หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วิธีวิเคราะห์

2.1 แนวความคิดที่ใช้

ในการวิเคราะห์โครงสร้างซึ่งรับแรงกระทำด้านข้าง เช่น แรงลม ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ใช้แนวความคิดที่เสนอโดย คูลล์และโมฮัมหมัด (Coull & Mohammed) โดยการแทนแรงที่กระทำเข้าโครงอาคาร อันอาจประกอบด้วยโครงข้อแข็ง ผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว และผนังรับแรงเฉือนคู่ด้วยแรงเดี่ยวกระทำที่จุดยอดสุดรวมกับแรงกระจายในรูปอนุกรมไพลิโนเมียลอันดับต่างๆ ตลอดความสูงของอาคาร จากนั้นนำความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะเอนของโครงอาคารแต่ละตัวมารวมกัน รวมถึงความสมดุลย์ระหว่างแรงที่ด้านโดยโครงอาคารทั้งหมดต่อแรงที่มากระทำภายนอก ซึ่งในที่สุดจะได้สมการแสดงความสมดุลย์ของแรงกับระยะเอนของโครงสร้างร่วม เมื่อคำนวณหาค่าระยะเอนของแต่ละโครงอาคารได้ ก็สามารถที่จะหาแรงด้านข้างที่กระทำต่อโครงอาคารแต่ละตัวได้

2.2 สมมุติฐาน

พฤติกรรมภายใต้แรงกระทำด้านข้างของโครงสร้าง ในการวิเคราะห์ในวิทยานิพนธ์นี้อาศัยข้อสมมุติฐานดังต่อไปนี้

1. โครงอาคารใด ๆ ประกอบด้วยองค์อาคารที่มีเนื้อวัสดุประเภทเดียวกันและมีความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดเป็นเส้นตรง

2. ภายใต้แรงกระทำด้านข้าง โครงสร้างมีพฤติกรรมอยู่ในช่วงอีลาสติก

3. ระยะโก่งขององค์อาคาร ตลอดจนระยะเอนของโครงสร้างมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับความสูงของโครงอาคาร

4. ระบบพื้นทำหน้าที่เป็นแผ่นไดอาแฟรมที่มีความแข็งแกร่ง (rigidity) ในระนาบของตัวมันเองสูงมาก ซึ่งจะมีผลทำให้การเคลื่อนที่ของโครงสร้างทั้งระบบเป็นไปแบบการเคลื่อนที่แข็งเกร็ง (rigid motion)

5. ความสามารถในการรับแรงบิดของโครงอาคาร แต่ละส่วน อันได้แก่ โครงข้อแข็ง, ผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว และผนังรับแรงเฉือนคู่ มีค่าน้อย และไม่นำมาพิจารณา

6. ในโครงข้อแข็งและผนังรับแรงเฉือนเดี่ยวจะไม่คำนึงถึงการยืดหดตัวตามแนวแกน

7. ฐานของโครงอาคารเป็นแบบยึดแน่น

8. ตำแหน่งของจุดดัดกลับของเสาและคานในโครงข้อแข็ง อยู่ที่จุดกึ่งกลางความสูงของชั้นและจุดกึ่งกลางช่วงคาน

9. ผนังรับแรงเฉือนคู่มีขนาดกำแพงและคานเชื่อม เหมือนกันหมดทุกชั้นตลอดความสูง ยกเว้นชั้นบนสุด ซึ่งคานเชื่อมมีคำไมเบนด์อินเนอร์เชียเป็นครึ่งหนึ่งของชั้นอื่น

10. ผลของความเค้นเชิงเฉือนในผนังรับแรงเฉือนเดี่ยวมีค่าน้อยมาก และไม่นำมาพิจารณา

2.3 พฤติกรรมการรับแรงกระทำด้านข้างของโครงข้อแข็ง

ภายใต้แรงกระทำด้านข้าง โครงข้อแข็งจะมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นแบบการเฉือน (shear mode) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ก และจากสมมุติฐานข้อที่ 9 สามารถที่จะเขียนลักษณะการเคลื่อนที่ของหน่วยโครงข้อแข็งได้ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ข โดยการแทนโครงข้อแข็งให้เสมือนหนึ่งเป็นผนังบางซึ่งมีพฤติกรรมการเคลื่อนที่เป็นแบบแรงเฉือน เราสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการเคลื่อนที่ ที่ระดับใด ๆ ของโครงข้อแข็งที่มีการแปรขนาดตามความสูงดังในรูปที่ 2.1 ก,ข และค เมื่อรับแรงเดี่ยวเป็นจุดที่จุดยอดสุดและแรงกระจายในรูปอนุกรมโพลิโนเมียลดีกรีที่ i ได้ดังนี้

$$y^{*}_{fk} = \frac{H}{GA} \sum_{j=1}^{k} \left\{ \left[P_o \left(\frac{H-H_j}{H} - \xi_k \right) + p_i H \left[\left(\frac{H-H_j}{H} \right)^{i+2} - \xi_k^{\,i+2} \right] \frac{i!}{(i+2)!} \right] \left[\frac{1}{\eta_{j+1}} - \frac{1}{\eta_j} \right] \right\}$$

(1)

โดยที่ $H_1 = 0,\ \eta_1 = \infty\ ,\ \eta_2 = 1$

y_{fk} = คำระยะเอนในทิศทางของแรงของโครงข้อแข็งที่ระดับใด ๆ

H = ความสูงของโครงอาคาร $\eta_{j+1} = GA_j/GA_1$ (รูปที่ 1 ค.)

$\xi = \frac{x}{H}$ (x = ระยะในแนวดิ่งจากจุดสูงสุดของโครงอาคาร)

P_o = แรงกระทำเป็นจุด (Point load) ที่จุดยอดสุดของโครงอาคาร

p_i = แรงกระทำในรูปอนุกรมโพลิโนเมียล ($i = 0, 1, 2, 3,$ ฯลฯ)

GA = ความแข็งแกร่งของการเฉือนเทียบเท่า (equivalent shear rigidity) ของโครงข้อแข็ง

$$= \sum_{\ell=1}^{n} K_\ell$$

ซึ่ง K_ℓ = ความแข็งแกร่งของการเฉือนเทียบเท่าของเสาต้นที่ ℓ

n = จำนวนเสาทั้งหมดในแนว

ในกรณีที่ใช้ความยาวของคานและเสาจากจุดศูนย์กลาง K_ℓ มีค่าดังนี้ (5)

$$K_\ell = \frac{12E\, I_{c\ell}/h^2}{1 + \dfrac{2I_{c\ell}/h}{\dfrac{I_{b\ell}}{b_\ell} + \dfrac{I_{b\ell}}{b_\ell}}} \qquad (2)$$

ถ้าใช้ช่องว่างของคานและความสูงที่แท้จริงของเสาระหว่างที่รองรับ K_ℓ มีค่าดังนี้ (13)

$$K_\ell = \frac{12EI_{c\ell}/h^2(1-d/h)^3}{1+\dfrac{2(\frac{c_\ell}{b_\ell})^3 \frac{I_{c\ell}}{h}}{[\frac{I_{b\ell}}{b_\ell} + (\frac{c_\ell}{b_\ell})^3 (\frac{b_{\ell-1}}{c_{\ell-1}})^3 (\frac{I_{b\ell-1}}{b_{\ell-1}})]}} \qquad (3)$$

โดยที่ E = โมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ของชิ้นส่วนของโครงอาคาร

$I_{c\ell}$ = โมเมนต์อินเนอร์เชียของเสาต้น ℓ

$I_{b\ell}$ = โมเมนต์อินเนอร์เชียของคานตัวที่ ℓ

b_ℓ = ความยาวคานตัวที่ ℓ วัดจากระยะศูนย์กลางเสา

c_ℓ = ช่วงว่างของคานตัวที่ ℓ วัดระยะจากช่องภายในเสา

h = ความสูงของช่วงชั้น

d = ความลึกของคาน

โดยที่สมการ (1) หาค่าระยะเอนได้จากสมมุติฐานที่ว่าขนาดเสามีการเปลี่ยนแปลงที่ระดับกึ่งกลางชั้น ซึ่งโดยทั่วไปโครงข้อแข็งจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดเสาที่ระดับชั้นอันอาจทำให้การหาค่าระยะเอนผิดพลาดไปบ้าง แต่อย่างไรก็ตามความผิดพลาดดังกล่าวนี้จะมีค่าน้อยมาก [5]

2.4 พฤติกรรมการรับแรงกระทำด้านข้างของผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว

ภายใต้แรงกระทำด้านข้าง ผนังรับแรงเฉือนเดี่ยวจะมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นแบบการดัด (bending mode) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ก เราสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการเคลื่อนที่ ที่ระดับใด ๆของผนังรับแรงเฉือนเดี่ยวที่มีการแปรขนาดตามความสูง ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ก และ ข ได้ดังนี้

$$y^{*}_{sk} = \frac{H^3}{EI_s}\sum_{j=1}^{k}\{P_o\left[\frac{\xi_k^3}{6} - \frac{\xi_k}{2}\left(\frac{H-H_j}{H}\right)^2 + \frac{1}{3}\left(\frac{H-H_j}{H}\right)^3\right] + p_i H\left[\frac{i!}{(i+4)!}\xi_k^{i+4} - \frac{i!}{(i+3)!}\left(\frac{H-H_j}{H}\right)^{i+3}\xi_k + \frac{(i+3)i!}{(i+4)!}\left(\frac{H-H_j}{H}\right)^{i+4}\right]\left[\frac{1}{\eta_{j+1}} - \frac{1}{\eta_j}\right]\} \qquad (4)$$

โดยที่ y_{sk} = ค่าระยะเอนในทิศทางของแรงของผนังแรงเฉือนเดี่ยวที่ระดับใด ๆ

EI_s = ค่าความแข็งแกร่งของการดัด (Flexural rigidity)

I_s = โมเมนต์อินเนอร์เชียของผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว

* ดูการวิเคราะห์หาสูตรในภาคผนวก ค.

2.5 พฤติกรรมการรับแรงกระทำด้านข้างของผนังรับแรงเฉือนคู่

พิจารณาผนังรับแรงเฉือนคู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ซึ่งประกอบด้วยผนังรับแรงเฉือนเดี่ยวสองผนัง เชื่อมต่อด้วยคานเชื่อม (connecting beam) โดยที่ปลายทั้งสองของคานเชื่อมรั้งติดกับผนัง โดยอาศัยหลักวิธีการของคอนตินิวอัม เช่น เดียวกับ เบค[6] เราสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและ การเคลื่อนที่ที่ระดับใด ๆ ได้ดังนี้

$$y^{*}_{cw,k} = \frac{H^3}{EI_{cw}} \{ P_o\left[(1-\mu)\left(\frac{\xi^3}{6} - \frac{\xi}{2} + \frac{1}{3}\right) + \frac{\mu}{\gamma^2}\left(1-\xi+ \frac{\sin h\gamma\xi - \sin h\gamma}{\gamma \cos h\gamma}\right)\right]$$

$$+ P_i H\left[\frac{i!}{(1+4)!}\xi^{i+4} - \frac{i!}{(1+3)!}\xi + \frac{(i+3)i!}{(1+4)!}\right] - \frac{\mu}{\gamma^2}\left[\left(\frac{\xi^2}{2} - \xi + \frac{1}{2}\right) +$$

$$\left(\frac{1-\cos h\gamma\xi - h\gamma}{\gamma^2 \cos h\gamma}\right)\right] \frac{i!}{i}\gamma^{i} \sin^2(i+1)\frac{\pi}{2} - \frac{\mu}{\gamma^2}\sum_{n=0}^{i+1}\left[\left(\frac{i!}{(i-n+4)!}\xi^{i-n+4} -\right.\right.$$

$$\left.\left.\frac{i!}{(i-n+3)!}\xi + \frac{(i-n+3)i!}{(i-n+4)!}\right)\frac{1}{\gamma^{n-2}} - \frac{i!}{(i-n+1)!\gamma^{n}}\left(1-\xi+ \frac{\sin h\gamma\xi - \sin h\gamma}{\gamma \cos h\gamma}\right)\right]\sin^2(n+1)\frac{\pi}{2}$$

โดยที่

$$\beta^2 = \frac{12 I_{cb} \ell}{h b^3 I_{cw}}$$

$$\gamma^2 = \beta^2 H^2 \left(\frac{A_{cw} I_{cw}}{A_{cw1} A_{cw2} \ell} + \ell\right)$$

$$\mu = \frac{\ell^2 H^2}{\gamma^2} \qquad (5)$$

$$I_{cw} = I_{cw1} + I_{cw2}$$

$$A_{cw} = A_{cw1} + A_{cw2}$$

$y_{cw,k}$ = ระยะเอนในทิศทางของแรงของผนังรับแรงเฉือนคู่ที่ระดับใด ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I_{cw1}, I_{cw2} = โมเมนต์อินเนอร์เชียของผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว

I_{cb} = โมเมนต์อินเนอร์เชียของคานเชื่อม

A_{cw1}, A_{cw2} = พื้นที่หน้าตัดของผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว

ℓ = ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางผนัง

b = ช่วงว่างของคานเชื่อมวัดจากช่วงภายในผนัง

h = ความสูงระหว่างชั้น

ค่า γ ในสมการ (5) อาจสามารถเป็นตัวบ่งชี้พฤติกรรมของโครงอาคารที่มีช่องเปิดหนึ่งช่องได้ กล่าวคือ ถ้า γ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 4 จะมีพฤติกรรมไปทางโครงข้อแข็ง ถ้า γ มีค่าอยู่ระหว่าง 4 ถึง 8 จะมีพฤติกรรมไปทางผนังรับแรงเฉือนคู่ และถ้า γ มีค่ามากกว่า 8 จะมีพฤติกรรมไปทางผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว ดังนั้น สมการ (5) จะใช้ได้ดีต่อเมื่อ γ มีค่าอยู่ระหว่าง 4 ถึง 8

2.6 <u>ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย</u>

พิจารณาโครงสร้างทั่วไปดังแสดงในรูปที่ 2.4 ซึ่งอาจประกอบด้วยโครงข้อแข็งผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว หรือผนังรับแรงเฉือนคู่ จำนวนรวมกันเท่ากับ J โดยการสมมุติว่า แผ่นพื้นทำหน้าที่เป็นแผ่นไดอาแฟรม (diaphram) ที่มีความแข็งแกร่ง (rigidity) ในระนาบตัวเองสูงมาก เมื่อโครงสร้างรับแรงกระทำด้านข้างจะมีการเคลื่อนที่ตามแนวราบดังแสดงในรูปที่ 2.5 ที่ระดับใด ๆ โครงอาคารตัวที่ j ที่ระยะ z_j จากจุดอ้างอิง ดังเช่นจุด o จะมีค่าการเคลื่อนที่เท่ากับ $y_i + \theta z_j$

เมื่อโครงสร้างรับแรงกระทำด้านข้าง และโดยสมมุติฐานให้โครงอาคารใด ๆ มีการกระจายแรงซึ่งประกอบด้วยแรงเดี่ยวกระทำที่จุดยอดสุด ร่วมกับแรงกระจายในรูปแบบอนุกรมโพลิโนเมียลอันดับ ต่าง ๆ รวมกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ดังนั้นความเข้มของแรงกระทำ (intensive force) ที่ระดับใด ๆของแรงในรูปอนุกรมโพลิโนเมียลของโครงอาคารตัวที่ j (p_j) สามารถเขียนได้เป็น

$$p_j = \sum_{i=0}^{m} p_{ij}\, \xi^i \qquad (6)$$

โดยที่ m = จำนวนเค็บใด ๆ ซึ่งแทนค่าดีกรีสูงสุดของอนุกรมโพลิโนเมียลที่ใช้

กำหนดให้ Q_j = แรงเฉือนที่ระดับใด ๆ สามารถแสดงได้ว่า

$$Q_j = P_{oj} + \int_0^x \sum_{i=0}^{m} p_{ij}\, \xi^i$$

$$= P_{oj} + H \sum_{i=0}^{m} \frac{p_{ij}\, \xi^{i+1}}{i+1}$$

หรือ $$Q_j = P_{oj} + \sum_{i=0}^{m} S_i p_{ij} \qquad (7)$$

โดยที่ $$S_i = \frac{H\xi^{i+1}}{i+1}$$

โดยความสมดุลย์ตามแนวราบและการหมุนจะได้ว่า

$$W = Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_j = \sum_{j=1}^{J} Q_j \qquad (8)$$

และ $$M_T = Q_1 z_1 + Q_2 z_2 + \ldots + Q_j z_j = \sum_{j=1}^{J} Q_j z_j \qquad (9)$$

โดยที่ W = แรงเฉือนเนื่องจากแรงภายนอกที่ระดับใด ๆ

M_T = โมเมนต์มิดเนื่องจากแรงภายนอกที่ระดับใด ๆ รอบจุดอ้างอิง 0

โดยการกำหนดให้โครงอาคารมีการเชื่อม (link) กันด้วยจุดเชื่อมจำนวนเท่ากับ m+2 หรืออีกนัยหนึ่งอาจเรียกว่า ระดับอ้างอิง (Reference level) ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ซึ่งจะต้องประกอบด้วยจุดเชื่อมที่จุดยอดสุดระหว่างโครงอาคารหนึ่งจุด และจุดอื่นใดระหว่างโครงอาคาร

จากความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของโครงอาคารตัวที่ j สามารถเขียนได้ว่า

$$\tilde{Y}_j = \tilde{\tilde{F}}_j \tilde{P}_j \qquad (10)$$

โดยที่ $\tilde{Y}_j$ คือเวกเตอร์ (vector) การเคลื่อนที่ที่ระดับอ้างอิงใด ๆ ของโครงอาคารตัวที่ j

$\tilde{\tilde{F}}_j$ คือเมตริกซ์ (square matrix) การยืดหยุ่นของโครงอาคารตัวที่ j ซึ่งหาได้จากสมการ (1), (4) และ (5)

$\tilde{P}_j$ คือเวกเตอร์ของแรงกระทำที่จุดยอดสุดและแรงในรูปอนุกรมโพลินเมียล

และจากความสมดุลย์ตามแนวราบ อาจแสดงในรูปเมตริกซ์ได้ว่า

$$\tilde{Q}_j = \tilde{\tilde{S}} \tilde{P}_j \qquad (11)$$

โดยที่ $\tilde{Q}_j$ คือเวกเตอร์ของแรงเฉือนที่ระดับอ้างอิงใด ๆ

$\tilde{\tilde{S}}$ คือเมตริกซ์ของตัวคงที่ซึ่งหาได้จากสมการ (7)

โดยสมมุติฐานข้อที่ (4) ดังนั้น การเคลื่อนที่แข็งเกร็ง ที่ระดับอ้างอิงใด ๆ ของโครงอาคารตัวที่ j แสดงได้ว่า

$$\tilde{y}_j = \tilde{y} + \tilde{\theta} z_j \qquad (12)$$

จากสมการ (10) และ (12) จะได้ว่า

$$\tilde{y} + \tilde{\theta} z_j = \tilde{\tilde{F}}_j \tilde{P}_j$$

$$\tilde{P}_j = \tilde{\tilde{F}}_j^{-1} (\tilde{y} + \tilde{\theta} z_j) \qquad (13)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากสมการ (8) แสดงในรูปเมตริกซ์จะได้ว่า

$$\tilde{W} = \sum_{j=1}^{J} \tilde{Q}_j \tag{14}$$

จากสมการ (11), (13) และ (14) จะได้ว่า

$$\tilde{W} = \tilde{S} \sum_{j=1}^{J} \tilde{P}_j = \tilde{S} \sum_{j=1}^{J} \tilde{F}_j^{-1} (\tilde{y} + \tilde{\theta} z_j) \tag{15}$$

ในทำนองเดียวกัน จากสมการ (9), (11) และ (13) จะได้ว่า

$$\tilde{M}_T = \tilde{S} \sum_{j=1}^{J} \{\tilde{F}_j^{-1} (\tilde{y} + \tilde{\theta} z_j) z_j\} \tag{16}$$

โดยกำหนดให้

$$\tilde{G}_1 = \tilde{S} \sum_{j=1}^{J} \tilde{F}_j^{-1}$$

$$\tilde{G}_2 = \tilde{S} \sum_{j=1}^{J} \tilde{F}_j^{-1} z_j \tag{17}$$

$$\tilde{G}_3 = \tilde{S} \sum_{j=1}^{J} \tilde{F}_j^{-1} z_j^2$$

สมการ (15) และ (16) สามารถหาค่า $\hat{Y}$ และ $\hat{\theta}$ ได้คือ

$$\hat{y} = [\tilde{G}_2 - \tilde{G}_3 \tilde{G}_2 \tilde{G}_1]^{-1} [\tilde{M}_T - \tilde{G}_3 \tilde{G}_2^{-1} \tilde{W}] \tag{18}$$

$$\hat{\theta} = [\tilde{G}_2 - \tilde{G}_1 \tilde{G}_2^{-1} \tilde{G}_3]^{-1} [\tilde{W} - \tilde{G}_1 \tilde{G}_2^{-1} \tilde{M}_T] \tag{19}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากสมการ (18) และ (19) ทำให้สามารถทราบค่าการเคลื่อนที่ของโครงอาคารทุกระดับอ้างอิงได้ ดังนั้นเราสามารถหาค่าการกระจายแรงของโครงอาคารใด ๆ ทุกระดับอ้างอิงได้ โดยแทนในสมการ (10) จะได้ว่า

$$\tilde{P}_j = \tilde{\bar{F}}_j^{-1} y_j \qquad (20)$$

ถ้าโครงสร้างและแรงกระทำภายนอกมีความสมมาตร (symmetry) สมการ (16) อาจลดรูปได้เป็น

$$\tilde{y}_j = \tilde{G}_1^{-1} \tilde{W} \qquad (21)$$

2.7 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เนื่องจากวิธีวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้น ค่อนข้างมีความยุ่งยากซับซ้อนไม่เหมาะสมกับการคำนวณด้วยมือ ดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำมาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ได้เป็นอย่างมาก แผนภูมิแสดงขั้นตอนการคำนวณได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ คือ

2.7.1 การป้อนข้อมูล

ข้อมูลทั่วไปที่จะต้องป้อนในโปรแกรมป้อนข้อมูล ประกอบด้วยจำนวนของโครงอาคารต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นโครงสร้าง, จำนวนระดับอ้างอิง ,จำนวนชั้น,ความสูงทั้งหมดของโครงสร้าง, ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นขององค์อาคาร และโครงสร้างมีลักษณะสมมาตรหรือไม่สมมาตร, ความสูงของแต่ละชั้น, ระดับอ้างอิง, จากนั้นจึงป้อนข้อมูลเกี่ยวกับโครงอาคารแต่ละตัว กล่าวคือ ตำแหน่งของโครงอาคารจากจุดอ้างอิงใด ๆ ในโครงสร้าง, จำนวนชั้นที่มีการแปรขนาด และค่าคุณสมบัติของโครงอาคาร ต่อมาจึงป้อนข้อมูลเกี่ยวกับแรงเฉือนและโมเมนต์บิดที่มากระทำจากภายนอกที่ระดับชั้นอ้างอิงใด ๆ และชื่อไฟล์ที่จะเก็บรักษาข้อมูลไว้

2.7.2 การแสดงผลลัพธ์

ลำดับขั้นตอนในการคำนวณผลลัพธ์มีดังนี้ โปรแกรมจะคำนวณค่าความยืดหยุ่นและสติฟเนส ของโครงอาคารแต่ละตัว จากสมการ (1), (4) หรือ (5) แล้วแต่ว่าโครงสร้างจะประกอบด้วย โครงอาคารชนิดใด จึงทำการคำนวณค่า S เมตริกซ์ จากสมการ (7) และค่า G_1, G_2, G_3 จากสมการ (17) จากนั้นจึงคำนวณค่าการเคลื่อนที่และการหมุนทุก ๆ ระดับอ้างอิง จากสมการ (18) และ (19) ตามลำดับ เมื่อได้ค่าการเคลื่อนที่และการหมุนแล้ว โปรแกรมจะคำนวณหาค่าแรงกระทำที่จุดยอดสุด และแรงกระจายในรูปอนุกรมไพลิโนเมียล จากสมการ (20) ซึ่งต่อไปจะคำนวณค่าแรงกระทำ, แรงเฉือน, โมเมนต์, แรงในแนวแกน หรือแรงเฉือนในคานเชื่อม แล้วแต่ชนิดของโครงอาคารที่มี จากนั้นจึงพิมพ์ผลลัพธ์ของโครงอาคารทุก ๆ ตัว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013265