ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การคำนวณกำลังต้านทานรวมของโครงข้อแข็งและโครงข้อแข็ง ที่มีผนังก่อแบบมีช่องเปิดเดิมและที่มีการเสริมกำลัง

1. กำลังต้านทานของโครงข้อแข็งเปล่า(R_{BF})

$R_{BF} = 2(M_{pj} + M_{exc})/h$

M_{exc} คือ กำลังต้านทานโมเนต์ของเสาคอนกรีต (kN-m)

M_{pj} คือ ค่าที่น้อยที่สุดระหว่างโมเมนต์พลาสติกของเสา (M_{pc}),คาน(M_{pb}) และค่าโมเมนต์ของข้อต่อเสา-คาน (M_j)

h คือ ความสูงของโครงข้อแข็ง (m)

โดยที่กำลังต้านทานโมเนต์ของเสาคอนกรีต(M_{exc}) คำนวณได้จากสูตรที่นำเสนอโดย Tumialan et al. (2001) ดังนี้

$$M_{exc}= A_{st}f_y gd+0.5Nd(1-\frac{N}{bdfc'})$$

เมื่อ

A_{st} คือ หน้าตัดของเหล็กเสริมรับแรงดึง= 3-RB19 =3x283.5 =850.5 mm^2=0.000851 m^2

f_y คือ กำลังคลากของเหล็กเสริม (Mpa) =235 Mpa = 235x10^3kPa

fc' คือ กำลังอัดประลัยของคอนกรีต = 21 Mpa = 21x10^3kN

g คือ อัตราส่วนของระยะห่างของเหล็กเสริมที่ต้านทานแรงดึงและแรงอัด และความลึกของเสา

คิดระยะหุ้มคอนกรีต 25 mm

g(เสา) =(350-(2x25)- (2x6)-(2x19/2))/350 = 0.77

b คือ ความกว้างของเสา =450 mm, d คือความลึกของเสา = 350 mm

N คือ แรงอัดตามแนวแกนของเสา =300 kN

ดังนั้น

$$M_{exc} = (0.000851x235x10^3x0.77x0.35)+(0.5x300x0.35x(1-\frac{300}{0.45x0.35x21.4x10^3})$$

= 101.67kN

M_{pj} คือ ค่าที่น้อยที่สุดระหว่างโมเมนต์พลาสติกของเสา (M_{pc})= 211.05kN และ คาน (M_{pb})=52.97kN-m)ซึ่งได้จากโปรแกรม CSI-Column

ค่าโมเมนต์ของข้อต่อเสา-คาน$M_j = A_{st}f_y gh$

โดยพิจารณาจากคานเนื่องจากมีความแข็งแรงน้อยกว่าเสา

b คือ ความกว้างของคาน =20 mm, d คือ ความลึกของคาน = 400 mm คิดระยะหุ้มคอนกรีต 25 mm

g(คาน) =(400-(2x25)- (2x6)-(2x15/2))/400 = 0.80

A_{st} คือ หน้าตัดของเหล็กเสริมรับแรงดึง = 2-RB15 =2x176.7

= 353.4 mm^2=0.0003534 m^2

M_j=0.0003534x235x10^3x0.80x0.40= 26.58 kN-m

ดังนั้น M_{pj} = 26.58 kN-m

R_{BF} = 2(26.58+101.67)/3.40 = 75.44kN

2. กำลังต้านทานของโครงข้อแข็งเสริมกำลังด้วยวิธีเฟอร์โรซีเมนต์เสริมตะแกรงเหล็กฉีก (R_{BF-SR})

กำลังต้านทานของโครงข้อแข็งเปล่า(R_{BF}) = 75.44 kN

ดังนั้นกำลังต้านทานออกแบบ R_{BF-SR} = 1.50x75.44 = 113.16 kN

เลือกใช้ ตะแกรงเหล็กฉีกขนาด XS-63 จำนวนสองชั้นเสริมด้วยเฟอร์โรซีเมนต์และ

มีเหล็กฉากขนาด L25x25x3 mm ประกบที่ขอบเสา

คุณสมบัติของเหล็กฉาก L25x25x3

Iy1 = 16.46x10^6 mm^4, Cy1 = 176.5 mm,

หน่วยแรงที่จุดคลากของเหล็กฉาก (σ_{ySA}) = 240 Mpa

กำลังต้านทานของโครงข้อแข็งเสริมกำลังด้วยวิธีเฟอร์โรซีเมนต์เสริมตะแกรงเหล็กฉีก (R_{BF-SR})

$$R_{BF-SR} = \frac{2(M_{pj}+M_{sc})}{h}$$

เมื่อ M_{pj} คือ ค่าที่น้อยที่สุดระหว่างโมเมนต์พลาสติกของเสา (M_{pc}) และ คาน (M_{pb}) และโมเมนต์ที่ข้อต่อเสา-คาน(M_j)= 26.58kN-m

M_{sc} กำลังต้านทานโมเมนต์ของเสาเสริมกำลัง (kN-m) ซึ่งคำนวณได้จาก

$M_{sc} = M_{exc} + M^F_y$

M_{exc} คือ กำลังต้านทานโมเมนต์ของเสาเดิม = 101.67 kN-m

M^F_y คือ โมเมนต์ที่จุดคลากของหน้าตัดเฟอร์โรซีเมนต์เสริมกำลัง

$$M_y^F = \sum_{i=1}^{n} \sigma_{ySA}\left(\frac{I_{y1}}{C_{y1}}\right)_i + \sum_{i=1}^{n} \sigma_{ySA}\left(\frac{I_{y1}}{C_{y1}}\right)_i$$

เมื่อ

I_{y1} คือ โมเมนต์อินเนอร์เชียของเหล็กฉาก = 16.46 x10^6 mm^4

C_{y1} คือ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของเสาไปถึง centroid ของเหล็กฉาก

= (350/2)+(3/2) = 176.5 mm

C_{y2} คือ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของเสาไปถึงตะแกรงเหล็กฉีก=200 mm

I_{y2} คือ โมเมนต์อินเนอร์เชียของหน้าตัดเฟอร์โรซีเมนต์ (mm^4) ซึ่งคำนวณได้จาก

$$I_{y2} = 2(\frac{bt_e^3}{12} + bt_e\bar{x}^2) + 2(\frac{t_e d^3}{12})$$

เมื่อ b คือ ความกว้างของของเสา =350 mm,

d คือ ความลึกของเสา = 450 mm,

h คือ ความสูงของเสา = 3,400 mm

t_e คือ ความหนาประสิทธิผลของตะแกรงเหล็กฉีก = 1.53 mm

$\bar{x}$ คือ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของเสาถึงแนวแกนสะเทินของหน้าตัดเฟอร์โรซีเมนต์

= 178.8 mm, ดังนั้น $I_{y2} = 57.48x10^6\ mm^4$

ดังนั้นโมเมนต์ที่จุดคลากของหน้าตัดเฟอร์โรซีเมนต์เสริมกำลัง

$M^F_y = 240x10^3(16.46x10^{-6}/0.1765)+350x10^3(57.48x10^{-6}/0.20)$

= 122.97 kN-m

ดังนั้นกำลังต้านทานโมเมนต์ของเสาเสริมกำลัง(M_{sc}) = 101.67 + 122.97

= 224.64 kN

กำลังต้านทานของโครงข้อแข็งเสริมกำลังด้วยวิธีเฟอร์โรซีเมนต์เสริมตะแกรงเหล็กฉีก (R_{BF-SR})

= 2(26.58+224.64)/3.40 =147.78 kN> $1.5R_{BF}$ (113.16 kN)

3. กำลังต้านของโครงข้อแข็งและผนังเดิมที่มีช่องเปิด (R_{IFO})

กำลังต้านทานของโครงข้อแข็งที่มีผนังช่องเปิดเดิม(R_{IFO}) = $R_{BF} + F_1\cos\theta_1+F_2\cos\theta_2$

คุณสมบัติของผนังเดิม

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดประลัยของปริซึมผนังก่อ(f'_m)= 7.14 Mpa

หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของผนังก่อ = fa = $0.6\phi f'm$, ϕ =0.65

ดังนั้น fa = 0.6x0.65x7.14 = 2.78 Mpa

ความสูงผนังส่วนบน h_1 =0.90 m

ความสูงผนังส่วนล่าง h_2 =1.00 m

ความยาวของผนังก่อ(l_m)= 3.65 m

ความหนาผนังก่อ(t)= 75 mm. = 0.075 m

ความสูงของโครงข้อแข็งh = 3.40 m

ความยาวของโครงข้อแข็งl =4.00 m

μ คือสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสโครงข้อแข็งและผนังอิฐก่อ = 0.40

r คืออัตราส่วนระหว่างความสูงและความยาวของโครงข้อแข็ง (r =h/l) =3.4/4 =0.85

β_c คือตัวประกอบลดกำลังสำหรับเสาซึ่งใช้เท่ากับ 0.2

หน่วยแรงอัดที่ผิวสัมผัสของเสาและผนังก่อ(σ_c)= $\frac{f'_m}{\sqrt{1+3\mu^2 r^4}} = \frac{7.14}{\sqrt{1+3x0.4^2 0.85^4}}$ = 6.38 Mpa

M_{pj} = 26.58 kN-m , Mpc = 211.05 kN-m

$$\alpha_c = \frac{1}{h}\sqrt{\frac{2M_{pj}+2\beta_c M_{pc}}{\sigma_c t}} = \frac{1}{3400}\sqrt{\frac{2x26.58x10^6+2x0.20x211.05x10^6}{6.38x75}} = 0.16$$

ความกว้างของแรงค้ำยันเทียบเท่าผนังบน(w_1) $= \alpha_c h_1 \frac{l_m}{\sqrt{h_1^2+l_m^2}}$

$= \alpha_c h_1 \cos\theta_1$ = 0.16x900x(cos13.85°)

=139.81 mm

ความกว้างของแรงค้ำยันเทียบเท่าผนังบน(w_2) $= \alpha_c h_2 \frac{l_m}{\sqrt{h_2^2+l_m^2}}$

$= \alpha_c h_2 \cos\theta_2$ = 0.16x900x(cos15.32°)

=154.31 mm

แรงค้ำยันเทียบเท่าผนังส่วนบน$F_1 = w_1 t f_a$ =139.81x75x2.78x10^{-3} =29.15 kN

แรงค้ำยันเทียบเท่าผนังส่วนล่าง$F_2 = w_2 t f_a$ =154.31x75x2.78x10^{-3} =32.17kN

กำลังต้านทานของโครงข้อแข็งที่มีผนังช่องเปิดเดิม(R_{IFO}) = $R_{BF} + F_1\cos\theta_1 + F_2\cos\theta_2$

R_{IFO}= 75.44 +29.15(cos13.85°)+32.17(cos15.32°) =134.77 kN

4. **กำลังต้านทานโครงข้อแข็งและผนังก่อเสริมกำลังด้วยวิธีเฟอร์โรซีเมนต์ที่มีช่องเปิด(R_{IFO-SR})**

กำหนดออกแบบเสริมกำลังให้ให้โครงข้อแข็งที่มีผนังช่องเปิดเสริมกำลังมีค่า=1.50R_{IFO}

= 1.50x134.77= 202.16 kN

คุณสมบัติของผนังเสริมกำลังด้วยวิธีเฟอร์โรซีเมนต์เสริมตะแกรงเหล็กฉีก No.22 จำนวน 1 ชั้น

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดประลัยของปริซึมผนังก่อเสริมกำลัง (f'_m)= 9.17Mpa

หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของผนังก่อ = fa = 0.6ϕf'm, ϕ =0.65

ดังนั้น fa = 0.6x0.65x9.17 = 3.58Mpa

ความสูงผนังส่วนบน h_1 =0.90 m

ความสูงผนังส่วนล่าง h_2 =1.00 m

ความยาวของผนังก่อ(l_m)= 3.65 m

ความหนาผนังก่อ(t)= 95 mm. = 0.095 m

ความสูงของโครงข้อแข็งh = 3.40 m

ความยาวของโครงข้อแข็งl =4.00 m

μคือสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสโครงข้อแข็งและผนังอิฐก่อ = 0.40

rคืออัตราส่วนระหว่างความสูงและความยาวของโครงข้อแข็ง (r =h/l) =3.4/4 =0.85

β_c คือตัวประกอบลดกำลังสำหรับเสาซึ่งใช้เท่ากับ 0.2

หน่วยแรงอัดที่ผิวสัมผัสของเสาและผนังก่อ(σ_c)= $\frac{f'_m}{\sqrt{1+3\mu^2 r^4}} = \frac{9.17}{\sqrt{1+3x0.4^2 0.85^4}}$ = 8.20 Mpa

M_{pj} = 26.58 kN-m , Mpc = 211.05 kN-m

$$\alpha_c = \frac{1}{h}\sqrt{\frac{2M_{pj}+2\beta_c M_{pc}}{\sigma_c t}} = \frac{1}{3400}\sqrt{\frac{2x26.58x10^6+2x0.20x211.05x10^6}{8.20x95}} = 0.12$$

ความกว้างของแรงค้ำยันเทียบเท่าผนังบน(w_1) $= \alpha_c h_1 \frac{l_m}{\sqrt{h_1^2+l_m^2}} = \alpha_c h_1 \cos\theta_1$

$= 0.12x900x (\cos 13.85^o)$

$=104.86$ mm

ความกว้างของแรงค้ำยันเทียบเท่าผนังบน(w_2) $= \alpha_c h_2 \frac{l_m}{\sqrt{h_2^2+l_m^2}} = \alpha_c h_2 \cos\theta_2$

$= 0.12x1000x (\cos 15.32^o)$

$=115.74$ mm

แรงค้ำยันเทียบเท่าผนังส่วนบน F_1 $= w_1 t f_a$

$=104.86x95x3.58x10^{-3} =35.66$kN

แรงค้ำยันเทียบเท่าผนังส่วนล่างF_2 $= w_2 t f_a$

$=115.74x95x3.58x10^{-3} =39.36$kN

กำลังต้านทานของโครงข้อแข็งที่มีผนังช่องเปิดเดิม(R_{IFO-SR}) = $R_{BF-SR} + F_1\cos\theta_1 + F_2\cos\theta_2$

R_{IFO-SR}= 147.78 +35.66(cos13.85°)+39.36(cos15.32°) =220.36kN

ดังนั้น $R_{IFO-SR} > 1.50R_{IFO}$ (202.16 kN)

ภาคผนวก ข

การคำนวณพารามิเตอร์สำหรับวิเคราะห์โครงข้อแข็งและโครงข้อแข็งที่มีผนังก่อแบบมีช่องเปิดเดิมและที่มีการเสริมกำลังด้วยโปรแกรม RUAUMOKO

1. ค่าพารามิเตอร์ของโครงข้อแข็งที่มีผนังก่อแบบมีช่องเปิด(IFO) สำหรับการวิเคราะห์โครงข้อแข็งภายใต้แรงผลักแบบวัฏจักรด้วยโปรแกรม RUAUMOKO (Carr,2006)

การคำนวณค่าพารามิเตอร์ของโครงข้อแข็ง(BF) ตามแบบจำลอง Modified Takeda Hysteresis Model

กำลังต้านทานของเสาที่จุดคราก

$F_y = 2(M_{exc})/h$

M_{exc} คือกำลังต้านทานโมเนต์ของเสาคอนกรีต (kN-m)

h คือความสูงของโครงข้อแข็ง (m)

โดยที่กำลังต้านทานโมเนต์ของเสาคอนกรีต(M_{exc}) คำนวณได้จากสูตรที่นำเสนอโดย Tumialan et al. (2001) ดังนี้

$$M_{exc} = A_{st}f_y gd + 0.5Nd\left(1-\frac{N}{bdf_c'}\right)$$

เมื่อ

A_{st} คือ หน้าตัดของเหล็กเสริมรับแรงดึง =3-RB9 =3x283.5

$=850.5\ mm^2=0.000851\ m^2$

f_y คือ กำลังคลากของเหล็กเสริม $=235Mpa = 235x10^3kPa$

fc' = กำลังอัดประลัยของคอนกรีต $= 21\ Mpa = 21x10^3kN$

g คือ อัตราส่วนของระยะห่างของเหล็กเสริมที่ต้านทานแรงดึงและแรงอัดและความลึกของเสา

คิดระยะหุ้มคอนกรีต 25 mm

g(เสา) =(350-(2x25)- (2x6)-(2x19/2))/350 = 0.77

b คือ ความกว้างของเสา =450 mm,

d คือความลึกของเสา = 350 mm

N คือ แรงอัดตามแนวแกนของเสา = 300 kN

ดังนั้น

$$M_{exc} = (0.000851x235x10^3x0.77x0.35)+\left(0.5x300x0.35x\left(1-\frac{300}{0.45x0.35x21.4x10^3}\right)\right)$$

$= 101.67kN$

กำลังต้านทานที่จุดครากของเสา (F_y) $= \frac{2M_{exc}}{h}$

= (2x101.67)/3.4

= 59.81 kN

โมเมนต์อินเนอร์เชียของเสา (I) = $\frac{bd^3}{12}$ $=0.45x(0.35)^3 / 12$

$= 0.0016\ m^4$

Modulus of concrete (E_c) $= 4{,}700\sqrt{f'c}$

$= 21{,}538.11 \times 10^3\ kN/m^2$

ค่าสติฟเนสเริ่มต้น(k_o) $= \frac{12EI}{h^3}$

$=12(21{,}538.11x10^3x0.0016)/(3.4)^3$

$=10{,}521.36\ kN/m$

ค่าการเคลื่อนที่ที่จุดคราก (d_y) $= 101.67/10{,}521.36x10^3$

$= 9.66\ mm.$

2. การคำนวณค่าพารามิเตอร์สำหรับสร้างแบบจำลองแรงค้ำยันเทียบเท่าของผนัง (IFO)

ในการวิเคราะห์โครงข้อแข็งผนังก่อที่มีช่องเปิดภายใต้แรงผลักแบบวัฏจักรด้วยแบบจำลองของ SINA Degrading Tri-Linear (Saiidi และ Sozen,1979) ต้องคำวณหาค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องดังนี้

กำลังรับแรงของผนังก่อที่จุดคราก(V_y)

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดประลัยของปริซึมผนังอิฐก่อ(อนุชาติ ลื้อนันต์ศักดิ์ศิริ 2015)

f'_m $= 7.14$ Mpa

กำลังต้านทานแรงดึงของปรีซึมผนังอิฐก่อ (f_t)

$= 0.65\sqrt{f'_m} = 1.74$ Mpa

ในแบบจำลองนี้พิจารณาว่ากำลังต้านทานการแตกร้าวแนวทแยงเนื่องจากแรงดึงของผนังก่อเป็นกำลังที่จุดคราก (V_y)

กำลังต้านทานที่จุดครากผนังส่วนบน(V_{y1}) $= w_1 tf_t \cos\theta_1$

$=139.81x75x1.74x10^{-3}x \cos(13.85)$

$= 17.74$ kN

กำลังต้านทานที่จุดครากผนังส่วนล่าง(V_{y2})$= w_2 tf_t \cos\theta_2$

$=154.31x75x1.74x10^{-3} \times \cos(15.32)$

$= 19.42$ kN

กำลังต้านทานของค้ำยันแนวทแยงของผนังก่อสูงสุด (V_m)

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดประลัยของปริซึมผนังอิฐก่อ (อนุชาติ ลี้อนันต์ศักดิ์ศิริ, 2015)

หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของผนังก่อ(fa) $= 0.6\phi f'm$, ϕ =0.65 =2.78 Mpa

กำลังต้านทานที่สูงสุดผนังส่วนบน(V_{m1}) $= w_1 t f_a \cos\theta_1$

$=139.81 \times 75 \times 2.78 \times 10^{-3} \times \cos(13.85)$

= 28.30kN

กำลังต้านทานที่สูงสุดผนังส่วนบน(V_{m2}) $= w_2 t f_a \cos\theta_2$

$=154.31 \times 75 \times 2.78 \times 10^{-3} \times \cos(15.32)$

= 31.03 kN

ค่าความเครียดที่จุดครากและจุดสูงสุดของปริซึมอิฐก่อ (อนุชาติ ลี้อนันต์ศักดิ์ศิริ 2015)

ε_y = 0.0009 และ 0.0025 ตามลำดับและ α_c = 0.16 mm

3. ความยาวค้ำยันแนวทแยงเทียบเท่าของผนังส่วนบน L_{d1}และผนังส่วนล่าง L_{d2}

$$L_{d1} = \sqrt{(1-\alpha_c)^2 h_1^2 + l_m^2} = \sqrt{(1-0.16)^2 900^2 + 3650^2} = 3{,}759.32 \text{ mm}$$

$$L_{d2} = \sqrt{(1-\alpha_c)^2 h_2^2 + l_m^2} = \sqrt{(1-0.16)^2 1000^2 + 3650^2} = 3{,}784.51 \text{ mm}$$

4. ค่าการเคลื่อนตัวที่จุดครากและจุดสูงสุดของผนังก่ออิฐ

การเคลื่อนที่ที่จุดครากผนังส่วนบนD_{y1} $= \dfrac{\varepsilon_y L_{d1}}{\cos\theta_1}$

$= (0.0009 \times 3{,}759.32)/\cos(13.85)$

=3.48 mm

การเคลื่อนที่ที่จุดครากผนังส่วนล่างD_{y2} $= \dfrac{\varepsilon_y L_{d2}}{\cos\theta_2}$

$= (0.0009 \times 3{,}784.51)/\cos(15.32)$

=3.53 mm

การเคลื่อนที่สูงสุดของผนังส่วนบน D_{m1} $= \dfrac{\varepsilon_m L_{d1}}{\cos\theta_1}$

$= (0.0025 \times 3{,}759.32)/\cos(13.85)$

=9.68 mm

การเคลื่อนที่สูงสุดของผนังส่วนล่าง D_{m2} $= \frac{\varepsilon_m L_{d2}}{\cos \theta_2}$

$= (0.0025 \times 3{,}784.51)/\cos(15.32)$

$= 9.81$ mm

5. ค่าสติฟเนสเริ่มต้นและค่าสติฟเนสช่วงหลังจุดคราก

ค่าสติฟเนสเริ่มต้นของผนังก่ออิฐส่วนบน k_{o1} $= V_{y1}/D_{y1}$

$= (17.74/3.48) \times 10^3 = 5{,}097.70$ kN/m

ค่าสติฟเนสเริ่มต้นของผนังก่ออิฐส่วนล่างk_{o2} $= V_{y2}/D_{y2}$

$= 19.42/3.53 \times 10^3 = 5{,}501.42$ kN/m

ค่าสติฟเนสหลังจุดครากของผนังก่ออิฐส่วนบน $\alpha k_{o1} = \frac{V_{m1}-V_{y1}}{D_{m1}-D_{y1}}$

$=(28.30-17.74)/(9.68-3.48) \times 10^3$

$=1{,}703.23$ kN/m

ค่าสติฟเนสหลังจุดครากของผนังก่ออิฐส่วนล่าง$\alpha k_{o2} = \frac{V_{m2}-V_{y2}}{D_{m2}-D_{y2}}$

$=(31.03-19.42)/(9.81-3.53) \times 10^3$

$=1{,}848.73$ kN/m

6. ค่าพารามิเตอร์ของโครงข้อแข็งที่มีผนังก่อแบบมีช่องเปิด(IFO-SR) สำหรับการวิเคราะห์โครงข้อแข็งภายใต้แรงผลักแบบวัฏจักรด้วยโปรแกรม RUAUMOKO (Carr,2006)

การคำนวณค่าพารามิเตอร์ของโครงข้อแข็ง(BF-SR) ตามแบบจำลองModified Takeda Hysteresis Model

กำลังต้านทานของเสาที่จุดคราก

$F_y = 2(M_{exc})/h$

M_{exc} คือกำลังต้านทานโมเนต์ของเสาคอนกรีต (kN-m)

h คือความสูงของโครงข้อแข็ง (m)

โดยที่กำลังต้านทานโมเนต์ของเสาคอนกรีต(M_{exc}) คำนวณได้จากสูตรที่นำเสนอโดย Tumialan et al. (2001) ดังนี้

$$M_{exc} = A_{st} f_y gd + 0.5Nd\left(1-\frac{N}{bdf_c}\right)$$

เมื่อ

A_{st} คือ หน้าตัดของเหล็กเสริมรับแรงดึง =3-RB9 =3x283.5

=850.5 mm^2=0.000851 m^2

f_y คือ กำลังคลากของเหล็กเสริม =235Mpa = 235x10^3kPa

fc' = กำลังอัดประลัยของคอนกรีต = 21 Mpa = 21x10^3kN

g คือ อัตราส่วนของระยะห่างของเหล็กเสริมที่ต้านทานแรงดึงและแรงอัดและความลึกของเสา

คิดระยะหุ้มคอนกรีต 25 mm

g(เสา) =(350-(2x25)- (2x6)-(2x19/2))/350 = 0.77

b คือ ความกว้างของเสา =450 mm,

d คือความลึกของเสา = 350 mm

N คือ แรงอัดตามแนวแกนของเสา = 300 kN

ดังนั้น

$$M_{exc} = (0.000851x235x10^3x0.77x0.35)+(0.5x300x0.35x(1-\frac{300}{0.45x0.35x21.4x10^3})$$

= 101.67kN-m

จากภาคผนวก ก

M^F_y โมเมนต์ที่จุดคลากของหน้าตัดเฟอร์โรซีเมนต์เสริมกำลัง = 122.97 kN-m

กำลังต้านทานที่จุดครากของเสา (F_y) $= \frac{2(M_{exc}+M^F_y)}{h}$

= 2(101.67+122.97)/3.4

= 132.14 kN

โมเมนต์อินเนอร์เชียของเสาเสริมกำลัง (I) = $\frac{bd^3}{12}$ =0.50x(0.40)^3 / 12

= 0.0027 m^4

Modulus of concrete (E_c) = 4,700 $\sqrt{f'c}$

= 21,538.11 x 10^3 kN/m^2

ค่าสติฟเนสเริ่มต้น(k_o) $= \frac{12EI}{h^3}$

=12(21,538.11x10^3x0.0027)/(3.4)^3

=17,754.80 kN/m

ค่าการเคลื่อนที่ที่จุดคราก (d_y) = $132.14/17,754.80 \times 10^3$

= 7.44 mm.

การคำนวณค่าพารามิเตอร์สำหรับสร้างแบบจำลองแรงค้ำยันเทียบเท่าของผนัง (IFO-SR)

ในการวิเคราะห์โครงข้อแข็งผนังก่อที่มีช่องเปิดภายใต้แรงผลักแบบวัฏจักรด้วยแบบจำลองของ SINA Degrading Tri-Linear (Saiidi และ Sozen,1979) ต้องคำวณหาค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องดังนี้

กำลังรับแรงของผนังก่อที่จุดคราก (V_y)

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดประลัยของปริซึมผนังอิฐก่อ(อนุชาติ ลี้อนันต์ศักดิ์ศิริ 2015)

f'_m = 9.17 Mpa

กำลังต้านทานแรงดึงของปรีซึมผนังอิฐก่อ (f_t)

$= 0.65\sqrt{f'_m}$ = 1.97 Mpa

ในแบบจำลองนี้พิจารณาว่ากำลังต้านทานการแตกร้าวแนวทแยงเนื่องจากแรงดึงของผนังก่อเป็นกำลังที่จุดคราก (V_y)

กำลังต้านทานที่จุดครากผนังส่วนบน(V_{y1}) = $w_1 t f_t \cos\theta_1$

$=104.86 \times 95 \times 1.97 \times 10^{-3} \times \cos(13.85)$

= 19.05 kN

กำลังต้านทานที่จุดครากผนังส่วนล่าง(V_{y2}) = $w_2 t f_t \cos\theta_2$

$=115.74 \times 95 \times 1.97 \times 10^{-3} \times \cos(15.32)$

= 20.89 kN

กำลังต้านทานของค้ำยันแนวทแยงของผนังก่อสูงสุด (V_m)

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดประลัยของปริซึมผนังอิฐก่อ (อนุชาติ ลี้อนันต์ศักดิ์ศิริ, 2558)

หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของผนังก่อ(f_a) = $0.6\phi f'_m$, ϕ =0.65 =3.58 Mpa

กำลังต้านทานที่สูงสุดผนังส่วนบน(V_{m1}) = $w_1 t f_a \cos\theta_1$

$=104.86 \times 95 \times 3.58 \times 10^{-3} \times \cos(13.85)$

= 34.62 kN

กำลังต้านทานที่สูงสุดผนังส่วนบน(V_{m2}) = $w_2 t f_a \cos\theta_2$

$=115.74 \times 95 \times 3.58 \times 10^{-3} \times \cos(15.32)$

= 37.96 kN

ค่าความเครียดที่จุดครากและจุดสูงสุดของปริซึมอิฐก่อ (อนุชาติ ลี้อนันต์ศักดิ์ศิริ, 2558)

ε_y = 0.00089 และ 0.0027 ตามลำดับและ α_c = 0.12 mm

3. ความยาวค้ำยันแนวทแยงเทียบเท่าของผนังส่วนบน L_{d1}และผนังส่วนล่าง L_{d2}

$$L_{d1} = \sqrt{(1-\alpha_c)^2 h_1^2+l_m^2} = \sqrt{(1-0.12)^2 900^2+3650^2} = 3{,}734.94 \text{ mm}$$

$$L_{d2} = \sqrt{(1-\alpha_c)^2 h_2^2+l_m^2} = \sqrt{(1-0.12)^2 1000^2+3650^2} = 3{,}754.58 \text{ mm}$$

4. ค่าการเคลื่อนตัวที่จุดครากและจุดสูงสุดของผนังก่ออิฐ

การเคลื่อนที่ที่จุดครากผนังส่วนบน D_{y1} $= \dfrac{\varepsilon_y L_{d1}}{\cos\theta_1}$

= (0.00089x3,734.94)/cos(13.85)

=3.42 mm

การเคลื่อนที่ที่จุดครากผนังส่วนล่าง D_{y2} $= \dfrac{\varepsilon_y L_{d2}}{\cos\theta_2}$

= (0.00089x3,754.58)/cos(15.32)

=3.46 mm

การเคลื่อนที่สูงสุดของผนังส่วนบน D_{m1} $= \dfrac{\varepsilon_m L_{d1}}{\cos\theta_1}$

= (0.0027x3,734.94)/cos(13.85)

=10.39 mm

การเคลื่อนที่สูงสุดของผนังส่วนล่าง D_{m2} $= \dfrac{\varepsilon_m L_{d2}}{\cos\theta_2}$

= (0.0027x3,754.58)/cos(15.32)

=10.51 mm

5. ค่าสติฟเนสเริ่มต้นและค่าสติฟเนสช่วงหลังจุดคราก

ค่าสติฟเนสเริ่มต้นของผนังก่ออิฐส่วนบน k_{o1} $= V_{y1}/D_{y1}$

$= (19.05/3.42) \times 10^3 = 5{,}570.18$ kN/m

ค่าสติฟเนสเริ่มต้นของผนังก่ออิฐส่วนล่างk_{o2} $= V_{y2}/D_{y2}$

$= 20.89/3.46 \times 10^3 = 6{,}037.57$ kN/m

ค่าสติฟเนสหลังจุดครากของผนังก่ออิฐส่วนบน $\alpha k_{o1} = \frac{V_{m1}-V_{y1}}{D_{m1}-D_y}$

$=(34.62-19.05)/(10.39-3.42) \times 10^3$

$=2,233.86$ kN/m

ค่าสติฟเนสหลังจุดครากของผนังก่ออิฐส่วนล่าง $\alpha k_{o2} = \frac{V_{m2}-V_{y2}}{D_{m2}-D_{y2}}$

$=(37.95-20.89)/(10.51-3.46) \times 10^3$

$=2,419.86$ kN/mm