

## 鋼筋混凝土構築物的鹼性骨料反應

鋼筋混凝土構築物有可能受到鹼性骨料反應的損害。

2. 鹼性骨料反應是鹼（主要來自水泥）與骨料中某些礦物質在有水分的情況下所產生的化學反應。該化學反應會產生一種凝膠，凝膠吸收水分而膨脹，使混凝土破裂和損壞。裂縫加速混凝土中鋼筋的銹蝕。另外，混凝土抗壓強度的降低，亦令混凝土構件的強度降低。

3. 以下為鹼性骨料反應在混凝土中產生的必要條件：

- (a) 骨料中必須含有活性礦物質。
- (b) 混凝土中必須有充分的鹼含量與骨料產生化學反應。
- (c) 必須有充分的水分維持化學反應過程。

4. 海外研究者指出，多種礦物質都有可能產生鹼性骨料反應，包括蛋白石、鱗石英、方石英、火山玻璃、隱晶至微晶石英，以及非晶質石英等。鹼性骨料反應會否產生，取決於活性礦物質的種類和質量百分比。

5. 混凝土中的鹼主要來自水泥。要降低產生鹼性骨料反應的風險，有效的方法包括適當控制混凝土配料中的水泥用量、使用低鹼水泥，以及適當使用水泥替代材料，例如粉煤灰等。

6. 1992年，香港政府轄下的工務試驗所展開了一項有關鹼性骨料反應的研究計劃。計劃內容包括對從懷疑受鹼性骨料反應影響的構築物鑽取的混凝土芯進行測試，以及對數所本地採石場的骨料進行鹼性骨料反應的潛在可能性研究。現時，工務試驗所仍在進行有關研究，而長期試驗可能需要幾年時間才能完成。鑒於構築物中產生鹼性骨料反應的潛在危險以及試驗工作需時完成，數項規格條款（見附錄A）已列入工務科往後的所有工程合約。

7. 為避免產生鹼性骨料反應的風險，認可人士／註冊結構工程師應考慮在私營發展計劃的合約內，加入控制混凝土中鹼性骨料反應的規格條款。在這種情形下，申請審批的圖則中應清楚註明混凝土中的活性鹼含量 — 按照附錄 A 中規格條款所釐定的每立方米混凝土的等效氧化鈉含量 — 不得超過 3.0 公斤。

8. 認可人士或註冊結構工程師應透過有關規格條款的要求，確保混凝土配料符合活性鹼限值的規定。假若認可人士或註冊結構工程師認為有關混凝土構件在整個設計使用期內不會有水份侵入，則另當別論。

建築事務監督余黎青萍

檔 號： BD GP/BREG/C/7  
BD GR/CC/132

初 版： 1995年4月（助理署長／結構工程）  
編 入 索 引： 混凝土  
鹼性骨料反應  
骨料

附錄 A  
(認可人士及註冊結構工程師作業備考 180)  
(APP-74)

控制混凝土中鹼性骨料反應的規格條款範本

**控制措施**

1. 有關控制混凝土中鹼性骨料反應的措施，應提交予認可人士／註冊結構工程師審批。在沒有其他可行建議的情況下，可透過限制混凝土的活性鹼含量（見以下第2至4條條款），控制鹼性骨料反應。假若認可人士／註冊結構工程師認為混凝土構件在整個設計使用期內不會有水份侵入，則另當別論。

**活性鹼限值**

2. 活性鹼含量限值，以每立方米混凝土的等效氧化鈉含量計算，不應超過3.0公斤。

**等效氧化鈉（Na<sub>2</sub>O）含量**

3. 混凝土的等效氧化鈉（Na<sub>2</sub>O）含量，應按以下方法釐定：

(1) 等效Na<sub>2</sub>O應按下列算式計算

$$\text{等效 Na}_2\text{O} = \text{A} + \text{B} + \text{C}$$

算式中A等於水泥、外加劑和水的酸溶性鹼含量總和（以等效Na<sub>2</sub>O表示）

B等於粉煤灰全部鹼含量的1/6（以等效Na<sub>2</sub>O表示）；及

C等於0.76乘以骨料中氯離子（Cl<sup>-</sup>）含量

(2) 水泥的酸溶性鹼含量應按英國標準BS4550: Part 2: 1970（不包括1992年7月AMD 7285的修訂）的方法釐定，並且應取最近25個等效Na<sub>2</sub>O含量的日測量平均值加上結果的兩倍標準離差。

(3) 外加劑中酸溶性鹼含量應按英國標準BS1881: Part 124: 1988的方法釐定。

- (4) 水中的酸溶性鹼含量應按美國公共衛生協會（1989年第17版）中第3500-K和3500-Na章所列的方法釐定。
- (5) 粉煤灰鹼含量的總和應按英國標準 BS4550: Part 2:1970（不包括1992年7月AMD 7285的修訂）的方法釐定，並取最近25個周測量平均值加上結果的兩倍標準離差。
- (6) 粗骨料及細骨料的等效氧化鈉含量，應由其氯離子含量計算。氯離子含量應按英國標準 BS812: Part 4: 1976的方法釐定。

#### 試驗證明書和計算資料

4. 混凝土供應商應向認可人士／註冊結構工程師提供以下有關混凝土配料的資料：

- (1) 由香港實驗所認可計劃認可的試驗證明書，其中包括上述第3（2）至（6）條條款規定的試驗結果。試驗證明書的發出日期不得超過6個月；
- (2) 擬供應的混凝土配料中活性鹼含量的計算資料；及
- (3) 每個季度提交一份由香港實驗所認可計劃認可的試驗證明書，當中包括上述第3（2）至（6）條條款規定的試驗結果，連同所需的進一步計算資料，以證明混凝土配料持續符合活性鹼限值的要求。

檔 號： 認可人士及註冊結構工程師作業備考180

初 版： 1995年4月