

# 廢棄物資源化建材溶出特性試驗一

## 以擴散試驗測定成塊廢棄物材料中無機溶出成分

中華民國 99 年 10 月 20 日環署檢字第 0990094788 號公告  
自中華民國 99 年 10 月 20 日起實施  
NIEA R217.10C

### 一、方法概要

擴散試驗之目的係以測定一為時 64 天的函數模擬成型塊狀物之溶出行為，本方法係將受測樣品測定表面積後，置於萃取液中，在不同時間點更換萃取液，藉由分析各溶出分率（fraction）萃出液中待測物的濃度，判斷受測物溶出特性是否為擴散行為的溶出機制。若屬擴散機制，則可計算待測物的有效擴散係數，並估算樣品成型物每單位表面積的溶出量。

### 二、適用範圍

本溶出試驗方法係用於測試模塑或整塊（成塊）廢棄物材料中無機成分的移動性，為避免受測樣品的待測成分在長時間溶出程序中耗盡，受測樣品不宜太小，樣品尺寸應符合 六、採樣及保存 (二) 的規定。

### 三、干擾

略

### 四、設備及材料

- (一) 萃取容器：不含可塑劑且不會吸附或釋出待測物於萃取液，具密閉功能的塑膠桶，如圖一所示。受測樣品加入萃取液後，受測樣品的高度應至少比萃取液面低 2 cm 以上。受測樣品的表面應都能與萃取液充份接觸，其樣品支撐架為塑膠材質，此萃取容器須置放於可控溫在 18~22 °C 之隔間內。
- (二) 過濾裝置：適當之加壓或抽氣之過濾裝置。
- (三) 濾膜：孔徑為 0.45  $\mu\text{m}$ ，使用前以 1 M 硝酸和試劑水清洗。
- (四) 儲存瓶：聚乙烯、聚丙烯等惰性材質。
- (五) pH 計：具有自動溫度或手動溫度補償功能，可讀至 0.01，其準確

性可達  $\pm 0.05$  pH。

- (六) 導電度計：具溫度補償功能，數值可讀至  $1 \mu\text{mho}/\text{cm}$ ，其準確性可達  $\pm 1 \mu\text{mho}/\text{cm}$ 。
- (七) 天平：可精秤至  $0.01 \text{ g}$  者。
- (八) 量測長度器具：可量至  $1 \text{ mm}$  者。
- (九) 丙烯酸樹脂 (Acrylic resin，或稱壓克力樹脂)：用於塗覆、充填不規則樣品的表面。

## 五、試劑

- (一) 萃取液：試劑水，其導電度須小於  $1 \mu\text{mho}/\text{cm}$  (比電阻大於  $1 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ )。
- (二) 硝酸 ( $\text{HNO}_3$ ) 溶液，濃度約  $1 \text{ M}$ ：將  $64 \text{ mL}$  濃硝酸 (試藥級) 緩慢加入約  $800 \text{ mL}$  試劑水，定容至  $1 \text{ L}$ 。

## 六、採樣及保存

- (一) 所有樣品均應依採樣計畫採取，選擇其中 2 件 (P 1 & P 2) 成分均勻且具代表性的樣品為受測樣品。
- (二) 受測樣品的尺寸，應符合下列條件
  1. 受測樣品 (P 1) 尺寸以均在  $40 \text{ mm}$  以上，且小於  $300 \text{ mm}$  以下為宜。試驗前需先測量受測樣品的體積 ( $V_p$ )、質量 ( $\text{kg}$ )，密度 ( $\rho$ ) 以  $\text{kg}/\text{m}^3$  表示。
  2. 受測樣品 (P 1) 的尺寸若  $< 40 \text{ mm}$  時，如果其中一面以上其表面積  $\geq 75 \text{ cm}^2$ ，仍可適用本方法。

## 七、步驟

- (一) 先決定待測無機物種類、以何種儀器分析，再預估萃出液所需的分析量 (註 1)。
- (二) 測定可溶出量 (Leaching availability)

依 NIEA R218 檢測方法分析受測樣品 (P 2)，測定其可溶出量 ( $U_{\text{avail}}$ )。

(三) 測量受測樣品 (P1) 的表面積 (A)，相關流程如圖二。

1. 測量受測樣品全部表面積

- (1) 適用外形規則、表面積容易測量的樣品。
- (2) 將受測樣品表面分為許多扁平或彎曲的區塊或單位，每個區塊或單位的面積都可由量測的數值，如長度、高度、半徑計算而得。
- (3) 在受測樣品所劃分的區塊，應能符合正確量測受測樣品表面積的需求，這些劃分區塊間距須  $< 3 \text{ mm}$ 。
- (4) 長度的量測應準確至  $1 \text{ mm}$ 。
- (5) 將劃分的區塊表面積加總，可得受測樣品的表面積 (A)，以  $\text{m}^2$  表示。

2. 測量部分或全部不規則受測樣品表面積

- (1) 當受測樣品有難以測量的不規則區域時，使用丙烯酸樹脂 (不滲透層) 塗覆於樣品上，將不易測量表面積的部分覆蓋，以利於未塗覆樹脂部分的表面積測量。
- (2) 經切割或鑽孔的受測樣品，可使用丙烯酸樹脂塗覆切割面或鑽孔洞，以避免對溶出試驗造成影響 (註 2)。
- (3) 厚度  $< 40 \text{ mm}$  的受測樣品，但有一表面的面積  $\geq 75 \text{ cm}^2$ ，可使用丙烯酸樹脂將較薄的面塗覆，使未塗覆丙烯酸樹脂的其它測試面尺寸均大於  $40 \text{ mm}$ 。
- (4) 受測樣品未塗覆丙烯酸樹脂的表面積量測方式，請參考七、步驟 (三)、1、(2)~(5) 節。

(四) 判斷溶出機制之待測成分

1. 在溶出試驗中，為了確認樣品基質是否以擴散方式來進行溶出行為，必須選擇某些成分做為判斷依據 (註 3)。通常選擇
  - (1) 兩種惰性成分，或
  - (2) 一種惰性成分與兩種其它成分，或

### (3) 三種其它成分

2. 所謂「惰性成分」係指其本身化學特性不會與樣品基質內其它成分反應之成分，如：鈉 (Na)、鉀 (K)、氯 (Cl)、溴 (Br) 等。  
「其它成分」如：砷 (As)、鋇 (Ba)、鎘 (Cd)、鉻 (Cr)、鈷 (Co)、銅 (Cu)、汞 (Hg)、鉛 (Pb)、鉬 (Mo)、鎳 (Ni)、銻 (Sb)、硒 (Se)、釩 (V)、鋅 (Zn) ... 等。
3. 做為評估溶出機制的待測物，在各溶出分率液所測得濃度，必須大於 3 倍方法偵測極限濃度。

### (五) 進行擴散試驗

#### 1. 第 1 階段溶出

- (1) 以 1 M 硝酸與試劑水清洗萃取容器，再將受測樣品 (P1) 置入，於 18~22 °C 進行溶出試驗，受測樣品無需潤洗或乾燥。
- (2) 準確量取適當體積的萃取液 (試劑水) 注入萃取容器中，萃取液體積依下述公式計算：

(i) 受測樣品表面沒有塗覆丙烯酸樹脂

$$4 \times V_p \leq V \leq 6 \times V_p$$

(ii) 受測樣品部分塗覆丙烯酸樹脂

$$70 \times A \leq V \leq 90 \times A$$

V：萃取液體積 (L)

V<sub>p</sub>：受測樣品體積 (L)

A：受測樣品未塗覆丙烯酸樹脂的表面積 (m<sup>2</sup>)

- (3) 受測樣品必須與萃取液充分接觸，且未塗覆樣品部分應浸入萃取液面 2 cm 以下，將萃取容器密閉後，開始進行溶出試驗。
- (4) 經 6 小時 (t<sub>1</sub>) 後，將萃取器內液體排出並收集，以孔徑為 0.45 μm 的濾膜過濾，記錄其 pH 值及導電度 (註 4)，依各待測成分檢測需要量，分別取萃出液適當保存 (註 5)。

## 2. 第 2 至第 8 階段溶出

在第 1 階段的萃取液排出後，再以相同體積 (V) 的萃取液加入萃取容器內，循下的時程進行第 2 至第 8 階段的溶出試驗，分別在累計時間 ( $t_i$ ) 第 0.25、1、2.25、4、9、16、36 天更換萃取液，第 64 天結束實驗。其中  $t_i$  為分率  $i$  結束溶試驗出的時間，即是分率 ( $i+1$ ) 開始進行溶出試驗的時間。

階段 (n)	時程	累計時間(±10%) (天 (秒))	分率 (i)	時程	萃取時間 (天)
1	$t_0$ 至 $t_1$	0.25 ( 21,600)	分率 1	$t_0$ 至 $t_1$	0.25
2	$t_0$ 至 $t_2$	1 ( 86,400)	分率 2	$t_1$ 至 $t_2$	0.75
3	$t_0$ 至 $t_3$	2.25 ( 194,400)	分率 3	$t_2$ 至 $t_3$	1.25
4	$t_0$ 至 $t_4$	4 ( 345,600)	分率 4	$t_3$ 至 $t_4$	1.75
5	$t_0$ 至 $t_5$	9 ( 777,600)	分率 5	$t_4$ 至 $t_5$	5
6	$t_0$ 至 $t_6$	16 (1,382,400)	分率 6	$t_5$ 至 $t_6$	7
7	$t_0$ 至 $t_7$	36 (3,110,400)	分率 7	$t_6$ 至 $t_7$	20
8	$t_0$ 至 $t_8$	64 (5,529,600)	分率 8	$t_7$ 至 $t_8$	28

## 3. 萃出液的分析

依個別待測物分析方法詳其規定。

(六) 每一溶出分率的待測物濃度計算如下

$$E_i^* = \frac{C_i \times V}{1000 \times A} \quad (i = 1 \sim 8)$$

$E_i^*$ ：各待測物於分率  $i$  之溶出量 ( $\text{mg}/\text{m}^2$ )

$C_i$ ：各待測物於分率  $i$  分析濃度 ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) (註 6)

$V$ ：萃取液體積 (L)

$A$ ：受測樣品 (P1) 表面積 ( $\text{m}^2$ )

(七) 待測物的量測累積溶出量 (Measured cumulative,  $\epsilon_n^*$ ) 與算術累積溶出量 (Arithmetical cumulative,  $\epsilon_n$ )

## 1. 計算公式使用專有名詞說明

為能清楚說明以下計算公式中使用的專有名詞，如分率、階段 (period)，如下說明。

時程	$\  \text{---} \frac{t_0}{i=1} \text{---}   \text{---} \frac{t_1}{i=2} \text{---}   \dots \dots \dots   \text{---} \frac{t_{i-1}}{i=i} \text{---}   \dots \dots \dots   \text{---} \frac{t_{N-1}}{i=N} \text{---}   \text{---} \frac{t_N}{i=N} \text{---} \ $
分率 (i)	
分率 1 (i=1)	$\  \text{---} \frac{i=1}{\epsilon_1^* = E_1^*} \text{---} \ $
階段 1 (n=1)	
每分率溶出量	$E_1^*$
分率 1+2 (i=1+2)	$\  \text{---} \frac{i=1}{\epsilon_2^* = E_1^* + E_2^*} \text{---}   \text{---} \frac{i=2}{E_2^*} \text{---} \ $
階段 2 (n=2)	
每分率溶出量	$E_1^* \quad E_2^*$
分率 1+2+...+N (i=1+2+...+N)	$\  \text{---} \frac{i=1}{\epsilon_n^* = E_1^* + E_2^* + \dots + E_i^* + \dots + E_N^*} \text{---}   \text{---} \frac{i=2}{E_2^*} \text{---}   \dots \dots \dots   \text{---} \frac{i=i}{E_i^*} \text{---}   \dots \dots \dots   \text{---} \frac{i=N}{E_N^*} \text{---} \ $
階段 N (n=N)	
每分率溶出量	$E_1^* \quad E_2^* \quad \dots \quad E_N^*$

## 2. 計算量測累積溶出量

量測累積溶出量 ( $\epsilon_n^*$ ) 是由分析每一分率 ( $i=1$  至  $N$ ) 的待測物濃度，再加總計算而得。例如：

階段 1 ( $n=1$ )，溶出試驗開始  $t_0$  至  $t_1$  的期間 (即為分率  $i_1$ )。

階段 2 ( $n=2$ )，溶出試驗開始  $t_0$  至  $t_2$  的期間 (即為分率  $i_1+i_2$ )。

階段 N ( $n=N$ )，溶出試驗開始  $t_0$  至  $t_N$  的期間 (即為分率  $i_1+i_2+\dots+i_N$ )。

計算公式為：

$$\epsilon_n^* = \sum_{i=1}^n E_i^*$$

其中  $n: 1$  至  $N$  ( $N$  最大上限為 8)

$\varepsilon_n^*$ ：累積累積溶出量，為各待測物在  $n$  階段內，包含分率 1 至分率  $n$  之溶出量累計相加總和 ( $\text{mg}/\text{m}^2$ )

$E_i^*$ ：各待測物於分率  $i$  之溶出量 ( $\text{mg}/\text{m}^2$ )

$N$ ：階段數，相當於更換萃取液的次數 (本實驗  $N=8$ )

### 3. 計算算術累積溶出量

算術累積溶出量 ( $\varepsilon_n$ )，是由分率  $i$  的溶出待測物來推算  $i=1$  到  $N$  各分率待的測物加總。此推算值可用來判斷溶出機制是否為擴散作用所支配 (註 7)。分別計算從  $n=1$  至  $N$ ，每階段的各待測物算術累積溶出量，如下公式：

其中  $\varepsilon_n$ ：算術累積溶出量，為各待測物在第  $n$  階段期間，經上式計算，包含分率 1 至  $n$  之溶出量總和 ( $\text{mg}/\text{m}^2$ )

$E_i^*$ ：各待測物於分率  $i$  之溶出量 ( $\text{mg}/\text{m}^2$ )

$t_i$ ：分率  $i$  結束時間 (s, 秒)

$t_{i-1}$ ：分率 ( $i-1$ ) 結束時間 (s)，即是分率  $i$  開始時間

### (八) 由溶出試驗數據決定溶出的機制

依照本方法七、步驟 (四) 節選擇之成分，可評估受測樣品的溶出行為是否與擴散機制有關，如下述 1~5 之說明，相關流程如圖三、圖四。

1. 建立累積溶出量之濃度因子指標 (Concentration factor, 簡稱  $CF_{1-8}$ )，此指標用於評估待測物濃度與其方法偵測極限濃度的差距。

$$CF_{1-8} = \frac{\text{平均濃度}}{\text{方法偵測極限濃度}}$$

平均濃度：指用來評估溶出機制之待測物，於分率 1 至 8 分析濃度加總之平均值。

若  $CF_{1-8} < 1.5$ ，表示待測物溶出量太少，無法評估擴散係數

(註 8)，若  $CF_{1-8} > 1.5$ ，則執行 2。

## 2. 計算斜率 $r_c$ 與標準差 $sd_{rc}$

將所選擇用來判斷溶出機制之待測物之  $\epsilon_n$  (算術累積溶出量,  $mg/m^2$ ) 與  $t$  (時間) 取對數做圖, 即可繪出如圖五之  $\log \epsilon_n$  與  $\log t_i$  的圖形, 再做線性迴歸, 可得斜率  $rc$  與標準差  $sd_{rc}$ 。亦可在不同的溶出階段分別做線性迴歸, 如下述

「全部」階段：第 2 到第 7 點 ( $t_2 \sim t_7$ )

「開始」階段：第 1 到第 3 點 ( $t_1 \sim t_3$ )

「中間」階段：第 3 到第 6 點 ( $t_3 \sim t_6$ )

「結束」階段：第 5 到第 8 點 ( $t_5 \sim t_8$ )

循下說明, 將  $\log \epsilon_n - \log t_i$  圖形的數據迴歸數據  $rc$  和  $sd_{rc}$  分別列出, 有助於評估溶出試驗的機制。

階段	斜率 $rc$	標準差 $sd_{rc}$
"全部" 2-7	$rc$ 2-7	$sd_{rc}$ 2-7
"開始" 1-3	$rc$ 1-3	$sd_{rc}$ 1-3
"中間" 3-6	$rc$ 3-6	$sd_{rc}$ 3-6
"結束" 5-8	$rc$ 5-8	$sd_{rc}$ 5-8

根據  $rc$  的範圍, 可預測樣品溶出機制的類別。如  $rc > 0.60$  或  $0.65$ , 樣品可能發生溶解現象; 若  $rc < 0.35$ , 樣品可能發生表面潤洗 (surface wash off) 的情況; 若  $sd_{rc}$  值在某一範圍內, 且  $0.35 < rc \leq 0.65$ , 則為擴散溶出機制。

## 3. 由「全部」階段資料推論溶出試驗機制

由全部階段資料可推論溶出試驗機制是否由擴散作用所支配, 用於判斷溶出機制的惰性待測物 (如 Na、K 等應符合下列條件:



[  $sd_{rc} 2-7 \leq 0.2$  且  $0.35 < rc 2-7 \leq 0.60$  ] → 擴散溶出機制

其它待測物應符合下列條件之一：

[  $0.1 < sd_{rc} 2-7 \leq 0.5$  且  $0.35 < rc 2-7 \leq 0.65$  ] → 擴散溶出機制，

或

[  $sd_{rc} 2-7 \leq 0.1$  且  $0.35 < rc 2-7 \leq 0.60$  ] → 擴散溶出機制

若判斷為擴散溶出機制，請參閱七、步驟 (九)，計算待測物的有效擴散係數，否則參閱 4 說明。

#### 4. 由「部分」階段估算判斷溶出機制

若由全部階段估算之結果，無法判斷溶出機制是否由擴散作用所支配，則必須由部分階段做評估。所有部分階段(開始、中間、結束階段)均須計算。

開始階段(1-3)的  $rc$ ， $sd_{rc}$  分別以  $rc 1-3$ ， $sd_{rc} 1-3$  表示；中間、結束的階段  $rc$ ， $sd_{rc}$  表示法，依此類推。

若用於判斷溶出機制的惰性待測物(如 Na、K 等)之部分階段分別計算，符合 [  $sd_{rc} \#-\# \leq 0.3$  且  $0.35 < rc \#-\# \leq 0.60$  ]，則此部分階段為擴散溶出機制。

若惰性待測物 (Na、K) 不符合要求，但其它待測物符合 [  $sd_{rc} \#-\# \leq 0.5$  且  $0.35 < rc \#-\# \leq 0.65$  ]，此一階段，亦可視為擴散作用機制。所有的部分階段(開始、中間、結束)均須逐一評估。

#### 5. 若所有的部分階段均符合擴散溶出機制，則參閱七、步驟 (九) 計算待測物的有效擴散係數。各種溶出機制總覽請見圖五，各階段之斜率的意義摘要如下述。

階段	斜率 (rc)		
	< 0.35	0.35-0.6 或 0.65 (見七 (八) 3, 4)	> 0.6 or 0.65 (見七 (八) 3, 4)
開始	表面潤洗	擴散	延遲擴散或溶解
中間	耗盡	擴散	溶解
結束	耗盡	擴散	溶解
全部	表面潤洗	擴散	溶解

(九) 待測物之有效擴散係數 (Effective diffusion coefficient, 簡稱  $D_e$ ) 的計算

- 全部階段或部分階段符合擴散溶出機制，則每分率的待測物有效擴散係數計算如下：

$$D_{e,i} = \frac{\pi(E_i^*)^2}{4 \cdot (U_{avail} \cdot \rho)^2 \cdot (\sqrt{t_i} - \sqrt{t_{i-1}})^2}$$

$D_{e,i}$ ：各待測物於分率  $i$  的有效擴散係數 ( $m^2/s$ )

$E_i^*$ ：各待測物於分率  $i$  的溶出量 ( $mg/m^2$ )

$U_{avail}$ ：待測物之可溶出量 ( $mg/kg$ )，請參考 NIEA R 218 檢測方法

$\rho$ ：受測樣品密度 ( $kg/m^3$ )

$t_i$ ：分率  $i$  結束時間 (s)

$t_{i-1}$ ：分率 ( $i-1$ ) 結束時間 (s)

- 將有效擴散係數  $D_{e,i}$  取負對數值，得  $pD_{e,i}$  值

$$pD_{e,i} = -\log D_{e,i}$$

3. 將符合擴散溶出階段的各分率之  $pD_{e,i}$  總和取平均值 ( $pD_e$ )

$$pD_e = \frac{\sum_{i=1}^k pD_{e,i}}{k}$$

$pD_{e,i}$ ：某特定成分有效擴散係數負對數值之平均值

$k$ ：階段中所有的點數

4. 計算待測物的平均有效擴散係數 (簡稱  $D_e$ )

$$D_e = 10^{-pD_e}$$

$D_e$ ：待測物平均有效擴散係數 ( $m^2/s$ )

$pD_e$ ：某特定成分有效擴散係數負對數值之平均值

(十) 單一待測物於溶出時程中，單位面積累積溶出量的計算

$$E_{x,y} = 2 \cdot \rho \cdot U_{avail} \cdot (\sqrt{t_x} - \sqrt{t_y}) \cdot \sqrt{D_e / \pi}$$

$E_{x,y}$ ：在  $t_x$  至  $t_y$  溶出時程中，各待測物累積溶出量 ( $mg/m^2$ )

$U_{avail}$ ：待測物之可溶出量 ( $mg/kg$ )，請參考 NIEA R 218 檢測方法

$D_e$ ：各待測物平均有效擴散係數 ( $m^2/s$ )

$t_x$ ：溶出時程開始時間 (s)

$t_y$ ：溶出時程結束時間 (s)

$\rho$ ：受測樣品密度 ( $kg/m^3$ )

## 八、結果處理

針對各待測物於 64 天時程中，各別計算單位面積累積溶出量

$$E_{64} = 4704 \cdot \rho \cdot U_{avail} \cdot \sqrt{D_e / \pi} \quad (\text{註 } 9)$$

$E_{64}$ ：單一待測物經擴散試驗於 64 天中之累積溶出量 (mg/m<sup>2</sup>)

$U_{avail}$ ：待測物之可溶出量 (mg/kg)，請參考 NIEA R 216 檢測

方法

$D_e$ ：待測物平均有效擴散係數

$\rho$ ：受測樣品密度 (kg/m<sup>3</sup>)

## 九、品質管制

- (一) 樣品取得應全部從同一批次取得，且樣品製備應在同一條件下進行，所有化學分析須由同一實驗室進行。
- (二) 所有品質管制資料均應妥為保管，便於提供參考與查證。

## 十、精密度與準確度

依據參考資料附錄內容，以飛灰水泥固化物等 3 種不同材質分由 10 家實驗室測試無機成分擴散試驗，其重複性 ( $S_r$ , repeatability) 及再現性 ( $S_R$ , reproducibility) 結果如下 (註 10)：

	中值	範圍
$E_{64}$ 時的 $S_r$	13 %	8 % 至 18 %
$E_{64}$ 時的 $S_R$	16 %	10 % 至 42 %
$pDe$ 時的 $S_r$ (單位 $-\log[m^2/s]$ )	0.11	0.07 至 0.17
$pDe$ 時的 $S_R$ (單位 $-\log[m^2/s]$ )	0.19	0.12 至 0.40

## 十一、參考資料

(一) NEN7345 : Dutch Standard, Leaching characteristics of solid earthy and stony building and waste materials- Leaching tests- Determination of the leaching of inorganic components from buildings and monolithic waste materials by diffusion test. (1995)

(二) NEN-ISO 5725 : Precision of testing methods. Determination of the repeatability and reproducibility of standardized test methods by inter-laboratory testing (1990)

註 1：待測無機物種類：如鈉 (Na)、鉀 (K)、氯 (Cl)、溴 (Br)、砷 (As)、鋇 (Ba)、鎘 (Cd)、鉻 (Cr)、鈷 (Co)、銅 (Cu)、汞 (Hg)、鉛 (Pb)、鉬 (Mo)、鎳 (Ni)、銻 (Sb)、硒 (Se)、釩 (V)、鋅 (Zn)、氯離子 (Cl<sup>-</sup>)、硫酸根離子 (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) ... 等。萃出液中重金屬參考 NIEA R306「事業廢棄物萃出液中重金屬檢測方法—酸消化法」進行分析，萃出液中重金屬中總汞依 NIEA R314「事業廢棄物萃出液中總汞檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法」進行分析；萃出液中陰離子(如氯離子、硫酸根離子或氟離子)，可使用離子層析法分析。

註 2：有些受測樣品必須以切割或鑽孔取得。舉例而言，從大型化建材鑽洞取得樣品。這些由切割或鑽孔造成的邊或面，會對溶出試驗造成影響，必須塗覆丙烯酸樹脂（不透水層），但對某些物質而言，切割或鑽孔對於擴散試驗的影響並不顯著。

註 3：有 2 或 3 種惰性成分被證明是屬擴散機制，則可假設其它成分也會遵循擴散行為；也可據此推斷其它濃度非常低的成分，其長時間溶出行為皆屬擴散機制。

註 4：測量萃出液的 pH 值，可瞭解受測樣品的酸、鹼性質；由萃出液的導電度值，可略知樣品含鹽類的多寡。

註 5：進行金屬分析的萃取液通常是以硝酸為保存劑，將萃取液酸化至 pH < 2 的方式保存；若每 250 mL 的萃出液需加入 1 mL 以上的保存劑時，各待測成分濃度需要校正。欲進行陰離子分析的萃取液（如氯離子、硫酸根離子或氟離子），不需加酸保存。

註 6：若萃取液樣品待測物的濃度低於偵測極限時，Ci 使用偵測極限值代入計算。

註 7：量測累積溶出量 ( $\epsilon_n^*$ ) 是由分析每一分率的待測物濃度再加總計算而得，若前面階段的溶出為潤洗效應，並非為擴散機制，則由前階段加總計算之值，將影響對擴散溶出機制的判斷。算術累積溶出量 ( $\epsilon_n$ )，是由分率  $i$  的溶出待測物來推算  $i = 1$  到  $N$  各分率待的測物加總，此推算值可用來判斷溶出機制是否為擴散作用所支配。

註 8：若  $CF_{1.8} < 1.5$ ，表示 64 天的溶出試驗時間仍然不夠，必須再將實驗天數增加，但不在本試驗中討論範圍。對於待測物而言，若已確認屬擴散溶出機制，但在溶出試驗中沒有數據提供佐證，其原因可能是在固、液相中化學平衡發生變化，受測物表面暫時發生潤洗或溶解的現象。

註 9：以荷蘭 BMD 建材法規標準為例，「成塊品」之環境釋入量計算公式，必須使用  $E_{64d}$  的數據，BMD 管制的無機物如：砷(As)、鋇(Ba)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、鈷(Co)、銅(Cu)、汞(Hg)、鉛(Pb)、鉬(Mo)、鎳(Ni)、銻(Sb)、硒(Se)、釩(V)、鋅(Zn)、氯離子 ( $Cl^-$ )、硫酸根離子 ( $SO_4^{2-}$ ) ... 等。

$$I_b = E_{64} \times f_{temp} \times f_v$$

$I_b$ ：環境釋入量( $mg/m^2/100$  年，但  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$  為一年)

$E_{64}$ ：單一待測物經擴散試驗於 64 天中之累積溶出量 ( $mg/m^2$ )

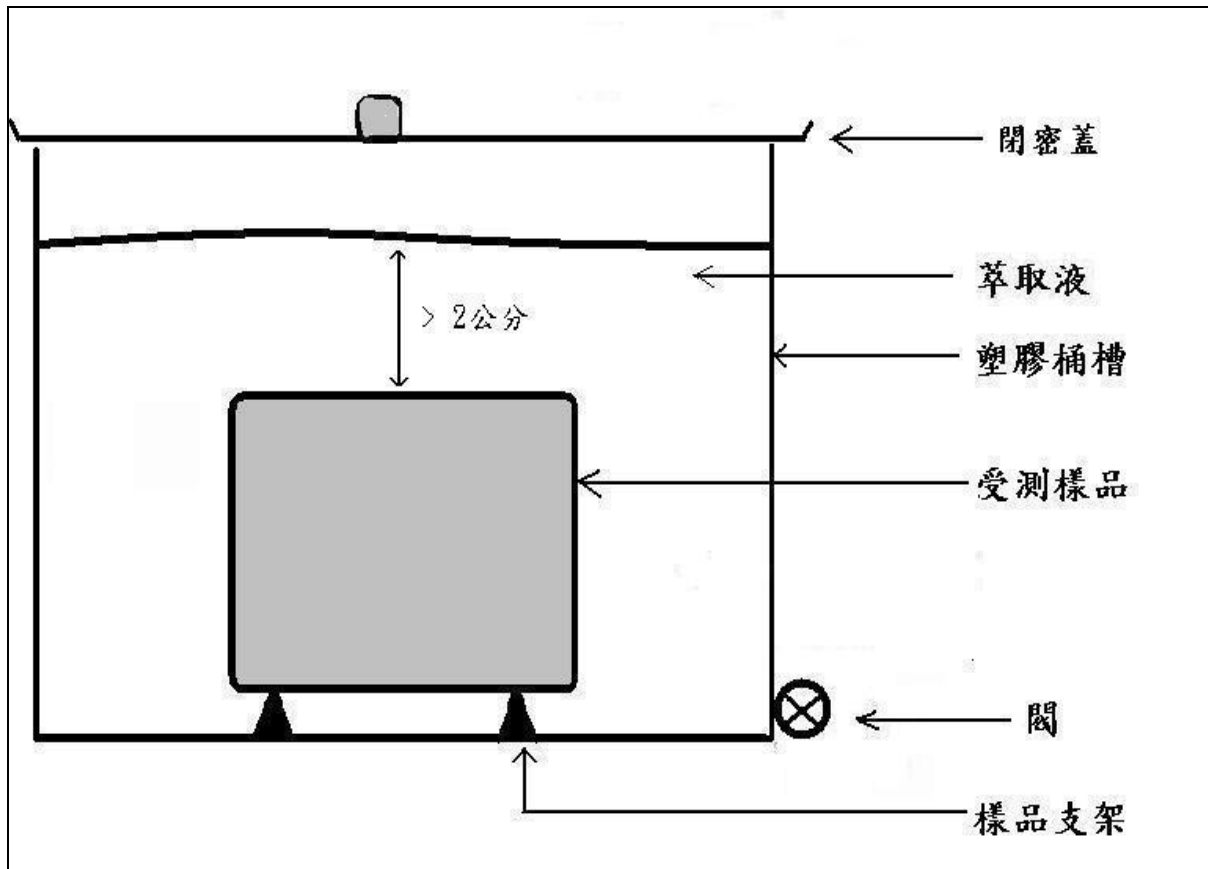
$f_{temp}$ ：溫度校正係數，一般為 0.7

$f_v$ ：與時間、材料熟化處理、隔離...等相關因子。

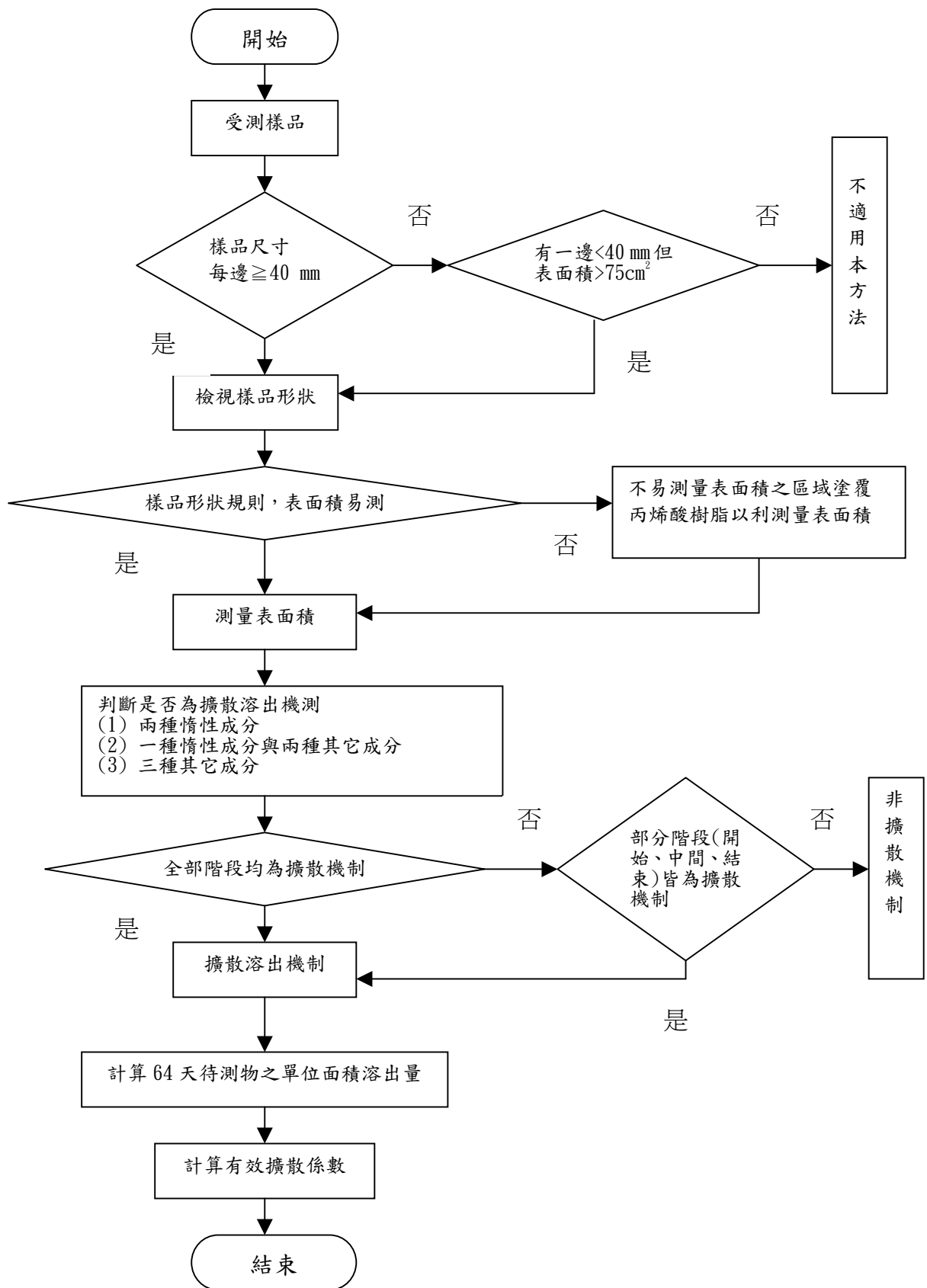
註 10：測試材料及測試成分

顆粒尺寸等級	受測材料	受測成分
成型品	飛灰/水泥穩定	鈉、鋇、鉬、硫酸根、釩
成型品	有煤塵飛灰的砂質石灰磚	鈉、砷、(鎳)、硒*、硫酸根*、(釩)
成型品	建材磚	鈉*、砷、釩

在計算中值及精密度時，並不包含以括號及標註\*之成分，原因是分析數據差異太大（括號內成分）；或是測試實驗室少於 5 間，數據不足以做重複性的統計（標註\*之成分）。

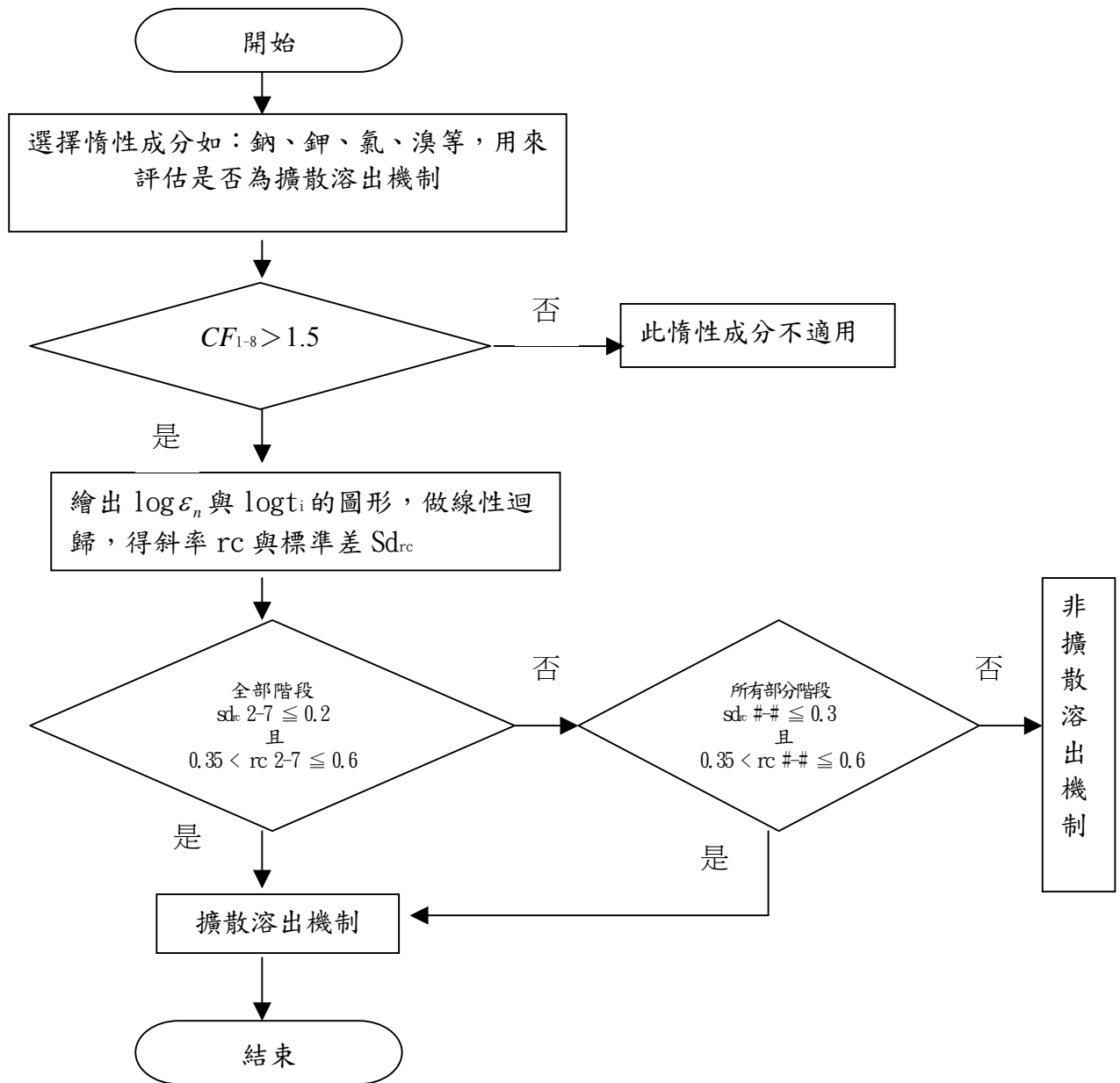


圖一 萃取容器圖 (參考圖)

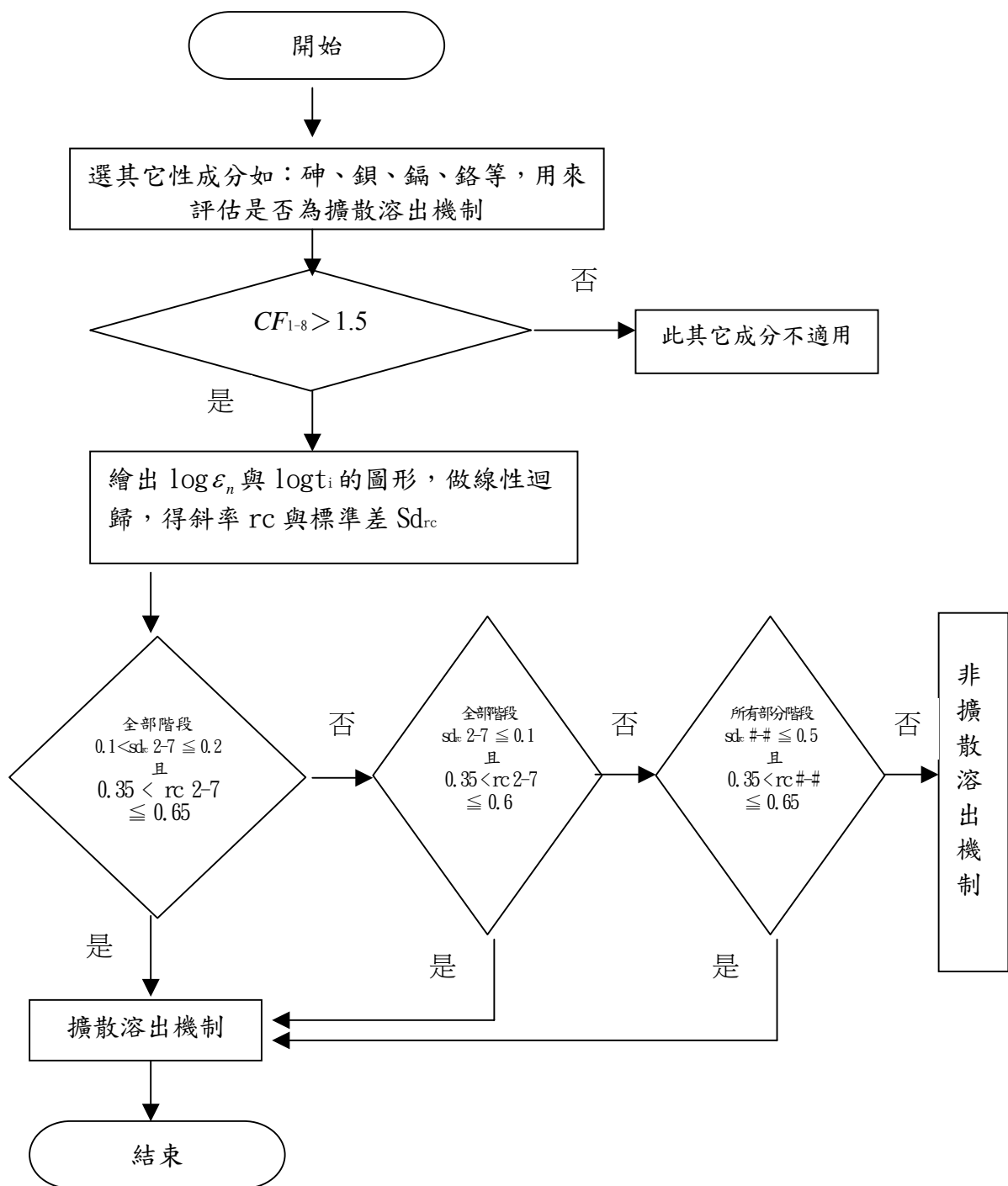


圖二 試驗流程圖

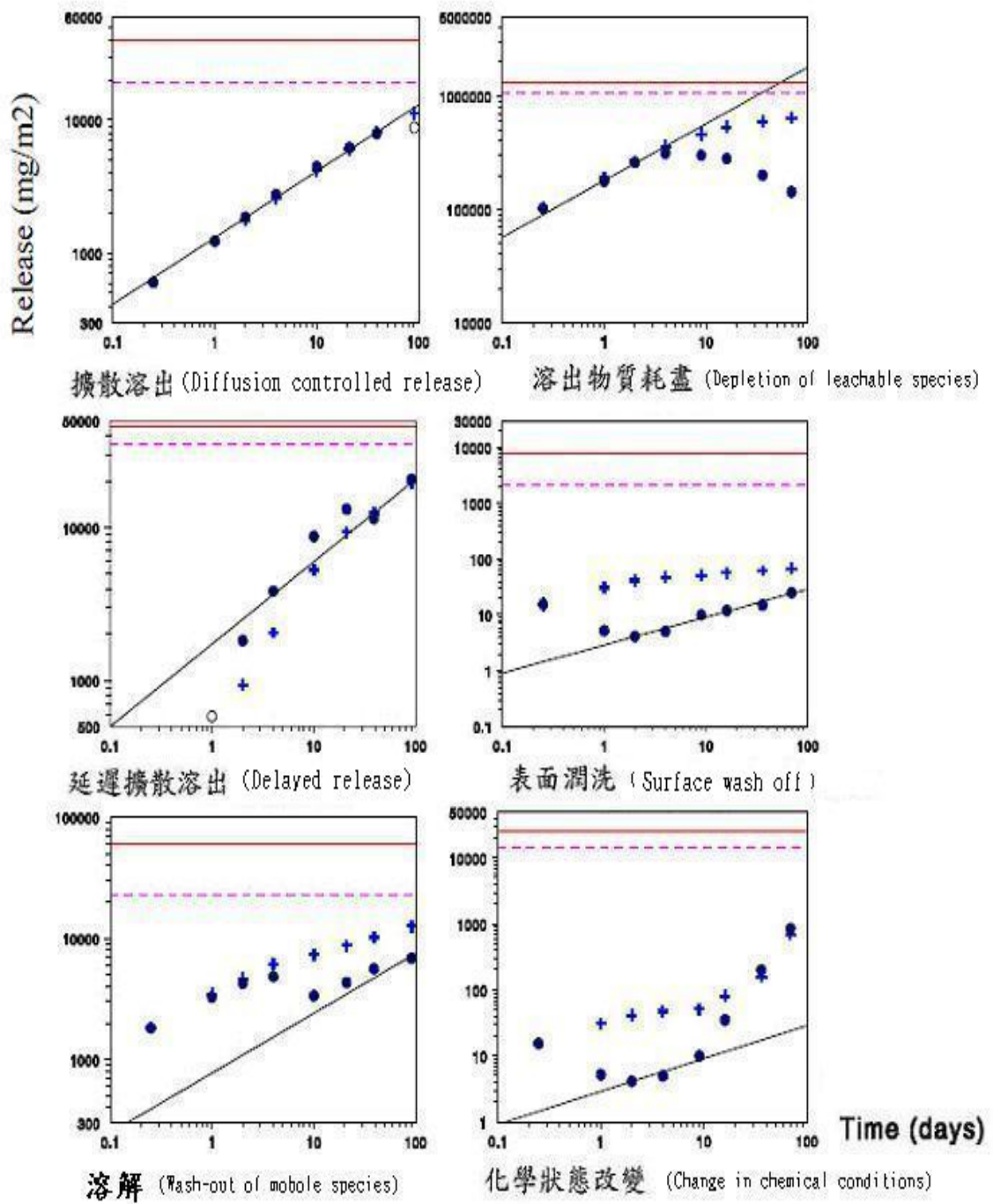




圖三 以「惰性成分」，判斷溶出機制是否為擴散作用



圖四 以「其它成分」，判斷溶出機制是否為擴散作用



- + : 量測累積溶出量
- : 算術累積溶出量
- : 直線斜率  $r_c = 0.5$
- : 固體總量分析
- : NIEA R218 可溶出量

圖五 各種溶出機制總覽