

# 低碳（低蘊含碳）建築 評估與標示制度



內政部建築研究所  
113年1月15日

# Net Zero  
# Embodied Carbon  
# Design Process  
# Rating System

2021年4月22日世界地球日 總統宣示：

2050 淨零轉型

台灣與世界共同邁向淨零

#### 氣候緊急全球挑戰

全球暖化將在20年內升溫1.5 °C

#### 淨零碳排國際趨勢

全球已有136個國家宣示淨零排放目標

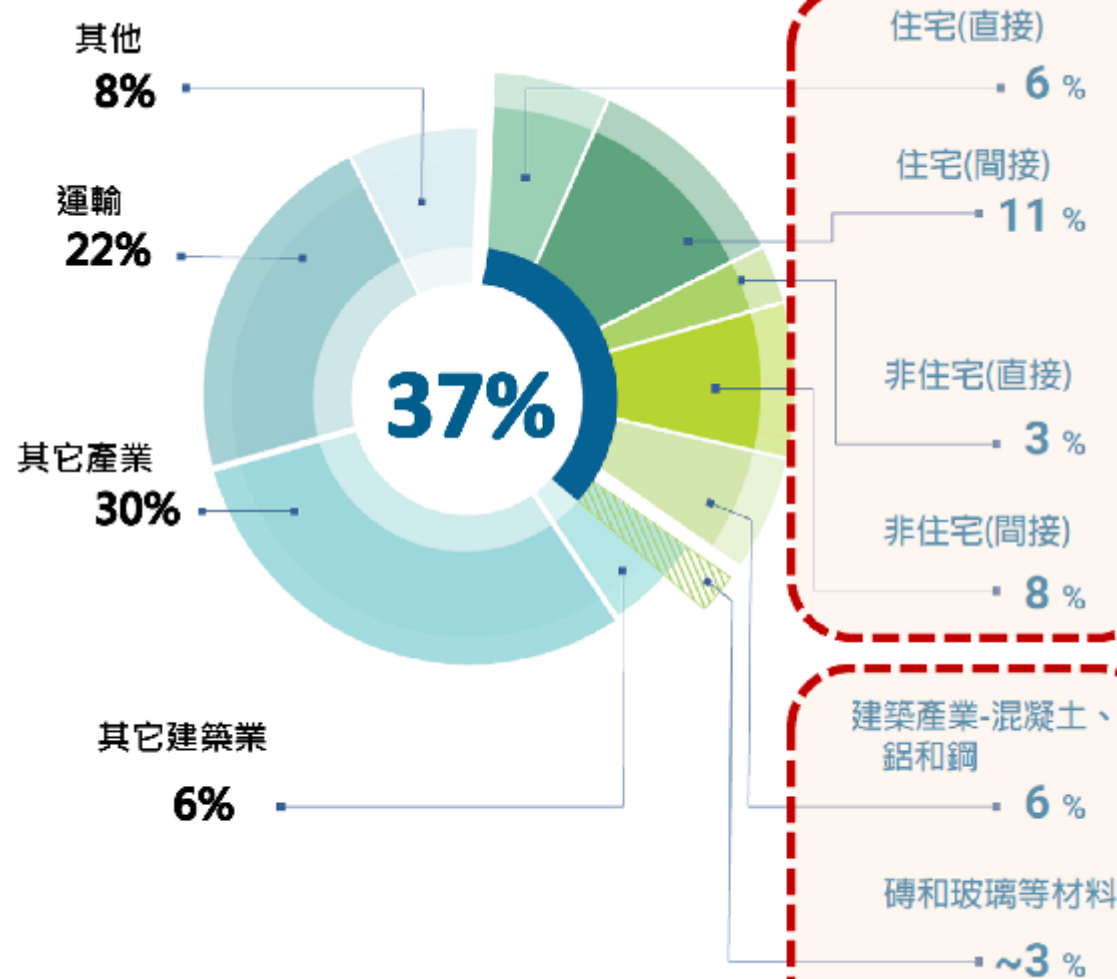
#### 綠色供應鏈與碳關稅

我國為出口導向國家

2021年出口總值達4,463億美元



# 建築營建所產生碳排對環境之影響甚大！



使用碳排 OC

(營運階段)

占 28%

蘊含碳排 EC

(興建及更新拆除階段)

占 9%

資料來源: 低碳(低蘊含碳)建築評估手冊(2023年版)

2022年國際能源署(IEA)研究報告指出，建築部門碳排放量佔全球總碳排放量 **37%**

# 實現淨零建築的兩個系統

- 依據**建築碳足跡評估標準 ISO 21931-1**或 **EN 15978**，  
建築全生命週期碳足跡應包含
  - 使用碳排 OC (Operation Carbon)
  - 蘊含碳排 EC (Embodied Carbon)



建築全生命週期總碳排WLC=蘊含碳排EC+使用碳排OC

# 本部負責「淨零建築」路徑規劃及推動

- 2030年前**公有新建建築物應達能效1級或近零碳建築**
- 2050年前**100%新建建築物及超過85%建築物應達近零碳建築**

## 2050 淨零路徑規劃 階段里程碑 (國發會111.3.30公布)

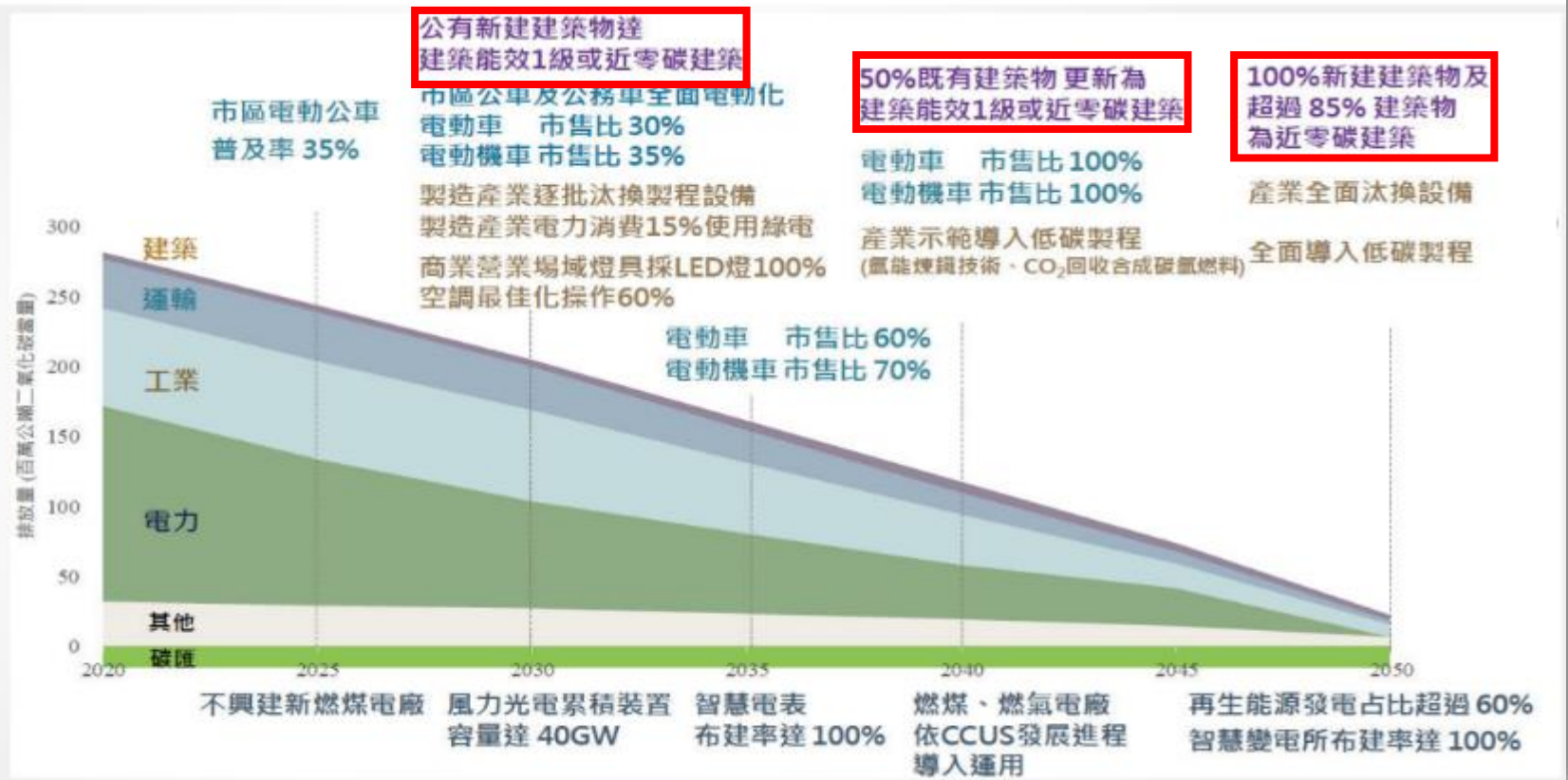
**建築**  
提升建築外殼設計、建築能效及家電能效標準

**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



# 我國推動多年的EEWH綠建築標章制度 不足以因應淨零碳排政策嗎？

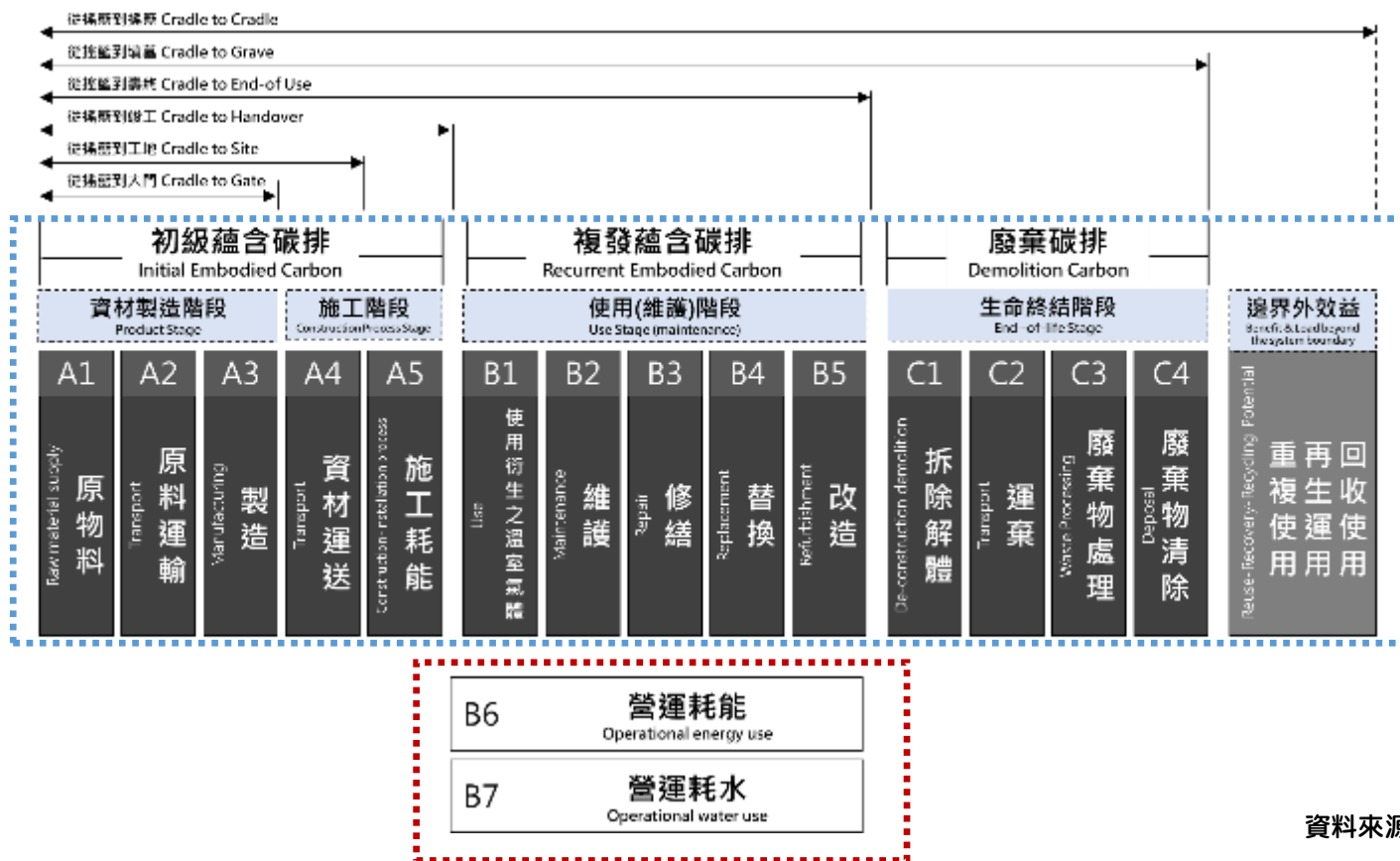


大指標群	指標內容	
	指標名稱	評估要項
生態	1.生物多樣性指標	生態綠網、小生物棲地、植物多樣化、土壤生態
	2.綠化量指標	綠化量、CO <sub>2</sub> 固定量
	3.基地保水指標	保水、儲留滲透、軟性防洪
節能	4.日常節能指標 (必要)	外殼、空調、照明節能
減廢	5. CO <sub>2</sub> 減量指標	建材CO <sub>2</sub> 排放量
	6.廢棄物減量指標	土方平衡、廢棄物減量
健康	7.室內環境指標	隔音、採光、通風、建材
	8.水資源指標 (必要)	節水器具、雨水、中水再利用
	9.污水垃圾改善指標	雨水污水分流、垃圾分類、堆肥

- 綠建築標章自1999年施行以來已逾20年，是一個堅持平價技術、尊重設計、自然優先的制度，也成為具備亞熱帶特色的模範評估系統
- 然而，**綠建築標章是綜合型指標**，碳排減量雖在綠建築的內涵之中，但仍需建立針對碳排放量進行評估的標示，以利國內外對於淨零碳排評估與各項政策的需要

# 建築生命週期碳足跡評估

- 內政部建築研究所對於**使用碳排部分採用建築能效評估系統 BERS**作為評估與標示之依據，對於**蘊含碳排部分**，則**採用低碳建築評估系統LEBR**作為評估與標示之依據，以推動全方位之淨零建築政策



## 淨零建築的兩把鑰匙



### Embodied Carbon 建築蘊含碳排

Low Embodied-Carbon Building Rating System

### 低碳(低蘊含碳) 建築標示制度



### Operation Carbon 建築使用碳排

Building Energy Efficiency Rating System

### 建築能效標示制度

資料來源:112年度低碳(低蘊含碳)建築標示制度推廣講習會簡報

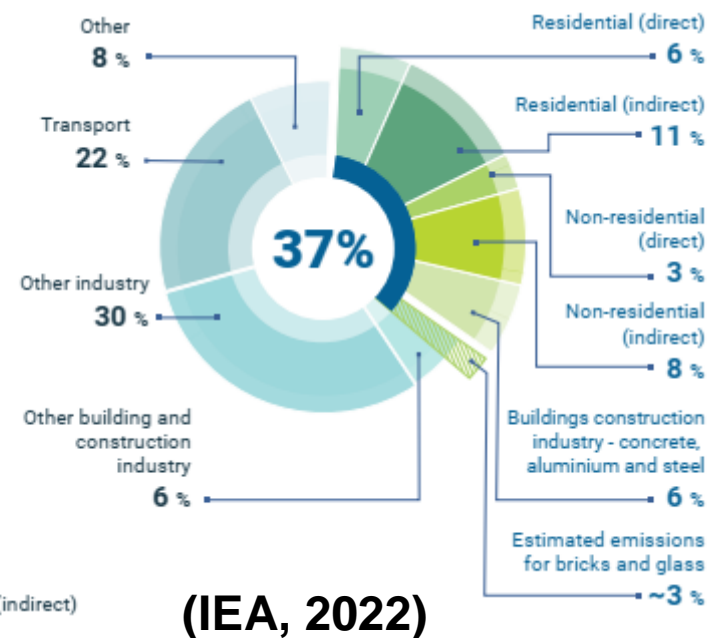
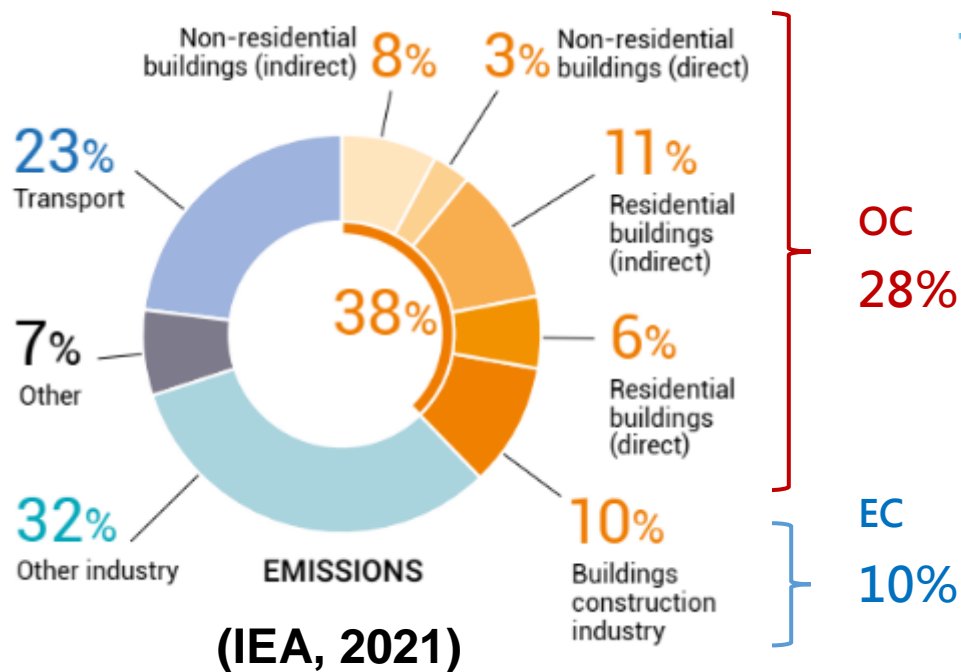


# 建築蘊含碳排



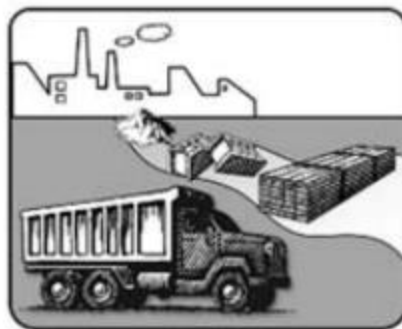
# 營建產業的生命週期碳排放量

- 全球2021年的營建產業總碳排放量約佔全球的38%，其中使用碳排(OC: Operative Carbon)約佔28%、蘊含碳排(EC: Embodied Carbon)約佔10%
- 而2022年統計EC為9%，明確指出建材中混凝土與鋼鐵類約佔6%、磚及玻璃類約佔3%

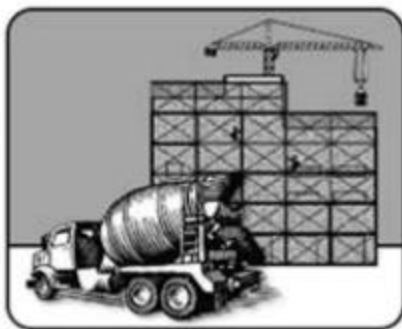


## 建築的蘊含碳排是怎麼來的？

- 建築物的蘊含碳排來自於生命週期當中所產生的碳排放量加總，也就是說，建築的蘊含碳排來自於生命週期中**建材的生產、運輸、施工與廢棄**等過程
- 以我們常見的鋼筋為例，從鐵礦開採時機具的耗油、耗電，鐵礦運輸到我國的船運與陸運耗油，再到煉鋼過程耗用的燃料與電力等，一直統計到廢棄階段所耗用的能源所對應的碳排放量，就是鋼筋的蘊含碳排
- 以建築材料而言，使用量多且排碳量較高的是**水泥**、**鋼鐵**等材料，無論是水泥的燒製或是煉鋼的過程，都需要耗用相當大量的能源。再加上水泥與鋼鐵是建築結構體的主要材料，使用量相當大，也因此成為國內外優先管制的對象。



建材生產運輸



建築營建施工



建築日常使用



建築更新修繕



建築廢棄拆除

# 邁向淨零建築的路徑

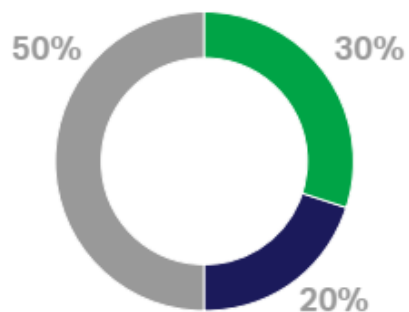
Net-zero buildings  
Where do we stand?



ARUP

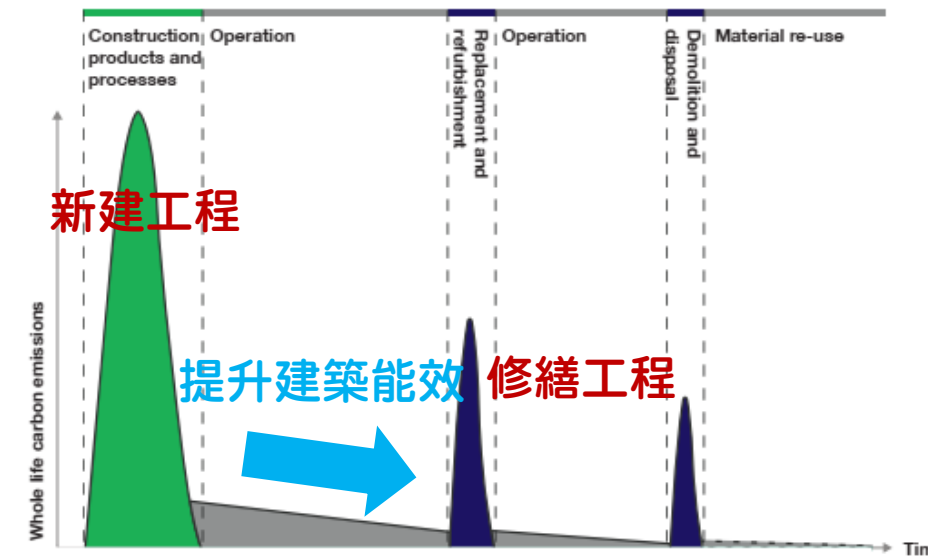
- 2030年所有新建建築的OC要達到淨零、**EC要減量40%**，2050所有新建建築要達到全生命週期淨零排放（聯合國氣候變遷綱要公約UNFCCC, 2021）
- 在全球OC先行的趨勢之下，**EC的占比將高達50%**，其中**A1-A5（搖籃到竣工）的比例約佔30%**

Figure 4: Estimated distribution of carbon emissions per life cycle stage



- Embodied A1-A5
- Embodied B-C
- Operational B6-B7

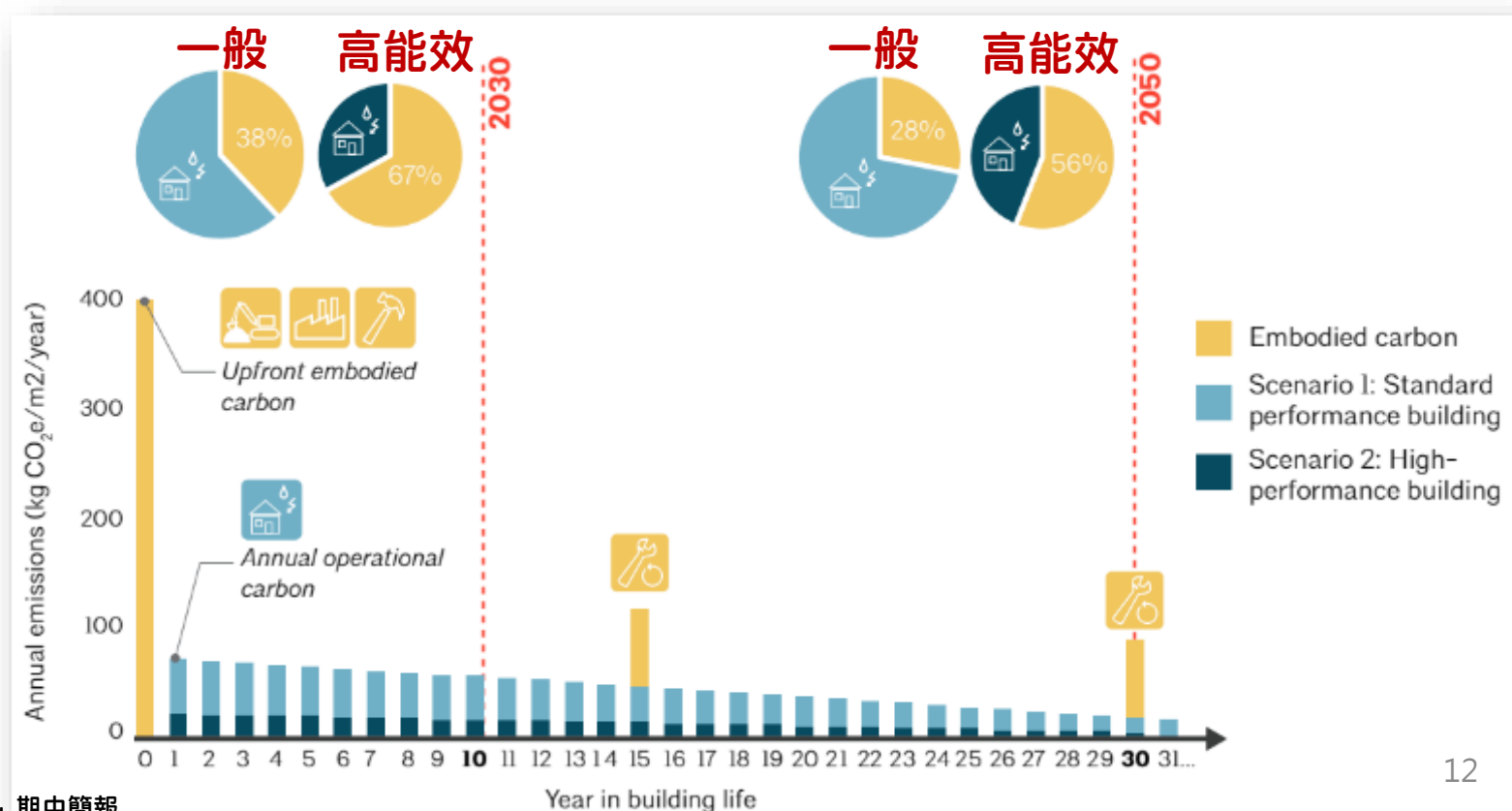
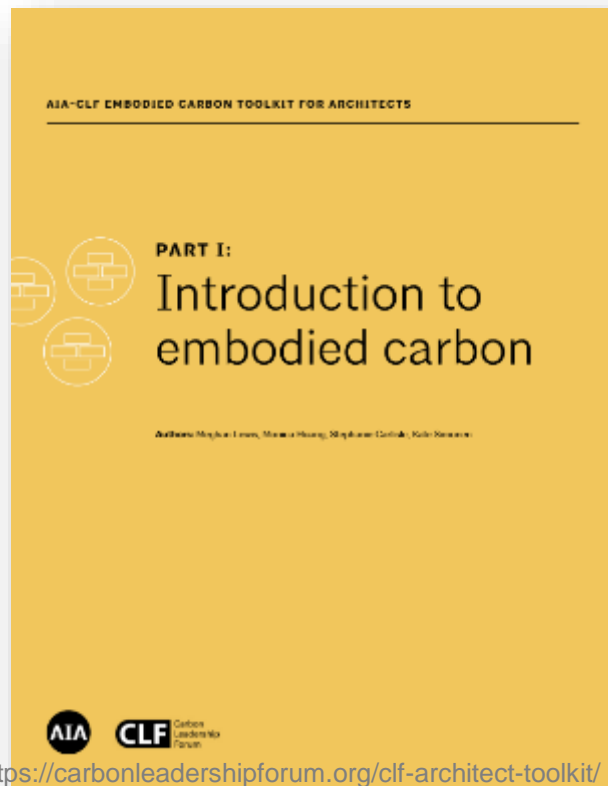
Figure 5: Whole life carbon emissions, Arup (2020)<sup>7</sup>



WBCSD: World Business Council For Sustainable Development  
(世界企業永續發展委員會)

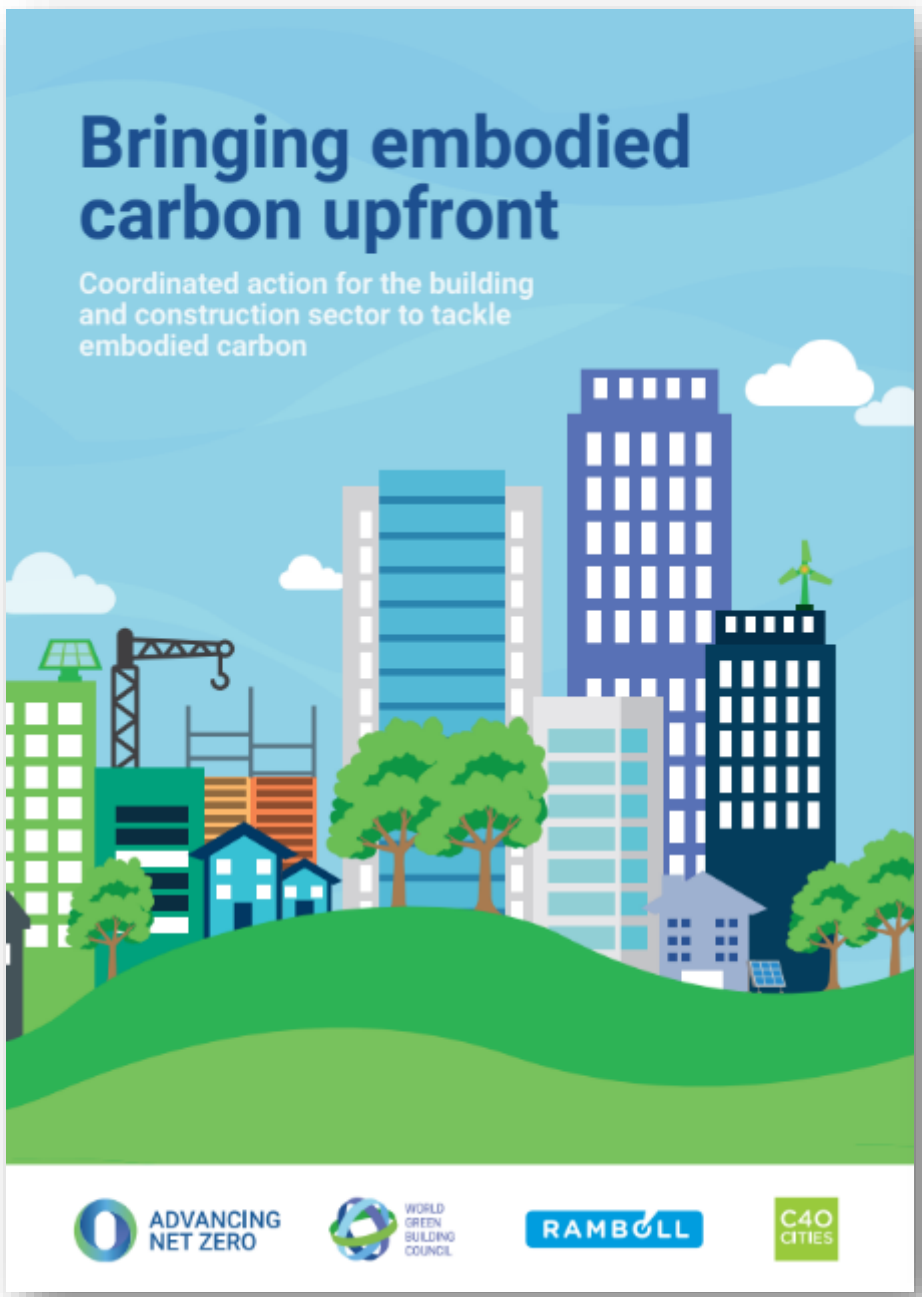
# 建築蘊含碳排的長期影響

- **OC**可以藉由**節能或能源轉型逐年降低**，**EC**的特性是**短期大量排放**，且以**新建工程碳排最高**
- 降低**EC**的效應是**長期的**，**越早開始執行管制、減碳效益越高**
- 隨著**建築能效的提升**，**EC**的佔比將逐年增加，**高能效建築的EC比例將超過OC**



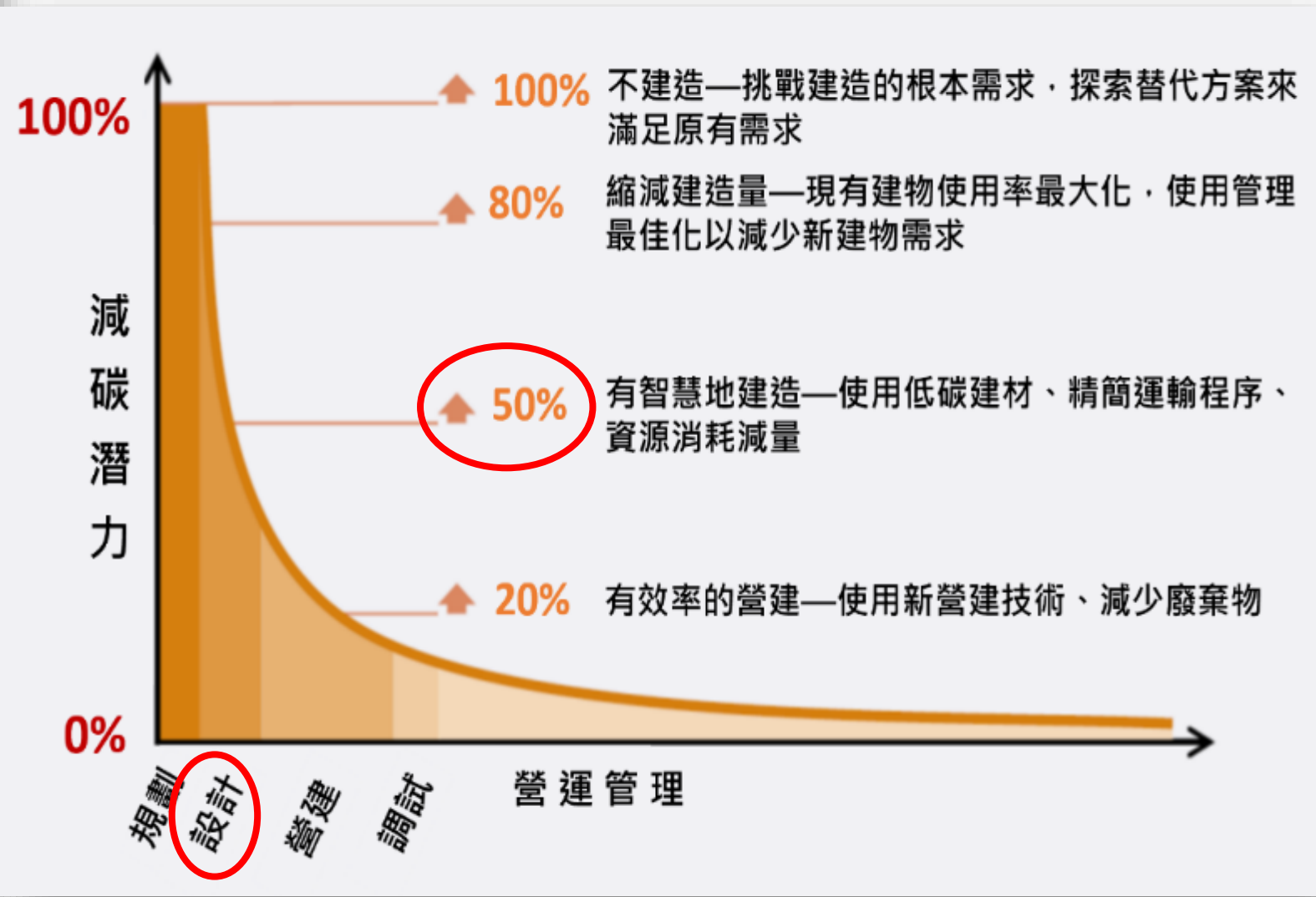


# LEBR：我國低蘊含碳建築評估制度



# 源頭減碳果更好!

減碳從改變設計開始，設計階段是減碳潛力最高的一環



[https://worldgbc.s3.eu-west-2.amazonaws.com/wp-content/uploads/2022/09/22123951/WorldGBC\\_Bringing\\_Embodied\\_Carbon\\_Upfront.pdf](https://worldgbc.s3.eu-west-2.amazonaws.com/wp-content/uploads/2022/09/22123951/WorldGBC_Bringing_Embodied_Carbon_Upfront.pdf)

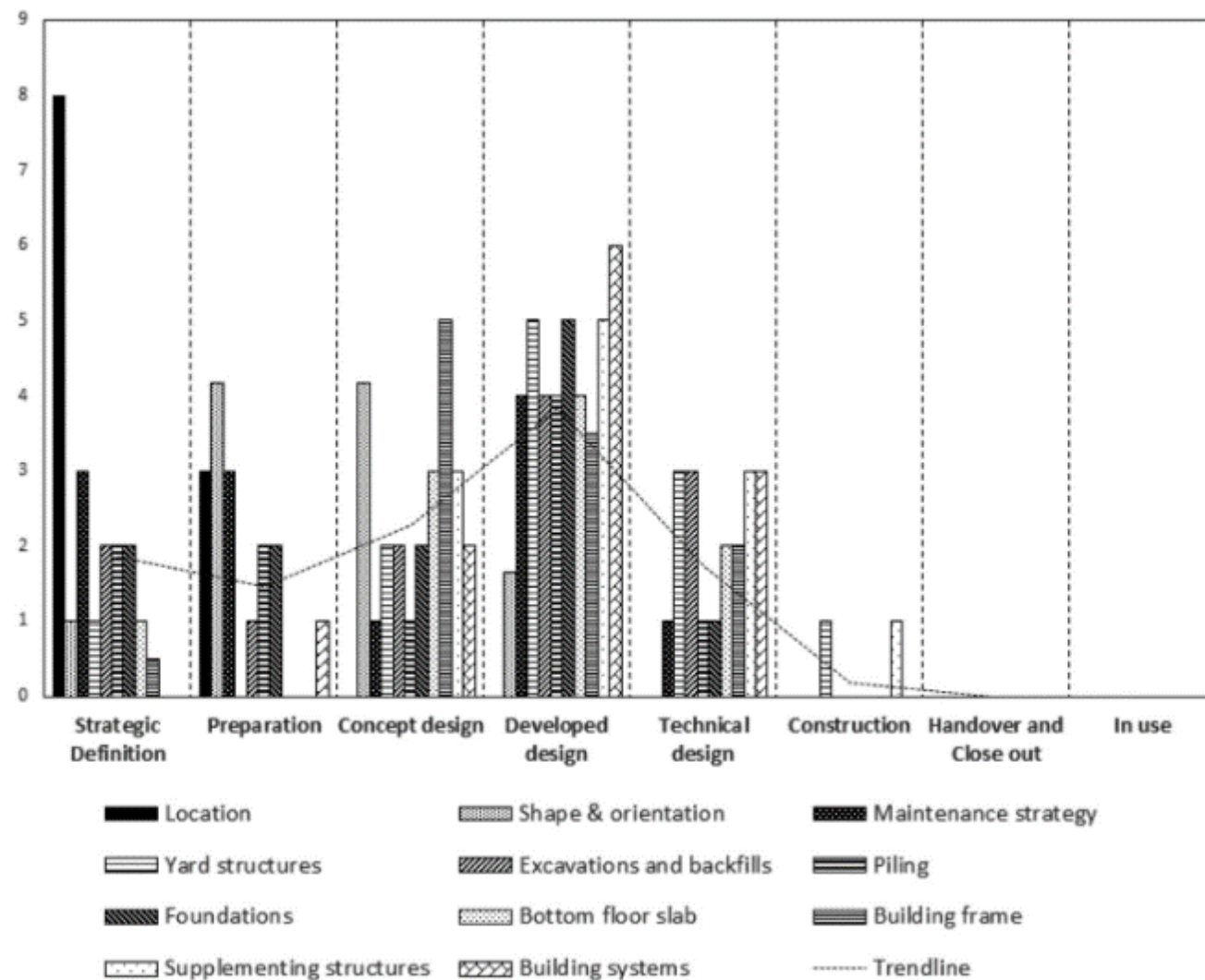
資料來源:112年「低碳(低蘊含碳)建築評估與認證制度推廣計畫(一)」期中簡報

## Decision Making in Practical Design Process

# 建築設計階段的決策系統

- **[分期決策]** 一個建築設計需要進行龐大的決策，因此會分別從概念設計、基本設計、細部設計階段進行不同的決策
- **概念設計**階段以建築方位與造型，以及建築外殼系統的決策為主
- **基本設計**階段則全面考量各項建築構件與結構系統的採用，以及施工、維護管理等週邊事項
- **細部設計**階段承接基本設計，決定各項細部構造以及採用的技術

**建築設計階段是決定建築蘊含碳排放量的重要階段**



## Product

### 產品碳足跡/碳盤查

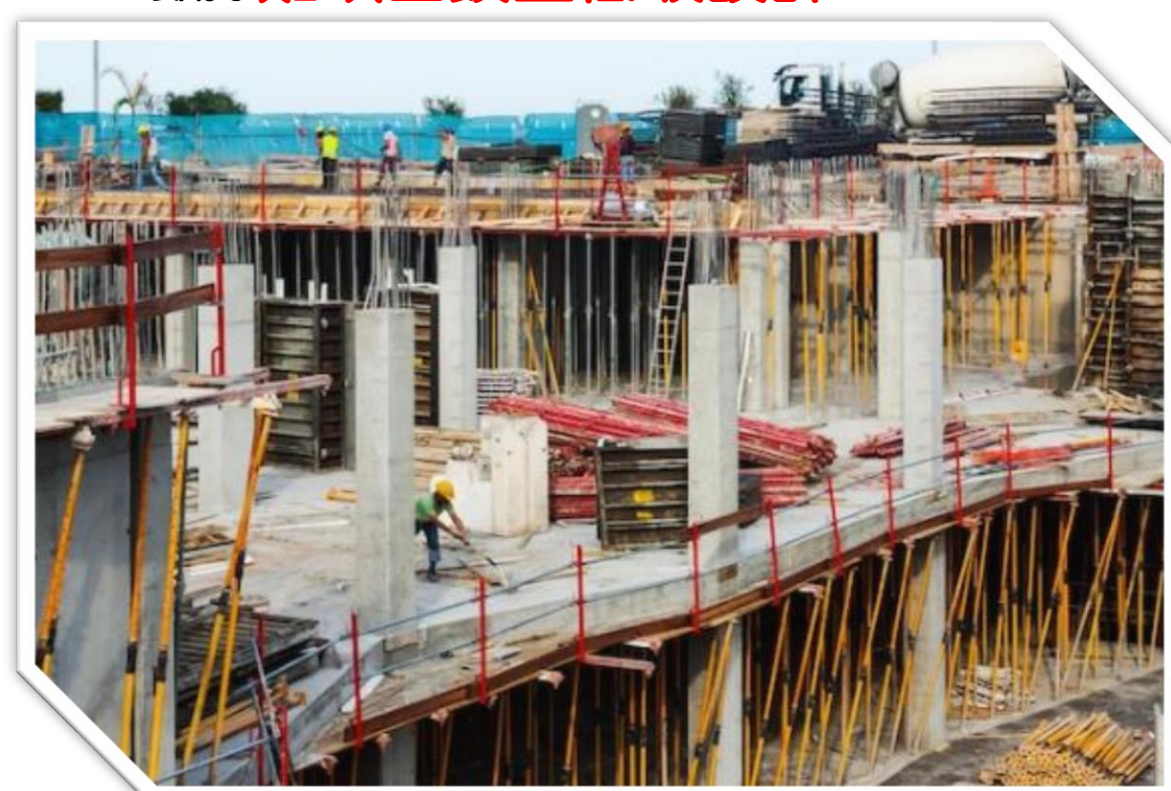
- 生產**重複性相當高**
- 生產**時間短**且地點較單純，**盤查相對容易**
- 數據較**容易回饋至低碳設計**



## Construction

### 工程碳盤查/碳盤查

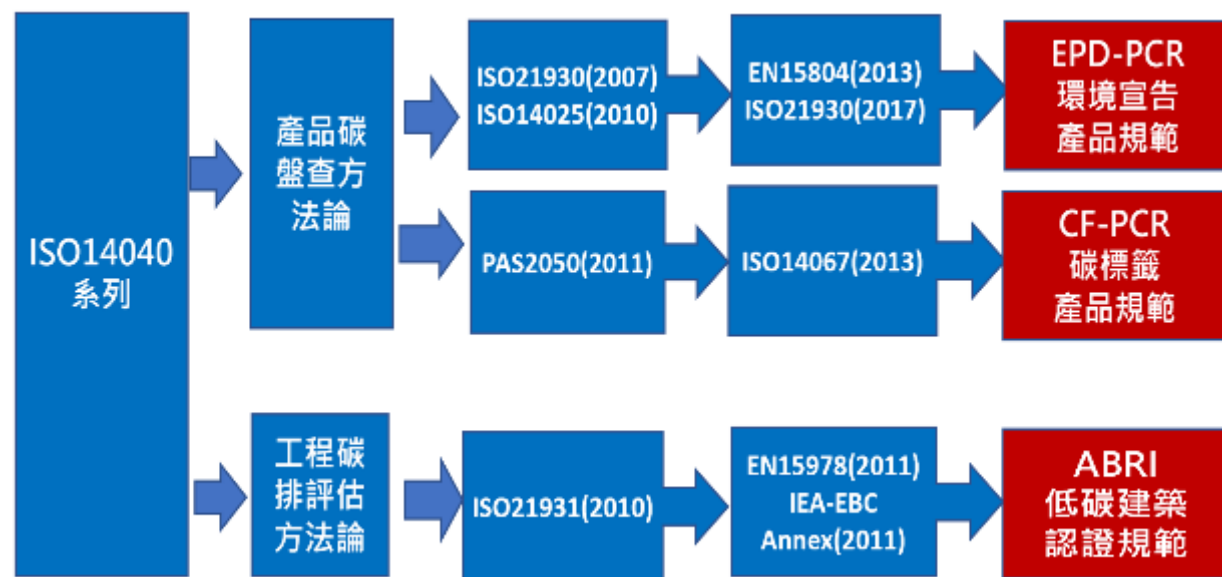
- 每個基地、每個工程都**具備獨特性**
- **時間相當長**、**盤查複雜且困難**
- 數據**難以回饋至低碳設計**





## 工程與產品的碳排評估方法論

- 工程收集了成千上萬的建材產品，在建築基地進行施工，而產品則是整個生產過程幾乎都在工廠內完成；**每個工程可能採用的建材、施工方式都不同，但工廠裡同一條生產線上的產品則是完全相同**
- 若是有一家餐廳每天、每道菜的原料跟煮法都不同，那要給予每一道不同的菜進行成分標示與卡路里標示，是否難上加難？



碳標籤



碳標字第2014910001號  
每人-每公里(高鐵)

減碳標籤



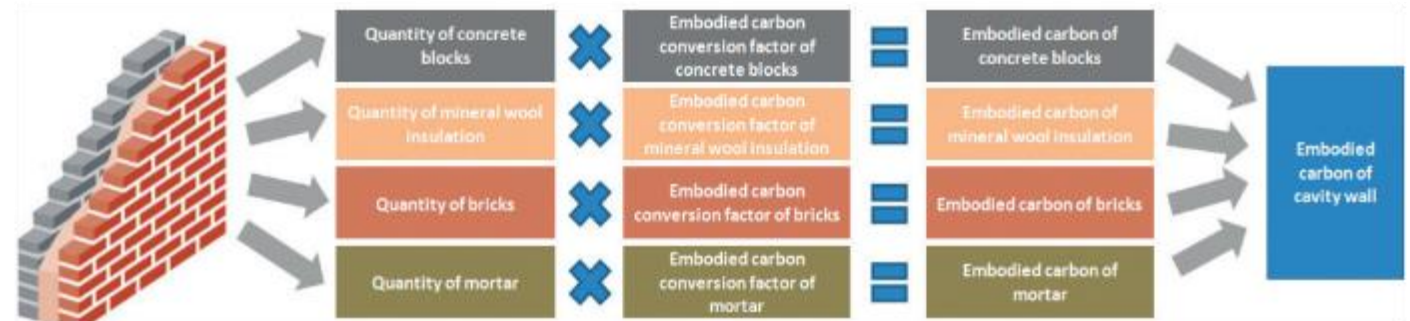
減碳標字第R2014910001號

# 建築工程蘊含碳排的方法論

RICS Professional Information, UK

## Methodology to calculate embodied carbon of materials

1st edition, information paper

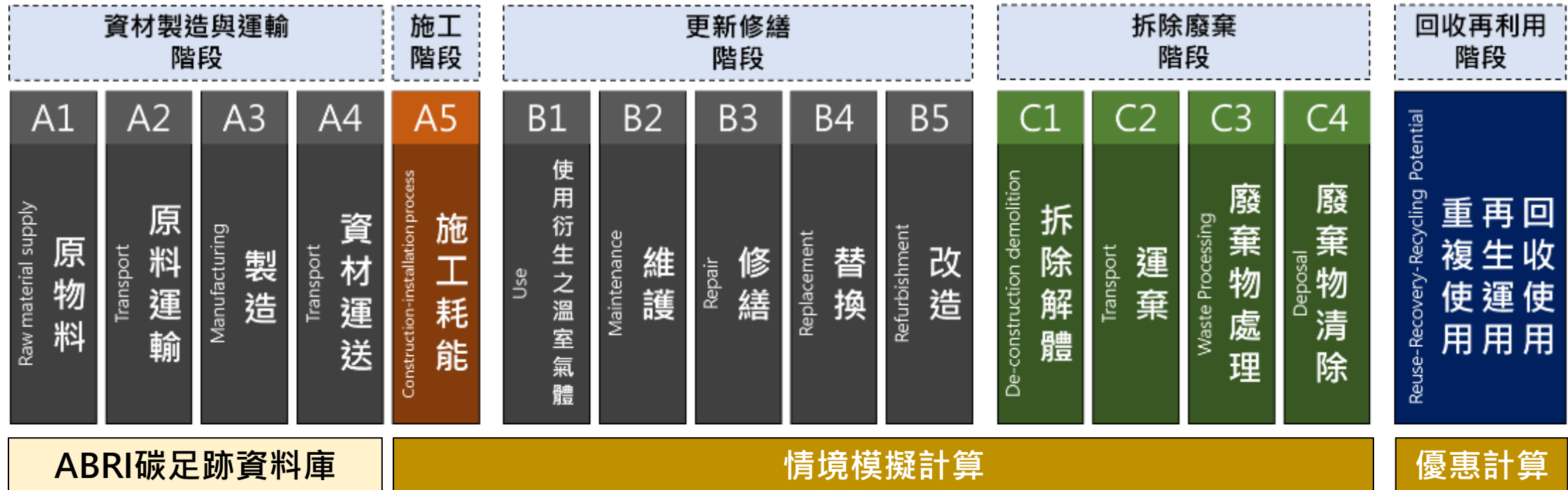


- STEP 1 : 將建築構件分解成材料
- STEP 2 : 材料數量 × 碳排放係數
- STEP 3 : 加總成為該建築構件的碳排
- STEP 4 : 依據建築生命週期加總構件碳排

數字的乘法與加法，相當簡易

# 我國低碳(低蘊含碳)建築評估的方法論

- LEBR是依照 EN15978(2011) 或 ISO21931-1(2022)所建議的全生命週期計算邊境共16個項目，扣除B6-7的使用碳排(已納入建築能效標示)後共14個必要項目
- 依據製程盤查法(Process Based Method, PB法)所建立的ABRI資料庫，可涵蓋A1-4範疇(從搖籃到工地)
- A5-C4的10個項目採用模擬情境計算，以利設計階段的評估運用

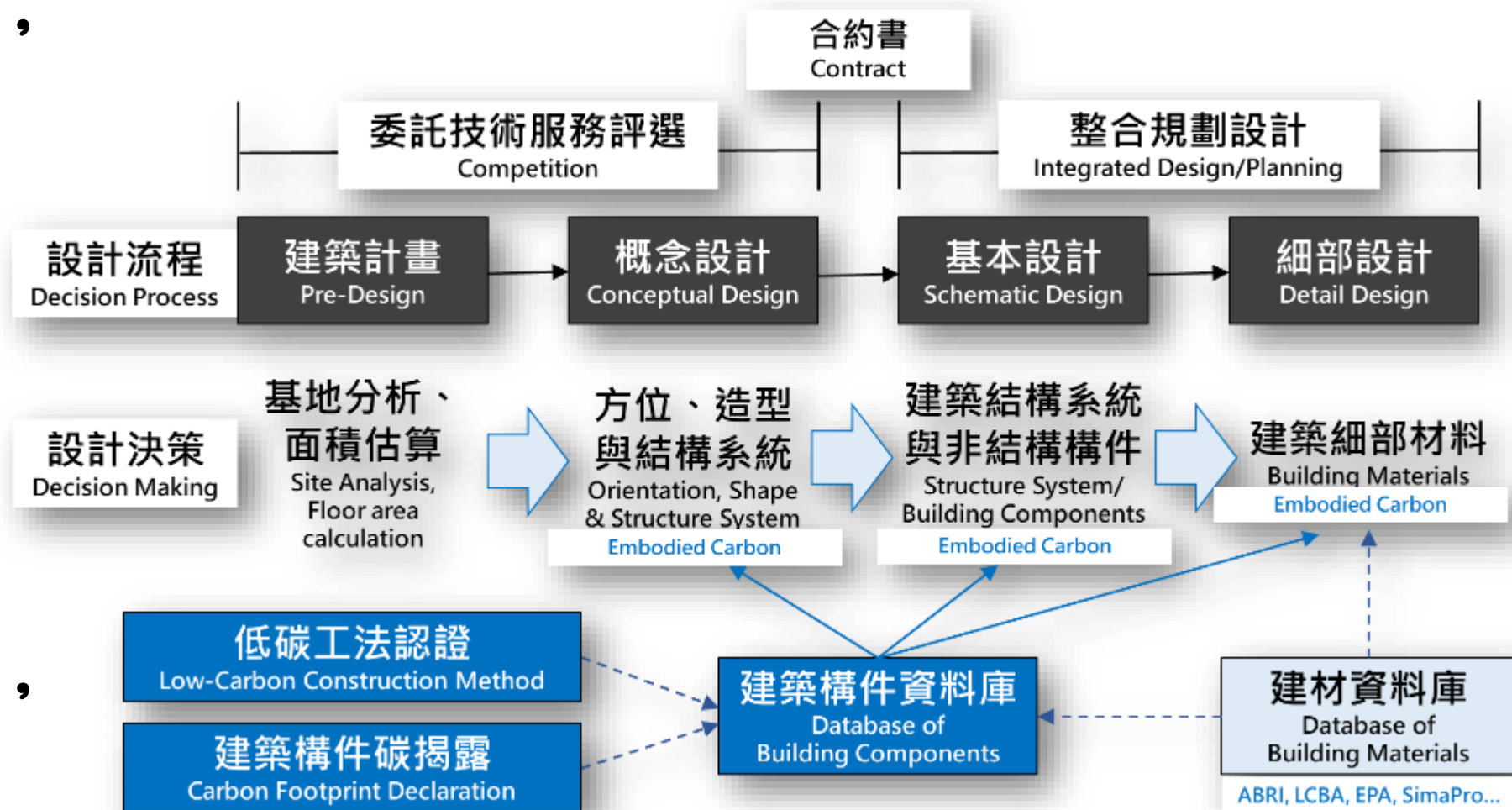


# 建築蘊含碳排減碳量的方法論

設計案	基準案
	
<p>相同樓層數、樓高、樓板面積、立面面積</p>	
<p>相同地點、相同耐震規範</p>	
<p>設計案之構造系統、形狀係數優化設計</p>	<p>標準 RC 構造系統、標準形狀係數</p>
<p>設計案之低碳混凝土強度設計</p>	<p>標準混凝土強度設計</p>
<p>設計案之六大低碳非結構構件</p>	<p>標準六大非結構構件</p>
<p>設計案之低碳工法優惠</p>	<p>標準工法</p>
<p>設計案之舊建築與再生建材設計優惠</p>	<p>無舊建築與再生建材設計</p>

# 供建築設計階段使用的蘊含碳排計算工具

- 設計初期的時間較短，但影響相當大，需要簡易而快速的計算工具
- 一個好的建築碳排工具應該在設計初期就能套用建築構件、進行碳排放量的評估，
- 開放廠商申請低碳工法認證與建築構件碳揭露，更可促進建築設計階段選用低碳建築構件或建材



# 適用於建築設計階段的簡算法

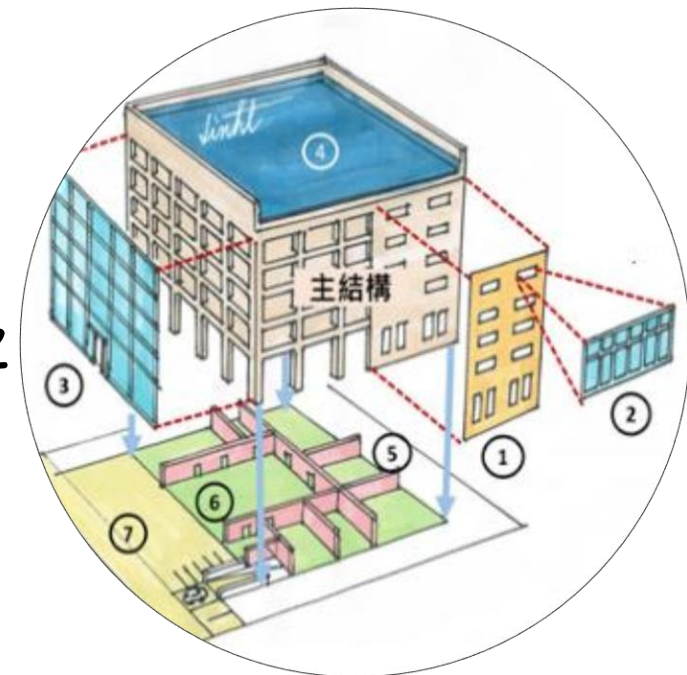
**主結構碳排:** 採用**迴歸公式**計算或**提出詳細估算**

**非主結構碳排(製造運輸與更新修繕):** 依據**ABRI或其他碳排資料庫資料**之  
碳排係數計算

**施工階段碳排:** 依據**簡算公式**，分地上層與地下層面積乘上係數求取

**拆除階段碳排:** 依據**簡算公式**，分地上層與地下層面積乘上係數求取

**回收再利用階段:** 給予**適當之優惠計算**



資材製造與運輸階段				施工階段	更新修繕階段					拆除廢棄階段			
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4
Raw material supply 原物料	Transport 原料運輸	Manufacturing 製造	Transport 資材運送	Construction-installation process 施工耗能	Use 使用衍生之溫室氣體	Maintenance 維護	Repair 修繕	Replacement 替換	Refurbishment 改造	De-construction demolition 拆除解體	Transport 運棄	Waste Processing 廢棄物處理	Deposal 廢棄物清除

## [主結構詳細估算方法]

- 結構分析模型估算
- BIM模型估算
- 工程估算技師估算
- 工程決算資料估算

# 建築主結構碳排的計算法

- 設計階段主要採用**迴歸公式**計算(設計初期)或提出**結構計算對比模型分析**(設計後期)
- **結構設計合理性**(跨距變化係數、平面形狀不規則修正係數等)、**建材運用**(高爐水泥、高性能混凝土等)、**舊建築再利用**等

設計案地上層主結構碳排  $CF_s = C_u(\text{設計案}) \times LCCR \times RN \dots\dots\dots (1-1)$

基準案地上層主結構碳排  $CF_{sc} = C_u(\text{基準案}) \dots\dots\dots (1-2)$

地下層主結構碳排  $CF'_s = 330 \times AF_b + 455 \times (AF_u + AF_b) \dots\dots\dots (2)$

$$C = \left[ 224 + 4.11 \times (S - 10) + 300 \times \left( I \times \frac{S_{ad}}{F_u} - 0.192 \right) + 68.74 \times (Sp - 1.0) + 0.17 \times (D_0 - 300) + 0.13 \times (L - 300) + 1.05 \times (BH - 3.5) \right] \times R_s \times F, \text{ 且 } C \geq 165 \dots\dots\dots (4)$$

$LCCR = 1.0 - CSER \times 0.05 \dots\dots\dots (5)$

$RN = (AF_u - EBF) / AF_u \dots\dots\dots (6)$

$F = f_1 \times f_2 \times f_3 \dots\dots\dots (7)$

表 5 平面形狀不規則修正係數  $f_1$

周長面積比係數 $PAr$	$PAr \leq 1.2$	$1.2 < PAr \leq 1.4$	$1.4 < PAr \leq 1.6$	$1.6 < PAr$
$f_1$	1.00	1.03	1.05	1.08

周長面積比係數  $PAr$  以層數最多的標準層平面為準，為標準層平面周長面積比和等面積圓形平面周長面積比之比值，其計算依(9)式計算之

$$PAr = 0.282 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

參數說明：  
 A：標準層平面面積 (m<sup>2</sup>)  
 P：標準層平面總周長 (m)  
 PAr：周長面積比係數，無單位

唯若案例之出挑深度與出挑方向總跨距之比值大於 15%，則需將出挑區域納入周長面積比係數  $PAr$  之計算，若反之，則出挑區域不必納入計算。以上圖為例，當  $P9 > 0.15 \times P1$  時，計算總周長面積需考慮出挑部分，則總周長  $P = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9 \times 2$ ，總面積  $A = P1 \times P2 + P4 \times P5 + P7 \times P9$ 。當  $P9 \leq 0.15 \times P1$  時，計算總周長面積無需考慮出挑部分，則總周長  $P = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8$ ，總面積  $A = P1 \times P2 + P4 \times P5$ 。

表 6 平面長寬比修正係數  $f_2$

平面長寬比 $b$	$b \leq 4$	$4 < b \leq 6$	$6 < b$
$f_2$	1.00	1.05	1.10

平面長寬比  $b$  層數以最多的標準層平面為準，為標準層平面相距最遠對邊延長線構成之矩形長邊與短邊尺度比值。唯若案例之出挑深度與出挑方向總跨距之比值大於 15% 時，則需將出挑區域納入平面長寬比  $b$  之計算，若反之，則出挑區域不必納入計算。平面長寬比  $b$  定義為取平面中相距最遠對邊延長線構成之矩形之長邊與短邊尺度比值，以下圖為例，其中  $L$  與  $B$  分別為長邊及短邊， $L$  與  $B$  之比值即為平面長寬比  $b$ 。左圖為出挑深度大於出挑方向總跨距 15% 之案例，右圖則相反。

當  $P9 > 0.15 \times P1$  時

當  $P9 \leq 0.15 \times P1$  時

$b = L/B$

參數說明：  
 $b$ ：平面長寬比，無單位。  
 $L$ ：平面中相距最遠對邊延長線構成之矩形之長邊 (m)  
 $B$ ：平面中相距最遠對邊延長線構成之矩形之短邊 (m)

表 7 平面出挑修正係數  $f_3$

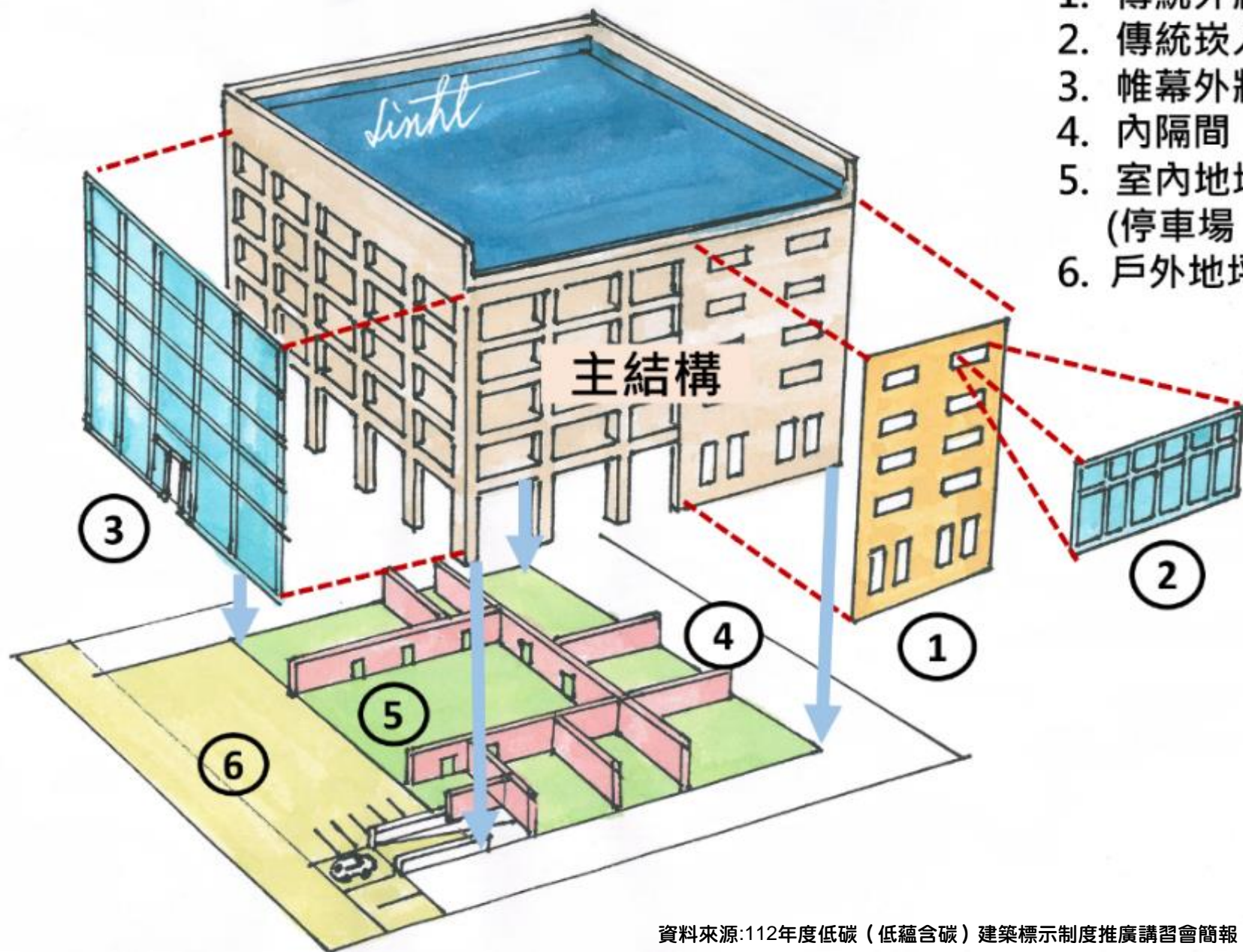
出挑係數 $R_c$	$R_c \leq 0.1$	$0.1 < R_c \leq 0.2$	$0.2 < R_c$
$f_3$	1.00	0.98	0.93

出挑係數  $R_c$  以最多的標準層平面為準，為出挑部分面積與當層總樓地板面積(含出挑部分)之比值，出挑部分之定義為懸臂樓板或以僅有一端有柱之懸臂梁支持之樓地板，包含陽台或室內空間之出挑，且出挑深度需小於等於 4m。以右圖為例， $R_c = (P3 \times P4) / (P1 \times P2 + P3 \times P4)$ 。

唯出挑深度大於 4m 時不適用本係數  $f_3$ ，此時應視為特殊結構，應改用前述對比模型結構分析法來執行所有的主結構碳排計算才行。

資料來源：低碳(低蘊含碳)建築評估手冊(2023年版)

# 建築非主結構碳排的計算法



1. 傳統外牆外裝
2. 傳統嵌入式外窗
3. 帷幕外牆與帷幕外窗
4. 內隔間
5. 室內地坪  
(停車場、設備室、儲藏室除外)
6. 戶外地坪





- 依據**ABRI資料庫**中建築構件之碳排係數，乘上**面積**與**更新次數**求取
- 於**ABRI建築構件碳足跡資料庫B-LCC**無法找到相近名稱的構件時，可選用其他**碳排資料庫**資料選用（ABRI初級資材碳足跡資料庫P-LCC、環境部、Simapro等國際知名碳排資料庫）

表 1 建築構件工程生命週期 LC 與生命週期更新次數 RT 標準

構件計算範疇	構件構造類別	高耗損建築 (商店商場、旅館、 餐廳、運動、醫療、 娛樂、交通旅運設 施)		中耗損建築 (出租辦公建築、工 廠、公共廳舍、教育 文化設施)		低耗損建築 (自用辦公建築、 倉庫、住宅、住宿類 建築)			
		LCi	RTi	LCi	RTi	LCi	RTi		
地上層 RC、SRC、S 主結構體 (另外：輕鋼構為 48 年、木構造為 30 年)*1		60	0	60	0	60	0		
非結構工程	1.傳統 RC 外牆外裝*2	RC 牆貼磁磚、鋼件掛石材	基層 60 表層 30	基層 0 表層 1	基層 60 表層 30	基層 0 表層 1	基層 60 表層 30	基層 0 表層 1	
		RC 牆塗料外裝	基層 60 表層 15	基層 0 表層 3	基層 60 表層 15	基層 0 表層 3	基層 60 表層 15	基層 0 表層 3	
	2.外窗(木製外牆視同外窗)*3	金屬、塑鋼類外窗	60	0	60	0	60	0	
		木製外窗	20	2	20	2	20	2	
		木製外牆	20	2	20	2	20	2	
	3.帷幕窗牆	帷幕外牆	金屬、PC 類帷幕牆	60	0	60	0	60	0
		帷幕外窗	金屬、塑鋼類外窗	60	0	60	0	60	0
	4.內隔間*4	內隔間 (非結構牆)	20	2	30	1	60	0	
	5.室內地坪*2*5	PU、Epoxy 樹脂、水泥磁磚、石材、金屬類 實木、板材、塑膠類	基層 30 表層 15	基層 1 表層 3	基層 60 表層 20	基層 0 表層 2	基層 60 表層 40	基層 0 表層 0.5	
			基層 30 表層 10	基層 1 表層 5	基層 60 表層 15	基層 0 表層 3	基層 60 表層 30	基層 0 表層 1	
RC 基層地坪			基層 60 表層 15	基層 0 表層 3	基層 60 表層 20	基層 0 表層 2	基層 60 表層 30	基層 0 表層 1	
6.戶外地坪*2*5	碎石基層地坪	基層 60 表層 10	基層 0 表層 5	基層 60 表層 15	基層 0 表層 3	基層 60 表層 20	基層 0 表層 2		

## 附錄二 建築構件碳排資料庫 B-LCC

附表 2- 1 傳統 RC 外牆外裝新建碳排 Fowj、更新碳排 Fowj\*、減碳量 ΔFowj 標準 (kgCO<sub>2</sub>e /m<sup>2</sup>)

構造名稱	新建碳排 基層 a	新建碳排 表層 b	新建碳排 Fowj (a+b)	更新 次數 c	更新碳排 Fowj* (b*c)	新建更新合計 減碳量 ΔFowj
1.RC 外牆貼磁磚 (基準)	底層砂漿 (9.05)	益膠泥+貼磁磚 (19.65)	28.7	1.0	19.65	0
2.RC 外牆乾式鋼件掛石材	無底層	防水塗料+鋼件掛石材 (12.79)	12.79	1.0	12.79	-22.77
3.RC 外牆塗料外裝	底層砂漿 (9.05)	防水塗料 (5.724)	14.77	3.0	17.16	-16.42
4.金屬模板搗灌 RC 外牆 (免砂漿粉刷) 貼磁磚	無底層	益膠泥+貼磁磚 (19.65)	19.65	1.0	19.65	-9.05
5.金屬模板搗灌 RC 外牆 (免砂漿粉刷) 塗料外裝	無底層	防水塗料 (5.71)	5.71	3.0	17.13	-25.51
6.預鑄乾式 RC 外牆 (免砂漿粉刷) 塗料外裝	無底層	防水塗料 (5.71)	5.71	3.0	17.13	-25.51
減碳量計算法 ΔFowj=該構件之 (Fowj+ Fowj*) - 基準構件之 (Fowj+ Fowj*)						

資料來源:低碳(低蘊含碳)建築評估手冊(2023年版)

# LEBR的減碳量抵扣方式

申請案建築蘊含碳排

=主結構碳排+非主結構碳排+製造運輸階段碳排+施工階段碳排

+更新修繕階段碳排+拆除廢棄階段碳排

**+舊建材再利用減碳量+低碳循環建材減碳量+低碳工法減碳量**

01 舊建材再利用



02 低碳循環建材



03 低碳工法



# 低碳(低蘊含碳)建築等級的評估法

## STEP 1: 分別計算**基準案**與**設計案**的

- 評估範疇蘊含碳排放量EEC (kgCO<sub>2</sub>e)
- 蘊含碳排密度ECI (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>)
- 碳排減碳率CFR (比值、無單位)

## STEP 2: 依據LEBR分級評估間距求取分級

$$\text{設計案 EEC} = ( ( \text{CF}_{um} + \text{CF}_{rm} + \text{CF}_c + \text{CF}_{dw} )$$

設計案變數串，請注意與上式變數串不同

$$- ( \frac{\sum(\text{RM}_k \times \text{R}_k)}{\text{舊建材再利用減碳量 (減碳優惠計算一)}} + \frac{\sum(\text{LCR}_k \times \text{L}_k)}{\text{低碳循環建材減碳量 (減碳優惠計算二)}} + \frac{\sum \text{LCC}_m}{\text{低碳工法減碳量 (減碳優惠計算三)}} )$$

$$/ ( 1.0 + \text{LL} ) \dots\dots\dots (21)$$

$$\Delta \text{CF} = \text{EEC}_c - \text{EEC} \dots\dots\dots (26)$$

$$\text{CFR} = \Delta \text{CF} / \text{EEC}_c \dots\dots\dots (27)$$

LEBR分級評估間距

等級	減碳率 CFR 間距
1+級	20% < CFR
1級	16% < CFR ≤ 20%
2級	12% < CFR ≤ 16%
3級	8% < CFR ≤ 12%
4級	3% < CFR ≤ 8%
5級	-10% < CFR ≤ 3%
6級	-20% < CFR ≤ -10%
7級	CFR ≤ -20%

基準案與設計案的主結構情境條件設定

參數	基準案地上層主結構碳排 CF <sub>sc</sub> 計算情境	設計案地上層主結構碳排 CF <sub>s</sub> 計算情境
構造係數 W	25F 以下：1.0 26F 以上：0.9	依實際設計構造認定
低碳混凝土減碳率 LCCR	1.0	依實際設計水泥強度效益倍數 CSER 計算之
跨距變化係數 Sp	地上單層平均樓地板面積 AF <sub>a</sub> > 500m <sup>2</sup>	1~8F：2.0；9~16F：1.8 17~25F：1.6；26F 以上：1.4
	地上單層平均樓地板面積 AF <sub>a</sub> 200~500m <sup>2</sup>	1~8F：1.8；9~16F：1.6 17 以上：1.4
	地上單層平均樓地板面積 AF <sub>a</sub> < 200m <sup>2</sup>	1~8F：1.6 9F 以上：1.4
形狀係數 F	1~8F：1.2；9~16F：1.15 17~25F：1.1；26F 以上：1.05	依實際設計狀況計算之

註：下列所有參數，設計案與基準案均同。地下層總樓地板面積 (AF<sub>b</sub>)、地上層總樓地板面積 (AF<sub>u</sub>)、地上結構一樓底層樓高 (BH)、額外靜載重 (D<sub>0</sub>)、結構系統地震力折減係數 (F<sub>v</sub>)、設計地震力之用途係數 (I)、活載重 (L)、靜力分析折減係數 (R<sub>s</sub>)、工址設計水平加速度反應譜係數 (S<sub>ad</sub>)、地上樓層數 (S)。

低碳(低蘊含碳)建築標示



# Σ建築蘊含碳排量 原始定義

=

材料  
數量

X

碳排  
係數

解構為建築設計單元與構件

結構理論及軟體分析  
變數與建材用量關係  
計算碳排放量

LEBR碳排=主結構+非主結構+製造運輸+施工+更新修繕+拆除廢棄  
-低碳建材減碳量-低碳工法減碳量-再利用減碳量

主結構建材

地震力、樓層數、平面形狀、柱距、  
構造種類等 (迴歸公式)

非主結構建材

RC外牆、外窗、帷幕牆、隔間、  
地坪鋪設等 (ABRI資材碳排資料庫)

施工+修繕+拆除

樓層數、面積、廢棄物密  
度等 (簡算公式)

低碳建材

低碳工法

再利用

約50~70% 約30~50%

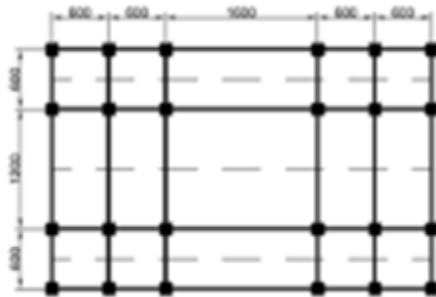
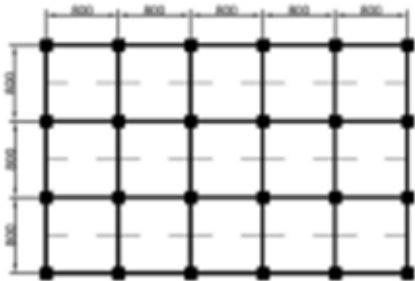
約80% 約20%

(專案認定)

# 實現低碳建築的方法

## 合理的結構設計是減碳的第一步

- 一般而言，建築物的**結構系統是使用最多建材的部位**，而**合理的結構系統設計**是建築減碳設計最大的影響因子
- **均勻跨距的結構系統**是最有效的建築減碳設計策略，最大**約有12.7~13.0%的減碳效益**
- 反之，**不規則平面、長寬比太大**是造成地震力集中而必須增加鋼筋水泥用量補強之原因，最大會**增加約6.0~10.0%的總碳足跡**。



## 採用低碳混凝土

- 低碳混凝土設計指的是以膠結材料配比與攪拌技術所達成的減碳技術，也就是說藉由加入替代水泥的材料、調整配比等方式，就可以大幅減少水泥的用量
- 這個方法是很多材料專家可發揮的有潛力減碳策略，目前最大約可達10%的減碳率



低碳混凝土使用爐石粉、飛灰、稻殼，價格更便宜

## 水泥雙雄拚減碳 耕耘低碳建材、環境友善 雙獲獎

本文共521字



2023/05/03 18:37:33

中央社 記者賴言曦台北3日電 讚 0

減碳議題夯，水泥雙雄台泥開發出超高性能混凝土（UHPC），碳排放量平均降低60%；亞泥積極投入碳捕捉及再利用（CCU）創新技術研究，規劃2025年前進行技術研發與試產，預計年捕碳量1800公噸。

遠見今天舉辦2023年第19屆「ESG企業永續發展獎」贈獎典禮，台泥獲得年度榮譽及低碳營運楷模獎，亞泥則以「重返家園，尋回山林的氣味記憶」方案，獲得環境友善組楷模獎。

## 選擇適當且低碳的建築構件

- 當我們在決定外牆要貼磁磚還是粉刷，或是地板要貼石英磚還是木地板時，都會對建築的碳排放量造成影響
- 建築或室內設計有相當多的考量，有時因商業或美學考量無法用盡最大減碳之利，但設計者只要用心一點，常常可以藉由「挑選」而得到合乎設計需求且低碳的建築構件。在LEBR所評估的等六項非結構工法中，選用較低碳構件的減碳設計最多約有11.3~20.6%的總減碳潛力。

我們知道許多業主與建築師，對於建築物的美感與時尚都有相當的堅持，但我們也看到許多世界頂尖時尚產業將環保視為品牌價值，建築產業是不是也該學習世界的潮流，**追求兼顧低碳的時尚美學**呢？

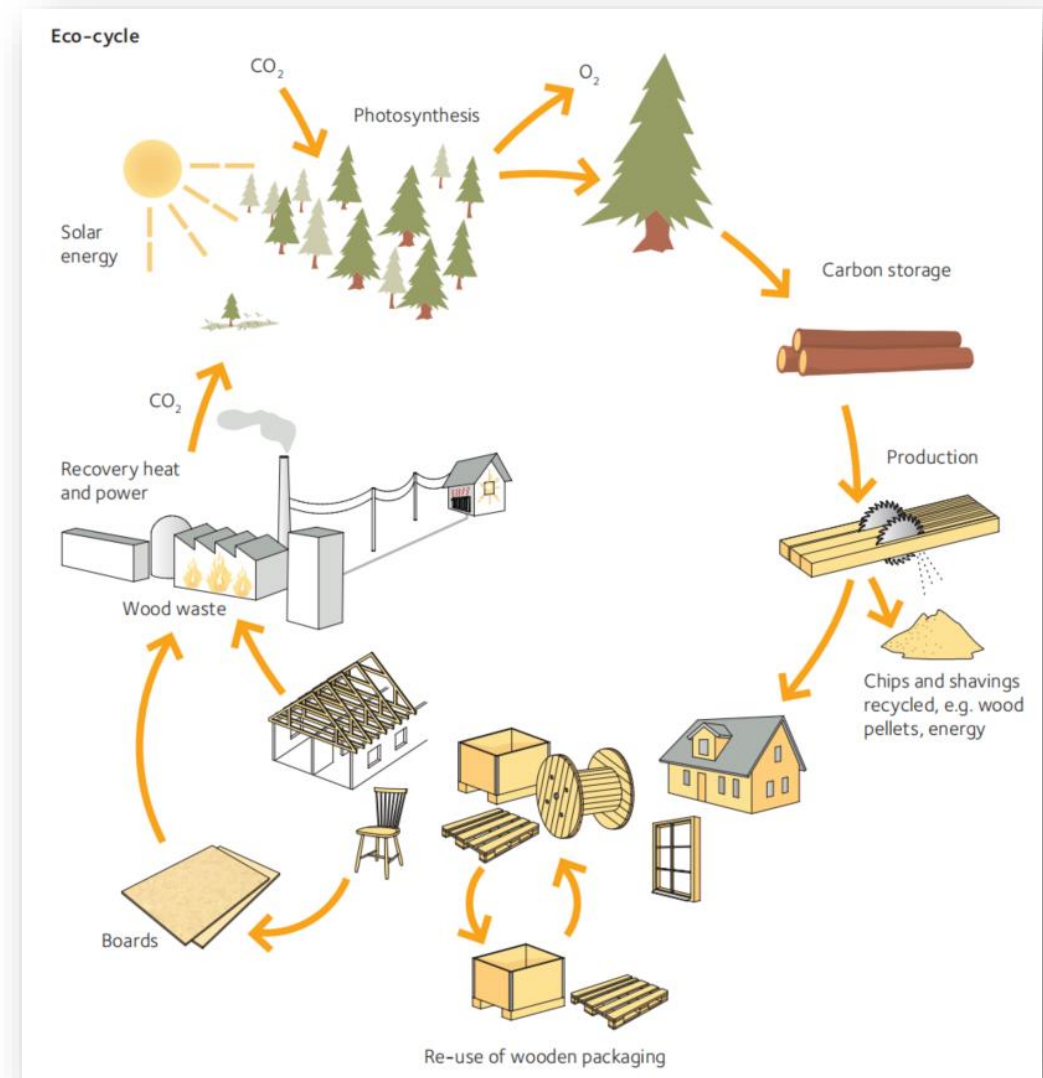




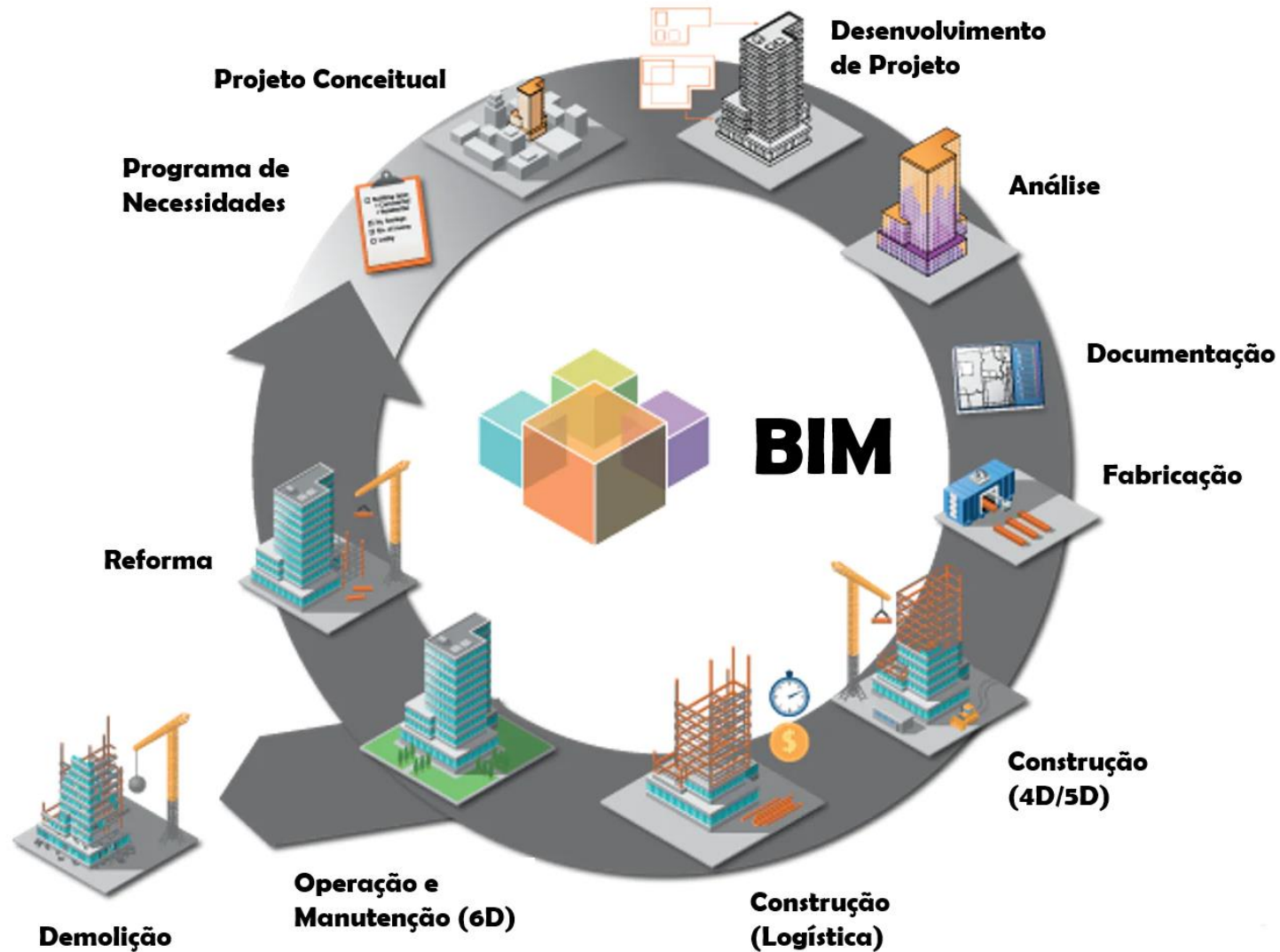
## 採用鋼構造或木構造

- 相較於鋼筋混凝土，在抵抗同樣載重的條件下、鋼構造的建築結構整體較輕，讓建築物受到的地震力減小，也因此**在LEBR計算中給予鋼構造結構體10%的減碳率優惠計算**，如果是輕鋼構造的建築物，更可獲得**20%的減碳優惠**
- 木材是一種生生不息、可再生循環的建材，再加上造木植林有固定大氣中二氧化碳的效果，也因此採用木材來蓋建築物時，可說是最低碳的建材選擇。**在LEBR計算中，採用木構造的建築物，主結構部分可以取得30%的優惠**

有一種將鋼骨與鋼筋混凝土結合的構造，稱為SRC構造，要注意的是採用**SRC構造會增加鋼筋水泥用量**，因此在LEBR計算中反而會增加約**5%的總碳足跡**，要特別注意。



# 推動低蘊含碳建築的利器



# 1. 減碳評估建置

BIM-LEBR 工具開發(低階)

## Revit+Excel求取蘊含碳排

名稱	單位	數量	碳排	備註
1. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
2. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
3. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
4. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
5. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
6. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
7. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
8. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
9. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
10. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
11. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
12. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
13. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
14. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
15. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
16. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
17. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
18. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
19. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	
20. 建築工程用之鋼筋	kg	1000	1000	

在 BIM 軟體(Revit)下建置碳排資料庫、參數運算、以及可視化圖表及數據

材料資料庫 - ABRI-低耗損-水泥磚

名稱	單位	值
文字		84.550000
更新次數		1.000000
Br(美國水泥替代劑)		
W(磚接縫劑)		
新建築新合計算位碳量		72.540000
28天抗压强度(psi)		
水泥用量(Kg/m <sup>3</sup> )		
IFC 參數		
IFC 預先定義的類型		
匯出為 IFC 成員		
匯出為 IFC		低耗損
IfcGUID		1tzl0ZQn37hTpGfE40B4j

搜尋

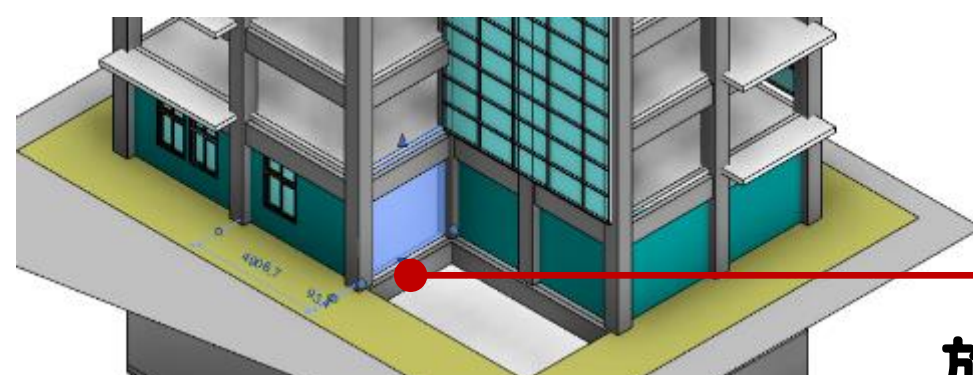
基本牆

- ABRI-RC外牆乾式鋼件接石材
- ABRI-RC外牆塗料外裝
- ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)
- ABRI-低耗損-RC隔間牆
- ABRI-低耗損-水泥雙面粉刷空心磚牆
- ABRI-低耗損-清水空心磚牆
- ABRI-低耗損-磚牆雙面粉刷(基準)
- ABRI-低耗損-輕質灌漿牆

最近使用的類型

- 帷幕牆: ABRI-鋁窗框帷幕牆1
- 帷幕牆: ABRI-鋁窗框帷幕牆3
- 帷幕牆: ABRI-石材板內襯隔熱材帷幕牆
- 帷幕牆: ABRI-內襯隔熱材預鑄PC帷幕牆
- 帷幕牆: ABRI-玻璃板內襯隔熱材帷幕牆
- 帷幕牆: ABRI-玻璃板內襯隔熱材帷幕牆
- 帷幕牆: ABRI-金屬板內襯隔熱材帷幕牆

內政部建築研究所  
- ABRI 碳排資料庫



材料資料庫

建築構件資料庫

於 BIM 建置可進行碳排分析之建築資料庫

# 2.設計階段減碳技術

透過可視化編程技術，操作者可於建築概念、量體規劃階段，評估規劃設計案例減碳量

資料運輸製造階段

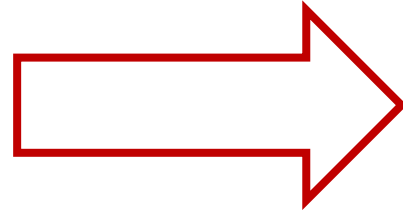
- CFs: 266132.355630883
- CFns: 162829.51
- CFrm: 77616.86

施工階段

- CFc: 9143.11764879487

拆除廢棄階段

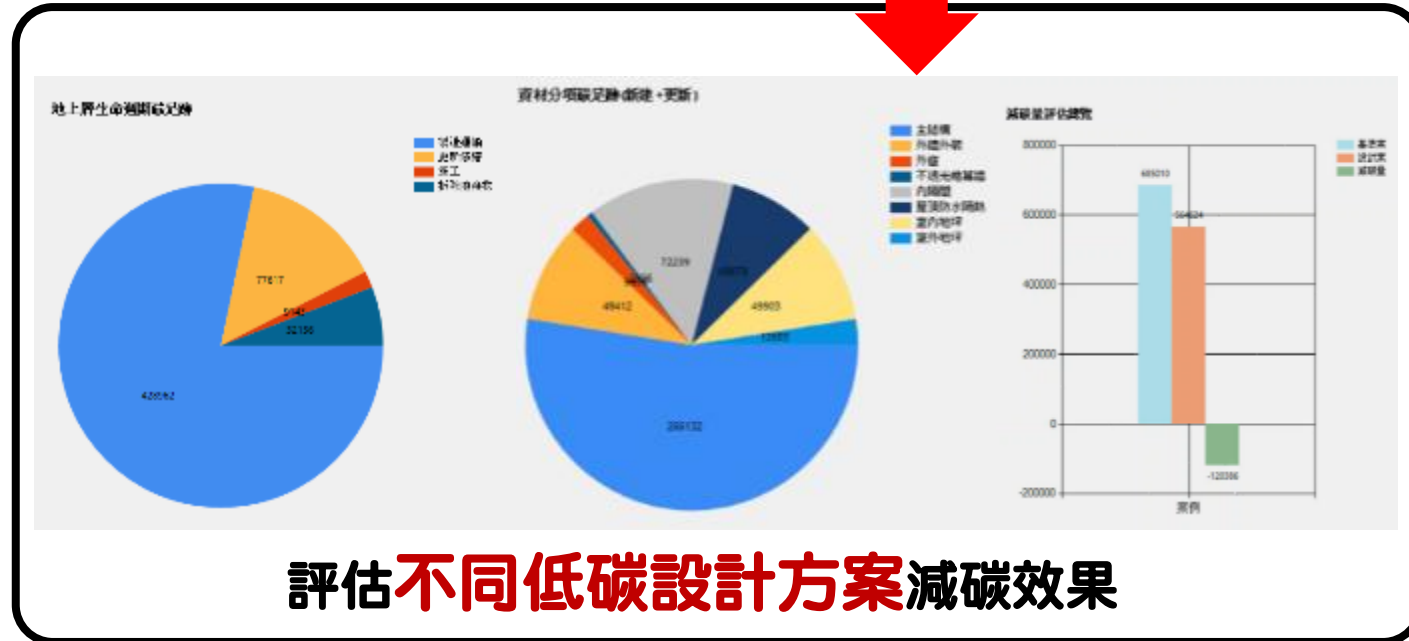
- CFdw: 37155.765751579



設計初期即可進行減碳評估

量體、平面設計

Type A      Type B      Type C



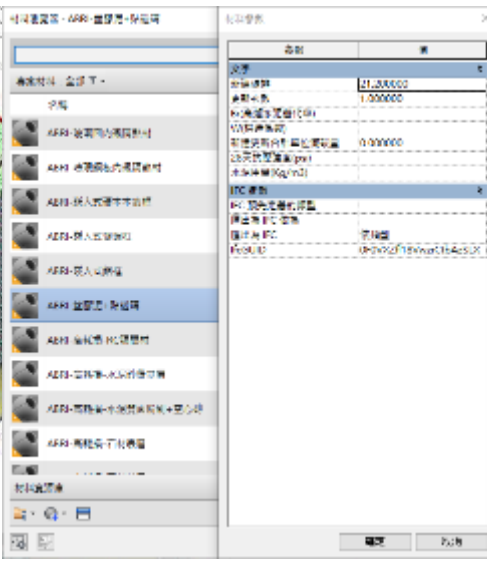
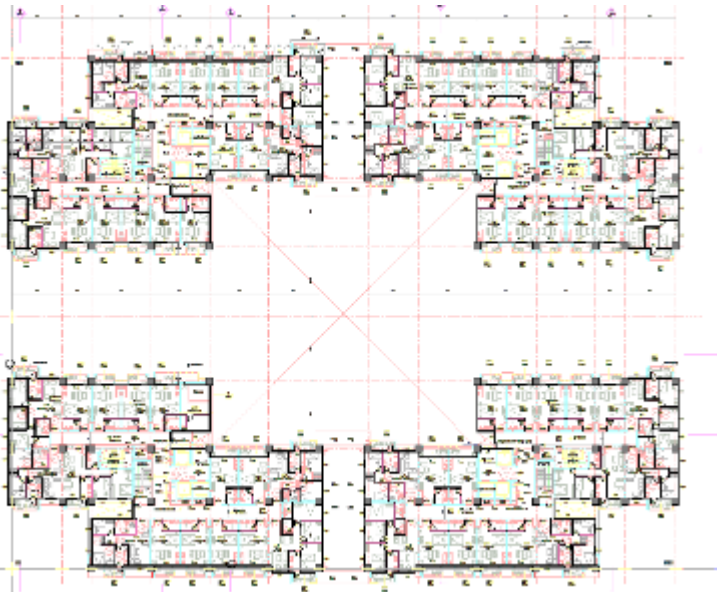
評估不同低碳設計方案減碳效果

- 即時評估、即時改善
- 減碳效果可視化



# 3. 新建建築減碳評估

在具備**建築BIM模型**下，操作者僅需導入「**BIM-LEBR**」工具，並於檔案中設定基地資訊以及評估用之標註及圖面，工具之後台則可快速計算出**減碳分析圖表**！並適用於任何**建築設計階段**



### BIM專案開啟

- 選擇「BIM-LEBR樣版」，匯入建築圖面(AutoCAD)
- 繪製BIM模型



### 設定評估參數

- 輸入工址地震力參數
- 繪製「跨距標註線」
- 繪製「建地平面圖」(平面形狀分析範圍)
- 確認建築構件工程之材料資訊



### 生命週期與減碳評估

- 確認明細表報告、Dynamo運算
- 得出生命週期碳排量與減碳評估

# 建置碳排資料庫

首頁 > 資料庫 > 碳排資料庫

全部顯示 資料 建築 裝修 安裝

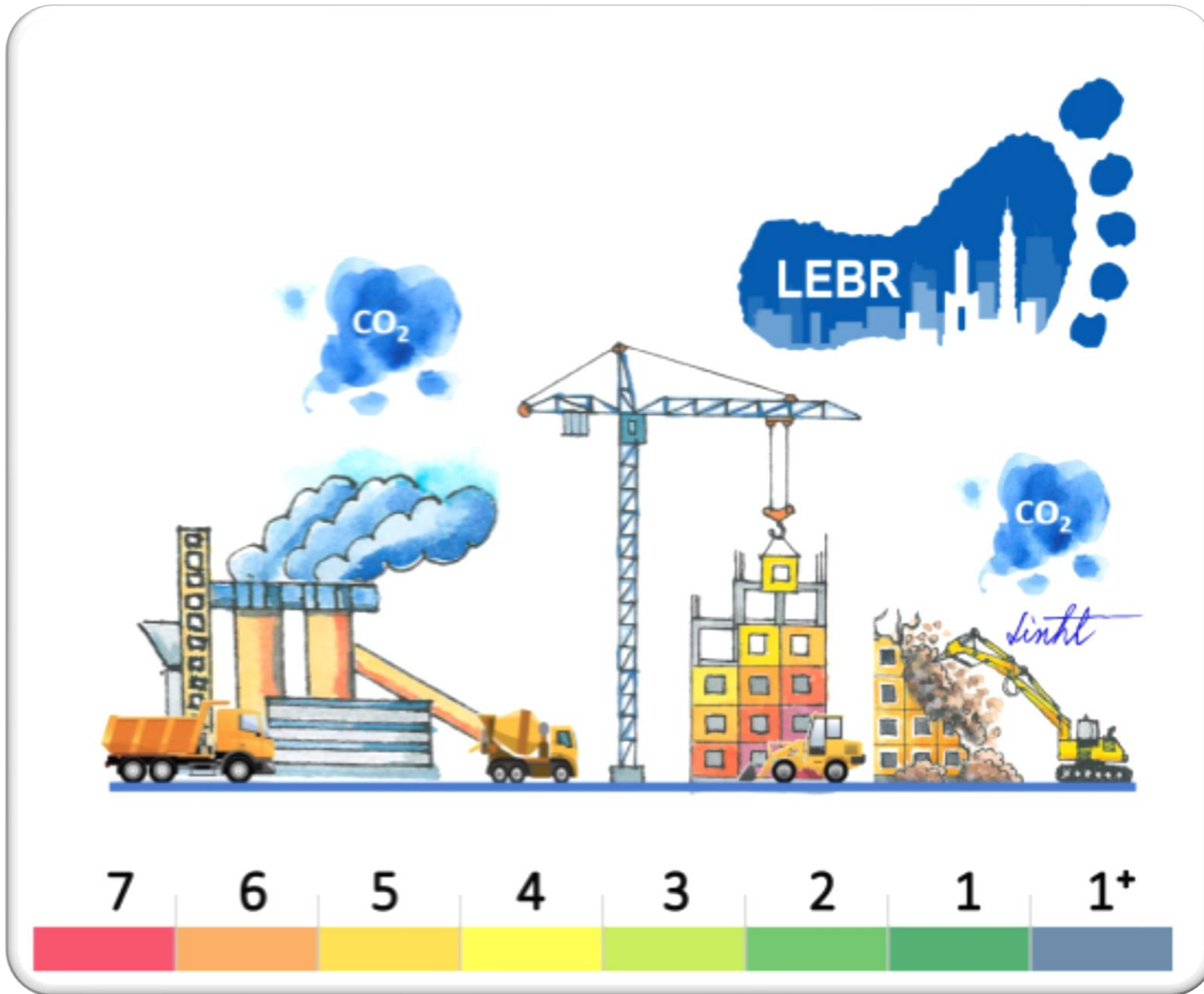
我的資料庫:

<input type="checkbox"/>	功能	收錄數	系統	分類	材料/工項名稱	碳排總量 kgCO <sub>2</sub> e	單位	備註
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	11	建築	外牆牆面	RC外牆15cm	58.21	m <sup>2</sup>	1.混凝土3000psi 15cm 2.室內水泥砂漿粉光2cm
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	12	建築	外牆牆面	RC外牆18cm	68.05	m <sup>2</sup>	1.混凝土3000psi 18cm 2.室內水泥砂漿粉光2cm
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	15	建築	外牆牆面	清水混凝土外牆20cm	86.69	m <sup>2</sup>	-
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	6	建築	外牆牆面	預鑄混凝土外牆15cm	97.74	m <sup>2</sup>	1.PC板5000psi 15cm
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	6	建築	外牆牆面	玻璃磚牆8cm	92.45	m <sup>2</sup>	1.玻璃磚19*19*8cm 2.PVC十字固定架 3.補強筋及鐵件 4.水泥砂漿
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	7	建築	外牆牆面	空心磚牆	23.6	m <sup>2</sup>	1.空心磚39x19x9cm 2.補強砂漿 3.開槽用砂漿 4.#3@800mm 5.水平補強鋼筋 6.室內水泥砂漿粉光2cm
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	6	建築	外牆牆面	1B磚牆	106.79	m <sup>2</sup>	1.紅磚144塊 2.1:3水泥砂漿2cm厚
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	6	建築	-	雨淋板牆	17.31	m <sup>2</sup>	1.38x15防腐南方松(軟木) 角材2支-0.1 2.OSB板 t=9.5mm-9.29 3.2x4"防腐南方松(軟木) 間柱@407-0.59 4.OSB板 t=7.5mm-7.33
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	8	建築	-	耐候抗裂補牆漆裝外裝	27.84	m <sup>2</sup>	1.3mmPU防水塗料: 12.68 2.8mm抹面石膏漿: 5.53 3.玻璃纖維網格布: 0.58 4.1:3水泥砂漿2cm厚: 9.05 5.由原碳排17.69調整為27.84
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	6	建築	-	30mm黏土塗料	0.19	m <sup>2</sup>	泥土塗料 t=30mm 約63.64kg-0.19 20180620委託代算新增項目
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	15	建築	外牆外裝	貼磁磚外裝	30.25	m <sup>2</sup>	1.1cm磁磚 2.益膠泥2.4kg 3.1:3水泥砂漿2cm厚
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	8	建築	-	清水混凝土外裝	0.0	m <sup>2</sup>	無外裝, 同原碳排
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="圖片"/>	6	建築	-	塗料外裝	9.24	m <sup>2</sup>	1.水泥漆 2.1:3水泥砂漿2cm厚

第1頁 共17頁 每頁顯示 13 條

◀ ◻ 1 2 3 4 5 ▶ ▶▶

# 建構低蘊含碳建築評估制度



# 低碳（低蘊含碳）等級之標示

低碳（低蘊含碳）等級：

由**高**至**低** 依序分為第**1+**至**4**級

Ultra Low Carbon

超低碳建築

◆(1+級)

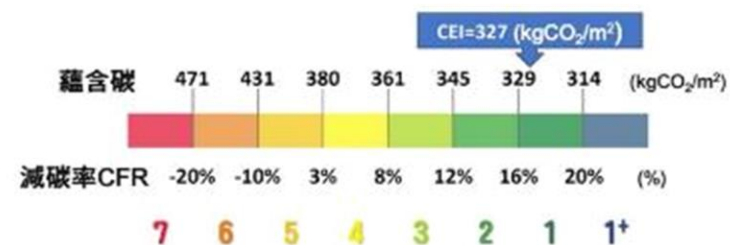
◆**碳排減碳率20%**↑

低  
碳  
（  
低  
蘊  
含  
碳  
）  
建  
築  
標  
示

建築物名稱	高雄市 Z 社會住宅
坐落地址	高雄市○區○段
評估範圍樓地板面積 Afu	54270.09 [m <sup>2</sup> ]
評估範圍蘊含碳排 EEC	21,577,960 [kgCO <sub>2</sub> ]
蘊含碳排指標 ECI	327 [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]
減碳率 CFR	19.18 [%]
低碳建築標示字號	

1

低碳等級



2023





- **建築蘊含碳排標示制度**，將配合現行實施成效良好之**綠建築標章**與**建築能效標示制度**，同樣採「**行政**」與「**技術**」的分階段方式處理。

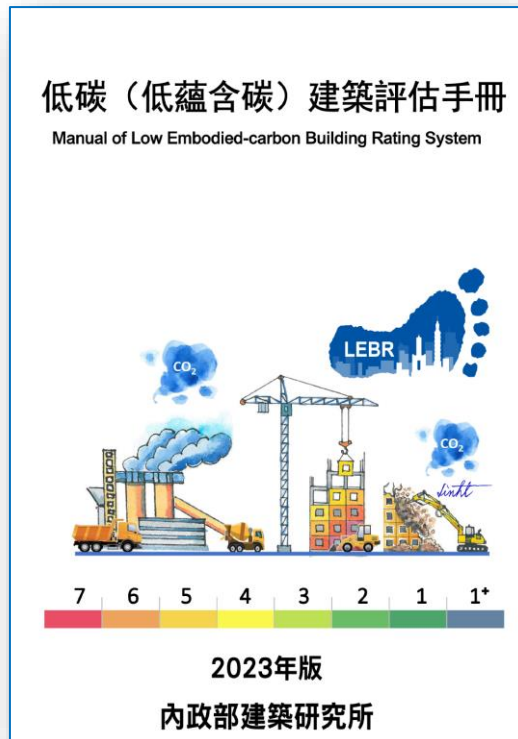


# 建構低碳（低蘊含碳）建築評估制度

2023年  
9月

## STEP 1: 出版評估手冊

- 完成「低碳（低蘊含碳）建築評估手冊」出版，自113.1.1實施



2023年10月  
(手冊公告)

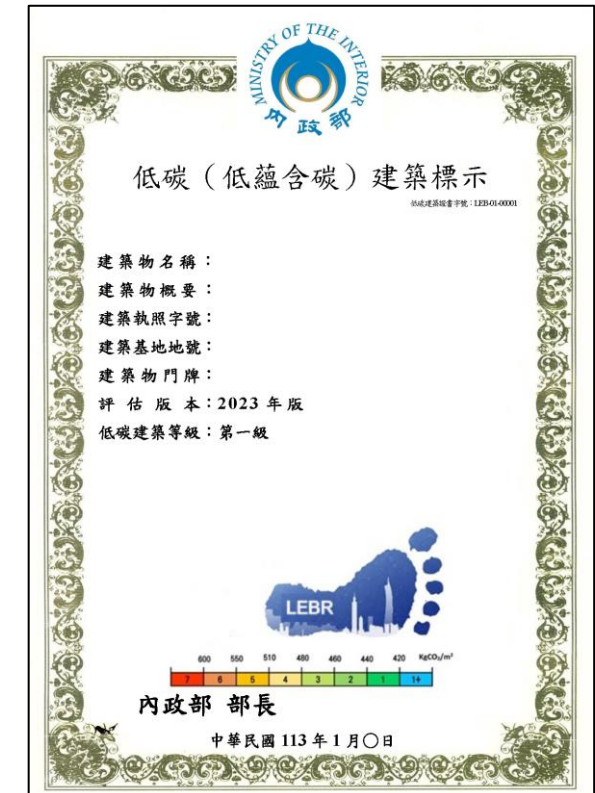
## STEP 2: 訂定相關作業要點

- 「建築蘊含碳排標示申請審核認可及使用作業要點」
- 「建築蘊含碳排標示評定專業機構指定作業要點」
- 「低碳建築標示規費收費標準」
- 「申請指定建築蘊含碳排標示評定專業機構收費標準」

2024年7月  
(指定評定專業機構)

## STEP 3: 正式受理實施

- 專業機構（評定）+ 內政部（發證）



# 社會、經濟、環境



圖片來源：<https://reurl.cc/qLvZND>  
<https://reurl.cc/AA2yOp>



# 結合ESG擴大民間參與！

## 金融監督管理委員會－永續經濟活動認定參考指引

- 為**鼓勵金融業**將資金導引至**永續經濟活動**
- 帶動**企業永續發展及減碳轉型**
- 經濟活動分為



- 「一般經濟活動」：部分製造業、**營造建築與不動產業**共 16 項
- 「前瞻經濟活動」：配合我國2050 淨零排放路徑之12項關鍵戰略共13 項

附表 2：對氣候變遷減緩具實質貢獻之技術篩選標準

產業	一般經濟活動	技術篩選標準
製造業	水泥生產(製造水泥熟料)	同時符合以下 2 項： 1. 最近一年單位生產之排放強度 $\leq 0.90$ 公噸二氧化碳當量/公噸 2. 揭露最近一年單位產品電力消耗量
	玻璃生產(製造平板玻璃)	同時符合以下 2 項： 1. 最近一年單位生產之排放強度 $\leq 1.0121$ 公噸二氧化碳當量/公噸 2. 揭露最近一年單位產品電力消耗量
營造建築與不動產業	新建築物	同時符合以下 2 項： 1. 綠建築標章達銀級以上 2. 建築能效標示達 2 等級以上
	既有建築物翻新	同時符合以下 2 項： 1. 綠建築標章達銀級以上 2. 建築能效標示達 2 等級以上
	建築內高能源效率設備之安裝及維修	至少符合以下其中 1 項： 1. 採購設備符合能源效率分級標示 1、2 級產品 2. 採購設備具備節能標章
	建築物或建築物內停車場的電動車充電站之安裝及維修	應符合「用戶用電設備裝置規則」規定
	建築智慧能源管理系統之安裝及維修	至少符合以下其中 1 項： 1. 智慧建築標章達銀級以上 2. 採購之設備符合智慧家庭裝置互連協定(如 CNS16014)
	再生能源科技設備之安裝及維修	使用之太陽光電模組至少符合以下其中一項： 1. 依「太陽光電模組產品登錄作業要點」太陽光電模組應符合中華民國國家標準(CNS)與國際電工委員會(IEC)標準規定。 2. 採購之太陽光電模組符合國家標準自願性標章 VPC 認證。



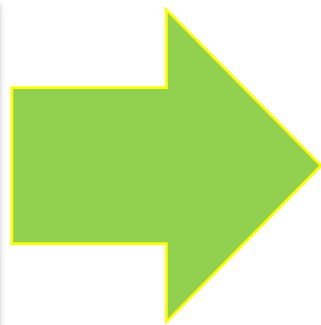
新建建築能效標示

建築物名稱		
坐落地址		
評估總樓地板面積AFe [m <sup>2</sup> ]		
免評估分區面積AFn [m <sup>2</sup> ]		
建築能效標示字號		
本標示系統適用於新建非住宅建築之能效揭露，其揭露之空間範圍包含所有活動使用空間，但排除室內停車場、機械室、專用廚房等「免評估空間」。其評估之耗能項目為空調、照明、插電電器等之固定系統之耗電量，不含電梯、熱水、鍋水、烹飪等即需耗電量。本評量尺規乃係專為本案件量身訂做的標示，不同平面或規模的申請案件有不同的尺規。本標示之 4 等級、1+ 等級之基準分別為綠建築標章合格基準(50分)、近零碳建築基準(90分)，乃係相對於 2000 年該平面形式建築母體之平均耗電量分別有節能 20%、50% 之水準。本評估以該建築之人員密度、室內環境條件、營運時間、設備效率之標準值為基礎而設定，可明確評估建築與設備系統能效設計的優劣，並因實際情況有所差異，該標章耗電量與實際耗電量有更低度的誤差，特此聲明。		
耗電密度 kWh/(m <sup>2</sup> .yr)	得分	耗電密度指標 EU1
$\leq 100.0$	90 ~ 100 <b>1+</b>	96.0 kWh/(m <sup>2</sup> .yr)
$\leq 120.0$	80 ~ < 90 <b>1</b>	48.9 kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> .yr)
$\leq 140.0$	70 ~ < 80 <b>2</b>	
$\leq 160.0$	60 ~ < 70 <b>3</b>	
$\leq 180.0$	50 ~ < 60 <b>4</b>	
$\leq 200.0$	40 ~ < 50 <b>5</b>	
$\leq 240.0$	20 ~ < 40 <b>6</b>	
$> 240.0$	0 ~ < 20 <b>7</b>	
總耗電密度 TEUI [kWh/(m <sup>2</sup> .yr)] 耗電密度指標 EU1* [kWh/(m <sup>2</sup> .yr)] 碳排密度指標 CEI* [kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> .yr)] 節能率 ESR [%]		
BERS <sub>n</sub> 2022		



# 低碳（低蘊含碳）建築標示

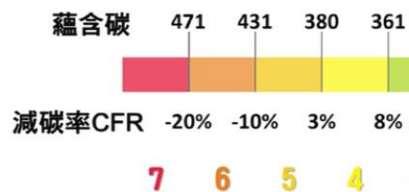
建築物名稱	高雄市 Z 社會住宅
坐落地址	高雄市 O 區 O 段
評估範圍樓地板面積 Afu	54270.09 [m <sup>2</sup> ]
評估範圍蘊含碳排 EEC	21,577,960 [kgCO <sub>2</sub> ]
蘊含碳排指標 ECI	327 [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]
減碳率 CFR	19.18 [%]
低碳建築標示字號	



# 永續經濟活動 認定參考指引

# 1

## 低碳等



營造建築  
與不動產業

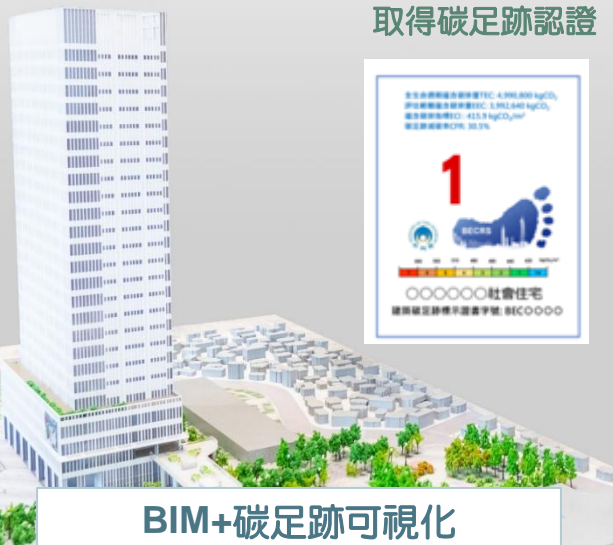


# 20

產業	一般經濟活動	現行 技術篩選標準	預計修正 技術篩選標準
營造建築 與不動產業	新建築物	同時符合以下2項： 1.綠建築標章達銀級以上 2.建築能效標示達2等級以上	同時符合以下3項： 1.綠建築標章達銀級以上 2.建築能效標示達2等級以上 3.智慧建築標章達銀級以上或 <b>低碳（低蘊含碳）建築標示達2等級以上</b> （兩者擇一）
	既有建築物翻新	同時符合以下2項： 1.綠建築標章達銀級以上 2.建築能效標示達2等級以上	同時符合以下3項： 1.綠建築標章達銀級以上 2.建築能效標示達2等級以上 3.智慧建築標章達銀級以上或 <b>低碳（低蘊含碳）建築標示達2等級以上</b> （兩者擇一）

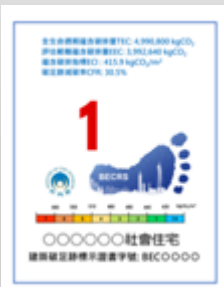
### 市府第2辦公大樓

建物概要	地上5層鋼骨及磚混築土構造
室內面積	44,348.75㎡
空間用途	辦公、實驗室、住居、展覽、教室、商場等空間
評估專家AP	
總碳足跡	112,462 (TCO2e/60yr)
60年減碳量	109,010 (TCO2e/60yr)
生命週期	60年
減碳百分比	49.2%



BIM+碳足跡可視化

### 取得碳足跡認證



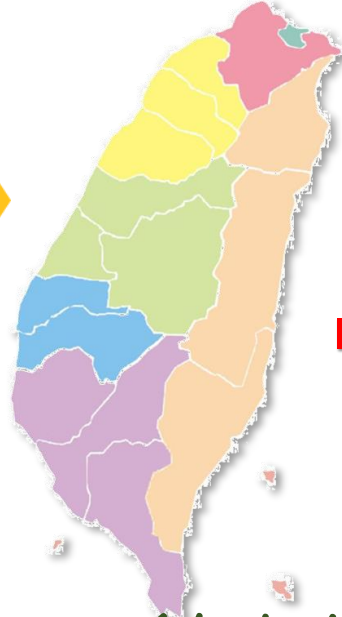
## 建築



■ 低碳建築 48kg/m<sup>2</sup>  
1棟建築減碳**145噸**

(約0.4座大安森林面積固碳量)

政府規劃在2030年前投入9000億元，實現減碳量7200-7600萬噸(國發會)



## 2050全國

# 100%

## 新建、更新

■ 立法推行於全國，約可減碳**665萬噸/年**

(每年約17,000座大安森林面積固碳量)



至2030  
台灣來自  
低(蘊含)碳建築  
減碳量

■ 約**1,995萬噸**:助攻**2030減碳目標 27%**  
(前5年每年增加10%，第6年起每年維持50%)

## 2024 公有建築先行

## 新北氣候變遷自治條例

## 整體開發區低碳容積獎勵





**Thank you for  
your attention**