

建築減碳工法創新及推廣應用 輔導計畫（一）

內政部建築研究所業務委託之專業服務案成果報告

中華民國 112 年 12 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

建築減碳工法創新及推廣應用 輔導計畫（一）

受委託者：財團法人台灣建築中心
研究主持人：林杰宏
協同主持人：楊士賢、李明濤
研究員：何昱賢
專任研究員：江建勳
副研究員：羅暉婷
研究期程：中華民國 112 年 2 月至 112 年 12 月
計畫經費：新臺幣 300.9 萬元

內政部建築研究所業務委託之專業服務案成果報告

中華民國 112 年 12 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

目次

目次	I
表次	III
圖次	IV
摘要	V
第一章 緒論	1
第一節、研究緣起與背景	1
第二節、計畫目的	1
第二章 計畫方式及流程	4
第一節、計畫方式	4
第二節、計畫進度	5
第三章 計畫內容	7
第一節、發掘建築低碳工法，及低碳的建築構件(低碳循環建材)	7
第二節、分析建築物採用預鑄工法之減碳能力	30
第三節、推廣本所建築低碳工法、預鑄建築等成果	49
第四節、評估技術移轉及創收權利金之可行性	56
第四章 結論	61
參考文獻	63
附錄 1 評審會議回應表	64
附錄 2 期中審查會議回應對應表	66
附錄 3 期末審查會議回應對應表	70
附錄 4 試辦申請廠商報名表	74
附錄 5 訪談資料表	78

附錄 6 訪談紀錄表	82
附錄 7 8 案試辦申請書資料摘要	116

表 次

表 2-1 計畫執行進度表	5
表 3-1 活動議程表	8
表 3-2 活動紀錄表	8
表 3-3 相關文宣展示	9
表 3-4 問題與建議彙整表	11
表 3-5 低碳循環建材申請廠商	15
表 3-6 低碳工法申請廠商	16
表 3-7 初選委員名單	17
表 3-8 低碳循環建材初選訪視資料整理表	19
表 3-9 低碳工法初選訪視資料整理表	20
表 3-10 複選委員名單	24
表 3-11 低碳循環建材試辦排序表	25
表 3-12 低碳工法試辦排序表	25
表 3-13 國內 3 大預拌混擬土公司之 4000psi 混擬土數據分析	26
表 3-14 近年大專院校低碳工法與建材相關研究彙整	29
表 3-15 評估分析的排放元素	33
表 3-16 研究案例基本資料	35
表 3-17 研究案例主要材料數量	35
表 3-18 研究案例數據收集	37
表 3-19 建築排碳研究比較	40
表 3-20 預鑄與場鑄工法比較表	45
表 3-21 建築碳足跡評估表	46
表 3-22 研討會議程表	49
表 3-23 活動紀錄表	50
表 3-24 相關文宣展示	51
表 3-25 影片編輯展示	52
表 3-26 雜誌專訪內容草案	53
表 3-27 建研所歷年有效專利統計細項資料表(截至 112.9.30).....	59

圖 次

圖 3-1 試辦流程圖	7
圖 3-2 低碳(低蘊含碳)建築計算範疇之關聯產業鏈.....	9
圖 3-3 三場次推廣說明會參加人員組成現況	10
圖 3-4 初選線上會議	18
圖 3-5 訪談進度控管表示意圖	18
圖 3-6 實地訪談示意圖	19
圖 3-7 複選線上會議	24
圖 3-8 環境部產品碳足跡資訊網建材類品項	27
圖 3-9 研究案例預鑄牆示意圖	39
圖 3-10 預鑄廠參訪	43
圖 3-11 南港區案例圖	44
圖 3-12 專訪示意圖	56
圖 3-13 何昱賢研究員與廠商洽談專利技術移轉	58
圖 3-14 權利金創收建議模式	58

摘要

為減緩溫室效應所造成的氣候變遷，聯合國於 2015 通過巴黎協定，戮力控制全球升溫不超過 1.5 度 C。為達成此目標，世界各國近年來紛紛宣示淨零碳排（碳中和）行動並推動淨零排放立法，包含美國、日本、韓國、歐盟等皆以 2050 淨零碳排為目標。2022 年我國的國家發展委員會亦發佈「台灣 2050 淨零路徑及策略」，具體宣告了淨零碳排的時程，並由內政部主責「淨零建築」路徑規劃及推動，訂出 2050 目標為 100% 新建建築物及超過 85% 建築物為近零碳建築。

依據 2021 年國際能源署的報告顯示，全球溫室氣體排放，建築部門約占 38%，從建築物的全生命週期碳足跡裡分析，其中建築物能源使用部分的「使用碳排」約占 28%，建材製造運輸與施工的「蘊含碳排」約占 10%。內政部將依據當前國際最新的建築全生命週期碳足跡評估標準建立雙軌制度分別進行納管，首先 2022 年建立了建築能效標示制度，將「使用碳排」納入評估，2023 年將接續建立低蘊含碳建築評估制度，將「蘊含碳排」納入評估。後續將利用雙軌制度成為我國建築達到淨零的量化指標。期許我國營建產業在碳排評估的雙軌制度之下，在設計階段就做好低碳的決策，才是落實碳排減量的具體有效之策。

本年度計畫依據內政部準備推動之「低碳(低蘊含碳)」評估系統，其中之低碳循環建材與低碳工法之認定原則輔導廠商進行試辦，並評估預鑄工法之減碳效益進行分析，期能透過本案辦理評估與認證之試辦作業過程中，提供「蘊含碳排」評估系統更多的參考建議。

關鍵詞：低蘊含碳建築、低碳循環建材、低碳工法

Abstract

In order to slow down the climate change caused by the greenhouse effect, the United Nations adopted the Paris Agreement in 2015, striving to control the global temperature rise to no more than 1.5 celsiusdegrees. In order to achieve this goal, countries around the world have announced net-zero carbon emission (carbon neutral) actions and promoted net-zero emission legislation in recent years, including the United States, Japan, South Korea, and the European Union, all of which have set the goal of net-zero carbon emission by 2050. In 2022, my country's National Development Council also released the "Taiwan 2050 Net Zero Pathway and Strategy", which specifically announced the timetable for net zero carbon emissions, and the Ministry of the Interior is responsible for the planning and promotion of the "Net Zero Building" path, setting the 2050 goal 100% new buildings and more than 85% buildings are near zero carbon buildings.

According to the report of the International Energy Agency in 2021, the construction sector accounts for about 38% of global greenhouse gas emissions. From the analysis of the carbon footprint of the entire life cycle of buildings, the "used carbon emissions" of the energy use of buildings account for about 28%. , The “contained carbon emissions” of building materials manufacturing, transportation and construction account for about 10%. The Ministry of the Interior will establish a dual-track system based on the latest international assessment standards for the full life cycle carbon footprint of buildings to manage them separately. First, a building energy efficiency rating system will be established in 2022, which will include "operation carbon emissions" in the assessment. In 2023, it will continue to establish a low-impact The carbon building assessment system incorporates " Low Embodied-carbon carbon emissions" into the assessment. In the future, the dual-track system will be used to become a quantitative indicator for my country's buildings sector to reach net zero goal. It is expected that my country's construction industry will make low-carbon decisions at the design stage under the dual-track system of carbon emission assessment, which is a concrete and effective strategy for implementing carbon emission reductions.

This year's plan is based on the "Carbon Emissions Contained" assessment system that the Ministry of the Interior is preparing to promote. Among them, the principles of low-carbon recycling building materials and low-carbon construction methods are used to guide manufacturers to carry out trial operations, and to evaluate the carbon reduction benefits of the prefabrication construction method for analysis. It is hoped that through During the trial operation process of evaluation and certification in this case, more reference suggestions for the evaluation system of " Low Embodied-carbon carbon emissions" are provided.

Keywords : Low Embodied-carbon Building Rating System 、 Low-carbon Recycled Materials Certification 、 Low-Carbon Construction Method

第一章 緒論

第一節、研究緣起與背景

為減緩溫室效應所造成的氣候變遷，聯合國於 2015 年通過巴黎協定，戮力控制全球升溫不超過 1.5°C。為達成此目標，世界各國近年來紛紛宣示淨零碳排（碳中和）行動，包含美國、日本、韓國、歐盟等皆以 2050 淨零碳排為目標，中國也承諾於 2060 年達成淨零碳排。我國 總統蔡英文則於 2021 年地球日（4 月 22 日）跟進宣布：「淨零碳排也是台灣的目標」。

隔年 2022 年 3 月我國國家發展委員會正式公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，提供至 2050 年淨零之軌跡與行動路徑，以促進關鍵領域之技術、研究與創新，引導產業綠色轉型，帶動新一波經濟成長，並期盼在不同關鍵里程碑下，促進綠色融資與增加投資，確保公平與銜接過渡時期。2050 淨零排放路徑將會以「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」等四大轉型，及「科技研發」、「氣候法制」兩大治理基礎，輔以「十二項關鍵戰略」，就能源、產業、生活轉型政策預期增長的重要領域制定行動計畫，落實淨零轉型目標。

而依據台灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明，建築部門之淨零行動路徑包含建築節能減碳新技術及工法研發與推廣應用，在建築減碳工法及技術研發中，提到以建築生命週期角度而言，建築材料及工法亦會影響建築物碳排放量，故規劃研究相關「蘊含碳排」評估系統，包含低碳循環建材與低碳工法認定原則等。

第二節、計畫目的

本計畫將依循低碳(低蘊含碳)建築評估手冊內所制定之低碳循環建材與低碳工法認定原則輔導及協助產業界進行評估與認證試辦。在低碳循環建材輔導部分，將輔導及協助廠商先行取得評估手冊要求之 ISO14067 碳足跡第三方查證，為申請低碳循環建材認證預做準備；在低碳工法輔導部分，將積極發掘符合手冊評估範疇之工法，並透過推廣宣導鼓勵廠商申請「低碳循環建材」、「低碳工法」等相關認證申請，根據手冊內容，其目的與原則摘錄如下：

(一) 低碳循環建材之目的與原則

低碳循環建材認定（Low-carbon Recycled Materials Certification，簡稱 LCR）是依據內政部建築研究所(以下簡稱 ABRI)「低碳（低蘊含碳）建築評估手冊」（以下簡稱手冊）所提出的低碳建築評估系統 LEBR（Low Embodied-carbon Building Rating System）所開發的認定機制。LCR 的主要目的是對建築市場之再利用、再循環、再生等循環建材或構件進行減碳額度之認定，以作為 LEBR

減碳評估之依據，並公布於指定評定專業機構之網站上以備公開查詢。

LCR 制度可避免 LEBR 評定的過程中審查委員對減碳量可能造成的認定差異，並加速 LEBR 的評定時效，以確保 LEBR 評定的時效、公平性與一致性。另外，LCR 認定制度可鼓勵建材與營建業者開發更多再利用、再循環、再生等低碳循環建材或構件，促進營建產業的低碳化，以呼應國家淨零建築政策。

LCR 之認定原則如下：

1. 低碳循環建材之認定對象只限於 LEBR 計算範疇內之相關產品。
2. 低碳循環建材減碳額度必須大於基準案總碳排放量 3% 才能獲得認定。
3. 低碳循環建材之碳排放量不可因工程規模、建築量體、建築樓層數或配置改變時而產生碳排放量之差異。
4. 低碳循環建材減碳額度之認定只限於建材本身在搖籃到工地範疇的減碳量，施工方法所節省的人工、獸力運輸、人員上下班交通依 PAS2050 系統邊界排除之規定不可列入計算範疇之內，其他因建材所產生之隔熱效益或節能效益，如氣密窗、隔熱玻璃等建築構造所引發的建築節能量，已經另由 ABRI 的建築能效評估認證處理，不包含在本規範認定與計算範疇之內。
5. 舊建材再利用或採用低碳工法之減碳量，已於 LEBR 的計算中另行評估，不包含在本規範認定與計算範疇之內。
6. 進口之建材其搖籃到大門的碳排數據需採用本土環保署碳盤查之同等品，運輸碳排需計算海運運輸(ABRI 資料庫有不同國家的海運運輸碳排)、陸運運輸二段(貨港至倉庫、出貨到工地)。

(二) 低碳工法之目的與原則

低碳工法 (Low-Carbon Construction Method, 以下簡稱 LC 工法) 是依據內政部建築研究所(以下簡稱 ABRI)「低碳建築評估手冊」(以下簡稱手冊)所提出的低碳建築評估系統 LEBR (Low Embodied-carbon Building Rating System) 所開發的認定機制。LC 工法認定的主要目的是對建築產業開發具減碳功能之低碳工法進行減碳量與減碳額度之認定，以作為 LEBR 減碳評估之依據，並公布於指定評定專業機構之網站上以備公開查詢。未來任何建築工程申請 ABRI 之低碳建築評估認證時，只要採用本法認定通過之 LC，均可依其認證之減碳額度與 LC 實施之數量，在進行低碳(低蘊含碳)建築評估時得到認定減碳額度的優惠計算，有助於營建減碳技術的開發，並落實實質減碳設計。

LC 之認定原則如下：

1. LC 工法之認定對象只限於 LEBR 計算範疇內之相關工法。
2. LC 認定僅限於因施工方法所引發主結構或六大建築構件之建材減料與碳排減量之減碳額度認定，若有非建築構件碳排資料庫 B-LCC 的特殊建築構件想取得減碳優惠計算，可依相關碳排資料庫自行計算合成碳排數據以執行 LEBR 優惠計算，也可將該構件視為一種建材產品，而依低碳循環建材認定方法(須有環保署相關產品之碳排基準來比較)取得減碳額度認定，但因建築構件無功能比較標準，無法依 LC 申請減碳額度之認定。
3. 減碳額度不得因工程規模、建築量體、建築樓層數或配置改變時而產生減碳量的差異。
4. 減碳額度只限於建材減量或低碳建材所產生的減碳效益計算，LC 所節省的人工、獸力運輸、人員上下班交通依 PAS2050 系統邊界排除之規定不可列入計算範疇之內，其他因建材所產生之隔熱效益或節能效益，如氣密窗、隔熱玻璃、外牆構件等建築構造所引發的建築節能量，已經另由 ABRI 的建築能效評估認證處理，不包含在本規範認定與計算範疇之內。
5. 再生建材、循環建材的減碳效益已於 LEBR 評估系統中提供優惠計算，不得重複納入 LC 的減碳額度認定範圍。
6. 進口之建材其搖籃到大門的碳排數據需採用本土環保署碳盤查之同等品，運輸碳排需計算海運運輸(ABRI 資料庫有不同國家的海運運輸碳排)、陸運運輸二段(貨港至倉庫、出貨到工地)。

第二章 計畫方式及流程

第一節、計畫方式

本計畫執行方式如下：

一、發掘低碳工法及低碳循環建材

（一）實施方法

辦理北中南部說明會各 1 場，分享相關認證細節以及注意事項，並製作問卷調查參與對象之減碳行動方向與方式，同時匯集有意願接受後續輔導試辦之廠商名單，辦理初選會議擇出符合評估範疇且有潛力開發之廠商，之後針對通過初選廠商進行深度訪談，過程中同步訪談蒐集國內大專院校對於建築低碳工法之開發意願，並促成後續年度與建築研究所共同開發之機會，訪談完成後進行資料彙整後，進行第二階段決選，擇出至少 8 案輔導低碳循環建材與低碳工法申請書撰寫。

（二）預期成果及效益

完成至少 8 案低碳循環建材與低碳工法評估與認證試辦，並從試辦過程中了解申請可能遭遇之問題，回饋業界建議給所內進行制度調整之參考。提供至少 1 案國內大專院校與建築研究所對於建築低碳工法之共同開發機會。

二、分析建築物採用預鑄工法之減碳能力

（一）實施方法

蒐集國內外建築物採用傳統場鑄工法與預鑄工法之碳排放相關文獻，了解兩者之特性與差異，並進一步探討其分析方法。此外亦將彙整國內外建築排碳相關案例成果及數據，以瞭解預鑄工法之減碳能力及須注意事項，並與營造廠商或預鑄廠商合作，選定至少 1 個國內實際建築工程案例，分析採用傳統場鑄工法與預鑄工法，進行定性及定量比較。

（二）預期成果及效益

分析傳統場鑄工法與預鑄工法之排碳量、造價、工期、人力，並進行深度訪談了解實務上的效益優勢與需求，協助廠商進步了解預鑄工法對於減碳之效益及實際操作方式，同時彙整出預鑄工法於設計階段及施工階段應注意事項供國內廠商於施工時參考。

三、推廣建築低碳工法、預鑄建築等成果

（一）實施方法

彙整輔導執行結果，解析國內外預鑄工法之研究成果及趨勢，歸納可納入我國政策對應之方向，邀請相關專家學者辦理成果研討會，從低碳循環建材、低碳工法及預鑄工法應用等主題進行成果分享，另外針對研討會之內容錄製影片後，申請成為公務人員學習時數影片，提供相關公務人員進行學習，同時配合建築產業相關平面媒體刊登 1 篇專題報導，宣傳建築低碳工法之新知、優點及效益。

(二) 預期成果及效益

執行成果分享與推廣，提供產業界最新資訊，與本制度推動時程報告，為後續認證申請做提前布局。。

四、評估技轉及權利金轉移評估技術移轉及創收權利金之可行性

(一) 實施方法

從辦理說明會及訪談大專院校專家學者的過程中，彙整北中南具減碳潛力之技術，從中評估可持續開發之個案，透過內政部建築研究所研究案，輔導其技術成長，並應用於市場，最終可透過技轉方式轉為內政部建研所之研究開發技術

(二) 預期成果及效益

建立業界與學界合作，內政部建築研究所指導之模式或建立業界與建築研究所合作，將準備完成之技術進行最後確認之模式，提供建築研究所未來技術開發之參考。

第二節、計畫進度

本計畫各項工作項目列表如表 2-1 所示，各項工作內容及對應預定完成及實際完成時間一併列表，可發現各項工作項目均已按預定進展如數完成。

表 2-1 計畫執行進度表

項次	工作項目	預定完成內容	預定完成時間	完成時間	
一	發掘建築低碳工法，及低碳的建築構件(低碳循環建材)	辦理北部場說明會	4 月	5/11	
		辦理中部場說明會	5 月	5/12	
		辦理南部場說明會	6 月	5/16	
		蒐集並彙整國內建築相關產業配合減碳排政策所採取之行動方向與方式，做為未來開發建築低碳作法之參考。	7 月	7/14	
		配合「低碳(低蘊含碳)建築評估與認證制度推廣計畫(一)」研擬之制度，進行評估與認證試辦。	評估與認證試辦第 1-2 案	7 月	10/30
			評估與認證試辦第 3-4 案	8 月	10/30
			評估與認證試辦第 5-6 案	9 月	10/30
			評估與認證試辦第 7-8 案	10 月	10/30
			彙整並書面記錄試辦作業過程中相關意見，以回饋做為制度調整之參考。	11 月	11/8
		訪談蒐集國內大專院校對於建築低碳工法之開發意	10 月	7/12	

項次	工作項目	預定完成內容	預定完成時間	完成時間	
		願，並促成後續年度與本所共同開發之機會（至少1案）			
二	分析建築物採用預鑄工法之減碳能力	蒐集國內外就建築物採用傳統場鑄工法與預鑄工法之碳排放相關比較分析結果及數據，以瞭解預鑄工法之減碳能力。	10月	11/10	
		與營造廠商或預鑄廠商合作，選定至少1個國內實際建築工程案例，分析採用傳統場鑄工法與預鑄工法	與營造廠商或預鑄廠商合作，選擇合作案例	5月	11/10
			以前揭合作廠商實際案例定性及定量分析碳排放量、造價、工期、人力，並進行深度訪談了解實務上的效益優勢與需求，彙整相關注意事項做為未來推廣時的參考依據。	10月	11/10
		綜整前述碳排放分析結果，提出採用預鑄工法建案之設計與施工階段應注意事項。	11月	11/10	
三	推廣本所建築低碳工法、預鑄建築等成果	結合本案及本所112年度協同研究案「預鑄工法導入建築工程設計應用手冊編訂之研究」成果，規劃並辦理1場研討會，以宣傳本所執行成果，提高國人接受預鑄建築之意願。	11月	10/19	
		將前揭研討會之講演內容錄製成影片，並進行編輯製作，使之適合公開播放（如：網路播放），有利本所辦理相關宣導。	11月	11/1	
		於建築產業相關平面媒體刊登1篇專題報導，宣傳建築低碳工法之新知、優點及效益。	10月	11/26	
四	評估技術移轉及創收權利金之可行性	就本案以上各項成果之技術移轉及創收權利金可行性進行評估，提出評估說明或評估報告。	12月	11/10	
五	驗收	期中報告	7月	8/17	
		期末報告	11月	11/27	
		成果報告	12月	12/15	

第三章 計畫內容

第一節、發掘建築低碳工法，及低碳的建築構件(低碳循環建材)

- 一、辦理北部、中部、南部說明會各 1 場，蒐集國內建築相關產業配合減碳排政策所採取之行動方向與方式，並彙整成冊，做為未來開發建築低碳作法之參考。

依本計畫 5 階段執行流程進行推廣宣傳，並透過二階段的遴選篩選出本年度輔導試辦的對象，流程圖如圖 3-1 所示，於推廣階段辦理北、中、南部說明會，並透過說明會收集各界建議，彙整後回饋內政部建築研究所做為開發低碳循環建材與低碳工法認定原則修訂之參考。

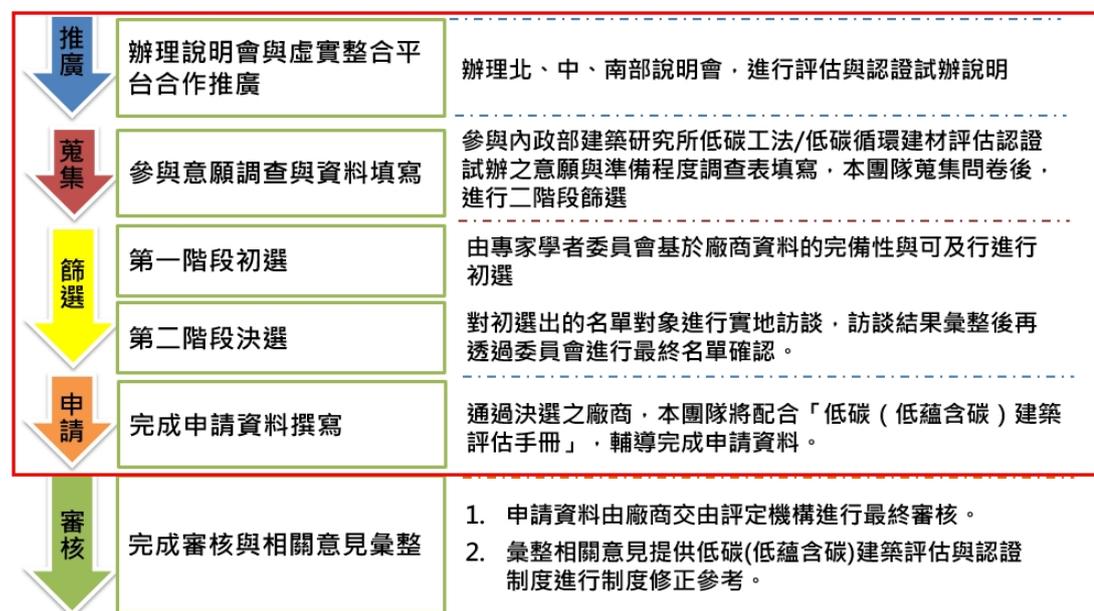


圖 3-1 試辦流程圖

本計畫之推廣說明會於 5 月 2 日透過電子 EDM 及各公協會電子發文開始宣傳分別於 5 月 11 日北部場、5 月 12 日中部場及 5 月 16 日南部場辦理完成，由內政部建築研究所擔任主辦單位，國立成功大學建築系與低碳建築聯盟 LCBA 擔任協辦單位，並邀請低碳建築聯盟陳怡蓉博士與本中心陳冠華顧問擔任講師，分別分享低碳工法與低碳循環建材認證制度介紹及低碳循環建材之相關查證介紹，本次活動議程、紀錄與相關文宣展示如表 3-1、表 3-2 及表 3-3 所示。

表 3-1 活動議程表

時間		議程	主講人
1330-1400	30 分鐘	報到	
1400-1405	5 分鐘	開場致詞	內政部建築研究所代表
1405-1455	50 分鐘	低碳工法與低碳循環建材認證制度介紹	低碳建築聯盟陳怡蓉博士
1455-1510	15 分鐘	休息與交流	
1510-1600	50 分鐘	低碳循環建材之 ISO14067 產品碳足跡盤查與查證介紹	財團法人台灣建築中心 陳冠華顧問
1600-1700	60 分鐘	廠商意見交流及參與試辦意願調查	財團法人台灣建築中心 執行團隊
1700	賦歸		

表 3-2 活動紀錄表

北部場	中部場	南部場
112 年 5 月 11 日(四) 14:00~17:00	112 年 5 月 12 日(五) 14:00~17:00	112 年 5 月 16 日(二) 14:00~17:00
大坪林聯合開發大樓 15 樓國際會議廳 (新北市新店區北新路 3 段 200 號 15 樓)	財團法人台灣建築中心 中部辦公室 (台中市西區臺灣大道二段 536 號 12 樓)	國立成功大學綠色魔法學校第 1 會議室 (701 台南市北區小東路 25 號)
報名人數：190 人 實際參與人數：130 人	報名人數：87 人 實際參與人數：50 人	報名人數：86 人 實際參與人數：50 人
		

表 3-3 相關文宣展示

電子 EDM	講台背板	議程表	指引立牌																																																									
<p>內政部建築研究所廣告</p> <p>低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會</p> <p>主辦單位：內政部建築研究所 執行單位：財團法人台灣建築中心 協辦單位：國立成功大學建築系、低蘊含碳聯盟 CBA</p> <p>北、中、南部 說明會地點地點</p> <table border="1"> <tr> <th>地點</th> <th>說明會日期及時間</th> <th>主辦單位</th> </tr> <tr> <td>北場</td> <td>10月14日(星期三) 14:00-17:00</td> <td>財團法人台灣建築中心主辦 (台北信託中心B1B1008會議室)</td> </tr> <tr> <td>中場</td> <td>10月15日(星期四) 14:00-17:00</td> <td>財團法人台灣建築中心主辦 (台中信託中心B1B1008會議室)</td> </tr> <tr> <td>南場</td> <td>10月16日(星期五) 14:00-17:00</td> <td>國立成功大學綠色建築設計研究中心主辦 (國立台南成功大學國際廳)</td> </tr> </table> <p>議程表</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>時間</th> <th>議程</th> <th>主講人</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13:30-14:00</td> <td>30分鐘</td> <td>簽到</td> </tr> <tr> <td>14:00-14:05</td> <td>5分鐘</td> <td>開幕致詞</td> </tr> <tr> <td>14:05-14:55</td> <td>50分鐘</td> <td>低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會</td> </tr> <tr> <td>14:55-15:10</td> <td>15分鐘</td> <td>休息與交流</td> </tr> <tr> <td>15:10-16:00</td> <td>50分鐘</td> <td>低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會</td> </tr> <tr> <td>16:00-17:00</td> <td>60分鐘</td> <td>低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會</td> </tr> </tbody> </table> <p>報名連結：HTTPS://BEURL.CC/EGV7ZK</p> <p>活動諮詢電話：02-8997-8111分機167江先生、分機168孫先生</p>	地點	說明會日期及時間	主辦單位	北場	10月14日(星期三) 14:00-17:00	財團法人台灣建築中心主辦 (台北信託中心B1B1008會議室)	中場	10月15日(星期四) 14:00-17:00	財團法人台灣建築中心主辦 (台中信託中心B1B1008會議室)	南場	10月16日(星期五) 14:00-17:00	國立成功大學綠色建築設計研究中心主辦 (國立台南成功大學國際廳)	時間	議程	主講人	13:30-14:00	30分鐘	簽到	14:00-14:05	5分鐘	開幕致詞	14:05-14:55	50分鐘	低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會	14:55-15:10	15分鐘	休息與交流	15:10-16:00	50分鐘	低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會	16:00-17:00	60分鐘	低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會	<p>內政部建築研究所 112年度 低蘊含碳建築評估標示制度 低碳工法與低碳循環建材評估認證試辦說明會</p> <p>主辦單位：內政部建築研究所 執行單位：財團法人台灣建築中心 協辦單位：國立成功大學建築系 低蘊含碳聯盟 CBA</p>	<p>內政部建築研究所 112年度 低蘊含碳建築評估標示制度 低碳工法與低碳循環建材評估認證試辦說明會</p> <p>議程表</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>時間</th> <th>議程</th> <th>主講人</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13:30-14:00</td> <td>30分鐘</td> <td>簽到</td> </tr> <tr> <td>14:00-14:05</td> <td>5分鐘</td> <td>開幕致詞</td> </tr> <tr> <td>14:05-14:55</td> <td>50分鐘</td> <td>低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會</td> </tr> <tr> <td>14:55-15:10</td> <td>15分鐘</td> <td>休息與交流</td> </tr> <tr> <td>15:10-16:00</td> <td>50分鐘</td> <td>低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會</td> </tr> <tr> <td>16:00-17:00</td> <td>60分鐘</td> <td>低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會</td> </tr> <tr> <td>17:00</td> <td>17:00</td> <td>茶樓</td> </tr> </tbody> </table> <p>主辦單位：內政部建築研究所 執行單位：財團法人台灣建築中心 協辦單位：國立成功大學建築系 低蘊含碳聯盟 CBA</p>	時間	議程	主講人	13:30-14:00	30分鐘	簽到	14:00-14:05	5分鐘	開幕致詞	14:05-14:55	50分鐘	低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會	14:55-15:10	15分鐘	休息與交流	15:10-16:00	50分鐘	低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會	16:00-17:00	60分鐘	低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會	17:00	17:00	茶樓	<p>內政部建築研究所 112年度 低蘊含碳建築評估標示制度 低碳工法與低碳循環建材評估認證試辦說明會</p> <p>請上 15樓</p>
地點	說明會日期及時間	主辦單位																																																										
北場	10月14日(星期三) 14:00-17:00	財團法人台灣建築中心主辦 (台北信託中心B1B1008會議室)																																																										
中場	10月15日(星期四) 14:00-17:00	財團法人台灣建築中心主辦 (台中信託中心B1B1008會議室)																																																										
南場	10月16日(星期五) 14:00-17:00	國立成功大學綠色建築設計研究中心主辦 (國立台南成功大學國際廳)																																																										
時間	議程	主講人																																																										
13:30-14:00	30分鐘	簽到																																																										
14:00-14:05	5分鐘	開幕致詞																																																										
14:05-14:55	50分鐘	低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會																																																										
14:55-15:10	15分鐘	休息與交流																																																										
15:10-16:00	50分鐘	低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會																																																										
16:00-17:00	60分鐘	低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會																																																										
時間	議程	主講人																																																										
13:30-14:00	30分鐘	簽到																																																										
14:00-14:05	5分鐘	開幕致詞																																																										
14:05-14:55	50分鐘	低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會																																																										
14:55-15:10	15分鐘	休息與交流																																																										
15:10-16:00	50分鐘	低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會																																																										
16:00-17:00	60分鐘	低蘊含碳建築評估標示制度- 低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦說明會																																																										
17:00	17:00	茶樓																																																										

本團隊為擬定後續持續推廣宣傳之策略，針對北、中、南三場推廣說明會之參加成員組成與低碳(低蘊含碳)建築、低碳循環建材及低碳工法之主要關聯產業鏈進行分析，其關聯產業鏈如圖 3-2 所示，可發現關聯產業鏈中此項制度影響衝擊最大、也可能創造市場商機之建材產業有最高的參加比例；營造廠及建設公司參加之態度也非常積極，參加比例也較高；建築師、土木及結構技師為決定建築主要構造型式之主要角色，但其參加之比例較低，室內設計師亦為決定非主要結構之內隔間、室內外地坪之決策者，參加之比例也較低，因此，對於建築師、土木、結構技師及室內設計師等專業技術人員為後續推廣之重要對象。

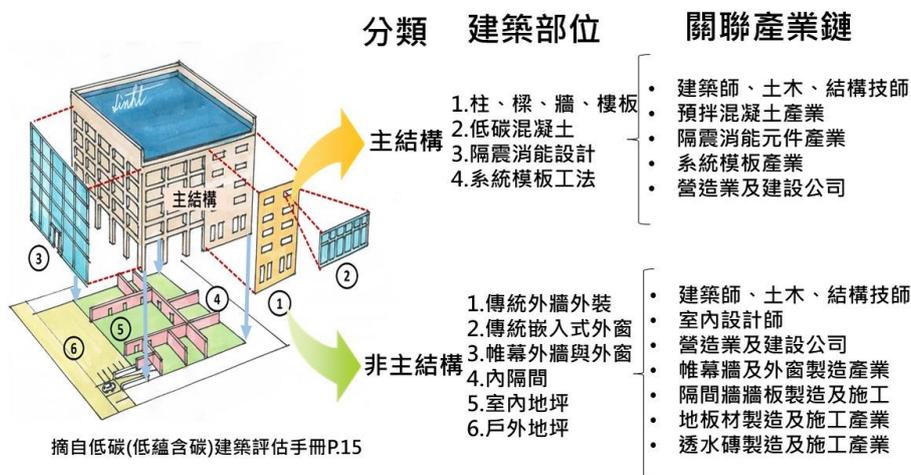


圖 3-2 低碳(低蘊含碳)建築計算範疇之關聯產業鏈

再以北、中、南三場說明會參加人員進行分析，比較三場活動中其參加成員組成是否符合低碳(低蘊含碳)建築之關聯產業鏈之完整性，用以擬定後續本計畫辦理推廣活動時在北、中、南三區應加強推廣之對象及策略，由三場次參加人員之組成現況，詳如圖 3-3 所示，可發現北部場次之建設公司與營造廠之比例最低，室內設計師參與之比例亦為最低，但建築師及顧問公司(隱含為土木及結構技師)為最高；中部場次之室內設計師參與比例最高，但建築師參與比例較低；南部場次室內設計師參加比例較低；綜整後續之推廣策略之擬定，北部場次應加強建設公司與營造廠之宣傳推廣，加強與建築開發商業同業公會、營造公會及室內裝修商業同業公會之合作，對其會員進行加強推廣工作；中部場次則應加強建築師之參與，建議與中部地區之建築師公會進行合作推廣；南部場次則應加強室內設計師之參與，建議與南部地區之室內裝修公會進行合作推廣，低碳(低蘊含碳)建築評估制度之順利推動有賴於關聯產業鏈之完整性，因此，應針對各區之產業組成訂定不同之推廣策略才能收到效果。

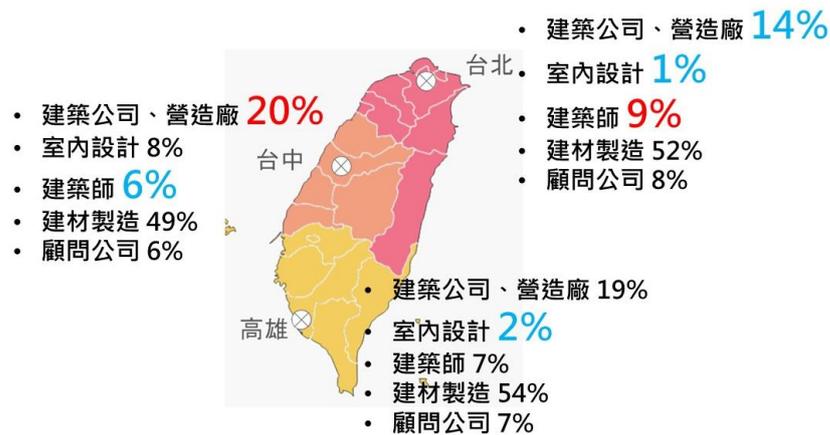


圖 3-3 三場次推廣說明會參加人員組成現況

3 場說明會總計蒐集約 20 個問題與建議，考慮到說明會為低蘊含碳手冊公開閱覽前辦理，多數人對於制度訂定上及範疇界定上有較多疑問，然而本制度的初衷還是在管制主結構材料之碳排放，其他非主結構之材料，將來會分階段陸續納入評估制度，建議可針對不同類別之材料商進行說明會辦理，降低社會大眾之疑慮，本計畫所收集之建議彙整如表 3-4 提供參考。

表 3-4 問題與建議彙整表

	問題分類	問題與建議	執行團隊回應
A	評估制度之適用性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議如有新材料、新工法，可以多多採納，以符合國際所趨 2. 從材料、製造過程、循環使用次數、材料回收再生方向來認證比較符合低碳循環方向 3. 新舊制度的差異？ <ul style="list-style-type: none"> *對照的基準案是否相同？ *原 LCBA 是以建築物的【同用途產品】進行比較。 <p>ex:開口部的鋁窗 vs 塑鋼窗</p> <p>說明會所述，是【自我比較】，是以塑鋼窗 vs 塑鋼窗？需進一步說明</p>	<p>本制度初次推出，優先以鋼筋、水泥及混凝土等主結構之材料進行要求，未來將逐步針對其他範疇之材料進行研究。</p>
B	評估系統的整合	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若取得低碳工法或低碳循環建材評估認證，是否適用於綠建築標章當中之評分項目，增加申請認證意願。 2. 台灣太多認證了，都模糊了國際所謂的永續建築，是否先從原有的綠建築標章、智慧建築標章、低碳建築標章，能不能進行整合成為一個唯一標準且具有國際認證的標章，給國人當圭臬呢？ 	<p>本制度與綠建築標章、建築能效標示等已推出之認證有相輔相成的效果，但並無法跨標章取分。</p>

C	與環境部的低碳機制之 調和	<ol style="list-style-type: none"> 1. 內政部認可的減碳額度，是否能應用於環評要求？ 2. 政府部門已有太多的碳認證，建議橫向溝通要落實。 	本制度研究團隊將以與環境部係數接軌之方向進行調整。
D	各建材品項評估之技術 性疑義	<ol style="list-style-type: none"> 1. 全世界的建築已輕量化，台灣仍偏重 RC 建築，應該給予創新工法更多鼓勵政策 2. 低碳循環建材裡是否能有明確照明設備標準，使照明設備的選用可以在建築中更被重視 3. 相同材質，不同系列，如何簡化申辦方式？ <ul style="list-style-type: none"> *以塑鋼窗兩套不同系列為例，都是相同材質，不同斷面用量，來進行計算。 *若我們完成橫拉窗的碳足跡 CNS14067，還得再做一次推拉窗的 CNS14067？ *若每一個系列型號都得先做 CNS14067，則新的低碳建材標章，只是疊加在環保署的制度上，並未簡化建材碳標示？ 4. *對於同材質不同系列(或樣式)的產品，建研所有何建議可以簡化申辦程序？ 5. 在計算 LEBRS 時，簡報裡有說包含：外牆外裝、外窗、帷幕外牆及外窗、內隔間、 	本制度適用於建築物在設計階段之評估，以及鼓勵低碳建材或低碳工法的使用，非屬其中之設備，無法適用，而其他與材料相關將逐步進行研究探討。

		室內地坪、戶外地坪等項目，想請問戶外地坪不被歸屬在景觀的範疇嗎？	
E	碳盤查查證及碳係數選用疑義	<ol style="list-style-type: none"> 對於低碳循環建材的評估，例如水泥採用的資料庫擬先採用國內公部門的數據。在資料庫的參考數據來源要是可被查詢及驗證的。 工法通常牽涉到施工，邊界條件不該只算到運送，建議多傾聽業界的聲音。 計算方式是否相同？ 原先的以 LCBA 的資料庫取得數據做為基礎，進行碳排計算，現在的計算方法為何？ 資料庫的資料累積已久，部分數據發現不符合現狀要求，算出來的碳數據落差較大，請問資料庫的資料是否會調整？ 低碳循環建材需要第三方查證，然而國際的查證機構量能不足，經濟部指定的相關查證機構出具的報告是否適用？ 有關建材及工法在進口產品建議修改為未經第三方查驗的國際報告才需引用本土環保署碳盤查之同等 	碳盤查查證量能不足之問題，擬研究與國內驗證單位進行關鍵性審查之研究，加速查證過程，而資料庫將調整以環境部之查證係數為基準案係數，採滾動式調整作法執行。

		<p>品的，原條文將造成國際貿易障礙，屆時可能會像 CNS 被美國及歐洲商會抗議施壓，徒增日後評定單位的困擾</p>	
F	國際接軌及調和	<p>1. 有意願配合政策。進口產品的 EPD 已有詳細資料，是否這是我們要的嗎？國外的文件接受嗎？</p>	<p>考慮優先鼓勵營造業使用國內建材，如為進口建材，還是需要在台灣重新進行 ISO14067 碳足跡查證。</p>
G	採購工程應用	<p>1. 由於公司較多公共工程，過去最常遇到的情況是想用低碳認證的材料或工法，但受限於公共工程標案的影響，下材料規範亦有綁標之疑慮因此推行有限。</p> <p>想請問對於低碳建材與工法於公共工程應用是否有規劃配套措施？</p> <p>2. 應考慮直接用計算書數量直接得到碳足跡；</p> <p>預算書為每個工程之必要提供物件且牽涉金額，對於數量的計算會較綠建築或低碳建築計算方式更為嚴謹。</p> <p>雖然有說明可以以實際計算之路徑提出建築碳足跡證明，</p>	<p>本制度採用 4 種方法進行評估計算，相較以 ISO14067 進行整棟建築物計算碳排之方法，省時又省錢，而低碳認證後的建材，政府部門之間也會彼此溝通，希望比照綠建材模式進行工程會的採購網。</p>

		但我想最大的問題是，若真的以實際算出來的數量碳排，該如何定義其碳排基準值？	
--	--	---------------------------------------	--

二、發掘國內具開發潛力之建築低碳工法及低碳循環建材等共計至少 8 案（其中建築低碳工法至少 1 案），並配合本所 112 年度業務委託案「低碳（低蘊含碳）建築評估與認證制度推廣計畫（一）」研擬之制度，進行評估與認證試辦。辦理評估與認證之試辦作業過程中，應提出意見，並以書面記錄，以回饋做為制度調整之參考。

1. 初選會議

透過 3 場說明會蒐集欲申請試辦之廠商名單，並請申請廠商填寫報名表(詳附錄 3)，總計 30 家廠商欲申請低碳循環建材試辦(名單請詳表 3-5)，16 家廠商欲申請低碳工法試辦(名單請詳表 3-6)，本中心於 112 年 6 月 16 日邀請 10 位專家委員辦理初選會議(會議示意圖請詳圖 3-4)，委員名單詳表 3-7，從中初選共 21 家廠商，其中低碳循環建材 12 家、低碳工法 9 家，並請委員何昱賢、委員陳冠華、委員蘇讚儀個別聯繫廠商，請廠商預先填寫訪談資料表(詳附錄 4)，並從 6 月 26 日依照訪談進度控管表(詳圖 3-5)開始進行北中南進行實地訪談。

表 3-5 低碳循環建材申請廠商

編號	公司名稱	地區	初選通過
1	台灣水泥股份有限公司蘇澳廠	北	通過
2	新加坡商可耐福天花解決方案股份有限公司台灣分公司	北	通過
3	Tremco CPG	國外	通過
4	台灣菊水股份有限公司	北	通過
5	英本工業股份有限公司	北	
6	國產建材實業股份有限公司	北	通過
7	皓勝工業股份有限公司	北	通過
8	壹東實業股份有限公司	南	通過
9	貝斯特國際	北	通過

10	亞東預拌混凝土	北	通過
11	國均環保科技股份有限公司	北	
12	興富達實業股份有限	北	
13	南亞塑膠工業股份有限公司	北	
14	豐鼎光波奈米科技股份有限公司	北	
15	惠普股份有限公司	北	
16	城市綠能科技股份有限公司	北	
17	寶富興實業公司	中	
18	力泰建設企業股份有限公司	北	
19	沅泰環保科技股份有限公司	中	
20	繼威實業有限公司	中	
21	鴻德興股份有限公司	中	
22	高韻建材股份有限公司	中	
23	振添股份有限公司	中	
24	冠軍建材	中	
25	綠昱建材有限公司	南	
26	鉅昕鋼鐵股份有限公司	南	
27	維磐工程有限公司	中	
28	慶機實業股份有限公司	北	
29	展璽國際節能有限公司	北	
30	俊林實業股份有限公司	北	

表 3-6 低碳工法申請廠商

編號	公司名稱	地區	初選通過
1	豐譽營造股份有限公司	北	通過
2	崧溢企業社	南	
3	國碳科技股份有限公司	北	通過
4	潤弘精密工程	北	通過
5	漢源實業股份有限公司	中	通過
6	高韻建材股份有限公司	中	通過

7	壹東實業股份有限公司	南	
8	台灣綠建築設計顧問有限公司	北	通過
9	雅緻住宅事業股份有限公司	北	通過
10	三益鋁模板股份有限公司	北	通過
11	駿瑩工程實業有限公司	北	
12	友為有限公司	北	
13	承錡鋼鐵股份有限公司	南	通過
14	品岱股份有限公司	北	通過 (轉建材)
15	臺灣水泥股份有限公司	北	通過 (轉建材)
16	固越營造工程有限公司	中	通過 (轉建材)

表 3-7 初選委員名單

單位職稱	姓名	推薦理由	是否出席
內政部建築研究所工程技術組組長	蔡緯芳	官方代表	V
國立台灣科技大學營建工程系特聘教授	黃兆龍	混凝土科學	V
宏國德霖科技大學土木工程系副教授	陳建成	材料專家	V
成功大學土木工程系副教授	楊士賢	永續評估系統	
台灣輕型鋼構建築協會常務理事	何昱賢	大地工程	V
財團法人台灣建築中心代執行長	林杰宏	建築營建材料、混凝土科學	V
財團法人台灣建築中心顧問	陳冠華	碳權專家	V
研華股份有限公司資深協理	林美貞	低碳製程優化、智能製造	V
成功大學建築系助理教授	楊詩弘	建築生產與生命週期管理	V
防火材料協會理事、室內空氣品質協會理事	蘇讚儀	防火材料、建材產業趨勢	V



圖 3-4 初選線上會議

訪談進度控管表

編號	公司名稱	地區	地址	聯絡窗口	連絡電話	EMAIL	負責顧問	電聯日期	訪談時間	碳盤查
1	台灣菊水股份有限公司	北	台北市大安區敦化南路二段59號12號樓之1	江虹萱	0922-959129	tkc-project@kikusui-c hem.com.tw	蘇讚儀	0112/06/26	0112/06/30 PM 3:00	跟總公司確認是否要執行碳盤查
2	亞東預拌混凝土股份有限公司	北	新北市汐止區大同路一段139號	邱輝仁	0922-760021	zzan_gm@gmail.com	陳冠華顧問	0112/07/05	0112/07/11 PM 12:00	已執行會提供二項產品申請低碳建材
3	國產建材實業股份有限公司	北	台北市內湖區新湖一路8號7樓	楊宗叡	0939-635221	ytr@gdc.com.tw	陳冠華顧問	0112/07/05	0112/07/17 PM 1:30	
4	壹東實業股份有限公司	南	高雄市三民區大順二路830號	陳盈如	0992-5785127	stacy.chen@ulul@gmail.com	陳冠華顧問	0112/07/04	112/07/06 PM1:30	已執行64&67
5	貝斯特國際實業股份有限公司	北	台北市大安區和平東路二段339號10F	李博倫	0989-589969	bestcommercial@yahoo.com.tw	陳冠華顧問	0112/06/26	112/06/28 AM 10:00	需要，已提供報價
6	台灣水泥股份有限公司蘇澳廠	東	宜蘭縣蘇澳鎮長安里永昌路46號	張文軒	0988-218707	2002369@taiwancement.com	陳冠華顧問	0112/07/11	有去電詢問可能成大團隊有協助 俟其回覆	

圖 3-5 訪談進度控管表示意圖

2.初選通過廠商之訪談

於 112 年 6 月 26 日初選會議後開始進行 21 家廠商實地訪談(圖 3-6)，各家訪談紀錄表詳附錄 5，低碳循環建材通過初選廠商主要有分幾類項目：低碳混凝土、超高性能混凝土、低碳水泥添加劑、塗料、隔間牆板等，請詳表 3-8。而低碳工法廠商主要有系統模版、防火塗料、建築履歷系統、抗震基礎錨栓，請詳表 3-9。訪談過程中瞭解各家廠商目前在減碳上面的作為及成效，並確認有無工廠登記及第三方驗證之碳排報告，以提供第二階段評選的依據。

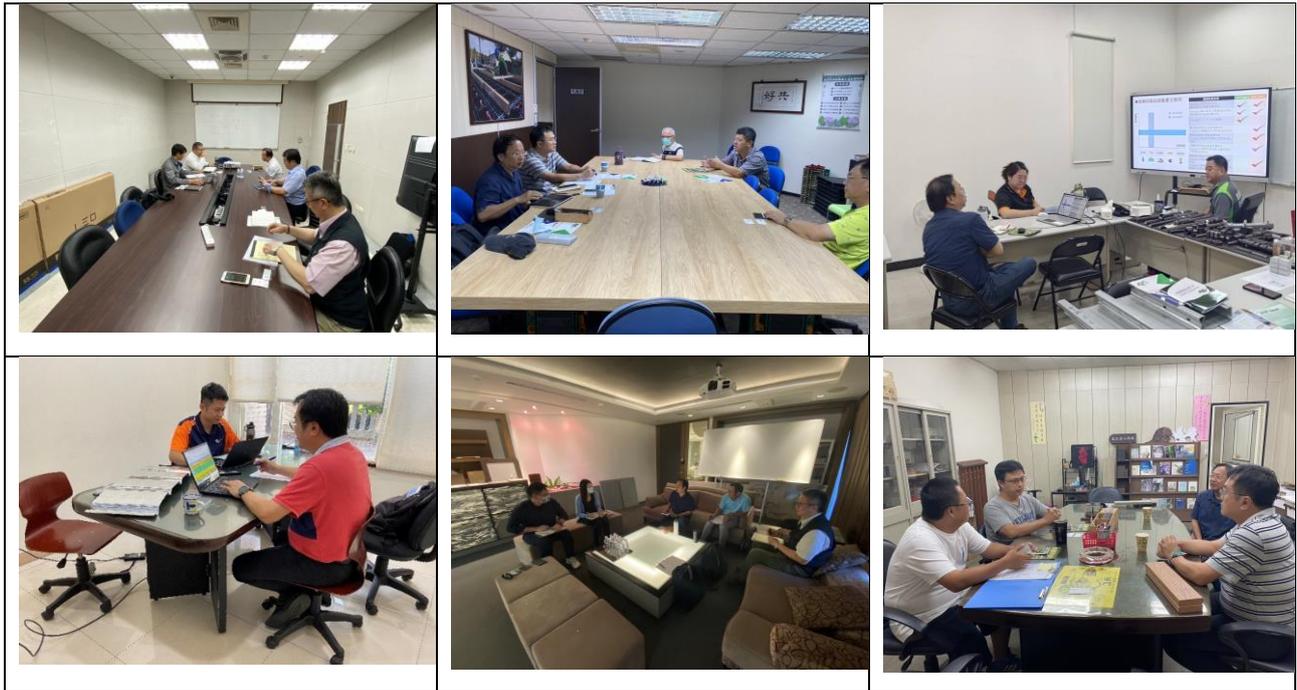


圖 3-6 實地訪談示意圖

表 3-8 低碳循環建材初選訪視資料整理表

編號	公司名稱	低碳循環建材	有無廠登	第三方驗證之碳排報告	建築用途	是否符合評估範疇
1	台灣菊水股份有限公司	低碳水泥添加劑、塗料	無	無	混凝土水泥添加劑	不符合
2	亞東預拌混凝土股份有限公司	低碳預拌混凝土 350kgf/cm ² , 280kgf/cm ²	有	ISO 14064、ISO14067	混凝土	符合
3	國產建材實業股份有限公司	低碳預拌混凝土 280kgf/cm ²	有	ISO 14064、ISO14067	混凝土	符合
4	壹東實業股份有限公司	複層板	有	ISO 14064、ISO14067	外牆	符合
5	貝斯特國際實業股份有限公司	纖維水泥板	有	國外 EPD	輕隔間	符合
6	台灣水泥股份有限公司蘇澳廠	低碳預拌混凝土	有	無	混凝土	符合
7	新加坡商可耐福天花解決方案股份有限公司台灣分公司	石膏板	無	國外 EPD	輕隔間	不符合
8	Tremco CPG					無法聯繫
9	皓勝工業股份有限公司	氧化渣、CLSM	有	兩者皆有 ISO14067	建築基礎回填、戶外鋪面基底層	不符合
10	品岱股份有限公司	透水鋪面	有	無	戶外鋪面	不符合

11	臺灣水泥股份有限公司	UHPC	有	無	外牆	符合
12	固越營造工程有限公司	預製牆版、樓版	8/30 才有廠登	無	外牆、樓板	符合

表 3-9 低碳工法初選訪視資料整理表

編號	公司名稱	低碳工法	第三方驗證之碳排報告	註記
1	豐譽營造股份有限公司	系統鋁模板施工	無	
2	國碳科技股份有限公司	防火塗料	無	
3	潤弘精密工程	預鑄工法	無	
4	漢源實業股份有限公司	系統塑膠模板	無	
5	高韻建材股份有限公司	建築履歷系統、金屬外牆板	無	
6	台灣綠建築設計顧問有限公司	雨水積磚、ALFA SAFE 耐震系統工法	無	兩者皆有 LCBA 報告
7	雅緻住宅事業股份有限公司	AG-LSRC 雅緻減隔震伸鋼構綠構造系統	無	
8	三益鋁模板股份有限公司	系統鋁模板製造加工	無	
9	承錡鋼鐵股份有限公司	抗震基礎螺栓	無	

而在訪談過程中，發現廠商關於低碳循環建材及工法認定原則推廣，對於未來建築業淨零提昇與參與有很大的期待，希望能扮演更積極的角色。但於未來推廣的部份有疑義而需釋疑，本團隊分成 4 大面向(推動措施面、減 碳額度計算原則面、推動政策及制度面、未來執行面)進行問題的分類如下階段接續是否會有低碳循環建材及工法的標章頒布與認證並詢問低碳建築評估手冊中相關問題；彙整 12 點訪談中較常被詢問的問題如下：

(1)推動措施面

A.建築業先進於氣候變遷議題，瞭解與體認 2022 年政府淨零路徑規畫與建築業應扮演的重要角色，鑑別到危機與轉機；近期世界各國皆有推廣淨零低碳建築的重要目標；如 2021 年歐洲議會通過修正案 2028 年起新建築零碳排)，公共新建築 2026 年起要零碳排；香港於今年 7 月推動「零碳就緒建築認證」；加拿大政府推動「綠色政府八戰略」於《建築隱含碳標

準》於 2022 年 12 月 31 日生效等等，未來低碳建築制度上路後，是否能獲得合適的推廣獎勵誘因，以拓增更多業者參與？

B.於「低碳工法認定原則中提到未來任何建築工程申請 ABRI 之低碳建築評估認證時，均可依其認證之減碳額度與 LCR 低碳循環建材/LC 工法實施之數量，得到認定減碳額度的優惠計算」此部分資訊是否屬實？

(2)減碳額度計算原則面

A.於「低碳工法認定原則中，減碳額度不得來自於結構設計之差異，如改變結構系統或改變鋼筋綁紮的方法以減少結構材料用量等。」此部分，廠商提問，為何不能優化結構設計或鋼筋綁紮方式或是採用減震消能阻尼器，以減少結構材料用量，減少碳排數據，得到更大淨零減碳效益。

B.「低碳循環建材及低碳工法認定原則」中均列出若採用進口之建材，其搖籃到大門的碳排數據需採用本土環保署碳盤查之同等品，廠商提問，若在國外已有第三方驗證單位提供之碳排報告，為何無法採用？

C.「低碳工法認定原則中，原第三方驗證單位碳盤查通過之文件證明」，於低碳工法申請是否需要由第三方驗證單位碳盤查通過的查證報告，工法並非碳產品，還是需要依服務產品的碳足跡來計算？另，低碳工法廠商大部份未有工廠登記，因工法廠商不似建材材料的生產廠商，不見得會有生產建材的行為，建議考量是否需有工廠登記。

(3)推動政策及制度面

A. EC (Embodied Carbon) 蘊含碳排，是由消費者角度「隱藏看不到」而內含於建築物生命週期過程，「第五階段之 D 回收再利用並非 EN15978 之必要計算項目，但因應循環經濟政策之須，目前特別以舊建材再利用、低碳循環建材、低碳工法之減碳量優惠計算方式納入 LEBR 中評估，建議可以以 ISO14067 查證方式以精確確認低碳循環建材與工法的減碳效益，以增進低碳循環且具回收再利用的技術開發與業者參與，例如鋁模業者、系統模具業者可以達到的更大的技術推廣與減碳效益。

B.於低碳建築 LEBR 制度「不接受評估之建築類別與範圍」，目前有不少建築產品業者在評估類別與範圍外，但其表示有高度意願參與低碳建材與工法；如

(A)主結構工程：地下層軀體工程(地下層空間)只供計算碳排，不納入 LEBR 之減碳評估範疇，但地下層建物基礎結構含碳成份更高。

(B)非主結構工程，如戶外景觀工程、室內裝修工程，相關業者如 JW 永續工法、水撲滿等之前 LCBA 工法申請合格業者，戶外景觀之塑木回收建材業者與相關循環建材業者等。

建議評估範疇於計畫規劃與執行中宜適當評估，於系統初步推廣時可海納百川，引進更多產業與工法，拓增建築業低碳任務達成良機。

(4)未來執行面

- A.「低碳循環建材認定原則，須原第三方驗證單位碳盤查通過之文件證明」，目前國內查證機構良莠不齊，有不少不符 TAF 認證的查驗機構在廣發證書，制度推廣中會造成很多碳數據的鑑別困擾，且漂綠行為不利於業者建立合理公正的碳盤查數據，建議 A BRI 如環保署推廣碳標籤，增列認可的合格合理查證單位，如 TAF 認證的查證單位，於市場上較無爭議；一般查證報告的期限是二年，也建議增列合理的查證報告期限。而查證費用與能量上，目前市場碳盤查查證業務太過熱，業者登記要查證的時間至少一年後，查證費用所費也不貲，於時程與成本上，將造成推廣的門檻；建議可以建置查證與訓練機構，仿效環境部碳標籤制度的「關鍵性查證」作法，可以節省碳盤查等待的時間與成本，拓增更多廠商即時與省錢的參與。
- B.大部分的建築業廠商目前都缺乏第三方驗證的碳排報告以證明減碳實績，但針對低蘊含碳建築建材及工法認證減碳計算等工作，目前業界碳盤查查實績鳳毛麟爪屈指可數；於目前低碳循環建材認定上，建築建材類碳盤查查業務，於建材產業需要更多努力，建築業廠商冀望有建築相關專業領域的輔導顧問單位，建置產業完整碳盤查查推廣能量鏈，如低碳輔導建議及碳盤查查等相關工作，在訪視過程中，廠商也反應在現有工廠製程上，努力朝向更加智慧化、減碳化製程邁進，中心團隊也協助詢問相關政府部門單位補助資源，提供廠商進行評估，增進參與淨零動機並降低改善門檻。以期能符合並參與政府淨零建築政策願景，以建立並推廣整體的低碳循環建材盤查查與減碳作為；建議未來於計畫內，見齊環境部於碳足跡產品的推廣，擴增建置產業完整碳盤查查推廣量能，如協助建材產業建材建置碳盤查查 PCR（產品類別規則），以有效大量推廣同類建材；建置如環保署的產品碳足跡資訊網(資料庫)，以向外界揭露碳足跡資訊；未來也可增加如低碳建材後「減碳建材」的認定，增加更多業者瞭解與參與，拓展建材產業低碳商機。

- C.「內政部建築研究所(以下簡稱 ABRI)之初級資材碳足跡資料庫(P-LCC)與建築構件碳足跡資料庫(B-LCC)」,目前業者參與碳循環建材與工法的申請,於申請表中需計算減碳效益,以建築物實際設計案情境與手冊所設定的標準案情境,計算出設計案與基準案之蘊含碳排 EC,建議未來 ABRI P-LCC 與 B-LCC 能完整公開於業者適當蒐集與取得處,如環保署於產品碳足跡資訊網(資料庫)展示與提供環保產品的碳數據。建議未來可以於 ABRI 網站上收錄所有低碳建築推廣的問題與解方 Q&A,讓廠商更容易了解並參與認證制度,並考量 ISO14067 碳足跡盤查標準,參考環保署碳足跡資訊網(資料庫),裨益未來以市場上實際低碳循環建材所查證產品碳數據,建置合乎 ISO 碳足跡查驗所得的產品碳數據,為本土、公正性高,亦為市場所能共同提昇的合適碳數據。
- D.於低碳建築的案例與推廣資訊揭露,近期已有相當多國際顧問公司都有採取低蘊含碳的設計,建議可以研究單位可以提供國際間對於低碳建築、建材與工法的先進案例,可做出分類與比較,以適合國內產業學習與仿效。
- E.廠商試填低碳循環建材、工法認證申請書,業者對於申請表中申請案及基準案的比較情境提出疑問,是相同建材進行比較還是與傳統混凝土工法之建材進行比較?是否有其明確的比較基準案情境範例提供廠商參考,以減少填具表單資料之疑義?建議增加非鋼筋混凝土的結構之減碳效益之計算範例,讓不同建築工法可以參考。另,關於低碳工法申請,是否能參照 LCBA 由廠商自行計算或提供減碳計算報告,如由第三方驗證單位檢核尤佳。

上述廠商意見,訪視委員均將相關問題記錄,於複選會議中提出請低碳建築評估手冊制訂團隊釋疑,以裨益制度滾動修正與精進。

3.第二階段複選評選會議

本執行團隊於 112 年 7 月 27 日邀請 10 位專家委員辦理線上複選會議(委員名單詳表 3-10,複選線上會議示意圖詳圖 3-7),並邀請低碳(低蘊含碳)建築評估手冊研究團隊成員成大蔡耀賢教授、陳怡蓉博士針對低碳循環建材及工法認定原則內容說明及釋疑。從 21 家通過初選中進行複選,本次複選標準為符合認定原則

標準之優先順序，序號 1 為建材、工法符合並優先推薦申請；序號 2 為符合申請範疇但仍須提供相關資料供本團隊進行評估再提出申請；序號 3 為不完全符合，建議需經團隊輔導後再提出申請。此外，有部分廠商（符號 X）所提出的建材或工法不符合本計畫認定之範疇，不予推薦。還有因廠商提出的工法不符本計畫認定之範疇但建議個案直接申請低碳建築，取得相關標章。

本次會議經熱烈討論後共選出共 11 家廠商，其中低碳循環建材序號 1 為 4 家、序號 2 為 2 家，低碳工法序號 1 為 2 家、序號 2 為 2 家。後續將由本計畫團隊輔導廠商填寫低碳循環建材、工法認證申請書。

表 3-10 複選委員名單

單位職稱	姓名	推薦理由	是否出席
內政部建築研究所工程技術組組長	蔡緯芳	官方代表	V
國立台灣科技大學營建工程系特聘教授	黃兆龍	混凝土科學	書審
宏國德霖科技大學土木工程系副教授	陳建成	材料專家	V
成功大學土木工程系副教授	楊士賢	永續評估系統	V
台灣輕型鋼構建築協會常務理事	何昱賢	大地工程	V
財團法人台灣建築中心代執行長	林杰宏	建築營建材料、混凝土科學	V
財團法人台灣建築中心顧問	陳冠華	碳權專家	V
研華股份有限公司資深協理	林美貞	低碳製程優化、智能製造	V
成功大學建築系助理教授	楊詩弘	建築生產與生命週期管理	V
防火材料協會理事、室內空氣品質協會理事	蘇讚儀	防火材料、建材產業趨勢	V



圖 3-7 複選線上會議

表 3-11 低碳循環建材試辦排序表

編號	公司名稱	低碳循環建材	廠登	第三方驗證之碳排報告	建築用途	註記	排序建議
1	台灣菊水股份有限公司	低碳水泥添加劑、塗料	無	無	混凝土水泥添加劑		3
2	亞東預拌混凝土股份有限公司	低碳預拌混凝土 350kgf/cm ² , 280kgf/cm ²	有	ISO 14064、ISO14067	混凝土		1
3	國產建材實業股份有限公司	低碳預拌混凝土 280kgf/cm ²	有	ISO 14064、ISO14067	混凝土		1
4	壹東實業股份有限公司	複層板	有	ISO 14064、ISO14067	外牆		1
5	貝斯特國際實業股份有限公司	纖維水泥板	有	國外EPD	輕隔間		2
6	台灣水泥股份有限公司蘇澳廠	低碳預拌混凝土	有	無	混凝土		1
7	新加坡商可耐福天花解決方案股份有限公司台灣分公司	石膏板	無	國外EPD	輕隔間		2
8	Tremco CPG					無法聯繫上	3
9	皓勝工業股份有限公司	氧化渣、CLSM	有	兩者皆有ISO14067	建築基礎回填、戶外鋪面基底層		3
10	品岱股份有限公司 (建議改申請工法)	透水鋪面	有	無	戶外鋪面	取得LCBA低碳工法	3
11	臺灣水泥股份有限公司 (建議改申請工法)	UHPC	有	無	外牆	建築學會輔導中	3
12	固越營造工程有限公司	預製牆版、樓版	8/30才有廠登	無	外牆、樓板		2

表 3-12 低碳工法試辦排序表

編號	公司名稱	低碳工法	第三方驗證之碳排報告	註記	排序建議
1	豐譽營造股份有限公司	系統鋁模板施工法	無		1
2	國碳科技股份有限公司	防火塗料	無		X
3	潤弘精密工程	預鑄工法	無		2
4	漢源實業股份有限公司	系統塑膠模板施工法	無		1
5	高頡建材股份有限公司	建築履歷系統、金屬外牆板	無		X
6	台灣綠建築設計顧問有限公司	雨水積磚、ALFA SAFE耐震系統工法	無	兩者皆有LCBA報告	3
7	雅緻住宅事業股份有限公司	AG-LSRC雅緻減隔震伸鋼構綠構造系統	無		X(建築)
8	三益鋁模板股份有限公司	系統鋁模板製造加工	無		1
9	承錡鋼鐵股份有限公司	抗震基礎螺栓	無		2

4. 試辦案件申請分析

112年7月27日複選會議結束後，依委員決議擬輔導5個建材與3個工法進行申請書撰寫，分別為台灣水泥股份有限公司、亞東預拌混凝土股份有限公司、國產建材實業股份有限公司、壹東實業股份有限公司、三益鋁模板股份有限公司、漢源實業股份有限公司及承錡鋼鐵股份有限公司，與2022年歐盟「碳邊境調整機制」(Carbon Border Adjustment Mechanism, 簡稱CBAM)及美國參議院提出的碳關稅—清潔競爭法案(Clean Competition Act, 簡稱CCA)管制產品如鋼鐵、鋁、水泥、肥料、氫氣及電力等六大類進口產品中的鋁、水泥範圍一致，顯示臺灣高碳排之材料在國際相關盤查壓力已做好準備，因此在本制度開始試辦時，能及時提供

經過查證之 ISO14067 報告書進行資料填寫，因申請書內容涉及各家廠商部分機密，本計畫輔導 8 案之申請書僅呈現申請人資料及參數總覽報告(附錄 6)，完整申請書將俟 113 年度評定機構成立後由廠商據以提出認證申請。

本執行團隊透過 3 個月的時間與廠商針對相關係數尋找與資料撰寫，整理 3 大問題，提供明年度研究參考；

(1) 基準案係數認定問題

根據低碳(低蘊含碳)建築評估手冊要求，有關低碳循環建材之基準案碳排量資料，可由 ABRI 碳排資料庫或手冊取得，然為了未來有機會與環境部制度接軌，制度研究團隊建議基準案資料修訂為使用環境部公告經第三方認證數據之平均值，與手冊所述有出入，導致在申請書填寫時，每家的基準案數值來源不一，且數值落差過大，以目前 3 家預拌混凝土公司之 4000psi 混凝土申請數據為例(如表 3-13)，可發現前 2 家基準案是從環境部公告經第三方認證數據之平均值來計算，基準案之碳排量為 287.8kgCO₂/m³，而第三家採用評估手冊之數據，其基準案之碳排量為 369.88kgCO₂/m³，三家公司根據 ISO14067 盤查後之數據，數值不一，計算過後，都可達到低碳循環建材減碳額度必須大於其基準案總碳排放量 3% 才能獲得認定之要求，然而如果將第三家基準案數值調整跟前兩家一樣為 287.8kgCO₂/m³，可發現減碳百分比馬上從 34% 下降為 16%，從減碳最高變成最低，因此可發現基準案之數值挑選，將會對最終結果造成重大影響，因此建議未來評定機構在確認申請人之基準案係數時，要慎重面對。

表 3-13 預拌混凝土公司之 4000psi 混凝土申請數據分析

	案例 1			案例 2			案例 3		
	基準案	申請案	減碳百分比	基準案	申請案	減碳百分比	基準案	申請案	減碳百分比
環境部公告資料庫	292.17	217.94	25%	292.17	220.82	24%	292.17	245.38	16%
低碳建築評估手冊資料庫							369.88	245.38	34%

(2) 資料庫無相關係數

承上問題，基準案資料修訂為使用環境部公告經第三方認證數據之平均值後，在協助廠商撰寫時，發現環境部有關建材部分的碳係數過少，僅有 7 大項(圖 3-8)，導致雖然申請案依據 ISO14067 結果填入沒有問題，但在基準案上無法順利完成，只能回歸從 ABRI 碳排資料庫或手冊取得，甚至國際碳排資料庫自行計算，與研究團隊希望接軌環境部之原意有衝突，恐怕未來送審時會有認定的問題，建議未來可鼓勵建材廠商認證後的係數可登錄至環境部係數庫，讓本制度在推動時有依可循。



圖 3-8 環境部產品碳足跡資訊網建材類品項

(3)同類工法無差異化及鑑別化之問題

本次試辦工法有 2 個都是模板類，因為工法不需要進行 ISO14067 盤查之數據佐證，僅需出示引用之資料，只要佐證合理委員就可以認可，因此結果變成引用的數據都一樣，沒有優劣的比較，最終業主還是會以品牌及價格來進行挑選，而不是在低碳作為上進行考量，讓工法廠商未來在工法上的開發提升較無動力，因此為了找出差異性，執行團隊已建議其中一家模板廠商進行 ISO ISO14067，希望從盤查後的數據找出差異性，並提供未來的制度進行參考。

三、訪談蒐集國內大專院校對於建築低碳工法之開發意願，並促成後續年度與建研所共同開發之機會

計畫中首先透過「台灣碩博士論文知識加值系統」，以關鍵自如「低碳」、「建材」、「建築工法」、「建築構造」、「營建工法」、「營建材料」、「營建產品」等關鍵字，

蒐集近十年來進行低碳工法及建築相關之研究與學者，表 3-14 為符合關鍵字搜所之國內大專院校論文題目與學者列表共 28 篇，研究內容包括混凝土(12/28)、磚(8/28)、板牆(2/28)、填充材(2/28)、窗(2/28)、黏著材(1/28)、結構材(1/28)。又考量研究的新穎性，因此研究團隊首先聯繫近五年發表之研究(15 篇)與學者(13 位)，詢問其受訪意願，有六位學者回覆，包括成功大學土木系黃忠信教授、臺灣科技大學營建工程系蕭博謙副教授、國立金門大學建築學系劉華嶽教授、崑山科技大學環境工程系許蕙琳副教授、逢甲大學陳志成教授、及朝陽科技大學環境工程與管理系劉敏信教授，其中劉敏信教授已於 2022 年退休，餘下五位學者中已完成黃忠信教授、蕭博謙副教授、劉華嶽教授之訪談，計畫團隊拜訪許蕙琳副教授與陳志成教授，三位受訪學者研究標的分別為混凝土、鋼木複合構造材及磚，且其研究年資亦分別代表學術研究職涯上資深、中、青三個階段，訪談記錄重點節錄如下。

(一)劉華嶽教授:

為利用金門地區水庫清淤後的淤泥結合本縣漁產廢棄物蚵殼進行配比找出最適輕質骨材製作(以上二種廢棄材質台灣本島皆有)，作為新建與既有建築屋頂隔熱鋪設材料。未來希望能與建研所合作進行循環低碳磚品的開發與推廣。

(二)蕭博謙副教授:

為把鋼與木做結合，將鋼用木頭包裹住，使其維持本身的優點，並彌補各自的弱點。其中木結構的弱點為韌性差且強度低。而鋼結構的弱點為不耐火、易挫曲。研究中為使鋼的穩定性提升，木材燃燒後會產生碳化層，燒的過程中形成保護層，具有防火效果。其類似於鋼構的防火披覆，具有幾個小時的隔絕時間，但防火披覆相對於木頭來說價錢較昂貴，所以採用此建材相較之下較具有經濟性。

所合作意願上，由於產品/工法的推動到法規的調整加入，需要有各面向的研究資料支持，因此會希望能是較長期的合作，此外以學術界的立場來說，建研所是最好推廣制度或是新工法的伙伴，建研所可以協助推動法規，若沒有相關法規，也不利業界使用，學術發展的成果也就不容易擴展至業界。

(三)黃忠信教授:

包含無機聚合、混凝土、吸震材料的開發，黃教授提出針對學術界研發創新產品在不同階段與建研所搭配時所需不同的協助情境，在研究前期的產品，需要規劃國家產業發展方向，尋找合適並具有潛力的對象製定研究計劃。研發在中期的產品，因為市場優勢尚不明顯，建研所與合作對象共研發共享專利，但短期內希望看到應用的可能性。研發在後期階段的產品，市場優勢顯現出來，希望國家規定公

共設施必須採用自身的方法。(例如，若公共工程沒有規定一定要用輕質骨材，而輕質骨材的成本又會相較於原本的高，那使用者一定會選擇成本最低的方法，除非現在節能減碳政策讓使用者不得不做使用。

本次訪談對象含蓋學術界不同研究年資之學者，初步可觀察到在不同階段的研究者在與建研所合作上有不同的需求，整體來皆表達與建研所合作的意願，也願意公平的共享研發成果，唯合作模式與需求有所差別，本計畫後會持續接觸表 3-14 中其他學者，徵詢意見納入期末報告中。

表 3-14 近年大專院校低碳工法與建材相關研究彙整

年份	論文題目	產品	教授	備註	
5 年 內 之 論 文 資 料	111	水庫淤泥冷結壓製隔間材料之應用與性能研究	磚	梁漢溪	
	111	鋼木複合構造窄牆阻尼器構材耐震行為試驗與分析	鋼木複合構造構材	蕭博謙	有回覆
	111	廢棄矽酸鈣板再利用於樓板隔音結構黏著材料之研究	黏著材料	許蕙琳	有回覆
	111	利用重金屬污染土壤製磚之成品品質評估	磚	劉敏信	(退休)
	110	爐石基鹼激發漿體之鹼-氧化矽反應研究	混凝土	陳君弢	
	110	金門地區因地制宜環保磚材開發研究	磚	劉華嶽	有回覆
	110	高溫高壓製程之纖維加強鹼激發玻璃營建材料	混凝土	黃忠信	有回覆
	110	廢棄牡蠣殼發泡隔熱磚性能驗證與評估之研究	磚	邵文政	無意願
	110	添加低品位碳化矽與石材礦泥製成環保磚之研究	磚	劉敏信	(退休)
	109	廢輪胎應用於製作水泥質營建材料	混凝土	黃忠信	有回覆
	109	膨化珍珠岩製成之綠建材應用在輕型鋼構建築體系之研究	混凝土	王裕民	
	108	焚化灰渣再利用製成無機聚合物之研究	混凝土	陳志成	有回覆
	108	以廢橡膠粒 EPDM 與乙烯醋酸乙烯酯共聚物 EVA 發泡之複合材料製作樓板隔音墊之可行性探討	樓板隔音墊	林智汶	(退休)
	108	顆粒狀與塊狀 EPS 應用於石膏板輕隔間牆隔音之價值分析	輕隔間牆	林利國	
107	無機聚合物骨材 CLSM 之開發研究	混凝土	吳傳威		
5 年 以 上 之 論 文 資 料	106	綠色無水泥混凝土工程性質之研究	混凝土	張大鵬	
	106	漿狀尾礦取代部分水泥原料燒製環保水泥之評估	混凝土	王韡蓓	
	106	添加矽藻土的結構黏土陶瓷製程條件之影響	磚	李文娟	
	105	CFB 副產石灰添加不同種類之化學摻料材料特性變化探討	磚	陳志恆	
	105	飛灰無機聚合砂漿及混凝土之開發研究	混凝土	吳傳威	
	104	含矽質廢棄物之發泡無機聚合物	混凝土	黃忠信	
	103	宜蘭氣候條件下綠建築環境構成方式初探—以鋼筋混凝土建築構造與複合建築構造之外殼與窗戶組合方式在減碳及熱得之比較	窗戶配置	喻新	

103	低碳隔間-高含量爐石粉水泥砂漿板研究	混凝土	柴希文	
102	GFRP 複合材料應用於垂直植生綠化單元採用之研究	窗框	李有豐	
102	綠建築吸音/隔熱/阻燃複合板材之製備技術及其特性評估	複合板材	樓靜文	
102	地工泡棉(EPS)生產製造與再生利用之能源碳排放分析研究	地工泡棉	林利國	
101	無鹼激發廢玻璃膠結材之研究	混凝土	黃忠信	
101	鹼激發爐石混凝土磚產製與性質之研究	磚	黃忠信	

第二節、分析建築物採用預鑄工法之減碳能力

本節探討國內外預鑄工法與場鑄工法之排碳量比較的相關文獻，並透過相關研究文獻之分析，分析目前預鑄工法對環境帶來的影響以及未來推動預鑄工法的方向等相關課題。

一、國內外重要預鑄減碳文獻彙整

近年來由於經濟的發展相當快速，不僅消耗大量的資源，環境更是逐漸惡化，造成環境惡化的主要原因最有可能歸因於溫室氣體的大量排放。而二氧化碳是溫室氣體中人為影響最多的溫室氣體。

建築物是碳排放的貢獻者之一，建築物在營運、維護等過程中能源的消耗，以及材料大量被使用和密集的施工過程，都是碳排放的來源。根據施工的工法不同，相對應的碳排放量也會有所不同。其中，場鑄工法的碳排放主要來自重型機具設備以及材料運輸的能源消耗、臨時材料所隱含的碳與廢棄物處理和管理。相較於場鑄工法，預鑄工法具備改善環境績效、提高現場安全性、減少勞動力需求和縮短施工時間等優點。下文主要會針對場鑄與預鑄工法的碳排放量進行探討以及分析。

（一）「建築物生命週期之排碳量模擬與環境成本分析-混凝土預鑄與場鑄工法之比較」—周瑞生、葉冠志（2012）

該研究旨在探討建築物生命週期中，混凝土預鑄與場鑄工法之排碳量與環境成本的差異。本研究為了達成此目的，建立一個系統動態模型，模擬建築物生命週期中的碳排放情況。此模型考慮建築物的設計、施工、運營和拆除階段，並將混凝土分別以預鑄工法和場鑄工法進行比較。

該研究的方法主要是建立一個系統動態模型，以模擬建築物生命週期中的碳排放情況。下文將逐一說明研究方法的各個步驟：

1. 資料蒐集：

研究人員先收集有關的文獻和數據，包括建築物設計、施工、運營和拆除階段的碳排放數據，以及混凝土預鑄和場鑄工法生產和施工的相關資料。這些數據資料是建立模型的基礎，也可以從收集來的數據資料作為兩種建造方式差異的比較基礎。

2. 模型建立：

在收集足夠的數據後，研究人員利用系統動態建模方法建立一個模型，模擬建築物在其生命週期中碳排放量的變化情況。此模型考慮建築物完整的生命週期，包括設計、施工、運營和拆除等階段，並根據混凝土預鑄和場鑄工法不同之特點進行區分。

3. 模型驗證：

建立模型後，研究人員針對此模型進行驗證，以確保模型的準確性以及可靠性。驗證的方法包括利用歷史數據對模型進行驗證與比較，以及對模型進行靜態與動態的測試、模擬。

4. 結果分析：

經過模擬以及驗證後，研究人員得出混凝土預鑄和場鑄工法在建築物生命週期中碳排放量和環境成本的差異。研究人員對結果進行分析，對混凝土預鑄和場鑄工法的優缺點進行比較和評價。

在這份研究中，使用 Simapro 進行建築物生命週期的碳排放模擬。Simapro 是一種專門用於進行生命週期評估的軟體，可以對產品、工藝、建築物等進行全面的生命週期評估和碳排放計算。通過 Simapro，研究人員可以輸入建築物相關的資訊，計算各個階段的碳排放量，並綜合計算建築物的生命週期碳排放量。在進行建築物生命週期碳排放計算時會考慮以下幾點：

1. 建築物各階段的碳排放計算：

包括原材料生產、運輸、建造、使用、維護和拆除等階段的碳排放量。

2. 碳排放因子的確定：

針對不同的排放源，使用相應的碳排放因子進行計算。例如，對於電力使用，可以使用當地電力供應商的碳排放因子來計算。

3. 建築物使用階段的碳排放計算：

包括建築物的能耗、水耗、廢棄物處理等對環境產生的影響。

該研究之研究結果為混凝土預鑄和場鑄工法在原材料生產和運輸階段的碳排放差異不大，但在建造和拆除階段，混凝土預鑄的碳排放量明顯低於場鑄工法。混凝土預鑄建築物的環境成本比場鑄工法低，其中碳排放成本和能源成本是主要差異。綜合分析結果，混凝土預鑄建築物的碳排放量和環境成本比場鑄工法低，因此混凝土預鑄工法可以被視為一個可行的環保建築解決方案。

(二) Direct and indirect carbon emissions in foundation construction e Two case studies of driven precast and cast-in-situ piles —Wenkai Luo, Malindu Sandanayake, Guomin Zhang (2018)

該研究提到建築業是全球最大的碳排放行業之一，其中基礎施工是建築過程中最重要的部分之一。該文透過兩個案例研究，探討基礎施工中直接和間接的碳排放，以預鑄樁和場鑄樁為例。通過對施工過程和材料的分析，發現直接碳排放主要來自於混凝土和鋼筋的生產和運輸過程，而間接碳排放主要來自於電力和燃料的使用。結果表明，預鑄樁的直接碳排放略高於場鑄樁，但間接碳排放要低於場鑄樁。因此，在選擇基礎施工方法時，應綜合考慮直接和間接碳排放的影響，以制定更可持續的建築策略。研究方法如下：

研究的系統邊界：

由於該研究的目標是衡量不同基礎設施施工方式的溫室氣體排放量，故將材料的隱含排放量、機器和設備使用所產生的排放量、機器和設備的運輸以及建築廢棄物處理納入系統邊界。因此，該研究的系統邊界採用開始到門口的方法，以材料的隱含排放量、機器和設備使用引起的排放量和材料和設備運輸引起的排放量作為主要排放源。

1. 表 3-15 列出目前研究中分析每個排放源中包含的元素。材料的隱含排放量包括材料開採和生產過程相關的排放。

表 3- 15 評估分析的排放元素

Emission elements considered for analysis in the study.

No	Emission element	Acronym
1	Embodied emissions from in-situ materials	E_{M1}
2	Embodied emissions from pre-cast materials	E_{M2}
3	Transportation of in-situ materials	E_{Tm1}
4	Transportation of pre-cast materials	E_{Tm2}
5	Transportation of in-situ material waste	E_{Tw1}
6	Transportation of pre-cast material waste	E_{Tw2}
7	Equipment usage for in-situ construction	E_{EQ1}
8	Equipment usage for pre-cast construction	E_{EQ2}

2. 定量方法的選擇：

在該研究中，考慮研究的目的是測量不同樁基礎建設的溫室氣體排放，因此生命週期系統邊界應包括物質提取和生產、施工階段、使用和操作階段以及終端處理階段。由於數據可用性等因素，選擇基於過程的方法來進行該研究的生命週期評估。文中還介紹不同方法的適用範圍和限制，並提到統計分析方法和數據可用性的重要。

3. 排放範圍：

根據《京都議定書》，溫室氣體排放包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亞氮（N₂O）、六氟化硫（SF₆）和其他氟碳排放物。以往的研究強調，建築施工中的排放物以 CO₂ 排放為主。這是因為建築施工階段的排放物與化石燃料燃燒有關，而 CO₂ 排放是主要的污染物。因此，該研究將溫室氣體排放定義為 CO₂ 排放。

4. 排放計算量化模型：

開發評估所提及排放物之定量方程式。總溫室氣體排放量可通過以下方程式計算。

$$E_{tot} = \sum_{i=1}^4 (E_{i,direct} + E_{i,indirect})$$

E_{tot} : 溫室氣體總排放量

$E_{i,direct}$: 第*i*個排放源所直接造成的溫室氣體排放量

$E_{i,indirect}$: 第*i*個排放源所間接造成的溫室氣體排放量

(1) 材料的溫室氣體排放量 (E_M):

$$E_M = \sum (1 + \mu_i) * Q_i * e_{im}$$

E_M : 第*i*種材料所隱含CO₂排放量 (kgCO₂)

μ_i : 第*i*種材料的影響因子

Q_i : 第*i*種材料的使用量 (kgs)

e_{im} : 第*i*種材料的排放因子 (kgCO₂/kg)

(2) 與交通有關的溫室氣體排放量 (E_T):

$$E_T = \frac{EF_j * f_T * d_m * (w_i + w_T)}{1000}$$

E_T : 運輸過程的CO₂排放量

EF_j : 燃料 *j*的溫室氣體排放因子 (kgCO₂/MJ)

f_T : 運具 *T*的能量含量因子 (MJ/ton - km)

d_m : 運輸距離 (km)

w_i : 物料 *i*的重量(kg)

w_T : 運具 *T*的重量 (kg)

(3) 與設備有關的溫室氣體排放量 (E_{EQ}):

$$E_{EQ} = \frac{EF_k * f_k * h_k}{1000}$$

E_{EQ} : 運具 *T*的重量 (kg)

EF_k : 設備 *k*的排放因子 (kgCO₂/kL)

f_k : 油耗 (L/hr)

h_k : 設備使用時間 (hr)

上式可以反映設備在運轉和閒置時產生的不同排放。

5. 比較分析結果：綜合分析由上述統整之方程式所計算出的碳排放量，並相互比較、分析其產生差異的因子。

該研究利用在兩個位於中國成都的案例(表 3-16)，其土壤性質和施工管理皆相似，案例研究 A 是一個醫院，採用場鑄圓形樁，其直徑為 600mm、深度為 21m，而案例研究 B 是一個住宅，預鑄樁的平均深度為 23m，包括不同尺寸的圓形(直徑:400mm)和方形樁 (450mm x 450mm、400mm x 400mm)。

表 3-16 研究案例基本資料
Characteristics of the case studies used.

Detail	Case study A	Case study B
Type of pile	Cast-in-situ	Precast
No of floors	34	32
Depth of water table (m)	33	38
Total foundation plan area (m ²)	3481	4483.5
Local environment	Urban	Urban
Average depth of piles	22.5m	20.5m

而資料根據不同類別而有不同的蒐集方法，本研究的材料部分主要考慮混凝土和鋼材，材料數量是從製造商的日常接收日誌和工程量清單中取得的。表 3-17 為兩個案例研究中使用的主要材料數量。混凝土的碳排放因子是使用特定案例建模而得到。與鋼材生產有關的材料排放來自於當地生產商。

表 3-17 研究案例主要材料數量

Material quantities and transportation distances.

Material	Material amounts in tonnes		Emission factor (kgCO ₂ /kg)	one-way transportation distances (km)	
	Case study A	Case study B		Case study A	Case study B
In-situ concrete	14035.3	—	0.120	40	—
Precast concrete piles	—	19104.3	0.210	—	40
Steel	477.20	—	0.367	40	—

在兩個案例研究中使用多種卡車將材料運輸到現場。運輸卡車的平均燃料消耗量是根據卡車司機提供的過去燃油消耗數據計算的。每輛車行駛的距離是根據司機提供的路線諮詢得出的兩個目的地之間的距離。而案例中亦使用多種非道路建設機械和設備。這些機器可以是使用化石燃料或電力。燃料消耗和機器特性是通過機器供應商提供的規格表所取得。機器使用時間是通過現場數據收集獲得。

研究結果顯示，案例研究 A 和 B 的每公尺挖掘深度的每樁排放量分別為 113.04 和 107.46 公斤的二氧化碳，也就是說每一個樁基礎可以減少約 5.58 公斤的碳排放。相較於場鑄樁，預鑄樁在設備使用方面減少，在運輸方面增加溫室氣體排放。利用該研究選擇的情境進一步研究溫室氣體排放的變化。結果表明，使用可續性材料可以實現兩種樁基礎施工的最大溫室氣體減排。運輸距離被證明是預鑄樁施工減少溫室氣體排放的關鍵因素。該研究的結果可有效地用於比較預鑄施工和場鑄施工的生命週期溫室氣體排放。

（三） Comparing carbon emissions of precast and cast-in-situ construction methods – A case study of high-rise private building, Ya Hong Dong (2015)

該研究旨在比較預鑄混凝土和場鑄混凝土建築方法在高樓層私人建築中的碳排放量。透過一個香港的高樓層私人住宅建設進行案例研究，分析兩種建築方法的碳足跡，並比較它們的環境可持續性。

該研究採用生命週期評估（LCA）方法，從材料生產、運輸、施工、使用和拆除等方面進行碳排放量評估。在這項研究中，考慮預鑄混凝土和場鑄混凝土建築方法的五個主要階段，並對這些階段進行碳排放量計算。

結果顯示，預鑄混凝土建築方法的碳排放量比場鑄混凝土建築方法低了 6.3%。由於預鑄混凝土構件可以在工廠中進行生產，可以減少現場施工過程中的碳排放。此外，預鑄混凝土建築方法亦可以減少施工現場的碳排放、減少廢棄物的產生和節省施工時間等方式進一步減少碳排放量。

該研究採用軟體 SimaPro 8 之生命週期評估（LCA）方法，比較預鑄混凝土和場鑄混凝土建築方法在高樓層私人建築中的碳排放量。該研究分為以下幾點：

研究對象選擇：

在研究中選擇一個香港的高樓層私人住宅作為研究對象（

1. 表 3-18)。該建設包括兩個部分，其中一部分是由預鑄混凝土構建，另一部分則由場鑄混凝土結構構建。
2. 碳排放量評估：
針對預鑄混凝土和場鑄混凝土建築方法的五個主要階段，包括材料生產、運輸、施工、使用和拆除，進行碳排放量評估。在評估過程中，其使用國際公認的碳排放量計算方法，如：ISO 14040/14044 標準。

3. 數據收集、分析：

收集相關的數據，如：結構的材料、運輸方式、施工時間等資訊。根據這些數據進行碳排放量的計算、分析，並比較預鑄混凝土和場鑄混凝土建築方法的碳足跡。

表 3- 18 研究案例數據收集

Data sources of life cycle inventory.

Item	Data source
Quantity of materials and formwork	Estimated from drawings
Transport distance	Estimated using Google map based on the factory locations
Transport method	Questionnaire
Factory location	Questionnaire
Material loss and waste allowance	Questionnaire
Recycled content	Questionnaire
Energy, water and fuel consumption	Questionnaire
Adoption of construction equipment	Questionnaire
Electricity mix in Hong Kong	CLP [29]
Electricity mix in Guangdong Province	SERC [30]
Others	Ecoinvent

FACTORY CONSUMPTION OF
ENERGY | WATER | FUEL

QUESTIONNAIRE INTENT: Estimate the Energy, Water, & Fuel consumption for the Production of Precast Concrete elements – such as wall, column, beam, and slab.

Sample Answer:

YES / NO / Other unless specifically requested Rating / Selection 1 | **2** | 3

Utility & Fuel Bills to Estimate Consumption

- Do the Precast and Ready-mix components of the factory/company share facilities (and thus utility bills)?
YES / NO / Other _____ Total area of your Factory? _____ (m²)
- Can the total Energy, Water, and Fuel (electricity, water, natural gas, diesel) consumed in the Factory be estimated from the Factory's Electricity Bill, Water Bill & Fuel Bills?
YES / NO / Other _____
- In your experience, what is an effective Method to estimate the Energy, Water, and Fuel consumption required to produce Precast Concrete elements in the Factory?

	Measurement Method:	Effectiveness Rating
	To estimate the Energy, Water, Fuel required to Produce Precast Concrete elements for buildings.	1 = Good Estimation 2 = Fair Estimation 3 = Poor Estimation
A.	Utility and Fuel bills during the Production Period of a project – factored by the total Volume (m ³) of precast concrete in the project.	1 2 3
B.	Utility and Fuel bills Monthly Average – factored by average Production Time for precast wall, column, beam, slab.	1 2 3
C.	Please Suggest:	1 2 3

- During the production of _____ Project, was your Factory running at full capacity?
YES / NO / Approximate % _____
- Can your Company share copies of utility & fuel bills or Amounts (kWh, Litres) for _____ Project?
YES / NO / Other _____

Factory Schedule / Project Master Program

- For the factory production of precast elements, is there a Master Program or Factory Schedule for projects that would assist in estimating Production Time for various elements?
YES / NO / Other _____

建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫 (一)

Material Loss / Waste Allowance

7. What is the typical percentage of **Material Loss / Waste Allowance** in factory precast element production? (provide a range if applicable)

Material	Material Loss / Waste Allowance Percentage of Precast Elements		
	Facade	Slab	Frame: Column, Beam etc.
<i>Sample: Rebar</i>	3%	7%	2 - 4%
Concrete	%	%	%
Reinforcing Bars	%	%	%

Waste/ Surplus Material Fate

8. What materials are typically **Recycled or re-used** for other purposes? What % is **Disposed of** as Waste?

Waste/Surplus Material from project	Fate of Waste/Surplus Material (indicate all that apply)			% Waste to Landfill
Concrete – hardened <i>e.g. recycled: aggregate in new concrete re-used: filling material in subgrade</i>	recycled	re-used	landfill waste	%
Concrete – fresh	recycled	re-used	landfill waste	%
Reinforcing Steel	recycled	re-used	landfill waste	%

Recycled Content

9. What is the typical amount of **Recycled Content** in the Concrete and Steel used in your Factory? Is this standard for precast concrete manufacturing in the Asia/Pacific region?

YES / NO / Other _____

	Recycled Content	Additives (please indicate all that apply)		
Aggregate in concrete	%	Fly ash	Blast furnace slag	Silica fume
Steel	%			

Transport of Precast Elements

10. Record of **Truck and/or Barge Loads** carrying precast elements to the Construction Site is one indicator of fuel consumption. Can your Company share this type of information for _____ Project?

YES / NO / Other _____

Factory Visit & Information

11. We would like to plan a Factory Visit to **Observe the Process** required for Precast Concrete manufacturing; Does your Company welcome such a factory visit of 2-3 people max.?

YES / NO / Other _____

12. Can your Company share **Construction Details** of typical **Precast Moulds and Equipment** used in the factory?

YES / NO / Other _____

Material Sourcing

13. What is the % of materials that can be sourced from local/regional suppliers in Asia? (approx. range) _____%

TYPICAL MATERIAL SOURCING (please complete to the best of your knowledge)

Material	Local / Regional Supplier SUPPLIER NAME or CITY	Transport Method	Raw Material Origin CITY or COUNTRY	Transport Method
<i>Example: tropical hardwood</i>	<i>Hong Kong</i>	<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail	<i>Indonesia</i>	<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail
Concrete Mix		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail
Cement		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail
Aggregate		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail
Reinforcing Steel		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail
Structural Steel		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail
Formwork Steel		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail
Formwork Timber		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail
Tile		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail		<input type="checkbox"/> truck <input type="checkbox"/> ship <input type="checkbox"/> rail

4. 結果分析、討論：

通過比較預鑄混凝土和場鑄混凝土建築方法的碳排放量，發現預鑄混凝土建築方法的碳排放量比場鑄混凝土建築方法低了 6.3%。是因為預鑄混凝土構件可以在工廠中進行生產，這樣可以減少現場施工過程中的碳排放。此外，預鑄混凝土還可以減少施工現場的碳排放、減少廢棄物的產生以及節省施工時間等方式進一步減少碳排放量。

該研究使用預鑄牆與場鑄樑、柱、板，而預鑄的工廠位於中國廣東，預鑄牆的部分分為三個種類，分別為圖 3-9 第 10、11、12 牆面，並針對 A 與 H 公寓進行碳排放之分析。

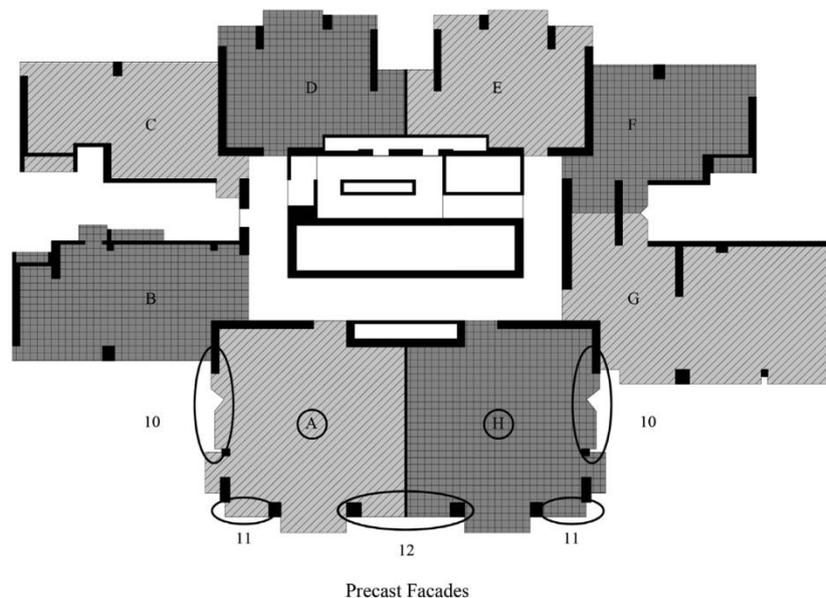


Fig. 1. Layout plan of a typical floor of the studied residential project.

圖 3-9 研究案例預鑄牆示意圖

研究結果表明，相對於場鑄混凝土，預鑄混凝土在建造高層私人建築物時可以減少 6.3% 的碳排放。因為預鑄混凝土的生產和運輸過程中消耗的能量相對較少，且能更好地控制生產過程，減少浪費和減少現場的工作量。因此，預鑄混凝土是一個更環境友好的選擇，可為減少建造業對全球碳排放的負面影響做出貢獻。

該研究另外有和其他研究做比較，表 3-19 中有兩項公共住宅的研究，其碳排放量優於該研究的私人住宅，主要因為公共住宅所使用的預鑄混凝土為 35% 比該研究的 6% 多出許多，若該研究之私人住宅將預鑄混凝土提升至 35%，則每平方公尺之碳排放量可降低 13 公斤。

表 3- 19 建築排碳研究比較

Comparison with previous research on the carbon emissions of buildings.

Item	Zhang, Wu [31]	Zhang, Shen [27]	Ng and Kwok [26]	Dong and Ng [18]	This study
Building type	Office building in university	Commercial building	Public residential building	Public residential building	Private residential building
Region	Beijing	Hong Kong	Hong Kong	Hong Kong	Hong Kong
System boundary	Material stage	Cradle to end of construction	Cradle to grave	Cradle to end of construction	Cradle to end of construction
kg CO ₂ eq per m ²	561*	409*	560	637	669

* Calculated based on the data from the paper.

（四） Environmental sustainability of precast and cast-in-situ concrete structures: a case-study comparison based on built supermarket facilities, Bruno Dal Lago (2021)

本研究透過對興建超市的預鑄混凝土和場鑄混凝土結構進行比較，評估兩種工法在環境可續性方面的差異。研究使用生命週期評估方法，以確定每種建造方法對環境的影響。研究結果表示，預鑄混凝土建築物在生命週期的大部分階段都比場鑄混凝土建築物具有更好的環境可續性。其中，預鑄混凝土建築物的生產過程和運輸過程造成的碳排放量要低得多。此外，預鑄混凝土結構還具有更好的節能性能，因其在夏季能夠保持較低的室內溫度，從而降低空調的使用頻率。故預鑄混凝土建築物比場鑄混凝土建築物在環境可續性方面具有更好的表現。

本研究旨在比較預鑄混凝土和場鑄混凝土建築物的環境可續性，以超市設施為例進行案例研究分析。本研究所使用的方法包括文獻回顧、資料收集、現場調查和生命週期評估。

1. 文獻回顧：

獲取有關混凝土建築物的環境影響和可續性的資訊。在此階段，收集了大量的學術論文、報告和相關研究，從中獲取關於混凝土建築物的資訊和數據。

2. 資料收集：

取得關於兩種建築方法的具體資訊。透過網絡搜尋以及與建商、業主進行交流，收集有關兩種建築方法的設計和建造資訊。這些資訊包括建造成本、能源消耗、材料使用、碳排放和生命週期成本等。

3. 現場調查：

取得實際建造的混凝土建築物的數據。選擇兩個超市設施，一個是預鑄混凝土建築物，另一個是場鑄混凝土建築物。透過現場調查，收集有關建築物的各種數據，例如：建造過程中使用的材料和能源，使用階段的能源消耗和維護成本等。

4. 生命週期評估：

綜合考慮建築物在整個生命週期中的環境影響和成本效益。這一個階段使用國際標準化組織（ISO）的生命週期評估方法，從建造、使用和拆除等不同階段進行分析。針對兩種建築方法進行比較，分析其總體環境影響和成本效益。

綜合分析結果顯示，預鑄混凝土建築物在環境可續性方面表現更好。以下是本研究所得到的主要結論：

1. 節能性能：

預鑄混凝土建築物在生產過程中消耗較少的能源，所以對環境的負擔較小。另外，因為預鑄混凝土構件可以在工廠中製造，故可以減少現場施工過程中所帶來的能源消耗。

2. 減少廢棄物：

預鑄混凝土建築物可以大幅減少現場施工過程中所產生的廢棄物，因為預鑄混凝土構件可以在工廠中進行生產，並透過模具與模板來確保生產的精確度和一致性。

3. 縮短施工時間：

預鑄混凝土建築物可以在工廠中預先生產，然後在現場進行組裝，這樣可以節省大量的施工時間。不僅可以減少施工過程中的環境污染，也可以減少施工期間對當地環境的影響。

4. 減少碳足跡：

預鑄混凝土建築物的碳足跡比場鑄混凝土建築物低，因為生產預鑄混凝土建築構件所需的碳排放較少。此外，由於預鑄混凝土構件可以在工廠中製造，因此可以減少現場施工過程中的碳排放。

綜合以上分析結果可以得出：在超市建設中，預鑄混凝土建築物比場鑄混凝土建築物更具環境可持續性。但是研究仍然有一些限制，例如：樣本數目較少、只研究超市建設等等，這些尚需進一步研究和探討。

該研究結果表明，預鑄混凝土建築物在環境可持續性方面比場鑄混凝土建築物表現更好。具體來說，預鑄混凝土建築物在生命週期的大部分階段都比場鑄混凝土建築物具有更好的環境可持續性。其中，預鑄混凝土建築物的生產過程和運輸過程造成的碳排放量要低得多。此外，預鑄混凝土結構還具有更好的節能性能，因為它

們在廠時進行加工、製造，不需要場鑄混凝土。不僅可以減少現場的噪音和污染，還可以減少能源消耗和碳排放。此外，預鑄混凝土結構的生命週期長，可以長時間使用，降低了建造和拆除的次數和所需的資源。

在一些生命週期階段，場鑄混凝土建築物也具有優勢。例如：在使用階段，場鑄混凝土建築物的能源消耗比預鑄混凝土建築物低。這是因為場鑄混凝土建築物在施工過程中需要用到較少的能源和材料，因此其總體能源效率更高。此外，場鑄混凝土建築物的維護和更新成本也較低，因其結構較容易進行修復和更換。

總體而言，在環境可續性方面，預鑄混凝土建築物比場鑄混凝土建築物表現更好。這並不代表場鑄混凝土建築物是不續性的，因為它們在某些生命週期階段具有優勢。在選擇建造方法時，建造商應該考慮到整個生命週期的環境影響和成本效益，並選擇最適合其需求的建造方法。此外，建造商還應該注意使用環保材料和技術，並在建造過程中盡量減少碳排放和資源浪費，從而實現更可持續的建造和發展。

（五）小結

以上文獻回顧可以發現相較於場鑄工法，預鑄工法有較大的排碳優勢，不論是根據軟體計算或代入方程式，皆顯示預鑄工法的排碳量比場鑄工法為低，透過生命週期評估後，進而發現交通運輸是預鑄工法最大的隱憂，若預鑄場離施工地距離超過一定值時，將失去預鑄排碳量較低的優勢。但整體而言預鑄工法在很多面向仍是比目前的場鑄工法有優勢，彙整如下：

1. 在預鑄場可以有效管控原物料的使用，並且提高其原料使用效率，進而降低廢棄物的產生。
2. 預鑄工法可以配合工程排程進場，以達到縮短工期的效果，並不會因為天候因素而延宕。
3. 預鑄構件生產於工廠內，可以有效管理預鑄構件的品質，達到業主要求。

而針對預鑄工法之碳排放量，本研究參考上述文獻回顧之內容以及生命週期評估的架構，彙整公式架構如下，後續研究將透過方程式計算碳排放量。

$$E_{total} = \sum M_{O,i} f_{O,i} + \sum E_{O,transport} + \sum M_{P,k} f_{P,k} + \sum E_{P,transport} + \sum E_{field}$$

E_{total} : 溫室氣體總排放量

$M_{O,i}$: 第 i 種原物料使用重量 (kg)

$f_{O,i}$: 第 i 種原物料的碳排放因子

$E_{O,transport}$: 運輸原物料至工廠之碳排放量

$M_{P,k}$: 第 k 種工廠預鑄產品重量 (kg)

$f_{P,k}$: 第 k 種工廠預鑄產品的碳排放因子

$E_{P,transport}$: 運輸工廠預鑄產品至施工現場之碳排放量

E_{field} : 施工現場之排放量

二、預鑄減碳案例分析

本計畫針對預鑄工法，洽詢業界廠商進行合作，以實際案例進行分析，比較採用傳統場鑄工法與預鑄工法在排碳、成本、工期與人力分析面向之效益。

(一) 預鑄廠參訪

本計畫於 112 年 4 月 25 日，前往亞利預鑄工業股份有限公司位於新北市樹林廠以及潤弘精密工程事業股份有限公司桃園市楊梅預鑄廠參訪，了解我國預鑄廠目前之技術工法與營運現況。



圖 3-10 預鑄廠參訪

（二）案例資料

1. 排碳案例分析

本次合作案例由潤弘精密工程事業股份有限公司提供，此案例位於台北市南港軟體園區與內湖科技園區之間，為地上 27 層、地下 5 層 SRC 構造之半預鑄工法建築物，預鑄佔比為 23%，其使用用途為行政辦公空間，土地使用面積為 5,288.69 m²，法定建蔽率為 55%，容積率為 382%。



圖 3-11 南港區案例圖

本案例針對預鑄部分進行分析比較，並以碳排放影響最多之預拌混凝土、打底粉光、模板、鋼筋以及預鑄構件於場內運輸等進行探討。

本案例僅針對本建築物 23%之預鑄部分分析，以碳排放影響最多之項目進行探討，如預拌混凝土、打底粉光、模板、鋼筋以及預鑄構件運輸等。

碳排係數來源主要參考「低碳(低蘊含碳)建築評估手冊」初級資材碳排資料庫，手冊不足的部分如 7000psi 以上之預拌混凝土，本案例利用混凝土配方加權平均後得其碳排係數。此外，木模板與鋼模板因循環次數不同，其對應之碳排係數也有所改變。

此外，木模板循環次數則參照鋁模板 6 次為標準，而鋼模板並無循環次數限制，整合國內外鋼模板循環次數研究相關文獻，鋼模板循環次數約 50 至 200 次以上，本次研究以側模板 100 次、底模板 150 次、端模板 150 次作為計算依據。

下表 3-20 為預鑄與場鑄工法比較表，預鑄工法之數量為實際案例用量，場鑄工法的數量則為實際案例規模經結構分析軟體依照相同規模所需承受之應力轉換後得出應有場鑄柱的數量，並且加以計算後進行比較。而計算方式則參考文獻回顧中的相關文獻，以「數量 x 碳排放係數=該材料之碳排放量」的方式進行。

表 3-20 預鑄與場鑄工法比較表

項目	單位	預鑄		場鑄		說明	碳排放係數
		螺絲+NEW RC		方箍			
		數量	碳排放(tCO ₂ e)	數量	碳排放(tCO ₂ e)		
5000PSI 預拌混凝土	M3	3871	1244.72	3871	1244.72	梁+版	321.59
6000PSI 預拌混凝土	M3	0	0.00	173	61.98	柱高樓層，斷面1.2x1.2m ²	358.69
7000PSI 預拌混凝土	M3	0	0.00	815	272.52	柱中樓層，斷面1.2x1.2m ²	334.37
8000PSI 預拌混凝土	M3	0	0.00	2413	875.78	柱低樓層，斷面1.2x1.2m ²	362.88
9000PSI 預拌混凝土	M3	120	47.83	0	0.00	NewRC：柱高樓層，斷面1x1m ²	398.57
10000PSI 預拌混凝土	M3	566	243.76	0	0.00	NewRC：柱中樓層，斷面1x1m ²	430.67
12000PSI 預拌混凝土	M3	1676	829.40	0	0.00	NewRC：柱低樓層，斷面1x1m ²	494.87
1:3水泥砂漿粉刷	M2	0	0.00	55804	504.97	木模板需打底粉刷	9.05
鋼模板(側模板)	套	21	1.38	0	0.00	柱: 4套·梁: 5套·版: 12套	65.54
鋼模板(底模板)	套	21	43.01	0	0.00	柱: 4套·梁: 5套·版: 12套	2047.99
鋼模板(端模板)	套	23	9.09	0	0.00	柱: 8套·梁: 15套·版: 0套	395.36
木模板	M2	0	0.00	55804	55.80	非NewRC柱斷面為1.2x1.2m ²	1.00
SD-420高拉鋼筋	T	262	297.93	1740	1981.37	1. 柱主筋(SD690#11)→(SD420#11) 2. 柱箍筋(SD690#13@4.8)→(SD420#5@8.5) 3. 柱箍筋(SD490#13@7.2)→(SD420#5@8.5)	1139.00
SD-490高拉鋼筋	T	922	1050.16	501	570.64	梁+版	1139.00
SD-690高拉鋼筋	T	796	906.64	0	0.00	NewRC：搭配高強度鋼筋	1139.00
預鑄運輸	T	14958	28.42	0	0.00	預鑄廠至工地：混凝土方數x2.4	1.90

經計算過後預鑄部分碳排放為 4702.34 tCO₂e，模擬場鑄工法的碳排放為 5567.79 tCO₂e，預鑄部分相較於場鑄部分碳排放減碳量約 865.45 tCO₂e，該案預鑄佔比僅 23% 即減少超過 800 公噸的碳排放量，由此得知預鑄工法的減碳效益是相當優異且顯著。

2. 工期與人力分析

本計畫工期與人力則以另二案進行比較，此二案皆位於台北市，分別為全場鑄結構體與全預鑄結構體(地下層場鑄，地上層預鑄)且此二案建築物規模相似，故其數據相互比較分析具參考價值，工期與人力皆為實際現地實際紀錄而得(截至 11 月 10 日)，於成本估算後全預鑄結構體成本約為全場鑄之 1.25 至 1.30 倍，而工期與人力部分為目前現地實際紀錄而得，由於各個建案設計方式不同，所以本計畫案例以標準層進行紀錄分析，表 3-21 為單一標準層於預鑄案以及場鑄案之對應物料及工數，其中亦包含預鑄構件吊裝、工廠製造及吊車手之施工人數，比較後可發現，預鑄案之施工工期與人力安排皆優於場鑄案。

表 3-21 建築碳足跡評估表

項目	單位	預鑄案 (柱樑牆 DECK 版)		傳統場鑄案	
		數量	每層工數 (人-日)	數量	每層工數 (人-日)
標準層 樓地板面積	m ²	1266		530	
標準層工期	天	12		18	
預鑄柱	支	27		0	
預鑄梁	支	69		0	
預鑄版	片	0		0	
預鑄牆	片	24		0	
模板	m ²	219	56	2430	112
鋼筋	t	36	46	80	114
鋼筋網鋪設	m ²	1266	15		
混凝土澆置	m ³	226	8	360	8
打底粉刷	m ²	171	18	578	125
放樣工			4		4
吊裝工			88		
吊車手			24		
工廠製造人工			45		
總計(人)			304		363
單位樓地板出工 數(人日 / m ²)			0.24		0.6

3. 造價成本分析

成本分析則以第四案進行比較，本案例為桃園市社宅一案，為部分預鑄之結構體，因尚在招標中，因此相關資料無法提供，僅以最終分析數據進行呈現，本分析利用發包階段工程數量明細與單價得到之預算成本作為比較依據，其中人員薪資為現地工程師之薪資，和出工數並無關聯，而施作人員薪資皆包含於各項工項中。本案例於預算部分，預鑄結構與場鑄結構主要在於地上結構體工程相差 1 億 8868 萬元，本案例中如改採預鑄結構，成本約增加總價之 6.3%。

三、預鑄工法建案設計與施工階段應注意事項

經過探討預鑄工法與場鑄工法碳排放差異的計算後，由於預鑄工法和場鑄工法碳排放差異為水泥、鋼筋、打底粉光、木模板與鋼模板等數量之影響最為大宗。故預鑄工法未來於計算過程中須針對此項目進行詳細的數量清點。除此之外，預鑄構件之碳排放亦須考慮在內。未來計算相關碳排放應依照內政部建築研究所發行之「低碳(低蘊含碳)建築評估手冊」以及相關碳排放係數資料庫作為計算依據。以下是在預鑄工法建案設計和施工階段應注意減碳方面的相關事項：

(一)材料選擇：

1. 選擇可再生和可持續發展的建築材料，例如使用再生混凝土或其他可再生材料，減少對有限資源的依賴。
2. 優先考慮低能耗、低碳排放的材料，例如選擇綠色建材和具有良好環保性能的材料。

(二)設計優化：

1. 通過設計優化減少建築材料的使用量，確保預鑄構件的設計是經過最優化的，以減少能源和資源的消耗。
2. 於設計階段應多利用高重複性標準構件，使鋼模板得以進行多次循環，並達到高效生產的效果。

(三)施工過程管理：

1. 監控和減少預鑄構件生產過程中的能源消耗，確保使用高效的能源管理系統。
2. 減少施工現場產生的廢棄物，實施回收和再利用，並確保嚴格的廢棄物管理計劃。

(四)運輸與安裝：

1. 優化運輸路線和方式，以減少運輸過程中的碳排放。
2. 在安裝過程中，確保有效的時間安排和使用節能的設備，並最小化施工所需的能源和資源。

(五)環境監測：

1. 在建築物運行後，定期監測能源使用和環境性能，並根據監測結果進行調整和優化。

透過這些措施，在預鑄工法建案的設計和施工階段，可以有效地實現減碳目標，並對環境產生更少的影響。

另外，在進行預鑄工法建案的設計和施工階段之注意事項：

（一）設計階段注意事項：

1. 確保預鑄構件的設計符合建築法規和標準，包含結構設計、耐久性、安全性等。
2. 考慮運輸和安裝時的限制與要求，確保預鑄構件的尺寸和重量符合運輸和起重設備的限制。
3. 考慮預鑄構件之連接方式以及防水密封等細節，確保在施工階段和使用階段都具足夠的強度和防水性。
4. 於設計階段即安排預鑄構件和現場施工的配合，確保在施工階段的順利進行。

（二）施工階段注意事項：

1. 預鑄構件的製作過程符合設計和品質要求，例如混凝土配比、模具製作、鋼筋安裝等。
2. 嚴格控制預鑄構件的製作環境，確保其強度和耐久性符合要求。
3. 在運輸和安裝過程中確保預鑄構件不受損壞，並按照設計要求進行連接和防水密封處理。
4. 確保預鑄構件與現場施工的配合，如預留孔洞、配線管道等，以便後續的施工和使用需求。

（三）品質控制注意事項：

1. 定期進行預鑄構件的檢測與測試，確保其強度、防水性等性能符合設計要求。
2. 確保所有相關的材料符合相關的標準和規定，並進行記錄和檢驗。

第三節、推廣本所建築低碳工法、預鑄建築等成果

一、結合本案及內政部建築研究所 112 年度協同研究案「預鑄工法導入建築工程設計應用手冊編訂之研究」成果，規劃並辦理 1 場研討會，以宣傳內政部建築研究所執行成果，提高國人接受預鑄建築之意願。

本計畫於今（112）年度 10 月 19 日星期四辦理成果研討會，研討會名稱為「營建產業因應淨零建築趨勢之對策」研討會，主要邀請所內長官分享 2050 淨零建築及低蘊含碳制度簡介，同時邀請本計畫團隊研究員分享本年度低碳循環建材、低碳工法輔導成果，並邀請壹東實業股份有限公司現身分享試辦之成果，並提供未來希望申請本制度之企業該如何預做準備，最後邀請國立高雄科技大學生態工程科技中心翁佳樑主任分享預鑄工法導入建築工程設計應用手冊簡介，研討會議程表如表 3-22：

表 3-22 研討會議程表

時間	講題	主講人/主持人
13:00~13:30	報到	
13:30~13:40	開幕致詞	
13:40~14:30	2050 淨零建築及低蘊含碳制度簡介	內政部建築研究所 徐虎嘯簡任研究員
14:30~15:20	低碳循環建材與低碳工法申請流程介紹	財團法人台灣建築中心 何昱賢研究員
15:20~15:30	休息時間	
15:30~16:00	低碳循環建材輔導經驗分享	壹東實業股份有限公司 ESG 策略室 陳盈如永續長
16:00~16:50	預鑄工法導入建築工程設計應用手冊簡介	國立高雄科技大學生態工程科技 中心翁佳樑主任
16:50~17:00	Q&A	
17:00	研討會結束	

本研討會於 10 月 3 日透過電子 EDM 及各公協會電子發文開始宣傳，由內政部建築研究所擔任主辦單位，國立高雄科技大學生態工程科技中心擔任協辦單位，本次活動紀錄與相關文宣展示如表 3-23、表 3-24 所示。

表 3-23 活動紀錄表



會場示意圖 報名人數：193 人(實際參與人數：131 人)



貴賓大合照

壹東實業股份有限公司 ESG 策略室 陳盈如永續長（左起）、國立高雄科技大學生態工程科技中心 翁佳樑主任、內政部建築研究所 徐虎嘯簡任研究員、財團法人台灣建築中心林杰宏副執行長、財團法人台灣建築中心江欣政執行長、內政部建築研究所蔡綽芳組長、中華民國室內設計裝修商業同業公會全國聯合會陳俊明榮譽理事長、台灣永續綠營建聯盟 楊明俊秘書長、台灣防火綠建材裝修學會 顏睿賢理事長、國立暨南國際大學何昱賢助理教授。

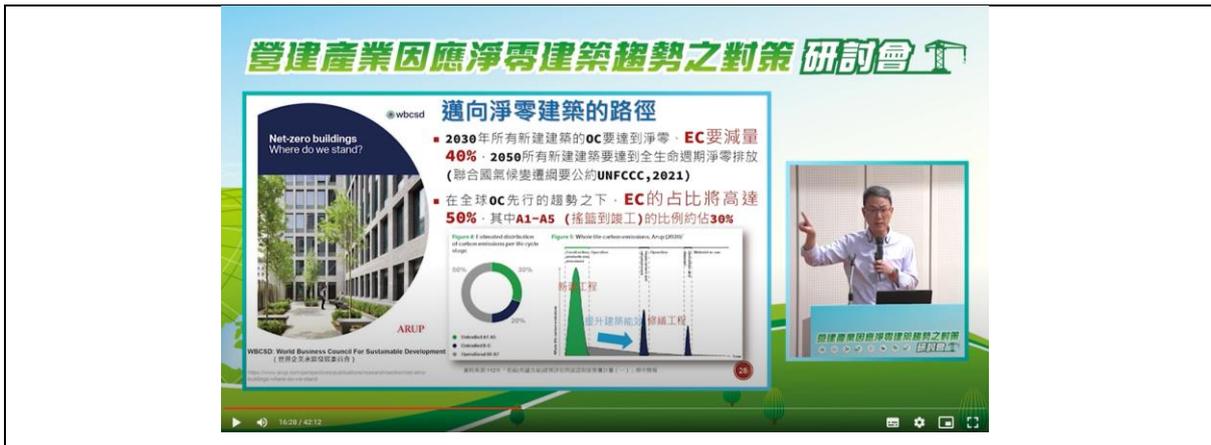
表 3-24 相關文宣展示

電子 EDM	講台背板	議程表
		
<p>1 樓引導版</p>	<p>電梯展示</p>	<p>攝影圖示(3 堂課程影片+後製)</p>
		

二、將前揭研討會之講演內容錄製成影片，並進行編輯製作，使之適合公開播放（如：網路播放），有利本所辦理相關宣導。

為增加推廣效益，本案於「營建產業因應淨零建築趨勢之對策」研討會針對 3 場演講進行影片錄製，擬規劃編輯製成公務人員學習時數影片，並公開於公部門線上學習管道進行推廣，影片編輯示意如表 3-25。

表 3-25 影片編輯展示



2050 淨零建築及低蘊含碳制度簡介
內政部建築研究所徐虎嘯簡任研究員



低碳循環建材與低碳工法申請流程介紹
財團法人台灣建築中心何昱賢研究員



預鑄工法導入建築工程設計應用手冊簡介
國立高雄科技大學生態工程科技中心翁佳樑主任

三、於建築產業相關平面媒體刊登 1 篇專題報導，宣傳建築低碳工法之新知、優點及效益。

為增加推廣力道，除進行研討會影片錄製宣傳之外，本案邀請法蘭克福新時代傳媒於 112 年 10 月 19 日及 11 月 6 日分別針對成功大學林憲德教授及內政部建築研究所蔡綽芳組長進行專題報導，主題為低碳淨零政策之重點方向、獎勵措施及未來制度走向，雜誌擬於 112 年 11 月底進行露出，採訪內容草案如表 3-26 所列：

表 3-26 雜誌專訪內容草案

低碳＋能效雙軌標示制度，讓台灣朝 2050 淨零建築目標高速前進！

繼 2022 年 1 月 1 日公布實施建築能效評估及標示制度 (BERS) 後，建研所再度「超前部署」研擬制訂低碳 (低蘊含碳) 建築評估及標示制度 (LEBR)，並規劃明 (2024) 年 7 月起實施。究竟綠建築、建築能效和低碳建築 3 種標章有何關係？又能為台灣建築和營建產業帶來什麼影響和效益呢？

文／修蓉芳 資料來源／內政部建築研究所

根據 2022 年國際能源總署 (International Energy Agency, IEA) 出版的「全球能源部門 2050 年淨零排放路徑」報告指出，全球建築營建部門的溫室氣體排放量約占 37%。其中，建築物在使用階段的溫室氣體排放量 (Operational Carbon, 使用碳排) 約有 28%；而在建築物興建、更新修繕及拆除廢棄階段的溫室氣體排放量 (Embodied Carbon, 蘊含碳排) 則約占 9%，這部分主要是指鋼筋、水泥、鋁、玻璃等建材於製造、運輸和施工過程中所產生的碳排量。

立於趨勢前沿，率先推出低碳 (低蘊含碳) 建築評估及標示制度

為達到 2050 淨零排放目標，世界各國目前在建築淨零排放的政策及力道上多著重以節能、綠電的方式來降低 28% 的「使用碳排」，而忽略了那 9% 的「蘊含碳排」。事實上，「使用碳排」的降低有其極限，隨著時間的推移此消彼長，預估「蘊含碳排」的占比將逐漸升高。內政部建築研究所 (以下簡稱建研所) 工程技術組組長蔡綽芳表示，建築全生命週期的碳足跡應包含「蘊含碳排」和「使用碳排」，尤其是「蘊含碳排」在每棟建築物蓋完之後就已「大勢底定」，還會隨著翻新、

修繕次數而不斷疊加，若能從源頭抓起，在建築物興建之初即採用低碳材料、低碳工法，對於達成建築淨零排放目標的努力才能事半功倍。

因此，建研所繼 2022 年 1 月 1 日公布實施降低「使用碳排」的利器——建築能效評估及標示制度（BERS）後，再度「超前部署」研擬制訂低碳（低蘊含碳）建築評估及標示制度（LEBR），並已於今年 9 月完成 2023 年版「低碳（低蘊含碳）建築評估手冊」，作為後續評估建築物蘊含碳排的基準；目前正在辦理相關作業要點的法制作業程序，規劃明（2024）年 7 月起實施。建研所工程技術組簡任研究員徐虎嘯指出，有關如何降低建築「蘊含碳排」的策略，部分歐洲國家已開始著手，美國和澳洲的綠建築評估系統也都有提到類似的東西，但台灣可算是亞洲區最先將相關策略及辦法形成制度化的，走在淨零趨勢相當前沿的位置。

低碳建築與綠建築、建築能效標章相輔相成，將減碳效益最大化

在建築物碳足跡的計算方式上，如果依照之前普遍應用的 ISO 14067 或 PAS 2050 國際標準並不適合，一來它們主要用於大量重複生產的工業產品碳足跡計算、二來它們屬於事後評估，對於多為單一工程案件、無法大量複製且生命週期長達 40 年以上的建築物來說，無法有效提供做為實際減碳設計之用。因此國際上已推出以情境模擬方法學來進行建築物全生命週期碳足跡評估的最新標準 EN 15978，而建研所正要推行的低碳（低蘊含碳）建築評估及標示制度（LEBR）即是參照 EN 15978 標準訂定，亦完全符合當前的國際趨勢。

蔡綽芳表示，在「低碳（低蘊含碳）建築評估手冊」中，除了載明建築減碳設計的重點、基本規定、LEBR 分級評估與標示法，還詳細介紹了 LEBR 生命週期四階段——主結構設計、製造運輸與更新修繕、施工、拆除廢棄的碳排計算公式。利用手冊中的方法和相關工具，建築師在規劃綠建築設計時，就可以同時進行「蘊含碳排」和「建築能效」（使用碳排）的計算，可說「畢其功於一役」，相當方便。徐虎嘯進一步說明，雖然「綠建築標章」的 9 大評估系統（EEWH）中已包含「日常節能」及「二氧化碳減量」，但實際上節約了多少能源？減了多少碳排量？並無詳細揭露，而 BERS 和 LEBR 就能補足這兩個部分，提供明確的量化數據和清楚的級別區分，讓普羅大眾更易於辨識。因此，EEWH、BERS 和 LEBR 三者並無疊床架屋之虞，反而是相輔相成、更加完善，為建築的減碳效益提供更大的助

力。

結合中央與地方之力，將「低碳」融入生活、形成文化

低碳（低蘊含碳）建築評估及標示制度（LEBR）的推動上，也希望能依循建築能效評估及標示制度（BERS）的作法——由公有建築帶頭做起，引導民間建築跟進，鼓勵建築及營造產業將 LEBR、BERS 雙管齊下，早日實現淨零建築目標。今年建研所已委託財團法人台灣建築中心針對國內建材製造、營建及相關供應鏈業者，進行 4 場低碳工法與低碳循環建材評估認證的說明與輔導活動，並舉辦了全台 LEBR 的推廣講習會，獲得極大迴響。為更加強力道、喚起營建產業的重視並力行，建研所目前已積極和公共工程委員會洽談，希望能將 LEBR 加到新建公有建築計畫審議的要求裡；也和金融監督管理委員會討論，期望能將 LEBR 作為企業 ESG（永續發展）、「綠色金融」低利貸款的條件之一。

此外，建研所更與成功大學建築系、台灣建築中心、新北市政府工務局、公共工程資訊學會組成「建築減碳健診隊」，以「解開低碳建築密碼，開創淨零碳排新世界」為題參加 2023「總統盃黑客松」競賽，並於 154 個參賽隊伍中脫穎而出獲得卓越團隊獎殊榮。蔡綽芳認為，得獎的主要關鍵在於，團隊成員強強聯手，結合低碳（LEBR）與數位（BIM），將以往需耗時多年、花費數百萬元才能取得的建築物碳足跡計算結果，在短短的 3~5 鐘內就能算出，不僅真正展現了建築的數位轉型，更是建築產業的一大突破！接下來，新北市政府也將把 LEBR+BIM 納入公共建設的審核要項，並對採行 LEBR+BIM 的民間建築提供容積獎勵。

相信結合中央與地方之力，能快速將「低碳」概念融入生活、形成文化，而建研所提出的建築低碳（LEBR）+能效（BERS）雙軌標示制度，亦將讓台灣朝 2050 淨零建築目標高速前進！



圖 3-12 雜誌示意圖

第四節、評估技術移轉及創收權利金之可行性

本計畫主要目標為輔導廠商申請低碳循環建材或低碳工法之試辦，並無自行開發相關減碳工法之創新作為，因此較不適用技術移轉或創收權利金，然不排除未來所內有機會開發相關減碳新技術，針對現行或未來相關評估技術移轉及創收權利金之可行性模式，執行團隊透過訪談整理以下 3 點說明：

一、現行的權利金授權有何缺點？

經檢視內政部建築研究所現階段之專利統計資料狀況（詳如表 3-27），截至 112.9.30 統計共有 26 項專利技術，目前內政部建築研究所採用授權方式為非專屬授權方式，為採用某工程案給予該案授權，並提供諮詢指導，授權金採一次性支付，並分配於甲方（60%）-計畫出資方、丙方-計畫執行方（40%）。

以『填充型鋼管混凝土梁柱的接頭結構』研發成果技術移轉授權案為例，該案授權金為新台幣壹拾壹萬元整。此方案的優點為可減輕欲使用專利之廠商授權金壓力，並且提供更多機會給想使用該專利的廠商。然而在缺點部分，該專利無法持續性開發，進而降低廠商使用專利之意願。

二、經過與各研究團隊訪談(含大專院校)，希望建研所提供之協助為何？

本計畫團隊與國內七位學者進行訪談，其研究方向分別為混凝土、鋼木複合構造材及磚，其訪談結果為覺得建研所在專利上的協助可以分為幾種階段，在早期研究階段，學者需要的是研究案的經費補助，給予研究計畫進行共同開發專利技術。在中期研究階段，因已確認專利技術之優越及可行性，但缺少量產能力及市場性驗證，期盼建研所聯合業界廠商，共同開發更貼近產業市場的專利技術。在後期研究階段，因已確認專利技術市場性，希望建研所協助進行產品成效驗證與規範政策諮詢建議，逐步推動市場的接受度，最後提供政府發包採購作業的協助，鼓勵企業採用與政府相關部會、法人單位之專利，給予評選加分之獎勵。

三、可行的權利金創收模式有哪幾種？

為了解產業界對於權利金創收模式想法，本執行團隊拜訪廠商進行討論(如圖 3-13)，建議未來可以 2 種模式(如圖 3-14)進行，而本研究團隊建議可採用模式 2 結合業界增值開發的方式進行，可讓該技術能持續發展及推至市場應用，且對所內之成本較小，但收益較大，惟所內目前並無育成公司之方案，未來如何與民間廠商推動須再進一步研擬。

模式 1 提供研究計畫重新開發

1. 早期研究階段，提供研究案給予經費補助。
2. 中期研究階段，因已確認專利技術之優越及可行性，但缺少量產能力及市場性驗證，期盼聯合業界廠商，持續開發更貼近產業市場的專利技術。
3. 後期研究階段，因已確認專利技術市場性，希望建研所協助進行產品成效驗證與規範政策諮詢建議。

模式 2 結合業界增值開發

1. 在研發早期階段，廠商自行研發，若無法立即應用於市場，建研所可用技術入股方式，與業界廠商合組公司或專利技術作價交換公司股權，讓該公司繼續發展其專利技術，避免因研究計畫經費臨時中斷導致專利技術開發受到影響。
2. 中後期研究階段，皆由廠商根據市場性持續開發，直至推出市場進行應用。



圖 3-13 何昱賢研究員與廠商洽談專利技術移轉

<p>模式1 重新開發 促成業界與學界合作，建研所 指導之模式</p>	<p>模式2 增值開發 促成業界與建研所合作，將準 備完成之技術進行最後確認</p>
<p>● 優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 從零開始，建研所可全程參與 ✓ 學界接受度較高 <p>● 缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 成果完成時程較長 ✓ 不確定性高 ✓ 投入成本資源較高 	<p>● 優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 完成度高，較快產生成果 ✓ 投入成本低 <p>● 缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 需為業界成果背書

圖 3-14 權利金創收建議模式

表 3-27 建研所歷年有效專利統計細項資料表(截至 112.9.30)

序號	專利名稱	專利字號	備註
1	具自我組裝單分子層奈米顆粒之水性奈米塗料之製法	發明第 I246531 號	
2	可消抵水平側向力之結構體支承加載裝置	發明第 I263783 號	
3	複合梁柱支承抵抗水平側向力	US7584671 B2	美國專利
4	水霧式隔煙系統	發明第 I305498 號	
5	RFID 門牌資訊系統	發明第 I356344 號	
6	RFID 標籤定位演算方法	發明第 I402532 號	
7	RFID 於建築管線定位技術與維護管理之應用	發明第 I363154 號	
8	鋼筋檢驗試體及混凝土試體之 RFID 防偽管理方法	發明第 I406178 號	
9	填充型鋼管混凝土梁柱的接頭結構	發明第 I493092 號	
10	太陽能屋頂結構	新型第 M492347 號	
11	結合電子看板之避難引導系統	新型第 M490078 號	
12	應用於直立柱與開口間牆段的鋼筋配置	發明第 I563149 號	

13	水泥基質結構物聲學的火害判別裝置	新型第 M526072 號	
14	水泥基質結構物聲學的火害判別方法	發明第 I612302 號	
15	具有聲光指示的避難系統	新型第 M524971 號	
16	具防火阻熱遮煙性能之水膜簾幕	新型第 M535097 號	
17	太陽能光電模組之水膜系統	新型第 M559554 號	
18	邊坡感測裝置	新型 M561293 號	
19	樓板厚度量測結構	新型 M565791 號	
20	熱煙測試可控煙流率與密度造煙系統	新型 M565585 號	
21	樓板厚度量測方法	發明 I641804 號	
22	整合型人工邊坡智能感測器	新型 M579189 號	
23	火害傷損判識系統	新型 M593544 號	
24	空調系統控制方法	發明第 I746087 號	
25	火害傷損判識之方法	發明第 I720684 號	
26	門(窗)氣密性檢測系統	新型第 M642060 號	

第四章 結論

「淨零任務是全球的永續圭臬」，鑒於近期全球溫室氣體效應造成氣候變遷的鉅大環境影響，聯合國繼 1997 年「京都議定」後，於 2015 年再發起「巴黎協議」的重要宣示，世界包含美國、日本、韓國、歐盟等各主要國家紛紛響應，以 2050 淨零減碳為重大國家目標，戮力挽救全球升溫不超過 1.5 度 C。為達成此目標，世界各國紛紛宣示淨零碳排行動並推動國家淨零排放立法，這是內政部振興產業與永續淨零的機會，而所內已公告 2023 年版「低碳(低蘊含碳)建築評估手冊，自中華民國 113 年 1 月 1 日起實施，而近期多場的推廣說明會場場爆滿，顯示產業界對於低蘊含碳議題之關注，然低蘊含碳建築制度其中有關低碳循環建材與低碳工法，需要更多的滾動式修正，而建材的認證更背負了與環境部接軌的重要使命，未來或可參考環境部建置的相關碳標籤管理制度；協助業者同步申請環境部與內政部的相關碳排認證，讓目前環境部的完成 1068 項碳係數持續累積，使得低碳循環建材評估不確定性更低。

近期，低碳循環建材與工法的上路，為建築產業淨零注入一股強大的力量，是風險也是機會，建議低碳循環建材與工法制度除了主結構材之外，可以海納百川，逐步容納所有建築業的產品與工法，結合所有產業一齊為建築業淨零而努力；建置完整且利於產業發展的低蘊含碳建築制度，本案初步建議如下所列：

- 一、 低碳循環建材試辦資格，依制度要求首要須取得碳數據第三方查證證明(EPD、ISO14067 或環保署碳標籤)等要件之一方得申請，而從申請廠商訪談過程中，可發現大多數皆尚未取得碳數據第三方查證證明與相關資格，因此亟需後續持續輔導計畫協助業界取得第三方查證資格。而除內政部之外，其他相關部會持續推出輔導經費協助廠商進行相關查證計畫，建議後續內政部在推動低蘊含碳相關認證申請可結合其他部會之資源，提供廠商更多方案執行本制度。
- 二、 經過廠商試辦回饋，對於資料庫查找與計算較不易上手，建議未來可開發如同經濟部工業局碳排金好算之線上計算系統，可將公式計算與資料庫係數自動帶入，方便廠商申請與產出報告。
- 三、 簡化適合建築產業之 ISO14067 產品類別規則，提供可靠有效實惠的查證方式與經費成本，籌備合於建築產業的查證能量(規畫與訓練)與執行人力。
- 四、 低碳工法推陳出新，建議未來評定機構正式上路時，應有技術諮詢審查機制，提供廠商與委員有直接溝通討論的機會，確保未來正式申請時，新工法可以順利推展。
- 五、 經文獻回顧可以發現相較於場鑄工法，預鑄工法有較大的排碳優勢，不論是根據軟體計算或代入方程式，皆顯示預鑄工法的排碳量比場鑄工法為低，透過生命週期評估後，

進而發現交通運輸是預鑄工法最大的隱憂，若預鑄場離施工地距離超過一定值時，將失去預鑄排碳量較低的優勢。但整體而言預鑄工法在很多面向仍是比目前的場鑄工法有優勢，彙整如下：

- （一）在預鑄場可以有效管控原物料的使用，並且提高其原料使用效率，進而降低廢棄物的產生。
- （二）預鑄工法可以配合工程排程進場，以達到縮短工期的效果，並不會因為天候因素而延宕。
- （三）預鑄構件生產於工廠內，可以有效管理預鑄構件的品質，達到業主要求。

參考文獻

1. 內政部建築研究所，低碳(低蘊含碳)建築評估手冊，新北市：內政部建築研究所，2023。
2. 周瑞生、葉冠志 (2012)，建築物生命周期之排碳量模擬與環境成本分析-混凝土預鑄與場鑄工法之比較，營建管理季刊，一百零一年冬季號，第九十三期，頁 41-63.
3. Wenkai Luo, Malindu Sandanayake, Guomin Zhang(2018), Direct and indirect carbon emissions in foundation construction - Two case studies of driven precast and cast-in-situ piles. *Journal of Cleaner Production*, 211, 1517-1526.
4. Ya Hong Dong, Lara Jaillon, Peggy Chu, C.S. Poon (2015), Comparing carbon emissions of precast and cast-in-situ construction methods - A case study of high-rise private building. *Construction and Building Materials*, 99, 39-53.
5. Bruno Dal Lago, Davide Visconti, Visar Krelani (2021), Environmental sustainability of precast and cast-in-situ concrete structures: a case-study comparison based on built supermarket facilities. *UBT International Conference*, 300.

附錄 1 評審會議回應表

「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫（一）」業務委託之專業服務案
評選委員意見及廠商回應一覽表

項次	評選委員意見	廠商（財團法人台灣建築中心）回應
1	預鑄工法關乎耐震、漏水等問題，國內投入預鑄工法研究之大學教授是多或少？是否對本案之執行形成困難？	1.本案 8 案之評估認證，以至少申請貴所 112 年度所建立之「低碳(低蘊含碳)建築評估與認證制度」為目標，同時配合 LCBA（低碳建築聯盟）制度進行評估。
2	請補充說明技術移轉及創收權利金之可行性。	2.關於人事費部分，修正為專任研究員江建勳，薪資 34,000 元/月，其餘成員皆為兼任人員。
3	請補充說明「長壽命減碳工法」之定義。	3.本案在本中心內部，將整合應用推廣部及產業應用服務小組資源，進行跨部門專案，同時整合成功大學楊教授團隊以達成目標。
4	關於本案經費分配，請再行調整。	4.本案將前往建材展，邀集廠商參與認證，並非參展或成為協力單位。
5	關於預鑄工法之減碳分析，應考慮運輸過程所產生之碳排放；又是否採用以人力為主之傳統工法，其碳排放反而較低？	5.公部門將以法制化目標推動，民間部分將配合現行標章（如耐震標章）導入預鑄工法，以容積獎勵進行推動。
6	預鑄工法不被大多數工程案件列入考慮的重點之一，在於其成本較高。推廣此工法時應考量如何突破。	6.高科技廠之新建廠房面臨環保署開發行為增量抵換的環評要求，因此除了能源要求之外，對於低碳材料亦有需求。
7	本案對於減碳工法之設定目標為何？	7.因執行期程較短，本案將以綠色混凝土、隔震消能構件、預鑄構件等進行挑選。
8	建築物採用預鑄工法，其構件接合、減碳等相關處理方式很是繁雜，必須預先加以深入研訂及簡化，以符工地實務操作之需求。	8.有關技術移轉及創收權利金，
9	請說明本案工作人員江建勳之職稱及薪資給付。	

10	作為一個專業的非政府組織，台灣建築中心內部應如何協助本案之執行運作？請說明。	本案將提出可行方案，供貴所參考。
11	本案執行期間不足1年，預計完成低碳工法與構件評估認證8案及預鑄工法減碳分析案例。是否已有設定之目標對象？	9.雖國內目前預鑄廠商偏少，然而有一林口市民活動中心案例，因成本考量，未找國內主要預鑄大廠，而由工程顧問設計後，交由其他工廠製造。此案例亦為可行方式。
12	低碳工法評估及認證之8案件，在本案執行之計畫中，是指完成起始申請，或是完成認證程序？	10.關於預鑄成本方面，經洽廠商瞭解，由於採非預鑄工法者亦需運輸，因此預鑄工法運輸成本僅高5%。
13	本案執行之預鑄工法減碳能力分析，是否僅以鋼筋混凝土構造為限？	11.因營建署將鋼構造、木構造定義為「預製」，而「預鑄」範疇僅限於鋼筋混凝土，故本計畫將針對鋼筋混凝土進行探討。
14	關於低碳工法之推廣，在公部門與民間建築的策略上，有無異同？	
15	依據本案需求，須配合本所本年度辦理之「低碳（低蘊含碳）建築評估與認證制度推廣計畫（一）」業務委託案建置減碳工法評估制度，辦理至少1案建築低碳工法；惟依服務建議書第8頁規劃，將同步協助具輔導潛力之廠商，並使用低碳聯盟之低碳計算認證辦法進行，與本案需求似不相符，請補充說明如何因應。	
16	依服務建議書第13頁，規劃配合年度三大建材展進行宣導；此非本案要求，似為自行提出。可否明確說明是否搭配參展宣導，亦或採其他方式辦理。	
17	本案在人事編列上，2位兼任研究人員薪資超過3萬元，但1位專任研究員其參與本案名稱為「兼任研究員」且薪資卻未達3萬元。請補充說明原因。	

附錄 2 期中審查會議回應對應表

項次	委員意見	執行團隊回應
一、呂理事長良正		
(一)	由三十多家廠商選出 7 家低碳循環建材及 4 家低碳工法，其選擇標準為何？應明確呈現評量方法。	感謝委員意見，本試辦案遴選的標準主要有二：一為提出申請之材料或工法須符合本制度之計算範疇、二為建材申請案須附上第三方查證之證明資料，無疑義後再進入第二階段複選，由碳管理、建築、結構與製程等專家共同遴選，最終選出 8 案進行申請試辦。
(二)	「低碳構件」是不適當的名詞，建請調整。	感謝委員建議，低碳構件為本計畫擬定之工作需求項目，後續將依照委員建議，統一修正為低碳循環建材及低碳工法。
(三)	預鑄工法減碳效益應呈現更具體之量化評估。	感謝委員建議，本計畫有關預鑄碳排分析相關工作，現階段先完成文獻回顧分析及資料蒐集，下階段將針對已取得之場鑄實際案例相關資訊，進一步轉換為預鑄工法時相關碳排計算與定量分析；其中有關塔吊是否導致預鑄碳排增加，將再與資料提供之廠商進行確認。
二、陳技師冠帆		
(一)	請問依目前分析結果，最佳碳排工法為何？是否由研究中可依據分等級提出減碳工法之建議？	感謝委員建議，本計畫主要目標為輔導廠商申請低碳循環建材或低碳工法之試辦，並無自行開發相關減碳工法之創新；而產業技術日益更新，並無所謂的最佳減碳工法可舉例，因此亦難以將減
(二)	請詳細說明入選為評估試辦之低碳工法與低碳循環建材，其創新獨到之處為何。	

(三)	<p>建請將舊有工法與新式減碳工法建立對照表，以明瞭其差異。</p>	<p>碳工法予以分級，但本執行單位將努力持續輔導市場上具有減碳工法潛力之廠商進行申請。</p>
<p>三、張建築師矩墉</p>		
(一)	<p>期中報告書第 2 頁，對於低碳循環建材認定(LCR)認定原則與前一案「低碳(低蘊含碳)建築評估與認證制度推廣計畫(一)」不同，請說明。</p>	<p>感謝委員意見，有關低碳循環建材認定原則，其中第 2 項「低碳循環建材減碳額度必須大於基準案總碳排放量 3% 才能獲得認定」為評估手冊草案所擬，後續將依照正式公告之手冊內容進行修改。</p>
(二)	<p>預鑄工法最大的隱憂是交通問題，且目前文獻皆無探討預鑄工法較場鑄工法需更大的吊裝能量。換句話說，預鑄化程度愈高，對塔吊、輪吊的需求隨之愈大，亦應一併納入探討。</p>	<p>感謝委員意見，執行團隊將持續探討。</p>
(三)	<p>期中報告書第 42 頁之機會一所提及「建築產業碳權增量抵換」，對於建築產業是否可以順利操作，目前仍是未知數。建築工程之興建過程一定存在碳排放，如何界定增量？增量多少？何時才可確認？環評程序是建築案件中，屬非常前端之作業，那時對於建築案執行細節完全是推估、預估，是可以被認可嗎？是否可採低碳工法評定為一定等級以上，得免進行抵換？應考慮簡政便民，以免疊床架屋。</p>	<p>感謝委員意見，有關環境部 112 年 3 月 22 日公告之開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準，第 26 條提及高樓建築，其高度為 120 公尺以上者，應實施環境影響評估。本制度所取得之碳減量是否能適用增量抵換，本計畫將密切關注環境部推動進度，並隨時更新資訊。</p>
<p>四、陳教授振誠</p>		
(一)	<p>本計畫以彙整產業對低碳認證制度之意見為工作項目之一，執行單位(台灣建築中心)可透過承接各次建築、建材標章講習活動等機會，向各方產業推廣並與彙集其意見。</p>	<p>感謝委員建議，有關廠商數量不足部分，本執行單位將與相關評定單位之活動進行結合共同宣傳，同時於明年度辦理專場說明會，以有效並積極協助同類型建</p>

		材申請本認證。
(二)	產業端目前有國際碳排相關規範及綠色金融的影響，如歐盟碳邊境調整機制(CBAM)、氣候相關財務揭露(TCFD)等，與建築建材產業皆有相關，可再深入研究。	感謝委員建議，有關綠色金融與金融監督管理委員會等相關碳政策，未來如有合適本制度之議題，將另外進行彙整。
五、新北市政府 鄔科長豪中		
(一)	本計畫未來以公家先行，首要挑戰即為政府採購行為。工程為複合型產品，「工程類採購」如何應用符合政府採購法第 96 條環境保護產品優先採購，宜有足以明確之量化數值。後續建請與公共工程委員會協商，以利推動營建產業淨零轉型。	感謝委員建議，未來本制度之推動將透過內政部與工程會溝通討論，期待比照綠建材標章施行方式辦理。
六、林教授子平（書面意見）		
(一)	本計畫為我國重要減碳計畫，於規劃之工作項目中，均有效達成原設定之成果。	感謝委員意見。
(二)	在發掘建築低碳工法工項，宜補充國外相關研究及作法，可擴展國內低碳工法發展。	感謝委員建議，本計畫主要目標為輔導廠商申請低碳循環建材或低碳工法之試辦，為低蘊含碳建築之推動做準備，未來如有機會協助廠商開發低碳工法，將依照委員建議補充相關國外研究及作法。
(三)	期中報告書第 17 頁至第 20 頁之訪談內容及建議應分類歸納，以利研讀及後續進展。	感謝委員建議，將於期末報告進行分類歸納。
(四)	以生命週期評估軟體 SimaPro 分析建築物採用預鑄工法之減碳能力時，若可將本土性之材料碳排收據加入資料庫中，則更具有在地性。	感謝委員建議。

七、孫教授振義（書面意見）		
(一)	關於期中報告書第 23 頁至第 24 頁，進行大專院校低碳工法與建材相關學者訪談之重要性不容小覷，建議持續聯繫並尋求增加訪談意願，以增加減碳工法創新及推廣應用之廣度。	感謝委員建議，與大專院校相關學者之訪談，本執行團隊將於下年度計畫持續推動。
(二)	期中報告書第 4 章結論中提及之「開發行為範圍之減量措施」似非正確法令名稱，請釐清後修正（例如改引用「溫室氣體排放量增量抵換管理辦法（草案）」）。	感謝委員建議，遵照建議進行修正。
(三)	研究內容與進度尚符合預期成果需求。目錄第 3 章內容有誤繕，請修正。	感謝委員建議，遵照建議進行修正。
八、蔡組長綽芳		
(一)	本計畫能吸引多家建築產業業者參與，顯見業者對此深具期望。請將所蒐集之業界反應、相關意見彙整，交送第 1 案之執行單位，以回饋「低碳（低蘊含碳）建築評估與認證制度」做為內容補充及調整依據。	感謝委員建議，相關意見回饋將交由「低碳（低蘊含碳）建築評估與認證制度推廣計畫（一）」案參考。
(二)	本計畫工作項目之一為蒐集分析建築物採用預鑄工法之減碳成效，其分析結果可做為第 1 案碳排標準計算之依據；惟此需大量且長時間蒐集預鑄工法相關數據，才能客觀完善。	感謝委員建議，執行團隊將持續蒐集數據，完善相關分析結果。
(三)	本計畫目前已取得 2 位教授於後續年度與本所共同開發低碳工法之意願，表示建築蘊含碳相關議題已漸受重視。感謝執行單位努力。	感謝委員意見。

附錄 3 期末審查會議回應對應表

項次	委員意見	執行團隊回應
一、孫教授振義		
(一)	期末報告書部分內文序號有誤植情形（如第 56 頁），請修正。	感謝委員建議，期末報告編號誤植部分，將依照委員意見校正後統一修正。
(二)	關於期末報告書第 3 章第 6 節所述之「可行的權利金創收模式」相關建議，請再予明確詳述，以利參考。	感謝委員建議，權利金創收之可行性，執行團隊建議參考加值開發模式與民間廠商合作開發新工法技術，惟建研所目前並無育成公司之方案，未來如何與民間廠商推動須再進一步研擬。
二、陳技師冠帆		
(一)	可否以一案例，具體說明預鑄工法較一般場鑄工法之減碳比率(%)（如 1m ³ 可減碳之比率）	感謝委員建議，本計畫請潤弘精密工程事業股份有限公司提供南港區一商辦大樓做為案例，其基地面積 5,288.69 m ² ，其中 23% 為預鑄佔比，進行減碳效益分析後，發現可減少超過 800 公噸的碳排放量。
(二)	建議實際填寫附錄之申請書範本，可藉由填寫過程中發現問題，有助於後續使用。	感謝委員建議，本次輔導之 8 案皆協助填寫申請書，相關問題於第三章第一節進行描述。
三、陳教授振誠		
(一)	本計畫於本年度以主結構工程及材料為重點，所調查之 8 件申請案以水泥、混凝土、鋁製品及鋼構製品等為對象。建議以受歐盟碳邊界調整機制(CBAM)與美國清潔競爭法案(CCA)碳稅衝擊之營建產業項目為優先對	感謝委員意見，本計畫之試辦案挑選，主要以符合制度計算範疇與有第三方查證報告之條件為主，並無優先挑選受 CBAM 與 CCA 衝擊之產業項目。

	象，並可分析影響程度，以利國內與國際之對接及因應。	
(二)	本計畫所提預鑄工法，對其附加之減省工時、人力及後期維護、拆除等成本及減碳效益，可再增加論述。	感謝委員意見，執行團隊將魚成果報告中將相關成果補充描述。
四、陳教授啟仁		
(一)	國內低碳工法及建材之相關研究中，未見於建築生命週期評估(LCA)及生態性（竹、木）構造之研究，建議補充。	感謝委員建議，本計畫於大專院校文獻收集部分主要針對 107 年至 111 年之低碳工法與建材相關之研究進行彙整，委員建議有關低碳生態相關研究項目，未來本團隊將努力邀請市場上有減碳工法潛力的研究進行申請。
(二)	目前研擬之低碳工法推動，建議可補充 2050 淨零目標之路徑比較，以便檢視低碳工法可發揮之效益。	感謝委員建議，2050 淨零目標之路徑現階段以管制營運碳為主(建築能效標示)，低碳工法目前尚未呈現在淨零目標之路徑。
(三)	關於基準案例之選取，十分重要，與未來減碳效益直接相關。建議後續研究集中於本項之評估，並須同時考量普遍性、代表性、指標性等原則。	感謝委員建議，基準案例之選取將交由制度研擬團隊進一步研究。
(四)	國內已引入低碳水泥（碳礦化水泥）技術及材料，建議納入研究資料。	感謝委員建議，有關低碳混凝土之技術導入，本案目前配合制度要求進行輔導，主要以水泥減量為重點，而與碳封存有關之技術現階段並不在評定範圍內，須交由制度研擬團隊進一步研究。
(五)	本計畫對預鑄工法之研究，僅敘及鋼筋混凝土構造，建議加入鋼構造及木竹構造，以符合市場需求及國際趨勢。	感謝委員建議，本團隊將持續進行研究。
五、林教授子平（書面意見）		

(一)	本計畫蒐集國內建築減碳工法、低碳的建築構材個案、並協助國內低碳（低蘊含碳）建築評估與認證制度之推動，具有成效。	感謝委員意見。
(二)	本期末報告書有多處於字形、行距、頁面邊界、表格形態有不一致情形，請予以編輯改善。	感謝委員意見，將依照委員意見校正後統一修正。
(三)	關於訪談內容，目前以附件方式呈現。應妥善彙整其重點，俾利後續研議參考。	感謝委員建議，將於成果報告進行分類歸納。
七、張建築師矩墉（書面意見）		
(一)	期末報告書第3頁，低碳工法（簡稱LC工法）之認定原則第6點「運輸碳排需計算海運運輸」，而先前林憲德教授曾說明海運運輸不列入計算。請說明改變認定之原因？	感謝委員意見，本報告依照低碳（低蘊含碳）建築評估手冊內容進行描述，未來如手冊進行修改，將同步進行調整。
(二)	有關期末報告書第40頁之主要結論，建請釐清說明： (1)預鑄構件於工廠生產，可減少現場施工過程耗能；但於工廠施作亦需耗能，基此，孰多孰少應確實評估比較。 (2)預鑄工法之廢棄物減少，主要在於採用重複使用性高的金屬模板，致使模板廢棄量降低。請詳細說明。	感謝委員建議，依建築物生命週期進行評估，施工耗能之碳排佔比不到1%，因此本案暫時排除不列入比較。而預鑄工法碳排較低，重點在於金屬模板的使用，此結論呼應低碳工法之推動重要性。
(三)	比較預鑄混凝土和場鑄混凝土，很難如期末報告書第44、45頁以同一規格數量比較。因預鑄構件需要接合，以及預鑄構件定位需靠吊裝，故其混凝土強度大多較高，並增加吊裝所需的配筋量；甚至預鑄外牆板也因吊裝需求，會增加牆厚度，或增加一些加勁肋條予以補強。這些皆是採用場鑄工法無需顧慮的。如何正確公平評	感謝委員建議，未來將持續研究更合理評估方式。

	估，確實很不容易。	
八、環境部(書面意見)		
(一)	查期末報告書第 26 頁、第 27 頁表 3-13 之減碳百分比比較一節，建議不同申請案進行減碳比較時，其參考之基準案與係數應一致。	感謝委員建議，未來基準案將一致採用環境部經查證之平均數值。
(二)	本部產品碳足跡資訊網所公告之碳足跡係數資料庫，係為推廣產品碳足跡（包含商品或服務之碳足跡）揭露與碳足跡標示作業，並解決碳足跡盤查計算過程，碳足跡排放係數資料引用困難與供應商盤查資料取得不易等問題。數據來源由相關公部門及業者提供並經審查後置於資料庫中。資料庫之碳排放係數除揭露係數數值外，亦包含系統邊界、技術描述、活動數據來源、數據品質等資訊，供使用者能正確引用。	感謝委員建議。
(三)	目前產品碳足跡資訊網已公告 1,111 項產品碳足跡係數，並逐年更新建置。相關單位如有意願提供，可依產品碳足跡資訊網所公告之「碳足跡排放係數審查作業流程」，向本部提出申請，經審查通過後即可納入本部產品碳足跡係數資料庫。	感謝委員建議。
九、蔡組長綽芳		
(一)	今年本計畫之執行成果所發掘之問題與現象，相當寶貴。例如簡報第 15 頁指出，減碳工法因對照的基準案不同，而會呈現相當大的差距；又簡報第 13 頁所提出「與環境部的低碳機制之調和」等問題，確實反應執行實務有待加強之處，可供本所後續執行相關計畫參考。	感謝委員建議，相關意見回饋將交由「低碳（低蘊含碳）建築評估與認證制度推廣計畫（一）」案參考。

附錄 4 試辦申請廠商報名表

報名問卷資料

A. 參與內政部建築研究所低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦意願調查表

Q1.電子郵件地址
Q2.公司名稱
Q3.公司地址
Q4.聯絡人
Q5.聯絡電話(公司)
Q6.聯絡電話(手機)
Q7.欲申請產品之名稱
Q8.請簡述欲申請產品之用途
Q9.申請低碳循環建材/低碳工法之標的物是否為貴公司之主要產品？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

B. 參與內政部建築研究所低碳工法/低碳循環建材評估認證試辦之準備程度調查表

一、基本資料調查

Q1.電子郵件地址
Q2.公司名稱
Q3.公司地址
Q4.聯絡人
Q5.聯絡電話(公司)
Q6.聯絡電話(手機)
Q7.欲參與評估認證試辦項目： <input type="checkbox"/> 低碳工法 <input type="checkbox"/> 低碳循環建材

二、欲申請低碳工法評估認證試辦資料調查

1. 有無原料與輔助物料之詳細進貨與使用紀錄及單據？

有

無

2. 有無產品製程地圖？

有

無

3. 有無標準化工率分析流程？

有

無

4. 有無用電紀錄？

有

無

5. 有無用水紀錄？

有

無

6. 有無施工過程之廢棄物紀錄

有

無

三、欲申請低碳循環建材評估認證試評資料調查（無申請意願者免填）

（一）需來自於具備第三方驗證單位進行碳盤查之證明，包含環保署碳標籤（含減碳標籤）或產品環境宣告（EPD）之產品，或依據 ISO 14067 進行碳足跡盤查並取得第三方驗證之產品。

欲申請之產品是否有以下相關認證

ISO 14067

環保署碳標籤(含減碳標籤)

產品環境宣告(EPD)

ISO 14064-1 範疇一、範疇二及範疇三以上

ISO 14064-1 範疇一與範疇二

以上皆無

其他

(二) 有意願申請試評但其產品無前述認證

1. 有無原料與輔助物料之詳細進貨與使用紀錄及單據?

有

無

2. 有無產品製程地圖?

有

無

3. 用水紀錄?

工廠區有獨立水錶

辦公區有獨立水錶

機台有獨立水錶

無獨立水錶

4. 用電紀錄?

工廠區有獨立電表

辦公區有獨立電表

機台有獨立電表

無獨立電表

5. 是否使用電以外之能源(天然氣/重油...)?

是

否

6. 是否有發電機、工具機與公務車之汽柴油使用之紀錄?

是

否

7. 是否有廢氣廢水的產生?

是

否

8. 是否有生產製程廢棄物之紀錄?

是

否

9. 是否有非生產製程廢棄物之紀錄(辦公區)?

是

否

附錄 5 訪談資料表

1. 公司基本資料調查

業者基本資料			
業者名稱		統一編號	
代表人		性別	<input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女
實收資本額	千元	企業規模	<input type="checkbox"/> 非中小企業 <input type="checkbox"/> 中小企業
前一年度營業額	千元	員工人數	男：____人 女：____人
主要產品或服務			
業者登記地址	□□□□□		
業者通訊地址	□□□□□		
工廠地址	□□□□□	工廠登記編號	<input type="checkbox"/> 進口廠商
填寫人姓名		聯絡電話/Email	
已申請其他政府機關之研發或升級轉型補助： <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有：(機關名稱)			

2. 業者公司 產品 製程簡介

(希可提供公司網頁或書面資料，方便能進一步瞭解公司生產方式、產品、低碳永續願景或創新產品面向)

1. 低碳循環建材申請 產品名稱與編號
2. 申請低碳循環建材產品(低碳工法)之低碳原理說明
3. 原第三方驗證單位碳盤查通過之文件證明
4. 本申請案之減碳額度計算過程
5. 使用本申請案減碳額度之信賴性與品管說明

(下頁請接續)

3.請問現階段減碳化、智慧化改善有何問題及挑戰？(可複選)

低碳或智慧化升級轉型動機(面臨成本問題) 覺得目前生產的錢可能浪費在哪裡？

□低碳化(是指工廠的**生產成本花很多在耗能(油)的設備上**，如生產、廠內耗能設備)，改善可以導入新節能的製程技術，降低生產能源的使用(碳排放減量)，提升減碳管理能力)

廠內生產耗能設備是指在生產過程中消耗能源的設備。最有可能的設備包括：生產線設備（如熔煉爐、燃煤鍋爐、蒸汽發生器、電爐、壓縮機等）、照明設備、暖通設備（如空調、暖氣系統等）、通風設備、水泵等。這些設備的有效節能管理可以通過技術改造、能源效率優化、設備升級等方式進行，從而降低生產成本，提高能源利用效率，實現減碳與可持續發展。

□智慧化(是指工廠的**生產成本與時間花很多在哪些製程的人力與效率上**，如生產、檢測、包裝、搬運)改善可以達到生產自動化、網路化、資訊可視化、故障預測、自動控制與搬運等，而增加生產效率、提升營運管理、產品品質並減少人力與疲勞。工業 4.0 是第四次工業革命的一個概念，指的是將物聯網、人工智慧、機器學習、數據分析等先進技術應用到製造業中，實現智慧化、自動化和高效化的目標。

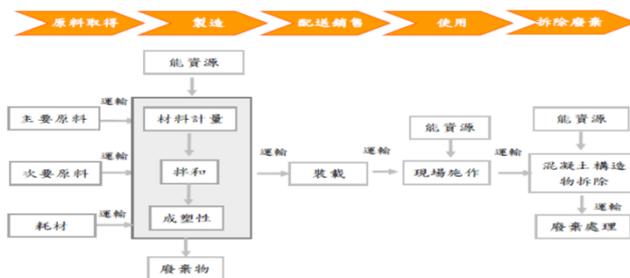
廠內生產達到智慧化的方式，舉例有以下幾種技術可以規畫：

□1.聯網化	公司日常作業中(如設計開發、生產製造、物料管理、品檢測試或售服等)，所使用的儀器或機器設備等，部分(或全部)具有聯網功能(內網或外網)，可供數據傳輸或紀錄等應用。
□2.可視化	具備聯接網路能力的儀器或機器設備，透過電視看板、顯示器、平板電腦、或手機等，以數文字或圖表顯示相關數據資訊，便於人員瀏覽檢視，了解正在發生的事件。
□3.透明化	儀器或機器設備的數據資訊，透過軟體系統的自動彙整及分析，顯示正在發生的異常情況，便於人員快速察覺及了解原因，並做為決策之參考。
□4.可預測	藉由分析儀器或機器設備的數據資訊，進一步預測即將發生的異常事件，提醒人員應該要提早做相關的因應準備，並提供管理者建議方案。
□5.自適化	經分析預判可能發生或已經發生的異常事件，系統會自動調整相關儀器或機器設備的操作條件或參數，排除異常情況，達到最佳化的因應。(包含如採用設計模擬系統)
□6.以上皆無	

4.製程簡介與廠內耗能設備/系統

4.1 製程描述(流程圖或簡介)

預拌混凝土製程描述參考例(右圖)



(下頁請接續)

4.2 廠內耗能設備/系統（可自行增列）

工廠內耗能設施/管理系統調查									
設備系統種類	設備型式 (請勾選)	設備品牌	噸數/ 容量	額定 耗電量	銘牌 資料	建置 年份	年運轉 時數	平均用電 (電價/每度)	備註(請勾選)
空調系統 冰機 (或冷凍機)	<input type="checkbox"/> 定頻螺旋								<input type="checkbox"/> 系統有做變頻控制
	<input type="checkbox"/> 變頻螺旋								<input type="checkbox"/> 系統有做變頻控制
	<input type="checkbox"/> 定頻離心								<input type="checkbox"/> 系統有做變頻控制
	<input type="checkbox"/> 變頻離心								<input type="checkbox"/> 系統有做變頻控制
空壓機	<input type="checkbox"/> 定頻								<input type="checkbox"/> 系統有做變頻控制
	<input type="checkbox"/> 變頻								
鍋爐	<input type="checkbox"/> 重油 <input type="checkbox"/> 燃煤 <input type="checkbox"/> 瓦斯 <input type="checkbox"/> 其它_____								
轉動式泵	<input type="checkbox"/> 臥式離心泵								<input type="checkbox"/> 系統有做變頻控制 <input type="checkbox"/> IE1 <input type="checkbox"/> IE2 <input type="checkbox"/> IE3 <input type="checkbox"/> IE4 IE 是馬達的能源效率等級 International Efficiency
	<input type="checkbox"/> 臥式雙吸泵								
	<input type="checkbox"/> 立式 In-Line 離心泵								
	<input type="checkbox"/> 立式 In-Line 雙吸泵								
	<input type="checkbox"/> 豎軸離心泵								
	<input type="checkbox"/> 其它_____								
照明設備	<input type="checkbox"/> 白熾燈								
	<input type="checkbox"/> LED 燈								
	<input type="checkbox"/> T5 / T8 螢光燈								
	<input type="checkbox"/> 其它_____								
生產線設備	<input type="checkbox"/> 熔煉爐 <input type="checkbox"/> 蒸汽發生器 <input type="checkbox"/> 電爐 <input type="checkbox"/> 壓縮機 <input type="checkbox"/> 乾燥設備 <input type="checkbox"/> 其它與製程有關耗能設備_____								
碳盤查	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 ISO14064 <input type="checkbox"/> 有查證報告書 查證公司是：_____ <input type="checkbox"/> 軟體系統名稱：_____								
碳足跡軟體	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 (<input type="checkbox"/> ISO 14067 <input type="checkbox"/> 環境產品聲明 EPD <input type="checkbox"/> 環保署碳標籤) <input type="checkbox"/> 有查證報告書 查證公司是：_____ <input type="checkbox"/> 軟體系統名稱：_____								
能源管理系統	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 ISO50001 管理系統 <input type="checkbox"/> 有驗證證書 查證公司是：_____ <input type="checkbox"/> 軟體系統名稱：_____								
智慧化製程	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 製造執行系統 MES <input type="checkbox"/> 企業資源計劃系統 ERP <input type="checkbox"/> 感測物聯網 (IoT) <input type="checkbox"/> 大數據與人工智能 <input type="checkbox"/> 生產自動化 <input type="checkbox"/> 資訊可視化 <input type="checkbox"/> 雲計算技術 <input type="checkbox"/> 供應鏈智能化 <input type="checkbox"/> 自動搬運系統或 AGV (自動引導車)								
其它可能耗能設備									

(下頁請接續)

5.請問是否有規畫進行工廠碳盤查 (ISO14064) 或產品碳足跡(ISO 14067/EPD) ?

同行業產品曾有廠商做過碳足跡？哪一家：_____ ISO 14067 環境產品聲明 EPD 環保署碳標籤

若要執行碳足跡 請列出要做的產品規格、型號：

6.如為了上述節能減碳並有效降低成本的目標，請問近期是否有規畫或增添上述節能減碳、智慧化設備及改善製程的計畫(或經費)?

如果有 請描述並提供設備或製程改善之規畫內容及大概需要的費用(爭取合理補助)

*不足處可以於本問卷下，再提供進一步意見。

(本問卷結束，感謝先進提供意見，請將此意見傳給我們，感謝!!)

聯絡窗口 江建勳 敬致 02-8667-6111#167 FAX: 02-8667-6222 E-mail : kurt@tabc.org.tw

附錄 6 訪談紀錄表

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：台灣菊水股份有限公司

訪談地點：台北市大安區敦化南路二段 59 號 12 樓之 1

訪談日期：112/06/30

訪談顧問：陳冠華、蘇讚儀訪談建議：

1. 台灣菊水為日商菊水(66.7%)與朋柏(33.3%)合資設立，由朋柏莊守己擔任代表人，日商派任林芳裕為總經理，在台工作劃分為台灣菊水提供材料、技術指導及完成相關材料在地化認證，朋柏負責規劃施工。
2. 日商菊水成立於 1959 年，年營收約 200 億日圓，主要產品為水泥、砂漿、塗料及其他周邊商品，以永記造漆為主要競爭對象。
3. 本次提出兩大系列產品擬申請低碳循環建材：
 - (1)Geopolymer 系列：以發電廠之副產物排出之燃料粉灰、高爐爐渣等作為原料混合進水泥或砂漿應用，在強度不影響情況下，減少傳統水泥之使用量，降低二氧化碳排放，達成循環經濟之目標。
 - (2)BMB(Bio Mass Balance)塗料系列：與 BASF 共同開發之產品，生產過程中以部分比例之生物質（植物油脂）取代傳統全石化原料製程，達成減碳之目標並取得歐盟 REDcert2 認證。
4. 上述產品屬原料部份之減碳作為，目前具有之認證為 ISO 9001、JIS 6021 等及國內健康性綠建材標章。
5. 建議必須於國內取得 ISO 14067 始能參與國內低碳循環建材標章申請，日本菊水公司亦已著手開始生產碳足跡之數據彙整及統計，該公司將彙整原廠所統計之數據提供中心評估是否可行再決定下一步作為。

顧問：蘇讚儀

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫(一)」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：亞東預拌混凝土股份有限公司

訪談地點：TABC

訪談日期：112 年 07 月 11 日

訪談顧問：陳冠華 蘇讚儀 江建勳

與談者 亞東預拌混凝土 邱暉仁經理 李青隆專員

亞東預拌混凝土股份有限公司前身為遠東集團轄下亞洲水泥股份有限公司之製品業務處，於 88 年 8 月基於全國預拌市場發展考量，由亞泥 100% 轉投資成立亞東預拌混凝土股份有限公司，著手擴大全省服務網。預拌混凝土年產能超過 500 萬立方公尺。

亞東預拌專注於預拌混凝土的生產與服務，**低碳混凝土**，在**碳盤查**確立預拌混凝土之**排放基線**後，亞東預拌知道預拌混凝土主要的**碳排**在原料取得，尤其是水泥；因此亞東預拌藉由**配比水**泥用量最佳化技術開發不同強度等級**碳排減量 25%~28%**之混凝土，並已取得環保署**碳標籤**之認可。近期亦參考國際上不同之減碳策略，持續從**低碳水泥、氣體、水溶液、粒料**等面向開發**更高減碳量**之措施，擔負起營建**供應鏈**上積極減碳之責任，達成**2050 淨零碳排**之願景。

水泥大廠亞泥(1102)也獨家研發施工性佳、高度抗裂的「**塼砌水泥**」，不易發生膨鼓、龜裂及雞爪紋。亞泥概估，**塼砌水泥**可減少**6%**天然礦物耗用並降低**16%**溫室氣體排放。亞泥表示，許多水泥師傅過去都使用「**卜特蘭水泥**」施作**砌磚、打底及粉光**等泥作工程，但生產**1公噸卜特蘭水泥**，就得耗用約**1600公斤**天然礦物，排放約**820公斤**溫室氣體，屬於**高耗能資源、高排碳量**的水泥產品。起初，水泥師傅不熟悉**塼砌水泥**的特性，使用上多有「**卡關**」，但亞泥持續推廣，去年生產已達上萬噸，預計今年可**倍數**成長。

近年亞東預拌除專注研發高性能混凝土，提供兼顧強度、施工性、耐久性與友善環境的「安心材、綠建材」給建築業外，亦著手陸續取得各項相關 ISO 驗證。在 E 環境面向方面，透過 ISO 14064 組織型溫室氣體盤查，了解營運造成的基線排放量；針對混凝土產品申請了 ISO 14067 碳足跡與 ISO 14046 水足跡查證，使消費者可得知買到的混凝土產品碳排放量與用水量；導入 BS 8001 循環經濟，訂定回收砂石與回收水目標，兼顧品質與環境，有效利用廢棄物再回收。承襲亞泥加入 GCCA 全球水泥及混凝土協會碳中和計畫，設立短中長期減量目標，設定目標在 2030 年預拌混凝土達到減碳 25%，2050 年達到碳中和目標。低碳已成趨勢，淨零更是理想目標，高碳排的水泥產業以低碳產品續命，不僅為了公司的永續經營，更是落實企業社會責任的關鍵。

預拌混凝土的碳足跡約 300~400kg/m³，若以重量計算則為 127kg/噸~170kg/噸，其中 80% 之碳足跡來自水泥原料、15%之碳足跡來自砂石藥劑等其他原料，約僅 5%之碳足跡為預拌混凝土廠內拌合製造及將成品運輸至工地所產生。

有關廠內生產設備之能耗性能提升，將以空壓機轉換為變頻式、設置部分太陽能板使用再生能源等；運輸車輛則已逐步汰換成六期環保車，電動預拌車則仍待政府法規之允許及車商之引進始有脫碳之可能性。

目前減碳最具挑戰之環節為工程法規之限制，預拌混凝土即使已開發出低碳之產品，且已符合國家標準或第三方之性能驗證，但工程法規或工程技師仍僅選用保守之混凝土組成材料，致使低碳產品無法推廣使用至工程中，因此即使預拌混凝土車皆已完全電動化、拌合生產皆已完全採用再生電力，但最終年度盤查結果仍無法有效達到碳中和之目標，且可能還僅是 5%之減碳效益。

因此，如何藉由工程採購制度來引導、要求設計單位在建築安全的前提下，必需採行最大化之減碳實質作為，始可讓合宜之減碳產品得以運用於工程中，而逐步達成碳中和之目標。

亞東預拌通過英國標準協會(British Standards Institution，簡稱 BSI)的第三方查證，於 110 年

10月28日舉辦授證儀式，共取得 ISO 14064 組織型溫室氣體、ISO 14067 碳足跡、14046 水足跡三項證書。

過去台灣未有預拌混凝土產品類別規則 (PCR)，消費者無法購買到行政院環保署核可的碳標籤產品。亞東預拌挺身而出，協助政府機構，與國內產官學界一同努力，於2021年制定預拌混凝土產品類別規則，讓業界從此可依循此規則申請碳標籤。亞東預拌首獲四項混凝土碳標籤，使產業在選購混凝土，或民眾買房時，能清楚得知混凝土排放量，選購低碳配比產品。

2203824004	預拌混凝土(350kgf/cm ² 低碳配比)	260.00kg CO ₂ e/每M3預拌混凝土(350kgf/cm ²)	亞東預拌混凝土股份有限公司
2203824003	預拌混凝土(350kgf/cm ² 一般配比)	360.00kg CO ₂ e/每M3預拌混凝土(350kgf/cm ²)	亞東預拌混凝土股份有限公司
2203824002	預拌混凝土(280kgf/cm ² 低碳配比)	240.00kg CO ₂ e/每M3預拌混凝土(280kgf/cm ²)	亞東預拌混凝土股份有限公司
2203824001	預拌混凝土(280kgf/cm ² 一般配比)	320.00kg CO ₂ e/每M3預拌混凝土(280kgf/cm ²)	亞東預拌混凝土股份有限公司

亞泥	廢棄物及工業副產品吸收CO ₂ 製成負碳粒料，替代混凝土	2025年前進行產，2030年達成年捕碳量1.8萬公噸
----	---	-----------------------------

研議中發現，亞東預拌為業界發展 PCR 後(111.12.13)，獲得四項混凝土碳標籤，低碳與一般配比，其中，本次申請的標的是預拌混凝土(350kgf/cm² 低碳配比)與預拌混凝土(280kgf/cm² 低碳配比)，其有以低碳配比與該項產品的一般配比相比，其認為其一般配比可為預拌混凝土之基線，低碳配比为專案情境之減碳情況。

本次訪談，主要對於低碳循環建材與工法的計畫問卷內容加以瞭解，試蒐集業者對於低碳與智慧化目前的規畫或執行情形，業者承諾目前已瞭解本計畫的規畫與要求，建議其提出二項預拌混凝土低碳產品申請。近期亞東於碳議題有頗多規畫，關於碳權、抵換與中和等工作的心得與投入，未來可多有研議。



圖 1 本日訪談研議說明

顧問：陳冠華

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫(一)」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：國產建材實業股份有限公司

訪談地點：台北市內湖區新潮一路8號7樓

訪談日期：112年07月17日

訪談顧問：陳冠華 蘇讚儀 江建勳

與談者 國產建材 楊宗獻協理 楊惠淳襄理

國產建材實業股份有限公司近期為環保破權申請，於去年初已執行二項產品破盤查，會提供一項產品 4000PSI 綠色水泥產品(BSI 驗證)申請低碳建材。

關於去年八月環保署破權會議資料，參與者有竹科管理局與台積電，可能向台積電索取會議資料。破權基線的建立，基線資料蒐集應要廣且具代表，破主管機關於破權邊界部份認知有爭議，建議營建單位主管機關，應採更多投入，與公法人、專家學者共同協助業界爭取破權。

低碳建材部份國產非常重視，希望能與綠建材等推廣一致，得建立適當誘因，目前業界採購與設計者規範要調整並教育，尤其政府部門應優先採用綠色水泥，促進綠色低碳建材發展。



圖 1 本日訪談研議說明

顧問：陳冠華

內政部建築研究所「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫（一）」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：壹東實業股份有限公司

訪談地點：建築中心

訪談日期：112年07月06日

訪談顧問：陳冠華 江建勳

與談者 壹東實業 陳盈如經理

壹東實業股份有限公司成立於1979年，計有二廠林園廠45人與小港廠100人，員工人數近400人，資本額10億元，前一年度營業額21億元。

申請其他政府機關之研發或升級轉型補助：國科會產學計畫

為一家具備有加工、生產、設計施工等專業能力的金屬建材廠商。領先引進各種科技產品及施工方法，並建立各式產線，滿足國外客戶節約能源、美觀、耐用及防火安全需求。如：壹東複體金屬板生產線、全自動防塵烤漆線、帷幕牆加工線等。

主要商品 帷幕牆(主)、複(單)層板(主)、鋁板(主)、烤漆鋼捲、AUO SunSteel 光電浪板(新產品)、太陽能支撐架(新產品)

1.專營複層三明治金屬板設計、製造與施工，配合客戶建築物造型之需求，生產各式精密尺寸之金屬帷幕牆，並具有全自動化烤漆線，滿足客戶對色彩之要求。

2.三明治板，含屋頂板、外牆板、分間牆板等，均經獨立之檢驗機構測試，達到建築法規要求之防火時效，並獲內政部頒發建築新技術新工法新設備及新材料認可通過證書。

3.提供屋面太陽光發電系統與帷幕外牆太陽光電系統(BIPV-Building Integrated Photovoltaic)的專業設計服務。<https://www.idomain.com.tw/>

低碳或智慧化升級轉型動機(面臨成本問題)

已計劃且進行中，但公司有共識朝這方向改善設備及規劃經費

■ 低碳化

排放熱點在鍋爐使用之天然氣，尚未找到可替代能源下就需使用天然氣。或使用高効能源轉換之鍋爐設備，尚未找到合適的廠商及機台。

■ 智慧化

考量透明化與可預測，正在導入，因全部改之經費過高，分階段導入

■ 3.透明化	儀器或機器設備的數據資訊，透過軟體系統的自動彙整及分析，顯示正在發生的異常情況，便於人員快速察覺及了解原因，並做為決策之參考。
■ 4.可預測	藉由分析儀器或機器設備的數據資訊，進一步預測即將發生的異常事件，提醒人員應該要提早做相關的因應準備，並提供管理者建議方案。

A.廠區一 小港廠 100 人

空壓機	<input type="checkbox"/> 定頻	復盛	75kW			2010	2000		<input type="checkbox"/> 系統有做變頻控制
	<input type="checkbox"/> 變頻	ZWW-75W							
鍋爐	<input type="checkbox"/> 重油 <input type="checkbox"/> 燃煤	山浦	9.98M ³				2000		
	<input checked="" type="checkbox"/> 瓦斯 <input type="checkbox"/> 其它								

其它與製程有關耗能設備 RTO

- 有 ISO14064 ■ 有查證報告書 查證公司是： BSI (2021 驗 2006 版 64)
- 有 ISO 14067 ■ 有查證報告書 查證公司是： BSI 今年(2023)查證複層板(有查證書)
- 有智慧化規畫
- 製造執行系統 MES 奈峰公司 2023 年已開始進行鋼卷烤漆製程，年底前完成噴塗與鋁板製程
- 企業資源計劃系統 ERP 華致公司建置 2019 年已開始運作

B.廠區二 林園廠 45 人

空壓機	<input type="checkbox"/> 定頻	復盛 SAV37	37Kw			2017	2000		<input type="checkbox"/> 系統有做變頻控制
	<input checked="" type="checkbox"/> 變頻								

■有 ISO14064 ■有查證報告書 查證公司是： BSI

■ISO 14067 ■有查證報告書 查證公司是： BSI

■有 ■企業資源計劃系統 ERP

目前壹東實業股份有限公司成立於 1979 年，計有林園廠與小港廠二廠。為一家具備有加工、生產、設計施工等專業能力的金屬建材廠商，目前有進行智慧化並考量低碳化合作項目，建議或可協助研議合作項目。

研議中發現，壹東實業目前擁有較完整的碳足跡盤查數據(北科大胡老師執行)，可以推薦低碳循環建材申請，目前以複層板的 ISO14067 BSI 查驗書申請，之後再推出帷幕牆、鋁板等，其之後也將提出低碳工法的申請。有幾項研議的重點，是下階段壹東實業要執行的目標

1.碳中和 PAS2060

其表示目前廠內有發展太陽能供應綠電子台電，未來會執行碳中和任務，供應鏈業主 TSMC 與美光近期有很多碳的要求需要回應，此項任務應是重點

2.建築能效 淨零建築 BERs 的合作

本次訪談，主要對於低碳循環建材與工法的計畫問卷內容加以瞭解，試蒐集業者對於低碳與智慧化目前的規畫或執行情形，業者目前已瞭解本計畫的規畫與要求，目前也有規畫智慧化改善有三個製程(MES)。近期，請壹東實業再提供完整碳盤查、碳足跡報告書與單層板 BSI1406 查證證書，提供並試填申請資料並研議可能合作意見，會與業者保持適當聯絡，確定低碳循環建材與工法的申請與合作。

顧問：陳冠華

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫(一)」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：貝斯特國際實業股份有限公司

訪談地點：台北市大安區和平東路二段 339 號 10 樓

訪談日期：112 年 6 月 27 日

訪談顧問：蘇讚儀

訪談建議：

1. 貝斯特為國內最大的硬板材（纖維水泥板）進口商，產品除了隔間、天花（需再經加工過程），年進口量約在 4000~5000 個 TEU。
2. 貝斯特創立於 2001 年，徐董（原為萊特建材業務經理）代理馬來西亞最大建材製造商（UAC，上市公司）生產之纖維水泥板至台灣，主攻住宅及廠辦濕式工法（灌漿）市場，符合台灣人對分戶分間牆之紮實感。行銷模式為透過專案規劃及經銷商，板材穩定度較高，市場接受度極高。
3. 由於該原廠產品出口全世界，產品所需之認證是原廠協助各代理商於個別國家依相關地區規定所取得之產品認證，台灣目前有取得綠建材標章及相關材質物性、防火及隔音等測試報告。
4. 因為貝斯特為獨家代理進口商，不符工業局專案製造業補助資格。
5. 該公司於說明會所提之原廠已取得的 EPD 報告，已請其提供再由顧問評估數據是否可行或需再依規定重新盤查，另並告知 EPD 報告如可採用亦須於國內再做 ISO 14067 產品碳足跡，亦已報價待其後續決策。

顧問：蘇讚儀

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫（一）」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：新加坡商可耐福天花板解決方案股份有限公司台灣分公司

訪談地點：台北市大安區仁愛路三段 129 號 4 樓

訪談日期：112 年 6 月 29 日

訪談顧問：蘇讚儀

訪談建議：

1. 可耐福（德商）透過併購為全世界最大的石膏板製造商，產品除了隔間、天花（礦纖、岩棉及金屬）、地板材及其他建築周邊產品。
2. 亞太地區總部在新加坡，大中華區總部在上海，台灣隸屬大中華區。
3. 由於該公司為德商，因此產品主要取得認證多以 EN 為主，其他則是被併購廠於個別國家依相關地區規定所取得之產品認證，台灣則有取得綠建材標章及相關材質物性測試報告。
4. 台灣地區產品進口來源主以大陸（廣東）或鄰近國家（泰國、越南、印尼、中東或菲律賓為主），因為進口商，不符工業局專案資格。
5. 於建築中心說明會所提之已取得的 EPD 報告（以隔間板部分提供申請）再由顧問評估是否可行或需再依規定重新盤查，傅經理、張經理會向總部回報訊息及大概盤查費用，由上海總部決定是否跟進執行。
6. 已提 EPD 報告如可採用亦須於國內再做 ISO 14067 產品碳足跡。

顧問：蘇讚儀

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫(一)」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：品岱股份有限公司

訪談地點：新北市樹林區中正路 288 之 48 號

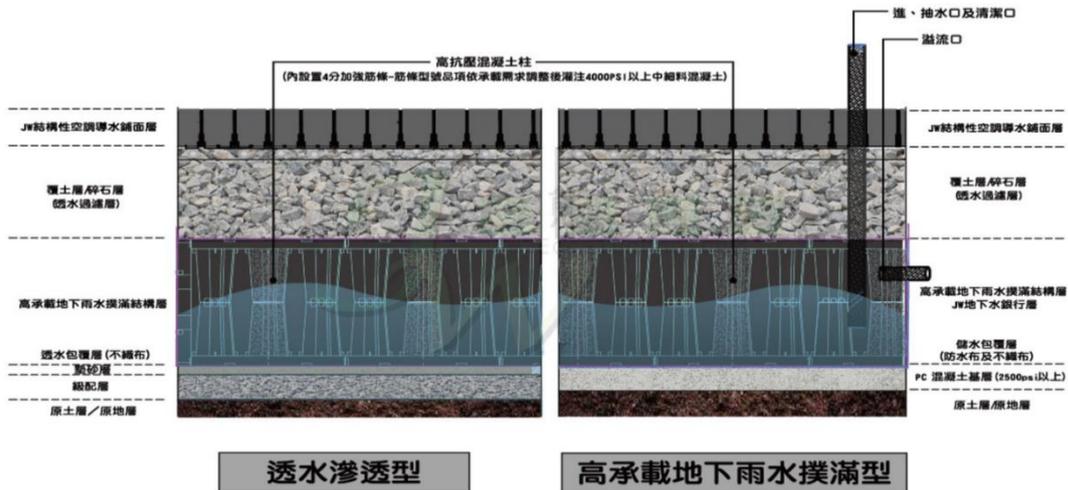
訪談日期：112/06/28

訪談顧問：江建勳、陳冠華、蘇讚儀

訪談建議：

1. 品岱公司申請為 JW (JW Eco-Sponge City) 生態工法 (水撲滿)，該工法業已取得 LCBA 低碳工法。
2. 該工法透過特殊發明的 PP 材質結構架，支撐柱內灌注水泥，表層水泥板面有凹槽及孔洞以透水並儲水於下層結構，第一層支撐柱孔徑不同產生透氣循環，所以又稱為會呼吸的地坪。

高承載地下雨水積磚示意圖



3. 該工法於國內已有逾千應用案例，其 100 孔/M2，透水率 12500mm/hr 以上，鋪面結構可降低超過攝氏 20 度以上，間接達到減碳的目標。
4. 該公司的工法是否符於低碳建築評估手冊中之戶外地坪工程定義，且其功能似乎較偏向水資源循環，且除 LCBA 之低碳工法認可外並無其他認證，個人看法是否需再評估，另該公司對於工業局的補助計畫有興趣，如有可為，會考慮申請。

顧問：蘇讚儀

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫（一）」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：台灣水泥股份有限公司和平分公司

訪談地點：TABC

訪談日期：112 年 07 月 11 日

訪談顧問：陳冠華 蘇讚儀 江建勳

與談者 台灣建築學會 李義陽先生

台灣水泥股份有限公司和平分公司為水泥製造廠，主要產品是水泥、預拌混凝土、水泥及混凝土製品、其他非金屬礦物製品等，台泥有取得了水泥減碳標籤、混凝土碳標籤，並開發了替代原料、燃料。建置了全台首個混凝土安心履歷系統，客戶只要上網，就能查到水泥、混凝土的摻配比例、及使用原物料來源的檢驗報告。台泥認為，若是能證明，技術發展已經進步到，就算使用較低水泥摻配比的混凝土，且能維持混凝土強度不變並符合法規，就有機會改變大眾的想法，「未來混凝土中水泥不需要用到滿，所以每批混凝土都要讓客戶知道摻配哪些東西。

近期發展全球首座**超高性能混凝土** (Ultra-high performance concrete，簡稱 UHPC)儲能櫃，並取得 CNS12514 防火兩個小時認證，在攝氏一千度高溫燃燒測試下表面溫度低於 100 度。

花蓮和平廠是全台最大的 UHPC 生產基地，**超高性能混凝土**生命週期比傳統混凝土高出 2 倍的材料(一般 60 年)，來延長建築壽命、提高強度，並減少碳排放。一般混凝土建築物的生命週期為 50 年至 70 年，而 UHPC 建材可有效減少結構斷面尺寸，增加室內結構空間，用於建築，生命週期可達 100 年至 120 年，還能減少建物重建及避免產生廢料，降低碳足跡。

事實上，UHPC 並非新興的建築材料，過去在國外，也常被用於節能、隔熱建築。但，由於過去台灣市場使用量不夠大，因此並沒有被廣泛引進。

碳/減碳證書編號	產品名稱	碳足跡數據/標示單位	公司/團體名稱
2002523001	卜特蘭水泥I型	50.00kg CO2e/卜特蘭水泥I型(袋裝50kg)	台灣水泥股份有限公司
2102523001	卜特蘭水泥I型	45.00kg CO2e/卜特蘭水泥I型(袋裝50kg)	台灣水泥股份有限公司
R2102523001	卜特蘭水泥I型		台灣水泥股份有限公司
R2102523002	卜特蘭水泥I型		台灣水泥股份有限公司

碳/減碳證書編號	產品名稱	碳足跡數據/標示單位	公司/團體名稱
2203816003	預拌混凝土	280.00kg CO2e/每M3預拌混凝土(350 kgf/cm2)	臺灣水泥股份有限公司
2203816002	預拌混凝土	300.00kg CO2e/每M3預拌混凝土(420 kgf/cm2)	臺灣水泥股份有限公司
2203816004	預拌混凝土	240.00kg CO2e/每M3預拌混凝土(280 kgf/cm2)	臺灣水泥股份有限公司

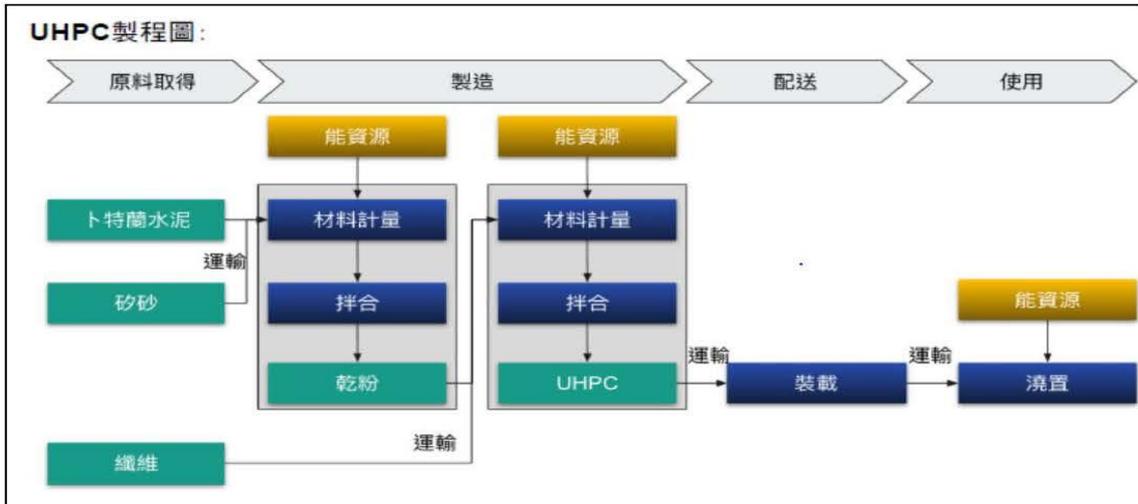


台泥產品目前有五個碳標籤二個低碳標籤，台泥和平廠本次欲申請的產品是超高性能混凝土

(Ultra-high performance concrete, UHPC)，但沒有 UHPC 的碳盤查與碳標籤。

UHPC 可以提高混凝土的緻密比，生產時需採 5 度 C 低溫水滲配，養成時間僅有 20min，强度高

但因無骨材，故卜特蘭 I 型水泥用量大，目前可用於儲能櫃與充電站上，或可採預鑄件製程。



<ISO 14064>和平廠自民國 92 年起每年執行 ISO 14064 溫室氣體盤查，再經第三方公正單位查驗，迄今仍 持續執行當中。

<ISO 14067>和平廠於 2020 年首次取得卜特蘭水泥第 I 型(袋裝)碳足跡查證聲明書，又於 2022 年度取得 卜特蘭水泥第 I 型(散裝)碳足跡查證聲明書，未來持續配合外部要求或碳足跡標籤展延所需 再次進行盤查查證作業。

<碳標籤及減碳標籤> 和平廠於 2020 年取得環保署卜特蘭水泥第 I 型(袋裝)碳足跡標籤，並於 2021 年度取得碳足 跡減量標，目前由正與同業共同修訂水泥產品列別規則(PCR)，期望將散裝水泥納入碳標 籤申請項目中。

本次訪談，主要對於低碳循環建材與工法的計畫問卷內容加以瞭解，試蒐集業者對於低碳與智慧化目前的規畫或執行情形，業者承諾目前已瞭解本計畫的規畫與要求，但目前產品 UHPC 沒有碳盤查與碳標籤查證，建議台泥和平廠再執行 ISO14067 碳盤查查證以取得碳數據，但其表示 UHPC 也類似低碳工法的情狀，故，於會後提供申請表，試填並試申請低碳工法。近期會與業者保持適當聯絡，確定低碳循環建材與工法的申請與合作。



圖 1 本日訪談研議說明

顧問：陳冠華

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫（一）」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：固越營造

訪談地點：南投縣埔里鎮杷城里長春路 14 之 5 號附 1

訪談日期：112 年 7 月 4 日

訪談顧問：何昱賢

訪談記錄及建議：

1. 固越營造工程有限公司欲申請低碳循環建材產品為預製輕質節能防火牆版及樓版，此產品為陳董事長研發多年之成果，其產品具輕量化為混凝土的 40%、噪音可降低 53 分貝、熱傳導係數為傳統混凝土的 1/10，並已通過台灣建築中心所核發建築新技術、新工法、新設備及新材料之三小時防火試驗認可書，主要材料為採用國內生產之綠建材防火磚，並結合輕型鋼及纖維水泥板於工廠內預製組裝完成，運輸至工地進行吊裝，施工時間可降為傳統鋼筋混凝土結構的 1/3，可減少現場勞力人工、模版組立、綁鋼筋等工時。
2. 該公司目前並無工廠登記，但已在台中市南區承租合法工廠登記之土地，預計八月份開始量產，用以準備進行 ISO 14064 及 14067 碳盤查工作，以符合低碳循環建材認證之需求。



顧問：何昱賢

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫(一)」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：豐譽營造、三益鋁模板

訪談地點：新北市中和區中正路 786-1 號 4 樓

訪談日期：112/07/03

訪談顧問：何昱賢、陳冠華、江建勳、蘇讚儀

訪談建議：

1. 豐譽營造與三益鋁模板公司互為股東關係，由三益負責材料進口主要構件並建置小型其他周邊配件之加工場及倉儲等，豐譽營造則將其組裝應用於自案上（目前有社宅案），因此申請對象已建議由三益提出。
2. 材料特質為鋁合金，目前主要構建由泰國進口，相較木模板使用次數 4~6 次即須更換，並產生廢料增加清運費，且其應用在現今建築市場人物力欠缺情況下，後續施工期程更讓營建成本大幅增加。相較之下，鋁製模板可使用 100~200 次，廢棄亦可再次熔融再製，且其脫模完成面即可直接施作，無需再經泥作粉平過程，組裝迅速、結構安全、精密度高，因此可大幅縮減施工時間及成本，達到減碳之目標。
3. 本身無論材料或系統均未執行碳盤查，初步已請該公司向原廠索取碳盤資料供評估，另並思考如何進行低碳工法之申請（因組成料件過多），將先提供申請表格給予試填，再視短缺部分予以協助取得碳盤數據，至於是否能符合工業局補助專案，有待評估。

顧問：蘇讚儀

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫（一）」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：國碳科技股份有限公司

訪談地點：桃園市蘆竹區濱海里中圳街 176 號

訪談日期：112/07/17

訪談顧問：蘇讚儀

訪談建議：

1. 國碳科技股份有限公司於民國 87 年 5 月創立，生產各式防火料所需之防火阻燃劑、防火配方及塑膠與橡膠粒，總資本額壹億捌仟柒佰陸拾壹萬元整。該公司為國內唯一生產活性碳阻燃劑的製造公司，亦為世界上第二家生產細粒徑活性碳阻燃劑的公司，擁有各項相關專利。目前持續開發各式防火塑膠、防火泥、防煙條、防火塗料、防火膠體、防火泡綿、防火不織布等並承包多項防火延燒公共工程，並滿足多項國內外防火驗證標準，為台灣防火產業專業研發上櫃公司。
2. 目前該公司並未取得或完成組織碳盤查或產品碳足跡查證資料，但因上市櫃公司受金管會要求，必須執行，因此目前已規劃由所配合的四大會計師事務所進行碳盤查等相關作業。
3. 該公司產品於現階段的低碳建築並未列入評估範疇，因此無法進入後續的低碳循環建材或低碳工法的試辦申請作業。

顧問：蘇讚儀

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫(一)」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：潤弘精密工程事業股份有限公司

訪談地點：臺北市中山區八德路二段 308 號 10 樓

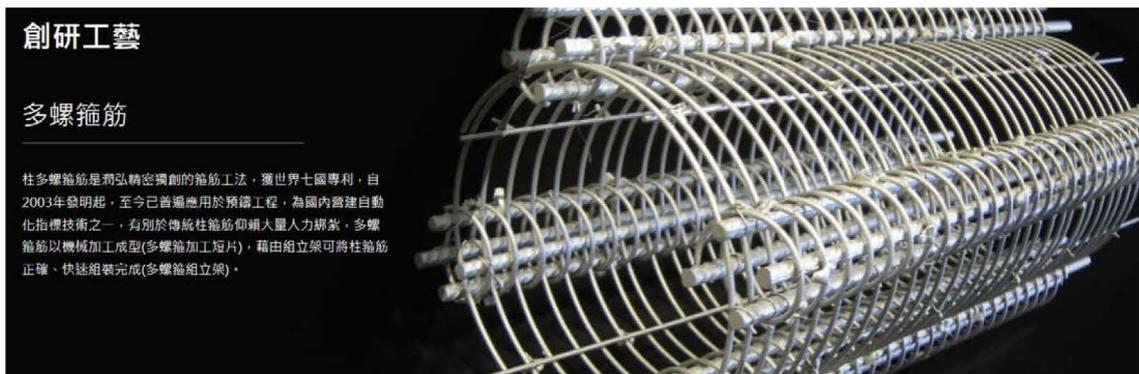
訪談日期：112 年 07 月 21 日

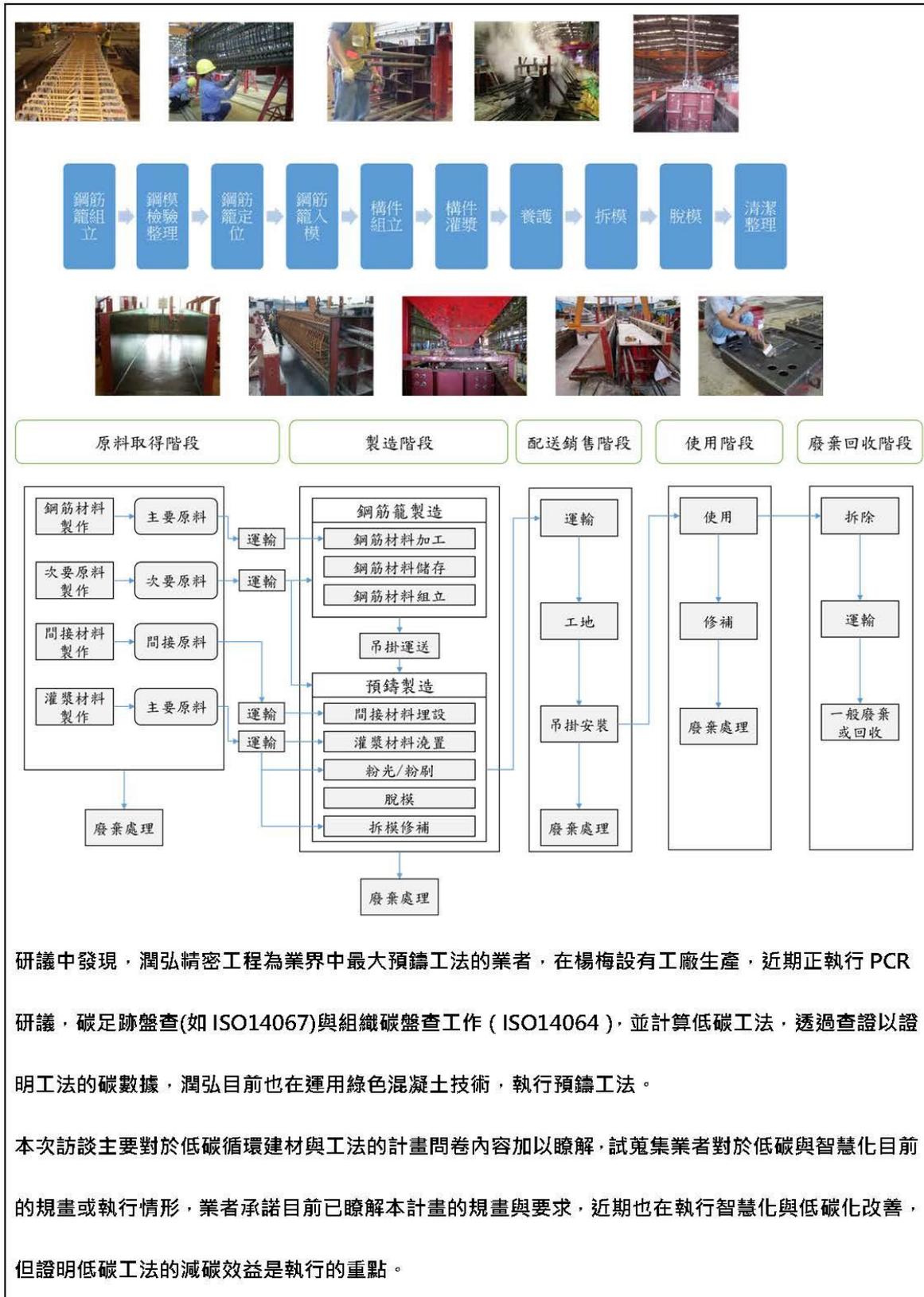
訪談顧問：陳冠華

與談者 潤弘精密工程 王瑞禎副總 尤俊文工程師 王證喬專員

潤弘精密工程有限公司主要產品或服務為公共工程、住宅、廠辦大樓，目前人數約有 1000 人。

本次申請工法 有一桃園市楊梅區工廠





潤弘精密工程欲申請低碳工法，對於目前草案制度與申請提出意見，例如基準案要與哪一項比較、低碳建築的評定範圍有疑義、低碳循環建材目前沒有循環的考量等，但業者對於本制度上路抱持肯定，但建議應滾動修正，以符合業界未來淨零需求，提供申請表予潤弘精密，會與業者保持適當聯絡，確定低碳循環建材與工法的申請與合作。

顧問：陳冠華

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫（一）」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：漢源實業股份有限公司

訪談地點：臺中市北屯區崇德路二段 250 號 9 樓

訪談日期：112 年 07 月 13 日(上午)

訪談顧問：陳冠華 何昱賢

與談者 漢源實業 林裕滄董事長 賴坤城總經理 林彥均 經理

漢源實業股份有限公司主要產品為供應易安特複合材料於系統模板銷售與租賃服務，並於模板工程承攬服務等。

漢源實業公司推動易安特模板的初衷，主要是看到目前營建業面臨著施工人員大幅漸少，模板材料耗損嚴重並連帶影響環境污染等相關問題，因此創辦人成立了漢源實業，並開始投入易安特模板的推廣及開發，也秉持著本公司的核心目標，即安全，環保，共好這三項指標，來努力改變我們營建業共同的問題。

易安特模板從 2013 年正式進入台灣市場，不僅通過台灣建築中心的優良工法認證，同時公司也積極取得透過專業實驗室，如 S G S，成大材料實驗室以及雲科大材料試驗中心對於材料數據的報告，來增加易安特模板的專業公信力，易安特模板到目前已完成上百場以上的工程實例，包含了企業廠辦，設備廠房，精緻別墅，集合住宅大樓，公共工程等等的相關實績，更累積超過一百萬平方米以上的實際施工量。

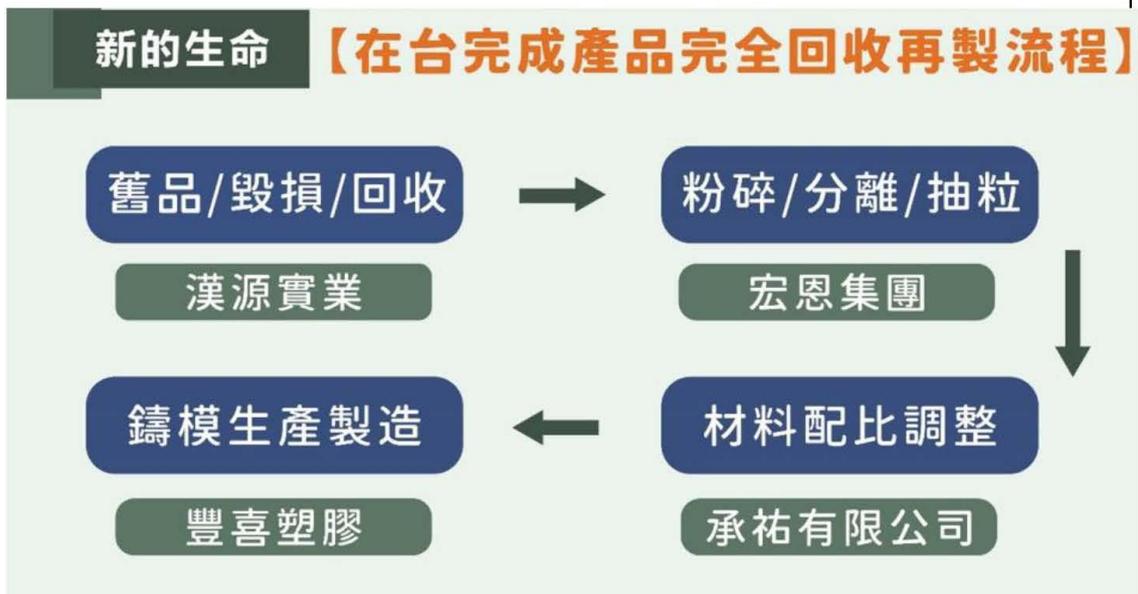
官方網站：<http://www.eante.com.tw/>

漢源為建設公司提升環保形象，爭取更高的客戶信賴，用易安特系統模板取代傳統木板施工達到減碳環保目標。

為營造廠化解缺工種問題，用易安特系統模板施工可以省下泥作成本與工期，創造更高的工程效益。

為代工業者引進年輕技術工，改善人力老化問題，節省大量小五金費用，進而提升生活品質，並且易安特可以降低模板使用時的施工難度與風險，提升施工安全性，讓工程的進行更加安全、簡易！

針對台灣特有地震帶建築結構開發模板，尺寸及種類齊全從 150MM*200MM 到 600MM*1,800MM 共有 45 種以及輔助系統 10 餘種可以克服建築師各種 90 度造型施工需求。可以針對各種需求施工：圍牆、台度、基礎、擋土牆、透天屋、別墅、廠房、大樓；可施工一般清水模、一級清水模、日式清水模等效果，可以省略泥作減少工種，縮短工期。施工方式可以因工地空間、出工人數及成本考量等規劃全系統施工法及半系統施工法，讓工期進度獲得掌控。



目前正在安排輔導 ISO 14067 進行

目前漢源實業的易安特模板模板有四家公司合作，漢源實業主要是品牌業務與設計，有相關工廠合作，計有宏恩、承祐與豐喜，建議或可考量整個體系合作低碳化與智慧化項目，四家廠可以申請 ISO14064(16+4)，漢源實業產品申請 ISO 14067 碳足跡查驗。



圖 1 本日訪談研議說明



圖 2 本日訪談研議說明

顧問：陳冠華

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫(一)」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：高韻建材

訪談地點：彰化縣和美鎮線東路五段 117 巷 25 號

訪談日期：112 年 6 月 27 日

訪談顧問：何昱賢

訪談記錄及建議：

1. 高韻建材公司屬於高勤鋼品集團，集團主要產品與服務項目為彩色鋼板建材加工製造與銷售，高韻建材主要負責生產製造與產品研發，高勤實業主要負責海外市場拓展，為國內少數能外銷鋼板建材的公司，目前主力市場為菲律賓，海外市場營收約佔整體營收 15%~20%。
2. 本次欲申請低碳工法為建材履歷資訊系統，可以從原料進場便開始記錄，生產製造中也能即時掌控各生產線訂單狀況及生產進度，出廠至客戶端施工完成，也可以透過產品上的二維碼進行建材履歷追溯。
3. 2023 年已與彰化師範大學合作工業局碳盤查加值應用計畫(16+4)，預計取得碳盤查報告書。2024 年預計取得 ISO14064 認證。2025 年預計取得產品碳足跡，產品規格:型號:KC-730R



顧問：何昱賢

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫（一）」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：台灣綠建築設計顧問有限公司

訪談地點：TABC

訪談日期：112 年 07 月 20 日

訪談顧問：陳冠華 江建勳

與談者 台灣綠建築設計顧問有限公司 陳以侖先生

台灣綠建築設計顧問有限公司為輔導認證綠建築標章、智慧建築標章、綠建材標章、無障礙住宅建築標章、住宅性能評估、LEED、WEL、ESG、低碳建築標章、碳盤查、碳足跡、優良工法,以及音、光、熱、風環境模擬-等。輔導從搖籃到搖籃的智慧綠建築設計。創造多元、安全、健康且公平的居住環境。有乾淨的空氣、水、土壤。讓人經濟地、公平地、環保地、優美地享受生活品質。除專業上優質的服務外。更擅長於價值工程分析。



低碳工法 LCBA 認證有二項

1. 框架式基地保水資材(兩水積磚) LCBA-LCC-016 連積企業有限公司 111 年 11 月 07 日

框架式-雨水積磚(貯留型與滲透型二種) · Cross-Wave High CW-H 貯集式工法 滲透式工法

主要用途及性能 基地保水、地下滯洪池、雨水貯留滲透設施、雨水回收

基準案以 425.74m³ 與同體積之混凝土造滯洪池比較之

碳足跡指標 申請案貯留型 CI=1.28kg-CO₂e/ (m³.yr) 基準案 CI * = 8.74 kg-CO₂e/ (m³.yr)

減碳比 CFR $R_c = (CI^* - CI) \div CI^* = 85$ (%)

碳足跡指標 申請案滲透型 CI=1.26kg-CO₂e/ (m³.yr) 基準案 CI * = 8.74 kg-CO₂e/ (m³.yr)

減碳比 CFR $R_c = (CI^* - CI) \div CI^* = 86$ (%)

碳排放 計算準則 依據 林憲德, 建築產業碳足跡, 2018

生命週期 評估工具 無

使用階段 碳排放量 及減碳量 計算準則

依據中華民國政府相關政府機關公告的生命週期溫室氣體排放量數據

此案為本次範疇外的工法，恐無法申請

2. Alfa Safe 耐震系統工法系列 LCBA-LCC-012 中力建築系統有限公司 110 年 12 月 08 日

一層柱中柱+系統柱+全棟系統牆工法、全棟柱中柱及系統牆工法、一層柱中柱及系統牆+傳統柱
牆工法

主要用途及性能 建築結構柱耐震、承重力量傳遞

基準案以 傳統柱+轉角牆鋼筋工法 比較之

碳足跡指標申請案 VS 基準案 kg-CO₂e/ (m³.yr) 減碳比 CFR

一層柱中柱+系統柱+全棟系統牆工法 1.36 2.61 47.89(%)

全棟柱中柱及系統牆工法 1.45 2.90 50.00(%)

一層柱中柱及系統牆+傳統柱牆工法 1.88 1.98 5.05(%)

碳排放 計算準則 依據 低碳建築聯盟 LCBA Database、林憲德, 建築產業碳足跡, 2018

生命週期 評估工具 無

使用階段 碳排放量 及減碳量 計算準則 現場實驗證明。

此案為本次範疇內的工法，建議提出申請

顧問：陳冠華

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫(一)」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：雅緻住宅事業股份有限公司

訪談地點：桃園市龍潭區渴望一路 158 巷 38-5 號

訪談日期：112/07/21

訪談顧問：江建勳、蘇讚儀

訪談建議：

1. 雅緻住宅事業(AG-House Group)是由董事長劉志鵬建築師創始的建築團隊，在「住者有其屋」的理想下，以「減法綠建築」的概念來經營永續的住宅事業。企業的核心技術是 AG-LSRC 雅緻減隔震伸鋼構綠構造系統，透過減震、隔震基礎與中型鋼構系統（東和鋼鐵的 SN 系統）、輕質壁板系統等觀念，來產生良好抗震、抗風的綠構造系統、在結合高斷熱隔音壁板體、窗戶開口斷熱處理及地溫空調系統等技術，來產生良好舒適的高效能住宅綠建築構造。
2. 相較於鋼筋混凝土構造，AG-House 碳排放節省 42%，低污染低耗能，工期短（因為多數構造均於工廠內已完成預鑄，再至現場組裝），建築物重量較鋼筋混凝土減重 2/3，壁體斷熱是鋼筋混凝土的 18 倍，是一種創新的防震、防颱、防火的防災建築構造。
3. 在健康住宅方面，不易結露跟返潮的構造特性，加上窗戶斷熱處理及地溫空調的運用，大量減少空調設備及耗電費用，良好的換氣功能跟降低室內二氧化碳濃度及減少塵蟎、過敏原的產生，其使用無毒天然乾燥處理的實木來進行室內裝修，避免夾板油漆甲醛等有無毒物質的使用，不過度設計，AG house 致力於倡導平實而優質的健康住宅。
4. 雅緻住宅提供土地開發平台的服務機制，透過會員機制取得土地及需求者信息，將適合的土地以專業的開發讓會員以自用名義進行自立造屋或投資，就有限的經濟資源、地域性狀態、以居住者為中心，實踐「減法綠建築」的理念及專業打造綠建築與綠家園。
5. AG house 提供的是整體性的節能減碳健康宅的設計思維，並已導入 BIM 設計建築資訊模型以控管預算，劉建築師亦已在問卷調查表填具多項建議及提問，其亦表示無論是在低碳建築標章或是低碳循環建材、低碳工法均有適用之處，但對於擬推動之政策及執行細節，包括比對之基線、工法或材料之認定仍存疑慮。
6. 已建議劉建築師可考慮直接申請低碳建築標章，至於建材及工法部分，因目前均無取得任何碳盤查或碳足跡查證資料，因此現階段亦無法申請該相關標章。

顧問：蘇讚儀

內政部建築研究所_「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫（一）」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：豐譽營造、三益鋁模板

訪談地點：新北市中和區中正路 786-1 號 4 樓

訪談日期：112/07/03

訪談顧問：何昱賢、陳冠華、江建勳、蘇讚儀

訪談建議：

1. 豐譽營造與三益鋁模板公司互為股東關係，由三益負責材料進口主要構件並建置小型其他周邊配件之加工場及倉儲等，豐譽營造則將其組裝應用於自案上（目前有社宅案），因此申請對象已建議由三益提出。
2. 材料特質為鋁合金，目前主要構建由泰國進口，相較木模板使用次數 4~6 次即須更換，並產生廢料增加清運費，且其應用在現今建築市場人物力欠缺情況下，後續施工期程更讓營建成本大幅增加。相較之下，鋁製模板可使用 100~200 次，廢棄亦可再次熔融再製，且其脫模完成面即可直接施作，無需再經泥作粉平過程，組裝迅速、結構安全、精密度高，因此可大幅縮減施工時間及成本，達到減碳之目標。
3. 本身無論材料或系統均未執行碳盤查，初步已請該公司向原廠索取碳盤資料供評估，另並思考如何進行低碳工法之申請（因組成料件過多），將先提供申請表格給予試填，再視短缺部分予以協助取得碳盤數據，至於是否能符合工業局補助專案，有待評估。

顧問：蘇讚儀

內政部建築研究所「建築減碳工法創新及推廣應用輔導計畫(一)」

低碳循環建材與低碳工法第一階段通過廠商訪談表

訪談廠商：承錡鋼鐵股份有限公司

訪談地點：高雄市旗山區旗南二路 17 號

訪談日期：112 年 07 月 14 日下午

訪談顧問：陳冠華

與談者 鉅昕鋼鐵 呂福元先生 呂盈瑩小姐 承錡鋼鐵李政育總經理

承錡鋼鐵股份有限公司是中小企業，員工人數約 7 人，資本額是 1500 萬，主要產品或服務是鋼構工程承攬(含設計、施工)，是鉅昕鋼鐵的關係企業。

承錡鋼鐵申請的建材與工法



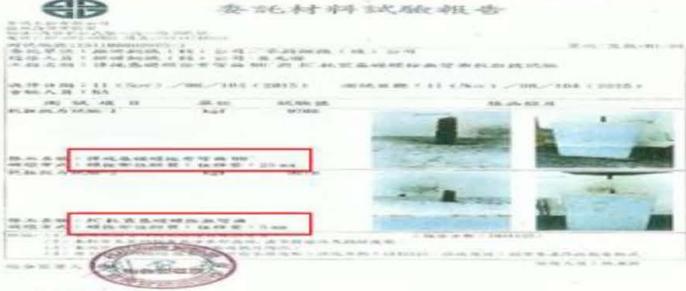
鉅昕鋼鐵股份有限公司
JYU SIN STEEL CO., LTD.

專利技術



JC 抗震基礎螺栓

- 高牙榫部位加粗與鋼筋一體壓模壓成型。
- 較傳統基礎螺栓更具抗拉力。
- 可使用鋼筋廢料製作，達成節能減碳的效果。



委託材料試驗報告

試驗項目：JC 抗震基礎螺栓之抗拉試驗

試驗結果：符合設計要求



鉅昕鋼鐵股份有限公司
JYU SIN STEEL CO., LTD.

建材及可結合之產品



JC 抗震基礎螺栓

一、節能減碳 • 依照業界現況，鋼筋裁剪後的餘料，會依廢鋼的程序回收至電爐廠再次熔煉，再製成鋼筋板料（每一噸廢鋼從收集運送到熔爐與壓製成鋼筋板料需耗電 800 度左右，約等於 443 公斤的碳排放量）。

• 鉅昕公司專利基礎螺栓，使用鋼筋裁剪後產生的餘料製作，避免了回收餘料再次熔煉，完美達成節能減碳的附加功能。

• 以鉅昕鋼鐵本身新廠投資率節省 616 支基礎螺栓為基準，每支基礎螺栓為 11 公斤，以此計算共可以使用 6776 公斤的鋼筋餘料，也相當於減少 4743.2 度電及 2627.7 公斤的碳排放量。



工法

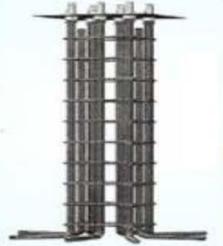


JC 抗震基礎螺柱

- 將牙棒部位加粗與鋼筋一體澆壓成型。
- 較傳統基礎螺柱更具抗拉力。
- 可使用鋼筋廢料製作，達成節能減碳的效果。

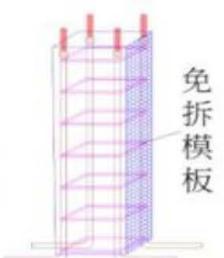
抗震基礎鋼筋座

- 應用JC抗震基礎螺柱作法，直接摩擦壓接於鋼筋主筋。
- 一體成型，提升抗震傳導力。
- 使用可焊鋼筋專屬CO2焊線。
- 於廠內焊接，免去工地施工。



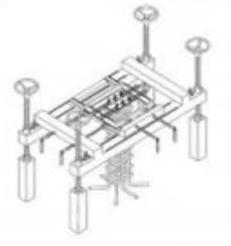
免拆模板

- 於廠內預先將免拆模板焊接於鋼筋基礎座上。
- 節省工地施工時間。



3D立體精密定位

- 快速安裝。
- 公差精準。



節省工時

可節省工時達85%，超過四分之三

抗震基礎鋼筋在廠內完成及免拆模板內成型 → 抗震基礎鋼筋定位完成 → 最後抗震基礎鋼筋運送完成

土地丈量 → 基礎鋼筋綁架 → 基礎鋼筋人工打綁 → 基礎定位 → 基礎柱主筋固定

基礎基礎 → 基礎鋼筋綁架完成 → 基礎上層鋼筋綁架 → 基礎鋼筋綁架 → 基礎完成綁架

大坑形鋼筋基礎柱之鋼筋 → 焊接安裝基礎螺柱 → 封模完成 → 最後基礎運送完成

以單柱體計算，在現場施工所需工時為2個人3個小時，總共**6**工時

以單柱體計算，在現場施工所需工時為4個人10個小時，共**40**工時

承銜鋼鐵用運用 JC 抗震基礎螺柱(產品)與續接器，在現場製作鋼筋柱產品，或可以申請低碳工法，惟其目前產品 JC 抗震基礎螺柱(產品)與續接器，皆沒有 ISO14067(碳足跡)查證數據，需再討論工法上需要的碳數據，才能提出申請。



圖 1 本日訪談研議說明

圖 2 展示產品參與實驗與實際運用

顧問：陳冠華

附錄 7 8 案試辦申請書資料摘要

因廠商申請資料涉及個資問題，僅列出申請人資料及參數總攬報告作為試辦證明，完整申請資料將提供廠商 113 年度送評定機構審查。

低碳循環建材第 1 案-

壹東實業股份有限公司複層板

(一)、 申請人資料

法人、公司 或 商號名稱	中文	壹東實業股份有限公司		
	英文	IDomain Industrial Co., Ltd.		
負責人姓名	陳宗仁	登記字號或 公司統一編號	82041253	
地址	8 0 7	高雄市三民區大順二路 830 號		
聯絡電話	07-561-1253			
案件聯絡人	陳盈如.陳庭婉	產品採購連絡人	陳盈如.陳庭婉	
案件聯絡電話	07-561-1231	產品採購連絡電話	07-561-1231	
案件聯絡 E-mail	stacy.chen@idomain.com.tw	產品採購 E-mail	id.sales@idomain.com.tw	
公司簡介 (200 字內，將登載 ABRI 淨零平台)	壹東實業股份有限公司創立於 1979 年，總部位於高雄三民區，台北也有分公司，工廠則位於在高雄林園、小港，是一家具備有加工、生產、設計施工等專業能力的金屬建材廠商，而壹東實業一直秉持著「真、善、美」的經營理念，在本業中求發展，也深受國內外企業界先進的肯定與愛護。並領先業界引進各種科技產品及施工方法，建立各式產線，滿足國內外客戶節約能源、美觀、耐用及防火安全需求。			
公司網址	https://www.idomain.com.tw/			

(二)、 參數總覽報告

項目	申請案				基準案			
產品名稱	複層板							
產品型號 或系列 產品代號	1.900 型 2.1000 型							
主要用途及性能	安裝於屋面或牆面/保溫隔熱							
比較情境								
功能單位	kg-CO ₂ /單位: kg-CO ₂ / m ³							
主要材料構成		原料構成	單元用量	佔比%		原料構成	單元用量	佔比%
	1.	鍍鋅鋼捲	19.5	57	1.	金屬板	略	略
	2.	岩棉	13.5	40	2.	隔熱材	略	略
	3.	黑料	0.48	1.4	3.			
	4.				4.			
原料開採階段碳排 C ₁	C ₁ + C ₂ = 32.77 碳排功能單位				C _{1s} = 58.12 碳排功能單位			
原料運輸階段碳排 C ₂					C _{2s} = N/A 碳排功能單位			
產品生產階段碳排 C ₃	C ₃ = 1.50 碳排功能單位				C _{3s} = N/A 碳排功能單位			
成品運	C ₄ = 6.5 碳排功能單位				C _{4s} = N/A 碳排功能單位			

項目		申請案	基準案
輸 階段碳 排 C ₄			
總 碳 排	TCE (B2B)	TCE=C1 + C2 + C3 + C4 =40.77	TCEs=C1s + C2s + C3s + C4s =58.12
申請案 減碳額 度 B2B		低碳循環建材減碳額度 LCR=TCE - TCEs=-17.35 kg-CO ₂ /m ³	
電力 排放係 數	查詢日期	2020 年	
	資訊來源	經濟部能源局公告之「109 年我國電力排放係數」	
	資訊網址	https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=6989	
	公告係數	0.59 kgCO ₂ /度	
碳排放 計算準 則依據	<input type="checkbox"/> PAS 2050_____版 <input checked="" type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input type="checkbox"/> 產品與服務碳足跡計算指引 <input type="checkbox"/> WRI/WBCSD 產品生命週期標準 <input type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> PAS 2050_____版 <input type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input type="checkbox"/> 產品與服務碳足跡計算指引 <input type="checkbox"/> WRI/WBCSD 產品生命週期標準 <input checked="" type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input type="checkbox"/> 其他_____
	生命週 期 評估工 具	<input checked="" type="checkbox"/> SimaPro 9.4.0.1 _____版 <input type="checkbox"/> DoitPro_____版 <input type="checkbox"/> GaBi4_____版 <input type="checkbox"/> 其他：	

低碳循環建材第 2 案-

國產建材實業股份有限公司綠混凝土 H 類 4000psi

(一)、 申請人資料

法人、公司 或 商號名稱	中文	國產建材實業股份有限公司		
	英文	Goldsun Building Materials Co., Ltd.		
負責人姓名	徐蘭英	登記字號或 公司統一編號	24060203	
地址	1 1 4	臺北市內湖區新湖一路 8 號 7 樓		
聯絡電話	(02)8792-8088(代表號)			
案件聯絡人	楊宗叡 協理	產品採購連絡人	林嘉政 處長	
案件聯絡電話	(02)8792-8088	產品採購連絡電話	(07)375-1555	
案件聯絡 E-mail	ytr@gdc.com.tw	產品採購 E-mail	chia@gdc.com.tw	
公司簡介 (200 字內, 將登載 ABRI 淨零平台)	國產建材實業自 1954 創立至今, 已逾一甲子, 秉持誠信理念, 以及優良服務與創新技術, 國產事業範疇涵蓋預拌混凝土、水泥、營造建材與建設事業, 透過上下游垂直整合的服務模式, 為客戶提供最完善的解決方案。在規模上, 國產建材在臺灣布建 28 座混凝土廠, 大陸則擁有 2 座混凝土廠, 規模穩坐產業龍頭地位。此外另延伸出相關建材品項如矽酸鈣版、輕質磚、室內地板及衛浴等室內建材關企, 是以「全建材」發展為主之建材集團, 提供客戶多品項多方位的服務。			
公司網址	https://www.gdc.com.tw/zh-TW/index.php			

(二)、 參數總覽報告

項目	申請案	基準案
	預拌混凝土系列	
產品名稱	綠混凝土 H 類 4000psi	預拌混凝土 (4000psi)
產品型號 或系列 產品代號		
主要用途 及性能	結構用混凝土	結構用混凝土
比較情境	本次申請案為 4000psi 混凝土與同功能之 4000psi 混凝土比較之	
功能單位	kg-CO ₂ /單位: kg-CO ₂ / m ³	

項目		申請案			基準案		
主要材料構成		原料構成	單元用量	佔比%	原料構成	單元用量	佔比%
	1.	砂	725.902 kg	33.46%	1. 砂	略	略
	2.	石	973.187 kg	44.85%	2. 石	略	略
	3.	水泥	226.346 kg	10.43%	3. 水泥	略	略
	4.	爐石粉	141.591 kg	6.53%			
	5.	煤灰	102.703 kg	4.73%			
原料開採階段碳排 C ₁	C ₁ = <u>231.885</u> 碳排功能單位			C _{1s} +C _{2s} +C _{3s} = <u>365.31</u> 碳排功能單位			
原料運輸階段碳排 C ₂	C ₂ = <u>7.085</u> 碳排功能單位						
產品生產階段碳排 C ₃	C ₃ = <u>1.958</u> 碳排功能單位						
成品運輸階段碳排 C ₄	C ₄ = <u>4.456</u> 碳排功能單位			C _{4s} = <u>4.57</u> 碳排功能單位			
總碳排 TCE	TCE=C1 + C2 + C3 + C4 =245.384			TCEs=C1s + C2s + C3s + C4s =369.88			
申請案減碳額度	低碳循環建材減碳額度 LCR=TCE - TCEs=-124.496 kg-CO ₂ / m ³						
電力排放係數	查詢日期	2020 年					
	資訊來源	環保署產品碳足跡資訊網 (電力碳足跡(2019))					
	資訊網址	https://cfp-calculate.tw/cfpc/WebPage/LoginPage.aspx					
	公告係數	0.601 kgCO ₂ /度					
碳排放計算準則依據	<input type="checkbox"/> PAS 2050_____版 <input checked="" type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input type="checkbox"/> 其他			<input type="checkbox"/> PAS 2050_____版 <input type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input type="checkbox"/> 低碳(蘊含碳)評估手冊 <input type="checkbox"/> 其他_____			
生命週期評估工具	<input type="checkbox"/> SimaPro____版 <input type="checkbox"/> DoitPro____版 <input type="checkbox"/> 其他：依 ISO 14067 盤查標準						

低碳循環建材第 3 案-

台灣水泥股份有限公司預拌混凝土 280kgf/cm²

(一)、 申請人資料

法人、公司 或 商號名稱	中文	台灣水泥股份有限公司		
	英文	未載列本項英文資訊者僅發給中文證書		
負責人姓名	張安平	登記字號或 公司統一編號	11913502	
地址	1 0 4	台北市中山區中山北路二段 113 號		
聯絡電話	(02)2531-7099			
案件聯絡人	蔡家恩	產品採購連絡人		
案件聯絡電話	03-3217855	產品採購連絡電話		
案件聯絡 E-mail	2001670@taiwancement.com	產品採購 E-mail		
公司簡介 (200字內,將登載 ABRI 淨零平台)	1946 年台灣水泥公司成立，1954 年由公營轉為民營，1962 年為台灣第一家股票上市公司。1974 年十大建設啟動，跟著政策開疆闢土，跟著台灣產業與社會共同成長，以身為台灣品牌為榮。2017 年張安平先生接任台泥董事長，2018 年轉型升級，從水泥製造與銷售公司，成為全神貫注處理人類文明與大自然間複雜關係的綠色環境工程公司，以低碳建材、資源循環、綠色能源三大發展主軸推展。致力主動解決環境問題 ECOSOLUTION PROVIDER，推動 EARTH HELPER 永續倡議。			
公司網址	www.taiwancement.com			

(二)、 參數總覽報告

項目	申請案	基準案
預拌混凝土系列		
產品名稱	預拌混凝土 280kgf/cm ²	預拌混凝土 (4000psi)
產品型號 或系列 產品代號		
主要用途 及性能	結構用混凝土	結構用混凝土
比較情境	本次申請案為 4000psi 混凝土與同功能之 4000psi 混凝土比較之	

項目		申請案			基準案		
功能單位		kg-CO ₂ /單位: kg-CO ₂ / m ³					
主要材料構成		原料構成	單元用量	佔比%		原料構成	單元用量 佔比%
	1.	砂	927.97 kg	43.02%	1.	砂	略 略
	2.	石	836.86 kg	38.80%	2.	石	略 略
	3.	水泥	194.73 kg	9.03%	3.	水泥	略 略
	4.	爐石粉	121.06 kg	5.61%			
5.	煤灰	72.43 kg	3.36%				
原料開採階段碳排 C ₁	C ₁ = 188.72 碳排功能單位			C _{1s} +C _{2s} +C _{3s} = 287.8 碳排功能單位			
原料運輸階段碳排 C ₂	C ₂ = 23.38 碳排功能單位						
產品生產階段碳排 C ₃	C ₃ = 1.74 碳排功能單位						
成品運輸階段碳排 C ₄	C ₄ = 4.10 碳排功能單位			C _{4s} = 4.37 碳排功能單位			
總碳排 TCE	TCE=C1 + C2 + C3 + C4 =217.94			TCEs=C1s + C2s + C3s + C4s =292.17			
申請案減碳額度	低碳循環建材減碳額度 LCR=TCE - TCEs=-74.23 kg-CO ₂ / m ³						
電力排放係數	查詢日期	2020 年					
	資訊來源	經濟部能源局公告之「109 年我國電力排放係數」					
	資訊網址	https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=6989					
	公告係數	0.59 kgCO ₂ /度					
碳排放計算準則依據	<input type="checkbox"/> PAS 2050 _____ 版 <input checked="" type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input type="checkbox"/> 其他			<input type="checkbox"/> PAS 2050 _____ 版 <input type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input checked="" type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input checked="" type="checkbox"/> 低碳(蘊含碳)評估手冊 <input type="checkbox"/> 其他_____			
生命週期評估工具	<input type="checkbox"/> SimaPro _____ 版 <input type="checkbox"/> DoitPro _____ 版 <input checked="" type="checkbox"/> 其他：依 ISO 14067 盤查標準						

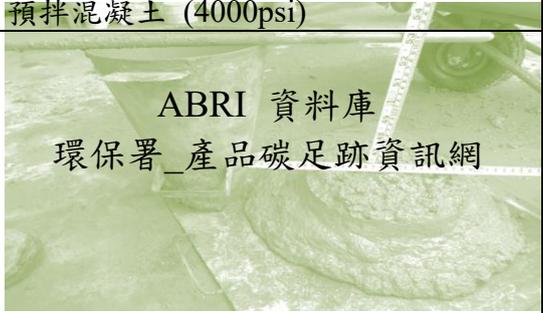
低碳循環建材第 4 案-

亞東預拌混凝土股份有限公司預拌混凝土(280kgf/cm² 低碳配 比)

(一)、 申請人資料

法人、公司 或 商號名稱	中文	亞東預拌混凝土股份有限公司		
	英文	Ya Tung Ready Mixed Concrete Co., Ltd.		
負責人姓名	李坤炎	登記字號或 公司統一編號	73641592	
地址	2 2 1	新北市汐止區大同路一段 139 號		
聯絡電話	(02)86923315~20			
案件聯絡人	邱暉仁	產品採購連絡人	邱暉仁	
案件聯絡電話	0922-760021	產品採購連絡電 話	0922-760021	
案件聯絡 E-mail	zzan@yatung.com.tw	產品採購 E-mail	zzan@yatung.com.tw	
公司簡介 (200 字內, 將登載 ABRI 淨零平台)	本公司前身為遠東集團轄下亞洲水泥股份有限公司之製品業務處, 於 88 年 8 月基於全國預拌市場發展考量, 由亞泥 100% 轉投資成立亞 東預拌混凝土股份有限公司, 著手擴大全省服務網			
公司網址	https://www.yatung.com.tw			

(二)、 參數總覽報告

項目	申請案	基準案
預拌混凝土系列		
產品名稱	預拌混凝土 280kgf/cm ²	預拌混凝土 (4000psi)
產品型號 或系列 產品代號		
主要用途 及性能	結構用混凝土	結構用混凝土
比較情境	本次申請案為 4000psi 混凝土與同功能之 4000psi 混凝土比較之	

項目		申請案			基準案		
功能單位		kg-CO ₂ /單位: kg-CO ₂ / m ³					
主要材料構成		原料構成	單元用量	佔比%		原料構成	單元用量 佔比%
	1.	水泥	180 Kg	7.66	1.	砂	略
	2.	爐石	129 Kg	5.49	2.	石	略
	3.	飛灰	78 Kg	3.32	3.	水泥	略
	4.	砂石	1766 Kg	75.18			
	5.	藥劑	4.14 Kg	0.18			
6.	水	192 Kg	8.17				
原料開採階段碳排 C ₁	C ₁ = <u>191.752</u> 碳排功能單位			C _{1s} +C _{2s} +C _{3s} = <u>287.8</u> 碳排功能單位			
原料運輸階段碳排 C ₂	C ₂ = <u>20.634</u> 碳排功能單位						
產品生產階段碳排 C ₃	C ₃ = <u>2.016</u> 碳排功能單位						
成品運輸階段碳排 C ₄	C ₄ = <u>6.412</u> 碳排功能單位			C _{4s} = <u>4.37</u> 碳排功能單位			
總碳排 TCE	TCE=C ₁ + C ₂ + C ₃ + C ₄ =220.815			TCEs=C _{1s} + C _{2s} + C _{3s} + C _{4s} =292.17			
申請案減碳額度	低碳循環建材減碳額度 LCR=TCE - TCEs=-71.355 kg-CO ₂ / m ³						
電力排放係數	查詢日期	2020 年					
	資訊來源	經濟部能源局公告之「109 年我國電力排放係數」					
	資訊網址	https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=6989					
	公告係數	0.59 kgCO ₂ /度					
碳排放計算準則依據	<input type="checkbox"/> PAS 2050 _____ 版 <input checked="" type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input checked="" type="checkbox"/> 其他環保署碳標籤(預拌混凝土 PCR)			<input type="checkbox"/> PAS 2050 _____ 版 <input type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input checked="" type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input checked="" type="checkbox"/> 低碳(蘊含碳)評估手冊 <input type="checkbox"/> 其他 _____			
生命週期評估工具	<input type="checkbox"/> SimaPro _____ 版 <input type="checkbox"/> DoitPro _____ 版 <input checked="" type="checkbox"/> 其他：依 ISO 14067 盤查標準						

低碳循環建材第 5 案-

亞東預拌混凝土股份有限公司預拌混凝土(350kgf/cm² 低碳配
比)

(一)、 申請人資料

法人、公司 或 商號名稱	中文	亞東預拌混凝土股份有限公司		
	英文	Ya Tung Ready Mixed Concrete Co., Ltd.		
負責人姓名	李坤炎	登記字號或 公司統一編號	73641592	
地址	2 2 1	新北市汐止區大同路一段 139 號		
聯絡電話	(02)86923315~20			
案件聯絡人	邱暉仁	產品採購連絡人	邱暉仁	
案件聯絡電話	0922-760021	產品採購連絡電 話	0922-760021	
案件聯絡 E-mail	zzan@yatung.com.tw	產品採購 E-mail	zzan@yatung.com.tw	
公司簡介 (200 字內, 將登載 ABRI 淨零平台)	本公司前身為遠東集團轄下亞洲水泥股份有限公司之製品業務處, 於 88 年 8 月基於全國預拌市場發展考量, 由亞泥 100% 轉投資成立亞 東預拌混凝土股份有限公司, 著手擴大全省服務網			
公司網址	https://www.yatung.com.tw			

(二)、 參數總覽報告

項目	申請案	基準案
預拌混凝土系列		
產品名稱	預拌混凝土 350kgf/cm ²	預拌混凝土 (5000psi)
產品型號 或系列 產品代號	×申請系列產品者需檢附該系列產品涵 蓋規格與型號列表, 並提供該系列產品 各規格之原料組成、製程、用途及廢棄 處理相符性說明。	
主要用途 及性能	結構用混凝土	結構用混凝土
比較情境	本次申請案為 4000psi 混凝土與同功能之 5000psi 混凝土比較之	
功能單位	kg-CO ₂ /單位: kg-CO ₂ / m ³	

項目		申請案			基準案		
主要材料構成		原料構成	單元用量	佔比%	原料構成	單元用量	佔比%
	1.	水泥	216 Kg	9.21	1. 砂	略	略
	2.	爐石	146 Kg	6.23	2. 石	略	略
	3.	飛灰	88 Kg	3.75	3. 水泥	略	略
	4.	砂石	1699 Kg	72.46			
	5.	藥劑	4.7 Kg	0.20			
	6.	水	191 Kg	8.15			
原料開採階段碳排 C ₁	C ₁ + C ₂ = <u>191.752</u> 碳排功能單位			C _{1s} +C _{2s} +C _{3s} = <u>293.3</u> 碳排功能單位			
原料運輸階段碳排 C ₂							
產品生產階段碳排 C ₃	C ₃ = <u>2.016</u> 碳排功能單位						
成品運輸階段碳排 C ₄	C ₄ = <u>6.412</u> 碳排功能單位			C _{4s} = <u>4.37</u> 碳排功能單位			
總碳排 TCE	TCE=C1 + C2 + C3 + C4 =250.602			TCEs=C1s + C2s + C3s + C4s =297.67			
申請案減碳額度	低碳循環建材減碳額度 LCR=TCE – TCEs=-47.068 kg-CO ₂ / m ³						
電力排放係數	查詢日期	2020 年					
	資訊來源	經濟部能源局公告之「109 年我國電力排放係數」					
	資訊網址	https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=6989					
	公告係數	0.59 kgCO ₂ /度					
碳排放計算準則依據	<input type="checkbox"/> PAS 2050_____版 <input checked="" type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input checked="" type="checkbox"/> 其他環保署碳標籤(預拌混凝土 PCR)			<input type="checkbox"/> PAS 2050_____版 <input type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input checked="" type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input checked="" type="checkbox"/> 低碳(蘊含碳)評估手冊 <input type="checkbox"/> 其他_____			
生命週期評估工具	<input type="checkbox"/> SimaPro_____版 <input type="checkbox"/> DoitPro_____版 <input checked="" type="checkbox"/> 其他：依 ISO 14067 盤查標準						

低碳工法第 1 案-

承錡鋼鐵股份有限公司鋼筋組立鋼構化工法(含基礎螺栓安裝)

(一)、申請人資料

法人、公司 或 商號名稱	中文	承錡鋼鐵股份有限公司		
	英文	CHENG CHI STEEL CO. LTD		
負責人姓名	李政育	登記字號或 公司統一編號	24364634	
地址	8 1 3	高雄市左營區文恩路 55 號 7 樓		
聯絡電話	07-6524858			
案件聯絡人	呂盈瑩	產品採購連絡人	呂盈瑩	
案件聯絡電話	07-6524858	產品採購連絡電話	07-6524858	
案件聯絡 E-mail	ying5157@hotmail.com	產品採購 E-mail	ying5157@hotmail.com	
公司簡介 (200 字內,將登載 ABRI 淨零平台)	<p>承錡鋼鐵成立迄今持續致力於鋼骨結構及土木建築的結合與設計。公司團隊不斷創新與投入研發專利,並專研提高施工技術且在業界得到相當好的迴響。</p> <p>本公司使用之新型基礎螺栓,其結合、耐震、防鬆脫及快速施工之優點,使我們能將組立技術應用更進一步層面,發展出鋼筋組立鋼構化之整合基礎座,使鋼筋組立如同鋼構構件一樣精準,並結合自有之定位技術,直接將預組焊完成的基礎座定位灌漿。不僅提升施工品質,更減少安裝時間達四分之三。</p>			
公司網址				

(二)、參數總覽報告

項目	申請案	基準案
產品名稱	鋼筋組立鋼構化工法(含基礎螺栓安裝)	傳統鋼筋組立工法(含基礎螺栓安裝)
產品型號 或系列 產品代號	<p>以 500 坪廠房(寬 20M 長 75M)計算,需要 34 支柱子,每支柱子搭配 H588x300,其鋼筋基礎需要使用才料如下:</p> <p>1. 鋼筋 D22x1.85Mx20 支 (1.85x3.04x20=112.48KG)</p> <p>2. 鋼筋 D13x3.0Mx7 支 (3.0x0.994x7=20.87KG)</p> <p>3. 螺牙 M24x0.2Mx12 支 (0.2x7.93x12=19.03KG)</p>	<p>以 500 坪廠房(寬 20M 長 75M)計算,需要 34 支柱子,每支柱子搭配 H588x300,其鋼筋基礎需要使用才料如下:</p> <p>1. 鋼筋 D22x1.85Mx20 支 (1.85x3.04x20=112.48KG)</p> <p>2. 鋼筋 D13x3.0Mx7 支+2.3M*8 支 (3.0x0.994x7+2.3x0.994x8=39.16KG)</p> <p>3. 基礎螺栓 M24x1.0Mx12 支 (1.15x7.93x12=109.42KG)</p>

項目	申請案				基準案			
	4. 焊條 0.14KG (0.00098x7x20=0.14KG)				4. 鐵絲 0.21mmx35cmx280 支 (0.0015x2x7x20=0.42KG)			
主要用途及性能	鋼筋水泥結構結合鋼構結構之基礎鋼筋座				鋼筋水泥結構結合鋼構結構之基礎鋼筋座			
比較情境	鋼筋組立結合基礎螺栓安裝工法							
功能單位	kg-CO ₂ /單位: kg-CO ₂ / 座							
主要材料構成		原料構成	單元用量	佔比 %		原料構成	單元用量	佔比 %
	1.	鋼筋 D22*1.85M	112.48 KG	73.75 %	1.	鋼筋 D22*1.85M	112.4 K 8 G	43.02 %
	2.	鋼筋 D13*3.0M	20.87 KG	13.68 %	2.	鋼筋 D13*3M+2.3M	39.16 K G	14.98 %
	3.	螺牙 M24*0.2M	19.03 K G	12.48 %	3.	基礎螺栓 M24x1.0M	109.4 K 2 G	41.84 %
	4.	焊條	0.14 KG	0.09 %	4.	鐵絲 0.21mmx35cm	0.42 K G	0.16 %
原料開採階段碳排 C ₁	C ₁ + C ₂ = 237.4+ 0.863 碳排功能單位				C _{1s} = 849.8 碳排功能單位			
原料運輸階段碳排 C ₂					C _{2s} = 1.31 碳排功能單位			
產品生產階段碳排 C ₃	C ₃ = 114.91 碳排功能單位				C _{3s} = NA 碳排功能單位			
成品運輸階段碳排	C ₄ = <u>1.4032</u> 碳排功能單位				C _{4s} = 2.406 碳排功能單位			

項目		申請案	基準案
C ₄			
總 碳 排	TCE (B2B)	TCE=C1+C2+C3+C4 =354.573	TCEs=C1s+C2s+C3s+C4s =853.516
申請案 減碳額 度 B2B		低碳循環工法減碳額度 LCR=TCE-TCEs=-498.943 kg-CO ₂ /座	
電力 排放係 數	查詢日期	2023 年	
	資訊來源	經濟部能源局公告之「111 年我國電力排放係數」	
	資訊網址	https://www.moeaea.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=23142	
	公告係數	0.495 kgCO ₂ /度	
碳排放 計算準 則依據	<input type="checkbox"/> PAS 2050_____版 <input type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input checked="" type="checkbox"/> 產品與服務碳足跡計算指引 <input type="checkbox"/> WRI/WBCSD 產品生命週期標準 <input checked="" type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> PAS 2050_____版 <input type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input checked="" type="checkbox"/> 產品與服務碳足跡計算指引 <input type="checkbox"/> WRI/WBCSD 產品生命週期標準 <input checked="" type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input type="checkbox"/> 其他_____
	生命週 期 評估工 具	<input type="checkbox"/> SimaPro_____版 <input type="checkbox"/> DoitPro_____版 <input type="checkbox"/> GaBi4_____版 <input type="checkbox"/> 其他：	

說明：系列產品可再自行調整表格填入

低碳工法第 2 案-

三益鋁模板股份有限公司鋁合金模板系統工法

(一)、 申請人資料

法人、公司 或 商號名稱	中文	三益鋁模板股份有限公司		
	英文	FBC Formworks Systems Co., Ltd.		
負責人姓名	張文通	登記字號或 公司統一編號	46583577	
地址	2	3	5	新北市中和區中正路 786 之 1 號 4 樓
聯絡電話	02-32340206			
案件聯絡人	沈昇樺	產品採購連絡人	江易模	
案件聯絡電話	0932-070-760		產品採購連絡電話	0936-764-311
案件聯絡 E-mail	eco@goodland.com.tw		產品採購 E-mail	edmond@fengyu.com.tw
公司簡介 (200 字內, 將登載 ABRI 淨零平台)	秉持著「為了“建築”更好」的簡單理念，並提出「更快、更好、更環保」的三大原則。更快-在地化「樑柱牆模板系統」配合電腦配模，讓現場施作更快速並符合傳統建築習慣。大量且快速的培養模板技術工。更好-高精度的建築結構，讓空間使用更舒適。更環保-高翻用率的模板材質，減少建築廢棄物。同時廢棄的鋁模板也可以回收並重製成全新模板。減少修整廢料與混凝土耗料。金屬模板製作，減少森林砍伐開發以及碳排放量。			
公司網址	https://www.fbcformworks.com/			

(二)、 參數總覽報告

項目	申請案		基準案	
產品名稱	鋁合金模板系統工法		木模板系統	泥作工程
產品型號 或系列 產品代號	產品代號	產品規格	ABRI 資料庫	ABRI 資料庫
	WF, WR	600x2400、500x2400、400x2400... (詳規格表)		
	IC	100+100x2400、100+100x1000... (詳規格表)		
	OCV	54+54x2400... (詳規格表)		
	WET	600x900、500x900... (詳規格表)		
	HSL	100+100x200... (詳規格表)		
	D	600x1200... (詳規格表)		
	BCE	250x1800... (詳規格表)		
主要用途及性能	建築模板		建築模板	使完成面平整
比較情	本次申請案為鋁合金模板與木模板施作至泥作完成面比較			

項目	申請案				基準案			
境								
功能單位	kg-CO ₂ /單位: kg-CO ₂ / m ³							
主要材料構成		原料構成	單元用量	佔比 %		原料構成	單元用量	佔比 %
	1.	鋁擠型料	25 kg/m ²	100%	1	木材	15 kg/m ²	30.6%
	2.				2	水泥砂漿	34 kg/m ²	69.4%
	鋁擠型料合計 25 kg/m ²				木材合計 15 kg/m ²		水泥砂漿合計 34 kg/m ²	
平均使用次數	LC= <u>100(次)</u>				LC*= <u>6(次)</u>		LC*= <u>1(次)</u>	
原料開採階段碳排 C ₁	C ₁ = 3.050 碳排功能單位				木模板: C _{1s} + C _{2s} =0.094 碳排功能單位		作: C _{1s} =0.089 碳排功能單位	
原料運輸階段碳排 C ₂	C ₂ = 0.083 碳排功能單位						C _{2s} =0.290 碳排功能單位	
產品生產階段碳排 C ₃	C ₃ = 0.072 碳排功能單位				C _{3s} =0.047 碳排功能單位		C _{3s} =8.570 碳排功能單位	
成品運輸階段碳排 C ₄	C ₄ = 0.510 碳排功能單位				C _{4s} =0.314 碳排功能單位		C _{4s} =0.100 碳排功能單位	
廢棄回收階段碳排 C ₅	C ₅ = 0.108 碳排功能單位				C _{5s} =0.900 碳排功能單位		C _{5s} =0 碳排功能單位	

項目		申請案	基準案
總 碳 排	TCE	$TCE=C1+C2+C3+C4+C5=3.823$	$TCEs=C1s+C2s+C3s+C4s+C5s=10.404$
申請案 減碳額 度		低碳工法減碳額度 $LC=TCE-TCEs=-6.581$ $kg-CO_2/m^2 \cdot 次$	
電力 排放係 數	查詢日期	2020 年	
	資訊來源	經濟部能源局公告之「111 年我國電力排放係數」	
	資訊網址	https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=23142	
	公告係數	0.495 kgCO ₂ /度	
碳排放 計算準 則依據 (於附錄 二檢附 引用證 明)	<input type="checkbox"/> PAS 2050 _____ 版 <input type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input checked="" type="checkbox"/> 低碳(蘊含碳)評估手冊 <input type="checkbox"/> 其他 _____		<input type="checkbox"/> PAS 2050 _____ 版 <input type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input checked="" type="checkbox"/> 低碳(蘊含碳)評估手冊 <input type="checkbox"/> 其他 _____

低碳工法第 3 案-

漢源實業股份有限公司易安特複合材料系統模板工法

(一)、 申請人資料

法人、公司 或 商號名稱	中文	漢源實業股份有限公司		
	英文	HANYON INDUSTRIAL CO., LTD		
負責人姓名	林裕滄	登記字號或 公司統一編號	53993507	
地址	4 0 6	台中市北屯區崇德路二段 250 號 9 樓		
聯絡電話	04-22490531			
案件聯絡人	林彥均 經理	產品採購連絡人		
案件聯絡電話	0919-556888	產品採購連絡電話		
案件聯絡 E-mail	aero73813@gmail.com	產品採購 E-mail		
公司簡介 (200 字內,將登載 ABRI 淨零平台)	漢源實業為易安特複合材料系統模板的開發商，由於營建業面臨施工人員大幅減少，模板材料耗損嚴重並連帶影響環境污染等相關問題，因此本公司投入易安特系統模板的開發及推廣，致力減少環境汙染與解決缺工等議題，也秉持著公司的核心目標，即安全、環保、共好這三項指標，努力打造淨零碳排的營建產業。			
公司網址	http://www.eante.com.tw/			

(二)、 參數總覽報告

項目	申請案	基準案	
產品名稱	易安特複合材料系統模板工法	木模板系統	泥作工程
產品型號 或系列 產品代號	牆體模板 E-QT 600*600*80	ABRI 資料庫	ABRI 資料庫
主要用途及性能	建築模板	建築模板	使完成面平整
比較情境	本次申請案為易安特模板與木模板施作至泥作完成面比較		
功能單	kg-CO ₂ /單位: kg-CO ₂ / m ³		

項目		申請案			基準案			
位								
主要材料構成		原料構成	單元用量	佔比%		原料構成	單元用量	佔比%
	1.	再生塑膠粒	18 kg/m ²	100%	1	木材	15 kg/m ²	30.6%
	2.				2	水泥砂漿	34 kg/m ²	69.4%
	再生塑膠粒合計 18 kg/m ²				木材合計 15 kg/m ²		水泥砂漿合計 34 kg/m ²	
平均使用次數	LC= 100(次)			LC*=6(次)		LC*=1(次)		
原料開採階段碳排 C ₁	C ₁ = 0.943 碳排功能單位			木模板： C _{1s} + C _{2s} =0.094		作： C _{1s} =0.089 碳排功能單位		
原料運輸階段碳排 C ₂	C ₂ = 0.059 碳排功能單位			碳排功能單位		C _{2s} =0.290 碳排功能單位		
產品生產階段碳排 C ₃	C ₃ = 0.052 碳排功能單位			C _{3s} =0.047 碳排功能單位		C _{3s} =8.570 碳排功能單位		
成品運輸階段碳排 C ₄	C ₄ = 0.510 碳排功能單位			C _{4s} =0.314 碳排功能單位		C _{4s} =0.100 碳排功能單位		
廢棄回收階段碳排 C ₅	C ₅ = 0.077 碳排功能單位			C _{5s} =0.900 碳排功能單位		C _{5s} =0 碳排功能單位		
總碳排	TCE	TCE=C ₁ +C ₂ +C ₃ +C ₄ +C ₅ =1.639			TCEs=C _{1s} +C _{2s} +C _{3s} +C _{4s} +C _{5s} =10.404			
申請案減碳額	低碳工法減碳額度 LC=TCE-TCEs=-8.765 kg-CO ₂ / m ² · 次							

項目	申請案		基準案	
度				
電力 排放係 數	查詢日期	2020 年		
	資訊來源	經濟部能源局公告之「111 年我國電力排放係數」		
	資訊網址	https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=23142		
	公告係數	0.495 kgCO2/度		
碳排放 計算準 則依據 (於附錄 二檢附 引用證 明)	<input type="checkbox"/> PAS 2050 _____ 版 <input type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input checked="" type="checkbox"/> 低碳(蘊含碳)評估手冊 <input type="checkbox"/> 其他 _____		<input type="checkbox"/> PAS 2050 _____ 版 <input type="checkbox"/> ISO/TS 14067 <input type="checkbox"/> 內政部建築研究所建材資料庫 ABRI Database <input checked="" type="checkbox"/> 低碳(蘊含碳)評估手冊 <input type="checkbox"/> 其他 _____	