

係留施設におけるアセットマネジメントの一環としての補修計画

東洋建設(株)美浦研究所 正会員 ○中川 将秀
 東洋建設(株)美浦研究所 正会員 末岡 英二
 東洋建設(株)美浦研究所 フェロー 佐野 清史
 東洋大学工学部環境建設学科 フェロー 福手 勤

1. はじめに

係留施設は、建設時期が異なる複数の構造物で構成される場合が多く、供用・環境条件も同一でないため、劣化の進行性や重要度は構造物ごとに異なる。このため、各構造物の補修計画（時期・方法・範囲等）を立案する際は、施設の供用終了時までには要する総補修費が小さく、かつ無理のない計画であることが求められる。本稿は、主に塩害劣化した複数のコンクリート構造物で構成される係留施設を対象に、これらアセットマネジメントの考え方を取り入れた補修計画立案の一事例を示した。

2. 検討概要

対象とした係留施設を図-1 に示す。この施設は、栈橋、ドルフィン、渡橋橋脚の構造物で構成され、建設後15～34年経過したものが混在する。本検討では、鋼製部材を除くRC部材を対象とし、施設全体の供用終了時期を25年後に設定した。

3. 補修計画の検討

検討手順を図-2 に示す。劣化診断結果とは、各構造物について部材毎に劣化度（0～V）¹⁾を判定し、劣化度分布を整理したものである。ここで、構造物の使用性能低下開始時期を劣化度IVの部材発生時、安全性能低下開始時期を劣化度Vの部材発生時と仮定した。

劣化進行予測は、現状劣化度分布をもとに、マルコフ連鎖を用いた劣化進行モデル¹⁾を用いて将来の劣化度分布を算出した。

補修優先順位は、この劣化進行予測結果から、構造物毎に判定される対策所要時期 y （以下、要対策年）によって決定した。要対策年は使用性能低下開始年 a から安全性能低下開始年 b までの期間で設定し、各構造物の重要度 α ($0 < \alpha \leq 1$) に応じて式(1)から求めた。

$$y = b - \alpha(b - a) \quad (1)$$

ここで、各構造物の重要度は第1バース：第2バース：第3バース：渡橋橋脚=1：0.8：0.2：1とした。補修優先順位の結果を表-1 に示す。

補修メニューは、マクロセル腐食による再劣化の危険性等を考慮して全面補修とし、要対策年以前に補修することを条件に、表-2 に示す5種を設定した。また、各工法に期待する補修効果を表-3 のように設定した。予算計画の検討は、単一年度に突出しないよう平滑化を図りながら、総補修費が最小となるようにした。

キーワード アセットマネジメント、補修計画、係留施設、コンクリート構造物、劣化進行予測、コスト
 連絡先 〒300-0424 茨城県稲敷郡美浦村受領 1033 番 1 東洋建設(株)技術本部美浦研究所 TEL 029-885-7511

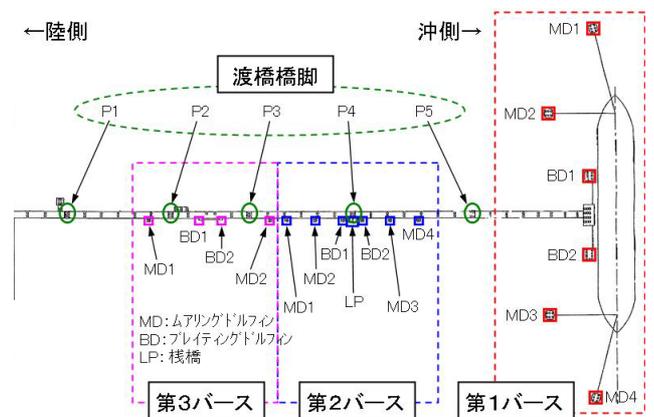


図-1 対象とした係留施設の構造物

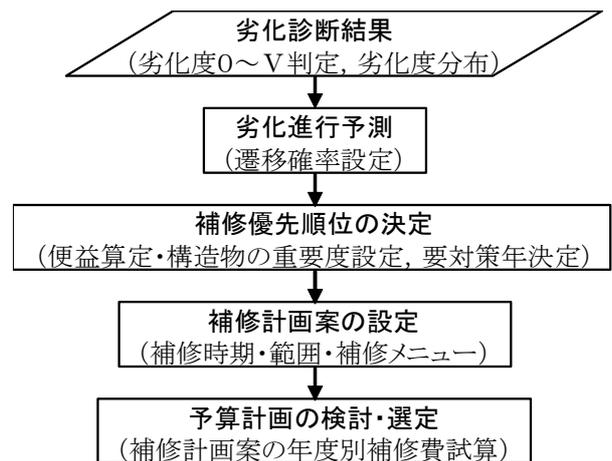


図-2 補修計画の検討手順

表-1 補修優先順位の決定結果

構造物名	使用性能 低下開始年	安全性能 低下開始年	重要度	要対策年	構造物名	要対策年
1-MD1	19	39	1	19	P4	0
1-MD2	23	45	1	23	P1	4
1-MD3	33	58	1	33	P5	7
1-MD4	19	39	1	19	3-MD2	9
1-BD1	12	28	1	12	1-BD1	12
1-BD2	18	42	1	18	3-MD1	14
2-MD1	29	49	0.8	33	P2	14
2-MD2	29	49	0.8	33	1-BD2	18
2-MD3	22	37	0.8	25	1-MD1	19
2-MD4	38	62	0.8	42	1-MD4	19
2-BD1	27	44	0.8	30	1-MD2	23
2-BD2	22	37	0.8	25	2-MD3	25
2-LP(床)	31	53	0.8	35	2-BD2	25
2-LP(梁)	28	51	0.8	32	P3	27
3-MD1	6	17	0.2	14	2-BD1	30
3-MD2	0	12	0.2	9	2-LP(梁)	30
3-BD1	28	53	0.2	48	1-MD3	32
3-BD2	24	47	0.2	42	2-MD1	33
P1	4	13	1	4	2-MD2	33
P2	14	29	1	14	2-LP(床)	35
P3	27	47	1	27	2-MD4	42
P4	0	0	1	0	3-BD2	42
P5	7	19	1	7	3-BD1	48

※表内の年数は調査時からの経過年数

表-2 補修メニューの設定

記号	補修方法
A	大断面修復+補強鉄筋+FRP接着
B	大断面修復+FRP接着
C	大断面修復+表面塗装
D	大断面修復
E	小断面修復+電気防食

表-3 各補修工法の耐用年数・効果の設定

補修方法	耐用年数	補修効果
大断面修復	再予測	劣化度が健全に回復
小断面修復	再予測	回復なし(準備工)
表面塗装	15年	耐用年数まで劣化度の進行なし
電気防食	20年 ^{注)}	
FRP接着	30年	

注)配電設備の耐用年数

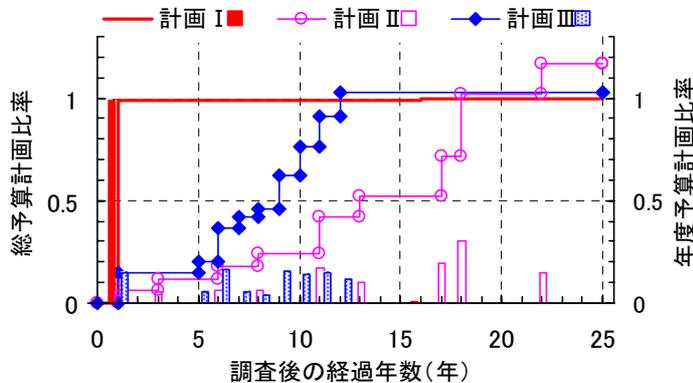


図-3 予算計画案の試算結果（インフレ率考慮せず）

表-4 構造物毎の補修計画案

構造物名	計画 I	計画 II	計画 III
P4	A/1	A/1	A/1
P1	D/1	B/3	D/1
P5	D/1	B/6	D/1
3-MD2	C/1,16	B/8	B/5
1-BD1	D/1	D/11	D/6
3-MD1	D/1	B/13	B/7
P2	D/1	D/13	D/8
1-BD2	D/1	D/17	D/9
1-MD1	D/1	D/18	D/10
1-MD4	D/1	D/18	D/11
1-MD2	D/1	D/22	D/12

※表内は 補修方法/補修実施年 を示す

なお補修費の算出にあたっては、既往の知見²⁾を参考とした。最適予算計画を検討するために抽出した補修計画案は表-4 に示す 3 案で、各構造物を早期（翌年）に補修するコスト最小を検討した計画 I，要対策年の前年に順次補修する計画 II，P4，P1，P5 を早期（翌年）に補修し、以後 5 年経過時から単年度毎に順次補修する計画 III である。各案の試算結果を図-3 に示す。折れ線は計画 I の全補修費を基準とした補修費比率の累計（総予算計画比率）と経過年数との関係を示し、棒グラフは計画 I の全補修費を基準とした単年度の補修費比率（年度予算計画比率）と経過年数との関係を示している。この結果から、総補修費がコスト最小となる計画は計画 I であるが、要対策年まで待ってから補修する計画 II では総補修費が 17% のコスト高となり、比較的早期に補修する計画 III が年度毎の補修費を平滑化でき総補修費を 3% のコスト高で抑える最適案として選定した。

4. まとめ

本稿は、主に塩害劣化した複数のコンクリート構造物から構成される係留施設に対して、アセットマネジメントの考え方を取り入れた補修計画立案の一事例を示した。今後、各補修工法の耐用年数や効果の信頼性を追求するとともに、アセットマネジメントの活用をさらに進めた、汎用性の高い維持管理計画手法の確立に努めてゆきたい。

参考文献

- 1) 中川将秀, 佐野清史, 谷口修, 濱田秀則: 劣化進行モデルを用いた栈橋 RC 上部工の LCC 算定例, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 第 4 巻, pp.341-346, 2004
- 2) 古玉悟, 田邊俊郎, 横田弘, 濱田秀則, 岩波光保, 日比智也: 栈橋の維持補修マネジメントシステムの開発, 港湾技研資料, No.1001, 2001.3