

大阪港における港湾施設の老朽化対策工事 について

前田 大輔¹

¹近畿地方整備局 大阪港湾・空港整備事務所 第二建設管理官室 (〒552-0007大阪府大阪市港区弁天1-2-1) .

近年、供用中の港湾施設において、老朽化が進み施設機能の低下により、基幹物流を支える港湾機能低下が懸念されており、港湾施設の効率的かつ効果的な更新・改良が求められている。大阪港では、港湾施設の老朽化に対応するため、大正内港地区岸壁において、コンクリート断面の欠損や鉄筋腐食の補修を行うことで、港湾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時の問題点とその対策について、報告するものである。

キーワード 施設の延命化、供用中の施設、品質管理、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。大阪港では、大正内港地区岸壁において、補修を行うことで、港湾施設を延命化する老朽化対策事業を行っているところである。(写真-1)

大正内港地区岸壁は、木杭基礎上に鉄筋コンクリート柱(脚柱部)と鉄筋コンクリート床版(上部工)で構成する形式の岸壁であり、建設より約50年経過しており、上部工(下面部)、脚柱部において塩害劣化により著しく部材

性能が低下している状況である。これは、上部工の打ち継ぎ部が干満帯の高さに位置しており、そこから多くの塩化物イオンが浸透したことが、原因と考えられる。

当該施設は、鋼材等の荷役を行っている供用中の港湾施設であり、施設利用度が高い状況であるため、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である。(写真-2, 写真-3, 図-1)

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CIMモデル活用による施工管理、今後の維持管理の効率化、潮位影響下での品質管理について、報告するものである。

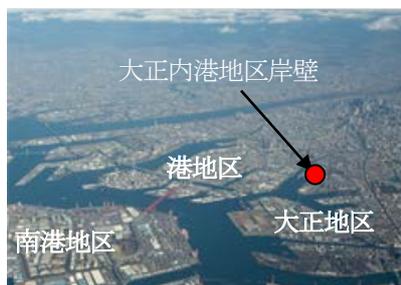


写真-1 位置図



写真-2 大阪港大正内港地区岸壁全景

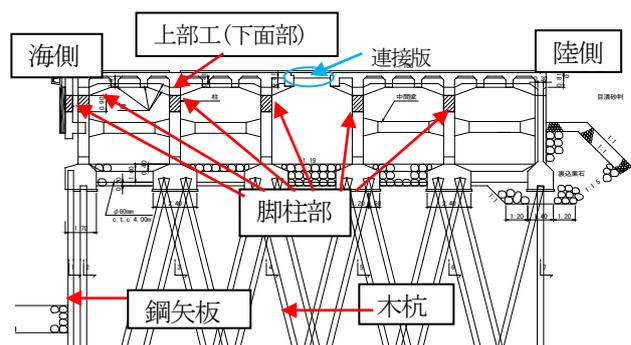


図-1 大阪港大正内港地区岸壁断面図



写真-3 大正内港地区岸壁下部写真(施工前)

2. 老朽化診断

2011年度に栈橋上部工劣化、損傷状況の目視点検・計測、コンクリートコア採取によるコンクリート塩化物含有測定等の現況調査を行ったところ、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た。

脚柱部については、全般において、規模の大きな剥離・剥落・鉄筋露出が認められた。評価の結果、「A:性能が著しく低下」という評価となった。(表-1)

脚柱部については、老朽化が著しく、上部工施工時の打ち継ぎ部が干満帯の高さに位置し、そこから多くの塩化物イオンが浸透したことが原因だと考えられる。老朽化診断の結果により、現状、施設要求性能を満たしておらず、早急な対策が必要であり、一部利用制限が必要な状況が判明した。(写真-4, 写真-5)



写真-4 脚柱部の老朽化状況



写真-5 上部工(下面部)の老朽化状況

3. 老朽化対策について

(1) 老朽化対策工法について

現況調査の結果、上部工(下面部)および脚柱部の部材性能が著しく低下しているが、施設の利用状況により、施設利用制限は、背後企業等の施設利用者に対する負担が大きく、継続して供用を図る必要があった。また、本施設は供用中であり、大規模、短期間施工による施工が難しい状況下である。(写真-6)

上記により、港湾管理者との協議の結果、岸壁利用制限を最小限度に押さえ、老朽化が進んでいる部位の断面修復を行うことにより、既設部材の耐用年数を延命することとした。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。断面修復に当たり、下部工の既設木杭を存置するため、基礎杭の影響を考慮すると上部工の死荷重増加を避ける必要があった。そこで、使用するモルタルは単位体積重量が小さいものを使用した。帯筋の一部にエポキシ鉄筋を使用し、必要かぶり厚70mmを一部54mmに低減することとし、修復後の重量が修復前の重量を超えないようにした。(図-1, 図-2)



写真-6 供用中の大正内港地区岸壁

表-1 スパン毎の評価結果

点検項目		点検項目の分類	スパンNo.															総合評価
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
主要部材	栈橋法線 凸凹、出入り	I類	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
	上部工(上面部) アスファルトの劣化、損傷	II類	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
	上部工(上面部) コンクリートの劣化、損傷	II類	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
	上部工(下面部) コンクリートの劣化、損傷	II類	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	d
	上部工(下面部) コンクリートの劣化、損傷	II類	c	b	a	a	a	a	a	a	c	c	c	c	a	a	a	b
	脚柱部 コンクリートの劣化、損傷	I類	b	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a
土留部	コンクリートの劣化、損傷	I類	d	c	b	c	c	c	c	c	c	c	c	d	d	d	d	



写真-8 上部工(下面部)の断面修復施工状況

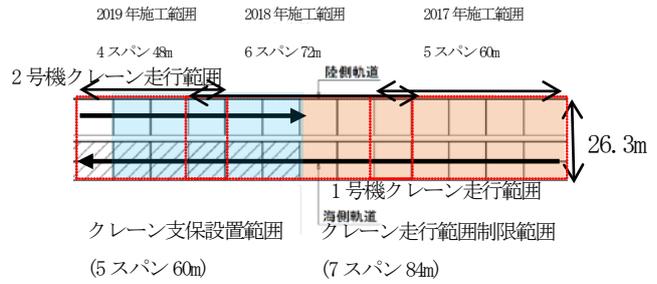


図-3 岸壁利用制限平面図

(2) 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。代替施設の確保が困難な状況で、施工中、岸壁利用をすべて封鎖することが不可能であり、施設を供用しながらの施工が必要であった。また、岸壁下部という狭隘な箇所での施工であり、接続版を撤去した開口部より、資材を吊り卸し、支保工等を人力で設置するため、施工期間を要する状況である。(写真-9)

このため施工時には、施工範囲を最小限にするとともに、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、施工箇所約半分の5スパンについては、片方のクレーンが故障しても、もう片方が施工範囲を通行して荷役が行えるように、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-3)

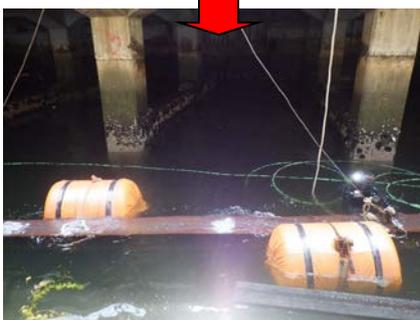
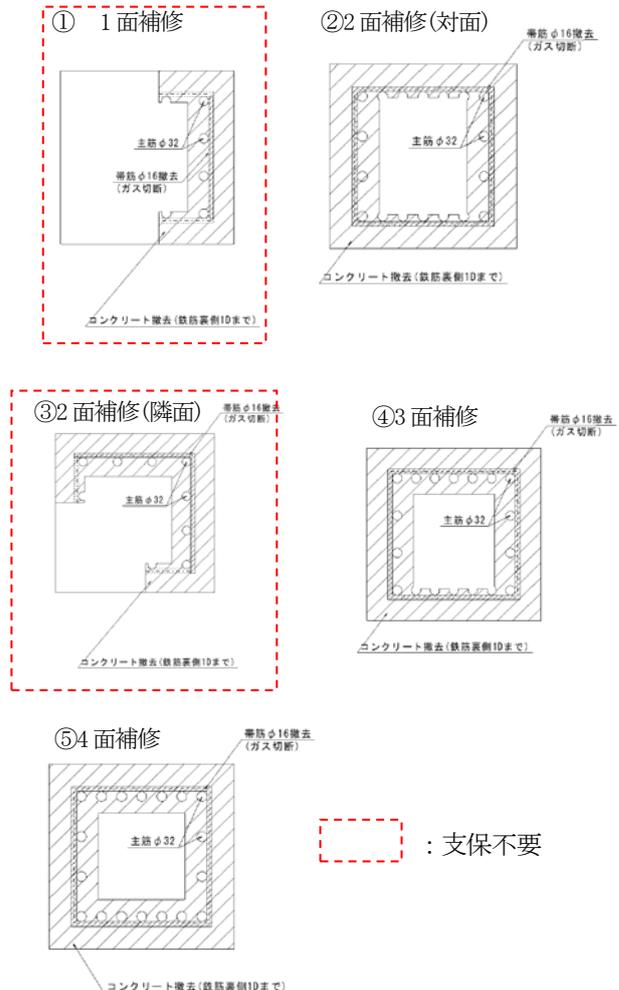


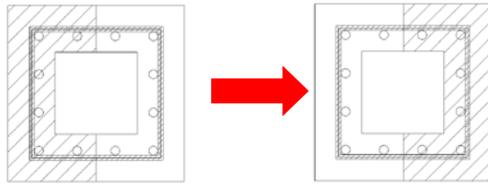
写真-9 開口部から作業状況

(3) 老朽化対策に伴う安全対策について

脚柱部の断面修復に伴い、既設コンクリートを撤去することにより、脚柱断面が減少するため、支保工を設置することで施工時の栈橋上部工の自重を支えることとした。

支保工設置にあたっては、クレーンが走行しない範囲については、断面はつりを要する範囲を勘案した試算による照査の結果、片面の断面が健全であれば、支保を省略することとし、施工効率化を図ることとした。また、計算結果より、接続版より陸側において、陸側の柱補修の内、2面補修(対面)・3面補修・4面補修については、もう片面も劣化していることを考え、柱の半断面ずつ補修を行うこととした。(図-1, 図-4, 図-5, 写真-10)





片面補修後にもう
片面を補修する。

図4 補修パターンによる支保工検討

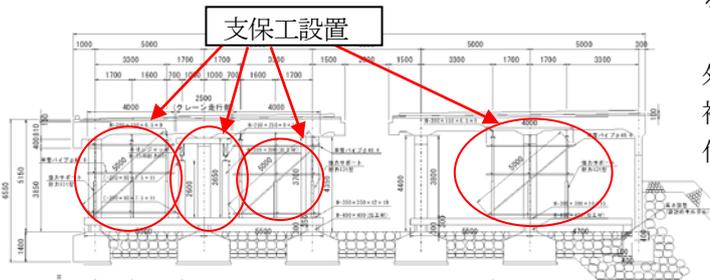


図5 断面修復時の支保工設置イメージ図

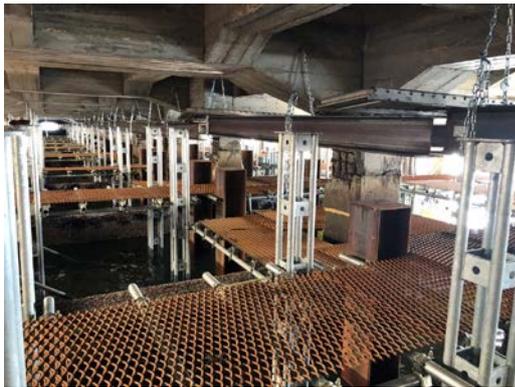


写真-10 支保工設置作業状況

工管理が求められた。

対策として、1/1,000スケールの模型を製作することにより、施設構造の把握を容易にするとともに、仮設工の施工手順周知、確認に広く利用することができた。

(写真-11, 写真-12)

また、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、平面図や標準断面図からでは把握しにくい構造を可視化することで、構造を容易に認識できるとともに、データの共有による施工管理の効率化を図ることができた。

今回、補修内容等の「属性情報」を3次元モデルから外部参照(リンク)できるCIMモデルにしたことにより、補修履歴がデータ化され、今後の維持管理・補修の効率化も可能とした。(図-6)



写真-11支保工及び施設模型



写真-12 模型による施工手順周知状況

4. 老朽化対策による効果について

供用中の岸壁において、断面修復を行うことにより、大規模施工による広範囲の岸壁の利用制限を行うことなく、施工を行うことができた。本対策により耐用年数50年以上経過した施設において、設計上、約20年延命することができた。施設の崩壊を防ぐことができたとともに、老朽化による岸壁の利用制限を防ぐことができた。

5. 老朽化対策工事施工時の問題点と対策

(1) 模型製作, 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は複雑で、各部位毎に補修範囲、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

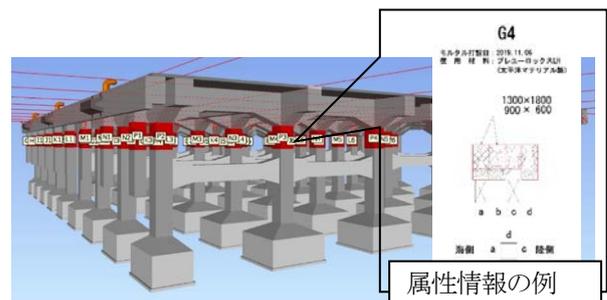


図-6 CIMモデル

(2) 脚柱部モルタル打設時の潮位影響に伴う品質管理

補修範囲下端について、満潮時に水没する箇所があり、打設時間を調整する必要があること、モルタル打設後、表面(型枠と接した面)の凝結が始まる前に海中に没することが強度発現の妨げとなること、および表面ペースト分の洗い出しによる品質低下の可能性があることが懸念

された。

対策として、潮位に応じて作業内容を変更し、打設時間を調整するとともに、実際の打設条件と同様の状態で試験施工を行うこととした。試験施工では、四角支柱の供試体を採取し、打設後1時間、2時間および3時間経過した後に海中へ水没させ、圧縮強度試験および表面の状態を確認することとした。(写真-13)

圧縮強度試験の結果、打設後1時間、2時間、3時間経過で水没させた供試体において、設計強度30N/mm²以上の強度が発現され、後に表面の緻密さにも問題が見受けられないことを確認した。

今回の試験施工により、今後のモルタル打設計画に活かせる知見を得ることができた。(表-2, 写真-14)

表-2 圧縮強度試験結果

圧縮強度試験結果一覧表							
	1時間経過後水没		2時間経過後水没		3時間経過後水没		特記事項
圧縮強度 (N/mm ²) (材齢4日)	①	40.0	①	36.7	①	37.4	設計基準強度 : 30N/mm ²
	②	36.9	②	37.5	②	37.9	
	③	36.8	③	37.7	③	38.4	
	④	37.5	④	40.2	④	36.7	
	⑤	38.8	⑤	37.6	⑤	40.9	
	⑥	41.1	⑥	37.7	⑥	37.3	
	平均	38.5	平均	37.9	平均	38.1	

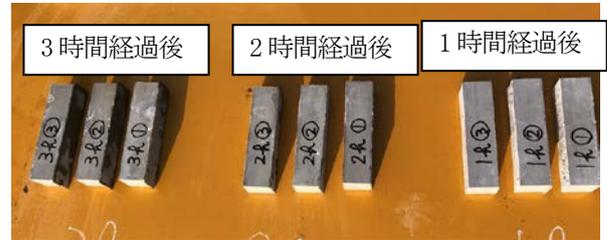


写真-14 脱型後の供試体

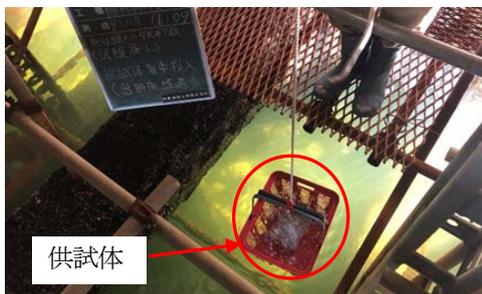


写真-13 試験施工状況

6. まとめ

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時の問題点とその対応策について報告した。

型枠工法ならびに左官工法を採用することにより、供用中の施設において、大規模な利用制限をかけることなく、補修することができた。

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。今後の施設維持管理において、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。

試験施工により、潮位影響を受けるモルタル打設時において、強度・品質に問題がないことが確認できた。これにより今後の打設計画に大いに参考となる知見を得ることができた。

今後、老朽化が懸念される港湾構造物が増加することが予想されることから、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。