

淀川大堰閘門工事における 施工効率化の取り組み

有本 浩太郎

近畿地方整備局 河川部 水災害予報センター (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前3-1-41)

淀川大堰閘門は大阪湾から京都方面までの淀川の航路をつなぐ施設で、完成すれば閘室幅日本最大（幅20m,延長70m）の施設となる。

工事は令和3年（2021年）から始まり、令和7年（2025年）4月の大阪・関西万博での運用を目指していたが、想定外の地質トラブルや矢板からの漏水等の事象により計画工程から大幅に遅れることになった。こうした背景のなか、施工効率化の取り組みとして、構造物のプレキャスト化や施工ヤードの配置調整などでインフラDXを活用したことが工程短縮に効果を発揮したので、その内容について報告するものである。

キーワード 施工効率化, プレキャスト, インフラDX, 工事工程監理

1. はじめに

淀川の航路はこれまで淀川大堰によって上下流で分断されており、災害時の復旧資材運搬、緊急物資や人の輸送等を目的とした船の往来ができない状況であったが、平成7年阪神淡路大震災からの復興で舟運が活躍する等、舟運復活の機運が高まり、淀川の上下流の水位差を調整する「閘門」の整備の必要性も認識され、令和3年（2021年）から工事に着手することになった。

また、淀川の舟運は災害時だけでなく、平常時の観光の役割を担う重要な輸送手段としても期待されており、淀川大堰閘門が完成することによって、京都から大阪湾までの航路がつながることになれば、京都から大阪・関西万博の会場である夢洲まで一気通貫でつながることになるので、舟運の活性化（沿川地域のにぎわい創出）という観点からも、令和7年（2025年）4月の大阪・関西万博での運用を目指す必要があった。



図-1 淀川大堰周辺の状況（工事前）

2. 淀川大堰閘門の諸元・工事一覧

(1) 淀川大堰閘門の諸元

- ・施設名称：淀川大堰閘門（淀川ゲートウェイ）
- ・水系：淀川水系淀川
- ・目的：船舶の航行
- ・門数：2門（上流閘門, 下流閘門）
- ・形式：二相ステンレス鋼製プレートガータ構造ローラゲート
- ・開閉方式：電動ワイヤロープウインチ式(1M・2D)
- ・純径間：20m
- ・扉高：上流閘門3.8m, 下流閘門6.3m
- ・ゲート開閉速度：6.0m/min(高速), 1.0m/min(低速)
- ・閘室：長さ70m, 幅20m
- ・充水方法：バイパス水路形式（電動ラック式：2門）

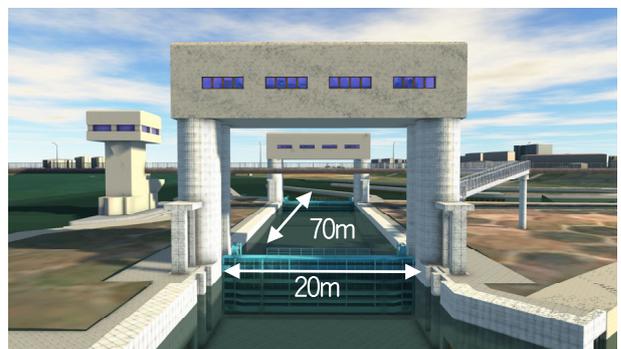


図-2 閘門完成図

(2) 関連工事一覧

現場は淀川大堰の固定堰内になるので、出水期での工

事に制約があった。

また、固定堰内は狭隘で、限られた工事ヤード内に複数工種（土木、機械、電気、建築）の工事業者が輻輳する現場でもあった。

関連工事は9工事(表-1)あり、後述する地質トラブルによる工程遅延の影響を受け、多い時期で最大3工事が輻輳する状況となった。このため、施工ヤード調整や施工手順の変更、出水期施工の実施、当初設計の見直し等、種々の調整・設計変更が生じた。

特に万博開催までに通航機能を確保するためには、開門躯体とゲートの並行工事が必要となり、施工ヤード干渉の関係から構造を変更する等の対応が必要となった。

表-1 関係工事一覧

工事名	主な工種
①淀川大堰開門閘室他整備工事	導流堤、閘室
②淀川大堰開門躯体整備工事	開門躯体
③淀川大堰開門管理橋下部工他工事	管理橋下部工
④淀川大堰開門管理橋上部工他工事	管理橋上部工
⑤淀川大堰開門ゲート新設工事	ゲート設備
⑥淀川大堰開門操作室新築工事	操作室
⑦淀川大堰開門電気設備設置工事	電気設備
⑧淀川大堰管理制御処理設備設置工事	制御設備
⑨淀川大堰開門通信設備設置工事	通信設備

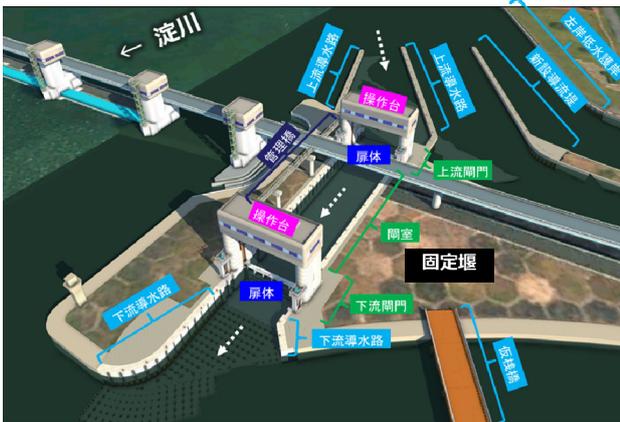


図-3 開門工事区分概念図

3. 当初計画との乖離

開門工事は当初令和6年（2024年）の出水期での試験運用を目指していたが、主に下記に示す地質に起因する想定外の事象発生により全体で15ヵ月程度の工程遅延が発生した。

(1) 基礎杭の高止まりによる工法変更

淀川大堰開門の基礎工事に際し、基礎杭の高止まりが発生した(図-4)。高止まりの要因は「均等係数の小さな細砂～中砂」が分布する地域で発生しやすい「ジャミング現象（胴締め現象）」によって累積した摩擦力により杭の高止まりに至った可能性が高いと考えられた。



図-4 杭の高止まり状況

このため、下流開門での中掘り工法による工事継続は困難と判断し、工法をプレボーリング工法へ変更するとともに、鋼管杭とプレボーリング工法の組み合わせで実施した。

結果、杭の高止まりに関する一連の対応で、計画工程に対して60日程度の遅延が発生した。

(2) 地中内異物との干渉、矢板からの漏水対策

開門および閘室の掘削工事に際し、当初計画ではディープウェル工法による地下水低下を計画していた。しかし、地中内異物との干渉(図-5)やジャミング現象と想定される土留め矢板と閘室鋼管矢板の高止まりが確認されており、矢板の継手異常が発生している可能性があった。また、漏水からパイピングへの進展が危惧された。パイピングが発生した場合、土留め崩壊等の重大事故へ進展するほか、淀川大堰の固定堰機能が低下し利水・治水機能に影響を与える可能性があった(図-6)。

以上より、予防保全的な対応として土留め周囲を薬液注入により固結するとともに、ディープウェル稼動時の高流速による地盤の流動化を発生させないために、ディープウェルの代替工法として地盤改良による底面止水処理を実施した。

結果、漏水対策に関する一連の対応で、計画工程に対して60日程度の遅延が発生した。



図-5 地中内異物(捨石)

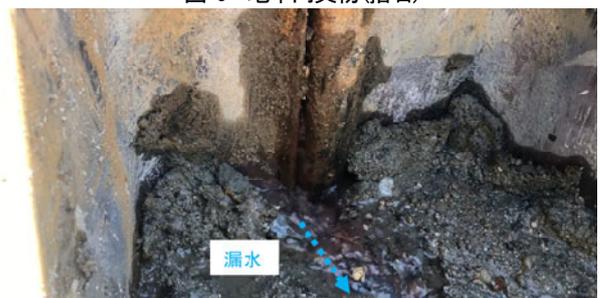


図-6 仮締切矢板継手からの漏水状況

4. 施工効率化の取り組み

万博開催までに通航機能を確保するためには、大幅な工程短縮（全体で15ヵ月程度）を図る必要があり、「構造物のプレキャスト化」と「インフラDXの活用」により工程短縮を図ることとした。

(1) 構造物のプレキャスト化

ここでは、プレキャスト活用による対象構造物の工程短縮や関連工事への施工性影響等のメリット、コスト増や実作業を通じて得られた特殊制約等の留意点を整理する。

a) プレキャストを活用した構造物

当初設計では現場打ちで施工予定であったが、大幅な工程短縮が必要となったため、当初予定していた門柱以外に以下の4工種についてもプレキャスト化する方針とした。プレキャスト化した工種を以下に示す。

- ① 操作台
 - ・ 上流閘門：PC 桁 10 本 (B0.6m×H1.1m×L22.4m)
 - ・ 下流閘門：PC 桁 11 本 (B0.6m×H1.1m×L22.4m)
- ② バイパス水路
 - ・ 4 箇所 (内空 1.8m×1.8m, L16.1m)
- ③ 笠コンクリート
 - ・ 閘室：幅 1.6m×高さ 1.8m×延長 109.9m
 - ・ 下流導水路：幅 1.8m×高さ 1.6m×延長 46m
- ④ 被覆コンクリート
 - ・ 閘室：高さ 5.0m×延長 109.9m
 - ・ 下流導水路：高さ 2.8m×延長 46m

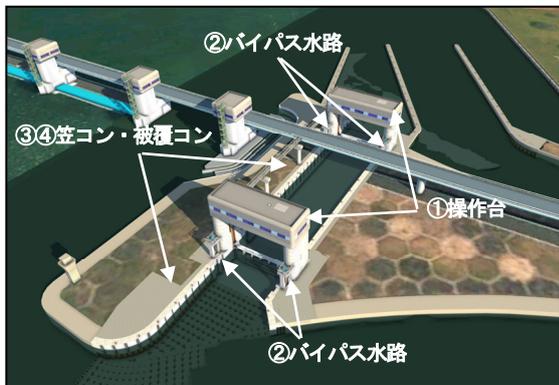


図-7 プレキャスト化した工種の概要



図-8 プレキャスト操作台 (PC桁) の架設状況



図-9 プレキャスト笠コン・被覆コンの施工状況

b) プレキャストを活用したメリット

プレキャスト化による工程短縮日数の試算結果および構造物ごとのメリットを以下に示す。

① 操作台

当初設計では全て現場打ちで施工の予定であり、操作台を支える支保工も大規模な構造であったことから、標準積算で 200 日程度の時間がかかると考えられた。操作台をプレキャスト化することで大規模な支保工が不要となるほか、現場打ちと比較して鉄筋組立作業期間が大幅に短縮され、また、コンクリート打設後の養生期間が不要となったことから、標準積算で 100 日程度工期が短縮されたと考えられる。

② バイパス水路

バイパス水路は逆に、プレキャスト化によって鉄筋組立作業量が減少したものの、標準積算ではプレキャスト化した場合の方が 40 日程度工期が長くなると考えられた。これは、プレキャスト化により止水板の施工量が増大し、止水対策に時間を要することが原因と考えられる。しかし、現場打ち施工時に万が一大規模の出水が複数回発生した場合、地盤面以下に位置するプレキャスト水路が水没し、その排水と現場復旧に多くの時間を要したと考えられる。結果的には大規模な出水は発生しなかったものの、出水による工程遅延のリスクを未然に回避することができたと考えられる。

③ 笠コンクリート

プレキャスト化により鉄筋の組立作業期間が短くなったことから、標準積算で 100 日間程度の工程が短縮されたと考えられる。また、台船で施工したことで、陸上で施工した場合と比較して他工事とのヤード競合の影響を低減し、クリティカルパスである閘門本体工の工程短縮を図ることができた。

④ 被覆コンクリート

笠コンクリート同様、プレキャスト化により鉄筋の組立作業期間が短くなったことから、標準積算で 100 日間程度の工程が短縮されたと考えられる。また、プレキャスト化により他社との資材置場の競合を未然に回避し、クリティカルパスとなる閘門本体工の施工を優先したことで、事業全体の工程短縮に寄与した。

表-2 プレキャスト化による工程短縮の試算結果

工種	工期 (日)	
	RC	PC
①操作台	206	109
②バイパス水路	94	135
③④笠コン・被覆コン (下流導水路)	155	12
③④笠コン・被覆コン (開室)	171	57
合計	626	313

プレキャスト化により合計で300日程度の工程短縮を実現 (試算) ↑

上記の工程短縮のメリットのほか、その他の観点からのメリットを以下のとおり整理した。

【工程】

- ・ヤードの縮小と他工事との輻輳回避によるクリティカルパス上の工種の歩掛の向上
- ・鉄筋組立作業量の減少、養生期間が不要となること等による工程短縮
- ・大規模出水による冠水に伴う現場復旧、降雨によるコンクリート打設の順延など、天候による工程遅延リスクの低減
- ・大阪・関西万博の会場整備に伴う業界全体の土木従事者不足による工程遅延リスクの低減

【品質】

- ・工場などの安定した環境での部材製作により品質にばらつきが少なく、高耐久性が期待できる
- ・建設業界全体で課題となっている熟練技術者の不足している状況であっても一定の品質の確保が可能

【安全】

- ・施工時の省人化に伴い、高所作業の作業時間の低減が可能となることによる安全性の向上

【環境】

- ・耐久性が高くランニングコストが低減されることに伴う環境負荷の低減
- ・同一規格の部材の製作で型枠の流用が可能となることによる環境負荷の低減

c) プレキャスト活用の留意点

プレキャスト化は主に工程短縮の面においてメリットが挙げられる一方で、コスト面など採用するにあたっては以下の留意点が考えられる。

- ・一般的に、プレキャストは現場打ちと比較してコスト増となる。
- ・プレキャスト部材によっては、他工事との輻輳を回避するために水上からの現場搬入が必要となったこと、高重量の部材の架設に伴いクレーン規格をアップすることなど、作業の難易度が增加する場合がある。
- ・ボックスカルバートなどプレキャスト部材によっては接合部の止水処理の不備に伴う漏水の恐れがある。

(2) インフラDXの活用 (施工ヤード・施工順序の調整)

通船機能を確保するためのクリティカルパスを短縮するためには、狭隘な固定堰部での工事の輻輳状況を事前に把握し、優先工種の選定やヤードの配置、施工順序の見直し等の調整が必要であった。このため、BIM/CIMを活用した詳細施工ステップを用い、施工ヤードの輻輳の解消や並行工事の施工実現性確認を行い、工程計画の見直しを行った。



図-10 工事現場の状況

a) クリティカルパスの施工性確保

土木工事の最盛期には、固定堰上で閘門躯体と開室掘削および閘門管理橋基礎杭打設、水上で導流堤の笠コンクリート施工等、重機と資材置き場が輻輳する状況となり、施工の待ち時間やクリティカルパスである閘門躯体の歩掛が低下することが危惧された。施工の実現性を確認するために、BIM/CIMを用いることで各工事の重機と資材置き場、施工ヤードの配置を事前に整理することで工事が輻輳しないように調整を図った。

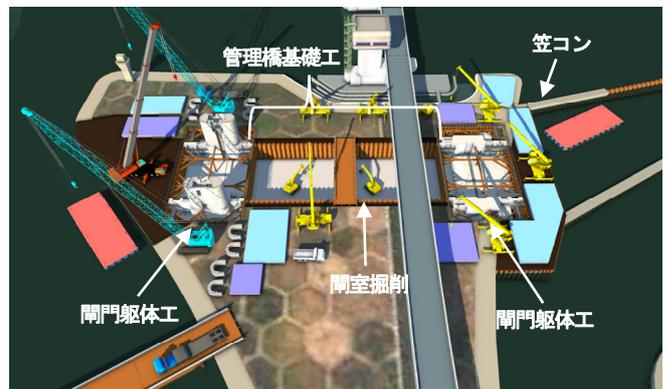


図-11 BIM/CIMを用いたヤードの使用状況の確認

b) 資材調達等の手戻り防止

通船を優先するために、ゲート操作に必要な電源を建築工事に先行して実施する必要があった。当初計画の電気配管は建築工事完了後の設置を想定したルートであったが、建築工事段階で配管する必要があるため、BIM/CIMによる足場等の仮設状況確認を踏まえ、仮設と干渉しない配管ルートへ変更した。



図-12 BIM/CIMを用いた配線ルートの確認

5. その他の工夫（工事工程監理）

前述のプレキャスト化等以外のその他の工夫として、「課題・リスク管理」および「会議運営」により事業を円滑に推進した。

(1) 課題・リスク管理

事業中に発生した個別課題について一覧表に整理し、会議の場で関係者に共有し迅速に対応方針を決定した。また、予見されるリスクについても受注者に未然に対応の検討を指示し、会議を通じて関係者に対応方針を示すことで円滑に事業を推進した。

表-3 課題一覧表（イメージ）

No	発議者	課題発生日	解決期限	課題・対応方針	実施内容	実施者				進捗状況
						事務所	出張所	施工者	設計者	
●	A社	-	-	-	-				○	-

課題の細分化、期限、実施者を記載し、課題の対応方針を明確化。↑

(2) 会議運営

本事業は4つの発注課が9工事を発注する事業のため、各工事で発生する課題のとりまとめや、関係者への事業方針の情報共有が課題とされていたため、会議の運営方法を目的に応じて見直した。具体的には、「施工者打合せ」で施工者間調整を行い、そこで発生した課題を「工程会議」にて受発注者間で協議し、決定した事業方針を「全体会議」にて関係者全員に周知することとした。また、大阪・関西万博の開催目前の段階で、確実に通船することが実現できるよう新たに「コア会議」を設定した。コア会議では監督職員（事務所・出張所）、施工者および設計者に加え、整備局の職員も参加し、現場に近接する出張所で1回/週の頻度で会議を実施することで、事業で支障となっている課題の対応方針の意思決定の迅速化を図った。

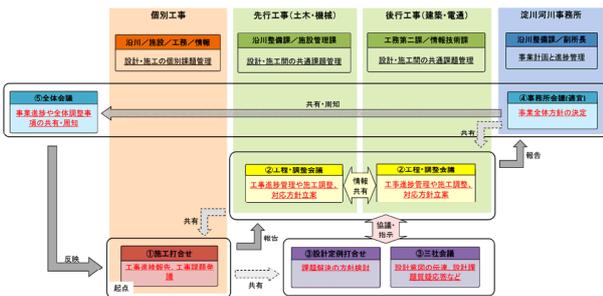


図-13 会議運営（イメージ）

6. まとめ

(1) 淀川大堰閘門事業は大阪・関西万博までの運用を予定していたが、複数社による輻輳作業の調整や、工事着手後に判明した様々な地盤トラブル等により大幅な工程遅延が発生し、工程短縮を検討する必要が生じた。

(2) 工程短縮策として、①操作台、②バイパス水路、③笠コンクリート、④被覆コンクリートのプレキャスト化により工程短縮を図ることとした。

(3) プレキャスト化により大幅に工程短縮を図ることができ、大阪・関西万博までの通船を実現することができた。また、プレキャスト化の副次的効果として、土木従事者不足による工程遅延リスクの低減や、工場製作により品質のばらつきが少なく高耐久性が期待でき、施工時の省人化による安全性の向上、型枠の流用が可能になることによる環境負荷の低減などにも有効であった。

(4) プレキャスト化以外の工夫として、BIM/CIMを用いた工事間の輻輳調整、課題・リスクの管理方法の策定、目的に応じた会議運営の見直しにより事業を円滑に推進することができた。

今後、プレキャスト化による工程短縮が必要となる場合は、前述した工程短縮以外のメリット（品質・安全・環境面等）、コスト面等の留意点を考慮し、プレキャスト化以外の工程短縮方法も併せて総合的に比較検討した上で、最適な工程短縮方法を採用することが重要であると考えられる。

本論文は前任地である近畿地方整備局淀川河川事務所での取り組みをまとめたものである。

謝辞：本稿作成にあたり御教授いただいたすべての方々、本業務・工事に関わった方々に心から感謝いたします。