

公路橋梁檢測資料品管制度之蒐集與探討

運輸工程組 張昭芸

研究期間：民國110年1月至110年12月

摘 要

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成全國矚目焦點，為落實橋梁養護、考核及督導作業，進而維護公眾通行安全，行政院已於 109 年 7 月頒定「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。

前述橋梁檢測之紀錄係橋梁管理機關執行安全維護作業之重要參據，由於相關資料繁多且各年度橋梁檢測作業常由不同檢測機構辦理，基於資料詳實正確與否影響橋梁安全甚鉅，對於橋梁養護、督導或考核機關而言，如何確保橋梁檢測資料之品質實為當前值得探究之重要課題，爰透過本計畫針對公路橋梁檢測資料品管制度之課題，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。

關鍵詞：

橋梁養護作業、橋梁檢測、品質查證

公路橋梁檢測資料品管制度之蒐集與探討

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成全國矚目焦點，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 月頒定「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，公路橋梁原則上每 2 年至少須進行 1 次定期檢測，實務上，囿於人力有限且權管橋梁座數眾多，因此前述機關均委託專業橋梁檢測機構辦理橋梁檢測作業並製作檢測紀錄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交通部運輸研究所辦理，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。

前述橋梁檢測紀錄係橋梁管理機關執行安全維護作業之重要參據，由於相關資料繁多且各年度橋梁檢測作業常由不同檢測機構辦理，基於資料詳實正確與否影響橋梁安全甚鉅，對於橋梁養護、督導或考核機關而言，如何確保橋梁檢測資料之品質實為當前值得探究之重要課題，爰透過本計畫針對公路橋梁檢測資料品管制度之課題蒐集國內、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「公路橋梁檢測資料品管制度」為研究範圍，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」、「縣市政府橋梁維護管理外部稽核作業原則」及「交通部所屬鐵、公路管理機關橋梁維護管理外部稽核作業原則」，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；
2. 國內資料蒐集；
3. 國內執行現況訪談；
4. 橋檢資料品管制度探討；
5. 研究結論研擬。

二、國外資料蒐集

2.1 美國聯邦政府

1967 年 12 月 15 日連接俄亥俄州與西維吉尼亞州的銀橋(Silver Bridge)斷落並造成 32 輛車墜落俄亥俄河及 46 人死亡不幸事件後，橋梁安全維護頓成全美關注焦點，在美國國會要求下，聯邦公路總署(FHWA)研擬國家橋梁檢測標準(National Bridge Inspection Standards, NBIS)，於 1970 年納入美國聯想法典(Code of Federal Regulations, CFR)第 23 篇第 650 條之項目 C，自此，23 CFR Part 650 Subpart C 遂成為美國道路橋梁檢測之最關鍵法規。

CFR 係美國聯邦政府執行部門透過聯邦公報(Federal Register)發布之法規。全美道路橋梁逾 60 萬座，依 FHWA 官網公佈資料，配合邁向 21 世紀進步法案(Moving Ahead for Progress in the 21st Century Act)，FHWA 現正研修 NBIS，研修重點包括納入無人駕駛航空系統(UAS)、修訂 2009 年修法以來之歧異、強化關鍵發現、納入私人橋梁、將斷裂關鍵構件更名為非贅餘鋼製拉力構件等。

NBIS 修訂草案內容共分為 9 小節，架構如圖 2-1 所示。

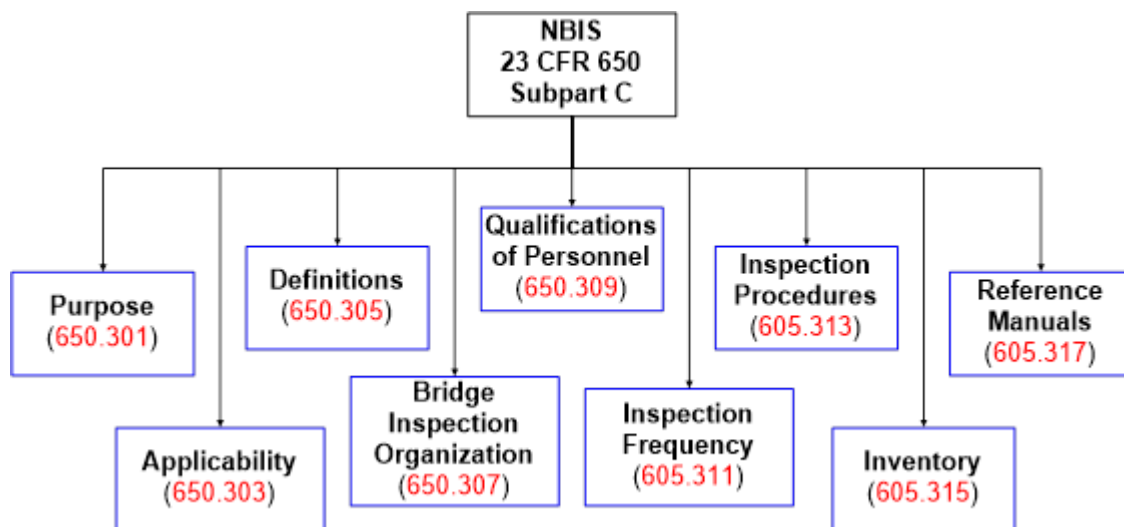


圖 2-1 NBIS 修訂草案架構圖

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 有關橋檢品質相關條文概述如下：

1. 650.305 Definition：

- (1) Quality control (QC)：為維持橋梁檢測及額定載重之品質所指定的或更高水準的程序。。
- (2) Quality assurance (QA)：使用抽樣或其他方法，確保 QC 程序足以驗證或衡量整個橋梁檢查及額定載重之品質水準。

2. 650.313 Inspection procedures：

- (1) QC 及 QA 係為確保檢測結果具有高度準確性及一致性而採行之作法，包括對於檢測結果的現地複查，及對於計畫經理(Program Managers, PM)及橋檢領隊(Team Leader, TL)之資格，與檢測報告進行之獨立審查等。
- (2) 實際執行橋檢相關工作人員不得辦理 QA。
- (3) QC 及 QA 之過程及結果均須記錄。

2.2 美國聯邦公路總署

美國聯邦公路總署(Federal Highway Administration, FHWA)官網對於橋梁檢測提出之品管架構建議如下：

1. Quality Control (QC) Procedures：

- (1) 定義品質控制之角色及職責，並予以記錄。
- (2) 規定計畫經理 (PM)、橋檢領隊 (TL)、橋檢隊員 (Team Member, TM)、載重評估工程師(Load Rater, LR)資格(年資、經歷、證照)，並予以記錄。
- (3) 檢測報告及數據之審查流程。
- (4) 檢測資料確認及補正之流程。

2. Quality Assurance (QA) Procedures：

- (1) 定義品質保證之角色和職責，並予以記錄。
- (2) 內業審查及現地審查之建議項目如下：
 - a. 維護、記錄及共享審查結果之程序(例如年度報告)。
 - b. 對於地區或單位之審查頻率(例如每4年對各地區/單位進行1次審查)。
 - c. 對審查橋數提出建議。
 - d. 橋梁抽選方式(橋位、缺陷、具關鍵發現、等級劇變、特殊構件...)。
 - e. 確認檢測員資格之程序。
 - f. 定義超出公差(out of tolerance)，例如評估值差距超過 ± 1 視為錯誤。

3. 團隊負責人及檢測公司表現不佳時之取消資格，及資格重新認證程序。

另 FHWA 針對各州之橋檢品管作為推薦案例摘述如下：

1. Pennsylvania DOT：QC/QA 很全面。
2. Oklahoma DOT：對於表現不佳的橋檢公司及 TL，規定取消資格程序及重新資格認證程序，以證明其具有可接受的能力。
3. Wisconsin DOT：清楚定義 QA 的角色及職責，對內業審查及現場審查制定完整程序，並對審查頻率、抽樣、檢測員(TM)資格、載重評估師(LR)

等項有明確規定。

4. Oregon DOT：提供 QA 清單以利 QA 團隊在現場獨立審查每座橋梁，讓 QA 團隊可審查當期及前期之構件評估值，以便於比較。針對現場審查訂有良好的程序、抽樣作法及選取標準(橋梁條件、橋齡、橋數)。
5. Massachusetts Highway Department：對 QC 及 QA 職責有明確規定。
6. Washington DOT：對 QC/QA 程序制定橋檢手冊；對 PM、TL、TM 及 LR 之資格及培訓履歷訂有許多細則；對於系統資料補正有額外規定；對於 QA 執行者及 QA 文件有明確規定。要求當地橋檢機構每 3 年至少接受 1 次州 DOT 的 QA 審查，州內各行政區也需接受 DOT 的 QA 審查。

2.3 美國運輸部監察長辦公室

為評估各州是否遵守 NBIS，FHWA 每年均對各州的橋梁檢測計畫(National Bridge Inspection Program, NBIP)實施年度審查，2007 年 8 月 1 日，明尼蘇達州之州際公路 I-35W 大橋倒塌造成 13 人死亡，美國 60 餘萬座橋梁安全風險成為全國矚目焦點，依據美國國家公路及運輸官員協會(AASHTO)統計，當時全美平均橋齡為 43 年，其中 1/4 橋梁在安全結構上有嚴重損壞或缺陷。

I-35W 倒塌後，美國運輸部監察長辦公室(Office of Inspector General, U.S. Department of Transportation, T-OIG)即針對 FHWA 的國家橋梁檢測計畫是否足以高度確保橋梁安全性進行檢核。後續更針對 10 個州的 DOT 及 FHWA 進行審核，並對國家橋梁資料庫(National Bridge Inventory, NBI)之數據進行測試，以了解相關數據對於橋梁安全是否足夠可靠。

依 T-OIG 審核結果，10 個州 DOT 的橋梁工程師使用了 8 種不同方法進行風險評估，這顯示他們大多未按照 FHWA 的建議方法進行安全評估，由於評估結果不易相容，以致錯失了與州協調並識別及修復橋梁安全風險的機會，因此 T-OIG 將前述不一致情形歸因於 FHWA 監督不周。

FHWA 每年度雖然均會對各州的橋梁檢測計畫(即 NBIP)實施審查，但 FHWA 總部並未例行性且有系統的採用 NBI 數據監督及全面解決全國橋梁安全風險，FHWA 只能有限的解決最重大的橋梁安全風險。

T-OIG 認為儘管 FHWA 沒有法定權力可要求各州使用橋梁管理系統，但 FHWA 其實可加大力度驅使更多的州使用橋管系統，可針對最需要

幫助的那些州提供技術援助及培訓資源，採取更多措施積極鼓勵其使用，並改以數據為導向持續強化橋梁安全風險監督。值得稱讚的是 FHWA 認為有必要提高各州橋梁檢測計畫的品質控制和品質保證（QC/QA）的一致性，因此制定基本的 QC/QA 指南，並於 2005 年 11 月在 FHWA 網站上發布。此外，T-OIG 認為 FHWA 的 NBI 對於橋梁資料的掌握程度不足。

T-OIG 於 2009 年 1 月 12 日提出正式報告，並向 FHWA 提出以下建議：

1. 每年辦理 NBIS 合規性審查期間，對於橋梁數據及風險橋梁制定最低要求並實施監督。
2. 制定一項以數據為基礎的全面計畫，定期進行系統性分析，以識別全國橋梁安全風險，對它們劃分優先等級並與各州進行協調，並指示分區辦公室與各州合作，對風險優先等級較高的橋梁進行改善。
3. 對於 NBI 數據驗證程序發現之錯誤數據，建立規定要求各州更正。
4. 建議 FHWA 提高其對構件級數據的使用，與 AASHTO 協調更新數據標準，將該新標準納入 NBIS，並於新標準實施後透過專案計畫蒐集構件級數據。
5. 啟動專案定期收集各州對橋梁管理系統的使用情況數據，評估相關數據以識別最需要援助的州，並做為技術援助及培訓資源的目標。

其後，美國參議院對 T-OIG 審核報告大力支持並建議 FHWA 能儘速採取行動，美國眾議院更於 2009 年 12 月向 FHWA 做出以下要求：

1. 期望 FHWA 在橋梁安全監督方面能夠有更大且更積極的改善。為了確保 FHWA 能對橋梁進行更嚴格的監督，將指示 FHWA 投入 500 萬美元在總部及部門辦公室僱用更多人員監督橋梁安全。
2. 有關 T-OIG 評估報告(編號 MH-2009-013)各項建議的後續進展，請 FHWA 向眾議院及參議院委員會提交報告。

2.4 FHWA 全國橋梁檢測計畫監督指標

為了回應 T-OIG 的建議及國會的指示，FHWA 花了 2 年多建立、試辦並反饋出新的系統化、數據驅動及基於風險的監督制度以監控各州對 NBIS 的遵守情況，並於 2013 年 4 月發佈「全國橋梁檢測計畫監督指標集 (Metrics for the Oversight of the National Bridge Inspection Program)」。

該監督指標集包含 23 個度量指標，各指標均可直接對應到 23 CFR 650 Subpart C 主文，FHWA 部門辦公室每年均依此審查各州對於 NBIS 的遵守情形，每次審查需時 1 年，辦理時程如下：

1. 4/1 開始評估。
2. 12/31 前針對各指標完成合規性評估，並向各州簽發署名報告詳細說明不合規事項。
3. 隔年 3/31 前完成所有指標的最終合規性確認。

審查以 5 年為週期，其強度分 3 級，執行時依發展趨勢調整審查等級，每 5 年至少進行 1 次中級或深度審查，倘該年度不進行中級或深度審查則採普級標準。此外 FHWA 於 5 年的最末年時檢討未來 5 年的審查策略。

1. 普級審查(Minimum Assessment Level，Min-AL)。
2. 中級審查(Intermediate Assessment Level，Int-AL)：除普級審查規定內容，FHWA 人員採更密集作法，例如對檢查記錄進行隨機採樣、對橋梁資料庫數據進行分析、進行實地考察、訪談並對文檔進行審閱以確定其合規性。隨機抽樣的樣本數採用以下 2 種作法決定。
 - (1) 方法 1：信心水準(level of confidence，LOC)為 80%，誤差範圍(margin of error，MOE)採用 15%。
 - (2) 方法 2：信心水準仍為 80%，但誤差範圍採用 10%。
3. 深度審查(In-depth Assessment Level，InD-AL)：為最密集的級別，採用更大的隨機樣本數量及更多的採訪，隨機抽樣的樣本數採用以下 2 種作法。
 - (1) 方法 1：信心水準為 90%，誤差範圍採用 15%。
 - (2) 方法 2：信心水準為 90%，誤差範圍採用 10%。

評估結果分以下 4 種，不合規者將被依規定(23 U.S.C 144-h5)罰款。

1. 符合規定(Compliant，C)：遵守 NBIS 規定。
2. 基本合規(Substantially Compliant，SC)：遵循 NBIS 法規，雖有輕微缺陷，不會對整體有效性產生不利影響。

3. 有條件合規(Conditionally Compliant, CC)：須依 FHWA 批准的改善計畫 (Plan of Corrective Action, PCA)辦理，以實現 NBIS 的合規性。此外，完成 PCA 後的指標將被採用中級或深度級別進行複審。
4. 不合規定(Noncompliant, NC)：不遵守 NBIS 法規，因此不符合一個或多個度量標準的“基本合規”標準。識別出的缺陷可能會對計畫的整體有效性產生不利影響。

前述評估結果將被分成以下 3 個級別，並對外公佈：

1. 滿意(Satisfactory)：C or SC。
2. 積極改善(Actively Improving)：CC。
3. 不滿意(Unsatisfactory)：NC。

新規需要投入大量人力，為此 FHWA 除投入 500 萬美元在總部及部門辦公室僱用更多人員監督橋梁安全外，並且成立全國橋梁檢測計畫督導小組(National Bridge Inspection Program Oversight Team, NBIPOT)，以督導整個監督過程。

新規定實施後，各州持續有許多意見。South Dakota DOT 表示配合新規定橋梁檢測費用將增加 44%，並建議新規定不適用於箱涵及涵管；Iowa DOTs 表示做不到，並表示橋梁檢測已下放各州，因此 FHWA 不該干預；Michigan DOT 認為應該將 23 個指標整併為 1 個總指標，並表示該州沒有足夠人力配合新規；North Dakota DOT 表示相同制度一體適用是不合宜的 (One size fits all philosophy is not appropriate)，但 FHWA 不認同並表示對用路人而言，及時且適當的檢測是非常重要的。

FHWA 的全國橋梁檢測計畫監督指標集最新版於 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：例行檢查頻率-低風險橋梁(Routine inspection frequency–Lower risk bridges)
- 指標 7：例行檢查頻率-高風險橋梁(Routine inspection frequency–Higher risk bridges)
- 指標 8：水下檢查頻率-低風險橋梁(Underwater inspection frequency–Lower risk bridges)
- 指標 9：水下檢查頻率-高風險橋梁(Underwater inspection frequency–Higher risk bridges)
- 指標 10：檢查頻率-斷裂關鍵構件(Inspection frequency–Fracture critical member)
- 指標 11：檢查頻率-頻率準則(Inspection frequency–Frequency criteria)
- 指標 12：檢查程序-品質檢查(Inspection procedures–Quality inspections)
- 指標 13：檢查程序-載重評估(Inspection procedures–Load rating)
- 指標 14：檢查程序-發布或限制(Inspection procedures–Post or restrict)
- 指標 15：檢查程序-橋梁文件(Inspection procedures–Bridge files)
- 指標 16：檢查程序-斷裂關鍵構件(Inspection procedures– Fracture critical members)
- 指標 17：檢查程序-水下(Inspection procedures—Underwater)
- 指標 18：檢查程序-關鍵沖刷橋梁(Inspection procedures–Scour critical bridges)
- 指標 19：檢查程序-複合型橋梁(Inspection procedures–Complex bridges)

- 指標 20：檢查程序-品質控制/品質保證(Inspection procedures–Quality Control/Quality Assurance)
- 指標 21：檢查程序-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)

以下針對與橋檢資料品質相關之 3 項指標的內容概述如下：

1. 指標 12：檢查程序-品質檢查

(1) 準則：

- 橋檢評估值(0~9)均在可接受的公差範圍內(± 1)。
- 所有顯著的橋梁缺失均被辨識。
- 各評估值均有適當的敘述說明及佐證資料。
- 每次檢查期間均有合格的橋檢領隊(TL)全程在旁。

(2) 評估結果：

- 符合規定(Compliant, C)：需滿足以下所有條件
 - a. 至少 90%橋梁，其橋檢評估值在可接受的公差範圍，且所有顯著的缺失均被辨識記錄。
 - b. 100%的橋梁，均有 1 名合格的 TL 在旁。
- 基本合規(Substantially Compliant, SC)：需滿足以下所有條件
 - a. 至少 80%橋梁，評估值在公差範圍內且所有顯著缺失均被記錄。
 - b. 100%的橋梁，均有 1 名合格的 TL 在旁。
- 不合規定(Noncompliant, NC)：無法滿足 1 項或多項 SC 者。

2. 指標 20：檢查程序-品質管制/品質保證

(1) 準則：

- 制定的 QC/QA 程序，可確保檢測數據具有高度準確性及一致性。

- 前述 QC/QA 程序，含括現場審查、檢測人員進修培訓要求、檢測報告(例如載重評估、沖刷評估計算)獨立審查。

(2) 評估結果：

- 符合規定(Compliant，C)：需滿足以下所有條件
 - a. QC/QA 程序已建立、記錄並有效實施。
 - b. QC/QA 程序包括定期現場審查、人員進修培訓要求、檢查報告獨立審查。
- 基本合規(Substantially Compliant，SC)：需滿足以下所有條件
 - a. QC/QA 程序已建立、記錄並有效實施，但程序的次要方面未記錄或執行(例如現場查對了檢測數值，但未查對其拍攝照片及檢測員意見)。
 - b. QC/QA 程序包括定期現場審查、人員進修培訓要求、檢查報告獨立審查。
- 不合規定(Noncompliant，NC)：無法滿 SC 者。

3. 指標 22：資料庫—準備及維護

(1) 準則：

- 所有 NBIS 規定需要欄位資料均被確實準備及維護。
- 依 FHWA 規定程序登錄數據，且數據符合 SI&A 表的要求。

(2) 評估結果：

- 符合規定(Compliant，C)：至少 95%橋梁，登錄資料在公差範圍內。
- 基本合規(Substantially Compliant，SC)：
 - a. 至少 90%橋梁，登錄資料在公差範圍內。
 - b. 發現的錯誤能在 90 天內修正。
- 不合規定(Noncompliant，NC)：無法滿 SC 者。

另全國橋檢計畫監督指標集中，亦針對實地審查作業提出以下注意事項(Field Review Guidance)：

1. 主要目的是在大致上確定檢測紀錄的數據及發現，是否與觀察到的現場情況一致。
2. 由於時間有限，因此在現場檢查並不是要按照 NBIS 進行完整且徹底的橋梁安全檢查。此外，現場能發現的大多屬於明顯或重大的不一致。
3. 如果審查者發現檢測紀錄中未記錄的缺陷或劣化，表示檢測品質可能異常，但如果理由認為該缺陷於前次檢查時可能不存在，則可不認定為檢測品質異常，這種情況通常需透過訪談才能釐清。
4. FHWA 進行實地審查作業時，為便於討論，強烈建議管理該橋的 DOT 及檢測公司均共同參與現地審查。此外，部門辦公室同事的協助可為其自身帶來寶貴經驗。現場有多人參與亦有助於確保人身安全。
5. 實地審查由 FHWA 審查人員執行，對於可及性低但非常重要的構件(例如斷裂關鍵構件、水下檢查)，可與州 DOT 協商採用特殊通道或設備進行審查，如無法獲得專用設備，則透過訪問及文件判斷。
6. 現場檢查人員至少應攜帶的設備，為檢測錘、高強度手電筒、捲尺、照相機、雙筒望遠鏡及涉水設備。另外，登山杖在許多情況下可能是必要的，特別是在斜坡上穿行或穿過植被及進入淺溪，除可用於探測立足點，並可檢查沖刷及破壞情況。
7. 除非審查人員經過適當的培訓、配備且具豐富經驗，否則不建議涉入深度及速度均很大的溪流，在現場如果無法確定水下深度，請勿進入水路，水下存在許多危險，河床通常非常滑，進入這些區域時應格外小心。
8. 對於需進行後續訪談才能釐清的缺陷，較佳作法是先通知州 DOT 人員當天預計會審查的橋梁，以避免爭議及尷尬。

2.5 美國州政府

另 FHWA 針對各州之橋檢品管作為推薦案例中，擇取較具代表性之賓夕法尼亞州(Pennsylvania)、奧克拉荷馬州(Oklahoma)及威斯康辛州(Wisconsin)，以及橋梁數量居美國各州之冠的德克薩斯(Texas)州，概述如下：

1. 賓夕法尼亞州：

- (1) 境內有 67 個郡，約有 3.2 萬座橋梁，其中 2.5 萬座為州權管。
- (2) 交通局(Department of Transportation, DOT)將全州劃分為 11 個區域，並分別對各區域實施 QA。
- (3) 2020 年 11 月發布 Bridge Safety Inspection Quality Assurance Manual
 - a. QC 是個由監督者發起的強制作為，主要目的是讓產品或服務能維持在指定水準或達到更高水準。
 - b. QA 是對產品或服務的樣本進行驗證或衡量，以了解其品質水準。
 - c. 為了保持客觀公正，QA 須由非 QC 的外部實體組織執行。
 - d. QA 除可確定整個州的檢查結果，並可據以發現不一致的區域。
 - e. QA 應專注於準確的比對結果，並定量且客觀的呈現數據。執行 QA 時應避免定性或主觀，且不針對其檢測制度或流程提出意見。
- (4) 其 QA 共有 4 種等級，初始會採用最高級別(IV 級)，之後再視情況調降。
- (5) 對境內 11 個區域，每區抽 20 座橋梁，其中 10 座為中央管橋梁，另 10 座為地方管橋梁。
- (6) QA 小組應在收到橋梁清單後的 8 週內進行檢查評估(包括現場及書審)，原始檢查與 QA 檢查的間隔以不超過 6 個月為原則，最多不超過 9 個月。
- (7) 關於容許差距，在狀況評估值方面，如果原始評估值與 QA 評估值相差超過 1，則認為其超出容忍。
- (8) 載重評估值方面，原額定值與 QA 額定值差距超過 15%視為超出容忍；超過 QA 額定值 2 噸以上視為超出容忍，少於 2 噸以上(過保守)則可容忍。
- (9) 基本資料方面，大多數具有精準數值，因此相異時即視為超出容忍，少數項目(例如巷道寬度)則會視實際情況設置容許公差。
- (10) 執行 QA 時會儘可能縮短行車時間，必要時可使用高空作業設備。
- (11) 關於 QA 報告，各區域的結果應並排顯示，並呈現其與全州標準的差異，以利比較及突顯。
- (12) QA 報告發佈後之接續行動

- a. 狀況評估值方面，當準確度 $<90\%$ 時，將會通知該區域行政主管；準確度 $<85\%$ 時，則要求橋檢機構向主管橋檢部門提出矯正計畫。
- b. 載重評估值方面，應限重而未限重，或保守限重達 10 噸時，則要求橋檢機構向主管橋檢部門提出矯正計畫。

2. 奧克拉荷馬州：

- (1) 內部 QC(Internal Quality Control, IQC)：由橋檢機構辦理，每 2 年 1 次，每次需就各 TL 挑選 5 座橋，州 DOT 及 FHWA 可視其需要參加，橋檢機構完成 QC 後應提出報告送 DOT 人員參考。
- (2) 外部 QC(External quality control, EQC)：郡辦公室人員每 2 年需就轄內各橋檢機構進行 1 次 EQC，每次挑 5 座橋，結果除提供橋檢機構外，亦抄送給 DOT 的橋梁司，而該司每年會隨機就其中 4 個橋檢機構辦理第 2 次的 EQC，每次仍挑 5 座橋梁，完成 EQC 後的可能作法如下。
 - a. 橋檢機構收到 DOT 的 EQC 報告後，應就缺失提出改正措施，DOT 將於 6 個月內再次進行 EQC，成員由原始審核者、郡及 FHWA 組成。
 - b. 再次 EQC 如仍有相同或相似錯誤，則再次請橋檢機構提出改正措施，並於 3 個月內再次進行 EQC，如果還是有同樣錯誤，則除取消其橋檢資格外，該機構 2 年內亦不可再承攬該州檢橋。
 - c. 註銷後需重新參訓取證，2 年後如果要競標，則需提交書面報告承認錯誤並經 DOT 批准後，才可列入合格名單。
- (3) DOT 列舉出常見的喪失資格原因如下：
 - a. 遺漏關鍵發現，造成 DOT 無法及時處置，例如承重構件損壞、橋梁基礎嚴重沖刷、嚴重損及橋梁結構安全的車輛撞擊。
 - b. 對於載重評估缺失缺乏持續跟進。
 - c. 關鍵欄位有誤。
 - d. 不斷重複同樣缺失。
 - e. 未依規定完成培訓課程。
 - f. 未能準時提供資料。

(4) 奧克拉荷馬州 DOT 特殊作為：

- a. DOT 每年會開辦培訓課程，各個 TL 及 TM，每 2 年需參加 1 次課程，否則取消資格。
- b. 培訓課程前，DOT 會指定 2 座橋梁，各 TL 及 TM 在開課前 1 個月，均需親自檢測其中 1 橋梁，檢測結果將於培訓課程時開放討論

3. 威斯康辛州：

- (1) 搭配獨立參與作法，於某橋檢團隊進行橋檢作業時，讓另 1 位具備橋檢人員資格但身份獨立的人員從旁觀察。
- (2) 境內共有 62 個郡，並分為 8 個區域，各郡每 4 年須對所轄橋梁進行 1 次 QA，每次 QA 會挑 3~5 座橋，評估值的容許差距為 ± 1 ，以下類型橋梁易被挑選：
 - a. 狀況較差的橋梁：QA 該類型橋梁可讓審查小組有機會評估上次檢查期間橋檢員的努力及徹底程度。
 - b. 構件評估值大幅下降的橋梁：橋梁隨時間老化時，其橋面板、上部或下部結構之狀況值於 2 次檢查期間快速下降，該挑選作法使州 DOT 有機會了解惡化情況。
 - c. 評估值較低且缺乏資料的橋梁：構件評估值較低的橋梁，理應會有足夠的檢測報告，因此這類缺資料且狀況不佳的橋梁易被挑選。
 - d. 檢測數量異常：一天內檢測過多橋梁的檢測員，可能未採取適當的檢測方法或未在適當範圍內履行其職責，因此易被挑選。同樣的，執行很少檢測的檢查員可能不熟悉州政府的規定，因此易被審查。
- (3) QA 成員自區域橋檢機關、州結構局及 FHWA 當中擇 3 人組成，其中至少有 1 位須為州 DOT 之結構局人員。

4. 德克薩斯州：

- (1) 境內約有 5.5 萬座橋梁，橋梁規模居全美國之冠。
- (2) 依據其交通局 2020 年 3 月發布之 Bridge Inspection Manual，將橋檢

參與成員分成州級橋梁部門、地區橋梁部門、橋檢廠商等 3 類型，其中州級橋梁部門為最高層級單位，其辦理 QC/QA 之主要目的如下：

- a. 使數據及其蒐集方法具有更高的準確性、一致性和統一性。
- b. 增進檢查結果詮釋及評等的標準化。
- c. 建立並檢核參與橋檢作業之人員資格。
- d. 識別並解決橋檢指南之不明確規定或爭議。
- e. 加強各級參與人員(州級橋梁部門、地區橋梁部門、橋檢廠商)間的溝通。

(3) 州級橋梁部門(Bridge Division)主要負責監督管理橋梁檢測計畫(Bridge Inspection Program , BIP)，其優先職責如下：

- a. 監督 QC/QA 計畫。
- b. 驗證是否符合 FHWA 規定的 23 項橋檢監督指標。
- c. 制定正確管理橋檢過程的政策和程序。
- d. 向 FHWA 報告檢查數據並解決由該數據引起的問題。
- e. 對該州的地區橋梁部門提供支持和指導(例如培訓、審核...)。
- f. 維護橋梁檢測管理系統。
- g. 開發及分析橋梁數據以滿足全州規劃需求。
- h. 評估臨界斷裂及水下檢查等構件之性能。
- i. 管理顧問公司的橋檢合約。
- j. 評估橋梁載重。

(4) 地區橋梁部門(District Bridge Section)有 25 個，主要負責落實 BIP，其與州級橋梁部門人員之間必須進行公開且有效的溝通，其優先職責如下：

- a. 實施及記錄 QC 過程。
- b. 維護和熟悉橋梁維管資料。
- c. 監督和管理顧問公司的橋檢作業。
- d. 確保相關人員資格及橋檢報告符合 NBIS 規定。
- e. 監督橋梁載重發布。

- f. 將數據直接輸入國家橋梁檢測管理系統。
 - g. 審查橋梁狀況並獲得維護、修復或改建的建議。
 - h. 評估初始、常規、損壞、深入和特殊等檢查之績效。
 - i. 支持地區維修人員進行橋梁維修與培訓。
- (5) 州 DOT 將 QC 分為規劃部分(Programmatic Element)和審查部分(Review Element)，其中規劃部分包含：橋檢組織、橋檢人員資格、橋檢計畫執行和橋檢文件維護；審查部分則包含：QC 橋檢電子文件審查(抽檢比例至少 10%)、QC 橋梁複檢(抽檢比例至少 5%)及 QC 實地審查(抽檢比例至少 2%)。
- (6) 德州橋梁部門的橋檢 QA 由其 QA 工程師執行，其執行 QA 的目的，不是為了消除檢查報告內的錯誤，而是為了確認 QC 程序是有效的，進而改進 BIP 的整體品質及信心，重點包括：以統一的方式進行審查並記錄過程，一致的討論領域，例如審查頻率、品質評估方法、糾正措施實施程序，公平客觀審查；QA 審查資料原則上不超過 2 年，並且亦分為辦公室審查及實地審查，其中辦公室審查主要針對 QC 文件進行 QA 審查，項目包含人員資格、組織、紀錄保存、品質控制方法等，實地審查主要針對已進行 QC 檢查的橋梁進行 QA 重新檢查，評估數值之差距超過 ± 1 個評等者將被視為超出公差。

三、國內資料蒐集

3.1 橋梁基本資料建置及檢測評估技術服務契約範本

交通部運輸研究所「臺灣地區橋梁管理資訊系統」於 2012 年 12 月 10 日公布第一版「橋梁基本資料建置及檢測評估技術服務契約範本」供各縣市政府參考，其後因配合公共工程委員會新版之技術服務合約範本、第二代公路橋梁管理系資訊統開放輸入橋梁基本及檢測資料，以及配合系統基本資料欄位更新，遂於 106 年 3 月 2 日發布更新版契約範本，其中與橋檢資料品質有關條文摘述如下：

第十條、品質查證作業

1. 橋梁檢測品質查證作業由甲方或委請第三公正單位進行資料檢核及現地抽查者，乙方應配合辦理，辦理方式如下(由各縣市於招標文件中擇一辦理)。

2. 由甲方指派相關工程司辦理品質查證作業，內容包括：
 - (1) 契約成果報告及相關圖說。
 - (2) 橋梁管理系統登錄資料，抽查橋梁☐座數、☐面積、☐長度之 10%，或☐%(由甲方於招標文件載明)。
 - (3) 現地抽查檢測橋梁☐座數、☐面積、☐長度之 3%，或☐%(由甲方於招標文件載明)。
3. ☐本契約乙方須委請第三公正單位辦理品質查證作業，所需費用在契約工作項目之「第三公正單位品質查證作業」內或「☐」內(由甲方於招標文件中載明辦理，應明列該工作項目及單獨費用，以釐清檢測廠商與公正第三單位權利與義務)，乙方須將第三公正單位資格及證明文件，報請本府審查及核定。詳細規定如本條文之附件。
4. ☐本契約甲方將另案委請第三公正單位辦理乙方品質查證作業，相關規定可參考本條文之附件。

第十三條、罰則

1. 基本資料經甲方抽檢核對有錯誤每座橋扣款☐1000 元；☐__元(甲方得於招標文件載明其他金額)，並重新檢視該橋所有欄位。
2. 檢測結果經甲方抽檢發現未確實（其間無外力造成之因素如地震、颱風等），每座橋超過 3 處與現場不符時，除該座橋扣款☐5000 元；☐__元(甲方得於招標文件載明其他金額)外，該橋及鄰近共☐3 座；☐__座(甲方得於招標文件載明其他座數)之橋梁需重新檢測。

契約第十條 附件「第三公正單位辦理品質查證工作說明書」

1. 第三公正單位廠商應經政府核准登記有案，並具備以下條件之一
 - (1) 工程技術顧問公司。
 - (2) 土木或結構技師事務所。
 - (3) 國內大專院校。
 - (4) 研究機構、財團法人。
 - (5) 土木、結構公、協、學會團體。
2. 計畫主持人應具備以下條件之一
 - (1) 土木或結構技師且具有橋梁設計、檢測、補強、監造、施工等相關

工作經驗 2 年；☐年以上(由甲方於招標文件載明時間)。

(2) 土木相關科系副教授並從事橋梁相關研究或工作經驗 2 年；☐年以上(由甲方於招標文件載明時間)。

(3) 研究機構、財團法人之研究員或組長並從事橋梁相關研究或工作經驗 2 年；☐年以上(由甲方於招標文件載明時間)。

3. 品質查證人員應有 1 員具備下列資格

(1) 大專以上土木相關科系畢業。

(2) 具有橋梁設計、檢測、補強、監造、施工或從事橋梁研究經驗 1 年；☐年以上(由甲方於招標文件載明時間)。

(3) 受過橋梁檢測相關訓練 6 小時；☐小時以上(由甲方於招標文件載明時間)並領有證書，該證書應為政府機關、技師工會、學術或研究單位所核發。

(4) 未具備以上條件者，應由土木、結構技師或計畫主持人代替。

4. 檢測品質查證範圍

(1) 檢測成果報告。

(2) 安全評估報告。

(3) 橋梁管理系統資料，抽查橋梁☐座數、☐面積、☐長度之 20%；☐____%(由甲方於招標文件載明)。

(4) 現地抽查檢測以橋梁☐座數、☐面積、☐長度之 10%；☐____%(由甲方於招標文件載明其採用方式及比率)為原則。

3.2 交通部所屬機關

1. 高速公路局：轄管正常使用橋梁 2,444 座(110 年 8 月 19 日統計)，由北、中、南三分局共 13 工務段負責管養，該局訂定之橋梁檢測工作說明書(範本)中，與橋檢資料品質有關條文列於項次柒、本工作特殊規定，相關內容摘述如下：

(1) 承包商橋檢人員應符合交通部所訂公路橋梁檢測人員資格與培訓要點資格，辦理橋梁檢測作業前，需取得本局進階訓練課程結業證書。

(2) 本工作期間甲方得依高公局「國道橋梁維護管理作業考核要點」辦

理不定期抽查， 承包商應配合辦理。

- a. 抽查比例以工務段現地查證 10%橋梁座數、養護工程分局稽核 4%橋梁座數及局本部考核 2%橋梁座數為原則。
- b. 抽查內容為承包商人員資格、橋梁基本資料及檢測資料等，如有發現未確實，工務段得依相關罰則規定辦理。

(3) 承包商橋檢人員應符合交通部所訂公路橋梁檢測人員資格與培訓要點資格，辦理橋梁檢測作業前，需取得本局進階訓練課程結業證書。

前述工作說明書(範本)之罰則相關條文如下：

- (1) 檢測成果若經反應(民眾、媒體、機關或工務段)、抽查、查證、查驗、外部稽核、驗收發現未確實(其間無特別原因如外力、地震、颱風等)，工務段得依下列規定處分：【劣化情形之判定以交通部「公路橋梁檢測及補強規範」相關規定為準；1 處為 1 筆評等，即 1 構件之 1 劣化類型為 1 處】。
 - a. 有劣化情形明顯 ($D \geq 3$ 且 $E \geq 2$) 而未能檢測發現，除應立即改善外，另依相關罰則辦理。
 - b. 有每座橋超過 3 處現場不符時，除應立即改善外，該橋及里程前後共 3 座之橋梁需重新檢測，另依相關罰則辦理。
 - c. 有缺失危及行車安全或急迫性 $U \geq 3$ 未立即通知者，除應立即改善外，另依相關罰則辦理；另針對恐影響橋梁結構安全之構件劣化，如主梁結構裂縫、基礎裸露、橋墩結構裂縫、重要構件生銹腐蝕影響有效斷面等劣化類型，評等 $U \geq 3$ 惟檢測未紀錄達 3 處者，該檢測人員辦理之橋梁，承包商應重新檢測，並依相關罰則辦理，另機關得以書面通知承包商自收悉日起 30 日或機關規定之期限內改善；未於限期內改善者，得由機關書面通知終止本契約，並沒收履約及差額保證金，且依政府採購法第 101 條至 103 條規定處理。
- (2) 工務段複檢作業針對遭罰款之檢測人員所檢測之橋梁加強辦理，如於罰款後其他橋梁仍有超過 3 處不符時，該檢測人員該年度辦理之橋梁全數重新檢測；並得由工務段認定為不適任人員，通知承包商更換，並函知本局所屬各機關，該名檢測人員將不得辦理本局轄管橋梁之檢測作業。

另依高速公路局於 110 年 2 月修正發布之「國道橋梁維護管理作業考核要點」，相關內容摘述如下：

- (1) 本要點考核對象為本局各分局暨所屬工務段；考核分為平時考評及年終複評。
 - (2) 考核方式分為資料維護作業、外部考核作業及評分會議；平時考評僅辦理外部考核作業。
 - (3) 考核之評分項目與配分：
 - a. 資料維護作業(佔 20%)：基本資料、檢測資料、維修資料完整性，自辦橋檢人數及參加橋梁維護管理相關訓練或研討會情形。
 - b. 外部考核作業(佔 70%)：查對所抽查橋梁之基本(10%)、定期檢測與特別檢測(25%)及維修資料(15%)；各工務段至少抽 5 座橋梁(平時考評 3 座；年終複評 2 座)，每座橋梁至少抽查 1 座橋台及 2 個橋跨、或 2 座橋台及 1 個橋跨、或 3 個橋跨；並由考核委員針對橋梁各項維管作為及書面資料進行審閱，給予綜合評分(20%)。
 - c. 評分會議(佔 10%)。
2. 公路總局：轄管正常使用橋梁 3,365 座，另有 15 座維修中及 1 座停用橋梁(110 年 8 月 19 日統計)，由一~五區養護工程處共 34 工務段負責管養，該局訂定之委外橋檢履約原則性工作補充條款，與橋檢資料品質有關條文列於項次六，另於項次九明列相關罰則。內容摘述如下：
- (1) 為確保橋檢品質，廠商需有自主檢查表，計畫主持人每月至少抽檢當月定檢橋數 10%(至少一半為跨河橋，每月抽檢數不足 1 座，以 1 座計；橋數採進位法)，除橋檢外業外，應連同橋檢內業及橋檢系統統一併抽查。另河床高程量測部分，計畫主持人亦須於全部量測完竣後，辦理總數量 2%抽檢；抽檢報告隨工作月報表提送。廠商抽檢人員可由計畫主持人及協同主持人抽檢，惟應符合交通部橋檢人員資格規定，將協同主持人資格納入契約。
 - (2) 罰款項目須包含基本資料正確性、DERU 檢測資料正確性、逾期及檢測人員資格等不符規定之罰款。其中有關 DERU 正確性與檢測人員資格之罰款機制如下：
 - a. 劣化情形明顯($D \geq 3$ 且 $E \geq 2$)而未能檢測發現者及 $D \geq 2$ 漏填

「劣化類型」、「維修工法」、「數量」、「單位」、「劣化照片」，除應立即改善外，每處罰款 1,500 元整。

- b. 有缺失危及行車安全或急迫性($U \geq 3$)者而未能檢測發現者，除應立即改善外，每處罰款 3,000 元整。
- c. 每座橋抽測缺失大於全橋跨數 2 倍以上罰款 10,000 元，並重新檢測該橋(不計工期，經甲乙雙方協商完成日期)。
- d. 訂當年度抽測成果正確率依當次檢測費用比例扣款，建議扣款標準及扣款比例參考如下：正確率 98%以上，不扣款；正確率 97%~98%，扣結算檢測費用 0.5%；正確率 96%~97%，扣結算檢測費用 1.5%；正確率 96%以下，扣結算檢測費用 3%。
- e. 每年度契約首座橋梁之橋檢作業應由計畫主持人或協同主持人率該團隊橋檢人員會同本機關人員，並參考本局「公路橋梁目視檢測參考手冊」訂定之判定標準執行橋檢作業，另委外橋檢取消「DERU 加總值 ± 2 」之認定彈性，原則以手冊給予認定標準之彈性為主，以符合與交通部外部稽核標準一致。
- f. 現場橋梁檢測人員名單需經甲方同意且不得冒名頂替，一經查獲，每人每日罰款新台幣 3,000 元。
- g. 廠商檢測人員資格不符扣款，若抽查發現橋檢人員資格不符，該橋罰款 10,000 元並由符合資格之橋檢人員重新檢測該橋。

另依公路總局 108 年 8 月 23 日修訂之「公路總局橋梁督導小組作業要點」，相關內容摘述如下：

- (1) 針對各區養護工程處，每半年辦理 1 次督導考評作業，每次抽檢各工程處 2 座橋梁辦理督導。
- (2) 督導項目分為兩大項目，分別為基本資料及橋梁檢測紀錄 DERU 正確性(佔 40%)、維修工法妥適性及養護作為積極度(佔 60%)。
 - a. 檢核受查橋梁於 TBMS2 登載之基本資料及橋梁檢測紀錄 DERU 正確性，檢測資料以當年度最新一次完整定期檢測紀錄為主，受查橋梁其橋檢紀錄抽檢範圍為 1 處橋台(含引道相關結構)及任 2 跨之上、下部結構(簡稱「1A+2S」)。
 - b. 檢核受查橋梁最近 5 年內之相關維修紀錄，考評其維修工法適當性及確實性，並檢核受查橋梁當年度最新一次橋檢紀錄，針

對劣化類型所填建議維修工法考評其工法適當性。

3.3 縣市政府

本研究針對 109 年度橋梁評鑑獲績優之縣市政府蒐集相關作為綜整摘述如下：

1. 新北市政府：轄管正常使用橋梁 1,054 座，另有 2 座維修中及 3 座停用橋梁，占 22 縣市政府橋梁總數(16,591 座)比例約 6.4% (110 年 8 月 19 日統計)。該府年度橋梁、隧道委託安檢、耐震評估及設計服務契約中，與橋檢資料品質有關條文摘述如下：

- (1) 乙方應委由第三公正單位(橋梁、隧道檢核之專業學術機構或單位)並經甲方核定後，辦理橋梁、隧道品質查證作業。(A、B 區互查)

- (2) 品質查證人員須有 1 員具備下列資格：

- a. 大專以上土木相關科系畢業。
 - b. 具有橋梁設計、檢測、補強、監造、施工或從事橋梁研究經驗 1 年。
 - c. 受過橋梁檢測相關訓練 6 小時並有證書，該證書應為政府機關、技師工會、學術或研究機構所核發。
 - d. 未具備以上三條件者，應由土木、結構技師或計畫主持人代替。

- (3) 檢測品質查證範圍：

- a. 檢測成果報告及相關圖說。
 - b. 橋梁管理系統登錄資料，抽查座數 25%之橋梁，並經甲方同意。
 - c. 現地抽查檢測座數 15%之橋梁，並經甲方同意。

2. 臺中市政府：轄管正常使用橋梁 1,759 座，另有 2 座維修中橋梁，於 22 縣市政府橋梁總數(16,591 座)中占比最高，約為 10.6% (110 年 8 月 19 日統計)。該府年度橋梁普查委託檢測暨先期規劃技術服務契約中，與橋檢資料品質有關條文摘述如下：

- (1) 乙方在履約中，應對履約品質依照契約有關規範，嚴予控制，並辦理自主檢查，並於成果報告中提報自主檢查成果。

- (2) 本案橋梁檢測品質查證作業由甲方或委請第三方進行資料檢核及現

地抽查者，乙方應配合辦理，並依據甲方要求提供書面檢測資料及現地查證之協助與查證意見修正。

- (3) 甲方得針對乙方辦理之檢測成果，進行橋梁品質查證、檢測現場督導等作業，倘經甲方督導或委外查證後查有檢測錯誤情形，單項缺失扣罰懲罰性違約金 1 點(2,000 元)，情節嚴重者單項缺失扣罰懲罰性違約金 2 點。

另依該府 110 年 8 月 16 日發布之「臺中市政府建設局橋梁養護督導小組作業要點」，相關內容摘述如下：

- (1) 臺中市政府建設局應每半年至少辦理一次督導作業，每次抽查養工處各工程隊轄內二座橋梁。
- (2) 本小組督導項目：
- a. 基本資料及橋梁檢測紀錄 DERU 正確性：受查橋梁應於交通部運輸研究所橋梁管理資訊系統登載正確基本資料及橋梁檢測紀錄，檢測紀錄以當年度最近一次完整定期檢測紀錄為主；實地抽檢範圍為一處橋台(含引道相關結構)及任二跨(橋孔)之上、下部結構。
 - b. 維修工法妥適性及養護作為積極度：養工處應提供受查橋梁最近五年內維修契約書圖文件、維修紀錄及相關竣工圖說，供本小組查核其維修工法適當性及確實性；受查橋梁當年度最近一次檢測紀錄中，針對劣化類型所填建議維修工法之適當性；受查橋梁現地缺失有無養護或管制作為。
- (3) 橋梁督導結果評分，年度平均成績達甲等(八十分以上)者，本局得建請相關機關就有功人員予以敘獎；平均成績為乙等(七十分至七十九分)者，本局將視需求加強督導；平均成績為丙等(六十九分以下)或連續兩年督導成績未達七十五分者，本局得建請相關機關辦理懲處。
3. 苗栗縣政府：轄管正常使用橋梁 1,290 座，另有 1 座維修中橋梁，於 22 縣市政府橋梁總數(16,591 座)中排名第 4，占比約 7.8% (110 年 8 月 19 日統計)。該府年度橋梁目視安全檢測評估(含特別檢測及詳細檢測)委託技術服務作業契約中，與橋檢資料品質有關條文摘述如下：
- (1) 本案橋梁檢測品質查證作業由甲方指派相關工程司辦理品質查證作業，內容包括：

- a. 契約成果報告及相關圖說。
 - b. 橋梁管理系統登錄資料，抽查橋梁座數之 10%。
 - c. 現地抽查檢測橋梁座數之 3%。
- (2) 基本資料經甲方抽檢核對每座橋梁錯誤超過 3 個欄位時，每座橋扣款 2,000 元，並重新檢視該橋所有欄位；如經中央單位評鑑(或受指定稽核單位)查核橋梁基本資料，稽核結果每座橋梁錯誤達 6 個未達 9 個欄位，每座橋扣款 1,500 元，錯誤達 9 個欄位(含)以上，每座橋扣款 3,000 元，並重新檢視該橋所有欄位。
- (3) 檢測結果經甲方抽檢發現未確實(期間無外力造成之因素如地震、颱風等)，每座橋超過 3 處與現場不符時，除該座橋扣款 3,000 元外，該橋及鄰近共 3 座之橋梁需重新檢測；如經中央單位評鑑(或受指定稽核單位)查核橋梁檢測資料，稽核結果每座橋梁錯誤達 6 處未達 9 處每座橋扣款 2,000 元，錯誤達 9 處(含)以上，每座橋扣款 4,000 元，並需重新檢測該橋梁。
4. 南投縣政府：轄管正常使用橋梁 1,474 座，另有 3 座維修中橋梁，於 22 縣市政府橋梁總數(16,591 座)中排名第 3，占比約 8.9% (110 年 8 月 19 日統計)。該府年度橋梁目視安全檢測評估及橋梁維修工程設計監造案契約中，與橋檢資料品質有關條文摘述如下：
- (1) 本案橋梁檢測品質查證作業由機關或委請第三公正單位辦理，廠商應配合查證人員提供相關資料及現場作業查證需求。
 - (2) 基本資料經機關抽檢核對有錯誤每座橋扣款 500 元，並重新檢視該橋所有欄位。檢測結果經機關抽檢發現未確實(其間無外力造成之因素如地震、颱風等)，每座橋超過 3 處與現場不符時，除該座橋扣款 5000 元外，該橋及鄰近共 3 座之橋梁需重新檢測。
 - (3) 橋梁目視安全檢測評估驗收以書面檢測報告為主，經成果報告審查後，正式驗收時主驗人員得就書面報告隨機抽取部分橋梁(數量不超過 20 座)進行現場或網路資料查驗。

四、橋檢資料品質管理制度探討比較

本研究所蒐集國內橋梁主管機關高公局、公路總局及橋梁評鑑績優縣市政府之橋管制度及委外檢測契約相關內容綜整如表 4-1。

表 4-1 國內橋梁主管機關橋梁檢測品管制度比較表

機關名稱	轄管橋數	檢測品質查證作業辦理方式	抽查比例	檢核標準	罰則
高公局	2,444	機關自辦	工務段10% 分局4% 局本部2%	D≥3且E≥2未記錄； 每座橋3處缺失不符； U≥3未立即通知	3,000元/處； 10,000元/處； 20,000元/處
公路總局	3,381	機關自辦	工務段10% 工程處4% 局本部20座 【4(座)×5(處)】	D≥3且E≥2未記錄； U≥3未立即通知； 每座橋缺失大於全橋 跨數2倍以上	1,500元/處； 3,000元/處； 10,000元/處
新北市政府	1,059	廠商委辦	15%	—	—
臺中市政府	1,761	機關自辦	20座 【2(座)×5(工程隊)×2(年)】	—	單項缺失扣罰懲 罰性違約金1點， 情節嚴重者單項 缺失扣罰懲罰性 違約金2點
苗栗縣政府	1,291	機關自辦	3%	每座橋超過3處不符 每座橋錯誤達6-9處 每座橋錯誤超過9處	3,000元/橋 2,000元/橋 4,000元/橋
南投縣政府	1,477	機關自辦	≤20座	每座橋超過3處不符	5,000元/橋

經參考美國 FHWA 發佈之「全國橋梁檢測計畫監督指標」中，指標 12(品質檢查)訂定之分層抽樣方法：普級審查(採文件審查)、中級審查(採實地抽查，樣本數量需達到信心水準 80%，誤差±15%)、深度審查(採實地抽查，樣本數量需達到信心水準 90%，誤差±15%)，並將抽樣公式(圖 4.1)套用於前述各國內橋梁主管機關之結果如表 4-2，另針對整體制度與橋檢品質查證制度綜整比較如下：

Sample Size Calculation

$$n = \frac{N \cdot x}{[(N - 1) \cdot E^2 + x]}$$

Common Critical Values (z)		
	LOC	z
n = Sample Size		
N = Population Size		
E = Margin of Error		
$x = (z_{\alpha/100})^2 \cdot r(1-r)$, where	99%	2.575
	95%	1.960
	90%	1.645
z = critical value for confidence level	85%	1.439
r = response factor (assume 0.5)	80%	1.282

圖 4.1 FHWA 抽樣公式

表 4-2 我國與美國橋檢資料抽查樣本數比較

機關 名稱	轄管 橋數	抽查 比例	養護 單位 數量	平均 橋數	FHWA 中級審查-法1 (80%±15%)	FHWA 深度審查-法1 (90%±15%)	備註
高公局	2,444	段10% 分局4% 局2%	13段 3分局 1局	段188座 分局815座 局2,444座	段17座 $\div$ 8.9% 分局18座 $\div$ 2.2% 局18座 $\div$ 0.7%	段26座 $\div$ 13.9% 分局29座 $\div$ 3.6% 局30座 $\div$ 1.2%	◆ 段未達深度。 ◆ 分局達深度。 ◆ 局達深度。
公路 總局	3,381	段10% 處4% 局20座	34段 5處 1局	段99座 處676座 局3,381座	段16座 $\div$ 15.7% 處18座 $\div$ 2.6% 局18座 $\div$ 0.5%	段23座 $\div$ 23.4% 處29座 $\div$ 4.3% 局30座 $\div$ 0.9%	◆ 段未達深度。 ◆ 處未達深度。 ◆ 局未達深度。
新北市 政府	1,059	15%	1局	1,059座	18座 $\div$ 1.7%	64座 $\div$ 6%	局達深度。
臺中市 政府	1,761	20座	1局	1,761座	18座 $\div$ 1%	65座 $\div$ 3.7%	局未達深度。
苗栗縣 政府	1,291	3%	1處	1,291座	18座 $\div$ 1.4%	64座 $\div$ 5%	處未達深度。
南投縣 政府	1,477	$\leq$ 20座	1處	1,477座	18座 $\div$ 1.2%	65座 $\div$ 4.4%	處未達深度。

1. 整體制度部分：

- (1) FHWA 之規定詳盡，共分為 23 面向，舉凡檢測組織、人員資格(PM、TL、載重評估、水下檢查人員)、檢測頻率(低風險、高風險、斷裂關鍵構件、水下構件)、檢查程序、品質檢查、QC、QA、資料庫等，均有規定。
- (2) 國內之橋梁評鑑僅分為檢測及維修 2 大項，檢測係以基本資料完整率、檢測率、人員培訓、QA 等項為主，至於檢測組織、人員資格、QC、特殊構件、載重評估則未規定，其中人員資格係由各機關依契約規定把關，另對於自主提高檢測頻率、辦理河道斷面檢測、訂定獎懲制度及上傳竣工圖資有額外加分。此外，維修及專家學者綜合評分等項是國內特有。
- (3) 綜觀之，儘管細緻程度不同，但架構大致相同，且執行頻率均為每年 1 次，較特別的是 FHWA 將風險概念導入橋梁構件進一步細分(低風險、高風險、斷裂關鍵、水下構件)，並將各類人員資格及載重評估納入考評。
- (4) 另對於結果呈現，國內採總合評分制，並依加總得分給予整體性評

等；FHWA 則係就 23 面向分別進行抽樣及計算合規比例後，依合規比例分成 C(符合規定)、SC(基本合規)、CC(有條件合規)、NC(不合規定)，其作法較為客觀。

- (5) FHWA 之操作方式頗為複雜，但優點為易於掌握各環節執行情形，且其抽查對象除目視檢測紀錄外，尚包含特殊構件及水下構件，另對於檢測人員資格頗為重視，相關作法可供國內橋管機關參考。

2. 品質查證制度部分：

- (1) 抽查樣本數方面，FHWA 以 5 年為循環週期，其中至少 1 年採用深度審查(信心水準 90%搭配抽樣誤差 15%)進行隨機抽樣，其餘年度則採普級或中級審查(信心水準 80%搭配抽樣誤差 15%)，而國內橋管機關大多採用固定座數或固定比例方式抽樣。經初步比較，國內多數橋管機關之抽查樣本數均可達到中級審查，少數機關(高公局、新北市政府)甚至已超過深度審查標準，如表 4-2 所示。
- (2) 結果判定方面，FHWA 橋檢評估值介於 0~9，品質抽查時容許之檢測公差為 ± 1 ；國內橋檢規範之 DERU 評估值介於 1~4 間，其中高公局及公路總局執行品質抽查時要求需符合部頒規範，意即高公局及公路總局並不容許檢測公差，至於縣市政府，則係就 DRU 加總值(3~12)給予 ± 2 之檢測公差。
- (3) 抽查項目方面，國內外均查對橋梁基本資料及檢測資料，此外，為減少爭議，國內外執行品質抽查時，均邀請橋管機關共同參與，且均係針對最近 1 次檢測紀錄進行抽查，倘發現無法確認事項時，則假定原紀錄值為正確，另 FHWA 要求各評估值均需佐證資料，此與我國主要橋管系統(TBMS2)要求各構件無論其評估值為何均需拍照佐證之作法類似。
- (4) 綜上，FHWA 之樣本數具統計學理，由於國內多數機關之抽查樣本數已可達中級審查，因此後續可參採 FHWA 標準進行抽樣；另國內對於縣市政府橋檢資料之檢測公差採 ± 2 ，較 FHWA 來得寬鬆，由於高公局及公路總局均不容許檢測公差，爰縣市政府之檢測公差或可考慮調整為 ± 1 。

五、國內機關(構)訪談

本研究蒐集之國外案例以美國 FHWA 為主，國內案例則以高公局、公路總局及橋梁評鑑績優縣市政府為主，依據前述綜合比較結果，分別針對中央主管機關與養護管理機關等相關單位進行專家訪談，並將訪題與相關結果綜整歸納如后。

5.1 專家訪談

1. 提升各層級(段、處、局)之抽樣比例達到 FHWA 中級審查之可行性？

- (1) 路政司：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) 技監室：
 - a. FHWA 所訂取樣數量具有統計理論基礎，若以中級審查占比檢視，其實與現況抽查比例差異不大，故確實可作為採行方法
 - b. 美國國土廣大，有內陸州也有沿海州，有冰天雪地州，也有四季如夏州，各州氣候、地質、地層條件不一，相較於海島台灣位處颱風豪雨生成帶，又位在地殼板塊交界處，地震頻仍，因此若需採用具統計理論之方式執行橋檢品質查證，建議可參酌上述 FHWA 所訂比例酌予調整，例如中級樣本數量需達到信心水準 85%、誤差 $\pm 15\%$ ，以符國內實際狀況(即本土化抽樣比例)。
 - c. 另外，目前公路總局及高公局所訂之抽查比例，是否亦有相關研究基礎，抑或合理的訂定程序，建議研究團隊可先瞭解。至於縣市政府則基於地方自治理念，尊重各地方自訂抽查機制。
- (3) 高公局：本局抽檢比例(段 10%、分局 4%、局 2%)均達中級審查標準，執行上尚無困難。
- (4) 公路總局：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。
- (5) 中華顧問：以抽樣確認作業品質是世界廣為使用的方式，但抽樣審查需對等人力及時間，各機關是否能執行亦有疑慮；另以座為抽查單位可能無法反應實際狀況，建議不宜以抽樣比例做為提升品質之優先考量。而橋檢廠商以外單位(局、處、段)之抽查數量應合併計算。

2.調整檢測公差(由加總值 ± 2 調整為 ± 1)之可行性？

- (1) 路政司：目前大部分單位作法 ± 2 似仍可行，檢測確實度例如檢測漏登記、照片不易判讀、快速紀錄等較為目前督導重點，判斷值因僅 4 級，落差不大。
- (2) 技監室：原則認同。
- (3) 高公局：對於檢測結果並未容許檢測公差，未符合部頒規範者均視為缺失，因此檢測公差由加總值 ± 2 調整為 ± 1 ，對高公局屬可行。
- (4) 公路總局：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。
- (5) 中華顧問：美國橋檢評估有 9 級，台灣是 4 級，尺度較大，建議加總值仍宜維持 ± 2 ，另可新增 U 值檢核為 ± 1 。

3.差異化抽樣(每 5 年進行 1 次深度審查、錯誤率高者下次採深度)之可行性？

- (1) 路政司：實務執行上，還是要考量各機關量能，於短時間內抽查增加約 4 倍，人力恐不容易配合辦理，造成加深審查流於形式。建議針對錯誤率高者，對於機關可搭配橋梁評鑑時加強外部稽核或酌予扣分，對於廠商部分則可公布廠商名稱。
- (2) 技監室：原則認同 FHWA 層次性審查概念(中級、深度審查)，也適合我國行政機關於資源配置之考量。
- (3) 高公局：雖未採差異化抽樣，但已將橋檢資料正確情形納入年度評分，錯誤率較高或缺失情節重大之橋管單位逕扣處重分，評分結果名列前茅單位之考甲比例大幅增加，列末者大幅減少。由於目前僅工務段之抽樣比例未達深度，如以差異化抽樣採每 5 年進行 1 次深度審查或錯誤率高者下次採深度審查，應具可行性。
- (4) 公路總局：應先行釐清應 FHWA 所使用之公式適用橋梁數量範圍，以利進一步探討適當性。另依歷年交通部督導考核成果，交通部所屬機關檢測成果皆達一定水準，應無必要再進行深度審查。
- (5) 中華顧問：臺灣橋檢頻率原則為兩年一次，建議可以四年或六年進行例行深度審查，而錯誤率高者則隔年進行深度審查。

4.擴大考評項目(例如人員資格、檢測軌跡)之可行性？

- (1) 路政司：檢測人員資格及檢測軌跡，本就是契約執行內容，稽核過程本就可以針對相關內容進行審查，尚無疑慮。惟公路總局似表示技術上 GPS 定位恐有接收不良等問題，可逐步配合技術發展，配合進行相關抽查作業；不過抽查作業方式，也可以思考律定標準化模式(例如軌跡如何算符合標準)，抽查至少包含之項目及作法等，可更統一抽查之品質。
 - (2) 技監室：原則認同應納入，惟建議應先建立相關制度做為依循，例如檢測軌跡所需時間標準值/誤差值、人員資格條件/證書有效性等，避免後續考評產生過多疑義。
 - (3) 高公局：目前橋管系統已建立檢測人員及軌跡資料，橋梁考評雖未成文明定橋檢人員資格及檢測軌跡，惟實際考評時均已將人員資格及檢測軌跡列為考評重點。
 - (4) 公路總局：公路總局對所屬工程處之督導考核(QA)皆已納入檢測人員資格及頭像確認，惟僅針對抽查之橋梁進行檢核，建議後續應以橋梁管理系統能自動檢核較有效率；檢測軌跡因涉及平板何時開啟、收訊良莠、平板 WIFI 版定位偏移與多機同時檢測等問題，恐難以確實認定檢測軌跡正確性，建議先行解決相關軌跡無法正確之影響因素，再行考量以系統自動化處理較為妥適，提升檢核效率。
 - (5) 中華顧問：檢測員及團隊與檢測品質直接相關，建議應納入考評；軌跡可分析其是否有至現地完整檢測橋梁，並可計算工率及檢測時間是否合理，建議運用橋管系統自動檢核。
- 5.不採總分制，逕就以下主要項目呈現量化結果及合規情形之可行性？(1) 檢測人員合格率、(2)基本資料完整率、(3)檢測軌跡合宜率、(4)橋梁檢測率、(5)橋梁維修率。
- (1) 路政司：各項評分指標皆可行，惟過多種類型分數，在說明上不容易呈現，也不容易說明整體概況，建議仍可朝彙整為總分方式表達。
 - (2) 技監室：原則均認同。
 - (3) 高公局：關於呈現量化結果，本局對於橋梁基本資料完整率、檢測率、維修率均已量化呈現，檢測人員合格率及檢測軌跡合宜率雖未予量化，惟應具可行性。關於合規情形，由於合規比例不易律定，爰不符規定者本局於考評時均逕予扣分。
 - (4) 公路總局：按目前橋梁管理系統已可計算基本資料完整率、檢測率

及維修率，故在執行上較無問題，惟檢測人員合格率與檢測軌跡合宜率仍存在相關變因(詳訪題四)及無法由系統自動判讀，建議後續如能確實以系統自動判別正確性方能全面執行。另院頒橋管要點規定，各管理機關必須自建橋梁管理系統，未來各機關之系統是否仍維持檢測人員頭像、檢測軌跡及基本資料欄位是否相同，仍需由中央主管機關定義清楚方能執行。

- (5) 中華顧問：項次 1~4 可行，項次 5 需與應維修構件有正確對應，如此量化數值方有意義。

6..針對特殊性橋梁進行額外考核之可行性？

- (1) 路政司：各機關特殊橋梁形式及數量不同，額外考評較為混亂不一，建議可融入抽查比例或考量增加附帶條件方式，例如抽查橋梁中每年至少 1 座、每 10 年含全數特殊橋等條件。
- (2) 技監室：特殊性橋梁因其力學行為有別於一般橋梁，在檢測、考評上理應更加重視，故原則同意列為額外考核項目。
- (3) 高公局：本局各特殊性橋均已依部頒規範訂定維管計畫並據以執行，賡續就該類橋梁進行額外考核確具其必要性，惟因各特殊性橋梁間之差異頗大，因此如何異中求同進行有效考核，為值得商確之課題，另因目前部頒公路橋檢規範著重於一般性橋梁之檢測及補強，對於特殊性橋梁僅作一般性規定，並授權公路養護管理機關訂定維管計畫，並依所訂計畫辦理，爰考核標準及範疇界定(如詳細檢測)尚待釐清。
- (4) 公路總局：按部頒公路橋檢規範，特殊性橋梁結構物劣化程度之評等，需再針對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檢測，諸多構件屬於箱梁內部或須辦理非破壞檢測方能得知，故於現場考核不易辦理。
- (5) 中華顧問：建議可對重要構件之檢測結果或是否設置監測儀器進行考核。

7.其他策進建議？

- (1) 路政司：外界質疑品質查證由廠商自覓第三方單位辦理方式之公正性，建議未來可適時探討品質查證第三方公正單位樣態。

- (2) 高公局：檢測人員頭像及顯不合理照片之比對應可採用 AI 比對，如何有效考核特殊性橋梁亦為值得探究課題，以上建議可納入後續研究
- (3) 中華顧問：建議可以檢測人員總數乘以作業時間，得出每橋檢測時間，在累積幾年後，得出合理檢測時間，做為查核指標。另歷次檢測值的變化情形，亦可做為檢核指標。

5.2 訪談結果分析

1. 有關提升抽樣比例部分：採 FHWA 抽樣作法檢視各橋管機關抽樣比例，在局層級方面，抽樣數均能符合中級強度，在處或分局層級方面，高公局達深度審查，公路總局達中級審查，縣市政府則無該層級；提升各層級抽樣比例達中級之構想，逾半數受訪者支持，由於 FHWA 中級審查具統計理論基礎，且絕大多數機關抽樣數已可符合中級審查，因此將於適當時機建議 2 局可參考 FHWA 作法辦理，並建議公路總局可透過橋梁評鑑要求相關縣市政府依該作法辦理。
2. 有關調整檢測公差部分：縣市政府橋檢資料 DRU 之加總值介於 3~12，其檢測公差採 ± 2 ，較 FHWA(加總值 0~9，公差 ± 1)及高公局與公路總局(± 0)來得寬鬆，惟經訪談，僅少數受訪者支持將檢測公差由 ± 2 調整為 ± 1 ，多數受訪者認為應維持現況作法；由於 DERU 之 U 值涉及維修時效，其重要性高於 D 及 R 值，因此雙檢測公差(加總值維持目前 ± 2 ，但 U 值需 ± 1)，亦為未來可循序考量之方向，考量國內除對縣市政府採用 ± 2 外其餘均採 ± 0 ，為持續增進橋檢品質，將適時建議公路總局可考慮對縣市政府採雙檢測公差或逐步朝向 ± 1 邁進。
3. 有關差異化抽樣部分：僅少數受訪者支持每 5 年進行 1 次深度審查之構想，多數受訪者對錯誤率高者下次採深度審查之構想表示認同，後續可適時建議 2 局評估對於錯誤率較高者增加抽查數量，並建議公路總局可逐步將該作法納入縣市橋梁評鑑。
4. 有關擴大考評項目部分：檢測軌跡納入考評項目之構想，多數受訪者雖支持，惟對於如何執行多有疑慮；另檢測人員資格納入考評之構想，多數受訪者支持，後續將適時建議 2 局可參考 FHWA 作法納入既有考評制度，並建議公路總局可逐步將該作法納入縣市橋梁評鑑。
5. 有關分項考評部分：僅少數受訪者支持不採總分制及就各項目呈現合規

情形之構想，多數仍存有疑慮；至量化呈現檢測人員合格率之構想，多數受訪者支持，將適時建議 2 局可參考 FHWA 作法納入既有考評制度，並建議公路總局可逐步將該作法納入縣市橋梁評鑑。

6. 有關特殊性橋梁額外考核部分：所有受訪者均認同就特殊性橋梁進行額外考核之構想，惟因特殊性橋梁間之差異較大，因此後續究應如何考核，大多數受訪者認為需再釐清。
7. 有關其他策進建議部分：針對橋梁管理系統之建議包括檢測人員頭像之 AI 比對、顯不合理照片(照片完全相同)之比對及檢測時間查核；另有關特殊性橋梁考核方式及品質查證第三方公正性則為後續可進一步進行研究之課題。

六、結論與建議

定期檢測是橋梁安全維護管理之首要，如何確保橋檢資料品質成為值得探究課題，基此，本計畫特借鑑美國 FHWA 之做法，嘗試蒐集其制度資料並與我國重要橋管機關執行現況進行比較與探討，復訪談國內橋管機關(構)並彙析後續可持續增進事項，俾做為策進相關制度之參考。

6.1 結論

1. 我國及 FHWA 均透過評鑑制度來督促相關機關落實橋梁安全維護，儘管評鑑項目及細緻程度有差異，但架構大致相同，執行頻率均為每年 1 次，且均就橋梁資料(基本資料、檢測紀錄)辦理實地抽查；FHWA 較特別的部分是導入風險概念，將橋梁構件細分成低風險、高風險、斷裂關鍵、水下構件等 4 類分別考評，並將各類人員資格、載重評估及橋檢組織納入評核。另維修及專家學者綜合評分等項，則是我國特有之項目，此差別應與政府組織架構不同有關。
2. 本研究針對我國與美國 FHWA 兩制度進行綜合比較後，歸納如下：
 - (1) 在結果呈現方面，我國採總合評分制，並依總得分給予整體性評等，而 FHWA 則係就各面向分別進行抽樣及計算合規比例後，分別給予評等。
 - (2) 在抽查樣本數方面，FHWA 係以 5 年為循環週期，其中至少 1 年採用深度審查進行隨機抽樣，而國內橋管機關大多採用固定座數或固定比例方式抽樣，且多數橋管機關之抽查樣本數均可達到中級審

查，少數機關之抽樣數甚至已達深度審查。

- (3) 結果判定方面，FHWA 橋檢評估值介於 0~9，品質抽查時容許之檢測公差為 ± 1 ；國內橋檢規範各 DERU 之評估值介於 1~4 間，其中高公局及公路總局均不採檢測公差，至於縣市政府則係就 DRU 加總值(3~12)給予 ± 2 之檢測公差，相形之下，縣市政府之標準較為寬鬆。
- (4) 在抽查項目方面，我國及 FHWA 均查對橋梁基本資料及檢測資料，且均邀請橋管機關共同參與執行品質查證作業，另 FHWA 要求各評估值均需佐證資料，與我國主要橋管系統要求各構件無論其評估值為何均需拍照佐證之作法類似。

3. 另針對本研究所擬訪題之專家訪談結果摘整如下：

- (1) 關於提升各層級抽樣比例達 $80\pm 15\%$ 方面，逾半數受訪者支持。
- (2) 關於調整檢測公差由加總值 ± 2 調整為 ± 1 方面，僅少數受訪者支持。
- (3) 關於差異化抽樣(每 5 年進行 1 次深度審查、錯誤率高者下次採深度審查)方面，每 5 年 1 次深度審查僅少數受訪者支持，但對錯誤率高者下次採深度審查之構想多表認同。
- (4) 關於擴大考評項目(例如人員資格、檢測軌跡)方面，多數受訪者支持，惟對於如何納入檢測軌跡尚有疑慮。
- (5) 關於不採總分制並逕就各項目呈現合規情形方面，僅少數受訪者支持。
- (6) 關於特殊性橋梁額外考核方面，受訪者均認同，惟因特殊性橋梁間之差異較大，因此究應如何考核，多數受訪者認為可再釐清。

6.2 建議

1. 關於提升各層級抽樣比例達 $80\pm 15\%$ 方面，逾半數受訪者支持，由於 FHWA 中級審查具統計理論基礎，且絕大多數機關抽樣數已可符合中級審查，因此後續可於適當時機建議高公局與公路總局可參考 FHWA 作法辦理，並建議公路總局可透過橋梁評鑑要求相關縣市政府依該作法辦理。
2. 關於調整檢測公差由加總值 ± 2 調整為 ± 1 ，縣市政府橋檢資料 DRU 之加總值介於 3~12，其檢測公差採 ± 2 ，較 FHWA(加總值 0~9，公差 ± 1)及高

公局與公路總局(± 0)來得寬鬆，鑑於 DERU 之 U 值涉維修時效，其重要性高於 D 及 R 值，因此雙檢測公差(加總值維持目前 ± 2 ，但 U 值需 ± 1)，亦為未來可循序考量之方向，考量國內除對縣市政府採用 ± 2 外其餘均採 ± 0 ，為持續增進橋檢品質，建議公路總局可考慮適時對縣市政府採雙檢測公差或逐步朝向 ± 1 邁進。

3. 關於差異化抽樣方面，考量多數受訪者支持針對錯誤率高者於下次採較高抽樣比例，因此後續建議高公局與公路總局適時針對錯誤率較高者增加抽查數量，並建議公路總局可逐步將該作法納入縣市橋梁評鑑。
4. 關於檢測人員資格納入考評之構想，由於多數受訪者支持，因此建議高公局與公路總局可參考 FHWA 做法適時納入既有考評制度，並建議公路總局可逐步將該作法納入縣市橋梁評鑑。
5. 有關檢測人員頭像之 AI 比對、顯不合理照片(照片完全相同)之比對、檢測軌跡與檢測時間合理性運用橋管系統自動檢核、特殊性橋梁考核方式及品質查證第三方公正性等，則建議納入後續研究或持續精進事項。

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. Bridge Inspector's Reference Manual，FHWA，2012/12。
9. Bridge Safety Inspection Quality Assurance Manual，Pennsylvania Department of Transportation，2020/11。
10. Metrics for the Oversight of the National Bridge Inspection Program，FHWA，2017/05。
11. National Bridge Inspection Standards (NBIS)，FHWA，2009。
12. Review of Proposed Changes to the National Bridge Inspection Standards (NBIS)，FHWA，2020/1/13。
13. Federal Highway Administration，<https://highways.dot.gov>。
14. National Bridge Inspection Standards (NBIS) Metrics，<https://www.nationalbridgeinventory.org/standard-reports>。
15. National Bridge Inventory，<https://www.fhwa.dot.gov/bridge/nbi.cfm>。
16. National Highway Institute，<https://www.nhi.fhwa.dot.gov>。
17. The American Road & Transportation Builders Association，<https://www.artba.org>。