บทที่ 3

การวิเคราะห์เพื่อหาค่าการตอบสนอง ของโครงสร้างเมื่อรับแรงลม

3.1 สมมติฐาน

สมมติฐานของการวิเคราะห์ คือ

1. พฤติกรรมของวัสดุยังอยู่ในช่วงยืดหยุ่นเป็นเส้นตรง
2. ฟังก์ชันการกระจายของความเร็วลมเป็นแบบปกติ
3. การแปรเปลี่ยนของความเร็วลมตามความสูงเป็นไปตามกฎลอการิทึม
4. ค่าสถิติต่างๆ ของความเร็วลมเป็นแบบหยุดนิ่ง (Stationary) และ เออร์กอดิค (Ergodic)
5. ผลการตอบสนองของโครงสร้างสามารถพิจารณาเฉพาะในโหมดที่ 1 ได้
6. รูปร่างการเคลื่อนที่ของโครงสร้างในโหมดที่ 1 เป็นเส้นตรง

สมมติฐานข้อแรกนี้เป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการวิเคราะห์โครงสร้าง สมมติฐานข้อ 2 3 และ 4 นี้สอดคล้องกับการศึกษารูปแบบการกระจายของความเร็วลม [20] และ เป็นที่ใช้กันทั่วไปในการวิเคราะห์ [13] [18] [19] ส่วนสมมติฐาน 2 ข้อสุดท้ายนั้น นิยมใช้กันมากในการวิเคราะห์การตอบสนองของโครงสร้างต่อแรงลม ซึ่งให้ค่าที่ถูกต้องเพียงพอในทางปฏิบัติ ยกเว้นแต่ในโครงสร้างที่อ่อนมากๆ เช่น เสาส่งวิทยุชนิดโครงถักยึดด้วยลวดสลิง

3.2 การวิเคราะห์

ค่าการเคลื่อนที่ตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างตามรูปที่ (3-1) เมื่อรับแรงลม ที่ระดับความสูง z ใดๆ เขียนได้เป็น

$$y_{max}(z) = \bar{y}(z) + y'_{max}(z) \qquad (3-1)$$

โดยที่ $y_{max}(z)$ = ค่าการเคลื่อนที่ตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างที่ระดับความสูง z ใดๆ

$\bar{y}(z)$ = ค่าการเคลื่อนที่ตอบสนองเฉลี่ยของโครงสร้างที่ระดับความสูง z ใดๆ

$y'_{max}(z)$ = ค่าการเคลื่อนที่ตอบสนองที่เป็นไปได้มากที่สุด (Maximum Probable Response) ที่เบี่ยงเบนไปจากการเคลื่อนที่เฉลี่ยที่ระดับความสูง z ใดๆ

$$= g\,\sigma_y(z) \qquad (3-2)$$

g = ค่าตัวประกอบสูงสุด (Peak Factor)

Davenport [26] ได้ใช้ทฤษฎีการสุ่ม (Random Theory) หาค่าตัวประกอบสูงสุดได้ความสัมพันธ์ระหว่าง g กับค่าความถี่ตอบสนอง ν และ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ย T ดังนี้

$$g = \sqrt{2 \ln \nu T} + \frac{0.577}{\sqrt{2 \ln \nu T}} \qquad (3-3)$$

$\sigma_y(z)$ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเคลื่อนที่ที่ระดับความสูง z

ถ้าคิดผลการตอบสนองของโครงสร้างเฉพาะในโหมดแรกเท่านั้น เราสามารถเขียนสมการการเคลื่อนที่ได้ใหม่เป็น

$$y_{max}(z) = \mu(z)y_{max} \qquad (3-4)$$

โดยที่ $\mu(z)$ = รูปร่างการเคลื่อนที่ของโครงสร้างในโหมดที่ 1

y_{max} = ค่าการเคลื่อนที่ตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างที่ระดับความสูงอ้างอิง

ในทำนองเดียวกันจะได้

$$\bar{y}(z) = \mu(z)\bar{y} \tag{3-5}$$

$$\sigma_y(z) = \mu(z)\sigma_y \tag{3-6}$$

โดยที่ $\bar{y}$, σ_y = ค่าการเคลื่อนที่ตอบสนองเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการเคลื่อนที่ตอบสนองของโครงสร้างที่ระดับความสูงอ้างอิง ตามลำดับ

แทนค่าสมการที่ (3-2) (3-4) (3-5) และ (3-6) ลงในสมการที่ (3-1) จะได้

$$y_{max} = \left[1 + \frac{g\,\sigma_y}{\bar{y}} \right] \bar{y}$$

$$= G\,\bar{y} \tag{3-7}$$

โดยที่ G = ตัวประกอบการตอบสนองการกรรโชกของลมของโครงสร้าง

$$= \left[1 + \frac{g\,\sigma_y}{\bar{y}} \right] \tag{3-8}$$

ค่า $\bar{y}$ หาได้จาก

$$\bar{y} = \frac{Q}{K} \tag{3-9}$$

โดยที่ Q = หน่วยแรงลมวางนัยทั่วไปในโหมดที่ 1 ซึ่งหาได้จากสมการที่ (2-15) ดังนี้

$$Q = \int_{Aw} \overline{p}_w(x,z)\ \mu(z)\ dA + \int_{A1} \overline{p}_1(x,z)\ \mu(z)\ dA \qquad (3\text{-}10)$$

$\overline{p}_w(x,z)$, $\overline{p}_1(x,z)$ = ค่าหน่วยแรงลมเฉลี่ยที่กระทำต่อโครงสร้างในด้านปะทะลม (Windward) และ ด้านหลบลม (Leeward) ตามลำดับ

A_w, A_1 = พื้นที่ด้านปะทะลม และ ด้านหลบลมตามลำดับ

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการเคลื่อนที่ตอบสนองของโครงสร้าง หาได้จากสมการที่ (2-17) นั่นคือ

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{\mu^2(z)} \int_0^\infty S_y(z,f)\ df \qquad (3\text{-}11)$$

โดยที่ $S_y(z,f)$ = สเปกตรัมความหนาแน่นของการเคลื่อนที่ตอบสนองเชิงพลวัต (Dynamic Displacement Response) ของโครงสร้าง

$$= \mu^2(z)\ \frac{|H(f)|^2}{K^2} \int_{A2}\int_{A1} \mu(z_1)\ \mu(z_2)\ S_p(M_1,M_2,f)\ dA_1 dA_2 \qquad (3\text{-}12)$$

ในเมื่อ A = พื้นที่ผิวภายนอกทั้งหมดของโครงสร้าง

$S_p(M_1,M_2,f)$ = ส่วนจริงของฟังก์ชันความหนาแน่นสเปกตรัมข้าม (Real Part of Cross Spectrum Density Function) ของหน่วยแรงลมที่กระทำที่จุดศูนย์กลางมวล M_1 และ M_2 ในพื้นที่ A_1 และ A_2 ตามลำดับ

z_1, z_2 = ความสูงของมวล M_1 และ M_2 ตามลำดับ

ถ้าไม่คิดแรงเสียดทานที่ผิว สมการที่ (3-12) เขียนได้เป็น

$$S_y(z,f) = \frac{\mu^2(z)|H(f)|^2}{K^2}\left[S_{ww} + 2S_{wl} + S_{ll}\right] \qquad (3\text{-}13)$$

โดยที่

$$S_{ww} = \int\int_{AwAw} \mu(z_1)\ \mu(z_2)\ S_p(M_1,M_2,f)\ dA_1\ dA_2$$

$$S_{wl} = \int\int_{AwAl} \mu(z_1)\ \mu(z_2)\ S_p(M_1,M_2,f)\ dA_1\ dA_2 \qquad (3\text{-}14)$$

$$S_{ll} = \int\int_{AlAl} \mu(z_1)\ \mu(z_2)\ S_p(M_1,M_2,f)\ dA_1\ dA_2$$

สัญลักษณ์ w และ l หมายถึงด้านปะทะลม และ ด้านหลบลม ตามลำดับ

แทนค่าสมการที่ (3-9) (3-10) (3-11) และ (3-13) ลงในสมการที่ (3-8) จะได้

$$G = 1 + g\left[\frac{\left\{\int_0^{\infty} |H(f)|^2\left[S_{ww} + 2S_{wl} + S_{ll}\right]\ df\right\}^{1/2}}{\int_{Aw} \bar{p}_w(x,z)\ \mu(z)\ dA + \int_{Al} \bar{p}_l(x,z)\ \mu(z)\ dA}\right]$$

(3-15)

ค่าหน่วยแรงลม ประกอบไปด้วย หน่วยแรงลมเฉลี่ย และ หน่วยแรงลมที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย นั่นคือ

$$p(x,z) = \bar{p}(x,z) + p'(x,z) \qquad (3\text{-}16)$$

โดยที่ $p(x,z) = \frac{1}{2}\ \rho C_d u^2(x,z)$ (3-17)

ρ = มวลของอากาศ

C_d = สัมประสิทธิ์ของลม (Drag Coefficient)

$u(x,z)$ = ความเร็วลม

$$= \bar{u}(x,z) + u'(x,z) \qquad (3\text{-}18)$$

สัญลักษณ์ (-) และ (') หมายถึงค่าเฉลี่ย และ ส่วนที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย แทนค่าสมการที่ (3-18) ลงในสมการที่ (3-17) ในด้านปะทะลม จะได้

$$p_w(x,z) = \tfrac{1}{2}\rho C_w\left[\bar{u}^2(x,z) + 2\bar{u}(x,z)u'(x,z) + u'^2(x,z)\right] \qquad (3\text{-}19)$$

ในเมื่อ C_w = สัมประสิทธิ์ของแรงดันลมในด้านปะทะลม

ถ้าไม่คิดผลของ $u'^2(x,z)$ สมการ (3-19) เขียนได้เป็น

$$p_w(x,z) = \tfrac{1}{2}\rho C_w\bar{u}^2(x,z) + \rho C_w\bar{u}(x,z)u'(x,z) \qquad (3\text{-}20)$$

เมื่อเปรียบเทียบสมการที่ (3-16) และ (3-20) ในด้านปะทะลม จะได้

$$\bar{p}_w(x,z) = \tfrac{1}{2}\rho C_w\bar{u}^2(x,z) \qquad (3\text{-}21)$$

$$p'_w(x,z) = \rho C_w\bar{u}(x,z)u'(x,z) \qquad (3\text{-}22)$$

ในทำนองเดียวกันสำหรับด้านหลบลม จะได้

$$\bar{p}_l(x,z) = \tfrac{1}{2}\rho C_l\bar{u}^2(x,z) \qquad (3\text{-}23)$$

$$p'_l(x,z) = \rho C_l\bar{u}(x,z)u'(x,z) \qquad (3\text{-}24)$$

โดยที่ C_1 = สัมประสิทธิ์ของแรงดันลมในด้านหลบลม

ค่าอินทิกรัลแต่ละตัวในสมการที่ (3-14) อาจเขียนใหม่โดยอาศัยสมการที่ (3-22) และ (3-24) จะได้

$$S_{ww}(f) = \int\int_{AwAw} (\rho C_w)(\rho C_w)\bar{u}(z_1)\bar{u}(z_2)\mu(z_1)\mu(z_2)S_u(f)R(x_1,x_2,z_1,z_2,f)dA_1dA_2$$

$$S_{11}(f) = \int\int_{A1A1} (\rho C_1)(\rho C_1)\bar{u}(z_1)\bar{u}(z_2)\mu(z_1)\mu(z_2)S_u(f)R(x_1,x_2,z_1,z_2,f)dA_1dA_2$$

$$S_{w1}(f) = \int\int_{AwA1} (\rho C_w)(\rho C_1)\bar{u}(z_1)\bar{u}(z_2)\mu(z_1)\mu(z_2)S_u(f)R(x_1,x_2,z_1,z_2,f)N(f)dA_1dA_2 \tag{3-25}$$

โดยที่ $S_u(f)$ = สเปกตรัมความหนาแน่นของความเร็วลมในแนวทิศทางลมในส่วนที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (Longitudinal Velocity Fluctuation)

$R(x_1,x_2,z_1,z_2,f)$ = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ข้ามของความเร็วลม (Cross-correlation Coefficient) ระหว่างจุด (x_1,z_1) และ จุด (x_2,z_2)

$N(f)$ = ตัวประกอบสหสัมพันธ์ข้ามในแนวทิศทางลม (Alongwind Cross-correlation Factor)

แทนค่าสมการที่ (3-25) ลงในสมการที่ (3-15) จะได้

$$G = 1 + g\left[\frac{\left\{\int_0^{\infty} \rho^2\, X^2(f)\, \alpha^2(f)\, |H(f)|^2 S_u(f)\, df\right\}^{1/2}}{\frac{1}{2}\int_{Aw} \rho\, \bar{u}^2(z)\, \mu(z)\, dA}\right] \tag{3-26}$$

โดยที่ $$X^2(f) = \frac{C_w^{\ 2} + 2C_wC_1N(f) + C_1^{\ 2}}{(C_w + C_1)^2} \tag{3-27}$$

$$\alpha^2(f) = \int_{Aw}\int_{Aw} J(x_1,x_2,z_1,z_2,f)\ dA_1\ dA_2$$

$$= \int_{A1}\int_{A1} J(x_1,x_2,z_1,z_2,f)\ dA_1\ dA_2 \tag{3-28}$$

$$= \int_{Aw}\int_{A1} J(x_1,x_2,z_1,z_2,f)\ dA_1\ dA_2$$

$$J(x_1,x_2,z_1,z_2,f) = \bar{u}(z_1)\bar{u}(z_2)\mu(z_1)\mu(z_2)R(x_1,x_2,z_1,z_2,f) \tag{3-29}$$

และ ได้สมมติให้ความสัมพันธ์

$$\int_{Aw} \bar{u}^2(z)\mu(z)\ dA = \int_{A1} \bar{u}^2(z)\mu(z)\ dA \tag{3-30}$$

ค่าหน่วยแรงลมที่ใช้ในการออกแบบ หรือ ค่าหน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่า หาได้จาก

$$P(z) = G\ \bar{p}(z) \tag{3-31}$$

โดยที่ $\bar{p}(z)$ = ค่าหน่วยแรงลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง z

$$= \tfrac{1}{2}\ \rho C_d \bar{u}^2(z) \tag{3-32}$$

ค่าสหสัมพันธ์ของความเร็วลมระหว่างจุด และ สหสัมพันธ์ของความเร็วลมระหว่างด้านปะทะลม และ ด้านหลบลม หาได้จาก [16] [10]

$$R(x_1,x_2,z_1,z_2,f) = \exp\left[\frac{-2f\left[C_z^{\ 2}(z_1 - z_2)^2 + C_x^{\ 2}(x_1 - x_2)^2\right]^{1/2}}{\bar{u}(z_1) + \bar{u}(z_2)}\right]$$

(3-33)

$$N(f) = F\left[\frac{15.4\ f\Delta}{\bar{u}(H)}\right] \qquad (3-34)$$

โดยที่ $C_z = 10$

$C_x = 16$

Δ = ระยะที่สั้นที่สุดระหว่าง b d และ H

$$F(\eta) = \frac{1}{\eta} - \frac{1}{2\eta^2}\left[1 - e^{-2\eta}\right] \qquad (3-35)$$

เมื่อพิจารณาค่า $|H(f)|^2$ ในสมการที่ (3-26) จากสมการที่ (2-9) จะพบว่า ค่า $|H(f)|^2$ มีค่าประมาณ 1 ในช่วง f มีค่าอยู่ระหว่าง 0 จนเกือบถึงค่า f_o และ จะมีค่าสูงมากเมื่อ f มีค่าเท่ากับ f_o ทั้งนี้ จะขึ้นอยู่กับค่าอัตราส่วนการหน่วงของโครงสร้าง ตามรูปที่ (3-2) ฉะนั้น เราสามารถหาค่าอินทิกรัลในสมการที่ (3-26) โดยประมาณได้ โดยพิจารณาจากรูปที่ (3-3) ค่าอินทิกรัลในสมการที่ (3-26) ก็คือ ค่าพื้นที่ใต้กราฟในรูปที่ (3-3) นั่นเอง เราสามารถหาพื้นที่ใต้กราฟนี้ได้โดยประมาณ ซึ่งมีความละเอียดเพียงพอในทางปฏิบัติ [27] โดยการแบ่งพื้นที่นี้ออกเป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่ B ซึ่งได้จากส่วนฐานของ $|H(f)|^2$ เท่ากับ 1 และ พื้นที่ R ซึ่งเป็นส่วนที่เพิ่มขึ้นจากผลของการสั่นพ้อง พื้นที่ B และ R หาได้จาก

$$B = \int_0^{\infty} S_y(f)\ df \qquad (3-36)$$

$$R = \frac{\pi\ f_o\ S_y(f_o)}{4\ \xi} \qquad (3-37)$$

โดยที่ $$S_y(f) = \frac{\rho^2 X^2(f)\alpha^2(f) S_u(f)}{K^2} \qquad (3-38)$$

ให้การแปรเปลี่ยนความเร็วลมตามความสูงเป็นไปตามกฎลอการิทึม

$$\bar{u}(z) = 2.5\, u_* \ln (z/z_o) \tag{3-39}$$

สมการสเปกตรัมของความเร็วลมในส่วนที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยในช่วงความถี่สูง [19] คือ

$$\frac{f\, S_u(z,f)}{u_*^{2}} = 0.26 \left[\frac{fz}{\bar{u}(z)} \right]^{-2/3} \tag{3-40}$$

และ ค่าความแปรปรวนของความเร็วลมในส่วนที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย หาได้จาก [19]

$$\sigma_u^{2} = \int_o^{\infty} S_u(z,f)\, df$$

$$= \beta u_*^{2} \tag{3-41}$$

โดยที่ β นี้จะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ และ ให้ไว้ในตารางที่ (2-1)

สมมติให้ค่าสหสัมพันธ์ของความเร็วลมระหว่างจุด และ สหสัมพันธ์ของความเร็วลมระหว่างด้านปะทะลม และ ด้านหลบลม มีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ คือ

$$N(f) = 1$$

และ $$R(x_1,x_2,z_1,z_2,f) = 1$$

สมการที่ (3-27) และ (3-28) อาจเขียนได้เป็น

$$X^2(f) = 1 \tag{3-42}$$

$$\alpha^2(f) = \left[\int_A \bar{u}(z)\mu(z)\, dA \right]^2 \tag{3-43}$$

ให้รูปร่างการเคลื่อนที่ของโครงสร้างเป็นเส้นตรง คือ

$$\mu(z) = z/H \tag{3-44}$$

แทนค่าสมการที่ (3-38) (3-42) (3-43) และ (3-44) ลงในสมการที่ (3-36) และ (3-37) จะได้

$$B_o = \int_0^\infty \frac{\rho^2}{K^2} \left[\int_A \bar{u}(z)\mu(z)\, dA \right]^2 S_u(f)\, df$$

$$= \frac{\rho^2 b^2}{K^2} \int_0^\infty \left[\int_0^H \bar{u}(z)\mu(z)\, dz \right]^2 S_u(f)\, df$$

$$= \frac{\rho^2 b^2}{K^2} \left[\int_0^H 2.5\, u_* \ln(z/z_o)(z/H)\, dz \right]^2 \int_0^\infty S_u(f)\, df$$

$$= 1.563\ \beta D^2 \left[\frac{bHq_*}{K} \right]^2 \tag{3-45}$$

$$R_o = \frac{\pi f_o\ \rho^2}{4\xi\ K^2} \left[\int_A \bar{u}(z)\mu(z)\, dA \right]^2 Su\left[\frac{H}{\sqrt{e}}, \bar{f}_o \right]$$

$$= 0.517 \frac{D^2}{\xi} \left[\frac{D}{\bar{f}_o} \right]^{2/3} \left[\frac{bHq_*}{K} \right]^2 \qquad (3\text{-}46)$$

โดยที่ B_o, R_o = ค่าอินทิกรัลในสมการที่ (3-36) และ (3-37) ตามลำดับ เมื่อ

$N(f) = 1$ และ $R(x_1, x_2, z_1, z_2, f) = 1$

$q_* = \frac{1}{2} \rho u_*^{\,2}$

$D = 2 \ln (H/z_o) - 1$

$= 2 \ln (H/z_o\sqrt{e})$

$\bar{f} = fH/u_*$

สำหรับในโครงสร้างจริงที่สหสัมพันธ์ของความเร็วลมในระหว่างจุด และ สหสัมพันธ์ของความเร็วลมในด้านปะทะลม และ ด้านหลบลม ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ จะต้องใช้วิธีเชิงเลข [19] ช่วยในการหาค่าพื้นที่ B และ R ในสมการที่ (3-36) และ (3-37) ซึ่งสามารถจัดให้อยู่ในเทอมของ B_o และ R_o ดังนี้

$$B = B_o\, T_1(D)\, T_2(D, b/H, \Delta/H) \qquad (3\text{-}47)$$

$$R = R_o\, T_3(\bar{f}_o, D)\, T_4(\bar{f}_o, D, b/H)\, X^2(f) \qquad (3\text{-}48)$$

โดยที่ $T_1(D) \simeq 0.716$ (3-49)

$$T_2(D, b/H, \Delta/H) \simeq \frac{1}{1 + 0.26b/H} \qquad (3\text{-}50)$$

$$T_3(\bar{f}_o, D) \simeq 1.141\, F(\, 3.55\, \bar{f}_o/D\,) \qquad (3\text{-}51)$$

$$T_4(\bar{f}_o, D, b/H) \simeq \frac{1}{1 + 3.95\, \frac{\bar{f}_o b}{DH}} \qquad (3\text{-}52)$$

แทนค่าสมการที่ (3-47) และ (3-48) ด้วยสมการที่ (3-45) (3-46) และสมการที่ (3-49) ถึง (3-52) จะได้

$$B = \frac{1.119\ \beta D^2}{1 + 0.26\ \frac{b}{H}} \left[\frac{bHq_*}{K} \right]^2 \tag{3-53}$$

$$R = 0.590\ \frac{D^2}{\xi} \left[\frac{D}{\bar{f}_o} \right]^{2/3} \frac{F(\ 3.55\ \bar{f}_o/D\ )\ X^2(f)}{1 + 3.95\ \frac{\bar{f}_o b}{DH}} \left[\frac{bHq_*}{K} \right]^2 \tag{3-54}$$

สำหรับค่าการเคลื่อนที่เฉลี่ย $\bar{y}$ หาได้จาก

$$\bar{y} = \frac{\bar{P}}{K}$$

$$= \frac{\frac{1}{2}\rho}{K} \int \bar{u}^2(z)\mu(z)\ dA$$

$$= \frac{\frac{1}{2}\rho b}{K} \int_o^H (z/H)\ [\ 2.5\ u_* \ln(z/z_o)\ ]^2\ dz$$

$$= 0.781\ (D^2-1) \left[\frac{bHq_*}{K} \right] \tag{3-55}$$

เราสามารถเขียนสมการที่ (3-26) ได้ใหม่เป็น

$$G = 1 + \frac{g\sqrt{B + R}}{\bar{y}} \tag{3-56}$$

โดยที่ $$g = \sqrt{2 \ln \nu T} + \frac{0.577}{\sqrt{2 \ln \nu T}} \tag{3-57}$$

$$\nu = \frac{\int_0^\infty f^2 S_y(f)\, df}{\int_0^\infty S_y(f)\, df}$$

$$= f_o \sqrt{\frac{R}{B + R}} \tag{3-58}$$

T = ช่วงเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ยค่าความเร็วลม

= 3600 วินาที

3.3 การหาค่าความเร็วลมออกแบบจากข้อมูล

ค่าความเร็วลมที่ใช้ในการออกแบบ หาได้จากการสมมติให้ค่าความเร็วลมสูงสุดในแต่ละปีของข้อมูลมีฟังก์ชันการกระจายเป็นแบบ Fisher และ Tippett ชนิดที่ 1 (Gumbel) ดังสมการที่ (2-39) นั่นคือ

$$F_u(u) = \exp[-\exp[-\alpha_n(u - u_n)]]$$

$$u = u_n + \frac{1}{\alpha_n}[-\ln[-\ln F_u(u)]] \tag{3-59}$$

โดยที่ $F_u(u)$ = ความน่าจะเป็นในการเกิดค่าความเร็วลมแล้วไม่เกินค่า u

$1/\alpha_n$ = สัมประสิทธิ์การกระจายของความเร็วลมสูงสุดในแต่ละปี

u_n = ฐานนิยม

ค่า α_n และ u_n นี้หาได้จากระเบียบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) โดยสมมติให้

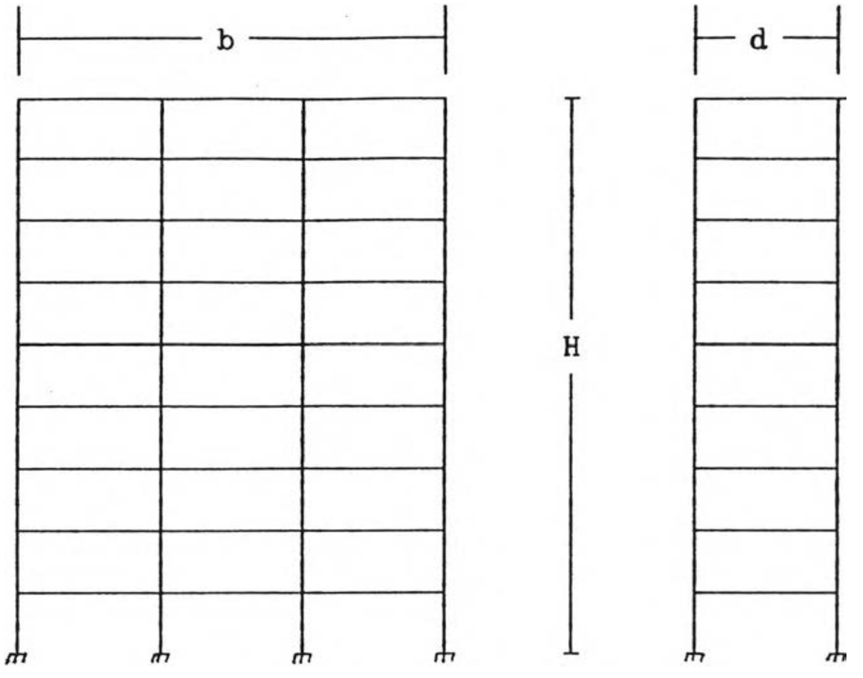
$$F_u(u) = \frac{m}{N + 1} \tag{3-60}$$

โดยที่ m = ลำดับที่ของข้อมูลเมื่อเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

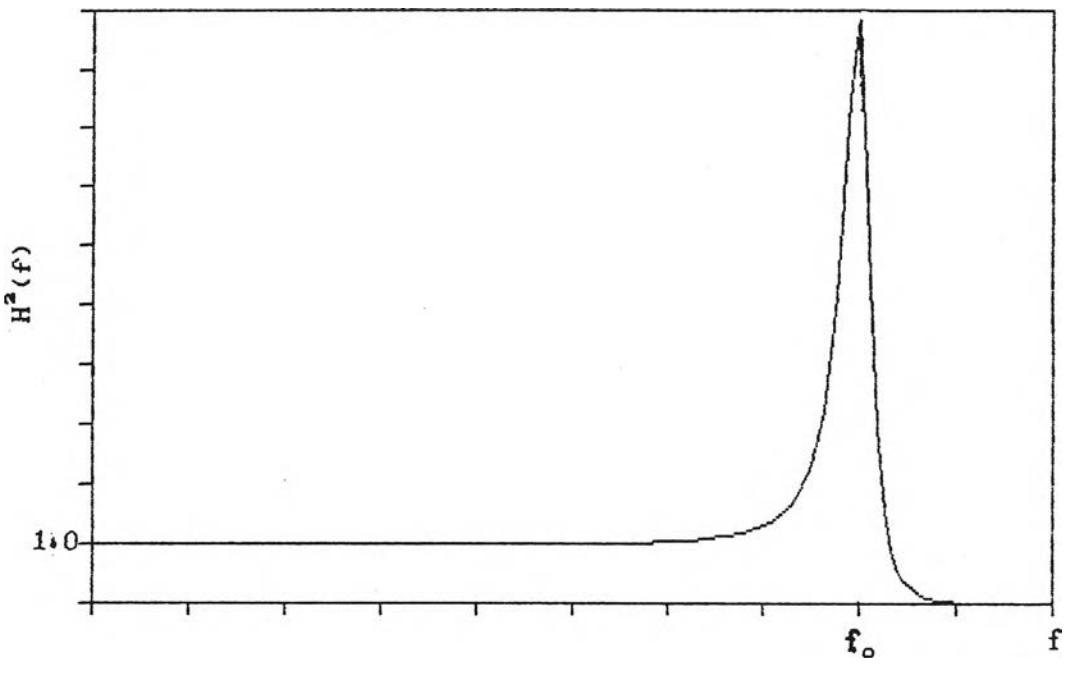
N = จำนวนของข้อมูล

ค่าความเร็วลมที่ใช้ในการออกแบบสำหรับคาบการกลับ R_p ใดๆ หาได้จากสมการที่ (3-59) โดยสมมติให้

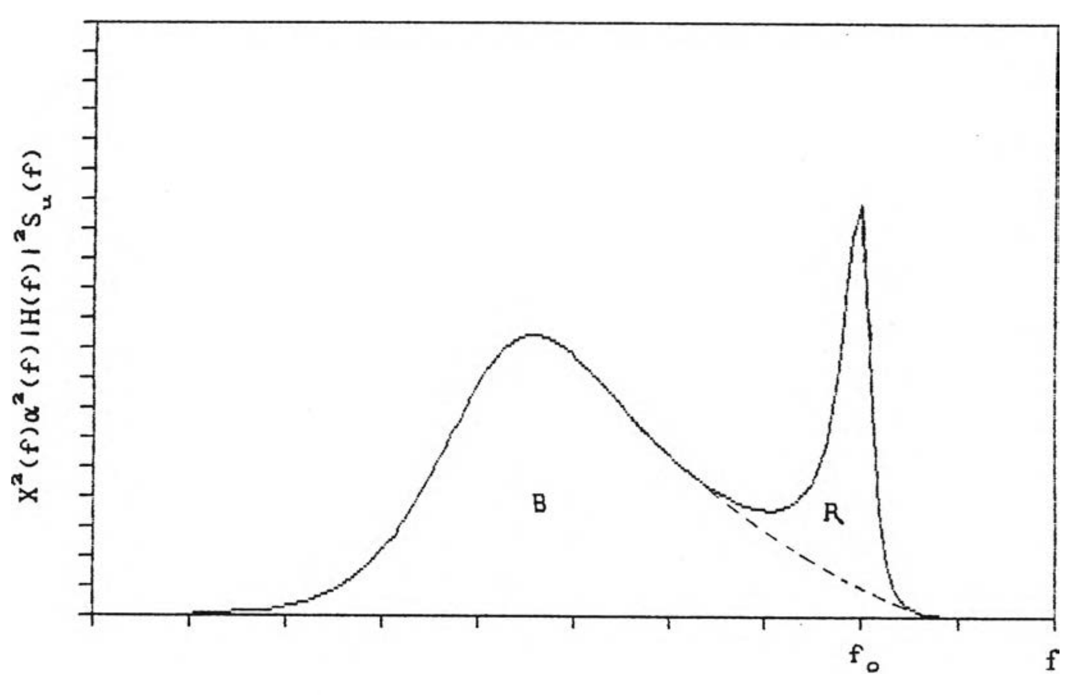
$$F_u(u) = 1 - \frac{1}{R_p} \tag{3-61}$$



<u>รูปที่ (3-1)</u> โครงสร้างที่ใช้ในการวิเคราะห์



<u>รูปที่ (3-2)</u> ค่า $H^2(f)$



<u>รูปที่ (3-3)</u> ค่าอินทิกรัลในสมการที่ (3-26)