

南方澳斷橋之橋樑檢測篇

目錄

壹、前言	5
貳、規範概要	5
第一章總則	5
1.1 一般說明	5
1.2 法令依據	5
1.3 適用範圍	5
第二章檢測一般規定	5
2.1 一般說明	5
2.2 檢測類別	6
2.3 檢測頻率	6
2.4 檢測內容	6
2.5 檢測準備作業	7
第三章定期檢測	7
3.1 一般說明	7
3.2 檢測方式	7
3.3 劣化評等	7
3.4 橋梁結構物劣化程度評等(D)	7
3.4.1 混凝土結構物	7
3.4.2 鋼結構物	7
3.4.3 支承裝置及防落設施	8
3.4.4 伸縮縫	8
3.4.5 結構物沉陷	8
3.4.6 河道變遷、引道路堤與基礎沖刷及橋基保護設施	8
3.4.7 排水設施	8
3.5 橋梁結構物劣化範圍評等(E)	8
3.6 橋梁結構使用性及用路人安全性影響評等(R)	8
3.7 處置急迫性評等(U)	8
第四章特別檢測	9
4.1 一般說明	9
4.2 地震後特別檢測	9
4.3 土石流災後特別檢測	9
4.4 水災後特別檢測	9

4.5 火災後特別檢測	9
4.6 其他重大事故後之特別檢測	9
第五章詳細檢測	10
5.1 一般說明	10
5.2 構件局部破壞檢測作業	10
5.2.1 鑽心取樣抗壓試驗法	10
5.2.2 中性化檢測法	10
5.2.3 氯離子含量檢測法	10
5.2.4 鹼質粒料反應檢測法	10
5.2.5 火害檢測法	10
5.3 構件非破壞檢測作業	11
5.4 跨河橋梁所在河道狀況或基礎沖刷之檢測	11
第六章結構安全評估	11
6.1 一般說明	11
6.2 承載能力評估	11
6.2.1 分析計算評估法	11
6.2.2 載重試驗評估法	12
6.3 耐震能力評估	12
6.4 耐洪能力評估	12
6.5 疲勞安全評估	13
第七章維修與補強	13
7.1 一般說明	13
7.2 緊急處置	13
7.3 維修與補強原則	13
7.4 混凝土構件維修	13
7.5 鋼構件維修	14
7.6 鋼構件防蝕系統維修	14
7.6.1 塗裝劣化維修	14
7.6.2 熱浸鍍鋅劣化維修	14
7.6.3 金屬鎔射劣化維修	14
7.7 支承維修與置換	14
7.8 伸縮縫維修與置換	14
7.9 結構補強	14
參、規範解說	15
第一章總則	15
C1.1 一般說明	15
C1.2 法令依據	16
C1.3 適用範圍	16
第二章檢測一般規定	17

C2.1 一般說明.....	17
C2.2 檢測類別.....	17
C2.3 檢測頻率.....	17
C2.4 檢測內容.....	18
C2.5 檢測準備作業	18
第三章定期檢測	20
C3.1 一般說明.....	20
C3.2 檢測方式.....	20
C3.3 劣化評等.....	21
C3.4 橋梁結構物劣化程度評等(D).....	21
C3.4.1 混凝土結構物.....	21
C3.4.2 鋼結構物.....	22
C3.4.3 支承裝置及防落設施	23
C3.4.4 伸縮縫.....	23
C3.4.5 結構物沉陷.....	23
C3.4.6 河道變遷、引道路堤與基礎沖刷及基礎保護措施	23
C3.4.7 排水設施.....	25
C3.5 橋梁結構物劣化範圍評等(E).....	25
C3.6 橋梁結構使用性及用路人安全性影響評等(R).....	25
C3.7 處置急迫性評等(U).....	26
第四章特別檢測	26
C4.1 一般說明.....	26
C4.2 地震後特別檢測	26
C4.3 土石流災後特別檢測	27
C4.4 水災後特別檢測	27
C4.5 火災後特別檢測	27
C4.6 其他重大事故後之特別檢測	28
第五章詳細檢測	28
C5.1 一般說明.....	28
C5.2 構件局部破壞檢測作業	29
C5.2.1 鑽心取樣抗壓試驗法	30
C5.2.2 中性化檢測法.....	30
C5.2.3 氯離子含量檢測法.....	30
C5.2.4 鹼質粒料反應檢測法	31
C5.2.5 火害檢測法.....	31
C5.3 構件非破壞檢測作業	32
C5.4 跨河橋梁所在河道狀況或基礎沖刷之檢測	36
C6.1 一般說明.....	38
C6.2 承載能力評估	38
C6.2.1 分析計算評估法.....	39

C6.2.2 載重試驗評估法.....	40
C6.3 耐震能力評估	42
C6.4 耐洪能力評估	42
C6.5 疲勞安全評估	42
第七章 維修與補強	42
C7.1 一般說明.....	42
C7.2 緊急處置.....	43
C7.3 維修與補強原則	43
C7.4 混凝土構件維修	44
C7.5 鋼構件維修.....	47
C7.6 鋼構件防蝕系統維修	47
C7.6.1 塗裝劣化維修.....	47
C7.6.2 熱浸鍍鋅劣化維修.....	48
C7.6.3 金屬熔射劣化維修.....	48
C7.7 支承維修與置換	49
C7.8 伸縮縫維修與置換	50
C7.9 結構補強.....	51

壹、前言

南方澳大橋為跨越臺灣宜蘭縣蘇澳鎮南方澳漁港的跨港大橋，串聯南方澳環狀路線的重要建設，亦是當地的著名地標。前身為 1976 年建成之跨漁港航道高架橋，後為利於漁船航運，1998 年 6 月於該橋北方新建雙叉式單鋼拱橋型式的南方澳大橋，舊橋於 2000 年 4 月拆除。南方澳大橋長 140 公尺、寬 15 公尺，橋面離海平面 18.5 公尺。2019 年 10 月 1 日上午 9 時 30 分發生橋體坍塌意外，造成 6 人罹難、12 人輕重傷，以及三艘漁船與一台油罐車損毀。目前初步判斷應為拱橋西側約 5 至 6 根預力吊索斷裂引起(吊索共 13 支)。該吊索均有塑料套管保護以避免鏽蝕，橋墩無鬆脫或掏空現象發生。此時間恰接近技師高考期間，故有必要準備相關資料予學員閱讀，以因應可能之出題。

國內對於橋梁檢測文獻不多，下面就交通部頒「公路橋樑鑑測及補強規範」整理節錄，提供學員參考。

貳、規範概要

第一章總則

1.1 一般說明

本規範目的在於提供各級公路養護管理機關、公路養護單位施行橋梁及其附屬設施檢測、評估與維修補強作業之依循，以維護橋梁結構與行車安全。內容包括檢測一般規定、定期檢測、特別檢測、詳細檢測、結構安全評估，以及維修與補強。

公路養護管理機關、公路養護單位須保存橋梁基本資料、歷次檢測評估資料與維修補強資料等相關紀錄，以作為後續養護之參考。

1.2 法令依據

本規範係依據公路法第三十三條訂定。

1.3 適用範圍

本規範適用於公路一般性橋梁之檢測、評估、維修與補強作業。對於特殊性橋梁，可由公路養護管理機關、公路養護單位依橋梁特性、現地狀況及養護條件參照本規範另訂檢測及養護規定。

第二章檢測一般規定

2.1 一般說明

橋梁檢測之目的係為早期發現橋梁結構物的異常與損傷劣化，以掌握橋梁之安全與使用性。

2.2 檢測類別

橋梁檢測分為定期檢測、特別檢測與詳細檢測三類：

1. 定期檢測：為掌握橋梁結構之健全度、及早發現造成功能減低或異常之損傷及其原因，而定期進行之檢測。
2. 特別檢測：當重大事故或災害發生後，為了解損傷程度及防止災害擴大；或巡查發現顯著異狀及公路養護管理機關、公路養護單位認為必要時而實施之檢測。
3. 詳細檢測：橋梁於定期檢測或特別檢測後，認為有必要時，以儀器或相關設備進行局部破壞或非破壞檢測等之檢測；或對跨河橋梁所在河道狀況、基礎沖刷情形之檢測。

橋梁之巡查依照公路養護規範相關規定辦理。

2.3 檢測頻率

橋梁檢測頻率依檢測類別、橋況、橋齡、交通狀況、橋址環境及重要性等而定，公路養護管理機關、公路養護單位可視其組織編制及受檢測橋梁之重要性，訂定檢測頻率，原則上檢測頻率如下：

1. 定期檢測：新建橋梁應於完工使用後二年內進行第一次定期檢測，爾後定期檢測之間隔以兩年為原則。如有特別情況，公路養護管理機關、公路養護單位得視實際狀況調整，惟不得超過四年。
2. 特別檢測：於重大事故、災害發生後或巡查發現顯著異狀及公路養護管理機關、公路養護單位認為必要時辦理之。
3. 詳細檢測：橋梁於定期檢測或特別檢測後，認為有必要時進行之。

2.4 檢測內容

檢測內容包括蒐集與查對橋梁基本資料及維修紀錄，並依檢測類別實施各項檢測，再給定構件損傷劣化等級及後續處理方式。

各類檢測項目包含：

1. 定期檢測：一般性橋梁之定期檢測項目包括：上部結構、下部結構、橋面系統、相關附屬設施及跨河橋梁位置之河道變遷情況。
2. 特別檢測：公路養護管理機關、公路養護單位視事故、災害之嚴重狀況或巡查發現特殊異狀之情形，決定檢測項目。

3. 詳細檢測：公路養護管理機關、公路養護單位依定期檢測或特別檢測結果，視實際需求決定檢測項目。

2.5 檢測準備作業

橋梁檢測前須先備妥橋梁相關資料，確認橋梁構件編碼原則，並依不同之檢測類別擬定檢測工作計畫，準備檢測表格、工具及設備。有關檢測所需之安全設施，須依行政院勞動部發布施行之相關規定辦理。

第三章 定期檢測

3.1 一般說明

定期檢測係為掌握橋梁結構之健全度、及早發現造成功能減低或異常之損傷劣化及其原因，而定期以目視方式進行之全面性檢測。

3.2 檢測方式

定期檢測方式以直接目視或間接目視檢測為主，檢測人員以徒步儘可能接近檢測構件，必要時搭乘輔助載具，或使用其他觀測、量測設備取得相關資訊，判斷構件是否有劣化或異常情況。

3.3 劣化評等

定期檢測依構件劣化狀況評定劣化程度(D 值)、劣化範圍(E 值)、劣化情況對橋梁結構使用性及用路人安全性之影響(R 值)，以及處置的急迫性(U 值)。

3.4 橋梁結構物劣化程度評等(D)

橋梁結構物劣化程度評等包含上部結構系統、下部結構系統、橋面系統、相關附屬設施等之損傷劣化評等；跨河橋梁另包含河道劣化程度之評等。

3.4.1 混凝土結構物

混凝土結構物劣化程度之評等，以裂縫、剝落、剝離、蜂窩、孔洞、鋼筋銹蝕、鋼腱銹蝕、錨碇部位外露銹蝕、滲水、白華、銹水流出或其他損傷等項目為主。

3.4.2 鋼結構物

鋼結構物劣化程度之評等，以鋼板或桿件之挫屈、變形、銹蝕、裂縫、塗裝劣化、銲道損傷、螺栓鬆動或脫落、異常聲音或其他損傷等項目為主。

3.4.3 支承裝置及防落設施

支承裝置及防落設施劣化程度之評等，以支承及其周邊設施、阻尼裝置、防止落橋設施之破損、變形、沉陷、混凝土損傷、螺栓損傷、生鏽腐蝕、塵土堆積、異常聲音、移動異常或其他損傷等項目為主。

3.4.4 伸縮縫

伸縮縫劣化程度之評等，以伸縮縫裝置損傷、錨碇螺栓損傷、襯墊片或端部補強構件損傷、高低差、橋面板間距異常、異常聲音、漏水、伸縮縫間雜物堆積或其他損傷等項目為主。

3.4.5 結構物沉陷

結構物沉陷程度之評等，以檢視橋面、欄杆等構件的沉陷或分離現象、伸縮縫上下左右錯動、引道路堤沉陷為主。

3.4.6 河道變遷、引道路堤與基礎沖刷及橋基保護設施

河道變遷、引道路堤與基礎沖刷及橋基保護設施等之評等，以上下游開採砂石、河道之潛壩、固床工、河堤建造物、河道沖淤、變遷或其他損傷等項目為主。

3.4.7 排水設施

排水設施劣化程度之評等，以設施損傷及堵塞為主。

3.5 橋梁結構物劣化範圍評等(E)

橋梁結構物劣化範圍評等包含上部結構、下部結構、橋面系統、相關附屬設施構件損傷劣化範圍之評等；跨河橋梁另包含河道變遷、沖刷程度、下部結構保護設施損傷範圍及上下游開採砂石範圍之評等。

3.6 橋梁結構使用性及用路人安全性影響評等(R)

橋梁結構使用性及用路人安全性影響評等，主要係表達不同構件於不同位置之劣化情況對該構件或整體橋梁之使用性，及對駕駛人或行人安全性的影響程度。

3.7 處置急迫性評等(U)

處置急迫性評等為反映整體結構或部分構件維修處置順序和急迫性。

第四章特別檢測

4.1一般說明

特別檢測為橋址發生地震、土石流災害、水災、火災或其他重大事故後；或巡查發現顯著異狀及公路養護管理機關、公路養護單位認為必要時所實施之目視檢測。

檢測項目由公路養護管理機關、公路養護單位依事故種類擇定。

4.2地震後特別檢測

橋梁所在地區發生地震後，公路養護管理機關、公路養護單位依事先訂定之檢測作業相關規定進行地震後特別檢測。檢測目的在於了解地震對橋梁之損傷程度，適時進行各項緊急措施或維修補強工作，避免橋梁結構損傷劣化擴大，確保通行及結構安全。

4.3土石流災後特別檢測

土石流災害發生後，公路養護管理機關、公路養護單位視需要對位於土石流活動區內之橋梁結構物進行土石流災後特別檢測。檢測目的在了解淤埋、沖刷、磨損、堵塞、撞擊、抬移、彎道沖毀及坡岸崩塌等對橋梁之危害程度。

4.4水災後特別檢測

水災發生後，對於災區範圍內之跨河橋梁及橋址所在河川，公路養護管理機關、公路養護單位視需要進行水災後特別檢測。檢測目的在於了解河道變遷、沖刷、淤積、基礎裸露、撞擊等對橋梁之危害程度。

4.5火災後特別檢測

橋址內發生火災後，公路養護管理機關、公路養護單位視需要對於火災影響範圍內之橋梁進行火災後特別檢測。檢測目的在於了解火災對橋梁構件產生之劣化與變形及其影響。

4.6其他重大事故後之特別檢測

其他如山崩、地滑、颱風、意外撞擊及橋梁無預警之損害等危及橋梁結構安全事故發生後，公路養護管理機關、公路養護單位視需要進行特別檢測，以了解災害對橋梁使用安全的影響。

第五章詳細檢測

5.1一般說明

定期檢測或特別檢測後，對於橋梁狀態仍有疑慮，可進行詳細檢測，包含橋梁構件之局部破壞檢測、非破壞檢測及跨河橋梁所在河道狀況、基礎沖刷情形之檢測；其作業應選擇適當方法進行。

5.2構件局部破壞檢測作業

混凝土構件於適當位置鑽心取樣後，依據檢測目的選用抗壓試驗法、中性化檢測法、氯離子含量檢測法、鹼質粒料反應檢測法及火害檢測法等。

鋼構件於適當位置切割取樣後，依據檢測目的選用金相試驗法、拉伸試驗、彎曲試驗、硬度試驗法等。

5.2.1鑽心取樣抗壓試驗法

需了解橋梁混凝土強度現況時，可於橋梁適當部位鑽心取樣後進行抗壓試驗；鑽心取樣方式及試驗方法依相關標準進行。

5.2.2中性化檢測法

混凝土是否受環境中二氧化碳等酸性氣體影響造成混凝土鹼性降低，而增加鋼筋腐蝕潛勢，可於橋梁適當部位鑽心取樣後進行中性化試驗；鑽心取樣方式及試驗方法依相關標準進行。

5.2.3氯離子含量檢測法

混凝土中氯離子含量偏高會增加鋼筋腐蝕潛勢，可於橋梁適當部位鑽心取樣後進行硬固混凝土氯離子含量試驗；鑽心取樣方式及試驗方法依相關標準進行。

5.2.4鹼質粒料反應檢測法

混凝土是否使用與水泥中鹼性材質容易產生反應之活性粒料，而造成混凝土劣化，可於橋梁適當部位鑽心取樣後進行鹼質粒料反應試驗；鑽心取樣方式及試驗方法依相關標準進行。

5.2.5火害檢測法

混凝土受火害後可採用混凝土中性化試驗及燒失量試驗，以作為推估混凝土現況之依據。

鋼構件受火害後得使用可推測其殘餘應力及材料金相之測試方法。

5.3構件非破壞檢測作業

常用檢測方法包含反彈錘試驗法、鋼筋腐蝕檢測法、音洩檢測法、紅外線檢測法、敲擊回音法、衝擊彈性波法、超音波檢測法、射線檢測法、渦電流檢測法、磁粒檢測法、液滲檢測法、透地雷達法與地電阻檢測法等；由公路養護管理機關、公路養護單位依檢測目的及材料種類擇之。

5.4跨河橋梁所在河道狀況或基礎沖刷之檢測

常用檢測方法包含河道橫斷面測量、單音束測深、多音束測深、側掃聲納、測深光達、水下無人載具攝影或委由專業潛水人員進行等。

第六章結構安全評估

6.1一般說明

橋梁進行定期檢測或特別檢測後，對於安全有疑慮之橋梁進行詳細檢測及結構安全評估，作為是否需進行維修補強之依據。

橋梁結構安全評估包括承載能力評估、耐震能力評估、耐洪能力評估及疲勞安全評估等，由公路養護管理機關、公路養護單位依需求辦理。

6.2承載能力評估

承載能力評估目的係為確定現存橋梁的承載能力，並評估其是否符合載重需求。

承載能力評估方法分為分析計算評估法及載重試驗評估法。若分析計算評估結果對橋梁承載能力有疑慮時，可對橋梁進行載重試驗評估。

6.2.1分析計算評估法

分析計算評估法之評定依據為橋梁或構件承載能力評估係數 RF，其通式如下：

$$RF = \frac{\text{現存活載重承載能力}}{\text{活載重需求}} \quad (6.2.1)$$

其中現存活載重承載能力為現存承載能力扣除係數化靜載重後之值；橋梁之現存承載能力須考慮材料老化、強度降低及材料強度變異性等造成之折減；各構件之活載重需求亦須考慮載重之變異性及活載衝擊係數。

橋梁承載能力評估之評定如下：

RF≥1：橋梁容許活載重能力符合載重需求。

RF<1：橋梁容許活載重能力未符合載重需求，對橋梁採取限重、補強、封閉、進一步評估或改建等措施。

6.2.2 載重試驗評估法

載重試驗評估法一般可分為靜態載重試驗及動態載重試驗兩種。

1. 靜態載重試驗

靜態載重試驗是將載重作用在指定之橋梁結構位置，量測結構變形以及其他試驗項目，進而推斷橋梁在載重作用下的受力行為和承載能力。

橋梁結構靜態載重試驗之載重可分為車輛加載及重物直接加載兩種形式。實施橋梁靜態載重試驗時，試驗載重形式之選擇、加載及記錄之方式，依結構試驗目的及現場條件而定。

靜態載重試驗之評定如下：

$$RF = \frac{\text{靜態載重試驗評估之活載重能力}}{\text{活載重需求}} \quad (6.2.2)$$

RF≥1：橋梁容許活載重能力符合載重需求。

RF<1：橋梁容許活載重能力未符合載重需求，對橋梁採取限重、補強、封閉、進一步評估或改建等措施。

2. 動態載重試驗

動態載重試驗係藉由對橋梁施加移動載重或隨時間變化之載重，使橋梁處於振動狀態下，進而利用測振儀器量測與分析橋梁之振動頻率、振動模態、阻尼性質等基本動力特性，做為佐證分析計算評估法及靜態載重試驗評估結果之輔助資訊；或透過特定動態試驗配置獲得對應之衝擊係數，及求取疲勞評估所需之載重歷時與應力差值，做為進行相關之橋梁安全評估作業時的分析依據。

常用之動態載重試驗包括：(1)動態反應試驗；(2)振動試驗。

6.3 耐震能力評估

橋梁耐震能力評估依相關規範或參考研究成果辦理。

6.4 耐洪能力評估

橋梁耐洪能力評估依相關規範或參考研究成果辦理。

6.5 疲勞安全評估

鋼結構橋梁檢測作業完成後，視需要進行疲勞安全評估。

第七章 維修與補強

7.1 一般說明

「維修」主要為防止橋梁繼續劣化，以滿足使用功能及耐久性；「補強」主要為提升橋梁強度、勁度、分散構件之應力狀況，或使橋梁結構滿足公路養護管理機關、公路養護單位要求之使用性及安全性，進一步延長使用年限。

進行維修與補強規劃設計時，依其目的與效果，選定有效且可靠的方法。

7.2 緊急處置

檢測後至維修與補強施工前，須評估是否需進行交通管制、必要之限速、限重、架設臨時支撐或封橋等措施。

7.3 維修與補強原則

橋梁經評估判定須進行維修或補強時，其作業原則如下：

1. 規劃設計時須參考檢測評估結果，並進行充分調查，依維修與補強作業特性，選擇合適之工法。
2. 維修與補強依其目標，採用恢復或改善結構系統功能、增加結構強度、勁度或韌性、置換損傷構件或延長結構耐久性等方式進行，並須適當考量應力重新分配之影響。
3. 進行維修與補強時須注意施工安全及現有交通之影響，並輔以必要之臨時安全措施；另須避免施工過程中結構系統產生弱點。
4. 維修與補強須考慮使用材料與既有材料間的相容性及維修補強步驟，並注意採用之材料是否符合國家標準或相關國際標準。
5. 維修與補強宜依公認之學理與方法，以分析計算方法或實測法等進行補強效果之確認。

7.4 混凝土構件維修

混凝土構件維修包括混凝土表層修復、斷面缺損修復、裂縫修復、鋼筋除銹、抑制鋼筋腐蝕及鹼質粒料反應修復等。

7.5鋼構件維修

鋼構件維修在取得鋼材材料性質、確認損傷原因及損傷程度後，選擇適當之維修方案。執行維修作業時，須符合鋼結構施工之規定。

7.6鋼構件防蝕系統維修

鋼構件防蝕系統維修之規定須符合施工規定及國家標準等相關規定，並依據其施工程序及相關規定進行施作，以確保發揮其應有功能。

7.6.1塗裝劣化維修

塗裝劣化維修分成：1.全部塗裝；2.局部塗裝。

塗裝系統是否進行維修由塗裝檢測結果判斷。

7.6.2熱浸鍍鋅劣化維修

熱浸鍍鋅長期使用後若產生鋅消耗，可藉由熔射或塗裝進行維修。

7.6.3金屬鎔射劣化維修

金屬鎔射材料有鋅、鋁或鋅鋁合金。金屬鎔射防蝕系統長期使用後若發生劣化，可藉由鎔射進行維修。

7.7支承維修與置換

支承維修與置換之原則為使支承恢復原來之機能，或者避免支承再發生相同損傷。支承維修或置換工法之選擇須綜合考量改善對策之效果、現場狀況、損傷狀況、損傷原因、施工性、對通行車輛及橋體之影響等。

7.8伸縮縫維修與置換

伸縮縫之損傷並未損及其承載或伸縮之功能時，可不必置換伸縮縫，僅進行維修調整。伸縮縫已影響行車舒適度時，經調整、維修未能改善，必要時進行置換。

依據伸縮縫劣化程度有下列修復方法：1.局部修補；2.局部置換；3.整體置換。

7.9結構補強

橋梁結構補強分為構件補強及結構系統補強兩大類。

構件補強包含上部結構補強及下部結構補強，以符合設計需求為原則。補強前，須先對原有結構之使用材料及構造方式進行了解；構件或接頭部位因活載重反覆作用產生疲勞損傷時，須檢討其發生原因，評估損傷繼續發展之趨勢。若經評估有補強之必要時，針對發生原因選擇合適之補強工法。

結構系統補強係改善整體結構系統，以提升橋梁之安全性、使用性。

參、規範解說

第一章總則

C1.1一般說明

1. 橋梁紀錄，儘可能包含以下項目：

(1) 橋梁基本資料

除因橋梁興建年代久遠，資料已不可考者外，包含橋梁結構計算書、設計圖說及竣工圖說。

(2) 檢測紀錄

先前之檢測紀錄，記載橋梁過去之構件劣化情形，可供研判那些構件須特別注意檢測，以及該構件劣化之演變情形。

(3) 地質與水文資料

橋墩基礎座落之地質資料，可藉以判斷是否須特別注意橋墩基礎之沉陷及淘空問題。水文資料記載過去之河道位置、斷面、形狀及洪水頻率、最高洪水位等資料；可供檢測河道斷面及水位變化，並研判河道保護設施是否妥適，是否尚需加強。

2. 橋梁完工後之維修與補強資料儘量保持完整，相關紀錄包含以下項目：

(1) 維修與補強工程紀錄

依時間順序記載橋梁過去之構件維修與補強情形，包含維修補強日期、工程描述、承包商、契約價金、契約編號、結構計算書、設計圖說、竣工圖說及其他相關工程資料等。

(2) 檢測與試驗

橋梁因應維修與補強需要，所執行之局部破壞與非破壞檢測作業及試驗成果。

(3) 橋梁評估資料

橋梁曾經辦理之承載能力評估、耐震能力評估、耐洪能力評估、疲勞安全評估及結構安全性評估等資料。

C1.2法令依據

本規範係依據公路法第 33 條「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」訂定。

C1.3適用範圍

1. 本規範所稱公路橋梁分為一般性橋梁及特殊性橋梁，係指沿公路中心線長度達 6 公尺以上，供車輛通行並跨越地面、水面、道路或軌道之結構物；但不包含箱涵或管涵組成之結構物。
2. 本規範適用於公路一般性混凝土(鋼筋混凝土、預力混凝土)結構橋梁及鋼結構橋梁之檢測、評估與維修補強作業。
3. 本規範所稱公路一般性橋梁包含板梁橋、I 型梁、T 型梁、U 型梁、箱型梁與剛架橋等。
4. 特殊性橋梁如斜張橋、脊背橋、拱橋、混合梁橋(如鋼梁與預力混凝土梁接合)、複合梁橋(如波形鋼腹板複合梁橋)等，本規範如有適用之處，可依本規範所列之原則與重點進行檢測、評估與維修補強。
5. 特殊性橋梁因結構行為較為複雜，考量其原設計構想之獨特性與其他特別需求，由公路養護管理機關、公路養護單位依橋梁特性、現地狀況及養護條件參照本規範規定，訂定其檢測及養護作業規定，作為相關作業辦理之依據。
6. 本規範重點在於規範公路一般性橋梁檢測、評估與維修補強之相關事項，有關橋梁巡查之種類、頻率和項目等規定，另依交通部「公路養護規範」及相關規定辦理。
7. 本規範所稱機關或單位定義如下：

公路主管機關：在中央為交通部；在直轄市為直轄市政府；在縣(市)為縣(市)政府。

公路養護管理機關：在中央為交通部所屬負責公路養護與管理之一級機關；在直轄市政府及縣(市)政府為其所屬之負責公路養護與管理之一級機關或單位。

公路養護單位：在中央為各局所屬養護單位；在地方為各直轄市、縣(市)政府主管局處之所屬單位或各鄉鎮市區公所。各直轄市、縣(市)政府有訂定自治條例，或以行政命令指定道路管理機關、養護單位者，從其規定。

第二章檢測一般規定

C2.1一般說明

橋梁檢測以目視為主，儀器為輔，於特定週期和特別時期，對橋梁構件進行合宜之檢測，以期提早發現問題，掌握損傷劣化情況，採取必要之對策，使橋梁保持於良好狀態。檢測除以繪圖或照片記錄劣化或損傷部位外，宜以量化方式評估各構件之劣化情形，建立橋梁現況之基本評估資料，再依各構件權重計算該座橋梁現況之綜合評估分數，及該座橋梁之狀況指標，以作為維修補強優選排序之依據。

C2.2檢測類別

1. 定期檢測：定時對橋梁所有構件實施全面檢測，及確認經常巡查紀錄之橋梁異狀、損傷。檢測重點在掌握橋梁結構安全，早期發現構件之劣化，並評估劣化造成對橋梁功能減損及其原因。
2. 特別檢測：當災害或重大事故發生後(如颱風、豪雨、土石流、地震、海嘯、火災或超高車輛撞損主梁等)，為了解損傷程度及防止災害擴大，或巡查發現顯著異狀及公路養護管理機關、公路養護單位認為必要時而實施之不定期檢測。檢測時機係針對災後或事故後或其他目的，重點在探討是否造成橋梁功能減損，及是否需維修、補強及決定維修、補強方法。特別檢測之啟動時機、檢測內容及方法由公路養護管理機關、公路養護單位自行訂定。
3. 詳細檢測：對於材料內部之劣化、沉陷、基礎深度、載重能力等則須仰賴詳細檢測，詳細檢測作業主要分為局部破壞檢測及非破壞檢測，檢測時則根據不同之目的選擇適當的工具、儀器、設備及方法。
4. 橋梁之巡查依照公路養護規範相關規定辦理，公路養護管理機關、公路養護單位於巡查時發現橋梁有異常之特殊狀況，認為橋梁結構有安全之疑慮或危及行車用路人安全時，可辦理特別檢測。

C2.3檢測頻率

1. 新建橋梁自完工開始使用後二年內即辦理第一次定期檢測，檢驗橋梁在初期使用階段所有構件之完整性與使用性。
2. 對於狀況良好且經公路養護管理機關、公路養護單位評估，劣化發生機率較小之橋梁，例如狀況良好之非跨河橋，得延長定期檢測間隔，惟最長不得超過四年。
3. 本規範規定之檢測頻率為最低標準，不同檢測分類項目可依實際需求及考慮公路養護管理機關、公路養護單位之人力，酌予調高檢測頻率。

4. 橋梁於定期檢測或特別檢測後，若檢測人員對所發現之橋梁劣化現象無法確定其影響程度，或對可能發生但目視無法判斷是否劣化而有安全疑慮時，例如裂縫之深度、混凝土內部鋼筋或鋼腱銹蝕狀況、橋墩基礎是否淘空等，可再進行詳細檢測。

C2.4 檢測內容

1. 定期檢測：對橋梁所有構件實施檢測，包括上部結構(含主梁、橫隔梁、支承等)、下部結構(含橋台、翼牆、橋台基礎、橋墩、橋墩基礎等)、橋面系統(含橋面版、伸縮縫等)、相關附屬設施(含引道、橋護欄、排水設施等)；跨河橋梁則包含河道及橋台、橋墩、橋基保護設施。對於特殊性橋梁如斜張橋、脊背橋、拱橋、吊橋等橋型，其所需檢測項目除依一般性橋梁之檢測項目外，必須特別考量特殊性橋梁結構力學行為及其構件特殊性。
2. 特別檢測：依據不同之災害或事故類型及嚴重程度，其檢測之重點有所不同；主要項目包含整體穩定性、上部結構、支承、防落設施、伸縮縫、橋墩、橋台、基礎、橋墩保護設施、河道、引道及其他附屬設施。
3. 詳細檢測：檢測內容及範圍依檢測目的及需求而訂，例如可針對某一墩或一支大梁進行局部破壞檢測或非破壞檢測。

C2.5 檢測準備作業

進行橋梁檢測前先研讀橋梁紀錄，確認橋梁構件編碼原則，並依不同檢測種類，各公路養護管理機關、公路養護單位視其需要擬定檢測工作計畫，準備檢測表格與必要之工具及設備，並檢查必要之安全措施。

1. 為使不同檢測人員所記錄之同一構件，能有一致性標示紀錄，進行檢測前先確認橋頭、橋尾位置及構件編碼，以利橋梁之檢測紀錄管理作業。若橋梁已有構件編碼，可採用既有之編碼。若先前未有構件編碼，則以面向公路里程增加方向行進，依由少至多、由左至右之原則予以編碼。
2. 檢測之準備工作包括下列項目：
 - (1) 人員編組及教育訓練。
 - (2) 研讀橋梁紀錄(包括竣工圖、檢測評估資料或維修補強資料紀錄)。
 - (3) 確認橋梁構件編碼系統。
 - (4) 研擬檢測程序。
 - (5) 準備檢測表格、記事本及橋梁簡圖。
 - (6) 安排適當之到達構件方法及設備。

- (7)整理檢測工具及設備，並進行校準。
- (8)擬定檢測現場之交通維持計畫。
- (9)檢查安全設施及進行職安宣導。

3.檢測工作計畫包括下列項目：

- (1)檢測時程。
- (2)橋梁基本資料。
- (3)橋梁構造特性。
- (4)該橋交通量及交通維持措施。
- (5)所需檢測人員、工具、材料、或特殊設備。
- (6)是否需要特殊檢測設備或相關單位支援。
- (7)其他與檢測相關之項目。

4.檢測表格

- (1)公路主管機關依公路修建養護管理規則第 10 條建立之橋梁管理系統，包含詳細基本資料、檢測紀錄資料欄位項目及輸出表格型式等。配合橋梁管理系統作業，檢測所需表格係以資料欄位方式輸入橋梁基本資料欄位及各類檢測紀錄欄位，並由公路養護管理機關、公路養護單位依需要內容輸出資料表格；各項資料並隨橋梁狀態異動而增修。
- (2)定期檢測依橋梁管理系統之定期檢測評估欄位填寫檢測結果。
- (3)特別檢測使用之表格，可依檢測之目的、對象及項目等，由公路養護管理機關、公路養護單位依橋梁之特性另訂之。

5.檢測工具

- (1)檢測時攜帶適當工具以得到有效之成果；例如進入箱型梁內部檢測頂板、底板、腹板及預力錨碇塊時，要特別考量通風設備及照明之充足。
- (2)執行檢測作業時亦可配合現地需要，採用檢測車、維修作業車等設備。

6.檢測安全設施

- (1)進行橋梁檢測時，檢測員經常因需攀爬結構物或通行於狀況不佳之通道，而處於不安全環境，故檢測前要確實檢查所需之安全措

施。安全措施包括檢測員個人之保護設備，以及檢測現場之安全設施。對於檢測員個人之保護設備，包括安全帽、反光背心、安全索(帶)、救生衣、無線電對講機、交通管制用具等，於檢測出發前，要檢查是否符合規定、功能是否正常。

- (2) 檢測前先檢查及檢測現場之安全設施，例如進入箱型梁等密閉空間檢測前，除攜帶手電筒外，要先檢查箱型梁內是否存有毒氣，確定安全無虞後始得進入；檢測現場之電線，亦需先確認斷電狀態，以免觸電發生危險；檢測過水橋時，若使用船舶，需先檢查所乘船舶是否安全；使用橋梁檢測車時，需先檢查橋梁檢測車功能是否正常；進行水下檢測時，相關潛水用具、安全繩索和扣環等設備，亦需一併備妥並確保所有配備功能正常。
- (3) 檢測現場安全設施、通路、車輛機械及高空作業車等，須依行政院勞動部發布施行之相關規定辦理。
- (4) 若需交通管制時，須經交通主管機關同意後再行檢測。

第三章定期檢測

C3.1一般說明

1. 橋梁定期檢測是希望及早發現構件損傷劣化，使公路養護管理機關、公路養護單位，於橋梁嚴重損壞前做出處理措施而實施之全面性目視檢測。
2. 進行定期檢測時，為提高檢測效率並避免遺漏，檢測前先訂定檢測程序。檢測程序之原則為由上而下，亦即先引道段、路面、橋面系統及上部結構，而後下部結構及河道狀況；可視橋梁型式、構件狀況、檢測類別、橋梁規模以及橋梁座落位置交通情況等之不同，依實際情況另作調整。

C3.2檢測方式

1. 定期檢測是以目視搭配便於攜帶之工具進行檢測，目視可分為直接目視與間接目視。直接目視係指檢測人員以肉眼直接檢視橋梁構件；間接目視係指檢測人員使用望遠鏡、高解析度相機、無人遙控載具、工業內視鏡等拍攝影像，或以重錘、水準尺、測距儀等易於攜帶之設備測得數據，再由檢測人員進行判斷。
2. 檢測人員以徒步或搭乘輔助載具(如橋梁檢測車、高空作業車或船舶)之方式接近橋梁構件，用肉眼以直接目視方式進行橋梁構件之檢測。
3. 當檢測人員難以用徒步或搭乘輔助載具之方式接近橋梁構件時，則以間接目視之方式進行檢測。

C3.3劣化評等

1. 橋梁定期檢測採用 DER&U 方式對劣化情況進行評等。DER&U 法針對橋梁各構件之劣化程度(Degree)與劣化範圍(Extent)進行評估，同時並考慮劣化情況對橋梁結構使用性及用路人安全性之影響(Relevancy)，及劣化構件需處置的急迫性(Urgency)進行評等。
2. 公路養護管理機關得於其養護手冊或橋梁檢測手冊中提供參考圖說，供檢測人員評等使用。

C3.4橋梁結構物劣化程度評等(D)

1. 「劣化程度(Degree)」為構件劣化之嚴重程度。
2. 「劣化程度(Degree)」評等分為「1」至「4」，其中「1」代表良好無劣化；「2」代表有劣化但狀況尚可；「3」代表劣化明顯且狀況較差；「4」代表嚴重損壞或完全失去功能。當橋梁原本即無此構件時可填「0」，代表「無此項目」；但橋梁原本有此構件而完全損壞時，則填「4」。

C3.4.1混凝土結構物

1. 本節之檢測對象包含上部結構(主梁、橫隔梁)、下部結構(橋台、橋台基礎、翼牆、擋土牆、橋墩、帽梁、橋墩基礎)、橋面系統(橋面板)、相關附屬設施(引道、護欄)等混凝土結構物。
2. 混凝土結構物之定期檢測主要以目視檢查混凝土表面損傷及補修處之狀況，檢測重點包含混凝土裂縫、剝落、剝離、蜂窩、孔洞、鋼筋銹蝕、鋼腱銹蝕、錨碇部位外露銹蝕、滲水、白華、銹水流出或其他損傷等。
3. 混凝土裂縫一般係呈現線形分佈，裂縫可能僅發生於局部或擴大至全部之混凝土結構上。裂縫類型有結構裂縫與非結構裂縫兩種；檢測時主要係對結構裂縫進行檢視。

(1)結構裂縫

結構裂縫係由載重所造成，計有撓曲裂縫、剪力裂縫、扭曲裂縫及拉力裂縫等。撓曲裂縫發生於構件受最大張力區域，成垂直狀且會往構件受壓力區發展，一般於構件之跨徑中點底部，如梁底或橋面板底部，或連續梁在橋墩處之構件上部，最易發現撓曲裂縫；剪力裂縫一般發生於大梁支點附近之梁腹底部，亦可能伴隨發生如撓剪、剪壓裂縫或橫劈裂縫等；最常見之扭曲裂縫為45°斜向裂縫；拉力裂縫則常發生於鋼筋混凝土構件受軸拉力過大且斷面大小配置不足時。

(2)非結構裂縫

非載重因素造成之裂縫，雖不影響構件之安全，惟當裂縫深入構件之內部，亦可能損及構件。非結構裂縫類型計有溫度裂縫、乾縮裂縫、巨積混凝土裂縫、施工縫裂縫及鋼筋銹蝕裂縫等。溫度裂縫係由溫度高低變化引起之熱脹冷縮裂縫；乾縮裂縫屬混凝土養治期間因濕度控制不當造成之收縮，一般發生於預力梁之梁腹；巨積混凝土裂縫為澆置大體積混凝土時，因混凝土內、外溫度差造成之裂縫；施工縫裂縫易造成鋼筋銹蝕，亦可能造成構件之劣化，常發生於橋梁護欄與橋面板間、箱型梁底板與腹板間、預鑄預力梁與場鑄橫隔梁間；鋼筋銹蝕裂縫係因鋼筋生銹後體積膨脹，推擠混凝土產生之裂縫。

當檢測人員發現裂縫時，需注意其發生原因與位置，判別其屬性，並拍照或繪製示意圖，描述裂縫之形狀、寬度、方向及位置，並與先前檢測紀錄比較，以推論該裂縫有無擴張情形，進而研判該裂縫是否具危害性。

4. 混凝土劣化程度可依裂縫狀況及有無滲水或銹蝕現象評估，至於裂縫狀況分級(細微、明顯、嚴重)，考量實際檢測操作可行性，由公路養護管理機關於其養護手冊或橋梁檢測手冊中訂定操作式的分級參考。
5. 混凝土結構物表面劣化包括鹼質粒料反應造成混凝土表面產生龜殼圖樣裂紋或嚴重開裂，以及混凝土表面受到滲水、污染、火燒、硫酸鹽或化學藥劑侵蝕，所引起的老化、變色、白華等損傷現象。
6. 混凝土結構物產生剝落為混凝土表面水泥砂漿散失，造成粗骨材外露之現象，嚴重者骨材會鬆脫。剝落一般不會很深，通常發生在混凝土表層品質較差之部位。
7. 混凝土結構物產生剝離乃混凝土呈片塊狀剝落之現象，主要為鋼筋銹蝕或因溫度變化導致混凝土承受超過容許應力所造成。混凝土剝離後通常會使鋼筋曝露，剝離之形狀一般近似圓形或橢圓形。檢測時若發現剝離、鬆動混凝土塊及有掉落之虞時，需即時通報處理。

C3.4.2鋼結構物

1. 本節之檢測對象包含上部結構(主梁、橫隔梁、斜撐)、下部結構(橋墩、帽梁)、相關附屬設施(護欄)及用以連接鋼板母材或各構件之螺栓、鉚道等。
2. 鋼結構橋梁常見之損傷檢測重點包含鋼板或桿件之挫屈、變形、銹蝕、裂縫、塗裝劣化、鉚道損傷、螺栓鬆動或脫落、異常聲音或其他損傷等。
3. 鋼結構橋梁常見之塗裝劣化現象包含剝落、龜裂及變色。

4. 容易發生塗裝劣化之位置包括伸縮縫交界面、排水管附近及橋面板漏水處、螺栓接合處、銲道、構件之幾何形狀改變處、構件之下翼板、梁端部、支承等處。
5. 發現塗裝劣化現象時，要儘速評估其對母材或銲道之影響，必要時進行詳細檢測。
6. 發現母材或銲道有裂縫時，要儘速進行詳細檢測，並採取必要之維修補強措施。

C3.4.3 支承裝置及防落設施

1. 本節檢測之對象包含支承、支承墊、阻尼裝置(如地震力分散裝置等)、防落設施。
2. 支承為連接橋梁上部結構與下部結構之重要構件，其功能為傳遞上部結構之荷重至下部結構，並適度吸收上部結構之伸縮、旋轉、碰撞等產生之力。支承檢測之目的為及時發現問題並做處理，以維持支承機能之正常運作，若放任支承之損傷而未做任何處理，其損傷很容易波及橋梁上部和下部結構，危害橋梁整體安全。
3. 由於橋墩帽梁上方狹窄陰暗，容易產生土砂堆積、漏水、腐蝕，因此於進行支承檢測前要先清除堆積物。

C3.4.4 伸縮縫

1. 本節檢測之對象為伸縮縫，可由橋面上、橋下或帽梁上實施檢測。
2. 伸縮縫檢測時可由伸縮縫處發生之聲音、所見之漏水或檢測時所感覺之振動著手。一般聲音特別大處，伸縮縫已產生損傷之可能性很大，故於橋面上、橋下或帽梁上檢查時須特別注意伸縮縫處發生之聲音，以作為必要之綜合判斷。

C3.4.5 結構物沉陷

1. 本節之檢查對象為橋墩、帽梁、引道路堤保護措施、引道路堤之沉陷。
2. 結構物沉陷徵兆包括結構體產生傾斜、移動、陷落等。沉陷評等時，可透過觀察欄杆是否變形、橋面是否分離、伸縮縫是否上下左右錯動來判斷結構物整體或局部是否有沉陷可能。

C3.4.6 河道變遷、引道路堤與基礎沖刷及基礎保護措施

1. 本節之檢查對象為河道變遷、引道路堤與基礎沖刷及基礎保護措施。
2. 河道檢測方法以目視檢查主河道變遷、橋址附近設施及上、下游採砂石等情形為主。

3. 進行河道檢測時注意河道中淤積之泥砂、沖刷程度與草木之生長是否會成為水流之障礙，以及是否存在可能引發火災之物料等。
4. 主河道水流之流量與方向隨時在改變，在進行檢測時仔細檢查這些改變所造成之影響。為探討沖刷或主河道變化，可另進行詳細檢測，以測量或取得橋梁附近之河川縱、橫斷面圖並整理保存之。
5. 橋梁之上游有攔河堰會阻攔河川的輸砂量，而阻絕攔河堰下游之淤砂量，同時亦使下游河床相對較易沖刷。河道中鄰近橋梁基礎之上、下游若有河工構造物，檢查時須特別留意，是否有對引道路堤、橋台基礎及橋墩基礎較易沖刷之構件造成危害影響。
6. 河川中採砂易對橋梁結構有不利之影響，對於橋梁上、下游各 500 公尺以內開採砂石，檢測時須特別留意，有此情形須立即通報。
7. 河川沖刷對橋台或橋墩基礎結構穩定性之影響：
 - (1) 下列幾種情形結構穩定性不受影響：
 - ① 擴座基腳直接建構於岩盤上，且設計橋墩時已考慮洪水對橋墩之直接衝擊力。
 - ② 樁基建構於岩盤上，且設計樁基時已考慮洪水沖擊基樁之力。
 - (2) 下列幾種情形結構穩定性將受影響：
 - ① 擴座基腳建構在軟層，如泡水易軟化之泥岩。
 - ② 樁基礎其基樁為部份摩擦或完全摩擦，而並非完全由端點承受載重。
 - ③ 樁基礎設計為穿越軟弱地質之點承樁。
8. 檢測河川基礎時，其他重要注意事項如下：
 - (1) 假設橋梁座落在河道轉彎處，則最大之沖刷將發生在轉彎外側處。
 - (2) 若橋梁位於河道轉彎處，且其上游另有河道轉彎處存在，則沖刷將在轉彎之內側產生。
 - (3) 若河床含砂量高，則受沖刷之可能性愈高。
 - (4) 若因天然或人為因素，如地層滑動、土地開發或在橋梁上、下游間採砂石等，致使河川環境改變，可能使沖刷更加嚴重。
 - (5) 當河流之流向改變後，橋墩之沖刷會加劇。

C3.4.7排水設施

1. 箱型梁內部及橋墩之排水設施可於進行上部結構及橋墩檢測時一併實施。若排水設施之損傷或阻塞造成積水或漏水，要盡速處理。
2. 排水設施之阻塞可藉以下之幾項觀測重點判斷：
 - (1) 檢查橋面與橋面板上進水口有無阻塞及不適當之排水通路，暴雨後可以很明顯的看出是否有雜物在水管或進水口周圍。若進水口周圍之混凝土出現剝落與損害之現象，亦可能為進水口設計不良所致。
 - (2) 觀察梁、橋墩與橋台有無被水污染，可判斷有無水管漏水，排水管阻塞或出水管太短等情形。
 - (3) 檢查橋面板之排水出口有無濺濕其他構件之情形，以致造成積水。
 - (4) 檢查橋面板上有無堆積砂土，因砂土會儲留水份或鹽份，加速橋面板之剝落，若砂土會沉澱，則顯示橋面板上排水不良。

C3.5橋梁結構物劣化範圍評等(E)

1. 「劣化範圍(Extent)」為構件劣化範圍佔構件整體之百分比。
2. 劣化範圍(Extent)」評等分為「1」至「4」，其中「1」代表局部劣化，劣化範圍佔構件整體未達 10%；「2」代表劣化範圍佔構件整體 10%以上未達 30%；「3」代表劣化範圍佔構件整體 30%以上未達 60%；「4」代表劣化範圍佔構件整體 60%以上。當構件無法目視觀察，如橋台基礎及橋墩基礎位於地面下，可填「0」，代表「無法檢測」。

C3.6橋梁結構使用性及用路人安全性影響評等(R)

1. 橋梁結構使用性及用路人安全性影響評等主要係表達不同構件於不同位置之劣化情況對該構件或整體橋梁之影響程度。
2. 「劣化情況對橋梁結構安全性、使用性與耐久性之影響程度(Relevancy)」評等分為「1」至「4」，其中「1」代表影響輕微；「2」代表影響程度較小；「3」代表影響程度中等；「4」代表影響程度較大。當資訊不足無法判定影響程度時，可填「0」，代表「無法判定重要性」。
3. 檢測人員不僅要對劣化本身進行評等，而且要從整體觀點來看劣化對橋梁結構功能的影響。
4. 兩個看起來相同的劣化在不同構件或位置，可能對橋梁功能產生顯著不同的影響。劣化對該構件之 R 值評等，係仰賴檢測人員之工程經驗及專業素養來判斷。

5. 構件 R 值之評等與劣化程度相關聯。

C3.7 處置急迫性評等(U)

1. 處置急迫性評等為反映整體結構或部分構件維修處置順序及急迫性。
2. 「處置急迫性(Urgency)」評等分為「1」至「4」，其中「1」代表依例行性養護即可；「2」代表劣化情況尚不影響橋梁結構使用性或用路人安全，可定期追蹤劣化有無擴大，或於3年內完成維修補強作業；「3」代表劣化需於1年內完成維修補強，避免造成更嚴重之損害或造成用路人傷害；「4」代表需要緊急維修、封閉或其他緊急處置方式。當資訊不足無法判定急迫性時，可填「0」，代表「無法判定急迫性」。
3. 構件 U 值之評等與劣化程度相關聯。

第四章 特別檢測

C4.1 一般說明

1. 特別檢測目的主要在於了解橋梁構件是否受損及探討損傷原因，決定是否進行交通管制、維修補強及後續處理方式等。
2. 特別檢測之檢測項目，由公路養護管理機關、公路養護單位視天然或人為災害之特性及規模自行訂定之。

C4.2 地震後特別檢測

1. 地震發生後，依公路養護規範規定進行特別巡查，以儘速掌握橋梁之主要受害狀況及防止二次災害。各公路養護管理機關、公路養護單位依其相關規定所訂之地震震度，於特別巡查後進行橋梁特別檢測，並以目視方式判斷橋梁結構損傷及是否影響行車安全，以快速掌握地震後橋梁安全狀況。
2. 地震特別巡查及檢測依震害程度包括以下兩個階段：
 - (1) 震後特別巡查：地震發生後以儘速掌握橋梁之主要受害狀況及防止二次災害為首要目的所進行之巡查。
 - (2) 特別巡查後之特別檢測：為掌握受災狀況，並據以判斷是否須進行搶修並研議復舊方針所進行之檢測。
3. 震後特別巡查屬第一階段作業，去程以巡查路段之全面性快速了解為主，回程可酌採緊急措施。其目的係為儘速掌握道路設施之災情及可否通行概況，並評估是否可能導致二次災害。巡查項目包含防落設施、橋面板、伸縮縫、護欄、緣石及人行道、上部結構與下部結構之主要構件等。攜帶裝備主要為書面資料、檢測工具、記錄工具、通信器材等。調查留意

點包含：(1)巡邏車若因交通擁塞、路面斷差或路上崩土而無法行駛時，可考慮利用機車巡查，必要時以徒步方式；(2)大範圍之災害調查可使用直昇機或無人遙控載具(UAV)；(3)要掌握全體災情，注意不要因眼前小災情況而忽略潛伏之重大災情。

- 4.特別巡查後之特別檢測為第二階段作業。本階段檢測係為掌握全盤性受災狀況而於搶修前所實施之檢測。檢測項目包含橋墩、基礎、橋台、支承及上部結構之主要構件等。檢測重點在於檢視特別巡查的第一階段中未發現，或無法檢測區域內是否有重大災情發生，如發現重大災害時要緊急搶修。另外，檢測內容需涵蓋足以據以評估搶修之必要性及決定搶修工法之範

C4.3土石流災後特別檢測

- 1.土石流易對跨溪流之橋梁結構物造成重大危害，故於土石流發生後，針對土石流活動區(含發生區、流動區、堆積區及停止區)範圍內橋梁進行特別檢測。
- 2.橋梁之土石流災害大部分是由於土石流對下部結構磨損、撞擊、淤埋等所造成。當橋孔空間不足時，上部結構易受土石流沖擊，若作用於橋梁之外力大於橋墩基礎之穩定能力時，橋墩將失去平衡，產生下沉、位移、傾斜、甚至崩塌的情形。

C4.4水災後特別檢測

- 1.水災主因係豪雨之密集降落在山區集水區，造成河川水流量及流速迅速增加，橋梁橫跨河流、渠道所構築之水工結構物(橋墩、橋台)阻滯水流流動，造成流況之改變，促使結構物周圍形成河床局部沖刷，進而導致橋梁結構之破壞。
- 2.橋梁水災後特別檢測項目包含河道、引道路堤及其保護措施、橋台及其基礎、橋墩及其基礎與保護措施等。若洪水水位曾達上部結構，則檢測對象亦須包含上部結構及支承。

C4.5火災後特別檢測

- 1.混凝土構件受火害時，混凝土因受高溫，造成混凝土內水氣之不均勻膨脹易產生剝落或爆裂而降低混凝土強度。鋼筋於受熱抗拉強度會降低，溫度降為室溫後，鋼筋之殘餘強度及極限強度亦略有降低，故對於受火害之鋼筋混凝土構件，可視需要進行燒失量試驗及混凝土抗壓強度試驗。
- 2.鋼結構構件受到高熱後，其降伏強度、極限強度、彈性模數、及衝擊強度等機械性質均會依火害溫度之不同而發生不同程度之改變，造成強度折減；高溫亦會造成螺栓預力損失及鐸道和熱影響區之韌性衝擊值降低，

進而造成螺栓接頭與銲道及熱影響區結構行為之改變；鋼梁和鋼柱之不均勻受熱，則可能導致鋼梁或鋼柱之變形與局部挫屈，故對於受火害之鋼構件，可由試驗求取鋼材之降伏強度、極限強度，並確認火害後銲道及熱影響區之衝擊韌性及螺栓預力損失量。

C4.6其他重大事故後之特別檢測

1. 山崩多發生於山區雨後，可能產生土石崩落撞擊橋梁，造成橋梁損傷。
2. 具地滑潛勢之地區，在經過豪雨過後，亦可能因發生地滑而使橋梁基礎錯位。
3. 颱風過境可能夾帶豪大雨勢，除考量其可能帶來之水害影響外，其強風侵襲對特殊型式橋梁如斜張橋、脊背橋等之鋼纜系統及錨碇裝置可能會造成損傷，強風亦會對橋梁上相關附屬結構設施造成不同程度之損傷或倒塌，危及行車及用路人安全。
4. 交通事故等造成之撞擊則可能使橋梁撞擊部位變形或混凝土剝落。橋梁之無預警損害包含人為之蓄意破壞或恐怖攻擊等，都將對橋梁造成不同程度之損傷。

若在橋址處發生上述重大事故後，公路養護管理機關、公路養護單位判斷對橋梁結構或行車安全產生疑慮時，視需要進行適當之特別檢測。

第五章詳細檢測

C5.1一般說明

1. 橋梁構件之詳細檢測區分為局部破壞檢測、非破壞檢測，或對跨河橋梁所在河道狀況、基礎沖刷情形之檢測。要根據不同之目的選擇適當的方法。
2. 許多跨河橋梁係因沖刷或水下構件失效而導致破壞，因此針對跨河橋需要額外考量水下檢測；以河道及橋梁基礎構造物為主要對象。公路養護管理機關、公路養護單位需通盤考量環境的限制與實際需求情況，視需要辦理水下詳細檢測。
3. 構件劣化詳細檢測目的為：
 - (1) 了解結構物受損範圍及其程度。
 - (2) 求得結構物或構件之現有強度。
 - (3) 了解結構物之受力行為。

(4)評估結構物之承載能力。

4. 由於局部破壞與非破壞之檢測方法甚多，相關試驗及檢測方法中，若 CNS 已有相關標準者，要依 CNS 辦理，若 CNS 無相關者，得參考 ASTM、AASHTO 或 JIS 等其他標準或規範之規定辦理，爰此本規範僅作概要陳述。
5. 因各種局部破壞與非破壞之檢測方法皆有其專業性，使用時須由專業單位提出建議及說明，對於實際之檢測及評估工作，選擇適當之方法進行檢測。
6. 對施作人員須進行相關非破壞檢測技術能力評估與檢測成果合理性之驗證，選擇使用非破壞檢測方式若為 CNS13588「非破壞檢測人員資格檢定與驗證」中適用範圍所列，施作檢測人員須提出相關檢測人員資格文件備查。
7. 預力混凝土橋梁若發生異常損傷危及預力系統者，除目視檢測混凝土表面之損害狀況外，可依第六章所提之載重試驗法驗證或其他適當方法進行安全性評估。

C5.2構件局部破壞檢測作業

1. 局部破壞檢測為一種若處理不當具有損害性之檢測方法，其進行須由專業單位評估，經公路養護管理機關、公路養護單位同意後，在適當位置鑽取試體或切割取樣。所謂適當位置係指對橋梁構件及結構體之強度不造成傷害之處。
2. 局部破壞檢測須由具專業技術之人員負責操作，得配合竣工圖說或鋼筋探測儀器標定鋼筋位置，避免損害或傷及鋼筋，造成構件或結構體之傷害。
3. 混凝土局部破壞檢測之殘孔，按「混凝土工程施工規範與解說」之規定辦理填補。
4. 混凝土局部破壞檢測方法包含鑽心取樣抗壓試驗法、中性化檢測法、氯離子含量檢測法、鹼質粒料反應檢測法及火害檢測法等。
5. 鋼構件局部破壞檢測方式包含金相試驗法、拉伸試驗、彎曲試驗、硬度試驗法等。
 - (1) 金相試驗法：為將鋼材試片經拋光程序，並以不同方式浸蝕處理後，用顯微鏡觀察金屬組織圖像間接推測其組成之試驗法。試驗程序可依 CNS 12998「超硬合金顯微組織測定法(金相法)」標準等規定辦理。

- (2) 拉伸試驗及彎曲試驗：鋼材之抗拉強度及彎曲強度為重要之材料機械性質，其可依 CNS 2111「金屬材料拉伸試驗法」及 CNS 3941「金屬材料之彎曲試驗法」標準等規定進行試驗，由試驗結果可驗證金屬材料之現況。
- (3) 硬度試驗法：硬度為材料表面對穿透之抵抗程度，也可為材料相關機械性質之總代表，鋼材之硬度約與其強度有一正向關係，故可利用硬度推斷鋼材強度與種類，其可依 CNS 2115「維克氏硬度試驗法」標準進行相關試驗。

C5.2.1 鑽心取樣抗壓試驗法

鑽心取樣抗壓試驗法可參考 CNS1238「混凝土鑽心試體及鋸切長條試體取樣法」標準辦理。除 CNS1238 之外，與混凝土鑽心取樣抗壓試驗相關規定得參見 CNS1230、CNS1231、CNS1232、CNS1233、CNS1234、CNS1241、CNS3801、CNS11297、CNS14704 及其他相關規定。

C5.2.2 中性化檢測法

1. 當混凝土暴露於工業污染大氣環境中，含有二氧化碳或三氧化硫等酸性氣體會使混凝土的鹼性降低，其 pH 值由原先的 12~14 降到 9 左右，此即混凝土之中性化。
2. 混凝土發生中性化時，由最外層漸漸向內侵入，當中性化層到達鋼筋時，破壞鋼筋表面鈍化膜，增加鋼筋腐蝕的可能性。
3. 相關檢測規範可參考 JIS A1152 或 RILEM CPC-18，以酚酞試劑測定混凝土中性化程度。
4. 試驗亦可採用較精確但較複雜之方法，諸如：
 - (1) 強鹼反應法、強熱反應法與未中性化定量法等之化學分析法。
 - (2) X 光繞射測定法。
 - (3) 電氣化學法。
 - (4) X 光顯微放大法。
 - (5) 加速中性化試驗。

C5.2.3 氯離子含量檢測法

1. 氯離子含量係指硬固水泥砂漿或混凝土中之氯離子量。氯離子會促使鋼筋銹蝕，導致混凝土因鋼筋膨脹而剝落及損毀。
2. 硬固混凝土之氯離子含量檢測，可利用酸溶法或水溶法將混凝土中的氯離子萃取出來，再用電位滴定法判斷，可參考 CNS14702「硬固水泥砂漿

及混凝土中酸溶性氯離子含量試驗法」及 CNS14703「硬固水泥砂漿及混凝土中水溶性氯離子含量試驗法」標準等規定辦理。

3. 硬固混凝土中氯離子含量超過設計環境條件下之國家標準值或國內外相關規範之規定，導致混凝土構件有裂縫、剝落或鋼筋銹蝕等嚴重劣化情況，可依第 7.4 節之鋼筋混凝土構件維修工法進行修復工作。
4. 混凝土取樣進行氯離子含量分析之規劃工作，須依據氯離子來源進行研判，若氯離子係因海水或海風所帶來之鹽分滲入所造成，須先探討距離混凝土表面不同深度的氯離子含量，方能進一步研判鋼筋或鋼腱腐蝕之可能性。若氯離子係因混凝土摻用海砂所造成，則要去除混凝土表面具中性化之部分厚度再進行氯離子含量分析，方能避免誤判氯離子含量之情形。

C5.2.4 鹼質粒料反應檢測法

1. 混凝土鹼質粒料反應會導致混凝土強度、彈性和耐久性損失的膨脹與開裂，主要反應係波特蘭水泥中之鹼金屬離子和骨材中含有二氧化矽或碳酸鹽質岩石之反應結果。
2. 混凝土鹼質粒料反應檢測法可參酌 CNS13618、CNS13619、ASTM C856、AASHTO T299 或其他國內外相關規定辦理。
3. 正常混凝土中的 PH 值通常為 12~14，若卜特蘭水泥中之氧化鈉(Na_2O)含量超過 0.6%，並與鹼質-活性粒料組合使用時，會由於鹼質粒料反應而引起大量膨脹。ASTM C150 定義含鹼量小於或等於 0.6% 之水泥不必考慮活性粒料的種類，亦足以防止因鹼質粒料反應引起的危害。若混凝土中各項來源的總鹼量低於 3.0 kg/m³，將不會造成危害。

C5.2.5 火害檢測法

1. 混凝土構件

- (1) 混凝土受火燒後，由於高溫作用，水泥膠結物將發生不等程度之化學變化，混凝土的物理性質及力學性質亦將發生不等程度的影響。
- (2) 推測混凝土曾遭受火燒最高溫度的方法很多，但以酚酞中性化試驗作定性判斷較為簡易，定量方法中則以燒失量試驗的適用範圍較廣泛。
- (3) 燒失量試驗：混凝土中含有甚多水泥水化物及其衍生物，當此類物質受火災高溫作用時將發生分解變化，以失去結晶水及二氧化碳與重量損失等原理，比對受火害試體與未受火害試體於相同高溫環境下之試體重量差，推定混凝土受火害之最高溫度。

2. 鋼構件

火害後鋼材性質可能產生變化，可用硬度法與現場金相法看材料組織變化，另可用超音波法做再次確認。另外可依 ASTM E837 標準之盲孔法了解構件之殘餘應力。

C5.3 構件非破壞檢測作業

1. 非破壞檢測一般常藉著媒介物而進行較間接之檢測，目前非破壞檢測所獲得之資料，有部分尚為定性，而非定量，例如超音波探傷及渦電流探傷，可發現缺陷之位置與範圍，而無法判斷其大小、方向等，因此需有長期之試驗作為判斷之參考。且非破壞檢測工作無法預測構件所能承受之負荷及使用年限，僅能提供品質狀況，作為改良原始設計、材料選擇及製造時參考之用。非破壞檢測在混凝土構件和鋼構件檢測之適用性，可依橋梁結構物之各種檢測目的，選擇適當之非破壞檢測方法。

2. 常用檢測方法可採用反彈錘試驗法、鋼筋腐蝕檢測法、音洩檢測法、紅外線檢測法、敲擊回音法、衝擊彈性波法、超音波檢測法、射線檢測法、渦電流檢測法、磁粒檢測法、液滲檢測法、透地雷達法與地電阻檢測法等。

3. 反彈錘試驗法

(1) 反彈錘試驗法(Rebound Hammer Method)又稱為衝錘法，係利用司密特衝錘(Schmidt Hammer or Swiss Hammer)等彈簧驅動鋼錘，撞擊硬化混凝土表面，測定反彈數值(Rebound Number)來推估抗壓強度之試驗方法。

(2) 由於混凝土表面硬度是與標準試體比較而得，試驗前需清除表面風化部分，而推測所得之混凝土強度為相對強度而非絕對強度，故此法不能反應混凝土內部品質，僅可作為粗略測定混凝土構件強度之簡便快速方法。

(3) 檢測法相關規定得參見 CNS 10732、ASTM C805 或其他相關規定辦理。

4. 鋼筋腐蝕檢測法

(1) 鋼筋腐蝕檢測原理係利用電化學方法，測定混凝土中鋼筋之腐蝕電位、電流或電阻，用以判斷鋼筋之腐蝕狀況。

(2) 鋼筋腐蝕檢測方法可採用測定腐蝕電位、電流或電阻等方式進行，所選用之方法應依檢測位置、腐蝕程度、中性化情形及混凝土外表情況等因素決定之。常見的檢測技術如下：

- ① ASTM C876 所提之腐蝕電位法。此法又稱半電池電位法(Half-Cell Potential, HCP)，主要係使用一個高輸入阻抗電位計，一端接一參考電極，如銅/硫酸銅(Cu/CuSO₄)或銀/氯化銀(Ag/AgCl)，另一端銜接鋼筋，藉此量測鋼筋之腐蝕電位。
- ② 直接量測鋼筋腐蝕速度(電流)。可利用直流線性極化法(Linear Polarisation Resistant, 簡稱 DC 法)、交流阻抗法(Alternative Current Impedance Method, 簡稱 AC 法)、調和分析法(Harmonic Analysis Method)法等電化學反應試驗法進行之。
- ③ 腐蝕電位、混凝土電阻同時量測。量測混凝土電阻可使用諸如量測土壤電阻之 Wenner method，並利用數學模式、腐蝕電位圖和混凝土電阻等資料，推測鋼筋之腐蝕速度。

5. 音洩檢測法

- (1) 音洩檢測法(Acoustic Emission Testing, AT 或 AE)主要係利用構件產生變形、相變化或斷裂過程中，能量會以高頻率彈性波之型式釋放出來，此種應力波釋放模式稱之為音洩。音洩檢測多用以探測材料缺陷，可檢測無法以目視檢測出之結構內部微小裂縫。
- (2) 由於音洩波(聲射波)可來自鋼結構裂縫之成長，裂縫處材料的局部降伏、裂縫表面的摩擦、麻田鐵(martensite)的形成過程、混凝土結構物裂縫產生過程、混凝土及鋼筋的相對滑動、碳纖混凝土中纖維的破裂或失去連結等，故此法對於鋼筋混凝土結構物及鋼結構之缺陷皆適用。
- (3) 因檢測對象為偵測物件之損傷、缺陷及位置，故無一定之判定標準可遵循，需仰賴專業人員操作、校正及判讀，以避免誤判之情形發生。
- (4) 音洩檢測法相關規定得參見 ASTM E569、ASTM E650、ASTM E749、ASTM E750、ASTM E751、ASTM E976、ASTM E1067、ASTM E1106、ASTM E1139、ASTM E1211、ASTM E1316、ASTM E1495 及其他相關規定辦理。

6. 紅外線檢測法

- (1) 紅外線檢測法(Infrared Thermographic Testing, TT 或 IT)係利用材料內部熱流不同的分佈狀況來偵測其內部異常的方法，可用於小區域或大範圍之檢測，並可精確檢測出混凝土結構內部損傷。
- (2) 紅外線檢測法相關規定得參見 ASTM D4788 及其他相關規定辦理。

7. 敲擊回音法

(1) 敲擊回音法(Impact-Echo Method)係利用機械性敲擊方法將暫態應力波導入待測試體內部，再利用位移量測儀器來接收其位移擾動訊號，此訊號包含應力波被內部瑕疵反射回來之位移波形，若反射界面深度已知，則可經由縱波於敲擊面及反射界面來回所需時間，推求縱波在該物體內部行進速度，反之若波速已知，則可推算所求物體邊界或內部裂縫等反射界面之深度。

(2) 試驗相關規定得參見 ASTM C1383 內容。

8. 衝擊彈性波法

(1) 衝擊彈性波法(PV)係利用衝擊錘(Impulse Hammer)敲擊結構物產生振動，並於施力點旁量測結構物表面反射波，經頻率域分析後，可偵測物體之裂縫長度、深度及位置等缺陷，適用於構件厚度、基樁健全度及長度測定、地中埋設物、地盤注入凝固液效果及空隙深度之測定等用途。

(2) 試驗相關規定得參見 ASTM C597 或其他相關規定辦理。

9. 超音波檢測法

(1) 超音波檢測法(Ultrasonic Testing, UT)係利用聲波傳入結構物以檢測其內部損傷、缺陷、厚度及位置，當超音波遇到不同密度之物體則產生不同之訊號，依此原理即可檢測結構物之內部損傷、缺陷、厚度及位置。

(2) 相關規定得參見 CNS 11051、CNS 11224、CNS 11399、CNS 11401、CNS 12618、CNS 12622、CNS 12845、CNS 13342、CNS 13403、CNS 13404、ASTM C597 及其他相關規定辦理。

10. 射線檢測法

(1) 射線檢測法(Radiographic Testing, RT)係利用射線照射物體，當受照射物體內部存在有缺陷或不連續時，其透射和吸收特性將不同於原物體其他無損傷部位，因而產生深淺不同影像，藉此可檢測物體內部缺陷，用於混凝土內部空洞、缺陷、鋼筋和鋼腱位置、保護層厚度等之檢測。

(2) 射線檢測法相關規定得參見 CNS 11409、CNS 11226、CNS 11379、CNS 11751、CNS 12619、CNS 13020、ASTM C1040 及其他相關規定辦理。

(3) 射線檢測過程具有輻射等之安全問題，操作人員須具行政院原子能委員會核發之有關合格執照。

11. 渦電流檢測法

- (1) 渦電流檢測法(Eddy Current Testing, ET)可用於檢測鋼筋位置、號數及保護層厚度。鋼筋探測儀(Rebar Detection System or Rebar Locator)為渦電流檢測法主要應用儀器之一，係利用法拉第(Faraday) 電磁感應定理及鋼筋強磁特性，將載有交流支線圈探頭置於混凝土表面，使鋼筋等金屬導體在其交換磁場部分產生漩渦狀之渦電流，並藉由量測單位時間磁束變化量所產生之電力關係，求得混凝土中鋼筋配置等相關資訊。
- (2) 渦電流檢測相關規定得參見 CNS 11050、CNS 11400、CNS 11823、CNS 12620、CNS 13405、CNS 13406 及其他相關規定辦理。

12. 磁粒檢測法

- (1) 磁粒檢測法(Magnetic Particle Testing, MT)之檢測原理為利用鐵磁性材料因瑕疵的存在會產生磁漏現象的特性，觀察磁粒分布情形，以檢測試體的瑕疵。檢測方法為將粉末狀或懸浮液之磁粒，散佈於產生磁場的鐵磁性試體，再觀察磁力線之方向及磁料分布情形，以檢測試體的瑕疵。
- (2) 磁粒檢測法相關規定得參見 CNS 11048、CNS 11377、CNS 11750、CNS 13341 及其他相關規定辦理。

13. 液滲檢測法

- (1) 液滲檢測法(Penetrant Testing, PT)可檢測金屬或非金屬表面瑕疵至數微米(μm)之極細微損傷。
- (2) 液滲檢測法相關規定得參見 CNS 11047、CNS 11225、CNS 11376、CNS 11398、CNS 11749、CNS 13464 及其他相關規定辦理。

14. 透地雷達法

- (1) 透地雷達法(Ground Penetrating Radar, GPR)係利用高頻脈衝電磁波(Electromagnetic)中之微波貫穿待測物體，當遇到介質不連續時將產生反射和折射波，而此反射波隱含所貫穿結構物之厚度、反射面之介質比對等資訊，經檢查可得知物體厚度和位置等。
- (2) 透地雷達法相關規定得參見 AASHTO R37-04、ASTM D4748、ASTM D6087 及其他相關規定辦理。

15. 地電阻檢測法

視電阻率(Apparent Resistivity)通常不代表地下各地層之實際電阻率，僅代表此種電極排列下之地層導電性的綜合效應。電流極展距

越大，電流穿入越深，其效應愈接近下部地層的性質，因此於探測過程將電流極展距逐次加大，即可獲得由淺至深之地層反應訊號和電阻率分佈。

C5.4 跨河橋梁所在河道狀況或基礎沖刷之檢測

1. 跨河橋所在河道若有沖刷或河道變遷之現象，恐導致橋台或墩基礎裸露，進而影響橋梁安全。公路養護管理機關、公路養護單位視需要對跨河橋所在之河道狀況或基礎沖刷進行檢測，掌握橋墩基礎與河床高程之狀況。

2. 常用檢測方法包含河道橫斷面測量、單音束測深、多音束測深、側掃聲納、測深光達、水下無人載具攝影或委由專業潛水人員進行。

3. 河道橫斷面測量

(1) 測量目的為掌握跨河橋之河床高程變化情形。

(2) 針對河道橫斷面測量，其方向是沿橋梁車行向進行。量測範圍建議為橋梁兩側堤防之堤內(臨陸面)堤腳處(堤內：指堤防之臨陸面，即堤後；堤外：指堤防之臨水面，即堤前)，若無堤防則建議測至河道寬外之橋墩中心線。測線建議於橋梁中心線、上下游胸牆滴水線、上下游適當位置進行量測。公路養護管理機關、公路養護單位可依需求自訂需求選定測線。

(3) 河床斷面測量前需進行水準測點清查，並由已知三角點檢測(或引測)，水準標石埋設位置要設於安全穩固明顯之地點。如無法引測，可以相對高程表達。

4. 多(單)音束測深

(1) 探測方式是採用多(單)音束聲納，快速且大範圍的掌握水下範圍內的橋梁構件之整體狀態。

(2) 多(單)音束探深是一種應用多個聲波發射，至河床或障礙物後反射，探測儀可接收訊號，依據收到時間，進而算出聲波所行走的距離。多音束與單音束差別在於多音束為多個聲波一齊發射，成一扇面狀，故較單音束測深探測儀附蓋得更多，效率佳。

(3) 有關多音束測深相關作業程序、品質管制、檢核驗收等，可參考交通部運輸研究所「多音束測深規範(草案)」辦理。

5. 側掃聲納

- (1) 探測方式是利用聲波反射原理來提供河道影像的探勘技術，其可對河道做大範圍區域的探測調查，並描繪河道地貌、河道構造物辨別等。
- (2) 側掃聲納通常拖於船舶後，當其運作時，由船舶兩舷的音鼓向和底發射扇形聲波，聲波經河床反射回之訊號由拖魚本身的接收器接收並透過電纜傳至紀錄器，回訊經紀錄器處理後再和定位資料結合即可得到探測範圍的河床影像。

6. 測深光達

- (1) 探測方式是以近紅外光及綠光之雷射掃描方式進行水域之水深及水底地形量測，藉由偵測水面及水底之回波時間間距求得空間距離以達探測水深效果。
- (2) 測深光達之雷射光以藍綠光為主，綠光其穿透深度可達 50 公尺，藍光其穿透深度可達 200 公尺，跨河橋深度建議可採用綠光測深為主。
- (3) 測深光達會受水面反射、水質情況、河床底質種類與河床地形型態而有所影響。

7. 水下無人載具攝影

- (1) 使用水下無人載具(Remotely Operated Vehicle, ROV)拍攝水下之河床、橋台或橋墩基礎。
- (2) 適用於水流較緩且濁度較低之水域，由於水中能見度不佳，水下無人載具需非常接近被攝物方能取得較清晰之影像。
- (3) 無人載具之使用須符合政府相關法令之規定。

8. 專業潛水人員目視檢測

- (1) 由受過訓練之專業潛水人員潛入水中，直接目視檢測並拍攝河床、橋台或橋墩基礎。
- (2) 潛水人員之職業安全衛生事項，須依行政院勞動部發布施行之相關規定辦理。

第六章結構安全評估

C6.1一般說明

1. 橋梁檢測發現劣化現象與了解原因後，視需要進一步了解這些劣化對橋梁整體的影響，將橋梁材料特性的檢測結果配合現場檢測，依循相關規範及規定，對橋梁現況加以評估。
2. 一般性橋梁之結構安全評估包含針對上部結構之承載能力評估，以及針對下部結構之耐震能力評估與耐洪能力評估。至於鋼結構橋梁則須另考慮與反覆荷載相關之疲勞安全評估。

C6.2承載能力評估

1. 影響橋梁承載能力的因素很多，如橋梁設計活載重、主梁有效預力、材料劣化及鋼材銹蝕與橋梁使用狀況等，其中橋梁原設計可查閱相關設計及竣工資料，但材料劣化程度和強度降低之判定則有賴於事先正確的檢測結果。另外在進行承載能力評估前，對於橋梁所在位置目前之車流量、重車比例、限制措施等資料，亦要儘量蒐集完整，以期得到正確之評估結果。評估結果除可評估橋梁承載能力是否符合載重需求外，亦可作為公路養護管理機關、公路養護單位限重之依據，或在目標活載重下，橋梁各部位維修補強之參考。
2. 對橋梁結構進行檢測後，認為承載能力有必要進行進一步詳細安全評估時，可採分析計算評估法進行橋梁承載能力評估；評估時需採用最新之橋梁檢測結果，作為計算結構斷面、材料強度及邊界條件之依據。若分析計算評估法尚不足以判定橋梁承載能力時，如老舊的橋梁，其設計資料不可考以致於無法得知其材料性質時，可採用橋梁現地載重試驗，對橋梁結構施加载重或振動，直接測定橋梁承載能力、變形或動力特性等。對於補強後之既有橋梁，若其新舊構件間之交互影響與力量分配不易正確估計，或是對於已明顯劣化之橋梁，其力量傳遞與承載能力無法藉由分析計算方式估計時，亦可考慮進行載重試驗以校正結構分析模型，作為後續極限承載能力評估依據。
3. 臺灣地區目前並無標準之評估車輛載重，據以實施承載能力評估。評估時可利用 HS-20 乘以 1.25~1.75 之放大係數或採用與 HS-20 乘以 1.25 總重相同而調整軸距之方式作為檢核之活載重，或者參考國外之規範辦理。
4. 現場載重試驗通常都具潛在危險，公路養護管理機關、公路養護單位及評估人員對可能之危險狀況須有所認知，事先針對公共安全、人身安全提出保護措施，對可能之結構損傷、交通中斷進行評估。一般在以下幾種情況下不適合進行載重試驗：

- (1)根據分析計算結果可以確定橋梁已不堪使用。
- (2)橋梁有可能發生無預警之脆性破壞。
- (3)載重試驗因工址之特殊交通狀況以致於在實際上並不可行。
- (4)公路養護管理機關、公路養護單位判定為不適合者。

C6.2.1分析計算評估法

一般進行分析計算評估法時，需先計算各控制構件或可能控制構件之構件承載能力評估係數 RF (Rating Factor)，再將各構件之 RF 值乘以評估時所採用之評估活載重，即可推估各構件所能承受之容許活載重；至於整體橋梁允許通過之活載重則由橋梁構件容許活載重之最小值控制。

- 1.分析計算評估法可參考美國州公路及運輸官員協會 AASHTO 之橋梁耐荷(載重)評估準則或橋梁狀況評估手冊，或配合 LRFD(Load and Resistance Factor Design)設計規範所制定之 LRFR(Load and Resistance Factor Rating)評估法，或相關研究報告。
- 2.國內工程界最常用的載重評估方式為 AASHTO Guide Specifications for Strength Evaluation of Existing Steel and Concrete Bridges (1989)制定之橋梁承載能力評估公式：

$$RF = \frac{\phi R_n - \gamma_D D}{\gamma_L L(1+I)} \quad (C6.2.1)$$

其中

RF：承載能力評估係數

Φ ：強度折減因數

Rn：橋梁或各構件之標稱承載能力

D：靜載重效應

L：活載重效應(包含活載重折減因數)

I：衝擊係數

γ_D ：靜載重載重因數

γ_L ：活載重載重因數

臺灣地區在未制定本土化之因(係)數前，可先採用 AASHTO 規定進行評估。

3. 上述之橋梁承載能力評估公式非唯一之評估方式，可參考國內外相關準則及手冊，針對不同型式、設計年度及狀態之橋梁選擇合適之評估方式。

C6.2.2 載重試驗評估法

1. 靜態載重試驗

- (1) 公式(6.2.2)為靜態載重試驗評估之一般化公式，較詳細之公式可參考相關研究報告。
- (2) 橋梁結構靜態載重試驗中載重可分為車輛加載及重物直接加載兩種形式，車輛加載具有便於調整載重、加卸載迅速之優點；重物直接加載具有加載位置固定、容易控制之優點，但試驗週期長、必須完全管制交通。
- (3) 靜態載重試驗時無論採用何種方式，加載時之加載物要顧及均衡性。試驗過程中亦要蒐集各項紀錄，包括觀測數據、文字記載、圖片、照片等，以作為分析撓度、傾斜、變形及應力之用。
- (4) 經由靜態載重試驗，除可了解橋梁結構之受力行為，藉以判斷橋梁現存承載能力外，亦可檢驗橋梁結構設計與施工的品質、驗證橋梁結構設計理論和計算方法，進而將所得之結果回饋於日後之設計、施工與維護管理中。
- (5) 在橋梁靜態載重試驗時，試驗載重形式的選擇，除依結構試驗目的之要求而決定外，也受現場條件或試驗設備的影響。因此選擇試驗荷載的形式時，通常須與加載方法一起考慮。
- (6) 試驗載重及加載方法之選擇應滿足下列幾項：
 - ① 選用的試驗加載方法所產生的應力要儘可能與結構設計計算時的應力形式相同。
 - ② 載重傳力方式及作用點要明確，使得產生的荷載數值穩定。當採用液壓加載時，載重數值會隨時間和結構變形而變化，因此須注意保持液壓的穩定。
 - ③ 為滿足量測精度之要求，必須選擇適當噸位的設備。加載設備中的最大加載能力須大於試驗要求的最大荷載。
 - ④ 加載設備要操作方便，便於加載與卸載，且須能控制加載速度，又能滿足同時加載或先後加載的不同要求。
 - ⑤ 加載設備不僅要滿足強度要求，且因為要按照變形條件來控制加載設備的設計，必須保證加載設備的剛度，使荷載加大到一定程度時，不致發生變形過大或不穩定的現象。

- (7)由於結構的承載能力及變形的行為與所加載重的時間特性有關，因此必須審慎選擇加載程序，以便正確了解結構的承載能力及其變形行為。在試驗進行期間加載與時間的關係，如加載速度的快慢、間歇的長短、荷載的大小、加卸載的次數等都屬於加載程序。
- (8)對於一般的短期試驗，選擇加載程序時必須注意以下原則：
- ①加載和卸載必須分次遞加和遞減，不宜一次完成。
 - ②每分次荷載間必須有足夠的間隔時間。
 - ③在標準荷載作用時，必須有足夠長的滿載間歇置留時間。
- (9) 試驗的成果中，最重要的是各項原始記錄，包括觀測數據、文字記載、圖片、照片等，為了集中整理試驗數據，在試驗中可依據試驗目的與檢驗項目的不同，分別編制各種試驗用表格。
- (10) 試驗結果分析必須計算下列各項：
- ①結構系統的撓度。
 - ②測點應力的計算。
 - ③斷面應力的計算。

2. 動態載重試驗

- (1) 橋梁動態地磅試驗(Bridge Weigh -In Motion Test)可求得橋梁現地之實際車輛荷載與流量，其係藉由輪軸感測器與其他儀器，使橋梁成為磅秤，量測車輛軸重、輪軸配置、車速與精準之現地活載重模型，其結果可應用於疲勞安全評估。
- (2) 動態反應試驗(Dynamic Response Test)係在正常車流或已知控制車流下，利用測試車求取承載能力評估所需之動態衝擊係數，以及疲勞安全評估所需之活載重應力差值。動態衝擊係數可藉由當測試車通過同一車道時，於橋梁上所量得之最大動態應變與最大靜態應變換算而得。實際量測時，須盡量採用不同型式車輛、速度、重量和位置做試驗，再輔以統計分析，以適當估計動態衝擊係數。
- (3) 振動試驗(Vibration Test)係為求取橋梁基本動力特性，如振動頻率、振態和阻尼等。因損傷或劣化可能會改變橋梁基本動力特性，故振動試驗結果亦可用以評估損傷與劣化。橋梁結構之動力特性與結構本身之性質如結構系統、勁度、材料等有關，故可藉由簡單之振動試驗了解橋梁結構系統之基本動力特性。

(4)橋梁動態載重試驗的基本任務為：

- ①測定動荷載之動力特性：即引起結構產生振動之作用力大小、方向、頻率和規律性等。
 - ②測定結構物的動力特性：如結構或構件之自然振動頻率，阻尼特性及振態等。
 - ③測定結構在強迫振動時的反應：如振幅、衝擊係數及疲勞特性等。
- (5)目前各類試驗尚無標準值可參考，進行試驗後需依學理、經驗及橋梁結構物特性，判斷所測得之試驗數據對結構物之影響。

C6.3耐震能力評估

公路養護管理機關、公路養護單位進行檢測後，可依相關規範或參考研究報告，如交通部「公路橋梁耐震設計規範」之詳細規定，進行耐震能力評估。

C6.4耐洪能力評估

公路養護管理機關、公路養護單位進行檢測後，可依相關規範或參考研究報告，如交通部「橋基保護工設計規範」之詳細規定，進行耐洪能力評估。

C6.5疲勞安全評估

公路養護管理機關、公路養護單位進行檢測後，可視需要進行疲勞安全評估。國內鋼結構橋梁疲勞安全評估相關準則制定前，可參考國際間普遍採用之疲勞安全評估相關準則、手冊或報告，如 AASHTO 相關報告等，執行現地載重試驗或利用數值模擬方式，進行疲勞安全評估。惟若採用數值模擬方式時，進行疲勞安全評估之應力差值需依據鋼結構橋梁實際結構細部型式之分析模型計算。

第七章維修與補強

C7.1一般說明

- 1.橋梁經定期或特別檢測後，若發現有劣化損壞狀況時，要依據檢測評估結果，分析構件劣化損壞型態、原因與程度，再依各構件劣化嚴重程度選擇適合各構件現況的維修方法，防止橋梁繼續劣化以滿足使用功能。
- 2.橋梁可能因原設計活載重比現在之活載重小，或因設計時所採用之設計地震力比現有規範規定者為小，造成原設計之承載力或強度不足，需進行補強以提升橋梁之承載力與強度。

C7.2 緊急處置

本節所指的緊急處置係針對發現構件損傷，在進行維修前會直接造成第三者生命、財物受到損害的狀態，或特別檢測判定有安全疑慮的情況下，仍考量通行時採取之交通管制、架設臨時支撐，或限速、限重等應對措施。

C7.3 維修與補強原則

1. 大部分橋梁損傷模式之維修與補強工法都有相關案例可參考。通常維修或補強均講究時效性，故可參考前例選用簡單、安全之工法；採用新工法時，需考量其可行性、安全性及其適用性。
2. 如分析對象仍存有各種假設之情況下，要避免採用過份複雜之分析方法。對於已使用多年之橋梁，其維修補強規劃設計存在很多不確定性，無論維修補強計畫如何詳細研擬，一旦開始進行作業，經常會再發現額外之損傷或遭遇新的問題，而需再修正原先之計畫。故初始之維修補強計畫宜盡量簡單、彈性、保守，以使將來可能發生之異動不致造成太大影響。
3. 決定修復與補強工法前，需先對其作業特性進行了解，包括交通條件、施工條件、技術條件、勞務條件等。
4. 橋梁進行維修與補強施工時常須敲除、改造部分構件，故結構物於施工階段可能產生局部性或系統性弱點。因此維修與補強施工要妥為規劃，在各施工階段不得有影響公共安全之情形，必要時，加設足夠之臨時安全措施。
5. 維修補強前，要根據構件劣化原因提出維修補強方法，並考量整體景觀性。
6. 維修補強材料常會引用國家標準(CNS)或美國 ASTM、日本 JIS 及 JSCE 標準等相關國際標準，或採用具專利、特定供應者之材料；如屬公共工程則要注意政府採購法相關規定。由於各種維修補強工程類型均不相同，不易訂定完全通用的施工成品檢驗準則，相關資料仍要由專業技師確定其正確性、適用性及使用方法。
7. 修復補強材料的選擇並非是最強的材料，而需考量進行修復補強部位之原使用材料及現況，選擇與修復補強部位具相容性之修補材料，相似之物理與化學性質可使修補材料與原構件能有較佳之結合性，而維持構件原始設計要求。
8. 選擇修補材料須考慮修復補強程序，包括使用性、外在條件、修復補強後的承載能力、底材性質等因素，上述各項因素於修復補強過程中極為重要。

C7.4 混凝土構件維修

維修主要為防止橋梁繼續劣化，以滿足使用功能及耐久性之對策。維修工法常因劣化的原因、損傷的範圍、使用年限等一併考量下決定。公路養護管理機關、公路養護單位進行混凝土構件維修作業時，除依據本規範規定之基本原則外，亦可參考其他相關規定或報告辦理。

1. 混凝土剝落、鋼筋除銹維修工法

- (1) 表面處理工法：表面處理工法的基本理念是經由表面處理，減少結構物日後損壞的機率，通常於混凝土表面加以打毛，保持平整、乾燥、堅固與密實，若發現鋼筋裸露且發生腐蝕等現象，則要先行除銹。表面處理工法可分為表面打毛及表面塗裝，說明如下：
 - ① 表面打毛：混凝土表面處理可用人工打毛，再以高壓噴水、高速壓縮空氣吹淨等方法進行，最後完成表面修復。
 - ② 表面塗裝：對於未發生危害而情況輕微的表層裂縫，可塗刷砂漿、塗料或類似環氧樹脂等化學藥品於裂縫表層以塗封裂縫，防止進一步惡化而導致缺陷產生，但使用此法進行塗裝之有效期限較短，不符經濟效益。
- (2) 剝落修補工法：剝落修補工法可分為填充工法、混凝土修復法、水泥砂漿修復法、混凝土接著劑修復法及環氧樹脂材料的修復法。當混凝土表層已不適用表面處理工法，或不宜以裂縫修復工法修復時(例如混凝土表面成片塊狀之剝離)，必須採用剝落修補工法。
- (3) 鋼筋除銹：混凝土剝落成因通常是鋼筋腐蝕造成，所以進行剝落修補工法時需一併處理鋼筋銹蝕問題。腐蝕鋼筋表面清潔、刮除銹蝕部位後宜塗刷聚合物水泥漿(乳膠水泥漿)或富鋅塗料等，具有主動防止鋼筋生銹，且在鋼筋修復範圍附近要避免有陽極產生，適當黏滯性以提供被銹蝕鋼筋表面缺陷一個外層保護。塗層厚度宜小於 0.3mm，以免影響鋼筋的握裹強度。混凝土剝落區域，要待塗刷層乾燥 30 分鐘後，才可塗敷。
- (4) 混凝土裂縫剝落維修前準備工作：
 - ① 採取所有必須的防護措施，嚴重裂縫及損傷的位置先作好支撐。
 - ② 清潔裂縫及周圍鬆弱混凝土，直到乾淨堅固的混凝土表面出現為止。
 - ③ 當需要更換鋼筋或增加鋼筋時，鋼筋附近的混凝土要去除至有足夠的空間，使新增的鋼筋周圍足以澆置適當修補材料。
 - ④ 新澆置混凝土的位置可以噴砂法或高壓水加以清潔。

⑤有些構件須增加新的鋼筋及箍筋，以增加構件斷面強度。

⑥使用樹脂、環氧樹脂砂漿、樹脂改良砂漿等作為修復材料。

2. 混凝土裂縫維修工法

鋼筋混凝土橋梁構件之裂縫修復主要目的為恢復結構整體性、保持結構強度、耐久性與抗滲性。混凝土裂縫修復工法大致可分為下列幾類：

- (1)表面塗封法：採用抹漿、鑿槽嵌補、填縫的方法，使表面裂縫封閉。
- (2)壓力灌漿修復法：壓力灌漿是以施加壓力的方式將漿液(如水泥、化學材料等)灌入構件內部損傷部位，以達到封閉裂縫的修復方法。對於已停止擴大的裂縫(即穩定裂縫)，或無損及結構安全之裂縫，可用無收縮砂漿或膨脹性砂漿填補。壓力灌漿修復法包括水泥灌漿與化學灌漿，化學灌漿採用化學材料灌漿修復結構裂縫。化學灌漿施工機械簡單、操作簡便，應用日趨廣泛。
- (3)注射工法：寬度較小的裂縫，可用注射環氧樹脂修復。注射前將裂縫分成幾個區域，再將表面封閉僅留注射孔，以防注射的材料漏出，注滿一區後，繼續進行下一區。注射工法與灌漿工法在觀念與作法上大同小異，基本差異在於裂縫之大小，裂縫較大時採用灌漿工法，裂縫較小時則採用注射工法。
- (4)表面黏貼法：表面黏貼法是用接著劑將纖維強化高分子複合材料或鋼板等材料，黏貼在裂縫部位的混凝土表面上，既可達到封閉裂縫的目的，又能提高結構強度與勁度。進行表面黏貼前，要先對混凝土表面進行處理、清洗與裂縫修補。

3. 電化學工法

- (1)陰極保護工法：陰極保護的基本原理是借外加電流或犧牲陽極的方式使鋼筋電位處於較低的陰極，而得到保護的一種工法。陰極保護能有效降低鋼筋的腐蝕速率，但無法讓已腐蝕的鋼筋回復原有機能。
- (2)還鹼工法：當混凝土發生中性化時，可利用含 Na^+ 、 K^+ 的電解滲透作用之原理將鹼性電解質滲入混凝土孔隙中，恢復混凝土原有高鹼性並鈍化鋼筋。實際做法是在混凝土表面安裝含鹼性的電解質儲存槽，並將一電極置於電解液中，利用直流電源在電解液中的電極與混凝土內部的鋼筋間形成電場，使電解液中鹼性的 Na^+ 、 K^+ 陽離子滲入混凝土孔隙中。還鹼工法可參照 ACI 222.2R。

- (3)脫鹽工法：應用電解滲透作用之原理，使鋼筋及混凝土中帶負電之氯離子經由混凝土孔隙移向正極，並集中在混凝土表面之電解質儲存槽中，藉此過程將鋼筋及混凝土中氯離子除去，避免鋼筋因氯離子存在而腐蝕。脫鹽工法相關資訊可參照 ACI 222.2R。

4.鹼質粒料反應之修復工法

- (1)橋梁混凝土結構物發生鹼質粒料反應時，破裂模數及動彈模數可能急劇降低，且混凝土因此而發生的裂縫，將增加外在氯離子的入侵機會，進而造成鋼筋腐蝕，降低結構物使用年限。此外，鹼質粒料反應使混凝土產生爆裂現象，更增加結構物的不安全性與影響觀瞻，當反應劇烈時，甚至會造成混凝土構造物崩毀，或再度因外力作用而損毀。
- (2)確定混凝土結構物有鹼質粒料反應而尚不影響結構安全時，可進行下列步驟，或以電化學方法移除或取代混凝土結構物中的鹼離子。
- ①確認結構是否合乎原設計強度。
 - ②減少所處環境溼度與水分，以減緩鹼質粒料反應之持續進行。
 - ③進行裂縫填補。
 - ④進行表面覆層工作。
 - ⑤定期觀察
- (3)常見之鹼質粒料反應修復工法有表面被覆法、裂縫封阻法及裂縫封阻加表面被覆法。上述方法在於阻止水分進入，減緩反應程度。
- ①表面被覆法：表面被覆法所使用的材料以環氧樹脂以及高分子材料加水泥漿居多，表面封阻法僅能隔絕水進入混凝土內部，減緩或停止反應的繼續進行。若水分再進入時，反應將繼續進行，因此，表面被覆法的有效性會因封阻材料的耐久性、施工的精確而決定其修復成效。
 - ②裂縫封阻法：本法係以加壓方式將封阻材料灌入裂縫中，其目的亦為防止水分進入混凝土中，以避免內部膠體吸水膨脹；另外，此法對於已降低之混凝土構造物的強度，亦有提升的效果。大部分使用的材料為：
 - ①環氧樹脂(Epoxy)
 - ②高分子水泥漿(Polymer Cement Paste)
 - ③兩液型或單液型填縫膠

③裂縫封阻加表面被覆法：本法係以上述兩種方法合併使用，先以灌入的方法將裂縫填塞，再以覆面材料將表面被覆，使用的材料亦如前述。由於封阻和被覆同時施作，因此對於阻止水分功效較佳，對於抵抗混凝土發生鹼質與粒料反應所作的防水覆層材料需有下列幾項要求：

- ①非滲透性材質
- ②對混凝土裂縫有足夠的抗張能力
- ③耐久性佳(如抗紫外線、不脫皮起泡)
- ④足夠膠結力

C7.5鋼構件維修

1. 鋼構件之維修先取得鋼材之物性及化性，確認損傷原因及損傷程度後，選擇適當之維修方法，避免不當之維修方法對構件造成損傷。
2. 維修時鋼板或構件之接合方式以高強度螺栓接合為宜，若採用銲接接合時，要檢討銲接接合處之疲勞強度。
3. 鋼構件梁維修之施工作業須符合鋼結構施工相關規定。

C7.6鋼構件防蝕系統維修

進行鋼構件防蝕系統維修作業時，除依據本規範規定之基本原則外，亦可參考其他相關規定或報告。

C7.6.1塗裝劣化維修

1. 鋼橋常因其所在位置及環境之影響而導致腐蝕現象發生，一般均採用塗裝系統將鋼材與外界隔絕，藉以防止腐蝕，但塗裝系統有其壽命，一旦塗裝系統破壞，即可能危害構件之耐久性和強度。因此進行橋梁例行檢測工作時，要特別注意塗裝系統是否劣化而導致鋼構件產生銹蝕現象。若其銹蝕現象經驗證尚未損及鋼材強度，要儘速就其發生位置提出塗裝系統維修方案。
2. 表面處理為影響塗裝耐久性之重要因素，依據舊塗裝膜之劣化程度適切地實行表面處理。在乾淨的塗裝面上塗裝可提高塗裝之附著力、充分發揮塗裝之防蝕性，因此，不論是鋼材面或塗膜面，塗裝前均須先除去被塗面上之銹蝕、劣化塗裝膜、雜物、粉狀物及水分等，並適度地實施表面粗糙化作業。
3. 維修塗裝之表面處理方法及塗裝系統選擇，必須考量維修前塗膜之劣化程度。

4. 維修塗裝採用之塗裝系統宜與舊塗膜之塗裝系統相容，但因維修塗裝系統在架設現場施工，難有理想之表面處理，且易受環境因素影響，因此塗裝系統之選擇仍要配合現場之各項因素。可供維修塗裝時選定塗料種類之參考。
5. 塗裝系統之維修對策分成以下二類：
 - (1) 全部塗裝。
 - (2) 局部塗裝：針對塗裝劣化較嚴重之部位，例如接頭位置、伸縮縫位置、鈹梁及箱梁之下翼板下面、及受漏水影響之橋面板部位等易產生銹蝕位置，進行局部塗裝。

C7.6.2 熱浸鍍鋅劣化維修

1. 熱浸鍍鋅暴露於大氣中，將因鋅產生氧化而使鍍鋅層逐漸減少，或長期使用後鍍鋅層失去保護作用，致使鋼梁漸漸產生紅色銹層或鍍鋅層厚度小於 $10\mu\text{m}$ 時，熱浸鍍鋅以熔射或油漆塗裝進行維修。
2. 鍍鋅層進行熔射或塗裝維修時，因熱浸鍍鋅鋼材上熔射或塗裝之附著性較差，直接在熱浸鍍鋅表面上進行維修時，要注意熔射與塗料之選擇及塗裝方法。
3. 熱浸鍍鋅鋼梁於熔射前，須經噴砂以除去附著於鋼材表面之浮銹、氧化物等附著物，再儘快塗佈粗面形成劑，以增加熔射層之附著性。
4. 在熱浸鍍鋅面上進行塗裝作業時，必須充分考慮塗裝之前處理及底層、中層及面層所用之塗料種類。由於鍍鋅面與塗料之密著性較差，且如熱浸鍍鋅表面與漆膜之間有水分或鹽份，更易加速漆膜逐漸剝離。因此，為使熱浸鍍鋅面上漆膜有最大持久力與耐腐蝕性，最重要的關鍵是要確保鍍鋅表面與塗料之間的良好密著性。

C7.6.3 金屬熔射劣化維修

金屬熔射材料有鋅、鋁或鋅鋁合金：

1. 鋼梁之金屬熔射防蝕系統是否需要維修，係依據紅銹發生面積而定，一般鋼梁產紅銹面積達 0.3% 時，可考慮進行金屬熔射維修。
2. 金屬熔射作業依表面處理、熔射作業、封孔處理及表面塗裝等主要程序進行。
3. 為確保新的熔射層與既有熔射層具有導電性，要確實除去既有熔射層上之封孔劑或塗裝，促使原有之熔射面完全露出。並且若原有熔射層發生起泡或鋼材已腐蝕，要將起泡部份之熔射層或銹蝕完全去除，若有鹽份存在，亦要進行除鹽分作業。

C7.7 支承維修與置換

1. 橋梁支承之功用除支撐上部結構外，亦為將上部結構所傳來之力傳遞至下部結構之重要構造。但因支承位於上部結構與下部結構之接點，上部結構與下部結構各自相異之位移亦集中於此處，故支承處最容易產生變形。若未針對支承變形原因了解，再進行適當之維修，則支承之變形極有可能再度發生，且實際案例顯示支承損壞對上部結構的影響遠大於分析設計階段之考量，因此支承之維修十分重要且須確實執行。
2. 支承損傷或功能喪失的原因很多，在研擬支承維修對策前，要先對支承損傷原因進行了解，以便針對損傷原因提出適當之處理對策。支承損傷之種類主要可歸納為下述幾項原因：
 - (1) 支承底座之破損。
 - (2) 支承底座前方之混凝土剝離。
 - (3) 錨定螺栓之鬆脫或斷裂。
 - (4) 支承本體之破損。
 - (5) 支承之可動性不良。
 - (6) 支承位置錯移或傾斜。
3. 支承部維護補修工法選擇可分為以下四種情況：
 - (1) 若為支承本體之損傷，如橡膠支承嚴重變形或老化，滾輪之移位脫落、軸承、上下承板之損傷等，宜將上部結構頂升並用臨時支承支撐，以置換新的支承或損傷構件。若支承之主要部位損傷，但上部構造因故並無法進行頂升時，須考量整體結構配置，可於他處增設新的支承。
 - (2) 對於螺栓、螺帽之鬆動脫落，錨定裝置之損傷等，可以不必將上部結構頂升而直接進行該構件之置換。
 - (3) 對於支承混凝土座之損傷，若上部結構之頂升可行，可在頂升上構並設置臨時支撐後，敲除損傷混凝土，再補強鋼筋、打設新的混凝土。若上部結構之頂升不易進行，而支承本體並未受到損傷時，可採支承擴座並導入預力之方式進行補修。
 - (4) 對於支承混凝土座和水泥砂漿墊輕微之破損，可以環氧樹脂填充，防止破損繼續擴大。若混凝土座破損之原因為其寬度不足，最好亦進行支承座之擴座。

4. 一般支承置換注意事項如下：

- (1) 若鋼製支承已有明顯之斷面損失與劣化、橡膠支承之彈性體已產生裂縫、盤式支承之密封環與橡膠墊已損傷等，均宜更換新支承。支承之滑動面若已產生坑洞以至於無法發揮其正常功能時亦須予以置換。新支承並不需要與原支承同型式，尤其很多老舊橋梁所採用之支承型式早已廢棄不用，根本不可能再採用相同型式之支承。新支承儘量符合以下四項要求：
 - ① 支承功能符合要求。
 - ② 支承材料對於所屬環境適當。
 - ③ 支承高度合宜。
 - ④ 支承型式適合於既有下部結構。
- (2) 更換支承時均先頂升上部結構，使來自上部結構之外力先行釋放，並架設其他臨時支撐。
- (3) 在大部分情況下，若更換支承時有提供臨時支承則無須完全封閉車流。若在同一支承線上有多於一個以上之支承須更換，最好在上一時間僅更換一個支承。當進行頂升作業時，需考量交通狀況、施工條件及安全性，必要時將車流導引至其他區域，直至上部結構就定位且適當地支撐後，才恢復正常行車。另外整個支承線要儘量同時頂升，以降低不均勻頂升產生之應力造成橋面板開裂。

C7.8 伸縮縫維修與置換

1. 伸縮縫雖為橋梁結構中之一小構件，但當其發生損傷時，對行車安全性及舒適性將產生極大的影響。例如當其產生裂縫而發生滲漏時，其下方之結構構件很容易發生劣化；當其無法依原設計進行伸縮時，橋梁構件很容易承受過大應力而破壞；伸縮縫若於橋面產生高低差時，亦容易影響行車安全，所以當發現伸縮縫損傷時，要適時進行適當之維修或置換。
2. 伸縮縫進行維修或置換視其損傷程度與經濟性而定。一般先清理伸縮縫開口部位之淤積，以恢復其伸縮量；如伸縮縫已嚴重損害而功能完全喪失時，則置換新的伸縮縫。若伸縮縫之損傷未達需置換之程度，但考量新的伸縮縫壽命比維修後之伸縮縫長，在仔細評估維修與置換伸縮縫個別之生命成本，並配合考量橋面板剩餘年限後，再選擇進行維修或直接置換伸縮縫。
3. 依據伸縮縫劣化的程度，有下列修復層級：
 - (1) 局部修補：當伸縮縫於檢測後經研判暫時無需更換伸縮縫，或必須更換伸縮縫而短期無法更換，仍可視需要進行局部修補以阻止

劣化繼續擴大。當混凝土基座之表面或基座與伸縮縫之本體間有凹陷、中空現象、表層泥漿散失、混凝土剝落、骨材外露、鋼筋外露或裂縫之現象發生時，可以適當強度之水泥砂漿或環氧樹脂砂漿補平、以環氧樹脂灌注、或以適當材料及工法修補之。

- (2)局部置換：當伸縮縫於檢測後經研判暫時無需對伸縮縫做整體更換，或必須整體更換而短期無法進行，可視需要進行局部置換以阻止損壞繼續擴大。
- (3)整體置換：當伸縮縫於檢測或局部修補、置換後經研判須對伸縮縫立即作整體更換時，進行整體置換的動作。

C7.9結構補強

1.補強主要為提升橋梁之承載能力與強度，以滿足使用功能。目前常用之補強工法並無統一的分類標準，參考國內外參考資料約可分類如圖 C7.9.1 所示。一般而言，根據檢測評估結果，視結構物損傷部位、程度及原因、結構型式、鄰近環境與交通量等條件，綜合考量以決定所採用之補強方式。

2.橋梁結構補強對策可分類為構件補強與橋梁振動單元之結構系統補強兩大類。其中，橋梁構件補強可區分為上部結構補強及下部結構補強；結構系統補強係於耐震補強時，利用反力分散或隔減震支承補強等方法為主，用以降低或改變橋梁振動單元之受力行為：

- (1)上部結構補強
- (2)下部結構補強
- (3)橋梁振動單元之結構系統補強

結構系統補強係於耐震補強時，利用反力分散或隔減震支承補強等方法為主，用以降低或改變橋梁振動單元之受力行為。藉由變更結構系統方式以達到減少傳遞力量至承載能力不足之下部結構構件，並避免進行基礎補強，用以增加橋梁結構安全性；惟橋梁基本資料若不夠齊全，或竣工圖說不完整之狀況下，會增加結構系統補強之不確定性。對於常時承載能力不足的基礎構件，其補強工法則仍須參考前述下部結構基礎補強內容進行補強工作。目前結構系統補強主要觀念皆為更換功能性支承，減少水平力傳遞至下部結構，常見之結構系統補強工法有地震力分散工法及隔減震補強工法，補強工法設計依橋梁耐震設計相關規範辦理。

3.進行鋼結構補強前，須先對原有結構之使用材料及構造方式進行了解。鋼結構之結構構件或接頭部位因活載重反覆作用產生疲勞損傷時，要檢討其發生原因，評估損傷可能繼續發展之趨勢，並妥為處理。若經疲勞損傷評估後判斷有補強之必要時，要針對發生原因選擇合適之補強工法。