

淨零建築 跨領域人才培育 評估概論講習活動

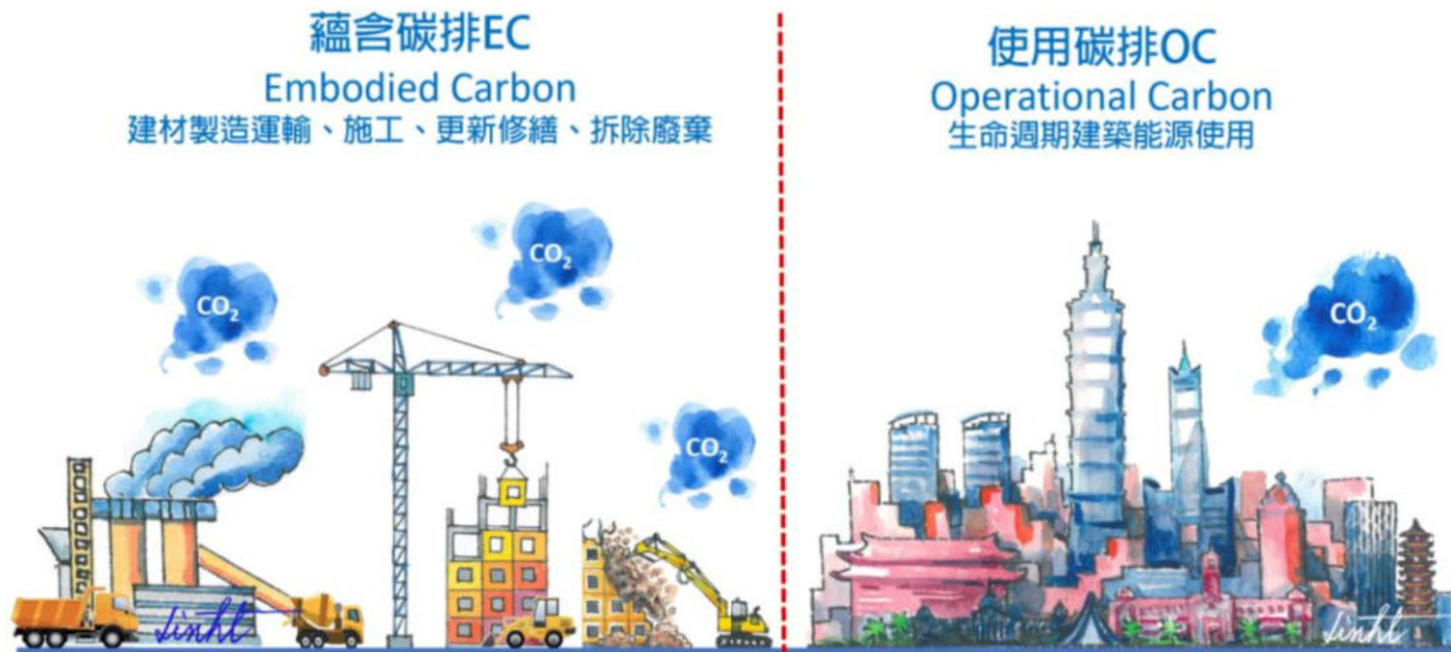
如何運用 「建築蘊含碳排」，落實「淨零建築」

建築碳足跡評估概論(蘊含碳排)



邁向2050淨零碳排(Zero Carbon/ Zero Emission) 建築生命週期碳足跡評估

- 我國「2050 淨零路徑」之建築部門: 2030 年以前要求公有新建建築物達到**建築能效 1 級**或**近零碳建築等級**，於 2050 年以前要求 100%新建建築物及超過 85%建築物達到近零碳建築等級
- 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)**與**蘊含碳排 EC (Embodied Carbon)**

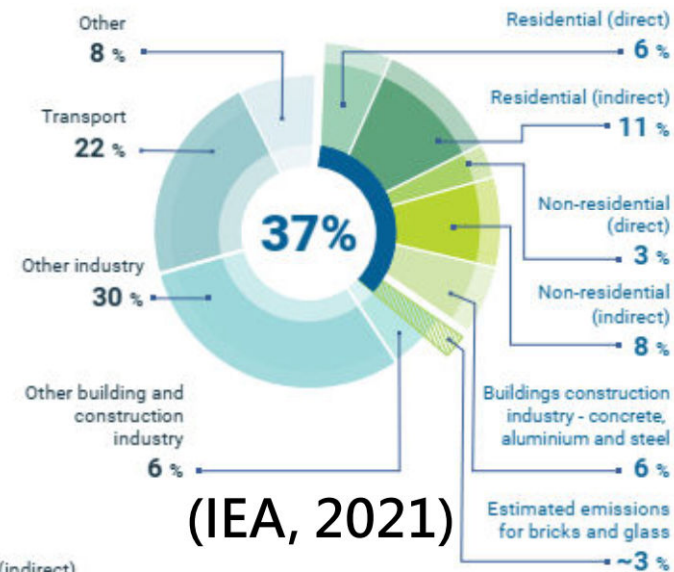
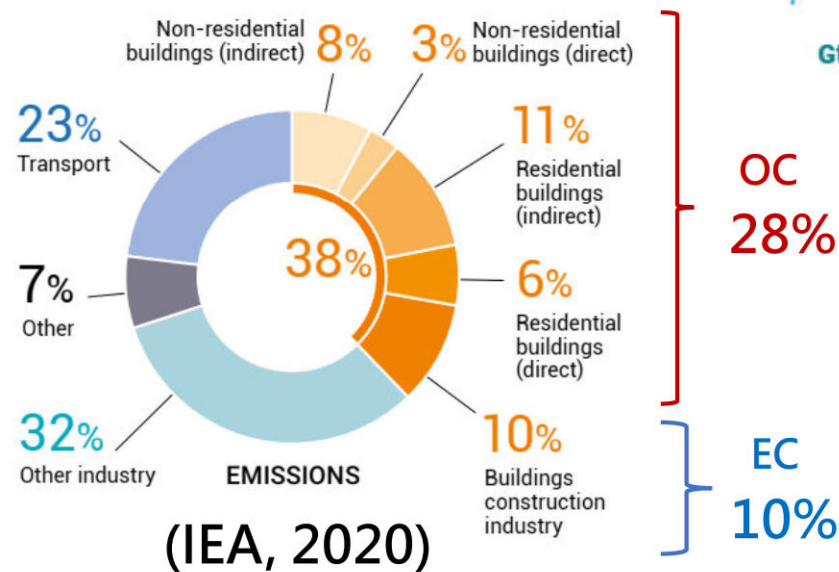


建築全生命週期總碳排WLC=蘊含碳排EC+使用碳排OC

林憲德教授繪圖

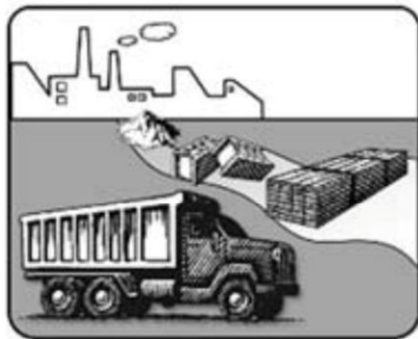
Life-Cycle Carbon Emission of Buildings/Construction 營建產業的生命週期碳排放量

- 全球2020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2021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%



What is Embodied Carbon of Buildings? 建築的蘊含碳排是怎麼來的？

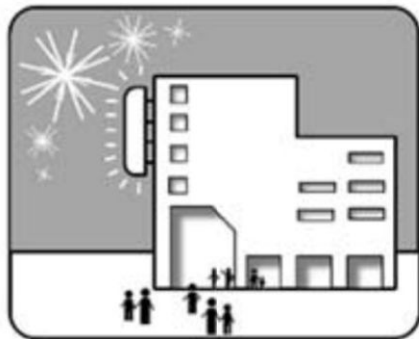
- 建築物的蘊含碳排來自於生命週期當中所產生的碳排放量加總，也就是說，建築的蘊含碳排來自於生命週期中**建材的生產、運輸、施工與廢棄**等過程
- 以我們常見的鋼筋為例，從鐵礦開採時機具的耗油、耗電，鐵礦運輸到我國的船運與陸運耗油，再到煉鋼過程耗用的燃料與電力等，一直統計到廢棄階段所耗用的能源所對應的碳排放量，就是鋼筋的蘊含碳排
- 以建築材料而言，使用量多且排碳量較高的是**水泥、鋼鐵**等材料，無論是水泥的燒製或是煉鋼的過程，都需要耗用相當大量的能源。再加上水泥與鋼鐵是建築結構體的主要材料，使用量相當大，也因此成為國內外優先管制的對象。



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

Challenges & Opportunities

水泥與鋼鐵產業的危機與轉機



只有低碳技術還不夠！鋼鐵、水泥等難減排產業要如何走向淨零？



撰文：低碳生活部落格/高宜凡 分類：E永續環境 圖檔來源：達志 日期：2022-11-08

<https://esg.businessstoday.com.tw>

- **難減排產業 (Hard-to-abate Sector)**：泛指鋼鐵、水泥、塑化、運輸等，高度耗能、產出許多廢棄物、運作過程更極度仰賴化石燃料的傳統重工業
- 未來投資的企業在低碳領域的**轉型能力**或**產業內相對轉型表現**非常重要
- 在台灣而言許多傳產公司表現優異，例如中鋼也投入碳捕捉，**整體商機上看2兆美元**

低碳水泥、低碳鋼鐵等低碳建材
將在市場上成為搶手的商品

Roadmap Toward Net-Zero Buildings 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 (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

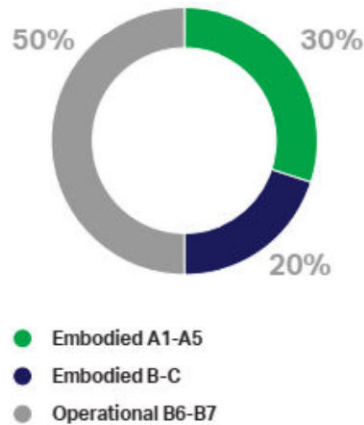
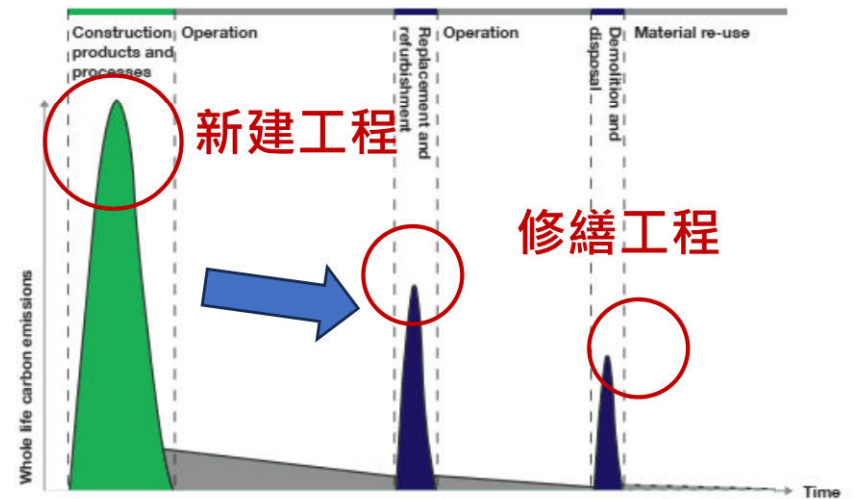


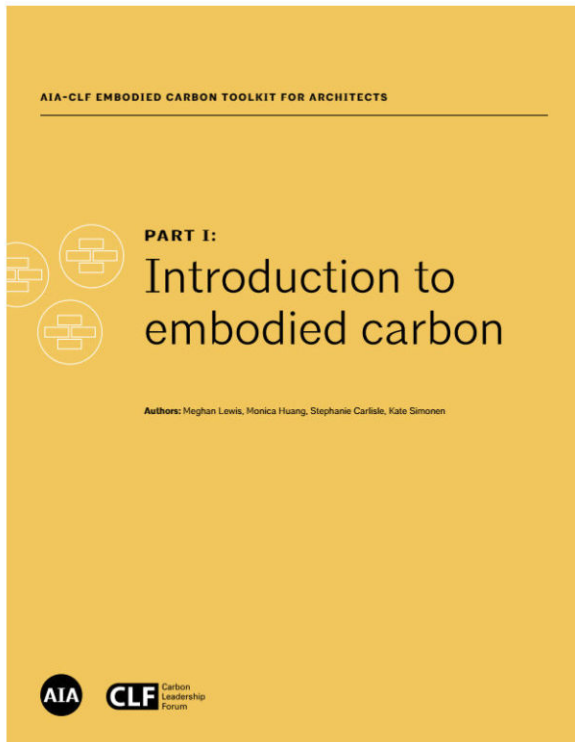
Figure 5: Whole life carbon emissions, Arup (2020)⁷



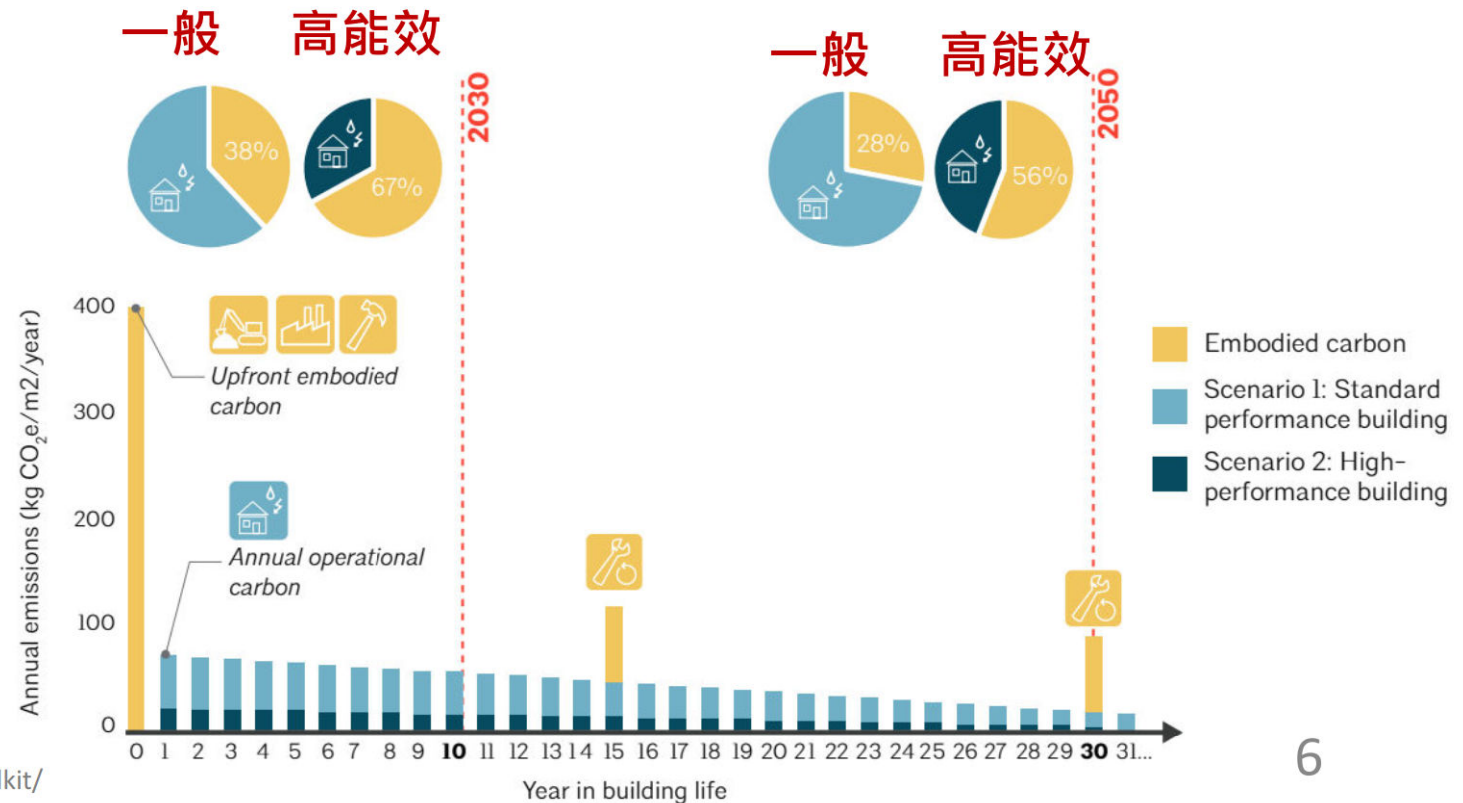
提升建築能效

Long-term effect of Embodied Carbon 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



<https://carbonleadershipforum.org/clf-architect-toolkit/>



Embodied Carbon Databases 國際上的碳排資料庫

- 國外有許多超大型的碳足跡資料庫，資料量很豐富但使用時不可不慎
- 每個國家的**電力碳排係數不同**，同一種建材產品在不同國家生產的碳足跡都不同
- 我國**公共工程難以指定廠牌**，且**大量使用進口建材**也可能壓迫工程預算

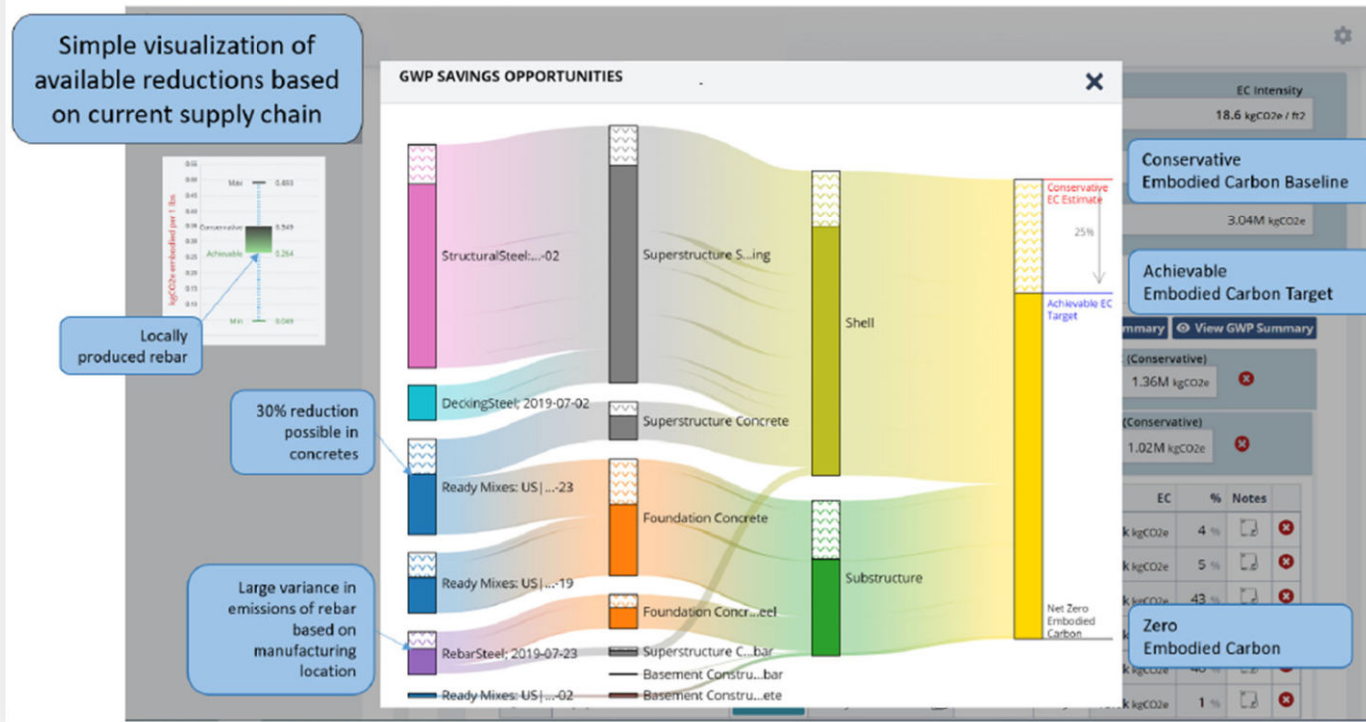
電力碳排係數

台灣：0.495 kgCO₂e / kWh (2022)

瑞典：0.047 kgCO₂e / kWh (2022)

德國：0.389 kgCO₂e / kWh (2022)

Sankey Diagram for Building Project, Structural System



我們需要本土數據的建材碳足跡資料庫



LEBR： 我國低蘊含碳建築評估制度



Products 產品

- 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



Image source: <https://www.freepik.com/>

Construction 工程

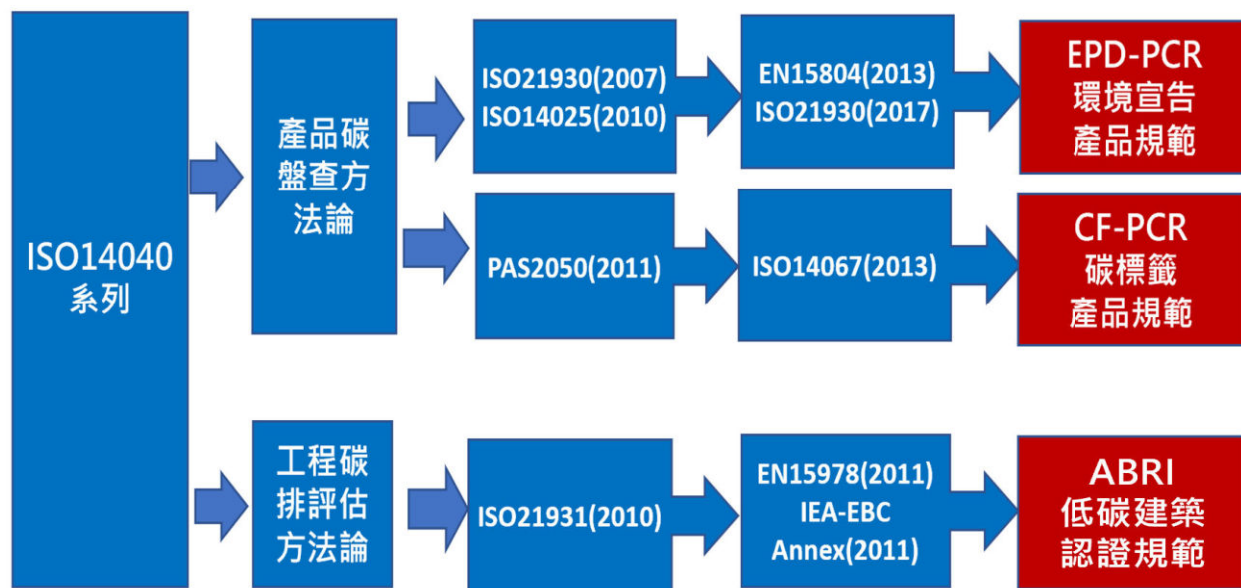
- 每個基地、每個工程都具備獨特性
- 時間相當長、盤查複雜且困難
- 數據難以回饋至低碳設計



Difference Between Products & Construction

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

Methodology to Calculate Embodied Carbon of Materials

建築工程蘊含碳排的方法論

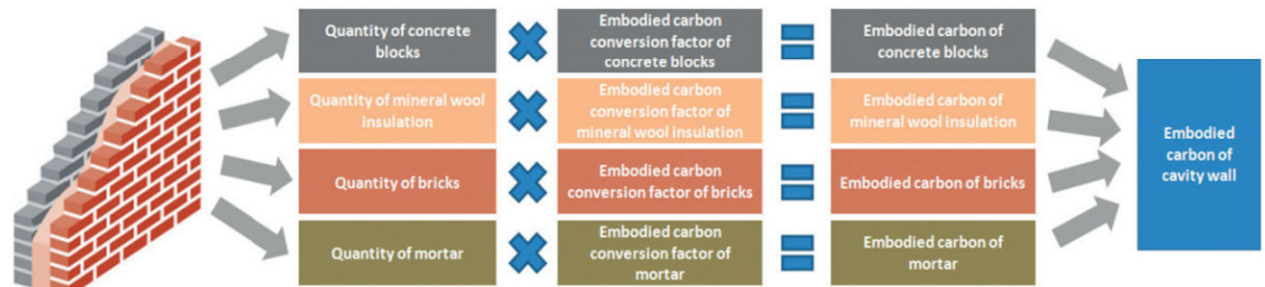
RICS Professional Information, UK

Methodology to calculate embodied carbon of materials

1st edition, information paper



[rics.org/standards](https://www.rics.org/standards)

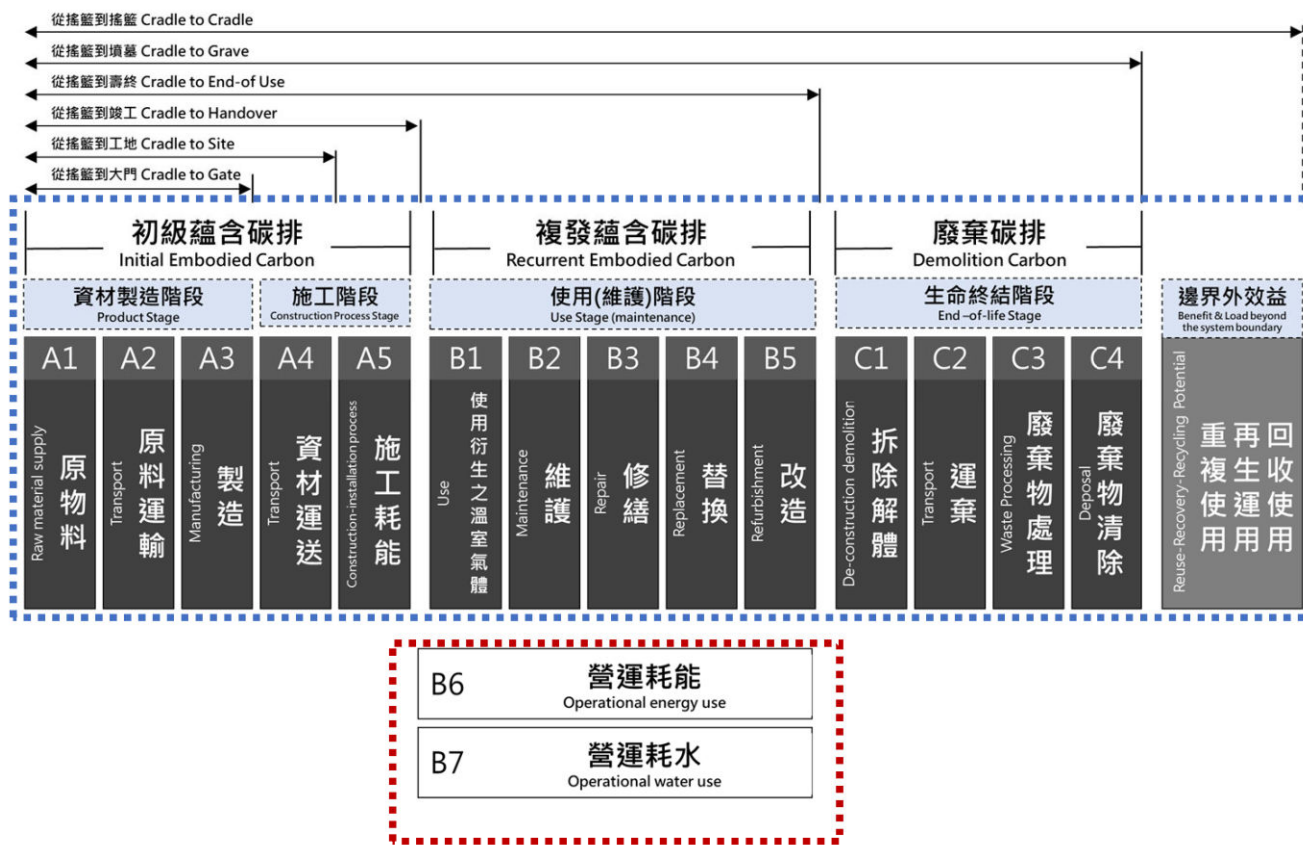


- STEP 1 : 將建築構件分解成材料
- STEP 2 : 材料數量 X 碳排放係數
- STEP 3 : 加總成為該建築構件的碳排
- STEP 4 : 依據建築生命週期加總構件碳排

數字的乘法與加法，相當簡易

邁向2050淨零碳排(Zero Carbon/ Zero Emission) 建築生命週期碳足跡評估

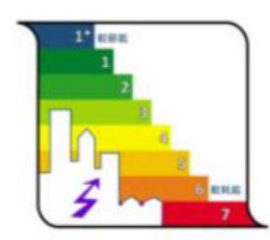
- 內政部建築研究所對於使用碳排部分採用**建築能效評估系統 BERS**作為評估與標示之依據，對於蘊含碳排部分，則採用**低碳建築評估系統LEBR**作為評估與標示之依據，以推動全方位之淨零建築政策



建築蘊含碳排
Embodied Carbon: 建築材料、施工、廢棄



Low Embodied-Carbon Building Rating System
低碳(低蘊含碳)建築標示制度

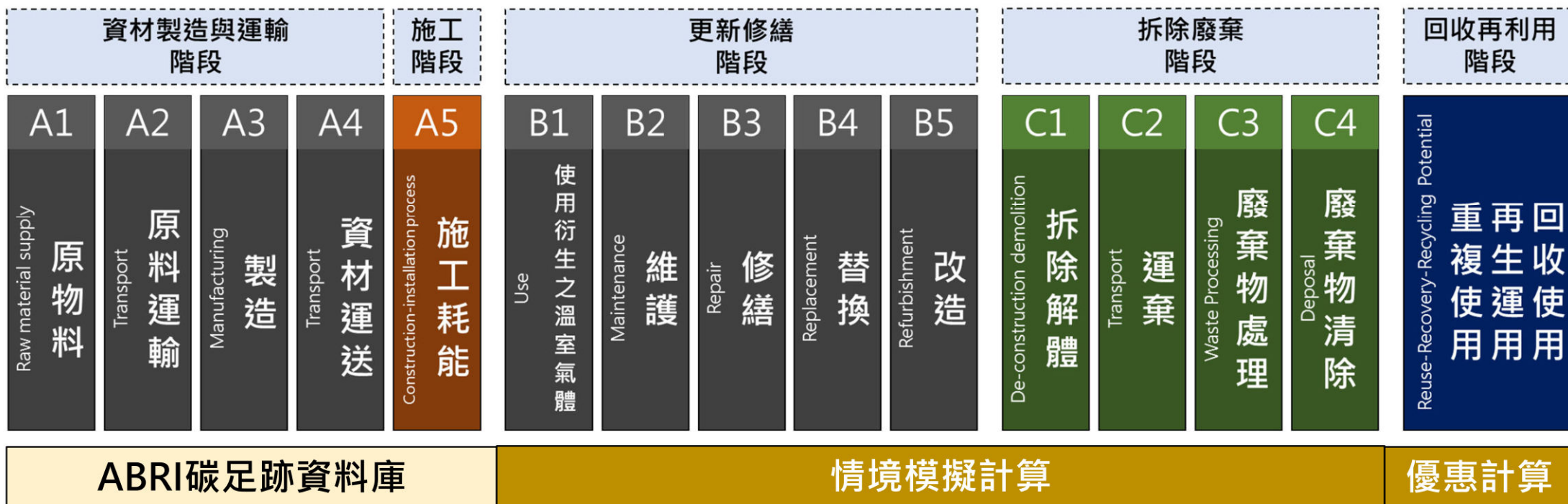


Operation Carbon
建築使用碳排
Building Energy Efficiency Rating System
建築能效標示制度

Methodology of Low Embodied-Carbon Building Rating System (LEBR)

我國低碳(低蘊含碳)建築評估的方法論

- LEBR是依照 EN15798(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
- 依據製成盤查法(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

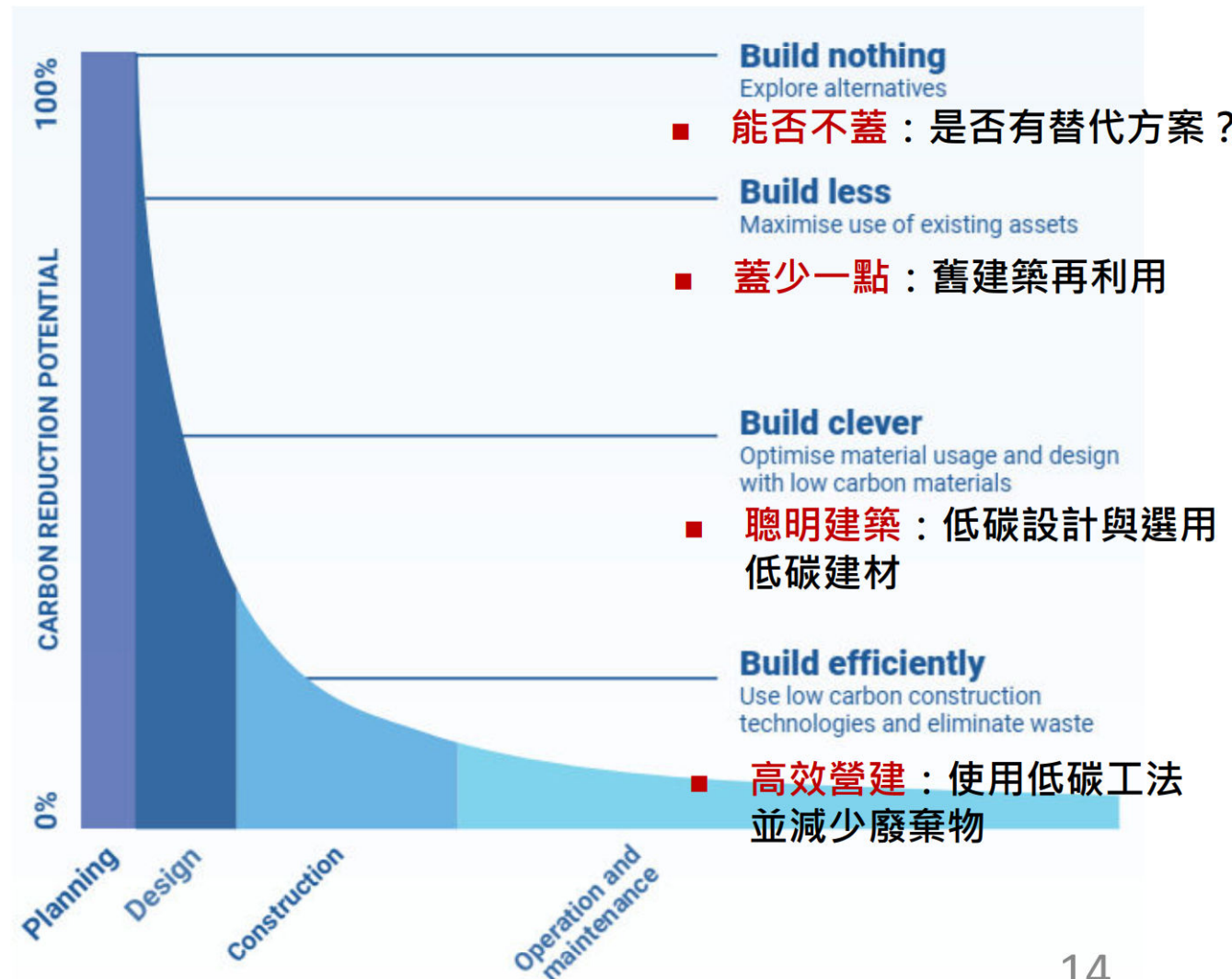


Carbon Reduction Potential 建築的減碳潛力

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



設計前期
Early-Stage of Design

合約書
Contract

設計後期
Late-Stage of Design

委託技術服務評選
Competition

整合規劃設計
Integrated Design/ Planning

設計流程
Decision Process

建築計畫
Pre-Design

概念設計
Conceptual Design

基本設計
Schematic Design

細部設計
Detail Design

設計決策
Decision Making

基地分析、
面積估算
Site Analysis,
Floor area
calculation

方位、造型
與結構系統
Orientation, Shape
& Structure System

建築結構系統
與非結構構件
Structure System/
Building Components

建築細部材料
Building Materials

低碳循環建材

Low-Carbon Recycled Materials

低碳工法

Low-Carbon Construction Method

建築構件資料庫

Database of
Building Components

建材資料庫

Database of
Building Materials

ABRI, LCBA, EPA, Simapro...

Embodied Carbon

Embodied Carbon

Embodied Carbon

Simplified Methodology of LEBR for Building Design Process

適用於建築設計階段的簡算法

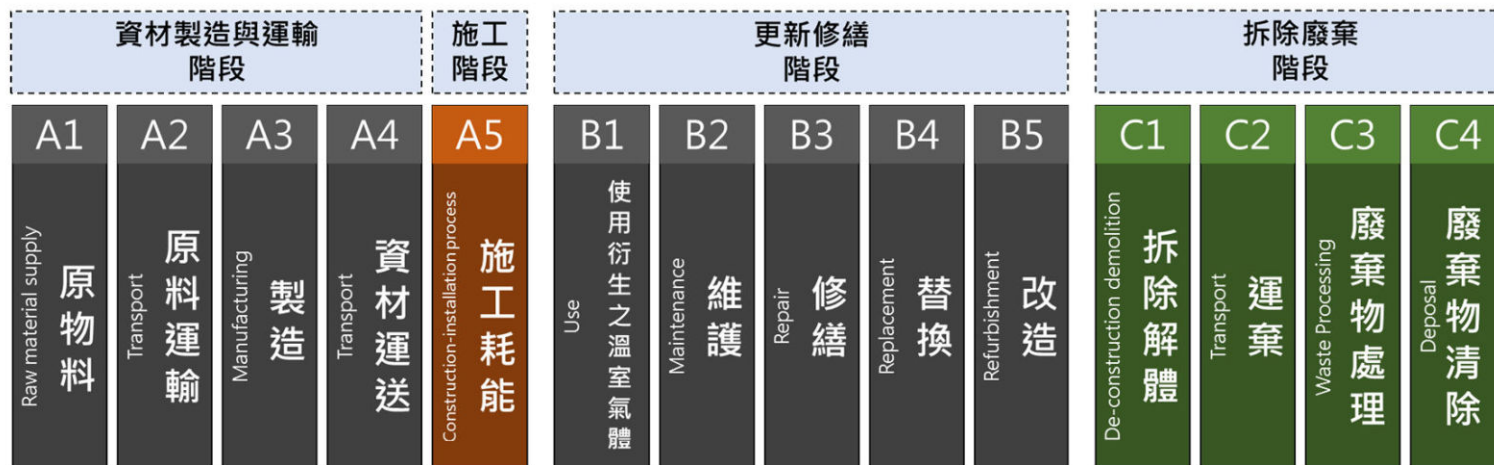
主結構碳排: 採用迴歸公式計算或提出詳細估算

非主結構碳排(製造與運輸): 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

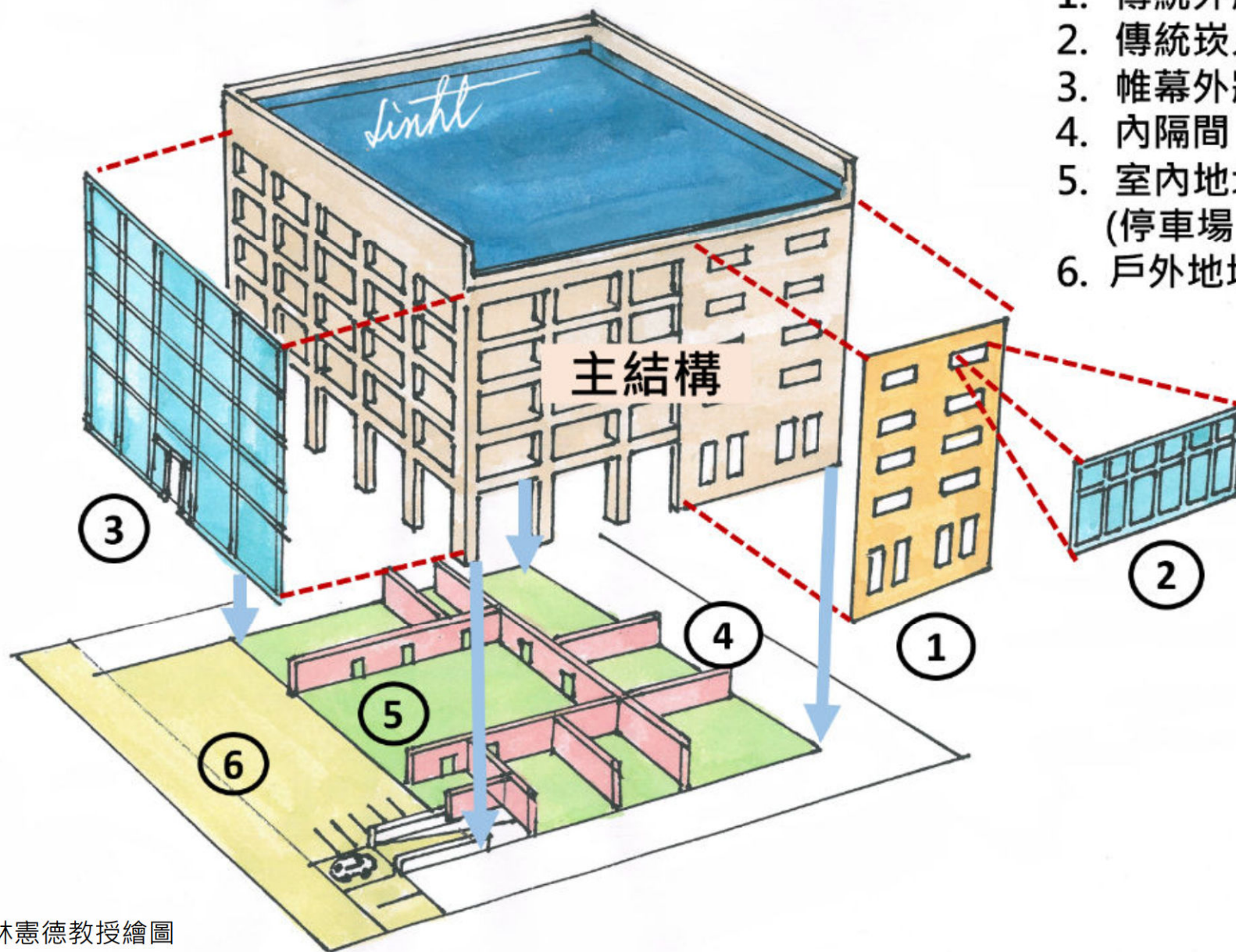
拆除階段碳排: 依據簡算公式，分地上層與地下層面積乘上係數求取

回收再利用階段: 給予適當之優惠計算



[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



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



林憲德教授繪圖

Image source: <https://www.freepik.com/>

Life-Cycle of Building Components

建築構件的生命週期

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	傳統窗牆 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	金屬、塑鋼類外窗	60	0	60	0	60	0
		木製外窗	20	2	20	2	20	2
	3.帷幕窗牆	帷幕外牆	60	0	60	0	60	0
		帷幕外窗	60	0	60	0	60	0
	4.內隔間*3	內隔間 (非結構牆)	20	2	30	1	60	0
	5.室內地坪*2*4	PU、Epoxy 樹脂、水泥磁磚、石材、金屬類	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
		實木、板材、塑膠類	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
	6.戶外地坪*2*4	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
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

- **構件差異**：通常柱梁等結構體會設計得比較強韌、壽命較長，而木地板等室內裝修可能就會壽命較短
- **同樣部位但不同材料**：一扇木質窗框的窗戶壽命大約是 20 年，但金屬窗可能長達 60 年
- **使用強度不同**：國際機場大廳跟住家的大廳都用了相同的花崗石地磚，但國際機場大廳的地板每天承受人來人往、行李拖來拖去，相較之下壽命就可能比較短

*1：本表 LCi 與 RTi 僅適用於 RC、SRC、S 等構造建築物，若為輕鋼構建築物時，其 LCi 與 RTi 以本表數據乘上 0.8 認定之；若為木構造建築物時，其 LCi 與 RTi 以本表數據乘上 0.5 認定之。

*2：基層指打底整平之泥作工，表層指在泥作基層上再施工之泥作或木作工，注意兩者之 LCi 與 RTi 差異。

*3：內隔間只評估泥作隔間，木作或組裝式隔屏視同室內裝修工程或家具，不予評估。

*4：建築樓板結構上之陽台露臺地坪應視為室內地坪 (其碳排數據應依附錄二所示室內地坪碳足跡資料庫 B-LC 來認定)，戶外地面上之地坪才視為戶外地坪。

Carbon Reduction Credits of LEBR

LEBR的減碳量抵扣方式

申請案建築蘊含碳排

= 主結構建材 + 非主結構建材 + 施工 + 更新修繕 + 拆除廢棄

+ 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



減碳量 =
 Σ (單位碳排 × 活動數據)

02 低碳循環建材



提交指定評定機構進行低碳循環建材認定。
取得其單位碳排，
減碳量 =
 Σ (單位碳排 × 活動數據)

03 低碳工法



提交指定評定機構進行
低碳工法認定。
取得其減碳量

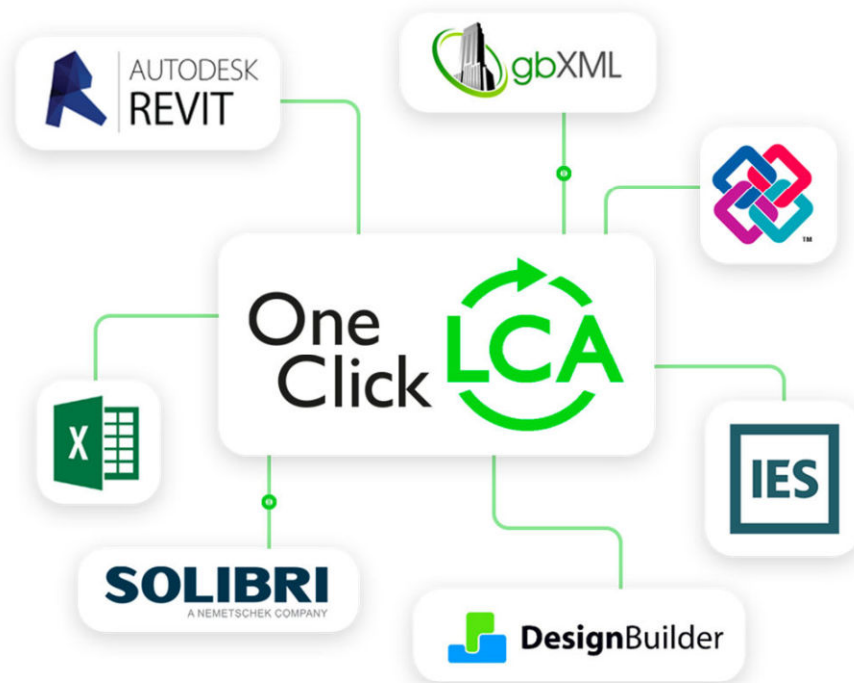


BIM於建築減碳設計上的應用



The Business Model of Design Integrated Tools 建築設計整合工具的商業模式

- 運用建築設計的**BIM**平台，結合**適當的資料庫**，於**綠建築認證系統**中得分
- 因應建築師於不同的設計階段探討碳排放量，系統可在**多種的BIM平台**上運作，甚至可結合Excel表單進行運算，並因應綠建築認證需求外接分析模組 (ASHRAE 90.1 能源分析等)



How many BREEAM credits can I get with One Click LCA?

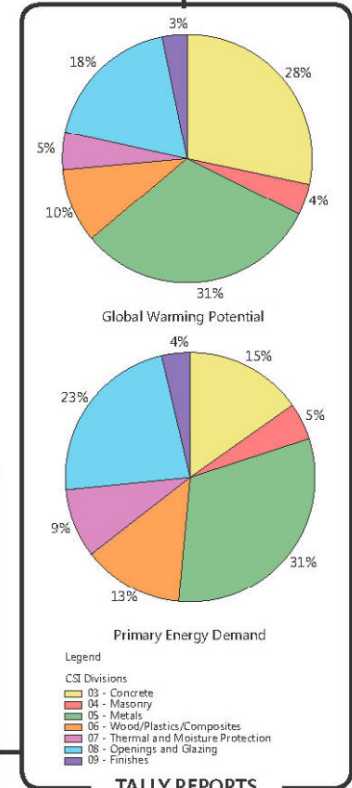
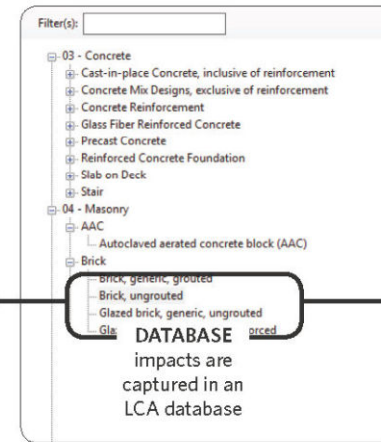
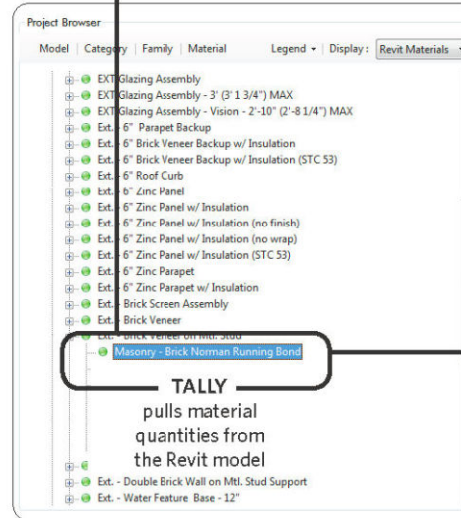
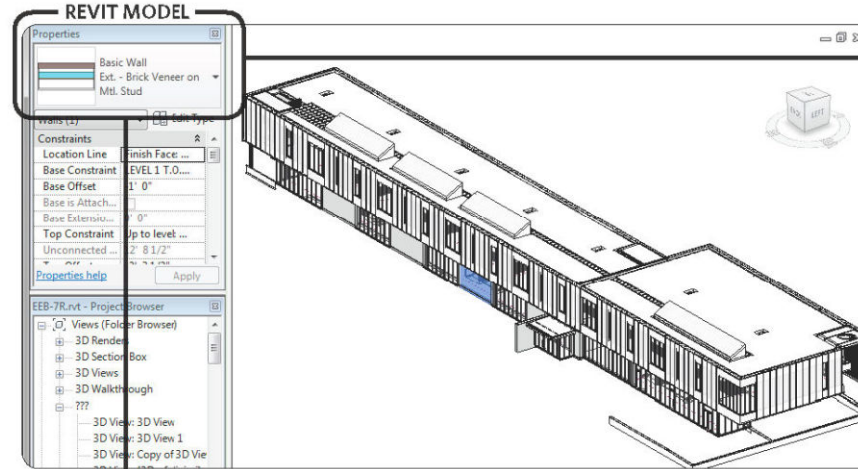
The number of credits depends on the scheme you are assessing under. See the credits attainable for each of the assessments in the table below

One Click ONE CLICK LCA										
BREEAM scheme	Credit potential	Mat 01	Mat 02	Mat 03	Mat 05	Mat 06	Man 02*	Man 03	Wst 05	Ene 04
BREEAM Intl NC 2016	16	7	-	-	-	1	4	2	-	-
BREEAM Intl RFO 2015	16	7	-	-	-	1	4	2	-	-
BREEAM NL 2014	12	9	-	-	-	-	2	1	-	-
BREEAM NOR NC 2016	14	7	-	-	-	-	4	2	-	1
BREEAM ES NC 2015	15	7	-	-	-	-	4	3	-	1
BREEAM SE NC 2017	14	7	-	-	-	1	4	2	-	-

- Tally 是一款運用在Revit平台上的Plug-in，在北美相當廣泛運用

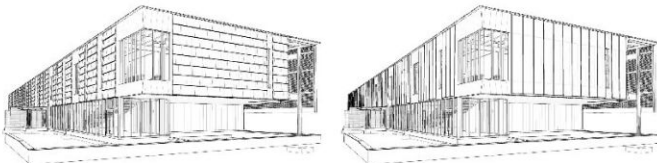
- 分析結果可應用於LEED V4, BREEAM等綠建築標章系統的得分

Tally™ pulls material quantities from the Revit model to create an accurate bill of goods.



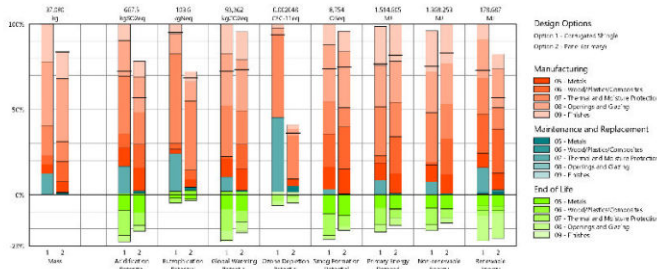
TALLY REPORTS are rapidly generated to address questions asked during design and material selection

Tally™ can be used to compare design options.



Option 1 - Corrugated Shingle Cladding

Option 2 - Translucent Panel Cladding (Selected)



Results Per Life Cycle Stage, Itemized by CSI Division

TALLY pulls material quantities from the Revit model

DATABASE impacts are captured in an LCA database

BIM-LEBR工具開發(低階)

Revit+Excel求取蘊含碳排

- 採用Revit中的明細表功能來取得LEBR公式中所需之建築資訊，包括實際地坪面積、牆面積、跨距、出挑面積等
- 將這些數據輸入Excel，套用公式進行計算，計算時同步配合ABRI碳排資料庫做為參數來源依據

<出挑面積明細表>

A	B
名稱	面積
出挑	144.38 m ²
出挑	2.06 m ²
出挑	2.10 m ²
出挑	2.06 m ²
出挑	2.10 m ²
出挑	2.06 m ²
出挑	2.10 m ²
出挑	2.06 m ²
出挑	2.10 m ²
出挑	2.10 m ²
出挑	21.25 m ²
出挑: 10	182.25 m ²
總計: 10	182.25 m ²



運用Revit明細表導出出挑面積之數據(本研究繪製)

室內地坪(表面材料鋪設)明細表

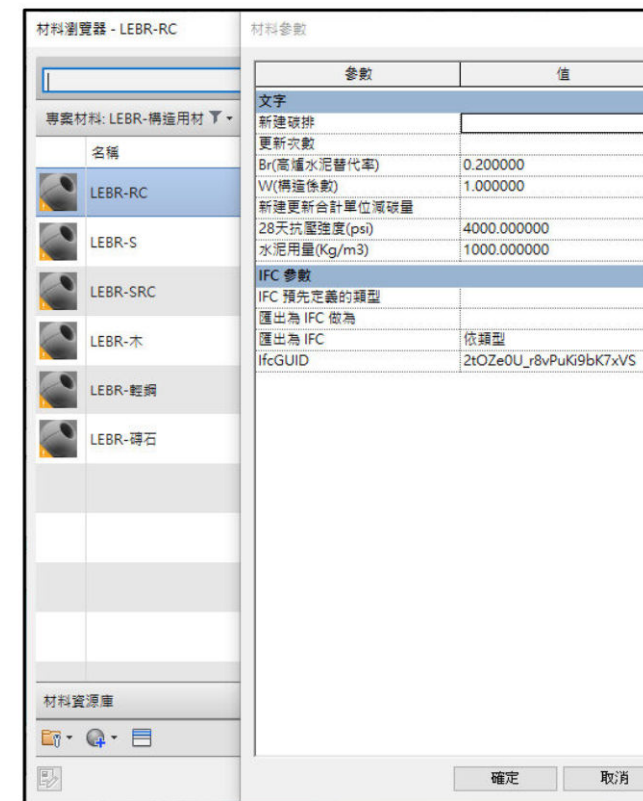
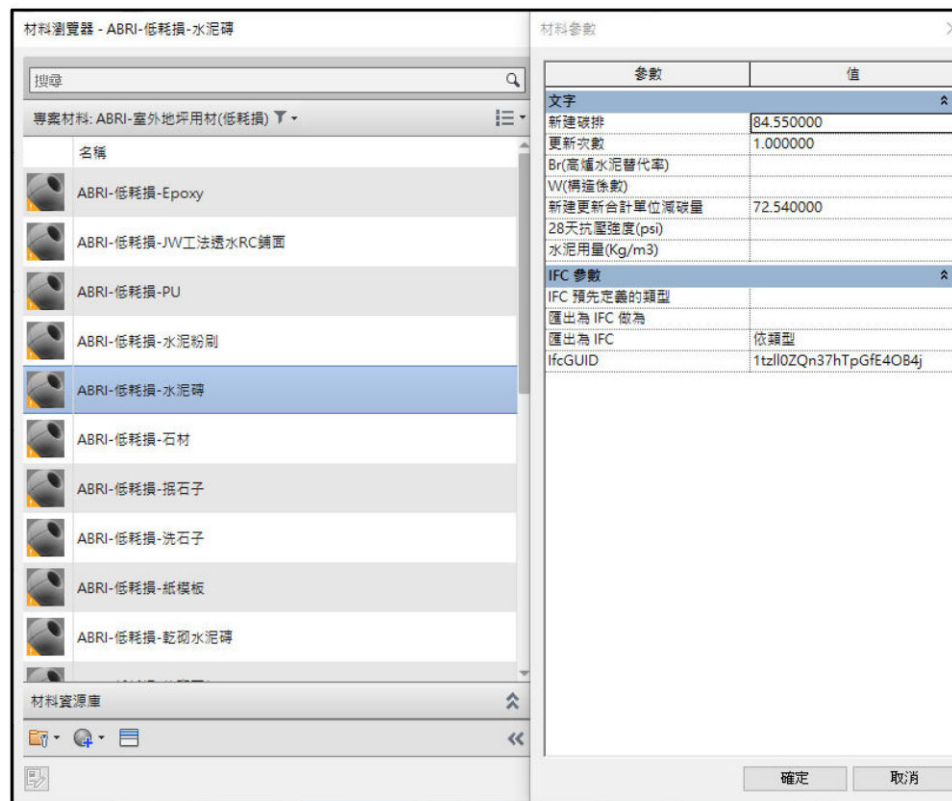
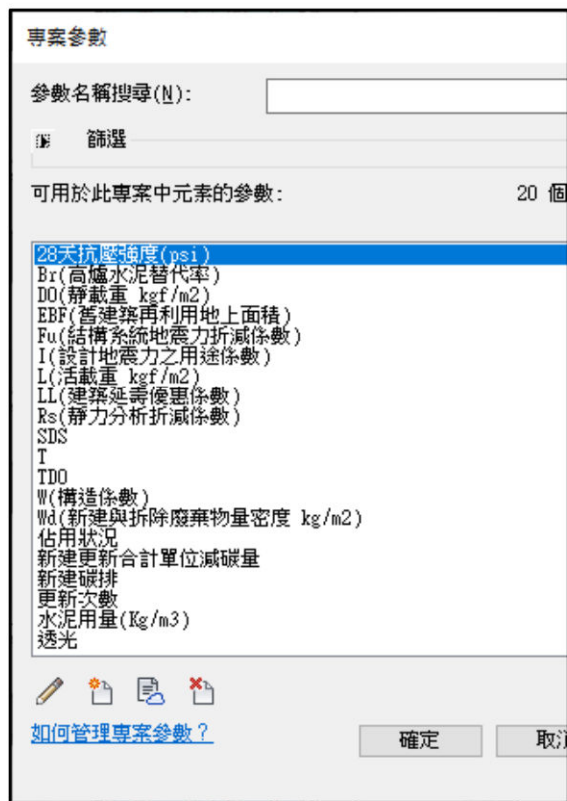
名稱	面積	底面塗層	影像
A空間	21.95 m ²	貼石材地坪	
B空間	36.19 m ²	貼磁磚地坪	

內隔間與樓板同時灌漿之計算例(本研究繪製)

BIM-LEBR工具開發(高階)

Revit+Dynamo : 建立建材碳排資訊

- 透過Revit參數賦予材料碳排之資訊
- 資料庫可加入、修改材料碳排資訊，材料更可組建成建築構件



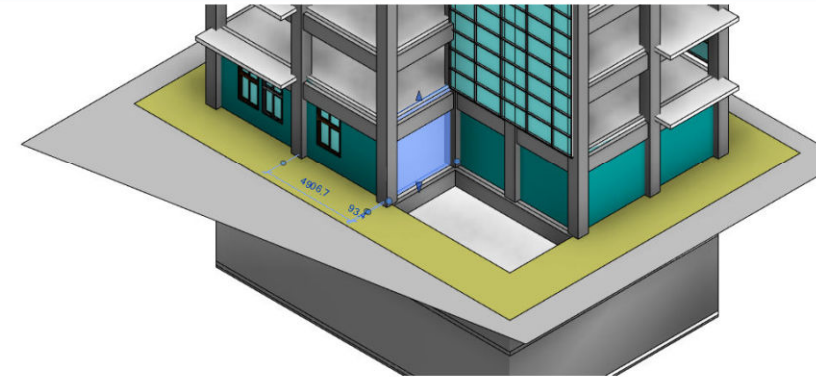
碳排資料庫：構件之材料

碳排資料庫：結構之材料

BIM-LEBR工具開發(高階)

Revit+Dynamo：建築構件碳排資訊

- **建築構件**(族群-類型)均以資料庫中的材料組建而成
- 材料之碳排資訊會自動加總，得出構件單位碳排
- 設計者可依照需求**自行組建**構件材料，以達減碳設



編輯組合

族群：基本牆
類型：ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)
總厚度：186.7 (預設)
阻抗 (R)：0.0000 (m²·K)/W
熱質量：0.00 kJ/(m²·K)

範圍高度(S)：5026.0

圖層	功能	材料	厚度	收邊	結構材料	變數
1	核心邊界	高於收邊的層	0.0			
2	結構 [1]	ABRI-益膠泥+貼磁磚	21.7			
3	結構 [1]	ABRI-底層砂漿	15.0			
4	結構 [1]	ABRI-外牆主體	150.0		<input checked="" type="checkbox"/>	
5	核心邊界	低於收邊的層	0.0			

內邊

插入(I) 刪除(D) 上(U) 下(Q)

預設折繞
插入點(N)：不要收邊 結束點(E)：無

修改垂直結構 (僅限於剖面預覽)
修改(M) 合併範圍(G) 掃描(S)
指定層(A) 分割範圍(L) 分隔線(R)

確定 取消 說明(H)

視圖(V)：樓板平面圖：修改架

預覽(P) >>

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-塑鋼框帷幕牆1
- 帷幕牆：ABRI-鋁框帷幕牆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-玻璃鋼板內襯隔熱材帷幕牆
- 帷幕牆：ABRI-玻璃面內襯隔熱材帷幕牆
- 帷幕牆：ABRI-金屬板面內襯隔熱材帷幕牆



BIM-LEBR工具開發(高階)

參數與運算

- 碳排參數以及構件碳排評估以**明細表**報告，並隨著設計**即時更新**

基準值

設計值

- 明細表/數量 (全部)
- 0. 基準案 - 不透光帷幕牆
- 0. 基準案 - 內隔間
- 0. 基準案 - 外牆外裝
- 0. 基準案 - 外窗
- 0. 基準案 - 室內地坪
- 0. 基準案 - 室外地坪
- 0. 基準案 - 屋頂防水隔熱工程
- 0. 基準案 - 透光帷幕牆
- AFb(地下層樓地板面積)
- AFu(地上層樓地板面積)
- 不透光帷幕牆(EC)
- 不透光帷幕牆(碳排評估總覽)
- 主結構及其他碳排參數表C
- 主結構碳排參數表A
- 主結構碳排參數表B
- 修正係數f1
- 修正係數f2
- 修正係數f3(取第一列資料)
- 內隔間(EC)
- 內隔間(碳排評估總覽)
- 外牆外裝(EC)
- 外牆外裝(碳排評估總覽)
- 外窗(EC)
- 外窗(碳排評估總覽)
- 室內地坪(EC)
- 室內地坪(碳排評估總覽)
- 室外地坪(EC)
- 室外地坪(碳排評估總覽)
- 屋頂防水隔熱工程(EC)
- 屋頂防水隔熱工程(碳排評估總覽)
- 透光帷幕牆(面積資訊)
- 透光帷幕牆(新建碳排)
- 透光帷幕牆(更新碳排)
- 透光帷幕牆(單位減碳量)
- 透光帷幕牆(新建碳排)
- 透光帷幕牆(更新碳排)

<0. 基準案 - 外牆外裝>

A	B	C	D	E
功能	新建碳排	更新碳排	CFow(kgCO2)	CFow*(kgCO2)
室外	30.25	21.2	29051.61	20360.14
總計: 6			29051.61	20360.14

<0. 基準案 - 室內地坪>

A	B	C	D	E
功能	新建碳排	更新碳排	CFI(kgCO2)	CFI*(kgCO2)
室內	34.78	10.6	33360.98	10167.52
室內	34.78	10.6	20893.04	6367.63
總計: 8			54254.02	16535.15

計算數值

名稱(N):

公式(F) 百分比(P)

領域(D):

類型(I):

公式(E):

明細表自動計算構件碳排

<主結構碳排參數表A>

A	B	C	D	E	F	G	H	I
材料: W(構造用鋼)	材料: Br(高爐水泥替代率)	BC(高爐水泥減碳率)	BC(高爐水泥減碳率 計算用)	材料: 28天抗壓強度(psi)	材料: 水泥用量(kg/m3)	CSER(水泥強度效益係數)	HC(高性能混凝土減碳率)	HC(高性能混凝土減碳率 計算用)
1	20.03%	94.00%	0.94	4000	1000	0.4	98.00%	0.98

<修正係數f2>

A	B	C	D	E
名稱	L(長邊)	B(短邊)	b(平面長寬比)	f2
修正係數f2分析範圍	17200	12200	1.409836	1

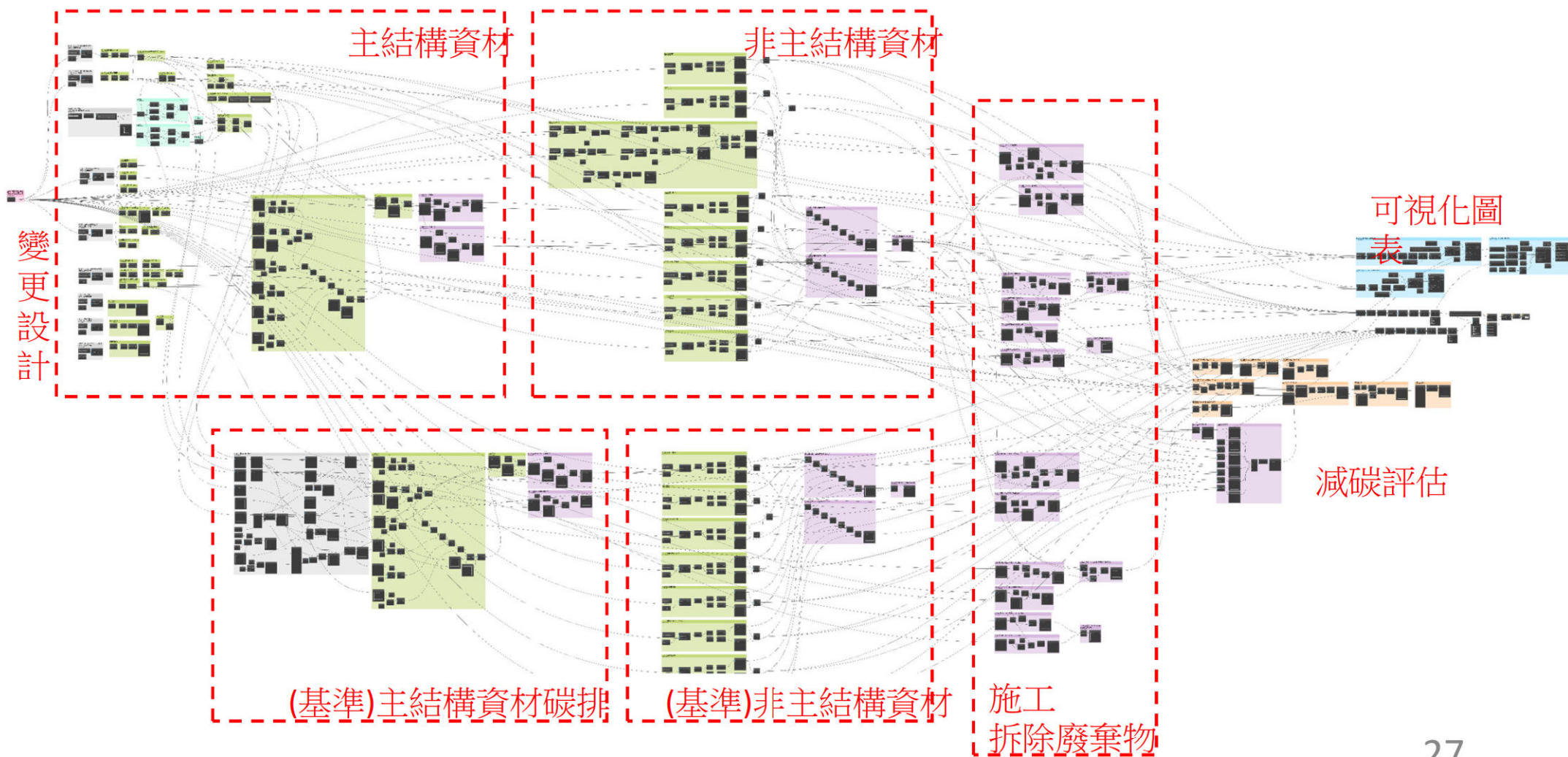
<外牆外裝(EC)>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
族群與類型	功能	材料 名稱	面積	材料: 新建碳排	材料: 更新次數	更新碳排	材料: 新建更新合計單位減碳量	CFow(kgCO2)	CFow*(kgCO2)	ΔCFow(kgCO2)
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-底層砂漿	42.32 m²	9.05	0	0	0	382.996	0	0
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-益膠泥-貼磁磚	42.32 m²	21.2	1	21.2	0	897.184	897.184	0
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-外牆主體	42.32 m²							
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-底層砂漿	59.41 m²	9.05	0	0	0	537.68946	0	0
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-益膠泥-貼磁磚	59.41 m²	21.2	1	21.2	0	1259.55984	1259.55984	0
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-外牆主體	59.41 m²							
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-底層砂漿	32.05 m²	9.05	0	0	0	290.08146	0	0
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-益膠泥-貼磁磚	32.05 m²	21.2	1	21.2	0	679.52784	679.52784	0
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-外牆主體	32.05 m²							
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-底層砂漿	28.80 m²	9.05	0	0	0	260.64	0	0
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-益膠泥-貼磁磚	28.80 m²	21.2	1	21.2	0	610.56	610.56	0
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-外牆主體	28.80 m²							
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-底層砂漿	16.00 m²	9.05	0	0	0	144.8	0	0
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-益膠泥-貼磁磚	16.00 m²	21.2	1	21.2	0	339.2	339.2	0
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-外牆主體	16.00 m²							
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-底層砂漿	31.25 m²	9.05	0	0	0	282.77992	0	0
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-益膠泥-貼磁磚	31.25 m²	21.2	1	21.2	0	662.42368	662.42368	0
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	ABRI-外牆主體	31.25 m²							
總計: 18								6347.4422	4448.45536	0

<外牆外裝(減碳評估總覽)>

A	B	C	D	E
族群與類型	功能	CFow(kgCO2)	CFow*(kgCO2)	ΔCFow(kgCO2)
基本牆: ABRI-RC外牆貼磁磚(基準)	室外	6347.4422	4448.45536	0
總計: 18		6347.4422	4448.45536	0

- 透過連接明細表與模型資訊，各生命週期階段之碳足跡於Dynamo中計算，得出總蘊含碳排、減碳率等





實現低碳建築的方法



Reasonable Structural Design

合理的結構設計是減碳的第一步

- 結構系統有如人類的骨骼，是支撐身體最重要的架構，也可以說是關乎人命的重要部分
- 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。



Using Low-Carbon Concrete

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

經濟日報 > 產業 > 產業熱點

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。

Select Low-Carbon Building Components

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？



Image source: <https://www.freepik.com/>

Steel Structure / Wooden Structure 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**

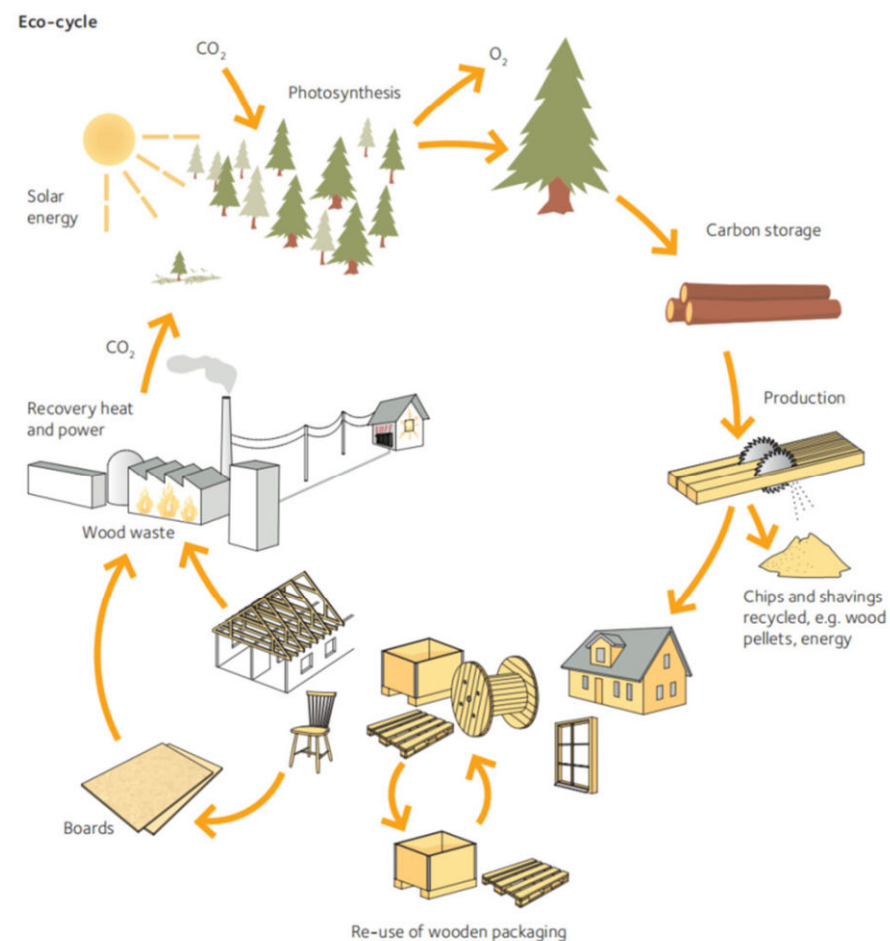


Image source: <https://forgemind.nl>

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，是我們要特別注意的。

Give old house new life 賦予老屋新生命

- 歐洲有許多百年老屋至今仍然屹立不搖，藉由持續的修繕讓老屋的生命不斷延續，也讓許多城市的景觀具備歷久彌新的文化特色
- 在台灣各地有越來越多的老屋，藉由地方創生、社區營造、故事行銷等手法成功轉身成為民宿、餐廳或商店
- 建築物的拆除廢棄與重新建造都會製造大量的碳排，也因此延長建築物的壽命，可說是減少碳排的重要手法



Image source: <https://www.pexels.com>



Image source: <https://www.taipeiface.com/2023/>





讓我們發揮低碳創意

別讓營建廢棄物成為地球沈重的負擔

