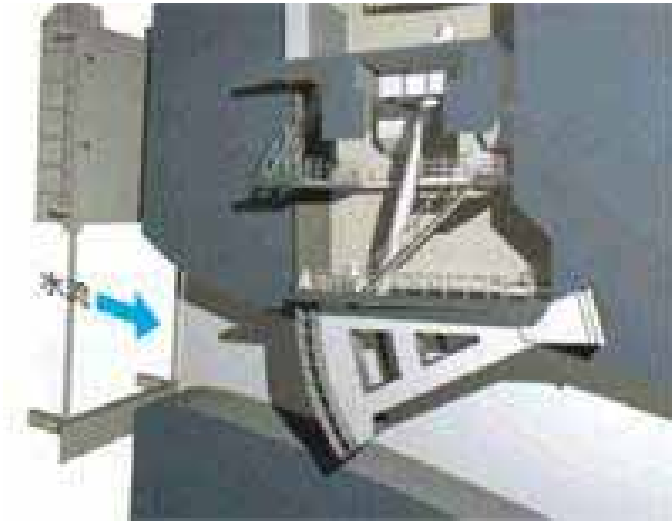


# 治水専用(穴あき)ダムに関する 考え方について

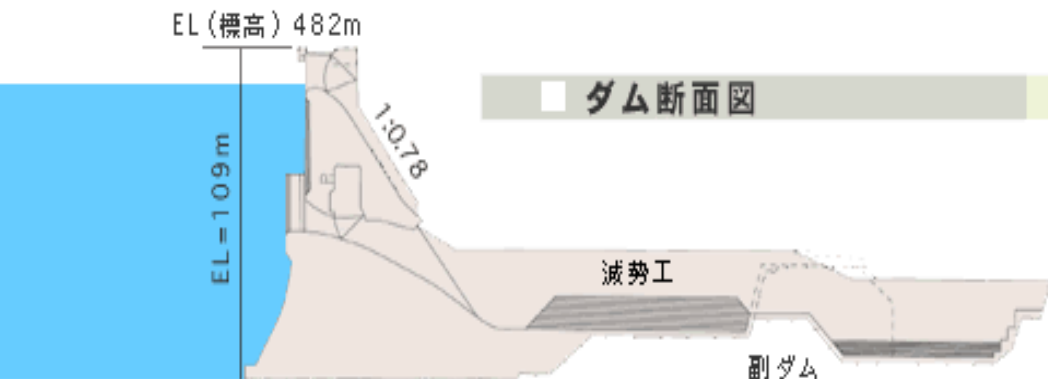
---

京都大学 工学研究科  
角 哲也

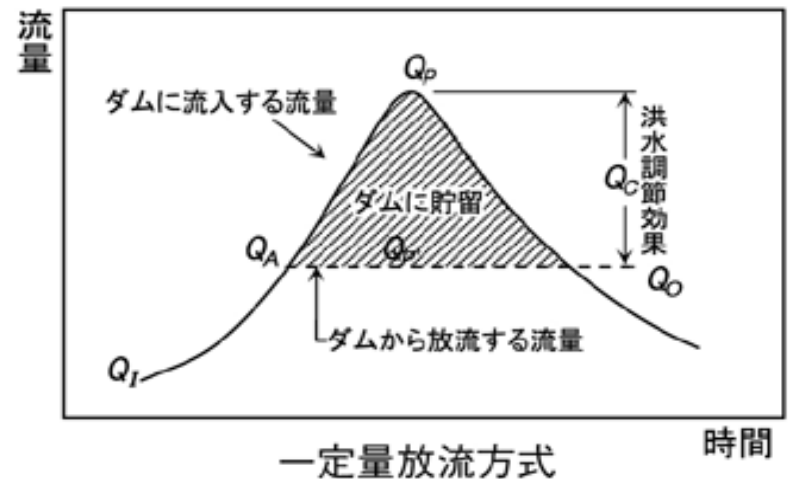
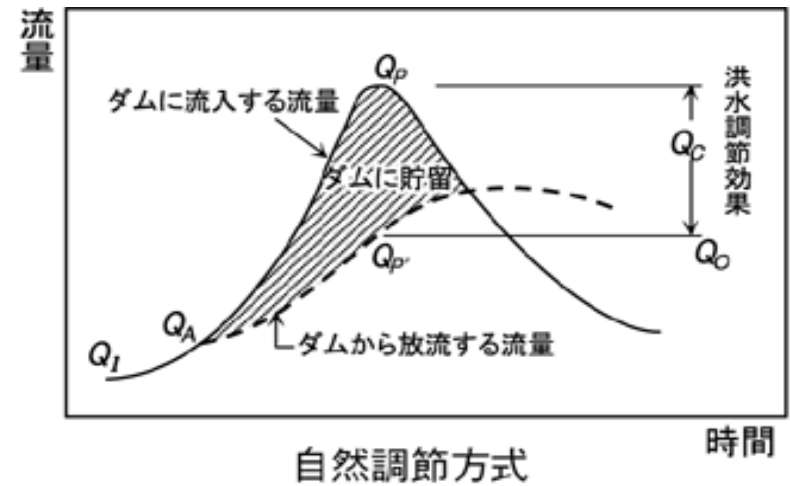
# 自然調節ダムとゲート調節ダム



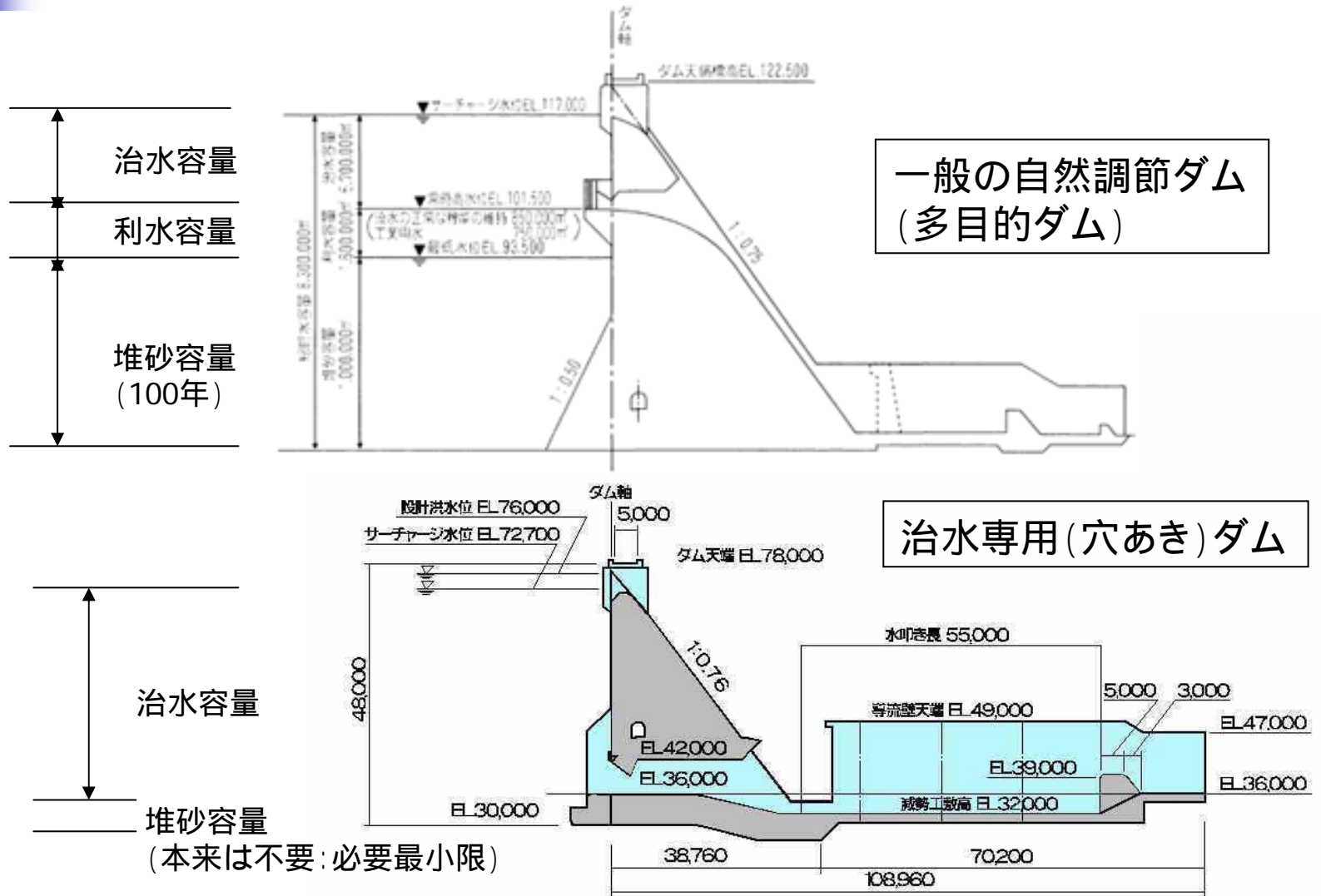
調節ゲート



ゲート調節ダム



# 自然調節ダムの中の一例としての 治水専用(穴あき)ダム



# 治水専用(穴あき)ダムの特徴

項目	細別	治水専用ダム	多目的ダム
治水	治水機能	期待される効果に応じて設定可能	
利水	既得利水に対して	補給できない (ダムが無い状態と同じ)	渇水時に補給ができ取水が安定化される
	河川維持流量に対して	補給できない (ダムが無い状態と同じ)	渇水時に補給ができ河川維持流量(最小流量)が大きくなる
	貯水池(水没地)の広さ	通常時は貯水しない 洪水時に治水容量分の水位上昇の可能性あり	堆砂容量、不特定容量分の貯水が常時ある 洪水時にさらに治水容量分の水位上昇の可能性あり
環境	土砂	土砂の堆積はわずか (ダムが無い状態と同じ)	土砂をせき止める
	水質	流入水質と同じ (ダムが無い状態と同じ)	水環境が変化する可能性があり、対策が必要

# 治水専用(穴あき)ダムの先例

## ■ 島根県益田川ダム

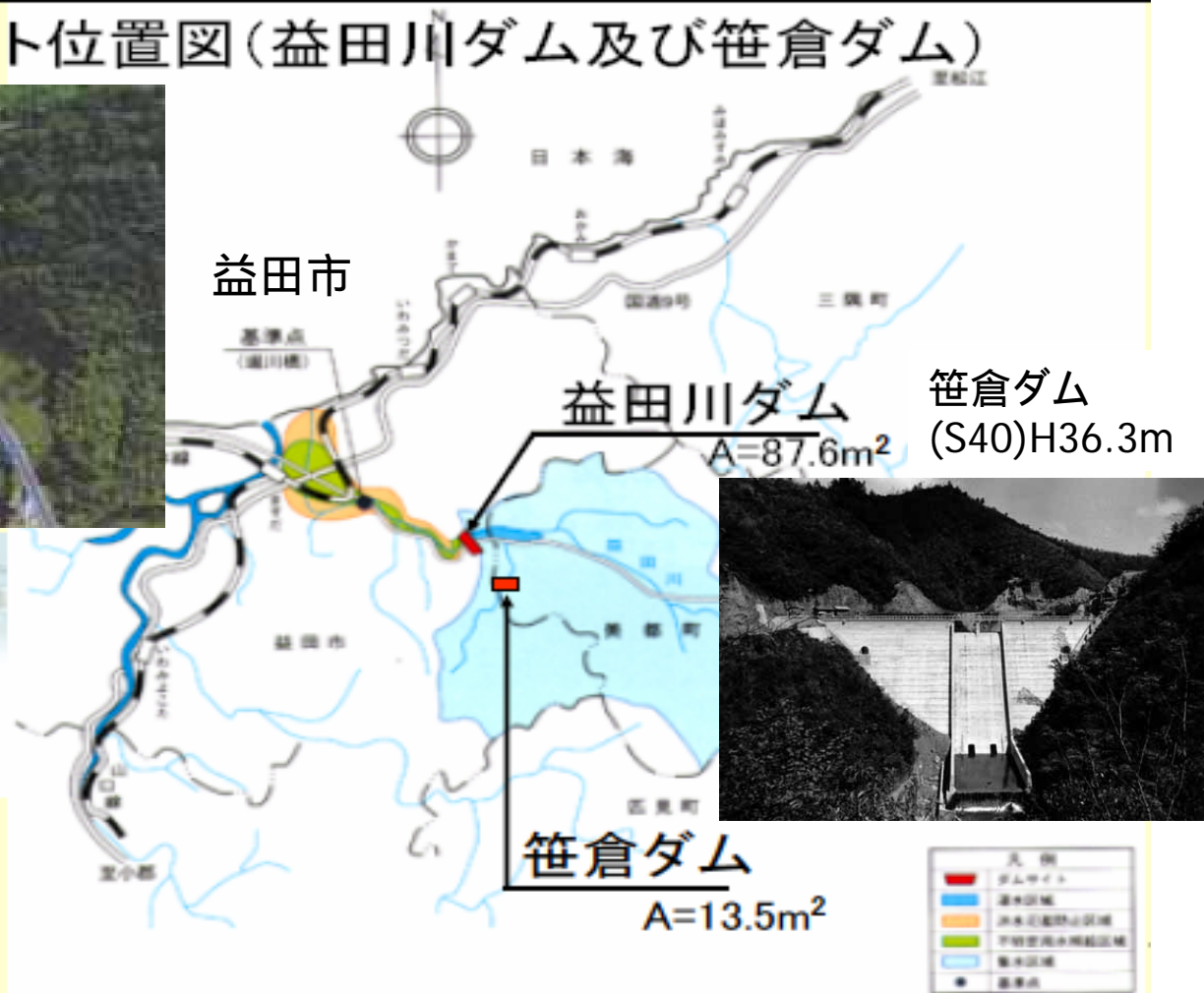
### ■ ダムサイト位置図(益田川ダム及び笹倉ダム)



益田川ダム  
完成予想図



島根県益田市



貯水池内

# 治水専用(穴あき)ダムの先例

## ■ 農地防災ダム(笹倉ダム)

土砂堆積はわずかに認められる程度

湖岸植生を維持



貯水池上流面



常用洪水吐き





# 治水専用(穴あき)ダムの先例

- 島根県益田川ダム



# 治水専用(穴あき)ダム在先例

## ■ 島根県益田川ダム



減勢工および副ダムスリット

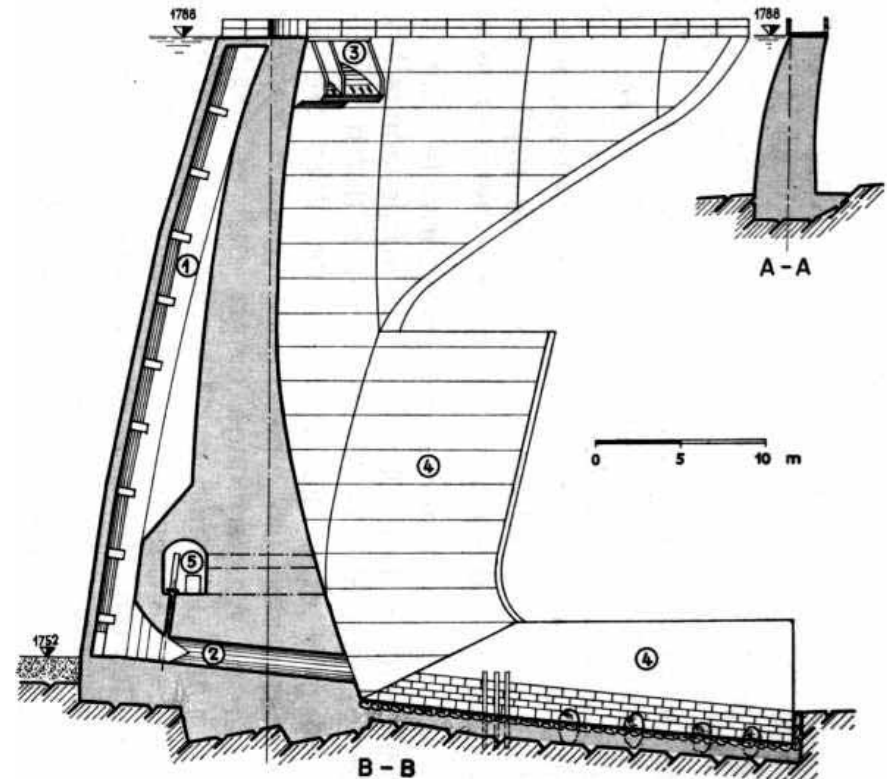
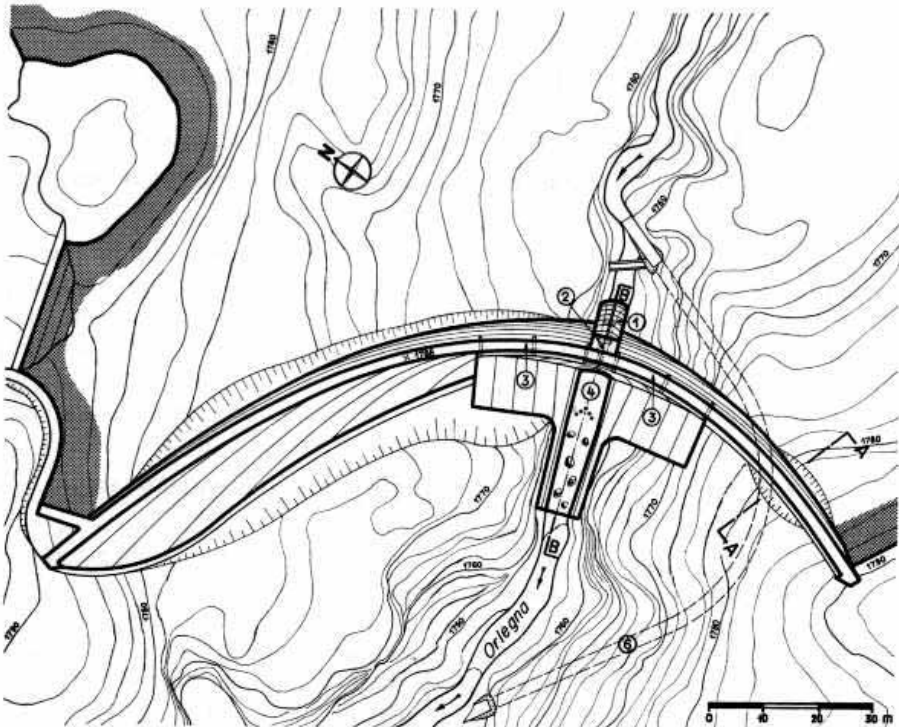


貯水池内の状況(現況河道)



# 治水専用(穴あき)ダムの先例

- 外国の事例(スイス連邦:オルデングダム)
  - 1971年完成, 高さ 42 m, 貯水容量1.67百万 $m^3$



# 治水専用(穴あき)ダムの課題

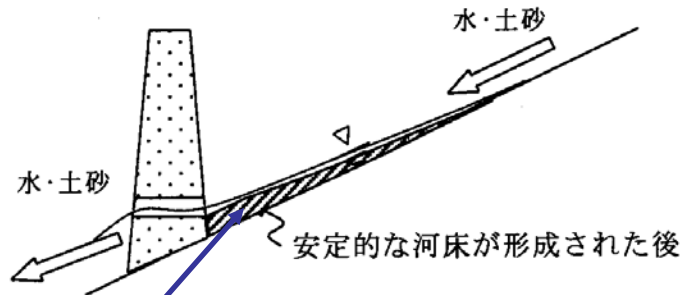
---

- 貯水池内の土砂管理
- 貯水池内の流木管理
- コストを下げる工夫

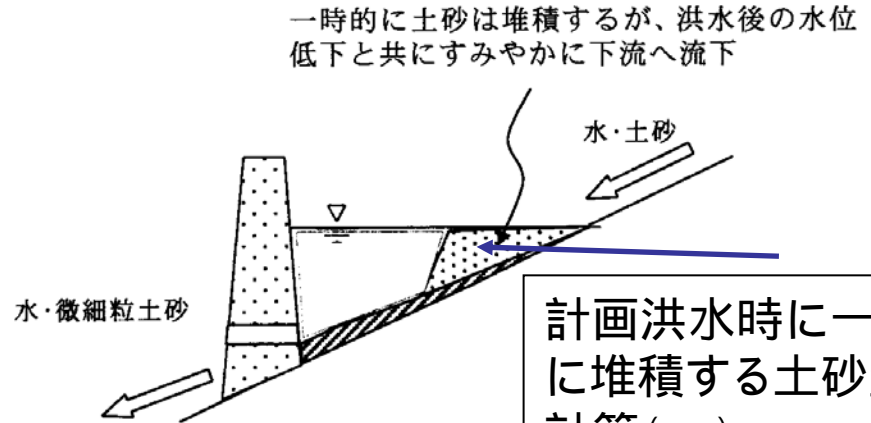
# 貯水池内の土砂管理

- **治水専用(穴あき)ダムの堆砂量の考え方**
  - 100年間で貯水池内に形成される最も高い河床高を計算( )
  - 計画洪水時に一時的に堆積する土砂量を計算( )
  - ダムの計画堆砂量( + )
- **津付ダムの計画堆砂量**
  - $217\text{千m}^3 + 28\text{千m}^3 = 250\text{千m}^3$
- **(参考) 益田川ダムの計画堆砂量**
  - $230\text{千m}^3 + 20\text{千m}^3 = 250\text{千m}^3$

# 治水専用(穴あき)ダムの堆砂量の考え方

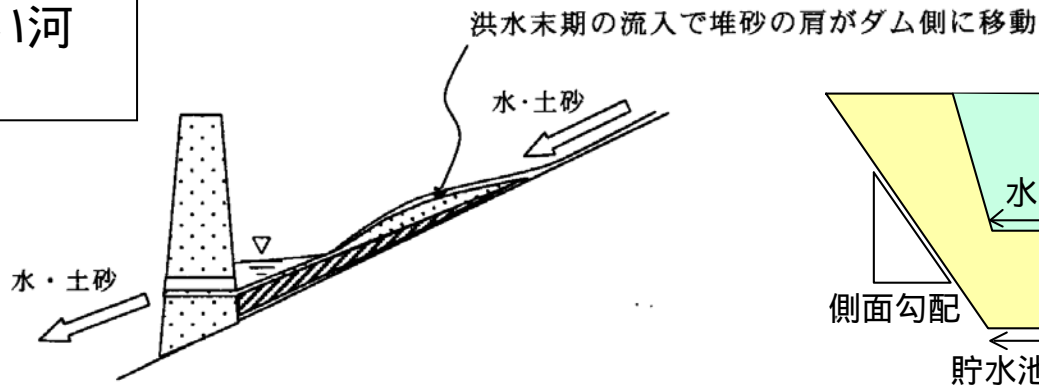


a. 常時：貯水池は空虚。  
土砂も水も下流へ流下。

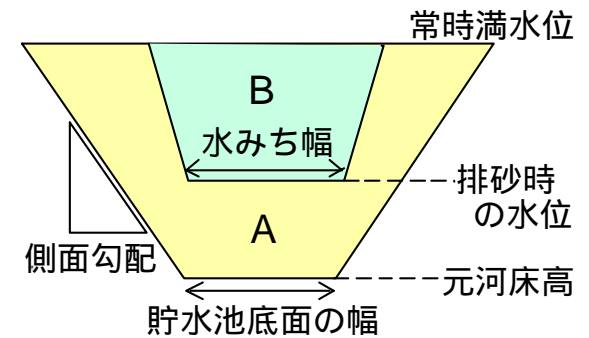


b. 洪水調節時：洪水時は水を貯留し、土砂も一時的に貯留する。

100年間で貯水池内に形成される最も高い河床高を計算( )



c. 洪水末期：洪水末期の貯水位低下時に、水位の低下と共に土砂と下流へ放流。



一般的な排砂形態

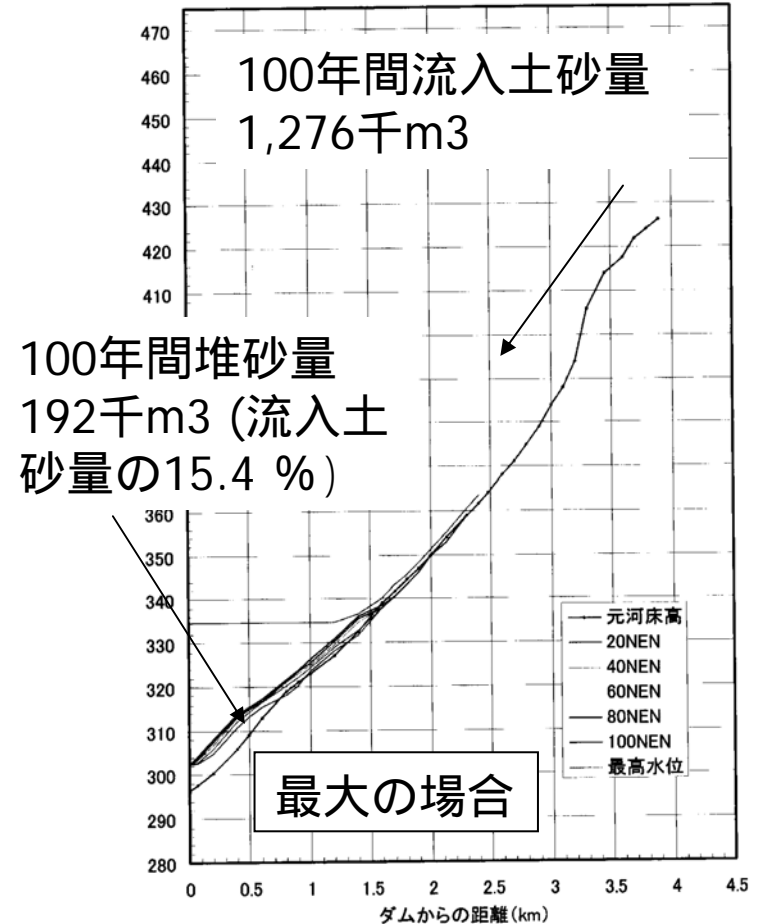
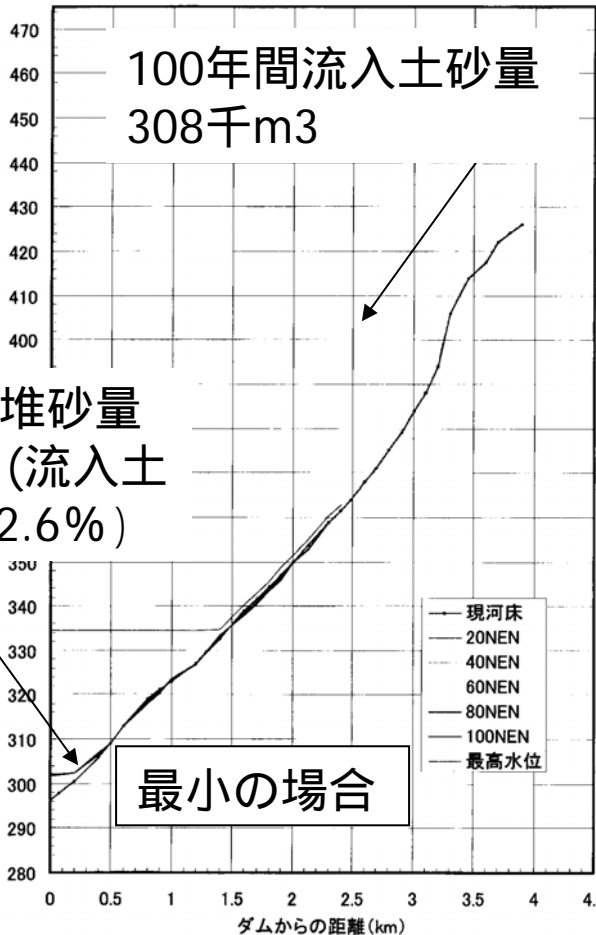
# 津付ダム堆砂量計算(100年間)

- 比堆砂量 ( $80 \sim 250\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ )
  - 根拠: 近傍類似ダム実績 ( $100 \sim 250\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ )  
流砂量式 ( $80 \sim 250\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ )
- 100年間流入土砂量 (流砂量計算による) ( $A=50.3\text{km}^2$ )
  - $308 \sim 1,276\text{千m}^3$  (流入土砂粒径の相違による)
- 100年間貯水池内最大堆砂量 (貯水池内河床変動計算による)
  - $39 \sim 192\text{千m}^3$  (流入土砂量の12.6 ~ 15.4%) 通常 80 ~ 90%
- 細粒土砂成分(数 $10\mu\text{m}$ 以下:沈降速度  $w = 10^{-1}\text{cm/s}$  程度)は洪水貯留時(12hr程度)にはほとんど堆積せずに放流水とともに流出
- (参考) 益田川ダム堆砂量計算 (100年間)
  - 比堆砂量 ( $260\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ )
  - 100年間流入土砂量 ( $1,950\text{千m}^3$ ) ( $A=74.1\text{km}^2$ )
  - 100年間貯水池内最大堆砂量  $230\text{千m}^3$  (流入土砂量の11.8%)

# 津付ダム堆砂量計算(100年間)

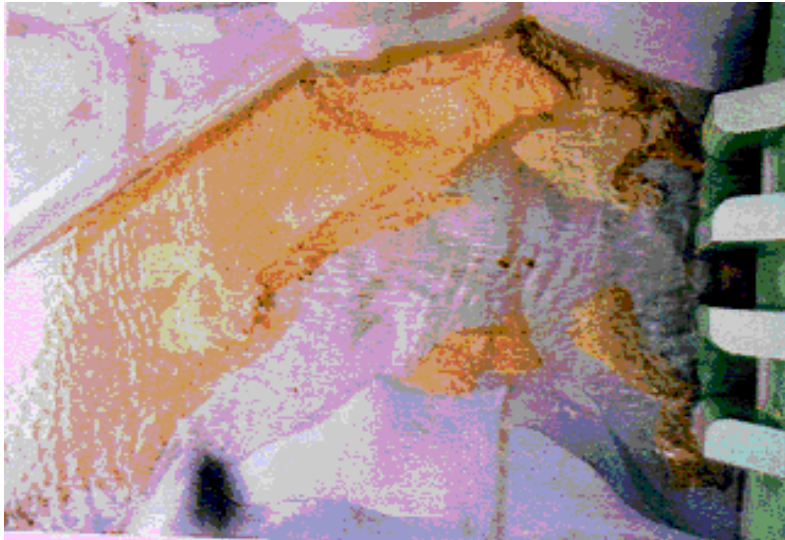
## 100年後の貯水池内の堆砂高さ(大股川)

通常ダムの  
捕捉率  
80~90%

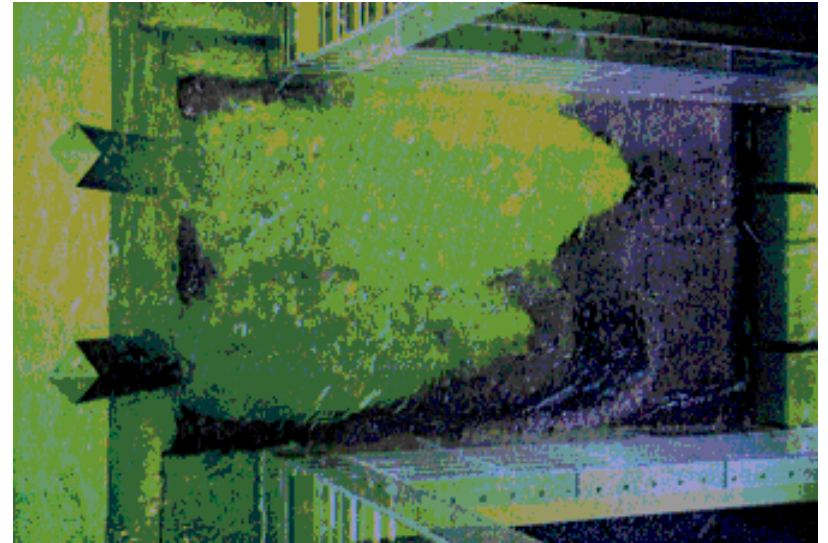


# 常用洪水吐きに関する水理模型実験

## ■ 土砂の安全な通過に関する検討(益田川ダム)



貯水池内の土砂堆積状況



減勢工内の土砂フラッシュ状況

### ■ 明らかになった事項

貯水池内には水みちが形成され、旧河道の高さがほぼ維持される

側岸部に土砂が一部堆積する

減勢工内では洪水初期に一時的に堆積が生じるが、洪水ピークにかけて土砂がフラッシュされる

減勢工内の土砂は副ダムスリットから順次排出される

# 治水専用(穴あき)ダムの課題

## ■ 貯水池内の流木管理

- 想定される流木に対して十分な常用洪水吐き断面を確保
  - 同じ流水断面でも多少幅広の方が安全性が高い可能性あり
  - 安全性を考慮すれば2門構成の方が有利である

(参考) 益田川ダム (高さ3.4m × 幅4.45m × 2門)

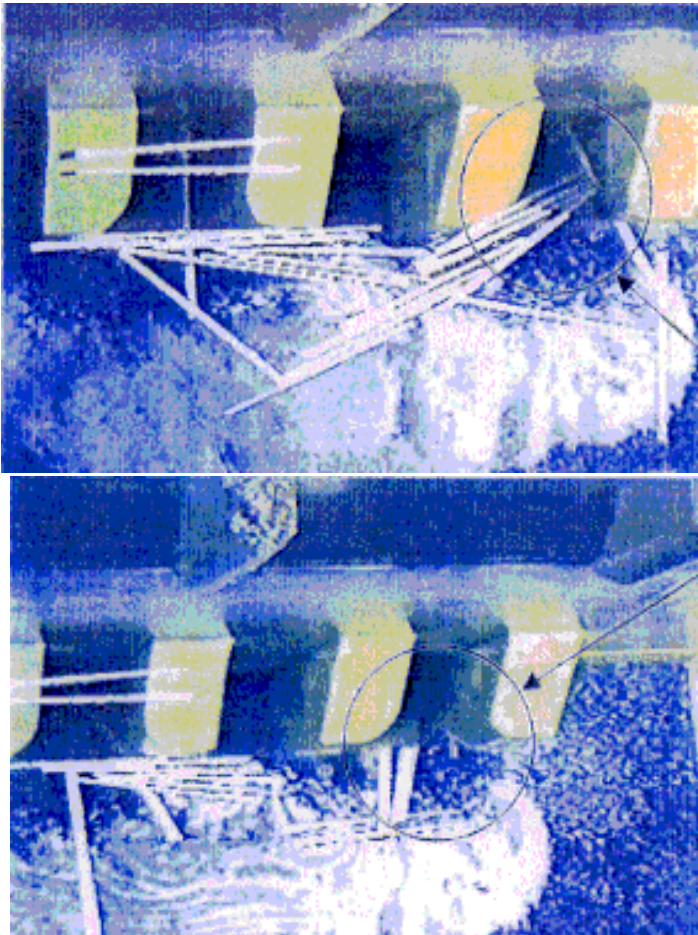
笹倉ダム (高さ2.0m × 幅1.5m × 2門)

津付ダム (高さ1.9m × 幅1.9m × 1門)

- 閉塞防止のためのスクリーンを常用洪水吐きに設置
- 貯水池内あるいは上流河道に流木捕捉用のスリット堰などを設置

# 常用洪水吐きに関する水理模型実験

## ■ 流木の安全な通過に関する検討(益田川ダム)



常用洪水吐きからの流木流下状況  
(実験条件(縮尺1/40),長さ9m,直径30cm,100本)

### ■ 明らかになった事項

水位が高い状態では流木は水面を漂う

水位が低下し、常用洪水吐きが開水路流になると、流木が洪水吐き流下方向に向きを変える

間欠的に流木が常用洪水吐きに吸い込まれ下流へと流下する

最終的にはピアの上、全面に数本の流木のみが残った(5本 / 100本 = 5%)

# 治水専用(穴あき)ダムの課題

- 常用洪水吐きスクリーンの事例(笹倉ダム)



自然調節ダムの事例

小断面の穴あき常用洪水吐きではスクリーンの設置例が多い

# 治水専用(穴あき)ダムの課題

- コストを下げる工夫
  - 常時貯留しない穴あきダムのメリットを活かした工夫
    - ダム管理設備などの省力化(ゲート操作不要)
    - 止水処理(グラウチング)の工夫
    - 貯水池内の付け替え道路などの工夫
    - 試験湛水の工夫
    - 貯水池内の通常時利用の工夫
  - 穴あきダムであるが故に必要な維持管理の工夫
    - 貯水池内の定期清掃(流木、ゴミなど)
    - 局所的な貯水池内堆砂の掘削処理(下流土砂還元は容易)  
(いずれにしても貯水池内へ降りる進入路の確保が重要)

# 結論

## ■ 治水専用(穴あき)ダムの特徴

- 洪水調節は、ゲート操作を行わない一般的な自然調節方式のダムと同様である
- 利水容量が不要な治水に特化した施設であり、常用洪水吐きを元河床高に近づけることにより、ダム堆砂量を最小限にすることができる
- 日本では、農地防災ダムでの数十年間の管理実績を有しており、本格的な治水専用ダムとして益田川ダムが完成し、他に計画中のダムも増加している
- 海外でも、スイス連邦などで同様な形式のダムが建設・管理されている
- 常時湛水しないことから、平常時の水質変化、湛水区域内の環境変化(湖岸植生など)、景観変化などはほとんど無い
- 常時湛水しない穴あきダムのメリットとして、ダム管理設備、止水処理(グラウチング)、貯水池内の付け替え道路、試験湛水などに関する合理化・省力化の可能性があり、検討することが必要である

# 結論

## 治水専用(穴あき)ダムの安全性

- 土砂管理の視点
  - 100年間の堆砂計算および計画洪水時に一時的に堆積する土砂量の両者を加味して必要な治水容量を確保している
  - 100年間の堆砂計算は現地の土砂粒径分布および流量変動を考慮した一般的な1次元解析である
  - 貯水池内に堆積する土砂は砂礫を中心として流入土砂の10-15%程度であり、一般的な貯水ダム(80-90%程度)に比較して格段に小さい
  - 貯水池内に堆積する土砂量(4~20万 $m^3$ )は、下流河道で計画されている掘削量(ダム無し:130万 $m^3$ 、ダム有り:80万 $m^3$ )に比較しても小さい
  - 常時は貯水しないため、貯水池内に堆積した土砂の管理は一般的な貯水ダムより極めて容易である
  - 細粒分は洪水中および洪水末期にほとんど排出されるので、河川を本来流下すべき物質輸送(栄養塩、シリカ、鉄分など)に与える影響は小さい

# 結論

## 治水専用(穴あき)ダムの安全性

### ■ 流木管理の視点

- 想定される流木に対して十分な常用洪水吐き断面を確保する必要がある
- 十分な断面が確保されれば、洪水時に流入した流木は貯水位低下時にその大部分が常用洪水吐きを安全に通過する
- 同じ流水断面でも多少幅広の方が安全性が高く、可能であれば、安全性を考慮して2門構成の可能性も検討する必要がある
- 止むを得ず小断面となる場合には、閉塞防止のためのスクリーンを常用洪水吐きに設置することで対応可能である
- 貯水池内あるいは上流河道に流木捕捉用のスリット堰などを設置することで流入流木量を減少させることが有効である
- 常時は貯水しないため、貯水池内に流入した流木の管理を行うための貯水池内へ降りる進入路を確保する必要がある