

淀川水系ダム事業費等監理委員会資料

－天ヶ瀬ダム再開発事業－

平成28年9月26日

近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所

1. 事業概要

1) 流域の概要

- 宇治川流域、天ヶ瀬ダムの位置

宇治川

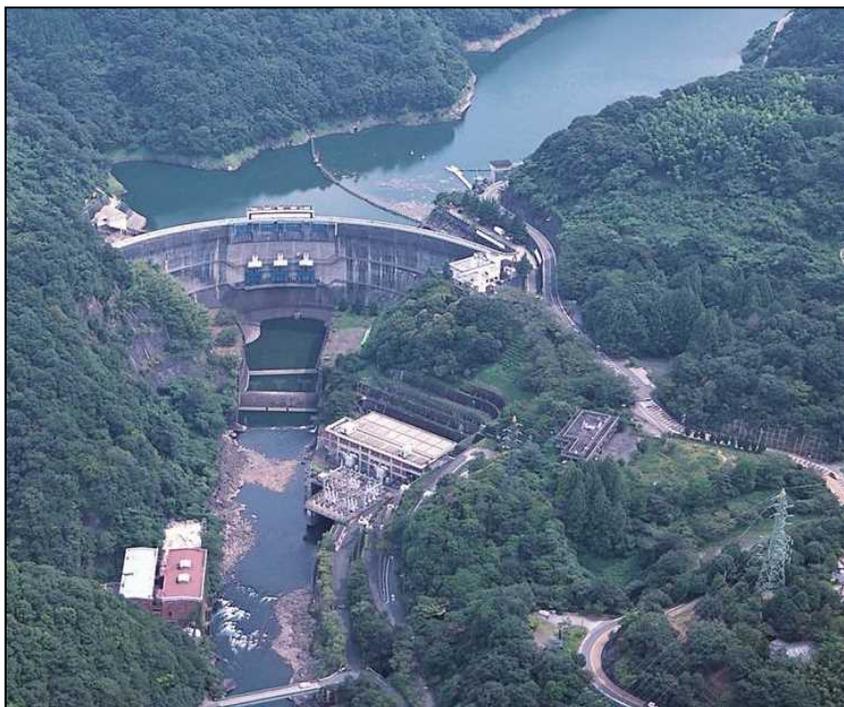
流域面積：約4,354km²

(うち琵琶湖流域：約3,848km²)

流路延長：約38km

天ヶ瀬ダム

集水面積：約352km²



国土地理院発行1/200,000地勢図（京都及び大阪、名古屋）に加筆

2) 天ヶ瀬ダム再開発事業の経緯 事業の主な経緯・経過

昭和50年度	予備調査着手
平成元年 4月	建設事業着手
平成 7年 4月	基本計画策定 (H7. 4. 17 建設省告示第996号) (事業費:330億, 工期:平成13年度)
平成 9年	河川法改正
平成10年 3月	工事用道路着手
平成13年 2月	淀川水系流域委員会設置
平成17年 7月	近畿地整より「淀川水系5ダムについての方針」公表
平成19年 8月	淀川水系河川整備基本方針策定
平成19年 12月	近畿地整より淀川水系3ダム事業費変更公表
平成21年 3月	淀川水系河川整備計画策定
平成21年 4月	淀川水系における水資源開発基本計画全部変更
平成21年 7月	淀川水系ダム事業費等監理委員会 設立
平成23年 3月	基本計画変更 (H23. 3. 8 国土交通省告示第249号) (事業費:430億, 工期:平成27年度)
平成25年 9月	トンネル本体工事着手
平成26年 5月	基本計画第2回変更 (H26. 5. 20 国土交通省告示第565号) (事業費:430億, 工期:平成30年度)

3) 天ヶ瀬ダム再開発事業の概要

現在の天ヶ瀬ダムの左岸側に、トンネル式放流設備を建設します。

トンネル式放流設備	
構造	内径 10.3m
計画放流量	600m ³ /s(EL.72.0m)
延長	617m

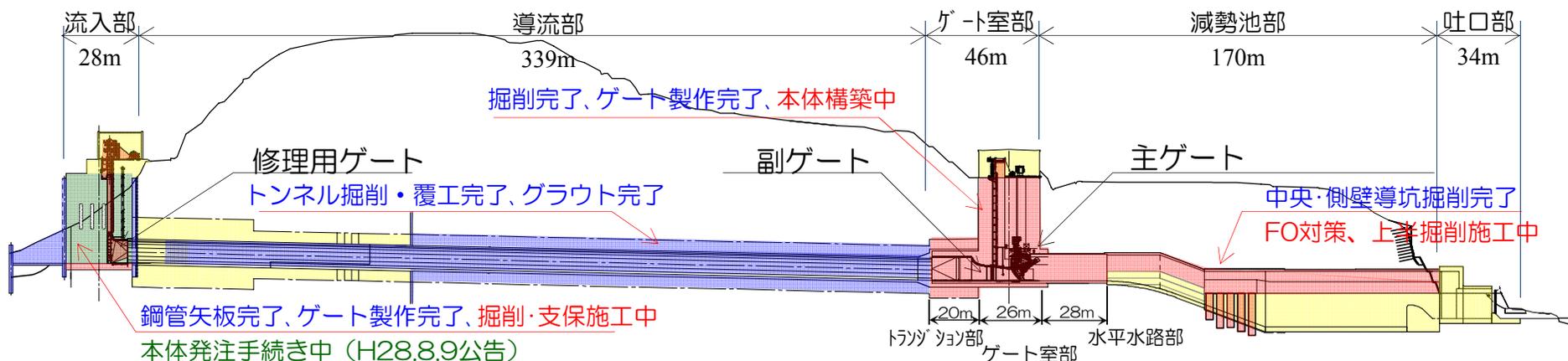
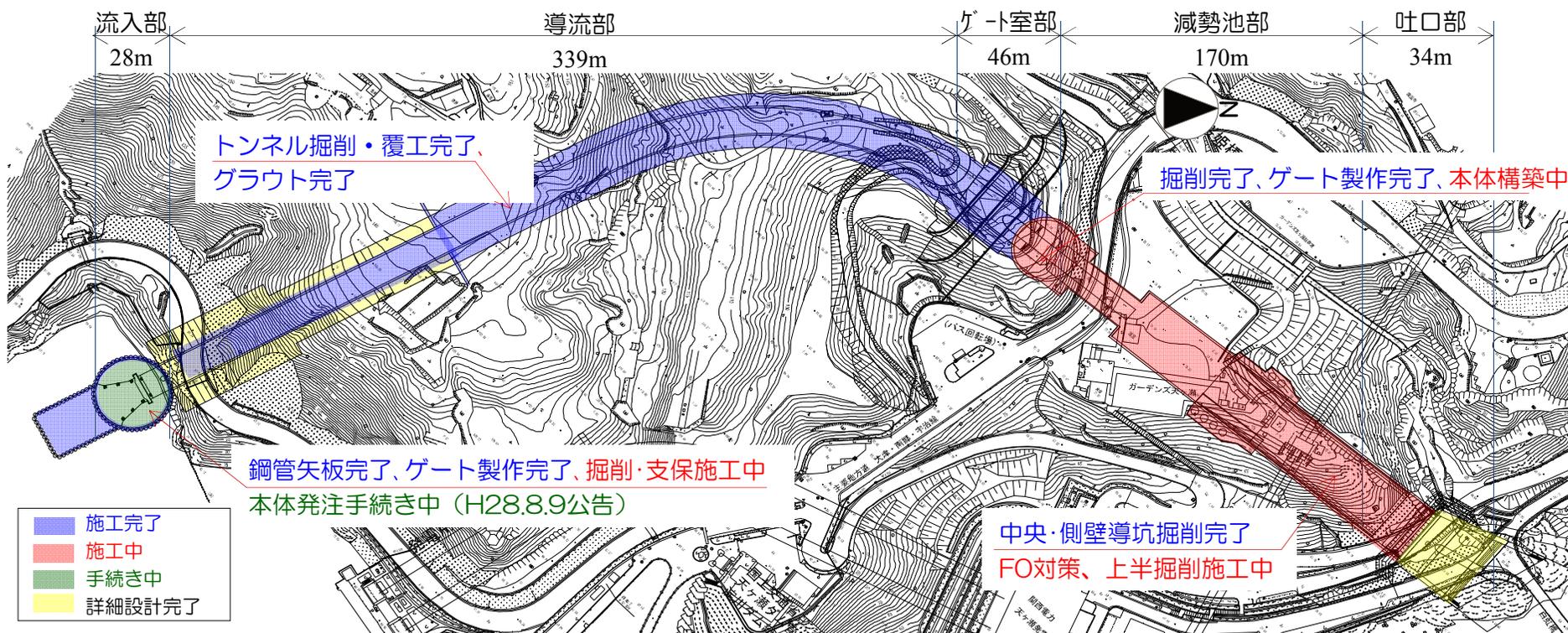


2. 事業の進捗状況

平成28年9月時点

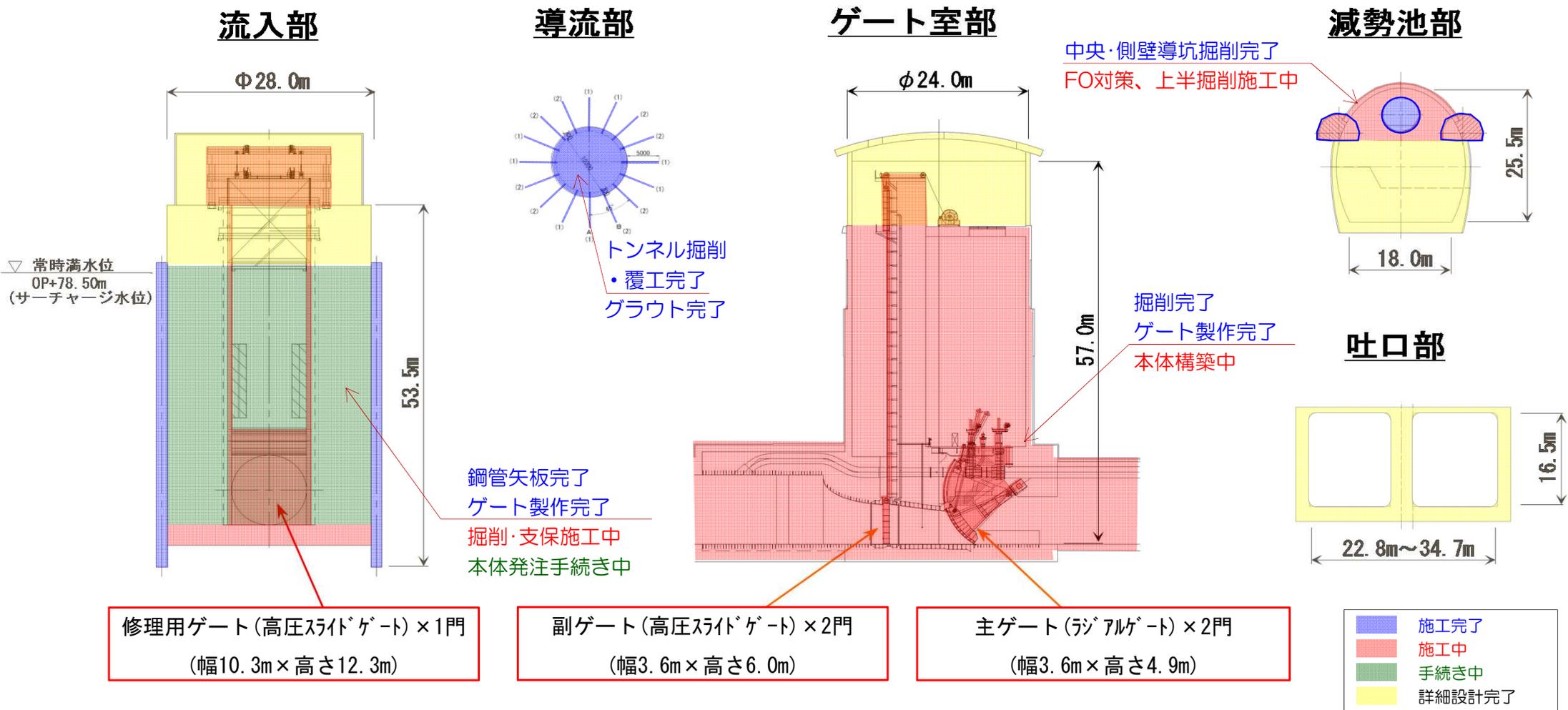
1) 一般図 ■ H28年9月時点の進捗状況

- 流入部：本体発注手続き中（8/9公告）
- 導流部：覆工完了、グラウト完了
- ゲート室部：本体構築中
- 減勢池部：F0対策、上半掘削施工中
- ゲート：製作完了
- 白虹橋：上部工架替中



2) 断面図

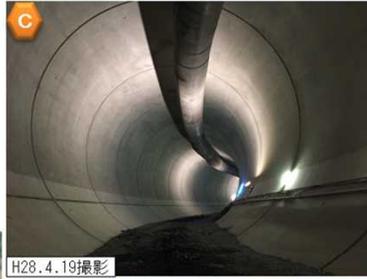
主要断面図



3) 事業の現況概要図

天ヶ瀬ダム再開発事業 工事位置図

H28年8月現在



凡例
 黒：完成
 青：施工中
 桃：計画中

4) 事業進捗への影響

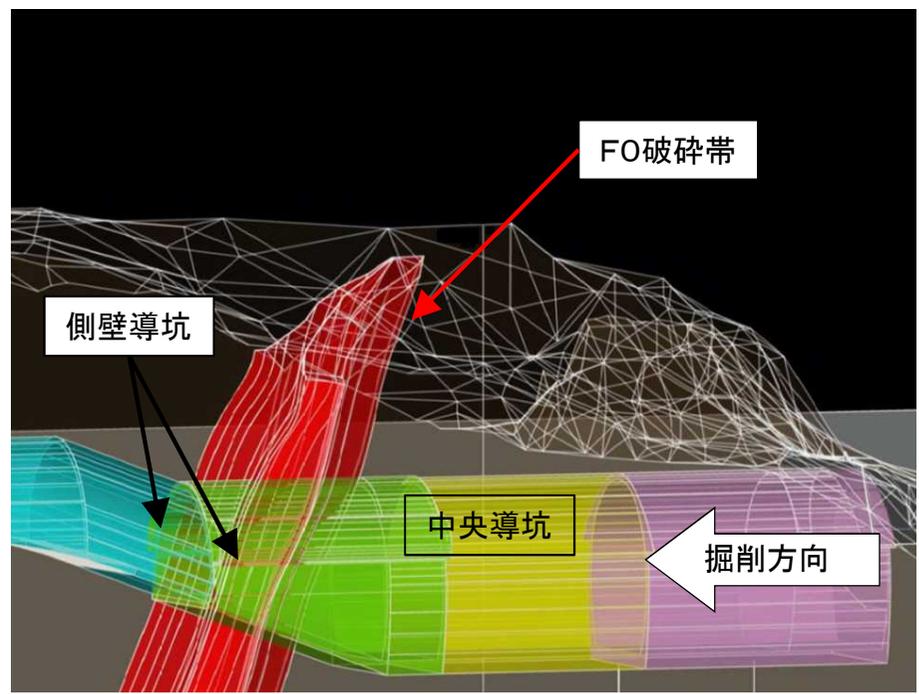
■ 破砕帯分布による事業進捗への影響

平成28年9月16日 天ヶ瀬ダム再開発事業の進捗状況を記者発表

※工期、金額については精査中

番号	事業名	H27年度の成果等	H28年度の成果目標等	H27	H28	H29	H30	H31	H32以降	備考
ダム 1	天ヶ瀬ダム再開発事業 	・トンネル式放流設備 ・付替道路工事 等	・トンネル式放流設備 ・付替道路工事 等		(事業中) 工事推進					・完成工期について、精査中
				<p><進捗状況> ・破砕帯調査の結果、追加対策及び構造変更が生じ、事業費・工期の見直しが必要</p>						

● 破砕帯イメージ図



赤斜線部は脆弱層(破砕帯)を示す



サンプル採取



手で簡単に粉々に

天ヶ瀬ダム18年度完成困難
 国土交通省近畿地方整備局は16日、宇治市の天ヶ瀬ダムで放流能力向上のため実施している再開発事業について、巨大地下水路を通す工事が難航し、予定していた2018年度の完成が困難になったとの見通しを明らかにした。もうい層が想定を上回る規模で見つかったため、約

国土交通省近畿地方整備局は16日、宇治市の天ヶ瀬ダムで放流能力向上のため実施している再開発事業について、巨大地下水路を通す工事が難航し、予定していた2018年度の完成が困難になったとの見通しを明らかにした。もうい層が想定を上回る規模で見つかったため、約

430億円の総工費もさらに膨らむ可能性が高いという。

整備局によると、事業は天ヶ瀬ダムの放流能力を毎秒900tから同1500tに引き上げるため、13年度に着工した。長さ617mの放流用の水路でダム湖と下流の宇治川をつなぐ計画。当初は15年度の完成を

予定していたが、鉄塔移設などに時間がかかり、18年度に遅れていた。

昨年夏、水路を通す地層で想定約1.5倍規模の「脆弱層(破砕帯)」が見つかり、施工方法を直す必要が生じた。現在、工期と事業費の検討を進めており、完成時期や最終的な工費のめどは立っていないという。

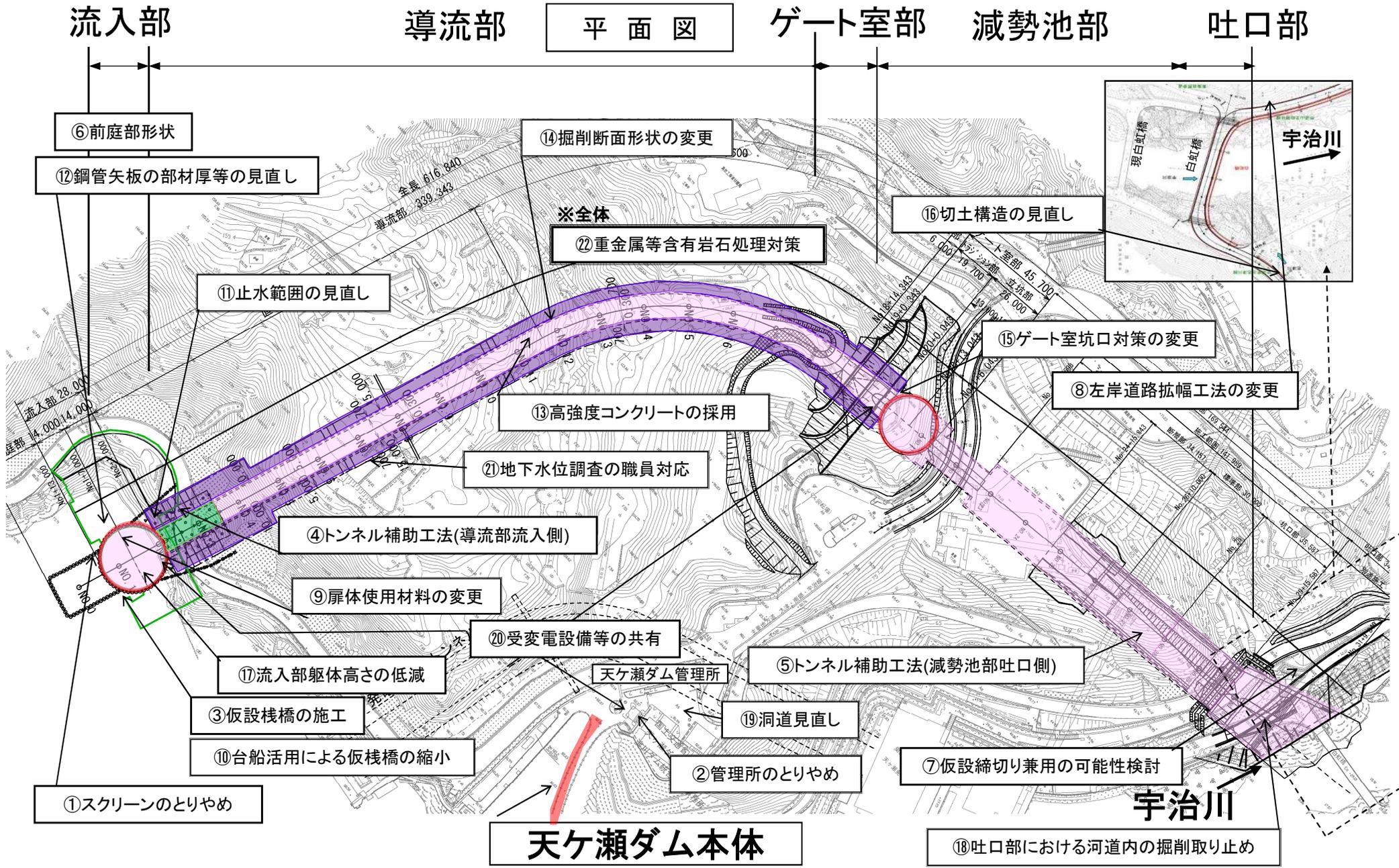
総工費が膨らめば、計画では約84億円の京都府負担分も増す見通した。

(笹井勇佑)

京都新聞: H28.9.17(土)

3. コスト縮減に関する取組

■これまで、委員会から助言を受け取り組んだコスト縮減のうち、第2回基本計画変更以降のコスト縮減に取り組んでいる額は48億円。



■工事費縮減額の内容のまとめ

○第2回基本計画変更以降に取り組んでいる主な工事費縮減内容

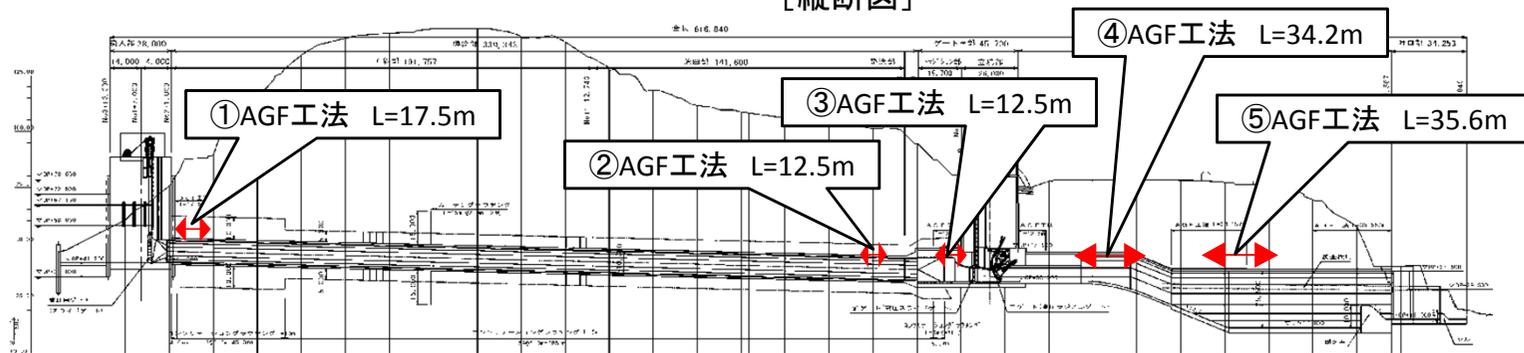
- I 流入部立坑高さ低減による減
- II 補助工法の見直しによる減
- III ゲート設備軽量化等による減

II. 補助工法の見直しによる減

○縮減内容

当初、パイプルーフ工法としていたが、仮設が大規模となるため、AGF工法を採用することで、油圧ジャンボによる先受工法と同時に掘削が可能となり、コスト縮減が可能となった。

[縦断図]



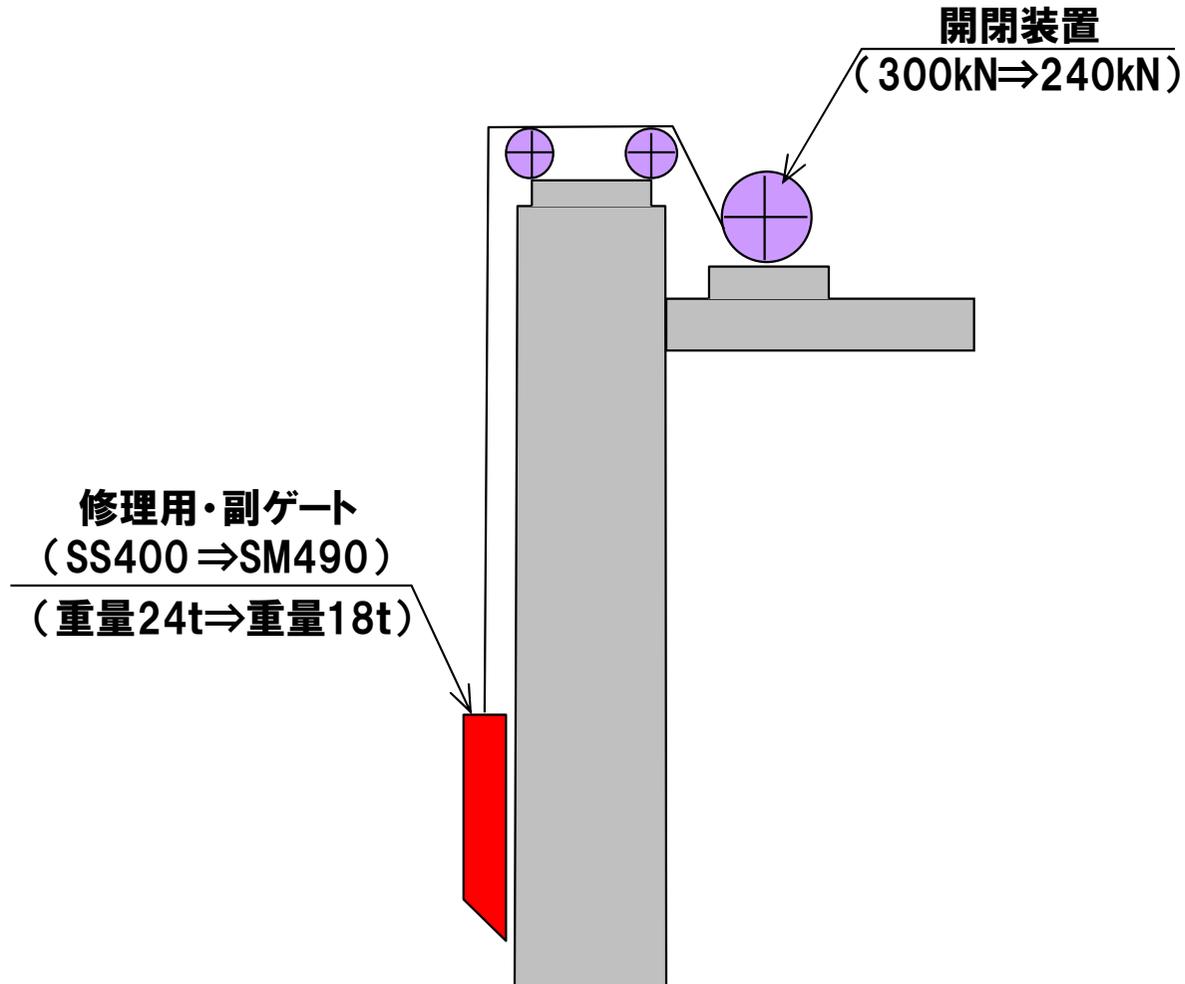
パイプルーフ推進架台全景(事例)

	見直し前 (パイプルーフ工法)	見直し後 (AGF工法)
概要	<p>施工イメージ</p> <p>横断図 (導流部呑口側)</p> <p>パイプルーフ φ600 外径12.36m</p>	<p>○AGF工法</p> <p>施工イメージ</p> <p>横断図 (導流部呑口側)</p> <p>AGF工法 L=12500 φ114.3 t=6.0 吹付けコンクリート t=250 金網 φ5×150×150 掘削コンクリート t=700 ロックボルト L=400</p>
数量	L=4,500m	L=1,800m

Ⅲ. ゲート設備軽量化等による減

○縮減内容:

修理用ゲート、副ゲートの扉体の使用材料は、当時溶接実績の多いSS材で計画したが、近年SM材の溶接実績が増加してきたことを踏まえ、SM材(高強度材)の適用が可能と判断し、設計を見直し軽量化することで、開閉装置の規模が縮小されるなどでコスト減が可能となった。



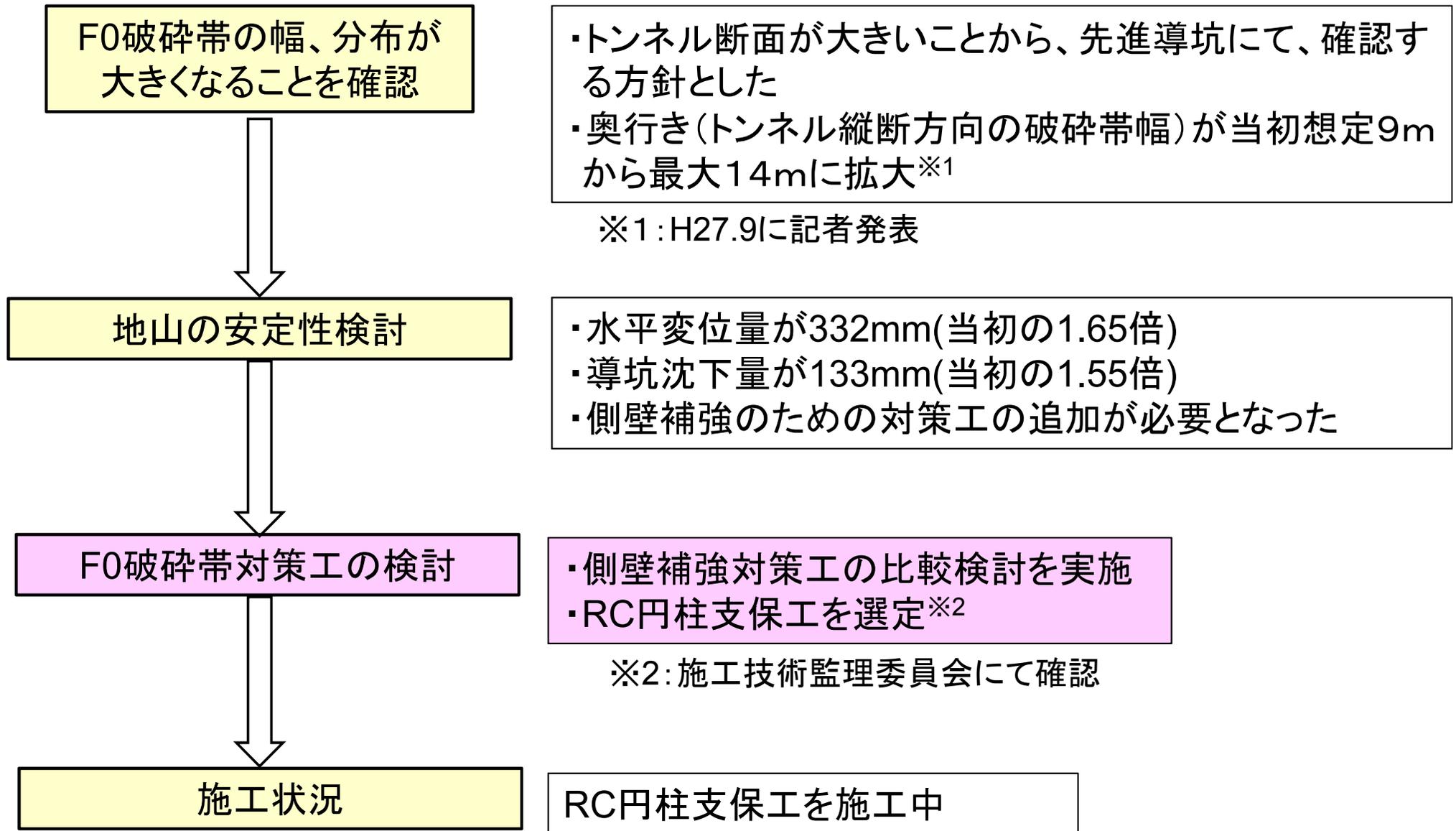
4. 増加要因の項目

■増加要因

- ① F0破砕帯対策工の追加による増
- ② 重金属等含有岩石処理の追加及びこれに伴う施工条件の変更による増
- ③ 地盤条件変更に伴う施工条件の変更による増
- ④ 工期延長による変更（工事諸費、消費税増・物価増）

増加要因 ① F0破砕帯対策工の追加による増 (1/4)

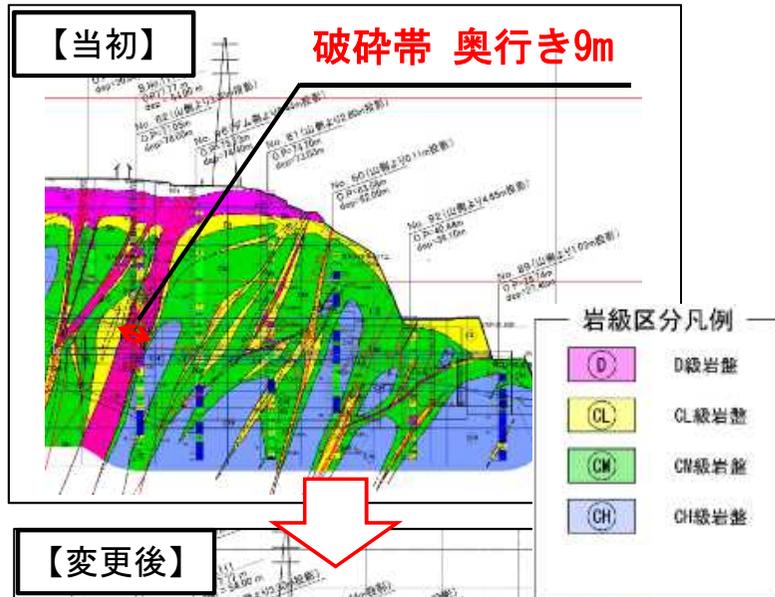
■ F0破砕帯対策工の追加に関する経緯



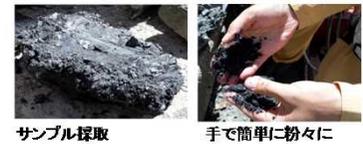
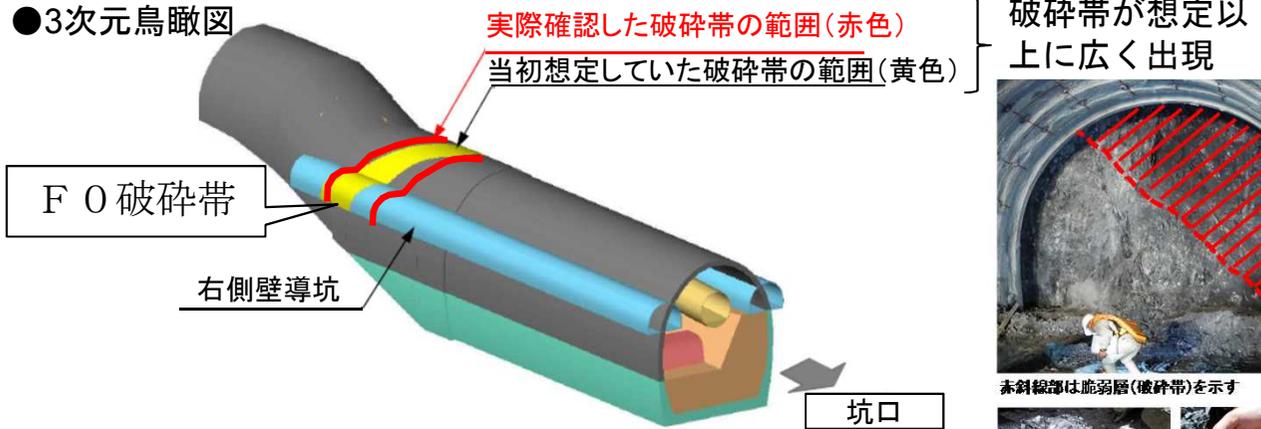
増加要因 ① F0破砕帯対策工の追加による増 (2/4)

■F0破砕帯分布位置の確認

減勢池部では、先進導坑掘削により設計時の調査結果よりもF0破砕帯の範囲が広い（奥行き9m→14m）ことが確認された。有識者で構成する施工技術監理委員会より追加調査の必要性が指摘され、追加調査を実施し、検討した結果、新たな側壁補強対策工の追加が必要となった。

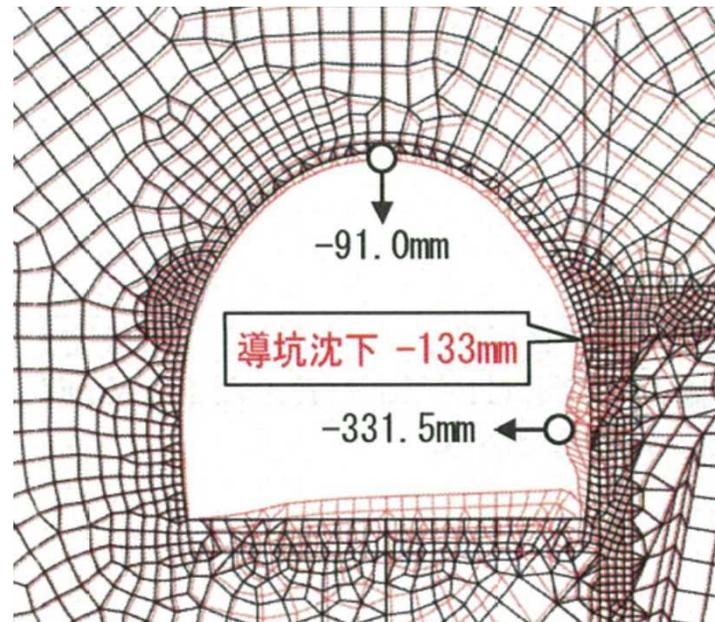


●3次元鳥瞰図

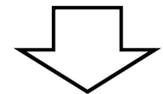


■F0破砕帯変位量の検討

●破砕帯分布を考慮した本坑掘削完了時の変位量



水平変位332mm
(当初201mmの1.65倍)
導坑沈下量133mm
(当初86mmの1.55倍)



新たな側壁補強対策工が必要

増加要因 ① F0破砕帯対策工の追加による増 (3/4)

■F0破砕帯対策工の選定

F0破砕帯の側壁補強対策工として、当該部の地質性状や施工性といった観点から、「RC円柱支保工」を選定し、
 施工技術監理委員会にて確認した。

採用

工法名	当初「長尺ケーブルボルト工」	案1「地山注入工」	案2「連続地中壁工」	案3「RC円柱支保工」
概要図				
工法の概要	長尺ケーブルボルト工により地山を補強する	地山注入工により空隙充填や固結・強度増加を図り、補強ゾーンを形成する	連続した躯体を地中に構築する	円柱状の支保工を本坑側壁部の脇に構築する
効果	・鋼製支保工が許容値を大幅に超過するため支保設計が成立しない。	・粘土部、角礫部、岩片部、短柱状部が薄層で混在したF-0断層では効果が期待できない。	・側壁支保工の機能を補うことにより、側壁部の過大な水平変位を抑制できる。	・側壁支保工の機能を補うことにより、側壁部の過大な水平変位を抑制できる。
追加対策工の実現性	・既にケーブルボルトが1m間隔で密に施工済なので対策工を追加できない。	・ベンチ掘削時に側壁から長尺ケーブルボルトを地山内へ追加できる。	・連続壁が障害となり、ベンチ掘削時に坑内からの対策工を追加できない。	・ベンチ掘削時に側壁から円柱隙間に長尺ケーブルボルトやPSアンカーを地山内へ追加できる。
経済性	・比較的安価である。 ・削岩機の改造費、ケーブル挿入専用機械費が必要である。	・改良ゾーン、注入量にもよるが当初の長尺ケーブルボルト工よりかなり高価である。 ・削岩機の改造費が必要である。	・当初の長尺ケーブルボルト工より非常に高価である。	・当初の長尺ケーブルボルト工よりかなり高価である。
適用性	・鋼製支保工が許容値を大幅に超過するため補強が必要となるが、既にケーブルボルトが1m間隔で密に配置されており、追加の配置は困難である。	・F0破砕帯は、複数の土質が混在しているため、それぞれの地層に適した注入材を使用することは現実的に困難である。	・側壁支保工の機能を補うことで、側壁部の水平変位を抑制することが可能となる。 ・連続壁が障害となり、ロックボルト工等の施工に支障が生じる。	・側壁支保工の機能を補うことにより、側壁部の過大な水平変位を抑制することが可能となる。 ・円柱隙間にて、ロックボルト工の施工は可能。
評価	×	×	△	○

増加要因 ① F0破砕帯対策工の追加による増 (4/4)

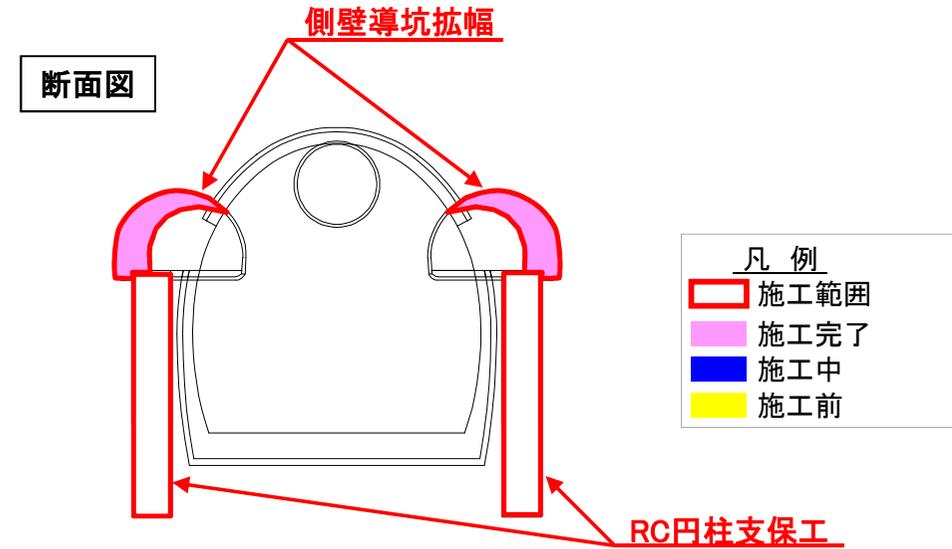
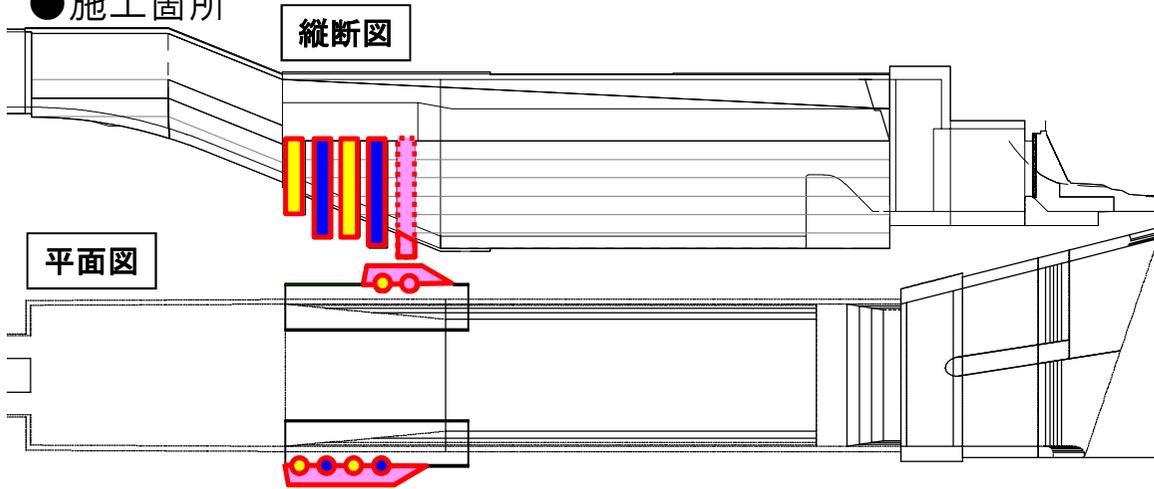
■ RC円柱支保工の施工状況

RC円柱支保工は、全6本中、1本施工済で2本が施工中である。(9/16現在)

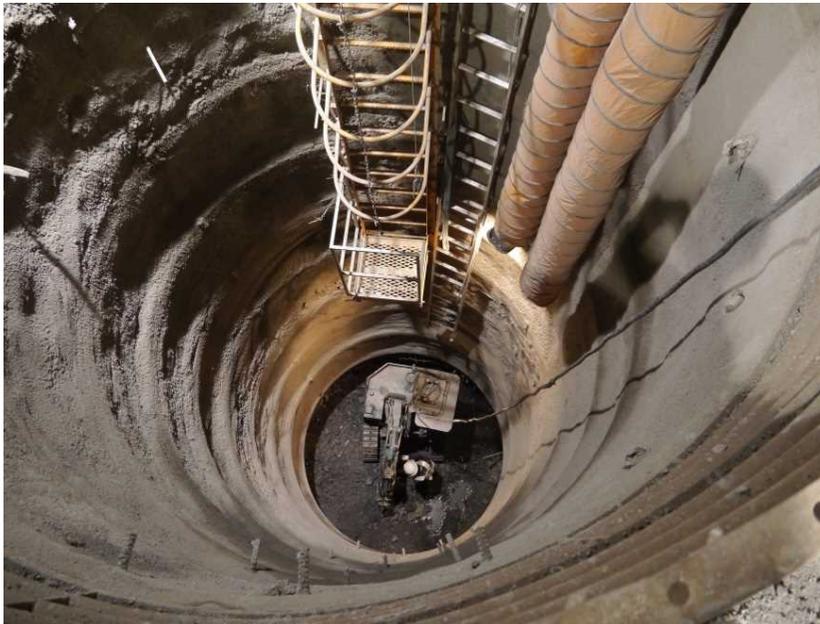
■ 結果：事業費：59億円増額

RC円柱支保工の仮設を含めた対策工の追加。

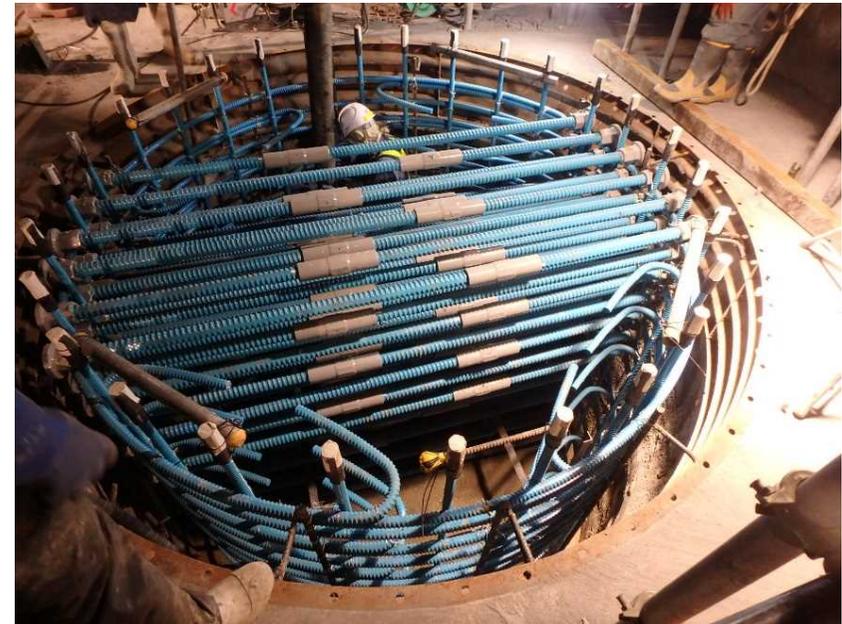
● 施工箇所



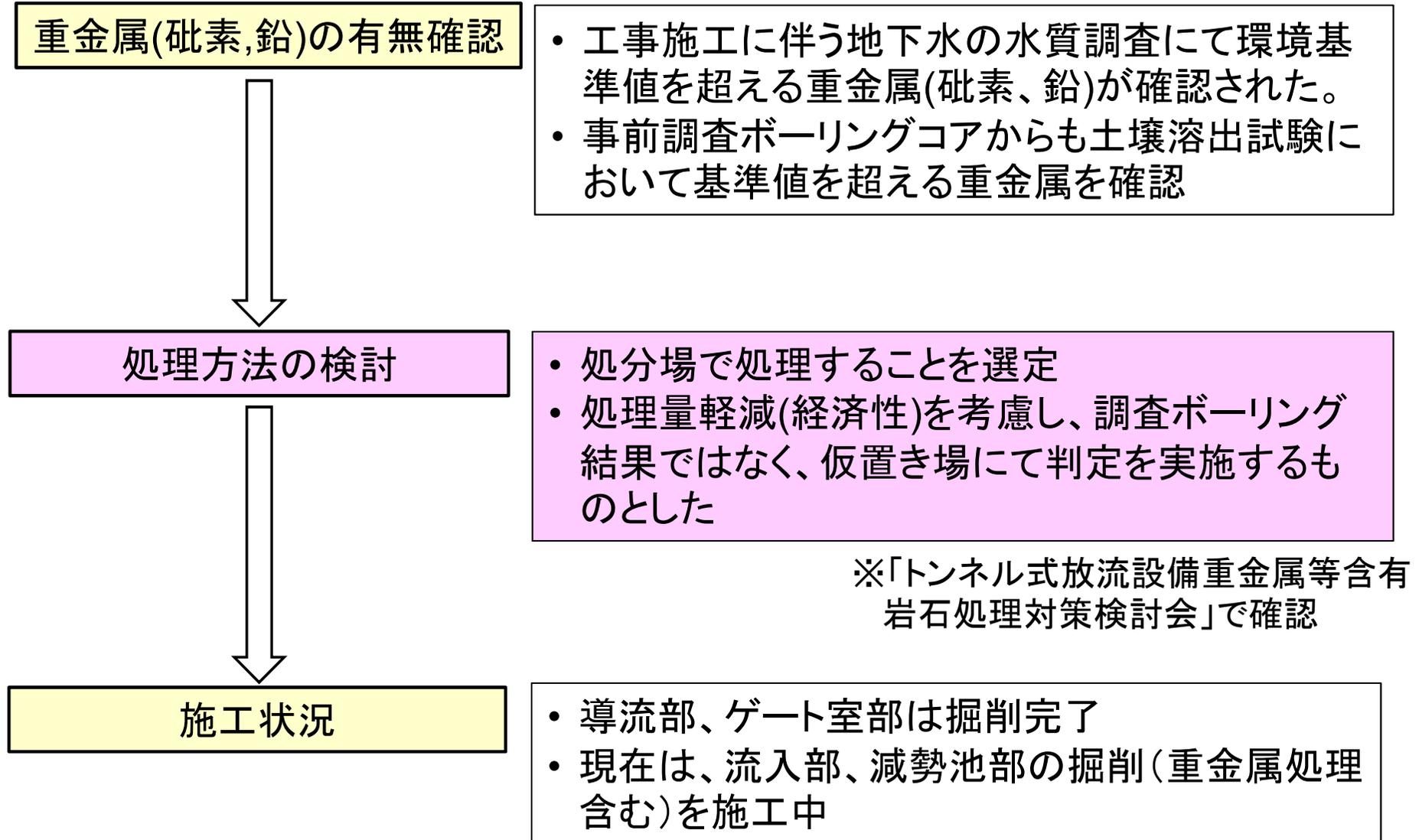
側壁導坑内(右)掘削状況(H28.8.23)



側壁導坑内(左)鉄筋組立状況(H28.8.26)



■ 重金属等含有岩石処理対策の経緯



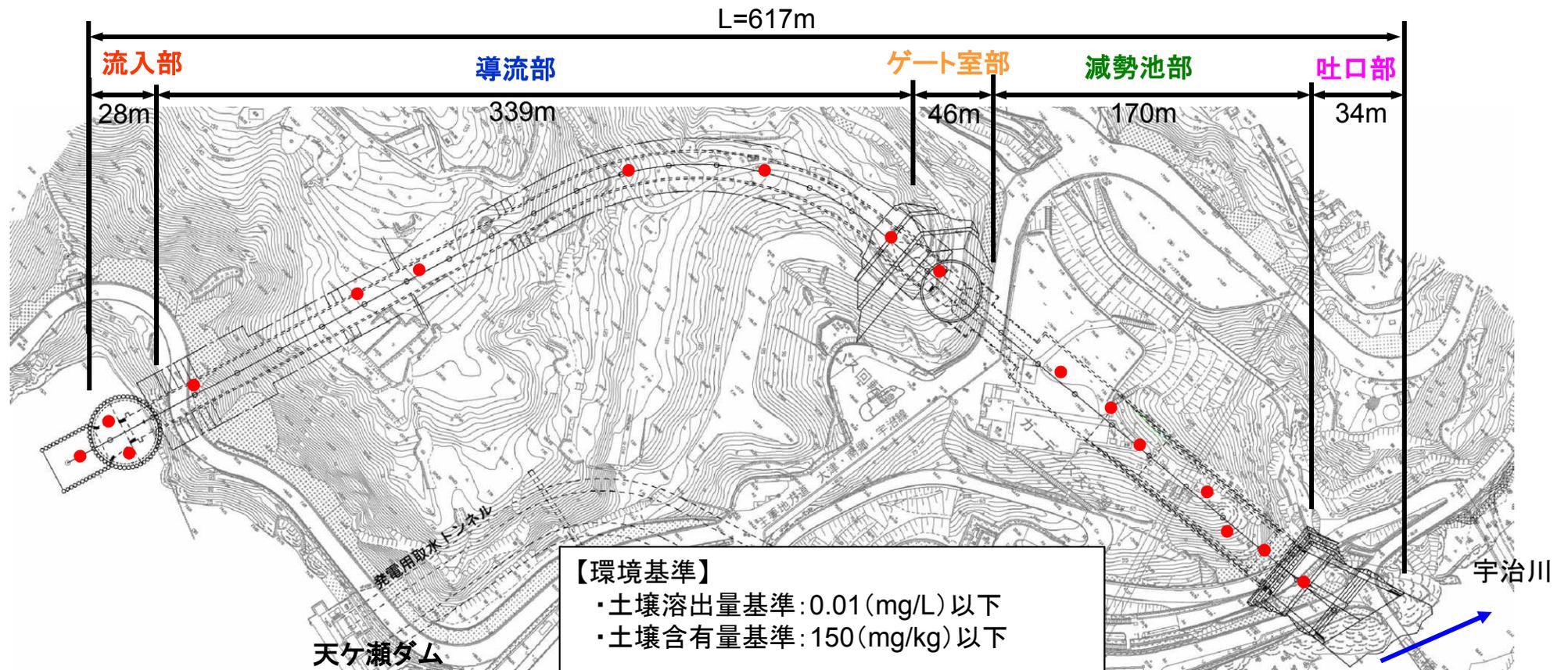
増加要因 ② 重金属等含有岩石処理の追加及びこれに伴う施工条件の変更による増 (2/5)

■ 重金属(砒素,鉛)の確認

掘削土から当初想定していなかった環境基準 [土壌溶出量基準 : 0.01 (mg/L) 以下, 土壌含有量基準 : 150 (mg/kg) 以下] を超える自然由来の重金属を確認。その後、「トンネル式放流設備重金属等含有岩石処理対策検討会」を立ち上げ、処理方法 (判定方法、処分先への搬出) を検討。

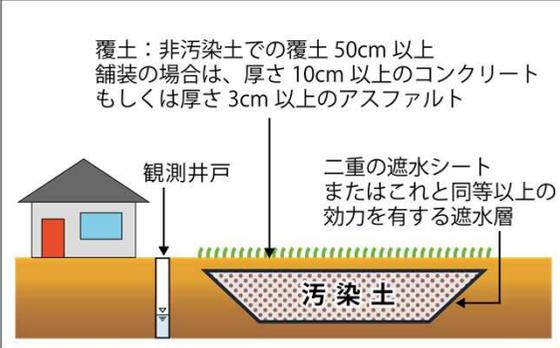
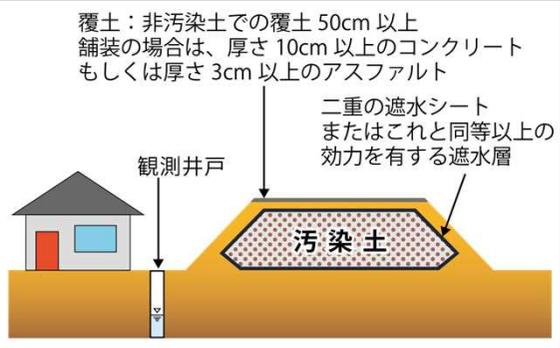
重金属の検出範囲

● : 検出ボーリング孔



■ 処理方法の検討

処分方法は、近隣住民への影響や確実な処理という観点から、産廃処分場への搬出を選定し、「トンネル式放流設備 重金属等含有岩石処理対策検討会」にて確認した。

項目	産廃処分場へ搬出 (基準値超過岩石と一般岩石に区分分け)	封じ込め(地中埋設)	封じ込め(盛土)
概要	<p>基準値超過岩石を場外の処理場に搬出し、リサイクル化、または産廃処分場に搬出し処分する。</p> 	<p>敷地を掘削し、底面、側面に遮水シート等の遮水層を敷設して、基準値超過岩石を埋め立てる。埋め立て後、上層部に遮水層及び上部遮水保護層を施して汚染土を封じ込める。</p> 	<p>敷地の地表部にシート等による遮水層を施し、その上部に基準値超過岩石を盛土する。盛土工完了後、盛土上部、側面に遮水層を施して基準値超過岩石を封じ込めるとともに、覆土等で表面を保護する。</p> 
本工事への適用性	<ul style="list-style-type: none"> ・重金属等の処理業として許可を受けた処理施設であるため確実性が高く、また社会的な影響も他案より少ない。 ・経済性を考えると事前に選別しておくことが望ましい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・埋設場所の選定および工事計画に時間が必要となる。 ・事業区域外の場合、近隣住民などへの十分な説明と理解が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・盛土場所の選定および工事計画に時間が必要となる。 ・事業区域外の場合、近隣住民などへの十分な説明と理解が必要となる。 ・景観上の問題点を確認しておくことが必要となる。
	○	×	×

■ 処理方法の検討

重金属等含有岩石処理は、以下の判別方法にて実施する。
 ここでは、仮置きピットを用いた分析・判定を行うことでコスト縮減を図った。



仮置きピットで試料採取し、
掘削土量毎に分析・判定

年度		H26	H27	H28	H29
作業					
工事	減勢池部	[Blue bar spanning H26 to H29]			
仮置きピット	ピット設置	[Start of bar]	[End of bar]		
	掘削岩石の事後調査による処理		[Start of bar]	[End of bar]	
	ピット撤去・現状復旧				[End of bar]

備考：借地期間は設置～撤去までで、約3年を見込む。



仮置きピット搬入状況

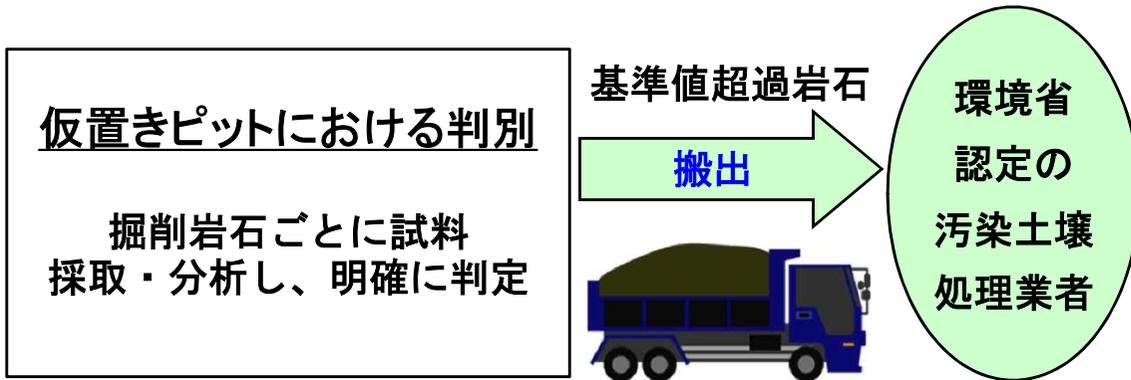


■ 重金属等含有岩石処理対策の状況

建設発生土の処分において、重金属を確認したことにより、処分費、判別とそれに伴う仮設備の追加、立坑部の掘削サイクルの変更

■ 結果：事業費：40億円増額

● 重金属等含有岩石の処理



● 仮置き場整備状況

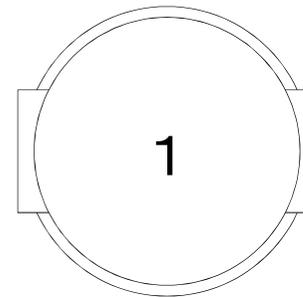


● 掘削効率の低下[立坑部]

ゾーン分割で掘削する。基本的な分割は、深度1m、平面的には4分割の2ブロックを1単位(半円)とする。

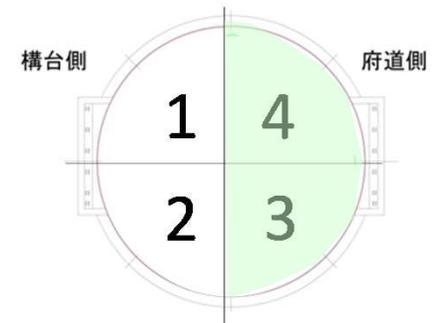
【当初】

重金属判定なし



【変更】

重金属判定あり(4区分)



増加要因 ③ 地盤条件変更に伴う施工条件の変更による増 (1/2)

③-1 流入部・前庭部・連壁工の硬岩掘削による変更増

●原因:

流入部の地盤が想定以上に硬い岩級区分。

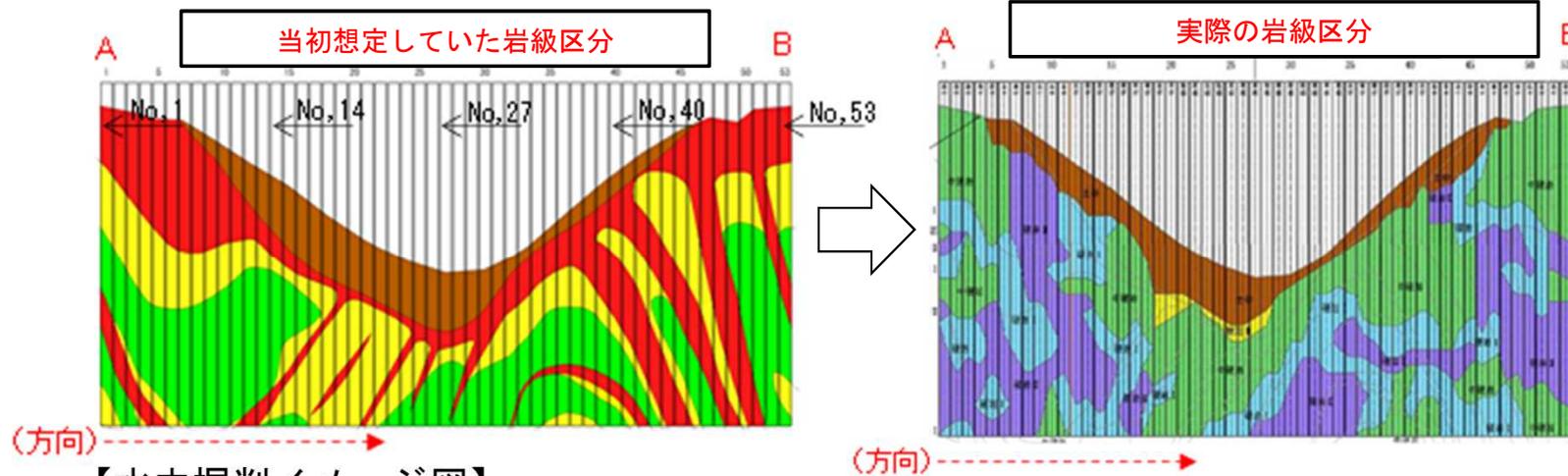
●主な変更内容:

工事着手前は、岩級を中硬岩(強度:60N/mm²)が最大として計画していたが、着手したところ、硬岩Ⅱ(強度:100N/mm²以上)を広く包含しており、施工単価が増大した。

【流入部展開図】

[当初]

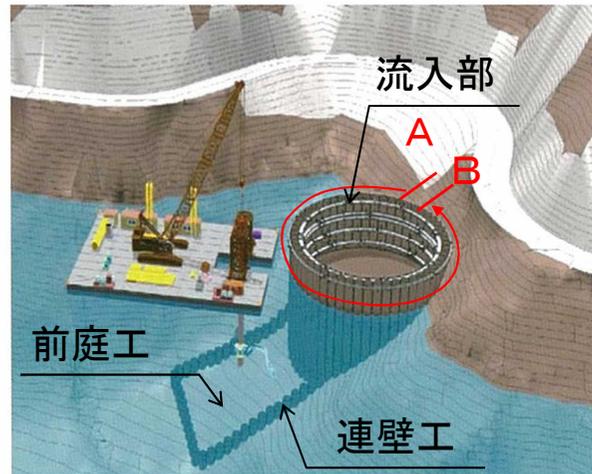
[変更]



[凡例]

- ・岩級区分
 - 土砂
 - 軟岩Ⅰ (5未満)
 - 軟岩Ⅱ (5~20)
 - 中硬岩 (20~60)
 - 硬岩Ⅰ (60~100)
 - 硬岩Ⅱ (100以上)
- (括弧書きは、岩級区分における一軸圧縮強度(N/mm²)の範囲)
- ・A→B(流入部展開方向)

【水中掘削イメージ図】



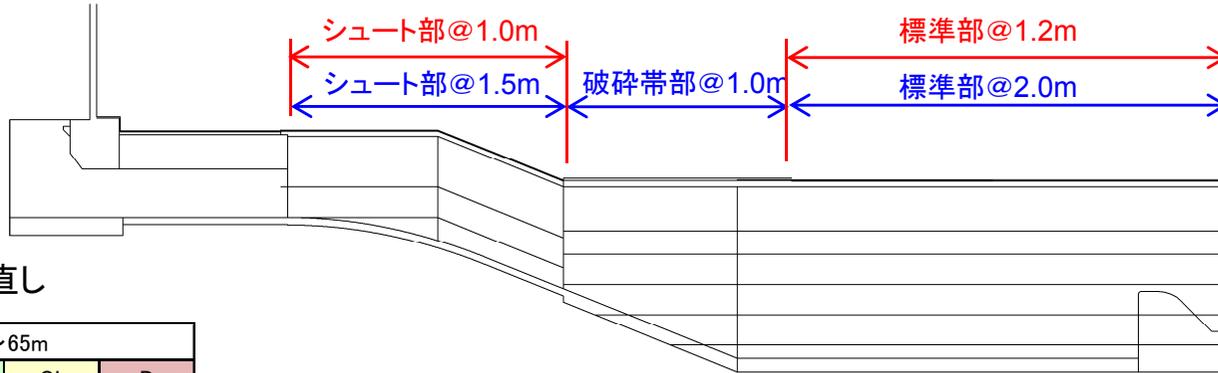
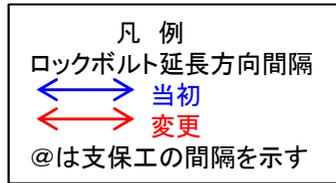
増加要因 ③ 地盤条件変更に伴う施工条件の変更による増 (2/2)

③-2 減勢池部の地盤条件の変更による増

先進導坑での地盤状況確認結果を踏まえた
鋼製支保工・ロックボルトの仕様変更(本坑・標準部)

●原因：
減勢池部は大断面かつ破碎帯(F0)を貫通するため、通常よりも密な事前ボーリング調査結果をもとに構造解析を行い、支保構造を決定していたが、施工技術監理委員会から先進導坑掘削により得られた情報を元に変形係数を見直すべきと提言(トンネル全体平均値から減勢池区間平均値を採用)を受け、構造解析を実施したところ、支保工、覆工構造の見直しが必要となった。

●主な変更内容：
支保工の追加(鋼製支保工・ロックボルト・PC鋼棒の数量増)、支保工追加に伴う掘進速度の低下(平均日掘進長2m→1.2m)、覆工構造の変更(鉄筋・コンクリート量の増加)が必要となり、費用が増大した。



変形係数の見直し

深度区分	30~65m			
岩級区分	CH	CM	CL	D
変形係数 全平均	9,790	3,870	950	430

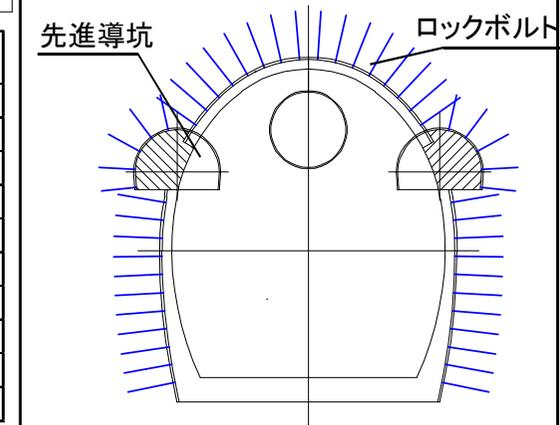
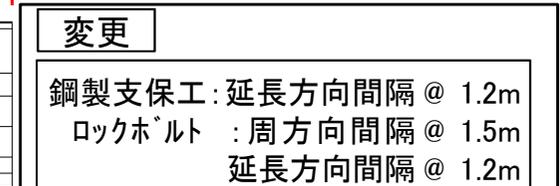
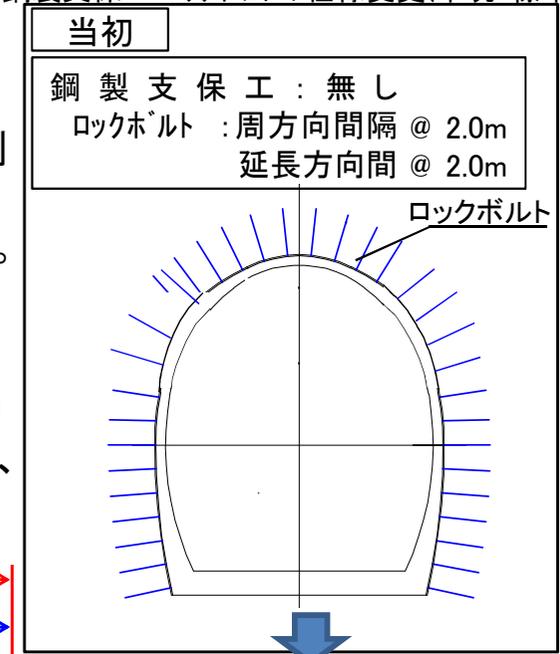
当初(トンネル全体平均値を採用)



深度区分	30~65m			
岩級区分	CH	CM	CL	D
変形係数 区間平均	10,581	2,726	709	401

変更(減勢池区間平均値を採用)

位置	支保形式	区間	当初設計		変更設計	
			延長方向	周方向	延長方向	周方向
本坑	ロックボルト	標準部	@2.0m	@2.0m	@1.2m	@1.5m
		破碎帯部	@1.0m	@1.0m	@1.0m	@1.0m
		シュート部	@1.5m	@2.0m	@1.0m	@1.5m
	鋼製支保工	標準部	無	—	@1.2m	—
		破碎帯部	@1.0m	—	@1.0m	—
		シュート部	無	—	@1.0m	—
覆工鉄筋量			重量/箇所		重量/箇所	
	アーチ部		117t		230t	
		機械継手部	2,221箇所		14,127箇所	

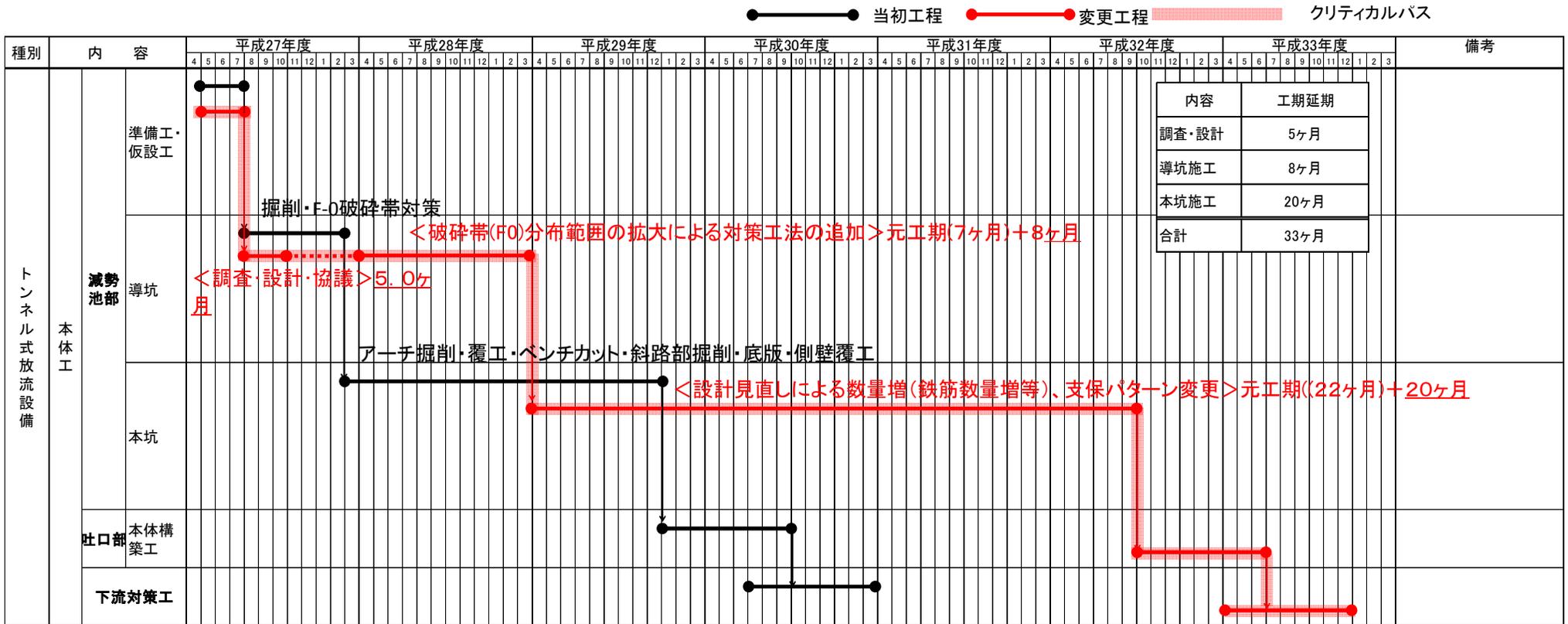


増加要因一覧

- | | |
|-----------------------------------|----------|
| ① F0破砕帯対策工の追加による増 | + 5 9 億円 |
| ② 重金属等含有岩石処理の追加及びこれに伴う施工条件の変更による増 | + 4 0 億円 |
| ③ 地盤条件の変更に伴う施工条件の変更による増※ | + 3 4 億円 |
| ※事業費等監理委員会にて増加項目を報告済 | |
| ④ 工期延長による変更（工事諸費、消費税増・物価増） | + 2 7 億円 |

5. 工期の変更概要

減勢池部のF0破碎帯分布範囲の拡大に伴う対策工法の追加等により、工期延期が必要となった。



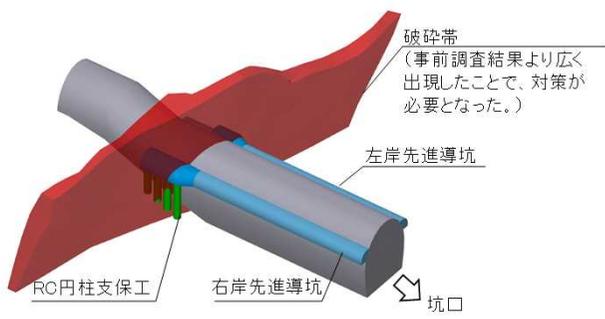
工期延期理由①: 破碎帯が事前調査結果より広く出現したことから追加施工が必要となった

○原因:
 減勢池部では、当初F0破碎帯の幅、分布を把握する目的で通常よりも密な20m間隔程度の格子状のボーリング調査を実施した上で、ケーブルボルトによる対策工を予定していたが、先進導坑掘削を実施したところ、事前調査結果よりもF0破碎帯の範囲が広い(奥行き9m→14m)ことが確認された。有識者で構成する施工技術監理委員会より先進導坑で得られた地質情報及び追加調査を設計に反映する旨の助言を受け、設計を実施したところ、側壁補強対策工の追加が必要となった。

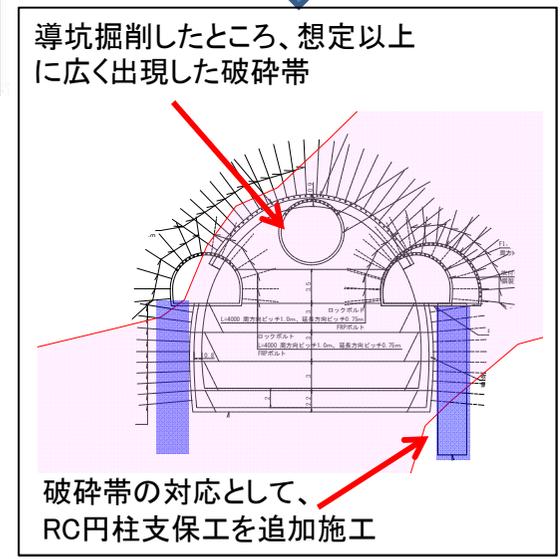
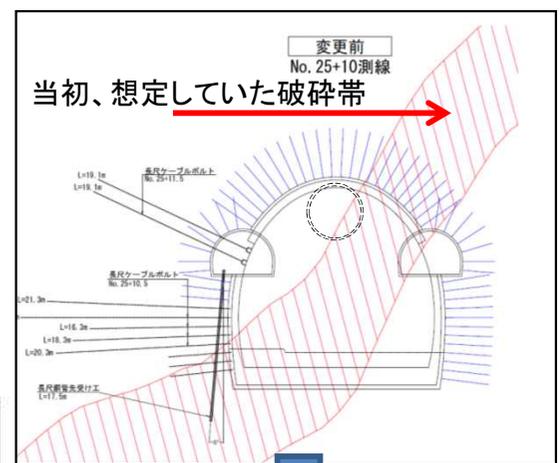
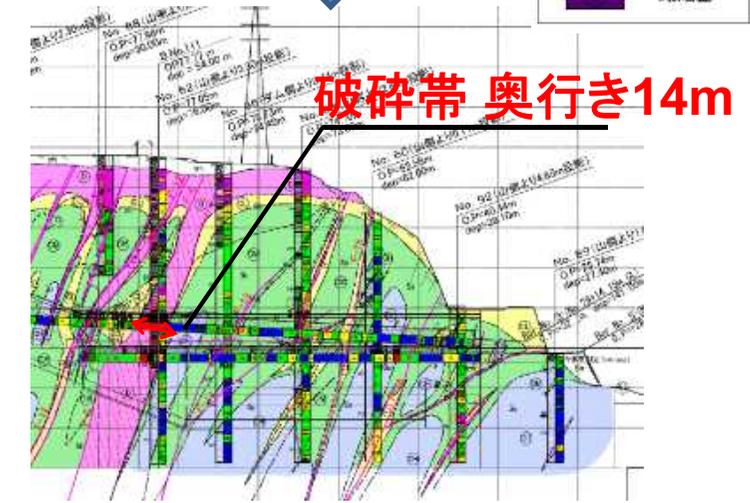
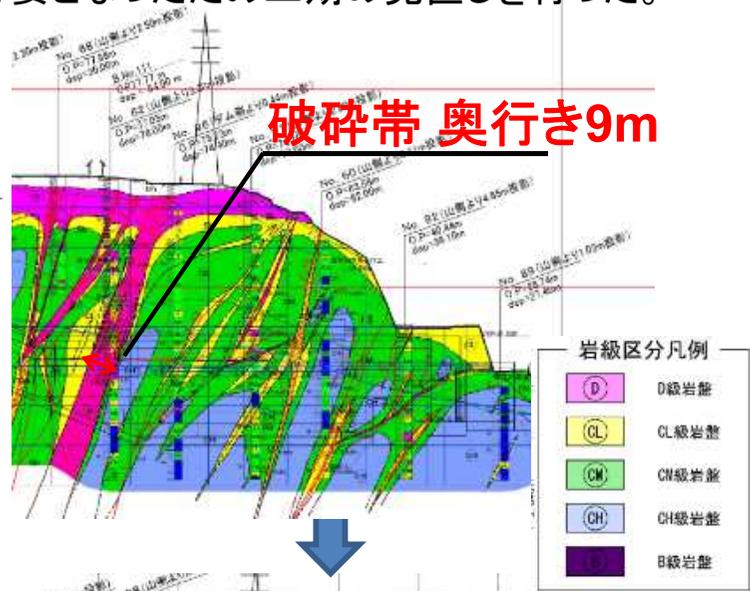
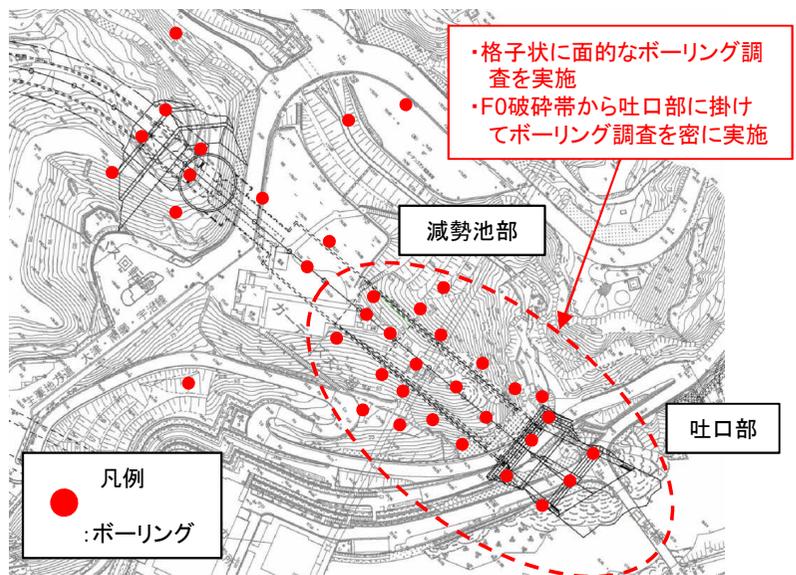
○主な変更内容:
 追加調査設計及びRC円柱支保工の追加施工が必要となったため工期の見直しを行った。

○結果:
 工期延期: 13ヶ月(当初7ヶ月→変更20ヶ月)

F0破碎帯と追加対策の三次元鳥瞰図



事前調査内容



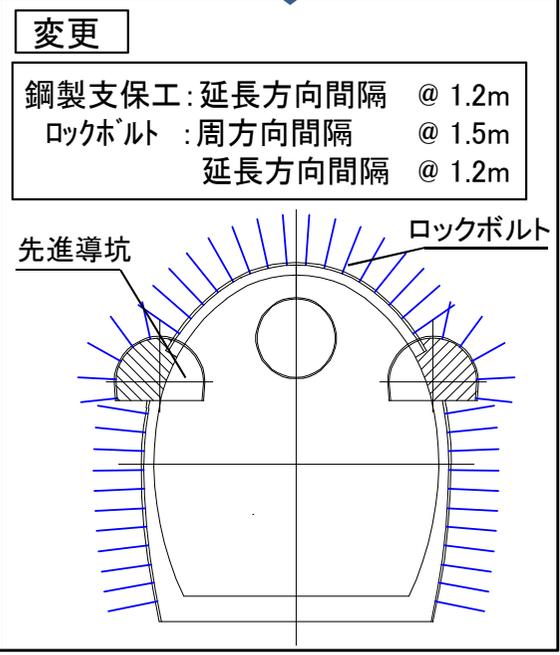
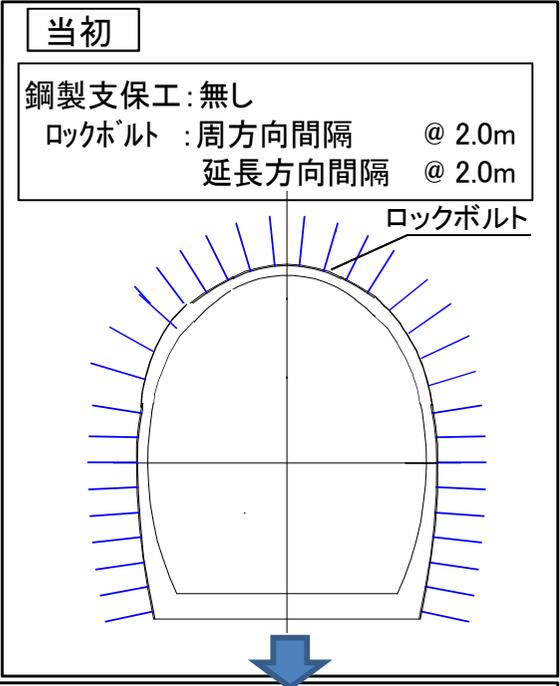
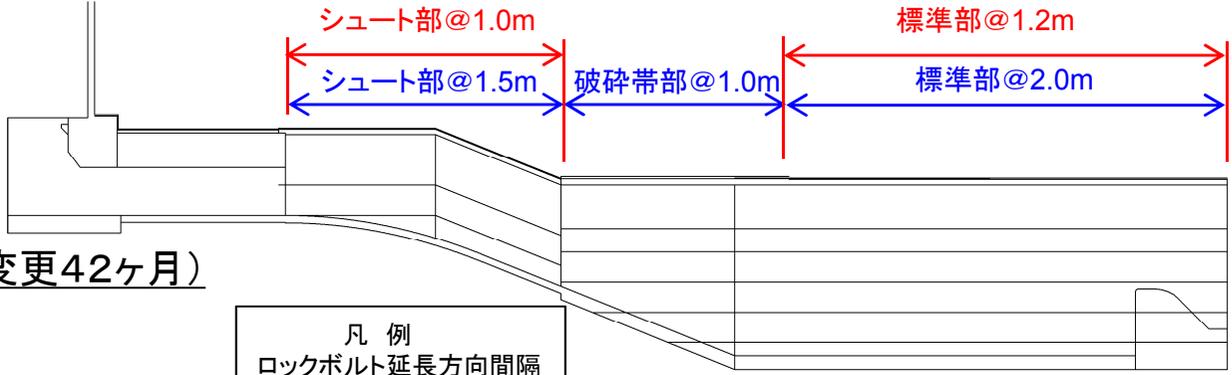
工期延期理由②：地盤条件の見直しにより構造の変更・追加施工が必要となった

先進導坑での地盤状況確認結果を踏まえた
鋼製支保工・ロックボルトの仕様変更(本坑・標準部)

○原因：
減勢池部は大断面かつ破碎帯(F0)を貫通するため、通常よりも密な事前ボーリング調査結果をもとに構造解析を行い、支保構造を決定していたが、施工技術監理委員会から先進導坑掘削により得られた情報を元に変形係数を見直すべきと提言(トンネル全体平均値から減勢池区間平均値を採用)を受け、構造解析を実施したところ、支保工、覆工構造の見直しが必要となった。

○主な変更内容：
支保工の追加(鋼製支保工・ロックボルト・PC鋼棒の数量増)、支保工追加に伴う掘進速度の低下(平均日掘進長2m→1.2m)、覆工構造の変更(鉄筋・コンクリート量の増加)が必要となり、工期延期の必要が生じた。

○結果：
工期延期:20ヶ月
(当初22ヶ月→変更42ヶ月)



変形係数の見直し

深度区分	30~65m			
岩級区分	CH	CM	CL	D
変形係数 全平均	9,790	3,870	950	430

当初(トンネル全体平均値を採用)



深度区分	30~65m			
岩級区分	CH	CM	CL	D
変形係数 区間平均	10,581	2,726	709	401

変更(減勢池区間平均値を採用)

凡例
ロックボルト延長方向間隔
← 当初
← 変更
@は支保工の間隔を示す

位置	支保形式	区間	当初設計		変更設計	
			延長方向	周方向	延長方向	周方向
本坑	ロックボルト	標準部	@2.0m	@2.0m	@1.2m	@1.5m
		破碎帯部	@1.0m	@1.0m	@1.0m	@1.0m
		シュート部	@1.5m	@2.0m	@1.0m	@1.5m
	鋼製支保工	標準部	無	-	@1.2m	-
		破碎帯部	@1.0m	-	@1.0m	-
		シュート部	無	-	@1.0m	-
覆工鉄筋量			重量/箇所		重量/箇所	
	アーチ部		117t		230t	
	機械継手部		2,221箇所		14,127箇所	

6. 見直し後の事業計画

1) 天ヶ瀬ダム再開発事業の進捗・計画

■工期の変更：平成30年度まで → 平成33年度まで

• 平成28年9月時点

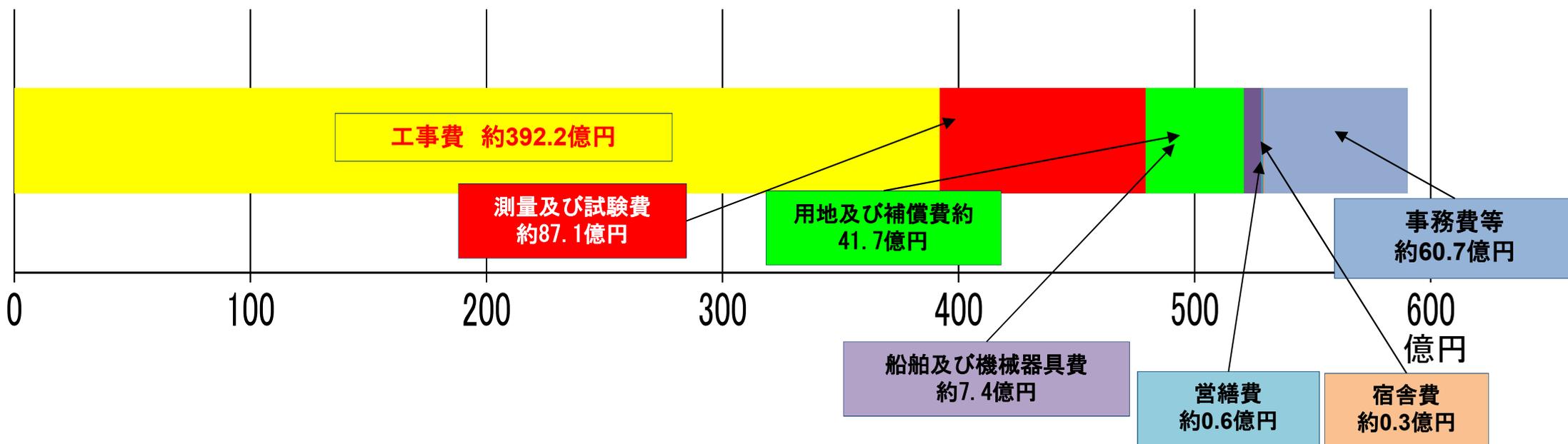
分類		H27迄	H28	H29	H30	H31	H32	H33
トンネル式 放流設備	流入部	鋼管矢板工	掘削支保工	本体構築工	本体構築工			鋼管矢板切断
	導流部	掘削・覆工	グラウト	グラウト・覆工	掘削・覆工・グラウト(接続部)			
	ゲート室部	立坑掘削	本体構築工					
	減勢池部・ 吐口部	先進導坑掘削	F0対策工、上半掘削・アーチ覆工		下半掘削・覆工・吐口部本体内工			
	ゲート及び上屋	工場製作	ゲート設備据付	ゲート設備据付	上屋建築			
補償工事	新白虹橋	下部工・上部工	上部工					
設計	機械・電気 設備含む	詳細設計						

施工済み
 施工中
 手続き中
 詳細設計済み

2) 全体事業費の内訳

■建設に要する費用の変更：約430億円 → 約590億円(約160億円増)

全体事業費 590億円



3) 事業進捗率 (590億ベース)

