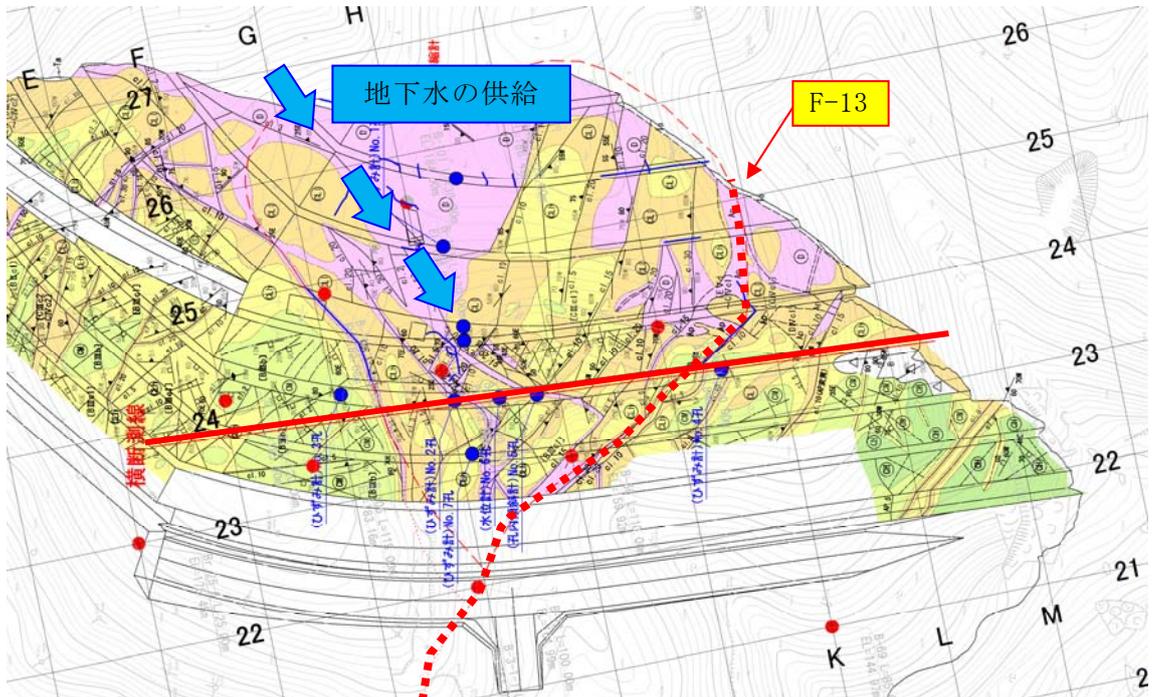


図- 3.1.5 左岸頂部の地下水分布

(2) グラウンドアンカーとの干渉

トンネル線形を考えるうえでは当該斜面に配置されるグラウンドアンカーに影響がないように配置を決定する必要がある。

グラウンドアンカーへの影響を考慮する際に留意すべき内容を以下に整理する。

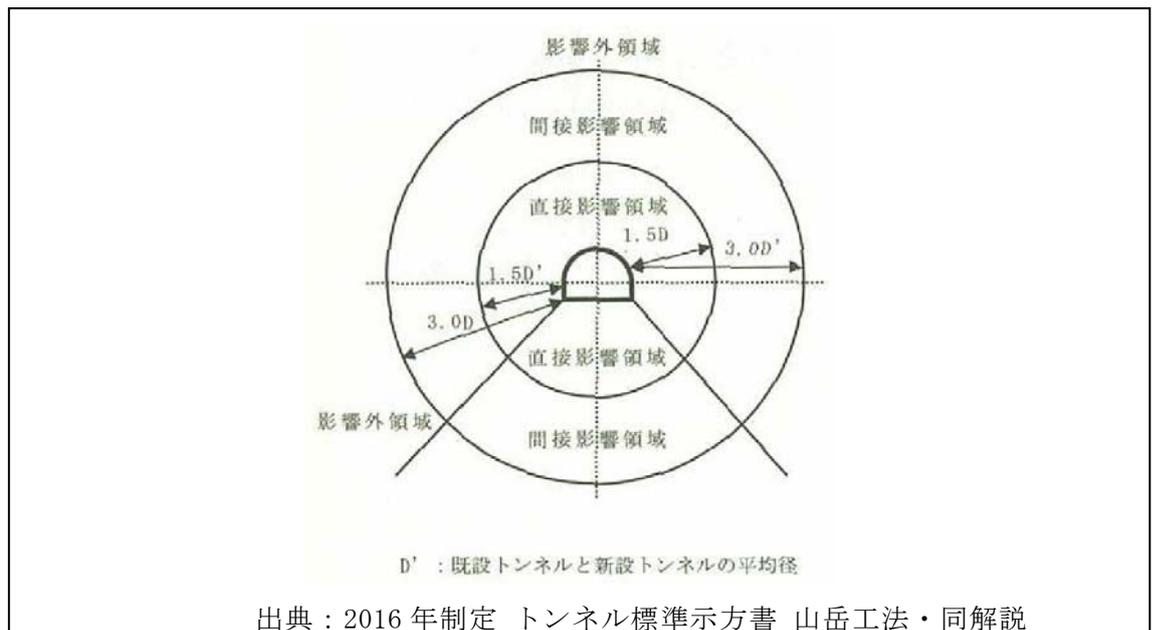
1) アンカー緊張力の影響範囲

「アンカー体設置間隔が小さい場合、グループ効果によりアンカーの極限引抜き力が減少する場合がある」とされている。

また、一般的には1.5m以上確保すればグループ効果を考慮しなくて良い」と考えられていることから、グループ効果による影響範囲は1.5m程度である。

2) トンネル掘削による影響範囲

トンネル標準示方書によると、近接施工による影響は、1.5～3D までが要注意範囲とされている。当該斜面の重要性を考慮すると掘削幅に対して3D程度の離隔を確保しておくことが望ましい。



以上を踏まえると、トンネル掘削による影響範囲を避けるためのグラウンドアンカーとの離隔は8m(掘削幅に対して3B、掘削高さに2.5H相当)程度確保するのが望ましい。

(3) 縦断勾配

トンネル標準示方書によると、一般的な道路トンネルの縦断勾配は以下のとおりとなっている。

トンネル完成後の坑内湧水を良好な縦断排水工等によって自然流下させるには通常 0.2%以上の勾配があればよいが、施工中の湧水を自然流下させるためには、湧水が少ない場所でも 0.3%以上、相当多い場合 0.5%程度の勾配が必要である。

出典：2016年制定 トンネル標準示方書 山岳工法・同解説

当該施設は左岸頂部の地下水を積極的に排水するためのトンネルであること、集水後は速やかにトンネル外に排水することが望ましいことから、本施設の縦断勾配は 0.5%として線形を検討することとした。

(4) 坑口位置

坑口の位置は、基本線形に基づき F-13 断層上盤となる上流側とし、設置標高は、施工性等を踏まえて、EL. 131.5m の平場とする。

また、左岸道路が頂部法面上流域では橋梁形式となるため、橋梁上部工の下を通過して、坑口部までアクセスできる配置とした。

次頁に水抜きトンネル配置図を示す。

左岸頂部 水抜きトンネル配置平面図

S=1:500



平成	年度	図面番号	- /
事業名	安威川ダム		
河川名	安威川ダム		
工事名	安威川ダム建設工事		
施工地名	茨木市大字生保～大字大門寺 外		
図面名	左岸頂部 水抜きトンネル配置平面図	縮尺	s=1/500
大阪府安威川ダム建設事務所			

左岸頂部 水抜きトンネル配置断面図(主測線)

S=1:250

26

25

横断測線

24

23

H

22

21

20

19

