

高雄捷運工程付款方式與進度差異之研析



撰寫單位：高雄市政府捷運工程局

撰寫員：陳俊融、江照雄

日期：中華民國 96 年 9 月

高雄捷運工程付款方式與進度差異之研析

陳俊融¹ 江照雄²
高雄市政府捷運工程局科長¹ 副工程司²

前言

高雄捷運政府投資範圍工程採民間參與方式辦理，其付款以里程碑勘驗方式計價，與傳統公共工程每月依工程進度估驗計價之方式不同，造成工程進度與預算執行間存有落差，迭遭外界批評預算執行率不佳。本文將針對工程進度與實際勘驗付款金額進行分析比較，探討當初里程碑計價之精神；造成付款與進度差異之原因，及里程碑劃分之影響，希相關執行經驗能提供未來政府公共工程採民間參與辦理時訂約之參考。

壹、高雄捷運民間參與執行說明

高雄捷運紅橘線建設計畫依照「獎參民間參與交通建設條例」及其相關子法，以及行政院訂頒「民間參與公共建設申請與審核作業注意事項」等相關法令規定，辦理民間參與招商作業。依照政府規定方式計算並奉行政院核定「自償率」(即「基年現金淨流入實值」除以「基年投資成本實值」所得之百分比)為 11%，屬獎參條例第 25 條所謂「未具完全之自償能力者」之重大交通建設，故「得就非自償部份由政府補貼所需利息或投資其建設之一部」。因此將捷運興建工程區分為自償部分及非自償部分；然而考量捷運建設投資金額龐大，如全由民間投資廠商融資興建實有執行困難，同時相對也增加政府補貼利息之支出，故本案非自償部分決定由政府投資，自償部分則由民間投資。另外尚有建設所需之土地、工務行政、顧問等費用則由政府編列預算辦理。

前述之非自償部分依照獎參條例第 25 條規定，可由政府興建或交由民間投資廠商興建，惟經考量交由民間興建具有縮短工期(可節省細部設計與審查行政作業及招標時間，細部設計及施工可同步進行)降低成本(可激勵採用新工法、新技術及新材料來降低成本，縮短工期可減少利息支出)及界面整合責任明確(民間投資廠商應負責整合不同土建、機電施工廠商，

且為縮短工期，降低成本則應更積極處理界面問題）等優點，故本建設案經甄審委員會評定政府投資 1047.7 億元並將非自償部分交由民間投資廠商興建。

有關政府投資金額之給付方式，原依照「政府對民間機構參與交通建設補貼利息或投資部分建設辦法」第 9 條第一項第二款：『由民間機構興建交通建設之一部，經主管機關勘驗合格並支付投資價款取得產權後，交由民間機構經營或使用。』規定，政府投資非自償部分應於民間機構興建完成，經政府勘驗合格並支付投資價款取得產權後再交給民間機構經營。惟為儘量減輕民間投資廠商之財務負擔且使支付標的明確，本案將政府投資之非自償部分區分為數個明確之工程項目並採里程碑勘驗方式計價付款，以合乎民間參與宜儘量簡化政府作業精神，相較於傳統政府辦理工程每月須進行各項工程估驗計價之方式，可節省政府機關人力需求，同時也具有要求承包廠商須為財務狀況良好之廠商及鼓勵廠商加速完成階段性之施工作業（以便可早日提出勘驗申請），且必須重視工程品質（勘驗合格才可申請付款），減少危險性施工過程存續期間，提高工程安全之效果。

本案民間參與執行權責詳圖 1。

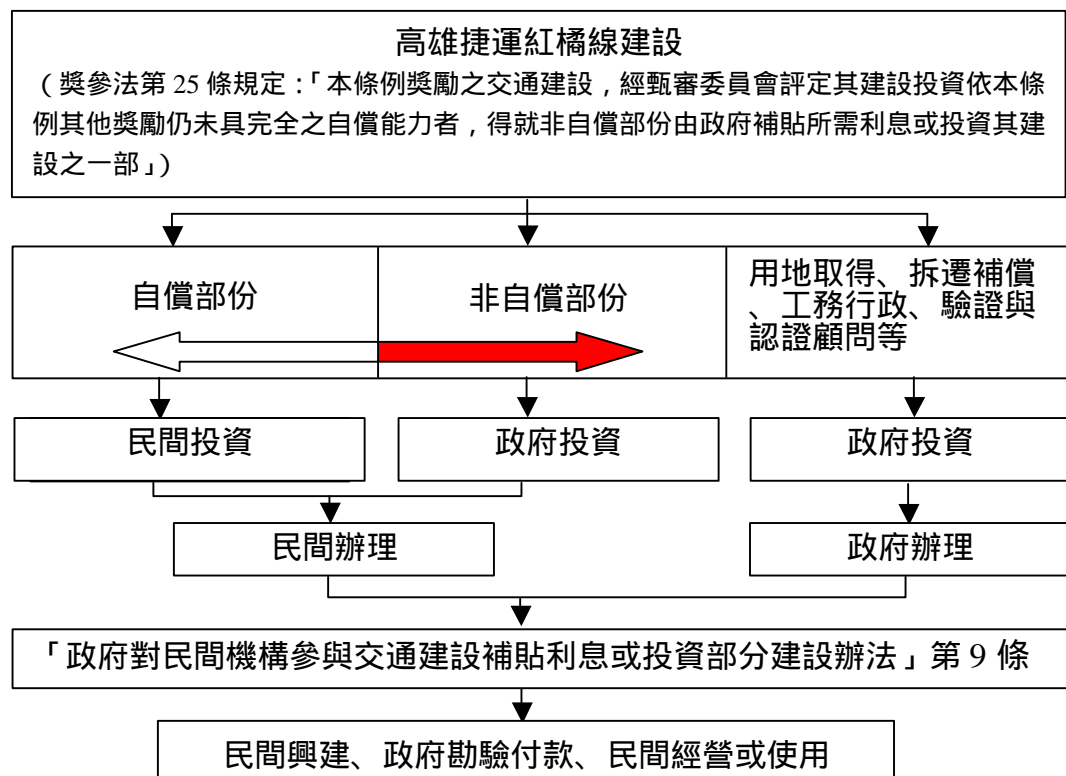


圖 1 高雄捷運紅橋線路網建設案民間參與執行方式

貳、勘驗計價方式說明

「興建營運合約」9.2.2 規定：『乙方於實質完成本投資範圍內各工程項目中各施工階段工作後，依工程經費表及典型成本中心計價里程碑(附件 B2)備妥下列相關資料後向甲方提出各計價里程碑勘驗申請...』及 9.4.1 規定：『乙方應於每月十五日申請付款。申請付款時，乙方應備妥品質及安全管理監督顧問出具之勘驗合格證明書、勘驗計價單提送甲方審核。...』。

本建設案政府投資範圍工程，依工程性質將計價項目區分為 15 種計價類型，包括：電扶梯；電梯；場站及路線環控系統；場站及路線水電設備；行控、訓練中心之土木工程；機廠之土木工程；高架車站；地下車站；地面車站；高架段路線；地下段路線—明挖覆蓋隧道；地下段路線—潛盾鑽掘隧道；地面段路線；地下段路線—山岳隧道；R16 共站車站。每一計價類型依工程進度區分為數個計價里程碑（以地下車站為例，區分為：1.連續壁等擋土結構完成 50%；2.連續壁等擋土結構完成 100%；3.主體結構底板完成；4.大廳層樓版實質完成；5.主體結構頂版實質完成；6.回填、道路復舊、車站出入口及通風井實質完成；7.月台結構完成並交付鋪軌作業；8.非公共區域實質完成；9.公共區域實質完成；10.土建完工；11.系統整合測試；12.履勘。12 個計價里程碑，每一計價里程碑則對應一付款百分比，地下車站之計價里程碑例詳表 1；高架車站例詳表 2；潛盾隧道例詳表 3）。將政府投資範圍工程內容依 15 種計價類型區分為 113 個工程項目，例如 1 座車站或 1 段隧道即構成一工程項目（成本中心），當捷運公司於完成某一工程項目某計價里程碑施工後，備妥合約規定之文件（含勘驗申請書、施工圖說、品管報告、材料檢驗報告與證明文件等）即可向本局提出勘驗申請，經本局勘驗合格後，本局委託之品質及安全管理監督顧問即發給捷運公司該工程項目該計價里程碑勘驗合格證明書。然後捷運公司依照合約規定於每月 15 日備妥勘驗合格證明書與勘驗計價單等資料向本局提出付款申請，經本局審核後，即依合約工程經費表中該工程項目金額乘以該計價里程碑付款百分比付款。

表 1 地下車站計價里程碑例

里 程 碑	成本中心之付款百分比
1.連續壁等擋土結構施工完成（50%）	13%
2.連續壁等擋土結構施工完成（100%）	9%
3.車站主體結構底版完成	27%
4.車站大廳層樓版實質完成	5%
5.車站主體結構頂版實質完成	5%
6.回填、道路復舊、車站出入口及通風井實質完成	9%
7.月台結構完成交付鋪軌作業	5%
8.非公共區域（含設備室及隔間牆）實質完成	8%
9.公共區域（含設備室及隔間牆）實質完成	10%
10.土建完工	5%
11.系統整合測試	2%
12.履勘	2%
合 計	100%

表 2 高架車站計價里程碑例

里 程 碑	成本中心之付款百分比
1.基礎全部完成	10%
2.墩柱及帽樑全部完成	10%
3.車站主體結構實質完成	28%
4.高架車站交付鋪軌作業	18%
5.非公共區域及公共區域（含設備室及隔間牆）實質完成	25%
6.土建完工	5%
7.系統整合測試	2%
8.履勘	2%
合 計	100%

表 3 潛盾隧道計價里程碑例

里 程 碑	成本中心之付款百分比
1.前行隧道鑽掘完成	50%
2.後行隧道鑽掘完成	36%
3.隧道（含聯絡通道）完成並交付鋪軌作業	4%
4.土建完工	6%
5.系統整合測試	2%
6.履勘	2%
合 計	100%

參、勘驗金額與工程進度關係分析

一、勘驗金額與工程進度曲線

為探討勘驗金額與工程進度之關係，以政府投資範圍首次辦理勘驗計價之 91 年 1 月為起始月份，將每月（迄 96 年 8 月）累計勘驗金額百分比（以實際辦理勘驗之月份為基準，將累計勘驗金額除以合約總金額 1047.7 億元所得之百分比）與工程進度百分比繪製曲線如圖 2，該圖亦分別表示捷運紅線與橘線之曲線（依照合約紅線之總金額為 60,348,510,289 元，橘線之總金額為 44,421,489,711 元，以紅線為例即為該月份紅線累計勘驗金額除以 60,348,510,289 元所得之百分比），另進度之計算因包括設計及發包作業，故雖 91 年 1 月首度辦理勘驗合格，但至該月份工程進度累計已達 4.08%。且依目前可取得之資料，自 91 年 8 月始區分紅線與橘線之進度，惟進度資料起始月份之差異並不影響本文分析結果。

將每月辦理勘驗金額百分比（將該月勘驗金額除以 1047.7 億元所得之百分比）與每月完成的工程進度繪製曲線如圖 3。

將每月累計工程進度百分比與累計勘驗金額百分比之差異繪製曲線如圖 4，另將每月差異之增減繪製曲線如圖 5。

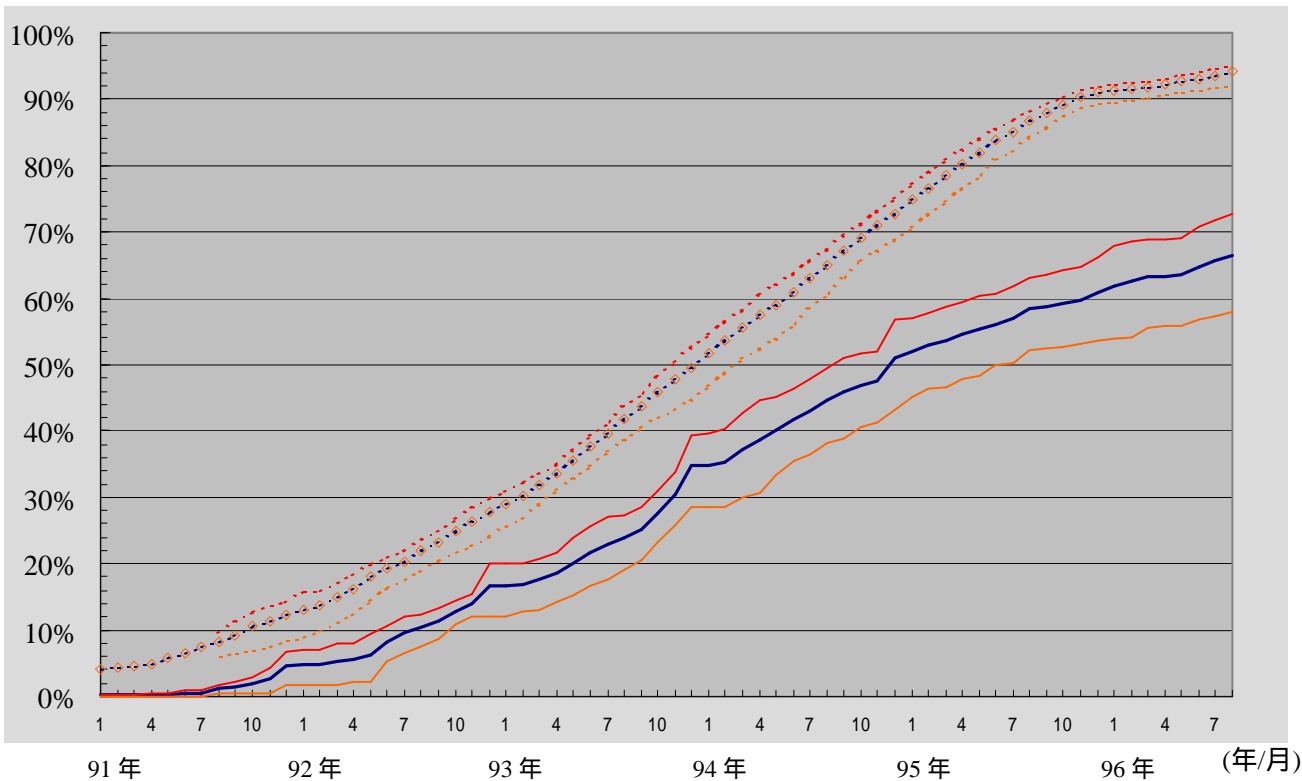


圖 2 累計勘驗金額百分比與工程進度曲線

(實線：累計勘驗金額，點線：工程進度)

(藍色：整體政府投資範圍，紅色：紅線，橘色：橘線)

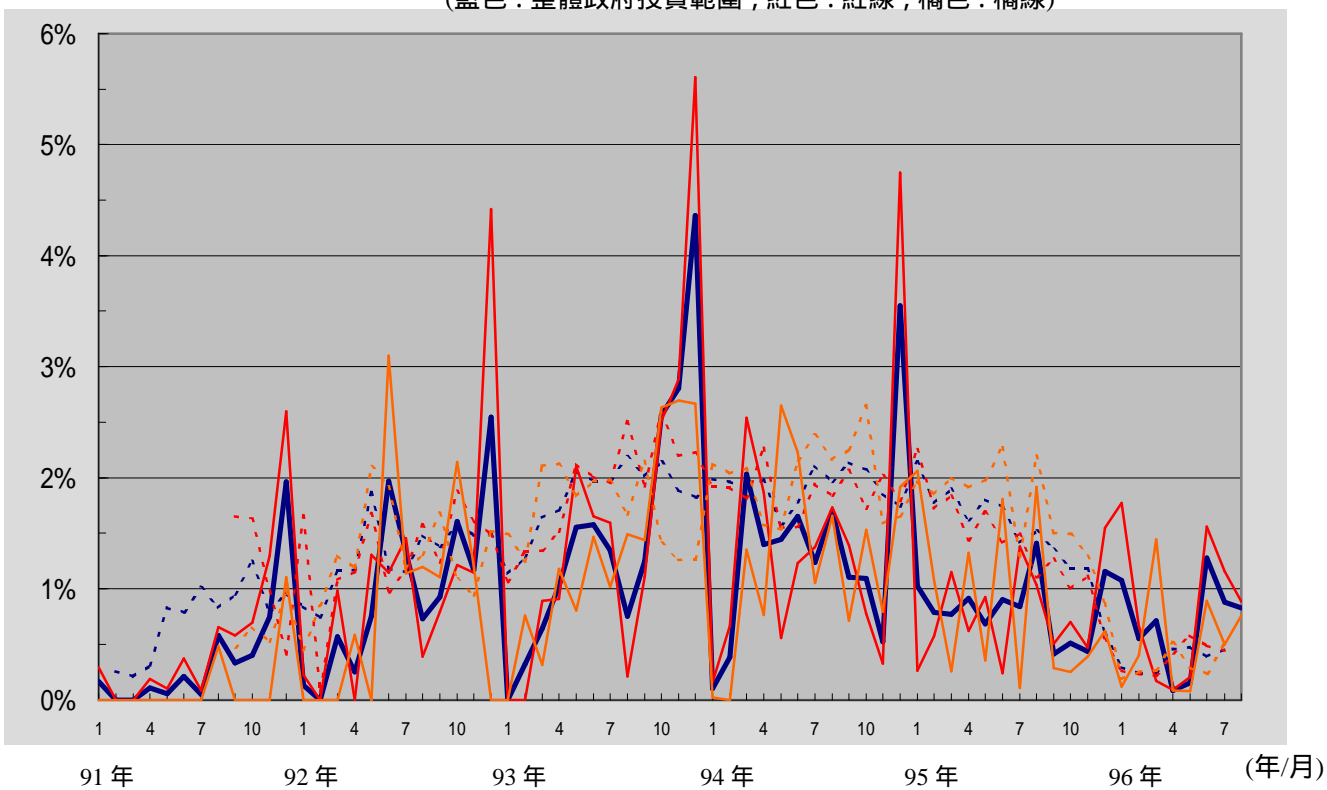


圖 3 每月勘驗金額百分比與工程進度曲線

(實線：累計勘驗金額百分比，點線：工程進度)

(藍色：整體政府投資範圍，紅色：紅線，橘色：橘線)

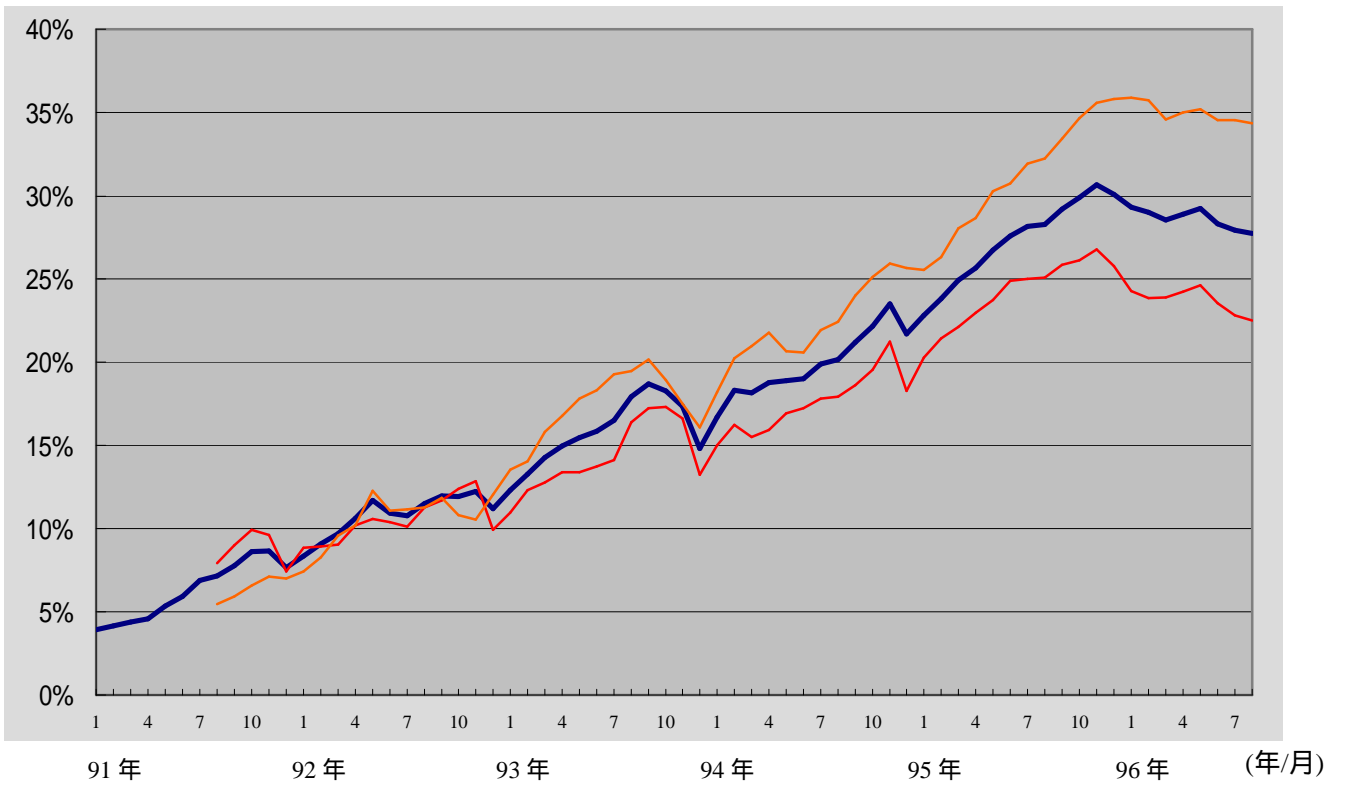


圖 4 每月工程進度與勘驗金額百分比差異曲線

(藍色：整體政府投資範圍，紅色：紅線，橘色：橘線)

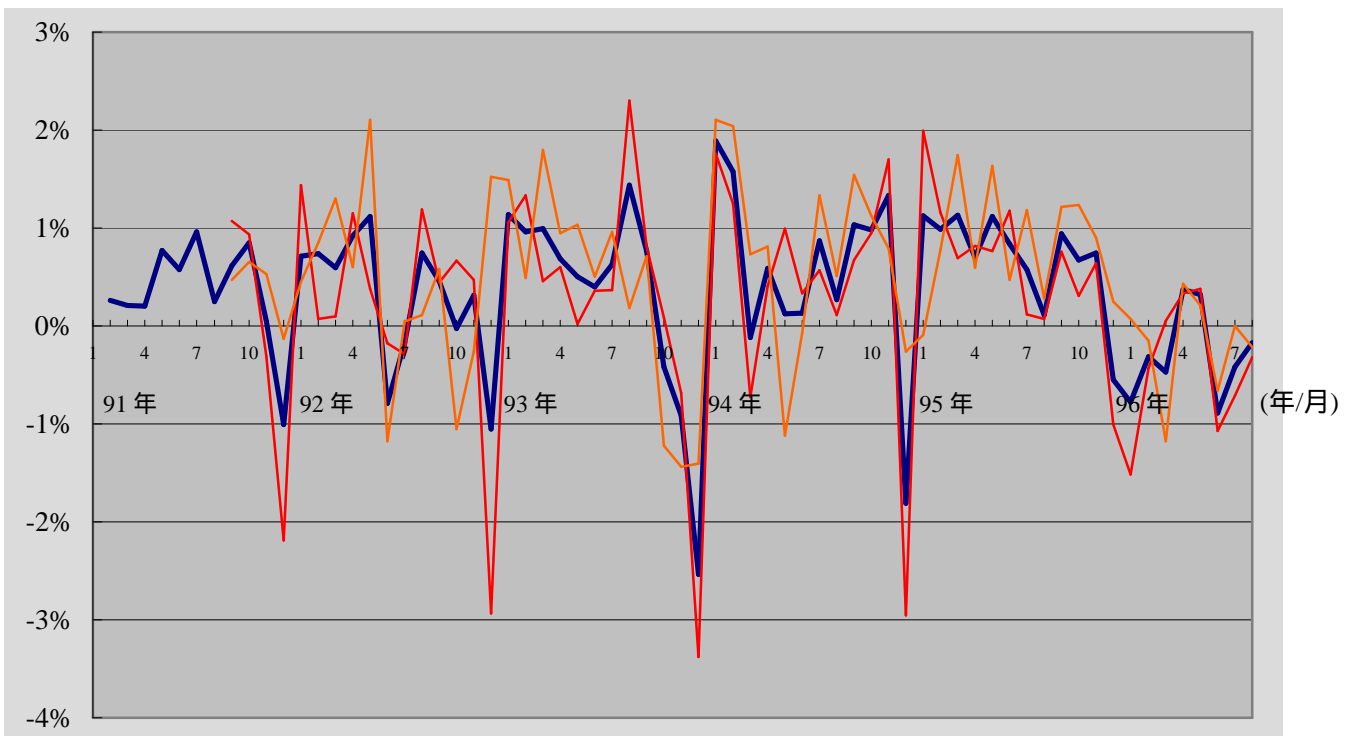


圖 5 每月工程進度與勘驗金額百分比差異增減曲線

(藍色：整體政府投資範圍，紅色：紅線，橘色：橘線)

二、分析與比較

由圖 2 分析，累計勘驗金額百分比落後工程進度，且其曲線上昇之趨勢，工程進度曲線在工程初期（91-92 年）上升幅度較緩（約增加 25%），工程中期（93-94 年）則以較快之幅度上升（約增加 44%），工程後期（95-96 年）上升幅度又漸趨平緩。至於累計勘驗金額百分比曲線則呈現較不規則之變化，且其上升之幅度不如工程進度，91-92 年間增加約 17%，93-94 年間增加約 34%，95 年迄今雖顯示上升有減緩之趨勢（僅約增加 15%），惟以工程進度已達 90% 以上之情況觀之，後續在工程完工前，勘驗金額百分比曲線應會大幅上升，呈現與工程進度不同之變化趨勢。至於紅線不論工程進度或勘驗金額百分比均領先橘線，雖目前工程進度紅線領先約 2.9%，惟勘驗金額百分比領先約 14.7%。

由圖 3 分析，每月完成之工程進度在 91 年底即達約 1%，其後（92-95 年間）大抵保持在 1-2% 之間，96 年以後則降至 0.2-0.5% 間。至於每月辦理勘驗之金額百分比則無規則可循，其曲線上下變化之狀況亦較工程進度曲線為烈，兩者之間亦無固定之關係可言（勘驗金額曲線於 91、92、93、94 年之 12 月因考量當年度之預算執行，故加強管制辦理勘驗作業致能大幅增加當月勘驗金額百分比，93 年 12 月時最高達約 4.36%）。由圖 4 分析，工程進度與累計勘驗金額之百分比差異在 91-95 年間各年度增加之趨勢相仿（除因 12 月份勘驗金額增加造成差異減少外），96 年以後差異則呈現縮小之趨勢（最大之差異出現於 95 年 11 月約為 30.65%），至於紅線與橘線之比較，在 92 年 2 月以前紅線差異較大，92 年 12 月以後則橘線差異較大，橘線於 96 年 1 月差異最大約為 35.9%，紅線於 95 年 11 月差異最大約為 26.8%。再進一步由圖 5 觀察，每月之工程進度與勘驗金額百分比差異變化趨勢，在 96 年以前除部分勘驗金額較多之月份呈現減少外，大抵每月增加之差異均在 0-1% 間，差異增加最多之月份為 94 年 1 月（約為 1.89%），差異的增減則無固定規則可循。

肆、差異原因探討

由前述曲線比較分析可知以里程碑方式計價，勘驗金額與工程進度無關，細究工程進度與勘驗金額百分比差異之原因說明如下：

- 一、雖工程進度衡量基準採收入值法，於每一里程碑完成之工程進度對應其勘驗金額，惟因捷運工程項目多達 113 項且區分為 15 種類，完成每一里程碑所需之工期亦均不相同（即使同一類工程項目相同里程碑由不同之承包廠商施作所需工期亦不同），在未達里程碑前，雖每月持續施工均有進度，但並無勘驗金額，即使在完成里程碑施工後，仍須備妥相關文件並改善本局委託之顧問日常查驗缺失，方可提出勘驗申請，經勘驗合格後方得計價（才有勘驗金額），通常與完成里程碑施工之時間又會有數月之差異，因此工程進度與勘驗金額百分比才會產生差異，不若政府傳統辦理工程每月按工程進度估驗計價般工程進度與付款金額息息相關。
- 二、在工程進行初期，為較單純之土建工程施工，例如地下車站進行連續壁施作、開挖及底版澆置作業（共有連續壁完成 50%、100% 及底版完成三個里程碑），工程進度與勘驗金額百分比差異較小，惟隨著工程進展，當其他工程如水電、環控、軌道、機電系統等陸續加入施工後即易因界面協調問題造成里程碑中小部分工作未完成而無法辦理勘驗，導致工程進度與勘驗金額百分比差異擴大，例如地下車站「回填、道路復舊、車站出入口及通風井實質完成」、「非公共區域實質完成」、「公共區域實質完成」等里程碑，回填復舊須待所有地面結構與設施、管線完成後才可進行施工；出入口通常位於馬路兩側須分次辦理交維才能進行施工；車站內公共區、非公共區建築裝修更須與水電環控、機電系統等不同工程配合進行施作；以上這些里程碑都牽涉許多外部（公共管線、道路交通）與內部（不同種類工程、承包廠商）界面協調工作，容易因單一事件或承商之延誤影響造成整個里程碑工作無法完成。因此在工程中期，進度與勘驗金額百分比出現最大之差異。至於工程後期則因大部分之工作均已完成，工程進度不再大幅增進，且相關問題陸續解決後即可達成里程碑施工辦理勘驗，因此進度與勘驗金額百分比差異出現縮小之情況。

結論與建議

- 一、以高雄捷運工程為例，經分析可知採里程碑勘驗合格計價方式，付款金額與工程進度無關(付款僅在勘驗合格時才執行，為 0 與 1 之關係，而工程進度則不然)，且兩者間易產生相當之差異，工程進度將領先付款金額(百分比)，與一般政府辦理工程按進度每月估驗計價方式付款金額與工程進度相當之狀況不同，易讓外界產生質疑。
- 二、高雄捷運工程會以里程碑方式計價，係因考量本案採民間參與方式辦理，理應賦予民間參與投資廠商較大之責任(工程管理、財務調度等)，同時為節省政府辦理工務人力，故採里程碑方式，完成一特定階段之工程後才計價付款，保障政府參與投資之權益。
- 三、以里程碑方式計價，造成進度與付款金額差異之原因，除根源於付款金額僅在完成里程碑施工且經勘驗合格時才執行，至於在完成里程碑工作前雖每月均持續進行施工且累計進度，但並未付款；及雖劃分為數個里程碑，但不同里程碑間並不一定有先後之施工順序，可同時進行施工累計進度之特性外，經分析歸納尚有下列因素會拖延勘驗付款作業之進行：

(一) 對完成里程碑之工作範圍產生爭議

雖本案合約針對每一工程項目訂定數個大項工程階段(例如連續壁；結構底版、中版、頂版等)完成之計價里程碑，但針對每一里程碑應涵蓋之細項工作並無法一一臚列，應此合約保留各階段里程碑間之介面分界處由雙方討論議定之彈性。在實務上本局亦隨時與民間投資廠商(捷運公司)就里程碑之分界進行溝通討論，儘量避免因雙方爭議而影響勘驗作業。

(二) 工程缺失改善延誤

本局委聘「品質及安全管理監督顧問」平時執行查驗作業，如發現里程碑之施工作業有缺失，則在該等缺失完成改善且經複查確認結案前，該里程碑不得辦理勘驗。因此捷運公司改善缺失之期程會影響辦理勘驗之時間，勘驗發現有缺失經判定不合格時亦同。

（三）勘驗文件準備延誤

捷運公司於完成里程碑工作後，需依照合約規定備妥相關文件才能提出勘驗申請，實務上為準備勘驗文件通常會有一至二個月以上之延誤。

四、里程碑計價方式會造成付款金額落後工程進度，對實際投入資源施工之承包廠商可能會有財務負擔壓力，為了減輕此一影響，就本案而言，捷運公司或承包廠商如能確實做好工程管理與介面協調作業，配合本局與捷運公司就里程碑介面進行合乎合約規定之彈性考量，則在雙方共同努力下，除前述差異根源特性外，應可避免其他引起勘驗付款拖延之問題，大幅減少工程進度與勘驗金額之落差。就將來考量採用里程碑計價之案件而言，可嘗試將部分牽涉較多工程介面之計價里程碑再細分不同之里程碑。由本案前述分析，當施工進入各種不同種類工程工作面同時進行階段，牽涉之介面協調問題易造成工程延遲，例如車站之建築裝修（天花板、牆面、地坪）需配合水電環控（照明燈具，廣播揚聲器，空調送、回風口，消防系統之火警探測器、撒水頭、消防栓箱、排煙閘門）與各機電系統（月台門，自動收費系統，電梯、電扶梯）設備、箱體及管線進行安裝，如果介面協調不良，各承包廠商僅先就其可進行施作之部分進行施工，至於需互相配合之部分則暫置未施作，便極易導致工程進度與勘驗金額差異擴大情形。尤其捷運專業工程種類繁多，工程介面繁複，為了不受難解之介面問題影響，可考量將某些里程碑再做細分，例如車站「非公共區域實質完成」里程碑可依施工順序將天花板、牆面、地坪與門扇進行區分，或者仿效連續壁般區分為完成 50% 與 100%；公共區亦然。車站「回填、道路復舊、車站出入口及通風井實質完成」里程碑可再細分為「車站出入口及通風井結構體完成」與「回填、道路復舊完成」兩個里程碑，避免回填復舊之公用管線與污水、自來水接管等問題影響。每一車站「水電或環控設備安裝與測試完成」里程碑可細分為「安裝完成」與「測試完成」兩個里程碑，避免繁複之測試與矯正作業影響整個水電或環控設備勘驗之進行。惟增加里程碑數量即增加政府辦理勘驗作業之工作量，有違前述採民間參與節省政府人力需求之精神，因此應有適當之取捨以便能在兩者之間取得平衡。