

# 下小笠川捷水路における 自然環境を考慮した河道について

山根宏之

浜松河川国道事務所 河川管理課（〒430-0811 静岡県浜松市中区名塚町266）

下小笠川は一級河川菊川の右支川であり、下流部においては天井川で蛇行が著しく、過去度々破堤、内水被害が発生していた。そのため、平成元年度～平成17年度に「下小笠川捷水路事業」を実施し、その解消を図った。当時、平成2年に開始された「多自然型川づくり」を考慮し施工されたが、完成から約10年が経過したことから、下小笠川捷水路における自然環境の現状と課題について、最新の技術基準となる「多自然川づくりポイントブックⅢ」（平成23年10月）を基に整理し、自然環境を考慮した河道について考察する。

キーワード：下小笠川捷水路，自然環境，多自然川づくりポイントブックⅢ

## 1. はじめに

一級河川下小笠川は、標高264mの小笠山に源を発し、途中、谷本川、畑ヶ谷川等の支川を併せて菊川の右岸3.1km付近へ合流している。流域面積10.5km<sup>2</sup>、流路延長9.8kmであり、流域は非常に小さく掛川市に属している。

河床勾配は、下流部（0.0k～3.5k）で1/210程度、上流部（3.5k～5.0k）で1/120程度と比較的急流な河川であることから、直進性が強い河川であると考えられる。

河川周辺の状況は、上流部は山地であり、山間部を縫って流下しており比較的直進河川となっている。下流部は平地で田園地帯や住宅地が広がっており、天井川で蛇行が著しく、過去に出水における破堤、内水被害が頻繁に発生している。

下小笠川捷水路は、下流部での大きな蛇行と天井川を解消し、出水による被害を軽減するために実施された事業である。

## 2. 下小笠川捷水路事業

下小笠川捷水路事業は、平成元年度より実施測量を始め、平成4年度用地取得に着手した。土木工事は、平成6年度より樋管設置箇所及び築堤箇所へのプレロード盛土を開始し、排水樋管2箇所、橋梁4橋、落差工の整備、帝釈山の開削等を実施した。途中、平成11年には弥生から江戸時代の遺跡が発見され、埋蔵文化財の発掘調査が



図-1 下小笠川捷水路位置図



写真-1 下小笠川(旧川)と下小笠川捷水路(新川)

行われたり、軟弱地盤箇所の対応等を行ったり、工事を一時中断することもあったが、平成17年3月に通水を開始し、平成18年3月旧河川の締切りにより事業が完了した。

当時、平成2年から開始された「多自然型川づくり」を考慮し、堤防の法勾配を1:2~1:3の断面形状とするとともに、護岸に環境ブロックを活用したり、根固めに木工沈床を活用するなど、自然環境に配慮した施工を実施した。

### 3. 多自然型川づくりを考慮した施工

#### (1) 環境・景観に配慮した断面形状

下小笠川捷水路は、環境・景観に配慮し断面形状を上中下流の3区間に分けている。下流区間は、護岸を環境護岸ブロックとしたほか、菊川からの魚類の遡上を期待して、根固めに木工沈床と捨石を併用し、魚類の生息環境を整えた。中流区間は、護岸の上に覆土を行い、植生の繁茂を促進させるとともに、低低水路を設けて100m~150m間隔で捨て石や木杭で蛇行させることにより、自然な形で瀬と淵を形成するように努めた。上流区間は、植生復元の可能な環境護岸ブロックを、模型実験により流速を確認して選定した。また、連続落差工については、魚類の遡上を考慮した低低水路を設けることで魚道としての機能を確保した。以降に上流区間で実施した取り組みについて記載する。

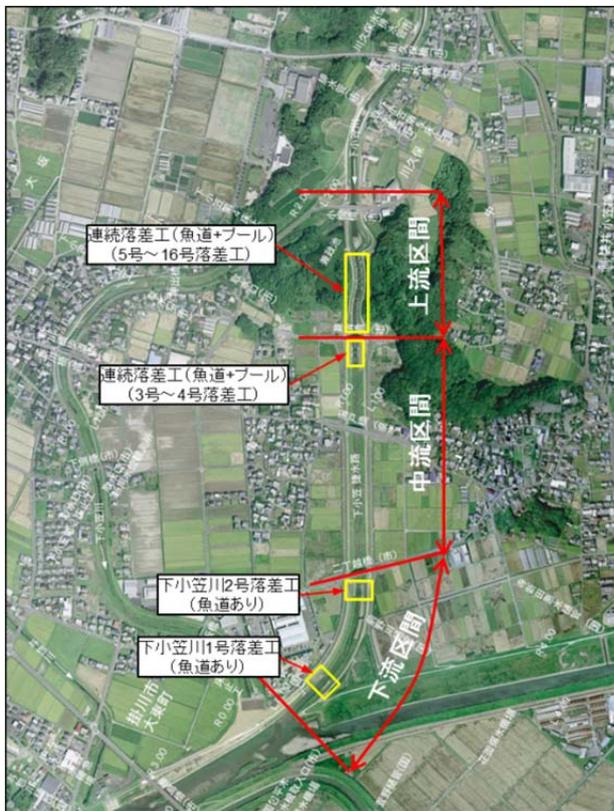


写真-2 下小笠川捷水路の区間割り

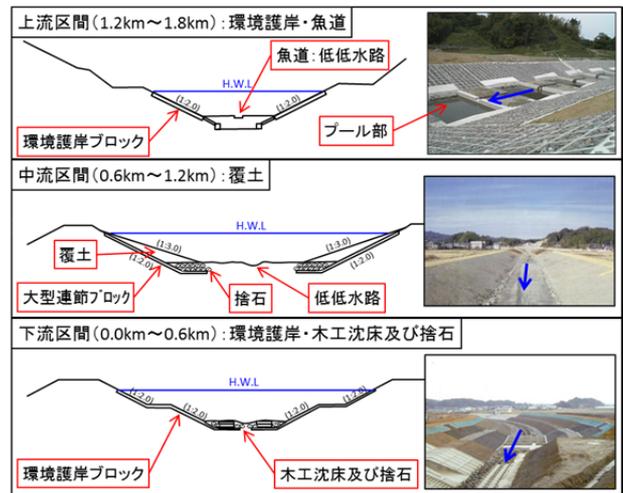


図-2 下小笠川捷水路の区間断面

#### (2) 上流区間における環境護岸ブロックの選定

上流区間は、帝釈山を開削することから、縦断勾配を確保するため落差処理が必要となる。落差処理方式を比較検討するため、机上検討で不明瞭な部分を水理模型実験で確認している。護岸に使用する環境護岸ブロックの選定においては、水理模型実験での流速や法勾配等の設計条件を基に、一次選定として「美しい山河を守る災害復旧基本方針」(平成10年6月策定)に示されている一般的な護岸工法から、詳細検討する護岸工法を選定した。護岸製品の選定条件としては、護岸の安定性、屈とう性、植生の可否、景観、経済性を比較検討し、カゴマットを含めて選定を行った。しかし、鉄線によるカゴマット工法は、永久護岸とならないことや腐食・摩耗に対する耐久性等から除外した。選定した環境護岸ブロックは、流速3.5m/s以下の区間ではブロックに底の無いカゴボックスを採用し、流速5.0m/s以上の区間ではより高強度なグラックス(底付き)を採用した。

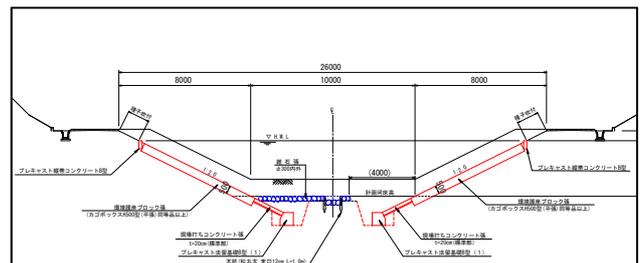


図-3 下小笠川捷水路上流区間標準横断面図



写真-3 (左側) カゴボックスを用いた環境護岸

写真-4 (右側) グラックスを用いた環境護岸

### (3) 環境に配慮した連続落差工の構造

連続落差工については、1段あたりの落差高を30cmとすることで基本的に魚道が不要な構造とした。ただし、低水流量（0.18m<sup>3</sup>/s）及び湧水流量（0.03m<sup>3</sup>/s）が非常に小さい流量であるため、落差工の底幅に対して流量が流下した場合の水深が非常に浅いものとなり、魚類の移動の傷害となる。そのため、低水流量及び湧水流量に対してある程度の水深を確保し、魚類の移動を可能とするための魚道構造物として、低低水路を設けることとした。低低水路は最も単純となる矩形断面形状とし、構造としては定規断面の河床下に設ける構造とした。また、低水流量流下時にほぼ満水状態となり、湧水流量流下時に水深8cmを確保する形状（幅1.00m、高さ0.25m）とした。なお、水深8cmの設定については、対象魚種として上流部で多く生息しているオイカワを対象とした。

落差工直下のプール部については、洪水流に対する減勢機能のほか、魚類が落差工を遡上するための助走区間とするとともに、魚類の生息場所、洪水時の待避場所として設置した。



写真-5 施工直後の連続落差工

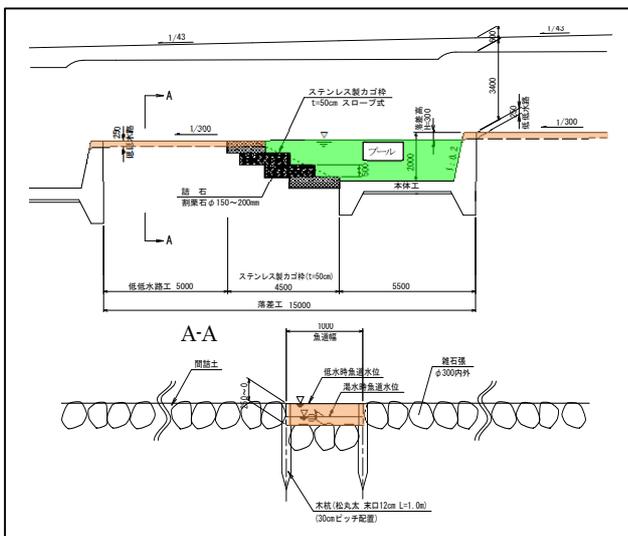


図-4 連続落差工標準図

### (4) 帝釈山の掘削法面の対策

帝釈山の開削においては、掘削した切土法面がかなり長大なものになる。また、帝釈山付近の地質は主に泥岩であり、露出した状態で放置した場合に表面から風化が進行すると推測された。そのため、帝釈山の切土法面を対象とした緑化の対策が必要となった。

緑化のための切土形状として当初は、切土面が泥岩で軟岩 I のため、標準的な1割2分勾配で直高5m毎に小段を設け、幼菌と稲ワラによる土壌被覆（マルチング工）を施工して対応するものであった。しかし、風化防止・抑制のため早期樹林化する必要があることから、幼苗による植栽を行うこととした。そこで、断面形状を一法5mの中段（直高2.5m）に植栽用小段（幅1.0m）を設けて、幼苗の植栽を行った。

法面緑化の構成としては、小段部及び法尻部には高木樹種を主体として植樹し、その他掘削法面が露出する斜



写真-6 施工直後の掘削法面

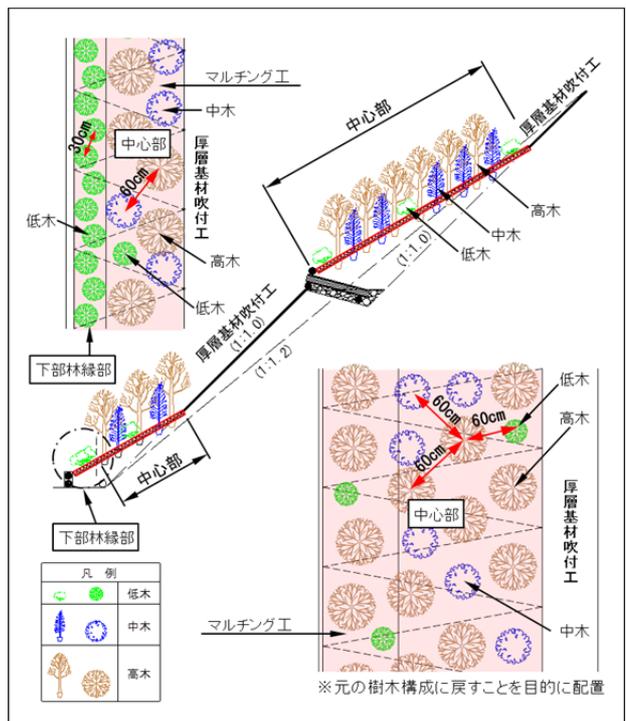


図-5 帝釈山の掘削法面植栽工標準図



2.3mの落差があった。下小笠川捷水路は複数の落差工が設置されているが、いずれも魚類の遡上・降下に配慮した構造となっている。そのため、淡水魚等の遡上・降下については、旧川から下小笠川捷水路になることにより、環境が改善されているといえる。

## 5. 多自然川づくりポイントブックⅢによる整理

下小笠川捷水路は、多自然型川づくりを考慮して施工し、完成後10年が経過したことで、自然環境は復元されている。しかし、新たに低水路の大部分がツルヨシで覆われるという課題が起きている。そこで、最新の技術基準となる「多自然川づくりポイントブックⅢ」（以下、ポイントブックという）を基に、現在の下小笠川捷水路についての課題を整理して、解決方法を考察する。

### (1) ポイントブックの適用

ポイントブックの適用範囲は、川幅が比較的狭く単断面の中小河川を対象としている<sup>1)</sup>。流程区間としては、おおむねセグメントM～セグメント2の区間を扱うものとし、河口や本川合流点近くの背水の影響がある区間は除くものとする<sup>2)</sup>となっている。下小笠川捷水路は、流域面積10.5km<sup>2</sup>（菊川流域：158km<sup>2</sup>）、計画規模1/50、セグメント2-1であることから、流域面積や計画規模より、ポイントブックによって多自然川づくりを実施する河川であるといえる。

### (2) ポイントブックで実施する区間

下小笠川捷水路は、3. (1) に記載のとおり上中下流と3区間に分かれている。下流区間は本川合流点近くで感潮区間となるため、5. (1) の「河口や本川合流点近くの背水の影響がある区間は除く<sup>1)</sup>」より、ポイントブックの活用外となる。上流区間は、連続落差工区間

**対象河川**

対象とする中小河川

流域面積が概ね200km<sup>2</sup>未満の河川  
河川の重要度がC級以下の河川

- ◎ 主に都道府県あるいは市町村の管理する河川
- ◎ 主たる対象は河川改修前の川幅が比較的狭い単断面の河川

図1-1 本書が対象とする中小河川 ポイントブックP2より

図-8 ポイントブックの対象河川

**計画規模**

表 1-1 河川の重要度と計画の規模

河川の重要度	計画の規模(対象降雨の降雨量の超過確率年)*
A級	200 以上
B級	100 ~ 200
C級	50 ~ 100
D級	10 ~ 50
E級	10 以下

※年超過確率の逆数

ポイントブックP3より

出典：国土交通省河川砂防技術基準 同解説 計画編(社)日本河川協会 平成17年11月

図-9 ポイントブックの対象規模

があり、魚道・プール部が機能しているため、ポイントブックの活用外とする。そこで、ポイントブックによる多自然川づくりを実施する区間は、中流区間となる。

### (3) 河床幅・のり勾配

ポイントブックでは、改修後の河床幅が川の深さの3倍以上確保できる場合は2割以上ののり勾配とすることが望ましい<sup>1)</sup>と記載されている。下小笠川捷水路の中流区間は、覆土による3割勾配となっており、河床幅12.0mで川の深さ4.2mであることから、3倍以上の川幅が確保されており、河床幅・のり勾配ともにポイントブックの条件を満足している。

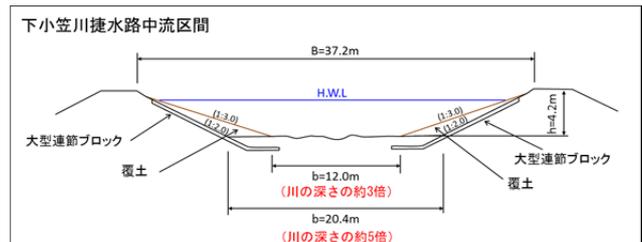


図-10 中流区間の標準断面図

### (4) 下小笠川捷水路中流区間の課題

ポイントブックでは、土砂供給量が多く堆積傾向にある川では、川幅を広くすると掃流力が小さくなり、堆積がより進んで流下能力が低下する問題を起こす可能性がある<sup>1)</sup>と記載されており、セグメント2-1等で河床材料が礫で比較的粒径がそろっている場合は、河床を平坦な状態で上げ過ぎると、掃流力の低下により河床が動かなくなり、将来的に多様な物理環境の形成が見込めなくなる



写真-10 滞筋が固定化された事例



写真-11 下小笠川捷水路中流区間の現状

だけでなく、川一面に植物が繁茂するといった維持管理上の問題が生じる、あるいは水深が全体的に小さくなるなど、改修直後の環境が悪化する可能性がある<sup>1)</sup>と記載されている。

下小笠川捷水路中流区間も川一面にツルヨシが繁茂しており、現状が一致する。

### (5) 掃流力のチェック

ポイントブックでは、河床幅の設定に際しては、洪水時に限界掃流力以下とならないようにすることを目安に、河床材料と水深・流速の関係から以下のように、その妥当性をチェックすることとし、代表粒径 $dR$ に対する無次元掃流力 $\tau_{*R}$ を求め、 $\tau_{*R} \geq 0.05$ であることを確認する<sup>1)</sup>と記載されている。

下小笠捷水路の洪水時の無次元掃流力は、 $0.08 > 0.05$ であり、洪水時に河床は動くと考えられる。つまり、下小笠捷水路の洪水時の掃流力はあるが、年最大流量が無次元掃流力(0.05)を超えない年に、植生が繁茂し河床が固定化した可能性が考えられる。

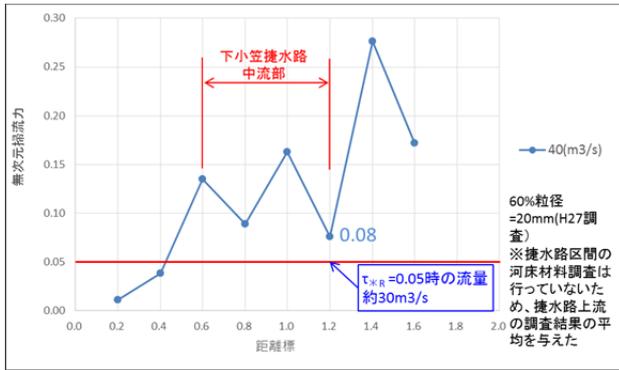


図-11 下小笠川捷水路の無次元掃流力

### (6) 低水路の水深と複断面的な河道の設定

ポイントブックでは、みお筋部(低水路)については平常時の水深が30cm(少なくとも春と秋)を超えていれば、みお筋部への植生は活着し難い<sup>1)</sup>と記載されている。

下小笠川(川久保水位観測所)の平水流量は約0.2m³/sで、河道幅が12mのときに、平常時水深は約5cmとなり、30cmより低いことからツルヨシが繁茂しや

表-1 みお筋部およびテラス部における植物の繁茂条件

表 2-2 みお筋部およびテラス部における植物の繁茂条件					
河道断面	常時水深 (cm)	みお筋部植物	水際植物	維持管理面からみた植生の状況	
みお筋部(低水路)	$0 < h_1 < 30^*$	ツルヨシ ヨシ	ツルヨシ ヨシ	5年後にはツルヨシ(ヨシ)が一画を覆い、みお筋が不明瞭になり易い。	
	$h_1 > 30^*$	無し (沈水植物)	ツルヨシ ヨシ	掃流力が大きい場合は、種地→ツルヨシ→裸地のパターンが繰り返される。 ※日が小さいと、水際からのヨシ、ツルヨシの侵入確率が高くなる。	
河道断面	水面比高 (cm)	土厚 (cm)	テラス部(高水敷)植物	維持管理面からみた植生の状況	
みお筋部(低水路)	$0 < h_1 < 30$	$S_1 = 0$	低草草本(湿潤型)	タデ科、スズメ草(ツルヨシ)	高水敷の植生は、土壌と地下水位の条件によって大きく異なる。  水面比高が大きく、土壌が硬いと乾燥型の植物が生えやすい。テラス部の安全確保は、土壌が覆われればオアシ、挿げればススキ。水位が高い場合は、ツルヨシ、ヨシ。
		$S_1 > 5$	低草草本 or 高草草本(湿潤型)	スズメ草 ヨシ、クサヨシ	
	$h_1 > 30$	$S_1 = 0$	低草草本(乾燥型)	カワライロ シナダレスズメガサ アザミ、タキツバナ	
		$S_1 > 5$	高草草本(乾燥型)	オアシ( $S_1 > 20$ cmで良好) セイタカアワダチソウ	

ポイントブックP45より

すい河道であるといえる。

また、ポイントブックでは、河床が動くかどうかをチェックし、河床が動かなくなる可能性がある場合は、より慎重にみお筋を含む横断面形状を設定する必要があり、具体的には、常時水が流れる部分(みお筋部分)と比高が高いテラス的な部分からなる複断面的な形状とする方法が考えられる<sup>1)</sup>と記載されている。

そこで、下小笠川捷水路中流区間においては、川一面にツルヨシが繁茂する河道を解消するために比高が高いテラス的な部分からなる複断面的な河道を設定する必要があるといえる。

### (7) 下小笠川捷水路における複断面的な河道

ポイントブックでは、みお筋部の幅の設定に当たっては、水理実験用の水路において勾配と単位幅流量(幅1m当たりの流量)を変化させ、「川らしさ」を感じられる流量の程度を評価し、この結果、平常時の単位幅流量が概ね0.05m³/sを上回れば「川らしさ」を感じられることができた<sup>1)</sup>と記載されている。

そこで、下小笠川捷水路中流区間では、下小笠川(川久保水位観測所)の平水流量が約0.2m³/sであることから、低水路幅は $0.2/0.05=4.0$ m以下であることと、水面比高を30cm以上とすることが条件となり、図-12のような複断面的な河道が考えられる。

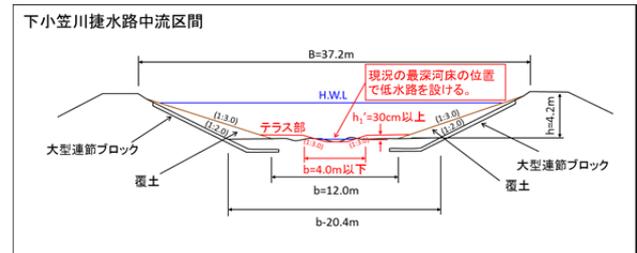


図-12 複断面的な河道(案)

## 7. おわりに

下小笠川捷水路事業が完了してから10年が経過し、多自然型川づくりを考慮して施工した施設については、概ね良好な自然環境といえる。しかし、最新の技術基準となる「多自然川づくりポイントブックⅢ」により整理をすることで、「川一面にツルヨシが繁茂する河道を解消」という新たな課題を抽出し、課題解決のための方法を考察することが出来た。

今後は、下小笠川捷水路において、複断面的な河道の試験施工を実施するとともに、経過を観察していきたい。

### 参考文献

- 1) 多自然川づくり研究会著, リバーフロント整備センター編: 多自然川づくりポイントブックⅢ, 日本河川協会, 2014.