

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นํ้ายางพรีวัลคาไนซ์ (ACI Subcommittee 548 A)

นํ้ายางพรีวัลคาไนซ์ (Prevulcanized latex) คือ นํ้ายางที่วัลคาไนซ์ในสภาวะของเหลวและขึ้นรูปเป็นยางวัลคาไนซ์ได้โดยไม่ต้องให้ความร้อนอีก นํ้ายางพรีวัลคาไนซ์ยังคงสถานะเป็นของไหลและมีลักษณะทั่วไปเหมือนเดิม การวัลคาไนซ์จะเกิดขึ้นในภายในอนุภาค การพรีวัลคาไนซ์จะให้ความร้อนแก่นํ้ายางคอมพาวด์ที่เหนือจุดเดือดของนํ้า ในตู้ความดันแต่ต่อมาเนื่องจากมีการใช้สารตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความว่องไวสูงเป็นพิเศษ จึงทำให้การทำนํ้ายางพรีวัลคาไนซ์สามารถทำได้ภายใต้ความดันบรรยากาศที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ซึ่งวิธีนี้ได้รับการพัฒนาต่อมาและสามารถจะทำพรีวัลคาไนซ์ได้โดยใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเพียง 1 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 สูตรผสมเคมีของนํ้ายางชั้นพรีวัลคาไนซ์ในระบบกัมมะถัน

สูตรผสมเคมี	ปริมาณ (phr)
นํ้ายางชั้นชนิดแอมโมเนียสูง (HA)	167
สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 10)	2.5
สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 20)	1.3
ดิสเพนเซอร์ของกัมมะถัน (ความเข้มข้นร้อยละ 50)	2.0
ดิสเพนเซอร์ของซิงก์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเมต (ความเข้มข้นร้อยละ 10)	0.8
ดิสเพนเซอร์ของซิงก์ออกไซด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 50)	0.4

ขั้นตอนในการผลิตน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ (ชินรัตน์, 2555)

1. เดิมสารรักษาสภาพน้ำยางลงในน้ำยางข้นและถายน้ำยางไปยังถังเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีการกวนตลอดเวลา
2. ให้ความร้อนกับน้ำยางในถังที่อุณหภูมิ 32-38 °C แล้วเติมดิสเพอซันของซิงก์ออกไซด์ กำมะถัน และสารตัวเร่งปฏิกิริยาลงในน้ำยาง
3. ให้ความร้อนกับน้ำยางคอมพาวด์ที่อุณหภูมิ 70 – 80 °C กวนน้ำยางคอมพาวด์ตลอดเวลา และรักษาอุณหภูมิของน้ำยางคอมพาวด์ให้อยู่ในช่วง 70 – 80 °C (เวลาและอุณหภูมิที่เกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับระบบการวัลคาไนซ์ที่ใช้และระดับการเชื่อมโยงของพันธะที่ต้องการ)
4. ลดอุณหภูมิของน้ำยางคอมพาวด์ลงมาที่ 30 °C โดยการหล่อเย็นและนำน้ำยางคอมพาวด์ออกจากถัง เก็บไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
5. นำน้ำยางไปปั่นหมุนเหวี่ยงเพื่อแยกเอาส่วนที่ไม่ทำปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ออก เดิมสารต้านออกซิเดชันลงไปนำน้ำยางที่ได้ไปทดสอบและบรรจุต่อไป สูตรผสมน้ำยางข้นพรีวัลคาไนซ์ในระบบกำมะถันเป็นไปตามตารางที่ 1 ปัจจุบันสูตรเคมีตามตารางที่ 1 เป็นที่นิยมใช้ในการผลิตน้ำยางพรีวัลคาไนซ์มากที่สุด

2.2 น้ำยางรักษาสภาพแอมโมเนีย(ACI Subcommittee 548 A)

เนื่องจากหลังจากการกรีดและได้น้ำยางสดจากสวนแล้ว ระยะเวลาไม่เกิน 6 ชั่วโมง น้ำยางก็จะเสียสภาพและจับตัวเป็นก้อนยาง ซึ่งหากต้องการน้ำยางสดไปผลิตเป็นน้ำยางข้นหรือเก็บไว้ในช่วงระยะเวลาสั้น ก็ต้องเติม สารเคมีเพื่อรักษาสภาพน้ำยาง (Preservative Chemical) เพื่อเก็บรักษาให้น้ำยางยังคงสภาพเป็นน้ำยาง แอมโมเนีย หรือ สารละลายแอมโมเนีย หรือ แอมมónia คือ สารเคมีเพื่อรักษาสภาพน้ำยาง (W. Johnson, 1900)

การใช้แอมโมเนีย หากใส่ ต่ำกว่า 0.05% มีผลทำให้ อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสูงขึ้น เนื่องจากทำให้น้ำยางมีค่า pH เพิ่มขึ้นจาก 6.5 เป็น 8 ซึ่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย จึงจำเป็นต้องใส่ปริมาณสูง 0.1% ขึ้นไป และในทางปฏิบัติ จะใส่ปริมาณ 0.3-0.5% การเพิ่มปริมาณแอมโมเนียในน้ำยาง ทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียในน้ำยางลดลง กรดที่ระเหยง่าย ซึ่งเกิดจากแบคทีเรียย่อยสลายสารอาหารในน้ำยางจะมีค่าต่ำ

การใช้แอมโมเนียร่วมกับสารเคมีอื่น สารเคมีอื่นที่ใช้ร่วมกับแอมโมเนีย เรียกว่า Secondary Preservative ได้แก่ ซิงค์ออกไซด์, กรดบอร์ริก, โซเดียมเพนตะคลอโรฟิเนท, ซิงค์ไดอัลคิลไดโทโอคาร์บาเมท และ เตตระเมทิลไทูแรมไดซัลไฟด์

1. **โซเดียมเพนตะคลอโรฟิเนท (SPP)** เริ่มจำหน่ายทางการค้าในปี พ.ศ. 2504 มีชื่อทางการค้าว่า Santobrite ของบริษัท มอนซันโต (Monsanto) และ บริษัท ดาวเคมี (Dow Chemical) โดย
 - i) SPP 0.2% ร่วมกับแอมโมเนีย 0.1% ต่อน้ำหนักของน้ำยาง สามารถเก็บรักษาน้ำยางสดได้นาน 120 วัน
 - ii) SPP 0.2% ร่วมกับแอมโมเนีย 0.275% ต่อน้ำหนักของน้ำยาง สามารถเก็บรักษาน้ำยางชันได้นาน โดยเรียกน้ำยางชันชนิดนี้ว่า LA-SPP ซึ่งเป็นน้ำยางที่มีความเสถียรสูงมาก อาจมีปัญหาในการแปรรูปและทำให้ง่ายมีสีคล้ำ รวมทั้งเป็นอันตรายต่อการทำผลิตภัณฑ์ประเภท อาหารและยา จึงไม่นิยมใช้ในปัจจุบัน
2. **กรดบอร์ริก** เริ่มใช้เป็นสารรักษาสภาพน้ำยางในปี พ.ศ. 2499
 - i) แอมโมเนีย 0.2% ร่วมกับกรดบอร์ริก 0.2% และใส่ลอรอลงไป 0.05% เพื่อให้ยางมีความเสถียรขึ้น จะทำให้เก็บน้ำยางชันได้เป็นเวลานาน เรียกน้ำยางชันชนิดนี้ว่า LA-BA
 - ii) แอมโมเนีย 0.25% ร่วมกับกรดบอร์ริก 0.25% จะทำให้เก็บน้ำยางสดได้เป็นเวลานาน และจะให้ง่ายแผ่นสีจาง สวย แต่มีข้อเสีย คือ ความเสถียรของน้ำยางต่อ ZnO ต่ำ ทำให้ง่ายนี้วัลคาไนซ์ช้า
3. **ซิงค์ไดอัลคิลไดโทโอคาร์บาเมท (ZDC)** เริ่มใช้เก็บรักษาน้ำยางชันในปี พ.ศ. 2497 โดยใช้ร่วมกับแอมโมเนีย 0.2%, ZDC 0.2% และกรดลอรอล 0.2% เรียกน้ำยางชันชนิดนี้ว่า LA-ZDC มีความเสถียรต่ำและไม่สามารถเก็บได้นาน
4. **ซิงค์ออกไซด์ (ZnO)** เริ่มใช้ปี พ.ศ. 2508 เนื่องจากพบว่าการใช้แอมโมเนียปริมาณที่ต่ำเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถควบคุมให้มี VFA คงที่ในระดับที่ต่ำได้ จึงต้องใส่สารเคมีอื่นร่วมด้วย พบว่า ZnO 0.04% ใช้ร่วมกับแอมโมเนีย 0.15% สามารถเก็บรักษาน้ำยางสดได้ประมาณ 2 เดือน โดยที่ปริมาณกรดที่ระเหยได้คงที่ในระดับต่ำ
5. **ซิงค์ออกไซด์ (ZnO)** ร่วมกับ **เตตระเมทิลไทูแรมไดซัลไฟด์ (TMTD)** เริ่มใช้ปี พ.ศ. 2518 โดยใช้แอมโมเนีย 0.2% ร่วมกับ ZnO 0.025% และ TMTD 0.025% สามารถเก็บน้ำยางได้นานขึ้น แต่ต้องระมัดระวังเนื่องจากสาร TMTD และ ZnO ทำให้โมเลกุลของยางเกิดพันธะทางเคมีได้ หากใส่ปริมาณสูงเพียงพอจะทำให้ยางเกิดการจับตัวเป็นเม็ดเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วไปในน้ำยางที่อุณหภูมิสูง เรียกน้ำยางชันที่ใช้ 0.2% แอมโมเนีย + 0.025% TMTD + 0.025% ZnO + 0.04% Lauric acid ว่า **LA-TZ** มีข้อเสียคือ TMTD ก่อให้เกิด Nitrosamine ขณะเกิดการวัลคาไนซ์ (อาจทำให้เกิดมะเร็ง)

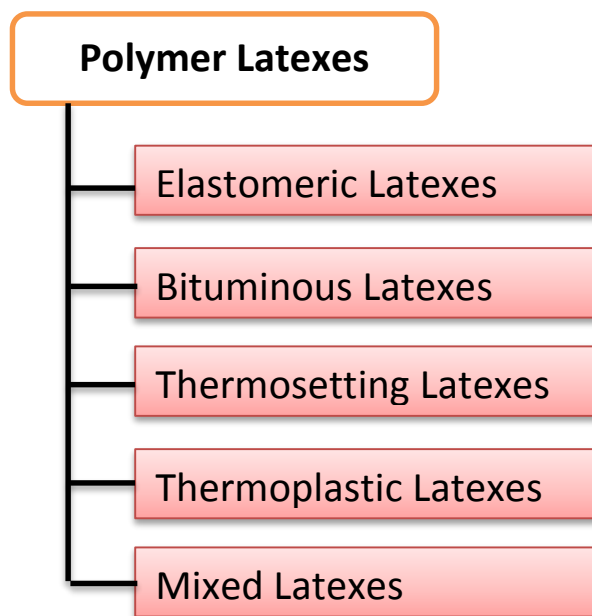
2.3 การใช้น้ำยางผสมในงานคอนกรีต

Polymer latex มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างมากขึ้นในปัจจุบันปัจจุบันได้มีประยุกต์ใช้น้ำยางผสมคอนกรีตกันมากขึ้น น้ำยางที่ใช้อยู่ในรูปการสังเคราะห์ (Synthetic Rubber Latex, SRL) น้ำยางสังเคราะห์ส่วนใหญ่นำเข้าจากมีการเปรียบเทียบคุณสมบัติของคอนกรีตธรรมดา กับคอนกรีตผสมน้ำยาง ซึ่งมีข้อดีกว่าคอนกรีตธรรมดาหลายประเด็น (Neville, 1990)

ความสามารถในการรับแรงดึงและแรงอัดสูงขึ้น

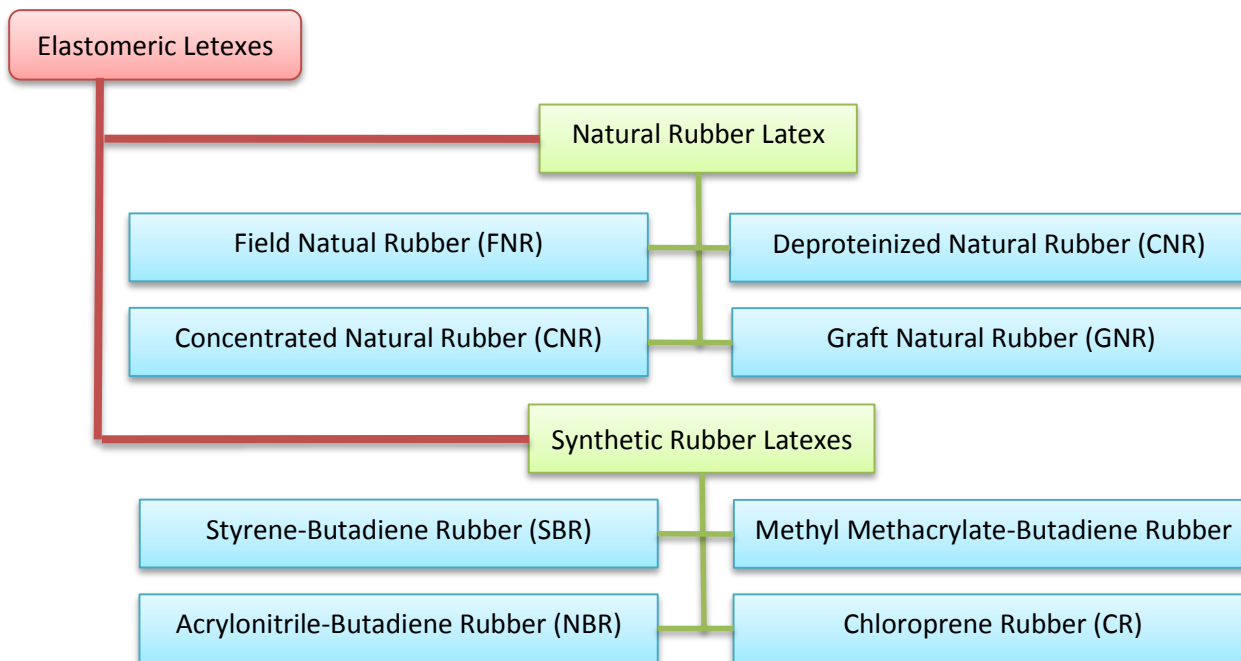
- น้ำซึมผ่านได้ยากขึ้น
- มีความทนทานต่อการกัดกร่อนโดยสารเคมีได้ดี
- สามารถยึดเกาะกับคอนกรีตเก่าที่แข็งตัวแล้วได้ดี จึงเหมาะกับการซ่อมแซม
- น้ำยางที่ใช้ผสมจะไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
- น้ำยางอยู่ในสภาพ Emulsion จึงง่ายต่อการเติมสารผสมเพิ่มอื่นๆ เพื่อปรับปรุงคุณภาพ

น้ำยางที่สามารถนำมาใช้ในการผสมคอนกรีต แบ่งได้เป็น 5 ประเภท (Walters, 1987) ดังแสดงในรูปที่ 1



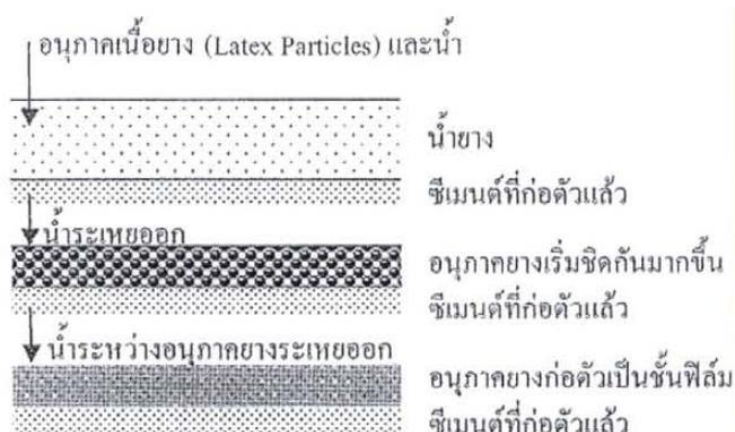
รูปที่ 1 น้ำยางที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานคอนกรีตและมอร์ต้า (Walters, 1987)

จากน้ำยางทั้ง 5 ประเภท ดังแสดงในรูปที่ 1 มีเพียงประเภทเดียวที่ผลิตขึ้นเพื่อการค้า สำหรับผสมคอนกรีตและมอร์ต้า คือ Elastomeric Latex ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 Elastomeric latexes สำหรับผสมในคอนกรีต (Ohama, 1984)

-ในปี ค.ศ. 1987, Ohama (Ohama, 1987) ได้อธิบายการก่อตัวของคอนกรีตผสมน้ำยางไว้ว่า น้ำยางที่ใช้ผสมจะอยู่ในรูปของสารแขวนลอย (Emulsion) โดยอนุภาคของโพลิเมอร์ (Polymer) จะแขวนลอยอยู่ในน้ำยางเหลว ซึ่งเมื่อผสมน้ำยางเข้ากับคอนกรีตแล้ว จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น 2 ส่วน คือ 1. ปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) จากซีเมนต์ผสมกับน้ำ และ 2. ปฏิกิริยาการก่อตัวเป็นฟิล์ม (Film) ที่เกิดจากอนุภาคของโพลิเมอร์มารวมตัวกัน (Coalesce) ซึ่งการก่อตัวของชั้นฟิล์มเสมือนเป็นเนื้อเดียวกันกับคอนกรีต ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นวัสดุประสานหรือตัวยึด (Binder) ระหว่างมวลรวมเข้าด้วยกันเป็นคอนกรีต ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการก่อตัวของชั้นฟิล์มจากน้ำยางในคอนกรีต

-สิทธิชัย สิริพันธุ์ และคณะฯ (สิทธิชัย และคณะฯ, 2548) ได้ศึกษาการนำยางธรรมชาติมาใช้พัฒนา งานคอนกรีต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคนิคการผสมน้ำยางในคอนกรีตอย่างเหมาะสม โดยพิจารณาถึง ความสามารถเทได้ และกำลังรับแรงของคอนกรีตผสมน้ำยางในสัดส่วน $P/C = 0.05, 0.10, 0.15, 0.20$ และ 0.25 ตามลำดับ ส่วนผสมคอนกรีตใช้ ซีเมนต์ : ทราย : หิน เป็น $1 : 2 : 4$ โดยน้ำหนัก บ่มความชื้น 7 วัน ตาม ด้วยบ่มแห้งในอากาศที่อายุ 3, 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า น้ำยางผสมกับคอนกรีตได้ด้วยการผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ สัดส่วน 4% โดยน้ำหนักของซีเมนต์ ด้านความสามารถเทได้ พบว่า คอนกรีตจะยุบตัวแบบชวบทั้งหมด ในด้านกำลัง พบว่า คอนกรีตจะมีกำลังรับแรงอัดลดลงประมาณ 60% และมีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณน้ำยางเพิ่มขึ้น โดยลักษณะการวิบัติ จะมีเส้นใยขนาดเล็กสีขาวยืดยาว ไปได้ สำหรับกำลังรับแรงอัดพบว่า ลดลงประมาณ 10% ในแต่ละค่า P/C ที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อระยะเวลาการบ่ม แห้งในอากาศเพิ่มขึ้นเป็น 14 และ 28 วัน ที่ $P/C = 0.15$ และ 0.20 กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตจะสูงขึ้น มากกว่าคอนกรีตปกติ เนื่องจากอนุภาคน้ำยางเกาะตัวกันเป็นฟิล์ม ที่แข็งแรงขึ้น จากผลการวิจัย เสนอแนะ ให้เลือกใช้ที่ $W/C = 0.4$ และ $P/C = 0.15$ ซึ่งจะได้กำลังรับแรงอัดมากกว่า 30 ksc ที่อายุบ่มแห้ง 14 วัน ขึ้น ไป อย่างไรก็ตามยังไม่เหมาะกับงานโครงสร้างที่ต้องรับแรงอัด แต่อาจเหมาะกับงานซ่อมแซม เนื่องจากการ ยืดเหนียวของน้ำยาง จะมีประโยชน์ในการเป็นตัวประสานกับคอนกรีตเดิม ทั้งนี้การขจัดฟองอากาศและการ ก่อตัวซ้ำในคอนกรีต ยังเป็นปัญหาที่ควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพัฒนากำลังคอนกรีต

2.4 ส่วนผสมของคอนกรีตผสมน้ำยาง

ส่วนผสมหรือ Mixed Proportion ที่ใช้ใน Polymer Portland Cement Concrete (PPCC) หรือ Polymer Modified Concrete (PMC) Latex ที่ผลิตขึ้นมาใช้งานส่วนใหญ่จะเป็นของเหลวอยู่ในรูป Emulsion มีอนุภาคของ Polymer แขนงลอยอยู่ใน Latex เหลว ปริมาณ Latex ที่จุดเหมาะสม ค่าอัตราส่วนน้ำหนักเนื้อของแข็ง (Solid) ทั้งหมดใน Latex ต่อน้ำหนักของ Cement หรือ Polymer Cement Ratio (P/C) ใน Mixed Proportion อยู่ระหว่าง 0.1-0.2 จะเห็นได้ว่าจะต้องใช้ Latex ใน Mixed Proportion เป็นปริมาณสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมีผสมคอนกรีต (Chemical Admixture) อื่น ๆ เช่น สารลดน้ำ (Water Reducing Agent) หรือ Super plasticizer การใช้ปริมาณ Latex ที่มากเกินไปจะส่งผลให้ต้นทุนของ Latex Modified Concrete (LMC) หรือ Latex Modified Mortar (LMM) สูงเกินไปและยังทำให้มีฟองอากาศขนาดเล็ก หรือ Entrained Air กักกระจายอยู่ในเนื้อคอนกรีตมากเกินไป ทำให้กำลังอัดลดต่ำลงได้ นอกจากจะใช้ Latex กับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภทหนึ่งได้แล้ว คุณสมบัติของหินและทรายเหมาะที่จะนำมาใช้กับ Latex เหมือนกับหินและทรายทั่วไปที่ใช้งานคอนกรีตธรรมดา เนื่องจาก Surfactant ที่เติมลงไปในช่วงขบวนการผลิต Latex จะทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กกักกระจายอยู่ใน LMM หรือ LMC ดังนั้นจึงไม่ควรใช้สารกักกระจายฟองอากาศ หรือ Air Entraining Admixture ร่วมกับ Latex

ปริมาณและคุณภาพของซีเมนต์ หิน ทราย รวมทั้งอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) นอกจากจะเป็นองค์ประกอบ (Factor) ที่กำหนดคุณสมบัติด้านกำลัง (Strength) ของ Mortar และ Concrete แล้วองค์ประกอบเหล่านี้ยังเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติด้านกำลังของ LMM และ LMC เช่นเดียวกัน เนื่องจาก Latex เหลวมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ในปริมาณที่มาก ดังนั้นในการผสมหรือทำ Mixed Proportion จะต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำในส่วนนี้ด้วย เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง LMM หรือ LMC หรือ Mortar หรือ Concrete ธรรมดาที่มีส่วนผสมของน้ำและ W/C เท่ากัน LMM และ LMC จะมีความสามารถในการเท (Workability) ดีกว่า (Ohama, 1984) เพราะ Latex ทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กกักกระจายอยู่ในส่วนผสม ฟองอากาศเหล่านี้ ทำหน้าที่เสมือนมวลรวมละเอียดขนาดเล็กยึดหยุ่นได้จึงช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างของแข็งภายในเนื้อ LMM และ LMC เหลว นอกจากนี้การที่อนุภาคของ Polymer ใน Latex มีรูปร่างเป็นทรงกลม (Sphere) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 0.05-0.2 Micron กระจายอยู่ในส่วนผสมทำให้เกิดผลที่เรียกว่า Ball Bearing Action ช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างของแข็งในส่วนผสมด้วย

องค์ประกอบที่สำคัญอีก 2 ประการที่เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติด้านกำลังของ LMM และ LMC (Neville, 1990) คือ

1. อัตราส่วนเนื้อของแข็ง (Solid) ทั้งหมดใน Latex ต่อซีเมนต์ โดยน้ำหนักหรือ Polymer Cement Ratio (P/C) ใน Mixed Proportion โดยทั่วไป LMM หรือ LMC ที่มี P/C สูงจะทำให้กำลังเช่น Tensile Strength, Flexural Strength เป็นต้น สูงกว่า LMM หรือ LMC
2. วิธีการบ่ม (Curing Method) Latex ในส่วนผสมของ LMM หรือ LMC ต้องการบ่มแห้งหรือบ่มในอากาศเพื่อจะให้น้ำที่อยู่ภายในเนื้อ Concrete หรือ Mortar เกิดการระเหยออกไปโดยเร็ว จึงจะทำให้อนุภาค Polymer ใน Latex มีโอกาสมาเกาะรวมตัวกัน (Coalesce) ก่อตัวเป็นชั้นฟิล์ม (Film) ที่ต่อเนื่องแทรกกระจายปนอยู่ในเนื้อ Mortar หรือ Concrete ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อกลไกการทำงานของ Latex ใน LMC และ LMM ส่วน Cement ใน LMM หรือ LMC ต้องการการบ่มชื้นเพื่อให้ปฏิกิริยาระหว่างซีเมนต์กับน้ำ (Hydration) ดำเนินไปอย่างสมบูรณ์ ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปเพื่อที่จะให้ได้ LMM และ LMC มีคุณภาพดีจึงต้องใช้วิธีบ่มผสมกัน โดยทำการบ่มชื้นประมาณ 3-7 วันแรก หลังจากนั้นจึงบ่มแห้งต่อไป

2.5 การประยุกต์ใช้น้ำยางพาราในงานชลประทาน

การประยุกต์ใช้น้ำยางพาราสำหรับบำรุงรักษาระบบชลประทานและงานพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก ภายใต้การสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ประกอบด้วย

- การถ่ายทอดเทคโนโลยีประยุกต์ใช้น้ำยางพาราในงานบำรุงรักษาระบบชลประทาน (พีรวัฒน์ และคณะ, 2559) ได้ทำการรวบรวม วิเคราะห์และสังเคราะห์ผลงานวิจัยจำนวน 3 โครงการวิจัย ประกอบด้วย (1) การพัฒนาวัสดุเคลือบผิวคลองผสมน้ำยางพาราสำหรับใช้บำรุงรักษาคลองชลประทาน, RDG5650079 (2) การพัฒนาสูตรมอร์ต้าผสมน้ำยางพาราสำหรับใช้เป็นตัวเชื่อมประสานรอยร้าวในคลองส่งน้ำชลประทาน, RDG5450054 (3) ศึกษาการรั่วซึมของน้ำในแบบจำลองคลองชลประทานผสมน้ำยางพารา, RDG4850062V5 ซึ่งได้สังเคราะห์เป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้น้ำยางพาราสำหรับบำรุงรักษาระบบชลประทานและจัดอบรม/ถ่ายทอดเทคโนโลยีการซ่อมแซมคลองชลประทานให้กับกลุ่มเกษตรกรและมีการจัดอบรมความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้น้ำยางพาราในงานคอนกรีตสำหรับใช้ซ่อมแซมและบำรุงรักษาคลองชลประทานให้กับกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมอบรม จำนวน 50 คน ประกอบด้วยเกษตรกร ผู้นำชุมชน ลูกจ้างโครงการส่งน้ำฯ ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่ยม จังหวัดแพร่
- ประยุกต์ใช้น้ำยางพาราผสมดินซีเมนต์พัฒนาสระน้ำด้านภัยแล้ง (พีรวัฒน์ และคณะ, 2558) ได้ประยุกต์ใช้น้ำยางพาราผสมดินซีเมนต์พัฒนาสระน้ำด้านภัยแล้ง โดยมีการศึกษาคุณสมบัติขั้นพื้นฐานและทางวิศวกรรมของดินลูกรังผสมน้ำยางพารา โดยใช้อัตราส่วนของดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ น้ำและน้ำยาง เท่ากับ 5 : 2 : 1 และใช้ปริมาณน้ำยางพารา 5% , 7.5% , 10% และ 12.5% ของปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินซีเมนต์ ทำการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัด กำลังรับแรงดัด กำลังรับแรงดึงของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา ที่ระยะการบ่มแห้งอากาศที่อายุ 3, 7 และ 28 วัน ตามลำดับ และการทดสอบการดูดซึมน้ำของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา เท่ากับ 5 : 2 : 1 และปริมาณน้ำยาง 7.5% ของปริมาณน้ำ พบว่าให้ค่าที่ดีที่สุดที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วัน และได้นำไปใช้งานภาคสนามโดยการก่อสร้างสระน้ำ จำนวน 2 บ่อ ประกอบด้วย สระน้ำดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราและสระน้ำคอนกรีตผสมน้ำยางพารา
- การพัฒนาวัสดุเคลือบผิวคลองผสมน้ำยางพาราสำหรับใช้บำรุงรักษาคลองชลประทาน (พีรวัฒน์ และคณะ, 2558) ได้พัฒนาวัสดุเคลือบผิวคลองชลประทานเพื่อป้องกันการกัดกร่อนตามผนังและท้องคลองส่งน้ำเนื่องจากสารละลายซัลเฟตที่ปะปนในน้ำชลประทาน โดยพัฒนาวัสดุเคลือบผิวจากเถ้าแกลบ ปูนซีเมนต์ น้ำและน้ำยางพารา เนื่องจากเถ้าแกลบมีองค์ประกอบของ SiO_2 ประมาณ 81%

มีความสามารถในการป้องกันการกัดกร่อนจากสารละลายซัลเฟตสูงและน้ำยางพาราที่มีความสามารถในการป้องกันการรั่วซึมของน้ำได้ดี จากผลการวิจัยพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ทดสอบภาคสนามควรใช้ อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) เท่ากับ 0.4 อัตราส่วนของ P/C เท่ากับ 15% และปริมาณเถ้าแกลบ 5% ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ได้นำผลงานวิจัยดังกล่าวไปทดสอบการใช้งานซ่อมแซมคลองส่งน้ำชลประทานที่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ จังหวัดลพบุรี

- การพัฒนาสูตรมอร์ต้าผสมน้ำยางพาราสำหรับใช้เป็นตัวเชื่อมประสานรอยร้าวในคลองส่งน้ำชลประทาน (พีรวัฒน์ และคณะ, 2555) ได้พัฒนามอร์ต้ากันซึม ใช้ซ่อมแซมรอยแตกร้าวตามผนังและท้องคลองชลประทานเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำตามผนังและท้องคลองชลประทานและช่วยในการป้องกันปัญหาการทรุดของคลองตามรอยแตกร้าวและป้องกันตะกอนดินในคลองส่งน้ำ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า มอร์ต้าผสมน้ำยาง 5% และ อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) เท่ากับ 0.5 มีคุณสมบัติการรับแรงต่างๆ (แรงอัด แรงคัต และแรงยึดเกาะ) และป้องกันการรั่วซึมของน้ำได้ดีกว่ามอร์ต้าธรรมดาที่ไม่ผสมน้ำยางพารา
- ศึกษาการรั่วซึมของน้ำในแบบจำลองคลองชลประทานผสมน้ำยางพารา (พีรวัฒน์ และคณะ, 2549) ได้พัฒนาคลองคอนกรีตผสมน้ำยางพาราสำหรับหล่อแบบจำลองคลองชลประทานและศึกษาการรั่วซึมของน้ำในแบบจำลองคลองชลประทานผสมน้ำยางพาราในอัตราส่วนต่างๆ และเปรียบเทียบกับคอนกรีตมาตรฐานที่ไม่ได้ผสมน้ำยางพารา จากผลการวิจัยพบว่า แบบคลองชลประทานที่มีส่วนผสมของน้ำยางพารา 12.5% อัตราการรั่วซึมของน้ำในคลอง 2.83 มม./วัน ในขณะที่อัตรากรรมการรั่วซึมของน้ำในแบบจำลองคลองคอนกรีตที่ไม่ผสมน้ำยางอัตราการรั่วซึม 5.40 มม./วัน

2.6 งานวิจัยเกี่ยวกับคอนกรีต (concrete)(ปีติ, 2549)

คอนกรีต คือ วัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติหลายประการที่เหมาะสม เช่นสามารถหล่อขึ้นรูปได้ตามต้องการ มีความคงทนสูง ตกแต่งผิวให้สวยงามได้ และที่สำคัญคือ มีราคาถูกโดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับราคาเหล็กรูปพรรณ โดยทั่วไปคอนกรีต ประกอบด้วยส่วนผสมพื้นฐาน 2 ส่วนคือ ส่วนแรกจะเรียกว่าซีเมนต์เพสต์(Cement paste) ได้แก่ปูนซีเมนต์ น้ำ และสารผสมเพิ่ม ส่วนที่สองประกอบไปด้วยมวลรวม (Aggregates) ได้แก่ มวลรวมละเอียดหรือทราย และมวลรวมหยาบ หรือหิน หรือกรวด โดยเมื่อนำส่วนผสมต่างๆเหล่านี้มาผสมกันจะได้คอนกรีตที่คงสภาพเหลวอยู่ช่วงเวลาหนึ่ง พอที่จะนำไปเทลงแบบหล่อที่มีรูปร่างตามต้องการได้ โดยเรียกคอนกรีตในสภาพนี้ว่า "คอนกรีตสด (Fresh Concrete)" หลังจากนั้นคอนกรีตจะเปลี่ยนสภาพไปเป็นของแข็งในเวลาต่อมาโดยจะมีความแข็งแรงมากขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น คุณสมบัติของคอนกรีตแข็งตัวผ่าน

ข้อกำหนดด้านการรับแรงตามที่ออกแบบไว้แล้ว จึงสามารถเปิดใช้งานรับน้ำหนักได้ต่อไป ซึ่งเราจะเรียกคอนกรีตสภาพที่เป็นของแข็งแล้วนี้ว่า "คอนกรีตแข็งตัวแล้ว(Hardened Concrete)" คุณสมบัติของคอนกรีตสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ คุณสมบัติเชิงกล และคุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งคุณสมบัติทั้งสองจะมีความสำคัญไปตลอดอายุการใช้งานของโครงสร้างคอนกรีตนั้น อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติคุณสมบัติของคอนกรีตทั้งสองลักษณะจะมีผลต่อกันและกัน การทำให้คอนกรีตแข็งตัวแล้วมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น จะต้องมาจากการเลือกใช้วัสดุ และส่วนผสมคอนกรีต ตลอดจนการทำคอนกรีตที่ดีทุกขั้นตอน เพื่อให้ได้คอนกรีตมีคุณสมบัติตรงตามที่ออกแบบไว้สำหรับการใช้งาน

คุณสมบัติเชิงกลของคอนกรีต (Mechanical Properties of Concrete)

2.6.1 กำลังรับแรงอัด (Compressive Strength)

กำลังรับแรงอัดของคอนกรีต หมายถึง ความต้านทานต่อหน่วยแรงอัดที่เกิดขึ้นโดยไม่เกิดรอยแตกร้าว และการพังทลาย โดยกำลังอัดของคอนกรีตขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ประการ ได้แก่ กำลังของมอร์ตาร์ กำลังของมวลรวมหยาบและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างมอร์ตาร์กับมวลรวมหยาบ

2.6.2 กำลังรับแรงดึง (Tensile Strength)

คอนกรีตจัดเป็นวัสดุเปราะ คือ มีกำลังรับแรงอัดสูงและกำลังรับแรงดึงต่ำประมาณร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 15 ของกำลังรับแรงอัด กำลังรับแรงดึง หมายถึง ความต้านทานในการรับแรงดึงของคอนกรีต ถึงแม้ในการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตจะไม่ได้รับแรงดึงก็ตาม แต่การทราบค่ากำลังดึงนี้จะช่วยให้การควบคุมการแตกร้าวของคอนกรีตจากผลกระทบต่างๆ เช่น อุณหภูมิ การหดตัว และมีประโยชน์อย่างมากในงานคอนกรีตอัดแรงเป็นต้น

2.6.3 กำลังเฉือน (Shear Strength)

การเฉือนเป็นการกระทำของแรงสองแรง ซึ่งมีขนาดเท่ากันและขนานกัน โดยกระทำตรงข้ามบนระนาบซึ่งมีระยะห่างกันเล็กน้อย แรงเฉือนมักจะเกิดขึ้นพร้อมกับแรงดึงและแรงดัดเสมอการทดสอบความต้านทานแรงเฉือนในคอนกรีตโดยตรงนี้ไม่สะดวกเช่นเดียวกับการทดสอบการหาความต้านทานแรงดึงทั้งนี้

เป็นเพราะค่าแรงดัด แรงกด และแรงดึง ในแนวทแยงจะมีส่วนเกี่ยวข้อง ทำให้ผลการทดสอบไม่ถูกต้อง ปกติการทดสอบหาความต้านทานแรงเฉือนกระทำได้โดยการบิดของตัวอย่างทดสอบรูปทรงกระบอก พบว่า กำลังต้านทานแรงเฉือนมีค่าประมาณ ร้อยละ 15 ถึง ร้อยละ 25 ของกำลังรับแรงอัด ค่าความต้านทานแรงเฉือนนี้ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของคอนกรีตเช่นเดียวกับค่ากำลังอัดประลัย

2.6.4 กำลังยึดเหนี่ยว (Bond Strength)

กำลังยึดเหนี่ยวเป็นการต้านทานการลื่นไถลของเหล็กเสริมที่หล่ออยู่ภายในเนื้อคอนกรีตแรงต้านทานนี้เกิดจากการยึดเกาะของซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้ว จากความเสียดทานระหว่างเหล็กเสริมคอนกรีตกับผิวคอนกรีตนั้นต้องเพียงพอที่กำลังยึดเหนี่ยวกับเนื้อคอนกรีต มาตรฐานการออกแบบมักกำหนดค่าแรงยึดเหนี่ยวเป็นเปอร์เซ็นต์ของกำลังอัดของคอนกรีตและขนาดของเหล็กเสริมที่ใช้ อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับชนิดของปูนซีเมนต์ สารผสมเพิ่ม และอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์อีกด้วย