

土木学会関西支部技術賞候補発表会

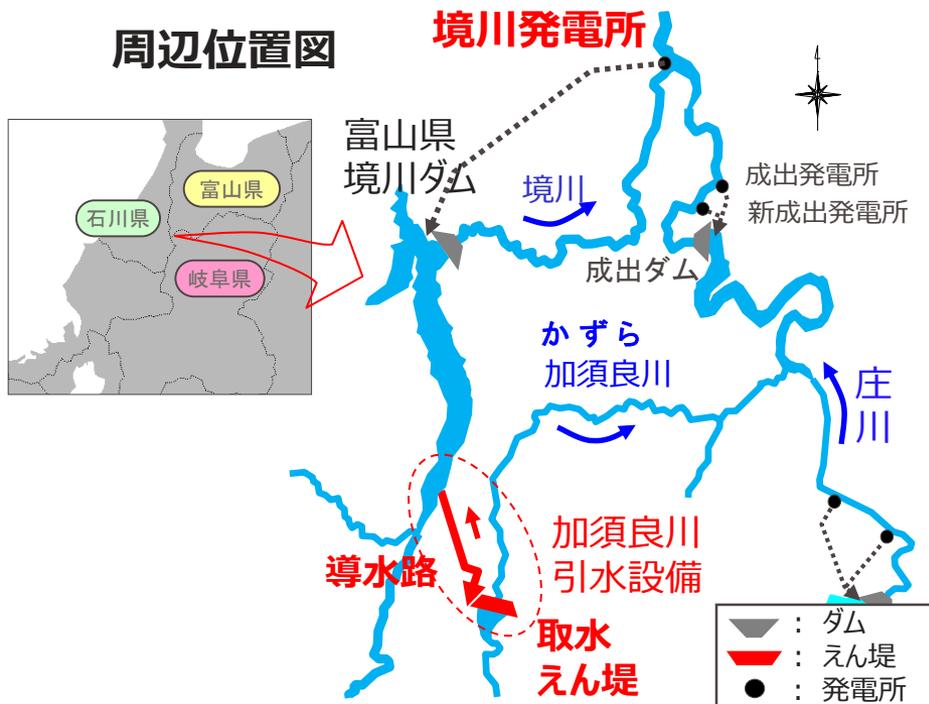
か ず ら

加須良川引水設備新設による 既設境川発電所の発生電力量増加の取組み

2021/12/14



周辺位置図



- ・関西電力(株)境川発電所の発生電力量増加を目的とし、**加須良川から境川へ引水するための取水えん堤、導水路トンネル他を新設**
 - ・所在地 岐阜県大野郡白川村
- 【本体工事】
- ・工期 2016年8月～2019年12月
 - ・施工者 株式会社 安藤・間

周辺鳥瞰図 (Google Earthより)



関西電力(株)境川発電所 諸元

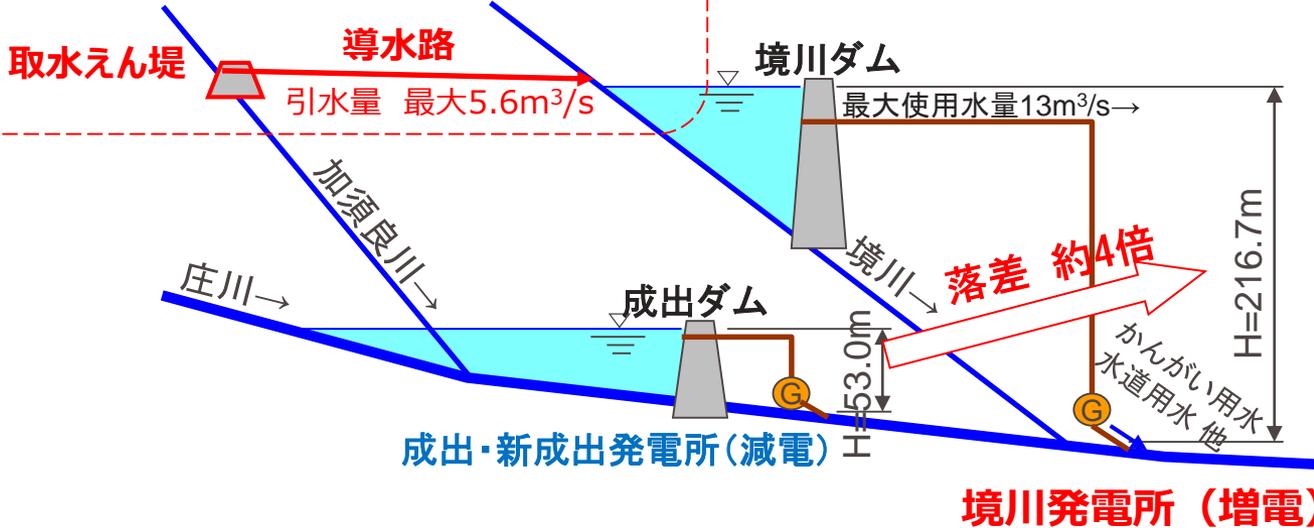
河川名	庄川水系 境川	
ダム 富山県 境川ダム	流域面積	37.70 km ²
	高さ	115.00 m
発電使用水量	13.0 m ³ /s	
有効落差	216.7 m	
認可最大出力	24,200kW	

項目	内容	ページ	
①新しい技術	引水による既設水力発電所の 発生電力量増加	3	
②使える技術	取水えん堤	合理的な設計	4
		温度ひび割れ抑制対策	5～7
	掘削発破を活用した 導水路トンネル地山地質調査	9、10	
③成し遂げた技術	活断層近接に伴う 地質不良状況下 における 導水路トンネル掘削	11 ～14	
④喜ばれる技術	立地地域の振興	15	
	希少動植物の保護	16	

加須良川引水設備 今回新設



模式断面図



境川ダム(富山県)



冬の境川発電所

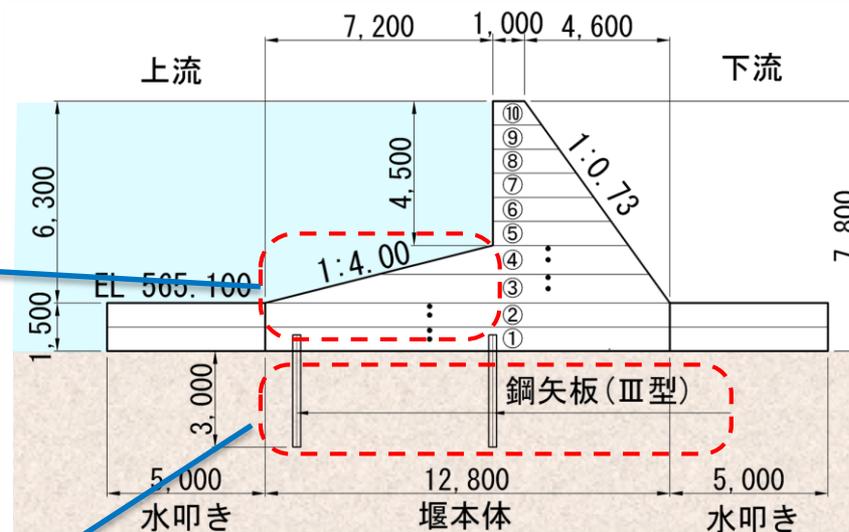


成出発電所・新成出発電所にて使用されていた加須良川の水を、隣接する境川へ引水し、約4倍の落差の境川発電所で使用することで、発生電力量増加

再生可能エネルギー普及が社会的ニーズとなる中、
○限られた自然条件である地形や河川流量
○既設インフラである水力発電所
を有効に活用する先駆的な技術

- 諸元
- 鉄筋コンクリート造
 - 高さ7.8m
 - 堤頂長60m

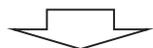
取水えん堤 標準断面図



上流側コンクリート盤 延長大

- ⇒盤上面の水重と、堆砂による土砂重量を利用して安定性確保
- ⇒コンクリート量の低減

河床礫が厚く堆積

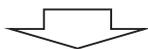


基礎を岩着しないフローティング形式

- 基礎下へ地下水が浸透
- ⇒地盤のパイピング破壊防止の為、**遮水工 (鋼矢板)**を2列設置し、**浸透経路長を確保**

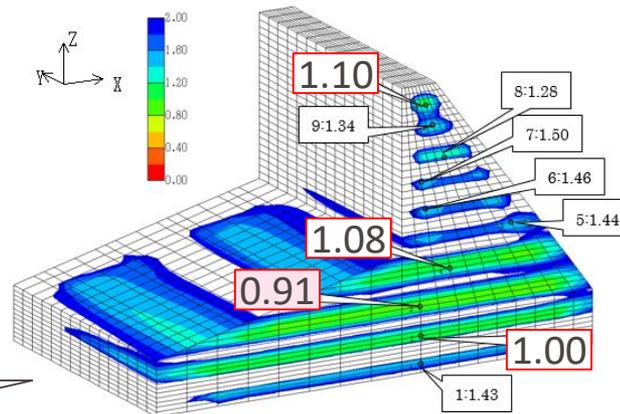


止水性確保の為、温度応力解析を実施



ひび割れ指数が1.0を下回る箇所があり、
コンクリートひび割れが懸念

$$\text{ひび割れ指数} = \frac{\text{引張強度}}{\text{引張応力}}$$

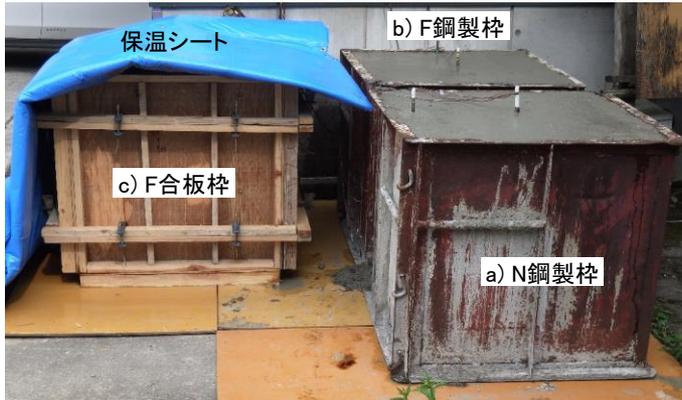


現場での実現性を考慮し
各種対策検討

方法		目的・効果
設計	打設区画の適正化	温度応力解析結果に基づき、 適切な打設区画計画 とし、ひび割れを抑制
	用心鉄筋配置	用心鉄筋 を配置しひび割れ抑制
材料	水和熱抑制	フライアッシュ を混和材として使用し、打設後のコンクリート 温度上昇を抑制
施工	保温養生	保温シート を用いた養生によりコンクリート 温度低下防止
管理	養生中温度管理	コンクリート内部に 熱電対 を設置 打設後のコンクリート温度を管理し 養生へ反映

効果確認試験実施

90cm角の供試体による温度上昇試験



供試体名	セメント	型枠/養生
N鋼製枠	普通ポルトランド	鋼製/保温シート無
F鋼製枠	フライアッシュB種	鋼製/保温シート無
F合板枠	フライアッシュB種	合板製/保温シート有

①フライアッシュの使用

⇒コンクリート打設後の**最高温度低減**

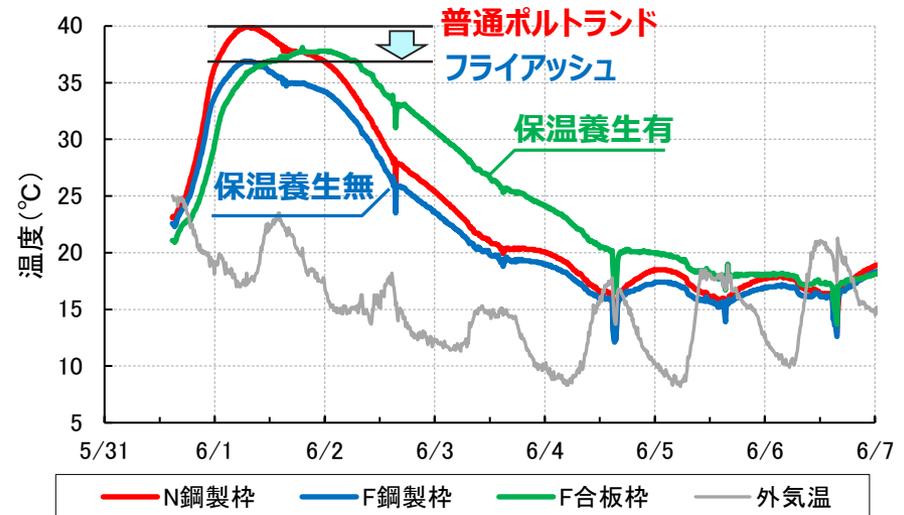
②保温養生

⇒最高温度到達後の
緩やかな**コンクリート温度低下**

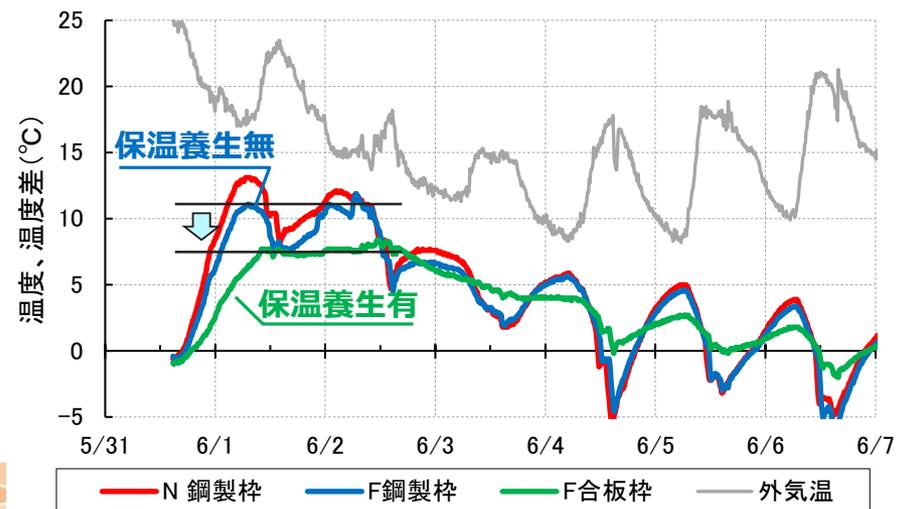
⇒コンクリート内外の**温度差低減**

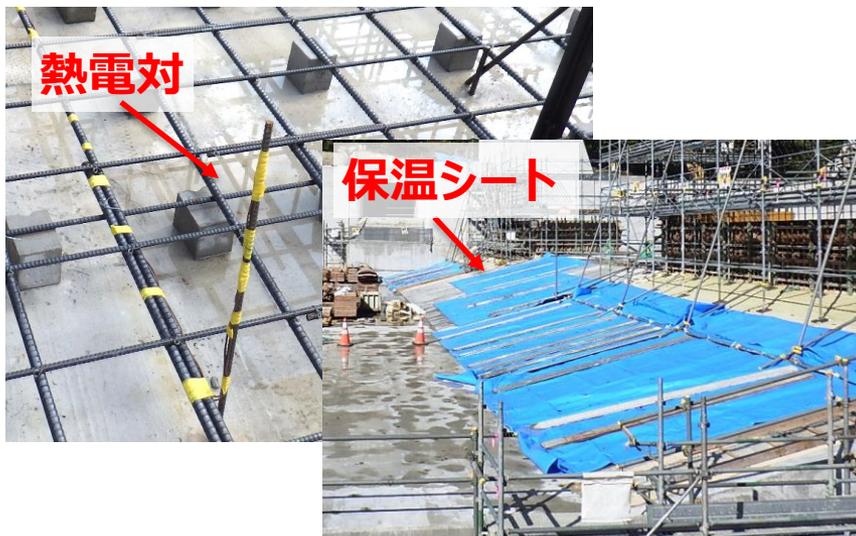
温度ひび割れ抑制に効果的

供試体中央 温度履歴

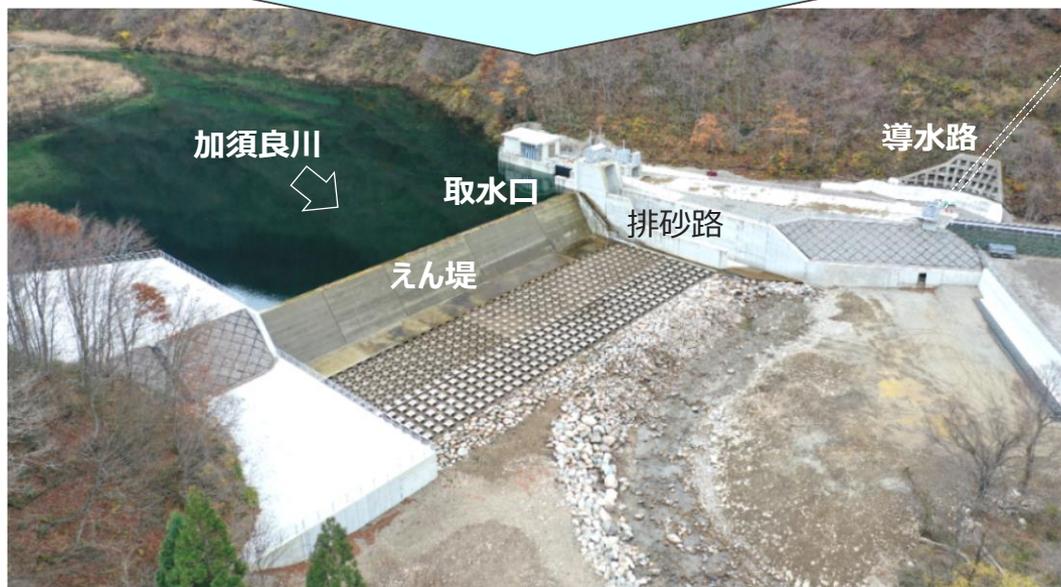
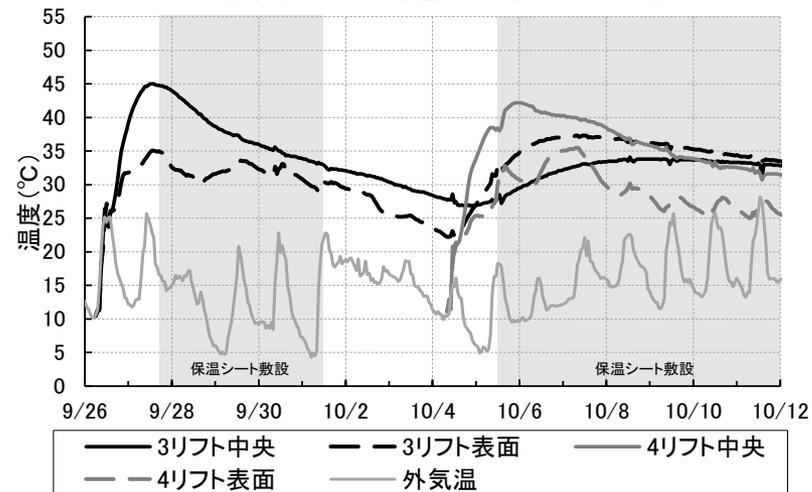


供試体内外の温度差履歴 (中央 - 表面)





外部拘束(貫通ひび割れ)に対して効果的となるよう
コンクリート最高温度到達後に保温シートを敷設

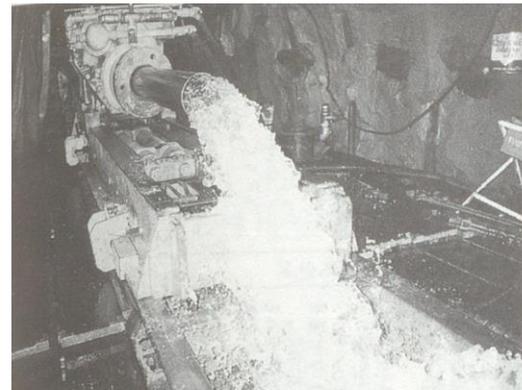


止水に対して有害なひび割れを発生させることなく施工完了

諸元

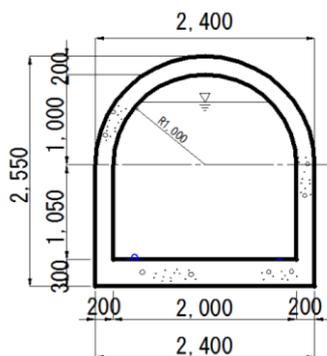
延長	1,198m (約1.2km)
断面	幌型 掘削断面 (標準) 幅 約 2.6m 高さ 約 2.6m
	コンクリート覆工後 内空幅 2.0m 高さ 2.05m
掘削 工法	矢板工法
	両坑口より迎掘り

周辺地形判読結果 至境川発電所



引水先の境川発電所導水路掘削時
最大坑口湧水量 約13.9m³/min

標準断面図(覆工後)



導水路トンネル掘削時に
活断層近接に伴う

- ・地山脆弱性
- ・突発湧水

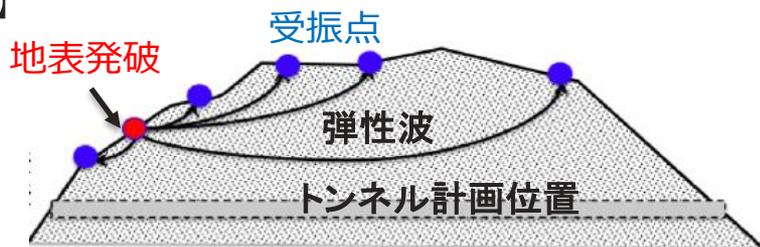
が懸念

導水路トンネルは、
活断層である加須良断層が
2条に分岐した間に位置

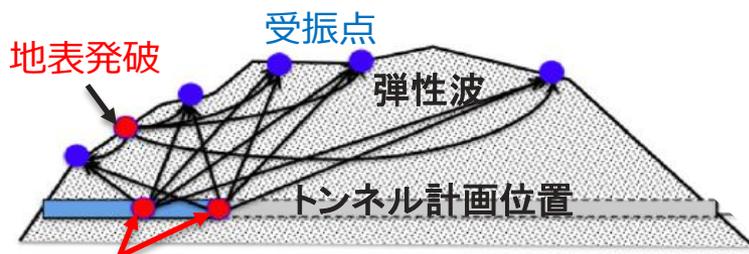
導水路トンネル地質調査の精度向上のため、掘削発破を用いた調査を実施

① (屈折法) 弾性波探査

【通常】



【今回】

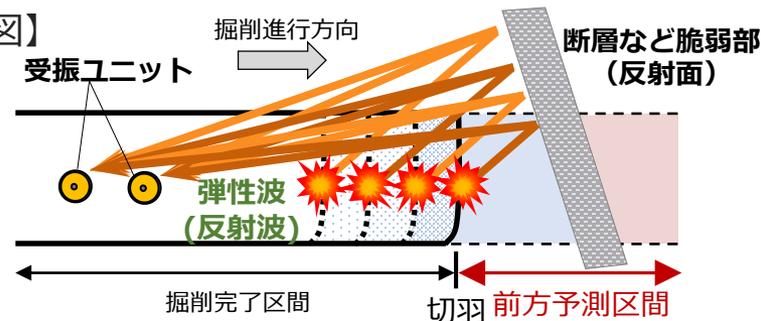


トンネル掘削発破

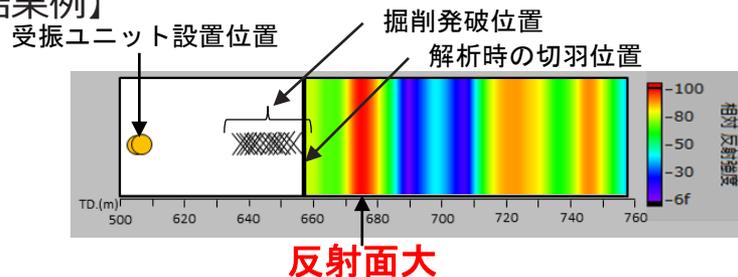
- 地表発破地表受振の(屈折法)弾性波探査に加え、トンネル掘削発破振動も活用した弾性波探査実施
- トンネル標高付近を通過する弾性波数増加により精度向上

② 切羽前方探査 (TFT探査)

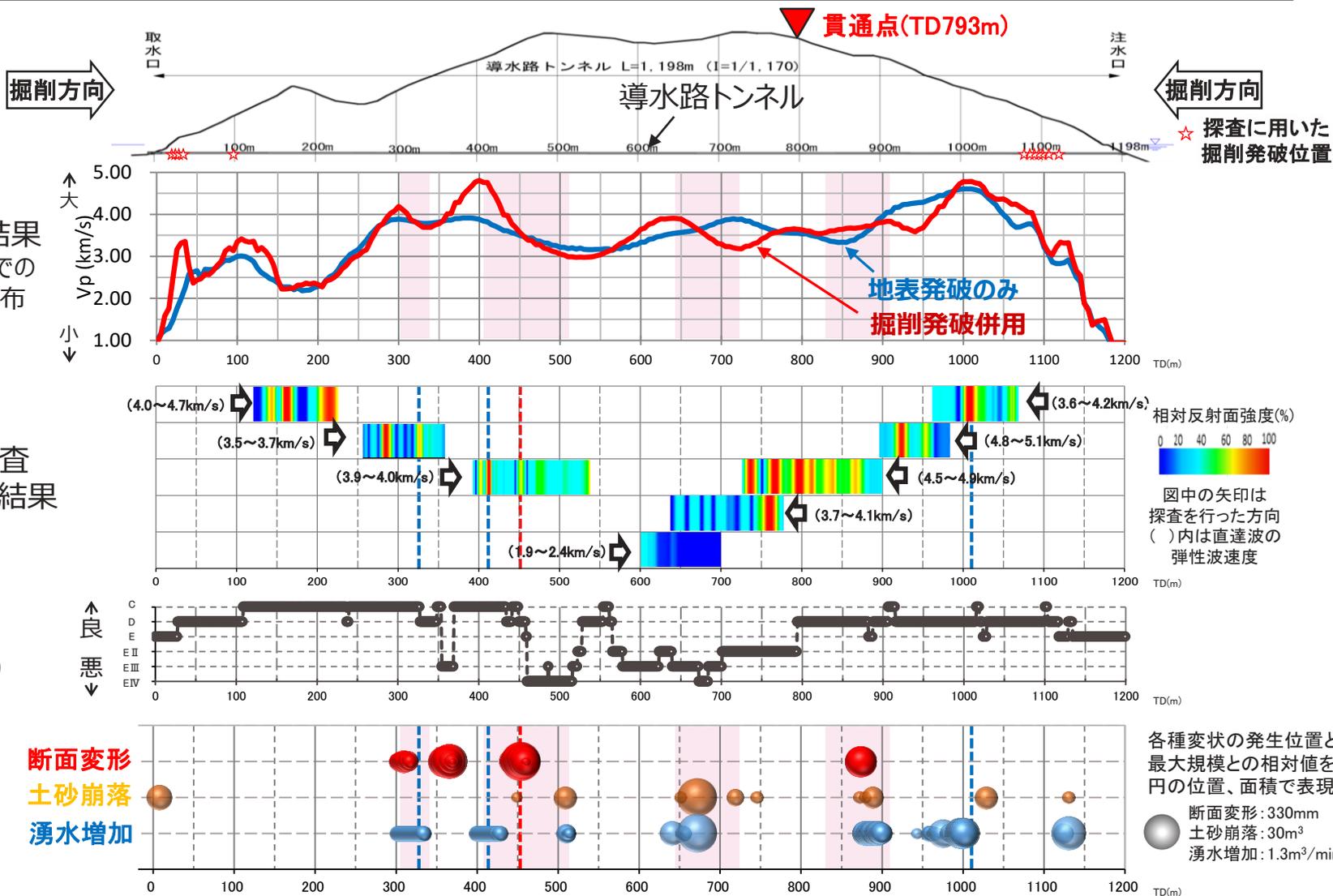
【模式図】



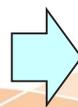
【解析結果例】



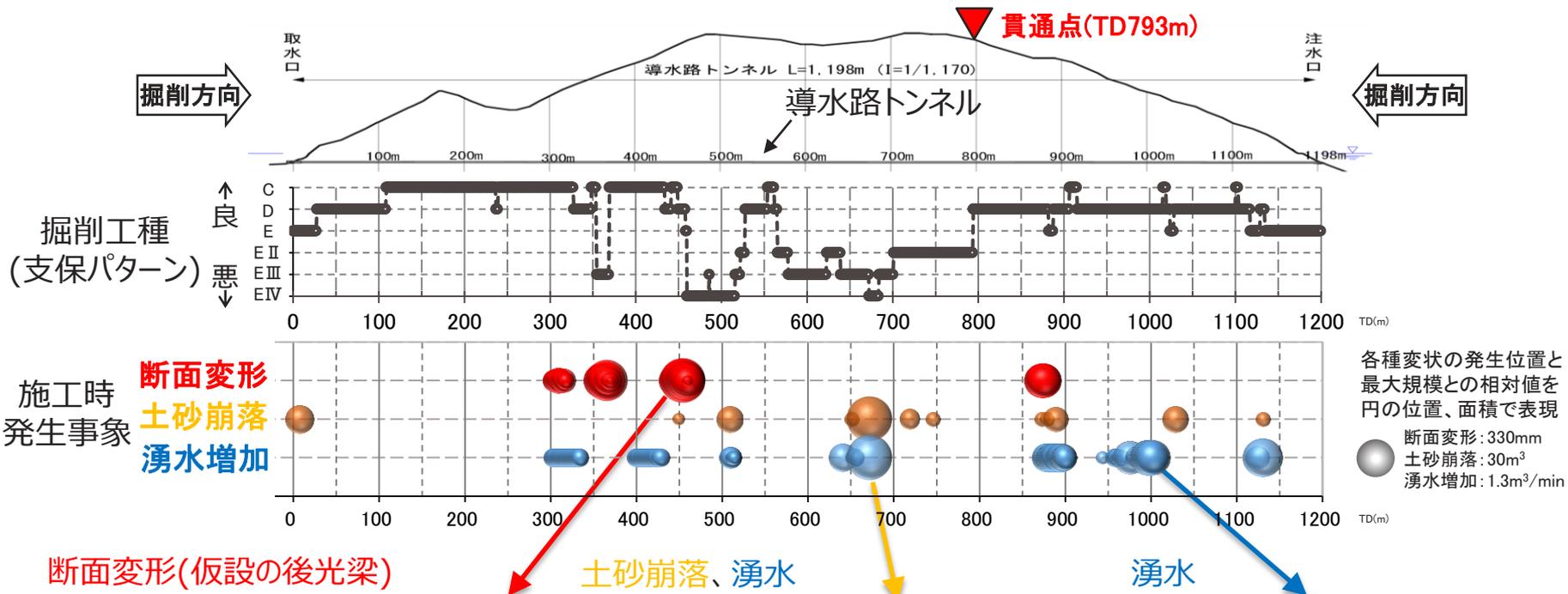
- 安藤ハザマが開発した、トンネル掘削発破を起振源とする反射法弾性波探査による切羽前方探査手法(TFT探査)
- 切羽後方に設置した受信ユニットでトンネル発破振動の反射波を測定し、切羽前方の地質境界や断層破碎帯等の位置を予測
- 特別な起振作業不要の為、トンネル施工サイクルに影響を与えずに探査可能



- ・弾性波速度低下箇所では断面変形、土砂崩落
- ・TFT探査による反射面位置で地山地質変化、湧水、断面変形



調査結果と掘削時地山状況が対応
掘削発破を用いた調査の有用性を確認



トンネル坑内各所で断面変形、土砂崩落、湧水が発生し、掘削作業は困難を極めた

掘削直後の切羽状況



崩落後の切羽状況



掘削中に突如**多量の湧水**が発生し、その後、湧水に伴う**大規模な土砂崩落**が発生
土砂崩落の規模は**約30m³**と推定 **約10m**に亘って坑内が土砂で埋まった
これに伴い、**坑口湧水量が倍増** (1.4m³/min⇒2.7m³/min)

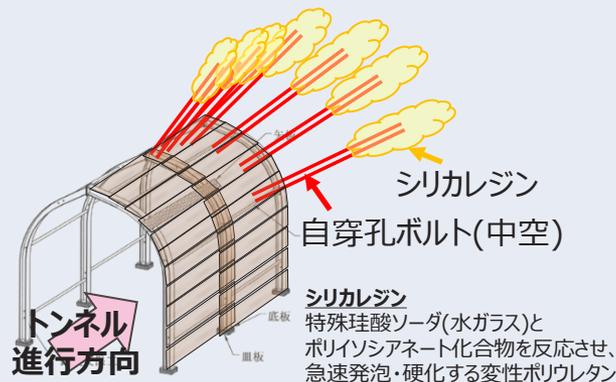
切羽・天端湧水

先行ボーリング(水抜き併用)
湧水を導水し、排水処理



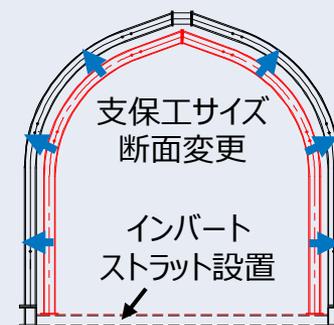
切羽、天端崩落
(地盤の緩み、岩盤脆弱部)

- ・注入式フォアボーリング
(自穿孔ボルト、シリカレジン注入)
- ・鋼管長尺注入式フォアパイリング



断面変形
(支保工変形・盤膨れ)

- ・支保工サイズ変更
- ・インバートストラット
- ・後光梁による断面変形抑制



断面変形抑制の為の仮設の後光梁

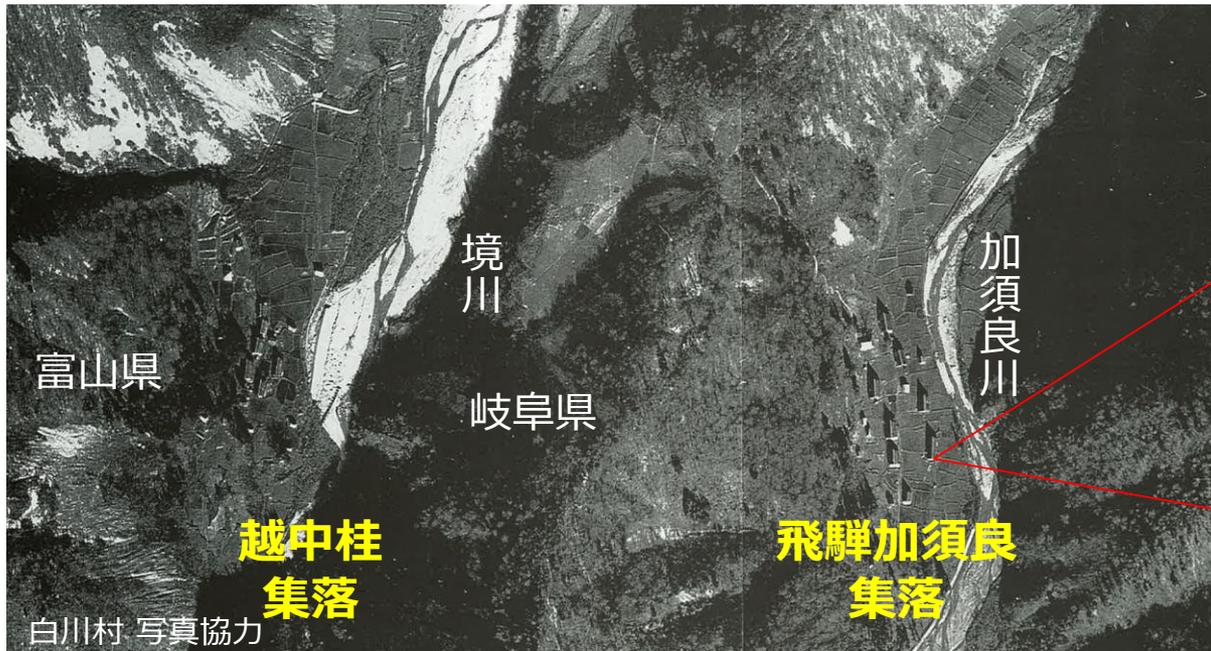


対策例

トンネル坑内各所で発生した変状に対し、上記処理基準により対応
⇒ 2018年12月に導水路トンネル掘削貫通



- 取水えん堤側の飛騨加須良集落では合掌造りの集落があったが、昭和43年に全ての世帯が離村
- 注水口側の越中桂集落も昭和45年に離村



白川村 写真協力



白川村 写真協力

本工事により、約半世紀を経て**飛騨加須良と越中桂が形を変えて結ばれた**

今回の開発により、廃村地域に新たな風を吹き込み、
道路整備等環境が整った事で、関係自治体においても**新たな地域振興を模索**

- ・周辺に**ギフチョウ**(絶滅危惧種)が生息
- ・**ウスバサイシン**(ギフチョウの食草、産卵)を工事影響範囲外へ**移植**し、**モニタリング**

- ・土捨場付近で工事中に**クマタカ**の営巣確認
- ・専門家の指導を仰ぎ、生態やヒナの成長を考慮しながら、**土砂搬入の中断、再開を判断**



移植



定着を確認

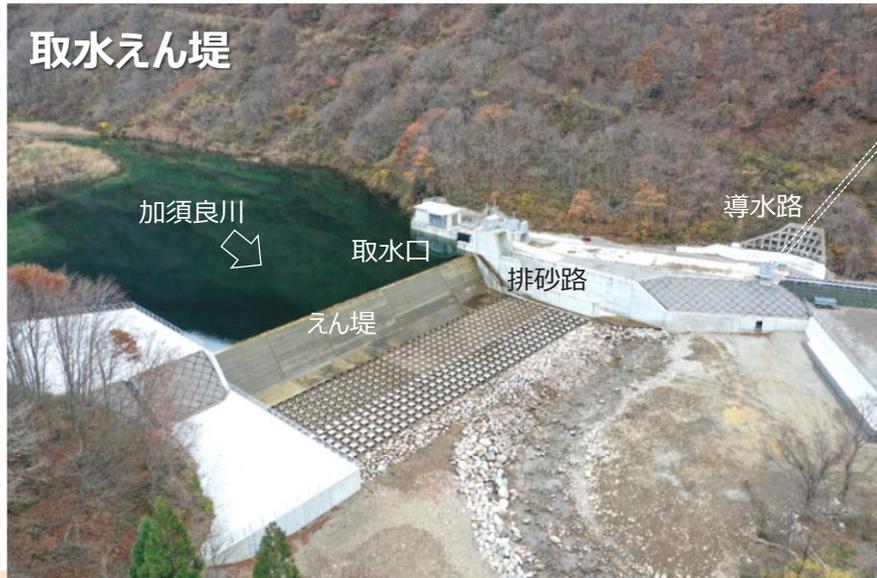


立地地域の希少動植物保護にも配慮しながら工事を完遂

白山白川郷ホワイトロードより望む



取水えん堤



2020年度には年間約14,000MWhの境川発電所の増電に貢献

Thank you.

