

# 《營建管理與工程材料》

一、淨零排放為我國當前重要的政策方向，而水泥混凝土廣泛應用於土木營建工程，為減少碳排放的重要目標。請試述生產水泥混凝土過程中碳排的來源及相關減碳策略。(25分)

**試題評析** 水泥為混凝土重要材料,惟因為生產過程產生二氧化碳,造成環境問題,因此減碳策略非常重要

**考點命中** 工程材料第一章概論及第二章水泥

**答：**

(一)卜特蘭水泥製造原料與產製碳排過程

1.卜特蘭水泥製造原料

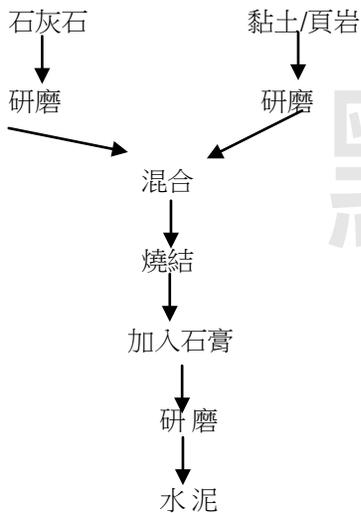
(1)石灰石： $\text{CaCO}_3$

(2)頁岩（黏土）： $x\text{SiO}_2 \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 (\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

2.水泥的製造

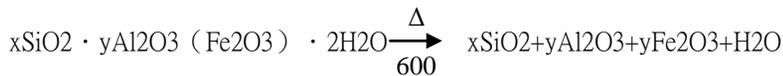
水泥係將石灰質原料及頁岩（黏土）質原料按化學成分及所需造水泥種類決定配比，經研磨、燒結再加上石膏研磨（即二磨一燒）至所需細度而得。

製造流程：水泥製造過程如下

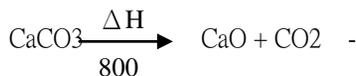


3.水泥製造過程的反應如下並造成高碳量排放

(1)粘土分解：



(2)石灰岩分解：



水泥原料的石灰岩分解將造成二氧化碳的排放。水泥的生產過程需消耗大量的能源，同時產生大量的二氧化碳，進而造成暖化效應，一般來說生產1噸之水泥，約會有1噸之二氧化碳排放。

(二)減碳(減少使用水泥量)策略

- 1.提高水泥強度效率,水泥採用較細的顆粒，其目的在於增進水化反應，使水泥能充分發揮效應。
- 2.採用緻密配比,混凝土強度則由透過粒料的應力傳遞而達成，水泥漿係將粒料粘結住，混凝土強度只需少量水泥漿即可達成。

3. 添加礦粉摻料，如燃煤飛灰(火力燃煤發電工業廢料)、高爐石粉(煉鋼產工業廢料)等卜作嵐材料，減少水泥用量，並增加耐久性，延長生命週期。
4. 細粒料盡量採用粒徑較大(如 $FM=2.8\sim 3.1$ )，以降低粒料的總表面積，減少水泥漿用量。

二、根據共通性施工綱要規範，再生粒料可用於鋪面工程中面層及底層之瀝青混凝土。

(一) 允許使用的再生粒料種類為何？(10分)

(二) 於工程進行中，再生粒料供應商依工程司指示會同使用單位進行抽驗，並進行的試驗工作為何？(15分)

<b>試題評析</b>	道路工程中瀝青混凝土為重要材料,再生粒料使用有助於環保
<b>考點命中</b>	部分在工程材料第十章瀝青材料

**答：**

(一) 允許使用的再生粒料種類

1. 再生瀝青混凝土粒料 (RAP)：係以既有路面之瀝青混凝土材料經挖(刨)除運回拌和廠打碎後可再用者。
  - (1) 運回拌和廠作為再生粒料之既有瀝青混凝土挖(刨)除料(或先行取樣試驗)，其材質須符合下列條件：
    - A. 瀝青含量(%)：[用於底層3.0以上]，[用於面層3.8以上]以上(對刨除混合料)。
    - B. 針入度(25°C、5 Sec、100g)：[20]以上。
  - (2) 打碎分堆儲放：運回拌和廠堆置場之再生瀝青混凝土粒料應打碎分成19~12.5mm(3/4in~1/2in)、12.5~4.75mm(1/2in~No.4)及4.75mm(No.4)以下等三種，或19~12.5mm(3/4in~1/2in)及12.5mm(1/2in)以下等二種級配分堆儲放。
  - (3) 再生粒料不得含有木屑、鐵線、有機物、黏土、及有礙本工程之品質及功能之有害物。
2. 再生級配粒料 (RAM)：係以既有路面之級配粒料經挖除運回拌和廠處理後可再利用者。
3. 再生粒料：係指符合規定之營建剩餘土石、廢混凝土塊、廢鑄砂、廢陶瓷及廢磚瓦材料，經碎裂解分選或高爐爐渣、鋼爐渣等軋製而成之粒料。

(二) 再生粒料進行的試驗

爐渣或再生粒料供應商於工程進行中，應依工程司指示每月會同使用單位進行所供應再生粒料的抽驗，並進行如下試驗工作：

- A. 再生粒料之輻射劑量應符合行政院原子能委員會「建築材料用事業廢棄物之放射性含量限制要點」之規定。
- B. 再生粒料使用高爐爐渣時，其應符合 CNS 11827 A2203 之品質要02742-8求，其檢驗依 CNS 11828 A3256 之規定辦理。
- C. 再生粒料使用鋼爐渣時，應符合 CNS 14602 A2279 之品質要求再生粒料供應商於工程進行前，應提送相關供料計畫書，內容陳述該供應再生粒料之品管作業、建議供料稽核方式及相關試驗方法等，經使用單位審查核可後方可供料。

再生瀝青混凝土粒料與新粒料，或再生瀝青混凝土粒料、再生級配粒料與新粒料之組成比例，須依配合設計決定，若用分盤式拌和廠，所有再生粒料使用量不得超過[40%]

(三) 粒料規定

(1) 粗粒料

- A. 粗粒料[停留於 2.36mm (8 號) 篩上者]，應為優良之石材軋製之碎石或再生粒料，須潔淨、質地堅硬、緻密、耐磨及級配良好者，且不得含有易於風化之顆粒及泥土、黏土、有機物、其他有礙本工程之品質及功能之有害物，並應具有與瀝青材料混合後，雖遇水而瀝青不致剝落之性能。
- B. 以重量計，粒料中至少應有[75%]為碎石顆粒，且扁平狹長之顆粒，寬度與厚度之比或長度與寬度之比大於 3 者不得超過[10%]。
- C. 粗粒料依經洛杉磯磨損試驗 500 轉後之磨損率，用於底層、聯結層及整平層者不得大於 [50%]，用於磨耗層者不得大於[35%]及面層者不得大於[40%]。

- D.粗粒料依[CNS 1167 A3031][AASHTO T104]試驗法，經 5 次循環之硫酸鈉或硫酸鎂健度試驗結果，硫酸鈉溶液之方法其重量損失不得大於 12%；硫酸鎂溶液之方法其重量損失不得大於 18%。
- E.粗粒料其餘物理性質，應符合[ASTM D692]之規定。
- F.粗粒料應依尺度大小分別堆放，並應避免互相混雜，俾能正確規定比例混合，其混合程序應在冷料供應系統上完成，不得在石料堆放場所混合。

## (2)細粒料

- A.細粒料通過 2.36mm (8 號) 篩者，包括石屑、天然砂或兩者之混合物或再生粒料，須潔淨、質地堅硬、緻密、顆粒富有稜角、表面粗糙及不含有有機土、黏土、黏土質沉泥、有機物、其他有礙本工程之品質及功能之有害物，且導入拌和機時不得有結塊之情形。
- B.細粒料依[CNS 1167 A3031][AASHTO T104]試驗法，經 5 次循環之硫酸鈉健度試驗結果，其重量損失不得大於 15%。
- C.如需用二種以上不同來源之細粒料時，應分別堆放，其混合程序應在冷料供應系統上完成，不得在粒料堆放場所混合。

## 三、建築資訊模型 (BIM) 為當前設計、施工和管理的一項重要工具：

(一)請試述BIM的原理。(15分)

(二)BIM於施工階段可能面臨的困難為何？(10分)

試題評析	BIM為公共工程熱門管理工具，其效益、推動方式、優點等也是熱門考題。
考點命中	營建管理第一回P40、題型班P113

答：

(一)

- Building Information Modeling的縮寫，指的是在營建（包括如建築物、橋梁、道路、隧道等）生命週期中，創建與維護營建設施產品數位資訊及其工程應用的技術。BIM技術在電腦虛擬空間中模擬真實工程作為，以協助營建生命週期規劃、設計、施工、營運、維護工作中之各項管理與工程作業之新技術、新方法與新概念。
- BIM強調工程(包括建築、土木、水利、河海等各類工程)生命週期資訊集結與永續性運用、3D視覺化的呈現與跨專業跨階段的協同作業、幾何與非幾何資訊的繫結、靜態與動態過程資訊的即時掌握、微觀與巨觀空間資訊的整合等。對公共工程的品質提昇、減少錯誤變更的成本浪費、有效縮短工期、跨專業整合與溝通界面管理等成效。
- BIM運作模式使用之技術
  - 物件導向
  - 物件參數化
  - 資料連動性
  - 圖形視覺化
  - 資料交換標準化
  - 專業分析模式的連結
  - 網路(雲端)運算

(二) BIM於施工階段可能面臨的困難：

1.推動使用：

- 缺乏建立設計樣板
- 缺乏契約管理及收費標準
- 缺乏建立BIM元件資料庫
- 欠缺培養BIM人才
- 未明確制定規範標準
- 國家BIM推動整體藍圖不明確

2.技術方面方面：

- 缺乏技術專業性
- 技術難度較高

- (3)技術更新過快  
 (4)軟體整合性不佳
- 3.人力資源方面：  
 (1)人員培訓不足  
 (2)人員應用心態消極  
 (3)人員招募不易
- 4.成本方面  
 (1)投資回報期長  
 (2)效益不確定性  
 (3)短期成本高
- 5.管理方面  
 (1)新觀念導入困難  
 (2)業務流程轉變  
 (3)管理方式轉變
- 6.制度方面  
 (1)智慧財產權歸屬不明  
 (2)責任界限不明  
 (3)缺乏BIM規範標準

高

四、施工期間必須計算工程進度以有效管控施工進度並估價，請試述計算工程進度之方法。（25分）

<b>試題評析</b>	工程進度管理手段還有甘特圖、CPM、PERT、里程碑等手段
<b>考點命中</b>	營建管理第二回P1~P3

點

**答：**

一般工程進度計算可使用：

方式	計算原則	優點	缺點
加權法	將每一項作業依其所占總工程之份量賦予權重，再加權平均後得到工程總進度。	較符合實際進度	計算複雜、費時
工程數量法	進度(%) = 完成數量/總數量	計算簡單	兩種不同工作項目無法混合計算
工作天數法	進度(%) = 已施工天數/總工期	計算簡單	不適合每日工作量不一致
工作時數法	進度(%) = 已耗工時/總工時	計算簡單	不適合每小時工作量不一致
出工人數法	進度(%) = 已出工人數/總出工人數	計算簡單	不適合每人工作量不一致
工程價值法	進度(%) = 已估驗金額/總工程金額	較符合實際進度，適合數量不明確	計算複雜、費時