

高雄環狀輕軌建設創造之公共效益分析

一、前言

高雄環狀輕軌建置計畫為高雄都會區之軌道運輸系統，屬國家重大之公共建設，對於社會大眾之基本運輸需求與生活品質具有相當的影響，亦能進而改變區域內的環境與土地使用，帶動產業與經濟發展。

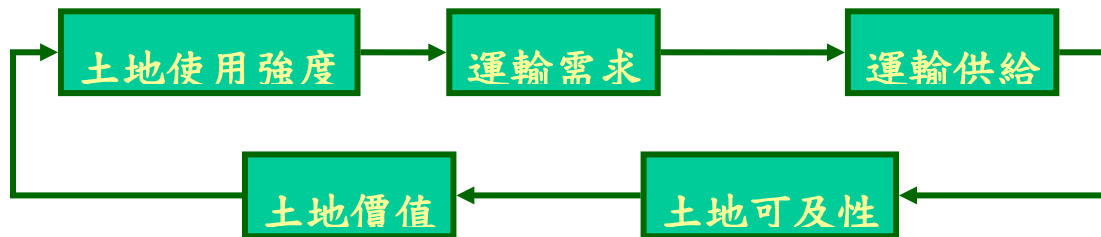


圖 1. 運輸建設與土地使用關係圖

如同公共建設之特性，高雄環狀輕軌具有投資金額大且回收期長、公共財之共享性與無排他性的特性，不僅促進經濟成長，亦可創造龐大的外部效益(external benefits)。本文將透過公共利益的觀點，透過效益貨幣化之計算，探討高雄環狀輕軌所創造之效益。相關成果可用來對外界提出說明，闡述高雄環狀輕軌建置計畫對社會之貢獻，對提升城市及市府形象均有正面幫助。



圖 2. 輕軌建設社會貢獻示意圖

二、公共建設之特性

廣義而言，凡提供公眾使用或能促進公共利益的公共設施，便可稱為公共建設[1]。公共建設的目的在於提供公眾使用與公共安全及社會福祉有關之工程設施和設備，其效益能為大眾所共享，以達改善生活品質，促進經濟發展為目標[2]。依「促進民間參與公共建設法」第 3 條第一項亦定義「交通建設及共同管道」屬公共建設的範疇。高雄環狀輕軌身為公共建設，具備之特性包括外部效益、公共財之共享性與無排他性、投資金額大且回收期長及促進經濟成長，以下將逐條說明其內涵：

1. 外部效益

外部性(externality)係指某一經濟主體的經濟行為對使用者之外的第三者之影響與衝擊，可能為正面，亦可能為負面。如果經濟行為所產生的社會效益非可由私

部門生產者獲取之利益，則稱為外部經濟或外部效益。

以高雄環狀輕軌而言，其所提供的產品與服務多以公益價值為主，故能產生亟大之外部效益。

2. 公共財之共享性與無排他性

公共財(public goods)具有共享及無排他性(Nonexclusive)的特性，故又稱為「無敵對消費性」，係指在某一段時間內，所提供的產品或服務可供兩個以上的人共同消費、享用其效益，且此產品或服務之供給會自動及於社會，無法排除某一消費者來單獨享用。

高雄環狀輕軌所提供的運輸服務，具備公共服務的性質，任何市民均可享用，非僅供特定人使用且其消費不因別人消費而減損自己的消費，具備公共財之無敵對與無排他性。

3. 投資金額大且回收期長

公共建設諸如高速公路、高速鐵路、高雄捷運紅、橘線等，其建設範圍廣、規模大，因此投資金額鉅大，而且建設之規劃與興建工程多為多年執行的計畫，使得建設使用受益期及投資回收期皆相當長，相對使得財務及營運風險較大，也是影響民間參與公共建設意願的主因。

高雄環狀輕軌推動初期亦深受其影響，目前已由原 BOT 方式改為 OT，冀由策略精進以求順利推動。

4. 促進經濟成長

政府對公共建設的投資，係指由政府部門提供國家或地方經濟發展所需的基礎設施，藉此提高人民生活品質與帶動經濟成長。近年來受國際金融風暴影響，經濟發展遲滯，所有國家都採取擴大公共投資之內需方式，刺激經濟成長。諾貝爾經濟學獎得主 Stiglitz 更強烈建議大眾運輸建設是最優先之公共投資項目，即便採赤字預算進行投資，都是有益後代的積極作為。

高雄環狀輕軌總建設經費預估為 165 億元，興建完成後，其運輸服務可供社會大眾使用，所創造的旅運成本節省、污染減少、生活品質改善及經濟成長等效益均為社會大眾所共享，皆符合上述公共建設之定義與特性，亦符合市民的期待，證明是一個對高雄都會區有經濟社會效益的公共建設。

三、高雄環狀輕軌創造之效益

「效益」意旨公共建設對整體社會所創造出的福利[4]，高雄環狀輕軌為公共交通建設，近來已有諸多文獻針對公共交通建設創造出的效益進行探討歸納（如圖 3，資料來源【7】），公共交通建設創造之效益概可分為對使用者所帶來的直接效益（使用者效益），以及對使用者外所帶來的間接效益(尤指外部效益)，以下將針對高雄環狀輕軌創造之效益分項說明如后：

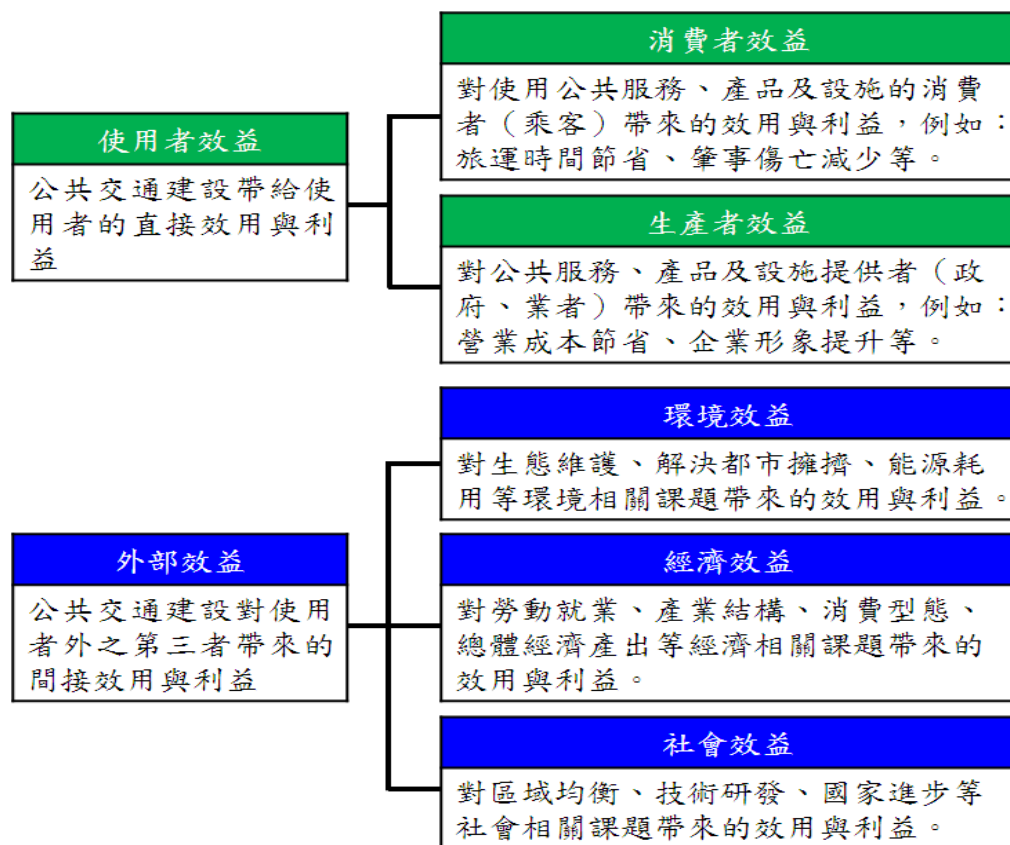


圖 3. 公共交通建設創造之效益分類

1. 使用者效益

高雄環狀輕軌替使用者帶來直接的效益，又可細分為消費者與生產者，前者係指直接使用高雄環狀輕軌服務的乘客，後者則為高雄環狀輕軌運輸服務與設施的提供者，即政府。當然受衝擊之其他運輸業者應或有些負面影響，政府將適度補貼，故在此姑且不討論。

(1) 消費者效益

對於搭乘高雄環狀輕軌的旅客（乘客）而言，因其行駛於 B 型路權，本文推估其營運速度約可達 30 公里/小時，相較公車及市區道路車輛行駛平均速度為高（公車、汽車與機車的行駛速率分別約每小時 16、22 與 25 公里），在相同路線之起、迄車站可節省旅運時間。

以各運具安全性而言，軌道運具最佳；以與高雄環狀輕軌同為軌道運具的高雄捷運通車後三年觀察高雄市交通事故，捷運的傷亡率遠低於道路交通事故的傷亡。

表 1. 高雄捷運與高雄市道路交通事故比較表

年度	捷運系統事故		道路交通事故	
	輕傷(人次)	傷亡(人次)	輕傷(人次)	傷亡(人次)
97	5	0	17808	50142
98	1	0	19022	27233
99	0	0	23060	31217

此外，身為軌道設施的輕軌提供舒適的座椅與空調，旅運過程的舒適度亦較其他運具為高。

(2) 生產者效益

高雄環狀輕軌將由政府自建後，再以勞務委外的方式委託民間經營；經政府規劃與興建，透過民間企業之靈活、創新、效率的經營方式，在人事、營運成本方面均較傳統公營方式為低，以有效節省政府財政負荷。

2. 外部效益

高雄環狀輕軌創造的外部效益，可分為環境效益、經濟效益與社會效益三大面向探討之。

(1) 環境效益

依據交通部研究[8]，與輕軌同為軌道運具的捷運每延人公里的耗油量為 0.006 公斤，遠低於其他運具，低耗油量使油料排放的二氧化碳減少，具備減碳節能的效益，此外亦可減少油料耗用所產生的硫化物、氮化物等有毒氣體，達成減少空氣污染的效果。此外，因吸引部分汽、機車族群的移轉使用捷運，亦能降低空氣污染及噪音對人體的危害。

(2) 經濟效益

高雄環狀輕軌營運後，有效改善連結市中心與郊區的可及性，進而帶動沿線土地使用價值增漲，使政府稅收提高。

此外，原有都市內使用汽、機車之旅次，因捷運營運後而移轉搭乘，能有效降低道路擁擠（節省道路旅運時間），進而減少道路肇事傷亡（減少經濟損失），亦為高雄環狀輕軌帶來的外部經濟效益。

(3) 社會效益

在社會效益方面，由於我國目前尚無輕軌設施加入大眾運輸市場服務，高雄環狀輕軌導入之後，除可傳承興建經驗之外，更能帶動國內軌道技術的提升，同時亦可望成為高雄市的移動地標，不僅提升高雄的國際能見度，亦是高雄擠身進步城市的重要象徵。茲將高雄環狀輕軌所創造之效益整理如下表：

表 2. 高雄環狀輕軌效益彙整表

使用者/外部效益	分類	效益	有形/無形
使用者效益	消費者	輕軌旅客節省旅運時間	有形效益
		確保輕軌旅客旅運安全	有形效益
		輕軌旅客獲得旅運舒適	無形效益
	生產者	節省興建成本	有形效益
		節省營運成本	有形效益
		提升市府形象	無形效益
		節省能源使用與碳排放	有形效益

外部效益	環境效益	減少空氣污染	有形效益
		降低噪音危害	有形效益
	經濟效益	沿線土地使用價值增漲	有形效益
		促進消費與增加就業	有形效益
		降低道路擁擠	有形效益
		減少道路肇事傷亡	有形效益
	社會效益	精進捷運技術	無形效益
		提高國際能見知名度	無形效益
		提升城市地位與進步	無形效益

四、效益貨幣化

為將高雄環狀輕軌創造之效益具體化，本文參酌台灣經濟研究院[4]、行政院經建會[9] 與交通部運輸研究所[10]對各種效益量化之研究方法，將表 1 可求得之有形效益轉換為貨幣單位（貨幣化），藉此衡量各類效益大小，也更讓一般民眾充分瞭解與直接感受。

1. 消費者效益

(1) 輕軌旅客節省旅運時間

高雄環狀輕軌在都會區運具中，大多路段行駛於 B 型路權路線，具有行駛速率高的優點，相較其他運具在相同距離下能節省輕軌旅客的旅運時間。經整理高雄都會區各運具行駛速率，並參考同為軌道運具的高雄捷運紅、橘線平均旅次長度 6.87 公里作為比較基準，加上各運具車外時間(輕軌、公車為平均班具，汽、機車為停車時間)[11]，可得在此基準下，輕軌與各運具旅行時間的差異，如下表。

表 3. 高雄都會區尖峰時間輕軌與他運具行駛速率比較

運具	行駛速率 (公里/小時)	平均旅次 長度(公里)	平均旅次長度下 所需時間(分鐘)	車外時 間(分鐘)	與捷運差異 (分鐘)
輕軌	30	6.87	11.78	5	-
小汽車	22		18.74	7.5	7.50
機車	25		16.49	0	-2.25
公車	16		25.76	10	17.02

本文以高雄環狀輕軌規劃之元年總運量，並引用高雄市政府交通局「97 年高雄都會區家戶旅次訪問調查與旅次特性分析報告」[12]中，參考與輕軌同為軌道運具的捷運旅客使用運具之移轉比例（捷運衍生旅次不計入，自行車、鐵路、步行、計程車等比率低不列入計算），推估得旅客因搭乘高雄環狀輕軌而獲得 166,879,025 分鐘的節省，若以行政院主計處公布國內勞工平均時薪 198 元計算，99 年度總效益值為 550,700,782 元（約 5.5 億元）。

表 4. 輕軌旅客旅運時間節省效益

輕軌初期運量 (人次/年)	原使用 運具	移轉比率 (%)	移轉運量 (人次)	節省旅運時 間(分鐘)	時間節省總 計(分鐘)
31,878,005	小汽車	24.3	7,746,355	58,069,496	166,879,025
	機車	30.6	9,754,670	-21,967,516	
	公車	24.1	7,682,599	130,777,045	

(2) 確保輕軌旅客旅運安全

旅客搭乘輕軌獲得的安全，可透過與其他運具的肇事率比較來衡量，再透過各分類的肇事成本單位進行貨幣化。參考高雄捷運公司[7]分析捷運紅、橘線與其它運具肇事率比較，如下表。

表 5. 各運具肇事率比較

運具	死亡肇事率 (人/百萬延人公里)	受傷肇事率 (人/百萬延人公里)	財產損失肇事率 (件/百萬延人公里)
捷運	0.0004	0.0004	0.0025
汽機車(一般道路)	0.0342	1.3011	0.9008
都會公車	0.0064	0.1464	0.1126

將表 3 中各運具移轉至軌道運具的人次數及目前高雄捷運紅、橘線平均旅次長度為基準推估，再配合表 4 中各運具肇事率與軌道運具之差異，可求得旅客移轉至軌道運具後，所減少的死亡人數、受傷人數與財產損失件數，如下表。

表 6. 旅客搭乘軌道運具所減少的肇事數

原運具	死亡人數(人)	受傷人數(人)	財產損失件數(件)
小汽車	1.82	69.24	47.94
機車	2.29	87.19	60.37
公車	0.34	7.73	5.94

若參考台灣經濟研究院對各肇事成本單位的建議值[4]，死亡肇事成本每人 1,255 萬元、受傷肇事成本每人 91 萬元，以及財產損失每件 5.5 萬元，則推得因搭乘捷運減少肇事成本的效益為 28,626 萬元（2.86 億元）。

表 7. 軌道運具旅客肇事成本減少效益

原使用 運具	死亡 (萬元)	受傷 (萬元)	財產損失 (萬元)	肇事減少金額 總計(億元)
小汽車	2,284	6,301	264	2.12
機車	2,876	7,935	332	
公車	424	703	33	

2. 生產者效益

(1) 興建成本減少

高雄環狀輕軌計劃，已納入水岸輕軌路線，除可節省因兩路線分開建置多出的 10 億元，更可讓輕軌即早服務流行音樂中心、旅運大樓、世貿會展中心等文創走廊的旅運需求。

(2) 營運成本減少

高雄環狀輕軌營運機構規劃導入講求效率的經營策略民間企業，相較於政府出資興建，公辦公營性質之台北捷運公司，在撙節人事費用與營運成本方面具有優勢。以營運通車第一年為比較基準，民營公司的高捷每公里用人數為 37.16 人/公里，相較公營公司的北捷每公里用人數為 50.99 人/公里，每公里少用了約 14 人。

表 8.高捷與北捷營運元年每公里用人事數

成本項目	人工成本 (仟元)	員工人數 (人)	路網長度 (公里)	每公里用人數 (人/公里)
高捷	996,437	1,558	41.93	37.16
北捷	1,253,818	2,055	40.3	50.99

此外，以民間經營的高雄捷運公司與公營的台北捷運公司來作比擬，在不計入折舊、攤銷、利息與重置基金下，民間經營之高雄捷運每延車公里的營業成本為 315 元，較公營台北捷運的 624 元，節省 309 元。若以民國 99 年高雄捷運總延車公里數 414.4 萬列車公里計算，相較於台北捷運可節省營運成本每年 12.8 億元。

表 9. 高雄捷運與台北捷運 99 年營運成本比較

項目	高雄捷運	台北捷運
營運成本(億元)	18.32	98.50
總延車公里(百萬車公里)	5.82	15.79
延車公里營運成本(元)	315	624

3. 外部環境效益

(1) 節省能源使用與碳排放

搭乘輕軌每延人公里的平均耗油量，相較其他運具為低，本文參考高雄捷運紅、橘線通車前後，運具移轉變化的情況，推估輕軌通車後的汽油使用量的節省程度。

表 10. 都會區各運具能源使用效率比較

運具	每延人公里耗油量(公升)	與捷運差異(公升)
輕軌(以捷運推估)	0.0027	-
小汽車	0.0594	0.0567
機車	0.0319	0.0292
公車	0.0132	0.0105

若以上表各運具每延人公里耗油量與捷運之差異，並以捷運平均旅次長度為基準，可求得高雄捷運紅、橘線通車後帶來總汽油量的節省為每年 5,894,952 公升（約 589 萬公升）來代表輕軌通車後可節省之耗油量。

表 11. 運具移轉變化對汽油使用量之節省效益

原使用 運具	移轉運量 (人次/年)	平均旅次 長度(公里)	耗油量節省 (公升/年)	總耗油量節省 (公升/年)
小汽車	7,746,355	6.87	557332	5,894,952
機車	9,754,670		3797899	
公車	7,682,599		1539721	

經參考中油網頁[13]，每公升汽油可排放二氧化碳(CO₂)2.2 公斤，以目前國際間二氧化碳交易價格每公噸 20 歐元計算（約台幣 840 元），高雄環狀輕軌創造碳排放減少之效益約為每年 12,969 公噸，貨幣價值每年 10,634,492 元（約 0.10 億元）。

(2) 減少空氣污染

汽油的使用會產生硫化物與氮化物等有毒氣體，對社會大眾造成呼吸道與心血管疾病等危害。研究顯示[14]，每公升汽油所產生的污染，將帶來 0.61 元的社會成本（疾病防治與醫療費用等）。若以上述高雄捷運每年節省 5,894,952 公升的汽油耗用，將可因減少空氣污染而產生效益每年達 3,595,920 元（約 0.035 億元）。

(3) 降低噪音危害

噪音對人體的危害，主要是聽力功能受損與對心理的不良影響。相關文獻指出，捷運系統營運後，所創造出降低噪音危害之效益（例如減少醫療資源使用等），約為減少空氣污染效益的 80.3%[15]。故可推估高雄環狀輕軌每年創造出降低噪音危害之效益為 2,887,523 元（約 0.029 億元）。

4.外部經濟效益

(1)高雄環狀輕軌對沿線土地使用價值帶來的增值效果，參考高雄捷運公司[7]分析捷運紅、橘線通車前後沿線地價的增漲效益為 0.19%的基準，並依經建會「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊」[9]，公共交通建設對土地增值效益計算式： $\sum (第 i 個車站所在區域面積) \times (該區土地市價漲幅)$

及假設各車站周邊土地含商業區及住宅區各半，若考量高雄環狀輕軌全線 36 個車站所在行政區及平均站距，及捷運通車前各區土地價格為基準（上表），則可估算全線捷運站周邊 500 公尺土地總計增值效益為 4,346,152,500 元（約 43.46 億元）。

表 12.高雄環狀輕軌沿線通車後各行政區地價及土地增值

行政區	商業地價 (元/平方公尺)	住宅地價 (元/平方公尺)	商業地價增值 (元/平方公尺)	住宅地價增值 (元/平方公尺)	平均 增值	車站數
鹽埕區	114,562	75,064	218	143	180.5	3
鼓山區	60,823	56,200	116	107	111.5	11
三民區	107,567	66,895	204	127	165.5	5
苓雅區	100,776	53,426	191	102	146.5	6
前鎮區	128,825	75,294	245	143	194	10
左營區	77,770	50,549	148	96	122	1

(2) 促進消費與增加就業

與私人運具相較，汽、機車等私人運具僅能提供製造、研發等勞動需求，但公共交通建設卻可為區域帶來包含興建期的設計、監造、施工，以及營運期的服務、管理、維修等龐大就業數，不僅為區域內增加工作機會，亦能降低失業人口數。此外，捷運與他企業之異業結盟，亦能促進消費與購買，為捷運對經濟之貢獻。

依據台灣經濟研究院針對歷年來民間參與公共建設投資成果分析，促參案件每 100 億元資本的形成，約可創造 0.08% 的經濟成長率[2]，顯示民間參與公共建設之投入資金對經濟貢獻有相當大的助益。又若從經建會「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊」中，每增加 1 元公共投資，能發揮帶動民間投資的外部經濟效果達 1.17 元[8]。則高雄環狀輕軌總投資金額 165 億元，將可創造約 0.12% 的經濟成長率，及約 193 億元的外部經濟效益。

(3) 降低道路擁擠(道路旅運時間節省)

因原有汽、機車旅次移轉至搭乘輕軌，將使道路車流量減少，降低道路擁擠，縮短用路人的旅運時間；高雄環狀輕軌對參考高雄捷運公司[7]推估高雄捷運紅、橘線通車後，高雄都會區捷運旅次相較道路私人運具可節省的效益約為每旅次 2.3 分鐘為基準，並參考交通局調查資料[9]中高雄都會區各運具每年旅次數，初估輕軌通車後，區內道路旅運時間節省效益為每年 4,086,266,250 分鐘（如表 12）。

表 13. 高雄環狀輕軌通車後減少道路擁擠之時間效益

原使用運具	年旅次數 (人次/年)	每旅次節省 時間(分鐘)	各運具節省時 間(分鐘/年)	總節省時間 (分鐘/年)
小汽車	391,054,795	2.3	899,426,029	4,086,266,250
機車	1,356,009,310		3,118,821,413	
公車	29,573,395		68,018,809	

上述道路旅運時間節省效益同樣透過國內勞工平均時薪 198 元計算，則貨幣化後的效益值為每年 13,484,678,625 元（約 134.85 億元）。

(4) 減少道路肇事傷亡

如同原有汽、機車旅次移轉至搭乘輕軌，降低道路擁擠，產生道路旅運時間節省效益，道路車流量的降低，亦可能使道路肇事傷亡減少，例如機車道違規停車減少，降低側撞造成的傷亡。依高雄捷運公司報告[7]推估，本項因捷運通車後，各運具肇事成本減少的總效益值為 29.89 億元。

表14.高雄捷運通車後各運具肇事成本減少效益

原使用運具	死亡 (萬元)	受傷 (萬元)	財產損失 (萬元)	肇事減少金額 總計(百萬元)
小汽車	-4,782	-79,702	-489	-2,988.99
機車	-11,991	-199,875	-1,225	
公車	-75	-756	-5	

五、結論

本文蒐集公共建設創造的效益之相關研究，運用各種效益量化的研究方法，將高雄環狀輕軌創造之有形效益進行貨幣化。若不考慮未能以客觀方法貨幣化的無形效益，則輕軌通車營運後每年帶來的有形貨幣化效益值綜整如下表：

表 15.高雄環狀輕軌通車後創造之有形效益貨幣化數值

	分類	效益項目	效益值(億元/年)
使用者效益	消費者	節省旅運時間	5.5
		確保旅運安全	2.12
	生產者	節省興建成本	0.33
		節省營運成本	12.8
外部效益	環境	節能減碳	0.1
		減少空氣污染	0.035
		降低噪音危害	0.029
	經濟	土地價值增漲	43.46
		促進消費與就業	7.74
		降低道路擁擠	134.85
		減少道路事故	29.89
有形效益總計			236.85

由上表，高雄環狀輕軌營運後每年帶給使用者的效益合計約 20.75 億元，外部環境與經濟效益合計約每年 216.10 億元，總計效益每年 236.85 億元。

六、參考文獻

1. 劉憶如、王文字等，「BOT 三贏策略」，民國 89 年。
2. 王穆衡等，「民間參與公共建設制度之探討」，交通部運輸研究所，民國 98 年 6 月，頁 7-12、88。
3. 劉榮超、周濟，「公共投資對民間部門之影響」，中華經濟研究院，民國 75 年。
4. 鄉雅琴，「經濟效益評估理論與軟體開發應用」，台灣經濟研究院，民國 98 年 12 月。
5. 鄉秀貞，「民間參與交通建設補貼問題之研究：以大眾捷運系統為例」，國立交通大學土木工程學系碩士論文，民國 91 年 6 月，頁 28-29。
6. 張有恆，「都市公共運輸」，華泰書局，民國 85 年
7. 高雄捷運公司，「高雄捷運創造之效益與貢獻」，民國 99 年
8. 「大眾/公共運輸發展政策」，我國陸運交通政策展望研討會－創造永續、均衡、關懷的生活環境，交通部運輸研究所，民國 95 年 9 月。
9. 「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊：上冊」，行政院經濟建設委員會，民國 97 年 10 月。
10. 「交通建設經濟效益評估作業規範暨技術手冊」，交通部運輸研究所，民國 99 年 7 月。
11. 「自用小客車使用狀況調查摘要分析」，交通部統計處，民國 98 年，頁 9。
12. 「高雄都會區家戶旅次訪問調查與旅次特性分析」，高雄市政府交通局委託報告，民國 98 年 6 月，頁 87。
13. 台灣中油網頁，<http://www.cpc.com.tw/big5/home/index.asp>
14. 鄉惠珍，「捷運興建對高雄都會區及我國之經濟影響分析」，國立中山大學經濟研究所碩士論文，民國 93 年，頁 72-74。
15. 黃傳先、徐淵靜，「高速公路交通噪音特性及影響之研究」，國內環境科學技術與問題研討會論文集，民國 85 年。頁 126。
16. 「台閩地區都市地價指數」，行政院內政部編印，民國 98 年 9 月。