

經濟部水利署第六河川分署



二仁溪縱貫鐵路橋下游段整體營造工程 (第五期)碳足跡盤查專案 成果報告書

盤查日期：113 年 9 月至 114 年 10 月

專案核定排放量：2,287.6000 tCO₂e

施工階段排放量：1,297.1440 tCO₂e(佔核定額度 56.7 %)

主管機關：經濟部水利署第六河川分署

監造機關：經濟部水利署第六河川分署

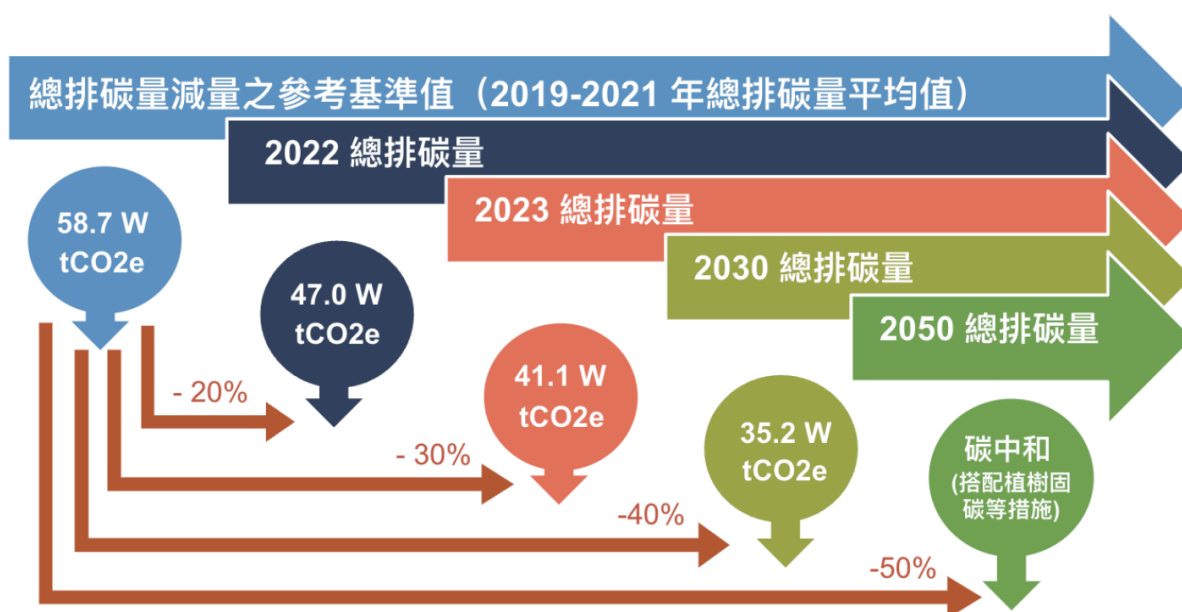
承攬廠商：鑫豐營造有限公司

協辦廠商：茂登碳中和環保有限公司

中 華 民 國 114 年 10 月

壹、前言

為接軌國際 2050 淨零及配合我國溫室氣體長期減量目標，達成中華民國一百三十九年溫室氣體淨零排放，經濟部水利署(以下簡稱水利署)超前部署率先推動水利工程落實節能減碳。以 2019 年至 2021 年水利工程之平均碳排放量(約每年 58.7 萬公噸二氧化碳當量，tCO₂e)作為減碳基準量。為達成總量管制目標，規劃於 2022 年將碳排放量較基準量減少 20%，2023 年減少 30%，2030 年減少 40%，並預計於 2050 年達成減量 50%之目標(如圖 1)。此外，本署亦將搭配土地植樹固碳等多元措施，以期與全球同步實現淨零願景。



(圖片來源：經濟部水利署)

圖 1 水利署年度總排碳量減量目標

另為讓公共工程實現永續淨零水漾臺灣願景，水利署於 2023 年率先全球首例政府水利單位通過國際標準 PAS 2080 驗證成果，落實 PDCA(Plan-Do-Check-Act)理念，依工程全生命週期減碳路徑及里程碑控管減碳量外，更於 2023 年到 2027 年擬定減碳行動 HYDROX 策略藍圖，分別從「持續增加碳排係數及實際碳排係數」、「建立碳排量驗證機制」、「減碳思維擴大宣傳」及「推動水利產業轉型」等四大面向進行優化與改善。而國際標準組織(International Organization for Standardization, ISO)於 2018 年 8 月公告「ISO 14067」條文規範，即「2018 溫室氣體-產品碳足跡—量化之要求事項與指導綱領(Greenhouse gases-Carbon footprint of products-Requirements and guidelines for quantification)」。其 ISO 14067 以 CO₂e 當作單位計算，讓產品溫室氣體生命週期，包含原料、製造、運輸、使用與處置/回收等階段排放情況完整量化與紀錄。ISO 14067 的導入，使管理者能夠有效識

別工程的碳排放熱點，進而優化設計與工法，提升減碳效率及工程管理品質。透過精確的碳足跡量化，可明確設定減碳目標並追蹤執行成效，為綠色經費申請、碳權交易及對外環境資訊揭露提供堅實依據。此標準亦有助於推動工程朝向全生命週期永續管理發展，與當前全球淨零排放及環境、社會與公司治理(ESG)的發展方向高度契合。

綜上，水利署第六河川分署(以下稱六河分署)已完成工程方案擬定前的碳排放評估，本次碳足跡盤查專案(以下稱本專案)依「二仁溪縱貫鐵路橋下游段整體環境營造工程(第五期)」(以下稱二仁溪(五期))實際施工情況，參採 ISO 14067 標準進行碳足跡盤查。由本次作業可進一步掌握優先減碳項目與潛在減碳機會；本專案施工階段盤查成果，說明如下。

貳、碳足跡作業流程

一、碳足跡盤查期程與範圍

本專案碳足跡盤查範圍如圖 2；盤查時間則為施工階段(開工日期至竣工日期)，2024 年 9 月 1 日至 2025 年 10 月 3 日，共計約 398 日曆天。



(圖片來源：鑫豐營造有限公司)

圖 2 二仁溪(五期)施工及本專案碳足跡盤查範圍

二、 碳足跡盤查人員

二仁溪(五期)由鑫豐營造有限公司(以下稱鑫豐營造)承攬施工，並由茂登碳中和環保有限公司(以下稱本團隊)執行本專案。本團隊擁有多張碳管理相關證書，如圖 3；其盤查計算所需之數據則由鑫豐營造協助提供，包含材料使用與運輸、施工機具設備、能資源使用、施工人員日誌等。



圖 3 本專案執行人員專業證書

三、 碳足跡盤查階段性成果

(一) 生命週期圖繪製

為確保本次碳足跡盤查符合預期使用者目的，本團隊除參考水利署工程廠商之施工階段碳盤查作業補充說明後，亦導入產品類別規則(Carbon Footprint Product Category Rules, CF-PCR)文件，包含基礎建設-橋梁第 3.0 版、基礎建設-道路第 3.0 版、基礎建設-公路隧道第 3.0 版等，並參考上述 PCR 繪製簡易生命週期流程圖(如圖 4)，並依據內容蒐集活動數據。

生命週期流程圖

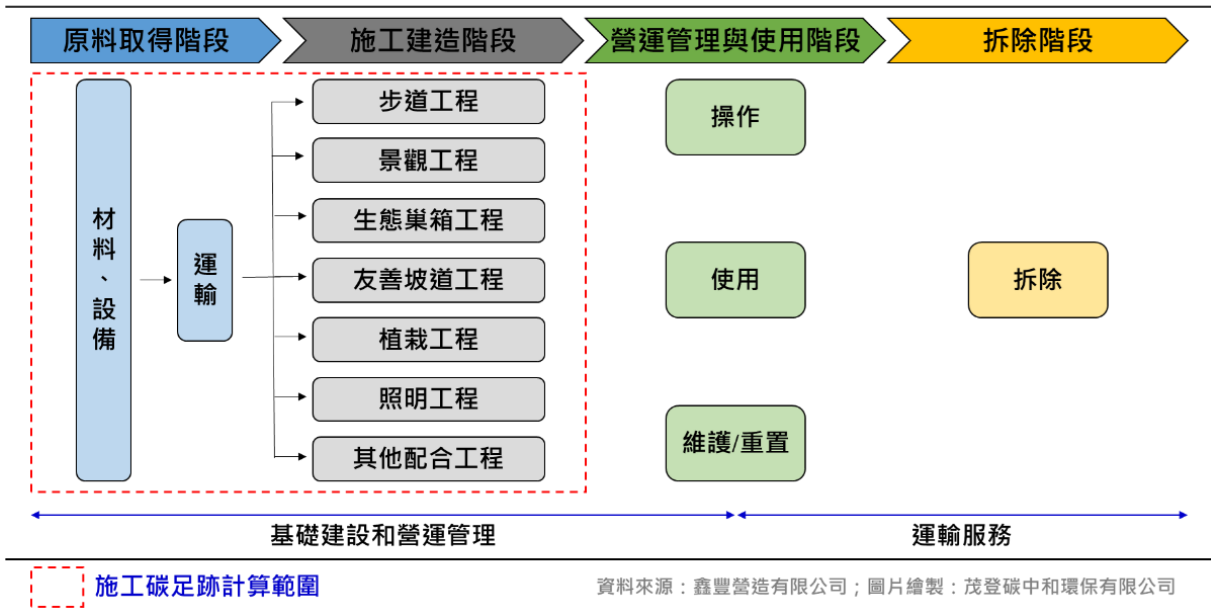


圖 4 本專案生命週期流程圖

(二) 盤查階段

1. 活動數據蒐集

碳足跡現場盤查作業是步驟最重要的一項，碳足跡評估應繪製製程地圖、確認邊界與盤查優先順序、蒐集數據、計算及報告 5 步驟進行。針對二仁溪(五期)施工範圍及工務所所需盤查資訊統整如表 1 及表 2，相關表格若實際執行時有不足或缺漏時將再補充與更修。

表 1 二仁溪(五期)施工範圍碳足跡盤查需計算項目簡表(1/2)

類別	名稱	備註
機具	主要機具	挖土機
	輔助機具	貨、卡車
		公務車
		發電機
1. 各機具型號、數量(台) 2. 各機具使用之燃料(汽、柴油)量		
材料	材料管制表、出貨單	1. 供應商出料地址、運輸距離、購買重量、成分與比例 2. 運輸之車種、燃料使用
用電	電	電錶數據直接讀取與記錄
用水	自來水	每人每天使用量理論值推估
員工	員工工時	施工日誌(員工人數、出勤天數)
冷媒	冰箱、冷氣	1. 冷媒型號 2. 冷媒量

2. 排放係數引用與計算階段

為完整推估施工階段之碳足跡排放量，故須量化為二氧化碳排放當量(CO₂e)，其重要項目之計算方法說明如下，並視現場情況調整。以下全球暖化潛勢(Global Warming Potential, GWP)值依聯合國政府間氣候變化專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)第六次評估報告(Sixth Assessment Report, AR6)公告之數值，如CO₂: 1、化石燃料CH₄: 29.8、非化石燃料CH₄: 27.9、N₂O: 273等。

(1) 溫室氣體排放量(CO₂e)=活動數據×排放係數×GWP 值

■ 化石燃料碳足跡係數來源：產品碳足跡資訊網

(2) 材料使用之碳排放量=材料使用量×材料碳足跡係數×GWP 值

■ 材料碳足跡係數來源：環境部產品碳足跡資訊網、生命週期評估工具SimaPro、內政部建築研究所委託報告「建築材料碳足跡資料系統建置之研究」、行政院公共工程委員會彙資料「公共工程碳排放係數資料(113年5月)」(含水利工程減碳作業參考指引)等。

(3) 工務所冷媒碳排放量=冷媒設計量×排放因子×排放係數×GWP 值

■ 引用環境部 2024 年 2 月 5 日公告之「溫室氣體排放係數」之冷凍及空調排放係數。

(4) 工務所化糞池 CH₄ 逸散量計算=員工工作時數計算表(人時/年)×排放係數×GWP 值×MCFj(修正係數 0.5)

(5) 外購電力碳排放量=用電度數×全生命週期電力排碳係數×GWP 值

■ 外購電力之排碳係數引用產品碳足跡資訊網公告之 2021 年電力碳足跡係數 0.606 公斤CO₂e/度。

■ 電力活動數據蒐集日期需確保涵蓋整個施工階段的工程期間，如施工期程規劃為 2024 年 9 月 1 日至 2025 年 10 月 3 日，用電量計算區間則需涵蓋其期程，且皆需提供相關佐證資料，並隨實際施工期程調整。

四、階段性成果

本專案依二仁溪(五期)施工階段間，現場回傳、提供之資料，計算溫室氣體排放總量(如表 3)，其溫室氣體排放總量約為 1,297.1440 tCO₂e，占專案核定額度 2,287.6000 tCO₂e 之 56.7 %；細節說明如下。

表 3 二仁溪(五期)碳排放量總表

階段	項目	細項	碳排放量(tCO ₂ e)	占比(%)
原料使用取得	材料	材料使用	1,061.6679	81.85
		材料運輸	107.7082	8.30
製造使用	施工機具	柴油使用	115.5294	8.91
		汽油使用	10.8945	0.84
		機具運輸	0.1517	0.03
	工地	電力使用	(工地用電為汽油發電機供電，故已計算於施工機具汽油碳排中)	
		自來水使用	0.0191	0.00
		生活污水	0.5475	0.04
	工務所	電力使用	0.4793	0.04
		自來水使用	0.0048	0.00
		生活污水	0.1369	0.01
		冷媒	0.0047	0.00
合計			1,297.1440	100

(註：部分數據尚在彙整，將於施工完成後之成果報告中呈現)

(一) 二仁溪縱貫鐵路橋下游段整體環境營造工程(第五期)

現階段工地蒐集項目之碳排放量如下：材料使用 1,061.6679 tCO₂e，材料運輸 107.7082 tCO₂e，柴油機具使用 115.5294 tCO₂e，汽油機具使用 10.8945 tCO₂e，機具運輸 0.1517 tCO₂e，自來水使用 0.0191 tCO₂e、生活污水 0.5475 tCO₂e。另工地使用發電機發電，故無外購電力；數據詳如表 4 至表 10。

表 4 二仁溪(五期)材料使用碳排放量(1/4)

契約詳細表項次	名稱	使用量	單位	排放係數	單位	碳排放量(tCO ₂ e)
壹.一.(一).1	土方	4,015.50	m ³	8.650	kgCO ₂ e/m ³	場區內土壤自挖自填不計算碳排
壹.一.(一).8	瀝青混凝土	1,600.00	m ²	8.130	kgCO ₂ e/m ³	65.0400
壹.一.(一).9、(四).1	控制性低強度混凝土(50~90kgf/cm ²)	1,603.00	m ³	157.000	kgCO ₂ e/m ³	251.6710
壹.一.(二)1、5、6、(三)3、5、7、10~13、(六)4、(八)3、6、9	210kgf/cm ² 預拌混凝土(40%礦物摻料)	1,728.00	m ³	244.073	kgCO ₂ e/m ³	421.8802
壹.一.(二)3~6、(三)12、(五)9	140kgf/cm ² 預拌混凝土(40%礦物摻料)	11.00	m ³	216.997	kgCO ₂ e/m ³	2.3870
壹.一.(二)1	銲接鋼絲網	8,646.00	m ²	2.500	kgCO ₂ e/kg	6.3957
壹.一.(三)2 (方向導覽指示牌)	不銹鋼管，3mm	30.00	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.4382
壹.一.(三)3 (入口車阻架)	不銹鋼板，厚度 5.0mm	442.00	kg	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.9684
	不銹鋼管，厚 2.0mm	3.60	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.4382
壹.一.(三)4 (腳踏車架)	不銹鋼管及加工 φ 2.5*0.2	91.00	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.2293
	不銹鋼板	1.00	式	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.4382
壹.一.(三)5 (地圖牌)	不銹鋼管及管件 10*10*0.3cm	339.17	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	6.8594
	不銹鋼管及管件 5*10*0.2cm	329.50	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	3.3434
	不銹鋼管及管件 5*5*0.2cm	20.00	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.1334
	不銹面鋼板 TH:0.5cm	1.00	式	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.1753
	不銹鋼面板 TH:0.1cm	3.35	m ²	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.0582
壹.一.(三)6 (中型解說牌)	不銹鋼管 5*5*0.2cm	18.00	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.1201
	不銹鋼管 4*2*0.12cm	192.00	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.4612
	不銹鋼面板 TH:0.2cm	1.44	m ²	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.0500
壹.一.(三)7 (救生樁)	不銹鋼管及管件，直管，套筒	1.00	式	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.1315
	不銹鋼板 Th0.3cm	1.00	式	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.1315

表 4 二仁溪(五期)材料使用碳排放量(2/4)

契約詳細表項次	名稱	使用量	單位	排放係數	單位	碳排放量(tCO ₂ e)
壹.一.(三)12 (休憩平台)	不銹鋼管及管件 10*10*0.3cm	339.17	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	6.8594
	不銹鋼管及管件 4*8*0.2cm	847.92	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	6.8358
壹.一.(三)13 (觀景平台)	不銹鋼板，厚度 5.0mm	442.00	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.9684
	不銹鋼管及管件 5*10*0.2cm	329.5	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	3.3434
壹.一.(三)15 (護欄)	不銹鋼片及鋼板 W10cm TH0.5cm	1,163.7	kg	2.191	kgCO ₂ e/kg	2.5497
	不銹鋼索	1745.60	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	4.0541
壹.一.(三)16 (靠背座椅)	不銹鋼架	1.00	式	2.191	kgCO ₂ e/kg	4.7326
壹.一.(三)17 (無靠背座椅)	不銹鋼管 3*6*0.2cm	5.46	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.3251
	不銹鋼管 6*6*0.2cm	841.60	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.6578
壹.一.(三)19 (植栽槽)	不銹鋼管 4*2*0.12cm	9.60	m	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.0002
	不銹鋼板，厚度 2.0mm	1,040	kg	2.191	kgCO ₂ e/kg	2.2786
壹.一.(二)3、4	預鑄綠石	340.80	m	0.930	kgCO ₂ e/kg	29.0532
壹.一.(二)3、4、 (三)13	鋼筋(#3、#4、#5、#6、#8)	11,3000.00	kg	0.890	kgCO ₂ e/kg	10.0919
壹.一.(三)3、 10~13、17	環氧樹脂	1.00	式	3.020	kgCO ₂ e/kg	0.0906
壹.一.(三)2、5、6、 8、15、16	氟碳烤漆	0	式	6.830	kgCO ₂ e/kg	0
壹.一.(三)7、16、 17	太平洋鐵木	1,223.20	才	271.040	kgCO ₂ e/m ³	0.9209
壹.一.(三)8 (告示牌)	鍍鋅鋼管，直徑=10cm， 厚 3mm	2.80	m	1.230	kgCO ₂ e/kg	0.0247
壹.一.(三)10、11 (高架棧道及平 台)	鍍鋅鋼管 15*15*0.6cm	510.60	m	1.230	kgCO ₂ e/kg	17.5946
	鍍鋅鋼管 10*10*0.3cm	654.55	m	1.230	kgCO ₂ e/kg	7.3565
	鍍鋅鋼承板	287.90	m ²	1.230	kgCO ₂ e/kg	2.7798
	鍍鋅鋼側板 H=15cm,Th=8mm	287.90	m	1.230	kgCO ₂ e/kg	3.3358
壹.一.(三)3、 12~15、19	塑(膠)木	14,326.90	才	2.210	kgCO ₂ e/kg	118.7342

表 4 二仁溪(五期)材料使用碳排放量(3/4)

契約詳細表項次	名稱	使用量	單位	排放係數	單位	碳排放量(tCO ₂ e)
壹.一.(六).1	植筋膠	2,551.00	支	3.020	kgCO ₂ e/kg	1.0656
壹.一.(八)1、4	LED 燈組(90W)	273.00	盞	84.490	kgCO ₂ e/個	23.0660
壹.一.(四)2、 (五)7、(六)11	土布袋	6,024.00	包	1.950	kgCO ₂ e/kg	0.5850
壹.一.(二)5、(五)8	仿石質複層塗料	43.00	m ²	1.330	kgCO ₂ e/kg	0.2745
壹.一.(三)1	意象景石	1.00	座	3.830	kgCO ₂ e/m ³	15.3200
壹.一.(三)2、7、8、 20	二分石	21.00	m ²	5.740	kgCO ₂ e/m ³	0.0010
壹.一.(三)5、6	碳纖維板	11.00	座	20.000	kgCO ₂ e/kg	0.6000
壹.一.(三)13	鋼軌	40.80	m	0.678	kgCO ₂ e/kg	1.0848
壹.一.(三)18	聚脂標線	17.20	m ²	6.830	kgCO ₂ e/kg	0.4918
壹.一.(三)19、 (五)9	土工織物	69.00	m ²	1.950	kgCO ₂ e/kg	0.3900
壹.一.(五)8	PE 儲水槽	3.00	座	2.210	kgCO ₂ e/kg	3.3150
壹.一.(五)8、14、 (六)8	卵石	15.50	m ³	5.310	kgCO ₂ e/m ²	1.0974
壹.一.(五)8、9、 14、(六)8	清碎石	3.00	m ³	5.740	kgCO ₂ e/m ³	0.0172
壹.一.(五)9	塊石	33.72	m ³	3.830	kgCO ₂ e/m ³	0.1291
壹.一.(五)11	木樁	310.00	支	43.480	kgCO ₂ e/m ³	0.3176
壹.一.(五)12	編柵材料	31.00	m	174.220	kgCO ₂ e/m ³	0.0675
壹.一.(七)5	稻草蓆	5,000.00	m ²	0.016	kgCO ₂ e/m ³	0.0800
壹.一.(七)1~8、 12、13、15、17	喬木	871.00	株	2.220	kgCO ₂ e/株	1.9336
	灌木、地被	28,692.00	株	0.0028	kgCO ₂ e/株	0.0803
壹.一.(七)19	草皮	16,705.70	m ²	0.037	kgCO ₂ e/m ³	0.6181
壹.一.(八)7、 13~21、26	電力(線)設備	1.00	式	4.390	kgCO ₂ e/kg	9.6580
壹.一.(八)10	接地銅棒	111.00	組	4.770	kgCO ₂ e/kg	2.8620
壹.一.(八)11	自備燈桿	5.00	支	2.420	kgCO ₂ e/kg	8.4700
壹.一.(三)20	鐵平石	7,200.00	m ²	3.830	kgCO ₂ e/m ³	0.0552
壹.一.(二)2	填縫膠	1,150.30	m	3.170	kgCO ₂ e/kg	0.7925
壹.一.(三).1R.5	磁磚	1.00	m ²	0.200	kgCO ₂ e/kg	0.0042
壹.一.(三).2、3、 5、6、7、12、13、 14、16、17、19	不鏽鋼螺絲	1.00	式	2.191	kgCO ₂ e/kg	0.6573

表 4 二仁溪(五期)材料使用碳排放量(4/4)

契約詳細表項次	名稱	使用量	單位	排放係數	單位	碳排放量(tCO ₂ e)
壹.一.(三).10、11	剪力釘	1.00	式	2.250	kgCO ₂ e/kg	0.1800
壹.一.(八).7	漏電斷路器	4.00	只	3.020	kgCO ₂ e/kg	0.0013
壹.一.(八).7	無熔線斷路器	1.00	只	3.020	kgCO ₂ e/kg	0.0005
壹.一.(三).22	鋁合金版(雲朵涼亭)	1,200	kg	4.226	kgCO ₂ e/kg	5.0712
合計						1,061.6679

表 5 二仁溪(五期)材料運輸碳排放量(1/3)

契約詳細表項次	名稱	總重量 (ton)	排放係數 (kgCO ₂ e/tkm)	碳排放量 (tCO ₂ e)
壹.一.(一).1	土方	7,227.9000	0.131	1.8937
壹.一.(一).8	瀝青混凝土	188.0000	0.131	0.9334
壹.一.(一).9、(四).1	控制性低強度混凝土 (50~90kgf/cm ²)	3,407.5433	0.575	69.3605
壹.一.(二)1、5、6、(三)3、 5、7、10~13、(六)4、(八)3、 6、9	210kgf/cm ² 預拌混凝土 (40%礦物摻料)	4,032.5905	0.575	19.7093
壹.一.(二)3~6、(三)12、 (五)9	140kgf/cm ² 預拌混凝土 (40%礦物摻料)	25.6630	0.575	0.1254
壹.一.(二)1	銲接鋼絲網	2.5583	0.131	0.0379
壹.一.(三)2 (方向導覽指示牌)	不銹鋼管，3mm	0.2000	0.131	0.0007
壹.一.(三)3 (入口車阻架)	不銹鋼板，厚度 5.0mm	0.4420	0.131	0.0016
	不銹鋼管，厚 2.0mm	0.2000	0.131	0.0007
壹.一.(三)4 (腳踏車架)	不銹鋼管及加工 φ 2.5*0.2	0.1047	0.131	0.0004
	不銹鋼板	0.2000	0.131	0.0007
壹.一.(三)5 (地圖牌)	不銹鋼管及管件 10*10*0.3cm	3.1307	0.131	0.0112
	不銹鋼管及管件 5*10*0.2cm	1.5260	0.131	0.0054
	不銹鋼管及管件 5*5*0.2cm	0.0609	0.131	0.0002
	不銹面鋼板 TH:0.5cm	0.0800	0.131	0.0003
	不銹鋼面板 TH:0.1cm	0.0266	0.131	0.0001
壹.一.(三)6 (中型解說牌)	不銹鋼管 5*5*0.2cm	0.0548	0.131	0.0002
	不銹鋼管 4*2*0.12cm	0.2105	0.131	0.0007
	不銹鋼面板 TH:0.2cm	0.0228	0.131	0.0001
壹.一.(三)7 (救生樁)	不銹鋼管及管件，直管，套筒	0.0600	0.131	0.0002
	不銹鋼板 Th0.3cm	0.0600	0.131	0.0002

表 5 二仁溪(五期)材料運輸碳排放量(2/3)

契約詳細表項次	名稱	總重量 (ton)	排放係數 (kgCO ₂ e/tkm)	碳排放量 (tCO ₂ e)
壹.一.(三)12 (休憩平台)	不銹鋼管及管件 10*10*0.3cm	0.8538	0.131	0.0030
	不銹鋼管及管件 4*8*0.2cm	0.8463	0.131	0.0030
壹.一.(三)13 (觀景平台)	不銹鋼板，厚度 5.0mm	0.2210	0.131	0.0008
	不銹鋼管及管件 5*10*0.2cm	0.6706	0.131	0.0024
壹.一.(三)15 (護欄)	不銹鋼片及鋼板 W10cm TH0.5cm	0.6980	0.131	0.0025
	不銹鋼索	1.8503	0.131	0.0066
壹.一.(三)16 (靠背座椅)	不銹鋼架	2.1600	0.131	0.0077
壹.一.(三)17 (無靠背座椅)	不銹鋼管 3*6*0.2cm	0.1484	0.131	0.0005
	不銹鋼管 6*6*0.2cm	0.3002	0.131	0.0011
壹.一.(三)19 (植栽槽)	不銹鋼管 4*2*0.12cm	0.0001	0.131	0.0000
	不銹鋼板，厚度 2.0mm	1.0400	0.131	0.0037
壹.一.(二)3、4	預鑄緣石	31.2400	0.131	0.1576
壹.一.(二)3、4、(三)13	鋼筋(#3、#4、#5、#6、#8)	11.3000	0.131	0.0409
壹.一.(三)3、10~13、17	環氧樹脂	0.0300	0.131	0.0001
壹.一.(三)2、5、6、8、15、16	氟碳烤漆	0.0000	0.131	0.0000
壹.一.(三)7、16、17	太平洋鐵木	3.8225	0.131	0.0821
壹.一.(三)8 (告示牌)	鍍鋅鋼管，直徑=10cm，厚 3mm	0.0200	0.131	0.0002
壹.一.(三)10、11 (高架棧道及平台)	鍍鋅鋼管 15*15*0.6cm	13.8524	0.131	0.1045
	鍍鋅鋼管 10*10*0.3cm	5.9809	0.131	0.0451
	鍍鋅鋼承板	2.2600	0.131	0.0171
	鍍鋅鋼側板 H=15cm,Th=8mm	2.7120	0.131	0.0205
壹.一.(三)3、12~15、19	塑(膠)木	53.7259	0.131	1.1191
壹.一.(六).1	植筋膠	0.3528	0.587	0.0046
壹.一.(八)1、4	LED 燈組(90W)	0.9282	0.131	0.0065
壹.一.(四)2、(五)7、(六)11	土包袋	0.3000	0.587	0.0067
壹.一.(二)5、(五)8	仿石質複層塗料	0.2064	0.587	0.0006
壹.一.(三)1	意象景石	4.0000	0.131	0.1651
壹.一.(三)2、7、8、20	二分石	14.2065	0.131	0.0726
壹.一.(三)5、6	碳纖維板	0.0300	0.131	0.0002
壹.一.(三)13	鋼軌	1.6000	0.131	0.0077

表 5 二仁溪(五期)材料運輸碳排放量(3/3)

契約詳細表項次	名稱	總重量 (ton)	排放係數 (kgCO ₂ e/tkm)	碳排放量 (tCO ₂ e)
壹.一.(三)18	聚脂標線	0.0720	0.587	0.0063
壹.一.(三)19、(五)9	土工織物	0.2000	0.587	0.0045
壹.一.(五)8	PE 儲水槽	1.5000	0.131	0.0063
壹.一.(五)8、14、(六)8	卵石	13.6400	0.131	0.0827
壹.一.(五)8、9、14、(六)8	清碎石	4.9500	0.131	0.0300
壹.一.(五)9	塊石	55.6380	0.131	0.1800
壹.一.(五)11	木樁	0.5843	0.131	0.0109
壹.一.(五)12	編柵材料	0.6200	0.587	0.0455
壹.一.(七)5	稻草蓆	1.7500	0.587	9.9643
壹.一.(七)1~8、12、13、15、 17	喬木	52.2600	0.131	0.9790
	灌木、地被	9.5640	0.131	0.1792
壹.一.(七)19	草皮	292.3498	0.131	5.4766
壹.一.(八)7、13~21、26	電力(線)設備	2.2000	0.587	0.0189
壹.一.(八)10	接地銅棒	0.6000	0.587	0.0051
壹.一.(八)11	自備燈桿	3.5000	0.131	0.0244
壹.一.(三)20	鐵平石	288.0000	0.587	6.5932
壹.一.(二)2	填縫膠	0.2500	0.587	0.0082
壹.一.(三).1R.5	磁磚	0.0210	0.131	0.0002
壹.一.(三).2、3、5、6、7、 12、13、14、16、17、19	不鏽鋼螺栓	0.3000	0.587	0.0048
壹.一.(三).10、11	剪力釘	0.0800	0.587	0.0013
壹.一.(八).7	漏電斷路器	0.0004	0.587	0.0000
壹.一.(八).7	無熔線斷路器	0.0002	0.587	0.0000
壹.一.(三).22	鋁合金版(雲朵涼亭)	1.2000	1.587	0.0541
總計				107.7082

表 6 二仁溪(五期)柴油機具施工碳排放量

月份	加油量(公升)	排放係數	單位	碳排放量(tCO ₂ e)
113/09	4,451	3.320	kgCO ₂ /L	14.7773
113/10	2,552	3.320	kgCO ₂ /L	8.4726
113/11	5,507	3.320	kgCO ₂ /L	18.2832
113/12	3,526	3.320	kgCO ₂ /L	11.7063
114/01	1,474	3.320	kgCO ₂ /L	4.8937
114/02	1,541	3.320	kgCO ₂ /L	5.1161
114/03	3,425	3.320	kgCO ₂ /L	11.3710
114/04	3,612	3.320	kgCO ₂ /L	11.9918
114/05	2,508	3.320	kgCO ₂ /L	8.3266
114/06	2,466	3.320	kgCO ₂ /L	8.1871
114/07	1,488	3.320	kgCO ₂ /L	4.9402
114/08	1,421	3.320	kgCO ₂ /L	4.7177
114/09	782	3.320	kgCO ₂ /L	2.5962
114/10	45	3.320	kgCO ₂ /L	0.1494
合計				115.5294

*排放係數為「柴油(於公路運輸移動源使用，2021)」。

表 7 二仁溪(五期)汽油機具施工碳排放量

月份	加油量(公升)	排放係數	單位	碳排放量(tCO ₂ e)
113/09	469	2.920	kgCO ₂ /L	1.3695
113/10	268	2.920	kgCO ₂ /L	0.7826
113/11	578	2.920	kgCO ₂ /L	1.6878
113/12	374	2.920	kgCO ₂ /L	1.0921
114/01	157	2.920	kgCO ₂ /L	0.4584
114/02	166	2.920	kgCO ₂ /L	0.4847
114/03	364	2.920	kgCO ₂ /L	1.0629
114/04	392	2.920	kgCO ₂ /L	1.1446
114/05	277	2.920	kgCO ₂ /L	0.8088
114/06	267	2.920	kgCO ₂ /L	0.7796
114/07	162	2.920	kgCO ₂ /L	0.4730
114/08	141	2.920	kgCO ₂ /L	0.4117
114/09	111	2.920	kgCO ₂ /L	0.3241
114/10	5	2.920	kgCO ₂ /L	0.0146
合計				10.8945

*排放係數為「車用汽油(於移動源使用，2021)」。

表 8 二仁溪(五期)施工機具運輸碳排放量

種類	型號	數量	總重(ton)	運輸車種	排放係數	單位	碳排放量(tCO ₂ e)
挖土機	200 型	2	40.00	營業大貨車	0.131	kgCO ₂ e/tkm	0.0796
	120 型	2	24.00	營業大貨車	0.131	kgCO ₂ e/tkm	0.0478
	55 型	2	11.00	營業大貨車	0.131	kgCO ₂ e/tkm	0.0219
發電機	YAMAHA EF6600DE	3	0.27	營業小貨車	0.587	kgCO ₂ e/tkm	0.0024
合計							0.1517

表 9 工地用水碳排放量

計算期程	工作天數(天)	使用量(m ³)	排放係數	單位	碳排放量(tCO ₂ e)
113/09	25	6.0	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0014
113/10	27	6.5	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0015
113/11	26	6.2	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0015
113/12	26	6.2	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0015
114/01	27	6.5	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0015
114/02	24	5.8	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0013
114/03	26	6.2	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0015
114/04	27	6.5	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0015
114/05	26	6.2	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0015
114/06	25	6.0	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0014
114/07	28	6.7	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0016
114/08	26	6.2	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0015
114/09	26	6.2	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0015
114/10	3	0.7	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0002
合計					0.0191

*以每人每天使用量理論值推估

表 10 二仁溪(五期)工地生活污水碳排放量(1/2)

計算期程	總工時(小時)	排放係數	單位	GWP	碳排放量(tCO ₂ e)
113/09	1,800	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0400
113/10	1,944	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0432
113/11	1,872	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0416
113/12	1,872	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0416
114/01	1,944	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0432
114/02	1,728	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0384
114/03	1,872	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0416
114/04	1,944	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0432

表 10 二仁溪(五期)工地生活污水碳排放量(2/2)

計算期程	總工時(小時)	排放係數	單位	GWP	碳排放量(tCO ₂ e)
114/05	1,872	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0416
114/06	1,800	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0400
114/07	2,016	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0448
114/08	1,872	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0416
114/09	1,872	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0416
114/10	216	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0048
				合計	0.5475

*以每人每天使用量理論值推估。

(二) 工務所(地址：台南市仁德區中生街(中洲福德祠旁空地))

現階段工務所蒐集項目之碳排放量如下：用電為 0.4793 tCO₂e，用水為 0.0048 tCO₂e，生活污水為 0.1369 tCO₂e，冷媒為 0.0047 tCO₂e(冷媒 R600a 僅鑑別，暫不計算)；其數據詳如表 11 至表 14。

表 11 工務所用電碳排放量

計算期程	使用量(度)	排放係數	單位	碳排放量(tCO ₂ e)	
113/09	59.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0361	
113/10	61.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0373	
113/11	59.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0361	
113/12	61.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0373	
114/01	61.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0373	
114/02	55.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0337	
114/03	61.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0373	
114/04	59.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0361	
114/05	61.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0373	
114/06	59.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0361	
114/07	61.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0373	
114/08	61.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0373	
114/09	59.6	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0361	
114/10	6.0	0.606	kgCO ₂ e/度	0.0036	
				合計	0.4793

*電錶數據直接讀取與推估。

表 12 工務所用水碳排放量

計算期程	工作天數(天)	使用量(m ³)	排放係數	單位	碳排放量(tCO ₂ e)
113/09	25	1.5	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0003
113/10	27	1.6	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0004
113/11	26	1.6	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0004
113/12	26	1.6	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0004
114/01	27	1.6	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0004
114/02	24	1.4	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0003
114/03	26	1.6	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0004
114/04	27	1.6	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0004
114/05	26	1.6	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0004
114/06	25	1.5	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0003
114/07	28	1.7	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0004
114/08	26	1.6	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0004
114/09	26	1.6	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0004
114/10	3	0.2	0.233	kgCO ₂ e/m ³	0.0000
合計					0.0048

*以每人每天使用量理論值推估。

表 13 工務所生活污水碳排放量

計算期程	總工時(小時)	排放係數	單位	GWP	碳排放量(tCO ₂ e)
113/09	450	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0100
113/10	486	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0108
113/11	468	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0104
113/12	468	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0104
114/01	486	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0108
114/02	432	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0096
114/03	468	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0104
114/04	486	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0108
114/05	468	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0104
114/06	450	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0100
114/07	504	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0112
114/08	468	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0104
114/09	468	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0104
114/10	54	0.00159375	公斤/人-小時	27.9	0.0012
合計					0.1369

*以每人每天使用量理論值推估。

表 14 工務所冷媒碳排放量

機器型號	冷媒種類	冷媒重量	單位	排放因子	GWP	碳排放量(tCO ₂ e)
台光電窗型冷氣 ATR-562/6.0kw	R410A	0.8	kg	0.055	2256	0.0047
LG 樂金 Smart 變頻 上下門冰箱/253 公升	R600a	0.052	kg	-	-	-
合計						0.0047

*R600A 為環保冷媒，IPCC 尚未公告其 GWP 值，可以先進行鑑別、不用計算。

五、階段性重點說明

根據表 3 所示，施工階段(原料使用取得階段、製造使用階段)總排放量為 1,297.1440 tonCO₂e。若依項目排序，主要碳排放來源為材料(90.15%)及施工機具(9.78%)，其排放量分別約為 1,169.3762 tonCO₂e 及 126.5756 tonCO₂e，兩項目共計 1,292.9518 tonCO₂e，共佔總量 99.93%；若再依細項做分類，占比最高者為材料使用(81.85%)排放量約為 1,061.6679 tonCO₂e，接續為柴油使用(8.91%)排放量約為 115.5294 tonCO₂e 及材料運輸(8.30%)排放量約為 107.7082 tonCO₂e，其餘項目如汽油使用、機具運輸、電力使用、自來水使用、生活污水及冷媒等，碳排放量皆不足 1%。

承上，得知材料之使用與運輸，及機具柴油使用等項目，為二仁溪(五期)最主要排放源，故本專案針對減碳空間提出以下建議作為：

(一) 採購低碳建材與規劃低碳運輸路線

可在相同規格、強度等條件下，再多使用低碳材料，如電弧爐製程的鋼材、低碳水泥、綠色建材等，且材料採購供應商地點，建議以本工程所在縣市為優先，降低材料使用及材料運輸之碳排放量。

(二) 施工區域建置自動化灑水設備-減少人耗、水車與施工機具能耗

規劃自動化灑水系統，除改善工程施作所帶來的揚塵污染問題，也可減少灑水車用油量、運作時數及司機人時。

(三) 自主管理

1. 施工機具清潔排放自主管理標章

可多使用具有施工機具清潔排放自主管理標章(金級)。

2. 自主查核數位化系統

以數位化形式進行自主查核營建管辦查核，減少紙張用量。