

Flux Chamber 技術用於採集土壤氣體之介紹

薛威震

前言

我國對於土壤地下水污染的關切已不再侷限於單純的污染場址濃度調查及整治，更將著眼點拉至與民眾相關的風險評估及污染物傳輸流布等議題。例如土壤或地下水中揮發性有機污染物（VOCs）之蒸氣入侵（Vapor Intrusion）現象，近來已成為土壤及地下水污染之重要議題，本文即針對一種用於污染地下水（或土壤）蒸氣入侵風險評估所發展出來採樣技術中的氣體通量室（Flux Chamber）技術作介紹。

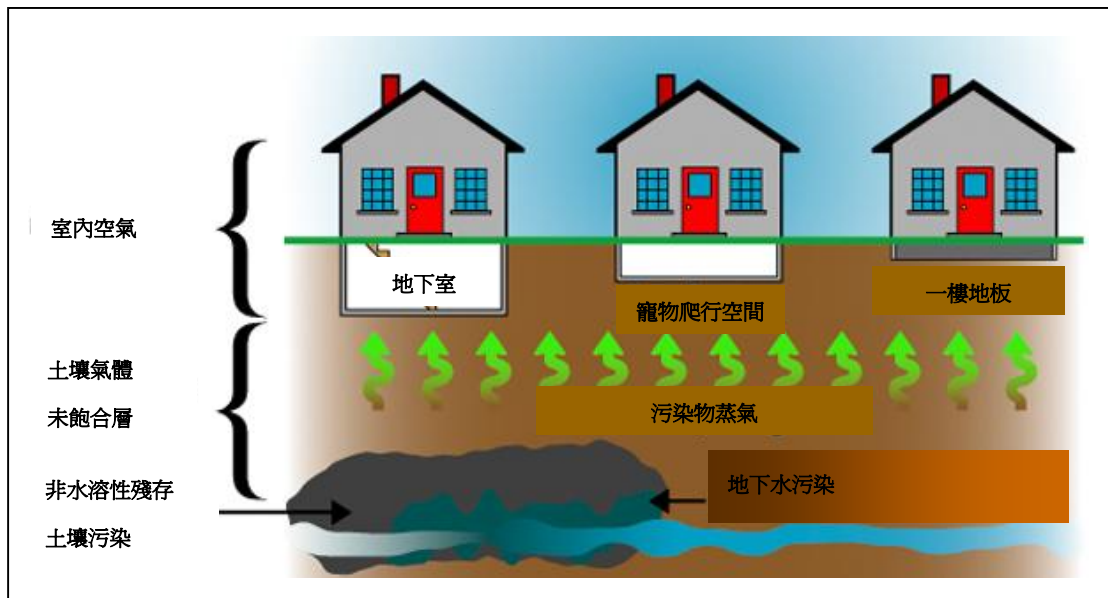


圖 1 蒸氣入侵（Vapor intrusion）示意圖

污染物的蒸氣，自土壤或地下水污染團向上移動，經過未飽和層土壤孔隙、建築物地基裂縫而進入室內，對人類環境健康造成危害。

科學小辭典 蒸氣入侵（Vapor intrusion）

美國科羅拉多州丹佛市市區東南的一個地下水源，已經受含氯溶劑污染了，在美國，含氯有機溶劑是常見卻難處理的污染源，常用於乾洗劑與除油劑等，有些含氯溶劑具有致癌風險。在丹佛市，這些揮發性化合物由土壤孔隙逐漸上升，穿過地基，在住家中累積到有潛在危險的濃度。這個現象被稱作「蒸氣入侵（Vapor intrusion）」。

Flux Chamber 原理

Flux Chamber 採樣技術，簡單而言即是以一個已知容量與截面積的罩子（Chamber）罩在我們想要調查之污染物逸散量的地面（或水面）上，再以適當流量的乾淨空氣或氮氣（掃除氣體，sweep air）導入此 Chamber，經一段時間置換氣體使 Chamber 內氣體穩定後，分析檢測目標化合物污染濃度，由此濃度、流量以及逸散表面之截面積等數據就能計算出我們所關心污染物的化學通量（如下式）。

$$E_{Fi} = C_i * Q / A$$

其中：

E_{Fi} = 某污染物的排放通量（ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{min}$ ），

C_i = 該污染物的採樣分析濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ），

Q = 掃除氣體流量（ m^3/min ），

A = 接觸面積（ m^2 ）。



圖 2 Flux Chamber 採樣檢測執行情形

以流量計控制掃除氣體（sweep air）之流量，以 Canister 採樣罐採集氣體樣品分析，現場並紀錄溫度、壓力等數值，即可換算該採樣點之污染物通量。

Flux Chamber 之材質與設計

Flux Chamber 之材質為與待測污染物不具反應性並盡量減少吸附作用，形狀則為易達混合均勻並減少死角，使採樣具代表性，而掃除氣體（sweep air）則為不含污染物之乾淨空氣或氮氣，流量則不致造成過大擾流或過小而混合不均的情形。以 35 至 70 公升之半圓形 Chamber 而言，建議之掃除氣體流量為 5-10 L/min，氣流之分配管則為 1/4 英吋之鐵氟龍管，並於適當間距鑽設散氣孔並以環形繞於 Chamber 內以使氣體均勻。本設備實際執行國內三處地下水污染場址（含氬有機污染物及 BTEX）之採樣檢測，檢測結果顯示地表逸散氣體中存在低濃度的污染物，的確可能有蒸氣入侵（Vapor Intrusion）作用發生之虞，除了表示 Flux Chamber 採樣檢測技術之可行外，對於檢測結果，需更深入調查分析並進行風險評估。

小結

Flux Chamber 大致來說，是一種設備原理簡單、操作容易的技術，而且所反應的檢測結果似乎比土壤或地下水污染濃度更能反應在該場址活動者的關心的相關數值，檢測結果除了可進行風險評估外，也可以提供污染場址整治技術選擇之參考，或者未來可與地下室、一樓等室內空氣檢測結果併同探究相關的污染與影響。