

第4回 流水型ダム環境保全対策検討委員会

説明資料

【流水型ダムによる環境影響の最小化に向けた検討状況】

令和4年8月24日



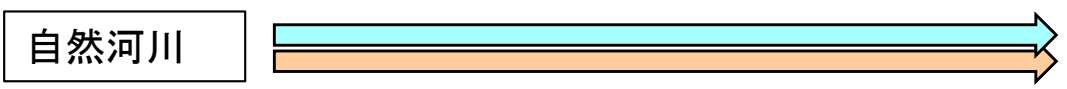
国土交通省 九州地方整備局 川辺川ダム砂防事務所

1. 「流水型ダム」の特徴（水の流れ、土砂の流れ）

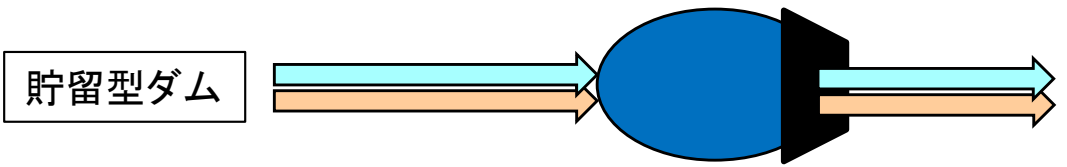
○自然河川(ダムが無い河川)、貯留型ダム、流水型ダムの平常時・洪水時の河川の水・土砂の流れの特徴を以下に示す。



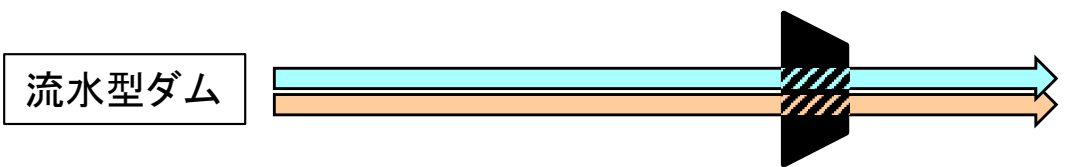
【平常時※のイメージ】 ※一定規模の洪水まで



・河川の水や土砂は連続的に流れる



・河川の水や土砂はダムで貯めて、下流へ流す

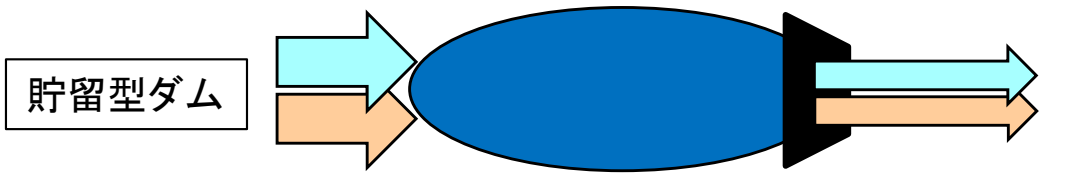


・ダムへの貯留がないため、河川の水や土砂は下流に流れる。

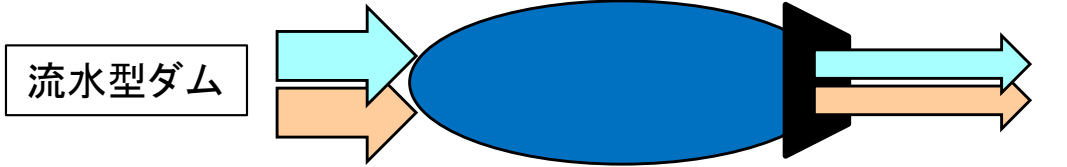
【洪水時のイメージ】



・河川の水や土砂は連続的に流れる

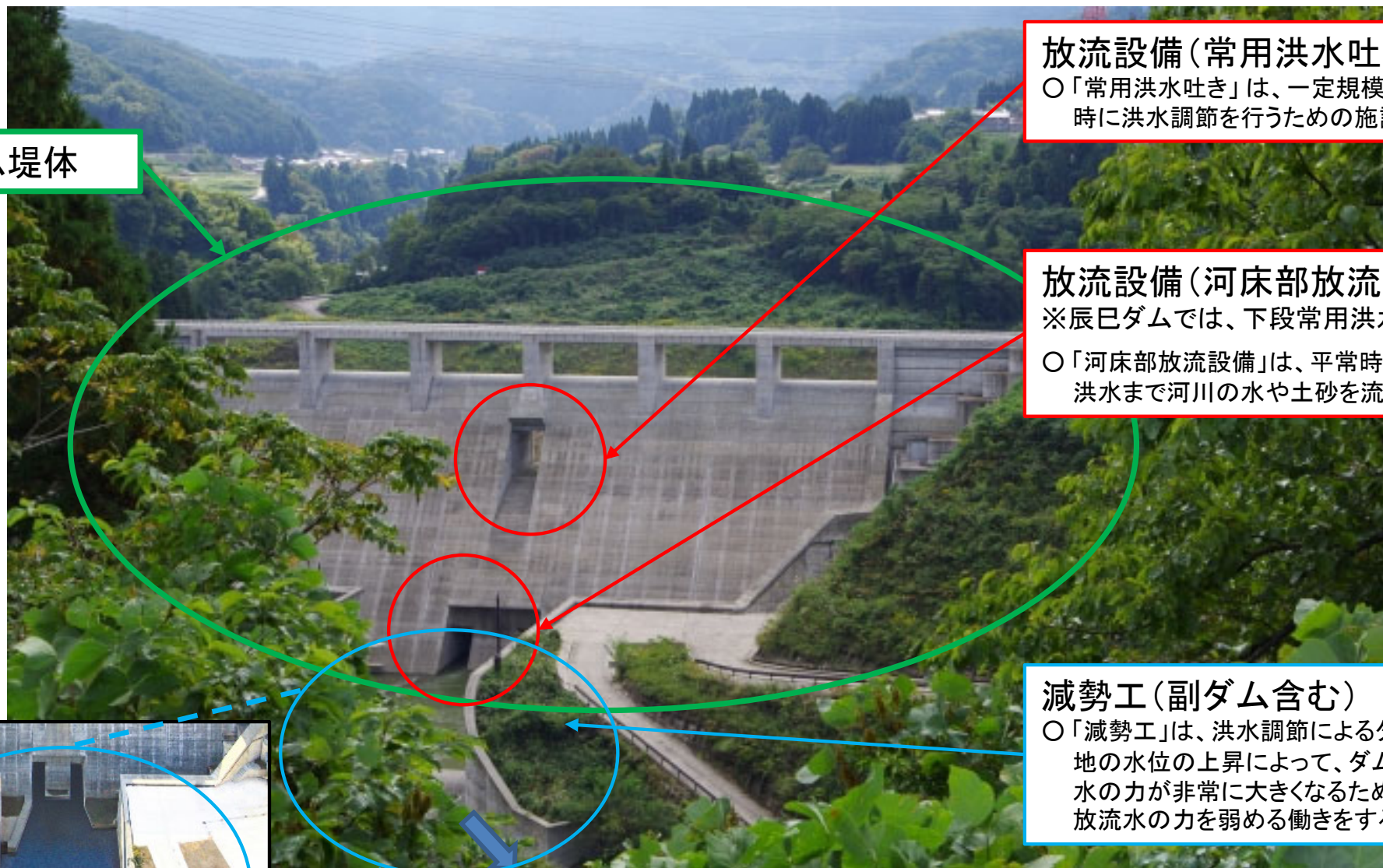


・河川の水や土砂はダムで貯めて、下流へ流す



・一定規模を超える洪水時のみ、河川の水や土砂はダムで一時的に貯めて、下流へ流す

○運用中の流水型ダム(辰巳ダム・石川県)を事例として、流水型ダムの主な施設を下記に示す。

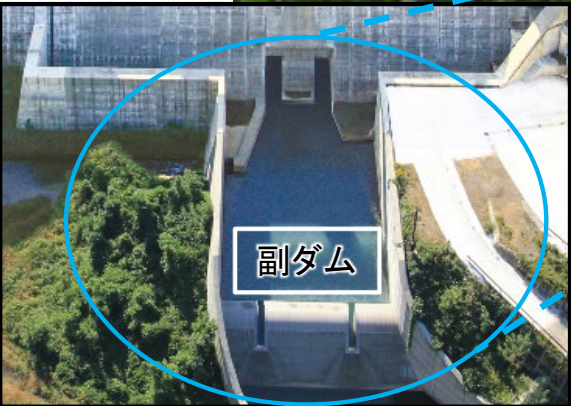


ダム堤体

放流設備(常用洪水吐き)
○「常用洪水吐き」は、一定規模を超える洪水時に洪水調節を行うための施設

放流設備(河床部放流設備)
※辰巳ダムでは、下段常用洪水吐きと呼ぶ
○「河床部放流設備」は、平常時や一定規模の洪水まで河川の水や土砂を流すための施設

減勢工(副ダム含む)
○「減勢工」は、洪水調節によるダム洪水調節地の水位の上昇によって、ダムからの放流水の力が非常に大きくなるためダムからの放流水の力を弱める働きをする施設



副ダム

下流側から上流側を望んだ全景写真

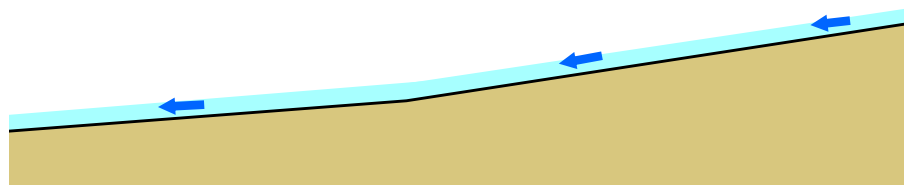
ダム便覧HPより

減勢工(副ダムを含む)の近景写真

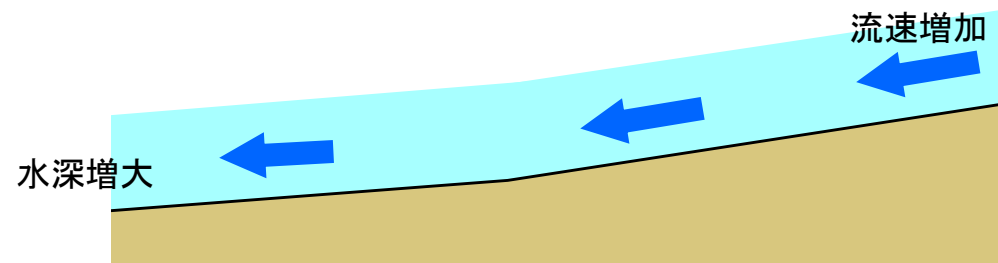
「自然河川(ダムが無い河川)」の水の流れ、「貯留型ダム」の水の流れ

○自然河川(ダムが無い河川)は、平常時・洪水時ともに河川の水は連続的に流れる。

①【自然河川】平常時の水の流れのイメージ

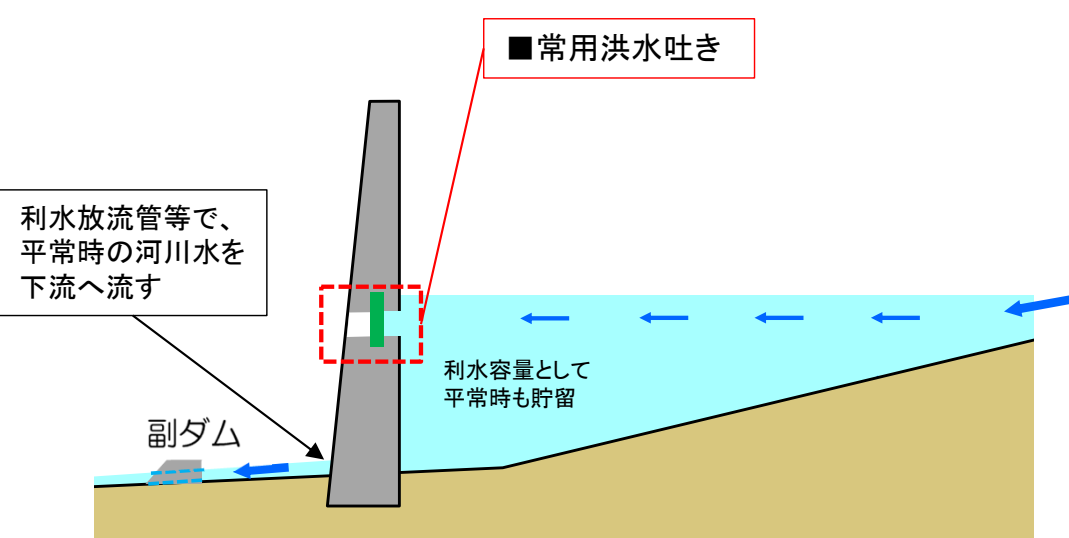


②【自然河川】洪水時の水の流れのイメージ

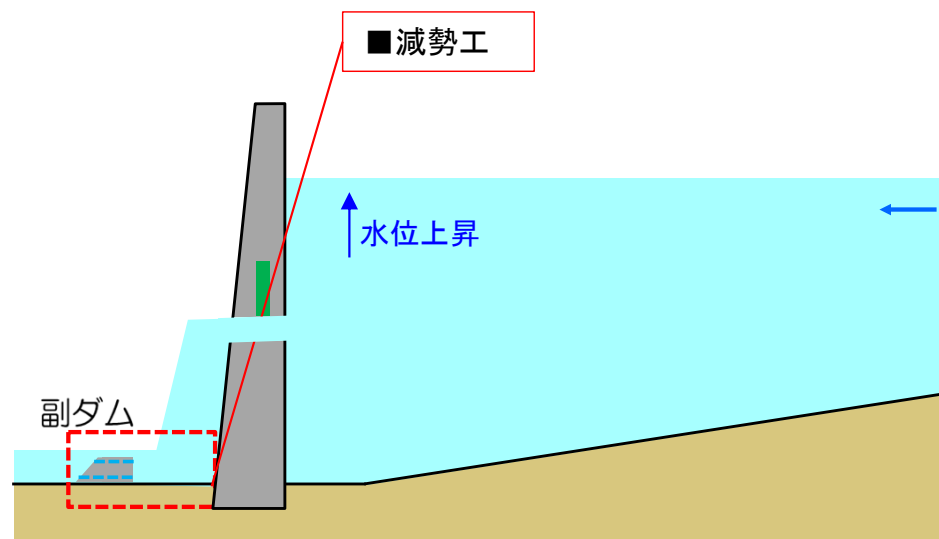


○貯留型ダムは、平常時・洪水時ともに河川の水はダムに貯まる。

①【貯留型ダム】平常時の水の流れのイメージ

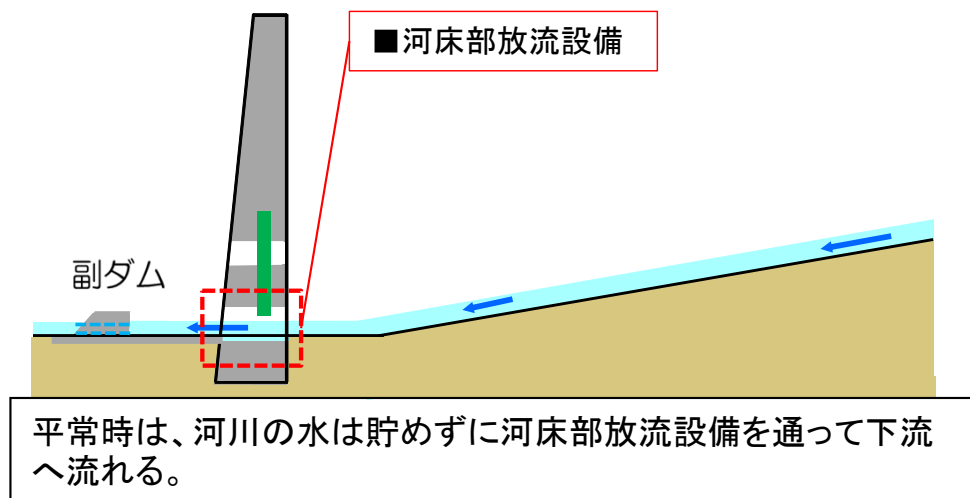


②【貯留型ダム】洪水時の水の流れのイメージ(洪水調節中)

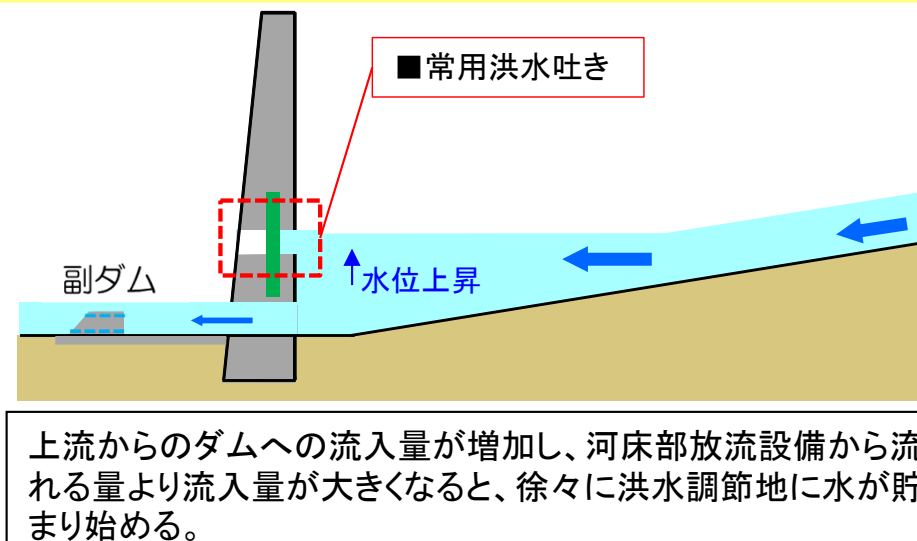


- 流水型ダムは、平常時及び一定規模の洪水までは、ダムへの貯留がないため、河川の水は下流に流れる。
- 一定規模を超える洪水時には、河川の水はダム地点で一時的に貯まる。

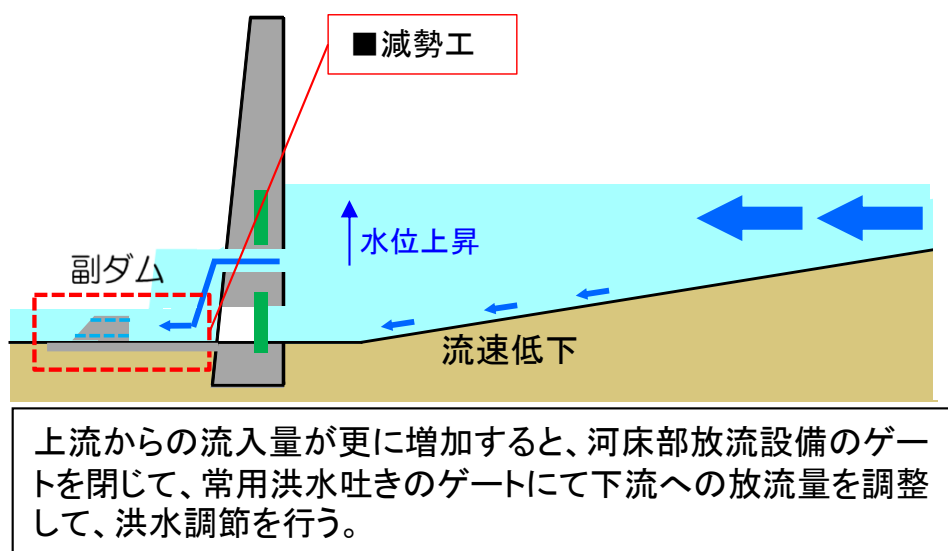
①【流水型ダム】平常時の水の流れのイメージ



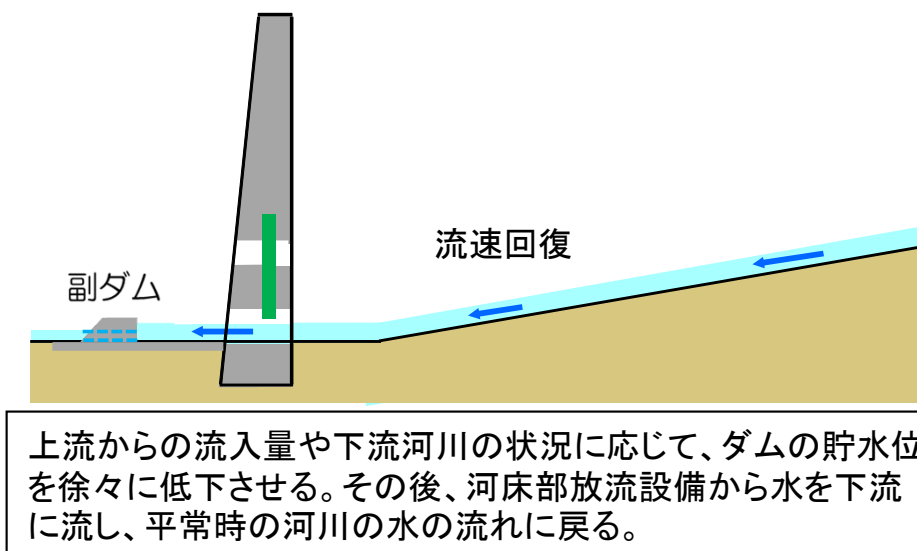
②【流水型ダム】洪水時の水の流れのイメージ(洪水調節開始)



③【流水型ダム】洪水時の水の流れのイメージ(洪水調節中)



④【流水型ダム】洪水後の水の流れのイメージ

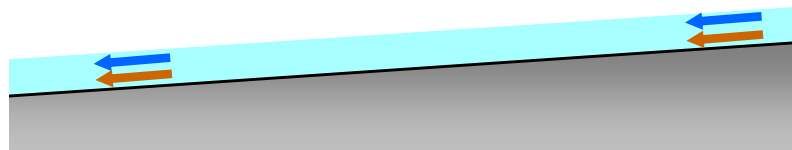


「自然河川(ダムが無い河川)」の土砂の流れ

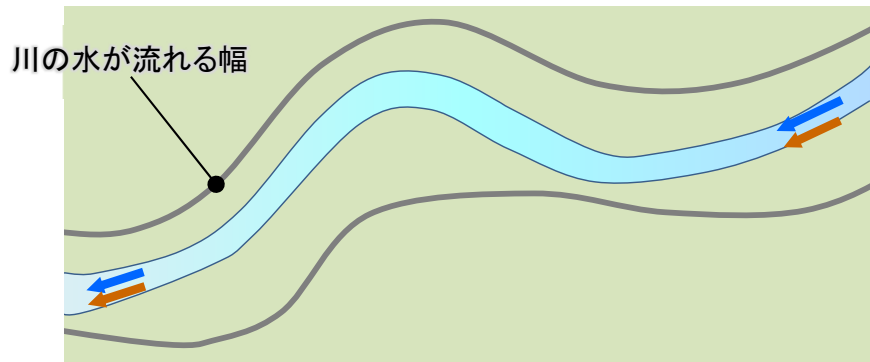
○平常時・洪水時は、水と一緒に土砂が流れることにより、河道の堆積・侵食が繰り返されることで自然河川の河道が形成される。
 ○シルト・粘土は流水とともに浮遊して下流に流れ、砂は舞い上がりながら流れる。一方、比較的粒径が大きい石礫は河床付近を転がりながら流れる。一定規模の洪水でも石礫が動くことで攪乱が起こり、自然河川の河床材料が形成される。

【自然河川】平常時のイメージ

<横から見た絵>

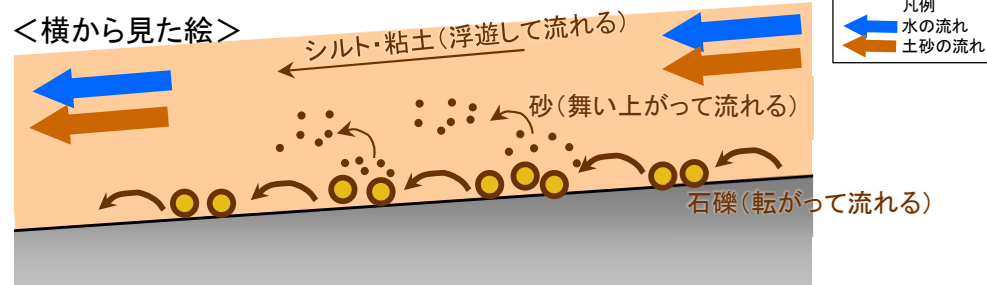


<上から見た絵>

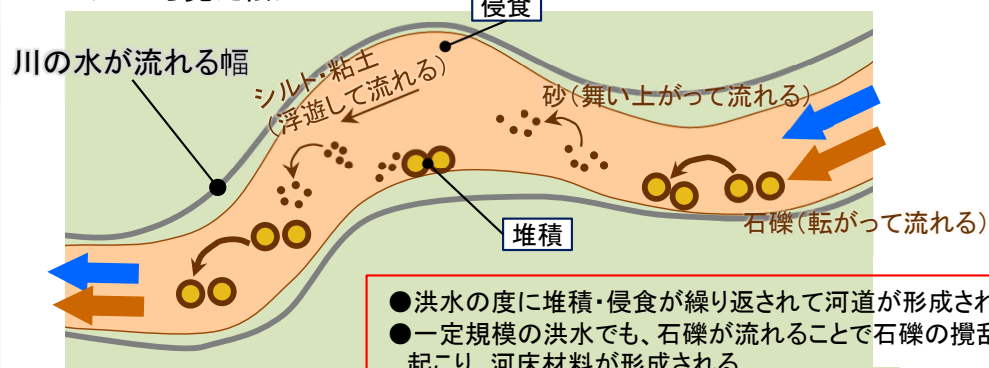


【自然河川】洪水時のイメージ

<横から見た絵>



<上から見た絵>



●洪水の度に堆積・侵食が繰り返されて河道が形成される。
 ●一定規模の洪水でも、石礫が流れることで石礫の攪乱が起こり、河床材料が形成される。

粒径の大きさ ←

シルト・粘土

0.075mm

砂

2.0mm

石礫 →

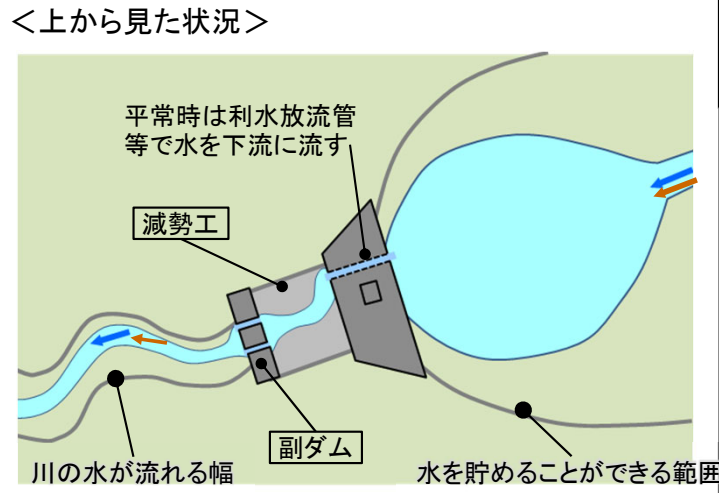
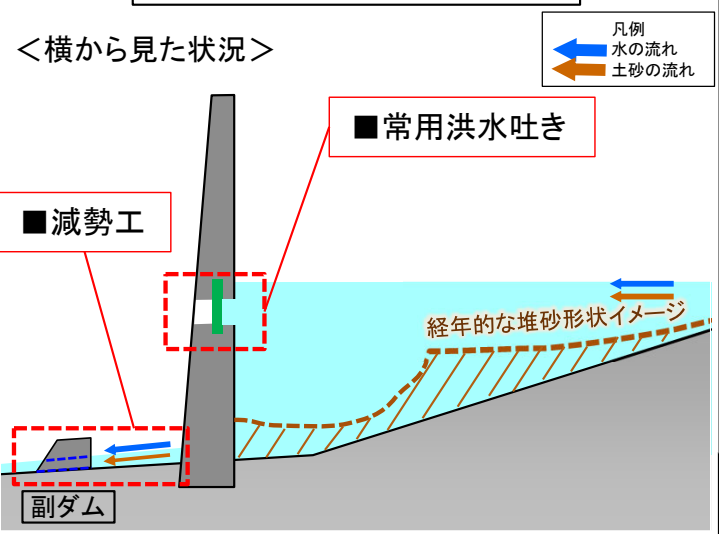
【参考】
 河床材料区分
 (シルト・粘土、砂、石礫)
 のイメージ



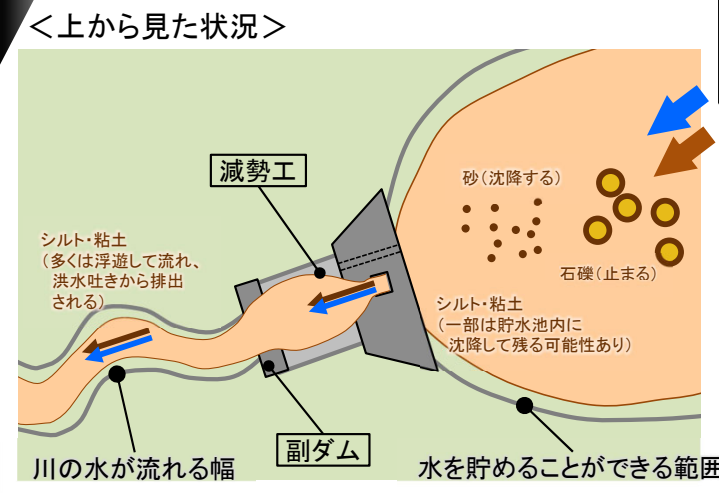
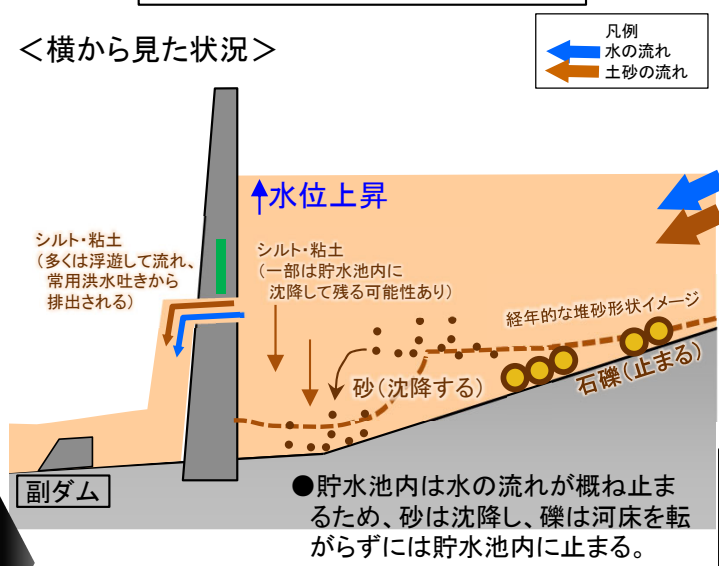
「貯留型ダム」の土砂の流れ

- 平常時・洪水時ともに河川の水を貯めているため、洪水時に上流から流れてくる土砂のうち、シルト・粘土の多くは浮遊して常用洪水吐きから排出され下流へ流れる（一部は貯水池内に沈降し残る可能性あり）が、砂、石礫の多くは貯水池内に留まることになり、ダム下流へ流れる土砂量が減ることが考えられる。
- そのため、自然河川と比較して土砂の流れが変化し、ダム下流河川の河道形状や河床材料が変化することが考えられる。

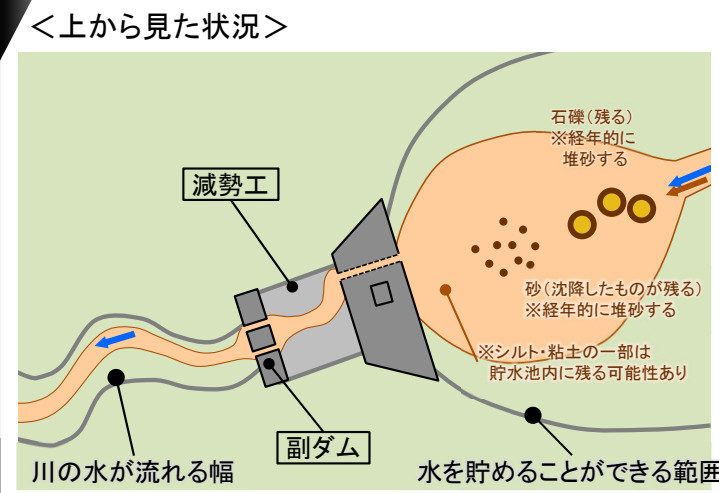
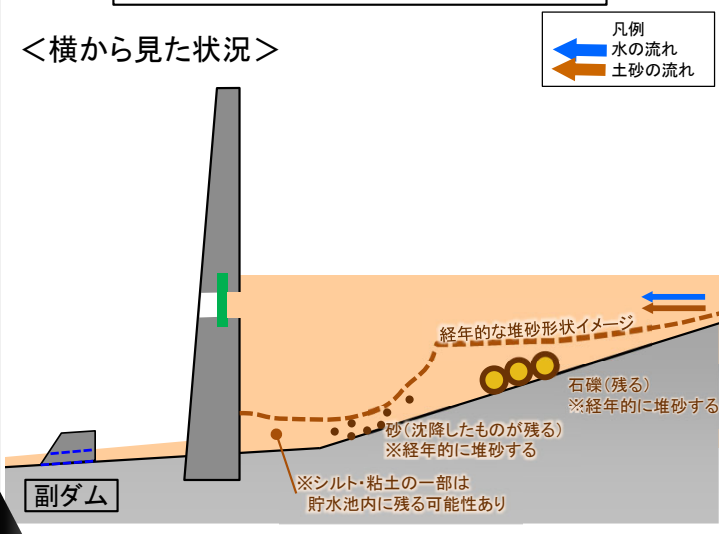
【貯留型ダム】平常時のイメージ



【貯留型ダム】洪水時のイメージ



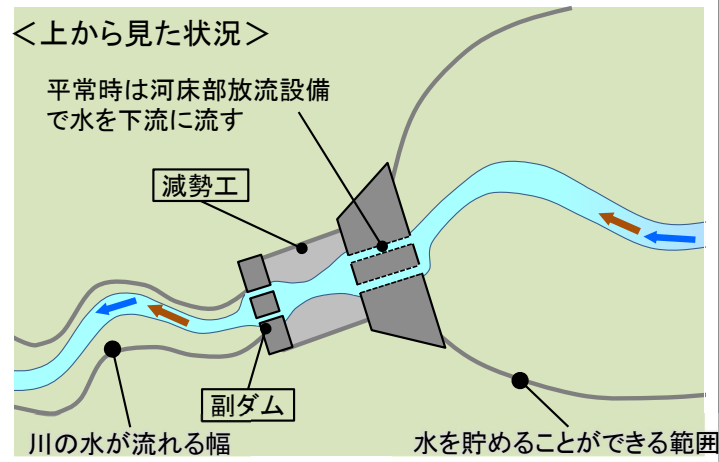
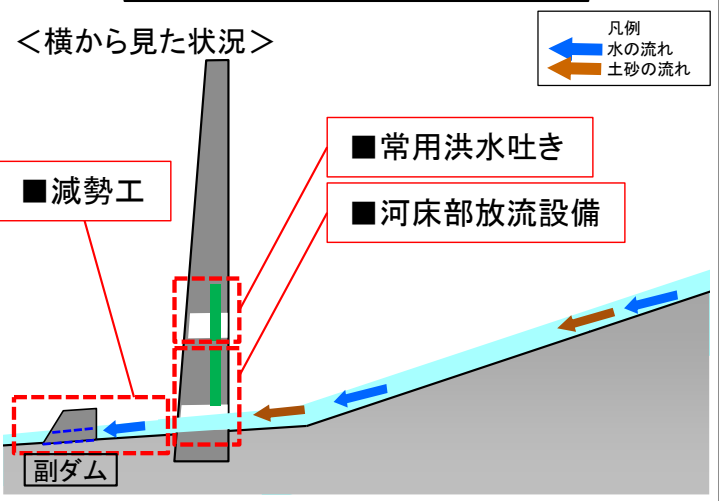
【貯留型ダム】洪水後期のイメージ



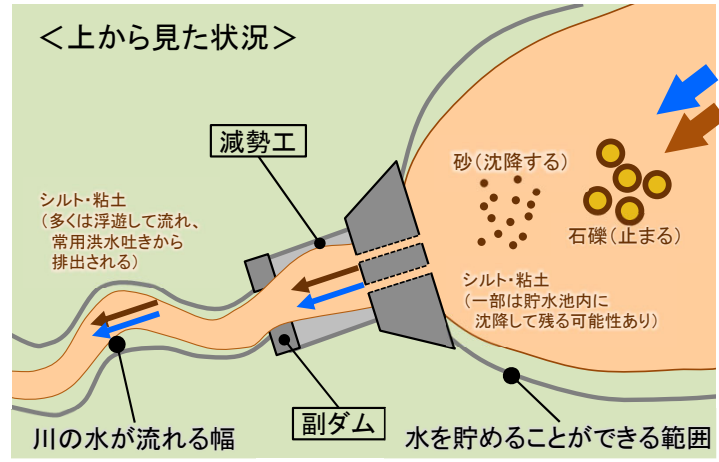
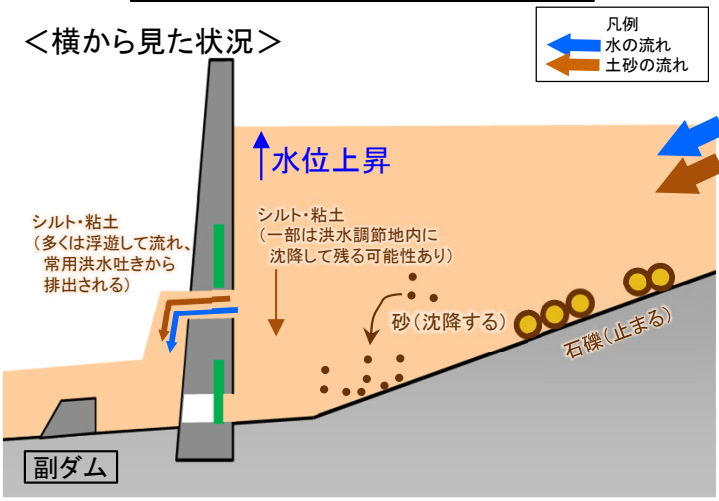
「流水型ダム」の土砂の流れ

- 平常時及び一定規模の洪水までは、ダムへの貯留がないため、土砂は下流に流れる。
- 一定規模を超える洪水時には河川の水はダム地点で一時的に貯まるため、流れてくる土砂のうち、シルト・粘土の多くは浮遊して常用洪水吐きから排出され下流へ流れる(一部は洪水調節地内に沈降し残る可能性あり)が、砂、石礫の多くは洪水調節地内に留まる。
- 洪水後期は貯水位が低下する過程で、ダム上流側の流速が回復し、砂、石礫は下流へ流れるが、一部、ダム上流に残る可能性もある。
- そのため、自然河川と比較して土砂の流れ(タイミング等)が変化し、ダム上流の洪水調節地からダム下流河川の河道形状や河床材料が変化することが考えられる。

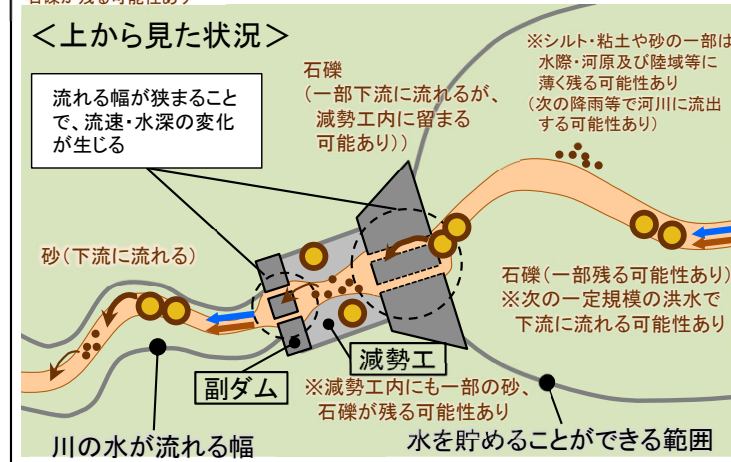
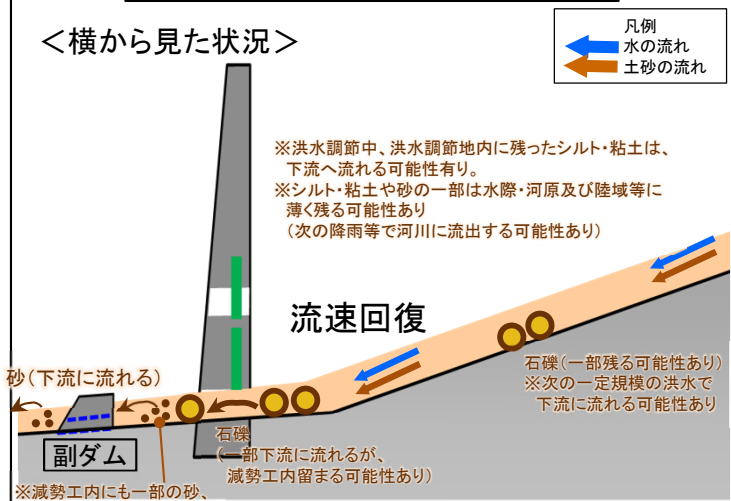
【流水型ダム】平常時のイメージ



【流水型ダム】洪水時のイメージ



【流水型ダム】洪水後期のイメージ



河川整備基本方針における川辺川の流水型ダムの洪水調節ルール

- 河川整備基本方針変更の検討においては、過去の主要洪水をもとに設定した降雨波形群による洪水に対し、流水型ダムを含む流域内の洪水調節施設による洪水調節により、人吉地点における流量を人吉層を露出させない範囲での河道掘削により確保が可能な河道配分流量4,000m³/sに低減させるため、川辺川の流水型ダムの洪水調節ルールを下図のとおり設定している。
- なお、当該ルールに基づく洪水調節により、令和2年7月洪水(実績)に対しても洪水調節効果を発揮し、球磨川水系流域治水プロジェクトによる効果[越水による氾濫防止(人吉市の区間等)、家屋の浸水防止(中流部)]を発現することも確認している。

【川辺川の流水型ダムの洪水調節ルール】

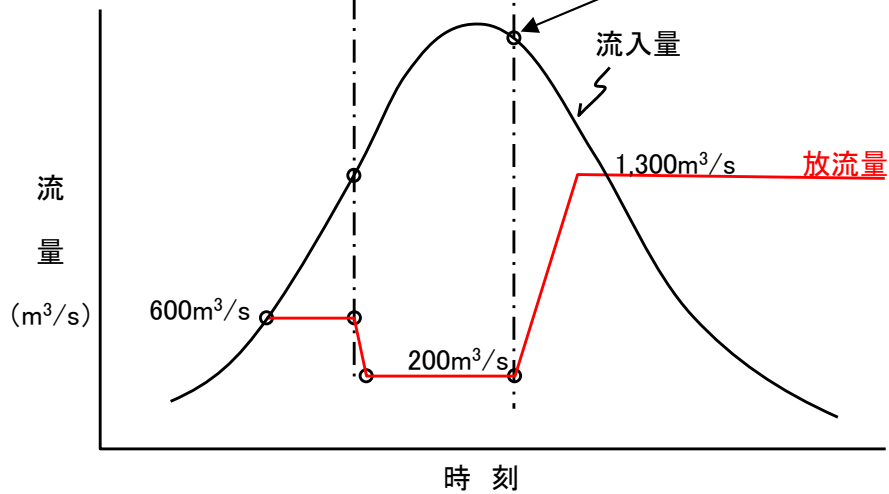
- ・洪水調節開始流量 : 600m³/s ……令和2年7月洪水のような立ち上がりの早い洪水に対応するため、「600m³/s」として設定
- ・不定率操作時放流量 : 200m³/s ……人吉地点の流量を計画高水流量(4,000m³/s)以下になるように、「200m³/s」として設定
- ・後期放流時の最大放流量 : 1,300m³/s ……下流河道の整備を考慮し、「1,300m³/s」として設定

河川整備基本方針変更の検討時に用いた川辺川の流水型ダムの洪水調節ルール

【200m³/sの不定率操作への移行条件】
 「流水型ダム地点」及び「球磨川本川(川辺川合流点上流)」の流量に応じて放流量を低減

【200m³/sの不定率操作の解除条件】
 直前ピーク流量 - 50m³/s
 「球磨川本川(川辺川合流点上流)」流量減少時
 「流水型ダム地点」流入量減少時

流水型ダム地点



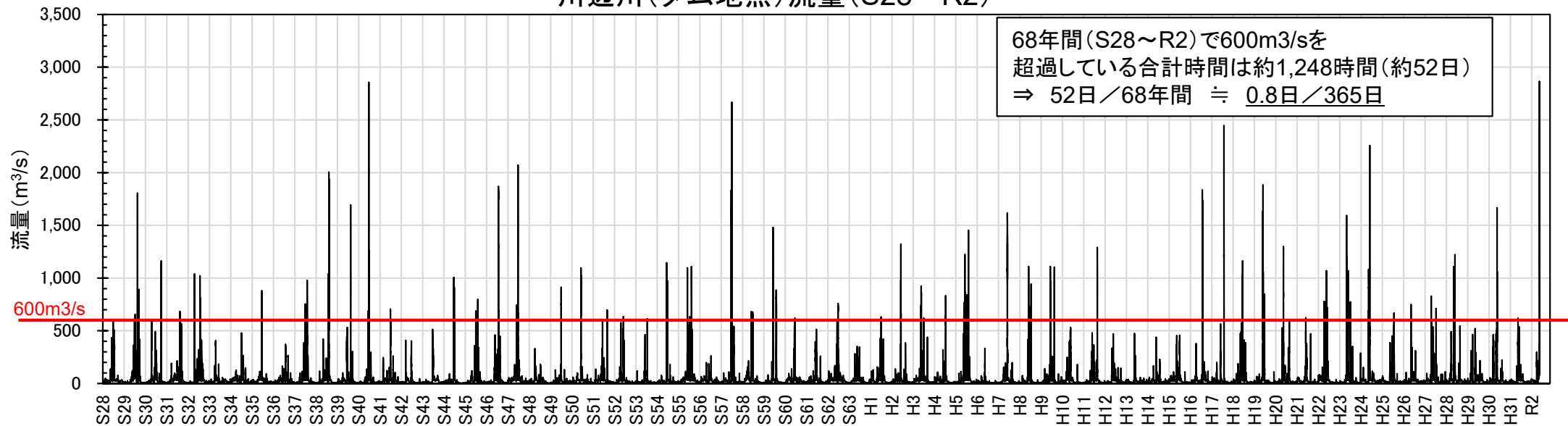
川辺川における過去68年間のダム地点流量

○川辺川における観測開始から68年間(S28～R2)のダム地点流量※を下記表のとおり示す。

※ダム地点流量は、実績雨量より流出計算にて算出

○河川整備基本方針における川辺川の流水型ダムの洪水調節ルールでは600m³/sから洪水調節を開始することとなるが、過去68年間のダム地点流量において600m³/sを超えた1年間当りの日数は、**約0.8日/365日**である。

川辺川(ダム地点)流量(S28～R2)

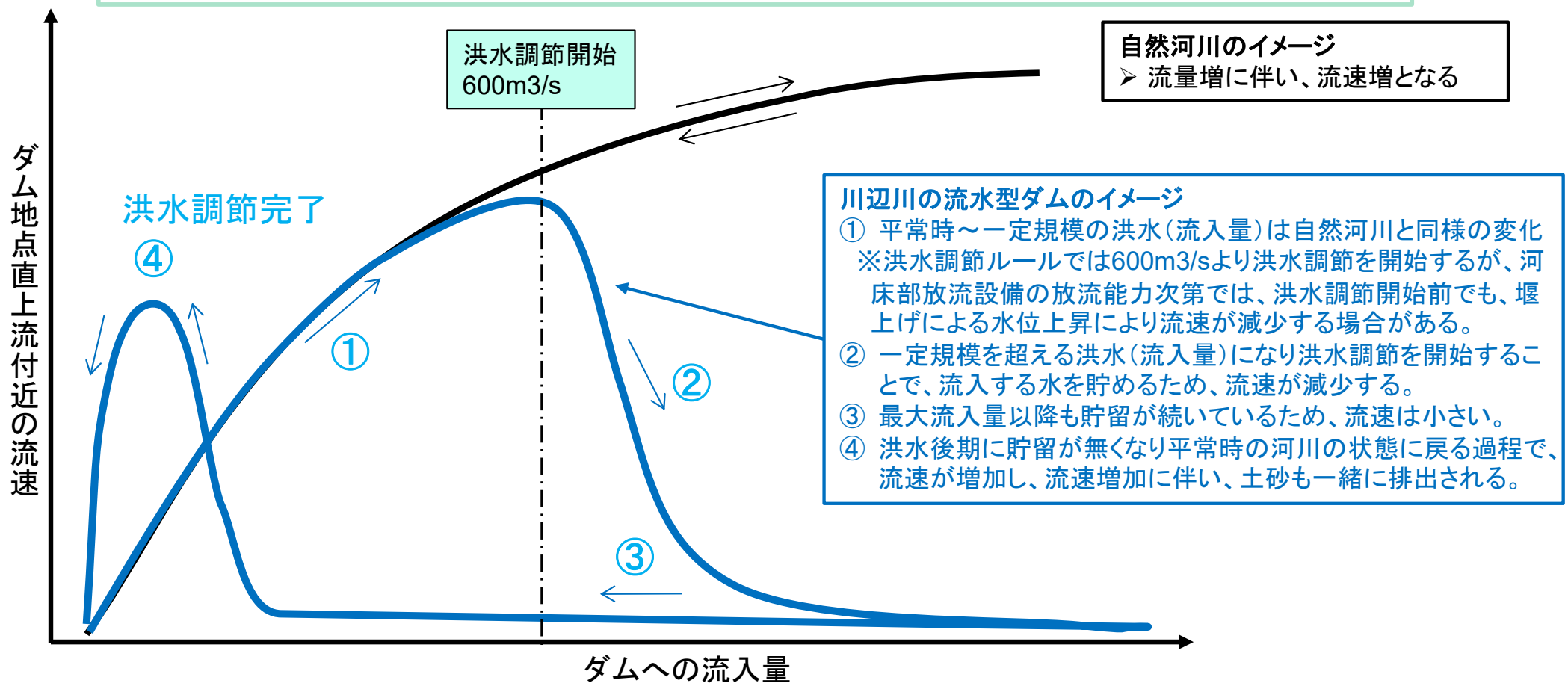


【参考】川辺川の流況写真(左:平常時、右:洪水時)



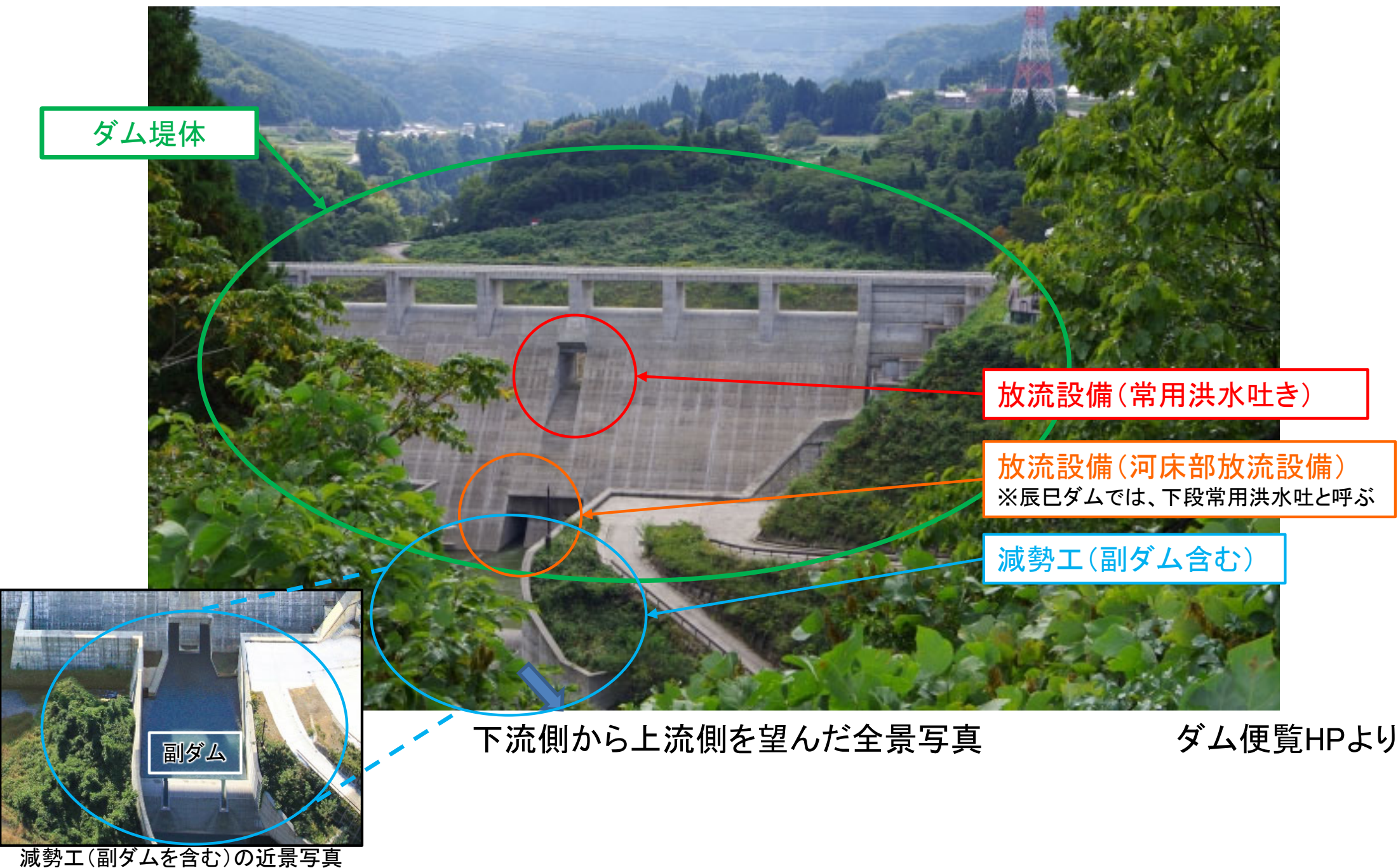
- 一定規模の洪水(流入量)までは、ダム地点直上流付近の流速は、自然河川と同様の変化をする。
- 一定規模を超える洪水(流入量)になり洪水調節を開始することで、ダムに流入してくる水を貯めるため流速が減少していき、洪水調節が完了し、平常時の河川の状態に戻る過程で流速が増加するなど、流入量(流量)と流速の関係が自然河川とは異なる変化をする。
- そのため、川辺川の流水型ダムでは、一定規模を超える洪水時においてダム下流に流れる土砂移動の量やタイミングが自然河川と比べて異なるため、ダム上流の洪水調節地からダム下流河川の河道形状や河床材料が変化することが考えられる。

川辺川の流水型ダムのダム流入量と、洪水調節によるダム地点直上流付近の流速の関係(イメージ)



2. 「流水型ダム」の特徴を踏まえたダム設計における着眼点

○運用中の流水型ダム(辰巳ダム・石川県)を事例として、流水型ダムの主な施設を以下に示す。



ダム堤体

放流設備(常用洪水吐き)

放流設備(河床部放流設備)
※辰巳ダムでは、下段常用洪水吐と呼ぶ

減勢工(副ダム含む)

副ダム

下流側から上流側を望んだ全景写真

ダム便覧HPより

減勢工(副ダムを含む)の近景写真

流水型ダムの特徴を踏まえた着目点

○流水型ダムの環境影響評価では様々な項目について検討を行っているが、そのうち流水型ダムの特徴を踏まえた着目点である「流砂環境」、「生物の移動経路」「景観(ダムの存在、改変面積)」を以下に示す。

流砂環境

- 平常時及び一定規模の洪水までは、ダムへの貯留がないため、河川の水や土砂は下流に流れるが、河床部放流設備や減勢工(副ダム含む)の配置・形状等により流れる幅が狭まることで堰上げし、流速が変化する。
- 一定規模を超える洪水では、河川の水や土砂はダムで一時的に貯留するため、流入量と流速の関係が変化する事により、ダムから排出される土砂移動の量やタイミングが変化する。

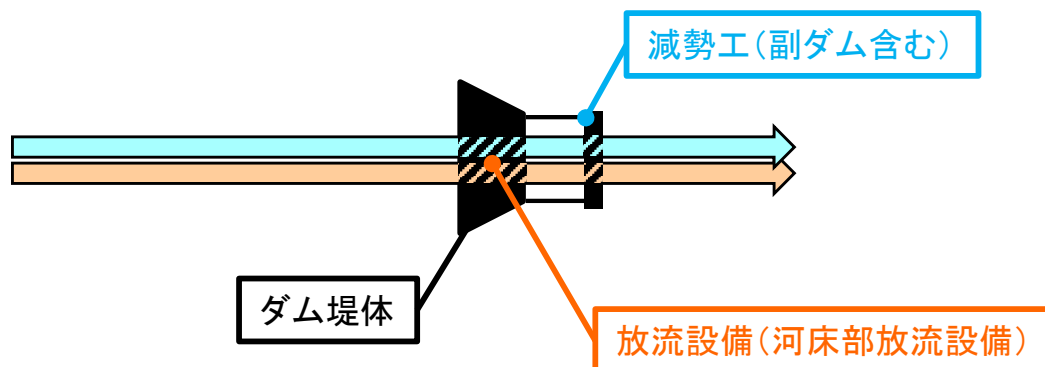
生物の移動経路

- 平常時は、河川の水や土砂は河床部放流設備や減勢工(副ダム含む)を流下するため、流速や水面等の連続性が変化する。

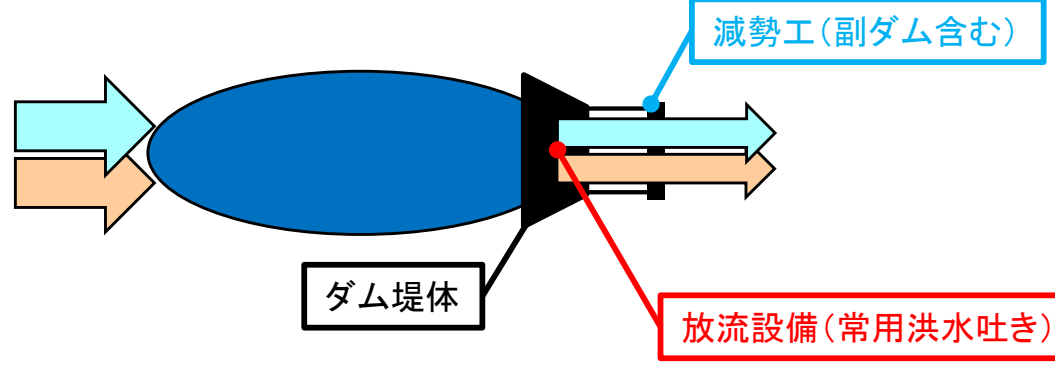
景観(ダムの存在、改変面積)

- ダム堤体や減勢工(副ダム含む)の配置・形状等により、構造物の規模や改変面積が変化する。

流水型ダム(平常時及び一定規模の洪水まで)



流水型ダム(一定規模を超える洪水)



流水型ダムの特徴を踏まえたダムの設計における着眼点

- 「流砂環境」、「生物の移動経路」、「景観(ダムの存在、改変面積)」の着目点を踏まえ、計画上必要な治水機能を確保しつつ、環境影響の最小化に向けたダムの設計にあたっての着眼点及び検討対象となる施設を以下に示す。
- 環境影響の最小化に向け、流水型ダムの特徴を最大限活かせるようダムの設計の初期段階から着眼点を踏まえた検討を進めていき、さらに、並行して実施していく環境影響評価の内容もできる限り折り込みながら検討を行っていく。

環境影響の最小化に向けた着眼点

着眼点Ⅰ. 流砂環境の保持

- ・ダム上流の洪水調節地から下流河道まで、河床形状(瀬淵)や河床材料など現在の自然な状況をできる限り維持する。

着眼点Ⅱ. 生物の移動経路の確保

- ・平常時の流水環境(流速、水深、河床高)をできるだけ連続的な状態にし、移動する生物の生息環境をできる限り維持する。

着眼点Ⅲ. 景観への影響の最小化

- ・ダム(減勢工含む)の存在及び地形の改変面積をできる限り抑え、景観への影響を最小化する

検討対象となる施設

- ・**放流設備(河床部放流設備)**
- ・**放流設備(常用洪水吐き)**
- ・**減勢工**
- ⇒土砂の移動ができる限り維持されるように配置や形状等を検討
- ・**放流設備(河床部放流設備)**
- ・**減勢工**
- ⇒平常時に魚類等が移動できる配置や形状等を検討
- ・**減勢工**
- ⇒構造物の存在や地形改変等の影響ができる限り小さくなるように配置や形状等を検討

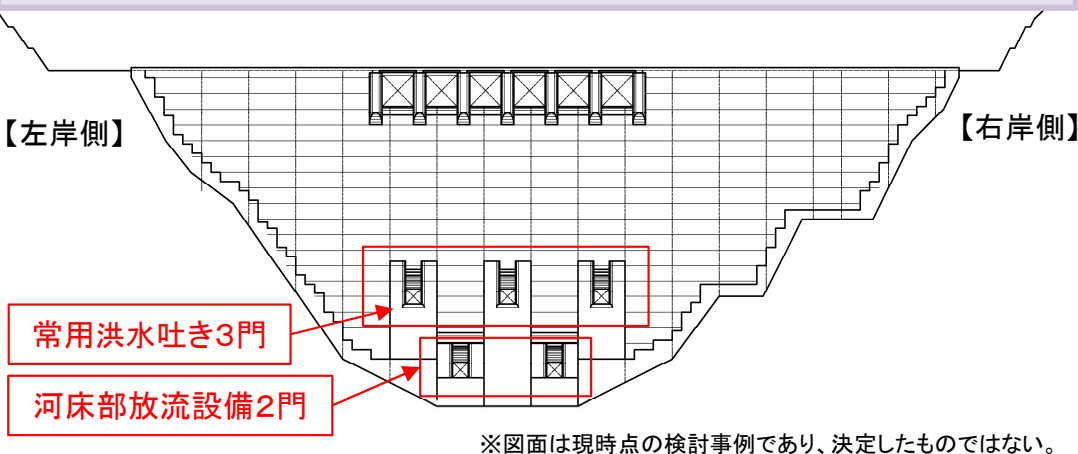
○次ページ以降から検討例をお示しさせていただきます。

【参考】3つの着眼点を踏まえた検討例

3つの着眼点を踏まえた検討例 〈放流設備の配置〉

○放流設備について、河床部放流設備は平常時及び一定規模の洪水まで、河川の水と土砂を流下させる施設であり、常用洪水吐きは洪水調節時に放流する施設であることを踏まえて、放流設備の配置(設置数)について、今後検討していく。

【検討例】洪水調節後期に速やかに平常時の河川の状態を戻すことを目的に、常用洪水吐きの放流能力を増やした例



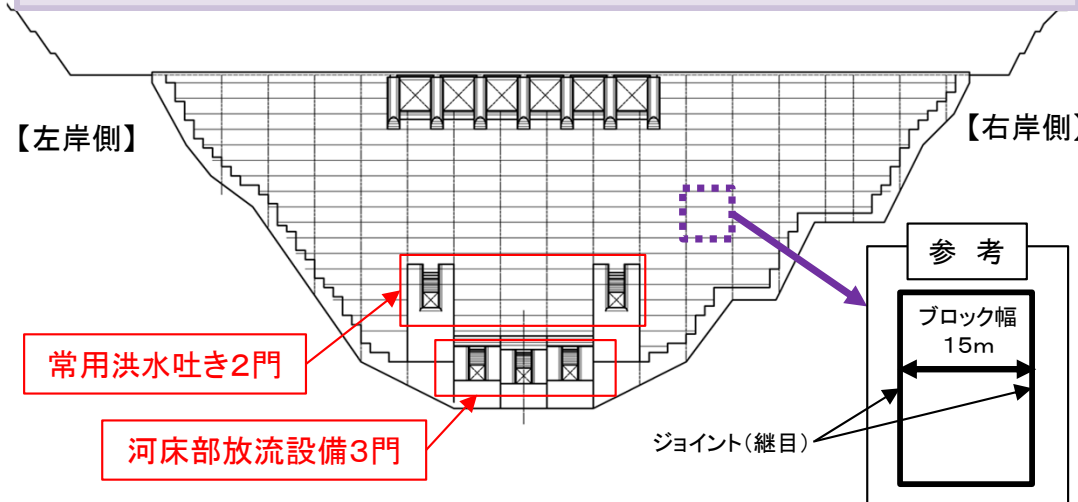
【構造の概要】
 ○常用洪水吐きは、治水計画上必要な洪水調節を行うために必要な本数(2門)から、洪水調節による放流量を増やす目的で1門増やし、3門設置
 ○最大5門設置可能であることから、河床部放流設備を2門設置

【「流砂環境の保持」に対する着眼点】
 ○洪水調節時の貯水位が低くなった場合でも放流量が確保できるため、速やかに平常時の河川の状態に戻し、ダム上流の流速の回復を早めることが可能と想定
 ○河床部放流設備が2門であるため、一定規模以上の洪水で堰上げによる水位上昇により流速が減少する可能性あり

【「生物の移動経路の確保」に対する着眼点】
 ○ダム地点の平常時の水が流れる川幅は約10~20mであり、河床部放流設備の全幅が10m(幅5m×2門)であることから、現状と比べて幅が狭くなる区間が生じる

【「景観の最小化」に対する着眼点】 —

【検討例】自然河川の状態をできる限り維持することを目的に、河床部放流設備の放流能力を増やした例



【構造の概要】
 ○常用洪水吐きは、治水計画上必要な洪水調節を行うために必要な本数(2門)を設置
 ○最大5門設置可能であることから、河床部放流設備を3門設置

【「流砂環境の保持」に対する着眼点】
 ○一定規模の洪水までは自然な状態(開水路)で流すことで、できる限り自然河川の状態を維持することが可能と想定
 ○常用洪水吐き3門の場合と比較して、洪水調節時の貯水位が低くなった場合、放流量が減少することで、平常時の河川の状態に戻すのに時間がかかる可能性あり

【「生物の移動経路の確保」に対する着眼点】
 ○ダム地点の平常時の水が流れる川幅は約10~20mであり、河床部放流設備の全幅が15m(幅5m×3門)であることから、現状と同程度の幅が確保できると想定

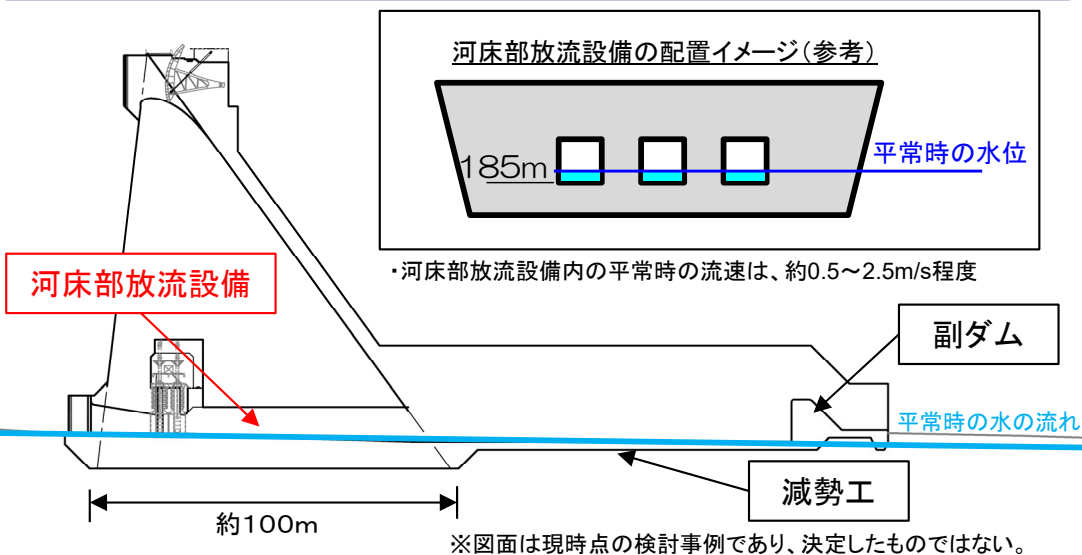
【「景観の最小化」に対する着眼点】 —

※検討条件として、放流設備はダム構造上の制約から設置箇所数は最大5箇所(ブロック)とし、また、放流設備の1門あたりの大きさは高さ5.0m×幅5.0mで設定(放流管の大きさはブロック幅15mの1/3以下に抑えることが原則とされている)

3つの着眼点を踏まえた検討例 〈放流設備の配置(河床部放流設備)〉

○河床部放流設備は、平常時に河川の水が流れる施設であり、ダム地点の上流と下流での平常時の連続性があることを踏まえて、河床部放流設備の配置(敷高)について、今後検討していく。

【検討例】河川との段差を低減させることを目的に、河床部放流設備敷高を現況河床の高さに設定した例



【構造の概要】

○河床部放流設備3門とも、敷高を現況の河床高と同じ標高(E.L.185m)で配置

【「流砂環境の保持」に対する着眼点】

○敷高を現況河床高と同じ標高とすることで、ダム直上流河道と段差がなく、堰上げによる流速の減少を抑制し、より自然な状況で流すことが可能と想定

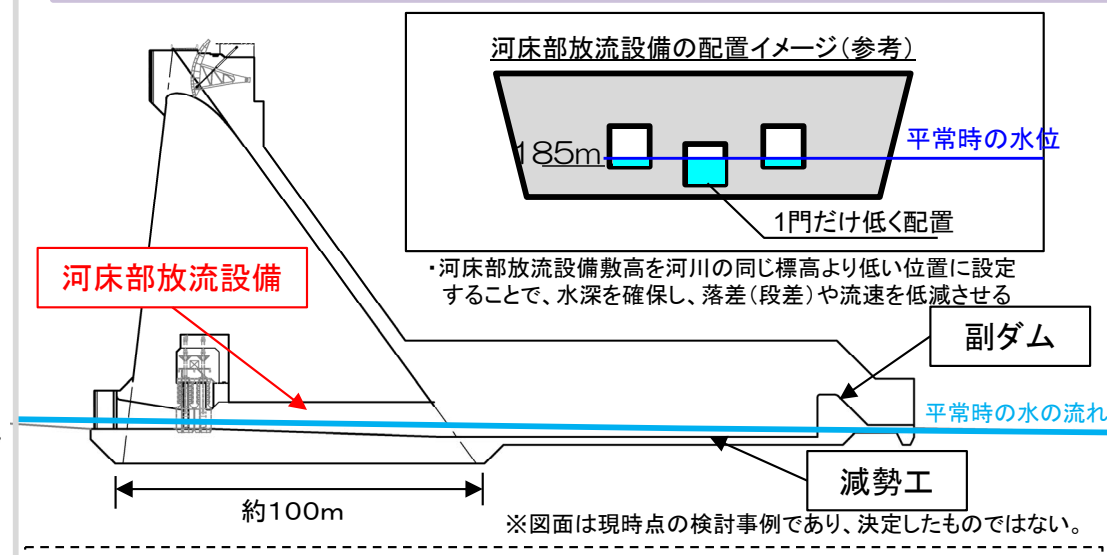
【「生物の移動経路の確保」に対する着眼点】

○敷高を現在の河川と同じ標高とすることで、落差(段差)を低減させることが可能と想定

○3門ともに水が流れることで流量が少ない時は水深が浅くなる可能性あり
○放流設備の管内は摩耗対策を行うため、放流管内の流速がほぼ均一になることから、管内の流速を変化させるなどの対策が必要

【「景観の最小化」に対する着眼点】 —

【検討例】放流管内の水深をできる限り確保することを目的に、河床部放流設備の1門の敷高を下げた例



【構造の概要】

○河床部放流設備3門のうち、2門の敷高を現況の河床高と同じ標高(E.L.185m)で配置し、1門だけ低く配置

【「流砂環境の保持」に対する着眼点】

○敷高を現況河床高と同じ標高とすることで、ダム直上流河道と段差がなく、堰上げによる流速の減少を抑制し、より自然な状況で流すことが可能と想定(1門下げることによる違いは無いものと想定)

【「生物の移動経路の確保」に対する着眼点】

○平常時は主に敷高を下げた1門に水が流れることで、水深が確保でき、流量の変動に伴う落差(段差)や流速を低減させることが可能と想定
○放流設備の管内は摩耗対策を行うため、放流管内の流速がほぼ均一になることから、管内の流速を変化させるなどの対策が必要

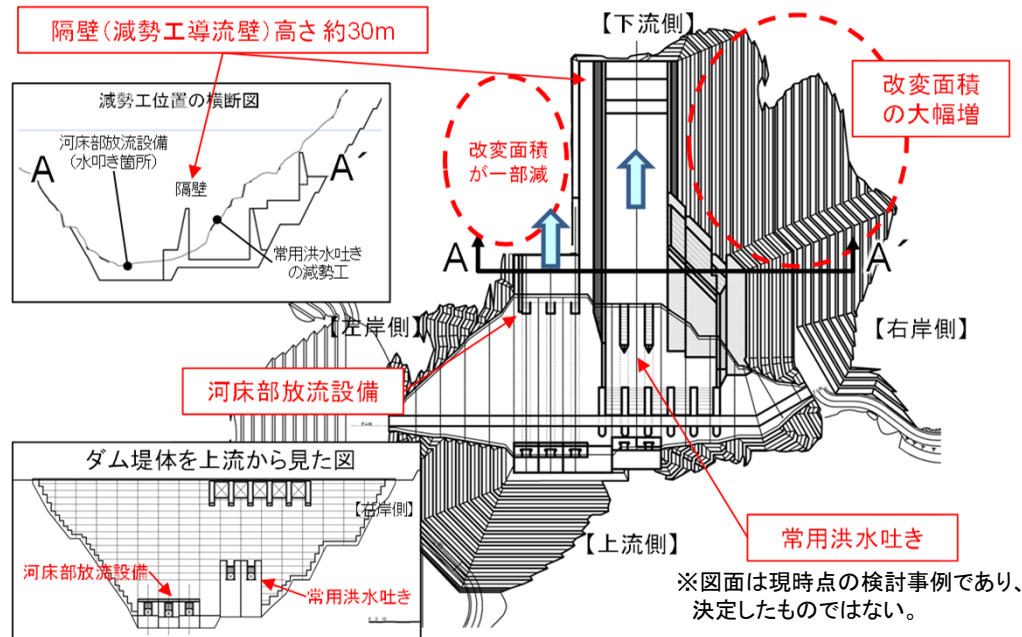
【「景観の最小化」に対する着眼点】 —

※検討条件として、河床部放流設備3門を前提としているが、2門であっても着眼点の内容は同様である。

2. 3つの着眼点を踏まえた検討例 〈減勢工の配置〉

○減勢工は、洪水調節によるダムからの放流水の力を弱めるために設置する必要がありダム直下流に設置する施設であることを踏まえて、減勢工の配置について、今後検討していく。

【検討例】平常時の従前の河川環境をできる限り確保することを目的に、平常時・洪水時の減勢機能を分離した例



【構造の概要】

○河床部放流設備側に減勢工を設置せず、平常時と洪水時の水の流れる機能を分離化

【「流砂環境の保持」に対する着眼点】

○河床部放流設備側に放流量の勢いを弱める減勢工が無い場合、河床部放流設備からの放流量に制限が生じる可能性があり、その場合、砂や石礫の流れについて確認が必要。

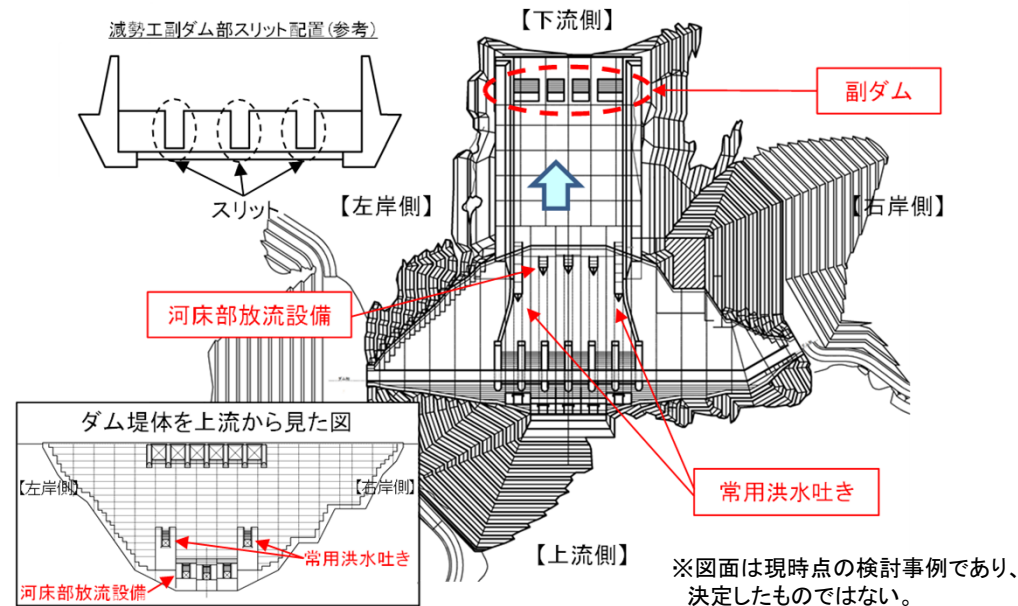
【「生物の移動経路の確保」に対する着眼点】

○河床部放流設備側に減勢工が無い場合、従前の河川環境をできる限り確保することにより、生物の移動経路を確保することが可能と想定

【「景観の最小化」に対する着眼点】

○左岸側は一部変更面積が減少するものの、減勢工の配置により右岸側法面の変更面積が大幅に増加すること、ダム下流河川中央に隔壁（高さ約30m）が設置されることから、景観への影響が懸念

【検討例】変更面積を増やさないことを目的に、平常時・洪水時の減勢機能を一体化した例



【構造の概要】

○減勢工を全面に設置し、平常時と洪水時の水が流れる機能を一体化

【「流砂環境の保持」に対する着眼点】

○減勢工が全面に設置されているため、河床部放流設備からの放流量をできる限り増加させることで、砂や石礫を多く下流へ流すことが可能と想定
○副ダムの堰上げにより減勢工内に一部の土砂の移動が制限される可能性あり（スリット幅の検討が必要）

【「生物の移動経路の確保」に対する着眼点】

○副ダムの存在により生物の移動が阻害される可能性あり（スリット幅の検討が必要）
○ダム上流から下流まで水面が繋がるか確認が必要

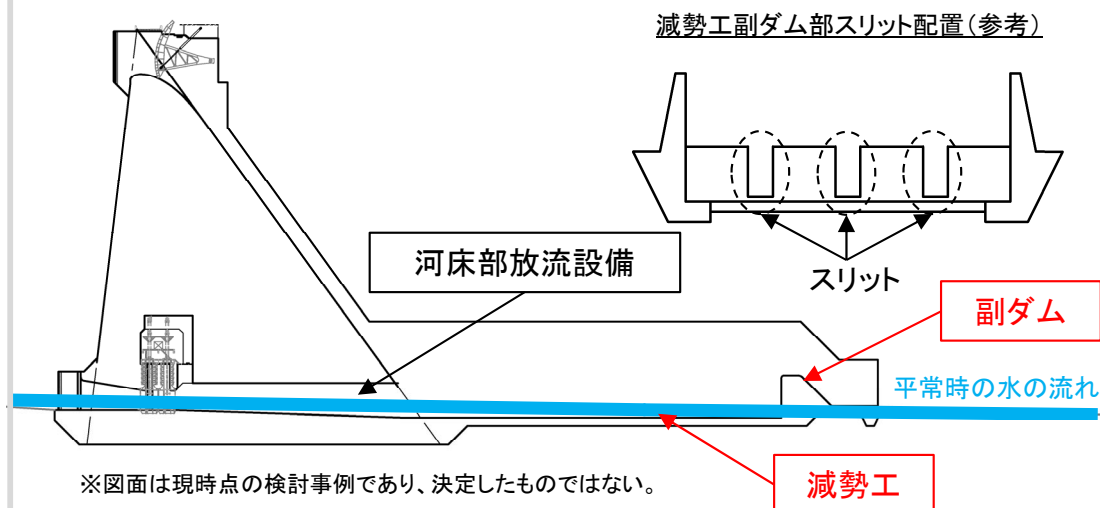
【「景観の最小化」に対する着眼点】

○機能分離型と比較して、ダム下流河川中央に隔壁が設置されないこと、右岸側の変更面積が減少することにより、景観への影響を増加させないことが可能

1. 3つの着眼点を踏まえた検討例 〈減勢工の形状〉

○減勢工は、洪水調節によるダムからの放流水の力を弱めるために設置する必要がありダム直下流に設置する施設であることを踏まえて、減勢工の形状について、今後検討していく。

【検討例】減勢工内の土砂堆積を可能な限り抑制することを目的に、減勢工敷高を現況河床高とした例



【構造の概要】

○減勢工敷高を河床部放流設備敷高と同じ高さとし、副ダムを設置(洪水時は副ダムにより減勢地内の水位を上げることで、放流水の力を弱める)

【「流砂環境の保持」に対する着眼点】

○減勢工内を掘り下げないことで、減勢工内の土砂堆積を可能な限りさせず下流へ流すことが可能と想定されるが、副ダムの堰上げにより減勢工内に一部の土砂の移動が制限される可能性あり(スリット幅の検討が必要)

【「生物の移動経路の確保」に対する着眼点】

○副ダムの存在により生物の移動が阻害される可能性あり(スリット幅の検討が必要)

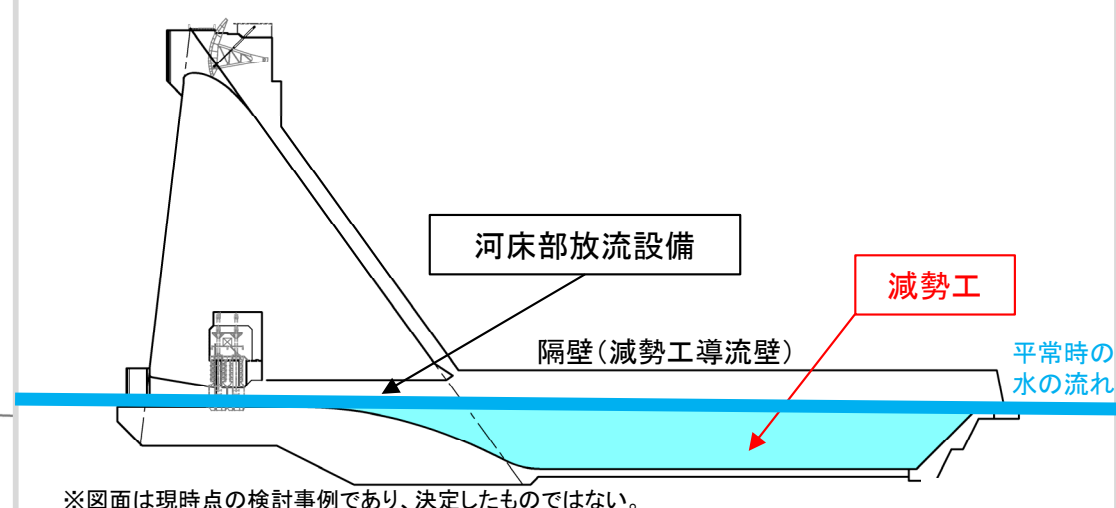
○ダム上流から下流まで水面が繋がるか確認が必要

【「景観の最小化」に対する着眼点】

○掘り下げないことで、改変面積を増加させないことが可能

○副ダムの存在による景観への影響が懸念

【検討例】景観への影響(副ダムの省略)軽減と減勢工内の水深確保を目的に、減勢工敷高を掘り下げた例



【構造の概要】

○減勢工の敷高を河床部放流設備敷高よりも掘り下げる(副ダムを設置せずに減勢工内に水位を確保することでダムからの放流水の力を弱める)

【「流砂環境の保持」に対する着眼点】

○副ダムの堰上げにより減勢工内への一部の土砂の移動が制限されないと想定されるが、掘り下げた箇所に想定以上の土砂が捕捉された場合、流下する土砂量や質(粒径)が変化する可能性あり

【「生物の移動経路の確保」に対する着眼点】

○副ダムの存在による生物の移動の阻害が無く、減勢工内の水深が確保されるため、生物の移動経路を確保することが可能と想定されるが、ダム上流から下流まで水面が繋がるか確認が必要

【「景観の最小化」に対する着眼点】

○副ダムの存在による景観への影響を軽減することが可能

○掘り下げること、改変面積が増加する可能性あり