

技術移轉-在橋樑工程中獲得的經驗
**TECHNOLOGY TRANSFER-EXPERIENCE
GAINED IN BRIDGE PROJECT**

王祥騮
Hsiang-Liu Wang

原著載於
八十一年近代工程技術討論會專集
1992年12月

*Reprinted from
Proceedings of Modern Engineering and Technology Seminar 1992
Infrastructure Construction Session
December 1992*

TECHNOLOGY TRANSFER-EXPERIENCE GAINED IN BRIDGE PROJECT

ABSTRACT

Along with the economic growth, scale and sophistication of construction projects have increased rapidly in recent years. The high demand plus the problem of labor shortage and soaring cost has exerted pressure on local construction industry to look for advanced technology. In-house development is a solid way to obtain technology. However, technology transfer through cooperation with foreign sources may be more cost-efficient. This paper summarizes the experience of technology transfer gained in a bridge project. The appropriate environment for technology transfer, the required capability of technology receiver, the realistic program of technical cooperation and key points for cooperation agreement are discussed. Adverse effect of language problem and cultural difference on technical cooperation is also addressed.

技術移轉——在橋樑工程中獲得之經驗

王祥騮

摘 要

近年來國內的工程在規模上不斷擴大，內容方面也日趨複雜，營建產業開始面臨技術的瓶頸。勞力不足及成本高漲的問題更使得技術的需求轉為殷切。自力開發技術固然是一種較為踏實的方法，但如能透過合作取得技術的移轉再輔以本身的研究發展，則在成效上較為迅速，符合國內市場的特性。本文將以一個橋樑工程的實際案例為背景探討技術移轉所需要的環境，技術接受者應具備的能力，合作計劃的合理執行方式以及合作合約重點等因素，並就語言障礙及文化差異等可能在合作中遭遇的問題加以剖析，以提供業界參考。

國內工程技術的需求

本文所稱之工程技術係指工程規劃完成之後設計及施工所需要的技術。其中工程設計的技術由於資訊的發達，取得已大致沒有困難。適當的人才加上充份的資訊輔以必要的工具即可處理分析設計的問題，而取得技術所需的成本也已趨於合理。因此國內工程技術的需求主要在施工系統規劃（工法）及實務操作方面，這些技術並非精密的科技，大多是一種經驗的累積，但有很高的實用性，符合國內的需要。不過這類技術的詳細內容大多由開發者或使用者所保存，僅作文獻調查也不易掌握重點，因此必須透過一些程序始能獲得所需的技術。綜觀我國過去三十年工程建設的規模、國人接觸國外資訊的頻率乃至各種機具設備的取得等條件，國內業界在工程技術方面的歷練並非沒有機會，可惜不穩定的營建市場及保守的發包方式使得技術無法落實生根。但是換一個積極的角度去看則表示國內的業界在基本技術上已經具備足夠的條件，所缺的只是一些具體的作法及決心。因此如何透過技術移轉的過程重新組織國人已有的經驗能力並提振決心，應該是我們探討技術移轉最重要的課題。

技術移轉實例

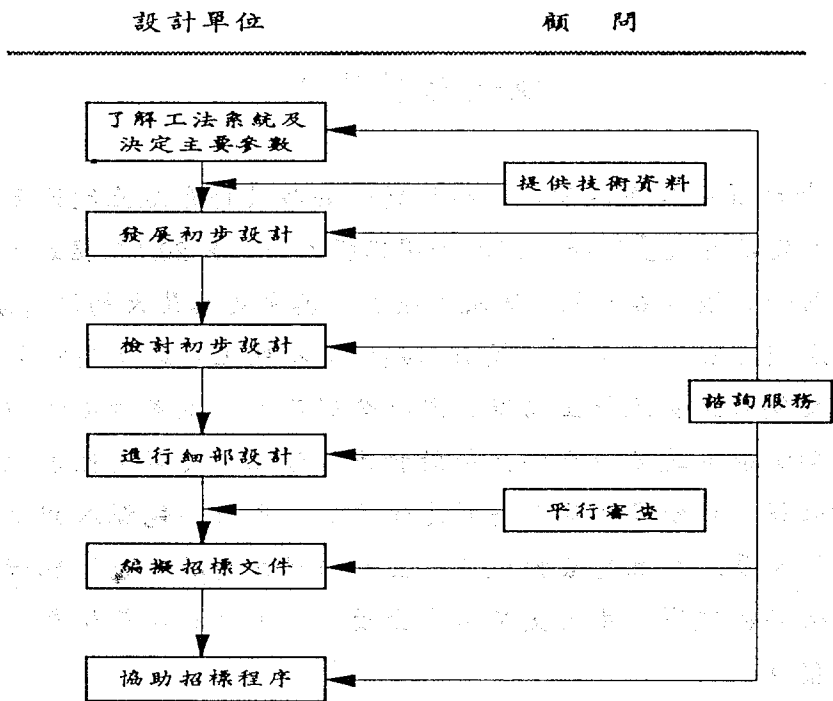
台灣北部地區第二高速公路關西至新竹的路段係穿越丘陵地帶，由於地形起伏道路的興建需要大量的挖填方及橋梁工程。該路段20.4公里範圍內共有三座河川橋，分別跨越頭前溪、鳳山溪及下橫坑。其中規模最大的頭前溪橋長793公尺，橋墩高度超過30公尺。初步設計初期所選擇的上部結構型式為80公尺跨徑變斷面的箱型鋼梁上築混凝土橋版成為複合斷面。橋墩基礎由於卵礫石地層的緣故選擇場鑄沉箱。連續鋼梁的上部結構雖然施工性及耐震性較佳，但造價偏高，且平時維護工作較多。沈箱基礎是傳統工法中惟一能深入卵礫石地層的方法，但須耗用大量人力且危險性較高。上述橋梁方案所遭遇的瓶頸經過深入的溝通檢討之後終於獲得業主的支持同意由設計單位聘請外籍橋梁專業顧問協助發展新的方案。

新橋梁方案的上部結構改採節塊推進工法的預力混凝土連續箱型梁，主要跨徑46.5公尺。全橋分為500公尺及293公尺兩段，由兩端推進。此一工法除模板及支承墊的操作較特殊外，其他施工技術國內均大致具備，所需引進的主要為系統規劃及實務操作的技術。橋墩基礎的設計則改採1.2公尺及1.5公尺直徑的場鑄鑽掘式基樁，同時在樁身的下半段及樁底灌漿以增加承载力。此一工法必須使用強力的基樁鑽掘機具，並引進灌漿的技術。新方案經業主核准後即據以辦理細部設計及發包施工。

為發展新的橋梁方案，設計單位成立技術移轉工作小組，由設計專案的計劃經理擔任召集人，結構設計組組長擔任執行負責人。外籍顧問亦組成對應小組配合，其提供的技術服務依雙方簽訂的合約在設計階段包括下列三項：

- (1) 協助發展初步設計
- (2) 提供新方案相關技術資料
- (3) 對細部設計進行平行審查

設計階段技術移轉的作業可以下示的流程說明，所有的程序均由設計單位主導。



由於新方案牽涉新工法、新機具及新材料，因此在工程合約中規定承包廠商應聘請有經驗之國外顧問提供技術協助或與國外廠商技術合作，這樣的要求一方面可確保施工品質，另一方面引導承包廠商同步進行技術移轉。設計單位所聘外籍顧問之服務工作也延續至施工階段協助審查承包廠商的施工計劃及施工圖。

新方案在上部結構部份大幅減少材料的吊運，在基礎部份取消了勞力密集的作業而代之以機械化施工，再加上各方面的良好配合，因而施工的進展非常順利，並較預定時程略為提前完工。

技術移轉作業的要素

由上述案例的技術移轉過程所獲得的經驗大致可歸納為下述幾個方面來探討：

(1) 移轉程序的主導

技術移轉多半藉由一個特定的案例或一個具有主題的活動來實施。就管理觀點，這樣一個案例或活動只有主辦的一方才能了解其背景、需求及困難，也才能決定技術移轉的方向及步驟。就技術觀點引用前述案例可知基本的技術圈內均已具備，所需要的是對這些技術重新定義並與外來的技術整合，而這樣的整合也惟有接受技術的一方才能掌握。反之如由技術提供者主導，則由於時程的壓力必然採取最短的路徑以解決問題為主旨，使得技術移轉的原意被削減。

(2) 技術移轉的完整性

營建工程的過程包含規劃、設計、施工等多個階段，而每一個工程計劃均有其特殊的條件無法援例，因此技術的移轉應儘量涵蓋全部過程以取得完整的經驗。此一原則與設計工程師應儘量參與施工作業的情形類似。正如本文前節

所述，營建工程的基本能力國內業界已大致具備，所缺少的是整合，而整合是需要經驗支持的，因此應在一個案例中儘量累積更多的經驗。在前述案例中外籍顧問在施工階段所發掘及處理的問題並不是設計階段所能警覺的，移轉程序的延長的確有額外的獲益。技術移轉是要付出心力及成本，既然要付出心力及成本就應該講求效果，不過效果的達成不僅是技術移轉的涵蓋面要廣泛，程序的主導仍然是成敗的關鍵。

(3) 工程體系的差異性

歐美先進國家多半已建立具有本國特性的工程體系，包括其法令規章、科技研究以及上下游技術的結合等。這樣的體系與我國的情形可能存有極大的差異。除了應從文獻資料中指認這些差異性之外，爲慎重起見最好由提供技術的一方對案例的成果作平行的審查。在前述案例中我們得知對於橋梁工程有些國家的設計規範僅規定荷重、安全係數及材料性質等主要參數，結構系統或構件的分析方式則可引用各種經驗公式或研究論述。爲求慎重，這些國家的業主除聘請設計顧問之外另聘請審查顧問執行上述的平行審查。所謂平行審查意指審查顧問並不查閱設計顧問的計算書，而是依據設計圖上的數據以自選的分析方法獨立計算，然後與原設計比較以評定原設計的適切性。國人自行演練的施工程序及施工設計經平行審查證明無誤之後一方面可提高本身的信心，另一方面也可由平行審查的過程及資料了解其他國家的工程體系，這對於了解差異性有極大的助益。

(4) 工程契約的配合性

許多新的工法都是在具有高度挑戰性的環境中孕育出來的，其中發包方式是主要的關鍵。歐洲國家的橋梁工程常採用統包方式發包。業主完成規劃或概念設計之後即辦理統包招標，得標廠商再辦理細部設計及施工圖。而國內由於制度規定，業主必須完成細部設計然後辦理施工標招標，否則可能發生廠商報價基礎不一致的困擾，施工圖則由承包廠商繪製。由於契約的責任範圍不同，

因此引進新工法時必須重新編擬施工總則、施工說明書及工程價目表或其他的合約文件。在上述案例中由於節塊推進工法在國內為首度採用，為協助投標廠商了解工法的內容，設計圖及施工規範中仍然對施工程序及臨時構造物與設備加以圖示或描述，但聲明僅供參考，承包廠商仍應自行設計並負其安全責任。相關的費用包括永久性結構因為施工時額外應力所需要的補強均以一式總價的方式包涵於合約中。另外新工法的實施通常也會要求承包廠商與有經驗的國外廠商技術合作或共同承攬，其步驟及要求亦應在合約中詳予訂定。

(5) 目標及計劃

技術移轉只是技術生根的一個手段，手段必須有明確的目標才能有效執行。通常一個案例或者一個活動所擬達成的目標可能是整體目標的一環，但無論其地位如何，都必須以明確的文字加以敘述。工作計劃可謂是技術移轉的作業規範。在時程的壓力下技術移轉往往淪為主體工作的副產品，因此在作業初期即應將技術移轉列為主體工作外的一個計劃，並且確實按計劃執行及考核。作業過程中所擬提出的問題及可能遭遇的困難應事前蒐集了解，並擬具執行的步驟。工作計劃並非一成不變，而應隨著工作的進行適時檢討調整。

(6) 組織及領導

由於文化背景及技術層次的差異以及缺少互信的基礎，技術移轉過程中會遭遇困難及變化是與生俱來的本質。應付這樣一個高度不定性的作業，組織及領導非常重要。在前述案例中所採用的原則是領導的層次應較高，不宜僅由技術人員參與。因為工作中常有合約執行及爭議的事件有待處理，技術人員將不知所措。組織的繁簡得視計劃規模而定，但各成員包括領導者必須對工作目標、工作計劃以及基本技術均能充份掌握，使各成員能組成一個緊密結合的團隊。

(7) 溝通及記錄

施工系統規劃（工法）及實務操作的技術大都是經驗累積之後加以系統化的知識。印就的規範、手冊背後隱藏著許多成功以及失敗的案例或者某種系統的沿革，這些資料對於日後應用新技術極有幫助，取得這些資料通常要有相當的溝通技巧，語言自然是最基本的工具，但建立良好的人際關係具有同等的重要性。溝通討論的結果應儘可能詳細的記錄，以供未來參考。

(8) 合約的設計

兩個公司或單位之間完全無保留的技術移轉並不多見，多半的情形是利益平衡下的產物。因此為有效落實技術移轉，合約中必須列入強制性的條款甚至罰則。但這只是原則性的揭示，在實務作業中提供技術一方的工作人員較關心的是移轉過程所需要的成本，例如人員費用及差旅費用等。因此合約中這一個部份的成本應與技術權利金分開列舉以利執行。同時工作量不易估計的項目亦應分開計算費用。在前述案例中，橋梁方案的發展採按實報支的計費方式（但設有一上限以控制預算），技術資料提供及平行審查由於範圍較為明確因此採一式總價的計費方式。這樣的合約處理模式可使對方工作人員在方案發展階段免除成本的壓力，使雙方能進行充份的溝通，通常這一個部份的費用所佔比例甚小，即使略有超過亦不致影響整個計劃的成本，但其所獲得的利益則極為可觀。

結論及建議

當此國家建設六年計劃積極推動之際，政府及業界應共同努力提升技術，如果能適當處理則技術移轉是一個迅速有效的手段，而國內業者承接新技術的能力已大致具備，其落實則建議應掌握下述幾項原則：

1. 政府應導引穩定的營建市場成長或揭示明確的營建發展目標以提振業界技術生根的決心。
2. 發包的方式應更具彈性以提供新工法發揮的空間。
3. 接受技術者應有勇氣主導新技術的移轉，惟有掌握主導才能獲得真正的技術。
4. 技術的移轉必須有目標更應有計劃，實務作業包括成本、組織及契約均應事前妥為籌劃，主持作業的人員應有充份的授權。

技術移轉本身就是一種技術，而其中更具有管理層面的技巧，接受技術者應以積極但謹慎的態度從事才能收到預期的效果。