

第九章

結語

9.1 結語

本書已就積分方程理論，配合數值方法進行邊界元素法介紹，並舉 Laplace 方程、彈力、塑性、聲波、特徵值問題與依時而變的邊界條件問題分別說明之。讀者可嘗試將各種不同的 U, T, L 與 M 四個核函數應用在熱傳、聲學 (Acoustics)、流力、氣動力、彈性波、電磁波、達西流 (Darcy flow)、擴散、板彎曲、土壤結構互制等多方面問題上，因為此套物理數學在各不同領域中的應用，均有異曲同工之妙。

從本書的架構可看出，針對不同的問題或系統，將各有不同的核函數，亦即核函數會顯現系統或問題的特性，因此系統模式的參數必隱藏在核函數 (Kernel) 中。根據這個想法，來思考各種材料組成律的模式，如黏彈、塑性與彈力，則應該可寫成統一的積分方程式，唯其核函數不同罷了！也就是存在著某種積分型式的泛函關係。這個觀念已由洪宏基教授成功地在組成律模式中應驗了。如前所述，用積分方程模式來描述物理問題，除了在數值處理上較接近正解外，因其在未離散前其為滿足系統控制方程的正解積分表示式 (exact integral representation)，這點是有限差分或有限元素法所無法達到的。當然，在解析求得核函數時，也付出了代價，因此，在之後的數值計算上，效率與精度也就佔了便宜。而對一個實務工程師而言，若程式內含有更多的解析成果在內，則往後的數值過程將會更省事。舉隧道分析為例，若使用有限元素模擬，則工程師將面對無限遠處有限元素網目的取捨，而改用邊界元素法後，則可完全描述無限遠處的行為，但半空間上的無限地表面亦有離散邊界元素之苦，然而 Mindlin 導得半無限域的基本解之核函數後，則地表面邊界元素亦可省去。從這整個過程來看，乃是描述系統的核函數越來越真實了！另一方面對實驗而

言，積分表示式更能看出系統模式的參數與自然現象的本質，而有助於實驗規劃與模擬。由以上兩點看來，積分方程的廣泛應用，將是指日可待的。而積分方程在邊界元素法的應用，將僅是冰山之一角罷了！

本書之寫法，均是基於上述的邏輯加以描述，希望提供給讀者的是一種洞察與解決問題的思考方式。

————— 海大河工研究所陳正宗 對偶邊界元素法 —————

【存檔：e:/bemprimer/dbem9.te】 【建檔:Aug./01/'2006】