บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

ในทางวิศวกรรมอิฐมวลเบา เป็นวัสดุทดแทนคอนกรีตด้วยข้อได้เปรียบทางด้านน้ำหนักจึงมีความสนใจที่จะนำไปใช้อย่างมากในปัจจุบันอิฐมวลเบา มีหลายประเภทหากเพียงภายนอกอาจไม่แตกต่างกัน แต่แท้จริงแล้ว อิฐมวลเบาที่ใช้วัตถุดิบและกระบวนการผลิตที่ต่างกันจะทำให้คุณสมบัติของอิฐมวลเบาแตกต่างกันด้วย อิฐมวลเบาโดยทั่วไปอาจแบ่งตามกระบวนการผลิตได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ระบบที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง (Non-Autoclaved System) ซึ่งจะแบ่งย่อยออกได้ 2 ประเภท คือ

- **ประเภทที่ 1 ใช้วัสดุเบากว่ามาทดแทน** เช่น ขี้เลื่อย ขี้เถ้า ชานอ้อย หรือเม็ดโฟ้น ทำให้อิฐมีน้ำหนักที่เบาขึ้นแต่มีอายุการใช้งานที่สั้น เสื่อมสภาพได้เร็วและหากเกิดไฟไหม้ สารเหล่านี้อาจเป็นพิษต่อผู้อาศัย

- **ประเภทที่ 2 ใช้สารเคมี** (Circular Lightweight Concrete) เพื่อให้เนื้อคอนกรีตฟูและทิ้งให้แข็งตัว คอนกรีตประเภทนี้มีน้ำหนักมากและมีการหดตัวมากกว่า ทำให้ปูนฉาบแตกตัวได้ง่าย และไม่ค่อยแข็งแรง

2. ระบบอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง(Autoclaved System) ซึ่งแบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้เป็น 2 ประเภท คือ

- **ประเภทที่ 1 Lime Base** ใช้ปูนขาว ซึ่งควบคุมคุณภาพได้อยากมากเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ทำให้คุณภาพอิฐที่ได้ไม่ค่อยสม่ำเสมอ มีการดูดซึมน้ำมากกว่า

- **ประเภทที่ 2 Cement Base** ใช้ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นระบบที่นอกจากจะช่วยให้คอนกรีตได้มาตรฐานสม่ำเสมอแล้ว ยังช่วยให้เกิดการตกผลึก (Calcium Silicate) ในเนื้อคอนกรีตทำให้คอนกรีตมีความแข็งแกร่งทนทานกว่าการผลิตในระบบอื่นมาก โดยที่โครงงานนี้ทำในแบบอิฐมวลเบาระบบที่ 1 ประเภทที่ 2 คือระบบที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง ใช้วัสดุเบากว่าทดแทนโดยที่ใช้เป็นโฟมใช้น้ำยาสารเคมีและใช้อากาศอัดไปเพื่อให้เกิดฟองโดยที่ฟองไม่ได้มีปฏิกิริยาขัดขวางปฏิกิริยาของซีเมนต์กับน้ำและมีความคิดที่จะใช้ฝุ่นหินเป็นวัสดุที่ไม่มีมูลค่า ณ แหล่งผลิต และมีความละเอียดกว่าทรายมาก โดยที่ศึกษาว่าเมื่อผสมกับส่วนผสมแล้วได้คุณสมบัติที่ได้เป็นอย่างไร ในบทนี้จะได้กล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวกับโครงงาน

<u>โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้</u>

- ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น
- ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น

<u>ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น</u>

การก่อตัวและการแข็งตัวของซีเมนต์ เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นขององค์ประกอบของซีเมนต์ โดยปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นใน 2 ลักษณะ คือ

1. อาศัยสารละลาย ซีเมนต์จะละลายในน้ำ ก่อให้เกิด ions ในสารละลายและ ions นี้จะผสมกันทำให้เกิดสารประกอบใหม่ขึ้น

2. การเกิดปฏิกิริยาระหว่างของแข็ง ปฏิกิริยาเกิดขึ้นโดยตรงที่ผิวของของแข็ง โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารละลายปฏิกิริยาประเภทนี้เรียกว่า " Solid State Reaction"

ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของซีเมนต์ จะเกิดขึ้นทั้ง 2 ลักษณะ โดยในช่วงแรกจะอาศัยสารละลายและในช่วงต่อไปจะเกิดปฏิกิริยาระหว่างของแข็ง

ซีเมนต์ประกอบด้วยสารประกอบหลายชนิด เมื่อเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจเกิดปฏิกิริยาต่อไป ทำให้มันแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ครั้งแรก ดังนั้นในที่นี้เราจะแยกพิจารณาปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของสารประกอบหลักของซีเมนต์แต่ละประเภท

ปฏิกิริยา ไฮเดรชั่นของคัลเซียมซิลิเกต (C_3S, C_2S)

ที่ทำหน้าที่เป็นตัวประสานจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นนี้ ช่วยป้องกันการกัดกร่อนของเหล็กเสริมได้อย่างดีมาก

ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของไตรคัลเซียมอลูมิเนต (C_3A)

ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น C_3A จะเกิดทันทีทันใด และก่อให้เกิดการแข็งตัวอย่างรวดเร็วของซีเมนต์เพสต์

ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของเตตราคัลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรท์ (C_4AF)

เกิดในช่วงต้น โดย C_4AF จะทำปฏิกิริยากับยิปซั่มและ $Ca(OH)_2$ ก่อให้เกิดอนุภาคที่มีรูปร่างเหมือนเข็ม เวลาที่ใช้เพื่อให้บรรลุ 80% ของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของสารประกอบหลักทั้ง 4 แสดงในตารางที่ 2.1

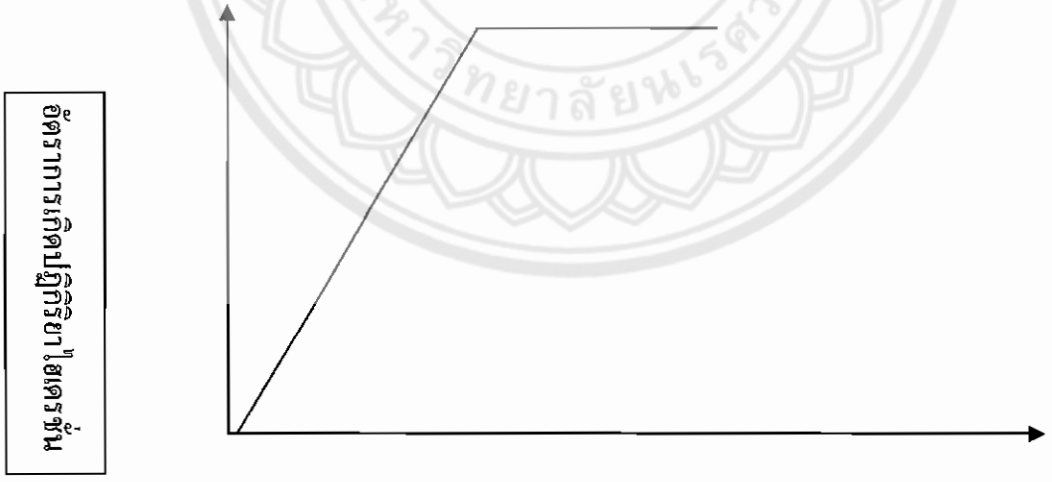
ตารางที่ 2.1 เวลาที่ทำปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของสารประกอบหลัก สำเร็จ 80%

สารประกอบหลัก	เวลา (วัน)
C_3S	10
C_2S	100
C_3A	6
C_4AF	50

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น

อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ และคุณสมบัติของปูนซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้วจะขึ้นอยู่กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ดังนั้น ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น จะมีผลต่อคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้ว ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ได้แก่

1. **อายุของเพสต์** ยกเว้นช่อง Dormant Period อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นจะมากที่สุดในช่วงแรกและอัตราการลดลงเมื่อเวลาผ่านไปจนถึงช่วงสิ้นสุดของปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น

2. **องค์ประกอบของซีเมนต์** จากตารางที่2.1 พบว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของสารประกอบหลักแต่ละตัวในซีเมนต์จะแตกต่างกัน

3. **ความละเอียดของซีเมนต์** ซีเมนต์ที่มีความละเอียดสูง จะมีที่พื้นที่ผิวที่จะสัมผัสกับน้ำได้มาก ผลก็คือปฏิกิริยาไฮเดรชั่นจะเกิดในอัตราที่เร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงแรกของปฏิกิริยา

4. **อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์**ในช่วงต้นอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเกิด ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นในช่วงหลังอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นจะลดลง ถ้าส่วนผสมมีค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ลดลงผลก็คือทั้งอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น โดยเฉลี่ยและดีกรีการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นจะลดลง

5. **อุณหภูมิ** อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยมีข้อแม้ว่าการเพิ่มอุณหภูมินี้ต้องไม่ก่อให้เกิดการแห้งตัวของเพสต์

6. **น้ำยาผสมคอนกรีต** น้ำยาหน่วงหรือน้ำยาเร่งการก่อตัวจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นโดยจะลดลงและเพิ่มอัตราตามลำดับ