



## โครงการวิทยาศาสตร์

เรื่อง ปริมาณโฟม EPS ที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก  
ที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ

(The amount of EPS foam affecting the properties of non-load  
bearing concrete blocks contained PET bottles)

โดย

นางสาวณัฐริกา

พรรจาศิริ

นางสาวธัญพิชชา

สายสร

นางสาวเอียรานัฐ

ปิติจะ

โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย

รายงานนี้เป็นส่วนประกอบของการนำเสนอโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์  
เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ตามหลักสูตรของ สพฐ. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สาขาฟิสิกส์  
ในการประชุมวิชาการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 13

วันที่ 6 – 7 กันยายน 2564

ณ โรงเรียนส่วนบุญอุปถัมภ์ ลำพูน



## โครงการวิทยาศาสตร์

เรื่อง ปริมาณโฟม EPS ที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก  
ที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ

(The amount of EPS foam affecting the properties of non-load  
bearing concrete blocks contained PET bottles)

โดย

นางสาวณัฐริกา

พรรจาศิริ

นางสาวธัญพิชชา

สายสร

นางสาวเอียรานัฐ

ปิติจะ

ครูที่ปรึกษา

ครูศิวดล

กุลฤทธิกร

อาจารย์ที่ปรึกษาพิเศษ

ครูสันติชัย

ไชยดี

ครูสุรินทร์

รินศรี

รายงานนี้เป็นส่วนประกอบของการนำเสนอโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์  
เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ตามหลักสูตรของ สพฐ. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สาขาฟิสิกส์  
ในการประชุมวิชาการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 13

วันที่ 6 – 7 กันยายน 2564

ณ โรงเรียนสวนกุหลาบอุปถัมภ์ ลำพูน

## บทคัดย่อ

โครงการวิทยาศาสตร์เรื่องปริมาณโฟม EPS ที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ มีจุดมุ่งหมายที่จะนำโฟม EPS มาเป็นส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบที่ได้มาตรฐานตามมอก. 58-2533 โดยการนำขวดพลาสติกมาจัดเรียงภายในคอนกรีตบล็อกและใช้โฟมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร แทนที่ทรายในคอนกรีตที่ปริมาณต่าง ๆ ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับนำไปผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบและมีส่วนผสมของโฟม EPS คือ สูตรที่ 5 ที่มีการแทนที่ทรายด้วยโฟมที่ร้อยละ 100 ซึ่งมีคุณสมบัติด้านกำลังรับแรงอัดที่เหมาะสมตามมาตรฐานมอก. 58-2533 มีหน่วยน้ำหนักเบาว่าเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกธรรมดา การดูดซับน้ำและการทนสีกร่อนมีความเหมาะสมต่อการใช้งานอุตสาหกรรม สามารถนำมาปรับใช้สำหรับการผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจากขวดพลาสติกและโฟมเหลือใช้ได้ ซึ่งจะสามารถช่วยลดปริมาณขยะจากขวดพลาสติกและโฟม ลดต้นทุนของการสร้างคอนกรีตบล็อก อีกทั้งยังเพิ่มความสะดวกในการขนส่งอีกด้วย

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งจาก คุณครูศิวดล กุลฤทธิกร ครูที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำการทดลอง อีกทั้งยัง ช่วยแก้ปัญหาทั้งหลายที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณครูสันติชัย ไชยดี กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี งานอุตสาหกรรม โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย ที่กรุณาให้คณะผู้จัดทำใช้ห้องอุตสาหกรรม2 เป็น สถานที่ดำเนินงานก่อนคอนกรีตบล็อก รวมถึงให้คำปรึกษาตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คุณครูสุรินทร์ รินศรี เจ้าของอู่.สุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์คณะผู้จัดทำ ในการใช้เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด

ขอขอบพระคุณท่านผู้ปกครอง ญาติพี่น้องทุกคนที่ช่วยเหลือสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจและ กำลังทรัพย์ด้วยดีตลอดมา นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งไม่สามารถ กล่าวนามในที่นี้ได้หมด จึงขอขอบพระคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ท้ายสุดนี้คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาการสร้าง สิ่งประดิษฐ์งานอุตสาหกรรมโดยนำขวดพลาสติก PET และโฟม EPS มาใช้ของผู้ที่สนใจต่อไป

# สารบัญ

หน้า

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| บทคัดย่อ                                                       | ก  |
| กิตติกรรมประกาศ                                                | ข  |
| สารบัญ                                                         | ค  |
| สารบัญตาราง                                                    | จ  |
| สารบัญภาพ                                                      | ฉ  |
| บทที่ 1 บทนำ                                                   | 1  |
| ที่มาและความสำคัญ                                              | 1  |
| วัตถุประสงค์                                                   | 2  |
| สมมติฐาน                                                       | 2  |
| ตัวแปร                                                         | 2  |
| นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ                                       | 3  |
| ขอบเขตการศึกษา                                                 | 3  |
| ประโยชน์ที่ได้รับ                                              | 3  |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                         | 4  |
| ขวดพลาสติก PET                                                 | 4  |
| โฟม EPS                                                        | 5  |
| มาตรฐาน มอก. 58-2533                                           | 5  |
| ปฏิกิริยาไฮเดรชันในปูนซีเมนต์                                  | 6  |
| การบ่มคอนกรีต                                                  | 7  |
| ความพูนกับกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต                             | 7  |
| งานวิจัย เรื่องสมบัติของคอนกรีตบล็อกที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET  | 9  |
| เป็นส่วนประกอบสำหรับการประยุกต์ใช้ในอาคาร                      |    |
| งานวิจัย เรื่องแผ่นคอนกรีตมวลเบาที่มีส่วนผสมจากวัสดุโฟมอีพีเอส | 10 |

|         |                             |    |
|---------|-----------------------------|----|
| บทที่ 3 | วิธีการทดลอง                | 13 |
|         | วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ   | 13 |
|         | ขั้นตอนการดำเนินการ         | 14 |
| บทที่ 4 | ผลการทดลอง                  | 17 |
|         | การทดสอบหน่วยน้ำหนัก        | 17 |
|         | การทดสอบกำลังรับแรงอัด      | 18 |
|         | การทดสอบการดูดซับน้ำ        | 20 |
|         | การทดสอบการทนสีกร่อน        | 21 |
|         | ต้นทุนการผลิต               | 22 |
| บทที่ 5 | สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ | 23 |
|         | สรุปผล                      | 23 |
|         | อภิปรายผล                   | 23 |
|         | ข้อเสนอแนะ                  | 25 |
|         | เอกสารอ้างอิง               | 26 |
|         | ภาคผนวก                     | 27 |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                      | หน้า |
|---------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 2.1                                                  |      |
| ค่ามาตรฐานความต้านทานแรงอัดต่ำสุดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก | 6    |
| ตารางที่ 3.1                                                  |      |
| อัตราส่วนของวัสดุผสมในคอนกรีตบล็อก                            | 14   |
| ตารางที่ 4.1                                                  |      |
| ผลการทดสอบหน่วยน้ำหนัก                                        | 17   |
| ตารางที่ 4.2                                                  |      |
| ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อก                       | 19   |
| ตารางที่ 4.3                                                  |      |
| ผลการทดสอบการดูดซับน้ำของคอนกรีตบล็อก                         | 20   |
| ตารางที่ 4.4                                                  |      |
| ผลการทดสอบการทนสีกร่อนของคอนกรีตบล็อก                         | 21   |
| ตารางที่ 4.5                                                  |      |
| ต้นทุนการผลิตต่อก้อนของคอนกรีตบล็อกแต่ละสูตร                  | 22   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่                                                           | หน้า |
|------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดและความพรุนของซีเมนต์เพสต์ | 8    |
| ภาพที่ 4.1 กราฟผลการทดสอบหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตบล็อก             | 18   |
| ภาพที่ 4.2 กราฟผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อก           | 19   |
| ภาพที่ 4.3 กราฟผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อก             | 20   |

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันแม้เทคโนโลยีของโลกเราจะพัฒนาไปได้อย่างก้าวกระโดดในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา แต่ก็ปฏิเสธไม่ได้ว่าปัญหาขยะล้นนั้นยังคงเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมปัญหาหนึ่งที่ทั่วโลกพยายามจะแก้ไข ประเทศไทยมีปริมาณขยะพลาสติกและโฟมมากถึง 2.7 ล้านตัน หรือเฉลี่ย 7,000 ตันต่อวัน แบ่งเป็นถุงพลาสติก ร้อยละ 80 หรือ 5,300 ตันต่อวัน หรือประมาณ 2 ล้านตัน ส่วนที่เหลือเป็นขยะโฟมประมาณ 700,000 ตัน ใช้เวลาย่อยสลายยาวนานถึง 450 ปี พบว่าขยะพลาสติกร้อยละ 50 กำจัดไม่ถูกวิธี ที่สำคัญขยะพลาสติกและโฟม หากใช้วิธีฝังกลบจะใช้พื้นที่มากกว่าขยะปกติถึง 3 เท่า หรือหากนำไปเผาทำลายจะทำลายสิ่งแวดล้อมอย่างมาก รวมทั้งมีสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมจำนวนมาก เนื่องจากถุงพลาสติกทำจากเม็ดปิโตรเลียม ทำให้มีการปนเปื้อนของสารตกค้างในดินและน้ำ ส่งผลก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558) แม้ว่าจะมีการรณรงค์การลดใช้โฟมหรือพลาสติก แต่ปริมาณของขยะเหล่านั้นที่สร้างขึ้นมานั้นในอดีตยังคงตกค้างมาจนถึงปัจจุบันและไม่ย่อยสลาย

ปัญหาขยะล้นนั้นมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลก เนื่องจากมนุษย์มีความต้องการที่ไม่จำกัด ทำให้เกิดการสร้างมลภาวะและขยะจากความต้องการของมนุษย์ นอกจากนี้ จากการเข้ามาของเทคโนโลยี ทำให้ทุกคนเข้าถึงข้อมูลในการซื้อสินค้าและบริการได้ง่ายขึ้น เมื่อเกิดธุรกิจใหม่หรือเมื่อมีการเพิ่มจำนวนประชากร การก่อสร้างนั้นย่อมเพิ่มขึ้นตาม

คณะผู้จัดทำเล็งเห็นถึงปัญหา จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้า พบว่า โฟม EPS เป็นโฟมที่สามารถหาได้ทั่วไป สามารถพบได้มากตามร้านอาหารและอุตสาหกรรมขนส่ง ตัวอย่างเช่น โฟมกันกระแทก อีกทั้งผู้จัดทำยังพบว่า โฟมชนิดนี้เป็นโฟมชนิดเดียวกันกับโฟมที่ใช้ในกิจกรรมงานกีฬาภายในของโรงเรียน ซึ่งภายหลังกิจกรรมจะเหลือทิ้งเป็นขยะจำนวนมากและไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ต่อ รวมไปถึงขวดพลาสติก PET ที่สามารถพบหาได้ทั่วไปในบริเวณโรงเรียน

ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะนำโฟม EPS และขวดพลาสติก PET ที่ผ่านการใช้งานมาแล้วซึ่งถือเป็นขยะที่ไม่ย่อยสลายหรือย่อยสลายได้ยาก มาทำการรีไซเคิล (recycle) ให้เป็นคอนกรีตบล็อกแบบไม่รับน้ำหนักและนำมาใช้งานในรูปแบบของผนังกันห้อง ซึ่งเป็นส่วนของโครงสร้างที่ไม่รับน้ำหนักหรือรับ

น้ำหนักน้อย โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. ในการทำคอนกรีตบล็อกแบบไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบและมีส่วนผสมของโฟม EPS เหลือใช้นั้น ทำให้ได้คอนกรีตบล็อกในการก่อสร้างที่มีน้ำหนักเบา รวมถึงสามารถเพิ่มมูลค่าของขยะที่ย่อยสลายยากหรือย่อยสลายไม่ได้แล้ว ลดการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งคอนกรีตบล็อกสำหรับการก่อสร้าง ซึ่งสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ เป็นการลดภาวะโลกร้อนในทางอ้อมได้อีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อนำโฟม EPS มาเป็นส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบที่ได้มาตรฐานตามมอก. 58-2533

1.2.2 เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนที่ดีที่สุดของโฟม EPS ในคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ

1.2.3 เพื่อลดปริมาณขยะจากขวดพลาสติกและโฟม

## 1.3 สมมติฐาน

คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ โดยมีส่วนผสมของโฟม EPS มีคุณสมบัติตามมาตรฐานมอก. 58-2533

## 1.4 ตัวแปร

ตัวแปรต้น ปริมาณโฟม EPS, ปริมาณทราย, ปริมาณปูน, ระยะทิ้งตัวของคอนกรีตบล็อก

ตัวแปรตาม คุณสมบัติของคอนกรีตบล็อก ได้แก่ หน่วยน้ำหนัก กำลังรับแรงอัด การดูดซับน้ำ และการทนสีกร่อน

ตัวแปรควบคุม ขนาดของขวดพลาสติก PET, ขนาดของบล็อก, ชนิดของปูน, ขนาดเม็ดทราย, ขนาดของเม็ดโฟม EPS และระยะเวลาที่ก่อนแกะออกจากบล็อกขึ้นรูป

## 1.5 นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ

คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ หมายถึง คอนกรีตบล็อกที่มีการนำขวดพลาสติก PET มาจัดวางภายในคอนกรีตบล็อก

ระยะทิ้งตัวของคอนกรีตบล็อก หมายถึง ระยะเวลาเวลาที่ปล่อยให้คอนกรีตบล็อกแห้งตัว หลังแกะออกจากบล็อกขึ้นรูป

## 1.6 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนประกอบของปูนซีเมนต์ ทราย น้ำ ขวดพลาสติก PET และโฟม EPS ที่มีระยะทิ้งตัวของคอนกรีตบล็อก 14 วัน และ 28 วัน โดยทดสอบตามมาตรฐานมอก. 58-2533

## 1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.7.1 สามารถสร้างคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ โดยมีส่วนผสมของโฟม EPS มีคุณสมบัติตามมาตรฐานมอก. 58-2533

1.7.2 เพื่อทราบอัตราส่วนที่ดีที่สุดของโฟม EPS ในคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนประกอบของขวดพลาสติก PET

1.7.3 สามารถลดปริมาณขยะจากขวดพลาสติกและโฟมโดยการนำมารีไซเคิล (recycle)

1.7.4 สามารถลดต้นทุนการผลิตคอนกรีตบล็อก

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องปริมาณโฟม EPS ที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีต บล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ ผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ขวดพลาสติก PET
2. โฟม EPS
3. มาตรฐานมอก. 58-2533
4. ปฏิกิริยาไฮเดรชันในปูนซีเมนต์
5. การบ่มคอนกรีต
6. ความพูนกับกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต
7. งานวิจัย เรื่องสมบัติของคอนกรีตบล็อกที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ สำหรับการประยุกต์ใช้ในงานอาคาร ของภัทรภณ บุรณากาญจน์
8. งานวิจัย เรื่องแผ่นคอนกรีตมวลเบาที่มีส่วนผสมจากวัสดุโฟมอีพีเอส ของสุกัญญา ห่อช่วย

#### 2.1 ขวดพลาสติก PET

พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate : PET) เป็นพลาสติกที่ใช้สำหรับการบรรจุอาหารและเครื่องดื่มสำหรับการบริโภค โดยทั่วไปการผลิตขวดพลาสติก PET มักใช้กระบวนการเป่าแบบดิงยัด (stretch blow moulding) ซึ่งเป็นการผลิต 2 ขั้นตอน โดยเริ่มจากกระบวนการฉีดเม็ดพลาสติกให้เป็นพรีฟอร์ม (preform) และเป่าพรีฟอร์มให้เป็นขวดน้ำตามลำดับ ขั้นตอนสำคัญของกระบวนการผลิตเริ่มจากการอบไล่ความชื้น เนื่องจาก PET มักดูดความชื้นจากอากาศได้สูง โดยปกติเม็ดพลาสติก PET มักมีความชื้นประมาณ 0.05% จึงต้องอบไล่ความชื้นในเม็ดพลาสติกให้เหลืออยู่ไม่สูงเกิน 0.005% ก่อนถูกทำให้หลอมเพื่อฉีดเป็นพรีฟอร์มในขั้นตอนการเปลี่ยนรูปร่างของพรีฟอร์มให้เป็นขวดเริ่มจากการทำให้พรีฟอร์มร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 70°C จนพรีฟอร์มเริ่มนิ่ม ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการเป่าแบบดิงยัดใน 2 ทิศทาง เพื่อให้ผนังพรีฟอร์มขยายตัวไปกระทบผนังแม่พิมพ์เป็นรูปขวด เมื่อพลาสติกเย็นตัวลงจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นขวดพลาสติกใสที่มีการจัดเรียงตัวของสายโซ่โพลิเมอร์ และปริมาณผลึกสูง ทำให้ขวดมีความแข็งแรง สามารถป้องกันการแพร่ผ่านของแก๊ส และทนสารเคมีได้ดี

## 2.2 โฟม EPS

Expandable Polystyrene Foam : EPS คือ โฟม EPS ที่ใช้ก๊าซ Pentane ( $C_5H_{12}$ ) ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับก๊าซหุงหรือ Butane ( $C_4H_{10}$ ) เป็นสารที่ทำให้ขยายตัว (Blowing Agent) ในระหว่างกระบวนการผลิตที่เรียกว่า Polymerization เนื้อพลาสติก EPS จะทำปฏิกิริยากับก๊าซ Pentane เอาไว้ภายใน เมื่อนำมาผลิตโฟม EPS วัตถุดิบจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนจากไอน้ำ (Steam) กลายเป็นเม็ดโฟมขาว ๆ จากนั้นจึงนำไปขึ้นรูป (Molding) ซึ่งมี 2 ลักษณะคือ อัดขึ้นรูปเป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามลักษณะแม่พิมพ์ที่ทำ (Shape Molding) เช่น เป็นกล่องน้ำแข็ง และบรรจุภัณฑ์ต่างๆ อัดขึ้นรูปเป็นก้อนสี่เหลี่ยม (Block Molding) แล้วนำมาตัดตามขนาดและรูปร่างที่ต้องการ โดยทั่วไป โฟม EPS จะขยายตัวประมาณ 50 เท่าและเมื่อขยายตัวแล้วจะมีอากาศเข้ามาแทนที่ถึง 98 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตร มีเพียง 2 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่เป็นเนื้อพลาสติก EPS และนี่คือสาเหตุที่ทำให้โฟมมีขนาดใหญ่แต่กลับมีน้ำหนักเบา คุณลักษณะนี้เองที่ทำให้โฟม EPS สามารถรองรับแรงกระแทกได้อย่างดี เหมาะสำหรับการใช้ในการบรรจุสินค้า และยังสามารถถ่ายเทน้ำหนักในแนวดิ่งโดยไม่เสียรูปทรง จึงสามารถใช้เป็นวัสดุในการทำถนน เพื่อแก้ปัญหานถนนทรุด และยังใช้เป็นฉนวนรักษาความร้อนและเย็น เนื่องจากอากาศที่มีอยู่ภายในถึง 98 เปอร์เซ็นต์ ทำหน้าที่เป็นฉนวนได้อย่างดี อีกทั้งต้นทุนต่อหน่วยต่ำ และสามารถ recycle ได้ 100%

## 2.3 มาตรฐาน มอก. 58-2533

### 2.3.1 ลักษณะทั่วไป

1) คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักทุกก้อน ต้องแข็งแรง ปราศจากรอยแตกร้าว หรือส่วนเสียอื่นใดอันเป็นอุปสรรคต่อการก่อคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักอย่างถูกต้องหรือทำให้สิ่งก่อสร้างเสียกำลังหรือความคงทนถาวร รอยร้าวเล็กน้อยที่มักเกิดขึ้นในกรรมวิธีผลิตตามปกติหรือรอยปริเล็กน้อยเนื่องจากวิธีการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งอย่างธรรมดา จะต้องไม่เป็นสาเหตุอ้างในการไม่ยอมรับ

2) คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ซึ่งต้องการฉาบปูนหรือแต่งปูนต้องมีผิวหน้าหยาบพอควรแก่การจับยึดของปูนฉาบหรือปูนแต่งได้อย่างดี

3) คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ซึ่งต้องการก่อแบบผิวเผย ด้านผิวเผยจะต้องไม่มีรอยป็น รอยร้าว หรือ ตำหนิอื่นๆ ถ้าในการสังเคราะห์หนึ่งมีก้อนซึ่งมีรอยป็นเล็กน้อยที่ยาวมากกว่า 25 มิลลิเมตร เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 5 จะต้องไม่ถือเป็นสาเหตุในการไม่ยอมรับ

### 2.3.2 ความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

เมื่อส่งถึงที่ก่อสร้าง ทั้งค่าเฉลี่ยและค่าแต่ละก้อน ต้องเป็นไปตามตารางที่ 2.1 โดยการทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก. 109

ตาราง 2.1 ค่ามาตรฐานความต้านแรงอัดต่ำสุดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก  
ที่มา : กระทรวงอุตสาหกรรม (2533)

| ความต้านแรงอัดต่ำสุด<br>เมกะพาสคัล<br>(เฉลี่ยจากพื้นที่รวม) |                       |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------|
| เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน                                | คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน |
| 2.5                                                         | 2                     |

## 2.4 ปฏิกริยาไฮเดรชันในปูนซีเมนต์

การก่อตัวและแข็งตัวของซีเมนต์ เกิดจากปฏิกริยาไฮเดรชันขององค์ประกอบซีเมนต์ โดยปฏิกริยานี้เกิดขึ้นใน 2 ลักษณะ คือ

- 1) อาศัยสารละลาย ซีเมนต์จะละลายในน้ำก่อให้เกิดไอออนในสารละลาย และไอออนนี้จะผสมกัน ทำให้เกิดสารประกอบขึ้นใหม่
- 2) การเกิดปฏิกริยาระหว่างของแข็ง ปฏิกริยาเกิดขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องใช้สารละลาย ปฏิกริยาประเภทนี้เรียกว่า “Solid State Reaction”

ปฏิกริยาไฮเดรชันของซีเมนต์จะเกิดขึ้นทั้ง 2 ลักษณะ โดยในช่วงแรกจะอาศัยสารละลาย และในช่วงต่อไปจะเกิดปฏิกริยาระหว่างของแข็ง ซีเมนต์ประกอบด้วยสารประกอบหลายชนิด เมื่อเกิดปฏิกริยาไฮเดรชัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจเกิดปฏิกริยาต่อไป ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต่างจากการเกิดปฏิกริยาครั้งแรก

ผลจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน โดยรวมของสารประกอบหลักทั้งนั้น จะเกิด CHS gel และ Ettringite เคลือบอยู่บนเม็ดซีเมนต์ จะเป็นการหน่วงการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน ซึ่งอธิบายการเกิด “Dormant Period” อันเป็นช่วงเวลาที่ไม่มีปฏิกิริยาใดเกิดขึ้น เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง ในขณะนั้นเนื้อปูนยังคงเหลวและสามารถเทได้

เมื่อสิ้นสุดช่วง “Dormant Period” ก็เข้าสู่จุดแข็งตัวเริ่มต้น (Initial Set) ซึ่งเป็นช่วงที่ CSH ที่เคลือบอยู่บนเม็ดซีเมนต์แตกตัวออก และเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันต่อไป ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน จะมีขนาดใหญ่กว่า 2 เท่าของซีเมนต์ก่อนปฏิกิริยา ผลก็คือผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชันนี้จะเข้าไปอุดช่องว่างระหว่างเม็ดซีเมนต์ และเกิดผิวสัมผัสก่อให้เกิดการก่อตัวของซีเมนต์เพสต์ เวลาผ่านไปความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชันจะมาก ก่อให้เกิดความเข้มข้นของจุดสัมผัส จำกัดการเคลื่อนที่ของเม็ดซีเมนต์ ส่งผลให้ซีเมนต์เพสต์กลายเป็นของแข็ง นั่นคือ การเข้าสู่จุดแข็งตัวสุดท้าย (Final Set)

## 2.5 การบ่มคอนกรีต

เมื่อเทคอนกรีตเสร็จ โดยปกติแล้วคอนกรีตจะแข็งตัวภายใน 5-6 ชั่วโมงภายหลังการผสมน้ำ และมีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ยังไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ดังนั้นจึงต้องมีการบ่มคอนกรีต เพื่อให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์ในคอนกรีตเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โครงสร้างของเนื้อซีเมนต์จะแน่นขึ้น และคอนกรีตจะมีความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งมีอยู่ 2 วิธี ได้แก่

- 1) การบ่มแบบเปียก เป็นวิธีที่ต้องทำให้คอนกรีตเปียกขึ้นตลอดเวลา เช่น แช่น้ำ, ราดน้ำบนคอนกรีตอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีนี้จะทำให้กำลังอัดของคอนกรีตมีค่าสูงสุด
- 2) การบ่มในอากาศ เป็นการปล่อยคอนกรีตทิ้งไว้โดยไม่ทำอะไร ส่งผลให้การเพิ่มกำลังอัดของคอนกรีตเป็นไปอย่างช้า ๆ และมีค่าต่ำกว่าการบ่มแบบเปียกมาก

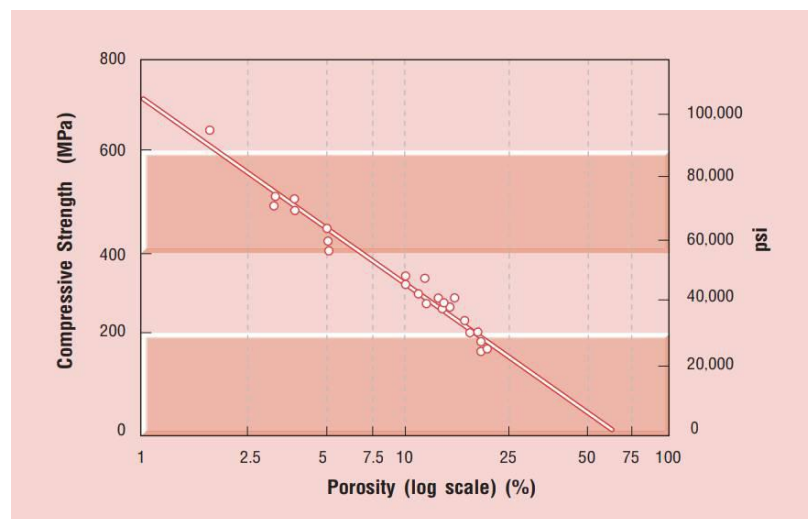
คอนกรีตที่ไม่บ่ม นอกจากจะทำให้มีค่ากำลังอัดที่น้อยแล้ว ยังทำให้สารเคมีหรือสารอันตรายต่าง ๆ ซึมเข้าสู่เนื้อคอนกรีตง่ายขึ้น หากเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ก็จะทำให้เหล็กเสริมเกิดสนิมได้ง่าย ส่งผลให้คอนกรีตแตกร้าวเสียหายในที่สุด และทำให้มีความต้านทานการสึกกร่อนของคอนกรีตที่น้อยกว่าคอนกรีตแบบบ่ม

## 2.6 ความพรุนกับกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต

ความพรุน (Porosity) ขององค์ประกอบของคอนกรีตทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ ซีเมนต์เพสต์ มวลรวม และรอยต่อถ่ายแรงระหว่างซีเมนต์เพสต์กับมวลรวม (Transition Zone) สิ่งเหล่านี้คือปัจจัยที่

ส่งผลต่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตกำลังสูงมากที่สุด กล่าวคือ กำลังของคอนกรีตมีผลกระทบมาจากปริมาตรช่องว่างทั้งหมดในคอนกรีต ซึ่งช่องว่างเหล่านี้ ได้แก่ ช่องว่างอากาศขนาดใหญ่ที่ถูกกักอยู่ในคอนกรีต (Entrained Air Voids) โพรงคาปิลลารี (Capillary Pores) โพรงเจล (Gel Pores) และอากาศที่ถูกกักกระจายในคอนกรีต (Entrained Air)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังกับความเข้มข้นของผลผลิตของแข็งจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์ในช่องว่างระหว่างคอนกรีต หรืออัตราส่วน Gel/Space Ratio หรือใช้ในความพรุน (Porosity) จึงถูกต้องในทางทฤษฎีมากกว่าอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ แต่เพราะความพรุนมีความซับซ้อนกว่า การประยุกต์ใช้งานจริงจึงยังคงนิยมใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เป็นปัจจัยหลักในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตและการควบคุมอัตราการผลิตคอนกรีตให้มีกำลังอัดและคุณสมบัติอื่นๆ ตามต้องการ



ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดและความพรุนของซีเมนต์เฟสต์  
ที่มา : SCG (2563)

## 2.7 งานวิจัย เรื่องสมบัติของคอนกรีตบล็อกที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานอาคาร ของภัทรภณ บุรณากาญจน์

### 2.6.1 สมบัติทางกายภาพของคอนกรีตบล็อก

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบในแต่ละรูปแบบสามารถวิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้ ความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบในแต่ละรูปแบบมีความหนาแน่นแห้งลดลง เพราะการมีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบจะทำให้น้ำหนักคอนกรีตบล็อกลดลง เนื่องจากมีอากาศอยู่ภายในขวดพลาสติก PET พบว่าความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตบล็อกควบคุมจะมีความหนาแน่นแห้งมากที่สุด และคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ แบบที่ 1 จำนวน 5 ขวด จะมีความหนาแน่นแห้งน้อยที่สุด ความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ มีค่าประมาณ 1198.41 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับอิฐมอญ อิฐบล็อก และอิฐมวลเบา มีค่าความหนาแน่นแห้งต่ำกว่าอิฐมอญ และอิฐบล็อก แต่มีค่าสูงกว่าอิฐมวลเบา แสดงให้เห็นว่าคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบเหมาะสมแก่การก่อสร้างอาคาร การดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบในแต่ละรูปแบบจะเพิ่มขึ้นตามลักษณะของขวดพลาสติก PET เนื่องจากผิวสัมผัสของขวดพลาสติก PET และคอนกรีตมีพื้นที่ทำให้น้ำเข้าไปอยู่ระหว่างช่องว่างของขวดพลาสติก PET และคอนกรีต พบว่าคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ แบบที่ 2 จำนวน 3 ขวด มีการดูดซึมน้ำมากที่สุด และคอนกรีตบล็อกควบคุมมีการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด การดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ แบบที่ 2 จำนวน 3 ขวด ที่ 30 นาที มีค่าประมาณร้อยละ 16.55 และการดูดซึมน้ำที่ 24 ชั่วโมง มีค่าประมาณร้อยละ 20.30 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าอิฐมอญ อิฐบล็อก และอิฐมวลเบา

จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพคอนกรีตบล็อกควบคุมจะมีความหนาแน่นแห้งมากที่สุด และคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ แบบที่ 2 จำนวน 3 ขวด มีการดูดซึมน้ำมากที่สุด

### 2.6.2 สมบัติเชิงกลของคอนกรีตบล็อก

จากการศึกษาสมบัติเชิงกลของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบในแต่ละรูปแบบสามารถวิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้ กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบในแต่ละรูปแบบจะลดลง เนื่องจากขวด

พลาสติก PET ทำให้ลดส่วนผสมของคอนกรีต และทำให้คอนกรีตมีกำลังรับแรงอัดลดลง โดยคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ แบบที่ 1 จำนวน 5 ขวดจะมีกำลังรับแรงอัดต่ำที่สุด เนื่องจากมีปริมาณขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบในแต่ละรูปแบบ และคอนกรีตบล็อกควบคุม คอนกรีตบล็อกควบคุมจะมีกำลังรับแรงอัดสูงที่สุด เนื่องจากไม่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบมีค่าประมาณ 2.71 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร โดยมีค่าอยู่ในระดับที่ 2 ของมาตรฐาน มอก. 1505 – 2541 แบบขึ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ – ออบไอน้ำ ซึ่งเหมาะแก่การทำผนังภายใน และภายนอกของอาคาร เนื่องจากผนังไม่ได้ถูกออกแบบสำหรับการรับน้ำหนักของโครงสร้าง โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ แบบที่ 1 จำนวน 3 ขวด มีโมดูลัสยืดหยุ่นสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกรูปแบบอื่น โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ มีค่าประมาณ  $1965.32 \times 10^6$  นิวตันต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าอิฐมวลเบา อิฐบล็อก และอิฐมวลเบา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ มีความแข็งแรงสูงกว่าอิฐมวลเบา อิฐบล็อก และอิฐมวลเบา

จากการทดสอบสมบัติเชิงกลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกควบคุมจะมีกำลังรับแรงอัดสูงที่สุด และโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ แบบที่ 1 จำนวน 3 ขวด จะมีโมดูลัสยืดหยุ่นสูงที่สุด

## 2.8 งานวิจัย เรื่องแผ่นคอนกรีตมวลเบาที่มีส่วนผสมจากวัสดุโฟมอีพีเอสของสฤัญญา ห่อช่วย

จากผลการทดสอบการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำมาผลิตแผ่นคอนกรีตมวลเบาสามารถสรุปได้ดังนี้

2.8.1 อัตราส่วนผสม การกระจายตัวของโฟมที่เหมาะสมต่อการผสมคอนกรีตมวลรวมเบาสำหรับนำมาทำแผ่นคอนกรีตมวลเบาโดยใช้ส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.35 ใช้โฟมอีพีเอส ขนาด 3 มม. และ 5 มม. แทนที่ทรายมีความเหมาะสมต่อการนำมาผสมคอนกรีตโดยโฟมทั้งสองขนาดมีการลอยตัวของโฟมดีที่ปริมาณการแทนที่ทรายที่ร้อยละ 25, 50, 75 แต่พบว่าเมื่อใช้อัตราส่วนผสมของโฟมแทนที่ทรายที่ร้อยละ 100 โฟมจะลอยตัวทั้ง 2 ขนาด จึงพิจารณาเลือกอัตราส่วนผสมของโฟมแทนที่ทรายที่ร้อยละ 75

2.8.2 คุณสมบัติด้านกำลังอัดและหน่วยน้ำหนักที่เหมาะสมของคอนกรีตมวลเบาเพื่อผลิตนำมาผลิตแผ่นคอนกรีตมวลเบา เมื่อพิจารณาจากกำลังอัดและหน่วยน้ำหนักพบว่าคอนกรีตมีอัตราส่วนค่ากำลังอัดลดลงตามปริมาณการผสมโฟมที่เพิ่มขึ้น และค่ากำลังอัดของคอนกรีตตามอัตราส่วนผสมดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มคอนกรีตที่อายุวันเพิ่มขึ้น

2.8.3 พิจารณาจากคุณสมบัติด้านกำลังอัด หน่วยน้ำหนัก สรุปได้ว่าอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับนำมาผลิตแผ่นคอนกรีตมวลเบาขนาด คืออัตราส่วนผสมที่ใช้โฟมขนาด 3 มม. และ 5 มม. แทนที่ทรายที่ร้อยละ 75 มีกำลังอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 128 กก./ตร.ซม. และ 98 กก./ตร.ซม. มีหน่วยน้ำหนักเท่ากับ 1,341 กก./ลบ.ม. และ 1,246 กก./ลบ.ม. ซึ่งมีน้ำหนักเบากว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมโฟมประมาณ 59 เปอร์เซ็นต์ และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีการกระจายตัวของโฟมที่เหมาะสม

2.8.4 นำอัตราส่วนผสมดังกล่าวมาผลิตเป็นแผ่นคอนกรีตมวลเบา ขนาด กว้าง 20 ซม. ยาว 60 ซม.หนา 7.5 ซม. โดยขนาดของแผ่นคอนกรีตที่ผลิต อ้างอิงขนาดของแผ่นคอนกรีตมวลเบาอื่น ๆ

2.8.5 ผลการทดสอบคุณสมบัติด้านกำลังอัดและหน่วยน้ำหนักพบว่าแผ่นคอนกรีตมวลเบาที่ผลิตได้มีค่าการรับแรงอัดเท่ากับ 94 กก./ตร.ม. หน่วยน้ำหนักประมาณ 1,333 กก./ลบ.ม. มีน้ำหนักน้ำหนักประมาณ 12 กก./แผ่น

2.8.6 คุณสมบัติด้านฉนวนกันความร้อน จากการทดสอบหาค่าการนำความร้อน และค่าการต้านทานความร้อน โดยส่งตัวอย่างทดสอบไปที่ห้องปฏิบัติการทดสอบฉนวนกันความร้อน กลุ่มงานวัสดุก่อสร้าง กองวัสดุวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ จากการทดสอบค่าการนำความร้อนของแผ่นคอนกรีตมวลเบาที่ทดสอบ มีขนาดกว้าง 30 ซม. ยาว 30 ซม. หนา 8.2 ซม.พบว่ามีค่าการนำความร้อน เท่ากับ 0.46 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน( $W/mK$ ) และมีค่าต้านทานความร้อนเท่ากับ 0.18 ตารางเมตร-เคลวินต่อวัตต์ ( $m^2K/W$ )

2.8.7 ต้นทุนการผลิตแผ่นคอนกรีตมวลเบา จากการทดสอบการผลิตแผ่นคอนกรีตมวลเบาที่คอนกรีต 1 ลบ.ม.สามารถผลิตแผ่นคอนกรีตมวลเบาได้ 111 แผ่น โดยเฉลี่ยต้นทุนการผลิตแผ่นคอนกรีตมวลเบาอยู่ที่ประมาณ 25 บาทต่อแผ่น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับราคาวัสดุแผ่นคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศอบไอน้ำแรงดันสูงทั่วไปพบว่า ต้นทุนการผลิตมีราคาสูงกว่าราคาการซื้อขายของแผ่นคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ

เพราะฉะนั้นแผ่นคอนกรีตมวลเบาที่ได้จากการทดสอบมีคุณสมบัติการแรงอัดและหน่วยน้ำหนักที่เหมาะสมมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุประเภทคอนกรีตทั่วไป ค่าการต้าน

ความร้อนสูงกว่าแผ่นคอนกรีตทั่วไป 4.5 เท่าซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติการนำความร้อนและการต้านทานความร้อนของวัสดุประเภทคอนกรีตมวลเบาที่มีเกณฑ์คุณสมบัติใกล้เคียงกัน พบว่าวัสดุประเภทคอนกรีตมวลเบาอื่น ๆ มีค่าการกันความร้อนได้ดี ช่วยประหยัดพลังงาน กันความร้อนได้ดีกว่า อิฐมวล 4-8 เท่า ช่วยประหยัดค่า ใช้จ่ายจากขนาดเครื่องปรับอากาศที่เล็กลง และช่วยลดค่าไฟได้กว่า 30 เปอร์เซ็นต์ กันเสียง และดูดซับเสียงได้ดี สามารถช่วยลดทอนความดังของเสียงจากภายนอกอาคาร และภายในระหว่างห้องได้เป็นอย่างดี แต่ต้นทุนการผลิตที่เมื่อเทียบราคากับคอนกรีตมวลเบาอื่นๆตามร้านค้าวัสดุก่อสร้างมีราคาสูงกว่า ในส่วนการนำไปใช้งานในการก่อสร้างสามารถทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็วกว่าอิฐก่อสร้างทั่วไป เพราะแผ่นคอนกรีตมีขนาดพื้นที่ใหญ่กว่า (ที่มา : อิฐมวลเบา คิวคอน Q-CON, 2560)

## บทที่ 3

### วิธีการทดลอง

ในการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องปริมาณโฟม EPS ที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ ผู้จัดทำโครงงานใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ออกแบบการทดลอง และทำการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

#### 3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

##### 3.1.1 วัสดุอุปกรณ์

- 1) เกรียงฉาบปูน
- 2) ขวดพลาสติก PET ปริมาตร 322 มล.
- 3) เครื่องผสมปูน
- 4) ถังผสม
- 5) ทราหยาบ
- 6) น้ำสะอาด
- 7) บล็อกขึ้นรูป
- 8) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
- 9) โฟม EPS แบบเม็ด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มม.

##### 3.1.2 เครื่องมือ

- 1) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล
- 2) เครื่องทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตบล็อก
- 3) แปรงขัดชนิดขนโลหะ
- 4) อ่างน้ำ

## 3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

### 3.2.1 การเตรียมชิ้นรูปคอนกรีตบล็อก

- 1) ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำคอนกรีตบล็อก
- 2) เลือกวัสดุที่จะใช้ ชนิดของปูนซีเมนต์ ขนาดของขวด PET และโฟม EPS
- 3) กำหนดรูปแบบการวางขวดพลาสติก PET ภายในคอนกรีตบล็อก
- 4) กำหนดอัตราส่วนในการผสมปูน โดยใช้ปูนต่อวัสดุผสม เป็น 1 : 2
- 5) กำหนดอัตราส่วนของวัสดุผสม (ทราย : โฟม)

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนของวัสดุผสมในคอนกรีตบล็อก

| สูตรคอนกรีตบล็อก   | อัตราส่วน (ร้อยละ) |     |
|--------------------|--------------------|-----|
|                    | ทราย               | โฟม |
| สูตร 1 (ตัวควบคุม) | 100                | 0   |
| สูตร 2             | 75                 | 25  |
| สูตร 3             | 50                 | 50  |
| สูตร 4             | 25                 | 75  |
| สูตร 5             | 0                  | 100 |

- 6) กำหนดระยะทิ้งตัวของคอนกรีตบล็อกเป็น 14 วัน และ 28 วัน
- 7) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้

### 3.2.2 การดำเนินการขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก

- 1) เตรียมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ ทราย และโฟมแยกลงแต่ละถังผสม
- 2) ผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ ทราย และโฟมให้เข้ากัน โดยใช้ทรายและโฟมในอัตราส่วนที่กำหนดไว้ของแต่ละสูตร
- 3) เทปูนซีเมนต์ผสมลงในบล็อกขึ้นรูปคอนกรีตและจัดวางขวดพลาสติก PET โดยมีรูปแบบอิงจากงานวิจัย เรื่อง สมบัติของคอนกรีตบล็อกที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานอาคาร ของภัทรภณ บุรณากาญจน์

4) ทิ้งไว้ให้แข็งตัว 24 ชั่วโมง ก่อนจะแกะออกจากพิมพ์และแบ่งเป็น 2 ชุด บ่มคอนกรีตไว้เป็นเวลา 14 วัน และ 28 วัน ใน 3 วันแรกให้ทำการบ่มคอนกรีตบล็อก โดยรดน้ำทุกเช้าและเย็น เพื่อลดความเร็วในการคายตัวของปูนและเป็นการเพิ่มความคงทนของคอนกรีตบล็อก (SCG, 2563)

### 3.2.3 การทดสอบคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐาน มอก. 58-2533

#### 3.2.3.1 ทดสอบหน่วยน้ำหนัก

- 1) นำคอนกรีตบล็อกมาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งดิจิตอล แล้วบันทึกค่าหน่วยน้ำหนัก สูตรละ 3 ก้อน
- 2) หาค่าเฉลี่ยจากน้ำหนักของทั้ง 3 ก้อน และทำซ้ำกับคอนกรีตบล็อกสูตรที่ 2 - 5

#### 3.2.3.2 ทดสอบกำลังรับแรงอัด

- 1) นำคอนกรีตบล็อกเข้าเครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัดคอนกรีตแบบหน้าปัด โดยบันทึกค่าสูงสุดเมื่อคอนกรีตบล็อกแตก มีรอยร้าว ทำการทดลองสูตรละ 3 ก้อน
- 2) หาค่าเฉลี่ยจากผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกทั้ง 3 ก้อน และทำซ้ำกับคอนกรีตบล็อกสูตร 2 - 5

#### 3.2.3.3 ทดสอบการดูดซับน้ำ

- 1) ชั่งน้ำหนักของคอนกรีตบล็อกก่อนแช่น้ำ ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล
- 2) นำคอนกรีตบล็อกไปแช่น้ำ โดยให้น้ำสูงท่วมตัวบล็อก ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง
- 3) นำคอนกรีตบล็อกออกจากน้ำ มาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลอีกครั้ง และหาผลต่างของน้ำหนัาก่อนและหลังแช่น้ำ

#### 3.2.3.4 ทดสอบการทนสีกร่อน

- 1) นำคอนกรีตบล็อกไปแช่น้ำ แล้วใช้แปรงขนโลหะขัดซ้ำแนวเดิม 100 ครั้ง
- 2) สังเกตลักษณะพื้นผิวของคอนกรีตบล็อกหลังถูกขัด

- 3.2.4 เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.2.5 คำนวณต้นทุนการผลิตคอนกรีตบล็อกแต่ละสูตร
- 3.2.6 อภิปราย และสรุปผลการดำเนินโครงการ

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

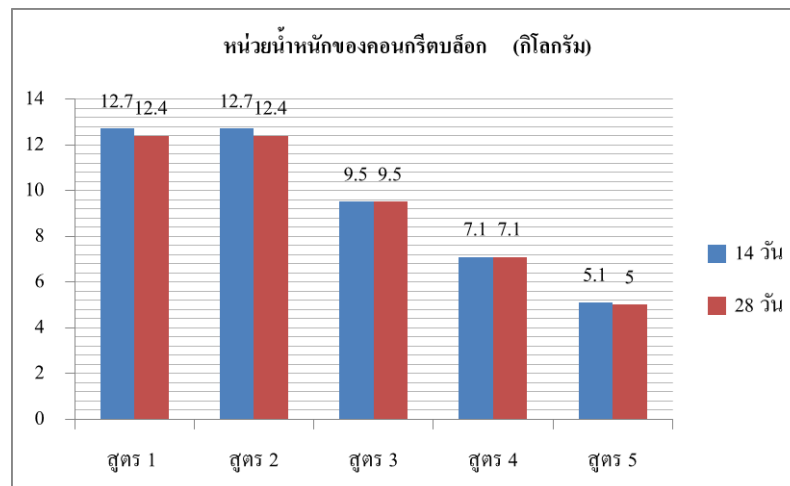
การศึกษาเกี่ยวกับสมบัติเชิงกายภาพและสมบัติเชิงกล โดยพิจารณาจากร้อยละการเพิ่มขึ้นของโฟมแทนที่ทรายในวัสดุผสม สำหรับการสร้างคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ มีผลการทดสอบดังต่อไปนี้

#### 4.1 การทดสอบหน่วยน้ำหนัก

เมื่อนำคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบและมีส่วนผสมของโฟม EPS แทนที่ทรายทั้ง 5 อัตราส่วน ไปทดสอบหน่วยน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล และนำมาหาค่าเฉลี่ย ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1 พบว่าหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณเม็ดโฟมที่เพิ่มขึ้น โดยคอนกรีตบล็อกที่ใช้โฟมแทนที่ทรายร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 มีหน่วยน้ำหนักคิดเป็นร้อยละ 100, 75, 56 และ 40 ของอัตราส่วนผสมที่ไม่มีโฟมตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักกับปริมาณโฟม ดังภาพที่ 4.1 พบว่ามีความสัมพันธ์แบบแปรผกผัน

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตบล็อก (เฉลี่ย 3 ชุดการทดสอบ)

| สูตร                 | ปริมาณโฟม<br>(ร้อยละ) | อัตราส่วนผสม<br>(ปูน : ทราย : โฟม) | หน่วยน้ำหนัก (กก.) |        |
|----------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------|--------|
|                      |                       |                                    | 14 วัน             | 28 วัน |
| สูตร1<br>(ตัวควบคุม) | 0                     | 2 : 4 : 0                          | 12.7               | 12.4   |
| สูตร 2               | 25                    | 2 : 3 : 1                          | 12.7               | 12.4   |
| สูตร 3               | 50                    | 2 : 2 : 2                          | 9.5                | 9.5    |
| สูตร 4               | 75                    | 2 : 1 : 3                          | 7.1                | 7.1    |
| สูตร 5               | 100                   | 2 : 0 : 4                          | 5.1                | 5.0    |



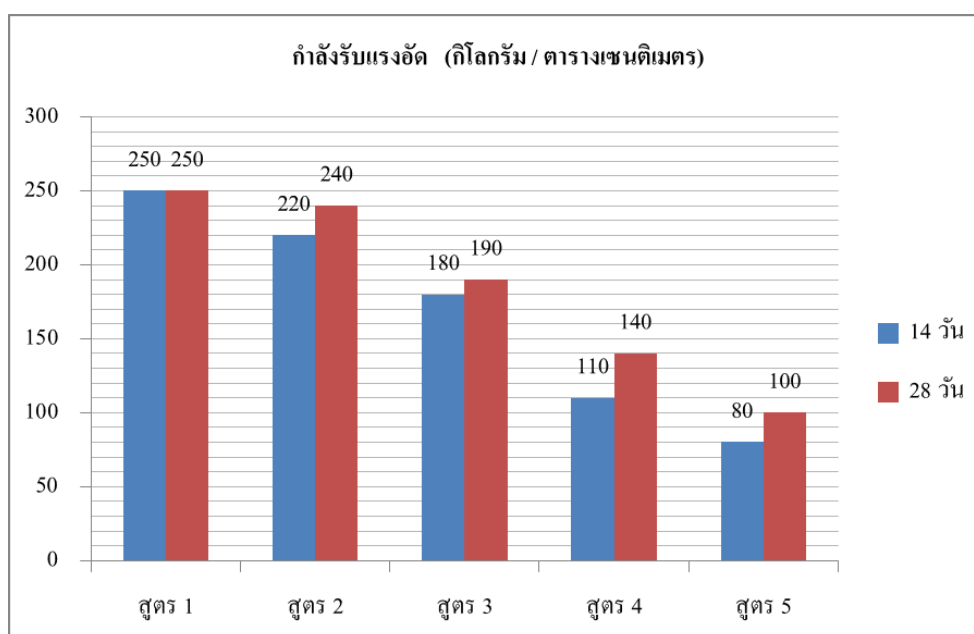
ภาพที่ 4.1 กราฟผลการทดสอบหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตบล็อก (เฉลี่ย 3 ชุดการทดสอบ)

## 4.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัด

เมื่อนำคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักมาทดสอบกำลังรับแรงอัดด้วยเครื่องทดสอบแรงอัด คอนกรีตแบบหน้าปัด ได้ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกแสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมโพลีมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุของคอนกรีตบล็อก เช่นเดียวกับคอนกรีตที่ไม่ผสมโพลี เมื่อพิจารณากำลังอัดของคอนกรีตบล็อกที่ระยะทั้งตัว 28 วัน พบว่ามีค่ากำลังอัดลดลงตามปริมาณโพลีที่เพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 4.2 และเมื่อเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกตามปริมาณโพลีที่มาแทนที่ทราย พบว่าคอนกรีตบล็อกที่มีปริมาณโพลีมาก มีกำลังรับแรงอัดที่น้อยเมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อกที่ไม่มีโพลี และจะลดลงตามปริมาณโพลีที่เพิ่มขึ้นแบบแปรผันตรง แต่เนื่องจากมาตรฐานกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักต้องไม่น้อยกว่า 20 กก./ตร.ซม. คอนกรีตบล็อกในการทดลองนี้จึงผ่านมาตรฐาน มอก. 58-2533 ทุกสูตร

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อก (เฉลี่ย 3 ชุดการทดสอบ)

| สูตร                 | ปริมาณโฟม<br>(ร้อยละ) | อัตราส่วนผสม<br>(ปูน : ทราย : โฟม) | กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.) |        |
|----------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------|--------|
|                      |                       |                                    | 14 วัน                      | 28 วัน |
| สูตร1<br>(ตัวควบคุม) | 0                     | 2 : 4 : 0                          | 250                         | 250    |
| สูตร 2               | 25                    | 2 : 3 : 1                          | 220                         | 240    |
| สูตร 3               | 50                    | 2 : 2 : 2                          | 180                         | 190    |
| สูตร 4               | 75                    | 2 : 1 : 3                          | 110                         | 140    |
| สูตร 5               | 100                   | 2 : 0 : 4                          | 80                          | 100    |



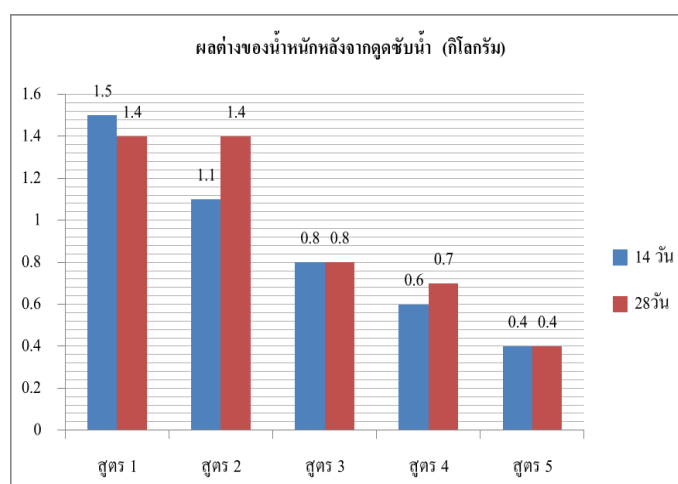
ภาพที่ 4.2 กราฟผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อก (เฉลี่ย 3 ชุดการทดสอบ)

### 4.3 การทดสอบการดูดซับน้ำ

เมื่อนำคอนกรีตบล็อกทั้ง 5 อัตราส่วนมาทำการทดสอบการดูดซับน้ำโดย วางคอนกรีตไว้ในน้ำ 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งเพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังแช่น้ำ ได้ผลดังตารางที่ 4.3 พบว่า ผลต่างของน้ำหนักคอนกรีตบล็อก ก่อนและหลังการดูดซึมน้ำของทั้งอายุ 14 วัน และ 28 วัน ต่างมีค่าลดลงตามปริมาณโพลีที่เพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 4.3 นอกจากนั้น ในระหว่างการทดสอบยังพบว่า คอนกรีตบล็อกสูตรที่ 4 และ 5 มีความสามารถในการลอยน้ำ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการดูดซับน้ำของคอนกรีตบล็อก (เฉลี่ย 3 ชุดการทดสอบ)

| สูตร                  | ปริมาณโพลี<br>(ร้อยละ) | อัตราส่วนผสม<br>(ปูน : ทราย : โพลี) | การดูดซับน้ำ |      |        |        |      |        |
|-----------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------|------|--------|--------|------|--------|
|                       |                        |                                     | 14 วัน       |      |        | 28 วัน |      |        |
|                       |                        |                                     | ก่อน         | หลัง | ผลต่าง | ก่อน   | หลัง | ผลต่าง |
| สูตร 1<br>(ตัวควบคุม) | 0                      | 2 : 4 : 0                           | 12.7         | 14.2 | +1.5   | 12.4   | 13.8 | +1.4   |
| สูตร 2                | 25                     | 2 : 3 : 1                           | 12.7         | 13.8 | +1.1   | 12.4   | 13.8 | +1.4   |
| สูตร 3                | 50                     | 2 : 2 : 2                           | 9.5          | 10.3 | +0.8   | 9.5    | 10.3 | +0.8   |
| สูตร 4                | 75                     | 2 : 1 : 3                           | 7.1          | 7.7  | +0.6   | 7.1    | 7.8  | +0.7   |
| สูตร 5                | 100                    | 2 : 0 : 4                           | 5.1          | 5.5  | +0.4   | 5.0    | 5.4  | +0.4   |



ภาพที่ 4.3 กราฟผลการทดสอบการดูดซับน้ำของคอนกรีตบล็อก (เฉลี่ย 3 ชุดการทดสอบ)

#### 4.4 การทดสอบการทนสีกร่อน

ผลการทดสอบการทนสีกร่อนของคอนกรีตบล็อก โดยนำคอนกรีตบล็อกไปแช่น้ำ จากนั้นทำการขัดด้วยแปรงขนโลหะ 100 ครั้ง ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.4 พบว่าลักษณะพื้นผิวของคอนกรีตบล็อกสูตรที่ 1 และ 2 บริเวณที่ถูกขัดด้วยแปรงขนโลหะ แทบไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง พบเพียงรอยจากขนแปรงเล็กน้อย ในขณะที่ บนพื้นผิวของคอนกรีตบล็อกสูตรที่ 3, 4 และ 5 บริเวณที่มีเม็ดโพลียูรีเทนอยู่ใกล้ผิว พบว่าเนื้อของเม็ดโพลียูรีเทนมีการสีกร่อนออกไปเล็กน้อย

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการทนสีกร่อนของคอนกรีตบล็อก (เฉลี่ย 3 ชุดการทดสอบ)

| สูตร                  | ปริมาณโพลียูรีเทน (ร้อยละ) | อัตราส่วนผสม (ปูน : หิน : โพลียูรีเทน) | ลักษณะของคอนกรีตบล็อกหลังจากขัดด้วยแปรงขนโลหะ 100 ครั้ง                               |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| สูตร 1<br>(ตัวควบคุม) | 0                          | 2 : 4 : 0                              |  |
| สูตร 2                | 25                         | 2 : 3 : 1                              |  |
| สูตร 3                | 50                         | 2 : 2 : 2                              |  |
| สูตร 4                | 75                         | 2 : 1 : 3                              |  |

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ผลการทดสอบการทนสีกร่อนของคอนกรีตบล็อก (เฉลี่ย 3 ชุดการทดสอบ)

|        |     |           |                                                                                     |
|--------|-----|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| สูตร 5 | 100 | 2 : 0 : 4 |  |
|--------|-----|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4.5 ต้นทุนการผลิต

พิจารณาต้นทุนการผลิตของคอนกรีตบล็อกแต่ละสูตร โดยคำนวณจากการคิดราคาปูนและทรายเป็น บาท/กิโลกรัม เพื่อนำมาคูณกับปริมาณปูนและทรายที่ใช้ไปในแต่ละสูตร ได้เป็นราคาต้นทุนต่อคอนกรีตบล็อก 1 ก้อน ได้ผลดังตารางที่ 4.5 พบว่าต้นทุนการผลิตของคอนกรีตบล็อกแต่ละสูตรนั้นมีค่าแตกต่างกัน โดยมีราคาลดลงตามอัตราส่วนของโฟมแทนที่ทรายในวัสดุผสมที่เพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนการผลิตต่อก้อน ของคอนกรีตบล็อกแต่ละสูตร

| สูตร                  | ปริมาณโฟม<br>(ร้อยละ) | อัตราส่วนผสม<br>(ปูน : ทราย : โฟม) | ราคา<br>(บาท/ก้อน) |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------|
| สูตร 1<br>(ตัวควบคุม) | 0                     | 2 : 4 : 0                          | 20.69              |
| สูตร 2                | 25                    | 2 : 3 : 1                          | 18.46              |
| สูตร 3                | 50                    | 2 : 2 : 2                          | 16.22              |
| สูตร 4                | 75                    | 2 : 1 : 3                          | 13.99              |
| สูตร 5                | 100                   | 2 : 0 : 4                          | 11.76              |

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองทำคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบและมีส่วนผสมของโฟม EPS โดยจัดเรียงขวดพลาสติก PET ในคอนกรีตบล็อก และใช้โฟม EPS แทนที่ทรายในคอนกรีตที่ปริมาณต่าง ๆ ตั้งแต่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 โดยปริมาตรของทราย จากนั้นนำมาดำเนินการทดสอบหน่วยน้ำหนัก กำลังรับแรงอัด การดูดซับน้ำ การทนสึกกร่อน เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 58-2533 และคำนวณต้นทุน ได้ข้อสรุปดังนี้

#### 5.1 สรุปผล

จากผลการทดสอบคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ โดยใช้โฟม EPS แทนที่ทรายในคอนกรีตที่ปริมาณต่าง ๆ พบว่า คอนกรีตบล็อกทุกอัตราส่วนมีคุณสมบัติตามมาตรฐานมอก. 58-2533 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน และเมื่อนำผลการทดสอบคอนกรีตบล็อกของแต่ละอัตราส่วนมาเปรียบเทียบกัน จะได้ว่าอัตราส่วนที่ 5 ที่มีปริมาณโฟมแทนที่ทรายร้อยละ 100 เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด เนื่องจากมีหน่วยน้ำหนักที่เบาว่าเมื่อเทียบกับสูตรอื่น ๆ มีกำลังรับแรงอัดผ่านมาตรฐานมอก. มีการดูดซับน้ำน้อยที่สุด มีการทนสึกกร่อนที่เหมาะสมต่อการใช้งานอุตสาหกรรม และมีต้นทุนการผลิตที่ถูกกว่าเดิม รวมถึงมีการใช้โฟมมากที่สุด ซึ่งถือว่าสามารถลดปริมาณขยะขวดพลาสติกและโฟมได้มากที่สุด

#### 5.3 อภิปรายผล

5.3.1 การทดสอบหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวด PET เป็นส่วนประกอบ โดยใช้โฟม EPS มาแทนที่ทรายทั้ง 5 สูตร พบว่าหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณเม็ดโฟมที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากโฟม EPS มีน้ำหนักเบา ตามคุณสมบัติของโฟมที่มีปริมาณอากาศเข้ามาแทนที่เนื้อโฟมจากการขยายตัวของเม็ดโฟมในขั้นตอนการผลิต เมื่อนำโฟมมาแทนที่ทรายทำให้ภายในคอนกรีตบล็อกมีช่องว่างอากาศมากขึ้น การที่คอนกรีตมีช่องว่างหรือปริมาณอากาศมากขึ้น ทำให้เนื้อแท้ของคอนกรีตลดลง ซึ่งส่งผลให้หน่วยน้ำหนักลดลง (CPAC, 2561) และเมื่อเปรียบเทียบคอนกรีตบล็อกแต่ละสูตรที่มีปริมาณโฟมแตกต่างกันแต่ขนาดและปริมาตร

เหมือนกัน สูตรที่มีปริมาณโฟมมากกว่า น้ำหนักจะน้อยกว่า ทำให้สูตรที่ 5 ที่มีการนำโฟมมาแทนที่ทรายร้อยละ 100 มีน้ำหนักเบาที่สุด

5.3.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวด PET เป็นส่วนประกอบ โดยใช้โฟม EPS มาแทนที่ทรายทั้ง 5 สูตร พบว่ากำลังอัดของคอนกรีตบล็อกมีค่าเพิ่มขึ้นแปรผันตามอายุการบ่มของคอนกรีตบล็อกที่มากขึ้น เนื่องจากการบ่มเป็นวิธีที่ช่วยให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้การพัฒนา กำลังของคอนกรีตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังช่วยลดการแตกร้าวของเนื้อคอนกรีต (SCG, 2563) ทำให้คอนกรีตบล็อกที่มีการบ่มและมีระยะทิ้งตัวมาก มีกำลังรับแรงอัดที่มาก แต่กำลังรับแรงอัดแปรผกผันกับปริมาณโฟมที่ใช้แทนที่ทราย เนื่องจากกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกนั้นมีปัจจัยจากปริมาตรช่องว่างทั้งหมดในเนื้อคอนกรีตมาเกี่ยวข้อง โดยยิ่งภายในเนื้อคอนกรีตมีช่องว่างหรือความพรุนมาก ไม่ว่าจะเป็นช่องว่างอากาศ และโพรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในเนื้อคอนกรีต ยิ่งส่งผลให้คอนกรีตมีกำลังรับแรงอัดที่ลดลงไปด้วย ในที่นี้ เมื่อมีการเพิ่มเม็ดโฟมเข้าไปในวัสดุผสมของคอนกรีต เม็ดโฟมมีช่องว่างของอากาศมาก จึงเป็นการเพิ่มปริมาตรช่องว่างในเนื้อคอนกรีตด้วย ทำให้คอนกรีตบล็อกที่มีปริมาณโฟมมาก มีกำลังรับแรงอัดที่น้อย เมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อกที่ไม่มีโฟม ทั้งนี้ตามมาตรฐาน กำลังอัดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักต้องไม่น้อยกว่า 20 กก./ตร.ซม. คอนกรีตบล็อกในการทดลองนี้จึงผ่านมาตรฐาน มอก.ทุกสูตร

5.3.3 การทดสอบการดูดซับน้ำของคอนกรีตบล็อก โดยหาการดูดซึมน้ำในระยะเวลา 24 ชั่วโมง นำคอนกรีตบล็อกมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาผลต่างของน้ำหนักก่อนและหลังแช่น้ำ พบว่าผลต่างของน้ำหนักคอนกรีตบล็อก ก่อนและหลังการดูดซึมน้ำของทั้งอายุ 14 วัน และ 28 วัน ต่างมีค่าลดลง ตามปริมาณโฟมที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากโฟมไม่มีสมบัติในการดูดซับน้ำ ทำให้ในคอนกรีตบล็อกที่มีปริมาณโฟมมาก มีค่าการดูดซับน้ำที่น้อยลง ค่าการดูดซับน้ำและปริมาณของโฟมในคอนกรีตบล็อกจึงมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกัน นอกจากนั้น ในระหว่างการทดสอบยังพบว่า คอนกรีตบล็อกสูตรที่ 4 ที่มีปริมาณโฟมร้อยละ 75 และสูตรที่ 5 ที่มีปริมาณโฟมร้อยละ 100 มีความสามารถในการลอยน้ำเนื่องจากเม็ดโฟม EPS มีการบรรจุอากาศเพิ่มขึ้นภายในคอนกรีตบล็อก ส่งผลให้มีน้ำหนักเบา ปริมาตรมาก ความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่นของน้ำ

5.3.4 การทดสอบการทนสีกร่อนของคอนกรีตบล็อก โดยนำคอนกรีตบล็อกไปแช่น้ำ จากนั้นทำการขัดด้วยแปรงขนโลหะ 100 ครั้ง พบว่าลักษณะพื้นผิวของคอนกรีตบล็อกสูตรที่ 1 และ 2

บริเวณที่ถูกขัดด้วยแปรงขนโลหะแทบไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง พบเพียงรอยจากขนแปรงเล็กน้อย ในขณะที่ บนพื้นผิวของคอนกรีตบล็อกสูตรที่ 3, 4 และ 5 บริเวณที่มีเม็ดโฟมอยู่ใกล้ผิว พบว่าเนื้อของเม็ดโฟมบริเวณนั้นมีการสึกกร่อนออกไปเล็กน้อย เนื่องจากปูนซีเมนต์ผสมเม็ดโฟมเมื่อรวมกับน้ำจะเป็นสารเนื้อผสม ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันเหมือนปูนซีเมนต์ผสมทราย ทำให้เม็ดโฟมยึดเกาะกับเนื้อคอนกรีตได้ไม่มีประสิทธิภาพ เมื่อคอนกรีตบล็อกถูกขัดถู จึงสึกกร่อนได้ง่าย และมากกว่าคอนกรีตบล็อกที่มีปริมาณโฟมน้อยกว่า

5.3.5 ต้นทุนการผลิตของคอนกรีตบล็อกแต่ละสูตร คำนวณจากการคิดราคาปูนและทรายเป็น บาท/กิโลกรัม เพื่อนำมาคูณกับปริมาณปูนและทรายที่ใช้ไปในแต่ละสูตร ได้เป็นราคาต้นทุนต่อคอนกรีตบล็อก 1 ก้อน ต้นทุนการผลิตของคอนกรีตบล็อกแต่ละสูตรนั้นจึงมีค่าแตกต่างกัน โดยมีราคาลดลงตามอัตราส่วนของโฟมแทนที่ทรายในวัสดุผสมที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องด้วยการใช้โฟม EPS เหลือใช้ที่ไม่มีต้นทุนเข้ามาแทนที่การใช้ทราย ทำให้ต้นทุนจากทรายลดลงและส่งผลให้มีราคาต้นทุนการผลิตต่อก้อนที่ลดลงไปด้วย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ใช้ลวดขึงขวดพลาสติก PET ที่จัดเรียงภายในคอนกรีตบล็อกให้อยู่กับที่ เนื่องจากขวดพลาสติก PET สามารถเคลื่อนได้ อาจส่งผลต่อคุณภาพของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีขวดพลาสติก PET และโฟม EPS

## เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงอุตสาหกรรม. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2531). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก. 58 – 2530*. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 105.
- ธนาดี ลีจากภัย. (2547). *ขวด PET : การผลิตและการใช้งาน*. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : [https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/admin/upload/216\\_31-34.pdf](https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/admin/upload/216_31-34.pdf). [14 สิงหาคม 2020].
- บริษัท ควอลิตี้คอนสตรัคชั่นโปรดักส์ จำกัด (มหาชน). (2561). *อิฐมวลเบาคิวคอน*. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <https://qcon.co.th/th/products/qcon-block> . [9 กันยายน 2020].
- ภัทรภณ บุรณากาญจน์. (2560). *สมบัติของคอนกรีตบล็อกที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ สำหรับการประยุกต์ใช้ในงานอาคาร*. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุกัญญา หอช่วย. (2559). *ศักยภาพของแผ่นคอนกรีตมวลเบาที่มีส่วนผสม จากวัสดุโฟมอีพีเอส*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และการจัดการเชิงธุรกิจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Sampao International Co., Ltd. *EXPANDED POLYSTYRENE FOAM (EPS FOAM)*. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <https://www.sampaintl.com/products-eps-foam.phpb>. [11 กันยายน 2020].

## ภาคผนวก

### ภาคผนวกที่ 1 : ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติ

- 1.1 ตารางแสดงสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการนำความร้อนของ  
คอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ เปรียบเทียบกับอิฐมวล  
คอนกรีตบล็อก คอนกรีตมวลเบาที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

| ชนิดของ<br>คอนกรีต<br>บล็อก       | ความ<br>หนาแน่น<br>แห้ง<br>(กิโลกรัมต่อ<br>ลูกบาศก์<br>เมตร) | การดูดซึมน้ำ<br>ที่ 30 นาที<br>(เปอร์เซ็นต์) | การดูดซึมน้ำที่ 24<br>ชั่วโมง<br>(เปอร์เซ็นต์) | กำลังรับ<br>แรงอัด<br>(นิวตันต่อ<br>ตาราง<br>มิลลิเมตร) | โมดูลัส<br>ยืดหยุ่น<br>(นิวตันต่อ<br>ตารางเมตร) | ค่าการนำ<br>ความร้อน<br>(W/m.k) | น้ำหนัก<br>ต่อก้อน<br>(กิโลกรัม) |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| คอนกรีต<br>บล็อก<br>ควบคุม        | 1746.03                                                      | 10.00                                        | 12.96                                          | 5.317                                                   | 584.98                                          | 0.372                           | 8.03                             |
| PET แบบที่1<br>3 ขวด              | 1265.87                                                      | 13.48                                        | 15.18                                          | 2.540                                                   | 1081.5                                          | 0.298                           | 5.82                             |
| PET แบบที่1<br>3 ขวด<br>เรียงสลับ | 1285.71                                                      | 14.81                                        | 17.59                                          | 2.913                                                   | 629.84                                          | 0.279                           | 5.92                             |

|                      |           |       |       |           |        |                 |      |
|----------------------|-----------|-------|-------|-----------|--------|-----------------|------|
| PET แบบที่1<br>5 ขวด | 1027.78   | 17.00 | 21.24 | 2.507     | 362.72 | 0.420           | 4.68 |
| PET แบบที่2<br>3 ขวด | 1214.29   | 20.91 | 24.18 | 2.887     | 677.44 | 0.456           | 5.70 |
| อิฐมอญ               | 1615-1650 | 30.00 | 40.00 | 3.432     | 394.25 | 0.473           | 0.38 |
| อิฐบล็อก             | 1500-1800 | 25.00 | 29.00 | 1.47-2.45 | 428.56 | 0.327           | 6.00 |
| อิฐมวลเบา            | 500-700   | 35.00 | 38.00 | 2.94-4.41 | 1716.2 | 0.124-<br>0.178 | 5.44 |

1.2 ตารางแสดงราคาของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ  
เปรียบเทียบกับอิฐมอญ คอนกรีตบล็อก คอนกรีตมวลเบาที่มีจำหน่ายใน  
ท้องตลาด

| ชนิดของคอนกรีตบล็อก             | ราคาต่อก้อน (บาท) | จำนวนอิฐที่ใช้ต่อ<br>ตารางเมตร (ก้อน) | ราคาอิฐที่ใช้ต่อ<br>ตารางเมตร (บาท) |
|---------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| คอนกรีตบล็อกควบคุม              | 11.47             | 8.33                                  | 95.55                               |
| PET แบบที่ 1 5 ขวด              | 8.31              | 8.33                                  | 69.22                               |
| PET แบบที่ 1 3 ขวด<br>เรียงสลับ | 8.45              | 8.33                                  | 70.38                               |
| PET แบบที่ 1 5 ขวด              | 6.69              | 8.33                                  | 55.73                               |
| PET แบบที่ 2 3 ขวด              | 8.14              | 8.33                                  | 67.81                               |

|           |       |       |        |
|-----------|-------|-------|--------|
| อิฐมอญ    | 3.00  | 45.00 | 135.00 |
| อิฐบดล็อก | 12.00 | 40.00 | 480.00 |
| อิฐมวลเบา | 22.00 | 8.33  | 184.00 |

## ภาคผนวกที่ 2 : กระบวนการการสร้างคอนกรีตบล็อก

### 2.1 ขั้นตอนการขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก



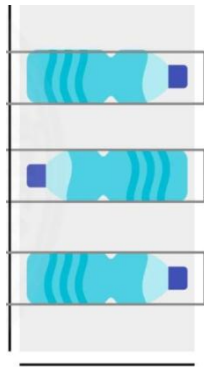
ภาพ 2.1.1 เตรียมปูนและวัสดุผสม



ภาพ 2.1.2 ผสมปูนและวัสดุผสมลงในเครื่องผสมปูน



ภาพ 2.1.3 ตักปุ๋ยที่ผสมวัสดุลงในแต่ละถังให้มีปริมาตรเท่ากัน



ภาพ 2.1.4 รูปแบบการจัดวางขวดพลาสติก PET เรียงแบบสลับขวดตั้งรูปจำนวน 3 ขวด



ภาพ 2.1.5 เทส่วนผสมคอนกรีตลงในบล็อกขึ้นรูปที่มีการจัดวางขวดพลาสติก PET



## 2.3 ขั้นตอนการทดสอบกำลังแรงอัด



ภาพ 2.3.1 คอนกรีตบล็อกแต่ละสูตรที่ใช้ทำการทดสอบกำลังรับแรงอัด



ภาพ 2.3.2 การใช้เครื่องทดสอบแรงอัดแบบหน้าปัด



ภาพ 2.3.3 คอนกรีตบล็อกเมื่อเริ่มมีรอยแตกร้าว

## 2.4 ขั้นตอนการทดสอบการดูดซับน้ำ



ภาพ 2.4.1 แช่คอนกรีตบล็อกในน้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง



ภาพ 2.4.2 นำคอนกรีตบล็อกมาชั่งหน่วยน้ำหนักหลังแช่น้ำ



ภาพ 2.4.3 การชั่งน้ำหนักคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล

## 2.5 ขั้นตอนการทดสอบการทนการสึกกร่อน



ภาพ 2.5.1 การตัดคอนกรีตบล็อกด้วยแปรงขนโลหะ



ภาพ 2.5.2 คอนกรีตบล็อกหลังการชำรุด โดยด้านที่สีเข้มกว่า คือ ด้านที่ทำการชำรุด