บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษากำลังดัดของรั้วคอนกรีตผสมน้ำยางพารา ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

2.1 แนวความคิดการวิจัยรั้วคอนกรีต
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการผสมคอนกรีต
2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการบ่มคอนกรีต
2.4 การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต
2.5 การทดสอบแรงอัด
2.6 การทดสอบแรงดัด
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดการวิจัยรั้วคอนกรีต

คานรั้วคอนกรีตอัดแรง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาใช้ประโยชน์เหมาะสำหรับงานล้อมรั้วเพื่อป้องกันหรือกั้นเป็นแนวเขตของที่ดิน คานรั้วคอนกรีตอัดแรง เป็นที่นิยมแพร่หลายในประเทศไทย โดยมีคุณสมบัติเด่นคือ มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก คงทน สวยงาม มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน คุ้มค่ากับการนำไปใช้งาน มีพื้นที่ขนาดคานรั้ว 13x6x250เซนติเมตร ขนาดที่ทำตามมาตรฐานทุกท่อนผลิตด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 (PORT LAND CEMENT TYPE 1) ใช้วัสดุมวลรวมหิน ,ทรายและน้ำยางพาราข้นคัดคุณภาพเพื่อต้องการให้ส่วนผสมต่างๆ จับตัวได้ดีและมีค่ากำลังอัดที่สูงใช้น้ำยาผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่กำหนดต่อวัสดุมวลรวมที่ใช้ในการทำเพื่อต้องการให้คอนกรีตได้ค่ากำลังอัดสูงในช่วงเวลาที่กำหนดนำน้ำยางพาราข้นผสมกับคอนกรีตแล้วนำมาหล่อแบบโดยสัดส่วนของน้ำยางพารา1 ต่อคอนกรีต (P/C) ที่ศึกษาได้แก่ 0, 0.005, 0.01, 0.015 และ 0.02 ตามลำดับ ส่วนผสมของคอนกรีตที่ใช้คือ ซีเมนต์:ทราย:หินโดยน้ำหนัก วิธีการผสมน้ำยางกับคอนกรีต เมื่อผสม คอนกรีตตามสูตร แล้วนำมาทดสอบค่าการยุบตัว (slump test) จากนั้นหล่อเข้าแบบมาตรฐาน (รูปคานขนาด 13 x 6 x 250 cm) แล้วทำการบ่มชื้นเป็นเวลา 7, 14 และ 28วัน ตามลำดับ แล้วทดสอบค่ากำลังดัดและกำลังอัด (กรมชลประทาน, 2553 : หน้า 16-22)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการผสมคอนกรีต

นพวรรณ แท่นเหล็ก (2558) ศึกษาแล้วพบว่าส่วนผสมหลักในการทำปูนซีเมนต์มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

2.2.1 ทราย

เป็นตัวอย่างหนึ่งของวัสดุจำพวก **สสารแบบเม็ด** (granular matter) ตามธรรมชาติแล้ว ทรายเกิดจากหินที่ถูกย่อยเป็นเม็ดละเอียด ซึ่งหมายถึงทรายทั่ว ๆ ไปที่เราพบเห็นตามชายหาด แต่อีกความหมายหนึ่งในแง่วิทยาศาสตร์ (โดยเฉพาะทางธรณีวิทยา) แล้ว หมายถึงชื่อขนาดของอนุภาคขนาดเม็ด **"ทราย"** ที่มีขนาดอนุภาคหรือเม็ดตะกอนระหว่าง 0.0625 ถึง 2 มิลลิเมตร อนุภาคหนึ่ง ๆ ของทรายนั้น เรียกว่า "เม็ดทราย" ขนาดของอนุภาคที่เล็กถัดลงไป เรียกว่า ทรายแป้ง (slit) เป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.0625 มิลลิเมตร จนถึง 0.004 มิลลิเมตร ส่วนขนาดของอนุภาคที่ใหญ่กว่าขนาดอนุภาคของทราย เรียกว่า กรวด (gravel) อนุภาคมีขนาดใหญ่กว่า 2 ถึง 64 มิลลิเมตร (โนวาบิซ, 2561)

ชนิดของทราย

ทรายเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยการแปรรูปหรือการกะเทาะแบ่งส่วนมาจากหินและกรวด ทรายที่ขุดได้บนพื้นดินเรียกว่า ทรายบก ที่เกิดจากลำธารแม่น้ำ เรียกว่า ทรายแม่น้ำ ที่เกิดจากทะเล เรียกว่า ทรายน้ำเค็ม ทรายที่นิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตในงานก่อสร้างมี 2 ชนิดคือ ทรายบก และทรายแม่น้ำ

1. ทรายบก เกิดจากหินทรายที่แตกแยกชำรุดออกมา เป็นเม็ดทรายละเอียดตามสภาพภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม และจะจมอยู่ในพื้นดินเป็นแห่งๆ ทรายชนิดนี้จะมีดิน ซากพืชและซากสัตว์ปะปนอยู่ด้วย ในการใช้งานจึงต้องนำทรายมาล้างแยกดินซากพืชและซากสัตว์ออกให้สะอาดการผลิตทรายบกแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

- ผลิตโดยการเปิดหน้าดินด้วยรถตักดินจนถึงระดับน้ำใต้ดินจนมีสภาพเป็นแอ่งน้ำขนาดใหญ่แล้วจึงนำเรือมาดูด หรือใช้รถตักทรายขึ้นมาผ่านตะแกรงเพื่อแยกกรวดออก
- ผลิตโดยการใช้เครื่องจักรในการผลิตทราย โดยอาศัยการเปิดหน้าดินเหมือนวิธีแรก หลังจากนั้นจะผ่านขั้นตอนและเครื่องจักรต่างๆ

2. ทรายแม่น้ำ ทรายชนิดนี้มีอยู่ทั่วไปในที่ราบลุ่มของแม่น้ำเกิดจากกระแสน้ำได้พัดพาทรายจากที่ต่างๆ มาตกตะกอนรวมกันในแหล่งที่ราบลุ่ม เป็นทรายที่นิยมนำไปใช้ในการก่อสร้าง เพราะเป็นทรายที่สะอาด เม็ดมีเหลี่ยมมีมุมขนาดต่างๆกันเมื่อผ่านตะแกรงร่อนแล้วนำไปใช้ในการก่อสร้าง เช่น งานโครงสร้าง งานปูนฉาบ ปูนก่อ ส่วนทรายแม่น้ำที่มีส่วนผสมของสารอินทรีย์มาก มีสีดำปนสีน้ำตาลเข้มใช้ในการก่อสร้างไม่ได้แต่นิยมนำมาใช้โรยบนหน้าดินก่อนทำสนามหญ้าและใช้ถมที่ดินเพราะมีราคาถูกเรียกว่า ทรายขี้เป็ด

ขนาดของทราย

ทรายในอุตสาหกรรมการก่อสร้างคือวัตถุผสมละเอียดที่มีขนาดผ่านตะแกรงร่อน 4.75 มิลลิเมตรเม็ดทรายมีลักษณะแข็งแกร่ง ทนทาน มีเหลี่ยมคม ไม่ขยายตัวมากมีสารประกอบอื่นเจือปนอยู่น้อยโดยทรายที่ใช้ผสมปูนซีเมนต์จะเรียกว่าวัสดุผสมละเอียด มีขนาด 0.5 - 4.75 มิลลิเมตร

3. ทรายละเอียด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 - 1.5 มิลลิเมตรใช้งานในปูนก่อปูนฉาบ ปูนถือ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4. ทรายกลาง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 - 3.0 มิลลิเมตรใช้ในงานคอนกรีตปูนก่อที่ต้องรับแรงอัด ปูนฉาบผนังใต้ดิน พื้น คาน ไม่นิยมใช้ในการผสมคอนกรีตที่รับน้ำหนักมากมีสีอ่อนกว่าทรายหยาบ

5. ทรายหยาบ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2- 4.75 มิลลิเมตร ใช้ในการผสมคอนกรีตทั่วไปที่ต้องการรับน้ำหนักมากงานคอนกรีตเทพื้น ฐานรากและงานที่ต้องการแรงอัดมาก

คุณสมบัติของทราย

ทรายที่ใช้ในการก่อสร้างมีคุณสมบัติดังนี้

6. ทรายแทรกเข้าไปในช่องว่างของหินในการผสมคอนกรีตทำให้เนื้อคอนกรีตแน่น
7. ทรายช่วยลดการแตกร้าวของปูนฉาบ
8. ทรายช่วยเพิ่มปริมาณส่วนผสมในคอนกรีต ทำให้ราคาปูนก่อ ปูนฉาบและคอนกรีตถูกลง

2.2.2 หิน

หินก่อสร้างนั้นแบ่งออกได้มากมายหลายชนิด ที่เห็นๆและใช้กันบ่อยคือ หินคลุก, หิน 1, หิน 2, หินลูกรัง, หินเกร็ด และหินฝุ่น เป็นต้น โดยแยกตามประเภทหินต่างๆ ดังนี้

1. ลูกรัง คือ หินที่ดูดมาขึ้นจากบ่อหินบ่อทรายต่าง ๆ หินมีลักษณะหยาบๆดูเป็นเหลี่ยมๆ เป็นหินที่มีขนาดค่อนข้างเล็กและละเอียดส่วนมากมีสีน้ำตาลแดง ลูกรังที่ดีต้องมีเม็ดปนมาด้วยโดยขนาดเม็ดก็ตามที่กำหนดไม่เกิน 1 นิ้ว ส่วนมากใช้สำหรับงานถมที่และถมถนน

2. หินคลุก เป็นหินปูนที่ย่อยจนมี เกรดเดชั่น ที่เรียกว่า well grade โดยเป็นหินที่มีขนาดแตกต่างกันมาปนกัน ไม่สามารถนำไปเป็นหินก่อสร้าง หรือ นำไปบดเป็นปูนซีเมนต์ได้ เพราะไม่ได้ขนาดหรือแร่ธาตุตามที่ต้องการ โดยส่วนมากใช้สำหรับเป็น ชั้นพื้นทางในงานถนน สามารถใช้ถมถนนร่วมกับหินลูกรังได้ หรือ นำไปทำอิฐบล็อค โดยหินคลุกนั้นยังแบ่งย่อยออกเป็นอีกหลากหลายเกรด แล้วแต่ความเหมาะสมในการใช้งาน

3. หินกรวด เป็นหินเนื้อหยาบเกิดจากตะกอนของหิน กรวด ทราย ถูกกระแสน้ำพัดพามารวมกัน สารละลายในน้ำใต้ดินทำตัวเป็นซีเมนต์ประสานให้อนุภาคใหญ่เล็กเหล่านี้ เกาะตัวกันเป็นก้อนหิน (หินที่ประกอบด้วย Grain ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 2 มิลลิเมตรอยู่มากกว่า 25% ของ Grain ทั้งหมด และจะต้องมีความกลมมนอีกด้วย) ส่วนมากใช้ในการประดับตกแต่งสวน อาคารบ้านเรือน มีหลายสีหลายขนาด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4. หินก่อสร้าง (หิน1, หิน 2, หิน3/4, หินฝุ่น, หินเกล็ด) เป็นหินตะกอนคาร์บอเนต เกิดจากการทับถมของตะกอนคาร์บอเนตในท้องทะเล ทั้งจากสารอนินทรีย์ และซากสิ่งมีชีวิต ซึ่งถับถมกันภายใต้ความกดดันและตกผลึกใหม่เป็นแร่แคลไซต์จึงทำปฏิกิริยากับกรด หินปูนใช้ทำเป็นปูนซีเมนต์และใช้ในการก่อสร้าง หิน3/4 เป็นหินที่ใช้ในงานหล่อคอนกรีต งานเทพื้น และงานก่อสร้างทั่วไปเหมาะแก่การนำมาใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานวิจัยนี้

2.2.3 ซีเมนต์

เป็นสารเคมีหรือวัสดุเซรามิกส์ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีเกิดการรวมตัวกันระหว่างอนุภาคเกิดเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้น ซึ่งปฏิกิริยาเคมีที่พบคือปฏิกิริยาไฮเดรชัน(hydration) หรือซีเมนต์อาจหมายถึงสารที่สามารถยึดหรือประสานของแข็งให้เกิดเป็นชิ้นเดียวกัน จำแนกกลุ่มของวัสดุที่มีสมบัติเหมือนซีเมนต์ที่สำคัญมี 3 กลุ่มคือ ปูนซีเมนต์ ปูนปลาสเตอร์และปูนขาว (ฤดี นิยมรัตน์, 2561) โดยปูนซีเมนต์เป็นกลุ่มที่สำคัญมากในการนำไปใช้งานด้านการก่อสร้างที่ทำหน้าที่เป็นวัสดุเชื่อมประสานสำหรับผลิตคอนกรีต มีส่วนผสมหลักคือ หินปูนและดินเหนียว และมีส่วนผสมอื่นเช่น ซิลิก้าอลูมิน่า สินแร่เหล็ก ยิปซั่ม และสารเพิ่มพิเศษอื่น ๆ

ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ แบ่งเป็น 5 ชนิดด้วยกันคือ

1. ชนิดธรรมดา ใช้งานก่อสร้างทั่วไป เช่น ทำผิวถนน สะพาน ท่อระบายน้ำ เป็นต้น ซีเมนต์ชนิดนี้มีข้อเสียคือ ไม่ทนต่อสารที่เป็นด่าง ในโครงสร้าง หรืออาคารที่มีสารเป็นด่างอยู่ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น จะไม่นิยมใช้ซีเมนต์ชนิดนี้
2. ชนิดให้ความร้อน และทนด่างได้ปานกลาง ซีเมนต์ชนิดนี้เมื่อผสมกับน้ำจะคายความร้อนออกต่ำกว่าชนิดธรรมดา และมีความต้านทานต่อสารที่เป็นด่างได้บ้าง เหมาะสำหรับงานก่อสร้างตอม่อขนาดใหญ่ในบริเวณที่มีอากาศร้อนจัด
3. ชนิดเกิดแรงสูงเร็ว ซีเมนต์ชนิดนี้เกิดแรงสูงเร็วในระยะแรก เหมาะสำหรับงานที่ต้องการถอดไม้แบบเร็ว และต้องการประหยัดซีเมนต์ ซีเมนต์ชนิดนี้มีเนื้อละเอียดมากกว่าชนิดอื่นๆ แต่อาจทำให้เกิดรอยร้าวบนผิวคอนกรีตได้ง่าย
4. ชนิดคายความร้อนต่ำ ซีเมนต์ชนิดนี้มีอัตราการคายความร้อนต่ำมาก เหมาะสำหรับงานก่อสร้างใหญ่ๆ โดยเฉพาะการสร้างเขื่อน
5. ชนิดมีความต้านทานต่อสารที่เป็นด่าง ซีเมนต์ชนิดนี้ใช้สำหรับอาคารที่ต้องสัมผัสกับสารที่เป็นด่างอย่างแรง โดยปกติซีเมนต์ชนิดนี้จะแข็งตัวช้ากว่าธรรมดา

ประเภทของซีเมนต์ตามมาตรฐาน ASTM ของอเมริกันซึ่งการแบ่งประเภทนี้ถูกจัดนำมาใช้ในเมืองไทยตามมาตรฐาน มอก. ดังนี้

- ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Ordinary Portland)
- ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง (Modified Portland Cement)
- ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แข็งตัวเร็ว (High - Early Portland Cement)
- ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เกิดความร้อนต่ำ (Low - Heat Portland Cement)
- ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทนเกลือซัลเฟตได้สูง (Sulfate – Resistant Portland Cement)

มาตรฐานของซีเมนต์

- มาตรฐานของอเมริกา ASTM C-50
- มาตรฐานของอังกฤษ B.S 12
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย (ม.อ.ก.) ม.อ.ก. 15

2.2.4 คอนกรีต

องค์ประกอบของคอนกรีต จะประกอบด้วยปูนซีเมนต์ หิน ทราย และน้ำ โดยเมื่อนำส่วนผสมต่างๆ เหล่านี้มาผสมกันจะมีชื่อเรียกเฉพาะแตกต่างกันดังนี้

1. ปูนซีเมนต์ผสมกับน้ำเรียกว่า ซีเมนต์เพสต์ (Cement paste)
2. ซีเมนต์เพสต์ผสมกับทรายเรียกว่า มอร์ต้า (Mortar)
3. มอร์ต้าผสมกับหินหรือกรวดเรียกว่า คอนกรีต (Concrete)

คอนกรีตประกอบด้วยปูนซีเมนต์ผสมวัสดุต่างๆ ได้แก่ ทรายหยาบ หิน น้ำ และอาจมีสารเคมีเพิ่มเข้าไปผสมเพื่อทำให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ โดยทั่วไปเมื่อผสมเสร็จ คอนกรีต จะแข็งตัวช้าๆ ปูนซีเมนต์และน้ำจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกัน เรียกว่า ปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) โดยซีเมนต์จะเริ่มจับตัวกับวัสดุอื่นและแข็งตัว ความแข็งแรงของ คอนกรีตจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังจากที่ผสม และมีการพัฒนาความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น โดยประมาณหลังจากการบ่มในน้ำเป็นเวลา 7 , 14 และ 28 วัน และทดสอบแรงดัดคอนกรีตที่นำมาอัดบล็อกคานคอนกรีต ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่สนใจในการที่จะนำน้ำยางพาราข้นเป็นส่วนผสมเข้ากับงานคอนกรีต เพื่อพัฒนางานคอนกรีต เช่น งานเสาคอนกรีตที่ต้องอยู่กลางแจ้งตลอดเวลานอกจากนี้ยังช่วยแก้ปัญหายางพาราในช่วงที่พบปัญหายางพาราตกต่ำ ซึ่งเป็นการนำยางพาราไปใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่ายางพาราในอีกแนวทางหนึ่ง (เกศา ขันธไพรศรี และ อรอนงค์ วรรณราช, 2541 : หน้า 3-43)

คุณสมบัติของคอนกรีต (Concrete properties) คือการรับแรงอัดในขณะที่ความสามารถรับแรงดึงได้ต่ำ ประมาณ 10 % ของแรงอัด แต่ถ้าต้องการให้คอนกรีตสามารถรับแรงดึงได้ต้องเพิ่มเหล็กเส้นเข้าไปในคอนกรีต เพื่อเหล็กจะช่วยรับแรงดึงภายในคอนกรีต การพิจารณาถึงคุณสมบัติของคอนกรีตที่สำคัญจะแยกพิจารณาคุณสมบัติของคอนกรีตใน 2 ลักษณะคือ คอนกรีตในสภาพที่ยังเหลว และคอนกรีตในสภาพที่แข็งตัวแล้ว

- คอนกรีตในสภาพที่ยังเหลว มีคุณสมบัติอยู่สองประการที่ควรพิจารณา คือ

ความสามารถเทได้ หรือความคล่องตัวในการเท คือผลรวมของพลังงานที่ต้องใช้เพื่อเอาชนะแรงเสียดทานระหว่างอนุภาคส่วนผสมในคอนกรีตและแรงเสียดทานระหว่างคอนกรีตกับแบบหล่อและเหล็กเสริมคอนกรีตหากคอนกรีตมีความสามารถเทได้ดีคอนกรีตจะไหลได้เต็มแบบและหุ้มเหล็กเสริมได้ดีทั้งยังสามารถทำให้แน่นโดยปราศจากการแยกตัว

ปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อความสามารถเทได้ของคอนกรีต ได้แก่

- ปริมาณน้ำในส่วนผสม น้ำมากจะช่วยให้การหล่อลื่นให้คอนกรีตแต่เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วจะมีช่องว่างในคอนกรีตมากทำให้กำลังของคอนกรีตลดลง
- คุณสมบัติของปูนซีเมนต์และวัสดุมวลรวม
- ส่วนผสมของคอนกรีต ถ้าใช้ทรายมากจะมีความสามารถการเทได้มากขึ้นแต่กำลังจะลดลง
- สารผสมเพิ่ม การทดสอบความสามารถของคอนกรีตใช้กันแพร่หลาย คือการทดสอบการหาค่าการยุบตัว (Slump Test) ค่ายุบตัวที่เหมาะสมกับงานก่อสร้างทั่วๆ ในประเทศไทยมีแสดงไว้ในตาราง ดังนี้

ชนิดของงานก่อสร้าง / ค่ายุบตัว (ซม.)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

- ฐานราก = 7.5 +/-2.5
- แผ่นพื้น คาน ผนัง ค.ส.ค. = 10.0 +/-2.5
- เสา = 10.0 +/-2.5
- ครับ ค.ส.ล. และผนังบางๆ = 10.0 +/-2.5
- ถนน สนามบิน = 5.0 +/-2.5
- งานที่ใช้คอนกรีตปั๊ม = 10.0 +/-2.5
- เสาเข็มเจาะ ระบบแห้ง หรือเสาเข็มขนาดเล็ก = 10.0 +/-2.5
- งานเทคอนกรีตใต้น้ำ = มากกว่า 15
- เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ = มากกว่า 15
- งานคอนกรีตที่มีเหล็กเสริมหนาแน่น = มากกว่า 15

การอยู่ตัว (Soundness) การอยู่ตัวหรือความข้นเหลว หมายถึงการที่คอนกรีตคงความสม่ำเสมอของเนื้อคอนกรีตตลอดช่วงเวลาที่เทหรือขนย้าย คอนกรีตที่มีการอยู่ตัวดีจะสามารถอัดแน่นในแบบหล่อได้ดีโดยไม่เกิดการแยกตัว (Segregation) และไม่เกิดการเยิ้ม (Bleeding) ปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือวัดค่าการอยู่ตัวจะอาศัย การสังเกตเป็นหลัก

คอนกรีตในสภาพที่แข็งตัวแล้ว คุณสมบัติของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วมีหลายประการแต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึงคุณสมบัติที่สำคัญที่สุด คือ กำลังของคอนกรีต (Strength) กำลังของคอนกรีตขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ปัจจัยที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง คือ อัตราส่วนน้ำ-ซีเมนต์ (Water-Cement Ratio W/C) ถ้าใช้น้ำผสมคอนกรีตมาก กำลังของคอนกรีตจะน้อย การที่กำลังของคอนกรีตที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นั้น เป็นผลมาจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับซีเมนต์ น้ำจึงมีความจำเป็นอย่างมากต่อกำลังของคอนกรีต ดังนั้นในงานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เมื่อผสมคอนกรีตจะต้องควบคุมปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตให้ได้ตามที่ออกแบบส่วนผสมและเมื่อคอนกรีตเริ่มก่อตัว จะต้องควบคุมให้คอนกรีตสูญเสียน้ำน้อยที่สุด โดยปกติ จะถือเอากำลังของคอนกรีตเมื่ออายุครบ 28 วัน เป็นมาตรฐานในการบอกกำลังของคอนกรีตและกำลังของคอนกรีตจะหาจากแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอก

ชนิดของคอนกรีต (Concrete type) คอนกรีตที่ใช้งานโครงสร้างแบ่งออกได้ 5 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

- คอนกรีตล้วน (Plain Concrete) เป็นคอนกรีตอย่างเดียวปราศจากวัสดุอื่นใด เหมาะกับโครงสร้างที่รับแรงอัดอย่างเดียว เช่น คอนกรีตที่เป็นแท่งใหญ่ (Mass Concrete) กำแพงกันดินแบบน้ำหนักถ่วง (Gravity Retaining Walls)

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

- คอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforce Concrete) เป็นคอนกรีตที่มีเหล็กเสริมเพื่อให้สามารถรับแรงอัดและแรงดึงมากขึ้นนิยมใช้ในการก่อสร้างโครงสร้างอาคาร เสา คาน พื้น และฐานราก ซึ่งเป็นที่นิยมกันในปัจจุบัน
- คอนกรีตอัดแรง (Prestress Concrete) เป็นโครงสร้างคอนกรีตที่ใช้เทคนิคลวดรับแรงดึงสูง (Tendon) และถ่ายแรงค้างไว้ในเนื้อคอนกรีต ทำให้โครงสร้างสามารถต้านทานต่อโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนได้

○ คอนกรีตเบา (Lightweight Concrete) คือ คอนกรีตที่มีความหนาแน่นหรือหน่วยน้ำหนักน้อยกว่าคอนกรีตที่ใช้กันอยู่ทั่วไป มีค่าประมาณ 400-1900 กก./ลบ.ม. โดยคัดเลือกวัสดุผสมที่น้ำหนักเบาพิเศษ หรืออาศัยปฏิกิริยาของผงด่างโลหะกับน้ำ ทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมากในเนื้อคอนกรีต คอนกรีตจึงพองตัวและเบาขึ้นคอนกรีตเบานี้สามารถลดน้ำหนักอาคารได้มาก และประหยัดต้นทุนค่าก่อสร้างลงได้บางส่วน

○ คอนกรีตหล่อสำเร็จรูป (Precast Concrete) เป็นการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากโรงงาน แล้วจึงนำมาประกอบติดตั้ง ณ สถานที่ก่อสร้าง เช่น ผนังสำเร็จรูป แผ่นพื้นสำเร็จรูป เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง คานสำหรับงานสะพาน หรือ ทางด่วน

ข้อดีและข้อเสียของคอนกรีต (Advantages and disadvantages of concrete) คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่นิยมใช้กันมาตั้งแต่อดีตเนื่องมาจากความสามารถในการนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง แต่การนำคอนกรีตไปใช้งานก็ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดบางประการด้วย

2.2.5 น้ำยาง

คือวัสดุพอลิเมอร์ที่มีต้นกำเนิดจากของเหลวของพืชบางชนิด ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวคล้ายน้ำนม มีสมบัติเป็นคอลลอยด์ อนุภาคเล็ก มีตัวกลางเป็นน้ำส่วนประกอบในน้ำยางสดแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อยาง 44% และส่วนที่เป็น น้ำยาง 56% (การหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดด้วยวิธีการมาตรฐาน ISO 126:1995)

ยางพาราน้ำยางข้น หมายถึง น้ำยางธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความเข้มข้น โดยน้ำยางธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความเข้มข้นแล้วจะมีปริมาณเนื้อยางประมาณร้อยละ 55-65 ซึ่งสูงกว่าน้ำยางสดที่มีปริมาณเนื้อยางประมาณร้อยละ 25-30 ทำให้สามารถทำการขนส่งได้ง่ายขึ้นเป็นอย่างมาก ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ของไทย ผลผลิตยางพาราของไทยคิดเป็น1 ใน 3 ของผลผลิตทั่วโลก และช่วงที่ราคายางพาราตกต่ำ ยางล้นตลาด จึงทำให้ทั้งทางภาครัฐ ผู้ประกอบการเกษตรกร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างให้ความสนใจที่จะเพิ่มมูลค่ายางพารา ด้วยการนำมาผลิตผลิตภัณฑ์หรือการนำไปผสมกับวัสดุอื่นเพื่อนำมาทำถนน พื้นลู่-ลานกรีฑา พื้นสนามกีฬา เป็นการนำน้ำยางธรรมชาติมาประยุกต์ใช้กับงานคอนกรีต ซึ่งยางธรรมชาติจะมีคุณสมบัติคล้ายกาวเหมือนซีเมนต์เพสท์ (cement paste) และมีความยืดหยุ่นและเหนียว ดังนั้นเมื่อนำมาประยุกต์ใช้งานในเชิงวิศวกรรมถือว่าเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้ยางพาราของไทย (พายัป นามประเสริฐ, 2534 : หน้า 12-16)

คุณสมบัติของยาง (Rubber properties)

คุณสมบัติของยางธรรมชาติ (Properties of natural rubber) มีความยืดหยุ่นสูง มีสมบัติดีเยี่ยมในด้านการเหนียวติดกัน มีค่าความทนทานต่อแรงดึงสูงมากโดยไม่ต้องเติมสารเสริมแรง มีความทนต่อการฉีกขาดสูงมากทั้งที่อุณ หภูมิห้องและอุณ หภูมิสูง มีความต้านทานต่อการล้าสูง มีความต้านทานต่อการขัดถูสูง มีความเป็นฉนวนไฟฟ้าสูงมากยางดิบละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เบนซิน เนื้อยางดิบไม่มีขั้วและไม่ทนต่อน้ำมันปิโตเลียมแต่ทนต่อความเหลวที่มีขั้ว เช่น อะซิโตน หรืออัลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังทนต่อกรด และด่างอ่อนๆ แต่ไม่ทนต่อกรดและด่างเข้มข้น ไวต่อการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ไม่ทนต่อโอโซน การกระเด้งกระดอนสูง อุณ หภูมิใช้งานตั้งแต่ 55-70 องศาเซลเซียส แต่หากเก็บไว้นานๆ จะทำให้ยางสูญเสียความยืดหยุ่นได้ลง (สถาบันพลาสติก, 2554 : 1-27)

คุณสมบัติของยาง EPDM (EPDM rubber properties) มีความยืดหยุ่นสูง แต่มีการทนต่อแรงดึงค่อนข้างต่ำ ต้องเติมสารเสริมแรง มีการทนต่อการฉีกขาดสูงโดยเฉพาะที่อุณ หภูมิสูง Compression set ต่ำมาก มีสมบัติเชิงพลวัตดีมาก มีความต้านทานต่อการล้างตัวสูง การทนต่อการเสื่อมสภาพอากาศ เช่น ออกซิเจน โอโซน แสงแดด ความร้อนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังทนต่อสารเคมี กรดและด่าง ได้ดีอีกด้วย EPDM เป็นยางที่ไม่มีขั้ว จึงไม่ทนต่อน้ำมัน หรือตัวทำลายทีมีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ มีค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะสูง ดังนั้นจึงมีความเป็นฉนวนสูง การหักงอที่อุณหภูมิต่ำดี อุณหภูมิใช้งานตั้งแต่ 40-150 องศาเซลเซียส ยาง EPDM ส่วนมากนำไปใช้เป็นท่อยางของขอบเครื่องซักผ้า สายพานลำเลียง แผ่นยางกันน้ำ แผ่นยางมุงหลังคา ฉนวนหุ้มสายเคเบิ้ล (ห้างหุ้นส่วน จำกัด ที.ซี.วี. รับเบอร์, 2554)

คุณสมบัติของยาง CR (CR Properties of rubber) มีคุณสมบัติด้านการเหนียวติดดีมาก มีการทนต่อแรงดึงและฉีกขาดค่อนข้างสูง และเนื่องจากการผสมคอรีนอยู่ในโครงสร้างทำให้มีคุณสมบัติการติดไฟได้เอง seif extinguish การทนต่อสภาพอากาศและความร้อน โอโซน และแสงแดดได้ดีทนต่อการบวมพองในน้ำมันได้ปานกลางถึงดี ทนต่อกรดหรือด่างเจือจางได้ดีกว่ายางธรรมชาติและยาง SBR แต่ไม่ทนต่อน้ำมันเชื้อเพลิง ไฮโดรคาร์บอน ฟอสเฟตเอสเทอร์ คีโตน อัลดีไฮด์ และตัวทำลายไฮโดรคาร์บอนที่มีวงแหวนและมีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ การซึมผ่านของก๊าซต่ำกว่ายางธรรมชาติและยาง SBR แต่สูงกว่า NBR และยาง IIR อุณหภูมิการใช้งานอยู่ระหว่าง 40-100 องศาเซลเซียส เนื่องจากสมบัติการทนต่อการติดไฟ ทนต่อน้ำมัน สภาพอากาศ และโอโซน บางชนิดจึงนำมาใช้ในการผลิต ยางซีล ท่อยางเสริมแรง ยางลูกกลิ้ง สายพานลำเลียงในเหมืองแร่และยางรองคอสะพาน

คุณสมบัติของยาง NBR (NBR rubber properties) ทั่วไปของยาง NBR คือมีความยืดหยุ่นและความทนต่อแรงดึงและความเป็นฉนวนไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ จำเป็นต้องเติมสารเติมแต่งเพื่อเพิ่มคุณภาพดังกล่าว คุณสมบัติเด่นหลายๆ ข้อเช่น ความต้านทานต่อการขัดถู ทนทานต่อการเสื่อมสภาพ ความทนต่อน้ำมันและสารเคมี นากจากนี้ยาง NBR ยังมีการซึมผ่านของก๊าซต่ำมาก อุณ หภูมิใช้งานอยู่ในช่วงประมาณ 40-100 องศาเซลเซียส การใช้งานส่วนใหญ่จะนำไปใช้กับงานที่ต้องสัมผัสน้ำมัน ทนต่อความร้อนและต้านทานการขัดถู ใช้ผลิตประเก็น น้ำมันยางโอริง ซีลยาง เป็นต้น

คุณสมบัติของยาง SBR (SBA Rubber Properties) มีความเหนียวติดกันจำเป็นต้องใช้สารเพิ่มในการเหนียวติดในการผลิตสินค้าบางชนิด เช่นยางรถยนต์ ความยืดหยุ่นต่ำกว่ายางธรรมชาติ และถ้ายาง SBR มีเปอร์เซ็น styrene สูงจะยิ่งทำให้ความยืดหยุ่นต่ำลง ความทนทานต่อแรงดึงต่ำ ความทนทานต่อแรงฉีกขาด ความต้านทานต่อการขัดถู ความทนต่อการเสื่อมสภาพ เมื่อโดนความร้อน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แสงแดด ออกซิเจน และโอโซน ต่ำกว่ายางธรรมชาติ หากเติมสารเสริมแรง สารเสริมประสิทธิภาพจะทำคุณสมบัติต่าง ดีเทียบเท่ายางธรรมชาติ ยาง SBR ทนน้ำมันปิโตเลียมและตัวทำลายไฮโดรคาร์บอนต่ำเนื่องจากไม่มีขั้วแต่จะทนต่อกรดและด่าง จำพวก แอลกอฮอล์ น้ำ เหลือ และน้ำมันซิลิโคนได้เป็นอย่างดี ยางชนิดนี้มีความเป็นฉนวนสูงแต่จะมีการกระเด้งกระดอนต่ำกว่ายางธรรมชาติ อุณ หภูมิที่เหมาะในการใช้งาน ตั้งแต่ 50-100 องศาเซลเซียส

ประโยชน์ของยางพารา

ประโยชน์ของยางพารา (Benefits of rubber) การใช้ยางพาราภายในอุตสาหกรรมภายในประเทศประกอบด้วย (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2553)

ยางยนต์พาหนะ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าการส่งออกสูงของประเทศในปี 2552 มี มูลค่าการส่งออก 68,726.08 ล้านบาท ได้แก่ ล้อรถยนต์ ล้อเครื่องบิน ล้อรถจักรยานยนต์ และล้อรถอื่นๆ ทั้งยางนอกและยางใน รวมถึงยางอะไหล่รถยนต์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ยางในกลุ่มนี้มีปริมาณการใช้ยางธรรมชาติเป็นวัตถุดิบเกือบร้อยละ 50 นอกจากนี้ยังมีการทำ ยางยืดและยางรัดของ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยางธรรมชาติจำนวนมากในส่วนผสมยางยื ดใช้ในอุตสาหกรรมตัดเย็บเสื้อผ้าต่างๆ ส่วนยางรัดของก็ใช้ทั่วไปในชีวิตประจำวันใช้ยางธรรมชาติในการผลิตถึงปีละ 90.561 ตัน หรือร้อยละ 28.22 ถุงมือยางทางการแพทย์เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าส่งออกรองจากยางยานพาหนะ ปี 2553 มีมูลค่าการส่งออก 2,274.9 ล้านบาท ถุงมือยางที่ผลิตในประเทศไทย ประกอบด้วย ถุงมือตรวจโรค และถุงมือผ่าตัด สำหรับวัตถุดิบยางธรรมชาติที่ใช้ในการผลิตถุงมือยาง เป็นน้ำยางข้น มีปริมาณการใช้ยางธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 17.80 ของปริมาณการใช้ยางทั้งหมด การนำยางมาใช้ทำ รองเท้าและอุปกรณ์กีฬา รองเท้ายางและพื้นรองเท้าที่ทำจากยางธรรมชาติรวมทั้งอุปกรณ์กีฬา บางชนิด มีส่วนผสมที่เป็นยางธรรมชาติและผลิตในประเทศไทยปีหนึ่งจำนวนไม่น้อย ในปี 2549 นอกจากนี้ยังมีการนำมาทำเป็น สายพานลำเลียง ใช้งานในการลำเลียงของหนักชนิดต่างๆ มีขนาดตั้งแต่ 2-3 นิ้ว ไปจนถึง 1.5 เมตร ผลิตภัณฑ์ยางกลุ่มนี้มีการนำเข้ามากกว่า โดยในปี 2549 มีมูลค่าการส่งออก 1,057 ล้านบาท และนำเข้า 1,620 ล้านบาท ในการผลิตสายพานใช้ยางปีละประมาณ 1,318 ตัน เป็นยางแผ่นรมควันชั้น 1, 3, 5 และยางแท่ง STR XL, 20 ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากยางอื่นๆอีกก็คือผลิตภัณฑ์ฟองน้ำ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากน้ำยางข้น ปี 2549 มีปริมาณการใช้ยางธรรมชาติ 364 ตัน ส่วนใหญ่ผลิตเพื่อใช้ภายในประเทศ มีโรงงานผลิต 12 โรง นอกจากนั้นยางพารายังสามารถนำมาทำสื่อการเรียนการสอน อุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะทางด้านการแพทย์ จะใช้วัสดุจำพวกยางและนำเข้าจากต่างประเทศ ให้ความรู้สึกในการปฏิบัติงานเหมือนของจริง ยางพาราสามารถนำไปใช้ผลิตสื่อการสอน การฝึกปฏิบัติงานได้อย่างเช่นกัน โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยางฟองน้ำ เช่น โมเดล ร่างกายมนุษย์ สัตว์ แขนเทียม สำหรับฝึกทางการแพทย์ เป็นต้น นอกจากผลิตภัณฑ์ที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยางพารายังเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างและวิศวกรรมศาสตร์สิ่งเหล่านี้ล้วนใช้ประโยชน์จากการนำยางพาราราเข้าไปผสมทั้งสิ้น

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างและวิศวกรรม มีตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

ยางรองคอสะพาน (Elastomeric Bearings for Bridges) หรือแผ่นยางรองคอสะพาน (Rubber Bridge Bearigs) แบ่งตามชนิดของยางที่ใช้ผลิตเป็น 2 ประเภท คือ ยางรองคอสะพานทำจากยางสังเคราะห์ Polychloroprene, (CR) or Neoprene และทำจากยางธรรมชาติ (Natural Rubber, NR) ซึ่งทั้ง 2 ประเภท มีทั้งแบบ แผ่นยางล้วน(Plain)และแบบที่มีวัสดุเสริมแรง (Laminated) สำหรับการเลือกใช้ยางตามประเภท ชนิด และแบบใดนั้น ขึ้นอยู่กับการกำหนดมาตรฐานของผู้ออกแบบหรือของผู้ก่อสร้าง

แผ่นยางกันน้ำซึม (Water Stop) ทำหน้าที่เหมือนปะเก็นของงานคอนกรีต ใช้ป้องกันการขยายตัว หรือ หด ตัว ของคอนกรีต เพื่อไม่ให้น้ำรั่วซึมหรือผ่านได้ ในงานก่อสร้างทั่วไป เช่น คอนกรีต คานสะพาน อาคารชั้นใต้ดิน ดาดฟ้า เป็นต้น รวมทั้งงานก่อสร้างที่โครงสร้างต้องสัมผัสกับน้ำตาลตลอดเวลา เช่น แท็งค์น้ำ บ่อบำบัดน้ำเสีย สระว่ายน้ำ คลองส่งน้ำ เขื่อนและฝาย เป็นต้น

ยางคั่นรอยต่อคอนกรีต (Rubber Hose for Joint of Rubber Sealant) ใช้เป็นเครื่องป้องกันการเฉี่ยวหรือการกระแทกของเรือ หรือรถเมื่อเข้าจอดเทียบท่าใช้วัตถุดิบผลิตได้ทั้งยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

ยางคั่นรอยต่อคอนกรีต (Rubber Hose for Joint of Rubber Sealant) มีลักษณะเป็นท่อยางขนาดเล็กมีรูกลางตลอดความยาว ใช้อุดรอยต่อด้านล่างของคอนกรีตของสะพาน หรือรอยต่อระหว่างคานสะพานกับตอม่อของสะพานก่อนการหยอดยางมะตอย วัตถุดิบที่ใช้ผลิตทั้งจากยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์แต่มักมีการกำหนดให้ใช้ยางสังเคราะห์

บล็อกยางปูพื้น (Rubber Block) ใช้ปูพื้นแทนอิฐบล็อกคอนกรีต บล็อกยางมีข้อได้เปรียบบล็อกคอนกรีตคือ เบากว่าผิวมีสปริงยืดหยุ่นได้เวลาลื่นล้มจึงไม่บาดเจ็บมากและไม่เป็นแผล ส่วนใหญ่มักผลิตจากยางธรรมชาติผสมกับยางรีเคมีธรรมชาติหรือสังเคราะห์ ปัจจุบันยังไม่ค่อยนิยมใช้ยางบล็อกปูพื้นเพราะราคาค่อนข้างสูงกว่าบล็อกคอนกรีต

แผ่นยางปูอ่างเก็บน้ำ (Rubber Water Confine) เป็นผลิตภัณฑ์ยางที่สามารถใช้ยางธรรมชาติปูรองสระเพื่อกักเก็บน้ำบนผิวดินที่เก็บน้ำไม่ได้ เช่น ดินปนทราย ดินลูกรัง โดยมีสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้พัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ปี 2529 และสามารถพัฒนาได้กว้างขวาง ได้แก่ ใช้เก็บกักน้ำสำหรับเกษตรกร ใช้งานในสนามกอล์ฟและรีสอร์ท ใช้ในงานชลประทาน บ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ โดยทั่วไปวัตถุดิบที่ใช้ในการปูสระกักเก็บน้ำสามารถใช้เป็นยางธรรมชาติ หรือยางสังเคราะห์ หรือ พลาสติก หรือผ้าใบเคลือบยาง

ฝายยาง (Rubber Dam) หรือเขื่อนยางส่วนใหญ่ผลิตจากยางสังเคราะห์แต่ผู้ผลิตให้ความเห็นว่ามีความ เป็นไปได้ที่จะใช้วิธีการเคลือบชั้นนอกของตัวฝายยางด้วยยางสังเคราะห์ และภายในใช้ยางธรรมชาติแต่ความเป็นไปได้นี้ ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ใช้อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังไม่ค่อยเป็นที่สนใจของผู้ผลิตภายในประเทศ เพราะมีผู้ใช้จำกัด เพียงกรมชลประทานและมี ราคาสูง แต่

ข้อดีของฝายยางธรรมชาติ คือสามารถปรับระดับความสูงของฝายได้ตามความ เหมาะสมของระดับน้ำ ซึ่งสามารถลดแรงกระแทกจากน้ำหลาก และช่วยระบายน้ำ ป้องกันน้ำท่วมล้นตลิ่ง อีกทั้งยัง ไม่ ก่อให้เกิดน้ำล้นหน้าฝาย ป้องกันตะกอนทราย ตกตะกอนหน้าฝายได้ นอกจากนี้ในฝายที่อยู่บริเวณ ปากแม่น้ำจะสามารถ ป้องกันน้ำเค็มรุกล้ำเข้ามาในพื้นที่เพาะปลูกและพื้นที่อยู่อาศัย อีกทั้งฝายยางยัง ทนทานต่อการกัดกร่อนของน้ำเค็มได้ ดีกว่าบานประตูระบายน้ำที่ทำด้วยเหล็ก สถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้ศึกษาสูตรผลิตแผ่น ฝายยางโดยการ ใช้ยางธรรมชาติ ผสมยางสังเคราะห์ EPEM และทดลองติดตั้งฝายยางเมื่อปี 2537

แผ่นยางปูพื้น (Rubber Floor Mat) ส่วนใหญ่ผลิตจากยางธรรมชาติ ใช้ปูพื้นหรือทางเดิน บนอาคาร โรงงานสำนักงาน สนามบินใช้ได้ทั้งพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดเอียง เพื่อป้องกันการลื่น และลดเสียงที่เกิดจากการเดิน หรือการกระแทก

การใช้ยางพาราผสมยางมะตอยสำหรับทำผิวถนน ปัจจุบันการคมนาคมขนส่งมีความสำคัญ และมีการขยายตัวมาก โดยเฉพาะถนนถือเป็นปัจจัยหลักของการคมนาคมและถนนแต่มักจะประสบ ปัญหาในเรื่องเกิดการชำรุดเสียหายเร็วกว่าปกติ การปรับปรุงสมบัติของยางมะตอย ให้ใช้ในงานทาง ได้ดีขึ้นจะช่วยให้ถนนมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น

2.2.6 การออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

คอนกรีต เป็นวัสดุผสมที่นิยมใช้ในงานก่อสร้างประกอบด้วยส่วนหลักๆ คือ ปูนซีเมนต์ วัสดุผสม (หิน ทราย หรือ กรวด)และ น้ำ โดยอาจมีสารเคมีเติมเพิ่มเข้าไปสำหรับคุณสมบัติด้านอื่นๆ เมื่อผสมเสร็จคอนกรีตจะแข็งตัวอย่างช้าๆ น้ำและซีเมนต์จะทำปฏิกิริยาทางเคมีกันในลักษณะที่เรียกว่า การไฮเดรชันโดยซีเมนต์จะเริ่มจับตัวกับวัสดุอื่นและแข็งตัว ซึ่งในสถานะนี้จะนิยมเรียกกันว่าคอนกรีต ความแข็งแรงของคอนกรีตจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆหลังจากที่ผสม และยังแข็งแรงขึ้นภายหลังจากการแข็งตัว โดยประมาณหลังจากแข็งตัวแล้ว 28วัน ความแข็งแรงจะเริ่มคงที่

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการบ่มคอนกรีต

2.3.1 การบ่มคอนกรีต (Concrete curing) การบ่มคอนกรีตคือ วิธีการที่ช่วยให้ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของซีเมนต์ เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ซึ่งจะส่งผลให้การพัฒนากำลังอัดของคอนกรีต เป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด สำหรับปฏิกิริยาไฮเดรชั่นนอกจากนี้การบ่มคอนกรีตยังจะช่วยป้องกันการแตกร้านอันเนื่องจากการสูญเสียน้ำและการหดตัวของคอนกรีต (The Concrete Products and Aggregate Co.,Ltd., 2540)

หน้าที่สำคัญของการบ่มคอนกรีตมีด้วยการ 2 ประการ คือ

- ป้องกันการสูญเสียความชื้นจากเนื้อคอนกรีต
- รักษาระดับอุณภูมิให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการบ่มคอนกรีต

- เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีกำลังและความทนทาน
- เพื่อป้องกันการแตกร้าวของคอนกรีต
- เพื่อเป็นการคอยดูแลเอาใจใส่ในชิ้นส่วนต่างๆ ของโครงสร้างให้ถูกต้องตามแบบมากที่สุด
- เป็นการทำงานที่ถูกขั้นตอน ถูกหลักวิชาการ ทำให้คุณภาพของงานที่ดีมีประสิทธิภาพ

2.3.2 ระยะเวลาการบ่ม (Curing time)

โดยทั่วไประยะเวลาการบ่มคอนกรีตจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ อาทิเช่น ชนิดของปูนซีเมนต์ที่ใช้ อัตราส่วนผสมของคอนกรีต กำลังของคอนกรีตที่ต้องการ ขนาดและรูปร่างของแท่งคอนกรีต อุณ หภูมิที่ใช้บ่ม ความชื้นในขณะบ่ม เป็นต้น องค์ประกอบเหล่านี้ถือได้ว่าจะมีผลต่อระยะเวลาของการบ่มคอนกรีต ซึ่งอาจจะถึง 1 เดือน สำหรับคอนกรีตที่ใช้ทำเขื่อน หรือเพียง 3 วัน สำหรับคอนกรีตที่มีปูนซีเมนต์ผสมอยู่ในปริมาณสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดเกิดกำลังเร็วสูง สำหรับงานโครงสร้างทั่วๆ ไปส่วนใหญ่จะกำหนดระยะเวลาในการบ่มไว้ 3 วัน จนถึง 2 สัปดาห์ซึ่งกำหนดเวลาดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ โดยปกติมักนิยมกำหนดระยะเวลาบ่มไว้ประมาณ 1 สัปดาห์สำหรับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา

อุณหภูมิสำหรับบ่มคอนกรีต (Temperature for concrete curing) อุณหภูมิที่ใช้บ่มคอนกรีตสำหรับคอนกรีตทั่วๆ ไป ควรอยู่ระหว่าง 15-39 องศาเซลเซียส สำหรับงานคอนกรีตหนาควรใช้อุณหภูมิให้ต่ำลง เพราะปฏิกิริยาของน้ำกับปูนซีเมนต์นั้นให้ความร้อนออกมาเป็นจำนวนมากอยู่แล้ว อย่างไรก็ตามไม่ควรบ่มคอนกรีตที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส เพราะคอนกรีตจะแข็งตัวช้ามาก เมื่อบ่มคอนกรีตที่อุณหภูมิสูงมากและอากาศแห้ง จะทำให้น้ำระเหยออกจากคอนกรีตอย่างรวดเร็วกำลังของคอนกรีตที่ได้จะต่ำ และอาจเกิดรอยแตกร้าวได้ง่าย

2.3.3 วิธีการบ่มคอนกรีต

แบ่งได้เป็น 2 ชนิดตามอุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.3.3.1 การบ่มที่อุณหภูมิปกติ

การบ่มที่อุณหภูมิปกติจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

การบ่มโดยการเพิ่มความชื้นให้คอนกรีตเป็นการบ่มที่เพิ่มความชื้นให้กับผิวคอนกรีตโดยตรง ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

การขังหรือหล่อน้ำ (PONDING) เป็นการทำแนวกั้นน้ำไม่ให้น้ำไหลออกมักจะใช้กับงานทางระดับ เช่น พื้น หรือถนน เป็นต้น วัสดุที่ใช้ทำทำนบอาจจะเป็นดินเหนียว หรืออิฐก็ได้

การฉีดน้ำหรือรดน้ำ (SPRINKLING OR SPRAYING) เป็นการฉีดน้ำหรือพรมน้ำด้วยหัวฉีดหรือท่อยางให้ผิวคอนกรีตเปียกอยู่เสมอวิธีนี้ใช้ได้กับงานคอนกรีต ทั้งในแนวดิ่ง แนวระดับหรือแนวเอียงวิธีนี้ต้องสิ้นเปลืองน้ำมากและต้องอาศัยที่ที่มีแรงดันน้ำมากพอ

การคลุมด้วยวัสดุเปียกชื้น (WET COVERING) เป็นวิธีที่ใช้กันมาก เพราะสะดวก ประหยัด และสามารถใช้ได้กับงานทั้งแนวระดับ แนวดิ่ง และแนวเอียง วัสดุที่ใช้คลุมอาจจะใช้ ผ้าใบ กระสอบ หรือวัสดุอื่นที่อมน้ำ ถ้าใช้ฟางหรือขี้เลื่อยคลุมควรหนาไม่น้อยกว่า 15 cm. สำหรับการคลุมงานคอนกรีตในแนวดิ่ง ต้องยึดวัสดุคลุมให้แน่นหนา ไม่เลื่อนหล่นลงมาได้ โดยเฉพาะเวลาที่ราดน้ำซึ่งจะต้องทำเป็นประจำ การบ่มโดยการป้องกันการเสียน้ำจากเนื้อคอนกรีตเพื่อป้องกันมิให้ความชื้นจากคอนกรีตระเหยออกจากเนื้อคอนกรีต การบ่มลักษณะนี้สามารถกระทำได้หลายวิธีดังนี้

การบ่มในแบบหล่อ (CURING THE MOLD) แบบหล่อไม้ที่เปียกและแบบหล่อเหล็ก สามารถป้องกันการสูญเสียความชื้นได้ดีเพียงแค่ทิ้งแบบหล่อให้อยู่กับคอนกรีตที่หล่อไว้ให้นานที่สุดเท่าที่จะทำได้ และคอยดูแลให้ผิวด้านบนคอนกรีตมีน้ำอยู่ โดยน้ำนั้นสามารถไหลซึมลงมาระหว่างแบบหล่อกับคอนกรีตได้

การใช้กระดาษกันน้ำซึม (WATERPROOF PAPER) เป็นการใช้กระดาษกันน้ำซึม ปิดทับผิวคอนกรีตให้สนิท เป็นเวลาอย่างน้อย 3 วัน วิธีนี้มักนิยมใช้กับงานคอนกรีตแนวระดับ กระดาษกันน้ำซึมได้ ควรมีคุณภาพตามข้อกำหนดของ ASTM C 171 มี 2 ชั้น ประกอบด้วย ชั้นของกระดาษเหนียวยึดติดด้วยชั้นของกาวประเภทยางมะตอย เสริมความเหนียวด้วยใยแก้วและมีคุณสมบัติยืดหดตัวไม่มาก

การใช้แผ่นผ้าพลาสติกคลุม (PLASTIC SHEETING) การใช้แผ่นพลาสติกทำงานได้ง่ายมีน้ำหนักเบาและควรใช้แผ่นพลาสติก สีขาวเพื่อสะท้อนแสงแดด ไม่อมความร้อน สามารถใช้ได้กับงานโครงสร้างทุกชนิด แผ่นพลาสติกที่ใช้ควรมีคุณภาพตามข้อกำหนดของ ASTM C 171

การใช้สารเคมีเคลือบผิวคอนกรีต (CURING COMPOUND) เป็นการพ่นสารเคมีลงบนผิวคอนกรีตซึ่งสารเคมีที่พ่นนี้จะกลายเป็นเยื่อบางๆ คลุมผิวคอนกรีตป้องกันการระเหยออกของน้ำในคอนกรีตได้ การบ่มวิธีนี้ทั้งสะดวกและรวดเร็วแต่ค่าใช้จ่ายจะสูง การพ่นสารเคมีนี้ต้องกระทำในขณะที่ผิวคอนกรีตยังชื้นอยู่ สารเคมีที่ใช้ควรมีคุณภาพตามข้อกำหนดของ มอก. 841 หรือ ASTM C 309

2.3.3.2 การบ่มที่อุณหภูมิสูง

การบ่มคอนกรีตที่อุณหภูมิสูงหรือการบ่มแบบเร่งกำลัง สามารถเร่งอัตราการเพิ่มกำลังได้อย่างรวดเร็ว ข้อดีของการบ่มที่อุณหภูมิสูง

- สามารถผลิตได้รวดเร็วขึ้น
- ประหยัดแบบหล่อ เพราะสามารถถอดแบบได้เร็ว
- คอนกรีตมีกำลังสูงเร็ว ทำให้ทนต่อการเคลื่อนย้าย และใช้งานได้ดี

- นิยมใช้กันในงานอุตสาหกรรมคอนกรีตสำเร็จรูป

การบ่มคอนกรีตที่อุณภูมิสูง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด

- การบ่มด้วยไอน้ำที่ความกดดันต่ำ (low pressure stream curing) อุณหภูมิที่ใช้อยู่ระหว่าง 40-100 ℃ ส่วนอุณหภูมิที่ได้ผลดีที่สุดจะอยู่ระหว่าง 65-80 ℃ การเลือกอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นอยู่กับอัตราการเพิ่มกำลังและกำลังสูงสุดที่ต้องการ อุณหภูมิสูงจะทำให้กำลังสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและกำลังประลัยสูงสุดจะมีค่าต่ำอุณหภูมิที่ต่ำให้กำลังประลัยสูงสุดที่สูง แต่ด้วยอัตราการเพิ่มกำลังที่ต่ำนอกจากอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้บ่มแล้ว สิ่งสำคัญก็คือเวลาที่ใช้ในการบ่มซึ่งประกอบด้วยช่วงเวลาการค่อยเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น เวลาที่อุณหภูมิสูงสุดจริง และการลดอุณหภูมิลงสู่อุณหภูมิปกติ
- การบ่มด้วยไอน้ำที่ความกดดันสูง (High pressure stream curing) หากต้องการบ่มคอนกรีตด้วยอุณหภูมิเกิน 100 ℃ เราต้องให้ความกดดันสูงขึ้น และต้องบ่มคอนกรีตในภาชนะที่ปิดสนิท ซึ่งมีชื่อว่า Autoclave อุณหภูมิที่ใช้จะอยู่ในช่วง 160-210 ℃ ที่ความดัน 6-20 atm สารประกอบที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีภายใต้สภาวะดังกล่าวมีคุณสมบัติต่างจากสารประกอบ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 ℃

ผลดีที่สำคัญของ High pressure stream curing

- สามารถใช้คอนกรีตได้ภายใน 24 ชั่วโมง
- คอนกรีตมีกำลังสูงทัดเทียมการบ่มปกติเป็นเวลา 28 วัน
- มีการหดตัวและการล้าลดลงมาก
- ทนเกลือซัลเฟตได้ดีขึ้น
- กำจัด Efflorescence
- มีความชื้นต่ำภายหลังการบ่ม

ผลเสียของ High pressure stream curing

- การบ่มแบบนี้สิ้นค่าใช้จ่ายสูง
- ใช้ได้กับคอนกรีตสำเร็จ และผลิตภัณฑ์จำเพาะบางอย่างเท่านั้น เช่น แผ่นกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน เป็นต้น

2.3.3.3 การบ่มแบบควบคุมอุณหภูมิ

นอกจากวิธีการบ่มคอนกรีตซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามสภาพอุณหภูมิที่ใช้บ่มแล้ว ยังมีวิธีการบ่มอีกชนิดหนึ่ง คือ การบ่มแบบควบคุมอุณหภูมิซึ่งมีความจำเป็นต่องานบางประเภท โดยเฉพาะงานคอนกรีตหลา (mass concrete) สำหรับงานคอนกรีตที่อยู่ในที่ที่อุณหภูมิต่ำมาก หรือสูงมากอาจจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิของคอนกรีตสดหรือต้องบ่มด้วยการห่อหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน

การบ่มด้วยฉนวนกันความร้อน

- การบ่มด้วยฉนวนกันความร้อน

- นำกระสอบคลุมผิวหลังจากเทคอนกรีต
- ฉีดน้ำที่มีอุณหภูมิปกติลงบนกระสอบให้พอชุ่ม
- คลุมด้วยแผ่นพลาสติกโดยให้แผ่นทับซ้อนกันอย่างน้อย15cm.
- ทำการวางโฟมที่หนาอย่างน้อย 2 cm. บนแผ่นพลาสติก
- วางแผ่นพลาสติกทับโฟมเอาไว้ แล้วหาวัสดุวางทับกันปลิว
- บ่มจนอุณหภูมิคอนกรีตที่แกนกลางลดลงมาในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกร้าว

2.4 การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต

การทดสอบค่ายุบตัวของคอนกรีตขณะสด ใช้เพื่อทดสอบหาค่าความข้นเหลวของคอนกรีตในสภาพเหลวโดยใช้วิธีการทดสอบหาค่าการยุบตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถเทได้ของคอนกรีต (Workability) ค่ายุบตัวไม่ได้เป็นค่าที่วัดความสามารถเทได้ของคอนกรีตโดยตรง แต่เป็นการวัดความข้นเหลวของคอนกรีต (Consistency) หรือลักษณะการไหลตัวของคอนกรีต (Flow Characteristic) แม้วิธีนี้จะไม่เหมาะสมสำหรับทดสอบคอนกรีตที่เหลว หรือแห้งมากแต่ก็มีประโยชน์อย่างมากและสะดวกสำหรับการควบคุมความสม่ำเสมอของการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ เช่น ในกรณีที่ค่ายุบตัวของคอนกรีตมีค่ามากกว่าปกติที่ออกแบบไว้ แสดงให้เห็นว่าจะต้องมีความผิดปกติเกิดขึ้นในสัดส่วนผสมขนาดคละหรือความชื้นในมวลรวมซึ่งจะช่วยให้ผู้ผลิตคอนกรีตสามารถตรวจสอบและแก้ไขได้ (บริษัทภูมิสยาม ซัพพลาย จำกัด, 2561)

ค่ายุบตัวที่เหมาะสมสำหรับงานก่อสร้างในประเทศไทย

คอนกรีตสำหรับงานพื้นถนนสนามบิน ค่ายุบตัวที่เหมาะสม 5.0 เซนติเมตร ± 2.5
คอนกรีตสำหรับงานทั่วไป ค่ายุบตัวที่เหมาะสม 7.5 เซนติเมตร ± 2.5
คอนกรีตสำหรับงานฐานราก ค่ายุบตัวที่เหมาะสม 10.0 เซนติเมตร ± 2.5
คอนกรีตสำหรับงานคอนกรีตปั๊ม ค่ายุบตัวที่เหมาะสม 10.0 เซนติเมตร ± 2.5
คอนกรีตสำหรับงานเสาเข็มเจาะเล็ก ค่ายุบตัวที่เหมาะสม 10.0 เซนติเมตร ± 2.5
คอนกรีตสำหรับงานเสาเข็มเจาะใหญ่ มากกว่า 15 เซนติเมตร
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
คอนกรีตสำหรับงานฐานรากแผ่ขนาดใหญ่ หรืองานที่มีเหล็กเสริมหนาแน่น มากกว่า 15 เซนติเมตร

การทดสอบความสามารถเทได้

การทดสอบความสามารถเทได้ (Workability) ของคอนกรีตสามารถทำได้หลายวิธีโดยทั่วไปนิยมใช้วิธีการทดสอบค่าการยุบตัว (Slump Test) ในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต โดยขั้นตอนทดสอบอ้างอิงมาตรฐาน ASTM C143 เพื่อกำหนดและความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตผสมน้ำยางข้น โดยปกติค่าการยุบตัวของคอนกรีตให้อยู่ในมาตรฐานการใช้งานทั่วไปอยู่

ในช่วง 7.5-12.5 เซนติเมตร ของการทดสอบความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตและคอนกรีตผสมน้ำยางข้น

2.5 การทดสอบแรงอัด

การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตทำได้โดยการกดหรืออัดแท่งทดสอบรูปทรงกระบอกตามมาตรฐานอเมริกา ซึ่งบ่มในน้ำตามระยะเวลาที่กำหนด จำกระทั่งแตกแล้วทำการ คำนวณค่าความต้านทานของแรงอัดประลัย คือ Ultimate Strength คือ กำลังรับแรงสูงสุดที่ Concrete จะสามารถรับได้ เวลาทดสอบคือค่าสุดท้ายก่อนก้อนปูนตัวอย่างที่ใช้กดทดสอบแตก ตัวอย่างมาตรฐานที่ทำเพื่อทดสอบกำลังอัดรูปทรงกระบอก เป็นการทดสอบตามมาตรฐานตามอเมริกา ASTM C39 ขนาดที่ใช้คือเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร (L. Ponhsampatea and S. Reaksmey, 2556)

2.6 การทดสอบแรงดัด

การทดสอบวิธีใช้แรงกดหนึ่งจุดที่จุดกึ่งกลาง“ค่าโมดูลัสการแตกร้าว (Modulus of Rupture)” หมายถึง ค่าหน่วยแรงที่เกิดขึ้นจากแรงดัดสูงสุดที่กระทำต่อตัวอย่างคอนกรีต ณ จุดวิบัติ วิธีการทดสอบนี้ ตามมาตรฐาน ASTM C78 (ธนภร ทวีวุฒิ และคนอื่นๆ , 2552 : หน้า 1673-1678) ครอบคลุมถึงการทดสอบหาการรับแรงดัดของคอนกรีต โดยสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

วิธีใช้แรงกดหนึ่งจุดที่จุดกึ่งกลางคาน (CENTER-POINT LOADING) และวิธีใช้แรงกดคาน 2 จุด โดยให้ตำแหน่งของจุดทั้งสองเป็นตำแหน่งที่แบ่งคานออกเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน (THIRD-POINT LOADING) ในงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบแบบการกดหนึ่งจุดที่จุดกึ่งกลางคาน (Center-Point Loading) สามารถหาค่าโมดูลัสการแตกร้าวได้ ดังสมการ

$$R = PL / bd^2$$

เมื่อ

R = Modulus of Rupture (Mpa)

P = แรงกดสูงสูด (N)

L = ความยาวระหว่างจุดรองรับ (mm)

b = ความกว้างเฉลี่ย (mm)

d = ความลึกเฉลี่ย (mm)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประชุม คำพุฒ (2550) ได้ทำการวิจัยโดย นำน้ำยางธรรมชาติ (ยางพารา) มาใช้เป็นสารผสมเพิ่มในการปรับปรุงสมบัติด้านการรับกำลังและการเป็นฉนวนกันความร้อนของคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ ทำการทดลอง โดยใช้อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ :ทรายบดละเอียด เท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก ปริมาณผงอะลูมิเนียมเท่ากับร้อยละ 0.3 ของส่วนผสมทั้งหมด อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.50 โดยน้ำหนัก (ไม่รวมน้ำหนักของน้ำในน้ำยางพารา) ปริมาณปูนขาวเท่ากับร้อยละ 5 โดย

น้ำหนักของปูนซีเมนต์ และปริมาณยิปซัมเท่ากับร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ ในการเตรียมน้ำยางพาราใช้สารแอมโมเนียเหลวเข้มข้นร้อยละ 15 ในสัดส่วนร้อยละ 3 ของน้ำหนักน้ำยางพารา คอนกรีตต้องผสมสารลดแรงตึงผิว ชนิดไม่มีประจุในปริมาณร้อยละ 4 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ใช้อัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0, 0.10, 0.15 และ 0.20 โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ตามลำดับ ทำการผสมและอบไอน้ำตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541 นำมาทดสอบค่าความหนาแน่น ค่ากำลังอัดและค่ากำลังดัด ที่อายุ 3, 7, 14 และ 28 วัน ผลการวิจัยพบว่าค่ากำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาจะแปรผกผันกับอัตราส่วนของน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ ในขณะที่ค่ากำลังดัดของคอนกรีตจะแปรผันตรงกับอัตราส่วนของน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ โดยที่เมื่อผสมน้ำยางพารามากขึ้นค่ากำลังอัดจะลดลงแต่ค่ากำลังดัดจะเพิ่มขึ้น โดยปริมาณน้ำยางพาราที่เหมาะสมที่สุดในงานวิจัยนี้คือ การใช้อัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ 0.10 เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วน้ำยางพาราสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุผสมเพิ่มในการผลิตคอนกรีตมวลเบาแบบปานกลางที่สามารถรับกำลังได้สูงและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดี

จักรกฤษ มหัจฉริยวงศ์ (2561) ได้ศึกษาการใช้น้ำยางข้นเป็นส่วนผสมในการพัฒนาสมบัติของวัสดุก่อสร้างสำหรับผนังอาคารและวัสดุปูพื้น โดยศึกษาผลของการเติมน้ำยางข้นในอัตราส่วนต่างๆ ต่อสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของผลิตภัณฑ์ทั้งสอง คอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเติมอากาศสำหรับผลิตเป็นผนังอาคาร ใช้น้ำยางข้นแอมโมเนียสูงและน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ อัตราส่วนน้ำยางข้นต่อปูนซีเมนต์โดยน้ำหนัก (P/C) เท่ากับ 0-0.3 และคอนกรีตมวลเบาสำหรับผลิตวัสดุปูพื้น ใช้น้ำยางข้นแอมโมเนียสูง อัตราส่วนน้ำยางข้นต่อปูนซีเมนต์โดยน้ำหนัก (P/C) เท่ากับ 0-0.15 ผลการศึกษาพบว่าสูตรผสมคอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเติมอากาศสำหรับผลิตเป็นผนังอาคารที่ดีที่สุดคือ คอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ผสมกับน้ำยางข้นชนิด Pre-vulcanized 30% โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ (P/C เท่ากับ 0.3) ให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจาก 0.816 เป็น 1.032 g/cm3 การดูดกลืนน้ำลดลงร้อยละ 35.573 เป็น 23.947 โดยน้ำหนักแห้ง ค่ากำลังอัดเพิ่มขึ้นจาก 2.581 เป็น 10.442 N/mm3 และค่ากำลังดัดเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 2.834 MPa ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.0518 W/m.K เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมแล้วจะพบว่าค่าความหนาแน่น ค่ากำลังอัด กำลังดัด สูงกว่าชุดควบคุม และยังให้ค่าการดูดกลืนน้ำที่น้อย ในส่วนของสูตรผสมคอนกรีตมวลเบาสำหรับผลิตวัสดุปูพื้นที่ดีที่สุดคือ คอนกรีตมวลเบาที่ผสมน้ำยางข้น 7.5 % โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ โดยผลทดสอบสมบัติทางกายภาพพบว่า มีค่าการดูดกลืนน้ำเท่ากับ 9.00 %โดยน้ำหนักแห้ง (คอนกรีตปกติ 9.55%) และความหนาแน่นเท่ากับ 1.68 g/cm3 (คอนกรีตปกติ 1.87 g/cm3) ผลการทดสอบสมบัติเชิงกล พบว่ากำลังรับแรงอัด มีค่าเท่ากับ 15.71 MPa (คอนกรีตปกติ 9.2 MPa) ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.1389 W/m.K สูตรคอนกรีตมวลเบาเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตปกติแล้ว มีน้ำหนักเบากว่าแต่มีความสามารถในการรับแรงอัดสูงกว่าค่าการดูดกลืนน้ำที่น้อยกว่า ความสามารถในการรับแรงอัดสูงกว่า

รัฐวุฒิ รู้แทนคุณ (2549) ได้ศึกษาผลจากการผสมน้ำยางพาราในอิฐดินซีเมนต์ ชนิดของน้ำยางพาราที่ใช้มี 3 ชนิด คือ น้ำยางรักษาสภาพแบบแอมโมเนียสูง น้ำยางสำหรับงานหล่อเบ้า และกาวยาง โดยนำน้ำยางรักษาสภาพแบบแอมโมเนียสูงมาผสมกับอิฐดินซีเมนต์โดยใช้อัตราส่วนผสมต่อน้ำ 10% 15% และ 20% ตามลำดับ น้ำยางสำหรับงานหล่อเบ้ามาผสมกับอิฐดินซีเมนต์โดยใช้อัตราส่วนผสมต่อน้ำ 20% และกาวยางมาผสมกับอิฐดินซีเมนต์โดยใช้อัตราส่วนผสมต่อน้ำ 15% และนำไป

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ทดสอบค่ากำลังอัดและกำลังดัด พบว่า ผลการทดสอบแรงอัดพบว่าเมื่อมีน้ำยางรักษาสภาพแบบแอมโมเนียสูงเพิ่มมากขึ้นกำลังรับแรงอัดของอิฐมีแนวโน้มลดลง ที่อัดตราส่วนผสมเท่ากันกำลังรับแรงอัดของการผสมน้ำยางสำหรับงานหล่อเบ้าและกาวยาง มีค่ามากกว่าน้ำยางรักษาสภาพแบบแอมโมเนียสูง และทั้งสองมีค่าเท่ากัน แต่ยังคงน้อยกว่าอิฐดินที่ไม่ผสมน้ำยางพารา ส่วนผลทดสอบกำลังดัดพบว่า เมื่อร้อยละของน้ำยางรักษาสภาพแบบแอมโมเนียสูงเพิ่มมากขึ้นกำลังดัดของอิฐดินซีเมนต์มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น อิฐดินผสมน้ำยางรักษาสภาพแบบแอมโมเนียสูง 15% ให้กำลังรับแรงดัดสูงสุดคือ 183.06 % ของอิฐธรรมดา และที่อัดตราส่วนผสมเท่ากันกำลังรับแรงดัดของการผสมน้ำยางสำหรับงานหล่อเบ้าและกาวยาง มีค่ามากกว่าน้ำยางรักษาสภาพแบบแอมโมเนียสูง

จะเห็นได้ว่าจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเมื่อผสมน้ำยางพาราเข้าไปในคอนกรีตจะช่วยเพิ่มเรื่องของกำลังรับแรงดัด ซึ่งเป็นปัญหาหลักของรั้วคอนกรีตในปัจจุบัน การแตกร้าวของคานซึ่งเป็นส่วนของโครงสร้างที่อยู่ในแนวราบทำหน้าที่รับแรงดัดซึ่งเกิดจากน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจร คานดังกล่าวสามารถเกิดการแตกร้าวได้ง่ายเนื่องจากคอนกรีตมีคุณสมบัติต้านทานแรงดัดน้อย ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการนำน้ำยางข้น ที่มีราคาตกต่ำในปัจจุบันมาเพิ่มมูลค่า ด้วยคุณสมบัติเฉพาะของน้ำยางพาราคือ มีความยืดหยุ่นสูง ซึ่งเป็นผลมาจากหน่วยไอโซพรีน ซึ่งเชื่อมกันเป็นโมเลกุลของยาง ดังนั้นเมื่อมีแรงมากระทำต่อยางจะทำให้ยางเปลี่ยนรูปร่าง แต่เมื่อหยุดใช้แรงยางจะกลับสู่สภาพเดิม ดังนั้น จึงนำประโยชน์ข้อนี้ของยางพารามาใช้

RAMBHAI BARNI RAJABHAT UNIVERSITY
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี