

硬質砂礫層における排水路の施工方法について

(株)上智 伊藤 富男

1. はじめに

平成 21 年度に弊社が国営総合農地防災事業「庄川左岸地区」の庄川放水路（徳市工区）の設計業務（北陸農政局庄川左岸農地防災事業所発注）を受注した。

本稿では、その業務の中で硬質砂礫層における排水路の施工方法を検討したので紹介する。

国営総合農地防災事業「庄川左岸地区」は、富山県西部地区に位置し、一級河川庄川から一級河川小矢部川に向かって形成された平均地形勾配 170 分の 1 扇状地で、高岡市、砺波市、小矢部市、南砺市にまたがる農地面積約 6,200ha の地域である。

本地域の営農は、稲作を中心に水田の畑利用における大麦、大豆を組み合わせた複合経営を展開しており、県内でも有数の農業地帯である。

本地区の農業用排水施設（用排水兼用水路）は、昭和初期から県営かんがい排水事業等により順次造成され、扇状地の扇頂部に位置する庄川合口堰堤で庄川から農業用水を取水したあと、地区内の排水を受けながら樹枝状に分岐・合流を繰り返して小矢部川に排水している。

しかし、近年では都市化の進展などによる排水の流失形態の変化（排水量の増加）に起因して現況の農業用排水施設の機能が低下し、広範囲にわたり頻繁に農地、農業用排水施設などに多大な被害が発生している。

このため、国営事業及び附帯県営事業により

農業用排水施設の流下能力を本来有する機能に回復し、農地の湛水、農業用排水施設等の被害を防止することにより、農業生産の維持及び農業経営の安定化を図り、併せて国土の保全に資することを目的としている。

よって、庄川放水路（排水路）は農地の排水機能回復を図るため施工されるものである。

2. 設計概要

本排水路の設計条件の概要を記す。

<設計条件>

(1) 設計基本条件

水路種別：庄川放水路（開渠及び暗渠構造）

設計流量：排水量 $Q_{\max} = 32.89 \text{ m}^3/\text{s}$

(2) 水路工

形式：鉄筋コンクリート L 型水路 + 底版
現場打ちコンクリート水路及び
BOX カルバート

水路幅：6.00m

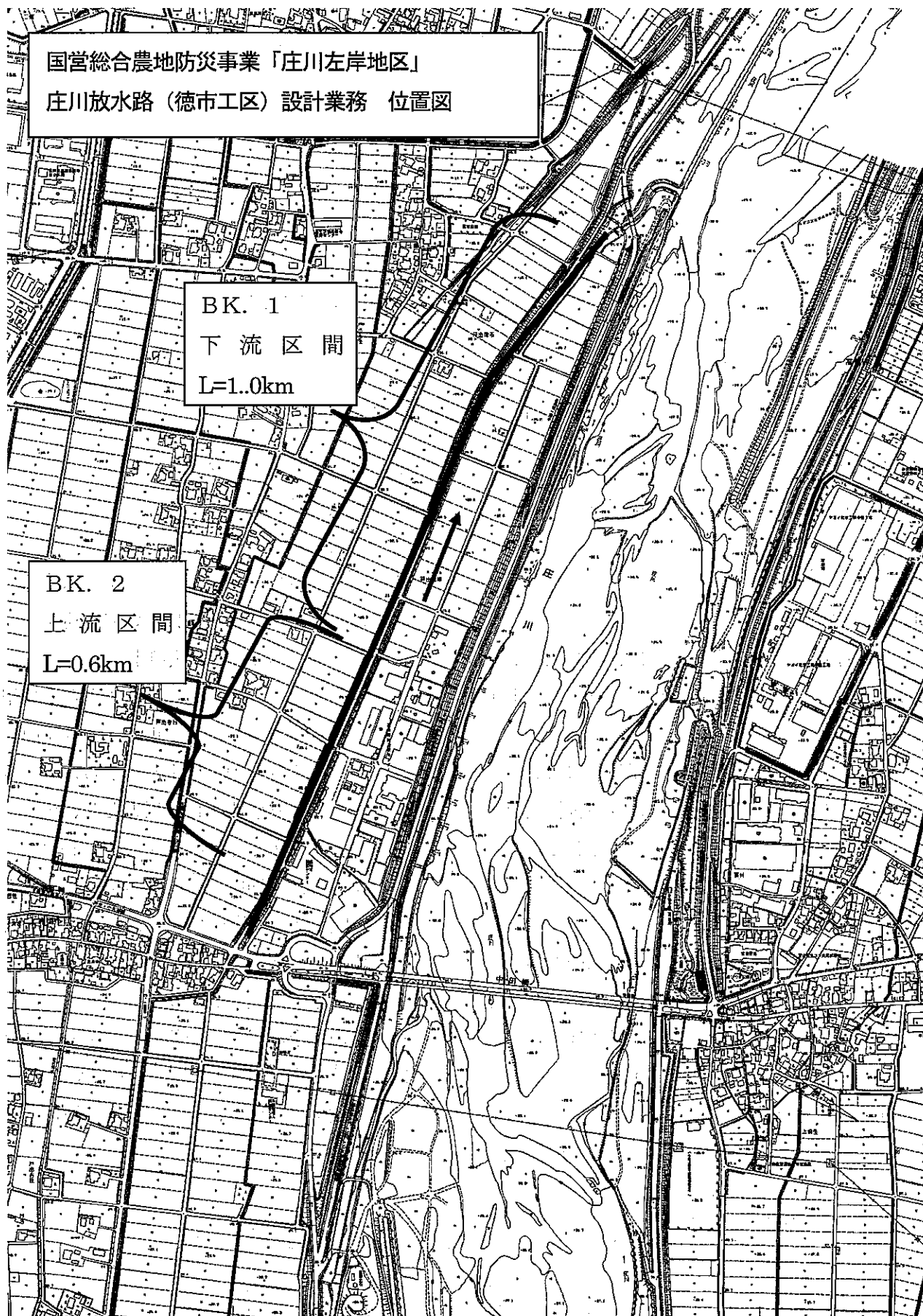
水路壁高：2.50m

水深：1.90m

水路勾配：1 / 1400

(3) 土質

本地区の土質は庄川の氾濫によって形成された第四期沖積層の砂礫層が厚く分布しており、表層以下は N 値 50 以上の玉石混じり砂礫で形成される。又、玉石径は最大 30 ~ 50cm が想定される。



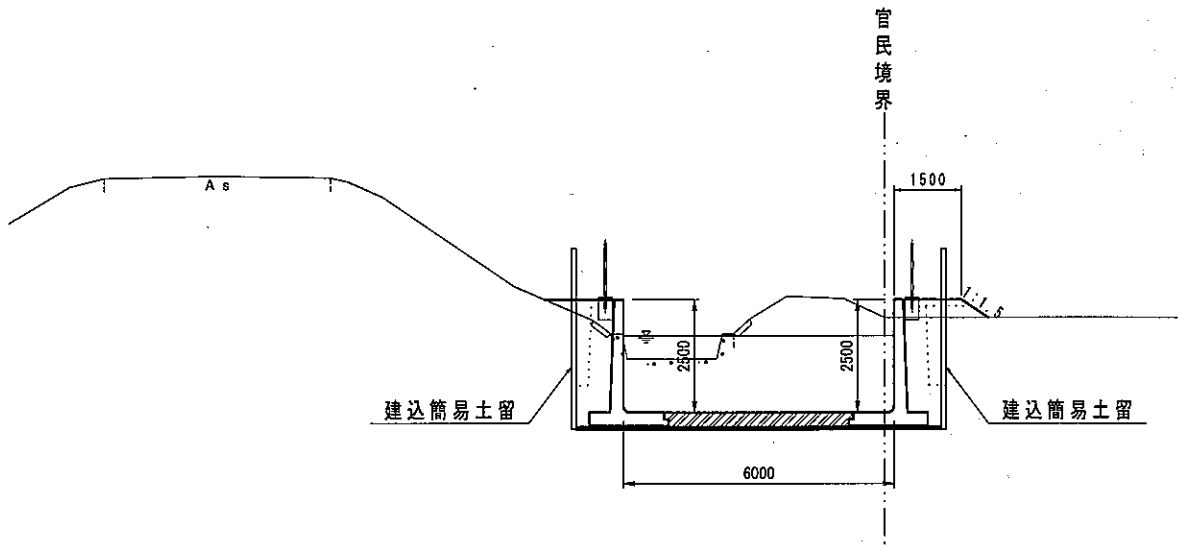


図-1, 排水路標準断面図

(4) 地下水位

本地区の地下水位は、現況川底付近にある。

3. 施工方法の概要

(1) 基本事項

排水路施工方法の主な工法は、開削工法、シールド工法、推進工法の他にオープンシールド工法がある。

また、本地区では経済的な開削工法における土留工法は、土質及び掘削深より親杭横矢板工法及び建込み簡易土留工法が選定される。

(2) オープンシールド工法の概要

1) オープンシールド工法

オープンシールド工法とは、従来の開削工法やシールド工法に代わる、函体を地中に埋設する工法で近年施工実績を積み重ねている。又、施工方法には下記の4タイプがある。

① 裏込め注入タイプ

② 裏込め注入なしタイプ

③ 推進タイプ

④ 自走タイプ

施工方法の概略の分類図を表-1に示す。又、本稿では①裏込め注入タイプについて記述する。

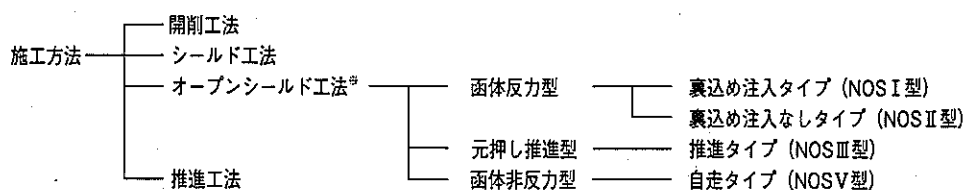
2) オープンシールド工法の施工概要

上部が開放されたオープンシールド機を使用し、土圧バランスのとれた切羽内部の地山をバックホウにより掘削・排土しながら、シールドジャッキにより敷設函体を反力とし、オープンシールド機を1函体分掘進する。(図-2)

この時、掘進と同時に発生するテールボード(シールド機側板厚分)へ可塑状の裏込め注入材を充填する(二次注入)

1函体分を掘進後、シールド機テール分のスペースに函体を設置し、函体外側とテール部との間に裏込め注入材を充填する(一次注入)。また、後続の施設済みの函体は順次、上部の埋戻しを

表1 施工方法の概略分類



* 従来からのシールド工法に対してオープンシールド工法という項目を設け、その中で分類した

表2 土質条件による標準的土留工法の適用範囲

地盤	土留め工法	掘削深 (m)					
		1.5	3.0	4.0	5.0	6.0	10.0
普通	木矢板工法	-----					
	軽量鋼矢板工法	-----					
	親杭横矢板工法	-----		-----			
	建込み簡易土留め工法	-----		-----			
軟弱	軽量鋼矢板工法	-----					
	鋼矢板工法	-----		-----			
硬質	親杭横矢板工法	-----		-----			
	建込み簡易土留め工法	-----		-----			

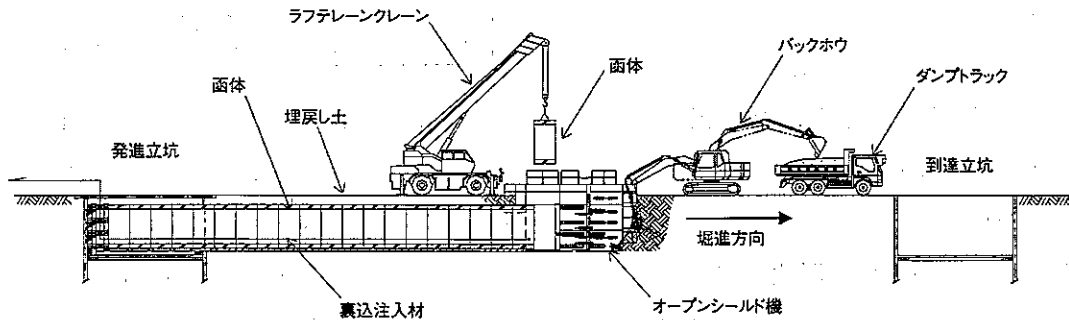


図-2, 裏込注入タイプ概要図

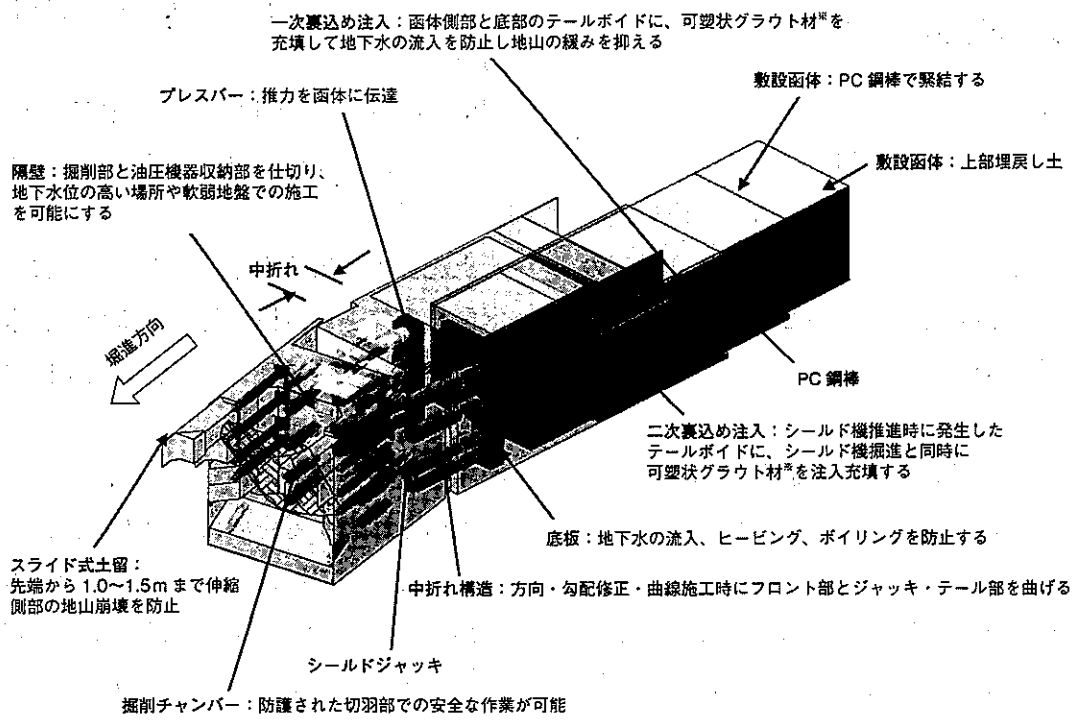


図-3, オープンシールド機 (裏込注入タイプ) の概要及び特性

行う。

オープンシールド工法(裏込注入タイプ)は、以上の作業の繰り返して函体を敷設する工法である。

3) オープンシールド工法の特徴

- ① 掘削土量が少ないため、建設発生残土量少ない。
- ② 施工幅が小さいため、狭隘な箇所の施工でも借地なしで施工できる。
- ③ 矢板根入れの必要がなく、地盤への影響が少ない。
- ④ 矢板の圧入・引き抜きがなく、地盤への影響が小さい。
- ⑤ 側部に特殊なセメント系急硬化材にて埋戻すため、側壁緩みが少なく地下水が集中しない。
- ⑥ シールド機は油圧で推進するため、騒音・振動が少ない。
- ⑦ 開削工法での鋼矢板の埋殺しや、補助工法の併用、民地の借地の必要な場合に比べ安価である。

4. 排水路の配置及び構造検討

(1) 検討区間の設定

本水路は、1級河川庄川の霞堤に隣接するため河川区域を考慮した排水路配置及び構造検討が必要である。よって、現場条件により以下の2区間に分け検討を行うものとする。

- ・BK.1: 下流区間
- ・BK.2: 上流区間

各区間の施工方法は以下のとおりである。

(2) BK.1: 下流区間(L型水路部)

1) 路線検討

下流部の庄川放水路は霞堤に沿って構築される構造物であるため、構造物築造時において堤体に与える影響を最小限に考えつぎの2案を比較する。

第1案(現況案)

霞堤と計画水路との空き用地を出来るだけ無くするため、現況水路左岸側に計画水路左岸側を合わせた水路配置計画で水路構造は開渠とした。よって、水路拡幅用地は右岸側水田を買収し対応する案である。

第2案(2H案)

河川管理施設等構造令に準拠し現況河川堤防(霞堤)の2H範囲には構造図物を設け無い案で水路構造は開渠とした。又、第1案同様拡幅用地は右岸側水田を買収し対応する。

2) 検討結果

第1案(現況案)を採用する。

第1案(現況案)は第2案(2H案)よりも経済的に14%安価であり、第2案に出来る左岸側の堤防空きスペースが少ないため第1案を採用する。又、土留工は仮設矢板の打設が土質の関係(玉石混じり砂礫)で困難なため、建込簡易土留工による施工とする。なお、建込簡易土留工の設置および水路設置(L型ブロック)等は右岸側より行う。

(庄川放水路のルート比較検討表BK.1を参照)

(3) BK.2: 上流区間(BOXカルバート部)

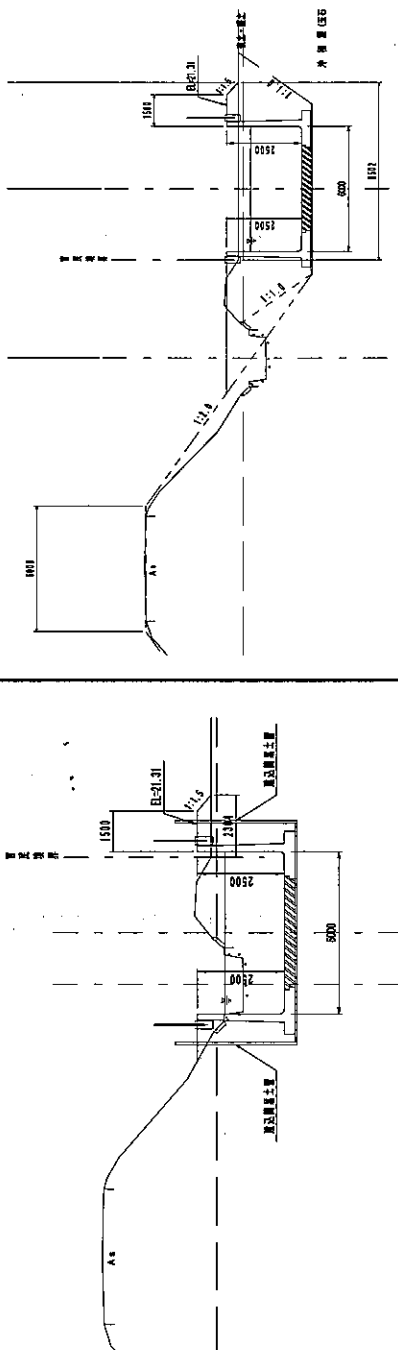
1) 路線検討

上流部の庄川放水路は霞堤と工場に挟まれた区間に構築される構造物であるため、水路施工時において堤体に与える影響を最小限に考えつぎの3案を比較する。

第1案(暗渠案)

工場を移設するためには莫大な補償費が必要となるため、工場に最大限近接させ霞堤の影響を出来るだけ少なくした水路配置計画とした。又、堤防の安全確保と振動等の影響を与えないように施工方法はオープン・シールド工法を採用し、水路構造はBOXカルバートとした案で

庄川放水路のルート比較検討表 BK.1 (下流区間)

	第1案(現況案)	第2案(2H案)	備考
<p>略図</p> 			
<p>ルート</p>	<p>既設水路の左岸壁を計画左岸壁と一致させる</p>	<p>2Hルールを適用した計画ルート</p>	
<p>経済性(概算) (直接工事費)</p>	<p>◎ 451,269 円/m (率1.00)</p>	<p>△ 515,488 円/m (率1.14)</p>	
<p>利点</p>	<p>◎ 経済的である。</p>	<p>◎ 2Hルールが適用される。</p>	
<p>欠点</p>	<p>○ 2Hルールが適用されていない。 ◎</p>	<p>△ 用地確保が困難である。 △ 堤防に空きスペースが出来るため、草刈り等の管理面積が増加する。</p>	
<p>総合評価</p>	<p>◎ 経済的であり、維持管理が容易である。</p>		

ある。

第2案（暗渠引堤案）

工場隣接地では、工場側に用地を確保することが困難であることから、河川区域内に工作物が入らないよう霞堤を引堤した場合の検討を行う。なお、本案は1案同様オープンシールド工法を採用するため、工事用道路・市道迂回は不要である。又、水路構造は第1案同様BOXカルバートとした案である。

第3案（開渠引堤案）

工場隣接地では、工場側に用地を確保することが困難であることから、河川区域内に工作物が入らないよう霞堤を引堤した場合の検討を行う。なお、本案は引堤に際して、市道（霞堤）の迂回路、工事用道路、仮締切堤の設置が必要となるが、建て込み簡易土留による施工となるため、仮締切堤防を設置した後に工事用道路を確保する案となる。又、水路構造は開渠（L型水路）を採用する。

2) 検討結果

第1案（暗渠案）を採用する。

第1案（暗渠案）は第2案（暗渠引堤案）よりも経済的に17%、第3案（開渠引堤案）よりも経済的に8%安価であり、左岸側農地（田）の用地買収がないため第1案を採用する。又、堤防の安全確保と振動等の影響を与えないように施工方法は、オープン・シールド（暗渠タイプ）を採用する。

（庄川放水路のルート比較検討表BK. 2参照）

5. おわりに

今回の地区では、標準掘削幅を超える建て込み簡易土留工法や、地下水の高い地区でのオープンシールド工法を採用した。

建て込み簡易土留工法では、スライドレールや

切りばり桁の規格が標準以上となることや、過去の施工実績が少ないため施工歩掛かりの収集にメーカー関係者等の経験と勘にたよらざるを得ない状況にあった。

また、オープンシールド工法においても土質が硬質砂礫層で、粒径30cm～50cmの玉石に施工が阻まれることが予想されるため、施工の対処方法について十分検討が必要である。

よって、建て込み簡易土留工法やオープンシールド工法は施工性がよく経済性も高いため、仮設工法として有効な手法と考えます。

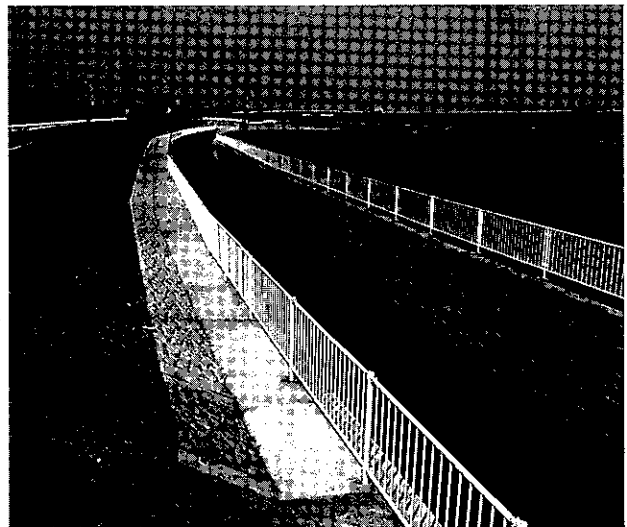


写真-1 完成した放水路（BK1：下流区間）

庄川放水水路のルート比較検討表 BK.2 (上流区間)

	第1案(暗渠案)	第2案(暗渠引提案)	第3案(開渠引提案)
略図			
ルート	<p>工事に最大限近接させ、掘削への影響を出来るだけ少なくした水路配置計画である。又、堤防の安全確保と掘削等の影響を鑑み、施工方法はオープン・シールド工法を採用し、水路構造はボックスカルバートとした案である。</p>	<p>工場隣接地では、工場側に用地を確保することは困難であることから、河川区域内に工作物が入らないよう掘削を引戻した場合は掘削を行わず、掘削は引戻しを行い、市道(豊後)の迂回路、工事用道路、原形切道の設置が必要となるが、掘削が掘削土留による施工となるため、原形切道防壁を設置した後工事用道路を確保する案となる。水路構造は開渠(掘削水路)を採用した。</p>	<p>工場隣接地では、工場側に用地を確保することは困難であることから、河川区域内に工作物が入らないよう掘削を引戻した場合は掘削を行わず、掘削は引戻しを行い、市道(豊後)の迂回路、工事用道路、原形切道の設置が必要となるが、掘削が掘削土留による施工となるため、原形切道防壁を設置した後工事用道路を確保する案となる。水路構造は開渠(掘削水路)を採用した。</p>
経済性(概算)	<p>土工 - 本体工 - 仮設工 - 用地補償費 13,180 計(10m当たり) 1,318 (1.00) 1m当たり</p> <p>【事業費換算】 対象延長=620m 1,267,000 (1m当たり単価×1.55)</p>	<p>土工 1,436 本体工 8,600 仮設工 4,980 用地補償費 420 計(10m当たり) 15,436 1,544 (1.17) 1m当たり</p> <p>【事業費換算】 対象延長=620m 1,464,000 (1m当たり単価×1.55)</p>	<p>土工 2,689 本体工 2,938 仮設工 6,712 用地補償費 1,936 計(10m当たり) 14,255 1,426 (1.08) 1m当たり</p> <p>【事業費換算】 対象延長=620m 1,370,000 (1m当たり単価×1.55)</p>
(直接工事費) 単位:千円	<p>◎ 経済的である。</p>	<p>◎ 掘削内に工作物が設置されない。(2Hルールが満足される。)</p>	<p>◎ 掘削内に工作物が設置されない。(2Hルールが満足される。)</p>
利点	<p>△ 掘削内に工作物が設置される。(2Hルールが満足されない。)</p>	<p>△ 用地確保が困難である。 △ 第1案(開渠案)より第2案(管渠引提案)は、約17%高面となる。</p>	<p>△ 用地確保が困難である。 △ 掘削土留施工による掘削幅の影響が懸念される。 △ 第1案(開渠案)より第3案(開渠引提案)は、約8%高面となる。</p>
欠点	<p>◎</p>	<p>◎</p>	<p>◎</p>
総合評価	<p>◎</p>	<p>◎</p>	<p>◎</p>