



รายงานวิจัยฉบับร่าง

โครงการ กลุ่มโครงการวิจัยขนาดเล็กการประยุกต์ใช้น้ำยางพารา
ในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง-ม.ส.(1)

ชื่อโครงการ คุณสมบัติของกำแพงอิฐมอญที่ก่อด้วยปูนรายผสมน้ำยางพารา

โดย ดร.ต่อศักดิ์ เลิศศรีสกุลรัตน์

มีนาคม 2549

แบบสรุปโครงการวิจัย

สัญญาเลขที่ RDG4850062	ชื่อโครงการ คุณสมบัติของกำแพงอิฐมอญที่ก่อด้วยปูนทรายผสมน้ำยาเงพารา กลุ่มโครงการวิจัยขนาดเล็กการประยุกต์ใช้น้ำยาเงพาราในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง-ม.ส.(1)
ผู้วิจัย ดร.ต่อศักดิ์ เลิศศรีสกุลรัตน์	สถาบัน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
โทรศัพท์ 02-457-0068 ต่อ 128 โทรสาร 02-457-0068 ต่อ 128 E-mail torsak.l@siam.edu	

ความสำคัญ/ความเป็นมา

จากความพยายามในการนำผลิตภัณฑ์จากน้ำยาเงพาราซึ่งมีการผลิตเป็นจำนวนมากในประเทศไทยมาประยุกต์ใช้ในหลาย ๆ ทางการ ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันเพื่อก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มของตัวน้ำยาเงพารา รวมทั้งก่อให้เกิดประโยชน์ในงานต่างๆ ที่นำน้ำยาเงพารานี้ไปใช้ ประกอบกับประเด็นปัญหาสำคัญที่ผู้วิจัยนำมาเป็นวัตถุประสงค์หลักของการศึกษา ในครั้งนี้ที่สืบเนื่องมาจากปัญหาการแตกร้าวของผนังอิฐมอญก่อที่พบเห็นได้ตามอาคารบ้านพักอาศัยในปัจจุบัน ซึ่งสาเหตุของการแตกร้าวนามากความเปราะและขาดการยึดหยุ่นของปูนทรายที่ใช้ในการก่อกำแพง และผลพวงจากการแตกร้าวนี้อาจนำไปสู่ความชำรุดเสื่อมของผู้พักอาศัยกับปัญหาที่ตามมาได้ เช่น ปัญหาการซึมน้ำ และการแตกร้าวที่ขยายตัวขึ้นดูไม่สวยงาม รวมไปถึงอาจก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆ ในเรื่องของความแข็งแรงปลดปล่อยของโครงสร้างอาคารตามมาได้ในอนาคต

ดังนั้น คณ.ผู้วิจัยจึงได้ทดลองนำน้ำยาเงพาราคงรูป (Prevulcanized latex) และการยางพารา (Rubber cement) มาผสมในปูนทรายที่ใช้สำหรับการก่อ (Mortar) โดยมุ่งหวังเพื่อให้เกิดการพัฒนาความยึดหยุ่นของกำแพงก่อที่ได้ โดยได้ทดลองใส่ส่วนผสมของน้ำยาเงพาราคงรูปหรือการยางพาราเข้าไปในปูนทรายที่ใช้ในการก่อและฉาบทั่วไป โดยการแทนที่น้ำหรือซีเมนต์ในปริมาณที่แตกต่างกัน และทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ทั้งในเรื่องของกำลังการรับแรง (แรงอัด และแรงดึง) และความสามารถในการดูดซึมน้ำ จากนั้นปูนทรายที่มีสัดส่วนผสมของน้ำยาเงพาราคงรูปโดยการแทนที่น้ำร้อยละ 1 และปูนทรายที่มีส่วนผสมของการยางพาราโดยการแทนที่ซีเมนต์ในปริมาณร้อยละ 5 ได้ถูกนำไปใช้ในการทดลองก่อและฉาบกำแพงเพื่อทำการทดสอบกำลังการรับแรงอัดและแรงดึงของแผงกำแพง รวมทั้งทำการทดสอบการดูดซึมน้ำของกำแพงก่อที่ได้

วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับแรงอัด แรงดึงและแรงดึง ของปูนทราย (มอร์tar) ที่มีส่วนผสมของน้ำยาเงพาราคงรูปและการยางพารา
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับแรงทั้งแรงอัดและแรงดึง (แนวแรงอยู่ในแนวตั้งคลากับระนาบของผนัง) ของผนังก่ออิฐมอญที่ทำจากปูนทรายที่มีส่วนผสมของน้ำยาเงพาราคงรูปและการยางพารา
3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการดูดซึมน้ำของปูนทรายที่มีส่วนผสมของน้ำยาเงพาราคงรูปและการยางพารา รวมทั้งการดูดซึมน้ำของผนังก่ออิฐมอญที่ทำจากปูนทรายดังกล่าว

ผลที่ได้รับ	บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่...	โดยทำให้...
1. การใส่น้ำยาางพาราคงรูปหรือการยาางพาราเข้าไปในส่วนผสม จะทำให้กำลังการรับแรงดัดและแรงดึงของปูนทรายที่ได้สูงขึ้น ในขณะที่กำลังรับแรงอัดจะลดลง	1	ทำให้ทราบว่าการใส่น้ำยาางพาราคงรูปหรือการยาางพาราเข้าไปในปูนทรายจะทำให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้น
2. ปูนทรายผสมน้ำยาางพาราคงรูปจะส่งผลให้กำลังรับแรงดัดของกำแพงมีค่าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปูนทรายโดยทั่วไปที่มีการผสมน้ำยาาง	2	ทำให้ทราบว่ากำแพงที่ก่อโดยปูนทรายผสมน้ำยาางพาราคงรูปจะมีความยืดหยุ่นมากขึ้นตามไปด้วย
3. ปูนทรายผสมกาวยาางพารานี้ทำให้ปูนทรายที่ได้มีการก่อตัวเร็วและแห้งเร็วขึ้น ทำให้การทำงานก่อสถาปัตย์ทำได้ยากขึ้นอันเป็นผลให้กำลังการรับแรงในแต่ต่างๆของกำแพงที่ได้มีค่าลดลง	2	ทำให้ทราบว่าแทนที่กำแพงที่ก่อด้วยปูนทรายผสมกาวยาางพาราจะมีความยืดหยุ่นมากขึ้น จะกลับทำให้กำลังลดลงอันเป็นผลมาจากการแข็งตัวเร็วและทำงานยาก
4. การคุณชิมน้ำของก้อนปูนทรายที่ทำการทดสอบไม่ว่าจะผสมน้ำยาางพาราคงรูปหรือกาวยาางพาราหรือไม่พบว่าไม่แตกต่างกัน ในขณะที่กำแพงที่ก่อด้วยปูนทรายผสมกาวยาางพาราจะมีแนวโน้มการคุณชิมน้ำต่ำที่สุด	3	ทำให้ทราบว่าโดยรวมพฤติกรรมการคุณชิมน้ำจะไม่แตกต่างกันมากนัก สำหรับกำแพงแต่ละแบบ แต่กำแพงที่ก่อด้วยปูนทรายผสมกาวยาางพารามีแนวโน้มในการคุณชิมน้ำต่ำที่สุด
5. พบร่วงการผสมน้ำยาางพาราคงรูปแทนที่น้ำในปริมาณร้อยละ 1 จะทำให้ได้ปูนทรายที่มีความลื่นขณะทำงาน และมีกำลังดัดและกำลังรับแรงดึงดีขึ้นเทียบกับปูนทรายมาตรฐาน แต่หากผสมมากเกินไปจะเกิดการจับตัวเป็นก้อน ไม่สามารถใช้งานได้	3 (ตามในสัญญา)	ได้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดของปูนทราย ผสมน้ำยาางพาราคงรูปที่เหมาะสมจะใช้ในการก่อกำแพงอิฐมวลญ
6. พบร่วงการผสมกาวยาางในปูนทรายโดยการแทนที่ซีเมนต์ในปริมาณร้อยละ 5 จะทำให้ได้ปูนทรายที่มีกำลังดัดและกำลังรับแรงดึงดีที่สุดเมื่อเทียบกับการผสมในอัตราส่วนร้อยละ 8 และร้อยละ 10 หรือเมื่อเทียบกับปูนทรายมาตรฐาน	3 (ตามในสัญญา)	ได้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดของปูนทราย ผสมกาวยาางที่เหมาะสมจะใช้ในการก่อกำแพงอิฐมวลญ

ສັນຍາເລກທີ RDG4850062

รายงานວິຊົງນັບຮ່າງ

ໂຄຮກ ກລຸ່ມໂຄຮກວິຊົງນັບຮ່າງເລື້ອກປະຕິໃຫ້ນໍາຍາງພາຣາ ໃນອຸດສາຫກຮຽມກ່ອສສ.ສ.(1)

ຄະດີວິຈີຍ

- | | |
|----------------|------------|
| 1. ດຣ.ຕ່ອຄັກດີ | ເລີຍກົງລົງ |
| 2. ນາຍວິນຍ | ເປົ້າເລີ່ມ |
| 3. ນາຍເອກພລ | ບູນກົງ |

ໜີ້ໂຄຮກ ຄຸນສມນັບຕີຂອງກຳແພງອື້ນອຸນທຶນທີ່ກ່ອດ້ວຍປູນກາຍພສມນໍາຍາງພາຣາ

ສນັບສນຸນໂດຍສໍານັກງານກອງທຸນສນັບສນຸນກາຍວິຊົງ (ສກວ.)

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ทราบว่าการผสมน้ำยาางพาราคงรูปเข้าไปในปูนทรายที่ใช้ในการก่อสร้างจะทำให้เกิดการซึมเกาะกันระหว่างอิฐและปูนก่อมากขึ้น อีกทั้งพฤติกรรมโดยรวมของกำแพงจะมีความยืดหยุ่นรับแรงดัดได้มากขึ้น ซึ่งหากมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลของการใช้งานในระยะยาวก็จะสามารถทำให้เกิดความมั่นใจในการนำไปใช้งานจริงมากขึ้น ส่วนปูนทรายที่ผสมกับพาราคงค้องต้องมีการปรับปรุงในเรื่องของการใช้งานจริงเพราะปูนทรายที่ได้มีการก่อตัวค่อนข้างเร็ว ซึ่งอาจจะทำให้ทำงานได้ไม่ทันและเกิดการแข็งตัวของปูนทรายก่อน

การประชาสัมพันธ์

- เพยแพร่ผลงาน โดยเขียนบทความการวิจัย โดยตีพิมพ์ในวารสารเชิงวิชาการระดับชาติและนานาชาติ
- เพยแพร่ผลงาน โดยการแสดงนำเสนอผลงาน เนื้อหาและประชุมวิชาการในระดับชาติและนานาชาติ
- เพยแพร่ผลงาน โดยการจัดทำแผ่นประชาสัมพันธ์โครงการฯ ในนิทรรศการต่างๆที่เกี่ยวข้อง

บทคัดย่อ

จากแนวคิดของความพยายามในการนำผลิตภัณฑ์จากน้ำยางพารามาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในงานก่อสร้าง คณะผู้วิจัยได้ทดลองนำน้ำยางพาราคงรูป (Prevulcanized latex) และกาวยางพารา (Rubber cement) มาผสมในปูนทรายที่ใช้สำหรับการก่อ (Mortar) โดยได้ทดลองผสมในปูนทรายโดยการแทนที่น้ำหรือซีเมนต์ในปริมาณที่แตกต่างกัน และทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆทั้งในเบื้องต้นและการรับแรง (แรงอัด แรงอัด และแรงดึง) และความสามารถในการดูดซึมน้ำ จากการทดลองพบว่า การใส่น้ำยางพาราคงรูปหรือกาวยางพาราเข้าไปในส่วนผสม จะทำให้กำลังการรับแรงดักและแรงดึงของปูนทรายที่ได้สูงขึ้น ในขณะที่กำลังรับแรงอัดจะลดลง

จากนั้นปูนทรายที่มีสัดส่วนผสมของน้ำยางพาราคงรูปโดยการแทนที่น้ำร้อยละ 1 หรือกาวยางพาราโดยการแทนที่ซีเมนต์ในปริมาณร้อยละ 5 ได้ถูกนำมาใช้ในการทดลองก่อและลอกกำแพงเพื่อทำการทดสอบกำลังการรับแรงอัดและแรงดักของแผงกำแพง ซึ่งพบว่าน้ำยางพาราคงรูปในส่วนผสมของปูนทรายจะส่งผลให้กำลังรับแรงดักของกำแพงมีค่าสูงขึ้น เพราะช่วยเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะระหว่างอิฐกับปูนทรายได้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปูนทรายโดยทั่วไปที่มีการผสมน้ำยา ก่อ ในขณะที่ผลของปูนทรายผสมกาวยางพารานั้นทำให้ปูนทรายที่ได้มีการก่อตัวเร็วและแห้งเร็วขึ้น ทำให้การทำงานก่ออิฐนั้นทำได้ยากขึ้นอันเป็นผลให้กำลังการรับแรงในเบื้องต้นของกำแพงที่ได้มีค่าลดลง แต่ย่างไรก็ตาม หากมีการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อปรับปรุงความสามารถในการใช้งานของปูนทรายที่ได้มีความเป็นไปได้ที่จะนำปูนทรายที่ได้มาใช้ในงานจริงอย่างเกิดประโยชน์สูงสุด

คำสำคัญ: ปูนทราย (มอร์tar์), กำแพงก่อ, น้ำยางคงรูป, กาวยางพารา, ความแข็งแรง

Abstract

The attempt to utilize para rubber products in construction industry has been made by mixing various amount of the prevulcanized latex and rubber cement into mortar paste to study the load resisting behavior as well as the water absorption capacity. The results of mortar tests revealed that the bending and tensile strengths of the modified mortar are improved compared with the conventional mortar used at construction site (standard mortar).

Subsequently, the mortar with 1 percent of prevulcanized latex and 5 percent rubber cement were used in casting masonry walls and tested for compressive and bending strengths. The obtained results showed that the bending strength of the walls compared with standard mortar is improved because the bonding between mortar and brick increased when para rubber exists in the mixture. On the other hand, the rubber cement resulted in shorter setting time of cement mortar which affected the workability and caused the reduction on strength. If this advantage can be improved, there is high potential in utilizing this kind of modified mortar in practical masonry work.

Keywords: Mortar, Masonry wall, Prevulcanized latex, Rubber cement, Strength

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำทั่วไป	4-1
1.2 ที่มาของโครงงานวิจัย	4-1
1.3 แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง	4-2
1.4 วัตถุประสงค์และขอบข่ายโครงงานวิจัย	4-2
1.5 ตัวแปรต่างๆในการทดสอบ	4-3
บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ปูนทรายสำหรับการก่อ	4-4
2.2 ผลของน้ำยางพาราต่อกำลังของซีเมนต์เพสท์ มอร์tar และคอนกรีต	4-5
2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับน้ำยางพารา	4-5
บทที่ 3 วัสดุและการทดสอบ	
3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ	4-13
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	4-14
3.3 การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของอิฐที่ใช้ในการก่อผนัง	4-14
3.4 การเตรียมตัวอย่างผนังก่ออิฐ	4-17
3.5 การทดสอบตัวอย่างผนังก่ออิฐ	4-18
3.6 การทดสอบการซึมน้ำ	4-22
บทที่ 4 ผลการทดสอบ	
4.1 ผลการทดสอบ	4-23
4.2 ตัวอย่างปูนทรายที่มีส่วนผสมของน้ำยางพาราในรูปแบบต่างๆ	4-23
4.3 ตัวอย่างก้ามแพงกอที่ใช้ปูนทรายที่มีส่วนผสมของน้ำยางพาราในรูปแบบต่างๆ	4-26
บทที่ 5 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการทดลอง	
5.1 วิเคราะห์ผล	4-31
5.2 ปูนทรายที่มีส่วนผสมของน้ำยางพาราในรูปแบบต่างๆ	
เปรียบเทียบกับปูนทรายที่ใช้โดยทั่วไป	4-31
5.3 ก้ามแพงที่ก่อด้วยปูนทรายที่มีส่วนผสมของน้ำยางพาราในรูปแบบต่างๆ	
เปรียบเทียบกับก้ามแพงก่อนมาตรฐาน	4-32
5.4 ความยากง่ายของการทำงานและคุณสมบัติด้านราคา	4-35

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทที่ 6 สรุปผลการนำน้ำยางพารามาเป็นส่วนผสมปูนรายที่ใช้ในงานก่อและฉาบกำแพง	
6.1 ผลของการผสมน้ำยางพาราคงรูป	4-37
6.2 ผลของการผสมกาวยางพารา	4-37
6.3 ความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง	4-37
6.4 ข้อเสนอแนะ	4-38
เอกสารอ้างอิง	4-39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำทั่วไป

ผังก่ออิฐในตัวอาคาร โดยทั่วๆ ไปนั้นได้พิจารณาเพื่อใช้ประโยชน์ในทางสถาปัตยกรรมมากกว่าทางด้านวิศวกรรม การออกแบบอาคารหลายชั้น (Multistory Building) ที่รับแรงลมหรือแรงด้านข้างให้อีกว่าตัวอาคารเป็นเสมือนโครงสร้างแข็ง (Frame) ทำหน้าที่รับแรงด้านข้างโดยตรง โดยจะทึ้งการพิจารณาผังก่ออิฐเข้ามาเป็นส่วนของโครงสร้างรับกำลังทั้งๆ ที่ในขณะเดียวกันมีการก่ออิฐทั้งน้ำ ไม่ว่าจะเป็นจากอิฐมวลอยุหรืออิฐบล็อกที่ใช้ห้องน้ำไว้ และสามารถรับแรงทางด้านข้างได้อย่างปลอดภัย ซึ่งในระเบียบมาตรฐานก่ออิฐที่สำคัญที่สุดคือการก่ออิฐแบบบล็อกต่างกันไป จึงเป็นประดิษฐ์ที่น่าสนใจในการที่จะคำนึงถึงการรับแรงในรูปแบบต่างๆ ของผังก่ออิฐ เพื่อนำเข้ามาร่วมพิจารณาในขั้นตอนของการออกแบบสิ่งปลูกสร้างฯต่างๆ ทั้งนี้เพื่อให้การออกแบบที่ได้มีความประยุกต์และปลอดภัยในการรับแรงมากยิ่งขึ้น

กำลังรับแรงผังก่ออิฐซึ่งทำหน้าที่รับแรงอัดและแรงดักสามารถประมาณอย่างหยาบๆ ได้ โดยใช้ทฤษฎีกำลังของวัสดุ (Strength of Material) พฤติกรรมของผังก่ออิฐจะวิบัติจะเกิดรอยแตกครัวที่อิฐในการรับแรงอัดและเกิดรอยแตกครัวที่หัวงูก่ออิฐในการรับแรงดักอันเนื่องมาจากแรงดึง ทั้งนี้ เพราะว่าอิฐและปูนก่อเป็นวัสดุเปราะ (Brittle Material) รับแรงดึงได้ต่ำมากเมื่อเทียบกับกำลังรับแรงอัด ดังนั้นการพิจารณากำลังของวัสดุในแต่ละลักษณะจึงเป็นสิ่งจำเป็นซึ่งในขณะเดียวกันยังจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุในด้านอื่นๆ ด้วย อายุ อย่างไร กีดานในการทำงานถึงพฤติกรรมของผังก่ออิฐด้วยทฤษฎีกำลังของวัสดุ อาจให้คำความคลาดเคลื่อนได้มาก เนื่องจากผังก่ออิฐมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องด้วยหลายตัว ในแห่งของความเป็นเนื้อเดียวกันของวัสดุ ไม่ว่าจะเป็นอันเนื่องมาจากส่วนประกอบของวัสดุ เช่น อิฐ ปูนก่อ หรือแม้กระเพื่องมือการก่ออิฐ (Workmanship) เป็นต้น

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้ในขั้นตอนจะทำการทดสอบคุณสมบัติด้านกำลังต่างๆ ของก้อนตัวอย่างปูนทราย (mortar) ที่มีส่วนผสมของกาวยางพารา (Rubber Cement) และน้ำข้นทำให้คงรูป (Prevulcanized latex) และหลังจากนั้นจะทำการทดสอบผังก่ออิฐที่ก่อโดยใช้ปูนทรายที่ได้จากการทดสอบในขั้นตอน เพื่อให้เข้าใจถึงพฤติกรรมในการรับแรงด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นกำลังการรับแรงอัด แรงดัก แรงดึง และยังรวมไปถึงการศึกษาการซึมผ่านของน้ำที่อาจส่งผลต่อความคงทนของกำแพงในระยะยาวอีกด้วย และผลการทดสอบที่ได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบของปูนทราย หรือกำแพงมาตรฐานที่ในปัจจุบันมีได้มีส่วนผสมของยางพาราอยู่

1.2 ที่มาของโครงการนวัตกรรม

ในปัจจุบันนโยบายในภาพรวมของรัฐบาลไทยมีการมุ่งเน้นการวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพและเพื่อเพิ่มน้ำหนักของผลผลิตประเทศ ซึ่งหนึ่งในผลผลิตหลักของประเทศไทยที่มีการนำมาเปรียบเพื่อน้ำหนักค่ากันอย่างกว้างขวางคือน้ำยางพาราซึ่งได้จากต้นยางพาราที่เป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สร้างรายได้ให้แก่ประเทศไทยเป็นน้ำหนักค่าหลักล้านบาทในแต่ละปี และมีหลายครั้งที่เกิดปัญหาน้ำยางพาราตกต่ำสร้างปัญหาให้แก่เกษตรกรชาวสวนอย่างพาราเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงได้ความพยายามนำผลผลิตจากน้ำยางพาราไปใช้ประโยชน์กันในหลายด้านอย่างแพร่หลายรวมถึงในด้านงานก่อสร้างด้วย แต่อย่างไรก็ตามยังมีการ

นำมาใช้ในวงที่จำกัด โดยส่วนมากจะออกแบบในรูปแบบการนำไปผสมในสีที่ใช้ทางการเพิ่มความยืดหยุ่นแก่น้ำสีเพื่อปกปิดรอยแตกร้าวเล็กๆ ของอาคาร

ดังนั้น โครงการวิจัยนี้มีความมุ่งหวังที่จะประยุกต์นำข้างพารามาใช้ในงานก่อสร้างอีกด้านหนึ่งซึ่งน่าสนใจเป็นอย่างยิ่งได้แก่ การนำมาใช้เป็นส่วนผสมในปูนทรายซึ่งเป็นวัสดุประสานหลักงานก่อกำแพงอิฐ ซึ่งพบเห็นได้ในงานก่อสร้างทั่วๆ ไป ไม่ว่าจะเป็นบ้านพักอาศัยหรืออาคารพาณิชย์ ลักษณะทั่วไปของกำแพงก่อโดยทั่วไปนั้นมีอิฐมวลอยู่หรืออิฐบล็อกเป็นวัสดุหลักที่ใช้ในการก่อ ร่วมกับการใช้ปูนทรายที่ใช้ในงานก่อจราบทั่วไปเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดการยึดติดกันระหว่างอิฐแต่ละก้อนเป็นแผงกำแพง แต่ทั้งนี้ปัญหาหลักประการหนึ่งซึ่งพบได้บ่อยคือการแตกร้าวกำแพงอิฐก่อที่เกิดจาก การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และการสูญเสียน้ำของปูนก่อดังกล่าวและเมื่อกำแพงมีการแตกร้าวปัญหาที่ตามมาคือการรั่วซึ่งของน้ำ ความสวยงามของการในการใช้งาน รวมทั้งการเสื่อมลดของกำแพงก่อนนี้ ๆ ทำให้ต้องมีการซ่อมบำรุงบ่อยครั้ง เป็นการสูญเสียทรัพยากรโดยใช้เหตุ ซึ่งสาเหตุของปัญหาดังกล่าว เกิดจากความเย็น และการขาดความยืดหยุ่นของปูนทรายที่นำมาใช้

1.3 แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมในการรับแรงรูปแบบต่างๆ ของผนังก่ออิฐที่ใช้ปูนทรายที่มีส่วนผสมของน้ำ ยางข้นทำให้คงรูปและกาวยางพาราในปริมาณต่างๆ ภายใต้แรงที่มีกระทำเพื่อศึกษาว่าสามารถรับแรงได้มากน้อยเพียงใด จึงจะทำให้เกิดรอยแตกร้าวหรือเกิดการวินัดของผนังก่ออิฐ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับเทียบกับปูนทรายมาตรฐานที่ใช้น้ำยาผสมปูนก่อในการทำงานว่ามีความแตกต่างกันในรูปแบบต่างๆอย่างไร อีกทั้งความรู้ที่ได้อ่านมีส่วนช่วยในการเลือกใช้ ผนังก่ออิฐในการรับแรงทดสอบบนวัสดุบางประเภทหากกำแพงก่ออิฐนั้นสามารถรับแรงกระทำได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย หรือแม้กระถั่งการใช้ผนังก่ออิฐมาตรฐานทดแทนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กบางประเภท

ในปี 2544 [1,2] ได้มีผู้ทำการศึกษาคุณสมบัติของเซเมนต์มอร์ต้า (ปูนทราย) และคอนกรีตที่ได้สมกาวยางพารา โดยใช้เซเมนต์ กาวยางพารา ทราย และน้ำเป็นส่วนผสมของเซเมนต์มอร์ต้าเพื่อทำการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมนำไปทำ เป็นแท่งทดสอบคอนกรีต และทำการศึกษาคุณสมบัติต้านกำลังรับแรงดึง แรงอัดและแรงยึดเหนี่ยว และความสามารถในการดูดซับน้ำของตัวอย่างที่ได้ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดในบทที่ 2 ต่อไป

1.4 วัตถุประสงค์และขอบข่ายของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับแรงทึบแรงอัดและแรงดึง (แนวแรงอยู่ในแนวตั้งจากกัน ระยะนาบของผนัง) ของผนังก่ออิฐรวมทั้งการซึมผ่านของน้ำที่เกิดขึ้นโดยที่ปูนก่อและผ่านมีอัตราส่วนผสมของกาวยางพารา และน้ำยางข้นทำให้คงรูปตามที่กำหนด

ในการวิจัยนี้ จะมีขอบข่ายครอบคลุมเฉพาะผนังก่ออิฐรับแรงอัดขนาด 30×30 ซม. (ไม่ล�) ส่วนผนังก่ออิฐรับแรงดูดมีขนาด 40×60 ซม. ผนังก่ออิฐเป็นชนิดแผงตัน (Solid Brick Wall) ไม่มีช่องเปิดภายใน (มีทั้งที่ไม่ล� ผ่านหนึ่งด้าน และผ่านสองด้าน) โดยอิฐที่ใช้คืออิฐมวลที่มีแนวการก่ออิฐเป็นการก่ออิฐคริ่งแผ่น (Running Bond) มีแนวปูนก่อหนาโดยเฉลี่ย 1.50 ซม.

1.5 ตัวแปรต่างๆในการทดสอบ

1.5.1 รูปแบบของการก่อผนังก่ออิฐใน การทดสอบ

ก. สำหรับการทดสอบแรงอัด

- ก่ออิฐครึ่งแผ่นไม่ลับ

ข. สำหรับการทดสอบแรงดึง

- ก่ออิฐครึ่งแผ่นลับเรียบ 1 ด้าน
- ก่ออิฐครึ่งแผ่นลับเรียบ 2 ด้าน
- ก่ออิฐครึ่งแผ่นไม่ลับ

1.5.2 ส่วนผสมปูนทรายที่ใช้ในการก่อและลับ

- ปูนก่อมาตรฐาน (STD)

อัตราส่วนน้ำต่อชีเมนต์ต่อทราย 1:1:3 (ผสมน้ำยาผสมปูนก่อและลับ) ซึ่งนิยมใช้โดยทั่วไป

- ปูนทรายผสมกาวยางพารา (RC)

อัตราส่วนน้ำต่อชีเมนต์ต่อทราย 1:1:3 (ผสมกาวยางพาราโดยการแทนที่ชีเมนต์ร้อยละ 5, 8 และ 10)

- ปูนทรายผสมน้ำยางข้นทำให้คงรูป (PV)

อัตราส่วนน้ำต่อชีเมนต์ต่อทราย 1:1:3 (ผสมน้ำยางพาราข้นทำให้คงรูปโดยการแทนที่น้ำร้อยละ 1)

1.5.3 ขนาดของตัวอย่างผนังก่ออิฐที่ใช้ทดสอบ

- ขนาด 30×30 ซม. สำหรับการทดสอบแรงอัด

- ขนาด 40×60 ซม. สำหรับการทดสอบแรงดึง

บทที่ 2

ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปูนทรายสำหรับการก่อ

เป็นส่วนผสมระหว่างทราย ตัวเชื่อมประสาน เช่นซีเมนต์หรือปูนขาว และน้ำ โดยที่ปูนเป็นส่วนที่ทำให้เกิดความแข็งแรงและความทนทาน ขณะที่ปูนขาวเป็นส่วนช่วยให้ทำงานง่ายและก่อให้เกิดความยึดหยุ่น รวมทั้งความสามารถในการกักเก็บน้ำ แต่ในปัจจุบันนิยมผสมน้ำยาผสมปูนเพื่อการก่อหรือฉาบมากกว่าการผสมปูนขาวซึ่งทำกันมาในอดีต ส่วนทรายทำหน้าที่เป็นส่วนเติมเต็ม (Filler) และมีส่วนช่วยในการให้กำลังรับแรงอัด และลดการหดตัว (Shrinkage) ในขณะที่น้ำเป็นของเหลวที่ผสมลงไปเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮดรัสซ์ของซีเมนต์ [3]

หน้าที่หลักของปูนทรายคือเป็นส่วนเติมเต็มในช่องว่างระหว่างอิฐก่อไม้ว่าจะเป็นอิฐมอญ (Bricks) หรืออิฐบล็อก (Blocks) และควรที่จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ [4]

2.1.1 มีความแข็งแรงเพียงพอ

กำลังที่สำคัญของปูนทรายในการก่อที่สำคัญมีด้วยกัน 2 ด้านคือ กำลังรับแรงอัด (Compressive strength) และความสามารถในการยึดเหนี่ยว (Bond strength) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกำลังรับแรงอัดของปูนทรายที่ใช้มักไม่ใช่ปัญหาหากแต่เป็นคุณสมบัติหรือกำลังในการยึดเหนี่ยวที่ปูนทรายที่แข็งแกร่งจะยึดติดกับก้อนอิฐโดยที่ไม่ทำให้เกิดการแตกร้าวขึ้น ทั้งนี้ความสามารถในการยึดเหนี่ยวขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำงานได้ในแต่ละส่วนที่สามารถทำให้เกิดผิวสัมผัสที่ดีระหว่างก้อนอิฐและปูนทรายด้วย

2.1.2 ยอมให้เกิดการเคลื่อนที่ได้เมื่อโครงสร้างกำแพงก่อรับแรง

โดยจะต้องไม่เกิดความเสียหายในก้อนอิฐ แต่จะเป็นรอยแตกเล็กๆ ในปูนทรายนั้นแทน

2.1.3 มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อม

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผู้ของประเภทหน้า หรือบริเวณที่มีช่วงของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูง จนในบางกรณีอาจต้องมีการใส่สารกระจาดกักฟองอากาศเข้าไปในงานก่อของพื้นที่

2.1.4 มีความด้านท่านต่อการซึมผ่านของน้ำ

คุณสมบัติของปูนทรายที่ใช้ในการก่อที่สำคัญอีกประการคือความสามารถทำให้ทำงานที่ดี (Workability) และก่อให้เกิดการยึดเหนี่ยวที่ดีพอในขณะทำงาน (ขณะที่ยังไม่แข็งตัว) และจัดวางระยะและตำแหน่งของอิฐได้โดยง่าย

ความสามารถในการกักเก็บน้ำเป็นตัวที่บ่งชี้ถึงความสามารถของปูนทรายที่จะคงสถานภาพพลาสติกเอาไว้ได้ในขณะที่สัมผัสน้ำพื้นผิวที่มีความดูดซึมน้ำอย่างก้อนอิฐ ทั้งนี้เพื่อที่จะให้มีเวลาพอในการก่อต่อที่ปูนทรายจะเกิดการแข็งตัว ซึ่งความสามารถในการกักเก็บน้ำนี้สามารถทำให้ได้โดยใช้ประมาณปูนขาวที่มากขึ้น หรือการเติมสารประเภทกักกระจาดฟองอากาศเข้าไป

มาตรฐาน BS5628 ส่วนที่ 3 ได้แบ่งส่วนผสมของปูนทรายออกเป็นประเภทที่ (1) จนถึง (5) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประเภทของปุ่นทรายที่ใช้ในงานก่อ (มาตรฐาน BS5628 ส่วนที่ 3)

ประเภท	อัตราส่วนโดยปริมาตร (ปูน:ปูนขาว:ทราย)	การใช้งาน
ก่อสร้างโครงสร้างทางดินทราย ยอนให้ก่อการตัดก้อนที่ จุกการประดิษฐ์ของหินทรายและกาวชุนกาน้ำ	(1) 1:0-1/4:3	● ให้กำลังและความคงทนสูงที่สุด
	(2) 1:1/2:4-4½	● เหมาะสมสำหรับงานก่อทั่วไป (ถูกหานาว) กำลังต่ำกว่าประเภท (1) มีปูนขาวช่วยในการยึดเหนี่ยวและการป้องกันซึมผ่านของน้ำ
	(3) 1:1:5-6	
	(4) 1:2:8-9	● ใช้ได้ทั่วไป (ถูร่อง)
	(5) 1:3:10-12	● เหมาะสมสำหรับงานภายใต้เพราะความคงทนต่ำ

2.2 ผลของน้ำยาางพาราต่อกำลังของซีเมนต์เพสท์ มอร์ตาร์ และคอนกรีต

ในปี 2544 ได้มีผู้ทำการศึกษาคุณสมบัติของซีเมนต์มอร์ตาร์และคอนกรีตที่ได้ทดสอบการยางพารา [1] โดยใช้ซีเมนต์ การยางพารา ทราย และน้ำเป็นส่วนผสมของซีเมนต์มอร์ตาร์เพื่อทำการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมนำไปทำเป็นแท่งทดสอบคอนกรีต และทำการศึกษาคุณสมบัติด้านกำลังรับแรงดึง แรงอัด และแรงยึดเหนี่ยว และความสามารถในการดูดซึมน้ำของตัวอย่างที่ได้

จากการศึกษาดังกล่าวพบว่า เมื่อมีการทดสอบการยางพาราในส่วนผสมของซีเมนต์เพสท์ และคอนกรีตจะทำให้กำลังรับแรงดึง และกำลังรับแรงดึงเพิ่มมากขึ้นเทียบกับซีเมนต์เพสท์และคอนกรีตธรรมชาติ ในขณะที่กำลังรับแรงอัดและค่าการดูดซึมน้ำจะมีค่าลดลง ในขณะที่คอนกรีตที่ทดสอบการยางพารา จะมีกำลังรับแรงยึดเหนี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยที่ปริมาณของการยางพาราในส่วนผสมอยู่ในช่วงร้อยละ 0-30

และในปีต่อมาได้มีผู้ทดลองซึ่งระบุว่านำน้ำยาางพาราสอดมาผสมในซีเมนต์เพสท์และมอร์ตาร์ [2] เพื่อที่จะทำการศึกษาความสามารถในการรับแรงดึงที่เปลี่ยนแปลงไป โดยใช้การทดสอบโดยการแทนที่นำในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ของปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งพบว่าเมื่อมีการผสมน้ำยาางพาราสดในอัตราส่วนที่มากขึ้นจะส่งผลให้ความสามารถในการรับแรงดึงทั้งในช่วงต้นและในระยะยาวของซีเมนต์เพสท์และมอร์ตาร์มีค่าสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

นอกจากคุณสมบัติหลักๆ ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ปุ่นทรายที่ใช้ในงานก่อและงานก่อแพงยังควรที่จะทำให้เกิดความสวยงามขึ้นด้วย

2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับยางพารา [5, 6]

ยางพาราเป็นพืชเกษตรที่มีความสำคัญทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม เป็นอันดับ 2 รองจากข้าว ซึ่งผลิตได้มากในภาคใต้ของประเทศไทย ยางพารามีคุณสมบัติพิเศษกว่าต้นอื่นๆ คือ ยางพาราจะทำให้อ่อน ให้นุ่ม ยืดหยุ่น หรือแข็งถึงนาดใช้แทนโลหะบางชนิดก็ได้ เก็บน้ำได้ อัดลมไว้ได้ ไม่ร้าว และยังเป็นอนุ座นไฟฟ้าอีกด้วย

2.3.1 ส่วนประกอบของน้ำยาง

น้ำยางสุดจากด้านยางพารา มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวหรือสีครีม โดยมีอนุภาคยางแขวนลอยกระจายอยู่ในตัวกลางที่เรียกว่าเซรั่ม (Serum) อนุภาคยางมีรูปร่างกลมหรือรูปลูกแพร์ มีขนาด 0.05 - 5 ไมครอน ความหนาแน่น 0.975 - 0.980 กรัม/มิลลิลิตร มีความเป็นกรด - ด่างประมาณ 6.5 - 7.0 ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

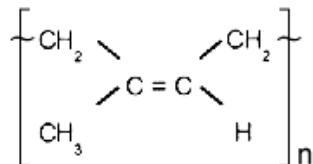
ตารางที่ 2.2 ร้อยละของส่วนประกอบในน้ำยาง

ส่วนประกอบ	ร้อยละ (โดยน้ำหนัก)
สารที่เป็นของแข็งทั้งหมด (Total Solid Content, TSC)	36
เนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content, DRC)	33
สารกลุ่มโปรตีนและไขมัน	1 - 1.5
สารกลุ่มคาร์บอไฮเดรท	1
เต้า	สูงถึง 1

ผิวของอนุภาคยางมีเยื่อหุ้ม (Membrane) ที่ประกอบด้วยไขมันและโปรตีนโดยแต่ละอนุภาคมีอนุมูลบทองโปรตีนอยู่รอบนอก ทำให้เกิดแรงผลักระหว่างอนุภาคยาง ซึ่งมีผลให้น้ำยางสามารถคงสภาพเป็นของเหลวได้ ดังนั้นมีการทำลายเยื่อหุ้มอนุภาคหรือมีการสะเทินอนุมูลบทอง จะทำให้อนุภาคยางที่แขวนลอยอยู่ในตัวกลาง เกิดการรวมตัวจับกันเป็นก้อน

2.3.2 โครงสร้างเคมี

ยางธรรมชาติเป็นสารประกอบในกลุ่มโพลิเมอร์ที่มีโครงสร้างโดยทั่วไปเป็นเส้นตรงๆ ประกอบด้วยหน่วยซ้ำๆ ที่เรียกว่าหน่วยซ้ำๆ กัน (Repeating Unit) เป็นจำนวนมาก มีสมบัติที่สำคัญคือความยืดหยุ่น โครงสร้างทางเคมีของหน่วยซ้ำของยางธรรมชาติประกอบด้วย carbon 5 อะตอม และไฮโดรเจน 8 อะตอม C_5H_8 มีชื่อทางเคมีว่า ไอโซเพรน (Isoprene) หน่วยซ้ำจะมีโครงสร้างดังนี้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างโมเลกุลของยางพารา

เริ่กชื่อโมเลกุลยางว่าเป็น CIS-1,4-Polyisoprene มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ หนึ่งล้าน พิชท์ให้น้ำยาง สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการค้าในรูปน้ำยางคือยางพารา และยางวาย yüle' แต่ที่ใช้ประโยชน์เชิงการค้ามากคือยางพารา

2.3.3 การผลิตน้ำยางข้น

น้ำยางสุดจากสวนมีปริมาณเนื้อยางเฉลี่ยประมาณร้อยละ 35 มีส่วนของพอกสารที่ไม่ใช่น้ำยาง 5 % นอกจากนั้นเป็นน้ำเสียส่วนใหญ่ ซึ่งไม่เป็นการประหัดในการขนส่ง และการซื้อขาย นอกจากนั้น ยังไม่เหมาะสมที่จะนำไปเข้ากระบวนการผลิตเพื่อทำผลิตภัณฑ์ ให้มีคุณภาพสม่ำเสมอได้ ดังนั้นจึง ต้องทำให้อยู่ในรูปของน้ำยางข้นที่มีเนื้อยางอย่างน้อยร้อยละ

วิธีผลิตน้ำยางขัน มี 4 วิธี คือ

1. วิธีระเหยน้ำ (Evaporation)
2. วิธีทำให้เกิดครีม (Creaming)
3. วิธีปั่น (Centrifuging)
4. วิธีแยกด้วยไฟฟ้า (Electrodecantation)

2.3.4 การรักษาสภาพน้ำยางขัน

ในปัจจุบันมีใช้อยู่ 5 ระบบ คือ

1. น้ำยางขันแอมโมเนียสูง ใช้สารละลายแอมโมเนียปริมาณร้อยละ 0.7
2. น้ำยางขันแอมโมเนียต่ำ ใช้สารละลายแอมโมเนียปริมาณร้อยละ 0.2 ร่วมกับสารละลายโซเดียมเพนตะคลอโรฟีโนล ปริมาณร้อยละ 0.2
3. น้ำยางขันแอมโมเนียต่ำ ใช้สารละลายแอมโมเนียปริมาณร้อยละ 0.2 ร่วมกับสาร ละลายกรดอบอิคปริมาณร้อยละ 0.24
4. น้ำยางขันแอมโมเนียต่ำ ใช้สารละลายแอมโมเนียปริมาณร้อยละ 0.2 ร่วมกับ ซิงค์ไคลอเรชิลไดไฮดรอโคคาร์บามท (ในรูปดิสเพลสชัน) ปริมาณร้อยละ 0.1

2.3.5 ข้อกำหนด

องค์การมาตรฐานสากลระหว่างประเทศ (ISO, International Standard Organisation) ได้กำหนดคุณภาพมาตรฐานของน้ำยางขันดังแสดงตามตารางที่ 3 ซึ่งมาตรฐานนี้มีความเป็นกลางระหว่างผู้ใช้และผู้ผลิตทั่วไป อย่างไรก็ตามผู้ใช้อาจมีการกำหนดมาตรฐานอื่นๆ อีก ตามความต้องการในงานนั้นๆ และตกลงกับผู้ผลิต

2.3.6 การทดสอบ

วิธีการทดสอบสมบัติต่างๆ ของน้ำยางธรรมชาติ โดยทั่วไปจะใช้วิธีการที่ ISO ได้กำหนดขึ้น วิธีการละเอียดของการทดสอบต่างๆ ศึกษาได้จากมาตรฐาน ISO หมายเลขอ้างอิงตามที่ระบุในตารางที่... และวิธีการทดสอบที่สถาบันวิจัยยางได้ปรับและประยุกต์เพื่อความเหมาะสม มีรายละเอียดในเอกสารวิชาการของสถาบันวิจัยยางฉบับที่ 2/2532

ตารางที่ 2.3 ข้อกำหนดคุณภาพมาตรฐาน ISO 2004 สำหรับน้ำยาหง่านจากการปั้น

สมบัติ / ลักษณะ	ขีดจำกัด		วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ISO
	ชนิด HA	ชนิด LA	
ปริมาณสารของเบ็งทั้งหมด, %(มวล/มวล), ต่ำสุด (1)	61.5	61.5	124
ปริมาณเนื้อยางแห้ง, %(มวล/มวล), ต่ำสุด	60.0	60.0	126
ปริมาณสารของเบ็งที่ไม่ใช่ยาง, %(มวล/มวล), สูงสุด (2)	2.0	2.0	-
ความเป็นด่าง(ในรูปของแอนโภนีนี) %(มวล/มวล) ของน้ำยาหง่าน	0.60	0.29	125
ความเสถียรต่อแรงกด, วินาที, ต่ำสุด (3)	650	650	35
ปริมาณของยางขับตัว, % (มวล/มวล), สูงสุด	0.05	0.05	706
ปริมาณชาตุทองแดง, มก./กก. ของปริมาณสารของเบ็งทั้งหมด, สูงสุด	8	8	ISO/R1654
ปริมาณแมงกานีส, มก./กก. ของปริมาณสารของเบ็งทั้งหมด, สูงสุด	8	8	1655
ปริมาณตะม % (มวล/มวล), สูงสุด	0.10	0.10	2005
จำนวนครดไบมันระเหยได้ (VFA NO.)	ตามที่ตกลงระหว่างการซื้อ-ขาย แต่ต้องไม่เกิน 0.20		506
จำนวนโโปเต็ลเชิญ ไฮดรอกไซด์ (VON NO.) (4)	ตามที่ตกลงระหว่างการซื้อ-ขาย แต่ต้องไม่เกิน 0.10		127
สีเมื่อตรวจด้วยตาเปล่า	ไม่เป็นสีฟ้าหรือสีเทา		-
การตรวจกลืนภายในหลังจากการทำให้น้ำยาหง่านเป็นกากด้วยกรดอริก	ไม่มีกลิ่นบุดเน่า		-

- (1) เป็นปริมาณที่เลือกได้ตามแต่ความต้องการ
- (2) ผลต่างระหว่างปริมาณของเบ็งทั้งหมดกับปริมาณเนื้อยางแห้ง
- (3) เวลาความเสถียรต่อแรงกลาจางสูงหรือต่ำกว่าค่าที่กำหนดได้
- (4) ถ้าน้ำยาหง่านมีกรดอริกอยู่ด้วย จำนวนโโปเต็ลเชิญ ไฮดรอกไซด์อาจเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ได้ โดยปริมาณที่เกินไปนั้นมีสมดุลย์พอดีกับกรดอริกที่ทดสอบด้วยวิธีของ ISO 1802

การทดสอบคุณภาพน้ำยาง จะเริ่มจากการเก็บตัวอย่างน้ำยาง เพราะน้ำยางมีลักษณะการเกิดครึ่งแยกชั้นได้่ายทั้งนี้เนื่องมาจากสถานะของน้ำยางเป็นสถานะที่อนุภาคยางจะจัดกระชายอยู่ในตัวกลาง คือ น้ำหรือที่เรียกว่า ซีรั่ม (serum) อนุภาคยางและซีรั่มนีความหนาแน่นแตกต่างกัน คืออนุภาคยางมีความหนาแน่น 0.93 Mg.m^{-3} ส่วนซีรั่มนีความหนาแน่น 1.02 Mg.m^{-3} ดังนั้น ยางจึงมีแนวโน้มลอกหาน้ำแยกชั้นจากส่วนของซีรั่มได้ ดังนั้นการเก็บตัวอย่างที่ดีจะต้องเก็บเมื่อได้ทำการกรองผสานให้น้ำยางมีความสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกันอย่างทั่วถึง เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่สามารถเป็นตัวแทนที่ถูกต้องของน้ำยางทั่วถังบรรจุได้ หลักการโดยสังเขปของการทดสอบสมบัติต่างๆของน้ำยางมีดังนี้

1. ปริมาณสารของแข็งทั้งหมด (TSC, Total Solid Content) คือ เปอร์เซนต์น้ำหนักของสารที่เป็นของแข็งทั้งหมด (ยางและสารอินชาที่ไม่ใช้ยางซึ่งมีอยู่ในน้ำยาง) ทดสอบโดยการอบแห้งน้ำยางที่ทราบน้ำหนักแน่นอนที่อุณหภูมิแล้ว่อน ไปตามที่กำหนด แล้วชั่งน้ำหนักแผ่นฟิล์มยางแห้งคำนวณเปอร์เซนต์
2. ปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC, Dry Rubber Content) คือ เปอร์เซนต์ของเนื้อยาง(สารไออกอีดีคราร์บอนพลาสติก) ในน้ำยาง ทดสอบโดยทำให้น้ำยางที่ทราบน้ำหนักแน่นอนจับตัว(co-auglate) ด้วยกรมอซิติกเจื้อจาง รีดแผ่นยางให้บาง อบแห้งที่อุณหภูมิกำหนด แล้วหาเปอร์เซนต์ของน้ำหนักแผ่นยางที่อบแห้งต่อน้ำหนักน้ำยาง
3. ความเป็นด่าง (Alkalinity) หมายถึง เปอร์เซนต์น้ำหนักของค่างที่ทดสอบโดยการไถเตรตกับสารละลายกรดไฮดรอกซอลิคมาตราฐาน น้ำยางส่วนใหญ่จะรักษาสภาพด้วยแอมโมเนีย ดังนั้น ความเป็นด่างจึงระบุเป็นเปอร์เซนต์ของแอมโมเนียที่มีอยู่ในน้ำยาง หน้าที่ของแอมโมเนียในน้ำยางคือทำการป้องกันจุลินทรีย์เข้าทำปฏิกิริยากับสารอินชาในน้ำยาง ซึ่งจะทำให้น้ำยางบุดเน่า สูญเสียสภาพการเป็นของเหลว และจับตัวกันเป็นก้อนได้
4. จำนวนกรดไขมันระเหยได้ (VFA No., Volatile Fatty Acid Number) คือ จำนวนกรัมของโภเด็ตสเซี่ยมไฮดรอกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาเพดีกับกรดไขมันซึ่งกลั่นด้วยไอน้ำได้ และมีอยู่ในน้ำยางที่มีเนื้อสารของแข็ง 100 กรัม ค่า VFA No. จึงเป็นค่าที่ใช้ทดสอบสถานะการรักษาสภาพน้ำยาง นั้นคือค่าที่ดัดจำวะมีสถานะการรักษาสภาพน้ำยางยังดี
5. จำนวนโภเด็ตสเซี่ยมไฮดรอกไซด์ (KOH No., Potassium Hydroxide Number) คือ จำนวนกรัมของโภเด็ตสเซี่ยมไฮดรอกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาเพดีกับอนุមูลของกรดที่เชื่อมกับแอมโมเนียซึ่งอยู่ในน้ำยางที่มีสารของแข็ง 100 กรัม การทราบผลแตกต่างระหว่างค่า VFA No. กับ KOH No. เป็นเรื่องจำเป็น เพราะสามารถบอกถึงคุณภาพของน้ำยางได้
6. เวลาความคงตัวต่อแรงกด (Mechanical Stability Time) วัดเป็นวินาทีโดยการปั่นน้ำยางด้วยความเร็วสูง แล้วจับเวลาที่น้ำยางเริ่มจับตัวเป็นเม็ด สถานะการปั่น(ขนาดและรูปร่างของโรโตเตอร์ที่ใช้ปั่น ความเร็วของการปั่น ขนาดถ้วยบรรจุน้ำยาง ปริมาณของแข็งในน้ำยาง และอุณหภูมิ) จะต้องกำหนดอย่างถูกต้องหรือตามข้อกำหนดมาตรฐานการทดสอบ การทดสอบนี้จะใช้ระบุถึงความเสถียรของน้ำยางผสมเคมีเพื่อใช้เป็นการทดสอบคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตได้
7. ปริมาณดุม (Sludge Content) คือ ปริมาณของสารเจือปนวัดเป็นเปอร์เซนต์ของน้ำยาง ซึ่งสามารถจะแยกจากน้ำยางออกได้โดยการปั่นตามข้อกำหนดที่ระบุ ปริมาณสารเหล่านี้มีน้อยมาก ปกติในน้ำยางปั่นขึ้นจะมีประมาณ 0.01 เปอร์เซนต์ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นสารพลาสติกไม่ละลายน้ำ มีความหนาแน่นมากกว่าซีรั่ม ซึ่งมักพบว่าเป็นสารพลาสติกนีเชี่ยมแอมโมเนียฟอสเฟต
8. ปริมาณยางจับตัว (Coagulum Content) คือ ปริมาณของสาร(เป็นเปอร์เซนต์ของ TSC) ที่ค้างอยู่บนแร่งขนาด 180 ไมโครเมตร เมื่อกรองน้ำยางผ่าน สารเหล่านี้ประกอบด้วยเม็ดเล็กๆของยางที่จับตัวกัน ผู้ใช้น้ำยางส่วนใหญ่มักไม่ค่อยทำการทดสอบ เพราะปกติจะมีค่าต่ำมาก

9. ทองแดงและแมงกานีส ข้อกำหนดเกี่ยวกับปริมาณธาตุบางตัวในน้ำยาาง โดยเฉพาะธาตุทองแดงและธาตุแมงกานีส (8 ppm ต่อน้ำหนักสารของแข็งในน้ำยาาง) เนื่องจากธาตุทั้งสองเป็นตัวเร่งการเสื่อมสภาพของน้ำยาาง อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาอํอกซิเดชั่น อย่างไรก็ตามน้ำยาางธรรมชาติโดยปกติจะมีปริมาณธาตุทั้งสองน้อยมาก (1-2 ppm)
10. สีของน้ำยาาง มีการระบุในมาตรฐานน้ำยาางพิมพ์ที่ไม่มีการทดสอบสีที่แน่นอน ข้อกำหนดระบุไว้ว่าน้ำยาางต้องมีสีขาวและไม่มีลักษณะของสีฟ้าหรือสีเทา
11. กลิ่นของน้ำยาางที่รักษาสภาพด้วยแอมโมเนีย การตรวจสอบกลิ่น จะทำเมื่อทำให้น้ำยาางเป็นกลางด้วยกรดอริก เสียก่อนและข้อกำหนดระบุไว้ว่าน้ำยาางจะต้องปราศจากกลิ่นบุดเน่า
12. ความหนืด (Viscosity) น้ำยาางแสดงค่าของความหนืดที่ขึ้นอยู่กับอัตราความเร็วของแรงเฉือนขณะการทดสอบ และอาจขึ้นอยู่กับแรงเฉือนที่น้ำยาางได้ถูกกระทบกระเทือนมาก่อน(shear history) การเปรียบเทียบค่าความหนืด จะต้องทำที่อุณหภูมิเดียวกัน เพราะความหนืดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเป็นอย่างมาก
13. ขนาดอนุภาคยาง (Particle Size) อนุภาคยางในน้ำยาางที่แขวนลอยจะจัดระจายมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.01-5 ไมโครเมตร (micrometer) เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 0.25-0.8 ไมโครเมตร ทั้งนี้ขึ้นกับวิธีการที่ใช้คำนวณ ขนาดส่วนใหญ่ประมาณ 5 ไมโครเมตร หรือเล็กกว่า นี่คือการกระจายของขนาดอนุภาคยางในน้ำยาางค่อนข้างคงที่ และการกระจายของขนาดอนุภาคของยางเป็นปัจจัยสำคัญในการวัดหาค่าความหนืดของน้ำยาาง
14. ความนำไฟฟ้า (Conductivity) เนื่องจากน้ำยาางธรรมชาติมีสารพาร์กเกลือละลายน้ำในของชีรั่ม ฉะนั้นจึงสามารถวัดค่าความนำไฟฟ้าได้ น้ำยาางปั่นขึ้นมีค่าความนำไฟฟ้าตั้งแต่ 3.0 ถึง 5.0 mS ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส น้ำยาางที่ปั่นหลายครั้งจะทำให้ค่าความนำไฟฟ้าต่ำลงมาก
15. การเป็นครีมของน้ำยาางขึ้น จะปรากฏเมื่อตั้งน้ำยาางไว้ในตู้เย็น โดยไม่กระทบกระเทือนเป็นเวลานานกว่าสัก片刻 น้ำยาางจะขึ้นมากขึ้นที่ผิวน้ำ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องกวนให้น้ำยาางผสมเป็นเนื้อเดียวอย่างทั่วถึง ก่อนการเก็บตัวอย่าง หรือก่อนนำไปทดสอบสารเคมี การเก็บน้ำยาางไว้ที่อุณหภูมิสูงจะเป็นการรบกวนการเป็นครีมของน้ำยาาง
16. ความสามารถในการผ่านกรอง (Filterability) หมายถึง ปริมาณน้ำยาางที่ผ่านกรองซึ่งมีข้อกำหนดมาตรฐานก่อนที่จะมีการอุดตันกรอง การทดสอบความสามารถที่น้ำยาางขึ้นธรรมชาติผ่านกรอง ได้พบว่าผลการทดสอบขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความเสถียร การจับเป็นเม็ด และปริมาณยางขับตัวในน้ำยาาง ฉะนั้นผลการทดสอบนี้จึงเป็นข้อมูลที่จำกัดสำหรับใช้เป็นการควบคุมหรือสังเกตุในระหว่างกระบวนการผลิตเท่านั้น

2.3.7 ชนิดของน้ำยาางธรรมชาติ

น้ำยาางธรรมชาติที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรม เป็นน้ำยาางที่ได้ผ่านกระบวนการการทำเป็นน้ำยาางขึ้น (Concentrating Process) แล้วจากวิธีใดวิธีหนึ่งซึ่งได้แก่ การทำครีม(Creaming Process) การระเหยน้ำ(Evaporation Process) และการใช้เครื่องปั่น(Centrifuging Process) เป็นต้น อย่างไรก็ตามน้ำยาางขึ้นที่ผลิตจากการร่วมวิธีการใช้เครื่องปั่นจะเป็นน้ำยาางขึ้นที่มีปริมาณการผลิตมากกว่า 90 เปอร์เซนต์ของปริมาณการผลิตน้ำยาางขึ้นทั้งหมด และโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำยาางขึ้นที่ผลิตในประเทศไทย จะเป็นน้ำยาางขึ้นจากการร่วมวิธีผลิตโดยใช้เครื่องปั่นเพียงอย่างเดียว น้ำยาางขึ้นจากการปั่น (Centrifuge Concentrated Latex) ของไทยในปัจจุบันเป็นชนิดที่รักษาสภาพด้วยแอมโมเนียมีนอย (HA, High Ammonia) และรักษาสภาพด้วยแอมโมเนียน้อย (LA, Low Ammonia)

ตารางที่ 2.4 ชนิดของน้ำยาและสารรักษาสภาพน้ำยา

ชนิดน้ำยา	สารรักษาสภาพน้ำยา(Preservatives),% *
High Ammonia (HA)	0.7% Ammonia + 0.035% Lauric Acid
Low Ammonia-Tetramethylthiuram disulphide/Zinc Oxide (LA-TZ)	0.2% Ammonia + 0.013% TMTD + 0.013% ZnO + 0.035% Lauric Acid

* เปอร์เซนต์ของสารเคมีที่ใช้เป็นน้ำหนักต่อน้ำหนักน้ำยา

2.3.8 คุณสมบัติและการใช้น้ำยาขั้นชนิดต่างๆ

1. น้ำยาขั้นจากการปั่นชนิดแอมโมเนียมาก (High Centrifuged Latex) เป็นชนิดที่ผลิตกันโดยทั่วไป มีข้อได้เปรียบกว่าน้ำยาขั้นชนิดอื่นๆ ในด้านการใช้สารแอมโมเนียมีสีงเรือง่ายเพียงอย่างเดียวในการรักษาสภาพ ขณะนั้น น้ำยาขั้นชนิดนี้จึงนิยมใช้ในงานผลิตผลิตภัณฑ์ที่จะใช้สัมผัสด้วยอาหารและผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ได้ ข้อเสียของน้ำยาขั้นชนิดนี้ คือมีกลิ่นชุนของแอมโมเนียมและจำเป็นต้องไลแก๊สแอมโมเนียมในระบบการทำให้หายใจได้
2. น้ำยาขั้นจากการปั่นชนิดแอมโมเนียน้อย (Low Centrifuged Latex) น้ำยาขั้นชนิดนี้จะมีการผลิตทำหน่ายในบางประเทศ ซึ่งอยู่ในรูปต่างๆ ดังนี้
 - 2.1 Tetramethylthiuram Disulphide / Zinc Oxide (LA-TZ) เป็นชนิดแอมโมเนียน้อย ที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดในกลุ่มนี้ การรักษาสภาพใช้สารเคมีผสมระหว่างไथูเรมกับซิงค์อ๊อกไซด์ช่วยสารเคมีหลัก คือ แอมโมเนียม มีการใช้งานขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆจากน้ำยาขั้นชนิดนี้
 - 2.2 Sodium Pentachlorophenate Preserved (LA-SPP) น้ำยาขั้นชนิดนี้มีความเสถียรของสถานะคลอloyd(Colloid) ของน้ำยาดีที่สุด มีความเสถียรทางกลและความเสถียรทางเคมีมาก (High Mechanical and ZnO Stability) ดังนั้น จึงเหมาะสมในงานขึ้นรูปที่ในกระบวนการผลิตต้องการสมบัติเหล่านี้ เช่น งานผลิตยางฟองน้ำของพรเมี่ยม ข้อเสียของน้ำยาขั้นชนิดนี้ คือ สีของผลผลิตคล้ำกว่าน้ำยาขั้นจากการปั่นที่รักษาด้วยระบบอื่นๆและมีข้อจำกัดในการนำไปใช้งานด้านการผลิตผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์บางประเภทโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย เยอะมั้น
 - 2.3 Zinc Diethyldithiocarbamate Preseved (LA-ZDC) น้ำยาขั้นชนิดนี้มีส่วนคล้ายคลึงกับน้ำยาขั้นชนิด HA และมีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางเพรา ZDC เป็นสารเร่งที่ยอมรับในวงการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้สัมผัสอาหาร รวมทั้งผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ซึ่ง ZDC ที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าว จะใช้ในปริมาณที่สูงกว่าปริมาณซึ่งใช้รักษาน้ำยามาก (โดยปกติ ZDC ใช้รักษาน้ำยา 0.1% โดยน้ำหนัก)
 - 2.4 Boric Acid Preserved (LA-BA) น้ำยาขั้นชนิดนี้มีสีคล้ำน้ำเงิน แต่น้ำยาขั้นชนิดนี้จะมีความเสถียรที่ค่อนข้างต่ำกว่าน้ำยาที่รักษาสภาพด้วยสารเคมีระบบอื่นๆ
3. น้ำยาขั้นจากการปั่นซ้ำ (Doubly Centrifuged Latex) น้ำยาขั้นจากการปั่นซ้ำมีสมบัติพิเศษ คือมีส่วนของสารที่ไม่ใช่ยางค่า (Low Non-rubber Content) ซึ่งทำให้น้ำยามีสีขาวเหมือนในงานขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่เน้นเรื่องสี และโดยเฉพาะในงานผลิตภัณฑ์พอกถุงมือใช้งานไฟฟ้า เนื่องจากน้ำยาที่ปั่นซ้ำจะมีปริมาณสารพาราฟินสูงคุณน้ำ (Hydrophilic Substance) น้อย การทำน้ำยาขั้นโดยการปั่นซ้ำจะทำให้มีต้นทุนการผลิตสูงขึ้น
4. น้ำยาขั้นชนิดครีม (Creamed Latex) ทำมาจากการใช้สารช่วยการเป็นครีม (Creaming Agent) ของน้ำยา ปกติจะผลิตในระดับปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC, Dry Rubber Content) ไม่ต่ำกว่า 60 เปอร์เซนต์ ใช้ระบบการ

รักษาสภาพเช่นเดียวกับน้ำยางขันจากการปั้น เนื่องจากมีจะผลิตน้ำยางชนิดครีมในระดับ DRC ค่อนข้างสูงกว่า 60 เปอร์เซนต์ จึงเป็นข้อได้เปรียบที่จะนำไปใช้งานผลิตยางด้วยยีด เพราะน้ำยางที่มี DRC สูงจะให้คุณภาพด้านความแข็งแรงของยางที่จับตัวได้ดี (High Gel Strength) แต่เนื่องด้วยราคากันทุนการผลิตน้ำยางชนิดครีมสูง ดังนั้นจึงไม่ค่อยนิยมใช้กันในงานผลิตอื่นๆ

5. น้ำยางขันชนิดระเหยน้ำ (Evaporated Latex) น้ำยางขันจากการระเหยน้ำออก จะผลิตกันในระดับสารของแข็ง (TSC, Total Solid Content) ประมาณ 62-72 เปอร์เซนต์ และรักษาสภาพด้วยระบบผสมของโปเต็สเซียมไฮดรอกไซด์กับสารสูตร หรือระบบที่ใช้เอมูโนนีน 0.7 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก ข้อดีของน้ำยางระเหย คือมีปริมาณสารของแข็งสูง และมีความเสถียรทางกลและทางเคมีสูง และเนื่องจากตามวิธีการระเหยน้ำออกเพื่อทำให้น้ำยางขันดังนั้น จึงมีส่วนของอนุภาคเล็กๆ มากของยางคงเหลืออยู่มากกว่ากรณีการปั้นน้ำยางขัน ซึ่งนักนิยมที่จะใช้น้ำยางระเหยน้ำในงานการทำลายาง แต่ข้อเสียของน้ำยางนี้ คือมีสีคล้ำน้ำเงินคล้ำน้ำเงินจากมีปริมาณสารที่ไม่ใช้ยางค่อนข้างสูง
6. น้ำยางคงรูป หรือน้ำยางวัลคาไนซ์ หรือน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ (Prevulcanised Latex) หมายถึง น้ำยางที่ไม่เลกุลยางได้เกิดพันธะเคมี (Chemical Crosslink) อันเนื่องมาจากการให้ความร้อนกับ น้ำยางที่ได้ผสมสารเคมีที่จำเป็นแล้วทำให้คงรูป จะมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานโดยทั่วไป ซึ่งการใช้งานจะต้องมีการเติมสารเคมีอื่นๆอีกเพิ่มเติม มีความสามารถใช้ความร้อนต้านการอบแห้งผลิตภัณฑ์ในขั้นสุดท้าย
น้ำยางผสมสารเคมี (Compounded Latex) หมายถึงน้ำยางที่ได้ผสมสารเคมีต่าง ๆ แล้ว และส่วนใหญ่จะใช้สารเคมีช่วยร่างให้ยางคงรูป (Accelerator) พวกไดทิโคร์บามेट (Dithiocarbamate) อยู่ด้วย โดยปกติ จะทำการผสมสารเคมีกับยางแล้วบ่มหรือเก็บไว้ (Maturation) ก่อนการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เนื่องด้วย น้ำยางผสมสารเคมีส่วนใหญ่จะผสมสารในระบบการทำให้ยางคงรูป (เช่น S+ZDC*+ZnO) ไว้แล้ว ดังนั้นจะทำการบ่มหรือเก็บน้ำยางจึงอาจเกิดปฏิกิริยาของคงรูป-ไมเลกุลยางเกิดพันธะเคมีขึ้นได้ ซึ่งการเกิดยางคงรูปจะมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับสภาวะการเก็บน้ำยาง และความว่องไวของสารช่วยร่างยางคงรูป สำหรับการทำน้ำยางคงรูปหรือน้ำยางวัลคาไนซ์อาจพิจารณาว่าเป็นวิธีการพิเศษวิธีหนึ่งของการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี

น้ำยางคงรูปมีบทบาทสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางประเภทจุ่มแบบพิมพ์ (Dipping) และประเภทหล่อเบ้าพิมพ์ (casting) เพราะน้ำยางคงรูปมีข้อได้เปรียบคือขณะที่นำไปใช้อาจมีการเติมสารเคมีบ้างอีกเพียงเล็กน้อย เช่น พวกสารป้องกันยางเสื่อมหรือพวกสีต่าง ๆ และไม่จำเป็นต้องทำให้ยางคงรูป ภายหลัง (Post-Vulcanisation) การขึ้นรูปคือจุ่มแบบพิมพ์หรือหล่อเบ้าพิมพ์

บทที่ 3

วัสดุและการทดสอบ

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

3.1.1 อิฐ

ในงานวิจัยนี้ใช้อิฐมอยู่ โดยอิฐชนิดนี้จัดอยู่ในจำพวกอิฐที่ทำมาจากดินเหนียว (Clay Brick) อิฐมอยเป็นอิฐที่ทำด้วยมือ (Handmaking) โดยใช้ดินเหนียวผสมกับเศษหินและดินเผา ให้เรียบแล้วนำไปปั่งแัดให้แห้งก่อนนำไปเผา อิฐที่ใช้ในการทดสอบจะต้องไม่มีรอยแตกร้าวในก้อนอิฐ ตาม ASTM C62-75 [7] และจะต้องเป็นอิฐที่เผาสุกทั่วทั้งก้อน โดยการสุ่มตัวอย่างอิฐเพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการทดสอบให้พิจารณาหลักเกณฑ์ต่างๆ ตาม ASTM C67-73 [7] อิฐมอยจัดอยู่ในจำพวกอิฐก้อนตัน (Solid Brick)

3.1.2 ปูนซีเมนต์

ใช้ปูนซีเมนต์ซิลิกา (ตราเสือ) ซึ่งเป็นปูนซีเมนต์ผสมใช้วัสดุเหลือเช่น ซิลิกา ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับปูนซีเมนต์ โดยใช้ซิลิกาประมาณร้อยละ 30 ลงไปบดพร้อมกันกับปูนเม็ดของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (ตราช้าง) จะได้ปูนซีเมนต์ซึ่งมีการยึดและหดตัวน้อยหนาแน่นที่จะใช้ในงานก่ออิฐโดยทั่วไป

3.1.3 ทรายหยาบ

ใช้ทรายกลางราชบูรีทำการร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4,8,16 และ 100 จะได้สัดส่วนคละตาม ASTM C144-75 [7] ลักษณะของทรายที่ดีนั้นควรมีเหลี่ยมมุม ไม่มีฝุ่นและปราศจากสิ่งแปลกปลอมต่างๆ เพื่อช่วยในการยึดเกาะทำให้กำลังดีขึ้น อีกทั้งยังจะต้องไม่มีสภาพเป็นกรดหรือด่างปนอยู่ในเนื้อทราย

3.1.4 น้ำ

น้ำที่ใช้จะต้องสะอาดไม่มีสิ่งเจือปน (Impurity) ไม่มีสภาพความเป็นกรดและด่าง ในงานวิจัยนี้ใช้น้ำประปาในการทดสอบปูนก่อและปูนลาบ

3.1.5 น้ำยาทดสอบปูนก่อและลาบ (ตราช้าง–พญาครา)

อัตราส่วนของน้ำยาที่ใช้ทดสอบซึ่งอยู่กับปูนซีเมนต์ โดยใช้น้ำยา 1 ลิตร ต่อ ปูนซีเมนต์ 400 กก. น้ำยาที่ทดสอบเป็นตัวช่วยทำให้ปูนก่อและปูนลาบมีลักษณะเหนียวเพื่อช่วยในการยึดหดตัวได้ดีขึ้น

3.1.6 น้ำยางขันคงรูป หรือน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ (Prevulcanized Latex)

คือน้ำยางที่ได้ทดสอบสารเคมีที่จำเป็นแล้วทำให้คงรูปประจำความเหมาะสมจะนำไปใช้งานทำแบบหล่อโดยทั่วไปซึ่งการใช้งานอาจจะต้องมีการเติมสารเคมีอื่น ๆ เพิ่มเติมอีก

3.1.7 การยางพารา (Rubber Cement)

การยางพารานี้จัดเป็นโพลีเมอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งคุณสมบัติโดยทั่วไปแล้วนั้นจะไม่แยกตัวในน้ำ สามารถแห้งตัวได้เร็ว จะมีสีเหลืองอ่อนคล้ายยางไม้ และมีความเข้มข้นตั้งแต่เหลวมากจนถึงข้นมาก ขึ้นอยู่กับปริมาณของยางพาราที่ใช้เป็นส่วนผสม โดยทั่วไปมักจะมีส่วนผสมดังนี้ คือ น้ำยางพารา ยางพาราแผ่น สารทำละลาย (น้ำมันเบนซิน) [1] ซึ่งแตกต่างจากกาวน้ำยาง (Latex Adhesive) ซึ่งมีลักษณะสีขาวที่ใช้กับงานติดหรือเชื่อมทั่วไป [6]

การยางพาราที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้เป็นผลิตภัณฑ์กาวที่ใช้สำหรับในการทำงานประเทกกราฟิก (For studio and graphic artwork) ยึดห้องคอมฟอร์ท (Comfort) มีลักษณะใสและกันน้ำได้

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องทดสอบกำลัง (Universal Testing Machine)
2. เครื่องทดสอบกำลังดึงมอร์ต้า (Tensile Strength Testing Machine)
3. เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger)
4. อุปกรณ์วัดการเคลื่อนที่ (Deflection Gage)
5. ชุดทดสอบการไหลตัวของญี่ปุ่นทราย (Flow Test)
6. ชุดหัวกดทดสอบแรงอัดและแรงดึง
7. ชุดฐานรองรับแบบยีดหมุนและแบบเคลื่อนที่ (Hinge ,Roller)
8. แผ่นเหล็กขนาด (20X1200X500) , (20X60X500) และ (20X60X500) ชุดละ 2 แผ่น
9. แบบหล่ออลูมิเนียมสำหรับการทดสอบแรงอัด แรงดึง และแรงดึง
10. โครงไม้ , และอุปกรณ์ในการก่ออิฐ

3.3 การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของอิฐที่ใช้ในการก่อผนัง

3.3.1 การทดสอบอิฐ

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของอิฐซึ่งได้แก่ การดูดซึมเริ่มต้น การดูดซึม กำลังอัด โนดลัสเตกร้าวและอัตราส่วนปูนซอง โดยการทดสอบดังกล่าวในขั้นตอนนี้รูปแบบการทดสอบที่แตกต่างกันออกไปดังต่อไปนี้

ก) การดูดซึมเริ่มต้น (Suction) เป็นการวัดการดูดซึมน้ำของอิฐเป็นกรัมในระยะเวลา 1 นาที ต่อ พื้นที่ 30 ตารางนิว ของก้อนอิฐที่สัมผัสน้ำ โดยวางก้อนอิฐในแนวนอนให้ผิวด้านล่างของก้อนอิฐจมในน้ำ 1/8 นิว ตาม ASTM C67-73 [7] อิฐที่ใช้จะต้องเป็นอิฐแห้ง (Dry Brick) ผลการทดสอบ ค่าการดูดซึมเริ่มต้นของอิฐมอยู่ที่ค่าเฉลี่ย 31 กรัม การดูดซึมเริ่มต้นมีผลต่อการก่ออิฐเพราะก้อนอิฐจะดูด นำจากปูนก่อและจะทำให้กำลังยึดเหนี่ยวระหว่างอิฐและปูนก่อสูญเสียไปบางส่วน ตามข้อกำหนดของ ASTM C62-75 [7] กำหนดไว้ว่าถ้าก้อนอิฐมีค่าการดูดซึมเริ่มต้นเกิน 30 กรัม จะต้องแซ่อิฐในน้ำเป็นระยะเวลาสามครั้งก่อนลงมือก่ออิฐ

ข) การดูดซึม (Absorption) เป็นการวัดเปลอร์เซนต์การดูดซึมน้ำของอิฐแห้ง (Dry Brick) โดยแซ่อิฐในน้ำทั้งก้อนเป็นระยะเวลา 1/2, 1, 6 และ 24 ชั่วโมง ผลการทดสอบ อิฐมอยู่ที่ค่าเฉลี่ย 18.70, 18.97, 19.20 และ 19.54 ตามลำดับ

ก) กำลังอัด อิฐที่ใช้ทดสอบให้ใช้อิฐเต็มก้อน (Full Brick) และจะต้องแต่งผิวทั้งสองด้านให้เรียบเสมอกันด้วยปูนปลาสเตอร์ ตาม ASTM C67-73 [7] ปูนปลาสเตอร์จะต้องมีอายุอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ก่อนทำการทดสอบ การทดสอบกำลังอัดของอิฐที่ใช้ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องทดสอบกำลัง (Universal Testing Machine) โดยให้อัตราทดสนับสน่อพอกอฟ โดยอิฐจะต้องวินิจฉัยในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 นาที และไม่เกิน 2 นาที วิธีทดสอบกำลังอัดให้ทดสอบทั้งวิธีให้แรงอัดกระทำตั้งฉากกับระนาบปกติ (Flat Wise) ของก้อนอิฐ และให้แรงอัดกระทำที่ ด้านข้าง (Edge Wise) ของก้อนอิฐ แล้วนำค่ากำลังอัดของอิฐทั้งสองวิธีมาคำนวณลี่ย์ ผลการทดสอบแสดง อิฐมอมุนีค่ากำลังอัดเฉลี่ย 82.5 กก./ซม.² รูปแบบการวินิจฉัยที่เกิดขึ้นเป็นแบบผสมกันทั้งการอัดวินติ (Compressive Failure) และการเฉือนวินติ (Shear Failure)

ง) ไมค์ลัสเตกร้าว อิฐที่ใช้ทดสอบให้ใช้อิฐเต็มก้อนและเป็นอิฐแห้ง (Dry Brick) ผิวของอิฐด้านที่รับแรงจะต้องทำให้เรียบเสมอกันด้วยปูนปลาสเตอร์ ทดสอบอิฐในลักษณะของคานมีแรงแบบจุด (Concentrated -Load) กระทำที่กึ่งกลางของตัวอย่างทดสอบในการทดสอบนี้ใช้เครื่องทดสอบ (Universal Testing Machine) โดยให้อัตราแรงกดสนับสน่อพอกอฟ สมควร อิฐมอมุนีค่าไมค์ลัสเตกร้าวเฉลี่ย 15 กก./ซม.²

จ) ไมค์ลัสเซิดหยุ่น การหารากำลังอิฐแห้งของอิฐมีวิธีการทดสอบที่นิยมเดียวกับการทดสอบกำลังอัดของอิฐ แล้ว เก็บกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียด

ฉ) อัตราส่วนปัวของ การทดสอบหาค่าอัตราส่วนปัวของ (Poisson's Ratio) หากได้โดยวัดความเครียดในแนวเดิงตามความหนาของอิฐ แล้วนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนความเครียดในแนวราบและในแนวเดิง อิฐมอมุนีค่าอัตราส่วนปัวของเฉลี่ย 0.20

3.3.2 การทดสอบปูนทรายที่ใช้ในการก่อและฉาบ

ปูนทรายที่ใช้ในการก่อและฉาบในงานวิจัยนี้ มีอยู่ห้าชนิด 3 รูปแบบหลักๆ คือ

- ปูนก่อมาตรฐาน (STD)

อัตราส่วนผสมน้ำต่อซีเมนต์ต่อทราย 1:1:3 (ผสมน้ำยาผสมปูนก่อและฉาบ) ซึ่งนิยมใช้โดยทั่วไป

- ปูนทรายผสมกาวยางพารา (RC)

อัตราส่วนผสมน้ำต่อซีเมนต์ต่อทราย 1:1:3 (ผสมกาวยางพาราโดยการแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 5, 8 และ 10)

- ปูนทรายผสมน้ำยางข้นทำให้คงรูป (PV)

อัตราส่วนผสมน้ำต่อซีเมนต์ต่อทราย 1:1:3 (ผสมน้ำยางพาราข้นทำให้คงรูปโดยการแทนที่น้ำร้อยละ 1)

อย่างไรก็ตามหากพิจารณาปริมาณการใช้น้ำยางพาราในรูปแบบต่างๆ เพื่อผสมในปูนทรายนั้นจะเห็นว่าแตกต่างจากการวิจัยที่เคยมีผู้ดำเนินการแล้วก่อนหน้านี้ [1,2] ทั้งนี้เนื่องจากหลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบลงผสมขึ้นต้น พบว่าสัดส่วนดังกล่าวจะผสมให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้ยาก และใช้งานได้ไม่ดีนัก ทางผู้วิจัยจึงได้ปรับเปลี่ยนปริมาณการผสมให้อยู่ในปริมาณดังกล่าวข้างต้น โดยอาศัยพิจารณาจากการทดสอบลงผสมเป็นหลัก

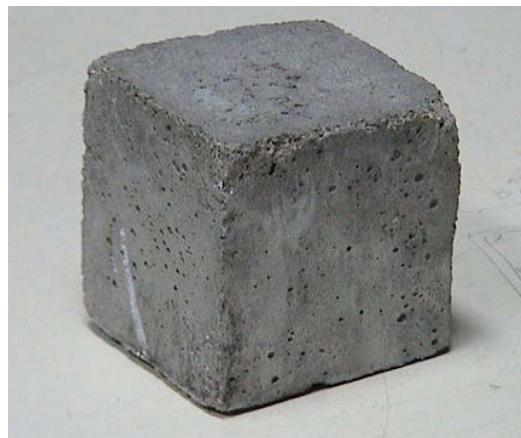
ก) กำลังรับแรงอัด ใช้ตัวอย่างปูนก่อรูปลูกบาศก์ขนาด 2 นิ้ว ตาม ASTM C270-80 [7] ทดสอบกดตัวอย่างปูนก่อด้วยเครื่องทดสอบ โดยให้แรงกดสนับสน่อพอกอฟ

ข) กำลังรับแรงดึง ตัวอย่างปูนก่อจะต้องหล่อในแบบหล่อ Briquet Gang Mold ตาม ASTM C190-77 [7] ทดสอบกำลังดึงด้วยเครื่องทดสอบ

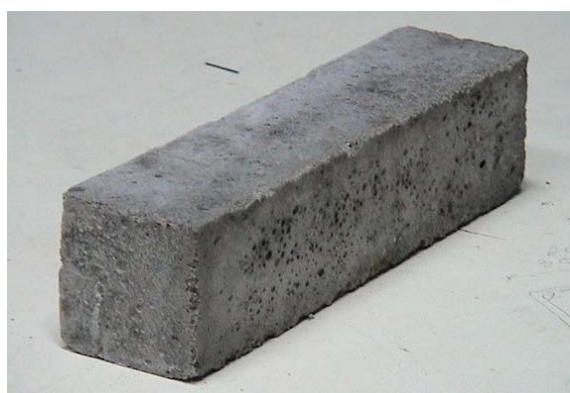
ค) ไมค์ลัสเตกร้าว ตัวอย่างปูนก่อจะต้องหล่อในแบบหล่อแรงดึง ทดสอบกดตัวอย่างปูนก่อด้วยเครื่องทดสอบ โดยให้แรงกดสนับสน่อพอกอฟ

รูปที่ 3.1 (ก) ถึง (ค) แสดงลักษณะของก้อนตัวอย่างสำหรับการทดสอบกำลังรับแรงอัด แรงดัด และแรงดึงก่อนทำการทดสอบ

อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นการศึกษาถึงผลกระทบของวิธีการบ่มตัวอย่างที่มีต่อกำลังการรับแรง ตัวอย่างที่ถอดออกจากรูปแบบแล้วจะถูกนำไปบ่มด้วยวิธีการที่ต่างกันสองแบบกล่าวคือ แบบแรกจะบ่มในอากาศ (ปล่อยไว้ ณ สภาพห้องทดสอบ) จนกระทั่งถึงวันที่ทำการทดสอบ (บ่มอากาศ) ในขณะที่อีกวิธีหนึ่งจะนำไปบ่มในน้ำ (แช่น้ำ) เป็นเวลา 8 หรือ 16 วัน ก่อนที่จะนำออกมานำไปยังไว้ในสภาพห้องทดสอบเป็นเวลา 6 หรือ 12 วัน สำหรับก้อนตัวอย่างที่อายุ 14 และ 28 วันตามลำดับ (บ่มน้ำและอากาศ)



(ก) กำลังรับแรงอัด



(ข) กำลังรับแรงดัด



(ค) กำลังรับแรงดึง

รูปที่ 3.1 ก้อนตัวอย่างเพื่อการทดสอบกำลังการรับแรง

3.4 การเตรียมตัวอย่างผนังก่ออิฐ

3.4.1 การก่ออิฐ

โดยทั่วไปความเรียบเรียบและความแข็งแรงของผนังก่ออิฐนั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุที่ใช้แล้วยังขึ้นอยู่กับมีการก่ออิฐอีกด้วย ดังนั้นเพื่อลดปัญหาของการก่ออิฐที่เกิดขึ้นจึงจำเป็นที่จะต้องทำโครงไม้เพื่อใช้พยุงตัวอย่างผนังก่ออิฐ ในการก่ออิฐเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่ดีนั้นจะต้องคัดเลือกอิฐใหม่ขนาดที่ใกล้เคียงกันแล้วจัดแยกออกเป็นพากๆ การผสมปูนก่อที่มีอัตราส่วนผสมของกาวยางพารา ให้ใช้วิธีผสมแห้ง จนกระทั่งปูนซีเมนต์กับทรายเข้ากันดีก่อน จากนั้นจึงเติมกาวยางพาราลงไปตามอัตราส่วนที่กำหนด จากนั้นคลุกให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันอีกครั้งหนึ่ง ปูนก่อหรือสถาปัตย์ใช้ให้หมดภายในเวลา 45 นาที เนื่องจากกาวยางพาราที่ผสมลงไปในมอร์ต้านั้นจะระเหยออก จะทำให้ปูนทรายที่ได้นั้นแห้งตัวเร็ว จึงทำการก่อหรือถอนไม้ได้

ส่วนการผสมปูนก่อที่มีอัตราส่วนผสมของน้ำยางข้นคงรูปให้ใช้วิธีผสมแห้ง เช่นเดียวกัน จากนั้นทำการผสมน้ำยางข้นคงรูปกับน้ำ ตามอัตราส่วนที่กำหนด คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วค่อยๆ เติมลงไปในปูนซีเมนต์กับทรายที่ผสมไว้แล้วที่ละน้อยเพื่อไม่ให้เหลวเกินไป ซึ่งปูนก่อที่ดีต้องมีลักษณะเหนียวและไม่เกิดการแตกหักขณะทำการปั้น

ปัญหาของการก่ออิฐที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ปัญหาการดูดซึมเริ่มต้น (Suction) ของอิฐซึ่งจะดูดซึมน้ำจากปูนก่อขณะดำเนินการก่ออิฐและมีผลทำให้ผนังก่ออิฐแตกร้าวได้ภายใน ระหว่างอิฐและปูนก่อสูญเสียไปบางส่วนดังนี้ เพื่อลดปัญหานี้จะต้องแซ่อิฐในน้ำเป็นระยะเวลาก่อนทำการก่ออิฐทุกครั้ง สำหรับอิฐมอญให้แซ่ในน้ำเป็นระยะเวลา 1 นาที การก่ออิฐจะต้องทำด้วยความระมัดระวังโดยอย่าคลุกเคล้าปูนก่อด้วยเกรียงก่อนตักปูนก่อเสมอแล้วตักปูนก่อปาดลงบนโครงไม้ที่ჯัดไว้พร้อมกับวงอิฐลงบนปูนก่อ จากนั้นใช้ด้านเกรียงเคาะที่ด้านบนของก้อนอิฐจนได้แนวปูนก่อหนาโดยเฉลี่ย 1.50 ซม. ก้อนอิฐก้อนเดียวต้องทำด้วยวิธีการทำองเดียวกันจนกระทั่งเต็มแนว โดยการเคาะอิฐต้องไม่ให้เกิดการเคลื่อนตัวของก้อนดังไปจนได้ขนาดตามต้องการ

อย่างไรก็ตามปูนทรายที่ใช้ในการก่อและฉาบตัวอย่างแมลง万象นี้มีด้วยกัน 3 รูปแบบเท่านั้น ได้แก่ ปูนทรายมาตรฐาน (STD) ปูนทรายที่ผสมน้ำยางพาราคงรูปโดยการแทนที่น้ำร้อยละ 1 (PV1) และปูนทรายผสมกาวยางพาราโดยการแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 5 (RC5) เพื่อเป็นเบริกนเทียนคุณสมบัติที่แตกต่างกันของผลที่เกิดจากน้ำยางพาราแต่ละชนิด

3.4.2 ฉาบราบ

ก่อนทำการลงมือฉาบทุกครั้ง ให้พรุนน้ำที่ผนังก่ออิฐให้ชุ่มก่อน เพื่อช่วยลดปัญหาการดูดซึมน้ำของอิฐจากปูนฉาบแล้วยังช่วยให้ปูนฉาบไม่หลุดร่อนขณะฉาบ จากนั้นจึงทำการฉาบให้ได้ความหนาโดยเฉลี่ย 1.50 ซม. การแต่งผิวน้ำปูนฉาบนั้นทำได้โดยปล่อยปูนฉาบทะตัวเล็กน้อยแล้วใช้เกรียงไม้ปั่นที่ผิวน้ำปูนฉาบจนเรียบพร้อมกับไฟฟองน้ำปิดเม็ดทรายออก

3.4.3 การบ่มผนังก่ออิฐ

หลังจากทำการก่อตัวอย่างผนังก่ออิฐได้ตามขนาดที่ต้องการแล้ว ให้ทำการบ่มโดยนำกระสอบชูน้ำให้ชุ่มน้ำคลุนตัวอย่างผนังก่ออิฐเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง และหลังจากนั้นทำการบ่มโดยการรดน้ำให้ผนังชุ่มน้ำอย่างสม่ำเสมออย่างน้อย 7 วัน ทั้งนี้เป็นการช่วยให้ปูนก่อ พัฒนาความแข็งแรงอย่างสมบูรณ์ และจะทำให้ตัวอย่างผนังก่ออิฐรับแรงด่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น รูปที่ 3.2 แสดงให้เห็นตัวอย่างกำแพงที่ก่อและฉาบโดยใช้โครงไม้ช่วย และตัวอย่างกำแพงที่นำอุกมาจากโครงไม้และผ่านการบ่มแล้ว



(ก) ก้อนคอนดิโครงไม้



(ข) หลังคอนดิโครงไม้

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างแพลงก์แบบที่ก่อและลายแต่ล้วน

3.4.4 อายุของผนังก่ออิฐ

ก่อนทำการศึกษาพัฒนาระบบในการรับแรงอัดและแรงดึงดักของตัวอย่างผนังก่ออิฐ นี้ตัวอย่างจะต้องทำการบ่มชั่ว และบ่มอากาศโดยปล่อยตัวอย่างผนังก่ออิฐไว้ในอุณหภูมิปกติจนกระทั่งมีอายุครบ 14 วัน และ 28 วัน จึงจะนำมาทำการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดและแรงดึงดัก เนื่องจากกำลังอัดของปูนก่อจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัวที่อายุ 28 วัน หลังจากทำการก่อตัวอย่างผนังก่ออิฐเสร็จ

3.5 การทดสอบตัวอย่างผนังก่ออิฐ

3.5.1 การติดตั้งและการวัดค่าผนังก่ออิฐรับแรงอัด

การทดสอบให้เตรียมแผ่นเหล็กขนาด (15X120X500) จำนวน 2 แผ่น เพื่อใช้สำหรับกระจายแรงและเป็นฐานรองตัวอย่างผนังก่ออิฐโดยวางเหล็กแผ่นที่ไว้เป็นฐานให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางตัวเครื่องทดสอบ จากนั้นนำตัวอย่างผนังก่ออิฐที่มีอายุตามที่กำหนดลงบนแผ่นเหล็ก พร้อมกับทาสีขาวที่ตัวผนังทั้ง 2 ด้าน เพื่อช่วยในการมองเห็นรอยแตกให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผนังก่ออิฐด้านที่รับแรงกดจะต้องทำให้เรียบเสมอกันด้วยปูนปลาสเตอร์ โดยนำแผ่นเหล็กกดทับลงไปในขณะที่ปูนปลาสเตอร์ยังไม่แข็งตัวพร้อมทำการปรับระดับด้วยระดับน้ำ และติดตั้งอุปกรณ์วัดการเคลื่อนที่ทั้งหมดจำนวน 4 ตัว โดยที่ดัวที่ 1 และ 2 เป็นการวัดค่าการยุบตัวของผนังก่ออิฐในแนวตั้งส่วนตัวที่ 3 และ 4 เป็นการวัดค่าการโก่งตัวทางด้านหน้า และด้านหลังของผนังก่ออิฐ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 สำหรับปูนปลาสเตอร์จะต้องมีอายุอย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนทำการทดสอบ



(๐) ແພັງກຳແພັງຕ້ວອຍ່າງບນແກ່ນອຸປະກຣດີກາຣທດສອນພຽ້ອມທີ່ຕິດຕັ້ງມາວັດກາຣເຄລື່ອນທີ່



(๐) ກາພຽມຂອງກາຣທດສອນ ແລະ ອຸປະກຣດີບັນທຶກນາດແຮງແລະ ກາຣເຄລື່ອນທີ່

ຮູບທີ່ 3.3 ກາຣຕິດຕັ້ງຕ້ວອຍ່າງເພື່ອກາຣທດສອນກຳລັງຮັນແຮງອັດ

การวัดค่าการยุบตัวทำได้หลังจากให้แรงกดจากเครื่องทดสอบ ในแนวตั้งด้วยอัตราลดลง慢速 บนพื้นที่ก่ออิฐ โดยผลของมาตรการวัดการแอล์ตัวที่ 1,2,3 และ 4 จะแสดงค่าในอุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Data Logger) พร้อมทำการบันทึกค่าแรงที่ได้โดยอัตโนมัติทุกๆ 5 วินาที จนกระทั่งตัวอย่างพนังก่ออิฐเกิดการวินาศีจึงหยุดการทดสอบและการอ่านค่า แล้วนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับการยุบตัว

3.5.2 การติดตั้งและการวัดค่าพนังก่ออิฐรับแรงดัน

นำชุดรองรับแบบขีดหมุน (Hinge) และแบบเคลื่อนที่ (Roller) วางบนตัวเครื่องทดสอบ ให้ได้ระยะห่างของอกจากตัวแหน่งกึ่งกลางของตัวเครื่องทั้ง 2 ข้าง ข้างละ 22.5 ซม. จากนั้นนำตัวอย่างพนังก่ออิฐผ่านการบ่มชั้นที่มีอายุ 28 วัน วางลงบนชุดรองรับแล้วจึงนำแผ่นเหล็กขนาด $(25 \times 60 \times 500)$ สำหรับกระจายแรงจำนวน 2 แผ่นวางลงบนปูนปลาสเตอร์ที่ยังไม่แข็งตัวพร้อมทำการปรับระดับด้วยระดับน้ำ โดยที่แผ่นเหล็กทั้ง 2 แผ่นมีระยะห่างจากตัวแหน่งกึ่งกลางตัวเครื่องทั้ง 2 ข้าง ข้างละ 7.50 ซม. พร้อมกับทาสีขาวที่ผิวด้านล่างของพนังก่ออิฐ การติดตั้งอุปกรณ์วัดการเคลื่อนที่ทำได้หลังจากเตรียมตัวอย่างในขั้นตอนเสร็จจำนวนทั้งหมด 4 ตัว โดยตัวที่ 1 และ 2 เป็นการวัดค่าการแอล์ตัวของพนังก่ออิฐในแนวตั้งส่วนตัวที่ 3 และ 4 เป็นการวัดการเคลื่อนที่ในแนวราบ ดังแสดงในรูป 3.4 สำหรับปูนปลาสเตอร์จะต้องมีอายุอย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนทำการทดสอบ

การวัดค่าการแอล์ตัวทำได้หลังจากให้แรงกดจากเครื่องทดสอบ ในแนวตั้งด้วยอัตราแรงลดลง慢速 บนพื้นที่ก่ออิฐ โดยผลของมาตรการแอล์ตัวที่ 1,2,3 และ 4 จะแสดงค่าในอุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Data Logger) พร้อมทำการจดค่าแรงที่ได้ทุกๆ 5 วินาที จนกระทั่งตัวอย่างพนังก่ออิฐเกิดการวินาศีจึงหยุดการทดสอบและการอ่านค่า แล้วนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับการยุบตัว เช่นเดียวกันกับการทดสอบกำลังรับแรงดัน



(ก) การติดตั้งตัวอย่างกำแพงเพื่อการทดสอบแรงดัน

รูปที่ 3.4 การติดตั้งตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบกำลังรับแรงดัน