

3.3 設計・施工編

3.3.1 巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の設計

(1) 設計の基本的な考え方・ポイント

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の設計における基本的な考え方は以下のとおりである。

- ・ 巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は、主流を滑らかに河道中央に寄せることで、河岸沿いに形成された自然砂州の保護または砂州の復元を目的とする。
- ・ 群体として連続した低い水制のように、滑らかに水をはねる機能を有する構造とする。
- ・ フレキシブルな構造とし、洪水時にある程度の変形を許容した構造とする。
- ・ 現地発生材等現地の資源を有効活用し、補修が容易な構造とする。

【解説】

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は、目指すべき滞筋に対して滑らかに主流を河道中央に導くことを目的とした工法である。この工法は、護岸沿いに変遷した滞筋の是正に加え、自然砂州の保護・復元を可能としている。

また、巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は、石同士のかみ合わせ効果を活かして群体として機能することで、洪水時の掃流力に耐える構造としている。加えて、連続した低い水制のように滑らかに水をはねることができる巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工群を形成しなければならない。これらの着目点を重視し、設計に際しては、かみ合わせ効果の期待できる材料や延長を適切に設定する必要がある。

また、巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は、現地発生材を有効活用することでコスト削減を実現することも目的としている。設計や施工に際しては、本手引きに示す数値や目安に過度にとらわれることなく、現地の各種条件に沿った合理的な構造・施工方法を選択することが重要である。

図 3.3.1 から図 3.3.3 に巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の常願寺川施工例を示した。



図 3.3.1 巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工（常願寺川 右岸 11.7k）



図 3.3.2 巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工（常願寺川右岸 11.7k）



図 3.3.3 巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工（常願寺川右岸 11.7k）

(2) 設計対象流量

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の設計対象流量は、平均年最大流量相当の洪水を対象とする。

【解説】

急流河川における河岸防護の考え方は、流量規模の違いによる流れの直進性や洗掘・侵食の力の作用状況等により変化する。本手引きで取り扱う巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は、低水路に設置することを想定している。低水路は、中小洪水時に洪水流が集中して流れ、平均年最大流量程度の洪水流によって河床形状が形成されていることが知られている。

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は、低水路河岸際に洗掘・侵食をもたらす洪水流を制御し、目指すべき滞筋の形成と砂州の防護を目的としていることから、低水路の形成に支配的となる平均年最大流量程度の流量規模を対象流量とした。

なお、平均年最大流量は、概ね2～3年に1回程度発生する規模の流量であり、概ね低水路満杯流量規模である。巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は、これら低水路満杯流量～高水敷に乗る規模の洪水（概ね平均年最大流量相当と表現）に対して河岸を防護する。



図 3.3.4 出水状況（巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の天端高以下の水位）
（常願寺川右岸 11.7k 平成 24 年 6 月 17 日）



図 3.3.5 出水状況（巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の天端高以上の水位）
（常願寺川右岸 11.7k 平成 24 年 7 月 7 日）

(3) 平面形

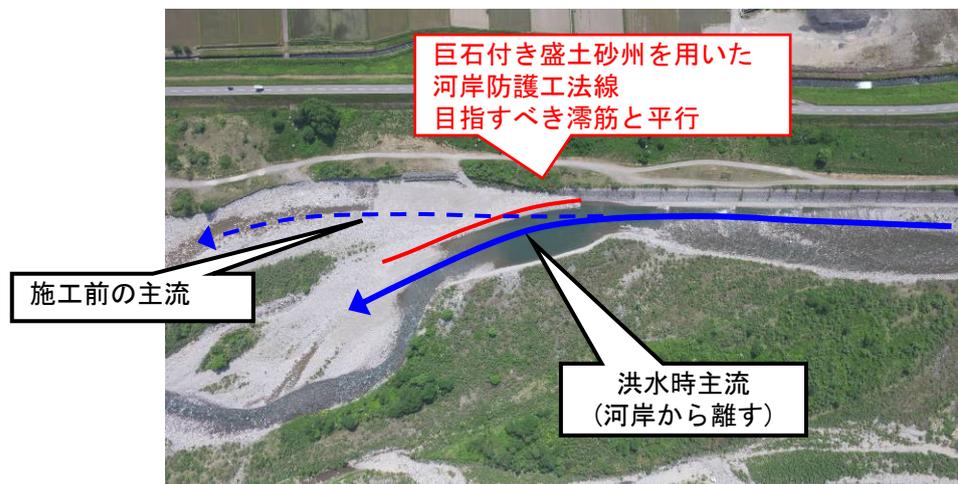
巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の平面形は、主流を滑らかに河道中央に導くことができる法線となるよう設定するものとする。

【解説】

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の平面形は、巨石付き盛土砂州の水はね効果に着目し、主流を滑らかに河道中央に導く法線を形成するように配置する。法線については、目標とすべき滞筋に合わせ、流向に対してできるだけ滑らかな線形とする。

平面形状の設定に対しては「3.2.3 全体計画の検討」を合わせて確認の上、経年変化図や現地状況、平面二次元洪水流・河床変動解析によるシミュレーション等を参考に、侵食の軽減効果や対岸への影響を確認しておくことが望ましい。以下に常願寺川における施工実績(右岸 11.7k、13.5k)を示す。

常願寺川 右岸 11.7k : 滞筋の是正, 砂州の復元を行う箇所



常願寺川 右岸 13.5k : 現況砂州の保全を行う箇所

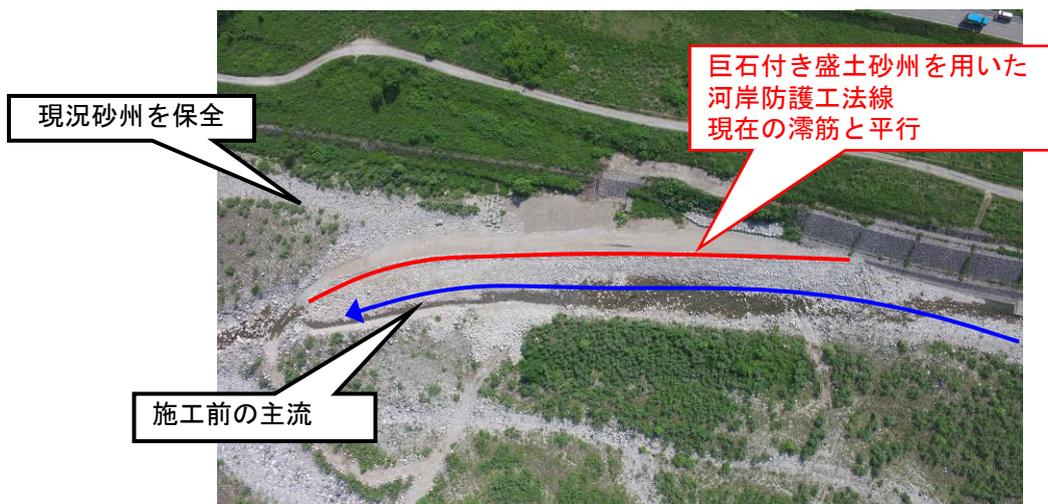


図 3.3.6 法線設定の考え方 (常願寺川の事例)

(4) 縦断形

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は、洪水の流れを阻害しないように、計画高水勾配に合わせた縦断形となるよう設計する。

【解説】

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は、河川縦断方向に対して抵抗する構造物ではないため、計画高水勾配に配慮しつつ主流を河岸際から離すことが求められる。したがって、縦断形状については、滑らかに水を流下できるように凹凸を少なくすることが望ましい。

具体的には、巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工を設置する区間の計画高水勾配と同じ縦断勾配で設定することがよい。図 3.3.7 に常願寺川右岸 13.5k での設定事例を示した。



図 3.3.7 巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の縦断勾配の設定例（常願寺川右岸 13.5k）

(5) 横断形

洪水時の掃流力に抵抗できるよう根石や水際部は適切な材料を選択して使い分け、巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工が安定する構造とする。

【解説】

横断形については、根石および盛土砂州の水際部の安定性が重要である。したがって、法面勾配や使用材料を適切に設定し、盛土砂州の安定化を図らなければならない。

以下に巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の横断形を形成する部材の役割と推奨する主要材料を示した。各部材の設計は、次頁以降に解説する。

①根石工

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工を安定させる要となる部材であり、盛土の流出を抑制する。したがって、使用する材料は可能な限り大粒径の巨石を用いることが望ましい。

②中詰盛土工

根石・被覆以外の部分は、現地発生材により盛土する。なお、盛土材は、中詰め材として使用し流水にさらされないことから、現地近傍の砂州（滲筋改善を考慮）等から採取すればよい。

③石材法覆工

水際部となる河岸法面の保護を目的とし、平均年最大流量時に流出しない程度の材料を含む現地材料で覆土する。

④天端被覆工

主流の乗り上げ流に対する防護を目的とし、石材法覆工と同様の材料で覆土する。

⑤リップラップ工

水衝部となる上流端の防護を担う箇所であり、根石工と同様に重要な部分である。よって、根石工と同様に可能な限り大きな粒径の巨石を使用することが望ましい。

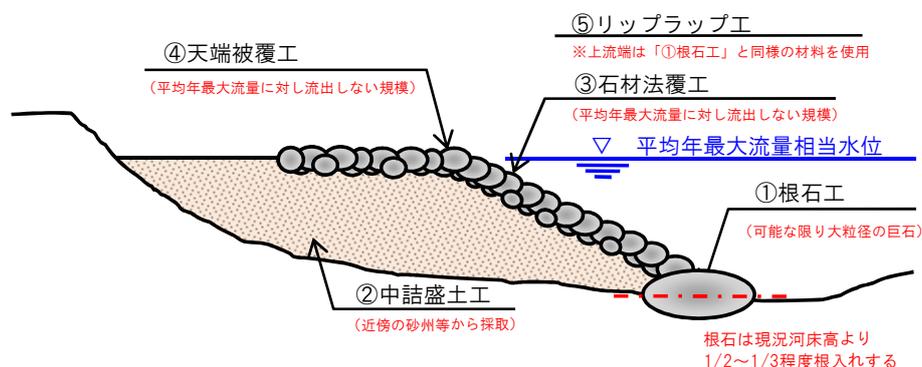


図 3.3.8 横断形状

(6) 根石工

1) 使用材料

根石工に使用する巨石の大きさは、可能な限り大粒径の巨石を使用することが望ましい。
また、巨石の採取が困難な場合は、巨石の代替となる二次製品を活用してもよい。

【解説】

根石は巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の要となる部分であるので、安定した構造であることが求められる。そのため、根石工に使用する材料の大きさは、適用河川ごとに採取できる範囲で可能な限り大粒径の巨石を用いることが望ましい。

従来の護岸設計で用いられる「改訂 護岸の力学設計法」³⁾の考え方に基づくと、実際に試験施工や現地実験で得た知見に比べ、根石工の必要粒径を過大に見込む傾向になる。これは、「改訂 護岸の力学設計法」の適用範囲が計画高水流量を対象とした護岸設計であることや、現場への適用にあたり、かみ合わせ効果を適正に評価することができないためである。よって、実際の設計に際しては、既往の設計手法にとられることなく、現地にある巨石の粒径やコスト等から総合的に判断し、可能な限り粒径が大きくかつ現地での確保が容易な使用材料を選択する必要がある。

常願寺川を例とすれば、「改訂 護岸の力学設計法」に示された「掃流—一体性が弱い」モデルで照査すると、常願寺川右岸 11.7k 地点では $\phi 1,600\text{mm}$ 以上の粒径が必要となる。しかしながら、この粒径での材料の確保は実際には困難であり、用意できたとしてもコスト増大によってメリットを損なう恐れがあった。そこで、現地で採取可能であり、まとまった個数を確保することが可能であった $1,000\text{mm}$ 程度の巨石を使用した(図 3.3.9 参照)。この結果、洪水時に流失しないことが確認できたため、根石工の使用材料は $\phi 1,000\text{mm}$ 程度の巨石を使用している。

また、試験的に粒径が $\phi 1,000\text{mm}$ よりも小さな巨石を利用して同等の工法を実施している事例もある。こちらは、設計時に想定した $\phi 1,000\text{mm}$ から $\phi 800\text{mm}$ に粒径を小さく変更して施工しており(図 3.3.10 参照)、出水後に流失していない。これは、粒径が小さくても、かみ合わせがしっかりしており、数層の巨石が重なり合って単体に比して鉛直荷重が十分大きくなるので、根石工の設計には問題が生じないことを確認している。

上述のとおり、これらの挙動および妥当性は、これまでの洪水により有効性が確認されているが、今後も引き続きモニタリングを行うことで、巨石工法に使用する巨石の大きさに関する知見を蓄積していく必要がある。

参考文献

- 3) 財団法人 国土技術研究センター、2007：改訂 護岸の力学設計法、P61-85

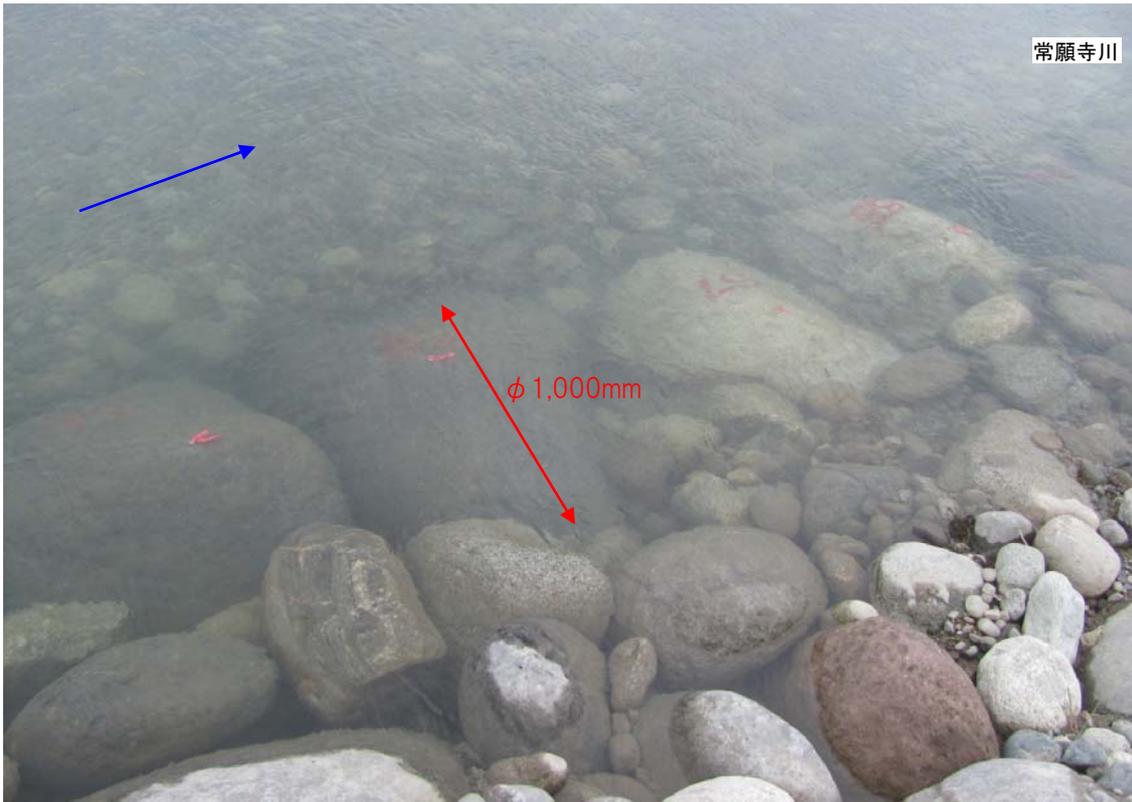


図 3.3.9 使用する巨石の大きさの事例（常願寺川右岸 11.7k）

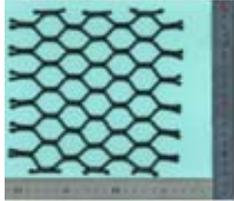
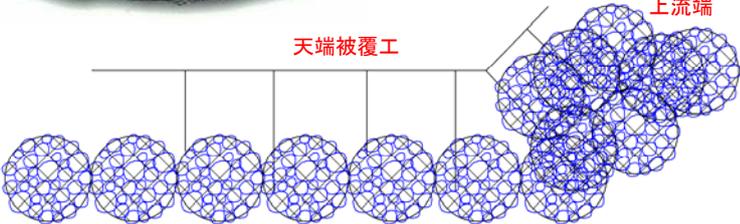
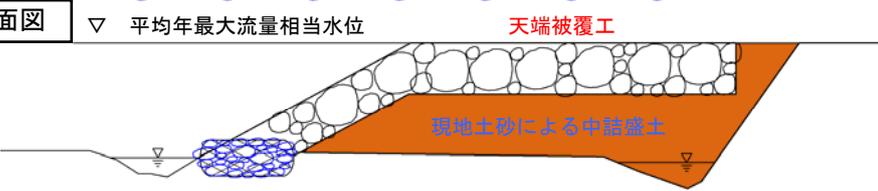
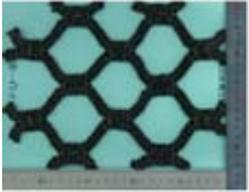
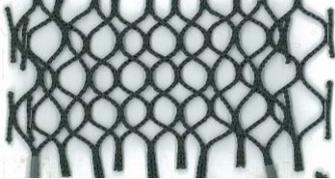


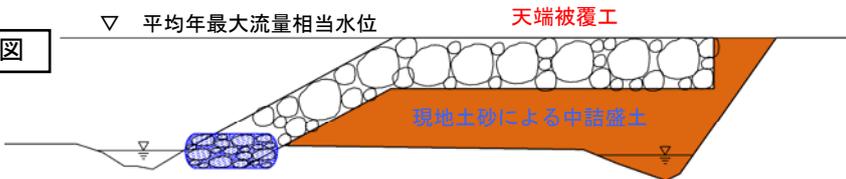
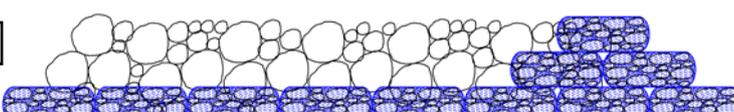
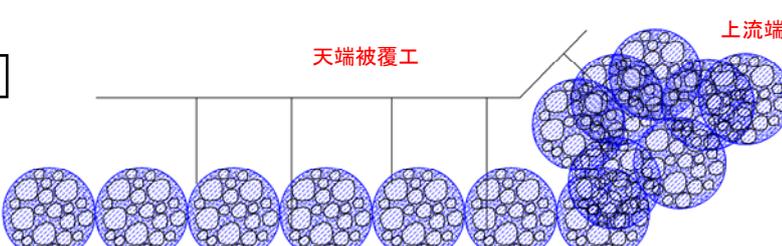
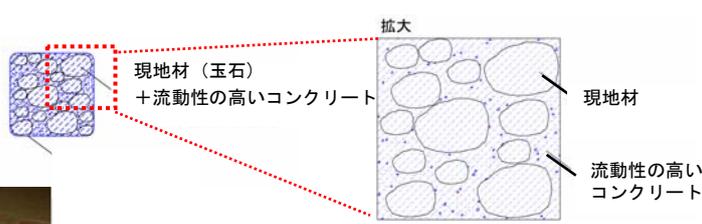
図 3.3.10 試験的に粒径を抑えて施工した事例（常願寺川右岸 13.5k）

(参考) 二次製品活用 (案)

常願寺川では、現在、巨石の代替となる二次製品の活用を検討している。今後は、かみ合わせの効果や屈撓性の有無の観点から試験施工とモニタリングを行い、効果を検証していくこととしている。

以下に現在、検討を行っている3案の概要を示す。

自然石+袋詰玉石案	
概要図	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>製品図</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>袋体 (4t 用)</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>平面図</p>  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>断面図</p>  </div>
概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 袋形状に現地材やコンクリート殻等を中詰材として投入する工法である。 ● 重量は 0.5t～8t まで多様な製品がある。
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ● 屈撓性があり、重ね合せて設置できるため、かみ合わせ効果が期待できる。 ● 中詰石は現地材を有効活用できる。 ● 網は後から補修することができるので、維持管理は容易。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ● 耐摩耗性 ● 洪水時の転石による袋の破断と中詰材の流出
二次製品 (案)	<ul style="list-style-type: none"> ● 高重量用の網材の採用(使用重量に対して1ランクアップの網材) ● 網材の2枚重ね ● 起毛処理による緩衝機能 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>高重量網材(8t 用)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2枚重ね</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>起毛処理</p> </div> </div>

自然石+コンクリート案	
概要図	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;">▽ 平均年最大流量相当水位</div> <div style="margin-bottom: 10px;">断面図</div>  <div style="margin-bottom: 10px;">正面図</div>  <div style="margin-bottom: 10px;">平面図</div>  </div>
概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 現地材（礫材主体）を袋に詰めた後、流動性の高いコンクリートを充填し、現地材と一体化させることで強度の高い改良材を構築する工法である。
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ● 転石による摩耗でコンクリートが削られても、現地材が表面に現れることで転石に対する強度が期待できる。 ● 中詰石は現地材を有効活用できる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ● 洗掘に対する追随性 ● コンクリートの耐摩耗性、強度
二次製品 (案)	<ul style="list-style-type: none"> ● 流動性の高いコンクリートの採用 ● 既存袋の型枠利用（固まり始めた段階で袋を取り外す） <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 20px;">  <div style="margin-left: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">現地材</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">袋材</div> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;">  </div>

鉄鋼スラグ固化体案	
概要図	<div style="text-align: center;"> </div>
概要	<ul style="list-style-type: none"> ● コンクリートに比べ耐摩耗性の高い鉄鋼スラグ固化体を使用する工法である。 ● 鉄鋼スラグ固化体は、準硬石相当の石材と同等の強度を得ることが可能である。 <p>※鋼鉄スラグ固化体：金属製造工程時に発生する鉄鋼スラグ（高炉スラグ、製鋼スラグ）を、水と練り混ぜ作成する固化材料</p>
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ● コンクリートに比べ、すり減り抵抗が小さい。 ● 石と同程度の単位重量（2.6t/m³）が製作可能。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ● 耐摩耗性 ● 施工直後のアルカリ分溶出
二次製品 (案)	<ul style="list-style-type: none"> ● アルカリ溶出を抑えた配合方法（フライアッシュの採用） ● 準硬石レベルの配合（$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$）による摩耗対策 <div style="text-align: center;"> </div>

2) 根入れ

根石工を設置する際には、設置面に根入れを確保し、下面の隙間を充填することでかみ合わせ効果を高めるものとする。

【解説】

根石工の設置面は現況河床高を基本とするが、現況河床に直接根石を設置すると、使用する石材の形状によっては河床との間に間隙が発生する。根石が大きく移動してしまうと巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は安定性を失うことがあるため、設置時にあらかじめ根入れを確保しておくことが重要である。

なお、施工事例では、設置面（現況河床高）に対しての根入れ長を、巨石径の $1/2 \sim 1/3$ としており、十分な効果が確認されている。



図 3.3.11 現況河床高に沿って施工された根石工（常願寺川）



図 3.3.12 根石工の根入れ状況

(7) 中詰盛土工

1) 使用材料

中詰盛土工に使用する材料は、現地近傍から調達できる土砂を使用することが望ましい。

【解説】

中詰盛土工は、巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の盛土部分を構成する箇所であり、石材法覆工や天端被覆工によって防護されているので、洪水流を直接受けることはない。また、中詰盛土工は施工量が多く、使用材料選別のためにふるい分けや石材採取を行うと、巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の利点であるコストパフォーマンスを低減させることとなる。

そのため、根石設置時の床掘りや瀬替工時の現地発生材を使用して中詰盛土工を形成すればよい。また、洪水時に巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工が変形した際には、適宜現地材を用いて再形成することがコスト上有利である。



図 3.3.13 根石工床掘り時の現地発生材を使用した中詰盛土工の施工状況

(8) 石材法覆工

1) 使用材料

石材法覆工に使用する材料は、平均年最大流量でも安定を図ることができる粒径を含む材料とする。また、石材法覆工の表面は、多様な石径を使用し、かみ合わせ効果が期待できるよう配慮する。なお、コスト縮減、かみ合わせ効果に配慮して材料のふるい分けは実施しない。

【解説】

石材法覆工を設置する水際部では、流水が集中して流れるため大きな掃流力の発生が想定される。したがって、石材法覆工に使用する材料は、平均年最大流量時の掃流力が作用しても流出しない粒径の材料を基本にして使用する。また、石同士の『かみ合わせ効果』を期待することで流れに対して安定化を図り、巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の構造的な安定を得るものとした。かみ合わせ効果を期待するためには、多様な石径を用いることにより空隙を小さくさせることができればよい。なお、常願寺川の事例では、平均年最大流量時に発生する掃流力を対象に粒径を設定し、 $\phi 400\text{mm}$ ～ 800mm 程度の多様な粒径の石径を混ぜ合わせて用い、間隙が少なくなるよう工夫している。

なお、上流端の法面は水衝部となり、標準部と要求される性能が異なるので、根石工と同様の強固な材料を使用するものとする。詳細は「3.3.1 (10) リップラップ工」を参考とする。



図 3.3.14 かみ合わせ効果を期待する使用材料

2) 被覆厚

中詰盛土工を洪水流による侵食から防護するために、石材法覆工は適切な覆土厚を設定して法面保護を行うものとする。

【解説】

洪水流による侵食を受けやすい水際部では、巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の盛土中心部分となる中詰盛土工を防護するために一定の範囲を現地発生材よりも大きな粒径の石材を使用して被覆して防護している。この中詰盛土工を防護する機能を確実に発揮できるようにするため、石材法覆工はある程度の厚みを持たせる必要がある。

被覆厚の目安としては、根石工で使用した材料と同規模となるように厚みを設定するとよい。常願寺川の事例では、使用した根石工と同規模の 1.0m を被覆厚として設定している。

3) 法面勾配

石材法覆工の法面勾配は、緩勾配とする。

【解説】

石材法覆工は通常の護岸法覆工のように、材料の連結等で安定を確保する構造物ではない。そのため、水中の土砂が自然に安定する安息角程度を目安とした法面勾配を形成することが望ましい。

常願寺川の事例では、法面勾配を 1:3～1:4 の緩勾配で施工し、巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工法面の安定を確保している。



図 3.3.15 法面勾配 (常願寺川 右岸 7.1k)

(9) 天端被覆工

1) 使用材料

天端被覆工に使用する材料は、石材法覆工と同じく河岸防護工天端での安定を図ることができる粒径を含む材料とする。また、天端被覆工の表面についても石材法覆工と同様に、多様な石径を使用し、かみ合わせ効果が期待できるよう配慮する。

【解説】

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の天端は、洪水が乗り上がることもあるため、石材法覆工と同様の材料を使用するものとする。

また、石同士のかみ合わせ効果を期待できる材料を使用し、石材法覆工と同様に、巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の構造的な安定を得るものとした。設計に際しては「3.3.1 (8) 石材法覆工」を参考とする。



図 3.3.16 巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工施工地点の洪水時の様子
(常願寺川右岸 11.7k、平成 24 年 7 月 7 日)

2) 天端高

天端高は、平均年最大流量時の水位を基準として設定する。

【解説】

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は、低水路河岸際に洗掘・侵食をもたらす洪水流を制御し、目指すべき滞筋の形成と砂州の防護を目的としていることから、天端高は、低水路の形成に支配的となる平均年最大流量程度の水位を基準として設定する。



図 3.3.17 平均年最大流量相当の出水における
巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工周辺の洪水流の状況
(常願寺川右岸 7.1k 平成 23 年 5 月)

(10) リップラップ工

1) 使用材料

リップラップ工に使用する巨石の大きさは、根石工と同じく可能な限り大きな粒径の巨石を使用することが望ましい。

また、巨石の採取が困難である場合は、巨石の代替となる二次製品を活用してもよい。

【解説】

リップラップ工に使用する材料は、強固かつ安定した根石と同規模の可能な限り大きな巨石とし、強固な構造を形成するものとする。

常願寺川の事例では、リップラップ工として使用する巨石を根石工と同様の大きさであるφ1,000mm程度としている。



図 3.3.18 リップラップ工の事例(常願寺川 右岸 11.7k)

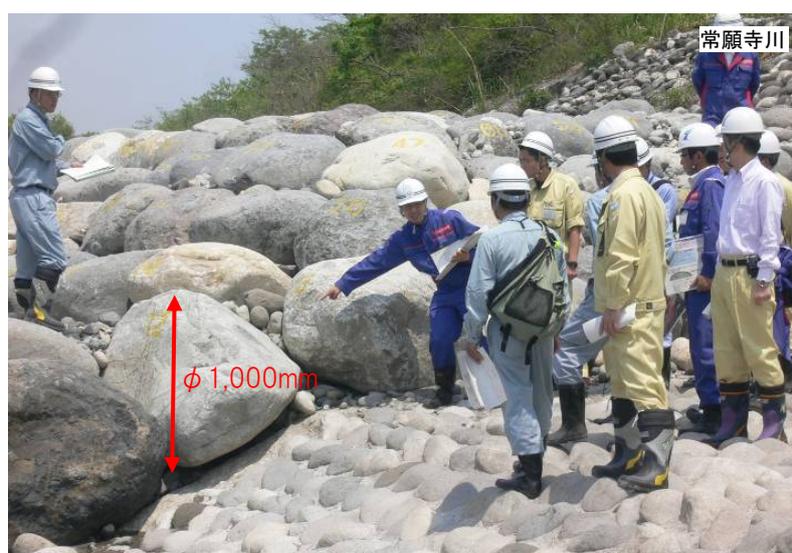


図 3.3.19 使用する巨石の大きさ(常願寺川 右岸 11.7k)

2) 適用範囲

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の上流端は洪水時の主流に対して水衝部となるため、上流端部をリップラップ工として強固な構造を形成する。

【解説】

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の上流端は、洪水時の主流による影響を特に受ける水衝部となる。そのため、水衝部となる上流端を一般部に比べて特に強固な構造であるリップラップ工としておこななければならない。

なお、常願寺川の事例では、リップラップ工の延長は 20m程度としている。



図 3.3.20 リップラップ工の事例（常願寺川 右岸 11.7k）

3) 先端部形状

リップラップ工は、洪水時に受ける流水の影響を極力低減できるように、滑らかな形状となるようにする。

【解説】

リップラップ工は洪水時の主流を直接受ける箇所となるため、先端部の形状に配慮することで洪水時の流水によるエネルギーを極力低減させることが望ましい。したがって、施工場所における河道状況や既設構造物を勘案し、可能な限り滑らかな流れを生み出す形状となるようにする。



図 3.3.21 リップラップ先端部の形状

(11) 延長

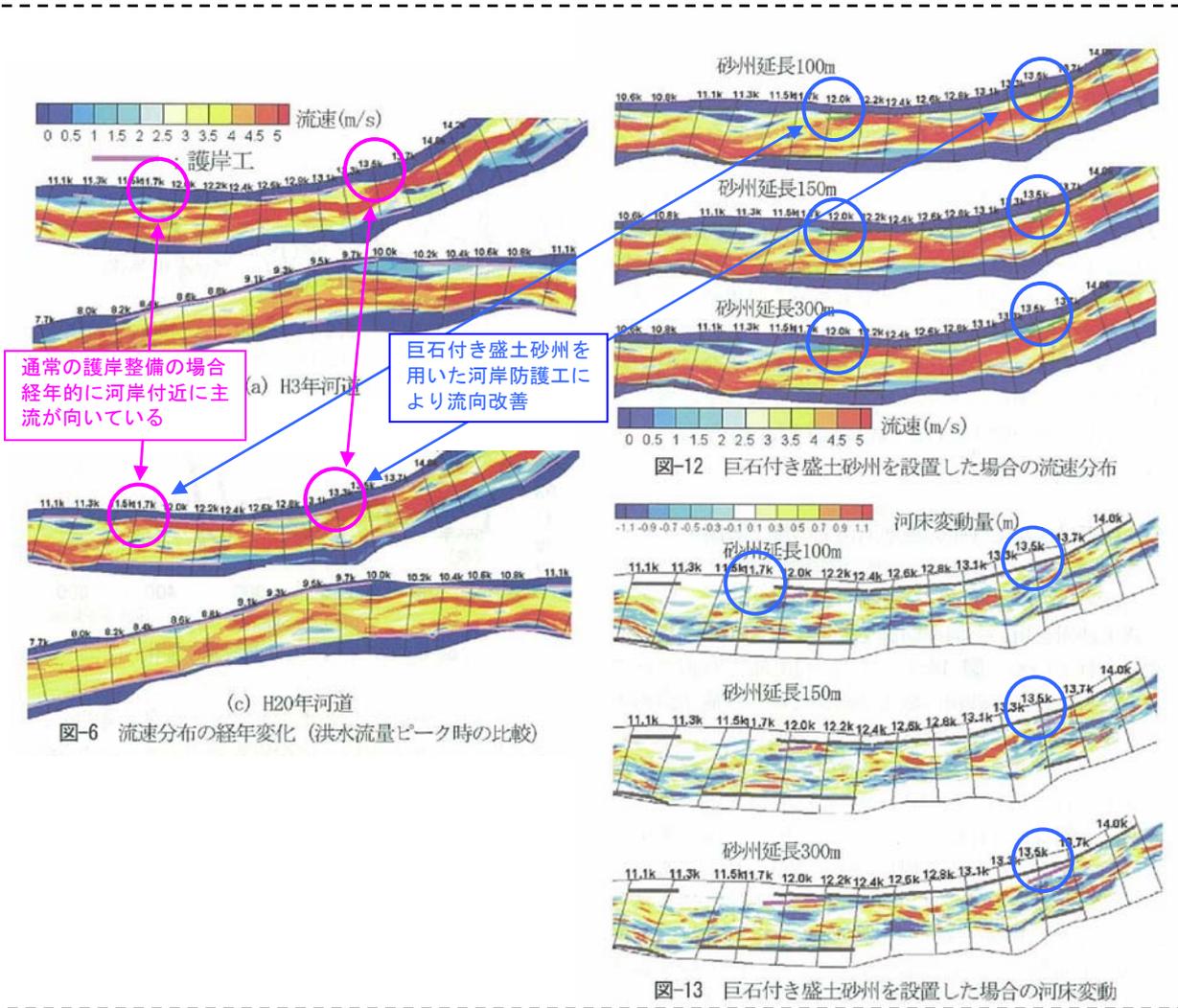
巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の延長は、水はね効果を確実に発揮できる範囲とする。

【解説】

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は、連続した低い水制としてふるまい、主流を滑らかに河道中央へ導く水はね効果を確保しなければならない。よって、設計延長の設定に際しては、平面二次元洪水流・河床変動解析を実施し、水はね効果を検証して設定することが望ましい。

常願寺川では、平面二次元洪水流・河床変動解析により、砂州の移動を解析にて予想している。この結果を基に、巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の延長を設定した。

常願寺川 12.0k および 13.5k 付近に砂州を設けた平面二次元洪水流・河床変動解析の事例では、100m あれば十分効果が発揮できる結果を得ている(河川技術論文集 第 18 巻、p227-232、2012)。ただし、不確定要素もあるため、150m を基本として設定している。



(河川技術論文集 第 18 巻、p227-232、2012)

平面二次元洪水流・河床変動解析の実施が困難である場合は、「3.2.3 全体計画の検討」や「(3) 平面形」から設定した法線と設計区間近傍における既設水制の諸元（水制長）を参考に設置延長を目安として算出してもよい。以下に、法線と既設水制長に基づいた巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の設定手順を示す。

- ① 巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の法線を設定する
（「3.2.3 全体計画の検討」、「(3) 平面形」にて実施）
↓
- ② 近傍での既設水制の水制長を調査する
↓
- ③ 河岸防護工の法線と既設水制の水制長の交点までを巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の設置延長とする（図 3.3.22 参考）

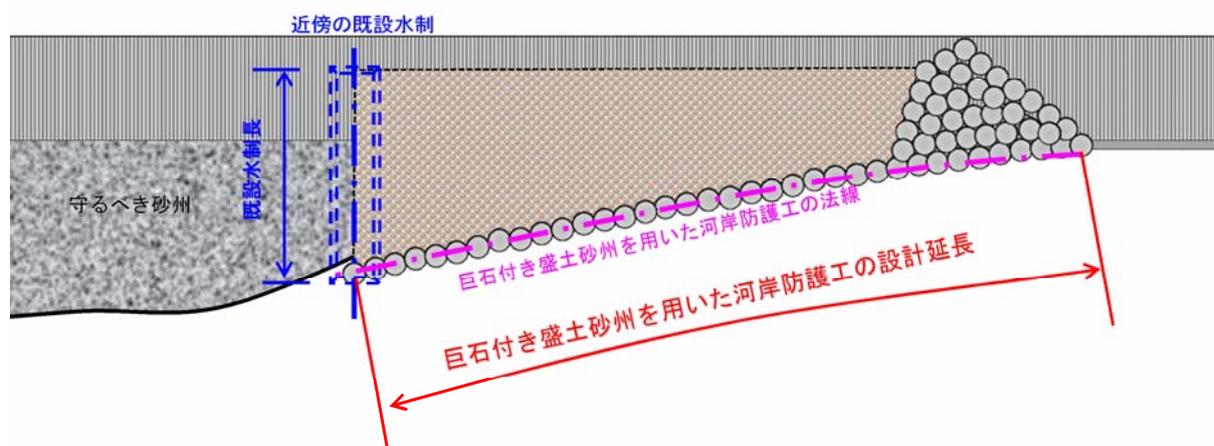


図 3.3.22 法線と既設水制長から設定する延長の考え方

3.3.2 巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の施工

(1) 施工方法

1) 施工手順

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の標準的な施工手順は、以下の手順となる。

- ① 瀬替工
- ② 水替工
- ③ 巨石採取
- ④ 根石工
- ⑤ 中詰盛土工、石材法覆工
- ⑥ 天端被覆工
- ⑦ リップラップ工
- ⑧ 法面整形

【解説】

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の標準的な施工手順を示した。この施工手順を図 3.3.23 に示す。なお、実際の施工に際しては、設置個所の現場条件を考慮し、各設置場所で施工可能な手順で実施すればよい。

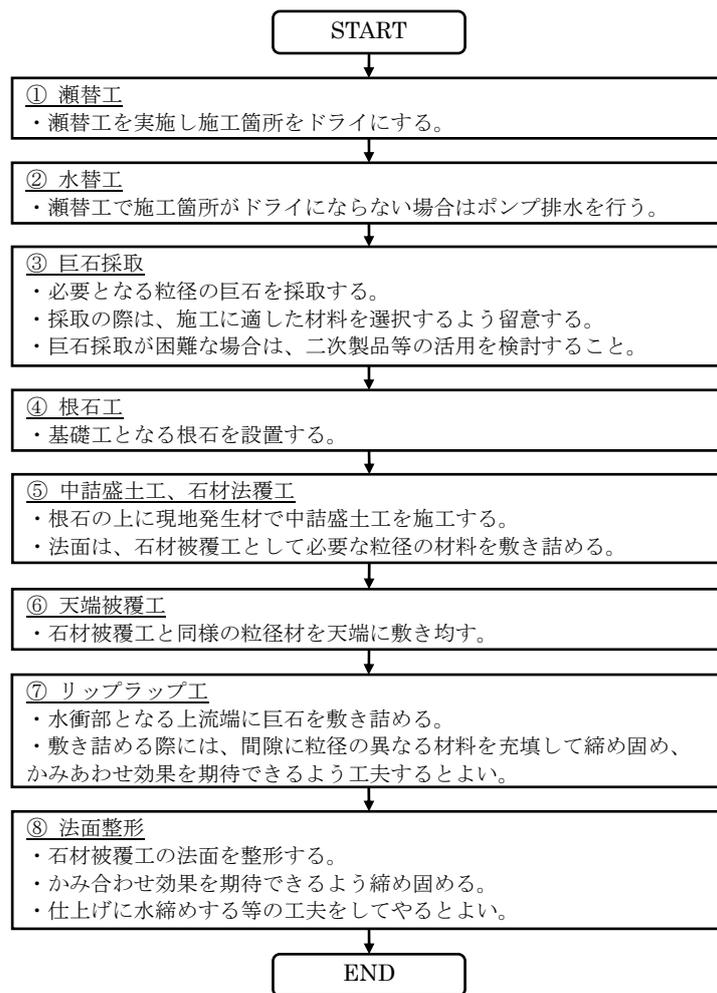


図 3.3.23 巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の施工手順

2) 使用重機

使用重機は、使用材料や現場条件を勘案し、適宜設定する。

【解説】

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の施工は、盛土や掘削、法面整形といった一般的な工種で施工することができる。そのため、特殊な施工方法や重機を使用する必要はない。図 3.3.24 から図 3.3.28 に実際の施工状況を示した。

常願寺川で実際に施工した例をとると、バックホウとダンプトラックにて一連の工事を実施している。以下に施工した際の機械編成例を示した。これに限らず、使用する施工機械は現場条件に即して、適切な機械を使用する。

表 3.3.1 使用機械の一覧（常願寺川での例）

施工機械	諸元
バックホウ	排気ガス対策型（第2次基準値） クローラ型（法面バケット込） 山積 1.2m ³ （平積 1.0m ³ ）
ダンプトラック	4t 積

【施工手順④根石工】



図 3.3.24 根石工施工状況

【施工手順⑤中詰盛土工、石材法覆工】



図 3.3.25 法面施工状況（中詰盛土工の法面形成時）

【施工手順⑦リップラップ工】



図 3.3.26 リップラップ工施工状況

【施工手順⑧法面整形】



図 3.3.27 法面整形状況

【完成後（通水後）】



図 3.3.28 通水後の巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工設置状況

(2) 施工における留意点

1) かみ合わせ効果の確保

根石や石材法覆工および天端被覆工の施工時には、空隙を充填できるように配慮し、かみ合わせ効果が得られるよう配慮するものとする。

【解説】

根石は粒径が大きく、根入れを十分に確保しても隣接する根石同士の形状の差から空隙が発生する。多様な粒径の材料を使用している被覆でも石同士の間には空隙が発生するので、かみ合わせ効果を期待するためには空隙を減少させるように配慮する必要がある。

空隙を減少させるためには、現地発生土を根石および被覆施工後に充填させる、施工後に水締めを行う等の方法がある。また、根石工やリップラップ工などの巨石同士の隙間にも、粒径が異なる石材を間詰めすることでかみ合わせ効果を発揮できるように工夫するとよい。



図 3.3.29 石材法覆工の間詰め施工状況



図 3.3.30 リップラップ工の間詰め状況

2) 下流端処理

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工の下流端は、洪水流により侵食されても上流部へ影響しないように可能な限り緩やかな勾配にてすりつけることが望ましい。

【解説】

巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工は、主流を滑らかに河道中央へ導くことが目的であるため、下流端で主流による影響を強く受けることはない。しかしながら、平均年最大流量相当水位以上に達した流量が流下した場合には、落込み流が発生して下流端を侵食する恐れがある。

したがって、下流端はできる限り緩やかな勾配にて現地盤とすりつけるよう配慮するものとする。この際、下流側への法面勾配は、極力緩勾配とするほうがよいと考えられるが、実際の出水後の形状を確認して反映することが望ましい。

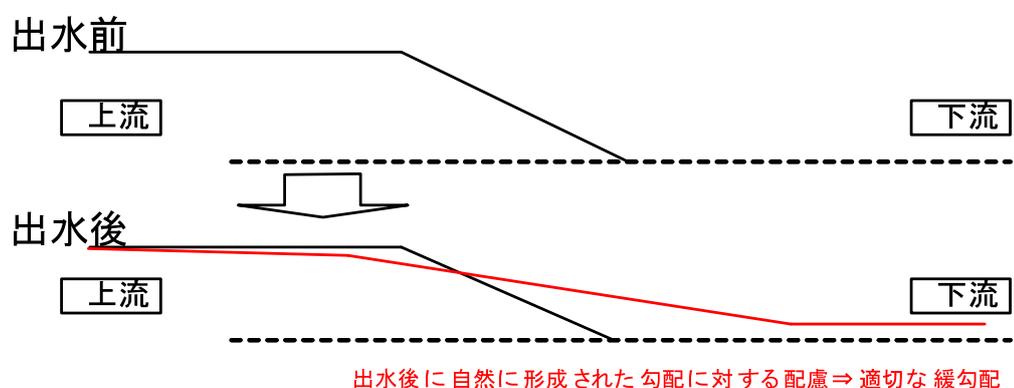


図 3.3.31 下流端の法面勾配に対する配慮