

1.3 実施計画の実施

1.3.1 再生計画の検討	2-85
(1)再生手法の検討	2-85
(2)実施図書の作成	2-102
(3)関係機関との調整	2-113
1.3.2 再生の実施	2-116
(1)再生実施の流れ	2-116
(2)整備結果の概要	2-117
(3)実施状況	2-118
(4)施工管理	2-119
(5)濁り(SS)監視	2-121
(6)完成図	2-124
(7)整備後の状況	2-126
1.3.3 順応的管理の実施	2-129
(1)モニタリング調査の実施	2-129
(2)事業の検証・評価	2-137

1.3 実施計画の実施

1.3.1 再生計画の検討

再生手法の詳細について検討を行い、施工条件、施工方法、施工手順等を整理した。また、これらを取りまとめた実施図書を作成し、関係機関との調整を行った。

(1) 再生手法の検討

1) 対策工の検討

自然再生の検討箇所は、単調な河川河道であり、堆積土砂の上にツルヨシやイボタクサギなどの低木・草本によって樹林化し、水生動物の生息場所が少ないものと考えられる。このためワンドを整備することによって、水生動物の生活場所を拡大する方策とした。

洪水流を利用して出来るだけワンドが維持できるように、水制工の位置や規模についても検討した。検討は水理解析を用いて、平均年最大流量相当の摩擦速度で評価した。

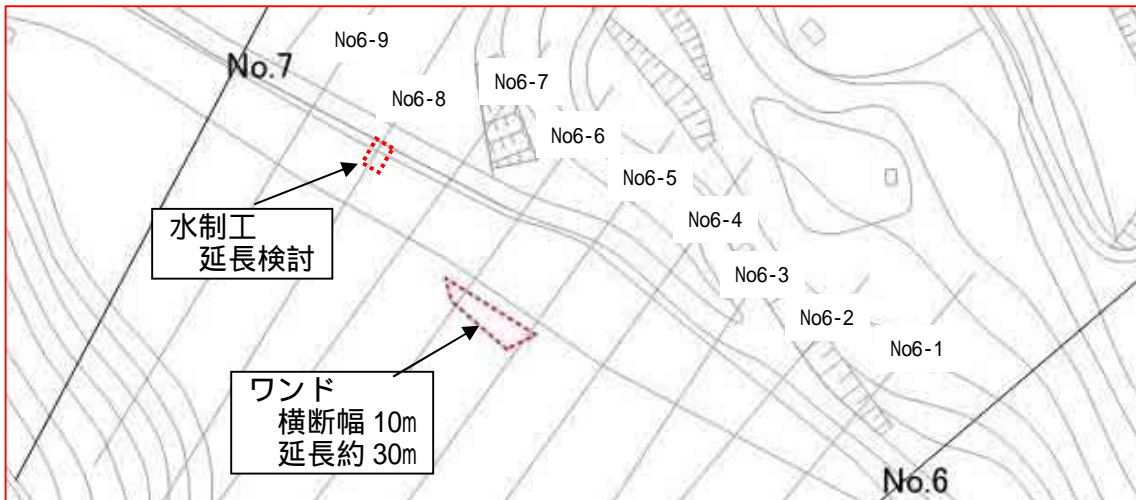


図 1.3.1-1 対策イメージ

平水流量時水位縦断（潮位の影響確認）

【計算条件】

下流端水位：E.L.+0.05m	平均潮位	CASE1
E.L.+1.00m	朔望平均満潮位	CASE2
E.L.-0.95m	朔望平均干潮位	CASE3
上流端流量：Q=0.5m ³ /s	平水流量相当規模	

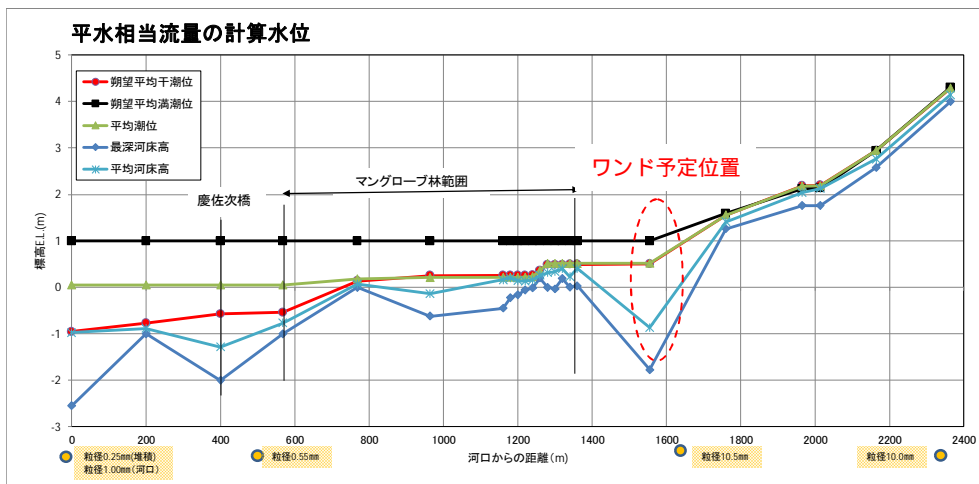


図 1.3.1-2 水位縦断

平水流量相当の水位縦断結果では、ワンド予定範囲は、平均潮位と朔望平均干潮位ではほぼ同程度で、朔望平均満潮位では、ほぼ水面勾配がない状況である。そのため、ワンド予定範囲は、潮位影響を受ける範囲に位置している。

ワンド規模

ワンド部は現況の低水路河道部を河床高相当で拡幅する形状とした。拡幅形状のため、水深は現況時と変わらず、測量断面と下図の計算水位より、平均潮位時では水深は最大で50cm弱、満潮時で80cm程度が確保される。しかしながら、より多くの水生動物の生息場所として整備するため、ワンドに滞的機能も持たせて、更に掘り下げる必要があると考える。ただし、これ以上の河床の掘り下げは、流向や流速の変化を発生させ、ワンド維持効果に想定外の影響を及ぼす可能性もあることから、状況を確認しながら段階的に整備していくことが望ましい。

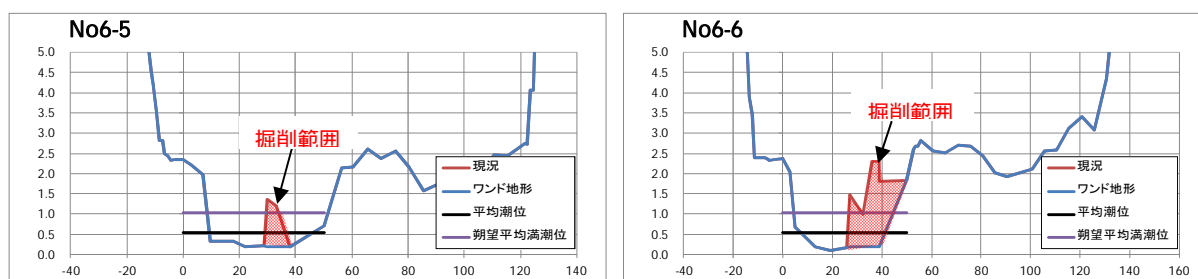


図 1.3.1-3 ワンド部掘削

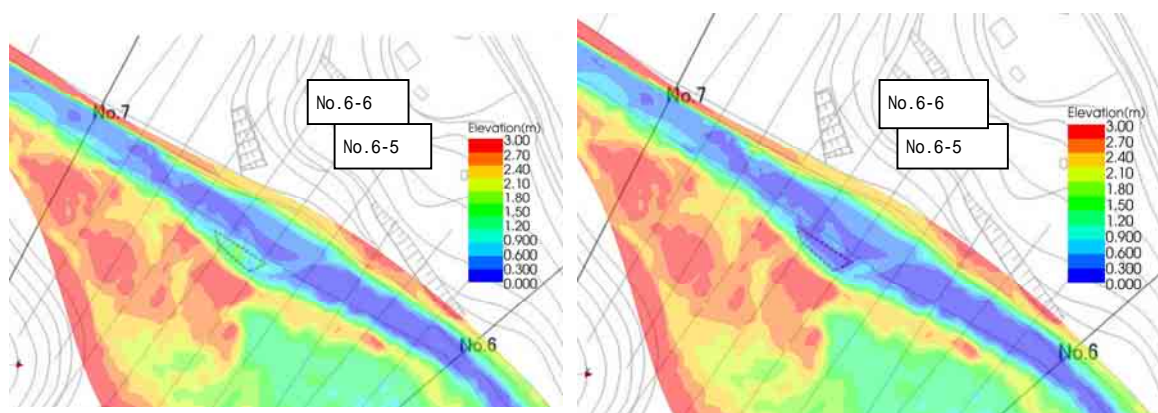
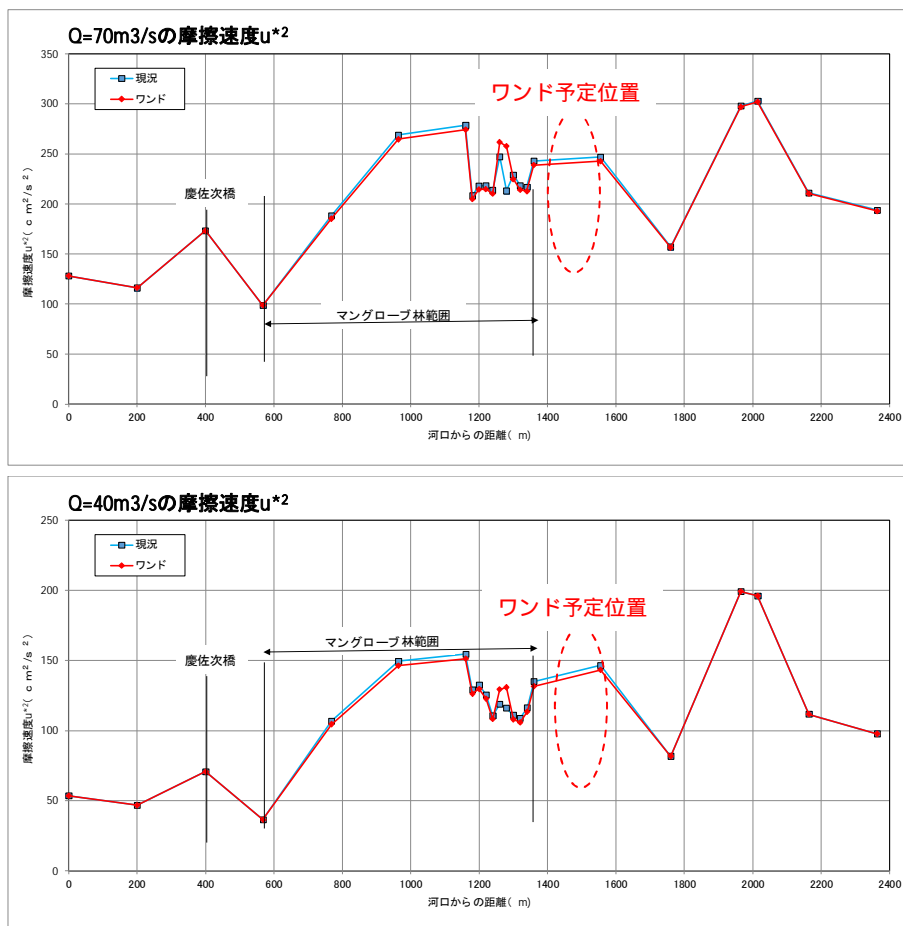


図 1.3.1-4 左：現況地形 右：ワンド地形

河床安定性の検討

一般的に河道拡幅後には、土砂堆積が生じることが考えられるため、ワンドの維持を目標とし、水制工設置による効果を検討した。

検討方法は、平均年最大流量の準2次元不等流計算から、現況地形からワンド地形に変更したときの摩擦速度の変化より河床の安定性を評価した。



エネルギー勾配はセグメント区間平均値を使用

図 1.3.1-5 摩擦速度の縦断分布(水制工あり)

現況からワンド幅 10m の変化は、摩擦速度の現況からの変化は、0.99 ~ 1.07 倍(平均 0.997) のため、ワンドのみでも掃流砂移動に対して、河床は概ね安定する整備規模と想定される。

水制工の規模

対象地点は流速が遅く、河川水の浮遊砂が沈降しやすいと考えられるため、ワンドに浮遊砂の土砂堆積が生じない対策を検討する。ワンド部に流れが向くように流路を変更させる対策案として、上流部に水制工を設置して、摩擦速度を上げる流況を作成するものとする。

a. 水制工の長さ

水制工規模を 3m(低水路幅比 0.1 ~ 0.2)、6m(川幅比 0.1 ~ 0.2) と変化させた結果、摩擦速度の現況比率は、下図の結果のように水制工規模 3m は、約 104%程度で概ね河床が安定する範囲となる。

一方、6m 規模では、変化量が 122%と増加量が多すぎるため、河岸洗掘しやすい傾向となり、許容適用範囲を超えることとなる。よって、水制規模は、3m 程度(低水路幅比 0.1 ~ 0.2) を妥当として設定した。

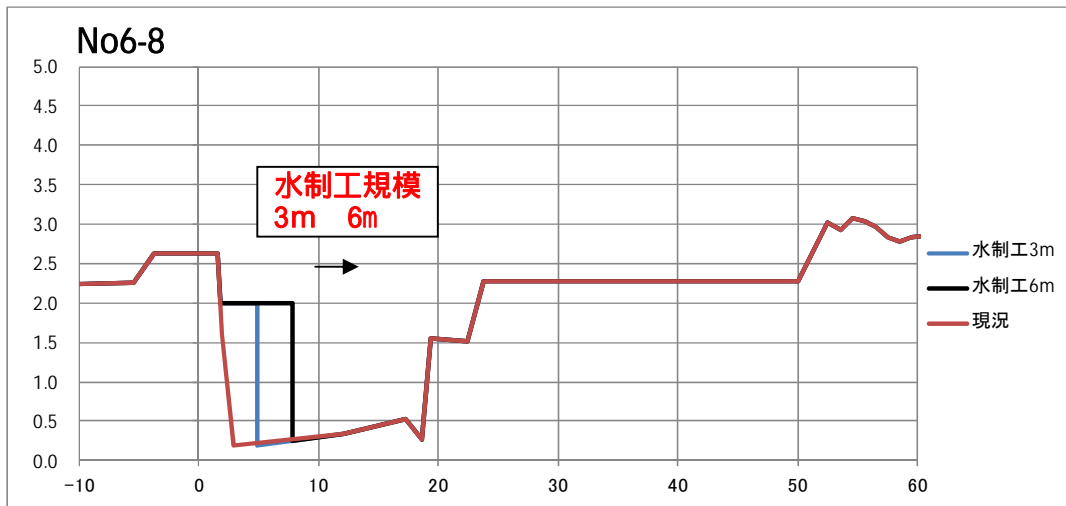


図 1.3.1-6 水制工規模 摩擦速度現況比率

b. 水制工の高さ

水制工の高さは、一般的な事例で概ね平水位の 0.5~1.0m 程度であることが多い。

対象地点の潮位影響を含めた水位は、概ね E.L.+0.5~1.0m であるから、水制工高さは E.L.+1.0m~E.L.+2.0m の範囲となる。

水制工の目的は、ワンド部に流れが向くように流路を変更させることであるため、天端高が低すぎると効果が十分でなくなるため、水理検討では、最大の水制工高 E.L.+2.0m に設定した。

c. 水制工の効果

水制工による摩擦速度の現況比率は、ワンド+水制工 6m では 120%を超えるため、現況からのかい離が大きい。ワンド+水制工 3m 時は、ワンドのみに比べ、摩擦速度が大きくなることから、土砂堆積の抑制効果があると考えられる。

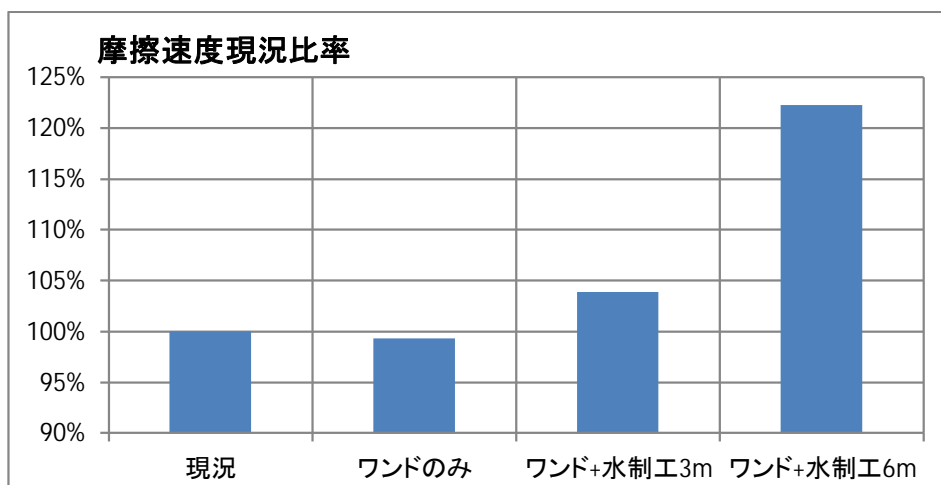


図 1.3.1-7 摩擦速度現況比率

d. 平面 2 次元解析モデルの検討（流況変動の解析メッシュの検討・作成）
 水制工設置による流況を把握するため、平面 2 次元解析を行った。計算メッシュを以下に示す。

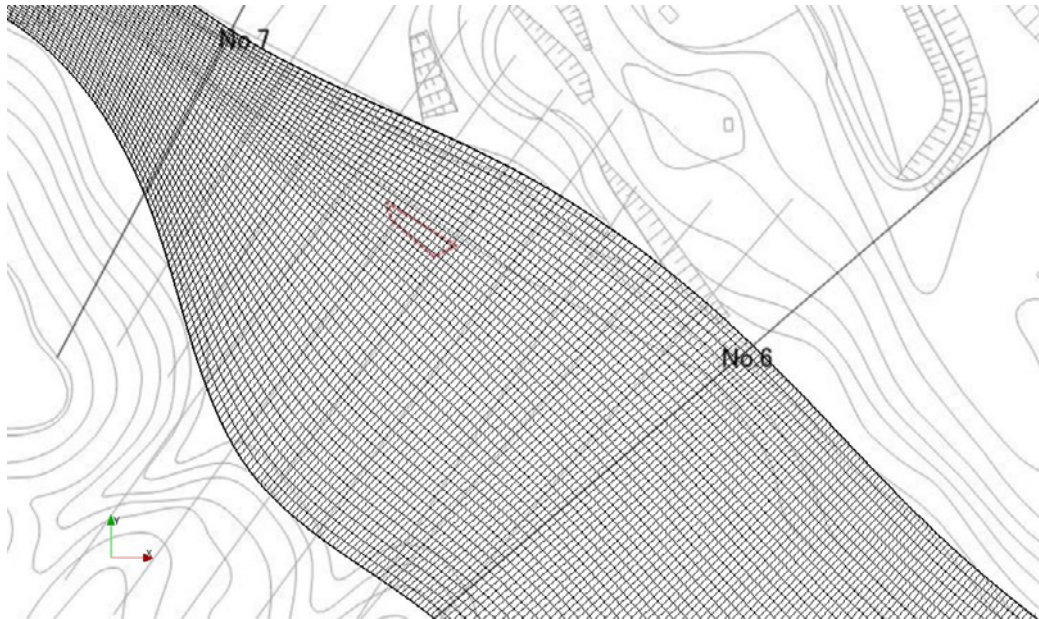


図 1.3.1-8 計算範囲メッシュ（拡大）

表 1.3.1-1 モデル条件

項目		モデル・条件など
モデル		iric : Nays2DH
計算条件	解析範囲	慶佐次川 : No.5 ~ No.8 （対象 No.6 ~ No.7）
	流れの境界条件	上流端 : 流量 85m ³ /s （現況河道の流下能力条件） 下流端 : 準 2 次元不等流の計算結果
	粗度係数	準 2 次元不等流と同じ
	初期河床高	河道 : 測量データ（優先） 不足分は平成 21 年 LP データを利用
	植生	範囲 : 植生範囲 密生度 : 準 2 次元不等流計算結果に合うように調整 抵抗係数 : 1.2（円柱）
水制工		長さ : 3m 高さ : E.L.+2.0m

e. 対策影響結果

水制工設置による水位影響は、上昇量として約 2cm 程度が上流側約 130m の範囲で生じる。ワンドによる下流側への影響は、ワンド範囲付近で 1cm 程度の水位低下であり、さらに下流は変化していない計算結果である。

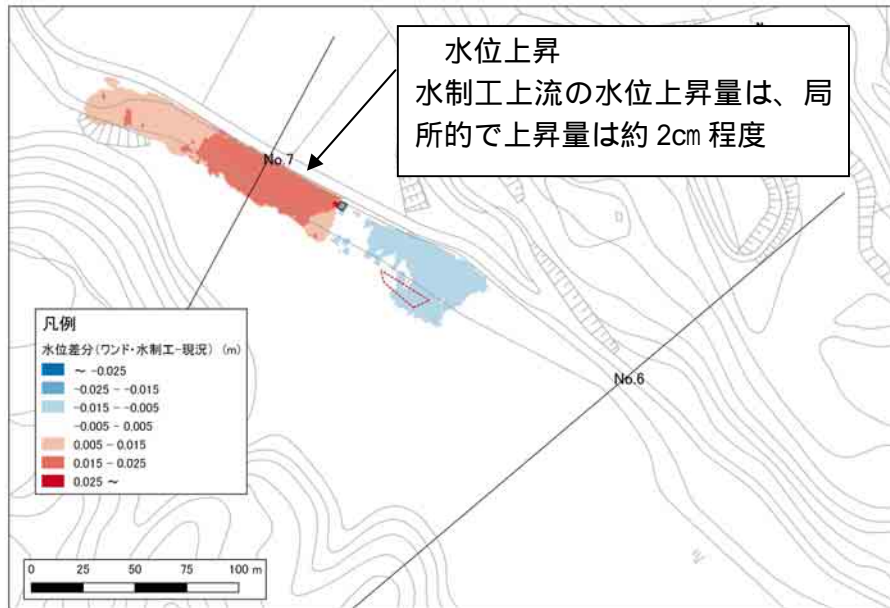
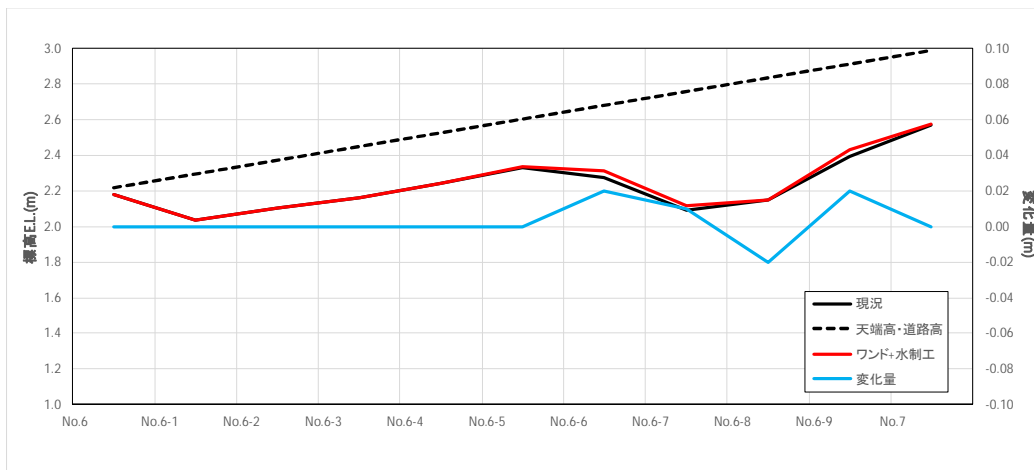


図 1.3.1-9 水位差分（ワンド+水制工）

f. 計画流量の準 2 次元不等流計算水位

流量規模 85m³/s（計画流量）における現況からの水位上昇量は、2cm 程度上昇するものの、No6-7 の上流側（No.6-7~6-9）では、道路高以上の水位とはならない。



準 2 次元不等流計算結果

図 1.3.1-10 Q=85m³/s 時の計算水位と変化量

対策案のまとめ

ワンドの維持を目標とした場合、水制工設置が効果的である。ワンド+水制工 3m 時は、ワンドのみに比べ、摩擦速度が大きくなることから、土砂堆積の抑制効果があると考えられる。

2) 施工条件

現場条件

a. 現場状況

- 試験箇所は平均河床勾配 $I = 1/400$ 程度 (No.6 ~ No.7 測線) の緩勾配区間に位置する。
- 試験箇所は、感潮区間に位置する。
- No.6+120m 付近にて左支川が流入する。
- 河床材料は、代表粒径 (D60) が約 10mm の砂混じり礫を主体とする (図 1.3.1-11 参照)。

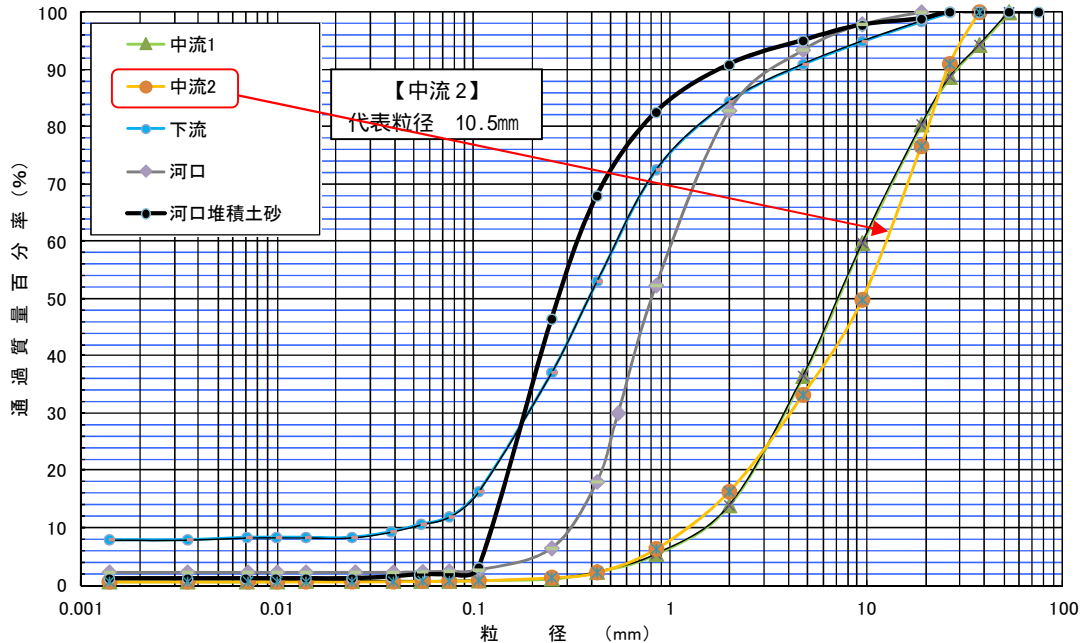


図 1.3.1-11 粒径加積曲線

b. 周辺環境

- 左支川合流点付近の護岸沿いの一部は陸地化しており、樹木が自生している。
- 河道内右岸側は、樹木化している。
- 試験箇所周辺には、民家や事業所はない。

c. 周辺道路

- 試験箇所は掘込河道である。左岸側は村道に隣接し、右岸側は山付きとなっており管理用道路はない。
- 村道は対面交通可能であり、道路高と河床の比高は約 2~2.5m である。
- また、村道背後地は耕作放棄地となっている。

d. 電柱・電線・パイプライン等

- 村道沿いに電柱・電線およびガードレールは設置されていない。
- 道路と放棄地の境界付近には、かんがい用のパイプラインが埋設されている。

施工条件

a. 資・機材の搬入出

- 資・機材の搬入出には、左岸村道を利用することができるものとする。
- 側線 No.6-5 付近の村道に設置されている駐車スペースを資・機材の仮置場として利用することができるものとする。

- 仮設道路として河岸の一部を切土し、村道から河道内に進入する坂路を設ける。
 - 河床材料は砂混じり礫を主体とするため、干潮時には河道内を重機が走行することは可能と判断する。
 - 濁質の流出を抑制するため河道横断部には敷鉄板を設置する。
- b. 水替え等
- 堤防開削を伴わないため、仮締切を設置しない。
 - 非洪水期に施工するため、仮設道路による阻害断面に相当する仮排水路を設置しない。
 - ワンド施工については、次の理由より工事数量が増加するため潮待ち作業とする。
 - ・満潮時の仮締切高は1m以上となる。大型土のう2段積みが必要となる。
 - ・河床から河川水が浸透するため、ポンプ排水が必要となる。
 - ・渡河するため河道を横断する形で、盛土形式の仮設道路（暗渠による水替え）が必要となる。
- c. 掘削土・伐採木の処分
- ワンド設置に伴う掘削土については、周辺に置土できるものとし、場外に搬出しない。
 - ワンド設置に伴う伐採木についても、周辺に存置して現地還元できるものとし、場外に搬出しない。
- d. 周辺環境
- 河道内に進入する仮設道路を設置するため、河道内左岸側の樹木を伐採することができるとする。
 - 騒音や振動ができるだけ発生しない工法・機材を使用するが、周辺に民家等はないため特別な配慮を行わない。
- e. 周辺道路
- 水制工設置時には、施工機械を配置するため村道の一部を占有するものとする。占有する範囲は、一般車輛が片側通行できるよう、できるだけ小型の施工機械を使用するものとする。
- f. 電柱・電線・パイプライン等
- 移設を必要とする電柱・電線およびガードレールはない。
 - 村道沿いのパイプラインについては、必要に応じて鉄板を敷くなどして保護する。
- g. 河川水質
- 水質汚濁を防止するため、施工箇所下流に水質汚濁防止フェンスを設置する。
 - 施工中の水質を監視するため、水質観測を実施する。

以上施工については、平成28年12月1日に実施した協議において、東村の了解が得られた。



図 1.3.1-12
用地境界

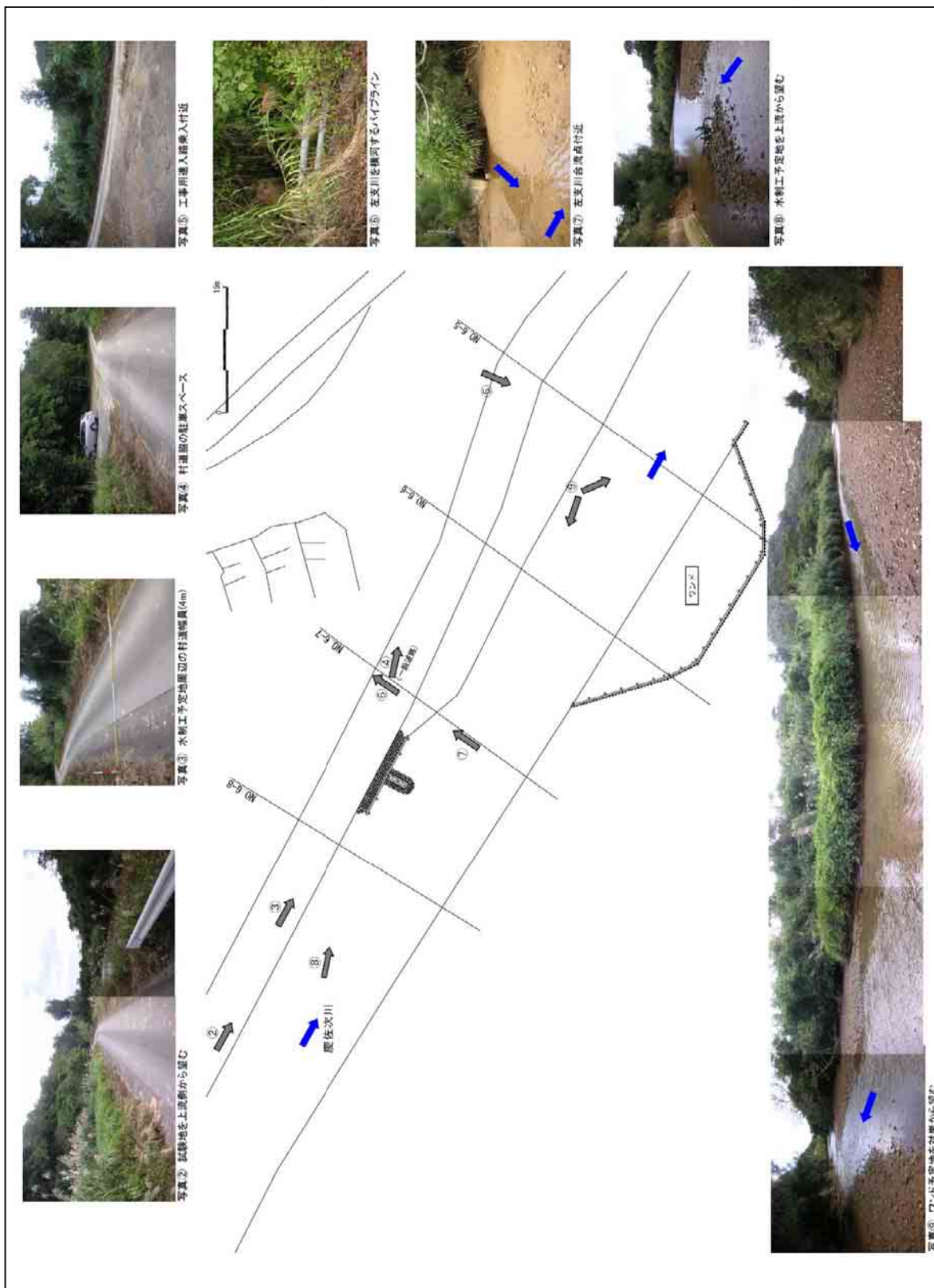


図 1.3.1-13 現地状況

3) 施工方法

施工はワンド工、水制工とする。施工図面を図 1.3.1-14、施工方法を図 1.3.1-15 に示す。

ワンド工

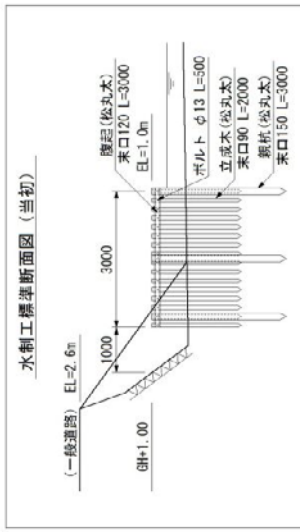
- 伐採後、バックホウにて掘削する。
- 伐採および掘削によって発生する草木および残土については、河川用地内に存置して現地還元する。
- 掘削工事は、掘削量が比較的少なく短期工事となるため、潮待ち作業とする。
- 仕上がり高に近い掘削面では水中掘削作業となる。周辺地盤は砂混じり礫を主体とするため、掘削機械の走行性・作業効率が著しく低下することはないと考えられる。このため、掘削機械は、一般的なバックホウとする。
- 濁水流出を抑制するために、河床水際の河岸を存置・締切代わりに利用し、流水面から遠い箇所を先行して掘削する。
- 掘削用にバックホウ 1 台および残土置土・整地用にバックホウ 1 台の合計 2 台投入を基本とする。
- 残土置土の表面には砂利を敷き、降雨時に濁りが発生しにくいようにする。
- 作業効率低下の防止および濁水流出の抑制を図るために、掘削機走行路に敷鉄板を敷設する。敷鉄板は、作業箇所に応じて随時敷替えする。

水制工

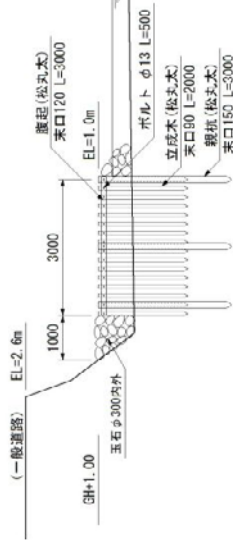
- 木杭の打込みは、ガードレール支柱打込み機械などによる機械施工とする。
- 村道の片側車線を占有して、打込み機械を配置する。
- 占有範囲をできるだけ抑えるために、打込み機械は小型機械とする。
- 小型の打込み機械にて水制工先端部を施工することができない場合には、ワンド施工に使用した河床部の敷鉄板を敷き直し、打込み機械が敷鉄板上を自走して河道内から施工する。
- 打込み機械は自走式とし、一般の大型車輛が通行する場合には近くの待避所に退避する。

慶佐次川自然再生計画断面図

S=1:100

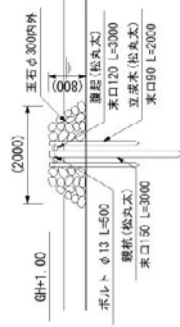


水制工標準断面図 (将来)

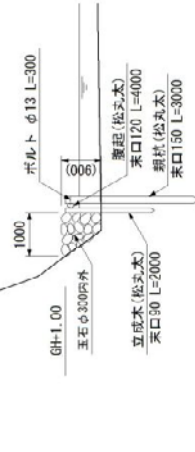


※1. 水制工
 ・ 初期工事は杭施工および脚起のみを施工する。
 ・ 出水後、周辺河岸の状況を見て、石積工および護岸根固工の規模・配置を検討し施工する。

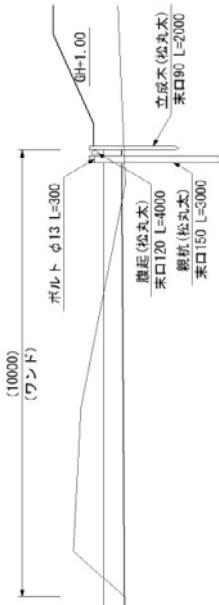
水制工断面図 (A-A)



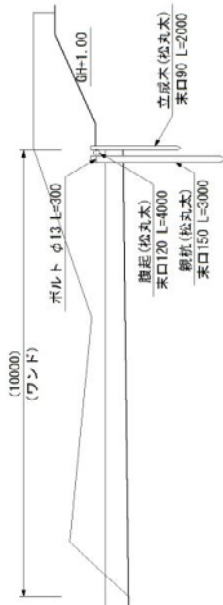
護岸根固工断面図 (B-B)



ワンド断面図 (NO. 6-5)



ワンド断面図 (NO. 6-6)



※2. ワンド
 ・ 初期工事は脚起のみを施工する。
 ・ 出水後、掘削法面の状況を見て、必要に応じて杭補工を施工する。

図 1.3.1-14 施工図面

4) 施工手順

基本方針

河積を阻害する水制工を施工する前にワンド工を施工する。

施工フロー

全体施工ステップ図を図 1.3.1-16 に示す。

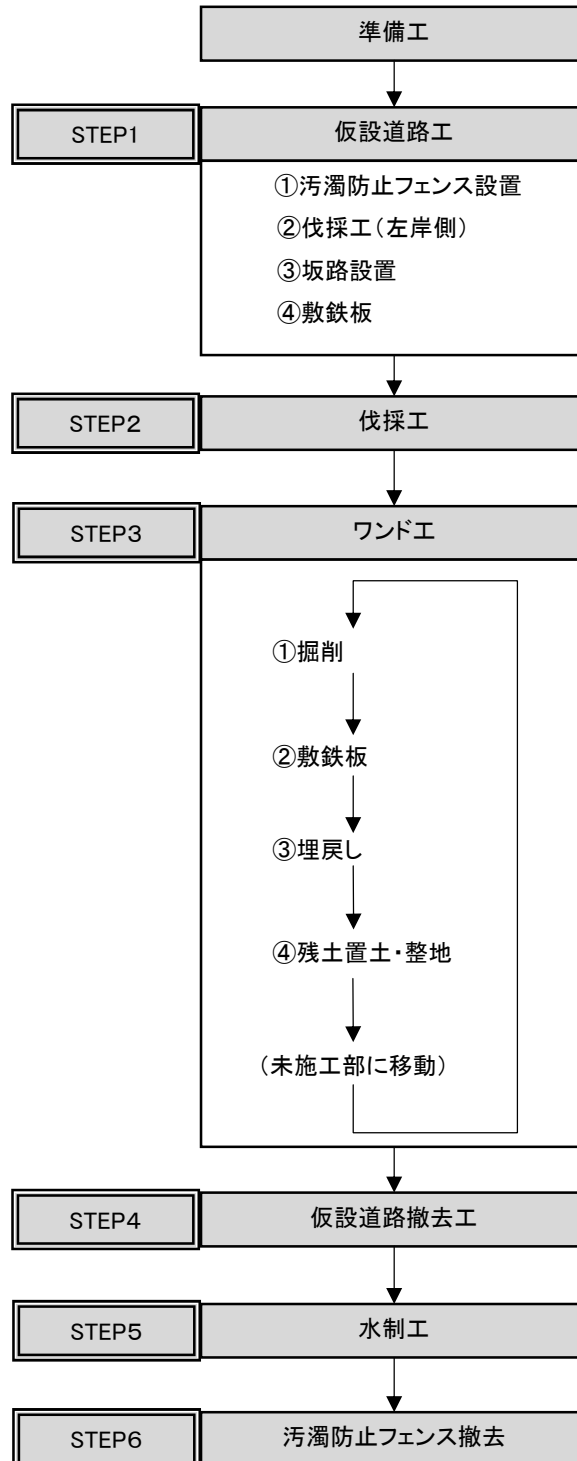


図 1.3.1-16 施工方法説明図

施工手順

全体施工ステップ図を図 1.3.1-17 に示す。

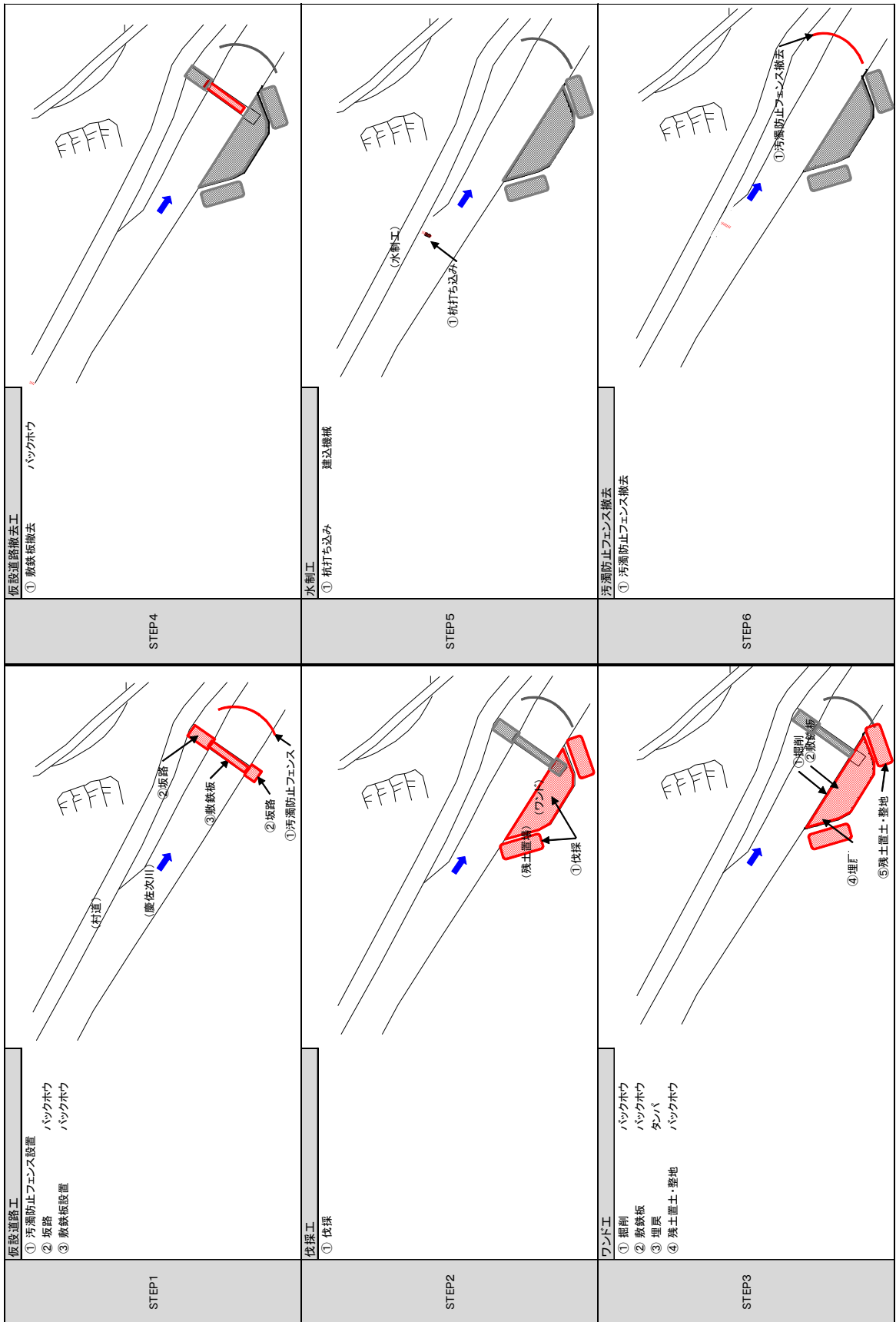


図 1.3.1-17 全体施工ステップ図

5) 仮設備計画

水替え施設

- 「1.2 施工条件(2)水替え等」で記述したとおり、水替えは特に行わない。

渡河施設

- 左岸側村道からワンド施工箇所にアクセスするために、渡河施設を配置する。
- 渡河施設は、左右岸の坂路と河床部の走行路で構成する。
- 左岸側坂路については、河積を阻害しないよう河岸を掘削して配置することを基本とする。
- 渡河施設の配置位置は、左岸側坂路の縦断勾配をできるだけ緩勾配とするため、施工箇所周辺において縦断距離を長くすることができる河川測量測線 No.6-5 とする(詳細位置については現地確認)。
- 左岸側坂路の縦断勾配は約 20%と比較的急勾配である。坂路を走行する施工機械はバックホウ等であり、走行装置はクローラである。このため、十分な登坂能力を有すると考える。
- 潮待ち作業のため重機は比較的頻繁に渡河する。このため、濁水流出を防止するため左右岸の坂路は砂利敷設とする。
- 干潮時の河床部水深は数 cm 程度であることから、盛土体による仮設道路は不要と判断する。

水質汚濁防止施設

- 施工範囲下流の本川に汚濁防止フェンス[※]を設置して、水質汚濁を防止する。
- 左右岸坂路は砂利敷設とし、濁質の流出を防止する。
- 重機が走行する河床および掘削箇所には敷鉄板を配置して、濁質の流出を防止する。
- 施工中、施工の影響が及ばない上流、施工箇所下流および汚濁防止フェンス下流の合計 3 箇所にて水質を観測・監視し、水質事故を起こさないよう適切に対応する。
- 水質観測は、採水・濁度測定・濁度→SS 換算にて行う。測定は毎日行うものとし、工事前・工事中・工事完了後に実施することを基本とする。
- 排水基準は、県条例 を準用して SS:200mg/lとする。



汚濁防止フェンス(参照: <http://www.maedakosen.jp/mdk/product/odakubousi>)

6) 使用機械

主な工種に対して、施工条件に適合する標準的な施工機械を選定する。主要機械一覧表を表 1.3.1-2 に示す。

表 1.3.1-2 主要機械一覧表

工種		機械名	規格	備考
仮設備工事	伐採	掴み装置付バックホウ	クローラ型山積 0.45m ³ (平積 0.35m ³)	排出ガス対策型
	掘削(土砂)、砂利敷設	バックホウ	クローラ型山積 0.8m ³ (平積 0.6m ³)	排出ガス対策型
	敷鉄板	トラッククレーン	油圧式 4.9t 吊	排出ガス対策型
ワンド工	掘削・運搬・敷均し(土砂)	バックホウ	クローラ型山積 0.8m ³ (平積 0.6m ³)	排出ガス対策型
	埋戻し	タンパ	60~80kg	
	杭打込み	ガードレール支柱打込機械(ベースマシン)	クローラ型山積 0.45m ³ (平積 0.35m ³)	排出ガス対策型
水制工	杭打込み	ガードレール支柱打込機械(ベースマシン)	クローラ型山積 0.45m ³ (平積 0.35m ³)	排出ガス対策型
	石積み	ラフテレーンクレーン	油圧伸縮ジブ型 16t 吊	排出ガス対策型
		バックホウ	クローラ型山積 0.8m ³ (平積 0.6m ³)	排出ガス対策型

7) 工程計画

基本方針

- 施設整備は、段階的に計画、実施、モニタリング、対策を行う。
- 治水安全度を確保するために、ワンド工を先行し、河積を若干阻害する水制工を後行する。
- ワンド工掘削縁辺部については、自然景観とするため可能であれば掘削のみとする。ひと出水期経過後に縁辺部の洗掘状況を確認し、必要に応じて木柵工等を施工する。
- 水制工については、石積み天端高を EL.+1.0m で整備する。周辺河道の状況をモニタリングし、計画高 EL.2.0m の適否を判断して整備する。

表 1.3.1-3 実施計画の工程表(案)

項目	平成28年度			
	11月	12月	1月	2月
●数量計算・積算				
●施工計画の作成	<p>河川協議(東村)、地元説明(区・観光推進協議会)</p> <p>10/28 河川協議</p> <p>11/28週 施工計画説明(東村)</p> <p>11/28週 実施計画説明(地元、東村説明後)</p>	<p>施工計画(施工方法、工事工程)のまとめ、積算</p>		
●契約手続き	<p>国立公園許可申請</p> <p>11/8 環境省ヒアリング</p> <p>県内手続き</p> <p>11/11 資料再提出</p> <p>11/21 道路占用許可申請(警察・消防)</p>	<p>試験構築(12月初め～年末)</p> <p>準備工</p> <p>仮設工</p> <p>12月 仮設撤去</p>	<p>仮設工</p> <p>12月 仮設撤去</p>	<p>概算施工日数(占用許可申請を除く)</p> <ul style="list-style-type: none"> 準備工 : 2日 仮設工 : 2日 ワンド工 : 4日 水制工 : 2日 仮設撤去 : 2日 <p>合計 12日</p> <p>不稼働日を含めた実施工日数 12日 × 1.5 = 18日</p>
●試験場の構築作業等		<p>カヌー事業者に必要な期間 (1月)</p> <p>モニタリング</p> <p>水質観測</p> <p>仮設撤去</p> <p>とりまとめ</p>		
●関係機関協議	<p>JV協議</p> <p>10/31 河川協議結果、今後の予定の確認</p> <p>11/14 JV会議報告(メール)</p> <p>11/17 施工計画・積算費用・手続き申請連携確認</p>	<p>申請期間の目安: 1週間～10日</p> <ul style="list-style-type: none"> 申請書の添付書類として、契約書が必要 遅くとも11月中旬に契約が必要 		
●業務打合せ、報告	<p>県庁説明・協議</p> <p>11/14 JV会議報告(メール)</p> <p>11/17 施工計画 中間報告</p> <p>11/24 施工計画報告</p>	<p>12月末 工事結果報告</p> <p>1月末 モニタリング中間報告</p> <p>2月末 成果品説明</p>	<p>12月末 工事結果報告</p> <p>1月末 モニタリング中間報告</p> <p>2月末 成果品説明</p>	<p>12月末 工事結果報告</p> <p>1月末 モニタリング中間報告</p> <p>2月末 成果品説明</p>

平成 28 年度実施範囲

- 水制工については、初年度に杭柵工および腹起のみを施工する。
- 出水後、周辺河岸の状況を見て、石積工および護岸根固工の規模・配置を検討し施工する。
- ワンドについては、初年度に掘削工のみを施工する。
- 出水後、掘削法面の状況を見て、必要に応じて木柵工を施工する。

8) 概算工事費

概算工事費を表 1.3.1-4 に示す。税抜き 330 万円程度を想定している。

表 1.3.1-4 概算工事費

施工区分	主な工種	概算工事費 (消費税抜き)	備考
水制工(杭柵工のみ) + ワンド工(木柵工なし)	【水制工】杭柵工 【ワンド】土工(掘削) 【仮設工】仮設道路、汚濁防止フェンス工、 敷鉄板工、伐採工 【置土表面処理】砕石(砂利)敷均し	3,300 千円	平成 28 年度 実施予定

(2) 実施図書の作成

前述の検討結果をとりまとめ、実施図書(河川協議資料)を作成した。作成した資料を次項に示す。

平成28年度 沖縄県自然環境再生モデル事業（慶佐次川）

河川協議資料

平成28年12月1日

沖縄県環境部環境再生課

1. 流量規模の算定

慶佐次川は、流域面積 7.07km²、流路延長約 6km と小規模の河川である。
 深く湾入した河口近くで航行し、広い河口域では、広範囲でマングロープ林が発達している。
 慶佐次川は、東村管理の普通河川であり、計画諸元が不明であることから、雨量確率評価から流量規模の算定を行った。

1.1. 流量算定条件

流域面積 7.07km² 流路延長 6.00km (国土基本情報より)



図 1-1 流域図

(1). 流量規模の算定

合理式(下式)による流出計算により、確率規模の洪水流量を算定する。

$$Q_p = \frac{1}{3.6} f^2 A$$

ここに、 Q_p : 最大洪水流量(m³/s)、 f : 流出係数(ここでは、畑・原野として 0.6 を使用)、 r : 洪水到達時間内雨量強度(mm/hr)、 A : 流域面積(km²)である。

1) 洪水到達時間

表 1-1 到達時間(クラーク式)

流路長 (m)	流路高低差	流速(m/s)	流入時間 (min)	流下時間 (min)	到達時間 (min)
A~B	1900	3	1/650	2.1	15
B~C	2600	25	1/60	3.5	12
C~上流端	300	75	1/30	3.5	30

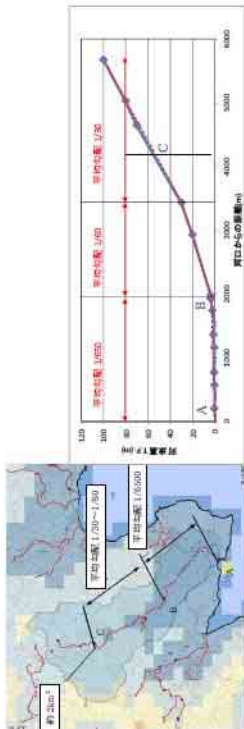


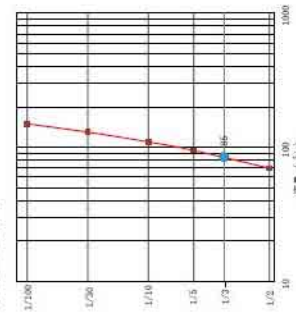
図 1-2 流域概要 勾配

2) 降雨強度

合理式における洪水到達時間内の雨量強度は、下に示す既存資料を用いて算出した。

表 1-2 洪水到達時間と確率降雨強度の関係式

区分	適用範囲 (L=5~11.6分)	雨量強度			確率期間
		平均	最大	5.23以上	
名	次野・石原式	2	484	0.83	1987
理	$r = 8 / (L^{0.45})$	16	688	1.41	1978
		36	1,051	2.29	1978
		100	1,311	2.71	1978
那	次野・石原式	5	470	1.04	1953
理	$r = 8 / (L^{0.45})$	16	741	2.09	1978
		100	1,025	3.10	1978
糸	志ん中村式	2	470	0.83	1959
理	$r = 8 / (L^{0.45})$	16	741	2.09	1978
		100	1,025	3.10	1978



出典：沖縄県農村水産部資料

(2). 流量規模

降雨強度式及び合理式から算定した流量規模は、以下の通りである。

表 1-3 算定流量

確率年	2	3	5	10	30	100
a	494	—	698	855	1061	1311
b	0.83	—	1.41	1.74	2.29	2.77
降雨強度(mm/h)	59	—	78	90	107	127
流出量(m ³ /s)	69	—	91	105	125	148
	70	86*	95	110	130	150

*: 5年~100年のGumbel分布関数の超過確率より逆算

1.2. 計画路線の考え方

河川の計画規模は、国土交通省河川砂防技術基準 同解説 計画編では、以下のように示されている。

表 1-4 河川的重要度と計画規模

河川的重要度	計画規模	河川の種別
A級	1/200以上	1級河川の主要区間
B級	1/100~1/200	1級河川のその他の区間
C級	1/50~1/100	2級河川(都市河川)
D級	1/10~1/50	2級河川(その他)
E級	1/10以下	一般河川

また、「中小河川計画の手引き(改定案) H17.7(財)国土技術センター」では、以下のように示されている。

表 1-5 河川形態による計画規模

地域分類	細込河道		築堤河道		内水河川	
	基本	当面	基本	当面	基本	当面
都市域	1/100	1/50	1/150	1/80	1/100	1/30
一般	1/30	1/100	1/100	1/30	1/30	1/30
一般居住域	1/30	1/10	1/50	1/30	1/30	1/10
田園地帯	1/10	1/3	1/10	1/5	1/10	1/3

No3より上流側は掘り込み河道

上記より、盛佐次川の計画規模は、1/3が妥当と想定される。
検討する計画流量規模は、3年確率85m³/sとして設定した。

2. 現況河道特性

既往調査及び河川測量データを用いて、現況河道における治水安全度(流下能力)を確認する。算定は、準2次元不等流解析を用いた。

2.1. 境界条件と設定条件

河床勾配、代表粒径などから判断して、セグメント区分(河道区分)を以下のように設定した。

表 2-1 河道区分

距離	河口部		下流部		中流部	
	河口0m~600m	No.0~3	600m~1,800m	No.3~No.8	1,800m~	No.8~
測量位置	No.0~No.8					
河床勾配	約1/1000~1/2000					
河床粒径	0.25mm~1.00mm					
粗度係数	0.026(逆算)					
	0.029(参考:推定粗度)					
	0.035(参考:推定粗度)					

【注】粗度係数 H28 流量観測と合うように算定 【参考】河床材料等から算定

2.1. 準2次元不等流計算の再現計算

再現計算は、今年度実施した流量観測時を対象とした。
算定条件は、以下の通りである。

表 2-2 モデル条件(再現計算)

項目	条件
解析	準2次元不等流解析
河道断面	平成28年度測量データ+本区分は平成21年IPデータを利用 No.0~No.12 (河口から約2.4km範囲)
下流端水位	H28流量観測 9/7 6:00 E.L.+0.14m 9/8 11:00 E.L.+0.51m 9/8 13:00 E.L.+0.44m 9/8 13:00 E.L.+0.30m
上流端流量	9/7 6:00 5m ³ /s 9/8 11:00 2m ³ /s 9/8 12:00 24m ³ /s 9/8 13:00 9m ³ /s
粗度係数	逆算粗度
樹木群	概生考慮
水位上昇量	盛佐次河床形状影響考慮
	増産粗度利用

再現確認は、測線断面地点に観測水位があるため、これを再現条件とした。
再現計算は、下図の通り水位計水位と観測水位は、概ね計算水位と一致している。

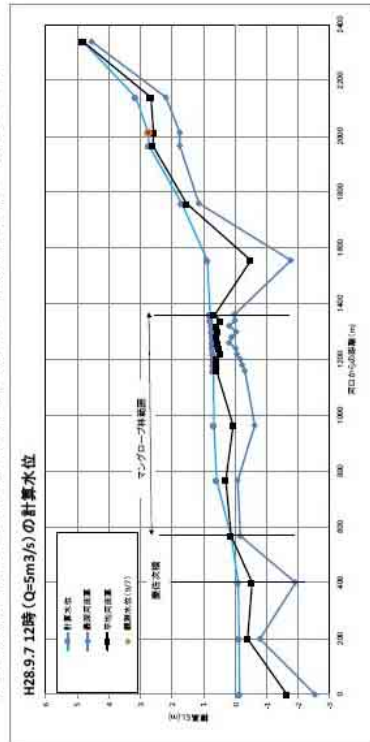


図 2-1 再現計算結果 (H28.9.7)

2.2. 現況流下能力

現況河道の治水上の課題・問題を明らかにするため、現況河道の流下能力を把握する。
現況河道の流下能力を算定し、河道のネック箇所を抽出する。

(1). 流量規模別計算

現況河道の流下能力を求めるために、設定した流量条件で埋二次元不等流計算を行い、このときの計算水位と設定流量を用いて各断面におけるHQ式を作成した。
不等流計算に用いる粗度係数は、前項で示した粗度係数を用いた。HQ式算定のための不等流計算条件は、下表のとおりである。

表 2-3 算定条件

項目	条件
河道断面	今年度測量断面及び平成21年度LPデータ
出発水位	E.L.+1.04m
対象流量	期望平均調水位 E.L.+1.00m + 密度差 0.04m
計算流量合係数	10m ³ /s～100m ³ /s まで 10m ³ /s 毎
粗度係数	標準値
水位上昇量	No.0～No.7 : 0.026 No.8～No.12 : 0.032
評価高	橋梁影響 道路高(地盤高)及び堤防高*

*余裕高を0mと仮定

(2). 現況河道の流下能力

満杯流量での流下能力が低い箇所は、No.4で道路高が低い地点となる。

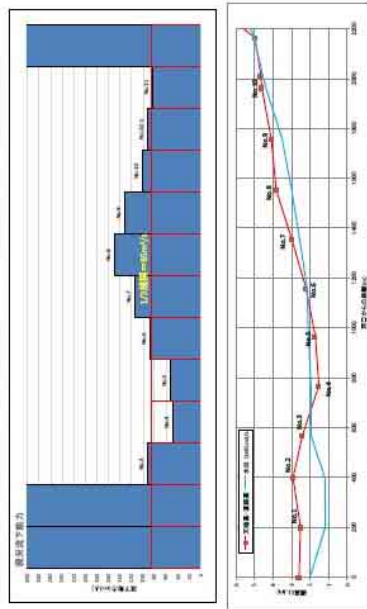


図 2-6 上：流下能力図 下：85m³/s 時の水位縦断

道路高を評価高とした現在流下能力は、47m³/s 程度であり、治水安全度は、想定される計画流量を満たしていない状況である。

なお、ワンド整備地点 No.6～7 の流下能力は、88m³/s (No.6 地点) で、計画流量を満たしている区間である。



図 2-7 位置図

3. 対策検討

自然再生の検討箇所は、堆積土砂上にツルヨシやイボクサなどの低木・草本によって樹林化し、水生動物の利用が少ないものと考えられる。このためワンド(湾処)を整備することによって、これらの水生動物の生活場所を増やす方策とした。

洪水流を利用して、できるだけワンドが維持できるように、水制工の位置や規模について検討した。検討は、水理解析を用いて平均年最大流量相当の摩擦速度で評価した。



図 3-1 対策イメージ

3.1. 平水流量時水位縦断

【計算条件】

下流端水位：E.L.+0.05m 平均潮位 CASE1
 E.L.+1.00m 潮望平均満潮位 CASE2
 E.L.-0.95m 潮望平均干潮位 CASE3
 上流端流量：Q=0.5m³/s 平水流量相当規模

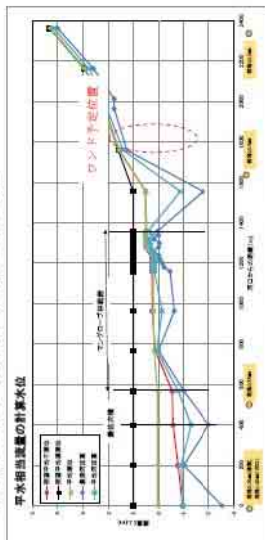


図 3-2 水位縦断

平水流量相当の水位縦断結果では、ワンド予定範囲は、平均潮位と潮望平均干潮位ではほぼ同程度で、潮望平均満潮位では、ほぼ水面勾配がない状況である。そのため、ワンド予定範囲は、潮位影響を受ける範囲に位置している。

3.2. ワンド規模

ワンド部は、現況の低水路河道部を河床高相当で拡幅する形状とした。拡幅形状のため、水深は、現況時と変わらず、測量断面と下図の計算水位より、平均潮位時では水深は最大で50cm弱、満潮時で80cm程度が確保される。しかしながら、より多くの水生動物の生息場所として整備するため、ワンドに滞的機能を持たせて、更に掘り下げる必要があると考える。ただし、これ以上の河床の掘り下げは、流向や流速の変化を発生させ、ワンド維持効果に想定外の影響を及ぼす可能性もあることから、状況を確認しながら段階的に整備していくことが望ましい。

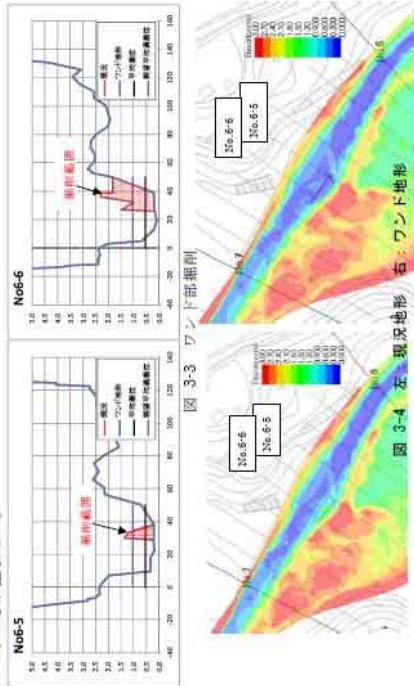


図 3-3 ワンド部断面

図 3-4 左：現況地形 右：ワンド地形

3.3. 河床安定性の検討

(1). ワンド整備による河床の変化

一般的に河道拡幅には、土砂堆積が生じることが考えられるため、ワンドの維持を目標とし、水制工設置による効果を検討した。

検討方法は、平均年最大流量の準2次元不等流計算から、現況地形からワンド地形に変更したときの摩擦速度の変化より河床の安定性を評価した。

7-5-3項のチェックを踏まえ河床形状を分断として、整備後の河床形状のチェックを行う。簡便には平均年最大流量時の u_b を算出し、現況 u_b からの変化をもとに部分的な河床変化値 Δz を算出するものとし、整備後の u_b が現況 u_b の0.85~1.15倍であれば、整備後の河床は安定すると判断する。なお、整備後の河床安定の判断基準（現況 u_b の0.85~1.15倍）は図7-0に示す人工改変後（低水路位置や河床掘削等）の河道応答状態から求めたものである。ただし、 u_b を算出するためのエネルギー勾配 J については、河道時世が同一と考えられる区間の平均的な J を用いることが望ましい。

出典：河道計画の手引き

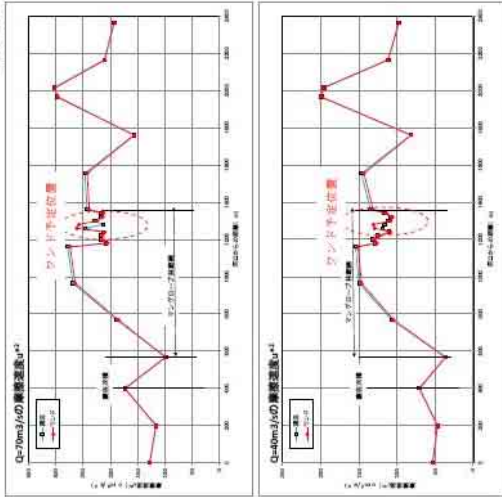


図 3-5 摩擦速度の縦断分布(水制工あり)

エネルギー勾配は、セグメント区間平均値を使用。現況からワンド幅10mの変化は、摩擦速度の現況からの変化は、0.99~1.07倍(平均0.997)のため、ワンドのみでも崩流砂移動に対して、河床は概ね安定する整備規模と想定される。

3.4. 水制工の規模

対象地点は流速が遅く、河川水の浮遊砂が沈降しやすいと考えられるため、ワンドに浮遊砂の土砂堆積が生じない対策を検討する。ワンド部に流れが向くように流路を変更させる対策案として、上流部に水制工を設置して、摩擦速度を上げる流況を作成するものとする。

(1). 水制工の長さ

水制工規模を 3m(低水路幅比 0.1~0.2)、6m(川幅比 0.1~0.2) と変化させた結果、摩擦速度の現況比率は、下図の結果のように水制工規模 3m は、約 104%程度で概ね河床が安定する範囲となる。

一方、6m 規模では、変化量が 12%と増加量が多すぎるため、河岸洗掘しやすい傾向となり、許容適用範囲を超えることとなる。

よって、水制規模は、3m 程度(低水路幅比 0.1~0.2) を妥当として設定した。

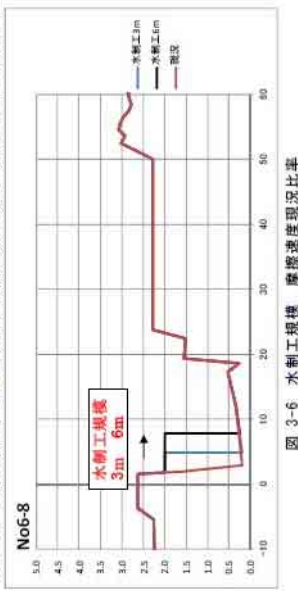


図 3-6 水制工規模 摩擦速度現況比率

(2). 水制工の高さ

水制工の高さは、一般的な事例で概ね平水位の 0.5~1.0m 程度であることが多い。対象地点の幅位影響を含めた水位は、概ね E.L.+0.5~1.0m であるから、水制工高さは E.L.+1.0m~E.L.+2.0m の範囲となる。

水制工の目的は、ワンド部に流れが向くように流路を変更させることであるため、天端高が低すぎると効果が十分でなくなるため、水理検討では、最大の水制工高 E.L.+2.0m に設定した。

(3). 水制工の効果

水制工による摩擦速度の現況比率は、ワンド+水制工 6m では 120%を超えるため、現況からのかい離が大きい。ワンド+水制工 3m 時は、ワンドのみに比べ、摩擦速度が大きくなることから、土砂堆積の抑制効果があると考えられる。

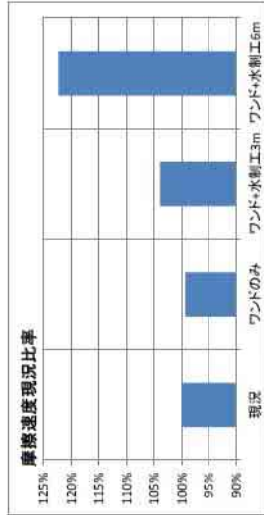


図 3-7 摩擦速度現況比率

(4). 平面 2 次元解析モデルの検討

水制工設置による流況を把握するため、平面 2 次元解析を行った。計算メッシュを以下に示す。

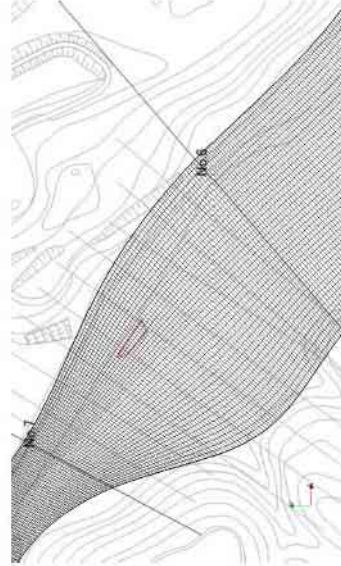


図 3-8 計算範囲メッシュ (拡大)

表 3-1 モデル条件

項目	モデル・条件など
モデル	Iric : Nays2DH 農佐次川 : No.5~No.8 (対象 No.6~No.7)
解析範囲	流床の 境界条件 粗度係数 初期河床高
計算条件	上流端：流量 85m ³ /s (明保河川の流下能力条件) 下流端：準2次元不等流の計算結果 河道：測量データ(概先) 不足分は平成21年LPデータを利用
水制工	範囲 養生 抵抗係数：1.2 (円柱) 長さ：3m 高さ：E.L.+2.0m

(5). 対策影響結果

水制工設置による水位影響は、上昇量として約2cm程度が上流側約130mの範囲で生じる。ワンドによる下流側への影響は、ワンド範囲付近で1cm程度の水位低下であり、さらに下流は変化していない計算結果である。

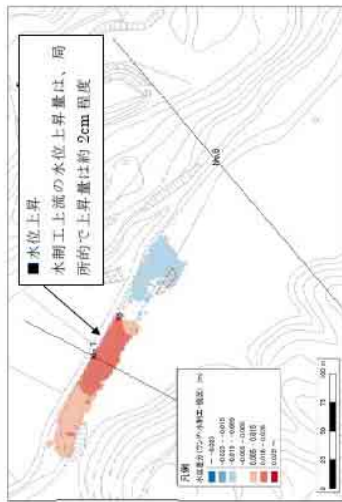
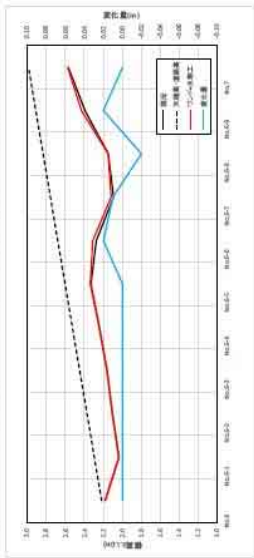


図 3-9 水位差分 (ワンド+水制工)

(6). 計画流量の準2次元不等流計算水位
流量見値 85m³/s (計画流量) における現況からの水位上昇量は、2cm程度上昇するものの、No.6-7の上流側(No.6-7-6-9)では、道路高以上の水位とはならない。



準2次元不等流計算結果

図 3-10 0-85m³/s時の計算水位と変化量

3.5. 対策案のまとめ

ワンドの維持を目標とした場合、水制工設置が効果的である。
ワンド+水制工3m時は、ワンドのみに比べ、増速速度が大きくなることから、土砂増積の抑制効果があると考えらえる。
懸念事項は、慶佐次川の土砂動態の変化傾向・変動量等の実態データが十分でないため、出水時の変化が把握できていないことである。

「自然再生事業 ～計画から実施までの考え方(案)～」によると、計画決定以降の流れは、仮設の検証としての位置づけとして、段階的実施・管理 → モニタリング・評価となつている。

計 画 的 実 施 ・ 管 理

自然再生事業の実施においては、環境に大きな負荷を与える施工方法は避け、また、環境的・段階的な施工を行います。また、地域住民との協働のもと、きめこまやかな管理を実施するとともに、習得を通じて環境改善に資する人材育成の観点も必要です。

モ ニ タ リ ン グ ・ 評 価

モニタリングおよび評価によって、段階的実施の間に自然環境の変化が予測どおりに推移しているかどうかを必ず確認します。また、評価の結果、必要に応じて自然再生の作成、⑤等測・分相にフィードバックします。

出典：自然再生事業 ～計画から実施までの考え方(案)～

近年、「小さな自然再生」の考えがあり、これは、「多くの人が利用する水辺空間において、自然を相手にして、何かを設置したり、変更しても筋書き通りにすすむことは、むしろ少ないと考え、もう少し場所をずらせれば良かった、もっと大きな石を置いておけばよかったなどの反省を活かして、再設置できる規模や仕組みであること」、すなわち、「何か課題が生じた場合には、手直しや撤去が容易にできること」を条件としている。

上記を踏まえ、ワンド整備を含めた設備の実施・管理として、環境影響負荷が小さく、また、治水への影響が小さい施設の実施が必要と考える。

ワンド整備・小規模対策 → モニタリング (ワンド部の堆積状況確認)
 → 堆積が進行・・・ → 水制工整備改良
 → 堆積が少ない・・・ → 維持

よって、水制工規模を天端高さ E.L.+2.0m → E.L.+1.0m で整備し、モニタリングにより、改良整備の必要性について評価するものとする。

～参考：小さな自然再生の事例～

参考事例 ■ 水制工 (木枕) 一帯の形成

流れの集中により水制工先端部の洗掘を活用し、溜の形成を促す。出水後の地形変化を見て、高さ・配置の調整を行うことが可能。



参考事例 ■ 水制工 (巨石) 一帯の形成

水制工先端部の洗掘を活用し、溜の形成を促す



参考事例 ■ 木柵工 (侵食防止)

河岸に木柵工を設置することで河岸侵食を抑制





(3) 関係機関との調整

1) 概要

関係機関との調整として、慶佐次川の管理者である東村と河川協議を行った。また、地元の理解・協力を得るため、関係者への実施計画の説明、調整も行った。

2) 対象者

対象者を表 1.3.1-5 に示す。

表 1.3.1-5 対象者リスト

対象者	調整内容	備考
東村建設環境課	・河川協議	平成 28 年 10 月 28 日に実施
	・実施計画の内容説明	平成 28 年 12 月 1 日に実施
東村観光推進協議会	・実施計画の内容説明	平成 28 年 12 月 1 日に実施
慶佐次区長		
慶佐次区民(農業関係者)	・実施計画の内容説明	平成 28 年 12 月 6 日に実施 慶佐次区民(農業関係者)に関しては、流域で農業を営み、計画実施に際し影響(片側通行等)が予想される 3 名を対象とし、慶佐次区長の要請により行った。

3) 実施内容

調整時の内容を表 1.3.1-6 に示す。

表 1.3.1-6 (1) 調整内容<東村建設環境課：河川協議>

対象者	東村建設環境課
日付	平成 28 年 10 月 28 日
調整内容	河川協議
調整結果	<ul style="list-style-type: none"> ・東村に自然再生計画の内容を了解頂き、本日開催の河川協議をもって協議を終了することとなった。 ・施工方法および工程計画については、河川協議とせず、後日報告することとなった

表 1.3.1-6 (2) 調整内容<東村観光推進協議会：実施計画の内容説明>

対象者	東村観光推進協議会
日付	平成 28 年 12 月 1 日
調整内容	実施計画の内容説明
調整結果	<ul style="list-style-type: none"> ・実施計画に関して承諾を受けた。観光推進協議会から業者に周知してもらうこととなった。 ・実施計画の内容を A3 用紙 1 枚程度にまとめ、それを利用して業者に周知してもらうこととなった(図 1.3.1-18 参照)。

表 1.3.1-6 (3) 調整内容<東村村建設環境課：実施計画の内容説明>

対象者	東村建設環境課
日付	平成 28 年 12 月 1 日
調整内容	実施計画の内容説明
調整結果	・施工条件、施工方法、施工手順、工程計画に関し承認を受けた。 特に要望等は無かった。

表 1.3.1-6 (4) 調整内容<慶佐次区長：実施計画の内容説明>

対象者	慶佐次区長
日付	平成 28 年 12 月 1 日
内容	実施計画の内容説明
結果	・実施計画に関し承認を受けた。 ・工事を行うことで、村道を利用する農家の人達の通行に影響が出ないか懸念がある。それらの方への配慮を行って欲しいとの要請があった。

表 1.3.1-6 (5) 調整内容<慶佐次区民(農業関係者)：実施計画の内容説明>

対象者	慶佐次区民(農業関係者)
日付	平成 28 年 12 月 6 日
内容	実施計画の内容説明
結果	・実施計画に関し承認を受けた。 ・通行止めでなく、片側通行であり、期間も短いことから問題ないとのことであった。

「平成28年度 沖縄県自然環境再生モデル事業」におけるワンド・水制工の整備について

沖縄県では、平成27年度から東村農佐次川を対象に、沖縄県自然環境再生指針に沿ったモデル事業に取り組みます。この度、農佐次川自然環境再生事業全体構想に基づく生物生息域の再生に取り組むため、農佐次川下流部(図1参照)において、ワンド(深み)と水制工の整備を実施します(図2参照)。

工事期間中は、水質汚濁防止フェンスを張ることになるため、整備箇所より上流側へはカヌーで通行することが出来なくなります。ご不便をお掛けして申し訳ございませんが、事業内容にご理解頂き、何卒ご協力のほど、よろしくお願い致します。

1. 実施予定時期：平成28年12月12日～平成28年12月31日(天候等の状況により前後することがあります)

2. 実施場所
図1に示す場所でワンド・水制工の整備を行います。



図1 位置図

3. 施工イメージ
施工後のイメージを図2に示します。



図2 施工イメージ図

4. 施工方法

- ・ワンドはバックホウにて掘削を行います。
- ・掘削工事は、掘削量が比較的少なく短期工事となるため、雨待ち作業とします(基本的には、干潮時に作業を実施します)。
- ・水制工の本杭打込みは、ガードレール支柱打込み機械などによる機械施工とします。
- ・水質汚濁対策として、本川に汚濁防止フェンスを設置するとともに、水質(濁度)の監視を行います。



※汚濁防止フェンス(参照：<http://www.maedskosen.jp/mdk/product/odakoubousi>)

5. 連絡先
工事について：日本工営㈱沖縄事務所：098-857-0919(担当者：小谷)
事業について：沖縄県環境再生課：098-866-2064(担当者：川崎、吉田)

図 1.3.1-18 (1) 周知に用いたチラシ

慶佐次川における生物生息域の再生事業(ワンドと水制工の整備)について

【背景】むかし、農佐次川にはボラやテナガエビなどがたくさんいました。しかし、環境が変化し、それらの生き物が少なくなっています。生き物が安心して住める環境にするため、ワンド(深み)と水制工を整備します。

【方法】ワンド(深み)の整備及び水制工の設置

【効果】ワンド(深み)が、生き物のすみか、隠れ家になります。水制工は、ワンドの形を保つために設置します。また、浅くて流れの速いところ、深く流れのゆるやかなところができ、流れに変化が生まれます。

●整備時期：平成28年12月12日～平成28年12月31日

●整備イメージ



図2 位置図



図2 位置図

●整備箇所
農佐次川の下流域において行います。

連絡先
工事について：日本工営㈱沖縄事務所：098-857-0919(担当者：小谷)
事業について：沖縄県環境再生課：098-866-2064(担当者：川崎、吉田)

図 1.3.1-18 (2) 周知に用いたチラシ