

臺北市政府創意提案競賽提案表

提案類別	<input checked="" type="checkbox"/> 創新獎 <input type="checkbox"/> 精進獎 <input type="checkbox"/> 跨域合作獎
提案年度	111年
提案名稱	載土不載人之摩天輪-剩餘土石方垂直運輸設備
提案單位	臺北市政府捷運工程局第二區工程處土木第一工務所
提案人員	主要提案人： 蔡誌洋(助理工程員) 貢獻度：20% 參與提案人： 陳俊宏(處長) 貢獻度：20% 程道信(副處長) 貢獻度：20% 呂文儒(副總工程司) 貢獻度：20% 陳建仁(主任) 貢獻度：20%
提案範圍	(四) 有關各機關業務推動方法、 作業流程及執行技術之改進革新事項。 (八) 其他對促進機關行政革新有所助益之創新作為。
成效屬性 (可複選)	<input type="checkbox"/> 全國首創、 <input checked="" type="checkbox"/> 導入精實管理手法、 <input type="checkbox"/> 小 e 化、 <input checked="" type="checkbox"/> 節省成本(時間、人力、經費)、 <input type="checkbox"/> 發表期刊論文或專書、 <input type="checkbox"/> 取得專利(申請中)、 <input checked="" type="checkbox"/> 其他：(如榮獲其他獎項、增加收益……等，請於15字內簡要說明) 減少噪音、安全性較高、增加工作效率
提案緣起	捷運信義線東延段工程，工區位於信義區福德街與林口街交叉口至福德街與大道路交叉口，路幅僅25公尺且位於住宅區及鄰近學校，因捷運需位於道路上施工，能使用工區狹隘，為縮短整體施工工期，隧道工程採日夜兩班施工，一般捷運隧道挖掘出來之土方運輸及材料投料作業，因位於地下約28公尺深處，皆採用目前用地範圍最小的固定式起重機(天車)，惟天車運作噪音勢必影響鄰近住家及學校，且效率不佳，又因原設計規劃施工時僅使用一台潛盾機一次施作一條隧道，後續為加速施工廠商自行添購增加一台潛盾機，故原天車吊運效率已無法滿足兩台潛盾機同時掘進所需(環片、材料及土方吊運)，故本標需考量如何減少噪音影響鄰近住家、學校，並增加施工效率，實為重要課題。
實施方法、過程及投入成本	一、 實際規劃內容及創新之處： 一、 節約能源、提升效率： 隨著工程進度推進，日夜施工項目逐漸增加，為精進施工效率及減少施工噪音對鄰近住戶、學校及民眾之影響，原深開挖最佳的固定式起重機(天車)應有創新精進方案，經施工團隊研究，採用創新的「摩天輪式剩餘土石方垂直輸送設備」，獨

立垂直輸送隧道棄方(土石)作業，以達到減噪、減少吊運過程中土方掉落之危害及增加土方輸送之功率，並可達節約能源，同時提升了兩台潛盾機掘進效率。

二、安全不打折：

「摩天輪式剩餘土石垂直輸送設備」為連續循環運轉，不僅可以大幅度節省隧道棄方(土石)輸送時間，且因為循環運轉，與原固定式起重機為反覆式單向運轉，更可達節能至少50%以上，復因設備本體採用密閉式空間，僅有上方出土口以及下方入土口為開放狀態，運轉過程土石均在機體內運作，不論是溢出、墜落或其他原因造成土石掉落，亦處於封閉機體內，不至造成工作井環境汙染，保護工作井內工作人員之安全(勞動法規:物體墜落危害)。(附圖一)

「摩天輪式剩餘土石垂直輸送設備」之運作原理為一組馬達驅動一垂直鏈條運轉，鏈條上懸掛數十個挖掘鏟斗，由工作井內挖掘潛盾機掘進時所排出之土石料，再垂直運送至地面以「重力」方式將土石料排入先前設置之棄土坑，轉由卡車運棄。

二、過程遭遇之困難點，及如何突破或解決之策略及要點：

(一)、「垂直運送設備」皆為運送輕質材料如穀類、揚程低、轉速高，以離心力模式將運送之物料拋擲至儲存空間，故於「摩天輪式剩餘土石垂直輸送設備」設計階段，面臨土石料因自體單位重量(2.2~2.4t/m³)問題，無法以離心力模式運作。為了解決「土石料」以自重墜落模式能有效排入棄土坑，經歷無數次之圖面繪製及結構行為之揣摩與討論後，完成由上方驅動轉盤增設二次承接槽板、配合鏈條導向，形成挖掘鏟斗軌跡向外迴旋方式及鏟斗形狀不對稱設計，成功克服了傾倒出料障礙。(附圖二、三)

(二)、本設備設置於潛盾隧道工作井，深度達28公尺以上，外加地面上驅動部結構與出土口設置高度，設備全高達38.5公尺且驅動馬達與鏈條轉盤及滿載土石料時之頂部載重達67噸，而且必須考量地震力與風力兩者之側壓力，經由委任技師以專業之結構分析，成功的克服了「頭重腳輕」之細長結構設計。(附圖四)

(三)、本設備由鐵材鏈條與旋轉盤驅動，固然會產生巨大噪音，設備完成初期之運轉測試，測得噪音值超95分貝以上，自然無法設置於城市都會區運行，廠商研討改善方案，初期建議於旋轉盤齒輪上增設橡膠類型之材料，以隔離鏈條與齒輪，減低鐵質材料直接碰擊造成之噪音，

	<p>另外亦建議齒輪採用塑鋼材質替代鋼材齒輪，討論結果因橡膠墊材及塑鋼材質齒輪易磨損而無法使用。最終於地面以上至地面下5公尺區段之外包板增設10公分岩棉吸音材料，進而成功將噪音值降至66~75分貝，接近工區周邊道路車流交通背景噪音值，故於夜間進行施工並未遭遇頻繁的陳情施工擾鄰案件。(附圖五、六)</p> <p>(四)、除了本設備多項障礙必須克服外，因初期掘進階段必須使用門型天車吊運土石至棄土坑，門型天車之高度則必須同時修改提高。</p> <p>(五)、另如何有效提升本設備下方進土口之接土量，亦是本案設計階段必須考量之一，增設螺旋輸送設備(附圖七)，現場空間配置亦是需盡力克服之課題。</p> <p>三、除了技術研討，本案辦理過程中未投入預算與人力等成本。</p> <p>四、執行期間：110年11月預計至112年1月</p>																		
<p>實際執行 (未來預 期)成效</p>	<p>本設備已正式掘進運作，設備實施成果如下：</p> <p>一、縮減吊運棄土時間</p> <p>大量節省以門型天車吊運土桶棄土時間，減少潛盾掘進等待土桶時間，下表為一台潛盾機施工以「門型天車」及「挖掘式剩餘土石垂直輸送設備」棄土吊運時間比較。</p> <table border="1" data-bbox="359 1081 1420 1854"> <thead> <tr> <th></th> <th>門型天車出土</th> <th>摩天輪式剩餘土石垂直輸送設備</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>作業方式</td> <td>單一土桶吊運倒土</td> <td>連續運轉倒土</td> </tr> <tr> <td>土方裝載容量</td> <td>6m³/桶</td> <td>0.125m³/斗 × 31只</td> </tr> <tr> <td>輸送量</td> <td>36m³/hr</td> <td>MAX：120m³/hr</td> </tr> <tr> <td>作業條件</td> <td colspan="2">土桶台車每次出土3台，計18m³</td> </tr> <tr> <td>作業說明</td> <td>天車捲揚速度15m/min。土桶吊掛每桶(6m³)約需15分鐘完成，3台土桶需45分鐘，故台車需等待3台土桶均出土完成才可再次進入隧道作業。</td> <td>土桶倒入螺旋輸送機作業時間實測每台2分鐘，3台僅需6分鐘，台車即可再次進入隧道作業。(附圖七) 挖掘式剩餘土石垂直輸送設備、坑內螺旋輸送機及掘進土桶運行均為獨立同步作業，無設備協同作業等待時間問題，門型天車即僅用於環片及材料投入作業。</td> </tr> </tbody> </table> <p>依本表吊運時間，兩台潛盾機同步運作時，使用門型天車勢必無法提升潛盾機掘進施工時間。</p> <p>二、降低環境噪音</p>		門型天車出土	摩天輪式剩餘土石垂直輸送設備	作業方式	單一土桶吊運倒土	連續運轉倒土	土方裝載容量	6m ³ /桶	0.125m ³ /斗 × 31只	輸送量	36m ³ /hr	MAX：120m ³ /hr	作業條件	土桶台車每次出土3台，計18m ³		作業說明	天車捲揚速度15m/min。土桶吊掛每桶(6m ³)約需15分鐘完成，3台土桶需45分鐘，故台車需等待3台土桶均出土完成才可再次進入隧道作業。	土桶倒入螺旋輸送機作業時間實測每台2分鐘，3台僅需6分鐘，台車即可再次進入隧道作業。(附圖七) 挖掘式剩餘土石垂直輸送設備、坑內螺旋輸送機及掘進土桶運行均為獨立同步作業，無設備協同作業等待時間問題，門型天車即僅用於環片及材料投入作業。
	門型天車出土	摩天輪式剩餘土石垂直輸送設備																	
作業方式	單一土桶吊運倒土	連續運轉倒土																	
土方裝載容量	6m ³ /桶	0.125m ³ /斗 × 31只																	
輸送量	36m ³ /hr	MAX：120m ³ /hr																	
作業條件	土桶台車每次出土3台，計18m ³																		
作業說明	天車捲揚速度15m/min。土桶吊掛每桶(6m ³)約需15分鐘完成，3台土桶需45分鐘，故台車需等待3台土桶均出土完成才可再次進入隧道作業。	土桶倒入螺旋輸送機作業時間實測每台2分鐘，3台僅需6分鐘，台車即可再次進入隧道作業。(附圖七) 挖掘式剩餘土石垂直輸送設備、坑內螺旋輸送機及掘進土桶運行均為獨立同步作業，無設備協同作業等待時間問題，門型天車即僅用於環片及材料投入作業。																	

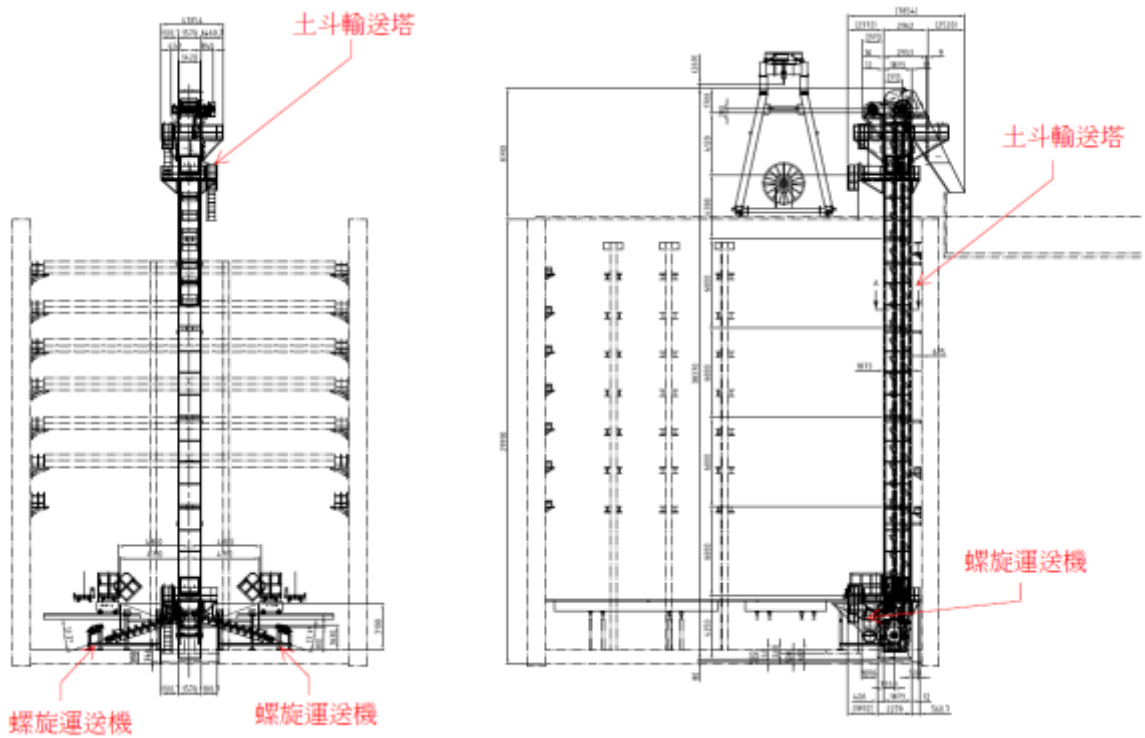
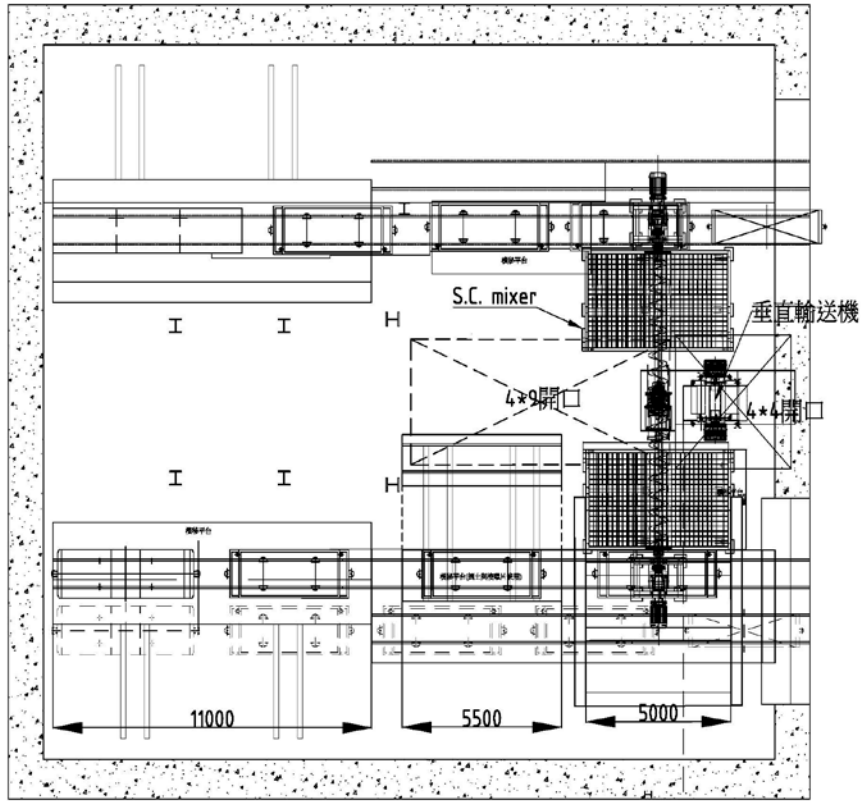
	<p>門型天車運行時，行走馬達於減速時會產生較大噪音，「挖掘式剩餘土石垂直輸送設備」於密閉式空間內作業且外包板增設岩棉吸音板，大幅降低運作噪音。</p> <p>三、節能減碳</p> <p>門型天車垂直運輸係將裝滿土的土桶由下方往上運送，到達地面將土倒出後，空土桶再吊至地下進行裝土，此反覆式運土有一半的能源消耗只是為了運輸空土桶，摩天輪式設備，採循環式多土桶運輸，隨時均有載滿土之土桶由地下運輸之地面，同樣的運土量，較門型天車至少可節省50%之電力。</p> <p>四、減少工安問題，提升安全工作環境</p> <p>門型天車於有限開口空間吊運時，大幅提升坑內施工人員在其下方施工之安全風險因子(物體墜入風險)，並且門型天車高次數行走時，也會降低施工環境之安全係數，「挖掘式剩餘土石垂直輸送設備」則排除了以上之安全風險因子。</p> <p>五、減少環境污染</p> <p>剩餘土石垂直輸送設備採用密閉式組體運作，任何溢流材料皆可落於設備本體內，不致造成環境污染。</p> <p>六、輸送土質多元化</p> <p>剩餘土石垂直輸送設備可依據不同輸送土質，如黏土、卵礫石、岩盤等，設計適用之土斗及裝卸載方式。另螺旋運送機於倒土口止方增設金屬篩網作為第一道篩選，網目大小可依據工地不同地質骨料狀況設計，先行篩選出體積較大之土塊、石塊，以避免輸送設備損傷。</p> <p>七、模組化設計</p> <p>設備採模組化設計，本體結構採分段製造，至現場時再組製，除了解決大型物體運輸問題，同時納入了重覆使用之拆卸重組考量。另基本之護籠、周圍欄杆安全防護、隔音罩、維修平台等均可配合工地需求加設，故可大幅節省設備之組裝、拆卸、搬運時間，使用範圍廣泛。</p>
<p>相關附件</p>	<p>附件1:實體照片及影片。 附件2:設計配置圖。 附件3:模擬圖。 附件4:結構設計。 附件5:增設吸音岩棉。 附件6:噪音測試。 附件7:出土運作過程。</p>
<p>聯絡窗口</p>	<p>姓名：蔡誌洋 電話：27593993分機292 Email：17331@mail.tapei.gov.tw</p>

附件1 實體照片及影片



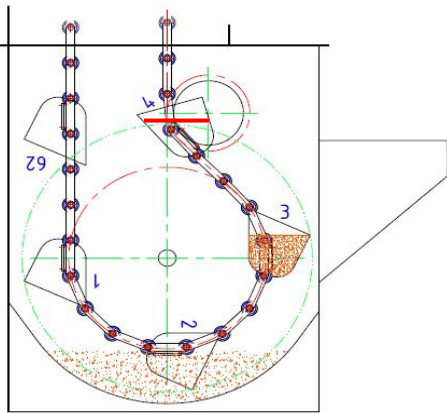
影片.mp4

附件2 設計配置圖

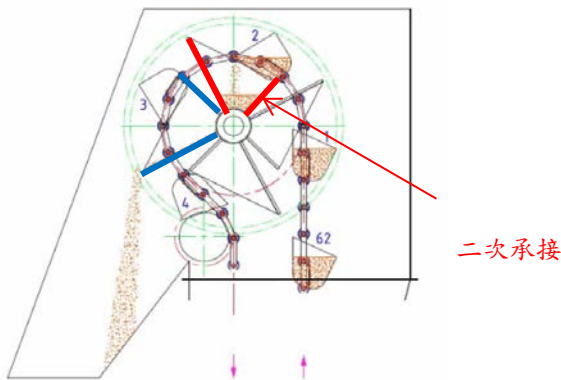


附件3 模擬圖

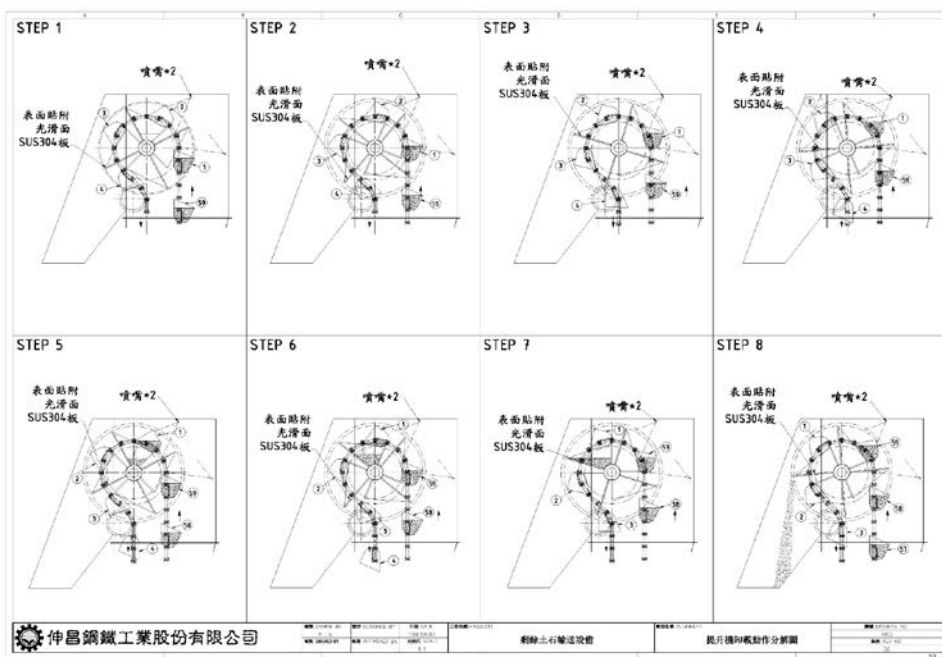
1. 裝載土石模擬圖 (鏟斗形狀不對稱設計可將土石完全置入鏟斗內，上升運送時不致發生溢出)



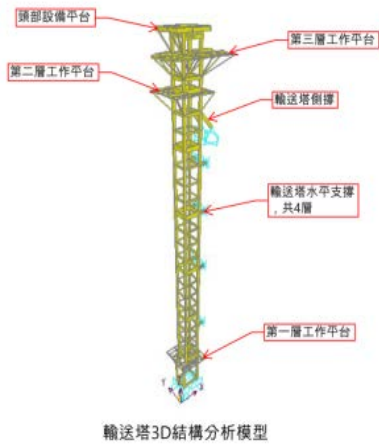
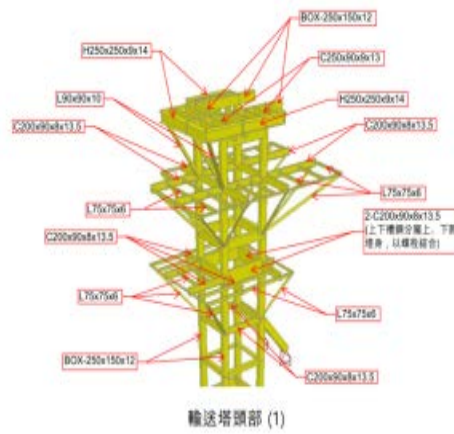
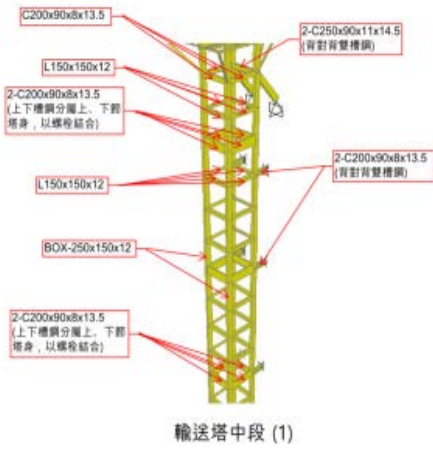
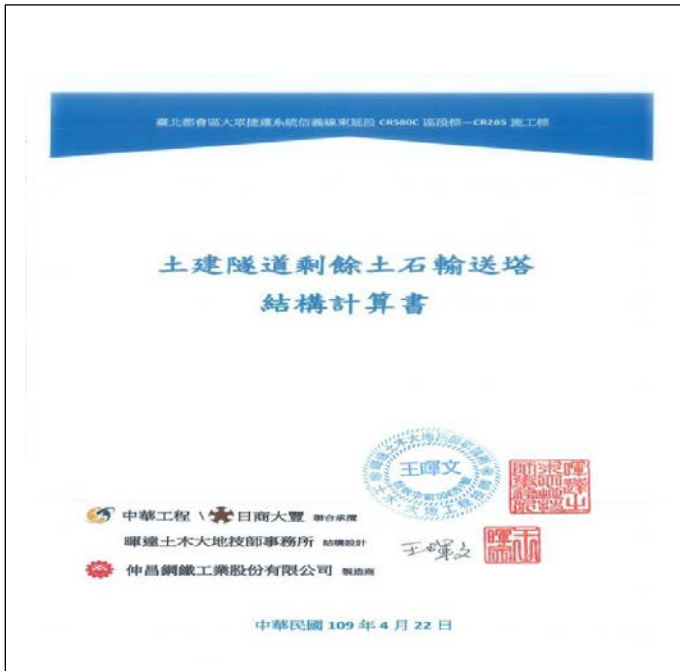
2. 卸載土石模擬圖 (二次承接槽板承接鏟斗傾倒出之土石，傾倒面之槽板較長，以致可將土石倒入出口板)



3. 卸載土石分解動作



附件4 結構設計(依規範提送結構計算書)



附件5 增設吸音岩棉



附件6 噪音測試 A. 試運轉階段



B. 試運轉階段



附件7 出土運作過程

土方輸送

潛盾機土艙出土
輸送至土桶

土斗輸送塔

土桶倒土

螺運機送土至
輸送塔底部

4 螺旋運送機 螺旋運送機

卸載動作

輸送塔頂部
卸載土石

土石以重力
滑落土坑

土石以重力
滑落土坑

土方運離