

以捷運建設為例探討 民間參與公共建設效能 之初步研析

關鍵詞：民間參與公共建設、傳統工程、台北捷運、高雄捷運

成功大學／土木所工程管理組／教授／張行道 ❶

成功大學／土木所工程管理組／博士生

高雄市政府建設局市場管理處／科長／土木技師／呂文豪 ❷

成功大學／土木所工程管理組／碩士生／林晉毅 ❸

摘要 SUMMARY

民間參與公共建設在執行效能上是否較傳統政府自建佳尚未有定論。本研究探討民間參與公共建設之因素對興建進度與品質之執行及效能之影響，比較傳統工程與民參計畫效能的不同。

以北捷與高捷為案例，各選取五個標案，訪談政府業主、承包商、設計者、許可公司等。分析歸納興建期間發包方式、進度、品質、參與者心理等因素對執行效能的影響。由研究結果發現，發包方式上，民參計畫採用獎參條例採購較具彈性，民間機構可發揮活力及能力。許可公司聲譽及能力很重要，民間機構最好由興建及專業營運公司組成。民間機構財力需比傳統工程雄厚。設計與施工關係若依傳統方式執行，會造成許多困難。進度因素中，民參計畫設計加施工工期短。採計價里程碑可能因認知不同，產生施工順序及勘驗問題。興建營運期機制會使興建進度較快。品質因素中，民參計畫若政府出資，監督程度不會比傳統鬆。監督組織與程序上，民參計畫監督組織程序複雜，造成負擔及混亂。民參高捷工程品質效能與北捷沒有不同。參與者心理因素中，民參計畫如政府出資，心態上還是不會輕鬆，但已不若傳統工程嚴格。民間機構可發揮活力，但應考慮政府風險。施工廠商受重視、地位提高。施工廠商的經驗能力雖非民參影響唯一因素，卻直接深刻影響民參計畫之執行與效能。



壹、引言

民間參與公共建設主要目的在引進民間的資金、管理及活力，協助政府推動公共建設。惟民間機構不同於政府機關，發包方式、品保制度、工程管理或操作營運等，與傳統政府機關辦理方式不盡相同。政府推動民間參與公共建設十多年來，由政府自行籌建或由民間參與，何者帶來較高效能之公共建設，尚未有定論。

本研究探討民間參與公共建設之因素對興建進度與品質之執行及效能之影響，比較傳統工程與民參計畫效能的不同，以台北捷運(政府自辦)與高雄捷運(民間參與)為案例，相同工程類型，已有同樣比較基準，執行方式不同藉以評估效能優劣，效能評估可在興建及營運兩個階段，但高捷的營運剛開始，尚未穩定，只有興建階段適合評估。

貳、研究方法

首先回顧文獻及北/高捷之資料與報導，找出受民間參與影響之外在因素，或是影響效能的風險因子(如表1所示)。為了解及印證受民間參與公共建設影響因素，對興建進度與品質之執行及效能之影響，各選取五個標案，訪談政府機關、民間機構、設計及施工廠商，解析受訪者之回答。

訪談資料彙整共分三階段(見圖1)，將各標案意見皆彙整成發包方式、進度、品質、參與者心理四面向因素。根據上一階段資料彙整北捷及高捷所有標案意見，分別比較北捷、高捷之各自四個面向因素。最後比較北、高捷間在此四面向因素的影響差異，此部分依第一、二階段各因素之比較表彙總而來，主要敘述雖來自訪談內容，但亦加入文獻及推導。

表1 政府自辦及民間參與工程執行之影響因素比較

因素	工程	傳統工程(北捷)	民間參與計畫(高捷)
一、發包方式			
1. 法律適用		採購法，採購受限	促參法，採購自由
2. 廠商組成		一般營造廠	營運公司為主組成許可公司
3. 廠商財力		普通	雄厚
4. 設計與施工關係		1.設計者獨立於承包商 2.設計完成交付施工	1.設計者受僱於承包商 2.設計與施工併行
二、進度			
1. 設計加施工工期		長	短
2. 計價方式		按月計價，習以為常→進度正常	里程碑計價，壓力、誘因→進度快
3. 興建營運期機制		未受營運期壓力→慢	受營運期壓力→快
三、品質			
1. 政府監督程度		嚴格	較鬆
2. 監督組織與程序		扁平簡單，QA/QC即可	層級多複雜，IV&V、ICE...
3. 安全		佳或不佳	佳或不佳
4. 結果(效能)		佳或不佳	佳或不佳
四、參與者的心理			
1. 政府主辦單位		負全責，慎重	合夥人(partner)，較輕鬆
2. 執行廠商		受約束	發揮活力
3. 設計者		受重視	較不受重視
4. 施工者		較不受重視	受重視

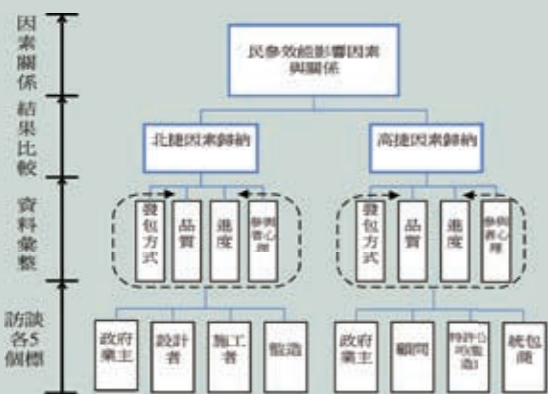


圖1 效能因素彙整過程

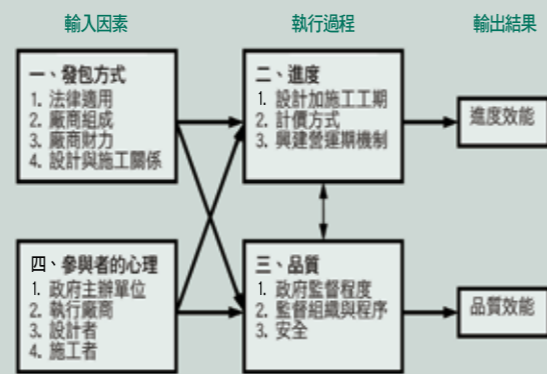


圖2 研究架構

參、研究假設與推理

本研究架構如圖2所示，在探討興建期間發包方式及參與者心理等之輸入因素、執行過程之進度與品質因素，及輸出結果進度及品質效能之關係，此四類因素是否影響民參計畫的執行。由資料回顧中，初步找出受民間參與之影響外在因素。

發包方式中除法律適用外，尚包括廠商之組成、財力及設計與施工之關係等因素[1,2]。民間參與計畫如BOT，因民間機構需營運，通常由負責營運公司為主而組成的許可公司，另包括許多投資者，因而財力雄厚。對於設計與施工之關係，傳統工程之設計者與承包商各自獨立，設計完成交付施工，而民間參與則由許可公司自行選定承包商(甚至設計者)，由承包商僱用設計者，由於趕時間，通常採用設計加施工

(統包)方式進行[3,4]。BOT案較需獲利高的專案才能吸引民間投資[5]。

於進度面，由於設計加施工之工期是民間參與的短，研究已有定論[3,6]，此亦即進度之效能。民間參與採用里程碑計價，也就是在契約上訂定適當數目之里程碑，承包商完成各里程碑才能請款。而傳統工程的按月計價，一般廠商習以為常，做多少請款多少，進度正常。民間參與之興建、營運期間固定，及早營運可以回收。但是在快的同時，應特別注意品質是否在那些環節被交換(Trade off) [7]。

於品質面，初步提出政府監督程度、監督組織與程序、安全、結果(效能)四個因素。由於是民間參與，政府的監督管理可能較傳統工程為鬆[2,8]。在監督組織及程序方面，傳統工程由於設計完後施工，監督的組織與程序比較扁平而簡單，用兩層級的QA/QC即可[8]，公共工程要求的三級品管也適用。民間參與的工程通常規模較大，由於求好心切，或想給好人好印象，監督組織與程序一開始訂得很嚴，層層把關審查，層級多而複雜，例如IV&V、ICE等[7,9]，對安全及品質效能而言，嚴格監督或組織程序是否帶來較佳結果尚無定論[10]。

參與者心理上，近十年由於高鐵及高捷以民間參與的BOT方式實施，此種機制在興建期間應以何種方式執行，監督之鬆緊程度如何，其實多數工程參與者都在摸索。對民間參與的認知不同，態度就會不同，執行的力度也會不同，此心理層面一般研究少有探討，但可能影響工程的執行。本研究將初步探討政府主辦單位、民間機構、設計者及施工廠商的心理。

民間參與由許可公司執行投資契約，有時被稱為政府的合夥人，或許政府主辦單位會覺得輕鬆。民間參與強調發揮民間公司的活力，

但是否發揮、如何發揮待進一步了解。

肆、台北及高雄捷運案例

一、台北捷運

選取北捷五個標案如表2所示，各標案工程性質不同，包含土建地下與高架站體、機廠、軌道及無線電工程，工程金額從6億多到43億不等，設計者與承包商都具一定規模，軌道與無線電工程有法商參與。

表2 北捷五個標案

內容	工程性質	金額(億)	工期
1. 土建標1	地下站體	23.0	91/6/1-98/5/31 (共84月)
2. 土建標2	高架站體	43.0	92/6/16-96/10/16 (共52月)
3. 機廠1	機廠	18.9	91/1/15-98/3/16 (共86月)
4. 軌道1	軌道工程	9.8	92/12/15-98/9/30 (共68.5月)
5. 無線電1	無線電工程	6.7	92/12/15-101/6/30(共102.5月)

表3 高捷五個標案

內容	工程性質	金額(億)	工期
1. 土建標A	車站	88.3	91/10/4-96/9/4(共59月)
2. 土建標B	車站	73.6	91/10-95/12 (共50月)
3. 機廠A	機廠	38.0	91/4-96/10 (共66月)
4. 軌道A	軌道	60.0	92/3/21-95/6/30 (共39月)
5. 無線電A	無線電	17.0	92/12-96/1 (共37月)

二、高雄捷運

選取高捷五個標案如表3所示，各標案工程性質與北捷所選取工程相互對應，金額從17億到88億，統包商多為大型公司，有外商JV。高雄捷運公司以統包的方式，把細部設計與施工合併發包，並採大區段標分標，將水電、環控工程併入土建工程中發包[2]。

三、監督管理程度比較

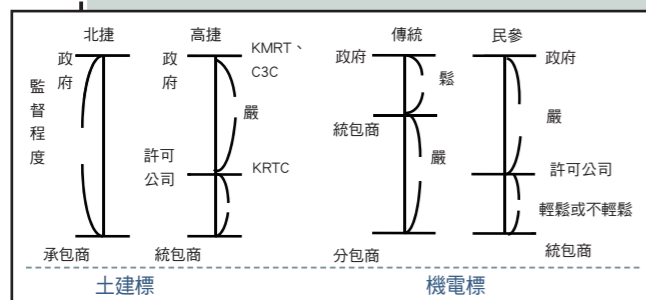


圖3 土建標與機電標品質監督程度

土建標與機電標品質監督程度見圖3所示。北捷土建從政府到承包商，品質監督有一定的程度，視各工程規模大小、複雜性及人員需求程度，釐訂分標發包及監造計畫，並決定是否由工務所自辦監造，或全部委由顧問公司監

造；自辦監造時由工程處理查證、稽查，委辦監造則由工務所辦理查證，工程處辦理稽查，局本部以考評方式推動工程施工品質管理制度。高捷品質監督程度，一是政府KMRT(高市府捷運局)對許可公司KRTC(高雄捷運公司)的監督，二是KRTC對統包商的監督。此兩層級監督程度加起來照理應與傳統工程政府監督承包商一樣，但由於多了一層，政府監督怕不嚴格，結果很可能造成許可公司品質監督鬆。

北、高捷機電標皆為統包方式辦理，品質監督程度如圖3右方所示，情況是否會如高捷土建標，即政府品質監督嚴，反而造成統包商品

表4 傳統方式與民間參與各面向外在因素結果比較

因素		傳統方式(北捷)	BOT(高捷)
發包方式	法律適用	採購法	獎參條例
	廠商組成	廠商需有實績、甲級營造廠以上或JV 廠商能力及信譽重要	許可公司最好由興建及營運公司組成 許可公司之聲譽及能力重要 機電(軌道及無線電)在傳統及民參上無不同
	廠商財力	高捷財力較北捷雄厚 北捷財力比一般工程雄厚	高捷財力比北捷雄厚 機電的財力在民參上似亦需雄厚
	設計與施工關係	設計完後施工較周全，爭議少 爭議可溝通及提出變更 統包適用於無線電及經驗成熟之土建工程 機電(軌道、無線電)工程皆為統包，設計施工不因傳統民參而對立	設計施工併行雖較靈活，但執行未跳脫傳統心態 對機電而言，傳統與民參無不同，都是先設計後施工，沒有設計、施工對立問題
進度	設計加施工工期	傳統工程依合約工期執行	民參工期短
	計價方式	月計價程序及項目明確，壓力較低 里程碑計價雖有誘因，但包商能力及配套仍為成功主因	里程碑計價合適，但里程碑應審慎訂定，考慮民間機構財務能力，不要造成施工順序顛倒 里程碑計價不需勘驗
	興建營運期機制	北、高捷各有通車、營運壓力	高捷有營運壓力，進度較快
品質	政府監督程度	北捷政府監督較高捷嚴格 政府監督較廠商多	高捷表示政府監督程度與北捷一樣嚴格
	監督組織與程序	品管要有制度，但勿查驗費時、重覆，文件過多造成負擔 品質是監督出來的 北捷不需IV&V 機電廠商有自己品管，不需多監督	高捷監督程序多層級，較北捷複雜 品質是監督出來的 組織及程序要適當
	安全	北捷已有多年經驗，工安意外少 工安在廠商態度、經驗、落實 機電安全問題不大	安全北、高捷差不多
	效能	北高捷品質效能一樣 設計後施工品質較易掌握	北高捷品質效能沒有差別，有些人認為高捷較佳
參與者心理	政府主辦單位	北捷政府需負責，較慎重	高捷對BOT認知不同，政府心態上不輕鬆，但應較北捷好些
	民間機構		民參可發揮活力，莫因監督過當壓抑活力
	設計者	傳統工程較重視設計者	設計者不若傳統工程受重視
	施工者	傳統工程較不重視施工者 民參使施工者地位提高	施工者受重視程度提高不少

質監督鬆，或政府品質監督適當，而統包商品質監督嚴，待進一步探討。

伍、傳統與民參計畫訪談結果

為了解及印證受民間參與公共建設影響因素，對興建進度與品質之執行及效能之影響，對兩捷運工程之工程參與者進行訪談。訪談分為二個階段，前階段於96年上半年，後階段於96年下半年。彙整資料分三層，第一層初步訪談各標案後，將各標案單位人員意見彙整為四個面向。第二層訪談完成後再進一步各別將北、高捷所有標案人員意見歸納結合彙整成四個面向。第三層將前北、高捷各自結果比較相互對照如表4，確認這些因素是否確因傳統或民參計畫而有不同影響。

陸、北捷與高捷效能因素比較

如表4所示，以下就發包方式、進度、品質與參與者心理說明如下。

一、發包方式

北捷工程發包方式採用政府採購法，並以最低價得標，採購受限。廠商組成考量施工金額龐大，甲級營造廠以上較適合，或因技術需求可採JV，而機電標因技術性高，所以要求廠商需有實績。廠商財力方面北捷週轉金比高捷低，但仍比一般傳統工程高，廠商財力必須雄厚。經驗成熟的土建標及機電標可採用統包，減少介面。

高捷工程發包方式係採用獎參條例，即由許可公司自行決定採購，較有彈性，所以民間可發揮活力及效能。國內對於捷運工程採用獎參方式之前並無經驗，所以高捷招標公告中對

民間機構組成並無特別規定，目前之許可公司團隊組成以營造業為主，但組成最好包含興建及營運公司。高捷採計價里程碑又高雄捷運局及C3C顧問對計價認知不同，造成無法順利計價，所以工程準備金要比傳統工程多，而機電標因民間機構在資金管控上較嚴謹，下包商資金可能需要雄厚些。設計施工併行除進度較快外，又可減少施工介面，但因統包商對設計施工併行不熟悉，且高雄捷運局及C3C顧問未跳脫傳統心態，仍產生許多問題。

二、進度

北捷進度效能方面，工程發包設計圖及工期已固定，月計價程序及項目明確，所以工程進行期間之計價方式，採用月計價廠商負擔較輕。

高捷進度效能方面，設計加施工比設計後施工工期短研究已有定論，採用計價里程碑方式，原希望產生誘因使許可公司加速趕工，但因規範不清及業主認知不同，且政府出資又大於民間，致興建期間產生許多「計價勘驗」問題，統包商會為計價而顛倒施工順序，反而造成工程二次施工，又工程施工期間皆以工程為考量，所以里程碑應審慎訂定，要考量民間機構財務能力，且不需勘驗。

三、品質

政府監督程度上，北捷採傳統三級品管方式全程監造，故較高捷嚴格。機電廠商因技術性高，政府無法深入監督，且廠商有自主品管，不需過多監督，僅需對結果驗收即可。由於北捷工程施工已有十幾年經驗，且政府機關對工安重視，近幾年台北捷運工程已鮮少發生重大工安意外，而機電標因作業環境單純，安全問題不大，其實工安問題主要在廠商的態

度、經驗及落實與否，廠商重視工安及經驗豐富，工安問題自然不大。品質效能因設計後施工較易掌握，一般而言，北、高捷品質效能是一樣的。

高捷品質結果比較方面，由於高雄捷運政府出資大於民間，高捷表示政府監督程度與北捷一樣嚴格。監督組織及程序應要適當，品質雖是「監督出來的」，過多的監督造成負擔及混亂，且因高雄捷運局及C3C顧問監督較嚴，高雄捷運公司反而較鬆。高雄捷運對工安方面相當重視，尤其近幾年造成之工安事故牽扯政治，高雄捷運對工安嚴謹。品質效能方面，大致上北、高捷沒有差別，但部份認為高捷品質效能較北捷佳。

四、參與者心理

參與者心理方面，因北捷為捷運局自辦監造，所以現場監造工程師需負責，心態上較慎重，且由於工程發包訂約後各項設計及權利義務已完整規定，所以承包商較無法發揮活力，傳統方式施工期間，設計單位為業主之「參謀」，一般較受業主重視。

高捷因政府出資大於民間，而對BOT認知不同，所以KMRT及KRTC並不像一般民參計畫為合夥人，所以心態上不會輕鬆，但與北捷比較應該還是負擔較輕，採民參方式，民間機構確有很大彈性，民間機構得依經驗及能力發揮活力，但民間機構必須具備能力及專業，始可順利執行，且其因業主認知問題，造成監督過當反抑活力。設計單位一般由民間機構聘請，地位不如傳統工程般受到重視，施工廠商因採民參方式地位提升不少，業主施工期間較重視施工廠商。

柒、結論

本研究整理歸納發包方式、進度、品質、參與者心理因素對進度、品質的影響，藉由理論與實務的探討及互相印證。

在發包方式上民參計畫較具彈性，民間機構可彈性採購以發揮活力及能力，無論傳統工程或民參計畫，廠商的能力與信譽為最重要，民參計畫許可公司最好包含營運公司以減少營運困難及風險，捷運工程承商之財力要比一般工程充足，而民參計畫民間機構財力又必須比傳統工程更雄厚，民參計畫之工程雖設計施工併行且較靈活，但因對制度不熟悉且仍依傳統心態執行，造成許多困難。

進度方面，民參計畫之工程如高捷建設工期較短，但計價里程碑因政府及許可公司認知不同，造成進度受影響。計價里程碑應考量民間機構財務及能力審慎訂定，無論傳統工程或民參計畫都有通車壓力，而民參計畫多了營運壓力。

品質方面，傳統工程監督較嚴，而民參計畫如高捷監督組織程序複雜，造成負擔及混亂，應由許可公司及統包商落實監督及自主檢查。

參與者心理上，傳統工程政府單位需負責而較慎重，但民參計畫若涉及政府出資，仍以傳統心態監督，心態上同樣不輕鬆，民參計畫設計者不若傳統工程受重視，施工者受重視地位提高。

參考文獻

1. Gordon, C., "Compatibility of Construction Contracting Methods with Projects and Owners," Master Thesis, Civil Engineering Dept., Massachusetts Institute of Technology (MIT). (1991).
2. 周禮良及楊瓊貴，「民間參與捷運系統之監督與管理」，工程雙月刊，第75卷，第2期，29-41頁（2002）。
3. DBIA, "Design-Build Manual of Practice. Design-Build Institute of America, Washington," D.C.(1994).
4. Fredrickson, K., "Design Guidelines for Design-Build Projects," Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol.14, No.1, pp.77-80(1998).
5. Chan, T. W.、Chen, C.、Messner, J. I. , and Chua, D. K. H., "Interface Management for China's Build - Operate - Transfer Projects," Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol. 131, No. 6, 645-655(2005).
6. Ibbs, W., Kwak, Y. H., Ng, T., and Odabasi, A. M., "Project Delivery Systems and Project Change: Quantitative Analysis," Journal of Construction Engineering and Management, Vol.145, No.4, pp.382-387(2003).
7. Kuprenas, J. A , and Kenney, M. D., "Total Quality Management Implementations and Results: Progress Update," Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol. 3, No. 1, 34-39(1998).

8. 張學孔，「政府應在公共工程BOT案中扮好角色」，營建知訊，第184期，6-7（1988）。

9. Zhang, X. , and Kumaraswamy, M. M., "Hong Kong Experience in Managing BOT Projects," Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol.127, No.2, pp.154-162(2001).

10. Ledbetter, W. B., "Quality Performance On Successful Projects," Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 120 (1), 34-46(1994).

