

特殊性橋梁養護作業督導考核制度之探討

運輸工程組 張昭芸

研究期間111年2月至111年12月

摘要

依據交通部「公路橋梁檢測及補強規範」規定，公路橋梁分為一般性橋梁及特殊性橋梁，其中特殊性橋梁需依其維護管理作業計畫所訂頻率辦理檢測，實務上，囿於人力及儀器設備，橋梁管理機關均委託專業檢測機構辦理特殊性橋梁檢測作業，並提出檢測成果供各橋梁權管機關參考因應。

前述特殊性橋梁維護管理作業計畫及相關作業成果係橋梁管理機關執行特殊性橋梁安全維護作業之重要參據，由於特殊性橋梁之種類繁多且型式特殊，加以其維管計畫務實與否及檢測成果是否詳實正確影響橋梁安全甚鉅，對於橋梁養護、督導或考核機關而言，如何透過制度確保特殊性橋梁安全為值得探究之重要課題。

本計畫針對公路特殊性橋梁養護作業督導考核制度蒐集國內、外相關資料進行探討研析，並就國內執行現況及可增進之處，分別對中央主管機關及相關機構、中央及地方養護管理機關等類別之專家進行訪談，針對特殊性橋梁之督導考核制度之「檢測人員資格」、「執行頻率」、「檢測程序」及「執行情形」等四大面向進行督導考核制度探討，俾供有關機關做為持續策進相關制度之參考應用。

關鍵詞：

特殊性橋梁、橋梁檢測、維護管理作業計畫

特殊性橋梁養護作業督導考核制度之探討

一、緒論

1.1 研究背景與目的

108 年 10 月 1 日南方澳大橋斷落事件震驚全國，橋梁安全維護管理頓時成為全國矚目焦點，該橋梁為鋼拱橋，結構型式特殊，鑑於其安全維護管理做法有別於一般橋梁，交通部爰研修「公路橋梁設計規範」明訂公路橋梁管理機關於設計特殊性橋梁時，應考量橋梁之結構型式、材料性質、現地狀況及養護條件訂定個別維護管理作業計畫，並同步研修「公路橋梁檢測及補強規範」明定公路橋梁管理機關對於特殊性橋梁如吊橋、斜張橋、脊背橋、桁架橋、鋼拱橋、混合梁橋、複合梁橋等橋型應訂定維護管理作業計畫，內容應包含檢(監)測項目、執行方式與頻率、判定標準等。此外，為落實橋梁養護、考核及督導作業，進而維護公眾通行安全，行政院於 109 年 7 月 21 日函頒「橋梁維護管理作業要點」，該要點第 4 點規定中央機關供公眾通行之橋梁由其養護單位養護，由養護管理機關或協商指定機關定期考核養護情形，並由該橋梁之中央主管機關或協商指定機關定期督導；地方機關供公眾通行橋梁由其養護單位養護，由其地方主管機關或協商指定機關督導、考核養護情形，中央主管機關應視需要定期評鑑之；第 8 點規定養護單位應定期辦理橋梁檢測，如有安全疑慮，應立即管制通行並進行詳細檢測、維修及補強工作。

我國橋梁屬性眾多，其中公路橋梁依據「公路法」第 2 條規定係指國道、省道、市道、縣道、區道、鄉道及專用公路等路線之橋梁，主要由交通部高速公路局(簡稱高公局)、交通部公路總局(簡稱公路總局)及縣市政府等機關負責維管，依據交通部「公路橋梁檢測及補強規範」規定，公路橋梁分為一般性橋梁及特殊性橋梁，其中特殊性橋梁需依其維護管理作業計畫所訂頻率辦理檢測，實務上，囿於人力及儀器設備，公路橋梁管理機關均委託專業檢測機構辦理特殊性橋梁檢測作業並提出檢測成果供各橋梁權管機關參考因應。此外，依據「交通部公路養護作業督導考核實施要點」第 3 點規定，高公局及公路總局橋梁養護作業之督導考核由交通部路政司會同本所辦理，各縣政府自養縣道及鄉道橋梁養護作業之督導考核則由交通部指定所屬機關辦理。

前述特殊性橋梁維護管理作業計畫及相關作業成果係橋梁管理機關執行特殊性橋梁安全維護作業之重要參據，由於特殊性橋梁種類繁多且型式特殊，加以其維管計畫務實與否及檢測成果是否詳實正確影響橋梁安全甚鉅，爰對於橋梁養護、督導或考核機關而言，如何透過制度確保特殊性橋梁安全為值得探究之重要課題，基此，特透過本研究針對公路特殊性橋梁養護作業督導考核制度蒐集國內、外相關資料並進行探討研析，俾供有關機關做為持續策進相關制度之參考。

1.2 研究範圍與內容

本研究以「特殊性橋梁養護作業督導考核制度之探討」為主題，關聯較高之行政規則包含「交通部公路養護作業督導考核實施要點」及「公路橋梁檢測及補強規範」，研究對象及利害關係人主要為全國各公路橋梁管理機關(高公局、公路總局、各縣市政府)，相關成果可供前述機關做為建立及策進相關制度之參考。主要研究內容包括：

1. 國外資料蒐集：以美國及日本等先進國家之相關資料為主。
2. 國內資料蒐集：包括「交通部公路養護作業督導考核實施要點」及「公路橋梁檢測及補強規範」等行政規則。
3. 國內執行現況訪談：訪談對象包括中央主管機關(交通部路政司)、中央養護管理機關(交通部高速公路局、公路總局)及部分地方養護管理機關(縣市政府)等。
4. 督導考核制度探討：根據資料蒐集與現況訪談結果進行檢視並加以研析。
5. 研究結論研擬：針對研析結果提出研究結論與初步建議。

二、國外資料蒐集

2.1 日本國土交通省

日本總長度達 2 公尺之橋梁計 727,545 座，由國土交通省、高速道路會社、地方公共團體等負責維護管理。國土交通省權管橋梁計 38,685 座；高速道路會社權管橋梁 24,095 座；地方公共團體權管橋梁計 664,765 座。每 5 年至少進行 1 次定期檢測，並以「健全性」呈現檢測結果。

國土交通省將實施情況和檢測結果匯總在「道路メンテナンス年報」(道路維修年度報告)中，並對外公開橋名、路線、長寬、管理者、檢測結果(健全性)等資料，以便民眾和道路使用者了解道路基礎設施的現狀和應對老化的措施。關於橋梁、隧道、道路附屬物等，2014~2018 年度完成第一輪檢查，2019 年度開始第二輪檢查，至 2020 年底共檢測 38%橋梁計 277,641 座(表 2-1)，健全性 $\geq$ III 者佔 9.1%(表 2-2)。

表 2-1 第二輪檢查執行率(2019-2020)

	管理施設数	うち点検対象 施設数※1	点検実施数	点検実施率 ※2
橋梁	727, 545	722, 556	277, 641	38% (28%)
トンネル	11, 418	10, 958	3, 674	34% (30%)
道路附属物等	42, 361	41, 283	16, 649	40% (36%)

資料來源：日本國土交通省道路局 2021 年 8 月「道路メンテナンス年報」。

表 2-2 第二輪檢查判斷類別百分比(2019-2020)

	点検実施数	判定区分 上段：実数、下段：割合			
		I	II	III	IV
橋梁	277, 641	110, 138	143, 688	23, 608	207
		40%	52%	9%	0.1%
トンネル	3, 674	122	2, 417	1, 130	5
		3%	66%	31%	0.1%
道路附属物等	16, 649	6, 512	8, 231	1, 903	3
		39%	49%	11%	0.02%

資料來源：日本國土交通省道路局 2021 年 8 月「道路メンテナンス年報」。

日本橋梁檢測規範係依據國土交通省道路局平成 31 年(2019 年)2 月頒訂之「道路橋定期点検要領」，主要內容包括以下 7 項：

1. 適用範圍：依道路法第 2 條第 1 項規定，本要領適用於道路上橋長 2m 以上橋梁、高架道路等之定期檢測。注意事項如下：
 - (1) 道路管理者有責任按法律正確地進行定期檢測並記錄結果。
 - (2) 本技術建議的目的是做為參考，以便每個道路管理人員能夠適當有效地執行法律。
 - (3) 跨越障礙物並支撐活載重之結構應被視為橋梁。
 - (4) 長度小於 2m 的橋梁也可能出現劣化或損壞，進而引起道路安全疑慮並造成第三方損害。
2. 定期檢測頻率：定期檢測基本上每 5 年進行一次。注意事項如下：
 - (1) 診斷健全性需考慮到下一次定期檢測前之橋梁狀況變化。
 - (2) 法令不禁止在 5 年內進行定期檢測。
 - (3) 根據公路橋梁的施工狀況和實際狀況，假設即使間隔少於 5 年，狀況也可能發生變化或變得危險。
3. 定期檢測制度：道路橋梁定期檢測，須由具備必要知識及技能之人員適當進行。注意事項如下：
 - (1) 公路橋梁由多種材料和結構組成，並受到地形、交通等周邊條件影響，橋梁變形的原因、進展、結構安全影響及處置措施之間，很難制定出明確的關聯。
 - (2) 法律規定，橋梁檢測人員必須具有必要知識和技能，例如：
 - a. 具有適當的資格或相當的工作經驗。
 - b. 在橋梁的設計、施工和管理方面具有相當的專業知識。
 - c. 對橋梁的定期檢測具有相當的技術和實際經驗。
4. 狀態掌握：基本上，做為健全性診斷基礎的條件是通過仔細的目視來掌握。注意事項如下：
 - (1) 定期檢測人員可透過近距離目視檢測，掌握橋梁當前狀態並做為診斷健全性的基礎。
 - (2) 為了正確診斷橋梁的健全性，法律規定執行定期檢測人員應離得夠近，以便直觀地掌握橋梁的外觀，必要時需結合敲擊聲、觸診，以正確診斷出橋梁的健全性。

(3) 健全性診斷所需之接近程度，以及是否需使用敲擊聲、觸診等其他方法，取決於橋梁結構特性、環境條件、周邊構件狀況、假定或容許的變形，不可能無差別的確定這點，因此需由檢測人員對檢測重點做出判斷。

5. 健全性診斷：每座公路橋梁的健全性根據表 2-3 中的類別進行健全性診斷。注意事項如下：

表 2-3 健全性判定區分

區分		狀態
I	健全	橋梁功能未受損。
II	預防性維護階段	橋梁功能不受影響，但從預防性維護角度來看，可採取維護措施。
III	早期處置階段	橋梁功能可能受損，應及早採取措施。
IV	緊急處置階段	橋梁功能已受損或極可能已受損，應採取緊急措施。

資料來源：日本國土交通省道路局 2019 年 2 月「道路橋定期点檢要領」。

(1) 定期檢測人員，對於下次檢測前應採取之處置措施，應進行綜合診斷，並掌握道路橋梁的狀況。

(2) 橋梁單元的認定可參考「道路設施狀況調查指南」，原則如下：

- a. 同類型橋梁為一橋梁單元。
- b. 如果橋梁在一個地方相互分開，例如上、下線，則將每一個分開的橋梁視為獨立單元。
- c. 跨越行政界線之橋梁，仍視為同一單元，不依行政區分成不同單元。

(3) 在診斷各橋梁的健全性時，最好能綜合評價多個構件的多個變形；建議嘗試評估異常原因並記錄處置範圍和方法。

(4) 如果出現裂紋、剝落、腐蝕等，建議從道路使用者和防止第三方損害的角度採取應急措施，然後再進行 I 至 IV 的判斷。

6. 記錄：記錄定期檢測的結果，並在橋梁使用期間予以保存。注意事項如下：

(1) 定期檢測的結果是基本資料，可以做為制定養護和維修計畫之參考，並且必須以適當的方式記錄和累積。

- (2) 與定期巡查有關的記錄格式、內容和記錄項目沒有規定，道路管理人員應依使用目的來考慮記錄項目的選擇和方法，並根據需要加強記錄。
 - (3) 依維修相關法律(道路執法條例第 4-5-6 條)之規定，採取處置措施時必須記錄其內容。處置的結果也是制定養護計畫之基本參考，措施細節和結果必須以適當方式記錄和累積。記錄格式、內容、記錄事項由道路管理者依需要自行規定。
7. 措施：採取必要處置措施以確保有效養護與維修道路。注意事項如下：
- (1) 相關措施包括維修、加固、恢復橋梁功能及耐久性、拆除、定期監測、持續監測，另尚有無法採取緊急措施之情況，例如交通管制及封路。
 - (2) 採取處置措施時，道路管理者應綜合考慮最佳方法。
 - (3) 監測是為了在確認其適當性後，追蹤變形行為，直到採取對策，並將其反映在橋梁的管理中，因此將其定位為維修措施。例如，可設想將維持道路橋梁的功能和耐久性等措施與監控相結合，而道路管理者有必要在監控時考慮採取適當的維修措施。

「道路橋定期點檢要領」內容除以上 7 大項目外，並於附錄 2 中列出懸索橋及斜張橋之結構及檢測重點，分述如下：

1. 整體形狀：

- (1) 懸索結構中，鋼索斷裂及固定端異常往往會影響整體形狀，因此可以透過外觀線形是否對齊來發現異常跡象。
 - (2) 如果出現整體偏斜，則可能是因懸索以外的其他部分引起。
 - (3) 如果整體形狀有異常，則可能是懸索破損或纜索固定端異常。
2. 拉索系統：為了減少振動而安裝的支撐材料以及抗風繩鬆動斷裂，可能使得橋梁抗風穩定性及疲勞耐久性變差，因此會需要檢查拉索系統是否由於斷裂、腐蝕等劣化、或因鬆弛而導致能力下降。

3. 錨碇系統：

- (1) 每座橋梁的組成不同。診斷健全性時建議檢查整個錨固的異常跡象。
- (2) 固定構件種類繁多，除了外觀，建議開蓋檢查無法直接看到的

區域。

- (3) 即使固定構件存放在結構體內部，也可能因結露而腐蝕。
- (4) 雖然有多條纜索，如果它們處於相同腐蝕環境，則可能同時腐蝕。
- (5) 使用線夾固定時，如果線夾腐蝕鬆動，則懸索可能會滑落並失去承載能力。
- (6) 使用多種不同金屬緊固構件時，鋼材可能會因與異種金屬接觸而顯著腐蝕，特別是活性差異較大的金屬，這種情況下須小心，因為具有相同結構的其他構件可能同時被腐蝕，因此最好檢查緊固構件內部是否進水或滯水。

4. 主塔：

- (1) 主塔主要用於抵抗主纜索之垂直作用力、水平作用力。
- (2) 主塔變形或偏心會導致纜索失去平衡，須注意塔頂鞍座是否缺陷或傾斜。
- (3) 如果主塔底座可用銷子自由旋轉，則當主纜打滑或斷裂時可能導致整個纜索系統失去平衡造成橋梁崩塌。此外，如果主塔底座銷結構的旋轉功能變差，可能會出現設計中未預料到的應力。
- (4) 主塔抗壓力優良，是否因挫曲而受損是最重要問題，需注意柱體傾斜變形、基礎穩定性、柱體穩定性。
- (5) 結構焊接部位較多且品質難以保證，需注意焊接部位是否出現裂紋。在連接處要注意因腐蝕而導致截面減小或螺栓延遲斷裂。內部滯留水會導致腐蝕。

5. 鞍座：

- (1) 如果部分主纜斷裂，會在塔頂鞍座前後產生較大的拉力差，並讓纜索在塔頂鞍座上打滑脫出，可能導致橋梁倒塌。
- (2) 如果纜索從鞍座脫落、鬆動或打滑，跨距間的纜索長度會變化，導致纜索結構不平衡，可能影響整座橋梁安全。
- (3) 通常無法直接看見鞍座內部，建議仔細檢查主纜是否在鞍座入口內部或附近出現腐蝕，以及是否有鏽水從鞍座內部流出。
- (4) 宜檢查鞍座是否有腐蝕、纜索斷裂痕跡、螺栓鬆動等異常狀況。

6. 主纜：

- (1) 纜索常由數十根纜線捆紮組成，若其中一根斷裂時，所支撐的載重和衝擊力會影響其他構件和纜線，導致纜索結構失去平衡，並損壞其他構件及纜索。
- (2) 主纜的材料和結構種類繁多，其力學性能、安全係數和防腐規格各不相同。
- (3) 檢查纜索是否有被腐蝕、損壞或可疑跡象。對於內部腐蝕，最好綜合判斷外觀，必要時可透過敲擊、觸診等方式綜合判斷，以評估看不到的內部狀態。
- (4) 由於表面有嚴格的防腐蝕保護，通常很難從外觀發現內部腐蝕等異常情況。如果懷疑內部異常，可能需去除防腐材料(防鏽材料、保護線)並檢查內部。
- (5) 在某些情況下，取下保護罩並且檢查是否有水侵入、滯留及內部腐蝕，可能會是很有效的作法。
- (6) 有時會在捆紮線的表面纏繞鋼絲，並在上面進行塗裝等防腐處理。除非拆下繞線，否則無法檢查纜索主體，因此建議檢查繞線的牢固性，以及繞線表面是否有內部異常跡象。
- (7) 需要注意，劣化並不總是出現在看得見的外部，內部損壞可能比外部嚴重。
- (8) 如果塗層提供防腐蝕保護，建議檢查塗層是否損壞，以及是否存在任何主纜可能進水的變化。
- (9) 纜箍與主纜表面之間存有間隙，如果纜箍末端無法完全阻水，雨水可能會進入內部，造成纜箍旁的纜線腐蝕，但由於很難直接檢查纜箍內部，因此必要時可暫時鬆開纜箍，檢查是否出現鏽汁洩漏現象。
- (10) 如果懷疑纜索內部有異常，可採用合適的非破壞性檢測技術，甚至可同時採用多種詳細調查方法檢查纜索內部。

7. 纜箍：

- (1) 纜箍主要利用螺栓的摩擦力緊固，如果螺栓的軸向力或摩擦力減小時，箍與主纜可能會打滑，造成纜索結構失去平衡，進而影響整個橋梁安全。
- (2) 索徑越大的橋梁，力量變化的風險越大，必要時需重新拉緊並

適當管理。

- (3) 影響螺栓軸向力的因素包括螺栓鬆弛、纜索線材變形、纜索重新佈置導致的間隙減小、纜索腐蝕導致的橫截面減小、擰緊後的荷載重新分配。
- (4) 建議在使用期間仔細檢查纜箍是否未對齊，並注意緊固力的下降跡象。
- (5) 主纜可能在纜箍末端附近腐蝕、斷裂，因此需打開纜箍並檢查其腐蝕狀態。
- (6) 建議檢查纜箍是否被腐蝕、鬆動或打滑。

8. 懸吊索：

- (1) 吊索斷裂時，其支撐載重及衝擊力會影響其他懸掛材料，導致索結構失衡。
- (2) 吊索經常會因振動、雨水流動及滯留而產生嚴重腐蝕，因此不僅要注意表面腐蝕狀況，還要注意內部腐蝕的發生。
- (3) 使用多種吊索時，由於各類吊索具不同的機械性能、安全係數、防腐規格，因此在診斷健全性時，最好先鑑別吊索種類，了解其特點和結構，然後準確判斷與健全性有關的異常和徵兆。
- (4) 因擰緊而損壞表面油漆的鋼棒螺紋，常是防腐蝕的薄弱環節。
- (5) 鋼棒的螺紋容易因應力集中而開裂，風及活載重會引起振動，應力波動越大越有可能出現裂縫。如果防腐功能降低或發生腐蝕，則會更容易出現裂紋。
- (6) 如果油漆變質並出現裂縫，常很難輕易檢測出裂縫等損壞情況。
- (7) 無論防腐規格如何，都需要注意吊索內部有無腐蝕，如果懷疑有嚴重腐蝕等異常，需要考慮進行詳細調查。
- (8) 由於合金是在插座固定部內部鑄造的，因此在防腐蝕方面不太可能成為弱點，但末端的填縫會惡化，並且腐蝕可能會從插座表面進行。
- (9) 腐蝕劣化會導致雨水滲入插座或吊索中並加速腐蝕進展，請務必小心。

9. 纜索固定構件：

- (1) 腐蝕環境、防腐蝕規格、應力分佈因固定方法而異，因此防腐

蝕、疲勞弱點應注意的重點也不同。

- (2) 使用銷釘作為固定方式的吊索，需要注意銷釘是否出現腐蝕和裂紋。
- (3) 懸索在錨固處斷裂，將失去支撐梁載重的能力，並影響橋梁安全。
- (4) 應檢查纜索是否被腐蝕或損壞，是否有任何損壞跡象。對於內部腐蝕最好綜合判斷外觀，必要時，可通過敲擊和觸診獲得各種信息，評估內部狀態。
- (5) 水流下纜索在梁側錨固處易積聚水造成纜索腐蝕，建議檢查水侵入及滯留錨固處的可能性。如有必要，建議取下保護罩並檢查其內部狀況。
- (6) 內部發生腐蝕時，從外部很難確認。需要注意，部分設置在固定件口部位的蓋板，並沒有完全防止水進入固定件的結構。
- (7) 緩和纜索角隅破損的橡膠，在設計和施工時可能未達防水要求，必需注意，因為水可能會進入錨碇區域並腐蝕纜索。
- (8) 如果有設置排水口以防止水留在電纜固定部位，請檢查其是否正常。
- (9) 如果預期可動的錨固部分被腐蝕，可動之功能變差，會出現設計中沒預料到的局部應力。拉桿螺紋部分或插座固定部位的纜索，應注意裂縫的發生。
- (10) 由於車輛及風的影響，懸索材料的梁側固定部位很可能會反復出現應力，因此需要特別注意焊接部分的疲勞裂紋。
- (11) 使用異種金屬緊固構件時，鋼材會因與異種金屬接觸而顯著腐蝕。在這情況下必須小心，因為腐蝕可能同時發生在同一結構的其他部分。

日本國土交通省針對懸索橋、斜張橋等特殊性橋梁，另於平成 31 年(2019 年)2 月出版「引張材を有する道路橋の損傷例と定期点検に関する参考資料」(張力材料道路橋梁定期檢查損壞案例參考資料)，該文件係根據定期檢查及直接診斷結果，總結了纜索等受拉材料公路橋梁進行定期檢查時之注意事項，建議於進行公路橋梁維護時(例如定期檢測)參考。文件中對於具張力材料之公路橋梁結構形式說明如下：在一些公

路橋梁中，受拉材料斷裂會讓整座橋處於致命狀態，並且整個橋梁行為會受到很大影響。具有以下構件的橋梁可被視為屬於此類。

1. 拉伸材料：纜索、懸掛材料、懸臂軸承、地錨等。
2. 前述構件的固定部分(用於固定張力材料的固定工具，以及用於佈置固定工具的加強或增加部分)。
3. 影響前述 2 項行為的構件。

具有上述這些典型結構的橋梁包含：斜張橋、吊橋、拱橋、吊床版橋、絞接箱型梁橋、外置預力補強結構(圖 2.1~圖 2.6)等。上述以外的結構，建議定期檢測期間仍應確認是否具有對整座橋的穩定性和行為有很大影響的拉伸材料。由於透過近距離目視檢查來掌握變形是有限度的，因此有必要根據需要考慮應用無損檢查技術(非破壞性檢測技術)。

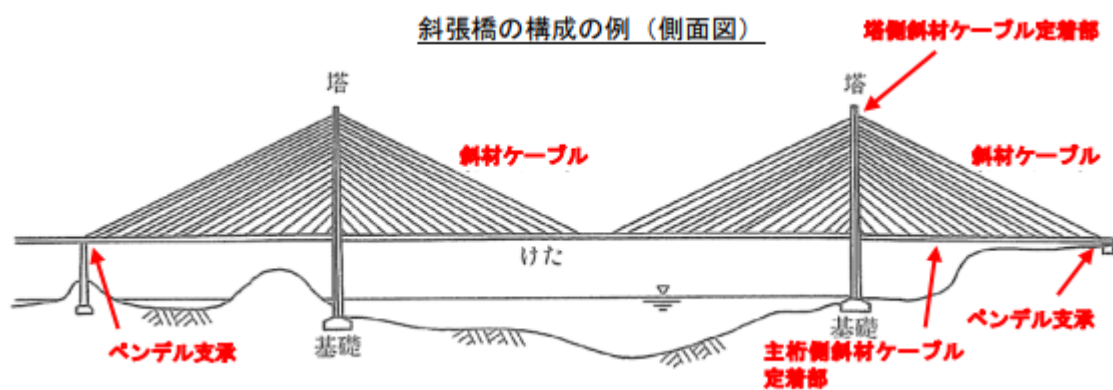


圖 2.1 斜張橋配置示例(側視圖)

資料來源：日本國土交通省道路局 2019 年 2 月「引張材を有する道路橋の損傷例と定期点検に関する参考資料」。(以下同)

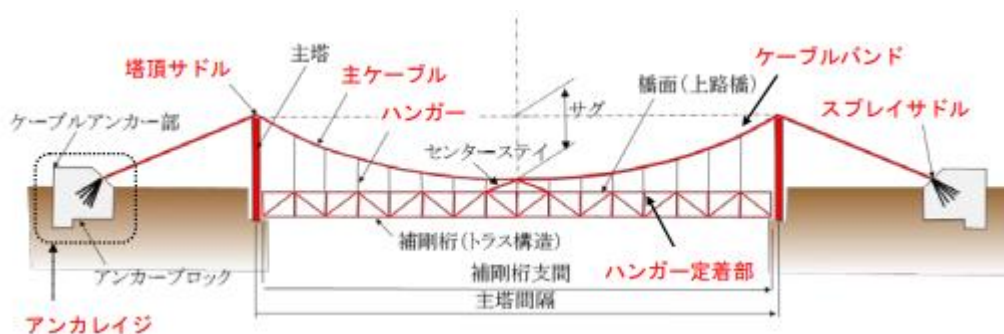


圖 2.2 吊橋配置示例(側視圖)

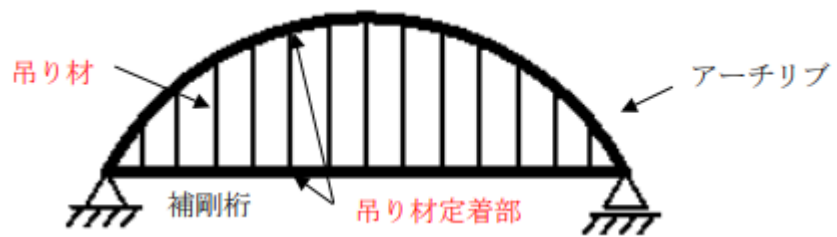


圖 2.3 拱橋配置示例(側視圖)



直路式吊床版橋



上路式吊床版橋

圖 2.4 吊床版橋

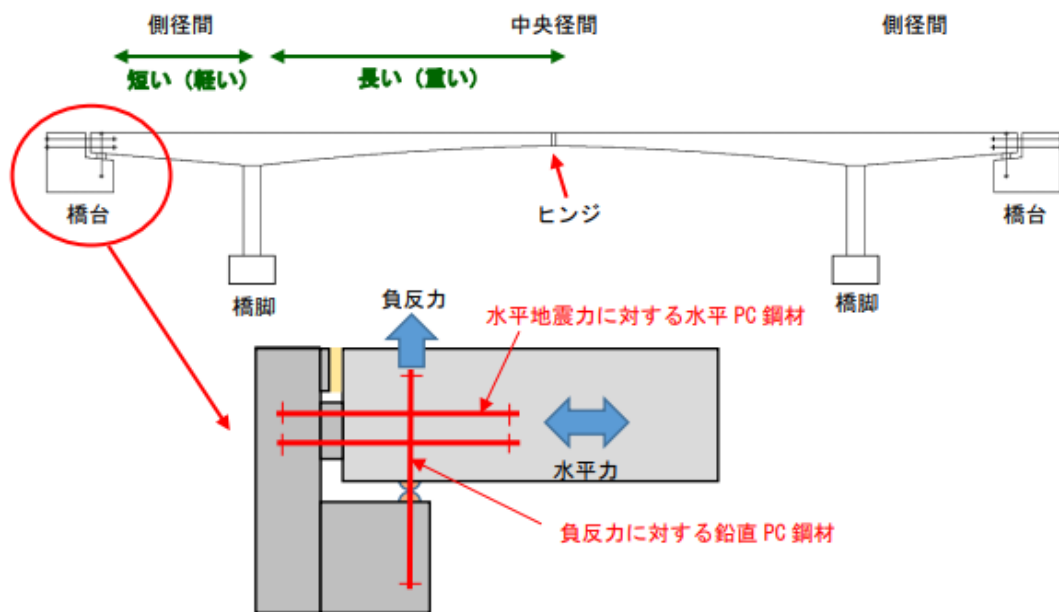


圖 2.5 絞接箱型梁橋配置示例



コンクリート橋の外ケーブル補強の例



鋼橋の外ケーブル補強の例

圖 2.6 外置預力補強結構

2.2 美國聯邦政府

1967 年 12 月 15 日俄亥俄州與西維吉尼亞州間之銀橋(Silver Bridge)斷落，造成 32 輛車墜落俄亥俄河及 46 人死亡後，橋梁安全維護成為全美的關注焦點，在美國國會要求下，聯邦公路總署(FHWA)著手研提道路橋梁檢測標準(National Bridge Inspection Standards, NBIS)。

NBIS 於 1970 年納入美國聯邦法典(Code of Federal Regulations, CFR)第 23 篇第 650 條之項目 C，自此 23 CFR Part 650 Subpart C 自此成為美國道路橋梁檢測之最關鍵法規。

CFR 係美國聯邦政府透過聯邦公報(Federal Register)發布之法規。全美道路橋梁逾 60 萬座，配合邁向 21 世紀進步法案(Moving Ahead for Progress in the 21st Century Act)，FHWA 蒐集各界意見並於 2022 年 6 月 6 日頒修 NBIS，除納入無人駕駛航空系統(UAS)、修訂 2009 年修法來之歧異、強化關鍵發現、納入私人橋梁，亦將斷裂關鍵構件(Fracture critical member, FCM)更名為非贅餘鋼拉力構件(Nonredundant Steel Tension Member, NSTM)並調整檢測相關規定。

NBIS 主文內容共分為 9 小節，架構如圖 2.7 所示。

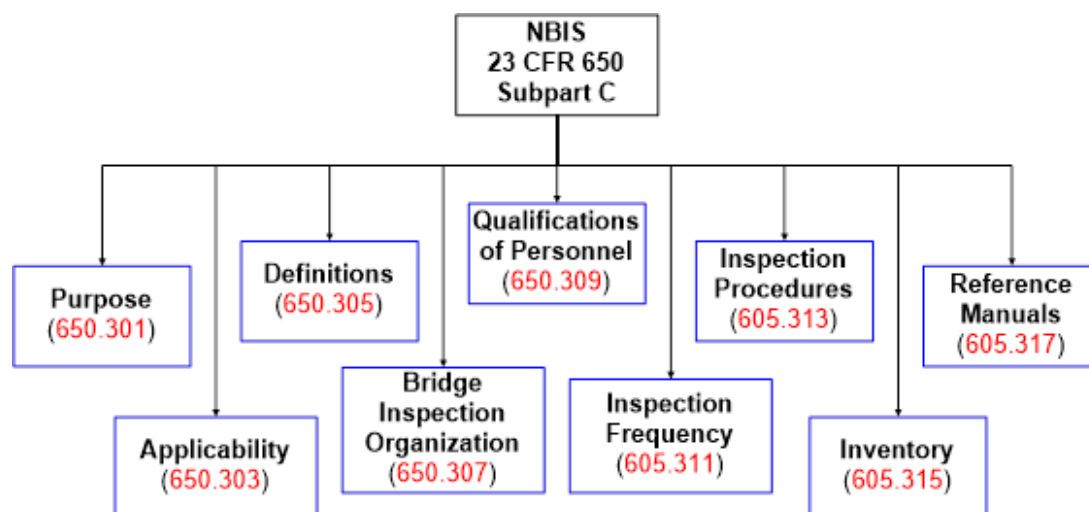


圖 2.7 NBIS 主文架構圖

資料來源：The Code of Federal Regulations (CFR)

NBIS 係全美道路橋梁安全檢測及評估之最低標準，適用範圍包括所有公共道路橋梁、部落橋梁及連接公共道路之私人橋梁，並以總長度超過 20 呎為橋梁之定義，另達特定條件之箱涵或涵管亦適用。

NBIS 頒修期間，各界對 NSTM 之意見與 FHWA 之回應綜整如下：

1. 第 650.309 人員資格：8 位評論者支持要求 NSTM 之檢測團隊負責人必須成功完成 NSTM 檢測培訓，但另有 4 位評論者認為該項要求是沒有必要的，其考量分別為培訓人員需額外成本、在州內接受 NHI 培訓有困難、NSTM 培訓對於更複雜或更大的 NSTM 橋梁雖然可能有價值，但對於較簡單的 NSTM 橋梁例如短跨度桁架橋，則價值不大。
 - FHWA 回應：FHWA 認為 NSTM 結構很多變且複雜，必須進行培訓，才能讓 NSTM 橋梁檢測、評估及數據收集等具有全國一致性，因此，確保 NSTM 檢測團隊負責人具有相當或更高水準的培訓是必要的。此外，FHWA 承認，在培訓方面雖然確實會造成額外負擔，但有許多團隊負責人已經完成了 NSTM 培訓，因此決定將該要求納入規定，並配合調整 NSTM 培訓相關規定。
2. 第 650.311 檢測頻率：(1)2 位評論者表示，檢測間隔採 24 個月的提議對 NSTM 來說過於保守，評論者並引用了普渡大學研究結果，建議應允許延長到 72 或 96 個月；(2)另 2 位評論者表示，NSTM 橋梁的檢測間隔不應超過 24 個月。
 - FHWA 回應：(1)普渡大學的研究顯示在低風險情況下，NSTM 檢測間隔具有延長可能，因此 FHWA 認同視風險程度，將 NSTM 檢測間隔延長到 48 個月，FHWA 將繼續評估相關領域的研究及表現，並可能在未來的監督管理考慮更長的時間間隔；(2)FHWA 對於 NSTM 間隔的要求，係建立在普渡大學已發表的研究基礎上，該研究表明對於低風險橋梁，可接受更大的 NSTM 檢測間隔。基於風險是可能性及後果的組合，雖然 NSTM 損壞後的後果很高，但在可能性非常低的情況下，其風險仍是可接受的。
3. 第 650.313 檢測程序：(1)9 位評論者對於要求橋梁通車後的 6 個月內完成 NSTM 檢查感到擔心，評論者列舉了幾個原因，例如天候、冬季、NSTM 檢查員專業程度。此外，僅有 2 位評論者支持橋梁在通車後 6 個月內完成 NSTM 檢查；(2)當維修工程的範圍不影響 NSTM 構件時，4 位評論者質疑是否需要進行 NSTM 檢測。
 - FHWA 回應：(1)FHWA 認同人員專業、設備及季節等限制。然而在通車後儘快進行 NSTM 檢測以了解橋梁整體狀況，並為未來的檢測

制定基線，對公眾安全十分重要。因此，FHWA 將第 1 次 NSTM 檢測的時機修改為通車後的 12 個月內完成。這允許橋梁管理者可有完整的季節性週期，來優化第 1 次 NSTM 檢測的間隔；(2)FHWA 同意評論者意見並修改 NBIS，針對維修後的 NSTM 構件，只需在維修後的 12 個月內完成 NSTM 檢測，至於未維修 NSTM 的橋梁，則不需在 12 個月內進行 NSTM 檢測，並且可以維持原有的 NSTM 檢測間隔。

2022 年 6 月 6 日頒修之新版 NBIS 中關於 NSTM 之內容重點摘述如下：

1. 650.305 定義：

- (1) 非贅餘鋼拉力構件為主要鋼構件完全受拉或部分受拉，其載重傳遞路徑沒有贅餘，結構系統及內部亦沒有贅餘。一旦損壞時，可能會導致整座橋梁或部分橋梁倒塌。
- (2) NSTM 檢查，對非贅餘鋼拉力構件進行的一種近距離(手臂可及範圍內)檢測。
- (3) NSTM 檢測培訓。培訓內容涵蓋 NSTM 檢測的所有面向，以將觀察到的橋梁狀況對應到既定標準。

2. 650.309 人員資格：

- (1) NSTM 檢查組長必須完成 FHWA 認可之 NSTM 檢測課程，並在課程結束之評估中獲得 70%或更高分數。
- (2) 須於 2022 年 6 月 6 日起的 24 個月內滿足前述要求。
- (3) NSTM 檢測培訓內容須包括以下主題：辨認 NSTM 及其結構損壞；識別最容易疲勞和斷裂的區域；評估和記錄 NSTM 之缺陷；以及非破壞性檢測技術之應用。

3. 650.311 檢測間隔：

- (1) 定期檢測間隔，除允許情況外，各 NSTM 必須以不超過 24 個月的間隔進行檢測。
- (2) NSTM 橋梁分為 3 個風險類別，檢查間隔不超過 12、24 或 48 個月。
- (3) 延長間隔，滿足以下所有標準的 NSTM 可採不超過 48 個月進行檢查：

- a. 1978 年後興建橋梁；
 - b. 所有 NSTM 均無有限壽命的疲勞情形；
 - c. 所有 NSTM 未曾出現疲勞裂紋；
 - d. 所有 NSTM 構件均被評為令人滿意或更好的狀態，例如 NBI 中記錄之 NSTM 檢查項目評等為 6 或更高。
4. 650.313 檢測程序：
- (1) 州交通部門、聯邦機構或部落政府，如果可以證明構件具有系統或內部贅餘時，則可不被視為 NSTM。
 - (2) 具有 NSTM 構件的橋梁，應在完工通車後的 12 個月內進行 NSTM 檢測，涉及維修 NSTM 構件之橋梁，亦應在維修完成後的 12 個月內進行 NSTM 檢測。

2.3 美國聯邦公路總署

為評估各州是否遵守 NBIS，FHWA 每年對各州橋梁檢查計畫實施審查(National Bridge Inspection Program, NBIP)。

2007 年 8 月 1 日，明尼蘇達州州際公路 I-35W 大橋倒塌，13 人死亡，美國 60 餘萬座橋梁安全風險再度成為全國矚目焦點。該橋倒塌後美國運輸部長指示美國運輸部監察長辦公室(T-OIG)檢視 FHWA 的 NBIP 是否足以確保橋梁安全性。其後 T-OIG 針對 10 個州的 DOT 及 FHWA 進行審查，並對國家橋梁資料庫 NBI 之數據進行測試，於 2009 年 1 月 12 日提出正式報告並向 FHWA 提出建議，其中 1 項為~建議 FHWA 辦理 NBIP 時應對橋梁數據及風險橋梁制定最低要求並實施監督。

其後 FHWA 於 2013 年 4 月發佈「全國橋梁檢測計畫監督指標(Metrics for the Oversight of the National Bridge Inspection Program)」，其中包含 23 個度量指標，各指標可直接對應到 23 CFR 650 Subpart C 主文，FHWA 每年依此審查各州對 NBIS 的遵守情形，每次審查需 1 年。結果分成 C(符合規定)、SC(基本合規)、CC(有條件合規)、NC(不合規定)。

最新版全國橋梁檢測計畫監督指標於 2017 年 5 月發佈，共有 23 個指標，主要用於評估各州對 NBIS 的遵守情形，各指標均單獨評估，

且具有同等重要性。

- 指標 1：橋梁檢測機構(Bridge inspection organization)
- 指標 2：人員資格—計畫經理(Qualifications of personnel— Program manager)
- 指標 3：人員資格—小組負責人(Qualifications of personnel—Team leader)
- 指標 4：人員資格—載重評估工程師(Qualifications of personnel—Load rating engineer)
- 指標 5：人員資格—水下橋梁檢測潛水員(Qualifications of personnel—Underwater bridge inspection dive)
- 指標 6：例行檢測頻率—低風險橋梁(Routine inspection frequency—Lower risk bridges)
- 指標 7：例行檢測頻率—高風險橋梁(Routine inspection frequency—Higher risk bridges)
- 指標 8：水下檢測頻率—低風險橋梁(Underwater inspection frequency—Lower risk bridges)
- 指標 9：水下檢測頻率—高風險橋梁(Underwater inspection frequency—Higher risk bridges)
- 指標 10：檢測頻率—斷裂關鍵構件(Inspection frequency—Fracture critical member)
- 指標 11：檢測頻率—頻率準則(Inspection frequency—Frequency criteria)
- 指標 12：檢測程序—品質檢查(Inspection procedures—Quality inspections)
- 指標 13：檢測程序—載重評估(Inspection procedures—Load rating)
- 指標 14：檢測程序—發布或限制(Inspection procedures—Post or restrict)
- 指標 15：檢測程序—橋梁文件(Inspection procedures—Bridge files)
- 指標 16：檢測程序—斷裂關鍵構件(Inspection procedures— Fracture critical members)
- 指標 17：檢測程序—水下(Inspection procedures—Underwater)
- 指標 18：檢測程序—關鍵沖刷橋梁(Inspection procedures—Scour critical bridges)
- 指標 19：檢測程序—複合型橋梁(Inspection procedures—Complex bridges)
- 指標 20：檢測程序—品質控制/品質保證(Inspection procedures— Quality Control/Quality Assurance)
- 指標 21：檢測程序—關鍵發現(Inspection procedures—Critical findings)
- 指標 22：資料庫—準備及維護(Inventory—Prepare and maintain)
- 指標 23：資料庫—及時更新數據(Inventory—Timely updating of data)

全國橋梁檢測計畫監督指標中與特殊性橋梁相關之指標 10 及指標 16 說明如下：

1. 指標 10：檢測頻率－斷裂關鍵構件(Fracture critical member，FCM)

- (1) 準則(Criteria)：FCM 構件之定期檢測頻率不得超過 24 個月。
- (2) 總數(Population)：全州各個開放通行之 FCM 構件均需進行檢測。
- (3) 評估結果：
 - 符合規定(Compliant，C)：100%的 FCM 在 24 個月間隔內被檢測，於記錄有案之特殊情況下得延後 1 個月。
 - 基本合規(Substantially Compliant，SC)：需滿足以下所有條件
 - a. 至少 95%的 FCM 是在 24+1 個月的間隔內被檢測。
 - b. 100%的 FCM 在 24+4 個月內的間隔內被檢測。
 - c. 有 1 個月的延後檢測，但未並記錄正當理由。
 - 不合規定(Noncompliant，NC)：無法滿足 1 項或多項 SC 者。
- (4) 其他事項：
 - 需於檢測紀錄上傳資料庫後之 30 天內生成 MAR (Metric Assessment Report) 10 表單(表 2-4)。
 - 比較 MAR10 數據及審查結果是否相符。

表 2-4 指標 10：檢測頻率-斷裂關鍵構件 MAR10 表單

Metric 10 – Inspection frequency – Fracture Critical Member						MAR10	
Fracture Critical Inspection Frequency Intervals						PY 2015 Review	
State: Michigan				Date of report: July 8, 2014			
This MAR compares Inspection Date data from the 2 most recent submissions of NBI data, calculating the latest inspection intervals and identifying inspections that are overdue according to data submitted. Refer to the Metric for information on how to use this tool in the compliance assessment.							
NBI data used in report		Most recent (includes all accepted submissions as of date of report):				2014 NBI Data	
		Previous (incl all accepted submissions as of archive date shown):				31-Dec-13 Archive	
Bridge owners analyzed (default - all owners checked except Private-RR; uncheck to deselect; NBI Item 22 codes shown):							
☒ State Owned (1) ☒ County (2) ☒ Twp (3) ☒ City (4) ☒ Oth State (11,21) ☒ Oth Local (12,25) ☒ Private-RR (26,27) ☒ Toll (31,32)							
View MAR...		☒ with Override Codes (codes are used in MAR results; default for FSM) ☐ without Override Codes (codes are ignored in MAR results)				☐ FHWA Division Office MAR review Date:	
Metric Criteria		Frequency Interval			Snapshot Key		Snapshot (All owners)
Regular Frequency (NTE 24-mo)		Cumulative % bridges not exceeding					
		<=24-mo <=25-mo <=28-mo					
		95% 100% 100%			○		
Compliance (C)		50% 95% 100%			●		
Substantial Compliance (SC)		Does not meet SC criteria			●		
Further Review/ Corrective Action Required							
Regular NTE 24-mo category		<=24-mo 25-mo 26-28-mo >28-mo			Overdue		Total
Number meeting interval criteria		73 1 1 1			0		76
Metric Criteria Calculation		<=24-mo <=25-mo <=28-mo					
Cumulative number meeting interval		73 74 75					
Percentage meeting interval		96% 97% 99%					

資料來源：FHWA 2017 年 5 月「Metrics for the Oversight of the National Bridge Inspection Program」。

2. 指標 16：檢測程序-斷裂關鍵構件

(1) 準則：確定所有 FCM 之位置；確定檢測程序。

(2) 總數：全州提供通行之 FCM 橋梁。

(3) 評估結果：

- 符合規定(Compliant, C)：需滿足以下所有條件
 - a. 各 FCM 均須事先訂有檢測程序。
 - b. 所有 FCM 均需根據這些程序進行檢測。
- 基本合規(Substantially Compliant, SC)：需滿足以下所有條件
 - a. 各 FCM 都有書面程序，但其程序可能有輕微缺失，惟尚不至於對檢測之有效性產生不利影響。
 - b. 各 FCM 橋梁都根據這些程序進行檢測。
- 不合規定(Noncompliant, NC)：無法滿足 1 項或多項 SC 者。

(4) 其他事項：

- 可隨機挑選，以驗證其文件是否包含 FCM 檢測程序。
- 可比對檢測報告，確認該橋是否依其所訂之程序進行檢測。
- FCM 必須根據事先訂定之檢測程序進行檢測，此將有助於進行徹底檢測，從而產生準確的狀況評估。
- 檢測程序需要考慮的風險因素包括但不限於以下項目：
 - a. 容易疲勞及斷裂之細節。
 - b. 有問題之材料。
 - c. 評判結果 ≤ 4 之上部構件。
 - d. 焊接品質較差。
 - e. 受到過度載重或衝擊損壞。
 - f. 先前之開裂及其來源。
 - g. 過去維修部位。
- 了解先前開裂的來源，例如載重誘發、變形誘發、爆裂斷裂或施工缺失(焊接缺失)，可以確定適當的檢測程序。載重通常是最可預測的，其他因素則較難以預測(具有更大的風險)。
- FCM 具有非贅餘特性，尤其是與風險因素相結合時。透過識別這些條件或風險因素，FCM 的檢測員可以適當準備和執行徹底的檢測。因此，對於隨機挑選進行現場審查之橋梁，審查人員應該檢

視每個點位是否存在風險因素，並評估 FCM 之檢測程序及其檢測報告是否充分解決這些問題。

- FCM 檢測程序允許出現輕微的缺失，如此可使檢測能更有效的記錄缺失。例如，程序內可能會列出超音波檢測方法(UT)，但不清楚用於哪些構件。此外，FCM 的識別、檢測頻率以及了解其存在的風險因素都是關鍵項目。
- 記錄在案的檢查程序是 NBIS 針對特定類型橋梁檢測所要求的程序，以確保檢測能成功有效，因此須能夠精準說明各個 FCM 構件之位置、所需通道、檢測設備、存在的風險因素、檢測方法、頻率及檢測員資格。
- 前期檢測報告記錄了檢測員實際做了什麼，看了什麼，發現了什麼，因此先前的檢測報告對於 FCM 審查很有價值。

三、國內資料蒐集

3.1 交通部公路養護作業督導考核實施要點

交通部為配合行政院頒橋梁維護管理作業要點規定，將公路橋梁整併納入交通部公路養護作業督導考核實施要點，並依公路修建養護管理規則第 37 條第 2 項規定中央公路主管機關，對直轄市、縣（市）所管公路養護情形，應定期督導考核，爰據以修正「交通部公路養護作業督導考核實施要點」(簡稱督考要點)，並於 110 年 9 月 7 日函送相關機關。

前揭督考要點修正內容除將直轄市及省轄市政府所管公路納入督考範圍外，與橋梁有關規定說明如下：

1. 第 3 點、為辦理督導考核工作，本部由路政司會同運輸研究所人員組督導小組，前往本部高速公路局及公路總局，督導其養護情形；.....另針對橋梁養護情形，各局應訂定橋梁考核作業規定，並以抽查方式查對工務段之橋梁基本、檢測及維修資料。各直轄市、縣(市)政府所管公路之督導考核，每年應至少辦理一次，由本部公路總局組督導小組赴各直轄市、縣(市)政府督導考核其養護情形，其中針對轄管公路橋梁維護管理作業，以評鑑方式辦理。前項評鑑係指對各直轄市、縣(市)政府轄管公路橋梁維護管理作業之基本資料建置、檢測作業、維修作業等項目進行評等鑑別。其評鑑方式之項目、標準及配分，由公路總局會同本部路政司、運輸研究所訂定，並應視執行成效及維護管理重點調整。
2. 第 5 點、督導小組對高速公路局及公路總局督導事項如下：
 - (1) 巡查檢測之項目、方法、頻率及注意事項。
 - (2) 養護資訊管理系統之建置及運用。
 - (3) 養護、檢測人員之管理及培訓。
 - (4) 養護績效之督導及考核。
 - (5) 橋梁考核作業辦理情形及精進作為。
 - (6) 現場公路設施(含標誌設置情形)及路面、邊坡、橋梁維護管理情形(抽查路段合計長二十公里以上；高速公路局至少抽查一個工務段、公路總局至少抽查三個工務段)。

3. 第 6 點、督導小組對直轄市、縣(市)政府督導考核事項如下：

- (1) 養護制度：養護計畫、養護方法、機具材料管理、交通維持、組織人力運用、經費調配。
- (2) 公路橋梁維護管理作業辦理情形。
- (3) 現場公路設施（含標誌設置情形）及路面、邊坡、隧道維護狀況（抽查路段合計長二十公里以上）。
- (4) 公路景觀、環境維護狀況。
- (5) 養護資料、表報建檔。
- (6) 公路用地、管線埋設管理作業。
- (7) 徵收公路土地使用費、開挖許可費相關作業。
- (8) 違規使用或擅自挖掘取締及裁罰作業。
- (9) 公路法及相關養護規定熟悉度。
- (10) 災害復建工程辦理情形。
- (11) 施工及災害時之交通維持辦理情形。
- (12) 國家賠償及人民陳情案件處理。
- (13) 公路養護手冊其他相關規定及其他事項。

3.2 交通部公路橋梁檢測及補強規範

交通部為使各級公路養護管理機關及養護單位辦理公路橋梁檢測、評估、維修及補強作業時有所依循，於民國 97 年 12 月 30 日頒布「公路鋼結構橋梁之檢測及補強規範」，後於民國 104 年 1 月 13 日頒布「公路鋼筋混凝土結構橋梁之檢測及補強規範」。該兩本規範連同 101 年 3 月 3 日頒布之「公路養護規範」，為公路橋梁檢測作業一致性之依循規定。

為期規範條文內容能配合橋梁檢測各項技術發展，與時俱進，並切實符合公路橋梁檢測實務所需，加以考量「公路鋼結構橋梁之檢測及補強規範」與「公路鋼筋混凝土結構橋梁之檢測及補強規範」適用範圍僅在部分主要結構材質上有所差異，對於橋梁檢測頻率、評估及維修補強等卻有諸多不一致處，為避免兩本規範相互抵觸競合，交通部爰將兩本規範合併檢討修訂，於 107 年 10 月 24 日頒布「公路橋梁檢測及補強規範」。

前揭「公路橋梁檢測及補強規範」係著重於一般性橋梁之檢測及補強，對於特殊性橋梁則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另訂檢測及養護規定，但鑑於 108 年 10 月 1 日發生之南方澳大橋斷橋事件，實有必要針對特殊性橋梁之檢測及補強訂定原則性規定，交通部爰於 109 年 1 月 3 日頒布修訂「公路橋梁檢測及補強規範」。增修重點摘述如下：

1. 第 1.1 節、一般說明

- 主文：對於特殊性橋梁，應另訂定維護管理作業計畫。
- 解說：特殊性橋梁應考量其結構特性及現地狀況(包含橋址腐蝕環境、沖刷情形、震區條件及交通特性等)訂定維護管理作業計畫，其中應包含檢(監)測項目、執行方式與頻率、判定標準等。

2. 第 1.3 節、適用範圍

- 主文：本規範適用於公路一般性及特殊性橋梁。
- 解說：本規範所稱一般性橋梁為鋼筋混凝土、預力混凝土或鋼結構梁橋，包含板梁、I 型梁、T 型梁、U 型梁、箱型梁與剛架橋等。除一般性橋梁外，皆屬特殊性橋梁，如吊橋、斜張橋、脊背橋、桁架橋、鋼拱橋、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。

3. 第 2.2 節、檢測類別 3.詳細檢測

- 主文：詳細檢測係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；或針對特殊性橋梁重要構件，依其維護管理作業計畫辦理之檢測。

4. 第 2.3 節、檢測頻率

- 主文：特殊性橋梁檢測頻率應依其維護管理作業計畫所訂頻率辦理。
- 解說：特殊性橋梁各檢測類別之檢測頻率應依其維護管理作業計畫所訂頻率辦理。

5. 第 2.4 節、檢測內容

- 主文：對於特殊性橋梁應依其維護管理作業計畫訂定檢測項目。
- 解說：對於特殊性橋梁，例如吊橋、斜張橋、脊背橋、桁架橋、

鋼拱橋、混合梁橋、複合梁橋等橋型，應於維護管理作業計畫中訂定檢測項目，除一般性橋梁之檢測項目外，包含橋塔或立柱、鋼纜系統(包括鋼纜錨碇裝置、鋼纜保護套管、鋼纜)、吊索、拱肋(拱圈)或立柱等。

6. 第 3.4.3 節、特殊性橋梁結構物

- 主文：特殊性橋梁結構物劣化程度之評等，除其混凝土或鋼構件可參考 3.4.1 及 3.4.2 節劣化類型進行評等，其他部分以錨碇裝置周圍混凝土剝落或破碎、錨頭保護蓋破損或掉落、錨頭防蝕材料滲漏或銹蝕、承壓板破損、螺栓鬆動或脫落、鋼纜保護套管劣化或破損、鋼纜(吊索)之鋼絞線銹蝕等項目為主。

- 解說：

- (1) 本節檢測之對象為特殊性橋梁所增加之檢測項目，如橋塔或立柱、鋼纜系統(包括鋼纜、鋼纜錨碇裝置、鋼纜保護套管)、吊索、拱肋(拱圈)或橫桿；相關劣化評等參考如表 C3.3.24 至表 C3.3.31。但公路養護管理機關、公路養護單位可視橋梁結構特性需求增訂相關檢測項目及判定標準。
- (2) 吊橋：吊橋結構行為係由垂吊索提供橋面板懸吊支撐，而橋面活載透過垂吊索傳遞至主索，一部分力量透過橋塔傳遞到橋塔基礎，另一部分則由錨碇基礎承受，橋塔主要承受軸壓力而錨碇基礎需抵抗來自主索的拉力，索力在跨中最低點處最小，在鞍座處最大，檢測重點為鋼纜(吊索)系統，其餘構件則須符合一般混凝土結構物或鋼結構物檢測要求。
- (3) 斜張橋：斜張橋結構行為係由斜張鋼纜提供主梁懸吊支撐，橋體上部結構自重及橋面活載主要均經由鋼纜傳遞至橋塔再傳至基礎承載處，塔身主要承受壓力，主梁則是彎矩與壓力的組合，鋼纜承受拉力及疲勞應力，鋼纜兩端錨碇處則承受集中壓力。斜張橋主梁跨深比大、剛性低，結構系統存在複雜的振動特性。
- (4) 脊背橋：脊背橋結構系統特性介於斜張橋與變梁深預力混凝土橋之間，塔高與主跨長度比值較斜張橋小，主梁跨深比值亦較斜張橋小，故主梁剛性相對較大，因此鋼纜疲勞應力較小。其橋塔、鋼纜系統等特殊構件之檢測項目與斜張橋大致相同。

- (5) 桁架橋：桁架橋結構行為上與一般梁橋不同，特性為軸力構件，檢測重點除一般鋼結構物項目外，應注意桿件結點處之劣化行為。
- (6) 鋼拱橋：鋼拱橋之拱肋(拱圈)須檢查是否發生裂縫、腐蝕等現象。鋼纜(吊索)及錨碇裝置須檢查是否發生老化及銹蝕，此外，水氣可經由錨碇裝置進入鋼纜內部，進而造成鋼材銹蝕，因此錨碇裝置為檢測要項。
- (7) 混合梁及複合梁橋：混合梁及複合梁橋結構系統特性仍屬梁橋，僅為不同材料複合，檢測重點為不同材料銜接處是否發生材質劣化現象，其餘劣化類型及常見損傷可參考 C3.4.1 混凝土結構物及 C3.4.2 鋼結構物。

7. 檢測評估表：與特殊性橋梁相關評估表詳表 3-1~表 3-8。

表 3-1 橋塔劣化評等(RC)

劣化類型	劣化狀況	D 值	R 值	U 值
混凝土結構裂縫	細微裂縫，沒有滲水或鋼筋銹蝕現象。	2	2-3	2-3
	細微裂縫，但有滲水或鋼筋銹蝕現象。	3	2-3	3-4
	明顯裂縫，但沒有滲水或鋼筋銹蝕現象。			
	明顯裂縫，但有滲水或鋼筋銹蝕現象。 嚴重裂縫。	4	4	4
混凝土剝落、破碎、鋼筋外露、銹蝕	混凝土剝落或破碎，鋼筋未外露或輕微外露。	2	2-3	2-3
	混凝土剝落或破碎，鋼筋明顯外露。	3	3-4	3-4
	大面積剝落、破碎或鋼筋嚴重腐蝕。	4	4	4
滲水、白華	滲水及白華。	2	2-3	2-3
	滲水及白華且銹水流出。	3	3-4	3-4
橋塔傾斜、沉陷	橋塔輕微傾斜或沉陷，尚不影響行車安全。	2	2-3	2-3
	橋面與欄杆有分離、下陷，恐影響行車安全。	3	3-4	3-4
	傾斜或沉陷異常，嚴重影響行車安全。	4	4	4
其他損傷	不影響行車安全的損傷劣化。	2	2-3	2-3
	影響行車安全或造成第三者障礙。	4	3-4	4

資料來源：交通部 109 年 1 月 3 日公路橋梁檢測補強規範修訂總說明暨對照表。(以下同)

表 3-2 橋塔劣化評等(PC)

劣化類型	劣化狀況	D 值	R 值	U 值
混凝土結構 裂縫	細微裂縫，沒有滲水或鋼筋銹蝕現象。	2	2-3	2-3
	細微裂縫，但有滲水或鋼筋銹蝕現象。	3	3-4	3-4
	明顯裂縫，但沒有滲水或鋼筋銹蝕現象。			
	明顯裂縫，但有滲水或鋼筋銹蝕現象。 嚴重裂縫。	4	4	4
混凝土剝 落、破碎、鋼 筋、鋼腱或錨 碇外露外 露、銹蝕	混凝土剝落或破碎，鋼筋未外露或輕微外露。	2	2-3	2-3
	混凝土剝落或破碎，鋼筋明顯外露。	3	3-4	3-4
	大面積剝落、破碎或鋼筋嚴重腐蝕。	4	4	4
滲水、白華	滲水及白華。	2	2-3	2-3
	滲水及白華且銹水流出。	3	3-4	3-4
橋塔傾斜、沉 陷	橋塔輕微傾斜或沉陷，尚不影響行車安全。	2	2-3	2-3
	橋面與欄杆有分離、下陷，恐影響行車安全。	3	3-4	3-4
	傾斜或沉陷異常，嚴重影響行車安全。	4	4	4
其他損傷	不影響行車安全的損傷劣化。	2	2-3	2-3
	影響行車安全或造成第三者障礙。	4	3-4	4

表 3-3 橋塔劣化評等(鋼結構)

劣化類型	劣化狀況	D 值	R 值	U 值
構件損傷(挫 屈、變形)	構件輕微挫屈或變形。	2	2-3	2-3
	構件明顯挫屈或變形。	3	3-4	3-4
	構件嚴重挫屈、嚴重變形或斷面減少。	4	4	4
構件裂縫	構件裂縫。	4	4	4
銲接處損傷	銲道有塗裝裂紋或剝落未見裂紋。	2	2-3	2-3
	銲道塗裝剝落且有銹蝕或凹損傷。	3	3-4	3-4
	銲道有裂縫。	4	4	4
螺栓損傷、欠 缺及鬆動	螺栓損傷、欠缺，不影響墩柱的穩定性。	2	2-3	2-3
	螺栓損傷、欠缺，可能影響墩柱的穩定性。	3	3-4	3-4
	持續性損傷，已影響墩柱的穩定性。	4	4	4
塗裝劣化、生 銹或腐蝕	塗裝剝落或龜裂或變色或點狀腐蝕（銹斑）。	2	2-3	2-3
	全面發生腐蝕現象。	3	3-4	3-4
	腐蝕已發生膨脹剝落現象。	4	4	4
橋塔變形、沉 陷	橋塔輕微沉陷尚不影響行車安全。	2	2-3	2-3
	橋面與欄杆有分離、下陷，恐影響行車安全。	3	3-4	3-4
	沉陷異常，嚴重影響行車安全。	4	4	4
積水或漏水	少許積水或漏水。	2	1-2	1-2
	顯著積水或漏水。	3	2-3	3-4
異常聲音、 異常振動	有異常之金屬吱嘎聲音發生。	2	2-3	2-3
	構件有搖晃之情形，於橋面站立時感覺有異常振動，或因車輛之衝擊有大的異常聲音發生。	3	3-4	3-4
其他損傷	不影響行車安全的損傷劣化。	2	2-3	2-3
	影響行車安全或造成第三者障礙。	4	3-4	4

表 3-4 鋼纜錨碇裝置劣化評等

劣化類型	劣化狀況	D 值	R 值	U 值
錨碇裝置周圍之混凝土剝落、破碎	混凝土剝落或破碎，鋼筋未外露或輕微外露。	2	2-3	2-3*
	混凝土剝落或破碎，鋼筋明顯外露。	3	3-4	3-4*
	大面積剝落、破碎或鋼筋嚴重腐蝕。	4	4	4
錨頭保護蓋破損、掉落	輕微破損，不影響保護功能。	2	1-2	1-2
	明顯破損，部分影響保護功能。	3	2-3	2-3
	嚴重破損或掉落，喪失保護功能。	4	3-4	4
承壓板變形	輕微變形。	2-3	3-4	3-4*
	嚴重變形。	4	4	4
錨頭防蝕材料滲漏或銹蝕	輕微滲漏，但無滲水或水漬。	2	2-3	2-3*
	輕微滲漏，且有滲水或水漬。	3	3-4	3-4*
	明顯滲漏。	4	4	4
	有銹水流出。	4	4	4
螺栓鬆動或脫落	螺栓鬆動，不影響保護蓋密封性。	2	2-3	2-3
	螺栓鬆脫，影響保護蓋密封性。	3	3-4	3-4

表 3-5 鋼纜保護套管劣化評等

劣化類型	劣化狀況	D 值	R 值	U 值
鋼纜保護套管劣化、龜裂、破損	輕微劣化，無防蝕材料滲漏。	2	1-2	1-2*
	輕微劣化，但有防蝕材料滲漏。	3	2	2-3*
	輕微龜裂，有滲水之虞。			
	明顯劣化，但沒有防蝕材料滲漏。	4	3-4	3-4*
	嚴重劣化或破損，且有防蝕材料滲漏。			

* 發生鋼纜保護套管劣化、龜裂或破損應通知公路養護單位進行處置。

表 3-6 鋼纜(吊索)裝置劣化評等

劣化類型	劣化狀況	D 值	R 值	U 值
鋼絞線銹蝕	點狀銹斑。	2	1-2	1-2
	點狀腐蝕。	3	2-3	2-3
	鋼絞線斷面積減少或斷裂。	4	3-4	4

註：若因防蝕保護致無法目視檢測者，可採詳細檢測方式評估是否有劣化或異常情況。

表 3-7 拱肋(拱圈)劣化評等(RC)

劣化類型	劣化狀況	D 值	R 值	U 值
混凝土結構 裂縫	細微裂縫，沒有滲水或鋼筋銹蝕現象。	2	2-3	2-3
	細微裂縫，但有滲水或鋼筋銹蝕現象。	3	2-3	3-4
	明顯裂縫，但沒有滲水或鋼筋銹蝕現象。			
	明顯裂縫，但有滲水或鋼筋銹蝕現象。 嚴重裂縫。	4	4	4
混凝土剝 落、破碎、鋼 筋外露、銹蝕	混凝土剝落或破碎，鋼筋未外露或輕微外露。	2	2-3	2-3
	混凝土剝落或破碎，鋼筋明顯外露。	3	3-4	3-4
	大面積剝落、破碎或鋼筋嚴重腐蝕。	4	4	4
滲水、白華	滲水及白華。	2	2-3	2-3
	滲水及白華且銹水流出。	3	3-4	3-4
其他損傷	不影響行車安全的損傷劣化。	2	2-3	2-3
	影響行車安全或造成第三者障礙。	4	3-4	4

表 3-8 拱肋(拱圈)劣化評等(RC)

劣化類型	劣化狀況	D 值	R 值	U 值
構件損傷(挫 屈、變形)	構件輕微挫屈或變形。	2	2-3	2-3
	構件明顯挫屈或變形。	3	3-4	3-4
	構件嚴重挫屈、嚴重變形或斷面減少。	4	4	4
構件裂縫	構件裂縫。	4	4	4
銲接處損傷	銲道有塗裝裂紋或剝落未見裂紋。	2	2-3	2-3
	銲道塗裝剝落且有銹蝕或凹損傷。	3	3-4	3-4
	銲道有裂縫。	4	4	4
螺栓損傷、欠 缺及鬆動	螺栓損傷、欠缺，不影響主梁的穩定性。	2	2-3	2-3
	螺栓損傷、欠缺，可能影響主梁的穩定性。	3	3-4	3-4
	持續性損傷，已影響主梁的穩定性。	4	4	4
塗裝劣化、生 銹或腐蝕	塗裝剝落或龜裂或變色或點狀腐蝕（銹斑）。	2	2-3	2-3
	全面發生腐蝕現象。	3	3-4	3-4
	腐蝕已發生膨脹剝落現象。	4	3-4	3-4
積水或漏水	少許積水或漏水。	2	1-2	1-2
	顯著積水或漏水。	3	2-3	3-4
異常聲音 異常振動	有異常之金屬吱嘎聲音發生。	2	2-3	2-3
	構件有搖晃之情形，於橋面站立時感覺有異常振動，或因車輛之衝擊有大的異常聲音發生。	3	3-4	3-4
其他損傷	不影響行車安全的損傷劣化。	2	2-3	2-3
	影響行車安全或造成第三者障礙。	4	3-4	4

四、國內執行現況訪談

本研究目前已蒐集國內外相關規定，考量國內各機關作法可能有別，爰就國內執行現況及可增進之處，分別對中央主管機關及相關機構、中央及地方養護管理機關等類別之專家進行訪談，訪題與相關結果如后。

1. 貴機關對特殊性橋梁的定義為何？維護管理作業計畫之檢測頻率、檢測作法、基本資料及各類檢測紀錄方式、檢測人員資格要求、督導考核方式為何？

(1) 中央主管機關 1：

- a. 交通部公路橋梁檢測及補強規範已針對特殊性橋梁有原則性之定義，惟實務管理機關仍可就管理特性，詳細定義所轄橋梁分類。
- b. 公路管理機關依據部頒規範及自訂之養護手冊，皆訂有明確之檢測頻率、檢測作法、基本資料及各類檢測紀錄方式、檢測人員資格要求，另本部本部針對公路養護考核，並已訂有公路養護考核督導好何實施要點。橋梁檢測為兩年頻率，以抽樣比例來看，各機關皆達中級審查強度。

(2) 中央主管機關 2：

- a. 依據交通部「公路橋梁檢測及補強規範」C1.3 規定，公路橋梁分為一般性及特殊性橋梁 2 大類，其中一般性橋梁包含梁橋、I 型梁、T 型梁、U 型梁、箱型梁與剛架橋等；至於特殊性橋梁則為吊橋、斜張橋、脊背橋、桁架橋、鋼拱橋、混合梁橋、複合梁橋等。
- b. 前述一般性橋梁於規範 107 年版本早已定義，係以橋型逐一列舉，因此，在規範 109 年進行修訂時，則參照之前方式，針對特殊性橋梁，以常見橋型列舉呈現。
- c. 依據現行規範 C1.1 規定，特殊性橋梁應訂維護管理作業計畫，此為其強制性要求，而維護管理作業計畫應考量其結構特性及現地狀況(包含橋址腐蝕環境、沖刷情形、震區條件及交通特性等)訂定之，其中應包含檢(監)測項目、執行方式與

頻率、判定標準等。

- d. 由上述規定可得知，檢(監)測項目、執行方式、執行頻率、判定標準等 4 項為維護管理作業計畫之基本要項，具必要性，至於其他項目，例如基本資料、紀錄方式、人員資格，以及督導考核方式，本人建議「依橋制宜」，由養護管理機關或養護單位考量個案特殊橋梁之結構特性及現地狀況量身訂做維護管理作業計畫。
- e. 每座特殊性橋梁視其重要構件及環境狀況仍有不同特殊內容，例如鋼拱橋分為上拱式或下拱式，上拱式可能要注意周邊高壓電線(很多地方電纜尚未地下化)，下拱式則要留意河道湍急程度，其危害度不一，類似這種有危險淨空時，宜在維護管理作業計畫中，清楚敘明作為警告(專章敘明)，並提供執行該橋檢測之 SOP 或路徑供參用。
- f. 斜張橋或脊背橋，橋塔為其重要構件，針對塔內環境與錨定端部等，如何檢視、操作或檢測路徑，係為重要內容，應記載於作業計畫內(專章敘明)，提供檢測員參據。
- g. 另外建議，規範前言已開宗明義，規範主文採原則性敘述，且屬最低標準，各養護管理機關可於規範基礎下，自行訂定細部之檢測手冊或規定。舉例來說，該規範列表之評等表均歸納於解說中，未來養護管理機關或養護單位可視自身條件，自訂相應之評等標準，尤其在特殊性橋梁維護管理作業計畫內容，以因地制宜符合實務所需。

(3) 中央養護管理機關 1：

- a. 依據本局公路橋梁目視檢測手冊規定，本局對於特殊性橋梁的定義為吊橋、斜張橋、脊背橋、桁架橋、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)等橋型，其中拱橋係包含鋼拱橋及 RC 拱橋兩類，較「公路橋梁檢測及補強規範」之特殊性橋梁僅限鋼拱橋，更加嚴格，與「公路橋梁設計規範」定義相同。該二冊交通部頒規範及高速公路目視檢測手冊對於特殊性橋梁定義比較，詳表一所示。目前高公局抽檢比例(工務段 10%、分局 4%、局 2%)

均已達中級審查標準，執行上尚無困難。

- b. 本局特殊性橋梁係依「高速公路養護手冊」規定，每年辦理定期檢測作業，另依據本局「國道橋梁箱型梁內部檢測辦理方式」規定，每年辦理箱型梁內部檢測作業。
- c. 詳細檢測部分則針對不同橋梁需求，於各自維護管理作業計畫訂定監測設備、頻率與管理值等。
- d. 對於橋梁定期檢測報告、箱內檢測、特別檢測及詳細檢測成果等，均上傳至本局「國道橋梁管理系統」保存，並可藉由系統進行統計分析與決策支援等功能。
- e. 檢測人員依據交通部「公路橋梁檢測人員資格與培訓要點」規定，需先受訓並通過測驗取得初訓證書後，方可獲得檢測人員資格，另本局「橋梁箱涵檢測工作說明書(範本)」規定，辦理本局橋梁檢測作業前，除須具備初訓合格證書外，尚須先取得本局進階訓練課程結業證書。因此本局每年均持續辦理不同橋梁形式(鋼結構橋、RC 橋及特殊性橋梁等三類橋梁)之進階訓練，各類每梯次共 3 日課程，內容包含橋梁力學行為及常見劣化態樣、詳細檢測現場操作、現地檢測課程及現地測驗等實務訓練，需全程參訓並通過測驗，方由本局具名核發進階訓練結業證書。
- f. 本局督導考核依據「國道橋梁維護管理作業考核要點」規定辦理，針對各工務段分別抽查 5 座橋梁(平時 3 座、複評 2 座，總計 65 座/年)，於現場核對檢測落實度及維護狀況，局本部、各分局及工務段則依本局抽(複)檢規定，分別辦理所轄橋梁 2%、4%及 10%之橋梁抽(複)檢作業。

(4) 中央養護管理機關 2：

- a. 目前特殊橋梁認定係依據交通部頒「公路橋梁檢測及補強規範」與「公路橋梁設計規範」之定義。
- b. 不同特殊性橋梁，所擬訂之維護管理作業計畫之檢測頻率、檢測作法、基本資料及各類檢測紀錄方式不同，本局係依交通部規範及本局養護手冊為主，個案調整為輔。
- c. 檢測人員資格皆依交通部頒「公路橋梁檢測人員資格與培訓

要點」辦理，惟目前本局所執行之橋梁檢測報告皆須經技師簽認核可。

d. 本局督導考核方式，仍依交通部規範所訂定之檢測構件規定，辦理檢測正確性考核，並未針對特殊性橋梁另訂其他規定。惟本局另針對橋梁箱內檢測辦理作業，並依滾動調整箱內檢測頻率。

(5) 地方養護管理機關 1：本府目前對於特殊性橋梁定義乃依循部頒「公路橋梁檢測及補強規範」所稱之「特殊性橋梁」為主。特殊性橋梁維護管理作業計劃研訂主要係南方澳大橋段斷裂事故發生後，循上揭規範規定而制訂，於其前並無該項機制，因此於民國 108 年以前針對特殊性橋梁檢測仍係採定期檢測之頻率，每 2 年辦理 1 次目視檢測為主(必要時調高為每年辦理)，檢測作法則以目視為主，非破壞檢測為輔，至於人員資格、檢測資料記錄方式、督導考核等項目尚無特別規定。

(6) 地方養護管理機關 2：

- a. 特殊性橋梁的定義係以具鋼纜拉力構件之橋梁為特殊橋梁。
- b. 檢測作法依據「特殊橋梁維護管理作業計畫書」分為定期檢測、特別檢測及詳細檢測。定期檢測頻率為 1 年 1 次。特別檢測依據發生事件之必要性派工檢測。詳細檢測則依據定期檢測結果為之。
- c. 基本資料及各類檢測紀錄方式、檢測人員資格要求比照 TBMS2 規定，以及標案評選慎選廠商主要檢測人員本質學能、經驗與能力。
- d. 督導考核方式尚在研擬試行之。

2. 關於橋型，部頒橋檢規範就特殊性橋梁明訂之橋型是否足敷使用？

(1) 中央主管機關 1：部頒規範係原則性訂定特殊性橋梁，應可滿足大多數公路管理機關所需，至於特殊個案情形，建議各橋梁管理機關仍可與橋梁設計單位、養護單位共同研商。

(2) 中央主管機關 2：

- a. 隨著工程技術與時俱進，本人也認為橋型態樣會不斷推陳出新，或許短中期內規範臚列之特殊性橋型應足以涵蓋，惟正

面表列橋型總有一遺漏風險，長遠之計應參酌美國定義方式，從橋梁結構力學特性，涵括統稱特殊性橋梁。

b. 特殊性橋梁最大的共通點，就是為減少落墩設計，將受壓構件改採受拉構件，最常見的方式，即利用纜索系統來拉起橋梁上部結構重量，而斜張橋及脊背橋即是如此，這觀念就如同美國所稱之 NSTM。

c. 未來重新定義特殊性橋梁時，建議可從這方面著手啟動。

(3) 相關機構：現行部頒橋檢規範明訂之橋型包含吊橋、斜張橋、脊背橋、桁架橋、鋼拱橋、混合梁橋、複合梁橋；與日本規定相似，且以橋型分類可簡易辨別，應已足夠分類使用，目前較有爭議困擾為 RC 拱橋是否為特殊性橋梁，可再探討。

(4) 中央養護管理機關 1：目前部頒橋檢規範對特殊性橋梁明定之橋型(吊橋、斜張橋、脊背橋、桁架橋、鋼拱橋、混合梁橋、複合梁橋)較為粗略，雖可涵蓋絕大多數特殊橋梁，惟對於少數特殊性構件則未明確涵蓋(例如外置預力構件)，建議未來可採美國精神搭配附加定義，以涵蓋特殊構件。

(5) 中央養護管理機關 2：按交通部頒「公路橋梁檢測及補強規範」、「公路橋梁設計規範」及本局目視檢測手冊對於特殊性橋梁定義比較，目前規範對於就特殊性橋梁列舉之橋型，足以含括本局目前轄管之特殊性橋梁。

(6) 中央養護管理機關 3：

a. 按目前交通部頒「公路橋梁設計規範」及「公路橋梁檢測及補強規範」所訂之特殊性橋梁係屬正面表列，惟特殊性橋梁定義不慎明確，何以特殊性，未詳細載明，如公路橋梁設計規範所稱之拱橋，係屬混凝土拱橋亦或鋼拱橋，且混凝土拱橋亦分為很多形式，如屬單純單拱之拱橋，其力學行為皆屬單純的混凝土壓力行，並無特殊性與一般橋梁無異依照目前公路橋梁檢測及補強規範之 DRU 值，單一 D、R 或 U 值已經有 ± 1 之差距，如採用加總值公差 ± 1 ，恐造成後續爭議較大，故不適宜。

b. 承上，建議規範定義特殊性橋梁能更為明確，以利養護單位

能清楚了解關鍵因素。

(7) 地方養護管理機關 1：已足夠使用。惟部頒橋檢規範與公路橋梁設計規範對於拱橋定義尚有差異(混凝土拱橋是否為特殊性橋梁)，建請研議調整。

(8) 地方養護管理機關 2：

a. 部頒橋檢規範就特殊性橋梁明訂之橋型應屬足夠。

b. TBMS2 篩選特殊性橋梁的方式尚可再精準，例如 7 公尺長舊式鋼筋混凝土拱橋在 TBMS2 亦篩選為特殊性橋梁。

3. 關於特殊構件之檢測頻率，您是否贊成明定檢測頻率？原因為何？倘贊成明定，您認為合宜之檢測頻率為？

(1) 中央主管機關 1：特殊性橋梁應訂有維護管理手冊，其目的即為考量各橋梁特性不同，可自行訂定符合需求之檢測方式及頻率，倘無特別原因，仍宜已一般性橋梁之規定為檢測頻率之下限。

(2) 中央主管機關 2：

a. 規範 2.2 明定檢測類別分為：定期檢測、特別檢測，以及詳細檢測；在規範 2.3 檢測頻率規定中，定期檢測以兩年一次為原則，狀況良好之跨河橋得適度延長，惟最長不得超過四年。

b. 上述規定僅針對一般性橋梁，至於特殊性橋梁則以其維護管理作業計畫所訂內容為準，因此，維護管理作業計畫內，得不受「定期檢測、特別檢測、詳細檢測」三類架構拘束，以及「定期檢測以兩年一次為原則」之頻率概念，應完全依照該橋梁之養護管理機關或養護單位需求自行擬訂。

c. 特殊性橋梁因其結構形式、設計獨特性以及使用需求，個案本就不同，每座特殊橋並非所有構件均為重要構件，應依其特殊力學傳遞行為擇定所謂「重要構件」，在規範 C2.4 所述：「對於特殊性橋梁應依維護管理作業計畫所訂檢測項目辦理，除一般性橋梁之檢測項目外，包含橋塔或立柱、鋼纜系統（包括鋼纜錨碇裝置、鋼纜保護套管、鋼纜）、吊索、拱肋（拱圈）或橫桿等」，由此可知，橋塔、鋼纜、鋼纜套管、錨

碇裝置等，應視為重要構件。

d. 因此，特殊橋之維護管理作業計畫內，可單就重要構件訂定各構件之檢測類別與檢測頻率，例如我們可以明定每 4 年 1 次做全橋鋼纜索力之詳細檢測；至於其餘一般性構件，例如主梁、橫隔梁、橋台等，可要求按規範規定辦理。

(3) 相關機構：定期檢測以目視為主，故特殊性橋梁的特殊構件定期檢測可規定檢測頻率。對於以目視較難確定狀況或需輔以特別工具之檢測(如鋼索鏽蝕情形、打開保護套筒檢視錨頭)，建議可列為詳細檢測，於定期檢測後依橋梁狀況由檢測員建議施作。如該特殊性橋梁具相當重要性，認為有提升檢測作業必要，亦可將屬詳細檢測項目訂定檢測頻率，成為定期檢測並依頻率執行。最起始的檢測頻率建議可以四年一次，經兩次檢次測後再評估研議是否調整頻率。

(4) 中央養護管理機關 1：特殊橋梁損壞時常伴隨連鎖損壞，由於其危害遠超過一般劣損，因此理論上更應明訂檢測頻率，並建議可參考美國作法以 2 年為週期。

(5) 中央養護管理機關 2：

a. 按交通部頒「公路橋梁檢測及補強規範」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；C1.3 適用範圍第 5 點：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；C2.4 節：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。

b. 綜上，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，實屬必需，惟建議特殊性橋梁其可目視檢測部分，其定期檢測應不逾「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。」之規定，對於無法直接目視檢測部分則應進行監測作業輔助，對於重要特殊性構件，則應於一定期間內辦理詳細檢測，以維橋梁安全。

(6) 中央養護管理機關 3：每一座特殊性橋梁行為不同，比如對稱與不對稱之鋼纜配置行為不同，且所在區位與鋼索、錨頭形式等狀況皆會影響，應回歸各維護管理作業計畫辦理，不宜統一訂定。

(7) 地方養護管理機關 1：建議應採個案分別訂定較為妥適。特殊性橋梁主要為張力性橋梁，多半以鋼鍵或纜索作為拉力傳遞介質，而此等材料受環境因素影響極大，同類型橋梁就可能因橋址所在環境(臨海地區、高山地區等)造成構件劣化速率變化不一，再者每日通過車流、施工條件…等亦有影響風險，因此建議應依橋梁各項主客觀條件予以研訂檢測頻率及內容，並透過後續執行，據以滾動修正。

(8) 地方養護管理機關 2：

a. 「特殊橋梁維護管理作業計畫書」係由各地方政府依橋梁結構特性等因素，已有明定適宜的檢測頻率，若中央明訂檢測頻率，則建議應協助各地方政府統一制定「特殊橋梁維護管理作業計畫書」，有一致性的標準。

b. 特殊性橋梁合宜之定期檢測頻率建議 1~2 年，由各地方政府制定之。

4. 關於培訓課程，您認為近年安排之課程內容是否足夠(110 年以前：初訓 15 小時、回訓 6 小時，111 年以後：初訓 21 小時、回訓 14 小時)？

(1) 中央主管機關 1：建議近年培訓機關可蒐集受訓人員意見，並衡量課程需求，綜整評估分析。

- (2) 中央主管機關 2：對於現階段的培訓內容及時數，本人認為非常足夠。惟考量橋梁檢測具高度專業性，如果資源足夠，建議增加現地實務訓練時數，或者針對特殊性橋梁之重要構件，提供現場檢測訓練，綜合提升檢測員臨場操作程度。
- (3) 相關機構：目前培訓課程時數應尚為足夠，未來如要再加訓練時數，建議可增加各局橋檢手冊的講解。
- (4) 中央養護管理機關 1：目前培訓課程之時數雖已較過往增加，惟分配於特殊性橋梁之時數仍相對較少，考量特殊性橋梁之檢測常涉及新技術，爰建議可於回訓課程大幅增加特殊性橋檢之課程內容及時數，亦建議可針對特殊性構件之定期檢測及詳細檢測安排實地課程，並納入測驗。
- (5) 中央養護管理機關 2：
- a. 對於培訓課程自 111 年以後初訓修正為 21 小時、回訓為 14 小時個人認為應已足夠，惟對於特殊性橋梁檢人員似仍有不足。為彌補對於特殊性橋之認知，短期建議可於回訓課程內加強該課程之介紹，長期可參考國外於人員資格方面，除需通過一般橋檢訓練課程外，亦需額外通過特殊性橋梁訓練課程目前本局橋管系統已建立人員資格及檢測軌跡等項目，納入考評項目具可行性。
 - b. 另本局目前對於橋梁檢測人員訓練說明如下：辦理本局橋梁檢測作業人員除依據交通部「公路橋梁檢測人員資格與培訓要點」規定取得初訓資格外，本局鑑於橋檢人員訓練對於檢測品質之重要性，爰每年均辦理不同橋梁形式之進階訓練(包含鋼筋混凝土、鋼結構、特殊橋等 3 類)，各類均為 3 日課程，內容包含橋梁力學行為及常見劣化態樣、詳細檢測現場操作、現地檢測課程及現地測驗等實務訓練，需全程參訓並通過測驗，方由本局具名核發進階訓練結業證書。
 - c. 本局「橋梁箱涵檢測工作說明書(範本)」規定，辦理本局橋梁檢測作業除須具備初訓資格外，檢測作業前，須先取得本局進階訓練課程結業證書，始得辦理。
- (6) 中央養護管理機關 3：

- a. 目前培訓課程主要針對一般橋梁檢測訓練，對於特殊性橋梁之構件著墨較少，並特殊性橋梁其力學行為亦與一般橋梁有別，且不同特殊性橋梁其力學行為亦不同，如脊背橋與斜張橋看似雷同，但其力學行為迥異。且不同錨碇方式，力學行為也不同。
 - b. 相關訓練建議從基本設計理念、施工行為與維護作為等三大課題為訓練主軸，較能讓橋檢人員從不同竣工圖中了解關鍵檢測構件與行為，可比較美國取得基本課程與進階課程認證，採分階段完成取得證照。
- (7) 地方養護管理機關 1：臺灣地區橋梁檢測人員的資格較為寬鬆，且訓練的時數較短，有鑑於橋檢人員學養及經驗會直接影響檢測成果的優劣，因此有必要提高檢測人員訓練時數及授課內容。
- (8) 地方養護管理機關 2：
- a. 建議維持現況，惟初訓與回訓名額過少，承商無法適度的回訓與出訓，且地點僅限北部，對於橋梁檢測業務有相當之影響。
 - b. 建議中央可提供初訓與回訓名額(含公部門與承商名額)給地方政府，由地方政府統一報名參訓，且培訓地點也可分北中南地區分別辦理或輪流辦理。
5. 關於特殊性橋檢人員，您是否贊成另訂人員資格？原因為何？
- (1) 中央主管機關 1：特殊性橋梁檢測因各橋梁特殊性不一，建議免統一訂定資格，惟橋梁檢測人員仍應有一般性橋梁之檢測人員資格條件。
- (2) 中央主管機關 2：
- a. 特殊性橋梁僅有重要構件(例如鋼纜系統、橋塔立柱、吊索等)得由更專業人員進行檢測，至於是否另訂人員資格，本人無意見，惟其他非重要構件，例如下部結構、大梁、支承等，與一般性橋梁相似，透過既有之橋檢培訓即可。
 - b. 從制度上而言，公路修建養護管理規則第 10 條僅要求建立橋

梁檢測人員培訓要點，爰是否從現行培訓要點進行修訂，例如分列一般性橋梁及特殊性橋梁重要構件兩類，或許也是一種方式，謹供參考。

- (3) 相關機構：109 年起回訓有對特殊性橋梁檢測加強講解；自 111 年起回訓增加一天，主要課程即為特殊橋的檢測訓練。因檢測特殊性橋梁之檢測員須有一定檢測經驗，建議可於檢測契約範本內對特殊橋檢測人員規定須取得橋檢回訓證明者。
 - (4) 中央養護管理機關 1：承前述意見，倘能於回訓課程強化特殊性橋梁相關內容，則可於試行一段期間後，要求橋檢人員需通過回訓後，才能檢測特殊性橋梁。
 - (5) 中央養護管理機關 2：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，目前部頒規範規定係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該規範規定，訂定其檢測及養護作業規定，爰為加強特殊性橋檢測品質，個人贊成另訂檢測之人員資格。
 - (6) 中央養護管理機關 3：承上所述，特殊性橋梁檢測建議應有另外一套訓練模式課程，可併於培訓課程分階段辦理，所訓練出來之橋檢人員不僅可對一般橋梁辦理檢測，亦可辦理特殊性橋梁檢測作業，較能符合未來市場需求，建議可分階段取得證照。
 - (7) 地方養護管理機關 1：若可將特殊性橋梁檢測課程納入前揭課程講授，應無需另訂特殊性橋梁檢測人員資格。
 - (8) 地方養護管理機關 2：
 - a. 特殊性橋梁檢測包括人員本質學能、經驗與能力及設備資源。故橋梁檢測作業除須著重承商整體能力與信譽保證，亦應注重並加強特殊性橋梁檢測人員之培訓及定訂其資格。
 - b. 有關特殊性橋檢人員資格，期藉由中央舉辦該部分人員之專業培訓以取得其公信力並落實實務特檢工作。
6. 關於督導考核，您是否贊成明訂督考項目？對督考項目之建議為？
- (1) 中央主管機關 1：特殊性橋梁因特性不同，風險不一(非較高風險)，仍宜已橋梁管機關就風險情形考量督考重點，倘有高風險

橋梁，或常見缺失、近期致災構件等因素，可優先且彈性滾動檢討納入督考重點項目。另橋梁檢測之督考，目前關鍵議題仍為檢測詳實度，如何落實且有效進行督考，仍可持續討論精進。

(2) 中央主管機關 2：

- a. 目前全國各級橋梁雖分由中央各部會與地方政府轄管，然行政院已於 109 年 7 月 21 日函頒「橋梁維護管理作業要點」，除明確區分其維管權責外，並規定橋梁督導、考核、養護之三層次管理機制，確保每座橋梁有單位養護、有機關(構)辦理考核、有主管機關辦理督導。
- b. 按院頒要點相關規定，中央及地方均應訂定督導及考核作業規定(第五至七點)。
- c. 考核指為評估養護成效而採行之考查及評核措施，督導指為健全橋梁維護管理制度而採行之監督及指導措施。
- d. 建議各養護管理機關或養護單位於相關養護督導規定下，將特殊橋維護管理納為考核事項之一，俾利掌握國家政策執行狀況。

(3) 相關機構：督導考核項目宜明確，基於分層負責原則，督導考核項目不宜過細。

(4) 中央養護管理機關 1：督考對於全國橋梁維護管理具引領意義，鑑於特殊性橋梁損壞時衍生之危害較大，因此強烈建議應將其納入督考項目。創制初期，建議可先蒐集標竿案例並研擬草稿(或範例、撰寫綱要)供各橋管機關參考，中期可透過評鑑制度要求各橋管機關研擬維管計畫，長期則可定期抽查其是否依維管計畫辦理。

(5) 中央養護管理機關 2：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，目前部頒規範規定係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該規範規定，訂定其檢測及養護作業規定，因此，明訂督導考核項目似有困難，惟督導考核時就其特殊性橋梁之維護管理作業計畫所擬定之監測設備、頻率與管理值等是否完整、合理，其檢測及維修作業是否落實，應可列為督導考核項

目。

(6) 中央養護管理機關 3：

- a. 督導考核主要目的係考核養護單位內、外業有無依規範辦理、構件之檢測正確性、維修確實性及後續改善成效性等。
- b. 按規範所訂之特殊性橋梁檢測項目，包含套管、鋼纜、錨頭等之檢測構件，會因配置位置不同，外業檢核之難易度亦不同。如屬於箱內之構件，如辦理外業考核不易進行，僅能就內業資料確認，故須建立相關內業之資料建立，以利後續檢核。(如曾有辦理過打開錨頭、檢測套管內部狀況等等資料)。
- c. 承上，特殊性橋梁督導考核之重要構件皆可列為督考項目，但依橋梁所在狀況由養護管理機關自行調整內、外業檢核作業規定。

(7) 地方養護管理機關 1：本府目前係以每半年辦理 1 次督導考核作業，督導項目主要以維修養護成果為主，對於制度面及執行面之策進，實質效益確實有限。

(8) 地方養護管理機關 2：各地方政府督導考核轄下機關，確實有人力捉襟見肘之情形，建議應可結合公路系統考評或市區道路督考等機制一起辦理。

五、督導考核制度探討

5.1 國內外資料綜整比較

本研究經蒐集國內、外資料並進行研析，綜整歸納如下：

1. 交通部頒橋檢規範明定之特殊性橋梁，包含吊橋、斜張橋、脊背橋、桁架橋、鋼拱橋、混合梁橋、複合梁橋等。於日本則泛稱張力材料橋梁，主要橋型包含斜張橋、吊橋、拱橋、吊床版橋、絞接箱型梁橋、外置預力補強結構等。於美國則稱為非贅餘鋼拉力構件(NSTM)，係指載重傳遞路徑、結構系統均沒有贅餘之受拉鋼構件。整體而言，我國及日本均以特定橋型為主，而美國則跳脫橋梁，以具有特定力學行為之鋼構件為主，彼此間具有相似之處，亦各有特色。
2. 特殊性橋梁之檢測頻率方面，一般情況下，日本規定每 5 年檢測 1 次，美國規定每 2 年檢測 1 次，我國則未規定明確執行頻率，並授權各機關可於橋梁維管計畫中自行訂定。
3. 檢測項目方面，日本之構件分類較細緻，其規範提供之注意事項較為詳細，並有大量圖例及真實照片供檢測人員參考，該作法可供我國參考。
4. 檢測作法方面，我國、美國及日本均係以目視檢測為主，並應視構件特性採用合宜之非破壞性檢測技術。
5. 人員資格方面，美國對於 NSTM 檢測員訂有明確規定，除需完成及通過一般橋檢訓練課程外，亦需額外通過為期 4 天之 NSTM 課程；我國則無相關規定。
6. 人員資格方面，美國對於 NSTM 檢測員訂有明確規定，除需完成及通過一般橋檢訓練課程外，亦需額外通過為期 4 天之 NSTM 課程；我國則無相關規定。

5.2 訪談結果研析

本研究根據專家訪談結果綜整研析如下：

1. 有關各機關對特殊性橋梁的定義、維護管理作業計畫之檢測頻率、檢測作法、基本資料及各類檢測紀錄方式、檢測人員資格要求、督導考核方式部分：各機關均依據部頒規範辦理，無其它額外規定。

受訪者類別	答覆內容摘要
中央主管機關	部頒規範有原則性定義，細節由各局於其手冊自行訂定。
	規範採原則性敘述，各局可自行訂定細部之檢測手冊或規定。
中央養護管理機關	依部頒規範訂定，另將 RC 拱橋納為特殊橋，較部頒規範嚴格。
	依部頒規範辦理，未另訂其它規定。
地方養護管理機關	依部頒規範辦理，未另訂其它規定。
	依部頒規範辦理，未另訂其它規定。

2. 關於橋型，部頒橋檢規範就特殊性橋梁明定之橋型是否足敷使用部分：多數受訪者均認足夠，少數機關認為可參採美國作法進行明確定義。另部分機關認為可進一步探討 RC 拱橋是否為特殊橋梁。

受訪者類別	答覆內容摘要
中央主管機關	應可滿足大多數需求，特殊個案建議由橋管機關另行研商。
	短期應足夠，長期可參考美國之作法建立明確定義。
相關機構	應已足夠分類使用，目前較有爭議困擾為 RC 拱橋是否為特殊性橋梁，可再探討。
中央養護管理機關	少數特殊構件未明確涵蓋(如外置預力構件)，建議可參採美國精神透過附加定義涵蓋特殊構件。
	建議規範可就特殊性橋梁進行更明確定義，以

	利養護單位清楚了解關鍵因素。
地方養護管理機關	已足夠使用，惟橋檢規範與公路橋梁設計規範對於拱橋之定義尚有差異(混凝土拱橋是否為特殊橋梁)，建請可研議調整。
	應足夠使用。

3. 關於是否贊成明定特殊構件之檢測頻率，以及合宜之檢測頻率部分：多數受訪者認為應就特殊構件訂定檢測頻率，最大宗者為 4 年 1 次。

受訪者類別	答覆內容摘要
中央主管機關	宜以一般性橋梁規定之檢測頻率為下限(意即 4 年 1 次)。
	宜先定義一般及重要構件，再就重要構件明定詳檢頻率(例如每 4 年進行 1 次鋼索詳檢)。
相關機構'	重要橋梁較難目檢項目(鋼索鏽蝕、開蓋錨頭檢視)可列詳細檢測，每 4 年檢測 1 次。
中央養護管理機關	特殊橋梁損壞時常伴隨連鎖損壞，其危害超過一般劣損，因此理論上更應明定檢測頻率，建議可參考美國作法以 2 年為週期。
	應回歸各維護管理作業計畫辦理，不宜統一訂定。
地方養護管理機關	建議應依橋梁各項主客觀條件，研訂檢測頻率及內容。
	特殊橋梁檢測頻率建議採 1~2 年，建議中央應建立一致性標準以協助地方政府統一制定「特殊橋梁維護管理作業計畫書」。

4. 關於近年安排之培訓課程內容是否足夠(110 年以前：初訓 15 小時、回訓 6 小時，111 年以後：初訓 21 小時、回訓 14 小時)及相關建議部分：多數受訪者認為可就特殊構件增加培訓時數，部分認為可針對特殊橋之重要構件提供現場檢測訓練，並於回訓課程內增加時數。

受訪者類別	答覆內容摘要
中央主管機關	建議可蒐集參訓人員意見，並衡量課程需求，綜整評估分析。
	可就特殊橋之重要構件提供現場檢測訓練。
相關機構	未來如增加時數，建議可增加各局橋檢手冊之講解。
中央養護管理機關	目前培訓對於特殊性橋檢仍有不足，短期建議於回訓增加課程內容，長期可參考國外另訂課程。
	目前培訓對特殊橋梁構件之著墨較少，建議比照美國取得基本課程與進階課程認證，採分階段取得證照。
地方養護管理機關	橋檢人員學養及經驗會直接影響檢測成果的優劣，因此有必要提高檢測人員訓練時數及授課內容。
	建議維持現況。另初訓與回訓名額過少，建議中央提供初訓及回訓名額(含公部門與承商名額)給地方政府統一報名參訓。

5. 關於是否贊成另訂特殊性橋檢人員資格及原因部分：近半數受訪者贊成另訂人員資格，惟亦有近半數受訪者反對。另部分受訪者建議於回訓課程增加特殊橋時數，並要求通過回訓才能檢測特殊橋。

受訪者類別	答覆內容摘要
中央主管機關	建議免統一訂定資格，惟檢測人員應有一般性橋梁檢測資格。
	無意見。
相關機構	回訓已增列特殊性橋梁，可要求特殊性橋檢需通過回訓。
中央養護管理機關	贊成另訂人員資格。現階段建議可於回訓強化特性橋梁課程，並於試行一段期間後要求橋檢人員需通過回訓才能檢測特殊橋。

	特殊性橋檢建議應有另一套訓練課程，可於培訓課程分階段取得證照，通過訓練之人員不僅可檢測一般橋梁，亦可檢測特殊橋，較能符合未來市場需求。
地方養護管理機關	可將特殊性橋梁檢測課程納入培訓課程講授，應無需另訂特殊性橋梁檢測人員資格。
	建議加強特殊性橋梁檢測人員之培訓及訂定其資格。

6. 關於是否贊成明訂督導考核項目部分：多數受訪者建議可將特殊構件納入督導考核，部分受訪者認為可循序漸進逐步納入。

受訪者類別	答覆內容摘要
中央主管機關	特殊橋特性不同，風險不一(非較高風險)，宜由橋管機關就風險考量督考重點，倘有高風險橋梁、常見缺失或近期致災構件等因素，可優先且彈性滾動檢討納入督考重點項目。
	建議可納入督考。
相關機構	考核項目不宜過細。
中央養護管理機關	督考對於全國橋梁維護管理具引領意義，鑑於特殊性橋梁損壞衍生之危害較大，建議應將其納入督考項目。創制初期，建議可蒐集標竿案例研擬範例供各界參考，中期可藉評鑑制度要求各機關研擬維管計畫，長期可定期抽查其是否依維管計畫辦理。
	特殊性橋梁督導考核之重要構件皆可列為督考項目，但依橋梁所在狀況由養護管理機關自行調整內、外業檢核作業規定。
地方養護管理機關	目前之督導考核以維修養護為主，實質效益有限。
	建議可結合公路系統考評或市區道路督考機制一併辦理。

5.3 特殊性橋梁督導考核制度探討

本研究經蒐集比較國內外資料，並歸納研析專家訪談結果，分別針對特殊性橋梁之督導考核制度之「檢測人員資格」、「執行頻率」、「檢測程序」及「執行情形」等 4 大面向探討如下：

1. 檢測人員資格面向：

- (1) 我國目前對一般性橋梁之檢測人員資格已有規定，至特殊橋梁則無，爰目前尚無法從人員資格面向進行督考，後續如需再就特殊橋建立督考制度，則可先就人員資格增訂相關規定。
- (2) 實務上，特殊性橋梁含有大量的一般性構件，該類構件於現行督考制度已可含蓋，需額外督考者僅為特殊性構件，爰後續檢修橋檢規範時，可參考美國作法對特殊性構件有更明確之定義，以利制度策進。
- (3) 另依訪談結果，部分受訪者建議可於回訓課程內增加特殊橋之培訓時數，就重要之特殊構件提供現場檢測訓練，並要求通過回訓者才能檢測特殊橋。此項建議有助於從人員資格面向建立督考制度，可供後續策進參考。

2. 執行頻率面向：

- (1) 經資料蒐集比較，目前日本對於特殊性橋梁規定之檢測頻率為每 5 年至少 1 次；美國規定每 2 年至少 1 次，最多不可超過 4 年；我國則授權各機關於橋梁維管計畫自行訂定。
- (2) 由於我國目前對於特殊性橋梁之檢測頻率無明確規定，爰尚無法從執行頻率面向進行督考，後續如需針對該面向進行督考，則可於檢修橋檢規範時增訂相關規定。
- (3) 另依訪談結果，多數受訪者認為應就特殊性構件訂定檢測頻率，其中部分受訪者建議可採 2 年 1 次，部分建議可採 4 年 1 次，整體而言，大多數受訪者均認同採 4 年至少 1 次。

3. 檢測程序面向：

- (1) 南方澳大橋事件後，部頒橋檢規範已規定各機關應針對特殊性橋梁訂定維管計畫，爰目前可就其是否依規辦理進行督考。

- (2) 部分受訪者建議中央可就維管計畫蒐集標竿案例或範例供各界參考，該建議有助於建立一致性之督考制度，可供後續參考。

4. 執行情形面向：

- (1) 部頒橋檢規範已規定各機關應就特殊性橋梁訂定維管計畫，爰目前已可就其是否依維管計畫落實進行督考，惟因其維管計畫是否到位可能存有疑義，後續如需針對該面向進行督考，則可先針對維管計畫書提供標竿案例，甚或提供撰寫要點供各界參考。
- (2) 依訪談結果，大多數受訪者建議可將特殊性構件納入督導考核，部分受訪者認為可循序漸進逐步納入，部分受訪者亦表示督考對於全國橋梁維護管理具引領意義，鑑於特殊性橋梁損壞衍生之危害較大，建議應納入督考項目。創制初期，建議可蒐集標竿案例研擬範例供各界參考，中期可藉評鑑制度要求各機關研擬維管計畫，長期則可定期抽查其是否依維管計畫辦理，相關建議可提供評鑑機關參考。

六、結論與建議

我國公路橋梁依部頒「公路橋梁檢測及補強規範」之規定，特殊性橋梁須研訂維護管理計畫進行管養，實務上，該類橋梁之種類繁多、型式特殊，爰其維管計畫是否到位？檢測成果是否詳實？均直接影響橋梁安全，對橋梁養護、督導或考核機關而言，如何透過制度確保該類橋梁安全為值得探究之重要課題，爰藉本計畫蒐集國內、外相關資料彙析初步建議供參。

6.1 結論

1. 關於特殊橋之定義，我國及日本均以特定橋型為主，而美國則跳脫橋型，以具有特定力學行為之鋼構件為主，係指載重傳遞路徑、結構系統均無贅餘之受拉鋼構件，又稱非贅餘鋼拉力構件(NSTM)。整體而言，彼此間具有相似之處，亦各有特色。另經訪談實務單位，多數認為現行定義尚足使用，少數認為可參採美國作法進行明確定義。另部分機關認為 RC 拱橋視為特殊橋梁具有爭議。
2. 關於檢測頻率，日本規定每 5 年 1 次，美國規定 2 年 1 次，我國則係授權各機關於維管計畫中自行訂定。經實務訪談，多數認為可明訂頻率，最大宗者為 4 年 1 次。
3. 關於特殊橋檢測項目，日本之構件分類較細緻，其規範提供之注意事項較為詳細，並有大量圖例及真實照片供檢測人員參考，該作法可供我國參考。
4. 關於特殊橋檢測作法，我國、美國及日本均以目視檢測為主，並應視構件特性採用合宜之非破壞性檢測技術。
5. 關於檢測人員資格，美國對 NSTM 檢測員有明確規定，需通過一般橋檢訓練課程及為期 4 天之 NSTM 課程；我國則無相關規定。經實務訪談，近半數贊成另訂人員資格，近半數反對。另部分受訪者建議於回訓課程增加特殊橋時數，並要求通過回訓才能檢測特殊橋。
6. 關於督導考核，日本似無督考規定，美國有明確規定，主要督考項目包含執行頻率、是否訂有檢測程序、是否依既有程序執行，並可視需要檢視其檢測紀錄。經實務訪談，多數受訪者建議可將特殊構件納入

督導考核。

6.2 建議

經蒐集彙析，特殊性橋梁之督導考核制度主要包含檢測人員資格、執行頻率、檢測程序、執行情形等 4 面向，並就各面向提出初步建議如下：

1. 特殊橋檢測人員資格方面，我國目前尚無規定，爰無法從人員資格面向進行督考，後續如需建立督考制度，則可先就人員資格增訂規定，並可參考美國作法對特殊性構件有更明確之定義。另部分受訪者建議可於回訓課程內增加特殊橋培訓時數，就重要之特殊構件提供現場檢訓，並要求通過回訓者才能檢測特殊橋。前述建議有助於從人員資格面向建立督考制度，可供後續策進參考。
2. 執行頻率方面，我國對特殊橋梁檢測頻率無明確規定，爰不易從執行頻率面向進行督考，後續檢修橋檢規範時建議可明定頻率。並可參考大多數受訪者之意見，採 4 年至少 1 次。
3. 檢測程序方面，部頒橋檢規範已規定各機關應針對特殊橋梁訂定維管計畫，爰目前已可就其是否依規落實進行督考，惟部分受訪者建議中央可針對維管計畫蒐集標竿案例或範例供參，該建議有助於建立一致性督考制度。
4. 執行情形方面，部頒橋檢規範雖已規定各機關應就特殊橋自訂維管計畫，惟因內容是否到位尚難確認。另多數受訪者建議將特殊構件納入督考，部分受訪者更表示特殊橋梁損壞衍生之危害較大，且督考對全國橋梁維管具引領意義，爰應納入督考項目，建議初期可蒐集標竿範例或提供撰寫要點供各界參考，中期則可藉評鑑制度要求各機關研擬維管計畫，長期可定期抽查其是否依維管計畫辦理。

參考文獻

1. 公路橋梁檢測及補強規範，交通部，109 年 1 月。
2. 公路總局橋梁督導小組作業要點，交通部公路總局，108 年 8 月。
3. 本局委外橋檢履約原則性工作補充條款，交通部公路總局，109 年 11 月。
4. 國道橋梁維護管理作業考核要點，交通部高速公路局，110 年 2 月。
5. 橋梁箱涵檢測工作說明書(範本)，交通部高速公路局，109 年 6 月。
6. 中華民國交通部，<https://www.motc.gov.tw>。
7. 全國法規資料庫，<https://law.moj.gov.tw>。
8. 道路メンテナンス年報，日本国土交通省・道路局，2021 年 8 月。
9. 道路橋定期点検要領，日本国土交通省・道路局，2019 年 2 月。
10. 引張材を有する道路橋の損傷例と 定期点検に関する参考資料，日本国土交通省 道路局 国道・技術課，2019 年 2 月。
11. Metrics for the Oversight of the National Bridge Inspection Program，FHWA，2017/05。
12. National Bridge Inspection Standards (NBIS)，FHWA，2009。
13. Review of Proposed Changes to the National Bridge Inspection Standards (NBIS)，FHWA，2020/1/13。
14. Federal Highway Administration，<https://highways.dot.gov>。
15. National Bridge Inspection Standards (NBIS) Metrics，<https://www.nationalbridgeinventory.org/standard-reports>。
16. National Bridge Inventory，<https://www.fhwa.dot.gov/bridge/nbi.cfm>。
17. National Highway Institute，<https://www.nhi.fhwa.dot.gov>。
18. The American Road & Transportation Builders Association，<https://www.artba.org>。
19. <https://www.fhwa.dot.gov/bridge/nbis/nbisframework.cfm>。
20. The Code of Federal Regulations (CFR)，<https://www.ecfr.gov/current/title-23/chapter-I/subchapter-G/part-650/subpart-C>。