

公路工程碳管理制度及實務研討會

議程

時間	議題	發表單位/講者
08:30~09:00	報到	
09:00~09:10	主辦單位致詞	交通部公路總局
09:10~09:25	貴賓致詞	行政院工程會、交通部
09:25~09:30	貴賓合影留念	
專題一	產品碳足跡推動現況及工程碳足跡盤查準則與計算參考	
09:30~09:35	專題一 主持人與講者介紹	夏副局長明勝
09:35~10:05	我國產品碳足跡標示制度推動現況	行政院環保署 管制考核及糾紛處理處 蕭慧娟 處長
10:05~10:35	我國公共工程碳排放估算與調查推動策略與現況	行政院公共工程委員會技術處 徐肇晞 技正
10:35~10:55	茶敘	
10:55~11:25	我國道路工程碳足跡產品類別規則介紹	臺北科技大學環境工程與管理研究所 胡憲倫 教授
11:25~11:55	工程碳足跡盤查準則與查證重點	英國標準協會太平洋有限公司 台灣分公司驗證部 林文華 協理
11:55~13:15	午餐	
專題二	公路總局推動道路工程碳管理經驗分享	
13:15~13:20	專題二 主持人與講者介紹	吳總工程司進興
13:20~13:50	橋梁不同跨度及工法之e化系統建置(含碳排放量推估)	逢甲大學土木工程系 卜君平 教授
13:50~14:20	台9蘇花改計畫工程碳足跡盤查與輔導實務經驗分享	中興工程顧問股份有限公司
14:20~14:50	台61八棟寮九塊厝計畫工程碳足跡盤查與輔導實務經驗分享	
14:50~15:10	茶敘	
15:10~15:40	台9南迴計畫工程設計階段碳排放量推估及減碳策略	台灣世曦工程顧問股份有限公司
15:40~16:10	台9南迴計畫工程材料碳足跡數據建立	台灣世曦工程顧問股份有限公司 財團法人成大研究發展基金會
16:10~16:50	綜合討論	
16:50~	賦歸	

(一) 主持人簡介

主持人姓名	夏明勝	
現職	交通部公路總局 副局長	
聯絡方式	mingshenshiah@gmail.com	
學歷	成功大學土木工程學博士 台灣大學土木工程學碩士	
經歷	交通部公路總局新工組組長 交通部公路總局副處長 交通部重大工程督導會報副執行秘書 交通部簡任技正	
專長	道路工程施工規劃管理 鋪面工程施工規劃管理 橋樑、隧道結構工程施工規劃管理	

主持人姓名	吳進興	
現職	交通部公路總局 總工程司	
聯絡方式	wa34718@thb.gov.tw	
學歷	淡江文理學院工學士	
經歷	交通部公路總局副總工程司 交通部公路總局總工程司 交通部公路總局組長 交通部公路總局工程處長	
專長	道路、橋梁工程規劃、設計、施工督導、養護管理	

(二) 邀請講者簡介 (依講次排列)

講者姓名	蕭慧娟	
現職	行政院環保署管制考核及糾紛處理處處長	
聯絡方式		
學歷	臺灣大學公共衛生碩士 臺灣大學公共衛生學士	
經歷	行政院環境保護署參事兼溫室氣體減量管理辦公室執行秘書 行政院環境保護署管考處處長 行政院環境保護署空保處處長 行政院環境保護署監資處處長	
專長	空氣污染防治 環境政策與規範 環境規劃與管理	

講者姓名	徐肇晞	
現職	公共工程委員會技術處技正	
聯絡方式	hsuch66@mail.pcc.gov.tw	
學歷	交通大學土木工程學系學士 台灣大學土木工程研究所碩士	
經歷	交通部公路總局規劃組工務員 行政院公共工程委員會技術處技正	
專長	生態工程推動策略 永續公共工程與工程節能減碳政策規劃 災後復建工程計畫審議	

講者姓名	胡憲倫	
現職	國立臺北科技大學 環境工程與管理研究所 教授	
聯絡方式	allenhu@ntut.edu.tw	
學歷	美國康乃狄克大學(U. of Connecticut) 環境工程碩士、博士 中央大學土木工程學士	
經歷	工研院化學工業研究所暨中華民國清潔生產中心 研究員 南華大學環境管理研究所 助理教授、副教授 國立臺北科技大學環境工程與管理研究所 副教授、教授兼所長	
專長	企業永續、永續評估與資訊揭露(非財務報告) 生命週期評估與各種環境足跡評估 企業社會責任與包容性商業(Inclusive Business)	

講者姓名	林文華	
現職	BSI 英國標準協會 驗證部協理	
聯絡方式	Coco.Lin@bsigroup.com	
學歷	中央大學環境工程研究所碩士	
經歷	BSI 英國標準協會驗證部副協理 環境管理協會資深經理 富積電子(股)品質保證部及綠色產品規劃經理 BSI 14064-1 查證員暨合格講師 PAS 2050 查證員暨合格講師	
專長	溫室氣體管理與查證與 LCA 評估 品質、綠色產品及環安衛管理系統建制內部稽核/系統建制 (Internal Audit / Lead Auditor) BCM 營運持續管理(Business Continuity Management)	

講者姓名	卜君平	
現職	逢甲大學土木工程系教授	
聯絡方式	jppu@mail.fcu.edu.tw	
學歷	成功大學土木博士	
經歷	逢甲大學土木系教授(現職) 逢甲大學建設學院代理院長 逢甲大學建設學院副院長 逢甲大學土木水利研究所所長 逢甲大學土木工程學系主任	
專長	橋梁工程、地震工程、綠營建、結構控制	

(二) 專案計畫專題簡報人 (依講次排列)

計畫名稱	台9線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理委託服務工作
講者姓名	黃琬淇
現職	中興工程顧問股份有限公司環工一部 工程師
聯絡方式	wanchi5926@mail.sinotech.com.tw
學歷	國立中央大學環境工程研究所博士 國立成功大學資源工程學士
經歷	中興工程顧問股份有限公司環工一部工程師(99.07~迄今)
專長	環境規劃與管理、環境系統分析、工程碳管理策略研析

計畫名稱	西濱快速公路八棟寮至九塊厝新建工程委託工程碳管理暨碳足跡盤查輔導及查證服務工作
講者姓名	林彥宇
現職	中興工程顧問股份有限公司環工一部 工程師
聯絡方式	yenyul@mail.sinotech.com.tw
學歷	華盛頓大學土木工程研究所博士 國立成功大學土木工程學士、碩士
經歷	中興工程顧問股份有限公司環工一部 工程師(102.02~迄今) 中興工程顧問股份有限公司軌道二部 工程師
專長	工程生命週期評估與節能減碳規劃、道路工程永續規劃設計、鋪面工程規劃設計

計畫名稱	台 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫安朔草埔段委託工程 碳管理暨碳足跡盤查輔導及查證服務工作
講者姓名	蔣啟恆
現職	台灣世曦工程顧問股份有限公司第二結構部 經理
聯絡方式	jumboj@ceci.com.tw
學歷	國立交通大學土木工程碩士
經歷	台灣世曦工程顧問股份有限公司(民國 96 年~迄今) 中華顧問工程司(民國 80 年 ~ 96 年)
專長	橋梁工程、地震工程、綠營建、結構控制

計畫名稱	台 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫(金崙大鳥段)委託工程 碳管理暨碳足跡盤查輔導及查證服務工作
講者姓名	陳峙霖
現職	財團法人成大研究發展基金會 ISDC 成大產業永續發展中心 經理
聯絡方式	foren@ckmail.ncku.edu.tw
學歷	東海大學環境科學系學士 東海大學環境科學系碩士
經歷	國立成功大學產業永續發展中心 經理 柏歲環保實業有限公司 經理 惠元環保工程顧問有限公司 副理
專長	環境管理、能源管理、永續發展、溫室氣體盤查管理、 碳權管理、碳水足跡、生命週期評估

主題一 講次 1

我國產品碳足跡標示制度推動現況

行政院環保署管制考核及糾紛處理處

蕭慧娟 處長



我國產品碳足跡標示制度推動現況

行政院環境保護署
蕭慧娟 處長

103年5月9日



大綱

- 前言
- 碳足跡與碳標籤意涵
- 推動緣由
- 推動情形與制度介紹
- 執行成果
- 國際合作與交流
- 未來規劃





前言

京都議定書生效後，各先進國家紛紛依國際承諾，積極展開國家溫室氣體減量策略。

臺灣將2010年訂為「節能減碳年」，正是我國以全球最新觀點，檢視目前因應氣候變遷相關策略，啟動適合我國情需求之溫室氣體國家適當減緩行動。

依據國際能源總署IEA/OECD於2013年10月出版之統計資料顯示，我國2011年每人平均二氧化碳排放量為11.31公噸，全球排名第21位。

隨著全球暖化，現今各國無不相繼分析產品生命週期之碳足跡，並以碳標籤呈現。



碳足跡意涵

碳足跡意指一事件或產品整個生命週期過程直接與間接產生的溫室氣體排放量。



產品碳足跡 以食品為例





產品碳足跡標籤意涵

找出減碳重點
降低CO₂放排

對消費者：以碳標籤方式傳達產品碳足跡訊息給消費者，供選購參考，鼓勵改變消費行為與生活型態，減少二氧化碳排放。

對企業：促使企業檢討產品製程及供應鏈中，找出減量熱點，減少二氧化碳排放。

改變消費習慣
降低CO₂放排

產品碳足跡標籤 (簡稱碳標籤)意涵

數字，代表「碳足跡」。係產品生命週期所消耗物質及能源，換算為二氧化碳排放當量。

135g

愛大自然的心，減碳“酷”地球，
及落實綠色消費，與邁向低碳社會。

CO₂

Carbon Footprint
Taiwan EPA

綠葉，代表健康、環保。



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

5



推動緣由 (1/2)

97年6月

行政院院會通過「**永續能源政策綱領**」所策定「**節能減碳目標**」之一：「一人一天減少一公斤碳足跡」

97年8月

行政院國家永續發展委員會蔡前執行長勳雄指示：「**研議建立eco-label機制**相關事宜」

97年10月

永續會秘書處召開我國碳標籤推動研商會建議：
1. 順應世界新潮流推動碳標籤
2. 政府成立「**碳標籤推動委員會**」
3. 業界參與自願標示試行



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

6

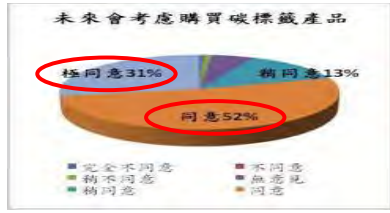
推動緣由 (2/2)



- 順應國際環保趨勢，提昇臺灣綠色競爭力
- 我國政府施政主軸，積極推動節能減碳政策措施



- 透過問卷調查方式-了解消費者對產品碳標籤的認知與態度
- 消費者普遍接受度高且感到興趣，未來考慮購買碳標籤產品
(問卷調查時間：98年8月至98年9月)



台灣碳標籤推動情形

1. 辦理網路徵選

98年9月23日至10月23日

接受網路報名及上傳作品，參賽作品共1,286件，選定特優作品為碳標籤圖示。

2. 頒獎及發布優選圖示

98年12月15日

頒獎典禮及發布「台灣碳標籤」圖示



3. 正式啟動

99年9月

取得證明標章註冊。



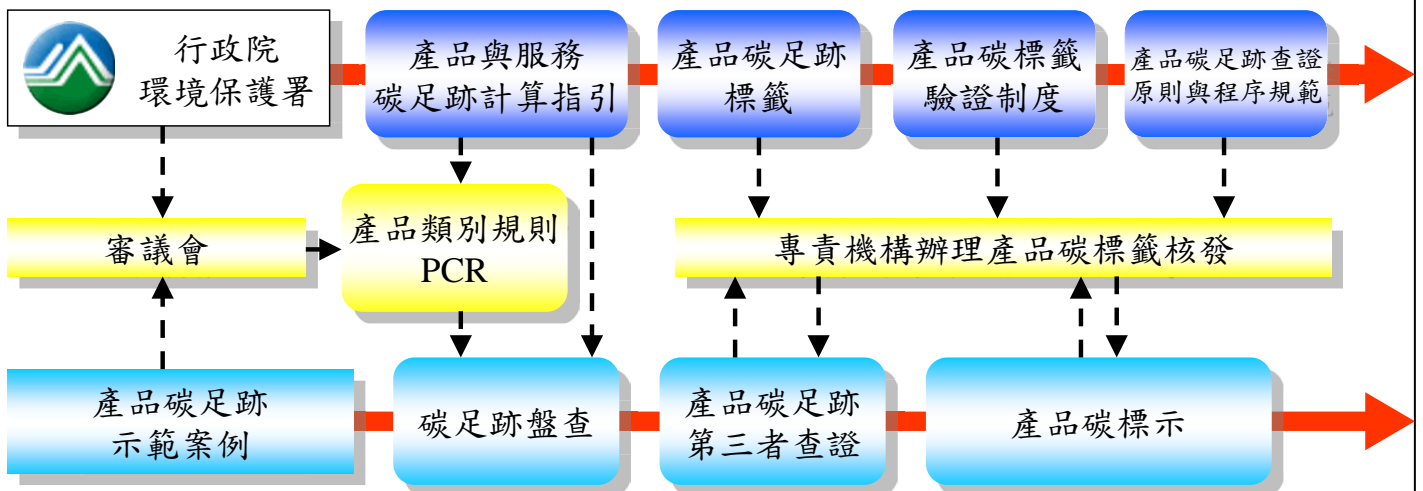


國際推動產品碳足跡標示情形

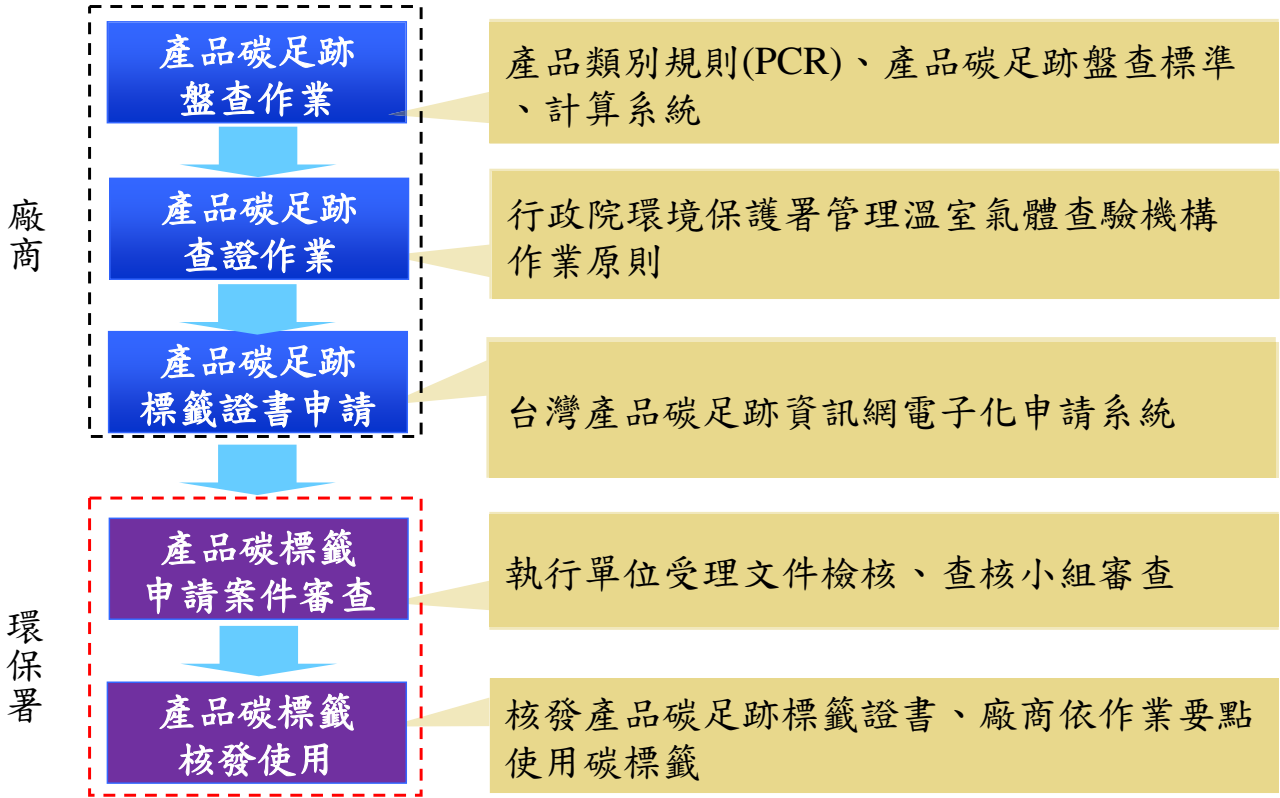
■我國是世界第11個推動產品碳足跡標示制度的國家



我國產品碳標籤制度



建立碳標籤申請作業流程



第一批碳足跡標籤授證儀式

99年6月4日辦理第一批產品碳足跡標籤授證儀式





碳標籤執行成果

- 已公告**60件碳足跡產品類別規則文件**，合計**232件產品**取得碳標籤證書，累計產值超過新台幣80億。
- 廠商需針對產品提出未來具體溫室氣體減量承諾，有助於實質減碳成效。**已承諾達成減碳成效約1.1千萬kg CO₂e**，相當於2萬9,000座大安森林公園1年碳吸附量。



台灣產品碳足跡資訊網

台灣產品碳足跡資訊網 <http://cfp.epa.gov.tw/>

- 民眾查詢碳標籤產品資訊
- 廠商查詢相關法規及線上申請產品碳標籤
- 傳播產品碳足跡標示制度相關訊息
- 截至103年4月網站總瀏覽人次已達1,424,040人次





碳標籤廣告宣傳

- 製作宣傳海報、摺頁及短片等宣傳資源，函送各地方環境保護機關，規劃運用各式文宣資料協助宣傳，並放置於台灣產品碳足跡資訊網提供民眾下載使用。
- 進行國際交流時，發放英文摺頁。

海報



手冊



教材



影片

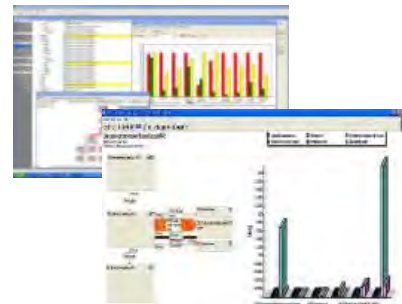
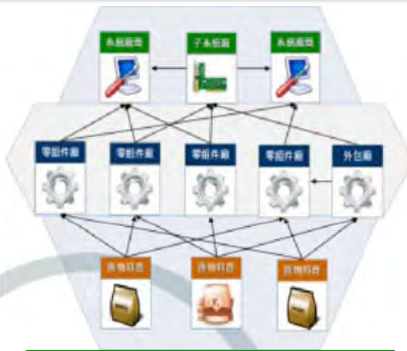
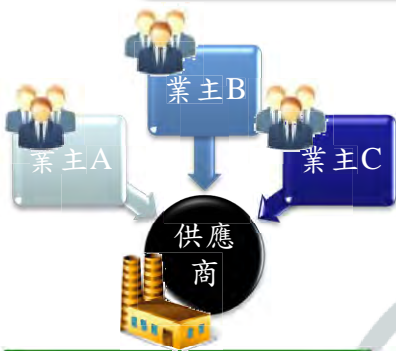


摺頁



建置我國碳足跡計算服務平台 (1/4)

平台建置之必要性



碳揭露重複要求多

面臨不同業主因應碳揭露要求，供應商作業負擔重，影響碳盤查的配合度

資料整合複雜度高

系統廠進行碳盤查，往往需數百家供應商配合，資料整合耗費大量人力與時間

軟體成本高且存儲受限

盤查作業多依賴國際商用軟體，成本高昂(瑞士知名軟體高達70萬)，且大量盤查數據以單機式的資料儲存，遺失風險高

提供一次盤查、多方應用的雲端輸出服務

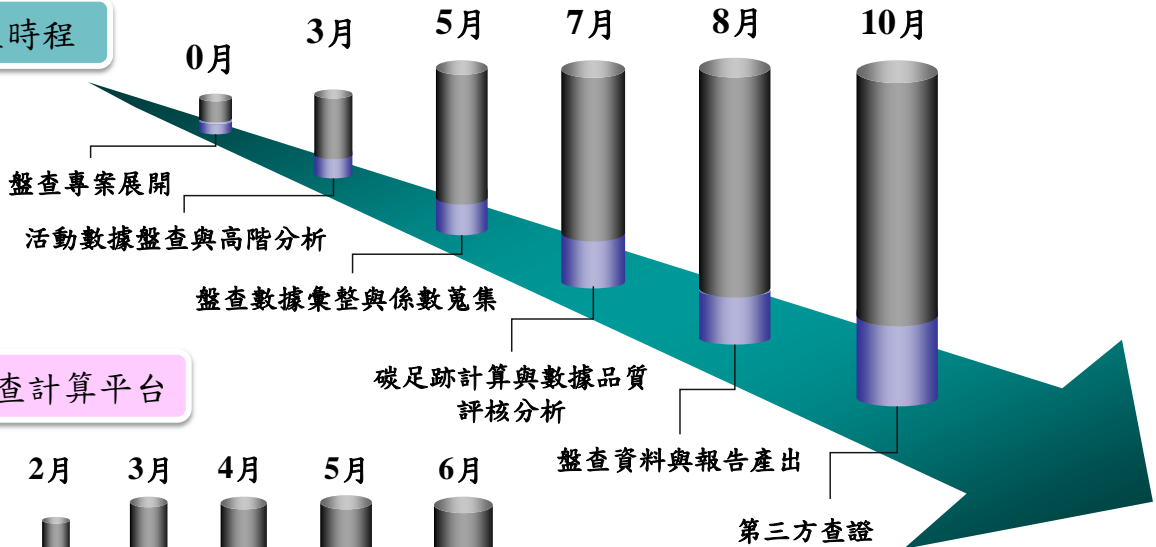
提供供應鏈多方協作、即時整合服務，加速盤查作業

降低對國際軟體依賴，並有異地備援之保障與穩定性

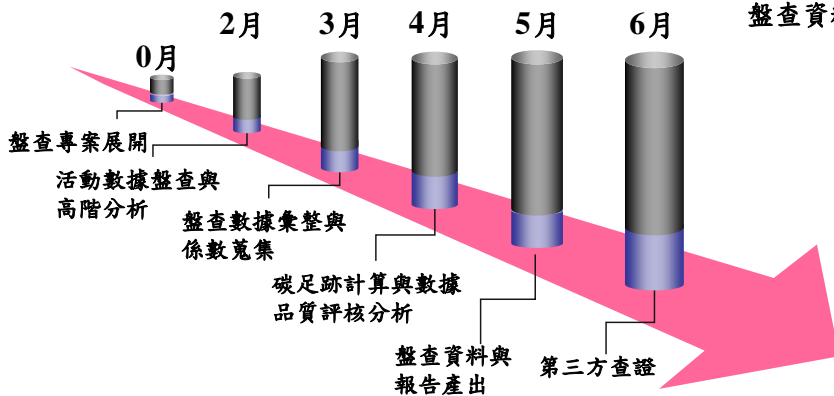


建置我國碳足跡計算服務平台 (2/4)

傳統盤查時程



系統化盤查計算平台



效益

1. **縮短盤查時間**，從8-10個月縮短至5-6個月
2. 直接引用系統建置之資料庫，減少係數選用時間
3. 自動產出盤查清冊與簡易碳足跡報告書，避免人為誤植資料，並縮短撰寫時間



建置我國碳足跡計算服務平台 (3/4)

全球第一個隸屬於國家層級的碳足跡計算服務平台架構

功能模組

- 係數資料庫查詢
- 盤查模組建立
- 計算模組分析
- 供應鏈協同作業
- 數據品質評核**
- 報告輸出&熱點分析

技術手冊提供

Web-based Service

互相支援運作

企業

- 供應鏈多方協作、即時整合的雲端計算服務，大幅降低整合作業成本，加速盤查作業

互相支援運作

供應商

- 提供一次盤查、多方應用的雲端輸出服務，降低重工負擔

計算模組 + 係數資料庫

應用程式介面 (API)

係數資料庫

整合碳排放係數，提供單一窗口碳排放係數存取服務

環保署 工業局 能源局 國營事業 民營企業



建置我國碳足跡計算服務平台 (4/4)

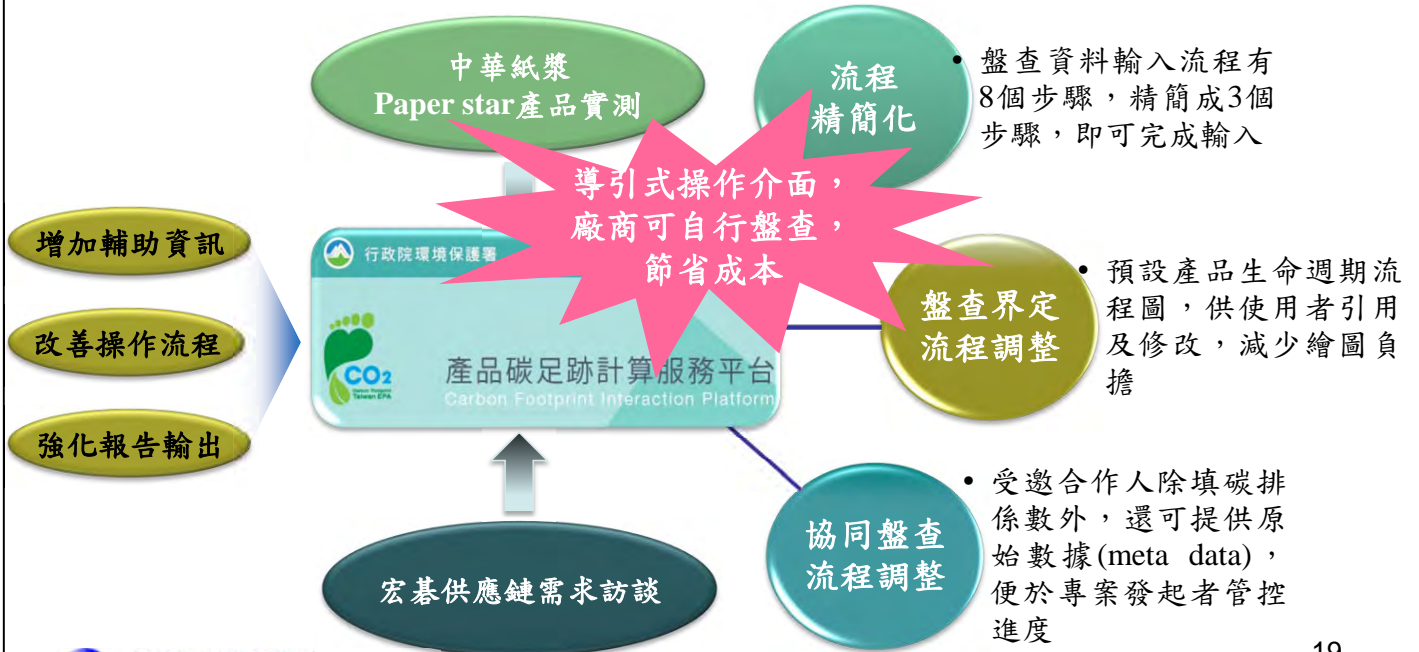
完成平台建置、功能擴充與實證

第一階段功能擴充

系統實證

第二階段功能擴充

系統使用手冊

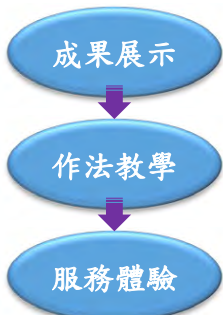


推廣我國碳足跡計算服務平台

全球第一個將碳足跡數據品質評核系統化之平台

❖ 透過跨部會溝通平台推廣數據品質評核功能：食管署與工業局已於103年度輔導計畫中將數據品質評核納入要求。

❖ 平台推廣會



• 宏碁、精英、仁寶、中鋼、和碩等11家企業探詢導入的可能性。

• 60餘位使用者於現場試用，體驗平台服務。

• 共108個組織/166人出席。

❖ 訓練課程(共3場)

參與人員

供應鏈
廠商

輔導單位

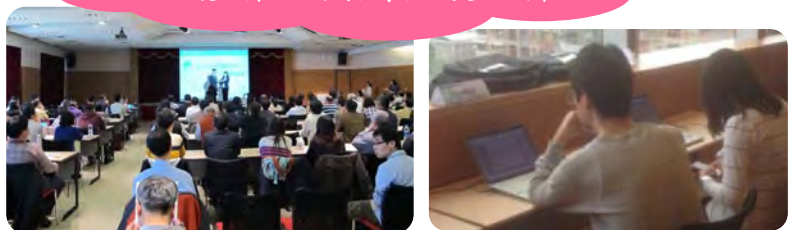
公協會

學術單位

環保署

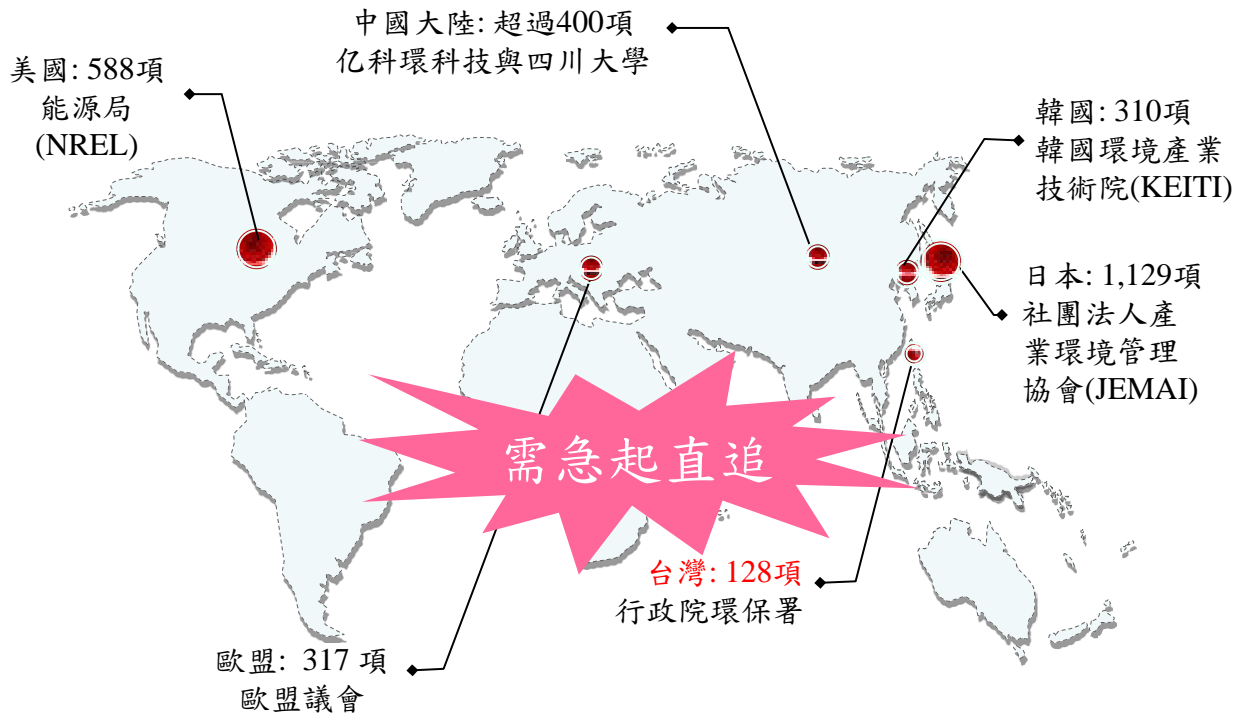
北:49人
中:25人
南:25人

透過國家級平台，協助國內產業，共創低碳經濟





國際係數資料庫建置情況



建置本土碳足跡排放係數資料庫(1/2)

分年逐步建置資料庫

有好的計算服務平台，沒有足夠的碳足跡排放係數，就像一部智慧型手機沒有好用的行動應用程式(App)一樣，沒辦法吸引大家使用。

清查產品碳足跡盤查最常使用的原物料係數約600項，分年逐步建置。





建置本土碳足跡排放係數資料庫(2/2)

•完成數據品質評核系統，並整合至平台功能模組中。

•國家層級的計算服務平台，除廣納係數外更重視數據的品質，建置之係數資料須達基本品質才納入平台資料庫。

•研訂「我國碳足跡排放係數之審查作業流程」，公/民營單位提供之係數須經審查通過才能納入平台資料庫。

102年共審查通過60項係數，並公告於我國產品碳足跡計算服務平台

通過

(一)中國鋼鐵股份有限公司建置

生鐵	扁鋼胚	大鋼胚	軋延小鋼胚	鋼板	直棒鋼	條鋼盤元
線材盤元	球化條鋼盤元	球化線材盤元	熱軋粗鋼捲	熱軋鋼捲	熱軋酸洗塗油鋼捲	熱軋鋼板片
熱浸鍍鋅鋼捲	電鍍鋅鋼捲	冷軋塗漆鋼捲	冷軋鋼捲	中低規電磁鋼捲	高規電磁鋼捲	

(二)工業局建置

ABS塑膠(資訊產品用,防火級)	銅箔基板(印刷電路板用)	陽極磷銅(印刷電路板用)	抄紙(裱面紙板)	乙二醇(EG)	異丙醇(IPA)	液態氧(高純度99.99995%)	氬氣(電子級)
PVC塑膠(膠膜、膠布、電線電纜用)	PET塑膠(一般用)	環氧樹脂(Epoxy)	聚醯胺尼龍(Nylon 6)	牛皮紙	磷酸(H3PO4 85%)	丁酮(甲乙酮, MEK)	二甲苯
甲醛(37%)	乙醛(40%)	過氧化氫(雙氧水, H2O2, 30%)	氫氟酸(HF, 48%)	LDPE塑膠	NH4OH	PP塑膠	不鏽鋼(電爐製程, SS304)
甲基異丁酮(MIBK)	矽晶圓(6吋)	金(Au)	扁鋼胚(電爐製程, 破鋼)	純銅線	馬口鐵(鍍錫低碳鋼板)	無鉛鋅錫	鉑(Pt)
聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)	聚甲醛(POM)	醋酸乙烯酯共聚物(EVA)	鋁錠				

(三)環保署EMS系統建置

不鏽鋼鋼胚	合金鋼胚	碳鋼冷軋鋼捲	不鏽鋼冷軋鋼捲
-------	------	--------	---------

修正後通過

國貿局建置		環保署EMS系統建置	
國際展覽	國際會議	碳鋼鋼胚	



建立全國碳足跡溝通平台

支援各部會推動碳足跡

協助台商推動碳足跡

國際接軌

食品局	工業局
•2項碳足跡係數建置：食用醋、大豆油	•19個產業別，531家廠商 •46項基礎原物料數據建置
農委會	工程會
•輔導包裝米、蔬菜等產品碳足跡	•工程經費達5,000萬以上之工程案 •工程件數約24餘件

電電公會
•4個產業別，23個TEEMA碳足跡標籤 •62項碳足跡係數建置
崑山台商輔導
•5個產業類別，17家以上廠商 •130項碳足跡係數建置

臺灣
•推動產品碳足跡標示制度，讓碳資訊揭露作業標準化 •建置本土碳足跡係數資料庫，縮短碳足跡計算時程及成本

溝通會議

年度	日期	與會對象
99年	5月31日、10月5日	政府機關、學界、輔導單位及查驗機構
100年	6月14日、6月29日、10月24日、11月24日	輔導單位、政府機關
101年	7月16日、10月31日	政府機關
102年	7月29日	政府機關



碳標籤國際合作與交流(1/3)

99年6月

參加「第15屆臺英經貿諮商會議」

派員赴英國出席會議並考察拜訪重要推動單位



99年12月

辦理「臺英雙方推動產品碳足跡標示制度及減碳技術研討會」

於臺北辦理，對建立互助互惠合作機制達成初步共識



100年

辦理「碳標籤國際論壇」

邀請英國、日本、中國大陸等國專家
由工研院代表簽署「臺英推動產品碳足跡標示制度合作備忘錄」



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

25



碳標籤國際合作與交流(2/3)

102年6月5日

出席世界貿易組織貿易與環境委員會議暨考察法國環境標籤制度推動情形

- 赴WTO介紹臺灣碳標籤制度給會員國
- 拜訪法國環境標籤推動單位-生態、永續發展及能源部，對於環境標籤、碳標籤之發展及管理方向進行交流
- 考察卡西諾(Casino)及勒克萊爾(E. Leclerc)大型超商碳標籤產品



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

26

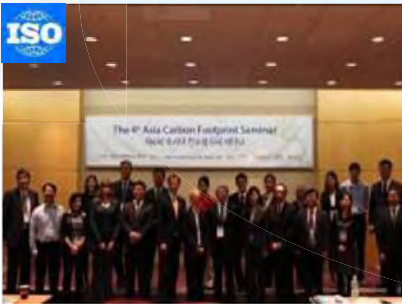


碳標籤國際合作與交流(3/3)

99年~102年

參與國際標準組織
「ISO/TS 14067溫室氣體-產品碳足跡-量化和溝通之要求與指導方針」標準制定會議

完成並公告為技術規範



101年

派員參加德國第7屆、8屆PCF World Forum產品碳足跡世界高峰會議

102年10月向所有參與國學員介紹我國制度



102年10月31日

派員參加第1屆亞洲碳足跡網絡(ACFN)會議

向會員組織介紹我國制度



未來規劃：碳足跡減量標籤制度(1/2)

期程	目標	推動策略
第一階段	<ul style="list-style-type: none"> ■ 確認產品碳足跡計算準則、方法 ■ 建立碳標籤制度 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設計統一格式之碳標籤外觀 ■ 建立碳標籤申請/核發制度，獎勵自願性碳標示
第二階段	<ul style="list-style-type: none"> ■ 普及產品碳標籤 ■ 發展產品碳足跡減量標籤(簡稱：減碳標籤)制度 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 計算及溝通準則與ISO/TS 14067接軌 ■ 建置產品碳足跡資料庫，發展產品減碳標籤



第一階段
推動碳標籤




第二階段
發展減碳標籤



未來規劃：碳足跡減量標籤制度 (2/2)

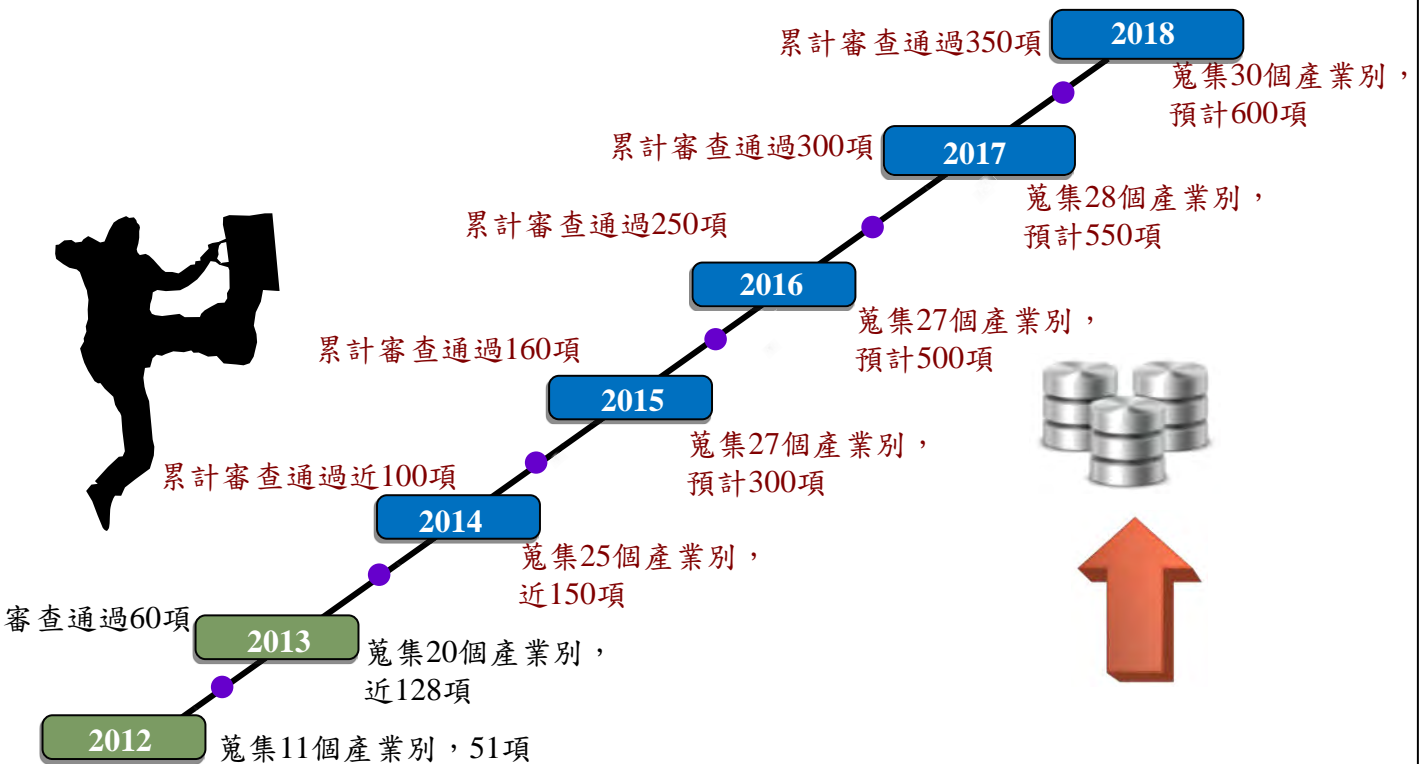
減碳基線	→	<ul style="list-style-type: none"> ■ 已取得碳標籤產品：應以碳標籤證書所載產品碳足跡數值，做為減碳基線。 ■ 未取得碳標籤產品：應以查驗機構出具之合理保證等級查證聲明書所載產品碳足跡數值，做為減碳基線。
減碳承諾	→	與減碳基線相比，該產品在 3年內達3%以上減碳量 。
實施原則	→	廠商應於提出申請3年內達成減碳承諾，達成後經審查通過者，取得產品減碳標籤證書與標示年份；逾期未達成減碳承諾者，駁回其申請。
優點	→	落實產品實際減碳成效；未來若與環保集點制度結合，將會再增加廠商申請誘因。

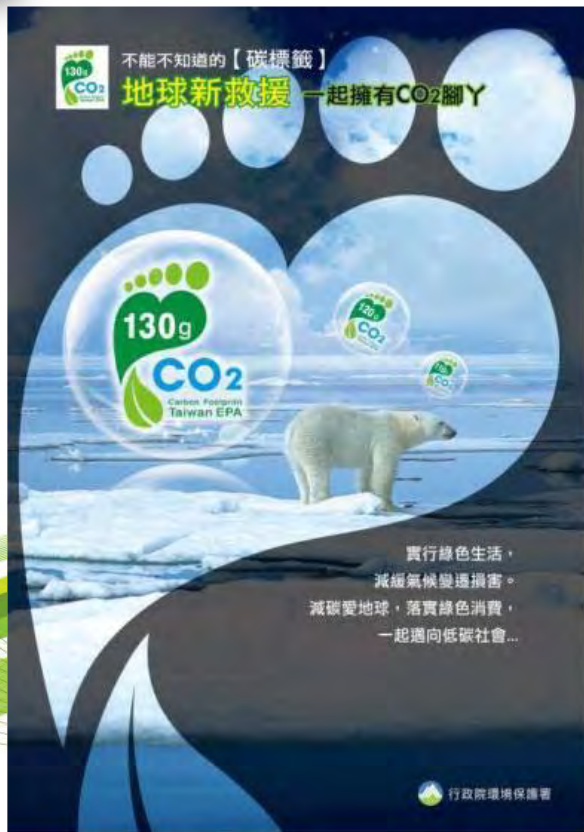


減碳標字第〇〇〇〇號
<http://www.epa.gov.tw>



未來規劃：持續建置本土碳足跡排放係數





謝 謝 聆 聽

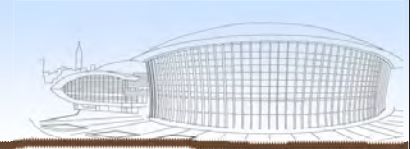


主題一 講次 2

我國公共工程碳排放估算與調查推動策略與現況

行政院公共工程委員會技術處

徐肇晞 技正



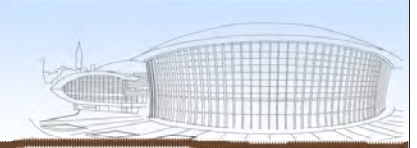
我國公共工程碳排放估算與 調查推動策略與現況

行政院公共工程委員會

徐肇晞 技正

103年5月

1

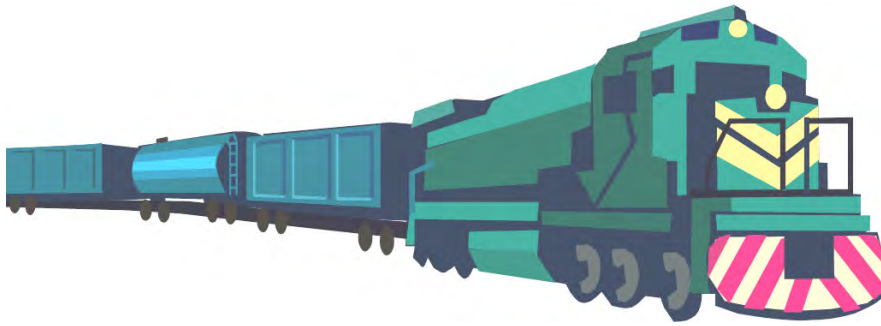


簡報大綱

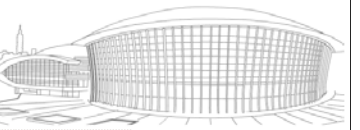
- 生態工程到永續公共工程
- 公共工程落實節能減碳考量
- 公共工程碳排估算及調查試辦
- 結語



2



從生態工程到永續公共工程



921地震中橫谷關至德基段大量坍方



新中橫公路水里玉山線大迴頭彎段

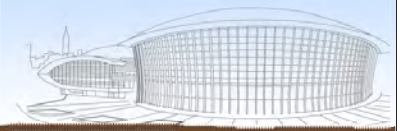


[圖片來源：洪如江教授]

5

行政院公共工程委員會

生態工程理念



6

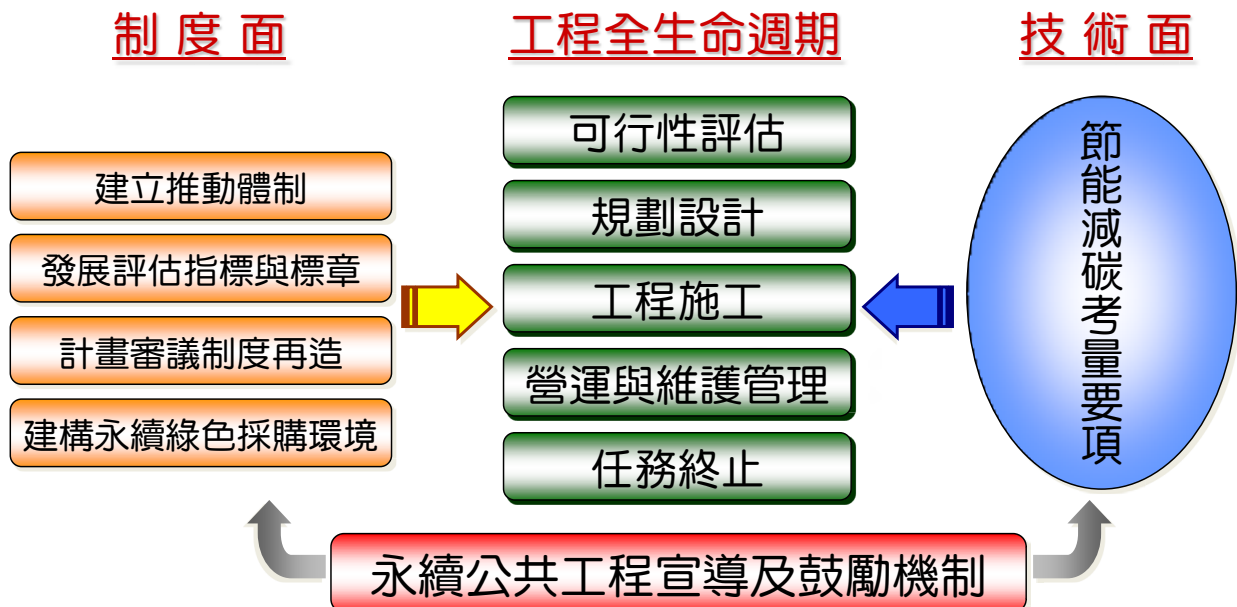
永續公共工程之意涵



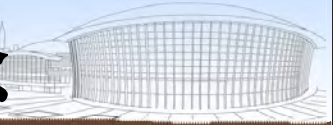
永續公共工程節能減碳政策白皮書

2008.11 永續公共工程—節能減碳政策白皮書

符合環境保育、社會公義和經濟發展所規劃、建置、營運管理之公共工程。



公共工程的重要理念



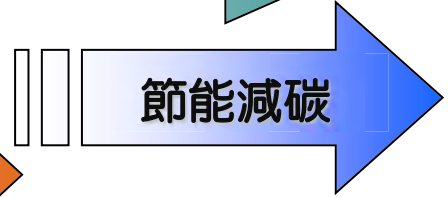
在原有的功能、安全等考量外，再加上對環境、生態、景觀等考量，以促使硬體工程建設與整體環境相融和，並維護生物多樣性。



兼顧環境保育、社會公義與經濟發展所規劃、建置、營運與管理之公共基礎建設，以建立工程與自然環境的和諧關係，讓建設成果永續存在。



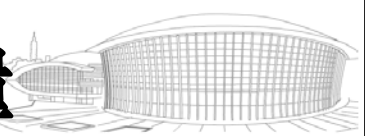
包含「綠色環境」、「綠色工法」及「綠色材料」，在工程規劃設計的階段，從上而下、由巨而微進行系統性的考量。



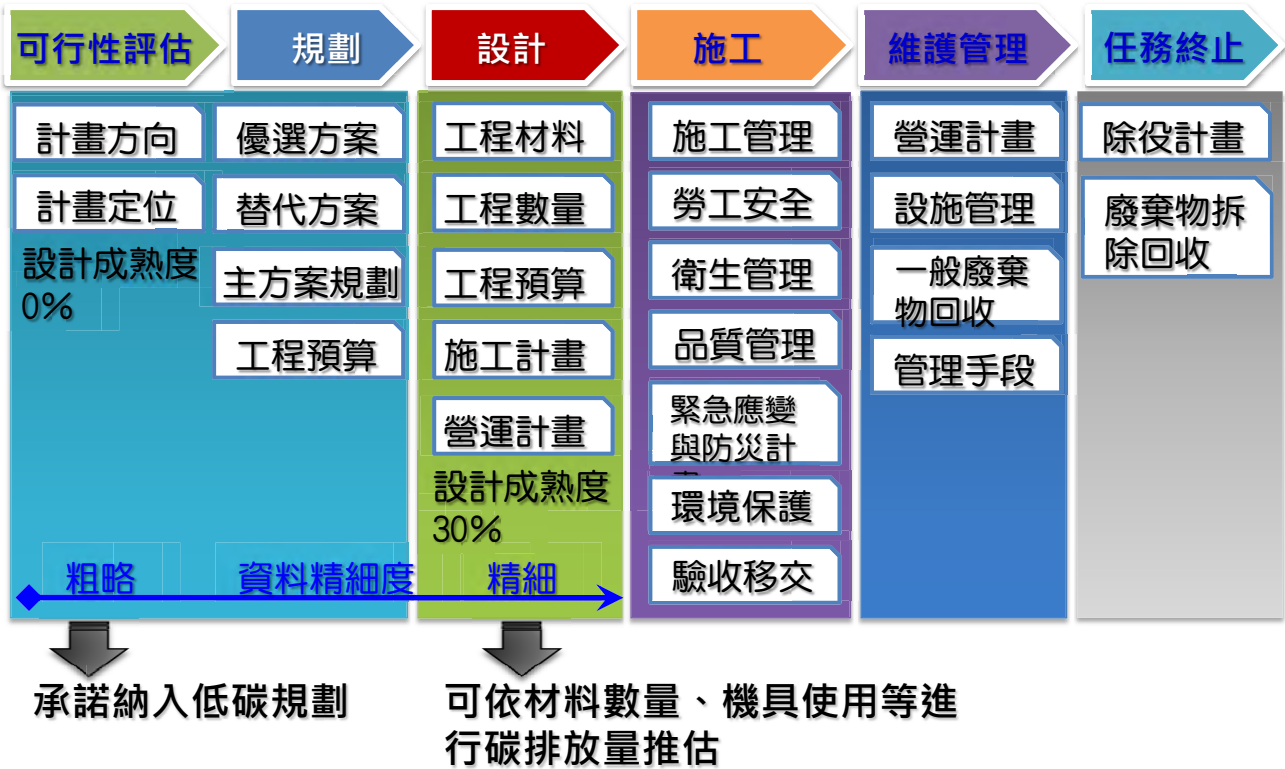
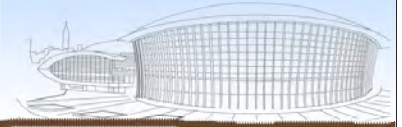
因應氣候變遷及國家節能減碳政策，強化工程全生命週期考量能減碳策略，並加強應用綠色能源相關設備。



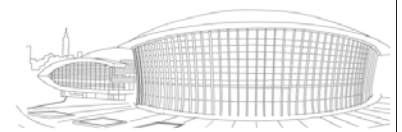
公共工程落實節能減碳考量



工程全生命週期



一公共工程計畫階段



現行公共工程計畫審議程序

先期規劃構想

- 政府公共工程計畫與經費審議作業要點

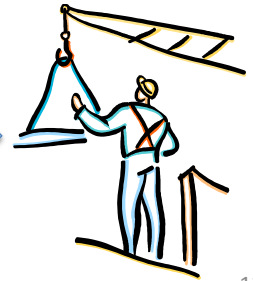
重要個案計畫

- 行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點

工程基本設計

- 政府公共工程計畫與經費審議作業要點

透過既有公共工程計畫的審議程序，要求工程主辦機關確實思考落實永續及節能減碳之作法。



現行公共工程計畫審議程序

政府公共工程計畫與經費審議作業要點規定，先期規劃構想應包括：

1. 公共工程計畫之目的。
2. 公共工程計畫之內容。
3. 基本資料調查及分析。
4. 環境影響概述、環境影響說明或環境影響評估。
5. 土地之取得。
6. 民間參與步可行性評估。
7. 節能減碳、維護管理之策略及因應措施。
8. 在地住民意見。
9. 預期效益。
10. 結論及建議方案。

永續公共工程

環境保育

社會公義

經濟發展

節能減碳

行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點規定，中長程個案計畫自評檢核表項目：

1. 計畫書格式
2. 民間參與可行性評估
3. 經濟效益評估
4. 財源籌措及資金運用
5. 人力運用
6. 營運管理計畫
7. 土地取得費用原則
8. 環境影響分析(環境政策評估)
9. 性別影響評估
10. 跨機關協商
11. 依碳中和概念優先選列節能減碳指標

工程節能減碳考量項目



15

先期規劃節能減碳檢核表-1

項目	評估內容	先期規劃構想
一、整體效益規劃	考量既有公共設施服務效能評估新建工程之必要性	1.周邊是否有屬性相近的設施並針對其服務效能加以評估分析 <input checked="" type="checkbox"/> 是，附近距規劃區處另有○○淨水廠，經評估既有設施雖有擴大服務之可能，但用地取得困難。 2.是否已評估新建工程設施之必要性？ <input checked="" type="checkbox"/> 是，經評估既有設施緊鄰都市計畫區商業，廠區擴建用地取得困難，故另於規劃廠址評估新建淨水廠。
	考量以最適營建規模，資源最佳化進行規劃	1.是否已分析考量服務效能與營建規模之關係？ <input checked="" type="checkbox"/> 是，既有淨水廠供水量已無法滿足需求，考量未來供水情形做適當規模設計，詳細之需求調查及規劃如P.3-10。 2.報告中是否說明最適營建規模？ <input checked="" type="checkbox"/> 是，.....。
	考量工程耐久設計與材料，延長設施使用時間	1.是否已分析考量整體設施耐久性設計？ <input checked="" type="checkbox"/> 是，.....。 2.是否已分析考量耐久材料或延壽方法？ <input checked="" type="checkbox"/> 是，.....。
	考量公共設施與附屬設施於營運使用階段可易於維護保養	1.是否已考量設施後續維護規劃？ <input checked="" type="checkbox"/> 是，.....。 2.是否規劃易改裝或擴大服務需求使用？ <input checked="" type="checkbox"/> 是，.....。

16

先期規劃節能減碳檢核表-2

項目	評估內容	先期規劃構想
二、節能 節水規劃	考量節能規劃(含採光、通風、用水)	1.是否考量節能規劃？ ■是，針對管理大樓之採光、空調等以綠建築評估方式進行相關規劃，詳細規劃內容需待確認後，再進一步進行細部規劃。另用水部分規劃採用中水系統提供部分清潔與澆灌使用。
	節能機具設備選用	1.是否於設計與施工階段納入節能機具與節能設備選用？ ■是，預計於設計時採用空調類節能設備，使用能源效率較佳之產品作為營運時節能之方法。
	優先選用當地材料	1.是否於設計與施工階段納入選用當地材料？ ■是，計畫區半徑內主要為農業生產區，僅木材類可作為使用，將納入當地材料使用規劃。
	採用低耗能材料	1.是否於設計與施工階段納入採用低耗能材料？ ■是，可採用飛灰混凝土作為部分施工混凝土之替代材料，詳細說明如P12。詳細規劃內容需待確認後，再進一步進行細部規劃。
	考量採用替代能源如風能、太陽能、生質能等規劃	1.是否規劃再生能源使用？ ■是，預定於管理大樓、儲放倉庫屋頂以及步道遮陽棚頂設置太陽能發電，容量達150千瓦，詳如P.12-13。

17

先期規劃節能減碳檢核表-3

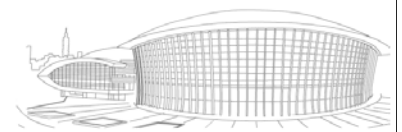
項目	評估內容	先期規劃構想
三、減廢 再利用規劃	土方挖填平衡土方交換規劃	1.是否於設計與施工階段土方挖填平衡之規劃？ ■是，本計畫已積極促使挖填平衡；管理大樓周邊雖有規劃填高避免積水，但多個水處理單元需挖深作為水處理使用，挖方仍大於填方；但承諾針對棄土妥適處理，詳細土方量需待細部規劃確認，屆時將尋找距離較近之棄土場加以處理。
	採用減廢規劃設計	1.是否於設計與施工階段納入採用減廢工法之規劃？ ■是，本計畫區內進水排水等管溝規劃使用預鑄設計，減少場鑄之損耗。
	採用再生或環保材料	1.是否於設計與施工階段納入採用再生或環保材料之規劃？ ■是，考量在計畫區內之人行道鋪面使用再生環保透水磚，兼顧基地保水與環保，如減廢再利用說明P.1。詳細設計與數量待細部規劃後一併統計說明。
	廢水、雨水與廢棄物再利用	1.是否於設計與施工階段納入廢棄物回收再利用之規劃？ ■是，預計於管理大樓規劃中水系統，說明如減廢再利用規劃P21。另將施工階段廢水回收沈澱過濾後，作為灑水降低揚塵之用，同時可減少灑水車使用。

18

先期規劃節能減碳檢核表-4

項目	評估內容	先期規劃構想
四、植生碳匯規劃	規劃施工階段欲保存原工址之植被與物種	1.工區內是否有特殊或保育物種？ ■否，無發現有保育物種，說明如植生碳匯規劃P.22。 2.是否規劃原生植栽與保育物種處置方式？ ■是，計畫區為農業使用，喬木僅零星散佈，可規劃先行移植，竣工階段後移植至緩衝綠帶以保存既有樹種。
	綠化規劃設計使用在地物種或碳儲存效能較佳之植物	1.是否於設計與施工階段納入選用地物種或碳儲存效率較佳之植物？ ■是，預計選用碳儲存效率較佳之大喬木，說明如植生碳匯規劃P.22。
五、其他低碳創意	任何有利工程節能減碳實質效益之作為	規劃設計採用開閉式頂棚，平常時均關閉需檢查維護時才將其開啟；並於棚頂設置太陽能發電板，除了發電功能提供水池循環馬達用電外，兼具安全防護避免跌入的風險。此外，適度隔絕亦可防止藻類滋生、降低餘氯損耗。

一公共工程設計階段



工程主體的興建都是排碳



不同類別工程排碳主要階段分佈

	可行性評估	規劃設計	施工建造	營運階段	備註
道路工程	-	○	◎	◎	
水利工程	-	○	◎	○	部分有營運排碳
建築工程	-	○	◎	◎	

21

工程碳排放量計算方法

- 排放係數法係以排放源之活動數據乘上排放係數，為國內最常用的方法之一。

$$\text{碳排放量 (CO}_2\text{e)} = \sum \text{活動強度} \times \text{碳排放係數}$$

- 碳排放係數選用原則

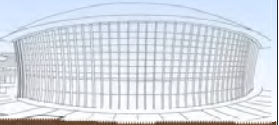
- 準確度
- 可靠度
- 產出時間



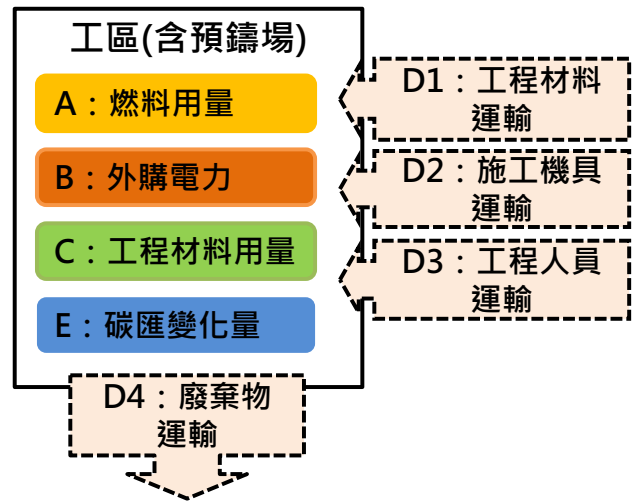
自廠發展係數 >
 同業使用係數 >
 設備提供之係數 >
 區域公告係數 >
 國家公告係數 >
 國際公告係數

22

工程碳排放量計算模式

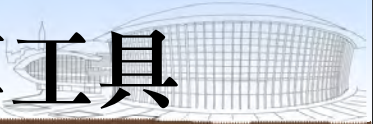


- A. 直接排放
= Σ 機具燃料用量 \times 燃料排放係數
- B. 外購電力
= Σ 用電量 \times 電力排放係數
- C. 主要工料項目
= Σ 工程材料用量 \times 工料排放係數
- D. 運輸排放
= Σ (運輸量 \times 運輸距離) \times 單位距離燃料耗用量 \times 燃料排放係數
- E. 碳匯變化量
= Σ 林木變化量 \times 林木固碳係數



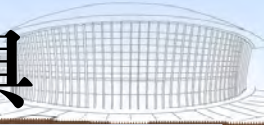
工程總碳排放量 = A+B+C+D-E

工程碳排放量簡易估算工具



- 以Microsoft Excel 2007試算表(含巨集功能)為基礎，並以「排放係數法」為計算方法。
- 使用PCCES產出之「資源統計表」中工項及人、機、料之數量，估算二氧化碳排放量：
 - 「工項部分」需具備「有工率拆解」以及「有對應係數」始能計算。
 - 「W雜項部分」及「L人力部分」排除不計。
- 資材排放係數與機具能耗參數，係蒐集各類參考文獻與研究報告所得，並非全為公告之參數。

工程碳排放簡易估算工具



工程基本資料

機關單位	0000000000
設計單位	0000000000
工程名稱	堤防工程
工程編號	0000000000
工程地點	0000000000
工程總價	\$64,942,500.00

計算工作表頁面包含：

- 0總表
- 1待拆解工項
- 2機具
- 3材料

利用Excel巨集分析可得到：

- > 無法計算項目
- > 各項碳排分析
- > 各項碳排佔價金分析

計算結果

碳排放量

項目	使用金額	可計算碳排放量	單位
待拆解工項	\$5,249,099	97.07	tCO ₂ e
機具費	\$1,571,581	80.70	tCO ₂ e
材料費	\$37,138,149	2638.95	tCO ₂ e
其他	\$20,983,671	-	-
合計	\$64,942,500	2816.72	tCO ₂ e

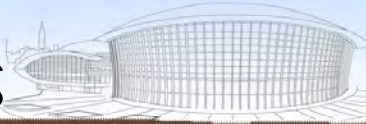
總工程金額比例分析

項目	金額	比例
待拆解工項	\$5,249,099	8%
機具費	\$1,571,581	2%
材料費	\$37,138,149	57%
其他	\$20,983,671	32%

計算碳排量比例分析

項目	碳排放量	比例
待拆解工項	97.07	3%
機具費	80.70	3%
材料費	2638.95	94%

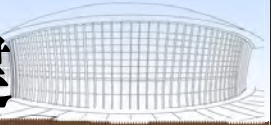
估算工具操作方法



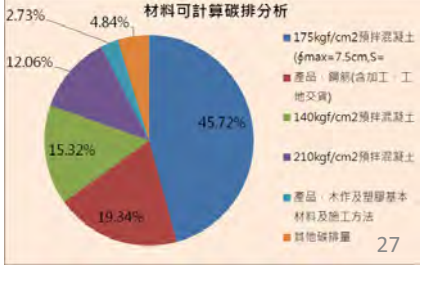
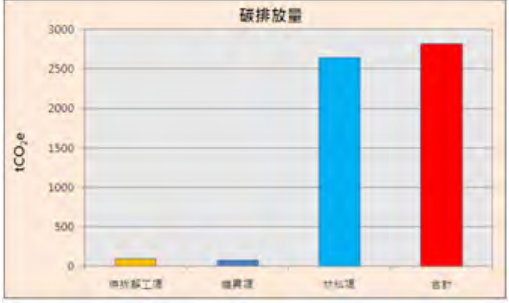
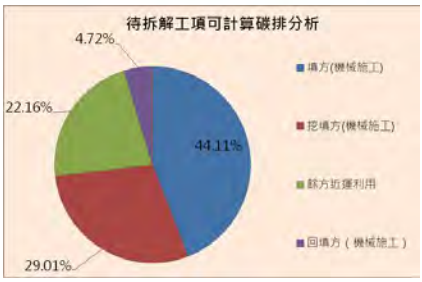
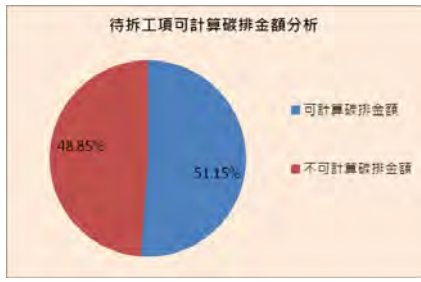
分別在待拆解項目、機具及材料工作表貼上資源統計表中所屬項目

回到主要頁面[0總表]按下[分析]

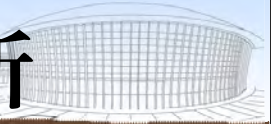
估算工程案例-堤防復建



工程總價：\$64,942,500		
可計算二氧化碳排放量： 2836.38 tCO ₂ e		
項目	價金比例 (%)	碳排量 (%)
待拆解	8	3
機具	3	3
材料	57	94
排除項目	32	-



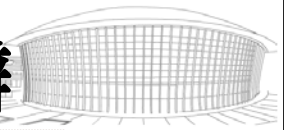
工程碳排放估算案例分析



- 16件計算案例中可計算之碳排放量項目之價金佔總價金平均約37.4%，機關未依工程會的編碼規則編定預算，或是沒有對應的碳排放係數，都會導致可計算量偏低。
- 機具類普遍可獲得較高之計算比例(75-90%)；材料類受係數資料限制估算比例不一(40-80%)；待拆解項目則普遍偏低(10%以下)。
- 無法拆解計算部分(如裝修類、施工類、其他類)，可提供操作時間、工率分析資料，或隨碳排放係數研究成熟度漸趨完整，以獲得較高之碳排放量計算比例。
- 未來可增加運輸模組，由運輸距離、方式及能耗係數估算碳排放量。



公共工程碳排估算及調查試辦



29

公共工程碳排估算試辦之目的



工程計畫期程

營運使用期程

可行性評估

規劃設計

施工建造

營運階段

廢棄拆除

碳排放估算

- 可進行方案分析，選擇節能減碳方案。
- 可掌握主要排碳項目（工法、材料或機具），進行減碳設計。

碳排放調查

- 可瞭解碳排放估算作業之精確性，建立調整係數。
- 可回饋建立該類工程常用工項之碳排放係數資料庫。

30

公共工程碳排估算試辦作業

挑選試辦工程

- 工程經費達一定規模以上。
- 102年~辦理設計招標。
- 碳排放估算納入勞務契約。

工程設計作業

- 使用PCCES編列預算。
- 收集工程材料、施工機具之碳排放或能耗係數。
- 低碳方案評估及設計。

工程執行作業

- 辦理碳盤查(調查)作業。
- 評估原碳排放估算項目之合理性及精確度。
- 回饋碳排放係數並建立碳排放係數資料庫。

資料整合應用

- 提送碳排放量估算成果報告。
- 整合碳排放係數資料庫。
- 開發PCCES碳排放量計算模組。

公共工程碳排估算試辦作業

工程類別	相關部會	試辦工程件數
道路工程	交通部	3
	內政部	1
防洪工程	經濟部	3
水資源工程	經濟部	3
下水道工程	內政部	3
建築工程	內政部	1
	教育部	3
水土保持工程	農委會	3

公共工程碳排放量估算試辦案件

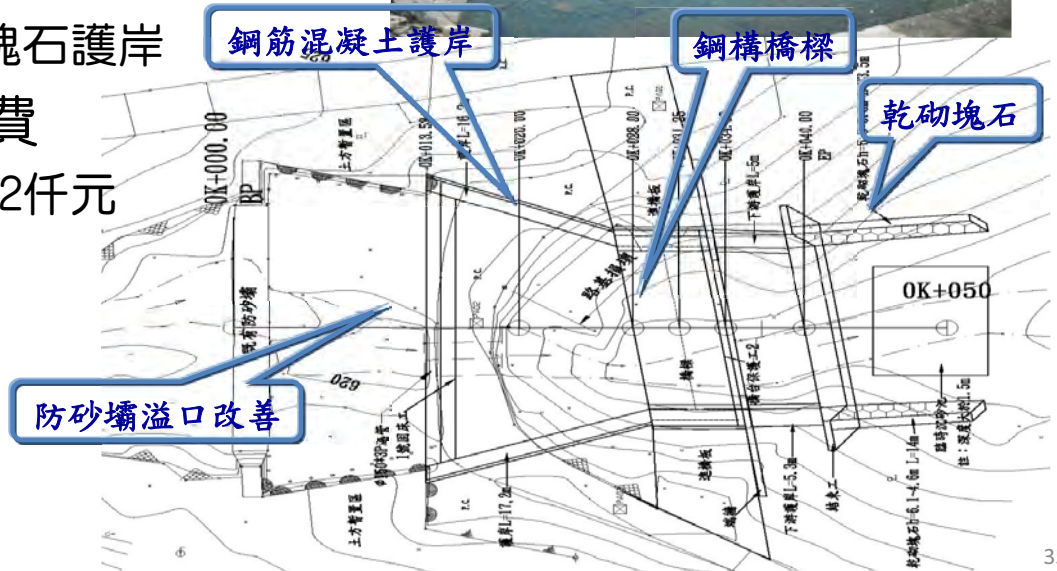
項次	工程類別	工程名稱	102年				103年				104年				105年			
			3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
1	道路	台9線蘇花公路新建工程 ▲																●
2	道路	國道5號頭城增設上下匝道改善工程									▲							●
3	道路	國道4號臺中環線豐原潭子段計畫											▲					
4	水資源	石門水庫上游羅浮橋下游淤積物挖裝及附屬設施				▲	●											
5	水資源	湖山水庫下游梅林溪護岸修復工程				▲	●											
6	水資源	湖南壩左岸遷建道路水土保持工程				▲	●											
7	防洪	新北市三芝區後厝海岸環境營造工程				▲	●											
8	防洪	新北市淡水區油車口海岸環境營造工程				▲	●											
9	防洪	鶯歌溪余厝橋上游右岸環境營造工程				▲	●											
10	道路	新竹市茄荳接西濱連絡道路新闢工程									▲							
11	污水	新北市樹林地區污水下水道第一期工程第七標								▲								
12	下水道	苗栗地區污水下水道系統南苗主幹管工程(一)							▲				●					
13	下水道	臺南市永康區污水下水道系統(PB分區)管線工程							▲						●			
14	水土保持	牛欄山上游野溪整治工程				▲	●											
15	水土保持	龍蛟溪野溪整治六期工程				▲	●											
16	水土保持	萬得野溪整治工程				▲	●											
17	建築	內政部入出國及移民署臺中辦公廳舍新建工程									▲							●
18	建築	精勤樓新建工程										▲						
19	建築	國立政治大學藏書空間暨學生宿舍興建工程										▲						
20	建築	國立臺灣藝術大學多功能活動中心新建工程									▲							

水土保持工程試辦案例

The figure shows a map of Taiwan with three red callout lines pointing to specific locations. Each callout is accompanied by a photograph of a water conservation project. The top-left callout points to the Nulan Mountains area and is labeled '牛欄山上游野溪整治工程'. The top-right callout points to the Longjiao River area and is labeled '龍蛟溪野溪整治六期工程'. The bottom-left callout points to the Wandey River area and is labeled '萬得野溪整治工程'.

牛欄山上游野溪整治工程簡介

- 工程內容
 - 防砂壩溢口改善
 - 鋼構橋樑
 - 鋼筋混凝土護岸
 - 乾砌塊石護岸
- 工程經費
 - 845萬2仟元



萬得野溪整治工程簡介

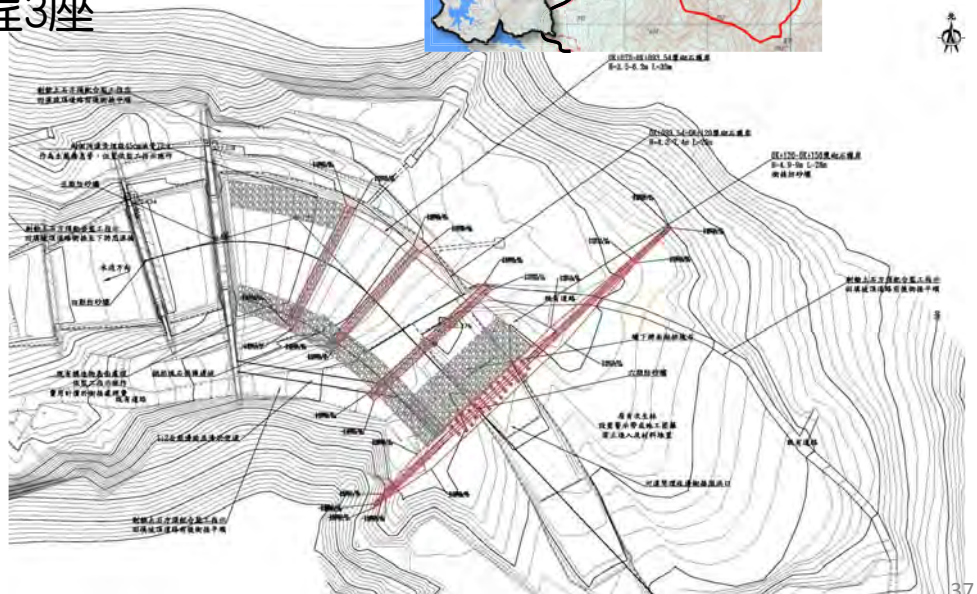
- 工程內容
 - 右側護岸97m
 - 左側護岸94m
 - 固床工11座
 - 集水井1座
 - 明溝34m
 - 箱型石籠60個
 - 封牆6處
- 工程經費
 - 350萬元



平面地形圖

龍蛟溪野溪整治六期工程簡介

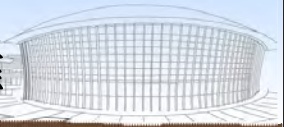
- 工程內容
 - 防砂滯洪壩1座
 - 漿砌石護岸工程 87m
 - 固床工工程3座
- 工程經費
 - 1,816萬元



碳排放估算及調查試辦作業流程



碳排放估算及調查範疇



計算項目	設計階段 (估算)	施工階段 (調查)
A. 現場&機具燃料	資源統計表- 機具時數	施工日誌- 機具天數、時數 參考承包商提供之油量
B. 現場&機具外購電力	有無外購電力	有無外購電力
C. 工料	資源統計表- 材料使用量	施工日誌- 材料使用量
D1. 機具運輸	估計機具數量與運距	施工日誌- 機具數量、運距
D2. 工料運輸	估計材料用量與運距 (另含混凝土運輸)	施工日誌- 材料用量、運距 (另含混凝土運輸)
D3. 廢棄物運輸	有無廢棄物運輸	有無廢棄物運輸
D4. 人員運輸	不計人員運輸 (無法由資源統計表估計)	不計人員運輸
E. 碳匯改變	有無配置植栽	有無施作植栽

39

碳排放估算與調查結果差異分析



工程名稱	工程經費(千元)	估算 碳排量	調查 碳排量	估算- 調查	差異說明
牛欄山上游野溪整治工程	8,452	393,209	384,682	8,527	估算機具與材料排碳量相當，調查整體排碳量差異不大，但排放結構改變，工料生產排碳比例增加，機具操作比例減少。
萬得野溪整治工程	18,160	121,931	143,002	-21,071	實際調查之排放量增加，主要為機具使用增加，排放結構改變，現場機具操作排放比例增加。
龍蛟溪野溪整治六期工程	3,500	1,241,109	1,002,978	238,131	實際調查之差異為主要材料使用降低。主要排放源為防砂工程(70%)中預拌混凝土的使用。
總計		1,756,249	1,530,662		

40

試辦結果之檢討及建議

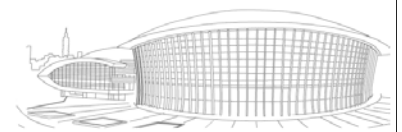


- 試辦工程遭遇困難
 - 水保工程因屬性關係，工區通常位於山區與一般工程不同，故排碳量不易估算。
 - 工作項目以式、處、組等單位表示者需進一步拆解分析，分析方式影響估算結果。
- 未來執行建議
 - 建立水土保持工程碳評估標準程序、統一的評估邊界及一致的係數選用原則，做為未來水保工程碳管理基礎。

41

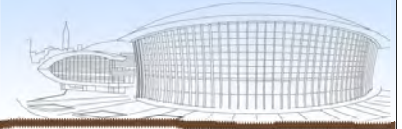


結語



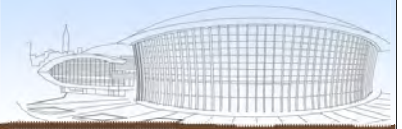
42

結語



- 在氣候變遷的事實及節能減碳的國際趨勢下，如何落實永續公共工程理念，以兼顧環境保育、經濟發展及社會公義，實為所有工程建設必需考慮的。
- 政策白皮書、綠色內涵、永續指標系統及排碳量計算模式，皆為規劃設計時落實永續理念的工具之一，協助規劃單位從不同面向或角度，思考具體的實踐方法。

結語



- 公共工程計畫階段配合審議制度落實檢核機制，提出節能減碳構想及具體作法；設計階段導入碳排放量估算方法，選擇低碳的配置、工法及材料；施工階段執行碳排放量調查作業，掌握排放源並落實節能減碳規劃。
- 永續公共工程的理念及相關政策，必須持續透過講習、研討、觀摩等方式，讓工程執行機關、營建產業的工程人員，都能認同並主動的融入工作當中。

結語

碳中和
願景

前置階段
(2013~2014)



碳足跡推估階段
(2015~2019)



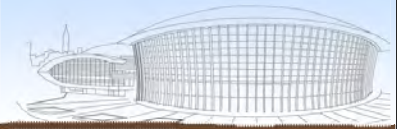
碳足跡推動階段
(2020~2024)



碳中和階段
(2025~)



45



感謝您的聆聽

46

主題一 講次 3

我國道路工程碳足跡產品類別規則介紹

臺北科技大學環境工程與管理研究所

胡憲倫 教授



我國道路工程碳足跡產品類別規則介紹

胡憲倫

國立台北科技大學

環境工程與管理研究所

企業暨環境系統化管理研究室

2014/5/9

簡報大綱



- 一. 何謂碳足跡產品類別規則(CF-PCR)?
- 二. 國際可供參考之工程類型CF-PCR
研訂規範
- 三. 我國道路工程相關CF-PCR之訂定
程序
- 四. 目前道路工程相關CF-PCR的制定
內容
- 五. 結語



一. 何謂碳足跡產品類別規則 (CF-PCR)?

3

碳足跡產品類別規則(CF-PCR)



- ISO/CD 14067-1 產品碳足跡(量化)

- 3.2.13

Carbon footprint product category rules (CF-PCR): set of specific rules, requirements and guidelines for developing carbon footprint declarations for one or more product categories

- 碳足跡產品類別規則：一組**特定規則、要求與指引**，為一個或多個產品類別所發展碳足跡宣告而制定之。

4

產品類別規則文件之需求性



- 每個產品的環境或溫室氣體績效皆不同，此項差異應在計算規則中必須予以考量。
- 產品類別規則文件(PCR)可針對相同產品類別之生命週期評估研究設定要求，使得產品碳足跡數據(CFP)具備可比較性。
- LCA/PCF研究結果應用於外部溝通時，應具相同之適用範圍與計算規則。
- 為進行公平比較，應建立共同與調和之計算規則。

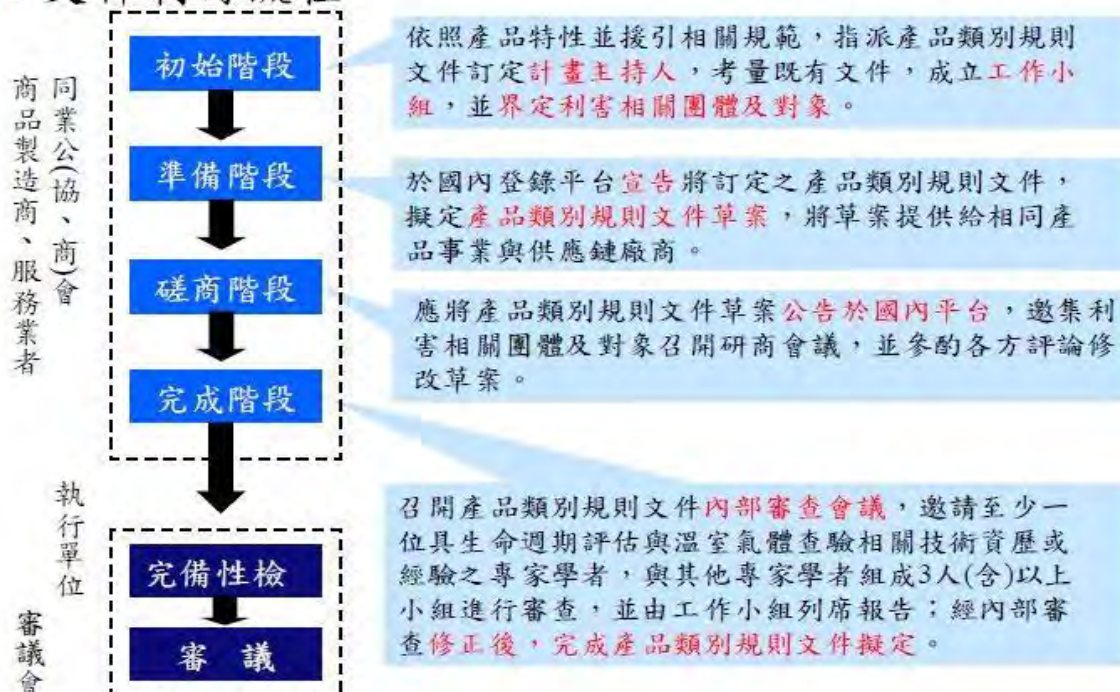
資料來源: 社團法人台灣環境管理協會

5

產品類別規則文件之需求性



■ 文件制訂流程



資料來源: 社團法人台灣環境管理協會

6



二. 國際間可供參考之工程類型 CF-PCR研訂規範

7

The International EPD® System



- International EPD® System，是由瑞典發起之國際EPD系統，其目的為整合各國之現有之EPD系統，促使各國的第三類環境宣告達成一致化，以減少不必要之貿易障礙。是目前廣泛使用的EPD系統之一。
- International EPD® System，透過可信和可以理解的方式其產品的環保性能，提供在任何國家的任何興趣組織一個完整的程序根據ISO14025:2006和EN15804:2012，根據ISO/ TS14067:2013的碳足跡的產品開發和溝通的EPD，並支持其他環境聲明計劃（國家，扇形等）尋求合作和協調，並幫助企業擴大在國際商標使用他們的環保聲明。

8

The International EPD® System



- 在International EPD® System之中，分類號碼為5號開頭的建築和建築服務，屬於運輸服務工程類型的PCR目前共有3項，分別為The Swedish Transport Administration 所制定的**Highways (except elevated highways), streets and roads**與**Railways** 以及由R.T.I. NIER Ingegneria SpA, LCA-lab srl, ANAS S.p.A. 所制定的**Bridges and elevated highways**。
- 和其他類型的PCR相比之下，運輸服務工程類型的PCR數量相對的是十分稀少，由此可見運輸服務工程類型的PCR在國際上還屬於正在發展階段。

9

The International EPD® System



參考國外已制定之產品類別規則，包括：

1. Sweden EPDs (2010, 2012)

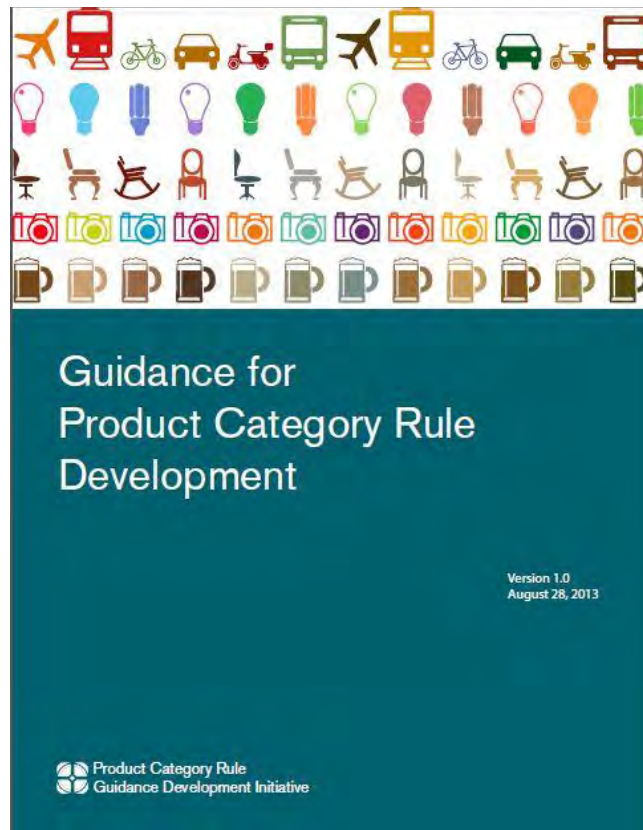
- PCR Basic Module: Transport Infrastructure
- PCR Basic Module: Constructions
- PCR Basic Module: Construction products and construction services
- EPDs for Railway Transport
 - EPD for Railway infrastructure
 - EPD for Railway tunnels
 - EPD for Railway bridges

2. The Institute for Environmental Research and Education (IERE, 2011)

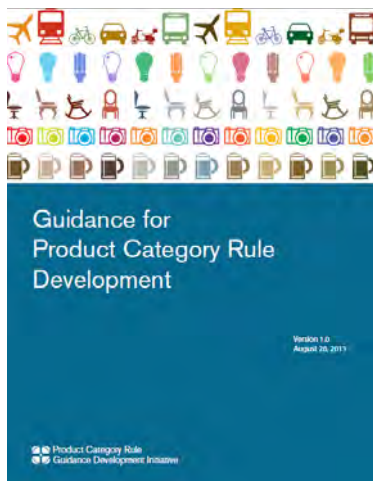
- Pavement Preservation Products PCR

10

Guidance for PCR Development



Guidance for PCR Development



- 共有35個國際組織或知名企業協力參與制定此PCR發展之指導綱領



Guidance for PCR Development



- 此規範並不希望被當作一份獨立的指標規則，或是對於特定的計畫或制定者提供助益，此規範旨在作為現有的基於生命週期評價的產品聲明標準的增補，其文本中為產品類別規則的建立提出了要求和建議，其中涵蓋了規劃、起草、評審、出版和使用等各個環節。
- 此指導規範明確指出產品類別規則應由哪些要素組成，這其中包括背景資料、評審資料、目標和範圍、生命週期清單說明、生命週期影響評價說明、生命週期評價的結果及闡釋、相關額外信息的說明、參考資料及其它相關文獻。

13



三. 我國道路工程相關CF-PCR 之訂定程序

14

三種道路相關PCR訂定作業時程



PCR類型/名稱	基礎建設-隧道	基礎建設-道路	基礎建設-橋梁
PCR計畫登錄編號	13-023	13-024	13-025
宣告訂定登錄日期	2013/10/01		
初版草案	2013/10/03		
利害相關者會議	2013/10/18		
二版草案	2013/11/19		
專家學者會議	2013/11/25		
三版草案	2014/4/11		
環保署審查會議	已於5/8上午召開		

15

利害相關者會議及專家會議名單



利害相關者會議

類別	公司/部門	出席人員
主管機關	交通部公路總局	藍維恭 副組長
	交通部公路總局	鄭秋斌 科長
承包商	介興營造股份有限公司	陳昕詮 工程師
	介興營造股份有限公司	謝馥羽 工務
	泛亞工程建設股份有限公司	盧仲耕 先生
供應商	信大水泥股份有限公司	葉信榮 先生
工程顧問公司	台灣世曦工程顧問股份有限公司	蘇玫心 技術經理
	台灣世曦工程顧問股份有限公司	陳峙霖 經理
	台灣世曦工程顧問股份有限公司	湯允中 主任工程師
	台灣世曦工程顧問股份有限公司	陳曼栖 正工程師
	台灣世曦工程顧問股份有限公司	蕭怡珍 工程師
	台灣世曦工程顧問股份有限公司	陳俊石 正工程師
	亞新工程顧問股份有限公司	滿政顛 工程師
	工程顧問公司	亞新工程顧問股份有限公司
工程顧問公司	中興工程顧問股份有限公司	周武雄 計畫主任
	中興工程顧問股份有限公司	許珮蓓 計畫主任
	中興工程顧問股份有限公司	黃琬淇 計畫主任
	中興工程顧問股份有限公司	林彥宇 工程師
	中興工程顧問股份有限公司	曾紀緯 工程師
	中興工程顧問股份有限公司	鄭雅佑 先生
	中興工程顧問股份有限公司	周松霖 先生
中鼎工程顧問股份有限公司	黃蔭華 女士	
亞新工程顧問股份有限公司	劉力正 工程師	
同業公會	台灣省土木技師工會	梁詩桐 先生
驗證單位	BSI英國標準協會	林文華 協理

16

利害相關者會議及專家會議名單



專家會議名單

類別	公司/部門 出席人員
專家學者	交通部公路總局 鄭秋斌 科長
	交通部公路總局徐振傑 幫工程司
	中興工程顧問股份有限公司 周武雄 計畫主任
	中興工程顧問股份有限公司 林彥宇 工程師
	社團法人台灣環境管理協會 吳俊經理
	台北科技大學土木系 陳立憲教授
	工業技術研究院 黃文輝經理
	工業技術研究院 黃英傑經理

成大產業永續發展中心 陳峙霖經理

17

利害相關者會議及專家會議



18



利害關係者與專家會議Q&A(重點)

<p>2.1.3 產品功能單位 Q:由於各類型工程皆有其特異性，建議對於功能單位進行修改以期望能符合多數情況。</p>	<p>A:各工程PCR修正如下： 於產品功能單位後加註:或依研究目的，由執行單位選定範圍。 以便能夠符合更多數情況。</p>
<p>四、生命週期各階段之數據蒐集 Q:生命週期分析所使用之產品數據資料，收集時應該以完整一年為蒐集單位；不滿一年者，則以完整工程期間為蒐集單位</p>	<p>A:原訂定之規則較不具包容性，無法涵蓋至較短期間之工程，故依據審查意見加以修正。</p>

19

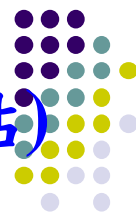


利害關係者與專家會議Q&A(重點)

<p>4.1.3 一級活動數據蒐集規則 Q:若供應商不只一家，則應向所有供應商蒐集一級活動數據。若供應商數量龐大，則主要供應商之一級活動數據之平均值，可作為所有其他供應商之二級數據，但前提是主要供應商之生產總量超過總生產量的95%以上。(由於上游資源繁多，參考LED、包裝茶飲料、麥克筆之PCR，建議可改為50%即可)</p>	<p>A:由於運輸服務工程類型的供應商與承包商數量眾多，將採納磋商意見，將原訂定之95%修正為50%。</p>

20

利害關係者與專家會議Q&A(重點)



<p>4.3 營運管理階段 Q:在4.3營運管理階段採用全期(50年)蒐集數據，是否確實可行?</p>	<p>A:此營運管理階段之數據蒐集期間(50年)之訂定，係因國內並無相關法規明定工程建築物之壽命，因此由本單位內部會議討論之結果暫定之，關於此一假定之合宜性，將會在專家會議上再度提出討論。</p>
<p>2.1.3 產品功能單位或宣告單位 Q:於功能單位之中，宜考量是否加註寬度以利各類工程可以面積之概念加以比較</p>	<p>A:以面積做為比較方式，確實較為合適與，因此決議在基礎建設-道路中加註「寬度」、基礎建設-橋梁中加註「寬度」、基礎建設-隧道中加註「斷面積」，以利於面積計算。</p>

21

在研訂時曾多方討論的議題之一 —從多個供應商取得原料之處理



從多個供應商取得原料之

- 若供應商不只一家，則應向各供應商蒐集一級活動數據。若供應商數量龐大，其中**主要供應商**之提供原物料量超過總提供原物料量的**50%**以上時，則主要供應商之一級活動數據之平均值，可作為所有其他供應商之二級數據。

困難點:

廠商之配合
程度不高

需加強宣導:
需要經濟部、交通部等...協助

22

在研訂時曾多方討論的議題之二 — 營運管理階段之情境內容



在營運管理階段的情境假設之中，其可分為「營運管理」以及「維護/重置階段」兩階段。

營運管理之情境內容

- 所有關於運輸服務工程在營運期間所需的照明系統、交控系統等道路附屬設施所使用之能資源皆須納入計算。
- 在模擬情境中，應將道路附屬設施之名稱、能資源耗用量、排放係數、排放係數來源、預估CO₂排放當量(kg-CO₂ e/每年)等予以標示。

23

在研訂時曾多方討論的議題之三 — 維護/重置階段之情境內容



維護/重置階段之情境內容

- 各先進國家進行工程類型之生命週期成本評估時所使用之分析年限主要有使用者自訂、預期使用年期及設計年限等方式，而日本與美國等地區所使用之分析年限也多以規範中所訂之道路設計年限為主，因此建議以我國慣用之設計使用年限-50年進行分析。
- 在維護情境假設中應將維護\養護必須之活動(例：定期巡檢)、構件名稱、維護工法(安裝過程)及耗用能資源、維護用料/用量、維護頻率、排放係數、排放係數來源、預估CO₂排放當量(kg-CO₂ e/每年)等標示出，如表一所示。

24



維護/重置階段之情境需定期維護之項目的 碳足跡計算表

表一 預防性定期維護項目

構件/活動 名稱	維護工法 (安裝過程)	維護用料	維護用料量	維護頻率	排放係數	係數來源	預估 CO ₂ 排放量 (kg-CO ₂ e/每年)
合計							

表一可供計算CO₂排放量之使用，需要注意的是除了維護階段所需要之用料與能耗量必須納入計算範疇之內，道路附屬設施維修時所更換之元件本身，由於其種類以及數量之龐大，為避免增加盤查計算上之困難，可予以排除，但必須加以說明。



四. 目前道路工程相關CF-PCR 的制定內容



基礎建設-道路PCR內容

27

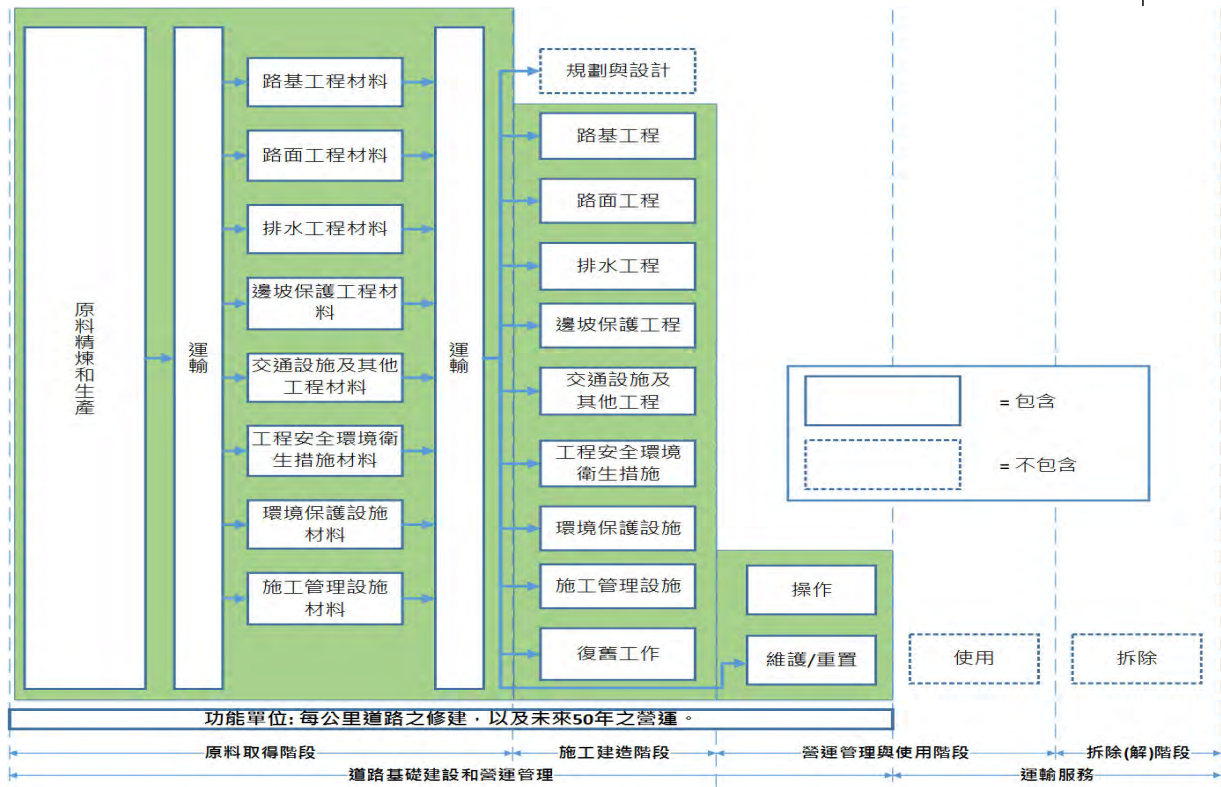
基礎建設-道路之範疇



- 2.1.1 產品組成
 - 各種類型之道路建設，並包含其他必要附屬設施。
- 2.1.2 產品機能與特性敘述
 - 基礎建設-道路主要係指供各類型路面運具通行之構造物。包含各級公路之國道、省道、鄉道等。
- 2.1.3 產品功能單位或宣告單位
 - 本產品的功能單位定義為每公里-寬度(或依研究目的，由執行單位選定長寬範圍)道路之修建(包含道路設備與其他必要附屬設施)，以及未來50年之營運。須依據相關主管機關頒佈之規範，對於道路等級加以註明。

28

基礎建設-道路PCR所涵蓋之範疇



29

基礎建設-道路PCR之生命週期各階段



原料取得階段

- 原料取得階段包括取得基礎建設-道路材料的過程：包含所有基礎建設-道路施工過程中所需的原物料之開採、加工與其運輸過程。

30

基礎建設-道路PCR之生命週期各階段



施工建造階段

施工建造階段包括下列過程：

- **道路建置等過程：**
 - 包含任何道路路基、路面與建築程序中之建造程序、用於建築道路本身或是相關的物料製作上所使用到之程序，包含：路基工程、路面工程、排水工程、邊坡保護工程等子單元。
- **道路附屬設施建置等過程：**
 - 包含所有道路安全所需，在安裝設備產品時需要的程序，但不屬於前述道路建置過程中者，包含：交通設施及其他工程、工程安全環境衛生設施、環境保護設施、施工管理設施等。

31

基礎建設-道路PCR之生命週期各階段



營運管理及使用階段

- **營運管理階段**為維持道路主體使之能讓各類型路面運具正常使用之程序，包含了**操作、維護/重置階段**。道路之營運管理階段為50年。
 - **操作階段**包含所有營運道路基礎設施所需的功能、程序。例如：照明、清潔等作業。
 - **維護/重置階段**包含所有維護、修繕道路基礎設施所需以及替換道路部分基礎設施或目標，所涉及的功能與程序。例如：排水溝渠疏浚、路面整平、機電設備的更換等作業、路面刨除/重鋪等作業。
- **使用階段**為使用者利用道路提供之功能性，透過載具進行各種類型運輸的過程。為避免與載具之使用階段重複計算，道路基礎設施之使用階段不納入PCR之範疇。

32



基礎建設-橋梁PCR內容

33

基礎建設-橋梁之範疇



● 2.1.1 產品組成

- 各種類型之橋梁建設，包含木橋、鋼筋混凝土橋、鋼橋或預力混凝土橋等各種材料類型之橋梁，並包含橋梁設備與等其他必要附屬設施。

● 2.1.2 產品機能與特性敘述

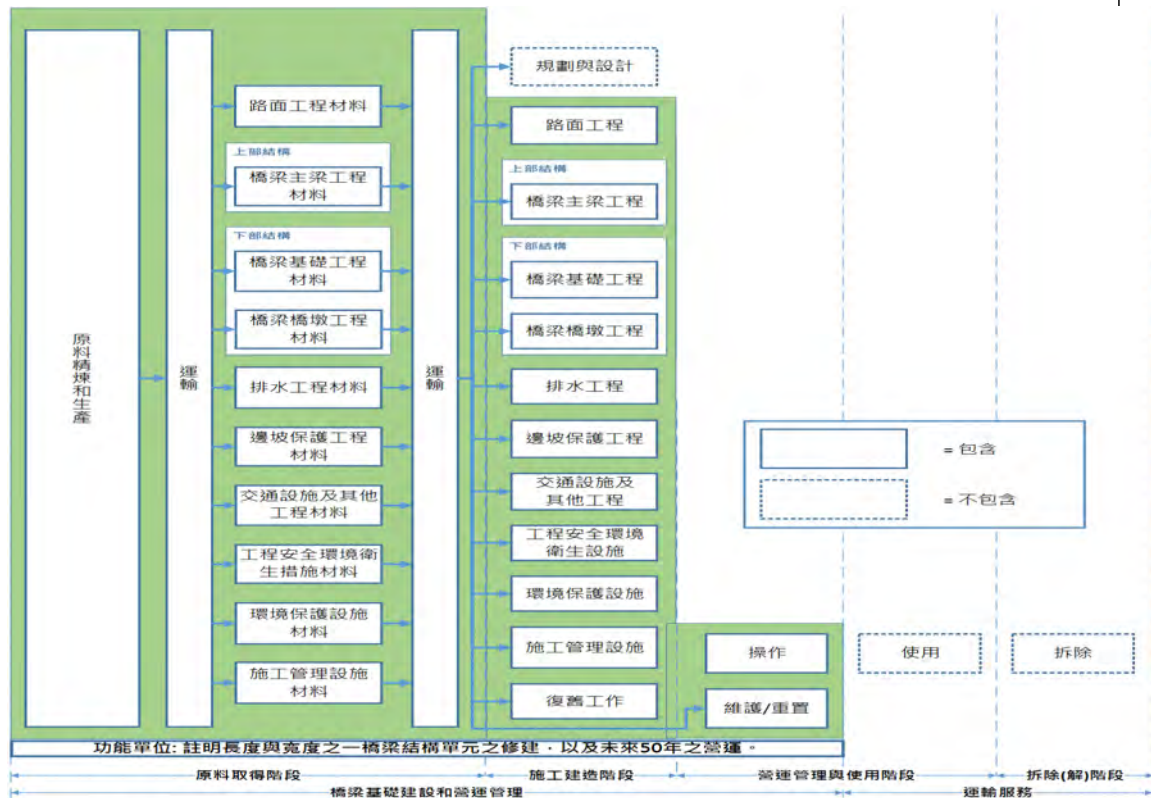
- 基礎建設-橋梁主要提供各類型路面運具，滿足其跨越地形，河流或山谷兩側等需求之構造物。

● 2.1.3 產品功能單位或宣告單位

- 本產品的功能單位定義為註明長度與寬度(或依研究目的，由執行單位選定範圍)之一橋梁結構單元之修建(包含橋梁設備與其他必要附屬設施)，以及未來50年之營運。須依據相關主管機關頒佈之規範，對於基礎建設-橋梁所屬公路之分類等級加以註明。

34

基礎建設-橋梁PCR所涵蓋之範疇



基礎建設-橋梁PCR之生命週期各階段



原料取得階段

- 原料取得階段包括取得基礎建設-橋梁材料的過程：包含所有基礎建設-橋梁施工過程中所需的原物料之開採、加工與其運輸過程。

基礎建設-橋梁PCR之生命週期各階段



施工建造階段

施工建造階段包括下列過程：

- 橋梁建置等過程。
 - 包含任何橋梁基礎與建築程序中之建造程序、各型橋梁上、下構可能之建造及安裝程序，包含：路面工程、橋梁基礎工程、橋梁橋墩工程、橋梁主梁工程、排水工程、邊坡保護工程等子單元。
- 橋梁附屬設施建置等過程：
 - 包含所有橋梁安全所需，在安裝設備產品時需要的程序，但不屬於前述橋梁工程建置過程中者，包含：交通設施及其他工程、工程安全環境衛生設施、環境保護設施、施工管理設施等。

37

基礎建設-橋梁PCR之生命週期各階段



營運管理及使用階段

- 營運管理階段為維持道路主體使之能讓各類型路面運具正常使用之程序，包含了操作、維護/重置階段。道路之營運管理階段為50年。
 - 操作階段包含所有營運道路基礎設施所需的功能、程序。例如：照明、清潔等作業。
 - 維護/重置階段包含所有維護、修繕道路基礎設施所需以及替換道路部分基礎設施或目標，所涉及的功能與程序。例如：排水溝渠疏浚、路面整平、機電設備的更換等作業、路面刨除/重鋪等作業。
- 使用階段為使用者利用道路提供之功能性，透過載具進行各種類型運輸的過程。為避免與載具之使用階段重複計算，道路基礎設施之使用階段不納入PCR之範疇。

38



基礎建設-隧道PCR內容

39

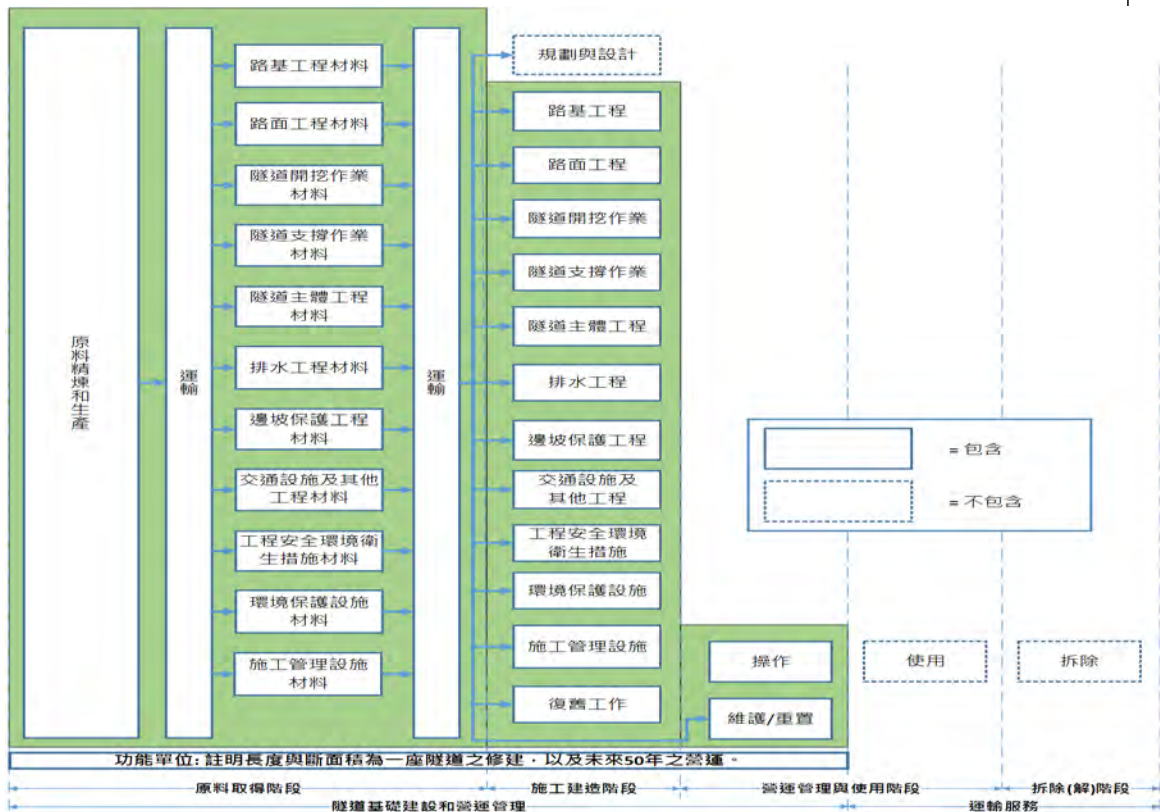
基礎建設-隧道之範疇



- **2.1.1 產品組成**
 - 各類型之隧道基礎建設，與其中之其他必要附屬設施，例如：主隧道、導坑、聯絡隧道、聯絡道、通風隧道等。
- **2.1.2 產品機能與特性敘述**
 - 隧道基礎建設主要係指供各類型路面運具通行之構造物。功能為提供車輛通行、穿越山岳、平地、海底或河底之通路。
- **2.1.3 產品功能單位或宣告單位**
 - 本產品的功能單位定義為註明長度與斷面積(或依研究目的，由執行單位選定範圍)之一座隧道之修建(包含隧道設備與其他必要附屬設施)，以及未來50年之營運。須依據相關主管機關頒佈之規範，對於隧道基礎建設所屬公路之分類等級加以註明。

40

基礎建設-隧道PCR所涵蓋之範疇



基礎建設-隧道PCR之生命週期各階段



原料取得階段

- 原料取得階段包括取得隧道基礎建設材料的過程：包含所有隧道基礎建設施工過程中所需的原物料之開採、加工與其運輸過程。產品與程序的範例為：混凝土/鋼筋/水泥/骨材/橡膠生產。

基礎建設-隧道PCR之生命週期各階段



施工建造階段

施工建造階段包括下列過程：

- **隧道建置等過程：**
 - 包含各型隧道可能之建造及施工程序、用於建築隧道本身或是相關的物料製作上所使用到之程序，包含：路基工程、路面工程、隧道開挖作業、隧道支撐作業、隧道主體工程、排水工程、邊坡保護工程等子單元。
- **隧道附屬設施建置等過程：**
 - 包含所有隧道安全所需，在安裝設備產品時需要的程序，但不屬於前述隧道建置過程中者，包含：交通設施及其他工程、工程安全環境衛生設施、環境保護設施、建築施工管理設施等。

43

基礎建設-隧道PCR之生命週期各階段



營運管理及使用階段

營運管理階段為維持隧道主體使之能讓各類型路面運具正常使用之程序，包含了操作、維護/重置階段。隧道之營運管理階段為50年。

- **操作階段**包含所有營運隧道基礎設施所需的功能、程序。例如：照明、清潔等作業。
- **維護/重置階段**包含所有維護、修繕隧道基礎設施所需以及替換隧道部分基礎設施或目標，所涉及的功能與程序。例如：排水溝渠疏浚、路面整平、機電設備的更換等作業、路面刨除/重鋪等作業。
- **使用階段**為使用者利用隧道提供之功能性，透過載具進行各種類型運輸的過程。為避免與載具之使用階段重複計算，隧道基礎設施之使用階段不納入PCR之範疇。

44



五. 結 語

45

心得及建議



- 國內第一批三份基礎建設(公共工程)的碳足跡PCR，在公路總局的支持，及工程顧問公司與學術、研究單位的通力合作下，已經制定完成。相信對於國內推動公共工程的節能減碳，應會有相當的助益。
- 本批PCR雖是經由利害關係者及專家一起商討訂定完成，然其內容，包括邊界範疇及若干計算情境，或仍有考慮不周之處。期待此三份PCR在工程界實際試用後，找出問題以在未來修正時提出，使其能更臻完善。

46



**簡報完畢
敬請指正**

胡憲倫

國立台北科技大學環境工程與管理研究所

(企業暨環境系統化管理研究室)

106臺北市忠孝東路三段一號

Tel:02-27712171~4151

Fax:02-27764702

E-mail:allenhu@mail.ntut.edu.tw

主題一 講次 4

工程碳足跡盤查準則與查證重點

英國標準協會太平洋有限公司台灣分公司

驗證部 林文華協理

工程碳足跡盤查準則與查證重點



英國標準協會(BSI)

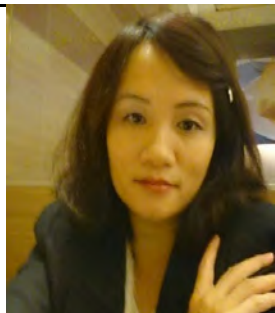
林文華

2014年5月



Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.

24/04/2014



林文華

BSI英國標準協會
企業服務部(永續)協理
PAS 2050產品經理
水足跡產品經理
物質流成本會計方案經理

學歷：

- 國立中央大學環境工程研究所碩士

經歷：

- BSI英國標準協會企業服務部協理
- 環境管理協會資深經理
- 富積電子(股)品質保證部經理(含綠色產品規劃)
- 富積電子(股)管理部經理
- BSI 14064-1/產品碳足跡/水足跡/MFCA主任查證員暨合格講師
- PAS 2060查證員

專長：

1. 溫室氣體管理與查證與LCA評估
2. 品質、綠色產品及環安衛管理系統建制
 - 內部稽核/系統建制 (Internal Audit / Lead Auditor)
3. BCM 營運持續管理 (Business Continuity Management)

2

Content



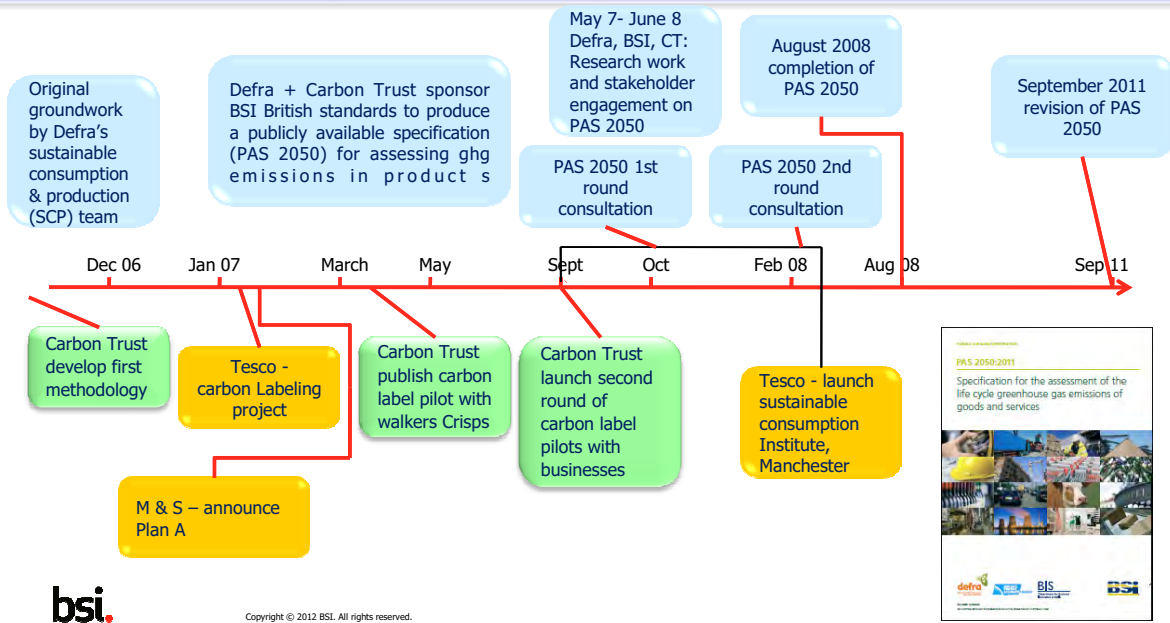
- ◆ 工程碳足跡盤查準則介紹
- ◆ PAS 2050:2011
- ◆ EPA產品與服務碳足跡計算指引
- ◆ ISO/TS 14067:2013
- ◆ 香港Labeling scheme
- ◆ 工程碳足跡查證重點簡介

Content



- ◆ 工程碳足跡盤查準則介紹
- ◆ PAS 2050:2011
- ◆ EPA產品與服務碳足跡計算指引
- ◆ ISO/TS 14067:2013
- ◆ 香港Labeling scheme
- ◆ 工程碳足跡查證重點簡介

英國Defra(農業環保部) 產品碳足跡推動計畫時程



Content



- ◆ 工程碳足跡盤查準則介紹
- ◆ PAS 2050:2011
- ◆ EPA產品與服務碳足跡計算指引
- ◆ ISO 14067:2013
- ◆ Carbon Labeling scheme
- ◆ 碳足跡計算指引

效益

(a)對於提供產品與服務之組織，本指引：

- (1) 可供組織檢視內部現有商品與服務之生命週期溫室氣體排放現況。
- (2) 促進組織重新檢視其供應鏈之溫室氣體排放，提供其改善產品與服務生命週期溫室氣體排放之機會。
- (3) 提供產品與服務一致性與標準化之方法，以進行生命週期溫室氣體排放評估。

(b)對於使用產品與服務之消費者，本指引可提供機會，使其在消費時能夠對所選擇之產品與服務之生命週期溫室氣體排放有更多之瞭解，並有機會選擇對環境有利之產品。

適用範圍及引用標準

適用範圍

本指引規範應用生命週期評估方法（LCA），評估產品與服務在整個生命週期中的溫室氣體排放。本指引適用於任何組織進行產品的「企業對消費者」、「企業對企業」以及其他應用（如其他企業對企業、內部企業使用、供應鏈最佳化、輔助設計等）之溫室氣體排放評估。

引用標準

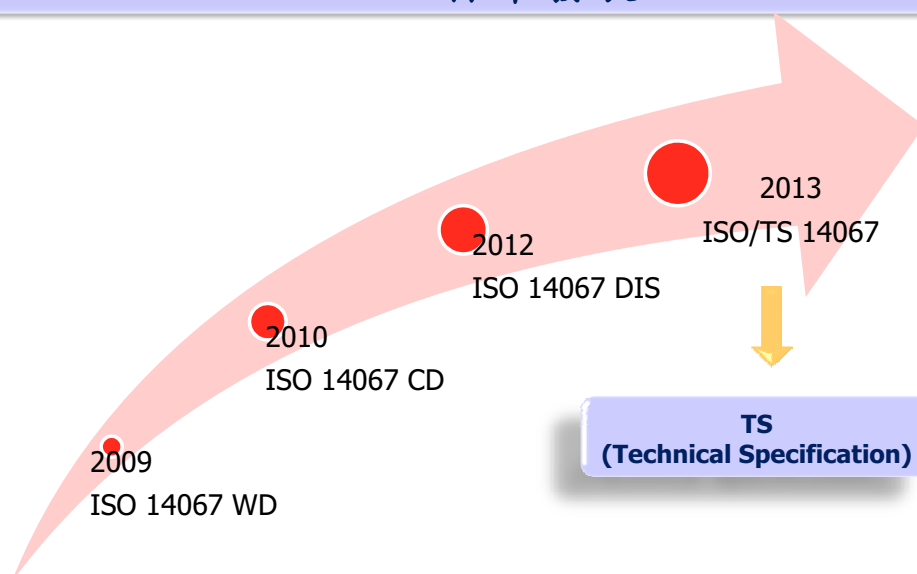
- CNS 14040 環境管理—生命週期評估—原則與架構
- CNS 14044 環境管理—生命週期評估—要求事項與指導綱要
- CNS 14064-1 溫室氣體-第1部：組織層級溫室氣體排放與移除之量化及報告，附指引之規範
- CNS 14025 環境標誌與宣告—第3類環境宣告—原則與程序
- PAS 2050 商品和服務生命週期溫室氣體排放評估規範

Content

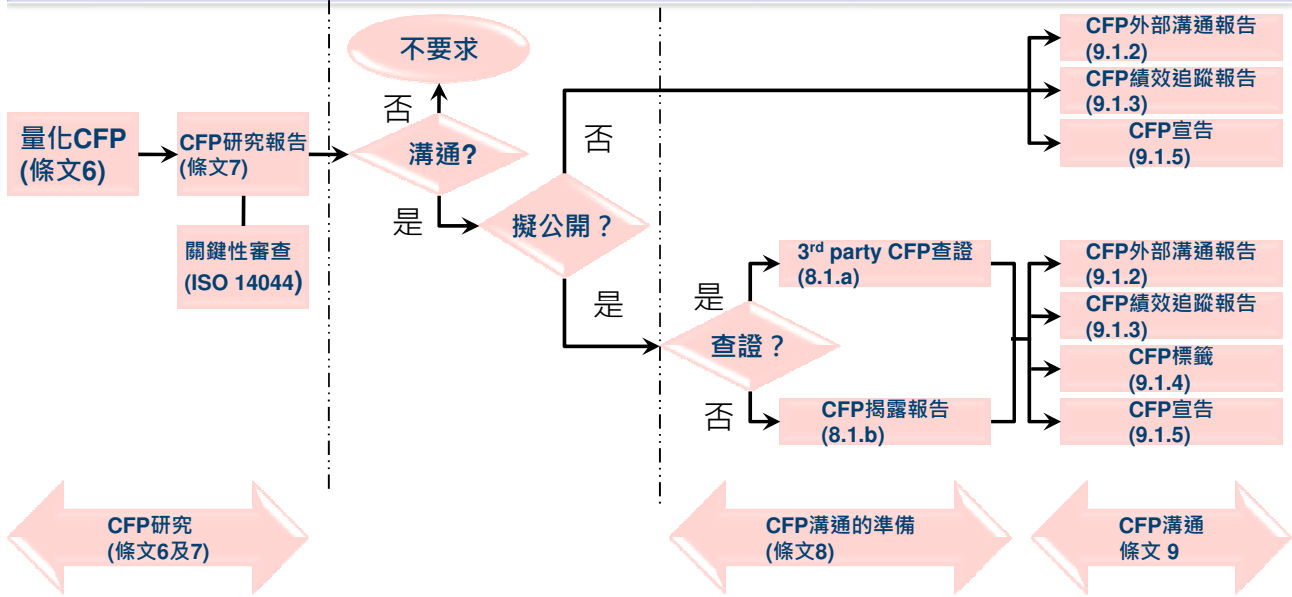


- ◆ 工程碳足跡盤查準則介紹
- ◆ PAS 2050:2011
- ◆ EPA 產品碳足跡計算指南
- ◆ ISO/TS 14067:2013
- ◆ 產品碳足跡標籤方案
- ◆ 碳足跡調查重點簡介

ISO/TS 14067標準發展



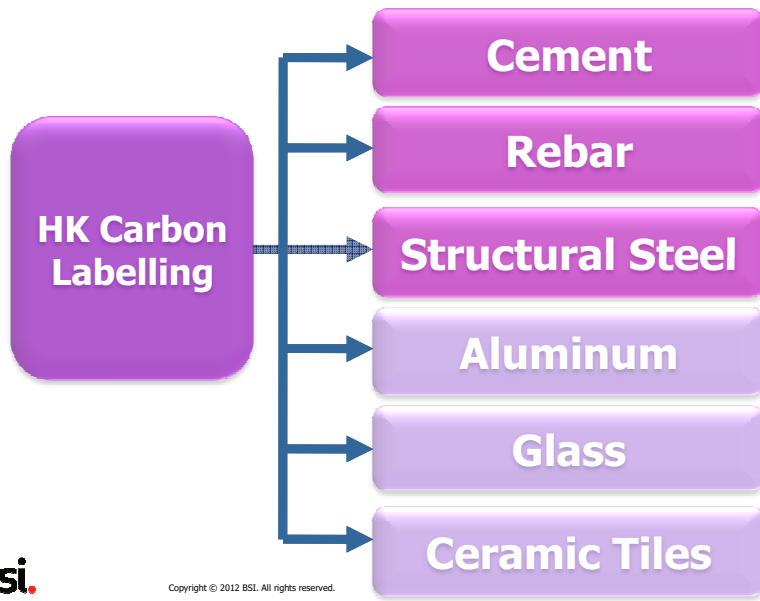
ISO/TS 14067標準架構



Content



- ◆ 工程碳足跡盤查準則介紹
- ◆ PAS 2050:2011
- ◆ EPA 工程碳足跡盤查指引
- ◆ ISO/TS 14067:2013
- ◆ 香港Labeling scheme
- ◆ 碳足跡盤查介紹



Content



- ◆ 工程碳足跡盤查準則介紹
- ◆ PAS 2050:2011
- ◆ EPA產品與服務碳足跡計算指引
- ◆ ISO/TS 14067:2013
- ◆ 香港Labeling scheme
- ◆ 工程碳足跡查證重點簡介

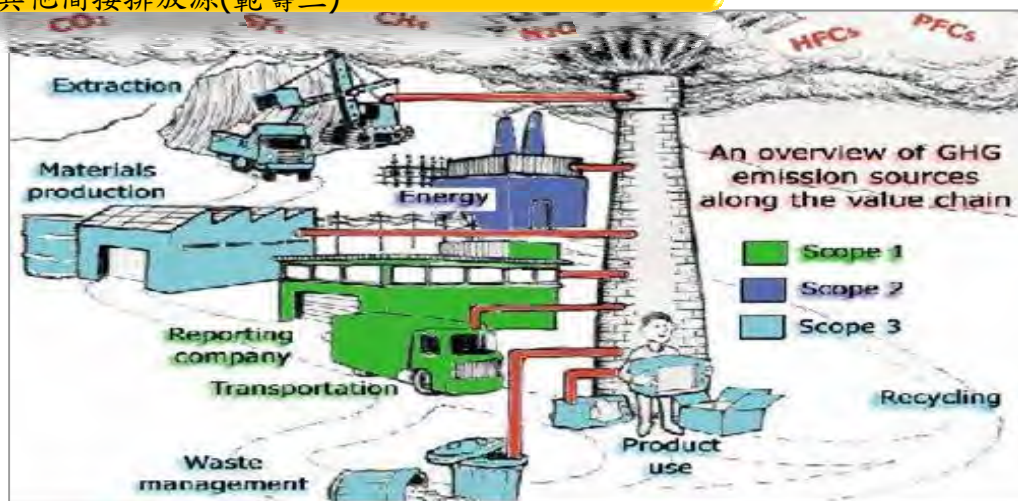
組織型溫室氣體盤查與產品碳足跡之差異

組織型	產品碳足跡
應量化部分只涵蓋範疇一及範疇二。	盤查範疇應涵蓋全生命週期各階段，即範疇一、範疇二與範疇三。
只納入CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, PFCs, HFCs, SF ₆ 等六項溫室氣體。	除納入CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, PFCs, HFCs, SF ₆ 等六項溫室氣體外，還應包括蒙特婁管制項目。
生質燃燒所產生的二氧化碳應於以分別量化。	應包括化石源及生質源所產生之溫室氣體。
自發電力若有輸出之部分，仍應計算在組織中之範疇一的排放量內。	自發電力輸出部分應分配至輸出的單位，不應算在組織評估的產品碳足跡中。

涵蓋所有上游原物料開採、製造、運輸，及下游使用與最終處置階段

產業溫室氣體盤查來源、分類及物種

- 直接GHG排放(範疇一)
- 能源間接，電力、熱能或蒸氣(範疇二)
- 其他間接排放源(範疇三)



目的與範疇

PAS 2050

目的與範疇的定義說明在PAS 2050並沒有強制的要求

ISO/TS 14067

ISO/TS 14067依循ISO 14040/44的要求，在研究報告一開始，必須說明清楚此次產品碳足跡研究的目的與範疇，並依循著所界定的目的與範疇，定義後續評估程序，包括產品系統、系統邊界、功能單位、數據及數據品質的要求、數據的時間邊界、使用階段及最終處置階段、分配原則…等，皆應與範疇定義一致。

1. 本評估所評估之衝擊指標為全球暖化二氧化碳排放當量
2. 本評估的預期應用
3. 執行本研究的目的
4. 假若意圖對外溝通，預期溝通的對象

一級活動數據(primary activity data)與一級數據(primary data)

PAS 2050

PAS 2050中所稱之一級活動數據係指，定量測量活動自一個產品的生命週期中的活動所定量量測而來的活動數據，且應當乘以適當的排放係數，以確定活動過程中所產生的溫室氣體排放量，如包括所使用的能源，材料生產，提供服務或受影響的土地面積，也就是經由實地盤查量測所得的數據。另外在7.3的條文中，亦對一級活動數據對溫室氣體排放量所產生的貢獻佔比，相對於上游排放的佔比，應至少佔10%或以上的門檻值之要求。若盤查組織本身，所盤查出之一級活動數據的貢獻度無法滿足此要求時，需要將上游供應商納入一級活動數據盤查對象，並累加其排放量達10%的門檻為止，故，須納入幾家供應商，端看累加的排放量能否滿足其標準的要求。

ISO/TS 14067

當自其產品系統內的原始來源，基於直接量測所取得的直接量測或計算所得到的數據，稱為特定場所數據。意指實地盤查而來的數據，ISO/TS 14067有關特定場所數據之規定為，在盤查組織之財務控制權或營運控制權下的所屬組織，皆應適用特定場所數據盤查的規範，非組織財務控制權或營運控制權下的所屬組織，除非不可行，否則也應適用本要求，也就是說至少盤查組織本身及組織財務或營運控制權下所屬，且與盤查之產品有關的供應商，應實地盤查營運過程之數據，也就是須符合一級數據之要求。

數據品質要求

PAS 2050	ISO/TS 14067
1. 時間相關的涵蓋面	1. 時間相關的涵蓋面
2. 地理覆蓋範圍	2. 地理覆蓋範圍
3. 技術覆蓋面	3. 技術覆蓋面
4. 資訊的準確性	4. 精密度
5. 精密度	5. 完整性
6. 完整性	6. 代表性
7. 一致性	7. 一致性
8. 再生性	8. 再生性
9. 數據的來源	9. 數據的來源
	10. 資訊的不確定性

時間相關的涵蓋

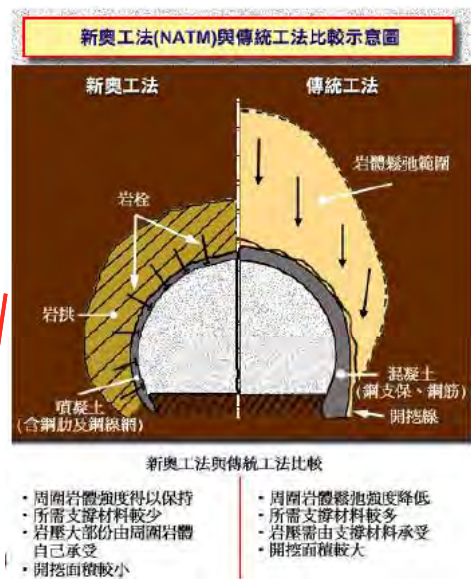
- ◆ 應被收集的數據之時間的時期
- ◆ 應被收集數據的時間長度

地理覆蓋範圍

- ◆ 應收集足以滿足研究目的所涵蓋的地理區域

技術覆蓋面

- ◆ 為特定的技術或混合的技術



資料來源：聯合大地工程顧問(股)

精準度

- ◆每個數值的可變性的量測(即變異性)



完整性

- ◆包括所有提供給所研究的產品系統碳足跡具有顯著貢獻的溫室氣體排放和移除。
- ◆資料的取得源自於量測或估計的比例

PAS 2050:2011

ISO/TS 14067



一級數據排放量佔比



代表性

- ◆應針對數據群所反映出關注的真實群體進行分級的定性評估(即地理覆蓋範圍, 時間週期 and 技術覆蓋面)

bsi.

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved. 24/04/2014

21

資訊的準確性

- 1 資訊蒐集流程查核
- 2 一級數據查核(收集來源含供應商如發票、年報、單據、ERP系統)
- 3 二級數據查核/排放係數查核(LCA軟體係數選用合理性)
- 4 訪談
- 5 引證/追溯/重新計算/確認
- 6 現場Scope一致性的確認

bsi.

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved. 24/04/2014

22

不確定性分析-ISO/TS 14067

用以量化生命週期盤查分析因模式未精準、投入不確定性及數據變異所累積之影響，對結果所導致的不確定性之系統化程序。

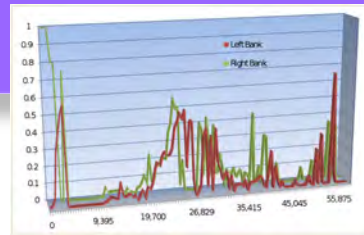
- 參數的不確定性，如排放因素，活動數據；
- 情境的不確定性，如使用階段假設或最終處置階段的情況；
- 模型不確定性。

整體數據品質等級(DQR)	整體數據品質水平
DQR ≤ 1.7	高品質
1.7 < DQR ≤ 3.0	基本品質
3.0 < DQR ≤ 5.0	初估品質

資料來源：產品碳足跡排放係數數據品質評估標準手冊「第一版（2012年8月）」

bsi.

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved. 24/04/2014



23

敏感度分析-ISO/TS 14067

敏感度分析係用來限制那些被確定為產品碳足跡的目標具有顯著性的輸入和輸出數據的後續處理，及對所達成的結論與給予的建議是合適的。

分配原則、截斷準則、邊界設定與系統邊界、相關數據的判定與假設、盤查結果的分配(分類)、類別指標結果的計算(特徵化)、正規劃數據、加權後的數據、加權方法及數據品質

對假設與數據變動某一範圍(如±25%)對結果的影響予以查核，並將兩者的結果加以比較。敏感度表示的方法，可以變動的百分比或對結果的絕對偏差的表示。

bsi.

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved. 24/04/2014

24

Sub-clause	Specific GHG emissions and removals ^a	Treatment in the CFP			Documentation in the CFP study report	
		Shall be included in the CFP	Should be included in the CFP	Should be considered for inclusion in the CFP	Shall be documented separately in the CFP study report	Shall be documented separately in the CFP study report, if calculated
6.4.9.2	GHG emissions and removals arising from fossil and biogenic carbon sources and sinks	X			X	
6.4.9.4	GHG emissions and removals occurring as a result of dLUC	X			X	
6.4.9.4	GHG emissions and removals occurring as a result of iLUC			X		X
6.4.9.5	GHG emissions and removals from soil carbon change, if not already calculated as part of LUC		X			X
6.4.9.6	Effect of carbon storage ^b					X
6.4.9.7	Non-CO ₂ GHG emissions and removals (e.g. N ₂ O and CH ₄) arising from livestock, manure and soils ^c	X				
6.4.9.8	Aircraft GHG emissions	X			X	

^a The treatment of electricity shall be documented in the CFP study report, but GHG emissions and removals from electricity do not have to be documented separately in the CFP study report, see [6.4.9.3](#).

^b Effect of carbon storage is not included in the CFP. For reporting of timing of emissions and removals, see [6.4.8](#).

^c Non-CO₂ GHG emissions and removals arising from livestock, manure and soils shall be included in the CFP but do not have to be documented separately in the CFP study report, see [6.4.9.7](#).

外部溝通報告至少應揭露的內容 2-1-ISO/TS 14067

- 聯絡資訊
- 產品名稱與描述
- 產品系統的功能單位及參考流
- 產品碳足跡(Carbon Footprint of Product; CFP)類別(部分或全生命週期)
- 參考的產品碳足跡-產品類別規則(Carbon Footprint of Product-Product Category Rule; CFP-PCR)
- 免責聲明，依據附錄B，說明相關的各種潛在用途限制
- 所包含的生命週期階段的描述，包括使用概要與最終處置的情境
- 系統邊界，包括截斷準則
- 排除項目與排除理由的詳細說明
- 數據的時間邊界

外部溝通報告至少應揭露的內容 2-2-ISO/TS 14067

- 一級與二級數據的描述
- 生命週期盤查結果、溫室氣體暖化潛勢值(Global Warming Potential; GWP)、產品系統每功能單位溫室氣體排放二氧化碳當量 每一個生命週期階段相關的溫室氣體排放與移除量
- 源自於化石源的溫室氣體排放源與匯
- 源自於生質的溫室氣體排放源與匯
- 直接土地使用變更所引起的溫室氣體排放的結果
- 顯著的航空器所引起的溫室氣體排放量的結果
- 生命週期結果的闡述，包括結論與限制
- 正確使用免責聲明
- CFP外部溝通報告應包括整個產品生命週期的過程，包括描述了系統的邊界和CFP貢獻的圖形表示。

績效追蹤報告至少應揭露的內容-ISO/TS 14067

- 報告組織的改善
- 其他供應商的選擇
- 供應商提出的深思熟慮且可供查證的改善
- 使用階段與產品壽命最終處理，經由產品設計或最終處置程序的改善
- 流程改善，如免耕或少耕
- 由於季節變化，或尋找更好的輔助數據來源的改變，不應被報告為性能改變。

溝通報告要求- ISO/TS 14067

	CFP external communication report (9.1.2)	CFP performance tracking report (9.1.3)	CFP label (9.1.4)	CFP declaration (9.1.5)
CFP communication Intended to be publicly available (9.2)	CFP communication programme optional	CFP communication programme optional	CFP communication programme mandatory	CFP communication programme mandatory
	CFP-PCR optional	CFP-PCR optional	CFP-PCR mandatory	CFP-PCR mandatory
	3 rd party CFP verification or CFP disclosure report mandatory	3 rd party CFP verification or CFP disclosure report mandatory	3 rd party CFP verification or CFP disclosure report mandatory	3 rd party CFP verification or CFP disclosure report mandatory
CFP communication not Intended to be publicly available (9.3)	CFP communication programme optional	CFP communication programme optional	/	CFP communication programme mandatory
	CFP-PCR optional	CFP-PCR optional		CFP-PCR mandatory
	Independent CFP verification or CFP disclosure report optional	Independent CFP verification or CFP disclosure report optional		Independent CFP verification or CFP disclosure report mandatory

bsi.

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved

29

Thank You

bsi.

...making excellence a habit.™



主題二 講次 1

橋梁不同跨度及工法之 e 化系統建置(含
碳排放量推估)

逢甲大學土木工程系 卜君平教授

橋梁不同跨度及工法之e化系統建置 (含碳排放量推估)

逢甲大學土木系
卜君平教授
中華民國103年5月9日



致謝

本報告內容為
交通部公路總局西部濱海公路南區臨時工程處
「橋梁工程不同跨度及工法之碳足跡評估方法
與e化系統建置」
委託服務工作之部分成果
特此致謝



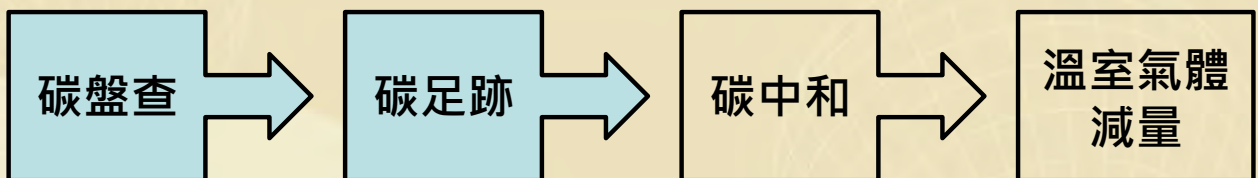
簡報內容

- 目的
- 內容架構
- 全生命週期排碳量推估
- 案例盤查
- e化系統建置
- 誤差來源
- 結論與建議

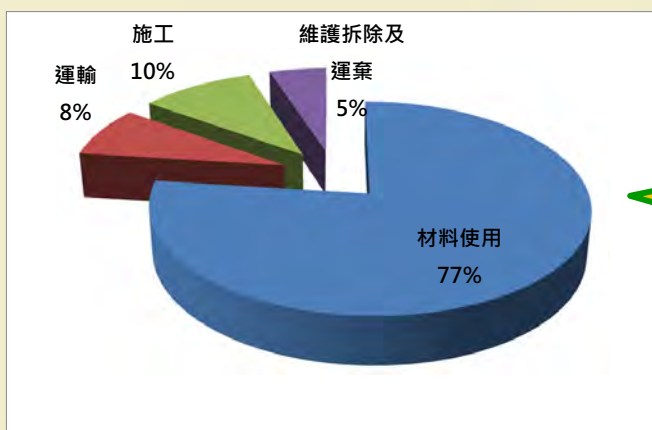


目的

營建相關產業所產生的排碳量約佔台灣總排碳量28~30%



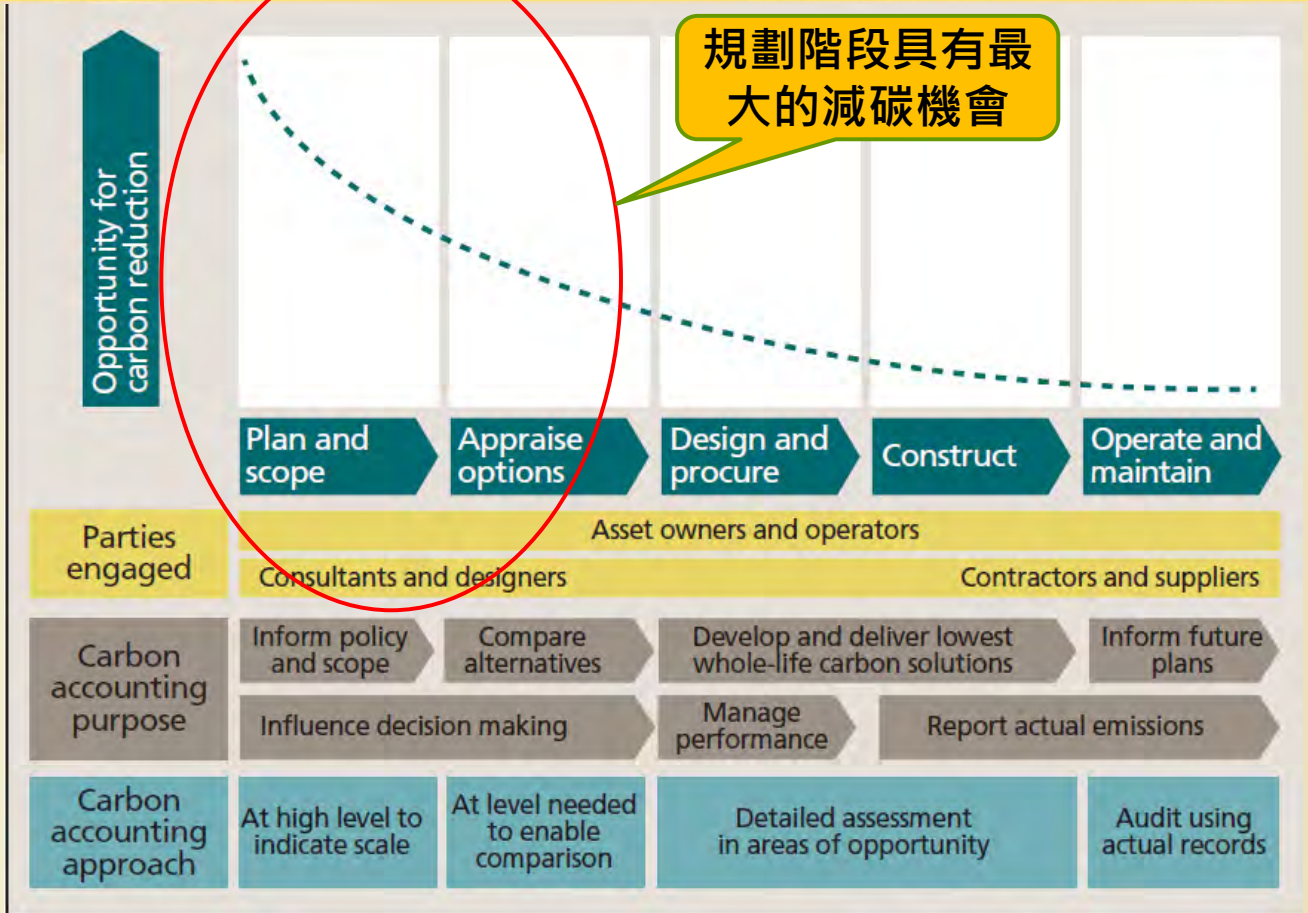
全 生 命 週 期



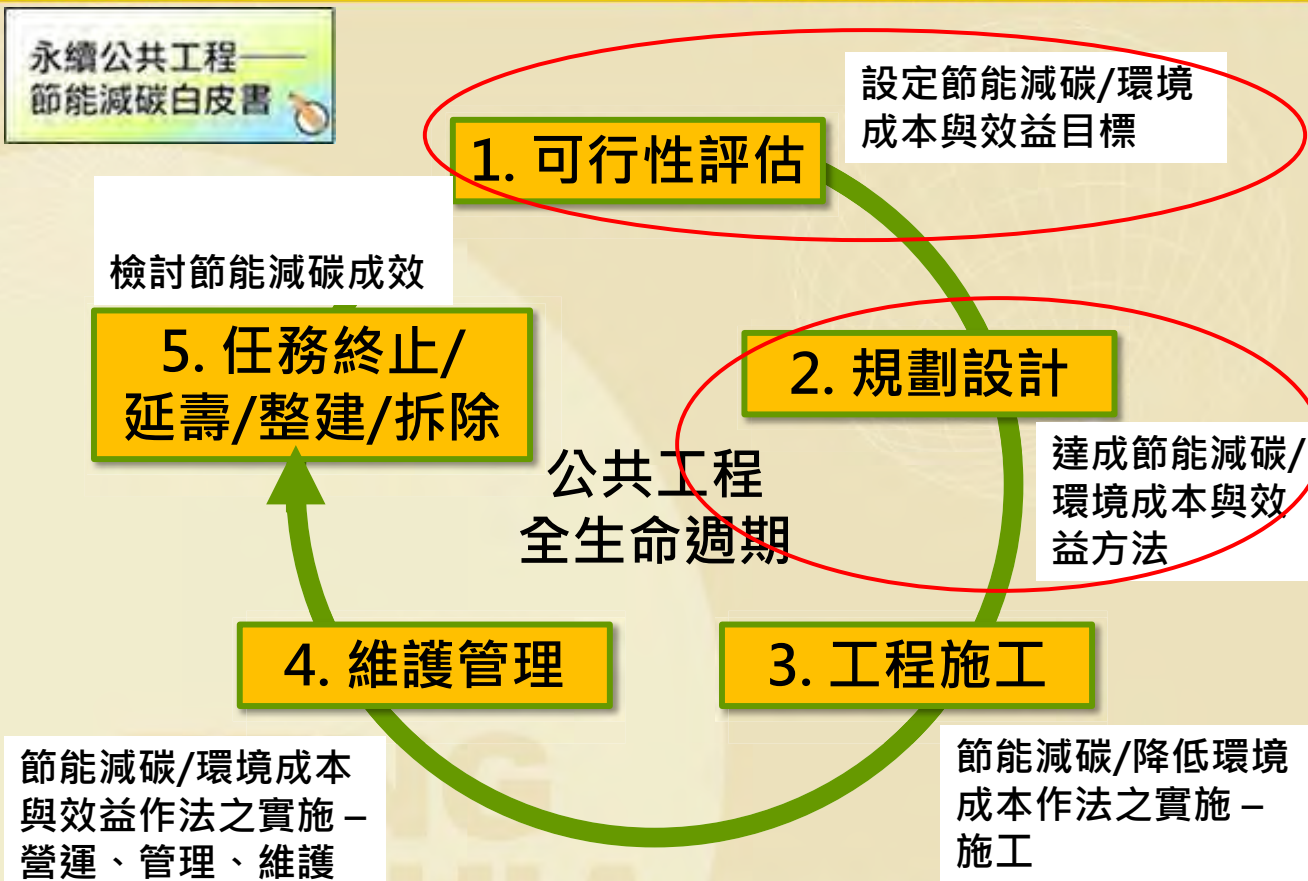
減少材料使用
材料的回收再利用
縮短運輸距離
施工方法的改進
減少廢棄物
生態調查及保育



目的



目的





目的

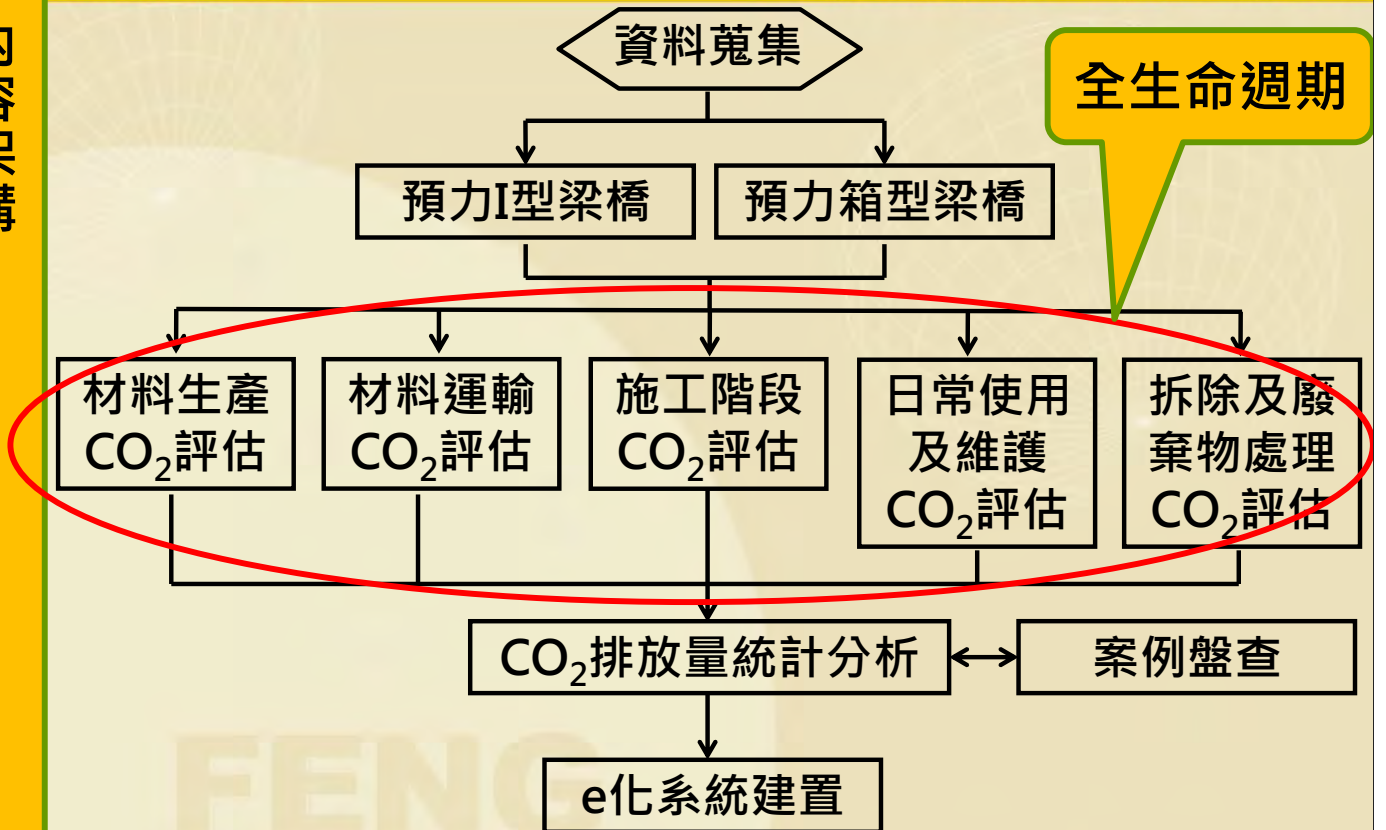
各碳足跡計算網頁包含項目

	規劃設計	施工			使用或營運	維護	拆除及廢棄物處理	其他
		材料使用	材料運輸	施工機具				
英國環保署		√	√					以施工規模估算施工人員旅運排碳量
英國鋼構協會 (BCSA)		√	√			√		施工造成行車延遲
法國開發署 (AFD)		√			√		√	土地用途變更等
美國 PaLATE v2.2		√	√	√		√	√	
美國MTU		√		√	√	√		
本計畫		√	√	√	√	√	√	

建立簡單、準確、具後台管理功能方便修正的網頁



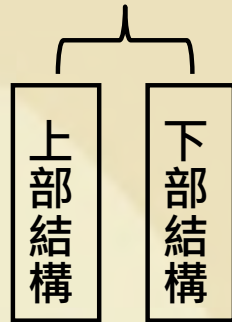
內容架構





計算式：

材料生產的排碳量 = 材料使用量 x 材料生產的排碳係數



針對主要材料：混凝土、鋼筋、鋼腱、瀝青混凝土

皆未經第三方
認證單位的認證

材料生產階段排碳係數

材料類別	單位	排碳係數(kgCO ₂ e)
鋼板(不分類)*	T	508.5
鋼筋(不分類)	T	920
預拌混凝土(210kg/cm ²)	m ³	148.95
預拌混凝土(280kg/cm ²)	m ³	169.23
預拌混凝土(350kg/cm ²)	m ³	199.82
瀝青混凝土	T	30.62
再生瀝青混凝土*	T	19.59

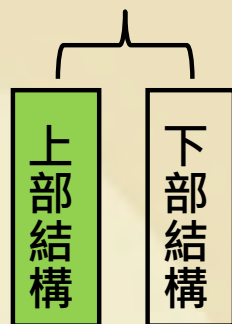


1. 鋼腱比照鋼筋
2. 420kg/cm²預拌混凝土
比照350kg/cm²預拌混凝土



計算式：

材料生產的排碳量 = 材料使用量 x 材料生產的排碳係數



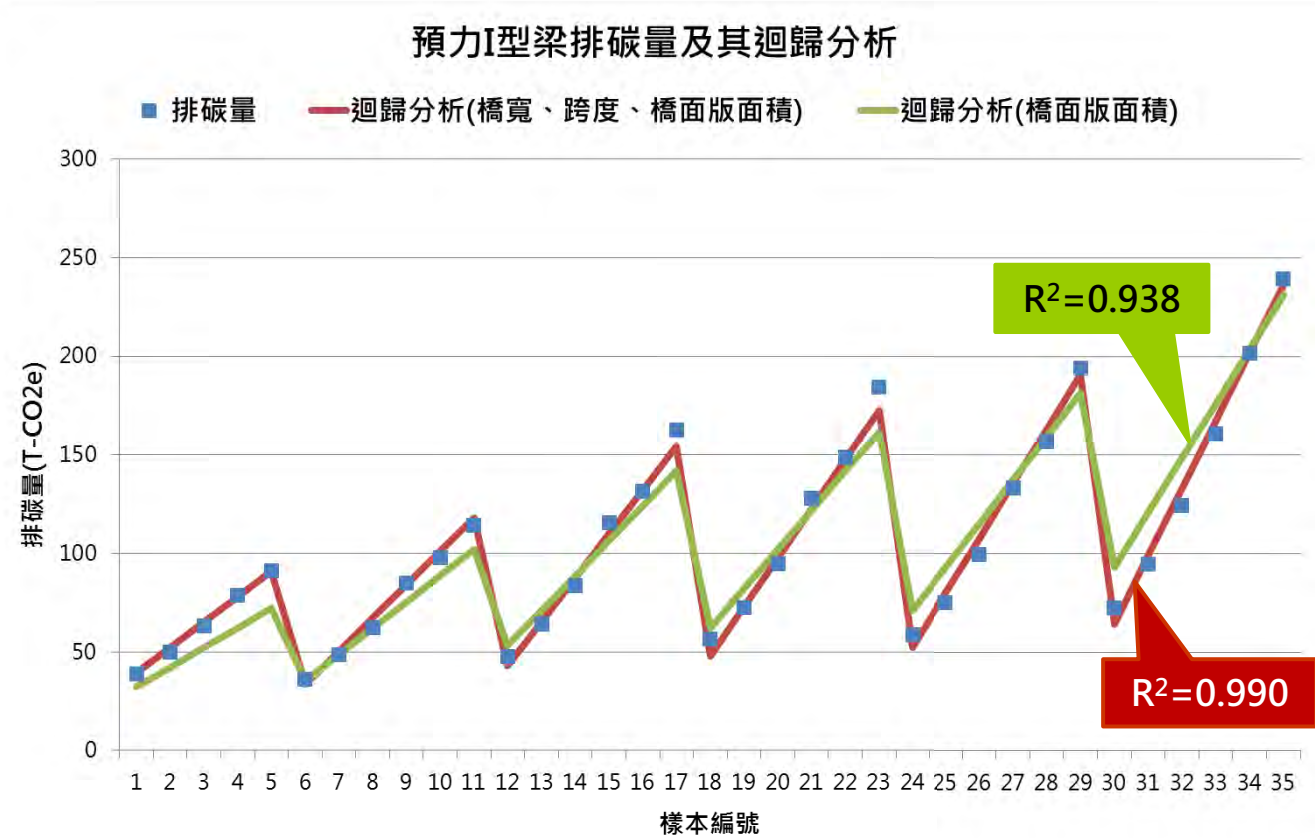
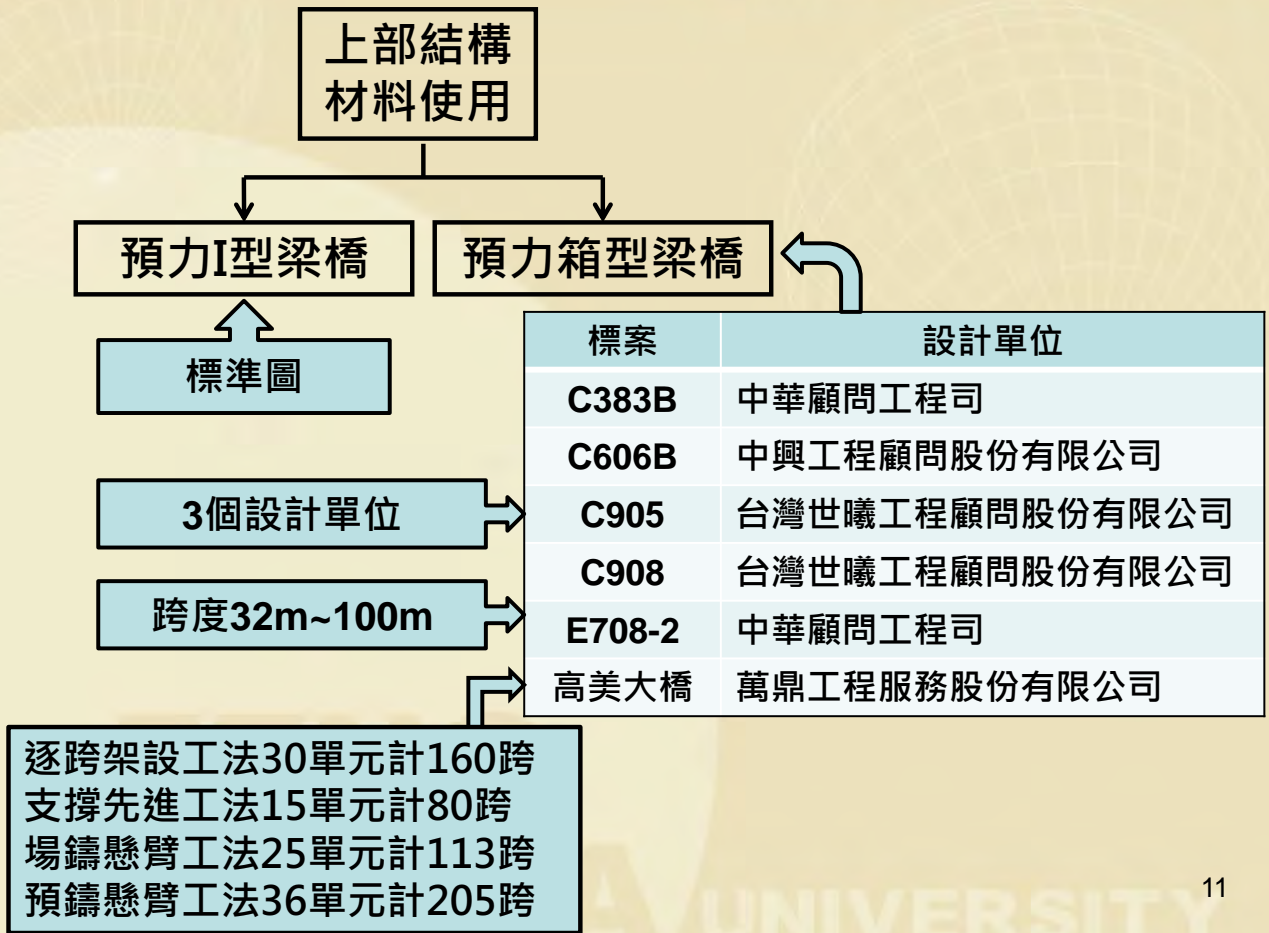
皆未經第三方
認證單位的認證

材料生產階段排碳係數

材料類別	單位	排碳係數(kgCO ₂ e)
鋼板(不分類)*	T	508.5
鋼筋(不分類)	T	920
預拌混凝土(210kg/cm ²)	m ³	148.95
預拌混凝土(280kg/cm ²)	m ³	169.23
預拌混凝土(350kg/cm ²)	m ³	199.82
瀝青混凝土	T	30.62
再生瀝青混凝土*	T	19.59

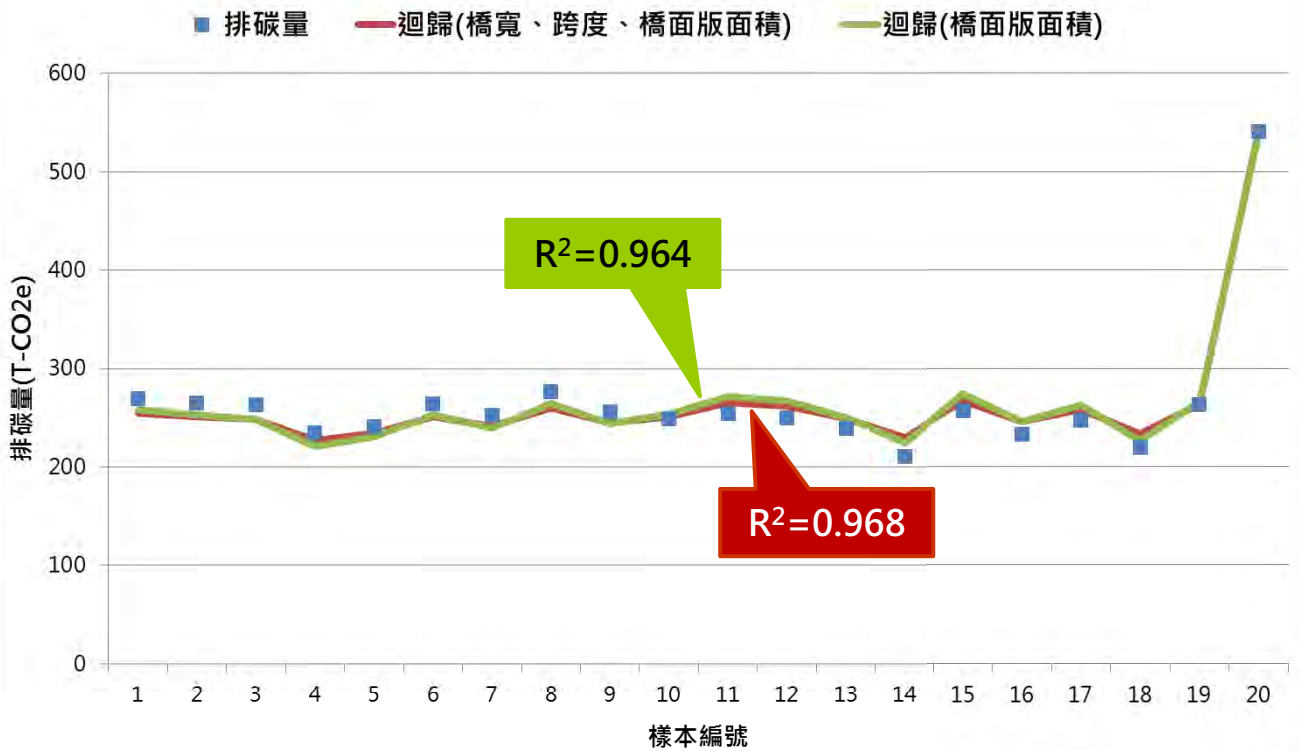


1. 鋼腱比照鋼筋
2. 420kg/cm²預拌混凝土
比照350kg/cm²預拌混凝土

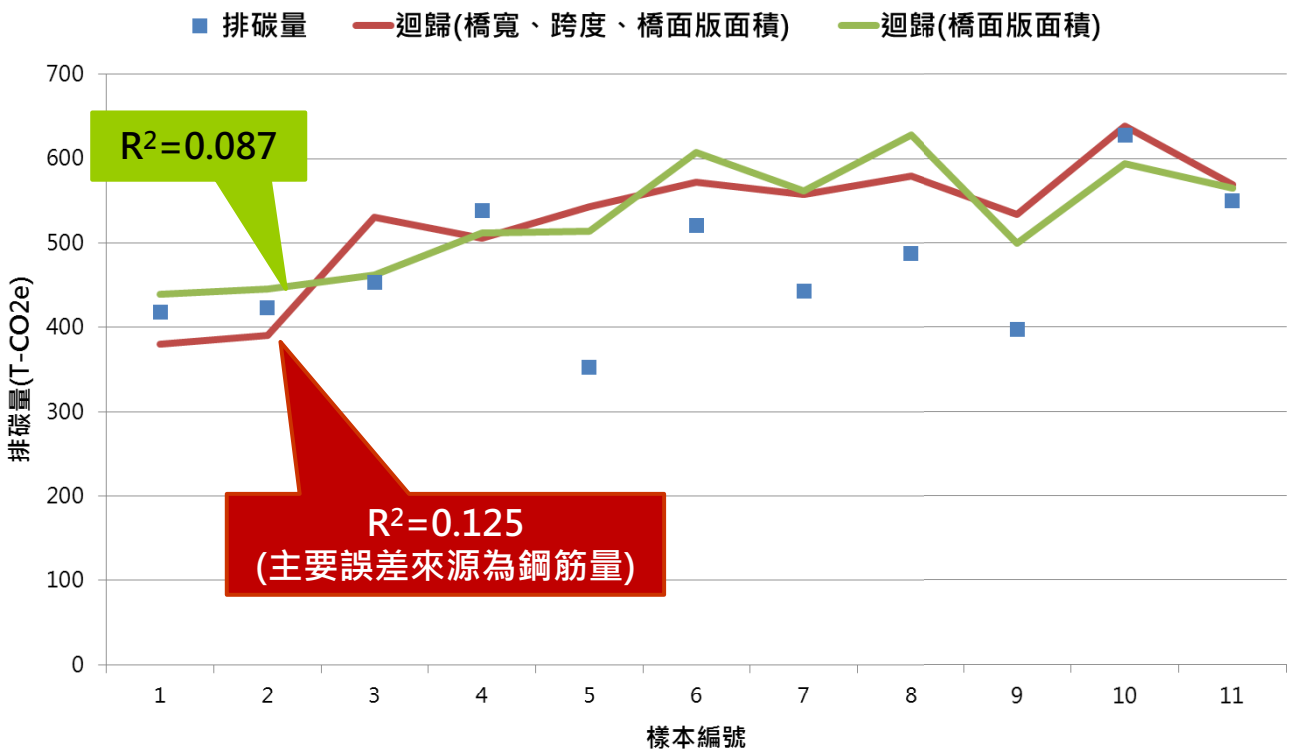




預力箱型梁排碳量及其迴歸分析 --- 逐跨架設工法&支撐先進工法

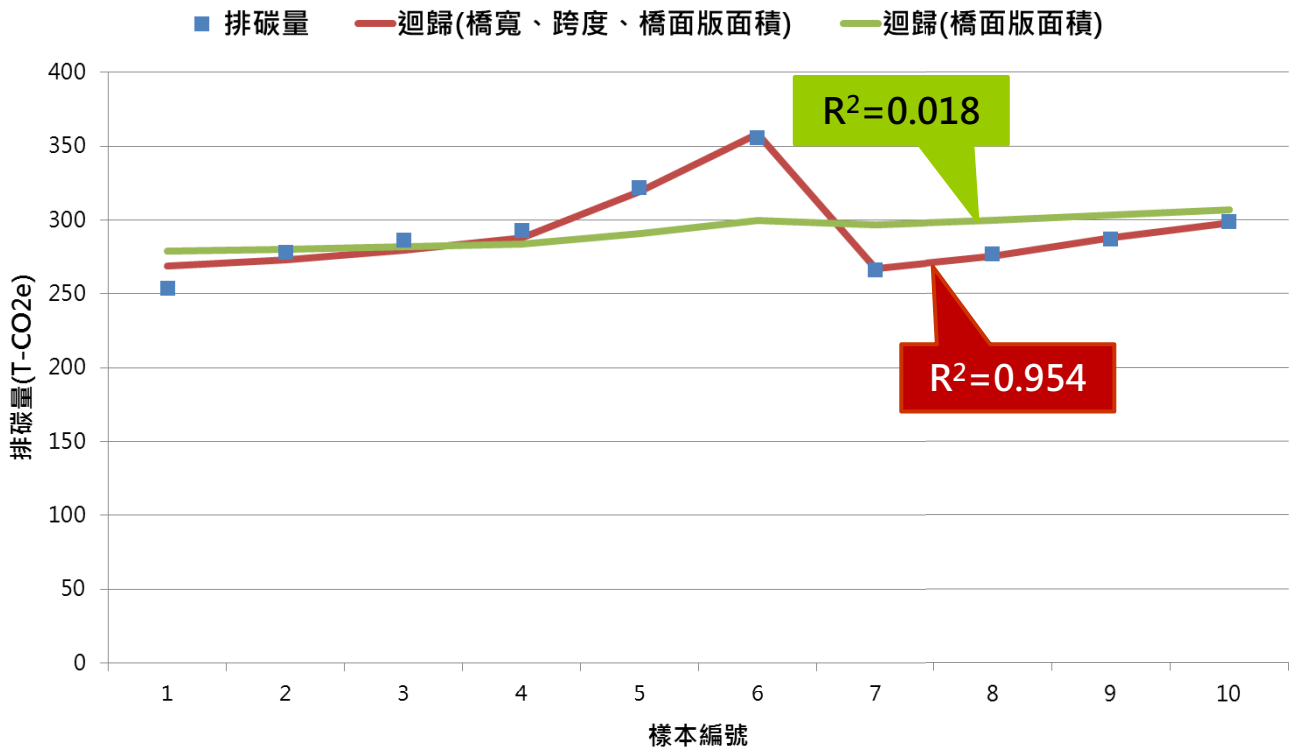


預力箱型梁排碳量及其迴歸分析 --- 場鑄懸臂工法





預力箱型梁排碳量及其迴歸分析 --- 預鑄吊裝工法

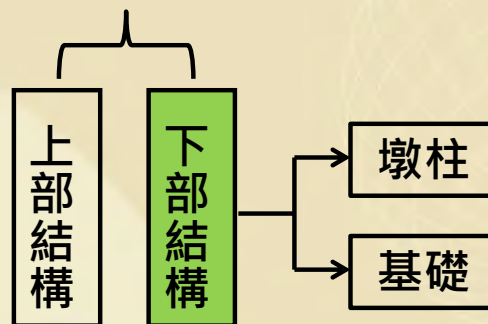


15

宜同時考慮橋寬及跨度



計算式：
材料生產的排碳量 = 材料使用量 x 材料生產的排碳係數



材料生產階段排碳係數

材料類別	單位	排碳係數(kgCO ₂ e)
鋼板(不分類)*	T	508.5
鋼筋(不分類)	T	920
預拌混凝土(210kg/cm ²)	m ³	148.95
預拌混凝土(280kg/cm ²)	m ³	169.23
預拌混凝土(350kg/cm ²)	m ³	199.82
瀝青混凝土	T	30.62
再生瀝青混凝土*	T	19.59



1. 鋼腱比照鋼筋
2. 420kg/cm²預拌混凝土 比照350kg/cm²預拌混凝土

16

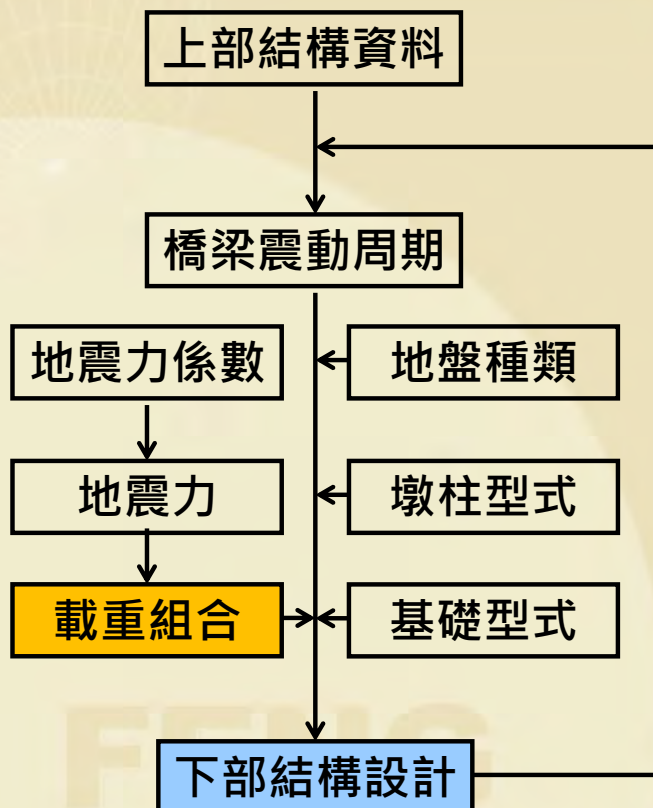


標案	設計單位
C383B	中華顧問工程司
C606B	中興工程顧問股份有限公司
C905	台灣世曦工程顧問股份有限公司
C908	台灣世曦工程顧問股份有限公司
E708-2	中華顧問工程司
高美大橋	萬鼎工程服務股份有限公司

98年以前設計完成

98年修訂公路橋梁設計規範
98年修訂公路橋梁耐震設計規範

上部結構設計影響不大
下部結構設計影響較大

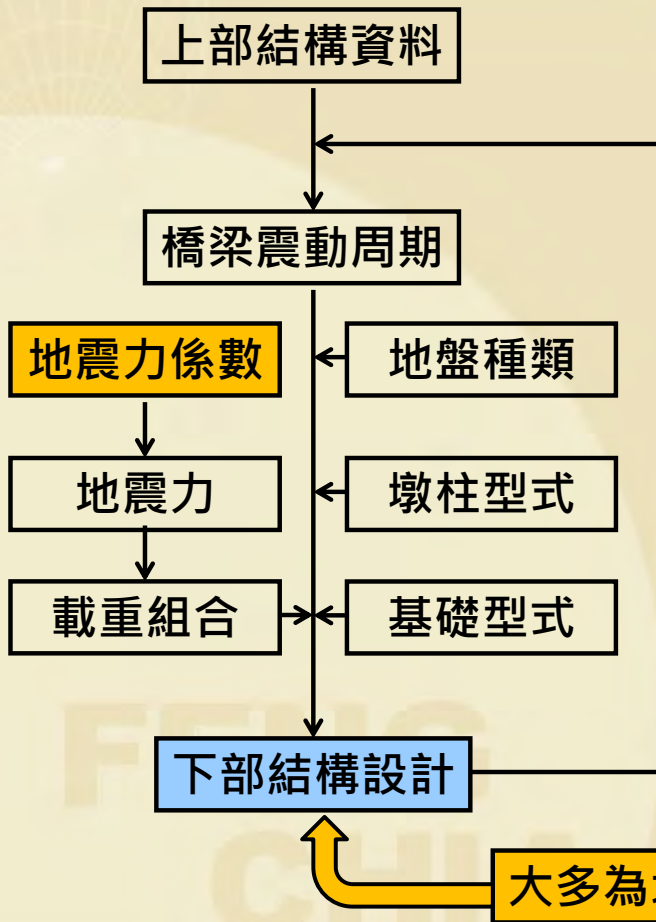


載重組合包括：

- 靜載重
- 活載重
- 衝擊力
- 土壓力
- 浮力
- 風力
- 活載重之縱向力
- 肋桁縮短力
- 乾縮力
- 溫度力
- 水流壓力
- 地震力



全生命週期排碳量推估 材料生產 下部結構



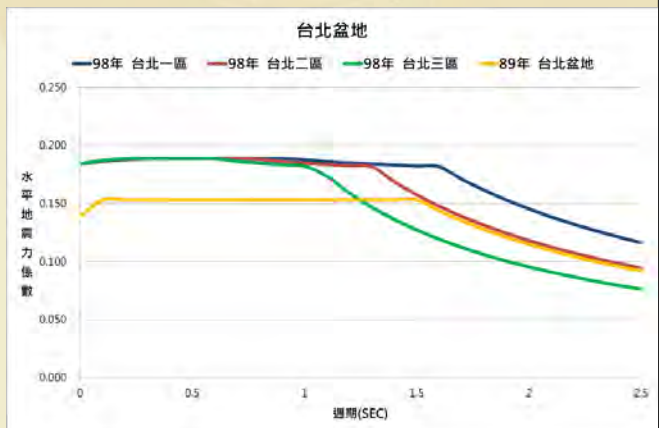
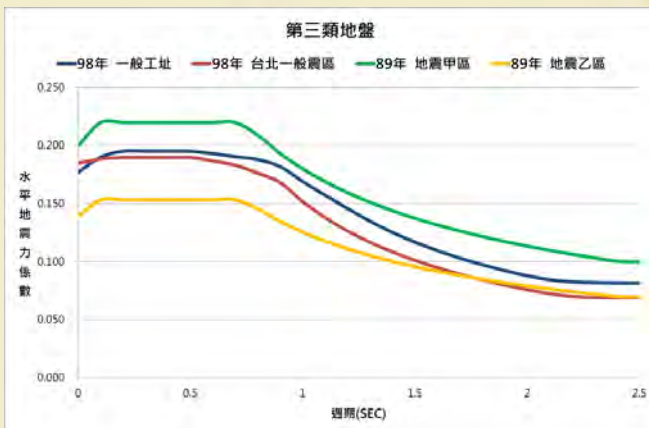
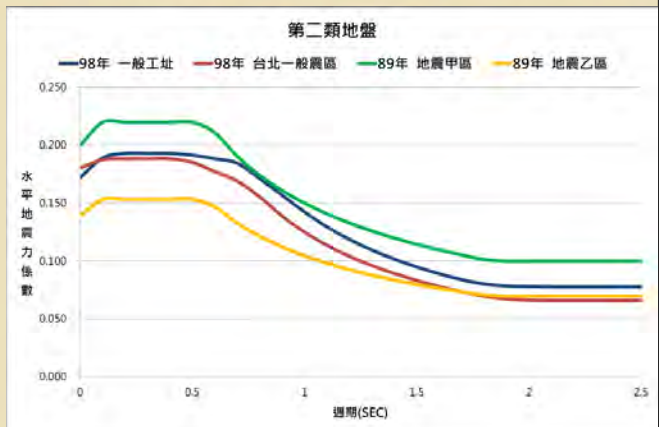
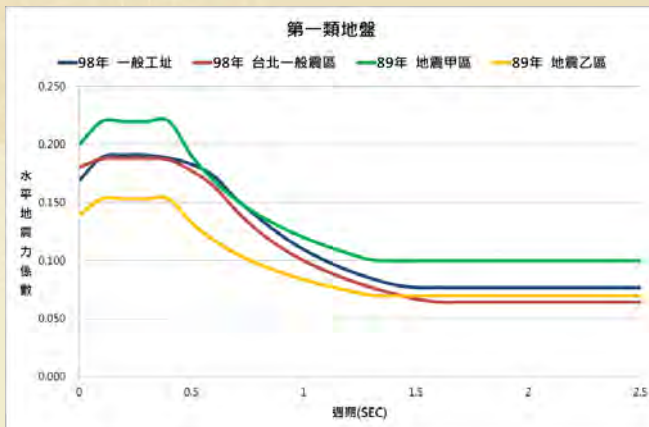
地盤種類不同時
橋梁週期不同時
設計地震力皆不同

98年規範：
設計地震力細分到鄉鎮

大多為地震力控制



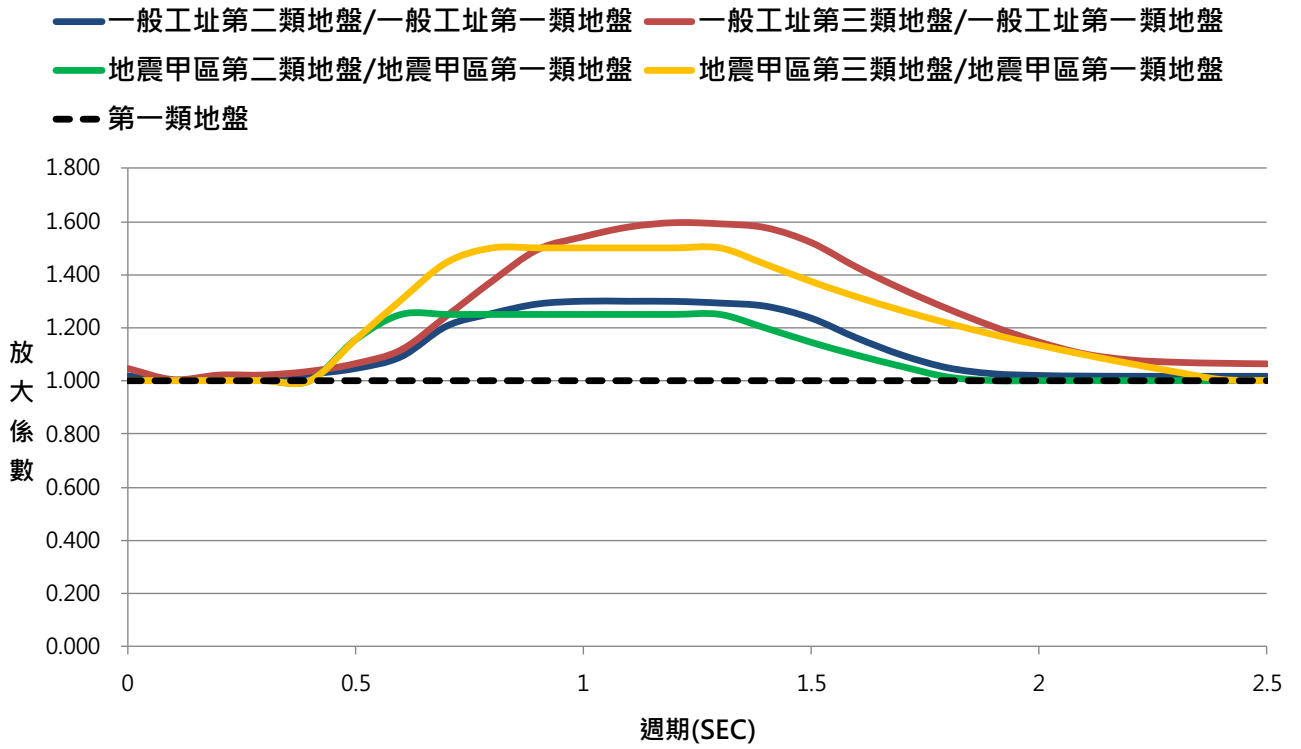
全生命週期排碳量推估 材料生產 下部結構



98年及89年規範水平地震力係數比較



98年及89年地盤放大係數比較

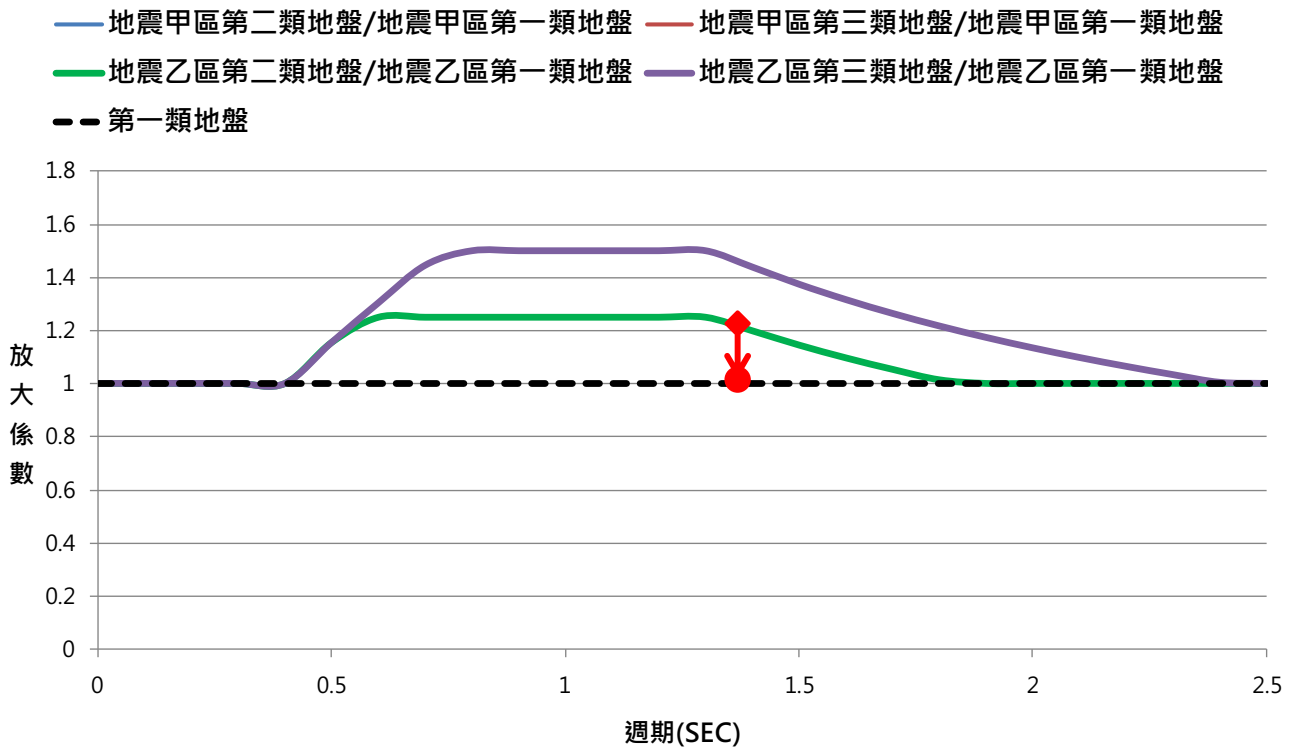


98年及89年規範地盤種類放大係數比較



步驟2：將依據89年規範設計的墩柱改為以第一類地盤為基準，且依混凝土強度作修正後，進行統計分析

89年規範地盤放大係數

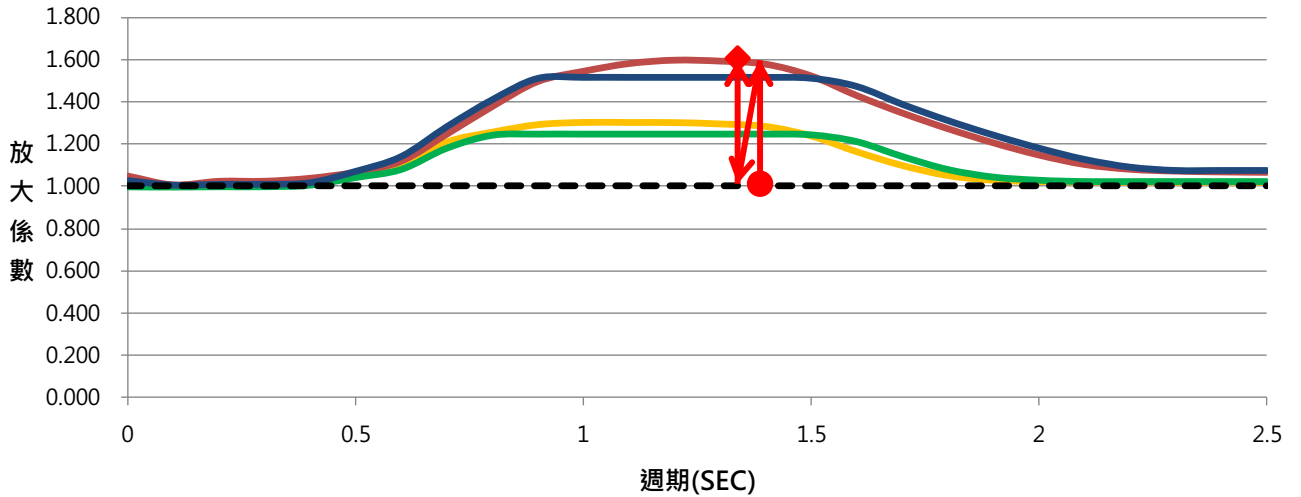




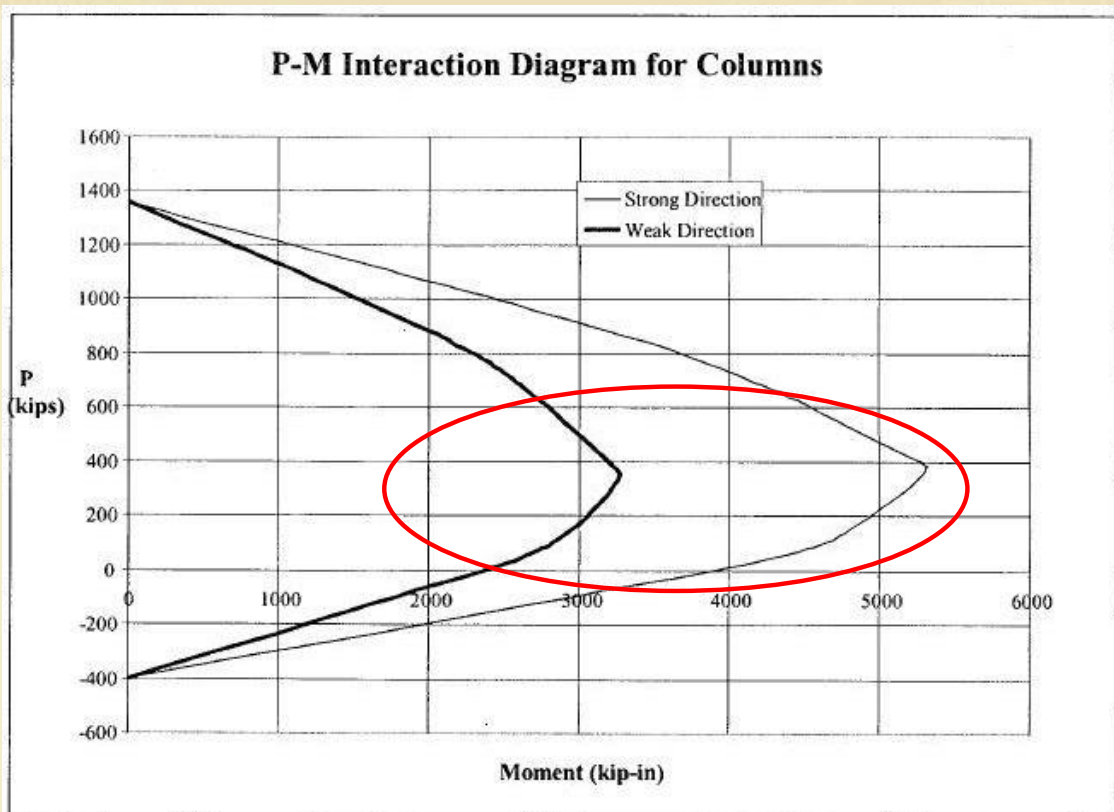
步驟3：以第一類地盤為基準，依據98年規範
推估第二及第三類地盤的墩柱材料使用量

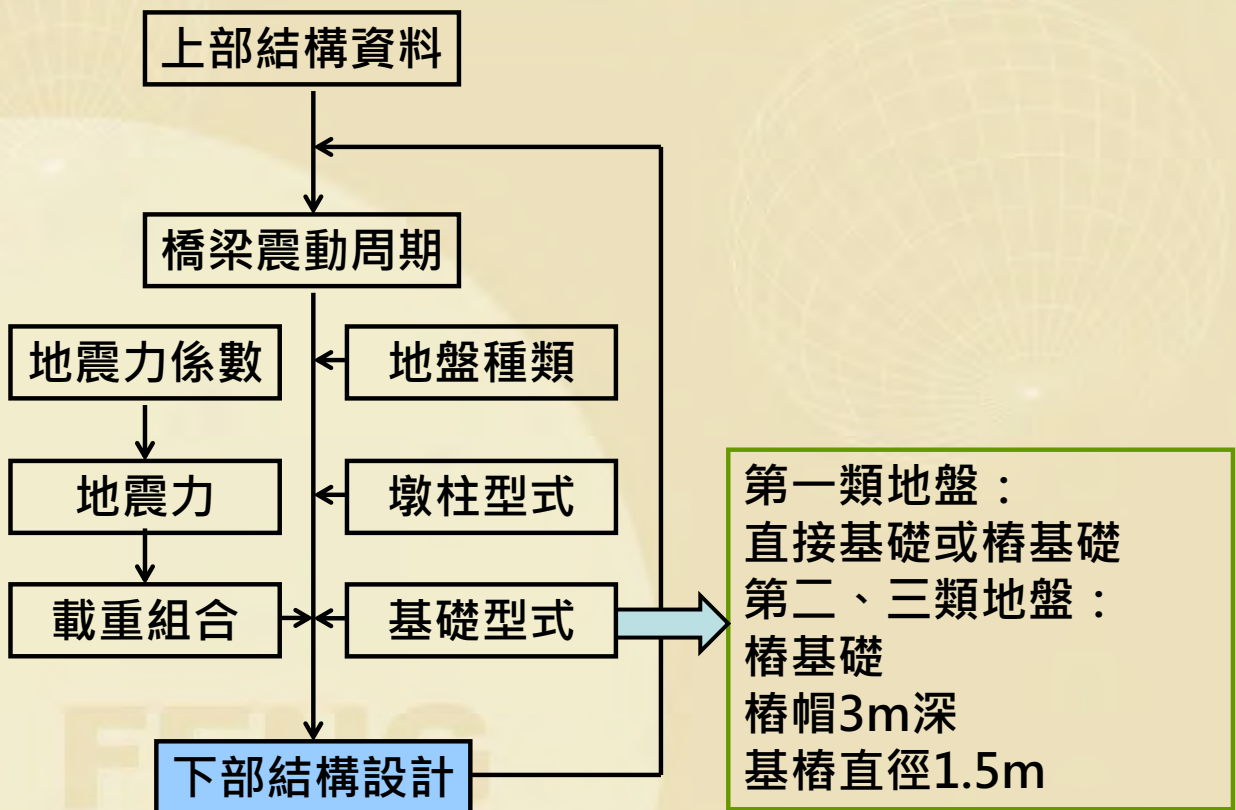
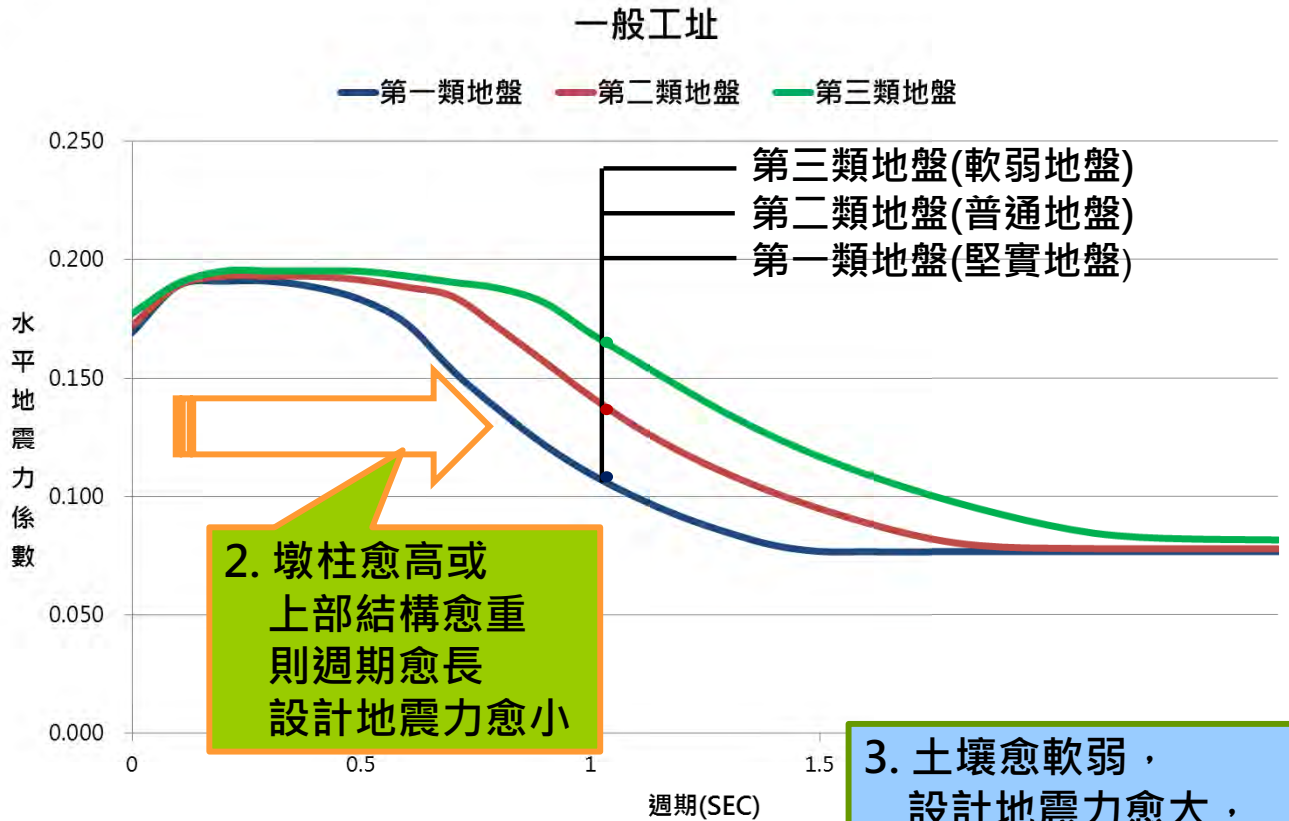
98年規範地盤放大係數

- 一般工址第二類地盤/一般工址第一類地盤
- 一般工址第三類地盤/一般工址第一類地盤
- 台北一般震區第二類地盤/台北一般震區第一類地盤
- 台北一般震區第三類地盤/台北一般震區第一類地盤
- - - 第一類地盤



1. 與承受之上部結構重量有關

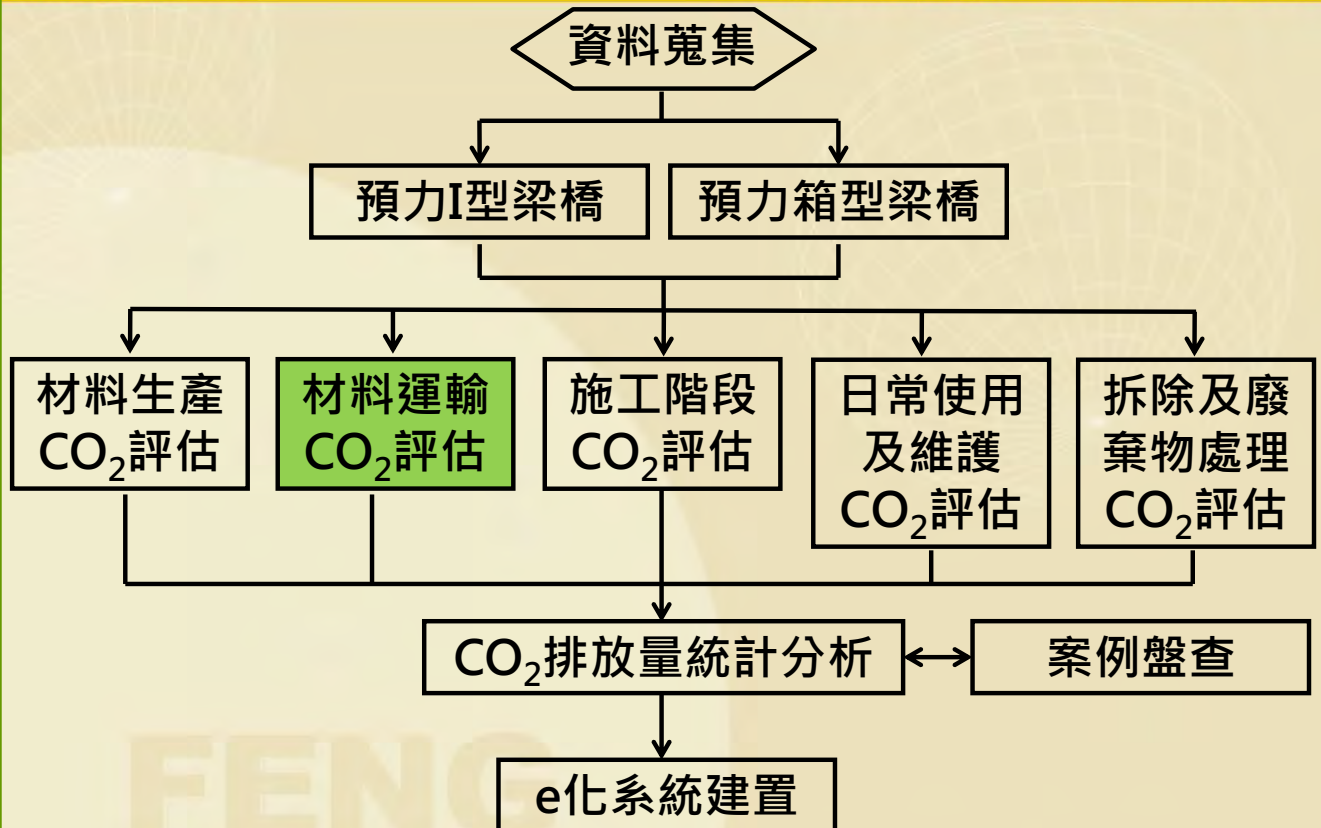






依標準貫入試驗N值推估基樁支承力

	粘性土層	砂質土層	設計概估N值 (砂質土層)
第一類地盤(堅實地盤)	$19.7 < N$	$38.5 < N$	45
第二類地盤(普通地盤)	$5.8 < N < 19.7$	$11.4 < N < 38.5$	25
第三類地盤(軟弱地盤)	$N < 5.8$	$N < 11.4$	10





計算式：

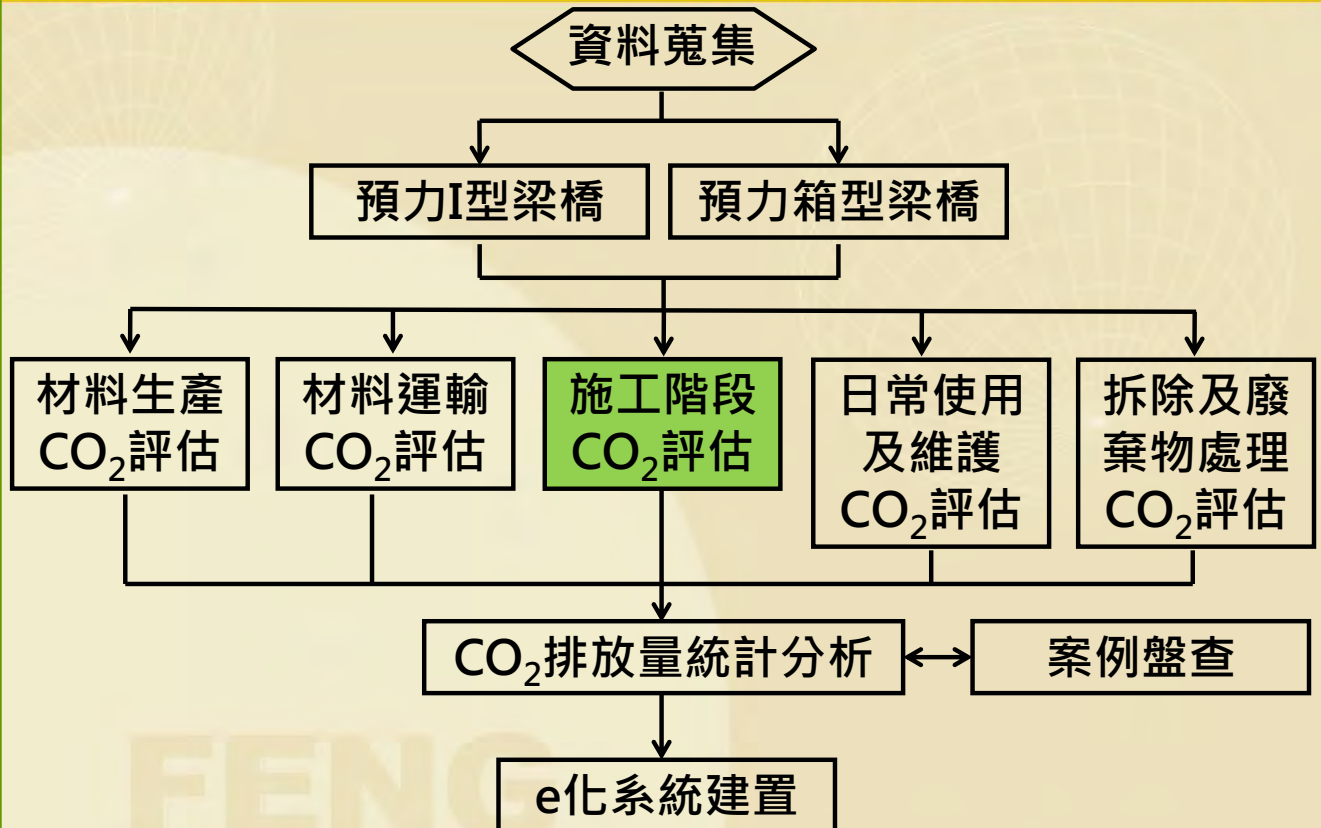
材料運輸的排碳量 = 材料使用量 x 材料運輸的排碳係數

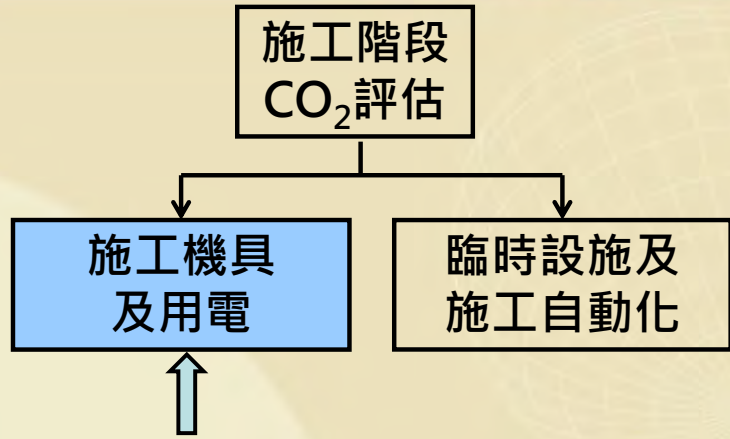
材料運輸階段排碳係數

主要材料	單位	平均運距(Km)	單位運輸耗油量(柴油L)	排碳係數(kg-CO ₂ e)
鋼筋、鋼板及鐵件	T	24.68	6.17	16.35
預拌混凝土	m ³	28	7.00	44.52
瀝青混凝土	T	28	7.00	18.55
廢棄物清理	T	4.267	1.07	2.83

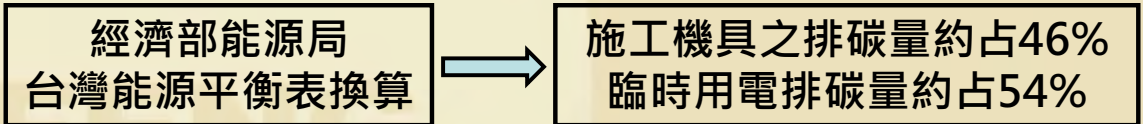
* 材料平均運距參考交通部統計處100年汽貨車貨運調查報告修正

**假設所有貨運車輛使用的燃料皆為柴油且平均燃油效率為4.0km/L

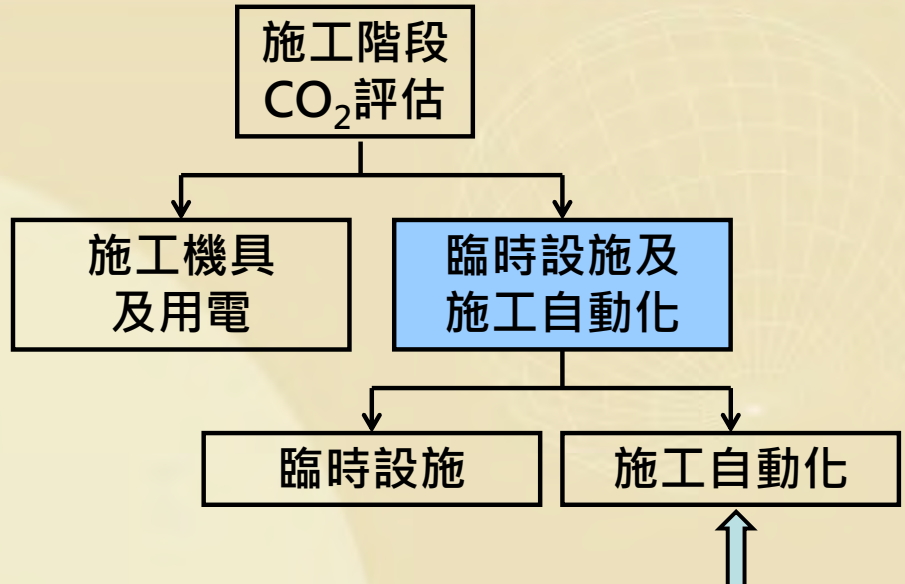




施工機具能耗參數 x 施作時間



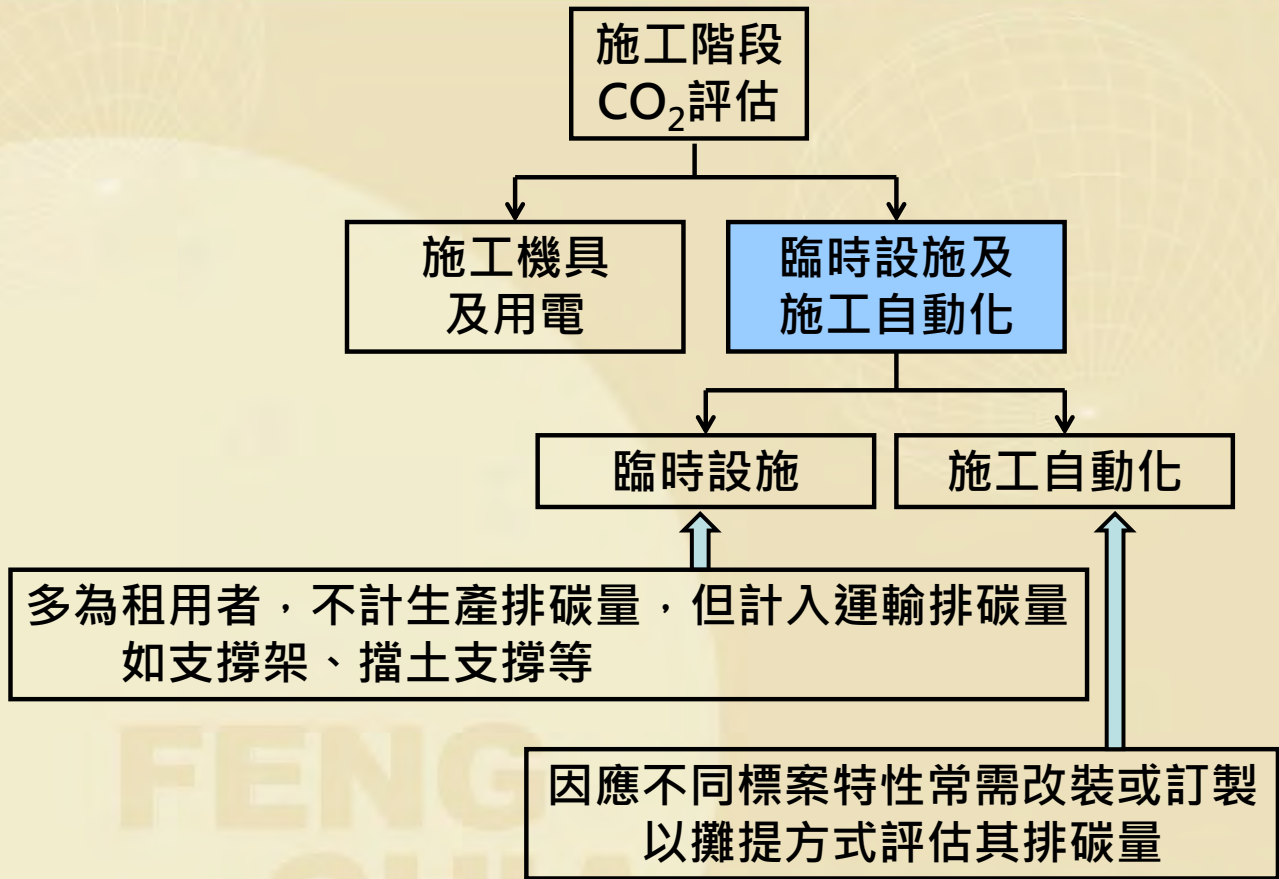
施工機具的排碳量約占新建工程全生命週期總排碳量的4%



交通部節能減碳規畫設計參考原則：
 綠色工法計算原則=上部結構造價之30% × 工法自動化係數 γ
 逐跨架設工法 $\gamma = 0.5$;
 支撐先進工法 $\gamma = 0.9$;
 場鑄懸臂工法 $\gamma = 0.8$;
 預鑄節塊吊裝工法 $\gamma = 1.0$



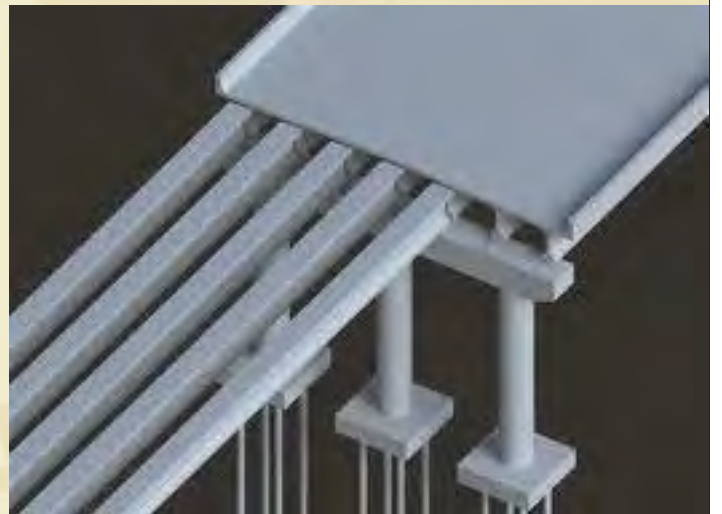
全生命週期排碳量推估
施工階段



全生命週期排碳量推估
施工階段



預鑄模板(鋼模)
考慮鋼模製造及運輸之排碳量





逐跨架設工法



支撐架數量概算： $10 \text{ kg/m}^3 \times \text{墩柱高} \times \text{平均跨度} \times 2.5$
考慮鋼模製造及運輸及支撐架運輸之排碳量



支撐先進工法



工作車數量以 820 T 概算

考慮鋼模製造及運輸
及工作車製造及運輸
之排碳量



場鑄懸臂工法



工作車數量概算：

2車道：60T

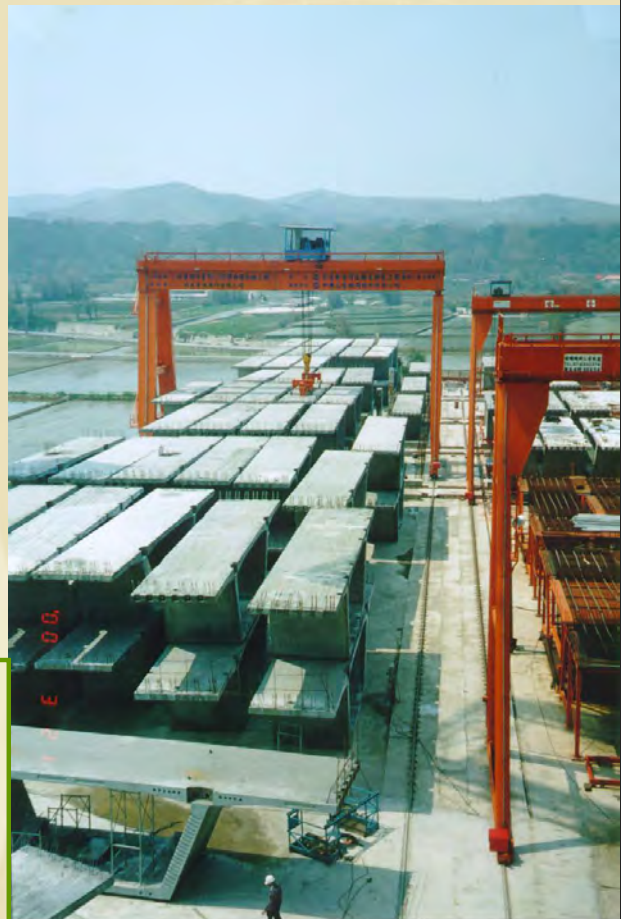
3車道：80T

4車道：100T

考慮鋼模製造及運輸
及工作車製造及運輸
之排碳量



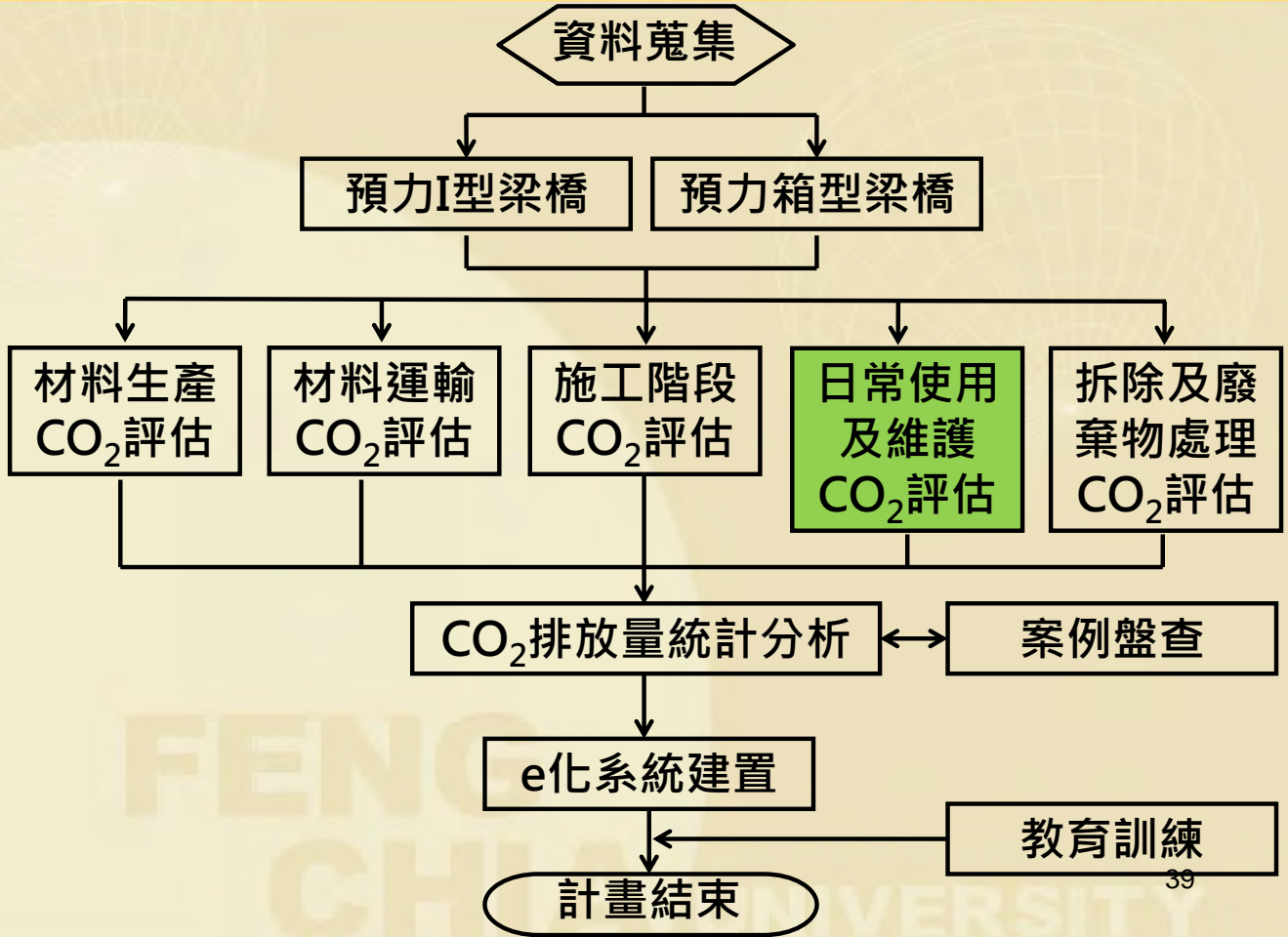
預鑄吊裝工法



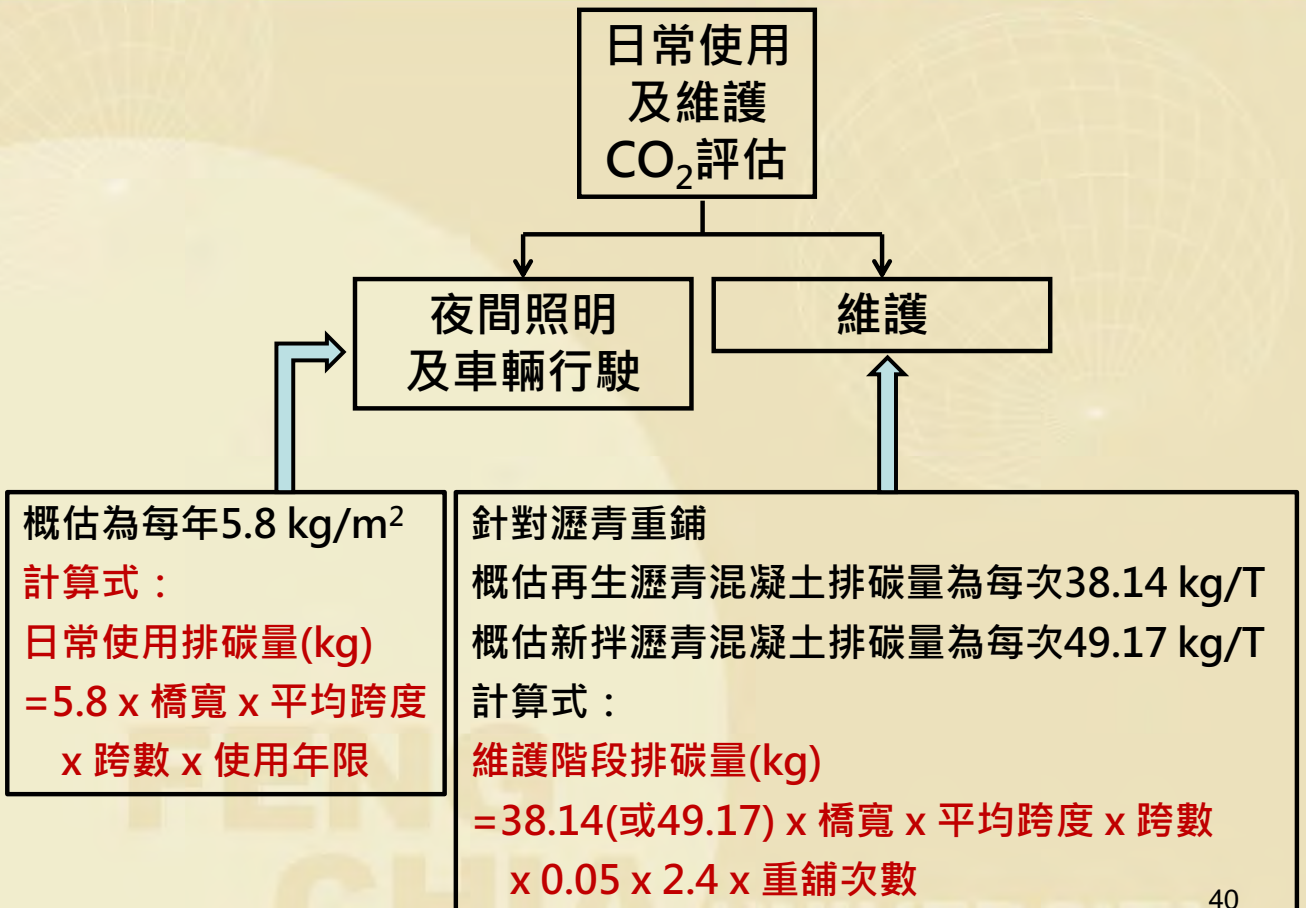
1. 門型吊車(大小各2組)合計約350T；定位梁型鋼及吊裝桁架合計約300T
2. 拖板車運輸距離以10km計；節塊運輸距離以10km計

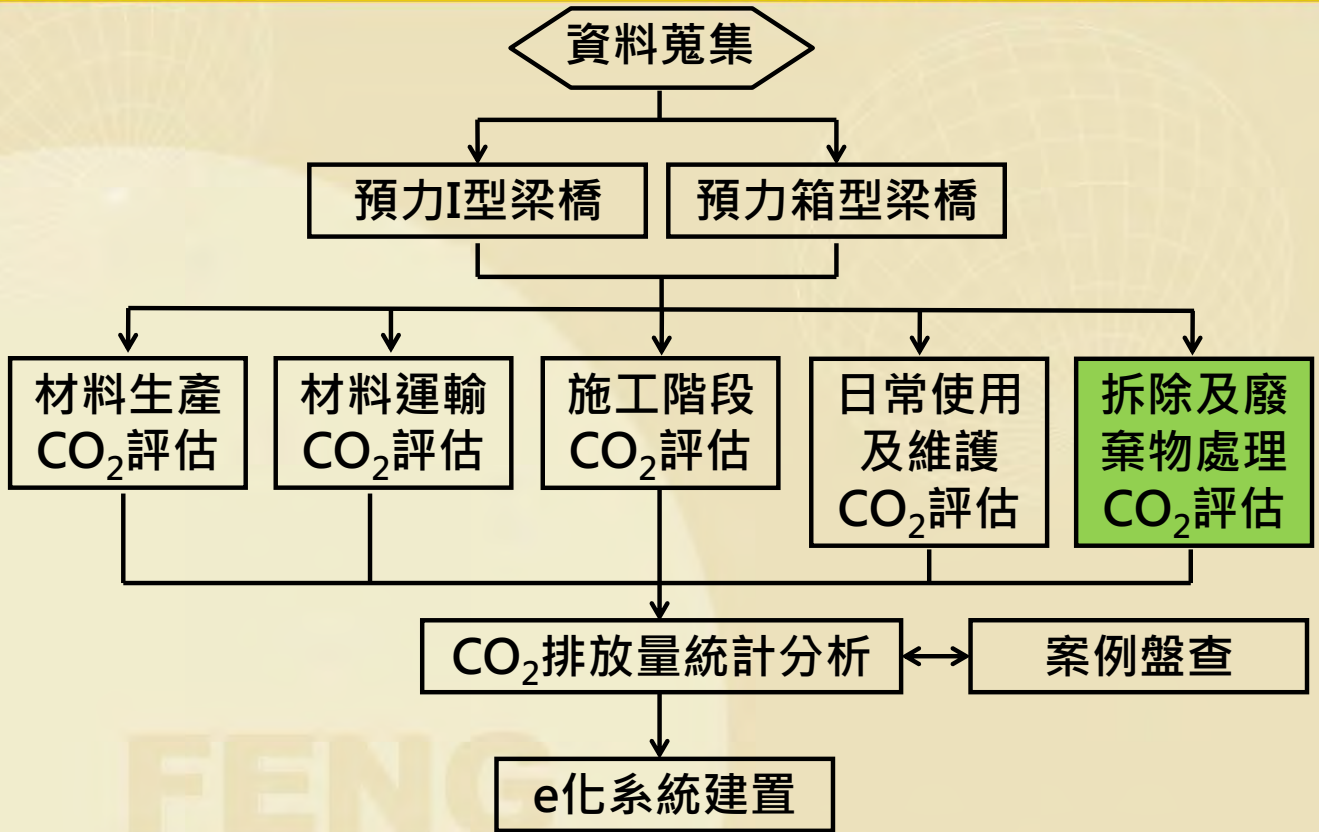


全生命週期排碳量推估 日常使用及維護



全生命週期排碳量推估 日常使用及維護





拆除階段CO₂排放係數約為 4.32 kg/m²

計算式：

拆除階段排碳量 = 4.32 x 橋寬 x 平均跨度 x 跨數

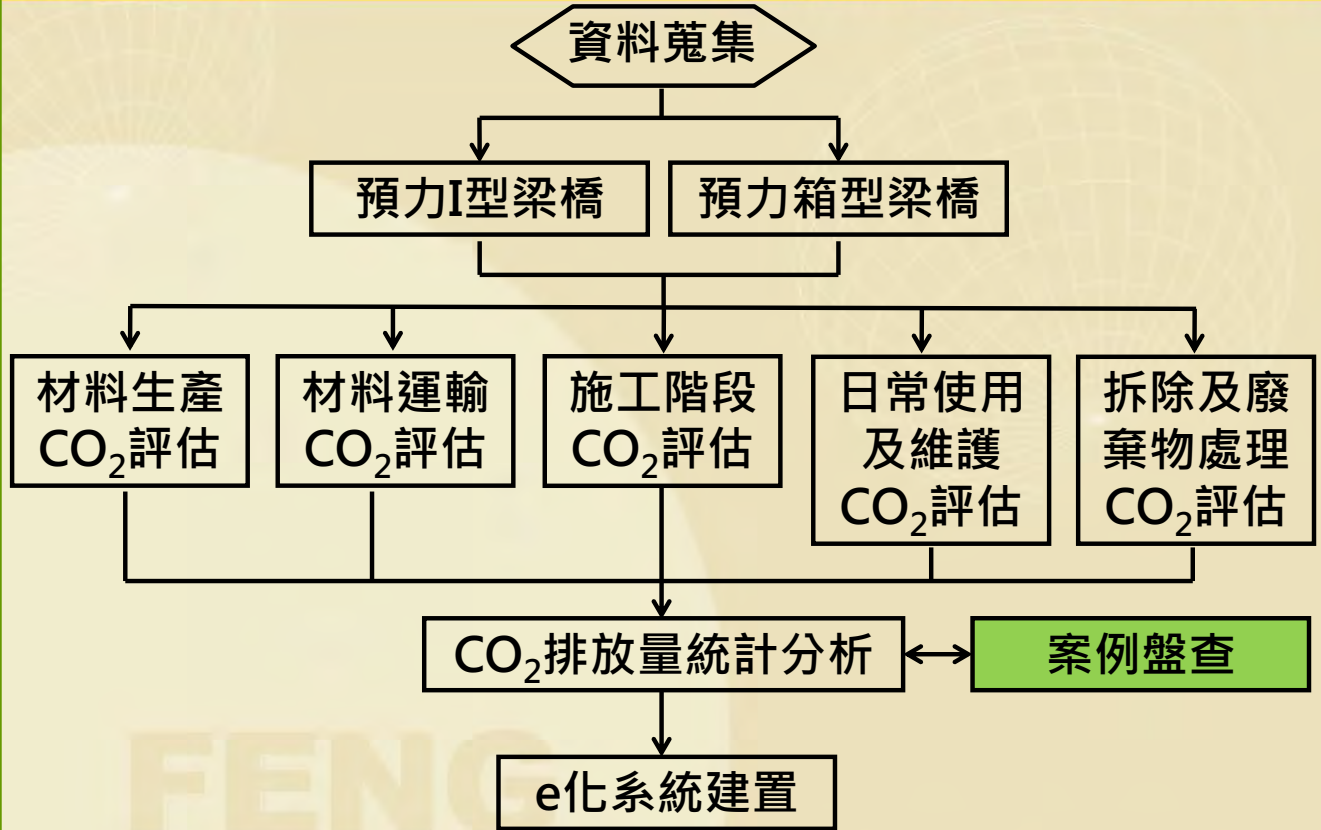
廢棄物處理階段CO₂排放係數約為2.83 kg/T

計算式：

廢棄物處理階段排碳量 = 2.83 x (上構及下構總重)



案例盤查



案例盤查

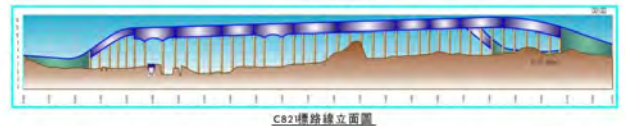
盤查對象：東西向快速公路台南關廟線台南仁德段
台17線至2-11號道路工程(C821標)



台86線東西向快速公路台南關廟線路線圖



C821標路線平面圖



C821標路線立面圖

東西向快速公路台南關廟線台南仁德段第C821標台17線至2-11號道路工程

基本資料：

地盤種類：第二類地盤

設計單位：林同棧工程顧問股份有限公司

98年8月設計完成

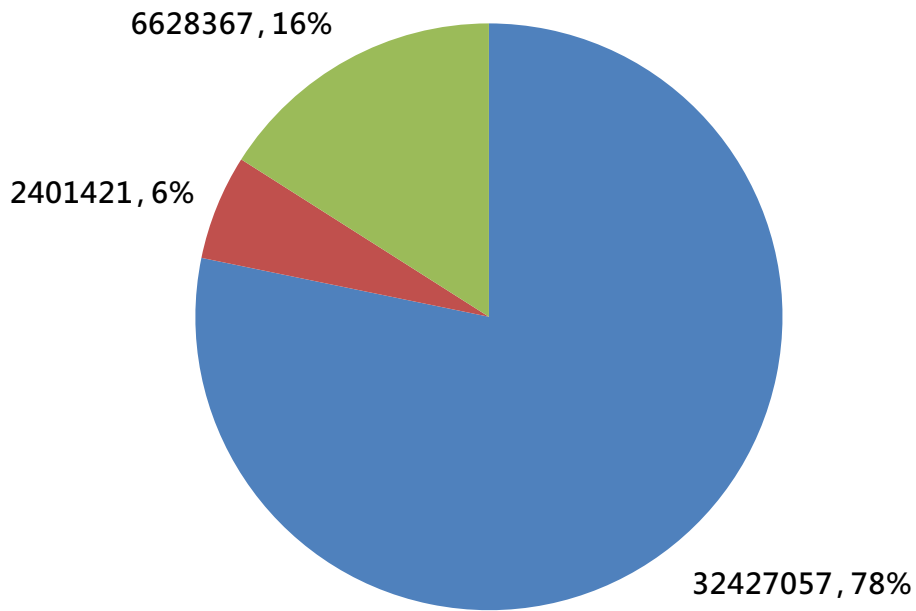
上部結構：逐跨架設工法11單元及場鑄工法2單元

下部結構：墩柱與基樁，墩柱高度5.45m~9.25m間

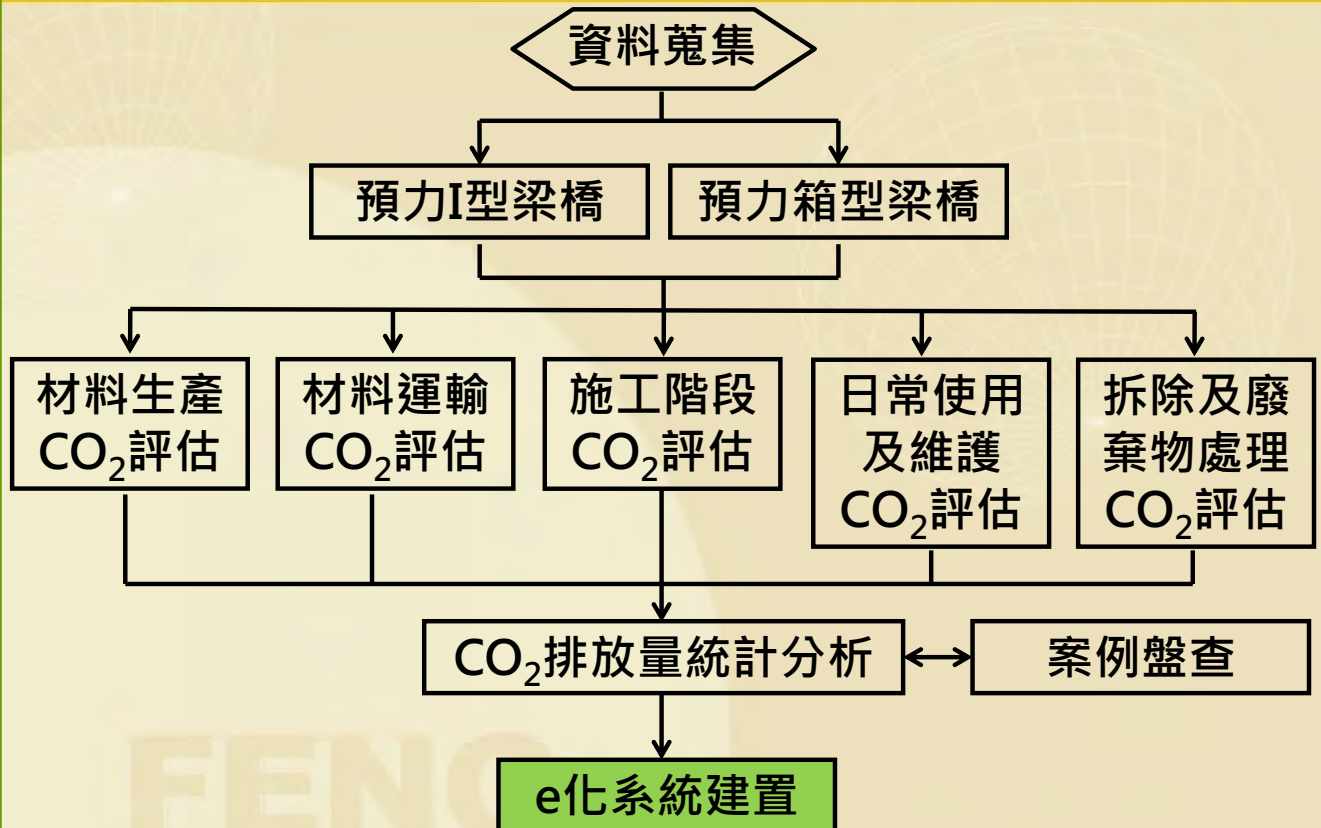


C821標 實際排碳量分佈

■ 材料生產 ■ 材料運輸 ■ 施工機具、用電及臨時設施



排碳量分佈圓餅圖





橋梁碳足跡評估 雲端分析系統

首頁 系統介紹 開始分析

English

歡迎使用本系統

一、簡介

行政院公共工程委員會97年11月公佈「永續公共工程－節能減碳政策白皮書」，其推動策略在技術面以工程全生命週期的落實為核心，將永續發展及節能減碳的考量納入可行性評估、規劃、設計、施工、維護管理等每一個環節。於98年5月5日「振興經濟擴大公共建設投資計畫落實節能減碳方案」中，規定機關在執行個案工程計畫時，應依其特性選擇：1. 綠色環境、2. 綠色工法、3. 綠色材料，作為評估指標。又規定各部會執行「4年5000億振興經濟擴大公共建設投資計畫」，採用符合節能減碳設計原則，營造綠色環境之綠色工法或綠色能源、環保等相關產品、設備，應不低於工程預算之10%。

本網頁可供規劃者及設計者使用，以預力梁橋的全生命週期的觀點，在不同地盤種類的工址，採用不同工法時，依橋梁跨度、橋梁平均寬度及墩柱高度等輸入參數，可評估橋梁之碳排放量。經此量化的碳足跡評估，將有助於從節能減碳觀點作各項方案的比較與選擇。

二、邊界條件

碳足跡計算範圍包括材料使用、材料運輸、施工機具及自動化設備、日常使用與維護、拆除及廢棄物處理等全生命週期。

但不計入以下項目之環境負荷：

1. 能源與礦產類之原料生產與開採階段之環境負荷；
2. 橋梁規劃、設計、監造等階段之環境負荷；
3. 土石方挖填；
4. 施工階段造成的植被移除以及施工完成後之復育；
5. 施工人員的運輸及活動量。

Copyright © 2019 公路總局版權所有
建議瀏覽器：Internet Explorer 10 | 手機版



橋梁碳足跡評估 雲端分析系統

首頁 系統介紹 開始分析

English

適用範圍及限制 操作說明

適用範圍及限制

1. 本網頁適用於預力I型梁橋及預力箱型梁橋。鋼橋及特殊性橋梁如吊橋、斜張橋、彎背橋、活動橋或臨時便橋等碳排放量之分析模式，則尚需後續研究建置。
2. 預力箱型梁橋的碳排放量，建議以「單元」估算。
3. 規劃者使用本系統時，相關適用範圍及限制如下：
 - (1) 本系統內建之橋梁下部結構假設為單柱橋墩。使用橋基礎時，橋帽厚度假設為3m、基樁直徑為1.5m。
 - (2) 橋梁數值在下表範圍內者，估算之碳排放量結果較為可靠；如超出下表範圍，則所得結果可能會有較大誤差。

	平均橋寬(M)	平均跨距(M)	平均柱高(M)
預力I型梁	9~25	20~45	8~31
預力箱型梁	逐跨架設工法	6.5~36	33~52
	支撐先進工法	6.5~36	33~52
	場鑄懸臂工法	12~18	67~90
	預鑄吊裝工法	22~24	33~45

(3) 原則上建議應用於砂質土壤。

(4) 依據交通部98年頒佈之「公路橋梁耐震設計規範」的地震分區，工址為一般工址及台北一般震區者，下部結構估算之碳排放量結果較為可靠；如為台北盆地，則所得結果可能會有較大誤差。



操作說明

本系統可供規劃者或設計者計算預力混凝土橋梁全生命週期的排碳量，其中材料部分目前僅針對主要材料包括混凝土、鋼筋、鋼腱及瀝青混凝土等進行計算。施工臨時設施、施工機具及自動化施工設備則依工法不同代入。

「設計者」可於設計完成後，在Step2~Step5將相關數量填入，系統可算出各階段的排碳量，如尚無相關的數量，則可選擇「規劃者」，由系統自動估算各階段的排碳量。

系統中所指的「攤提」，係指各單元分擔的數量。例如預力箱型梁橋採用預鑄吊裝工法時，預鑄場設施及吊裝桁架合計重量為600 Ton，但可應用於15個單元的施工，則每一單元攤提的重量為 $600/15=40$ Ton。

1.Step1為輸入橋梁基本條件，包含梁型式與平均跨度、跨數、平均橋寬、平均柱高(下圖左)，當選擇預力箱型梁則需要再選擇施工工法及輸入柱頂為固定端或活動端的墩柱數量(下圖右)。

The image shows two screenshots of the software interface for Step 1: 選擇型式 (Selecting Type).

Left Screenshot:

- Step 1. 選擇型式
- 預力 I 型梁
- 預力箱型梁
- 平均跨度(m): 40
- 跨數: 5
- 平均橋寬(m): 22.2
- 平均柱高(m): 14.2

Right Screenshot:

- Step 1. 選擇型式
- 預力 I 型梁
- 預力箱型梁
- 柱頂為固定端(R)的墩柱數量: []
- 柱頂為活動端(M)的墩柱數量: []
- 選擇工法:
- 逐跨架設工法
- 支撐先進工法
- 場鑄懸臂工法
- 預鑄吊裝工法
- 平均跨度(m): 40
- 跨數: 5
- 平均橋寬(m): 22.2
- 平均柱高(m): 14.2



橋梁碳足跡評估 雲端分析系統

首頁 系統介紹 開始分析

English

請開始分析步驟

The image shows a screenshot of the software interface for Step 1: 選擇型式 (Selecting Type).

- Step 1. 選擇型式
- 預力 I 型梁
- 預力箱型梁
- 平均跨度(m): 40
- 跨數: 5
- 平均橋寬(m): 20
- 平均柱高(m): 14



橋梁碳足跡評估 雲端分析系統

[首頁](#) [系統介紹](#) [開始分析](#)

English

請開始分析步驟

Step 1. 選擇型式

預力I型梁

預力箱型梁

柱頂為固定端(R)的墩柱數量:

柱頂為活動端(M)的墩柱數量:

選擇工法:

逐跨架設工法

支撐先進工法

場鑄懸臂工法

預鑄吊裝工法

平均跨度(m):

跨數:

平均橋寬(m):

平均柱高(m):



橋梁碳足跡評估 雲端分析系統

[首頁](#) [系統介紹](#) [開始分析](#)

English

請開始分析步驟

Step 1. 選擇型式

預力I型梁

預力箱型梁

柱頂為固定端(R)的墩柱數量:

柱頂為活動端(M)的墩柱數量:

選擇工法:

逐跨架設工法

支撐先進工法

場鑄懸臂工法

預鑄吊裝工法

平均跨度(m):

跨數:

平均橋寬(m):

平均柱高(m):



Step 2. 上部結構材料數量

請繼續 Step 3. 下部結構

Step 3. 下部結構材料數量

土質狀況：

- 第一類地盤(堅硬地盤)
 第二類地盤(普通地盤)
 第三類地盤(軟弱地盤)
 台北盆地
 直接基礎
 樁基礎

Step 4. 運輸距離

請繼續 Step 5. 施工機具使用量



Step 2. 上部結構材料數量

鋼筋(Ton) :	279
鋼碇(Ton) :	97
鋼模(Ton) :	394
混凝土(m3)-	
預拌混凝土210 kg/cm2 :	1165
預拌混凝土280 kg/cm2 :	0
預拌混凝土350 kg/cm2 :	1670
預拌混凝土420 kg/cm2 :	0
瀝青混凝土(Ton) :	626



Step 3. 下部結構材料數量

規劃者 設計者

墩柱及基礎之建材數量-

鋼筋(Ton) : 557
 混凝土(m3)-
 混凝土210 kg/cm2 : 0
 混凝土280 kg/cm2 : 2774
 混凝土350 kg/cm2 : 666
 混凝土420 kg/cm2 : 0
 擋土支撐攤提重量(Ton) : 80

Step 4. 運輸距離

規劃者 設計者

材料運輸距離(km)-

混凝土 : 20
 鋼筋 : 26
 鋼腱 : 30
 鋼模 : 25
 瀝青混凝土(Ton) : 18
 擋土支撐運輸距離 : 55



Step 5. 施工機具使用量

規劃者 設計者

請繼續 Step 6. 日常使用、維護、拆除及運棄

Step 6. 日常使用、維護、拆除及運棄

使用年限(Y) : 50

AC重鋪頻率(Y) : 5

使用再生瀝青混凝土 使用新拌瀝青混凝土

Outcome. 執行分析

開始分析



◎化系統建置施工機具—預力型梁橋

Step 5. 施工機具使用量

規劃者 設計者

施工機具種類及預定使用時數-

項目	類別	使用時間(hr)	項目	類別	使用時間(hr)
1	推土機	0	17	混凝土振動器	40
2	刮運機	0	18	混凝土泵	0
3	裝載機	0	19	空氣壓縮機	0
4	平土機	0	20	清掃機	0
5	傾卸貨車	160	21	瀝青灑佈機	24
6	壓路機	0	22	鋪築機	24
7	搗固機	0	23	刨除機	0
8	灑水車	0	24	動力錘	0
9	抽水機	0	25	挖土機	0
10	吊車	40	26	羊腳滾	0
11	打樁機	0	27	夯實機	0
12	鑽挖機	80	28	AC拌合機	0
13	AC鋪築機	16	29	混凝土澆動模板鋪築機	0
14	水泥砂漿精鑽孔機及拌合機	0	30	混凝土散佈機	0
15	混凝土攪拌運送車	80	31	整面機	0
16	混凝土拌合機	0			



◎化系統建置施工機具—逐跨架設工法

Step 5. 施工機具使用量

規劃者 設計者

施工機具種類及預定使用時數-

項目	類別	使用時間(hr)	項目	類別	使用時間(hr)
1	推土機	0	17	混凝土振動器	40
2	刮運機	0	18	混凝土泵	0
3	裝載機	0	19	空氣壓縮機	0
4	平土機	0	20	清掃機	0
5	傾卸貨車	160	21	瀝青灑佈機	24
6	壓路機	0	22	鋪築機	24
7	搗固機	0	23	刨除機	0
8	灑水車	0	24	動力錘	0
9	抽水機	0	25	挖土機	0
10	吊車	40	26	羊腳滾	0
11	打樁機	0	27	夯實機	0
12	鑽挖機	80	28	AC拌合機	0
13	AC鋪築機	16	29	混凝土澆動模板鋪築機	0
14	水泥砂漿精鑽孔機及拌合機	0	30	混凝土散佈機	0
15	混凝土攪拌運送車	80	31	整面機	0
16	混凝土拌合機	0			

支撐架總重量(Ton) : 55

支撐架運輸距離(km) : 20



化系統建置施工機具——場鑄懸臂工法

Step 5. 施工機具使用量

規劃者

設計者

施工機具種類及預定使用時數-

項目	類別	使用時間(hr)	項目	類別	使用時間(hr)
1	推土機	0	17	混凝土振動器	40
2	刮運機	0	18	混凝土泵	0
3	裝載機	0	19	空氣壓縮機	0
4	平土機	0	20	清掃機	0
5	傾卸貨車	160	21	澀青灑佈機	24
6	壓路機	0	22	鋪築機	24
7	捲面機	0	23	刨除機	0
8	灑水車	0	24	動力錘	0
9	抽水機	0	25	挖土機	0
10	吊車	40	26	羊腳滾	0
11	打樁機	0	27	夯實機	0
12	鑽掘機	80	28	AC拌合機	0
13	AC鋪築機	16	29	混凝土滑動模板鋪築機	0
14	水泥砂漿攪鑽孔機及拌合機	0	30	混凝土散佈機	0
15	混凝土攪拌運送車	80	31	整面機	0
16	混凝土拌合機	0			

工作車搬提重量(Ton) : 40
 工作車運輸距離(km) : 35



化系統建置施工機具——預鑄吊裝工法

Step 5. 施工機具使用量

規劃者

設計者

施工機具種類及預定使用時數-

項目	類別	使用時間(hr)	項目	類別	使用時間(hr)
1	推土機	0	17	混凝土振動器	40
2	刮運機	0	18	混凝土泵	0
3	裝載機	0	19	空氣壓縮機	0
4	平土機	0	20	清掃機	0
5	傾卸貨車	160	21	澀青灑佈機	24
6	壓路機	0	22	鋪築機	24
7	捲面機	0	23	刨除機	0
8	灑水車	0	24	動力錘	0
9	抽水機	0	25	挖土機	0
10	吊車	40	26	羊腳滾	0
11	打樁機	0	27	夯實機	0
12	鑽掘機	80	28	AC拌合機	0
13	AC鋪築機	16	29	混凝土滑動模板鋪築機	0
14	水泥砂漿攪鑽孔機及拌合機	0	30	混凝土散佈機	0
15	混凝土攪拌運送車	80	31	整面機	0
16	混凝土拌合機	0			

預鑄場設施及吊裝桁架搬提重量(Ton) : 120
 預鑄場設施及吊裝桁架運輸距離(km) : 60
 預鑄節塊運輸距離(km) : 10



Step 5. 施工機具使用量

規劃者 設計者

請繼續 Step 6. 日常使用、維護、拆除及運棄

Step 6. 日常使用、維護、拆除及運棄

使用年限(Y) : 50

AC重鋪頻率(Y) : 8

使用再生瀝青混凝土 使用新拌瀝青混凝土

Outcome. 執行分析

開始分析



分析結果

本次分析時間為：0.082秒

表1. 輸入參數與分析結果

項目	輸入值
Step1. 選擇型式	<>
梁型式	預力 I 型梁
平均跨度	40
跨數	5
平均橋寬	20
平均柱高	14
Step2. 上部結構材料數量	<>
分析模式	規劃者
Step3. 下部結構	<>
分析模式	規劃者
土質狀況	第一類地盤
基礎型式	橋基礎
Step4. 運輸距離	<>
分析模式	規劃者
Step5. 施工機具使用量	<>
分析模式	規劃者
Step6. 日常使用、維護、拆除及運棄	<>
使用年限(Y)	50
AC重鋪頻率(Y)	5
使用	使用再生瀝青混凝土
分析結果(單位：kgCO ₂ e)	<>
上部結構材料 排碳量	992,267
下部結構材料 排碳量	1,050,378
運輸過程 排碳量	290,065
施工機具 排碳量	204,581
日常使用、維護、拆除及運棄 排碳量	1,436,473

下載分析結果

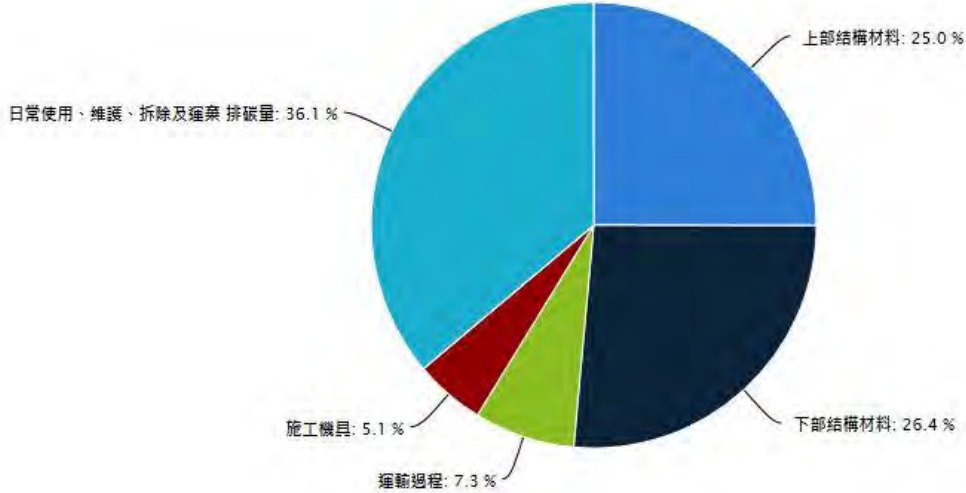


分析結果圓餅圖

各項目比例：

上部結構材料:25%；下部結構材料:26.4%；運輸過程:7.3%；施工機具:5.1%；日常使用、維護、拆除及運棄:36.1%

各項目圓餅圖比例



重新分析



以C821標為例

	實際排碳量(kgCO ₂ e)	估算排碳量(kgCO ₂ e)	誤差(%)
箱梁混凝土	6,405,430	7,481,407	16.80
箱梁鋼筋	6,522,800	7,510,536	15.14
箱梁鋼腱	718,897	773,166	7.55
瀝青混凝土	242,357	185,602	-23.42
墩柱混凝土	1,013,054	1,136,194	12.16
墩柱鋼筋	1,893,636	2,718,014	43.53
樁帽混凝土	3,580,959	4,307,140	20.28
樁帽鋼筋	2,032,823	2,263,049	11.33
基樁混凝土	5,676,743	5,857,710	3.19
基樁鋼筋	5,754,526	4,020,356	-30.14
鋼模	101,700	186,628	83.51
材料運輸	2,550,667	5,021,396	96.87
施工機具及用電	6,627,143	3,607,124	-45.57
支撐架	2,561	1,150	-55.10
擋土設施	1,978	1,635	-17.36
合計	43,125,276	45,071,109	4.51



- 瀝青混凝土
 - C821標路面磨耗層厚度為8cm，估算的磨耗層厚度以6cm計
- 墩柱
 - 本研究估算墩柱材料數量時，地盤種類放大係數係以週期小於1.8秒範圍之平均值估算。本標位於第二類地盤，週期約0.27秒，實際之地盤種類放大係數較估算之數值為低
- 基樁鋼筋
- 鋼模
 - 本研究估算之鋼模量包括上部結構及下部結構使用之鋼模量。C821標上部結構使用木模。
- 材料運輸
- 施工機具及用電
 - 機具施作以每天工作8小時計



- 估算下部結構材料數量時，假設：
 - 單柱橋墩
 - 採用樁基礎時，樁帽深3m、基樁直徑1.5m
- 砂質土壤較粘性土壤正確
- 台北盆地不適用
- 各工法適用範圍如下表

		平均橋寬(M)	平均跨距(M)	平均柱高(M)
預力I型梁		9~25	20~45	8~31
預力箱型梁	逐跨架設工法	6.5~36	33~52	8~31
	支撐先進工法	6.5~36	33~52	8~31
	場鑄懸臂工法	12~18	67~90	11~59
	預鑄吊裝工法	22~24	33~45	7~12



- 不符使用限制
- **土壤N值**
- 水平地震力係數
- 不同設計單位的設計習慣
- 迴歸分析之資料來源數量不夠多

依標準貫入試驗N值推估基樁支承力

	粘性土層	砂質土層	設計概估N值 (砂質土層)
第一類地盤(堅實地盤)	$19.7 < N$	$38.5 < N$	45
第二類地盤(普通地盤)	$5.8 < N < 19.7$	$11.4 < N < 38.5$	25
第三類地盤(軟弱地盤)	$N < 5.8$	$N < 11.4$	10



- 不符使用限制
- 土壤N值
- 水平地震力係數
- **不同設計單位的設計習慣**
- **迴歸分析之資料來源數量不夠多**

建議後續藉由更多的
碳盤查資料，持續修
正排碳量的計算



- 依據各項排碳量的統計、分析及推估結果，建立e化系統，供規畫者或設計者快速計得各不同工法及各不同階段的排碳量。又具備後台管理功能，便於持續更新。
- 本網頁為目前國內外唯一以最簡便的方式、又可相當準確的計算預力梁橋全生命週期碳足跡的系統，有助於從節能減碳的觀點作各項方案的比較與選擇。
- 計算結果雖然可能有誤差，但不失所需要的準確性。
- 建議後續藉由更多的碳盤查資料，持續修正排碳量的計算。
- 橋梁工程僅為道路工程的一部分，建議後續針對道路工程包含之主要項目(如鋪面、擋土牆、邊坡等)，建立類似的排碳量估算及網頁建立，供可行性評估時之選線參考

主題二 講次 2

台 9 蘇花改計畫工程碳足跡盤查與輔導
實務經驗分享

中興工程顧問股份有限公司

台9線蘇花公路山區路段改善計畫 工程碳足跡盤查與輔導 實務經驗分享

公路工程碳管理
制度及實務研討會簡報

簡報人：黃琬淇 博士

中華民國 103 年 5 月 9 日



中興工程顧問股份有限公司
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, LTD.

簡報大綱



壹 計畫背景與執行構想

貳 計畫執行內容與成果

參 小結與後續執行規劃



碳管理規範發展現況



僅注重營運過程排碳

以生命週期為考量



- 英國公路局：公路工程計畫碳會計及管理架構(2004~2009)
- 瑞典交通部發展鐵、公路工程產品類別規則(2009; 2013)

公路工程碳管理架構



100年度運研所交通運輸工程碳排放量推估模式建立與效益分析之研究



以蘇花改為首例推動碳管理



推動施工期間盤查作業



啟動碳管理計畫(101年06月)



台9線蘇花公路山區路段改善計畫

國際碳管理趨勢

氣候變遷
環境保護

國內減碳政策



模範工程 追求卓越

人本、優質、永續道路

首例『以低碳為訴求、執行施工期間
碳足跡盤查』的公路計畫

計畫工作標的



輔盤 導查	土建	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	C1	C2
	機電	A4			B5				C3	
	交控									

碳匯調查	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

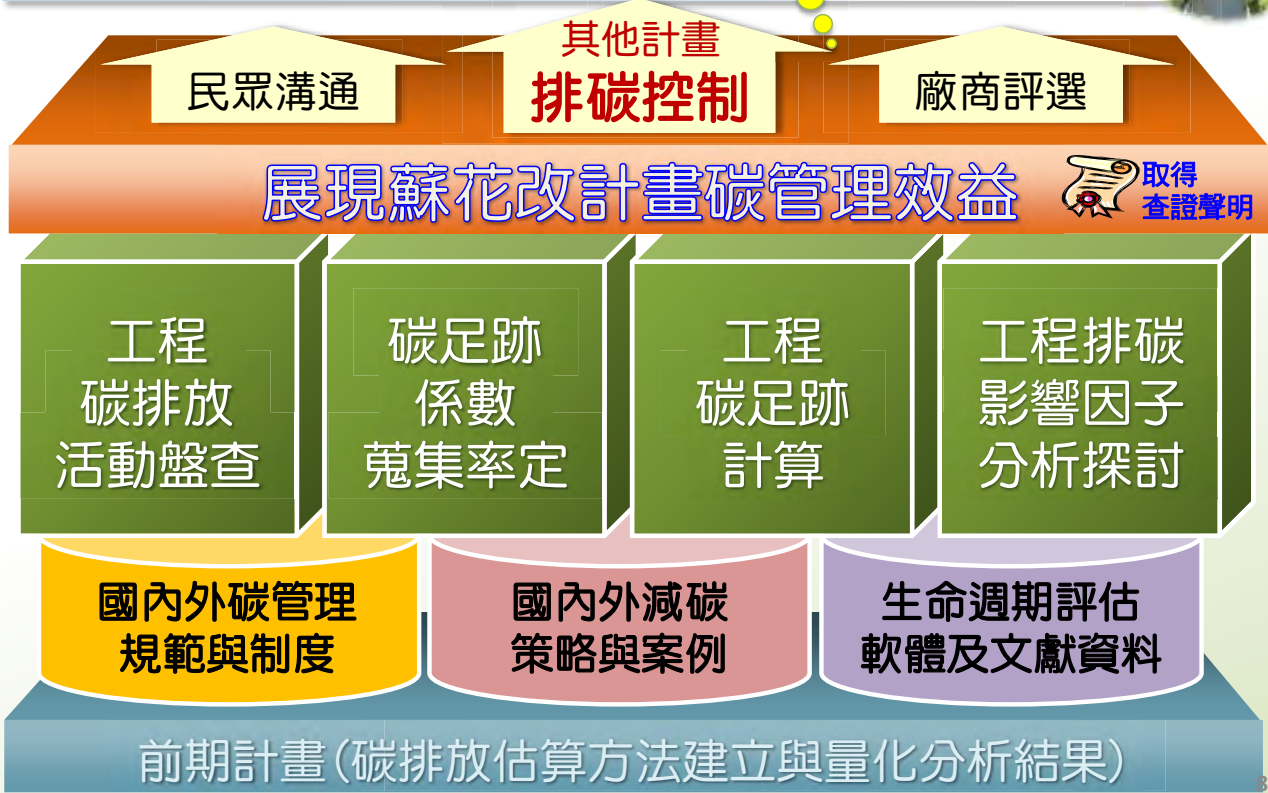
查證聲明										
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

排碳量推估	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

蘇花改計畫 整體碳足跡	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
----------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

計畫目的

以蘇花改經驗推動
我國公共工程碳管理



工作內容重點



101.06.15 ~ 106.12

101.06~09

正式工程
碳足跡
盤查執行
計畫書

(經查驗機構簽核)

- 辦理**啟始會議暨教育訓練**
- 碳排放**活動數據調查收集**
- 每月現場訪查輔導
- 每月**盤查結果檢查**
- **(年中/年末)報告書**撰寫
- 資料庫系統設計與建置維護
- 年度碳足跡盤查清冊預審
- 辦理**年度座談會**
- 其他協辦事項

- 撰寫各標案工程碳足跡**盤查總結報告**
- 完成查證程序
- 辦理**授證儀式**

- 推估B段各土建標工程碳足跡；
- 完成碳足跡盤查評估及減碳成效成果報告

國內外文獻案例持續蒐集評析

分析及規劃
準備階段

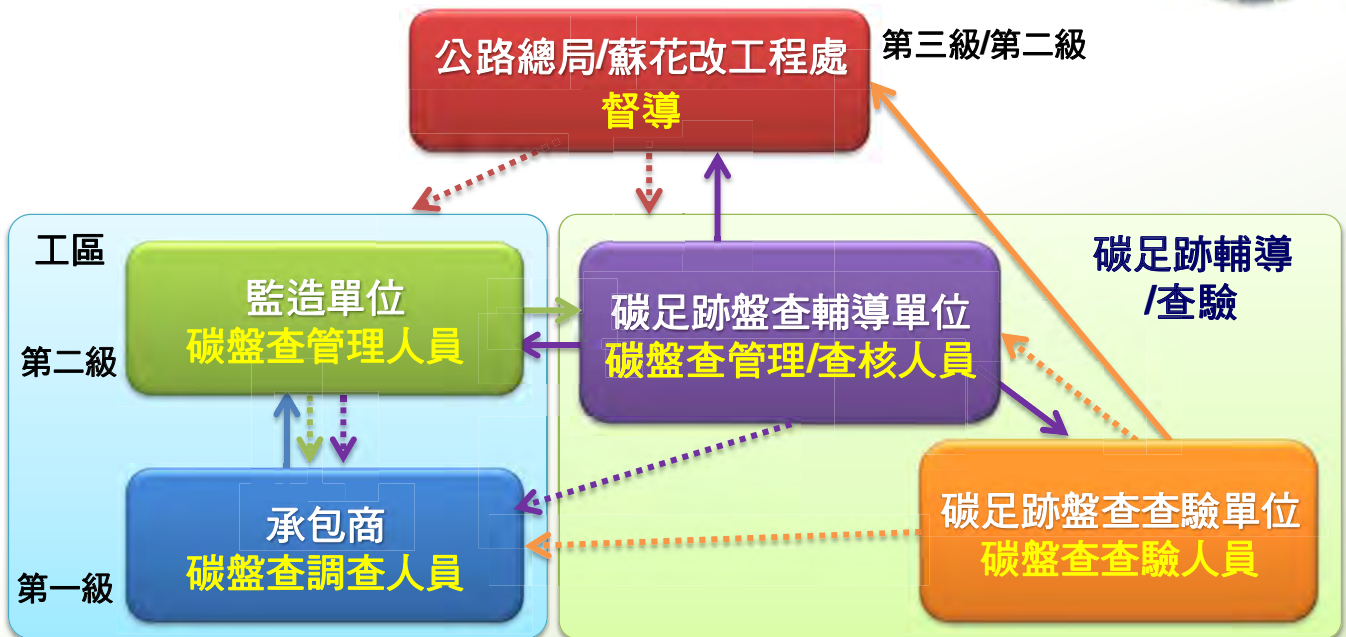
輔導及盤查階段

查證及發證階段

成果彙整階段

A1、A2、A3及C1土建標

工程碳足跡盤查輔導架構



各單位間之關連性：「實線」表資料提供，「虛線」表查核。
備註：級數為公共工程三級品管之分級方式。

10

啟始會議

- C1、A3標(101.07.24)
- A2標(101.12.13)
- A1標(102.04.12)



藉由簽屬合作宣言具體取得高層承諾：確保盤查作業進行！



教育訓練

- C1、A3標教育訓練(101.07.24)
- A2標教育訓練(101.12.13)
- **A1標教育訓練(102.05.29)：擴大辦理**



現階段碳足跡盤查輔導成果



碳排放活動盤查輔導作業與結果綜整分析

- 碳足跡盤查制度形成
- 碳足跡計算結果與工程碳足跡分析
- 工程減碳措施蒐集與減碳效益評估

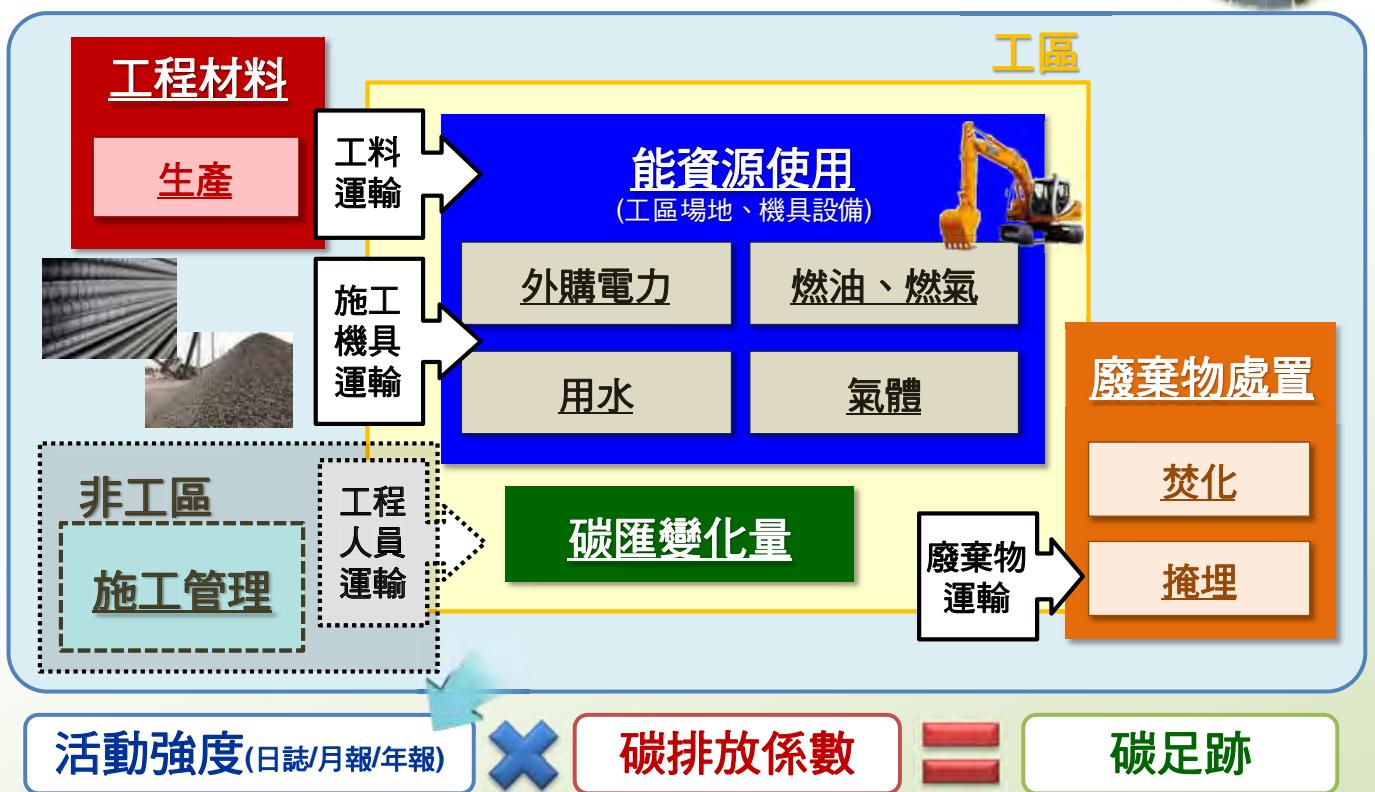
會議辦理及其他配合事項

I-1

工程碳足跡盤查制度形成與持續進行



工程碳排放活動盤查項目



盤查資料表單內容

填報項目與頻率
符合契約要求

監造日/月檢核表

補充施工說明書
專章3.4

碳盤查月報
(系統自動產出)

年度盤查暨排放清冊

補充施工說明書
專章3.1~3.3

碳盤查日誌

登錄清冊

工項、廠商、機具/設備、
用電/水量測設備、工料、
植生、運具、人員及交通

- 當日作業項目
- 機具/設備操作時數、里程數及油耗量
- 用電量、用水量、工料用量
- 廢棄物產生量、碳匯改變量
- 出勤人數

年報清冊

碳盤查年報

盤查資料檢核矯正程序



施工廠商

蘇花改工程處

施工廠商

填寫道路工程施工碳足跡
登錄清冊及
盤查日誌(DR-1、DR-2)

確認承商
填報內容

初核
填寫道路工程監造碳管理
日檢核表

複核
(每旬/每半月)

檢查、填寫
道路工程施工碳足跡盤查
矯正通知單

填寫道路工程施工碳足跡
盤查改善回覆表

列印審核書面資料
(回覆表、補正資料)

初核

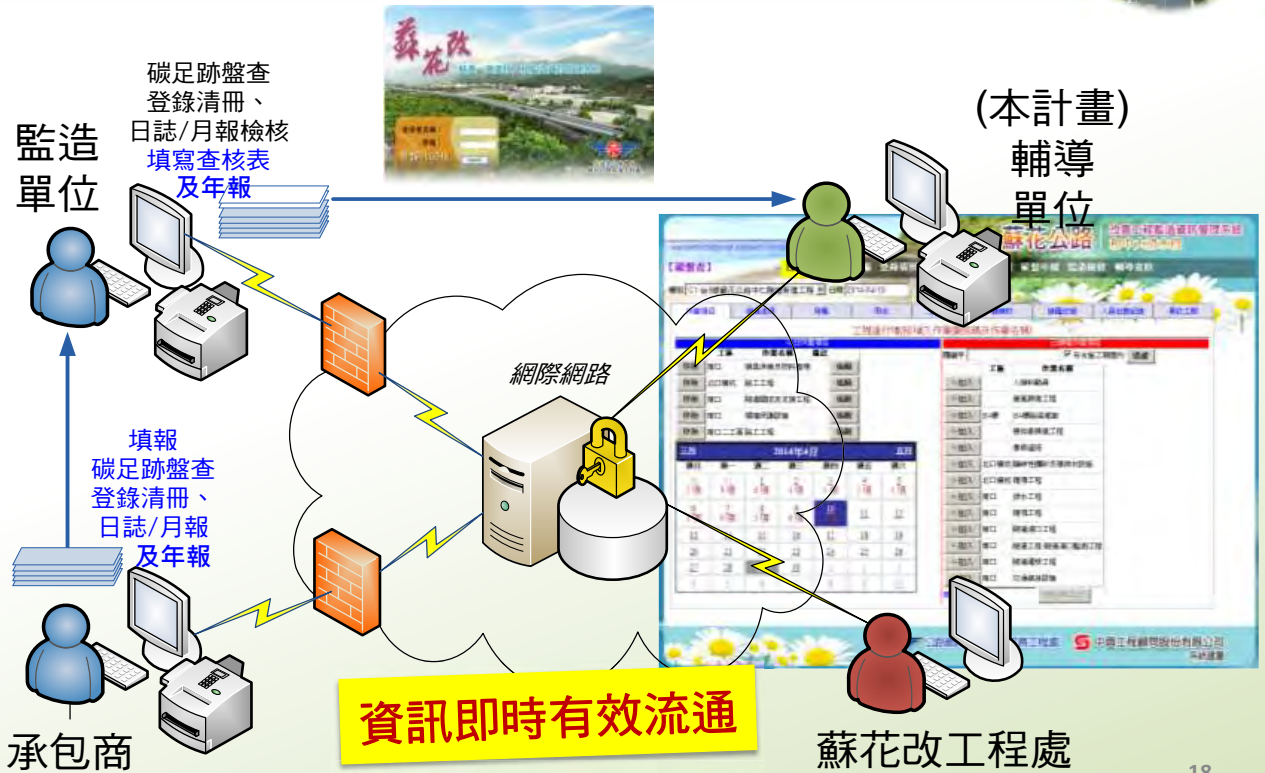
填寫道路工程檢核施工碳
足跡盤查改善回覆表

複核

確認所有當期資料無誤
鎖定資料

查證單位進行每月檢查及年度預審

盤查資料填報及檢核系統化



18

盤查輔導與現勘(每月)



- 各單位共同參與(工程處/工務段/監造/輔導/承商)



了解工區現場狀況、確認盤查資料內容
提升資料正確性與有效性!



於工作月報說明輔導狀況並提報實錄及相關照片，並定期上網

19

碳管理活動全紀錄



I-2 活動量盤查及碳足跡量化結果與分析



蘇花改計畫執行現況 (截至103.4.20)



土建標

A1 16.58% 榮工 工程	A2 9.97% 福清 營造	A3 45.80% 新亞 建設	B1 34.52% 泛亞 工程	B2 21.11% 工信 工程	B3 13.07% 工信 工程	B4 74.31% 璉嶸 營造	C1 6.24% 介興 營造	C2 預計 於 103 年 5 月 開標
---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--

機電標

A4 細部設計 中，預計 103年9月 公告上網	B5 初步設 計審定 細部設 計中	C3 設計原 則階段
--	--------------------------------------	-------------------------

交控標

交控工程 細部設計 中，預計 103年9月 公告上網
--

工程碳足跡盤查項目 (截至102.12.31)

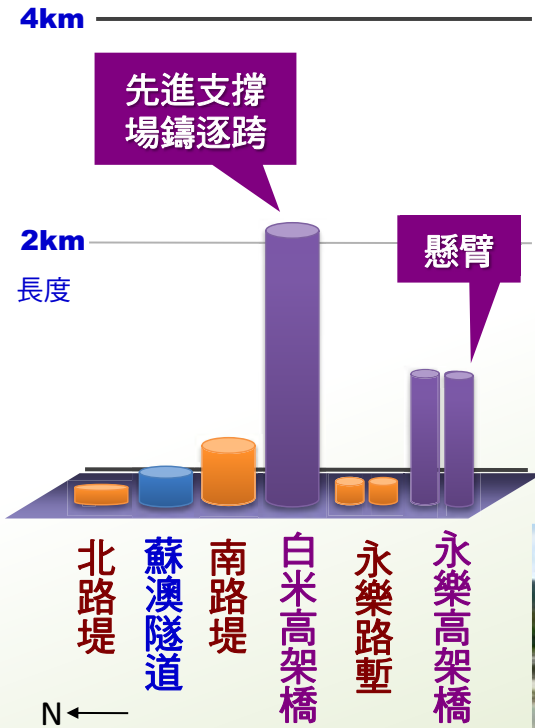


項目	項目	A1標	A2標	A3標	C1標
登錄 清冊	工程施工項目、施工機具/耗能設備、電表、水表、工程材料、植生項目、運具設備、工區人員交通	●	●	●	●
日誌 及 月報 資料	機/運具使用	●	●	●	●
	工程材料使用	●	●	●	●
	廢棄物	-	●	-	●
	碳匯改變 ^{註1}	-	-	-	●
	人員(逸散及其他) ^{註2}	●	●	●	●
	運輸(含機運具、工料、廢棄物)	●	●	●	●

註1：未填報不代表無碳匯改變，惟此數據可待工程進行至一定程度(有統計量)再定量填報。

註2：人員排放係以工區人員排泄物(化糞池)逸散及生活廢棄物處置之排放量計(人員運輸另外量化)。

蘇澳永樂段(A1標)盤查輔導

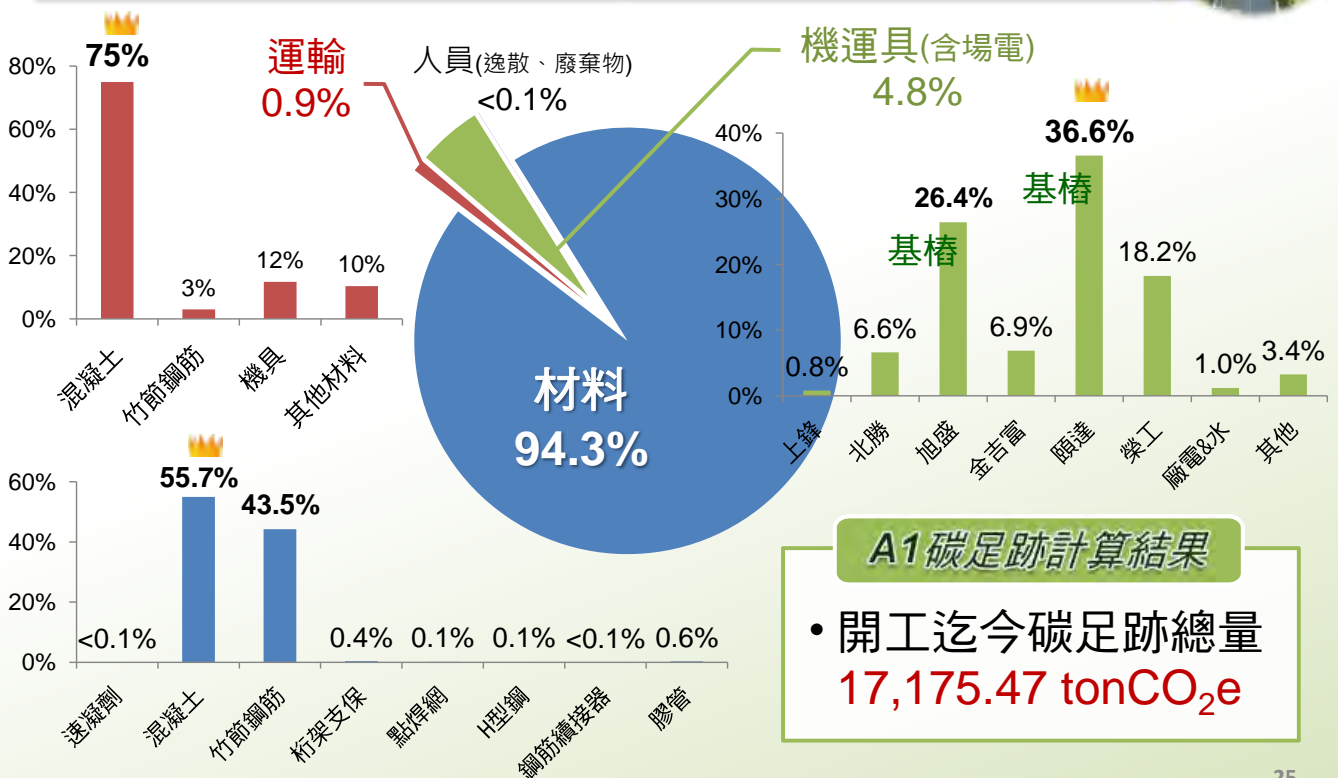


項目別	標別	蘇澳永樂段(A1標)
102年末累計工期		260 天
累計進度		12.58%
主要工程內容		<ul style="list-style-type: none"> • 清除掘除 • 施工便道與便橋 • 井基、基樁與基礎工程

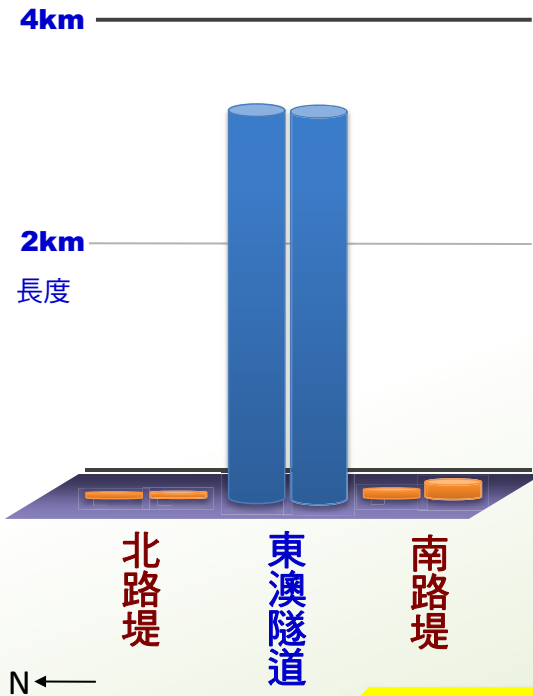
以橋梁工程為主的土建標



A1標工程碳足跡計算結果



東澳隧道(A2標)盤查輔導

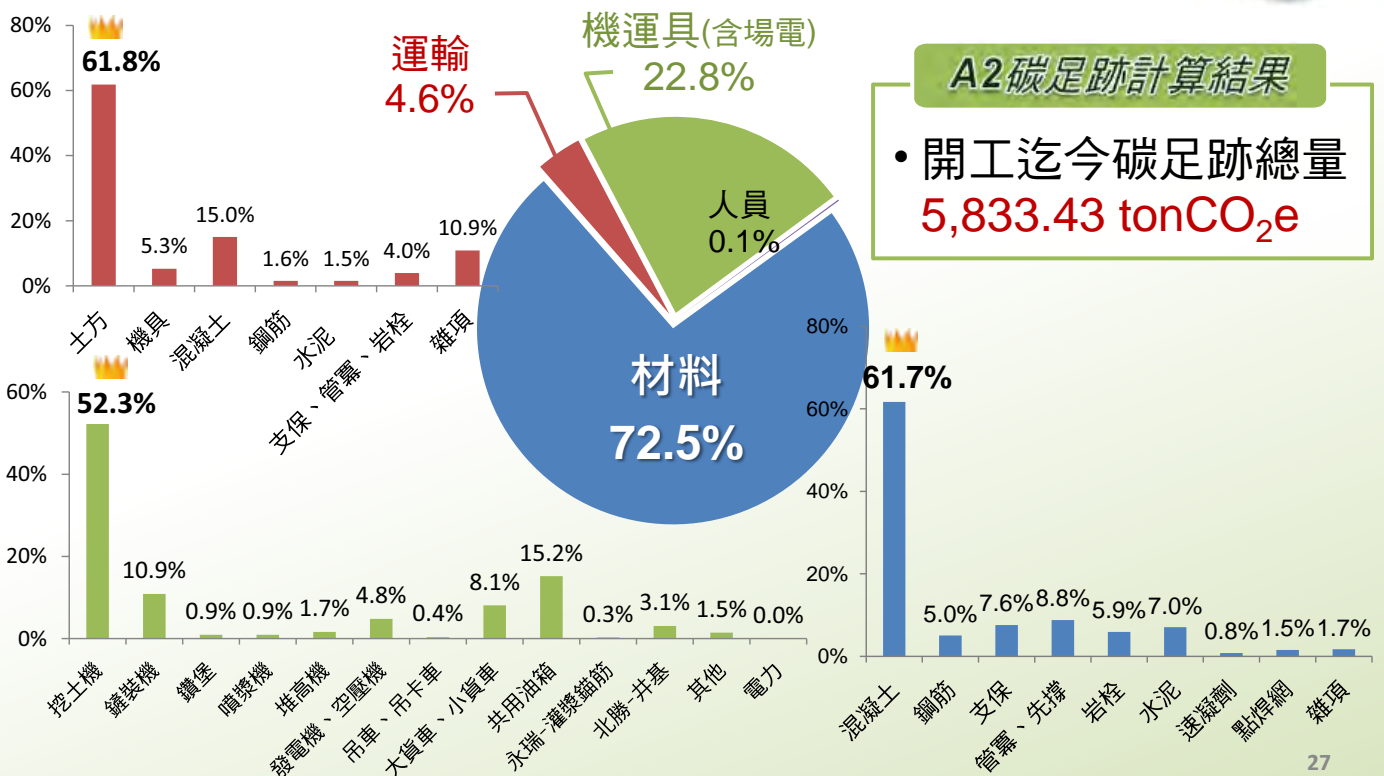


項目別 \ 標別	東澳隧道(A2標)
102年末累計工期	382天
累計進度	5.77%
主要工程內容	<ul style="list-style-type: none"> • 南北口隧道開挖 • 土方外運 • 展示館建置工程 • 北口井基施作

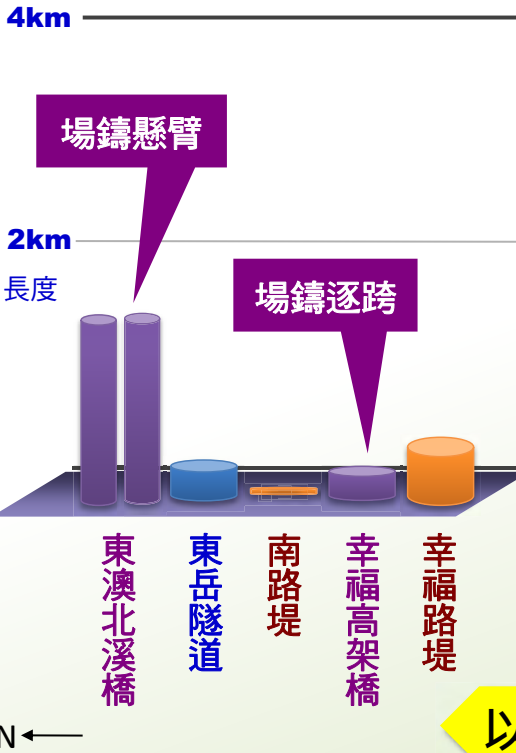


以隧道工程為主的土建標

A2標工程碳足跡計算



東澳東岳段(A3標)盤查輔導

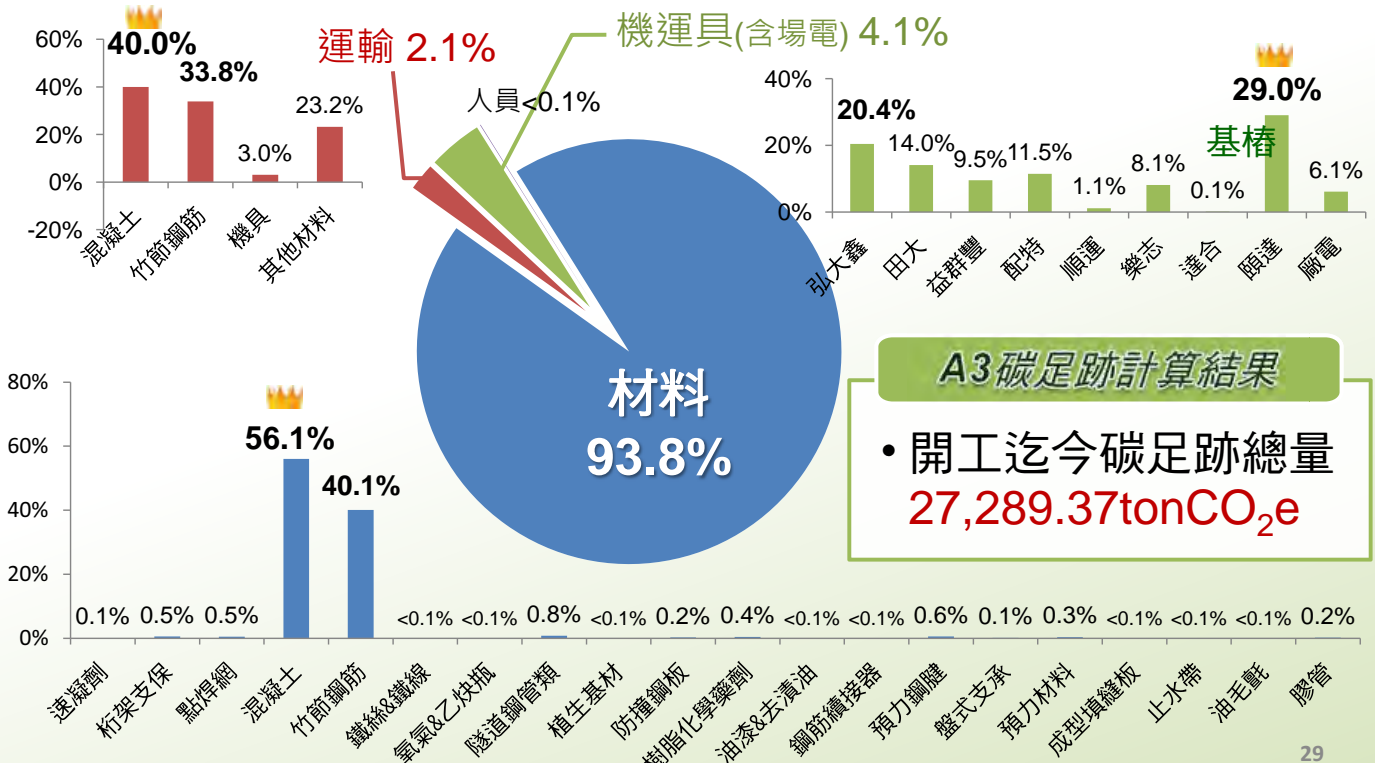


項目別	標別	東澳東岳段(A3)
102年末累計工期		471 天
累計進度		36.83%
主要工程內容		<ul style="list-style-type: none"> 東澳北溪河川橋工區 井基、墩柱與上構工程 幸福高架橋工區 墩柱與排水工程



以橋梁工程為主的土建標

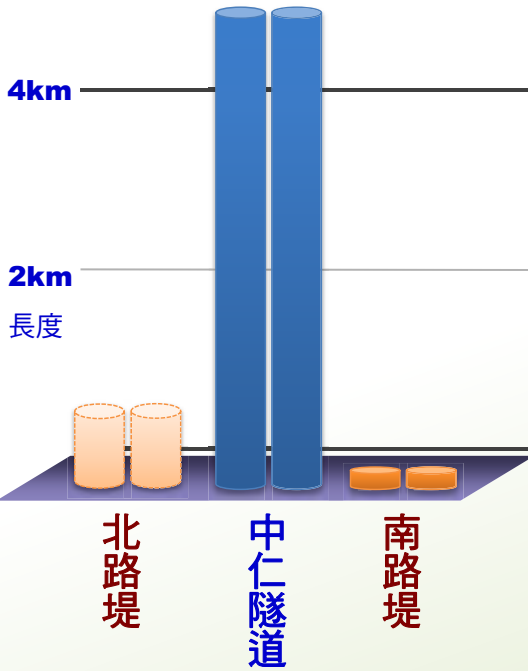
A3標工程碳足跡計算



A3 碳足跡計算結果

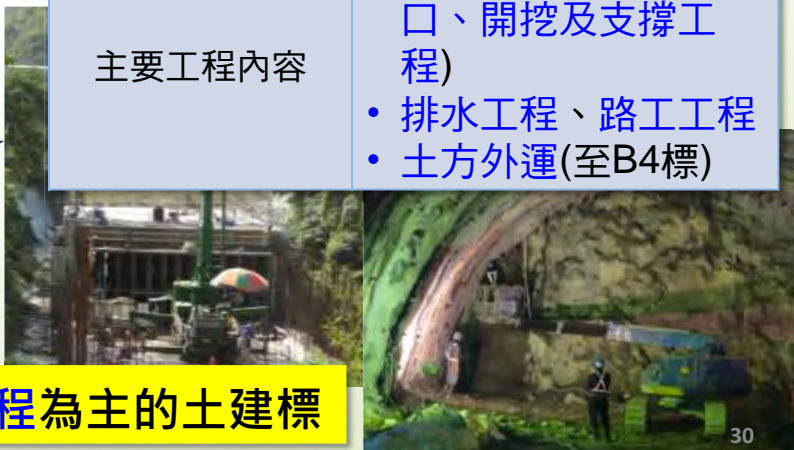
- 開工迄今碳足跡總量 **27,289.37tonCO₂e**

中仁隧道(C1標)盤查輔導



項目別	標別	中仁隧道(C1)
102年末累計工期		407 天
累計進度		4.68%
主要工程內容		<ul style="list-style-type: none"> • 南口隧道工程(洞口、開挖及支撐工程) • 排水工程、路工工程 • 土方外運(至B4標)

以隧道工程為主的土建標

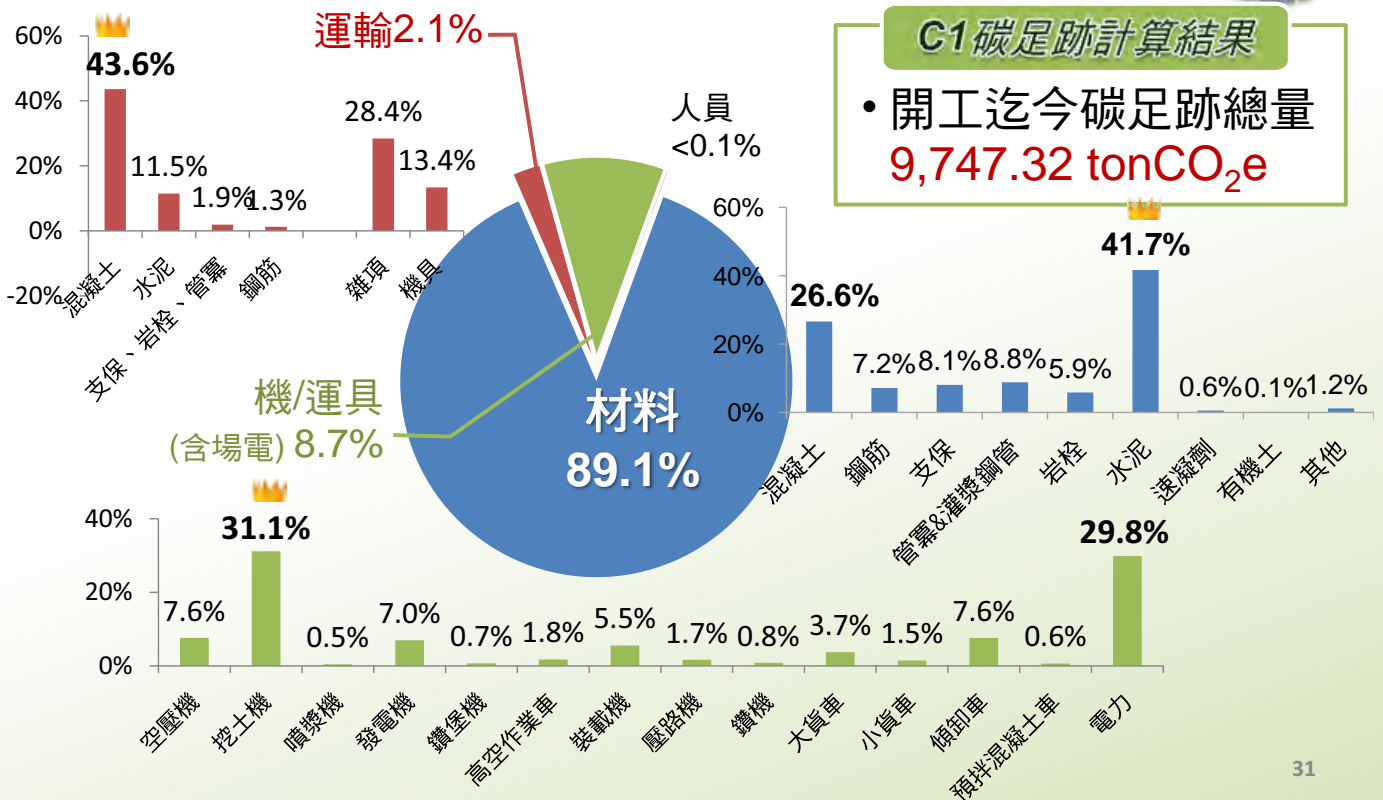


C1標工程碳足跡計算



C1碳足跡計算結果

• 開工迄今碳足跡總量
9,747.32 tonCO₂e





碳排放源變化分析

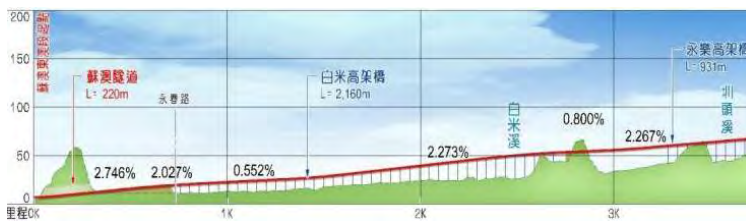
- 工程材料排碳佔比上升、機具設備排碳佔比下降

時間	項目\標別	A1	A2	A3	C1
102年 (上半年)	工程材料	75%	85%	93%	84%
	混/噴凝土	0%	87%	58%	33%
	鋼筋	0%	0%	39%	7%
	機具設備	20%	12%	5%	14%
102年 (下半年)	工程材料	94%	73%	94%	89%
	混/噴凝土	56%	68%	56%	67%
	鋼筋	44%	5%	40%	7%
	機具設備	5%	23%	4%	9%

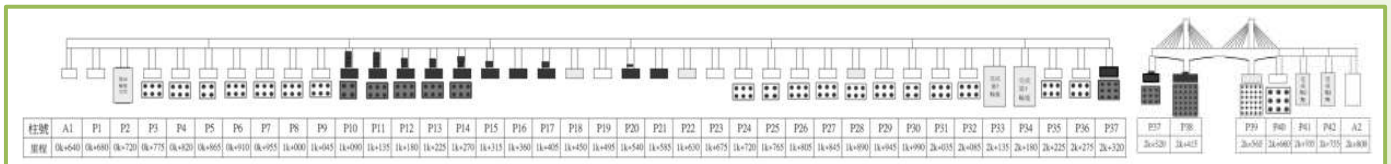
*混/噴凝土包含水泥使用(A2、C1)



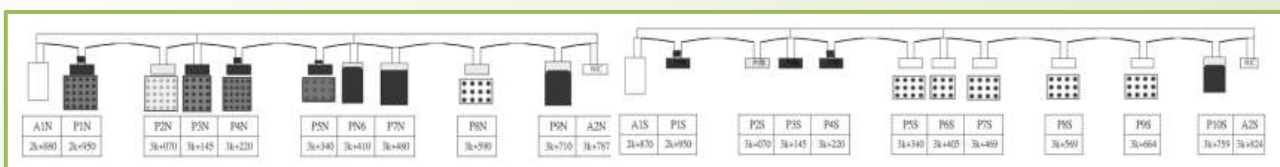
A1標工程特性



白米高架橋工程內容



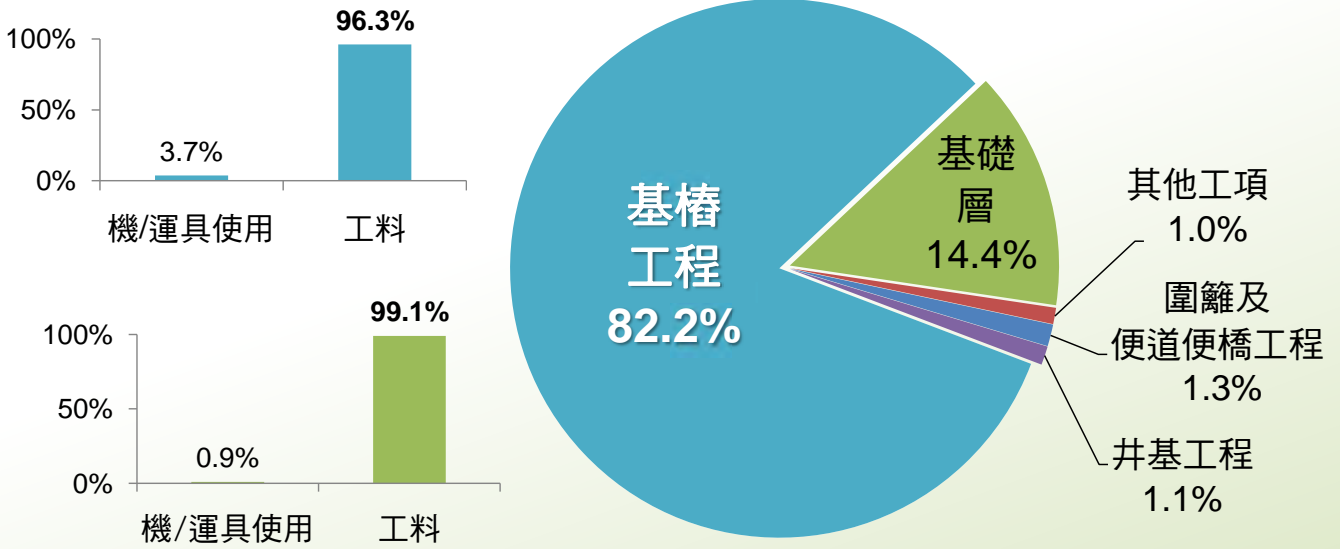
永樂高架橋工程內容





A1標工程排碳特性分析

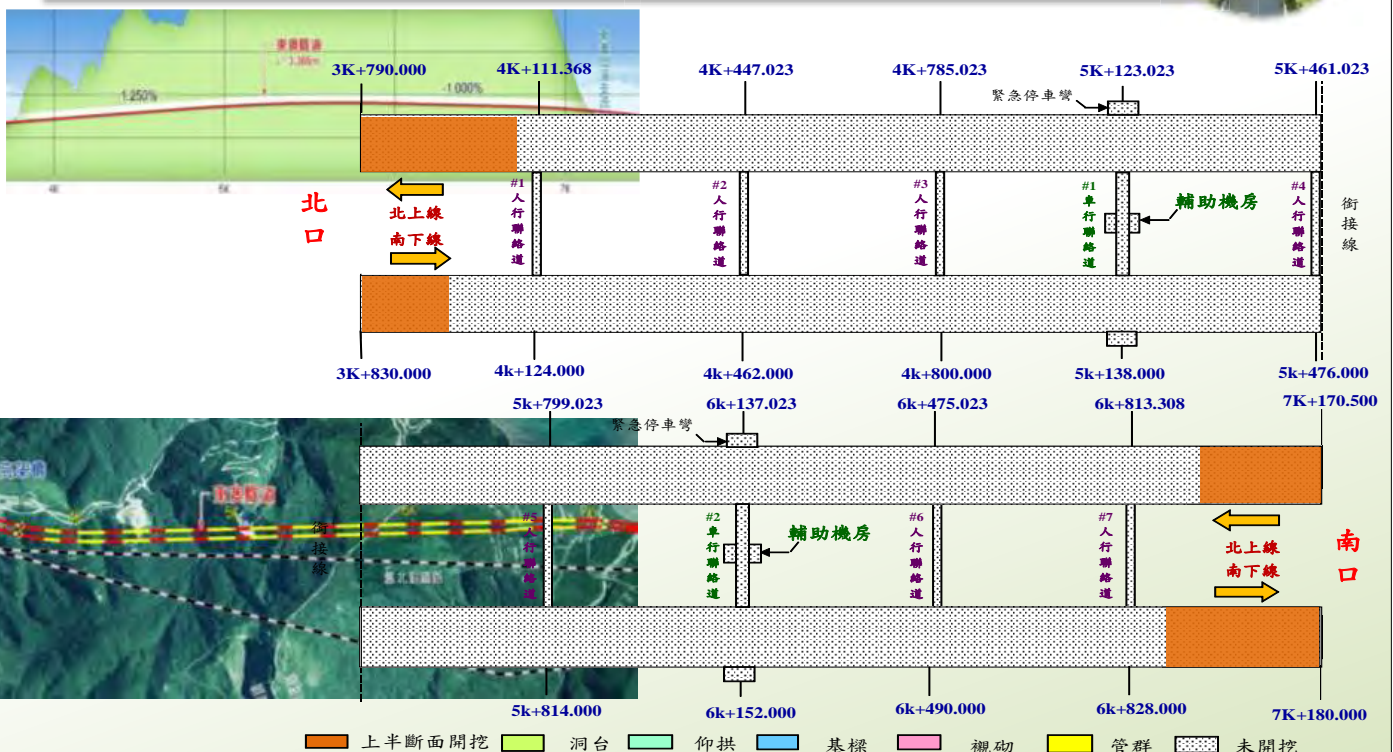
基樁工程碳足跡累計約13,992tonCO₂e



基礎層碳足跡累計約2,447tonCO₂e



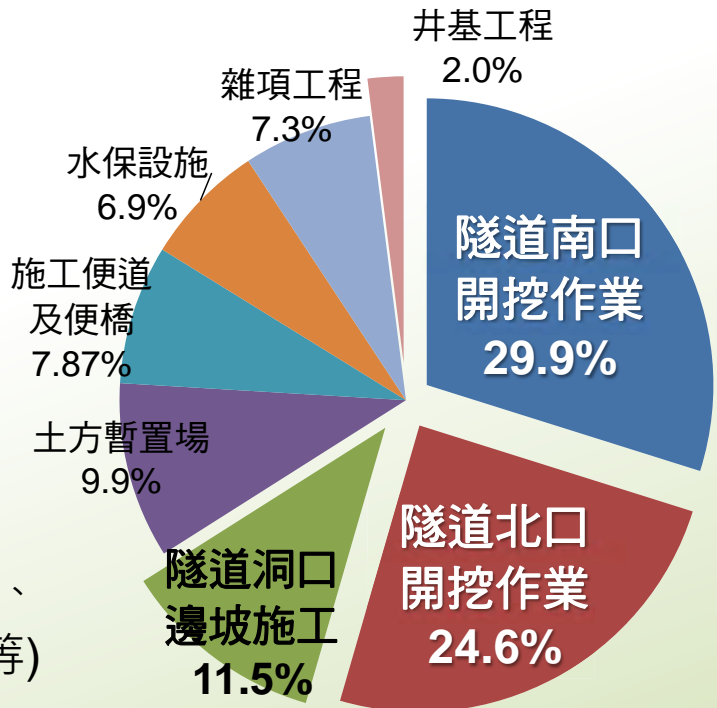
A2標工程特性分析





A2標工程排碳特性分析

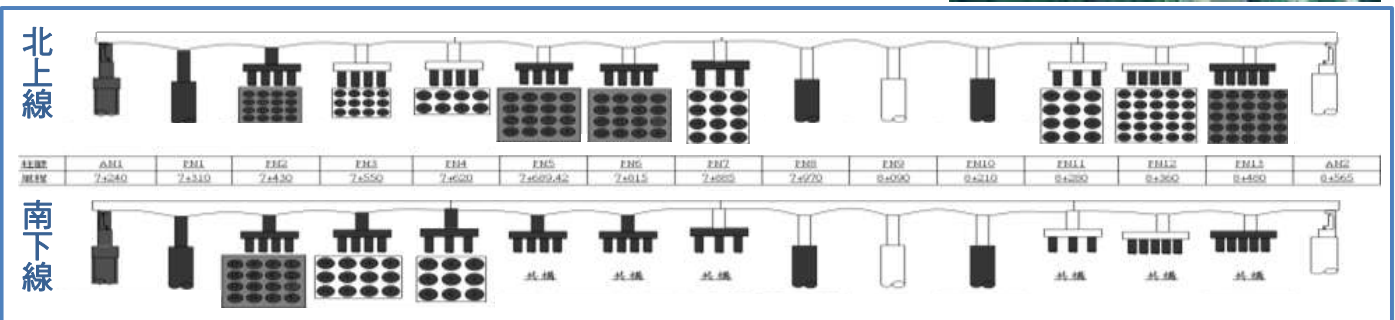
- 初期共用油箱
- 以工料排放分析
 - 隧道工程約占**66%**
 - 土方暫置場施作占**10%**
 - 井基工程施作2%
 - 雜項工程
(污水處理、假設工程、展示館施工、組合屋等)



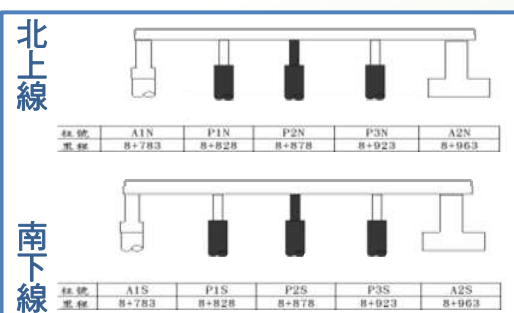
A3標工程特性分析



東澳北溪河川橋工程內容



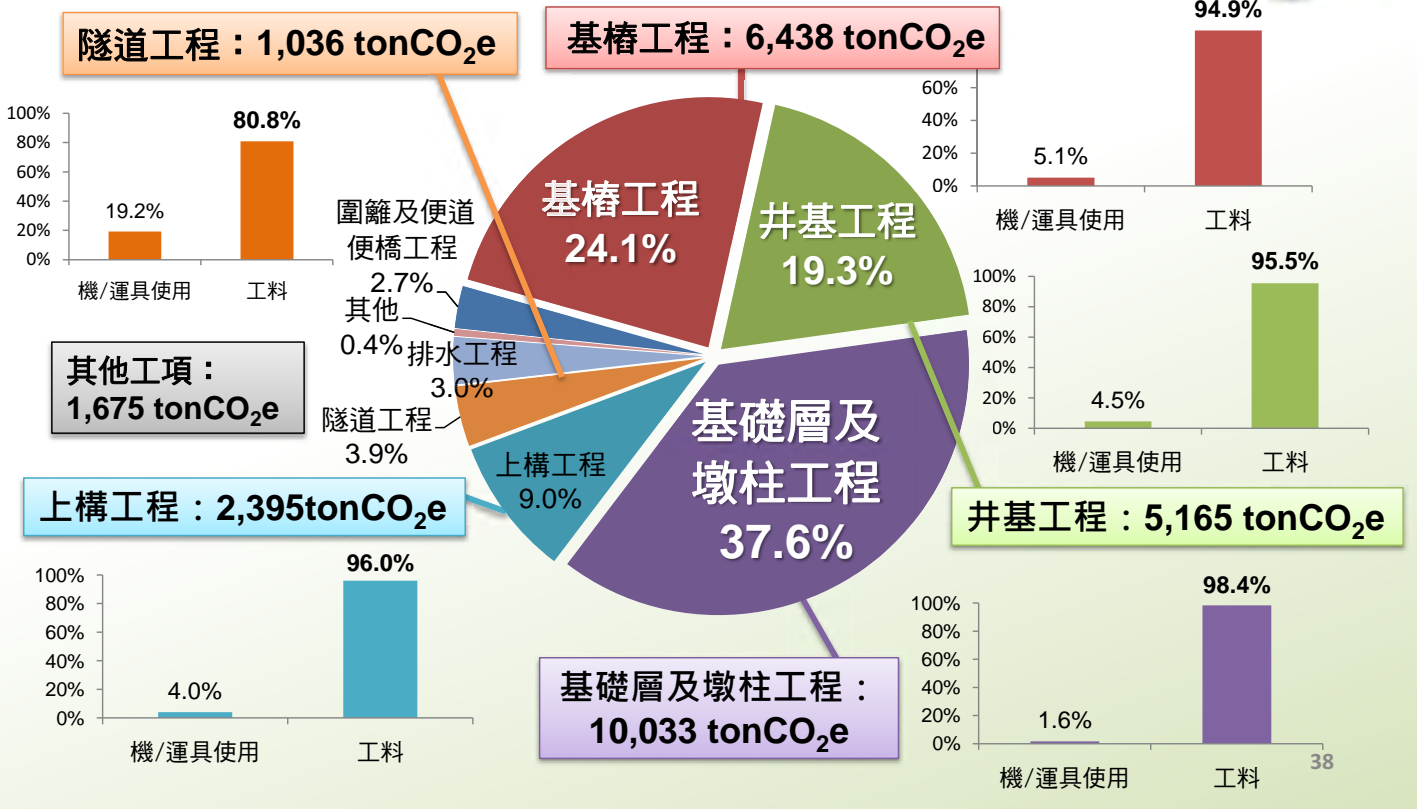
幸福高架橋工程內容



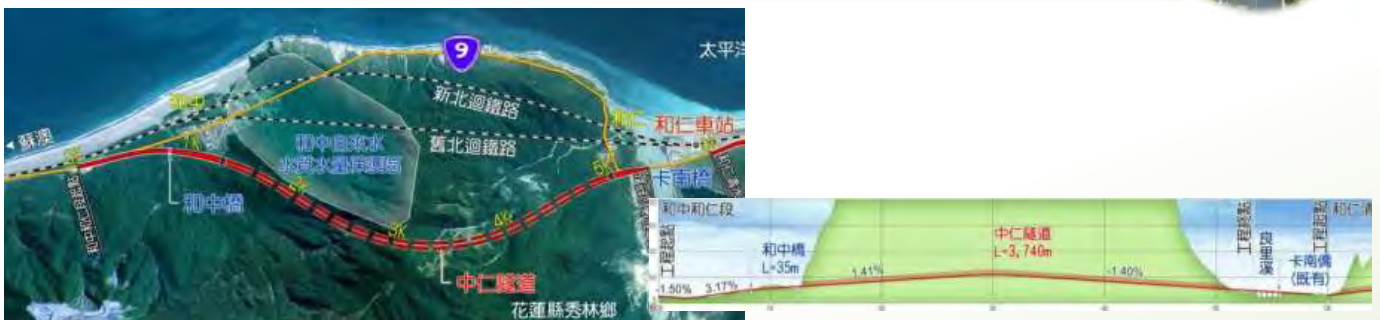
東岳隧道工程內容



A3標工程排碳特性分析



C1標工程特性分析



C1標工程排碳特性分析



其他工項：
358tonCO₂e

隧道工程：7,683tonCO₂e

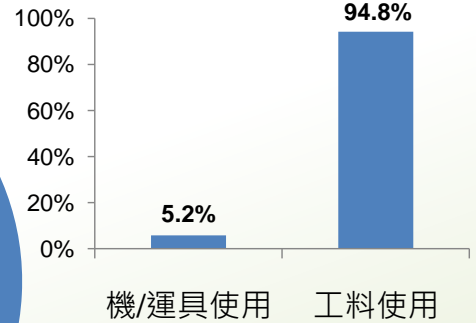
交通維持、機具保養及
物料整理、假設設施

其他
4%

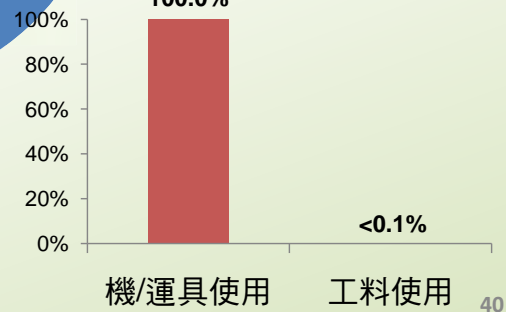
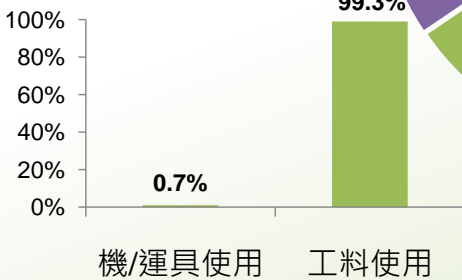
排水
工程
12%

隧道
工程
82.8%

路工
工程
1%



路工工程：106tonCO₂e



排水工程：1,133tonCO₂e

樁基礎工程碳足跡評估參數



單位基礎層體積排碳量

0.29~0.54 tonCO₂e/m³

單位基樁長度排碳量

1.28~1.35 tonCO₂e/m



基樁長 (m)	A3標 (tonCO ₂ e/支)	A1標 (tonCO ₂ e/支)	平均 (tonCO ₂ e/m)
20	26.98	26.95	1.35
25	32.65	32.53	1.30
30	38.59	38.35	1.28

其他參數彙整-機具

符合承包商提供資料
(操作功率65%-80%理論
能耗區間)之能耗率

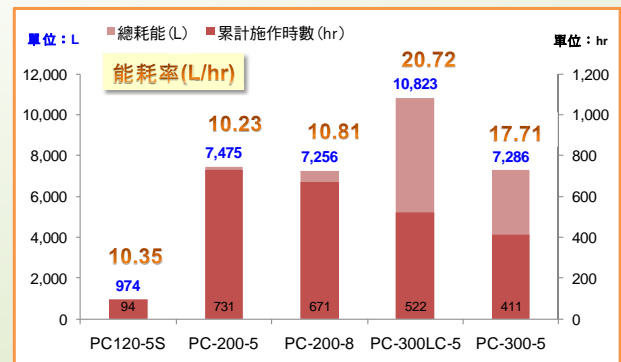
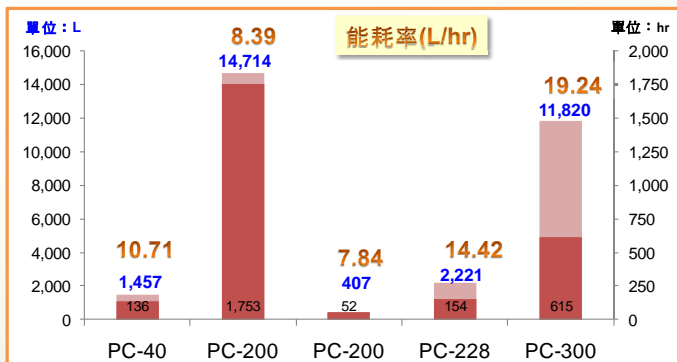
挖土機耗能

PC-200單位
能耗存在差異

PC-300單位
能耗相近

* 該標同型之平均值

能耗分析(L/hr)	標別1	標別2
PC-40	10.71	-
PC-120	-	10.35
PC-200	*8.11	*10.52
PC-228	14.42	
PC-300	19.24	*19.21

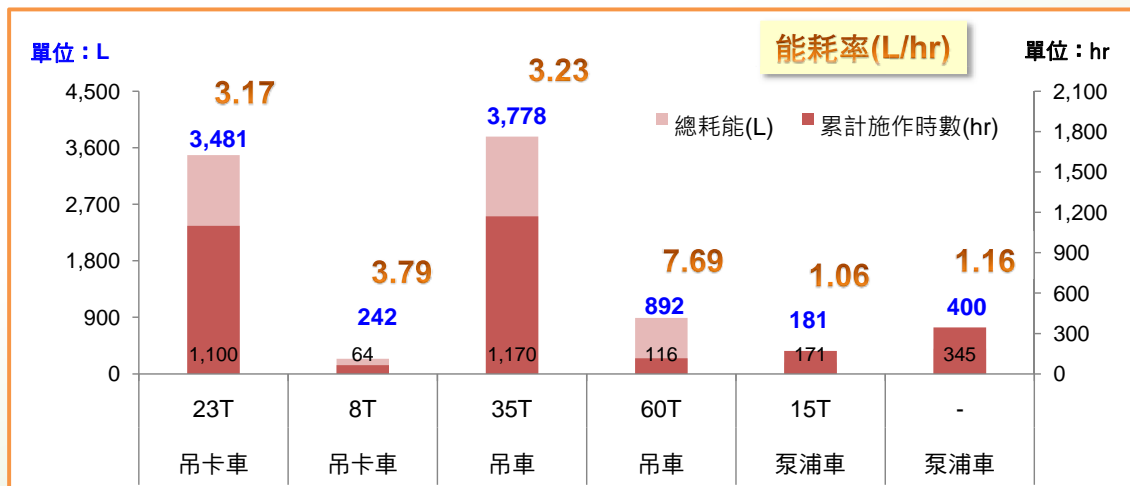


其他參數彙整-機具



吊車、吊卡車、泵浦車耗能

- 吊/吊卡車單位操作時間之能耗約為3.2~7.7L/hr
- 泵浦車單位操作時間之能耗約為1.1L/hr



工程管理排碳活動資料彙整

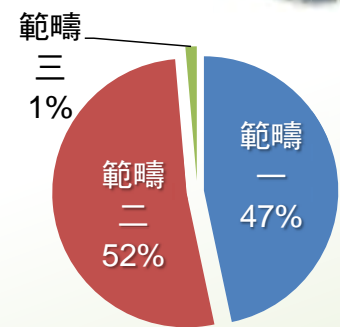


活動/設施	排放源	範疇	排放源類別		
			固定	移動	逸散
緊急發電機/熱水鍋爐	柴油	1	V		
熱水鍋爐/熱水器/瓦斯爐	天然氣	1	V		
熱水器/瓦斯爐	液化石油氣	1	V		
乙炔熔接裝置	乙炔	1	V		
公務車	汽油, 柴油	1		V	
化糞池	排泄物	1			V
二氧化碳滅火器	CO ₂	1			V
乾粉滅火器	NaHCO ₃	1			V
環保滅火器	HFC-227ea, HFC-236fa	1			V
飲水機、除濕機	HFC-R134a	1			V
空調	R410a, R-22	1			V
冰箱	HFC-R134a, R410a, R600a	1			V
高/中壓電盤	SF ₆	1			V
用電設施	外購電力	2	V		
用水設施	外購水量	3	V		
廢棄物產出		3	V		44

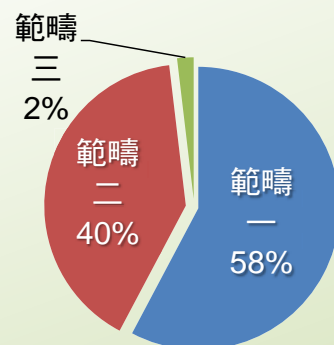
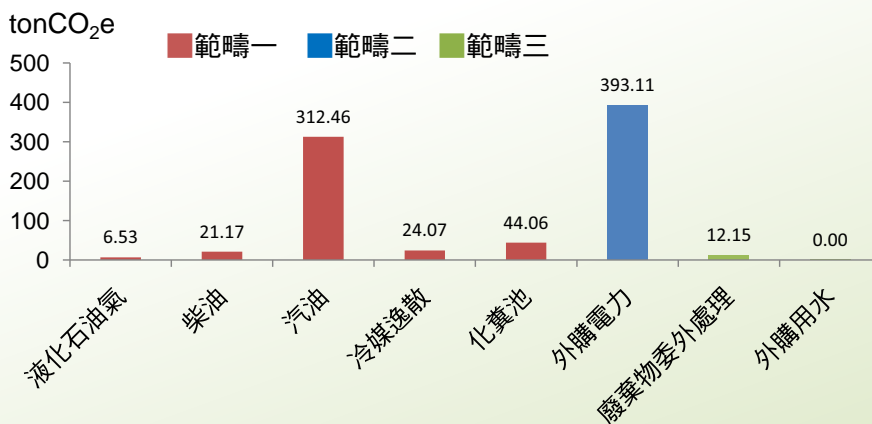
102年度管理單位碳排放量



- 工程處、A、C兩段工務段、監造工程處與承包商施工所
- 總排碳量約為810tonCO₂e (A段：580tonCO₂e；C段：227tonCO₂e)
- 主要排放源為**範疇一**、**範疇二**



A段管理單位排碳佔比



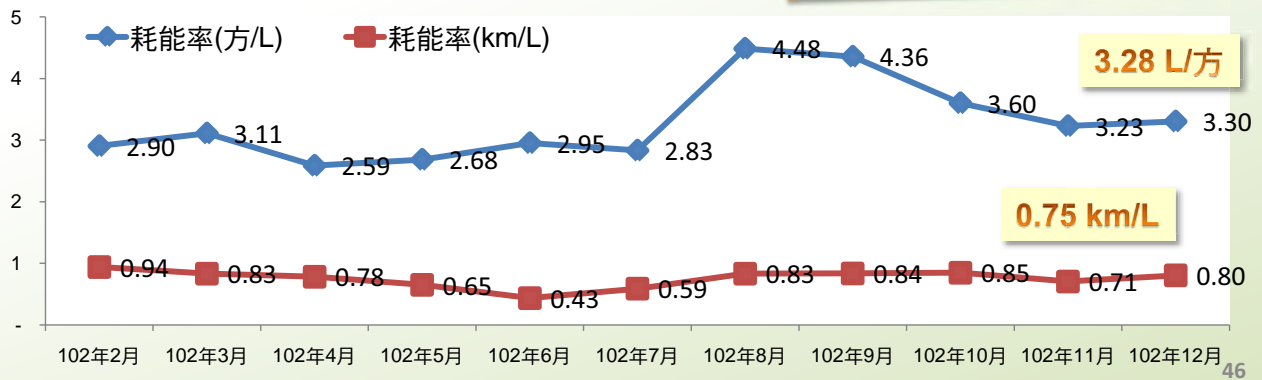
C段管理單位排碳佔比 45



擴大盤查上游供應商

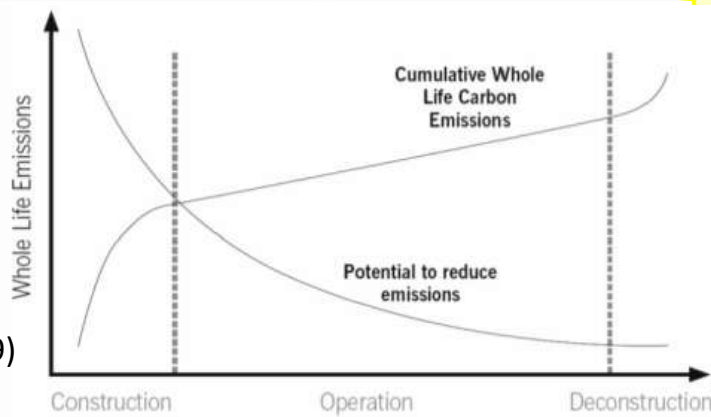
- A段混凝土供應商-宜興預拌混凝土
 - 已提供資料，可計算平均能耗率
 - 預拌車用油及出貨明細、電費及氣體採購單據
 - 102年7月16日會勘南澳廠(查證單位/監造)
 - 自8月份起提供原料明細

比C1標混凝土車耗油



碳排放量化後的下一步：減碳

施工階段
碳排放累積
速率最高
(fields et al. 2009)



減碳潛勢隨
生命週期遞減

- 美國
環保署
(2009)

Most Influence		
Fuel selection	Equipment idling	Electricity use
Equipment maintenance	Equipment selection	Materials recycling
Some Influence Possible		
Materials selection	Employee commuting	
Materials shipment	Vegetation removal	
Little Influence		
Site selection	Structure design and performance	



減碳措施與方案推估

- 美國工程減碳措施回顧
 - USEPA(2009); AASHTO(2010); Mukherjee(2011)

施工機具	工程材料
<ol style="list-style-type: none">1. 減少設備活動的數量或選用適合的機具；2. 提高機具設備燃料之燃燒效率或改變設備類型、更有效地操作設備；3. 使用替代發動機技術和燃料；4. 工程進度控制與施工策略改善。	<ol style="list-style-type: none">1. 減少所使用的材料量；2. 使用再生材料；3. 替代性調和方法。

48

II. 會議辦理及其他配合事項



49



公路工程碳管理國際論壇

: 101年9月20日



與瑞典交通部、英國Atkins公司、Arup香港分公司代表共同研討

直接掌握國際現況、推廣我國創新經驗



盤查執行經驗持續分享

未要求查證

• 各類工程主管部會 **共20件試辦案例** (道路工程共計4件)

– 交通部、經濟部、農委會、內政部、教育部

部會	主辦機關	工程名稱
交通部	公路總局 蘇花改工程處	台9線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理委託服務工作
	高公局	國道1號鼎金系統交流道改善工程增設鼎力路南下出口匝道
	國工局	國道4號臺中環線豐原潭子段計畫
內政部	內政部營建署	新竹市茄苳接西濱連絡道路新闢工程

– 第1次工作會議(2013.5.2)、第2次工作會議(2013.6.13)
第3次工作會議(2014.2.12) - 交通部、水利署、農委會經驗分享

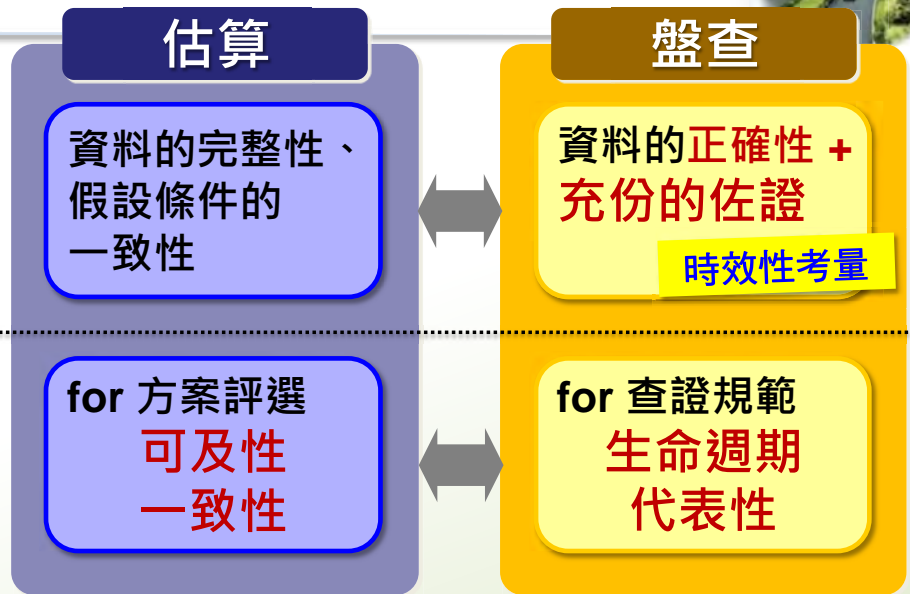
小結



- 不同於前期的碳排放估算

活動數據

排放係數



- 碳管理實務屬於尚在摸索中的創新議題
– 累積經驗持續解決問題；首重**溝通與協調**

52

小結



- 碳管理工作需要碳足跡盤查推動小組**各級單位專責人員**的共同努力
- 尋求**第三方查證**是為了**確保正確的開始**
 - 國外規範或規則未必比較好或正確
 - 國外案例與執行結果未必可供參考
- 藉由盤查過程深入了解我國工程環境、確認本土工程減碳實務可行性
- 活動資料與各式佐證資料蒐集決定**查證等級**

53

後續規劃



工程會碳排放估算調查

環保署產品碳足跡建置

各工區施工實況

監造單位

供應商

施工廠商

協力廠商

水泥廠
混凝土廠
鋼鐵廠

參與教育訓練、現場輔導，確保協辦能力

B段工程碳盤放調查推估

蘇花改工程碳足跡查證

簡報完畢 敬請指教

歡迎提出問題、給予指教！
蘇花改計畫碳管理專線：02-3765-5843

我們期待為減碳共盡心力



主題二 講次 3

台 61 八棟寮九塊厝計畫工程碳足跡盤查
與輔導實務經驗分享

中興工程顧問股份有限公司



CO₂



台61八棟寮九塊厝計畫 工程碳足跡盤查與 輔導實務經驗分享

簡報人：林彥宇 博士

 中興工程顧問股份有限公司
中華民國103年5月9日

簡報大綱

- 壹 計畫背景與工作架構
- 貳 工程進度及盤查作業執行成果
- 參 碳足跡盤查結果分析研究
- 肆 結語

緣起

- 因應國際工程碳管理趨勢
- 達到國家節能減目標



計畫構想與目標

以西濱南經驗建置 我國道路工程碳管理基礎



八棟寮至九塊厝新建工程

- 台61線297K+300~305K+750
– WH77-A、WH77-B、WH77-C
- 工程期間:101年1月~106年2月*
– WH77-A已於101年1月底開工
• 臺17與縣173路口改善工程已完工



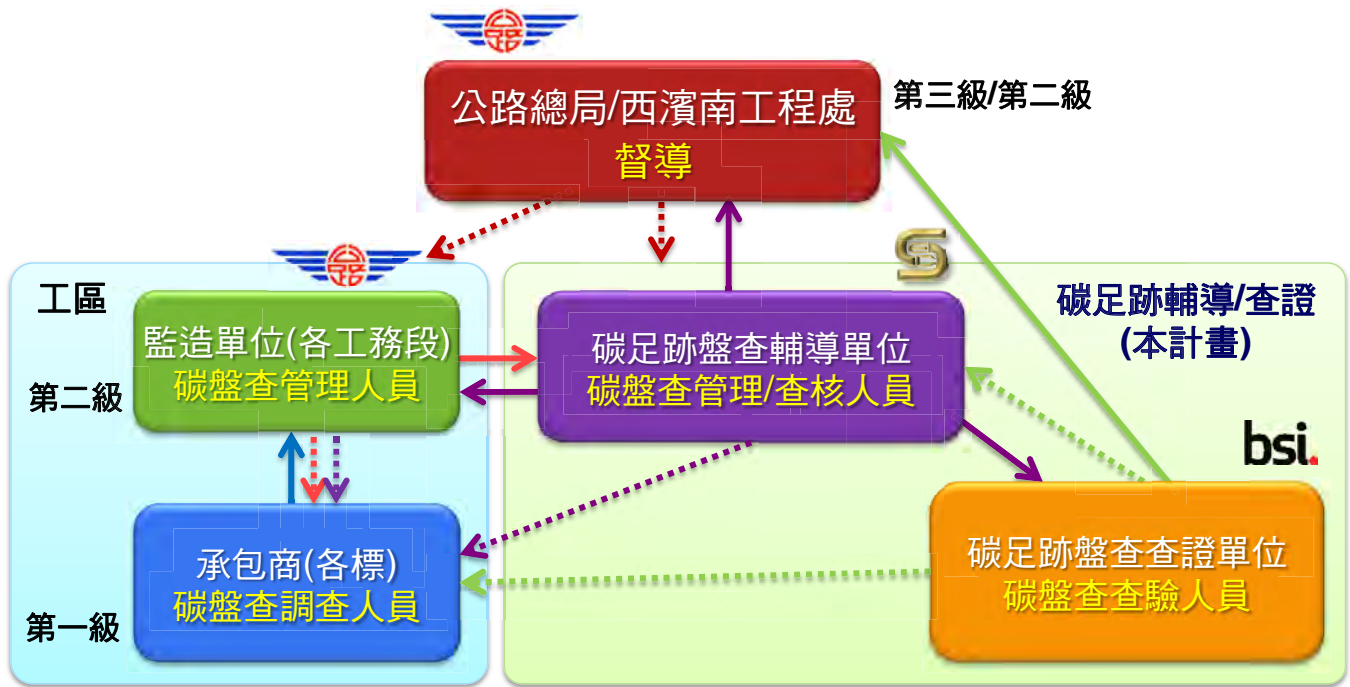
*：參考本工程目前規畫進度

工程碳盤查輔導計畫範圍

	工作項目	空間範圍	時間範圍
規劃及準備	盤查執行計畫	本工程	計畫開始2個月內提交計畫書，而後持續修正
	文獻蒐集分析	國內外資訊	計畫執行期間持續進行
盤查輔導及查證	盤查輔導作業 (101.11進場)	WH77-A標 (含台17與縣173路口改善工程)	101年1月 ~ 104年9月* (包含本計畫執行前資料追溯)
		WH77-B標	102年6月 ~ 106年1月*
		WH77-C標	102年9月 ~ 106年2月*
	碳匯調查	各標分別調查	工程及計畫執行期間持續進行
	查證發證作業	WH77-A標	每月/年檢查
WH77-B標		每月/年檢查	
WH77-C標		每月/年檢查	
總結	成果彙整	全計畫	最後一標取得查證聲明書後3個月內提報初稿

- ◆ WH77-A標：鹽埕交流道新建工程(297K + 300 ~ 298K + 613)；
- ◆ WH77-B標：七股溪橋段新建工程(298K + 613 ~ 302K + 225)；
- ◆ WH77-C標：九塊厝交流道新建工程(302K + 225 ~ 305K + 750)。
- ◆ * 為參考進度，未來仍將依實際進度調整。

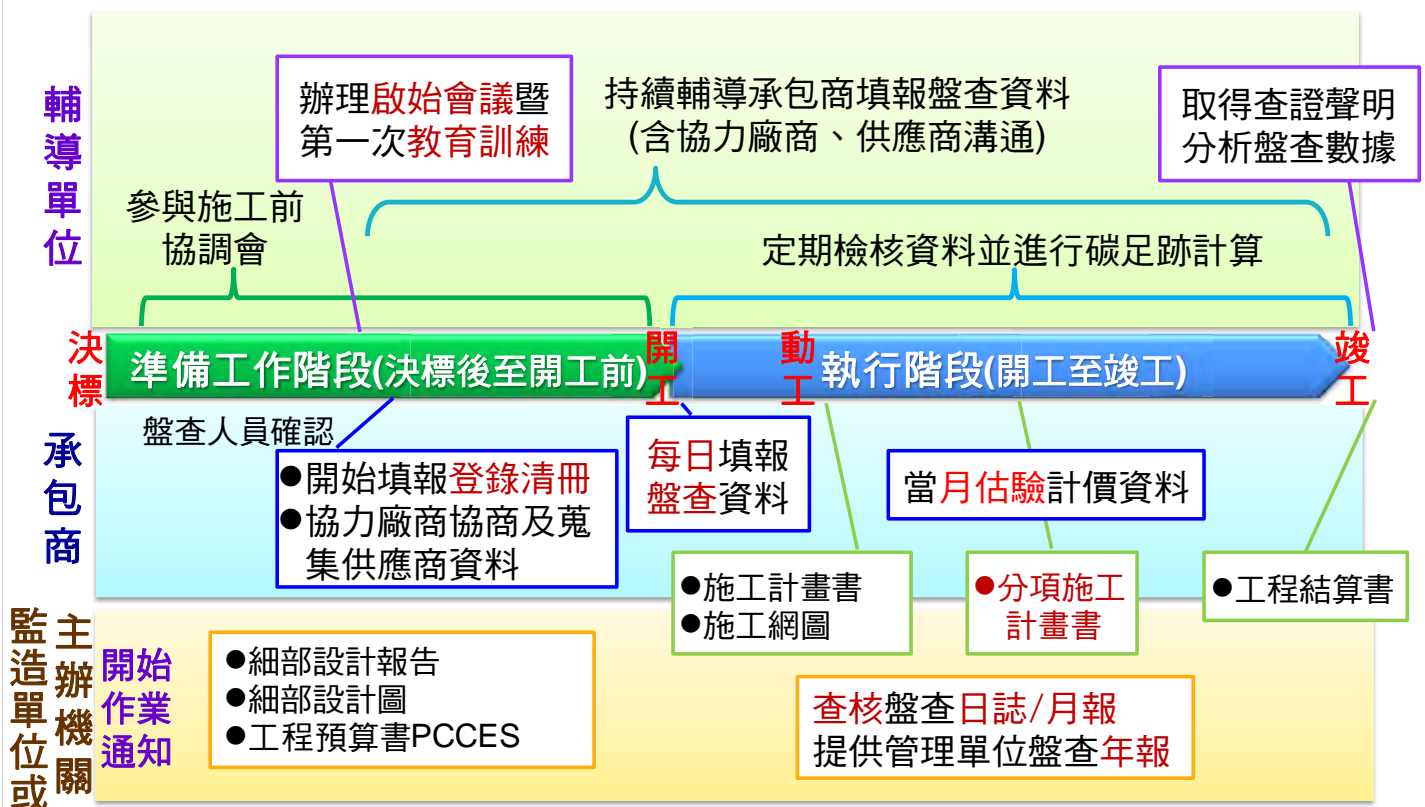
三級品管盤查組織架構



備註：

- 各單位間之關連性：「實線」表資料提供，「虛線」表查核；
- 級數為公共工程三級品管之分級方式。

盤查輔導作業流程及各單位協助事項

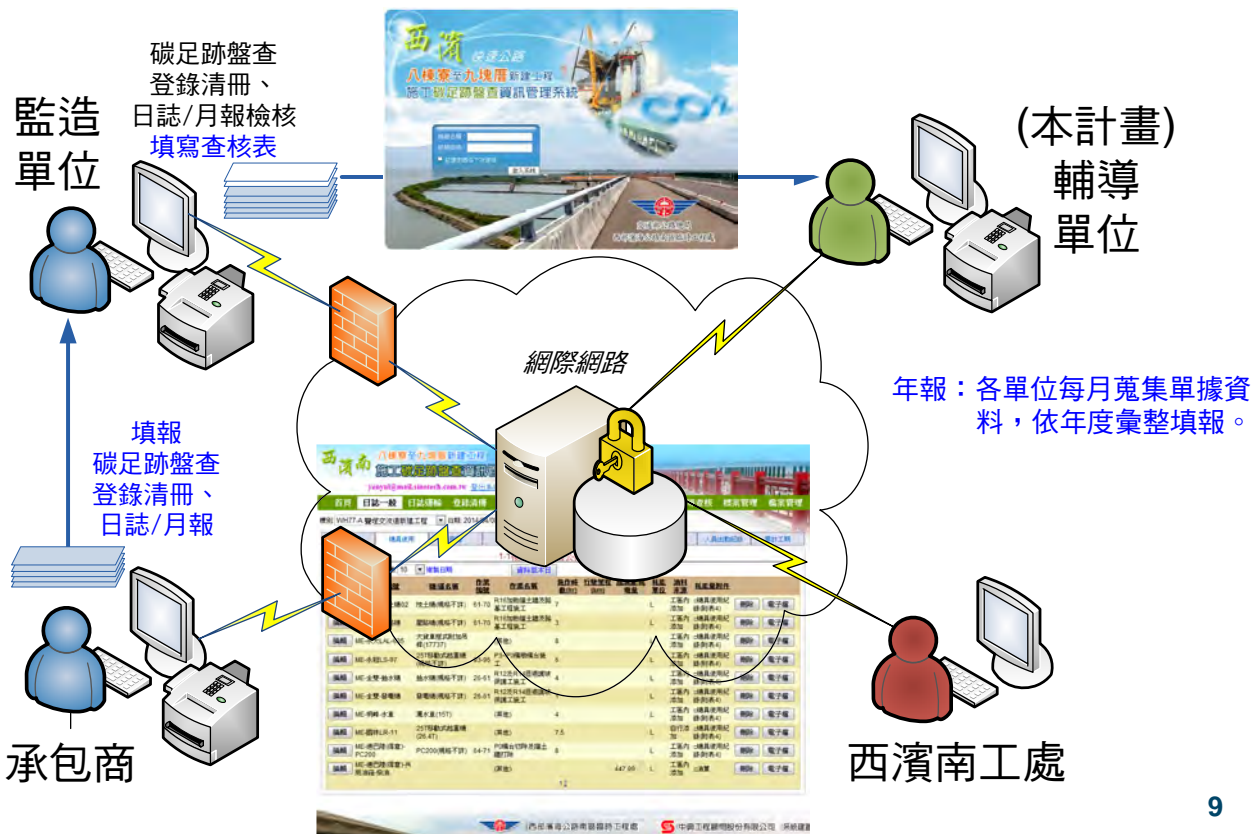


盤查表單建置

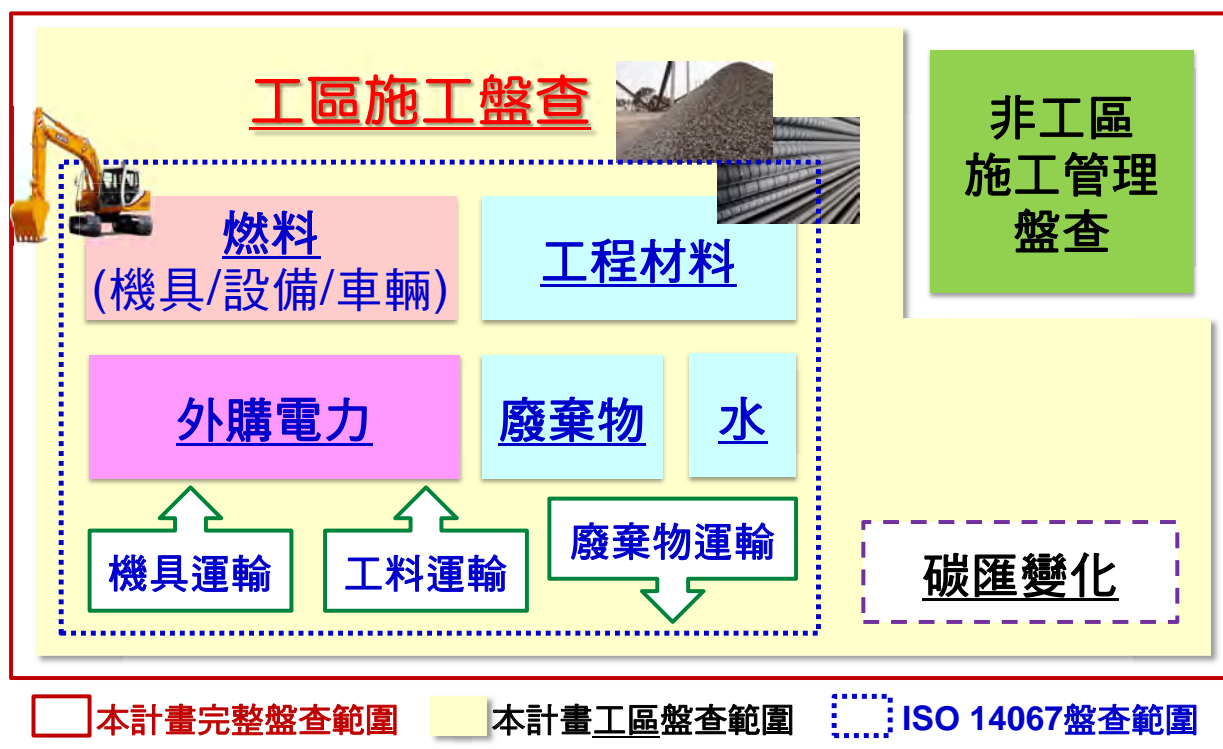
● 各類表單填報對象與功能

表單類別	表單名稱	填寫單位	功能
固定作業	日誌	承包商	蒐集每日施工活動強度
	月報	承包商	彙整每月施工活動強度
	年報	承包商 監造單位 主辦機關	蒐集每年施工管理活動強度
不定期作業	登錄清冊	承包商	填寫機具、工料、用電、用水等基本資料，為日誌輔助表單
	能耗相關附表	承包商	機、運具之能耗紀錄表、計算表及文獻，作為能耗確認與分析依據
檢核表	日檢核表	監造單位	檢核日誌是否錯誤或缺漏
	月檢核表	監造單位	檢核月報是否錯誤或缺漏
查證作業	盤查清冊	輔導單位	彙整活動強度，供查證用
	排放清冊	輔導單位	彙整碳排放量，供查證用

碳足跡盤查資料蒐集方法



施工建造階段盤查邊界



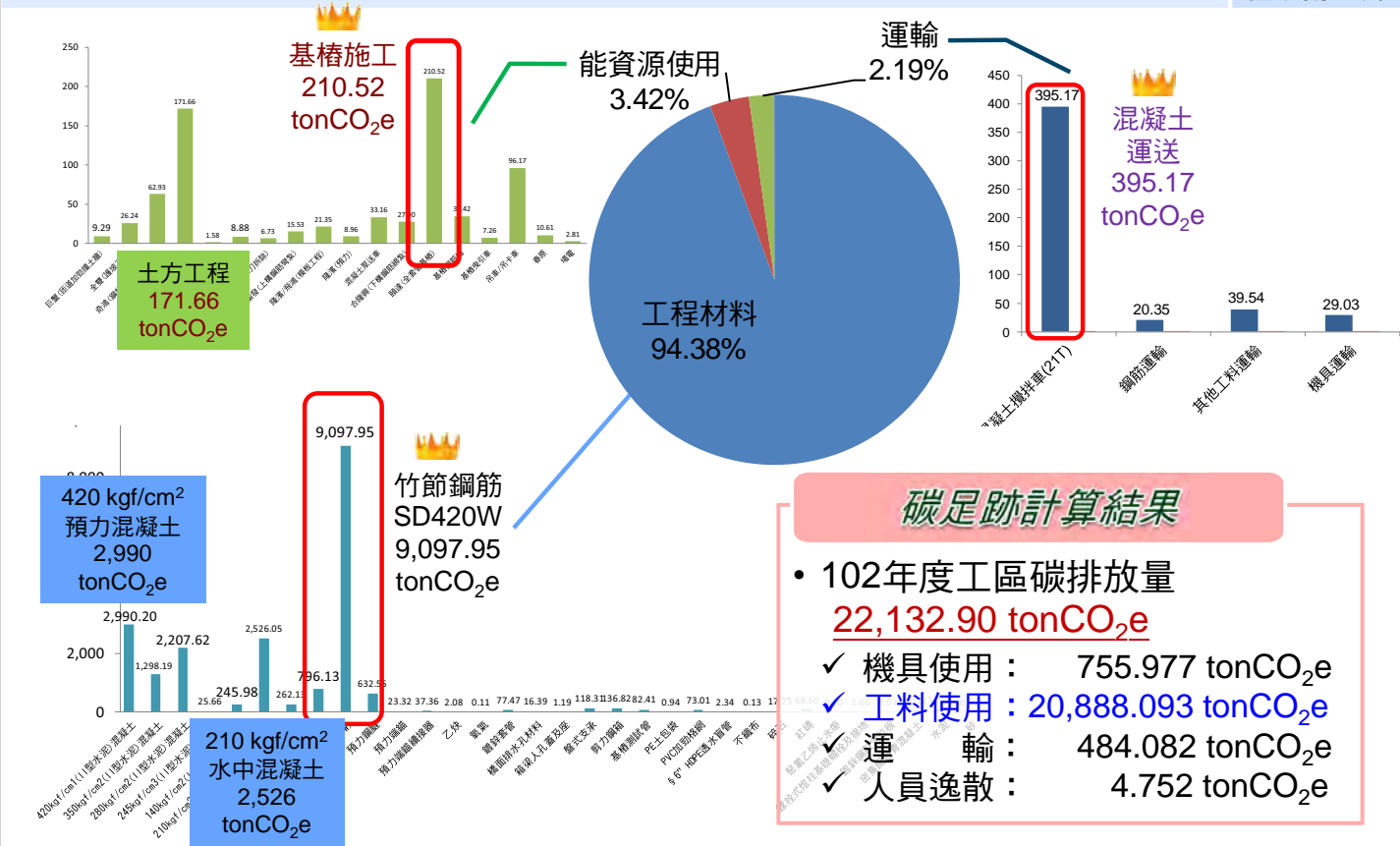
簡報大綱

- 壹 計畫背景與工作執行架構
- 貳 工程進度及盤查作業執行成果
- 參 工程碳足跡盤查結果分析
- 肆 結語

WH77-A標工程執行概要

設施型式		上部結構型式/工法	下部結構型式	標別 項目別	WH77-A標
主線高架橋 (共12單元 54跨)	雙向分離； U1N~U6N； U1S~U6S	PC箱型梁 /場鑄逐跨 工法	單柱懸臂式帽梁 (150 cm ϕ 全套管樁 基礎)	決標時間	100.11.18
			起點(懸臂式橋台)為 壁式橋墩 (100 cm ϕ 全套管樁 基礎)	開工時間	101.01.30
匝道高架橋 (共8單元25 跨及2座橋 台)	R11U1、R11U2、 R12U1、R12U2、 R13U1、R13U2、 R14U1、R14U2、 及R15A、R16A		單柱懸臂式帽梁； 臂式橋台 (100 cm ϕ 全套管樁 基礎)	累計進度	56.52%
擋土牆工程	匝道加勁擋土牆 重力式擋土牆	-	-	102年度 主要工程 內容	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 全套管基樁 (B工區) ➢ 基礎與調整層 ➢ 橋墩 ➢ 箱型梁 ➢ 排水施工 ➢ 邊坡保護工 ➢ 加勁擋土牆
路堤	鹽埕交流道 (R15、R16)	-	-		

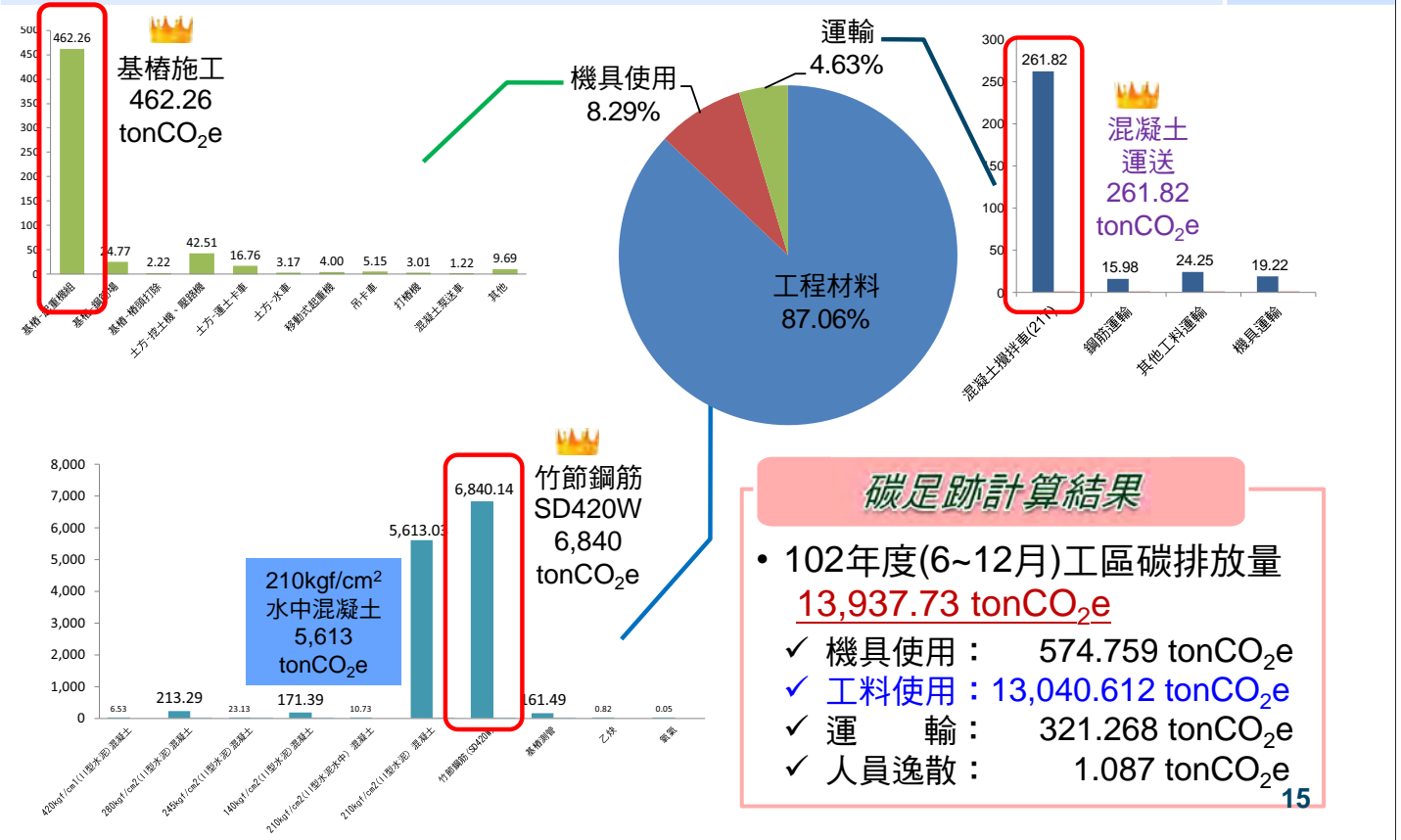
WH77-A 102年度排放結果分析



WH77-B標執行概要

設施型式	上部結構 型式/工法	下部結構型式	標別	WH77-B標
			項目別	
主線高架橋 (共15單元、 68跨)	雙向分離： U1~U13； 單向： U14N； U15S 皆屬PC箱型梁 U1~U13：分階段 場撐工法/場鑄逐 跨場撐工法/場鑄 懸臂工法 U15S加勁拱橋：場 鑄懸吊工法	矩形單柱墩柱 V型橋墩 圓柱Y型橋墩 (150 cm ϕ 全 套管樁基礎)	決標時間	102.05.09
			開工時間	106.06.20
			累計進度	7.67%
			102年度 主要工程內容	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 全套管基樁 ➢ 基礎與調整層 ➢ 橋墩施工 ➢ 工務所組合屋 ➢ 工區整地及圍籬

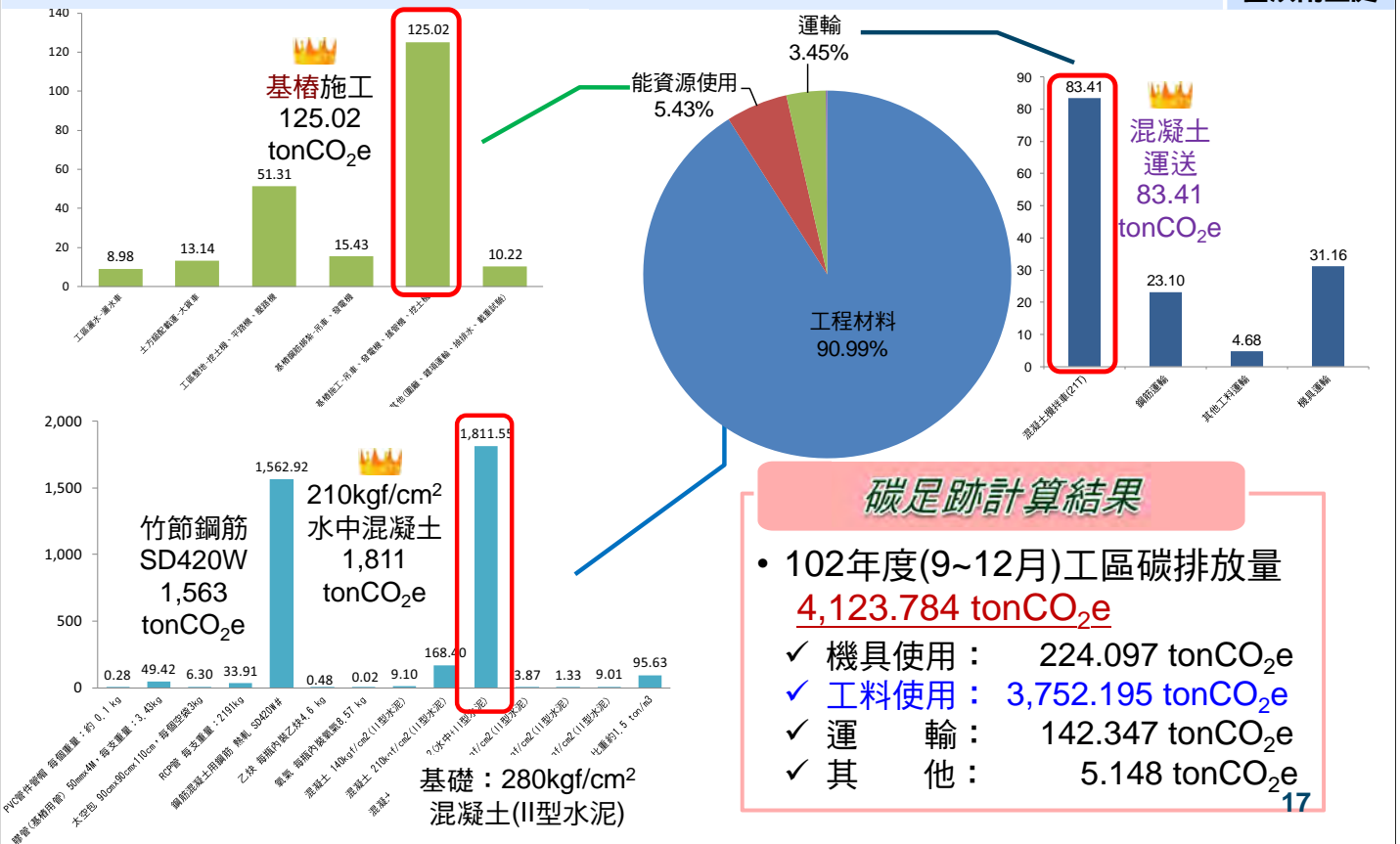
WH77-B 102年度排放結果分析



WH77-C標執行概要

設施型式		上部結構型式/工法	下部結構型式	項目別	標別
主線高架橋	U1N、U2N、U2S、U3~U14共計15單元	PC箱型梁/場鑄逐跨工法	多採單柱懸臂式帽梁，主線與匝道銜接點之變橋寬處採雙柱懸臂式帽梁(150cm ϕ 全套管樁基礎)	決標時間	102.08.01
匝道高架橋	R21U1、R22U1		· 均採單柱懸臂式帽梁，另包括2座R21A1及R22A1懸臂式橋台。 · 基礎型式均為150cm ϕ 全套管樁基礎	開工時間	102.09.12
匝道RC擋土牆工程	R21及R22匝道引道外側及U1~U3橋下	-	-	累計進度	4.33%
路堤填方工程	九塊厝交流道匝道路面距地面高度小於6公尺路段採路堤填築方式	-	-	102年度 主要工程內容	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 全套管基樁 ➢ 基礎與調整層 ➢ 工務所組合屋 ➢ 工區整地及圍籬

WH77-C 102年度排放結果分析



工程管理單位排碳活動資料彙整

活動/設施	排放源	單位	承包商			監造		西濱南工程處
			春原A標	春原B標	泛亞C標	二段	三段	
瓦斯爐	天然氣	公升	80	-	-	-	-	-
用電設施	外購電力	度	46,640	10,960	7,485	14,847	7,022	89,650
公務車	汽油	公升	11,528	5,777	6,445	3,450	1,736	3,577
公務車	柴油	公升	2,059	-	-	-	-	-
化糞池	排泄物	人時	47,096	16,448	20,240	8,188	1,760	55,901
廢棄物產出	廢棄物	公斤	765.31	267.28	328.90	133.06	28.60	1,304
飲水機、冰水機、冷氣、空調、冰箱	冷媒： R12、R134a R-22、R410a	公斤	0.444	0.793	0.035	0.970	0.057	5.690
用水設施	外購水量	度	10,149	630	297	832	104	928

註：1.僅A標春原工程之工務所使用瓦斯爐及柴油公務車輛。
2.各工程管理單位之滅火器皆為ABC乾粉滅火器，無排碳逸散。

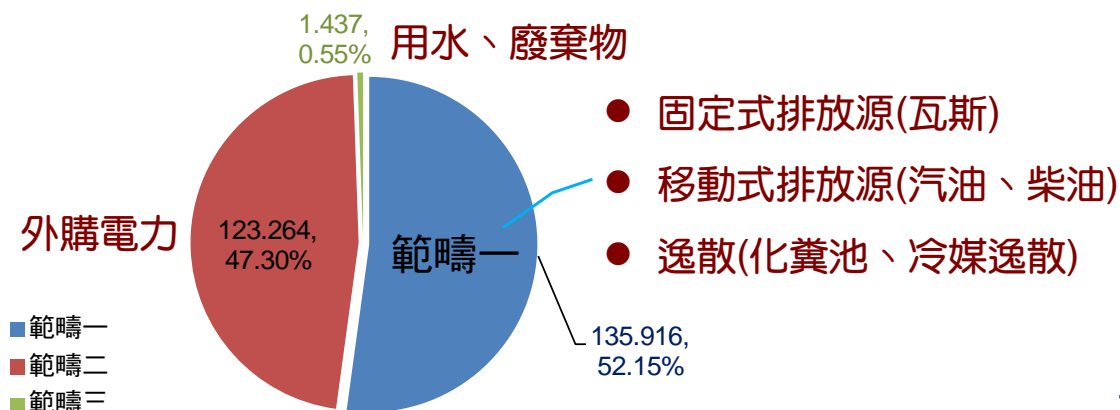
工程管理碳足跡計算結果

● 102年度工程管理單位總排碳量計算：261.8 ton CO₂e

承包商			監造		西濱南工程處
春原A標	春原B標	泛亞C標	二段	三段	
81.59	29.57	28.54	24.49	11.52	86.10
					合計：261.81

● 整體統計以**範疇一(直接排放源)**佔**52%**最高。

各範疇別排放量(tonCO₂e)及比例



起始會議/教育訓練

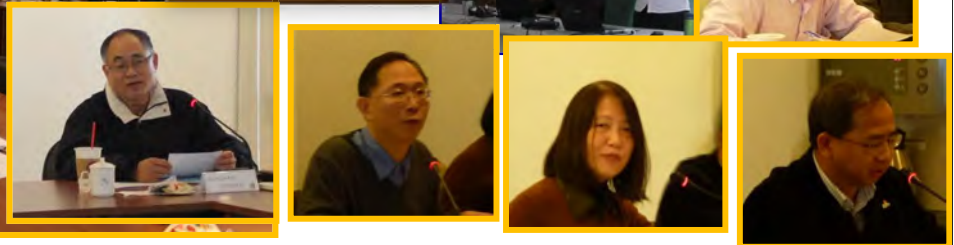
- WH77-A標 啟始會議/教育訓練：2012.12.14
- WH77-B標 啟始會議/教育訓練：2013.06.21
- WH77-C標 啟始會議/教育訓練：2013.09.13
- 102年度座談會：2013.12.27



盤查推動小組成立與宣誓



工程碳足跡盤查年度座談會



碳足跡現場盤查輔導查核

● 現場輔導



瞭解工區現況、持續與承包商溝通協調，確保談查結果之正確性及有效性

碳足跡現場盤查輔導查核

- 協力廠商座談會
 - 簡易教育訓練
 - 協力廠商各別磋商盤查作業配合方式



- 施工前協調會議
 - WH77-B : 2013.06.13
 - WH77-C : 2013.09.05
 - 於啟始會議、教育訓練前初步說明工作內容，以確保盤查前置作業完整執行

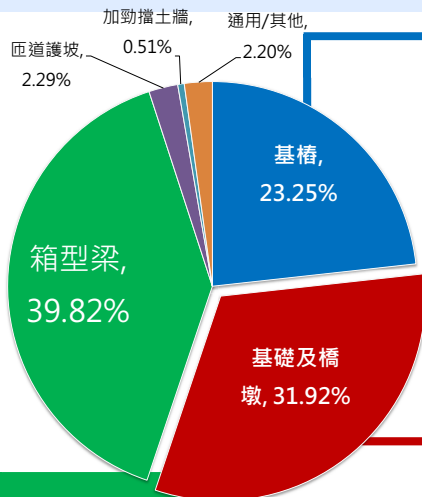
監造與承包商工作內容	
承包商	監造單位
<ul style="list-style-type: none"> 每日 <ul style="list-style-type: none"> - 工程材料進料單/磅秤單 - 人員出勤紀錄 - 履歷表相關紀錄 - 履歷改善紀錄 - 上層加工業權、新建築管理資料(或以每月開報方式提供) 每月 <ul style="list-style-type: none"> - 履歷改善月報 - 履歷改善月報資料 每年 <ul style="list-style-type: none"> - 履歷改善月報 	<ul style="list-style-type: none"> 每日 <ul style="list-style-type: none"> - 檢核承包商盤查內容 每月 <ul style="list-style-type: none"> - 檢核履歷月報 每年 <ul style="list-style-type: none"> - 填寫管理單位：工程段辦公室年報

工程初期工作說明	
<ul style="list-style-type: none"> 建立碳盤查清單名稱 填寫工程名稱 每日出勤紀錄表 	
<ul style="list-style-type: none"> CP-工程施工項目 CC-驗收登錄 ME-檢工機具與設備 EB-用水 MA-工程材料 PL-檢生 MO-產物設備 HR-工區人員交通方式 	<p>工程初期續電項目</p>

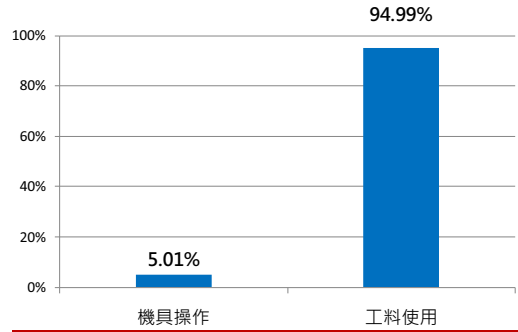
簡報大綱

- 壹 計畫背景與工作執行架構
- 貳 工程進度及盤查作業執行成果
- 參 工程碳足跡盤查結果分析
- 肆 結語

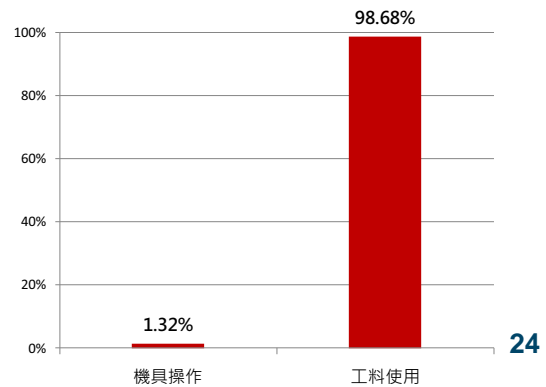
工項類別與碳足跡關聯分析(A標)



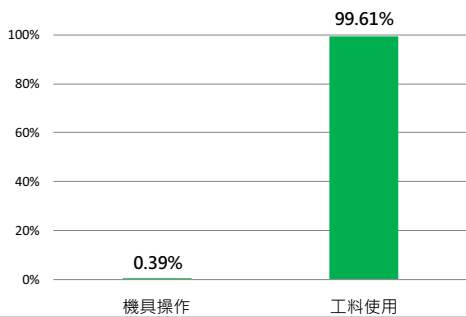
基樁 : 5,031 ton CO₂e



基礎及橋墩 : 6,860 ton CO₂e

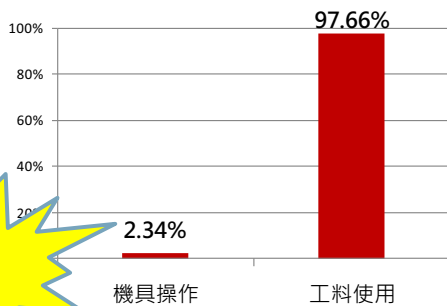


上構箱梁 : 8,614 ton CO₂e

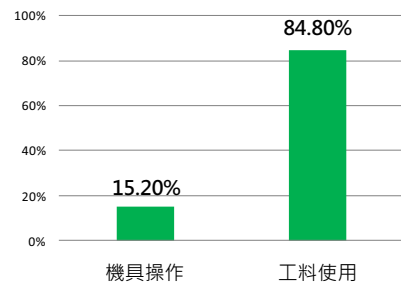


工項類別與碳足跡關聯分析(B標)

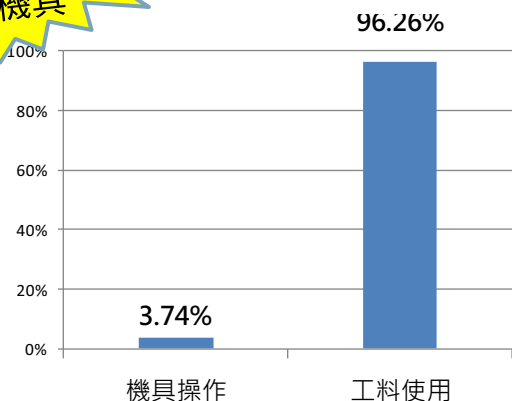
基礎及調整層 : 328.9 ton CO₂e



其他/通用 : 278 ton CO₂e



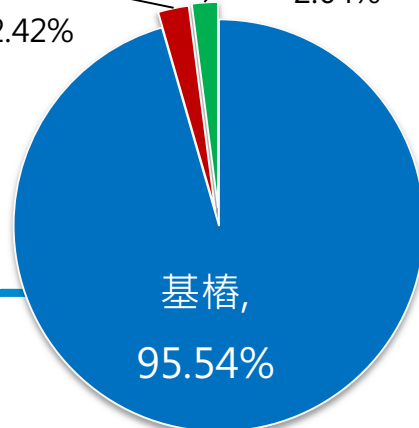
僅工料
與機具



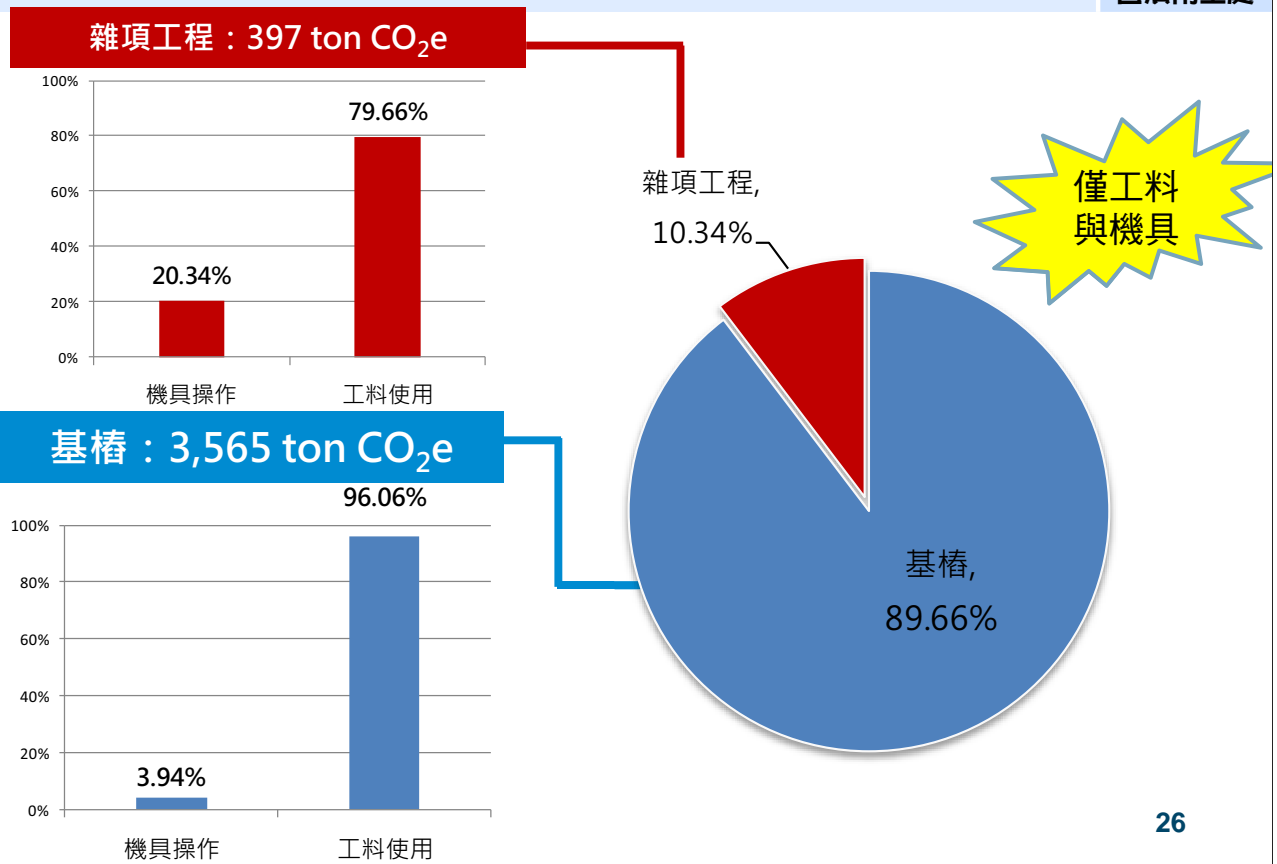
基樁 : 13,008 ton CO₂e

基礎及調整層, 2.42%

其他/通用, 2.04%



工項類別與碳足跡關聯分析(C標)



本計畫產出參數-運輸、機具油耗

參數	計算方法	油耗單位	規格/機型	計算結果
混凝土預拌車 運輸油耗	加油量/ 運送方數	L/m ³	-	2.625
鋼筋拖板車 運輸油耗	加油量/ 行駛里程	km/L	-	2.104
打樁機油耗	加油量/操作時數	L/hr	PC-300	17.44
			PC450	9.95
			PC45	2.19
吊車-1	加油量/操作時數	L/hr	25T	4.403
吊車-2	加油量/操作時數	L/hr	25T	7.44
吊卡車	加油量/操作時數	L/hr	20T	11.5



本計畫產出參數-泵送車油耗率

調查結果具
施作工項特性
之合理性

- 協力廠商配合不同**施作工項**進行調查

機具類型	工項	方數 (m ³)	時間 (hr)	作業 效率 (m ³ /hr)	加油量 (L)	油耗率(L/hr)		油耗率(方/L)
						本計畫 調查	文獻	本計畫 調查
泵送車 (27米)	基礎	431	6.5	66.31	101.65	15.64	32.4	4.19
泵送車 (37米)	上構 底腹版	201.5	6.25	32.24	96.26	15.40		2.09
泵送車 (37米)	上構 頂版	252	5	50.4	111.28	22.26		2.26
泵送車 (21米)	基礎	317	7.5	42.27	104.9	13.99		3.02

文獻與調查結果差異可能原因：文獻油耗資料可能為**全載操作**值，但計畫調查結果應含現場施作之**待機時間**



本計畫產出參數-複合式工程材料

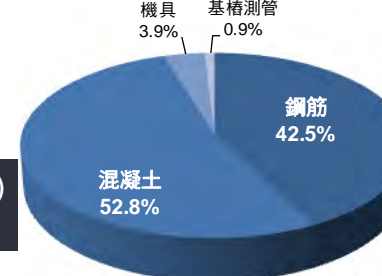
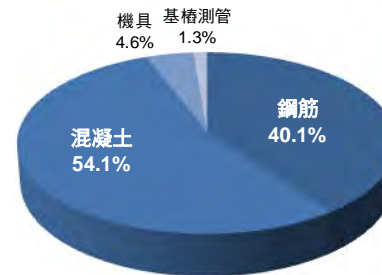
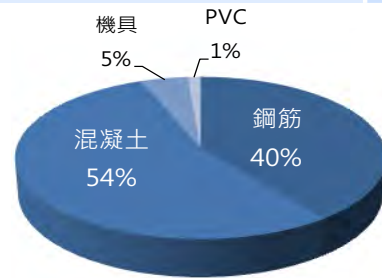
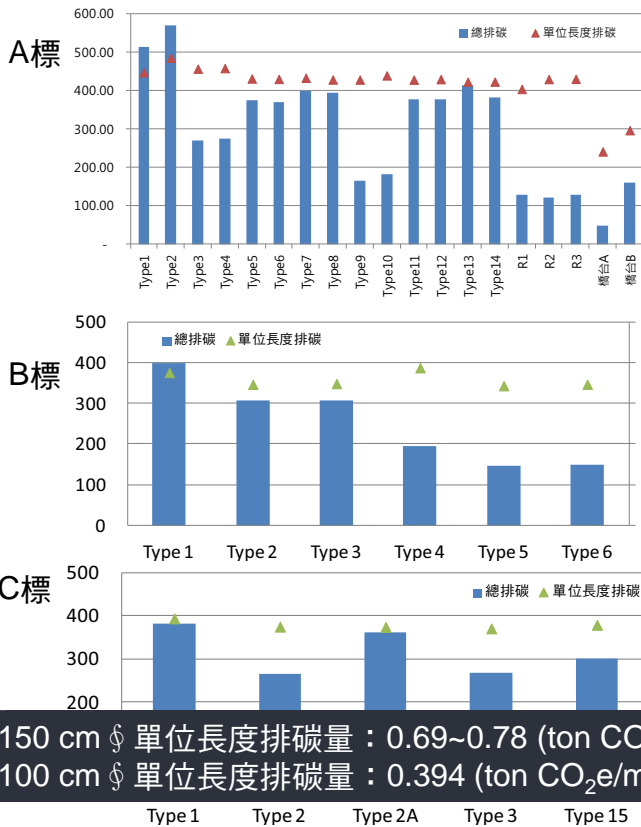
公路總局
西濱南工處

- 供應廠商配合提供**材料組成(構件、材質)**

工程材料	組成構件	組成材料	規格	係數 (ton CO ₂ e/組)
剪力鋼箱	蓋板、螺栓、剪 力釘、橡膠帽	鍛鋼 橡膠	400~1000T	2.12~7.153
盤式支承	上/下錨定版、螺 栓、橡膠墊、	鍛鋼 橡膠	400~1200tf	0.795~3.165
預力端錨	錨座、錨頭、擋 環、夾片、套管	鍛鋼 壓克力 PE	19T 15.2mm § 19T 12.7mm §	0.074~0.119
預力端錨續接器	單線續接器、直 管、外蓋、套管	鍛鋼 PE	19T 15.2mm § 19T 12.7mm §	0.074~0.187

工程特性分析-基樁

基樁與對應橋墩型式之總排碳量

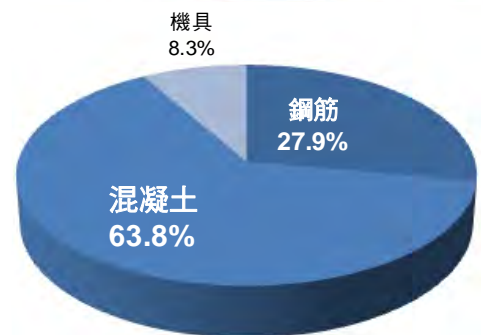
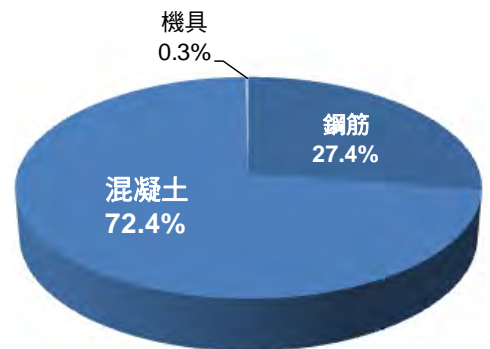
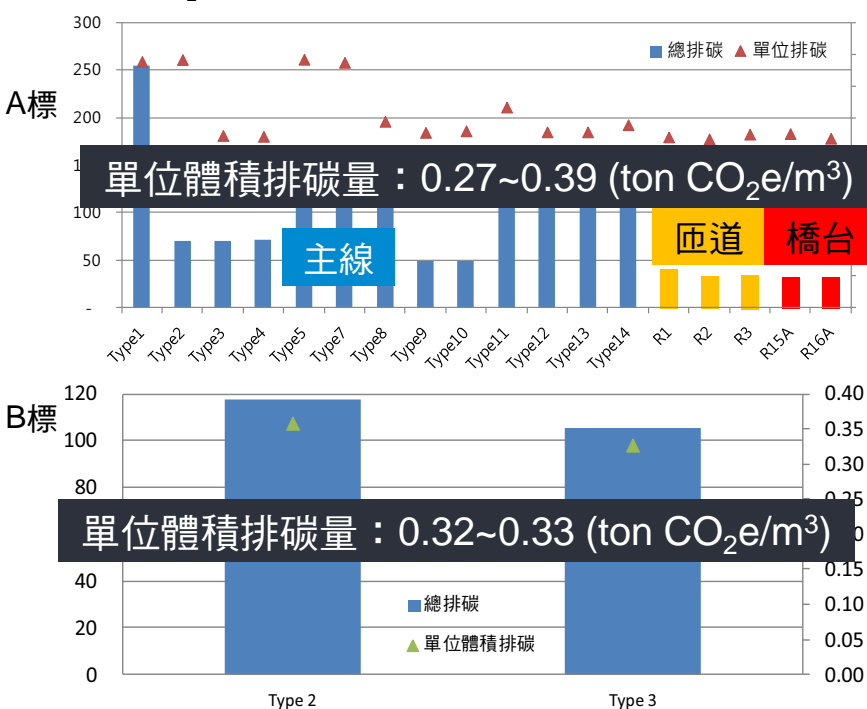


基樁排碳量占比分析

工程特性分析-基礎

單位：ton CO₂e

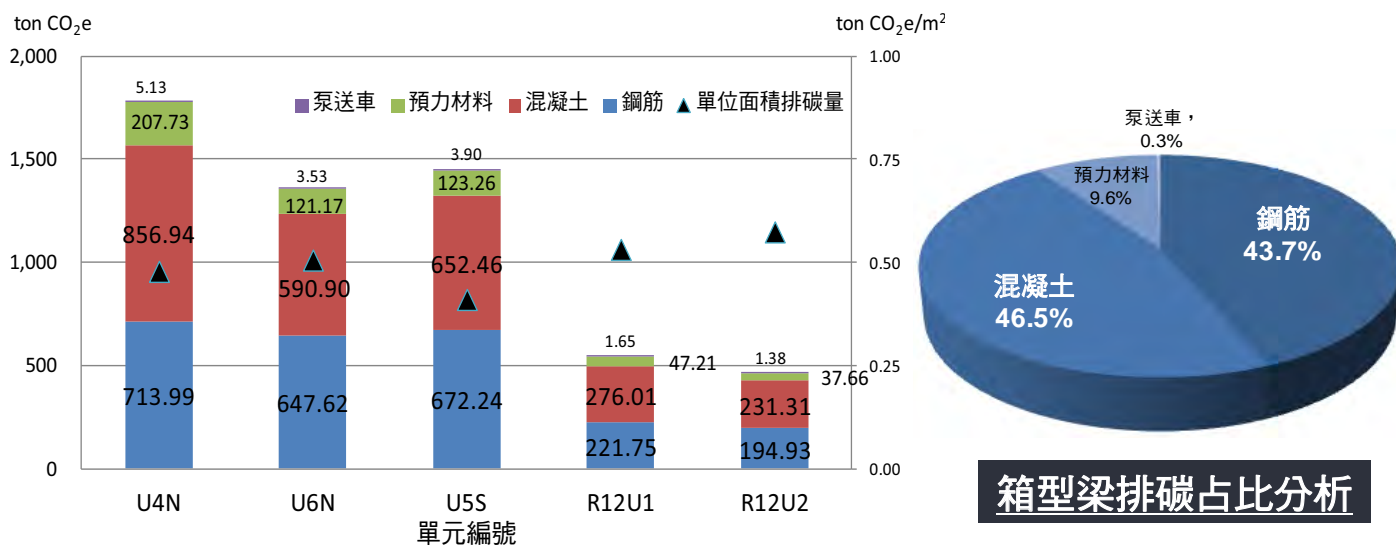
單位：ton CO₂e/m³



橋墩型式與對應基礎之總排碳量

工程特性分析-箱型梁

● WH77-A標：102年度上構箱型梁(以單元分)排碳量分析



單位橋面版排碳量：0.414~0.574 (ton CO₂e/m²)

減碳效益分析-水泥替代材料

標別	混凝土型式	水泥原排碳量 (kgCO ₂ e)	飛灰及爐石替代水泥排碳量(kgCO ₂ e)	減碳量 (ton CO ₂ e)	減碳量比率 (%)	總減碳量 (ton CO ₂ e) / 減量%
WH77-A標	420 II	4,402.32	3,529.05	873.27	19.84%	2,493.18 / 10.12%
	350 II, SCC	1,469.77	1,176.47	293.30	19.96%	
	280 II	2,531.48	2,029.68	501.80	19.82%	
	245 II	28.41	22.75	5.66	19.93%	
	140 II	254.00	203.15	50.85	20.02%	
	210 II水中	3,596.70	2,881.92	714.78	19.87%	
	210 II	267.73	214.21	53.52	19.99%	
WH77-B標	420 II	7.75	6.14	1.61	20.78%	2,141.33 / 13.32%
	350 II, SCC	-	-	-	-	
	280 II, SCC	258.31	181.64	76.67	29.68%	
	245 II	22.41	15.75	6.66	29.71%	
	140 II	41.50	29.16	12.33	29.72%	
	210 II水中	6,858.21	4,816.14	2,042.06	29.78%	
	210 II	6.75	4.75	2.00	29.64%	
WH77-C標	420 II	-	-	-	-	661.73 / 13.83%
	350 II, SCC	1.52	1.15	0.37	24.06%	
	280 II, SCC	-	-	-	-	
	280 II	4.23	3.01	1.22	28.87%	
	245 II	9.72	6.91	2.80	28.83%	
	140 II	8.24	5.86	2.37	28.82%	
	210 II水中	2,131.17	1,519.67	611.50	28.69%	
	210 II	150.83	107.37	43.47	28.82%	

減碳效益分析-台電vs.燃油發電

● WH77-B標基樁鋼筋場：機具不同電力來源排碳量差異分析



機具使用情境	鋼筋量 (T)	柴油用量(升)	用電度數	排碳量 (tonCO ₂ e)	單位排碳量 (kgCO ₂ e/T鋼筋)
吊車：柴油 機具：發電機(柴油)	523.50*	3,562.39	-	11.89	22.72
吊車：柴油 機具：臨時場電	2,908.73	2,265.00	18,520	20.49	7.04
				差異值	15.68

*假設使用臨時電力後10日所使用之基樁鋼筋籠仍為使用臨時電力前所製作

簡報大綱

- 壹 計畫背景與工作執行架構
- 貳 工程進度及盤查作業執行成果
- 參 工程碳足跡盤查結果分析
- 肆 結語

各方持續共同努力達成目標

- 工區活動資料與各式佐證資料蒐集決定查證等級
- 以**擴大盤查**方式提升盤查數據品質
- 以**個案調查**方式建立基本資料
- 碳管理工作需要盤查推動小組**各級單位**執行人員的共同努力



初步成果及後續規劃

初步成果	後續作業規劃
WH77-A、B、C標盤查資料建立	與承包商共同持續精進本計畫各標之碳盤查輔導作業
擴大盤查邊界： 建立吊車、吊卡車油耗參數	吊車油耗調查結果分析、 共用油箱分析
高排碳機具油耗調查： A標泵送車油耗	B/C標泵送車油耗調查或擴大盤查之 可行性
特定工程項目碳足跡分析： 全套管基樁、基礎、上構橋單元單位排碳量	橋墩單位排碳量
計畫產出參數： 混凝土/鋼筋運輸、盤支/剪力鋼箱、打樁機 油耗、樁頭打除機具油耗	鋼筋、水泥混凝土、瀝青混凝土、 水泥本土碳足跡係數之可行性
減碳效益分析： 水泥替代材料、 基樁鋼筋場機具電力來源差異	混凝土配比及碳足跡差異分析、 C標下構鋼筋場排碳量分析

簡報完畢 敬請指教

大家一起努力
為環境盡一份心力

西濱南碳管理計畫
專線電話：02-37655071

主題二 講次 4

台 9 南迴計畫工程設計階段碳排放量推
估及減碳策略

台灣世曦工程顧問股份有限公司



交通部公路總局
西部濱海公路南區臨時工程處

台9線南迴公路拓寬改善後續計畫 **安朔**

草埔段 委託工程

碳管理暨碳足跡盤查輔導及查證服務



台9南迴計畫工程設計階段
碳排放量推估及減碳策略

CECI



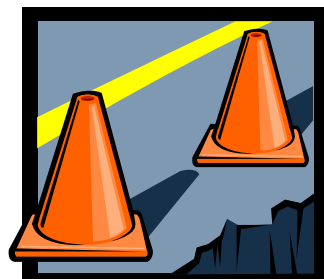
台灣世曦

工程顧問股份有限公司

中華民國103年 5月9日

簡 報 概 要

1. 工程範圍及內容
2. 各階段碳排放量推估計算原則
3. 細設階段碳排放量評估原則
4. 細設階段碳排放計算邊界擬定
5. 細設階段碳排放計算結果比較
6. 本工程主要減碳作為及減碳量評估
7. 本工程施工期間減碳建議





工程範圍及內容

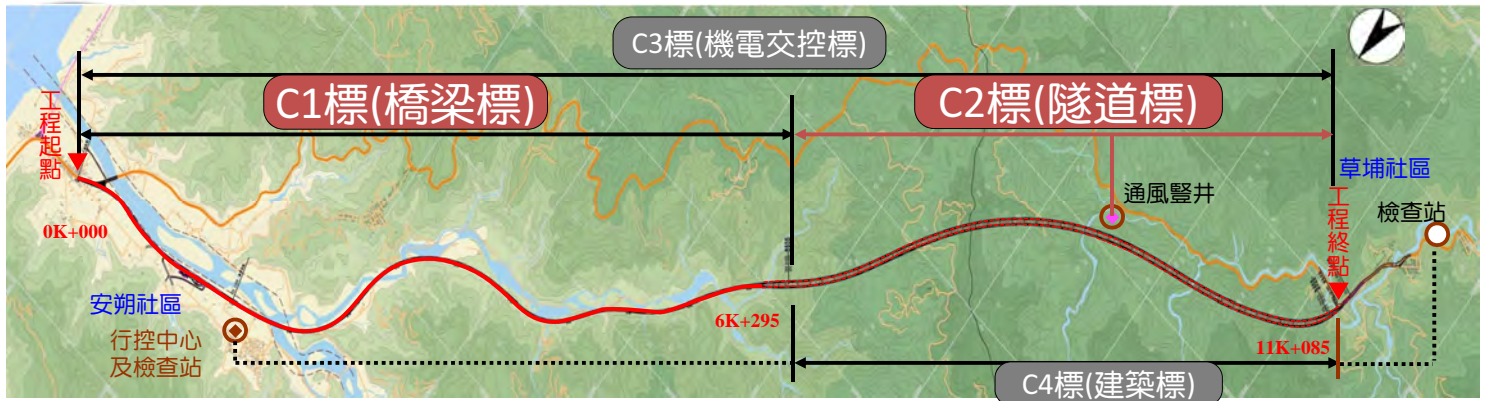


工程範圍及內容





工程範圍及內容

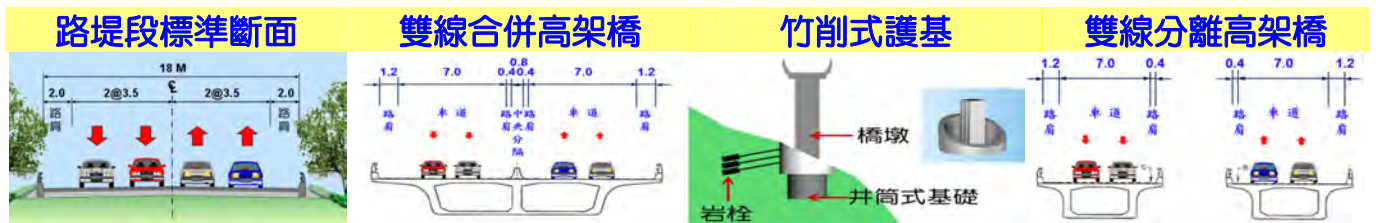
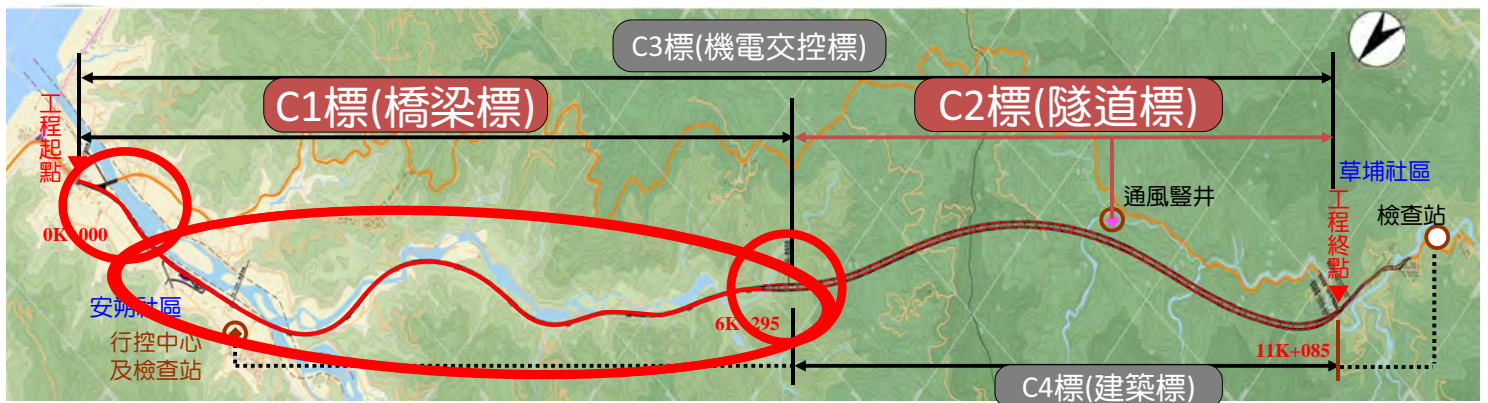


工程內容簡介

C1標	路工工程	路堤段雙向四車道約1.46km
	橋梁工程	高架橋雙線合併段約4.45km、雙線分離段約0.39km、北洞口前迴車道橋樑
C2標	隧道工程	雙孔單向隧道各約4.6km 8K+900附近設置一處豎井
	橋梁工程	隧道南洞口端雙向各配置一單元之鋼箱型梁橋
	養灘工程	隧道開挖之剩餘土石方將運至大武漁港南側養灘



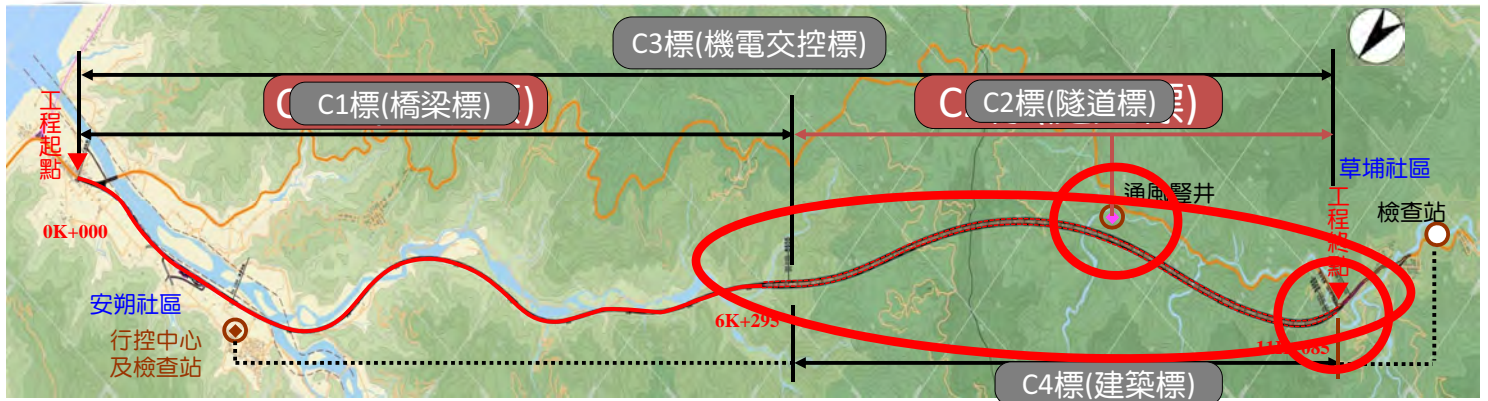
工程範圍及內容



C1標	路工工程	路堤段雙向四車道約1.46km
	橋梁工程	高架橋雙線合併段約4.45km、雙線分離段約0.39km、北洞口前迴車道橋樑



工程範圍及內容



	養灘工程位置	隧道段標準斷面	通風豎井	南口橋梁
	大武漁港			
C2 標	隧道工程	雙孔單向隧道各約4.6km		8K+900附近設置一處豎井
	橋梁工程	隧道南洞口端雙向各配置一單元之鋼箱型梁橋		
	養灘工程	隧道開挖之剩餘土石方將運至大武漁港南側養灘		



各階段碳排放量推估計算原則

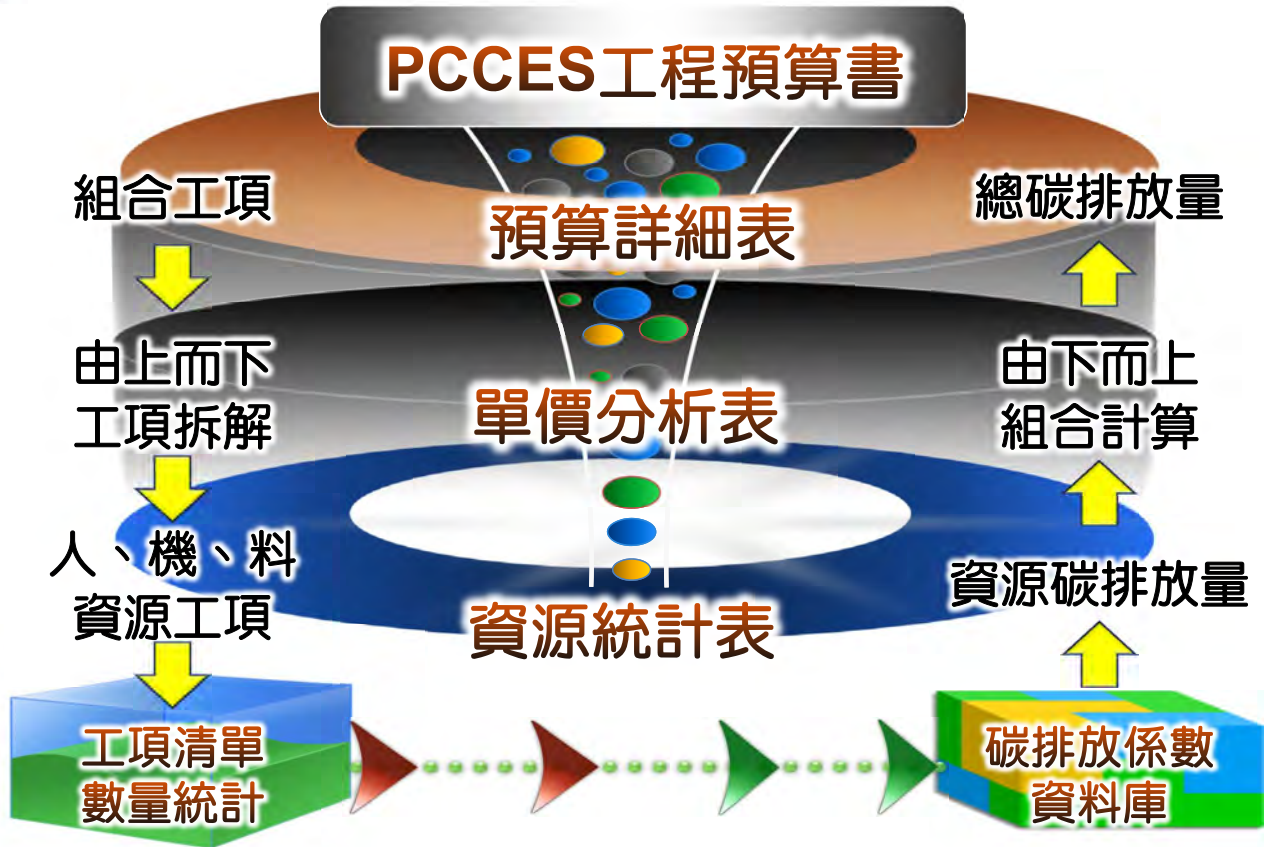
$$\text{CO}_2\text{e} = \text{活動數據} \times \text{Carbon Emission Coefficient}$$

碳排放量 = 活動數據 × 碳排放係數

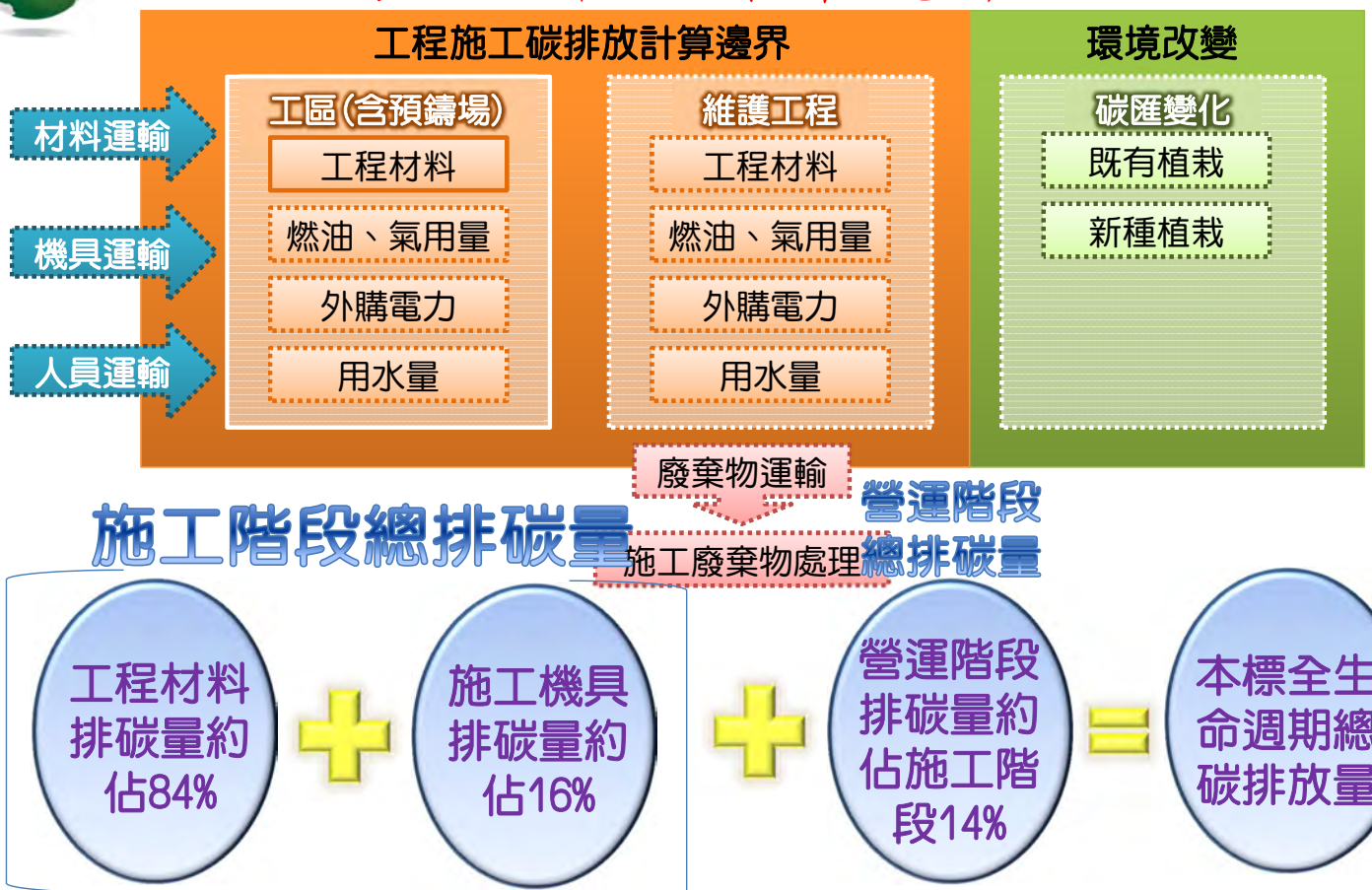
生命週期	工程特性	碳排放量推估
規劃階段	工程數量資訊簡單	由構造單位長度、面積或體積
初設階段	已有初步工程數量	部份依構造單位及部份依材料數量
細設階段	具備完整之工項數量、單價分析表	工程材料可精確計算
施工階段	實際工程材料使用量及運輸、施工機具使用時間皆可記錄	材料進場實際紀錄並盤查大宗材料一級排碳係數 機具燃料、用電、用水實際盤查紀錄
營運階段	管理、維修、補強施工	道路維修頻率或施工碳排放總量比例



細設階段碳排放量評估原則



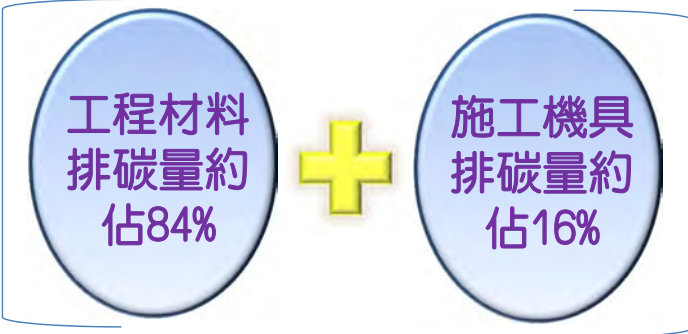
細設階段碳排放計算邊界擬定



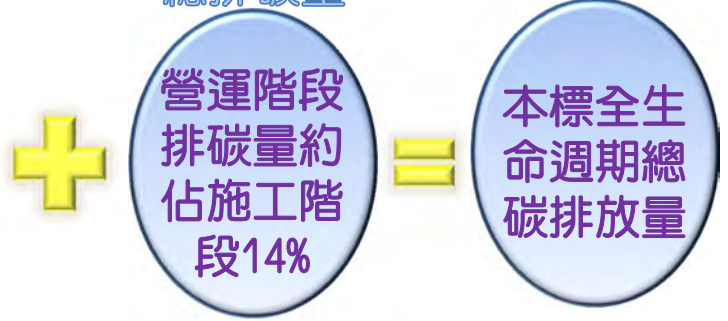


細設階段碳排放計算結果比較

施工階段總排碳量



營運階段總排碳量

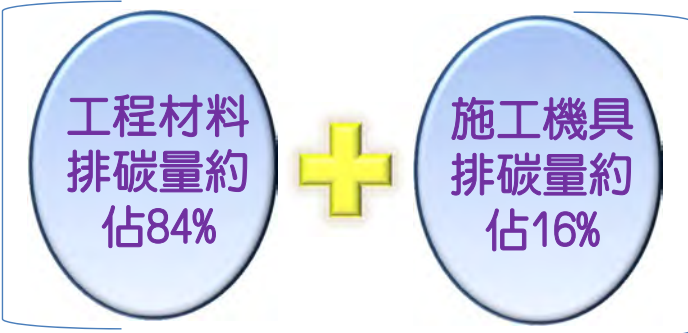


C2標(隧道標)

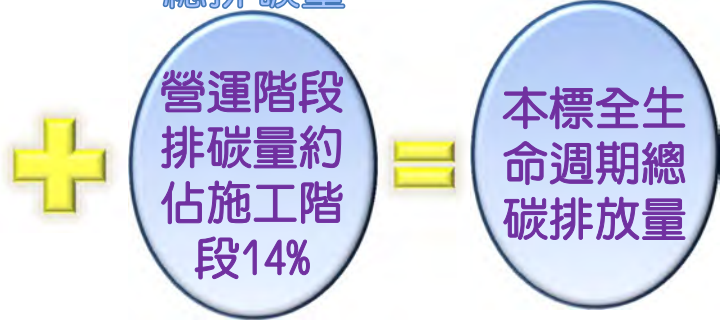


細設階段碳排放計算結果比較

施工階段總排碳量



營運階段總排碳量



C1標(橋梁標)





細設階段碳排放計算結果比較

C2標利用詳細價目表計算工程材料之碳排係數

針對各工程材料調查其碳排係數，加總可得總工程材料之碳排係數

遇複合材料無相關排碳係數者，則以工程造價比例或其中所占最大宗原料之排碳係數計算其碳排當量

例：各計價項目直接依其材料性質給定其對應之碳排係數，依調查材料佔預算比例加總後可得總工程材料之碳排係數。

項次	項目及說明	單位	數量	單位排放係數 (kgCO2e/單位)	總排碳量 (kgCO2e)	材料名稱	用量 單位	單位排放 係數 (kgCO2e)
甲.A.1.1	結構用混凝土，預拌，280kgf/cm2(II型低鹼水泥)	M3	212	169.23	35,877	預拌混凝土 280kgf/cm2, II型	M3	169.23
甲.A.1.6	鋼橋油漆	T	383	3,760	1,440,080	油漆	kg	3.76
甲.A.1.7	鋼橋運輸	T	383					
甲.A.1.8	鋼橋架設	T	383					
甲.A.1.9	強力螺栓，ASTM A325 TYPE 1	T	11	2,130	23,430	鋼鐵	kg	2.13
甲.A.1.11	盤式支承，固定型，250tf	個	2					
甲.A.1.12	盤式支承，固定型，300tf	個	2					
甲.A.1.13	盤式支承，單向活動型，250tf	個	2					
甲.A.1.14	盤式支承，單向活動型，300tf	個	2					
甲.A.1.15	產品，鋼筋，SD280W	T	5	920	4,600	鋼筋(不分類)*3	kg	0.92
甲.A.1.16	產品，鋼筋，SD420W	T	77	920	70,840	鋼筋(不分類)*3	kg	0.92



細設階段碳排放計算結果比較

C1標利用單價分析表計算複合材料之碳排係數

針對各下層材料調查其碳排係數，加總可得複合材料之碳排係數

減少以工程造價比例計算造成之誤差，可更準確估計碳排當量

例：原C2標「甲.F.1.4 塊狀護欄」因無相關碳排係數可供使用，係以工程造價比例計算其碳排量。本(C1)標則由單價分析表下層材料計算該工項之碳排量。

甲.甲.A. 甲.A.14	工作項目：塊狀護欄	單位：塊				
	工料名稱	單位	數量	排放係數	排放量	
	構造物開挖，機械挖，含抽排水	B.M3	0.220			(非材料範疇)
	構造物回填	C.M3	0.200			(非材料範疇)
	餘方近運利用	B.M3	0.020			(非材料範疇)
	結構用混凝土，預拌，210kgf/cm2(II型水泥)	M3	0.044	149	6.55	預拌混凝土210kgf/cm2 II型低鹼水泥 M3 148.95
	場鑄結構混凝土用模板，現場小型預鑄混凝土	M2	0.550			(非材料範疇)
	用鋼模，製作及裝拆	T	0.005			(非材料範疇)
	產品，鋼筋，SD280W	T	0.005	920	4.60	鋼筋(不分類)*3 kg 0.92
	零星工料	式	1.000			(非材料範疇)
			每塊排放係數計		11.15	



細設階段碳排放計算結果比較

C2標利用詳細價目表計算工程材料之碳排係數

針對各工程材料調查其碳排係數，加總可得總工程材料之碳排係數

易造成
誤差！

遇複合材料無相關排碳係數者，則以工程造價比例或
其中所占最大宗原料之排碳係數計算其碳排當量

C1標利用單價分析表計算複合材料之碳排係數

針對各下層材料調查其碳排係數，加總可得複合材料之碳排係數

勝

減少以工程造價比例計算造成之誤差，可更準確估計碳排當量



細設階段碳排放計算結果比較

工程材料碳排放量佔比分析

C1橋梁標工程構造特性

- 路堤 1.46km
- 橋梁 4.84km



C2隧道標工程構造特性

- 隧道 4603+617m
- 橋梁 40+50m
- 道路 167m



項次	碳排放源(材料)	排碳量 (T CO ₂ e)	佔比
1	混凝土	52,501	29.2%
2	鋼筋	50,961	28.3%
3	鋼製品(鋼筋除外)	39,118	21.7%
4	噴凝土	10,699	5.9%
5	預力鋼腱	10,517	5.8%

項次	碳排放源(材料)	排碳量 (T CO ₂ e)	佔比
1	混凝土	49,270	19.3%
2	噴凝土	29,937	11.7%
3	鋼筋	19,356	7.6%
4	鋼製品(鋼筋除外)	13,766	5.4%
5	地錨	3,631	2.1%



本工程主要減碳作為及減碳量評估

1. 混凝土利用爐石粉、飛灰替代水泥用量

C1橋梁標		水泥量 (ton)	
混凝土	100%水泥+0%矽灰	102,806	
	85%水泥+15%矽灰	87,385	
水泥減量/碳排減量		15,421 ton	13,570 ton CO ₂ e

減碳約7.3%
(C1標)

C2隧道標		水泥量 (ton)	
混凝土	100%水泥+0%矽灰	120,000	
	85%水泥+15%矽灰	102,000	
水泥減量/碳排減量		18,000 ton	15,840 ton CO ₂ e

減碳約8.8%
(C2標)



本工程主要減碳作為及減碳量評估

2. 加勁擋土牆取代重力式擋土牆

C1橋梁標		碳足跡(kgCO ₂ e/m ²)	
擋土牆	重力式擋土牆	462.79	
	加勁擋土牆	-57.73 (含植生減碳效益)	
本工程擋土牆取代面積/碳排減量		5,358 m ²	2,789 ton CO ₂ e

減碳約1.14%
(C1標)

3. 隧道襯砌混凝土強度提高

C2隧道標		混凝土量	混凝土碳排放量
混凝土 強度	fc' = 280kgf/cm ²	192,055m ³	32,501 ton CO ₂ e
	fc' = 245kgf/cm ²	219,491m ³	34,928 ton CO ₂ e
混凝土減量/碳排減量		27,436m ³	2,426 ton CO ₂ e

減碳約1.34%
(C2標)



本工程主要減碳作為及減碳量評估

4. 剩餘土方用於養灘工程與外運土資場比較

C1 橋梁標		碳足跡(kgCO ₂ e/車次)		(10m ³ /車次)
運距	合法土資場(60Km)	127.2		
	本標他處運用(0Km)	0.0		
本工程養灘土方體積/碳排減量		18,319 m ³	233 ton CO ₂ e	減碳約0.1% (C1標)
C2 隧道標		碳足跡(kgCO ₂ e/車次)		(10m ³ /車次)
運距	合法土資場(65Km)	137.8		
	大武漁港南側養灘(20Km)	42.4		
本工程養灘土方體積/碳排減量		740,000 m ³	7,060 ton CO ₂ e	減碳約3.9% (C2標)



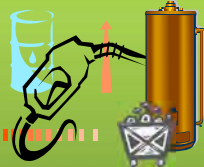
本工程施工期間減碳建議



資源利用

隧道出渣料近運利用或用於人工養灘

有效資源利用（水、電）及減少廢棄物量



降低能耗

就地取材減少運輸

妥善安排機具操作排程，減少怠速時間

妥善全能工班及自動化工法安排

使用具有節能標章設備

電力取代燃油

材料使用管制

材料選擇、採購及運輸方式

再生及使用替代材料



本工程施工期間減碳建議

減少工料使用

混凝土摻用爐石、飛灰取代部分水泥

工區植生綠化

邊坡、空地植栽覆蓋，增加碳匯量

減少日常電源

於機房與行控中心處設太陽能板，提供電源

交通管理

道路設施之電力使用管制

行駛車輛排放管制

簡報完畢
敬請指教



主題二 講次 5

台 9 南迴計畫工程材料碳足跡數據建立

台灣世曦工程顧問股份有限公司

財團法人成大研究發展基金會



台9南迴計畫工程材料碳足跡數據建立



單位：財團法人成大研究發展基金會
ISDC成大產業永續發展中心
簡報人：陳峙霖

簡報大綱



壹 工程材料盤查規劃

貳 供應商盤查程序說明





壹

工程材料盤查規劃



工程材料盤查規劃

工程碳足跡盤查計算流程



道路施工常見排放源



路工工程



土方
碎石級配
瀝青混凝土

推土機、滾壓機、
夯壓機

橋梁工程



鋼筋
混凝土
預力鋼腱
結構鋼材

吊車、油壓設備、
混凝土拌合車、
混凝土泵送車

隧道工程



噴凝土
岩栓
鋼支保
鋼筋
混凝土

鑽堡、噴凝土機
具、岩栓灌漿機
具、傾卸車、混
凝土拌合車

擋土牆工程



鋼筋
混凝土
土方
加勁材

混凝土拌合車、
混凝土泵送車
推土機、挖土機

主要材料

主要機具

道路施工常見排放源



機電工程



照明燈具
燈桿
電纜電線

吊卡車、工程車
、自走式拉線機

消防工程



隧道火警警報
風機
通風管道
排煙風門
滅火設備

吊卡車、運輸車
輛、電動升降作
業車

交控工程

交控終端設施
鋼架
CMS顯示板
電纜管線

吊卡車、工程車
、自走式拉線機

建築工程



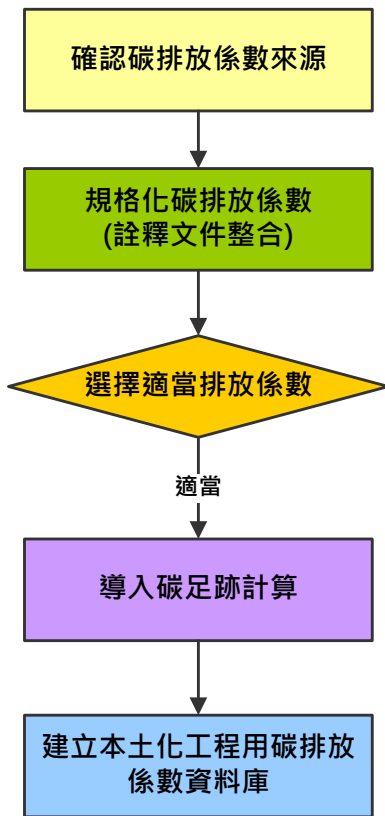
鋼筋
混凝土

挖土機、吊車、
發電機、混凝土
拌合車及泵送車

主要材料

主要機具

本土化排放係數建立



本工程原物料供應商直接盤查資料	國內環保署公告
國內業者盤查資料	內政部建研所公告
生命週期評估軟體	國內外研究文獻

工程材料品項	資料來源						加總(項)
	本團隊暨業者自行盤查	內政部公告	能源局公告產品耗能指標	環保署公告排放強度	環保署預計執行盤查項目	生命週期評估資料庫	
砂礫、石質類	-	3	-	-	-	4	7
鋼鐵、鋼筋、鋼捲類、金屬類	38	10	18	5	29	10	110
水泥、混凝土、石膏類	-	18	3	1	10	17	49
建築用鋁製品	-	6	-	-	-	17	23
建築用玻璃、強化玻璃類	-	10	-	-	-	28	38
磁磚、地磚類	3	2	-	-	7	13	25
建築用化學品	1	13	-	-	-	78	92
瀝青類	-	2	-	-	-	14	16
小計(筆)	42	64	21	6	46	181	360

排放係數蒐集建立



各階段盤查項目定義



生命週期階段	收集項目	佐證資料建立
工程原物料投入階段	1.工程直接原料	
	2.工程間接原料	
	3.設備耗材	
工程施工階段	範疇一	
	範疇二	
	資源	
廢棄物	運輸距離	
	運輸重量	

原物料供應商直接盤查





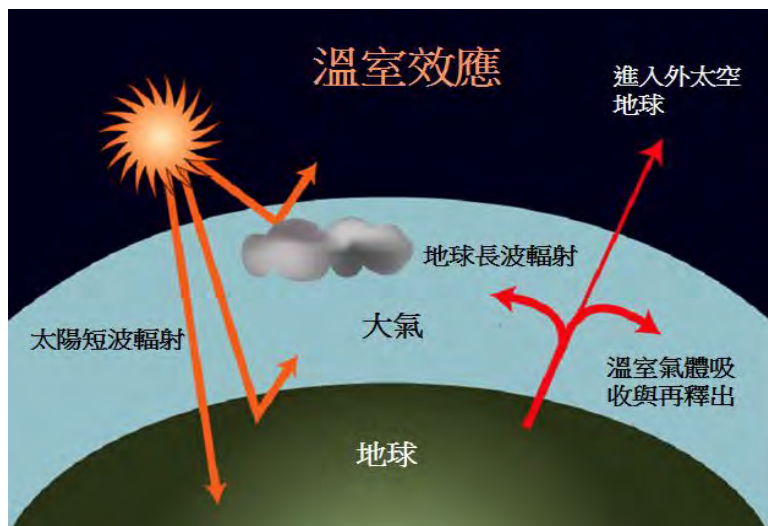
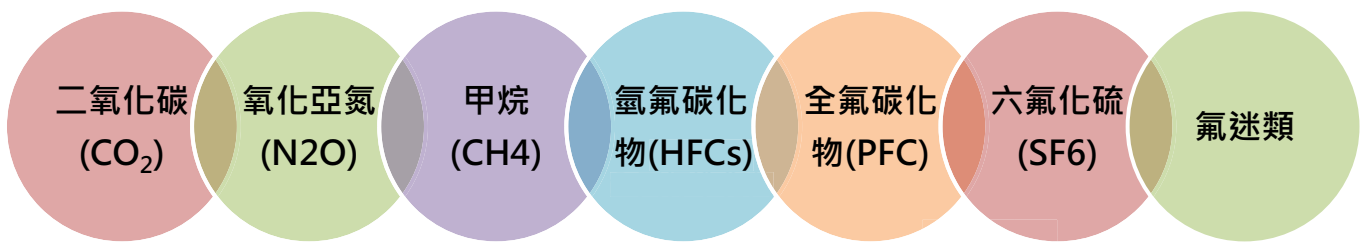
貳 供應商碳足跡盤查程序說明



ISDC 國立成功大學
產業永續發展中心

供應商碳足跡盤查程序說明

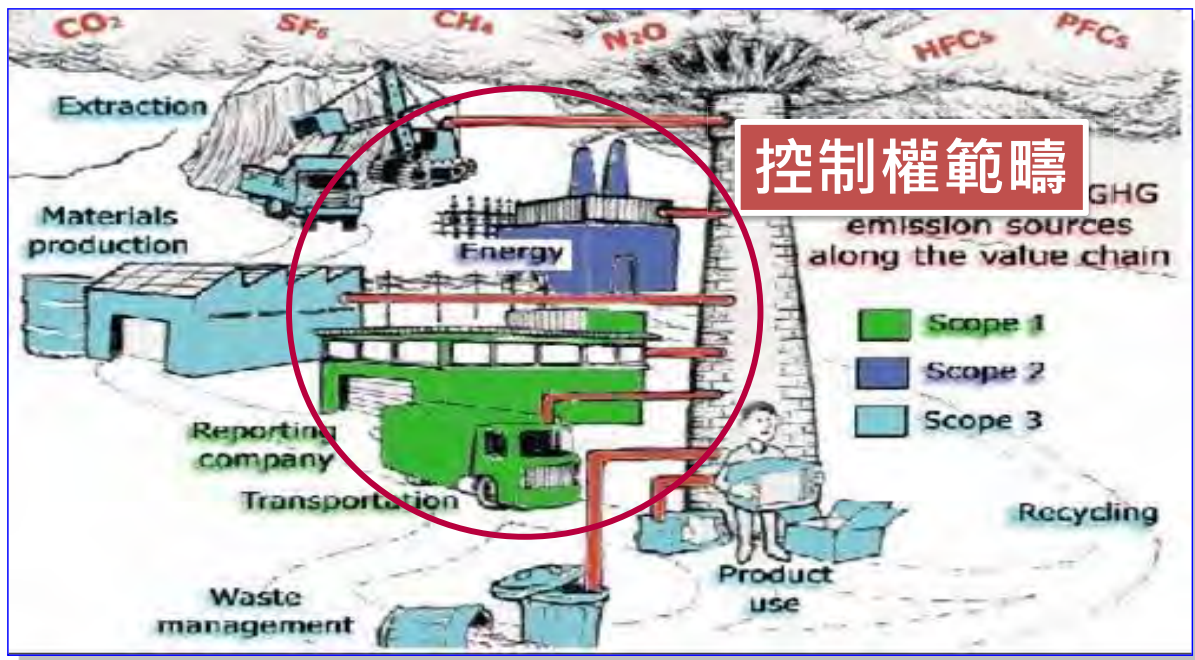
何謂溫室氣體?盤什麼?



ISDC 國立成功大學
產業永續發展中心

Carbon

溫室氣體排放範疇界定



Scope 1 + Scope 2 + Scope 3 = 產品生命週期

產品碳足跡生命週期盤查關鍵組成



依據：PAS2050



生命週期定義

碳足跡(Carbon Footprint)定義

- 一種測量人類活動產生的溫室氣體對環境造成衝擊的方法，通常以二氧化碳排放當量來表示。為評估每種產品碳足跡，須先盤查該產品單位碳排放量。

碳足跡評估方法

- 國際間目前均以產品生命週期(Product Lifecycle Assessments, LCA)的觀點來分析。

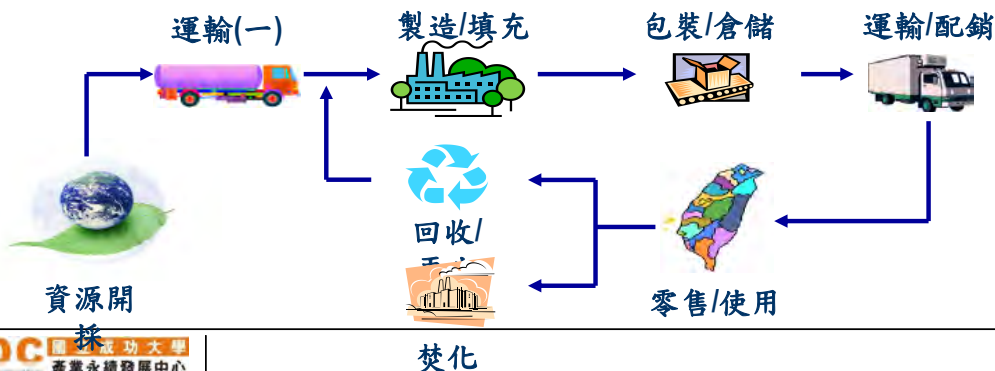
碳足跡評估通常有兩種選擇 視產品行銷類型及揭露需求而定

第一種：基本生命週期(多用於B2B產品)

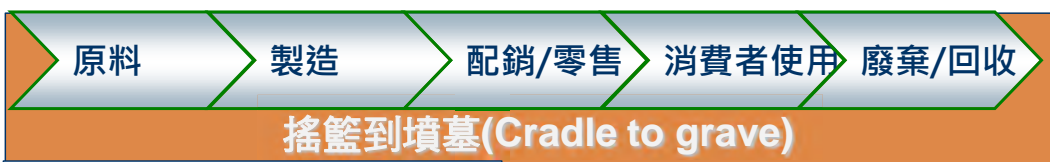
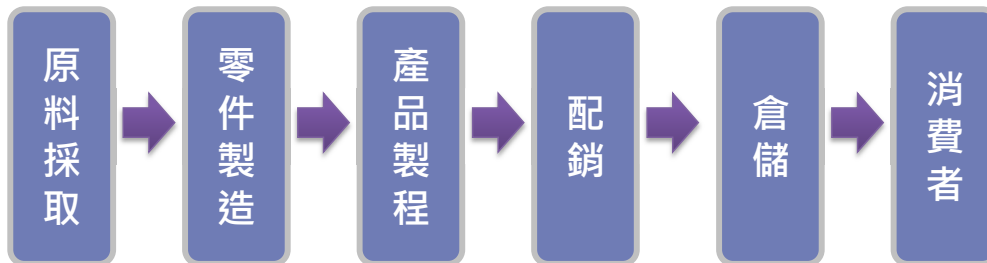
- 1.製造過程
- 2.運輸

第二種：完全生命週期(多用於B2C產品)

- 1.原料開採與製造
- 2.各階段之運輸
- 3.各階段包裝
- 4.製造過程
- 5.倉儲
- 6.產品使用
- 7.廢棄物處理



產品邊界設定



與消費者溝通：完整生命週期(Full Life Cycle)

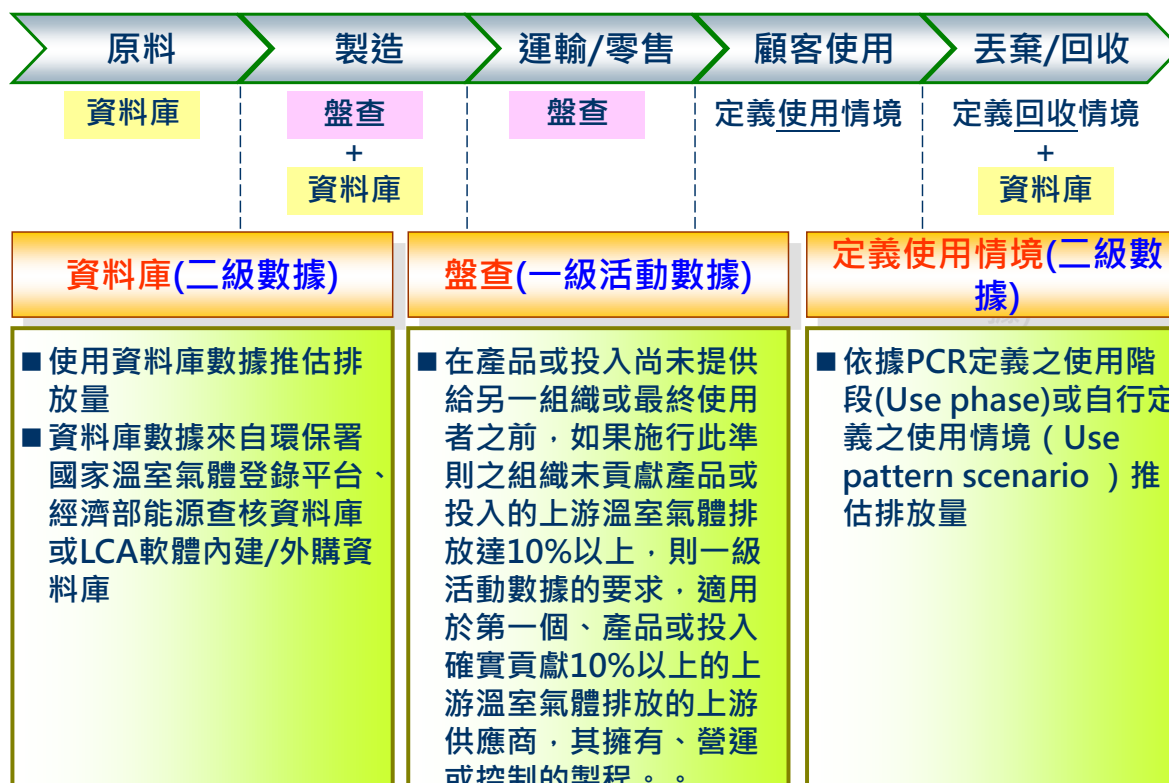
供應鏈使用(business-to-business)：部份碳足跡(Partial CFP)

各階段盤查項目定義



生命週期階段	收集項目
原物料階段	1. 直接原料
	2. 間接原料
	3. 設備耗材
	4. 包材
	5. 廠務投入
	6. 污染防治投入
製造階段	範疇一
	範疇二
	資源
廢棄物	運輸距離
	運輸重量

數據品質-活動數據組成



LCI資料收集



ISDC 國立成功大學 產業永續發展中心

ISDC 國立成功大學 產業永續發展中心

建立LCI盤查表

請填寫廠內溫室氣體盤查排放源、及資源

1. 範圍一：直接溫室氣體排放源：能源排放、製程排放、控制爐下運輸排放、逸散排放

2. 範圍二：能源間接排放源：天然氣、煤、油、電力

3. 範圍三：其他間接排放源

4. 範圍四：其他間接排放源

5. 範圍五：其他間接排放源

6. 範圍六：其他間接排放源

7. 範圍七：其他間接排放源

8. 範圍八：其他間接排放源

9. 範圍九：其他間接排放源

10. 範圍十：其他間接排放源

11. 範圍十一：其他間接排放源

12. 範圍十二：其他間接排放源

13. 範圍十三：其他間接排放源

14. 範圍十四：其他間接排放源

15. 範圍十五：其他間接排放源

16. 範圍十六：其他間接排放源

17. 範圍十七：其他間接排放源

18. 範圍十八：其他間接排放源

19. 範圍十九：其他間接排放源

20. 範圍二十：其他間接排放源

21. 範圍二十一：其他間接排放源

22. 範圍二十二：其他間接排放源

23. 範圍二十三：其他間接排放源

24. 範圍二十四：其他間接排放源

25. 範圍二十五：其他間接排放源

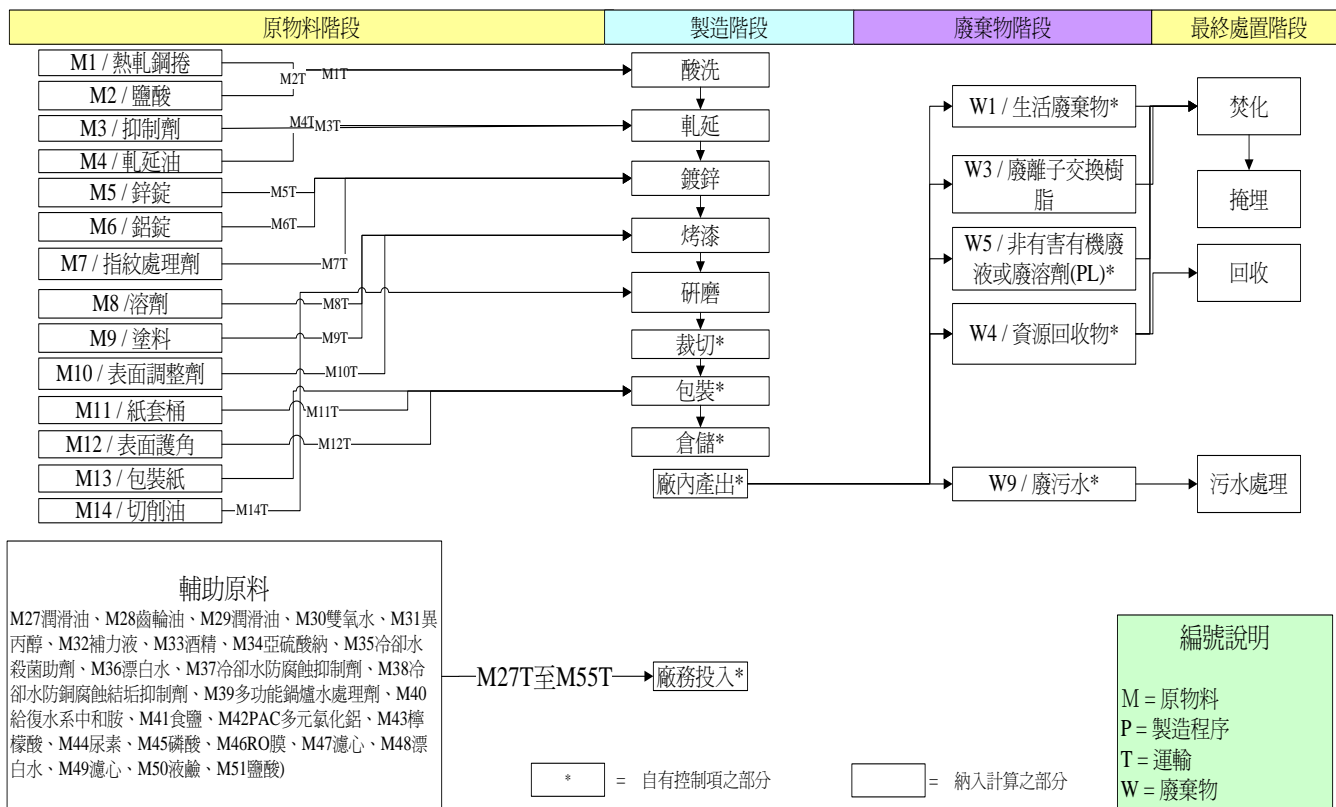
基本資料



二、產品說明		
1. 產品名稱 (中文)	精製特砂太空袋1公噸 99.7°C	本產品料號：
(英文)	Refined White Sugar Supersack Bag of 1 MT	(本產品)客戶料號：
2. 資料數據蒐集期間：2010年01月1日- 2010年12月31日	共計：1年	
3. 本產品之通用計量單位 或 功能單位 (公斤、m、m ² 、片、個、公升、...)	公斤	
4. 本項產品在資料數據蒐集期間內總產量(KG) (指該廠該產品的總產量，不管客戶是誰)		
全廠總產量(KG)		
5. 資料數據蒐集期間，該產品出貨「重量」，不含包裝 (公斤/期間)		
6. 資料數據蒐集期間，該產品出貨「重量，含包裝」 (公斤/期間)		
7. 資料數據蒐集期間「本產品總產量」佔「全廠所有產品總產量」的比例 (%)	#DIV/0!	佔乾基比例
7-1. 上述比例之計算依據 (個數、面積、長度、重量、體積、工時...等)：	重量	



產品地圖範例【B2B】-金屬加工



數據品質-綜合重點

數據蒐集期間？

■數據蒐集期間應為最近一年。若未採用最近一年的數據時，則應說明其原因，

另應保證並非取自最近一年之數據的精確性。

原料是否都要納入？

■引用高階分析結果，運用實質性貢獻門檻，將排放量<1%之原物料不納入盤查，唯排除之總和不得超過5%(PAS條文3.33/6.3)

供應商是否都要納入？

■一級活動數據應自施行此PAS之組織所擁有、營運或控制之製程蒐集，一級活動數據要求不適用於下游排放源

■凡施行此PAS之組織，在將產品或投入提供給另一組織或最終用戶之前，未貢獻該產品或投入10%或以上之上游溫室氣體排放，一級活動數據之要求適用於第一階上游供應商擁有、營運或控制製程且確實貢獻10%或以上之產品或投入上游溫室氣體排放。(PAS條文7.3)

原物料階段-上游供應商數據收集



- ❖ 盤查標的供應商之一級活動數據。
- ❖ 若原料取自多家供應商時，則宜蒐集所有供應商之一級活動數據，若供應商數量龐大，則一級活動數據宜取自取得產品的原料數量之50%以上，且自供應商處取得數據之平均值宜作為無法取得數據之供應商的二級數據。

分配原則確認



- 原物料分配方法可以實際數量、重量、加權數值作為分配之基本參數。
- 若引用其他參數如：經濟價值等以外之實際數量時，得說明採用此參數之依據。
- 產線單位能耗、機械工時、製程產量分配

分配原則

❖ 以生命週期之觀點，分配各項排放源至標的產品。

- 盡量搜集各項不需分配的數值
- 可現場實際量測耗能設備進行分配
- 或藉由產量/重量/體積/面積等方式進行分配

Case-by-case 以實際情況進行分配

能耗分配表

---•建立完整之能耗分配資訊

程序	設備編號	裝置名稱	規格	功率	單位	操作數量	操作時數	年用電量	以容量計	廠牌	用電小計
程序A	0201-H01	主吊馬達	380V/3.6KW	3.6 kW		1	7927	28537.2	17478		84343.28
	0201-H01	縱向馬達	380V/6.6KW	6.6 kW		1	7927	52318.2	16021.5		
	0201-H01	橫向馬達	380V/0.44KW	0.44 kW		1	7927	3487.88	1008.7		
	0201-N01	油壓推板	380V,3.6A,1.5KW(2P)	1.5 kW		1	7927	11890.5	1816.5	ADDA	773358.12
	0201-N01	刀具馬達	380V/47.57KW	47.57 kW		1	7927	377087.4	57607.27		
	0201-H02	馬達	380V/44.76KW(4P)	44.76 kW		1	7927	354812.5	216862.2	WEY	
	0201-H02	推動器油	380V,5HP(4P)	3.73 kW		1	7927	29567.71	18071.85	BALDOR	
0201-H02	馬達	380V/1.68KW	1.68 kW		1	0	0				
程序B	0201-Q01	運轉馬達	380V/40HP(4P)	29.84 kW		1	3189	29.84	87969.41	ABB	139.84
	1001-X01	運轉馬達	380V/60HZ/55KW	55 kW		1	4738	55	172336.1	ADDA	
	1001-X02	運轉馬達	380V/60HZ/55KW	55 kW		1	4738	55	172336.1	ADDA	
	用電量	原始比例	總用電量	分配原則	分配用電量						
	857841	100.00%	857841	100.00%	857841						
	0	0.00%	0	0.00%	0						
	0	0.00%	0	0.00%	0						
	0	0.00%	0	0.00%	0						
小計	857841	100%	857841	100.00%	857841						



耗電量量測



流量量測



量測數值記錄

運輸距離搜尋

規劃路線 我的位置

台南市東區大學路1號
花蓮市花蓮火車站

開車到 花蓮火車站 的路線指示

建議路線

- 國道1號和台14線 7小時 51分鐘 319公里
- 國道3號和台14線 7小時 54分鐘 311公里
- 國道1號 9小時 4分鐘 478公里

No. 1, 大學路, 東區
台南市, 701

- 朝南, 走勝利路, 往勝利路171巷前進 1.0公里
- 請於東門路一段/182縣道向右轉 53公尺
- 向左轉後, 繼續走東門路一段/182縣道 150公尺

運輸距離搜尋



Home About Updates Data Description World Top Airports UK Top Airports Links Report
Problem Contact

world-airport-codes.com

World Airport Codes

Welcome to World Airport Codes, the place to find airport codes, abbreviations, runway lengths and other airport information.

World Airport Codes provides information for almost every airport in the world. Using the search box below, you can search for airport codes in 5 different ways:

- By country name (e.g. Egypt).
- By country abbreviation (e.g. GB for Great Britain).
- By city name (e.g. Amsterdam).
- By airport name (e.g. Heathrow).
- By airport code (e.g. LAX).

Want great travel deals?
We also run four travel comparison websites.
We search for deals on:
Car rental >>
Airport car parking >>
Holiday insurance >>
Hotels near the airport >>

Search for airport details
Currently 9478 airports on record.
taipei By country name
Search Airports

Search Distance between two airports
Enter both airport codes.
Search Distance

Airport details ordered by country name
A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N-O-P-Q-R-S-T-U-V-W-X-Y-Z

運輸距離搜尋



Sea Rates.com Sea Freight Exchange 登录 | 注册 中文

主要 发送要求 海线 目录 Worldwide Network 主要办事处 联系

Google 提供的广告 Airport Airport Lost Luggage Detroit Intl Airport O'Hare Airport Plane YYZ Airport Map

计算结果
装货港口：高雄, TW
卸货港口：De Kastri, RU
距离：2054 海里
船速：14 节
时间：6 天数 3 小时

计算距离
装货港口：高雄, TW
卸货港口：De Kastri, RU
船速, 节：14
5474
输入验证码：
计算

溫室氣體排放量計算



溫室氣體排放量(CO₂e)

= 活動強度 x 排放係數 x 全球暖化潛勢

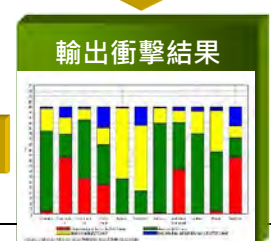
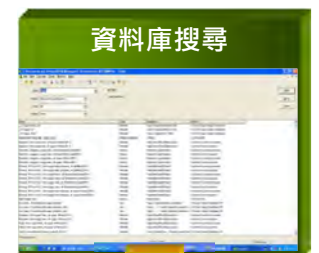
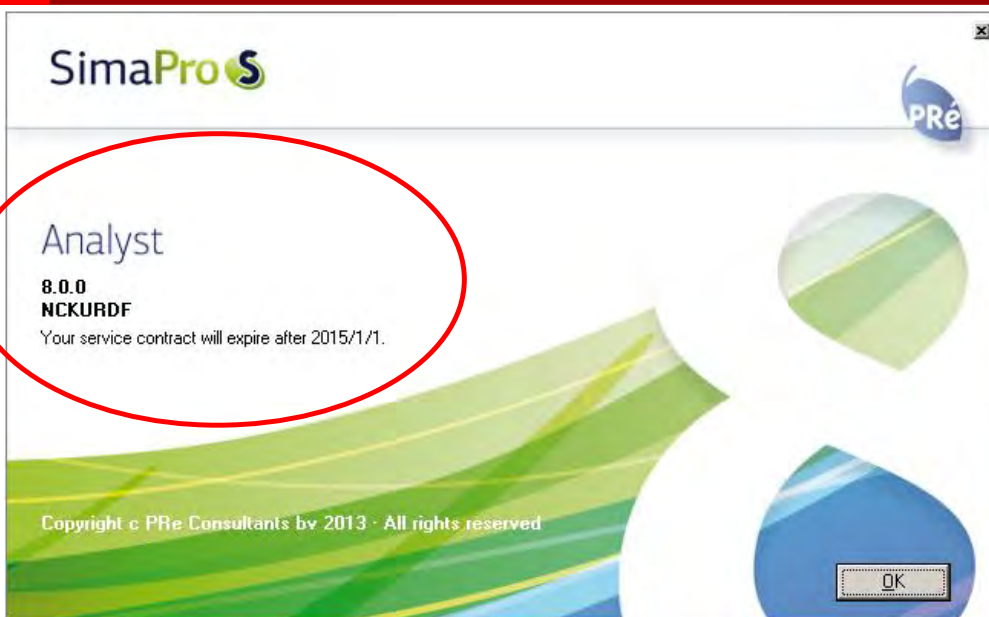
- 電力：度
- 汽油：公升、公乘
- 柴油：公升、公乘
- 天然氣：度、立方公尺
- 液化石油氣：公斤、公升
- 乙炔：公斤
- 酒精：公升、公乘
- 二氧化碳滅火器：公斤
- 冷媒：公斤
- 化糞池甲烷：人天時

- 係數選用順序
- 量測/質能平衡所得係數
 - 同製程/設備經驗係數
 - 製造廠提供係數
 - 區域排放係數
 - 國家排放係數
 - 國際排放係數等

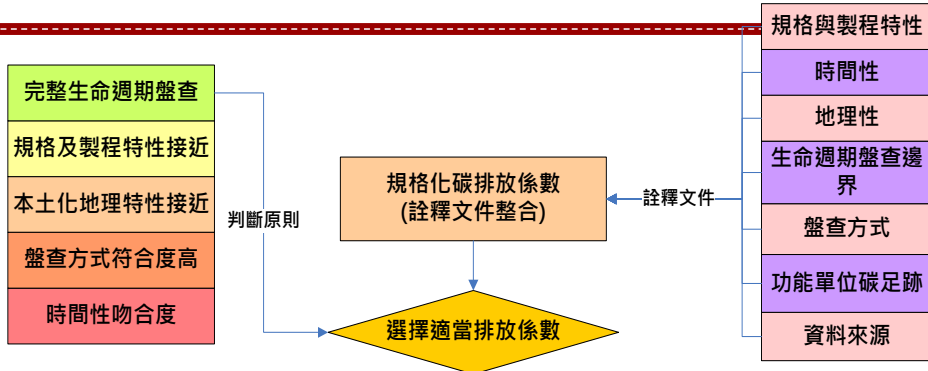
- 製造廠提供係數
- 台電公告係數
 - 國家排放係數
 - 能源局公告係數
 - 國際排放係數
 - IPCC評估報告

- 二氧化碳(CO₂)：1
- 甲烷(CH₄)：23
- 氧化亞氮(N₂O)：296
- 氟氫碳化物(HFCs)：12~12000
- 全氟碳化物(PFCs)：5700~11900
- 六氟化硫(SF₆)：22200

生命週期分析SimaPro軟體使用



上游排放係數適當選擇



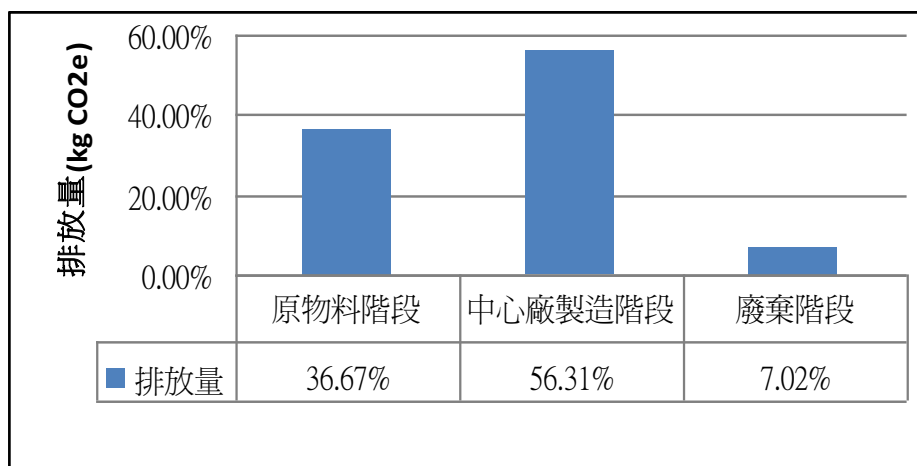
係數擇定原則	選擇邏輯	
1. 生命週期盤查完整性	完整生命週期	製造段生命週期
2. 盤查方式適當性	製程模式評估	經濟投入產出模式
3. 規格與製程特性針對性高	技術、製程吻合度高	規格與製程特性吻合度低
4. 本土化地理特性接近	自行建立之本土係數	半本土化係數、資料庫、文獻
5. 時間性	接近產品生產時間	年分較久資料

係數來源	時間範圍	系統邊界				電力排放係數(Kg CO2e/kWh)
		開採	發電	輸送	線損	
經濟部能源局	2011		+	+	-	0.536
SimaPro生命週期評估軟體	2009~2010	+	+	+	+	0.821
GaBi生命週期評估軟體	2008~2013	+	+	+	+	0.818
工研院DoItPro	2010	+	+	+		0.78

各生命週期階段闡述



階段	排放量	單位	比例(%)
原物料階段	XXX	kg CO2e/1Ton 精製特砂	36.67%
中心廠製造階段	XXX	kg CO2e/1Ton 精製特砂	56.31%
廢棄階段	XXX	kg CO2e/1Ton 精製特砂	7.02%
合計	XXX	kg CO2e/1Ton 精製特砂	#####
切斷原則還原後	XXX	kg CO2e/1Ton 精製特砂	



盤查輔導步驟規劃



Thank You !

聯絡人：陳峙霖
Email:foren@ckmail.ncku.edu.tw