
เทคโนโลยีวัสดุอาคาร เพื่อความยั่งยืน

Technology of Sustainable Building Materials



โดย รศ. ดร.ลาภยศ ประสิทธิ์ไศภิน

เทคโนโลยีวัสดุอาคารเพื่อความยั่งยืน (Technology of Sustainable Building Materials)

ผู้เขียน	รศ. ดร.ลาภยศ ประสทธิไศโกณ
บรรณาธิการบริหาร	จุฑาทิพย์ สุกาญจนาศเรษฐ
กองบรรณาธิการ	รัชฌาธร หล่อพิเชียร, จิตสริรา กระบวนแสง, ชนิธิยา จันท์เกษมสุข, ชุติมา สัมพันธ์
ศิลปกรรม	พลิษฐ์สัทคุณ จุลละมณฑล, กิตติพัฒน์ สุขศรี
รูปภาพประกอบ	รศ. ดร.ลาภยศ ประสทธิไศโกณ, นະໂມ

หนังสือเล่มนี้สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ.2558
Copyright © 2022 ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้เพื่อผลิตใหม่ ห้ามทำซ้ำ
ห้ามละเมิดลิขสิทธิ์ด้วยการส่งเนื้อหาสาระสำคัญ ทั้งทางอิเล็กทรอนิกส์หรือรูปแบบต่างๆ รวมถึง
การถ่ายเอกสาร การทำสำเนา การเก็บข้อมูลทุกรูปแบบ โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์
ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

ลาภยศ ประสทธิไศโกณ.

เทคโนโลยีวัสดุอาคารเพื่อความยั่งยืน = Technology of sustainable building materials.-- นนทบุรี : สยามจุลละมณฑล , 2568.

334 หน้า.

1. การก่อสร้างแบบยั่งยืน. 1. ชื่อเรื่อง.

720.47

ISBN 978-616-94893-3-7

พิมพ์ครั้งที่ 1 กันยายน 2568

จัดพิมพ์โดย

บริษัท สยามจุลละมณฑล จำกัด

เลขที่ 98/28 ถนนเกตอ้าพัฒนา ตำบลบางคูรัด อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110

โทร.06-3451-9359, 06-1519-3641, 09-2425-5229

www.siamclmt.com • Email: siamclmtcenter@siamclmt.com

ราคา 350 บาท

คำนำสำนักพิมพ์

ปัจจุบันนวัตกรรมและเทคโนโลยีล้วนได้รับการพัฒนาในหลากหลายด้าน รวมถึงนวัตกรรมด้านวัสดุก่อสร้างก็มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการเลือกใช้วัสดุที่หลากหลายนี้ อย่างเหมาะสม ย่อมมีผลอย่างมากต่อการก่อสร้างอาคาร บ้านเรือน และสิ่งปลูกสร้าง

หนังสือ “เทคโนโลยีวัสดุอาคารเพื่อความยั่งยืน” (Technology of Sustainable Building Materials) โดย รองศาสตราจารย์ ดร.ลาภยศ ประสิทธิ์โสภิน เป็นหนังสือที่จะนำเสนอวัสดุก่อสร้างที่หลากหลาย พร้อมทั้งมีคำอธิบายที่ละเอียดและชัดเจน ถือเป็นหนังสือสำคัญสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาการประยุกต์ใช้วัสดุอาคาร เพื่อความยั่งยืน และเป็นแหล่งอ้างอิงที่เหมาะสมแก่การเรียนรู้ได้อย่างครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นองค์ความรู้ คำแนะนำ และตัวอย่างประกอบ ตลอดจนกระบวนการนำเสนอเนื้อหาที่สมบูรณ์

สำนักพิมพ์จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ท่านผู้อ่านจะได้รับความรู้จากหนังสือเล่มนี้ และนำไปประยุกต์ใช้ต่อการเลือกใช้วัสดุในการออกแบบและก่อสร้างอาคารประเภทต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

สำนักพิมพ์จุลละมณฑล

คำนำผู้เขียน

หนังสือ “เทคโนโลยีวัสดุอาคารเพื่อความยั่งยืน” (Technology of Sustainable Building Materials) เล่มนี้ ทางผู้จัดทำมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อต้องการให้นักเรียน นิสิต นักศึกษา และบุคคลทั่วไป ใช้ศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับวัสดุอาคารเพื่อตอบโจทย์ความยั่งยืน ช่วยลดพลังงานที่เกิดขึ้นจากความร้อนภายนอกอาคารและการใช้เครื่องปรับอากาศ ด้วยการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งในของวัสดุเทคโนโลยีอาคารเชิงสถาปัตยกรรมของอาคาร บ้านเรือน และสิ่งปลูกสร้าง

หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหา 8 บท กล่าวถึงการเลือกใช้และใช้งานวัสดุประเภทต่าง ๆ ในอาคารเริ่มตั้งแต่หลังคา ซึ่งเป็นส่วนสูงสุดของอาคาร ตามมาด้วยกรอบอาคาร เช่น หลังคาและอิฐ วัสดุโครงสร้างประเภทซีเมนต์และคอนกรีต ใช้สำหรับงานเสา คาน และฐานราก ผนวกกันความร้อน ไม้อัดและกระจก อธิบายถึงสาระสำคัญหลักการพื้นฐานของการใช้งาน การเลือกใช้วัสดุประเภทต่าง ๆ ให้ตอบโจทย์การลดใช้พลังงานในอาคารให้เหมาะสมกับสถานะอากาศในบริบทของประเทศเขตร้อนดังเช่นประเทศไทย อีกทั้งยังสอดคล้องกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านในการเรียนรู้ มีเป้าหมายสร้างความเข้าใจและสามารถประยุกต์การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบและก่อสร้างอาคาร เพิ่มแรงกระตุ้นให้เกิดความริเริ่มและการเลือกใช้วัสดุ เพื่อวัตถุประสงค์ด้านการประหยัดพลังงาน ลดของเสีย ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมสูงสุด เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนสำหรับอาคารประเภทต่าง ๆ นอกเหนือจากวัสดุอาคารและสถาปัตยกรรม พื้นฐานใช้งานกันอย่างแพร่หลายในประเทศ เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้ยังครอบคลุมนวัตกรรม การก่อสร้างในงานสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ซึ่งใช้แพร่หลาย ทั้งยังวิจัยและพัฒนาในปัจจุบัน

รศ. ดร.ลาภยศ ประสิทธิ์ไศภิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทที่ 1	วัสดุผนังหลังคา	18
	1. กระเบื้องดินเผาผนังหลังคา	19
	2. วัสดุผนังตามธรรมชาติ	20
	3. สังกะสี	21
	4. แผ่นเหล็กเมทัลชีตหรือหลังคาโลหะเคลือบ	22
	5. กระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์	23
	6. กระเบื้องโปร่งแสง	24
	7. กระเบื้องคอนกรีต	24
	8. กระเบื้องเซรามิก	26
	9. หลังคาพอลิคาร์บอเนต	27
	10. หลังคายุคใหม่ที่ช่วยประหยัดพลังงาน	28
	เอกสารอ้างอิง	46
บทที่ 2	วัสดุกรอบอาคาร	48
	1. วัสดุกรอบอาคารชนิดผนังทึบ	50
	2. วัสดุกรอบอาคารชนิดกระจก	56
	3. การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร	66
	4. รายละเอียดชนิดอุปกรณ์กรอบอาคารตามโปรแกรม Building energy code (BEC)	74
	เอกสารอ้างอิง	76
บทที่ 3	อิฐและคอนกรีตบล็อก	78
	1. ประเภทของอิฐ	81
	2. ค่าการนำความร้อนของอิฐ	95
	3. การเลือกใช้ประเภทของอิฐ	98
	เอกสารอ้างอิง	104

บทที่ 4 ซีเมนต์และคอนกรีต	106
1. องค์ประกอบของคอนกรีต	107
2. ซีเมนต์บอร์ต	114
3. แผ่นสมาร์ทบอร์ตกับแผ่นซีเมนต์บอร์ต	119
4. เปรียบเทียบสมบัติในด้านต่าง ๆ ของผนังสมาร์ทบอร์ตกับผนังก่ออิฐ	120
เอกสารอ้างอิง	128
บทที่ 5 ไม้อัด	132
1. อุตสาหกรรมไม้	135
2. ไม้ประกอบทดแทนไม้จริง	138
3. แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ต	143
4. การทดสอบแผ่นไม้อัดด้านพลังงานและทฤษฎี	158
5. ทฤษฎีความร้อนและการถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร	161
6. การทดสอบสมบัติของแผ่นไม้อัดทางกายภาพและทางกล	163
7. การทดสอบความต้านทานแรงดึงตึงฉากกับผิวหน้า	170
เอกสารอ้างอิง	175
บทที่ 6 ฉนวนกันความร้อน	178
1. ฉนวนกันความร้อน	180
2. การติดตั้งฉนวนกันความร้อน	192
3. ปัญหาการใช้ฉนวนในอาคาร	197
4. ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ฉนวนและมวลสาร เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน	199
เอกสารอ้างอิง	208

บทที่ 7 กระจก	210
1. ประเภทของกระจก	212
2. การเลือกใช้กระจก	228
3. คำศัพท์และคำนิยามสมบัติของกระจก	232
4. สมบัติ ข้อดีและข้อเสียของกระจกต่าง ๆ	237
เอกสารอ้างอิง	264
บทที่ 8 การเลือกใช้วัสดุก่อสร้างให้เหมาะสมช่วยประหยัดพลังงาน	266
1. บทบาทของวัสดุก่อสร้างกับการประหยัดพลังงาน	269
2. การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร	291
3. ระบบของวัสดุกรอบอาคาร	306
4. การเลือกวัสดุก่อสร้างอาคารสีเขียว	308
เอกสารอ้างอิง	311
บรรณานุกรม	313
ดัชนี	330
ประวัติผู้เขียน	333

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1	กระเบื้องดินเผาผนังหลังคา.....	20
ภาพที่ 1.2	แป้นเกล็ดไม้สัก.....	21
ภาพที่ 1.3	หลังคาสังกะสี.....	21
ภาพที่ 1.4	หลังคาเหล็กเมทัลชีต.....	22
ภาพที่ 1.5	หลังคากระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์.....	23
ภาพที่ 1.6	หลังคากระเบื้องโปร่งแสง.....	25
ภาพที่ 1.7	หลังคากระเบื้องคอนกรีต.....	25
ภาพที่ 1.8	หลังคากระเบื้องเซรามิก.....	26
ภาพที่ 1.9	หลังคาพอลิคาร์บอเนต แบบยื่นจากอาคาร.....	27
ภาพที่ 1.10	ฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา.....	29
ภาพที่ 1.11	กระเบื้องคอนกรีตปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์.....	30
ภาพที่ 1.12	หลังคาที่ติดตั้งกระเบื้องคอนกรีตปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์.....	31
ภาพที่ 1.13	การติดตั้งแผ่นกระเบื้องปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อน แบบโซลาร์บนดาดฟ้า.....	32
ภาพที่ 1.14	การติดตั้งแผ่นกระเบื้องปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อน แบบโซลาร์บนพื้นดาดฟ้า.....	33
ภาพที่ 1.15	หลังคาลดความร้อน.....	33
ภาพที่ 1.16	ชิ้นส่วนของหลังคาลดความร้อน.....	35
ภาพที่ 1.17	การออกแบบหลังคาลดความร้อนสำหรับงานภายนอกอาคาร.....	36
ภาพที่ 1.18	การติดตั้งหลังคาแอสฟัลต์ซิงเกิลส์.....	37
ภาพที่ 1.19	หลังคาแอสฟัลต์ซิงเกิลส์.....	38
ภาพที่ 1.20	ผลงานการออกแบบของบริษัท CS Telhas จากประเทศโปรตุเกส.....	39
ภาพที่ 1.21	การติดตั้งกระเบื้องหลังคาโซลาร์เซลล์.....	39
ภาพที่ 1.22	การประกอบและติดตั้งโซลาร์เซลล์ในกระเบื้องหลังคา.....	40
ภาพที่ 1.23	หลังคาบ้านพักอาศัยที่ใช้กระเบื้องหลังคาพลังงานแสงอาทิตย์.....	41

ภาพที่ 1.24	การมองเห็นของกระเบื้องหลังคาพลังงานแสงอาทิตย์.....	41
ภาพที่ 1.25	หลังคากระเบื้องพลังงานแสงอาทิตย์.....	42
ภาพที่ 1.26	การใช้งานแบตเตอรี่พาวเวอร์วอลล์ 2.0 (powerwall 2.0) ภายในบ้าน.....	44
ภาพที่ 1.27	การจำลองหลังคาแบบปรับแสงได้.....	44
ภาพที่ 1.28	การออกแบบหลังคาปรับแสงได้เพื่อการป้องกันแสงแดดและฝน.....	45
ภาพที่ 1.29	อาคารภายนอกที่ใช้หลังคาปรับแสงได้.....	45
ภาพที่ 2.1	วัสดุก่อสร้างทั่วไปสำหรับผนังทึบ.....	54
ภาพที่ 2.2	แนวทางการออกแบบผนังทึบเพื่อการประหยัดพลังงาน.....	56
ภาพที่ 2.3	ประเภทของกระจกในกรอบอาคาร.....	58
ภาพที่ 2.4	กระจกใส.....	59
ภาพที่ 2.5	กระจกสี.....	62
ภาพที่ 2.6	กระจกดัดแปลง.....	67
ภาพที่ 2.7	พฤติกรรมของความร้อนจากรังสีอาทิตย์เมื่อสัมผัสผนังทึบ.....	68
ภาพที่ 2.8	ปฏิกิริยาของความร้อนจากรังสีอาทิตย์เมื่อสัมผัสผนังกระจก.....	57
ภาพที่ 2.9	วิธีคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศที่อยู่ภายในผนังอาคาร.....	70
ภาพที่ 2.10	ข้อมูลวัสดุผนังทึบในอาคารในโปรแกรม Building energy code.....	74
ภาพที่ 2.11	ข้อมูลวัสดุกระจกอาคารในโปรแกรม Building energy code.....	75
ภาพที่ 3.1	การป้อนข้อมูลการผลิตอิฐมอย.....	83
ภาพที่ 3.2	การตากดินไล่ความชื้น.....	83
ภาพที่ 3.3	การเผาอิฐมอย.....	84
ภาพที่ 3.4	อิฐขาวแบบปกติ.....	85
ภาพที่ 3.5	กระบวนการผลิตอิฐขาว.....	85
ภาพที่ 3.6	อิฐโปรง.....	86
ภาพที่ 3.7	อิฐประดับ.....	87
ภาพที่ 3.8	อิฐทนไฟ.....	88
ภาพที่ 3.9	กระบวนการผลิตอิฐโดยใช้การอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง.....	92
ภาพที่ 3.10	อาคารอิฐดินดิบ.....	95

ภาพที่ 3.11 การนำความร้อนและวิธีการทดสอบอิฐ.....	96
ภาพที่ 3.12 กรอบอาคารอิฐเพื่อใช้ในการเป็นฉนวนกันความร้อนในสถาปัตยกรรม.....	96
ภาพที่ 3.13 อาคารเอเยเอ ราชดำริ.....	97
ภาพที่ 3.14 อิฐแดงตัน.....	98
ภาพที่ 3.15 อิฐแดงรู.....	98
ภาพที่ 3.16 อิฐเซรามิก.....	99
ภาพที่ 3.17 ผนังก่ออิฐมอญ 2 ชั้น เว้นช่องว่างตรงกลางฉาบปูนแบบเพปูน และใส่ฉนวนระหว่างอิฐมอญ 2 ชั้น.....	101
ภาพที่ 3.18 ผนังคอนกรีตบล็อก ทำเป็นผนังประกอบกับผนังมวลสารน้อย (ยิบซัมบอร์ด ไม้อัด ไฟเบอร์บอร์ด) ทั้งแบบที่มีการใส่ฉนวนไว้ภายใน กับแบบไม่มีฉนวน.....	101
ภาพที่ 3.19 การใช้คอนกรีตมวลเบาเฉพาะห้องที่ปรับอากาศและใช้วัสดุผนังทั่วไป กับบริเวณที่ไม่ปรับอากาศ โดยใช้การระบายอากาศด้วยลมธรรมชาติ.....	102
ภาพที่ 4.1 วัตถุดิบหลักของคอนกรีต.....	108
ภาพที่ 4.2 ภาพถ่ายขยายของคอนกรีตคุณภาพดี.....	109
ภาพที่ 4.3 โครงสร้างคอนกรีตที่มีรูพรุน.....	109
ภาพที่ 4.4 คอนกรีตไหลเข้าแบบและอัดแน่นได้เอง.....	113
ภาพที่ 4.5 การติดตั้งผนังสำเร็จรูปด้วยคอนกรีตไหลเข้าแบบและอัดแน่นได้เอง.....	113
ภาพที่ 4.6 การติดตั้งผนังด้วยวัสดุซีเมนต์บอร์ด.....	114
ภาพที่ 4.7 ซีเมนต์บอร์ดงานฝ้า.....	115
ภาพที่ 4.8 ซีเมนต์บอร์ดงานผนังและงานพื้น.....	116
ภาพที่ 4.9 ซีเมนต์บอร์ดประเภทต่าง ๆ.....	117
ภาพที่ 4.10 เตาเผาผนังทนไฟ.....	118
ภาพที่ 4.11 ซีเมนต์บอร์ดระบายอากาศ.....	118
ภาพที่ 4.12 การรองรับการเจาะยึดแขวนของผนังเบาสมาร์ทบอร์ดพุกพลาสติกกั๊สเพื่อ ยึดแขวนของบนสมาร์ทบอร์ด.....	121
ภาพที่ 4.13 (ซ้าย) อิฐมอญ และ (ขวา) แผ่นผนังตราช้างสมาร์ทบอร์ด.....	122
ภาพที่ 4.14 การติดตั้งพุกพลาสติกกั๊สเพื่อยึดแขวนของบนสมาร์ทบอร์ด.....	122

ภาพที่ 4.15	ค่าการกันเสียงของผนังสมาร์ทบอร์ดและผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น.....	123
ภาพที่ 4.16	ค่าการกันความร้อนของผนังสมาร์ทบอร์ด และผนังก่ออิฐ (ค่า R ยิ่งมาก การกันความร้อนยิ่งดี).....	124
ภาพที่ 4.17	การก่อผนัง 2 ชั้นเว้นช่องว่างกลางอากาศตรงกลาง ป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวบ้าน.....	125
ภาพที่ 4.18	การติดตั้งสมาร์ทบอร์ดคู่กับฉนวนกันความร้อนหรือการทำผนังก่ออิฐ 2 ชั้น.....	125
ภาพที่ 4.19	ระบบผนังทนไฟ 1 ชั่วโมง (ทนไฟได้นานถึง 105 นาที) ของระบบผนังโครงเบาที่ใช้ร่วมกับฉนวนกันความร้อน ซึ่งเทียบเท่ากับผนังก่ออิฐฉาบปูนแบบครึ่งแผ่น.....	127
ภาพที่ 4.20	ระบบผนังทนไฟ 2 ชั่วโมง (ทนไฟได้นาน 150 นาที) ของระบบผนังโครงเบาที่ใช้ร่วมกับฉนวนกันไฟร็อกวูล (rockwool) เทียบเท่ากับผนังก่ออิฐฉาบปูนแบบเต็มแผ่น.....	127
ภาพที่ 5.1	สถาปัตยกรรมที่ใช้แผ่นไม้อัดประกอบอาคาร.....	133
ภาพที่ 5.2	อุตสาหกรรมในการผลิตไม้.....	133
ภาพที่ 5.3	แผนผังแสดงปริมาณพลังงานที่ใช้ในการผลิตวัสดุก่อสร้างประเภทต่าง ๆ.....	134
ภาพที่ 5.4	ผังแนวทางการใช้ประโยชน์ไม้อย่างยั่งยืน.....	135
ภาพที่ 5.5	ไม้ฟ่อนยาวพาราก่อนแปรรูป.....	136
ภาพที่ 5.6	ไม้แปรรูป ไม้ยาวพารา และไม้สวนป่าอื่น ๆ.....	136
ภาพที่ 5.7	ไม้อัดสลับชั้นแบบปิดผิว.....	137
ภาพที่ 5.8	ไม้เอ็มดีเอฟ (MDF) แบบปิดผิว.....	137
ภาพที่ 5.9	ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด.....	138
ภาพที่ 5.10	เศษชิ้นไม้.....	138
ภาพที่ 5.11	เตาอบไม้ขนาดใหญ่.....	139
ภาพที่ 5.12	เครื่องร่อนคัดแยกขนาดไม้.....	139
ภาพที่ 5.13	การฟั่นกาวผสมชิ้นงาน.....	141
ภาพที่ 5.14	ตัวอย่างในการทำชิ้นงานทดสอบ.....	141
ภาพที่ 5.15	แท่นเครื่องอัดไฮดรอลิกแบบอัดร้อน.....	142
ภาพที่ 5.16	แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดแบบชั้นเดียว.....	146
ภาพที่ 5.17	แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดแบบ 3 ชั้น.....	147

ภาพที่ 5.18	แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดชนิดเคลือบหรือปิดผิว.....	147
ภาพที่ 5.19	ไม้อัดประเภทฉนวนกันความร้อน.....	150
ภาพที่ 5.20	ทฤษฎีการเกาะเกี่ยวซ้อนทับเชิงกล.....	151
ภาพที่ 5.21	ทฤษฎีเกี่ยวกับการแพร่.....	151
ภาพที่ 5.22	การทดสอบหยดน้ำทฤษฎีการดูดซับหรือการยึดติดจำเพาะ.....	152
ภาพที่ 5.23	ขั้นตอนการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด.....	157
ภาพที่ 5.24	สมบัติในการดูดซับเสียงของวัสดุต่าง ๆ.....	159
ภาพที่ 5.25	การรับรู้ระดับเดซิเบลต่าง ๆ ของมนุษย์.....	160
ภาพที่ 5.26	ลักษณะการตัดขึ้นทดสอบ.....	164
ภาพที่ 5.27	ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาวของขึ้นทดสอบ วิธีวัดความกว้างและความยาวของขึ้นทดสอบ.....	165
ภาพที่ 5.28	การอบขึ้นทดสอบในตู้อบและปรับสภาวะในเดซิเคเตอร์ปล่อยให้เย็น.....	166
ภาพที่ 5.29	การวางขึ้นทดสอบมอดูลัสแตกร้าวและมอดูลัสยืดหยุ่น.....	170
ภาพที่ 5.30	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว.....	170
ภาพที่ 5.31	การทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า.....	170
ภาพที่ 5.32	ตู้ทดสอบการดูดและคายความร้อน.....	172
ภาพที่ 5.33	การติดตั้งแผ่นทดสอบ.....	172
ภาพที่ 5.34	การทดสอบการนำความร้อน.....	172
ภาพที่ 5.35	เครื่องวัดเสียง (sound level meter).....	173
ภาพที่ 5.36	กล่องทดสอบเสียง.....	173
ภาพที่ 5.37	การทดสอบความสามารถในการป้องกันทางผ่านเสียง.....	173
ภาพที่ 6.1	การใช้ฉนวนกันความร้อนให้เกิดความสวยงามในงานสถาปัตยกรรม.....	179
ภาพที่ 6.2	ภาพขยายโครงสร้างของฉนวนใยแก้ว.....	182
ภาพที่ 6.3	การใช้งานของฉนวนโฟมพอลิสไตรีน.....	183
ภาพที่ 6.4	โครงสร้างของโฟมพอลิสไตรีน.....	183
ภาพที่ 6.5	ลักษณะฉนวนแคลเซียมซิลิเกตแบบแผ่นอัด.....	184
ภาพที่ 6.6	การใช้ฟอยล์หุ้มฉนวนใต้หลังคา.....	185

ภาพที่ 6.7	การเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อน (thermal resistance) ของวัสดุต่าง ๆ ที่ความหนา 1 นิ้ว.....	185
ภาพที่ 6.8	ค่าความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคารเปรียบเทียบระหว่างผนังก่ออิฐที่หนา 4 นิ้ว และภายหลังจากเพิ่มฉนวนโพลีเอสเตอร์ที่มีความหนาแตกต่างกัน ตั้งแต่ 1 - 5 นิ้ว.....	192
ภาพที่ 6.9	(ซ้าย) การติดตั้งฉนวนโพลีเอสเตอร์ แบบพ่นบนผิวด้านบนของหลังคาที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ เพื่อลดปริมาณความร้อนที่จะผ่านเข้าสู่ภายในอาคารทางหลังคา (ขวา) ตัวอย่างการติดตั้งฉนวนใยแก้วแบบคลุมห่ม โดยไม่มีพอยล์บนโครงเพดานอะลูมิเนียม ซึ่งบริเวณรอยต่อของฉนวนหรือโครงอะลูมิเนียม อาจเกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านเข้าสู่อาคารได้.....	193
ภาพที่ 6.10	วิธีการติดตั้งฉนวนใยแก้วชนิดไม่มีพอยล์บริเวณผนังภายนอกอาคาร เพื่อลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านผนังเข้ามาภายในอาคาร.....	194
ภาพที่ 6.11	การติดตั้งผนังกันความร้อนโพลีเอสเตอร์แบบโพนิด.....	194
ภาพที่ 6.12	การใช้วัสดุจำพวกพลาสติกหรือยางปูพื้นของอาคาร เพื่อป้องกันความชื้นจากพื้นดินไม่ให้เข้ามาภายในอาคารและป้องกันการสูญเสียความเย็นออกไปทางพื้นอาคาร.....	195
ภาพที่ 6.13	ลักษณะของฉนวนที่ขอบประตู ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุประเภทยางโฟมหรือพลาสติกที่มีความยืดหยุ่น เพื่อช่วยลดการรั่วไหลของอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในอาคาร.....	195
ภาพที่ 6.14	ลักษณะการติดตั้งฉนวนชนิดยืดหยุ่นกับเครื่องปรับอากาศ โดยติดตั้งให้ครอบคลุมทุกส่วน และปิดรอยต่อด้วยวัสดุที่เป็นฉนวน.....	196
ภาพที่ 6.15	ปัจจัยที่ทำให้ฉนวนกันความร้อนเสื่อมสภาพ.....	197
ภาพที่ 6.16	ฉนวนเพดานที่เสื่อมสภาพ สาเหตุจากการควบแน่นเป็นหยดน้ำภายในฉนวน ทำให้สูญเสียสมบัติการต้านทานความร้อนของฉนวน.....	198
ภาพที่ 6.17	ภาพตัดขวางแสดงวัสดุในชั้นต่าง ๆ ของหลังคาอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ.....	200
ภาพที่ 6.18	ปริมาณความร้อนที่ผ่านผิวหลังคาเข้ามาภายในอาคาร.....	201
ภาพที่ 6.19	อิทธิพลของมวลสารที่ทำให้เกิดการหน่วงความร้อน (time lag) และค่าการลดลงของกำลังการผลิตไฟฟ้า ในอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ.....	202
ภาพที่ 6.20	ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารที่ลดลง จากอิทธิพลของการใช้มวลสารและฉนวนอย่างเหมาะสม.....	203

ภาพที่ 6.21	การเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศที่สะท้อนรังสีระหว่างทิศทางของความร้อนไหลลงกับความร้อนไหลขึ้น (คำนวณจากอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยอยู่ที่ 32 องศาเซลเซียส และค่าการสะท้อนรังสีของช่องว่างอากาศมีค่าเท่ากับ 0.05 วัตต์ต่อตารางเมตร).....	204
ภาพที่ 6.22	การเปรียบเทียบภาระการทำความเย็น (cooling load) ระหว่างหลังคาของอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ กับหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไปที่มีความหนา 6 นิ้ว.....	206
ภาพที่ 7.1	สถาปัตยกรรมของวัสดุประหยัดพลังงานประเภทกระจก.....	211
ภาพที่ 7.2	ประเภทของกระจก.....	212
ภาพที่ 7.3	กระจกธรรมดาหรือกระจกโฟลต (float glass).....	215
ภาพที่ 7.4	กระบวนการเทมเปอร์ิงของกระจก.....	216
ภาพที่ 7.5	อาคารโครงสร้างสถาปัตยกรรมที่ใช้กระจกนิรภัยเทมเปอร์.....	218
ภาพที่ 7.6	พฤติกรรมการแตกร้าวของกระจกฮีตสเตร็งเทนและกระจกนิรภัยเทมเปอร์.....	219
ภาพที่ 7.7	การแผ่รังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ.....	223
ภาพที่ 7.8	ค่าการส่งผ่านของแสงธรรมชาติ.....	229
ภาพที่ 7.9	ประสิทธิภาพของกระจกประหยัดพลังงานเบอร์ 5.....	231
ภาพที่ 7.10	การสะท้อนแสงของกระจกโลว์อี (low-e).....	232
ภาพที่ 7.11	กระจกลามิเนต 2 ชั้น.....	242
ภาพที่ 7.12	กระจกเทอร์โมโครมิก.....	256
ภาพที่ 7.13	กระจกโฟโตโครมิก.....	257
ภาพที่ 7.14	กระจกอุปกรณ์อุณหภูมิแวดล้อม.....	257
ภาพที่ 7.15	การใช้งานกระจกอุปกรณ์อุณหภูมิแวดล้อม.....	258
ภาพที่ 7.16	กระจกชั้นผลึกเหลว.....	259
ภาพที่ 7.17	การใช้งานกระจกผลึกเหลว.....	260
ภาพที่ 7.18	โครงสร้างของกระจกแบบอิเล็กทรอนิกส์โครมิก.....	260
ภาพที่ 7.19	กระจกอิเล็กทรอนิกส์โครมิกที่ยอมให้บางส่วนของแสงผ่านเข้ามาหรือสะท้อนออกไป.....	261
ภาพที่ 7.20	กระจกหน้าต่างอาคาร.....	262
ภาพที่ 7.21	ช่องแสงเพดาน.....	263

ภาพที่ 7.22	ห้องประชุม.....	263
ภาพที่ 7.23	ผนังกันห้องภายใน.....	263
ภาพที่ 7.24	กระจกหน้าร้านค้า.....	263
ภาพที่ 7.25	หน้าต่างแสดงสินค้า.....	263
ภาพที่ 8.1	ลักษณะต่าง ๆ ของกระจก.....	270
ภาพที่ 8.2	ตัวอย่างกระจกใส.....	271
ภาพที่ 8.3	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้กระจกใสในอาคารสำนักงาน.....	271
ภาพที่ 8.4	ตัวอย่างกระจกสี.....	272
ภาพที่ 8.5	สมบัติของกระจกตัดแสง.....	273
ภาพที่ 8.6	ตัวอย่างของกระจกสีตัดแสง.....	273
ภาพที่ 8.7	ตัวอย่างของกระจกเคลือบผิวสะท้อนแสง.....	274
ภาพที่ 8.8	กระจกกันความร้อนชนิดใช้อากาศแห้งเป็นฉนวนตรงกลาง.....	275
ภาพที่ 8.9	กระจกกันความร้อนชนิดใช้ก๊าซเป็นฉนวนตรงกลาง.....	276
ภาพที่ 8.10	ตัวอย่างการติดตั้งกันสาดบังแดด.....	278
ภาพที่ 8.11	คอนกรีตมวลเบา.....	279
ภาพที่ 8.12	การก่อคอนกรีตมวลเบา.....	280
ภาพที่ 8.13	ปัญหาแตกร้าวบ่อยครั้ง หากช่างไม่มีความชำนาญ.....	281
ภาพที่ 8.14	การใช้คอนกรีตมวลเบาเฉพาะห้องที่ปรับอากาศและใช้วัสดุผนังทั่วไป กับบริเวณที่ไม่ปรับอากาศ โดยระบายอากาศด้วยลมธรรมชาติ.....	282
ภาพที่ 8.15	คอนกรีตบล็อก.....	282
ภาพที่ 8.16	การก่อคอนกรีตบล็อก.....	284
ภาพที่ 8.17	ผนังคอนกรีตบล็อกทำเป็นผนังประกอบกับผนังมวลเบา (เช่น ยิปซัมบอร์ด ไม้อัด ไฟเบอร์บอร์ด) ทั้งแบบที่ใส่ฉนวนไว้ภายในและไม่มีฉนวน.....	285
ภาพที่ 8.18	อิฐมอญ.....	286
ภาพที่ 8.19	ผนังก่ออิฐมอญ 2 ชั้นฉาบปูนแบบติดชน และแบบเว้นช่องว่างอากาศตรงกลาง.....	288
ภาพที่ 8.20	ผนังก่ออิฐมอญ 2 ชั้นเว้นช่องว่างตรงกลาง (ควรมีขนาดมากกว่า 10 เซนติเมตร) (ซ้าย) ฉาบปูนด้วยการเทปูน (ขวา) ฉาบปูนด้วยการใส่ฉนวนระหว่างอิฐมอญ 2 ชั้น.....	289

ภาพที่ 8.21	ผนังก่ออิฐมวลเบา 2 ชั้น โดยเว้นช่องว่างตรงกลาง และมีที่ระบายอากาศภายในที่ผนังด้านนอก.....	290
ภาพที่ 8.22	ผนังก่ออิฐมวลเบาจากด้านในและใช้วัสดุประกอบประเภทมวลเบาไว้ด้านนอก.....	290
ภาพที่ 8.23	รูปแบบบ้านที่ลดการใช้พลังงาน ทั้งทำความเย็นในหน้าร้อน และเก็บความร้อนในหน้าหนาว.....	292
ภาพที่ 8.24	อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านที่ให้ความร้อน.....	293
ภาพที่ 8.25	ความร้อนที่เข้าสู่อาคาร.....	294
ภาพที่ 8.26	ระดับความเป็นฉนวนกับค่าความต้านทานความร้อน.....	305
ภาพที่ 8.27	วัสดุผนังที่เป็นมวลสาร ผนังโครงเคร่า และผนังประกอบตามลำดับ.....	307
ภาพที่ 8.28	วัสดุผนังหลังคาและฉนวนกันความร้อนบริเวณหลังคา.....	308
ภาพที่ 8.29	ศูนย์การประชุมแวนคูเวอร์ (Vancouver Convention Centre) รัฐบริติชโคลัมเบีย ประเทศแคนาดา	309
ภาพที่ 8.30	ปาร์กเวนเซอร์ - ตัวอย่างอาคารสีเขียวในประเทศไทย.....	309

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1	ชนิดของวัสดุกรอบอาคารชนิดผนังทึบที่ใช้ในอาคาร.....	51
ตารางที่ 2.2	ค่าสมบัติของวัสดุประกอบเปลือกอาคารบางชนิด.....	52
ตารางที่ 2.3	ค่าสมบัติของวัสดุฉนวนบางชนิด.....	53
ตารางที่ 2.4	สมบัติของกระจก.....	63
ตารางที่ 2.5	การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) ของอาคารแต่ละประเภท.....	69
ตารางที่ 2.6	ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคารและหลังคา.....	71
ตารางที่ 2.7	มาตรการป้องกันไม่ให้ความร้อนถ่ายเทผ่านกรอบอาคาร.....	72
ตารางที่ 2.8	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับผนังอาคาร.....	72
ตารางที่ 2.9	ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศที่อยู่ภายในผนังอาคาร.....	73
ตารางที่ 3.1	สมบัติของอิฐทนไฟแต่ละประเภท.....	90
ตารางที่ 3.2	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอิฐแต่ละประเภท.....	100
ตารางที่ 3.3	การเปรียบเทียบวัสดุที่ทันสมัยระหว่างอิฐบล็อกโฟมและคอนกรีตมวลเบา.....	100
ตารางที่ 3.4	สมบัติของอิฐมอญ.....	102
ตารางที่ 3.5	สมบัติของคอนกรีตบล็อก.....	103
ตารางที่ 3.6	สมบัติของคอนกรีตมวลเบา.....	103
ตารางที่ 5.1	ชนิดของความหนาแน่นของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด.....	145
ตารางที่ 6.1	สมบัติของฉนวนกันความร้อน.....	186
ตารางที่ 7.1	ค่าสมบัติของกระจก.....	232
ตารางที่ 7.2	ค่าสมบัติของกระจกและฟิล์มลดความร้อน.....	236
ตารางที่ 8.1	สมบัติของกระจกเขียวตัดแสง.....	277
ตารางที่ 8.2	สมบัติของคอนกรีตมวลเบา.....	280
ตารางที่ 8.3	สมบัติของคอนกรีตบล็อก.....	283
ตารางที่ 8.4	สมบัติของอิฐมอญ.....	287

บทที่
1



วัสดุอาคาร
ประหยัดพลังงาน

เรื่อง วัสดุमुखหลังคา

บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศเขตร้อนชื้น (tropical climate) จึงมีปริมาณความร้อนและปริมาณฝนมาก จำเป็นต้องให้ความสำคัญกับวัสดุอาคารประหยัดพลังงาน โดยเฉพาะหลังคาและวัสดุผนัง ซึ่งเป็นส่วนที่ได้รับแสงอาทิตย์ รังสีจากดวงอาทิตย์ และความร้อนโดยตรงมากที่สุด ดังนั้นควรป้องกันความร้อนไม่ให้เข้ามาภายในตัวอาคารมากเกินไป เพื่อลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ นำไปสู่การลดการใช้และค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน โดยปกติภาระการปรับอากาศที่เกิดจากความร้อนถ่ายเทจากภายนอกอาคารเข้าสู่ตัวอาคาร จะมีสัดส่วนสูงกว่าความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารเอง การประเมินสมรรถนะของหลังคาจะช่วยให้หาแนวทางป้องกันเพื่อไม่ให้ความร้อนเข้ามาภายในอาคาร

วัสดุผนังหลังคามีหน้าที่หลัก คือ ป้องกันแรงลม แสงอาทิตย์ รังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์และฝน รวมถึงควรป้องกันการติดไฟด้วย ทำให้เกิดความสวยงาม สร้างอัตลักษณ์ของอาคารให้สอดคล้องตามวัฒนธรรมท้องถิ่นและภูมิประเทศ ส่งผลหลักต่อการเลือกใช้วัสดุให้เกิดความยั่งยืนสูงสุด เมื่อแยกตามสมบัติจะจำแนกประเภทได้ดังนี้

1 กระเบื้องดินเผาผนังหลังคา

กระเบื้องดินเผาผนังหลังคาเป็นการใช้วัสดุธรรมชาติที่มีความหลากหลายในแต่ละพื้นที่เพื่อสร้างความเป็นไทย โดยส่วนใหญ่จะใช้ในอาคารที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจงเพื่อให้มีความสวยงามและความเป็นไทยที่ล้ำค่า โดยความสวยงามของกระเบื้องดินเผาผนังหลังคานี้มาจากการแต่งหลังคาด้วยแผ่นกระเบื้องแต่งสีที่มีลวดลายสวยงาม เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความทนทานต่ออากาศและความชื้น เหมาะสำหรับการใช้งานในท้องถิ่นที่มีฝนตกตลอดปี

อย่างไรก็ตาม กระเบื้องดินเผาผนังหลังคาไม่เหมาะสำหรับการใช้ในบ้านพักอาศัย เนื่องจากหลังคาลาดชันสูงกว่าปกติเพื่อให้ฝนไหลลงได้ง่าย ซึ่งจะทำให้ระแนงที่รับกระเบื้องต้องมีขนาดใหญ่และห่างกันมากเพื่อรองรับน้ำหนัก และทำให้ระแนงและตะแกรงอาจมีโอกาสรั่วซึมน้ำได้ง่าย การใช้กระเบื้องดินเผาผนังหลังคานี้จึงเหมาะสำหรับการใช้กับอาคารที่มีลักษณะเป็นโบสถ์หรืออาคารสถาปัตยกรรมที่มีลักษณะอนุรักษ์ตามแบบเดิม เพื่อเพิ่มอัตลักษณ์ความเป็นไทยและความสวยงาม



ภาพที่ 1.1 กระเบื้องดินเผาungหลังคา

2 วัสดุungตามธรรมชาติ

วัสดุungตามธรรมชาติ ได้แก่ แป้นเกล็ดไม้สัก ใช้กับอาคารทางภาคเหนือ มีลักษณะเป็นไม้แผ่นบาง มีขนาดใกล้เคียงกับกระเบื้องดินเผา โดยใช้กับระแนงขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว แต่ปัจจุบันไม่มีการผลิตขึ้นมาอีก เนื่องจากมีข้อเสียคือมีอายุการใช้งานที่จำกัด ร้าง่าย ไม่ทนไฟ และมีราคาแพง จึงคิดค้นกระเบื้องเลียนแบบที่มีลักษณะแป้นเกล็ดนี้ขึ้นมา ด้วยการทำสียเลียนแบบธรรมชาติ แต่วัสดุที่ใช้ เป็นวัสดุประเภทไฟเบอร์ซีเมนต์ ซึ่งมีลักษณะบางและน้ำหนักเบา ขึ้นรูปคล้ายแป้นเกล็ดได้จริง

วัสดุungตามธรรมชาติอื่น ๆ ที่ใช้กันในการสร้างบ้านและอาคารประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ไม้ตะเคียน ซึ่งเป็นไม้ธรรมชาติที่มีสมบัติทนต่อการเปียกน้ำและแสงอาทิตย์ ใช้กับฐานลอยเรือน ส่วนเขื่อนไม้ ใช้กับแนวตั้งที่แข็งแรงและทนทาน ไม้สัก ใช้กับตะแกรงบานเรือน และเชิงโครงต่าง ๆ อีกทั้งยังใช้งานร่วมกับวัสดุธรรมชาติประเภทอื่น ที่ใช้กับงานก่อสร้างต่าง ๆ ตามภูมิภาคและวัตถุประสงค์การใช้งานต่าง ๆ ของวัสดุungตามธรรมชาติของแต่ละชนิด เช่น ดิน หินปูสนาม หินอ่อน โดยจะมีสมบัติและความทนทานต่อสภาพอากาศ และการใช้งานที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุและการดูแลรักษาที่เหมาะสม



ภาพที่ 1.2 แผ่นเกล็ดไม้สัก

3 สังกะสี

สังกะสีเป็นวัสดุที่มีราคาถูกและน้ำหนักเบา มีลักษณะเป็นแผ่นหลายขนาดและจำหน่ายเป็นฟุต ราคาต่อฟุตขึ้นอยู่กับสีและคุณภาพของสังกะสี ปัจจุบันสังกะสีตราสามดาวเป็นตราเดียวที่ได้รับมาตรฐาน มอก. ด้วยน้ำหนักเบาช่วยประหยัดโครงสร้างและติดตั้งและรื้อถอนง่าย สำหรับการเลือกใช้สังกะสี จะช่วยให้ประหยัดโครงสร้างหลังคา แต่จะมีข้อเสีย คือ เป็นตัวนำความร้อนสูงมาก ทำให้กระจายความร้อนได้อย่างรวดเร็ว และเป็นสนิมง่ายทำให้เกิดรูรั่วและมีอายุการใช้งานจำกัด นอกจากนี้เนื่องจากสังกะสีมีน้ำหนักเบา หากไม่มีผ้าเปดาน หรือเมื่อมีลมพายุแรง หลังคาสังกะสีอาจจะปลิวหรือฉีกขาดได้ง่าย ก่อให้เกิดความเสียหายได้มาก และเกิดเสียงดังมากในช่วงที่ฝนตกหนัก

ปัจจุบันสังกะสีมักจะถูกเลือกใช้งานชั่วคราว เช่น อาคารบ้านพักอาศัยของคณงานก่อสร้าง แค้มป์คณงาน ล้อมรั้วรอบโครงการ เพิงศาลารับจ้าง เพิงศาลาขายของริมทาง ซึ่งเมื่อใช้เสร็จงานหนึ่งแล้ว อาจนำกลับมาใช้ใหม่ โดยเก็บไปใช้กับงานอื่น ๆ ได้



ภาพที่ 1.3 หลังคาสังกะสี

4 แผ่นเหล็กเมทัลชีตหรือหลังคาโลหะเคลือบ

การพัฒนาหลังคาโลหะเคลือบเหล็กเมทัลชีตหรือหลังคาโลหะเคลือบนั้นมีข้อดีและข้อเสียต่างกับหลังคาสังกะสี ดังนี้

แผ่นเหล็กเมทัลชีตหรือหลังคาโลหะเคลือบมีข้อดี ดังนี้

- มีน้ำหนักเบากว่าหลังคาสังกะสี และใช้กับอาคารที่รับน้ำหนักไม่มากได้
- มีสารเคลือบที่ช่วยป้องกันสนิมของโลหะ และช่วยสะท้อนความร้อนออกไปได้ดี แผ่นมีลักษณะเป็นชั้น ๆ จึงทำให้อาคารไม่ร้อนมากเหมือนลักษณะแบบเดิม
- มีความทนทานต่อสภาพอากาศและการกัดกร่อน จึงมีอายุการใช้งานนานกว่าหลังคาสังกะสี

แผ่นเหล็กเมทัลชีตหรือหลังคาโลหะเคลือบมีข้อเสีย ดังนี้

- มีราคาสูงกว่าหลังคาสังกะสี
- ต้องติดตั้งโครงสร้างรองรับที่แน่นหนา เนื่องจากมีน้ำหนักเบากว่าหลังคาสังกะสี
- ต้องการการบำรุงรักษาและดูแลรักษาเพื่อป้องกันการเกิดสนิมและการกัดกร่อน อย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาหรือการซ่อมแซมหลังคาโลหะเคลือบนั้นง่ายกว่าหลังคาสังกะสี

ดังนั้นหลังคาโลหะเคลือบเหล็กเมทัลชีตหรือหลังคาโลหะเคลือบ จึงเป็นวัสดุที่นิยมใช้ในอาคารประเภทต่าง ๆ เนื่องจากมีสมบัติที่ดีต่อการใช้งานและการดูแลรักษา และยังช่วยลดปัญหาการเกิดสนิมและการกัดกร่อน อีกทั้งยังมีการใช้งานที่หลากหลาย ส่วนมากจะใช้อาคารประเภทโกดังสินค้า โรงงาน สถานีบริการน้ำมัน โรงจอดรถ



ภาพที่ 1.4 หลังคาเหล็กเมทัลชีต

5 กระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์

กระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุกันน้ำและทนทาน เหมาะกับการนำไปปูพื้นหลังคา และผนังภายนอกของอาคาร โดยมีความแข็งแรงและทนทานต่อการกัดกร่อนและการแตกของอุณหภูมิ ด้วยเหตุนี้ กระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์เหมาะสำหรับการใช้งานในสถานที่ที่มีความชื้นสูง เช่น ห้องครัว ห้องน้ำ หรือบริเวณภายนอกอาคารที่มีฝนตกบ่อยและสูงอากาศชื้น นอกจากนี้ กระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์ยังเป็นวัสดุที่ราคาประหยัดและมีความคงทน ใช้งานได้ยาวนาน และซีเมนต์ยังมีลักษณะความเป็นลอนซึ่งช่วยลดการรับแสงอาทิตย์โดยตรง ช่วยลดความร้อนในอาคารได้

อย่างไรก็ตาม การติดตั้งกระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์ต้องใช้ความระมัดระวังเพื่อป้องกันการแตกหักของวัสดุ โดยควรติดตั้งบนพื้นผิวที่แน่นหนาและต้องเตรียมพื้นด้วยวัสดุให้เหมาะสมก่อนการติดตั้งด้วยวัสดุนี้ อีกทั้งลักษณะความเป็นลอนอาจทำให้เกิดปัญหาการรั่วซึมของน้ำฝนได้ง่าย

ปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์ตราเพชร ผลิตภัณฑ์กระเบื้องปราศจากแร่ใยหิน (asbestos) ซึ่งแร่ชนิดนี้ก่อให้เกิดมลภาวะได้ ทำให้การใช้งานกระเบื้องไฟเบอร์ในปัจจุบันมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 1.5 หลังคากระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์

6 กระเบื้องโปร่งแสง

กระเบื้องโปร่งแสง หรือบางครั้งเรียกว่า กระเบื้องไฟเบอร์กลาส เป็นวัสดุก่อสร้างซึ่งผลิตมาจากผงใยแก้วและพอลิเอสเทอร์เรซิน แล้วนำไปเข้าเครื่องรีดออกมาเป็นลักษณะแผ่นบาง ๆ ที่มีความหนาเพียง 1.2 มิลลิเมตร และเคลือบด้วยแผ่นฟิล์มพิเศษ มีความสามารถปรับเปลี่ยนแสงได้ เพราะมีสมบัติโดยธรรมชาติที่ทำให้แสงผ่านเนื้อกระเบื้องได้โดยไม่สูญเสียความสว่าง เมื่อแสงส่องเข้ามาผ่านกระเบื้องโปร่งแสง แสงจะกระจายออกในทิศทางต่าง ๆ ทำให้สถานที่คูมีความสว่างไสว และยังช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อการใช้แสงได้ด้วย นอกจากนี้ กระเบื้องโปร่งแสงยังมีสมบัติในการป้องกันรังสีจากแสงอาทิตย์ ซึ่งจะช่วยลดการกระจายแสงที่ส่งผลให้กระเบื้องแตกลายงาหรือชุ่นมัวได้ เนื่องจากมีสมบัติป้องกันรังสีจากแสงอาทิตย์ ไม่ทำให้เรซินในเนื้อกระเบื้องเกิดการแตกลายงาหรือชุ่นมัว ทำให้กระเบื้องโปร่งใส แสงสว่างส่องลงมาได้ จึงช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยไม่ต้องเปิดไฟในเวลากลางวัน

กระเบื้องโปร่งแสงมีหลายรูปแบบและสีให้เลือกตามความต้องการของผู้ใช้ รูปแบบหลักจะแบ่งออกเป็น กระเบื้องโปร่งแสงลอน กระเบื้องโปร่งแสงลอนคู่ และกระเบื้องโปร่งแสงลูกฟูก ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบนี้ถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้ร่วมกันได้โดยไม่สะท้อนกัน นอกจากนี้ยังมีการผลิตกระเบื้องโปร่งแสงออกมาหลากหลายสี เช่น ขาวใส ขาวชุ่น เหลือง เทียว น้ำเงิน น้ำตาล เพื่อให้ผู้ใช้เลือกได้ตามความต้องการ

7 กระเบื้องคอนกรีต

กระเบื้องคอนกรีต เริ่มนำมาใช้เมื่อหลังคาทรงปั้นหยาได้รับความนิยมอย่างมาก โดยกระเบื้องคอนกรีตผลิตจากคอนกรีต ช่วยต้านทานการพัดปลิวของแรงลมได้ อีกทั้งคอนกรีตยังมีความแข็งแรงทนทานมากกว่าเมื่อเทียบกับกระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์ (ลอนคู่) แต่มีข้อเสียคือ ทำให้ต้องเพิ่มความแข็งแรงของโครงหลังคามากขึ้น จึงทำให้มีราคาแพง อย่างไรก็ตามกระเบื้องคอนกรีตมีข้อดี คือ สวยงาม สีสันสดใส ไม่เป็นเชื้อรา บริษัทที่ผลิตกระเบื้องคอนกรีตรุ่นแรก ๆ อย่างบริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด จึงทำให้คนทั่วไปเรียกกระเบื้องลอนคอนกรีตว่ากระเบื้องซีแพคโมเนีย ต่อมาได้มีการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีตเป็นชนิดผิวเรียบ ทำให้เรียกกระเบื้องรุ่นใหม่ที่ว่า กระเบื้องเพรสทิจหรือกระเบื้องนิวลไต์ ซึ่งเป็นชนิดผิวเรียบที่ไม่มีลอนโค้ง

เนื่องจากกระเบื้องคอนกรีตมีส่วนผสมของซีเมนต์ จึงทนทานต่อแรงกดสูงกว่ากระเบื้องไฟเบอร์กลาสและทนทานต่อสารเคมีและแสงอาทิตย์ได้ดีกว่า จึงทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานในที่ต้องมีการเข้าถึงบ่อย ๆ เช่น สวนสาธารณะ ถนน นอกจากนี้กระเบื้องคอนกรีตยังผลิตในรูปแบบที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นรูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปไข่ หรือรูปทรงอื่น ๆ ได้อีกด้วย อีกทั้งนำไปหลอมหรือทำเป็นลวดลายต่าง ๆ ได้ ทำให้มีความสวยงามและใช้งานง่ายยิ่งขึ้น



ภาพที่ 1.6 หลังคากระเบื้องโปรงแสง



ภาพที่ 1.7 หลังคากระเบื้องคอนกรีต

ที่มา: Roof Shop, 2023

8 กระเบื้องเซรามิก

เป็นกระเบื้องเคลือบผิวด้วยเซรามิกเพื่อให้มีความแข็งแรงและป้องกันรอยขีดข่วน รอยถลอก และคราบสกปรกต่าง ๆ ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในกลุ่มลูกค้าที่นิยมเลือกวัสดุผนังหลังคาด้วยตัวเอง ส่วนหนึ่งเป็นเพราะกระเบื้องลักษณะนี้มีสีสันทึบทนไม่ซีจาง เมื่อถูกชะล้างด้วยน้ำฝนแล้วยังคงสภาพเหมือนใหม่เช่นเดิม นอกจากนี้เซรามิกยังช่วยให้กระเบื้องมีความสวยงาม ทนทานต่อการกระแทกและสารเคมีได้ดีกว่ากระเบื้องอื่น ๆ รวมถึงความสวยงาม เนื่องจากลักษณะของเซรามิกมีลวดลายหรือสีสันทึบทน ไม่สลายง่าย และดูแลรักษาง่ายเพราะไม่ต้องใช้สารเคมีหรือผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีส่วนผสมของกรดและเบส

การเลือกใช้กระเบื้องเคลือบเซรามิกนั้นยังได้รับความนิยมอย่างมากโดยเฉพาะห้องครัวและห้องน้ำ เนื่องจากทนต่อการเปียกน้ำและสารเคมีได้ดี อีกทั้งยังมีสีและลวดลายให้เลือกหลากหลาย สามารถเลือกได้ตามสไตล์และสีสันทึบของบ้านหรืออาคารที่ต้องการตกแต่ง



ภาพที่ 1.8 หลังคากระเบื้องเซรามิก

ที่มา: Roof Shop, 2023

9 หลังคาพอลิคาร์บอเนต



ภาพที่ 1.9 หลังคาพอลิคาร์บอเนตแบบยื่นจากอาคาร

ที่มา: กอล์ฟการช่าง, 2565

เป็นแผ่นหลังคาที่ทำจากวัสดุพลาสติกสังเคราะห์ชนิดแข็ง ที่มีความทนทานและแข็งแรงมาก ทนต่อการฉีกขาดในรูปแบบต่าง ๆ ได้สูง มีสมบัติที่ดีเยี่ยมในด้านการต้านทานการเปราะแตก ความทนทานต่อสภาพอากาศที่แปรปรวนและสารเคมี เป็นทางเลือกที่ดีในการใช้งานในอาคารที่ต้องการหลังคาทนทานและเสียงดัง เช่น โรงรถ โรงงาน คลังสินค้า แต่มีน้ำหนักเบา และมีความยืดหยุ่นในการนำไปใช้งานได้หลากหลาย นอกจากนี้ยังมีลักษณะคล้ายกับพื้นไม้ที่ต่อกันด้วยคลิปล็อก มีทั้งแบบที่เป็นลอนลูกฟูก และแบบแผ่นใสตัน (solid sheet) เป็นอีกหนึ่งทางเลือก สำหรับผู้ที่ต้องการติดตั้งหลังคาโปร่งแสงที่สวยงาม รอยต่อน้อย ติดตั้งง่าย

หลังคาพอลิคาร์บอเนตมีข้อดี ดังนี้

- ติดตั้งง่ายและสะดวก เนื่องจากหลังคาพอลิคาร์บอเนตเป็นหลังคาสำเร็จรูป เหมาะกับผู้ที่ต้องการมุงหลังคาให้เสร็จอย่างรวดเร็วในเวลาสั้น

- ไม่มีเสียงดังรบกวนในเวลาที่ฝนตก ทำให้ได้รับความนิยมสูงมาก ต่างจากหลังคาประเภทอื่น ๆ
- มีความโปร่งแสง นอกจากสมบัติกันความร้อน ตัวแผ่นพอลิคาร์บอเนตยังมีความโปร่งแสง ทำให้บริเวณที่ต้องการมีความร่มรื่นขึ้น ดูสบายตา เหมาะกับบริเวณที่ต้องการให้มีพื้นที่โปร่งโล่งกว้าง และยังช่วยเพิ่มบรรยากาศได้ดีอีกด้วย
- ไม่เก็บความร้อนเท่าหลังคาชนิดอื่น เนื่องจากหลังคาพอลิคาร์บอเนตมีสมบัติในการเก็บความร้อนไว้ต่ำ จึงทำให้บริเวณที่มุงหลังคาด้วยพอลิคาร์บอเนตจะไม่ร้อนอบอ้าว และช่วยป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้เป็นอย่างดี
- มีความสวยงาม เรียบเนียน หรูดุ เนื่องจากหลังคาพอลิคาร์บอเนตเป็นหลังคาสำเร็จรูป จึงมีความสวยงาม เรียบเนียนแทบจะไร้รอยต่อ ดูหรูดุ ช่วยเพิ่มความสวยงาม ให้กับอาคารบ้านเรือนได้เป็นอย่างดี

หลังคาพอลิคาร์บอเนตมีข้อเสีย ดังนี้

- หากใช้ในงานภายนอกอาคารที่รับแสงอาทิตย์โดยตรง อาจทำให้วัสดุเสื่อมสภาพเร็วยิ่งขึ้นและมีสีเหลืองหม่นชัดเจน

10 หลังคายุคใหม่ที่ช่วยประหยัดพลังงาน

10.1 ฉนวนกันความร้อน (insulation)

เป็นวัสดุที่ใช้ควบคู่กับหลังคาเพื่อป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้ามาภายในอาคาร เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง ฉนวนกันความร้อนที่ใช้กันอยู่ทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ฉนวนแบบมีมวลและฉนวนแบบสะท้อนความร้อน

1) ฉนวนกันความร้อนแบบมีมวล (mass insulation) หมายถึง วัสดุที่ใช้ป้องกันความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุ โดยอาศัยสมบัติการต้านทานความร้อนสูงของตัววัสดุเองซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นใย โพรงหรือช่องกลาง เช่น ฉนวนใยแก้ว (glass fiber) ฉนวนใยหิน (rock fiber) ฉนวนใยเซลลูโลส (cellulose fiber) โฟมพอลิสไตรีน (expanded polystyrene foam: EPS) โฟมพอลิยูรีเทน (polyurethane foam: PU) และโฟมพอลิเอทิลีน (polyethylene foam: PE) การที่ฉนวนแบบมีมวล มีความหนาแน่นน้อยลง ทำให้ ค่าความเป็นฉนวนมีค่าสูงขึ้น

ยกตัวอย่างเช่น กรณีของคอนกรีตที่มีโพลีเอทิลีน หากความหนาแน่นของฉนวนคอนกรีตลดลง 1 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่งผลทำให้ค่าการนำความร้อนลดลงร้อยละ 0.54851

2) ฉนวนแบบสะท้อนความร้อน (reflective sheet) เป็นวัสดุที่มีสมบัติสะท้อนรังสีความร้อนแทนการดูดซับความร้อน เพื่อป้องกันการสูญเสียความเย็นในพื้นที่ภายใน โดยลดการสะท้อนความร้อนที่ส่งผ่านไปยังผิวข้างใน ฉนวนแบบสะท้อนความร้อนมีลักษณะเป็นแผ่นบางหรือผิวที่มีการสะท้อนสูง โดยอาจใช้วัสดุ เช่น แผ่นฟอยล์อะลูมิเนียม (aluminium foil sheet) หรือการเคลือบเซรามิก (ceramic coating) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสะท้อนความร้อน การใช้ฉนวนแบบสะท้อนความร้อนช่วยลดการใช้พลังงานในการทำ ความเย็นในอาคารหรือที่อื่น ๆ ได้เช่นกัน โดยเฉพาะในสภาวะที่มีความร้อนสูง เช่น ในภูมิภาคเขตร้อน หรือในสถานที่ที่ต้องการความเย็นสูง การใช้ฉนวนแบบสะท้อนความร้อนจะช่วยลดการใช้พลังงานในการเคลื่อนย้ายความเย็นและควบคุมอุณหภูมิในระยะยาวได้ด้วย



ภาพที่ 1.10 ฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา

10.2 กระเบื้องคอนกรีตปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์ (solar slab)

“หลังคาบ้าน” เป็นส่วนที่โดนแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน โดยเฉพาะอากาศที่ร้อนเกือบทั้งปีอย่างประเทศไทย การป้องกันความร้อนบริเวณหลังคาจึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ เพื่อลดความร้อนให้กับอาคารในช่วงกลางวัน เช่น การติดฉนวนกันความร้อน การเจาะช่องระบายอากาศบนฝ้า การเลือกใช้กระเบื้องมุงหลังคาเฉดสีอ่อนเพื่อสะท้อนแสงอาทิตย์ที่ตีกว่าสีเข้ม และมีอีกวิธีที่กันความร้อนได้ดีและมีประสิทธิภาพคือการใช้กระเบื้องปูพื้นดาดฟ้า (solar slab)



ภาพที่ 1.11 กระเบื้องคอนกรีตปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์

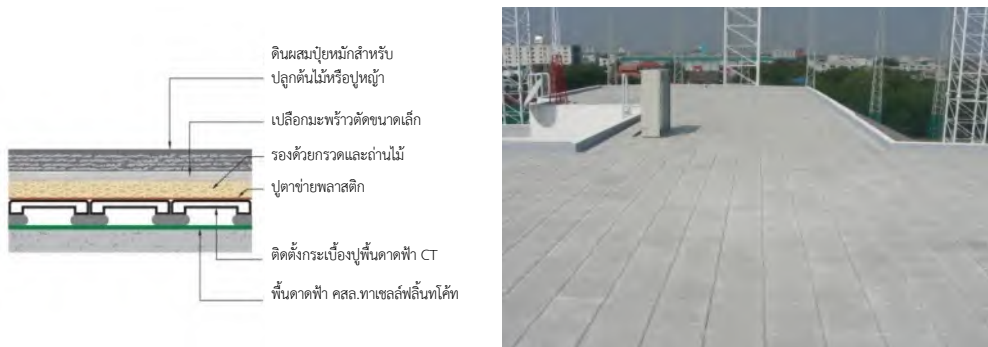
ที่มา: Dsignsomething.com, 2018

1) รูปทรง ลักษณะ และการใช้งาน

กระเบื้องปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์ผลิตจากคอนกรีตเหมือนกระเบื้องคอนกรีตโดยทั่วไป แต่ข้างใต้ของแผ่นกระเบื้องปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์จะมีส่วนที่ยื่นออกมาคล้ายกับขา จำนวน 4 ขา เพื่อเอาไว้ยึดเกาะกับพื้นที่ดาดฟ้า แต่ละแผ่นจะมีช่องว่าง ทำให้ระบายความร้อนออกมาได้ดี ในปัจจุบันแผ่นกระเบื้องปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์ มี 2 ขนาด ดังนี้



- 30 x 30 เซนติเมตร รับแรงกดได้ 218 กิโลกรัม
- 40 x 40 เซนติเมตร รับแรงกดได้ 252 กิโลกรัม



ภาพที่ 1.12 หลังคาที่ติดตั้งกระเบื้องคอนกรีตปูพื้นลาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์

ที่มา: Dsignsomething.com, 2018

กระเบื้องปูพื้นลาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์ ยังใช้งานได้หลากหลายพื้นที่ เช่น ใช้ปูพื้นบริเวณลาดฟ้า ปูพื้นห้องใต้ดินที่อาจมีน้ำซึม และยังสามารถนำกระเบื้องปูพื้นลาดฟ้า ป้องกันความร้อนแบบโซลาร์มาใช้ปูพื้นเพื่อจัดสวนได้อีกด้วย เพียงนำตาข่ายพลาสติกมาปูทับบนแผ่นกระเบื้องปูพื้นลาดฟ้า จากนั้นทำการโรยกรวดและถ่านไม้ทับอีกชั้น ขึ้นตอนต่อมา ให้โรยเปลือกมะพร้าวที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ทับไว้ ขึ้นตอนสุดท้าย ใส่ดินที่ผสมปุ๋ยหมักในการปลูกต้นไม้ และหญ้า เพราะบางอาคารที่มีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ จะนำกระเบื้องชนิดนี้ มาใช้ในการทำสวนได้ โดยง่าย เช่น นำกระเบื้องปูพื้นลาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์ มาปูบริเวณระเบียงของคอนโด ซึ่งมีพื้นที่จำกัด เพียงเท่านั้น ก็มีสวนเล็ก ๆ เป็นของตัวเองได้

2) สมบัติของกระเบื้องคอนกรีตปูพื้นลาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์

จุดสำคัญของการเลือกใช้กระเบื้องปูพื้นลาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์ คือ ช่วยลดความร้อนและประหยัดพลังงานภายในอาคารได้ดี ช่วยป้องกันการหดและขยายตัวของคอนกรีต ซึ่งอาจทำให้เกิดการแตกร้าวของพื้นลาดฟ้าได้ มีระบบกันซึม และช่วยยืดอายุของทุกระบบบนพื้นที่ลาดฟ้าด้วยการให้ร่มเงา ป้องกันการดูดซับจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำไปติดตั้ง เนื่องจากกระเบื้องชนิดนี้ เป็นวัสดุที่ผลิตขึ้นจากประเทศไทย ผู้ใช้งานจึงสั่งตัดแบ่งกระเบื้องชนิดนี้ได้ตามต้องการ โดยติดต่อไปยังผู้จัดจำหน่ายและผู้ผลิตได้โดยตรง

กระเบื้องปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์ มีน้ำหนักที่ค่อนข้างมาก โดยแผ่นกระเบื้องที่มีขนาด 30 x 30 เซนติเมตร มีน้ำหนักถึง 4.5 กิโลกรัม และขนาด 40 x 40 เซนติเมตร มีน้ำหนักถึง 8 กิโลกรัม จึงอาจทำให้ติดตั้งและทำความสะอาดยาก นอกจากนี้ การรับน้ำหนักของแผ่นกระเบื้องปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์ ไม่ได้รับน้ำหนักคนเดินได้ แต่รับน้ำหนักงานระบบอย่างคอมเพรสเซอร์แอร์หรือถังน้ำ ซึ่งแก้ปัญหาโดยการเว้นช่องว่าง ไม่ปูกระเบื้องในบริเวณที่ต้องการติดตั้งงานระบบ

3) ขั้นตอนติดตั้งแผ่นกระเบื้องปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์

ขั้นตอนแรก เริ่มจากการเตรียมพื้นที่ที่จะติดตั้ง โดยบริเวณที่ติดตั้ง ควรมีความลาดเอียง 1 : 200 และควรทำกันซึมให้เรียบร้อย ก่อนติดตั้งแผ่นกระเบื้องปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์



ภาพที่ 1.13 การติดตั้งแผ่นกระเบื้องปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์บนดาดฟ้า

ที่มา: Dsignsomething.com, 2018

ขั้นตอนต่อมา เริ่มจากวางแผ่นกระเบื้องปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์บริเวณที่ต้องการติดตั้ง โดยใช้ปูนทรายวางยึดที่ตำแหน่งขาทั้ง 4 ด้าน เป็นการยึดแผ่นกระเบื้องชนิดนี้ให้ติดแน่นบนพื้นผิว จากนั้นปูให้แต่ละแผ่นห่างกันประมาณ 2 – 3 มิลลิเมตร ไม่ต้องยาแนวแผ่นคอนกรีต หากมีสิ่งของตั้งไว้ขวางทางต่อการปูกระเบื้อง เช่น เสา งานดาวเทียม ถังน้ำ ควรจะปูเว้นไว้โดยไม่ตัดแผ่นคอนกรีต

กระเบื้องปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์ เป็นวัสดุที่ช่วยป้องกันความร้อนให้กับอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพียงติดตั้งลงบนพื้นดาดฟ้า ก็ระบายอากาศลดความร้อนในอาคารชั้นบนได้ดียิ่งขึ้น



ภาพที่ 1.14 การติดตั้งแผ่นกระเบื้องคอนกรีตปูพื้นดาดฟ้าป้องกันความร้อนแบบโซลาร์บนพื้นดาดฟ้า

ที่มา: Dsignsomething.com, 2018

10.3 หลังคาลดความร้อน (fractal shade)



ภาพที่ 1.15 หลังคาลดความร้อน

ที่มา: Dsignsomething.com, 2018