

大阪府河川構造物等審議会

平成28年度 第2回 大深度地下使用検討部会

【大深度地下使用に伴う水理検討結果について】

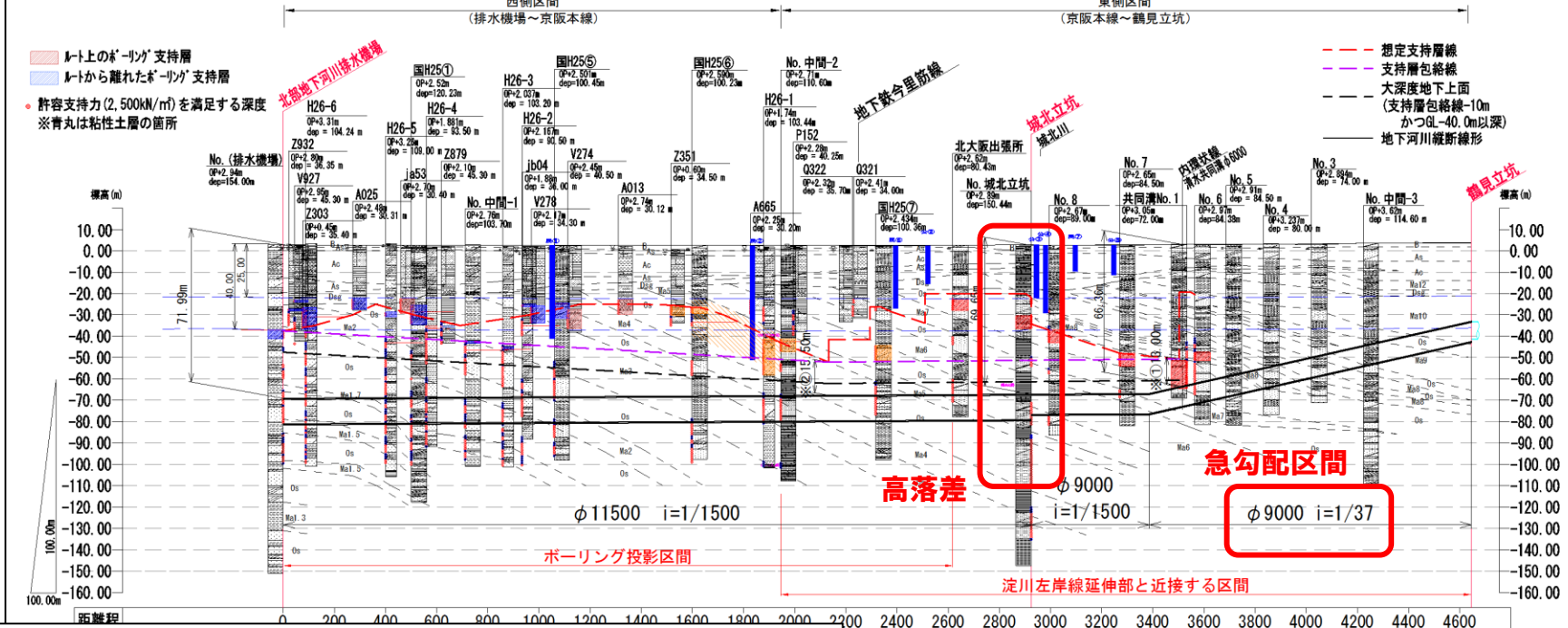
【大深度地下使用に伴う水理検討結果（高落差部）について】

< 審 議 事 項 >

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

寝屋川北部地下河川の縦断線形

大深度地下深さの決定を踏まえ、地下河川の縦断線形を仮設定した結果、鶴見立坑から城北立坑の区間で約1/37の急勾配が生じます。また、地上河川(城北川)からの取水を予定している城北立坑においては、地上河川から約70mの高落差で地下河川に流入することとなります。



※①:基礎杭の根入れ2m+内径9.0m+セグメント厚0.5m×2+維持管理等のための離隔1m=13.0m
 ※②:基礎杭の根入れ2m+内径11.5m+セグメント厚0.5m×2+維持管理等のための離隔1m=15.5m

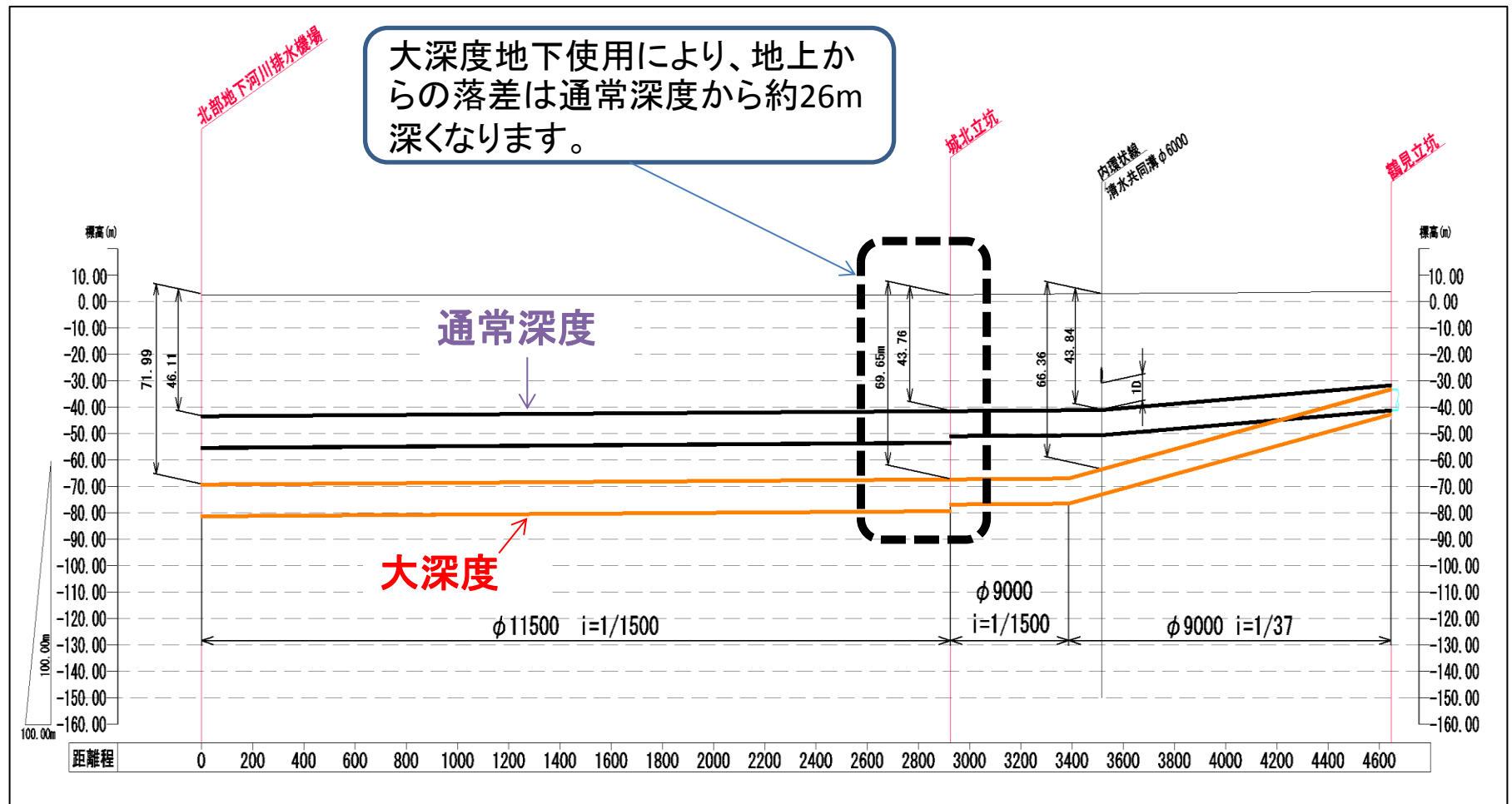
(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

○城北立坑における落差の検討

【「平成27年度第2回大深度地下使用検討部会」資料より】

城北立坑における落差について

城北立坑において地上河川(城北川)からの取水を予定していますが、大深度地下使用に伴い地上からの落差は約70mとなります。



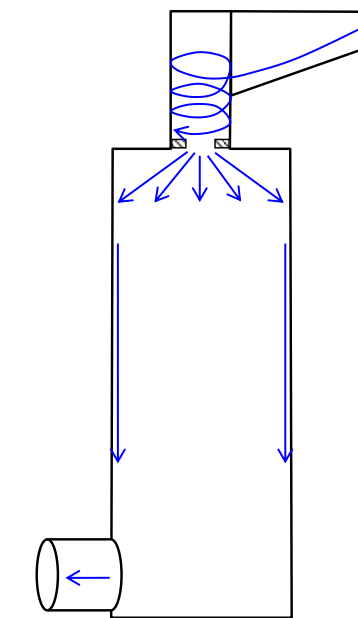
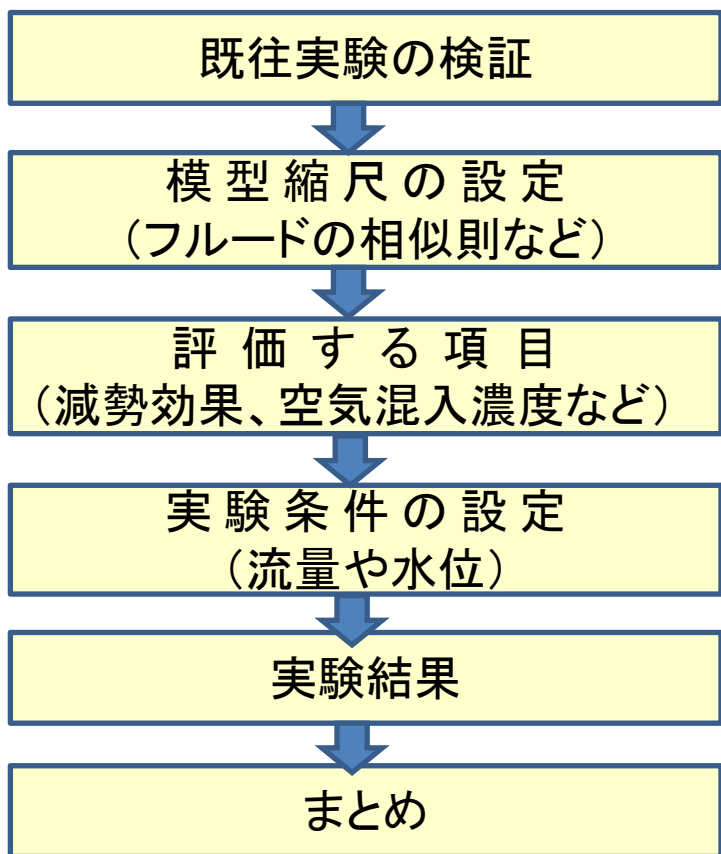
(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

実験の目的

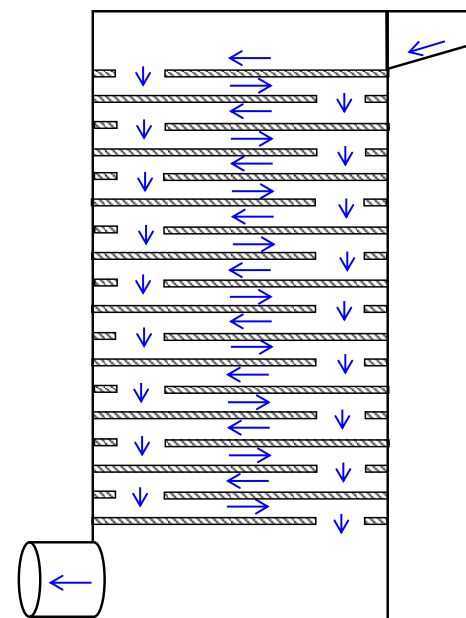
城北川からの取水施設に関しては、水理模型実験の結果(H4)を基に城北川取水減勢施設の形式を千鳥型と決定しています。

今回、大深度地下使用に伴い、深度がさらに深くなり、工事費や維持管理費の増額が想定される中で、より経済的な取水減勢施設の形式を見出すために、水理模型実験を実施するものです。

(実験検討フロー)



ドロップシャフト型



千鳥型

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

既往の実験の検証①

(1)城北立坑(通常深度での既往実験;H4)

千鳥型とドロップシャフト型を検討した結果、ドロップシャフト型の空気混入濃度を低減できず、千鳥型が最適との結論を得ています。

<ドロップシャフト型>

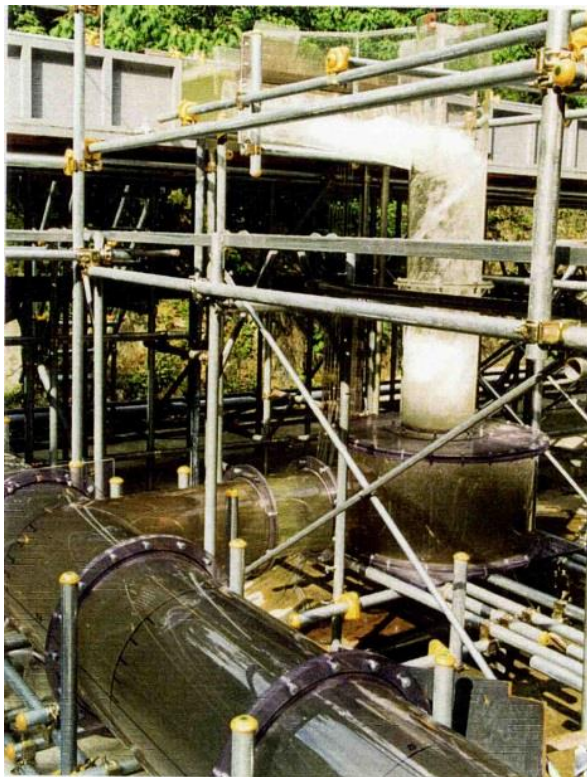
- ・空気混入濃度が高い
- ・立坑内に激しい回転流が発生

<千鳥型>

- ・空気混入濃度が低い
- ・立坑の流況も安定



千鳥型が最適



ドロップシャフト型



千鳥型

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

既往の実験の検証②

(2)古川取水立坑(H6)

城北取水立坑(H4)のドロップシャフト型を一部改良した案により、空気混入濃度を低減できたことから、ドロップシャフト型の採用に至っています。

<ドロップシャフト改良案>

- ・減勢池を深さ方向に拡大

<効果>

- ・減勢効果が大きい
- ・空気混入濃度はH4千鳥型と同等まで低減



ドロップシャフト型を採用
(H14供用)

◎現在までに35回の流入。
施設の損傷は見られない。



古川取水立坑の実験写真

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

古川取水立坑と城北取水立坑の相似性

H4城北取水立坑の実験では、深度が約40m程度であったため、空気混入濃度を低減させることができませんでしたが、今回、大深度地下使用に伴って約80mと深くなったことから、城北取水立坑を古川取水立坑の約2倍の寸法で築造した場合、水理的に相似形となり、同様の効果が得られることが期待されます。

古川取水立坑と城北取水立坑の水理量・寸法の比較

諸元	① 城北取水立坑 (H4)	② 古川取水立坑 (H6)	③ 城北取水立坑 (今回)	比率 (①/②)	比率 (③/②)	フルード 則による 比率 (①/②)	フルード 則による 比率 (③/②)
立坑流量 (m ³ /s)	89	15	89	5.93	5.93	2.04	2.04
地下河川流 量(m ³ /s)	144	48	144	3.00	3.00	1.55	1.55
河川水位 (OP+m)	3.3	3.2	3.3				
立坑底面高 (OP+m)	-43.1	-37.25	-80.00 (概算値)				
落差(m)	46.4	40.5	83.3	1.15	2.06	1.15	2.06
立坑径 (減勢部:m)	18	8	16				

※フルード則:実際の流れを模型において再現するために、実物と模型の間に水理的な相似性を満足しなければならない。

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

千鳥型とドロップシャフト型の違いについて①(建設コスト面)

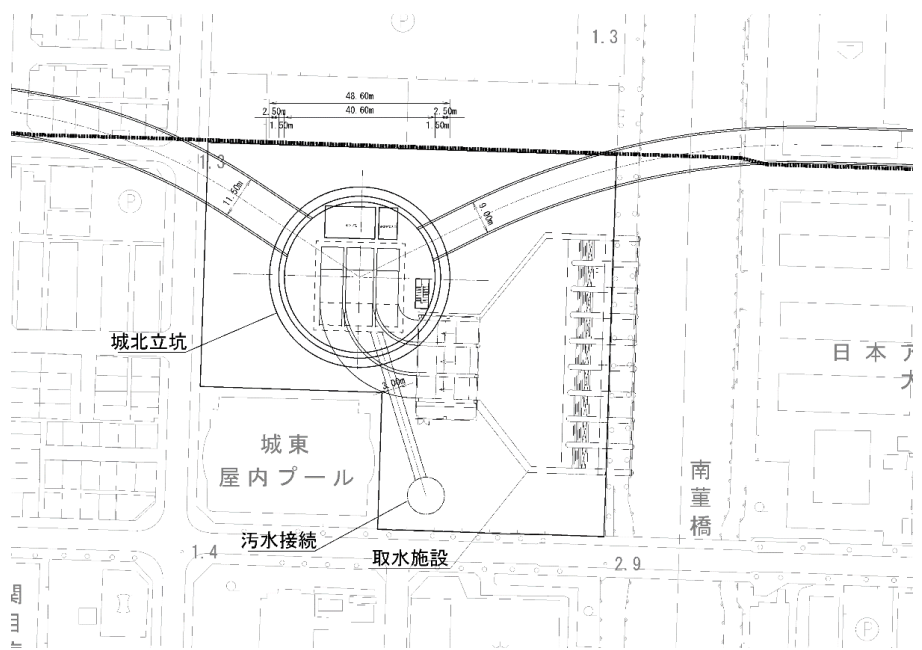
千鳥型は、立坑の掘削量が大きく、減勢施設の構造が複雑であることから、ドロップシャフト型を採用することができると、建設コストが低く抑えられます。

千鳥型は、減勢立坑とシールド発進立坑を一体整備するため、立坑の内径はφ40.6mとなる。概算工事費は、仮にオープンケーソン工法とした場合、次のとおりである。

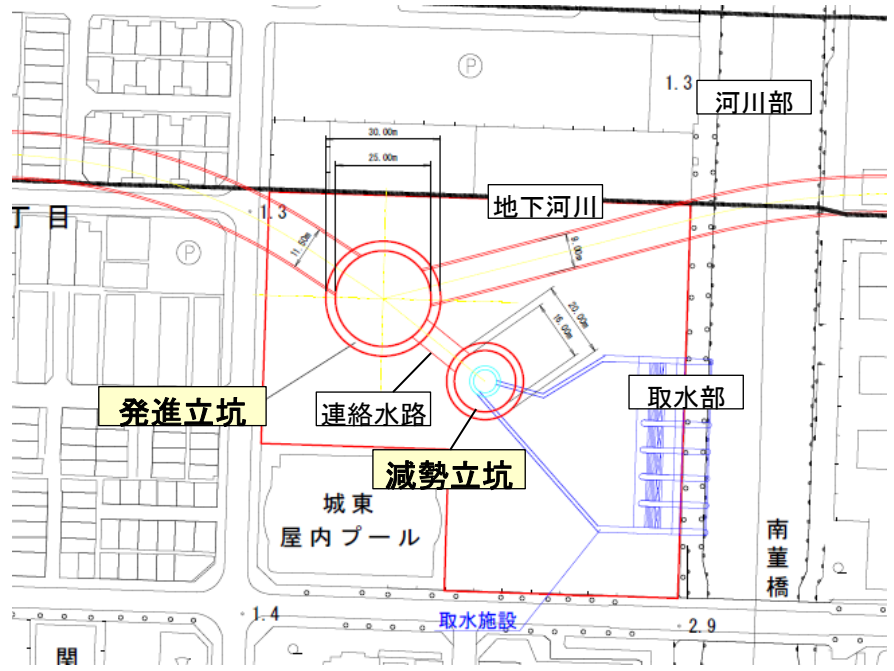
φ40.6m 約140億円
 ※工法を確定したものではありません

ドロップシャフト型は、発進立坑(φ25m)と減勢立坑(φ16m)を分離できるため、同工法の概算事業費は、以下のとおりである。

φ25m 約60億円
φ16m 約40億円
合計 約100億円 ※千鳥型に対して **約40億円安価**



千鳥型 配置計画案



ドロップシャフト型 配置計画案

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

千鳥型とドロップシャフト型の違いについて②(維持管理面)

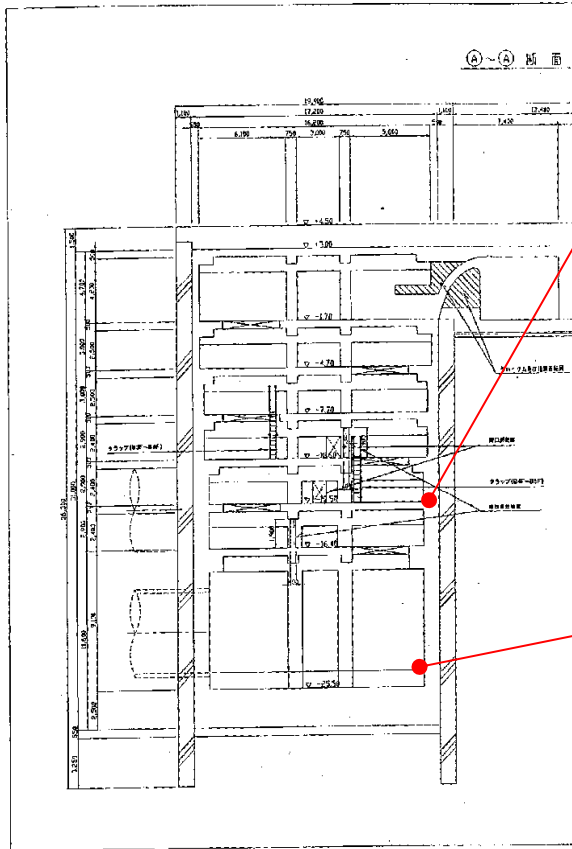
千鳥型は、構造が複雑であることから、維持管理に大きな費用と労力がかかりますが、通常の立坑構造に近いドロップシャフト型を採用することができると、維持管理は容易です。

<既存の千鳥型の事例>

- 各段の着水部に施工している磨耗対策の保護工のメンテナンスに経費と労力がかかる。
- 各段毎の点検用に設置する水密性を保つ遮水扉のメンテナンスに加え、点検作業に労力がかかる。



さらに深くなる城北取水立坑は、より大きなメンテナンス費用と労力が必要



着水部の保護工(中段)



着水部の保護工(最下段)

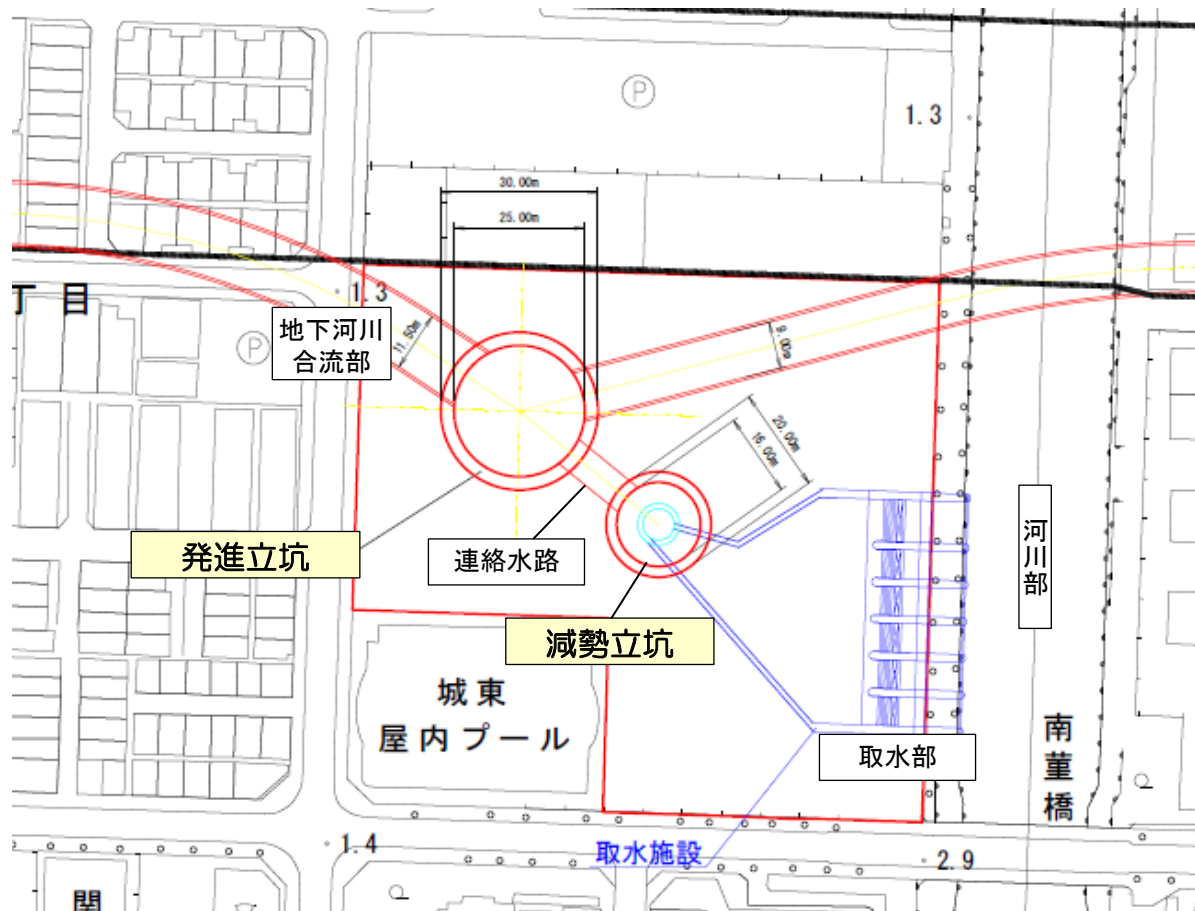


千鳥型の事例調査結果

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

ドロップシャフト型のレイアウト

城北取水立坑の施工時点では、発進立坑ならびに地下河川は施工されていることから、今回の実験においても、減勢立坑と発進立坑を分離したレイアウトとします。



概略レイアウト図 (取水部～減勢立坑部～取水立坑部～地下河川合流部)

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

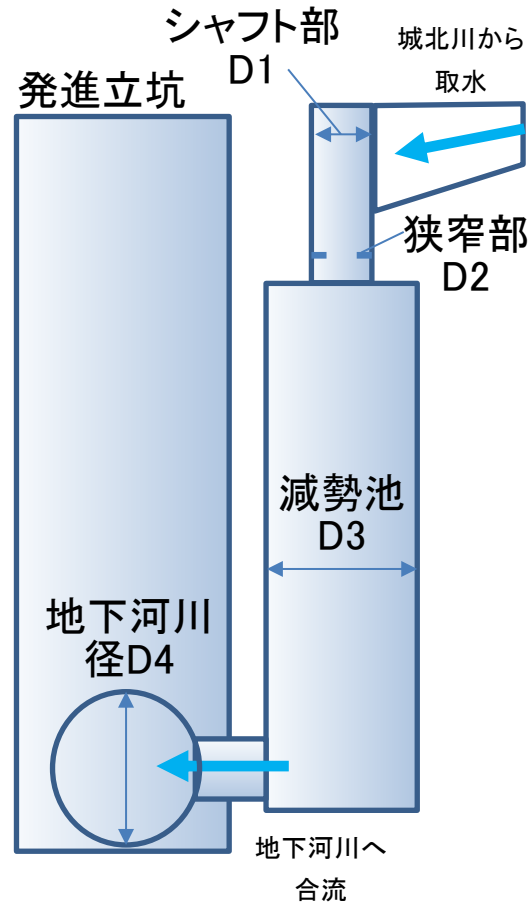
模型①

フルード則に加え、実際の管内の流れ(乱流)を再現するために必要なレイノルズ数や粗度係数により、模型縮尺を1/20に決定しています。

(1)模型縮尺

主な模型再現諸元

諸元	実物	模型			備考
		1/15	1/20	1/30	
流量 $Q(m^3/s)$	89.0	0.1021	0.0498	0.0181	100%
落差 $H(m)$	81.6	5.44	4.08	2.72	
立坑 管径 $D1(m)$	6.00	0.400	0.300	0.200	シャフト部
管径 $D2(m)$	4.20	0.280	0.210	0.140	狭窄部 ($D2/D1=0.7$)
管径 $D3(m)$	16.00	1.067	0.800	0.533	減勢池部
地下河川合流後の管径 $D4(m)$	11.50	0.767	0.575	0.383	
" 満管時流速 $V_0(m/s)$	0.86	0.221	0.192	0.156	
" 満管時のRe数	9.85×10^6	1.70×10^5	1.10×10^5	6.00×10^4	$\geq 1.0 \times 10^4$ (乱流)
粗度係数 n	0.015	0.0096	0.0091	0.0085	≥ 0.009 (最小値)



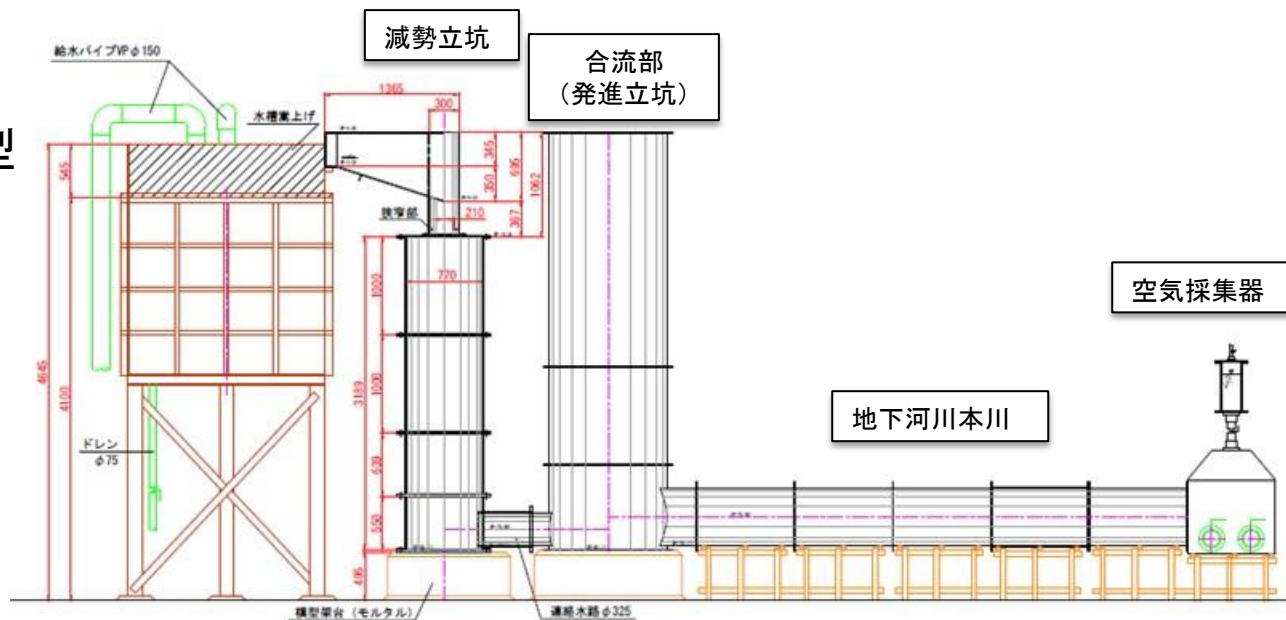
※古川取水立坑(H6)の相似形で実験を開始

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

模型②

(3)合流部・全体模型

合流部・全体模型概略図



合流部・全体模型完成状況



(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

実験条件①

設計流量を100%流量とし、75%、50%、25%および130%の5流量とします。

【流量条件】

諸元	実物	模型	
		1/20	
地下河川流量	130%	187.2	0.1046
	100%	144.0	0.0805
	75%	108.0	0.0604
	50%	72.0	0.0402
	25%	36.0	0.0201
取水立坑流量(m ³ /s)	130%	115.7	0.0647
	100%	89.0	0.0498
	75%	66.8	0.0373
	50%	44.5	0.0249
	25%	22.3	0.0124

< 評価について >

- ・設計流量の100%流量を評価対象とする。
- ・130%流量は、100%超の流量の状況を確認するためのもので、
構造物の破壊を誘発する現象が生じていないことを確認する。

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

評価する項目

減勢効果は底面圧力により評価
 空気混入の低減効果はH4千鳥型の空気混入濃度と同レベルで評価

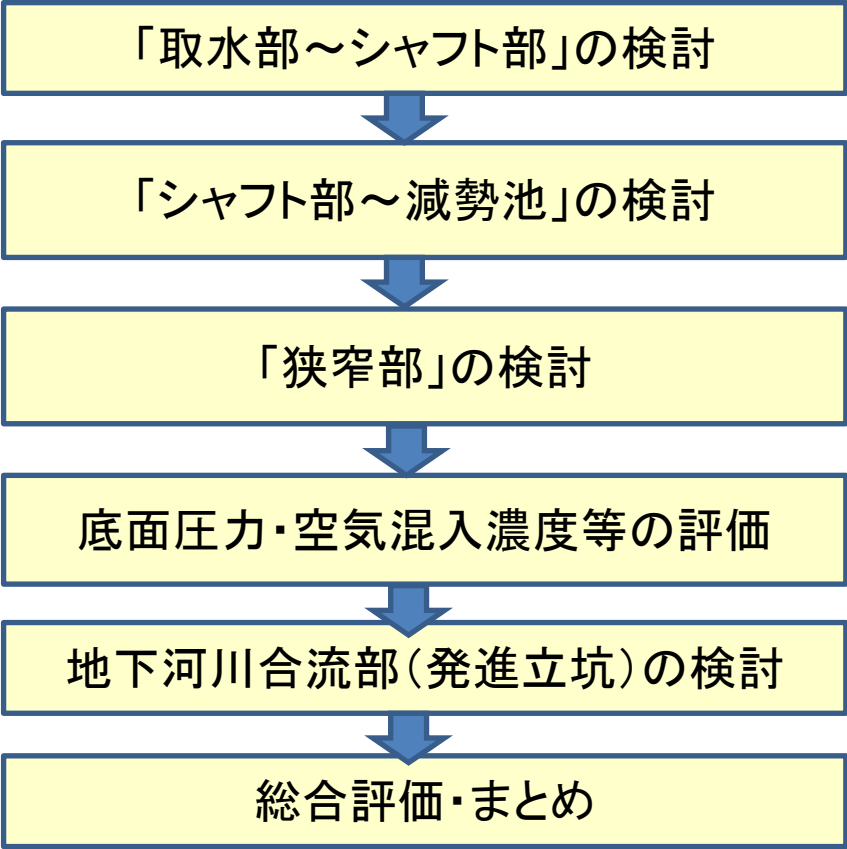
評価する項目		想定される問題点	検討内容	備考
LWL時	流速	・地下河川内の高流速による破損等	・地下河川内の流速が著しく加速していないか	
	底面圧力	・減勢立坑の高落差や局所流による破損等	・底面に作用する圧力が過大、または負圧が発生していないか ・圧力の変動量は比較的小さく、安定しているか	圧力測定により減勢効果を確認
	流況	・局所流による破損等 ・立坑内から取水部への背水による流入量低下	・立坑内の流れがスムーズで、減勢池内で均等に分散しているか ・立坑から地下河川への連絡水路の流れがスムーズか	エアークアの形成状況も確認
MWL時 HWL時	空気混入濃度※	・下流ポンプ施設の排水能力の不安定化 ・圧縮空気が立坑等で大気圧場に戻る時の異常水位上昇	・地下河川に向けて著しい混入空気の流下がないか ・空気混入量の低減効果は過去の実験結果と比較して遜色ないか	千鳥型(H4)の空気混入濃度 $10^{-3}\%$ のオーダーを評価基準
	流況	・立坑内から取水部への背水による流入量低下 ・回転流に伴う振動や渦流による空気混入量助長	・立坑内の流れがスムーズか ・破損を伴う振動等がないか ・回転流に伴う渦流の発生状況および空気混入量の助長がないか	
	損失水頭	・合流部構造による損失が過大な場合、疎通能力に支障	・立坑と地下河川合流部の水頭差が過大となっていないか	

※下流ポンプの運転開始水位(MWL)時点で評価

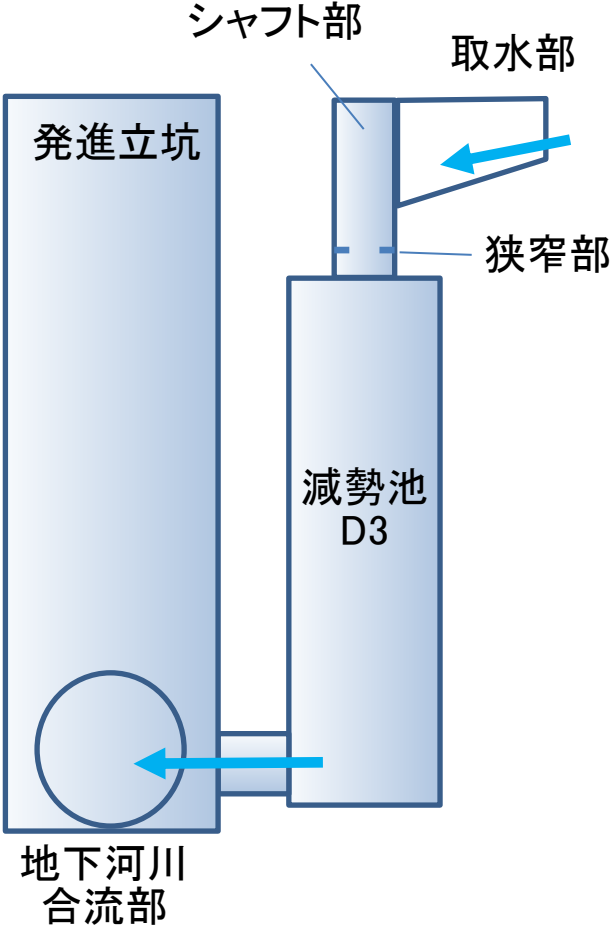
(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

実験検討フロー

実験の概略の流れを示します。



実験検討フロー

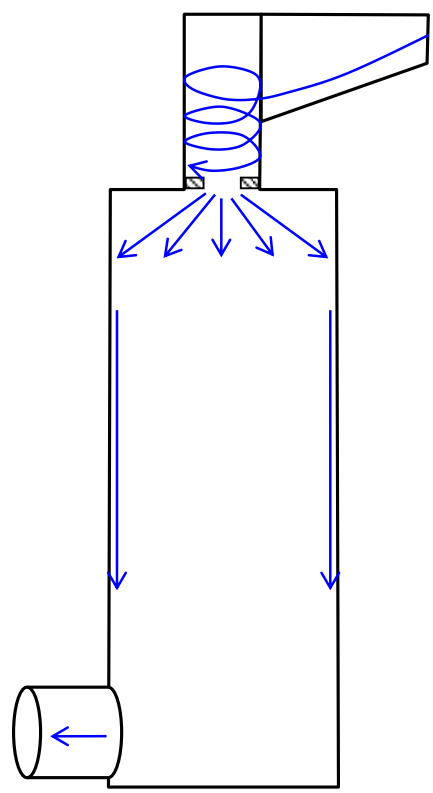


模型概略図

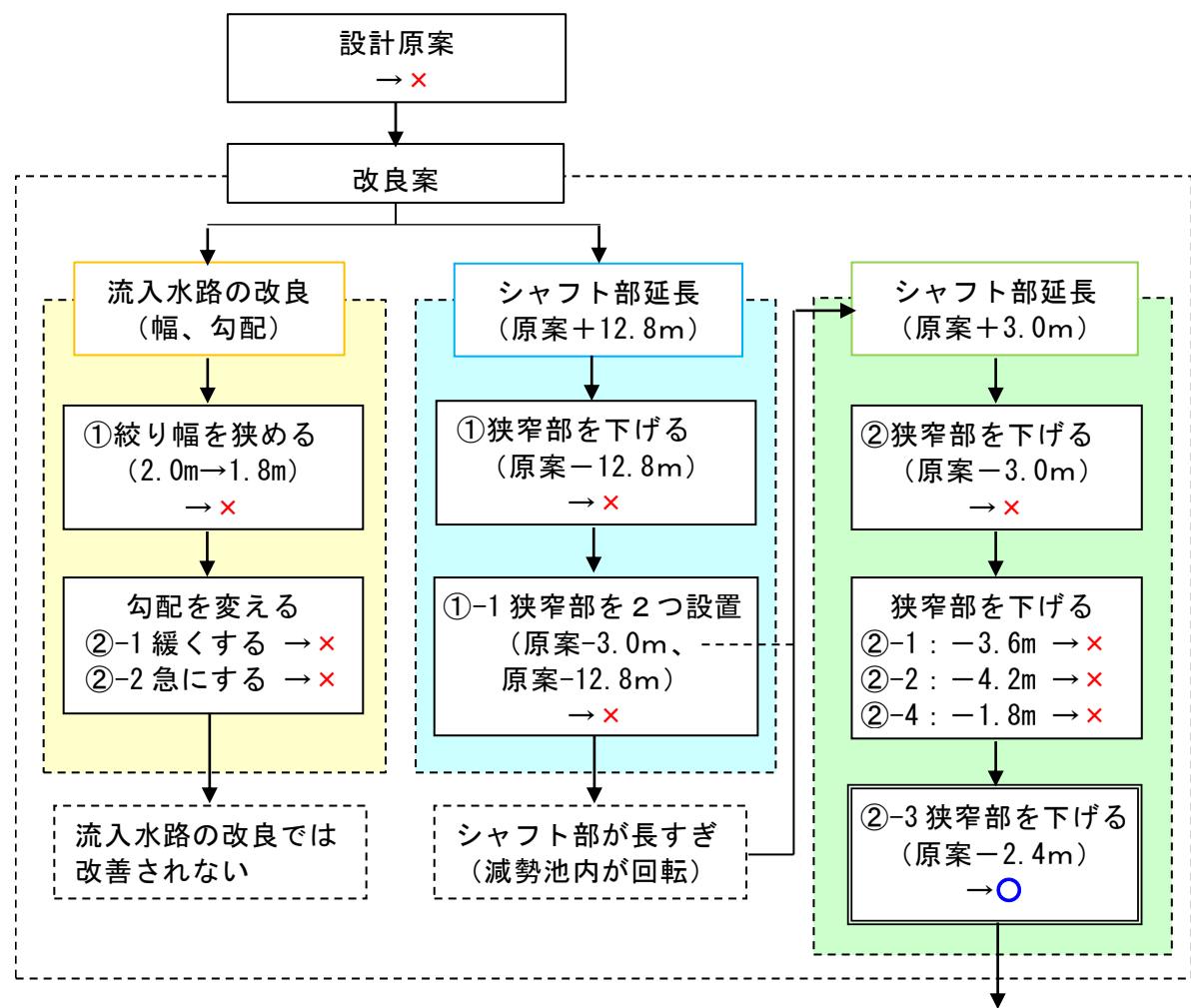
(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

実験検討フロー

実験の詳細な流れを示します。



ドロップシャフト型



実験検討フロー図

合流部全体模型で発達立坑による脱気効果を確認

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

実験ケース(抽出模型)

各実験ケースと実験結果のうち、最も評価が高いケースを抽出。

実験ケース一覧(抽出模型)

ケース名	改良箇所					改良内容	評価項目		備考
	流入水路	シャフト部	狭窄部	減勢池	連絡水路		底面圧力	空気濃度	
ドロップシャフト原案						(古川地点の設計形状を踏襲)	○	×	
流入水路改良案①	○					流入水路の絞り幅を絞る 1/3D→0.3D (D:立坑径6.0m)	○	×	
流入水路改良案②-1	○					流入水路の勾配を緩くし、立坑部の 実質長を伸ばす(1.0m)	○	×	
流入水路改良案②-2	○					流入水路の勾配を急に(上流端で+ 1.0m)、せきあげないようにする	○	×	
立坑改良案①		○				シャフト部の長さを延ばす +12.8m (減勢池長を縮める)	○	×	模型の継手の都合で延 長を設定
狭窄部改良案①-1		○	○			狭窄部の位置、設置数(2つ)を変化さ せる。	○	×	立坑改良(改良案①)後 に実施
立坑改良案②		○	○			シャフト部の長さを延ばす +3.0m 狭窄部位置は 原案-3.0m (減勢池天端から1.2m位置)	○	×	立坑改良案①の結果を 踏まえ、必要最小限の延 長を設定
狭窄部改良案②-1		○	○			狭窄部位置変更 原案-3.6m (減勢池天端から0.6m位置)	○	×	立坑改良(改良案②)後 に実施
狭窄部改良案②-2		○	○			狭窄部位置変更 原案-4.2m (減勢池天端から0.0m位置)	○	×	〃
狭窄部改良案②-3		○	○			狭窄部位置変更 原案-2.4m (減勢池天端から1.8m位置)	○	○	〃
狭窄部改良案②-4		○	○			狭窄部位置変更 原案-1.8m (減勢池天端から2.4m位置)	○	×	〃

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

実験結果①

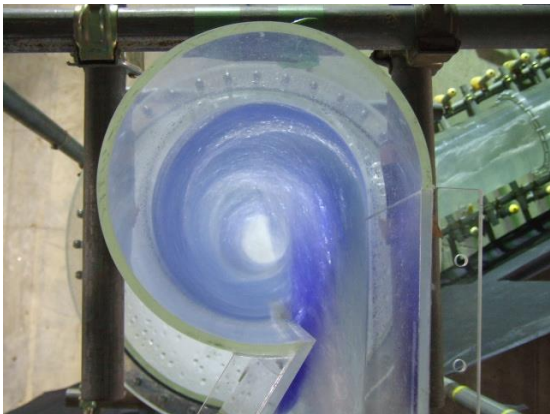


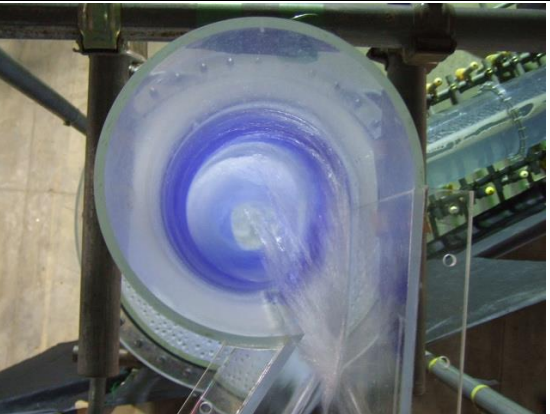


改良案結果

(1)流況

【立坑改良案②-3】立坑部の延長(+3.0m)、狭窄部位置(原案-2.4m)

古川取水立坑と同様なスムーズな流入流況です。

(ドロップシャフト部から減勢池への流況に偏流がなく、減勢池の流れがほぼ均一に分散)

	エアコアの状況	導水路付近	減勢池部全景
流入流量 89m ³ /s (100%)			
流入流量 44.5m ³ /s (50%)			

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

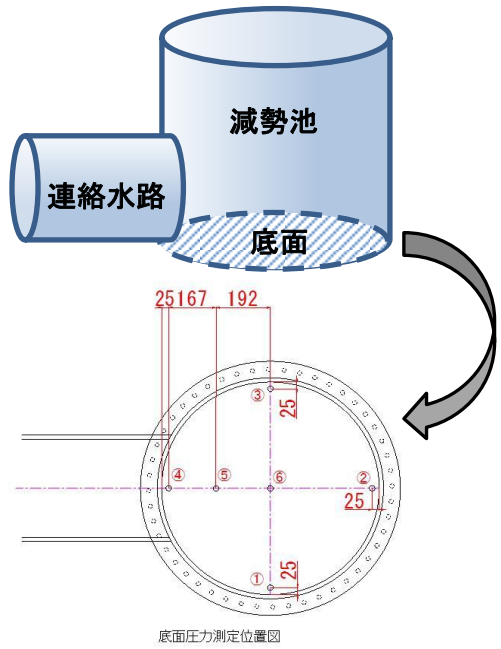
実験結果②

改良案結果

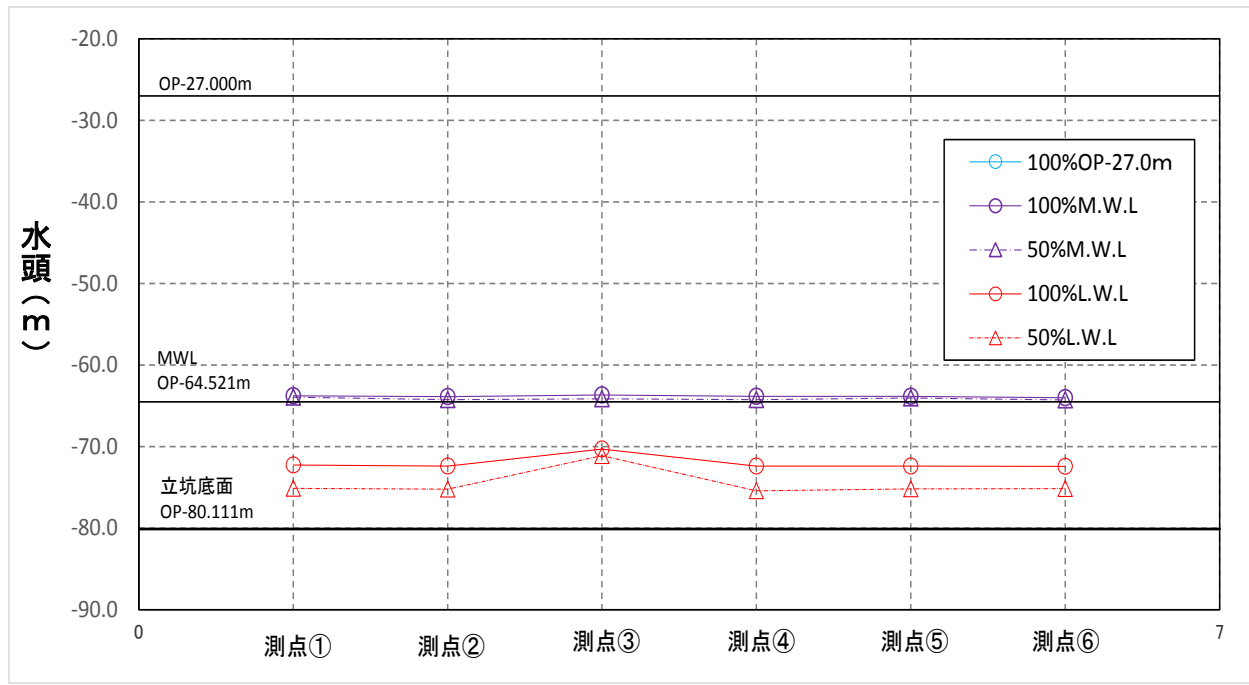
(2)減勢池底面圧力

【立坑改良案② - 3】立坑部の延長(+3.0m)、狭窄部位置(原案-2.4m)

LWL時の減勢池の底面圧力は、50%流量で若干偏流の影響を受けて局所的な圧力増加が見られるが、最大圧力はHWL時であり、構造物に影響を及ぼす問題はありません。



減勢池底面の圧力測定位置



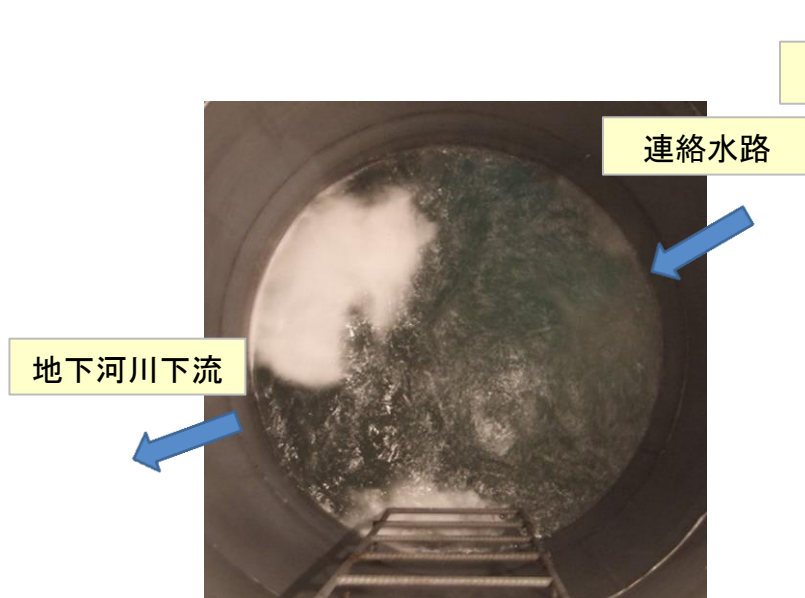
減勢池底面の圧力測定結果(改良案; 流量50%、100%)

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

実験結果③

(1)流況

発進立坑により減勢立坑からの流入する空気が脱気されていることが確認できます。



(発進立坑内の流況)



(側面からの流況)

減勢立坑部～発進立坑部の流況(100%流量、水位OP-64.5m)

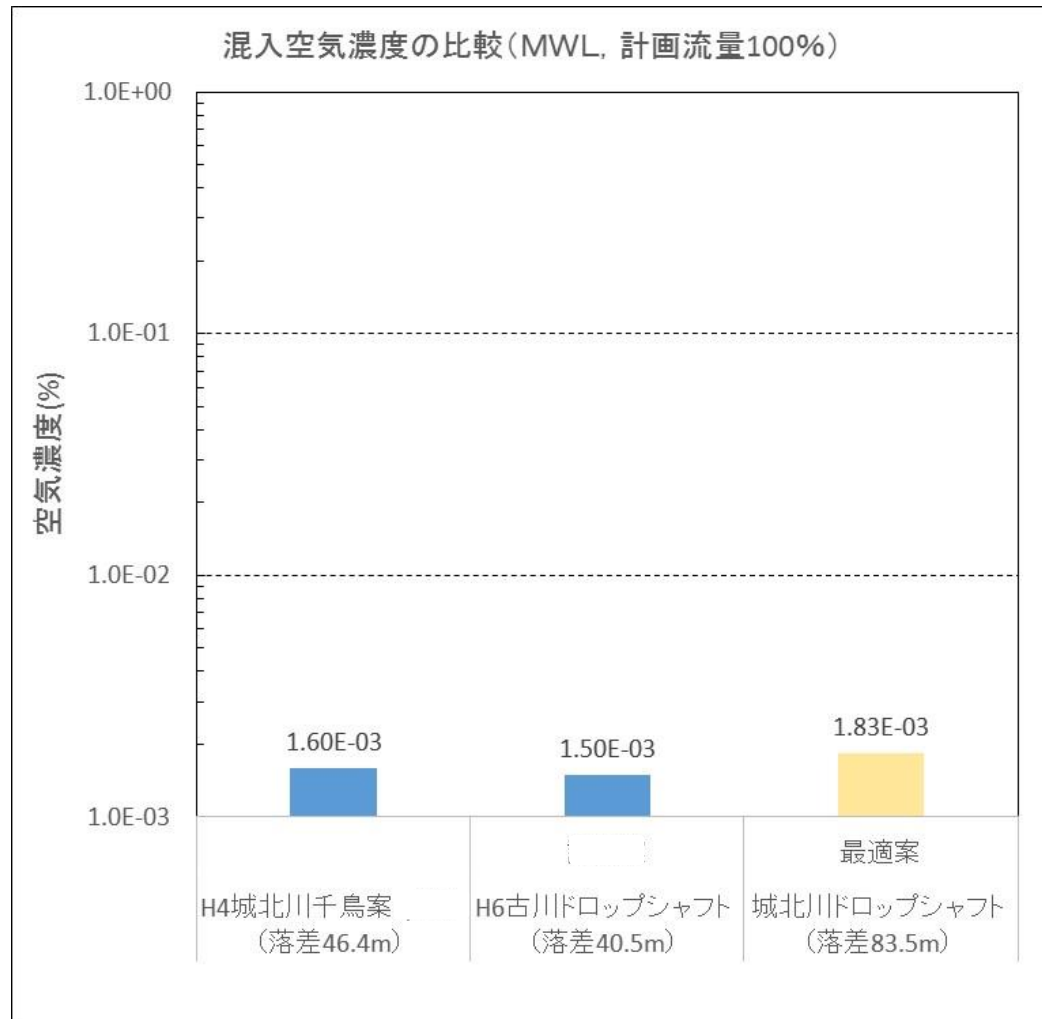
(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

実験結果④

(2)空気混入濃度

今回のドロップシャフト型の空気混入濃度を既往実験結果と比較すると、発進立坑による脱気効果も大きく寄与し、既往実験結果相当であることが確認できました。

下流ポンプが運転する水位(OP-27.0m)の空気混入濃度は、**H4城北取水立坑(千鳥型)の 1.6×10^{-3} %**や**H6古川取水立坑(ドロップシャフト型)の 1.5×10^{-3} %**にほぼ匹敵

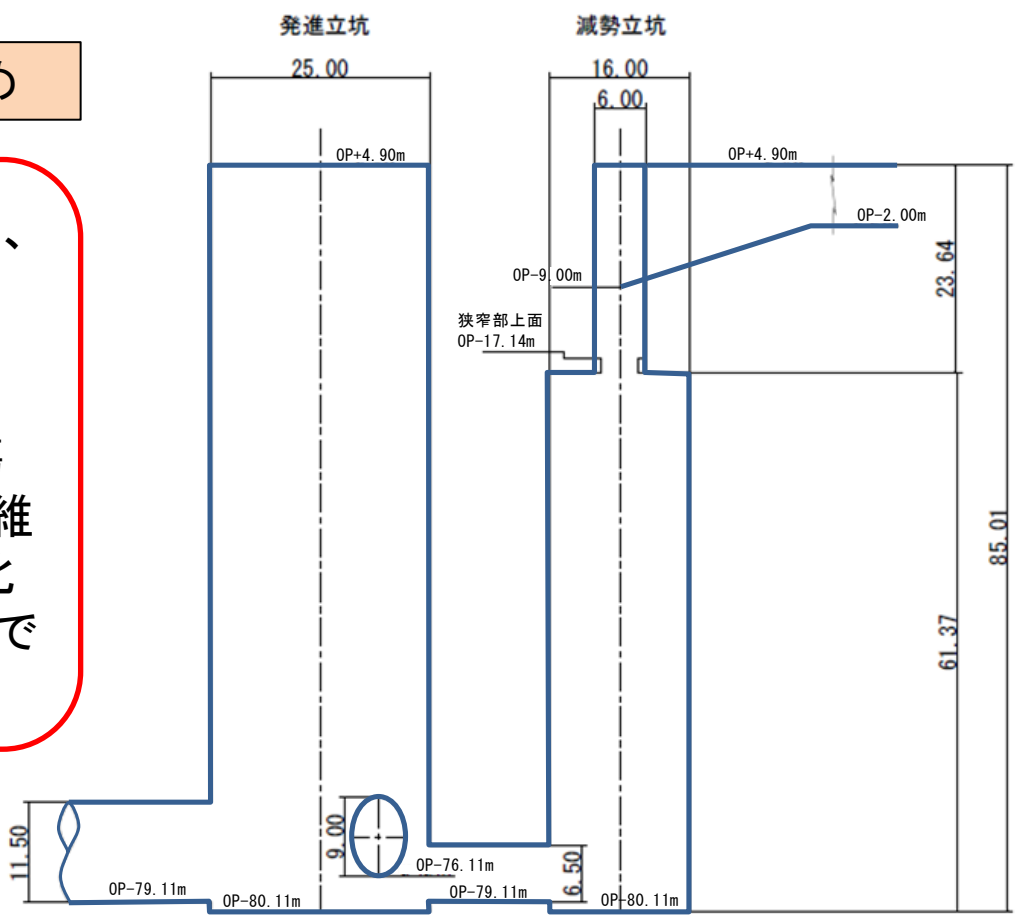


最適案の空気混入濃度(既往模型実験との比較)

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(高落差部)について

高落差部の水理模型実験結果まとめ

ドロップシャフト型の城北取水立坑は、H4千鳥型やH6古川取水立坑の空気混入濃度とほぼ同程度まで低減できることが確認されました。供用した古川取水立坑において損傷が見られないこと、また建設コストや維持管理の容易さを考慮しますと、城北取水立坑はドロップシャフト型を採用できることがわかりました。



【城北発進立坑および城北取水立坑の最終形状について】
 減勢立坑： 径 D1=6.0m 長さ 9.74m(原案+2.40m) ※流入部敷高からの長さ
 狭窄部： 径 D2=4.2m(0.7d) 設置位置 OP-17.14m(原案-2.40m) ※上面
 減勢池： 径 D3= 16.0m 長さ 61.37m(原案-2.40m)
 発進立坑： 径 D5=25.0m

城北発進立坑および城北取水立坑の最終形状・概略図

【大深度地下使用に伴う水理検討結果（急勾配区間）について】

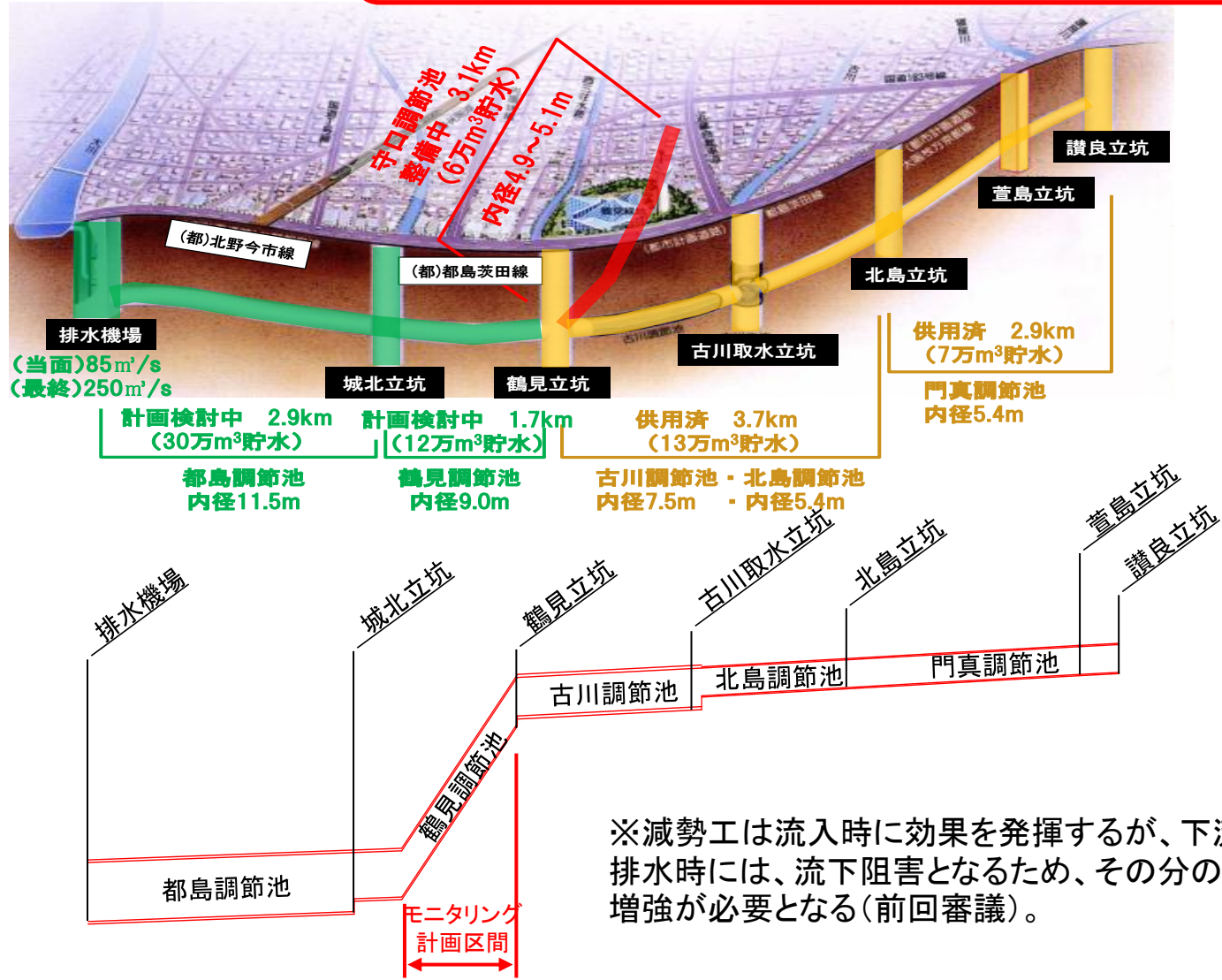
< 審 議 事 項 >

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

急勾配部のモニタリング計画①

急勾配区間(L=約1.2km、勾配1/37)における高速流の発生によるシールド構造等への悪影響を明確化するために、流入状況等をモニタリングします。

【計測位置】



※減勢工は流入時に効果を発揮するが、下流ポンプ排水時には、流下阻害となるため、その分のポンプ増強が必要となる(前回審議)。

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

急勾配部のモニタリング計画②

急勾配区間においては、減勢工を後付できるセグメント構造で施工し、その後一定期間のモニタリングを実施することとし、流入状況を把握するとともに、流入による管内の損傷度やその原因特定を行います。

【モニタリング期間】

鶴見調節池完成後、5～10年程度

※最近の降雨状況から、地下河川への流入頻度は年5、6回程度。

高流速が想定される15～20万m³級の流入は、3年に2回程度と想定している。

【計測機器】

・流速計(上中下流3ヶ所) ・カメラ(上中下流3ヶ所) ・土圧計(100mピッチ)

【モニタリング方法】

- ①流量、流速および継続時間等を計測する。
- ②貯留水の排水後に、管内の損傷度を確認する。
- ③高速流による管内損傷がある場合は、計測データ等を総合的に検証し、**原因を特定**する。

【今後の対応】

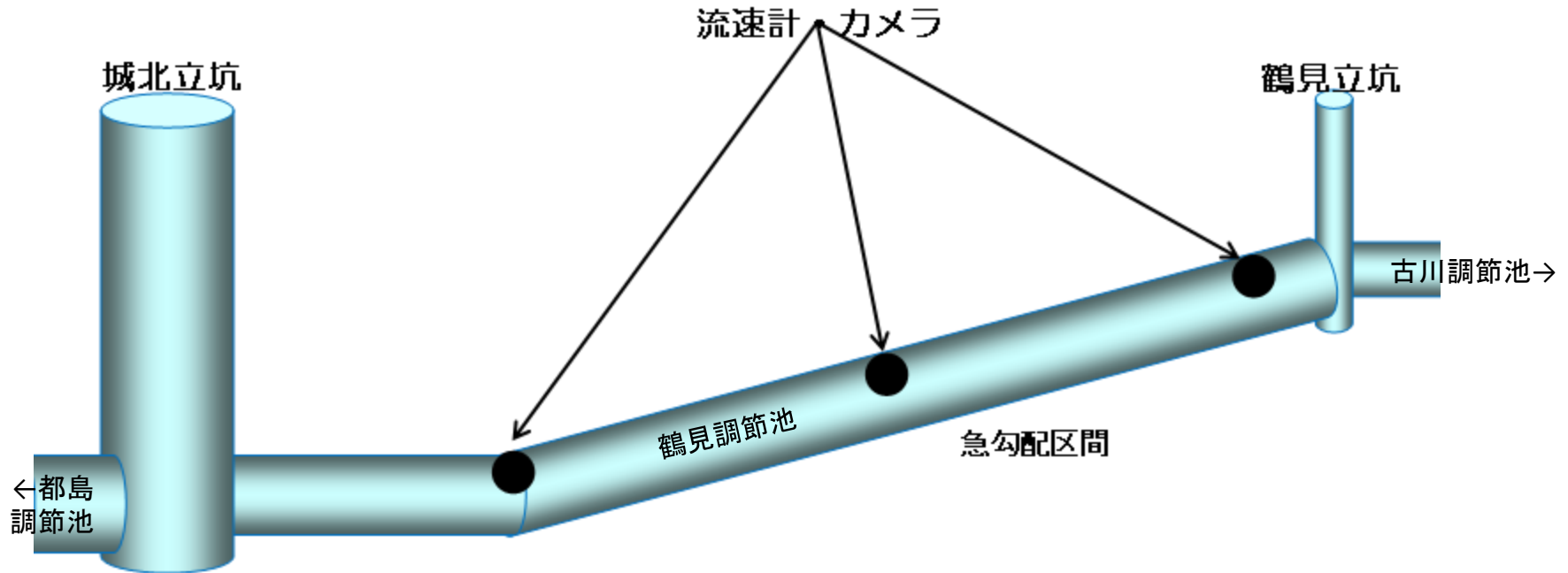
高速流による管内損傷がある場合は、その**損傷度やその原因を踏まえて対応を検討**する。

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

急勾配部のモニタリング計画③

【計測機器配置イメージ】

急勾配区間の上下流端および中間地点の上面部に、非接触型の流速計や暗空間でも映るカメラ等を設置します。高流速が発生する流入時は、上面部の計測機器に高流速が直接当たることはありません。



【大深度地下使用に伴う水理検討結果（急勾配区間）について】

< 報 告 事 項 >

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

前回の部会のレビュー

前回の部会における急勾配区間の減勢対策については、次のようにまとめられます。

【水理模型実験(急勾配区間)のまとめ】

今後、維持管理面や水理機能以外の項目も含めて総合的に評価を行い、減勢工形状の詳細を決定していく必要があるが、少なくとも急勾配区間の管内で確実に減勢できる構造諸元が存在することを確認できた(流速7m/sec以下)。

また、減勢工の設置により発生する損失(流動障害)への対策は、地下河川の内径を増大するより、地下河川末端ポンプを増強する方がコスト面から合理的である。

よって、縦断線形や管径を確定させても問題ない。

【今後の検討課題】

・維持管理面等を含めた総合評価を行って、詳細な形状検討を進める。

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

追加実験の概要①

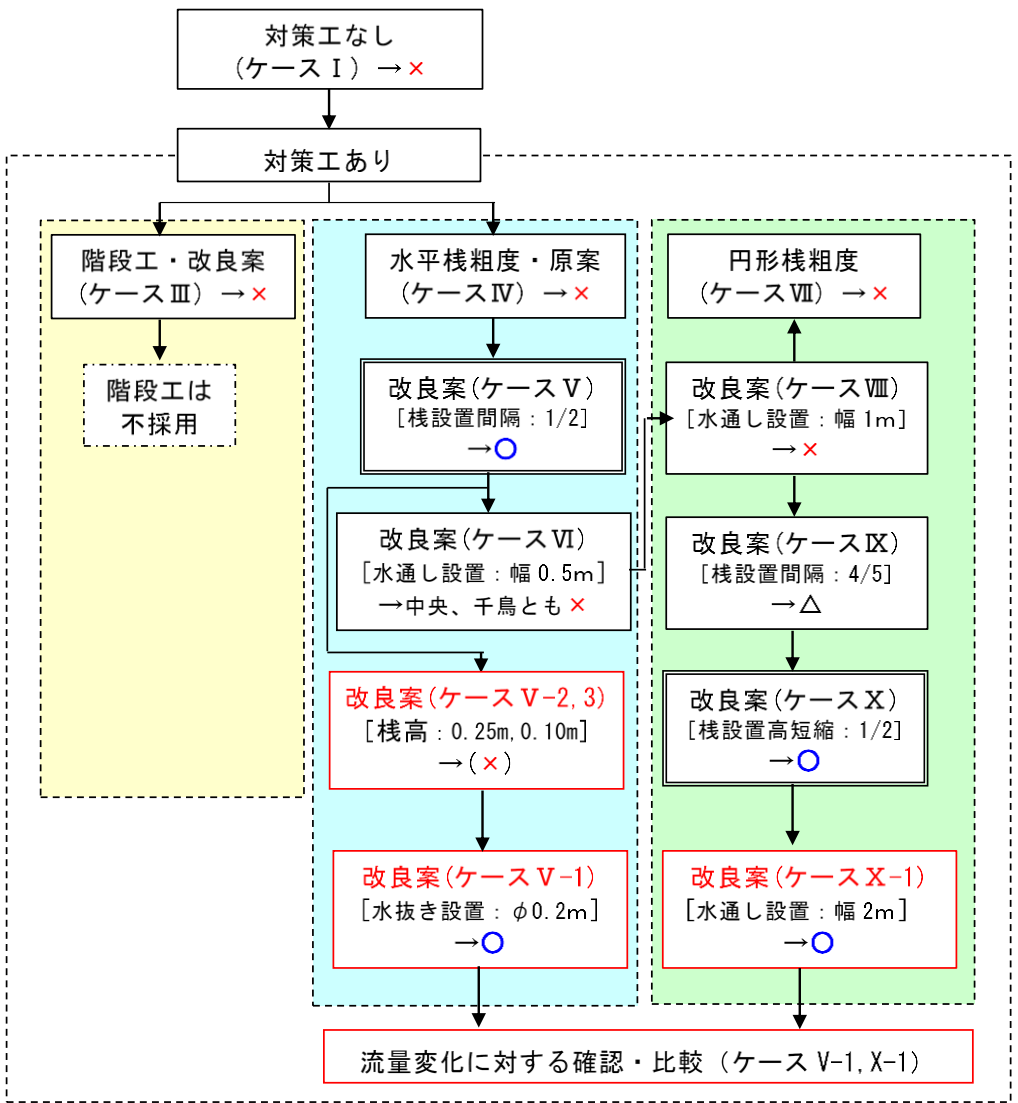
維持管理面を考慮した追加実験の検討フローを示します。

(水平棧粗度)
 ・堆積土砂対策として水抜き穴(φ0.20m)の設置

(円形棧粗度)
 ・車両通行を考慮して、水通し幅の拡大(1m→2m)

を行い、両案の減勢効果に問題がないことを確認しました。

また、車両通行を考慮し、水平棧粗度の棧高を下げた案は、流速が7m/s以上となり、減勢効果が低減しました。



□ : 追加検討

追加実験検討フロー (基礎模型追加実験)

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

追加実験の概要②

追加実験ケースをまとめると以下のようになります。

追加実験ケース一覧表（基礎模型追加実験）

ケース名		1段の高さ	階段水平区間 または 水平ピッチ	階段段数 または 棧粗度数	備考	評価
水平 棧 粗 度 式	ケース(Ⅳ) 棧粗度	50cm	18.5m	68		×
	ケース(Ⅴ) 棧粗度改良案1	50cm	9.25m	136		○
	ケース(Ⅴ-1) 棧粗度改良案1-3	50cm	9.25m	136	【水抜きφ=0.2m×2】	○
	ケース(Ⅴ-2) 棧粗度改良案1-4	25cm	4.5m	280	【水抜きなし】車両考慮	△
	ケース(Ⅴ-3) 棧粗度改良案1-5	10cm	2.0m	630	【水抜きなし】車両考慮	×
円形 棧 粗 度 式	ケース(Ⅸ) 棧粗度改良案2-2	50cm	14.8m	85	棧間隔; 原案の4/5【水通しb=1m】	△
	ケース(Ⅹ) 棧粗度改良案2-3	50cm	14.8m	85	〃 棧設置高短縮(1/2)	○
	ケース(Ⅹ-1) 棧粗度改良案2-4	50cm	14.8m	85	〃 【水通しb=2m】	○

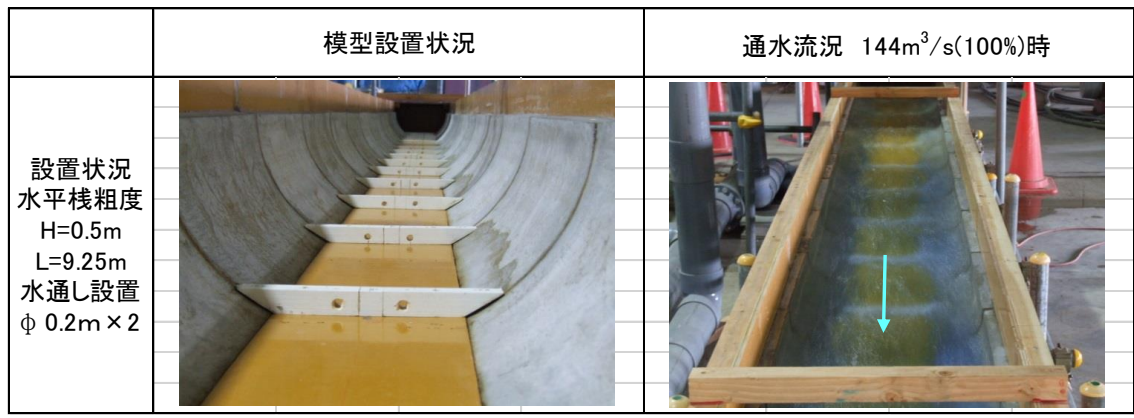
※赤字が追加ケースを示す

- ・水平棧粗度案については、高さを25cm(1/2)、10cmとしたケースを設定し(ケースV-2、V-3)、棧の高さに関する感度分析を確認(10cmは車両通行可の条件として設定)。 ※ケースV-2、V-3は、棧の間隔と棧高との比率をケースV-1とほぼ同じとした。
- ・水平棧粗度案、円形棧粗度案について維持管理面を考慮したケースを設定し、その効果を確認(ケースV-1、ケースX-1; 流量50%、100%)。
- ・ケースV-1(水平棧粗度の最適案)およびケースX-1(円形棧粗度の最適案)について、25%、75%の流量条件の確認を行い、流量変化に対する整理を行った。

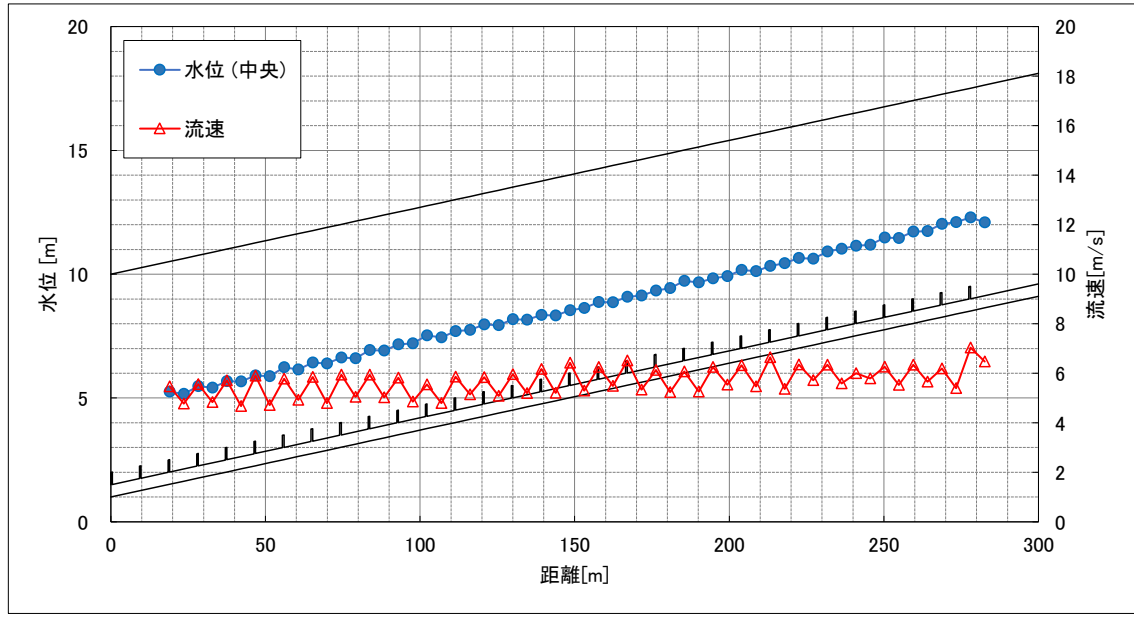
(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

実験結果の概要(基礎模型実験)
維持管理面を考慮した実験結果(ケースV-1)

水平棧粗度案に維持管理用の水抜き穴を設置した場合、流速7m/s以下となり、減勢効果に大きな影響はありません。



(水平棧粗度案)
縦断水位・流速分布図 (Q:100%)
ケースV-1: 水抜き穴設置
棧高0.5m
設置間隔9.25m

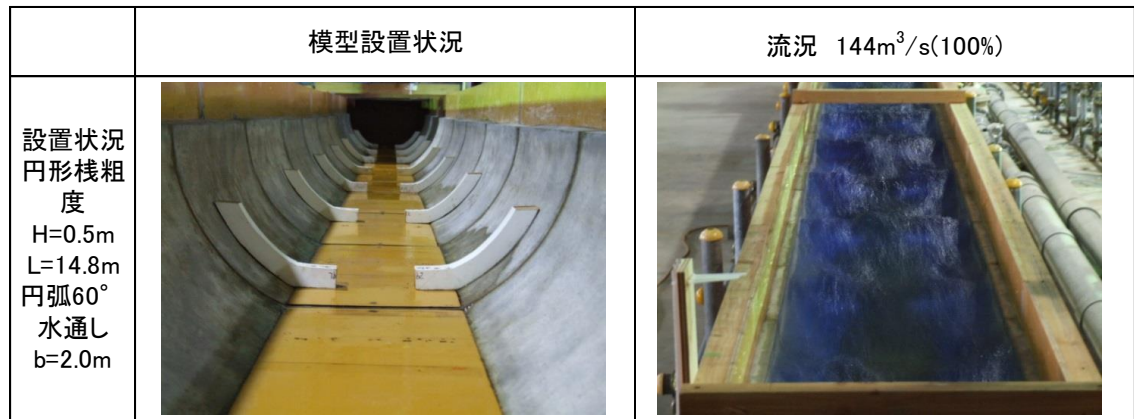


通水時の流況(Q:100%)

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

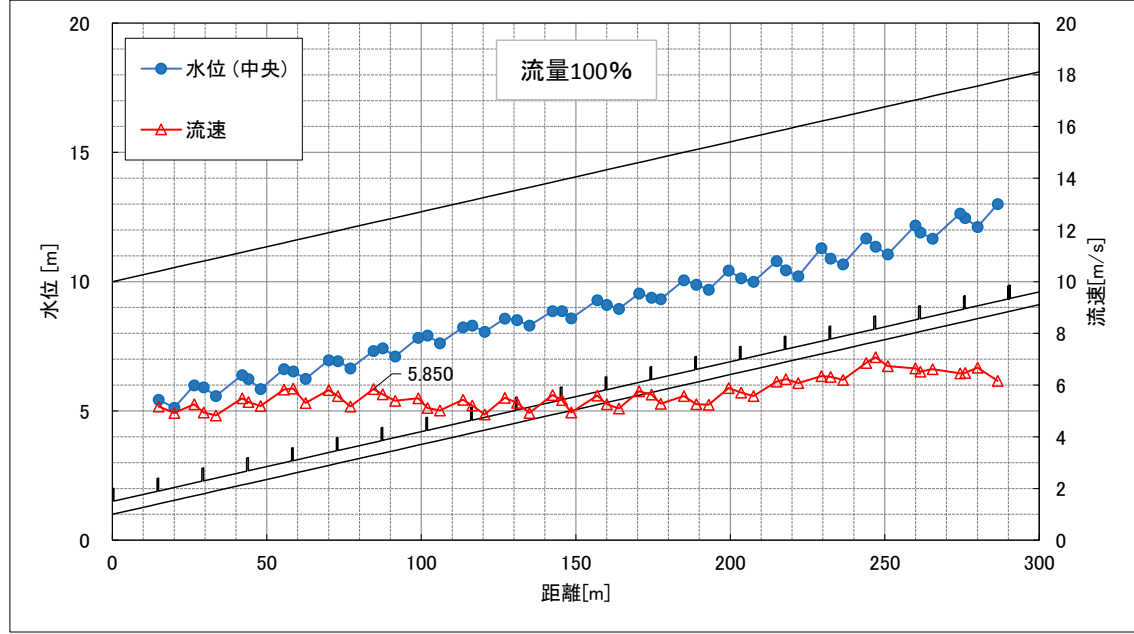
実験結果の概要(基礎模型実験)
維持管理面を考慮した実験結果(ケースX-1)

円形棧粗度案の水通し幅を
管理車両通行用に拡大
(1m→2m)した場合、流速
7m/s以下となり、減勢効果へ
の影響はありません。



(円形棧粗度案)

縦断水位・流速分布図 (Q:100%)
ケースX-1: 水通し幅拡大 (2m)
棧高0.5m
設置間隔14.8m



通水時の流況 (Q:100%)

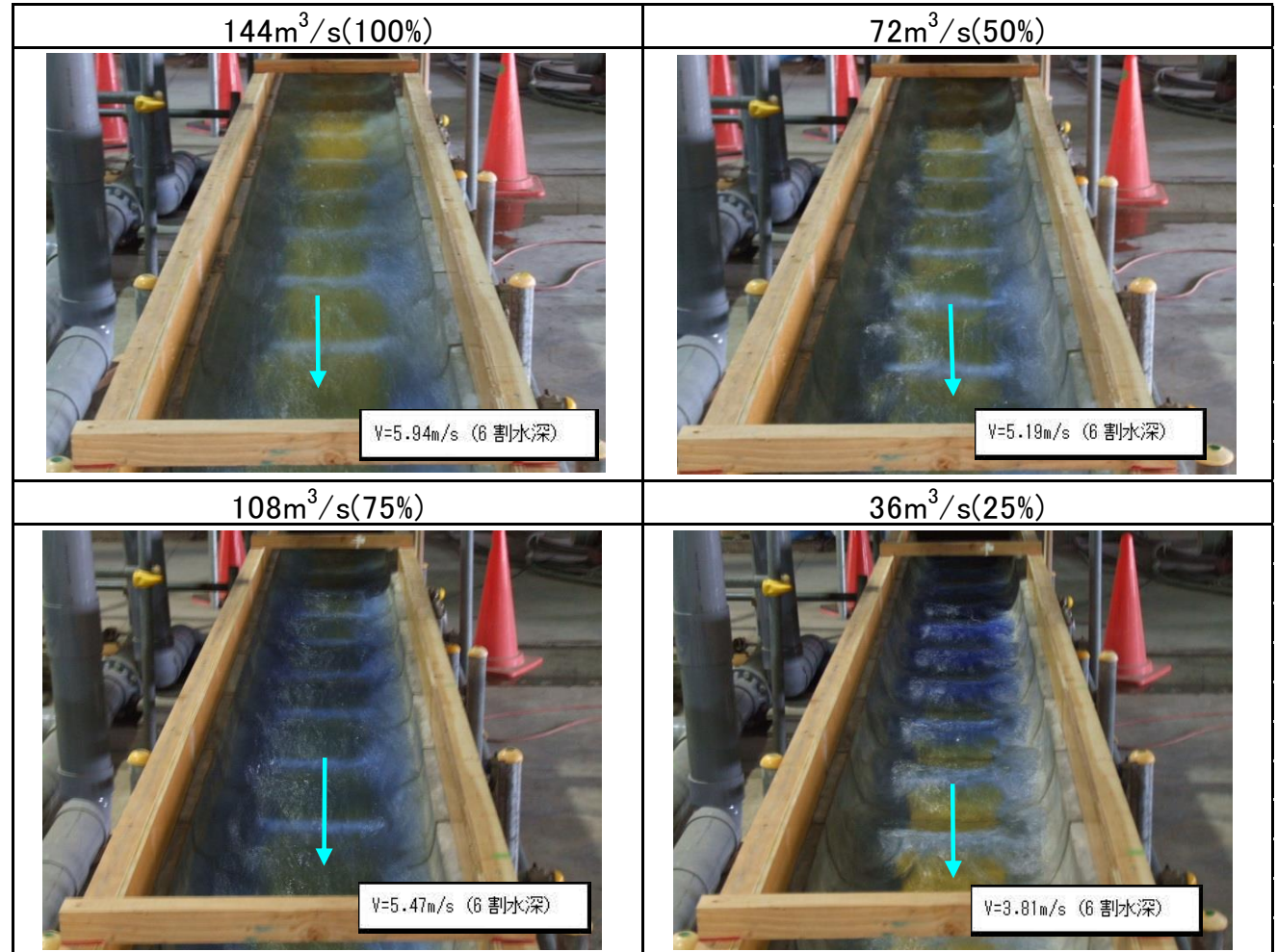
(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

実験結果の概要(基礎模型実験)

流量変化を考慮した実験結果(ケースV-1)

各流量条件での流況(水平棧粗度案V-1)

水平棧粗度案で流量を変化させると、水面の波状度合いがやや大きくなりますが、特異な流況が発生していないことを確認しました。



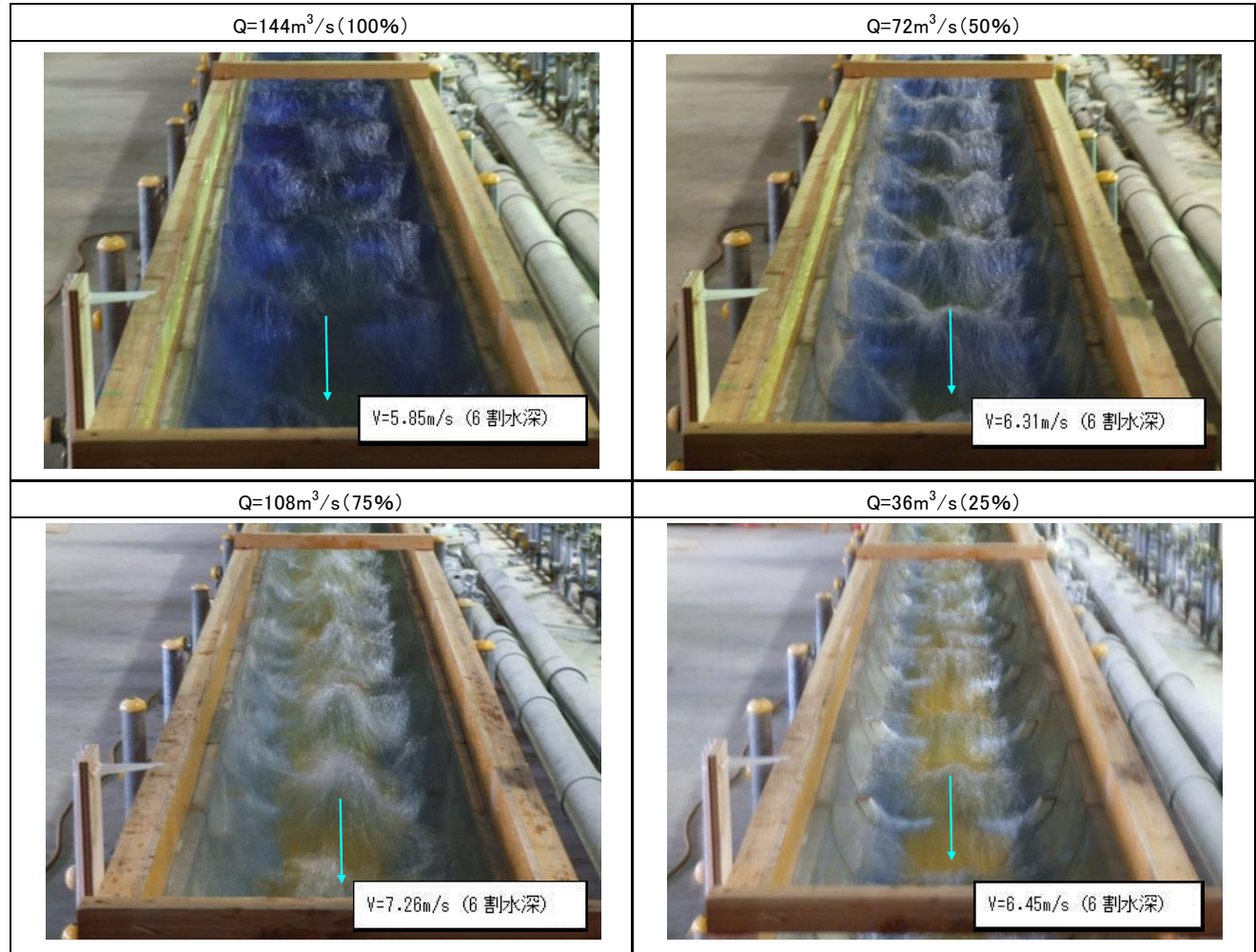
(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

実験結果の概要(基礎模型実験)

流量変化を考慮した実験結果(ケースX-1)

各流量条件での流況(円形棧粗度案X-1)

円形棧粗度案で流量変化させると、75%以下の流量時に水面の波状度合いが大きく、100%流量時より流速が速い場所があることが確認できました。





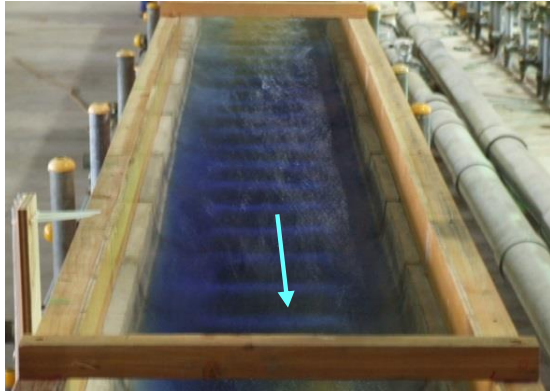
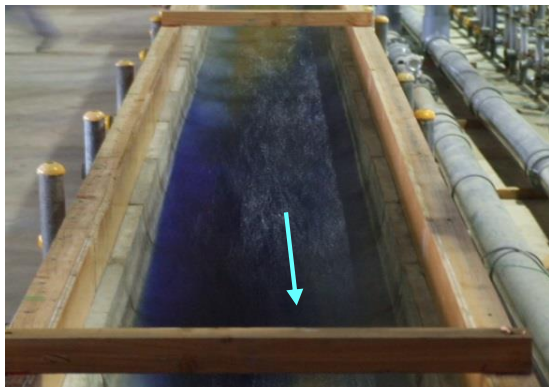
(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

実験結果の概要(基礎模型実験)

栈高を下げた実験結果(ケースV-2, 3)

維持管理用の車両通行を考慮して、水平栈粗度案の栈高を25cmおよび10cmに下げました。

通水時の流況(Q:100%)

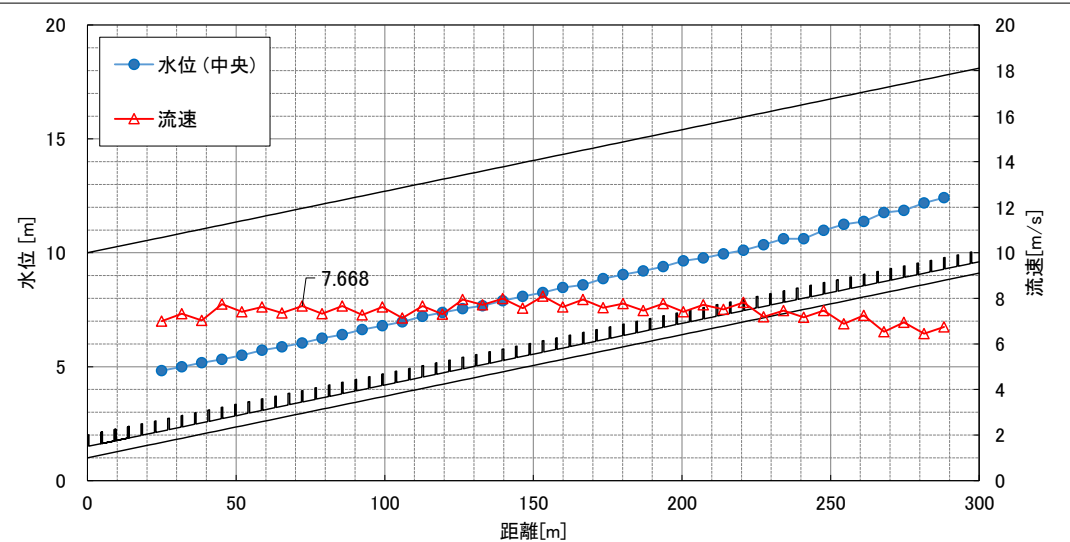
	ケースV-2(栈高0.25m)	ケースV-3(栈高0.10m)
設置状況 水平栈粗度		
通水時の流況 144m ³ /s (100%)		

(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

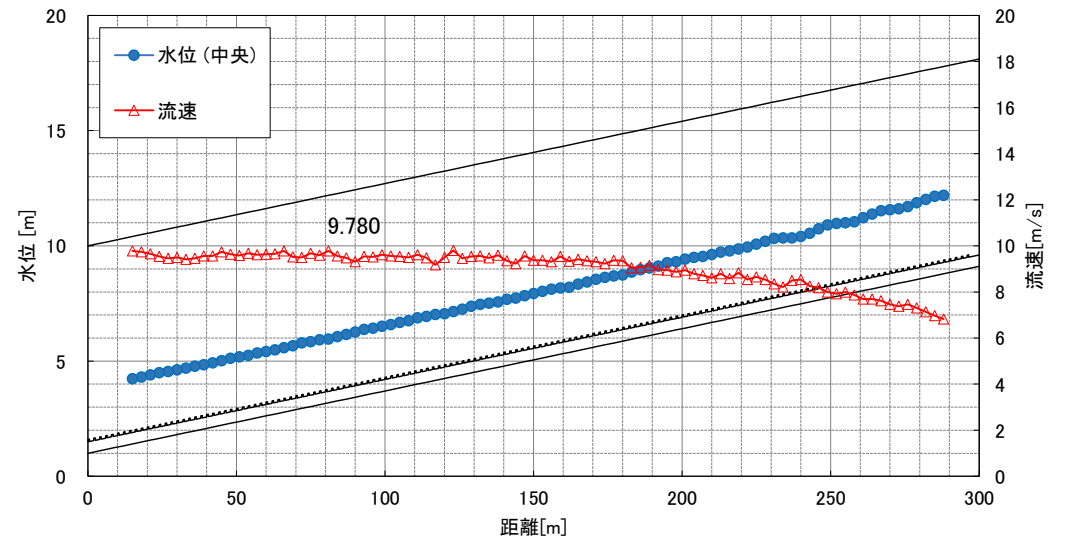
実験結果の概要(基礎模型実験)
各ケースの実験結果(ケースV-2, 3)

水平栈粗度案の栈高を下げると、流速が7m/s以上となって減勢効果が低減することを確認しました。

＜特殊車両による維持管理案＞
縦断水位・流速分布図 (Q:100%)
ケースV-2：栈高0.25m
設置間隔4.5m



＜通常車両による維持管理案＞
縦断水位・流速分布図 (Q:100%)
ケースV-3：栈高0.10m
設置間隔2.0m



(1)-①大深度地下使用に伴う水理検討結果(急勾配区間)について

実験結果のまとめ

今後、下表に示す水理面に加え 施工面や維持管理面等も含めて総合的に評価するために、モニタリング調査を行うこととします。

減勢工案の比較一覧表

※黒字が前回審議事項
※赤字が追加確認事項

項目		ケースV-1[水平棧粗度案]	評価	ケースX-1[円形棧粗度案]	評価
基礎模型実験 (S1/20)	計画流量時 (100%)	棧上で断面平均流速が7.0m/sを若干超えるが、それ以外は7.0m/s以下に収まる。	△	断面平均流速で7.0m/s以下に収まる。	○
		水面の波状度合いは比較的小さい。	○	水面の波状度合いはやや大きい。	△
		棧の背面に負圧が発生するが、許容値(-0.029MPa)以上である。	○	同 左	○
	50%流量時	流速の最大値は4.8m/s(6割水深値)である。	○	流速の最大値は6.5m/s(6割水深値)である。	△
	その他 (流量変化)	流量変化に対する特異な流況は発生しない。	○	流量75%以下でも水面の波状が大きくなり、流速値が100%時を越える場合がある。	△
全体模型実験 (S1/45)	勾配変化点 (開水路時)	比較的安定しており、勾配変化点直下で跳水が発生する。	○	波状度合いがやや大きく、跳水位置が不明確。	△
	超過洪水時 (130%)	流速が7.0m/sをやや超える(7.5m/s)。	△	流速が7.0m/sをやや超える(7.3m/s)。	△
	満管時の付加損失 (100%)	対策工なしに対し、+0.70mの損失が付加する(ケースXより小さい)。	○	対策工なしに対し、+1.15mの損失が付加する(ケースVより大きい)。	△
	開水路流→管路流 への変遷現象	開水路流から管路流に遷移する際に空気が滞留する等の問題となる現象は生じない。	○	同 左	○
その他	維持管理 (点検・補修等)	水通し(切欠き)は設置できない。 ⇒ 水抜き穴(φ0.2m程度)の設置は可能。 ⇒ 維持管理用の車両通行は困難。	△	水通し幅を2mとすることができる。 ⇒ 維持管理用の車両通行が可能。	○
総合評価		両案ともそれぞれ一長一短があり、どちらかの案の優位性を明確にするまでには至らない。今後、施工面や維持管理面等も含めて総合的に評価するために、モニタリング調査を行う。			