

營建業ESG發展及 碳盤查實例數據分享



財團法人臺灣營建研究院
郭斯傑 1140709

2050 淨零路徑規劃

階段里程碑

建築

提升建築外殼設計、
建築能效及家電能
效標準

運輸

改變運輸方式，
降低運輸需求，
運具電氣化

工業

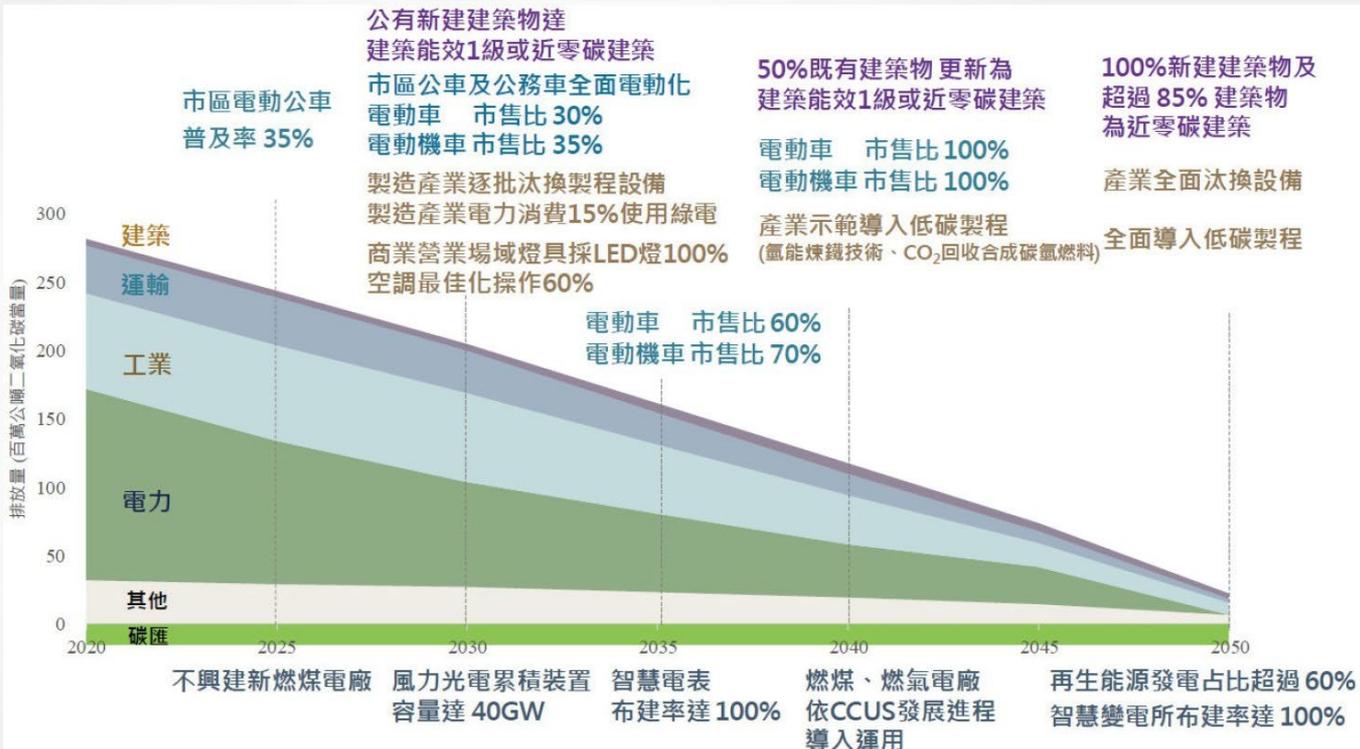
提升能效，燃料
轉換，循環經濟，
創新製程

電力

再生能源持續擴大，
發展新能源科技、儲
能、升級電網

負碳技術

2030 進入示範階段
2050 進入普及階段



淨零碳排

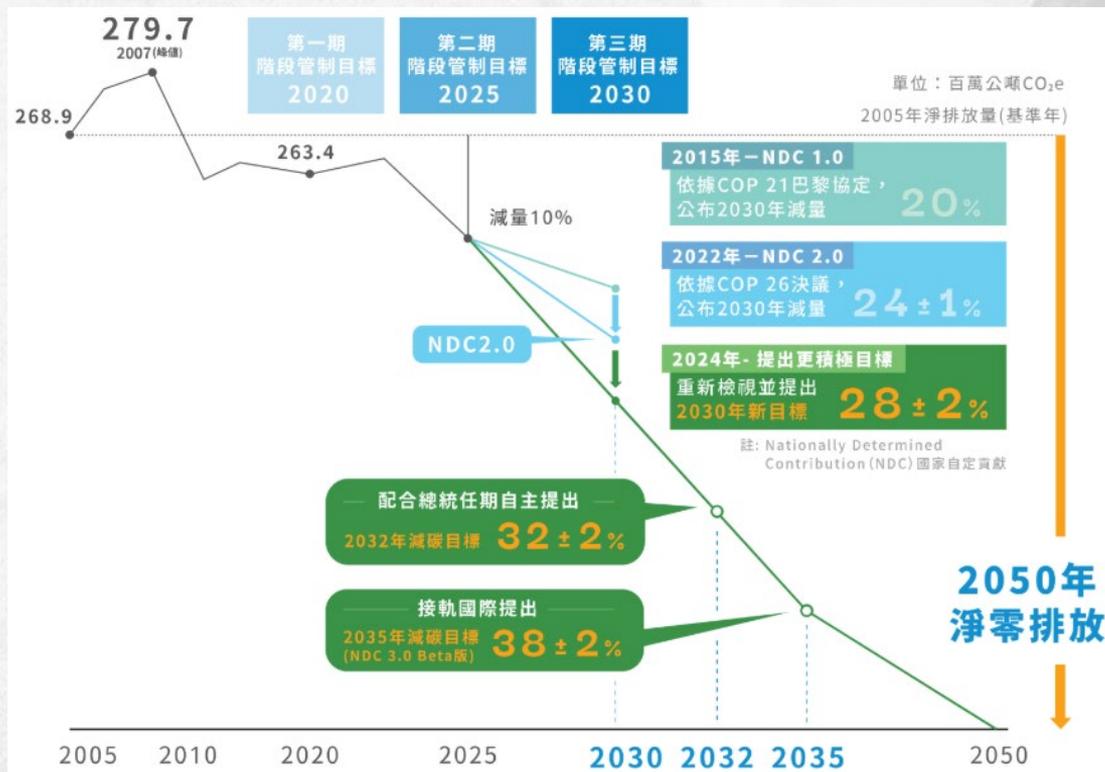
現在2025

- 市區電動公車普及率 35%?
- 2030 公有新建建築物達建築能效1級或近零碳建築
- 2040 50%既有建築更新為建築能效1級或近零碳建築
- 2050 100%新建築及85%建築物為近零碳建築

2050 時有誰能驗證??

國發會設定減碳新目標

- 2030年國家溫室氣體淨排放量較2005年減少 $28 \pm 2\%$ 。
- 2032年國家溫室氣體淨排放量較2005年減少 $32 \pm 2\%$ 。
- 2035年國家溫室氣體淨排放量較2005年減少 $38 \pm 2\%$ 。



各部門具體目標（相較2005年）如下，此外，電力碳排係數需降至2030年的0.319 kg CO₂e/kWh

部門	2030 減量目標	責任部會
能源	-23.1%	經濟部能源署
製造	-18.0%	經濟部工業局
住商	-35.0%	內政部
運輸	-20.0%	交通部
農業	-35.1%	農業部
環境	-71.5%	環境部

減碳部門	主辦機關	協辦機關	主要任務
能源部門	經濟部	國科會	再生能源發展、能源效率提升
製造部門	經濟部	國科會	工業減排、低碳製程
運輸部門	交通部	經濟部	發展大眾運輸、低碳運具
住商部門	內政部	經濟部、地方政府	建築節能、綠建築推動
農業部門	農業部	內政部	農業減排、森林經營、碳匯管理
環境部門	環境部	各相關機關	廢棄物管理、資源循環

	能源部門 (工業部門)	製造部門	運輸部門
責任機關	經濟部	經濟部	交通部
碳排比重	約佔全國總碳排放的51.37% (為最大宗)	約佔全國總碳排放的19.87%	約12.69%
排放來源	火力發電、能源轉換過程的燃料燃燒	水泥、鋼鐵、化工等高碳產業製程排放	汽柴油車輛、航空、航運運輸燃料燃燒
減碳目標與措施	<ul style="list-style-type: none"> ■ 加速再生能源 (太陽能、風電) 推展 ■ 降低燃煤發電比重，逐步退煤 ■ 建構電力儲能與智慧電網 ■ 強化能源效率，推動ESCO制度(能源服務公司制度 Energy Service Company) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 推動製程電氣化與高效化 ■ 導入碳捕捉與再利用 (CCUS) 技術 ■ 發展低碳材料與產品碳足跡標示 ■ 建立產業減碳標竿與碳管理平台 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 普及電動車 ■ 擴大大眾運輸系統 ■ 建立低碳運具與充電設施 ■ 強化智慧運輸與城市物流優化
	住商部門 (建築與商業)	農業部門	環境部門 (廢棄物與資源管理)
責任機關	內政部、經濟部	農業部	環境部
碳排比重	約12.98%	約2.15%	約0.94%
排放來源	建築物用電與能源使用 (冷氣、照明等)	甲烷 (稻作、畜牧)、氮肥氧化亞氮、農業用電	垃圾掩埋、廢水處理、資源焚化
減碳目標與措施	<ul style="list-style-type: none"> ■ 推動綠建築標章與節能建築設計 ■ 建築物能源管理系統智慧化 ■ 強化既有建築節能改造 ■ 落實能源稅與住宅節能獎勵 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 推動精準農業與低碳耕作 ■ 強化森林經營與造林碳匯 ■ 減少化肥使用與智慧灌溉 ■ 發展畜牧糞污處理再利用系統 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 強化資源回收再利用 ■ 提升垃圾分類與減量率 ■ 推動循環經濟制度 ■ 廢棄物再生能源化

建築能效評估系統 EEWH-BERS/2022版

建築能效評估手冊 (BERS) 114年7月1日起實施

新
建
建
築
能
效
標
示

建築物名稱			1 ⁺
坐落地址			
總耗電密度 TEUI	[kWh/(m ² .yr)]		
耗電密度指標 EUI*	[kWh/(m ² .yr)]		
碳排密度指標 CEI*	[kgCO ₂ /(m ² .yr)]		
節能率 ESR	[%]		
建築能效標示字號			近零碳建築

耗電密度 [kWh/(m ² .yr)]	能效得分	圖示
≤ 100.0	90 ~ 100	1 ⁺
≤ 120.0	80 ~ < 90	1
≤ 140.0	70 ~ < 80	2
≤ 160.0	60 ~ < 70	3
≤ 180.0	50 ~ < 60	4
≤ 200.0	40 ~ < 50	5
≤ 240.0	20 ~ < 40	6
> 240.0	0 ~ < 20	7

BERS_n 2022

1 評估案件的名稱與地址

2 評估案件：
TEUI、EUI*、CEI*、ESR、編號
等資訊

3 評估案件的能效等級

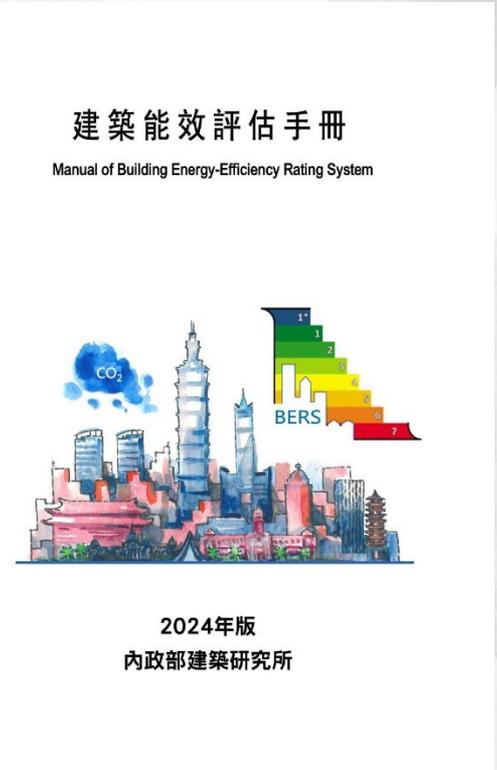
4 耗電密度根據
案件動態EUI所計算出來之數據
(非定值)

5 1+級為近零碳建築，
比2000年的建築節能>50%水準

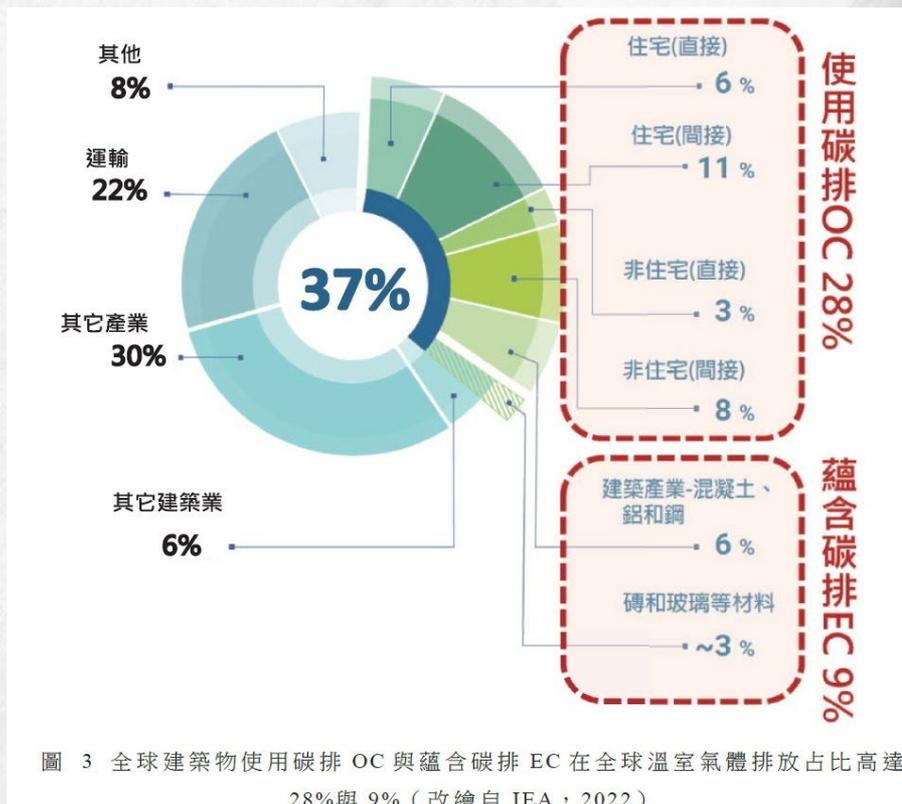
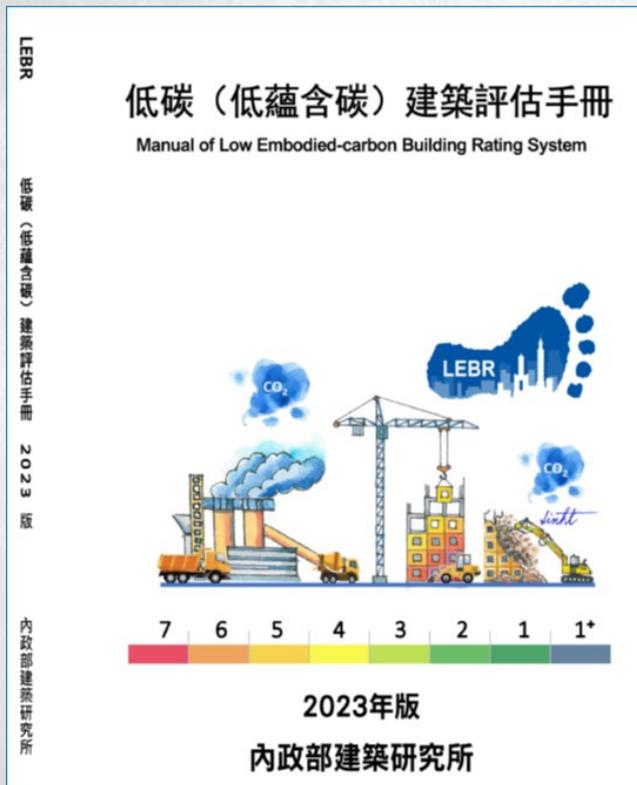
6 耗電密度標示
排碳密度標示

7 4級為綠建築合格等級，
比2000年的建築節能>20%水準

8 建築能效採用種類與版本



低碳(低蘊含碳) 建築評估手冊



蘊含碳排EC

Embodied Carbon

建材製造運輸、施工、更新修繕、拆除廢棄



使用碳排OC

Operational Carbon

生命週期建築能源使用



建築全生命週期總碳排WLC=蘊含碳排EC+使用碳排OC

圖 4 建築全生命週期碳排包含蘊含碳排 EC 與使用碳排 OC (林憲德繪圖)

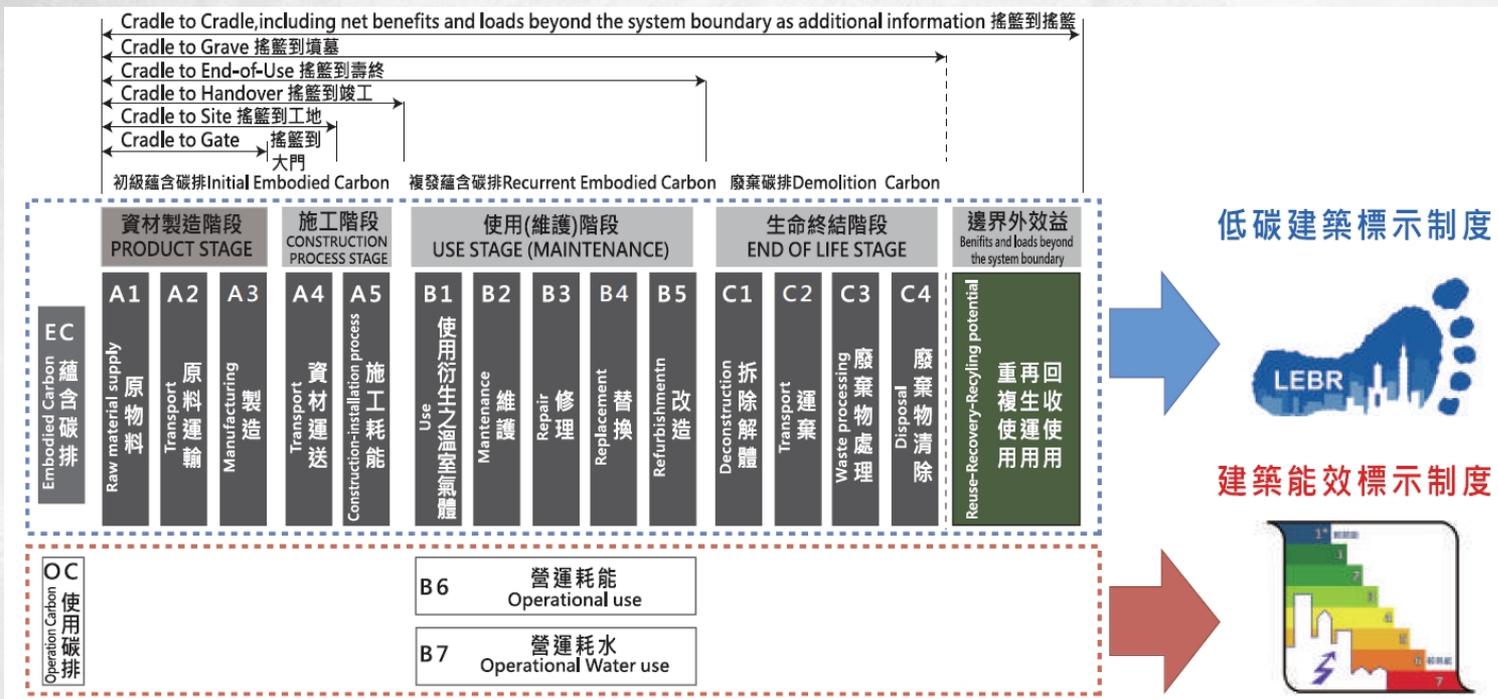


圖 5 建築能效與低碳建築雙軌標示的台灣淨零建築策略
 (左圖改繪自 EN15978 (2011) 的建築碳排計算範疇)

政策落實

2021年將CSR報告書更名為永續報告書（ESG報告書）上市櫃公司需**揭露**

環境

、社會、政策等主題。

2027年所有上市櫃公司：

- ◆ 皆須進行溫室氣體**※範疇一**及**範疇二**盤查
- ◆ 須揭露公司之減碳目標、策略及具體行動計畫

※範疇一：直接排放，指公司所擁有或控制的排放源，來自製程或廠房設施，以及交通工具的排放。

※範疇二：間接排放，指公司自用的外購電力、熱或蒸氣等能源利用的間接排放。

編制與申報永續報告書	2022	2023	2024	Now	2025	2026	2027	2028	2029
	上市(櫃)資本額20億元以上。				上市(櫃)資本20億元以下。				
溫室氣體 範疇一及 範疇二 盤查時程		資本額100億元以上上市櫃公司及鋼鐵、水泥業揭露個體公司數據			1.資本額100億元以上上市櫃公司及鋼鐵水泥業揭露合併報表母子公司數據。 2.資本額50~100億元上市櫃公司揭露個體公司數據	1.資本額50~100億元上市櫃公司揭露合併報表母子公司數據。 2.資本額50億元以下上市櫃公司揭露個體公司數據	資本額50億元以下上市櫃公司揭露合併報表母子公司數據。		
溫室氣體 範疇一及 範疇二 確信時程			資本額100億元以上上市櫃公司及鋼鐵、水泥業完成確信				1.資本額100億元以上及鋼鐵、水泥業合併報表母子公司完成確信 2.資本額50~100億元個體公司完成確信	1.資本額50~100億元合併報表母子公司完成確信 2.資本額50億元以下個體公司完成確信	資本額50億元以下合併報表母子公司完成確信
揭露公司之 減碳目標、 策略及具體 行動計畫					資本額100億元以上上市櫃公司及鋼鐵、水泥業完成揭露	資本額50~100億元上市櫃公司完成揭露	50億元以下上市櫃公司完成揭露		

碳盤查/碳足跡

碳盤查: **ISO 14064-1** : 組織型溫室氣體盤查標準

- 界定邊界條件及盤查範圍
- 例如 2024/1/1-2024/12/31, 所有進行中工程 (範疇一二三...)

碳足跡: **ISO 14067** : 產品生命週期碳足跡

- 選定某工程個案, 自開工至完工 (Cradle to Handover)

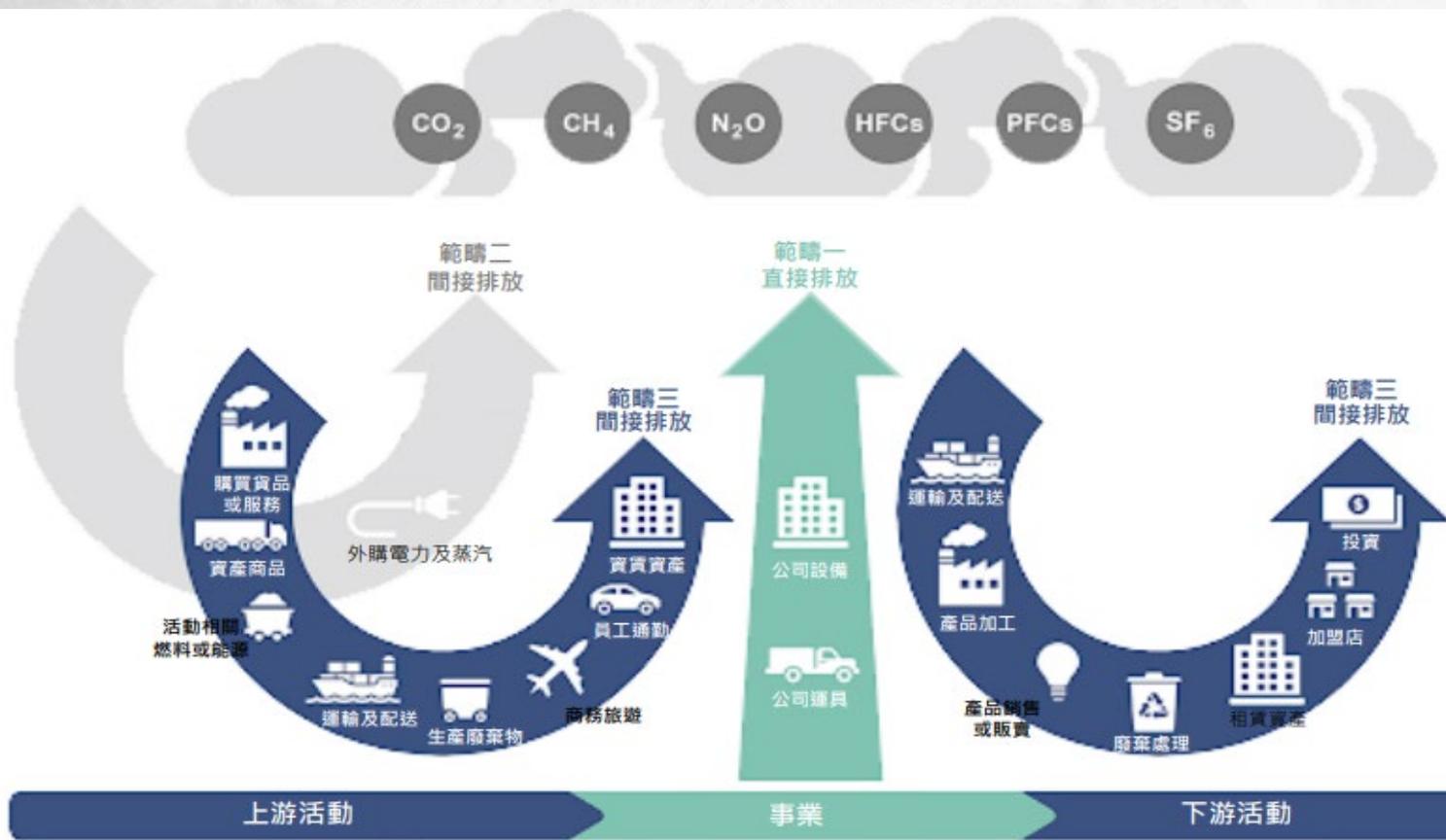
範疇三?

表 1、各盤查規範之排放範疇分類對照表

溫室氣體盤查議定書 (GHG Protocol)		ISO/CNS 14064-1 ³
範疇一		類別 1: 直接溫室氣體排放與移除
範疇二		類別 2: 輸入能源之間接溫室氣體排放
範疇三	4: 上游運輸和配送產生的排放 6: 商務旅行產生的排放 7: 員工通勤產生的排放 9: 下游運輸和配送產生的排放	類別 3: 運輸之間接溫室氣體排放
	1: 購買商品或服務產生的排放	類別 4: 由組織使用的產品所產生之間接溫室氣體排放

溫室氣體盤查議定書 (GHG Protocol)	ISO/CNS 14064-1 ³
2: 上游購買的資本物品產生的排放 3: 與燃料和能源相關活動的排放 (未涵蓋在範疇一或二) 5: 營運產生廢棄物的處置與處理的排放 8: 上游租賃資產產生的排放	
10: 銷售產品的加工產生的排放 11: 使用銷售產品產生的排放 12: 銷售產品廢棄處理產生的排放 13: 下游租賃資產產生的排放 14: 特許經營 15: 投資產生的排放	類別 5: 與組織的產品使用相關聯之間接溫室氣體排放
—	類別 6: 由其他來源產生的間接溫室氣體排放

溫室氣體範疇一範疇二範疇三



營建業碳盤查/碳足跡

- 先有碳盤查/碳足跡之具體數據
才能研擬具體之減碳方式
- 沒有先量體重/體脂肪, 如何決定減幾公斤?
- 營建業若只看碳排放總量, 工程量減半, 碳排放量即可減半

營建業碳盤查/碳足跡

碳足跡: **麗明營造** (非上市櫃公司) :

- 四季藝術仁美校區, 地下1F, 地上4/6F, 10444m²
- 國內營造業首件碳足跡工程案例
- BSI第三方查證 : 453Kg CO₂e/m²

碳盤查: **根基營造** (上市公司) :

- 自2022年起, 全面盤查所有在建工程及總公司(共21處)
- SGS 第三方查證, 永續報告書中揭露碳盤查數據
- 2022/2023數據已公佈, 2024數據2025/6月出爐



案例

1

查證組織 目標選擇 邊界界定

- 麗明營造於推動產品碳足跡成立查證組織，以四季仁美作為推動碳足跡查證之起點。
- 該案為業主委託麗明營造興建之四季仁美，建築物分為AB兩棟，其中A棟為地下一樓地上四樓之RC建物、B棟為地下一樓地上六樓RC建物。兩棟建物總樓地板面積為10444.33m²(約3159.4坪)，該建案工期為110/08/01~112/3/31，共20個月。



麗明營造碳足跡查證組織



四季仁美

根基營造2022~2023年碳盤查數據

根基營造20個工地於2022~2023年碳盤資料，**18**建築類、**2**個土木類。

分類	細分類	簡稱	總樓地板面積 (m ²)	2022 年度碳排 (t)	2023 年度碳排 (t)	工程進度變化 (%)		
						2021/12/31	2022/12/31	2023/12/31
建築類	住宅	泰山案	63,902.53	6,745.67	6,319.14	0.22%	7.10%	25.10%
		秀朗橋案	50,988.70	854.12	10,975.65	0.00%	3.90%	35.05%
		三重F案	11,329.52	351.86	0.00	67.00%	100.00%	100.00%
		二重埔案	69,909.20	22,827.36	8,210.38	29.34%	53.09%	85.90%
		民權東路案	38,905.59	4,035.32	4,473.97	0.00%	8.89%	30.88%
		台中裕毛屋案	34,823.52	838.58	7,137.81	0.00%	1.60%	15.64%
		瑞安案	30,098.73	4,911.19	14.53	60.92%	82.10%	100.00%
		北安案	14,113.73	147.96	0.00	69.01%	100.00%	100.00%
	車站、展場	中和LG08案	25,547.00	6,008.08	7,594.71	19.79%	26.64%	55.59%
		C212標	75,481.08	23,362.02	30,063.34	26.97%	41.90%	54.30%
		C612標	101,106.94	7,517.41	11,075.55	0.00%	1.67%	6.25%
		桃園會展中心	76,208.23	19,157.74	6,566.96	26.48%	79.58%	99.16%
	廠房	南門市場	48,064.20	14,165.56	1,513.83	30.90%	70.92%	100.00%
		台積電零廢中心	13,496.72	7,823.85	1,010.32	24.90%	93.26%	100.00%
		台積電AP6B	199,496.76	91,523.41	62,174.34	0.00%	77.64%	81.98%
		台積電F18 P6 FAB	244,937.35	12,623.77	92.02	54.10%	91.25%	100.00%
		台積電F18 P8 CUP	28,123.24	23,064.05	0.00	0.00%	82.40%	100.00%
		F18 P7正式 OFFICE	15,222.01	14,063.07	20.32	0.00%	60.00%	100.00%
分類	簡稱	總工程金額	2022 年度碳排(t)	2023 年度碳排(t)	工程進度變化 (%)			
土木類	C611標	56.98億元	17,685.05	31,541.11	11.50%	22.64%	39.98%	
	台61線	21.17億元	6,775.09	13,430.40	0.00%	22.37%	42.51%	

上市櫃公司 vs. 非上市櫃公司

中工, 遠雄, 根基, 大陸, 潤泰, 海悅, 皇昌, 達欣
豐譽, 互助, 泛亞, 麗明....

碳盤查數據如何推估碳足跡?

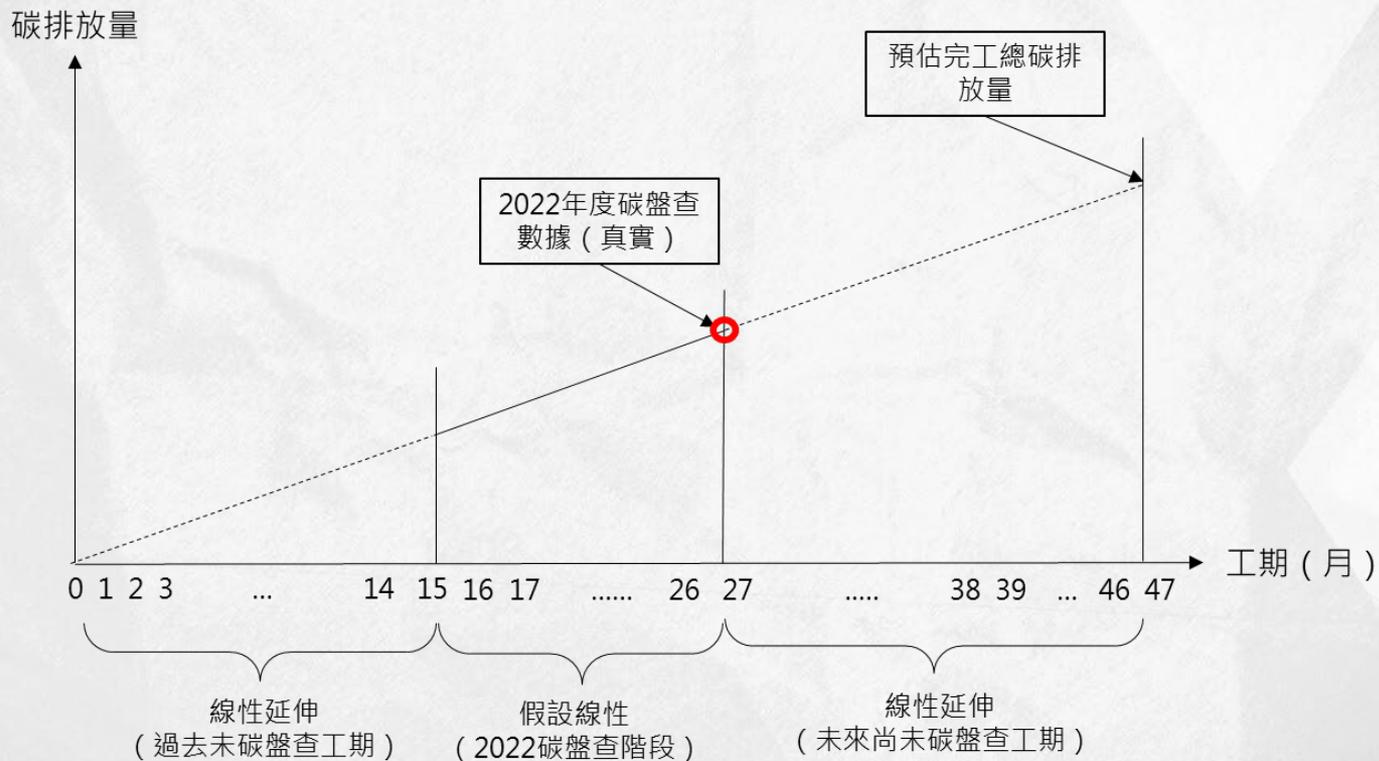
建築類: kg/m²

- 依盤查區間/總工期比例推估
- 工程進度在20%以下及90%以上時,推估值將偏低
- 主結構施工期間,推估值將偏高
- 結構工期碳排推估總碳排

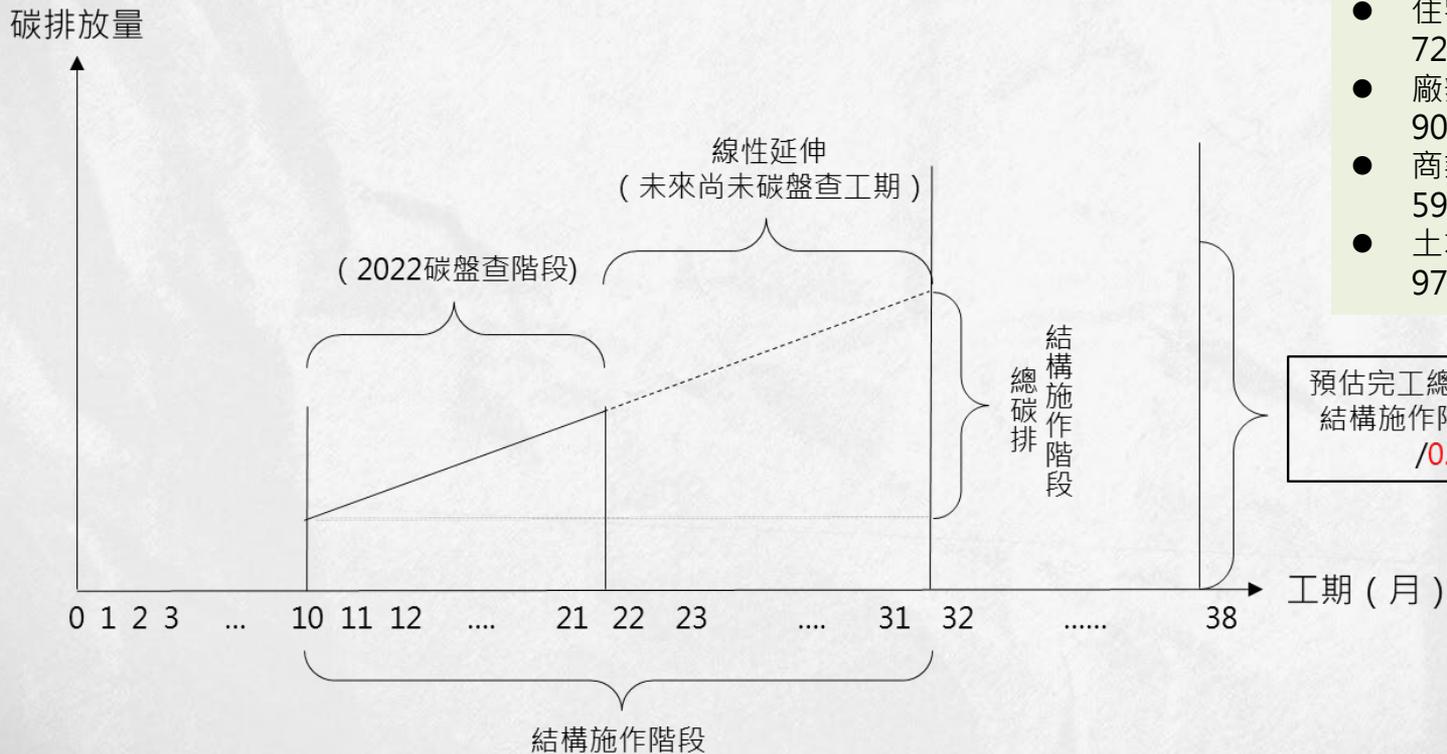
土木類: kg/億(工程造價)

- 因工期較長,以碳盤查數據推估碳足跡值容易偏高
- 碳足跡數據案例稀少

總工期線性推估總碳排 - 適用短工期工程



結構工期碳排推估總碳排 - 適用長工期工程



- 根基2022資料
- 住宅類結構體占 72.0%
 - 廠辦類結構體占 90.1%
 - 商業空間結構體占 59.3%
 - 土木類結構體占 97.8%

建築類工程（住宅）每平方公尺樓地板面積產生之碳排與工程進度關係

原始資料							分析資料（線性總工期推估）				分析資料（結構工期推估）				
項次	簡稱	結構型式	(A) 111碳排放量 (tonCO2e)	(B) 總樓地板面積 (m ²)	(C) 總工期 (展延後)	(F) 工程進度		以工期推算工程總碳排放量求得單位樓地板面積碳排放量 (tCO2e/m ²)			以結構工期推算工程總碳排放量求得單位樓地板面積碳排放量 (tCO2e/m ²)				
						截至 110.12.31(F1)	截至 111.12.31(F2)	(I) 111碳排統計有 效工期(月) = 由(D)及(E)判斷 111年實際碳盤 查工期	(J) 預估完工總碳排放量 (tCO2e) = 111碳排放量(A)× (總工期(C) / 111有效工 期(I))	(K) 單位樓地板面積碳排 放 量 (tCO2e/m ²) = 預估完工總碳排放量 (J)/總樓地板面積(B)	(L) 111碳排統計有 效工期(月) = 由(D)及(E)判斷 111年實際碳盤 查工期	(M) 結構 工期	(N) 預估完工總碳排放量 (tCO2e) = 111碳排放量(L)× (結構工期(M) / 111有 效工期(L))/0.85	(O) 單位樓地板面積碳排 放 量 (tCO2e/m ²) = 預估完工總碳排放量 (J)/總樓地板面積(B)	
12	泰山案	RC	6,745.67	63,902.53	54	0.22%	7.10%	12.00	30,355.52	0.48					
	泰山案-職務宿舍	RC	-	20,260.20		0.22%	6.50%	12.00	-	-					
	泰山案-社會住宅	RC	-	43,642.33		0.22%	7.40%	12.00	-	-					
13	秀朗橋案	RC	854.12	50,988.70	25	0.00%	3.90%	5.58	3,826.71	0.08					
14	三重F案	RC	351.86	11,329.52	57	67.00%	100.00%	7.00	2,865.16	0.25					
15	二重埔案	RC	22,827.36	69,909.20	42	29.34%	53.09%	12.00	75,874.45	1.09	12.00	25.00	55,949.40	0.80	
16	民權東路案	RC、SS	4,035.32	38,905.59	34	0.00%	8.89%	7.58	18,100.38	0.47					
	民權東路A案	RC、SS	-	36,457.87	34	0.00%	8.70%	7.58							
	民權東路B案	RC	-	2,447.72	23	0.00%	11.30%	7.58	-	-					
17	台中裕毛屋案	RC	838.58	34,823.52	44	0.00%	1.60%	5.77	9,787.14	0.28					
18	瑞安案	RC、SS	4,911.19	30,098.73	47	60.92%	82.10%	12.00	19,235.49	0.64	12.00	29.00	13,563.18	0.46	
19	北安案	RC	147.96	14,113.73	28	69.01%	100.00%	9.42	439.78	0.03					
20	中和LG08案	RC	6,008.08	25,547.00	47	19.79%	26.64%	12.00	23,531.64	0.92	12.00	25.00	14,725.68	0.58	
									住宅平均：	0.47					
												住宅平均：	0.61		

工程進度屬於結構工期

建築類工程 (車站、展場) 每平方公尺樓地板面積產生之碳排與工程進度關係

建築類工程 (車站、展場) 每平方公尺樓地板面積產生之碳排與工程進度關係

原始資料							分析資料 (線性總工期推估)			分析資料 (結構工期推估)				
							以工期推算工程總碳排放量求得單位樓地板面積碳排放量 (tCO2e/m2)			以結構工期推算工程總碳排放量求得單位樓地板面積碳排放量 (tCO2e/m2)				
項次	簡稱	結構型式	(A)	(B)	(C)	(F)		(I)	(J)	(K)	(L)	(M)	(N)	(O)
			111碳排放量 (tonCO2e)	總樓地板面積 (m2)	總工期 (展延後)	工程進度		111碳排統計有效工期(月)	預估完工總碳排放量 (tCO2e)	單位樓地板面積碳排放量 (tCO2e/m2)	111碳排統計有效工期(月)	結構工期	預估完工總碳排放量 (tCO2e)	單位樓地板面積碳排放量 (tCO2e/m2)
					截至 110.12.31(F1)	截至 111.12.31(F2)	由(D)及(E)判斷 111年實際碳盤查工期	= 111碳排放量(A)× (總工期(C) / 111有效工期(D))	= 預估完工總碳排放量 (J)/總樓地板面積(B)	= 由(D)及(E)判斷 111年實際碳盤查工期			= 111碳排放量(L)× (結構工期(M) / 111有效工期(L))/0.85	= 預估完工總碳排放量 (J)/總樓地板面積(B)
2	C212標	建築結構	23,362.02	75,481.08	84	26.97%	41.90%	12.00	163,534.15	2.17	12.00	43.00	98,486.96	1.30
3	C612標	橋梁結構、 建築結構	7,517.41	101,106.94	59	0.00%	1.67%	11.19	39,636.04	0.39				
6	桃園會展中心	RC、SS	19,157.74	76,208.23	46	26.48%	79.58%	12.00	73,438.02	0.96	12.00	19.00	35,686.00	0.47
5	南門市場	SRC、RC、 SS	14,165.56	48,064.20	43	30.90%	70.92%	12.00	50,759.94	1.06	12.00	11.00	15,276.59	0.32
車站展場平均：									1.14	車站展場平均：		0.70		

工程進度屬於結構工期

建築類工程（廠房）每平方公尺樓地板面積產生之碳排與工程進度關係

項次	簡稱	結構型式	原始資料				分析資料（線性總工期推估）			分析資料（結構工期推估）				
			(A) 111碳排放量 (tonCO2e)	(B) 總樓地板面積 (m2)	(C) 總工期 (展延後)	(F) 工程進度		以工期推算工程總碳排放量求得單位樓地板面積碳排放量 (tCO2e/m2)			以結構工期推算工程總碳排放量求得單位樓地板面積碳排放量 (tCO2e/m2)			
						截至 110.12.31(F1)	截至 111.12.31(F2)	(I) 111碳排統計有效工期(月) = 由(D)及(E)判斷 111年實際碳盤查工期	(J) 預估完工總碳排放量 (tCO2e) = 111碳排放量(A)× (總工期(C) / 111有效工 期(I))	(K) 單位樓地板面積碳排放 量 (tCO2e/m2) = 預估完工總碳排放量 (J)/總樓地板面積(B)	(L) 111碳排統計有效工期(月) = 由(D)及(E)判斷 111年實際碳盤查工期	(M) 結構 工期	(N) 預估完工總碳排放量 (tCO2e) = 111碳排放量(L)× (結構工期(M) / 111有 效工期(L))/0.85	(O) 單位樓地板面積碳排放 量 (tCO2e/m2) = 預估完工總碳排放量 (J)/總樓地板面積(B)
7	高科技廠房1	RC	7,823.85	13,496.72	12	24.90%	93.26%	7.48	12,551.64	0.93				
8	高科技廠房2	RC	91,523.41	199,496.76	15	0.00%	77.64%	12.00	114,404.26	0.57				
9	高科技廠房3	RC	12,623.77	244,937.35	19	54.10%	91.25%	4.00	59,962.93	0.24				
10	高科技廠房4	RC・SS	23,064.05	28,123.24	12	0.00%	82.40%	12.00	23,064.05	0.82				
11	高科技廠房5	RC・SS	14,063.07	15,222.01	6	0.00%	60.00%	6.00	14,063.07	0.92				
									廠房平均：	0.81			廠房平均：	-

本項2022盤查時已接近完工。

短工期，盤查時間多已涵蓋整體工期

根基營造2022年碳盤查數據應用-土木類

採用單位：每億元單位碳排放量

根基2022 C611標、台61線碳排放量				
簡 稱	碳排放量 (tCO ₂ e) /2022 年營業收入*億 元	工程進度 110.12.31	工程進度 111.12.31	類型
C611標	2,917.07	11.50%	22.64%	土木
台61線	1,443.38	0.00%	22.37%	土木

土木類參考比對資料

蘇花改計畫 (大清水段、東澳段) 2011年

2013年12月胡志超公路工程(蘇花改計畫)碳排放量結果比較				
簡 稱	碳排放量 (tCO ₂ e) /總工 程費用*億元	工程進度	類型	蘇花改評估方式
蘇花改A-1	4,641.15	100%	土木	2.採1內容推估
蘇花改A-2	2,610.09	100%	土木	1.主要盤查
蘇花改A-3	3,402.76	100%	土木	
蘇花改B-1	3,502.11	100%	土木	2.採1內容推估 B無法取得最近期資料因此採用 「工程規劃報告書」所載數值
蘇花改B-2	3,014.75	100%	土木	
蘇花改B-3	3,939.44	100%	土木	
蘇花改B-4	4,464.73	100%	土木	1.主要盤查
蘇花改C-1	2,554.80	100%	土木	
蘇花改C-2	2,696.74	100%	土木	2.採1內容推估
平均	3,425.17			

西濱快速公路八棟寮至九塊厝新建工程 (簡稱西濱)			
子標	tCO ₂ e	經費 (億元)	每億元產生之 單位碳排 (tCO ₂ e / 億 元)
WH77-A	69,967.95	104.70	3,077.23
WH77-B	142,858.41		
WH77-C	109,359.43		

C1 標					
總工程經費(結算驗收)			4,158,126,848		
原始數據 (工程碳足跡 盤查發展及成果介紹—以臺9線南迴公路安朔草埔段為例)					TCRI分析內容
統計期間	碳排放量 (tCO ₂ e)	當期工程進度 (%)	單位進度碳排放量 (tCO ₂ e / %)	以工程進度換算工程 金額	每億元產生之單位 碳排 (tCO ₂ e / 億 元)
合計	120,657.70	57.88	2,084.62	2,406,723,819.62	5,013.36

C2 標					
總工程經費(結算驗收)			5,959,191,175		
原始數據 (工程碳足跡 盤查發展及成果介紹—以臺9線南迴公路安朔草埔段為例)					TCRI分析內容
統計期間	碳排放量 (tCO ₂ e)	當期工程進度 (%)	單位進度碳排放量 (tCO ₂ e / %)	以工程進度換算工程 金額	每億元產生之單位 碳排 (tCO ₂ e / 億 元)
合計	138,008.90	42.97	3,211.75	2,560,664,447.90	5,389.57

根基營造2022年碳盤查數據應用-土木類

物價調整

案例		每億元產生之 單位碳排 (tCO ₂ e / 億元)	物價調整 (以營造工程總指數進行)			
			西元年	營造工程 總指數	調整至 2022年 物價倍數	物調後每億元產生之 單位碳排 (tCO ₂ e / 億元)
蘇花改平均		3,425.17	2011	84.03	1.278	2,680.81
南迴平均 (2014~2016)		5,201.47	2015	83.56	1.285	4,048.15
西濱 (2011~2018)		3,077.23	2015	83.56	1.285	2,394.92
根基案例	C611標	2,917.07	2022	107.36	1.000	2,917.07
	台61線	1,443.38				1,443.38

碳盤查比對資料：參考「低碳建築聯盟 (LCBA)」的「建築產業碳足跡認證實例」

LCBA 低碳建築聯盟 LOW CARBON BUILDING ALLIANCE

建築環境模擬 碳足跡認證

首頁	關於 LCBA	認識建築碳足跡	建築產業碳足跡認證	低碳建材產品認證	低碳應用資訊	LCBA-AP資訊	會員獨享區
友站	聯盟新訊	LCBA介紹	生命週期的視野	建築產業碳足跡評估介紹	低碳循環建材認定原則	環境與生態專區	AP須知
	報名/業務委託區	加入會員	國內外碳排資料簡介	分級評估基準	低碳工法認定原則	低碳建築建材應用	AP資格取得
	低碳建築貢獻獎	LCBA審查委員	LCBA碳排資料盤查	「碳足跡標章」認證作業辦法	低碳建材工法認證作業辦法	低碳景觀建材應用	建築AP名錄
	常見問答	LCBA顧問群	LCBA碳排資料公開	建築產業碳足跡認證實例	低碳產品認證實例	低碳室內裝修建材應用	室內裝修AP名錄
		FB諮詢		各區認證單位申請文件下載	低碳機電應用	景觀AP名錄	線上認證申請及進度查詢
							業務諮詢服務

首頁 / 建築產業碳足跡認證 / 建築產業碳足跡認證實例

年份：

建築產業碳足跡認證實例

冠德三重區中興段796地號等 13筆集合住宅新建工程

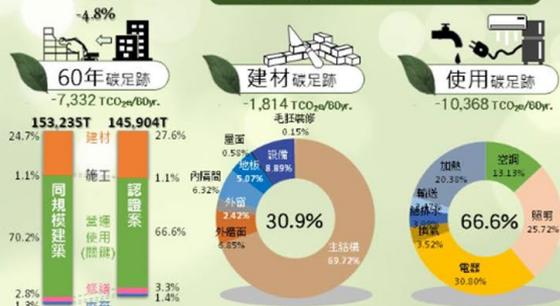
Building Carbon Footprint Assessment - Design Stage System
LCBA低碳建築候選認證BCPd | 合格級 |

2022

認證編號 LCBA-2022-002
申請單位 冠德建設股份有限公司
建物概要 地下5層地上25層鋼筋混凝土構造
室內面積 68087.04m²
空間用途 住宿空間
評估專家AP 許書琴
總碳足跡 145,904 (TCO_{2e}/60yr.)
60年減碳量 7,332 (TCO_{2e}/60yr.)
生命週期 60年
減碳百分比 4.8%

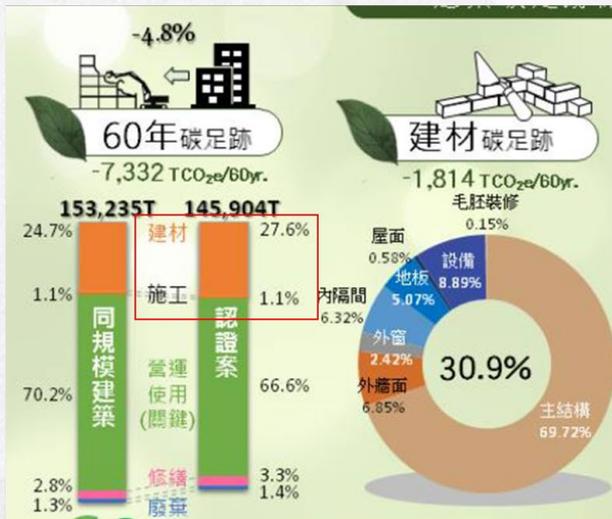


建築碳足跡結構分析



減碳技術應用介紹

1. 主體鋼筋混凝土牆採用高水水泥，替代率達94%。
2. 照明採用高效率照明系統，減少用電碳排。
3. 室內全面採用省水器材，並進行雨水回收供使用，降低使用階段用電碳排。
4. 採用電能回收電梯，提升能源使用效率。



取該建物總碳足跡中**建材及施工**占比，得到**施工階段總碳排**，再除以**樓地板面積**得到**單位樓地板面積碳排放量**。

$$\frac{145,904 \times (0.276 + 0.011)}{68,087.04} = 0.615 tCO_2e/m^2$$

LCBA碳盤查數據應用-建築類 (比對資料)

編號	原始資料								分析資料	
	建物概要		構造別	建築類型	總樓地板面積 (m ²)	總碳足跡 (TCO ₂ e/60yr.)	新建工程 工程資材 之總碳 排	營建施 工之總 碳排	TCO ₂ e/m ²	平均
	地上	地下								
1	21	2	RC	住宅、商店	129,129.56	224,064.00	22.50%	0.90%	0.406	0.506
2	9	3	RC	住宅	13,313.37	43,100.00	12.30%	0.40%	0.411	
3	9	3	RC	住宅	20,980.06	65,681.00	13.00%	0.40%	0.420	
4	9	2	RC	住宅	12,436.90	29,830.00	17.10%	0.40%	0.420	
5	9	2	RC	住宿	20,481.00	46,830.00	18.60%	0.40%	0.434	
6	9	3	RC	住宿	20,980.00	48,706.00	18.30%	0.50%	0.436	
7	9	2	RC	住宿	12,216.00	28,528.00	18.50%	0.40%	0.441	
8	9	3	RC	住宿	13,313.00	31,879.00	18.10%	0.50%	0.445	
9	9	2	RC	住宿	10,601.00	23,414.00	19.90%	0.40%	0.448	
10	9	2	RC	集合住宅、商店	70,054.16	180,790.00	19.80%	0.40%	0.521	
11	9	2	RC	住宅、商店	74,252.07	179,156.00	21.30%	0.40%	0.524	
12	9	3	RC	集合住宅、商店	15,673.88	39,516.00	20.40%	0.40%	0.524	
13	9	3	RC	住宅、商店	16,668.08	39,095.00	22.10%	0.50%	0.530	
14	34	7	RC	辦公室、集合住宅	48,889.39	118,199.00	21.00%	1.30%	0.539	
15	25	5	RC	住宿	68,087.04	145,904.00	27.60%	1.10%	0.615	
16	4	1	RC	住宅	12,328.75	29,587.00	20.40%	5.40%	0.619	
17	21	3	RC	住宿	40,773.62	97,576.00	19.57%	6.48%	0.623	
18	13	4	RC	住宿	24,890.66	61,455.00	28.80%	0.60%	0.726	
19	23	2	RC	住宅、店舖	36,254.59	102,274.00	24.40%	1.60%	0.733	
20	28	7	RC、SRC	住宿、停車場、辦公、商場	52,125.75	107,923.00	23.00%	1.50%	0.507	
21	28	7	RC、SRC	住宿	56,028.00	126,526.00	23.60%	1.40%	0.565	
22	21	4	SRC	住宿	38,561.14	59,102.00	17.69%	8.03%	0.394	
23	9	1	SS	住宅、商店	31,425.87	74,124.00	15.00%	0.30%	0.361	

碳排數據指標建立

現有相關的碳足跡預估方式

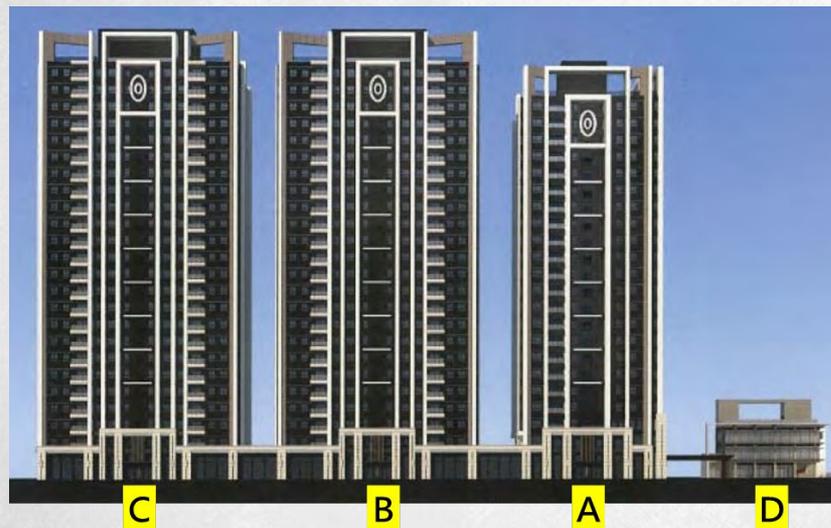
- 依預算書內結構體之數量預估值/係數**0.85?**
- 結合BIM數量估算(**準確度?**)
- 參考LCBA案例資料估計(**以案例作線性回歸**)
- 低蘊含碳建築評估手冊公式預估(**缺乏施工相關因子**)
- **施工期間之油耗,電力等碳排?**
- 碳盤查/第三方認證後, 推估碳足跡
- 碳足跡/第三方認證最具公信力, 但耗費時間精力

差異???

二重埔案基本資料

結構形式：RC；地上：A棟22層、B棟24層、C棟25層、D棟4層；地下5層

總樓地板面積：69,909.20m² / 68087.04m²



二重埔			
碳排計算方式	單位樓地板面積碳排放量 (kgCO ₂ e/m ²)	與碳足跡差異百分比	
2020~2023碳足跡資料 (參考成控結構部分及2022、2023碳盤查數據)	786.82	0.00%	
成控結構碳排推估總碳排 (假設結構碳排占總碳排0.8)	723.75	-8.02%	
2022+2023 碳盤查資料	總工期線性推估 830	5.49%	
LCBA低碳建築認證	615	低估2成	
低蘊含碳建築評估手冊LEBR	設計案	469	差異? 低估4成
	基準案	529	低估3成

碳排數據計算 (二重埔回溯碳足跡) -LEBR數據

邊界	項目	符號	設計案		基準案		減碳量 ΔCF (kgCO ₂ e)
			碳排量(kgCO ₂ e)	占比	碳排量(kgCO ₂ e)	占比	
地上層	新建資材	CFum	19,425,363.13	94.75%	23,512,593.13	95.62%	4,087,230.00
	更新修繕	CFrm	-	0.00%	-	0.00%	-
	施工	CFc	1,075,906.70	5.25%	1,075,906.70	4.38%	-
	拆除廢棄	CFdw	-	0.00%	-	0.00%	-
	地上層碳排小計		20,501,269.83	100.00%	24,588,499.83	100.00%	4,087,230.00
地下層	地下層資材	CFs'	10,704,849.72		10,704,849.72		
	地下層施工	CFc'	738,063.51		738,063.51		
	地下層拆除廢棄	CFdw'	-		-		
	地下層碳排小計		11,442,913.23		11,442,913.23		
地上層樓地板面積	AFu	45,035.86	m ²				
地下層樓地板面積	AFb	23051.18	m ²				

碳排：((地上層新建資材+地上層施工)+(地下層資材+地下層施工))

單位樓地板面積碳排放量(kgCO ₂ e/m ²)	設計案	基準案
		469.17

碳排數據計算 (二重埔回溯碳足跡)

位置	LEBR		碳盤查及成控資料推算
	設計案	基準案	2022+2023碳盤查工程進度 (A棟7樓、B棟5樓、C棟7樓)
地上層碳排	新建資材+施工	新建資材+施工	(2022+2023)碳排放+其他年度施作之地上層結構碳排
地下層結構碳排	新建資材+施工	新建資材+施工	(成控結構碳排-地上層結構碳排)

①
②

位置	LEBR		碳盤查及成控資料推算
	設計案 TCO2e	基準案 TCO2e	2022+2023碳盤查工程進度 (A棟7樓、B棟5樓、C棟7樓) TCO2e
地上層碳排	20,501.27	24,588.50	36,718.16
地下層結構碳排	11,442.91	11,442.91	18,288.13
總計	31,944.18	36,031.41	55,006.29

※ $55006.29\text{TCO}_2\text{e}/69909.2\text{m}^2*1000=786.82\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$

位置	LEBR與資料推算差異			
	設計案		基準案	
	差異值	百分比	差異值	百分比
地上層碳排	-16,216.89	-29.48%	-12,129.66	-22.05%
地下層結構碳排	-6,845.22	-12.44%	-6,845.22	-12.44%
總計	-23,062.11	-41.93%	-18,974.88	-34.50%

百分比=差異值/55006.29

LEBR設計案與實際碳排量：

地上層低估約3成

地下層低估約1成。



碳排數據計算 (二重埔回溯碳足跡) - 檢視地下連續壁工程材料碳排

項目	數量	單位	環境部產品碳足跡資訊網名稱	係數	係數單位	每	資料年度	碳排量
導溝、沉澱池、鋪面鋼筋材料 (SD280W)	107	噸	鋼筋混凝土用鋼筋(SD280W)	0.835	tCO ₂ e	t	2020	89.345
SD280W鋼筋	461	噸	鋼筋混凝土用鋼筋(SD280W)	0.835	tCO ₂ e	t	2020	384.94
SD420W鋼筋	1,479	噸	鋼筋混凝土用鋼筋(SD420W)	0.834	tCO ₂ e	t	2020	1233.5
混凝土 (I 型)3000P材料	1,672	M3	預拌混凝土(210 kgf/cm ²)	0.238	tCO ₂ e	m ³	2020	397.94
混凝土 (I 型)4000P水中材料	13,453	M3	水中混凝土(280kgf/cm ²) (無此項目：因此採用280混凝土*參考係數) 0.338*1.454=0.49145	0.491	tCO ₂ e	m ³	2020	6611.5
二重埔連續壁基本材料碳排								8717.2 公噸CO ₂ e

LEBR地下層碳排低估6,845.22公噸CO₂e部分，
可能主要來自於「**連續壁工程碳排**」8717.2公噸CO₂e部分。

LEBR地下碳排公式

新建資材 $CFs' = 330 \times AFb + 45.5 \times (AFu + AFb)$ ----- **連續壁深度、厚度、長度?**

施工碳排 $CFc' = (0.14 + 2.14 \times Sb) \times (AFu + AFb)$

地上層樓地板面積	AFu
地下層樓地板面積	AFb
地下樓層數	Sb

碳排係數比較

- 環境部職責??
- 環境部僅有少數項目(營建主要材料)
- 工程會??
- 內政部國土管理署??
- 建研所碳排係數資料庫
- 台泥, 亞泥, 中鋼, 亞東??
- 建材供應商??

環境部與建研所碳排係數比較

係數比較較高者

產品碳足跡計算平台 (根基採用)				建研所資料庫 (LEBR)				
序號	名稱	係數	係數單位	建研所名稱	建研所係數	係數單位	建研所係數 (單位與環境部一致)	係數單位 (與環境部一致)
1	鋼筋混凝土用鋼筋(SD280W)(2020)	0.8350	公噸CO ₂ /公噸	鋼筋及鐵件	1.1500	kgCO ₂ /kg	1.1500	公噸CO ₂ /公噸
2	鋼筋混凝土用鋼筋(SD420W)(2020)	0.8340						
3	環境部碳足跡資訊網-水泥(不分型號)(2017)	0.9070	公噸CO ₂ /公噸	卜特蘭水泥(乾式)	0.9400	kgCO ₂ /kg	0.9400	公噸CO ₂ /公噸
4	環境部碳足跡資訊網-水泥砂漿(1:1)(2015)	0.9520	公噸CO ₂ /公噸	1:1水泥砂漿粉刷2cm	19.4900	kgCO ₂ /m ²	0.4873	公噸CO ₂ /公噸
5	環境部碳足跡資訊網-水泥砂漿(1:3)(2015)	0.4370	公噸CO ₂ /公噸	1:3水泥砂漿粉刷2cm	9.0500	kgCO ₂ /m ²	0.2263	公噸CO ₂ /公噸
6	環境部產品碳足跡計算平台 - 預拌混凝土(80kgf/cm ²)(2017)	207.0000	公噸CO ₂ /千立方公尺	-	-	-	-	-
7	環境部碳足跡計算平台-預拌混凝土(140 kgf/cm ²)(2020)	200.0000	公噸CO ₂ /千立方公尺	預拌混凝土(2000psi)	243.7800	kgCO ₂ /m ³	243.7800	公噸CO ₂ /千立方公尺
8	環境部碳足跡資訊網-預拌混凝土(175 kgf/cm ²)(2020)	224.0000	公噸CO ₂ /千立方公尺	預拌混凝土(2500psi)	285.7700	kgCO ₂ /m ³	285.7700	公噸CO ₂ /千立方公尺
9	環境部碳足跡計算平台-預拌混凝土(210 kgf/cm ²)(2020)	238.0000	公噸CO ₂ /千立方公尺	預拌混凝土(3000psi)	327.7500	kgCO ₂ /m ³	327.7500	公噸CO ₂ /千立方公尺
10	環境部碳足跡計算平台-預拌混凝土(280 kgf/cm ²)(2020)	338.0000	公噸CO ₂ /千立方公尺	預拌混凝土(4000psi)	369.8800	kgCO ₂ /m ³	369.8800	公噸CO ₂ /千立方公尺
11	環境部碳足跡計算平台-預拌混凝土(350kgf/cm ² ·飛灰爐石替代率50%)(2022)	244.0000	公噸CO ₂ /千立方公尺	-	-	-	-	-
12	環境部碳足跡資訊網-預拌混凝土(5000psi)(2015)	464.0000	公噸CO ₂ /千立方公尺	預拌混凝土(5000psi)	433.4500	kgCO ₂ /m ³	433.4500	公噸CO ₂ /千立方公尺
13	環境部碳足跡計算平台-預拌混凝土(420 kgf/cm ²)(2019)	483.0000	公噸CO ₂ /千立方公尺	預拌混凝土(6000psi)	497.1500	kgCO ₂ /m ³	497.1500	公噸CO ₂ /千立方公尺
14	環境部碳足跡資訊網-纖維水泥板/矽酸鈣板(2014)	1.1200	公噸CO ₂ /公噸	矽酸鈣板(9mm)	1.9200	kgCO ₂ /m ²	0.1778	公噸CO ₂ /公噸

具體減碳策略？

- 低碳水泥
- 低碳混凝土
- 高強度鋼筋/混凝土
- 系統模板/鋁模
- 輕隔間/減少水泥砂漿使用量
- 施工期間油電
- 節能電器
- 綠建築/低碳建築標章

ESG 並非只要求減碳

- 碳排相關議題
 - 各行業均須關注/慈濟...
 - 碳稅/碳權/碳中和....
 - 風起雲捲/戰國群雄

- 企業社會責任?

- 公司治理?

簡報結束
敬請指教

