

1.1.3 再生工法・施工方法の検討

(1) 再生工法の検討

国指定天然記念物のヒルギ林内における工事となるため、周辺環境へ影響を与える可能性があるバックホウなどの重機による掘削は難しい。そこで、今回、ウォータージェットで堆積土砂を崩し、バキューム車と吸引ホースを接続し土砂を吸引し掘削する工法を採用した。

具体的には、仮設ヤードに待機した吸引車から吸引ホースを水路内まで延ばし、ウォータージェットで土砂を崩し、吸引ホースから土砂を吸引し掘削する(写真1.1.3-1~写真1.1.3-4)。

したがって、掘削は小水路内をウォータージェット及び吸引ホースと数人の人員による土砂の掘り崩しになるため、作業スペースは小水路内に限られ、周辺のヒルギ林に対する影響は最小限に留められる。



写真 1.1.3-1 バキュームによる吸引除去



写真 1.1.3-2 バキュームホース：100mm 径
(土砂をバキュームまで吸引)



写真 1.1.3-3 高圧洗浄車
(ウォータージェットと接続)



写真 1.1.3-4 吸引車
(バキュームホースと接続)

(2) 施工方法の検討

1) 配置計画

仮設ヤードに待機した吸引車から吸引ホースを水路内まで延ばし、ウォータージェットで土砂を崩し、吸引ホースから土砂を吸引し掘削する。なお、堆積土砂の掘削作業は干潮時に実施する。関連法令に影響のない土地に仮設ヤードを設置して、掘削した土砂を一時仮置きし脱水した後、土砂処分場へ搬出する。

施工配置イメージを図 1.1.3-1 に示す。

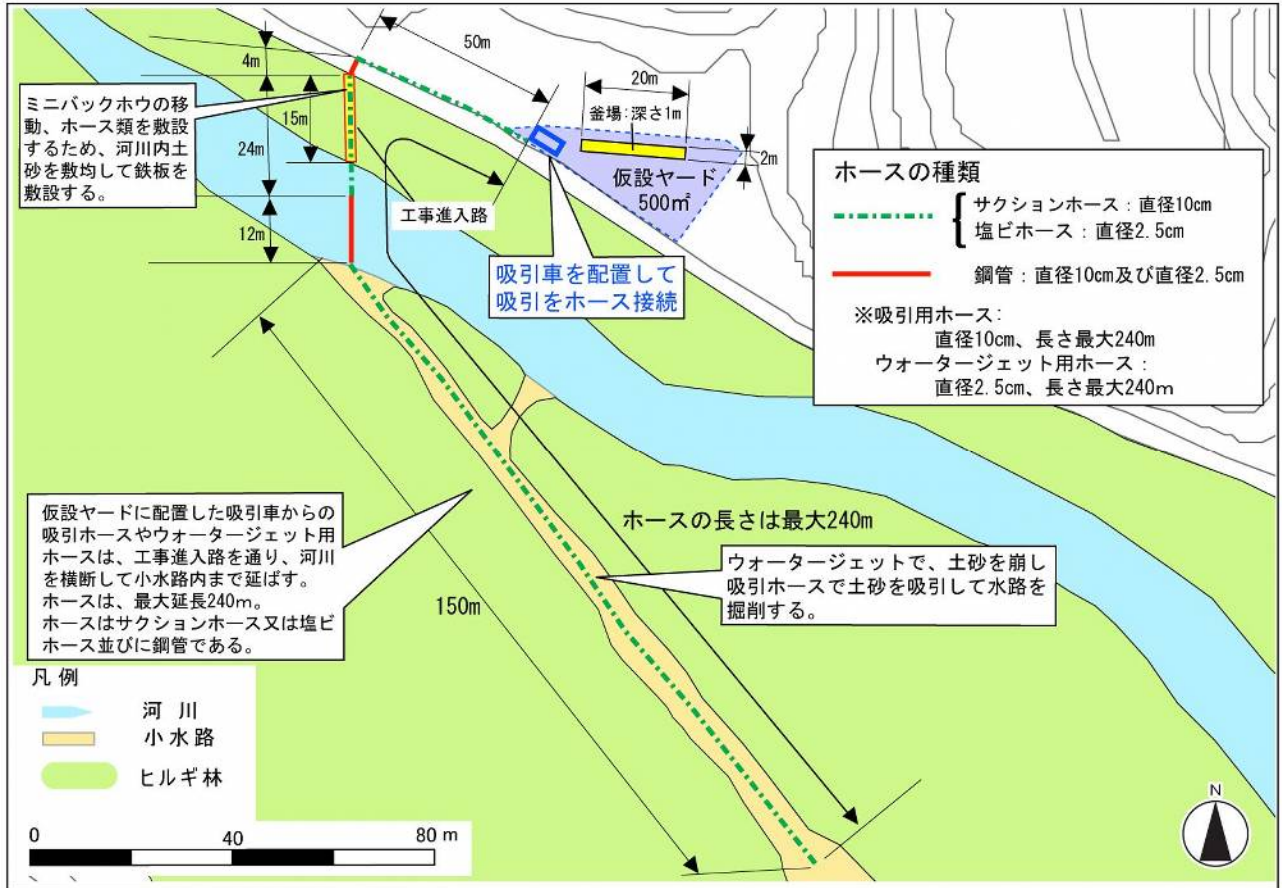


図 1.1.3-1 施工配置

①. 仮設ヤード (500m²) の設置

仮設ヤード (500m²) を整地する。ヤード内には、吸引車の駐機場所や土砂を一時仮置きする釜場 (長さ 20m×幅 2m×深さ 1m=100m³) を設置する。

②. 工事中進入路 (長さ 15m×幅 2m) の設置

天然記念物現状変更許可の申請に係る文化庁及び沖縄県教育委員会との協議の結果、工事中進入はヒルギ林が少ないコースを設定することとなり、イボタクサキが分布しているところに工事中進入路のコースを設定した (図 1.1.3-2)。

なお、イボタクサキは仮設ヤードで一時仮置きを行い、施工完了後イボタクサギを元の場所に植栽する。

凡例

マングローブ林の現存植生

A.ヒルギ林

- A1. メヒルギ群落
- A2. ヤエヤマヒルギ群落
- A3. オヒルギ群落

B.バックマングローブ林

- B1. シマシラキー・シイノキカズラ群落
- B2. シマシラキー・ナンテンカズラ群落
- B3. イボタクサギ・シイノキカズラ群落
- B4. アダン群落
- B5. オオハマボウ群落
- B6. アダン・オオハマボウ群落

C.常緑広葉樹林

- C1. 常緑広葉樹二次林

D.外国産樹種逸出林

- D1. モクマオウ群落

E.塩湿地性草本群落

- E2. ソナレシバ群落

F.湿地性草本群落

- F3. ヒトモトススキ群落

G.草本群落

- G1. ススキ群落
- G3. ダンチク群落
- G4. ハイアワユキセンダングサ群落

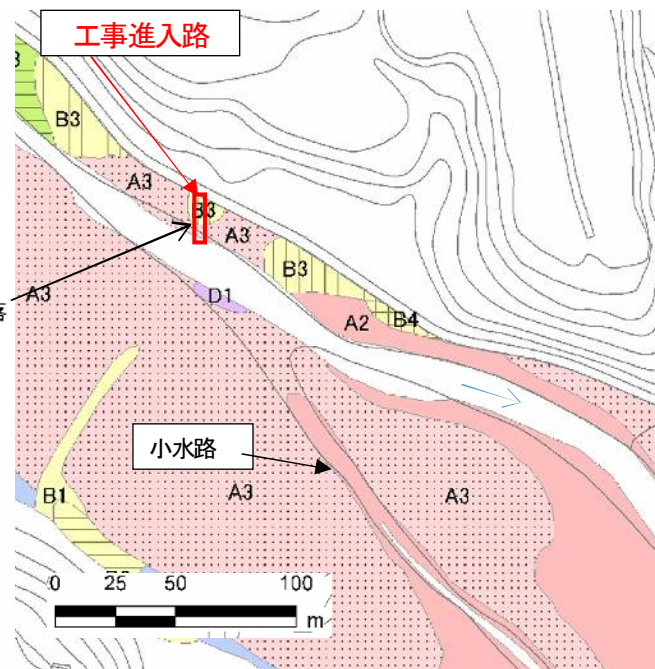


図 1.1.3-2 工事進入道路と現存植生との位置関係

③. ホースの敷設

吸引及びウォータージェットのホースを敷設する。

- ・吸引ホース(塩ビ又は鋼管)：直径 10cm、最大延長 240m
- ・ウォータージェットホース(塩ビ)：直径 2.5cm、最大延長 240m

④. 土砂の処分

仮設ヤード内の釜場に一時仮置きした掘削土砂は、脱水後、東村の土砂捨場に搬出し処分する。
(同節「5) 掘削土砂処分計画」を参照)

2) 施工手順

施工手順を図 1.1.3-3 に示した。工事進入路の開設と仮設ヤードを設置する。仮設ヤード内に土砂を仮置きする窯場を掘削する。工事進入路及び仮設ヤードの整備終了後、吸引車及び高圧洗浄車を駐機させて吸引及びウォータージェットのホースを接続する。

工事進入路から吸引及びウォータージェットのホースを敷設して小水路の掘削に取りかかる。

小水路の掘削が完了した後、工事進入路を撤去し、仮設ヤードの原状回復を行って施工の完了とする。

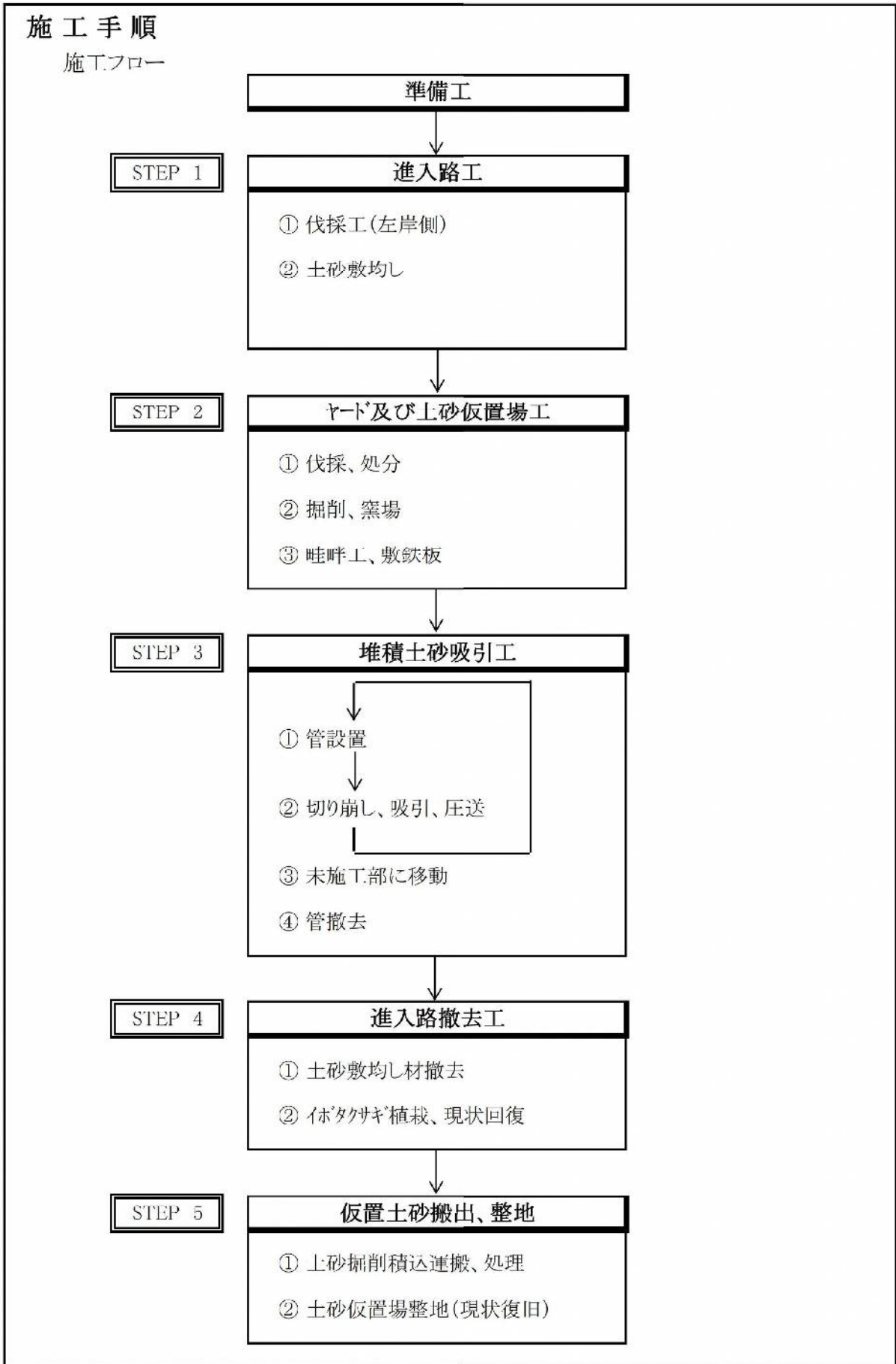


図 1.1.3-3 施工手順

3) 施工計画

施工平面計画図を図 1.1.3-4 に、施工縦断計画図を図 1.1.3-5 に、施工横断計画図を図 1.1.3-6 に示す。

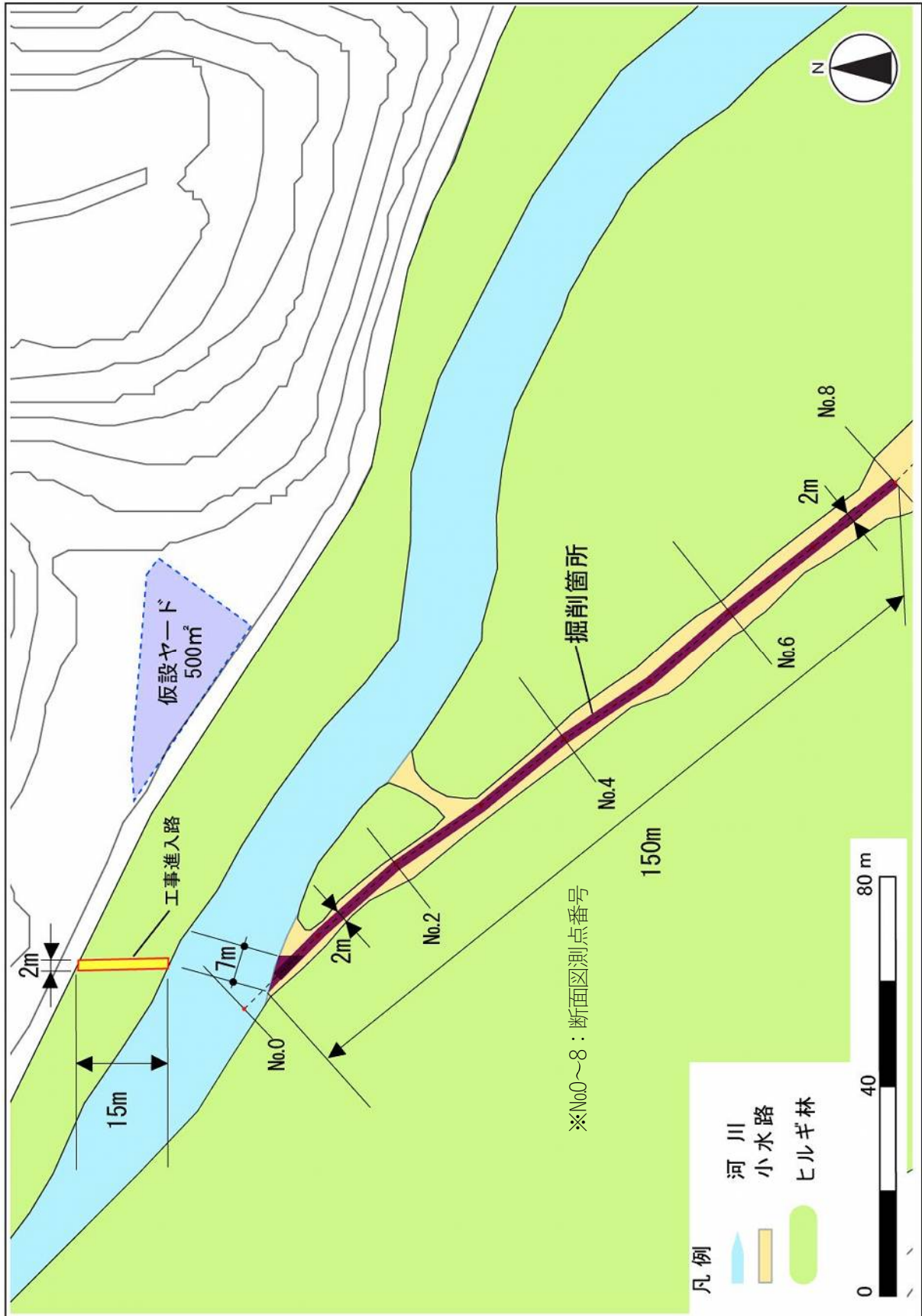


図 1.1.3-4 施工平面計画図

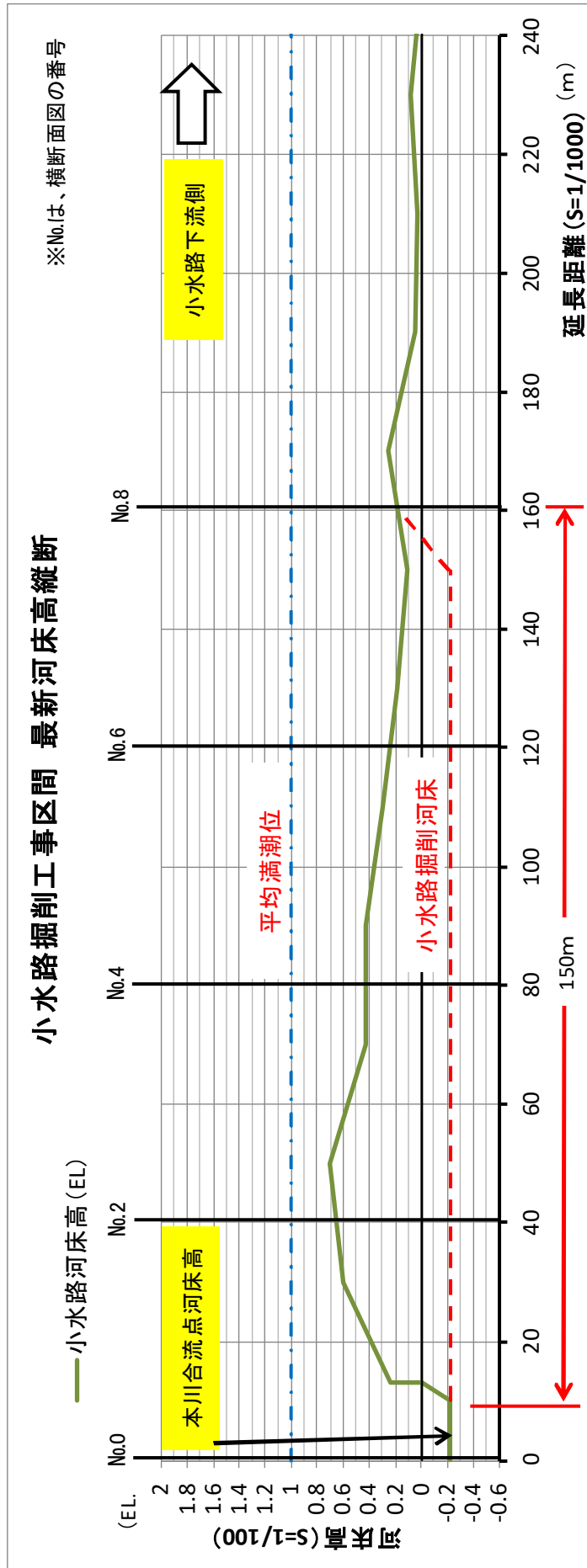


図 1.1.3-5 施工縦断計画図

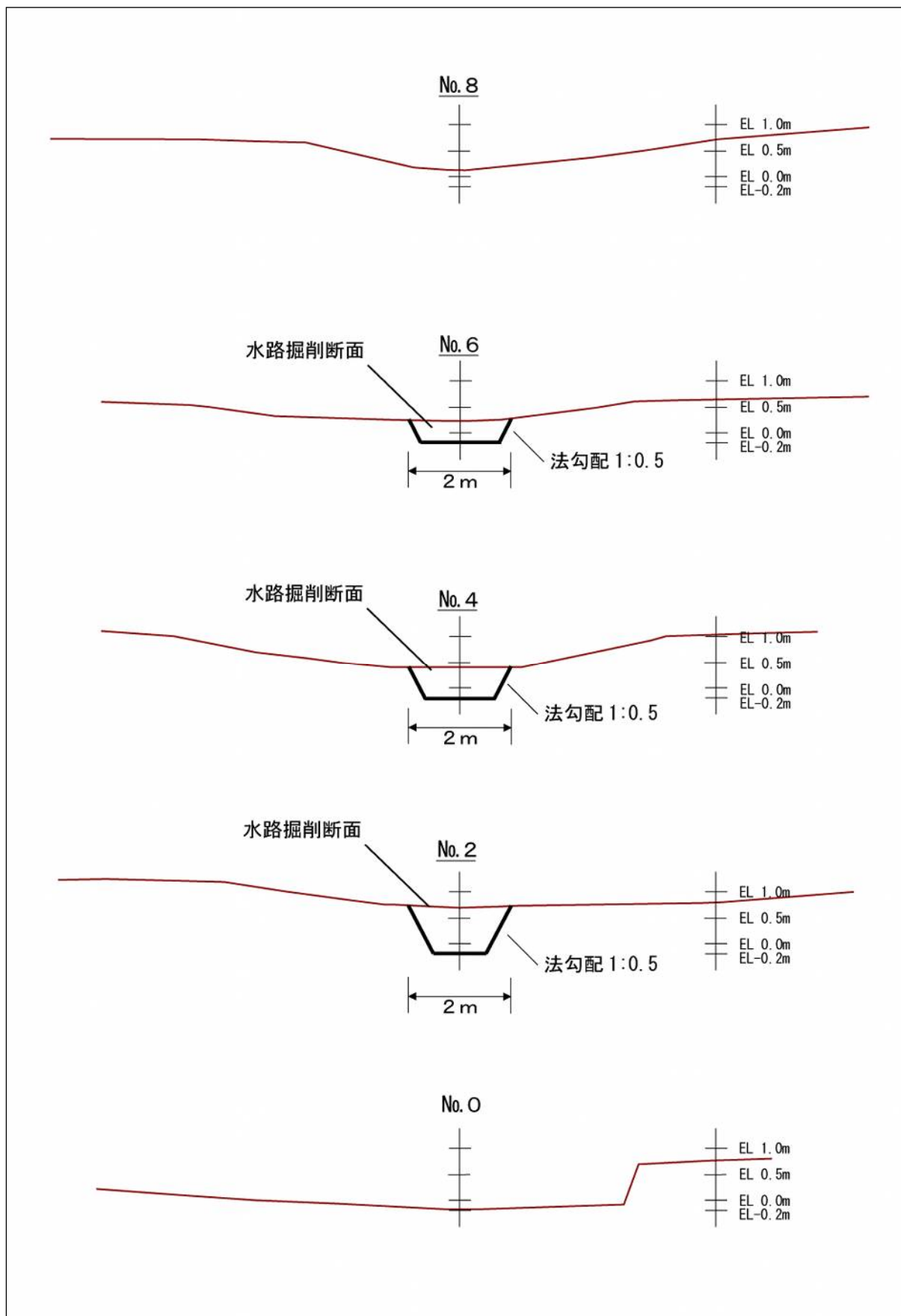


图 1.1.3-6 施工横断計画図

4) 環境保全計画

①. 濁水対策計画

a. 土砂の吸引及び処理

水路掘削では、干潮時にウォータージェットによる堆積土砂の軟泥化とバキュームによる吸引除去を行い、図 1.1.3-7 に示す処理を行う計画とした。この計画では、通常の重機による掘削とは異なり、掘削土砂を水ごと吸引し現場から排出することから、掘削現場から濁りはほとんど発生しないと考えられる。

なお、水路掘削では、安全側にたった場合、濁水防止膜を設置して実施することが望ましいが、満潮時のカヌー利用に支障をきたすため、防止膜の設置は行っていない。

吸引された土砂を含む濁水は、陸上の仮設ヤード（500m²）に設けた窯場（長さ 20m×幅 5m×深さ 1 m）へ運ばれ、清浄な上水は貯水槽（長さ 4m×幅 2m×深さ 1.25m、長さ 4m×幅 1m×深さ 0.8m）を通して河川へと放流する。また、窯場内の土砂は、周囲を畦畔工により小堤を設け土砂の流出を防止しつつ、脱水後に土砂捨て場へと運搬することで、窯場から濁水が発生しない計画とした（図 1.1.3-8）。

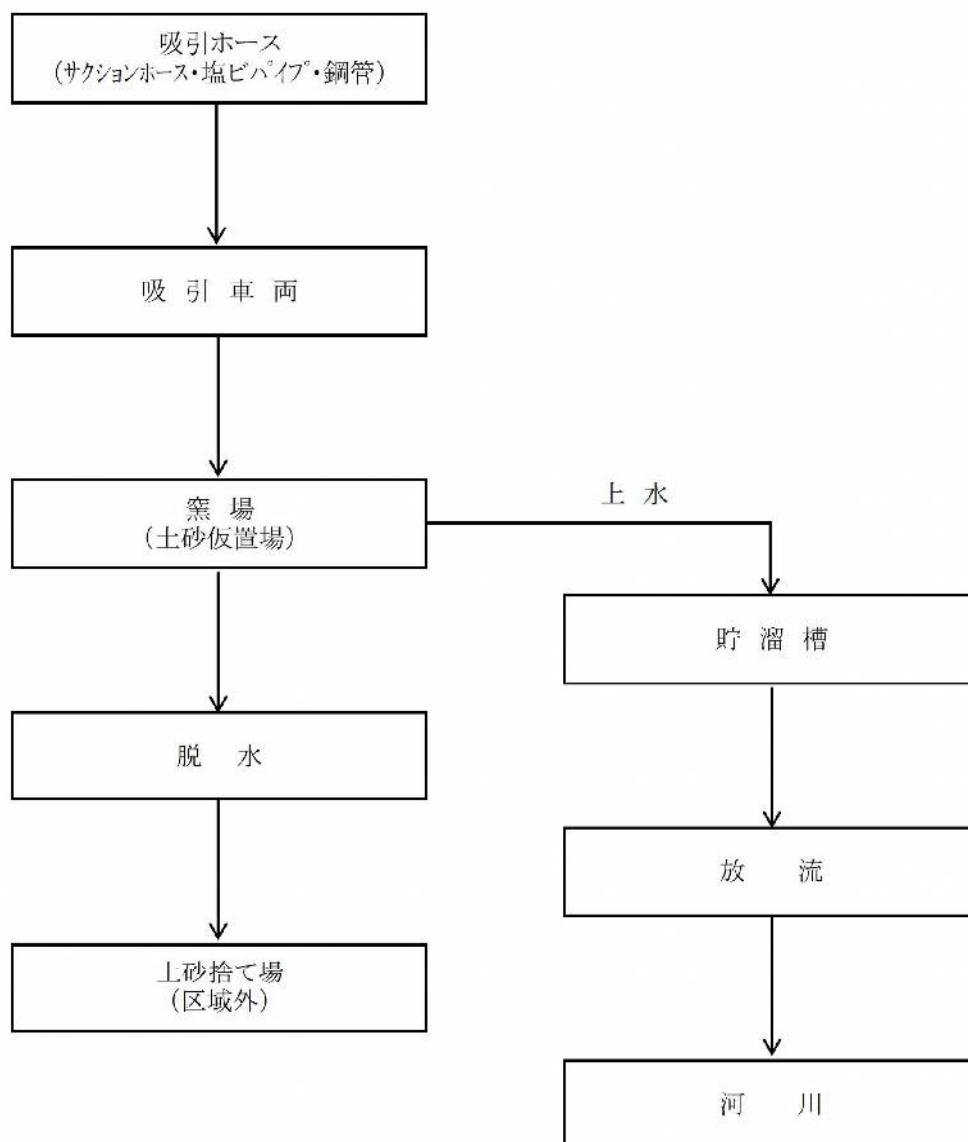


図 1.1.3-7 土砂の吸引及び処理フロー

b. 水路仕切対策

バキュームで吸引しきれなかった濁水は、水路内部へ貯留し外部へ流出しないよう掘削箇所を仕切りを入れる対策を行なう（図 1.1.3-9）。水路内部に貯留された濁水は、満潮の間に沈降分離し、引き潮時には清澄な上澄みとして流出させる。

また、小水路と本川の合流部の開削は、掘削の終了後に行い河川水の流入を防ぐこととした。

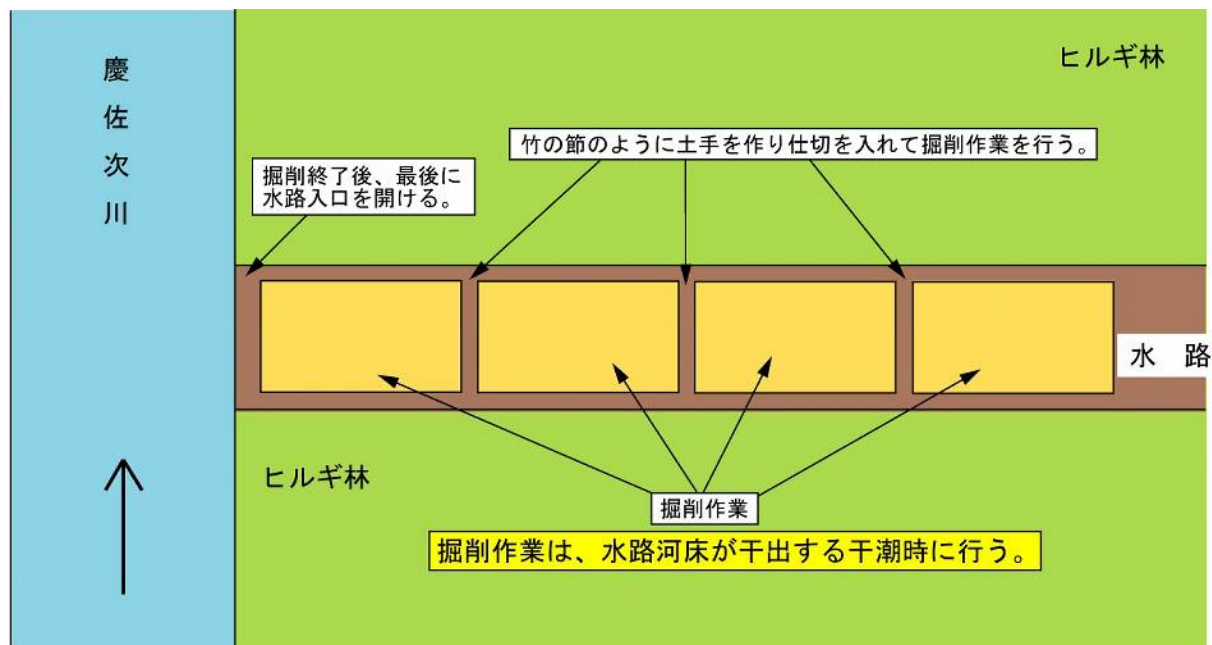


図 1.1.3-9 水路仕切対策イメージ

②. 生物保全対策

水路掘削に伴う影響と保全対策の一覧を表 1.1.3-1 に示す。

表 1.1.3-1 水路掘削に伴う影響と保全対策の一覧

	影響	影響の概略	保全措置
直接的	水路掘削	水路内の移動性の低い生物が直接影響を受ける。	掘削予定地の貝類等の移動能力の低い底生動物について、類似した生息場へ移動する。
		水路内のマングローブの根の除去	切断の影響を低減する。 ・切断面の最小化 ・切断面を滑らかにする。 ・塗布剤を使用する。
間接的	掘削による濁水の発生	通常の掘削では、魚類等生物の忌避、生息環境の悪化が生じるが、吸引式による掘削のため濁水は発生しない。	(濁水は発生しないため不要)
	作業員の踏圧	作業員の移動に伴う踏圧(マングローブの根の損傷)	掘削予定の水路部を作業員の移動通路とする。
	工事前進入路の敷設	進入路に生育するイボタクサギが直接影響を受ける。	進入路に生育するイボタクサギの仮植え及び工事後の植栽。

水路掘削に伴う直接的な影響としては、水路内において、生息する底生動物個体の吸引と、底質中にあるヒルギの根の除去が生じる。間接的な影響については、掘削による濁水の発生と、作業員の踏圧、工事前進入路の敷設による土壌動物や植物の損傷が考えられる。ただし、掘削による濁水の発生については、前節の濁水対策計画で述べたように、掘削は干潮時にポンプ車を用いて吸引する方式で行うため、濁水発生の影響はほとんどないと考えられる。

以下に、それぞれの保全対策の方法と結果を項目別に示す。

a. 生物の移動

水路内の底生動物への影響については、特に貝類など移動能力の低い生物については、土砂吸引時に同時に吸引されるなど、影響が大きいことが予想される。そのため、この影響を回避するため、水路掘削前に捕獲し、近傍の類似した生息環境へと移動することとする。なお、水路掘削予定のマングローブ水路及びその周辺において確認されている底生動物は貝類 11 種、甲殻類 18 種類であり、その生息環境は、表 1.1.3-2 に整理したとおりである。生物移動先は、これらの種毎の生息環境を考慮して行うこととした。具体的な生物の移動方法については、以下のとおりである。

<生物移動方法>

- ①水路掘削予定地において、目視及びスコープ等を用いて、主に移動能力の低い種類を捕獲する。
- ②捕獲した生物は、容器に入れ種類と個体数を記録する。
- ③生物の生息環境を考慮して、適合する環境へと放流する。

表 1.1.3-2 掘削予定地における底生動物（貝類・甲殻類）の生息環境

No.	綱	目	科	種類	2015年 度結果 (水路 下流)	2017年1月(施工前)			生息環境			
						L-1	L-2	L-3 (水路上 流側)				
1	腹足	盤足	タマキ	イロタマキ			1	1	マングローブの葉上			
2				ウスラタマキ			1	3	岸際(石、マングローブの幹)			
3		アマオブネガイ	アマオブネガイ	トングリカノ			1		岸際			
4				ツハサカノ		1	16	5	水路(マングローブの根)			
5				シマカノ			2		マングローブ内の水路			
6		基眼	オカミガイ	クロヒシノミガイ		8	3		高潮帯の倒木や石等の陰			
7				ウラシミガイ			4	1	マングローブの幹上、倒木			
8				ナガオカミガイ		6			倒木、石等の陰			
9				カタシノミガイ		4			倒木、石等の陰			
10				キヌハシノミガイ		7			倒木、石等の陰			
11				ヌノハシノミガイ		1			倒木、石等の陰			
12	甲殻		テナガエビ	スネナガエビ		13	10	20	水路			
13			クルマエビ	ヨシエビ			1			水路		
14			テッポウエビ	テッポウエビ属				1		水路		
15			オキナワアナジャコ	オキナワアナジャコ		4	5			マングローブ林内		
16			アナジャコ	アナジャコ				4		水路岸際(砂泥質)		
17			ヤトカリ	ツメナガヨコハサミ				2	2	水路		
18			ワタリガニ	アミノコキリガサミ	rr					水路		
19			ムツハリアケガニ	ムツハリアケガニ	ミナミツハリアケガニ				1		水路	
20					アリアケモドキ					1		水路
21			ベンケイガニ	ベンケイガニ	ユビアカベンケイガニ				3		マングローブ林内	
22					フタバカクガニ		6	26	5		岸際～マングローブ林内	
23					キノホリベンケイガニ				1	1	マングローブの幹上	
24					ヒメアシハラガニモドキ					1		岸際～マングローブ林内
25					ミナミアシハラガニ(リーチアシハラガニ)		1	8	2			岸際～マングローブ林内
26					ミゾテアシハラガニ							岸際～マングローブ林内
27					カクベンケイガニ					2		岸際～マングローブ林内
28			スナガニ	スナガニ	ベニシオマネキ				1	1	陸よりの岸際	
29	ツノメゴガニ							20		岸際(砂～砂礫質)		

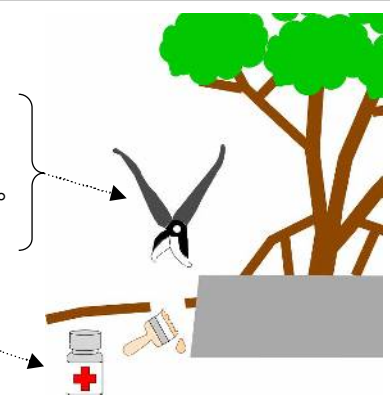
b. マングローブの保護

水路内に露出するヒルギ類の根については、切断による影響を低減するため、以下の処置を行った。

〈根の剪定時の処置〉

- ①切断面を最小化する。
 - ・根に対して垂直に切断することで傷口を最小化する。
- ②剪定鋏や剪定用鋸を用いて切断面が滑らかになるようにする。
 - ・傷口を滑らかにすることで、蒸散抑制、雑菌侵入を防止する。
- ③切断面が大きい場合は塗布剤*を使用する。
 - ・雑菌侵入を防止する。

*塗布剤: トップジンMペースト



また、掘削作業に伴う人の立ち入りについては、踏圧によりヒルギ類の根が痛む可能性がある。このため、進入路への木板設置や、掘削予定である水路を移動経路とすることで、踏圧による影響を回避する。

c. イボタクサギの保護

工事用進入路の敷設場所については、陸上植物であるイボタクサギが繁茂している。そのため、影響の回避措置として、進入路の敷設にあたっては、可能な限りイボタクサギを避けるようにする。避けることが困難な場合は、イボタクサギの地上部を剪定して掘り取り、窯場横の日陰に仮置きし、工事後に植栽することで影響を低減することとする。なお、イボタクサギの仮置きや原状回復時の植え付けを行う場合については、以下のことに配慮する。

<イボタクサギの仮置き時の留意点 (図 1.1.3-10) >

- ①掘取り時には、根鉢の大きさを可能な限り大きくとる。
- ②根鉢の大きさに応じて、摘葉や陸上部の剪定を行う。留意点としては以下のとおり。
 - ・剪定は枯れ枝、罹病枝、危険枝を除去する程度とする。根が減少して水分が上がらなくなった枝は、樹木が自らその枝を枯らすことが多く、それを待って剪定してもよい。
 - ・葉量が著しく減少する剪定は避ける（葉量が減少すると発根が遅れる。）。
- ③掘取り時には、根を乾燥させぬように適宜灌水する。
- ④仮置き場所は、風あたりが弱く、排水良好な場所とする。真夏では日当たりの良い場所は不向き。
- ⑤仮置き時には、朝（朝が無理なら夕方）に適宜灌水をする。留意点としては以下のとおり。
 - ・日中の撒水は、日光により高温になり、根が痛むため実施しない（撒水は朝が良い。葉が萎れかけになった場合は夕方に撒水するか、根鉢を日陰に移動して撒水する。）。
 - ・灌水は根鉢の表面の乾燥状況を目安に行い、根鉢下から水がしみ出してくるまで十分に与える。
 - ・少量の水を頻繁に撒くような灌水は吸収根を地表近くに誘導してしまい、株が乾燥に弱くなるため避ける。逆に、毎日のように頻繁に多量の水を撒くと、根鉢深くの根が腐るため避ける。

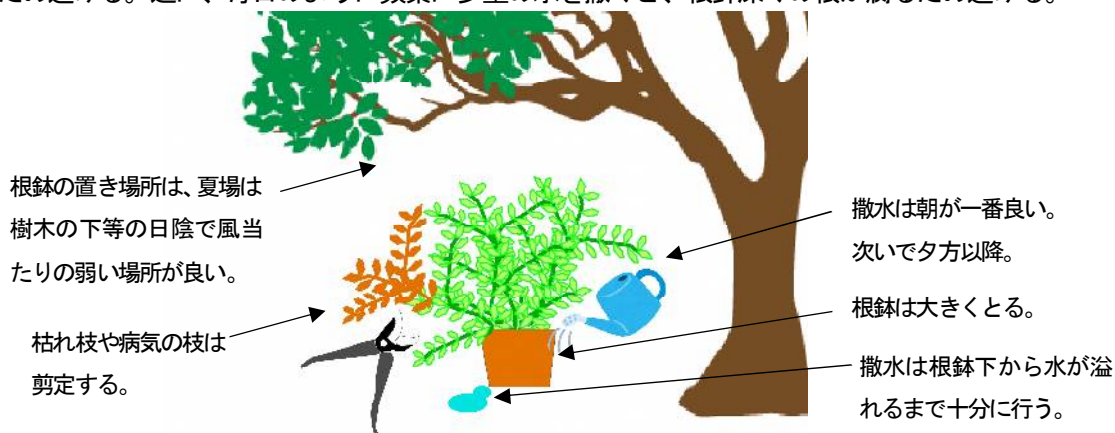


図 1.1.3-10 仮置き時の留意点

<イボタクサギの植え付け時の留意点>

- ①水極めの実施
 - ・植え付け時、根鉢の半分まで埋めてから灌水し、残りの土を埋めてから十分灌水して本極めとする。なお、根鉢の上面は、周囲の地盤と同レベルかやや高めとしておく。
- ②施肥について
 - ・植え付け直後の施肥は肥料焼けを生じる可能性があるため不要。植え付ける場所の土壌が不良な場合、腐葉土を混ぜてから植え付けてもよい。なお、植え付け後に衰弱している株については、ごく薄い液肥（通常の濃度の液肥を10倍程度水で薄めたもの）を撒いてもよい。
なお、液肥の散布量については、植栽苗の周囲に流出しないよう適量とする。
- ③灌水について
 - ・自然降雨による供給を基本とする。ただし、夏季など高温乾燥時には灌水を行う。その際には、地面奥まで到達するように十分な灌水を行う。

5) 掘削土砂処分計画

仮設ヤード内の釜場に一時仮置きした掘削土砂は、脱水後、東村の土砂捨場に搬出し処分する。脱水方法については、同節の「4) 環境保全計画（濁水・生物）①. 濁水対策計画」を参照されたい。東村の土砂捨場の位置を図 1.1.3-11 に示す。この土砂捨場は国定公園指定地域外に位置している。

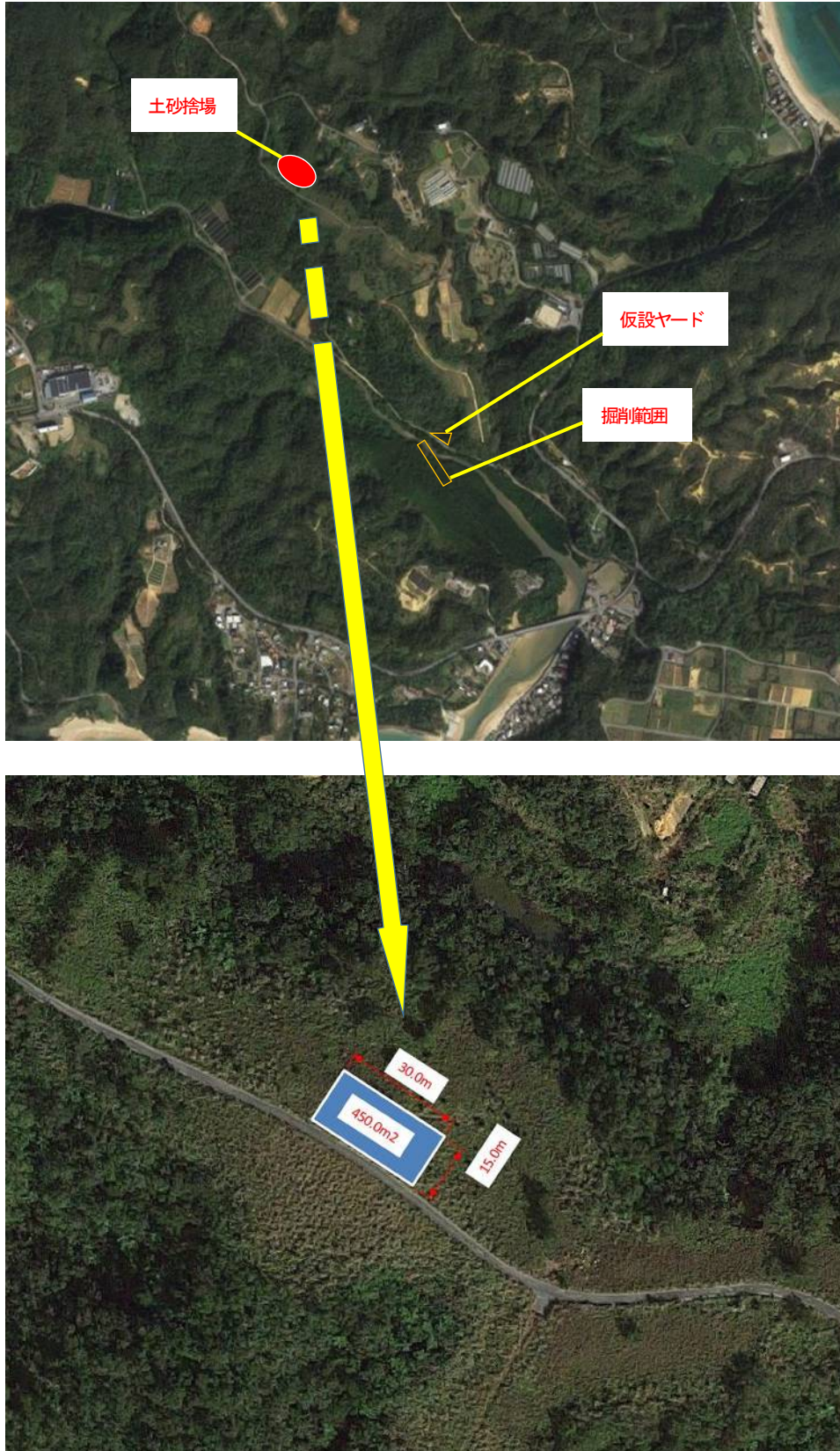


図 1.1.3-11 東村の土砂捨場位置図

6) 環境監視計画

掘削は干潮時にポンプ車を用いて吸引する方式で行うため、濁水発生の影響はほとんどないと予想されるが、現場地点は潮の影響を受ける場所であることや、当該河川が観光として盛んに利用されていることを踏まえ、水路掘削中は東村ふれあいヒルギ公園前において透視計を用いて濁りの発生状況の確認を行う。濁りが確認された場合は、掘削場所の見回り・修繕を行う。また、自記式濁度計（INFINITY-Turbi ATU75W2-USB）を図 1.1.3-12 に示す2 地点に設置し、施工地点より上流側地点の濁度を比較対象とし、下流側の地点において工事による濁度の発生について記録を行うこととした。

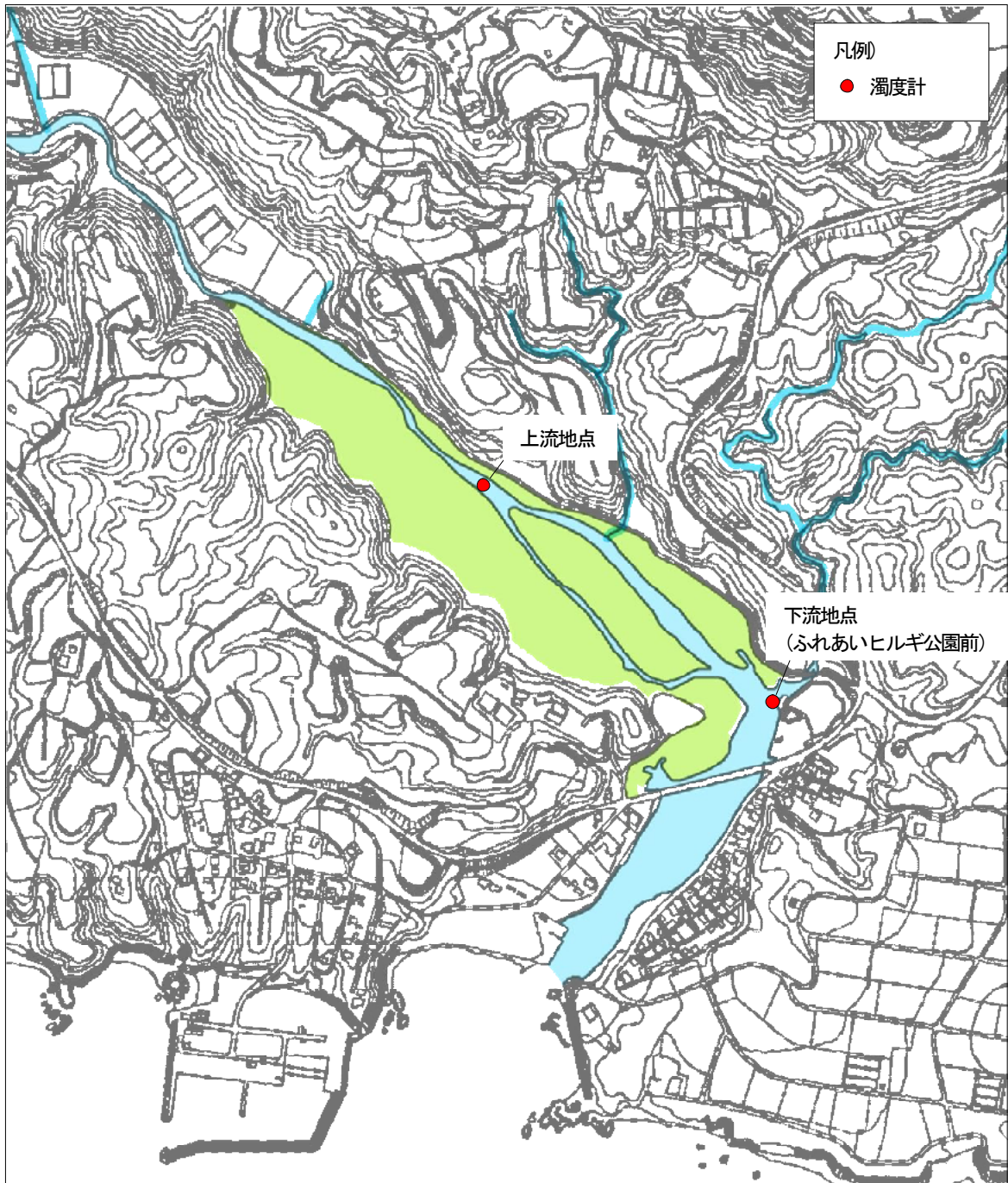


図 1.1.3-12 濁度計の設置位置

1.1.4 モニタリング手法の検討

(1) 水路掘削の効果把握に係るモニタリング指標の設定

水路掘削の効果把握に係るモニタリング指標を表 1.1.4-1 に示す。

本水路掘削は、将来的なヒルギ林内の陸化抑制を図り生態系の回復を期待するものであるが、業務履行期間内という短期間では、工事直後にそのような効果を確認することは困難である。

例えば、生態系を構成するヒルギ林内の生物は時間が経過するとともに種類・種数が変化することや、生態系の基盤となるヒルギ林内の地形は潮汐等による浸食や堆積作用で少しずつ変化が生じることから、モニタリング調査は項目によっては長期的な観点から実施する必要がある。

このため本年度は、掘削直後から効果の程度が把握し易いものとして、物理的なモニタリング指標である水位・流速、分派流発生状況、定点撮影の3項目の調査を実施する。また、次年度以降については、生物的なモニタリング指標と、時間と共に変化する物理的なモニタリング指標について調査を実施するのが望ましいと考えられる。

表 1.1.4-1 水路掘削の効果把握に係るモニタリング指標

No.	年度	モニタリング指標	選定理由
1	平成 29 年度	水位・流速	小水路の河床高を下げることで、水路内の疎通能力が向上し、流速等の増加が期待されることから指標として選定した。
2		分派流発生状況	掘削前後に掘削水路に流入する滞筋について数や規模の変化を把握することで、浸食効果が増加しているかを検証するために選定した。
3		定点撮影	掘削により水路の流下状況の変化を視覚的に把握するために指標として選定した。
4	次年度以降	植生断面調査 活力度調査	天然記念物である慶佐次川のヒルギ類への影響を把握するために選定した。
5		底生動物調査	陸地化が進んでいた旧河道について、掘削により底生動物相の回復が期待されることから指標として選定した。
6		底質調査（粒度組成）	水路内の流速増加に伴い、浸食の増加により底質環境の変化が予測されることから、指標として選定した。
7		分派流発生状況	分派流発生状況は時間と共に変化していくことが予想されることから指標として選定した。
8		定点撮影	掘削後における梅雨時期等の大雨時の状況を視覚的に把握するために指標として選定した。
9		縦断測量	梅雨等の大雨後において、水路内の土砂の掃流や浸食がどの程度生じているかを把握するために指標として選定した。

(2) モニタリング内容

本年度のモニタリング内容について、流速・水位調査は、工事前～工事後の水路内 1 地点において自動観測機器（ISCO 社製：2150 断面流速流量モジュール）により観測を行う。分派流発生状況調査では、掘削予定の水路において、工事前後の滞筋位置や規模、流速（JFE アドバンテック社製：AEM1-D）の測定を行う。定点撮影は、工事前～工事後の水路内 2 地点において自動撮影カメラ（パイコム社製：Time Lapse Camera TLC200）により、10 分間隔（日中）で水路の流水の状況を撮影する。

次年度以降のモニタリング内容については、工事前との状況を比較することから、基本的には本年度の実施計画段階調査で行った調査方法・地点で実施する（図 1.1.4-1）。

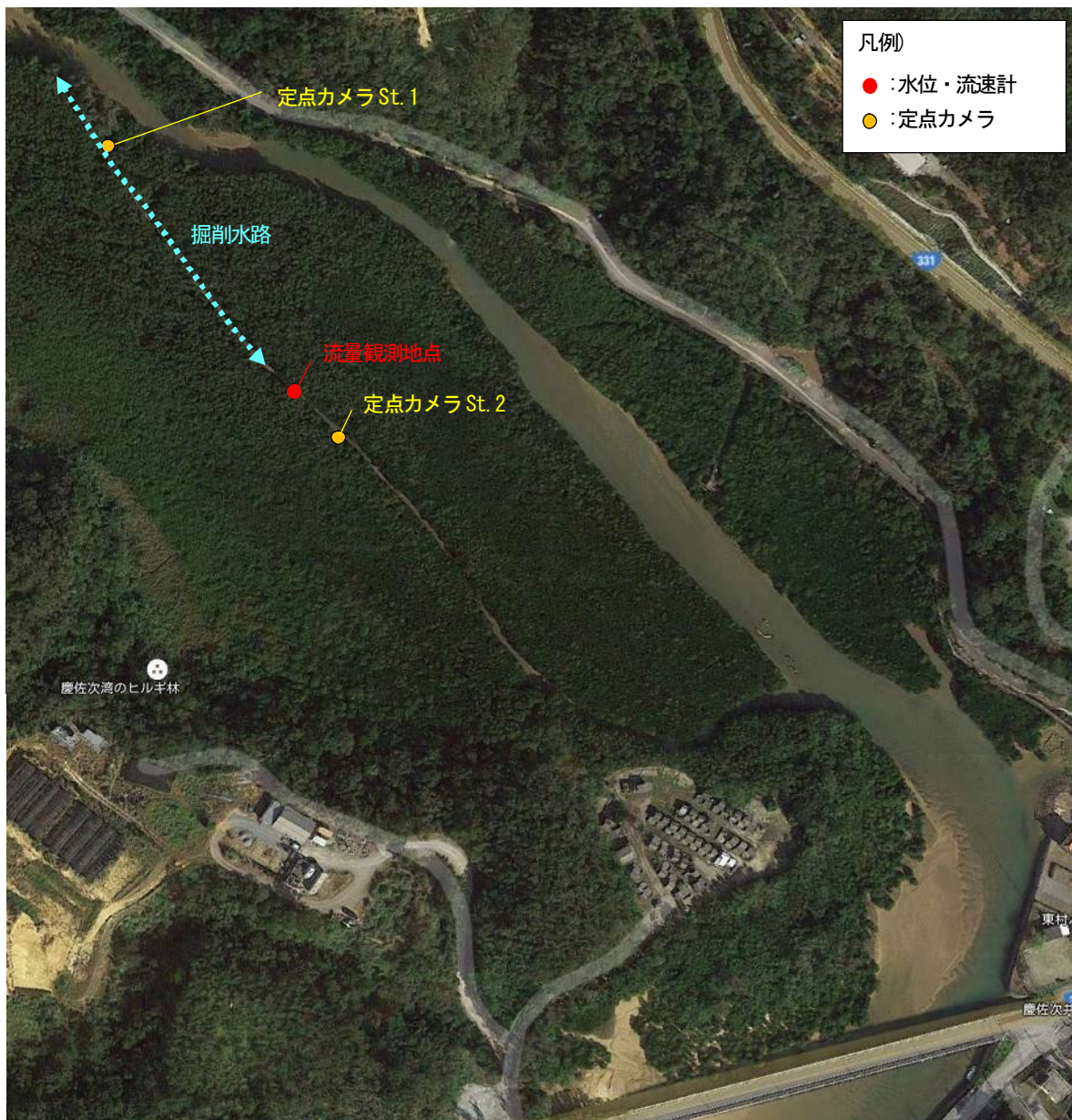


図 1.1.4-1 水位・流速計・定点カメラ設置位置（平成 29 年度）