

# 一重締切により河川を切り回しながら汐止堰を構築 斐伊川沿岸農業水利事業 平田船川汐止堰建設工事

浦 島 理

平田船川汐止堰は、堰長 107.5 m のゴム引布製起伏堰であり、2 年強にわたり非出水期に半川締切工法により河川を切り回しながら施工した。本稿では、施工方法を中心に、異常出水時の対応や環境対策についてもあわせて報告する。

キーワード：堰、半川締切工法、非出水期、一重締切、中層混合処理工法、異常出水

## 1. はじめに

島根県出雲市内の斐伊川沿岸地区は斐伊川下流域の出雲平野に位置し、約 3,700 ha からなる県下有数の農業地域である。栽培されている農作物として米、ブロッコリー等の野菜類やシクラメン等の花き類があげられる。本地区の農業用水は主に斐伊川水系に依存し、取水口をはじめとする農業水利施設は昭和 10 年代～30 年代を中心に整備されてきたが、近年は農業用水の不足や水利施設の維持管理の問題も発生している。

これらを総合的に解決するため、農林水産省中国四国農政局では平成 17 年より斐伊川沿岸農業水利事業として、取水口および用水路等の改修事業を展開している。

本工事は、その中の一環として、宍道湖にそそぐ一級河川平田船川の河口にある老朽化が著しい旧汐止堰の上流側に「平田船川汐止堰」を改築するものである。工事は 2 年を費やし、改築した汐止堰は平成 24 年 4 月から供用が開始された。これにより平田船川への宍道湖からの塩分遡上を防止できるようになり、農業用水の安定的な確保や農作物の生産性の向上が期待されている。

## 2. 工事概要

### (1) 工事概要

発注者：農林水産省 中国四国農政局  
 工事名：斐伊川沿岸農業水利事業 平田船川汐止堰建設工事  
 工事場所：島根県出雲市平田町および園町地先  
 工期：平成 21 年 9 月 8 日～平成 23 年 11 月 1 日

### (2) 平田船川汐止堰仕様

形式：フローティングタイプ全可動堰(写真—1)

堰長：107.45 m

水位調整ゲート径間 15.0 m × 1 門 (2 段式ローラーゲート)

洪水吐ゲート径間 44.275 m × 2 門 (ゴム引布製起伏式)

堰柱 4 基 (基礎構造：地盤改良基礎 (右岸側)、碎石基礎 (左岸側))

魚道：2 箇所 (フロート昇降式ローラーゲート)

管理橋：橋長 14.6 m (プレテンション方式 PC 単純中空床版橋)



写真—1 完了全景

図—1 に施工フロー、図—2, 3 に堰体構造図、表—1 に主要工事数量を示す。

### 3. 半川締切工法による施工フロー

本工事は進捗に合わせて 1 期と 2 期に分かれており、河川を半分ずつ締め切り、堰を構築するため、河積が半分程度となる。そのため、工事期間は非出水期であ

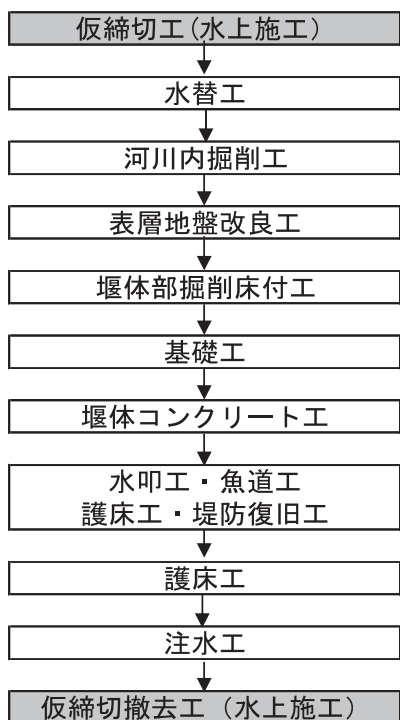


図-1 施工フロー図

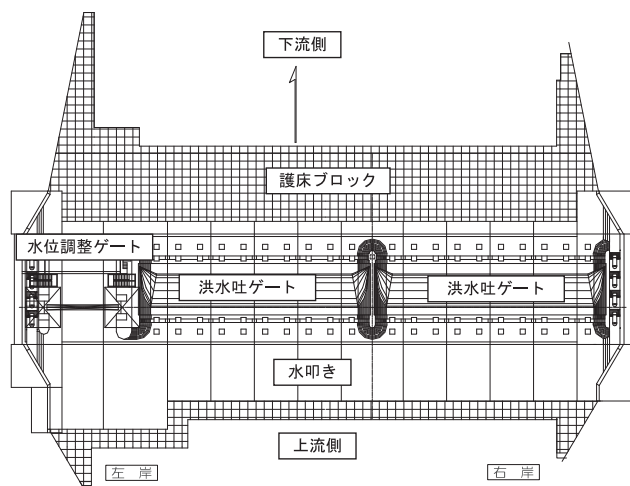


図-2 堰体構造図 (1)

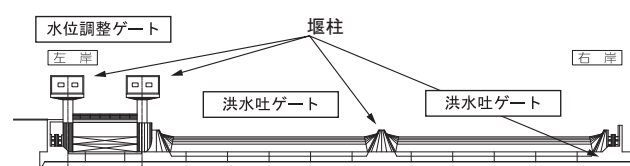


図-3 堰体構造図 (2)

表-1 主要工事数量

工種		仕様	単位	数量
土工	掘削工		m <sup>3</sup>	31,220
	埋戻・盛土工		m <sup>3</sup>	13,530
基礎工	地盤改良工	中層混合処理工法	m <sup>3</sup>	15,169
本體工	堰体工	鉄筋コンクリート	m <sup>3</sup>	6,640
	水叩き工	鉄筋コンクリート	m <sup>3</sup>	858
	取付擁壁工	鉄筋コンクリート	m <sup>3</sup>	512
	護床工	護床ブロック 3t級	m <sup>2</sup>	2,032
	管理橋工	プレテンション方式 PC 単純中空床版橋	m	14.6
	護岸工	無筋コンクリート	m <sup>2</sup>	925
	操作室工(建築工事)	鉄筋コンクリート造(壁式)	棟	2
仮設工	仮締切工 1期(右岸側)	鋼矢板Ⅲ・Ⅳ型 L = 10.5 ~ 13.5 m	枚	486
	仮締切工 2期(左岸側)	鋼矢板Ⅲ・Ⅳ型 L = 4.2 ~ 13.5 m	枚	472



写真-2 1期(右岸側) 工事施工完了



写真-3 2期(左岸側) 工事施工状況

る10月21日から翌年6月25日までの8カ月間に制約されている。1期工事では右岸側を自立式鋼矢板による一重締切により締め切り、ドライ掘削した後、堰

を構築した(写真-2)。2期工事では左岸側を同様に締め切り、残り半分の堰を構築した(写真-3)。

## 4. 仮締切工

仮締切工事は水上からの施工となるが、下流側の旧汐止堰が支障となりクレーン船が進入できない。そのため、陸送したユニフロートを現場内で組み立て、その上にクローラクレーンを搭載したクレーン付台船を採用した。

1期工事の鋼矢板打設は当初「ウォータージェット併用パイロハンマー工法」にて実施した。しかし、鋼矢板は泥岩層に最大6m程度打込む必要があるため、打設に多くの時間を要した。特に上流側においては、計画10枚/日に対し4枚/日程度にまで出来高が落ち込み、大幅な工程遅延が懸念された。そこで泥岩層のN値が高い上流側についてはオーガによる先行掘削を行う「オーガ併用圧入工法」に変更した。また、2期工事も同様の懸念があったため、1期工事の鋼矢板打設完了後、試験施工を6地点で実施し、打設工法を「オーガ併用圧入工法」に変更した(写真—4)。



写真—4 鋼矢板打設（オーガ併用圧入工法）

## 5. 河川内掘削工

### (1) 仮締切変形に伴う押さえ盛土の実施

「オーガ併用圧入工法」では鋼矢板根入部の地盤を乱すため、頭部変位の増大が懸念された。そこで仮締切の頭部には点検足場を設け、動態観測を強化した。

1期工事において水替え後、計画河床(HP-2.5m)まで掘削したところ、頭部変位量が最大で348mmとなり、設計で想定される変位量(277mm)を超えた。さらに変位量が増大傾向にあったため、工事を一時中断し押さえ盛土を実施し、変位量の増大を抑えた上で堰を構築した(写真—5)。また、2期工事についても同様の対策を実施した。

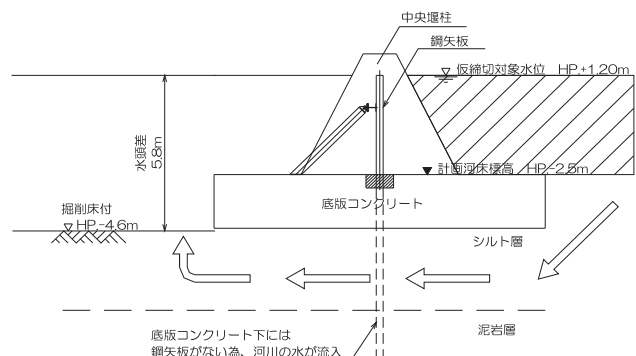


写真—5 押さえ盛土

### (2) 仮締切内部への漏水防止対策

鋼矢板継手部からの漏水対策として膨潤止水材を継手両面に塗布した。塗布はむらがないよう搬入前に鋼材リース工場内で行った。塗布部は水に浸漬すると膨張する性質を有しており、これにより継手部から仮締切内への漏水を防止した。

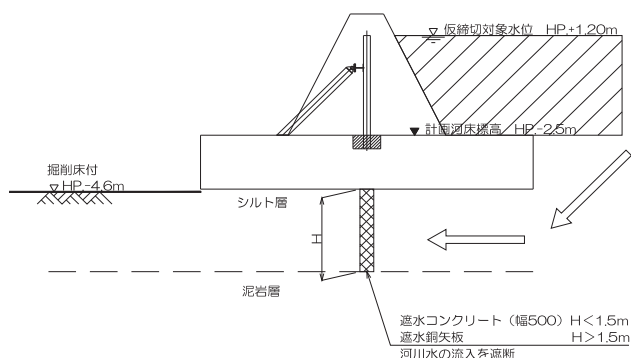
また、2期工事の仮締切の一部は1期工事で施工した堰柱や水叩きを利用する計画であった。しかし、2期工事時に1期で施工した構造物の底板下面から締切内に河川水が流入する懸念があった。そこで浸透路長の検討を行った結果、必要浸透路長が確保されておらず、河川水が締切内に流入することが判明した。図—4に逸水の発生メカニズムを示す。そこで逸水対策として1期工事の中央堰柱や水叩き施工時に遮水コンク



図—4 逸水発生メカニズム図



写真—6 遮水鋼矢板打設



図一5 逸水対策図

リートおよび遮水鋼矢板の打設を実施し、2期工事時における1期で施工した構造物側からの河川水の流入を防止した(写真一6)。図一5に逸水対策断面を示す。

## 6. 基礎工

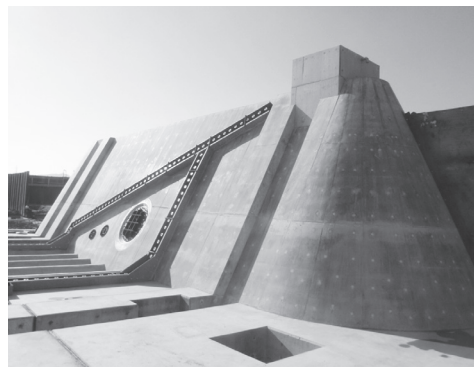
1期工事においては、堰体コンクリート基礎直下が最大3m程度の深度までN値3未満の軟弱地盤であったため、中層混合処理工法による地盤改良を実施した(写真一7)。改良材はセメント系固化材を用い、添加量は75～215kg/m<sup>3</sup>とした。また、支持地盤である泥岩層が右岸側では大きく褶曲していたため、地盤改良の施工前にボーリング調査や簡易貫入試験を実施し、その結果に基づいて改良深度を定めた。



写真一7 地盤改良状況

## 7. 堰体コンクリート工

堰柱の寸法は下端で幅が最大7m、長さが20m程度であるため、マスコンクリートに該当する(写真一8)。堰柱については外部拘束によるひび割れ、また底版については内部拘束によるひび割れの発生が懸念されたため、3次元FEM温度応力解析の結果に基づき以下の対策を実施し、有害なひび割れの発生を抑制した。



写真一8 堰柱コンクリート脱型後

### (1) セメント種類の変更

セメントについては設計仕様である高炉B種から普通ポルトランドセメントに変更し、混和材としてフライアッシュを使用することで、コンクリートの発熱

表一3 フライアッシュを使用したコンクリートの特長

		特長
フレッシュ時	ワーカビリティ	フライアッシュの粒子が球状なので、作業性が良い。
	水和熱	発熱量が小さい。
強度	長期材齢	十分な湿潤養生を行うことで、長期にわたって強度が増加する。
耐久性	水密性	91日以降、著しく向上する。
	アルカリ骨材反応性	抑制効果がある。
	乾燥収縮	小さくなる。

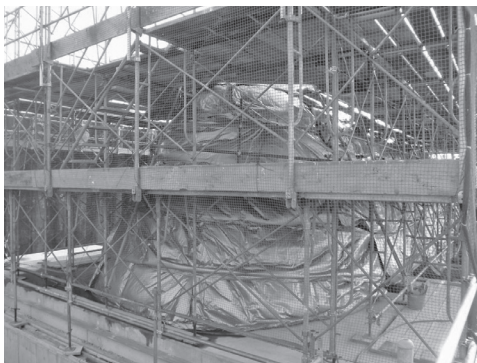
表一2 コンクリート配合

呼び名	水結合材比 W/(C+F) (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					
			水 W	セメント C	混和材 F	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 AE
				普通ポルト ランドセメント	フライアッシュ II種	加工砂	碎石 4005	AE減水剤
24-8-40N	49	41.2	156	254	64	727	1078	3.18

量を抑制した。表—2にコンクリートの配合を示す。フライアッシュ入りのコンクリートは、表—3に示す特長を有しており、堰体コンクリートの品質向上に寄与した。

## (2) 保温保湿養生マットによる養生

マスコンクリートである堰床版および堰柱に保温保湿養生マットによる養生を実施した(写真—9)。保温保湿養生マットは保温養生マットと湿潤養生シートを組み合わせたものであり、コンクリート養生面の熱伝達率を1/2以下に減少させ、外気温が低い冬季におけるコンクリート断面内の温度差を小さくすることで温度ひび割れの発生を抑制した。



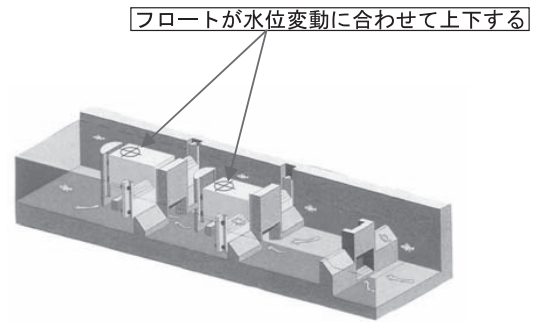
写真—9 堰柱養生状況

## 8. 魚道工

堰起伏時に魚が堰の上下流を行き来できるよう、汐止堰両岸には幅2.0mの魚道が設けてある。しかし、堰の上下流では最大0.7mの水位差がつくため、シラウオ、ワカサギ等の小型魚が遡上できない。そこで魚道には階段式のプール(隔壁)が4段分設置されており、隔壁を無動力で浮沈するフロート形式とすることで、潮位等の水位変動に合わせて階段の高さが変わるようになっている(写真—10)。図—6に魚道の模式図を示す。



写真—10 魚道



図—6 魚道模式図

## 9. 護床工

護床ブロックは3t級のものを使用し、鋼製のプレキャスト型枠を用いて現場内の仮設ヤードで598個製作した。護床ブロックの据付は50t級ホイールクレーンにて行い、厚さ10mmのヤシ繊維製の吸出防止材上に配列した(写真—11)。また、端部など配列上、護床ブロックが取まらない箇所については現場打ちコンクリートとした。



写真—11 護床ブロック据付

## 10. 設備施工者との調整

ゴム引布製起伏堰と水位調整ゲートは別工事となっており他社が施工した。ゴム引布製起伏堰は堰床版と堰柱に埋設したアンカーボルトに締め付けて固定する構造となっており、ゴム引布袋体の起伏や倒伏は堰床版に埋設した管から空気を出し入れして行う。また、起伏したゴム引布袋体に入って点検補修ができるよう堰柱には気密室が設けられている。

このうち、埋設配管、アンカーボルトおよび気密室工事は、堰床版下筋組立時に設備施工者に引き渡し施工が実施された。また、ゴム引布袋体設置工事は、堰体コンクリート完成後にクレーンの作業半径を確保できる下流側から施工が実施された(写真—12)。



写真-12 ゴム引布袋体の取付



写真-13 越流状況

### 11. 異常出水時の対応

仮締切の高さは以下の2方法により、発注者と河川管理者である島根県との協議により HP+1.2 m と定められた。

- ①非出水期における宍道湖の過去5年間の最高水位（工事箇所から650 m 下流が宍道湖）
- ②非出水期における1/5年確率洪水時の水位（堰計画地点）

しかし、2期工事期間中の平成23年5月11日に5



写真-14 仮締切内冠水状況

表-4 異常出水経緯

日付	時間	累計降雨量	現場河川水位	現場の状況・対応
		(mm/h)	(HP+) (m)	
5月10日	12:00	49	0.29	平水位 HP+0.2 m
	18:00	67	0.41	
5月11日	0:00	77	0.53	現場警戒水位 (HP+0.7) に達する。 発電機等の資機材を締切外待避の完了。
	2:00	94	0.57	
	4:00	105	0.62	
	6:00	121	0.69	
	8:00	153	0.87	
	10:00	174	0.97	
	12:00	182	1.00	
	14:00	188	0.98	
	16:00	206	1.04	
	18:00	221	1.11	
5月12日	20:00	232	1.15	21:20頃 河川水位がHP+1.2に達し越流する。 雨が降り止む。
	0:00	253	1.22	
	6:00	253	1.30	
	12:00	253	1.32	
5月13日	18:00	253	1.25	
	0:00	253	1.19	
	6:00	253	1.13	
5月14日	12:00	253	0.99	
	18:00	253	0.92	
	0:00	253	0.83	
5月14日	6:00	253	0.80	
	8:00		0.75	
5月15日			0.50	終日水替。
5月16日~5月18日			0.20	水替完了。 堰床版及び堰上下流仮設ヤードの清掃・堆積土除去

月としては記録的な降り始めからの累計降雨量 253 mm により、河川水位が平水位 (HP+0.2 m) より 1 m 以上上昇し、河川水が仮締切を越流し締切内が冠水した (写真—13, 14)。現場においては事前にインターネット等を活用して情報を収集し、小型発電機等の資機材を仮締切外に搬出した。これにより、宍道湖への資機材や油の流出等による環境汚染を防止した。表—4 に異常出水の経緯を示す。また、河川水位が下がった段階で作業員を集中的に投入して締切内の堆積土の撤去および清掃を実施し、越流後 7 日程度で復旧作業が完了した。

## 12. 環境対策

工事箇所から 650 m 下流の宍道湖ではしじみ漁が行われているため、河川の汚濁防止対策として仮締切の外側にカーテン長 3 m の汚濁防止フェンスを設置した (写真—15)。また、濁水処理設備の処理能力を 100 m<sup>3</sup>/h 級とし、一時貯留水槽を設けるなどして排水放流基準 (SS) 150 mg/L に対し、20 mg/L 以下という清浄な水にして工事排水を放流した。PH についても放流基準 5.8 ~ 8.6 に対し、6.5 ~ 8.0 の基準で放流することができた (写真—16)。



写真—15 汚濁防止フェンス



写真—16 濁水処理設備

## 13. 地元見学会

工事中は地元住民や宍道湖漁業協同組合の方々を招待して見学会を 4 回開催した。また、地元の小学 5・6 年生 36 名を招待して完成後に水に隠れてしまう堰に好きな絵や言葉を思い思いに描いて頂き、最後に記念撮影をした。生徒さんからは「思い出となる絵が大きな土木構造物に残せて嬉しかった」との感想を頂き、ものづくりの喜びと達成感を改めて実感することができた (写真—17)。



写真—17 堰に絵を描いている様子

## 14. おわりに

平田船川汐止堰建設工事は、2 年強にわたり半川締切工法により河川を切り回しながら施工した。仮締切による工事は非出水期間内に限られ、厳しい工期の中、冬期における山陰地方特有の風雪に悩まされたが、無事故で竣工することができた。これにより宍道湖からの塩分遡上を防止できるようになり、長年塩害に悩まされた地元の方々の苦労を考えると感慨もひとしおである。平成 24 年 4 月には本堰を使用して農業用水の取水が開始された。

### 謝 辞

最後に、本工事の施工に際し、ご指導・ご助言を頂いた発注者である農林水産省中国四国農政局の皆様、ご理解・ご支援を頂いた宍道湖漁業協同組合ならびに地元の皆様に心より感謝の意を表します。

JCMMA

【筆者紹介】  
浦島 理 (うらしま おさむ)  
清水建設(株)  
土木東京支店  
工事長

