2. ß îê ü ÷` Ü ì é ÿ ï

2.1 แบบจำลอง (Model)

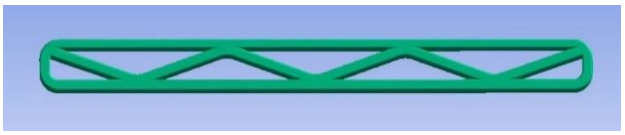
จากการศึกษาผลงานวิจัยในอดีต [1] ที่เกี่ยวกับพฤติกรรมการรับแรงในแนวดิ่งของผนังคอนกรีต 3 มิติ พบว่าผนังคอนกรีตแบบ 2 ชั้นที่มีผิวหน้าเรียบและมีโครงถักภายใน (Inner truss) สามารถรับแรงในแนวดิ่งได้ประมาณ 38 เมกะปาสคาล ดังนั้นในงานวิจัยฉบับนี้จึงเลือกใช้ลักษณะของผนังคอนกรีตแบบ 2 ชั้นดังกล่าวมาเป็นต้นแบบในการวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองผนังคอนกรีตด้วยชุดโปรแกรมคำสั่ง Ansys ขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1. ผนังคอนกรีต

เป็นผนังคอนกรีตขนาด กว้าง 12 ซม. ยาว 132 ซม. และ สูง 77 ซม. ซึ่งมีโครงถักอยู่ภายในผนัง ดังในรูปที่ 2(ก) และ 2(ข)



ก.) ขนาดของแบบจำลองผนังคอนกรีต



ข.) ภาพตัดขวางของแบบจำลองผนังคอนกรีต

ø ð ù แบบจำลองผนังคอนกรีต

2.2 คุณสมบัติของแบบจำลอง

แบบจำลองผนังคอนกรีต 3 มิติ ได้กำหนดให้มีคุณสมบัติของวัสดุต่างๆ ดังนี้

- ความหนาแน่นของคอนกรีตเท่ากับ 2,200 กก./ลบ.ม
- กำลังอัดของคอนกรีตเท่ากับ 39 เมกะปาสคาล
- มอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นเท่ากับ 25,131 เมกะปาสคาล
- ขนาด Element เท่ากับ 10 ซม.
- จำนวน Node เท่ากับ 754,511 Nodes
- จำนวน Element เท่ากับ 447,249 Elements

เลือกวิเคราะห์ความความร้อนแบบไม่คงตัว กล่าวคือ เป็นการวิเคราะห์ด้านการถ่ายเทความร้อนที่ขึ้นกับเวลาที่เปลี่ยนไป

2.3 ขั้นตอนการทดสอบแบบจำลองผนังคอนกรีต

2.3.1 การทดสอบแบบจำลองผนังคอนกรีต

1) กำหนดค่าต่างๆ กับแบบจำลองผนังคอนกรีต

2) วิเคราะห์ผลทดสอบ

3) ทำการศึกษาเพิ่มเติมจากผนังคอนกรีต โดยกำหนดให้มีแรงกระทำในแนวดิ่ง (Vertical Load) ในระหว่างที่อยู่ภายในอุณหภูมิสูงมีค่าเท่ากับ 3.68 เมกะปาสคาล ลงบนผนังคอนกรีตชั้นบนสุด

4) วิเคราะห์ผล

3. ñ ú Ö ø ü Ù ø d

3.1 ผลการวิเคราะห์

ê ø ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในแต่ละบริเวณของผนังคอนกรีต

ตำแหน่ง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	ด้านที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูง	กึ่งกลางภายในผนังคอนกรีต	ด้านที่ไม่สัมผัสกับอุณหภูมิ
1	1,087.40	610.14	130.94
2	1,087.40	738.71	125.45
3	1,087.40	1,084.10	146.96
4	1,087.40	735.13	130.94
5	1,087.40	1,085.2	130.91
6	1,087.40	870.86	125.47
7	1,087.40	839.54	137.36
8	1,087.40	744.85	125.98
9	1,087.40	700.05	131.48
10	1,087.40	1,085.40	128.11
ค่าเฉลี่ย	1,087.40	849.40	131.36

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสูงสุดที่เกิดขึ้นบริเวณผิวหน้าของผนังคอนกรีต โดยทำการสุ่มเลือก 10 ตำแหน่งจากแต่ละบริเวณที่แตกต่างกันดังนี้

1. บริเวณผิวด้านที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูง
2. บริเวณกลางผนังคอนกรีตลึกจากผิวด้านที่โดนความร้อนประมาณ 6 เซนติเมตร
3. ผิวด้านที่ไม่สัมผัสกับอุณหภูมิ

โดย 10 ตำแหน่งดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ 3 ซึ่งอุณหภูมิบริเวณผิวด้านที่ให้ความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิจะลดลงที่บริเวณกลางผนังจนถึงบริเวณผิวด้านที่ไม่สัมผัสอุณหภูมิสูงจะมีอุณหภูมิที่ต่ำที่สุด พบว่าผนังด้านที่ไม่สัมผัสกับแหล่งความร้อนจะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงประมาณ 125 - 230 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 2

ê ø 3 Ü è ค่าความเค้น (Stress) ของผนังคอนกรีตที่มีอุณหภูมิของผนังคอนกรีต

ตำแหน่ง	ค่าความเครียด (Strain) ($x10^{-3}$)	
	ด้านที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูงภายใต้แรงกระทำ	ด้านที่ไม่สัมผัสกับอุณหภูมิสูงภายใต้แรงกระทำ
1(H)	-10.699	-0.421
2(H)	-11.798	3.198
3(H)	-10.404	-0.768
4(H)	-12.837	-2.573
5(H)	-14.260	-2.633
1(V)	1.361	-1.240
2(V)	2.566	-0.675
3(V)	1.394	-1.515
4(V)	-2.369	2.359
5(V)	-2.528	3.471

จากผลการวิเคราะห์ค่าความเค้น (Stress) ในแนวนอน (Horizontal) ของผนังคอนกรีตด้านที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูงจะมีค่าแรงอัดที่เกินกว่ากำลังรับแรงอัดคอนกรีต เช่นเดียวกับแนวตั้ง (Vertical) ดังนั้นผนังคอนกรีตด้านที่สัมผัสอุณหภูมิสูงมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดรอยร้าวขึ้น แต่สำหรับด้านตรงข้ามนั้นค่าแรงอัดมีค่าน้อยกว่าจึงทำให้มีความเสี่ยงต่ำต่อการเกิดรอยร้าวเนื่องจากความสามารถในการรับแรงอัดนั้นเพียงพอ แต่เมื่อพิจารณาที่กำลังรับแรงดึงพบว่าที่ผิวด้านที่ไม่ได้สัมผัสกับอุณหภูมิสูงในแนวนอนนั้นมีค่าแรงดึงที่เกินกว่า 10% ของกำลังรับแรงอัด (ประมาณ 4 เมกะปาสาคาล) ดังนั้นจึงมีความเสี่ยงที่จะเกิดรอยร้าวขึ้นได้ กล่าวคือถึงแม้ผนังด้านที่ไม่สัมผัสอุณหภูมิโดยตรงแม้จะมีอุณหภูมิที่ปรากฏต่ำกว่าประมาณ 250 องศาเซลเซียส แต่ก็มีโอกาสที่จะเกิดรอยร้าวเนื่องจากกำลังรับแรงดึงที่ไม่เพียงพอ แต่บางตำแหน่งของด้านที่ไม่สัมผัสอุณหภูมิมีค่าแรงดึงประมาณ 3 เมกะปาสคาล ซึ่งน้อยกว่า 10% ของกำลังรับแรงอัด (ประมาณ 4 เมกะปาสคาล) ดังนั้นจึงมีบางบริเวณที่มีโอกาสที่จะไม่เกิดรอยร้าวตามผนังคอนกรีตได้ และผนังคอนกรีตด้านที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูงอยู่ภายใต้ความร้อนสูง ทำให้ค่าความเค้นนั้นมีค่ามากกว่าค่ากำลังอัดของคอนกรีต อย่างไรก็ดีทางคณะผู้จัดทำจะทำการศึกษาต่อไปในอนาคต

3.3 ผลการวิเคราะห์ผนังภายใต้อุณหภูมิสูงและมีแรงกระทำ

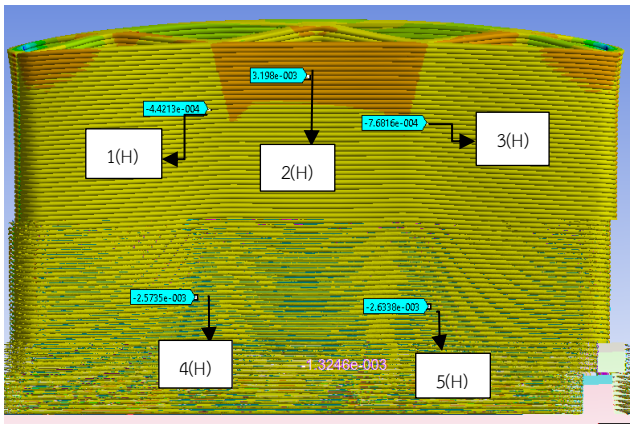
จากนั้นจึงทำการศึกษาเพิ่มเติมจากแบบจำลองผนังคอนกรีต โดยเป็นผนังคอนกรีตที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูงและมีแรงกระทำด้วย เพื่อวิเคราะห์เพิ่มเติมและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทั้ง 2 กรณี โดยทำการสุ่มเลือกมา 5 ตำแหน่งดังรูปที่ 5 และแสดงค่าค่าความเครียด (Strain) และความเค้น (Stress) ของผนังคอนกรีตที่มีอุณหภูมิภายใต้แรงกระทำของดังตารางที่ 4

3.3.1. ความเครียด (Strain)

ตารางที่ 4 แสดงค่าความเครียด (Strain) ในแนวนอน (Horizontal) และในแนวตั้ง (Vertical) โดยค่าความเครียดจากการวิเคราะห์ผลในชุดโปรแกรมคำสั่ง Ansys ในแนวนอนของผนังคอนกรีตด้านที่ไม่สัมผัสอุณหภูมิสูงภายใต้แรงกระทำอยู่ในช่วงประมาณ -7.139×10^{-3} ถึง 11.944×10^{-3} ส่วนด้านที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูงภายใต้แรงกระทำอยู่ในช่วงประมาณ -26.224×10^{-3} ถึง 21.486×10^{-3} และค่าความเครียดในแนวตั้งของผนังคอนกรีตด้านที่ไม่สัมผัสอุณหภูมิสูงภายใต้แรงกระทำอยู่ในช่วงประมาณ -3.030×10^{-3} ถึง 12.009×10^{-3} ส่วนด้านที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูงภายใต้แรงกระทำอยู่ในช่วงประมาณ -18.160×10^{-3} ถึง 4.533×10^{-3}

ê ø 4 Ü è ค่าความเครียด (Strain) ของผนังคอนกรีตที่มีอุณหภูมิภายใต้แรงกระทำ

ตำแหน่ง	ค่าความเค้น (Stress) (เมกะปาสคาล)	
	ด้านที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูง	ด้านที่ไม่สัมผัสกับอุณหภูมิสูง
1(H)	-273.010	-35.083
2(H)	-281.120	27.379
3(H)	-256.910	-34.008
4(H)	-354.560	-34.208
5(H)	-333.400	-25.750
1(V)	-48.632	-33.242
2(V)	26.074	-5.621
3(V)	-43.808	-24.603
4(V)	-152.580	2.551
5(V)	-152.240	2.801



ø ø 5 Ü è ตำแหน่งที่เลือกสุ่มต่างๆบนผนังคอนกรีต 5 ตำแหน่ง

จากผลการวิเคราะห์ผลค่าความเครียด (Strain) ในแนวนอน (Horizontal) ของทั้ง 2 ด้านของผนังคอนกรีต ด้านที่สัมผัสอุณหภูมิสูงมีค่าความเครียดน้อยกว่าด้านตรงข้าม ยกตัวอย่างเช่น ตำแหน่ง 4(H) จะมีค่าความเครียดน้อยกว่าอยู่ประมาณ 400% เนื่องจากมีอุณหภูมิสูงกว่าจึงมีการหดตัวในแนวนอนมากกว่าด้านตรงข้าม ส่วนค่าความเครียดในแนวตั้ง (Vertical) ค่าความเครียดของทั้ง 2 ด้านมีทั้งค่าบวกและค่าลบ ดังนั้นกำแพงจะมีทั้งการขยายตัวและหดตัวตามบริเวณต่างๆ โดยเมื่อสังเกตค่า