## 3.2 計画編

#### 3.2.1 新たな河岸防護工の計画から設計までの流れ

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の計画は、図 3.2.1 に示すフローに従い検討する。まず、「目指すべき姿(目標)の設定」では、治水・維持管理・環境上の課題を解決する川づくりの目標を設定する。次のステップである「全体計画の検討」では、全川の澪筋や砂州の現況、データ分析や予測等を用いた必要箇所の抽出や優先順位の検討を行う。さらに、全体計画を検討する際の具体的な考え方に従い、概略の位置、諸元等を設定する。

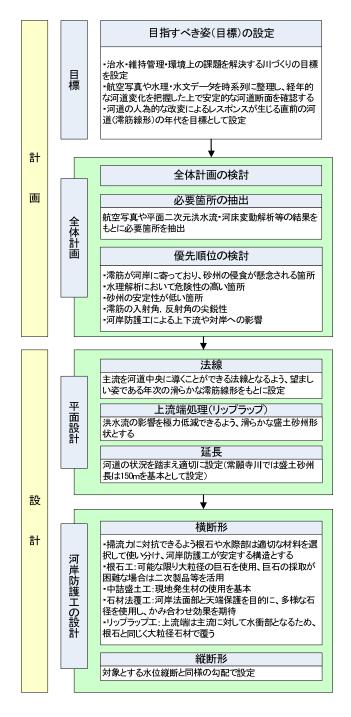


図 3.2.1 治水と環境の調和した巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の計画から設計までの流れ

## 3.2.2 目指すべき姿の設定

急流河川の川づくりの目標設定にあたっては、経年的な河道変化を整理し、河道の人為的な改変(インパクト)によるレスポンスが加速し始める直前の河道(澪筋線形)を航空写真等により確認し、目標年代を設定する。

#### 【解説】

急流河川の特徴は、粒度分布の広い河床材料から成る石礫を中心とした砂州が連続して発達し、 その間を水が流れ、特に河岸沿いには砂州の発達による豊かな自然性が見られることである。

まず、水理諸量・河床変動・河道の変遷等、河道状況に関するデータを時系列的に整理し、河道の安定性を読み解き、治水・環境及び維持管理上の課題・問題点を整理する。

整理された課題・問題点を解決する川づくりの目標の設定にあたっては、零筋の滑らかさと適切な河道幅が確保され、砂州が連続する自然豊かな川づくり(河道形状の設定)を基本とする。

## (1) 水理諸元等データの時系列整理の方法

#### 1) 河道データ、水理・水文データ等の整理

河道データ、水理・水文データ等を経年的に整理し、後述する変化要因分析に使用する。 なお、整理データは、「データ集」として別途取りまとめ、定期的に更新する。

## 【解説】

データ整理項目は、洪水等の自然的インパクトやこれまでの河川改修(上流のダム・砂防施設も含む)や砂利採取等の人為的インパクトと河道応答の関係を把握するために必要となる項目として、表 3.2.1 に示すとおりとする。

表 3.2.1 河道データ等取りまとめ項目

項目	取りまとめ内容	目的					
流量・水位	年最大流量、水位	自然的インパクトの状況を把握					
改修履歴	堤防、護岸の改修履歴を整理	河川改修による河道の変化状況を把握					
砂防施設	流域の土砂環境の変化を把握	砂防施設による土砂供給の減少、河床低下 との関係を把握					
ダム堆砂量	同上	ダムによる土砂供給の減少を把握、河床低 下との関係を把握					
砂利採取量	河川の土砂環境の変化を把握	砂利採取による土砂供給の減少、河床低下 との関係を把握					
河道の変遷	航空写真・平面図により、澪筋、 砂州、植生の経年的変化を整理	零筋線形、砂州の固定化、植生繁茂(樹林 化)の状況を把握					
河床高	平均河床高、最深河床高を経年的、 縦断的に整理	河床低下・上昇傾向の把握、局所洗掘箇所の把握					
河床材料	河床材料調査の粒径加積曲線、粒 度組成を経年的に整理	流域の土砂環境の変化による河床材料の変化を把握					
横断形	横断測量成果を経年的に重ね合わせる。(併せて樹木の位置・種類も表示)	経年的な河床、川幅、水深の変化状況、樹木の繁茂状況(冠水頻度との関係)等を把握					

#### 2) 経年的な河道変化把握

現在の河川がどのような経緯を経て形成されているのかを把握するため、水理諸量・河 床変動・河道の変遷等、河道状況に関するデータを時系列的に整理する。

#### 【解説】

経年的な河道変化の把握にあたり、まず全川的な変化状況を俯瞰する目的で、航空写真・ 平面図の経年的な比較が有効である。これにより、澪筋線形、砂州の形成・消失、植生の繁 茂状況等が確認できる。

一方、福岡 의は、安定な河道形成の力学関係を図 3.2.2 のように示している。これより、河道断面形は、流れと河道の平面形・縦横断形と流砂の相互作用の中で安定した河道が形成される。その際の重要な指標として、無次元流量に対する無次元川幅・無次元水深が挙げられている。

この無次元川幅・無次元水深が経年的にどのように変化しているか、また、外的因子としての流量、河床勾配や砂利採取、改修といった項目を合わせて比較することにより、現在の河道がどのような状態にあるのかを評価することができる。図 3.2.3 は、常願寺川のセグメント 2-2 ( $0k\sim2.0k$ )、セグメント 2-1 ( $2.2k\sim4.8k$ ) の作成事例である。

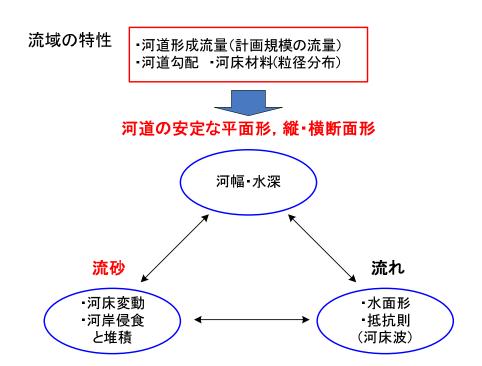


図 3.2.2 自然性の高い完成河道形成の力学関係 2)

## 参考文献

2)福岡捷二、2010、これからの河川管理を考える-自然河川に学ぶ、河川 2010年3月号

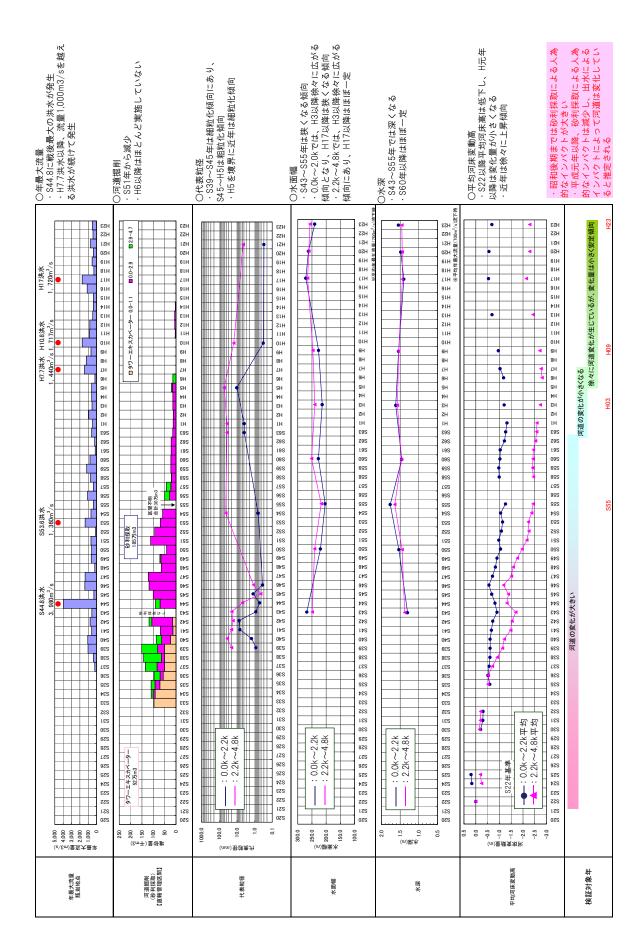


図 3.2.3 代表的な指標による河道変化整理事例

## (2) 安定的な河道断面の確認

沖積地河川の安定的な河道形成の指標として重要と考えられる無次元川幅・無次元水深と 無次元流量の関係式(福岡式)より、改修の効果や経年的な河道変化の傾向を評価する。

#### 【解説】

図 3.2.2 に示す力学関係における安定的な断面形が成立すると、川幅、水深で代表される安定的な断面形は、以下に示す 5 個の無次元量で表現できる。

$$\phi \left( \frac{Q}{\sqrt{gId_r^5}}, \frac{B}{d_r}, \frac{h}{d_r}, I, \frac{\sigma}{\rho} \right) = 0$$

ここで、Q:流量、B:水面幅、h:水深、I:勾配、 $\sigma:$ 河床材料の密度

g: 重力加速度、dr: 代表粒径、 $\rho:$  水の密度

福岡は、世界の自然河川及び日本の一級河川 109 水系の基準地点の無次元計画流量に対する無次元川幅、無次元水深の平均的な関係式として、以下の式(福岡式)を示している。

$$\frac{B}{d_r} = 4.25 \left( \frac{Q}{\sqrt{gId_r^5}} \right)^{0.40}$$
 (1)

$$\frac{h}{d_r} = 0.13 \left( \frac{Q}{\sqrt{gId_r^{5}}} \right)^{0.38}$$
 (2)

ここで、B: 水面幅、dr: 代表粒径、Q: 流量(計画高水流量、整備計画流量)、h: 水深

g: 重力加速度、I: 勾配

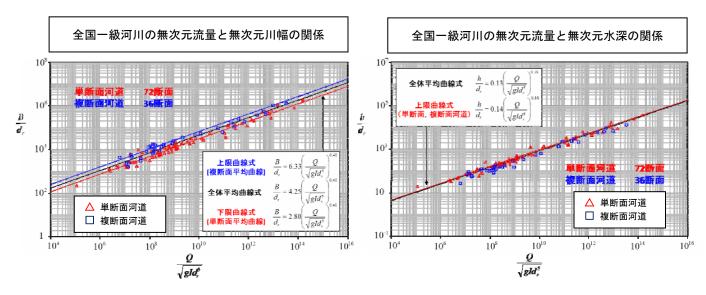


図 3.2.4 無次元流量と無次元川幅、無次元水深との関係(福岡式)2)

(1)式、(2)式で表現される安定な河道断面形は、自然に近い河道(治水と環境の調和の取れた河道)と考えられる。

計画高水流量や整備計画流量に対してプロットが望ましい無次元川幅の下限線より下に外れる場合や、望ましい無次元水深の上限線より上に外れる場合は、十分な川幅を有していないと考えられ、断面形の検討が望まれる。船底形河道は、自然河道断面形に近く、治水と環境の調和した河道形状であり、改修に際し参考にするとよい。

福岡式を用いて、以下の評価を行うことができる。

- これまで当該河川で実施されてきた改修(河道掘削、拡幅)による効果
- 経年的な河道変化の傾向と現状の評価(河川管理、河道改修に向けた方向性の検討)

図 3.2.5 は、常願寺川での経年的な河道改修等により変化した各年代の河道断面に対して、計画高水流量で無次元川幅及び無次元水深を検討した事例である。図より、各区間での無次元川幅及び無次元水深は、いずれの年代においても概ね式の範囲内であることから、常願寺川では計画高水流量に対して望ましい川幅と水深が維持されていると考えられる。

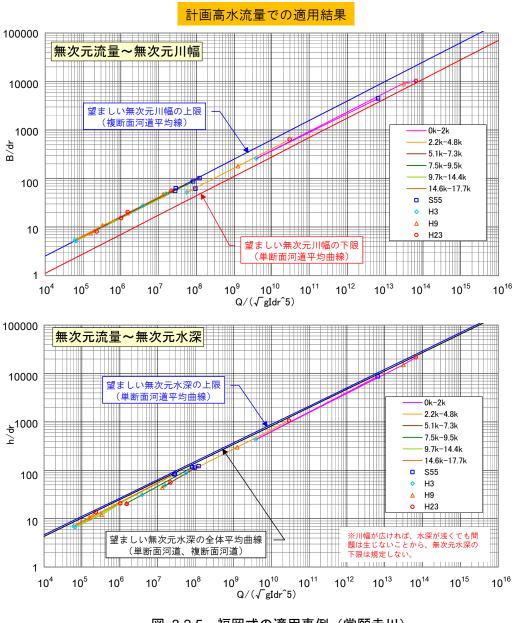


図 3.2.5 福岡式の適用事例(常願寺川)

## (3) 目標年代の設定

整理された課題・問題点を解決する川づくりの目標は、澪筋の滑らかさと適切な河道幅が確保され、砂州が連続する自然豊かな川づくり(河道形状の設定)を基本とする。

#### 【解説】

航空写真等で各年代の澪筋の線形を比較し、滑らかな澪筋が形成されている年代を抽出する。 ただし、その年代が現在取り巻く環境から勘案して実現不可能な場合も考えられるため、現実 的な目標を設定する。

図 3.2.6は、常願寺川5.1k~7.5kの平成3年と平成16年の航空写真を比較したものである。 平成3年の流路は、河岸沿いの砂州によって、滑らかな蛇行線形が生ずるのに対して、平成16年は、河岸際の砂州が縮小し、流路が護岸に接する距離が長くなり蛇行振幅が大きくなっている。これは、護岸際の洗掘深が増大することにより、河岸際に流路が固定化され、より多くの洪水流を集めることで下流側へ水衝部が移動し、その対策として護岸工の下流側への延伸を行っていることによる。このことから、常願寺川では、河岸沿いに流れが集中していない平成3年当時の澪筋線形の回復を目指すことを目標としている。

#### 平成3年撮影

- 護岸整備前
- ・滑らかな澪筋線形



#### 平成 16 年撮影

- · 護岸整備 (H3~H7) 後
- ・澪筋が河岸沿いに形成



図 3.2.6 常願寺川 5.1k~7.5k の平成 3年と平成 16年の航空写真の比較

## 3.2.3 全体計画の検討

全体計画では、河岸沿いの砂州の維持・保全や澪筋線形の回復に留意し、対策必要箇所及 び優先箇所を検討する。

#### 【解説】

全体計画の検討では、全川の澪筋や砂州の変遷、水理データ分析や予測等を踏まえ、必要 箇所の抽出及び優先順位の検討を行う。また、河川全体の流れに着目して、概略の位置、形 状等を設定する。

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の全体計画は、以下の考え方に従う。

①河道変遷や水理解析を活用して、必要箇所を抽出する。

必要箇所は、澪筋線形・河岸際の自然砂州の現況、水理解析結果(平面二次元洪水流・河床変動解析)等をもとに抽出する。(詳細は(1)参照)

②適切な形状、位置に施設を配置して、澪筋の是正を行い、滑らかな澪筋の再生を行う水衝部対策を実施する。

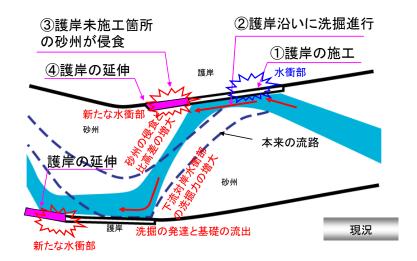
河岸防護工の配置(形状、位置)検討は、以下の点に留意して実施する。 河川全体の流れに着目して、危険箇所の要因を分析する。

- 危険箇所の課題を解決するために、どのような河道を形成させるか目標を明確にして、設置位置、形状を決定する。
- 巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工設置により、対岸が危険箇所とならないよう に実施する。
- 対岸への影響が懸念される場合には、対岸にも巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工を実施する。
- ・ 護岸の整備により、河岸沿いの砂州の消失が懸念される場合には、護岸整備ととも に巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工を実施する。(図 3.2.7 参照)

③優先順位は、必要箇所の現状、水理解析による危険性及び河道形状の経年的な変化等を踏まえ、総合的に評価する。

■護岸の整備により河岸 沿いの砂州の消失が懸念 される例

護岸際に流れが集中する 結果、護岸沿いに流路が固 定化し、新たな水衝部の発 生と護岸下流側の砂州の侵 食、対岸側の洗掘力の増大 が見られる。



■護岸の整備と併用する 対策としての河岸防護工 を施工する例

滑らかな護岸沿い流路を 形成するように設置し石を設 土砂州の上流面に巨石をかり 直し、自然の砂州を活かこ に河岸防護工を実施。こ により、洪水流を護岸中小 による河岸際の侵食 ・ 掘を軽減させる。

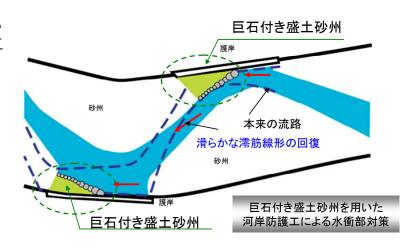


図 3.2.7 護岸整備に伴う砂州の消失による流路の延伸と巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の効果模式図

## (1) 必要箇所の抽出

必要箇所は、澪筋線形・河岸際の自然砂州の現況、水理解析結果(平面二次元洪水流・河床変動解析)等をもとに抽出する。

## 【解説】

必要箇所の抽出は、航空写真の経年変化や、平面二次元洪水流・河床変動解析等から抽出する。抽出にあたっては、以下の方法が考えられる。

## ①航空写真による抽出

- ・ 河岸沿いに砂州の侵食が進行している、あるいは、水衝部となっており砂州の侵食が懸 念される箇所
- ・ 澪筋が急激に湾曲しており、澪筋の是正が必要な箇所

# ②水理解析結果による抽出

・ 平面二次元洪水流・河床変動解析による高速流の発生・洗掘が予想される箇所

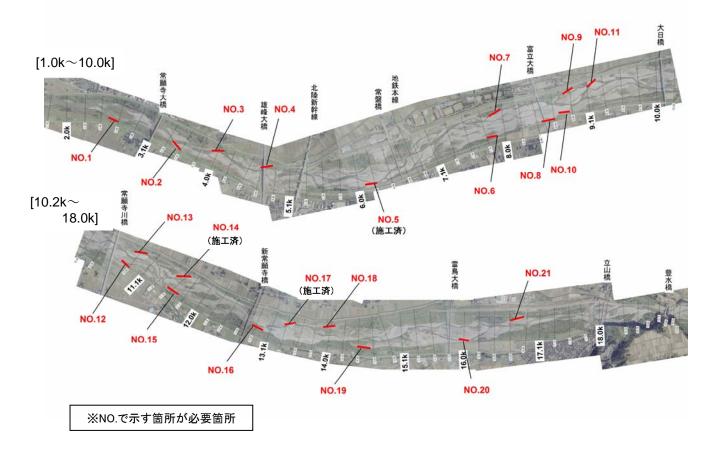


図 3.2.8 必要箇所の抽出結果(常願寺川)

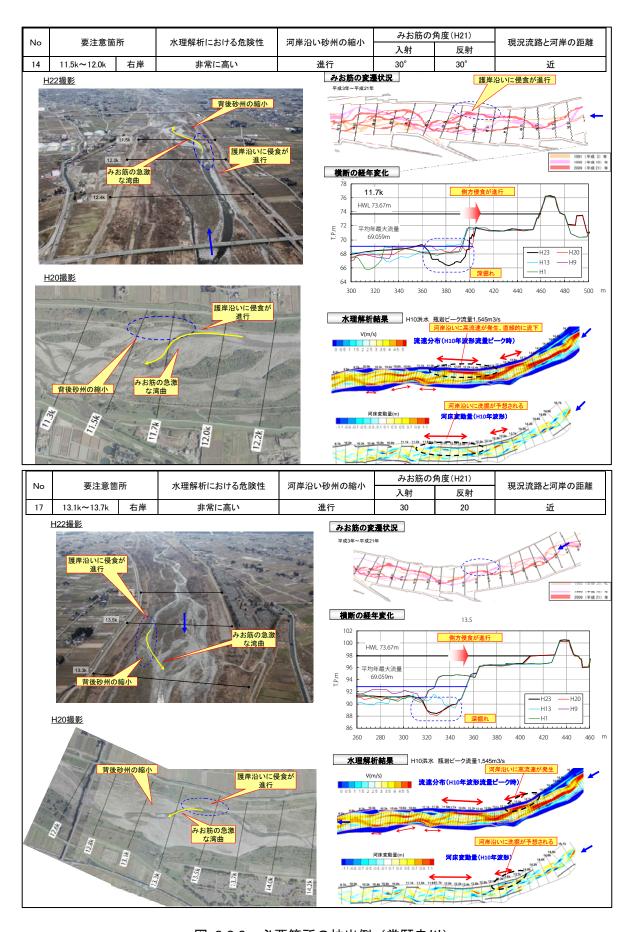


図 3.2.9 必要箇所の抽出例(常願寺川)

## (2) 優先順位の検討

優先順位は、抽出された必要箇所をもとに、以下のステップに基づき、総合的に評価す る。

#### Step1.現状の把握

流れが河岸際に沿っている箇所 を優先的に施工する。なお、現状 において河岸前面に流れがなくて も、出水時に洪水流が流下すると 想定される場合※1を含む。

# Step2.水理解析による 危険性の把握

る危険性が高い箇所を優先 先的に施工する。 的に施工する。

## Step3.河道形状の経年的な変化の把握

流れが河岸に近接している場合で、河岸 流れが河岸に近接してい沿い砂州が縮小している、又は澪筋の入射 る場合で、水理解析※2におけ 角・反射角が尖鋭化※3している場合は、優

> なお、上流側・対岸側で施工する場合は、 流向に留意する。

※1:現地調査より、河岸前面の砂州に植生が繁茂しているかどうかで判断する。

※2: 平面二次元流況解析・河床変動解析結果より抽出

※3:入射角・反射角が30°程度を目安とする。

## 図 3.2.10 優先順位の考え方

常願寺川では、必要箇所として21箇所が抽出され、上記の考え方に従い、表3.2.2に示す ように優先順位を設定している。

#### 表 3.2.2 優先順位設定一覧表

	要注意箇所		水理解析における 危険性	河岸沿い砂州の縮小	みお筋の角度		Step1		Step2	Ste	ер3	優先度 ◎:高 ○:中 △:低
No					H21		現況流路が	水理解析危	河岸沿い砂			
					入射	反射	河岸に	近い	険箇所	州の縮小	大きさ	- ,, - ,
1	2.4k~2.8k	左岸	未実施	中位	22	40	近	0	-		0	0
2	3.3k∼3.7k	左岸	未実施	進行無し	-	-	近	0	-			0
3	4.0k~4.4k	右岸	未実施	中位	25	31	近	0	-		0	0
4	4.8k~5.1k	右岸	未実施	中位	-	-	近	0	-			0
5	6.0k~7.1k	左岸	高い	中位								対策済(H19試験施工箇所)
6	7.5k~8.0k	左岸	低い	進行無し	-	-	遠					Δ
7	8.0k~8.4k	右岸	低い	進行		30	近	0		0	0	0
8	8.2k~8.6k	左岸	高い	進行無し	1	-	遠		0			0
9	8.6k~9.1k	右岸	高い	進行	28	27	近	0	0	0		0
10	8.6k~9.1k	左岸	低い	進行無し	1	-	遠					Δ
11	9.1k~9.5k	右岸	高い	進行	30	35	近	0	0	0	0	0
12	10.4k~10.8k	左岸	高い	中位	20	_	近	0	0			0
13	10.6k~11.1k	右岸	高い	中位	30	-	近	0	0		0	0
14	11.5k~12.0k	右岸	非常に高い	進行	30	30	近	0	0	0	0	<b>©</b>
15	11.5k~11.7k	左岸	高い	進行	16	11	近	0	0	0		0
16	12.6k~13.3k	左岸	低い	中位	-	-	近	0				0
17	13.1k~13.7k	右岸	非常に高い	進行	30	20	近	0	0	0	0	0
18	13.7k~14.2k	右岸	高い	進行無し	-	-	遠		0			0
19	14.4k~15.1k	左岸	低い	進行無し	-	-	遠					Δ
20	15.7k~16.2k	左岸	低い	進行	-	-	近	0		0		0
21	16.6k~17.1k	右岸	低い	進行無し	-	-	遠					Δ