บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อิฐดินดิบ

อิฐดินดิบ (Adobe brick) หรือบล็อกดิน คือ ดินที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการทางความร้อนหรือการเผา มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ดิน เส้นใยและน้ำ (กระเทียม สุรินทร์, 2555) ปัจจุบันอิฐดินดิบถูกนำมาใช้ในการสร้างบ้านดิน ที่เห็นได้ชัดเจน คือ การนำอิฐดินดิบมาสร้างบ้านดินในลักษณะของรีสอร์ททางภาคเหนือ นอกจากความสวยงามแล้ว มีการวิจัยพบว่าอุณหภูมิภายในบ้านดินค่อนข้างคงที่ เมื่ออากาศหนาวภายในบ้านจะรู้สึกอุ่น ในทางกลับกันเมื่ออากาศร้อนภายในบ้านดินจะรู้สึกเย็น (ประยูร พรมหลวงศรี และจักรพันธุ์ วงษ์พา, 2558) อีกทั้งยังเป็นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการใช้วัสดุก่อสร้างจากคอนกรีต แต่มีข้อเสียคือ เมื่อมีฝนตกหนักหรือเกิดน้ำท่วม บ้านที่สร้างจากอิฐดินดิบจะเกิดความเสียหายเนื่องจากน้ำสามารถซึมเข้าไปในเนื้ออิฐได้ จึงมีการวิจัยเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของอิฐดินดิบโดยการนำวัสดุอื่นเข้ามาเป็นส่วนผสมให้ได้อิฐดินดิบที่มีความแข็งแรงและคงทนมากขึ้น

2.1.1 ส่วนประกอบของอิฐดินดิบ

อิฐดินดิบมีส่วนประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ดินเหนียว ธรรมชาติของดินเหนียวคือ เมื่อแห้งจะหดตัว ถ้าอิฐดินดิบที่ทดลองทำมีการแตกร้าวแสดงว่าส่วนผสมที่ใช้มีดินเหนียวมากเกินไป ต้องเพิ่มส่วนผสมอื่นเพื่อลดการแตกร้าว

2. ทราย เป็นส่วนผสมที่จะช่วยลดการหดตัวของดินเหนียวและลดการแตกร้าว ทรายจะช่วยทำให้อิฐมีความแกร่ง แต่ถ้าผสมทรายมากเกินไปจะทำให้ถูกฝนชะดินออกได้ง่าย

3. ส่วนผสมที่เป็นเส้นใยและมีความเหนียว โดยปรกติจะใช้แกลบหรือฟางเส้นสั้นๆ (ถ้าเป็นส่วนผสมที่เป็นวัสดุธรรมชาติควรจะมีความสด และเหนียว) ส่วนผสมที่เป็นเส้นใยนี้จะช่วยยึดดินเข้าด้วยกัน ลดการแตกร้าว และป้องกันการชะล้างของน้ำฝน (ประยูร พรมหลวงศรี, 2559 : หน้า 14)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

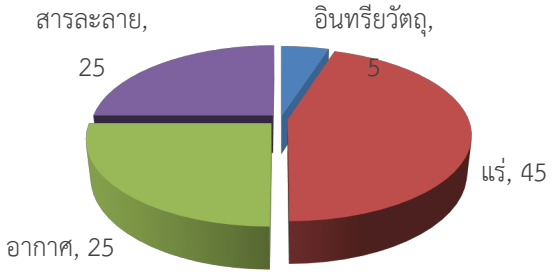
2.2 ดิน

ดิน (Soil) คือ วัตถุธรรมชาติที่ปกคลุมผิวโลกอยู่บางๆ เกิดขึ้นจากผลของการแปรสภาพหรือผุพังของหินและแร่ และอินทรียวัตถุผสมคลุกเคล้ากัน โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้

1. อนินทรียวัตถุ (Mineral matter) ได้แก่ ส่วนของแร่ต่างๆ ภายในหินซึ่งผุพังสึกกร่อนเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย โดยทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวเคมี

2. อินทรียวัตถุ (Organic matter) ได้แก่ ส่วนที่เกิดจากการเน่าเปื่อยผุพังหรือสลายตัวของซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมกัน
3. น้ำ ในสารละลายซึ่งพบอยู่ในช่องระหว่างเม็ดดิน (Aggregate) หรืออนุภาคดิน (Particle)
4. อากาศ อยู่ในที่ว่างระหว่างเม็ดดินหรืออนุภาคดิน ก๊าซส่วนใหญ่ที่พบทั่วไปในดิน ได้แก่ ไนโตรเจน ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์

ปริมาตรของแต่ละส่วนประกอบของดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกโดยทั่วไปจะมีแร่ร้อยละ 45 อินทรียวัตถุร้อยละ 5 น้ำร้อยละ 25 และอากาศร้อยละ 25 ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของดิน
ที่มา : ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2561

2.2.1 เนื้อดิน (Soil texture)

เนื้อดิน หมายถึง องค์ประกอบเชิงกายภาพของดิน เราจะสังเกตได้ว่า ดินในแต่ละสถานที่มีลักษณะแตกต่างกัน เนื่องจากดินประกอบขึ้นจากอนุภาคของตะกอนหลายๆ ขนาด อนุภาคที่ใหญ่ที่สุดคืออนุภาคทราย (Sand) อนุภาคขนาดรองลงมาคือ อนุภาคทรายแป้ง (Silt) และอนุภาคที่มีขนาดเล็กที่สุดคือ อนุภาคดินเหนียว (Clay) ดังภาพที่ 2.2

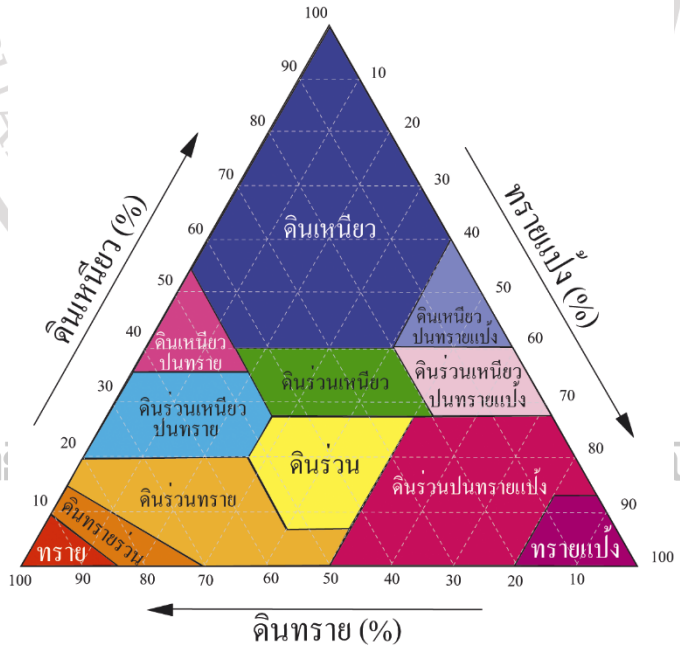
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2.2 อนุภาคของดิน
ที่มา : ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2561

ดินมีหลายชนิด เช่น ดินทราย ดินร่วน ดินเหนียว ขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาคของตะกอนที่ผสมกันเป็นดิน อาทิเช่น ดินทรายมีเนื้อหยาบ เนื่องจากประกอบด้วยอนุภาคขนาดใหญ่เช่นเม็ดทรายซึ่งมีขนาดใหญ่ จึงมีช่องว่างให้น้ำซึมผ่านอย่างรวดเร็ว ดินเหนียวมีเนื้อละเอียดมาก เนื่องจากประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กมาก จึงไม่มีน้ำช่องว่างให้น้ำซึมผ่าน ส่วนดินร่วนมีส่วนผสมเป็นอนุภาคขนาดปานกลางเช่น ทรายแป้ง เป็นส่วนใหญ่ จึงมีความเหมาะสมในการปลูกพืชส่วนใหญ่ เนื่องจากน้ำซึมผ่านได้ไม่รวดเร็วจนเกินไป สามารถเก็บกักความชื้นได้ดี นักปฐพีวิทยาแบ่งดินออกเป็น 12 ชนิด โดยการศึกษาสัดส่วนการกระจายอนุภาคของดินตามภาพที่ 2.3 เช่น

- ดินทรายร่วนประกอบด้วยอนุภาคทรายร้อยละ 80, อนุภาคทรายแป้งร้อยละ 10, อนุภาคดินเหนียวร้อยละ 10
- ดินร่วนประกอบด้วยอนุภาคทรายร้อยละ 40, อนุภาคทรายแป้งร้อยละ 40, อนุภาคดินเหนียวร้อยละ 20
- ดินเหนียวประกอบด้วยอนุภาคทรายร้อยละ 20, อนุภาคทรายแป้งร้อยละ 20, อนุภาคดินเหนียวร้อยละ 60

การจำแนกดินช่วยให้เราเข้าใจถึงคุณสมบัติของดินประเภทต่างๆ ได้แก่ ความสามารถในการกักเก็บน้ำ และการถ่ายเทพลังงานความร้อน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางเกษตรกรรมและวิศวกรรม เป็นต้น



ภาพที่ 2.3 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดิน

ที่มา : ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2561

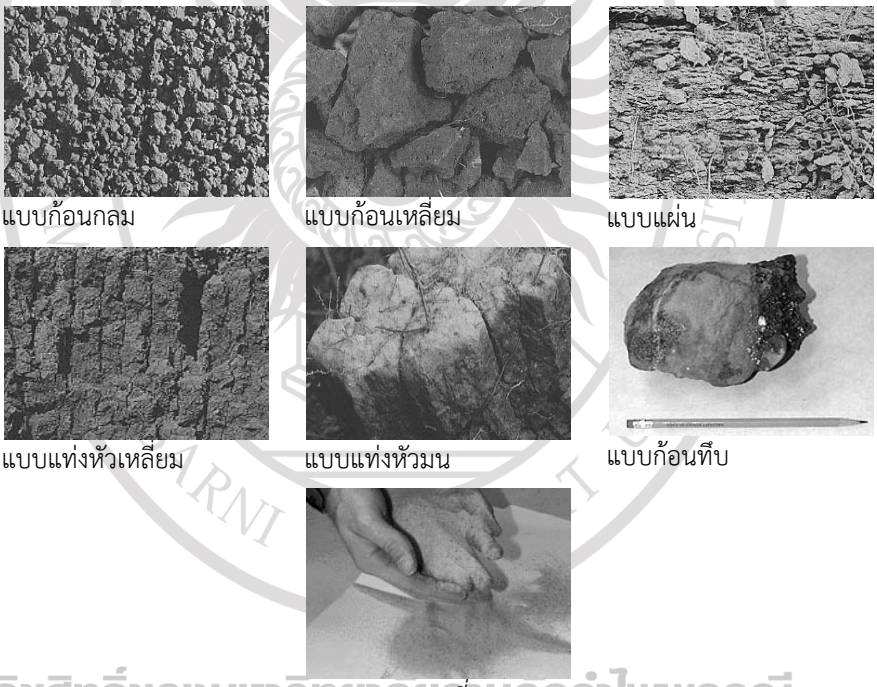
2.2.2 โครงสร้างดิน (Soil Structure)

โครงสร้างดิน หมายถึง รูปแบบของการยึดและการเรียงตัวของอนุภาคเดี่ยวของดินเป็นเม็ดดินในหน้าตัดดิน เม็ดดินแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้งด้านขนาดและรูปร่าง ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 ชนิด ตามภาพที่ 2.4 ได้แก่

1. แบบก้อนกลม (Granular) มีรูปร่างคล้ายทรงกลม เม็ดดินมีขนาดเล็กประมาณ 1 - 10 มิลลิเมตร มักพบในดินชั้น A มีรากพืชปนอยู่มาก เนื้อดินมีความพรุนมาก จึงระบายน้ำและอากาศได้ดี

2. แบบก้อนเหลี่ยม (Blocky) มีรูปร่างคล้ายกล่อง เม็ดดินมีขนาดประมาณ 1-5 เซนติเมตร มักพบในดินชั้น B มีการกระจายของรากพืชปานกลาง น้ำและอากาศซึมผ่านได้

3. แบบแผ่น (Platy) ก้อนดินแบนวางตัวในแนวราบ และซ้อนเหลื่อมกันเป็นชั้น ขัดขวางรากพืช น้ำและอากาศซึมผ่านได้ยาก มักเป็นดินชั้น A ที่ถูกบีบอัดจากการบดไถของเครื่องจักรกลการเกษตร



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2.4 โครงสร้างดินแบบต่างๆ

ที่มา : ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2561

4. แบบแท่งหัวเหลี่ยม (Prismatic) ก้อนดินแต่ละก้อนมีผิวหน้าแบนและเรียบ เกาะตัวกันเป็นแท่งหัวเหลี่ยมคล้ายปริซึม ก้อนดินมีลักษณะยาวในแนวดิ่ง ส่วนบนของปลายแท่งมักมีรูปร่างแบน เม็ดดินมีขนาด 1 - 10 เซนติเมตร มักพบในดินชั้น B น้ำและอากาศซึมได้ปานกลาง

5. แบบแท่งหัวมน (Columnar) มีการจับตัวคล้ายคลึงกับแบบแท่งหัวเหลี่ยม แต่ส่วนบนของปลายแท่งมีลักษณะกลมมน ปกคลุมด้วยเกลือ เม็ดดินมีขนาด 1 - 10 เซนติเมตร มักพบในดินชั้น B และเกิดในเขตแห้งแล้ง น้ำและอากาศซึมผ่านได้น้อย และมีการสะสมของโซเดียมสูง

6. แบบก้อนทึบ (Massive) เป็นดินเนื้อละเอียดยึดตัวติดกันเป็นก้อนใหญ่ ขนาดประมาณ 30 เซนติเมตร ดินไม่แตกตัวเป็นเม็ด จึงทำให้น้ำและอากาศซึมผ่านได้ยาก

7. แบบอนุภาคเดี่ยว (Single grained) ไม่มีการยึดตัวติดกันเป็นก้อน มักพบในดินทราย ซึ่งน้ำและอากาศซึมผ่านได้ดี

2.2.3 การหาขนาดของเม็ดดิน

การหาขนาดของเม็ดดิน ทำได้ 2 วิธี คือ

1. วิธีร่อนด้วยตะแกรง (Sieve analysis หรือ Mechanical)

วิธีนี้เหมาะสำหรับดินพวกเม็ดหยาบ เช่น กรวด ทราย เป็นต้น ทำได้โดยการนำดินที่ต้องการหาขนาดใส่ลงไปในตะแกรงมาตรฐาน แล้วเขย่า ตะแกรงที่ใช้ร่อนทีหลายขนาดจัดเป็นชั้นๆ ให้ขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ข้างบนและขนาดเล็กที่สุดอยู่ข้างล่าง ขนาดเล็กที่สุดเป็นตะแกรงเบอร์ 200 ซึ่งขนาดรูตะแกรงเท่ากับ 0.075 มม. เมื่อร่อนและนำมาชั่งแล้วก็คำนวณหาส่วนที่ค้างหรือผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ เป็นเปอร์เซ็นต์กับน้ำหนักทั้งหมดได้โดยใช้สมการที่ 2.1 – 2.3 ดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของดินที่ค้างบนตะแกรง} = \frac{\text{น้ำหนักของดินในแต่ละตะแกรง}}{\text{น้ำหนักของดินทั้งหมด}} \times 100 \qquad (2.1)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ค้างสะสม} = \text{ผลบวกสะสมของเปอร์เซ็นต์ของดินที่ค้างบนตะแกรงที่ใหญ่กว่า} \qquad (2.2)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของดินที่ผ่านตะแกรง (\%Passing)} = 100 - \text{เปอร์เซ็นต์ค้างสะสม} \qquad (2.3)$$

2. โดยวิธีตกตะกอน (Hydrometer analysis)

วิธีนี้เหมาะสำหรับดินพวกเม็ดละเอียด ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 0.075 มม. ลงไป เช่น ตะกอนทราย ดินเหนียว เป็นต้น ทำได้โดยนำดินที่ต้องการหาขนาดมาละลายน้ำแล้วใส่ลงไปในหลอดแก้ว ให้เม็ดดิน (ตะกอน) กระจัดกระจายตัวและแขวนลอยอยู่ในน้ำ แล้วใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดอัตราการตกตะกอน หรือวัดค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินที่ละลายแขวนลอยอยู่ในน้ำที่มีความลึก h ในช่วงเวลาต่างๆ โดยอาศัยกฎของสโตค (Stoke's law) ที่ว่า ความเร็วของการตกตะกอนจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของเม็ดดิน ความหนาแน่นของของเหลว ความหนืดของของเหลวและขนาดของ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เม็ดดิน กล่าวคือ ดินเม็ดใหญ่จะตกตะกอน (จม) เร็วกว่าดินเม็ดเล็ก ดังนั้นเมื่อทราบความเร็วของการตกตะกอน ก็สามารถคำนวณหาขนาดของเม็ดตะกอน (เม็ดดิน) ได้ จากสมการต่อไปนี้

$$D = \sqrt{\frac{18\mu}{\gamma_s - \gamma_w}} \cdot \frac{h}{t} \qquad (2.4)$$

เมื่อ γ_s = หน่วยน้ำหนักของเม็ดดิน
γ_w = หน่วยน้ำหนักของน้ำ
μ = ความหนืดของน้ำ
D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดดิน
h = ระยะที่เม็ดดินตกตะกอน
t = เวลาในการตกตะกอนของเม็ดดิน

เปอร์เซ็นต์ของดินที่มีขนาดเล็กกว่า D หรือที่เรียกว่า %F หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$\%F = \frac{100}{W_s}\left(\frac{G_s}{G_s - 1}\right) R_c \qquad (2.5)$$

เมื่อ W_s = น้ำหนักดินแห้งในส่วนผสม
G_s = ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน
R_c = ค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์หลังจากปรับแก้แล้ว

2.2.4 การหาการกระจายตัวของเม็ดดิน

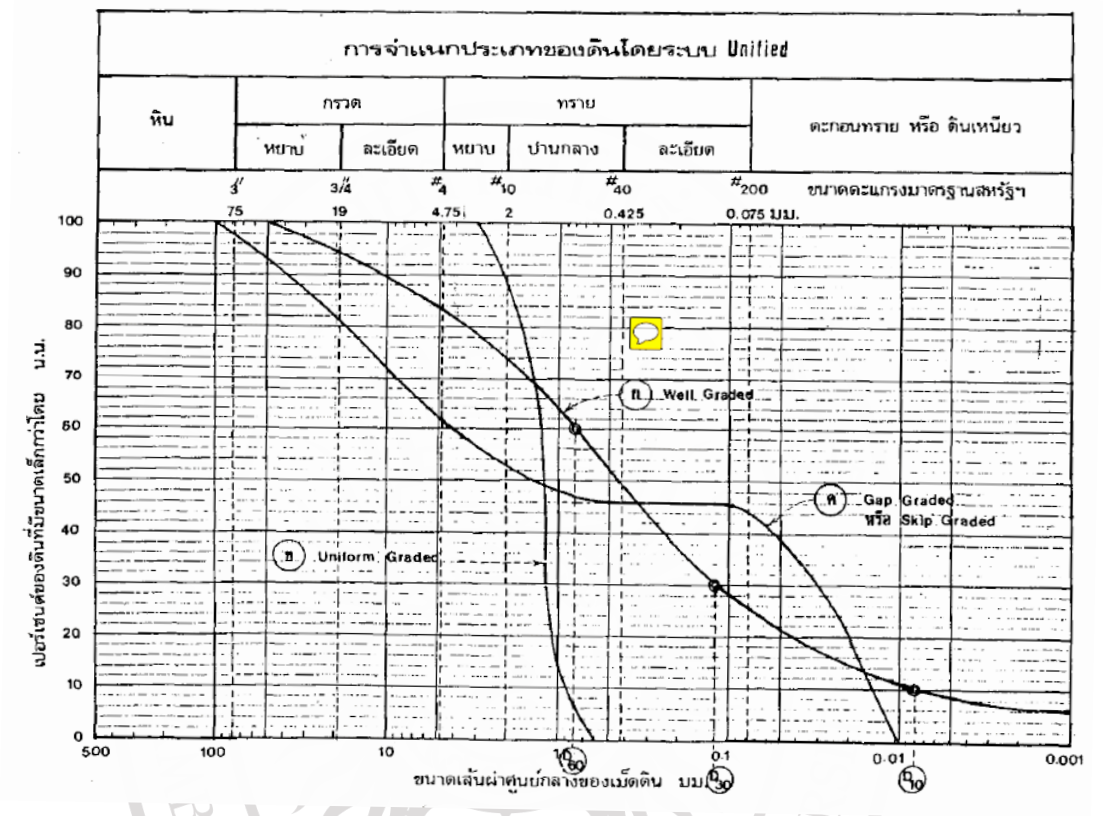
เมื่อนำผลการทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน ทั้งดินพวกเม็ดหยาบที่ได้จากวิธีร่อนด้วยตะแกรงและดินพวกเม็ดละเอียดที่ได้จากวิธีตกตะกอน มาเขียนเส้นความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของดินที่มีขนาดเล็กกว่าโดยน้ำหนัก ในกระดาษ Semi-log ก็จะได้เส้นกราฟการกระจายตัวของเม็ดดิน ดังภาพที่ 2.5

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากภาพที่ 2.5 จะเห็นว่าลักษณะการกระจายตัวของเม็ดดินแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ ดินที่มีขนาดคละกันดี และ ขนาดคละกันไม่ดี ซึ่งดินแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้

1. ดินที่มีขนาดคละกันดี (Well graded soil) คือ ดินที่มีขนาดต่างๆ คละกันอย่างเหมาะสม ตั้งแต่ขนาดใหญ่ไปจนถึงขนาดเล็ก เส้นกราฟจะแผ่กว้างอย่างราบเรียบสม่ำเสมอ จากด้านหนึ่งไปยังด้านหนึ่ง ดังเส้น ก. หรือพิจารณาจากช่วงของเส้นกราฟที่เรียกว่า Coefficient of

Unifromily) (C_u) ซึ่งจะแสดงถึงการกระจายตัวของเม็ดดินว่า มีขนาดคละกัน (Graded) หรือสม่ำเสมอ (Uniform) ได้จากสมการที่ 2.6



ภาพที่ 2.5 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดิน

ที่มา : มณเฑียร กังศศิเทียม, 2533 : หน้า 40

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \tag{2.6}$$

เมื่อ D_{60} = คือขนาดของเม็ดดิน ที่ดินจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดนี้ ร้อยละ 60

D_{10} = คือขนาดของเม็ดดิน ที่ดินจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดนี้ ร้อยละ 10 หรือเรียกว่า ขนาดประสิทธิผล (Effective size)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

และพิจารณาจากความโค้งงอของเส้นกราฟ ที่เรียกว่า Coefficient of curvature (C_c) ซึ่งจะแสดงถึงขนาดคละกันว่าดี (Well graded) หรือไม่ดี (Poorly graded) ได้จากสมการที่ 2.7 ซึ่งดินที่มีขนาดคละกันดีจะมีลักษณะดังตารางที่ 2.1

$$C_c = \frac{D_{30}{}^2}{D_{10} \times D_{60}} \qquad (2.7)$$

เมื่อ D_{30} = คือขนาดของเม็ดดิน ที่ดินจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดนี้ ร้อยละ 30

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของดินที่มีขนาดคละกันดี

ชนิดของดิน	C_u	C_c
กรวด	มากกว่า 4	1-3
ทราย	มากกว่า 6	1-3

2. ดินที่มีขนาดคละกันไม่ดี (Poorly graded) แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. ดินที่มีขนาดเม็ดสม่ำเสมอ (Uniform graded) คือ เม็ดดินจะมีขนาดเดียวกันเป็นส่วนใหญ่ เส้นกราฟจะมีลักษณะเกือบเป็นเส้นดิ่ง จากเส้น ข. ในภาพที่ 2.5 จะเห็นว่าขนาดของเม็ดดินระหว่าง 1-2 มม. มีถึงร้อยละ 73

ข. ดินที่มีขนาดเม็ดขาดช่วง (Skip หรือ Gap graded) คือ ดินที่มีแต่ขนาดใหญ่และขนาดเล็ก ขาดขนาดปานกลางไป หรือขาดขนาดใดขนาดหนึ่งไป เส้นกราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นราบในช่วงที่ขนาดเม็ดดินขาดหายไป จากเส้น ค. ในภาพที่ 2.5 จะเห็นว่าขนาดเม็ดดินระหว่าง 0.1-0.5 มม. ขาดหายไป เส้นกราฟจึงเป็นเส้นราบ (มณเฑียร กังศศิเทียม, 2533 : หน้า 37-42)

2.2.5 ขีดความข้นเหลวของดิน (Atterberg's limit)

ถ้าเรานำดินเหนียวมาผสมน้ำจนมีความชื้นสูง ดินจะมีสภาพคล้ายของเหลว เช่น ที่จุด A ในภาพที่ 2.6 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของปริมาตรของน้ำกับดินและความชื้นในดินจากจุด A ถ้าเราทำให้ความชื้นค่อยๆ ลดลงไป ปริมาตรของมวลดินก็จะลดลงเป็นปฏิภาคกัน มวลดินจะเปลี่ยนสถานภาพไป จากของเหลวเป็นพลาสติก, กึ่งของแข็ง, ของแข็งตามลำดับ ซึ่งในภาพที่ 2.6 จะปรากฏสัญลักษณ์สำคัญ ดังนี้

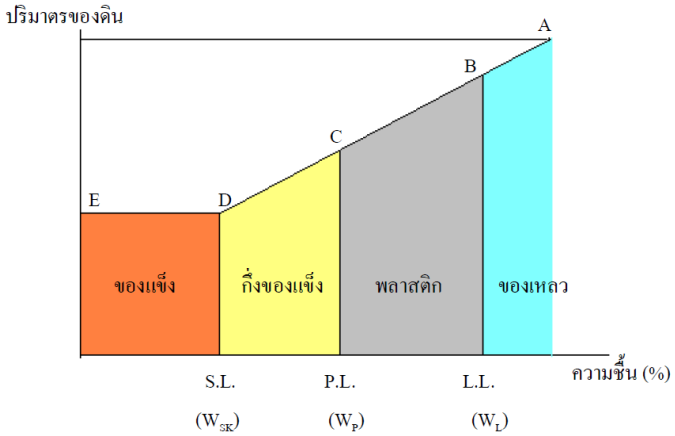
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1) Liquid Limit (W_L หรือ L.L.) คือ ความชื้นในมวลดินขณะที่มวลดินเริ่มเปลี่ยนสภาพจากของเหลวไปเป็นสารหนืดตัวในสถานภาพพลาสติกที่จุด B

2) Plastic Limit (W_P หรือ P.L.) คือ ความชื้นในมวลดินขณะที่เปลี่ยนสถานภาพจากพลาสติกเป็นกึ่งของแข็งที่จุด C

3) Shrinkage Limit (WSK หรือ S.L.) คือ ความชื้นที่จุด D ซึ่งดินเปลี่ยนจากสภาพที่เป็นกึ่งของแข็งเป็นของแข็ง และจะไม่มีการหดตัวต่อไปอีกแล้ว แต่เมื่อความชื้นยิ่งลดลงไป

ฟองอากาศจะเริ่มแทรกเข้าไปในมวลดิน และทำให้เกิดสภาวะไม่อิ่มตัวเกิดขึ้น จนกระทั่งไม่มีความชื้นเลย ที่จุด E



ภาพที่ 2.6 สถานภาพต่างๆ ของมวลดินเหนียว
ที่มา: มานะ อภิพัฒนะมนตรี. 2543: หน้า 28

ค่าความชื้นในสถานภาพพลาสติกของดิน เราเรียกว่า Plasticity Index (P.I. หรือ Ip) คือผลต่างของขีดความเหลวและขีดความเหนียว มักเป็นตัวแสดงถึงความเหนียวของดินและยังแสดงความไวต่อการเปลี่ยนสถานภาพต่อความชื้นของมวลดินนั้น จึงเป็นค่าที่สำคัญและนำมาใช้มากในการจำแนกมวลดิน

2.3 ยางพารา (Para rubber)

2.3.1 น้ำยาง (Latex)

หมายถึง สารละลายที่ประกอบด้วยส่วนของสารโพลิเมอร์แขวนลอยอยู่ในตัวกลาง ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าน้ำยางประกอบขึ้นด้วยสาร 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนของสารที่แขวนลอยหรือส่วนที่กระจัดกระจาย (Disperse phase) และส่วนของสารที่เป็นตัวกลาง (Dispersion medium) ในส่วนของสารที่กระจัดกระจายประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ ของสารโพลิเมอร์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 5 ไมครอนลงไป สำหรับส่วนของสารที่เป็นตัวกลางนั้น โดยทั่วไปเรียกกันว่า เซรุ่ม (Serum)

น้ำยางมีลักษณะเป็นสารคอลลอยด์ (Colloid) ชนิดไฮโดรโซล (Hydrosol-สารละลายที่น้ำเป็นตัวทำละลาย) ที่มีความพิเศษกว่าไฮโดรโซลทั่วๆ ไป กล่าวคือ น้ำยางมีคุณลักษณะก้ำกึ่งระหว่างไฮโดรฟิลิค (Hydrophilic-ลักษณะที่สารละลายได้ง่ายเมื่อมีน้ำเป็นตัวทำละลาย) กับไฮโดรโฟ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บิค (Hydrophobic-ลักษณะที่ไม่ยอมรวมกับน้ำจึงเกิดเป็นสารละลายได้ยาก เมื่อมีน้ำเป็นตัวทำละลาย) แต่ลักษณะไฮโดรโฟบิคจะเด่นกว่า

ลักษณะสารคอยลอยด์ของน้ำยางนั้นอาจอธิบายได้ว่า เป็นอิมัลชัน (Colloidal emulsion) โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำยางที่สังเคราะห์หรือทำเทียมขึ้น อย่างไรก็ตามการอธิบายลักษณะของคอลลอยด์ของน้ำยางว่าเป็นลักษณะอิมัลชันอาจไม่ถูกต้องนัก เพราะในทางเคมีอิมัลชัน หมายถึงสารละลายของของเหลวในของเหลว แต่สารโพลิเมอร์ส่วนใหญ่มีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างของแข็งกับของเหลว ซึ่งลักษณะเป็นของแข็งจะเด่นกว่าลักษณะเป็นของเหลวในสถานะอุณหภูมิปกติ แต่ทว่าการอธิบายว่าน้ำยางมีลักษณะเป็นคอลลอยด์แบบอิมัลชันนั้นเนื่องมาจากเหตุผล 2 ประการ คือ ประการแรกน้ำยางสังเคราะห์ผลิตโดยกรรมวิธีโพลิเมอไรเซชันแบบอิมัลชัน (Emulsion polymerization) และอีกประการหนึ่ง คือ น้ำยางสังเคราะห์บางประเภทนิยมใช้งานด้านการฉาบหรือเคลือบผิวหน้าอย่างแพร่หลายแทนการใช้อิมัลชันของสีน้ำมัน

2.3.2 การจัดแยกจำพวกของน้ำยาง

การจัดแยกจำพวกของน้ำยางกระทำได้หลายแบบ ดังนี้

1. การจัดแยกจำพวกตามลักษณะที่ได้มา การจัดแยกจำพวกน้ำยางแบบนี้แบ่งน้ำยางได้ออกเป็น 3 ชนิด คือ ชนิดน้ำยางธรรมชาติ น้ำยางสังเคราะห์ขึ้นมาโดยกรรมวิธีอิมัลชันโพลิเมอไรเซชันและน้ำยางที่ทำเทียม (Artificial) ขึ้นมาโดยกรรมวิธีทำให้โพลิเมอร์กระจายในตัวกลางที่เป็นน้ำ น้ำยางธรรมชาติหมายความรวมถึงน้ำยางจากยางพารา กัตตาเปอร์ช่า และน้ำยางสังเคราะห์เอส บี อาร์ (SBR) น้ำยางสังเคราะห์โพลีไวนีลอซีเตต น้ำยางสังเคราะห์คอลโรพรีน เป็นต้น ส่วนน้ำยางที่ทำเทียมนั้นมีความสำคัญน้อยกว่า 2 พวกแรก ตัวอย่างเช่น ยางรีเคลม ยางบิวทายและพวกยางประเภทโพลีไดอีนที่ถูกทำให้กระจายในตัวกลาง

ยังมีน้ำยางอีกพวกหนึ่งที่อาจไม่ถูกต้องนัก หากว่าจะจัดเข้าเป็นชนิดที่ 4 ของการแบ่งน้ำยางตามลักษณะที่ได้มา นั่นคือ น้ำยางที่ได้จากการปรับปรุงโครงสร้าง (Modified latex) น้ำยางเหล่านี้ผลิตขึ้นโดยวิธีการปรับปรุงโครงสร้างของโมเลกุล เช่น ทำให้เกิดการเพิ่ม โมโนเมอร์บางชนิดโยงกับโพลิเมอร์หลัก หรืออาจโดยการปรับปรุงลักษณะของส่วนโพลิเมอร์-เซรุ่ม เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

2. การจัดแยกจำพวกตามลักษณะทางเคมีของโพลิเมอร์หลัก โดยวิธีการจัดแยกจำพวกของน้ำยางตามลักษณะทางเคมีของโพลิเมอร์นั้นเท่ากับการเรียกชื่อสารโพลิเมอร์ในทางเคมีที่อยู่ในน้ำยางนั่นเอง ตัวอย่างเช่น น้ำยางโพลีไอโซพรีน น้ำยางโพลิสตายรีน น้ำยางบิวทาไดอีนอคริโลไนไทล เป็นต้น โดยวิธีการนี้เป็นการจัดแยกที่เป็นประโยชน์สำหรับกรณีของการจัดแยกจำพวกน้ำยางสังเคราะห์แต่ละพวก

3. การจัดแยกจำพวกตามลักษณะทางกายภาพของโพลิเมอร์หลัก วิธีการนี้แยกจำพวกน้ำยางตามลักษณะทางกายภาพของโพลิเมอร์หลัก เป็นการจัดแยกจำพวกที่ออกจะไม่มี

กฎเกณฑ์นัก จัดตามความพอใจมากกว่า ซึ่งอาจแบ่งน้ำยางตามวิธีการนี้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทแรกน้ำยาง (Rubber latices) ประกอบด้วยโพลิเมอร์ที่มีลักษณะของยาง (Rubber nature) และน้ำยางเรซิน หรือพลาสติค (Resin or Plastic latices) ประกอบด้วยโพลิเมอร์ที่มีลักษณะของสารเรซิน (Resinous nature)

2.3.3 ลักษณะพื้นฐานบางประการของน้ำยาง

น้ำยางเป็นสารคอลลอยด์ที่มีลักษณะซับซ้อนมาก และความซับซ้อนดังกล่าวเนื่องมาจากลักษณะพื้นฐานบางประการดังนี้

1. ลักษณะของโพลิเมอร์ สารโพลิเมอร์ในรูปของน้ำยางอาจแบ่งได้ดังนี้

1.1 ไวนิลโพลิเมอร์และโคโพลิเมอร์ (Vinyl polymer and Copolymer) ตัวอย่างเช่น โพลีไวนิลอซีเตตและโคพอลีเมอร์ของโพลีไวนิลอซีเตต โพลีสตายรีน โพลีไวนิลคลอไรด์ และโคโพลิเมอร์ชองโพลีไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น

1.2 ไดอีนโพลิเมอร์และโคโพลิเมอร์ (Diene polymer and Copolymer) ตัวอย่างเช่น โพลีบิวทาไดอีนและโพลีไอโซพรีน อิมัลชันโพลีบิวทาไดอีน โคโพลิเมอร์ของโพลีบิวทาไดอีนกับสตายรีน หรือกับอคริโลไนไทล โคโพลิเมอร์ของคลอโรพรีน น้ำยางจากธรรมชาติซึ่งเป็นโพลีไอโซพรีน เป็นต้น

1.3 โพลิเมอร์อื่นๆ เช่น โพลีไอโซบิวทีลีนที่มีส่วนประกอบของโคโพลิเมอไรซ์ไอโซพรีนเล็กน้อย ยางรีเคลมไดอีน เป็นต้น

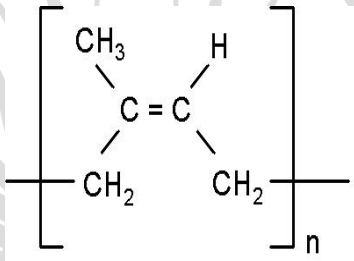
2. รูปร่าง ขนาด และขนาดของการกระจายตัวของอนุภาคน้ำยาง

ลักษณะรูปร่างอนุภาคของน้ำยางหากพิจารณาอย่างหยาบๆ จะมีลักษณะกลมหรือค่อนข้างกลม แต้ถ้าพิจารณากันอย่างละเอียดถี่ถ้วนแล้ว อนุภาคยางอาจมีรูปร่างเป็นลักษณะรูปรีหรือรูปร่างซับซ้อนไม่เป็นปกติ ขนาดของอนุภาคน้ำยางมักระบุเป็นหน่วยอังสตรอม (Angstrom, Å) ไมครอน (Micron, μ) หรือมิลลิไมครอน (Millimicron, mμ) ซึ่งความสัมพันธ์ของทั้ง 3 หน่วย คือ 10 Å=1 mμ=10^{-3} μ=10^{-7}cm. อนุภาคของน้ำยางส่วนใหญ่มีลักษณะกลมหรือเกือบกลม และวัดขนาดโดยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค สำหรับน้ำยางรูปร่างแบบอื่นๆ ขนาดของอนุภาคอาจคำนวณได้โดยการวัดขนาดความยาวของ 3 แกน น้ำยางส่วนใหญ่มีการกระจัดกระจายตัวของอนุภาคจากน้อยจนถึงมาก ซึ่งถึงแม้ว่าน้ำยางบางพวกดูเผินๆ เข้าใจว่ามีขนาดของอนุภาคสม่ำเสมอกัน แต่แท้ที่จริงแล้วนั้นมีขนาดที่ต่างๆ กันมาก ขนาดที่ต่างๆ กันของอนุภาคน้ำยางที่กระจายดังกล่าวเรียกว่าขนาดของการกระจัดกระจายของอนุภาคน้ำยาง (วราภรณ์ ขจรไชยกูล. 2542 : หน้า 1-4)

2.3.4 ยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติมีชื่อทางเคมี คือ cis-1,4-polyisoprene กล่าวคือ มี isoprene (C_5H_8) โดยที่ n มีค่าตั้งแต่ 15,000-20,000 เนื่องจากส่วนประกอบของยางธรรมชาติเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ไม่

มีขั้ว ดังนั้นยางจึงละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น เบนซีน เฮกเซน เป็นต้น โดยทั่วไปยางธรรมชาติมีโครงสร้างการจัดเรียงตัวของโมเลกุลแบบอสัณฐาน (Amorphous) ดังแสดงในภาพที่ 2.7 แต่ในบางสภาวะโมเลกุลของยางสามารถจัดเรียงตัวค่อนข้างเป็นระเบียบที่อุณหภูมิต่ำหรือเมื่อถูกยืด มันจึงสามารถเกิดผลึก (Crystallize) ได้ การเกิดผลึกเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (Low temperature crystallization) จะทำให้ยางแข็งมากขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ยางก็จะอ่อนลงและกลับสู่สภาพเดิม ในขณะที่การเกิดผลึกเนื่องจากการยืดตัว (Strain induced crystallization) ทำให้ยางมีสมบัติเชิงกลดี นั่นคือยางจะมีความทนทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ความทนทานต่อการฉีกขาด (Tear resistance) และความทนทานต่อการ ขัดสี (Abrasion resistance) สูง



ภาพที่ 2.7 สูตรโครงสร้างยางธรรมชาติ
ที่มา : Science News บทความวิทยาศาสตร์. ออนไลน์. ม.ป.ป.)

ลักษณะเด่นอีกอย่างของธรรมชาติคือ ความยืดหยุ่น (Elasticity) ยางธรรมชาติมีความยืดหยุ่นสูง เมื่อแรงภายนอกที่มากระทำกับมันหมดไป ยางก็จะกลับคืนสู่รูปร่างและขนาดเดิม (หรือใกล้เคียง) อย่างรวดเร็ว ยางธรรมชาติยังมีสมบัติดีเยี่ยมด้านการเหนียวติดกัน (Tack) ซึ่งเป็นสมบัติสำคัญของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องอาศัยการประกอบ (Assemble) ชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน เช่น ยางรถยนต์ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ยางดิบตามลำพังจะมีขีดจำกัดในการใช้งาน เนื่องจากมีสมบัติเชิงกลต่ำ และลักษณะทางกายภาพจะไม่เสถียรขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมาก กล่าวคือยางจะอ่อนเยิ้มและเหนียวเหนอะหนะเมื่อร้อน แต่จะแข็งเปราะเมื่ออุณหภูมิต่ำ ด้วยเหตุนี้การใช้ประโยชน์จากยางจำเป็นต้องมีการผสมยางกับสารเคมีต่างๆ เช่น กำมะถัน ผงเขม่าดำ และสารตัวเร่งต่างๆ เป็นต้น หลังจากการบดผสม ยางผสมหรือยางคอมพาวด์ (Rubber compound) ที่ได้จะถูกนำไปขึ้นรูปในแม่พิมพ์ภายใต้ความร้อนและความดัน กระบวนการนี้เรียกว่าวัลคาไนเซชั่น (Vulcanization) ยางที่ผ่านการขึ้นรูปนี้ เราเรียกว่า "ยางสุกหรือยางคงรูป" (Vulcanizate) ซึ่งสมบัติของยางคงรูปที่ได้นี้จะเสถียร ไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิมากนัก และมีสมบัติเชิงกลดีขึ้น

สงวนลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรามคำแหง

ยางธรรมชาติถูกนำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางต่างๆ มากมาย เนื่องจาก

-ยางธรรมชาติมีสมบัติดีเยี่ยมในด้านการทนต่อแรงดึง (Tensile strength) แม้ไม่ได้เติมสารเสริมแรงและมีความยืดหยุ่นสูงมากจึงเหมาะที่จะใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น ถุงมือยาง ถุงยางอนามัย ยางรัดของ เป็นต้น

-ยางธรรมชาติมีสมบัติเชิงพลวัต (Dynamic properties) ที่ดี มีความยืดหยุ่น (Elasticity) สูง ในขณะที่มีความร้อนภายใน (Heat build-up) ที่เกิดขณะใช้งานต่ำ และมีสมบัติการเหนียวติดกัน (Tack) ที่ดี จึงเหมาะสำหรับการผลิตยางรถบรรทุก ยางล้อเครื่องบิน หรือใช้ผสมกับยางสังเคราะห์ในการผลิตยางรถยนต์ เป็นต้น

-ยางธรรมชาติมีความต้านทานต่อการฉีกขาด (Tear resistance) สูง ทั้งที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง จึงเหมาะสำหรับการผลิตยางกระเป๋าน้ำร้อน เพราะในการแกะชิ้นงานออกจากเบ้าในระหว่างกระบวนการผลิตจะต้องดึงชิ้นงานออกจากเบ้าพิมพ์ในขณะที่ร้อน ยางที่ใช้จึงต้องมีค่าความต้านทานต่อการฉีกขาดขณะร้อนสูง (Science News บทความวิทยาศาสตร์. ออนไลน์. ม.ป.ป.)

2.3.5 น้ำยางธรรมชาติ

2.3.5.1 สมบัติและส่วนประกอบของน้ำยาง

น้ำยางสดจากต้นยางพารามีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวข้นหรือครีม อยู่ในสถานะสารแขวนลอย มีความหนาแน่นระหว่าง 0.975 และ 0.980 กรัม/มิลลิลิตร ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตั้งแต่ 6.5-7.0 ความหนืด (Viscosity) แปรปรวน มีส่วนประกอบของสารต่างๆ ในน้ำยางขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุ์ยาง อายุยาง ฤดูการรีดยาง และวิธีการกรีดยาง เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ

ส่วนประกอบ	ร้อยละโดยน้ำหนัก
สารที่เป็นของแข็งทั้งหมด (Total Solid Content, TSC)	36
เนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content, DRC)	33
สารพวกโปรตีน	1-1.5
เถ้า	สูงถึง 1
น้ำตาล	1
น้ำในปริมาณที่รวมแล้วเป็น	100

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปริมาณเนื้อยางของน้ำยางธรรมชาติอาจแปรปรวนตั้งแต่ร้อยละ 25-45 ปริมาณความแตกต่างระหว่างปริมาณสารที่เป็นของแข็งทั้งหมดในน้ำยางกับปริมาณเนื้อยางแห้งประมาณร้อยละ 3 ถ้าเป็นกรณีของน้ำยางที่ปั่นทำข้นแล้ว ความแตกต่างดังกล่าวลดเหลือประมาณร้อยละ 1.5

2.3.5.2 การรักษาสภาพและการเสียสภาพของน้ำยาง

น้ำยางจัดเป็นสารแขวนลอยที่มีส่วนของอนุภาคยาง (Rubber particle) แขวนลอยกระจัดกระจายอยู่ในตัวกลางที่เรียกว่า เซรุ่ม (Serum) และเป็นที่ทราบกันดีว่าในน้ำยางมีส่วนประกอบของโปรตีน ดังที่แสดงในตารางที่ 2.2 ส่วนหนึ่งของโปรตีนนี้จะดูดซับอยู่รอบผิวของอนุภาคยาง/ฟอร์มชั้นห่อหุ้ม (Hydrated protein envelope) อนุภาคยางไว้ ชั้นห่อหุ้มนี้มีความสำคัญต่อสถานะความคงตัวเป็นของเหลวของน้ำยางเพราะชั้นโปรตีนนี้จะป้องกันไม่ให้แต่ละอนุภาคยางรวมตัวกัน อนึ่งเมื่อมีการสูญเสียน้ำ (Dehydrated) ในชั้นของโปรตีนที่ห่อหุ้มอนุภาคยางอยู่ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยการเติมแอลกอฮอล์หรือสารบางอย่างลงในน้ำยาง น้ำยางจะสูญเสียความคงตัวและเกิดการรวมของอนุภาคยางจับกันเป็นก้อนยาง เรียกว่า โคแอกกูลั่ม (Coagulum) แยกส่วนจากเซรุ่ม

นอกจากชั้นของโปรตีนจะทำหน้าที่รักษาความคงสถานะเป็นของเหลวให้น้ำยางแล้ว ความคงสถานะของเหลวของน้ำยางยังจากมาจากประจุไฟฟ้าลบรอบๆ อนุภาคยาง ซึ่งก่อให้เกิดแรงผลักระหว่างอนุภาคยาง และเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยรักษาสถานการณ์กระจัดกระจาย (Dispersion) ของอนุภาคยางทำให้ยางเป็นของเหลวอยู่ได้ ถ้าหากเกิดผลกระทบกระเทือนที่ทำให้ประจุไฟฟ้าลบลดลง อนุภาคยางก็จะรวมกันได้ ขนาดอนุภาคจะใหญ่ขึ้น การเคลื่อนย้ายกระจัดกระจายของอนุภาคก็จะค่อยๆ ลดลงจนในที่สุดจะเป็นก้อนโคแอกกูลั่ม ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากประจุไฟฟ้าลบที่อยู่รอบอนุภาคยางเพิ่มขึ้นความคงสถานะเป็นน้ำยางก็จะเพิ่มขึ้น

สรุปความคงสถานะของเหลวของน้ำยางเรื่องจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ประจุไฟฟ้าลบ และ ชั้นโปรตีนที่อยู่รอบๆ อนุภาคยาง ถ้าหาก 2 ปัจจัยนี้ถูกทำให้ลดลงน้ำยางก็จะสูญเสียสถานะความเป็นของเหลวและจับเป็นก้อนยางแยกตัวออกจากเซรุ่มในที่สุด (กรมวิชาการเกษตร, 2532)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.4 เส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติแบ่งได้หลายชนิดตามแหล่งที่มา เช่น พืช สัตว์ และแร่ต่างๆ เส้นใยจากพืชทุกชนิดประกอบด้วยเซลลูโลส และมาจากหลายแหล่ง เช่น ก้าน ใบ ผล เมล็ด เนื้อ และเปลือก เป็นต้น ในขณะที่เส้นใยจากสัตว์ประกอบด้วยโปรตีน เช่น เส้นผม ไหม และขนสัตว์ เป็นต้น การนำเส้นใยธรรมชาติเหล่านี้มาประยุกต์ใช้เป็นสารเสริมแรงในคอมโพสิตมีมานานหลายสิบปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากคอมโพสิตที่ได้มีราคาถูกลง นำมาใช้ใหม่ได้ และมีความแข็งแรงสูงและน้ำหนักเบา

เส้นใยจากพืชเป็นเส้นใยที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เส้นใยจากพืชประกอบด้วยสายเซลลูโลส (cellulose fibrils) หลายๆ สายรวมกันโดยมีลิกนินเป็นสารช่วยประสาน องค์ประกอบหลักของเส้นใยพืช ได้แก่ แอลฟา-เซลลูโลส (α-Cellulose) เฮมิเซลลูโลล (Hemicelluloses) ลิกนิน (Lignin) เพคติน (Pectin) และแว๊กซ์ (Wax) สายเซลลูโลสเหล่านั้นจะเรียงตัวตามแนวยาวของเส้นใยซึ่งเป็นผลให้เส้นใยมีความทนต่อแรงดึง ความทนต่อแรงดัด และความแข็ง (Rigidity) สูง อย่างไรก็ตามความสามารถในการเสริมแรงของเส้นใยธรรมชาติก็ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของเซลลูโลสและความเป็นผลึกของเส้นใย (สุปราณี แก้วภิรมย์ และศิริเดช บุญแสง, 2557)

เส้นใยพืชแต่ละประเภทที่ใช้การผสมส่งผลที่แตกต่างกันต่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งเหมาะกับการใช้งานต่างประเภท และมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่เกิดขึ้นในการใช้งาน เนื่องจากความแตกต่างของคุณสมบัติเฉพาะของเส้นใยแต่ละประเภท คุณสมบัติของเส้นใยพืชที่แตกต่างกันนั้นเกิดจากลักษณะทางด้านกายภาพ พื้นที่หน้าตัด และลักษณะพื้นผิวของเส้นใย และลักษณะทางเคมีของพืชแต่ละประเภท เช่นปริมาณร้อยละของโครงสร้างเซลลูโลส ปริมาณร้อยละของลิกนินที่เคลือบที่ผิวเส้นใย เป็นต้น รวมไปถึงวิธีการผสม และกรรมวิธีการผลิต ดังตาราง (ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และอัญชิสา สันติจิตโต, 2555 : หน้า 15)

ตารางที่ 2.3 ปัจจัยที่มีผลกระทบกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ผสมเส้นใย

ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	**ตัวแปร**
ประเภทเส้นใย	มะพร้าว ผ่านศรนารายณ์ อ้อย ไผ่ ปาล์ม ปอกระเจา กัญชง ป่าน ไม้ ฟาง ข้าว พืชต่างๆ
ลักษณะเส้นใย	ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง พื้นที่หน้าตัด วงแหวน
รูปทรงเส้นใย	Mono-filament, strands, Crimped, and Single-knotted
พื้นผิวเส้นใย	ความละเอียดของพื้นผิว สิ่งที่หุ้มผิว
ระบบโครงร้าง	ประเภทซีเมนต์ ประเภทวัสดุผสมและขนาด ประเภทสารผสมเพิ่ม
การออกแบบส่วนผสม	ปริมาณน้ำ อัตราส่วนผสมสารผสมเพิ่ม
วิธีการผสม	ประเภทของส่วนผสม ลำดับขั้นในการผสมวัสดุ วิธีการผสมเส้นใย ระยะเวลา และความเร็วที่ใช้ในการผสม
วิธีการเทรูป	ระบบจี้เขย่า ระบบการฉีดขึ้นรูป
วิธีการขึ้นรูป	แรงดันอัดขึ้นรูป
วิธีการบ่ม	บ่มน้ำ บ่มอากาศ บ่มพิเศษ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.4.1 เส้นใยมะพร้าว

ใยมะพร้าว เป็นเส้นใยแข็งที่ได้มาจากกาบมะพร้าว มีลักษณะเฉพาะทางธรรมชาติ เป็นเส้นใยที่หยุ่นเหนียว แข็งแรง ทนทาน มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติจึงสามารถทำลายได้ง่าย ดังนั้นใยมะพร้าวจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม รวมทั้งเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่ (รุ่งทิพย์ ลุยเลา, 2557) ดังแสดงในภาพที่ 2.8

ภาพที่ 2.8 ใยมะพร้าว
ที่มา : รุ่งทิพย์ ลุยเลา, 2557

2.4.2 บทบาทของเส้นใยต่ออิฐดินดิบ

การเพิ่มเสถียรภาพของดินนั้นเป็นเรื่องที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่งซึ่งสามารถทำได้หลากหลายวิธี เช่น การผสมซีเมนต์ (Cement) ปูนขาว (Lime) สารธรรมชาติที่ประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนหรือบิทูเมน (Bitumen) หรือการใช้เทคนิคในการบดอัดดินเมื่อดินอยู่ในสถานะของเหลว (Liquid) หรือสถานะพลาสติก (Plastic) อีกทั้งยังรวมไปถึงการใช้เส้นใย (Fiber) ผสมเข้าไปในดินซึ่งอิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของเส้นใยนั้นสามารถที่จะช่วยลดการหดตัว ทำให้อิฐดินดิบไม่เกิดการแตกร้าวเมื่ออิฐนั้นแห้ง ซึ่งบทบาทของเส้นใยที่มีต่ออิฐดินดิบนั้นได้แก่

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

1. เส้นใยสามารถป้องกันการแตกร้าวโดยการกระจายแรงดึงที่เกิดจากการหดตัวของดินเหนียวเมื่อความชื้นของดินลดลง

2. ช่วยให้อิฐดินดิบนั้นแห้งตัวได้ไวเนื่องจากช่องว่างระหว่างเส้นใยกับดินนั้นช่วยให้น้ำหรือความชื้นที่อยู่ภายในระบายออกมาสู่ผิวนอกของอิฐดินดิบได้ดีขึ้น แต่ในทางกลับกันนั้นเส้นใยจะไปเพิ่มการดูดซึมน้ำของอิฐดินดิบด้วย

3. เส้นใยทำให้น้ำหนักและความหนาแน่นของอิฐดินดิบลดลง อีกทั้งการผสม เส้นใยยังช่วยเพิ่มสมบัติในด้านการเป็นฉนวนกันความร้อนอีกด้วย

4. เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับแรงดัดของอิฐดินดิบซึ่งเป็นสมบัติที่น่าสนใจที่สุดการนำเส้นใยมาเป็นส่วนผสมในการทำอิฐดินดิบ

เมื่อผสมเส้นใยลงในดินกำลังแรงอัดของอิฐดินดิบจะมีค่าลดลงไปเล็กน้อยแต่พฤติกรรมของอิฐดินดิบจะเปลี่ยนไป โดยจากเดิมที่เมื่อรับแรงอัดถึงค่าสูงสุดนั้นอิฐดินดิบก็จะแตกเป็นชิ้นๆ ซึ่งเรียกการแตกแบบนี้ว่าเป็นการแตกแบบเปราะ (Brittle fracture) แต่เมื่อผสมเส้นใยลงในดินแล้วอิฐดินดิบจะเปลี่ยนจากการแตกแบบเปราะเป็นการแตกแบบเหนียว (Ductile fracture) คือ อิฐดินดิบจะยังคงอยู่เป็นก้อนเหมือนเดิมสามารถรับแรงได้ต่อไปเรื่อยๆ เนื่องจากวัสดุสามารถดูดซึมพลังงานไว้ได้มากขึ้น ทำให้การใช้เส้นใยผสมในอิฐดินดิบเป็นเรื่องที่น่าสนใจอย่างยิ่ง

ในแง่ของการปฏิบัตินั้นกำลังของอิฐดินดิบที่ผสมเส้นใยจะขึ้นอยู่กับปริมาณของเส้นใยที่ใส่เข้าไปด้วย แต่ปริมาณของเส้นใยที่ใส่เข้าไปนั้นจะต้องมีปริมาณที่เหมาะสม คือ ถ้าใส่เส้นใยในปริมาณที่มากเกินไป อิฐดินดิบนั้นจะมีค่ากำลังที่ต่ำ อีกทั้งยังจะไปลดความหนาแน่นของอิฐดินดิบให้เหลือน้อยจนเกินไป เนื่องจากอนุภาคของดินเหนียวนั้นไม่เพียงพอต่อการยึดเกาะกันในก้อนอิฐ ทำให้ความแข็งแรงของอิฐดินดิบนั้นลดลงตามไปด้วย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปริมาณที่เหมาะสมของเส้นใยนั้นเริ่มต้นที่ประมาณ 4% โดยปริมาตร และความยาวของเส้นใยควรอยู่ที่ 4-6 เซนติเมตร อีกทั้งยังพบว่าเมื่อเส้นใยกระจัดกระจายอยู่ในอิฐดินดิบจะได้ผลดีกว่าการที่วางเส้นใยให้อยู่ในแนวขนานกันเหมือนการที่ใส่เหล็กเสริมในคอนกรีต (ศุภสัณห์ ชื่นศิริกุล, 2556 : หน้า 22-23)

2.5 การทดสอบโดยการอัด

การทดสอบโดยการอัดจะตรงกันข้ามกับการทดสอบโดยการดึง เมื่อพิจารณาถึงทิศทางของแรงอัดที่มากระทำกับชิ้นทดสอบ แล้วจะเห็นว่า ชิ้นทดสอบจะถูกอัดจนกระทั่งแตกหรืออาจจะมีลักษณะพองออกเหมือนรูปถัง (Barrel) ซึ่งจะไม่เกิดคอคอดเหมือนกับการทดสอบโดยการดึง

การทดสอบโดยการอัด นิยมใช้ทดสอบวัสดุที่มีคุณสมบัติเปราะ เช่น เหล็กหล่อหรือคอนกรีต เพราะจะให้ผลการทดสอบถูกต้องแน่นอนกว่าการทดสอบกับโลหะเหนียว แต่อย่างไรก็ตามการทดสอบโดยการอัดนี้จะมีข้อจำกัดในการทดสอบอยู่หลายอย่างคือ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1. ขณะทดสอบ ยากมากที่จะทำให้แรงอัดกระทำตามแนวแกนชิ้นทดสอบจริงๆ
2. ขณะทดสอบมักจะเกิดการโก่งงอได้ ซึ่งเรียกวา Buckling หรือเกิดการดัดเรื่องจากมีความเค้นดัด (Bend stress) เหตุที่เกิดเช่นนี้ เนื่องจากชิ้นทดสอบมีความสูงเกินไปเมื่อเทียบกับพื้นที่หน้าตัด พอรับแรงอัดก็ทำให้เกิดงอพับไปได้
3. ความเสียดทานที่ปลายสัมผัสระหว่างแท่นรองรับ (Bearing block) กับปลายชิ้นทดสอบ เนื่องจากการขยายตัวออกทางด้านข้างของชิ้นทดสอบจะทำให้เกิดความเค้นที่ซับซ้อน ซึ่งก่อให้เกิดความยุ่งยากในการคำนวณหาค่าความเค้นที่ถูกต้อง

4. ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนสูงและพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ จะต้องมีอัตราส่วนตามมาตรฐานและเหมาะสมกับเครื่องทดสอบ คือถ้าชิ้นทดสอบมีพื้นที่หน้าตัดใหญ่ก็ต้องใช้เครื่องทดสอบขนาดใหญ่จึงจะทดสอบได้ หรือถ้าพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบเล็ก ความสูงก็จะลดลง ซึ่งทำให้การวัดความเครียดที่เปลี่ยนแปลงจะทำได้ยากขึ้น

จากข้อจำกัดการของการทดสอบโดยการอัดที่กล่าวมาแล้วนี้เอง ทำให้การทดสอบโดยการอัดมีความนิยมน้อยกว่าการทดสอบโดยการดึง และสำหรับผลของการทดสอบโดยการอัดนั้น จะช่วยทำให้ทราบคุณสมบัติทางด้านพิกัดความเป็นสัดส่วน พิกัดความยืดหยุ่น ความแข็งแรงที่จุดคราก และความต้านทานแรงอัดสูงสุด เหมือน ๆ กับผลการทดสอบโดยการดึง เช่นเดียวกัน (มณฑล ฉายอรุณ, 2536 : หน้า 54-55) ซึ่งความต้านทานแรงอัดคำนวณได้จากสมการ 2.8

$$F = \frac{P}{A} \tag{2.8}$$

F = กำลังอัดสูงสุด (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

P = แรงกด (กิโลกรัม)

A = พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างด้านที่รับแรงกด ($ซม^2$)

2.6 การทดสอบการดูดกลืนน้ำ

อิฐจะถูกมาใช้ทำผนังของอาคารก่อเรียงกันในแนวตั้งเพื่อใช้สำหรับบังแดด ฝน ฯลฯ หากอิฐมีคุณสมบัติที่ไม่ดีพอจะทำให้น้ำสามารถซึมผ่านเข้าไปในผนัง สร้างความเสียหายให้กับอาคารได้

ความสามารถในการดูดซึมน้ำของอิฐอาจขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยหลักคือ คุณสมบัติของดินเหนียวที่นำมาใช้ทำอิฐและกรรมวิธีในการผลิตอิฐ ในด้านคุณสมบัติของดินเหนียวซึ่งเป็นวัสดุตามธรรมชาติที่มีอยู่ทั่วไปในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย แต่ละแหล่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น ดินเหนียวปนดินทรายจะสามารถดูดซึมน้ำได้น้อยกว่าดินเหนียวปนดินโคลน หรืออาจพูดได้ว่าดินเหนียวที่มีช่องว่างในเม็ดดินมากจะสามารถดูดซึมน้ำได้น้อย นั่นก็หมายความว่าน้ำสามารถซึมผ่านได้เร็วขึ้น ส่วนในด้านกรรมวิธีการผลิตอิฐซึ่งสามารถทำได้ทั้งด้วยมือและเครื่องจักร การทำให้อิฐแน่นย่อมมีวิธีที่แตกต่างกัน ส่งผลให้การดูดกลืนน้ำของอิฐที่ทำด้วยวิธีต่าง ๆ แตกต่างกันออกไปด้วย (สุกิจ นามพิชญ์และคณะ, 2549 : หน้า 1) ซึ่งการดูดกลืนน้ำคำนวณได้จากสมการ 2.9

$$AB = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \tag{2.9}$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

AB = การดูดซึม (ร้อยละ)

W_1 = มวลก่อนแช่น้ำในสภาวะแห้ง (กรัม)

W_2 = มวลหลังแช่น้ำสภาวะผิวแห้ง (กรัม)

2.7 การทดสอบการเปลี่ยนแปลงขนาด

การทดสอบการเปลี่ยนแปลงขนาด คือ การวัดระยะการเปลี่ยนแปลงความยาว วัดทั้ง 3 ด้าน คือ กว้าง ยาวและสูง แล้วคำนวณหาร้อยละของการหดตัว ตามสมการ 2.10

$$S = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \qquad (2.10)$$

โดย S = การหดตัวของดิน (ร้อยละ)

l_1 = ความยาวในทิศทางที่พิจารณาเริ่มต้น (มิลลิเมตร)

l_2 = ความยาวในทิศทางที่พิจารณาเมื่อแห้ง (มิลลิเมตร)

2.8 ทบทวนวรรณกรรมและงานที่เกี่ยวข้อง

ประยูร พรมหลวงศรี (2558) ได้ศึกษาพัฒนาอิฐดินดิบที่ทำจากดินลมหอบให้สามารถใช้งานได้เทียบเท่ากับอิฐดินดิบจากดินเหนียวที่นิยมใช้กันทั่วไป ดินลมหอบเป็นดินที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด พบได้ทั่วไปในภาคอีสาน และมีส่วนผสมของทรายแป้งเป็นหลัก จึงมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างจากดินเหนียวอย่างมาก งานวิจัยนี้ใช้แกลบร้อยละ 30 โดยปริมาตร เป็นวัสดุช่วยยึดประสานในส่วนผสม และใช้แอสฟัลต์อิมัลชันเพิ่มเข้าไปในส่วนผสมเพื่อช่วยให้อิฐดินดิบมีความทึบน้ำมากขึ้น ทำการทดสอบกำลังอัด การหดตัว และการดูดซึมน้ำของอิฐทุกส่วนผสม จากการทดลองพบว่า อิฐดินดิบชุดที่ไม่มีแอสฟัลต์อิมัลชัน ให้กำลังอัดได้สูงถึง 23.7 กก/ซม^2 มีค่าการหดตัวประมาณร้อยละ 6.67 ไม่สามารถวัดค่าความดูดซึมได้เนื่องจากก้อนอิฐเปื่อยยุ่ยน้ำ เมื่อผสมแอสฟัลต์เข้าไปในปริมาณร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 โดยน้ำหนักวัสดุแห้ง พบว่ากำลังอัดของอิฐเท่ากับ 25.74, 27.19, 20.83 และ 19.23 กก/ซม^2 ตามลำดับ ค่าการหดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 4.64, 4.43, 5.65 และ 5.75 ตามลำดับ ส่วนค่าการดูดซึมน้ำของอิฐดินดิบที่ผสมแอสฟัลต์มีค่าร้อยละ 4.40, 3.66, 3.10 และ 3.04 ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าดินลมหอบมีศักยภาพเพียงพอสาหรับใช้ทำอิฐดินดิบ แต่หากไม่ผสมแอสฟัลต์อิมัลชันจะไม่สามารถทนน้ำได้ การใช้แอสฟัลต์อิมัลชันยังช่วยลดการหดตัวลงในอิฐดินดิบอย่างมีนัยสำคัญ และเพิ่มกาลังอัดได้หากใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

ศุภสัณห์ ชื่นศิริกุลชัย (2557) ศึกษาผลของวัสดุผสมเพิ่ม ได้แก่ ใบหญ้าแฝก และแอสฟัลต์อิมัลชัน ที่มีต่อสมบัติทางกลและทางกายภาพของอิฐดินดิบ โดยใช้ใบหญ้าแฝกเป็นส่วนผสมของอิฐดิน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ดิบในอัตราส่วนร้อยละ 0.5, 1.0, 1.5, และ 2.0 โดยน้ำหนัก และผสมแอสฟัลต์อิมัลชันที่ร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 โดยน้ำหนัก พบว่าใบหญ้าแฝกสามารถช่วยพัฒนาสมบัติทางกลและทางกายภาพให้ดีขึ้นได้ และดีที่สุดที่ใบหญ้าแฝกปริมาณร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก ที่ความยาว 8 เซนติเมตร โดยมีค่าโมดูลัสแตกร้าวเพิ่มขึ้นจากอัตราส่วนที่ไม่ผสมใบหญ้าแฝกสูงถึงร้อยละ 111 อีกทั้งใบหญ้าแฝกยังมีส่วนช่วยในการป้องกันการถูกชะล้างด้วยน้ำ และยังช่วยลดการหดตัวและการแตกร้าวเมื่ออิฐดินดิบแห้งตัว ในส่วนของอิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของแอสฟัลต์อิมัลชัน ค่ากำลังอัดและกำลังดัดจะแปรผันตรงกับปริมาณแอสฟัลต์อิมัลชันที่ผสมเข้าไป โดยที่ปริมาณแอสฟัลต์อิมัลชันร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด โดยมีค่ากำลังอัดเพิ่มขึ้นจากอิฐดินดิบที่ไม่มีส่วนผสมของแอสฟัลต์อิมัลชันร้อยละ 85 ในทางเดียวกันกำลังดัดมีค่าเพิ่มขึ้นจากอัตราส่วนที่ไม่ผสมแอสฟัลต์อิมัลชันร้อยละ 163 และยังพบว่าแอสฟัลต์อิมัลชันช่วยปรับปรุงให้อิฐดินดิบมีความสามารถในการป้องกันการชะล้างด้วยน้ำได้เป็นอย่างดีและทำให้ค่าการดูดซึมน้ำของอิฐดินดิบมีค่าลดลง สุดท้ายพบว่าการใช้ใบหญ้าแฝกและแอสฟัลต์อิมัลชันเป็นวัสดุผสมเพิ่มร่วมกันจะช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและทางกลของอิฐดินดิบได้เป็นอย่างดี โดยกำลังอัดและกาลังดัดมีค่าเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นและการหดตัวมีค่าลดลง และอิฐดินดิบมีความสามารถในการป้องกันการชะล้างด้วยน้ำอีกทั้งมีความคงทนต่อน้ำที่ดีขึ้น

อรสรวง แสงสุก (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาวัสดุจากน้ำยางพาราและเปลือกมะพร้าวโดยการนำน้ำยางพาราและเปลือกมะพร้าว ได้แก่ เส้นใยมะพร้าว ขุยมะพร้าว และเส้นใยผสมขุยมะพร้าวมาทำการทดลองผสมในอัตราส่วน 1:2, 1:4 และ 1:6 ตามลำดับ ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลตามมาตรฐานอุตสาหกรรมยางพารา และสรุปแนวทางการนำวัสดุจากน้ำยางพาราและเปลือกมะพร้าวไปใช้งานได้ตรงตามคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลที่ได้รับการทดสอบ 4 ด้าน คือ สมบัติการรับแรงดึง การทนทานต่อการฉีกขาด การยุบตัวเนื่องจากแรงอัดและการทดสอบความแข็ง ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. วัสดุน้ำยางพาราและเปลือกมะพร้าว ในอัตราส่วน 1:2, 1:4 และ 1:6 มีผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมยางพาราของการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล คือ สมบัติการรับแรงดึง การทนทานต่อการฉีกขาด การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด และการทดสอบความแข็ง

2. ในการทดสอบคุณสมบัติความแข็งของอัตราส่วนที่ 1:6 มีผลเกินมาตรฐานที่ร้อยละ 9.53 ซึ่งมาตรฐานอยู่ที่ 8.05

3. แนวทางการนำวัสดุน้ำยางพาราและเปลือกมะพร้าวไปใช้งานได้ตรงตามคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลที่ได้รับการทดสอบ สามารถสรุปแนวทางได้ คือ วัสดุน้ำยางและเปลือกมะพร้าวมีคุณสมบัติที่เทียบเคียงยางพาราซึ่งสามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ประเภท แผ่นยางกันลื่น ชิ้นส่วนประกอบในเฟอร์นิเจอร์ประเภท วงแหวน แผ่นรองโต๊ะกลาง เบาะรองนั่งสมาธิ ที่นอนยางพารา ซึ่งจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้วัสดุด้วยเช่นกัน

วรินทร บัญชาพัฒนศักดา และคณะ (2552) ได้ศึกษาแนวทางการกำจัดกากขี้แป้งซึ่งเป็นของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตน้ำยางข้น โดยนำมาผลิตเป็นวัสดุก่อสร้างด้วยการผสมกับดินเหนียวเพื่อผลิตเป็นอิฐดินเหนียว การศึกษาทำในระดับห้องปฏิบัติการ โดยผสมดินเหนียวและกากขี้แป้ง ในสัดส่วนต่างๆ กัน คือ 100:0, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 โดยน้ำหนัก ก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 200 °C แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,050 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเมื่อนำตัวอย่างอิฐที่เผาได้มาทดสอบทางวิศวกรรม พบว่าพื้นผิวภายนอกของอิฐที่มีส่วนผสมของกากขี้แป้งมีลักษณะขรุขระ เป็นรูพรุนกระจายทั่วทั้งก้อน น้ำหนักเบาลงมากกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนักอิฐดินเหนียวที่ไม่มีส่วนผสมของกากขี้แป้ง สำหรับผลการหาค่าการหดตัวแบบแห้งของอิฐดินตัวอย่างพบว่า อิฐที่มีส่วนผสมของกากขี้แป้งในอัตราส่วนที่สูงขึ้นจะเกิดการหดตัวมากขึ้นตามลำดับ และอิฐดินเหนียวที่ผสมกากขี้แป้งยังมีค่าความต้านทานกำลังอัดอยู่ในช่วง 20-35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานของอิฐดินเหนียวที่ ASTM C-67 กำหนด

Sadek Deboucha and Roslan Hashim (2011) ได้ศึกษาบทความการใช้อิฐที่ทำจากดินเหนียวหรืออิฐดินดิบและความคงทนของอิฐที่ใช้ในการก่อสร้าง โดยศึกษาจากงานวิจัยขององค์กรต่างๆ หรือโปรเจคใหม่ที่กำลังดำเนินการอยู่และรายงานที่มีอยู่ในการผลิตอิฐดินดิบ ถึงแม้ว่าอิฐดินดิบจะเป็นวัสดุก่อสร้างที่ยังไม่เป็นที่รู้จักของประชาชนส่วนมาก แต่ก็เป็นวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังได้สรุปข้อดีของก้อนดินอัด (Compressed Earth Blocks: CEB) ไว้ดังต่อไปนี้

1. ดินมีอยู่ในปริมาณมากในทุกภูมิภาค

2. ราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย คือ สามารถเข้าถึงกลุ่มผู้มีรายได้น้อยได้อย่างง่ายดายในทุกภูมิภาคทั่วโลก ในบางพื้นที่ดินเป็นวัสดุเดียวที่สามารถหาได้

3. ง่ายต่อการใช้ คือ มักไม่ต้องมีอุปกรณ์พิเศษ

4. เหมาะเป็นวัสดุก่อสร้างอาคาร

5. ทนไฟ คือ ไม่ติดไฟด้วยคุณสมบัติต้านทานไฟได้ดีเยี่ยม

6. เป็นประโยชน์ต่อสภาพภูมิอากาศในภูมิภาคส่วนใหญ่เนื่องจากมีความจุความร้อนสูง การนำความร้อนต่ำและความพรุน ดังนั้นจึงสามารถบรรเทาอุณหภูมิกลางแจ้งที่รุนแรงได้และรักษาความสมดุลอุณหภูมิภายในได้อย่างน่าพอใจ

7. ใช้พลังงานต่ำในการผลิตและการจัดการดิน กล่าวคือ ใช้พลังงานเพียงประมาณร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับการผลิตซีเมนต์คอนกรีตในปริมาณเท่ากัน

8. มีความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ การใช้ดินไม่มีมลพิษและใช้พลังงานน้อยมาก จึงมีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมโดยการประหยัดเชื้อเพลิงชีวมวล

Razia Begum, Ahsan Habib, and Hosne Ara Begum (2014) ได้ศึกษาการผลิตอิฐดินดิบที่มีความคงทนด้วยซีเมนต์และยางธรรมชาติ โดยได้ศึกษาวิธีการทำอิฐดินดิบสำหรับใช้ในการก่อสร้างที่มีความทนทาน ราคาไม่แพง สามารถใช้ได้เป็นเวลานาน ให้กับประชาชนในชุมชนชนบท อิฐเป็นวัสดุที่เก่าแก่ที่สุดที่ใช้ในการก่อสร้าง มีความแข็งแรง เมื่อมันแห้ง แต่เมื่อโครงสร้างของอิฐได้รับความชื้นก็จะเกิดการแตกตัว สารผสมเพิ่มคือ ซีเมนต์และยางธรรมชาติ เป็นส่วนผสมที่ใส่เพิ่มเข้าไปเพื่อป้องกันความชื้นที่ทำให้อิฐแตกตัว โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่ทำให้อิฐเกิดความทนทานคือ 1:1:1 (ดิน:ทราย:ซีเมนต์) กับยางธรรมชาติที่อัตราส่วนร้อยละ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยน้ำหนักของน้ำหลังจากการทดสอบอิฐด้วยการแช่น้ำ, การดูดกลืนน้ำ, โมดูลัสของการแตกหัก และกำลังแรงอัด ที่อัตราส่วน 1:1:1 (ดิน:ทราย:ซีเมนต์) กับยางธรรมชาติที่ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ พบว่าอิฐดินดิบสามารถใช้งานได้ดี ประหยัดและทนทาน จากการวิจัยนี้ อัตราส่วนผสมดังกล่าวเหมาะสมที่สุด โดยมีความแข็งแรงและอัตราการดูดกลืนน้ำต่ำ ผลการวิจัยนี้สามารถนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงอิฐดินดิบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ค่าใช้จ่ายต่ำลง สำหรับการก่อสร้างของประชาชนในท้องถิ่นและสำหรับการก่อสร้างที่พักผ่อนหรือสิ่งอำนวยความสะดวกของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี