บทที่ 1

บทนำ

1.1 จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ต้องการหาวิธีการคำนวณฟลักซ์ (flux) ด้วยสูตรง่ายๆ ที่ให้ผลดี เพื่อใช้แทนการคำนวณฟลักซ์ด้วยวิธีการและสูตรที่ยุ่งยาก โดยใช้ทฤษฎีทูกรูพ (Two Group Theory) กับทฤษฎีเฟิสท์สแกตเตอริง (First Scattering Theory) คำนวณฟลักซ์ของฟิสชั่นนิวตรอนในน้ำ ซึ่งถือว่าเป็นต้นกำเนิดจุด (point source) แล้วเปรียบเทียบผลกับค่าที่มีผู้คำนวณไว้ด้วยวิธีโมเมนต์ (Moment method)[1] และใช้สองทฤษฎีดังกล่าวเปรียบเทียบกับฟลักซ์ที่วัดได้จากเครื่องปฏิกรณ์ฯ BSR[2] (Bulk Shielding Reactor)

ทฤษฎีทูกรูพ แบ่งนิวตรอนออกเป็นสองกลุ่ม คือ นิวตรอนความเร็วสูง (Fast neutron) และนิวตรอนความเร็วต่ำ (slow or thermal neutron) คำนวณฟาสท์ฟลักซ์ (ϕ_f) และเทอร์มัลฟลักซ์ (ϕ_s) ด้วยสมการการฟุ้ง (diffusion equation)

ทฤษฎีเฟิสท์สแกตเตอริง ยังคงแบ่งนิวตรอนออกเป็นสองกลุ่มเหมือนทฤษฎีทูกรูพ แต่คำนวณ ϕ_f โดยอาศัยทรานสปอร์ตเคอร์เนล (transport kernel) และคำนวณ ϕ_s โดยอาศัยดิฟฟิวชั่นเคอร์เนล (diffusion kernel)

1.2 คำนวณ ϕ_f และ ϕ_s จากต้นกำเนิดจุด เมื่อความแรงของต้นกำเนิดเท่ากับ 1 นิวตรอน/วินาที (รายละเอียดเกี่ยวกับการใช้สัญญลักษณ์ต่างๆ **ดูในบทที่** 2)

จากทฤษฎีทูกรูพ:-

$$\phi_f = \frac{S}{4\pi D_f r} e^{-r/L_f} \qquad (1.1)$$

$$\phi_s = \frac{SL_s^2}{4\pi (L_s^2 - L_f^2) D_s r} \left(e^{-r/L_s} - e^{-r/L_f} \right) \qquad (1.2)$$

---

[1] R. Aronson, J. Certaine, H. Goldstein and S. Preiser, Penetration of Neutrons from a Point Isotropic Fission Source in Water, NYO-6267 (1954).

[2] F.C. Maienschein et al., Attenuation by Water of Radiations from a Swimming Pool Type Reactor ORNL-1819 (1955).

จากทฤษฎีเฟิสทสแกตเตอริง:-

$$\phi_f = \frac{S}{r\,4\pi r^2} e^{-\Sigma_s r} \quad (1.3)$$

$$\phi_s = \frac{S\Sigma_s}{4\pi D_s kr}\left[e^{-kr}\int_0 \frac{\sinh k\rho}{\rho} e^{-\Sigma_s \rho}\, d\rho + \sinh krE_1((\Sigma_s + k)\rho)\right] \quad (1.4)$$

คำนวณ ϕ_s ด้วยวิธีของเวดเดิล (Weddle's method) ปรากฏว่าสามารถแทน ϕ_s ด้วยผลบวกของเอกซ์โพเนนเชียล (exponential) สองเทอม คือ

$$\phi_s = S(a_1 e^{-M_1 r} + a_2 e^{-M_2 r}) \quad (1.5)$$

เมื่อ a_1, M_1, a_2 และ M_2 เป็นค่าคงที่

เปรียบเทียบ ϕ_f ที่คำนวณได้กับค่าที่คำนวณด้วยวิธีโมเมนต์

1.3 BSR เป็นเครื่องปฏิกรณ์ฯ แบบสระว่ายน้ำ (Swimming pool type reactor) ซึ่งเป็นต้นกำเนิดแบบปริมาตร S_v (Volume source) สามารถแปลงเป็นต้นกำเนิดผิว S_a (Surface source) ได้จาก

$$S_a = \frac{S_v}{\Sigma_v} \quad (1.6)$$

Σ_v = ครอสเซคชั่นของเครื่องปฏิกรณ์ (Reactor cross section)

จะคำนวณ S_a ได้ ใช้ S_a ค่านี้เป็นความแรงของต้นกำเนิดจากอินฟินิทเพลน (infinite plane source) คำนวณ ϕ_f จากต้นกำเนิดอินฟินิทเพลน:-

จากทฤษฎีทูกรูพ:-

$$\phi_f = \frac{S_a L_f}{2D_f} e^{-Z/L_f} \quad (1.7)$$

$$\phi_s = \frac{S_a L_s^2}{2D_s(L_s^2 - L_f^2)} (L_s e^{-Z/L_s} - L_f e^{-Z/L_f}) \quad (1.8)$$

จากทฤษฎีเฟิสท์สแกตเตอริง:-

$$\phi_f = \frac{S_a E_1(\Sigma_s Z)}{2} \quad (1.9)$$

$$\phi_s = 2\pi S_a \left[\left(\frac{Z}{M_1} + \frac{1}{M_1^2}\right) a_1 e^{-M_1 Z} + \left(\frac{Z}{M_2} + \frac{1}{M_2^2}\right) a_2 e^{-M_2 Z} \right] \quad (1.10)$$

1.4 จากการทราบ ϕ_f และ ϕ_s จากต้นกำเนิดอินฟินิทเพลนสามารถแปลงเป็นฟลักซ์จากต้นกำเนิดผิวทรงกลม (spherical surface source) และต้นกำเนิดผิวทรงกระบอก (Cylindrical surface source) ได้เพื่อต้องการทราบว่าควรแทน BSR ด้วยต้นกำเนิดแบบใด

$$\phi \text{ (ทรงกลม)} = \frac{r}{r_o} \phi \text{ (อินฟินิทเพลนที่จุด } r_o - r) \quad (1.11)$$

$$\phi \text{ (ทรงกระบอก)} = \sqrt{\frac{r}{r_o}} \phi \text{ (อินฟินิทเพลนที่จุด } r_o - r) \quad (1.12)$$

เมื่อ r = รัศมี

r_o = ระยะทางจากจุดศูนย์กลางไปยังจุดที่วัดฟลักซ์