

# 標高 2,000m の国立公園特別保護地区内における排水トンネル施工 —甚之助谷地すべり対策排水トンネル工事—

Construction of Drainage Tunnel in a National Park Special Protection Area  
at an Elevation of 2,000m  
(Jinnosuke-dani Landslide Countermeasure Drainage Tunnel Construction)

日谷昌保<sup>※1</sup>  
Masayasu Hidani

武下登志之<sup>※2</sup>  
Toshiyuki Takeshita

戸澤信吾<sup>※1</sup>  
Shingo Tozawa

## 【要旨】

甚之助谷地すべり排水トンネル工事は、石川県白山市白峰内の白山国立公園内の標高約 2,000m の場所に位置し、取水施設および排水トンネル 386m を矢板工法で施工するものである。標高 2,000m、国立公園内、豪雪地帯等、制約条件の多い環境下で、安全と品質を確保するために、施工機械の変更や覆工の一部にプレキャスト製品を採用して施工した。本稿では、山岳地帯、国立公園内という特殊条件下での排水トンネル施工について報告する。

【キーワード】 トンネル 地すべり 山岳地帯 国立公園 プレキャスト

## 1. はじめに

甚之助谷地すべりは、石川県白山市を流れる手取川の源流部となる日本三名山のひとつである白山の西方に位置し、甚之助谷と別当谷にまたがる大規模な活動中の地すべりである（図-1）。地すべりの存在は、1912（明治45・大正元）年から始められた砂防工事で構築した砂防堰堤に亀裂が発生したことで明らかになった。1961（昭和36）年より地すべり対策工事が行われているが、現在

も年間10cm程度移動しており、その移動は主に融雪期に観測されている。

本工事は、融雪期に甚之助谷へ融雪水が浸透する量を減らすことであり、万才谷の流水を赤谷へトンネルで転流し、地下水を集排水ボーリングで抜く工事を行うものである（図-2）<sup>1)2)</sup>。また、本工事は、白山国立公園特別保護地区内にあり、通勤路として使用する砂防新道（砂防工事で新設された登山道）は、白山登山の主要な登山道であり、年間数万人の登山客が訪れることから、自然環境、観光および地域に配慮しながら施工を行っている。



図-1 工事位置

◆排水トンネルなし  
⇒地すべりを誘発



◆排水トンネルあり  
⇒地すべりを抑制



図-2 地すべり排水トンネルの効果

## 2. 工事概要および地形・地質の特徴

### 2.1 工事概要

表-1に工事概要を示す。本工事は、排水路トンネル（L=386m）、取水堰堤工、立坑、集排水ボーリング工、貨物索道設備などの仮設工であり、図-3に施工フロー

1. 大阪支店 白山甚之助Ⅲ期作業所 2. 大阪支店 土木部 施工G

図を示す。本工事は白山国立公園特別保護区内にあり、環境省協議で決められた事項を順守し作業を進める必要がある。

表-1 工事概要

工 事 名 称	甚之助谷地すべり対策排水トンネル工事	
工 事 場 所	石川県白山市白峰地先	
工 期	2009年3月7日 ~ 2021年11月30日	
発 注 者	国土交通省北陸地方整備局	
工 事 内 容	トンネル工 (掘削)	L=386m,A=6㎡,矢板発破工法,タイヤ方式
	トンネル工 (覆工)	上半:ライナープレート+エアモルタル 下半:プレキャスト水路+モルタル
	取水堰堤工	1式
	立坑	Φ=3.5m,H=27m,その他付帯設備1式
	集排水ボーリング	L=80m,Φ=90mm,n=10本
容	貨物索道設備	架設,運転,L=1023m,積載重量2.4t
	その他仮設	ヘリコプター作業,モノレール工,作業構台他

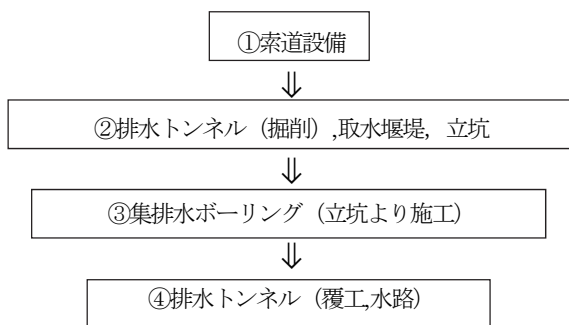


図-3 施工フロー図

## 2.2 地形・地質の特徴

白山 (御前峰2,702m) は、岐阜県と福井県にまたがる標高2,600mを超える三峰 (御前峰, 大汝峰, 剣ヶ峰) と別山, 三ノ峰, 白山釈迦岳からなる活火山である。また、富士山, 立山とともに日本の三名山の一つに数えられ、年間4万人を超える登山客が訪れる観光地となっている。

白山南西側の標高2,200~2,300mまでは火山噴出物で覆われたなだらかな斜面であるが、その周囲は、地すべりや崩壊が多発する急斜面からなる。その中で、主峰の南南西約2kmの距離にある南竜山荘付近 (標高2,000~2,100m) は、溶岩流で形成されており、白山山腹斜面内で唯一ともいえる平坦地となっており、本工事の施工基点となる。

もう一つの特徴的な地形は、取水施設の西側300mの地点に南北方向に約2kmにわたって断続する急崖である。これは、甚之助谷を広く覆う地すべりの滑落崖であり、北半分は中間尾根ブロック、南半分は左岸大規模ブロックの滑落崖となっている (写真-1)。

本工事区間の地質は、下部に手取層群、その上部に3~4万年前の火山活動で噴出した白山火山噴出物で構成されている。手取層群はジュラ紀~白亜紀の堆積物で頁岩, 砂岩, 礫岩および砂岩頁岩互層などからなり、アンモナイトや恐竜の化石の産出で知られている (写真-2)。白山火山噴出物は、安山岩質自破碎状溶岩と安山岩溶岩に分けられる。安山岩溶岩は、噴出した溶岩が徐々に冷さえて固まったもので、新鮮で固く節理が発達しており、節理に沿って0.5~1.0cm程度の空隙が認められた (写真-3)。空隙は、自破碎から安山岩質溶岩への移行部で5.0~20.0cm程度、集排水ボーリング施工時には0.2~1.0mのものが数箇所確認された。新鮮で固く、大きく開口した亀裂が数十cm~数m間隔で存在し、開口亀裂により水を地中に容易に通す。安山岩質自破碎状溶岩は、噴出した溶岩が急激に冷えて固まる過程で自破碎し、細かく岩片状になったもので、噴出した溶岩の外周部にあたる (写真-4)。風化が進んでおり軟質で簡単に砕くことができる。

トンネルは、主に安山岩溶岩を掘削し、直上に自破碎状安山岩が存在したが、安山岩溶岩からの湧水は滴水程



写真-1 溶岩流で形成された緩傾斜地と地すべりの滑落崖



写真-2 手取層群



写真-3 安山岩溶岩



写真-4 自破碎状安山岩

度しか認められなかった。しかしながら、立坑底部から施工した集排水ボーリングからは、多量の湧水が出水した（図-4、写真-5）。湧水量は、渇水期にあたる10月は600ℓ/min程度と少なく、融雪時期の6月は約3,300ℓ/minが出水し、雨量、雪解け水に左右されることが確認できた。なお、集排水ボーリングは全部で10本施工しているが、もっともトンネルに近い位置のボーリング①からはほとんど湧水が確認されなかった。

これらトンネル掘削時の湧水状況、および集排水ボーリングの湧水状況から、自破砕状溶岩は不透水層であるが、この不透水層が万才谷などの河川で浸食され、安山岩質溶岩が露頭した部分より表面水が地中に浸透し、大規模な地すべりを誘発していると推定できる。

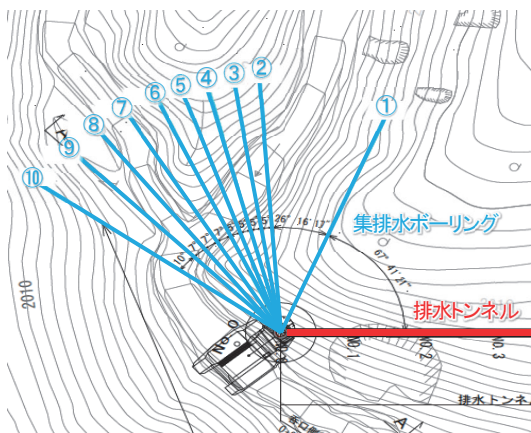


図-4 集排水ボーリング平面図

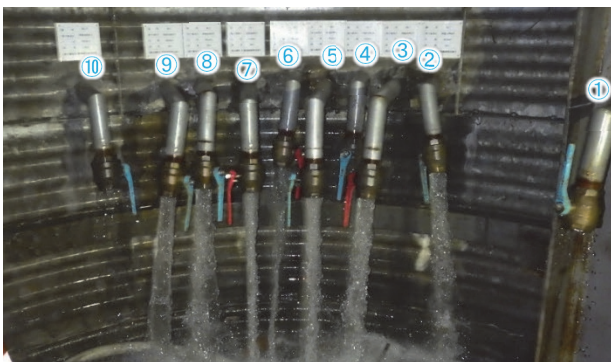


写真-5 集排水ボーリング湧水状況

表-2 特別地域及び特別保護区内での指定行為

	指定行為
地 特 域 別	工作物の新築・改築、樹木の伐採、鉱物の採取、河川・湖沼の取水・排水、広告の掲示、土地の埋立・開墾、動植物の捕獲・採取、本来の生息地でない動物の放鳥獣、本来の生育地でない植物の植栽、施設の塗装色彩の変更、指定区域内への立入、指定区域内での車の使用
保 特 護 別 区	樹木の損傷、動物の放鳥獣（家畜の放牧を含む）、植物の植栽・播種、物の集積・貯蔵、たき火

### 3. 本工事の特殊性

#### 3.1 白山国立公園内での工事施工の制約

本工事は、管理がもっとも厳しい特別保護地区（特別地域のうち、とくに重要な地区）に位置しており、特別地域内での指定行為を行うためには、環境省の許可が必要となる（表-2）。工事は設計段階から環境省と国土交通省が協議を行い、環境省の許可のもと発注されていることから、協議内容の変更は環境省協議の結果を待ってからでないとい施工することができない。以下に、施工時に制約を受けた事例をあげる。

##### (1) 植物保護・地形改変しない工夫

万才谷における取水設備施工時、洪水時の重機避難場所を河川外に考えたが、植物の保護および地形を改変しないために重機避難場所は河川内に設けた。避難場所には仮締切からの越流対策として、避難場所の土砂が流出しないようにコルゲート管を配置していた。これにより、仮締切り決壊時にも重機避難場所では被害はなかった。

##### (2) 工事用モノレールのルート変更

資材運搬用に工事用モノレールが計画されていたが、計画ルートでは樹木（アオモリトドマツ：別名・オオシラビソ）を伐採しなければならないことが判明した。国土交通省とルート変更を協議し、環境省協議と違うルートに変更するため国土交通省と環境省との変更許可を経ての施工となり、手続きに1か月以上要した。

##### (3) 植物への配慮

高山植物の群生地に立ち入り禁止用の柵を施工し、作業員への周知および関係者以外が入場しても踏み荒らさないように配慮する必要があった。また、作業用通路の入り口、南竜山荘登山道付近には、靴の裏を拭くマットを準備し、外来種の種が靴の裏に付着して現場周辺に持ち込まれないように対策しながらの施工となった。

##### (4) 光害対策

夜間作業時に、作業照明を遮光するために計画段階から遮光設備が計画されていたが、現地条件にそぐわないため、現地に合うように別途設計・製作したうえで夜間作業を実施した（写真-6）。また、索道の夜間運転は、



写真-6 仮設備ヤード全景

完全に遮光することが困難であるほか、工事騒音が発生するため、設計段階から運転禁止となっていた。

### (5) トンネル掘削ずりの持ち出し禁止

国立公園内の鉱物を公園外に持ち出すには許可が必要となることから、掘削土は国立公園内の特定地域で管理する必要があった。現場周囲では、埋め戻し土として利用できなかったことから、索道で標高1,000m地点へ運搬し、工所用道路脇に埋め立てた。この掘削土は、今後、埋め戻し土として一部使用する予定である。

## 3.2 高山地帯での工事の特殊性

工事は、標高2,000mで工所用道路もない特異な場所での工事である。冬期には積雪6m以上の積雪があり、年間7か月は休工となる。このような現場条件では、一般の工事と比較して以下のような特殊性がある。

### (1) ヘリコプターか索道による資材運搬

資機材の運搬は、工所用道路がないため仮設の索道かヘリコプター運搬で対応している（写真－7）。

索道完成までは、すべてヘリコプター運搬に頼っていた。ヘリコプターは、有視界飛行で運航するため、雨天時やガス発生時などは運航できず、常にヘリコプターが運航しない場合の作業を考えておく必要があった。また、ヘリコプターで運搬できる重量に制限があるため、重機などは分解し、現場で組み立てる必要があった。資機材置場にも限りがあるため、作業状況に合わせ計画的に運搬する必要があった。索道運搬は、索道支柱と干渉しないように重量および大きさが制限されたため、資機材はすべて専用の搬器に入れて運搬することで、重量と大きさの管理を行った。

### (2) インターネット環境のない中での施工管理

工事を着工した当時（2009（平成21）年）は、現場に携帯電話の電波が届かず、無線基地局を開設し無線で白峰事務所（本事務所）と連絡を取り合っており、電子データを送る手段もなかった。電子データを届ける場合は、USBなどの媒体にデータを保存し下山して白峰事務所へ届けていた。NTTドコモの基地局開設後は、電波が届くところまで20分ほど移動し容量の小さいデータなら送れるよ



写真－7 ヘリコプターによる運搬状況

うになったが、現場の管理生産性を向上させるために、2015（平成27）年に南竜事務所に衛星回線を開設し、南竜事務所でIP電話およびインターネットを使用できるように改善した。これにより、いつでも南竜事務所から電話連絡や電子データの送受信が可能となった。現在ではauの基地局が開設され、現場でもauの電波が届くようになり白峰事務所への連絡およびデータ送信ができるようになったが、悪天候時やガス発生時には通信が困難となるときがある。

### (3) 積雪による作業時間の制限

準備を含めた作業期間が6～10月で工期設定されているが、南竜事務所付近で6月初旬では約2m以上の雪が残り、10月下旬には初雪が観測された。6月初旬に南竜事務所を開設するために、水源地の除雪をし、凍結部分を溶かし通水してから発電機、浄化槽、給湯器置き場の除雪作業を行う準備作業から開始している（写真－8）。仮設および機械の組立作業が終了して、トンネル掘削作業を開始できるのは、7月20日ごろであった。また閉鎖作業は10月10日ごろより開始しなければならず、掘削作業は非常に限られた期間しかなかった。

### (4) 作業員の確保

現場までは、一般登山道を約2時間かけて宿泊施設の南竜事務所まで登山し、そこから30分徒歩で現場まで通勤する必要があった。この厳しい現場条件下では作業員を確保するのは非常に困難であった。また、職種によって作業員を簡単に入れ替えることができないため、与えられた作業を何でもこなすスキルを持った作業員が必要となってくる。このため、おのずと作業員は固定されるかたちになる。すでに10年が経過した長期工事のため、作業員の高齢化も進み、交代要員を確保する必要が出てきているが、難しい状況である。

### (5) 急変する気象条件下での施工管理

天気は、雨雲レーダーなどで観測・予測したことをインターネットで調べて現場に連絡するが、予測どおりにならないことが多い。とくに雷鳴は突如として轟くため、火薬使用中は即座に作業を中止し、すぐに避難するように注意喚起しながら作業を実施していた。



写真－8 南竜事務所除雪状況

## 4. トンネル施工

### 4.1 矢板工法の採用

掘削方法は矢板工法となっていたが、工事受注後、改めてNATMと比較してその妥当性を検証した。表-3に矢板工法とNATMの比較表を示す。その結果、山岳地における高所への機材搬送や、トンネル仮設備ヤードの制約などから矢板工法を採用することとした。

表-3 矢板工法とNATM 比較表

工程項目	矢板工法	NATM
材料供給	材料: 矢板、鋼製支保工、丸太の半割(緊急資材) 仮設ヤード内の遮光テント内に十分にストック可能	材料: 鋼製支保工、骨材、セメント、急結剤 仮設ヤード以内にホッパー、サイロが必要 夜間に材料が不足した場合に補給方法がない
判定	○	×
仮設規模	機械・設備 削孔機械、ずり積込運搬機械、給水設備、換気設備	機械・設備 削孔機械、ずり積込運搬機械、給水設備、換気設備 吹付けプラント設備、吹付け用機械
判定	◎	×
地山の安定性	施工時: 問題なし 覆工に緩み荷重が発生する	施工時: 問題なし 支保工のみで安定する 覆工に緩み荷重は発生しない
判定	○	◎
環境	・ずりに不純物が混じらない ・国立公園内で保管可能 ・環境負荷が小さい	・ずりに不純物が混入する ・国立公園内での保管に不利 ・仮設規模が大きく環境に負荷がかかる
判定	◎	×
安全・衛生	・切羽直近での作業が多い	・切羽直近での作業が多い ・粉塵による衛生面の問題あり
判定	×	×
経済性	・仮設規模が小さく、施工機械も少ない	・仮設規模が大きく、施工機械も多い
判定	○	×
総合判定	安全面で懸念が残るが、経済性、環境面、材料供給で有効な工法である	安全・衛生面で懸念が残る、設備規模が大きく、環境条件から施工できない可能性大
判定	○	×

### 4.2 トンネル掘削機械計画

トンネル掘削機械は、当初設計から表-4のように変更した。変更理由を以降に示す。

表-4 掘削機械一覧

当初計画掘削機械

施工区分	機種	種規	格単	位数量
穿孔・こそく	レッグハンマ	40kg級	台	3
ずり出し	積込	シャフローダ	BH・コンベア付(能力70m <sup>3</sup> /h)	台 1
	搬出	不整地運搬車	2.5t積	台 2

変更計画掘削機械

施工区分	機種	種規	格単	位数量
穿孔	ドリルジャンボ	油圧式1ブーム、135kg級	台	1
こそく	ブレーカ付バックホウ	平積0.12m <sup>3</sup> 級、ブレーカ300kg級	台	1
ずり積込・搬出	ロードホウルダンプ	バケット山積1.7m <sup>3</sup> 級	台	1
	小型バックホウ	バケット山積0.11m <sup>3</sup> 級	台	1

- ・振動工具であるレッグハンマは、「1993.3.31付厚生労働省労働基準局長発第203号」により、一日の作業時間は、2時間までと制約を受けており、トンネル掘削サイクルに適合しないため、ドリルジャンボ(写真-9)およびブレーカ付きバックホウを採用することにした。
- ・ずり積み込み機械のシャフローダは、移動に時間がかかり、小断面トンネルでは作業性に難がある。また、ずりに大塊が含まれる場合積み込みできなくなるなどの理由で、機動性のあるロードホウルダンプを採用した(写真-10)。

上記により安定した掘削サイクルを確保することができ、4.3節で記載する施工時の問題発生時にもスムーズな対応をとることができた



写真-9 ドリルジャンボ



写真-10 ロードホウルダンプ

### 4.3 火山噴出物地質と矢板工法の適用性

図-5に地質縦断面図を示す。

トンネル掘削作業は、2014年9月1日より掘削作業を開始し、2016年10月4日に貫通している。各年の掘削作業月

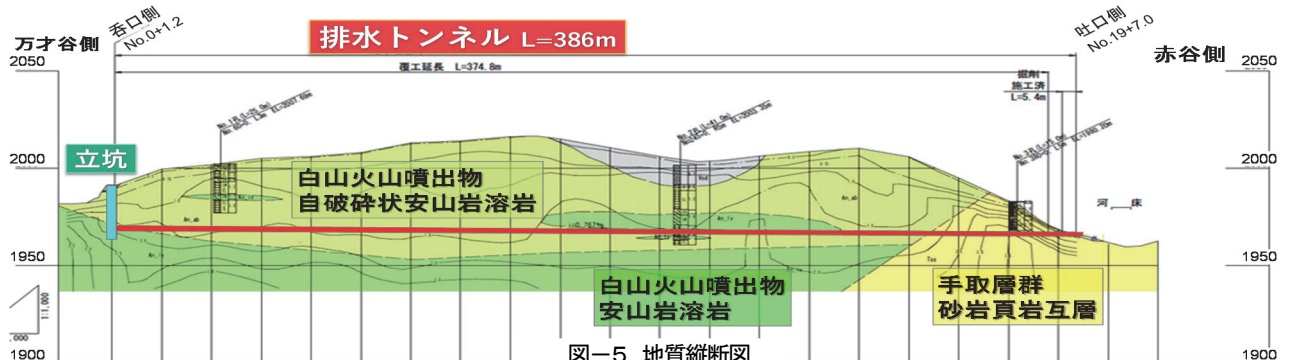


図-5 地質縦断面図



写真-11 当たり付け状況

数は、2014年度1.3か月（進行45m）、2015年度2.3か月（進行150.3m）、2016年度3.1か月（進行186.9m）であり、3か年合計で6.7か月（平均月進57.0m）を要した。火山噴出物は、2.2節で述べたような性質であり、とくに安山岩質自破碎状溶岩から安山岩溶岩に移行する区間において崩落など頻繁に発生している。

### (1) 地山不良による崩落

安山岩溶岩と自破碎状安山岩溶岩が入り組んだ地質区間では、安山岩溶岩の堅硬な転石や、土砂・粘土化した自破碎状安山岩溶岩が分布しており、掘削時には天端部分に約1.0m程度の転石の抜け落ちが計6回発生した。抜け落ち発生時には地山状況が不安定な中、矢板および半割り丸太を地山に当てるための作業が発生するが、素掘り面での作業は非常に危険となるため、素掘り面に入ることのないように、建込み完了箇所から矢板および半割り丸太を当たり付けた（写真-11、図-6）。

### (2) 岩塊の抜け落ち

切羽は、硬質で層状～柱状節理に近いマトリックスで



写真-12 岩塊の抜け落ち



写真-13 削孔完了後

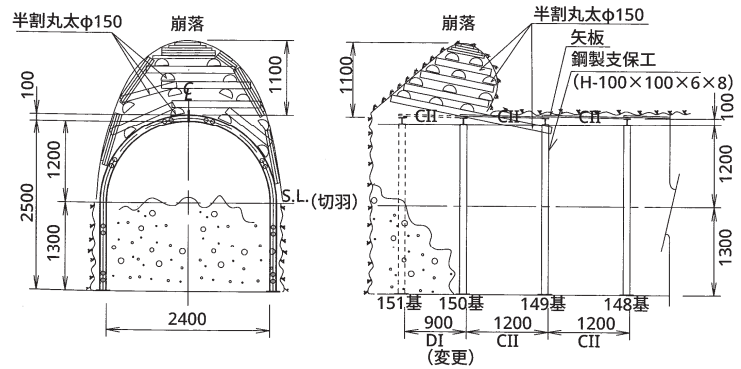


図-6 切羽崩落対策図

あるが、割れ目が密着しておらず、部分的に割れ目方向に10cmほどの空洞が認められる区間に遭遇した。送り矢板を施工する前に天端付近の浮石を除去すると、突然大きな岩塊が抜け落ちる現象が発生した（写真-12）。1m程度抜け落ちれば岩塊どうしかみ合い、それ以上、上部から抜け落ちることはなかったが、当たり付け作業は素掘り面直下での作業を回避するため、矢板で仮のルーフを設けるなど難渋した。このような場所では1日に1～1.5基程度の進行であった。

### (3) 堅硬な岩盤の出現による削孔数の増大

CIIタイプ区間で（安山岩溶岩）で非常に硬い岩盤に遭遇し、削孔数が50～60孔と設計29孔（設計：土地改良標準歩掛）の倍以上の削孔数となった（写真-13）。またノミ下がりも約50～60cm/minと低下し、削孔時間に2時間程度を要した。

また、削孔長よりも短い間隔で進行方向に直角の空洞を伴う摂理面が存在するときがあり、一度の発破では摂理面までしか進行が出ないことがあった。その場合には1回あたりの進行を出すのに2回発破する必要があった。

## 4.4 プレキャスト水路の採用による生産性向上

### 4.4.1 覆工当初設計

当初設計は、下半部（流水部分）は現地生産による現場打ちコンクリート、上半部分はライナープレートとエアーマルタルによる充填で計画されていた（図-7）。コンクリート設計数量は813m<sup>3</sup>であり、簡易傾胴型コンクリートミキサで生産し、トンネル延長385mを長距離王送する計画となっていた。以下に問題点を示す。

- ・簡易傾胴型コンクリートミキサ以外に計量装置骨材投入装置、骨材ストックヤードなどが必要であったが、栈台上にはこれらを設置するスペースがなく、周囲も国立公園内であるため、許可された範囲以外は造成などが禁止されていた。
- ・簡易傾胴型コンクリートミキサは、製造能力が2.1m<sup>3</sup>/h（0.3m<sup>3</sup>×7バッチ）しかなく施工性が悪いほか、機械の手配も困難であった。
- ・トンネルの吹付けコンクリートプラント規模のプラン

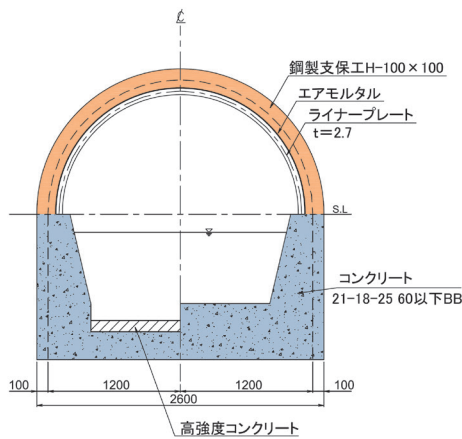


図-7 当初設計のCII,DI断面図

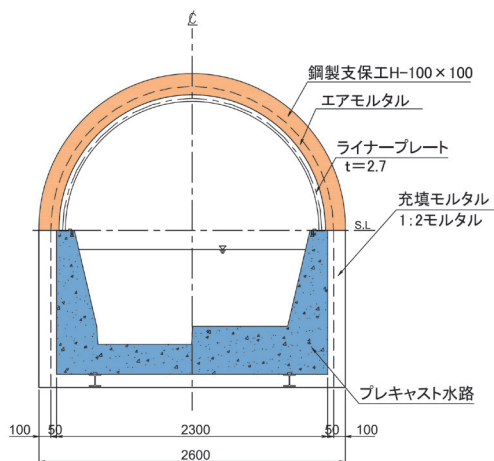


図-8 変更後のCII,DI断面図

とも検討したが、輸送するために分解し現地で組み立てるのに時間を要し、1シーズンでの打設完了は困難であると判断した。また、越冬するためには6m以上の積雪に耐える建屋が必要となり工期、費用に難点があった。

- ・トンネル延長が385mであるため、コンクリートの長距離圧送が必要であった。

#### 4.4.2 プレキャスト水路の提案

上記の問題点を解決するには、現地でコンクリートの製造を必要としない方法に変更することが必要であると考えた。そこで下半部（流水部分）をコンクリート二次製品（プレキャスト）とし、プレキャストと地山はモルタルで充填することにより、現場打ちコンクリートと同じ効果を得られると考えた。

プレキャスト水路は次の条件で検討を行った。

- ・荷重条件  
内水あり：緩み土圧+ライナープレート反力+内水位  
内水なし：緩み土圧+ライナープレート反力
- ・プレキャスト水路の自重は、索道で運搬できる重量2.4t以下とする。
- ・プレキャスト水路の形状は、坑内で回転できる形状とする。

これら3点をもとに一体型プレキャスト水路と2分割型プレキャスト水路を比較検討した結果、施工性がよい長さ80cmの一体型プレキャスト水路を選定した（図-8）。



写真-14 索道による運搬



写真-15 充填モルタル敷設



写真-16 坑内運搬状況



写真-17 坑内での回転状況



写真-18 据付け状況



写真-19 施工完了

#### 4.4.3 プレキャスト水路の施工方法

プレキャスト水路運搬はトラックからの荷下ろし、山麓構台への荷揚げ、索道運搬、トンネル坑口構台への荷下ろしと吊り荷作業が連続するので、プレキャスト水路にアンカーを埋め込み、専用治具を作成し、簡単にバランスよく荷吊りできるように工夫した(写真-14)。

プレキャスト水路の坑内運搬は、路盤にモルタルを敷設し、その上をフォークリフトで運搬した(写真-15, 16)。トンネル断面は、最大で3tフォークリフトまでしか移動できないが、路盤の不陸をなくすことでフォークリフトでの運搬が可能になった。

・所定の位置まで運搬後、坑内でプレキャストを回転させプレキャスト水路を設置する(写真-17)。高さなどの調整は、あらかじめH形鋼をプレキャストの架台として施工しておくことで微調整のみを行い、金具で連結し前後のブロックを固定した(写真-18, 19)。

プレキャスト水路を導入することで、施工方法が簡略化され、施工期間も短縮でき、生産性を向上させることができた。

#### 5. おわりに

本工事は2009年3月の着工以来、2016年にトンネルが貫通し、2021年度に本体の施工を完了する予定である。2021年10月現在の呑口の状況を写真-20に、吐口の状況を写真-21に示す。

本工事は山岳地帯の厳しい条件下における取組みが今後の類似工事の参考になれば幸いである。

**謝辞：**本工事は施工にあたり、国土交通省北陸地方整備局金沢河川国道事務所白峰砂防出張所様をはじめ、関係者の皆様には多大なるご助言とご指導をいただきました。紙面を借りてあらためて感謝の意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) 藤田重敬, 安達忠浩, 福島一也: 白山砂防甚之助谷地区における地すべり対策, 土木施工, Vol.52, No.6, pp.24-27, 2011.
- 2) 江渕直嗣, 日谷昌保, 戸澤信吾: 標高2,000mの国立公園保護地区内に矢板工法でトンネルを施工—甚之助谷地すべり対策排水トンネル—, トンネルと地下, Vol.52, No.7, pp.575-585, 2021.7.



写真-20 呑口の状況(2021年10月)



写真-21 吐口の状況(2021年10月)

**Summary** The Jinnosuke-dani landslide countermeasure drainage tunnel construction site is located within Hakusan National Park in Shiramine, Hakusan City, Ishikawa Prefecture at an elevation of approximately 2,000 m. The water intake facility and 386 m drainage tunnel were constructed using the sheet pile method. To ensure safety and quality in an environment associated with numerous constraints, including the high elevation, location in a national park, and heavy snowfall, we modified the construction machinery and used precast products for some of the lining. This paper reports on the construction of drainage tunnels under special conditions, including mountainous areas and national parks.

**Key Words :** Tunnel, Landslide, Mountainous region, National park, Precast