

供用中かつ利用頻度の高い岸壁における 予防保全工事の実施について ～大阪港大正内港地区岸壁改良～

中川 元気¹

¹近畿地方整備局 大阪港湾・空港整備事務所 保全課 (〒552-0007大阪府大阪市港区弁天1-2-1)

高度経済成長期に集中的に整備された公共施設は、整備後約50年を経過し、劣化や損傷等の老朽化が進行している。計画的な維持管理を行い、施設の延命化を図ることが求められている。大阪港では、築造から約60年が経過した大正内港地区岸壁において、老朽化が進んでいる部位の補修を行うことで、岸壁施設の延命化を行う老朽化対策事業を行っているところである。本稿では、供用中の港湾施設という現場条件下での老朽化対策事例ならびに施工に関する取組を報告するものである。

キーワード 老朽化対策, 維持管理, 供用中の施設, BIM/CIM

1. はじめに

近年、供用中の港湾施設において、老朽化が進み、我が国の基幹物流を支える港湾機能の低下が懸念されており、効率的かつ効果的な港湾施設の更新・改良が求められている。高度経済成長期に集中的に整備された港湾施設は、老朽化が進行している。岸壁等の係留施設では、建設後50年を経過する施設が2015年3月の約1割から、2040年3月には約7割に急増することとなり、安全性の低下や更新費用の増大などが懸念されている¹⁾(図-1)。

港湾の施設は、塩害などの厳しい環境下におかれることや、海中部等目視では容易に劣化・損傷状況を把握できない部分も多い。海中部の鋼矢板や鋼管杭、栈橋床板の裏側などの劣化・損傷が見逃され、大事故に繋がりにくい事態も発生しているため、適切な維持管理による安全・安心の確保が重要とされている。

こうした中で、港湾局では施設の老朽化状況、利用状況、優先度等を考慮したうえで、港湾単位で予防保全計画を策定し、これに基づいて計画的かつ効率的に改良工事を行うことにより、ライフサイクルコストを抑制しつつ、個々の施設の延命化を図るため、老朽化対策を実施していくことになった(図-2)。

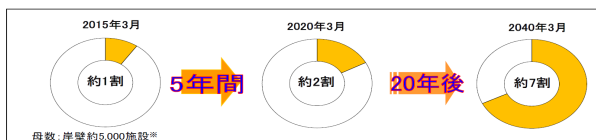


図-1 供用後50年以上経過する岸壁の割合

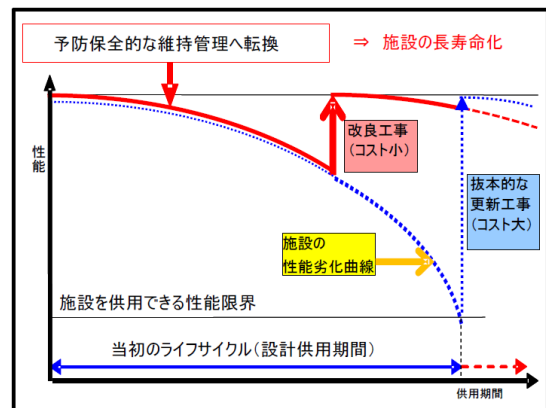


図-2 予防保全的な維持管理

2. 施設の概要と老朽化状況

(1) 施設の概要

大正内港地区岸壁は、大阪市大正区に位置し、築造から約60年経過しており、構造形式は、棚式構造・矢板式構造、延長420m、水深7.5m～9mからなる施設である(写真-1)。当該施設は、鋼材等の荷役を行っており、現在も供用中の港湾施設であり、施設利用が高い状況である。また、維持管理計画に基づき2011年度に実施された点検結果等では、栈橋上部工(下面部)の半数以上、脚柱部の全般において、大きな剥離・剥落・鉄筋露出が認められ、劣化度Aと評価されており、2013年度より予防保全事業として位置づけられている。

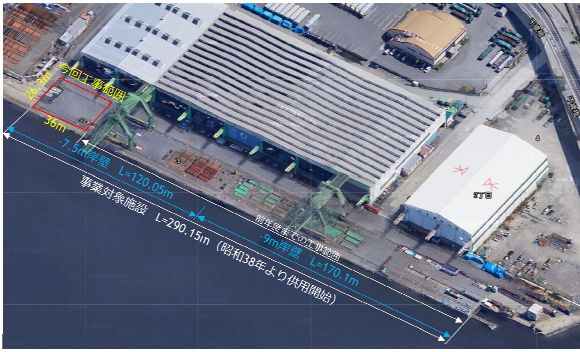


写真-1 大阪港大正内港地区岸壁施工箇所

(2) 老朽化状況

老朽化状況は、2011年度に施設の現況調査を行ったところ、上部工(下面部)では、ほぼ全てのスパンにおいて、剥離・剥落・欠損・鉄筋露出や、ひび割れが見られており、脚柱部では、部材の性能に影響を及ぼす規模の損傷ひび割れ、欠損、鉄筋露出等が発生している状態であることが確認された(図-3、写真-2)。岸壁が著しく老朽化していることが判明し、対策を講じなければ、部材の要求性能が満たせなくなり、施設の崩壊または、施設利用制限の可能性が考えられることから、供用中の施設を大規模な利用制限を行わず早急な施設の更新が必要となった。

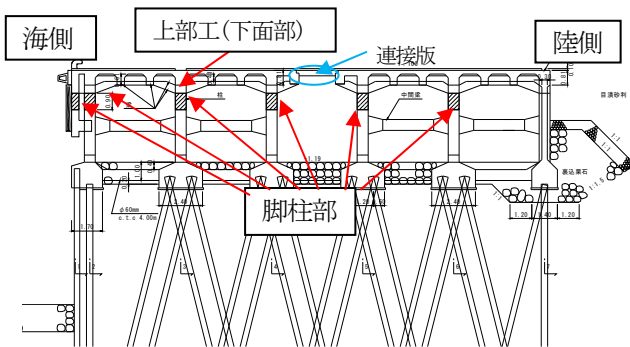


図-3 大阪港大正内港地区岸壁断面図



写真-2 脚柱部老朽化状況

3. 老朽化対策

(1) 対策方針

予防保全事業を実施する際における設計上の適用基準については、明確な規定はないものの、修繕は設計当時

の技術基準、更新・改良については、最新の技術基準が基本とされているが、施設の劣化状況などの工学的な判断だけでなく、行政的な判断も含め、総合的に判断することとなる。

当該施設については、整備から約60年が経過しているが、現在、50年を越えた施設の設計評価については明確な方針が無い状況である。現行基準で検討を行うと、当該施設の老朽化対策として施設の全更新という結果となり、大規模な整備が必要となる。

港湾管理者との協議の結果、老朽化が進んでいる部位の断面修復を行うことにより、設計当時の技術基準における安全性は確保されていると考え、既設部材の耐用年数を延命することとした。

(2) 老朽化対策

工法については劣化面積の大小により、大断面修復(型枠工法)と小断面修復(左官工法)の2種類に分けて補修を行うこととした。

a) 大断面修復(型枠工法)

栈橋下部の脚柱部については、劣化範囲が多く、修復面積が大きい箇所であるため、無収縮モルタル打設による型枠工法を採用した。

始めに、調査時点から老朽化が拡大していないか事前調査を行い、補修箇所を確認する。その後、既設コンクリートを撤去、帯筋を撤去し、主筋を露出させた後、腐食した主筋については、添え筋を溶接することにより、部材耐力を向上させることとした。既設コンクリート面にプライマー塗布、鉄筋に防錆材を塗布し、断面修復部と既設断面境界部の腐食による鉄筋の再劣化を抑えるため、犠牲陽極を設置する。帯筋復旧後、ひび割れ低減材設置し無収縮モルタルを打設する(写真-3)。



写真-3 脚柱部の断面修復施工手順

b)小断面修復(左官工法)

上部工(下面部)については、劣化範囲が少ないため、左官工法を採用することとした。コンクリートはつり後、無機ポリマーセメントによる左官により、補修を行った(写真4)。



写真4 上部工の断面修復施工手順

(3) 本工事の特徴及び留意事項

a)養生方法

本工事は、栈橋下部の柱の補修であり、通常の散水養生等の方法では十分な養生ができずクラック等が発生する懸念があった。そのため、モルタル打設後の養生方法については、型枠脱型後に速やかにモルタル表面へ湿潤養生シートを貼り付け、さらに養生シートの上からストレッチフィルムを巻き付け、吊り足場解体直前まで湿潤養生を行った(写真5)。吊り足場解体直前にストレッチフィルム及び養生シートをはがし、コンクリート浸透性改質剤を塗布した。これらの養生により、十分な養生を行うことができ、クラック等の発生もなく施工を完了することができた。



写真5 脚柱部養生状況

b)潮位に伴う作業時間の管理

本工事の施工箇所は潮間帯であり、潮位により補修範囲の多くが水没した。そのため、維持補修工では作業時間に制約があり、潮位に応じた作業内容を決め、施工時

間を調整する等の工夫が必要であった。当日の潮位に合わせて作業開始～終了時間を調整し、潮位が高い時間帯の作業は梁小断面の修復や胴長を着用して水没しない上部の作業を行うなどして作業時間に制約がある中で工夫して施工を行った。

上記のとおり特異な工事現場であることから、品質管理や工程管理において、施工業者と情報共有を図り、的確に指示する必要があった。また、老朽化状況は調査時よりも変化していたため、補修箇所については的確かつ迅速な判断をすることにより円滑な施工を行うことができた。

(4) 老朽化対策に伴う岸壁利用の調整

老朽化対策に伴い施設利用者と協議を行い、施工中の岸壁利用制限について調整を行った。現在も供用中であることから、長期間、広範囲の施工範囲の占有による施工が難しい。また、岸壁下部という狭隘な箇所での施工であるため、施工期間がかかる状況である。このため施工時には、施設利用者と調整のうえ、施工期間中のクレーン走行範囲を制限することとした。

大正内港地区岸壁においては、2基のクレーンが稼働しており、施工箇所によって、片方のクレーンの走行範囲を制限することで、岸壁の供用を止めることなく、施工を行うようにした。また、クレーン1号機または2号機が故障した場合に、故障していない方のクレーンで荷役を行わなければならない。したがって、1号機と2号機間の範囲を補修するときには、クレーンが補修範囲上を移動できるようにしておく必要がある。そのため、支保工を設置することで、クレーン荷重にも耐えられるようにした(図4、図5)。

また、工事の進捗状況により、工程に影響が及ぶ場合は岸壁ユーザーと調整を図り、船舶の着岸調整等を依頼することにより、円滑な施工を行うことができた。

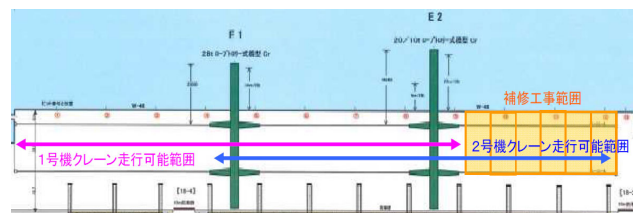


図4 クレーン走行可能範囲図

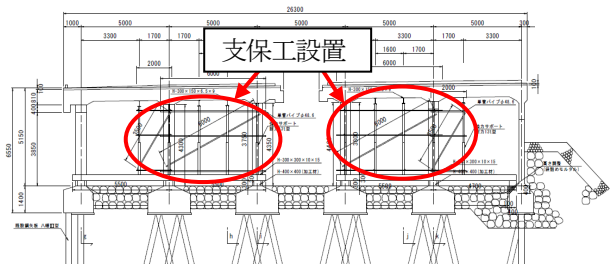


図5 支保工設置図

4. 安全管理

(1) 岸壁ユーザーへの影響防止

工事中は施工範囲内に資材仮置き場を設けて資機材を仮置きする。資材仮置き場においては、施工範囲外への作業員や資材のはみだしを防止し、出入りするトレーラーや頻繁に走行する大型フォークリフトなど岸壁ユーザーの作業への影響を防止する必要があった。このため、資材仮置き場の施工範囲外に面する側に1mの緩衝区間を設け、そこを危険監視エリアとして、モーション検知機能付きwebカメラで作業中は連続監視した。危険監視エリアに資材や作業員が侵入すると、モーション検知機能が作動し現地に設置した回転灯や職員のスマートフォンに警告を発し、緩衝区域への侵入を知らせ、施工範囲外へのはみだしを防止する。カメラ映像はICT技術を活用しクラウド上で管理し、事務所や携帯端末からも確認できる。ICT技術を用いたカメラを用い、岸壁ユーザーへの影響を防止することで、供用中の岸壁作業における安全性の向上が図れるとともに、資材仮置き場で作業する際に監視員等の配置が不要になり生産性が向上につながった(写真-6, 写真-7)。



写真-6 モーション検知機能付きwebカメラ設置状況

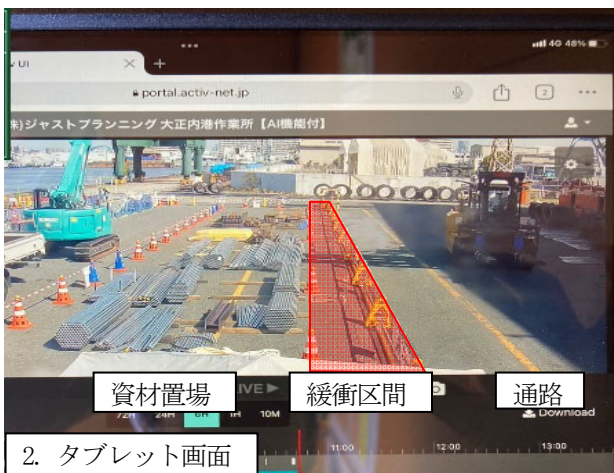


写真-7 タブレット管理画面

(2) 安全教育

狭隘で作業空間がイメージしにくい栈橋下部の補修において、熟練度に差がある作業員に作業の危険箇所や安全作業のポイントを確実に周知させる必要がある。吊足場上の作業箇所360度カメラを使って映像化し、危険箇所や施工上の留意点を体感させる体感型のVR安全教育を実施し、視覚的なイメージを持たせ作業の安全性と効率化を図った(写真-8)。

今後ベテラン技術者の定年・離職が進んでいく中、同じ条件で同じ物をつくることのない土木工事において、外国人労働者や若手技術者への教育や技術の継承といった面で必要性が増すとともに、ネットワーク上での仮想空間の共有など利用の幅はさらに広がることが期待される。

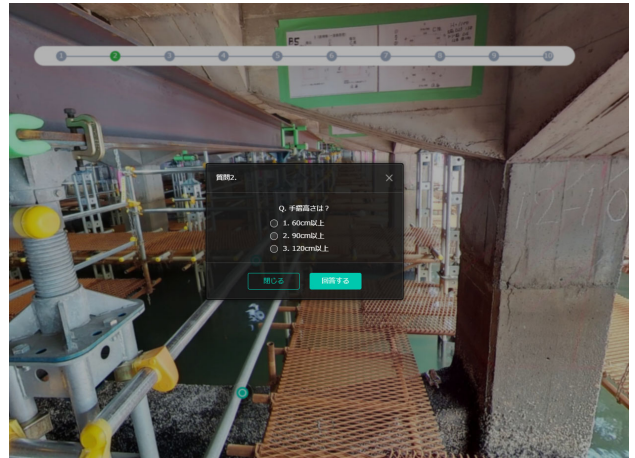


写真-8 VR設問画面

5. CIMデータの活用による施工管理の効率化

今回補修する栈橋構造が複雑で、各部位毎補修範囲、補修パターンが異なることから、各条件に合わせた複雑な仮設工が必要であり、施工にあたっては、効率的な施工管理が求められた。

CIMモデルを導入し、栈橋の3次元モデルを作成することにより、モデルで様々な角度や視点から現場を確認することで、狭隘な施工箇所の施工性や適正な人員、作業手順等を効率的に計画し確実な施工を行った(図-6)。3次元モデル上に作業日、補修形状・内容、使用資材等の情報を属性情報として付与し、電子データとして記録し広く共有することは、BIM/CIMの本格運用と合わせて、今後の技術の伝承やインフラ維持管理における新たな手法となってきている。また、CIMモデルを活用した施工管理情報プラットフォームにより、作業ステップや細分化したパーツ毎に全職員が管理データを一元的に確認することができ、書類作成や工事途上の検討作業の大幅な効率化が図れ、働き方改革や生産性向上につながった。

今後、日本国内の数多くの港湾施設が更新時期を迎える。これらのライフサイクルコストを抑制するためには、いつどのような材料を用いて補修工事を実施したのか、

将来にわたって情報を共有する必要がある。今回のような港湾施設の補修工事において実施した3次元モデルの活用は、補修箇所や補修内容が明確に把握できるため、今後の点検や劣化状況把握と併せて補修工事の可否判断の参考にでき、インフラ設備のライフサイクルコスト抑制につなげられる。

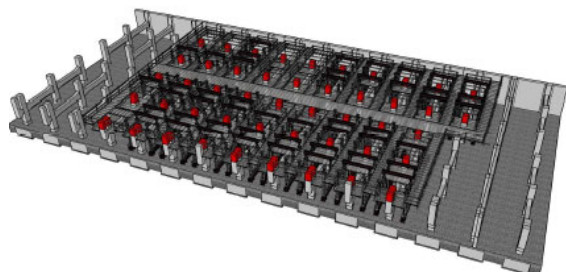


図-6 3次元モデル

6. おわりに

本稿では、供用中の港湾施設の老朽化対策事例および施工に関する取組について報告した。

本工事では、岸壁を供用しながら施工を行うことが条件であったため、施工時はクレーン荷重にも耐えられる支保工を設置することで荷役作業への影響を抑えることができた。また、工事施工時に模型およびCIMデータを活用したことにより、複雑な構造における施工管理の効率化や補修履歴データの共有を行うことができた。施設の維持管理において、CIMデータの属性情報を利用することで、維持管理の効率化を図れるものと考えられる。

供用中の岸壁においても、荷役作業への影響を抑えた施工方法をとることで、岸壁ユーザーの理解が得られ、抜本的な更新工事が必要となる前に、改良工事を行うことができ、施設の延命化ならびにコスト削減を図ることができた。

今後、老朽化が懸念される港湾構造物が増加することが考えられ、施設供用をなるべく制限しないように効率的かつ効果的な老朽化対策が必要となる。今回の事例は、他港の供用中の港湾構造物の老朽化対策の参考になると考えられる。

謝辞：論文作成に当たり多くの関係者の方々にご指導、ご協力いただきました。ここに深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局：港湾施設の維持管理の現状と課題