

## 海岸設施維護管理檢查方法

### 1. 目視檢視

目視檢視是變狀檢視的主體，其目的是在短時間定性掌握設施有無變狀及變狀階段，除針對各檢視項目調查有無變狀發生外，對照設施全體的檢視結果，盡可能觀察記錄有無主要連鎖變狀發生的徵兆，推定已被發現變狀的發生原因或變狀進行階段等。

目視檢視分成水面上觀察及水面下觀察，水面上觀察通常在陸上或船上行之，水中觀察是依潛水夫或水中調查機器人行之。水中觀察作業效率受海水狀態影響很大，必要特別注意潮位及海水濁度。

### 2. 1次檢視簡易計測調查

1次檢視簡易計測調查的目的為，當目視檢視發現變狀時，利用簡易計測調查變狀程度、範圍、發生位置等，將之定量，作為判定參考及供爾後使用的資料。

1次檢視簡易計測調查項目包含結構物發生的相對位移計測，混凝土劣化引起強度降低或堤體內部空洞發生調查，電極防蝕鋼結構物的電位調查等。

### 3. 2次檢視計測調查

#### (1) 測量

2次檢視目的為定量掌握，與建設完成時比較設施的位移進行程度，變狀的進行速度等。接縫開裂、移動、下陷、傾斜等位移，必要進行能取得絕對位移量的測量，因此平常就必要明確測量基準點。位移測定過往通常採用光波測距，近年來以GPS為主流，GPS測量可作大範圍測量，大地震基準點移動時特別有效。

#### (2) 空洞調查

1次檢視發現龜甲狀龜裂，可預想堤體內已因吸出或刷淘致使空洞發生，無法確定龜裂規模時，可拆開部分被覆工進行調查。無破壞檢視有無空洞，過往有困難度，目前可使用地中雷達偵測。

### (3) 材料劣化

材料劣化相關變狀檢視對象有，鋼結構物的鋼材殘存厚度，混凝土結構物的混凝土劣化程度及內部鋼筋腐蝕狀態。鋼結構物的鋼材殘存厚度檢測通常使用超音波測厚計。

目視檢視大致包含無破壞檢查法、局部破壞法、取樣壓縮強度等，這些手法非高精度，期待將來開發高信賴性技術。表面龜裂、鏽汁滲出等顯性變狀容易發現，無法直接目視的內部變狀發現比較困難，隨著歲月，隱性變狀會顯性化，必要時應把握內部狀況。混凝土結構物變狀檢視項目方法如下表。

檢視方法	原理裝置	檢視對象	劣化原因行為						檢視別		
			鹽害	中性化	凍害	鹼骨 材反 應	化學 性腐 蝕	疲乏	1 次 檢 視	2 次 檢 視	
無 破 壞 檢 查 法	目視	目測、望遠鏡、照相、錄影	表面龜裂，保護層混凝土剝離、剝落，凝膠溶出，鏽汁滲出，漏水，變色	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○
	打音法	打擊音、打擊音波形解析	空洞、剝離	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○
	反應硬度法	錘反應硬度	壓縮強度、表層均一性	◎	◎	◎	○	◎	○	○	○
	紅外線法	表面紅外線影像	溫度分布、表面剝離，漏水	○	○			○	○	○	○
	超音波法	超音波脈衝傳播時間、波形解析	內部均質性、空洞、鋼材位置	◎	○	◎	◎	◎	○		○
	衝擊彈性波法	衝擊波傳播時間、波形解析	內部缺陷			○	○	○			○
	微波法	微波反射	內部缺陷、空洞、鋼材位置	○	○			○	○		○

電磁誘導法	磁性體電磁現象	配筋狀態、保護層厚、鋼筋徑	◎	◎			○	○		○	
	放射線法	透過放射線影像	配筋狀態、鋼筋徑、空洞	○	○			○		○	
	AE法	彈性波波形解析	龜裂發生、劣化度、載重履歷推定						○	○	
	電力化學法	自然電極法	鋼材腐蝕狀態	◎	◎			○		*	○
分極阻力法		鋼材腐蝕狀態	○	○			○		*	○	
局部破壞法	拉拔法	壓縮強度									
	貫入抵抗法	壓縮強度									
	折斷法	壓縮強度									
取樣 壓縮強度	外觀檢查	龜裂狀態、內部缺陷								○	
	物理試驗	壓縮強度、重量、細孔徑分布			◎		◎			○	
	級配分析	級配			◎	◎	◎			○	
	中性化測定	中性化深度、pH	◎	◎	○	○	○			○	
	氯化物離子含量	氯化物離子量、氯化物滲透深度	◎		○	○	○			○	
	骨材反應性	混凝土膨脹量、凝膠觀察、骨材有害性					◎			○	
	透氣試驗、透水試驗	透水係數				○				○	
	膨脹量測定	反應膨脹量					◎			○	
成分分析	化學分析、示差熱分析、X線繞射、電子顯微鏡照相			○						○	
實結構物試驗法	應力測定	載重時變應	○				○	○	○	*	○
	應變測定	構材剛性、載重分配	○				○	○	◎	*	○

	振動計測	固有振動頻率、振動模式、彈性舉動	○			○				○
--	------	------------------	---	--	--	---	--	--	--	---

註\*: 監測, ◎: 有效, ○: 可參考

#### (4) 鹽害

海岸設施劣化形態主要是鹽害，代表起因鹽害的劣化進行狀況的劣化指標有，對應開始腐蝕的關係耐久性的氯化物離子量，腐蝕進行階段中關係力學性能的鋼筋腐蝕量。鋼筋腐蝕量是自然電極或分極阻力起因的腐蝕發生、進展的指標，其目的是覓得依力學特性判定腐蝕減量的指標。敲出鋼筋觀察腐蝕狀況，比較容易掌握生鏽狀況以面積或腐蝕減量的定量計測值。混凝土表面的龜裂程度，亦可作為鋼筋腐蝕程度的指標，龜裂程度作為定量測定項目時是以龜裂密度(單位面積龜裂總長)或最大龜裂寬為指標。

#### (5) 電力化學手法

計測混凝土內部鋼筋腐蝕趨勢，電力化學法是有效手法。電力化學法是利用鋼筋腐蝕現象為電力化學現象，共有自然電極電位、分極阻力、分極曲線等計測項目。自然電極電位是混凝土內部鋼材與周圍環境的平衡電位，電位為卑時可能發生腐蝕，電位為貴時可判斷腐蝕可能不會進行，通常計測構材全面的電位，求得電位分布。分極阻力計測是將鋼材的自然電極電位作少許分極時，求其電流，依分極阻力與腐蝕電流間的關係式，求得腐蝕電流或腐蝕速度。鋼材開始腐蝕時，鋼材表面的不動態被膜被破壞，計測陽極分極曲線，可判定鋼材表面的不動態狀態。

#### 4. 監測

監測是維護管理使用中結構物的手段，想定未來可能的舉動而進行計測。海岸地域結構物的監測項目有應力、應變、位移、傾斜等動態觀測，大浪或地震發生時的計測記錄結構物即時舉動，利用應變計及各種感應器長時期計測靜態舉動等，但是只能取得設置點的資訊，近年來有發展成面監測技術的趨勢。

#### 5. 檢視間距

目視檢視原則上沿設施整體延長實施，對重點檢視部位要特別仔細，對目視檢視認定有變狀區間，前次檢視被認定有變狀區間，被指定為重點檢視部位等，進行簡單調查及測定、調查、試驗。

建設初期的下陷量測定，變狀進行速度調查，輕微變狀沿長區區大致一樣時，可以一定間距實施檢視，檢視間距依設施狀況而定，通常為 100m。重點檢視部位如下表所示

檢視種類	重點檢視部位
① 目視檢視	因設施形狀或地形條件造成波浪集中區域
	因侵蝕海岸或地盤條件不良，預想會發生變狀區域
	背後地利用度高，災害損失大區域
	建設後年久區域
	被災或變狀發生實施修復工程完成後若干年內區域
② 簡易調查	階梯、水門等附屬設施區域
② 測定、調查、試驗	依前次檢視結果，作為重點檢視部位，必要監測變狀是否擴大進行區域

## 6. 檢視結果記錄

記錄變狀狀況，作為與日後調查結果對比的資料。記錄方法過往有利用照相及素描等 2 種。最近使用 GPS 配合檢視及調查結果記錄變狀，是有效率的維護管理手法。

2011 埃及尼羅河之旅



載滿貨品的驢子

回海岸設施維護管理



阿拉丁神燈