บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

จากการวิเคราะห์ผลการศึกษาข้อมูลสามารถสรุปแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

กรณีที่1. กรณีเปรียบเทียบผนังทดสอบมีการกันความชื้นที่ขอบฉนวนและไม่กันความชื้นที่ขอบฉนวน

- การเปรียบเทียบระหว่างผนัง พบว่าผนังคอนกรีตมวลเบามีความสามารถป้องกันความชื้นได้น้อยกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูน และ EIFS ตามลำดับ แสดงว่าผนังคอนกรีตมวลเบาสามารถเกิดการควบแน่นได้ง่ายกว่าเพราะว่าวัสดุผนังสามารถดูดซับความชื้นได้สูงกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนและผนัง EIFS
- การเปรียบเทียบระหว่างชุดผนังที่มีการกันความชื้นและไม่กันความชื้นที่ขอบฉนวน พบว่า มีความแตกต่างกันเล็กน้อย ชุดผนังที่มีการกันความชื้นที่ขอบฉนวนยอมให้ความชื้นผ่านเซลล์ฉนวนได้น้อยกว่าชุดผนังไม่กันความชื้นที่ขอบฉนวนเล็กน้อยหรือไม่แตกต่างอย่างชัดเจน ดังนั้นการป้องกันด้วยวิธีนี้ไม่คุ้มค่าเพราะต้องลงทุนเพิ่ม รวมทั้งเวลาและแรงงาน แต่ผลการป้องกันความชื้นมีความแตกต่างกันเล็กน้อย

กรณีที่2. กรณีเปรียบเทียบผนังอาคารที่มีการติดวอลเปเปอร์และไม่ติดวอลเปเปอร์บริเวณด้านในผนังชิ้นส่วนทดสอบที่ไม่ทาสี

- เปรียบเทียบระหว่างผนัง พบว่าคล้ายกรณีแรก
- เปรียบเทียบระหว่างชุดผนังติดวอลเปเปอร์และไม่ติดวอลเปเปอร์ มีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด ในชุดผนังที่ไม่ติดวอลเปเปอร์จะยอมให้ความชื้นสามารถทะลุผ่านเข้ามาผสมกับอากาศภายในอาคารได้ดีกว่าชุดผนังติดวอลเปเปอร์ เพราะการติดวอลเปเปอร์จะไปสกัดกั้นความชื้นที่ทะลุผ่านเข้ามาเกิดการสะสมในช่องผนังทำให้มีโอกาสควบแน่นได้ง่ายเพราะฉะนั้นการติดวอลเปเปอร์ควรพิจารณาตำแหน่งที่ไม่ใช่ผนังที่เป็นเปลือกอาคารโดยรอบจะเหมาะกว่า และ ผนังที่เป็นระบบเปลือกอาคารนั้นควรมีการยอมให้ความชื้นทะลุผ่านเข้าไปผสมกับอากาศที่แห้งกว่าภายในอาคาร

กรณีที่3. กรณีเปรียบเทียบผนังทดสอบที่มีการทาสีภายนอกอาคารและไม่ทาสีภายนอกอาคารโดยที่ภายในผนังอาคารทดสอบติดวอลเปเปอร์ทั้งหมด

- เปรียบเทียบระหว่างผนังพบว่าคล้ายกรณีแรก
- เปรียบเทียบระหว่างชุดผนังทาสีและไม่ทาสีคล้ายกรณีที่ 2 คือการทาสีภายนอกจะช่วยกันความชื้นได้ดีกว่าการไม่ทาสีซึ่งเป็นตัวอย่างกันป้องกันการซึมผ่านความชื้นจากด้านนอก ในการใช้งานจริงนอกจากการทาสีภายนอกแล้วการปูกระเบื้องทับหรือทำผิวภายนอกแบบอื่น ๆ ที่มีลักษณะป้องกันความชื้นจากผิวภายนอกก็จะช่วยลดความชื้นไม่ให้ซึมผ่านเข้าไปได้ ทั้งนี้ต้องมีการอุดรอยรั่ว รอยต่อในกรณีปูกระเบื้องให้ดี

กรณีที่ 4 กรณีเปรียบผนังทดสอบมีช่องระบายอากาศและมีช่องไม่ระบายอากาศ

- เปรียบเทียบระหว่างผนังพบว่ามีลักษณะใกล้เคียงกันทั้ง 3 ผนังในชุดผนังมีช่องระบายอากาศ ส่วนชุดผนังที่มีช่องไม่ระบายอากาศคล้ายกรณีแรก
- เปรียบเทียบระหว่างชุดผนังมีช่องระบายอากาศและมีช่องไม่ระบายอากาศ มีความแตกต่างกันมาก เพราะการเจาะช่องระบายอากาศวิธีการนี้ไม่เหมาะสมควรทำผนังอีกชั้นหนึ่ง และผนังที่ซ้อนกันด้านนอกจะทำช่องระบายอากาศอีกหนึ่งชั้นจะดีกว่า ทั้งนี้ต้องพิจารณาเปรียบเทียบอีกว่าผนังชนิดใดจะป้องกันความชื้นได้ดี ซึ่งเป็นวิธีที่ควรจะศึกษาต่อในกรณีผนังมีช่องอากาศ การทดลองนี้ กรณีนี้ไม่อาจสรุปได้ว่าการไม่เจาะช่องระบายอากาศกับการเจาะช่องระบายอากาศวิธีไหนเหมาะสมกว่า เพราะการเจาะช่องระบายอากาศวิธีนี้เป็นวิธีที่ผิดและไม่เป็นไปตามวิธีการก่อสร้างจริง สาเหตุที่ทำการเปรียบเทียบการเจาะช่องระบายอากาศวิธีนี้ก็เพราะต้องการให้เกิดความชัดเจนว่าไม่ควรทำ

จากข้อสรุปตามกรณีศึกษาทั้ง 4 กรณีสามารถอธิบายถึงการเกิดการควบแน่นในผนังอาคารได้ดังนี้

1. ลักษณะของพฤติกรรมการเกิดการควบแน่น
2. ปัจจัยที่ทำให้เกิดการควบแน่นในผนังอาคาร
3. สรุปประเด็นโอกาสการเกิดการควบแน่นในผนังอาคาร
4. การพิจารณาเลือกใช้ผนังให้เหมาะสมกับภูมิอากาศร้อนชื้น
5. ข้อเสนอแนะ

1. **ลักษณะของพฤติกรรมการเกิดการควบแน่นในผนังอาคาร**

ความชื้นที่มีปริมาณสูงเข้าใกล้ 100% เมื่อกระทบความเย็นจะเกิดการเกิดการควบแน่น ตามหลักไซโครเมติกการควบแน่นก็คืออุณหภูมิจุดน้ำค้าง ซึ่งเป็นอุณหภูมิซึ่งอยู่ในภาวะไอน้ำอิ่มตัว จากการทดลองพบว่า การเพิ่มของจำนวนไอน้ำจะทำให้ความดันไอน้ำและจุดน้ำค้างสูงขึ้น ในทางกลับกัน เมื่อจำนวนไอน้ำลดลง จะทำให้ความดันไอน้ำและจุดน้ำค้างลดลงด้วย ลักษณะนี้แสดงว่า จุดน้ำค้าง,จำนวนไอน้ำและความดันไอน้ำมีลักษณะการแปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกัน

2. **ปัจจัยที่ทำให้เกิดการควบแน่นในผนังอาคาร**

ตามหลักธรรมชาติแล้ว ความชื้น ความดันไอน้ำ และปริมาณไอน้ำจะไหลจากที่มีปริมาณมากไปที่ที่มีปริมาณน้อย ในการทดลองบริเวณที่มีปริมาณมากก็คือภายนอกอาคาร บริเวณที่มีน้อยก็คือภายในอาคาร การซึมผ่านจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารถ้าไม่มีการสกัดกั้นจะทำให้ปริมาณความชื้นทะลุผ่านไปได้ ถ้าผนังที่ยอมให้ความชื้นซึมผ่านเข้าไปกระทบความเย็นที่ผิวฉนวนอาคารแล้วมีการป้องกันที่ผิวผนังด้านในอาคารโดยการทาสีทับภายในหนาๆ หรือปิดทับด้วย wall paper แล้ว จะทำให้เกิดการสะสมความชื้น เมื่อปล่อยเป็นเวลานานจะทำให้เกิดความเสียหายแก่ฉนวนได้ และเน่าในที่สุด ฉะนั้นผิวผนังภายในหรือชั้นผนังภายในควรเป็นผนังที่ยอมให้ความชื้นทะลุผ่านเข้าไปได้ จะช่วยลดการสะสมความชื้นที่ช่องผนังอาคาร

จากข้อความข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า ความชื้นเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการควบแน่น แต่สาเหตุอีกประการหนึ่งก็คือผนัง ผนังต่างชนิดกันมีความสามารถป้องกันความชื้นแตกต่างกันขึ้นกับลักษณะของวัสดุผนัง การทำผิวตกแต่งผนัง เช่นการทาสี เพราะฉะนั้นปัจจัยที่ทำให้เกิดการควบแน่นในฉนวนจึงพอสรุปได้ดังนี้คือ

1. ความชื้น (Humidity)
2. อุณหภูมิชั้นผิว (Temperature)
3. ความดันไอน้ำ (Vapor Pressure)
4. ปริมาณไอน้ำ(Grain of moisture)
5. ลักษณะของผิวผนังภายนอกอาคาร (skin surface out-wall)

6. ลักษณะของผิวผนังภายในอาคาร (skin surface in-wall)
7. ทิศทางของลมที่จะพัดพาความชื้นในแต่ละฤดูกาล
8. การตกแต่งผิวผนังภายนอกและภายในอาคาร
9. ความหนาของผนังอาคาร
10. ระบบผนังอาคาร เช่น single wall, double wall, Gravity wall, Air Flow wall (from out air) ฯลฯ
11. ชนิดและความหนาของฉนวน ว่าชนิดไหนมีความทนทานต่อการสะสมความชื้น

3. สรุปการเกิดการควบแน่นในฉนวนผนังอาคาร

ในการเกิดการควบแน่นในฉนวนผนังอาคารสามารถสรุปประเด็นโอกาสเกิดการควบแน่นได้ 5 กรณีด้วยกันดังนี้คือ

1. ความชื้นปริมาณมากเมื่อซึมผ่านผนังเข้ามาถึงผิวฉนวนในผนังอาคารมากระทบความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำในบริเวณนั้นทำให้มีโอกาสเกิดการควบแน่นสูงมักเกิดในกรณีมีการปรับอากาศภายในอาคารหรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อความชื้นกระทบความเย็น มีโอกาสเกิดการควบแน่นสูง
2. ความชื้นปริมาณมากเมื่อซึมผ่านผนังเข้ามาถึงผิวฉนวนมากระทบอุณหภูมิบริเวณนั้นที่ค่อนข้างการเกิดการควบแน่นเกิดขึ้นลำบาก มักเกิดในกรณีไม่ปรับอากาศภายในอาคารหรืออาจกล่าวได้ว่า เมื่อความชื้นไม่กระทบความเย็นไม่มีโอกาสเกิดการควบแน่น
3. ความชื้นปริมาณมากกระทบกับผิวผนังด้านนอกอาคารที่มีการสกัดกั้นความชื้นไม่ให้ซึมผ่าน ทำให้ปริมาณความชื้นที่ซึมผ่านมีปริมาณน้อยลง เมื่อผ่านผนังเข้ามาบริเวณฉนวนด้านในกระทบกับความเย็นหรือบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ การเกิดการควบแน่นเป็นไปได้น้อย อาจกล่าวได้ว่าอากาศแห้งกระทบกับความเย็นจะไม่เกิดการควบแน่นซึ่งเกิดในกรณีอาคารที่มีการปรับอากาศ
4. ความชื้นปริมาณมากกระทบกับผิวผนังด้านนอกอาคารที่มีการสกัดกั้นความชื้นไม่ให้ซึมผ่าน ทำให้ความชื้นที่ซึมผ่านมีปริมาณน้อยลง เมื่อผ่านผนังเข้ามาถึงฉนวนที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง การเกิดการควบแน่นจะน้อย หรืออาจกล่าวได้อากาศแห้งกระทบอุณหภูมิค่อนข้างสูงจะไม่มีโอกาสเกิดการควบแน่น

5. ความชื้นปริมาณสูงซึมผ่านผนังเข้ามาถึงผิวฉนวน เมื่อกระทบความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำจะทำให้เกิดการควบแน่นได้ง่าย และถ้าหากมีการป้องกันความชื้นซึมผ่านทะลุเข้าไปในอาคาร เกิดการสกัดกั้นความชื้นไว้บริเวณช่องผนัง จะทำให้เกิดการสะสมความชื้นในฉนวนได้มากขึ้น จะทำให้เกิดความเสียหายกับฉนวนได้ กรณีนี้มักเกิดกับอาคารที่มีการปรับอากาศภายในอาคาร

4. **การพิจารณาเลือกใช้ผนังที่มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนให้เหมาะสมกับภูมิอากาศร้อนชื้น**

ผนังอาคารที่ดีสำหรับภูมิอากาศควรมีความสามารถในการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารให้ได้มากที่สุด โดยเฉพาะในอาคารที่มีการปรับอากาศ พลังงานที่สูญเสียไปกับการทำความเย็นให้กับอาคาร ประกอบไปด้วยพลังงานที่ใช้ในการลดอุณหภูมิภายในอาคารและรีดความชื้น แต่ภูมิอากาศร้อนชื้นอ พลังงานส่วนใหญ่ใช้ไปกับการรีดความชื้นเสียเป็นส่วนใหญ่ หากลดความชื้นเข้าสู่ภายในอาคารได้ จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมาก

นอกจากผลกระทบดังกล่าวแล้ว ความชื้นยังมีผลกระทบต่ออายุการใช้งานของวัสดุอาคารอีกด้วย โดยเฉพาะในผนังอาคารที่มีการติดตั้งฉนวน เพราะฉะนั้นเกณฑ์ในการเลือกใช้ผนังควรเป็นผนังที่ป้องกันความร้อนได้ดี และ สามารถป้องกันความชื้นที่ผิวผนังภายนอกอาคาร ส่วนที่ผิวผนังชั้นในไม่ควรมีการสกัดกั้นความชื้นควรยอมให้ทะลุผ่านเข้าไปผสมกับอากาศแห้งภายในอาคาร

จากการทดลองไม่ได้เจาะจงว่าผนังชนิดใดเหมาะสม เพราะในอนาคตอาจมีการพัฒนารูปแบบผนังไปได้อีกมาก การทดลองเป็นเพียบแต่นำตัวอย่างมาใช้ในการทดสอบเท่านั้น ขึ้นกับผู้เลือกใช้ โดยมีเกณฑ์ในการเลือกตามข้อพิสูจน์ที่สรุปได้

5. **ข้อเสนอแนะ**

จากการทดลองที่มีระยะเวลาสั้น การสรุปผลจึงเป็นเพียงสรุปได้ถึงแนวโน้มว่าผนังยอมให้เกิดการควบแน่นได้ง่ายกว่าเท่านั้น การสรุปผลว่าผนังชนิดใดเหมาะสมกับภูมิอากาศร้อนชื้นนั้นยังต้องอาศัยเวลาในการพิสูจน์ความแตกต่างของความชื้นที่ซึมผ่านผนังอาคาร เพราะในการใช้งานอาคารจริงมีอายุมากกว่า 10 ปี โดยเฉพาะอาคารที่ทำการต่างๆ และอาคารราชการ ควรมีการเก็บ

ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทุกเดือน และเปรียบเทียบทุกปี อย่างน้อย 1 ปี แล้วเปรียบเทียบกับข้อมูลเมื่อตอนสร้างเสร็จใหม่ เพื่อดูพฤติกรรมการแทรกซึมผ่านความชื้นว่ามีการเปลี่ยนแปลงลักษณะใด จึงจะสามารถสรุปได้ว่า ผนังชนิดใดเป็นผนังที่ดีที่สุดในการป้องกันความชื้น