資訊化時代誠信的工程專業服務

王華弘

明新科技大學土木工程與環境資源管理系副教授

中華台北亞太工程師監督委員會副執行長

◎案例背景介紹

其一、新軟體模擬所開創的展新視野與服務效能

全球已開發國家地區及新興市場在規畫設計初期已逐漸導入「建築資訊建模」(Building Information Modeling，簡稱 BIM)之科技管理技術，而我國產業及學術界近年來也不斷加強發展相關技術，應用在建築產業的結構及營建管理，或是用於各類基礎建設的規畫設計，「建築資訊建模」導入後不但提升工程技術期程的安排、避免施工衝突和增進跨領域協調整合的效能，在軟體技術持續日新月異、整合性協同管理平台 (Integrated Project Delivery，簡稱 IPD)互動模式的推行與網路的雲端科技環境等三項條件下，BIM 應用管理的技術已經逐漸成熟。負責公共工程的主管機關代表 A 科長，在發包之後要求承攬規劃設計的工程顧問公司 B 專案經理，就當前最新的 BIM 模型的細節研議線上圖說繳交及線上審核系統的落實，由於程序尚未標準化、訊息也不夠透明化、機關又要求作業無紙化，於是負責承攬的工程技術顧問認為主管機關反覆壓榨勞力，另一方面主管機關由於缺乏實際操作經驗，因此難以界定模型所應達成的成果標準加以驗收。

其二、雲端龐大資訊的正確性和可靠度檢核

全球氣候變遷的影響，許多地區天災、颱風、地震頻仍，政府機關透過專案補助，制訂各類防災地圖，並依災害類型、轄區大小等自行決定製作規模。以中央機關製作「村里簡易疏散避難圖」以及「災害潛勢地圖」兩種全國性的防災地圖而言，民眾透過防災地圖對住家附近避難路線、災害發生預警區加以預先瞭解原為達到防災目的。雖然使用者即使不需專業 GIS 背景即可以簡單的軟體開啟使用圖面上的地理資訊(坐標、圖層)，並於圖面上標註訊息、夾帶檔案即時回報，但是地理資訊系統含有多種不同圖層，龐大的各類資訊在製作簡易疏散避難圖的過程中，其完整性與精確度都攸關居民關鍵決策時刻的可靠度。在學研機構或是工程師所組合的專業調查團隊，技師 A 因為委託合約金額有限，因此在製作輸入的調查站數量上，作局部地篩選並且主張選擇最近 1 年的歷史紀錄，又因合約未加以嚴格規定頻率，因此主觀地加以調整以方便作業。而委託的政府主管機關審查人員 B 技正，因為專業背景不足，對於龐大的雲端資料庫正確性雖有質疑，但因為所負責的行政工作繁複，對於委外之專案成果審查力有未逮。

其三、軟體分析程式所提供之使用背景及假設條件

工程師所使用的電腦分析及運算軟體，配合硬體的容量與運算速度不斷突破與進步下，許多的資料庫更加速人類對知識、經驗累積的效率。向來注重經驗法則的工程學科，因為運算速率的提高，過去曾侷限於二維平面靜態的計算，如今紛紛演進到三維空間動態分析的功能，許多掌握工程問題的方向也開始改變，過去從成本到品質，現在是進度和安全，未來則是永續經營與容忍度(resilience)。工程類的分析和計算因屬應用科學，其成果在本質有別於研發的基礎科學，因此雖然需要以科學精準地發現原理或解釋現象，但是更重要地是看重分析成果的專業判斷與工作經驗的累積和演繹。接受委託負責規劃設計的主任技師 A，在分析水理計算上，因為新進工程人員 B 所使用的軟體一直無法在一維的計算中，達到符合自己過去經驗上預期的斷面流速。在深深瞭解主管機關的承辦人員 C 因為背景並非水利專業，因此轉而使用較為複雜的二為水理分析軟體，透過不斷針對初始參數值的調整，成功地配合主任技師 A 預期的數值以作為設計之用。

◎利害關係人及涉及之工程倫理議題評析

以上三個事例的共同點有下列數項:1.工程師在各種專業軟體進步和複雜化的實際現況下，都扮演著維護真理的專業角色，有時因為許多資訊在輸入、建構或運算的過程中並不透明，因此對於呈現的影像、成果或是結論，都有左右決策的關鍵影響力。2.工程人員所提供的專業服務，其資訊成果最終應用端的目的，往往與當初執行時預期、研判的思維有相當的差距。3.專業工程師經驗值所認定的判斷，常常與最終攸關居民和社會福祉的決策者之間，存在一個無法溝通或是無法跨越的專業鴻溝。因此無疑地，工程師在使用各類軟體所作出的分析、運算及資料整合所產生的結論，應視為個人專業服務後引以為傲的成果，並為資料的完整性、精確性和可靠度上承擔絕對的責任。以上三個常見的事例，不能因為業主在專業軟體或硬體設備上的欠缺，工程師刻意隱藏或是僅僅展現部份成果；不得僅僅只為達到依照合約所要求的最低底線，或僅完成相對有利於自己的選擇性範圍，甚至取巧地避開專業不足監督下的成品，未能盡全力忠於所託；最後，工程師因為熟悉專業軟體分析的方法論及演算，容易找出影響成果的關鍵，或以不斷嘗試錯誤的方法，仰賴不斷變更輸入參數的條件，已達到自認為預期的成果，便宜行事。這些都不是業主容易察覺的手法，專業經驗的判斷也無法用具體法律條文加以定罪，而產業界就算可以持續透過制訂作業規範或是檢核標準自我約束和監督，但是軟體功能一日千里，其多樣化亦不斷推陳出新，其演化的速度若非注重專業倫理難以防患於未然。透過對照工程倫理守則，將上述專業的倫理議題和適用的準則列如表一所示:

表一、角色及之工程倫理議題

角色	關注焦點	涉及之工程倫理議題與準則
政府機關	執行決策 監督委託廠商績效	2-1.工程人員應持續進修專業技能與相關知識，提昇工作品質。 6-4.工程人員應與承包商齊力合作，完成任務，不得相互推諉責任與工作。
評估、研究機構、規劃設計單位	工程技術 業務表現	1-3 工程人員應瞭解本身之專業能力及職權範圍，不得承接個人能力不及或非專業領域之業務。 2-2.工程人員不得誇大或偽造其專業能力與職權，欺騙公眾，引人誤解。 5-1.工程人員應秉持誠實與敬業態度，溝通與瞭解業主/客戶之需求，維護業主/客戶正當權益，並戮力完成其所交付之合理任務。 7-3.工程人員應提供必要之技術資料或作業成果說明，以利社會大眾及所有關係人瞭解其內容與影響。
軟體供應商	市場占有率 使用者方便性	非工程倫理之負擔責任對象，故無適用之工程倫理準則。
營造商、社區居民等使用者	資產價值保護 專業服務受益人	非工程倫理之負擔責任對象，故無適用之工程倫理準則。

惟透過專業人員之間彼此不斷的交換新知並且積極教育業主，新技術的開發和應用才有齊頭並進整體提升的機會。而身為業主的主辦人員，更應積極主動自我學習，深刻瞭解委託廠商的能力和自身對於專業充分瞭解的限制，並與廠商溝通預期展現成果，並與廠商持續溝通相關成果在未來各類決策或是永續經營的重要性。同時，體貼過去所編列的預算，在資訊化時代承攬廠商執行與過去同類型的工作，因為資訊量的龐大所必須付出額外的時間和軟硬體設備的擴充成本。

◎討論與建議

因為BIM、GIS、航空測量等不斷突破二維限制，即時性、三維互動性造就的虛擬實境成果，其複雜性較傳統平面圖說以等比級數增加。配合雷射技術、即時監控、雲端運算、資料傳輸及有限元素法的計算分析軟體、其應用範圍從資訊技術的視角太廣，以至一般工程人員即使俱備專業訓練，在許多「黑盒子」作業後的成果，甚至許多軟體在影像處理時附帶「後製」的功能，因此除非親自執行

者，不易窺探其內涵與效益的全貌。執行工程專業服務是一種國家社會專業分工的一環，正因為工程產業資訊化進步的速度太快，今日的業主或政府主管機關，因為受限於政策鮮少給與同仁親自操作各式軟硬體的機會，同時也因為預算考量，在各類軟硬體的版次、容量和速度上，確實與接受委託廠商之間存在相當的落差，而且隨著時間其差距持續擴大，因此在成果驗收時無法具體檢驗，必須與工程承攬廠商之間維持合宜的互動，非以「防弊」角度出發，使承攬工作的技術服務廠商感受格外的專業尊重和信任。

當科技進步取代傳統工作，應使全民共享這一切所帶來的好處時，工程界必須要嚴肅以大格局思考倫理相關的議題。當工作效能提升、服務的方法升級、工具和精度的進步，理當帶來的是服務費率相對的提高。然而目前技術服務業競爭的情況激烈，透過引進高科技來服務業主，也原本是符合工程倫理的作法，同時透過建立自身專業能力及形象以開拓市場的區隔性，也當是技術服務業的常態。但是，許多專業技術，一旦從學術領域研發成熟，逐漸廣泛地被實務界爭相納入專案計畫應用之前，各界欠缺思考委託單位及承攬者各自應負擔的責任和義務，目前所制定的遊戲規則一味以稽核和防弊出發，使得產業維持代工作業思維、落入低價競爭、侷限專業工程領域的發展。目前市面上商業化的應用工具型態樣式更是各有巧妙，加上繁複多元的後製作軟體，雖然功能齊全但因為發展特色不同也各有千秋，因軟體、儀器供應商開價不斐，加上頻繁的進階升級和維護、更新的成本，倘若使用頻率和應用時衍生之利潤存在落差，將明顯影響各廠商投資購置相關設備或是持續精進升級的意願。設若使用率雖高但因為承攬單價過低，將促使我國工程技術服務業，仍舊維持傳統作法，整體產業無法醞釀長期經營的動能，恐怕整體工程產業只會朝向逐漸失去競爭能力而日薄西山。

※參考文獻

1. 工程倫理手冊，行政院公共工程委員會，民國 96 年 9 月。
2. 王華弘，彭康瑜，張崑宗（2011），建立地面光達應用於結構檢測應有之規範，土木水利雙月刊，第 38 卷，第 4 期 36-42 頁，土木水利工程學會，民國一百年八月。