

## 糸魚川-静岡構造線沿いの地すべりダム湖・青木湖

Lake Aoki formed as landslide-dam lake along Itoigawa Shizuoka Tectonic Line (ISTL), central Japan

八木浩司 Hiroshi YAGI / 山形大学 Yamagata University

井口 隆 Takashi INOKUCHI / 防災科学技術研究所 National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

キーワード：青木湖，地すべりダム湖，糸魚川-静岡構造線

Key words : Lake Aoki, Landslide-dam lake, ISTL

### 1. 青木湖周辺の地形・地質概観

青木湖は、長野県北西部の糸魚川-静岡構造線系 (ISTL)・神城断層に沿った大町盆地と白馬盆地を結ぶ細長い谷のほぼ中間に位置する (図-1; 写真-1, 2; 口絵-1, 2)。西側に飛驒山脈 (北アルプス) の前衛峰である海拔1300-1700mの仁科山地 (写真-3; 口絵-3)、東に水内丘陵とよばれる海拔1000m前後の小起伏の丘陵性山地が分布する (図-1)。

青木湖の規模は、最大幅が東西1.3km, 南北1.7km,

面積が1.7平方kmである。北岸が出入りの多いことに対し、それ以外ではやや滑らかな湖岸線を呈する (図-2)。青木湖北岸の丘陵 (佐野坂丘陵: 山下ほか, 1985) を分水界 (海拔840m弱) として、海拔822mの水面から南に流れ出る水は、下流側の中綱湖, 木崎湖を経て農具川となり (図-1), その後、高瀬川・犀川・千曲川となる信濃川水系に属する。

糸魚川-静岡構造線 (ISTL) は、日本列島を東西に分ける大断層で、ISTLを挟んで西側には先第三系, 東

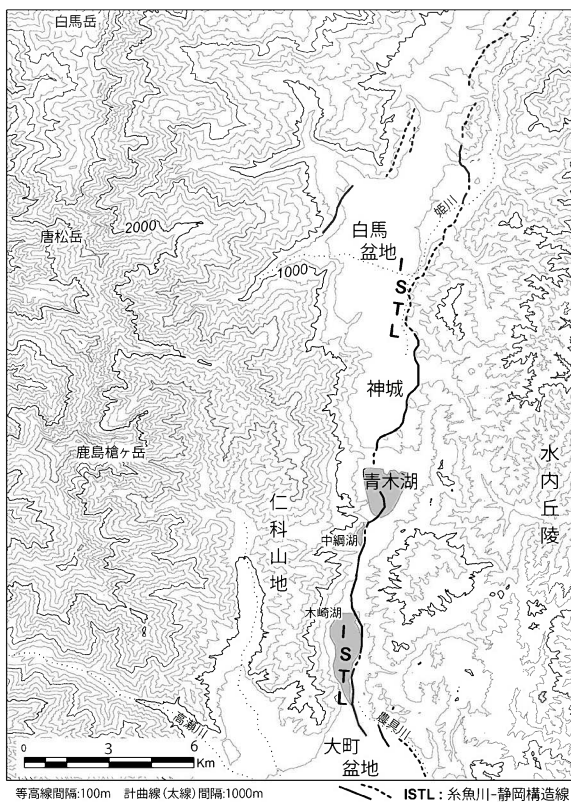


図-1 飛驒山脈北東山麓部の地形概念

国土地理院の国土基盤地図情報サイトからダウンロードした数値標高モデル (10mメッシュ) をGISソフトにより作成。等高線間隔100m



写真-1 白馬村上空から見た神城断層に沿う仁科三湖手前から青木湖, 中綱湖, 木崎湖

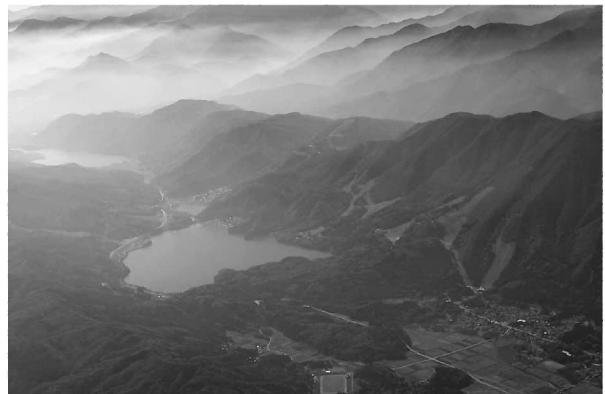


写真-2 北東上空から見た青木湖と仁科山地青木湖北岸の低起伏丘陵が佐野坂丘陵



写真-3 南東上空から見た青木湖と仁科山地および北アルプス

には新第三系が分布する(加藤ほか,1989)。すなわちISTL西側の仁科山地には、神城層と呼ばれ塩基性火山岩類、チャート・泥質岩・石灰岩からなる上部古生界、木崎層と呼ばれる砂岩・礫岩を挟む頁岩からなるジュラ系、木崎流紋岩と呼ばれる白亜紀前期の火山噴出物、そしてそれらに貫入した白亜紀の花崗岩が分布する(加藤ほか,1989;多ほか,2000)。神城層および木崎層は、花崗岩との接触部では変成を受けている(多ほか,2000)。

## 2. 周辺地形から見た青木湖の成因と周辺山地のマスムーブメント

青木湖の成因については、多くの先行研究がある。それらは、糸魚川-静岡構造線に沿う地溝状の低地に発達した断層湖とするよりは、むしろ、直接的には堰き止めによって形成されたものとする考えが多い(町田,1979;山崎,1979;山下ほか,1985;多ほか,2000)。本稿でも、

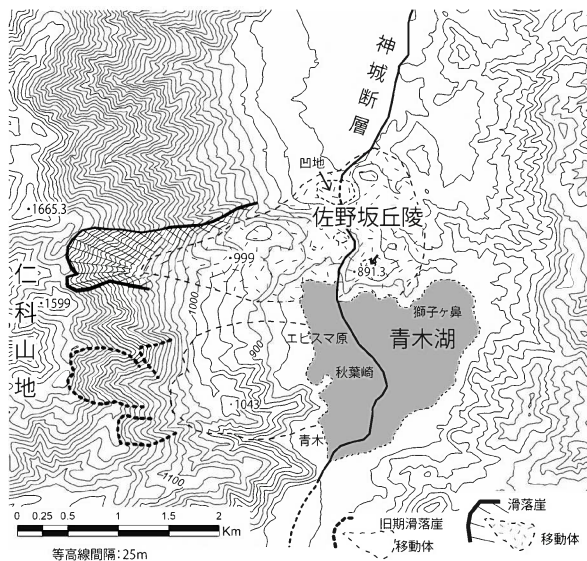


図-2 青木湖周辺の地形学図

国土地理院・数値標高モデル(10mメッシュ)から作成した地図(等高線間隔25m)上に地すべり現象に関連する地形単位を表した

以下の理由から、地すべり堆積物による河川流路の閉塞によって、青木湖が形成されたと考えた。青木湖北岸に広がる佐野坂丘陵は、最大東西幅1.8km,最大南北幅が1.3km,北麓の神城盆地との最大比高140mの低起伏の丘陵である(図-2;写真-4;口絵-4)。しかし、深さ数m~20mの閉塞された凹地が点在し、地すべり移動体の表面形態を示す(写真-5)。また、青木湖北西端に接する仁科山地東側斜面には、海拔1500m付近の稜線直下から比高400m程度の馬蹄形状急崖が形成され、その前面に前述の佐野坂丘陵が急崖基部の幅に対応して配列されている(図-2,写真-5)。なお、佐野坂丘陵が地すべり移動体として谷を閉塞して青木湖が形成されたことは、閉塞以前、現在の青木湖南側に姫川水系と高瀬川水系(信濃川水系)の分水界があったことを意味している。

佐野坂丘陵は、始良-Tn(AT)火山灰(南九州鹿児島湾北部・始良カルデラ起源の広域火山灰:町田・新井,1976)に覆われることが明らかにされている(多ほか,2000)。AT火山灰は、2.8~3.0年前頃降下とされている(早田,2010)。従って、仁科山地東面の大規模な地すべり現象は、3万年前には発生していたものと考えられる。なお、佐野坂丘陵は、神城断層による新期の断層変位も受けている(図-2,写真-5)。

仁科山地東面の山麓線に沿っては、複合扇状地群が発達し、山地斜面から谷底までスムーズに高度を減少させる縦断形を呈している。一方、前述の佐野坂丘陵は、山麓部から谷底側がむしろ高くなったり、凹地を伴ったりして、この地域の一般的な地形景観の特徴とは異なる地形を示すことから、地すべり起源と考えられた。同様に青木湖西岸、エビスマ原から青木集落にかけての仁科山地山麓には、独立標高点1043mを最高点とした仁科山地東面に相対する孤立丘が存在する(図-2)。青木湖西



写真-4 青木湖を形成した仁科山地東面の滑落崖と移動体としての佐野坂丘陵

青木湖東側上空から撮影(画面右側が北)

青木湖北岸に接する丘陵が佐野坂丘陵と呼ばれ、画面右下から中央に続く。佐野坂丘陵西端から仁科山地東面に連なる草付き斜面(サンアルピノさのさかスキー場)の上部から仁科山地稜線にかけての急斜面が地すべり発生域にあたる



写真-5 青木湖周辺の空中写真（実体視可能）  
国土地理院発行空中写真CB729Y-C10-6, 7を利用  
写真中の記号Sは佐野坂丘陵, 同Nは中綱湖

岸で半島状に発達する秋葉崎もこの孤立丘から連続して湖面下に没する。また、この孤立丘の西側～南西側の仁科山地稜線東面直下には、浸食谷最上部が広くなりえぐれた凹形を呈している。以上のような地形的特徴を勘案して、筆者らは、青木湖西岸の独立標高1043mを最高点とした孤立丘を仁科山地東面の崩壊に伴う地すべり移動体と考える。その滑落崖が佐野坂丘陵に対応する滑落崖に較べやや不明瞭なことは、発生時期の古さに由来するものと考えられる。

#### 引用文献

- 加藤碩一・佐藤生・三村弘二・滝沢文教（1989）大町地域の地質。地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），111p，地質調査所。
- 町田洋（1979）第1編信濃川上流と姫川の自然と歴史第1章自然。建設省松本砂防工事事務所編「松本砂防の歩み－信濃川上流直轄砂防百年史－」：pp. 1－77。
- 町田洋・新井房夫（1976）：広域に分布する火山灰－始良Tn火山灰の発見とその意義。科学，46，339－347。
- 早田 勉（2010）：更新世堆積物とテフラ。稲田孝司・佐藤宏之編「講座日本の考古学1 旧石器時代（上）」，青木書店，p. 77－102。
- 多里英・公文富士夫・小林舞子・酒井潤一（2000）長野県北西部，青木湖の成因と周辺の最上部第四紀層。第四紀研究，39-1，pp. 1－13。
- 山下昇・小坂共栄・矢野賢治（1985）長野県青木湖北岸の佐野坂山の崩壊堆積物。信州大学理学部紀要，20，pp. 199－219。
- 山崎晴雄（1979）長野県北城地域の活断層。地理予，17，pp. 60－61。

（原稿受付2015年4月27日，原稿受理2015年4月27日）

## 長野県神城断層地震による県内の被害状況等

災害対策本部室 平成28年8月1日 12時00分時点

地震情報	発 表							
	発生日時	平成26年11月22日（土） 午後10時08分ころ						
	内 容	震 源	長野県北部					
		震源の深さ	5キロメートル					
		地震の規模	マグニチュード 6.7					
長野県内各地の震度	震度 6 弱	長野市、小川村、小谷村						
	震度 5 強	信濃町、白馬村						
	震度 5 弱以下	上記以外の県内市町村において震度 5 弱以下を観測						
余震の発生状況	11/22 22:37 マグニチュード4.3 最大震度 5 弱（小谷村） 11/24 06:12 マグニチュード3.8 最大震度 4（小谷村） 11/25 06:27 マグニチュード4.1 最大震度 4（小谷村） （震度 4 以上を掲載）							
災害救助法適用（適用日）	北安曇郡白馬村、小谷村、上水内郡小川村（11月22日）							
被災者生活再建支援法適用	北安曇郡白馬村、小谷村において発生した長野県神城断層地震災害（12月12日）							
	人的被害（人）				住家被害（棟）			非住家被害（全半壊・棟）
	死者	行方不明者	重傷者	軽傷者	全壊	半壊	一部損壊	
長野市			2	10	4	44	1,413	113
松本市							1	
岡谷市							1	
中野市							5	
大町市				2		6	101	
飯山市							1	
安曇野市							1	
松川村			1					
白馬村			3	20	42	35	164	145
小谷村			2	2	33	79	223	87
信濃町				1				
小川村				1	2	11	225	
飯綱町				2			11	
計	0	0	8	38	81	175	2,146	345
人的被害、住家被害の数値は、今後の調査によって変動する可能性がある。								
避難情報	白馬村	避難指示			避難指示解除			
		11/23 12:25	野平地区	13世帯51名	12/ 9 15:30	野平地区 18世帯51名		
		15:25	青鬼地区	7世帯10名	12/12 15:10	青鬼地区 7世帯10名		
		12/ 9 15:30	堀之内地区	11世帯26名	避難指示一部解除 H27 10/15 11:00			

STOP3 地点

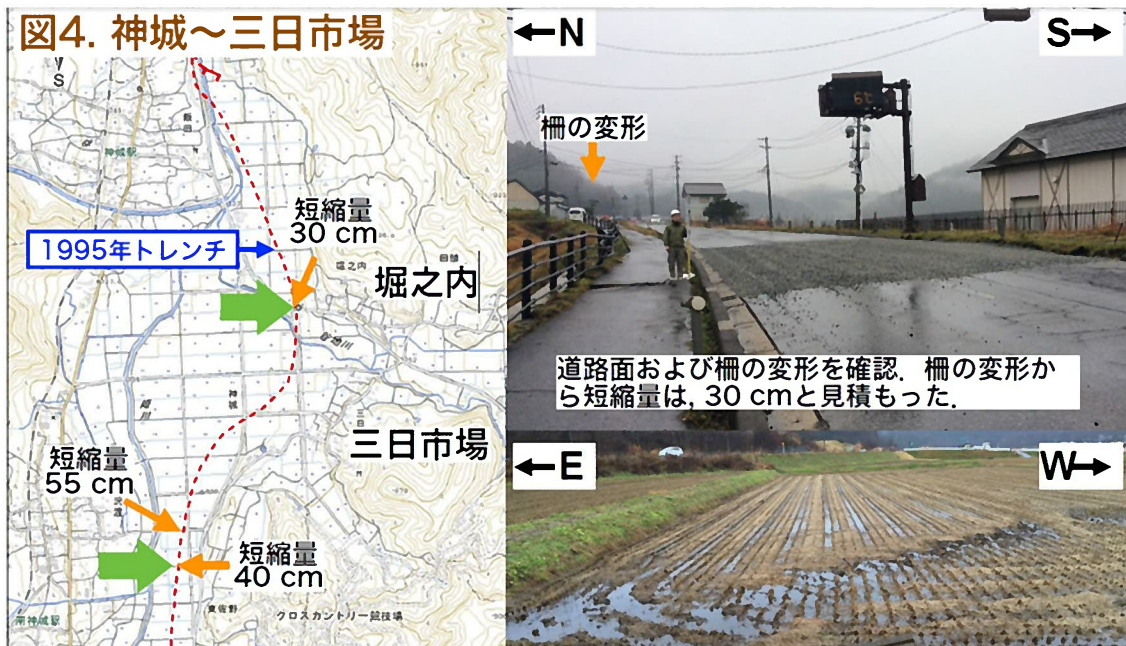
長野県北部地震（2014年11月22日）の被害状況（12月5・6日調査）



長野県北部の地震にともなう地表地震断層

東北大学 災害科学国際研究所

災害理学研究部門 岡田真介・石村大輔・丹羽雄一・遠田晋次（2014/12/09）



断層横断個所の状況 (12月5-6日調査)

以下の図の参考資料

糸魚川-静岡構造線活断層系北部の最近の断層活動 (神城断層・松本盆地東縁断層トレンチ

発掘調査) 奥村晃史ほか 地震 第2輯 第50巻、別冊(1998)35-51頁

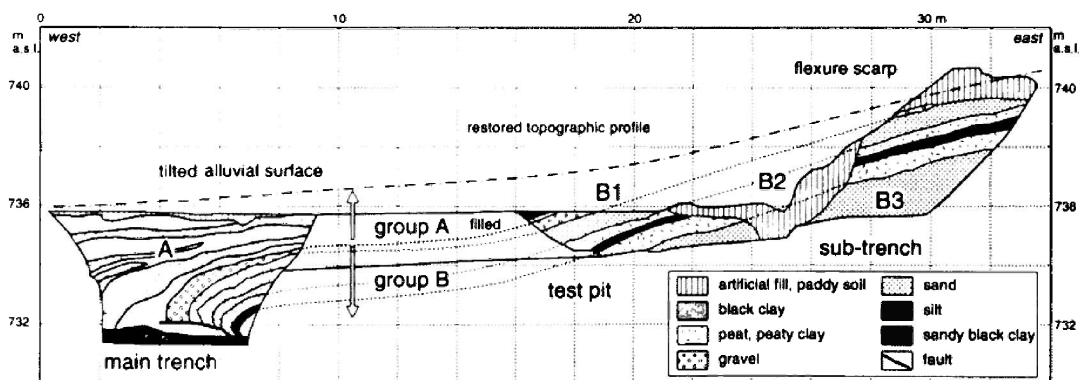


Fig. 4. Generalized trench log of the Hakuba trench. The restored topographic profile is according to the interpretation of aerial photographs predating modification and to the topographic map shown in the Fig. 3.

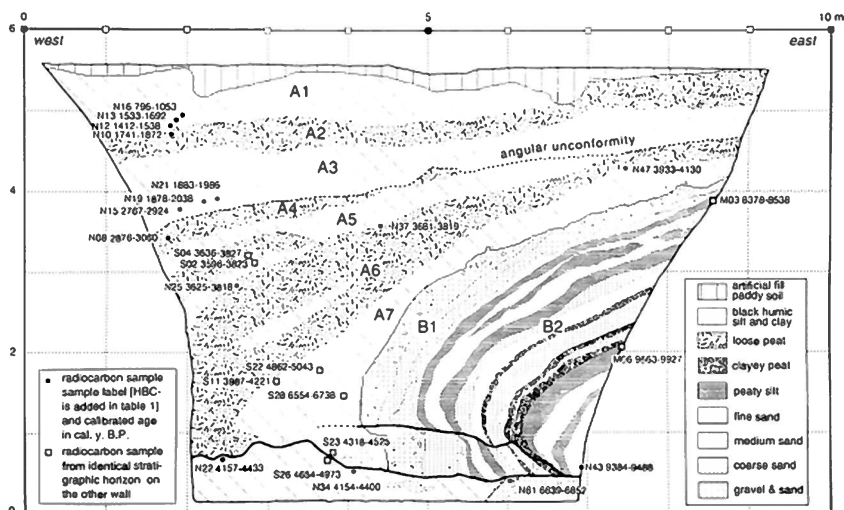


Fig. 5. Log of the north wall of the Hakuba trench. The depth is based on the actual length on the trench wall inclined by 55°. <sup>14</sup>C ages are in calendar year B.P.

報告 Technical report

■小断面NATMによる地すべり排水トンネルの検討—倉下地すべり排水トンネル—

Examination of drainage tunnel by NATM method

—Kurashita Landslide drainage tunnels of Nagano Prefecture Japan—

日本工営(株)/飯沼達夫  
Nippon Koei Co., Ltd./Tatsuo IINUMA

日本工営(株)/岡野治雄  
Nippon Koei Co., Ltd./Haruo OKANO

長野県姫川砂防事務所/渡辺剛史  
Himekawa Erosion and Sediment Control Office of  
Nagano prefecture/Tsuyoshi WATANABE

日本工営(株)/甘利哲夫  
Nippon Koei Co., Ltd./Tetsuo AMARI

キーワード：倉下地すべり，排水トンネル工，小断面ナトム  
Key words : Kurashita landslide, drainage tunnels, small profile NATM method

1. はじめに

長野県北安曇郡白馬村倉下地区（図-1，写真-1）は，通称『どんぐり村』と称され，多くの別荘・ペンションが建てられているリゾート地区である。斜面の末端には，一級河川姫川の支流松川が北西から南東方向に流下しており，地すべり斜面はその左岸側に位置する。

当該斜面において，平成7年度に直轄砂防河川松川の護岸に変状が認められた。このため，平成7年度には建設省，平成8年度からは長野県が地すべり調査を実施していた。その結果，幅約800m，奥行き約1,000mの大規模な地すべりがあることが判明した。特に平成10年の融雪期には，地すべり変動が活発化したため，災害関連緊急地すべり対策事業による早急な安全対策の実施が望まれている。

このような背景のもと，当地すべりが活発な活動を伴

う大規模なものであるため，対策工法の1つとして小断面NATM工法を用いた排水トンネルを計画し施工した。

排水トンネルの掘削断面は，上半半径1.55mの小断面トンネルであり，掘削方法はレール式の機械を用いて行われた。

計画ルートが地すべりブロック内を直接通過するため，施工時には突発湧水や切羽・天端崩壊などの懸念が十分予想された。特に支保工の変状・切羽状況などを観測することにより，トンネル状況を十分把握し，安全管理に細心の配慮を払いつつ掘削を行った。

予期したとおり，施工途中で当初計画と異なった課題や問題点が発生したが，その都度現場においてこれらの課題に本報告書に示すような種々の対応をとりながら無事に工事を完了することができた。ここにその概要について報告する。

2. 排水トンネルの当初設計概要

2.1 目的

地すべり機構調査結果より，地すべりの影響要因として被圧地下水が考えられ，これを排除することで地すべり活動を抑制することができる。

今回の計画では，被圧地下水の分布域付近に排水トンネルを施工し，ここから集水ボーリングを削孔することで被圧地下水を排除する設計とした。

2.2 地下水との関連

地下水の挙動は，地すべりに及ぼす影響要因として重要な要素である。地すべり頭部付近は台地状の緩斜面を呈することから，地下水が貯留されやすい地形になっている。特にこの付近のボーリング調査からも被圧地下水が確認されていることから地下水が地すべりに及ぼす一連の働きは，以下のように説明される。

- ① 後背地から供給された地下水は，地形的要因により地すべり頭部付近において被圧水となる。
- ② 被圧地下水は，地すべり土塊をアップリフトする

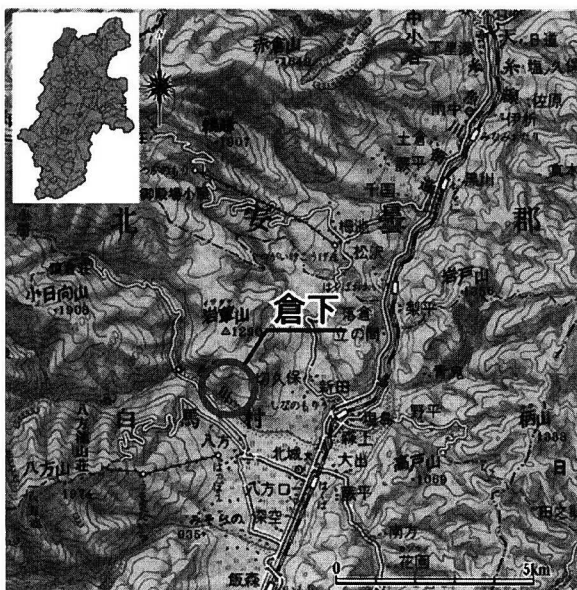


図-1 計画位置図



とともに、断層破碎帯を通じてAブロックに地下水を供給する。

- ③ 地下水浸入の増大により、Aブロックの活動が活発になる。

以上のことから地すべりの活動を抑制するため、地すべり頭部に位置する被圧地下水を排除する必要がある。その抜本的対策工として排水トンネル工を実施することにした。

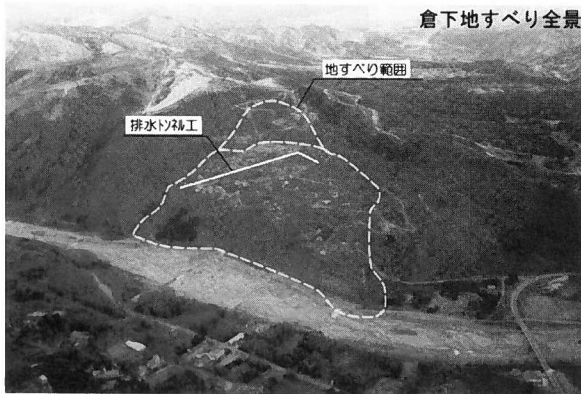


写真-1 倉下地すべり全景

### 2.3 排水トンネルの配置計画

今回の計画では、効率的な集水ボーリングの配置によって被圧地下水を排除することが重要である。また、前述の事項を踏まえ、以下の点を懸案した平面配置計画を立案した(図-2参照)。

- ① 高い圧力を有する被圧地下水が分布していると予想される範囲までトンネルを延長する。
- ② 別荘地への工事影響を避けるため、排水トンネルの上部に、建造物がこないような箇所を線形を通す。
- ③ 集水ボーリング工の長さがいずれもほぼ同じになるよう、また高圧な被圧地下水の分布領域と平行になるような線形とする。

### 2.4 縦断勾配

縦断勾配は以下に示す理由から1.50%とした。

- ① 坑口に建造物がない位置とする。
- ② 終点側計画高は、被圧地下水の分布する来馬層と溶結凝灰岩の境界付近とした。

なお採用した縦断勾配1.5%は、レール式掘削方法の最急勾配2.0%も満足している。

### 2.5 トンネル部の地質区分

本トンネル全区間の地質は、坑口(起点側)付近に崩

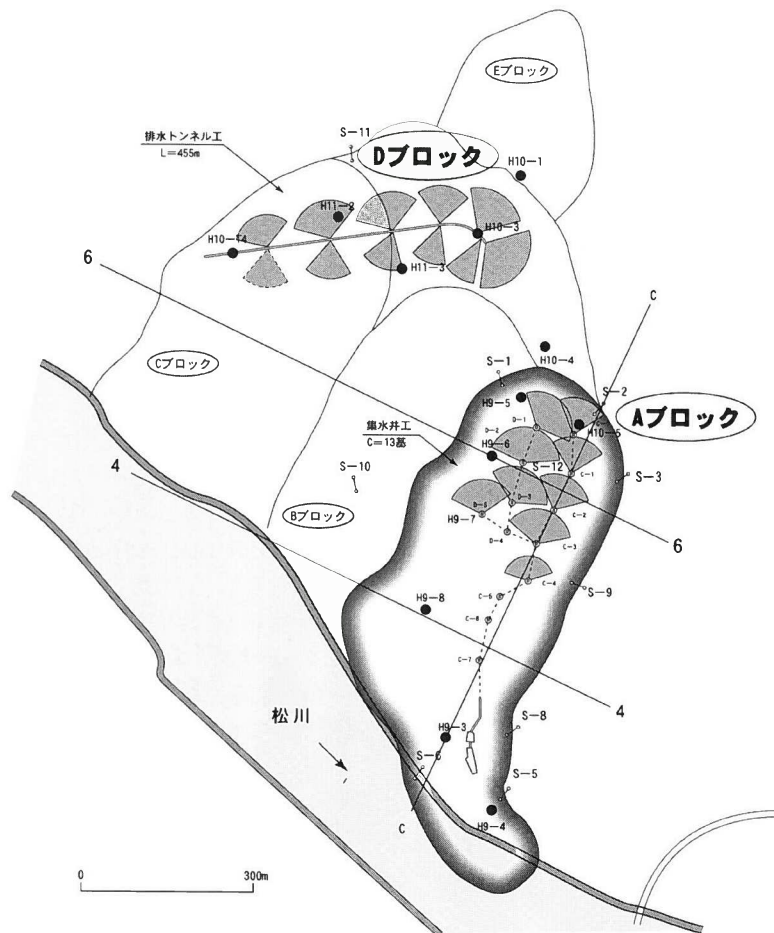


図-2 倉下地すべり平面図



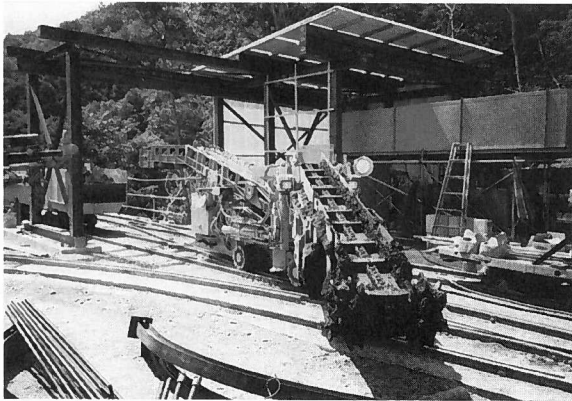


写真-2 カッターローダー

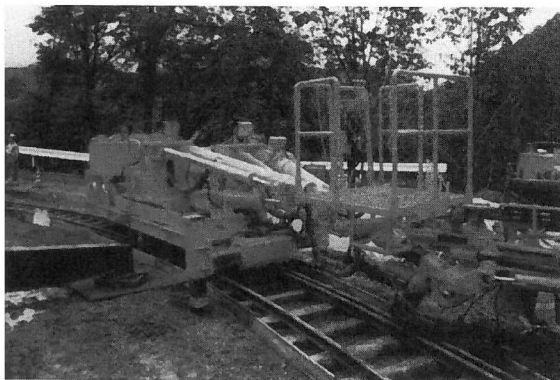


写真-3 ドリルジャンボ

また、ペンション経営者世帯を中心に100名以上が在住している。このため、発破による掘削工法を採用することが極めて困難であったことから、カッターローダー(写真-2)による機械掘削工法を採用した。

### 3.2 削孔機械

当初の設計時点での施工方法は、レグドリルによる削孔としている。しかし、天端のロックボルトを法線上に打設することが困難である。このことから、通常の道路トンネルの全断面掘削に用いられるドリル(3ブーム)ジャンボ(写真-3)の搬入が不可能である。そのため、レール式のドリル(2ブーム)ジャンボを改造し、ドリル(1ブーム)ジャンボとして使用することとした。

### 3.3 吹付方法

本トンネルでは湧水が多いと考えられ、通常の湿式方法では、吹付コンクリートの付着が見込まれないと判断された。また、地質状況が厳しいことから、一次覆工による早期閉合や掘削途中の吹付けも考えられる。よって、機械の入れ換えの少ない乾式方法を採用した(写真-4)。

## 4. 排水トンネル施工検討

本トンネルは、地すべり地内を通過していることから、通常の道路トンネルと違い、悪条件の地質状況となっている。従って、施工時に切羽・天端の崩壊などが起こる可能性が高いと考えられた。



写真-4 吹付状況

また設計時には、周辺の地すべり調査結果などから全体の地質状況を想定し、平面線形・標準断面を決定していた。しかし、実際の施工において地質条件、地下水条件など数々の問題が生じてきており、切羽観察状況や坑内からの先進ボーリングによる地質解析(水平L=100m)を行った結果より、以下のようなトンネルの平面計画及び掘削断面の再検討を行った。

### 4.1 配置計画の再検討

より有効かつ効果的に被圧地下水を除去するため、以下の理由によりトンネル掘削延長をL=555mからL=455mと100m減少させ、終点部よりL=70mの排水ボーリングを打設した。

また、集水ボーリング工の配置(長さ、打設勾配)についても、見直しを行った。(図-5、図-6参照)

- ① 坑内からの先進ボーリングを行った結果、当初計画(L=555m)では、延長455m以降の排水トンネル区間が溶結凝灰岩層に突出し、施工性が悪くなる。
- ② 先に地表より施工されていた集水井工からの排水状況や、排水トンネル切羽からの出水状況・地質状況を総合判定した。その結果から、L=455mから集水ボーリングを打設しても、被圧地下水の排水は十分可能であると考えられた。
- ③ 地下水、地質の既存資料や現場状況により、トンネル周辺の地下水の分布範囲が明確となった。

### 4.2 断面計画の変更(図-6、図-7参照)

施工段階の切羽状況は、以下の通りであり、

- ① 底盤部が泥濘化し、レールの不陸が激しくなっている。
- ② 切羽が自立しない。
- ③ 天端の崩落が見られる。

こういった状況に対し、施工時には以下のような対応を行った。

- ① レールの不陸に対する対策としては、インバート部の掘削を水平にし、泥濘化が激しい底盤部に吹付コンクリート(t=10cm)を打設した。また、特に泥濘化が著しい箇所については、ストラット設置を行った。

飯沼達夫, 渡辺剛史, 岡野治雄, 他1名: 小断面NATMによる地すべり排水トンネルの検討

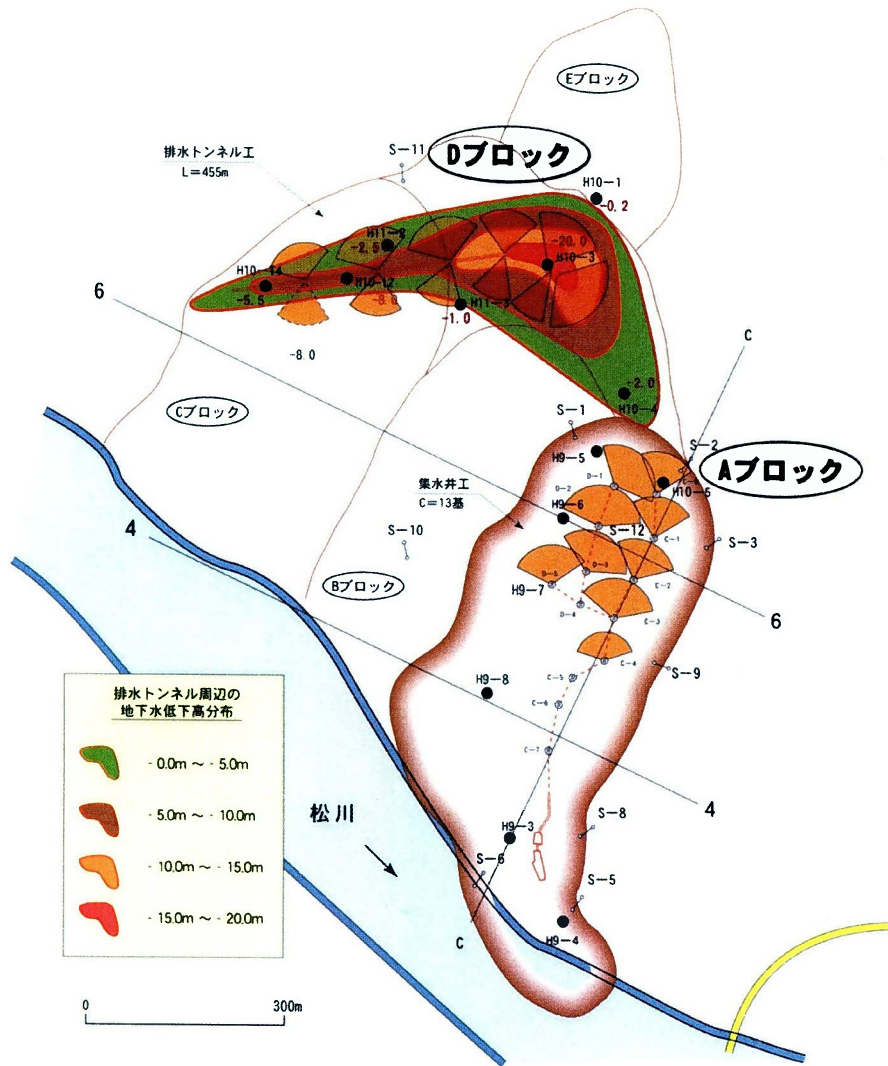
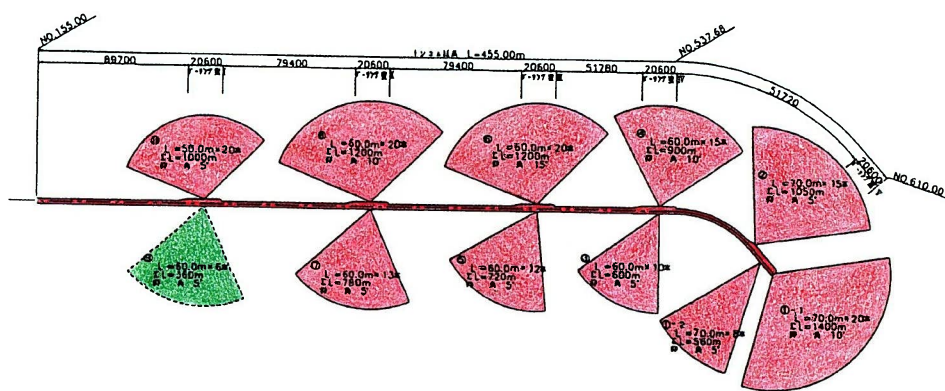


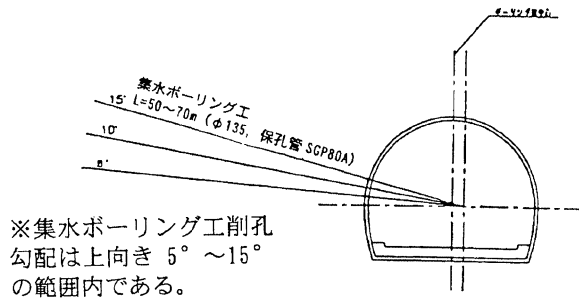
図-5 排水トンネル周辺の地下水低下高分布



井	φ (mm)	L (m)	A (㎡)
C-1	70	20	1400
C-2	70	8	560
C-3	70	15	1050
C-4	60	10	600
C-5	60	15	900
C-6	60	10	600
C-7	60	20	1200
C-8	60	13	780
C-9	60	20	1200
C-10	50	20	1000
計			9410

図-6 集水ボーリング配置図

飯沼達夫、渡辺剛史、岡野治雄、他1名：小断面NATMによる地すべり排水トンネルの検討



※集水ボーリング工削孔勾配は上向き 5°～15°の範囲内である。

図-7 集水ボーリング施工断面図

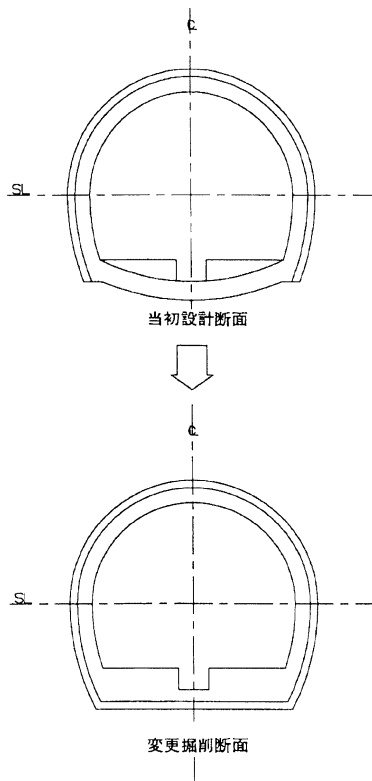


図-8 掘削断面図

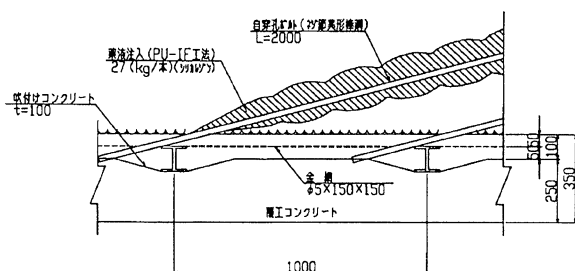


図-9 薬液注入パターン

- ② 天端の著しい崩落に対しては、設計パターンDI区間にも先受工(薬液注入)を行った。また、ドリルジャンボによる削孔の孔壁を自立させるため、自穿孔ボルトによる施工を行った(図-8, 9参照)。
- ③ 当初考えられていた、設計パターンDII区間については、極力掘削断面を小さくする方が、施工上有

利と判断し変形余裕量を無視した。

- ④ 切羽には、鏡吹付(t=5cm)を施工した。

#### 4.3 その他の変更点

上記の他にも切羽や天端において、転石が随所に存在したため、カッターローダーによる掘削積込が不可能となったり、吹付コンクリート施工時に、吹付面が剥離するなどのトラブルが見られた。

また、ストラット設置や薬液注入に時間を要するため、進行が著しく遅れ、時には日進1.0m以下の出来高となり施工難易度も高く、危険な作業となる事態に見舞われる事も多かった。これらのトラブルに対しては、その都度、工法、機械を変更し対応を行った。

#### 5. 排水トンネル工, 集水ボーリング工施工による排水効果

- ① 倉下地すべり排水トンネル工の本体工は平成11年12月末に完成し、平成12年3月末には集水ボーリング室(No.1~No.5)より集水ボーリング工を施工完了した。

集水ボーリング工は5室11ヶ所のポイントから合計L=9,410mの削孔を行った。

- ② 排水トンネル工本体施工直後のトンネル内からの排水量と集水ボーリング工施工完了後の排水量を表-1に比較した結果、集水ボーリング工設置前に坑内からの漏水や滴水により確認された排水量は35.1ℓ/分(平成11年12月末)であったのに対して、集水ボーリング工施工後に確認された排水量は392.0ℓ/分(平成12年5月中旬)であった。この点を見ても、排水トンネル工に伴う排水効果は十分認められたと考えられる。

#### 6. 結論

- ① 集水ボーリング工施工に伴い、地すべり地内からの排水量は飛躍的に増加した。
- ② 排水トンネル工施工の進捗に伴って、地すべりブロックの地下水位は低下している事も判明した。

特に観測孔H10-T4, H10-12, H11-2孔ではそれぞれ5.5m, 8.0m, 2.5mの地下水低下高が効果として確認された(図-10参照)。

- ③ 排水トンネル工施工に伴う排水効果と、Aブロックの安全率についての詳細な整理は、応急抑え盛土工、集水井工など一連の災害関連緊急地すべり対策事業の経過として報告されている(表-2参照)。

表-2に示すように、当該地すべりにおける地下水排除工としての排水トンネル工施工後の現況安全率はFs=1.03と考えられており、集水井工による地下水位低下高が-5.0mであるのに対して排水トンネル工では-8.0mの地下水低下高を見込むことができた。すなわち排水トンネル施工により水位にして3.0mの低下、安全率に

表-1 集水ボーリング施工前後による排水量の比較

測点	集水ボーリング室	集水ボーリング 施工前排水量 (リットル/分)	集水ボーリング 施工後排水量 (リットル/分)	増加の割合 (倍)
No. 244.07 No. 265.30	No. 1	15.3	28.1	1.8
No. 344.70 No. 365.30	No. 2	17.2	127.5	7.4
No. 444.70 No. 465.30	No. 3	2.4	48.8	20.3
No. 513.08 No. 537.68	No. 4	0.2	23.0	115.0
No. 584.40 No. 610.00	No. 5	排水なし	165.0	比較なし
合計		35.1	392.4	

(平成12年5月段階)

表-2 Aブロックの安全率の推移 (平成14年段階)

対策工の施工順位	安全率 (Fs)	備考
被災時	0.98	平成10年3月 融雪時に被災
応急押え盛土工	1.00	直轄対応 8万 m <sup>3</sup> 県対応 1万 m <sup>3</sup>
集水井工	1.01	13基施工 水位低下 -5.0m
排水トンネル工	1.03	延長 L = 455m 水位低下 -8.0m

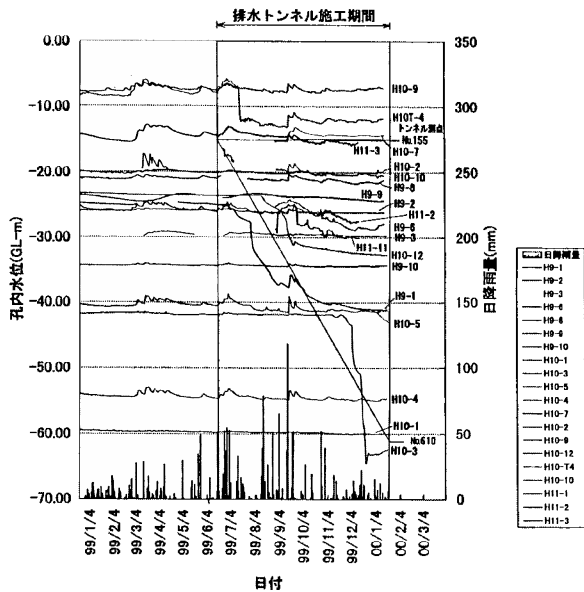


図-10 排水トンネル施工に伴う孔内水位変動図

して0.02の上昇となり, その効果を認めることができる。

参考文献

- 1) 建設省河川局監修 (社)日本河川協会編: 改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編〔Ⅱ〕 pp.49-55(2000).
- 2) 建設省大臣官房技術調査課監修 (財)建設物価調査会発行: 国土交通省土木工事積算基準 平成13年版 pp.493-537.
- 3) 長野県姫川砂防事務所監修 岸田 昇・平林茂生・和沢伊久夫 他編: 「倉下地すべり」 pp.1-106 (2000.6).
- 4) 渡辺 亮: 斜面災害の機構と対策 pp.101-110 (1986).
- 5) 渡辺剛史・岡野治雄・飯沼達夫・甘利哲夫: 小断面NATMによる地すべり排水トンネル工の設計検討〔倉下地すべり排水トンネル〕平成14年度地すべり学会中部支部シンポジウム要旨集「地下水排除工の現状と将来」 pp.1-8.
- 6) 渡辺剛史・山崎 充: 倉下地すべりの地下水排除工とその効果 平成14年度地すべり学会中部支部シンポジウム要旨集「地下水排除工の現状と将来」 pp.45-48.

(原稿受付2003年3月5日, 原稿受理2003年8月13日)