

道路挖掘回填材料(CLSM)使用及管控

壹、前言

隨著都市的發展及商業的進步，資源消耗量相對地日漸增大，更伴隨而來的是大量的廢棄垃圾。過去是興設衛生掩埋場，以掩埋方式處理垃圾，後因應民眾對環境品質要求日益提昇，加上焚化技術愈見成熟，改以興建垃圾焚化廠，推動垃圾焚化處理，由於垃圾焚化處理比率逐年提昇，國內垃圾焚化灰渣產量亦逐年增加，在行政院環境保護署資源循環策略之推動下，研訂底渣再利用計畫，推動「垃圾零廢棄」，將垃圾經焚化後殘留於爐底之物質稱為焚化底渣，經過資源化處理後，可製成再生粒料，以替代天然粒料，作為工程材料使用，達成資源廢棄物有效循環利用、垃圾全回收、零廢棄之目標。底渣材料化技術無疑是解決底渣問題的最佳方式，其導入在土木工程應用具有需求量大且穩定的特性，蔚為各國推動焚化底渣再生粒料的趨勢，已有很多研究與推廣成功案例。

為建構高雄市成為一個宜居智慧城市，提升市民的生活品質、降低環境的負擔，提出將每年高雄市產出約 25 萬噸焚化底渣，作為天然粒料之替代材料，降低天然資源開採及節省工程成本，並提升垃圾焚化廠焚化底渣再利用效益，而管理底渣流向及

再生粒料品質即為重要課題。工務局身為高雄市市區道路的主管機關，本於道路挖掘管理職責，要求管挖工程採用焚化再生粒料回填，自 108 年 4 月起即正式實施以焚化底渣再生粒料應用於道路挖掘低強度回填材料，並於 108 年 8 月 26 日新制定高雄市政府工務局道路挖掘管理施工維護要點第十九點第二款強制使用焚化再生粒料之控制性低強度回填材料 (CLSM)；運用資訊系統管理管控道路挖掘案件焚化再生粒料使用量，建置通報模組，推動焚化再生粒料去化，確保焚化再生力料之流向及整體工程的品質。

高雄市 108 年道路挖掘案共 9206 件，排除自來水管線、輸油類管線、搶修挖掘案件不使用焚化再生粒料底渣 CLSM 回填，經統計僅 1,775 件管溝工程使用。每案皆使用經市府認可焚化再生粒料 CLSM (控制性低強度回填材料) 預拌混凝土廠，並要求依規定多使用焚化再生粒料 CLSM 預拌混凝土，原則每一立方公尺使用 800 公斤之焚化再生粒料，依 108 年管挖工程申請案件總預估使用量為 7.9 萬公噸，但實際工程竣工後回報使用量僅 2.9 萬公噸，其預估使用量與實際使用量相差近三倍原因，將藉由管理系統蒐集道路挖掘案件數據資料，分析挖掘案件工程類型與焚化再生力料使用量相互關係。

貳、道路挖掘案件現況統計

一、道路挖掘申請案件類型

每年申請市區道路挖掘約有 1.1 萬多件，主要分為四大類：(1)一般零星挖掘—危險管線試挖、管線 IP 檢測及設施物新建或移除等工程；(2)緊急搶修挖掘—漏水搶修、管線查修等(3)新建房屋聯合挖掘—為電力、電信、自來水、污水及瓦斯共五大民生管線聯合開挖統一刨鋪；(4)計畫性挖掘—管線老舊汰換工程、排水改善工程等。

其中最多者為一般零星挖掘，其次為新建房屋聯合挖掘，兩者共占總比例 85%以上，緊急搶修案件與計畫性挖掘僅占總比例之 15%，相關數據詳表 2-1 所示。

表 2-1 近五年道路挖掘申請案件數量統計表

年度 挖掘類型	105年	106年	107年	108年	109年 (至4月底)	總計	挖掘類型 所占比例
一般零星挖掘	6893	7006	6860	5554	2025	28338	63%
新建房屋聯合挖掘	2068	2022	2245	2486	877	9698	22%
緊急搶修挖掘	1271	980	803	1036	373	4463	10%
計畫型挖掘	436	675	537	670	151	2469	5%
申請展期案件	2069	2232	2761	3233	1475	11770	
每年申請案件數量	12737	12915	13206	12979	4901	56738	
每年申請挖掘數量 (不含展期)	10668	10683	10445	9746	3426	44968	

二、道路挖掘許可證核發量

長期以來道路經常挖挖補補，為減少道路頻繁挖補所造成的民怨，加強落實道路挖掘管理及修復品質，依 108 年新制定高雄市道路挖掘管理自治條例第 11 條規定：「新開闢、拓寬或路平專案工程修築之道路，其工程竣工之日起未滿三年，或計畫型挖掘、道路翻修、改善未滿一年，不得申請道路挖掘」，自 105 年起至 109 年 4 月底止，挖管中心審查申請道路挖掘案件(不含展期案件)共 44,968 件，核准道路挖掘許可證共 41,533，核准挖掘率為 92%，如圖 2-1 所示自 105 年起核准道路挖掘許可證平均落在 9600 件且逐年遞減。

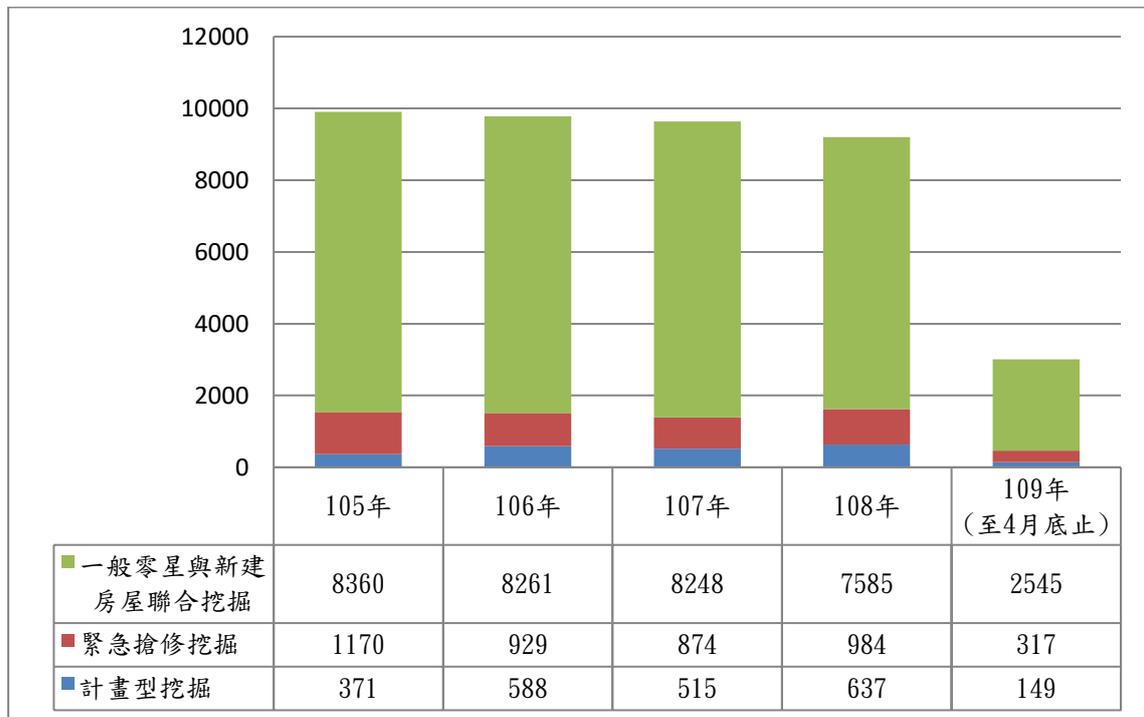


圖 2-1 近五年核發許可證數量統計直方圖

三、八大類型公共設施之管線道路挖掘案件數

公共設施管線與民生生活息息相關，舉凡生活所需之水、電、瓦斯等皆須仰賴公共設施管線提供民眾使用，依公共設施管線類型區分包含電信管線、電力管線、自來水管線、下水道、瓦斯管線、水利管線、輸油管線、綜合管線等八大管線，由圖 2-2 圖得知自來水管線單位與電力電信管線單位各占道路挖掘工程案多數，詳細數據可參閱表 2-2。

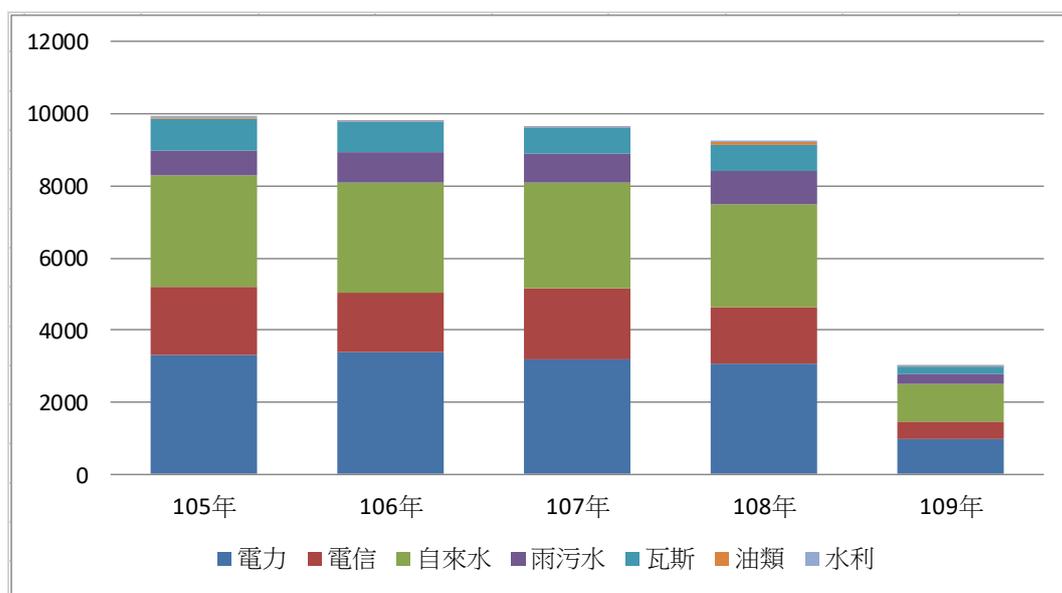


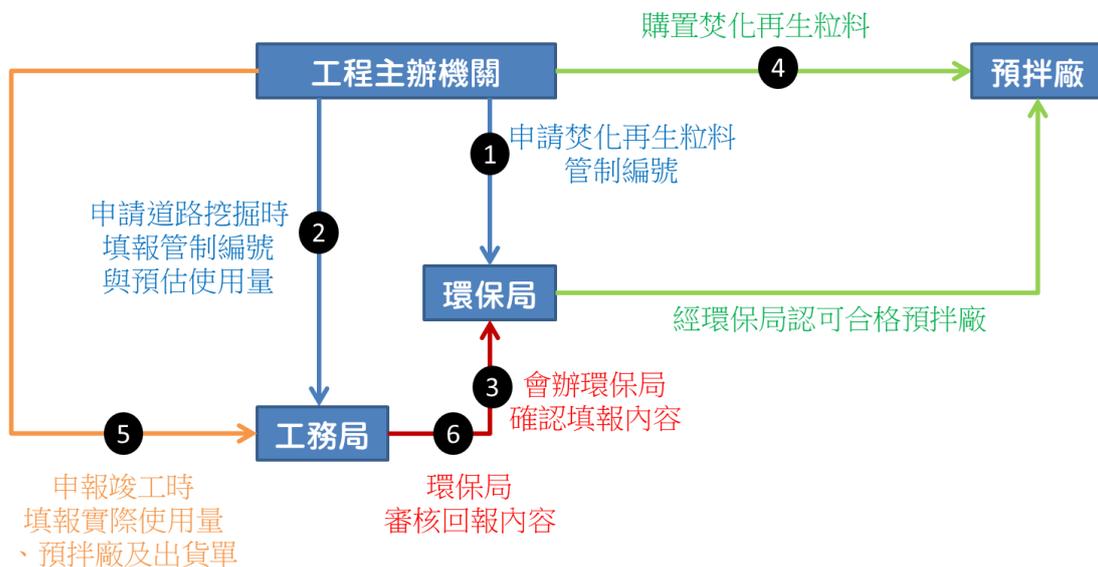
圖 2-2 105 年至 109 年 4 月底管線類型路證累計圖

表 2-2 近 5 年管線類型道路許可證數量

	電力	電信	自來水	雨污水	瓦斯	油類	水利	總計
105年	3329	1868	3117	674	887	18	8	9901
106年	3395	1661	3029	846	830	12	4	9778
107年	3190	1959	2941	801	709	30	7	9637
108年	3081	1553	2847	936	726	58	4	9206
109年	971	508	1049	250	214	15	2	3011
總計	13966	7549	12983	3507	3366	133	25	41533

使用焚化再生粒料 CLSM 挖掘工程案件分析

目前挖管中心推動焚化再生粒料導入工程的流程，是以管溝工程申請、施工、竣工階段設計管控，確保焚化再生粒料之流向以及整體工程的品質。於管控工程申請階段，將環保局核備的焚化底渣管制編號填入申請書，並由系統主動通知環保局審核填報資料正確性；於施工階段使用環保局認可的合格 CLSM 預拌廠商，並點收焚化再生粒料使用數量；於申報竣工階段在系統填報實際使用量、預拌廠商名稱與出貨單，相關管控流程如圖 3-1 所示。



四、道路挖掘案件使用焚化再生粒料 CLSM 路證數量

台灣中油公司認為焚化底渣再生粒料會影響陰極防蝕之功能，造成地下管的腐蝕，且該材料氯離子含量高，容易影響鋼材之耐久性，自來水公司同樣也擔心金屬管線鏽蝕而破管，造成停水後恢復供水期間所發生「負壓效應」使外界污水回流到自來水管內，導致自來水遭受污染，危及飲用水安全。基於上述理由，自來水管線單位與輸油管線單位所申請的道路挖掘案件不使用焚化底渣再生粒料作為回填材料，亦即約有 1/3 道路挖掘工程案件不使用底渣回填。

以挖管中心實施焚化底渣使用量管控系統時間點計算，自108年4月起至109年4月止共核發10,003張道路挖掘許可證，剔除自來水管線單位與輸油管線單位的管挖工程案件計3,242張道路挖掘許可證，再考量其他管線類型緊急搶修案件無法事先備妥再生粒料請購相關程序，亦不納入管控計363張，另現場遇狀況無法進行挖掘工程而申報未施工案件計649張，經換算應有5,749張路證可使用焚化再生粒料，但目前系統有回報使用該材料僅2,917案件，探究其不使用原因如下：

(一)孔蓋提升工程或僅移除地上設施物(如電桿、基礎座)依

高雄市政府工務局道路挖掘管理施工維護要點第二十二點第五項規定應皆採用早牆水泥回填，縮短施工工期。

(二)一般零星案件若施工範圍 20 公尺內有危安管線，為了確

保後續施工安全，依規定須先辦理試挖工程案件確認管線位置，考量試挖工程開挖範圍小且正式埋設管線工程會再重新開挖施作，故試挖工程可不使用焚化再生粒料回填。

五、焚化再生粒料 CLSM 使用數據統計

比較各管線類型於 108 年 4 月 1 日至 109 年 4 月 30 日使用焚化底渣 CLSM 路證數量與核准路證數量(排除搶修與未施工案件)，如圖 3-2 趨勢線圖得知線性方程式 $y = 0.49x$ (式 2. 1)，即表示各管線單位皆僅有近一半的路證使用焚化底渣回填。

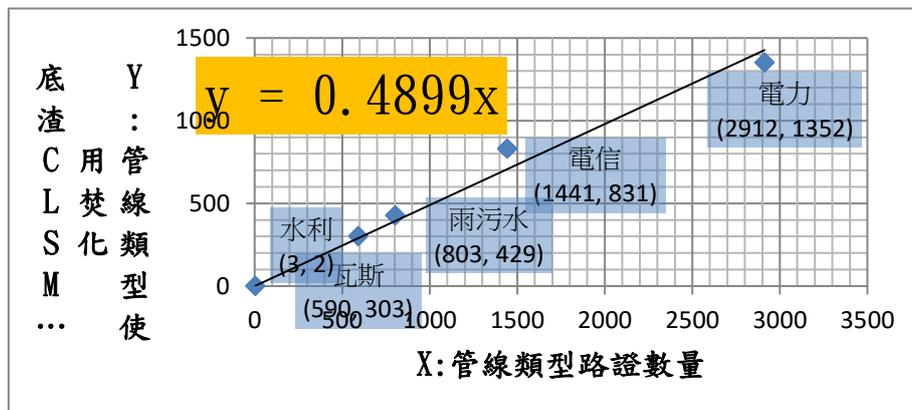


圖 3-2 各單位使用焚化底渣路證數量趨勢圖

參、焚化再生粒料 CLSM 使用量課題與對策

一、焚化再生粒料使用量統計

按五大管線類型(電力、電信、雨汙水、瓦斯、水利)統計各挖掘工程再生粒料使用量，主要分別統計「假設使用量」、「預估使用量」、「實際使用量」，詳細數據如表 4-1，以上三種使用量的定義如下：

(一)假設使用量

依高雄市道路挖掘管理自治條例第二十條規定管線管頂距路面深度：「人行道不得少於 50 公分；道路寬度 8 公尺以下，不得少於 70 公分；道路寬度超過 8 公尺者，不得少於 120 公分」，因大部分管溝工程建置管線的埋設深度為 120 公分，路面修復鋪設瀝青混凝土層為 15 公分，則大膽假設所有案件回填焚化再生粒料深度皆為 1 公尺，並乘上挖掘面積得到挖掘體積(立方公尺)，再依每 1 立方公尺使用 800 公斤($0.8\text{tf}/\text{m}^3$)焚化再生粒料推估假設使用量，其計算方程式如下：

$$\boxed{\text{長} \times \text{寬}} \times \text{深} \times 0.8 \text{ 噸} = \text{假設使用量} \quad (\text{式 4. 1})$$

↓ ↓

挖掘面積 假設回填深

(二) 預估使用量

管線單位於申請道路挖掘時，於系統填報該工程預計使用量，並經環保局審查確認無誤紀錄在案。

(三) 實際使用量

當道路挖掘工程案申報竣工時，於系統填報工程實際使用量、出料預拌廠及出貨單佐證，並由環保局核備。

表 4-1 三種使用量數據表

項目 管線類型	挖掘類型	路證 數量	挖掘面積 (平方公尺)	假設使用量 (回填1M深)	申請時填報 預估使用量	竣工時填報 實際使用量
電力 (1352張)	一般零星	816	25941.62	20753.296	25079.68	9722.2
	新建房屋	499	16817.58	13454.064	13931.86	6528.59
	計畫型	37	3398.74	2718.992	2805.95	1593.61
電信 (831張)	一般零星	490	5437.08	4349.664	4066.04	1336.07
	新建房屋	341	3025.95	2420.76	2042.52	667.64
雨污水 (429張)	一般零星	118	17746.61	14197.288	13684.37	2739.82
	新建房屋	181	2694.04	2155.232	1660.89	1139.8
	計畫型	130	16797.92	13438.336	12432.16	2944.67
瓦斯 (303張)	一般零星	185	5992.59	4794.072	2972.9	1922.51
	新建房屋	117	2538.5	2030.8	1247.41	852.33
水利 (2張)	一般零星	2	19.1	15.28	16.58	17.58
總計		2917 張	100423.73 平方公尺	80338.98 噸	79943.86 噸	29465.62 噸

二、假設使用量與預估使用量

若假設使用量與預估使用量相差率超過 20%，應可推論該管線單位的某一挖掘類型大部分回填焚化再生粒料深度非 1 公尺。根據表 4-2 知總使用量相差率雖然為 0%，但瓦斯管線類型預估使用量比假設使用量少約 60%，表示預估回填深度平均僅 0.4 公尺。

表 4- 2 假設使用量與預估使用量相差率

項目	挖掘類型	假設使用量 (A)	預估使用量 (B)	相差率 (A-B)/B
電力 (1352張)	一般零星	20753.296	25079.68	-17%
	新建房屋	13454.064	13931.86	-3%
	計畫型	2718.992	2805.95	-3%
電信 (831張)	一般零星	4349.664	4066.04	7%
	新建房屋	2420.76	2042.52	19%
雨污水 (429張)	一般零星	14197.288	13684.37	4%
	新建房屋	2155.232	1660.89	30%
	計畫型	13438.336	12432.16	8%
瓦斯 (303張)	一般零星	4794.072	2972.9	61%
	新建房屋	2030.8	1247.41	63%
水利 (2張)	一般零星	15.28	16.58	-8%
總計(噸)		80338.98	79943.86	0%

三、預估使用量與實際使用量

根據表 4.3 觀察到幾近所有挖掘工程案件的實際使用量與預估使用量差距甚大，其中以雨污水管線類型最為嚴重比預估少 4 倍使用量，電信管線類型次之。

表 4-3 預估使用量與實際使用量相差率

項目	挖掘類型	預估使用量 B	實際使用量 C	相差率 (B-C)/C
電力 (1352張)	一般零星	25079.68	9722.2	158%
	新建房屋	13931.86	6528.59	113%
	計畫型	2805.95	1593.61	76%
電信 (831張)	一般零星	4066.04	1336.07	204%
	新建房屋	2042.52	667.64	206%
雨污水 (429張)	一般零星	13684.37	2739.82	399%
	新建房屋	1660.89	1139.8	46%
	計畫型	12432.16	2944.67	322%
瓦斯 (303張)	一般零星	2972.9	1922.51	55%
	新建房屋	1247.41	852.33	46%
水利 (2張)	一般零星	16.58	17.58	-6%
總計(噸)		79943.86	29465.62	171%

四、使用量相差原因與對策

依管線單位回報使用量時，於系統註明實際使用量與預估使用量相差 20%原因為 (1) 變更挖掘長度；(2) 道路挖掘許可證部分工區未施作；(3) 申請填報預估使用量計算錯誤；(4) 埋設深度不足。

原因(1)與(2)皆為現場開挖狀況，無法事先得知，為不可避免因素。原因(3)發生於系統申請填報時，目前系統僅單純申報數量，相對因應對策為將系統填報方式改為數字代入法，減少人工計算錯誤機率。原因(4)為施工遇到管障，無法在既定深度埋設管線，回填深度也隨之減少，若可於申請前先確認該位置其他管線埋設深度，即可減少填報差距，但本市存在許多 20 年以上管線，經過多年地形地貌改變與修護鋪路，實際深度已不可參考，目前工務局推動「高雄市公共管線圖資補正執行計畫」，已逐漸修正實際管線圖資埋設深度，並藉由 3D 管線圖資系統，可先模擬管線預計埋設深度，提高使用量準確率。

肆、結論與建議

高雄市以智慧管理城市為目標，自 106 年 3 月正式成立道路挖掘管理中心，將道路挖掘管理措施資訊化且透明化，民眾可使用民生管線查詢管線圖資，於挖管中心首頁或道路施工影像 APP 監督施工工程品質。本統計分析報告即是運用道路挖掘案件資料進行數據分析，因焚化再生粒料通報模組於 108 年 4 月起用，僅能分析 13 個月份的挖掘案件資料，分析樣本數略嫌不足，惟仍可窺究出些許趨勢並歸納出以下結論與建議：

- (1) 預估使用量雖可提前讓 CLSM 預拌廠備妥回填材料，但預估過量會造成材料堆置，仍應嚴謹申報與審查。
- (2) 針對兩汙水管線單位預估過量，仍請高雄市轄區兩汙水相關單位審慎評估施工期程與施工計畫，避免路證核准的部分工區無法在路證期限內施工，導致再重新申請路證，使得預估使用量提高。
- (3) 結合目前工務局所推動「高雄市公共管線圖資補正執行計畫」，要求管線單位藉由每次開挖機會，辦理圖資補正作業，詳實呈現該類管線地下埋設位置資訊。

最重要請大家做好垃圾減量、降低焚化底渣量去化問題，期望未來有更優良的回填材料，減少道路坑洞產生，確保市民們用路安全。