

港湾工事で発生する材料を活用した 生物共生干潟の創出

西 迫 明 範

本事業は、阪神港神戸区において港湾工事で発生する建設副産物（発生材）を再生材料として活用した親水性干潟を創出し、港湾整備事業と環境再生の両立を図るものである。現在行われている港湾整備事業において、重力式防波堤の撤去工事に伴って発生する建設副産物（基礎捨石・中詰砂）を近隣の水運施設内に構築する親水性護岸の材料として再利用し、生物共生干潟の創出に取り組んだものである。一つの工事から発生する流用材を使用した環境再生や向上を目的とした事業としては最大規模の試みであり、令和2年6月に着工し同年10月末に完成した。本稿では有識者や、地元漁業協同組合、そして地域小学児童からの様々な要望を取り入れた自然共生生物観察の水辺創出について述べる。

キーワード：流用石材、兵庫運河、親水性護岸、生物共生干潟

1. はじめに

(1) 工事概要

現在、大阪湾岸道路の一部を構成する道路として、大阪湾岸道路西伸部（六甲アイランド北～駒栄延長L≒14.5 km）のバイパス事業の整備が行われている。

本事業計画は、阪神臨港地域の交通負荷を低減し、交通渋滞や沿道環境などの交通課題緩和を図るとともに、国際戦略港湾である阪神港の機能強化による物流の効率化、災害や事故など緊急時の代替機能確保等を目的として、公共事業と有料道路事業との合併施工方式により整備が進められている。

本工事は、その関連工事として既存の防波堤の撤去

工事（施工延長L≒530 m）を行うものである。

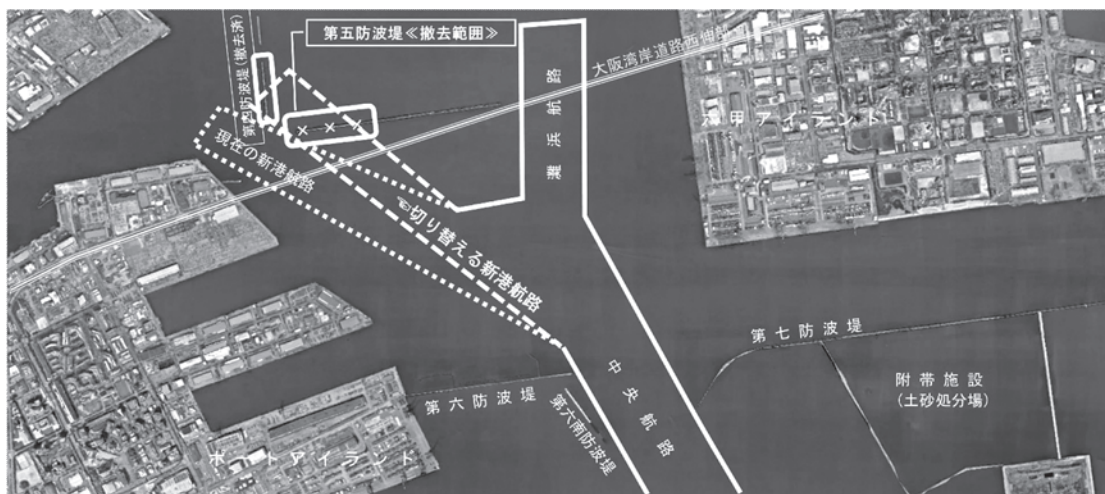
図—1, 2, 表—1に事業概要平面図, 断面図, 工事数量の一覧表を示す。

(2) 兵庫運河の沿革

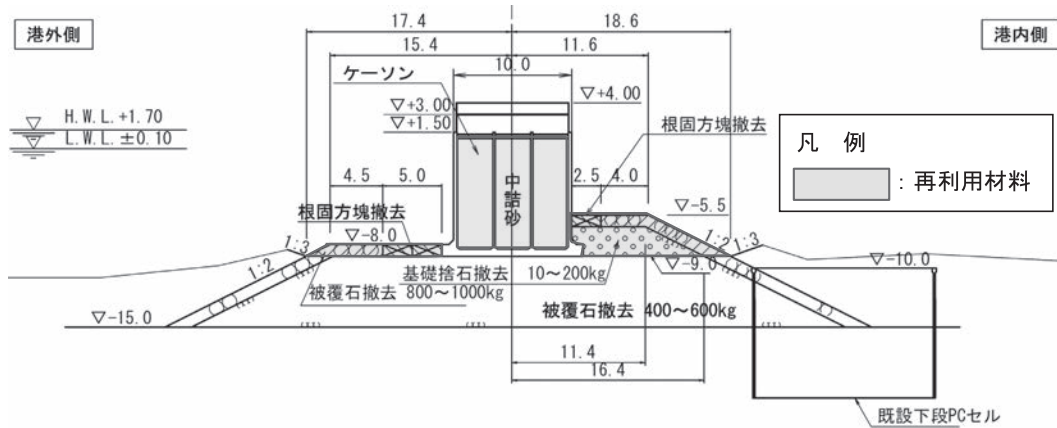
兵庫運河は、本工事の施工区域から、海上経路L≒11 km離れた兵庫区和田岬に位置している（図—3）。

水面積が約34 haと日本最大級の規模を誇っている。その歴史は古く、奈良時代以来兵庫の街は「兵庫津」と呼ばれ、港を中心に栄えてきた。

しかし、和田岬が船の難所でその被害が大きかったことから兵庫運河の計画がなされ、1874年（明治7年）に着工し、1899年（明治32年12月）に運河全体（全



図—1 事業概要平面図



図一 撤去防波堤標準断面図

表一 工事数量一覧表

工事名称	規格・形状寸法	単位	数量	参考数量	摘要
防波堤					
構造物撤去工		式	1		
第五防波堤撤去工		式	1		
被覆石撤去		式	1	9,205 m ³	(内訳)
	港内側: 400~600kg/個			港内側 5,956 m ³	
	港外側: 800~1,000kg/個			港外側 3,249 m ³	
根固方塊撤去	1.00m×2.5m×3.75m 無筋	個	474		
根固方塊水中仮置	1.00m×2.5m×3.75m 無筋	個	474		
基礎捨石撤去	10~200kg/個	式	1	34,962 m ³	
蓋コンクリート撤去	無筋	面	18	557 m ²	22~39面
中詰砂撤去		面	18	17,593 m ²	22~39面
ケーソン撤去	有筋	面	18	7,112 m ²	1~18面
兵庫運河浅場造成工		式	1		
汚濁防止膜	#300、20m/スパン	m	300		
雑石(捨石)運搬・投入		m ³	8,632		
中詰砂運搬投入		m ³	4,809		
安全管理					
仮設標識灯管理等	安全監視船、連絡員配置、仮設標識灯管理等	式	1		
事業損失防止施設					
水質汚濁防止施設設置・撤去		式	1		

※太囲み範囲は本項に関わる範囲

長 L ≒ 2,500 m) が完成・開通した。

開削から 100 年余りが経過した兵庫運河は、それ自体が重要な歴史資源でもある。

その後、運河の利用効率を高めるため、1946 年（昭和 21 年）～1957 年（昭和 32 年）にかけて拡幅・浚渫を行い貯木場等の整備が行われた。

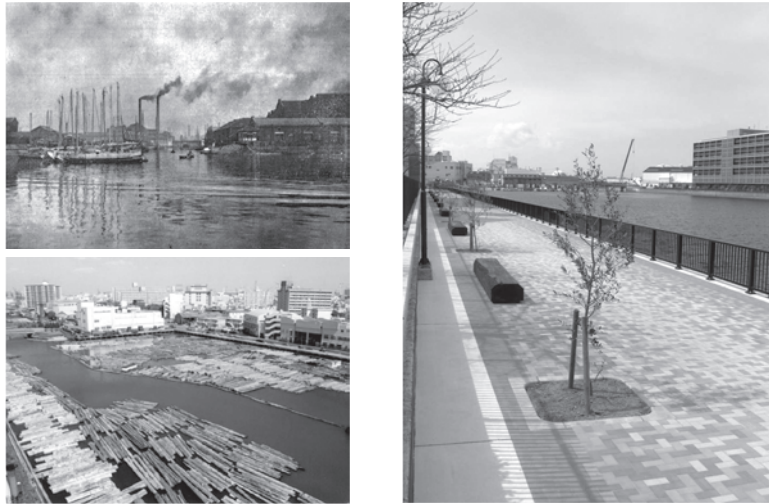
運河周辺の一大商工業地帯へと発展すると同時に運河の水質汚濁が進行し、高度成長期には生物の棲める環境ではなくなり社会問題へと発展した。

長らく貯木水面として利用されてきたが、貯木水面への木材在庫量はその輸入方法が原木輸送からコンテナによる製材輸送へ変化したことにより、現在ではほとんど利用がなくなっている。

現在は水質の改善が進み、運河沿いに遊歩道「キャナルプロムナード」が整備されて、市民の憩いの場や



図一 兵庫運河施工位置図



図—4 戦前戦後の兵庫運河供用状況と現在の遊歩道整備（出典：神戸市ホームページ）

イベントの開催にも利用されている（図—4）。

近年その環境改善について様々なWGによって議論がなされてきた。

2. 兵庫運河干潟創出計画

兵庫運河における干潟創出にあたっては、その具体的な形状や施工方法について、各方面の有識者の意見や施工場所の制約条件を勘案した詳細な施工方法の模索等多岐にわたって検討が必要であった。

(1) ワーキンググループの発足と地域児童の願い

具体的な内容を決定するため、「兵庫運河における生物共生方策ワーキンググループ」（以下、兵庫運河WGという）が発足され、さまざまな事案の検討がなされた。

参加者は専門家である大学の教授を筆頭に、地元漁業関係者や近隣の小学校の先生をはじめ、港湾管理者である神戸市、そして小学校生徒達の願いを取り入れて干潟の形状を決定することとした。

小学生たちの願いは下記の通り。

- 1) 魚と触れ合える場所にしたい。
- 2) 水をきれいにしたい。
- 3) 浅い場所に岩で囲って魚を入れる。
- 4) 魚が卵を産んだり隠れたりする場所を作る。

総じて生物環境の改善と共生を強く願う意見が多数を占めた。

(2) 干潟の形状と仕様の決定

上述(1)に記載した項目を踏襲して干潟を創出するにあたり、素案となる形状を模索・提案し、兵庫運河WGに検討を依頼した。

WGからの代表的な要望は下記の通り。

- 1) 運河自体の元の流れを極力阻害しない構造であること。
- 2) 幾何学（直線）的な構造物ではなく、極力自然に調和した景観となるよう配慮すること。
- 3) 生物共生を掲げるものであり、要所にタイドプール（潮溜り）を設けて潮汐の干満時における海生生物への配慮を行うこと。
- 4) 干潟は、多種多様な海生生物が共生可能となるよう、水深をなだらかな緩勾配（1/30程度）とし、その周囲に位置する傾斜堤も一部潜堤とするなど工夫すること。
- 5) 児童の学習環境を考慮して、その歩行通路の確保と安全性を確保できる安定した構造とすること。

諸条件を熟考し製作した図面、および完了時の全景写真を図—5、6に示す。

(3) 施工に関わる制約事項

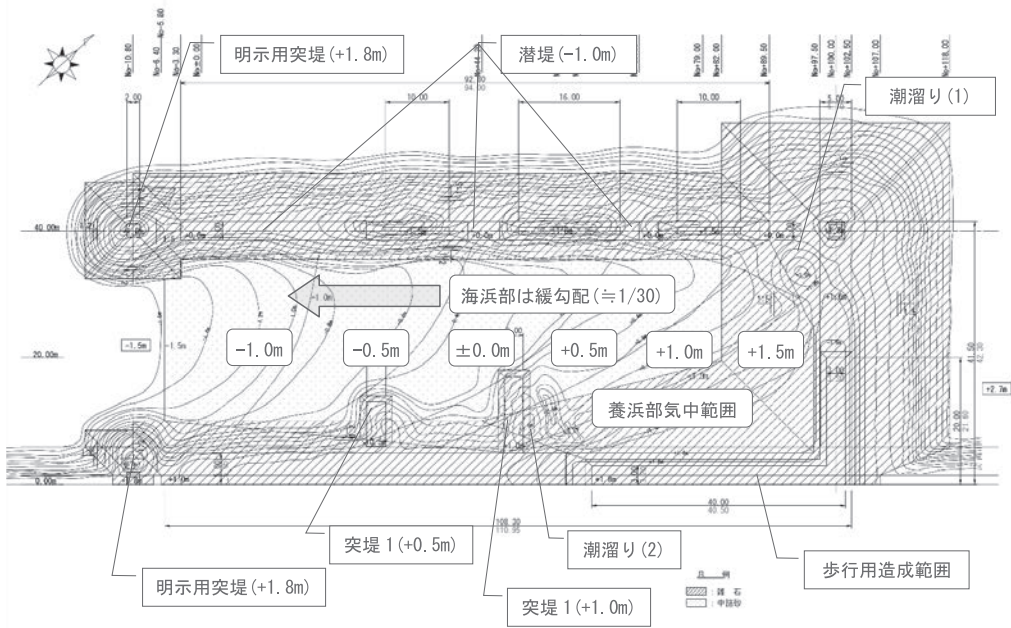
兵庫運河における干潟創出範囲周辺の現場条件を下記に示す。

- 1) 周辺道路は狭く、運河に近接する遊歩道からの陸上重機による材料搬入や施工は不可能。
- 2) 施工範囲は小学校や居住地に密接しており、騒音等に配慮した施工が必須である。

これらの条件を踏まえて海上からの施工に特化して検討を行うが、海上施工に関わる制約条件も狭隘な運河での制約が非常に多く下記のようなものであった。

- 3) 海上輸送距離は $L \approx 11 \text{ km}$
- 4) 運河内の可航幅は概ね $B \approx 30 \sim 40 \text{ m}$
- 5) 橋梁の可航幅は $B \approx 20 \text{ m}$ 程度、可航高（満潮

兵庫運河干潟 完成平面図 S=1/200



図一五 兵庫運河全体平面図



図一六 兵庫運河干潟完成全景

時の桁下高) は $H \approx 2.5 \text{ m}$

6) 運河 (運航経路) の水深は $D \approx 1.0 \sim 1.5 \text{ m}$

防波堤撤去に使用しているような通常の港湾工事で用いる大型の船舶機械では、その規格・形状・能力が大き過ぎて対応することができないため、干潟創出専用に河川などの改修工事用に使用する小型の船舶機械を調達した。

また、和田岬周辺の港外運航経路は海象が悪く、小型の船舶では航行に支障を生じることが懸念されたため、撤去現場から運河までの経路と運河内における輸送経路の2系統でそれぞれ船舶を手配・配置して施工を行うこととした (表一2, 写真一1, 2)。

3. 干潟創出 (干潟への流用材運搬・投入)

(1) 施工計画上の留意点と課題

干潟創出に使用する材料は、神戸港第五防波堤撤去工事に伴う発生材料である。

本防波堤は1967年に構築され、現在は第1線防波堤の役目を終えて大型作業船の係留場所として供用されているが、この度の港湾整備事業によって隣接する航路の切り替え作業が必要となったことより、支障となる該当範囲の撤去が行われることとなった。

防波堤を構成する材料のうち、石材材料の被覆石、基礎捨石、およびケーソン中詰砂を干潟創出の構成材

表一 干潟構築における選定船舶・機械比較一覧表

防波堤撤去用稼働船舶機械				干潟構築用稼働船舶機械			
船種・用途	規格・仕様	単位	数量	船種・用途	規格・仕様	単位	数量
石材撤去 グラブ浚渫船	鋼 D32 m ³ 級 60 m×25 m ×4 m (深さ)	隻	1	干潟造成 バックホウ浚渫船	鋼 D2.5 m ³ 級スパット格納 式 28 m×10 m×2 m (深さ)	隻	1
中詰砂撤去 起重機船	鋼 D210 t 吊特殊バケット 60 m×23 m×4.3 m (深さ)	隻	1	土運船	鋼 D200 ~ 300m ³ 積 30 m ×7.5 m×3.0 m	隻	2
瀬取り相伴 起重機船	鋼 D350 t 吊オレンジ 5 m ³ 64 m×23 m×4.5 m (深さ)	隻	1	押船・引船	鋼 D400 ~ 800PS 級 800PS 級により港外を輸送	隻	2
土運船	鋼 D1,600 ~ 2,000 m ³ 積 60 m×15 m×4.5 m	隻	2	運河内先導船	FRP 船外機 30 ps 級	隻	1
仮置ヤード内 バックホウ	D1.4 m ³ 級	台	1	造成補助 バックホウ	D0.45 m ³ 級	台	1



写真一 航行制限のある橋梁通過状況



写真二 スパット格納機構付バックホウ台船

料として使用する (図一 1, 2 参照)。

施工計画の留意点は以下の通りである。

- ①干潟創出に使用する材料は、景観との調和や子供たちが立ち入ることに配慮する必要がある、その大きさや粒度構成 (細粒分の程度)、色合いなどについて十分検討する必要があること。
- ②現地は狭隘な施工環境であることから、大型施工機械の採用が困難であり、撤去側で使用される大型機械との能力差に配慮した施工方法を立案する必要があること。

上記の留意点に関する具体的な技術的課題は以下の

通りである。

1) 撤去材料の品質

施工区域によるばらつきがあり、干潟への適用に問題があると判断された場合、撤去作業は行わないもの、干潟施工は不稼働日となる。

2) ケーソン中詰砂の品質

防波堤築造時の施工方法がケーソン隔室へ水を張った状態で投入されることから、深度方向にばらつきがあり、隔室内表層付近の材料は細粒分が多く含水比が高い。

3) 干潟材料の運搬可能性

運河内水深の条件から使用可能な土運船に制限があり、1回あたりの運搬量が 100 ~ 150 m³ 程度となる。

4) 港外運搬経路の海象条件

和田岬沖港外運搬経路は海象が悪く、不稼働日が多数発生する。

5) 干潟施工範囲の現地条件

通常、類似する構造物の施工においては、外縁部の傾斜堤を構築した後に養浜材を撒き出して施工を行うことが一般的であるが、当該範囲で先に傾斜堤を構築した場合、養浜部施工範囲における施工機械の稼働可能な幅員は最大でも B ≒ 15 m 程度しか確保できず、撒き出し作業中の稼働可能水深も不足することが判明した。

(2) 対策工の検討とその結果

上記問題解決のために検討実施した対策工を下記に示す。

1) 撤去石材の仮置ヤードの確保

近隣岸壁を石材仮置ヤード (S ≒ 2,000 m²) として借用し、防波堤撤去作業と干潟創出作業との施工能力によって発生する余剰材料 (石材) を一旦仮置きし、同時にヤード内において良質材料と選別を行うこととした。

選別した材料は、再度起重機船から干潟用小型土運

船に積み込み作業を行って現地へ運搬した。これによって、和岬港外経路の海象不良による不稼働日に起因する防波堤本体撤去工事の休止も低減させることが可能となった。

2) 中詰砂の品質確保

養浜材に使用するケーソン中詰砂には山砂が使用されていた。

前述の通り、その性状はケーソン隔室内表層付近の材料は含水比が高く、そのままの状態では積込・海上輸送することができないと確認された。

そのため、養浜材は比較的良質な隔室内中間層から底層に存在するものを使用することとし、起重機船泥倉内に半日程度仮置きして余剰水を排除したものを養



写真一三 基礎捨石（流用石材）撤去



写真一四 養浜砂（中詰砂）撤去



写真一五 仮置ヤードでの材料選別



写真一六 材料瀝取・積込



写真一七 流用材投入・外縁部傾斜堤構築



写真一八 狭隘条件による片押施工

浜材として使用した。

3) 干潟構築方法の検討

- ①北東側陸岸部（遊歩道）側基部より、順次北西側に外縁部の完成断面を片押しで投入していく。
- ②北端側養浜部に中詰材撒き出し作業を行う。
- ③北側外縁完了後は南東側へ順次延伸させる。
- ④以降、②～③作業を繰り返す。

施工能力の差異が生じたことから防波堤撤去にかかわる本工事に遅延は発生したものの、発注者との協議によって工事全体計画は見直され円滑に事業は進捗した。

(3) 施工時における環境対策

今回の干潟創出に関しては、目的とする施設が人々

を水辺に結び付けるものであることから、完成後だけでなく、その施工中においても理解を得られるしかりとした対策を施す必要があることを強く意識した。

現地条件から考慮すべき環境上の留意点を下記に示す。

- 1) 運河直近には散策用遊歩道があり、市民の憩いの場となっている。
- 2) 遊歩道背後には小学校があり、施工時に発生する騒音によって児童の学習環境を妨げないこと。
- 3) 施工時、上述設備に損傷を及ぼさない措置を講ずること。
- 4) 遊歩道などの設備に対して泥水等の飛散を生じないこと。
- 5) 周辺運河に対して施工時に水質汚濁拡散防止を図ること。

実施施策は以下の通りである（図—7）。

- 1) バックホウ機関部には防音パネルを設置して、対策後において3.5～5.0 dBの騒音を低減。
- 2) 遊歩道の施工範囲は、区画をカラーコーンで明示し、手摺をシート、およびパネルで養生。
- 3) 施工期間中は遊歩道上に保安要員を配置して第三者の安全確保を図る。
- 4) 施工水域周辺には汚濁防止膜を展張して環境対策を実施。
- 5) 遊歩道保安柵に整備事業の概要パネルを設置して、周辺住民の協力と理解を求めた。

4. お披露目（干潟創出事業完成）

兵庫運河に創出した干潟整備は、令和2年6月の着工から約4箇月が経過してようやく完成の運びとなった。

その基本計画から現場着手、施工完了に至るまでには様々な問題や荒天による中断が発生したが、発注者をはじめ、兵庫運河 WG の方々の助言や指導により一つ一つ地道に解決して無事に竣工を迎えることができた。

完成した干潟に近隣の小学生児童約220名を招いて、お披露目会を実施することとなった。

(1) 自然環境学習

- 1) 環境保全・再生を含めた生態系を守り育てる仕組みづくり

地元である兵庫漁業協同組合の協力により現在の漁業に関わる現状についてその普及・啓発を含めた教育を行った。

今後は、アサリの稚貝放流・育成試験や天然のアマモ株の植付実施等にも注力して、稚魚等の生態系を守り育てる仕組みを作る新たな発想も図りつつ環境再生への取り組みを教示されていた。

- 2) 徳島大学中西教授による環境学習

干潟創出にあたって多大な協力を頂いた中西先生による環境学習を実施した。

完成した干潟をテーマとした生物共生環境の維持について児童達は非常に興味深く講義に参画していたのが印象的であった。

今後は、更なる生物多様性の向上、資源増大等を目指して地先沿岸環境も含めた一体的な里海再生の検討を深めていく必要性を講義の中で唱えておられた。

- 3) 干潟の愛称決定

参画してくれた児童達に意見を募り、完成した兵庫運河干潟の愛称を『あつまれ 生き物の浜』と命名した（図—8）。



図—7 施工時における環境対策一覧

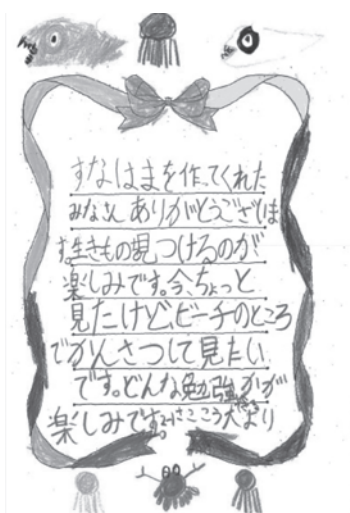


図-8 小学児童からの感謝状と干潟共生生物

(2) 干潟の生物調査

児童達による干潟での生物調査を実施した（写真—9）。

干潟の水辺にはアメフラシやヤドカリなどが確認され、子供達の嬉々とした笑顔が印象的であった。

干潟が完成してお披露目までの約1箇月間に養浜部潮間帯にはアオサも繁茂しており、今後の生物環境の経過が楽しみである（写真—10, 11）。



写真—9 事前環境学習と干潟生物調査

5. おわりに

本事業はその正式名称を「兵庫運河港湾発生材活用・干潟実証試験場」として、海生生物育成環境のモニタリング調査を実施していくことが決定されている。

今後の活動においても兵庫運河 WG 参画のもと、その結果の評価や活用方法、および将来的な里海づくりの施策などについての議論が期待されている。

実証実験という形でモニタリングを行っている間は、生物の定着状況を保護する観点からも同干潟を一般に広く開放することは出来ないが、近隣小学校の環境学習に末永く活用される予定である。

令和3年6月に実施された生物調査においては、試験場完成後1年足らずでマハゼ、ウロハゼ、メバル、クロダイ、マガキ、アサリの稚貝やクルマエビなどの海生生物が確認されている。

今後もこういった環境再生整備が各所で行われることを願ってやまない。

謝 辞

最後に、本事業の施工を行うにあたり終始適切な助言を賜り、また丁寧に御指導いただいた国土交通省近畿地方整備局神戸港湾事務所の皆様をはじめ、兵庫運河 WG に参画されている方々、兵庫漁業協同組合の皆様、浜山小学校の先生方、そして児童の皆様にご心より感謝申し上げます。



写真一 10 完成した兵庫運河干潟の全景<干潮時>



写真一 11 完成した兵庫運河干潟の全景<満潮時>

J C M A



[筆者紹介]
西迫 明範 (にしさこ あきのり)
東亜建設工業(株) 海南作業所
