

外廓設施維護管理

1. 外廓設施分類

2. 維護管理計畫應規定事項

- ① 該設施供用期間
- ② 該設施整體設施及構成該設施構材的維護管理基本構想
- ③ 對該設施損傷、劣化、變狀等的有計畫性適切檢測診斷時期、對象構材及方法
- ④ 對該設施損傷、劣化、變狀等的有計畫性適切維護工程
- ⑤ 為維持該設施處於良好狀態的維護管理

3. 維護管理計畫書目的及構成

外廓設施維護管理計畫目的為，策訂能使設施維持良好狀態，滿足下列各項要求性能的計畫。

2011 埃及尼羅河之旅

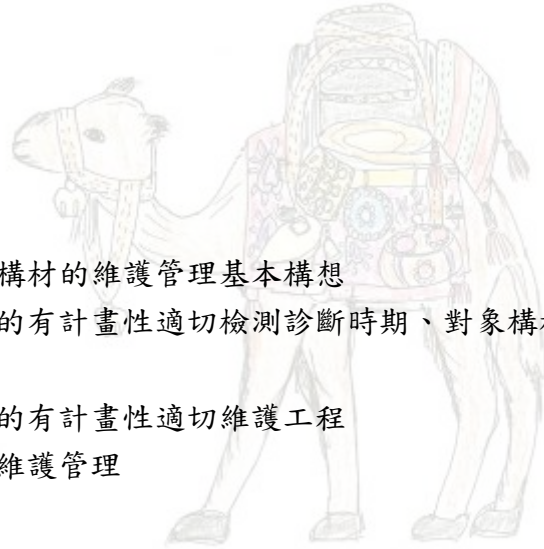
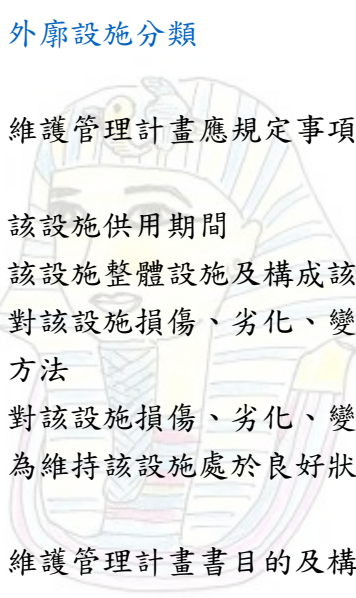
- ① 維持港內水域靜穩
- ② 抑制暴潮或海嘯引起港內水位上昇或流速
- ③ 確保利用者的安全
- ④ 抑制漂砂等引起水域設施淤埋
- ⑤ 背後地防護等

維護管理計畫書標準構成，必要包含：

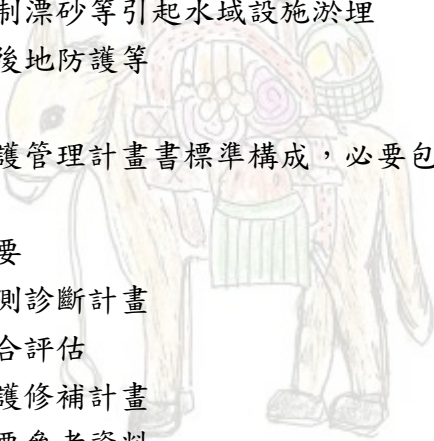
- ① 概要
- ② 檢測診斷計畫
- ③ 綜合評估
- ④ 維護修補計畫
- ⑤ 必要參考資料

4. 維護管理計畫概要

維護管理計畫概要是策訂維護管理計畫時，考量結構特性及材料特性、自然狀況及設施重要度等，明示維護管理必要諸條件及基本構想。



載滿珠寶的駱駝



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈

1) 計畫目標

新案設施通常以設計供用期間作為計畫目標期間，維護管理計畫書記載項目例如下：

- i. 設計供用期間
- ii. 供用期間
- iii. 計畫目標期間

2) 維護管理基本構想

記載說明設施今後將以何種方針實施維護管理的基本構想。以沉箱防波堤為例，波浪可能會使沉箱的堤體工、上部工、消波工、被覆工、基礎工、海底地盤等發生變狀。通常堤體工適用預防防護(含預先對策)維護管理，其他則以適用事後保護為多。外廓設施鋼結構物通常依劣化預測，適用預防防護(含預先對策)的維護管理。

未來計畫變更，致使超出供用期間的維護管理、或停止供用、或有可能變更用途時，必要將理由及預定計畫載明。

考量設施重要度時，可依一般檢測診斷設施或重點檢測診斷設施的檢測診斷頻率作為指標，由設施設置者與港灣管理者協議適切設定，外廓設施中，設定為一般檢測診斷設施或重點檢測診斷設施的指標如下表。

分類	設定指標
一般檢測診斷設施	重點檢測診斷設施以外的外廓設施
重點檢測診斷設施	參考下例、考量變狀進行程度綜合決定 以高重要度外廓設施為例 * 面對主要航道的外廓設施損壞會對經濟活動產生重大影響設施 * 海嘯堤等防災重要設施 * 變狀進行顯著，有必要早期實施檢測診斷或縮短檢測診斷間隔設施

外廓設施維護管理計畫書記載項目例如下：

- * 維護管理構想(預防性能降低或事後對應)
- * 過往實績(設施下陷傾向、消波工散落傾向等)
- * 未來延命、供用停止、變更用途、變更配置或延長
- * 設定為一般檢測診斷設施或重點檢測診斷設施

3) 設施關連計畫

港灣計畫、預防保護計畫等若有設施相關內容，宜記載之，記載於外廓設施維護管理計畫書項目例如下。

- * 重要港灣的港灣計畫製作年月、設施諸元(防波堤為延長)
- * 預防保護計畫對應方針

4) 維護管理諸條件

作為計畫策訂考量事項，明示維護管理諸條件，記載於外廓設施維護管理計畫書項目例如下：

- * 位置圖：地區位置、設施位置
- * 平面圖、斷面圖：維護管理範圍
- * 結構性：設施分類、規模(例如防波堤為延長○○m)
- * 施工履歷及修補履歷
- * 適用基準：設計、施工時採用基準及其公告年
- * 自然條件：潮位、設計水深、設計波等
- * 材料特性：材料規格、尺寸等(例如混凝土、鋼材、消波工、沉箱中填材、拋石基座材等)

5) 與附隨設施的關連性

有設施關連附隨設施或類似設施時，宜明示其關連性，記載於外廓設施維護管理計畫書項目例如下。

- * 外廓設施面臨航道、泊地、背後繫留設施
- * 港灣內類似設施

6) 維護管理層級

① 維護管理層級設定

設定構成設施構材的維護管理層級，沉箱防波堤的設定指標如下表。

構材名	維護管理層級	維護管理層級設定概念
沉箱	I	實施預先高水準對策 *即使無特別對策在設計供用期間判斷可滿足要求性能，通常不實施劣化預測
上部工	III	事後處理 *劣化預測及預先保護對策有難度，實施事後處理對策，通常不實施劣化預測
消波工		
海底地盤		

② 維護管理層級對應的維護管理方針

維護管理層級 I (實施預先高水準對策)、維護管理層級 III (事後處理) 的維護管理方針指標，可依維護管理層級及性能降低度，參考如下表。維護管理方針是配合著重於性能降低度的綜合評估，與依考量細部定期檢測診斷、劣化預測及綜合評估等而判斷的措施，可能會有不一致之處。

消波塊被覆堤的沉箱堤體雖屬維護管理層級 I (實施預先高水準對策)，但是有受消波塊衝擊，致使性能降低至 A 級的可能。

維護管理層級	性能降低度	對性能降低度的維護管理層級方針
I (實施預先 高水準對策)	A	-
	B	檢討緊急措施及應急措施
	C	檢討計畫性措施
	D	持續觀察
III (事後處理)	A	檢討緊急措施及應急措施
	B	持續觀察
	C	持續觀察
	D	持續觀察

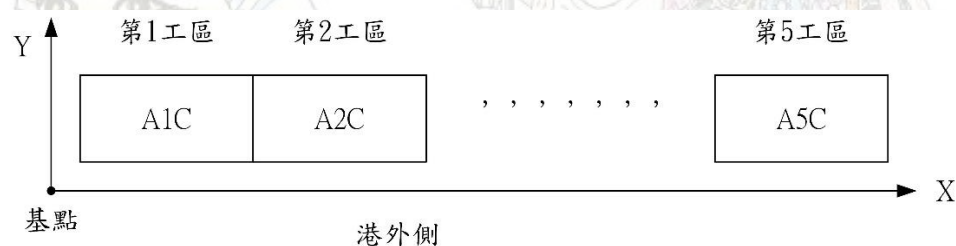
7) 座標系、位置座標設定

設施的座標系(工區或構材編號)及位置座標(X、Y座標)，必要依設施結構或諸條件設定。外廓設施，從檢測診斷效率性觀點，可依對各工區、各間距、或從起點起的距離等各項中，配合易於管理擇其一設定。必要時可實施測量調查，設定位置座標。

為檢測時可確認維護管理計畫書設立的座標系，宜於工地現場設置工區的起終點、從基點的距離等標識。

① 座標系設定例(沉箱防波堤)

防波堤座標系如下圖，將視點設於沉箱堤體工上方，從港外側鳥瞰，座標基點設於左下方，X軸向右、Y軸向港內側。座標系以3種數字連號設定(例如，工區名 - 沉箱編號 - 構材種別)，例如下圖 A2C 表示，從港外側鳥瞰，A工區從左第2個沉箱，並記載各工區的座標。



② 位置座標設定例(沉箱防波堤)

在防波堤各沉箱的中心線上兩端或4隅角測定其位置座標，為掌握沉箱下陷狀況同時測定其高程，由於測定沉箱自體位置及高程比較困難，一般可將測定位置設置於上部工頂面。 2011 埃及尼羅河之旅

8) 第1次檢測診斷結果

製作維護管理計畫書時，必要調查設施變狀，將第1次檢測診斷結果記載於「概要」。新案設施檢測診斷結果為建造或改良後即時的檢測診斷結果，既有設施則為維護管理計畫策訂階段的檢測診斷結果。新案設施的第1次檢測診斷，宜於竣工2年內實施為宜，掌握竣工時的品質檢查或允收尺寸結果等初期狀態。

第1次檢測診斷結果，配合設施種類及結構型式，包含劣化度及性能降低度評估、細部調查、劣化預測、綜合評估結果、對現狀採用措施等。

通常沉箱堤體工在設計供用期間，即使不實施特別對策，亦會滿足要求性能，因此可省略劣化預測，上部工、消波工、海底地盤等屬事後處理對策，亦可省略劣化預測。

外廓設施維護管理計畫書第1次檢測診斷結果記載項目例如下：

- i. 劣化度判定結果
- ii. 性能降低度判定結果
- iii. 細部檢測診斷結果
 - a. 水深測量、基準點測量、水準測量等等測量結果

- b. 混凝土試驗結果(壓縮張度試驗、氯化物離子含有量試驗等)
- c. 沉箱空洞化調查結果
- iv. 綜合評估結果
- v. 現狀措施

5. 檢測診斷計畫

檢測診斷計畫是依維護管理的基本構想及設施處於何種條件等，考量檢測診斷結果，決定檢測診斷時期及方法。實施第1次檢測診斷以後的檢測診斷時，必要以第1次檢測診斷結果作為參考資料，從維護管理計畫的管理及活用觀點策定。

1) 檢測診斷實施時期

① 定期檢測診斷實施時期

檢測診斷種類		一般檢測診斷設施	重點檢測診斷設施
定期 檢測 診斷	一般定期 檢測診斷	每5年內至少1次	每3年內至少1次
	細部定期 檢測診斷	*供用期間適切時期 至少1次 *供用期間延長時	*每10~15年內至少1次 *面向主要航道 技術基準設施 每10年內至少1次

② 臨時檢測診斷實施時期

地震或颱風等引起土砂淤埋等變狀發生時，為異常時的臨時檢測診斷實施時期，應盡可能早日實施，了解受損狀況。若各港灣有明文規定者依照之。

2) 檢測診斷項目及分類

① 水域設施檢測診斷項目標準分類如下表

項目 分類 設施	第 I 類	第 II 類	第 III 類
防波堤	*設施整體位移 *堤體工：混凝土劣化、損傷 *堤體工：沉箱空洞化	*設施整體下陷 *上部工：混凝土劣化、損傷 *被覆工：位移、下陷、散落	

	<ul style="list-style-type: none"> *基礎工；位移、下陷、損傷 *海底地盤：淘刷、土砂堆積 	<ul style="list-style-type: none"> *護根工：位移、下陷、散落 *消波工：位移、下陷、散落 *消波工：損傷、龜裂 	-
防潮堤 護岸 堤防 胸牆	<ul style="list-style-type: none"> *設施整體位移、下陷 *水叩 *堤體工：混凝土劣化、損傷 *返波工：混凝土劣化、損傷 *鋼板樁等：腐蝕、損傷、龜裂 *基礎工；位移、下陷、損傷 *護岸及堤防背後、堤防堤身：下陷、吸出 *海底地盤：淘刷、土砂堆積 	<ul style="list-style-type: none"> *堤體工：混凝土劣化、損傷（無筋） *鋼板樁等被覆防蝕工 *鋼板樁等電極防蝕工 *被覆工：位移、下陷、散落 *護根工：位移、下陷、散落 *消波工：位移、下陷、散落 *消波工：損傷、龜裂 	左記以外

② 水域設施劣化度判定、性能降低度評估的實施範圍

設施種類		劣化度判定 (a、b、c、d)	性能降低度評估 (A, B, C, D)
防波堤 防砂堤 導流堤 突堤	沉箱式	各沉箱	<ul style="list-style-type: none"> *原則上以各設施實施 *設施延長長時，依結構型式、供用期間等，每 200~500m 為區間
	混凝土塊式	各上部工區間	
	拋石式	每 10~20m	
	消波塊式		
	樁式	各上部工區間	
浮體式	各浮台		
護岸	沉箱式	各沉箱	
	混凝土塊式	各上部工區間	
	拋石式	每 10~20m	
	消波塊式		
鋼板樁式	各上部工區間		
防潮堤、堤防、胸牆		各區間	
水門、閘門		各構材	各設施

③ 劣化度判定基準

構材劣化度判定	劣化度判定基準
a	構材性能顯著降低狀態
b	構材性能降低狀態
c	變狀發生、但構材性能未降低狀態
d	無變狀狀態

④ 性能降低度評估基準

性能降低度	性能降低度評估基準
A	設施性能極端降低狀態
B	設施性能降低狀態
C	變狀發生、但設施性能未降低狀態
D	無變狀、設施性能良好狀態

3) 檢測診斷方法

水域設施標準檢測診斷方法如下表，細部定期檢測診斷實施方法或評估方法的依據、基準、參考指引等宜記載於維護管理計畫書。

檢測診斷種類	檢測診斷方法
平日檢測	配合設施管理者巡視實施 著重點例： * 有無頂面下陷、軸(法)線偏離 * 有無消波工位移、下陷、散落 * 上部工有無損傷 * 有無受船舶撞擊痕跡或報告 * 有無利用困難的回報
一般定期 檢測診斷	著重點例： * 從陸上或海上目視 * 聽取設施利用者意見 * 對電極防蝕工鋼構材實施電位測定
細部定期 檢測診斷	著重點例： * 依目視觀察水中部外觀 * 為分析變狀要因、劣化預測等的必要檢 測、調查

6. 綜合評估

7. 維護修補計畫

維護修補計畫是考量設施的安全性、重要性、修補難易度或實現性、效果持續性及修補費用等，決定修補時期及方法。策訂維護修補計畫時必要考量下列事項：

- ① 考量其他設施的維護工程時期，策訂可高效率實施計畫。

- ② 防波堤可放遭遇波浪引起突發性損傷，必要明示其對策方針。
- ③ 與港灣管理者充分協議，策訂維護修補計畫。

1) 修補時期

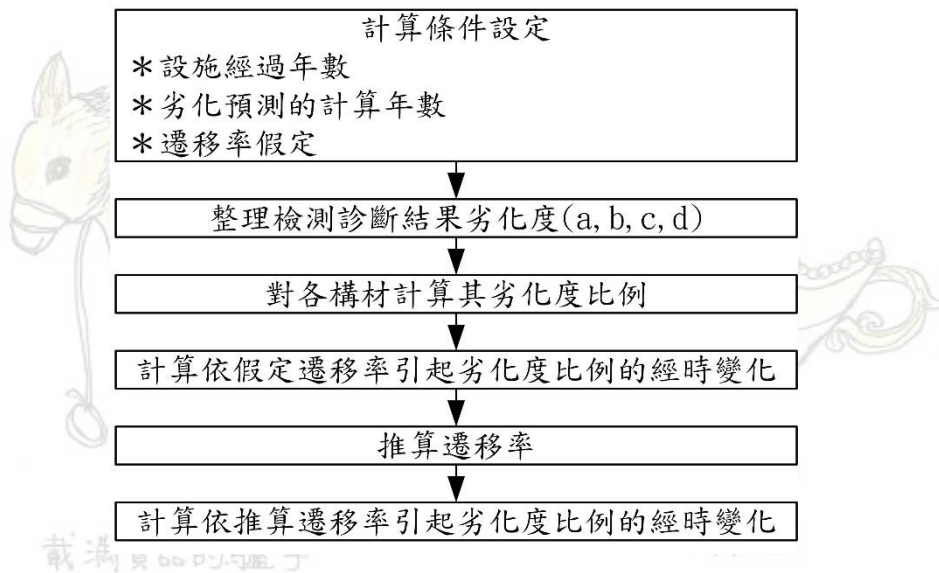
修補實施時期考量變狀進行及綜合評估結果、剩餘供用期間、經濟性等適切設定。檢討修補時期有下列方法：

- i. 依劣化預測檢討
- ii. 依耐用年數檢討
- iii. 變狀顯著時檢討修補或更換
- iv. 依過去實績檢討

適用於防波堤的簡易劣化預測有下列 2 種方法，此外亦可利用耐用年數或過去實績推估。

① 利用 Markov 連鎖模式進行劣化預測

結構物的經過年數的劣化度分布及可利用機率手法的 Markov 連鎖模式，進行劣化預測，其流程如下。



② 利用標準劣化速度進行劣化預測

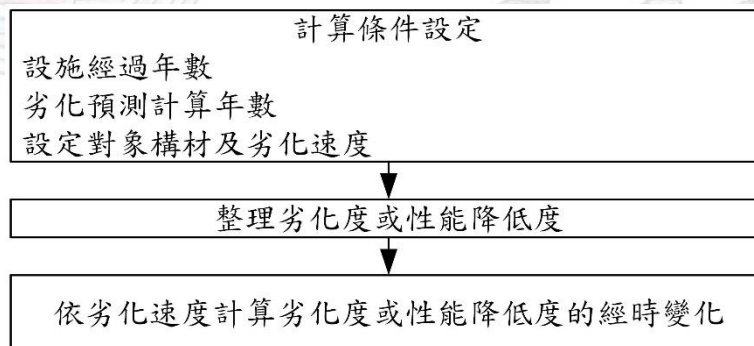
依過往實績，外廓設施相關項標準劣化速度(年)如下表，可作為簡易推估修補時期用。

構材	劣化度	d	c	b	a
上部工(鋼板樁式)		0	9	26	46
上部工(重力式)		0	9	26	45
下部工(被覆防蝕) *1		0	6	17	30
下部工(電極防蝕) *1 *2		-	-	-	30
碼頭面		0	10	29	51
防波堤消波工		0	11	34	58
防波堤上部工		0	9	26	46

*1：加入發生損傷等的值，被覆防蝕材的耐用年數依製造商指定值

*2：電極防蝕陽極的耐用年數依製造商指定值

利用上述劣化速度表估算劣化預測的流程如下



2) 修補方法及費用

選定修補工法，必要考量下列事項：

- ① 設施結構特性：形狀及尺寸、鋼材配置及口徑
- ② 劣化度及綜合評估
- ③ 設施重要度
- ④ 自然條件
- ⑤ 利用狀況
- ⑥ 施工上限制條件：可施工時期及時間、施工期間、作業空間
- ⑦ 施工難易度
- ⑧ 修補材料種類
- ⑨ 修補後維護管理難易
- ⑩ 殘餘供用期間
- ⑪ 經濟性

修補方法是考量修補相關費用而決定，著眼點如下：

- * 比較數個修補方案，選定最適工法的構材。
- * 依修補材料或條件，修補方法已確定的構材。
- * 變狀顯著時實施修補或更換的構材。

港灣設施修補費用的估價方法如下：

- * 參考專門業者的估價
- * 參考過往實績、案例、修補單價等

構成沉箱防波堤的構材為堤體工、上部工、消波工、海底地盤等，主要變狀及修補工法如下表。

構材	維護管理層級	主要變狀	主要修補工法
堤體工	I	混凝土劣化、損傷	* 龜裂修補 * 斷面修復 * 中填混凝土工法
上部工	III	混凝土劣化、損傷	* 龜裂修補 * 斷面修復 * 撤除、更新
消波工	III	位移、下陷、散落、損傷	消波工重堆、投放
海底地盤	III	淘刷、堆積	淘刷時回真

3) 施工條件

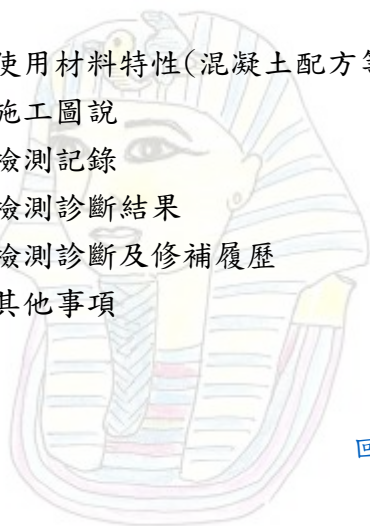
外廓設施維護管理計畫書實施修補，必要記載應考量事項及諸條件例如下：

- * 維護工程限制條件、考量事項
- * 施工期間限制
- * 作業時間限制
- * 有無暫設工(鷹架等)必要
- * 波浪、潮位、潮流等影響
- * 利用船舶時，離靠難易
- * 與相關單位協調連繫

8. 必要參考資料

有可補充維護管理計畫書項目的資料時，可作為參考資料附加，內容例及如下。若有適切保管者明記保管場所即可，不必附加。

- * 使用材料特性(混凝土配方等)
- * 施工圖說
- * 檢測記錄
- * 檢測診斷結果
- * 檢測診斷及修補履歷
- * 其他事項



回港灣設施維護管理

載滿珠寶的駱駝

2011 埃及尼羅河之旅



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈