

(2) 被災状況



1. 堤体崩壊（裏）
タイプA・L=120m

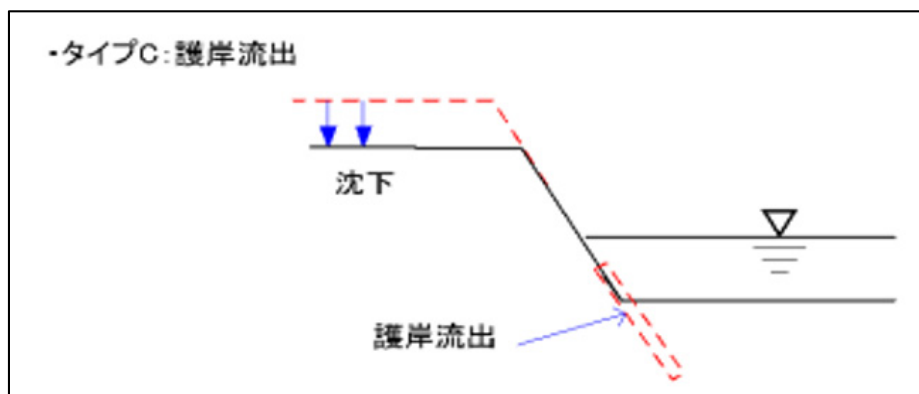
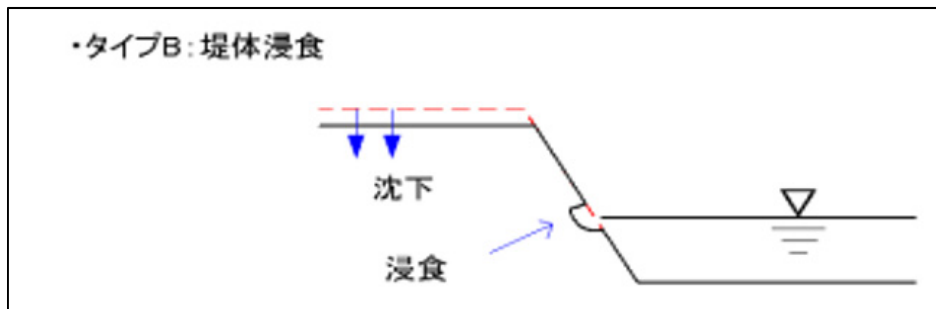
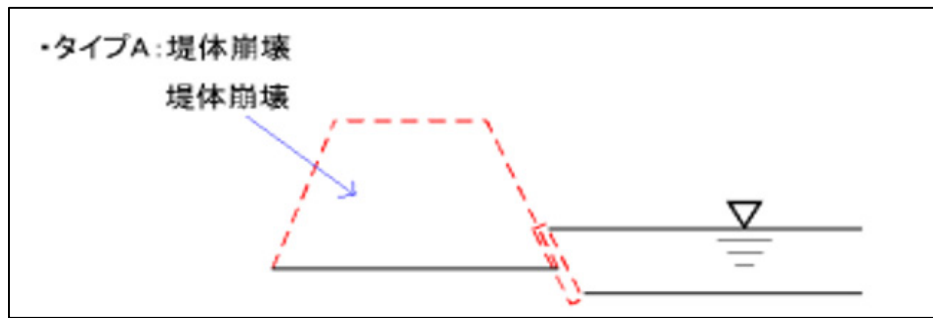


2. 堤体浸食（表）
タイプB・L=130m



3. 護岸崩壊
タイプC・L=370m

図 4-10-3 被災状況【南北上運河】



	区間延長		被災状況		被災延長	完全欠損延長
	南北上運河	左岸	2,200m	A	堤体崩壊	180m
B				堤体浸食	310m	—
右岸		2,200m	C	護岸流出	980m	—
					沈下のみ	730m
合計	4,400m		A	堤体崩壊	1,310m	1,310m
			B	堤体浸食	500m	
			C	護岸流出	40m	
					沈下のみ	350m
比率				被災率 = 100.0%	完全欠損率 = 33.9%	

図 4-10-4 被災状況【南北上運河】

3.復旧計画

(1) 復旧方針

- ・ 堤防背後地には、市街地、主要幹線道路である「(一)石巻工業港矢本線(県道247号)」「国道45号」、JR仙石線があり、それらを防護するため、L1津波に対応した堤防を整備とする。
- ・ 堤防構造は、耐震性能照査を実施の上で小段のない一枚法面の三面張構造に変更する。
- ・ 計画法線は、陸側背後地に排水機場・墓地・県道の制約があるため、これをコントロールとして法線を設定する。
- ・ 法勾配は、地震時安全率を満足するように設定。計算結果より、全区間「表のり1:2.0」、「裏のり1:2.0」とする

(2) 工事概要

- ・ 復旧延長 L=2,207.3m
- ・ 築堤護岸工 L=4,403.4m
- ・ 附帯工 一式
- ・ 仮設工 一式

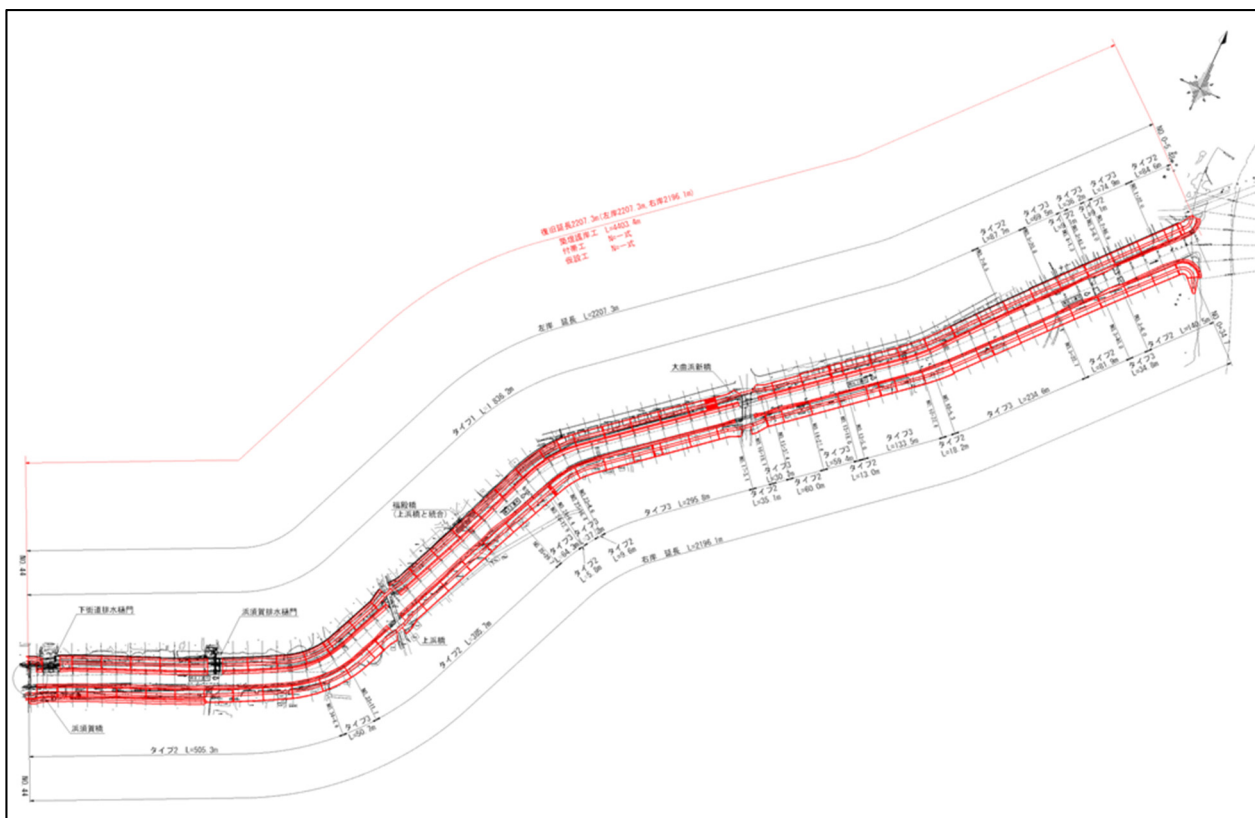
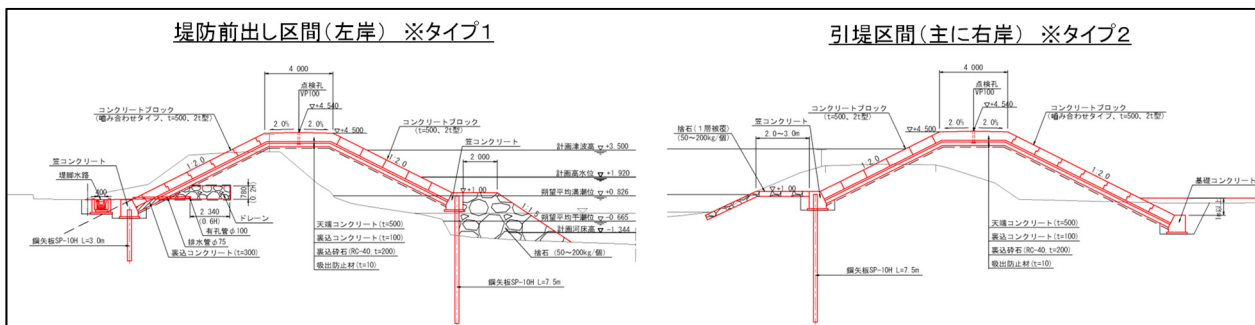
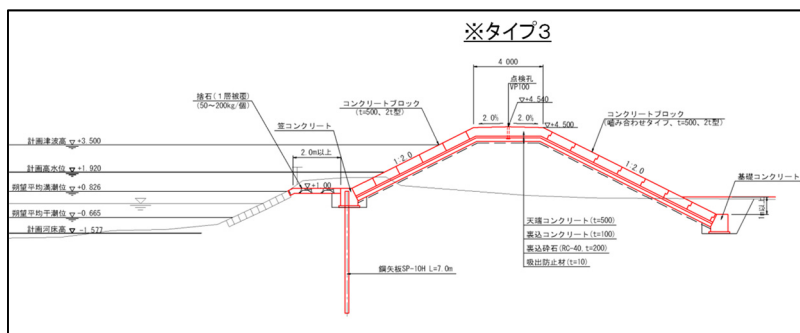


図 4-10-5 復旧計画平面図【南北上運河】



堤防標準断面図（現況護岸が不可能な場合）



堤防標準断面図（現況護岸が利用可能な場合）

図 4-10-6 堤防標準断面図【南北上運河】

4.環境現況調査

(1) 調査実施状況

表 4-10-1 調査時期一覧【南北上運河】

項目	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
植物	夏・秋	春	春・夏	夏・秋	春・夏	夏・秋	夏・秋	春・夏
昆虫類	夏	春	春・夏	夏・秋	春・夏	夏・秋	夏・秋	春・夏
魚類	夏・秋	春	春・夏	夏・秋	春・夏	夏・秋	夏・秋	春・夏
底生動物	-	-	春・夏	夏・秋	春・夏	夏・秋	春・夏・秋	春・夏

(2) 調査結果（河川及びその周辺で確認された種及び重要種生息状況）

調査実施期間中における、各項目の確認種数を以下に示す。

表 4-10-2 調査結果概要【南北上運河】

項目	調査結果概要
植物	平成 25 年度から令和 2 年度までの調査で合計 437 種が確認された。そのうち重要種は 7 種が確認された。
昆虫類	平成 25 年度から令和 2 年度までの調査で合計 422 種が確認された。そのうち重要種は 6 種が確認された。
魚類	平成 25 年度から令和 2 年度までの調査で合計 29 種が確認された。そのうち重要種は 4 種が確認された。
底生動物	平成 27 年度から令和 2 年度までの調査で合計 68 種が確認された。そのうち重要種は 15 種が確認された。



アイアシ



オオクグ



ツバメジジミ



コガムシ



ミナミメダカ



ヨシダカワザンショウガイ

写真 4-10-1 確認された主な動植物【南北上運河】

5.工事实施上の課題とアドバイザーからの意見

(1) 想定される事業による影響

- ・濁水発生による魚類重要種の生息環境の悪化
- ・直接改変、濁水による植物重要種の消失
- ・直接改変による昆虫類重要種の生息環境の消失
- ・濁水、直接改変による底生動物重要種の生息環境の消失・悪化

(2) 環境配慮の実施

1) 底生動物の保全（実施時期：工事中）

護岸整備により底生動物等の生息場所となる水際環境が消失することから、護岸整備が先に完成した箇所には、生息基盤（周囲の土砂）ごと移植を行った。

【環境アドバイザーからの意見】

意見①	<ul style="list-style-type: none"> ・多数の底生動物が確認されており、水際線に変化をもたせたり、緩傾斜にするなど配慮して頂きたい。 ・貝類の重要種を移植した箇所は、勾配を緩やかにするために小さ目の碎石を撒くよう配慮して頂きたい。
-----	---

【実施方法及び留意点】

- ・移植作業はバックホウで生息基盤ごと掬いとり、数箇所に分けて移植した。
- ・移植実施箇所には、その前面に小さな碎石を撒くことで隙間を作り、貝類、カニやゴカイ等の多様な生物が利用できる環境が形成されるように配慮した。（意見①への対応）

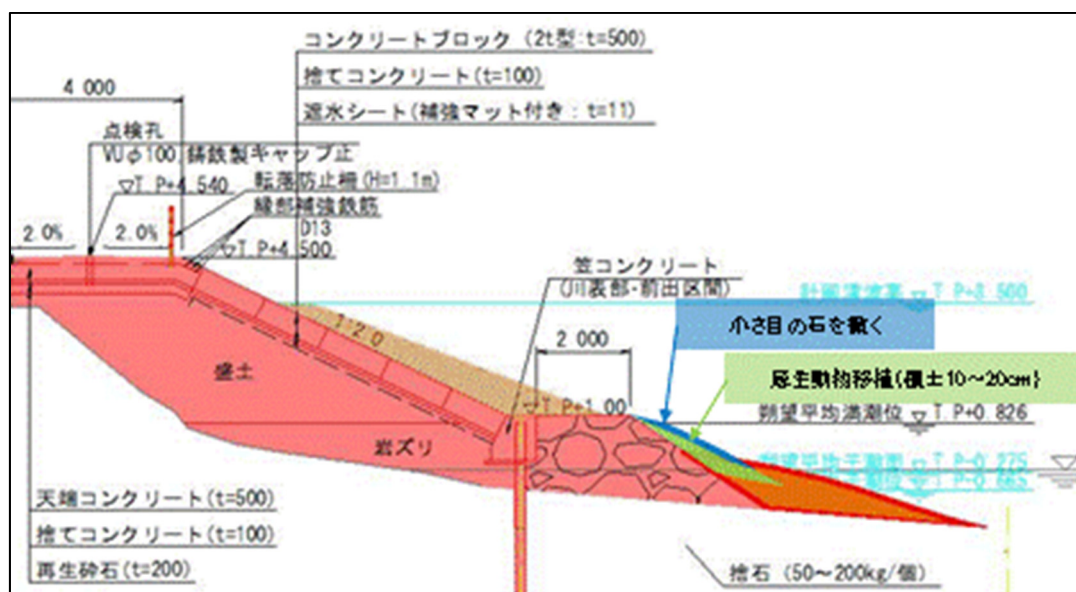


図 4-10-7 断面図【南北上運河】

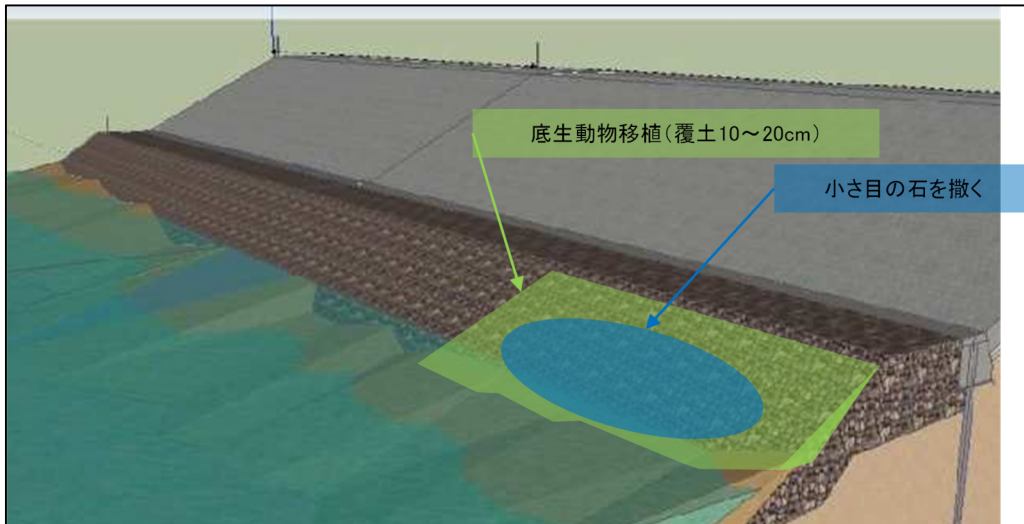


図 4-10-8 小碎石の敷設イメージ【南北上運河】



移植作業の実施状況



小碎石の敷設状況

写真 4-10-2 生息基盤の移植状況【南北上運河】

2) 陸域環境の保全（実施時期：工事中）

陸域環境の保全を目的として、法面への覆土や寄石の整備を行った。

【環境アドバイザーからの意見】

意見①	アイアシを戻す際は、条件の違う複数箇所に戻して頂きたい。
-----	------------------------------

【実施方法及び留意点】

- ・堤防法面への覆土による植生の回復、景観や親水性の向上を図った。
- ・寄石や複数箇所でのアイアシの移植を行い、魚類や底生動物の生息環境を創出した。
（意見①への対応）
- ・震災以前から生育していたヨシを保全するため、河道内の工事を極力回避した。

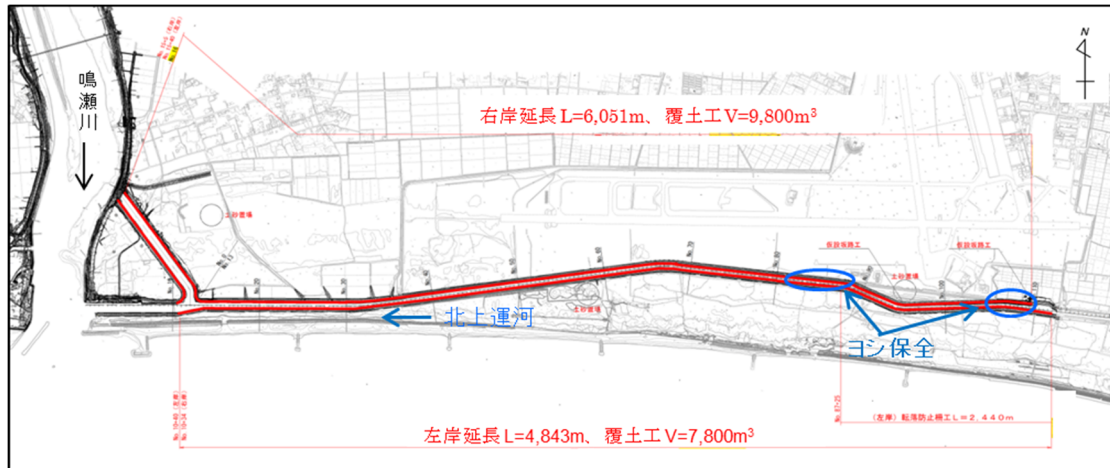


図 4-10-9 平面図【南北上運河】

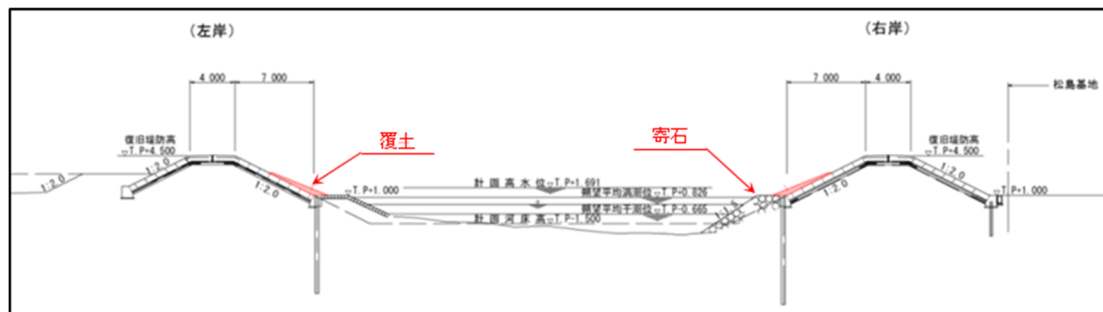


図 4-10-10 横断面図【南北上運河】



覆土の施工状況
(平成 28 年 6 月)



覆土・寄石の実施状況
(平成 28 年 7 月)

写真 4-10-3 覆土・寄石の実施状況【南北上運河】

3) 希少植物種の保全（実施時期：工事中）

復旧工事により消失が危惧されたハマナス、ナミキソウ、アイアシ、リュウノヒゲモの4種の移植による保全対策を実施した。移植個体は工事開始前に一時移植地にまとめて移植・管理し、工事終了後に改めて河川沿岸の各箇所に移植した。



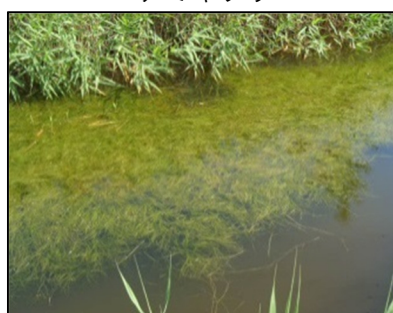
ハマナス



ナミキソウ



アイアシ



リュウノヒゲモ

写真 4-10-4 移植した希少植物種【南北上運河】

【環境アドバイザーからの意見】

意見①	<ul style="list-style-type: none"> ・ハマナス、ナミキソウは海岸の砂地が適地なので、海岸に近い砂地に移植する。 ・アレチマツヨイグサなどの高茎草本やつる植物が多すぎる場所は適さない。 ・ハマナスは秋に果実が成熟したら種子を採取し、土に混ぜて移植してもよい。南北上運河の移植先で結実しているハマナスの種子を採取し、残存松と防潮堤との間に播種を行ってはどうか。また、新堤と旧堤の間がハマナスの生育域として適していると思われるので、今後、増やそうとするならば移植も検討してはどうか。
意見②	<ul style="list-style-type: none"> ・アイアシを戻す際は、条件の違う複数箇所に戻して頂きたい。 ・アイアシは河川の湾曲部などの土が堆積している箇所に移植したほうがよい（底生動物も住みやすい）。 ・種子は9月頃に採取するのが適切である。 ・北上運河の排水機場より上流側では、土砂が堆積してヨシ・アイアシが生育している箇所がある。下流部でも淀みに土砂を入れてはどうか
意見③	<ul style="list-style-type: none"> ・リュウノヒゲモの再移植の際は、リスク分散の観点から全てを移すのではなく、一部を残しておいた方がよい。

【ハマナス】

- ・移植先は本来の生育環境に比較的近いと考えられる海岸に近い砂地とし、4箇所に分けて移植を行った。（意見①への対応）
- ・個体を掘り取る際は、適宜人力またはバックホウを用いるなどして、5～20 cm程度大きめに掘り取りをはじめ、実際の根の張り具合によって根鉢を整えていく。可能な限り根茎を傷めないよう、土壌とともに掘り取った。
- ・掘り取り後は土嚢袋等に入れて、根鉢の崩壊を防止する。ただし、掘り取り時に土壌が崩れ落ちる危険があるため事前に灌水を行った。また、移植後の灌水を行った。
- ・生育地の拡大を目的とし、移植対象株より採取した種子の播種を行った。（意見①への対応）



ハマナス掘り取り状況

ハマナス移植状況

ハマナス播種状況

写真 4-10-5 ハマナスの移植状況【南北上運河】

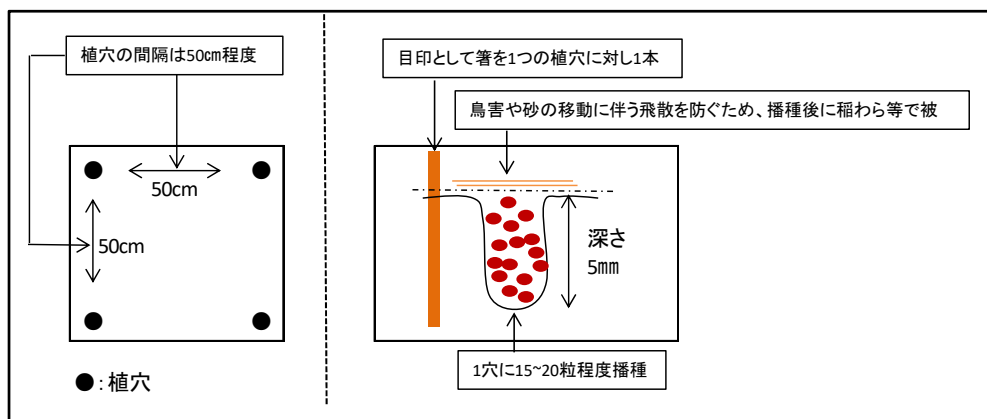


図 4-10-11 ハマナスの播種施工イメージ（左は平面図、右は断面図）【南北上運河】

【ナミキソウ】

- ・移植先は本来の生育環境に比較的近いと考えられる海岸に近い砂地とし、2箇所に分けて移植を行った（意見①への対応）
- ・個体を掘り取る深さは20～30 cm程度とし、バックホウのバケツもしくは剣先スコップなどを用いて生育個体を土壌とともに掘り取った。掘り取りの際には可能な限り根茎を傷めないよう留意した。保全効果を高めるため、土中に残された地下茎も可能な限り移植した。また、移植後の灌水を行った。



写真 4-10-6

ナミキソウ移植状況

【南北上運河】

【アイアシ】

- ・移植先は乾燥や過度な水没の可能性が低い湿性地とし、運河沿いの2箇所に分けて移植を行った（意見②への対応）
- ・20～30cm 四方、深さ 50 cm 程度のブロック状に分けて、バックホウのバケットで生育個体を土壌とともに掘り取り移植先へ運搬し、クレーンで釣り下げて捨石付近に下ろした後、人力により植え付けを行った。
- ・掘り取ったものをそのまま移植先へ運ぶのが難しい場合は、ブロックが崩れるのを防ぐため、土嚢袋に入れて運搬した。また、移植後の灌水を行った。
- ・生育地の拡大を目的として、秋に成熟した種子を採取して移植地周辺に播種した（意見②への対応）。



アイアシ掘り取り状況



アイアシ播種状況

写真 4-10-7 アイアシの移植状況【南北上運河】

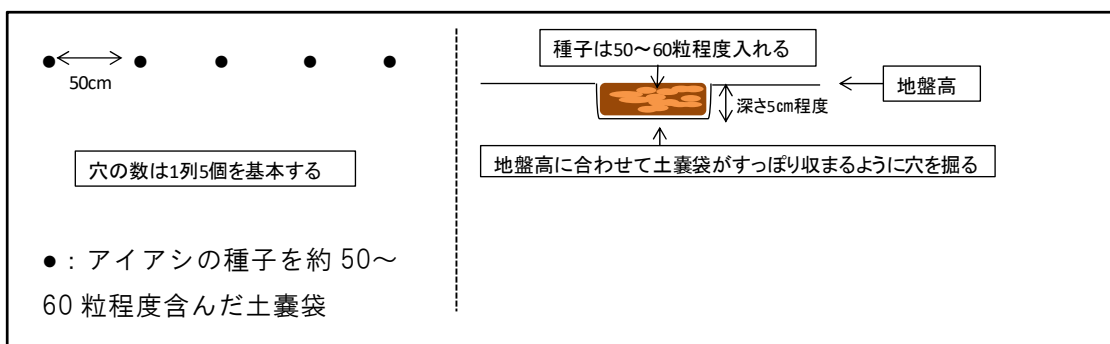


図 4-10-12 アイアシの播種施工のイメージ（左は平面図、右は断面図）【南北上運河】

【リュウノヒゲモ】

- ・移植先は流失防止のため、水深が 1m 未満で水が濁っておらず、比較的流速が緩やかな場所 1 箇所とした。また、運河内の塩分濃度は 1.3% 程度であったが、2% 程度の塩分濃度でも生育の記録があるため、生育可能と考えられた。また、リスク分散の観点から一部を一時移植先に残すこととした。（意見③への対応）
- ・一次移植先から種子や殖芽を含む底質を採取する際は、底質の表面から少なくとも深さ 10～15cm 以上とした。掘り取った底質は大型土嚢袋に入れてダンプで移植先に運搬した。
- ・移植先では大型土嚢袋をクレーンで吊り下げて捨石付近に下ろした後、更にヨシ原の脇の浅瀬まで人力で移動させ植え付けを行った。

- ・ 植え付け後、リュウノヒゲモの定着を促進させるために、移植した底土を麻など植物材料でできた自然に分解されるシートを用いて、移植範囲の外側に高さ 15 cm 程度の堰を作るなど、移植株の流出防止対策を行った。
- ・ 移植後の枯死等のリスクに備えて、一部は仮移植地に残地した。(意見③への対応)



リュウノヒゲモ掘り取り状況

リュウノヒゲモ移植状況

写真 4-10-8 リュウノヒゲモの移植状況【南北上運河】

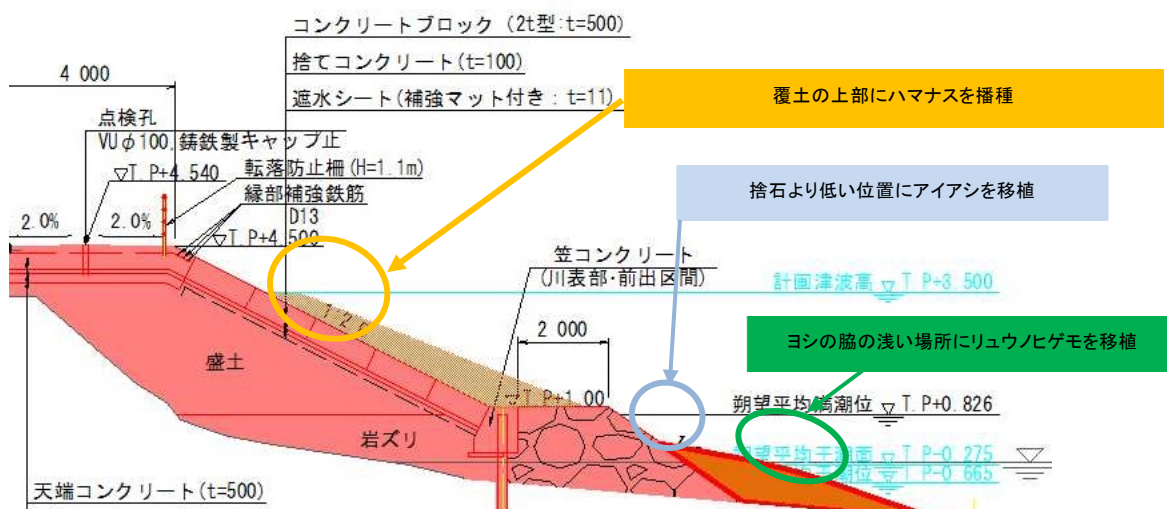


図 4-10-13 運河法面における各種の移植位置【南北上運河】

6.保全対策後のモニタリング結果

(1) 底生動物の保全

置土箇所にて干潟部が形成され、モニタリング調査においても底生動物の生息が確認された。



写真 4-10-9 干潮時の干潟の状況【南北上運河】

(2) 陸域環境の保全

法面盛土部、アイアシを移植した水際部において植生の回復が確認された。

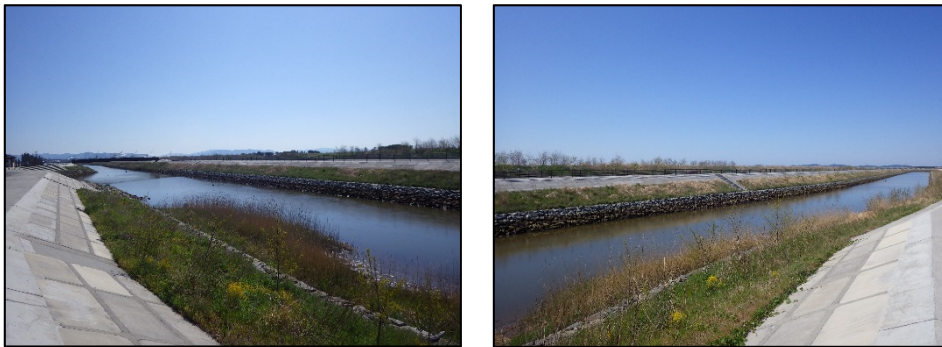


写真 4-10-10 盛土部・水際部の植生の回復状況【南北上運河】

(3) 希少植物種の保全

【ハマナス】

- ・移植株の開花・結実が確認された。
- ・種子由来の芽生えの発芽率は平均で7%であった。通常、ハマナスの発芽率は10%程度であることが知られていることから、概ね想定通りの結果となった。



移植地の状況



移植株の生育状況



発芽状況

写真 4-10-11 ハマナスの移植後の状況【南北上運河】

【ナミキソウ】

- ・移植先での生存率は 20%にとどまった。要因として移植した株数が少なかったことに加え、二次移植先に生育するメマツヨイグサ、ハマヒルガオ、コウボウムギなどに被圧されている可能性があると考えられた。



移植地の状況



移植株の生育状況



移植株の生育状況

写真 4-10-12 ナミキソウの移植後の状況【南北上運河】

【アイアシ】

- ・移植先での生存率は 40%台であり、要因として周囲に生育するヨシに被圧されていることが考えられた
- ・移植株の開花は、2 箇所のうち 1 箇所で確認できた。
- ・播種した種子からの発芽は確認できず、採取した種子の多くが発芽能力のない種子（不稔種子）であった可能性が考えられた。



移植地の状況



移植株の生育状況



種子を入れた土嚢（未発芽）

写真 4-10-13 アイアシの移植後の状況【南北上運河】

【リュウノヒゲモ】

- ・移植後のモニタリングを実施したが、移植先での生育を確認できなかった。また、移植先周辺において水面に漂う株やに隣接したヨシ原でヨシの葉に掛かった株を確認した。いずれも長さが 20 cm～30 cm 程度に生長した状態であったことから、最近まで生育していたが、大雨や潮汐による水位上昇や流速の増加等により、株が流出したものと考えられた。



移植地の状況



移植株の生育状況

写真 4-10-14 リュウノヒゲモの移植後の状況【南北上運河】

7.まとめ

(1) 保全対策の要約

【底生動物の保全】

護岸整備により、底生動物等の生息場所となる水際環境が消失することから、護岸整備後に水際置石箇所へ置土を行い、底生動物の生息基盤ごと移植を行った。整備後、置き土箇所には干潟部を創出され、モニタリング調査においても底生動物類の生息が確認された。

【陸域環境の保全】

陸域環境の保全を目的として、法面への覆土や寄石の整備を行った。整備後、法面盛土部、アイアシを移植した水際部において植生の回復が確認されている。

【希少植物種の保全】

復旧工事により消失が危惧されたハマナス、ナミキソウ、アイアシ、リュウノヒゲモの4種の移植を実施した。対策の結果、ハマナス、ナミキソウ、アイアシの3種については移植先での生育が確認されたが、リュウノヒゲモについては生育が確認できなかった。原因として、大雨時の増水のより流出したものと考えられた。

(2) 今後の課題

底生動物の生息環境の創出や陸域環境の保全を目的として実施した置土、法面覆土や水際部へのアイアシの移植等の対策については、今後の調査で推移を見守る必要がある。

希少植物種の保全については、今後もモニタリングを行い、生育状況に応じて補植や生育株の更なる分散移植などの対策を検討する必要がある。



南北上運河（定川側）の状況（令和2年7月19日）



南北上運河（浜須賀橋側）の状況（令和2年7月19日）

写真 4-10-15 南北上運河の状況【南北上運河】