

交通技術標準規範公路類公路工程部

公路邊坡大地工程設施 維護與管理規範



交通部頒布

中華民國 104 年 12 月

交通技術標準規範公路類公路工程部

公路邊坡大地工程設施
維護與管理規範

交通部頒布

中華民國 104 年 12 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

交通技術標準規範公路類公路工程部：

公路邊坡大地工程設施維護與管理規範／交通部「編」--初版.

-- 臺北市：交通部，民 104. 12

面；公分

ISBN 978-986-04-7271-4 (平裝)

1. 公路工程

2. 技術規範

442.1

104027139

交通技術標準規範公路類公路工程部

公路邊坡大地工程設施維護與管理規範

出版者：交通部

編審者：交通部

地 址：10052 臺北市仁愛路 1 段 50 號

網 址：<http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/wSite/cti?xItem=4932&ctNode=154&mp=1>

電 話：(02)2349-2072

出版年月：中華民國 104 年 12 月

印 刷 者：啟文企業有限公司

地 址：台北市民權東路六段 56 巷 9 號

電 話：(02)2795-5020

版(刷)次冊數：初版一刷 130 冊

定 價：每本新台幣 160 元正

本書同時刊載於交通部網頁

展售處：五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號

電話：(04) 2226-0330

國家書店松江門市：10485 臺北市松江路 209 號 1 樓

電話：(02) 2518-0207

GPN：1010403037

ISBN：978-986-04-7271-4 (平裝)

公路邊坡大地工程設施維護與管理規範

類：公路類

部：公路工程部

規範：公路邊坡大地工程設施維護與管理規範

複審作業小組

行政召集人：鄭賜榮

委託召集人：王泰典、田永銘

諮詢顧問：宋裕祺

複審委員：汪世輝、李佳翰、吳進興、林志平、林銘郎、徐力平、
陳天健、陳正勳、郭安妮、卿建業、黃立遠、葛宇甯、
董家鈞、楊國鑫、葉韓生、蕭富元、魏敏樺、顧承宇
(人名依姓氏筆劃為序)

工作人員：李紫彤、邱雅筑、曹孟真、許珮筠、詹尚書、劉曉樺、
盧育辰、羅百喬
(人名依姓氏筆劃為序)

草案編訂小組

執行單位：社團法人中華民國大地工程學會

計畫主持人：方永壽

共同主持人：周功台

研究人員：吳澤雄、蕭秋安、林錦宏、周坤賢、王景平、曾駿杰、
蔡立盛、林慧萍

前 言

近年來極端氣候事件發生頻率及規模皆有上升趨勢，公路邊坡大地工程設施因颱風、地震或豪雨之侵襲，引發災害的風險增高。本部鑑於國內多數公路邊坡大地工程設施逐漸老化，我國尚未針對邊坡大地工程之設施維護管理頒布專冊規範，以供邊坡養護作業遵循，且因應國際相關規範之變遷趨勢，遂責成國道新建工程局辦理「公路邊坡大地工程設施維護與管理規範（草案）」相關條文制訂研擬工作。該局於民國 102 年委託社團法人中華民國大地工程學會執行，經多次會議討論以及兩次邊坡試行，於民國 104 年 2 月完成條文草案。為使規範內容能符合實需，本部續於民國 104 年 5 月委託國立臺北科技大學，邀集對公路邊坡設計、施工、設施維護及管理具專長之學者以及具實務經驗之專家，組成審查委員會進行複審工作。作業期間召開多次工作會議，詳細研議草案條文，並歷經十次審查會議反覆討論，獲致共識，始克定案。

本規範包括「總則」、「坡面保護設施」、「坡體穩定設施」、「落石防治設施」、「邊坡排水設施」、「大地工程設施檢測」、「大地工程設施監測」、「邊坡評估分級」、「安全管理」等九章節及相關解說，以及附錄「地錨檢測」。

本規範編訂原則如下：

1. 依據公路法第三十三條之規定訂定。
2. 提供各級公路邊坡施行大地工程設施維護與管理作業之依循，以維持公路邊坡安全。
3. 本規範採原則性規定，適用於公路法所界定道路邊坡大地工程設施之維護與管理作業。
4. 公路主管機關或其指定之公路養護管理機關應考量其養管需求，編訂適用之公路邊坡養護制度與養護手冊，其作業標準以不低於本規範規定為原則。本規範未規定者得依其他相關規範或參考最新技術辦理。

目 錄

前言

規範條文

第一章 總則	1
1.1 說明	1
1.2 法令依據	1
1.3 適用範圍	1
1.4 邊坡大地工程與監測設施	1
1.5 邊坡大地工程設施巡查	1
1.6 檢測及監測	2
1.7 邊坡評估分級	2
1.8 基本資料	2
1.9 名詞闡釋	2
第二章 坡面保護設施	4
2.1 說明	4
2.1.1 巡查目的	4
2.1.2 巡查類別及辦理方式	4
2.1.3 巡查頻率	4
2.2 巡查項目	4
2.3 維護策略與方法	4
2.3.1 維護策略	4
2.3.2 維護方法	5

第三章 坡體穩定設施.....	6
3.1 說明	6
3.1.1 巡查目的	6
3.1.2 巡查類別及辦理方式	6
3.1.3 巡查頻率	6
3.2 巡查項目	6
3.3 維護策略與方法	7
3.3.1 維護策略	7
3.3.2 維護方法	7
第四章 落石防治設施.....	8
4.1 說明	8
4.1.1 巡查目的	8
4.1.2 巡查類別及辦理方式	8
4.1.3 巡查頻率	8
4.2 巡查項目	8
4.3 維護策略與方法	9
4.3.1 維護策略	9
4.3.2 維護方法	9
第五章 邊坡排水設施.....	10
5.1 說明	10
5.1.1 巡查目的	10
5.1.2 巡查類別及辦理方式	10
5.1.3 巡查頻率	10
5.2 巡查項目	10

5.3 維護策略與方法	11
5.3.1 維護策略	11
5.3.2 維護方法	11
第六章 大地工程設施檢測	12
6.1 說明	12
6.1.1 檢測目的	12
6.1.2 檢測類別及辦理方式	12
6.1.3 檢測頻率	12
6.2 檢測項目	12
6.2.1 檢測項目、計畫及流程	12
6.2.2 檢測方法及記錄	12
6.3 檢測結果評估與分級	13
第七章 大地工程設施監測	14
7.1 說明	14
7.2 監測系統佈設原則	14
7.2.1 監測系統佈設時機	14
7.2.2 監測系統規劃	14
7.2.3 監測系統設計	14
7.3 監測頻率	14
7.4 監測管理值	15
7.5 監測管理應變措施	15
7.6 監測系統維護	15
第八章 邊坡評估分級	16
8.1 說明	16

8.2 邊坡評估分級方式及原則	16
8.3 分級調整時機	16
第九章 安全管理	17
9.1 說明	17
9.2 封路預警值	17
9.2.1 封路預警值之建立	17
9.2.2 封路預警值訂定原則	17
9.2.3 封路預警值制定程序	17
9.2.4 封路預警值之調整	17
9.2.5 封路決策程序	18
9.3 維護管理系統	18

規範解說

第一章 總則	1
C1.1 說明	1
C1.2 法令依據	1
C1.3 適用範圍	1
C1.4 邊坡大地工程與監測設施	2
C1.5 邊坡大地工程設施巡查	3
C1.6 檢測及監測	3
C1.7 邊坡評估分級	4
C1.8 基本資料	4
第二章 坡面保護設施	6
C2.1 說明	6
C2.1.1 巡查目的	6
C2.1.2 巡查類別及辦理方式	6
C2.1.3 巡查頻率	7
C2.2 巡查項目	7
C2.3 維護策略與方法	9
C2.3.1 維護策略	9
C2.3.2 維護方法	10
第三章 坡體穩定設施	11
C3.1 說明	11
C3.1.1 巡查目的	11
C3.1.2 巡查類別及辦理方式	11

C3.1.3 巡查頻率	11
C3.2 巡查項目	12
C3.3 維護策略與方法	13
C3.3.1 維護策略	13
C3.3.2 維護方法	14
第四章 落石防治設施.....	16
C4.1 說明	16
C4.1.1 巡查目的	16
C4.1.2 巡查類別及辦理方式	16
C4.1.3 巡查頻率	16
C4.2 巡查項目	17
C4.3 維護策略與方法	17
C4.3.1 維護策略	17
C4.3.2 維護方法	18
第五章 邊坡排水設施.....	19
C5.1 說明	19
C5.1.1 巡查目的	19
C5.1.2 巡查類別及辦理方式	19
C5.1.3 巡查頻率	19
C5.2 巡查項目	20
C5.3 維護策略與方法	20
C5.3.1 維護策略	20
C5.3.2 維護方法	21
第六章 大地工程設施檢測.....	22

C6.1 說明	22
C6.1.1 檢測目的	22
C6.1.2 檢測類別及辦理方式	22
C6.1.3 檢測頻率	23
C6.2 檢測項目	23
C6.2.1 檢測項目、計畫及流程	23
C6.2.2 檢測方法及記錄	23
C6.3 檢測結果評估與分級	24
第七章 大地工程設施監測.....	25
C7.1 說明	25
C7.2 監測系統佈設原則	25
C7.2.1 監測系統佈設時機	25
C7.2.2 監測系統規劃	26
C7.2.3 監測系統設計	26
C7.3 監測頻率	28
C7.4 監測管理值	28
C7.5 監測管理應變措施	29
C7.6 監測系統維護	29
第八章 邊坡評估分級.....	31
C8.1 說明	31
C8.2 邊坡評估分級方式及原則	31
C8.3 分級調整時機	32
第九章 安全管理.....	33
C9.1 說明	33

C9.2 封路預警值	33
C9.2.1 封路預警值之建立	33
C9.2.2 封路預警值訂定原則	34
C9.2.3 封路預警值制定程序	34
C9.2.4 封路預警值之調整	35
C9.2.5 封路決策程序	35
C9.3 維護管理系統	35

參考文獻

附錄 地錨檢測

規 範 條 文

第一章 總則

1.1 說明

本規範目的在於提供各級公路邊坡施行大地工程設施維護與管理作業之依循，以維持公路邊坡安全。

1.2 法令依據

本規範依據公路法第三十三條之規定訂定。

1.3 適用範圍

本規範採原則性規定，適用於「公路法」所界定之國道、省道、市道、縣道、區道、鄉道及專用道路之邊坡大地工程設施之維護與管理作業。

公路主管機關或其指定之公路養護管理機關應考量其特殊需求，編訂適用之公路邊坡養護制度與養護手冊，其作業標準以不低於本規範規定為原則。本規範未規定者得依其他相關規範或參考最新技術辦理。

1.4 邊坡大地工程與監測設施

邊坡維護管理之大地工程設施依其類別分為：(1)坡面保護設施、(2)坡體穩定設施、(3)落石防治設施、(4)排水設施等邊坡穩定工程處置設施、以及(5)邊坡穩定監測設施。

1.5 邊坡大地工程設施巡查

邊坡巡查分為經常巡查、定期巡查及特別巡查等三類。養護手冊應訂定巡查項目及頻率。

經常巡查：於平時以目力巡視，及早發現異常狀況。

定期巡查：在設定期間內，以目力或輔以簡易器具巡查，瞭解公路邊坡大地工程設施之功能現況。

特別巡查：於颱風、豪雨、地震、洪水、火災或其他重大事件後，就公路邊坡大地工程設施所實施之巡查。

1.6 檢測及監測

公路邊坡大地工程設施除巡查外，可進一步辦理檢測及監測作業，檢視大地工程設施功能及邊坡穩定狀況，以作為推行養護工作或實施緊急措施之重要參考。

檢測作業：針對邊坡大地工程設施之位置、地質、形態、種類及特性，採用器具實施檢測並記載如崩落、沉陷、淘空、滲水、淤塞、裂縫、地錨預力損失、滑動異狀等損壞情形，以研判其功能及邊坡穩定狀態。

養護手冊應訂定檢測及監測之方式、時機、項目及頻率。

1.7 邊坡評估分級

公路邊坡應依據巡查、檢測及監測等成果，評估維護管理作業需求進行分級，並可視邊坡類別及安全性要求，訂定各邊坡等級對應之巡查、檢測及監測作業規定。

1.8 基本資料

公路邊坡宜建立數位化維護管理資料庫，保存巡查、檢測及監測作業紀錄。

維護管理資料庫可併同公路邊坡設計各項文件、施工過程之調查、監測及施工紀錄等，完整保存，以提供其相關設施管理及維護之依據。

1.9 名詞闡釋

人工邊坡：經人為挖填整地，並於邊坡上構築必要大地工程設施之邊坡。

巡查：針對公路邊坡之坡面保護設施、坡體穩定設施、落石防治設施、及排水設施等進行之巡視與必要之檢查。

檢測：針對公路邊坡大地工程設施採用器具觀測或量測，並記載如崩落、沉陷、淘空、滲水、淤塞、裂縫、地錨預力損失、滑動異狀等情形，以期及早確認設施的異常或損壞狀況，研判其功能及邊坡穩定性。

監測：針對公路邊坡大地工程設施建置監測系統，觀測或量測邊坡各項監測物理量變化，以掌握邊坡之穩定性變化。

維護：為維持公路邊坡大地工程設施原有功能，所採行之各種維護及管理措施。

第二章 坡面保護設施

2.1 說明

公路之人工邊坡於災損發生前，通常於坡面保護設施最易發現徵兆。透過巡查可預先查覺設施損壞或呈現不穩定之異常狀況，適時查明原因並予妥善修補加固，以防止災害發生。

2.1.1 巡查目的

坡面保護設施巡查目的為及早發現可能影響公路通行安全之坡面異狀，研判異狀發生之原因，進而採行適當之修復補強措施防止災害發生，以維持坡面完整性及公路通行人車安全。

2.1.2 巡查類別及辦理方式

公路養護單位應針對轄區所屬公路邊坡之坡面保護設施採適當方式進行經常巡查、定期巡查及特別巡查，以維持設施之功能性。

2.1.3 巡查頻率

公路養護管理機關應於養護手冊訂定巡查項目及頻率，並可依據邊坡評估分級結果適時調整。

2.2 巡查項目

坡面保護設施巡查時應針對坡面變形、滲水、植生異常等情形，以及其他可能造成邊坡不穩定之項目進行巡查。巡查結果應留存詳細紀錄，並由公路養護單位長期保存，以供維護及管理作業參考之用。

2.3 維護策略與方法

2.3.1 維護策略

邊坡坡面應保持原有形狀，並針對裂縫、崩落、植生異常、滑動、沖刷等異狀進行修復作業，確保坡面保護設施發揮功能，避免影響邊坡穩定。

2.3.2 維護方法

坡面保護設施因坍塌或其他原因而致表土裸露、張力裂縫、坡面鼓出，其坡面應依現場損壞情形儘速設法保護或覆蓋。必要時，應進行監測或辦理修復、補強或重建工程。

第三章 坡體穩定設施

3.1 說明

坡體穩定設施為透過工程手段設置構造物，以提高邊坡穩定性。邊坡發生變形徵兆時，坡體穩定設施往往亦會伴隨產生異狀。透過巡查可及早發現坡體穩定設施異狀，研判異狀發生之原因，進而採行適當之修復補強措施，以維持邊坡穩定性，確保設施及公路之正常功能。

3.1.1 巡查目的

坡體穩定設施巡查目的為及早發現可能影響公路通行安全之坡體穩定設施異狀，倘發現設施有任何異樣，除查明原因外，宜適時妥善修護補強加固，以維持設施功能性，防止災害發生。

3.1.2 巡查類別及辦理方式

公路養護單位應針對轄區所屬公路邊坡之坡體穩定設施進行經常巡查、定期巡查及特別巡查，以維持設施之功能性。坡體穩定設施巡查可與坡面保護設施巡查併同辦理。

3.1.3 巡查頻率

公路養護管理機關應於養護手冊訂定巡查項目及頻率，並可依據邊坡評估分級結果適時調整。坡體穩定設施之巡查頻率可與坡面保護設施相同，或視需要另行訂定。

3.2 巡查項目

巡查時應針對可能造成坡體穩定設施功能不足之項目進行巡查，如裂縫、龜裂、沉陷、傾斜、移位、淘空、鏽蝕、裂化等。巡查結果應留存詳細紀錄，並由公路養護單位長期保存，以供維護及管理作業參考之用。

3.3 維護策略與方法

3.3.1 維護策略

公路養護單位應瞭解坡體穩定設施之設置目的，適時評估及維護其功能，以維持其正常穩定性。

3.3.2 維護方法

坡體穩定設施之維護應依據其設置目的，檢討發生異狀或損壞原因，經評估邊坡整體穩定性後加以修復補強。

第四章 落石防治設施

4.1 說明

落石為山區公路邊坡常見災害之一，邊坡可能因豪雨、地震等因素而使得坡面劣化，致使落石現象加劇、防治設施發生變形或受損的情況。因此，落石防治設施的巡查作業除設施本身外，宜擴及設施所在之坡面，以利及早發現異狀，並採行適當處置對策，維持公路通行人車安全。

4.1.1 巡查目的

落石防治設施巡查目的在於及早發現可能影響公路通行安全之設施及其坡面異狀，適時妥善維護，以維持設施功能，並檢視既有設施防治範圍之適用性，避免落石擊中通行中的人車或損壞其他公路設施，以維持公路通行人車安全。

4.1.2 巡查類別及辦理方式

公路養護單位應針對轄區所屬公路落石防治設施以適當方式進行經常巡查、定期巡查及特別巡查，以維持設施之功能性。落石防治設施巡查可與坡面保護設施巡查併同辦理。

4.1.3 巡查頻率

公路養護管理機關應於養護手冊訂定巡查項目及頻率，並可依據邊坡評估分級結果適時調整。落石防治設施可與坡面保護設施之巡查頻率相同，或視需要另行訂定。

4.2 巡查項目

落石防治設施巡查除應包括設施沉陷、傾斜、移位、淘空、破損、斷裂及變形等項目外，亦需巡查邊坡浮石鬆動或岩體破碎情形，評估是否對通行人車安全造成影響。巡查結果應留存詳細紀錄，並由公路養護單位長期保存，以供維護及管理作業參考之用。

4.3 維護策略與方法

4.3.1 維護策略

落石防治設施之維護策略以避免落石災害影響通行人車及公路設施安全為原則。

4.3.2 維護方法

落石防治設施之維護應依設施之設置目的，檢討發生損壞原因，並評估邊坡整體穩定性後加以修復補強。

第五章 邊坡排水設施

5.1 說明

水是邊坡災害重要因子之一，包括地表水及地下水皆對邊坡穩定造成影響，地表水可能造成邊坡沖刷或入滲為地下水，而地下水位上升則造成邊坡下滑力增加，以致其穩定性降低。因此，邊坡排水設施需定期巡查與修復，以維持正常排水機能。

5.1.1 巡查目的

邊坡排水設施之巡查目的在於及早發現設施異狀，評估原因，適時予以修復補強，以維護邊坡排水設施之功能完整，避免地表水或地下水影響邊坡及其各項大地工程設施之安全性及穩定性。

5.1.2 巡查類別及辦理方式

公路養護單位應針對轄區所屬公路邊坡排水設施以適當方式進行經常巡查、定期巡查及特別巡查，以維持公路邊坡排水設施功能性。邊坡排水設施巡查可與坡面保護設施巡查併同辦理。

5.1.3 巡查頻率

公路養護管理機關應於養護手冊訂定巡查項目及頻率，並可依據邊坡評估分級結果適時調整。邊坡排水設施可與坡面保護設施之巡查頻率相同，或視需要另行訂定。

5.2 巡查項目

邊坡排水設施主要包括地表水排水設施及地下水排水設施，巡查時應針對排水設施之斷裂、破損、淤積、阻塞及其他可能造成邊坡不穩定之現象進行巡查。巡查結果應留存詳細紀錄，並由公路養護單位長期保存，以供維護及管理作業參考之用。

5.3 維護策略與方法

5.3.1 維護策略

邊坡排水設施之維護策略以維持排水功能正常為原則。

5.3.2 維護方法

邊坡排水設施之維護方法主要包括定期清淤、疏通及構造物破損修補，必要時補（加）設。其中定期清淤之頻率依降雨情況、路面狀況、交通量及排水設施種類決定。

第六章 大地工程設施檢測

6.1 說明

公路邊坡之大地工程設施除各項巡查外，可進一步針對設施之位置、地質、形態、種類或特性，採用器具實施檢測，並記載其崩落、沉陷、淘空、滲水、淤塞、裂縫、地錨預力損失、滑動異狀等損壞情形，以研判其功能及邊坡穩定狀況，進而施作適當之修復補強，以維持設施功能及通行人車安全。

6.1.1 檢測目的

大地工程設施檢測之目的在於對設施功能及邊坡穩定有更充分之掌握，使後續維護或評估分級作業能夠更準確有效。

6.1.2 檢測類別及辦理方式

公路養護單位應針對轄區所屬公路邊坡大地工程設施，考量巡查成果及維護管理需求，採用適當方式辦理。地錨宜辦理定期檢測、特別檢測。

6.1.3 檢測頻率

公路養護管理機關應於養護手冊訂定檢測項目及頻率，原則上定期檢測頻率依據邊坡等級而定，特別檢測於各類巡查、定期檢測或監測後發現設施損害情況可能影響邊坡穩定時辦理，並可依據邊坡評估分級結果適時調整。

6.2 檢測項目

6.2.1 檢測項目、計畫及流程

大地工程設施檢測以針對可能造成設施功能降低之項目為主要對象。檢測前應事先蒐集大地工程設施基本資料，充分瞭解設施之功能及特性，並綜合巡查成果，訂定檢測計畫及作業流程，俾利有系統及有效率地執行。

6.2.2 檢測方法及記錄

檢測方法應依據大地工程設施之種類、設計原則及現況，並考量設施功能評估準則，選擇適當方法進行。檢測結果應留存詳細紀錄，並由公路養護單位長期保存，以作為維護管理之參考。

6.3 檢測結果評估與分級

大地工程設施應依據檢測結果進行整體功能之評估，並作為邊坡評估分級之考量依據。

第七章 大地工程設施監測

7.1 說明

公路邊坡大地工程設施監測之目的主要係利用適當的系統性監測設施，依監測計畫觀測或量測邊坡變位、地下水位、大地工程設施變形、受力等或其它具工程意義之數據，提供公路養護單位管理之參考，並供採取預警、緊急應變措施、修復及補強之依據，以維持大地工程設施在其生命週期內應有的功能。

7.2 監測系統佈設原則

7.2.1 監測系統佈設時機

公路邊坡管理維護階段大地工程設施監測系統之佈設時機可考量巡查、檢測成果，依邊坡評估分級結果，或視公路養護單位需求佈設。

7.2.2 監測系統規劃

監測系統應依據公路邊坡維護管理需求，考慮大地工程設施保護範圍、邊坡地層分布及力學特性、地下水位、水壓及滲流情形、既有監測項目以及邊坡大地工程設施之結構型式等因素，進行妥善之規劃。

7.2.3 監測系統設計

監測系統應依據前節規劃成果，取得充足之工址地質、環境條件以及邊坡大地工程設施設計條件等資料，針對欲監測之類別與項目，配置監測設施之種類、數量、位置及深度等，並擬定監測計畫。

監測系統採用自動化量測方式時，監測計畫應包括系統主體架構、儀器、電力供給、系統控制以及保養維護管理等說明。

7.3 監測頻率

各監測項目應依據監測目的及公路養護單位需求，訂定適當之監測頻率。監測頻率應符合一般大地工程學理及經驗分析研判邊坡穩定之需求；特殊用途之監測，應依其目的特別訂定監測頻率。監測頻率可依據邊坡評估分級結果適時調整。

7.4 監測管理值

公路養護單位應依據所轄公路各邊坡特性，循序訂定能合理反映危險潛勢之監測管理值。

監測值達管理值時，適時採取因應對策，維護公路邊坡大地工程設施及通行人車之安全。

監測管理值可依據累積監測資料，回饋檢討並適度調整。

7.5 監測管理應變措施

公路邊坡大地工程設施發生異常情形，可能造成其功能快速下降，故公路養護單位應就邊坡大地工程設施之監測管理值，訂定相對應之處理應變措施，以應預警及防災之需。

7.6 監測系統維護

為確保監測系統維持正常運作，監測系統應擬訂保養維護計畫，訂定設備使用年限及檢核與校正頻率，並循序辦理。

第八章 邊坡評估分級

8.1 說明

為有效地對公路邊坡大地工程設施，依其現況需要進行預防性修復或補強，公路養護管理機關應於養護手冊訂定公路邊坡評估分級之方法與原則，依據各邊坡等級定出優先處理順序及相應之維護管理對策。

8.2 邊坡評估分級方式及原則

邊坡評估分級係依據公路邊坡大地工程設施之巡查、檢測及監測作業與穩定狀態評估結果進行之。公路養護單位應依據邊坡等級採取對應之維護管理作為。

8.3 分級調整時機

維護與管理為週期性之工作，公路養護管理機關應於養護手冊中訂定公路邊坡評估分級調整時機，並得適時調整及採取對應的維護管理作為。

第九章 安全管理

9.1 說明

為維持公路邊坡之長期穩定，維護通行人車之安全，必須注意營運階段之邊坡安全管理作業，確實掌握邊坡狀況，於必要時採取相關避難及交通封閉措施。其安全管理作業及管理系統建立由公路養護管理機關於養護手冊規定。

9.2 封路預警值

9.2.1 封路預警值之建立

公路邊坡災害常造成各項交通設施損壞及道路中斷，造成交通受阻及人員傷亡，因此必須綜整以往災害資訊及維護資料，建立封路預警值。藉由監測設施的觀測，封路預警值可以提供災害來臨前，公路養護單位進行緊急應變決策之依據。

9.2.2 封路預警值訂定原則

封路預警值應視公路邊坡之風險忍受程度、有無替代道路、鄰近構造物所採用之監測系統及安全評估分析方式等條件訂定，以考量適用於該邊坡暨其交通條件為原則。

9.2.3 封路預警值制定程序

對邊坡可能發生災害進行預警監控，首要應針對監測對象所處之水文、地形、坡度、坡向、地質、氣象條件及設計基本假設條件進行調查與分析，以作為監測設施規劃與監測管理值訂定時之重要參考依據，並依相關程序制定各邊坡封路預警值。

9.2.4 封路預警值之調整

封路預警值應隨著環境變遷、監測結果及資料研判，檢討其適用性後，加以適當調整。

9.2.5 封路決策程序

邊坡達封路預警值或緊急狀況時，應依監測系統觀測結果或現況，由各權責主管依實際情況及規定處理並通報。公路養護單位應聯繫鄰近銜接公路之公路養護單位，研擬可能之替代道路。

9.3 維護管理系統

為提高邊坡維護管理工作效率及行車安全，公路養護單位可視需要運用網際網路、地理資訊系統與資料庫系統等，以空間資訊方式輔助有效執行邊坡維護管理工作、掌握公路邊坡大地工程設施現況、提升管理效能以及服務品質。

規 範 解 說

第一章 總則

C1.1 說明

公路邊坡大地工程設施維護與管理之目的在使該設施經常維持其原有之安全狀態。

公路養護單位應經常或定期巡查轄區內公路邊坡，並依據公路現況及實際需要訂定維護與管理計畫，利用機具及人力辦理各項養護工作。復因公路邊坡遭受颱風、地震、豪雨之侵襲，甚至人為之破壞，可能致使公路邊坡滑動造成災害，公路養護單位應適時通報、搶修或修復，使公路邊坡處於安全狀態，維持公路通行人車安全。

C1.2 法令依據

「公路法」第三十三條（公路路線設計等之制定機關）公路設計、施工、養護及交通工程之各項技術規範，由交通部定之。

C1.3 適用範圍

本規範所稱公路，係指「公路法」所界定之國道、省道、市道、縣道、區道、鄉道及專用道路。為有效率地管理公路邊坡大地工程設施，公路邊坡可依據交通量、經濟價值、保全對象及替代道路等，分類邊坡類別，如：

SC1 類別 (slope category 1)：重要性一般或交通量較少之公路邊坡屬之。

SC2 類別 (slope category 2)：重要性中或交通量中等之公路邊坡屬之。

SC3 類別 (slope category 3)：重要性高或交通量大之公路邊坡，如國道、快速道路或重要公路。

因地形或地質條件限制、道路邊坡重要性或其他特殊考量，公路管理機關得定義特殊考量類別公路邊坡及其大地工程設施維護與管理相關安全性要求。

公路主管機關為健全養護制度，應自行或指定其所轄機關(構)就其所轄管公路，編訂適用於公路邊坡大地工程設施之養護手冊，並參照本規範內容，於養護手冊中規定不同類別邊坡之巡查、檢測及監測等養護作業項目及頻率。原則上，重要

性高之公路邊坡大地工程設施一旦發生災害所造成人員傷亡或經濟損失的風險相對較高，因此其養護作業時相對採用較高標準。

對於經養護巡查後存在安全疑慮而尚無大地工程設施保護之公路邊坡，得依據公路邊坡工程設計規範及相關規範，儘速完成邊坡保護設施後，納入維護管理範圍。

C1.4 邊坡大地工程與監測設施

本規範參考交通部公路養護規範(2012)、交通部公路總局公路養護手冊(2012)、高速公路養護手冊(2013)、公路邊坡工程設計與施工規範（草案）(2014)以及公路邊坡工程設計規範（草案）(2015)，將邊坡大地工程設施分為：(1)坡面保護設施、(2)坡體穩定設施、(3)落石防治設施、(4)排水設施等類別之邊坡穩定工程處置設施，以及(5)邊坡穩定監測設施等五種，說明如下：

- (1) 坡面保護設施目的在於防止坡面遭受沖蝕或發生風化等情況，常見坡面保護設施有噴凝土護坡、型框護坡、噴植草籽、客土袋植生、掛網植生、萌芽樁或其他等。
- (2) 坡體穩定設施係為防止邊坡之坡體滑動而破壞鄰近人工構造物（如道路）、或為已呈現不穩定之邊坡增進其穩定程度、或改善已破壞道路之損壞狀況等，所實施的防治、修復、補強或改善等穩定設施。常見之坡體穩定設施有重力式擋土牆、懸臂式擋土牆、扶臂式擋土牆、格框式擋土牆、加勁擋土牆、擋土排樁、地錨、土/岩釘或其他等。
- (3) 落石防治設施係為防止發生落石或避免落石擊中通行人車，所採取抑制落石運動的預防措施，或在落石發生地點下方或道路兩側所實施的落石防護措施，統稱為落石防治設施。常見之落石防治設施有落石防護網、落石防護棚、明隧道、落石防護欄（柵）、落石防護牆或其他等。
- (4) 邊坡排水設施可分為地表排水設施及地下排水設施，地表排水目的係為減少降雨入滲坡面及地表逕流造成坡面沖蝕，以維持邊坡安全；地下排水設施則針對坡體內部的水體，利用排水設施降低坡體地下水位或滲流壓力，減少坡體負荷，達到邊坡穩定的目標。常見之邊坡排水設施有平台溝、縱向溝、坡頂截水溝、拍漿溝、集水井、水平排水管、排水廊道/隧道、洩水孔及其他等。

- (5) 監測設施設置目的係利用安裝於現地之各類型感測器，以人工手動監測或自動監測記載方式，取得與邊坡穩定安全相關之基本資料，如工址氣候條件、地下水狀況、可能滑動深度等，以研判邊坡可能發生之災害原因、災害型態及機制，作為預警、修復、補強之依據。常見之監測設施有傾斜儀、水位觀測井、傾斜計、地錨荷重計等儀器。

C1.5 邊坡大地工程設施巡查

「巡查」係指公路養護單位就轄區內公路邊坡之坡面保護設施、坡體穩定設施、落石防治設施、排水設施及監測設施等之巡視與檢查。公路邊坡之安全性宜整體性考量，必要時，路權範圍外如有邊坡大地工程設施且其穩定性對公路邊坡安全造成疑慮者，於巡查時建議亦應一併記載其異狀情形，爾後再檢附完整資料通知或函告相關地主或權屬單位進行維護或補強。巡查方式依時效可分為：

經常巡查：係平時實施之邊坡大地工程設施損壞或異狀之巡查作業，巡查重點在於瞭解對通行人車造成影響，需緊急維護之崩塌、損壞或異狀。

定期巡查：定期對邊坡大地工程設施實施全面巡查，及追蹤經常巡查紀錄之邊坡崩塌、損壞及異狀。巡查重點在掌握邊坡之安全，早期發現其劣化狀況，並評估對邊坡穩定功能影響程度及其原因。

特別巡查：特別巡查的重點在針對天然災害、重大事件後或其他目的，評估是否造成邊坡損害，以利適時進行維護、補強與整治。

C1.6 檢測及監測

公路養護管理機關應制訂養護手冊，參照本規範內容並考慮交通量、經濟價值、保全對象及替代道路等，分類邊坡類別，規定公路邊坡之檢測及監測之方式、項目、時機及頻率。

有關邊坡大地工程設施之檢測作業中，地錨設施之檢測可參考本規範附錄之規定，其他設施或本規範未規定者，得依其他相關規範辦理。

監測作業本規範未規定者，亦得參考相關規範辦理。

C1.7 邊坡評估分級

公路邊坡應依據巡查、檢測及監測等作業成果，按需處理程度、維護管理作業需求等，進行邊坡評估分級，如：

A 級坡：邊坡有明顯不穩定徵兆，需密切監測及巡查，並進行穩定狀態評估以及採取必要之緊急處理、修復或補強措施。

B 級坡：邊坡有不穩定徵兆，需加強監測及巡查，並進行穩定狀態評估及必要修復或補強措施。

C 級坡：邊坡無明顯不穩定徵兆，僅需定期巡查或視需要進行監測或修復措施。

D 級坡：邊坡處於穩定狀況，僅需定期巡查。

邊坡等級除於特別狀況（颱風、豪雨、地震、洪水、火災或其他重大事件後）、補強工程完成、或辦理安全總體檢評估作業後等時機進行調整外，公路養護單位亦應於各邊坡進行例行性定期巡查、大地工程設施檢測、監測作業後檢討之。

C1.8 基本資料

臺灣地質條件複雜，每處邊坡均有其獨特性，邊坡維護管理「基本資料」是維護管理重要一環，相關電子資料之完整性對邊坡維護管理作業效率、成本等有顯著影響，其基本資料宜包括：

- (1) 邊坡位置：包括管理單位、公路編號、里程範圍、地點、邊坡類別、邊坡等級等。
- (2) 地形、地質及水文條件：相關環境資料，包括座標、高程、鄰近氣象站名、鄰近地震站名、地形(主要坡向、坡形、坡度、區位)、邊坡地質條件(土層、岩石不連續面位態、岩層種類、覆蓋層情形、地質構造)及邊坡水文條件(地面排水狀況、地下水位分布及集水面積範圍)等。
- (3) 歷史紀錄：歷次巡查、檢測及監測報告外，歷次災害之相關資料，包括災害時間、發生當時天候、災害前累積雨量、降雨延時、日降雨強度、時降雨強度、地震規模與震度、崩塌描述、可能原因、災害描述，及維護與災損修復照片等。

- (4) 工程資料：歷次鑽探報告、地形測量及設計計算書、施工階段竣工圖說、歷次養護之緊急搶修、修復或補強工程等設計與施工資料。

第二章 坡面保護設施

C2.1 說明

公路修築時配合地形變化，局部開挖形成路塹邊坡或填築土方形成路堤邊坡，若該邊坡無穩定安全疑慮，僅需考量自然風化及沖蝕問題時，常採用較簡易的坡面保護設施處理。坡面保護設施的目的主要在於降低地表水入滲、防止坡面沖蝕與小規模崩壞等，並調和邊坡周邊環境。邊坡穩定性如仍有不足，可另採用坡體穩定設施、排水設施或落石防治設施等，以增加邊坡穩定性，保障通行人車之安全。

為防止坡面因地表水入滲、地下水滲出、侵蝕或發生風化而導致崩壞，常在坡面進行植栽、或設置簡易構造物等，稱為坡面保護設施。國內常見之坡面保護設施包括：噴凝土護坡、型框護坡、噴植草籽、客土袋植生、掛網植生、萌芽樁或其他等。

C2.1.1 巡查目的

坡面保護設施巡查之目的在於確保設施之完整性，及早發現、回報及修復補強，以提高公路行車之安全性。各級公路養護單位必須確實執行坡面保護設施之巡查工作，瞭解邊坡穩定狀況，並填具巡查紀錄以掌握該邊坡之坡面穩定狀態隨時間之變化情況。如有重大特殊情況發生，得以專案或緊急方式處理，維持公路通行人車安全。

C2.1.2 巡查類別及辦理方式

公路養護單位應就轄區內之坡面保護設施進行巡查，俾利及早發現缺失並改善之。巡查類別依巡查頻率、時機及辦理方式，說明如下：

(1) 經常巡查

經常巡查係平時實施之巡查作業，巡查重點在於避免邊坡異狀影響行車安全。

經常巡查原則上自巡查車上或由可通視地點，以目力檢視坡面保護設施之各種狀況，若發現有可疑之處，應靠近異狀處檢查。

(2) 定期巡查

定期對坡面保護設施實施巡查，及確認經常巡查紀錄之異狀及損壞情形。巡查重點為掌握設施之異狀，早期發現其劣化狀況，並評估對邊坡穩定之影響程度及其原因。

定期巡查原則上利用徒步、攀登方式或特殊機械車輛，儘可能接近坡面保護設施，進行較詳盡之檢查，以判定邊坡之安全情形。

(3) 特別巡查

特別巡查係在颱風、豪雨、地震、洪水、火災或其他重大事件後，就可能造成坡面保護設施穩定性降低之明顯異狀進行巡查。

特別巡查原則上利用徒步、攀登方式或特殊機械車輛，儘可能接近邊坡，以迅速調查坡面保護設施之明顯異狀為主，並評估是否需要進一步辦理較詳盡之定期巡查項目。

C2.1.3 巡查頻率

公路養護管理機關於編訂養護手冊時，應訂定巡查項目及頻率。巡查之頻率可依據各階段邊坡評估分級結果適時調整，原則上變形徵兆愈明顯的邊坡，其定期巡查頻率應愈高。

經常巡查：平時實施之巡查作業，其巡查頻率與邊坡等級無相關性。

定期巡查：例行性之定期巡查作業，其巡查頻率視邊坡評估分級結果而定。

特別巡查：於豪雨、地震、洪水、火災後視現地狀況為之，養護手冊應訂定特別巡查之啟動標準。特別巡查作業完成時限應合理適當，且需考慮作業人員可安全作業及往返工址現場之時間。

為爭取時效性及降低損害風險，特別巡查原則以 A、B 等級邊坡優先辦理。

C2.2 巡查項目

邊坡坡面及其保護設施受風化或沖蝕影響，經年累月後易造成損壞，常見之異狀包含邊坡張力裂縫、路面龜裂或局部陷落、隆起、坡面鼓出、滑移、坍塌或崩落、坡面侵蝕、沖刷、回填材料流失、坡面異常滲水、超載堆積物（含垃圾）、樹木

傾倒、植生枯損、雜草異常茂盛、路權內耕作或佔有、監測設施外觀損傷及路權外土地利用改變或加載等。巡查之重點項目及要點說明如下：

- (1) 邊坡張力裂縫：為滑移前最常見之徵兆，特別是隱藏在繁茂雜草中之小崩坍和裂縫等跡象，易引致更大災害的發生。
- (2) 路面龜裂或局部陷落、隆起：邊坡滑移面如低於公路路面時，其徵兆通常會伴隨路面龜裂不平整、公路側溝隆起、斷裂等現象。
- (3) 坡面鼓出、滑移、坍陷或崩落：邊坡運動如為淺層滑移型態或滑動面位於坡面，其徵兆通常會伴隨坡面鼓出、滑移、坍陷或崩落現象。
- (4) 坡面侵蝕、沖刷、回填材料流失：邊坡表面常因風化、侵蝕或剝落，產生沖蝕溝或回填材料流失等現象。表土剝落與沖蝕溝一旦發生，將匯集坡面逕流，進而擴大其侵蝕範圍，故在易受沖蝕破壞之邊坡，應注意檢查坡面風化程度、侵蝕、沖刷及回填材料流失與周圍排水設施之排水情形。
- (5) 坡面異常滲水：發現坡面如有異常滲水，應注意地下水位是否過高，必要時增設排水設施以降低地下水位。
- (6) 超載堆積物（含垃圾）：邊坡平台或坡面上若有土砂堆積時，可能因載重增加而影響其穩定性，或因土砂轉落至路面進而影響交通，應予以清除。坡面之垃圾破壞邊坡景觀，甚或增加邊坡之載重，應予以清除。
- (7) 樹木傾倒、植生枯損、雜草異常茂盛：天然林木、人工栽植木等之傾斜、倒下或雜草過於茂盛等現象，可能代表邊坡有滑動跡象或地下水位有變化，進而影響其穩定性，故應適當記錄並予適時維護。
- (8) 路權內耕作或佔有：非法之耕作經常破壞坡面之防護與原來之景觀，如發現有非法之耕作或佔有，應予復舊。
- (9) 監測設施外觀損傷：監測設施如有外觀損傷，應通知邊坡監測專業廠商確認監測儀器功能正常。
- (10) 路權外土地利用改變或加載：路權外土地利用改變或加載可能影響邊坡之穩定，應予以記載，並適時進行邊坡穩定分析，確認其影響程度，必要時通知其所有人或管理機關處理。

C2.3 維護策略與方法

C2.3.1 維護策略

公路邊坡之坡面應保持原有形狀、堅實無沖刷、侵蝕溝。公路邊坡如因遭受豪雨、地震、地下水滲流或其他原因，而發生開裂、滑落或坍方，影響行車安全，甚或阻斷交通時，應立即採取適當緊急措施，儘速修復通車。維護時其注意事項如下：

- (1) 邊坡坡面構築完成不久，若植生尚未定根，保護效果不佳，遇雨容易沖刷形成侵蝕溝，或因颱風、豪雨之強降水超過邊坡之承受度而發生坡面沖蝕，又或排水系統不良以致雨水或地下水溢流沖蝕坡面，故應定期檢視邊坡植生狀態是否良好，排水系統是否通暢，以減低邊坡材料流失之可能性。
- (2) 地層弱面平行坡面時，或軟弱岩層因風化作用而鬆軟化，或填築於邊坡最外層之土壤因夯壓不易而形成軟弱帶，一旦地表水入滲，將降低坡體材料抗剪強度，造成坡面滑動。維護作業應注意排水系統之暢通以及地下水之疏導。
- (3) 邊坡地層以低凝聚性細顆粒為主要組成材料時，遇水逐漸飽和，可能因凝聚力降低，易於坡面或坡趾範圍發生弧形滑動，維護作業應注意排水系統之暢通以及地下水之疏導。
- (4) 路塹邊坡因地層開挖解壓，易有張力裂縫發展；當地表水入滲或地下水升高時，側向推力增加，易發生崩落破壞。巡查時應注意邊坡是否發育張力裂縫，並注意排水系統之暢通以及地下水之疏導。
- (5) 上邊坡坍落於車道或路肩之土石雜物，均應完全清除。
- (6) 有表土剝落或蝕溝現象時，應檢查坡面風化程度、侵蝕狀況，並將坡面整平、加強植生，另應檢查周圍排水設施之排水情形，必要時改善或加設截排水設施。
- (7) 坡趾巡查及相關工作人員，需注意落石及崩坍。
- (8) 邊坡巡查作業前應規劃路徑，視需要進行除草作業、施設步道（梯）維護，以確保巡查人員安全。無通達道路時，可利用爬梯或攀爬工具攀升至坡面，填寫巡查紀錄並拍照備查。每階坡面過大時，須評估另行施作檢修通道，以確保巡查作業之可及性。
- (9) 各項維護措施及穩定工法，應避免景觀上之突兀。

- (10)考量全球氣候及環境劇烈變遷，邊坡易受颱風、豪雨侵襲致影響其穩定性，甚而影響公路通行安全，為儘早發現可能災害潛勢，對路權以外之邊坡亦有加強巡查之需要。公路養護單位派員進入路權外公、私有土地辦理巡查，應事先通知其管理機關所有人、使用人或管理人。

C2.3.2 維護方法

有關邊坡坡面保護設施維護方法，擇要說明如下：

- (1) 崩落土石應予清除。
- (2) 坡面發生裂縫、突出或坍塌時，應予整平及裂縫填補，以防雨水入滲。必要時先於坡面鋪設臨時性覆蓋物（如帆布），以防止沖刷。
- (3) 有表土剝落或蝕溝現象時，應檢查坡面風化程度、侵蝕狀況，並將坡面整平、加強植生；另應檢查周圍排水設施之排水情形，必要時改善或加設截排水設施。
- (4) 平台上堆積物或垃圾加以清除。
- (5) 發現坡面湧水應予改善或加設截排水設施。
- (6) 樹木傾倒及雜草異常茂盛時，應清除傾木及雜草，以免影響坡面目視檢查及公路行車之安全視距。
- (7) 植生枯損可採用再植生、追肥或其他方法維護。植生之種類頗多，施工方法亦有多種方式，應視土質、地形及氣候選用適當之種類及方法，當土壤酸鹼度不適植生者，可採改良土壤或加用客土。
- (8) 為防止種子及土壤流失，種植後應有適當保護措施，例如覆蓋草蓆，且應注意經常保持適當水分，使發芽生根，惟颱風季節應避免種植。
- (9) 鬆動浮石、滾石予以挖除，並視需要設置落石防護設施。
- (10) 邊坡之截排水設施應適時進行裂縫修補、受損修復，並定期清理淤塞。
- (11) 發現有深層地滑現象之疑慮時，應透過地質調查研判可能之滑動範圍，視需要設置監測系統並持續觀測，推估滑動規模及破壞機制，必要時考慮疏散居民，進行整治。
- (12) 非法耕作及佔有應予以制止，以免耕作行為影響邊坡安全穩定。

第三章 坡體穩定設施

C3.1 說明

公路邊坡因穩定性不足而有破壞之虞時，一般依據邊坡狀況，考量施工性及經濟性，設置適當之坡體穩定設施加以保護。

國內邊坡常見之坡體穩定設施包括重力式擋土牆、懸臂式擋土牆、格框式擋土牆、石籠、加勁擋土牆、地錨、排樁、土/岩釘或其他等。

C3.1.1 巡查目的

坡體穩定設施巡查之目的在於確保設施之功能性，避免發生邊坡災害，以提高公路通行之安全性。公路養護單位必須確實執行坡體穩定設施之巡查工作，瞭解邊坡穩定設施狀況，並填具巡查紀錄以掌握該邊坡之坡體穩定設施隨時間變化之狀態。如有重大特殊情況發生，得以專案或緊急方式處理，以維持公路通行人車安全。

C3.1.2 巡查類別及辦理方式

坡體穩定設施巡查係指公路養護單位就轄區內公路邊坡設施進行之巡視與檢查，俾利及早發現缺失及異狀並改善之。坡體穩定設施巡查工作可與坡面保護設施巡查併同辦理，巡查類別與坡面保護設施相同，包括經常巡查、定期巡查及特別巡查等三種類型，其辦理方式可參考 C2.1.2 節解說內容。

C3.1.3 巡查頻率

公路養護管理機關於編訂養護手冊時，應訂定巡查項目及頻率。巡查之頻率可依據各階段邊坡評估分級結果適時調整，原則上變形徵兆愈明顯的邊坡，其定期巡查頻率應愈高。

坡體穩定設施之經常巡查、定期巡查及特別巡查之頻率可與 2.1.3 節坡面保護設施相同，或視需要另行訂定。

C3.2 巡查項目

坡體穩定設施巡查項目應儘可能包括所有顯露該設施功能不足之徵兆，如裂縫、龜裂、沉陷、傾斜、移位、淘空、鼓出、凹陷、接縫異樣、開裂分離、劣化、銹蝕等，經常巡查項目及要點說明如下：

- (1) 混凝土（噴凝土）裂縫、龜裂：顯示混凝土（噴凝土）結構可能受到外力或變位作用，造成過應力現象，邊坡有崩坍之虞，應及早處理以防止其擴大。
- (2) 擋土設施沉陷、傾斜、移位或基礎淘空：擋土設施若出現沉陷、傾斜、移位或基礎淘空等現象，邊坡很可能崩坍，須及早處理以防止其擴大。邊坡擋土設施由於基礎所在地盤、填土區或鄰近開挖等造成之變形，設施結構體易發生沉陷、傾斜或移位等，故檢查時應就設施構造物所在位置及周邊環境合併調查。
- (3) 擋土或護坡設施鼓出或凹陷：擋土或護坡設施出現變形、鼓出或凹陷等現象，邊坡很可能崩坍，須及早處理以防止其擴大。
- (4) 設施接縫異樣、開裂分離或劣化：設施若有接縫異樣、開裂分離等狀況，後續可能產生更大之變形，巡查時應予以記載，俾供維護、補強與整治之參考。
- (5) 石籠、加勁擋土牆面破損、土石外露：石籠、加勁擋土牆之牆面如有破損情形，將造成土石外露流失，影響石籠或加勁擋土牆之穩定性，且將隨時間更加劣化，應予以修復。
- (6) 混凝土材料劣化、剝落或其他異狀：混凝土材料因使用時間增加，可能造成材料劣化、剝落或其他異狀，應適時予以維護。
- (7) 鋼筋（鋼線網）外露銹蝕：穩定設施之鋼筋因混凝土保護層剝落造成外露時，易產生銹蝕情形，若長時間未進行維護，可能造成鋼筋斷裂或銹蝕範圍擴大等情形，影響設施功能，故應適時予以維護。
- (8) 框梁、格梁周圍沖刷及淘空：框梁、格梁周圍常因風化、侵蝕及淘空而剝落。沖刷及淘空一旦發生將可能影響框梁及格梁之功能，故易受沖刷及淘空破壞之邊坡，應注意檢查侵蝕狀況以及周圍排水設施之排水情形。
- (9) 設施表面異常滲水：設施表面如有異常滲水情形，應注意地下水位是否過高，必要時增設排水設施以降低地下水位。

- (10) 錨頭保護座（蓋）破損、掉落、鋼腱外露或防銹脂外洩、異常滲水（白華）：
錨頭保護座（蓋）如有破損、掉落或鋼腱外露或防銹脂外洩等情形，可能損及地錨功能性之發揮，應於巡查時進行記載並適時進行維護。
- (11) 地錨承壓結構體周圍沖蝕及淘空：地錨承壓結構體與坡體接觸面周圍可能因地表逕流造成沖蝕或淘空之情形，造成地錨預力下降，應於巡查時進行記載並適時進行維護。
- (12) 地錨承壓結構體破損掉落：地錨承壓結構體如因淘空、材料老劣化或邊坡滑移造成破損掉落，可能損及地錨功能性之發揮，應於巡查時進行記載並適時進行維護。

C3.3 維護策略與方法

C3.3.1 維護策略

坡體穩定設施有損壞或滲水、湧水現象時，應儘速採取填補整修或疏導逕流等適當方法處理，以免惡化；若有變形、裂縫、鬆動、移動、傾倒或沈陷跡象，應即詳細檢查，確實探討其發生原因，採取適當工法修復或補強。維護時其注意事項如下：

- (1) 保持設施之兩端與相鄰邊坡連接處密接。
- (2) 經常勘查設施之坡趾，如發現坡趾遭受沖刷或淘空，應儘早修復。
- (3) 擋土牆必須保持完整，背填土石如有沖失，應予填實。
- (4) 洩水孔須保持暢通，以減少水壓力。洩水孔如有堵塞，應及時疏通，如無法疏通，應另行選擇適當位置增設洩水孔，或於牆背後沿擋土牆增作牆後排水設施，以防止牆後積水引起側向壓力增加。
- (5) 擋土牆基腳易遭受雨水及溪流沖刷，導致基礎淘空而滑動坍塌，應注意檢查，適時保護。颱風、地震及豪雨後，尤須加強檢查。
- (6) 擋土牆常因其頂部荷重變化、排水不良以及邊坡變形等因素，使擋土牆發生沉陷或龜裂，應注意檢查，並針對破壞因素設法改善加固。
- (7) 擋土牆因土壓力增加而有倒塌之虞時，若背後有穩定地層，可用預力地錨錨碇法加固；如有良好之承載地盤，亦可加築混凝土撐柱（或撐牆）加固；如牆趾前方地形較為平緩時，可在牆趾處填土，以增加其穩定性；如牆趾前方呈斜坡時，可在牆趾前打樁並加築混凝土護牆，以防止滑動。

- (8) 除前述方法外，亦可在牆後換填透水材料，降低地下水位，以減少牆背側向壓力。前述方法配合一併實施，更可增加擋土牆之安全。
- (9) 原擋土牆損壞嚴重，若採用前述加固方法仍不能達到設計強度要求時，應考慮將損壞部分拆除重建。
- (10) 為防止不均勻沉陷，新舊擋土牆間應設置施工縫，並應注意新舊擋土牆接頭平順。
- (11) 位於公路下邊坡側擋土設施，其鋪面、路肩之集水須妥善處理排放，不致滲入設施與路面之間隙或被阻滯。
- (12) 坡體穩定設施應適度配合植生美化。

C3.3.2 維護方法

坡體穩定設施發生損壞的原因，大致可分為設施本體老化及邊坡變形所致。設施本體老化造成設施受損或變形，經評估後若無邊坡穩定性問題者，通常可採用部分修補恢復其功能性；若是設施損壞係因邊坡變形所造成，則須充分調查其發生原因，重新評估邊坡整體穩定性後加以修補或改善，維持邊坡整體安全。

維護方法包括：

- (1) 更換老化、斷裂、腐蝕及損壞之材料。
- (2) 發生變形處需加以填補換修，並考慮加設監測系統及進行地質調查，確定滑動規模及破壞機制。
- (3) 本體結構發生損壞需加以整修或拆除更換，並考慮加設監測系統及進行地質調查，確定滑動規模及破壞機制。
- (4) 附屬結構物損壞需加以換修或拆除更換。
- (5) 基礎損壞需查明原因，並整修或拆除重建基礎。
- (6) 移除坡體穩定設施背面之堆積土及超載，以減少土壓力及可能下滑之坡體土石。
- (7) 空洞需加以填補整平，以防雨水入滲。
- (8) 混凝土表面剝落需加以填補整修，以防雨水入滲。
- (9) 框梁鬆脫、填敷材料突出或下沉需加以填補整修，並考慮加設監測系統及進行地質調查，確定滑動規模及破壞機制。

- (10)擠（鼓）出、隆起、鬆動需加以填補整修，並考慮加設監測系統及進行地質調查，確定滑動規模及破壞機制。
- (11)裂縫、龜裂及剝落處應填補修整，以防雨水入滲。
- (12)設施表面異常滲水時，應改善表面排水及地下排水設施，或加設截排水設施，必要時加強水位觀測。
- (13)設施接縫異樣及接縫不符合時，應加以填補整修，並考慮加設監測系統及進行地質調查，確定滑動規模及破壞機制。
- (14)鋼筋暴露或銹蝕處，應採混凝土或適當材料填補。
- (15)回填材料流失應加以填補回填材料，並覆以保護材料。
- (16)結構體發生整體沉陷或移動，應透過監測系統或地質調查確定滑動規模及破壞機制，並考慮加築各種穩定設施（包括擋土牆、地錨、排樁等）、護坡、坡趾加填土石等，以增加其穩定性。
- (17)地錨錨頭脫落、變形或銹蝕，可採用保護蓋或混凝土保護地錨之錨頭，並視需要調整地錨預力或增補地錨。
- (18)發現大量排水或湧水，可檢查湧水之水質，改善或加設截排水設施，必要時加強水位觀測。
- (19)發現有深層地滑現象之疑慮時，應透過地質調查研判可能之滑動範圍，視需要設置監測系統並持續觀測，推估滑動規模及破壞機制，必要時考慮疏散居民，進行整治。

第四章 落石防治設施

C4.1 說明

豪雨、地震可能使得坡面劣化、導致落石防治設施之基座不穩，或發生尺寸、規模更大之落石，以致落石防治設施機能下降或不敷使用，因此巡查作業不應只侷限在設施本身，應對落石坡面進行檢查，及早掌握異狀並採行適當對策。

為防止落石發生而將潛在崩落岩塊固定於坡面上之設施為落石預防設施，在發生地點下方或道路兩側所實施之設施為落石防護設施，兩者合併統稱為落石防治設施。國內邊坡常見之落石防治設施包括有落石防護棚、明隧道、落石防護網、落石防護欄（柵）、落石防護牆、根部固定、岩栓（錨）鎖定或其他項目等。

C4.1.1 巡查目的

落石防治設施巡查之目的為早期發現設施相關異狀，確保其機能正常運作，維護邊坡落石防治設施之功能完整，避免落石運動擊中通行中的人車或其他公路設施，影響行車安全。另外，設施所在坡面巡查的結果，可檢視既有防治設施防護範圍之適用性，長期累積亦可提供設施管理、維護及更新等作業的參考。

C4.1.2 巡查類別及辦理方式

落石防治設施巡查係指公路養護單位就轄區內公路邊坡設施進行之巡視與檢查，俾利及早發現缺失及異狀並改善之。落石防治設施巡查工作可與坡面保護設施巡查一併同時辦理，巡查類別與坡面保護設施相同，包括經常巡查、定期巡查及特別巡查等三種類型，其辦理方式可參考 C2.1.2 節解說內容。

C4.1.3 巡查頻率

公路養護機關於編訂養護手冊時，應訂定巡查項目及頻率。巡查之頻率可依據各階段邊坡評估分級結果適時調整，原則上落石徵兆愈明顯的邊坡，其定期巡查頻率應愈高。

落石防治設施之經常巡查、定期巡查及特別巡查之頻率可與 2.1.3 節坡面保護設施相同，或視需要另行訂定。

C4.2 巡查項目

落石防治設施巡查除設施的沉陷、傾斜、移位、淘空、破損、斷裂及變形等異狀外，亦應包括所防護之坡面浮石鬆動或岩體破碎加劇等現象，各巡查項目及要點說明如下：

- (1) 明隧道或落石防護棚沉陷、傾斜、移位、基礎淘空：明隧道或落石防護棚可能因邊坡不穩定而產生沉陷、傾斜、移位，或因下方河岸沖刷、向源侵蝕作用導致其基礎淘空等現象。
- (2) 明隧道結構凹陷或損壞：明隧道頂版、梁柱等因受巨大落石撞擊，可能會有凹陷、裂縫等損壞致使防護功能下降。
- (3) 明隧道頂版覆蓋不足或覆土過多：明隧道頂版覆蓋不足會降低落石撞擊緩衝功能；覆土過多則可能超過其結構容許承载力。
- (4) 上邊坡浮石鬆動、岩體破碎或岩塊掉落路面：設置落石防治設施之公路區段，應注意上邊坡是否浮石鬆動、岩體節理面增多、岩塊掉落路面、地表水及地下水流出量變大等異常現象。
- (5) 落石防護網破損、斷裂：注意坡面防護網是否發生破損、斷裂、落石或砂土堆積、錨部鬆弛、地層之風化狀況。
- (6) 落石防護欄（牆）變形、斷裂：注意柵欄或支柱是否發生折斷、彎曲、銹蝕狀況、落石堆積情形、防撞材受損以及基礎部分的風化及損壞情形。

C4.3 維護策略與方法

C4.3.1 維護策略

邊坡可能因地震、豪雨等因素發生變位，或是坡面經年累月劣化，造成落石防治設施發生變形或受損情況。因此，落石災害之防治，不僅包含設施本身，也應針對設施所在坡面，進行維護管理方面的巡查、檢測及必要的調查等作業，掌握浮石或破碎岩體變動狀況，必要時，採取相關補強之因應措施。落石防治設施維護策略，應以維持設施功能正常，避免落石災害擊中通行人車及公路設施，影響其安全為原則。

C4.3.2 維護方法

落石防治設施維護之重點如下：

- (1) 落石防治設施出現變形、受損情況，應調查落石預防及防護設施機能降低之原因。尤其是落石防護措施可能承受落石運動之動能，發生落石時出現變形或損傷的可能性很高。應定期、或在發生巨大落石後，詳細觀察落石防治設施的變形或損傷情況、及其機能是否受影響。即使其機能未降低，但因受損導致鋼材出現銹蝕、發生劣化的情況，均需加以修復及必要之補強及加固。
- (2) 落石造成岩屑堆積，可能會降低落石防治設施機能，或是造成落石緩衝材受損或流失等，應進行調查，必要時應清除堆積岩屑以及補充緩衝材。
- (3) 落石防治設施之基礎是否因坡面龜裂、沖刷造成變形或不穩、甚至影響其機能等，亦應進行調查，必要時應予補強、加固。
- (4) 落石防治設施受損時，落石尺寸、重量、落下高度、落下路徑、受害情況及氣象條件等資料，應予以記載留存。落石記錄對於後續的落石對策選用相當重要，必須詳細調查並完整記錄。
- (5) 坡面出現滾石或浮石且可能發生落石時，應儘速除去滾石或浮石。如果無法去除時，宜予以監視，必要時管制人車通行，並儘速設置落石防治設施。

第五章 邊坡排水設施

C5.1 說明

邊坡排水設施可分為地表排水及地下排水的排水設施二部份。邊坡之排水設計通常考量工址集水區範圍、區域自然排水路徑及邊坡工程對區域自然排水路徑之影響。地表排水的主要目的是為了減少降雨造成的坡面入滲及地表逕流造成的坡面沖蝕，考量現地地形及水文狀況，規劃適當流路匯集坡面上的地表逕流，包含橫向及縱向排水設施，並引導至合適的排放點，避免地表水到處漫流。地下排水以坡體內部的水體為主要對象，利用排水設施降低坡體地下水位，同時降低地下水位面以上土壤的飽和度，透過減少坡體負荷提高邊坡抗滑安全係數，達到提高邊坡穩定性的目標。

國內邊坡常見之邊坡排水設施包括有平台溝、縱向溝、坡頂截水溝、集水井、水平排（集）水管、排水廊道/隧道、洩水孔及其他等。

邊坡排水設施應定期維護及疏清以維持排水機能，排水機能如有受損，應進行必要之修復。

C5.1.1 巡查目的

邊坡排水設施之巡查目的在於維護邊坡排水設施之功能完整，避免地面水或地下水未適當的收集排放，影響邊坡及各項公路邊坡大地工程設施之安全與穩定。因此，在每年汛期前，公路養護單位應視邊坡之需求性，進行巡查與維護，避免發生堵塞、淤積及斷裂破損等情形，影響其功能發揮。

C5.1.2 巡查類別及辦理方式

邊坡排水設施巡查係指公路養護單位就轄區內邊坡排水設施進行之巡視與檢查，俾利及早發現缺失及異狀並改善之。邊坡排水設施巡查工作可與坡面保護設施巡查一併同時辦理，巡查類別與坡面保護設施相同，包括經常巡查、定期巡查及特別巡查等三種類型，其辦理方式可參考 C2.1.2 節解說內容。

C5.1.3 巡查頻率

公路養護管理機關於編訂養護手冊時，應訂定巡查項目及頻率。巡查之頻率可依據各階段邊坡評估分級結果適時調整，原則上變形徵兆愈明顯的邊坡，其定期巡

查頻率應愈高。邊坡排水設施之經常巡查、定期巡查及特別巡查可與 2.1.3 節坡面保護設施之巡查頻率相同，或視需要另行訂定。

C5.2 巡查項目

邊坡排水設施巡查應針對地表排水及地下水排水設施二部分，前者如截水溝、平台溝、坡趾排水溝、豎溝（吊溝）、集水井等，後者如水平排（集）水管、擋土結構洩水管、排水盲溝及排水廊道/隧道，另外坡面滲水狀況亦應注意。巡查項目包括排水設施銜接不良、斷裂、破損、變形、堵塞、淤積、細粒料流失、沖刷、下陷、鋼筋外露銹蝕等。各巡查項目及要點說明如下：

- (1) 排水溝（井）銜接不良、斷裂、破損、變形：排水溝（井）有銜接不良、斷裂、破損、變形等情形時，可能降低排水效能，以致過多地表逕流造成坡面沖蝕及入滲等現象。
- (2) 排水溝（井）堵塞、淤積：排水溝（井）可能因雜草、垃圾、土石等堆積造成堵塞或淤積，導致水流溢流至排水溝外。
- (3) 水平排（集）水管、洩水孔堵塞或細粒料流失：水平排（集）水管、洩水孔堵塞將不利於地下水排出，可能導致地下水上升。水平排（集）水管、洩水孔細粒料流失可能造成邊坡中孔洞之情形，進而影響邊坡穩定。
- (4) 排水溝（井）外側或底部沖刷、下陷：沖刷及下陷一旦發生於排水溝（井）外側或底部，可能影響排水溝（井）之功能，故在易受沖刷及淘空破壞之邊坡，應注意檢查排水設施之排水情形。
- (5) 排水溝（井）混凝土裂縫、剝落、鋼筋（網）外露銹蝕：混凝土材料因使用時間增加，可能出現材料劣化、裂縫、剝落，排水溝（井）之鋼筋若因混凝土保護層剝落造成外露時，易產生銹蝕情形。

C5.3 維護策略與方法

C5.3.1 維護策略

邊坡排水設施維護策略以維持排水功能正常為原則。設於路塹邊坡上方之排水設施於養護時，一般較易被忽略，一旦淤積亦不易清理，故應特別記載，以利巡查養護。邊坡滲水或湧水，倘不妥善處理，易引起邊坡之崩坍或滑動。擋土牆之排

水設施，主要在防止雨水滲入牆背蓄積水壓超出設計標準，故其排水設施應能迅速排除聚集於牆背之積水。

C5.3.2 維護方法

邊坡排水設施維護清淤頻率依降雨情況、路面狀況、交通量及排水設施種類決定。每年汛期前及豪雨後視邊坡之需求，進行巡查與維護，避免發生堵塞、淤積情形。結構物破損部份應儘速修補，如持續性破損可委由專業單位進行評估。

排水設施之養護重點如后：

- (1) 瞭解各種排水設施功用及其構造，並依據各項排水設施之性能，分別訂定維護原則。
- (2) 排水設施改善設計，應考慮區域性排水系統、水災及降雨量等特性。
- (3) 排水系統之末端應儘可能引至現有水路排放，出口若無水路可供銜接或與草溝、土溝等水路銜接時，視流速、落差及下游水路特性，應維持消能構造或護床等處理設施。
- (4) 公路邊溝旁的地下排水溝上方應以不透水或低透水性材料回填，以避免地表水滲入。
- (5) 截水溝、平台溝及縱向溝等排水設施如有破裂，除進行修補外，應瞭解破壞原因，進一步處理。
- (6) 管涵如有破損應立即修補，如有淤塞應定期清理。
- (7) 坡面噴漿處理後如有局部湧水現象，應先將湧水部分適當處理。湧水如為深處滲出者，應檢查既有之洩水孔是否受阻。
- (8) 整平擋土牆之牆頂與邊坡相接處，不使邊坡之水流入擋土牆背部分。擋土牆背後積水及滲水嚴重者，應查明滲水源。經常勘查擋土牆坡趾，如發現基腳沖刷或淘空，應盡早修復。

第六章 大地工程設施檢測

C6.1 說明

巡查為公路邊坡大地工程設施之維護與管理經常性作業，主要採目力巡視或輔以簡易器具，及早發現異常狀況，瞭解大地工程設施之功能現況。目力巡視結果有時無法滿足大地工程設施量化或半量化評估之精度需求，可進一步採用器具檢測，針對設施之位置、地質、形態、種類或特性，量測並記錄其崩落、變形、沉陷、淘空、滲水、淤塞、裂縫、地錨預力損失或是地表滑動等，取得與邊坡穩定性關係更密切、多元的量化資料，提供邊坡穩定性分析、分級評估、異狀肇因探討以及必要的修復補強的依據。

邊坡地錨為增加坡體穩定性之預力背拉設施，其檢測目的、類別、項目、檢測結果評估及分級、以及維護策略及方法等，參附錄。

C6.1.1 檢測目的

檢測之目的在於透過更精細的檢視、量測及調查，取得相較於巡查成果量化程度更高的資料，提供邊坡穩定分析以及大地工程設施功能評估更精細的依據，並使後續維護或評估分級作業能夠更準確有效。

C6.1.2 檢測類別及辦理方式

大地工程設施檢測係指公路養護單位就轄區內公路邊坡大地工程設施進行之檢查與量測，俾利及早發現缺失與異狀，並取得必要的量化資料。檢測類別可概分為定期檢測以及特別檢測兩類：

(1) 定期檢測

定期對公路邊坡大地工程設施實施檢查及量測，並記錄各項檢測成果。

(2) 特別檢測

邊坡巡查、監測後發現明顯的異常現象，以及豪雨、地震或其他重大事故經巡查後認為有必要進一步瞭解邊坡設施功能現況而辦理者。

C6.1.3 檢測頻率

公路養護管理機關於編訂養護手冊時，應訂定檢測之項目及頻率。檢測之頻率可依據邊坡評估分級結果適時調整。原則上坡體變形愈大、速率愈快、落石徵兆愈明顯的邊坡，檢測頻率應愈高。

C6.2 檢測項目

C6.2.1 檢測項目、計畫及流程

檢測項目以大地工程設施功能對公路邊坡穩定影響性大者為優先，如地錨及其配合的格梁、框梁、擋土牆等。檢測項目依巡查結果視需要而定，考慮時效及經濟性，檢測對象應選擇設施功能降低時，可能影響邊坡穩定或通行人車安全的設施，檢測項目應考慮該設施特性，並以該設施功能降低時可能出現之徵兆為主要考量。

檢測前應事先蒐集大地工程設施的基本資料，充分瞭解設施之功能、特性及設計條件，並綜合巡查成果，訂定檢測計畫，包括檢測範圍、種類、項目及該項目對應之檢測內容及目的、檢測方式、資料記錄及呈現方式，並擬定檢測作業流程，俾利有系統及有效率地執行。為確定設施功能辦理之檢測作業，檢測計畫應包括檢測方法、檢測儀器設備校正、評估及分級內容或接受準則、以及查核或複檢之作業流程。

C6.2.2 檢測方法及記錄

檢測的方法及建議的檢測數量應具代表性。檢測方法應依據大地工程設施之種類、設計原則及設計條件，並考慮設施的現況，選擇足以量測、描述設施功能降低過程，徵兆或物理量變化的方法或器具實施。檢測的數量應考量檢測作業代表的範圍，依據學理或設施損壞的維護管理經驗，選擇一定的比例進行檢測作業。檢測結果應採用適當的方式呈現，反映大地工程設施功能出現變異的位置及變異程度，具量化數據者宜採圖形方式呈現，並留存詳細紀錄，由公路養護單位長期保存，以作為維護管理之參考。

C6.3 檢測結果評估與分級

檢測結果應依據大地工程設施設計原則或設計條件，考量整體之功能進行評估與分級。大地工程設施由多個構件組成、或功能由多個構件共同發揮、可能包含多個檢測項目時，各檢測項目的結果應予分級，整體功能評估時可給予各檢測項目不同的權重。

第七章 大地工程設施監測

C7.1 說明

公路邊坡大地工程設施於管理維護階段監測之目的主要包括：

- (1) 安全之掌握：邊坡管理維護的過程中，監測設施儀器可以隨時反應其行為變化之訊息，作為判斷安全與否之指標，並提供預警之資訊，必要時可作為緊急災害處理之依據，以保障通行人車之安全。
- (2) 長期穩定之維護：藉由監測設施儀器之長期觀測，可掌握地下水位的變化是否超出設計條件、地層及邊坡變位（含地表與地中）是否呈穩定狀況、以及大地工程設施變形及受力等行為之變化，適時採取必要之修復、補強措施，維持大地工程設施在其生命週期內發揮應有的功能，使公路邊坡經常保持穩定。此外，長期之觀測追蹤結果，亦可作為研析邊坡破壞原因之參考。

C7.2 監測系統佈設原則

C7.2.1 監測系統佈設時機

針對所有公路邊坡大地工程設施進行安全監測，為一不實際且浪費之做法。一般而言，位於地質特殊、複雜或狀況較差之邊坡，或具不確定性較高之潛在邊坡滑動因素，設計階段不易應用學理分析掌握邊坡穩定性之可能變異情況，以致邊坡存在潛在破壞之風險，諸如：邊坡地層條件不佳、邊坡曾發生災害、邊坡經大規模挖填以致難以確切地研判潛在破壞型態，以及可能肇致其破壞之原因者，在管理維護階段可能需要設置具有預警功能之監測系統，監測邊坡穩定及大地工程設施之變化。

公路邊坡巡查結果發現大地工程設施有異常現象者，亦為主要評估監測系統需求之對象。為有效率的管理邊坡，監測系統之佈設時機可依邊坡評估分級結果而定，原則上建議A、B等級邊坡優先佈設，C等級可視需要佈設，D等級邊坡則不需要佈設。另外，邊坡鄰近新建構造物施工前，或是新建大地工程設施完工後，亦可視需要佈設。

管理維護階段公路邊坡需佈設監測系統時，應先調查該邊坡及其附近於地質調查、設計階段、以及施工過程是否曾設置監測系統，並查明監測項目以及儀器堪用程度。設計及施工階段設置之監測系統堪用者，管理維護階段原則上應整合運用。

C7.2.2 監測系統規劃

公路邊坡大地工程設施監測系統之規劃，除依邊坡之環境、地質及地下水等因素外，尚需依現地狀況，如邊坡穩定保護設施結構型式、監測區域之地形等，配合長期管理維護需要進行妥善規劃。

常見之邊坡監測項目可分為氣候、水文、地層變位以及既有構造物等四類，監測系統依據量測的方式，亦有人工手動、半自動或全自動化等三種，可參考「公路邊坡工程設計規範（草案）」(2015)相關章節內容。

不同的監測目的，監測的類別與項目不同，適用的儀器種類、感測器型式以及量測的方式亦有差異，因此監測系統的規劃應依據維護管理需求，基於對邊坡潛在破壞模式及特性之瞭解，綜合研析邊坡地質與大地工程設施特性、風險以及經濟性等因素，規劃監測物理量、類別及項目，以及適當的量測方式。

全自動化監測方式的監測系統架構包括感測器、資料擷取設備、資料傳輸設備以及監測成果整合軟硬體等四部分。現場設置感測器透過資料擷取設備及傳輸設備，自儀器量測、記錄、傳輸、彙整、繪圖、管理值研判等一系列運作，均採自動化方式，遠距即可透過監測成果整合軟硬體系統性地收集大量資料，並可即時彙整呈現監測成果，瞭解現場狀況。規劃時需納入有關電力供給、控制與長期維護之考量。

C7.2.3 監測系統設計

依據監測系統規劃之監測物理量、類別及項目，即可進一步考量公路邊坡之工址地質、環境條件、地下水以及大地工程設施設計條件及現況，選擇適用的儀器種類、型式，配置感測器之位置及深度，並擬定監測計畫循序實施。

邊坡運動行為預測以及待測物理量可能變化範圍的研判結果，為考慮監測類別與項目、以及選用監測儀器種類、型式、量測範圍以及精度的主要依據。監測儀器

佈設之位置、方向、數量與深度應詳加考量，以獲得有效且具有工程意義的數據，俾作為訂定合理的監測管理值及有效應對方案之依據。

監測儀器與設備的選擇，應以值得信賴、單純或不複雜、在監測環境中具耐久性，且應考慮其材料及零件在鄰近機具運作、水、塵土或其他化學作用之影響下，能夠正常運作者為佳。

相同監測儀器種類，其精度、重複性、量測範圍、適用溫度條件等可能有所差異。監測系統設計應依據邊坡之特性，研判邊坡環境及待測物理量可能分布範圍，選擇適當之儀器規格。採用自動化監測系統時，需考量電子式儀器之感測器、資料擷取設備、資料傳輸設備之耗電量，以及配合之電力供給、資料傳輸以及成果彙整及展示平台等。

監測計畫之內容至少應包括以下項目：

(1) 權責單位、監測執行機構

敘明監測目的、權責單位及負責人員、監測執行機構及相關工作人員資料等。

(2) 監測儀器佈置平面及剖面配置圖

應以圖形方式呈現，標示監測儀器之位置、深度與數量；若監測系統採自動量測方式者，需標示自動資料擷取系統之設備設置處。

(3) 監測系統及安裝說明

應涵蓋整體系統說明、採用之儀器及設備之廠牌、型號、規格、操作原理、量測精度與誤差值範圍，安裝方法、監測方法、監測頻率，並說明儀器檢核、校正、維護、故障檢測及排除方法等。特殊之監測設施應載明詳細之使用指引、維修步驟、異常狀況可能原因及處理方式表以及技術支援之聯絡資料等。

(4) 監測資料之處理

監測系統設置完成後應予測試，並進行初始值設定與記錄。監測數據應以圖形呈現為主，配合表格方式及呈現。

(5) 監測管理

監測數據管理值，以及監測數據達預警管理值時，應適時通知相關權責單位。

C7.3 監測頻率

公路邊坡大地工程設施管理維護階段之監測系統以長期監測邊坡穩定性為主要目標，監測頻率一般低於設計及施工階段，但對於異常項目或有危險徵兆之邊坡，則宜密集重點觀測。各公路養護機關應於養護手冊，依據各邊坡類別及評估分級結果，訂定基本監測頻率，並可依據邊坡評估分級結果，適時調整。

管理維護階段基本監測頻率採用半自動化或全自動化量測方式者，以至少 30 分鐘一次為原則；採用人工量測方式可參考下列原則訂定：

- (1) 監測系統剛設置完成時，監測頻率宜較密集。
- (2) 監測一定期間，確定物理量變化較小之項目，可適度調整降低監測頻率，變化較大之項目則加強監測頻率。
- (3) 經長期監測且確定物理量變化已呈穩定之項目，可適度調整降低監測頻率，以節省有限人力、資源。
- (4) 監測結果有異常現象，或遭遇豪雨、地震後，應儘速量測。量測結果如異常，應立即加強監測頻率，以有效監控物理量之變化趨勢。

原則上變形徵兆愈明顯的邊坡，其監測頻率應愈高。特殊用途之監測項目，可依據目的訂定監測頻率。

C7.4 監測管理值

監測管理值之主要用途為依據監測成果提出邊坡明顯變位之預警，並可配合自動化預警系統發揮即時通報之功能。監測管理值一般可分成不同等級，如注意值、警戒值及行動值。養護單位可視其需求，分別訂定不同等級之監測管理值，或僅就警戒值及行動值訂定邊坡監測管理值。

研訂監測管理值時應考慮各量值代表的意義以及應採取的處理程度。例如注意值常指監測物理量在設計預期範圍；警戒值常為監測物理量大於設計值，但為可接受之變化量；行動值則表示監測物理量大於設計值且瀕臨破壞之情況。監測物理量在注意值範圍內，通常執行正常管理維護與監測作業；達到警戒值常加強監測，研判安全性、探討原因並研判補救措施；達到行動值時，則加強維護管理，必要時採取交通管制及緊急應變措施，並密集監測。

國內之地質環境複雜，邊坡之變形位移量受地層材料差異之影響大，較難以訂出通用之管理標準。公路養護單位應依各邊坡之現地地質條件、邊坡保護設施、設計條件、保全對象重要性及潛在破壞模式等加以檢討後訂定。而監測管理值不應一成不變，應依據所累積觀測資料，回饋檢討，適度調整其管理值。各公路養護單位應於養護手冊訂定監測管理值制定、檢討及調整之流程。

C7.5 監測管理應變措施

公路邊坡大地工程設施，功能常會隨時間增加而緩慢降低。其功能仍高於設計使用年限時，不至於發生破壞情形。若邊坡大地工程設施出現異常情況，表示其功能可能快速下降，故應擬定相應的處理應變措施。各公路養護單位應就不同之邊坡之風險忍受程度，擬定應變措施辦理項目及次序，並以確保通行人車安全為原則。

C7.6 監測系統維護

監測系統應設置保護裝置，配合妥善的維護及保養，確保監測系統長久維持正常運作。監測系統宜定期進行例行性系統維護及檢查工作，包括儀器外觀及零件保養、維護、檢查以及系統維護測試等，電子式儀器應定期進行校正。一旦系統發生故障等情事，應儘速檢測及並予修復。

(1) 定期維護及檢查

現場儀器及設備應定期維護及檢查，採自動化量測之監測系統，定期維護及檢查項目應包括資料傳輸設備及後端之資料處理伺服器。現場設備檢查目的乃為確保儀器可正常讀取監測值，同時檢視監測對象周邊環境是否有不利於監測對象安全或系統運作之因素；資料傳輸設備及伺服器功能檢查目的則為確保監測資料可正常傳回伺服器儲存，且即時呈現於系統平台，供查詢及分析。

(2) 設備使用年限

監測儀器因個別差異性大，且多數安裝於環境條件較為惡劣之邊坡，性能易受溫度變異、環境濕度、動植物擾動等因素影響，故使用年限變異較大。當監測設施達使用年限或有異常訊號出現時，應予修復、汰換或重新設置。

(3) 校正頻率

手動監測儀器，因感測器之精確度影響監測成果甚大，故應定期進行校正。若感測器使用頻度較高、或監測結果有異常且無法解釋之現象時，可儘速或加密校正頻率。

第八章 邊坡評估分級

C8.1 說明

良好且有效率的公路邊坡大地工程設施維護管理應依其現況需要進行預防性修復，或將補強工程定出優先處理的次序，對於不需優先處理的公路邊坡大地工程設施，宜採取定期巡查或檢測，確保設施不致劣化至需要採取緊急行動之狀況。公路養護單位根據邊坡等級採取相對應之維護管理作為，包括巡查、檢測及監測，並得將公路邊坡劃分單元進行評估分級。

C8.2 邊坡評估分級方式及原則

公路邊坡評估分級方式可以第二章至第七章之巡查、檢測及邊坡監測等維護管理作業中，與邊坡穩定性較高項目之結果，並考慮邊坡破壞歷史災害紀錄，進行評估分級為原則。

坡面保護設施巡查可參考之項目有：(1)邊坡張力裂縫、(2)路面龜裂或局部陷落、隆起、(3)坡面鼓出、滑移、坍塌或崩落、(4)坡面侵蝕、沖刷、回填材料流失等；坡體穩定設施巡查可參考之項目有：(5)混凝土（噴凝土）裂縫、龜裂、(6)擋土設施沉陷、傾斜、移位或基礎淘空、(7)擋土或護坡設施鼓出或凹陷、(8)設施接縫異樣、開裂分離或劣化、(9)石籠、加勁擋土牆面破損、土石外露、(10)錨頭保護座（蓋）破損、掉落、鋼腱外露或防銹脂外洩、(11)地錨承壓結構體周圍沖蝕及淘空、(12)地錨承壓結構體破損掉落等；排水設施巡查可參考之項目有：(13)排水溝（井）銜接不良、斷裂、破損、變形、(14)地下水排水設施如水平排（集）水管、擋土結構洩水管、排水盲溝及排水廊道/隧道斷裂、破損、變形、堵塞、淤積、細粒料流失等；落石防治設施巡查可參考之項目有：(15)明隧道或落石防護棚沉陷、傾斜、移位、基礎淘空、(16)上邊坡浮石鬆動、岩體破碎或岩塊掉落路面、(17)明隧道頂版結構凹陷或損壞、(18)落石防護網破損、斷裂、(19)落石防護欄（牆）變形、斷裂等。

公路邊坡大地工程設施每次定期巡查作業後，應根據巡查之異狀，綜合評估該邊坡一旦發生破壞時，通行人車可能遭受到的影響，以研判邊坡災害風險之影響程度，並參考前述項目進行邊坡評估分級。

施行監測之邊坡，可由監測結果依據監測管理值之警戒值與行動值作為公路邊坡評估分級時之評估項目。實施檢測之邊坡，可於檢測計畫訂定之邊坡評估分級之評估項目及評估基準值。採用地錨為主要坡體穩定設施之邊坡，可依據地錨檢測之整體功能評估結果，作為公路邊坡評估分級之評估項目。

C8.3 分級調整時機

邊坡之維護與管理為週期性之工作項目，公路養護管理機關於養護手冊中應該明訂公路邊坡評估分級的調整時機，並依據調整後的邊坡等級採取對應的維護管理作為。一般而言，於下列時機應進行例行性公路邊坡評估分級之檢討作業，視需要調整邊坡分級。

- (1) 邊坡補強工程完成後；
- (2) 養護手冊規定之邊坡巡查作業完成後；
- (3) 養護手冊規定之邊坡檢測作業完成後；
- (4) 養護手冊規定之邊坡監測作業結果完成檢討後；
- (5) 特別狀況，例如颱風、豪雨、地震等災害後；
- (6) 其他，如安全總體檢評估作業後。

第九章 安全管理

C9.1 說明

公路養護管理機關於養護手冊應規定邊坡安全管理作業、管理系統建立、以及妥善管理邊坡安全及公路養護、檢測人員之管理、培訓重點，視需要辦理定期之教育訓練課程，精進養護人員之專業能力。

對於具災害潛勢之邊坡，可參考邊坡歷年災害資料，評估災害風險，平時採用維護管理或減災補強，以工程手段提高設施耐受力，參考本規範第二章至第五章；必要時得視需要採用封路預警的調適手段來降低災害風險。

C9.2 封路預警值

C9.2.1 封路預警值之建立

公路邊坡封路預警值之訂定牽涉的問題複雜程度極高，每一處公路邊坡因重要性不同（國道、省道、縣道、鄉道…）、應用監測之時機（調查、施工安全管理、長期管理維護…）、環境條件（包括地形、地質、氣候…）、破壞模式、發生速度、破壞規模及影響範圍皆不相同，在安全管理值之訂定應有不同之思考邏輯。因此，強制訂出一體適用之邊坡封路預警值，於公路防災管理層面可能產生不必要之困擾與誤解。

本規範以公路長期管理維護之安全監測為對象，自建立封路預警值制訂方法著手，主要目標為提出合宜之公路邊坡封路預警值制定程序，提供公路防災管理之依據。各管理階段界限值可參考邊坡破壞現象所區分之地盤變形特性，區分為注意值、警戒值與行動值，實際觀測或量測得知物理現象到達各界限值即應預警，並依據事先研擬之各管理階段處理對策，進行適當之處理。

封路預警值可能為位移、水壓、水位或降雨特性等直接或間接的破壞現象徵兆物理量。不同時機、不同目的與不同徵兆物理量，可有不同管理階段分期及所應對之不同預警值。不同監測設施亦應搭配適當之管理階段分期與預警值。預警之發布應根據多項監測物理量搭配解釋後進行。

C9.2.2 封路預警值訂定原則

邊坡工程在分析設計階段，自土壤參數、地下水位與水壓、擋土壁體之選用，甚至開挖過程之模擬，所採用分析方法或參數之不確定性，多透過安全係數加以考慮。透過監測系統，可瞭解設計階段邊坡行為是否與現地邊坡相符。

監測結果達「封路預警值」時必須進行公路封閉，以避免通行人車生命財產損失，因此「封路預警值」之發布攸關重大，預警值之訂定不可草率為之，同時對於各監測設施監測值（曲線）有偏離預期之趨勢時，須小心辨識是否由人為錯誤或儀器功能異常等因素引起。

「封路預警值」之訂定應將風險評估之觀念導入，將邊坡破壞之發生以統計方式考量，改善以固定值方式考慮所面臨之盲點。監測系統量測值為安全管理之參考標準，因此資料之正確與否相當重要。同時亦應考慮公路之重要性、邊坡破壞危險程度、邊坡發生破壞後之危害程度、是否有替代道路以及該地區之特性等，不同邊坡對於風險承受能力不同，因此預警值應有所不同。

邊坡之封路預警值制定之模式可分為「經驗統計」及「現象模擬預測」兩大類，兩類均可利用直接或間接之邊坡破壞徵兆物理量作為預警項目。

C9.2.3 封路預警值制定程序

邊坡監測之基本資料，至少應包括環境資料、施工過程資料、邊坡重要性及危害程度等。另一方面，災害歷史資料蒐集與分析，亦為另一重要參考資料。

不同公路、不同路段位置與不同影響程度，均影響公路養護管理機關對於該邊坡破壞風險之忍受程度，加上不同邊坡對於風險承受能力不同，因此預警值應有所不同。公路邊坡封路預警值制定程序可參考以下建議：

- (1) 決定預警目的及預警管理基準分期；
- (2) 調查及評估邊坡破壞類型與發生機制；
- (3) 資料蒐集及分析，包括前期監測成果、工程設計準則、圖說、邊坡穩定分析結果及相關環境資料等；
- (4) 分析及預測邊坡破壞過程物理量變化範圍與速率，決定與崩塌間接或直接相關之物理量、分析監測物理量間之相關性，考慮監測物理量精度、可靠度、反應時間等，選擇預警物理量；

- (5) 訂定邊坡預警值及封路預警值；
- (6) 依據環境變遷及累積監測資料，適時檢討封路預警基準值。

C9.2.4 封路預警值之調整

「封路預警值」不應一成不變，隨著環境變遷及監測資料累積應適時檢討預警值。較佳之預警值訂定方式，應依據分析模擬結果，預測邊坡行為，並配合長期觀測逐步調整預警值。預警值可隨不同的邊坡條件分別訂定。

C9.2.5 封路決策程序

監測系統觀測結果達封路預警值，或接獲通知邊坡發生滑動可能影響主線通行時，公路養護單位應派員至現場勘查，確認狀況後，回報並研判是否需進行封路。如可能須進行封路時，公路養護單位應按規定程序通報公路養護管理機關。

公路養護單位按規定程序通報公路養護管理機關後，須研擬替代公路，並進行交通封閉管制資訊的發布。且須與其他鄰近公路之公路養護單位進行橫向聯繫，以共同進行交通維持及安全設施佈設。如須緊急處置，則進行緊急搶修（通）工程的研議與執行。

如確認邊坡已屬安全穩定時，則由公路養護單位與公路養護管理機關決議開放通行，並進行安全設施撤除，且按規定程序通報。

C9.3 維護管理系統

公路邊坡維護管理系統主要提供資料儲存與管理，透過系統的使用將公路邊坡設計與施工階段、維護整治工程以及相關巡查、檢測及監測等資料，依各公路養護管理機關規定之填報方式及填報頻率，予以有效建立留存。

「邊坡維護管理系統」期能透過全生命週期概念，將公路邊坡自規劃設計、新建施工、巡查與檢測維護、養護整修、監測等生命週期維護管理資料，以系統化方式管理，並提供未來進階管理應用，以完善公路邊坡大地工程設施管理。

依據邊坡維護管理系統資料，可針對邊坡資料分布特性與資料內容進行研析，建構決策分析標準作業程序及防災決策程序，提供各級公路養護單位作為規劃邊坡養護重點及災害發生後選定最適工法等應用之參考。

邊坡維護管理系統依據邊坡各項資料屬性，可於資訊系統上建置邊坡基本資料、工程建設、災損維護以及巡查與檢測四項資料庫，各類資料亦可規劃於資訊系統中進行連接，使邊坡管理系統可以進行跨資料庫之查詢。邊坡維護管理系統之建置有助於公路邊坡有效管理與維護之參考，並可提供運用至後續邊坡整治設計與防救災決策。

參 考 文 獻

參考文獻

1. 山海堂，「道路維護管理」，2000。
2. 中國土木水利工程學會，「地錨設計與施工準則暨解說」第三版，2001。
3. 中國交通運輸部，「公路養護技術規範」，2010。
4. 中華民國大地工程學會，「公路邊坡大地工程設施維護與管理規範(草案)」，2015。
5. 中華民國大地工程學會，「公路邊坡工程設計規範(草案)」，2015。
6. 中華民國大地工程學會，「公路邊坡工程設計與施工規範(草案)」，2014。
7. 中華民國大地工程學會，「地錨應用於邊坡工程設計與施工規範(草案)」，2014。
8. 內政部營建署，「坡地社區開發安全監測手冊」，2000。
9. 日本道路協會，「切土工・斜面安定工指針」，2009。
10. 日本道路協會，「落石對策便覽」，2000。
11. 日本道路協會，「落石對策便覽相關參考資料」，2002。
12. 台北市大地工程處，「人工邊坡調查作業手冊」，2010。
13. 交通部，「公路法」，2013。
14. 交通部，「公路養護手冊」，2003。
15. 交通部，「公路養護規範」，2012。
16. 交通部，「道路邊坡高效能監測系統研發與崩塌預警基準制訂」，2002。
17. 交通部公路總局，「公路養護手冊」，2012。
18. 交通部臺灣區國道高速公路局，「地錨功能評分」，2012。
19. 交通部臺灣區國道高速公路局，「高速公路地錨邊坡檢測維護手冊制定研究」，國立臺灣科技大學研究報告，2009。
20. 交通部臺灣區國道高速公路局，「高速公路養護手冊」，2013。
21. 交通部臺灣區國道高速公路局，「國道邊坡監測作業標準作業程序」，2010。
22. 交通部臺灣區國道高速公路局，「邊坡評估分級」，2012。
23. 交通部臺灣區國道新建工程局，「邊坡穩定及保護之設計準則研訂與解說」，2003。

24. 李秉乾、許盈松、董家鈞、許懷後，「山區道路邊坡監測系統自動化及緊急臨時通報系統研發」，交通部研究報告，2004。
25. 香港土力工程處，「土力工程處採用的後果類別」，2011。
26. 香港土力工程處，「斜坡岩土工程手冊」，1998。
27. 香港土力工程處，「斜坡維修指南」，2003。
28. 張吉佐、方仲欣，「鋼筋混凝土基礎構造物防腐蝕調查與設計」，現代營建，第 210 期：L5 1-13，1997。
29. 張俊哲、何幼榕、陳建忠、陳伯勳，「坡地住宅社區安檢、監測管理制度之研究」，內政部建築研究所專題研究報告，1999。
30. 廖瑞堂、吳澤雄、陳昭維、呂家豪，「預力地錨維護管理制度建構芻議」，地工技術，第 130 期：79-90，2011。
31. 廖瑞堂、張志彰，「山坡地社區開發監測之探討」，中國土木水利工程學會 88 年年會論文集，1999。
32. Federal Highway Administration, “Highway Slope Maintenance and Slide Restoration”, U.S. Department of Transportation, FHWA-88-040, 1988.
33. Federal Highway Administration, “Highway Slope Maintenance and Slide Restoration”, U.S. Department of Transportation, Publication No. FHWA/NHI 08-098, 2008.
34. Slope Engineering Branch, “Guidelines on Slope Maintenance in Malaysia”, Public Works Department Malaysia, 2006.
35. The European Union, “Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1: General rules”, EN 1997-1, 2004.
36. The European Union, “Eurocode 7: Geotechnical design – Part 2: Ground investigation and testing”, EN 1997-2, 2007.

附錄 地錨檢測

附錄 地錨檢測

A1.1 說明

邊坡地錨為施設於邊坡上以增加坡體穩定性之預力背拉設施。為維持地錨的服務功能，應依本規範規定辦理巡查，必要時辦理相關檢測作業，及早發現地錨設施異狀，研判異狀發生之原因，進而施作適當之修復補強，以維持公路邊坡穩定性及通行人車安全。

A1.1.1 檢測目的

地錨設施檢測後倘發現有任何異樣，應評估地錨設施功能，防止災害發生。此外，應蒐集地錨設施完整基本資料，在檢測工作開始前對地錨以往歷史狀況有充分之掌握，使後續維護、管理或評估作業能夠更準確有效。

A1.1.2 檢測類別及辦理方式

公路養護單位應針對轄區邊坡所屬地錨設施，採適當方式定期檢測及特別檢測，以維持公路邊坡之地錨設施性能。

A1.1.3 檢測頻率

各公路養護管理機關應於其維護及管理手冊訂定地錨設施檢測頻率，原則上定期檢測頻率依據邊坡等級而定。公路邊坡於巡查或監測後，評估地錨設施功能損害情況可能影響邊坡穩定性時，則應進一步辦理特別檢測。

A1.2 檢測項目

A1.2.1 檢測項目、計畫及流程

地錨功能檢測作業宜包括所有可能造成地錨功能降低之項目。檢測前應將基本資料事先調查蒐集完整，並綜合邊坡地錨巡查成果，訂定地錨功能檢測計畫，俾利有系統及有效率地執行。地錨功能檢測報告、評估內容及結果等資料應詳加記載，併同巡查紀錄妥為保存，以作為維護管理之參考依據。

A1.2.2 檢測方法及記錄

地錨功能檢測之實施與方法應視地錨之設計原則與種類決定，檢測成果應予以記錄保存，以作為維護管理之參考依據。

A1.3 檢測結果評估與分級

依據各地錨檢測之結果，進行受檢地錨及邊坡地錨整體功能評估，作為邊坡評估分級之考量項目。

A1.4 維護策略與方法

A1.4.1 維護策略

當地錨於使用期間功能下降，以致危及邊坡穩定安全時，應採取必要之改善對策，維護策略以回復原設計地錨之功能為原則。

A1.4.2 維護方法

因地錨功能下降而採取必要之改善對策，主要之方法包括地錨防蝕機能之維持或提升、預力復拉、修復或補強、增設等。

附錄 地錨檢測解說

CA1.1 說明

邊坡地錨設施可歸為坡體穩定設施之一，為維持其服務功能，除依規定辦理巡查外，必要時應辦理相關檢測作業。地錨功能檢測結果除可量化評估地錨功能，並可作為邊坡評估分級之考量因子，分級結果可作為公路養護單位維護管理工作依據。

CA1.1.1 檢測目的

地錨設施檢測係為發現地錨設施可能異狀，以維護邊坡地錨設施之功能性，避免地錨外觀之破損、掉落及銹蝕等異狀造成地錨設施之既存荷重持續損失，影響邊坡安全與穩定。地錨設施辦理檢測前，應蒐集相關設計、施工、檢測及維護等基本資料，以下茲分別說明：

(1) 地質資料

地錨檢測成果配合地質背景資料，有助於釐清地錨拉力異常（損失或增加）之可能原因或潛在問題。

(2) 竣工圖說

掌握地錨原設計構想、設施位置、尺寸及地錨詳細構造等，以利檢測工作之進行及後續安全評估。

(3) 災害歷史

地錨設施之災害歷史及維修改善資料，可提供地錨檢測規劃及評估之重要參考。

(4) 監測資料

由既有監測成果除能瞭解邊坡之變形或地下水變化外，並可提供地錨長期功能及邊坡整體穩定安全評估之需。

(5) 地錨施工、維修紀錄及照片

蒐集地錨以往施工紀錄、試驗成果，如證明試驗、適用性試驗、驗收試驗及使用期間修復紀錄，有助於瞭解地錨施工品質及其力學行為。

CA1.1.2 檢測類別及辦理方式

公路養護單位就轄區內公路邊坡的地錨設施進行檢測，俾利及早發現缺失與異狀並改善之。檢測類別依檢測時機分述如下：

(1) 定期檢測

定期對邊坡地錨設施實施檢測，及檢視巡查紀錄所載之異狀及損壞。檢測重點在掌握地錨設施保護座（蓋）外觀、錨頭組件、鋼腱銹蝕程度、既存荷重等之異狀。定期檢測利用特殊檢測儀器檢測地錨，並依檢測結果進一步判定設施功能性及評估其對邊坡穩定之影響情形。

(2) 特別檢測

特別檢測係邊坡巡查、監測後，或其他重大事故後，為評估地錨設施功能是否降低，有無維護或補強需求所進行之不定期檢測。

CA1.1.3 檢測頻率

各公路養護管理機關應於養護手冊訂定地錨檢測項目及頻率，檢測之頻率可依據邊坡評估分級結果適時調整，原則上變形徵兆愈明顯的邊坡，其地錨定期檢測頻率應愈高。

定期檢測：例行性之定期檢測，其頻率視邊坡等級而定。

特別檢測：於邊坡巡查、監測或其他重大事故後，評估邊坡地錨設施功能降低或喪失功能，可能影響邊坡穩定性時，應進一步辦理地錨特別檢測，以確認邊坡地錨整體性功能是否仍能維持邊坡安全性。

CA1.2 檢測項目

CA1.2.1 檢測項目、計畫及流程

依目前國內既有地錨之構造型式、施工方式及地質環境條件綜合考量，地錨檢測項目大致可分為外觀檢視、錨頭組件檢視、內視鏡檢視及揚起試驗等項目。在能正確評估地錨功能之前提下，檢測項目可依地錨之構造型式、施工方式及地質環境條件等因素調整。

地錨功能檢測前應實施事先調查，蒐集必要之資料，並依據事先調查、設施巡查結果為基礎，籌劃訂定地錨功能檢測計畫，俾利有系統及有效率地實施調查，再以地錨功能檢測之結果，評估邊坡地錨整體功能。地錨功能檢測之檢測報告、評估內容及結果等資料應詳加記載，並應併同巡查紀錄等以電子資料處理妥為保存。

訂定地錨功能檢測計畫，應以 CA1.1.1 節所述之基本資料為基礎，研討可以採用之試驗種類及方法，規定其實施方式與各調查試驗階段之管理方法，包含現場及其周邊之安全與環境保護。

CA1.2.2 檢測方法及記錄

地錨功能檢測之實施與方法，應依據受檢區地錨之設計原則與種類決定。

常見的地錨功能檢測之種類，包含外觀檢視、錨頭組件檢視、內視鏡檢視、揚起試驗、防銹油試驗、既存荷重監測、超音波探傷檢測、彈性衝擊波檢測以及地錨周圍的水質檢測等。

CA1.3 檢測結果評估與分級

地錨功能評估之結果除可瞭解受檢地錨之個別錨碇功能外，亦可據以進行邊坡地錨整體功能評估，作為邊坡評估分級之考量項目。

地錨之保護座外觀檢視、錨頭組件檢視、內視鏡鋼腱銹蝕檢視及既存荷重值之檢測結果，可按不同權重進行評分試算，並依據單一地錨功能評估標準進行分級。邊坡之地錨整體功能部分則可依地錨整體功能評估之標準進行分級。

地錨整體功能評估後如屬功能極差或不佳者，應施予更積極有效之維護或相關補強措施，以確保地錨功能之發揮。

CA1.4 維護策略與方法

CA1.4.1 維護策略

地錨可依據功能檢測結果，按不同劣化、受損程度選定相應之維護策略。

CA1.4.2 維護方法

常見的地錨改善對策包括防蝕機能之維持或提升、修復或補強、增設等：

(1) 防蝕機能之維持或提升

影響地錨功能之主要因素，除既存荷重值外，尚包括自由段及錨頭之防蝕問題。

既有舊型地錨延長使用年限之方法說明如后：

- I. 錨頭保護塊改善：現有地錨多採用混凝土保護錨頭，惟混凝土保護塊常見二次施工冷縫之水密性不佳問題，宜改採內填防銹油脂之錨頭保護蓋（如鍍鋅鋼蓋）取代傳統混凝土保護塊。新式保護蓋可輕易拆除，便於日後檢查維護。
- II. 承壓板改善：舊型地錨承壓板與錨頭，常為分開型式，存有諸多孔隙，形成地下水入侵之途徑。利用承壓板與錨頭組件一體化構件，可減少地下水入侵之機會。
- III. 自由段鋼腱防蝕：檢測結果如發現自由段之水泥漿未填滿，可自原灌漿孔重新補灌水泥漿或防銹油脂，使自由段之鋼腱可有效被水泥漿體或防銹油脂保護，減緩鋼腱銹蝕速度，延長使用年限。

(2) 修復或補強

I. 補足預力、釋放預力

實施地錨之補足預力或釋放預力之目的係為使異常地錨之既存荷重回復至原設計正常地錨之功能狀態。實施時最重要之部分為事前掌握預力減少與增加之原因。地錨既存荷重減少或增加之原因，係由於地盤變形或外力增加造成時，一般常採取補足預力或釋放預力對策解決。如按上述對策改善之後，再次發生既存荷重減少或增加之情況時，即需實施整體邊坡穩定分析、評估，檢討是否能以補足預力或釋放預力之對策解決，以及是否需增設地錨，抑或有採取其他適當對策方法之必要。

地錨既存荷重減少或增加可由揚起試驗結果判斷，例如其既存荷重值小於 $0.8 T_w$ (T_w = 設計拉力)，代表地錨提供之拉力已無法滿足設計需求。補強方式可對既有地錨重新施拉預力鎖定，鎖定過程中因錨頭與承壓板已分離，故可在錨頭與承壓板間空隙補墊不同厚度之鋼片，以有效增加該地錨之既存荷重，提升地錨穩定邊坡之功能。

II. 其他異常問題之處理

錨頭握線器與鋼腱角度不一致：常見於排樁式及預鑄格梁面版地錨，導致夾片無法有效夾住鋼腱，使夾片功能大幅下降，降低地錨功能。其改善對策可將地錨預力釋放後，重新調整錨頭角度，使其與鋼腱角度一致。惟既有地錨鋼腱常因預留餘長不足，以致無法改善。

承壓結構背後淘空：承壓結構下方地層因沖蝕導致基礎懸空，造成地錨既存荷重大幅下降，影響地錨功能發揮，常見於泥岩或土壤邊坡。改善對策為基礎懸空處以背填灌漿方式灌滿後，復拉地錨至設計之鎖定預力，同時改善整體邊坡之地表排水系統，避免淘刷問題重複發生。

(3) 增設

地錨於鋼腱腐蝕、斷裂或修復、補強困難，抑或整體邊坡穩定性下降時，應檢討有無增設地錨之必要，地錨增設之檢討項目如下：

- I. 既有地錨功能再評估；
- II. 修復、補強或增設地錨之生命週期總成本檢討；
- III. 承壓結構體整體的穩定性檢討；
- IV. 施工性檢討。

ISBN 978-986-04-7271-4



GPN : 1010403037

定價：160 元