

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฑ
สารบัญแผนภูมิ	น
สารบัญแผนที่	ผ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่อยู่อาศัย	1-1
1.2 หลักการและเหตุผล	1-12
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1-13
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย	1-14
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1-15
1.6 สมมติฐานของโครงการวิจัยและการนำผลงานไปใช้	1-16
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและหลักการที่ใช้	
2.1 สรุปผลโครงการศึกษาวิจัยเคหะพื้นถิ่นเพื่อการบูรณาการ เพื่อการพึ่งพาตนเองที่ผ่านมา	2-3
2.2 แนวคิดทฤษฎีวัสดุก่อสร้างทางเลือก	2-6
2.3 แนวคิดการจัดการชุมชน	2-38
2.4 แนวความคิดเรื่องการออกแบบและการก่อสร้างบ้านพื้นถิ่น	2-50

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	
3.1 แนวความคิดและทิศทางการวิจัย	3-1
3.2 ระบบการพัฒนาอย่างยั่งยืนตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง	3-3
3.3 การดำเนินงานโครงการ	3-5
3.4 พื้นที่ทำการวิจัย	3-7
3.5 ผังการทำงาน	3-8
3.6 ผลผลิตภัณฑ์	3-10
บทที่ 4 เทคโนโลยีวัสดุก่อสร้างทางเลือก	
4.1 กรอบความคิด	4-1
4.2 เทคโนโลยีไฟเบอร์ซีเมนต์	4-6
4.3 เทคโนโลยีเฟอร์โรซีเมนต์	4-58
4.4 เทคโนโลยีคอนกรีต EM	4-87
4.5 เทคโนโลยีไม้ไผ่	4-128
4.6 เทคโนโลยีคอนกรีตเสริมไม้ไผ่	4-212
4.7 เทคโนโลยีดินซีเมนต์	4-217
บทที่ 5 วัสดุก่อสร้างทางเลือก	
5.1 หลักการในการผลิตวัสดุก่อสร้างทางเลือก	5-1
5.2 โรงงานผลิตวัสดุก่อสร้างทางเลือก	5-1
5.3 แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติ (ชนิดอัดแรง)	5-10
5.4 แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติ (แบบไม่อัดแรง)	5-28
5.5 กระเบื้องมุงหลังคาไฟเบอร์ซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติ (แบบหางว่าว)	5-38
5.6 อิฐประสานใยซีเมนต์	5-49
5.7 ตัวอย่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์	5-59

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 แนวการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์	
6.1 ระบบผนังบล็อกประสานใยซีเมนต์ธรรมชาติ	6-2
6.2 ระบบเปลือกอาคารไม้ไผ่	6-5
6.3 ระบบเปลือกอาคารแผ่นใยซีเมนต์ธรรมชาติ	6-23
6.4 ระบบหลังคากระเบื้องใยซีเมนต์ธรรมชาติแบบหางว่าว	6-41
6.5 บ้านต้นแบบ	6-44
6.5 บ้านต้นแบบ	6-44
บทที่ 7 การต่อยอดทางธุรกิจและสังคม	
7.1 แบบจำลองทางธุรกิจ (Business Model)	7-1
7.2 แผนธุรกิจ (Business Plan)	7-5
7.3 การวิเคราะห์ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และชุมชน	7-17
7.4 การจัดตั้งวิสาหกิจชุมชน	7-19
บทที่ 8 กรณีตัวอย่าง	
8.1 โครงการก่อสร้างบ้านตัวอย่าง บ้านขุนคองหลวง	8-1
8.2 โครงการซ่อมแซมบ้าน ภายในชุมชน	8-11
8.3 โครงการติดตั้งกระเบื้องหางว่าวไฟเบอร์ซีเมนต์บ้านพักอาศัย	8-22
8.4 โครงการจัดสร้างอาคารศูนย์ฝึกอาชีพให้กับชุมชน บ้านแม่ลอง	8-32
บทที่ 9 บทสรุปงานวิจัย และข้อเสนอแนะ	
9.1 สรุปผลการวิจัยโครงการ	9-2
9.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ	9-4
9.3 ข้อเสนอแนะ	9-4
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก ก	
ภาคผนวก ข	
ภาคผนวก ค	
ภาคผนวก ง	

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	ผลการวิเคราะห์โดยใช้ดัชนีความสามารถในการซื้อที่อยู่อาศัย (Housing Affordability Index) ปี 2550	1-4
1-2	ความสำคัญของปัญหาและประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินงานของโครงการฯ	1-11
2-1	ไม้ไผ่ที่ปลูกกันมากในประเทศไทยและนำมาใช้ประโยชน์	2-11
2-2	แหล่งดินขาวในภาคเหนือ	2-19
2-3	ปริมาณการผลิตดินขาวในภาคเหนือช่วงปี พ.ศ. 2538-2542	2-20
2-4	คุณสมบัติดินขาว	2-22
2-5	การทดสอบดินขาว	2-23
2-6	องค์ความรู้การพัฒनावัสดุทางเลือกที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย	2-35
3-1	การพัฒनावัสดุก่อสร้างทางเลือก	3-10
4-1	การนำไฟเบอร์ซีเมนต์ไปใช้ ในงาน Mass Concrete	4-11
4-2	การนำไฟเบอร์ซีเมนต์ไปใช้ ในงาน Precast Concrete Product	4-12
4-3	ส่วนผสมการทดลองวัสดุแผ่นซีเมนต์	4-21
4-4	สูตรที่ 1 เป็นส่วนผสมของการขึ้นรูปแผ่นใยซีเมนต์ โคนกระบวนการไม่อัดแรง	4-22
4-5	สูตรที่ 2 เป็นส่วนผสมของการขึ้นรูปแผ่นใยซีเมนต์ โคนกระบวนการไม่อัดแรง	4-23
4-6	สูตรที่ 3 เป็นส่วนผสมของการขึ้นรูปแผ่นใยซีเมนต์ โคนกระบวนการไม่อัดแรง	4-23
4-7	สูตรที่ 4 เป็นส่วนผสมของการขึ้นรูปแผ่นใยซีเมนต์ โคนกระบวนการไม่อัดแรง	4-24
4-8	สูตรที่ 1 เป็นส่วนผสมของการขึ้นรูปแผ่นใยซีเมนต์ โคนกระบวนการอัดแรง	4-24

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-9 สูตรที่ 2 เป็นส่วนผสมของการขึ้นรูปแผ่นใยซีเมนต์ โตนกระบวนอัดแรง	4-25
4-10 สูตรที่ 3 เป็นส่วนผสมของการขึ้นรูปแผ่นใยซีเมนต์ โตนกระบวนอัดแรง	4-25
4-11 สูตรที่ 1 เป็นส่วนผสมของการขึ้นรูปแผ่นใยซีเมนต์ผสม สารเร่งเพิ่ม(CaCl ₂) โตนกระบวนอัดแน่น	4-26
4-12 ขั้นตอนและรายละเอียดการผลิตแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์	4-28
4-13 ขนาดรูปร่างขึ้นทดสอบ	4-32
4-14 ผลการทดสอบ ชุดที่ 1	4-35
4-15 ผลการทดสอบ ชุดที่ 2	4-36
4-16 ผลการทดสอบ ชุดที่ 3	4-36
4-17 ผลการทดสอบ ชุดที่ 4	4-36
4-18 ผลการทดสอบ สูตรที่ 1 ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-37
4-19 ผลการทดสอบ สูตรที่ 1 ที่ระยะเวลาบ่ม 14 วัน	4-37
4-20 ผลการทดสอบ สูตรที่ 1 ที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน	4-37
4-21 ผลการทดสอบ สูตรที่ 2 ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-39
4-22 ผลการทดสอบ สูตรที่ 2 ที่ระยะเวลาบ่ม 14 วัน	4-39
4-23 ผลการทดสอบ สูตรที่ 2 ที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน	4-39
4-24 ผลการทดสอบ สูตรที่ 3 ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-41
4-25 ผลการทดสอบ สูตรที่ 3 ที่ระยะเวลาบ่ม 14 วัน	4-41
4-26 ผลการทดสอบ สูตรที่ 3 ที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน	4-41
4-27 ผลการทดสอบ สูตรที่ 4 ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-43
4-28 ผลการทดสอบ สูตรที่ 4 ที่ระยะเวลาบ่ม 14 วัน	4-43
4-29 ผลการทดสอบ สูตรที่ 4 ที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน	4-43
4-30 ผลการทดสอบ สูตรที่ 1 ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-45
4-31 ผลการทดสอบ สูตรที่ 1 ที่ระยะเวลาบ่ม 14 วัน	4-45
4-32 ผลการทดสอบ สูตรที่ 1 ที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน	4-45

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-33 ผลการทดสอบสูตรที่ 2 ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-47
4-34 ผลการทดสอบสูตรที่ 2 ที่ระยะเวลาบ่ม 14 วัน	4-47
4-35 ผลการทดสอบสูตรที่ 2 ที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน	4-47
4-36 ผลการทดสอบ สูตรที่ 3 ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-49
4-37 ผลการทดสอบ สูตรที่ 3 ที่ระยะเวลาบ่ม 14 วัน	4-49
4-38 ผลการทดสอบ สูตรที่ 3 ที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน	4-49
4-39 ผลการทดสอบที่ระยะเวลาบ่ม 3 วัน	4-51
4-40 ผลการทดสอบที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-51
4-41 ส่วนผสมการทดลองกำลังรับแรงค้ำวัสดุแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์	4-64
4-42 ส่วนผสมการทดลองแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์เสริมด้วยลวดตาข่าย ผสมเส้นใยพืช	4-65
4-43 ขั้นตอนและรายละเอียดการผลิตแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์	4-66
4-44 ขนาดรูปร่างขึ้นทดสอบ	4-70
4-45 เสริมด้วยลวดทรงไก่ ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 3 วัน	4-74
4-46 เสริมด้วยลวดทรงไก่ ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-74
4-47 เสริมด้วยลวดทรงไก่ ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 14 วัน	4-74
4-48 เสริมด้วยลวดทรงไก่ ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 28 วัน	4-75
4-49 เสริมด้วยลวดไม้ไผ่สาน ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 3 วัน	4-75
4-50 เสริมด้วยลวดไม้ไผ่สาน ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-75
4-51 เสริมด้วยลวดไม้ไผ่สาน ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 14 วัน	4-76
4-52 เสริมด้วยลวดไม้ไผ่สาน ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 28 วัน	4-76
4-53 เสริมด้วยผ้าดิบ ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 3 วัน	4-76
4-54 เสริมด้วยผ้าดิบ ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-77
4-55 เสริมด้วยผ้าดิบ ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 14 วัน	4-77
4-56 เสริมด้วยผ้าดิบ ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 28 วัน	4-77
4-57 มอร์ตาร์ล้วน ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 3 วัน	4-78
4-58 มอร์ตาร์ล้วน ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-78

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-59 มอเตอร์ลัดวัน ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 14 วัน	4-78
4-60 มอเตอร์ลัดวัน ผลการทดสอบชุดที่ 1 ระยะเวลาบ่ม 28 วัน	4-79
4-61 เสริมด้วยลวดตาข่ายผสมเส้นใยพืช ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-80
4-62 เสริมด้วยลวดตาข่ายผสมเส้นใยพืช ระยะเวลาบ่ม 14 วัน	4-80
4-63 เสริมด้วยลวดตาข่ายผสมเส้นใยพืช ระยะเวลาบ่ม 28 วัน	4-80
4-64 ผสมซีเมนต์และเสริมด้วยลวดตาข่าย ระยะเวลาบ่ม 7 วัน	4-81
4-65 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา	4-96
4-66 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอายุคอนกรีตทดสอบ	4-99
4-67 ส่วนผสมตัวอย่างทดสอบคอนกรีต	4-103
4-68 สรุปผลการทดสอบกำลังอัดเฉลี่ยของชุดตัวอย่างมอเตอร์ลัด	4-104
4-69 สรุปผลการทดสอบกำลังอัดเฉลี่ยของชุดตัวอย่างคอนกรีต	4-104
4-70 สรุปผลการทดสอบค่ายุบของชุดตัวอย่างคอนกรีตสด	4-105
4-71 ผลการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดที่ 28 วันของมอเตอร์ลัด ส่วนผสมต่างๆ กับชุดควบคุม	4-105
4-72 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดเปรียบเทียบกับชุดควบคุม	4-112
4-73 การเปรียบเทียบค่ายุบตัวคอนกรีตสดเปรียบเทียบ กับชุดควบคุม	4-113
4-74 ราคาต้นทุนของคอนกรีตผสมEM 5% และ EM ขยาย 5% เปรียบเทียบกับคอนกรีตทั่วไป ที่กำลังรับแรงอัดเท่ากับ 210 ksc	4-120
4-75 การเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมระหว่างคอนกรีตทั่วไป และคอนกรีตEM ขยาย 5%	4-122
4-76 ค่าความถ่วงจำเพาะและค่าปริมาณความชื้นของ ใ้ผงขางบ้าน (โคน)	4-145
4-77 ค่าความถ่วงจำเพาะและค่าปริมาณความชื้นของ ใ้ผงขางบ้าน (กลาง)	4-145
4-78 ค่าความถ่วงจำเพาะและค่าปริมาณความชื้นของ ใ้ผงขางบ้าน (ปลาย)	4-146
4-79 ค่าความถ่วงจำเพาะและค่าปริมาณความชื้นของ ใ้รวกดำ (โคน)	4-146
4-80 ค่าความถ่วงจำเพาะและค่าปริมาณความชื้นของ ใ้รวกดำ (กลาง)	4-147
4-81 ค่าความถ่วงจำเพาะและค่าปริมาณความชื้นของ ใ้รวกดำ (ปลาย)	4-147

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-82 หน่วยแรงที่ยอมให้ของไม้ตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.) และตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522	4-152
4-83 ผลการทดสอบแรงอัดของไม้ซางบ้าน (โคน)	4-153
4-84 ผลการทดสอบแรงอัดของไม้ซางบ้าน (กลาง)	4-153
4-85 ผลการทดสอบแรงอัดของไม้ซางบ้าน (ปลาย)	4-154
4-86 ผลการทดสอบแรงอัดของไม้รวกดำ (โคน)	4-154
4-87 ผลการทดสอบแรงอัดของไม้รวกดำ (กลาง)	4-155
4-88 ผลการทดสอบแรงอัดของไม้รวกดำ (ปลาย)	4-155
4-89 ผลการทดสอบแรงคัดของไม้ซางบ้าน (โคน)	4-160
4-90 ผลการทดสอบแรงคัดของไม้ซางบ้าน (กลาง)	4-161
4-91 ผลการทดสอบแรงคัดของไม้ซางบ้าน (ปลาย)	4-161
4-92 ผลการทดสอบแรงคัดของไม้รวกดำ (โคน)	4-162
4-93 ผลการทดสอบแรงคัดของไม้รวกดำ (กลาง)	4-162
4-94 ผลการทดสอบแรงค้ำของไม้ซางบ้าน (โคน)	4-166
4-95 ผลการทดสอบแรงค้ำของไม้ซางบ้าน (กลาง)	4-166
4-96 ผลการทดสอบแรงค้ำของไม้ซางบ้าน (ปลาย)	4-167
4-97 ผลการทดสอบแรงค้ำของไม้รวกดำ (โคน)	4-167
4-98 ผลการทดสอบแรงค้ำของไม้รวกดำ (กลาง)	4-168
4-99 ผลการทดสอบแรงเนียนของไม้ซางบ้าน (โคน)	4-172
4-100 ผลการทดสอบแรงเนียนของไม้ซางบ้าน (กลาง)	4-172
4-101 ผลการทดสอบแรงเนียนของไม้ซางบ้าน (ปลาย)	4-173
4-102 ผลการทดสอบแรงเนียนของไม้รวกดำ (โคน)	4-173
4-103 ผลการทดสอบแรงเนียนของไม้รวกดำ (กลาง)	4-174
4-104 การเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติเชิงกลระหว่างไม้ไผ่ซาลบ้าน กับไม้รวกดำ	4-175
4-105 การเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติเชิงกลระหว่างไม้ไผ่ซาลบ้าน กับไม้รวกดำกับพันธุ์ไม้ที่ทำกรวิจัยในประเทศฮ่องกง	4-176

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-106 ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไฟ้ชางบ้านและไฟ้รวกดำแบ่งตามชนิด	4-177
4-107 ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไฟ้ชางบ้านแบ่งตามชนิด	4-178
4-108 ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไฟ้รวกดำแบ่งตามชนิด	4-178
4-109 แสดงข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไฟ้ชางบ้านและไฟ้รวกดำแบ่งตามตำแหน่ง	4-179
5-1 รายการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตผนังไฟ้เบอร์ซีเมนต์	5-5
5-2 รายการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตกระเบื้องหางว่าวไฟ้เบอร์ซีเมนต์	5-7
5-3 ราคาแผ่นวีว่า บอร์ด	5-13
5-4 ราคาสมาร์ทบอร์ด ทราย้าง	5-15
5-5 ขั้นตอนการผลิตผนังไฟ้เบอร์ซีเมนต์	5-18
5-6 การเปรียบเทียบคุณสมบัติ ผนังไฟ้เบอร์ซีเมนต์แบบอัดแรงผนังวีว่า บอร์ด และผนังสมาร์ทบอร์ด	5-26
5-7 การประเมินต้นทุนการผลิตแบบอัดแรง	5-26
5-8 การประเมินต้นทุนการผลิตแบบไม่อัดแรง	5-36
5-9 การเปรียบเทียบคุณสมบัติ	5-37
5-10 ขั้นตอนการผลิตกระเบื้องหลังคา	5-40
5-11 การประเมินด้านราคา	5-48
5-12 ขั้นตอนการผลิตอิฐประสาน	5-52
5-13 ลำดับในการทำเกษตรในภาคเหนือ	5-59
7-1 ลักษณะการประยุกต์ใช้งาน	7-7
7-2 เปรียบเทียบราคาผนังซีเมนต์	7-15
7-3 การวิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคของการผลิตวัสดุก่อสร้างโดยชุมชน	7-16
7-4 สรุปผลกระทบที่เกิดต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมจากการผลิตวัสดุก่อสร้างทางเลือก	7-18

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
8-1	วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านตัวอย่าง	8-7
8-2	ขั้นตอนการก่อสร้าง	8-8
8-3	งบประมาณในการก่อสร้าง	8-9
8-4	ผลิตภัณฑ์และการติดตั้ง	8-14
8-5	ขั้นตอนการก่อสร้าง	8-15
8-6	เปรียบเทียบสภาพก่อนและหลัง	8-19
8-7	ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารแบ่งตามหมวดงาน	8-38

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	ผนังซีเมนต์ อิฐประสานและกระเบื้องหลังคา	1-8
1-2	สภาพบ้านในชนบทที่ไม่ได้คุณภาพเพราะข้อจำกัดของวัสดุและการขาดองค์ความรู้	1-9
1-3	สาระสำคัญที่เกี่ยวกับปัญหาด้านที่อยู่ของชาวชนบท	1-10
2-1	การรวบรวมองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาวัสดุทางเลือก	2-2
2-2	ตัวอย่างแผ่นผนังซีเมนต์จากวัสดุพื้นถิ่น	2-25
2-3	รายละเอียดองค์ความรู้ของวัสดุทางเลือก	2-33
2-4	กระเบื้องว่าว	2-56
3-1	ความสัมพันธ์ของรูปแบบวัสดุและฝีมือแรงงาน	3-2
3-2	แนวความคิดพัฒนาอย่างยั่งยืนตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงโดยใช้ระบบวัสดุทางเลือก	3-4
3-3	กรอบพื้นฐานการดำเนินงานวิจัยในโครงการวัสดุฯ	3-5
3-4	กระบวนการดำเนินการวิจัย	3-8
4-1	ส่วนประกอบของการได้มาซึ่งการผลิตวัสดุก่อสร้างทางเลือก	4-1
4-2	องค์ประกอบของวัสดุทางเลือกกับการใช้งาน	4-2
4-3	การรวบรวมแต่ละองค์ประกอบสร้างเป็นบ้าน	4-2
4-4	วัสดุก่อสร้างปัจจุบันกับวัสดุทางเลือก	4-3
4-5	การแยกวัสดุพื้นฐาน	4-4
4-6	การเรียงตัวของไฟเบอร์ในการทดสอบแรงดึง	4-8
4-7	โครงสร้างไม้ ไม้หนึ่งชิ้นจะมีส่วนดีและไม่ดี	4-17
4-8	การผลิตแบบแฮทเช็ค	4-18
4-9	กระบวนการผลิตแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ตัวอย่างทดลอง	4-27
4-10	เครื่องทดสอบความต้านแรงดัด	4-32
4-11	UNIVERSAL TESTING MACHIEEN (UTM) ขนาด 50 ตัน	4-34
4-12	กระบวนการผลิตแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์ตัวอย่างทดลอง	4-65

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-13 เครื่องทดสอบความต้านแรงดัด	4-70
4-14 UNIVERSAL TESTING MACHIEEN (UTM) ขนาด 50 ตัน	4-72
4-15 EM ขยาย กากน้ำตาล หัวเชื้อ EM	4-94
4-16 การออกแบบการทดลองเกี่ยวกับเทคโนโลยีคอนกรีต-EM	4-95
4-17 แนวทางในการวิจัยเรื่อง การผสม EM	4-101
4-18 แนวทางในการวิจัยเรื่อง การผสม EM	4-102
4-19 สรุปการทดลอง	4-124
4-20 การนำไม้ไผ่มาสร้างเป็นที่อยู่อาศัย	4-129
4-21 บ้านพักนักท่องเที่ยวที่ทำจากไม้ไผ่	4-129
4-22 การนำไม้ไผ่เป็นวัสดุก่อสร้าง	4-130
4-23 โครงสร้างบ้านไม้ไผ่	4-130
4-24 สรุปข้อมูลคุณสมบัติของไม้ไผ่	4-136
4-25 การทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของไม้ไผ่	4-141
4-26 การทดสอบไม้ไผ่	4-142
4-27 ชื่นตัวอย่างที่ทำการตัดแล้วพร้อมที่จะนำไปทดสอบหาแรงอัดขนานเสี้ยน	4-148
4-28 ชื่นตัวอย่างที่ทำการตัดแล้วพร้อมที่จะนำไปทดสอบหาแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน	4-149
4-29 เครื่องทดสอบกำลังไม้ (Universal testing machine)	4-149
4-30 การทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยน	4-150
4-31 การทดสอบแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน	4-150
4-32 ชื่นตัวอย่างหลังการทดสอบ	4-151
4-33 การทดสอบกำลังดัดของไม้ไผ่	4-157
4-34 ค่าตัวแปรที่ใช้คำนวณ	4-158
4-35 ชื่นตัวอย่างสำหรับทดสอบแรงดึง	4-163
4-36 การทดสอบแรงดึง	4-164
4-37 ชื่นตัวอย่างหลังการทดสอบแรงดึง	4-164
4-38 ชื่นตัวอย่างทดสอบกำลังเหนือน	4-168
4-39 การทดสอบกำลังเหนือน	4-169

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
4-40	ขึ้นตัวอย่างหลังการทดสอบกำลังเนื่อง	4-170
4-41	ค่าตัวแปรที่ใช้คำนวณ	4-171
4-42	สินค้า OTOP จากไม้ไผ่และ ที่อยู่อาศัยของชาวบ้าน ในชนบทที่สร้าง จากไม้ไผ่	4-182
4-43	ราผิวไม้	4-186
4-44	ราสีเสียด	4-186
4-45	ราผุอ่อน	4-187
4-46	ราผุขาว	4-188
4-47	ราผุสีน้ำตาล	4-188
4-48	ค้วงหนวดยาวพลง	4-191
4-49	กระบวนการทดสอบไม้ไผ่	4-201
4-50	การแช่น้ำของไม้ไผ่ในน้ำไหลในลำคลอง	4-202
4-51	ตัวอย่างวิธีการการต้มในน้ำร้อน	4-203
4-52	ตัวอย่างวิธีการย่างด้วยไฟ	4-203
4-53	ตัวอย่างวิธีการอบหรือรมด้วยควันไฟ	4-204
4-54	ตัวอย่างวิธีบูเรชี	4-205
4-55	ตัวอย่างวิธีการอัดน้ำยาด้วยเครื่องปั๊ม	4-205
4-56	ตัวอย่างวิธีการแช่แวนอนด้วย EM	4-206
4-57	ตัวอย่างแปลงทดสอบกลางแจ้ง	4-207
4-58	การวิเคราะห์ปริมาณแป้งในห้องทดลอง	4-208
4-59	การวิเคราะห์ปริมาณลิกนินในห้องทดลอง	4-209
4-60	อาคารหลังแรกที่สร้างด้วยบล็อกดินซีเมนต์	4-218
4-61	บล็อกประสานแบบพัฒนา	4-219
4-62	บ้านหลังแรกที่สร้างด้วยดินซีเมนต์บล็อกแบบพัฒนา	4-220
4-63	บล็อก ใ้ก่อสร้างถึงเก็บน้ำ	4-222
4-64	การพัฒนารูปแบบบล็อกประสาน	4-223
4-65	ตัวอย่างบ้านที่ได้จากบล็อกประสาน วว.	4-226

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
4-66	กระเบื้องหลังคาซีเมนต์	4-234
4-67	อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อวัสดุดิบของบล็อกประสาน	4-239
4-68	เครื่องอัดด้วยแรงคน	4-242
4-69	เครื่องอัดไฮดรอลิก	4-243
4-70	เครื่องบดร่อน	4-244
4-71	เครื่องผสม	4-245
5-1	ลักษณะโดยทั่วไปของโรงงาน	5-2
5-2	ลักษณะโดยทั่วไปของโรงงาน	5-3
5-3	การดำเนินงาน โรงงาน	5-3
5-4	การผลิตในโรงงาน	5-4
5-5	ผลิตภัณฑ์ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ วิวา บอร์ด	5-10
5-6	ผลิตภัณฑ์ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ สมาร์ทบอร์ด ตราช้าง	5-14
5-7	กระบวนการผลิตแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติ (ชนิดอัดแรง)	5-17
5-8	การผสมแห้ง	5-19
5-9	การผสมเหลว	5-20
5-10	การประกอบแบบและการเท	5-21
5-11	การแกะแบบ	5-22
5-12	การบ่มแผ่น	5-23
5-13	การผึ่งแห้ง	5-24
5-14	ตัวอย่างการทดสอบและเครื่องมือทดสอบ	5-25
5-15	การกระบวนการผลิตแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติ (ชนิดไม่อัดแรง)	5-28
5-16	การผสมแห้ง	5-30
5-17	การผสมเหลว	5-31
5-18	การขึ้นรูปแผ่นผนัง	5-32
5-19	การแกะแบบ	5-33

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5-20 การบ่ม	5-34
5-21 การผึ่งแห้ง	5-35
5-22 ตัวอย่างการทดสอบและเครื่องมือทดสอบ	5-36
5-23 ผลิตกัณฑ์กระเบื้องมุงหลังคาทางว่าว	5-38
5-24 กระบวนการผลิตกระเบื้องหลังคา	5-39
5-25 การผสมแห้ง	5-41
5-26 กระบวนการผสมเหลว	5-42
5-27 ขึ้นรูปหลังคา	5-43
5-28 การแกะแบบ	5-44
5-29 การบ่มกระเบื้องหลังคา	5-45
5-30 การผึ่งให้แห้ง	5-46
5-31 ตัวอย่างการทดสอบและเครื่องมือทดสอบ	5-47
5-32 ผลิตกัณฑ์อิฐประสาน	5-49
5-33 กระบวนการผลิตอิฐประสาน	5-51
5-34 การผสมแห้ง	5-53
5-35 กระบวนการผสมเหลว	5-54
5-36 การลงในแบบพิมพ์	5-55
5-37 การอัดขึ้นรูป	5-56
5-38 การบ่ม	5-57
5-39 การผึ่งให้แห้ง	5-58
6-1 การติดตั้งบล็อกประสาน	6-3
6-2 การติดตั้งผนังไม้ไผ่แบบมัดเชือกหรือมัดตอก	6-6
6-3 การติดตั้งผนังไม้ไผ่แบบสาน	6-8
6-4 การใช้งานแผ่นไม้ไผ่สาน	6-10
6-5 ผนังแผงไม้ไผ่ผ่าครึ่งซีกเรียงตามแนวนอน	6-12
6-6 ผนังแผงไม้ไผ่ผ่าครึ่งซีกเรียงตามแนวตั้ง	6-14
6-7 พื้นฟากไม้ไผ่	6-16

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
6-8	พื้นไม้ไผ่ผ่าครึ่งซีก	6-18
6-9	รูปตัดขยายการยึดวัสดุฝ้าเพดานกับโครงเคร่าเพดานแบบระนาบ ขนานกับพื้น	6-20
6-10	รูปตัดขยายการยึดวัสดุฝ้าเพดานกับโครงเคร่าเพดานแบบเอียงตาม องศาหลังคา	2-21
6-11	ผนังเบาชั้นห้องบุผนังด้านเดียวโครงเคร่าไม้	6-24
6-12	ผนังเบาชั้นห้องบุผนังด้านเดียวโครงเคร่าเหล็ก	6-25
6-13	ผนังเบาชั้นห้องบุผนัง 2 ด้าน โครงเคร่าไม้	6-27
6-14	ผนังเบาชั้นห้องบุผนัง 2 ด้าน โครงเคร่าเหล็ก	6-28
6-15	ผนังปูกระเบื้องเซรามิกระบบปูบนปูนฉาบ	6-30
6-16	ผนังปูกระเบื้องเซรามิกระบบปูด้วยกาวยึดซีเมนต์โครงเคร่าไม้	6-32
6-17	ผนังปูกระเบื้องเซรามิกระบบปูด้วยกาวยึดซีเมนต์โครงเคร่าเหล็ก	6-33
6-18	แผ่นรองใต้หลังคาตั้งกะติ	6-35
6-19	หลังคามุงแผ่นเรียบรองพื้นด้วยสังกะสี	6-37
6-20	หลังคาแบบมุงซ้อนเก็ตรองพื้นด้วยสังกะสี	6-39
6-21	ขนาดกระเบื้องมุงหลังคาหางว่าว	6-41
6-22	กระเบื้องหางว่าวซ้อนทับแผ่นรองใต้หลังคา	6-42
6-23	ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบ้านตัวอย่าง	6-44
6-24	บ้านไม้ไผ่แบบที่ 1	6-46
6-25	บ้านไม้ไผ่แบบที่ 2	6-48
6-26	บ้านไม้ไผ่แบบที่ 3	6-50
6-27	บ้านไม้ไผ่แบบที่ 4	6-52
7-1	ห่วงโซ่อุปทานของวัสดุก่อสร้าง	7-2
7-2	การนำแผ่นใยซีเมนต์ไปใช้งาน	7-7
7-3	ตัวอย่างบ้านมุงกระเบื้องหางว่าว	7-8
7-4	ตัวอย่างบ้านมุงกระเบื้องร่องโบราณ	7-8
7-5	องค์ประกอบของการจัดการธุรกิจ	7-9

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
7-6 ตัวอย่างแท่นโซ่วลินค้ำที่ฝากขายตามร้านค้าวัสดุก่อสร้าง	7-11
7-7 การหมุนเวียนของรายได้ของผลิตภัณฑ์ผนังใยซีเมนต์	7-12
7-8 การหมุนเวียนของรายได้ของกระเบื้องมุงหลังคาใยซีเมนต์	7-13
7-9 ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน	7-17
7-10 โรงงานที่จัดตั้งในหมู่บ้านขุนคางหลวง	7-22
7-11 ความสนใจเข้าร่วมทำประชาคมของชาวบ้านขุนคางหลวง	7-23
7-12 การจัดนิทรรศการของงานวัสดุทางเลือกที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน	7-25
8-1 ก่อนการก่อสร้าง	8-1
8-2 กระบวนการก่อสร้าง	8-2
8-3 แบบบ้านตัวอย่าง	8-3
8-4 เสาและโครงหลังคา	8-4
8-5 งานพื้น	8-4
8-6 แผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์	8-5
8-7 งานมุงหลังคา	8-5
8-8 สภาพที่อยู่อาศัยก่อนเริ่มทำการซ่อมแซม	8-11
8-9 สภาพโครงสร้างก่อนซ่อม	8-12
8-10 สภาพโครงสร้างพื้นบ้าน	8-12
8-11 สภาพเปลือกอาคาร	8-13
8-12 ผนังโครงหลังคาบ้าน	8-22
8-13 ก่อนติดตั้งแผ่นกระเบื้องหางว่าวไฟเบอร์ซีเมนต์	8-23
8-14 ระยะห่างของระแนงหลังคา	8-25
8-15 การเตรียมแผ่นกระเบื้องหางว่าวซีเมนต์ไฟเบอร์ไว้บนหลังคา	8-26
8-16 การมุงหลังคาของแผ่นกระเบื้องหางว่าวซีเมนต์ไฟเบอร์	8-26
8-17 หลังจากการมุงแผ่นกระเบื้องหางว่าวซีเมนต์ไฟเบอร์แล้วเสร็จ	8-27
8-18 การเก็บรายละเอียดปลีกย่อยตามแนวต่อต่างๆ ของงานมุงหลังคา	8-28
8-19 หลังจากการติดตั้งทั้งหมดเสร็จสมบูรณ์	8-28
8-20 ก่อนติดตั้งแผ่นกระเบื้องหางว่าวซีเมนต์ไฟเบอร์	8-29

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
8-21	หลังติดตั้งแผ่นกระเบื้องหางว่าวซีเมนต์ไฟเบอร์	8-30
8-22	กลุ่มฝีกอบรมอาชีพในชุมชน	8-31
8-23	สถานที่ทำการก่อสร้างอาคาร	8-33
8-24	เส้นทางในการเดินทางเข้าสู่พื้นที่	8-34
8-25	สภาพของเส้นทางที่ใช้ในการเดินทางเข้าสู่พื้นที่	8-34
8-26	ลักษณะทางกายภาพของหมู่บ้านและบริเวณใกล้เคียง	8-35
8-27	แบบในการก่อสร้างอาคารศูนย์ฝีกอาชีพ	8-36
8-28	การมีส่วนร่วมของชุมชนในการก่อสร้างอาคาร	8-37
8-29	การเตรียมสถานที่และอุปกรณ์ในการผลิตวัสดุก่อสร้างทางเลือก	8-42
8-30	การฝีกอบรมการผลิตกระเบื้องให้กับนักศึกษาอาสาสมัคร	8-43
8-31	เจ้าหน้าที่ทำการสาธิตการผลิตกระเบื้องหางว่าว	8-44
8-32	นักเรียนร่วมฝีกปฏิบัติผลิตกระเบื้องหางว่าว	8-44

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1-1	การเปรียบเทียบราคาวัสดุก่อสร้างและรายได้ต่อครัวเรือนแต่ละจังหวัด ปี 2550	1-5
4-1	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงดัดของสูตรที่ 1 โดยวิธีไม่อัดแรง ที่ระยะเวลาบ่มต่างๆ	4-38
4-2	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงดัดของสูตรที่ 2 โดยวิธีไม่อัดแรง ที่ระยะเวลาบ่มต่างๆ	4-40
4-3	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงดัดของสูตรที่ 3 โดยวิธีไม่อัดแรง ที่ระยะเวลาบ่มต่างๆ	4-42
4-4	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงดัดของสูตรที่ 4 โดยวิธีไม่อัดแรง ที่ระยะเวลาบ่มต่างๆ	4-44
4-5	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงดัดของสูตรที่ 1 โดยวิธีอัดแรง ที่ระยะเวลาบ่มต่างๆ	4-46
4-6	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงดัดของสูตรที่ 2 โดยวิธีอัดแรง ที่ระยะเวลาบ่มต่างๆ	4-48
4-7	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงดัดของสูตรที่ 3 โดยวิธีอัดแรง ที่ระยะเวลาบ่มต่างๆ	4-50
4-8	ความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงดัดกับปริมาณน้ำในขณะต่าง ๆ	4-52
4-9	การเปรียบเทียบระหว่างกำลังรับแรงดัดของแต่ละอัตราส่วน โดยวิธีไม่อัดแรง	4-53
4-10	การเปรียบเทียบระหว่างกำลังรับแรงดัดของแต่ละอัตราส่วน โดยวิธีอัดแรง	4-54
4-11	การเปรียบเทียบระหว่างกำลังรับแรงดัดกับสูตรที่ดีที่สุด	4-55
4-12	แนวโน้ม	4-56
4-13	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงดัดของแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์เสริมด้วย ลวดตาข่ายผสมเส้นใยพืช	4-81

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
4-14 การเปรียบเทียบระหว่างกำลังรับแรงดัดของแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์ ที่เสริมด้วยโครงสร้างต่างๆ ที่อายุการบ่ม 3, 7, 14 และ 28 วัน	4-82
4-15 การเปรียบเทียบระหว่างกำลังรับแรงดัดของแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์ ที่เสริมด้วยลวดตาข่ายผสมเส้นใยพืช	4-83
4-16 การเปรียบเทียบระหว่างกำลังรับแรงดัดของแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์ ที่หล่อในที่โดยไม่ใช้แบบเปรียบเทียบกับการหล่อเฟอร์โรซีเมนต์ในแบบ	4-84
4-17 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและอัตราส่วนผสมหัวเชื้อ EM	4-106
4-18 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและอัตราส่วนผสม EM ขยาย	4-107
4-19 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของแต่ละส่วนผสม ที่อายุ 7 วัน	4-107
4-20 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละส่วนผสม ที่อายุ 7 วัน	4-108
4-21 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของแต่ละส่วนผสม ที่อายุ 14 วัน	4-108
4-22 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละส่วนผสม ที่อายุ 14 วัน	4-109
4-23 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของแต่ละส่วนผสม ที่อายุ 28 วัน	4-109
4-24 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละส่วนผสม ที่อายุ 28 วัน	4-110
4-25 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละส่วนผสม EM กับอายุตัวอย่าง	4-110
4-26 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละส่วนผสม EM ขยาย กับอายุตัวอย่าง	4-111
4-27 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตส่วนผสมต่างๆ ที่อายุ 1 วัน	4-114
4-28 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดกับหุคควบคุม ที่อายุ 1 วัน	4-114
4-29 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตส่วนผสมต่างๆ ที่อายุ 3 วัน	4-115
4-30 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดกับหุคควบคุม ที่อายุ 3 วัน	4-115
4-31 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตส่วนผสมต่างๆ ที่อายุ 7 วัน	4-116
4-32 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดกับหุคควบคุม ที่อายุ 7 วัน	4-116

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
4-33 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตส่วนผสมต่างๆ ที่อายุ 14 วัน	4-117
4-34 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดกับชุดควบคุม ที่อายุ 14 วัน	4-117
4-35 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตส่วนผสมต่างๆ ที่อายุ 28 วัน	4-118
4-36 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดกับชุดควบคุม ที่อายุ 28 วัน	4-118
4-37 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างแต่ละชุดกับอายุของคอนกรีต	4-119
4-38 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างแต่ละชุดกับอายุของคอนกรีต	4-119
4-39 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเปรียบเทียบระหว่างคอนกรีตทั่วไปและคอนกรีตผสมEM ขยาย 5%	4-123
5-1 แนวโน้มค่าแรงงานการผลิตแผ่นผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ (ขนาดแผ่น 120x60 ซม.)	5-6
5-2 แนวโน้มค่าแรงงานในการผลิตแผ่นกระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์	5-8

สารบัญแผนที่

แผนที่		หน้า
1-1	ภาพรวมของดัชนีราคาก่อสร้าง 8 จังหวัดเปรียบเทียบกับกรุงเทพมหานคร ปี 2550	1-6