

宮中取水ダム下流及び魚道の 遡上環境について

遡上環境から見た問題点のとりえ方

遡上環境から見た問題点

ダム下流部の流況

- ・ 洩筋と魚道の位置関係
- ・ ダム本体ゲートの放流位置
- ・ ダム本体ゲート及び魚道、呼び水水路の放流による循環流の形成

魚道

- ・ 横長形式の全面階段式魚道
- ・ 交互に設置された潜孔と切欠きによる複雑な流れの形成
- ・ 下流側に転倒する流量調整ゲート

調査内容

1 . ダム下流部の流況調査

流向・流速調査

ヘリコプター及び目視による

浮子の追跡調査

異なるゲート放流パターンに対し実施

2 . 魚道内流況調査

3次元流速計を用いた流向・流速調査

目視による調査

魚道内流量を変化させて実施

J R 東日本の協力を得て実施

1. ダム下流部の流況から 見た遡上環境について

遡上環境から見た問題点のとりえ方

遡上環境から見た問題点

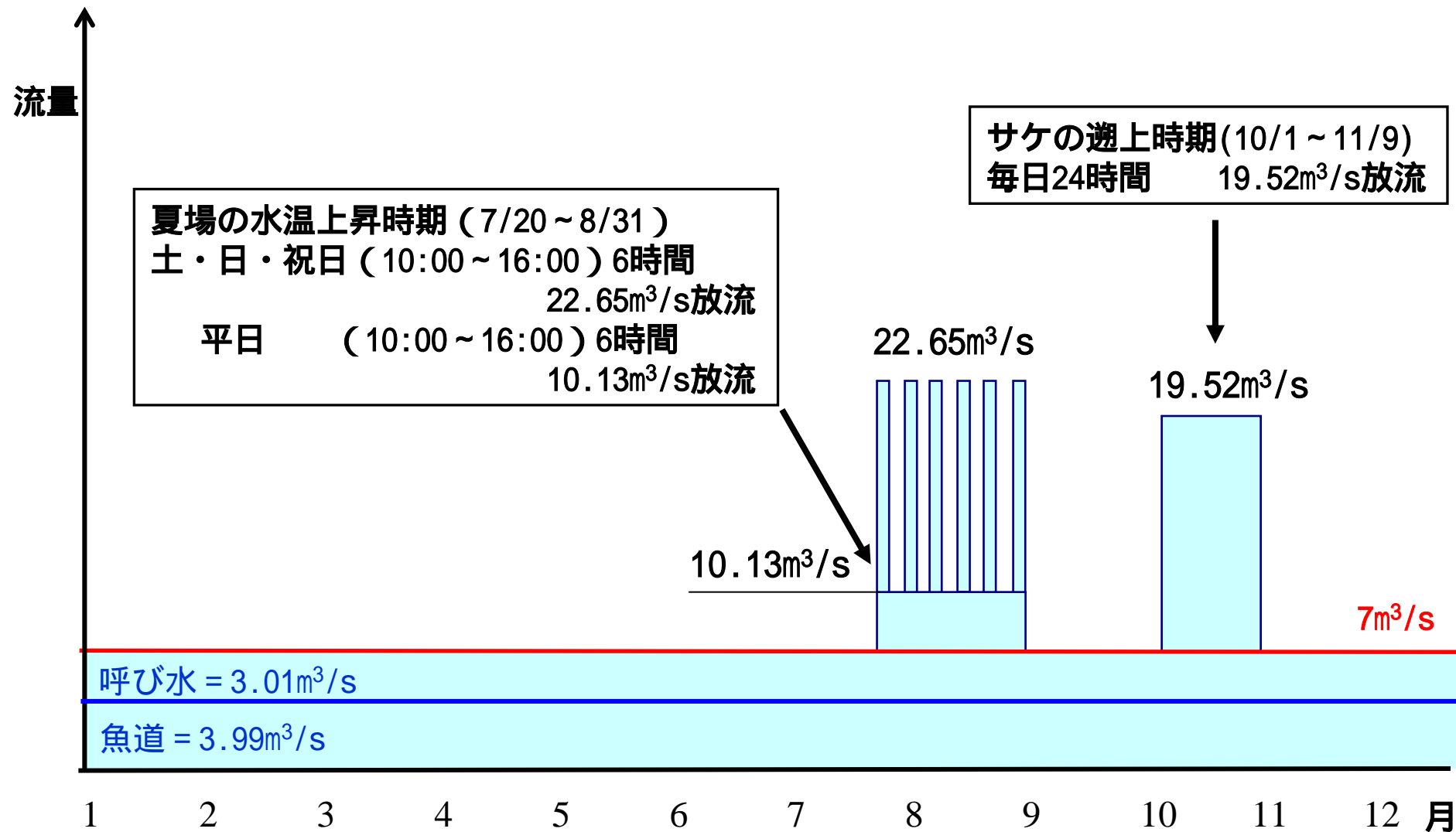
ダム下流部の流況

- ・ 洩筋と魚道の位置関係
- ・ ダム本体ゲートの放流位置
- ・ ダム本体ゲート及び魚道、呼び水水路の放流による循環流の形成

魚道

- ・ 横長形式の全面階段式魚道
- ・ 交互に設置された潜孔と切欠きによる複雑な流れの形成
- ・ 下流側に転倒する流量調整ゲート

宮中取水ダムにおける放流



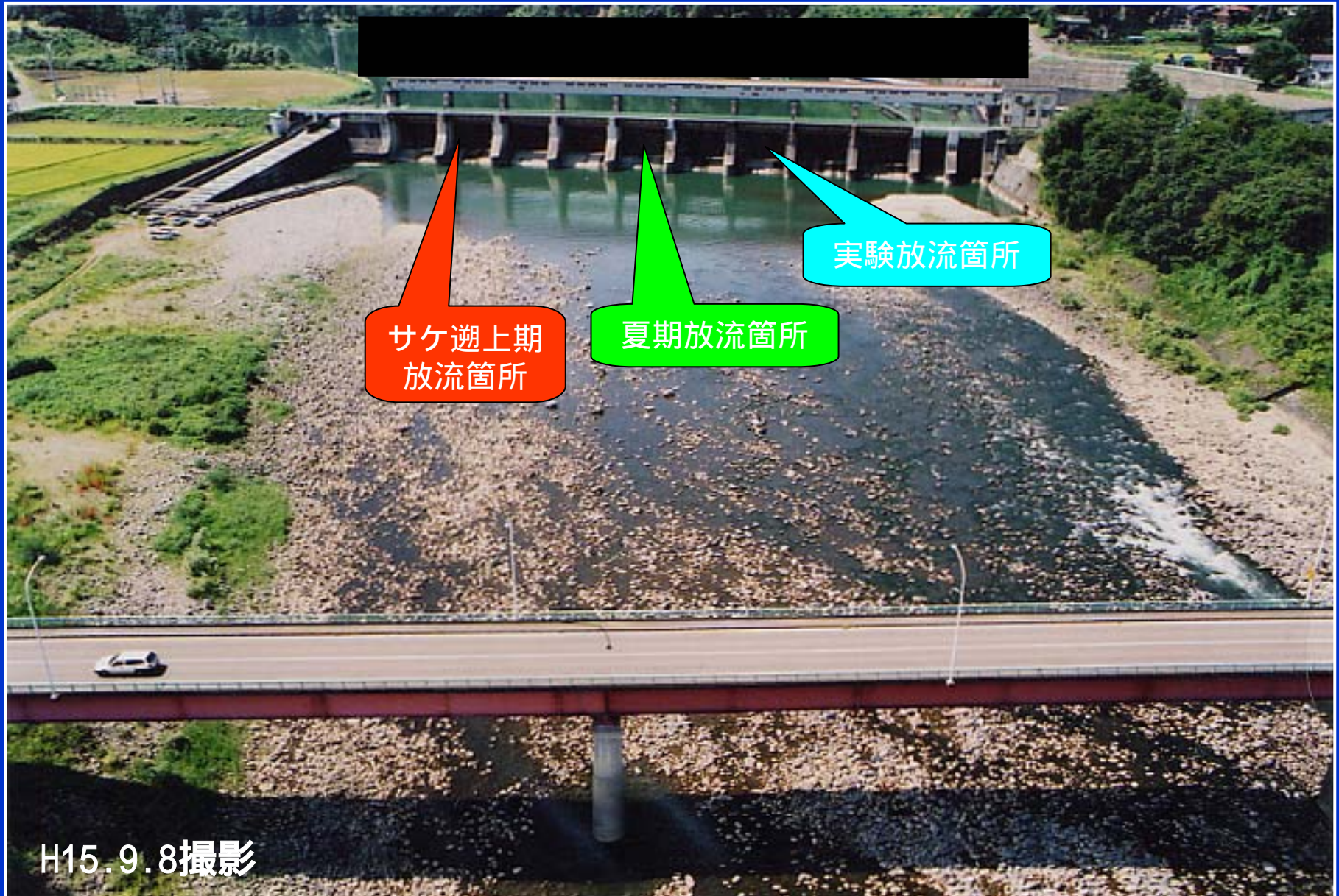
流況調査パターン

ケース 番号	放流量	備考
1	22.65m ³ /s (7番ゲートより15.65m ³ /s放流)	夏場土日 昼間
2	10.13m ³ /s (7番ゲートより3.13m ³ /s放流)	夏場平日 昼間
3	7.00m ³ /s (ゲートからの放流無し)	通年
4	19.52m ³ /s (10番ゲートより12.52m ³ /s放流)	サケ 塑上期
5	19.52m ³ /s (5番ゲートより12.52m ³ /s放流)	実験 放流

現在実際に行
われている放
流パターン

JR東日本の協
力により、今
回実験的に
行った

宮中取水ダム・ゲート番号と放流位置



ラジコンヘリコプターを用いた空中撮影



(機体下部にカメラを設置)

ダム下流部の流況

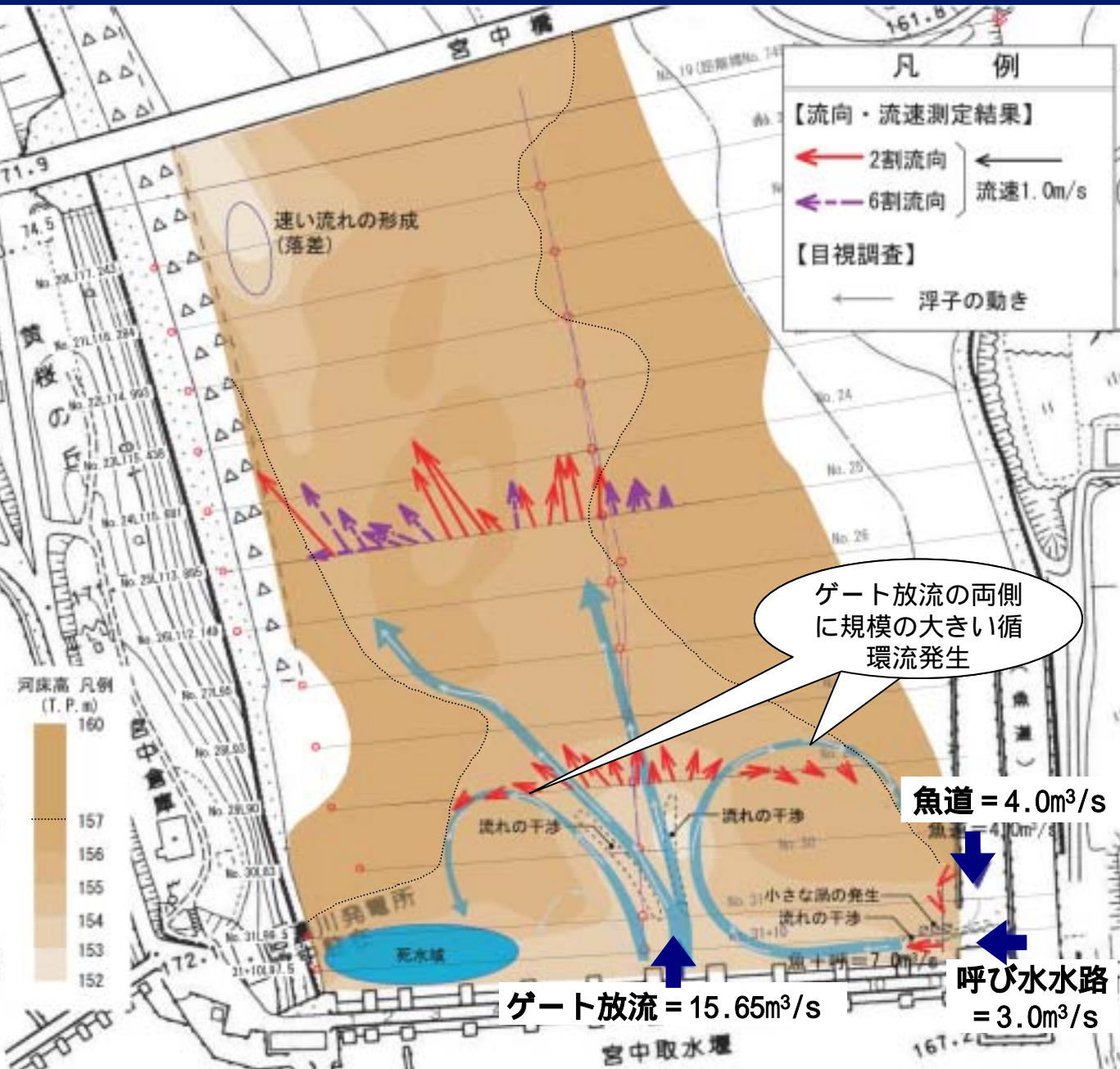
ケース1 放流量 = 22.65m³/s 放流ゲートNo.7



ケース 1 放流量 = 22.65m³/s 放流ゲートNo.7



ケース1 放流量 = 22.65m³/s 放流ゲートNo.7



湍筋～放流ゲートの流況

- ・ゲートからの放流により、流れの強い気泡流が発生すると共に、ゲート左岸側に循環流が発生。
- ・循環流に乗った魚類は左岸側死水域に迷入する可能性

放流ゲート～魚道入口の流況

- ・ゲートからの放流によりゲート右岸側にも循環流が発生
- ・放流ゲートと魚道入口の距離が長い

ケース2 放流量 = 10.13m³/s 放流ゲートNo.7



ケース2 放流量 = 10.13m³/s 放流ゲートNo.7

宮中橋より上流



魚道入口付近



ゲート放流付近の流れ



ダム本体より下流



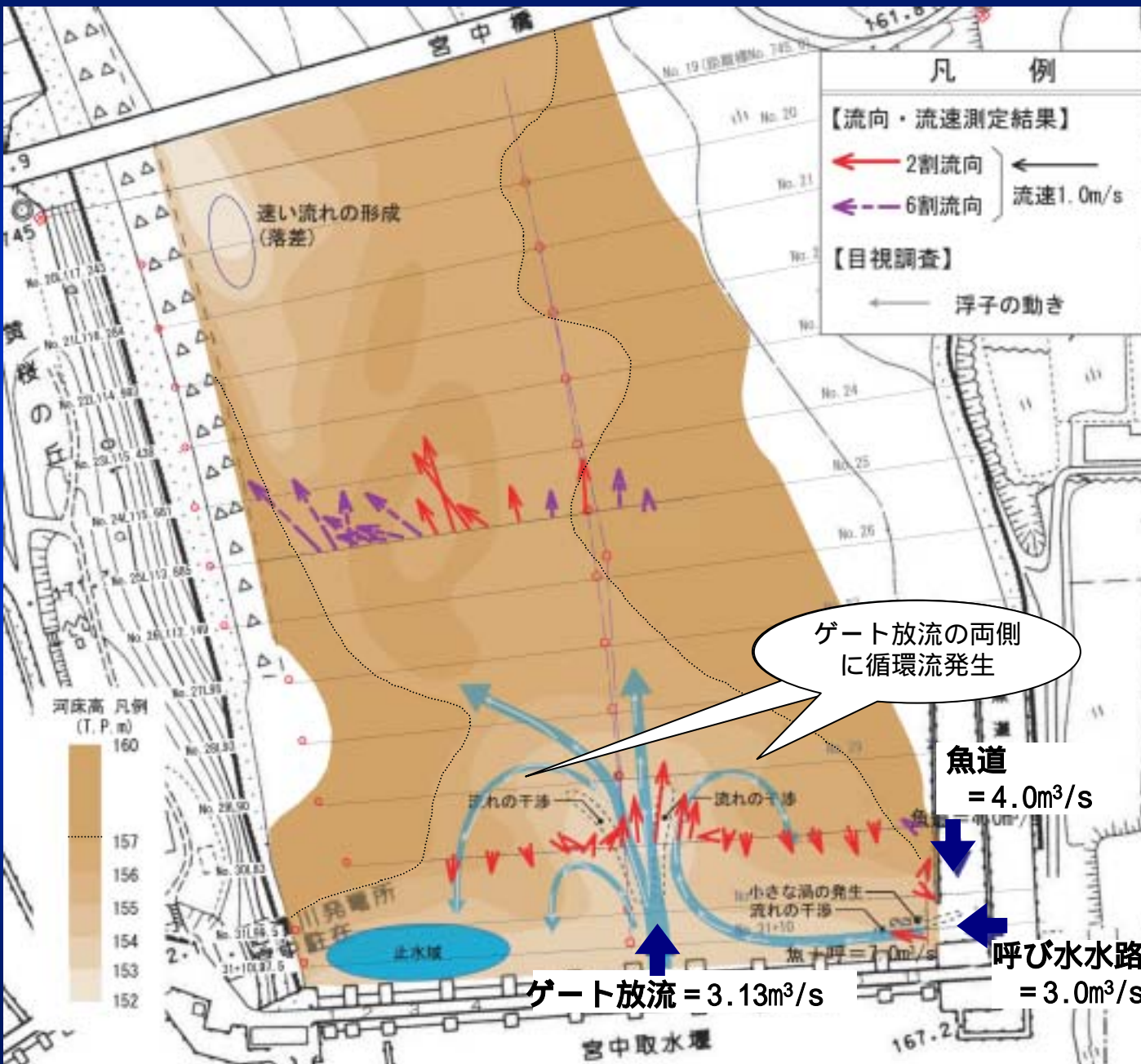
ケース2 放流量 = 10.13m³/s 放流ゲートNo.7

洩筋～放流ゲートの流況

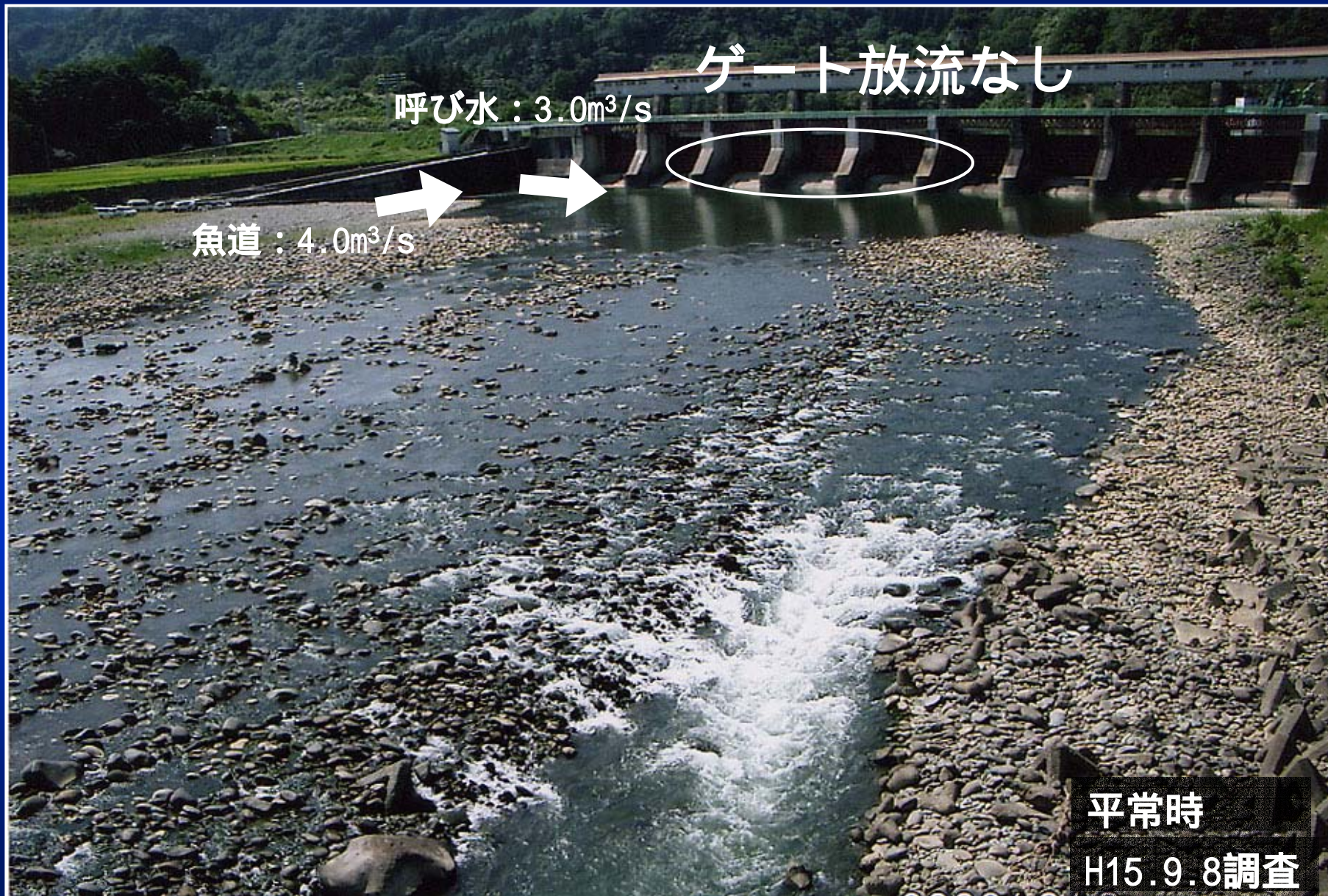
- ゲートからの放流により、流れの強い気泡流が発生すると共に、ゲート左岸側に循環流が発生。
(ケース1よりは弱い)
循環流に乗った魚類は左岸側死水域に迷入する可能性

放流ゲート～魚道の流況

- ゲートからの放流によりゲート右岸側にも循環流が発生
- 放流ゲートと魚道入口の距離が長い



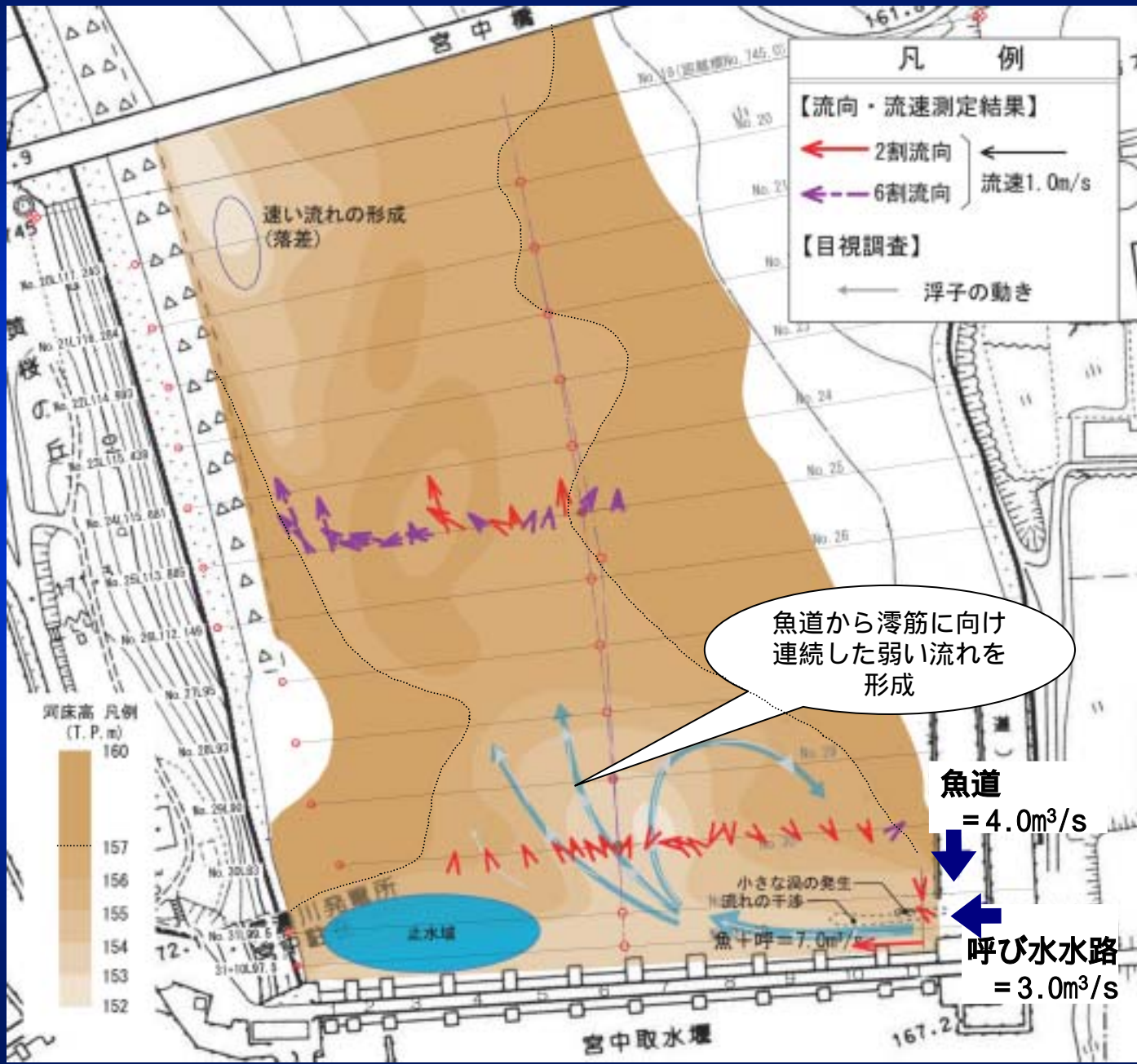
ケース3 放流量 = 7.00m³/s



ケース3 放流量 = 7.00m³/s



ケース3 放流量 = 7.00m³/s



澗筋～魚道入口の状況

- ・澗筋から魚道まで連続した流れを形成
- ・他のケースに比べ、特にゲート下流部から左岸側澗筋に向けての流れが弱い

魚道から澗筋に向け連続した弱い流れを形成

魚道 = 4.0m³/s

呼び水水路 = 3.0m³/s

ケース4 放流量 = 19.52m³/s 放流ゲートNo.10

放流ゲートNo.10

呼び水 : 3.0m³/s

ダム放流 :
12.52m³/s

魚道 : 4.0m³/s

サケの遡上時期 10/1 ~ 11/9 24時間

H15.10.29調査

ケース4 放流量 = 19.52m³/s 放流ゲートNo.10

宮中橋より上流



魚道入口付近



ゲート放流付近の流れ



ダム本体より下流



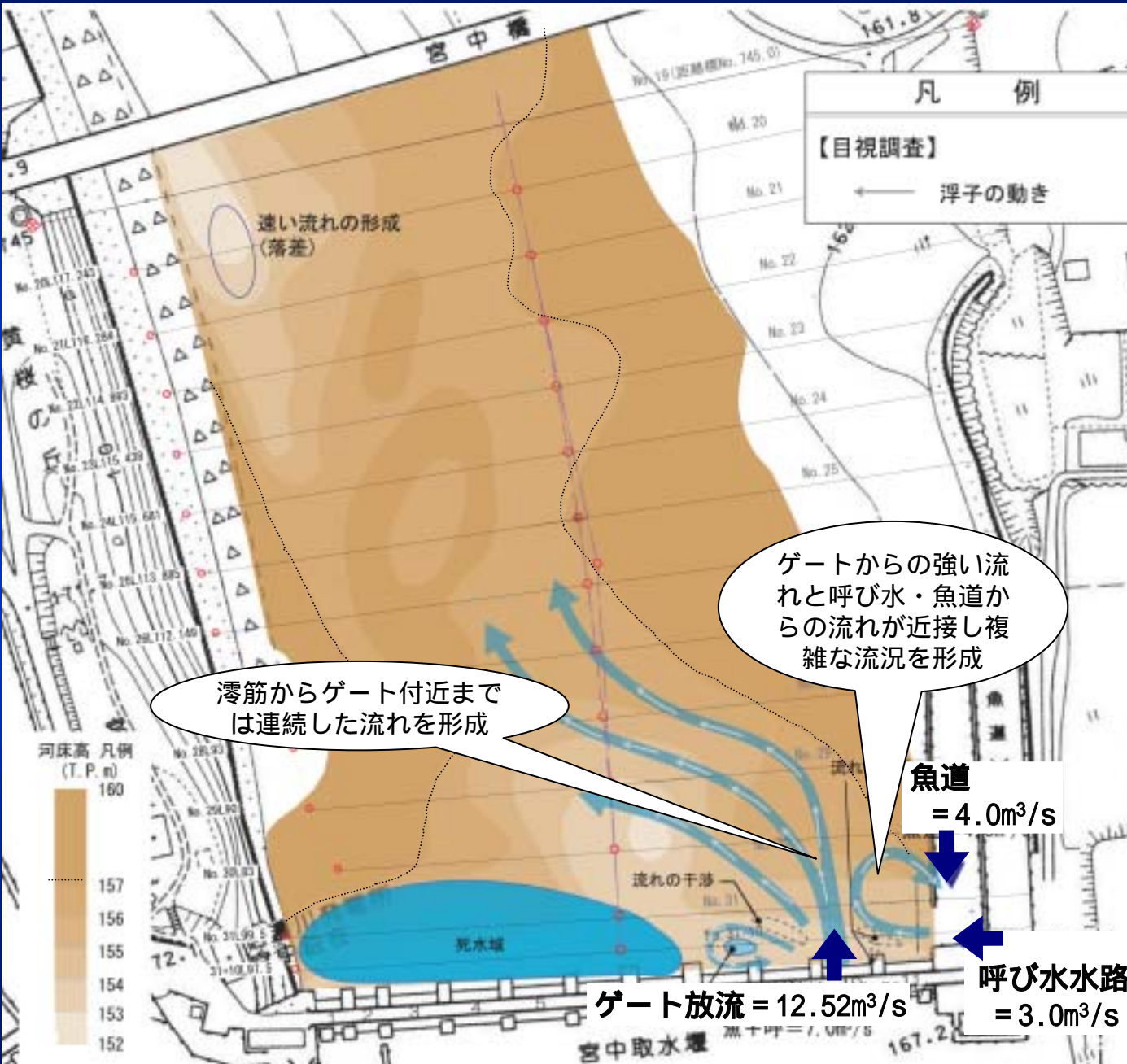
ケース4 放流量 = 19.52m³/s 放流ゲートNo.10

澗筋～放流ゲートの流況

- ・澗筋から放流ゲート付近までは連続した流れを形成
- ・ゲートからの放流により流れの強い気泡流が発生
ゲート右岸側への移動を阻害された魚類は左岸側死水域に迷入する可能性

放流ゲート～魚道入口の流況

- ・放流ゲートから魚道入口までの距離が短い
- ・魚道入り口付近で複雑な流況を形成



ケース5 放流量 = 19.52m³/s 放流ゲートNo.5



放流ゲートNo.5

ダム放流：
12.52m³/s

呼び水：3.0m³/s

魚道：4.0m³/s

10番ゲートからの放流を5番ゲートに変更

H15.10.29調査

放流ゲートを変更して実験的に放流

ケース5 放流量 = 19.52m³/s 放流ゲートNo.5

宮中橋より上流



魚道入口付近



ゲート放流付近の流れ



ダム本体より下流



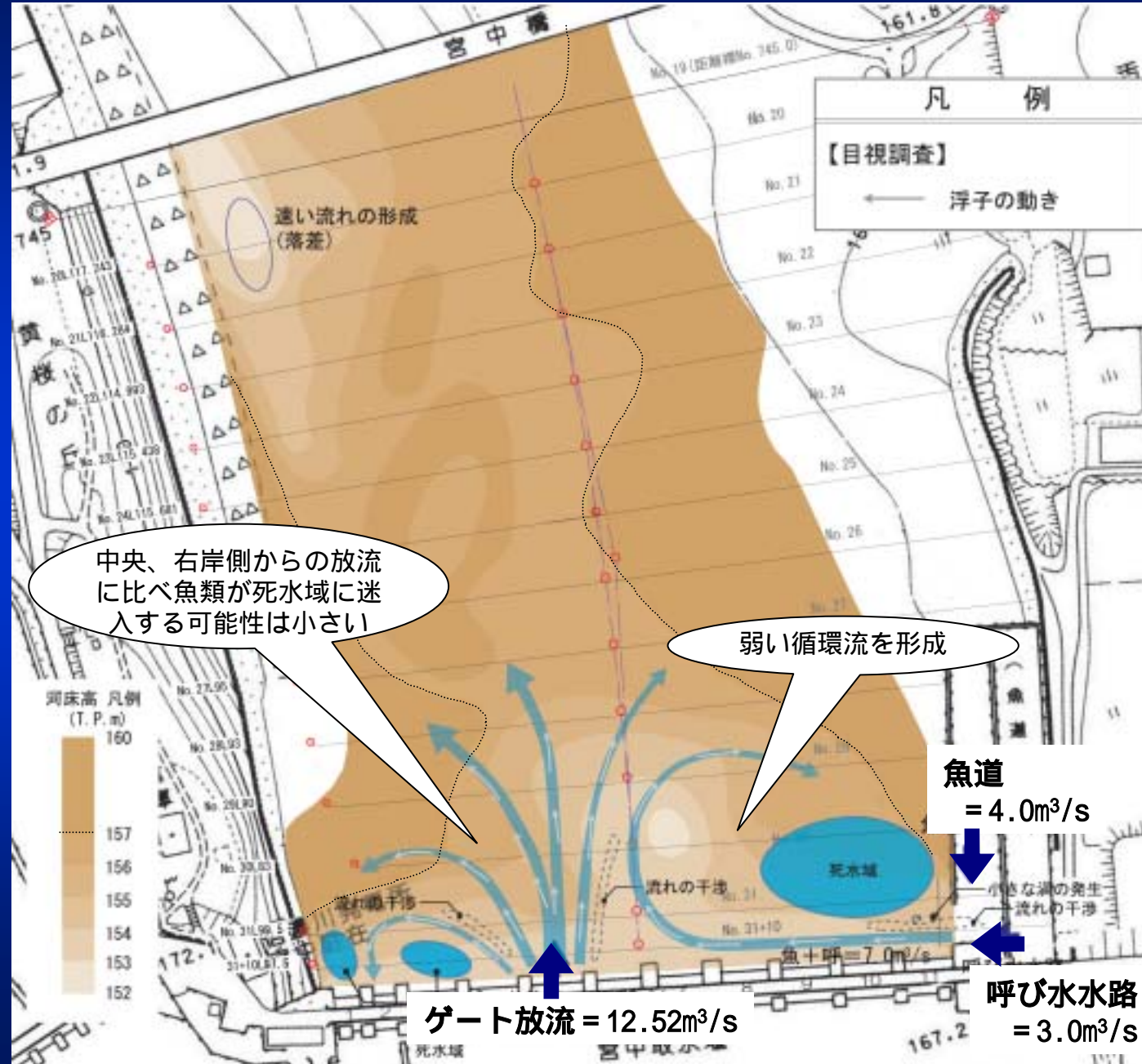
ケース5 放流量 = 19.52m³/s 放流ゲートNo.5

澗筋～放流ゲートの流況

- ・澗筋から放流ゲート付近までは連続した流れを形成
- ・ゲートからの放流により流れの強い気泡流が発生。他のゲート放流に比べ魚類は右岸側に移動しやすく、左岸側死水域に迷入する可能性は低い

放流ゲート～魚道入口の流況

- ・放流ゲートから魚道入口までの距離が長い
- ・放流ゲート右岸側に弱い循環流を形成



ダム下流部流況調査のまとめ

	澗筋～放流ゲートの流況	放流ゲート～魚道入口の流況
ケース1、2 (7番ゲート放流)	<ul style="list-style-type: none">ゲートからの放流により、流れの強い気泡流が発生すると共に、左右岸に循環流が発生。左岸側の循環流に乗った魚類は左岸側死水域に迷入する可能性	<ul style="list-style-type: none">放流ゲート右岸側に循環流が発生放流ゲートから魚道入口までの距離が長い
ケース3 (ゲート放流なし)	<ul style="list-style-type: none">澗筋から魚道まで連続した流れを形成他のケースに比べ、特にゲート下流部から左岸側澗筋への流れが弱い	
ケース4 (10番ゲート放流)	<ul style="list-style-type: none">澗筋から放流ゲート付近までは連続した流れを形成ゲートからの放流により流れの強い気泡流が発生 ゲート右岸側への移動を阻害された魚類は左岸側死水域に迷入する可能性	<ul style="list-style-type: none">放流ゲートから魚道入口までの距離が短い魚道入り口付近で複雑な流況を形成
ケース5 (5番ゲート放流)	<ul style="list-style-type: none">澗筋から放流ゲート付近までは連続した流れを形成ゲートからの放流により流れの強い気泡流が発生。 他のゲート放流に比べ魚類は右岸側に移動しやすく、左岸側死水域に迷入する可能性は低い	<ul style="list-style-type: none">放流ゲートから魚道入口までの距離が長い放流ゲート右岸側に弱い循環流を形成

2. 魚道内における 遡上環境について

遡上環境から見た問題点のとりえ方

遡上環境から見た問題点

ダム下流部の流況

- ・ 洩筋と魚道の位置関係
- ・ ダム本体ゲートの放流位置
- ・ ダム本体ゲート及び魚道、呼び水水路の放流による循環流の形成

魚道

- ・ 横長形式の全面階段式魚道
- ・ 交互に設置された潜孔と切欠きによる複雑な流れの形成
- ・ 下流側に転倒する流量調整ゲート

2.1 宮中取水ダム魚道改築の経緯

S42年魚道設置

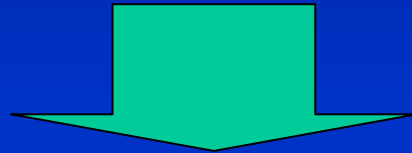


魚道諸元	
流量	2.18m ³ /s
勾配	1/15
魚道幅員	7.27 ~ 10.91m
隔壁間落差	30.3cm
潜孔	60.6cm角
越流水深	一般部 27cm, 切欠部 43cm
限界流速	一般部 1.27m/s 切欠部 1.62m/s

越流水深・流速は実測値からの算定による

当初設置魚道の問題点

- ・ 魚類が魚道入口を見つけにくい
- ・ アユに対して流速が大きい



魚道の改築(S63)

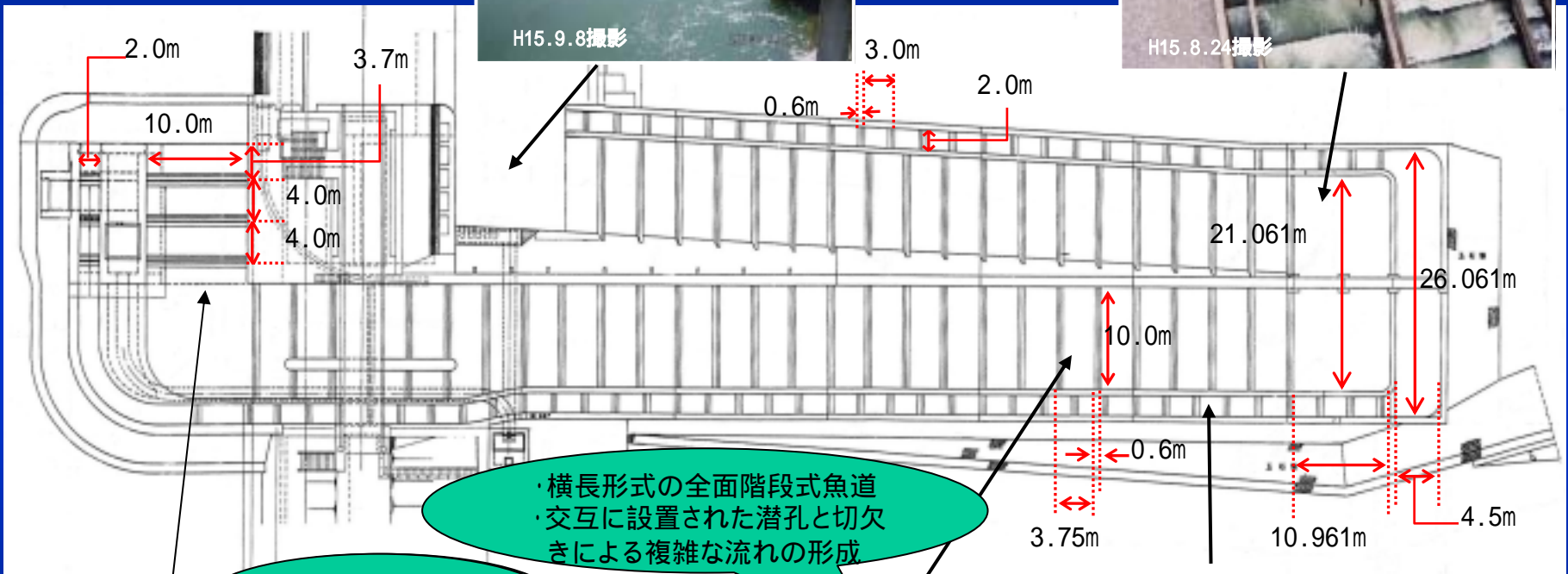
- ・ 維持流量の変更($2.18\text{m}^3/\text{s}$ → $7\text{m}^3/\text{s}$)に対応
- ・ 幅員を広げ、大型魚道(サケ、マス等)と小型魚道(アユ等)に分割
- ・ 隔壁構造を改善(隔壁天端部を傾斜型)
- ・ 呼び水水路($3\text{m}^3/\text{s}$)を設置

S63年に改築された魚道



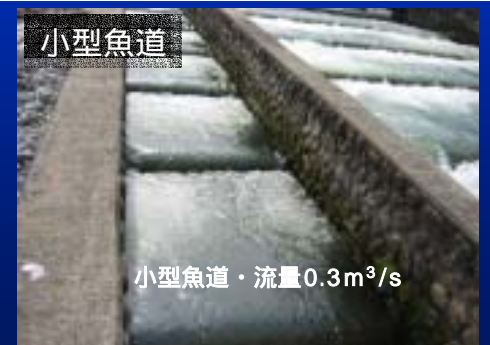
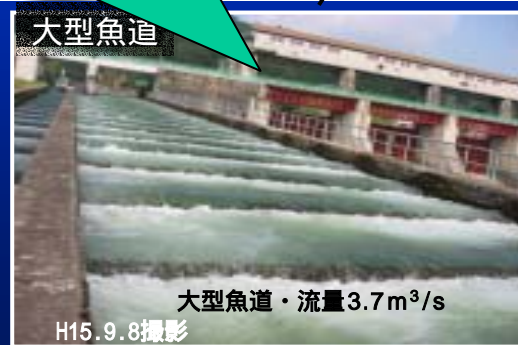
魚道諸元		
	大型	小型
流量	3.661m ³ /s	0.326m ³ /s
勾配	1/15	1/16.7
魚道幅員	10m	2m
隔壁間落差	25cm	18cm
潜孔	60cm角	20cm
越流水深	一般部25cm 切欠部40cm	18cm
限界流速	一般部1.29m/s 切欠部1.63m/s	1.09m/s

2.3 魚道の構造



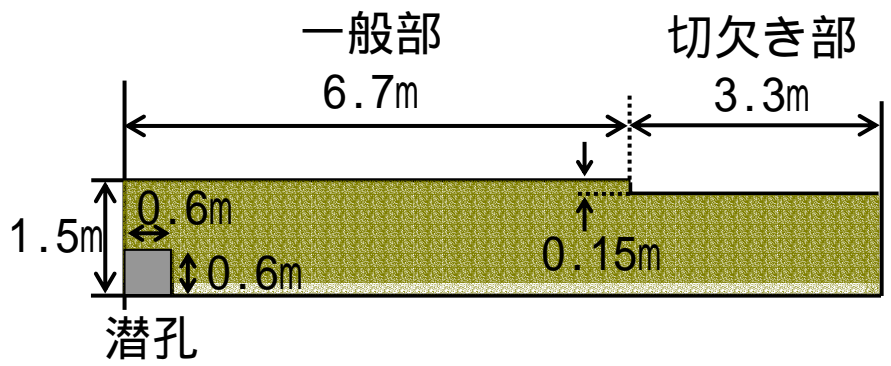
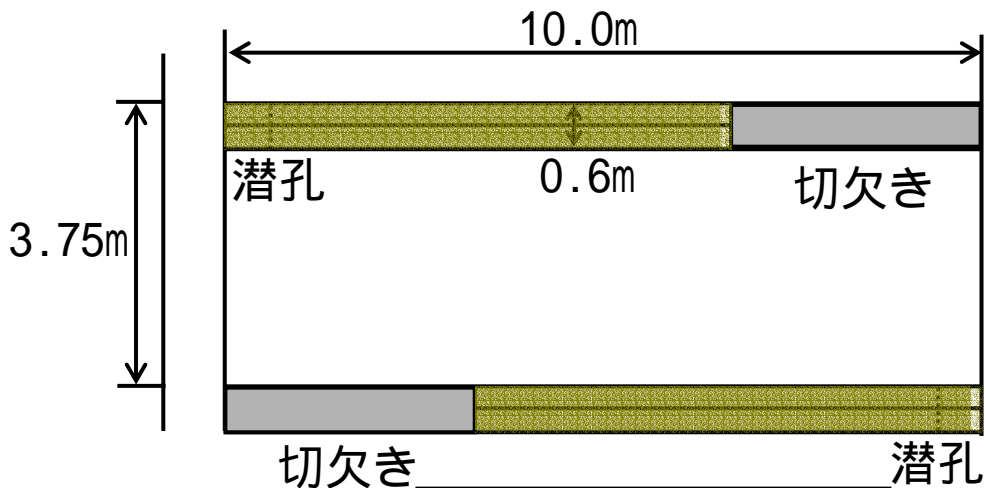
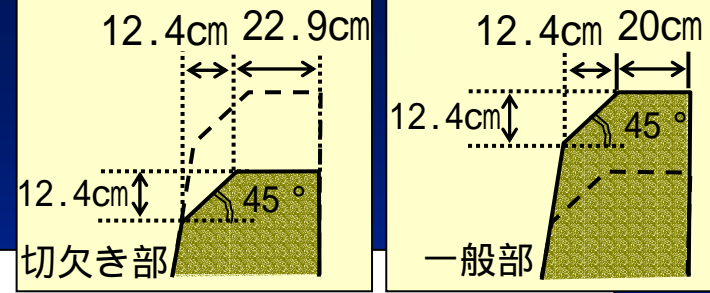
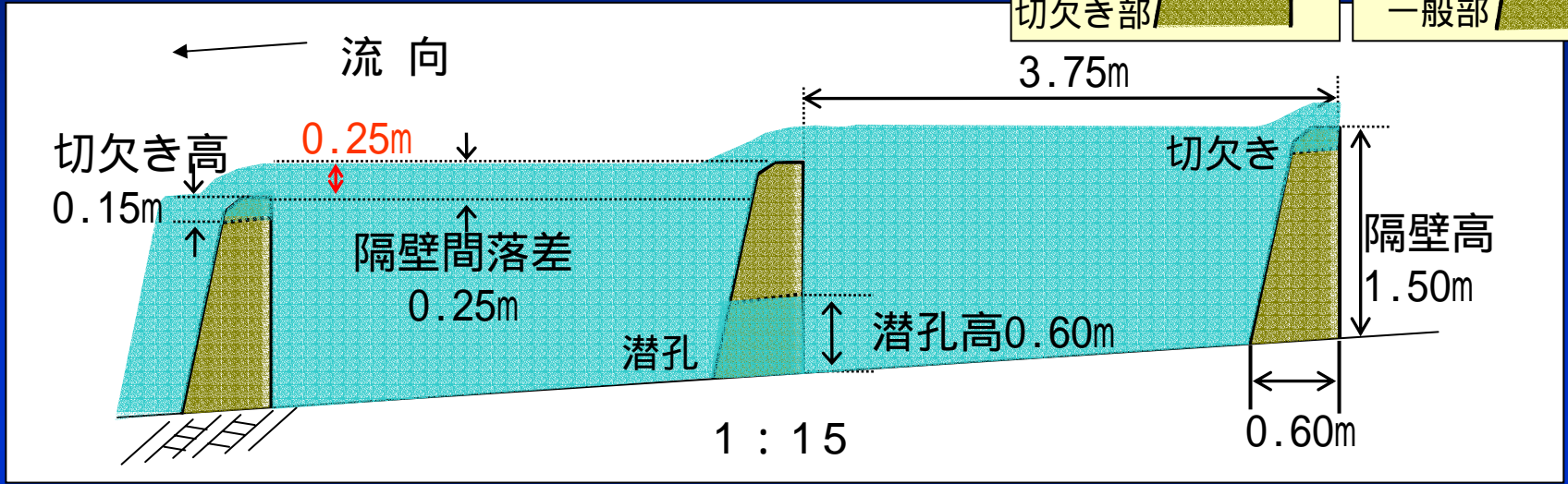
・横長形式の全面階段式魚道
・交互に設置された潜孔と切欠きによる複雑な流れの形成

・下流側に転倒する流量調節ゲート



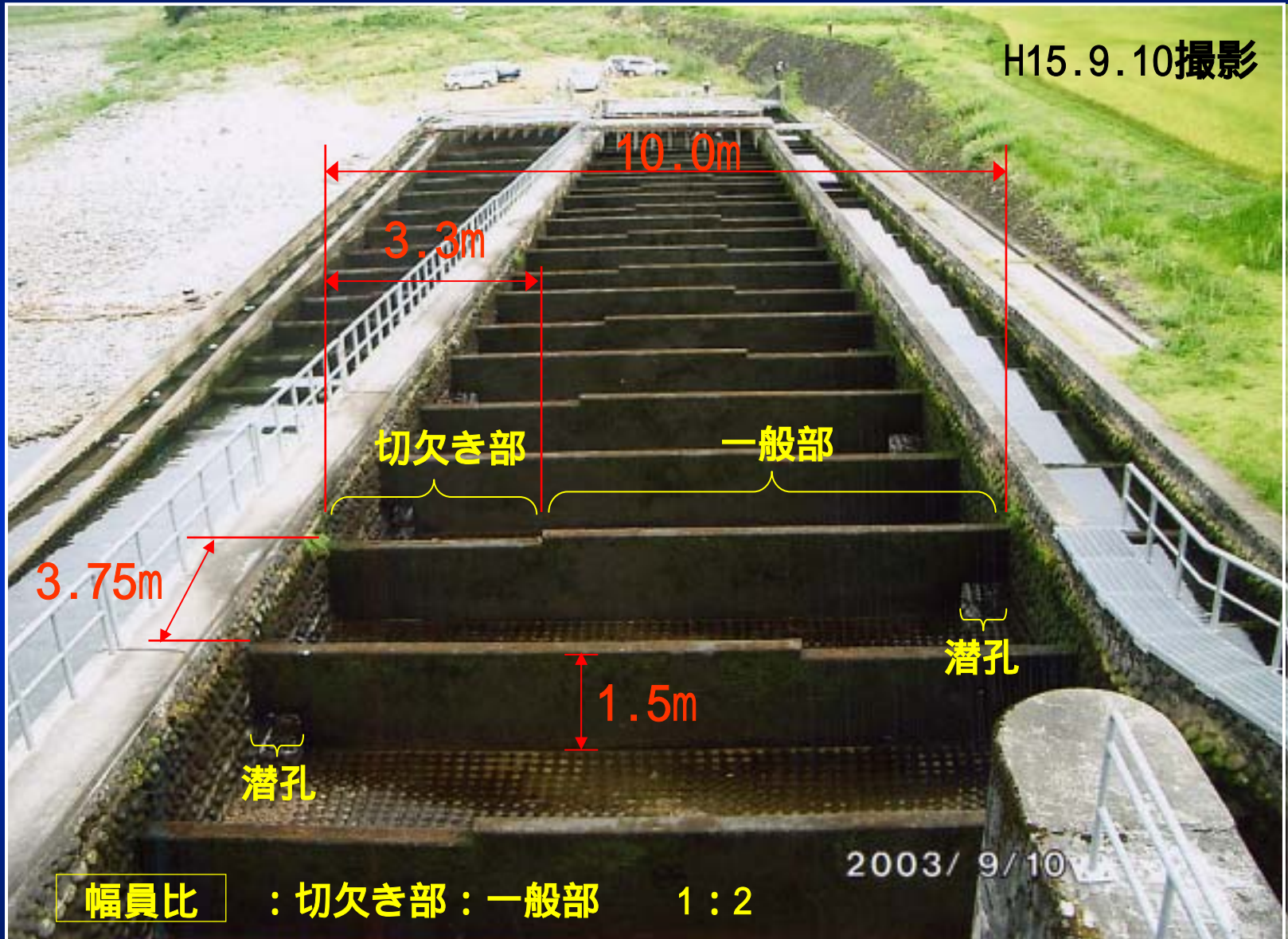
大型魚道

赤字は越流水深設計値



縦横比 約 1 : 3

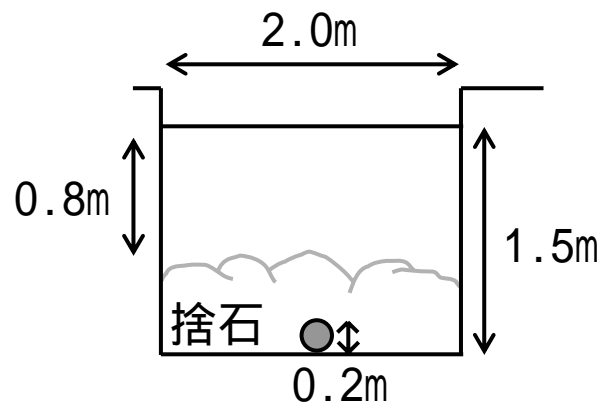
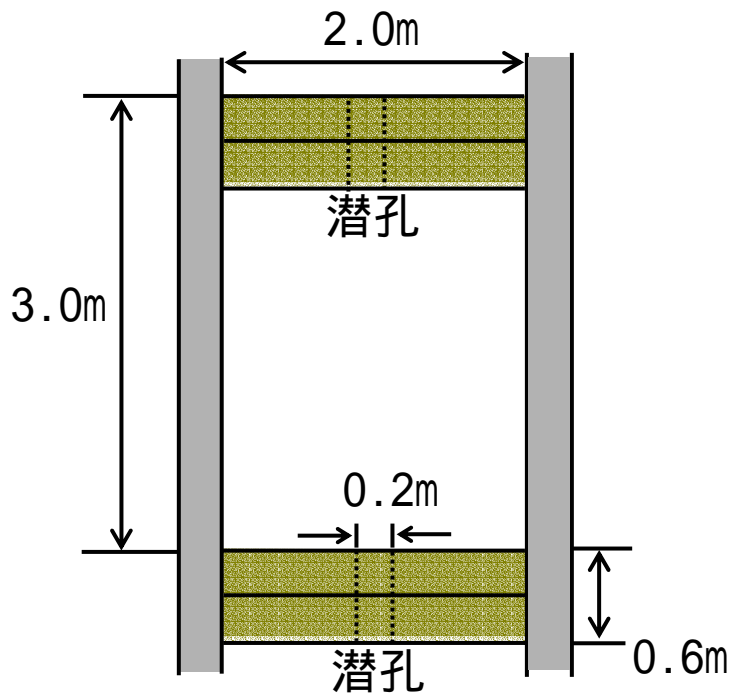
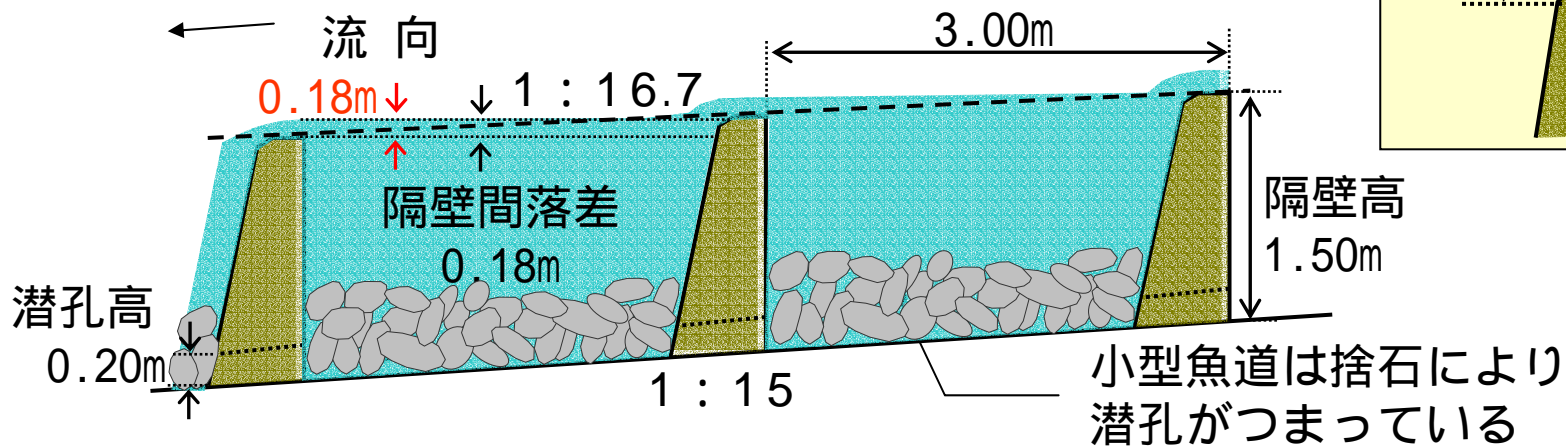
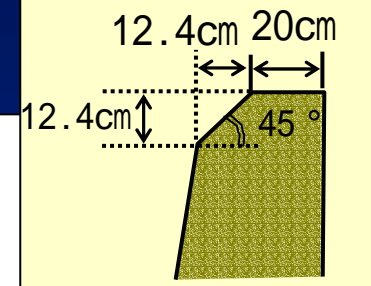
H15.9.10撮影



幅員比 : 切欠き部 : 一般部 1 : 2

小型魚道

赤字は越流水深設計値



縦横比 1.5 : 1

2.4 魚道内流況の観測・評価

観測方針及び評価の着眼点

魚道内の流量(越流水深)をパラメータとして
流況を変化させて調査

目視による観察

3次元流速計を用いた流向・流速観測

着眼点

- ・魚道プール(形、水深、流況、泡)
- ・隔壁(切欠き、潜孔、一般部と切欠き部の幅員比、越流状況)
- ・折返しプール(形)
- ・調節ゲート(転倒方向)

流量パターン

		流量パターン		
		3.99m ³ /s	2.85m ³ /s	1.85m ³ /s
大型魚道		3.66	2.61	1.65
小型魚道		0.33	0.24	0.20

は平常時の魚道設定流量、図中数字は越流水深及び限界流速。

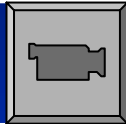
流量は魚道出口ゲート部の越流水深を調節して設定。

2.85m³/s、1.85m³/s測定時にはダム本体の水位を低下させて実施

ダム水位を一定に保つことは困難であり、測定時に流量変動が発生。

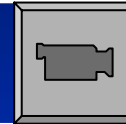
(1) 大型魚道の流況

$Q=3.66\text{m}^3/\text{s}$



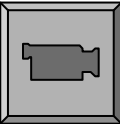
H15.9.9撮影

$Q=2.61\text{m}^3/\text{s}$



H15.9.10撮影

$Q=1.65\text{m}^3/\text{s}$



H15.9.9撮影

プール面積に対する泡発生面積の割合

76%

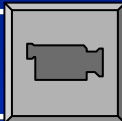
46%

29%

流量の減少 泡の発生を抑制

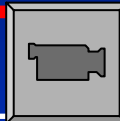
大型魚道における横波の発生状況

3.66m³/s



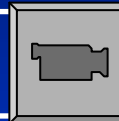
H15.9.9撮影

2.61m³/s



H15.9.10撮影

1.65m³/s



H15.9.9撮影

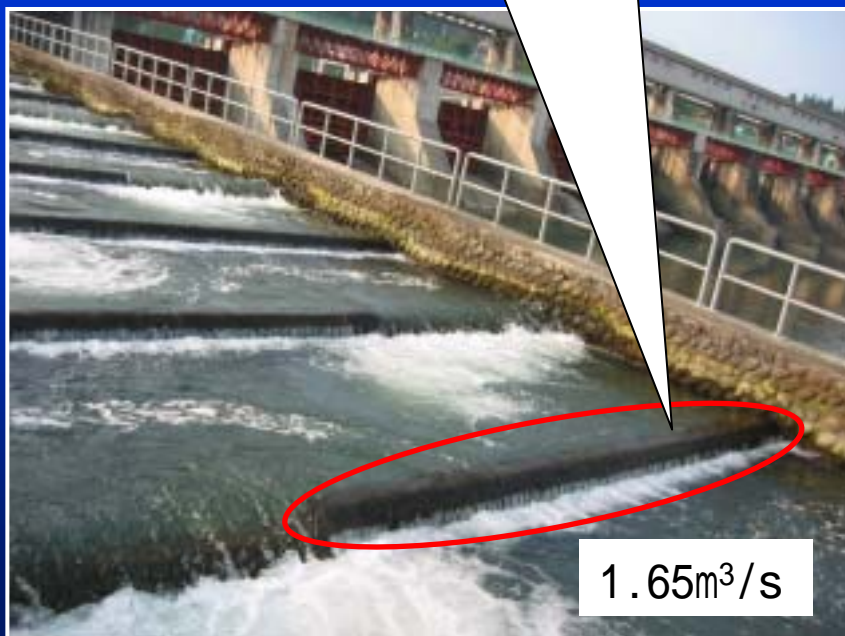
大きなセイシュ
(横波)が発生

はく離流の発生状況



H15.9.9撮影

流量が減少し水位が下がる
ことによりはく離流が発生



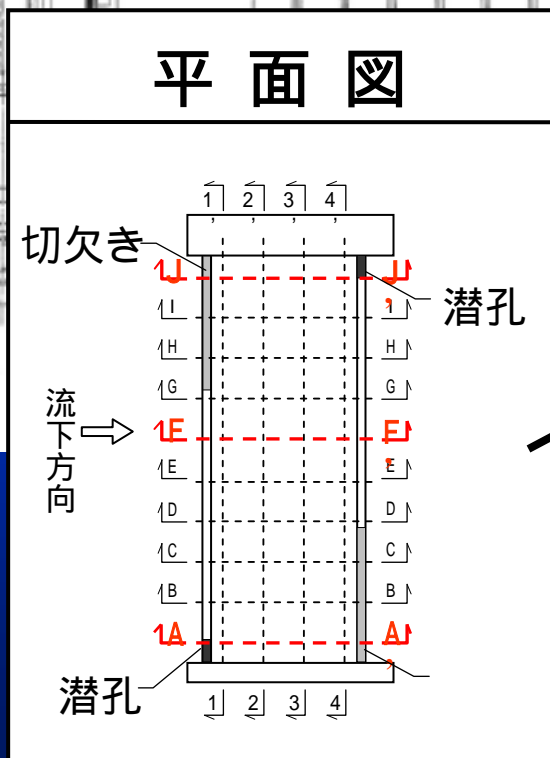
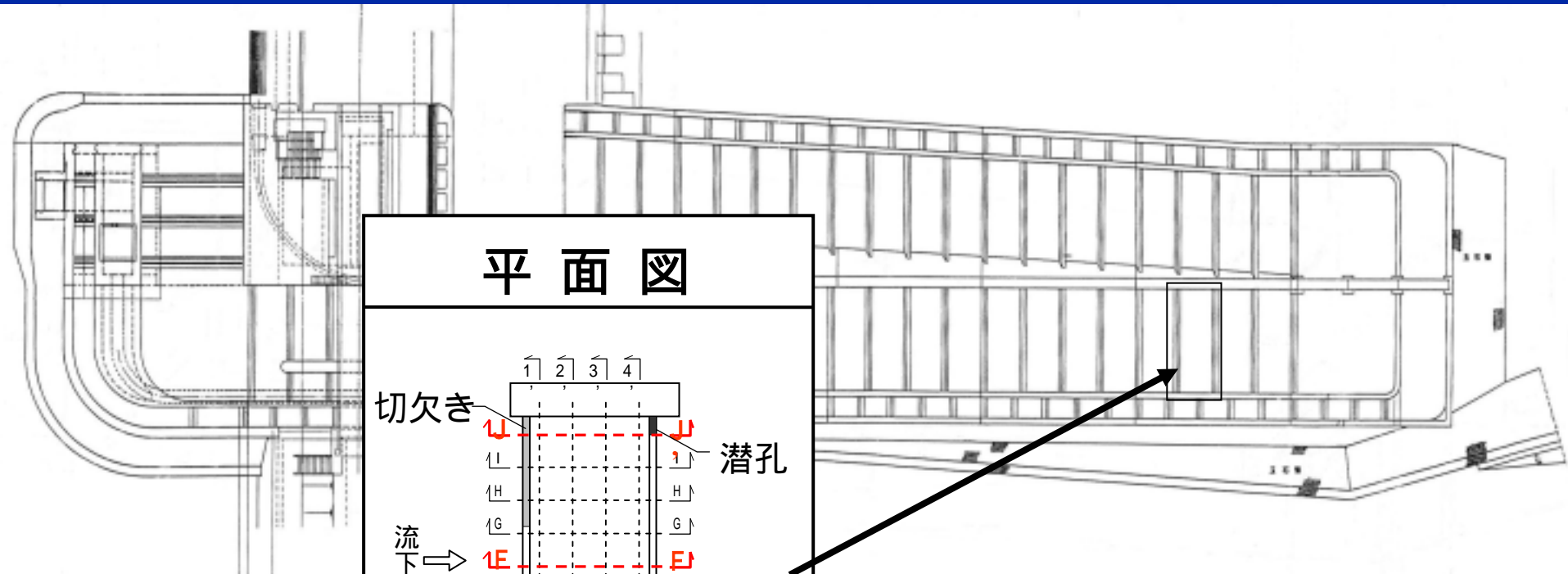
H15.9.9撮影



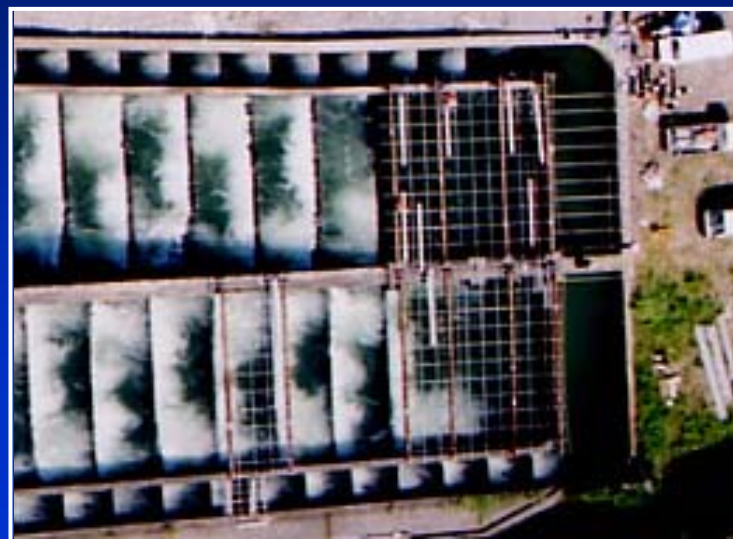
H15.9.10撮影

(2) 大型魚道プール内流向・流速観測結果

大型魚道プール・流速測定位置



3次元流速計を用いた流向・流速観測



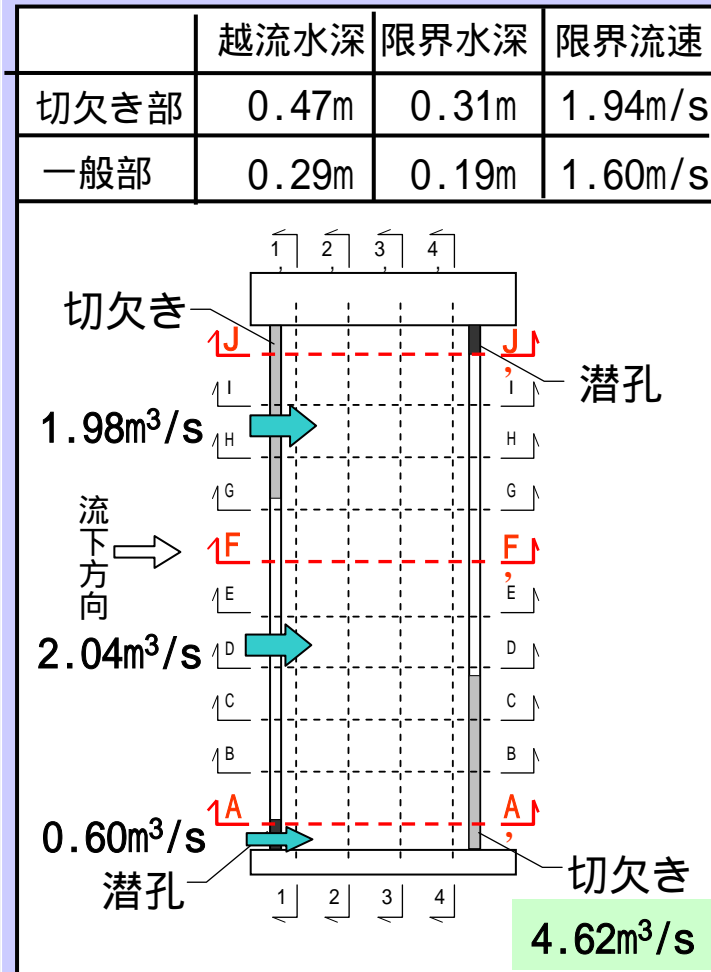
折返しプール付近の仮設状況



流向・流速観測の様子

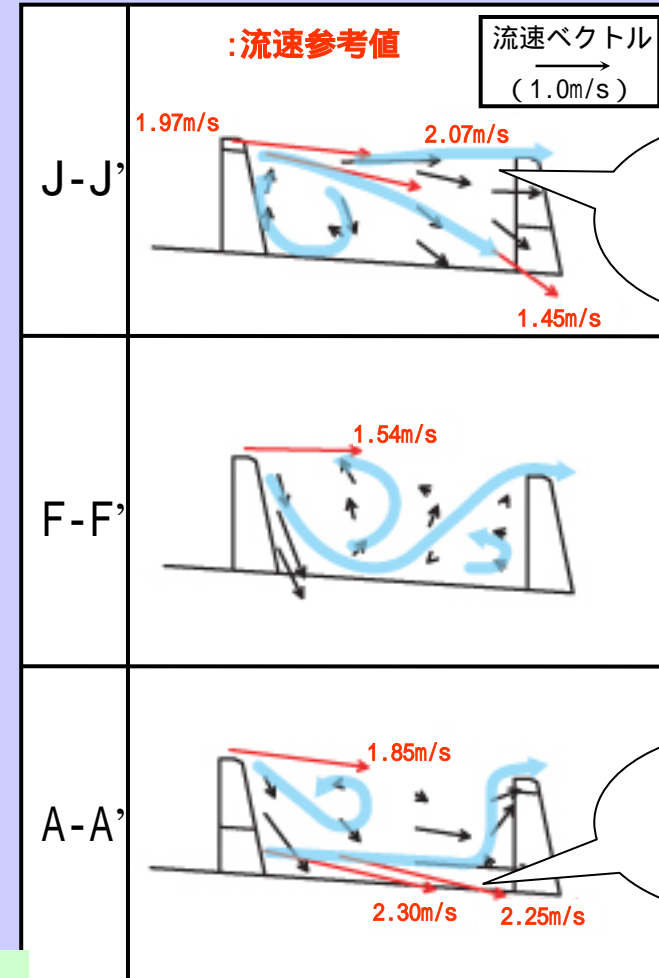
大型魚道流量 : 3.66m³/s (大型 + 小型 = 3.99m³/s)

流況平面図



流量は測定結果からの算定値

流況縦断面図

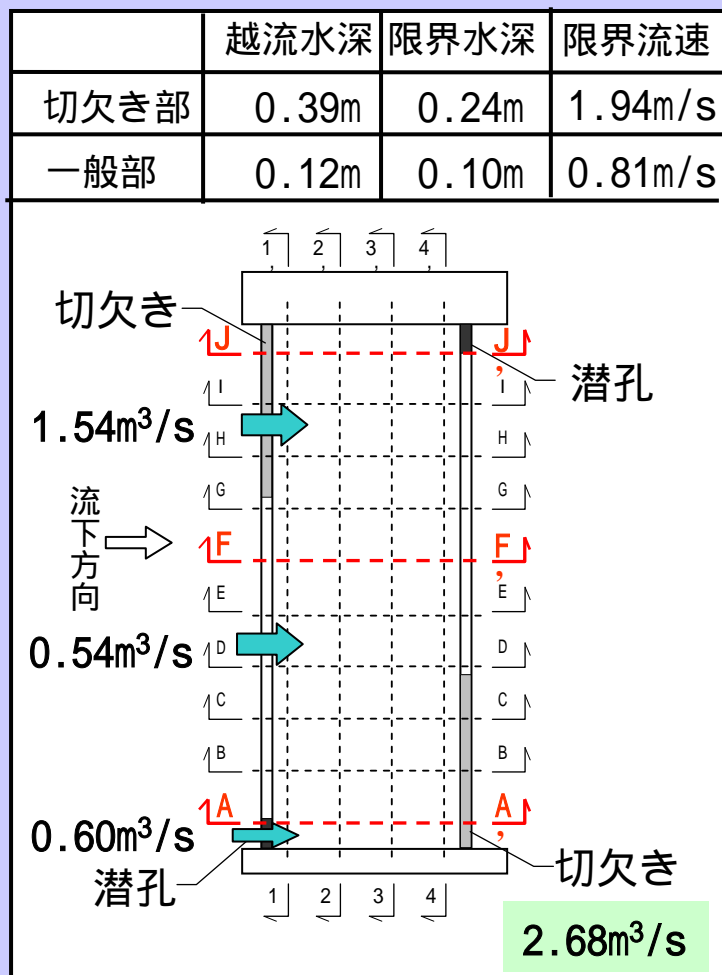


切欠き部からの流れが完全には整流されていない

潜孔からの強い流れが隔壁にぶつかる

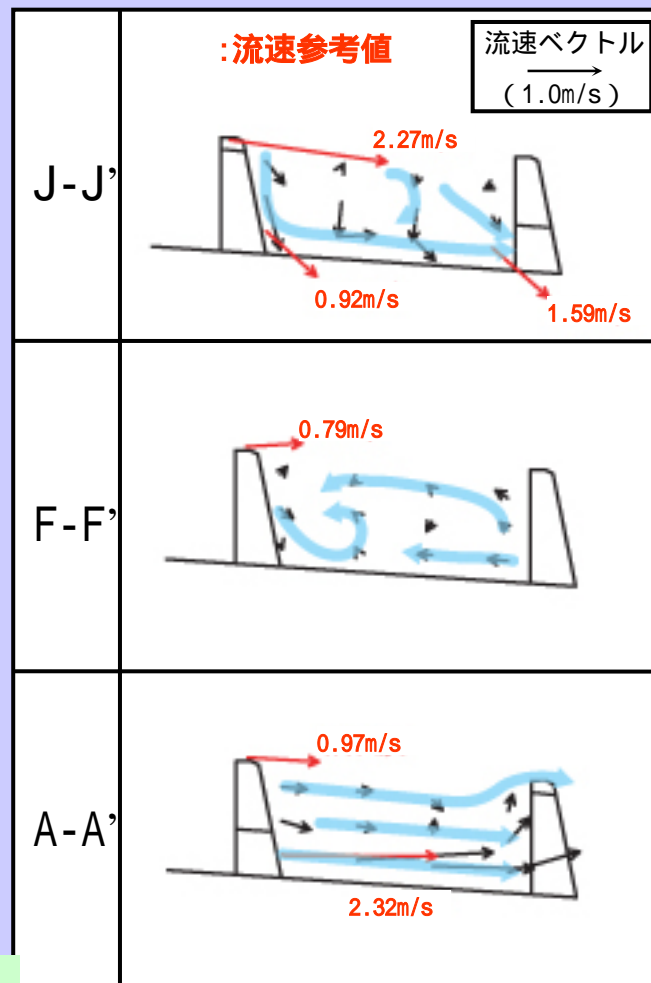
大型魚道流量：2.61m³/s（大型 + 小型 = 2.85m³/s）

流況平面図



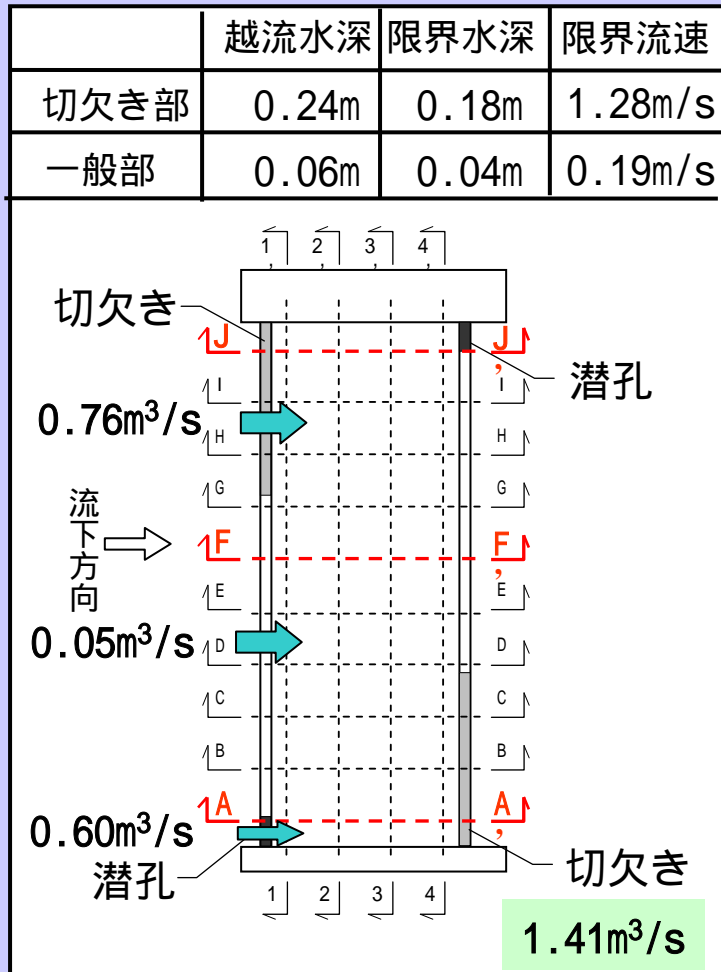
流量は測定結果からの算定値

流況縦断面図



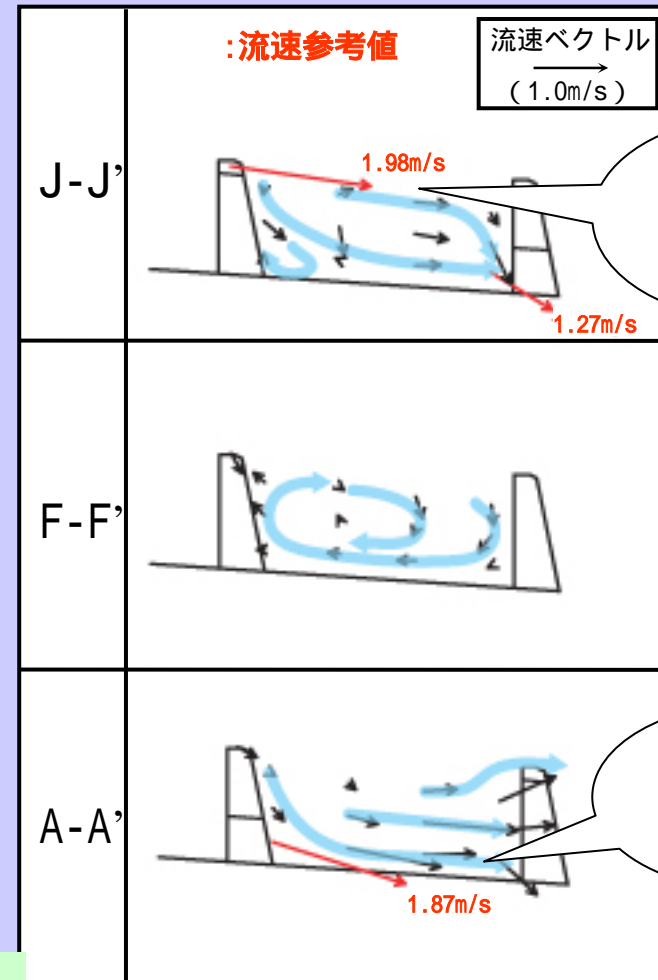
大型魚道流量 $1.65\text{m}^3/\text{s}$ (大型 + 小型 = $1.85\text{m}^3/\text{s}$)

流況平面図



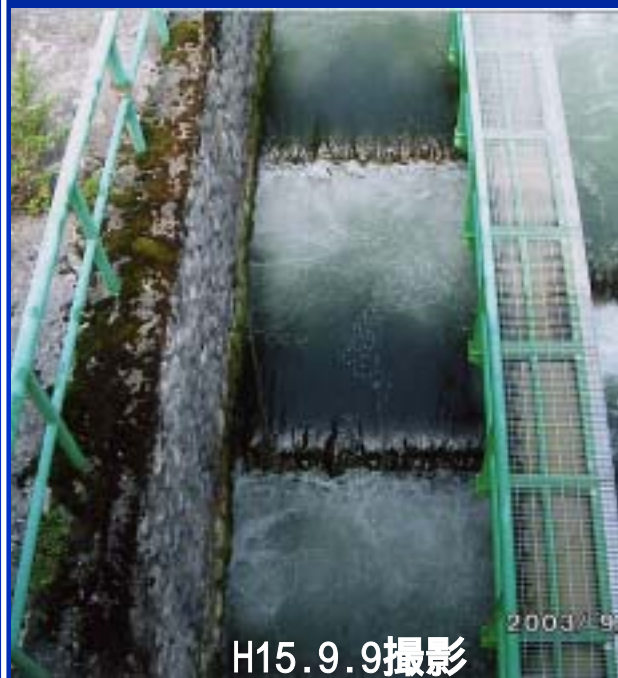
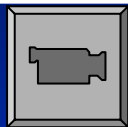
流量は測定結果からの算定値

流況縦断面図



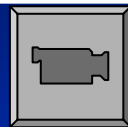
(3) 小型魚道の流況

$Q=0.33\text{m}^3/\text{s}$



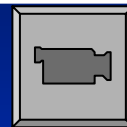
H15.9.9撮影

$Q=0.24\text{m}^3/\text{s}$



H15.9.10撮影

$Q=0.20\text{m}^3/\text{s}$



H15.9.9撮影

プール面積に対する泡発生面積の割合

45%

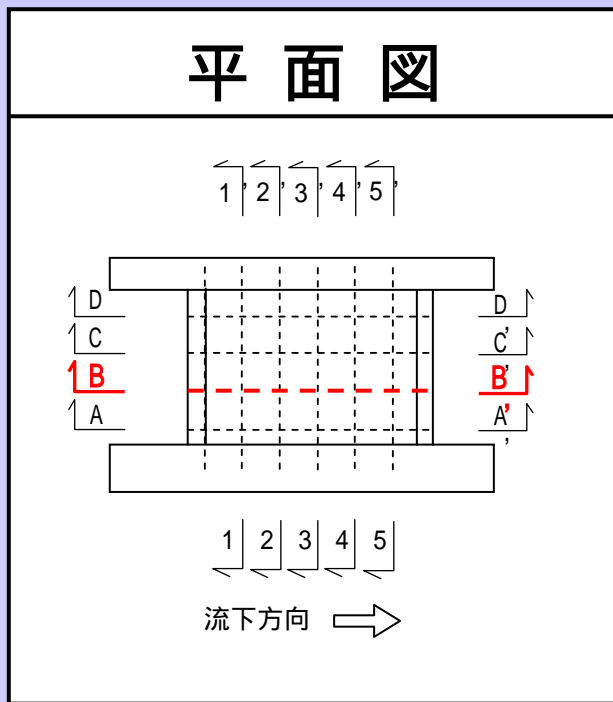
25%

6%

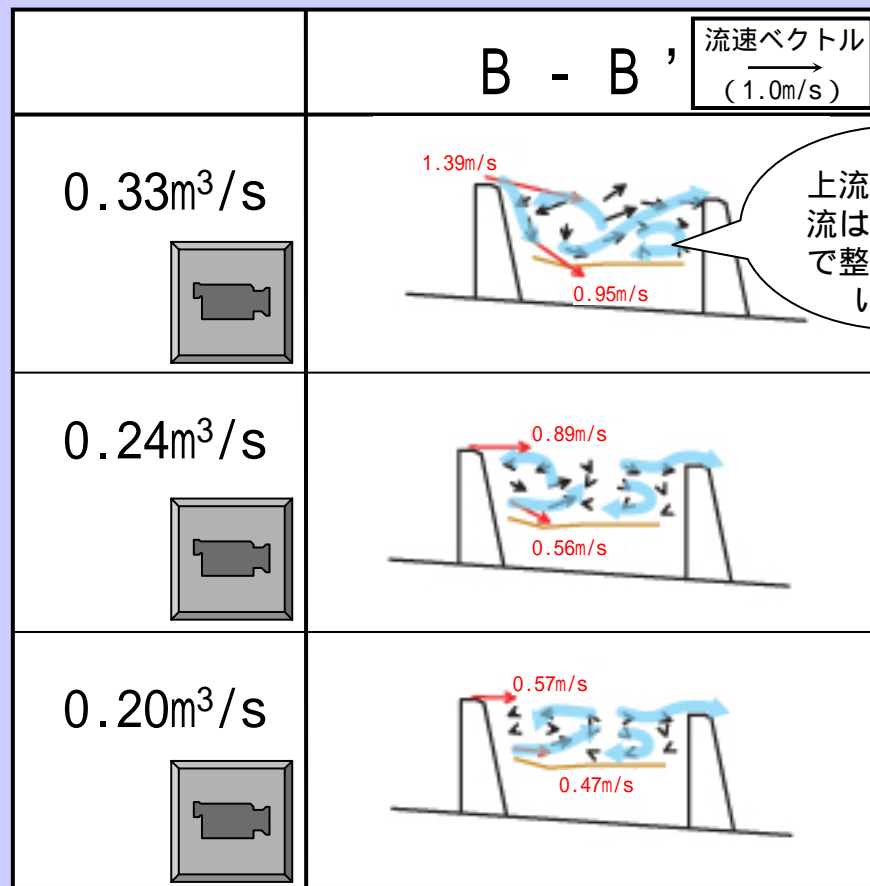
各ケースとも隔壁からの剥離流や横波は発生していない

(4) 小型魚道内の三次元流向・流速観測結果

平面図



流況縦断面図



(5) 折り返しプールの状況

1) 大型魚道

- 各設定流量とも泡の発生は抑制されている。
- 3.66m³/s、2.61m³/s測定時：水面の波立ちが若干発生
- 1.65m³/s測定時：水面の波立ちはほぼ抑制

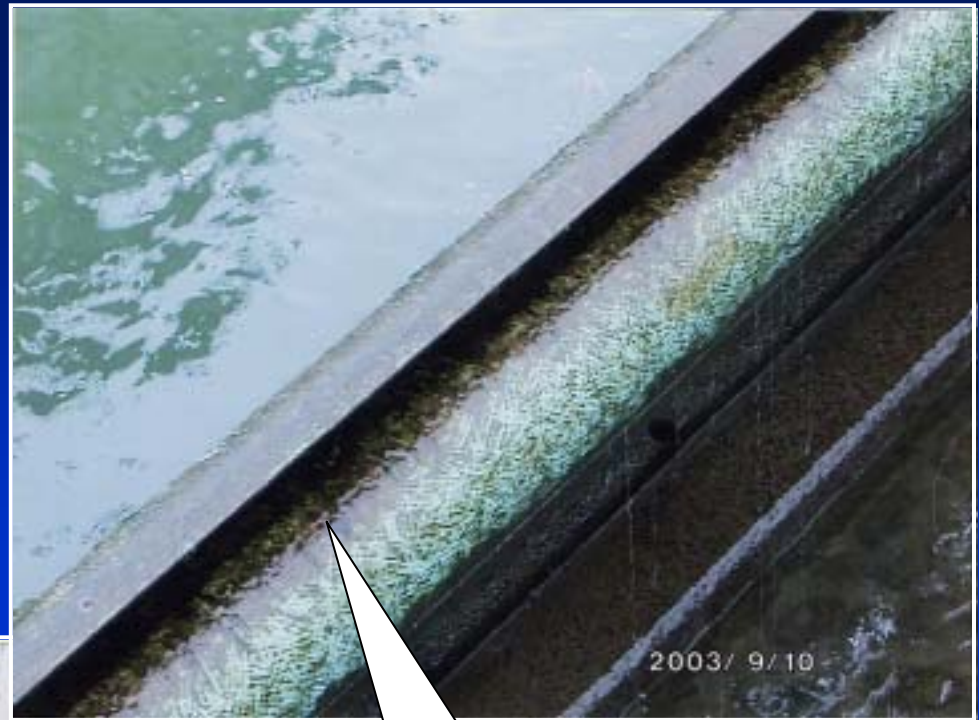
2) 小型魚道

- 各設定流量とも、泡の発生、水面の波立ちは抑制され、整流された流れとなっている。



折り返しプール（魚道流量：3.99m³/s） H15.8.24撮影

(6) 流量調節ゲートの の流況









H15.9.10撮影

ゲート裏側に死水
域の発生する構造
小型魚道も
同様の構造



H15.9.10撮影

魚道 流量	3.99m ³ /s	2.85m ³ /s	1.85m ³ /s
大型魚道	 <p>2003/9/11</p>	 <p>はく離流₁₀</p>	 <p>はく離流</p> <p>2003/9/9</p>
小型魚道	 <p>2003/9/8</p>	 <p>はく離流</p> <p>2003/9/10</p>	 <p>はく離流</p> <p>2003/9/9</p>

H15.9.8撮影

H15.9.10撮影

H15.9.9撮影

魚道内調査における問題点整理

大型魚道：大型魚の遡上は可能と考えられる。

以下の点を改善 より効率的な遡上が期待

魚道プール	<ul style="list-style-type: none">・ 横長プールに切欠きと潜孔が交互に設置され、切欠き、潜孔からの流速の大きい流れが発生 <p>→ プール内に乱流や気泡流により魚の遡上に影響</p>
折り返しプール	<ul style="list-style-type: none">・ 水面が変動し、整流が完全に行われていない。 <p>→ 遡上を困難にする横波発生の可能性</p>
出口ゲート部	<ul style="list-style-type: none">・ 泡の発生が多い。・ ゲートが下流側に転倒する構造・ ゲート裏側に死水域が発生 <p>→ 魚がゲート裏側に回り込み滞留時間が長くなる</p>

魚道内調査における問題点整理

小型魚道：遡上環境は良好と考えられる

出口ゲート部を改善 より効率的な遡上期待

魚道プール	<ul style="list-style-type: none">・越流部の流速が1m/sを超えており、泡の発生も見られるが、流れの乱れは小さく、概ね良好な流況と考えられる。
折り返しプール	<ul style="list-style-type: none">・整流がなされており、特に問題点は見られない。
出口ゲート部	<ul style="list-style-type: none">・ゲートが下流側に転倒する構造 また裏側に死水域が生じている。 → 魚がゲート裏側に回り込み滞留時間が長くなる

魚道内の流況変化に対する調査結果

大型魚道：

位置	項目	3.66m ³ /s	2.61m ³ /s	1.65m ³ /s
魚道 プール	プール内の 泡、流れの乱れ	流量を減少 泡や流れの乱れを抑制		
	横波の発生	わずかに 横波発生	大きな 横波発生	発生しない
	隔壁からの剥離流	発生しない		非切欠き部で 剥離流発生
折返し プール	整流の状況	水面が若干変動		水面の変動を 抑制
出口 ゲート 部	泡、流れの乱れ	流量を減少 泡や流れの乱れを抑制		
	ゲートからの 剥離流	発生しない	剥離流が発生	

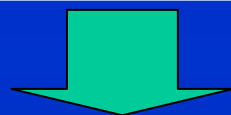
魚道内の流況変化に対する調査結果

小型魚道：

位置	項目	0.33m ³ /s	0.24m ³ /s	0.20m ³ /s
魚道 プール	プール内の 泡、流れの乱れ	流量の減少 泡や流れの乱れを更に抑制		
	横波の発生	発生しない		
	隔壁からの剥離流	発生しない		
折返し プール	整流の状況	水面の変動を抑制		
出口 ゲート 部	泡、流れの乱れ	流量を減少 泡や流れの乱れを更に抑制		
	ゲートからの 剥離流	発生しない	剥離流が発生	

小型魚道における底生魚の遡上について

- 小型魚道で測定した越流部流速：1.2m/s程度
底生魚の巡航流速と比べ大きい
- 一方底生魚（カジカ、アユカケ等）は1.0m/s
程度まで遡上効率に影響がないという研究例あり



小型魚道における底生魚の遡上はやや困難であると推測されるが、遡上は可能と考えられる。