

令和5年12月1日  
浸水被害軽減に向けた地下空間勉強会（第6回）資料

# 地下河川の水理に係る研究 ・技術相談等の状況について

国土交通省国土技術政策総合研究所  
河川研究部河川研究室 瀬崎智之

# 国土技術政策総合研究所の実験施設

## 旭庁舎 立原庁舎

旭庁舎には立原庁舎と旭庁舎があり、広大な敷地に実験施設を数多く配置しています。



## 横須賀庁舎

### 1 横須賀庁舎

平成16年4月に完成した本館は、自然光、自然風を研究室に取り入れるための吹き抜けの光庭の設置、また太陽光発電の実施や屋上緑化等、地球環境保護についても考慮されています。

### 2 航空機衝突試験装置

実物の航空機（旧747-400）と同じ荷重を走行させる装置を使って、滑走路、誘導路やエプロン等の空港構造物に関する様々な実験を行っています。

### 6 下水道管路模造施設

下水道管路内に発生する継ぎ目や破断クラック等、様々な異常を人工的に再現できる実物大の実験施設です。統一された条件のもと、下水道の実現場で実験するよりも安全かつ効率的に点検調査機器の性能確認・比較評価ができます。

### 7 河川模型実験施設

屋外にある長さ15haの広大な施設です。敷地内には最大で15の河川模型を設置することが可能です。

例えば、荒川第二・三調節池を対象とした水理模型は長さ180m、幅40mの大規模模型です。入間川合流部などの河川地形や堤防形状を縮尺1/50で再現した上で、調節池への河川水の入り方、調節池に入った河川水の広がり方などを実験により確認しています。

### 11 建設DX実験フィールド

建設DX実験フィールドはインフラ分野のCOX（デジタル・トランスフォーメーション）の取組みを推進することを目的とした研究施設です。

3次元計測技術等を活用した構造物の施工管理や検査、点検に関する技術開発を行うための実物大の出来形模型、5G等を活用した無人化施工や自動・自律施工に関する技術開発を行うための土工フィールドから構成されています。

### 3 台風防災実験水路

高潮・高波、強風・津波に関する模型実験を行う、国内最大級の風洞実験室です。台風の高さを再現し、波・流れを再現し、波浪・高潮・高波の被害を再現する研究を行っています。

### 4 空港舗装試験フィールド

屋外にある空港舗装の試験フィールドです。試験舗装を施工し、空港舗装の長寿命性や荷重変形抵抗性等を研究するための様々な試験を実施しています。

### 8 海洋沿岸実験施設

高潮・高波、津波、海岸侵食の危険から人々の生活を守るために、海岸保全に関する水理模型実験を行います。

### 9 道路基盤構造実験施設

地震時の道路の被災（路面陥没の発生等）や不況下を再現し、地盤の復状に強い道路技術の検証を行います。

### 10 大規模堤防模型実験水路

大規模堤防模型実験水路では、実際に近いスケールの模型を用いて、堤防等の河川構造物に作用する外力とそれらの破壊機構を検討し、各種河川構造物の設計について検討しています。

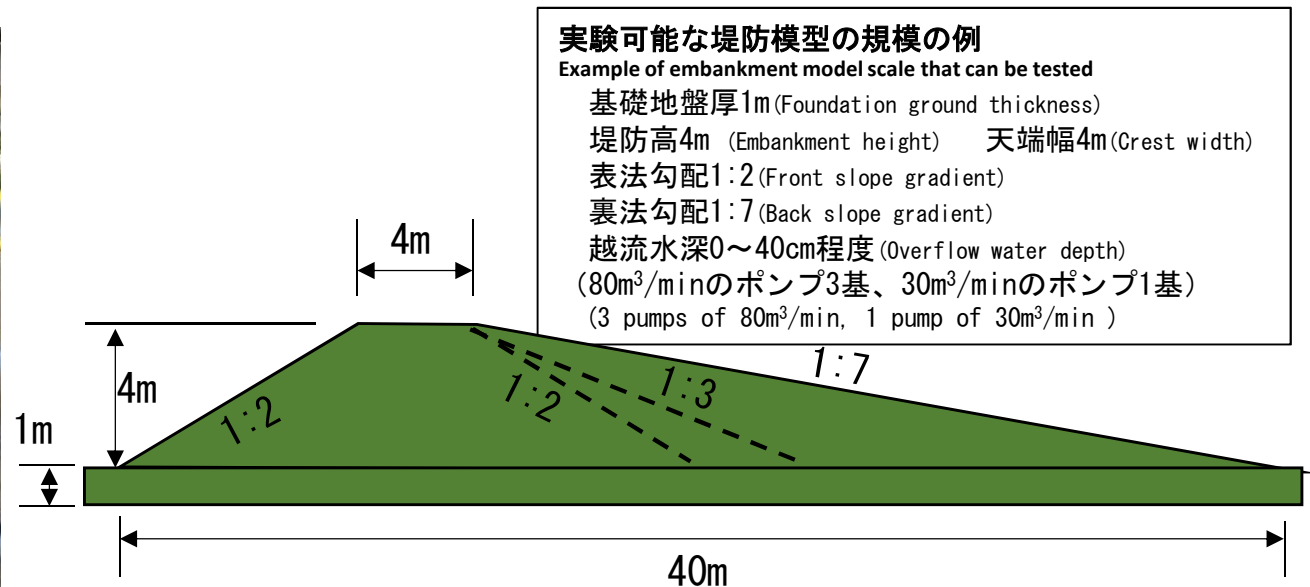
近年は、越水した場合でも決壊しにくい「粘り強い河川堤防」の構造の検討のため、堤防高4mの堤防模型を製作し、越水実験を実施しています。本実験水路で得られた成果等を基に、「粘り強い河川堤防」の構造検討に係る技術資料（集）を作成しました。

※その他、土砂水理実験水路、河川水理模型実験施設、高流速実験水路、実物大エアレーション実験設備等を配置しています。



# 大規模堤防模型実験水路での堤防越水実験の様子

○高さ4mの堤防断面模型を製作し、裏のり面被覆を行い、越水に対してねばり強い構造について水理実験により検討





# 河川水理実験施設での河川水理模型実験の様子

○土砂濃度が10%を超える洪水流を再現し、上流山地で土砂災害が多発した場合の洪水  
中に稀に生じる河道埋塞現象を、河道水理模型実験で再現し、対策を検討





# 地下河川の水理に関する建設省土木研究所の研究①

## 断面変化を伴う水路の水理設計に関する研究、昭和34年3月

- ・ 模型実験と解析により、必要流量に対して、経済的なトンネル導入部の形状を検討。

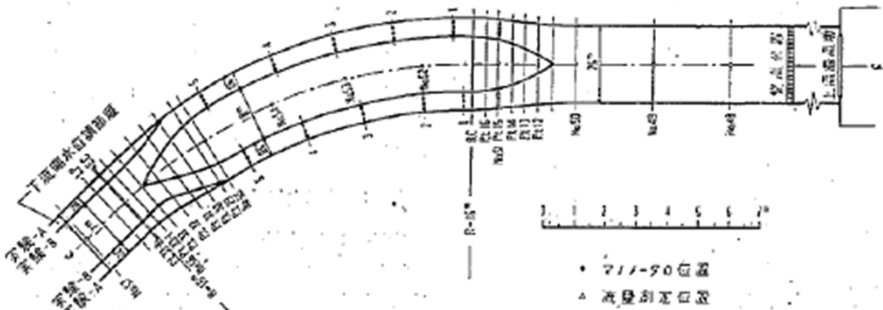


図-4b 第2トンネル模型平面図

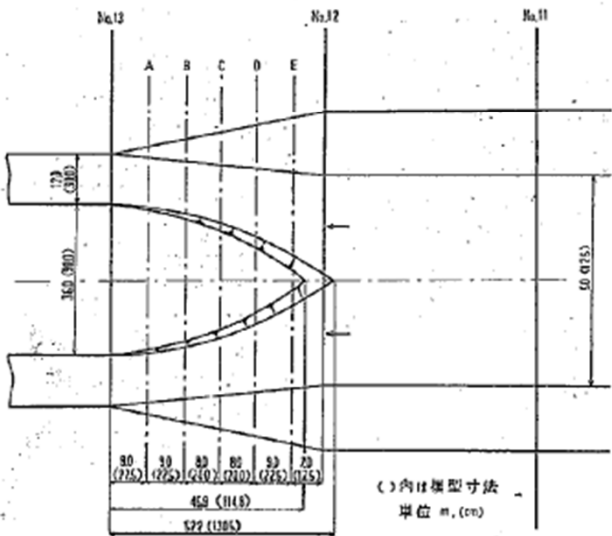


図-5a 第1トンネル入口遷移部

(4)

## 地下河川に関する計画・設計手法に関する比較研究、平成4年3月

- ・ 地下河川の計画、設計法について整理するとともに、発電用トンネルを含めて実績を整理し、工法の経済比較等を実施。

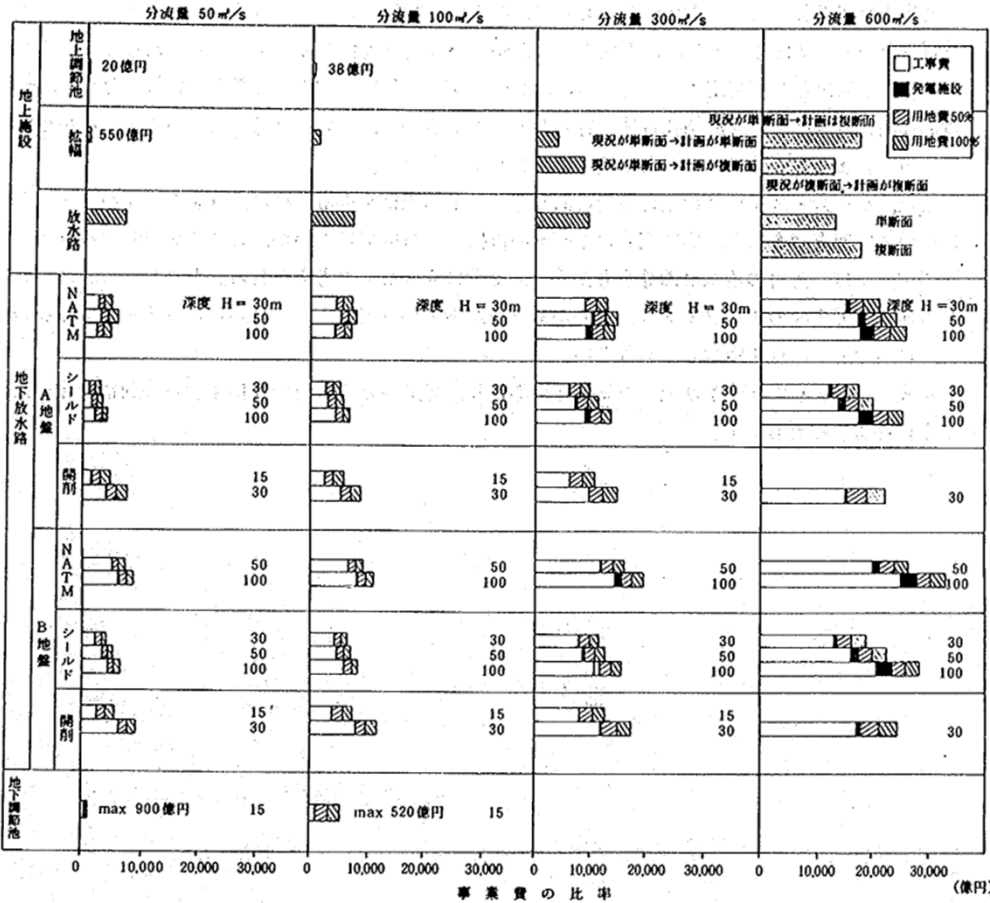


図-6-7 全施設の事業費の比較



# 地下河川の水利に関する建設省土木研究所の研究②

## 首都圏外かく放水路に関する河川水理模型実験、～平成12年度

- ・ 空気混入と衝撃を緩和する流入施設・立坑の形状等について、検討。

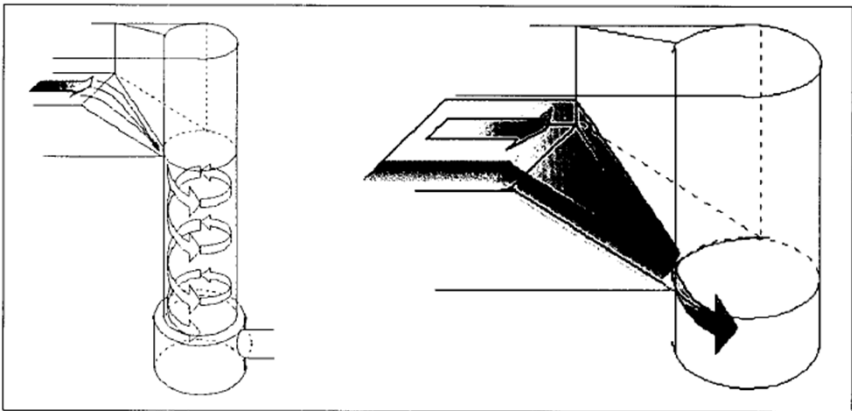


図-2 接線式過流立坑方式

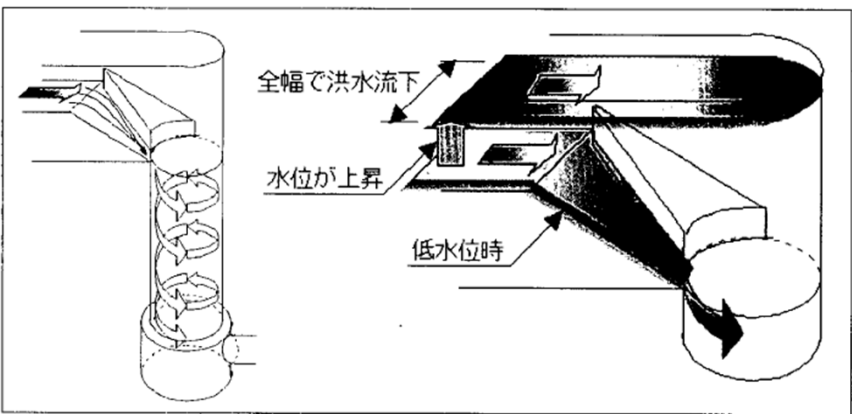
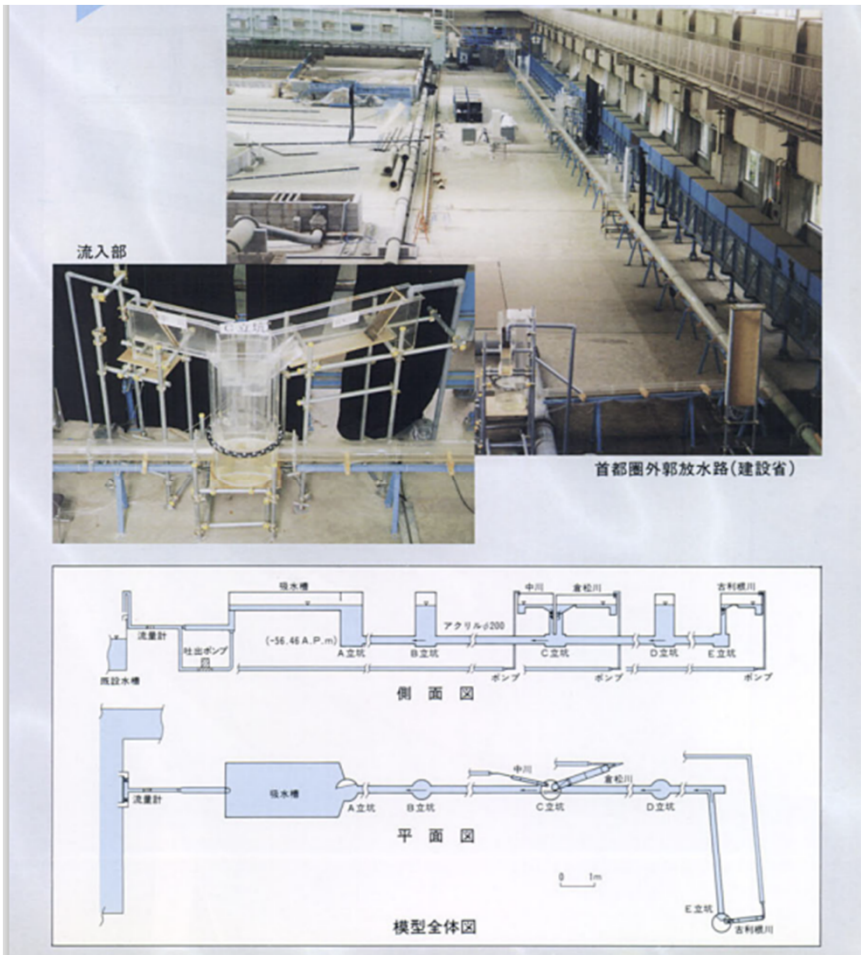


図-3 複断面型過流立坑方式

## トンネル河川水理模型実験、平成12年2月

- ・ 水理模型実験により、空気供給不足による水面の不安定化、流木補足等について検討する手法を整理。



これら都市河川研究室の研究成果は、実事業の設計の他、「都市河川計画の手引き～立体河川施設計画編～」、平成7年、国土開発技術研究センターに活用

# 最近の技術相談等事例①

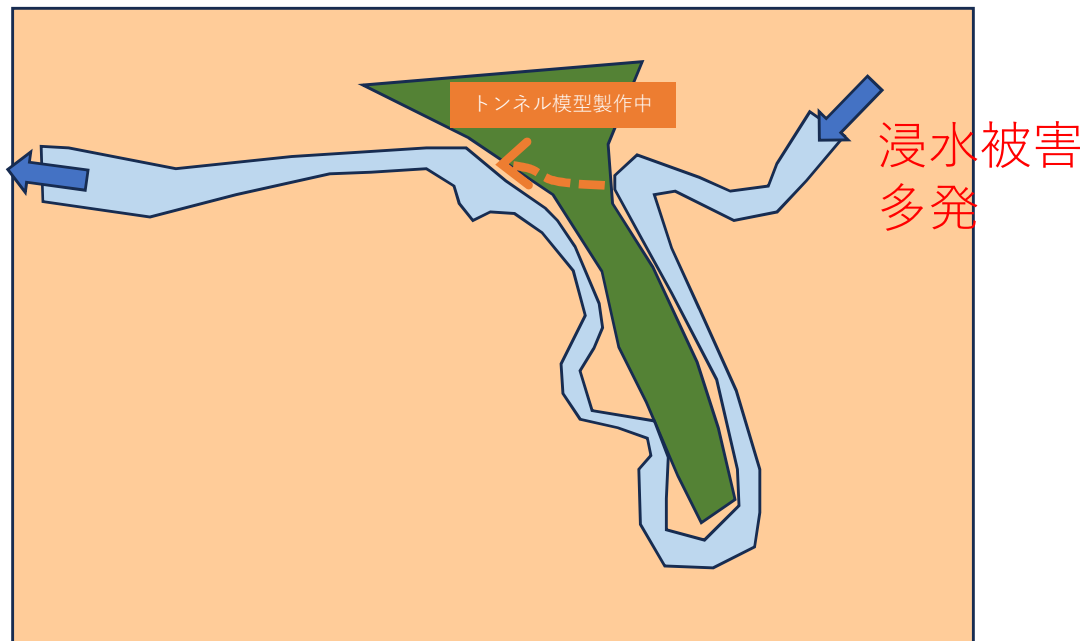
## ・国管理河川：A川分水トンネル計画

### （概要）

- ・蛇行部で流れにくく、上流区間で浸水が多発。
- ・湾曲部の河道拡幅が景観保護や地質上の観点から困難。



山地部をショートカットする分水路をトンネル・開水路で整備



### （主な技術検討事項（私見））

- ①用地の都合から、トンネル部を少し蛇行させなければならないが、洪水流及び流木等が支障なく流下するか。
- ②計画どおりの分流量が確保できる流入施設の設計。
- ③本川、分水路の水位堰上げが抑制できる再合流部の設計。

国総研実験施設を使用して、地方整備局が水理模型実験を実施中。

※その他、同様の直轄河川分水路では、分水路内の粗度係数に関する技術相談等があり。 7



## 最近の技術相談等事例②

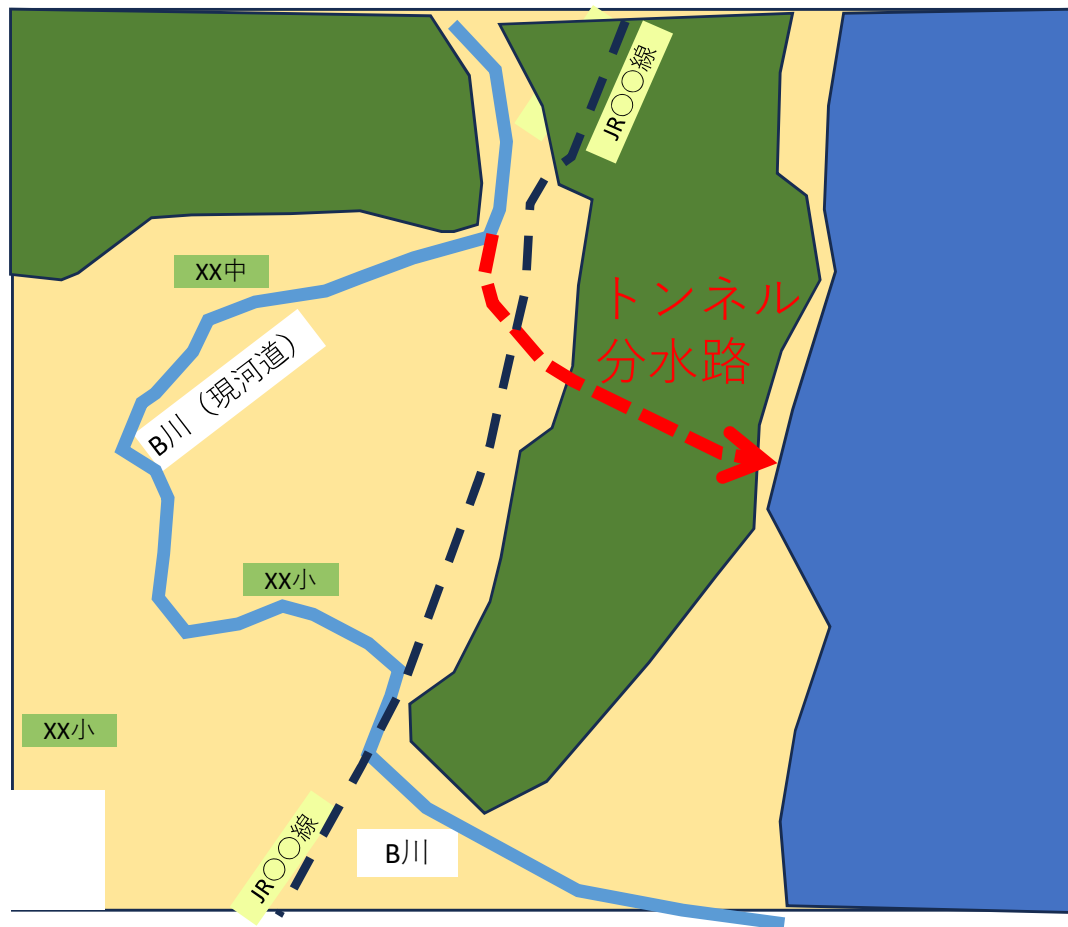
### ・ 県管理河川：C川トンネル放水路計画

#### (概要)

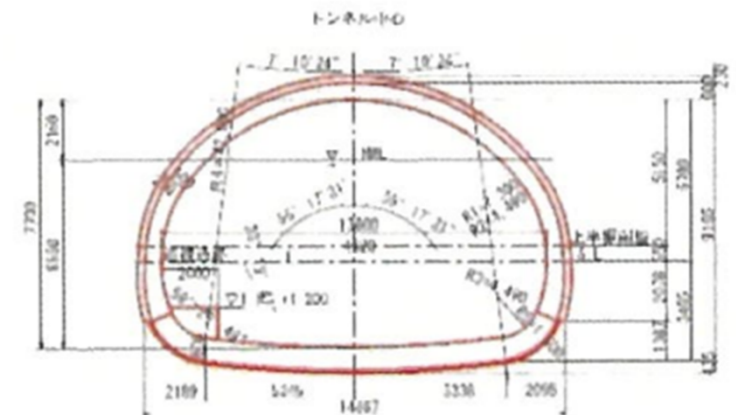
- ・ 都市部で、沿川には家屋が連担しており、海も近く、拡幅による流下能力確保は困難。



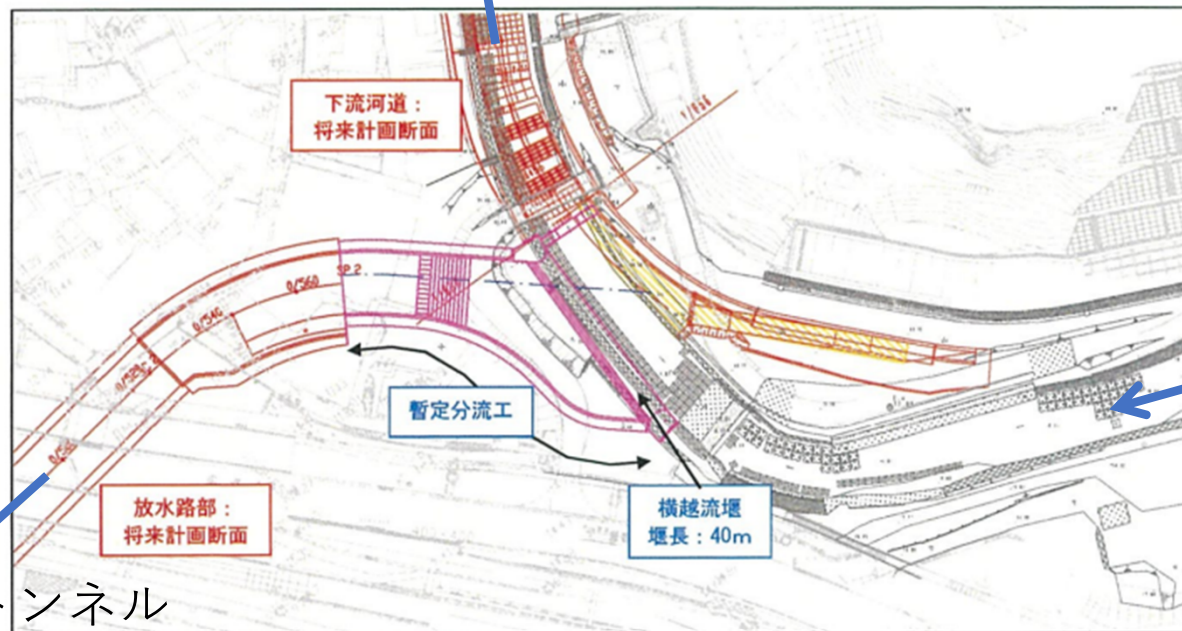
- ・ 海までの間にある山地をショートカットするトンネル放水路を計画。
- ・ 効果を早期に発現させる観点から、暫定形状で分流施設を整備する段階施工について検討。



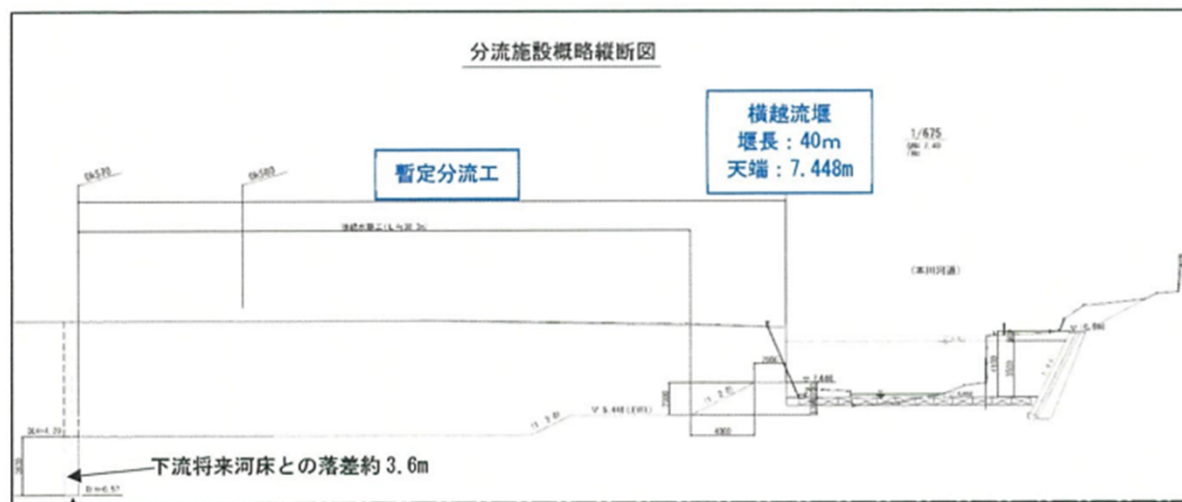
山岳トンネル部断面図 5:1250



本川



暫定分流工・縦断面図



暫定分流工・縦断面図

### (主な技術検討事項 (私見) )

- ① 3割程度の流量を分派する計画であるが、分派地点は、山地から平野部への擦り付け区間に当たる急勾配の高流速区間（フルード数は1前後）であり、横越流による分派量が確保しづらい。このため、本川に横断工作物を設置し、堰上げすることを検討。
- ② 分派直後に、JRの線路をカルバート構造でアンダーパスすることから、分水路と河川との間に落差があり、減勢工を適切に設計。
- ③ 土砂や流木が出水中に堆積して、分派を阻害しない設計。
- ④ 計画を超過する外力が発生した場合のリスクが回避できているかの検討。

受注コンサルタントが大学の水理実験施設を借りて模型実験を行い、検討中



## 最近の技術相談等事例③

### ・ 国際協力調査案件：C川、D川地下放水路計画

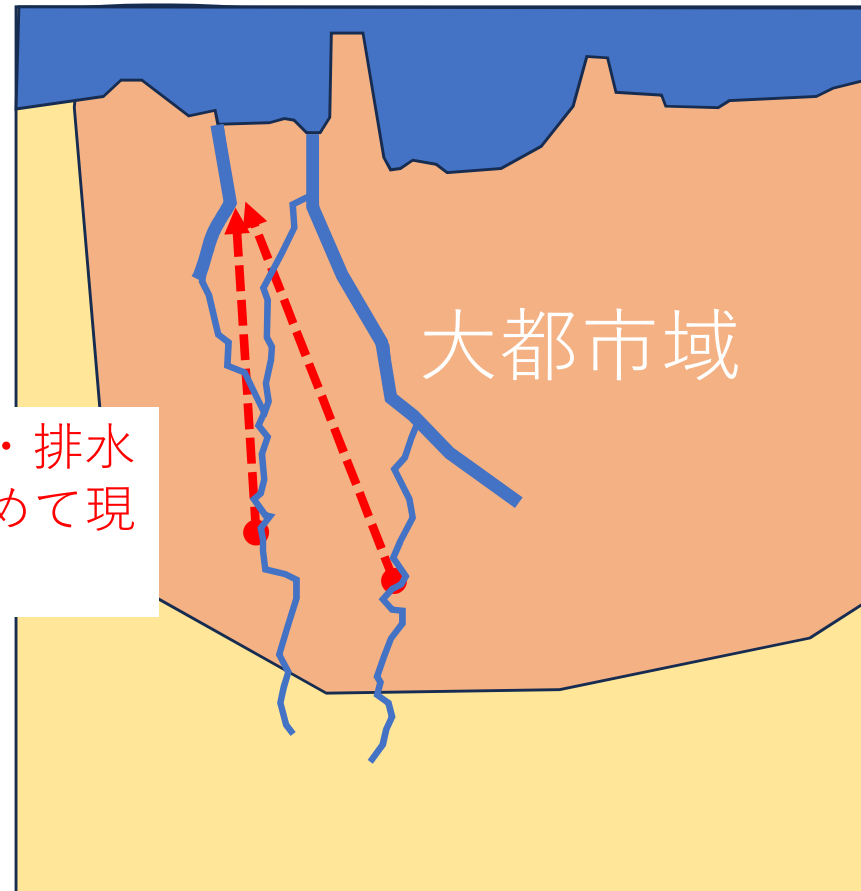
(概要)

- ・ モンスーン地域の大都市部の小規模の河川。蛇行等により、洪水が頻発。
- ・ 沿川には家屋が連担しており、大規模な拡幅や築堤では、長期間を要する。



- ・ 洪水が頻発する河川から、流下能力が確保されている下流部の河川（放水路）までの長区間の地下河川を計画。
- ・ 地下利用の法整備が不十分な状況であることから、大深度、圧力管、自然流下方式で検討

ルート及び流入・排水  
施設の位置を含めて現  
在検討中



## (主な技術検討事項 (私見))

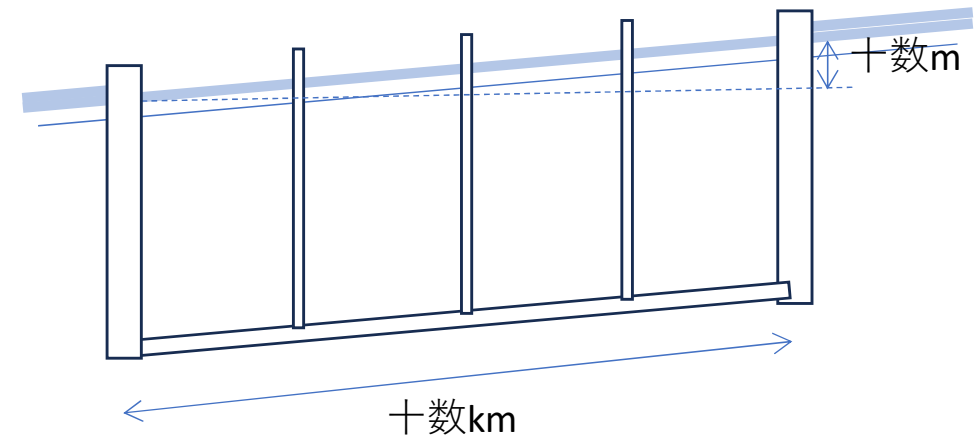
- ①河川内へのごみの投棄、洪水時の引水での無堤区間からの家財の流入など、大量のごみが河川を流下する恐れがあり、これらが処理できる流入施設 (スリット、除塵機、遊水池併設等) の設計。
- ②流路延長は十数km。コスト縮減の観点から立坑は極力少なくしたい意向。その場合でも、洪水時の空気抜き、洪水後の土砂やごみ撤去時の換気が十分にできる設備の検討。
- ③出水後に時間をかけて排水を行って空にし、洪水初期は地下調整値としても活用。動水勾配が小さく、延長が長いことから、満管になった後、管内の水の慣性力で流水が加速するまで、上流が溢れずに済むか。
- ④河床・河岸が土砂の河川であることから、河道の変化が生じて、計画どおりの分派が確保できるか。特に、分派を行うと、流況が大きく変化する可能性。ゲートや床止めがなくても大丈夫か。



河川へのごみ投棄



河岸のごみ



施設の縦断イメージ (大幅に縦方向引き延ばし)



取水施設立地箇所周辺の河道の様子



# 今後、地下河川を多用しようとする場合 河道計画や水理に関して整理する課題候補（私見）

---

課題①：適切な分派量を確保しつづけるための  
河道維持管理手法

課題②：計画流量を大きく上回る洪水に対する  
リスク評価と断面等の設計上の考え方

課題③：ライフサイクルコスト上の有利な方  
式・施設設計

# 「課題①：適切な分派量を確保しつづけるための河道維持管理手法」について

- ・ 計画した分派量を達成するため、ほとんどの地下河川への分派は、横越流方式であり、越流堰の高さと河川の水位及び越流堤幅で流入量を設計。
- ・ 自然河川においては、流入部近辺の河道の河床変動や樹木繁茂等といった経年変化が生じ、河道のH～Qは変化。完全な横越流でない場合は、流況も影響。  
(遊水池や明かりの分派河川でも同様の課題)
- ・ 分派量を確保するための河道の維持管理方法や床止め等の施設配置について、知見を共有すると有効ではないか。

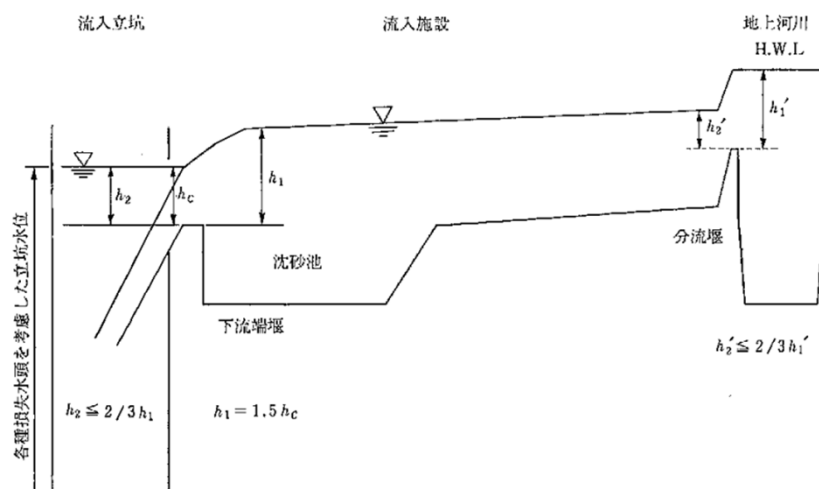
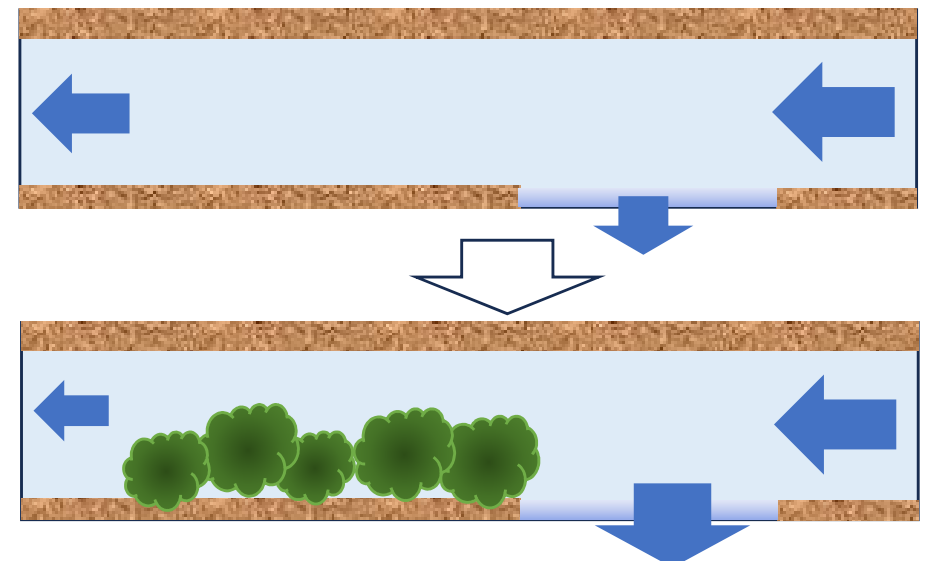


図 2-8 完全越流のモデル図





# 「課題②：計画流量を大きく上回る洪水に対するリスク評価と断面等の設計上の考え方」について

## 【現在の技術基準の考え方】

河川砂防技術基準 設計編（粹）

### 10.3.1.1 設計流量

トンネルの設計流量は、原則として計画で配分される計画高水流量の **130%流量以上** とするものとする。

開水路と圧力管の混在、  
遷移にリスクあり

断面積  
計画流量

+15%以上

空気の補給、流木等のごみの安全な流下のため必要

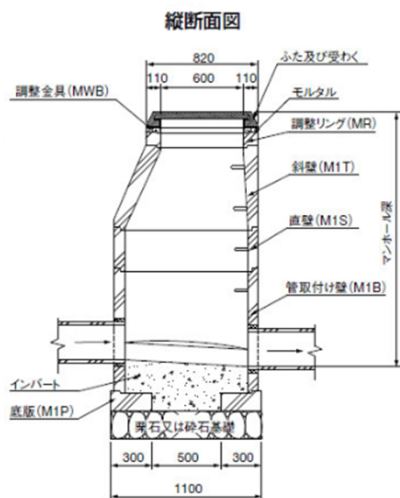
計画分派量

130%以上

- ・ 流下能力最大の水深を用いる。
- ・ 空気の補給が遮断されると、水位が上昇し、あるいは水面の上下運動が著しくなる。また、騒音発生の原因となりやすい。
- ・ 十分な空断面が確保されないと浮遊物が付着し、閉塞のおそれが強くなる。
- ・ 空気の補給が遮断されると巨大な負圧を生じうるおそれがある。

## 「課題②：計画流量を大きく上回る洪水に対するリスク評価と断面等の設計上の考え方」について

- ・気候変動により降雨が増大した場合でも、（既存施設が）安全な施設となっているかの照査方法（特に照査外力の考え方）。
- ・地形的な特徴等から、最大流入量を制御できない場合の施設の設計法（手引きでは、トンネル上流河道の堤防満杯流量等で制御）
- ・施設の限界状態において、被害の拡大を抑制するためのヒューズに相当する機能の確保方策。



参考) 表 污水管きよの余裕

| 管きよの内径    |           | 余裕                 |
|-----------|-----------|--------------------|
| 700mm未満   |           | 計画下水量の100%         |
| 700mm以上   | 1,650mm未満 | 計画下水量の50%以上、100%以下 |
| 1,650mm以上 | 3,000mm以下 | 計画下水量の25%以上、50%以下  |

# 「課題③：ライフサイクルコスト上の有利な方式・施設設計」について

- トンネル構造や排水ポンプの要/不要、維持管理の容易性等を含めた総合的なコスト最適に関する検討
- 分派量の不確実性を許容する場合の考え方の整理  
(川底取水等の横越流でない分派方式等)
- 常時、湛水する圧力管部の低コストな維持管理・点検手法

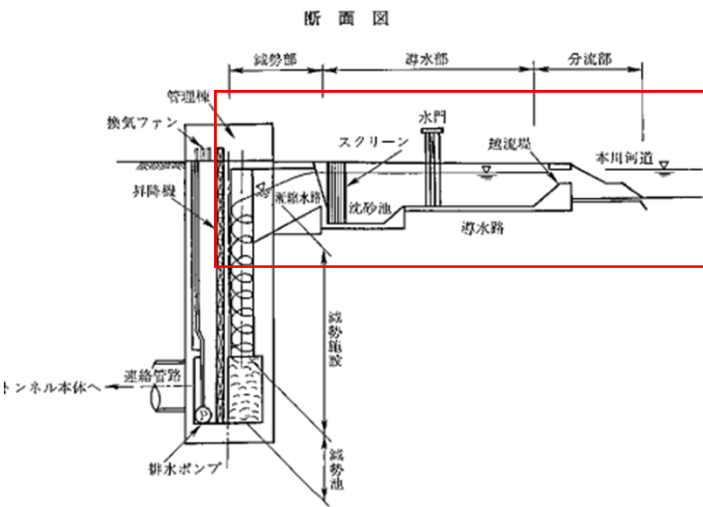
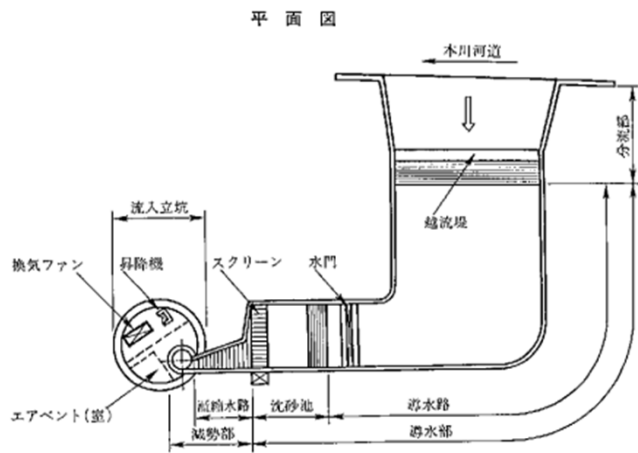


図 1-8 流入施設の名称 (渦流式)

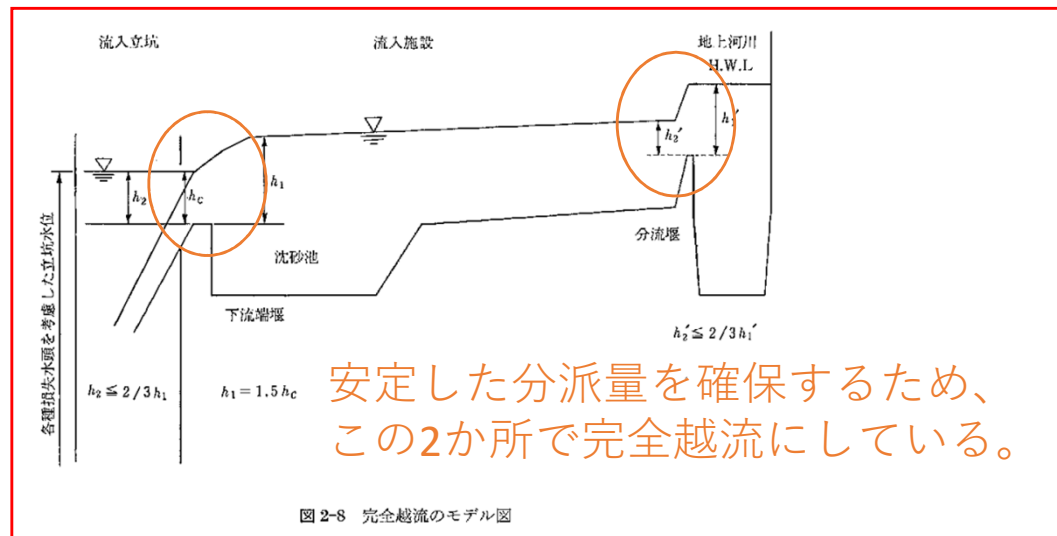


図 2-8 完全越流のモデル図