



公共工程實驗室 數據數位化交換 以 淡江大橋工程 為例

呂斌豪*／中興工程顧問股份有限公司工程管理部 技術經理
林芳輝／中興工程顧問股份有限公司工程管理部 資深協理
郭瑋明／中興工程顧問股份有限公司研發及資訊部 組長
陳廣揮／中興工程顧問股份有限公司研發及資訊部 工程師
曾枸諺／SGS台灣檢驗科技股份有限公司材料暨工程實驗室 經理
郭燕菁／SGS台灣檢驗科技股份有限公司材料暨工程實驗室 主任

面對數位及永續雙軸轉型的國際趨勢，公共工程實驗室數據無紙化數位交換之推動，已成為提升工程品質管理效能與精確度的當務之急。本文係以「淡江大橋及其連絡道路新建工程（第三標）工程」為試辦案例，係著重於透過數位手段，加快數據處理速度，提升決策效率，並透過建立共通的數據格式交換標準，確保各系統間能夠順利互通無礙，增進工程管理的透明度。此外，未來配合數位簽章等科技的應用，可強化數據交換的安全性與法律效力。

在推動數據交換的目標下，引進「數據交換架構」（Data Exchange Architecture, DEA）的概念，藉由標準化的數據交換介面和協定來實現不同系統之間的數據共享和交換。相較於傳統將各單位強制至由特定管理機構所架設之集中式的資訊平台，各單位根據自身的業務特點和管理需求，開發和維護適合自己的資訊系統，DEA 更適合提倡。

在全球面臨氣候變遷的嚴峻挑戰下，我國政府已將 2050 淨零排放目標法制化，凸顯了公共工程在追求品質與高效的同時，亦需承擔起永續發展的責任。因此，公共工程實驗室數據數位無紙化交換之推動，不僅代表著技術層面的革新，更象徵著策略層面向永續轉型的積極邁進。期許透過本計畫的成功推行，不僅能促進台灣公共工程管理體系的進步，同時亦能在提升管理效能與品質的過程中，實踐環境永續的長遠願景。

關鍵字：公共工程、實驗室、數據交換、數據交換架構、數位轉型、永續發展

背景與緣由

公共工程三級品管制度

台灣的公共工程品質管理採取三級品管制度，這是一個全面性的品質保證體系，旨在確保公共工程符合預期的品質標準。包含施工廠商之「施工品質管制」、工程主辦機關及監造單位之「施工品質保證」、工程會及工程主管機關之「施工品質查核」等三層次

品質管理制度，此三級品管制度的目的是透過層層把關，形成一個綜合的品質保障網，從而提升公共工程的整體品質，並確保工程的安全、功能和壽命達到設計要求。此制度不僅強調每個參與者的責任，也促進了品質管理知識和技術的交流與應用。

實驗室制度與 TAF 認證

行政院公共工程委員會（以下簡稱：工程會）自 1996 年 12 月 13 日公布實施「公共工程施工品質管理作業要點」後，於 1999 年 10 月 4 日修正有關材料檢驗

* 通訊作者，ahow@mail.sinotech.com.tw

部分相關內容，規定優先指定適當檢驗項目，由中華民國實驗室認證體系（CNLA）認可之實驗室辦理，並由認可實驗室出具認可標誌之檢驗報告；2002 年則對於檢測之對象物較明確訂定為鋼筋、混凝土瀝青混凝土及其他適當檢驗項目。2003 年經濟部將經濟部標準檢驗局中華民國實驗室認證體系（CNLA）及經濟部中華民國認證委員會（CNAB）兩者業務合併，並於 9 月 17 日成立財團法人全國認證基金會（以下簡稱：TAF）。

工程會之管理要點檢列如表 1 所示，相關共計 17 項試驗項目，工程會明訂為試驗大宗項目。相應於工程會 17 項試驗項目，TAF 發布「公共工程材料實驗室認證服務計畫」要求實驗室配合之重點項目。

工程會遂於「公共工程施工品質管理作業要點」第十二點規定，並依據下述辦理：

1. 2005 年 11 月 10 日增加工程管字第 09400415500 號函補充規定所公告試驗項目「混凝土圓柱試體抗壓強度試驗」、「混凝土鑽心試體抗壓強度試驗」、「瀝青鋪面混合料壓實試體之厚度或高度試驗」、「瀝青混凝土之粒料篩分析試驗」、「熱拌瀝青混合料之瀝青含量試驗」、「瀝青混合料壓實試體之比重及密度試驗」、「鋼筋混凝土用鋼筋試驗」等 7 項；
2. 2009 年 10 月 29 日工程管字第 09800480600 號函擴大採用材料試驗認證項目「水硬性水泥壩料抗壓強度試驗」、「水泥混凝土粗細粒料篩分析」、「水泥混凝土粗細粒料比重及吸水率試驗」、「土壤夯實試驗」、「土壤工地密度試驗」、「可控制低強度回填材料（CLSM）抗壓強度試驗」、「瀝青混凝土壓實度試驗」、「鋼筋續接器試驗」、「高壓混凝土磚試驗」、「普通磚試驗」等 10 項。

工程會於「公共工程施工品質管理作業要點」，明訂公共工程材料試驗，應由符合標準法之認證組織所認可之實驗室執行試驗，此規定可對國內公共工程品質具有提昇之作用。而在公共工程品質管理中，目前由 TAF 認證的實驗室所出具的測試報告即被廣泛認可，相關測試結果並作為評判工程材料合格與否之重要評估依據。

公共工程推動 PMIS 制度的進展

政府亦為因應雲端、大數據、超寬頻、物聯網暨數位網路的時代來臨，乃以「數位國家、智慧島嶼」為總政策綱領，擘劃「數位國家 創新經濟發展方案（2017～2025 年）」以期帶動臺灣產業轉型加值應用。

工程會即基於強化各項公共工程之履約管制及提升施工品質，從工程三級品管所需進行的品質管制品質查證、及施工查核之系統架構推動公共工程工地管理資訊化管理作業。自 2017 年即推動公共工程履約文件電子化，啟動電子化開端，於 2019 年遵行電子化乃至 2021 年 2 月倡導將「營建自動化」納入技術服務案評選項目，致力進行公共工程品管制度數位化轉型^[1]。

公共工程監造管理於工程履約執行過程中導入專案管理資訊系統（Project Management Information System, PMIS）之方式，協助監造管理人員即時掌握專案基本資訊與執行脈絡，提高專案資訊溝通、傳遞、評估及紀錄留存應用。除了進行文檔雲端儲存管理等基本功能外，並透過擷取各監造（專管）計畫執行情況數據，如工程進度、估驗進度及服務契約執行進度等，統合管理介面，並以進入系統之權限管理架構提供不同管理階層或利害關係人掌握所屬相關計畫訊息。而如何將數位化資訊納入 PMIS 系統平台，強化數

表 1 工程會之管理要點變動彙整表^[2]

年度	內容
88	廠商品質計畫之內容應包括材料及施工檢驗程序，而監造計畫之內容應包括材料設備抽驗程序及標準，機關得優先指定適當檢驗項目，由中華民國試驗室認證體系認可之實驗室辦理，並由該實驗室出具認可標誌之檢驗報告。
91	材料及施工檢驗程序，應就鋼筋、混凝土、瀝青混凝土及其他適當檢驗項目，明訂由廠商會同監造單位取樣，並由政府機關、大專院校設置之實驗室辦理或由中華民國實驗室認證體系認可之實驗室辦理，並由該實驗室出具認可標誌之檢驗報告。
93	（一）鋼筋、混凝土、瀝青混凝土及其他適當檢驗或抽驗項目，應由符合 CNS 17025（ISO/IEC 17025）規定之實驗室辦理，並出具檢驗或抽驗報告。 （二）前款檢驗或抽驗報告，應印有依標準法授權之實驗室認證機構之認可標誌。自辦監造者，應比照前項規定辦理。第一項之檢驗或抽驗報告，其由行政機關、公立學校或公營事業所屬實驗室出具者，自九十五年度起，應印有依標準法授權之實驗室認證機構之認可標誌。
96	同 93 年內容，無更動。
101	（一）鋼筋、混凝土、瀝青混凝土及其他適當檢驗或抽驗項目，應由符合 CNS 17025（ISO/IEC 17025）規定之實驗室辦理，並出具檢驗或抽驗報告。 （二）前款檢驗或抽驗報告，應印有依標準法授權之實驗室認證機構之認可標誌。自辦監造者，應比照前項規定辦理。

位資訊交流，係後續發展數位化的工程管理的關鍵。

配合公共工程三級品管的架構中，主辦機關或監造單位應建立「施工品質查證」管理系統。以 PDCA（Plan、Do、Check、Act）循環作為思維核心，建構持續優化之監造管理邏輯，並以數位模式與以落實。監造作業品管圈融入 PMIS 系統之概念，如圖 1 所示^[3]。

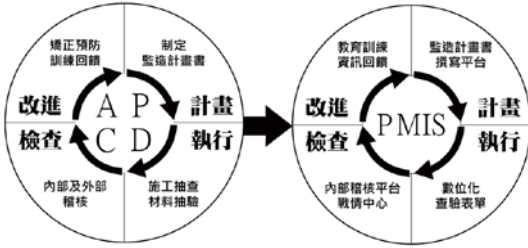


圖 1 監造管理 PDCA 循環圖

實驗室數據數位化交換

數據交換的意義與目的

公共工程監造作業的數位化是應對科技快速發展和社會需求變化的必然趨勢。隨著「數位國家、創新經濟發展方案」的推動，政府已制定一系列數位轉型相關配套措施，旨在透過數位化手段提升公共工程的管理效率和品質。

透過數位化的數據交換，能夠大幅度提升數據處理的速度和準確性，減少人為錯誤，使得工程進度和品質檢測結果更加透明，利於公眾監督和信任建立。

本文基於數位化發展的趨勢，提出「數據交換架構」（Data Exchange Architecture, DEA）的概念，相較於傳統將各單位強制至由特定管理機構所架設的集中式資訊管理的大平台架構，更加強調政府和產業間多元發展和互操作性。在 DEA 的架構下，各單位根據自身的專業特點和管理需求，開發和維護適合自己的資訊系統。為了實現不同系統之間的數據共享和交換，則應提供了標準化的數據交換的具體作法，包含了數據內容欄位定義的統一制定及檔案的交換格式。

資訊的數位化加上即時、準確的彙整分析，可以幫助決策者快速做出基於數據的決定，其關鍵就在於需求端資料的整合應透過標準化的數據格式，使得不同的系統和組織間可以更容易地分享和利用資訊，促進跨單位合作。

DEA 觀念的提出能於數據交換環節上實現無縫對接，這不僅有助於帶動產業整體對於數位化發展的重視，也為未來數位應用創新的實踐奠定了基礎。

推動實驗室數據交換的流程

實驗室數據的數位化交換對於提升公共工程品質管理的效率與準確性至關重要。標準化的數據格式能夠確保不同單位間的數據兼容，加速資訊的共享與處理，並減少因格式不一致而導致的溝通與轉換上的障礙。

其標準化格式的擬定係須過需求調查，以了解不同使用者對數據格式的需求，包括實驗室、監造單位、設計單位等。考慮到操作通用性，應參考通用標準進行格式的擬定，以確保數據能夠在更廣泛的範圍內被接受和使用，以制定具體的技術規範，包括數據結構、編碼方式、交換協議。並於實際工程案例中進行試辦應用，根據試辦結果進行作業流程及標準制定的調整和優化。其作業流程圖如圖 2 所示。

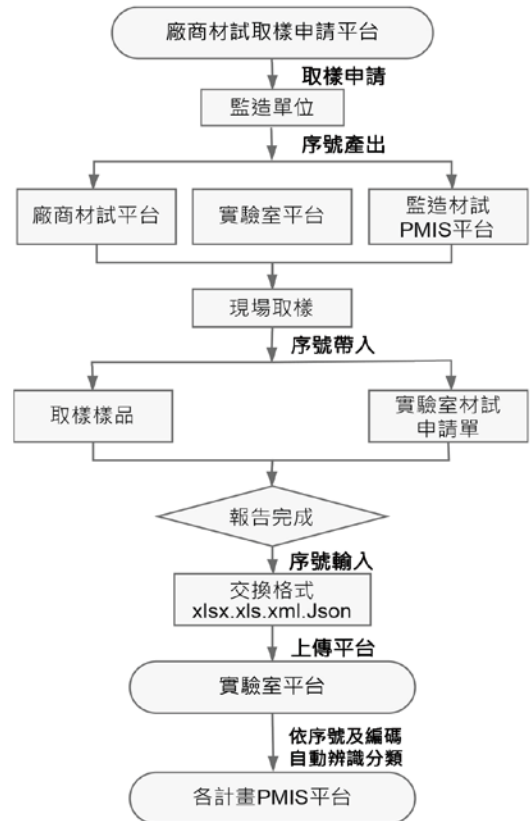


圖 2 實驗室數據交換流程圖

實驗室數據交換原則與循序策略

考量台灣地區實驗室及各單位之數位發展程度不一，故擬定以下方式以進行階段性之發展原則。

1. 數據交換資料格式應採開放格式提供服務應用程式介面（API 或 WebService）方式以利各界查詢與取用，以達成機器對機器識別讀取（M2M）及利用為原則目標。

2. 對於具備交換能力之試驗室，擬定需求資訊標準交換格式，其制定格式標準採用原則如上，初步擬定以 XML 及 JSON 格式作為交換檔案格式。
3. 對於尚不具備數位交換能力之試驗室，可採 MS EXCEL 檔案格式 (*.XLSX) 進行中小型試驗室數據交換之格式，藉由 PMIS 系統平台轉寫檔案內容納入平台資料庫。
4. 對於交換的資訊內容，則依據該項試驗之規範要求及產出成果，訂定內容的格式標準以利數據流通。應由實驗室完成相關試驗所填具的材料試驗數據為基礎，並補充必要的管理資訊，並可再藉由表單編碼原則之擬定，以作為後續資料統計的參考依據。

案例應用及效益說明

公共工程實驗室數據交換案例

淡江大橋工程（以下簡稱：本工程）由於施工技術困難高，為提升工程之施工品質與施工安全，兼顧現場監造執行作業實務需求，故整合性導入施工數位化監造管理策略，規劃數位資訊數據多元運用。

由於本工程之監造單位，中興工程顧問股份有限公司（以下簡稱：中興公司），全面導入 PMIS 系統，可整合監造管理之 PDCA 作業內容，設置各類作業平台，相關資訊數據串聯整合，有關系統之登入畫面及系統內對應之功能模組項目，詳如圖 3 所示。



圖 3 淡江大橋工程 PMIS 系統平台登入介面

本工程之 PMIS 系統平台介接「無紙化數位查驗系統」大數據資料庫，並依照工程會「監造計畫製作綱要」的格式快速匯入、自動化產出監造計畫，發揮資訊多元利用價值，提升計畫書撰寫效率及準確性。

在 DEA 的架構概念下，PMIS 系統平台可以與實驗室的檢測資訊進行數據交換，實現從檢測申請、取樣、報告上傳到最終評估的數位化管理。這不僅提高了工作效率，減少了人工錯誤，也為後續的大數據分析應用創造了條件。

PMIS 系統平台的材料實驗申請分項平台上，施工單位需提出材料實驗申請。申請提交後，會自動生成一組專屬的序號，同時更新至監造單位、廠商介面及實驗室平台。獲批准進行實驗後，監造與廠商工程師須攜同序號至現場提取樣品，並記錄於取樣及實驗申請單上，以便後續追蹤管理。平台頁面如圖 4 所示。

實驗結束後，實驗室按序號提交報告檔案上傳至平台，系統可自動匹配序號相關文件，並整合至 PMIS 中，確保資料準確性與可溯性有關數據交換成果案例，如圖 5 所示。監造單位可及時判定材料試驗結果，並可進行材料試驗數據進行分析，材料試驗分析案例，如圖 6 所示。

系統介接資安的考量

SGS 集團成立於 1878 年，於全球皆有測試、驗證、檢驗服務。1952 年在台灣設立瑞（瑞士）商遠東公證股份有限公司，於 1991 年 5 月成立台灣檢驗科技股份有限公司，擴大提供專業測試及技術相關服務。

本工程之實驗室數據交換試行作業即係由中興公司與 SGS 台灣檢驗科技股份有限公司材料暨工程實驗室（以下簡稱：SGS）共同合作辦理。



圖 4 PMIS 實驗室材料試驗平台介面



圖 5 PMIS 實驗室材料試驗平台數據交換成果

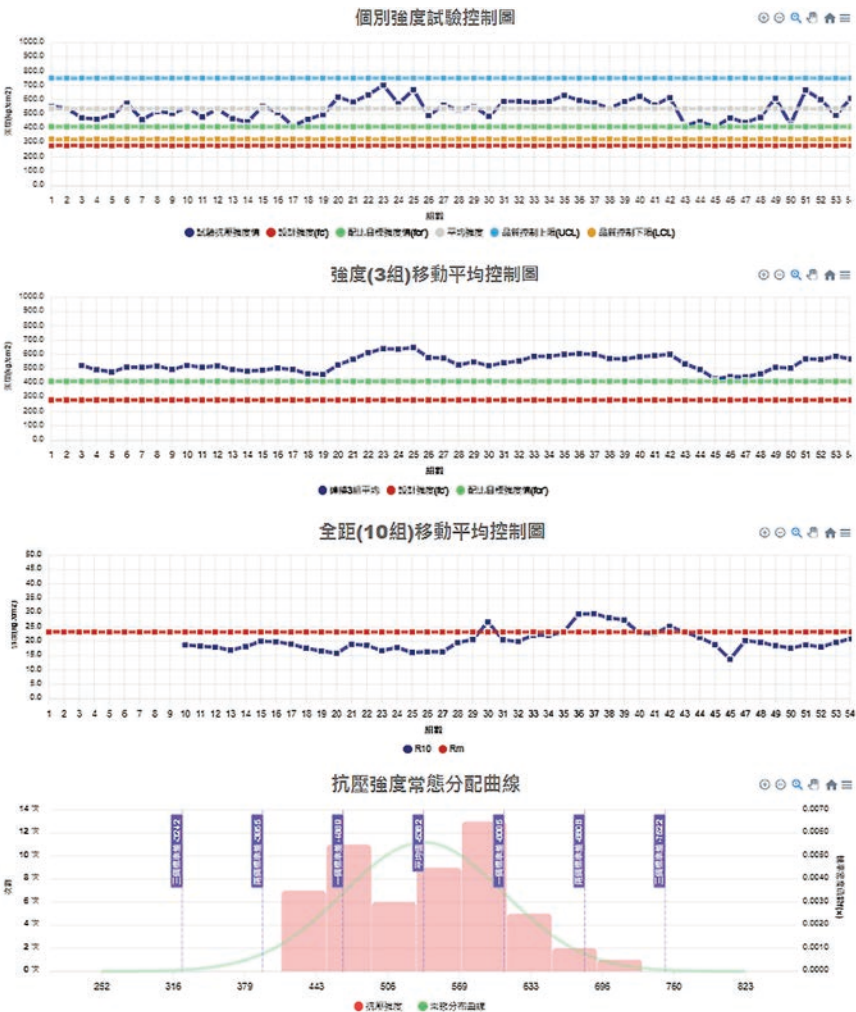


圖 6 實驗室數據交換後繪製品質管制圖表

中興公司與 SGS 辦理相關資訊交換時,亦特別強調在雙方皆須以提供更全面、有效的資訊安全環境前提下進行,相關安全機制包括強化身分驗證及授權、使用 SSL/TLS 協定來加密資訊傳輸,系統的隔離和監控、以及對資料本身的安全性進行確認等管理方式,以降低系統介接時的資安風險,亦確保雙方資訊系統的防護與保障。

案例成效及效益評估

透過深入分析本工程執行流程,可以得出以下幾點關於案例應用及效益的評估結果:

- 避免重工及資訊誤植

以往材料/設備檢試驗項目,對於工程品質掌控環節中,扮演重要關鍵任務,因此工程會制定標準作業流程及規範,透過委託具 TAF 認證之第三方機構辦理驗證合格與否之工作,惟紙本寄送或傳遞過程中,除耗時外尚有遺失風險,更有數據資料庫建置多次重工之累,透過資料標準交換格式傳遞,可加強資料正確性,同時有利於大數據資料累積,更可減省相關的人力成本。

- 增強工程管理效率

透過系統間的數據交換與共享,相關執行單位能夠即時獲取工程進展資訊,大大提升了協同效率和決策的及時性。尤其在 DEA 的架構下,各系統可以根據自身需求靈活組織數據,避免了單一中心平台的限制,使得數據的流動和應用更加順暢高效。

- 增強工程資訊透明度

增強了計畫各方之間的透明度和溝通效率。通過共享平台,參

與工程相關單位（包括施工單位、供應廠商及實驗機構）都能夠及時了解計畫資訊，這有助於減少誤解和衝突，增加信任度，促進整體合作。

● 推動數位化轉型與創新

工程品質提升之管理手段，端賴工程統計分析相關數值資料。爰此，首先必須取得大量且正確可靠之數據資料，再由兼具統計分析能力及工程背景之專業品管人員，透過正確判斷是否符合設計原意及分析結果之因應對策，方能確保工程品質，這些案例通過 PMIS 系統平台和相關數位工具的應用，可推動公共工程管理的數位化轉型，激發新的管理模式和技術創新，以提升公共工程領域的整體發展。

制度與規定之因應

在數位作業後，探討實驗室數據交換過程中，仍無可避免的需要面對程序符合的問題。有關數位文件在我國現行法規體制下的合法性、適用性與法律效力，在當前法律體系中所面臨的挑戰與改進空間。以下僅就議題面向提供推動法律框架的演進參考，冀盼相關機關增修相關法令或契約條文規定，俾利工程數位化時代的需求。

數位文件的法律效力與認證

因應「公共工程材料實驗室認證服務計畫」，TAF 發佈了土木工程測試領域的認證規範（TAF-CNLA-S01）。在第 8 版中，第 5.10.1 節對於結果報告簽署提出了要求：除政府機關依法以職章印信方式簽署外，所有之試驗報告均應經報告簽署人親自簽署。

惟在第 9 版 TAF-CNLA-S01(9) 的第 7.8.5 節則有更進一步規定：除政府機關依法以職章印信方式簽署

外，所有之試驗報告均應由報告簽署人親自簽署，若採電子簽章方式簽署，應保存完整簽署流程及時間紀錄。這為電子報告建立了原則性的要求。而這樣的規定也一直延續到目前最新的第 11 版。

而 CNS 17025 的 2018 年版，在第 7.8.1.2 節備考 2 中亦載明：只要符合本標準要求事項，報告能採用紙本或電子方式發行提供。若再往前追溯，2007 年版的 CNS 17025 亦是相同的規定，即認可報告採電子方式發行。

從 TAF-CNLA-S01 的演進，如表 2 所列，可以看出，最初要求報告由報告簽署人親自簽署，到後來說明若採用電子簽章方式時要保存完整的簽署流程和時間記錄，顯示了對報告真實性和可追溯性的重視。同時，CNS 17025 早在 2007 年就已經明確表示報告可以採用電子方式辦理，這一方面符合數位化時代的趨勢，也更提高了報告的傳遞效率和便利性。

行政院近期（2023 年 02 月 29 日）院會亦通過數位發展部擬具的《電子簽章法》修正草案，明定電子文件及電子簽章功能上等同實體文件及簽章，以確認電子簽章的法律效益，實有益於數位文件之推動。

數位文件的長期保存與存取

隨著數位化進程的加快，數位文件的長期保存和可存取性成為重要議題。法律應該考慮到技術的變遷，確保數位文件可以被長期保存並在需要時可被輕易存取。這涉及到數位檔案的格式標準化、兼容性以及更新與轉換的法律規範。

在數位文件的管理和交換過程中，個人隱私和數據保護是不能忽視的問題。立法院於 2023 年 5 月 16 日三讀通過個人資料保護法修正，在公共工程領

表 2 TAF-CNLA-S01 簽署規定彙整表

規範	內容	結果報告簽署要求
TAF-CNLA-S01(8)土木工程測試領域認證規範 (2014 年起實施)	5.10.1 除政府機關依法以職章印信方式簽署外，所有之試驗報告均應經報告簽署人親自簽署。	
TAF-CNLA-S01(9)~(11) 土木工程測試領域認證特定規範 (2019 年起實施)	7.8.5 除政府機關依法以職章印信方式簽署外，所有之試驗報告均應由報告簽署人親自簽署，若採電子簽章方式簽署，應保存完整簽署流程及時間紀錄。	
CNS 17025:2018 ISO/IEC 17025:2017	7.8.1.2 備考 2. 只要符合本標準要求事項，報告能採用紙本或電子方式發行提供。	

域，工程相關人員的基本資訊流通在所難免。因此，法規應針對數位化工程的特性，對資料「去識別化」範圍、資訊傳輸環節、利用限度等作出明確規範與管理。法律框架需要進一步明確數位文件處理過程中的隱私權保護措施，包括數據加密、訪問控制以及用戶資料的最小化原則，並嚴格規範數位文件中敏感資料的處理標準。

現行相關法規的限制

公共工程直接相關的法律，如採購法、公共工程品管作業要點、營造業法、技師法、…等，現僅對於工程規劃、實施、管理等方面的提出相關規範，但涉及數位治理及數據交換管理方面尚未有相關管理思維方面的對應規定。

目前台灣現行法律在與公部門資訊系統有關數據交換、數據共享政策、數位轉型相關規範以及永續發展與環境保護等方面。目前缺乏針對這些領域的標準化規範與明確的法律指引，這對於促進數位化趨勢、應對新興技術挑戰造成了阻礙。

工程數位化的深入推進，離不開法規制度層面的支持與保障。如何在鼓勵創新的同時，也為數據要素的合理流動提供規範，值得持續探索。DEA 強調多元發展，利用訂定標準格式內容與檔案架構予以整合，必將為相關法規制度的完善提供有益參考。對工程參與各方而言，及時瞭解和研究相關法規動態，對把握數位化發展機遇至關重要。

未來，應當完善制定或更新相關法律，明確數位時代下的資料處理與交換規範，同時確保這些活動不僅支持技術創新和經濟發展，還能兼顧個人隱私保護和環境永續。具體來說，營造並建立全面數據交換的標準化框架、設立全面的數據共享政策、制定適應數位轉型的法規，有賴公部門上位機關團體，因應整體數位治理大方向，以及加強對環境影響評估的數位化要求，接軌世界潮流趨勢。

結語與建議

數位建設已於 2024 年首度將納入國家「公共建設計畫」，而工程管理數位化作業更應視為公共工程「數位轉型」及企業「永續轉型」的第一步。此轉型不僅

涵蓋工具面、流程面與服務價值層面的深入盤點與思考，還包括透過 PMIS 系統平台串聯不同內部及外界的資訊平台，實現監造全周期數位管理的完整落實。

而實驗室為公共工程品質管理作業的一環，可透過不同單位數位平台介接，結合管理制度以大幅提升效率，也藉由監造資訊的數位整合，使工程監造管理更高效精準。藉由前述試辦計畫的成果，對於公共工程試驗室數據交換仍有以下建議：

1. 政府應制定具體策略與措施，加速公共工程監造作業的數位化轉型，從而提高效率並減少人為錯誤。
2. 推動數位化電子簽證，逐漸取代紙本，循序漸進達成無紙化電子簽證報告作業。
3. 為了促進不同系統間的操作通用性，政府與民間企業應共同制定數位化交換的標準與格式，確保資訊的一致性與可靠性。同時，也要兼顧各單位的特定需求，為其數位化發展預留空間。DEA 的理念與數位建設的作法應得到足夠的重視和支持。

工程數位轉型已是大勢所趨。通過開放的架構和靈活的機制，我們可以在鼓勵多元創新的同時，也實現關鍵數據的互聯互通，從而不斷釋放數據的潛在價值。站在數位化時代的門檻，工程行業必將以更加開放的姿態擁抱變革，用創新的智慧點亮未來。而 DEA 的廣泛應用，必將成為通往高效、永續的智慧工程之路的重要一環。

隨著全球對氣候變遷的關注增加，政府於 2023 年 2 月公佈「氣候變遷因應法」，將 2050 淨零目標納入法律中。在此背景下，無論是民間企業還是政府部門，都應有更宏觀前衛的思考，來面對未來的挑戰。仍盼藉由上述策略與行動，期望能夠實現公共工程管理的數位化與永續化，提高管理效率與品質，同時滿足社會與環境的長期需求。

參考文獻

1. 林芳輝、郭鴻祥、黃正緯（2021），「從公共工程之監造科技管理淺談—數位轉型」，中國土木水利學刊，第 48 卷，第 4 期，第 95-101 頁。
2. 蔡榮一（2012），「公共工程服務計畫的緣起、形成及意義／價值」財團法人全國認證基金會認證報導，第 6 期。
3. 林芳輝、唐士宸、呂斌豪（2023），「從監造作業全數位化談公共工程三級品管制度」，中國土木水利學刊，第 50 卷，第 2 期，第 45-52 頁。