

แผนการจัดการเรียนรู้

ชื่อวิชา **วัสดุและเทคนิคการทำงาน**

รหัสวิชา 30106-0007

ท-ป-น 2-0-2

ชื่อวิชา วัสดุก่อสร้าง

รหัสวิชา 30121-0002

ท-ป-น 2-0-2

ชื่อวิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง

รหัสวิชา 30108 - 0005

ท-ป-น 2-0-2

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

พุทธศักราช 2563 (ปรับปรุง พ.ศ. 2565)

จัดทำโดย



บริษัท ซีเอดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

รายการตรวจสอบและอนุญาตให้ใช้

- ☐ ชื่อวิชา วัสดุก่อสร้าง
- ☐ ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน
- ☐ ชื่อวิชา วัสดุและวิธีการก่อสร้าง

☐ ควรอนุญาตให้ใช้การสอนได้

☐ ควรปรับปรุงเกี่ยวกับ.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชา

...../...../.....

☐ เห็นควรอนุญาตให้ใช้การสอนได้

☐ ควรปรับปรุงดังเสนอ

☐ อื่น ๆ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

...../...../.....

☐ อนุญาตให้ใช้การสอนได้

☐ อื่น ๆ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการ

...../...../.....

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรหัสวิชา 30121-0002 วัสดุก่อสร้าง หรือรหัสวิชา 30106-0007 วัสดุและเทคนิคการทำงาน หรือรหัสวิชา 30108-0005 วัสดุและวิธีการก่อสร้าง ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้จัดทำได้ใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ การแก้ปัญหา การจัดกระบวนการ รวมทั้งการประเมินตามสภาพจริง ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้ ที่สามารถนำความรู้และทักษะไปใช้ใน ชีวิตประจำวันและการทำงาน นอกจากนี้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ฉบับนี้ ยังมีการสอดแทรกความรู้ควบคู่คุณธรรม โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความซื่อสัตย์ สุจริต การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ความสามัคคีและความเป็นประชาธิปไตย ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า แผนการจัดการเรียนรู้ ฉบับนี้ จะมีประโยชน์ต่อนักเรียนนักศึกษาอย่างสูงสุดในการเรียนรู้วิชาวัสดุก่อสร้าง วิชาวัสดุและเทคนิคการทำงาน และ วิชาวัสดุและวิธีการก่อสร้าง

ลงชื่อ.....
(.....)

สารบัญ

ลักษณะรายวิชา.....	5
วิเคราะห์หัวข้อเรื่อง	6
รายละเอียดหัวข้อเรื่อง.....	7
รายละเอียดหัวข้อย่อย.....	8
รายละเอียดจุดประสงค์ปฏิบัติ	12
กำหนดการเรียนรู้.....	16
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1.....	17
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2.....	25
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3.....	38
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....	47
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5.....	58
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6.....	70
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7.....	78
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8.....	89
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9.....	100
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10	112
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11	125
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12	142
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13	152
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14	162

ลักษณะรายวิชา

รหัสวิชา 30106-0007

ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน ท-ป-น 2-0-2

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ประเภทวิชา ช่างอุตสาหกรรม

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. มีความเข้าใจในสมบัติของวัสดุ-อุปกรณ์ หลักการและวิธีการก่อสร้างอาคาร งานฐานราก คาน เสา พื้น โครงหลังคาของอาคารพักอาศัย
2. สามารถนำหลักการเทคนิค และวิธีการก่อสร้างอาคาร สมบัติของวัสดุ-อุปกรณ์มาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างอาคารพักอาศัย
3. มีเจตคติและกิริยาสำที่ดี มีความรับผิดชอบในการประกอบวิชาชีพก่อสร้าง

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุ-อุปกรณ์ หลักการ เทคนิค และวิธีการก่อสร้างอาคาร งานฐานราก คาน เสา พื้น โครงสร้างของอาคารพักอาศัย
2. สืบค้นข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง เทคนิคการก่อสร้างโครงสร้างอาคารโดยใช้อินเทอร์เน็ต
3. วิเคราะห์เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้าง ตามหลักการ เทคนิค และวิธีการก่อสร้าง
4. ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ เพื่อพัฒนาและสนับสนุนความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เทคนิค วิธีการก่อสร้างใหม่ ๆ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของวัสดุ-อุปกรณ์การก่อสร้าง งานโครงสร้างไม้ โลหะ คอนกรีต การนำไปใช้ เทคนิควิธีการก่อสร้างอาคาร งานฐานราก คาน เสา บันได พื้น หลังคา และโครงสร้างหลังคาของอาคารพักอาศัย

วิเคราะห์หัวข้อเรื่อง

รหัสวิชา 30106-0007

ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน ท-ป-น 2-0-2

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ประเภท ช่างวิชาอุตสาหกรรม

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง แบบแผนภูมิลำดับ (Scalar Pattern) หรือแบบแผนภูมิปะการัง (Coral Pattern)



รายละเอียดหัวข้อเรื่อง

รหัสวิชา 30106-0007

ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน ท-ป-น 2-0-2

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ประเภท ช่างวิชาอุตสาหกรรม

หัวข้อหลัก (Main Element) บทการเรียนรู้ (Learning Unit)	แหล่งข้อมูล				
	A	B	C	D	E
1. หิน ทราย และดิน	✓			✓	✓
2. ฐานรากและเสาเข็ม	✓			✓	✓
3. ปูนซีเมนต์และคอนกรีต	✓			✓	✓
4. โลหะ	✓			✓	✓
5. ไม้	✓			✓	✓
6. วัสดุงานพื้น	✓			✓	✓
7. วัสดุงานผนัง	✓			✓	✓
8. วัสดุผนังหลังคา	✓			✓	✓
9. กระจก	✓			✓	✓
10. สี	✓			✓	✓
11. ท่อและสุขภัณฑ์	✓			✓	✓
12. เชื้อเพลิงและปิโตรเลียม	✓			✓	✓
13. ยางและพลาสติก	✓			✓	✓
14. เคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้าง	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ

A : คำอธิบายรายวิชา

B : ผู้เชี่ยวชาญ

C : ผู้ชำนาญงาน

D : ประสบการณ์ของครูผู้สอน

E : เอกสาร/ตำรา/คู่มือ

รายละเอียดหัวข้อย่อย	
รหัสวิชา 30106-0007 หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน ท-ป-น 2-0-2 ประเภท ช่างวิชาอุตสาหกรรม	
หัวข้อหลัก (Main Element) บทการเรียนรู้ (Learning Unit)	หัวข้อย่อย (Element)
1. หิน ทราย และดิน	1.1 วัฏจักรการกำเนิดของหิน ทราย และดิน
	1.2 หิน
	1.3 ดิน และทราย
	1.4 หินที่ใช้ในงานก่อสร้าง
	1.5 ทรายที่ใช้ในงานก่อสร้าง
	1.6 คุณสมบัติที่ต้องการของหินและทรายในงานวิศวกรรมก่อสร้าง
2. ฐานรากและเสาเข็ม	2.1 ประเภทของฐานราก
	2.2 ประเภทของเสาเข็ม
	2.3 เสาเข็มสั้น
	2.4 เสาเข็มยาว
	2.5 เทคนิคการควบคุมงานตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง
	2.6 เทคนิคการตรวจสอบ Blow Count
	2.7 เทคนิคการควบคุมงานเสาเข็มเจาะ
	2.8 เสาเข็มเจาะนำก่อนแล้วค่อยตอก
	2.9 เสาเข็มตอกพร้อมกับการเจาะดิน
	2.10 เสาเข็มจี้กด
	2.11 เสาเข็มตอกไมโครไพล์
3. ปูนซีเมนต์และคอนกรีต	3.1 องค์ประกอบของคอนกรีต
	3.2 คำนียามของคอนกรีตชนิดต่างๆ
	3.3 วิวัฒนาการของปูนซีเมนต์
	3.4 กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
	3.5 ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
	3.6 การเก็บรักษาปูนซีเมนต์
	3.7 อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทย
	3.8 คอนกรีตปี้ม

รายละเอียดหัวข้อย่อย	
รหัสวิชา 30106-0007	ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน ท-ป-น 2-0-2
หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	ประเภท ช่างวิชาอุตสาหกรรม
หัวข้อหลัก (Main Element) หน่วยการเรียนรู้ (Learning Unit)	หัวข้อย่อย (Element)
4. โลหะ	4.1 กรรมวิธีผลิตเหล็กดิบ
	4.2 การผลิตเหล็กเพื่องานอุตสาหกรรม
	4.3 โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก
	4.4 คุณสมบัติของโลหะ
	4.5 ผลิตภัณฑ์เหล็กในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
5. ไม้	5.1 คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด
	5.2 โครงสร้างของเนื้อไม้
	5.3 ลักษณะหน้าตัดของไม้
	5.4 ลายไม้และตำหนิของไม้
	5.5 ประเภทของไม้และคุณสมบัติของไม้
	5.6 มาตรฐานไม้ก่อสร้าง
	5.7 ไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร
	5.8 ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมไม้อัด
	5.9 การรักษาเนื้อไม้
6. วัสดุงานพื้น	6.1 พื้นไม้
	6.2 พื้นคอนกรีตวางบนดิน
	6.3 พื้นคอนกรีตหล่อในที่วางบนโครงสร้าง
	6.4 พื้นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป
	6.5 พื้นแผ่นเหล็กประกอบ
7. วัสดุงานผนัง	7.1 ผนังก่ออิฐดินเผา
	7.2 ผนังก่อคอนกรีตบล็อก
	7.3 ผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบา
	7.4 ผนังก่อบล็อกแก้ว
	7.5 ผนังฝาไม้
	7.6 ผนังไม้อัด
	7.7 ผนังแผ่นยิปซัม
	7.8 ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ
	7.9 ผนังแผ่นโลหะเคลือบ
	7.10 ผนังคอนกรีตเบาสำเร็จรูป
	7.11 ผนังเบาวัสดุผสมคอมโพสิต และผนังเฟอร์โรซีเมนต์

รายละเอียดหัวข้อย่อย

รหัสวิชา 30106-0007

ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน ท-ป-น 2-0-2

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ประเภท ช่างวิชาอุตสาหกรรม

หัวข้อหลัก (Main Element) บทการเรียนรู้ (Learning Unit)	หัวข้อย่อย (Element)
8. วัสดุผนังหลังคา	8.1 ประเภทของหลังคา
	8.2 ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคา
	8.3 กระเบื้องหลังคาดินเผา
	8.4 แผ่นหลังคาสังกะสี
	8.5 แผ่นหลังคาโลหะเคลือบ
	8.6 กรรมวิธีการผลิตแผ่นกระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหิน
	8.7 กระเบื้องลอนลูกฟูก
	8.8 กระเบื้องลอนคู่
	8.9 แผ่นหลังคาลอนโปร่งแสง
	8.10 กระเบื้องลอนโค้ง
	8.11 กระเบื้องคอนกรีตโมเนีย
9. กระจก	9.1 การกำเนิดของแก้ว
	9.2 ส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการผลิตแก้ว
	9.3 กรรมวิธีการผลิตแก้ว
	9.4 ประเภทของกระจกในงานก่อสร้าง
	9.5 การติดตั้งบานกระจกขนาดใหญ่
	9.6 มาตรฐานความแข็งแรงของกระจก
10. สี	10.1 ทฤษฎีสีเบื้องต้น
	10.2 องค์ประกอบของเนื้อสี
	10.3 ประเภทของสี
	10.4 เทคนิคการเตรียมการก่อนการทาสี
	10.5 ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวแต่ละประเภทก่อนทาสี
	10.6 ชนิดและลักษณะของสีประเภทต่าง ๆ
11. ท่อและสุขภัณฑ์	11.1 ท่อ PVC ท่อ PPR และท่อ CPVC
	11.2 ท่อ HDPE, PE, PB และ PP
	11.3 ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสี และท่อเหล็กหล่อ
	11.4 ท่อซีเมนต์ใยหิน
	11.5 ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก
	11.6 เครื่องสุขภัณฑ์ และระบบบำบัดน้ำเสีย

รายละเอียดหัวข้อย่อย	
รหัสวิชา 30106-0007 หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน ท-ป-น 2-0-2 ประเภท ช่างวิชาอุตสาหกรรม	
หัวข้อหลัก (Main Element) บทการเรียนรู้ (Learning Unit)	หัวข้อย่อย (Element)
12. เชื้อเพลิงและปิโตรเลียม	12.1 เชื้อเพลิงแข็ง
	12.2 เชื้อเพลิงเหลว
	12.3 การกำเนิดของปิโตรเลียม
	12.4 การขุดเจาะหาปิโตรเลียม
	12.5 ขั้นตอนในการสำรวจปิโตรเลียม
	12.6 กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ
	12.7 ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่ผ่านการกลั่น
	12.8 เชื้อเพลิงก๊าซ
13. ยางและพลาสติก	13.1 ยาง
	13.2 ผลิตภัณฑ์ยางในงานก่อสร้าง
	13.3 พลาสติก
	13.4 ผลิตภัณฑ์พลาสติกในงานก่อสร้าง
14. เคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้าง	14.1 สาเหตุการชำรุดเสียหายของงานโครงสร้างอาคาร
	14.2 วอเตอร์ปลั๊ก
	14.3 ปูนซีเมนต์นอนซริงเกราด์
	14.4 อีพอกซีฉีดยึดซ่อมรอยแตกร้าวของคอนกรีต
	14.5 การซ่อมรอยร้าวซีเมนต์ด้วยการฉีดยา
	14.6 สมอหรือปลั๊กหรือพุกยึดคอนกรีต
	14.7 กาวอีพอกซีสำหรับยึดสลักเกลียวหรือเหล็กเสริมโครงสร้าง
	14.8 วัสดุทำผิวพื้นแข็งแรงแรงสำหรับพื้นคอนกรีต
	14.9 การเคลือบแข็งผิวพื้นอาคาร
	14.10 วัสดุกันซึมชนิดยางบวมน้ำ
	14.11 น้ำยาเคมีบ่มคอนกรีต
	14.12 สารยับยั้งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีต
	14.13 สารเคลือบป้องกันน้ำซึมผ่าน
	14.14 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทา กันรั่วกันซึมบ้านเรือนทั่วไป
	14.15 สารเคลือบทนไฟ

รายละเอียดจุดประสงค์การปฏิบัติ	
รหัสวิชา 30106-0007	ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน ท-ป-น 2-0-2
หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	ประเภท ช่างวิชาอุตสาหกรรม
หัวข้อหลัก (Main Element) บทการเรียนรู้ (Learning Unit)	จุดประสงค์การปฏิบัติ (Performance Objectives)
1. หิน ทราย และดิน	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัฏจักรการกำเนิดของหิน ทราย และดิน หินที่ใช้ในงานก่อสร้าง ทรายที่ใช้ในงานก่อสร้าง คุณสมบัติที่ต้องการของหินและทรายในงานวิศวกรรมก่อสร้าง 2. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการเกี่ยวกับการจำแนก การเลือกใช้ การเก็บรักษา หินที่ใช้ในงานก่อสร้าง ทรายที่ใช้ในงานก่อสร้าง คุณสมบัติที่ต้องการของหินและทรายในงานวิศวกรรมก่อสร้าง 3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน การจำแนก การเลือกใช้ การเก็บรักษาอย่างถูกต้องและปลอดภัย
2. ฐานรากและเสาเข็ม	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของฐานราก ประเภทของเสาเข็ม เทคนิคการควบคุมงานตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง เทคนิคการตรวจสอบ Blow Count เทคนิคการควบคุมงานเสาเข็มเจาะ และเสาเข็มประเภทอื่น ๆ 2. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการเกี่ยวกับประเภทของฐานราก ประเภทของเสาเข็ม เทคนิคการควบคุมงานตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง เทคนิคการตรวจสอบ Blow Count เทคนิคการควบคุมงานเสาเข็มเจาะ และเสาเข็มประเภทอื่น ๆ 3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับประเภทของฐานราก ประเภทของเสาเข็ม เทคนิคการควบคุมงานตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง เทคนิคการควบคุมงานเสาเข็มเจาะ และเสาเข็มประเภทอื่น ๆ อย่างปลอดภัย
3. ปูนซีเมนต์และคอนกรีต	1. ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของคอนกรีต คำนียามของคอนกรีตชนิดต่าง ๆ วิศวกรรมการของปูนซีเมนต์ กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ การเก็บรักษาปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทย คอนกรีตปี้ม 2. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการเกี่ยวกับการเลือกใช้ ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ การเก็บรักษาปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทย คอนกรีตปี้ม 3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ การเก็บรักษาปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทย คอนกรีตปี้ม ได้อย่างถูกต้อง
4. โลหะ	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกรรมวิธีผลิตเหล็กดิบ การผลิตเหล็กเพื่องานอุตสาหกรรม โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก คุณสมบัติของโลหะ ผลิตภัณฑ์เหล็กในอุตสาหกรรมก่อสร้าง 2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับกรรมวิธีผลิตเหล็กดิบ การผลิตเหล็กเพื่องานอุตสาหกรรม โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก คุณสมบัติของโลหะ ผลิตภัณฑ์เหล็กในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

รายละเอียดจุดประสงค์การปฏิบัติ	
รหัสวิชา 30106-0007	ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน ท-ป-น 2-0-2
หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	ประเภท ช่างวิชาอุตสาหกรรม
หัวข้อหลัก (Main Element) บทรการเรียนรู้ (Learning Unit)	จุดประสงค์การปฏิบัติ (Performance Objectives)
	3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับการรวมวิธีผลิตเหล็กดิบ การผลิตเหล็กเพื่องานอุตสาหกรรม โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก คุณสมบัติของโลหะ ผลิตภัณฑ์เหล็กในอุตสาหกรรมก่อสร้าง อย่างถูกต้อง
5. ไม้	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด โครงสร้างของเนื้อไม้ ประเภทของไม้และคุณสมบัติของไม้ มาตรฐานไม้ก่อสร้าง ไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมไม้อัด การรักษาเนื้อไม้ 2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับคุณสมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด โครงสร้างของเนื้อไม้ ประเภทของไม้และคุณสมบัติของไม้ มาตรฐานไม้ ก่อสร้าง ไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมไม้อัด การรักษาเนื้อไม้ 3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรม ไม้อัด การรักษาเนื้อไม้ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
6. วัสดุงานพื้น	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นไม้ พื้นคอนกรีตวางบนดิน พื้นคอนกรีตหล่อในที่วางบนโครงสร้าง พื้นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป พื้นแผ่นเหล็กประกอบ 2. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการเกี่ยวกับการก่อสร้างโครงสร้าง พื้นไม้ พื้นคอนกรีตวางบนดิน พื้นคอนกรีตหล่อในที่วางบนโครงสร้าง พื้นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป พื้นแผ่นเหล็กประกอบ 3. ผู้เรียนมีเจตคติที่ปลอดภัยเกี่ยวกับพื้นไม้ พื้นคอนกรีตวางบนดิน พื้นคอนกรีตหล่อในที่วางบนโครงสร้าง พื้นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป พื้นแผ่นเหล็กประกอบ
7. วัสดุงานผนัง	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับผนังก่ออิฐดินเผา ผนังก่อคอนกรีตบล็อก ผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบา ผนังก่อบล็อกแก้ว ผนังฝาไม้ ผนังไม้อัดผนังแผ่นยิปซัม ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ ผนังแผ่นโลหะเคลือบ ผนังคอนกรีตเบาสำเร็จรูป ผนังเบา วัสดุผสมคอมโพสิต ผนังเฟอร์โรซีเมนต์ 2. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการเกี่ยวกับการก่อสร้าง ผนังก่ออิฐดินเผา ผนังก่อคอนกรีต บล็อก ผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบา ผนังก่อบล็อกแก้ว ผนังฝาไม้ ผนังไม้อัดผนัง แผ่นยิปซัม ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ ผนังแผ่นโลหะเคลือบ ผนังคอนกรีตเบา สำเร็จรูป ผนังเบาวัสดุผสมคอมโพสิต ผนังเฟอร์โรซีเมนต์ 3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับผนังก่ออิฐดินเผา ผนังก่อคอนกรีตบล็อก ผนังก่อคอนกรีต บล็อกมวลเบา ผนังก่อบล็อกแก้ว ผนังฝาไม้ ผนังไม้อัดผนังแผ่นยิปซัม ผนัง กระเบื้องแผ่นเรียบ ผนังแผ่นโลหะเคลือบ ผนังคอนกรีตเบาสำเร็จรูป ผนังเบาวัสดุ ผสมคอมโพสิต ผนังเฟอร์โรซีเมนต์ได้อย่างถูกต้อง

รายละเอียดจุดประสงค์การปฏิบัติ	
รหัสวิชา 30106-0007	ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน ท-ป-น 2-0-2
หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	ประเภท ช่างวิชาอุตสาหกรรม
หัวข้อหลัก (Main Element) บทการเรียนรู้ (Learning Unit)	จุดประสงค์การปฏิบัติ (Performance Objectives)
8. วัสดุผนังหลังคา	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของหลังคา ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคา กระเบื้องหลังคาดินเผา แผ่นหลังคาสังกะสี แผ่นหลังคาโลหะเคลือบกรรมวิธีการผลิตแผ่นกระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหิน กระเบื้องลอนลูกฟูก กระเบื้องลอนคู่ แผ่นหลังคาลอนโปร่งแสง กระเบื้องลอนโค้ง กระเบื้องคอนกรีตโมเนีย 2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับประเภทของหลังคา ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคา วัสดุผนังหลังคาชนิดต่าง ๆ 3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับประเภทของหลังคา ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคา วัสดุผนังหลังคาชนิดต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
9. กระจก	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการกำเนิดของแก้ว ส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการผลิตแก้ว กรรมวิธีการผลิตแก้ว ประเภทของกระจกในงานก่อสร้าง การติดตั้งบานกระจกขนาดใหญ่ มาตรฐานความแข็งแรงของกระจก 2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับประเภทของกระจกในงานก่อสร้าง การติดตั้งบานกระจกขนาดใหญ่ มาตรฐานความแข็งแรงของกระจก 3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับประเภทของกระจกในงานก่อสร้าง การติดตั้งบานกระจกขนาดใหญ่ มาตรฐานความแข็งแรงของกระจกได้อย่างถูกต้องปลอดภัย
10. สี	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีสีเบื้องต้น องค์ประกอบของเนื้อสี ประเภทของสี เทคนิคการเตรียมการก่อนการทาสี ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวแต่ละประเภทก่อนทาสี ชนิดและลักษณะของสีประเภทต่าง ๆ 2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับประเภทของสี เทคนิคการเตรียมการก่อนการทาสี ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวแต่ละประเภทก่อนทาสี ชนิดและลักษณะของสีประเภทต่าง ๆ 3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับประเภทของสี เทคนิคการเตรียมการก่อนการทาสี ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวแต่ละประเภทก่อนทาสี ชนิดและลักษณะของสีประเภทต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
11. ท่อและสุขภัณฑ์	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับท่อ PVC ท่อ PPR ท่อ CPVC ท่อ HDPE, PE, PB และ PP ท่อเหล็กกล้าอบสังกะสี ท่อเหล็กหล่อ ท่อซีเมนต์ใยหิน ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เครื่องสุขภัณฑ์ ระบบบำบัดน้ำเสีย 2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับท่อ PVC ท่อ PPR ท่อ CPVC ท่อ HDPE, PE, PB และ PP ท่อเหล็กกล้าอบสังกะสี ท่อเหล็กหล่อ ท่อซีเมนต์ใยหิน ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เครื่องสุขภัณฑ์ ระบบบำบัดน้ำเสีย

รายละเอียดจุดประสงค์การปฏิบัติ	
รหัสวิชา 30106-0007	ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน ท-ป-น 2-0-2
หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	ประเภท ช่างวิชาอุตสาหกรรม
หัวข้อหลัก (Main Element) บทการเรียนรู้ (Learning Unit)	จุดประสงค์การปฏิบัติ (Performance Objectives)
	3. ผู้เรียนมีเจตคติที่ถูกต้องเกี่ยวกับท่อ PVC ท่อ PPR ท่อ CPVC ท่อ HDPE, PE, PB และ PP ท่อเหล็กกล้าอบสังกะสี ท่อเหล็กหล่อ ท่อซีเมนต์ใยหิน ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เครื่องสุขภัณฑ์ ระบบบำบัดน้ำเสีย
12. เชื้อเพลิงและปิโตรเลียม	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว การกำเนิดของปิโตรเลียม การขุดเจาะหาปิโตรเลียม ขั้นตอนในการสำรวจปิโตรเลียม กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่ผ่านการกลั่น เชื้อเพลิงก๊าซ 2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว การกำเนิดของปิโตรเลียม การขุดเจาะหาปิโตรเลียม ขั้นตอนในการสำรวจปิโตรเลียม กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่ผ่านการกลั่น เชื้อเพลิงก๊าซ 3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับการใช้และรักษาสิ่งแวดล้อม ด้านเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว และเชื้อเพลิงก๊าซ
13. ยางและพลาสติก	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับยาง ผลิตภัณฑ์ยางในงานก่อสร้างพลาสติก ผลิตภัณฑ์พลาสติกในงานก่อสร้าง 2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับยาง ผลิตภัณฑ์ยางในงานก่อสร้าง พลาสติก ผลิตภัณฑ์พลาสติกในงานก่อสร้าง 3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับการใช้และรักษาสิ่งแวดล้อม ด้านผลิตภัณฑ์ยางในงานก่อสร้าง และผลิตภัณฑ์พลาสติกในงานก่อสร้างได้อย่างถูกต้อง
14. เคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้าง	1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุการชำรุดเสียหายของงานโครงสร้างอาคาร วอเตอร์ปลั๊ก ปูนซีเมนต์นอนซริงเกรตต์ อีพอกซีฉีดยึดซ่อมรอยแตกร้าวของคอนกรีต การซ่อมรอยร้าวซึมด้วยการฉีดยาโป๊ว สมอหรือปลั๊กหรือพุกยึดคอนกรีต กาวอีพอกซีสำหรับยึดสลักเกลียวหรือเหล็กเสริมโครงสร้าง วัสดุทำผิวพื้นแข็งแรงแห้สำหรับพื้นคอนกรีต การเคลือบแข็งผิวพื้นอาคาร วัสดุกันซึมชนิดขี้ผึ้งขี้ผึ้ง น้ำยาเคมีบ่มคอนกรีต สารยับยั้งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีต สารเคลือบป้องกันน้ำซึมผ่าน ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทา กันรั่วกันซึมบ้านเรือนทั่วไป สารเคลือบทนไฟ 2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้วัสดุซ่อมแซมเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้างได้อย่างเข้าใจถูกต้องตามสภาพการชำรุดของงานก่อสร้าง 3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับการใช้และรักษาสิ่งแวดล้อม ด้านเคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้างได้อย่างเข้าใจถูกต้องตามสภาพการชำรุดของงานก่อสร้างและปลอดภัย

กำหนดการเรียนรู้

รหัสวิชา 30106-0007

ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน ท-ป-น 2-0-2

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ประเภท ช่างวิชาอุตสาหกรรม

หน่วยที่	ชื่อบทการเรียนรู้	สัปดาห์ที่	ชั่วโมง
1	หิน ทราย และดิน	1	2
2	ฐานรากและเสาเข็ม	2	2
3	ปูนซีเมนต์และคอนกรีต	3	2
4	โลหะ	4-5	4
5	ไม้	6	2
6	วัสดุงานพื้น	7	2
7	วัสดุงานผนัง	8	2
8	วัสดุผนังหลังคา	9	2
9	กระจก	10	2
10	สี	11	2
11	ท่อและสุขภัณฑ์	12	2
12	เชื้อเพลิงและปิโตรเลียม	13	2
13	ยางและพลาสติก	14	2
14	เคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้าง	15-16	4
รวม		16	32

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	บทที่ 1
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท หิน ทราย และดิน	สอนครั้งที่ 1/16
ชื่อเรื่อง หิน ทราย และดิน	จำนวน 2 คาบ

1. ท้ายข้อเรื่อง

- 1.1 วัฏจักรการกำเนิดของหิน ทราย และดิน
- 1.2 หิน
- 1.3 ดิน และทราย
- 1.4 หินที่ใช้ในงานก่อสร้าง
- 1.5 ทรายที่ใช้ในงานก่อสร้าง
- 1.6 คุณสมบัติที่ต้องการของหินและทรายในงานวิศวกรรมก่อสร้าง

2. สารสำคัญ

หิน ทราย และดิน เป็นวัสดุก่อสร้างพื้นฐานของงานก่อสร้าง สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ล้วนต้องอาศัยวัสดุหิน ทรายและดินเป็นองค์ประกอบในอาคารนั้น ๆ เช่น การสร้างอาคารพักอาศัยย่อมต้องสร้างอยู่บนพื้นดิน ตัวอาคารที่ต้องการความแข็งแรงย่อมต้องใช้วัสดุหินและทรายเป็นส่วนผสมกับปูนซีเมนต์ ทำให้ได้อาคารที่มั่นคงปลอดภัยเข้าไปอยู่อาศัยได้

เนื่องจากหินและทราย (อาจเรียกว่า วัสดุมวลรวม หรือ วัสดุคละ) มีอัตราส่วนถึง 3 ใน 4 ส่วนของปริมาตรคอนกรีตที่ใช้ในงานก่อสร้างหนึ่งหน่วย และถึงแม้ว่าวัสดุมวลรวมจะเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายก็ตาม ถ้าปราศจากการตรวจสอบคัดแยกวัสดุให้มีคุณสมบัติที่ถูกต้องแล้ว ย่อมทำให้งานก่อสร้างนั้น ๆ ขาดคุณภาพและอาจก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยได้ ดังนั้นคุณสมบัติของหินและทรายที่จะต้องตรวจสอบก่อนนำไปใช้งาน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัฏจักรการกำเนิดของหิน ทราย และดิน หินที่ใช้ในงานก่อสร้าง ทรายที่ใช้ในงานก่อสร้าง คุณสมบัติที่ต้องการของหินและทรายในงานวิศวกรรมก่อสร้าง
2. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการเกี่ยวกับการจำแนก การเลือกใช้ การเก็บรักษา หินที่ใช้ในงานก่อสร้าง ทรายที่ใช้ในงานก่อสร้าง คุณสมบัติที่ต้องการของหินและทรายในงานวิศวกรรมก่อสร้าง
3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน การจำแนก การเลือกใช้ การเก็บรักษาอย่างถูกต้องและปลอดภัย

4. สารการเรียนรู้

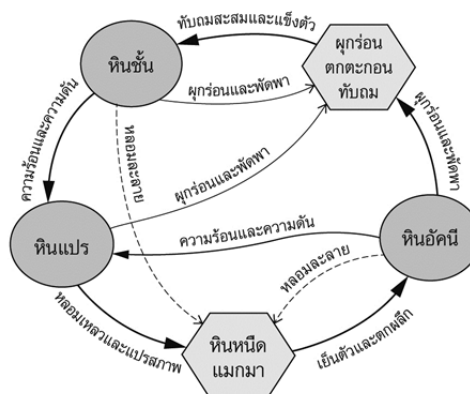
4.1 วัฏจักรการกำเนิดของหิน ทราย และดิน

เนื่องจากโลกเรานี้กำเนิดมาจากดวงอาทิตย์และโคจรรอบดวงอาทิตย์ เมื่อระยะเวลาผ่านไปผิวของโลกก็ค่อย ๆ เย็นลงและเป็นเปลือกแข็ง แต่ภายในผิวโลกก็ยังคงร้อนระอุอยู่ วันดีคืนดีก็จะปรากฏเหตุการณ์ภูเขาไฟระเบิดและพ่นของเหลวที่ร้อนแรงประจุไฟฟ้าประลัยกลบออกมา ซึ่งนักวิทยาศาสตร์เรียกว่า หินหนืดหรือแมกมา (Magma) ประกอบด้วยแร่

ธาตุหลากหลายชนิด ธาตุที่พบส่วนใหญ่คือแร่ซิลิกา นำมาทำแก้วหรือคริสตัล และยังพบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำด้วย เมื่อแมกมาไหลลงมาจากปล่องภูเขาไฟและไหลไปสู่พื้นราบด้วยอุณหภูมิที่สูงมาก 600-1,000 องศาเซลเซียส เราเรียกว่า *หินหลอมเหลวหรือธารลาวา (Lava)* ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำที่เคยอยู่ในแมกมาก็จะลอยหายไปสู่อากาศ ในขณะที่ธารลาวายังคงไหลไปตามแผ่นเปลือกโลก จนกระทั่งหยุดไหลและเริ่มเย็นตัวลงกลายเป็นของแข็ง และเรียกว่า *หินอัคนี (Igneous Rock)* หินอัคนีนี้จะมีรูปร่างและลักษณะของเนื้อหินแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอัตราการเย็นตัวของหินหนืด ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของหินอัคนีภายหลัง



(ก) แมกมาพุ่งทะลุไหลเป็นธารลาวา



(ข) แต่ละช่วงเวลาของการก่อกำเนิดหิน

รูปที่ 1.1 วัฏจักรการกำเนิดของหิน ทราย และดิน

4.2 หิน (Rocks)

ดังที่กล่าวมาแล้วในวัฏจักรการกำเนิดหิน ทราย และดิน แมกมาที่ระเบิดออกมาและไหลเป็นธารลาวา ออกมาก่อให้เกิดหินได้ 3 ประเภทคือ หินอัคนี หินชั้น (หินตะกอน) และหินแปร ซึ่งต่อไปนี้จะมาศึกษาถึงลักษณะของหินแต่ละประเภท ดังนี้

1. หินอัคนี (Igneous Rocks)

หินอัคนีเป็นหินที่เกิดจากการตกผลึกของแร่หินจากแมกมา (Magma) และเมื่อแมกมาเย็นตัวลงก็จะกลายเป็นของแข็งกึ่งเหลวที่มีความลื่นตัวได้มาก มีอุณหภูมิการเย็นตัวหรือตกผลึกอยู่ในอุณหภูมิระหว่าง 1,200→600 °C โดยการตกผลึกของแมกมาที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา

2. หินชั้นหรือหินตะกอน (Sedimentary Rocks)

หินชั้นหรือหินตะกอน เป็นหินที่เกิดจากชิ้นส่วนของหินต่าง ๆ ซึ่งเกิดมาก่อนแล้ว และถูกอิทธิพลของการกัดกร่อนพัดพามาทับถมตกตะกอนในอีกบริเวณหนึ่งของโลกในสภาพอุณหภูมิและความกดดันปกติ เกิดการฝังทั้งทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา ทับถมอัดตัวกันแน่นเกิดเป็นหินชั้นได้หลายรูปแบบ

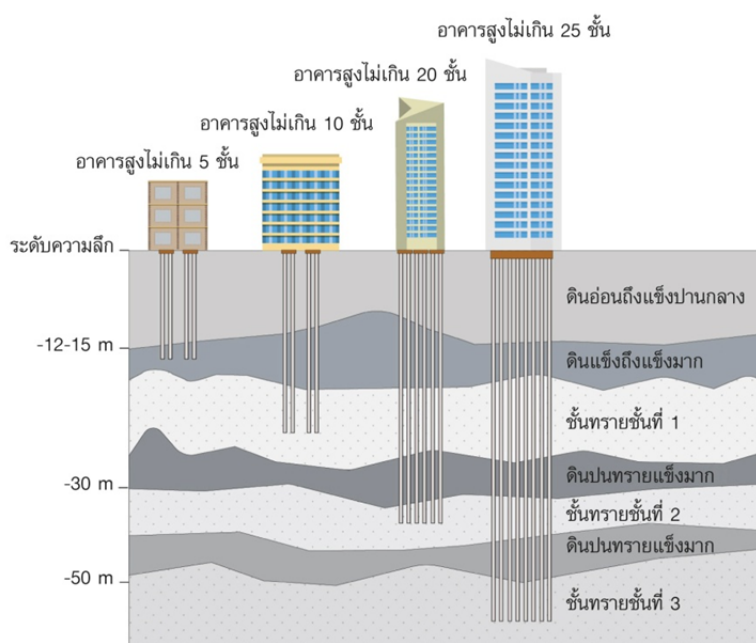
3. หินแปร (Metamorphic Rocks)

หินแปรเป็นหินที่เกิดจากการแปรสภาพของหินดั้งเดิมโดยอิทธิพลของความร้อน ความดัน และปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้เกิดการรวมตัวของแร่ธาตุกันใหม่ภายใต้อิทธิพลของอุณหภูมิ ทำให้เกิดการตกผลึกใหม่ที่ใหญ่กว่าเดิม โดยทั่วไปอิทธิพลของการแปรสภาพจะเกิดขึ้นได้ภายในเปลือกโลกที่ความลึกประมาณ 20 กิโลเมตร อุณหภูมิประมาณ 200–700 °C และมีความดันประมาณ 6,000 บรรยากาศ

4.3 ดินและทราย (Soil & Sand)

วัฒนา ธรรมมงคล ให้คำนิยามคำว่าดินและหินในทางวิศวกรรมก่อสร้างไว้ว่า “ดิน” หมายถึง กรวด (Gravel) ทราย (Sand) ทรายเม็ดปน (Silt) และดินเหนียว (Clay) หรือส่วนผสมของสิ่งเหล่านี้ซึ่งอาจเป็นพวกที่มีและไม่มีน้ำเชื่อมแน่น ดินเกิดจากเม็ดของแร่ธาตุต่าง ๆ มารวมตัวกัน แต่สามารถแยกให้ออกจากกันได้โดยวิธีง่าย ๆ เช่น การนำไปละลายน้ำ เป็นต้น ส่วนคำว่า “หิน” นั้นหมายถึง การรวมตัวของเม็ดแร่ธาตุต่าง ๆ และมีแรงยึดเกาะกันแน่นและถาวรมาก จนไม่สามารถแยกออกจากกันได้โดยวิธีง่าย ๆ เหมือนดิน

สำหรับชั้นดินในกรุงเทพฯ นั้น จากการเจาะสำรวจชั้นดินพบว่ามีควมลึกอยู่ระหว่าง 20–30 เมตร ลึกลงจากนั้นก็พบกับชั้นทรายและทรายปนกรวดสลับกันไปมาจนถึงความลึกประมาณ 150–250 เมตร ก็อาจยังไม่พบชั้นหิน



รูปที่ 1.2 ชั้นดินในเขตกรุงเทพฯ หรือบริเวณเขตภาคกลาง

4.4 หินที่ใช้ในงานก่อสร้าง

หินที่ใช้ในงานก่อสร้างนั้นจะได้มาจากการระเบิดหินจากภูเขา ซึ่งจะต้องมีการสำรวจทางธรณีวิทยาเสียก่อนว่าหินนั้นเป็นชนิดหินปูน (Lime Stone) หรือไม้ เนื่องจากเป็นหินที่นิยมนำมาเยื่อใช้ในการคอนกรีต หลังจากนั้นจึงขอสัมปทานในการทำเหมืองหิน ทำการระเบิดหินออกมาแล้วลำเลียงเข้าสู่เครื่องย่อยหิน (โม่) ชุดที่หนึ่ง หินที่มีขนาดเล็กกว่า 8” จะผ่านตะแกรงร่อนไปรวมกับหินที่ย่อยมาจากเครื่องย่อยชุดที่หนึ่งไปสู่เครื่องย่อยชุดที่สองและชุดที่สาม เพื่อทำการย่อยหินให้เล็กลงอีกจนได้ขนาด 2", 1½", 1", ¾", ½", ⅜", หินเกล็ด หินคลุก และหินฝุ่น ตามที่ต้องการ ส่วนหินที่ยังไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการก็นำกลับไปสู่เครื่องย่อยใหม่อีกครั้ง หินและทรายโดยทั่วไปจะมีน้ำหนักประมาณ 1,400–1,600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ประมาณ 2.4–2.9 ขนาดของหินที่ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป คือ หินสอง หมายถึงหินที่มีขนาดระหว่าง 1"–2"

4.5 ทรายที่ใช้ในงานก่อสร้าง

ทรายเป็นวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้างได้หลายประเภท เช่น ผสมในคอนกรีต ปรับระดับพื้นดิน ปรับพื้นที่จัดสวน ผสมปูนก่ออิฐและฉาบผนัง ใช้ผสมคอนกรีตบล็อก ใช้ผสมในงานตบแต่ง เช่น หินขัด หินล้าง เป็นต้น ทรายที่ใช้ในงานก่อสร้างโดยทั่วไปจะมีขนาดเม็ดระหว่าง 1.5–2 มิลลิเมตร น้ำหนักเมื่ออยู่ในสภาพแห้งจะหนักประมาณ 1,400–1,650 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และหนักประมาณ 1,800–2,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตรเมื่ออยู่ในสภาพเปียก

แหล่งกำเนิดทราย ทรายแบ่งออกตามแหล่งที่เกิดได้ 2 ชนิดคือ

1. **ทรายแม่น้ำ** เป็นทรายที่เกิดจากการกัดเซาะของกระแสน้ำพัดพาไหลไปตามแหล่งน้ำ โดยที่ทรายที่ยังมีขนาดใหญ่จะยังคงตกตะกอนอยู่บริเวณต้นน้ำ ส่วนทรายที่เม็ดเล็กก็จะถูกพัดพาไปตกบริเวณท้ายน้ำ ทรายแม่น้ำเป็นทรายที่สะอาดเนื่องจากมีการขัดสีไปตลอดทาง แต่ข้อเสียคือจะมีรูปร่างของเม็ดค่อนข้างกลม มีเหลี่ยมคมน้อย ทำให้เกิดการเกาะยึดในงานคอนกรีตได้ไม่ดีมากนัก

2. **ทรายบก** เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของหินทรายที่ถูกทับถมฝังอยู่ใต้ดิน หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ คือแม่น้ำเกิดแห้งขอดแปรสภาพเป็นพื้นดินทับถมกันมาเป็นเวลานาน การนำทรายบกมาใช้งานจึงต้องทำการเปิดหน้าดินออกไปก่อนลึกประมาณ 2–10 เมตร

ประเภทของทราย แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. **ทรายหยาบ** เป็นทรายที่ใช้สำหรับงานผสมคอนกรีตโครงสร้าง ลักษณะของเม็ดทรายจะใหญ่ มีเหลี่ยมมุมและแข็งแรง ขนาดของเม็ดทรายประมาณ 2–4.5 มิลลิเมตร

2. **ทรายหยาบปานกลาง** เป็นทรายที่ใช้สำหรับงานปูนก่อหรืองานคอนกรีตที่รับน้ำหนักไม่มากนัก ลักษณะของเม็ดทรายจะใหญ่น้อยกว่าทรายหยาบ มีเหลี่ยมมนน้อยลง ขนาดของเม็ดทรายประมาณ 1.5–2 มิลลิเมตร

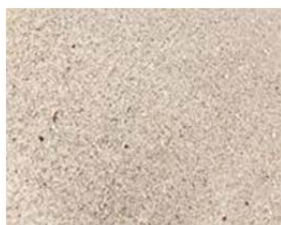
3. **ทรายละเอียด** เป็นทรายที่ใช้สำหรับงานปูนฉาบผนัง งานบัวปูนปั้น ลักษณะของเม็ดทรายค่อนข้างเล็กไม่เหมาะกับงานที่ต้องแบกรับน้ำหนักมาก ๆ ขนาดของเม็ดทรายประมาณ 0.05–1.5 มิลลิเมตร



(ก) ทรายเป็นหยาบ



(ข) ทรายเป็นละเอียด



(ค) ทรายละเอียด



(ง) ทรายเป็นหยาบปานกลาง



(จ) ทรายเป็นหยาบ

รูปที่ 1.3 ลักษณะของทรายและกรวดแต่ละชนิด

4.6 คุณสมบัติที่ต้องการของหินและทรายในงานวิศวกรรมก่อสร้าง

เนื่องจากหินและทราย (อาจเรียกว่า *วัสดุมวลรวม* หรือ *วัสดุคละ*) มีอัตราส่วนถึง 3 ใน 4 ส่วนของปริมาตรคอนกรีตที่ใช้ในงานก่อสร้างหนึ่งหน่วย และถึงแม้ว่าวัสดุมวลรวมจะเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายก็ตาม ถ้าปราศจากการตรวจสอบคัดแยกวัสดุให้มีคุณสมบัติที่ถูกต้องแล้ว ย่อมทำให้งานก่อสร้างนั้น ๆ ขาดคุณภาพและอาจก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยได้ ดังนั้น คุณสมบัติของหินและทรายที่จะต้องตรวจสอบก่อนนำไปใช้งาน มีดังนี้

1. **ความสะอาด** หินและทรายที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างต้องมีความสะอาด ปราศจากฝุ่นและสารอินทรีย์ต่าง ๆ เจือปน เพราะถ้ามีจะทำให้การยึดเกาะของเนื้อคอนกรีตด้อยกำลังลง
2. **การขนย้ายและกองเก็บ** คอนกรีตที่สามารถรับกำลังได้ดีจะต้องมีเนื้อผสมที่สม่ำเสมอ กล่าวคือหินและทรายที่ใช้ผสมต้องควบคุมการกองเก็บ ไม่ให้มีขนาดที่แตกต่างจากที่อื่นเข้ามาปะปน หรือในกรณีการลำเลียงจากที่สูงแล้วปล่อยลงมาผสมกับคอนกรีตในที่ต่ำ ก็อาจทำให้หินและทรายเกิดการแยกขนาดขึ้น
3. **ให้ใช้ขนาดเม็ดใหญ่ที่สุด (Maximum Size of Aggregate)** เนื่องจากหินและทรายเป็นวัสดุผสมหลักในคอนกรีตที่ทำหน้าที่แบกรับน้ำหนัก ฉะนั้นยิ่งใช้ก้อนใหญ่ที่สุดได้ก็จะยิ่งดีและยังเป็นการประหยัดทำให้ใช้ปูนซีเมนต์น้อยลง
4. **ความแข็งแรง (Strength)** หินและทรายจะต้องมีความสามารถรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่ากำลังของคอนกรีตที่ต้องการ โดยปกติหินและทรายที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างมักจะมีค่าความแข็งแรงสูงกว่าคอนกรีตอยู่แล้ว
5. **ความต้านทานต่อแรงกระแทกและการเสียดสี (Impact & Abrasion Resistance)** งานคอนกรีตเป็นงานที่ต้องพบกับการกระแทกและเสียดสีอยู่ตลอดเวลา เช่น งานถนน สะพาน พื้นโรงงาน
6. **ความคงตัวต่อปฏิกิริยาเคมี (Chemical Stability)** เหตุผลหลักที่เลือกใช้หินและทรายเป็นส่วนผสมในงานคอนกรีต เพราะหินและทรายจัดเป็นวัสดุเฉื่อย คือไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับปูนซีเมนต์
7. **รูปร่างและลักษณะผิว (Particle Shape & Surface Texture)** ลักษณะก้อนของหินและทรายจะต้องไม่แบนหรือยาวเกินไป ทรวดทรงของก้อนควรจะเป็นลักษณะทรงกลมเหลี่ยม เพื่อช่วยให้การผสมและการเทคอนกรีตทำได้ง่าย (Workability) ช่วยลดการสิ้นเปลืองของปูนซีเมนต์ ช่วยทำให้การยึดเหนี่ยวภายในเนื้อคอนกรีตเกาะติดแน่น
8. **ความลดหลั่นของขนาดหรือส่วนคละ (Gradation)** ส่วนคละ หมายถึงการที่หินหรือทรายมีการกระจายขนาดต่าง ๆ ลดหลั่นกันอย่างพอเหมาะ ทำให้เกิดการสอดแทรกกันระหว่างเม็ดเล็กกับเม็ดใหญ่ในบริเวณที่เป็นช่องว่าง ทำให้คอนกรีตมีเนื้อแน่นรับกำลังได้ดี ลดการสิ้นเปลืองของปูนซีเมนต์
9. **การดูดซึมและความชื้นที่ผิว (Moisture & Absorption)** ผิวของหินและทรายจะเป็นลักษณะรูพรุน ในการนำวัสดุหินและทรายไปใช้ผสมในงานคอนกรีต จึงต้องพิจารณาถึงอัตราการเติมน้ำผสมด้วย เนื่องจากรูพรุนที่ผิวของวัสดุจะเป็นตัวดูดเก็บความชื้นไว้ มีผลทำให้ต้องพิจารณาเกี่ยวกับการพองตัวของวัสดุ
10. **ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)** ความถ่วงจำเพาะ (ถพ.) คืออัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของวัสดุต่อความหนาแน่นของน้ำ ความถ่วงจำเพาะเป็นตัวบ่งบอกถึงแร่ธาตุที่เป็นส่วนผสมของหินหรือทราย และลักษณะของรูพรุนที่ผิวของวัสดุ สำหรับในประเทศไทยความถ่วงจำเพาะทั่วไปของหินประมาณ 2.7 และความถ่วงจำเพาะของทรายประมาณ 2.65

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 1
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ชั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ ในบทการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องวัฏจักรการกำเนิดของหิน หาย และดิน หินที่ใช้ในงานก่อสร้าง หายที่ใช้ในงานก่อสร้าง คุณสมบัติที่ต้องการของหินและทรายในงานวิศวกรรมก่อสร้าง
4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 1 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้าง
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 1 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 1 เรื่องหิน หายและดิน ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้าง
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 1 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 1
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 1
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาร่วมกัน

ประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 1 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตาม

สภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ

- (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

2. งานที่มอบหมาย

- (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1
(2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 1

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน
(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

การประเมินผล

บทที่ 1 หิน ทราย และดิน

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 1 หิน ทราย และดิน							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 30106 - 0007				วิทยาลัย			
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....				ครู			
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบทดสอบ		**คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้	คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้		
1	วัฏจักรการกำเนิดของหิน ทราย และดิน						
2	หิน						
3	ดิน และทราย						
4	หินที่ใช้ในงานก่อสร้าง						
5	ทรายที่ใช้ในงานก่อสร้าง						
6	คุณสมบัติที่ต้องการของหินและทรายในงานวิศวกรรมก่อสร้าง						
7							
8							
9							
10							
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		บทที่ 2
ชื่อวิชา	วัสดุและเทคนิคการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท	ฐานรากและเสาเข็ม	สอนครั้งที่ 2 / 16
ชื่อเรื่อง	ฐานรากและเสาเข็ม	จำนวน 2 คาบ

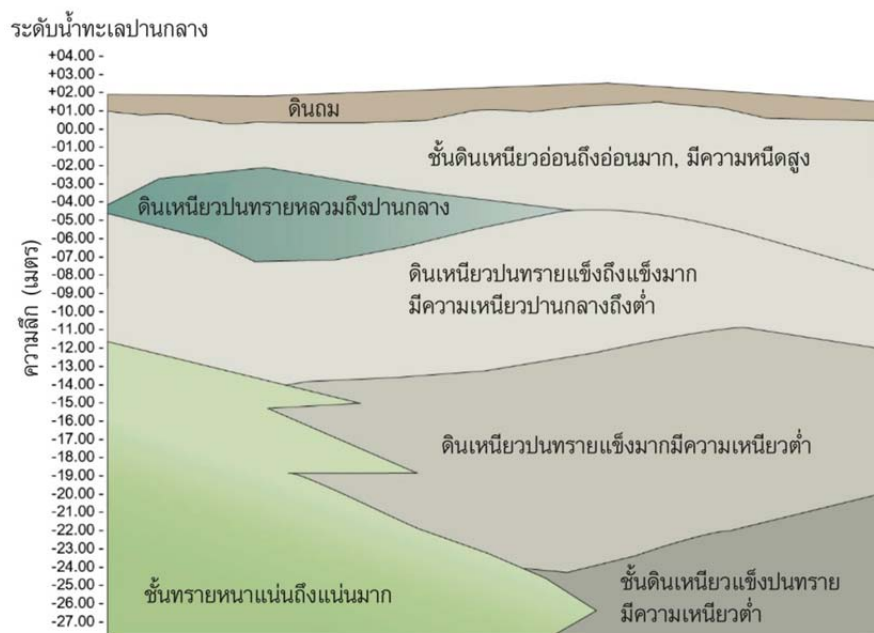
1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 ประเภทของฐานราก
- 1.2 ประเภทของเสาเข็ม
- 1.3 เสาเข็มสั้น
- 1.4 เสาเข็มยาว
- 1.5 เทคนิคการควบคุมงานตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง
- 1.6 เทคนิคการตรวจสอบ Blow Count
- 1.7 เทคนิคการควบคุมงานเสาเข็มเจาะ
- 1.8 เสาเข็มเจาะนำก่อนแล้วค่อยตอก
- 1.9 เสาเข็มตอกพร้อมกับการเจาะดิน
- 1.10 เสาเข็มจี้กด
- 1.11 เสาเข็มตอกไมโครไพล์

2.สาระสำคัญ

ดังที่ทราบกันมาแล้วว่าสภาพพื้นดินในโลกเรานั้นมีความหลากหลาย เกิดจากการเปลี่ยนแปลงและเคลื่อนไหวของพื้นพิภพอยู่เป็นระยะ ๆ ทำให้เกิดการพัดพาทับถมจนเกิดสภาพชั้นดินในแต่ละท้องถิ่นแตกต่างกันไป จากข้อมูลของกรมอุทกศาสตร์พบว่าในเขตกรุงเทพฯ มีระดับพื้นดินสูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1.50 เมตร ดังนั้นเมื่อเราขุดดินลงไปลึกประมาณ 1-2 เมตร ก็จะพบน้ำใต้ดินแล้วและจะเป็นดินเหนียว จากความลึก 2-14 เมตรจะเป็นดินเหนียวอ่อนอุ้มน้ำมากที่ความลึก 14-21 เมตรเป็นดินเหนียวแข็ง จนถึงความลึก 21 เมตรลงไปจะเป็นชั้นดินเหนียวปนทรายที่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกจากอาคารได้ดี และเมื่อขุดลึกลงไปเรื่อย ๆ ก็จะเป็นชั้นดินเหนียวแข็งมากสลับกับชั้นทรายไปเรื่อย ๆ ตามสภาพของแต่ละท้องถิ่น

การก่อสร้างอาคารใด ๆ จึงต้องพิจารณาเรื่องฐานรากการรับน้ำหนักบรรทุกทุกน้ำหนักของอาคารเป็นสำคัญ ฐานรากของอาคาร มีหลายชนิดหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะของชั้นดินในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งจะได้อธิบายตามลำดับถัดไป



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างชั้นดินทั่วไปในเขตลุ่มน้ำท่าจีนตอนล่าง บริเวณจังหวัดสมุทรสาคร

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของฐานราก ประเภทของเสาเข็ม เทคนิคการควบคุมงานตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง เทคนิคการตรวจสอบ Blow Count เทคนิคการควบคุมงานเสาเข็มเจาะ และเสาเข็มประเภทอื่น ๆ
2. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการเกี่ยวกับประเภทของฐานราก ประเภทของเสาเข็ม เทคนิคการควบคุมงานตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง เทคนิคการตรวจสอบ Blow Count เทคนิคการควบคุมงานเสาเข็มเจาะ และเสาเข็มประเภทอื่น ๆ
3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับประเภทของฐานราก ประเภทของเสาเข็ม เทคนิคการควบคุมงานตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง เทคนิคการควบคุมงานเสาเข็มเจาะ และเสาเข็มประเภทอื่น ๆ อย่างปลอดภัย

4. สารการเรียนรู้

4.1 ประเภทของฐานราก (Footing Type)

ฐานรากคือ โครงสร้างส่วนที่อยู่ใต้ผิวดิน ทำหน้าที่แบกรับน้ำหนักจากเสาอาคารแล้วถ่ายลงสู่ดิน ในสมัยโบราณการก่อสร้างบ้านเรือนก็อาจใช้ท่อนซุงมาวางเรียงกันในกันหลุมเพื่อแบกรับน้ำหนัก หรือใช้ไม้ตียึดเป็นรูปกากบาทที่โคนเสาเพื่อให้เสาสามารถต้านทานน้ำหนักและไม่ทรุดตัวเร็ว ในปัจจุบันนี้ฐานรากมักเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กแทบทั้งหมด เพราะก่อสร้างได้ง่าย รวดเร็ว และมีความแข็งแรงทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศได้ดี

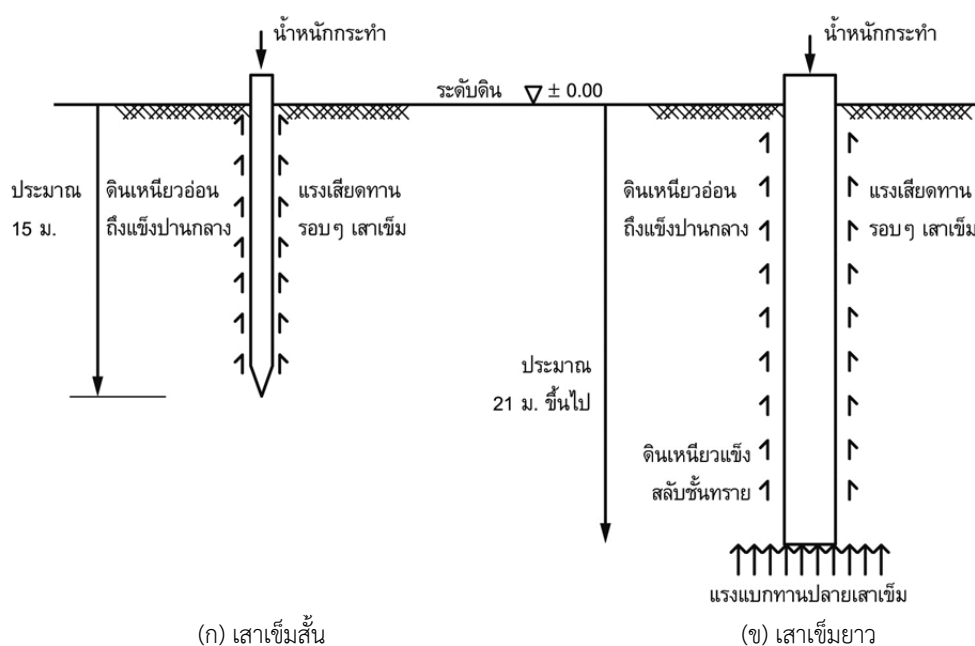
การแบ่งประเภทของฐานราก สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ฐานรากแผ่ (Spread Footing)
2. ฐานรากเข็ม (Pile Footing)

4.2 ประเภทของเสาเข็ม (Piling Type)

ฐานรากเข็มยังแบ่งประเภทของเสาเข็มที่มีารองรับได้อีก 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ฐานรากเสาเข็มสั้น (Friction Pile) เป็นฐานรากที่แบกรับน้ำหนักไม่มากนักและก่อสร้างอยู่บนชั้นดินอ่อน เช่น อาคารบ้านพักอาศัยทั่วไปที่ปลูกสร้างในเขตภาคกลาง การแบกรับน้ำหนักของเสาเข็มสั้น จะอาศัยความเสียดทาน (Friction) ของดินที่มาเกาะรอบ ๆ ตัวเสาเข็มเท่านั้น (ดูรูปที่ 2.2 (ก))
2. ฐานรากเสาเข็มยาว เป็นฐานรากที่ต้องแบกรับน้ำหนักมากและก่อสร้างอยู่บนชั้นดินอ่อนโดยเฉพาะในเขตภาคกลาง เช่น อาคารสำนักงาน โรงงานอุตสาหกรรม โรงแรม ห้างสรรพสินค้า ฯลฯ การแบกรับน้ำหนักของเสาเข็มยาวต้องอาศัยทั้งความเสียดทานของดิน และการแบกรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม (Bearing) ที่จะหยั่งถึงชั้นทรายในระดับความลึกประมาณ 20 เมตร ขึ้นไป (ดูรูปที่ 2.2 (ข))



รูปที่ 2.2 พฤติกรรมการแบกรับน้ำหนักของเสาเข็ม

4.3 เสาเข็มสั้น (Friction Pile)

เสาเข็มสั้นสามารถแบ่งออกตามชนิดของวัสดุได้ 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. เสาเข็มไม้ ไม้ที่นำมาทำเป็นเสาเข็มในปัจจุบันนี้คือ ไม้สนและไม้ยูคาลิปตัส ขนาดของเสาเข็มไม้โดยทั่วไปจะมีสัดส่วนหน้าตัดสัมพันธ์กับความยาว เช่น $\varnothing 2 \times 2.00$ เมตร, $\varnothing 3 \times 3.00$ เมตร, $\varnothing 4 \times 4.00$ เมตร, $\varnothing 5 \times 5.00$ เมตรและขนาดสูงสุดคือ $\varnothing 6 \times 6.00$ เมตร เพราะถ้าใช้เสาเข็มไม้ที่ใหญ่กว่านี้จะหาไม้ได้ยากและมีราคาแพง
2. เสาเข็มคอนกรีต เสาเข็มคอนกรีตมีผลิตขายในหลายรูปร่าง เช่น รูปตัวที (T) รูปตัวไอ (I) รูปหกเหลี่ยมกลวง และรูปสี่เหลี่ยมตัน ขนาดหน้าตัดทั่วไปคือ 12×12 ซม. 15×15 ซม. และ 18×18 ซม. ส่วนความยาวสามารถสั่งซื้อได้ตั้ง 1-8 เมตร ถ้าความยาวมากกว่านี้ สัดส่วนขนาดความผอมชะลูดของเสาเข็มก็จะไม่เหมาะสมและจะแตกหักได้ง่าย

4.4 เสาเข็มยาว (Bearing Pile)

เสาเข็มยาว สามารถแบ่งออกตามชนิดของการก่อสร้างได้ 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. เสาเข็มตอกคอนกรีตอัดแรง (Prestress Concrete Piling) เสาเข็มตอกคอนกรีตอัดแรงในปัจจุบันมีการผลิตขายกันหลายบริษัท และมีหน้าตัดต่าง ๆ กัน เช่น สี่เหลี่ยมตัน รูปตัวไอ และรูปวงกลมกลวง สำหรับเสาเข็มรูปวงกลมกลวงจะเป็นเสาเข็มที่รับกำลังได้สูงเป็นพิเศษเรียกว่า เสาเข็มสปัน (Spun Pile)

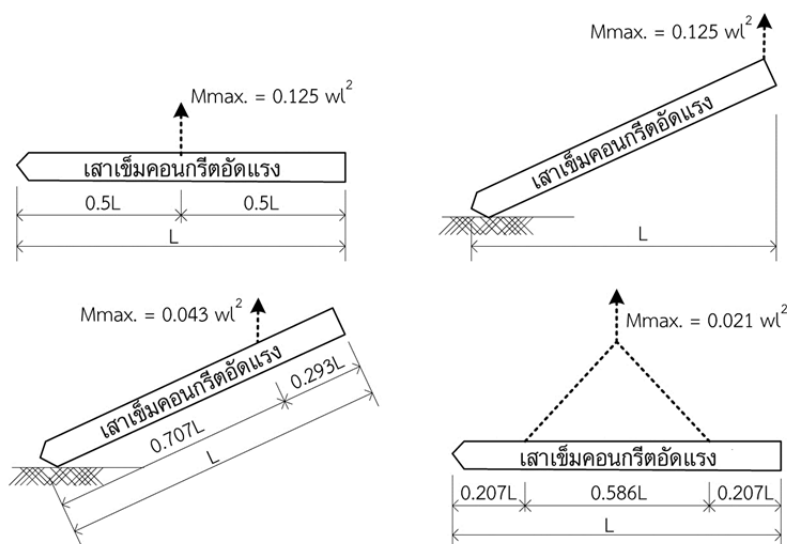
2. เสาเข็มเจาะคอนกรีตเสริมเหล็ก ยังแบ่งออกได้เป็นอีก 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เสาเข็มเจาะขนาดเล็ก (Small Bored Pile) หรือชาวบ้านเรียกว่า เสาเข็มเจาะ 3 ขา เป็นเสาเข็มเจาะที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 35–60 เซนติเมตร สามารถเจาะได้ลึกประมาณ 20–25 เมตร

2. เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ (Large Bored Pile) เป็นเสาเข็มเจาะที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 60 เซนติเมตรขึ้นไป สำหรับความลึกตั้งแต่ 25–60 เมตร เป็นเสาเข็มที่ใช้สำหรับงานก่อสร้างอาคารโครงการขนาดใหญ่ เช่น ทางด่วนรถไฟลอยฟ้า ทางด่วนสะพานทางหลวง อาคารสูงมาก (High Rise Building) ฯลฯ

4.5 เทคนิคการควบคุมงานตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง

เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง เป็นคอนกรีตอัดแรงชนิดดึงลวดเหล็กก่อนแล้วค่อยหล่อคอนกรีต โดยการดึงเหล็กให้ยึดตัวออกตามที่กำหนดไว้ เมื่อคอนกรีตแข็งตัวตามที่กำหนดแล้วจึงปล่อยให้ลวดเหล็กหดเข้า ในขณะที่ลวดเหล็กหดเข้านั้นมันก็จะทำการอัดคอนกรีต ทำให้คอนกรีตได้รับแรงอัดก่อนใช้งาน จึงเป็นผลให้คอนกรีตสามารถรับแรงโมเมนต์ดัดได้มากขึ้น เป็นข้อได้เปรียบของเสาเข็มชนิดคอนกรีตอัดแรง ฉะนั้นการขนส่งและการยกตอก ต้องยกตามจุดยกที่ผู้ผลิตกำหนดเพราะผู้ผลิตได้คำนวณออกแบบไว้แล้ว ถ้าผู้ใช้ไม่ปฏิบัติตาม เสาเข็มก็จะแอ่นตัวแตกร้าวเสียหายได้



รูปที่ 2.3 ค่าโมเมนต์ที่เกิดขึ้นจากตำแหน่งจุดหัวหรือจุดยกเสาเข็ม



รูปที่ 2.4 การหนุนไม้หมอนตามตำแหน่งที่เกิดค่าโมเมนต์ เพื่อลดการแอ่นตัวและแตกร้าว

เสาเข็มถือเป็นโครงสร้างส่วนที่สำคัญที่สุดของอาคาร การควบคุมงานตอกเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง (Pre-stress Concrete Driven Pile) จึงควรปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. ต้องจัดทำ Shop Drawing แสดงแผนผังตำแหน่งเสาเข็มในโครงการทุกต้น
2. ถ้าเสาเข็มมีจำนวนมาก จะต้องคำนึงถึงการเคลื่อนตัวของชั้นใต้ดิน เนื่องจากเสาเข็มที่ตอกลงไป จะไปดันดินให้เคลื่อนตัว
3. เมื่อมีปริมาณเสาเข็มมาก ๆ ต้องจัดแบ่งโซนจัดลำดับขั้นตอนการตอกไม่ให้กีดขวางกันเอง และเป็นการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของดิน ให้ไหลไปในทิศทางที่เป็นที่ว่างเปล่า
4. ต้องกำหนดจุดวางกองเสาเข็มให้ใกล้กับพื้นที่การตอกให้มากที่สุด เพื่อลดปัญหาการลากจูงเสาเข็มเสียหาย



5. ต้องตรวจสอบรอยแตกร้าวที่ยอมให้ การโก่งงอของเสาเข็ม อายุของคอนกรีตเสาเข็ม และมาตรฐาน มอก.



6. ตรวจสอบปั้นจั่น น้ำหนักลูกตุ้มเหล็กที่ใช้ตอก หมวกสวมหัวเข็ม มีความสมบูรณ์ถูกต้องหรือไม่



7. เมื่อเสร็จสิ้นการตอกเสาเข็มแต่ละวัน ต้องทำข้อมูลด้าน Survey ของเสาเข็มทุกต้น เพื่อให้รู้ว่าเสาเข็มมีการหนีศูนย์หรือไม่ และบันทึกค่า Pile Tip, Pile Top ของเสาเข็มแต่ละต้นว่าอยู่ที่ระดับใด



8. ความยาวเสาเข็มต้องยาวตลอดห้ามต่อ (ยกเว้นได้รับการอนุญาตจากผู้มีอำนาจในโครงการแล้ว)



9. ระหว่างการตอกเสาเข็มต้องตรวจสอบดังของเสาเข็มตลอดเวลา ถ้าพบว่าไม่ได้ดังต้องรีบดึงเสาเข็มขึ้นทันที เพื่อทำการตอกใหม่



10. ต้องควบคุมการตรวจนับระยะ Blow Count อย่างเข้มงวด เป็นหัวใจสำคัญ ของการควบคุมงานตอกเสาเข็ม เพื่อให้ได้เสาเข็มที่ตอกหยั่งถึงชั้นดินแข็งที่กำหนดไว้ และสามารถรับกำลังแบกทานได้โดยไม่ทำให้อาคารต้องทรุดตัวในภายหลัง



11. การตอกเสาเข็มแต่ละต้น ต้องทำการตอกให้เสร็จสิ้นภายในแต่ละวัน ห้ามทิ้งข้ามวันแล้วมาตอกใหม่ จะทำให้เกิดแรงผิวด้านและเสาเข็มอาจแตกเสียหายได้

12. ผู้ควบคุมงานตอกเสาเข็มต้องสวมหมวกนิรภัย และยืนควบคุมงานในทิศทางที่ตรงข้ามกับการลากเสาเข็ม และยืนด้านข้างของเครื่องตอกปั่นจั่น ให้ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัย

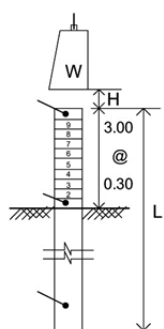
13. ถ้าเสาเข็มต้นใดตอกลงไปแล้วแต่เกิดความไม่แน่ใจว่ามีความสมบูรณ์หรือไม่ ให้ทดสอบด้วยเครื่องมือ Seismic Test หรือ Dynamic Test หรือ Load Test ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่กำหนดไว้



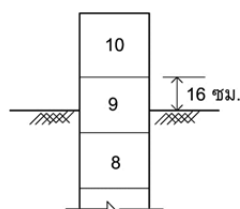
4.6 เทคนิคการตรวจสอบ Blow Count

Blow Count เป็นศัพท์ที่ใช้เรียกในงานตอกเสาเข็มหมายถึง จำนวนครั้งที่ลูกตุ้มเหล็กยกกระแทกลงบนหัวเสาเข็มจนเสาเข็มต้นนั้นจมลึกลงไปจนถึงชั้นดินแข็งหรือถึงระดับความลึกตามที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นการตรวจสอบให้แน่ใจว่าเสาเข็มต้นนั้น จมลึกลงไปถึงระดับที่กำหนดและสามารถแบกรับน้ำหนักบรรทุกทุกตามทีวิศวกรโยธาได้คำนวณออกแบบไว้จริง จึงต้องทำการตรวจนับ Blow Count

การนับจำนวนครั้งของ Blow Count จะเริ่มที่ระยะ 10 ฟุตสุดท้ายของเสาเข็มที่ยังเหลืออยู่ โดยเริ่มนับจำนวนครั้ง (Blow Count) ที่ลูกตุ้มเหล็กตอกระแทกหัวเสาเข็มที่ระยะฟุตที่ 1 (กรณีที่เสาเข็มเริ่มตอกไม่ลงตั้งแต่ก่อนถึงฟุตที่ 1 ก็ให้เริ่มต้นนับ Blow Count ได้เลย) พร้อมทั้งจดบันทึกจำนวนครั้งที่ตอกทุกระยะความลึก 1 ฟุต (30 เซนติเมตร) ซึ่งจำนวนครั้งที่ใช้ตอกในแต่ละฟุต ต้องทำการคำนวณตามสูตรที่กำหนดไว้ก่อนล่วงหน้าแล้ว (ดังตัวอย่างข้างท้ายนี้)



(ก) แสดงการเริ่มต้นนับ Blow Count



(ข) แสดง Blow Count จมไม่หมดในฟุตที่ 9

รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการตรวจนับ Blow Count



- (ค) แสดงการตอก 10 ครั้งสุดท้ายจมลงไป 7 ซม. (ง) แสดงการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 2) จมลงไป 3 ซม. มากกว่า 4.20 ซม. น้อยกว่า 4.20 ซม. ใช้ได้แล้ว

รูปที่ 2.5 (ต่อ) ขั้นตอนการตรวจนับ Blow Count

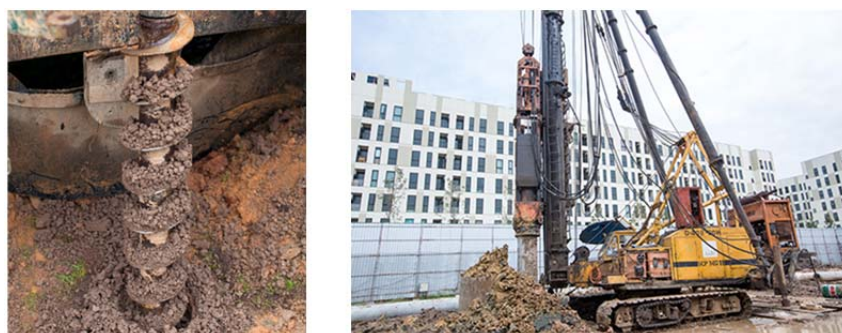
4.7 เทคนิคการควบคุมงานเสาเข็มเจาะ

เสาเข็มเจาะเป็นเสาเข็มที่ใช้ทดแทนเสาเข็มตอกด้วยหลายสาเหตุ เช่น ทางเข้าโครงการคับแคบไม่สามารถขนส่งเสาเข็มยาว ๆ เข้าไปได้ การตอกเสาเข็มจะมีแรงสั่นสะเทือนและเสียงดัง ทำให้ชุมชนรอบ ๆ โครงการไม่ยินยอม อาคารขนาดใหญ่ ๆ ที่มีน้ำหนักมาก จำเป็นต้องใช้เสาเข็มที่มีความลึกมากกว่า 30 เมตรขึ้นไป เสาเข็มตอกโดยทั่วไปจะตอกลึกลงไปได้ไม่เกิน 25-30 เมตรเท่านั้น เป็นต้น

ดูรายละเอียดขั้นตอนในเอกสารหนังสือเรียน

4.8 เสาเข็มเจาะนำก่อนแล้วค่อยตอก (Pre-bore Pile Drive)

เสาเข็มยาวคอนกรีตอัดแรงที่เรียนผ่านมานั้น ถือเป็นเสาเข็มตอกที่รับกำลังได้ดีและมีการตรวจสอบ Blow Count จึงมั่นใจว่าเสาเข็มหยั่งถึงชั้นดินแข็งตามที่กำหนดไว้ แต่มีข้อด้อยคือ เสียงดังและแรงสั่นสะเทือนจากการตอก ทำให้ชาวบ้านโดยรอบรำคาญและสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงอาจแตกร้าวเสียหาย จึงต้องหาแนวทางป้องกันโดยความรู้ด้านวิศวกรรมปฐพี มองเห็นว่าแรงสั่นสะเทือนจากการตอกและแรงดันเคลื่อนตัวของดินนั้น สามารถลดทอนให้เหลือน้อยลงได้โดยการเจาะดินนำลงก่อน ลึกประมาณ 10-12 เมตรเพื่อให้เกิดช่องว่างที่แรงสั่นสะเทือนไม่สามารถส่งผ่านไปได้ จากนั้นจึงค่อยหย่อนเสาเข็มท่อนแรกลงไปและต่อเชื่อมเสาเข็มท่อนที่สอง แล้วจึงค่อยเริ่มต้นการตอกเสาเข็มจนถึงชั้นดินแข็งและตรวจสอบ Blow Count ได้ตามปกติ และแรงสั่นสะเทือนจากการตอกที่จะเกิดขึ้นนั้นจะอยู่ในระดับลึกแล้ว จึงสามารถช่วยแก้ปัญหาเสียงดังและแรงสั่นสะเทือนระดับผิวดินด้านบนไปได้ ทำให้โครงสร้างก่อสร้างสามารถดำเนินการไปได้อย่างต่อเนื่องและไม่เกิดปัญหากับชุมชนโดยรอบ



รูปที่ 2.6 ลักษณะของงานเสาเข็ม Pre-bore Pile Drive

4.9 เสาเข็มตอกพร้อมกับการเจาะดิน (Auger Press with Final Drive)

ในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่และหนักมักพบว่าเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่เลือกใช้เป็นเสาเข็มกลมรูกลวง (Spun Pile) เนื่องจากเสาเข็มสปันจะมีความหนาแน่นและแข็งแรงสูงกว่าเสาเข็มอื่น ๆ จึงเหมาะกับการก่อสร้างที่หนักมาก ๆ แต่เกิดปัญหาเสียงดังและแรงสั่นสะเทือนสูงตามมาด้วย ต้องหาแนวทางป้องกันโดยความรู้ด้านวิศวกรรมปฐพีมองเห็นว่าแรงสั่นสะเทือนจากการตอกและแรงดันเคลื่อนตัวของดินนั้นสามารถลดทอนให้เหลือน้อยลงได้ โดยลักษณะของเสาเข็มสปันที่มีรูกลวงอยู่ตรงกลาง จึงสามารถใช้การเจาะดินจากภายในรูกลวงของเสาเข็มขึ้นมา สลับกับการกดเสาเข็มลง



รูปที่ 2.7 ลักษณะของงานเสาเข็ม Auger Press with Final Drive

4.10 เสาเข็มจัด (Hydraulic Static Pile Driver or Jack In Pile)

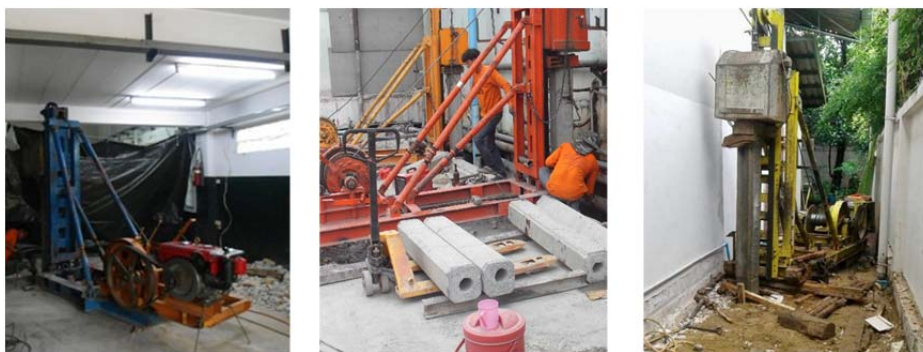
เทคโนโลยีด้านการตอกเสาเข็มยังไม่หยุดยั้ง ล่าสุดได้มีการพัฒนาเครื่องตอกเสาเข็มแบบไฮดรอลิกโดยไม่ต้องตอกแต่ใช้วิธีจัดแล้วกดเสาเข็มลงไป สามารถดำเนินการตอกได้รวดเร็วและได้อย่างแม่นยำ สามารถเคลื่อนที่เดินทางน้อยหลังหรือเคลื่อนที่ไปทางซ้ายขวาได้ด้วยตัวเอง เป็นระบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สะอาดไม่ต้องขุดหรือเจาะดิน ปราศจากมลภาวะและไม่เกิดแรงสั่นสะเทือนใด ๆ ด้วยเครื่องจักรกลไฮดรอลิกที่เรียกว่า Jack in Pile โดยใช้กำลังจากกระบอกไฮดรอลิกเป็นตัวขับเคลื่อนอุปกรณ์ ด้วยยานจักรกลมีตุ้มถ่วงน้ำหนักเป็นองค์ประกอบหลัก มีอุปกรณ์จับยึดเสาเข็มอย่างแน่นหนาและมั่นคง และมีระบบแขนเครนที่ยื่นยาวมากกว่า 15 เมตร สำหรับยกหัวเสาเข็มส่งเข้าไปในเบ้าจัดได้ด้วยตัวเอง จากนั้นทำการจับและกดเสาเข็มให้จมลงไปในดิน ด้วยแรงดันมหาศาลจากกระบอกไฮดรอลิกมากกว่า 80-800 ตันหรือมากกว่า ทำให้การกดเสาเข็มนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อใด ๆ ต่อโครงสร้างอาคารใด ๆ ที่อยู่ใกล้เคียงเลย โดยเฉพาะอาคารโบราณสถานหรืออาคารที่อยู่ในเขตอนุรักษ์สถาน และไม่ต้องมีการตอกเสาเข็มเพื่อตรวจสอบ Blow Count เลย เพราะสามารถตรวจสอบอัตราส่วนความปลอดภัย (Factor of Safety = 2.5) ได้โดยดูจากการใช้มาตรวัดกำลังไฮดรอลิกและน้ำหนักที่กดลงไปในตัวเสาเข็มนั้น



รูปที่ 2.8 ลักษณะทั่วไปของเครื่องจักรกล Hydraulic Static Pile Driver หรือ Jack in Pile

4.11 เสาค้ำตอกไมโครไพล์ (Micro Pile)

เสาค้ำตอกชนิดนี้ จัดเป็นเสาค้ำตอกคอนกรีตอัดแรงชนิดพิเศษ ผลิตออกมาเป็นท่อนสั้น ๆ ยาวประมาณ 1.20–1.50 เมตร มีขนาดหน้าตัดตั้งแต่ 20–30 เซนติเมตร ผลิตเป็นหน้าตัดกลมกลวง หรือหน้าตัดรูปตัวไอ หรือหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมตันหรือกลวง สามารถเชื่อมต่อให้ติดกันยาวเปรียบเหมือนเสาค้ำตอกคอนกรีตอัดแรงชนิดยาวได้ ใช้ตุ้มเหล็กน้ำหนักประมาณ 1–1.5 ตัน ตอกส่งลงไปเรื่อย ๆ หรืออาจใช้การกดด้วยแม่แรงไฮดรอลิกให้จมลึกลงไปในดินเหมือนกับเสาค้ำตอกยาวแบบปกติทั่วไปได้ทุกประการ



รูปที่ 2.9 ลักษณะการใช้งานในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 2
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ ในบทการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องประเภทของฐานราก ประเภทของเสาค้ำ เสาค้ำสั้น เสาค้ำยาว เทคนิคการควบคุมงานตอกเสาค้ำคอนกรีตอัดแรง เทคนิคการตรวจสอบ Blow Count เทคนิคการควบคุมงานเสาค้ำเจาะ เสาค้ำเจาะนำก่อนแล้วค่อยตอก เสาค้ำตอกพร้อมกับการเจาะดิน เสาค้ำจับ เสาค้ำตอกไมโครไพล์
4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 2 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 2 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 2 เรื่องฐานรากและเสาค้ำ ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 2 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาวัสดุก่อสร้าง

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 2
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 2
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษา ร่วมกัน

ประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 2 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตาม

สภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ
 - (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัวทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา
2. งานที่มอบหมาย
 - (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2
 - (2) แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 2

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน

(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

การประเมินผล

บทที่ 2 ฐานรากและเสาเข็ม

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล							
บทที่ 2 ฐานรากและเสาเข็ม							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 30106 - 0007				วิทยาลัย			
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....				ครู			
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบทดสอบ		**คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้	คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้		
1	ประเภทของฐานราก						
2	ประเภทของเสาเข็ม						
3	เสาเข็มสั้น						
4	เสาเข็มยาว						
5	เทคนิคการควบคุมงานตอกเสาเข็ม						
6	เทคนิคการตรวจสอบ Blow Count						
7	เทคนิคการควบคุมงานเสาเข็มเจาะ						
8	เสาเข็มเจาะนำก่อนแล้วค่อยตอก						
9	เสาเข็มตอกพร้อมกับการเจาะดิน						
10	เสาเข็มจัดกดและเสาเข็มตอกไมโครไพล์						
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	บทที่ 3
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท ปูนซีเมนต์และคอนกรีต	สอนครั้งที่ 3/16
ชื่อเรื่อง ปูนซีเมนต์และคอนกรีต	จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 องค์ประกอบของคอนกรีต
- 1.2 คำนิยามของคอนกรีตชนิดต่าง ๆ
- 1.3 วิวัฒนาการของปูนซีเมนต์
- 1.4 กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
- 1.5 ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
- 1.6 การเก็บรักษาปูนซีเมนต์
- 1.7 อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทย
- 1.8 คอนกรีตปัม

2.สาระสำคัญ

งานก่อสร้างในปัจจุบันนี้ไม่ว่าจะเป็นอาคารแฝงลอยเล็ก ๆ หรืออาคารตึกสูงระฟ้าต่าง ๆ แทบจะกล่าวได้ว่าหลีกเลี่ยงจากงานคอนกรีตไปไม่ได้เลย งานคอนกรีตถือได้ว่าเป็นสิ่งมหัศจรรย์อย่างหนึ่งของโลก โดยการนำเอาส่วนผสมต่าง ๆ มาคลุกเคล้ากันแล้วเทลงในแบบหล่อรูปร่างต่าง ๆ ตามที่จินตนาการไว้ได้อย่างง่าย ๆ ซึ่งเมื่อแข็งตัวแล้วก็จะมีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกทุกต่าง ๆ ได้มากมาย

คอนกรีตเมื่อเทลงในแบบหล่อโครงสร้างแล้ว ต้องห้ามมีการกระทบกระเทือนใด ๆ เพราะคอนกรีตกำลังเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันและเริ่มยึดเกาะแข็งตัว การกระทบกระเทือนใด ๆ ในระหว่างช่วง 24 ชั่วโมงแรก จะทำให้คอนกรีตแยกตัวออกจากกันแตกร้าวอยู่ภายใน เมื่อผ่านพ้นไป 1 วันก็ให้เริ่มดำเนินการบ่มคอนกรีตได้ทันทีด้วยน้ำอย่างน้อยวันละ 3 เวลาและต่อเนื่องอย่างน้อย 7 วัน การบ่มคอนกรีตจะช่วยให้คอนกรีตมีการพัฒนาการยึดเกาะเพิ่มกำลังความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และแข็งแรงสูงสุดที่ประมาณอายุ 28 วัน โดยปกติทั่วไปคอนกรีตเมื่อแห้งแข็งตัวเรียบร้อยแล้วจะมีหน่วยน้ำหนักประมาณ 2,350-2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของคอนกรีตคำนิยามของคอนกรีตชนิดต่าง ๆ วิวัฒนาการของปูนซีเมนต์ กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ การเก็บรักษาปูนซีเมนต์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทย คอนกรีตปัม
2. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการเกี่ยวกับการเลือกใช้ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ การเก็บรักษาปูนซีเมนต์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทย คอนกรีตปัม
3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ การเก็บรักษาปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทย คอนกรีตปัมได้อย่างถูกต้อง

4. สาธารณการเรียนรู้

องค์ประกอบของคอนกรีต

คอนกรีตประกอบด้วยส่วนผสม 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ปูนซีเมนต์เพสต์ และวัสดุผสมละเอียด

1. ปูนซีเมนต์เพสต์ (Cement Paste) คือส่วนผสมของปูนซีเมนต์ น้ำ และอากาศ ก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่าไฮเดรชัน (Hydration) ทำให้ซีเมนต์เพสต์มีคุณสมบัติจับตัวเกาะแน่นกับวัสดุผสมได้ ปูนซีเมนต์จะเริ่มก่อตัวยึดเกาะอย่างรวดเร็วในระยะแรกและเกิดความร้อนขึ้นด้วย และค่อย ๆ เกิดการเกาะยึดมากขึ้นเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่องกันไป ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม ซีเมนต์เพสต์ที่เหลวมากเกินไปจะมีผลทำให้คอนกรีตรับกำลังได้ต่ำ คอนกรีตที่มีกำลังแข็งแรงดีนั้นจำเป็นต้องเลือกใช้ซีเมนต์เพสต์ที่มีความชื้นเหลือที่เหมาะสมหรือเรียกว่า มีอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ที่เหมาะสม (Water Cement Ratio, W/C Ratio) และสามารถทดสอบได้ด้วยวิธี Slump Test

2. วัสดุผสมละเอียด (Aggregates) ได้แก่ วัสดุผสมหยาบและวัสดุผสมละเอียด โดย วัสดุผสมหยาบ หมายถึง หินหรือกรวด หรือวัสดุผสมที่ค้ำบนตะแกรงร่อนมาตรฐานเบอร์ 4 ส่วน วัสดุผสมละเอียด จะหมายถึงทรายหรือวัสดุผสมที่ร่อนผ่านตะแกรงร่อนมาตรฐานเบอร์ 4 และค้ำบนตะแกรงร่อนมาตรฐานเบอร์ 200

ตารางที่ 3.3 ความแข็งแรงของคอนกรีตที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่ม

อายุ (วัน)	ร้อยละความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นโดยประมาณ
1	16%
3	40%
7	65%
14	90%
28	99%



(ก) บ่มแบบซังน้ำ



(ข) ฉีดน้ำ 3 เวลาและคลุมผ้ากระสอบ



(ค) คลุมแผ่นพลาสติกปิดตัวเอง

รูปที่ 3.1 การบ่มคอนกรีตในแต่ละรูปแบบ

กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ แบ่งออกได้ 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ แบบเปียก และแบบแห้ง

1. กรรมวิธีการผลิตแบบเปียก (Wet Process)

ตั้งแต่มีโรงงานผลิตปูนซีเมนต์เริ่มแรกในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2458 ก็ใช้กรรมวิธีการผลิตแบบเปียก (Wet Process) มาโดยตลอด ระบบนี้จะสิ้นเปลืองพลังงานมาก จนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2509 มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากขึ้น จึงเปลี่ยนไปเป็นกรรมวิธีการผลิตแบบแห้ง (Dry Process) ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน

วัตถุดิบที่ผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แบบเปียก ประกอบด้วย

ดินขาวหรือดินสอพอง (Marl) ซึ่งมีส่วนประกอบทางเคมีของแคลเซียมคาร์บอเนต

ดินดำหรือดินเหนียว (Clay) ซึ่งมีส่วนประกอบทางเคมีของซิลิกอนไดออกไซด์ อะลูมินัมออกไซด์ และเฟอร์ริกออกไซด์

แร่เหล็กหรือคิลาแลง (Iron Ore or Laterite) ซึ่งมีส่วนประกอบทางเคมีของเฟอร์ริกออกไซด์

ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตแบบเปียก ดังนี้

1. นำวัตถุดิบดังกล่าวมาล้างและเข้าสู่บ่อตักด้วยสัดส่วนที่กำหนด แล้วกวนกับน้ำให้เข้ากันเป็นน้ำดิน (Slurry)
2. ส่งน้ำดินไปยังหม้อบดดินเพื่อบดให้ละเอียด
3. ส่งน้ำดินที่บดละเอียดแล้วไปผ่านเครื่องกรองหยาบและเครื่องกรองละเอียด เพื่อแยกดินที่ยังหยาบอยู่กลับไปที่บดใหม่
4. น้ำดินที่ผ่านเครื่องกรองละเอียดมาแล้วนำไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำดิน (Slurry Silo) และจัดให้มีลมเป่ากวนน้ำอยู่ตลอดเวลา

5. ทำการปรับอัตราส่วนผสมให้ถูกต้อง แล้วสูบไปสู่บ่อกวนดิน (Agitator Basin) แล้วส่งเข้าสู่หม้อเผาแบบหมุน (Rotary Kiln) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 1,400–1,500 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแห้งได้เป็นปูนเม็ด (Clinker) ออกมาและทิ้งไว้จนเย็น

6. นำไปบดให้ละเอียดพร้อมทั้งเพิ่มแร่ยิปซัมอีกประมาณ 5% เพื่อให้ปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติไม่แข็งตัวเร็วเกินไป

2. กรรมวิธีการผลิตแบบแห้ง (Dry Process)

ปัจจุบันนี้ทุกโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ในประเทศไทย ล้วนใช้กรรมวิธีผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยระบบวิธีแบบแห้ง (Dry Process) เพราะมีเครื่องจักรกลที่ทันสมัย สะดวกและประหยัดพลังงานมากกว่า วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตประกอบด้วย หินปูน (Limestone) ดินดาน (Shale) แร่เหล็กหรือคิลาแลง และทราย

ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตแบบแห้ง ดังนี้

1. คัดแยกวัสดุให้ได้สัดส่วนตามที่ต้องการ ล้างและเข้าสู่เครื่องย่อยเพื่อย่อยให้เป็นเม็ดเล็ก ๆ จากนั้นลำเลียงเข้าไปเก็บในถัง (Silo) เมื่อต้องการผลิตก็ลำเลียงเข้าสู่หม้อบดละเอียดตามขั้นตอนต่อไป
2. เมื่อผ่านการบดละเอียดแล้วก็ลำเลียงไปผ่านเครื่องร่อนขนาด เมื่อได้ส่วนที่ละเอียดตามที่กำหนดแล้วให้นำเข้าไปเก็บไว้ในถังเตรียมผสม (Blending Silo) และส่วนที่ยังหยาบอยู่ก็นำกลับไปที่บดใหม่
3. สำหรับวัตถุดิบที่ละเอียดแล้วและเก็บไว้ในถังนั้น จะจัดให้มีลมเป่าเพื่อให้ส่วนผสมสม่ำเสมอตลอดเวลา
4. ลำดับถัดไปก็ลำเลียงเข้าสู่หม้อเผาเช่นเดียวกับกรรมวิธีผลิตแบบเปียกทุกขั้นตอน

ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ตามมาตรฐานของสมาคมทดสอบวัสดุอเมริกัน (American Society for Testing Materials; ASTM) ได้แบ่งประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ไว้ 4 ประเภทคือ

ในที่นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเฉพาะปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ รหัส C-150 ประเภทที่หนึ่งถึงห้าเท่านั้น ส่วนปูนซีเมนต์ชนิดอื่น ๆ นั้น ผู้อ่านจะได้เรียนรู้รายละเอียดในวิชาคอนกรีตเทคโนโลยีต่อไป

ประเภทหนึ่ง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Ordinary Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ตาม มอก. 15 เล่ม 1-2555 ที่ถือว่าเป็นมาตรฐานทั่วไปที่ใช้ในงานก่อสร้างคอนกรีตโครงสร้างทั่วไป เช่น อาคารพักอาศัยทั่วไป ถนน ทางเท้า กำแพง ฯลฯ และอยู่ในสภาพภูมิอากาศที่ปกติ เช่น อยู่ทางไกลน้ำทะเล ไม่อยู่ในทะเลทรายหรือหิมะ เป็นต้น

ประเภทสอง ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ดัดแปลง (Modified Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ที่ดัดแปลงให้มีความต้านทานต่อซัลเฟตได้ปานกลาง เกิดความร้อนในระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) ต่ำกว่าประเภทหนึ่ง จึงเหมาะสำหรับงานก่อสร้างขนาดใหญ่และอยู่ใต้น้ำเค็มหรือน้ำกร่อย เช่น ตอม่อของท่าเทียบเรือ เขื่อนริมชายฝั่ง อาคารที่อยู่ใกล้ทะเล เป็นต้น

ประเภทสาม ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ให้กำลังอัดเร็ว (High-early Strength Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ตาม มอก. 15 เล่ม 1-2555 ที่มีเนื้อปูนบดละเอียดมากกว่าประเภทหนึ่ง จึงมีคุณสมบัติในการทำให้แข็งตัวเร็วและรับกำลังได้สูง เหมาะสำหรับงานที่ต้องการให้เปิดใช้งานได้โดยเร็ว เช่น งานซ่อมแซมถนน หรืองานที่ต้องเร่งรัดเวลาให้เสร็จโดยเร็วเพื่อการหมุนเวียนแบบหล่อ หรืองานที่อยู่ในสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็นเพื่อป้องกันน้ำในคอนกรีตแข็งตัวเสียก่อน

ประเภทสี่ ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์เกิดความร้อนต่ำ (Low-heat Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมสำหรับงานคอนกรีตหนา เช่น งานเขื่อนขนาดใหญ่ ซึ่งต้องใช้ปริมาณคอนกรีตอย่างมากและเกิดความร้อนภายในสูง ทำให้คอนกรีตเกิดการขยายตัวแตกร้าวได้ จึงต้องควบคุมอัตราความร้อน เพื่อให้คอนกรีตค่อย ๆ แข็งตัวอย่างสม่ำเสมอ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ยังไม่มีการผลิตขายกันในประเทศไทย

ประเภทห้า ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ทนซัลเฟตได้สูง (Sulfate Resistance Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ตาม มอก. 15 เล่ม 1-2555 ที่มีความต้านทานต่อซัลเฟตได้สูง จึงเหมาะสำหรับงานก่อสร้างที่อยู่ในบริเวณที่ถูกซัลเฟตกระทำหรือบริเวณที่พื้นดินมีความเป็นด่างสูง เช่น อาคารทุกประเภทที่ปลูกสร้างอยู่ใกล้ทะเลหรือในทะเลหรือบริเวณป่าชายเลน หรือโครงการก่อสร้างที่สัมผัสกับน้ำเสีย ปูนซีเมนต์ประเภทนี้จะแข็งตัวช้ากว่าและเกิดความร้อนต่ำกว่าประเภทอื่น

อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทย

บริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)

ปูนซีเมนต์ที่บริษัทฯ ผลิตออกจำหน่ายคือตราช้าง และตราเสือ



รูปที่ 3.2 ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ของบริษัทปูนซีเมนต์ไทยอุตสาหกรรม จำกัด

บริษัทปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)

ปูนซีเมนต์ที่บริษัทฯ ผลิตออกจำหน่าย ใช้เป็นจุดเด่นเพียงโลโก้เดียวคือ ตราอินทรี



รูปที่ 3.3 ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ของบริษัทปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)

บริษัทปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน)

ปูนซีเมนต์ที่บริษัทฯ ผลิตออกจำหน่าย ใช้เป็นจุดเด่นเพียงโลโก้เดียวคือ ตราดอกบัว



รูปที่ 3.4 ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ของบริษัทปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน)

บริษัททีพีโอโพลิน จำกัด (มหาชน)

ปูนซีเมนต์ที่บริษัทฯ ผลิตออกจำหน่าย ใช้เป็นจุดเด่นเพียงโลโก้เดียวคือ ตราทีพีโอ



รูปที่ 3.5 ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ของบริษัททีพีโอ โพลิน จำกัด (มหาชน)

บริษัทภูมิไจไทยซีเมนต์ จำกัด

ปูนซีเมนต์ที่บริษัทฯ ผลิตออกจำหน่าย ใช้เป็นจุดเด่นเพียงโลโก้เดียวคือ ตราราชสีห์



รูปที่ 3.6 ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ของบริษัทภูมิไจไทยซีเมนต์ จำกัด

คอนกรีตปั๊ม

คอนกรีตปั๊มคือ อุปกรณ์ที่ใช้เพื่อการลำเลียงคอนกรีตโดยผ่านทางเส้นท่อ ทดแทนการลำเลียงคอนกรีตด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น ลำเลียงด้วยคนงาน-รถเข็น สายพานลำเลียง ลิฟต์ขนส่งวัสดุ หรือทาวเวอร์เครน

การลำเลียงด้วยระบบคอนกรีตปั๊ม มีจุดเด่นหลายประการคือ

1. ได้ความรวดเร็วในการเทคอนกรีตมากกว่าทุกวิธี
2. จำเป็นต้องใช้ เพราะแรงงานคนงานไม่เพียงพอ
3. ช่วยในการเร่งรัดเวลาทำงานให้ทันตามแผนที่กำหนดไว้

4. ช่วยแก้ปัญหาเมื่อต้องเทคอนกรีตในปริมาณมากให้ทันกับระยะเวลาการแข็งตัว
5. ช่วยแก้ปัญหาสภาพพื้นที่ในงานก่อสร้างที่ยากต่อการลำเลียงขนส่งวัสดุ
6. หมดปัญหาเรื่องการผสมคอนกรีตที่อาจไม่ต่อเนื่อง หรือวัสดุผสมไม่เพียงพอ
7. ควบคุมคุณภาพคอนกรีตได้ดี เพราะต้องมีหัวหน้างาน ผู้ควบคุมงานหรือวิศวกรประจำโครงการเป็นผู้กำกับดูแล

ลักษณะการติดตั้งเครื่องคอนกรีตปั๊ม แบ่งออกได้ 3 ประเภท (ที่มา : เอกสารแนะนำของคอนกรีตปั๊มซีแพค)

1. คอนกรีตปั๊มแบบติดตั้งอยู่กับที่ (Stationary Concrete Pump)
2. คอนกรีตปั๊มแบบติดตั้งบนรถคอนกรีตผสมเสร็จ (Truck Mixed Concrete Pump)
3. คอนกรีตปั๊มแบบติดตั้งบนรถบรรทุก (Truck Mounted Concrete Pump)



รูปที่ 3.7 คอนกรีตปั๊มแบบติดตั้งบนรถบรรทุก

ปัญหาการอุดตันของคอนกรีตในท่อนส่ง เกิดขึ้นได้จากสาเหตุหลัก ๆ 2 ประการคือ

1. ปัญหาจากส่วนผสมคอนกรีต เช่น เกิดการแยกตัวของส่วนผสมคอนกรีต เกิดแรงเสียดทานระหว่างคอนกรีตกับผิวท่อนส่งมากเกินไป ส่วนผสมมีค่าการยุบตัวน้อยเกินไป เป็นต้น
2. ปัญหาจากอุปกรณ์ตัวปั๊มและท่อนส่ง เช่น การต่อประกับท่อนแต่ละท่อนไม่แน่นหนา ทำให้ปูนทรายหรือน้ำปูนรั่วไหลออกมา ทำให้คอนกรีตแข็งตัวก่อนเวลาจึงแข็งติดอยู่ในท่อนส่ง เกิดเหตุการณ์ภาวะอากาศอุดตัน (Air Lock) ในท่อนทำให้คอนกรีตเคลื่อนตัวไปไม่ได้ ระบบขับเคลื่อนไฮดรอลิกทำงานไม่สมบูรณ์หรือระบบไฟฟ้าทำงานไม่สมบูรณ์ ทำให้คอนกรีตเคลื่อนตัวได้ช้าจึงแข็งตัวติดภายในท่อนส่ง ตัวท่อนส่งอาจมีสิ่งกีดขวางหรือเศษคอนกรีตติดค้างอยู่ เนื่องจากการล้างท่อนส่งไม่ตรวจสอบให้เรียบร้อย เป็นต้น

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 3
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ ในบทการเรียนรู้ที่ 3 เรื่ององค์ประกอบของคอนกรีต คำนิยามของคอนกรีตชนิดต่าง ๆ วิวัฒนาการของปูนซีเมนต์ กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ การเก็บรักษาปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทย คอนกรีตปั๊ม
4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 3 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 3 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 3 เรื่องปูนซีเมนต์และคอนกรีต ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้าง
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 3 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 3
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 3
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาร่วมกัน

ประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 3 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตาม

สภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ
 - (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา
2. งานที่มอบหมาย
 - (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3
 - (2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 3

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน
(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

การประเมินผล

บทที่ 3 ปูนซีเมนต์และคอนกรีต

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 3 ปูนซีเมนต์และคอนกรีต							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 30106 - 0007				วิทยาลัย			
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....				ครู			
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบ ทดสอบ		**คะแนนแบบ ประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้	คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้		
1	องค์ประกอบของคอนกรีต						
2	คำนิยามของคอนกรีตชนิดต่าง ๆ						
3	วิวัฒนาการของปูนซีเมนต์						
4	กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์						
5	ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์						
6	การเก็บรักษาปูนซีเมนต์						
7	อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทย						
8	คอนกรีตบ่ม						
9							
10							
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	บทที่ 4
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท โลหะ	สอนครั้งที่ 4-5 / 16
ชื่อเรื่อง โลหะ	จำนวน 4 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 กรรมวิธีผลิตเหล็กดิบ
- 1.2 การผลิตเหล็กเพื่องานอุตสาหกรรม
- 1.3 โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก
- 1.4 คุณสมบัติของโลหะ
- 1.5 ผลิตภัณฑ์เหล็กในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

2. สำคัญ

วัสดุช่างและวิศวกรรมทั้งหลายที่ผลิตขึ้นจากโลหะ มักจะไม่ใช้โลหะบริสุทธิ์เพียงสารเดียว แต่เป็นโลหะที่ผสมกันตั้งแต่สองสารขึ้นไป เพื่อตอบสนองต่อการใช้งาน เช่น ความเค้น ความร้อน การยืดหยุ่น การเสียดทาน เป็นต้น การเลือกใช้โลหะผสมต้องเลือกใช้ชนิดของโลหะที่สามารถหลอมเข้ากันได้ มีความทนทานแข็งแรงตามต้องการ และสามารถขึ้นรูปได้ง่าย รวมทั้งต้องหาอัตราส่วนผสมของโลหะทั้งสองชนิดที่พอเหมาะพอดี การผสมกันของโลหะอาจทำให้ได้วัสดุใหม่หรือธาตุใหม่ โลหะหรือธาตุที่นำมาผสมกันเรียกว่า สาร (Component) ยกตัวอย่างการนำสารสองสารมาผสมกันได้เป็นวัสดุใหม่ เช่น ทองเหลือง เกิดจากการผสมกันของทองแดงกับสังกะสี บรอนซ์เกิดจากการผสมกันของทองแดงกับดีบุก เหล็กหล่อเทาเกิดจากการผสมกันของเหล็กกับแกรไฟต์ หรือโลหะที่รวมตัวกันทางเคมีกับโลหะ เช่น เหล็กคาร์ไบด์, Fe_3S เป็นต้น

ด้วยคุณสมบัติที่โดดเด่นของโลหะ โดยเฉพาะโลหะประเภทเหล็ก ซึ่งเป็นโลหะที่หาได้ง่าย ขึ้นรูปได้ง่ายและราคาไม่สูง อีกทั้งช่วยให้งานก่อสร้างเสร็จได้อย่างรวดเร็ว ช่วยลดระยะเวลาการก่อสร้าง และทำให้ราคาก่อสร้างต่ำลงได้มาก แต่ข้อด้อยของวัสดุกลุ่มโลหะมักไม่ทนต่อความร้อน เมื่อเกิดเพลิงไหม้จะอ่อนตัวและพังทลายได้รวดเร็ว อีกทั้งเป็นสนิมได้ง่ายโดยเฉพาะโลหะกลุ่มเหล็ก จึงต้องมีกรรมวิธีในการป้องกันสนิมเมื่อต้องนำไปใช้งาน อย่างไรก็ตามโลหะกลุ่มเหล็กก็เป็นที่นิยมนำมาผลิตเป็นชิ้นงานต่าง ๆ ในงานก่อสร้างอย่างมากมาย จึงต้องเรียนรู้ถึงคุณสมบัติความแข็งแรงในด้านต่าง ๆ ของโลหะ และนำไปใช้เป็นโครงสร้างอาคารได้อย่างปลอดภัย

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกรรมวิธีผลิตเหล็กดิบ การผลิตเหล็กเพื่องานอุตสาหกรรม โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก คุณสมบัติของโลหะ ผลิตภัณฑ์เหล็กในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับกรรมวิธีผลิตเหล็กดิบ การผลิตเหล็กเพื่องานอุตสาหกรรม โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก คุณสมบัติของโลหะ ผลิตภัณฑ์เหล็กในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับกรรมวิธีผลิตเหล็กดิบ การผลิตเหล็กเพื่องานอุตสาหกรรม โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก คุณสมบัติของโลหะ ผลิตภัณฑ์เหล็กในอุตสาหกรรมก่อสร้างอย่างถูกต้อง

4. สารการเรียนรู้

วัสดุวิศวกรรมที่มีใช้และพบเห็นกันในอุตสาหกรรมต่าง ๆ นั้น เช่น แก้ว จานข้าว ตู้เย็น ค้อนตีตะปู ปรอทในเครื่องจักรกล ฯลฯ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ โลหะ (Metallic) และอโลหะ (Non-metallic)

1. โลหะ (Metallic) เป็นอนินทรีย์สารที่ได้มาจากแร่ธาตุ ประกอบด้วยธาตุโลหะหนึ่งอย่างหรือมากกว่าผสมเข้าด้วยกัน ทำให้โลหะที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าได้ และเมื่อขัดผิวให้เป็นมันก็จะสะท้อนแสงได้ เพราะใช้อิเล็กตรอนภายในโครงสร้างของโลหะสามารถเคลื่อนที่ได้ สามารถนำเอาพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าได้ และเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ก็จะนำเอาประจุไฟฟ้าไปด้วย ส่วนการสะท้อนแสงได้ของโลหะเกิดขึ้นจากการที่อิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยาโต้ตอบกับการสั่นสะเทือนของคลื่นแสง

โลหะยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือ

- **โลหะที่เป็นเหล็ก (Ferrous Metal)** เป็นโลหะที่มีส่วนผสมของธาตุเหล็กเป็นหลัก และมีธาตุอื่นผสมบ้างเล็กน้อย โลหะที่เป็นเหล็ก เช่น เหล็กกล้า เหล็กหล่อ เหล็กกล้าไร้สนิม

- **โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non-ferrous Metal)** เป็นโลหะที่มีธาตุอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เหล็กเป็นธาตุผสมหลัก และยังสามารถแบ่งออกได้อีกเป็น 2 พวก

- **โลหะหนัก (Heavy Metal)** หมายถึงโลหะที่มีความหนาแน่นมากกว่า 5 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร เช่น ตะกั่ว ดีบุก ทองแดง สังกะสี เงิน ทองคำ ทองคำขาว แมงกานีส เป็นต้น

- **โลหะเบา (Light Metal)** หมายถึงโลหะที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า 5 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม ไทเทเนียม เป็นต้น

2. อโลหะ (Non-metallic) เป็นวัสดุที่นอกเหนือจากกลุ่มของโลหะ สามารถแยกออกได้เป็น 2 พวกคือ

- **สารธรรมชาติ** ได้แก่ วัสดุที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ เช่น ไม้ ยาง น้ำมันดิน หนังสัตว์ หิน ถ่านหิน ฯลฯ
- **สารสังเคราะห์** ได้แก่ วัสดุที่ผลิตหรือสังเคราะห์ขึ้นมาจากสารธรรมชาติอีกครั้งหนึ่ง เช่น แก้ว ปูนซีเมนต์ กระดาษ พลาสติก กระเบื้อง สี ผ้า ฯลฯ

กรรมวิธีการผลิตเหล็กดิบ (Pig Iron)

เหล็กเป็นโลหะที่มีความสำคัญมากต่อวงการอุตสาหกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นนำมาใช้เกี่ยวกับเครื่องจักรกล เครื่องยนต์ กลไก อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ วงการก่อสร้าง การต่อเรือ และปริมาณการใช้ก็เพิ่มขึ้นทุกปี การผลิตเหล็กได้จากการนำสินแร่เหล็กมาถลุง ซึ่งรายละเอียดของสินแร่เหล็กมีดังนี้

สินแร่เหล็ก (Iron Ores) เป็นสารประกอบทางเคมีของออกไซด์ คาร์บอนเต และซิลไฟด์ แต่ก็อาจพบแร่เหล็กในรูปเหล็กบริสุทธิ์ได้ เช่น อุกกาบาตที่ตกลงบนผิวโลก สินแร่เหล็กที่นำมาถลุงนั้นจะมีส่วนประกอบของแร่ต่าง ๆ อยู่ 5 ชนิดคือ

1. แร่เฮมาไทต์ (Hematite; Fe_2O_3) มีลักษณะเป็นสีแดง บางครั้งอาจเรียกว่าแร่เหล็กแดง (Red Iron Ores) เป็นเฟอร์ริกออกไซด์ของเหล็กที่ไม่ได้รวมกับน้ำ

2. แร่แมกนีไทต์ (Magnetite; Fe_3O_4) มีลักษณะเป็นสีดำ เป็นเฟอร์โรโซเฟอร์ริกออกไซด์ของเหล็ก ถ้ามีความบริสุทธิ์มากอาจมีเนื้อเหล็กถึง 75% และมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก

3. แร่ซิเดไรต์ (Siderite; FeCO_3) มีลักษณะเป็นสีน้ำตาล เป็นแร่เหล็กที่เกิดอยู่ในรูปของคาร์บอนเต ถ้ามีความบริสุทธิ์มากอาจมีเนื้อเหล็กถึง 50%

4. แร่ลิโมนาइट (Limonite; $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$) มีลักษณะเป็นสีน้ำตาล บางครั้งอาจเรียกว่า แร่เหล็กน้ำตาล (Brown Iron Ores) เป็นเฟอร์ริกออกไซด์ของเหล็กที่มีน้ำรวมอยู่ด้วย

5. แร่ไพไรต์ (Pyrite; FeS_2) มีลักษณะเป็นสีเหลืองอยู่ในรูปของเหล็กซัลไฟด์ ไม่นิยมนำมาใช้เป็นสินแร่เหล็ก เนื่องจากมีกำมะถันปนอยู่มาก

การผลิตเหล็กเพื่องานอุตสาหกรรม

น้ำเหล็กดิบที่ได้มานั้นมีส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ผสมอยู่ เช่น คาร์บอน (C) ซิลิคอน (Si) ฟอสฟอรัส (P) กำมะถัน (S) แมงกานีส (Mn) นิกเกิล (Ni) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) ฯลฯ ซึ่งเป็นผลให้เหล็กดิบมีคุณสมบัติแข็งและเปราะ เมื่อนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมจึงต้องมีการหลอมถลุงใหม่อีกครั้ง เพื่อทำการปรับเพิ่มหรือลดหรือเติมสารอื่น ๆ เพิ่มคุณสมบัติเพื่อให้ได้เหล็กที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้

เหล็กที่ผลิตเพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรมแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ เหล็กกล้าหรือเหล็กเหนียว และเหล็กหล่อ

1. **เหล็กกล้า (Steel)** น้ำเหล็กดิบสีขาวที่ผ่านกรรมวิธีการถลุงจากเตาหลอมมาแล้ว จะมีเนื้อแร่เหล็กประมาณ 98% ต้องมีส่วนผสมของคาร์บอนไม่เกิน 2% โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมของคาร์บอนประมาณ 0.02-1.70% และธาตุอื่น ๆ ด้วย ก็จะได้เป็นเหล็กกล้า เหล็กกล้าโดยทั่วไปจะมีหน่วยน้ำหนักประมาณ 7,880 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร เหล็กกล้าถูกนำมาใช้งานในเชิงวิศวกรรมมากที่สุด มีคุณสมบัติเด่นคือ สามารถชุบเพิ่มความแข็งแรง หรือผสมเปลี่ยนคุณสมบัติทางกายภาพอื่น ๆ ได้ตามที่ต้องการ โดยยึดหลักตามอัตราส่วนปริมาณคาร์บอนและลักษณะการใช้งาน

2. **เหล็กหล่อ (Cast Iron)** เป็นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตให้มีส่วนผสมของคาร์บอนมากกว่า 2% มีคุณสมบัติต้านทานแรงดึงได้ต่ำ แต่มีราคาถูก ซึ่งคาร์บอนที่ผสมอยู่ในเหล็กหล่อจะรวมตัวได้สองลักษณะคือ รวมตัวเป็นคาร์บอนอิสระ หรือเรียกว่า *แกรไฟต์ (Graphite)* ส่วนอีกลักษณะหนึ่งนั้นคาร์บอนจะแทรกกระจายอยู่ในเนื้อเหล็กและรวมตัวอยู่กับเหล็ก หรือเรียกว่า *คาร์ไบด์ (Carbide; Fe_3C)* ลักษณะของแกรไฟต์จะช่วยให้เหล็กหล่อบริสุทธิ์และง่ายต่อการนำไปกลึงไสด้วยเครื่องจักร ส่วนคาร์ไบด์ทำให้เหล็กหล่อบริสุทธิ์แข็งแรงเปราะ นำไปกลึงไสด้วยเครื่องจักรได้ยาก เหล็กหล่อนอกจากจะมีคาร์บอนเป็นธาตุผสมหลักแล้ว ยังมีธาตุผสมอื่น ๆ อีกเพื่อเป็นตัวช่วยปรับคุณสมบัติให้ได้ตามที่ต้องการ เช่น ซิลิคอน กำมะถัน ฟอสฟอรัส แมงกานีส เป็นต้น

โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non-ferrous Metals)

โลหะที่ไม่ใช่เหล็กแบ่งออกได้อีก 2 ประเภทคือ

1. **โลหะหนัก (Heavy Metals)** หมายถึงโลหะที่มีความหนาแน่นมากกว่า 5 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้แก่

- **ทองคำขาว (Platinum, Pt)** เป็นโลหะที่หนักที่สุด มีความหนาแน่นประมาณ 21.5 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้มาจากแร่แพลทินัม มีจุดหลอมเหลวสูง 1,770 องศาเซลเซียส มีสีขาว คุณสมบัติหลายอย่างคล้ายทองคำ แต่มีผิวสีขาวเงิน และเป็นมันแวววาว ทนต่อการกัดกร่อนของสนิม กรด และความร้อนได้ดีกว่า ใช้เป็นชิ้นส่วนในวงจรไฟฟ้า ใช้เป็นเครื่องประดับ ใช้เป็นแท่งลวดสำหรับวัดอุณหภูมิที่เรียกว่า Thermo Couplet วัดอุณหภูมิได้สูงถึง 1,600 องศาเซลเซียส เป็นต้น

- **ทองคำ (Gold/Aurum; Au)** มีความหนาแน่นประมาณ 19.3 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่มีพิษต่อร่างกาย ทองคำเป็นธาตุโลหะทรานซิชัน สีเหลืองทองมันวาว เนื้ออ่อนนุ่มเหนียวสามารถยืดและตีเป็นแผ่นบางได้มากที่สุด มีจุดหลอมเหลวสูง 1,064 องศาเซลเซียส ทองคำบริสุทธิ์หนัก 1 ออนซ์สามารถดึงเป็นเส้นลวดยาวได้ถึง 80 กิโลเมตร ถ้าตีเป็นแผ่นบางได้เกินกว่า 1/300,000 นิ้ว คิดเป็นพื้นที่ได้ถึง 9 ตารางเมตร ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีใด ๆ (ยกเว้น คลอรีน ฟลูออรีน

น้ำประสานทอง) ไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน สีของทองจึงไม่หมองและไม่เกิดสนิม เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี และสะท้อนความร้อนได้ดี นำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เป็นต้น

2. โลหะเบา (Light Metals) หมายถึงโลหะที่มีความหนาแน่นต่ำกว่ากว่า 5 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้แก่

- **ไทเทเนียม (Titanium, Ti)** มีความหนาแน่นประมาณ 4.50 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร มีน้ำหนักมากกว่าอะลูมิเนียมประมาณสองเท่า แต่ก็ยังถือว่าน้ำหนักเบากว่าเหล็ก มีอุณหภูมิหลอมเหลวที่สูง 1,668 องศาเซลเซียส เมื่อนำไปผสมในโลหะจะมีคุณสมบัติทำให้แข็งแรงได้ในขณะที่อุณหภูมิสูง มีความร้อนจำเพาะใกล้เคียงกับเหล็กไร้สนิม รีดขึ้นรูปได้ง่าย ทนทานต่อการกัดกร่อน เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าที่ดี เป็นต้น

- **อะลูมิเนียม (Aluminium, Al)** อะลูมิเนียมได้มาจากการถลุงแร่บ็อกไซต์ (Bauxite) มีความหนาแน่นประมาณ 2.70 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตรรีดเป็นแผ่นได้ง่าย เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าที่ดี มีอุณหภูมิหลอมเหลวที่สูง 660 องศาเซลเซียส เคลือบผิวโลหะอื่นได้ดี ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย นำความร้อนได้ดีจึงเหมาะที่จะทำหม้อหุงต้มอาหาร ใช้เป็นหลอดยาสีฟัน กระป๋องใส่อาหาร ในงานไฟฟ้าใช้เป็นท่อเดินสายไฟ สายไฟสายสูง เสาอากาศ/โทรทัศน์ ฝาครอบเครื่องยนต์ ในงานก่อสร้าง เช่น กรอบวงกบประตูหน้าต่าง โคมไฟ กันสาด มุงหลังคา กาละมัง แผ่นสะท้อนความร้อน เป็นต้น

กลสมบัติของโลหะ

เครื่องจักรกลหรือโครงสร้างต่าง ๆ เช่น รถยนต์ สะพาน อาคาร ล้วนสร้างหรือประกอบด้วยวัสดุหลาย ๆ ชนิดเข้าด้วยกัน โครงสร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ก็จะทำหน้าที่รับแรงและต้านทานแรงที่มากระทำ เพื่อให้การออกแบบและเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ได้ถูกต้องแข็งแรง จึงจำเป็นต้องเรียนรู้ถึงกลสมบัติของวัสดุนั้น ๆ ด้วย

ผลิตภัณฑ์เหล็กในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

เหล็กเส้นหรือเหล็กอื่นที่อยู่ในระหว่างการเทคอนกรีต ต้องมีสภาพผิวที่ไม่เป็นสนิมขุม ไม่เป็นโคลน ไม่มีน้ำมันหรือสารเคมีอื่นใดมาเกาะติดผิว เพราะจะทำให้เกิดการสูญเสียแรงยึดเหนี่ยวและสูญเสียการรับกำลังได้น้อยลง

1. เหล็กเส้น เหล็กเส้นที่ใช้ในงานคอนกรีตเสริมเหล็กแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ

- **เหล็กเส้นกลม (Round Bar, RB)** ตามมาตรฐาน มอก.20-2559 กำหนดให้เหล็กเส้นกลมมีชั้นคุณภาพที่ SR 24 ซึ่งหมายถึงเหล็กที่ต้องมีกำลังจุดครากไม่ต่ำกว่า 2,400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กมีตั้งแต่ Ø6 มิลลิเมตร ถึง Ø34 มิลลิเมตร ส่วนความยาวมาตรฐานคือ 10 เมตร แต่ถ้าต้องการยาวมากกว่านี้ก็สามารถสั่งโรงงานได้เป็นพิเศษ เหล็กขนาด Ø6 มิลลิเมตร และ Ø9 มิลลิเมตร มักใช้เป็นเหล็กปลอกในคานหรือเสา ส่วนเหล็กขนาด Ø12 มิลลิเมตรขึ้นไป ใช้เป็นเหล็กเสริมแกนในงานคอนกรีต ส่วนประกอบทางเคมีของเหล็กเส้นกลมจากบ่้าหลอมคือ คาร์บอนประมาณ 0.25% ฟอสฟอรัสประมาณ 0.050% และกำมะถันประมาณ 0.050% นอกจากนี้ยังมีมาตรฐาน มอก.211-2520 **เหล็กเส้นกลมรีดขึ้น** เป็นเหล็กที่ได้จากการนำเศษเหล็กที่ได้มาจากเข็มขัด (Sheet Pile) เหล็กแผ่นต่อเรือ (Ship Plate) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ หรือเหล็กที่คัดออกระหว่างการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แล้วนำมารีดเป็นเส้นกลมด้วยกรรมวิธีรีดร้อน หรือนำเศษเหล็กไปหลอมแล้วรีดออกมาใหม่ โดยใช้สัญลักษณ์ว่า SRR24 มักใช้สำหรับงานที่ไม่ใช่โครงสร้างหลัก หรือใช้เพื่องานเหล็กปลอกเท่านั้น

- **เหล็กข้ออ้อย (Deformed Bars, DB)** ต้องผลิตจากเหล็กแท่งเล็ก (Billet) หรือเหล็กแท่งใหญ่ (Bloom) เท่านั้น ด้วยกรรมวิธีรีดร้อน โดยต้องไม่มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างอื่นมาก่อน เนื่องจากผิวของเหล็กเส้นมีลักษณะเป็นปล้อง ๆ คล้ายอ้อย จึงเรียกว่า **เหล็กข้ออ้อย** และมีผลต่อกำลังยึดเหนี่ยวระหว่างเหล็กเส้นกับเนื้อคอนกรีตได้ดียิ่งขึ้น ตามมาตรฐาน มอก.24-2559 กำหนดให้เหล็กข้ออ้อยมีชั้นคุณภาพหลายชั้น เช่น SD30 SD40 SD50 ซึ่ง SD30 หมายถึงเหล็กที่ต้องมีกำลัง

จุดครากไม่ต่ำกว่า 3,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร หรือ SD40 หมายถึงเหล็กที่ต้องมีกำลังจุดครากไม่ต่ำกว่า 4,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ขนาดของเหล็กมีตั้งแต่ $\varnothing 10$ มิลลิเมตร ถึง $\varnothing 40$ มิลลิเมตร ส่วนความยาวมาตรฐานคือ 10 เมตร แต่ถ้าต้องการยาวมากกว่านี้ก็สามารถสั่งโรงงานได้เป็นพิเศษ เหล็กข้ออ้อยใช้ในงานก่อสร้างที่ต้องรับน้ำหนักมาก ๆ ส่วนประกอบทางเคมีของเหล็กข้ออ้อยจากเข้าหลอมคือ แมงกานีส 1.80% ฟอสฟอรัส 0.05% กำมะถัน 0.05% และคาร์บอน กับหนึ่งในหกส่วนของแมงกานีสรวมกันประมาณ 0.55-0.60%



(ก) ลักษณะของเหล็กเส้นกลม



(ข) ลักษณะของเหล็กข้ออ้อยที่มีตัว T ต่อท้าย

รูปที่ 4.1 ลักษณะของเหล็กเสริมในคอนกรีต

2. เหล็กอุตสาหกรรม (Structural Steel) เหล็กรูปพรรณเป็นเหล็กรีดร้อน (Hot Rolled) เหล็กรีดร้อน หมายถึง ขบวนการผลิตที่นำเอาเหล็กกล้าหรือน้ำเหล็กหล่อ ที่ผ่านเตาหลอมขึ้นสุดท้ายที่ยังหลอมเหลวอยู่ เทลงในแบบพิมพ์หรือแบบหล่อตามรูปร่างที่กำหนด เมื่อเย็นตัวลงแล้วก็จะได้ผลิตภัณฑ์ตามรูปพรรณนั้น ๆ ส่วนคำว่า เหล็กรีดเย็น เป็นกระบวนการผลิตที่ผ่านการรีดร้อนมาแล้ว เช่น เหล็กแผ่น หรือเหล็กรูปพรรณอื่น ๆ มาทำการพับ ดัด หรือรีด ให้เป็นรูปทรงใหม่อีกครั้งตามที่กำหนด

เหล็กรูปพรรณผลิตขึ้นมาเพื่อนำไปใช้เป็นโครงสร้างอาคารต่าง ๆ ทำให้งานก่อสร้างสามารถเสร็จได้รวดเร็วกว่างานคอนกรีต และทำให้ได้โครงสร้างที่มีช่วงกว้างกว่า แต่มีน้ำหนักเบากว่า เช่น โรงงานอุตสาหกรรม สะพาน อาคารสูง ฯลฯ เหล็กรูปพรรณที่ผลิตออกมามีหลายรูปร่างหน้าตัด เช่น หน้าตัดแบบปีกกว้าง (Wide Flange) รูปตัวเอช (H-Beam) รูปตัวไอ (I-Beam) รูปตัวซีรึงน้ำ (C-channel) เหล็กฉาก (Angle) ท่อกลม (Pipe) เป็นต้น



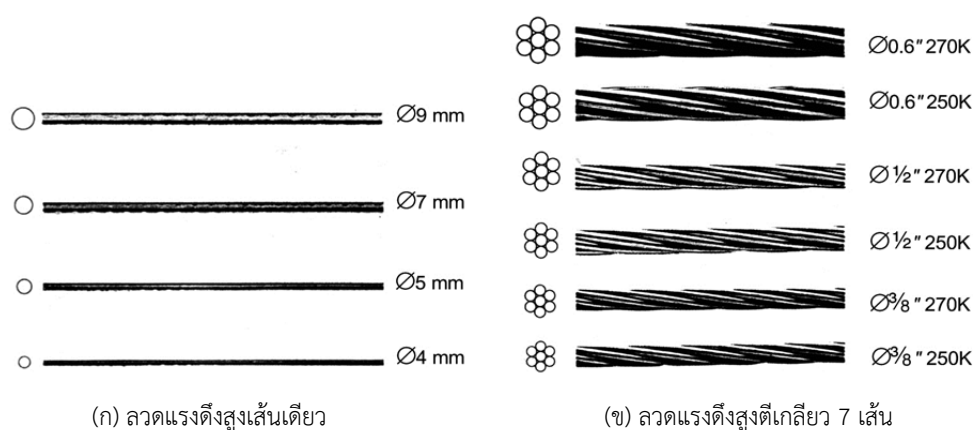
รูปที่ 4.2 เหล็กรูปพรรณกับงานโครงสร้างต่าง ๆ

3. เหล็กเข็มพืด (Steel Sheet Piles) เหล็กเข็มพืดคือ แผ่นเหล็กขึ้นรูปรีดร้อน ใช้ในงานก่อสร้างเพื่อทำหน้าที่ป้องกันดินพังทลาย ในกรณีที่ต้องขุดดินในเขตภาคกลางหรือพื้นที่ที่เป็นดินอ่อนที่ต้องขุดลึกมาก ๆ เกินกว่า 2 เมตรขึ้นไป เช่น การขุดดินเพื่อวางท่อใต้ดิน งานขุดดินเพื่อก่อสร้างชั้นใต้ดิน งานขุดดินของฐานรากอาคารขนาดใหญ่ งานขุดดินที่อยู่ใกล้กับถนนหรืออาคารอื่นที่อาจทำให้ดินเลื่อนไถลจนเสียหายได้ เป็นต้น ตามมาตรฐาน มอก. 1390-2539 กำหนดหน้าตัดของเหล็กเข็มพืดไว้ 4 รูปแบบคือ แบบแผ่นตรง แบบตัว Z แบบตัว H และแบบตัว U



รูปที่ 4.3 การใช้งานแผ่นเข็มพืดในลักษณะงานต่าง ๆ

4. ลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง (Prestress Concrete Wire) เป็นลวดเหล็กที่รับแรงดึงได้สูง เป็นพิเศษตามมาตรฐาน มอก.95-2540 และมอก.420-2540 เป็นลวดที่ทำขึ้นโดยวิธีดึงเย็นเหล็กลวดคาร์บอนสูง นำไปใช้เสริมในงานคอนกรีตสำเร็จรูปต่าง ๆ เช่น แผ่นพื้นสำเร็จรูป เสาค้ำ เสาค้ำไฟฟ้า คานสะพาน ระบบพื้นอัดแรง ลวดเหล็กนี้มีผลผลิตทั้งชนิดเส้นเดี่ยว Ø3 มิลลิเมตรถึง Ø12 มิลลิเมตร และชนิดตีเกลียว 2 เส้น 3 เส้น 7 เส้น และ 19 เส้น ลวดตีเกลียวต้องปราศจากรอยปริ รอยแตกร้าว หรือรอยแยกเกินกว่า 4% ของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดแต่ละเส้น ส่วนประกอบทางเคมีของลวดเหล็กจากเตาหลอมโดยประมาณคือ คาร์บอน 0.60-0.90% ซิลิคอน 0.10-0.35% แมงกานีส 0.40-0.90% และต้องมีฟอสฟอรัสไม่เกิน 0.04% และกำมะถันไม่เกิน 0.04%



(ก) ลวดแรงดึงสูงเส้นเดี่ยว

(ข) ลวดแรงดึงสูงตีเกลียว 7 เส้น

รูปที่ 4.4 ลักษณะของลวดอัดแรง

5. ตะแกรงลวดเหล็กสำเร็จรูป (Wire Mesh) เป็นตะแกรงลวดเหล็กสำเร็จรูปที่ผลิตจากลวดเหล็กกล้าดึงเย็นตามมาตรฐาน มอก.737-2549 กำหนดไว้ว่าจะเป็นลวดเส้นกลมหรือเหล็กข้ออ้อยก็ได้ ขนาด Ø4 มิลลิเมตรถึง Ø16 มิลลิเมตร โดยการนำลวดเหล็กกล้า (Steel Wire) ที่รีดร้อนจากเหล็กแท่ง (Billets) จนได้เหล็กรูปทรงยาวเป็นลวดเหล็ก (Wire Rod) แล้วนำมาผ่านกระบวนการดึงรีดเย็นเพื่อลดขนาดตามที่กำหนดจนได้เป็นลวดเหล็กกล้าที่มีความกลมผิวเรียบมันวาว นำมาเชื่อมติดกันเป็นตะแกรงโดยการอาร์กด้วยไฟฟ้าด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ ทำให้จุดต่อของเหล็กละลายติดกันได้ดีกว่าการผูกด้วย

แรงงาน ทำให้รับแรงดึงได้ดีกว่าการผูกแบบธรรมดา มีกำลังดึงปลอดภัยมากกว่า 2,750 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และกำลังจุดครากต่ำสุดที่ประมาณ 5,500 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร



รูปที่ 4.5 ตะแกรงลวดเหล็กสำเร็จรูปและการใช้งาน

6. ลวดผูกเหล็ก (Binding Wire) ลวดผูกเหล็กเป็นลวดที่ใช้ในการมัดเหล็กเส้นในงานโครงสร้างคอนกรีตต่าง ๆ เพื่อให้อยู่เป็นรูปตะแกรงพื้นอยู่ได้ หรือใช้มัดกับเหล็กปลอกให้สามารถเป็นรูปทรงของคานหรือเสา ตามมาตรฐาน มอก.138-2535 กำหนดให้เป็นลวดเบอร์ 18 หรือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวด 1.25 มิลลิเมตร ลวดผูกเหล็กถือเป็นวัสดุที่สิ้นเปลืองได้ง่าย ผู้ควบคุมงานก่อสร้างต้องใส่ใจดูแล โดยทั่วไปจะประมาณการใช้ปริมาณลวดผูกเหล็กอยู่ที่ 25-30 กิโลกรัม เทียบกับปริมาณของเหล็กเส้นโครงสร้าง 1,000 กิโลกรัม



รูปที่ 4.6 ลักษณะทั่วไปของลวดผูกเหล็กและการใช้งาน

7. เหล็กแผ่นดำ (Steel Plate) เหล็กแผ่นดำเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนทรงแบนที่มีขนาดแผ่นใหญ่เรียบที่ผ่านกระบวนการรีดร้อน ตามมาตรฐาน มอก.1479-2541 สามารถนำไปดัดแปลงใช้งานได้หลายรูปแบบตามที่ต้องการด้วยกรรมวิธีรีดเย็น แผ่นเหล็กเรียบที่ผลิตจำหน่ายมีความหนาตั้งแต่ขนาด 3 มิลลิเมตรลงมาเรียกว่า *Steel Sheet* และความหนาตั้งแต่ 3 มิลลิเมตรขึ้นไปเรียกว่า *Steel Plate* และยังมีเหล็กแผ่นอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้เพื่อปูเป็นทางเดินกันลื่น เราเรียกว่า *Checkered Plate* โดยที่ผิวหน้าของแผ่นเหล็กกล้ากันลื่นจะมีการปั๊มลวดลายนูนไว้เพื่อป้องกันการลื่น โดยมาตรฐาน มอก.2724-2559 กำหนดให้การวัดความหนาของเหล็กแผ่นลวดลาย *Checkered Plate* ที่ถูกต้อง จะต้องวัดเฉพาะส่วนที่เป็นแผ่นเรียบโดยไม่รวมส่วนที่เป็นลายปั๊มนูน มาตรฐานการผลิตของเหล็กแผ่นมีอยู่หลายขนาด ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ให้เหลือเศษเหล็กน้อยที่สุดคือ 3x6, 4x8, 4x10, 4x16, 4x20, 5x10, 5x20, 5x30, 5x40, 6x30, 6x40 และ 8x20 ฟุต



รูปที่ 4.7 ลักษณะของแผ่นเหล็กดำเรียบ (Steel Plate) และแผ่นเหล็กกลวดลายกันลื่น (Checker Plate)

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีผลิตภัณฑ์จากเหล็กที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างอีกมากมาย เช่น ตะปูตอกไม้ นอต ยึดไม้หรือยึดเหล็ก หมุดย้ำ แหวนรองนอต เข็มขัดรัดท่อ ลวดตาข่ายรั้ว เหล็กดัดประตูหน้าต่าง และลวดหนาม เป็นต้น



รูปที่ 4.8 ผลิตภัณฑ์เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ ในงานก่อสร้าง

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 4
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ ในบทการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องกรรมวิธีผลิตเหล็กดิบ การผลิตเหล็กเพื่องานอุตสาหกรรม โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก คุณสมบัติของโลหะ ผลิตภัณฑ์เหล็กในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 4 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 4 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 4 เรื่องโลหะ ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 4 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 4
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 4
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาร่วมกัน

ประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 4 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตาม

สภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ
 - (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยและภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา
2. งานที่มอบหมาย
 - (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4
 - (2) แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 4

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน
(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

การประเมินผล บทที่ 4 โลหะ

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 4 โลหะ							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 30106 - 0007					วิทยาลัย		
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....					ครู		
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบ ทดสอบ		**คะแนนแบบ ประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้	คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้		
1	กรรมวิธีผลิตเหล็กดิบ						
2	การผลิตเหล็กเพื่องานอุตสาหกรรม						
3	โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก						
4	กลสมบัติของโลหะ						
5	ผลิตภัณฑ์เหล็กในอุตสาหกรรมก่อสร้าง						
6							
7							
8							
9							
10							
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		บทที่ 5
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน		เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท ไม้		สอนครั้งที่ 6 / 16
ชื่อเรื่อง ไม้		จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 สมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด
- 1.2 โครงสร้างของเนื้อไม้
- 1.3 ลักษณะหน้าตัดของไม้
- 1.4 ลายไม้และตำหนิของไม้
- 1.5 ประเภทของไม้และกลสมบัติของไม้
- 1.6 มาตรฐานไม้ก่อสร้าง
- 1.7 ไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร
- 1.8 ผลกระทบจากอุตสาหกรรมไม้อัด
- 1.9 การรักษาเนื้อไม้

2.สาระสำคัญ

นับตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ มนุษย์เริ่มรู้จักใช้ป่าไม้และใช้ไม้ในป่ามาประดิษฐ์เครื่องมือในการล่าสัตว์ เช่น กบดัก ลูกดอก หอก ฯลฯ จากนั้นก็เริ่มใช้ไม้ในการหุงต้มอาหาร ก่อเพิงพักอาศัย จวบจนปัจจุบันนี้มนุษย์มีเทคโนโลยีมากมาย รู้จักนำไม้มาประกอบโครงสร้างให้รับน้ำหนักได้ตามที่ต้องการ นำไม้ไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย เช่น เฟอร์นิเจอร์ เครื่องเรือน ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปต่าง ๆ เป็นต้น เนื่องจากไม้เป็นวัสดุธรรมชาติที่สามารถตัดโค่นนำมาใช้ได้อย่างง่ายดาย ผลปรากฏว่าป่าไม้ในประเทศไทยซึ่งเดิมเคยมีถึงประมาณ 70% ของพื้นที่ประเทศ นับถึงปัจจุบันนี้กรมป่าไม้ได้รายงานว่ ป่าไม้ได้ถูกทำลายลงอย่างรวดเร็วเหลือไม่ถึง 30% แล้ว (ประมาณ 102 ล้านไร่) สาเหตุของป่าไม้ถูกทำลายเกิดได้จาก 3 สาเหตุใหญ่ ๆ คือ ภัยที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น อัคคีภัย วาตภัย อุทกภัย ภัยที่สองเกิดจากสัตว์ทำลาย เช่น การกัดกินของสัตว์เพื่อการดำรงชีพ การกัดแทะของสัตว์และแมลงเพื่อการอยู่อาศัย การฟุพังเนื่องจากเชื้อราหรือจุลินทรีย์ แต่ภัยที่ร้ายแรงที่สุดที่ทำลายป่าไม้ได้อย่างรวดเร็วและมากมายคือ ภัยที่เกิดจากมนุษย์ เช่น การลักลอบตัดโค่นไม้เพื่อการค้า การลักลอบเผาป่าเพื่อทำไร่เลื่อนลอย หรือเพื่อบุกรุกยึดครองเป็นที่ทำกินด้านธุรกิจ เป็นต้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด โครงสร้างของเนื้อไม้ ประเภทของไม้ และกลสมบัติของไม้ มาตรฐานไม้ก่อสร้าง ไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร ผลกระทบจากอุตสาหกรรมไม้อัด การรักษาเนื้อไม้
2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับสมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด โครงสร้างของเนื้อไม้ ประเภทของไม้และกลสมบัติของไม้ มาตรฐานไม้ก่อสร้าง ไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร ผลกระทบจากอุตสาหกรรมไม้อัด การรักษาเนื้อไม้
3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร ผลกระทบจากอุตสาหกรรมไม้อัด การรักษาเนื้อไม้ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

4. สารการเรียนรู้

สมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด

ในที่นี้จะกล่าวถึงสมบัติและประโยชน์ของไม้เนื้อแข็ง ไม้เนื้อแข็งปานกลาง และไม้เนื้ออ่อน ที่ควรทราบจากเอกสารเรื่องไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย จัดทำโดยกรมป่าไม้ พ.ศ. 2548 ดังนี้

1. ไม้เนื้อแข็ง (Hardwood)

เป็นไม้ที่มีความแข็งแรงในการตัดมากกว่า 1,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร มีอายุทนทานตามธรรมชาติมากกว่า 6 ปีขึ้นไป มีหลายชนิด เช่น ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้แดง เป็นต้น สมบัติและประโยชน์ของไม้เนื้อแข็งที่มีชื่อรู้จักกันทั่วไป ดังต่อไปนี้

ไม้เต็ง (Teng/Burma Sal) มีความแข็งแรงดัดสูงสุด 1,732 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ความถ่วงจำเพาะ 0.94 น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 1,050 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีหลายสายพันธุ์ เช่น ไม้เต็งไทย ไม้เต็งลาว ไม้เต็งมาเลย์ ไม้เต็งซา ไม้เต็งแดง ไม้เต็งอินโด เป็นต้น ขึ้นเป็นหมู่ตามป่าแดดทั่วไปที่เป็นดินลูกรังยกเว้นภาคใต้ ลักษณะเนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลแก่แกมแดง เสี้ยนสับสน เนื้อหยาบ แต่สม่ำเสมอแข็งเหนียวแข็งแรงและทนทานมาก เมื่อผึ่งแห้งแล้วเลื่อยไสตกแต่งได้ยาก ใช้ทำหมอนรางรถไฟ เครื่องมือกลกรรม โครงสร้างอาคาร เช่น ตง คาน วงกบ ประตูหน้าต่าง โครงหลังคา เสา เป็นต้น

2. ไม้เนื้อแข็งปานกลาง (Medium Hardwood)

เป็นไม้ที่มีความแข็งแรงในการตัดระหว่าง 600-1,000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร มีอายุทนทานตามธรรมชาติระหว่าง 2-6 ปี มีหลายชนิด เช่น ไม้สัก ไม้กระบาก ไม้ขนุน เป็นต้น สมบัติและประโยชน์ของไม้เนื้อแข็งปานกลางที่มีชื่อรู้จักกันทั่วไป ดังต่อไปนี้

ไม้กระบาก (Mersawa) ความแข็งแรงดัดสูงสุด 656 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ความถ่วงจำเพาะ 0.54 น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นต้นไม้สูงใหญ่ ขึ้นประปรายในป่าดิบชื้นและป่าเบญจพรรณชื้นทั่วประเทศ ลักษณะเนื้อไม้โดยรวมมีสีตั้งแต่ขาวเหลืองถึงน้ำตาลอ่อนแกมแดงเรื่อ ๆ เสี้ยนตรงเนื้อหยาบแต่สม่ำเสมอ แข็งเหนียว เลื่อยไสตกแต่งได้ไม่ยาก แต่มีข้อเสียคือ เนื้อเป็นทรายทำให้กัดคมเครื่องมือ ผึ่งแห้งง่ายและไม่ค่อยเสื่อมเสีย ในงานก่อสร้างนิยมใช้ทำแบบหล่อคอนกรีตได้ดีเพราะถูกน้ำแล้วไม่บวมหรือโค้ง ใช้ทำเครื่องเรือนในราคาที่ไม่แพง ทำกล่องใส่ของเก่า ๆ เป็นต้น

3. ไม้เนื้ออ่อน (Soft Wood)

เป็นไม้ที่มีความแข็งแรงในการตัดต่ำกว่า 600 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร มีอายุทนทานตามธรรมชาติต่ำกว่า 2 ปี มีหลายชนิด เช่น ไม้มะยมป่า ไม้ตีนเป็ด ไม้ทองกวาว เป็นต้น สมบัติและประโยชน์ของไม้เนื้ออ่อนที่มีชื่อรู้จักกันทั่วไป ดังต่อไปนี้

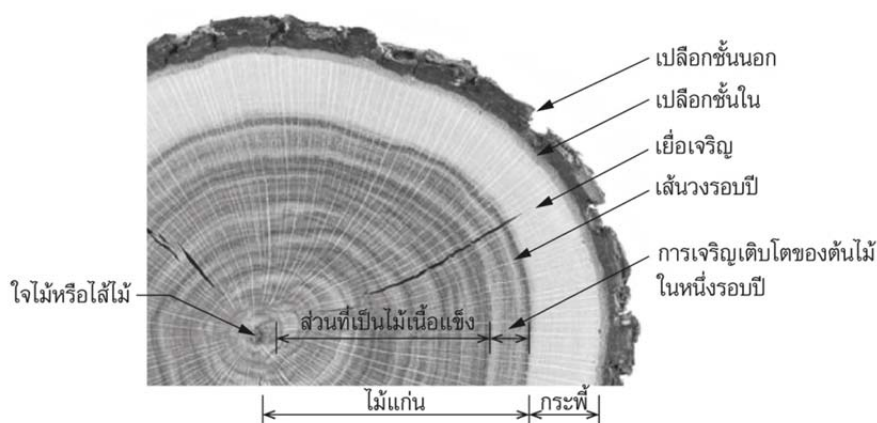
ไม้มะยมป่า (Ailanthus triphysa) ความแข็งแรงดัดสูงสุด 549 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ความถ่วงจำเพาะ 0.42 น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 470 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นประปรายในป่าดิบชื้นหรือป่าเบญจพรรณชื้นทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้ไม่มีแก่นสี ถ้าถูกอากาศนาน ๆ สีจะนวลขึ้น เสี้ยนตรงเนื้อหยาบแต่สม่ำเสมอ ไสตกแต่งได้ง่าย ใช้ทำก้านไม้ขีดไฟ อุปกรณ์เครื่องเรือนต่าง ๆ ไม้แบบหล่อคอนกรีต เป็นต้น

โครงสร้างของเนื้อไม้

การเจริญเติบโตของต้นไม้ต้องอาศัยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนคือ

1. ราก ทำหน้าที่ยึดติดกับพื้นดิน ช่วยให้ต้นไม้ไม่ล้มและดูดสารอาหารส่งผ่านลำต้นไปสู่ใบ
2. ลำต้น ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของต้นไม้ลำเลียงสารอาหารไปยังใบทุกส่วน

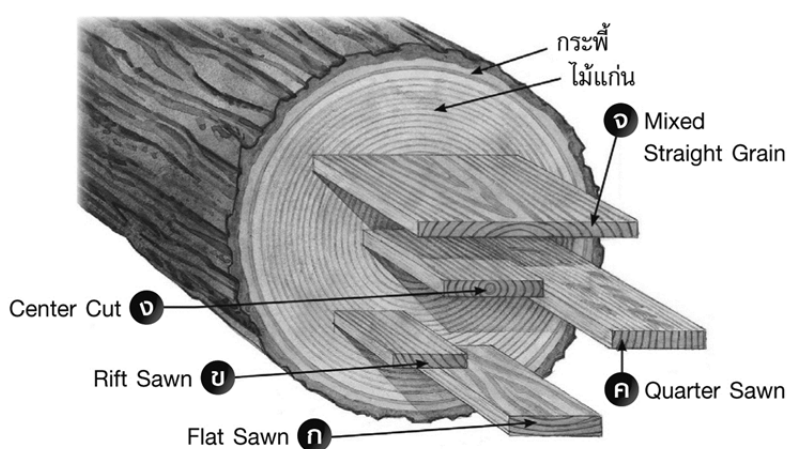
3. ใบ ทำหน้าที่รับแสงอาทิตย์เพื่อนำมาปรุงอาหาร เสร็จแล้วส่งกลับไปยังเยื่อเจริญซึ่งอยู่ในลำต้น ทำให้ลำต้นมีการเจริญเติบโต



รูปที่ 5.1 ลักษณะหน้าตัดของไม้

ลายไม้และตำหนิของไม้

การนำไม้มาใช้งานจะเริ่มจากการตัดโค่นต้นไม้ให้เป็นท่อน ๆ และเราเรียกว่า ชุง (Logs) และเมื่อนำชุงมาแปรรูปโดยการผ่าหรือเลื่อย เราจะได้ไม้แปรรูป (Timber/Lumber) ที่มีลายต่าง ๆ (ในทางวิศวกรรมก่อสร้างเราเรียกว่า เสี้ยนไม้) กัน ตามลักษณะของการผ่า



- (ก) Flat Sawn หมายถึงลายไม้เอียงลาดไม่เกิน 45 องศา
- (ข) Rift Sawn หมายถึงลายไม้เอียงลาดระหว่าง 46 องศาถึง 75 องศา
- (ค) Quarter Sawn หมายถึงลายไม้เอียงลาด 76 องศาไม่เกิน 90 องศา
- (ง) Center Cut หมายถึงการตัดผ่านแนววงรัศมีรอบใจไม้
- (จ) Mixed Straight Grain หมายถึงการตัดผ่านแนวกึ่งกลางลำต้นของขอบวงรัศมีทั้งสองข้าง

รูปที่ 5.2 ลายไม้ในลักษณะต่าง ๆ

(ที่มา : <https://www.westphaliawoodworks.com>)

ตำหนิของไม้

ไม้ที่ผ่านการแปรรูปมาแล้ว ก่อนที่จะนำไปใช้ในงานก่อสร้าง ผู้ควบคุมงานก่อสร้างต้องตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นไม้ ไม้ให้มีตำหนิมากกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เพราะจะส่งผลต่อการรับกำลังของไม้เมื่อนำไปใช้งาน โดยทั่วไปตำหนิของไม้อาจเกิดจาก 2 สาเหตุหลัก ๆ คือ

1. ตำหนิที่เกิดจากพลานีชีวะวิทยา ได้แก่

- เชื้อรา (Fungi)
- ปลวก (Termites)



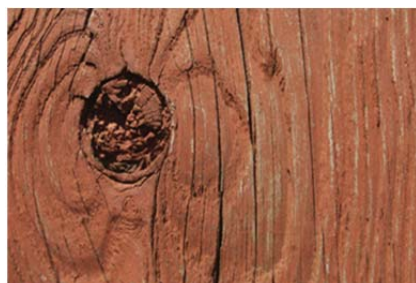
รูปที่ 5.3 การทำลายเนื้อไม้อย่างรุนแรงของปลวก

2. ตำหนิที่เกิดจากตำหนิฟิสิกส์หรือธรรมชาติของไม้ ได้แก่

• **ตาไม้ (Knots)** หมายถึงส่วนที่กิ่งไม้ยื่นออกมาจากลำต้น ตาไม้ทำให้ความต่อเนื่องของเส้นไม้ต้องสะดุดลง ขนาดของตาไม้มีผลเสียต่อการรับกำลัง ตาไม้ที่อยู่ในเสาและรับแรงอัดอาจมีผลเสียน้อย แต่ถ้าตาไม้อยู่ในคานจะเป็นผลต่อการต้านทานแรงดัดของคานที่ลดลง

• **รอยปริ (Checks)** หมายถึงรอยแตกของไม้ตามแนวเส้นหรือตามแนวรัศมีขวางกับเส้นวงปี รอยแตกนี้เกิดจากการหดตัวของไม้ที่มีความชื้นไม่เท่ากัน จะพบรอยแตกนี้มากที่บริเวณปลายไม้ ซึ่งจะไม่ค่อยมีผลต่อการรับกำลังอัด แต่มีผลเสียต่อกำลังต้านทานแรงเฉือนและแรงดึงตั้งฉากเส้น

• **รอยร้าว (Shakes)** หมายถึงรอยแตกของไม้ตามแนวยาวระหว่างรอบของเส้นวงปี รอยแตกนี้เกิดขึ้นในขณะที่วงปีกำลังจะงอกขึ้นมาใหม่แล้วเกิดมีลมแรงพัดให้ต้นไม้โยกไปมา ทำให้แนวเชื่อมวงปีเก่ากับวงปีใหม่เกาะติดกัน得不สนิท



(ก) ตำหนิจากตาไม้



(ข) ตำหนิรอยปริรอยร้าว แต่ใช้ในงานตกแต่งเป็นสิ่งสวยงาม

รูปที่ 5.4 ตำหนิของไม้

กลสมบัติของไม้ ที่จะต้องนำมาพิจารณาในการเลือกใช้งาน มีดังนี้

1. **น้ำหนักไม้ (Weight)** ไม้ที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้งานวิศวกรรมก่อสร้าง ควรผ่านการผึ่งหรืออบแล้วให้เหลือความชื้นประมาณ 12-15% โดยน้ำหนัก เพื่อลดปัญหาการบิดตัว หดตัว และแตกปริในภายหลัง
2. **ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)** เป็นกลสมบัติที่มีค่าแตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ โดยทั่วไปไม้ที่มีน้ำหนักและความถ่วงจำเพาะสูง มักจะเป็นไม้ที่ให้อายุการใช้งานสูงกว่าไม้ที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำ
3. **หน่วยแรงดัด (Bending Stress)** เป็นกลสมบัติที่ใช้กับการออกแบบโครงสร้างประเภทคาน เพื่อให้สามารถกำหนดหน้าตัดคานที่เหมาะสมที่จะรองรับน้ำหนักบรรทุก
4. **มอดุลัสแตกหัก (Modulus of Rupture)** เป็นการวัดหน่วยแรงดัดของไม้ เมื่อถูกแรงดัดประลัยกระทำจนถึงขั้นแตกหัก ซึ่งค่าประลัยที่ได้จะนำไปใช้ในการพิจารณากำหนดค่าหน่วยแรงดัดที่ยอมให้
5. **มอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)** เป็นกลสมบัติที่ต้านทานต่อการโก่งตัวของคานในแนวดิ่ง โดยทั่วไปไม้ที่มีความชื้นมากจะโก่งตัวมากกว่าไม้ที่ผึ่งแห้งดีแล้วเมื่อรับน้ำหนักบรรทุกเท่ากัน
6. **หน่วยแรงอัดขนานเส้น (Compressive Stress Parallel to Grain)** เป็นกลสมบัติที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างที่ต้องรับแรงอัด เช่น เสา หรือชิ้นส่วนค้ำยัน การรับแรงของเสาไม้เปรียบเสมือนมีเสากลวงเล็ก ๆ ของเซลล์ไม้หลาย ๆ เซลล์ช่วยกันยันซึ่งกันและกันทำให้รับกำลังได้ดี
7. **หน่วยแรงอัดตั้งฉากเส้น (Compressive Stress Perpendicular to Grain)** เป็นกลสมบัติที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างคานที่ต้องรับแรงอัดเป็นจุด เพื่อตรวจสอบการยุบตัวของเส้นไม้ให้อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้
8. **หน่วยแรงดึงขนานเส้น (Tensile Stress Parallel to Grain)** เป็นกลสมบัติที่ให้ค่าสูงสุดของไม้ในการออกแบบโครงสร้างไม้ โดยให้ใช้ค่าหน่วยแรงดึงขนานเส้นเหมือนกับหน่วยแรงดัดที่ยอมให้
9. **หน่วยแรงดึงตั้งฉากเส้น (Tensile Stress Perpendicular to Grain)** เป็นกลสมบัติที่ไม่ค่อยได้ใช้งานออกแบบโครงสร้างไม้ เนื่องจากมีความสามารถในการรับกำลังได้น้อย
10. **หน่วยแรงเฉือนขนานเส้น (Shearing Stress along Grain)** เป็นกลสมบัติที่ใช้ต้านทานการแยกออกจากกันของครึ่งบนกับครึ่งล่างของคานไม้ และจะมีค่ามากที่สุดที่กึ่งกลางความลึกที่ปลายคาน

มาตรฐานไม้ก่อสร้าง

ไม้แปรรูปที่นำมาใช้งานก่อสร้าง เราเรียกว่า *Timber* ไม้ที่ใช้ในงานก่อสร้างต้องเป็นไม้ที่ดี ปราศจากตำหนิ มีหน้าเรียบ เลื่อยได้เหลื่อมฉาก เมื่อไสแล้วต้องไม่เล็กกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม้ก่อสร้างตามมาตรฐาน วสท.1002-16 จะแบ่งออกได้ 4 ประเภทคือ ไม้ก่อสร้างชั้น 1 ไม้ก่อสร้างชั้น 2 ไม้ก่อสร้างชั้น 3 และไม้ด้อยคุณภาพ

ในการเทียบชั้นมาตรฐานนั้น ให้ยึดมาตรฐานไม้ก่อสร้างชั้น 2 เป็นเกณฑ์

- **ไม้ก่อสร้างชั้น 1** มาตรฐานกำหนดยอมให้มีตำหนิได้เพียงครึ่งหนึ่งของไม้ก่อสร้างชั้น 2 แต่ไม่ยอมให้มีตำหนิหลุดตามุมของเส้นขวางต้องไม่ชันกว่า 1 ใน 20 กับขอบไม้ทางยาว
- **ไม้ก่อสร้างชั้น 3** มาตรฐานกำหนดยอมให้มีตำหนิได้ถึงหนึ่งเท่าครึ่งของไม้ก่อสร้างชั้น 2 และมุมของเส้นขวางต้องไม่ชันกว่า 1 ใน 12 กับขอบไม้ทางยาว
- **ไม้ด้อยคุณภาพ** เป็นไม้ที่มีคุณภาพต่ำกว่าไม้ก่อสร้างชั้น 3 ไม่สมควรมานำมาใช้งานโครงสร้าง แต่อาจนำไปใช้เป็นไม้แบบหรือค้ำยันงานเล็กน้อยได้

ไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้าง

ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมไม้อัด

1. แผ่นไม้อัดสลักชั้น (Veneer Plywood)

มีองค์ประกอบดังนี้

1. ไม้อัด (Plywood) หรือเรียกว่า ไม้อัดสลักชั้น หมายถึงการนำไม้บาง ๆ หลายแผ่นมาประกอบให้ยึดติดกันด้วยกาว การจัดวางไม้บางแต่ละแผ่นจะต้องมีแนวเส้นขวางตั้งฉากกัน เพื่อช่วยเพิ่มสมบัติด้านความแข็งแรง และลดการขยายตัวหรือหดตัวในระนาบของแผ่นให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

2. ไม้บาง (Veneer) หมายถึงแผ่นไม้บาง ๆ ที่ได้จากการปอกหรือผ่านจากท่อนซุงจะมีความหนาประมาณ 0.8–1.2 มิลลิเมตร จำนวนของไม้บางที่ประกอบเป็นไม้อัดนั้นโดยปกติจะใช้ 3 ชั้น แต่ถ้าไม้อัดมีความหนามากกว่า 6 มิลลิเมตร อาจต้องใช้ไม้บาง 5 ชั้นหรือมากกว่า

3. ซุง (Logs) ที่นำมาใช้อาจเป็นได้ทั้งไม้สัก ไม้กระยาเลย ไม้ยมหิน ไม้มะปิ่น ไม้จำปา ไม้ยาง ไม้ปออีเก้ง ไม้สยาขาว ฯลฯ ก่อนนำซุงเข้าสู่กระบวนการผลิตจะต้องทำการตัดซุงออกเป็นท่อน ๆ ให้มีความยาวพอดีกับเครื่องปอกหรือผ่าน หลังจากนั้นนำซุงไปต้มหรือนึ่งเสียก่อน เพื่อให้เนื้อซุงอ่อนตัวสะดวกต่อการปอกหรือผ่านเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ง่าย ซึ่งสารเคมีที่มีอยู่ในเนื้อไม้บางชนิดจะมีปฏิกิริยาที่ช่วยรักษาเนื้อไม้ได้ด้วย

2. แผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hardboard)

แผ่นใยไม้อัดแข็งหรืออาจเรียกว่า แผ่นไม้เรียบ เกิดจากแนวคิดที่เห็นว่าไม้ที่มีเศษไม้ที่เหลือจากการแปรรูปไม้มากมาย แล้วถูกนำไปทิ้งหรือนำเอาไปเป็นฟืนเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรไม้ได้อย่างไม่คุ้มค่า บริษัทไม้อัดไทยจำกัดจึงได้พยายามพัฒนาโดยนำเอาเศษไม้ดังกล่าว มาผลิตเป็นวัสดุก่อสร้างสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกเรียกว่า แผ่นใยไม้อัดแข็ง

แผ่นใยไม้อัดแข็งคือ แผ่นไม้ที่ผลิตขึ้นจากการนำเอาสารประเภทลิกโนเซลลูโลส (Lignocelluloses) ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในไม้ มาทำเป็นแผ่นโดยนำมาอัดให้เป็นแผ่นตามขนาดที่ต้องการด้วยกรรมวิธีการแบบเปียก (Wet Process)

3. แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (Medium Density Fiberboard; MDF)

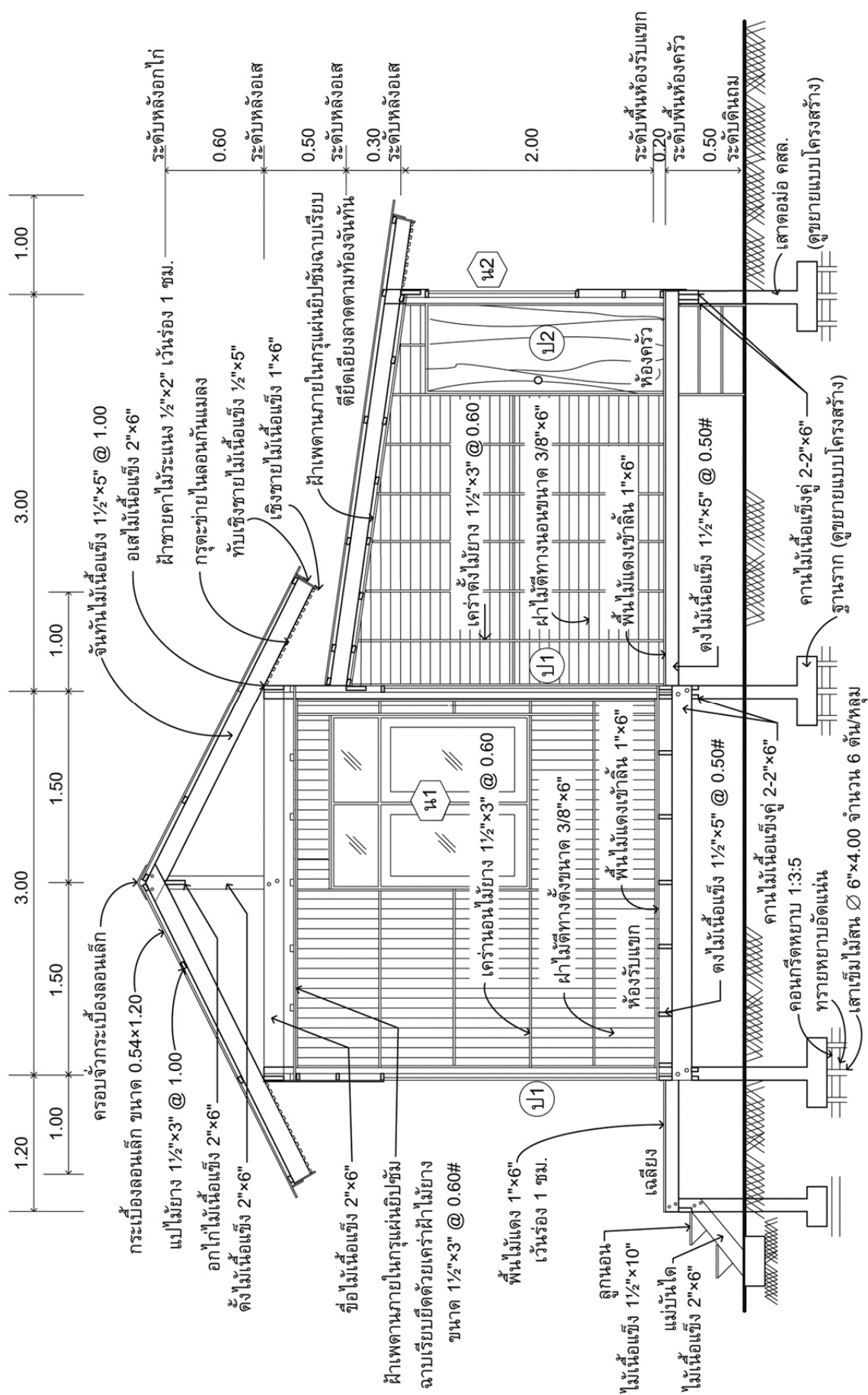
แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางหรือบางที่เราเรียกว่า แผ่นกระดาดอัด หรือแผ่นไม้ซานอ้อย หรือเรียกว่า แผ่น MDF เป็นผลิตภัณฑ์ไม้อัดที่ใช้เฉพาะงาน เช่น ใช้ทำบอร์ดประกาศต่าง ๆ ใช้ทำผนังกันห้องชั่วคราว ใช้กรุภายในงานเฟอร์นิเจอร์ ใช้กรุเป็นผนังฉนวน ใช้เป็นลังบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ผลิตจากเส้นใยของไม้ โดยใช้เศษไม้ต่าง ๆ ที่ค่อนข้างละเอียดหรือเศษชีเลื้อยจากไม้ยางพารา ไม้ยูคาลิปตัส ไม้สน ซานอ้อย ฯลฯ ทำให้ได้ผิวของแผ่น MDF จะเรียบเนียนกว่าแผ่นไม้ปาร์ติเกิล (Particle Board) แผ่น MDF ต้องระวังเรื่องความชื้นและการโดนน้ำ เพราะจะเปื่อยยุ่ยได้ง่าย

4. แผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด (Particle Board) หรืออาจเรียกว่า ชิปปอร์ด (Chip Board)

เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่น่าสนใจชิ้นไม้ กิ่งไม้ ที่ผ่านการตัดมาเป็นท่อน ๆ โดยเฉพาะไม้ยางพารา หรือไม้ยูคาลิปตัส ไปเข้าเครื่องสับตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ มีทั้งขนาดชิ้นเล็กมาก จนถึงขนาดชิ้นใหญ่หยาบ ๆ

แผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ลักษณะเนื้อไม้จะมีความเหนียวแต่ไม่แน่น เนื้อชิ้นไม้จะหยาบกว่าแผ่น MDF มีโพรงอากาศเล็ก ๆ ทั่วไป ทำให้แผ่นไม้มีความเบากว่าแผ่น MDF แต่ความแข็งแรงจะน้อยกว่าแผ่น MDF แผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ได้จะมีความหนาแน่นปานกลางประมาณ 160–400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ขนาดของแผ่นจะมีขนาดมาตรฐานเท่ากับแผ่นไม้อัด 1.20 x 2.40 เมตร และมีความหนาดั้งเดิม 9–25 มิลลิเมตร



รูปที่ 5.5 ไม่แปรรูปที่นำไปใช้ในงานโครงสร้างอาคาร

5. แผ่นไม้ประกอบ (Composite Board)

เป็นวิธีการนำเศษปลายไม้ต่าง ๆ ที่เหลือจากการผ่าไม้แปรรูปจากโรงเลื่อย แทนที่จะต้องทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ก็จะนำเศษปลายไม้ขนาดต่าง ๆ เหล่านั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยนำไปสร้างเป็นแผ่นไม้ประกอบ (Composite Board) ขึ้นมา

6. แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ (Wood Cement Board or Fiber Cement Board; FCB)

ไม้เป็นวัสดุธรรมชาติเป็นอินทรีย์สารที่สามารถเน่าเปื่อย (Decomposition) ได้ตามกาลเวลา ไม่สามารถทนน้ำหรือความชื้นได้เป็นเวลานาน ไม่สามารถทนการกัดแทะจากปลวกหรือมอดได้ จึงมีการคิดค้นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ยังคงใช้เศษไม้ให้เกิดประโยชน์และสามารถลดจุดด้อยความไม่ทนทานต่าง ๆ ของไม้ลงได้ด้วย โดยการนำเอาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มาเป็นส่วนผสมเพิ่ม ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุทนทานและป้องกันน้ำและทำหน้าที่เคลือบเคลือบยึดเหนี่ยวเศษไม้เข้าด้วย แล้วนำไปขึ้นรูปด้วยแรงกดขนาดสูงให้ได้ความหนาตามต้องการ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สมัยใหม่ที่มีข้อเด่นมาก เช่น มีความอ่อนตัวคล้ายไม้แต่แข็งแรงขึ้น ทนทานต่อแดด น้ำไม่ซึมผ่าน ไม่บวมน้ำ ทนการขีดข่วน ค่าการนำความร้อนต่ำ ไม่บิดตัว ไม่ผุกร่อน ไม่เกิดเชื้อรา ปลวกกัดแทะไม่ได้ และผิวเรียบเนียนสวยงามเรียกว่า แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ (Fiber Cement Board; FCB) แผ่น FCB สามารถใช้งานได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร นำไปใช้งานได้ทั้งงานกรุผนังและงานพื้นอาคาร ขนาดของแผ่นจะมีขนาดมาตรฐานเท่ากับแผ่นไม้อัด 1.20 x 2.40 เมตร และมีความหนาตั้งแต่ 8–25 มิลลิเมตร

7. แผ่นไม้สังเคราะห์ (Wood Composite)

เป็นแผ่นไม้ที่ไม่ใช่ไม้ หรือเรียกว่า แผ่นไม้เทียม ซึ่งผู้คนทั่วไปอาจจะเข้าใจผิดได้ว่าเป็นไม้จริง ๆ และเริ่มนิยมใช้ในอาคารบ้านจัดสรรมากขึ้นเรื่อย ๆ หรืออาคารสมัยใหม่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่วัสดุหลายชนิดเข้ามาผสมกันหรือประกอบกัน (Composite) ให้เกิดประโยชน์ร่วมกัน เช่น ผลิตจากกระเบื้องกระดาดหรือซีเมนต์ไฟเบอร์ปี้มลายูนที่ผิวจะดูเหมือนลายไม้จริง ๆ หรือผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์พลาสติกผสมเศษไม้ (Wood & Plastic Composite; WPC) ก็มีผลิตขึ้นมา เพื่อติดตั้งในพื้นที่โล่งได้ ทนแดดและฝนได้ดี

การรักษาเนื้อไม้

การผุของไม้เกิดจากการกระทำของฟังไจ (Fungi) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มุ่งทำลายไม้ โดยทำการกัดกินเนื้อไม้ (Tissue) เป็นอาหาร ทำให้ไม้ผุพังเนื่องจากเนื้อไม้ขาดใยไม้คอยยึดเหนี่ยว

การผุของไม้เกิดจากปัจจัยเสริม 4 ประการคือ

- (1) มีอาหารที่ฟังไจชอบ
- (2) มีอุณหภูมิที่พอเหมาะกับฟังไจ
- (3) มีปริมาณอากาศที่เคลื่อนไหวน้อย
- (4) มีสภาพความชื้นที่พอเหมาะ

1. การป้องกันรักษาเนื้อไม้

การป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่ดีที่สุดก็คือ การทำให้อาหารของฟังไจเป็นพิษ โดยการอาบหรืออัดหรือน้ำยาที่เป็นพิษเข้าไปในเนื้อไม้ สามารถแบ่งได้ 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1. การอาบนํ้ายา เป็นวิธีการอาบนํ้ายาให้กับไม้ทั้งที่เป็นท่อนซุงหรือผ่านการแปรรูปมาแล้วก็ได้ โดยนำไม้ที่ต้องการอาบนํ้ายาลงไปแช่ในถังอัดนํ้ายา ซึ่งจะทำการอัดนํ้ายาด้วยแรงอัดภายในถัง ทำให้นํ้ายาสามารถซึมเข้าไปในเนื้อไม้ได้อย่างทั่วถึง



รูปที่ 5.6 ลักษณะแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ และการนำไปใช้งาน

2. การทาหรือการพ่น เป็นวิธีการที่ง่ายและค่าใช้จ่ายต่ำ โดยการเอาแปรงทาหรือเครื่องพ่นหรือยกขึ้นไม้จุ่มหรือแช่ลงในถาดน้ำยา การทาหรือพ่นควรทำอย่างน้อยสองครั้ง ซึ่งน้ำยาจะซึมเข้าเนื้อไม้ได้ไม่ลึกนัก และควรเป็นน้ำยาชนิดที่ดูดซึมได้เร็ว วิธีนี้อาจได้ผลไม่เต็มที่ แต่ก็สามารถยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ได้หรือทำให้ฟงใจเข้าไปไม่ได้ การผึ่งไม้ให้แห้งก่อนการทาหรือพ่นจะช่วยให้หน้ายาซึมซับเซลล์ไม้ได้ดีขึ้น และต้องระวังการแตก/ฉีก/ร้าว ในภายหลังของไม้เพราะเป็นทางเข้าของฟงใจได้



รูปที่ 5.7 ลักษณะแผ่นไม้สังเคราะห์ และการนำไปใช้งานหลากหลาย

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 5
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ ในบทการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องสมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด โครงสร้างของเนื้อไม้ ลักษณะหน้าตัดของไม้ ลายไม้และตำหนิของไม้ ประเภทของไม้และกลสมบัติของไม้ มาตรฐานไม้ก่อสร้าง ไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร ผลัดกันจากอุตสาหกรรมไม้อัด การรักษาเนื้อไม้
4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 5 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 5 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 5 เรื่องไม้ ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 5 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 5
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 5
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาร่วมกัน

ประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 5 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตาม

สภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ
 - (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา
2. งานที่มอบหมาย
 - (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5
 - (2) แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 5

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน

(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

การประเมินผล บทที่ 5 ไม้

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 5 ไม้							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 30106-0007				วิทยาลัย			
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....				ครู			
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบ ทดสอบ		**คะแนนแบบ ประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้	คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้		
1	สมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด						
2	โครงสร้างของเนื้อไม้						
3	ลักษณะหน้าตัดของไม้						
4	ลายไม้และตำหนิของไม้						
5	ประเภทของไม้และกลสมบัติของไม้						
6	มาตรฐานไม้ก่อสร้าง						
7	ไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร						
8	ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมไม้อัด						
9	การรักษาเนื้อไม้						
10							
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6		บทที่ 6
ชื่อวิชา	วัสดุและเทคนิคการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท	วัสดุนานพื้น	สอนครั้งที่ 7 / 16
ชื่อเรื่อง	วัสดุนานพื้น	จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 พื้นไม้
- 1.2 พื้นคอนกรีตวางบนดิน
- 1.3 พื้นคอนกรีตหล่อในที่วางบนโครงสร้าง
- 1.4 พื้นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป
- 1.5 พื้นแผ่นเหล็กประกอบ

2. สำคัญ

พื้น (Floor) เป็นโครงสร้างส่วนหนึ่งของอาคารที่มีความสำคัญมาก เพราะทำหน้าที่รองรับน้ำหนักบรรทุกต่าง ๆ แล้วถ่ายน้ำหนักลงสู่คานและเสาต่อไป การเลือกใช้ชนิดหรือประเภทของโครงสร้างพื้นจึงต้องพิจารณาให้เกิดความเหมาะสมทั้งด้านความแข็งแรง ความสวยงามและประหยัด รวมทั้งให้สอดคล้องกับประโยชน์ใช้สอยด้วย วัสดุก่อสร้างที่นำมาใช้ทำโครงสร้างพื้นประกอบด้วยวัสดุหลายชนิด เช่น ไม้ เหล็ก คอนกรีต และยังจำแนกออกได้อีกหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิตหรือการก่อสร้าง ซึ่งจะได้กล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

เมื่อมีวัสดุนานพื้นหลายชนิดหลายรูปแบบมากขึ้น จึงต้องเรียนรู้คุณสมบัติของวัสดุ เทคนิคการติดตั้ง ข้อควรระวังในการติดตั้งวัสดุนานพื้นแต่ละชนิด ข้อดีข้อด้อยและความเหมาะสมในการเลือกแต่ละรูปแบบ เป็นต้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นไม้ พื้นคอนกรีตวางบนดิน พื้นคอนกรีตหล่อในที่วางบนโครงสร้าง พื้นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป พื้นแผ่นเหล็กประกอบ
2. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการเกี่ยวกับการก่อสร้างโครงสร้าง พื้นไม้ พื้นคอนกรีตวางบนดิน พื้นคอนกรีตหล่อในที่วางบนโครงสร้าง พื้นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป พื้นแผ่นเหล็กประกอบ
3. ผู้เรียนมีเจตคติที่ปลอดภัยเกี่ยวกับพื้นไม้ พื้นคอนกรีตวางบนดิน พื้นคอนกรีตหล่อในที่วางบนโครงสร้าง พื้นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป พื้นแผ่นเหล็กประกอบ

4. สำคัญการเรียนรู้

พื้นไม้ (Timber Floor)

ระบบโครงสร้างพื้นไม้ประกอบด้วยไม้พื้น ตง และคาน

1. ไม้พื้น (Wood Plank) ไม้ที่นิยมนำมาทำเป็นพื้นไม้นั้นต้องเป็นไม้เนื้อแข็ง โดยทั่วไปมักเป็นไม้แผ่นที่มีความหนาอย่างน้อย 1" ความกว้างของแผ่นสามารถเลือกได้ตามความชอบของเจ้าของบ้าน เช่น 4", 6", 8", 10", 12" ลักษณะการประกบไม้

อาจเป็นแบบการตีชน แบบบังใบ หรือแบบเข้ล้น โดยเฉพาะการเข้ล้นของพื้นนั้น จะช่วยให้เกิดความยึดเหนี่ยวระหว่างแผ่นไม้ส่งผ่านการรับกำลังน้ำหนักบรรทุกได้ดี และยังช่วยป้องกันไม่ให้น้ำที่ตกลงพื้นรั่วไหลลงไปชั้นล่างได้

2. **ตง (Joist)** ตงเป็นไม้โครงสร้างเนื้อแข็งเท่านั้นที่รองรับน้ำหนักจากพื้น ขนาดของตงโดยทั่วไป คือ $1\frac{1}{2} \times 5$ @0.40-0.50 หรือ 2×6 @0.50-0.60 กรณีที่ตงมีความยาวมาก ๆ เกินกว่า 4.00 เมตรขึ้นไป อาจต้องร่นระยะของตงให้ถี่ขึ้นเป็น @0.30 เป็นต้น ทั้งนี้ต้องได้รับการคำนวณตรวจสอบน้ำหนักบรรทุกจากวิศวกรโยธาอีกครั้ง

3. **คาน (Beam)** คานเป็นไม้โครงสร้างเนื้อแข็งเท่านั้นที่แบกรับน้ำหนักจากตง แล้วถ่ายน้ำหนักลงสู่เสาต่อไป ขนาดของคานโดยทั่วไปคือ 2×6 , 2×8 , 2×10 กรณีที่คานมีความยาวมาก ๆ เกินกว่า 4.00 เมตรขึ้นไปหรือต้องแบกรับน้ำหนักมากกว่าปกติ อาจต้องเพิ่มคานเป็นสองตัวคู่ เช่น $2-2 \times 6$ หรือ $2-2 \times 8$ เป็นต้น ทั้งนี้ต้องได้รับการคำนวณตรวจสอบน้ำหนักบรรทุกจากวิศวกรโยธาอีกครั้ง

พื้นคอนกรีตวางบนดิน (Slab on Ground, GS)

พื้นคอนกรีตวางบนดิน เป็นชนิดของพื้นที่มีจุดประสงค์เพื่อลดน้ำหนักบรรทุกให้กับตัวอาคาร เช่น พื้นชั้นล่างของโกดัง ตึกแถว ทางเท้า ถนน ลานซักล้าง ฯลฯ โดยพื้นคอนกรีตชนิดนี้จะแข็งแรงทนทานได้ดีหรือไม่ ต้องขึ้นอยู่กับชนิดของชั้นดินที่รองรับว่าเป็นชั้นดินแข็งหรือไม่ และขึ้นอยู่กับการบดอัดดินที่ได้มาตรฐานหรือไม่

1. **พื้นคอนกรีตวางบนดินชนิดหล่อในที่ (In-situ Concrete Slab)** เป็นแผ่นพื้นที่ต้องการความต่อเนื่อง และถ่ายน้ำหนักบรรทุกลงบนชั้นดินโดยตรงทั้งหมด เราพบเห็นได้ทั่วไปในอาคารพักอาศัย เช่น ลานจอดรถ พื้นชั้นล่าง พื้นเฉลียง มีความหนาอยู่ระหว่าง 8-12 เซนติเมตร และพื้นที่ต้องรับน้ำหนักบรรทุกมาก ๆ เช่น ถนนคอนกรีตทางหลวงทั่วไป จะมีความหนาอยู่ระหว่าง 15-30 เซนติเมตร *ข้อสังเกต* เหล็กเสริมในพื้นที่ทั้งสองชนิดที่กล่าวมา จะเป็นเหล็กตะแกรงเสริมอยู่ด้านบนของผิวพื้นคอนกรีต เพื่อทำหน้าที่ต้านทานอุณหภูมิที่ร้อนในเวลากลางวันและเย็นในเวลากลางคืน มีผลทำให้ผิวพื้นคอนกรีตมีการยืดและหดตัวไปมาเป็นผลให้ผิวคอนกรีตเกิดการแตกร้าวได้ ส่วนด้านล่างของแผ่นพื้นไม่จำเป็นต้องเสริมเหล็กเพราะชั้นดินที่บดอัดแน่นดีแล้วจะเป็นตัวแบกรับน้ำหนักไว้

พื้นคอนกรีตหล่อในที่วางบนโครงสร้าง (Slab on Structural and In-situ Concrete)

1. พื้นชนิดเสริมเหล็กหลักทางเดียว (One Way Slab)

พื้นคอนกรีตหล่อในที่ชนิดนี้ เป็นการเรียกตามวิธีการคำนวณโครงสร้าง (ซึ่งนักศึกษาจะได้เรียนในวิชาการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก) โดยพิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างความกว้างของแผ่นพื้นต่อความยาวของแผ่นพื้น ต้องมีค่าไม่เกิน 0.50 เช่น พื้นกว้าง 1.50 เมตร และยาว 4.00 เมตร $\therefore 1.50/4.00 = 0.375$ ซึ่งมีค่าไม่เกิน 0.50 จึงคำนวณโครงสร้างพื้นนี้เป็นชนิดเสริมเหล็กหลักเพียงทางเดียว โดยต้องมีคานหลักมารับสองด้าน

2. พื้นชนิดเสริมเหล็กหลักสองทาง (Two Way Slab)

พื้นคอนกรีตหล่อในที่ชนิดนี้ เป็นการเรียกตามวิธีการคำนวณโครงสร้างเช่นเดียวกัน โดยพิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างความกว้างของแผ่นพื้นต่อความยาวของแผ่นพื้นที่มีค่าเกิน 0.50 เช่น พื้นกว้าง 3.00 เมตร และยาว 4.50 เมตร $\therefore 3.00/4.50 = 0.67$ ซึ่งมีค่าเกิน 0.50 จึงต้องคำนวณโครงสร้างพื้นนี้เป็นชนิดเสริมเหล็กหลักสองทาง โดยต้องมีคานหลักรองรับทั้งสองด้าน ซึ่งหมายถึงน้ำหนักบรรทุกบนพื้นที่ทั้งหมดจะถ่ายลงสู่เหล็กเสริมหลักทั้งสองด้านและวางพาดไปที่คานทั้งสองด้าน

3. พื้นทอ้งเรียบระบบไร้คาน (Flat Concrete Slab)

พื้นทอ้งเรียบระบบไร้คานนี้ เกิดขึ้นมาจากแนวความคิดที่ต้องการเพิ่มจำนวนชั้นของอาคารให้มากขึ้นโดยใช้ความสูงเท่าเดิม ทำให้ประหยัดค่าก่อสร้างและเกิดผลดีต่อผู้ลงทุน สาเหตุมาจากถ้าเลือกใช้โครงสร้างพื้นเสริมเหล็กทางเดียวหรือสองทาง ก็จะต้องมีคานมารองรับพื้นด้วย ซึ่งคานคอนกรีตเสริมเหล็กแต่ละตัวจะมีความลึกประมาณ 40–60 เซนติเมตร ถ้าสถาปนิกออกแบบอาคารสูง 15 ชั้น แต่ละชั้นสูง 3.50 เมตร ตึกนี้จะสูงทั้งสิ้น 52.50 เมตร แต่ที่ความสูงเดียวกันนี้ถ้าให้ออกแบบเป็นระบบพื้นทอ้งเรียบที่ไม่ต้องมีคานมารองรับ ก็จะทำให้ความสูงแต่ละชั้นลดลงมาเหลือประมาณ 3.00 เมตร เพราะฉะนั้นจะทำให้ได้จำนวนชั้นเพิ่มขึ้นเป็น 17–18 ชั้น ทำให้ได้ประโยชน์ใช้สอยจากอาคารมากขึ้นกว่าเดิม แต่ความหนาของพื้นต้องเพิ่มขึ้นเป็น 20–30 เซนติเมตร



รูปที่ 6.1 พื้นทอ้งเรียบระบบไร้คาน

4. พื้นระบบดึงลวดเหล็กอัดแรงทีหลัง (Post-tensioned Concrete Slab)

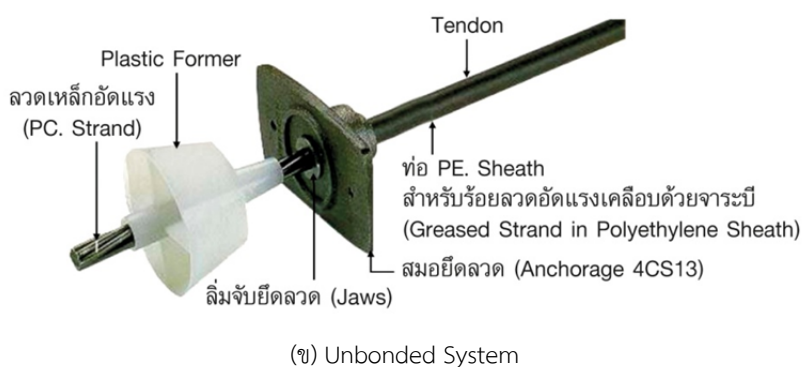
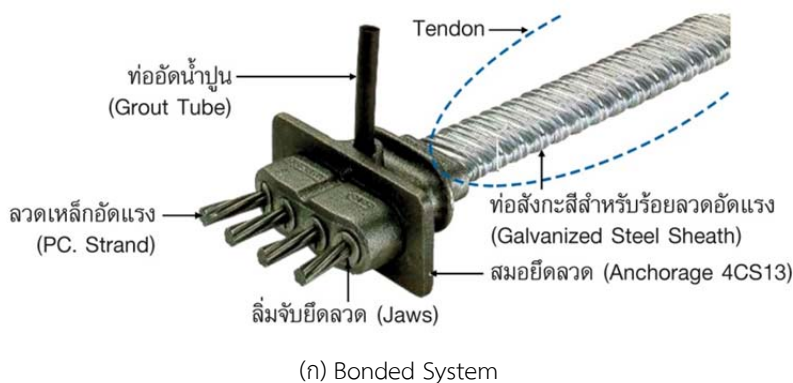
ระบบไร้คานนั้นให้ผลดีในแง่ของการเพิ่มจำนวนชั้นหรือช่วยลดความสูงอาคาร แต่ก็ยังมีข้อจำกัดเรื่องน้ำหนักของตัวพื้นที่หนาและยังไม่สามารถให้ช่วงเสาอยู่ห่างกันมาก ๆ ได้ โดยทั่วไประยะของเสาประมาณ 4.00–6.00 เมตร แต่ในปัจจุบันการออกแบบอาคารของสถาปนิกมีจินตนาการหลากหลายและต้องการพื้นที่โล่งบริเวณที่กว้างที่ไม่มีสิ่งใดมากีดขวาง ทำให้เสาดูต้องมีระยะห่างถึง 8.00–12.00 เมตร หรืออาจกว้างมากกว่านี้อีกก็ได้ ซึ่งถ้าใช้ระบบพื้น Flat Slab ก็จะทำให้ต้องใช้ความหนาของพื้นที่หนาเท่ากับคานและหนักมาก จึงมีการนำเทคโนโลยีการดึงลวดรับแรงดึงสูงเข้ามาใช้ทดแทนเหล็กเสริมแบบธรรมดา เป็นผลให้โครงสร้างพื้นรับน้ำหนักได้ดี พื้นไม่หนามากประมาณ 18–25 เซนติเมตร



(ก) Post Tension Flat Plate

(ข) Post Tension Flat Slab with Drop Panel

รูปที่ 6.2 พื้นคอนกรีตอัดแรงในลักษณะต่าง ๆ



รูปที่ 6.3 รูปแบบการร้อยลวดอัดแรง

(ที่มา : เอกสารแนะนำของ CPAC Post Tension)

พื้นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป (Pre-cast Concrete Slab)

ระบบพื้นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป เป็นการพัฒนาให้งานก่อสร้างในส่วนหนึ่งของโครงสร้างพื้นสามารถทำการก่อสร้างได้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น ประหยัดค่าไม้แบบ น้ำหนักเบา เป็นผลให้ราคาก่อสร้างต่ำลงได้มาก ระบบนี้ได้พัฒนาขึ้นมาจากอาคารขนาดเล็กก่อน เมื่อประสบผลสำเร็จและใช้งานได้ดี จึงพัฒนาต่อเนืองมาใช้กับอาคารขนาดใหญ่และนิยมใช้กันทั่วไป ดังนี้

1. พื้นระบบคานตัวกึ่ง ระบบพื้นสำเร็จรูปนี้เป็นระบบแรก ๆ ที่เริ่มมีการนำมาใช้ โดยมีบริษัทผลิตภัณฑ์คอนกรีตซีแพคจำกัดเป็นผู้ผลิตออกจำหน่ายเป็นรายแรก ๆ ลักษณะของโครงสร้างพื้นระบบนี้ประกอบด้วย ตัวพื้นบล็อกและคานรูปตัวที ขนาดและรูปร่างเป็นไปตามผู้ผลิตรายนั้น ๆ พื้นระบบนี้เหมาะสำหรับอาคารขนาดเบาเท่านั้น เช่น บ้านพักอาศัย ทาวน์เฮาส์ เป็นต้น

2. พื้นพื้นสำเร็จรูปทอองเรียบ (Solid Planks Slab) แผ่นพื้นสำเร็จรูประบบนี้เป็นแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมลวดอัดแรง ขนาดทั่วไปมีความกว้าง 35 เซนติเมตร หนา 5 เซนติเมตร พัฒนาขึ้นมาเพื่อให้การติดตั้งง่ายขึ้น ติดตั้งได้เร็วขึ้นมากกว่าระบบพื้นคานที และเป็นที่นิยมอย่างรวดเร็วจวบจนถึงปัจจุบัน ตามมาตรฐาน มอก.828-2546 เป็นแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่เหมาะสมกับอาคารต่าง ๆ ที่มีน้ำหนักบรรทุกทุกไม่สูงมาก ที่มีช่วงกว้างไม่เกิน 4-5 เมตร เช่น อะพาร์ตเมนต์ ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ สำนักงาน บ้านพักอาศัย เพราะติดตั้งได้ง่ายสะดวกรวดเร็ว น้ำหนักเบา และท้องพื้นมีความเรียบจึงไม่จำเป็นต้องมีงานฝ้าเพดานหรืองานฉาบก็ได้ ทำให้ราคาก่อสร้างถูกลง



รูปที่ 6.4 การค้ำยันท้องพื้นและติดตั้งแผ่นพื้นท้องเรียบ

3. แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบรูกลวง (Hollow Core Slab) มีการพัฒนาแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงสำเร็จรูปขึ้นมาใหม่เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้มากขึ้นหรือมีช่วงกว้างมากขึ้นได้ ตามมาตรฐาน มอก.828-2546 โดยผลิตด้วยกรรมวิธีแบบคอนกรีตแห้ง (No-slump Concrete) ที่กำลังอัดประลัยไม่ต่ำกว่า 350 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตรที่อายุ 28 วัน (ลูกปูนทรงกระบอก) และเรียกแผ่นพื้นชนิดนี้ว่า *Hollow Core Slab* ด้วยลักษณะของแผ่นพื้นที่มีรูกลวงภายใน เพื่อให้แผ่นพื้นมีน้ำหนักเบา ช่วยให้ง่ายประกอบติดตั้งได้ง่ายแม้ว่าจะมีช่วงยาว



รูปที่ 6.5 การติดตั้งแผ่นพื้นสำเร็จรูปคอนกรีตอัดแรงแบบรูกลวง

พื้นแผ่นเหล็กประกอบ (Composite Steel Deck or Metal Deck)

พื้นแผ่นเหล็กประกอบ ผลิตตามมาตรฐาน ASTM A525 (G-90) โดยนำมารีดขึ้นรูปให้เป็นลอนและมีปุ่มนูนทั่วทั้งแผ่น เพื่อให้เกิดการยึดเหนี่ยวกับคอนกรีต และลอนของแผ่นช่วยให้เกิดความแข็งแรงในการรับน้ำหนักของพื้นคอนกรีต โดยแผ่นเหล็กทำหน้าที่รับแรงดึงและคอนกรีตทำหน้าที่รับแรงอัด ส่วนแรงเฉือนต้านทานโดยเหล็กเดือย (Shear Stud) นอกจากนี้แผ่นเหล็กยังทำหน้าที่เป็นแบบหล่อคอนกรีตไปในตัว ทำให้โครงสร้างเนื้อพื้นคอนกรีตเบาขึ้นและประหยัดค่าแบบหล่อ ข้อดีของพื้นระบบนี้มีหลายประการ เช่น ช่วยลดน้ำหนักโดยรวมของโครงสร้าง ทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างลดลง ช่วยลดความเสียหายจากการเลือกใช้ระบบไม้แบบและค้ำยันที่ตัดเศษเหลือทิ้ง



รูปที่ 6.6 ลักษณะการก่อสร้างของพื้น Steel Deck หรือ Metal Deck

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 6
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ ในบทการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องพื้นไม้ พื้นคอนกรีตวางบนดิน พื้นคอนกรีตหล่อในที่ วางบนโครงสร้าง พื้นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป พื้นแผ่นเหล็กประกอบ
4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 6 ในหนังสือแบบเรียนวิชาชีพก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 6 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 6 เรื่องวัสดุงานพื้น ในหนังสือแบบเรียนวิชาชีพก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 6 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาชีพก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาชีพก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 6
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 6
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษา ร่วมกัน

ประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 6 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตาม

สภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ

- (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

2. งานที่มอบหมาย

- (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6
(2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 6

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน

(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

การประเมินผล บทที่ 6 วัสดุงานพื้น

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 6 วัสดุงานพื้น							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคโนโลยีการทำงาน รหัสวิชา 30106-0007				วิทยาลัย			
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....				ครู			
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบ ทดสอบ		**คะแนนแบบ ประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้	คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้		
1	พื้นไม้						
2	พื้นคอนกรีตวางบนดิน						
3	พื้นคอนกรีตหล่อในที่วางบนโครงสร้าง						
4	พื้นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป						
5	พื้นแผ่นเหล็กประกอบ						
6							
7							
8							
9							
10							
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7		บทที่ 7
ชื่อวิชา	วัสดุและเทคโนโลยีการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท	วัสดุงานผนัง	สอนครั้งที่ 8/16
ชื่อเรื่อง	วัสดุงานผนัง	จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 ผนังก่ออิฐดินเผา
- 1.2 ผนังก่อคอนกรีตบล็อก
- 1.3 ผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบา
- 1.4 ผนังก่อบล็อกแก้ว
- 1.5 ผนังฝาไม้
- 1.6 ผนังไม้อัด
- 1.7 ผนังแผ่นยิปซัม
- 1.8 ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ
- 1.9 ผนังแผ่นโลหะเคลือบ
- 1.10 ผนังคอนกรีตเบาสำเร็จรูป
- 1.11 ผนังเบาวัสดุผสมคอมโพสิต
- 1.12 ผนังเฟอร์โรซีเมนต์

2.สาระสำคัญ

โครงสร้างอาคารเปรียบเสมือนโครงกระดูกของร่างกายมนุษย์ จะครบถ้วนสมบูรณ์ได้ต้องมีเนื้อหนังห่อหุ้มซึ่งก็คือผนัง ผนังจะทำหน้าที่ปกป้องอันตรายต่าง ๆ ที่จะเข้ามาสู่ภายในอาคาร ทำหน้าที่จัดแบ่งสัดส่วนภายในอาคารให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้สอย และถ้าต้องการให้เกิดความสวยงามยิ่งขึ้นก็ให้เพิ่มงานตกแต่งเข้าไป เช่น การทาสี การกรุกระเบื้อง การติดกระดาษผนัง (Wall Paper) รวมถึงการเลือกใช้ชนิดของวัสดุที่นำมาทำผนังนั้น ๆ

วัสดุที่สามารถนำมาใช้ทำผนังในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิด ถ้าเราย้อนกลับไปดูในยุคนั้น มนุษย์เรารู้จักใช้ดินโคลนมาก่อเป็นผนังกระท่อม ใช้กิ่งไม้ใบไม้มาทำเป็นผนัง จากนั้นเริ่มมีการพัฒนาสกัดเอาหินทรายหินศิลาแลงมาก่อสร้างเป็นผนังอาคารขนาดใหญ่มากขึ้น เช่น พระเมรุมาศ กำแพงเมืองจีน ปราสาทหินต่าง ๆ เป็นต้น มาถึงในปัจจุบันนี้ก็มีการพัฒนาวัสดุก่อผนังให้ดียิ่งขึ้นให้มีความคงทน ใช้งานสะดวก สวยงาม และราคาถูก ซึ่งจะได้กล่าวถึงในรายละเอียดของวัสดุแต่ละชนิดต่อไป

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับผนังก่ออิฐดินเผา ผนังก่อคอนกรีตบล็อก ผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบา ผนังก่อบล็อกแก้ว ผนังฝาไม้ ผนังไม้อัด ผนังแผ่นยิปซัม ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ ผนังแผ่นโลหะเคลือบ ผนังคอนกรีตเบาสำเร็จรูป ผนังเบาวัสดุผสมคอมโพสิต ผนังเฟอร์โรซีเมนต์
2. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการเกี่ยวกับการก่อสร้าง ผนังก่ออิฐดินเผา ผนังก่อคอนกรีตบล็อก ผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบา ผนังก่อบล็อกแก้ว ผนังฝาไม้ ผนังไม้อัด ผนังแผ่นยิปซัม ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ ผนังแผ่นโลหะเคลือบ ผนังคอนกรีตเบาสำเร็จรูป ผนังเบาวัสดุผสมคอมโพสิต ผนังเฟอร์โรซีเมนต์

3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับผนังก่ออิฐดินเผา ผนังก่อคอนกรีตบล็อก ผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบา ผนังก่อบล็อกแก้ว ผนังฝาไม้ ผนังไม้อัดผนังแผ่นยิปซัม ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ ผนังแผ่นโลหะเคลือบ ผนังคอนกรีตเบาสำเร็จรูป ผนังเบา วัสดุผสมคอมโพสิต ผนังเฟอร์โรซีเมนต์ได้อย่างถูกต้อง

4. การเรียนรู้

ผนังก่ออิฐดินเผา (Red Bricks Wall)

อิฐดินเผา หรือ อิฐมอญ หรือ อิฐแดง มีการเรียกกันได้หลายชื่อ แต่คำว่า *อิฐมอญ* จะเป็นที่ยึดเหนี่ยวกันมาก ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.77-2545 จะเรียกว่า *อิฐก่อสร้างสามัญ* เป็นอิฐชนิดก้อนตันรับน้ำหนัก และมอก.153-2540 ชนิดรูกลวงที่ไม่รับน้ำหนัก



รูปที่ 7.1 อิฐมอญในโบราณสถาน

มาตรฐานขนาดของอิฐมอญ อิฐมอญชนิดก้อนตันที่มีใช้กันทั่วไปคือ ยาว 140 มิลลิเมตร กว้าง 65 มิลลิเมตรหนา 40 มิลลิเมตร น้ำหนักประมาณ 0.5 กิโลกรัม/ก้อน ส่วนอิฐมอญชนิดรูกลวง ที่มีใช้กันทั่วไปคือ ยาว 160 มิลลิเมตร กว้าง 65 มิลลิเมตร หนา 40 มิลลิเมตร น้ำหนักประมาณ 0.55 กิโลกรัม/ก้อน



(ก) ฝั่งลมฝั่งแดด



(ข) ลำเลียงเข้าเตาเผา



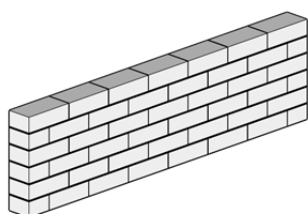
(ค) อิฐที่ผ่านการเผาแล้ว

รูปที่ 7.2 ขั้นตอนการผลิตอิฐมอญในปัจจุบัน

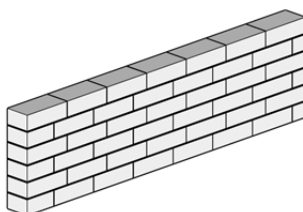
โดยทั่วไปการก่อผนังด้วยอิฐมอญต้องใช้ปูนก่อยึดเหนี่ยวหนาประมาณ 1.5 เซนติเมตรจึงจะแข็งแรงดี ในงานก่อผนัง 1 ตารางเมตร จะต้องใช้อิฐก่อชนิดก้อนตันประมาณ 120 ก้อน/ตารางเมตร แต่ถ้าเป็นอิฐมอญชนิดรูกลวง ต้องใช้อิฐก่อประมาณ 100 ก้อน/ตารางเมตร



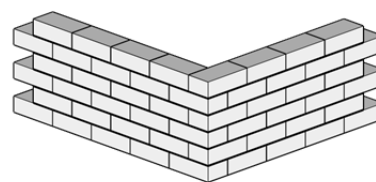
รูปที่ 7.3 อิฐมอญชนิดก้นตันและชนิดรูกลวง



(ก) ทาบเยื้องกัน ½ แผ่น

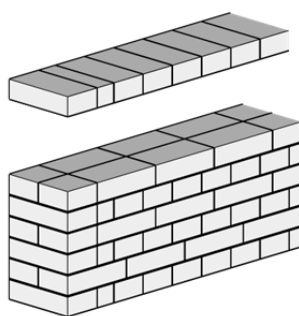


(ข) ทาบเยื้องกัน ¼ แผ่น

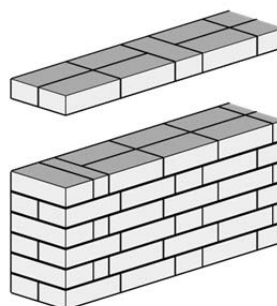


(ค) ทาบซ้อนกันเข้ามุม

รูปที่ 7.4 ลักษณะการก่ออิฐมอญที่เรียกว่าแบบครึ่งแผ่น



(ก) การก่ออิฐแบบ English Bond



(ข) การก่ออิฐแบบ Flemish Bond

รูปที่ 7.5 ลักษณะการก่ออิฐมอญที่เรียกว่าแบบเต็มแผ่น

ผนังก่อคอนกรีตบล็อกกลวง (Hollow Concrete Block)

คอนกรีตบล็อก หรือ ซีเมนต์บล็อก หรือ อิฐบล็อก เป็นชื่อที่ใช้เรียกกันทั่วไป คอนกรีตบล็อกเป็นวัสดุก่อผนังที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อเสริมจุดเด่นให้ดีกว่าอิฐมอญ เช่น แข็งแรงกว่า ก่ออิฐได้รวดเร็ว ทนทานกว่าเนื่องจากวัสดุเป็นคอนกรีต และหน่วยน้ำหนักรวมปูนฉาบแล้วเบากว่า เช่น กรณีผนังอิฐมอญจะใช้น้ำหนักออกแบบที่ 180 กิโลกรัม/ตารางเมตร ส่วนผนังคอนกรีตบล็อกจะใช้น้ำหนักออกแบบที่ 120 กิโลกรัม/ตารางเมตร



รูปที่ 7.6 ลักษณะการใช้งานของคอนกรีตบล็อก

ขั้นตอนและเทคนิคการก่อผนังคอนกรีตบล็อก

ขั้นตอนและเทคนิคการก่อผนังคอนกรีตบล็อก ให้ปฏิบัติตามการตามขั้นตอนที่เหมือนกับการก่อผนังอิฐมวลเบาทุกประการ แต่มีข้อยกเว้นหรือข้อห้ามบางประการ ดังนี้

1. คอนกรีตบล็อกทุกชนิดก่อนที่จะนำมาใช้ ให้ทำความสะอาดโดยการปัดฝุ่นหรือเศษดินที่เกาะติดอยู่ออกให้หมด **แต่ห้ามนำไปแช่น้ำโดยเด็ดขาด** เพราะการแช่น้ำจะทำให้คอนกรีตบล็อกมีน้ำหนักมากและเมื่อนำไปก่อผนัง คอนกรีตบล็อกก็จะคลายน้ำที่อมเอาไว้ออกมา ทำให้ปูนทรายที่ใช้ก่อผนังนั้นเหลวและยึดเกาะไม่ได้ ทำให้ผนังล้มลงมาเสียหายได้
2. ข้อควรระวังคือ เจ้าของบ้านหรือช่างที่ไม่รู้จักประสงค์ของรูกลวงของคอนกรีตบล็อก ก็ไปสั่งให้ช่างหยอดปูนทรายลงไปในรูกลวงของคอนกรีตบล็อกให้เต็ม ซึ่งจะกลายเป็นการเพิ่มน้ำหนักให้กับผนัง และผิดวัตถุประสงค์ของการเลือกใช้คอนกรีตบล็อกกลวงเพื่อให้อาคารมีน้ำหนักเบาลง

ผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบา (Light Block Wall)

คอนกรีตมวลเบาสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. คอนกรีตเติมฟองอากาศ (Aerated Concrete) แบ่งออกได้เป็น 2 ระบบคือ

- **คอนกรีตมวลเบาที่ผ่านการอบไอน้ำ (Autoclaved Aerated Concrete; AAC)** ระบบ AAC. เป็นระบบที่มีกระบวนการผลิตที่ต้องลงทุนสูง วัตถุดิบที่ใช้ทั่วไปประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย ยิปซัม อะลูมิเนียมผง และน้ำ เมื่อผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้วก่อให้เกิดปฏิกิริยาของผงอะลูมิเนียมเกิดฟองอากาศขนาดเล็ก ไปทำปฏิกิริยากับซีเมนต์เพส แล้วพองตัวขึ้นหลายตัวแล้วเทลงในแบบหล่อบล็อกปล่อยให้แห้งแล้วก็เกิดรูพรุนขึ้นมากมาย

- **คอนกรีตมวลเบาที่ไม่ผ่านการอบไอน้ำ (Cellular Lightweight Concrete; CLC)** ระบบ CLC เป็นระบบที่มีกระบวนการผลิตที่ใช้พลังงานในการผลิตน้อยกว่า วัตถุดิบที่ใช้ทั่วไปประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย และ/หรือหินฝุ่น เติมน้ำ ฟองอากาศหรือน้ำยาสร้างโฟม (Foaming Agent) และน้ำ เกิดฟองอากาศมีลักษณะเหมือนลูกบอลขนาดเล็ก ๆ จำนวนมากไม่ต่อเนื่องกัน มีค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ต่ำกว่าระบบ ACC

2. คอนกรีตที่ใช้วัสดุผสมละเอียดเป็นมวลเบา (Light-weight Aggregate Concrete)

เป็นคอนกรีตมวลเบาที่มีหน่วยน้ำหนักประมาณ 300–1,800 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร แต่จะรับกำลังได้ไม่สูงมากนัก เนื่องจากการเลือกใช้วัสดุผสมละเอียดที่น้ำหนักเบา มีรูพรุนหรือมีรูโพรงอยู่ภายในมาก

3. คอนกรีตไม่มีวัสดุผสมละเอียดเล็ก (No-fines Concrete)

เป็นคอนกรีตมวลเบา ที่ไม่ยอมให้ใช้วัสดุผสมละเอียด เช่น ทราย เพราะวัสดุผสมละเอียดจะเป็นตัวเข้าไปอุดตันแทรกในช่องว่างต่าง ๆ ในเนื้อคอนกรีต ทำให้คอนกรีตเนื้อแน่นและหนัก ซึ่งคอนกรีตมวลเบาไม่ต้องการ จึงมีแต่ส่วนผสมที่เป็นมวลหยาบเท่านั้น เช่น หินหยาบหรือกรวดหยาบ หรือกากตะกอนต่าง ๆ คอนกรีตจึงมีรูโพรงอยู่ภายในมาก



รูปที่ 7.7 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกมวลเบา

ผนังก่อบล็อกแก้ว (Glass Block Wall)

บล็อกแก้วตามมาตรฐาน มอก.1395-2554 เรียกว่า *บล็อกแก้วกลวง* เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแก้วโซดาไร้สีคือทรายแก้ว โซดาแอช หินปูนหรือโดโลไมต์ และทำให้แก้วมีสีสันทันได้โดยการเติมออกไซด์ของโลหะที่เกิดสีนั้น ๆ ผ่านเตาหลอมออกมาเป็นแผ่นแก้ว 2 ชั้นมาประกบกันโดยให้ภายในบล็อกแก้วกลวง โดยกำหนดให้มีความหนาผนังแก้วไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และต้องต้านทานแรงอัดแต่ละก้อนได้ไม่น้อยกว่า 71.36 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร



รูปที่ 7.8 การก่อบล็อกแก้วในหลากหลายรูปแบบ

ฝ้าไม้ (Wood Plank Siding)

ฝ้าไม้เป็นผนังอาคารที่เราพบเห็นได้ทั่วไปสำหรับบ้านเรือนไทยในสมัยเก่า หรืออาคารบ้านเรือนที่มีรายได้น้อยนักวัสดุไม้เป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในเมืองไทยและการก่อสร้างอาคารไม้ก็สามารถก่อสร้างได้ง่ายเช่นกัน ไม้ฝาคจะไม่อมความร้อนจึงทำให้ภายในห้องเย็นตัวได้รวดเร็ว เนื่องจากไม้ฝามีลักษณะเป็นแผ่นแบนบางขนาดประมาณ $\frac{1}{2} \times 6$ จึงต้องมีไม้คร่าวขนาด $1 \frac{1}{2} \times 3$ เป็นตัวยึดเหนี่ยวเป็นระยะ ๆ โดยทั่วไปประมาณ 50-60 เซนติเมตร สิ่งที่ต้องระมัดระวังคือ การกัดทำลายของปลวกและไฟไหม้



รูปที่ 7.9 โครงคร่าวฝ้าไม้และการติดตั้งฝ้าไม้อาคารบ้านไม้

ผนังไม้อัด (Plywood Panel)

รายละเอียดเกี่ยวกับไม้อัดหรือไม้อัดสลักชั้นนั้นเราได้เรียนผ่านมาแล้วในบทที่ 5 โดยแผ่นไม้อัดจะมีขนาด 1.22×2.44 เมตร และหนา 4, 6, 10, 15 มิลลิเมตร เป็นต้น เหตุผลในการนำไม้อัดมาใช้ทำเป็นผนังอาคารเพราะต้องการความเรียบของผนังเนื่องจากถ้าใช้ไม้ฝาก็จะไม่เรียบ อีกทั้งมีน้ำหนักเบา ติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็ว ราคาไม้อัดถูกกว่ามาก การใช้ไม้อัดทำผนังเหมาะสำหรับผนังภายในและไม่เปียกชื้นเท่านั้น โดยการติดตั้งแผ่นผนังไม้อัดจะต้องใช้ไม้คร่าวขนาด $1 \frac{1}{2} \times 3$ ติเป็นโครงสี่เหลี่ยมระยะ 60×60 เซนติเมตรสำหรับแผ่นไม้อัดที่หนามากกว่า 10 มิลลิเมตร หรือระยะ 40×40 เซนติเมตรสำหรับแผ่นไม้อัดที่หนาน้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เพื่อให้แผ่นไม้อัดแน่นตัวและลงตัวกับขนาดของแผ่นไม้อัดที่มีขนาด 1.20×2.40 เมตรเมื่อใส่ตั้ดขอบเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 7.10 การเลือกใช้ไม้อัดลายสวยงามเพื่อทำผนังภายใน ในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ผนังยิปซัม (Gypsum Panel)

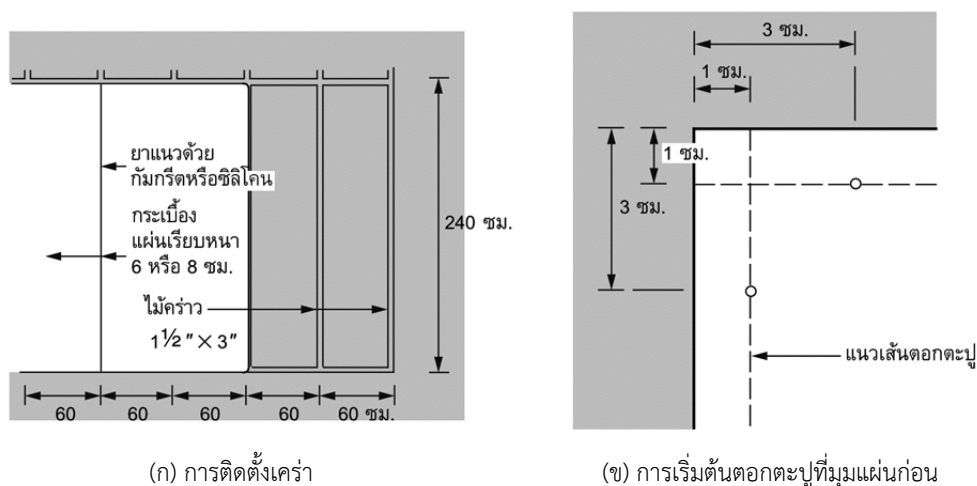
ตามมาตรฐาน มอก.219-2552 แผ่นยิปซัมแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ ประเภททั่วไป ประเภททนความชื้น และประเภททนไฟ และบริษัทต่าง ๆ ที่ผลิตก็ไปจำแนกย่อยได้อีกหลายชนิด



รูปที่ 7.11 ลักษณะแผ่นยิปซัม และติดตั้งโครงเคร่าสังกะสีเฉพาะทางตั้ง

ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ (Fibre Cement Flat Sheet Panel)

ตามมาตรฐาน มอก.1427-2540 กระเบื้องแผ่นเรียบ หรือกระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบ (Asbestos Cement Sheet) มีคุณสมบัติที่แข็งแรง ไม่ติดไฟ ทนต่อน้ำ และความชื้น จึงสามารถใช้ได้ทั้งผนังของตัวบ้านและฝ้าเพดาน แต่เมื่อมีความชื้นจึงยืดหยุ่นได้น้อย เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงสูงก็จะทำให้เกิดรอยแตกร้าวได้ นอกจากนี้กระเบื้องแผ่นเรียบยังเกิดร่องหรือรอยต่อระหว่างแผ่นซึ่งดูไม่สวยงาม ในปัจจุบันนี้ความนิยมในการใช้กระเบื้องแผ่นเรียบจึงลดน้อยลงไปเรื่อย ๆ



(ก) การติดตั้งเคร่า

(ข) การเริ่มต้นตอกตะปูที่มุมแผ่นก่อน

รูปที่ 7.12 การติดตั้งผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ

(ที่มา : เอกสารแนะนำของบริษัทกระเบื้องกระดาดไทย จำกัด)

ผนังแผ่นโลหะเคลือบ (Metal Sheet Panel)

โลหะเหล็กเป็นวัสดุที่สามารถนำมารีดให้บาง ขึ้นรูปได้ตามที่ต้องการและมีน้ำหนักเบา จึงเป็นคุณสมบัติที่เด่นที่ม การนำมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุผนังหรือวัสดุหลังคาของอาคารต่าง ๆ ทำให้การก่อสร้างเสร็จได้อย่างรวดเร็ว โครงสร้างอาคารเบาขึ้นทั้งระบบ ทำให้ต้นทุนงานก่อสร้างราคาถูกลง ผลิตความยาวได้ตามที่ต้องการทำให้ปราศจากรอยต่อทำให้เกิดความสวยงาม แผ่นโลหะที่นำมารีดขึ้นรูปมักเป็นเหล็กกล้าอบสังกะสี และอาจเคลือบด้วยสีพิเศษอีกชั้นหนึ่ง หรือเคลือบด้วย อะลูมิเนียม หรือพอลิไวนิลคลอไรด์ หรือสารเคลือบอื่น ๆ ตามแต่กำหนด ทำให้แผ่นโลหะนี้มีความทนทานต่อสภาวะอากาศ ทนทานต่อการกัดกร่อน สะท้อนความร้อนได้ จึงไม่ดูดซับความร้อน ช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับ กระเบื้องใยหินทั่วไป



รูปที่ 7.13 การติดตั้งผนังแผ่นโลหะเคลือบสำหรับอาคารสำนักงานหรือบ้านพักอาศัย

ผนังคอนกรีตเบาสำเร็จรูป (Precast Concrete Wall Panel)

อาคารก่อสร้างต่าง ๆ ล้วนต้องแข่งขันกับเวลา จึงมีผู้คิดประดิษฐ์วัสดุผนังสำเร็จรูปที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับผนังอิฐ มอญหรือคอนกรีตบล็อก แต่ช่วยให้การก่อสร้างเสร็จรวดเร็วได้และช่วยลดต้นทุน เช่น ค่าสัหุ้ยและดอกเบี้ย ความเรียบของ ผิวดีกว่า ทำให้ประหยัดโครงสร้างทั้งระบบ โดยลักษณะของแผ่นผนังจะทำให้เป็นรูกลวงภายในเพื่อให้มีน้ำหนักเบามากที่สุด รูกลวงภายในแผ่นผนังยังใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เช่น เดินท่อน้ำประปา ท่อสายไฟฟ้า เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีบริษัทอีกหลายราย สามารถผลิตให้ผนังเบาสำเร็จรูป (Composite Panel) ที่เบามากขึ้นกว่าเดิม ด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าขึ้นตลอดเวลา โดยผสมโฟม หรือสารสร้างฟองอากาศให้เกิดรูกลวงเล็ก ๆ กระจายไปทั่วแผ่น และเสริมเหล็กแกนภายในให้สามารถต้านทาน แรงลม แรงดัดในอาคารสูง ๆ ได้ เบามากจนกระทั่งใช้คนงานหรือช่างเพียง 2-3 คน ก็สามารถยกแผ่นผนังมวลเบาขึ้น ประกอบติดตั้งได้เอง เป็นต้น



รูปที่ 7.14 การติดตั้งผนังคอนกรีตเบาถึงเบาจนชนิดสำเร็จรูปในหลายรูปแบบ

ผนังเบาวัสดุผสมคอมโพสิต (Sandwich Panel Composite)

ผนังเบา Composite Panel เป็นลักษณะของผนังแผ่นโลหะอะลูมิเนียมบางชุบเคลือบสีและมีแผ่นโฟมอัดไส้อยู่ตรงกลาง เพื่อทำหน้าที่เป็นวัสดุฉนวน เป็นผลิตภัณฑ์ผนังเบาที่เบามาก ๆ เพื่อนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ผนังโรงงานห้องเย็น ผนังห้องสะอาด (Clean Room) ผนังห้องแล็บเคมีต่าง ๆ ผนังห้องในโรงพยาบาล ผนังของอาคารประเภทอนุรักษ์พลังงาน ตู้สำนักงานสนามเคลื่อนที่ในหน่วยงานก่อสร้างต่าง ๆ เป็นต้น

ลักษณะของโฟมฉนวนที่นิยมนำมาใช้เป็นผนังเบาที่มีอยู่ 2 ชนิดคือ Polyurethane Foam หรือ PU Foam จะมีลักษณะโฟมเป็นสีเหลือง มีราคาต่อหน่วยสูงกว่า PS Foam ส่วน Polystyrene Foam หรือ PS Foam จะมีลักษณะโฟมเป็นสีขาว ผู้ที่เลือกใช้ Sandwich Panel จึงต้องพิจารณาคุณสมบัติเบื้องต้นว่าควรเลือกใช้ PU Foam หรือ PS Foam อย่างไรจึงจะเหมาะสมตรงต่อความต้องการใช้งานนั้น ๆ สามารถติดตั้งได้ทั้งผลิตภายในและภายนอกอาคาร



รูปที่ 7.15 ผนังเบา Sandwich Panel Composite ในโรงงานอุตสาหกรรมห้องเย็น

ผนังเฟอร์โรซีเมนต์ (Ferrocement)

เฟอร์โรซีเมนต์เป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเปลือกบางชนิดหนึ่ง ที่ทำขึ้นจากปูนทราย (Mortar) และลวดเหล็กตะแกรง (Wire Mesh) โดยส่วนผสมของปูนทรายจะใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทรายหยาบ และน้ำ สำหรับลวดตะแกรงนั้น อาจใช้ลวดตะแกรงเหล็กเส้นหรือสียเหล็กเส้น หรือที่เรียกกันว่า ตะแกรงลวดกรงไก่ พับซ้อนกัน 2-3 ชั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นงาน ลวดตะแกรงนี้จะทำหน้าที่ยึดเกาะติดกับปูนทรายและส่งกระจายแรงออกไปตามแนวลวดให้สามารถรับกำลังได้ และอาจใช้เหล็กเส้นกลม $\varnothing 6$ หรือ $\varnothing 9$ มิลลิเมตร ที่ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไปมาเสริมเป็นเหล็กแกนเพื่อช่วยขึ้นรูปโครงสร้าง แล้วให้ลวดตะแกรงกรงไก่เกาะติดเป็นรูปทรงตามที่ต้องการและเพื่อให้สามารถรับกำลังกระจายได้ดี เป็นโครงสร้างที่มีความหนาน้อย จึงสามารถดัดขึ้นรูปต่าง ๆ ได้ง่ายตามความต้องการ และยังสามารถต้านทานการแตกร้าวได้ดีกว่าคอนกรีตทั่วไป



รูปที่ 7.16 ลักษณะงานก่อสร้างเปลือกบางที่สามารถใช้เทคนิคของเฟอร์โรซีเมนต์ได้

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 7
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ในบทการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ผนังก่ออิฐดินเผา ผนังก่อคอนกรีตบล็อก ผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบา ผนังก่อบล็อกแก้ว ผนังฝาไม้ ผนังไม้อัด ผนังแผ่นยิปซัม ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ ผนังแผ่นโลหะเคลือบ ผนังคอนกรีตเบาสำเร็จรูป ผนังเบาวัสดุผสมคอมโพสิต ผนังเฟอร์โรซีเมนต์
4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 7 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 7 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 7 เรื่องวัสดุงานผนัง ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 7 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 7
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 7
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาร่วมกัน

ประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 7 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตาม

สภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ

- (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

2. งานที่มอบหมาย

- (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7
(2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 7

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน
(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

การประเมินผล บทที่ 7 วัสดุงานผนัง

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 7 วัสดุงานผนัง							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 30106 - 0007				วิทยาลัย			
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....				ครู			
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบ ทดสอบ		**คะแนนแบบ ประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้	คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้		
1	ผนังก่ออิฐดินเผา						
2	ผนังก่อคอนกรีตบล็อก						
3	ผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบา						
4	ผนังก่อบล็อกแก้ว						
5	ผนังฝาไม้และผนังไม้อัด						
6	ผนังแผ่นยิปซัมและผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ						
7	ผนังแผ่นโลหะเคลือบ						
8	ผนังคอนกรีตเบาสำเร็จรูป						
9	ผนังเบาวัสดุผสมคอมโพสิต						
10	ผนังเฟอร์โรซีเมนต์						
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8		บทที่ 8
ชื่อวิชา	วัสดุและเทคนิคการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท	วัสดุผนังหลังคา	สอนครั้งที่ 9/16
ชื่อเรื่อง	วัสดุผนังหลังคา	จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 ประเภทของหลังคา
- 1.2 ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคา
- 1.3 กระเบื้องหลังคาดินเผา
- 1.4 แผ่นหลังคาสังกะสี
- 1.5 แผ่นหลังคาโลหะเคลือบ
- 1.6 กรรมวิธีการผลิตแผ่นกระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหิน
- 1.7 กระเบื้องลอนลูกฟูก
- 1.8 กระเบื้องลอนคู่
- 1.9 แผ่นหลังคาลอนโปร่งแสง
- 1.10 กระเบื้องลอนโค้ง
- 1.11 กระเบื้องคอนกรีตโมเนีย

2.สาระสำคัญ

ในยุคสมัยก่อนมนุษย์เริ่มรู้จักการหลบฝนหลบแดดด้วยการเข้าไปอยู่อาศัยในถ้ำต่าง ๆ จากนั้นมนุษย์ก็มีการเคลื่อนย้ายถิ่นฐานเพื่อหาทำเลที่ดีต่อการดำรงชีพ ในระหว่างการเดินทางก็จะมีการสร้างเพิงพักด้วยกิ่งไม้ใบหญ้า ใบจาก ดินเหนียว ฯลฯ เมื่อมีการตั้งหลักปักฐานมั่นคงแล้วก็เริ่มมีการพัฒนาเป็นวัสดุผนังหลังคาที่ถาวรมากขึ้นคือ กระเบื้องดินเผา หลังจากนั้นก็มีการพัฒนาให้วัสดุที่ใช้ผนังหลังคามีน้ำหนักเบาขึ้น ทนทานมากขึ้น ติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น ตลอดจนออกแบบให้มีสีสันเน้นหลังคาเป็นงานสถาปัตยกรรมอีกด้วย

เมื่อมีวัสดุผนังหลังคาหลายชนิดหลายรูปแบบมากขึ้น จึงต้องเรียนรู้คุณสมบัติของวัสดุ เทคนิคการติดตั้ง ข้อควรระวังในการมุงของวัสดุผนังแต่ละชนิด ข้อดีข้อด้อยและความเหมาะสมในการเลือกแต่ละรูปแบบ เป็นต้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของหลังคา ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคา กระเบื้องหลังคา ดินเผา แผ่นหลังคาสังกะสี แผ่นหลังคาโลหะเคลือบ กรรมวิธีการผลิตแผ่นกระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหิน กระเบื้องลอนลูกฟูก กระเบื้องลอนคู่ แผ่นหลังคาลอนโปร่งแสง กระเบื้องลอนโค้ง กระเบื้องคอนกรีตโมเนีย
2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับประเภทของหลังคา ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคา วัสดุผนังหลังคาชนิดต่าง ๆ
3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับประเภทของหลังคา ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคา วัสดุผนังหลังคาชนิดต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

4. การเรียนรู้

ประเภทของหลังคา

ปัจจุบันนี้มีการออกแบบหลังคาหลายประเภท แต่จะจำแนกได้เป็น 3 ประเภทหลัก ๆ คือ



(ก) ทรงเพิงแหงน



(ข) ทรงจั่ว



(ค) ทรงปั้นหยา

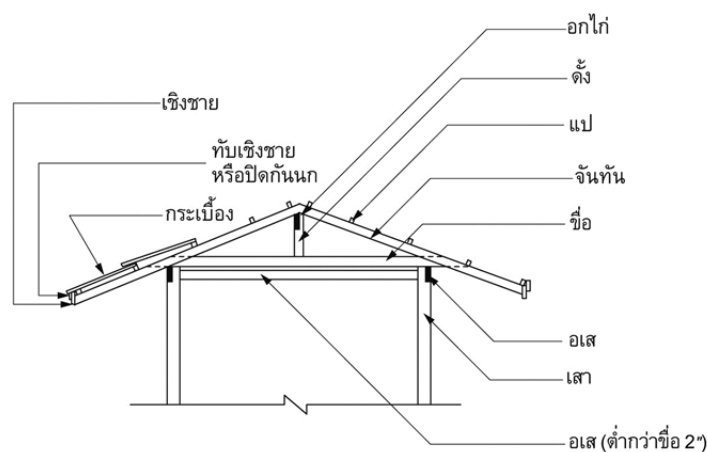
รูปที่ 8.1 ประเภทหลัก ๆ ของทรงหลังคา

1. หลังคาทรงเพิงแหงน (Shed Roof/Lean-to Roof) เป็นลักษณะของหลังคาที่มีมุมเอียงลาดไปทางด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว หลังคาทรงลักษณะนี้เป็นแบบที่เรียบง่าย ก่อสร้างกันมาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์จนถึงปัจจุบัน และสามารถพบเห็นได้ทั่วไป เช่น เพิงในทุ่งนา เพิงขายของริมทาง เพิงศาลารับจ้าง เป็นต้น ซึ่งเพิงต่าง ๆ ที่กล่าวมาเป็นลักษณะของเพิงแบบชั่วคราวมีการก่อสร้างแบบง่าย ๆ และรื้อถอนได้ง่าย ต่อมาก็พัฒนามาใช้ในตัวอาคารและก่อสร้างให้มั่นคงมากขึ้น เช่น หลังคาเพิงของอาคารส่วนห้องครัวหรือห้องคนรับใช้ที่อยู่ส่วนท้ายบ้าน หลังคาเพิงสำหรับโรงจอดรถ หลังคาเพิงของตึกแถว หลังคาเพิงของทาว์นเฮาส์ หลังคาเพิงของโกดังเก็บสินค้า เป็นต้น

2. หลังคาทรงจั่ว (Gable Roof) หรืออาจเรียกว่า ทรงมนิลา เป็นลักษณะของหลังคาที่มีส่วนเอียงลาดออกสองด้านโดยมีจั่วยกสูงอยู่ตรงกลาง หลังคาทรงจั่วนี้พัฒนาการต่อมาจากหลังคาทรงเพิงแหงน เพื่อให้สามารถป้องกันแดดหรือฝนได้ดียิ่งขึ้น หรืออาคารที่มีบริเวณกว้างมากขึ้น ถ้ายังคงใช้หลังคาเพิงแหงนก็จะต้องยกส่วนเอียงลาดสูงขึ้นมาก แต่ถ้าเลือกใช้หลังคาทรงจั่วก็จะทำให้ไม่ต้องยกส่วนเอียงลาดสูงจนเกินไป

3. หลังคาทรงปั้นหยา (Hip Roof) เป็นพัฒนาการต่อเนื่องของการก่อสร้างหลังคา เพื่อให้หลังคาสามารถปกป้องแดดหรือฝนได้รอบตัวอาคาร โดยมีส่วนเอียงลาดของหลังคาทั้งสี่ทิศทาง และสันของหลังคาทั้งสี่มุมต้องเป็นมุม 45 องศาด้วยเท่านั้นถึงจะทำให้แผ่นกระเบื้องหลังคาทั้งสี่ด้านมาจบด้วยกันพอดี การก่อสร้างหลังคาทรงปั้นหยานี้ต้องพิถีพิถันและยากมากขึ้นและต้องใช้ปริมาณของกระเบื้องมุงหลังคามากกว่าปกติ เพราะต้องเสียเศษจากการตัดกระเบื้องมุงหลังคาบริเวณสันมุมหลังคาทั้งสี่ด้านมากขึ้น

ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคา



รูปที่ 8.2 ชิ้นส่วนโครงสร้างหลักของหลังคา

ชิ้นส่วนโครงสร้างหลักของหลังคา ประกอบด้วย

1. ระแนงและIU (Batten & Purlin)

● **ระแนง** เป็นไม้สี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ ขนาดหน้าตัดประมาณ $1" \times 1"$, $1\frac{1}{2}" \times 1\frac{1}{2}"$ วางห่างกันถี่ ๆ ตามขนาดของกระเบื้องแต่ละชนิด ใช้รองรับกระเบื้องหลังคาขนาดแผ่นเล็ก ๆ ในสมัยเก่า เช่น กระเบื้องหลังคาบ้านทรงไทย กระเบื้องหลังคาวัดหรือโบสถ์ และในปัจจุบันนี้ระแนงนำมาใช้รองรับกระเบื้องรุ่นใหม่เรียกว่า **กระเบื้องโมเนีย** ซึ่งนำไปใช้คู่กับหลังคาทรงปั้นหยาและเป็นที่นิยมกันมากเพราะให้ความแข็งแรง สวยงาม แต่มีน้ำหนักมาก

● **แป** นิยมใช้เป็นไม้ยางสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดหน้าตัดทั่วไป คือ $1\frac{1}{2}" \times 3"$, $2" \times 4"$ ใช้รองรับกระเบื้องแผ่นใหญ่ขึ้น แต่บางและน้ำหนักไม่มาก เช่น กระเบื้องลอนคู่ กระเบื้องลอนลูกฟูก ระยะห่างของแปโดยทั่วไปประมาณ 1.00 เมตร (สำหรับกระเบื้องลอนที่ยาว 1.20 เมตร) หรือระยะห่าง 1.30 เมตร (สำหรับกระเบื้องลอนที่ยาว 1.50 เมตร) หรือระยะห่างอาจเป็น 1.50–2.00 เมตร

2. จันทัน (Rafter) จันทันอาจแบ่งการเรียกเป็น **จันทันพรวง** และ **จันทันเอก** มีความแตกต่างตรงที่จันทันเอกนั้นจะเป็นตัวที่อยู่ ณ ตำแหน่งหัวเสา ส่วนจันทันพรวงจะเป็นจันทันแต่ละตัวที่อยู่ระหว่างช่วงเสาถึงเสา หน้าที่ของจันทันจะเป็นตัวแบกรับน้ำหนักจากกระแนงหรือแป โดยทั่วไปจันทันจะเป็นไม้เนื้อแข็งมีขนาดหน้าตัดประมาณ $1\frac{1}{2}" \times 5"$, $2" \times 6"$

3. ตะเข็บสัน (Hip Rafter) หรือตะเข็บราง (Valley Rafter) ตะเข็บสันหรือตะเข็บรางเปรียบเสมือนเป็นจันทันเอกที่วางอยู่ที่มุมทั้งสี่มุมของหลังคาทรงปั้นหยา ตะเข็บสันหรือตะเข็บรางจะต้องมีขนาดหน้าตัดความสูงเท่ากับจันทัน เพราะจันทันทุกตัวจะวิ่งมาเกาะกับตะเข็บสันหรือตะเข็บราง โดยระดับหลังของจันทันและหลังของตะเข็บจะต้องเท่ากันเพื่อให้แปหรือระแนงสามารถวางได้ในระดับเดียวกันโดยรอบทั้งสี่ด้านของหลังคา และเนื่องจากตะเข็บสันหรือตะเข็บรางต้องแบกรับน้ำหนักจากจันทันหลายตัว แต่ไม่สามารถขยายหน้าตัดให้ใหญ่ขึ้นได้เพราะต้องรักษาระดับหลังตะเข็บกับจันทันให้เท่ากัน จึงมักพบว่าตะเข็บสันหรือตะเข็บรางนั้นมักจะเป็นสองตัวคู่เพื่อการแบกรับน้ำหนักที่ดี เช่น $2" - 1\frac{1}{2}" \times 5"$, $2" - 2" \times 6"$

4. ออกไก่ (Ridge) ออกไก่ก็เปรียบเสมือนคานที่อยู่บริเวณส่วนกลางของหลังคาทรงจั่วหรือทรงปั้นหยา ทำหน้าที่แบกรับน้ำหนักจากจันทันทุกตัวทั้งสองด้าน ทำให้ต้องแบกรับน้ำหนักมากเป็นพิเศษ โดยทั่วไปขนาดของออกไก่จะเป็นไม้เนื้อแข็งคู่ เช่น $2" - 2" \times 6"$, $2" \times 8"$

5. ดั้ง (King Post) โดยปกติออกไก่จะวางอยู่บนเสาของอาคาร แต่ถ้าตำแหน่งของออกไก่อวางไม่ตรงกับเสาของอาคาร ก็ต้องมีเสาเสริมขึ้นมารองรับเรียกว่า **ดั่ง** ทำหน้าที่รองรับออกไก่อทดแทนเสาจริงของอาคาร โดยทั่วไปขนาดของดั่งจะเป็นไม้เนื้อแข็งสี่เหลี่ยมจัตุรัส เช่น $4" \times 4"$, $6" \times 6"$

6. ขื่อ (Tie Beam) หรือเรียกว่า สะพานรับดั่ง สืบเนื่องจากออกไก่อไม่ได้วางอยู่ในตำแหน่งที่มีเสาอาคารมารองรับ จึงต้องอาศัยดั่งเข้ามาแบกรับแทนและถ่ายน้ำหนักต่อไปยังคานที่เข้ามาแบกรับดั่งอีกทีหนึ่ง คานที่แบกรับดั่งนี้เราเรียกว่า **ขื่อ** ซึ่งขื่อนี้ก็จะทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักลงสู่เสาอาคารต่อไป โดยทั่วไปขนาดของขื่อจะเป็นไม้เนื้อแข็งคู่ เช่น $2" - 2" \times 6"$, $2" - 2" \times 8"$

7. อกเส (Stud Beam/Roof Beam) อกเสก็คือคานชั้นบนสุดของอาคารหรือชั้นหลังคา ทำหน้าที่เปรียบเสมือนคานรัดรอบตัวอาคารและเป็นคานแบกรับน้ำหนักจากจันทันแต่ละตัวด้วย โดยทั่วไปขนาดของอกเสจะเป็นไม้เนื้อแข็ง เช่น $2" \times 6"$, $2" \times 8"$

8. เങชยและกบเങชยหรือรยกว่ปดกนบก บันลม (Eaves) และกบบันลม

- **ไม้งชย** เป็นไม้ท้ใช้ปดปลยชยคชของจันท้นทกตัวเพื่อให้งวของชยคชแลดูตรง สวงาม และป้งกนการผุเป้อยของไม้ท้ปลยจันท้นอันนึ่งมาจากถูกแดดหรือฝน ส่วน **ไม้ท้บ้งชยหรือปดกนบก** เป็นไม้ท้ท้บ้งไปบนไม้งชยอื่กร้งนึ่ง ซึ่งจะมีการเล้อยไม้ท้มีส่วนค้งไปมาให้ออดคล้งกบลอนของกระเบ้องหลังคชแต่ละชนด เพื่อป้งกนไม้ท้หัก หนูหรือแมลงใด ๆ เข้าไปทำรังได้หลังคชได้ โดยท้ว้ไปขนาดของงชยจะเป็นไม้เนื้อแข็งปานกลาง คีอ $\frac{3}{4}$ " x 6", $\frac{3}{4}$ " x 8" และขนาดของท้บ้งชยหรือปดกนบกคีอ $\frac{1}{2}$ " x 6", $\frac{1}{2}$ " x 8" เป็นต้น

- **ไม้บันลม** เป็นไม้ท้ท้บ้งไปบนด้านข้างของจันท้นตัวนอกสุดของหลังคชท้เป็นทรงจ้ว เพื่อป้งกนไม้ท้จันท้นตัวขอบริมนอกสุดต้องถูกทำลายจากฝนหรือแดด โดยท้ว้ไปขนาดของไม้บันลมจะเป็นไม้ขนาดเดียวกันกบไม้งชย คีอ $\frac{3}{4}$ " x 6", $\frac{3}{4}$ " x 8" และขนาดของไม้ท้บันลมหรือปดกนบกคีอ $\frac{1}{2}$ " x 4", $\frac{1}{2}$ " x 6" เป็นต้น

กระเบ้องหลังคชดินเผา

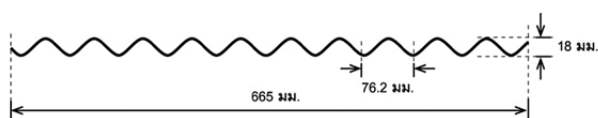
กระเบ้องดินเผาใช้เป็นวัสดุขมุงหลังคชมาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ หลักฐานการค้นพบกระเบ้องดินเผาพบได้ทั้งภาคอีสานและภาคเหนือ จวบจนปัจจุบันนี้หลังคชกระเบ้องดินเผายังคงอนุรักษ์ไว้ได้ และพัฒนาให้ทนทานสวยงามด้วยการเคลือบสีและเคลือบเงาทำให้กระเบ้องสวยสดใสม่เกิดเชื้อรา พบเห็นได้ในวัด โบสถ์ ศาลาทรงไทย ฯลฯ กระเบ้องดินเผามีอยู่หลายรูปแบบ เช่น กระเบ้องหางมน กระเบ้องหางเหยี้ยว กระเบ้องกาบกล้วย กระเบ้องหางว่าวหรืออาจเรียกว่ากระเบ้องสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เป็นต้น นอกจากนี้ในแถบภาคเหนือบ้านไทยล้านนา ยังพบว่ามีการใช้ไม้สักมาผ่าเป็นชิ้นบาง ๆ ทำเป็นกระเบ้องขมุงหลังคชรูปร่างต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้วด้วย



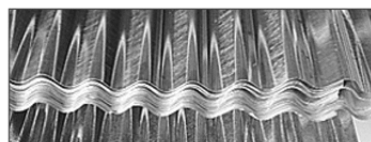
รูปที่ 8.3 หลังคชทรงไทยที่ยังคงใช้กระเบ้องหลังคชดินเผา

แผ่นหลังคชสังกะสี

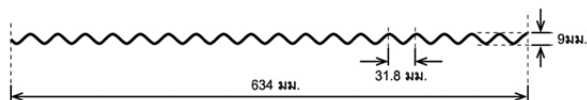
ตามมาตรฐาน มอก.50-2548 เรียกว่า เหล็กแผ่นรีดเย็นเคลือบสังกะสีโดยกรรมวิธีจุ่มร้อน (Hot-dip Zinc-coated Cold Reduced Flat Steel) แผ่นหลังคชสังกะสีเป็นโลหะที่บางและเบา สามารถรีดให้บางได้และทนทานต่อสนิมได้ระดับหนึ่ง แต่ก็ยังเป็นสนิมได้เพราะในส่วนผสมยังมีเนื้อเหล็กเป็นองค์ประกอบอยู่ แผ่นหลังคชสังกะสีเป็นวัสดุที่นำมาใช้ผลิตเป็นแผ่นลอนมุงหลังคช ด้วยคุณสมบัติที่เด่นคีอ น้ำหนักเบาทำให้ประหยัดโครงสร้าง ติดตั้งหรือรื้อถอนได้ง่ายและเร็ว ไม่แตกหักราคาถูก ส่วนข้อด้อยคีอ เป็นวัสดุที่นำความร้อนได้ดีจึงทำให้อาคารร้อนมากในช่วงเวลาที่แดดส่องจัด ๆ เกิดเสียงดังมากในช่วงเวลาที่ฝนตกหนัก และอาจปลิวหรือฉีกขาดได้ในช่วงเวลาที่มียายุลมแรง เกิดสนิมและรูรั่วได้เมื่อผ่านช่วงเวลาการใช้งานประมาณ 1-2 ปี



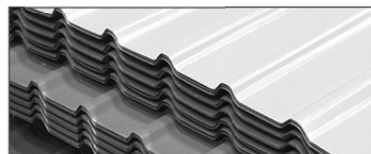
(ก) แผ่นหลังคาสังกะสีลอนใหญ่



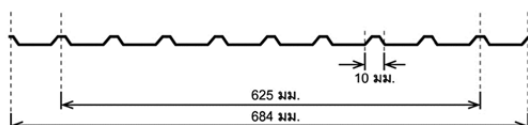
ลอนเล็กหรือลอนใหญ่



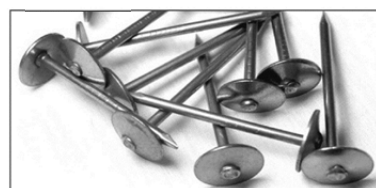
(ข) แผ่นหลังคาสังกะสีลอนเล็กหรือลอนลูกฟูก



ลอนเหลี่ยม



(ค) แผ่นหลังคาสังกะสีลอนเหลี่ยม



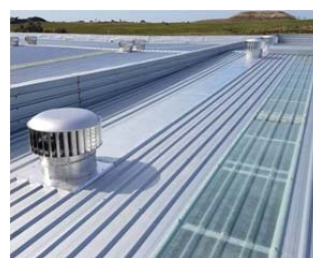
ตะปูยึดแน่นสังกะสี

(ง) ตัวอย่างแผ่นหลังคาสังกะสีและตะปูหมวก

รูปที่ 8.4 ขนาดของแผ่นสังกะสีมุงหลังคา

แผ่นหลังคาโลหะเคลือบ

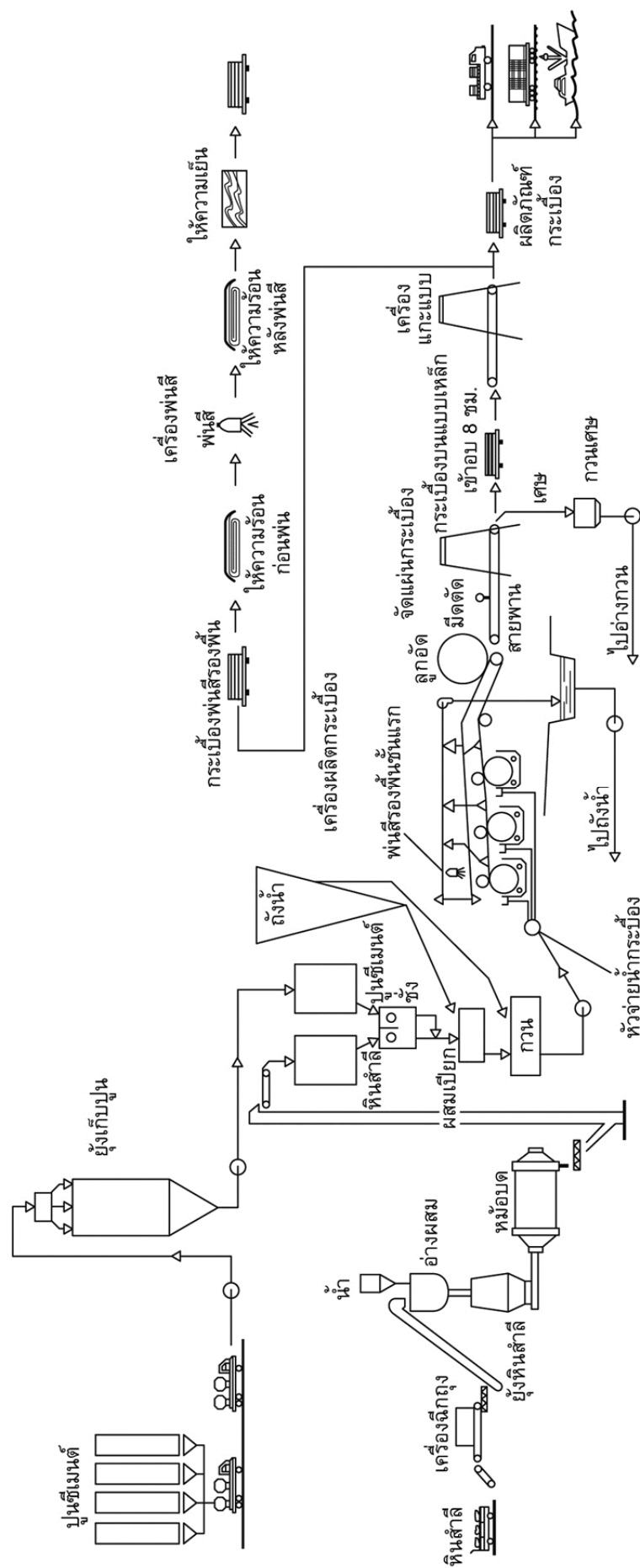
การออกแบบโครงสร้างหลังคาจึงต้องพยายามหาวัสดุมุงหลังคาที่เบาที่สุด ซึ่งแผ่นสังกะสีก็เป็นวัสดุที่เบาอยู่แล้วจึงนำกลับมาพัฒนาใหม่โดยการผสมโลหะอื่น เช่น อะลูมิเนียม ที่ช่วยลดปัญหาการเกิดสนิมได้ ตามมาตรฐาน มอก.1128-2535 ผลออกมาได้เป็น *แผ่นเหล็กเคลือบโลหะผสม (Aluminum Zinc Coated Steel)* ซึ่งนิยมเรียกสั้น ๆ ว่าแผ่น *Metal Sheet* รวมทั้งใช้วิธีเคลือบอบสีทำให้ช่วยลดการกัดกร่อนและช่วยสะท้อนความร้อนออกไปได้ดี มีสีสวยงาม ทำให้อาคารไม่ร้อนมากเหมือนเก่า และอาจแก้ไขปัญหาความร้อนนี้ได้ด้วยการกรุแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium Foil) เสริมอีกชั้นหนึ่งหรือฉนวนโฟม (PU Foam) เสริมเป็นฉนวนได้ทั้งแผ่นก็ตัดปัญหาความร้อนไปได้หมด



รูปที่ 8.5 การใช้งานวัสดุมุงหลังคาแผ่นโลหะเคลือบ

กรรมวิธีการผลิตกระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหิน (Asbestos Cement Roof Tile)

กระเบื้องซีเมนต์ใยหินเป็นวัสดุที่นำมาพัฒนาเป็นกระเบื้องมุงหลังคา ด้วยคุณสมบัติที่ดีในหลายประการ เช่น แข็งแรง ไม่ยืดหด ทนทานต่อการกัดกร่อน น้ำหนักเบา ขนาดแผ่นใหญ่พอเหมาะ ขนส่งได้ง่าย อุปกรณ์เกาะยึดไม่ยุ่งยาก วิธีการติดตั้งง่าย ราคาถูก จึงเป็นวัสดุมุงหลังคาที่นิยมใช้เรื่อยมาจวบจนปัจจุบันนี้ กระเบื้องซีเมนต์ใยหินผลิตมาจากส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่งกับแร่ใยหินที่มีคุณสมบัติในการรับแรงดึงหรือแรงบิดได้ดี เมื่อผสมกับน้ำได้ตามสัดส่วนแล้ว ก็ส่งเข้าเครื่องรีดออกมาเป็นกระเบื้องแผ่นเรียบก็ได้ หรือผ่านเข้าเครื่องอัดขึ้นรูปเป็นลอนต่าง ๆ เช่น กระเบื้องลอนลูกฟูก กระเบื้องลอนคู่ กระเบื้องราง กระเบื้องโค้ง และแผ่นเคลือบสีต่าง ๆ ตามที่ต้องการ



รูปที่ 8.6 กรรมวิธีการผลิตกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน
(ที่มา : บริษัทกระเบื้องกระดาศไทยจำกัด)

กระเบื้องลอนลูกฟูก

มาตรฐาน มอก.1407-2540 กระเบื้องลอนลูกฟูกเป็นผลิตภัณฑ์จากกระเบื้องซีเมนต์เส้นใย แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ กระเบื้องลอนลูกฟูกเล็ก มีความสูงของลอนเพียง 2 เซนติเมตร เหมาะสำหรับพื้นที่หลังคาที่ไม่ใหญ่มากนัก และควรใช้กับหลังคาที่มีส่วนลาดเอียงไม่น้อยกว่า 15 องศา เช่น บ้านพักอาศัยทั่วไป

กระเบื้องลอนคู่

มาตรฐาน มอก.1407-2540 กระเบื้องลอนคู่เป็นผลิตภัณฑ์จากกระเบื้องซีเมนต์เส้นใยเช่นเดียวกับกระเบื้องลอนลูกฟูกใหญ่ ซึ่งแตกต่างกันเฉพาะรูปทรงขึ้นอยู่กับความพึงพอใจในการเลือกใช้ กระเบื้องลอนคู่มีความสูงของลอน 5 เซนติเมตร เป็นกระเบื้องมุงหลังคาที่ได้รับความนิยมเป็นอันมากจนถึงปัจจุบันเหมาะสำหรับพื้นที่หลังคาอาคารทั่ว ๆ ไป



(ก) ลอนลูกฟูกเล็ก



(ข) ลอนลูกฟูกใหญ่

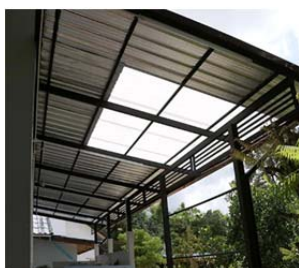


(ค) ลอนคู่

รูปที่ 8.7 ลักษณะของแผ่นหลังคากระเบื้องลอน

แผ่นหลังคาลอนโปร่งแสง

มาตรฐาน มอก.612-2549 แผ่นหลังคาลอนโปร่งแสง (Skylight Roof) หรือเรียกว่า แผ่นไฟเบอร์กลาส (Fiberglass) ผลิตมาจากใยแก้วและโพลีเอสเตอร์เรซิน แล้วนำเข้าเครื่องรีดออกมาเป็นแผ่นลอนบางที่มีความหนาเพียง 1.20 มิลลิเมตร หนักประมาณ 1.55 กิโลกรัม/แผ่น มีความแข็งแรงทนทาน และยังเคลือบด้วยแผ่นฟิล์มพิเศษที่มีคุณสมบัติป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ไม่ให้ทำลายเรซินในเนื้อแผ่นใสจนเกิดการแตกลายงาหรือขุ่นมัวเร็วกว่ากำหนด ทำให้แผ่นหลังคายังคงโปร่งใสให้แสงสว่างลงมาได้ ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยไม่ต้องเปิดไฟในเวลากลางวัน ช่วยลดความอับชื้นในห้องนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี

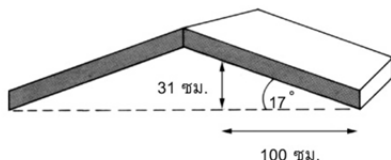


รูปที่ 8.8 การใช้งานแผ่นหลังคาลอนโปร่งใสในอาคารต่าง ๆ

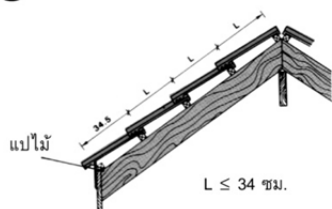
กระเบื้องคอนกรีตโมเนีย

มาตรฐาน มอก.535-2540 กระเบื้องหลังคาคอนกรีตโมเนีย เริ่มมีการนำมาใช้เมื่อหลังคาทรงปั้นหยาได้รับความนิยมกันมากขึ้น กระเบื้องคอนกรีตโมเนียผลิตมาจากคอนกรีตจึงมีน้ำหนักในตัวดี สามารถต้านทานต่อการพัดปลิวของแรงลมได้ และคอนกรีตมีความแข็งแรงทนทานมากกว่าเมื่อเทียบกับกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน แต่ก็มีข้อด้อยคือ ทำให้ต้องเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้างหลังคามากขึ้น และราคาก็แพงขึ้นด้วย การมุงหลังคากระเบื้องโมเนียต้องมีความเอียงลาดสูง คือต้องมากกว่า 17 องศาขึ้นไป เพื่อป้องกันน้ำฝนสาดย้อนแผ่นกระเบื้องโมเนียเข้าไปและอาจรั่วไหลไปได้หลังคาได้

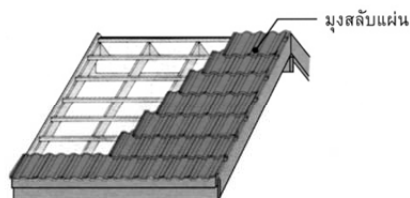
- 1 หลังคาต้องมีมุมยกไม่น้อยกว่า 17 องศา



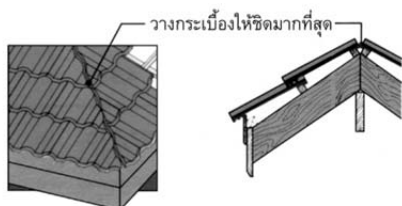
- 2 การจัดระยะแปต้องห่างกันไม่เกิน 34 ซม.



- 3 การมุงกระเบื้องซีแพคโมเนียต้องมุงสลับแผ่น



- 4 ต้องวางกระเบื้องที่สันหลังคาและตะเข้สันให้ชิดกันมากที่สุด



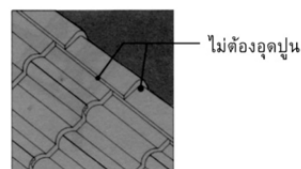
- 5 ขอบกระเบื้องที่แนบกันต้องมีลอนนยอกเสมอ



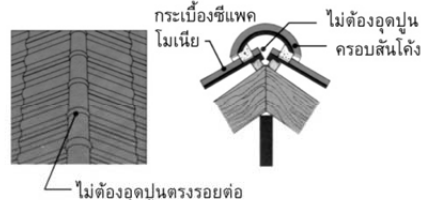
- 6 การวางครอบข้างต้องให้แนบกับหลังกระเบื้องและชนปลายกระเบื้องแผ่นบน แล้วยึดด้วยตะปูเกลียว 2"



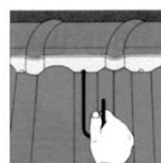
- 7 ไม่ต้องอุดปูนที่ครอบข้าง



- 8 ไม่ต้องอุดปูนรอยต่อและใต้ครอบสันโค้ง



- 9 ต้องเจาะรูบริเวณปูนใต้ครอบสันโค้งทุกลอนหางายของกระเบื้อง



- 10 หากมีน้ำปูนและหลังกระเบื้อง ต้องรีดเช็ดด้วยผ้าแห้งทันที



รูปที่ 8.9 ข้อแนะนำการมุงกระเบื้องคอนกรีตโมเนีย

(ที่มา : บริษัทกระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด)

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 8
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ในบทการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องประเภทของหลังคา ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคา กระเบื้องหลังคาดินเผา แผ่นหลังคาสังกะสี แผ่นหลังคาโลหะเคลือบ กรรมวิธีการผลิตแผ่นกระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหิน กระเบื้องลอนลูกฟูก กระเบื้องลอนคู่ แผ่นหลังคาอลูมิเนียมโป๊วแสง กระเบื้องลอนโค้ง กระเบื้องคอนกรีตโมเนีย
4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 8 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 8 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 8 เรื่องวัสดุผนังหลังคา ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 8 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 8
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 8
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาประเมินร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 8 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ

- (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

2. งานที่มอบหมาย

- (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 8
(2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 8

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน
(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

การประเมินผล บทที่ 8 วัสดุบุผนังหลังคา

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 8 วัสดุบุผนังหลังคา							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 301206- 0007				วิทยาลัย			
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....				ครู			
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบ ทดสอบ		**คะแนนแบบ ประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้	คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้		
1	ประเภทของหลังคา						
2	ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคา						
3	กระเบื้องหลังคาดินเผา						
4	แผ่นหลังคาสังกะสี						
5	แผ่นหลังคาโลหะเคลือบ						
6	กรรมวิธีการผลิตแผ่นกระเบื้องหลังคา ซีเมนต์ใยหิน						
7	กระเบื้องลอนลูกฟูกและกระเบื้องลอนคู่						
8	แผ่นหลังคาลอนโปร่งแสง						
9	กระเบื้องลอนโค้ง						
10	กระเบื้องคอนกรีตโมเนีย						
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9		บทที่ 9
ชื่อวิชา	วัสดุและเทคโนโลยีการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท	กระจก	สอนครั้งที่ 10 / 16
ชื่อเรื่อง	กระจก	จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 การกำเนิดของแก้ว
- 1.2 ส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการผลิตแก้ว
- 1.3 กรรมวิธีการผลิตแก้ว
- 1.4 ประเภทของกระจกในงานก่อสร้าง
- 1.5 การติดตั้งบานกระจกขนาดใหญ่
- 1.6 มาตรฐานความแข็งแรงของกระจก

2. สำคัญ

แก้ว ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 คือ หินแข็งใส แลลดเข้าไปข้างในได้ ได้แก่ จำพวกเพชรพลอย หรือของที่ทำเทียมให้มีลักษณะเช่นนั้น หรือของที่ได้จากการใช้ทรายขาวเป็นส่วนประกอบสำคัญมาหลอมกับสารที่มีสมบัติเป็นต่าง เช่น ออกไซด์ของโซเดียม ออกไซด์ของแคลเซียม เป็นต้น ส่วน แก้ว ตามมาตรฐานของ ASTM (American Society for Testing and Materials) หมายถึงการนำวัสดุที่เป็นสารอนินทรีย์ต่าง ๆ มาเผาให้ถึงจุดละลายที่อุณหภูมิสูง และเมื่อเย็นตัวลงจะไม่แตกหัก

นักเคมีได้ผลิตแก้วให้เป็นสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย เช่น ในอุตสาหกรรมครัวเรือนประดิษฐ์เป็น แก้วน้ำ ขวดน้ำ จานแก้ว โต๊ะรับแขก เป็นต้น ในอุตสาหกรรมทางวิทยาศาสตร์ประดิษฐ์เป็น แท่งแก้วปริซึม เลนส์ส่องขยาย กล้องจุลทรรศน์ ขวดแก้วทดลองต่าง ๆ แวนตา เป็นต้น ในอุตสาหกรรมไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ประดิษฐ์เป็นหลอดไฟฟ้า หลอดไฟวิทยุ/โทรทัศน์ กระจกโทรทัศน์ หน้าปัดนาฬิกา เป็นต้น ในอุตสาหกรรมงานก่อสร้างก็ได้นำแก้วมาผลิตเป็นกระจกสำหรับประตู-หน้าต่าง กระจกบานใหญ่หรือกระจกที่ติดตั้งกับอาคารสูง ๆ กระจกชนิดนิรภัย นอกจากนี้ยังมีกระจกชนิดกันกระสุน กระจกทนไฟ กระจกสำหรับรถยนต์ กระจกที่ใช้ในงานอวกาศ กระจกหลากสีใช้ในงานตกแต่ง เช่น ในโบสถ์ต่าง ๆ และแก้วเจียรไนสำหรับตกแต่งร่างกายหรือแฟชั่นโชว์ เป็นต้น

เมื่อมีวัสดุกระจกหลายชนิดหลายรูปแบบมากขึ้น จึงต้องเรียนรู้คุณสมบัติของวัสดุ เทคนิคการติดตั้ง ข้อควรระวัง ในการติดตั้งกระจกแต่ละชนิด ข้อดีข้อด้อยและความเหมาะสมในการเลือกแต่ละรูปแบบ เป็นต้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการกำเนิดของแก้ว ส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการผลิตแก้ว กรรมวิธีการผลิตแก้ว ประเภทของกระจกในงานก่อสร้าง การติดตั้งบานกระจกขนาดใหญ่ มาตรฐานความแข็งแรงของกระจก ความสามารถในการกรองเสียงของกระจก
2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับประเภทของกระจกในงานก่อสร้าง การติดตั้งบานกระจกขนาดใหญ่ มาตรฐานความแข็งแรงของกระจก ความสามารถในการกรองเสียงของกระจก

3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับประเภทของกระจกในงานก่อสร้าง การติดตั้งบานกระจกขนาดใหญ่ มาตรฐานความแข็งแรงของกระจก ความสามารถในการกรองเสียงของกระจกได้อย่างถูกต้องปลอดภัย

4. การการเรียนรู้

การกำเนิดแก้ว

แก้วเกิดจากการเย็นตัวอย่างรวดเร็วของหินหนืดหรือเรียกว่า แมกมา (Magma) ที่พุ่งออกมาจากปล่องภูเขาไฟ โดยเมื่อนำหินแมกมาที่เย็นตัวแล้วมาหลอมละลายที่ผิวด้วยความร้อนสูง ก็จะได้ก้อนวัตถุที่ใสซึ่งมีส่วนประกอบหลักของทรายแก้ว (Silicon Dioxide, SiO_2) ซึ่งจับตัวกันเป็นก้อนเรียกว่า หินเขี้ยวหนุมาน หรือ หินควอตซ์ (Quartz) และจะพบได้มากบริเวณที่มีสารคาร์บอนเนต (Chalk) หรือปูนขาวมาก ๆ เช่น บริเวณหน้าผาชายทะเล เมื่อถูกคลื่นซัดบ่อย ๆ ก็แตกตกลงมาเป็นเม็ดเล็ก ๆ ซึ่งผ่านระยะเวลานับพัน ๆ ปี



(ก) ทรายก่อสร้าง จะมีเม็ดทรายเป็นสีเหลืองน้ำตาล



(ข) ทรายแก้ว มีเม็ดทรายเป็นสีขาวเท่านั้น

รูปที่ 9.1 ลักษณะของทรายแก้ว

ส่วนประกอบของสารผลิตแก้ว

เนื่องจากทรายแก้วต้องใช้อุณหภูมิในการหลอมละลายสูงถึงประมาณ 1,700 องศาเซลเซียส จึงจำเป็นต้องใช้สารเติมเพื่อช่วยปรับคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

1. โซดาแอส (Soda Ash, Na_2CO_3)
2. ปูนขาว (Lime, CaCO_3)
3. สารเติมเพื่อให้เกิดแก้วในรูปต่าง ๆ
4. สารเติมเพื่อให้แก้วเกิดสีต่าง ๆ
5. สารเติมเพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติ

กรรมวิธีการผลิตแก้ว

กรรมวิธีการผลิตแก้วแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่หนึ่ง ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสม

เริ่มจากการลำเลียงทรายแก้วที่ผ่านการคัดเลือกคุณสมบัติทั้งทางฟิสิกส์และเคมีแล้ว ไปเข้าตะแกรงร่อนเพื่อคัดแยกสิ่งสกปรกออกไป จากนั้นลำเลียงไปเก็บไว้ในถัง (Silo) สำหรับหินปูนหรือปูนขาวก็ดำเนินการเช่นเดียวกับทรายแก้ว เมื่อถึง

เวลาต้องการผลิตก็จะเปิดยังให้ ทRAY แก้ว หินปูน และ วัตถุดิบอื่น ๆ ลำเลียงผ่านไปเข้าเครื่องผสมโดยมีการชั่งน้ำหนักตามสัดส่วนอัตโนมัติ เมื่อผสมคลุกเคล้ากันได้อย่างดีแล้วก็พร้อมที่จะลำเลียงเข้าเตาหลอมต่อไป

ขั้นที่สอง เข้าสู่เตาหลอม

ป้อนส่วนผสมเข้าเตาหลอม เตาเผาด้วยอิฐทนไฟ เผาด้วยน้ำมันเตาหรือแก๊สด้วยความร้อนสูงถึงประมาณ 1,500–1,600 องศาเซลเซียส จนส่วนผสมเริ่มละลายกลายเป็นน้ำแก้วใส ๆ ปฏิกิริยาการสลายตัวก่อให้เกิดออกไซด์ของอนินทรีย์สารและแก๊ส แก๊สที่เกิดขึ้นจะไหลเข้าไปสู่ห้องไล่แก๊ส น้ำแก้วหรือเนื้อแก้วที่ปราศจากฟองแก๊สแล้วก็จะไหลลงสู่กันตาและไหลไปสู่ห้องปรับอุณหภูมิโดยค่อย ๆ ลดอุณหภูมิลงเหลือประมาณ 800 องศาเซลเซียส เพื่อให้แก้วเริ่มมีความหนืดสำหรับการขึ้นรูปต่อไป

ขั้นตอนที่สาม การขึ้นรูปพรรณ

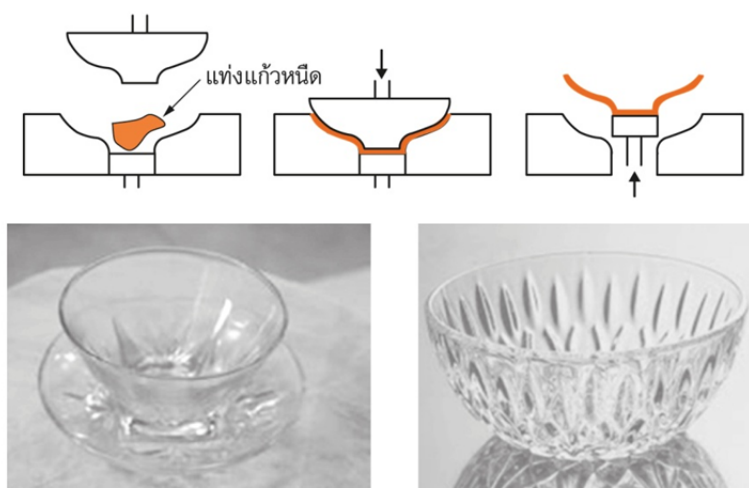
น้ำแก้วที่หนืดพอเหมาะแล้วก็จะไหลไปตามรางที่ทำด้วยอิฐทนไฟ และผ่านห้องควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามต้องการ และไหลออกมาเข้าสู่เครื่องจักรแม่พิมพ์รูปร่างต่าง ๆ แต่ถ้านำไปผลิตเป็นกระจก น้ำแก้วร้อนเหลวก็จะไหลผ่านบ่อน้ำดีบูกร้อนเหลวผ่านไปยังเครื่องวัดความหนาเพื่อกำหนดความหนาของแผ่นตามที่ต้องการ จากนั้นก็จะไหลไปตามสายพานลำเลียงเพื่อเข้าเครื่องอบต่อไป

ขั้นตอนที่สี่ การอบ

ผลิตภัณฑ์แก้วที่ขึ้นรูปเสร็จแล้ว ก็จะถูกลำเลียงเข้าไปผ่านห้องควบคุมอัตราการเย็นตัวของเนื้อแก้วให้ลดลงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการแตกร้าวอันเนื่องมาจากความเครียด สำหรับกระจกเมื่อผ่านขั้นตอนการอบแล้วก็จะสามารถตัดให้ได้ขนาดแผ่นตามที่ต้องการ

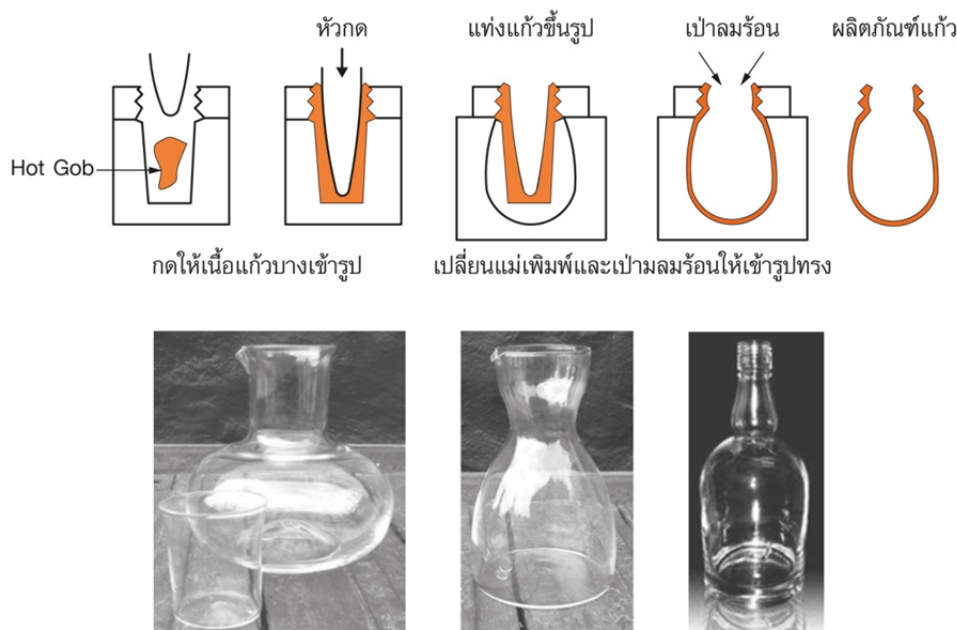
ขั้นตอนที่ห้า การปรับแต่ง

ผลิตภัณฑ์แก้ว เช่น ขวดน้ำอัดลม เครื่องแก้วเครื่องเรือนต่าง ๆ ก็จะนำไปสู่การตรวจสอบคุณภาพและปรับแต่งโดยการเจียรไนต่อไป สำหรับกระจกก็จะผ่านการตรวจสอบในด้านความหนา ขนาดของแผ่น การต้านทานแรงปะทะ รอยขีดข่วน การลบมุม เป็นต้น ก่อนส่งมอบลูกค้าต่อไป



(ก) ขั้นตอนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แก้วแบบกดแม่พิมพ์

รูปที่ 9.2 กรรมวิธีการขึ้นรูปพรรณผลิตภัณฑ์แก้ว



(ข) ขั้นตอนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แก้วแบบกดและเป่า

รูปที่ 9.2 (ต่อ) กรรมวิธีการขึ้นรูปพรรณผลิตภัณฑ์แก้ว

ประเภทของกระจกในงานก่อสร้าง

1. กระจกโฟลตใส (Clear Float Glass) ตามมาตรฐาน มอก.880-2560 กระจกโฟลตใสเป็นกระจกที่ผลิตด้วยระบบโฟลต (Float Process) คือการปล่อยให้แก้วเหลวร้อนสูงมากกว่า 1,400 องศาเซลเซียส ไหลผ่านลอยอยู่บนผิวของดีบุกหลอมเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 800 องศาเซลเซียส อยู่ภายในบ่อที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความดันอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ได้กระจกที่โปร่งใสมีคุณภาพสูง มีผิวทั้งสองด้านเรียบสนิททำให้มองผ่านแจ่มชัด และให้ภาพสะท้อนที่สมบูรณ์ไม่บิดเบี้ยว กระจกโฟลตใสผลิตขึ้นมาใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป เช่น หน้าต่าง ประตู กรอบรูป ผนังกระจก ตู้แสดงสินค้า หรือใช้ผลิตเป็นกระจกเงา



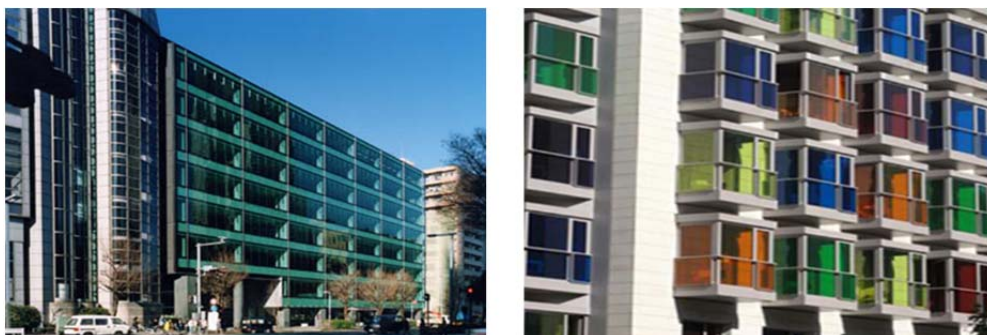
(ก) กระจกโฟลตใส



(ข) กระจกโฟลตฝ้า

รูปที่ 9.3 ลักษณะการใช้งานกระจกใสและกระจกฝ้า

2. กระจกโฟลตสีดูดแสง (Heat Absorbing Float Glass) ตามมาตรฐาน มอก.1344-2560 กระจกโฟลตสีดูดแสงก็คือ กระจกโฟลตใส แต่มีการเติมสารออกไซด์ของโลหะลงไปเพื่อให้เกิดสีขึ้นในเนื้อแก้ว เช่น เหล็ก โคบอลต์ หรือ ซีลีเนียม เป็นต้น ทำให้มีคุณสมบัติในการดูดกลืนพลังงานความร้อนจากแสงแดดที่ส่องมากระทบกับผิวกระจกได้ถึง 40-60% ขึ้นอยู่กับโทนสีที่เลือกใช้ เป็นผลให้สามารถลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศลงได้มาก นอกจากนี้ยังช่วยลดความสว่างจ้าของแสงที่ส่องผ่านกระจกเข้ามาให้ผู้นั่งสบายตามากยิ่งขึ้น



รูปที่ 9.4 ลักษณะการใช้งานกระจกสีดูดแสง

3. กระจกลวดลาย (Patterned/Figured Glass) ตามมาตรฐาน มอก.2203 2547 เป็นกระจกโฟลตใสหรือกระจกโฟลตฝ้า แล้วขึ้นรูปโดยการรีดผ่านลูกกลิ้งที่มีการพิมพ์ลวดลายนูนลงบนผิวของกระจก ทำให้กระจกมีคุณสมบัติกึ่งใสกึ่งฝ้า แสงผ่านได้สลัว ๆ และแสงที่ผ่านเข้ามานั้นจะให้ความรู้สึกที่สวยงามแปลกตาไปตามลวดลายของศิลปะที่พิมพ์ไว้ กระจกลวดลายมักใช้ในงานตกแต่งอาคารในส่วนต่าง ๆ เช่น หน้าต่าง ช่องแสงเหนือประตู-หน้าต่าง ฉากกั้นห้อง โคมไฟ ฉากกั้นห้องน้ำ เป็นต้น



รูปที่ 9.5 ลักษณะการใช้งานกระจกลวดลายของแต่ละรายผู้ผลิต

4. กระจกเงา (Mirror Glass) ตามมาตรฐาน มอก.1732-2541 กระจกเงา เกิดจากการนำเอากระจกโฟลตใสหรือกระจกโฟลตสีดูดแสง มาฉาบด้วยโลหะที่มีคุณสมบัติแวววาวและสะท้อนแสงได้ดี เช่น โลหะเงิน หรืออะลูมิเนียม และเคลือบทับด้วยทองแดงหรือเซลเล็ก และฉาบทับด้วยสีบาง ๆ อีกชั้นก็ได้ แต่ด้วยกระบวนการผลิตที่ทันสมัยของบริษัทไทยอาซาฮิ จำกัด จึงเคลือบด้วยสารเคลือบโลหะเงินเพียงอย่างเดียว โดยไม่ใช้สารเคลือบอื่นที่เป็นอันตราย จึงเป็นกระจกเงาที่รักษาสีแวววาว ทำให้ได้กระจกเงาที่ทนทานไม่หลุดลอกได้ง่าย ทนทานต่อปฏิกิริยาจากแอมโมเนีย ไม่เกิดสนิมและไม่ขุ่นมัว



รูปที่ 9.6 ลักษณะทั่วไปของกระจกเงา

5. กระจกสะท้อนแสง (Heat Reflective Glass) ตามมาตรฐาน มอก.2672-2558 เป็นการนำเอากระจกโพลิตได ๆ ก็ได้มาเคลือบผิวด้วยสารออกไซด์ของโลหะด้วยกรรมวิธี Magnetic Sputtering ทำให้สามารถเคลือบผิวกระจกได้คงทนและบางมากจนมองผ่านได้ เมื่อมีแสงแดดมาปะทะก็จะสะท้อนออกไปได้ถึงประมาณ 30% (กฎกระทรวงฉบับที่ 48-2540 กำหนดให้มีการสะท้อนแสงได้ไม่เกิน 30%) ยิ่งถ้าเลือกใช้กระจกโพลิตสีดัดแสงมาเคลือบเป็นสะท้อนแสงด้วยแล้วก็จะยิ่งช่วยลดการผ่านของพลังงานความร้อนเข้ามาในอาคารได้มากกว่า 50%



รูปที่ 9.7 อาคารสูงทั่วไปที่ติดตั้งกระจกสะท้อนแสง

6. กระจกฉนวนความร้อน (Sealed Insulating Glass) ตามมาตรฐาน มอก.1231-2558 กระจกฉนวนความร้อนหมายถึง การนำเอากระจกใด ๆ สองแผ่นมาประกบกันโดยให้มีช่องว่างตรงกลางพอสมควร และใส่สารที่เป็นกาวยระเหยในช่องว่างระหว่างกระจกทั้งสองแผ่น ภายในช่องว่างจะบรรจุก๊าซเฉื่อย เช่น อาร์กอน (Argon) หรือคริปทอน (Krypton) เอาไว้เพื่อเป็นฉนวนให้กับกระจก จากนั้นยาแนวขอบกระจกทั้งสองแผ่นด้วยกาวยางอย่างดีเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศหรือความชื้นใด ๆ รั่วซึมผ่านช่องว่างระหว่างนี้ไปได้ กระจกฉนวนนี้จึงมีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนหรือความเย็นจากภายนอกเข้ามาหรือจากภายในออกไปภายนอก



(ก) การรั่วไหลของซิลิโคนหรือแผ่นดูดซับความชื้น



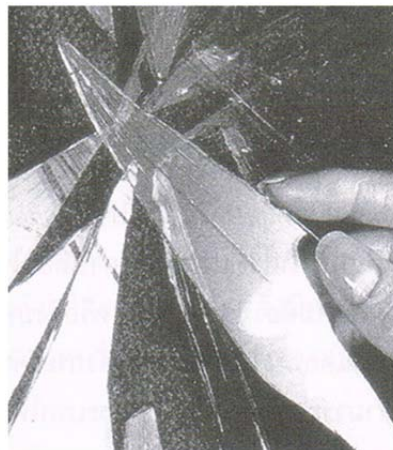
(ข) การติดตั้งกระจกฉนวนที่ถูกต้อง

รูปที่ 9.8 ลักษณะการติดตั้งของกระจกฉนวน

7. กระจกนิรภัยเทมเปอร์ (Tempered Safety Glass) ตามมาตรฐาน มอก.965-2560 กระจกนิรภัยเทมเปอร์ เป็นกระจกโพลีคาร์บอเนต แต่ผ่านกระบวนการผลิตที่พิเศษคือเมื่อน้ำแก้วผ่านเตาอบความร้อนจนถึงอุณหภูมิประมาณ 700 องศาเซลเซียส และไหลผ่านมาเป็นแผ่นกระจกก็จะใช้ลมเป่าทั้งสองด้านของแผ่นกระจกเพื่อให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็วเป็นผลให้เนื้อกระจกเกิดความเค้นอัดที่ผิวและเกิดความเค้นดึงภายในเนื้อของแผ่นกระจกในปริมาณที่สมดุลทั้งผิวนอกและผิวใน มีผลให้กระจกเกิดคุณสมบัติพิเศษขึ้นคือ เมื่อแตกแล้วจะเป็นเม็ดละเอียดคล้ายเม็ดข้าวโพด โดยไม่เป็นอันตรายต่อการถูกบาดจากคมกระจก นอกจากนั้นยังเพิ่มความแข็งแรงให้มากกว่ากระจกธรรมดาขึ้นอีก 3-5 เท่า และทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบฉับพลันได้ถึง 170 องศาเซลเซียส



(ก) กระจกนิรภัยเทมเปอร์



(ข) กระจกธรรมดา

รูปที่ 9.9 เปรียบเทียบลักษณะการแตกของกระจก

8. กระจกนิรภัยหลายชั้น (Laminated Safety Glass) ตามมาตรฐาน มอก.1222-2560 เป็นการนำเอากระจกใด ๆ ก็ได้ตั้งแต่สองแผ่นขึ้นไปมายึดติดด้วยแผ่นฟิล์มใสเหนียว (Polyvinylbutyral, PVB) ด้วยแรงอัดอากาศและอุณหภูมิประมาณ 125 องศาเซลเซียส แผ่น PVB จะทำหน้าที่ยึดเกาะให้กระจกแต่ละแผ่นติดกัน เมื่อกระจกถูกกระแทกจนแตกด้วยเหตุใด ๆ ก็ตาม แผ่นฟิล์มก็จะยึดเกาะไม่ให้เศษกระจกหลุดออกมาและยังคงรูปเป็นแผ่นจะมีเพียงรอยแตกหรือรอยร้าวคล้ายใยแมงมุมเท่านั้น และแผ่นฟิล์มยังมีคุณสมบัติป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตได้มากกว่า 99% และถ้าเลือกใช้แผ่นฟิล์มที่หนาเหนียวและใช้กระจกซ้อนกันหลายแผ่นก็อาจกลายเป็นกระจกนิรภัยที่สามารถป้องกันกระสุนได้



รูปที่ 9.10 ลักษณะของกระจกนิรภัยลามิเนต หรือกระจกนิรภัยหลายชั้น

9. กระจกแข็งแรงสูง (Heat Strengthened Glass) กระจกฮีตสเตร็งเทน เป็นกระจกที่ผลิตด้วยกระบวนการเดียวกันกับกระจกนิรภัยเทมเปอร์ คือการนำเอากระจกโฟลตมาอบเพื่อให้ได้คุณสมบัติความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น โดยใช้ความร้อนในการอบที่ประมาณ 700 องศาเซลเซียส แต่กระบวนการทำให้กระจกเย็นลงจะทำแบบช้า ๆ ด้วยการเป่าลมที่ผิวกระจกทั้ง 2 ด้านมีผลทำให้กระจกเย็นตัวช้าลง ความเครียดที่ผิวกระจกก็จะค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ จึงทำให้น้ำหนักกระจกมีคุณสมบัติพิเศษที่แข็งแรงกว่ากระจกธรรมดาถึง 2 เท่า



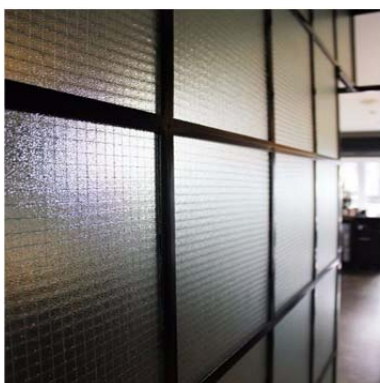
(ก) กระจกฮีตสเตร็งเทน เมื่อปริแตก แนวร้าวจะวิ่งเข้าหากรอบยึดโดยรอบ



(ข) กระจกเทมเปอร์ เมื่อปริแตก จะร้าวหล่นกระจาย

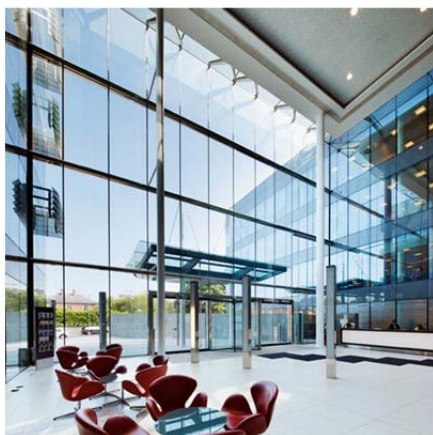
รูปที่ 9.11 ลักษณะการปริแตกของกระจกฮีตสเตร็งเทนและกระจกเทมเปอร์

10. กระจกเสริมเส้นลวด (Wired Glass) เป็นกระจกที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยจากบริษัทอาซาฮิกลาสแห่งประเทศญี่ปุ่น ด้วยคุณลักษณะของเส้นลวดที่ฝังอยู่ในเนื้อกระจกทำให้กระจกเสริมลวดมีคุณสมบัติพิเศษในการต้านทานการแตกหลุดร่วงของแผ่นกระจก ป้องกันการลุกลามของเปลวไฟและควันไฟ โดยกระจกเสริมเส้นลวดของบริษัทอาซาฮีได้ผ่านการทดสอบแล้วว่ามีความแข็งแรงคงอยู่ของโครงสร้างที่สามารถต้านเพลิงได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 925 องศาเซลเซียสนานมากกว่า 1 ชั่วโมง นอกจากนี้เส้นลวดที่ฝังอยู่ในเนื้อกระจกยังสามารถป้องกันขโมยได้ จึงนำไปใช้กับสถานที่ที่ต้องการความปลอดภัยทั้งจากการโจรกรรมและเพลิงไหม้ เช่น ประตูทางเดินหนีไฟ เป็นต้น



รูปที่ 9.12 การใช้งานกระจกเสริมเส้นลวดในลักษณะต่าง ๆ

การติดตั้งบานกระจกขนาดใหญ่



รูปที่ 9.13 ลักษณะของบานกระจกขนาดใหญ่ (Curtain Wall)

กรรมวิธีการติดตั้งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ติดตั้งโดยให้แผ่นกระจกก้ำน้ำนักลงบนพื้น การติดตั้งวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย แต่ไม่เหมาะกับบานกระจกที่มีความสูงมาก ๆ เพราะน้ำหนักของแผ่นกระจกเองจะทำให้เกิดความเค้นขึ้น ทำให้กระจกโก่งตัวและที่บริเวณด้านล่างขอบกระจกจะเกิดความเค้นสูงมาก ถ้ากระจกเกิดแตกออกมาอาจทำให้เศษกระจกแตกกระจาย และเป็นอันตรายต่อผู้อยู่ใกล้เคียงได้ จึงต้องระมัดระวังเกี่ยวกับแท่นวางรองรับต้องมีคุณภาพที่ดี

2. ติดตั้งโดยจับยึดแขวนกับโครงสร้างเพดาน การติดตั้งวิธีนี้ต้องยุ่งยากมากขึ้น แต่เหมาะสำหรับการติดตั้งบานกระจกที่มีความสูงมาก ๆ ประมาณ 6-10 เมตร การติดตั้งโดยการจับยึดแขวนนี้ทำให้กระจกไม่เกิดความเค้นภายใน ไม่ทำให้กระจกต้องโก่งตัว และถ้ากระจกต้องแตกขึ้นมาก็จะไม่แตกกระจายรุนแรง เนื่องจากมีโครงสร้างที่ทำหน้าที่จับยึดกระจกหัวไว้ได้

มาตรฐานความแข็งแรงของกระจก

กระจกต้องมีมาตรฐานความแข็งแรงในการรับน้ำหนักตัวเองและต้านทานการยึดหดตัวได้ ต้องต้านทานแรงลมและแรงปะทะได้ระดับหนึ่ง การเลือกใช้ความหนาและชนิดของกระจกจึงต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสมกับประเภทของงานนั้น ๆ ดังนี้

1. คุณสมบัติทั่วไป (General Properties) ให้พิจารณาได้จากตารางที่ 9.11
2. การป้องกันการแตกร้าวเนื่องจากความร้อน (The Thermal Crack)
3. ความสามารถในการต้านทานแรงอัดของลม (Wind Pressure Resistance)
4. ความสามารถในการกรองเสียง (Sound Insulation)

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 9
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ชั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ ในบทการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องการกำเนิดของแก้ว ส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการผลิตแก้ว กรรมวิธีการผลิตแก้ว ประเภทของกระจกในงานก่อสร้าง การติดตั้งบานกระจกขนาดใหญ่ มาตรฐานความแข็งแรงของกระจก ความสามารถในการกรองเสียงของกระจก

4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 9 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 9 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 9 เรื่องกระจก ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 9 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 9
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 9
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาร่วมกัน

ประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 9 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตาม

สภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ

- (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

2. งานที่มอบหมาย

- (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 9
(2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 9

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน
(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

การประเมินผล บทที่ 9 กระจก

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 9 กระจก							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 30106 - 0007						วิทยาลัย	
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....						ครู	
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบ ทดสอบ		**คะแนนแบบ ประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้	คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้		
1	การกำเนิดของแก้ว						
2	ส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการผลิตแก้ว						
3	กรรมวิธีการผลิตแก้ว						
4	ประเภทของกระจกในงานก่อสร้าง						
5	การติดตั้งบานกระจกขนาดใหญ่						
6	มาตรฐานความแข็งแรงของกระจก						
7							
8							
9							
10							
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10	บทที่ 10
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท สี	สอนครั้งที่ 11/16
ชื่อเรื่อง สี	จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 ทฤษฎีสีเบื้องต้น
- 1.2 องค์ประกอบของเนื้อสี
- 1.3 ประเภทของสี
- 1.4 เทคนิคการเตรียมการก่อนการทาสี
- 1.5 ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวแต่ละประเภทก่อนทาสี
- 1.6 ชนิดและลักษณะของสีประเภทต่าง ๆ

2.สาระสำคัญ

โลกของเราถ้าไม่มีสีเลย มองเห็นแต่ขาว ๆ ดำ ๆ เทา ๆ ก็คงแลดูจืดชืดพิกล ดังนั้นสุภาวิชิตโบราณได้กล่าวไว้ว่า *ไถ่งามเพราะชน คนงามเพราะแต่ง* อาคารบ้านเรือนก็เช่นกันย่อมต้องการตกแต่งให้มีความสวยงามตามกำลังทรัพย์ เช่น อาจมีการจัดสวนหย่อม อาจะตกแต่งทรงหลังคาเป็นพิเศษ อาจติดตั้งผ้า幔ลวดลายสะดุดตา เป็นต้น แต่สิ่งที่ขาดเสียไม่ได้ก็คือ การตกแต่งอาคารด้วยการทาสี (Painting) การทาสีนั้นไม่เพียงทำให้อาคารมีความสวยงามน่าสนใจมากขึ้นเท่านั้น แต่ยังเป็น การช่วยป้องกันและช่วยยืดอายุของวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ ในอาคารให้ยืนยาวมากขึ้น เช่น ทำให้ไม้ไม่ผุ เหล็กไม่เป็นสนิม นอกจากนั้น สี ยังช่วยในแง่จิตวิทยา เช่น ทำให้เกิดความรู้สึกอบอุ่นก็ได้ ทำให้รู้สึกเครียดก็ได้ ทำให้รู้สึกผ่อนคลายก็ได้ เป็นต้น สี ยังนำไปใช้ในงานแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แสดงพื้นที่อนุรักษ์ แสดงพื้นที่อันตราย แสดงทิศทางการจราจร แสดงประเภท ของถังขยะชนิดต่าง ๆ เช่น ขยะมีพิษ ขยะรีไซเคิล หรือแสดงรหัสสินค้าต่าง ๆ เป็นต้น

เมื่อวัสดุงานสี มีหลายชนิดหลายรูปแบบมากขึ้น จึงต้องเรียนรู้คุณสมบัติของวัสดุสี เทคนิคการเตรียมพื้นผิว ข้อควรระวังในการใช้สีแต่ละชนิดให้ถูกต้องตามชนิดของพื้นผิวอาคาร ข้อดีข้อด้อยและความเหมาะสมในการเลือกใช้สีแต่ละชนิด เป็นต้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีสีเบื้องต้น องค์ประกอบของเนื้อสี ประเภทของสี เทคนิคการเตรียมการก่อนการทาสี ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวแต่ละประเภทก่อนทาสี ชนิดและลักษณะของสีประเภทต่าง ๆ
2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับประเภทของสี เทคนิคการเตรียมการก่อนการทาสี ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวแต่ละประเภทก่อนทาสี ชนิดและลักษณะของสีประเภทต่าง ๆ
3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับประเภทของสี เทคนิคการเตรียมการก่อนการทาสี ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวแต่ละประเภทก่อนทาสี ชนิดและลักษณะของสีประเภทต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

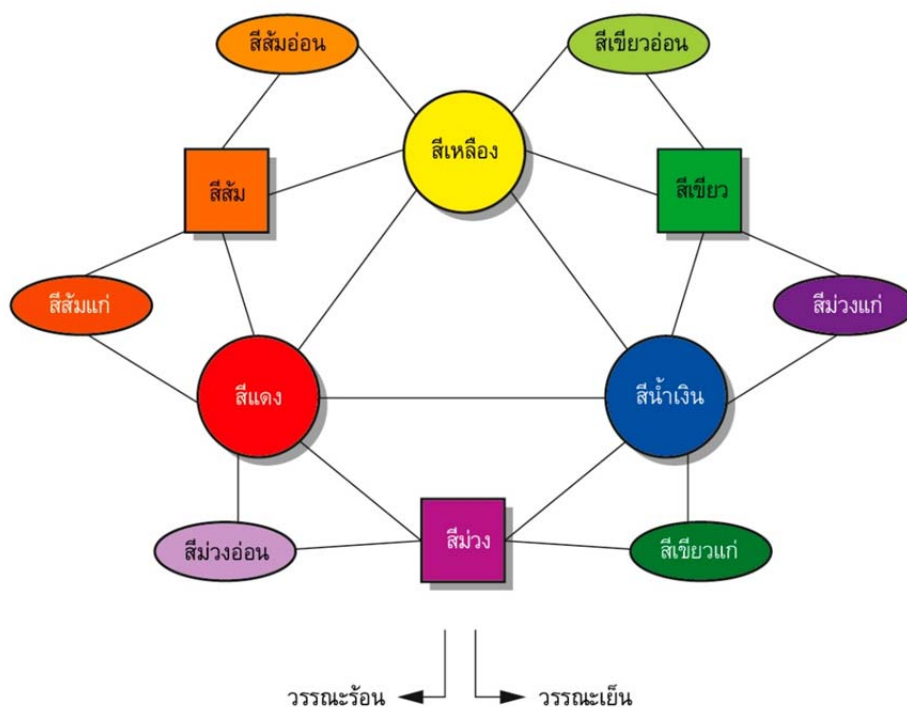
4. สารการเรียนรู้

ทฤษฎีสีเบื้องต้น

สีต่าง ๆ ที่เรามองเห็นกันอยู่ล้วนเกิดมาจากแม่สีหลัก ๆ เพียง 3 สีคือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน ซึ่งทั้ง 3 สีนี้จัดเป็น **สีขั้นที่หนึ่ง**

สีขั้นที่สอง เกิดจากการนำเอาแม่สีจากสีขั้นที่หนึ่งมาผสมกันในอัตราส่วน 1 : 1 จะทำให้เกิดสีเพิ่มขึ้นอีก 3 สี

สีขั้นที่สาม เกิดจากการนำเอาสีขั้นที่หนึ่งมาผสมกับสีขั้นที่สองในอัตราส่วน 1 : 1 หรือเอาสีขั้นที่หนึ่งมาผสมกันในอัตราส่วน 1 : 3 ก็จะได้สีเพิ่มขึ้นมาอีก 6 สี



รูปที่ 10.1 วงจรสีทั้งหมด 12 สี

องค์ประกอบของเนื้อสี

สีที่ใช้ทาอาคารในงานก่อสร้างนั้น จะมีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 4 ส่วนคือ

1. ไบเดอร์ (Binder) หรือเรซิน (Resin)

ไบเดอร์หรือเรซิน เป็นตัวที่ทำหน้าที่ยึดประสานอนุภาคของสารสีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทำให้เกิดเป็นฟิล์มของสี เมื่อแห้งจะติดแน่นหุ้มผิวของวัตถุไว้ ช่วยปกป้องผิวและเกิดความสวยงาม สารไบเดอร์ได้มาจากเรซินตามธรรมชาติหรือสังเคราะห์ก็ได้ขึ้นอยู่กับว่าเป็นสีชนิดใด

2. พงสีหรือเนื้อสี (Pigment)

ผงสีเป็นสารที่ก่อให้เกิดสีต่าง ๆ ทำหน้าที่บดบังสิ่งที่เราทาหับและเป็นตัวช่วยปกป้องพื้นผิววัตถุได้ด้วย ผงสีได้จากสารประกอบทั้งอินทรีย์และอนินทรีย์

3. สารตัวทำละลาย (Solvent)

สารตัวทำละลายเป็นของเหลวที่ใส่ลงไปในสี เพื่อให้ไบโคเดอร์และผงสีมีส่วนผสมที่มีความข้นเหลวพอเหมาะตามที่ต้องการ เมื่อเรานำสีที่ได้ผสมความข้นเหลวพอเหมาะแล้วไปทาหรือพ่นก็ได้ ตัวทำละลายนี้ก็จะค่อย ๆ ระเหยออกไป

4. สารเติมแต่ง (Additive)

เป็นสารผสมพิเศษเพื่อช่วยให้คุณภาพของสีได้มาตรฐาน หรือให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ เช่น ต้องการให้แห้งเร็ว สารป้องกันเชื้อรา สารป้องกันการบูด สารทนไฟ สารป้องกันสนิม สารป้องกันความชื้น สารลดการแตกร้าวของผิวฟิล์มสี สารยืดหยุ่นของสี สารทนทานต่อแสงแดด เป็นต้น



รูปที่ 10.2 ตัวอย่างของสารตัวทำละลาย (Solvent) ชนิดต่าง ๆ

ประเภทของสี

สี แบ่งออกตามประเภทการใช้งานได้หลายประเภท ดังนี้

1. สีสำหรับงานอาคาร สีประเภทนี้ได้แก่ สีน้ำพลาสติก หรือสีอิมัลชัน (Emulsion Paint) ใช้สำหรับทาผนังฉาบปูนหรือฉาบยิปซัม ฝ้าเพดานปูนหรือแผ่นยิปซัม โครงสร้างเสา-คาน-พื้นคอนกรีตที่ฉาบปูนแล้วทั้งหมด เป็นต้น

ส่วนสีน้ำมัน หรือสีอีนาเมล (Enamel Paint) ใช้สำหรับทาได้ทั้งไม้และเหล็ก เช่น ประตู-หน้าต่างและวงกบไม้ ผนังไม้จริง-ไม้เทียม โครงสร้างเสา-คาน-พื้นไม้ งานเหล็กดัด งานประตูลูกกรง ราวบันไดเหล็ก โครงสร้างเสา-คาน-พื้นที่เป็นเหล็ก โครงสร้างหลังคาที่เป็นเหล็กทั้งหมด เป็นต้น

2. สีสำหรับงานอุตสาหกรรม เช่น สีพ่นรถยนต์ ตู้เย็นเครื่องปรับอากาศ ตู้เก็บเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น สีประเภทนี้จะเป็นสีน้ำมันชนิดแห้งเร็ว และต้องพ่นในห้องอบสีที่ควบคุมอุณหภูมิ

3. สีสำหรับงานเฟอร์นิเจอร์ เฟอร์นิเจอร์ประเภทงานไม้ จะใช้สีเคลือบประเภทน้ำมันใส ชนิดสำหรับทาภายใน และสำหรับทาภายนอก เช่น น้ำมันวาร์นิช แล็กเกอร์ เซลแล็ก พอลิยูรีเทน และยูนิเทนชนิดฟิล์มเคลือบแข็ง เป็นต้น แต่ถ้าเป็นเฟอร์นิเจอร์งานโลหะก็จะทาหรือพ่นด้วยสีกันสนิม (Anti-corrosion Paint) ก่อนแล้ว จึงทาหรือพ่นด้วยสีน้ำมันทับอีกสองชั้น คือเป็นสีรองพื้นหนึ่งชั้น และสีจริงอีกสองชั้น เป็นต้น

4. สีสำหรับรักษาเนื้อไม้ เพื่อป้องกันไม่ให้ไม้ผุพังหรือถูกแมลงเจาะซ่อนไชเสียหาย จึงควรทาสีรักษาเนื้อไม้ เช่น โซลิกันัม (Solignum) น้ำมันคลีโอโซต (Creosote Oil) เป็นต้น เหมาะสำหรับชิ้นไม้ที่อยู่ในที่ปิด หรือเฟอร์นิเจอร์ที่เป็นไม้เนื้ออ่อน เพราะเป็นที่ยู่ออาศัยของปลวกหรือมอดหรือเชื้อรา เช่น โครงคร่ำไม้ผ่น โครงคร่ำไม้ฝ้าเพดาน โครงสร้างไม้หลังคา โครงไม้ของตู้หนังสือ เป็นต้น

5. สำคัญงานปูนไฟ ในอาคารโรงงานอุตสาหกรรมหรืออาคารสูง ที่นิยมใช้เหล็กรูปพรรณเป็นโครงสร้าง มีกฎหมายก่อสร้างกำหนดให้ต้องทาสีกันสนิมด้วยวิธีการทาสีชนิดที่ทนไฟได้เป็นเวลานาน 2-3 ชั่วโมง เพื่อประวิงเวลาให้เจ้าหน้าที่ดับเพลิงเข้ามาดับไฟได้ทัน โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ มีคุณสมบัติที่ดีในด้านการก่อสร้างที่รวดเร็ว แต่มีความต้านทานต่อไฟไหม้ได้ต่ำ

6. สำคัญกับกรด-ด่าง ในสถานที่ที่มีสารเคมี ไอเค็ม กรด-ด่าง ขึ้นและ โดยเฉพาะพื้นโรงงานอุตสาหกรรม พื้นห้องแล็บเคมี พื้นศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ พื้นห้อง Clean Room เป็นต้น จำเป็นต้องทาสีที่มีคุณสมบัติทนทานต่อกรด-ด่าง เช่น สีประเภท Epoxy Vinyl Polyester Acrylic PVC. เป็นต้น

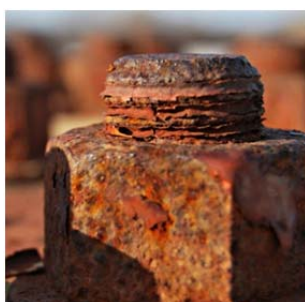
เทคนิคการเตรียมการก่อนการทาสี

1. การเตรียมพื้นผิวที่จะทาสี

พื้นผิวที่จะทาสี ไม่ว่าจะเป็นพื้นผิวปูน ผิวไม้ หรือผิวโลหะ จะต้องมีความแห้งและสะอาดปราศจากฝุ่น สนิม หรือไขมัน เกาะติดอยู่ เป็นต้น

2. แก้ไขจุดบกพร่องบนพื้นผิว

ตรวจสอบว่าพื้นผิวมีจุดบกพร่องส่วนใดต้องทำการแก้ไขเสียก่อน ต้องทำการอุดโป๊รอยแตก รอยแยกบนผิวปูนหรือรูตำหนิต่าง ๆ บนผิวไม้ หรือรูสนิมขุมต่าง ๆ ของโลหะต้องใช้แปรงลวดขัดออกให้หมด หรือล้างด้วยน้ำยากัดสนิม หรือต้องเปลี่ยนชิ้นโลหะที่เป็นสนิมนั้นออกไป เป็นต้น



รูปที่ 10.3 ชิ้นงานที่เป็นสนิมและตัวอย่างน้ำยากัดสนิม

3. เลือกใช้สีให้เหมาะกับสภาพแวดล้อม

ลักษณะของสิ่งแวดล้อม เช่น อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมก็ควรเลือกใช้สีที่มีคุณสมบัติทนทานต่อสารเคมี หรืออยู่ใกล้ทะเลก็ควรเลือกใช้สีที่มีคุณสมบัติทนทานต่อไอเค็ม เป็นต้น

4. เลือกใช้สีให้ถูกประเภทกับพื้นผิววัตถุ

พื้นผิวที่เป็นปูนก็ควรเลือกใช้สีประเภทสีน้ำพลาสติก พื้นผิวที่เป็นโลหะก็ควรเลือกใช้สีประเภทสีน้ำมัน พื้นผิวที่เป็นไม้ก็ควรเลือกใช้สีประเภทสีน้ำมันหรือน้ำมันเคลือบเงาต่าง ๆ เป็นต้น

5. ต้องทาสีรองพื้นก่อน

ต้องทาสีรองพื้น (Primer Coat) ให้ถูกต้องตามชนิดของพื้นผิววัตถุ สีรองพื้นจะช่วยเสริมความคงทนและป้องกันการเสื่อมสภาพของสีก่อนเวลาอันควร อีกทั้งช่วยให้การทาสีทับหน้า (สีจริง) ประหยัดมากขึ้น

6. เลือกใช้อุปกรณ์ทาสีอย่างถูกวิธี

อุปกรณ์ทาสีมีหลายชนิด เช่น ลูกกลิ้ง แปรง หรือเครื่องพ่นในบริเวณนอกอาคารที่ไม่มีผนังกันปิดชิดและมีลมแรงก็ไม่ควรใช้เครื่องพ่นสี เพราะนอกจากจะสิ้นเปลืองแล้ว สารตะกั่วและสารปรอทที่เจือปนอยู่ในเนื้อสีก็เป็นพิษต่อร่างกายด้วย ปัจจุบันนี้ผู้ผลิตสีรายใหญ่ ๆ ได้ตระหนักถึงพิษของสารตะกั่วและสารปรอท จึงได้ยกเลิกส่วนผสมของสารตะกั่วและสารปรอทไปแล้วเป็นส่วนใหญ่

7. ใช้สารเคลือบทดแทนการทาสี

พื้นผิววัตถุใดหากไม่ต้องการทาสี และต้องการโชว์ผิวอย่างธรรมชาติโดยไม่ทาสีทับ หากปล่อยไว้ในเวลาช้านานก็อาจเกิดเชื้อราหรือตะไคร่น้ำได้ เช่น ผนังก่ออิฐโชว์แนว ผนังคอนกรีตเปลือย ผิวทรายล้างกรวดล้าง ให้ใช้วิธีป้องกันคือ ใช้น้ำยาซิลิโคนทาด้วยแปรงหรือลูกกลิ้งหรือใช้เครื่องพ่นเคลือบผิวไว้ แต่ต้องทาเคลือบซ้ำเป็นประจำทุก 6 เดือน – 1 ปี/ครั้ง เพื่อให้ผิวพื้นมีความสวยงามคงที่ เพราะน้ำยาซิลิโคนสามารถเสื่อมสลายเองได้ตามกาลเวลาที่ผ่านไป



รูปที่ 10.4 ตัวอย่างสารเคลือบทดแทนการทาสี

8. ต้องลอกหรือขัดสีเก่าออกให้หมดก่อนทาสีใหม่

พื้นผิววัตถุเก่าที่เคยทาสีมาก่อนและสีเสื่อมสภาพแล้ว ไม่ว่าจะเป็นผิวปูนหรือผิวโลหะ จะต้องทำการขัดหรือลอกสีเก่าออกด้วยแปรงลวดหรือใช้เกรียงแซะ และล้างพื้นผิวเดิมให้สะอาด กรณีที่ไม่สามารถลอกหรือขัดสีเก่าออกได้หมด อาจจำเป็นต้องใช้น้ำยาลอกสีเก่า จากนั้นก็ต้องล้างพื้นผิวเดิมให้สะอาดและทิ้งไว้ให้แห้งสนิท แล้วจึงทาสีรองพื้นชนิดรองพื้นเก่าให้ถูกต้องตามมาตรฐาน



รูปที่ 10.5 ตัวอย่างน้ำยาลอกสีเก่า

9. พิจารณาพื้นผิวส่วนที่สัมผัสความชื้นหรือน้ำใต้ดิน

พื้นผิววัตถุที่อยู่ใกล้กับความชื้น เช่น พื้นหรือผนังที่ติดกับพื้นดิน ผนังห้องน้ำ ผนังห้องใต้ดิน เสาคอม่อใต้ดิน สระว่ายน้ำ หรือบ่อคอนกรีตเก็บน้ำ เป็นต้น ควรหาวิธีป้องกันความชื้นเสียก่อน เพราะความชื้นหรือน้ำจะทำให้เรซิน ของสีหลุดลอกออกมาได้ ในกรณีเช่นนี้ควรเลือกใช้สีประเภทสีซีเมนต์ซึ่งมีความต้านทานความชื้นได้ดีกว่า



รูปที่ 10.6 ตัวอย่างสีซีเมนต์ด้านทานความชื้น

10. กาสีกับหน้า (สีจริง) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

สีที่ผลิตออกมาจำหน่ายแต่ละประเภทแต่ละยี่ห้อมีส่วนผสมทางเทคนิคแตกต่างกันไป การทาสีจึงต้องศึกษาหรือปรึกษากับทางบริษัทสีนั้น ๆ ให้เข้าใจ และเลือกใช้สีได้อย่างถูกประเภท ทั้งขั้นตอนการทา สัดส่วนการผสม ข้อห้ามต่าง ๆ ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต จึงจะทำให้ได้สีที่ทาแล้วมีคุณภาพและคงทนยาวนาน

ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวแต่ละประเภท

1. พื้นผิวปูน

- **พื้นผิวใหม่** มีขั้นตอนดังนี้

1. ต้องทิ้งให้พื้นผิวแห้งสนิทเสียก่อน
2. ขจัดฝุ่นที่ยังติดอยู่พื้นผิว ด้วยการใช้น้ำฉีดให้สะอาด
3. ก่อนทาสีรองพื้นสำหรับผิวปูนใหม่ ให้ตรวจสอบอีกครั้ง ให้แน่ใจว่าไม่มีคราบฝุ่นหรือคราบไขมันเกาะติดอยู่

เพราะจะทำให้สีรองพื้นที่จะทาเกาะยึดกับพื้นผิวได้ไม่ดี



รูปที่ 10.7 ตัวอย่างสีรองพื้นปูนใหม่

- **พื้นผิวเก่าที่ยังไม่เคยทาสีมาก่อน** มีขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบรอยแตกร้าวต่าง ๆ และซ่อมแซมอุดโป๊ให้เรียบร้อย
2. ขจัดคราบฝุ่น คราบไขมัน คราบน้ำปูน หรือคราบตะไคร่ ถ้าเช็ดดูไม่ออกอาจต้องใช้น้ำยาล้างคราบต่าง ๆ เสร็จแล้วล้างด้วยน้ำสะอาด และทิ้งไว้ให้แห้งสนิท
3. เมื่อผิวแห้งสนิทแล้วจึงค่อยทาสีรองพื้นสำหรับผิวปูนเก่าได้
4. ถ้าสภาพพื้นผิวเดิมยังอยู่ในสภาพดี เมื่อทำความสะอาดแล้วให้ใช้สีรองพื้นสำหรับผิวปูนเก่าชนิดอะครีลิคเรซินทาเพื่อช่วยต้านทานฤทธิ์ต่าง ทำให้พื้นผิวเรียบเนียนและทำให้การทาสีทับหน้าเกาะยึดพื้นผิวได้ดี

- **พื้นผิวเก่าที่เคยทาสีมาแล้ว** มีขั้นตอนดังนี้

1. หากผิวสีเดิมยังอยู่ในสภาพดี ก็แค่ทำความสะอาดให้เรียบร้อย
2. ทิ้งไว้ให้พื้นผิวแห้งสนิท ก็ทำการทาสีทับหน้าได้เลย
3. หากผนังมีรอยแตกร้าวก็ให้ซ่อมแซมอุดโป๊เสียก่อน จากนั้นให้ใช้สีรองพื้นสำหรับผิวปูนเก่าชนิดอะครีลิคเรซิน ทารองพื้นเสียก่อนแล้วจึงทาสีจริงทับหน้าต่อไป
4. แต่ถ้าสีเก่านั้นอยู่ในสภาพเสื่อม เปื่อย และหลุดร่อนเป็นแผ่น ก็ให้ใช้เกรียงเหล็กแซะและใช้แปรงลวดขัดลอกสีเก่าออกให้หมด และถ้ามีส่วนใดแตกร้าวก็ให้ทำการอุดโป๊ให้เรียบร้อยก่อน
5. ทิ้งไว้ให้ผนังแห้งสนิทเมื่อทำความสะอาดแล้ว ให้ใช้สีรองพื้นสำหรับผิวปูนเก่าชนิดอะครีลิคเรซิน ทาเพื่อช่วยต้านทานฤทธิ์ต่าง ทำให้พื้นผิวเรียบเนียนและทำให้การทาสีทับหน้าเกาะยึดพื้นผิวได้ดี



รูปที่ 10.8 ตัวอย่างสีรองพื้นปูนเก่า

2. พื้นผิวใหม่

- **พื้นผิวใหม่** มีขั้นตอนดังนี้

1. ต้องตรวจสอบว่าไม้ผ่านการอบหรือตากแห้งสนิทได้ถูกต้องตามที่กำหนด
2. ทำการอุดโป๊รอยเสี้ยนรอยแตกของไม้ให้เรียบร้อย
3. ใช้กระดาษทรายขัดผิวให้เรียบสม่ำเสมอ และเช็ดทำความสะอาดให้ปราศจากฝุ่น
4. ทาสีรองพื้นไม้ ชนิดที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการเกิดเชื้อรา

- **พื้นผิวเก่าที่เคยทาสีมาแล้ว** มีขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบรอยแตกร้าวต่าง ๆ และซ่อมแซมอุดโป๊ให้เรียบร้อย
2. ถ้าสีเก่ายังอยู่ในสภาพดี ก็ให้ทำการขจัดคราบฝุ่นและคราบไขมัน หรือคราบตะไคร่ให้สะอาด ถ้าเช็ดดูไม่ออก อาจต้องใช้ น้ำยาล้างคราบต่าง ๆ เสร็จแล้วล้างด้วยน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้แห้งสนิท
3. แต่ถ้าสีเก่าอยู่ในสภาพชำรุด เสื่อม ลอก หรือแตกกระแหง ก็ให้ทำการลอกสีเก่าออกด้วยกระดาษทราย หรือน้ำยาลอกสี
4. เมื่อลอกสีเก่าออกเรียบร้อยแล้ว ก็ใช้กระดาษทรายขัดละเอียด อุดโป๊และเช็ดทำความสะอาดให้แห้ง
5. ทาสีรองพื้นไม้ ชนิดที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการเกิดเชื้อรา ควรทิ้งระยะเวลาไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง จึงจะทาสีทับหน้าได้



รูปที่ 10.9 ตัวอย่างน้ำยาลอกสีและน้ำยาป้องกันเชื้อราและตะไคร่น้ำในเนื้อไม้

3. พื้นผิวโลหะหรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

• พื้นผิวใหม่ มีขั้นตอนดังนี้

1. ต้องขจัดคราบไขมัน โดยใช้ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าด
2. ต้องขจัดสนิมด้วยกระดาษทรายน้ำ หรือแปรงลวด
3. ทาด้วยน้ำยากันสนิมเหล็ก โดยผสมให้เจือจางด้วยสารตัวทำละลาย (Solvent) ตามอัตราส่วน ที่ไว้จนแห้งสนิทแล้วจึงเช็ดทำความสะอาด หรืออาจใช้น้ำยากำจัดสนิมทาให้ทั่ว เมื่อแห้งแล้วให้เช็ดทำความสะอาด
4. ทาพื้นผิวด้วยสีรองพื้นที่เหมาะสมกับลักษณะของงานหนึ่งครั้ง เมื่อแห้งสนิทแล้วก็ทำการทาสีจริงทับหน้าตามคำแนะนำของผู้ผลิตต่อไป

• พื้นผิวเก่าที่เคยทาสีมาแล้ว มีขั้นตอนดังนี้

1. ขจัดคราบไขมันและฝุ่นให้สะอาด
2. ทำการลอกสีที่เสียหรือชำรุดออกให้หมดด้วยการขูด แปรงลวด หรือน้ำยาลอกสี
3. ขจัดสนิมออกให้หมดด้วยการขูด ขัดด้วยกระดาษทราย แปรงลวด หรือน้ำยากัดสนิม แล้วเช็ดทำความสะอาดให้ทั่วบริเวณทั้งหมด
4. ทาพื้นผิวด้วยสีรองพื้นที่เหมาะสมกับลักษณะของงานหนึ่งครั้ง เมื่อแห้งสนิทแล้วก็ทำการทาสีจริงทับหน้าตามคำแนะนำของผู้ผลิตต่อไป



รูปที่ 10.10 ตัวอย่างสีกันสนิมชนิดสีแดง และสีกันสนิมชนิดสีเทา สำหรับโลหะเหล็ก

ชนิดและลักษณะของสีประเภทต่าง ๆ

1. สีน้ำอิมัลชัน (Emulsion Paint)

สีน้ำทาผนังในปัจจุบันเรียกว่า สีอิมัลชัน (Emulsion Paint) ที่ประกอบไปด้วยผงสีและสิ่งนำสีที่เป็นอิมัลชันระหว่างสารยึดกับน้ำ สำหรับใช้งานทั่วไปอาจเรียกว่า สีลาเท็กซ์ สีเรซินอิมัลชัน สีน้ำพลาสติก สีน้ำอะคริลิก ซึ่งจำแนกตามมาตรฐาน

อุตสาหกรรมคือ มอก.272-2549 สีอิมัลชันใช้งานทั่วไป มอก.2321-2549 สีอิมัลชันทนสภาวะอากาศ และ มอก.2514-2553 สีอิมัลชันลดความร้อนจากแสงอาทิตย์



รูปที่ 10.11 ตัวอย่างลักษณะของสีอิมัลชันใช้งานทั่วไป

2. สีเคลือบเงาแอลคิต

สีเคลือบเงาแอลคิต หรือสีเคลือบเงา หรือน้ำมันเคลือบเงา (Gloss Enamel Paints) เป็นผลิตภัณฑ์สีสำหรับทา พื้นเคลือบพื้นผิวไม้ หรือพื้นผิวโลหะเหล็ก ที่ผ่านการเคลือบสีรองพื้นแล้ว ตามมาตรฐาน มอก.327-2553 สีเคลือบเงา หมายถึงสีที่มีส่วนผสมของผงสี (Pigment) เช่น ไทเทเนียมออกไซด์ ซิงก์ออกไซด์ ไอร์ออนออกไซด์ ทาโรไซยานินท์บูล และสิ่งนำสี (Vehicle) ประกอบด้วยสารยึดแอลคิตเรซิน (Alkyd Resin) สารเร่งแห้ง และตัวทำละลาย (Solvent) ที่เหมาะสม ให้ฟิล์มสีที่มีความเงาสูง จำแนกออกได้มีทั้งประเภทใช้สำหรับงานภายนอกและงานภายในอาคาร



รูปที่ 10.12 ตัวอย่างลักษณะของสีอิมัลชันลดความร้อนจากแสงอาทิตย์

3. สีอีพอกซี

ตามมาตรฐาน มอก.691-2547 สีอีพอกซีสำหรับงานทั่วไป สำหรับงานที่ต้องการความทนทานความชื้นสูง น้ำ น้ำมัน และสารเคมี เช่น พื้นหรือพื้นโครงสร้างของอาคารโรงงาน เครื่องจักร ตู้ควบคุมในห้องปฏิบัติการทดสอบ เป็นต้น

สีอีพอกซีจะมีผงสีอยู่ด้วย โดยประกอบด้วยส่วนผสมหลักและสารเร่งแห้งเป็นส่วนประกอบ โดยแต่ละส่วนต้องบรรจุแยกกันเป็น 2 ส่วน โดยส่วนผสมหลัก (Part A) จะประกอบด้วยอีพอกซีเรซินและส่วนประกอบอื่น ๆ ส่วนสารเร่งแห้ง (Part B) ประกอบด้วยสารประเภทพอลิเอไมด์ (Polyamide) หรือพอลิเอมีน (Polyamine) และส่วนประกอบอื่น ๆ



รูปที่ 10.13 ตัวอย่างลักษณะของสีอีพอกซี

5. น้ำยาเคมีกัดสนิมและน้ำยาเคมีล้างสนิม

น้ำยากัดสนิมหรือขจัดสนิม (Rust Converter) เป็นน้ำยาเคมีที่ใช้เพื่อทำความสะอาดพื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็กช่วยสร้างชั้นของฟอสเฟต ทำให้เกิดการยึดเกาะของฟิล์มสีกับพื้นผิวได้ดี และป้องกันการเกิดสนิม (แต่ห้ามใช้กับพื้นผิวที่เป็นสังกะสีโดยเด็ดขาด) วิธีการใช้ให้ขัดสนิมออกด้วยแปรงลวดและเช็ดพื้นผิวให้สะอาด แล้วทาน้ำยากัดสนิมบริเวณที่ยังขัดผิวสนิมออกไม่หมดให้ทั่วบริเวณ และทาซ้ำไปซ้ำมาเพื่อเร่งให้น้ำยาซึมเข้าไปกัดสนิมให้ได้มากที่สุด จากนั้นล้างน้ำยาออกให้หมดด้วยน้ำสะอาด (อย่าปล่อยให้แห้ง) แล้วเช็ดหรือใช้ลมเป่าให้แห้งสนิท เมื่อพื้นผิวแห้งสนิทแล้วให้ทำการทาสีรองพื้นทันทีเพื่อไม่ให้พื้นผิวสัมผัสกับอากาศนานจนเกิดปฏิกิริยาสนิมขึ้นมาได้ น้ำยานี้มีสภาพเป็นกรดจึงควรระมัดระวัง อย่าให้สัมผัสผิวหนังโดยตรงหรือกระเด็นเข้าตา ถ้าสัมผัสกับน้ำยาให้ล้างออกด้วยน้ำสะอาดทันทีหลาย ๆ ครั้ง สถานที่ที่ใช้ควรมีการระบายอากาศที่ดี



รูปที่ 10.14 ตัวอย่างลักษณะของสนิมในโลหะเหล็ก
(ถ้าเป็นสนิมเกินข้อกำหนด ก็ต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่เท่านั้น)



รูปที่ 10.15 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำยาเคมีกัดสนิมและล้างสนิม

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 10
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ในบทการเรียนรู้ที่ 10 เรื่องทฤษฎีสีเบื้องต้น องค์ประกอบของเนื้อสี ประเภทของสี เทคนิคการเตรียมการก่อนการทาสี ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวแต่ละประเภทก่อนทาสี
4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 10 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 10 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 10 เรื่องสี ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 10 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชางานสี
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 10
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 10
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาเรียนร่วมกัน

ประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 10 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ
 - (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา
2. งานที่มอบหมาย
 - (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 10
 - (2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 10

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน

(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

การประเมินผล บทที่ 10 สี

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 10 สี							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 30106-0007					วิทยาลัย		
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....					ครู		
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบ ทดสอบ		**คะแนนแบบ ประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้	คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้		
1	ทฤษฎีสีเบื้องต้น						
2	องค์ประกอบของเนื้อสี						
3	ประเภทของสี						
4	เทคนิคการเตรียมการก่อนการทาสี						
5	ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวแต่ละประเภท ก่อนทาสี						
6	ชนิดและลักษณะของสีประเภทต่าง ๆ						
7							
8							
9							
10							
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11		บทที่ 11
ชื่อวิชา	วัสดุและเทคโนโลยีการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท	ท่อและสุขภัณฑ์	สอนครั้งที่ 12/16
ชื่อเรื่อง	ท่อและสุขภัณฑ์	จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 ท่อ PVC ท่อ PPR และท่อ CPVC
- 1.2 ท่อ HDPE, PE, PB และ PP
- 1.3 ท่อเหล็กกล้าอบสังกะสี และท่อเหล็กหล่อ
- 1.4 ท่อซีเมนต์ใยหิน
- 1.5 ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก
- 1.6 เครื่องสุขภัณฑ์
- 1.7 ระบบบำบัดน้ำเสีย

2.สาระสำคัญ

การขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายมนุษย์นั้นเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง และเป็นความสะอาดอย่างหนึ่งที่ช่วยถ่ายของเสียออกไปจากร่างกาย ที่จำเป็นอย่างต่อเนื่องต่อไปก็คือการมีห้องน้ำห้องส้วมที่สะดวก สะอาด และเหมาะสมถูกสุขลักษณะที่ดี ตามกฎกระทรวงควบคุมการก่อสร้าง ฉบับที่ 63-2551 กำหนดขนาดพื้นที่ของห้องน้ำห้องส้วมไว้ดังนี้

กรณีทีก่อสร้างห้องน้ำและห้องส้วมแยกกัน แต่ละห้องต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 0.90 ตารางเมตรและต้องมีด้านกว้างของห้องไม่น้อยกว่า 0.90 เมตรด้วย แต่ถ้าห้องน้ำและห้องส้วมอยู่รวมกันต้องมีพื้นที่ห้องรวมไม่น้อยกว่า 1.50 ตารางเมตร ห้องน้ำหรือห้องส้วมต้องมีช่องระบายอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ห้องหรือติดตั้งระบบพัดลมระบายอากาศที่เพียงพอ ความสูงของพื้นห้องถึงยอดเพดานหรือยอดผนังตอนต่ำสุดต้องสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร

พื้นห้องน้ำห้องส้วมต้องเอียงลาดไม่น้อยกว่า 1 : 100 ส่วนท่ออุจจาระต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตรและต้องเอียงลาดไม่น้อยกว่า 1 : 10 ส่วน ต้องติดตั้งท่อระบายก๊าซเหม็น Ø2.5 เซนติเมตร ให้สูงเลยระดับที่ผู้คนจะได้กลิ่นเหม็น โถปัสสาวะชายต้องติดตั้งระบบดักกลิ่นและมีระบบน้ำล้างชำระ

อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นภายในห้องน้ำห้องส้วมจะประกอบไปด้วยท่อต่าง ๆ เช่น ท่อน้ำประปา ท่อน้ำทิ้ง ท่อน้ำโสโครก ท่ออากาศ ท่อระบายน้ำฝน ท่อน้ำร้อน เป็นต้น และสุขภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น โถส้วม โถปัสสาวะ อ่างล้างหน้า อ่างอาบน้ำ เป็นต้น การเลือกใช้วัสดุท่อและสุขภัณฑ์ จึงต้องพิจารณาถึงชนิดและประเภทให้เหมาะสมถูกต้องตามมาตรฐานและวิธีการติดตั้งที่ดี เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาท่อแตก ท่อตัน ส้วมเต็ม รั่วซึมไม่ลง หรือกลิ่นเหม็น เป็นต้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับท่อ PVC ท่อ PPR ท่อ CPVC ท่อ HDPE, PE, PB และ PP ท่อเหล็กกล้าอบสังกะสี ท่อเหล็กหล่อ ท่อซีเมนต์ใยหิน ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เครื่องสุขภัณฑ์ ระบบบำบัดน้ำเสีย
2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับท่อ PVC ท่อ PPR ท่อ CPVC ท่อ HDPE, PE, PB และ PP ท่อเหล็กกล้าอบสังกะสี ท่อเหล็กหล่อ ท่อซีเมนต์ใยหิน ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เครื่องสุขภัณฑ์ ระบบบำบัดน้ำเสีย

3. ผู้เรียนมีเจตคติที่ถูกต้องเกี่ยวกับท่อ PVC ท่อ PPR ท่อ CPVC ท่อ HDPE, PE, PB และ PP ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสี ท่อเหล็กหล่อ ท่อซีเมนต์ใยหิน ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เครื่องสุขภัณฑ์ ระบบบำบัดน้ำเสีย

4. การเรียนรู้

ท่อ PVC

ท่อ PVC เป็นชื่อเรียกที่คนทั่วไปรู้จักมักคุ้นกันเป็นอย่างดี PVC ย่อมาจากคำว่า Polyvinyl Chloride เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติที่ดีหลายอย่าง เช่น มีความเหนียวยืดหยุ่นตัวได้ ทนต่อแรงดันน้ำได้ดี ทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดหรือด่างได้ดี ใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีเพราะไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า เป็นวัสดุไม่ลามไฟ ผิวมันเรียบช่วยให้การไหลของน้ำได้ดี มีน้ำหนักเบาและราคาถูก แต่มีข้อด้อยอยู่บ้าง เช่น มีความเปราะ ไม่ทนทานต่อแรงกระแทก ไม่ทนทานต่อแสง UV เพราะจะทำให้กรอบและแตกหักได้ ท่อ PVC ที่นิยมนำมาใช้ในงานก่อสร้างยังแบ่งออกได้อีก 3 ชนิดหลัก ๆ คือ ท่อสีฟ้า ท่อสีเหลือง และท่อสีเทา

ในปัจจุบันนี้ยังเพิ่มการผลิตเป็น *ท่อสีขาว* มีการเติมสารป้องกันแสง UV ใช้สำหรับท่อน้ำและใช้สำหรับท่อร้อยสายไฟฟ้า เพื่อประโยชน์ต่อความสวยงามในกรณีที่มีการเดินท่อลอยเกาะผนังหรือเกาะเพดานเพิ่มเติมขึ้นมาในภายหลัง และสามารถติดตั้งภายนอกอาคารได้



(ก) ท่อสีฟ้ารับแรงดันสูง



(ข) ท่อสีฟ้าสำหรับงานประปาทั่วไป



(ค) ท่อสีเหลืองสำหรับร้อยสายไฟ



(ง) ท่อสีเทาสำหรับงานเกษตร

รูปที่ 11.1 ลักษณะของท่อพีวีซีสีฟ้า สีเหลือง และสีเทา



รูปที่ 11.2 ลักษณะของอุปกรณ์และท่อ uPVC สีขาว และสีเหลือง

ท่อ PPR

ท่อ PPR (Polypropylene Random Copolymer) เป็นท่อน้ำท่อประปาสีเขียว ตามมาตรฐานของเยอรมัน DIN 8077/8078 มีกระบวนการผลิตจากเม็ดพลาสติก PP-R 80 (Polypropylene Random Copolymer 80) โดยวัตถุดิบจะเป็นเรซิน สีเขียว อายุยาวนานมากกว่า 50 ปี ที่มีคุณสมบัติเด่นสามารถใช้รองรับน้ำร้อนได้สูงกว่าท่อ PVC แบบปกติ จึงสามารถนำไปใช้ในระบบท่อน้ำร้อนได้ดี

ท่อ PPR สีเขียว ตราช้าง SCG ได้มีการผลิตออกมา 2 รุ่นคือ

1. ท่อสี่เหลี่ยมคางหมูเส้นสีน้ำเงิน (PN10) หมายถึงสามารถรับแรงดันน้ำได้ 10 บาร์ หรือ 10 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตรจึงเหมาะสำหรับท่อน้ำอุ่น

2. ท่อสี่เหลี่ยมคางหมูเส้นสีแดง (PN20) หมายถึง สามารถรับแรงดันน้ำได้ 20 บาร์ หรือ 20 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 95 องศาเซลเซียส จึงเหมาะสำหรับท่อน้ำร้อน และใช้ทดแทนท่อทองแดงที่ใช้เป็นท่อน้ำร้อนแบบเดิม



รูปที่ 11.3 ลักษณะข้อต่อต่าง ๆ และท่อพีพีอาร์สีเขียว
(ที่มา : เอกสารแนะนำท่อ PPR ตราช้าง SCG)

ท่อ CPVC



รูปที่ 11.4 ลักษณะข้อต่อต่าง ๆ และท่อน้ำร้อนซีพีวีซีสีขาวนวล
(ที่มา : เอกสารแนะนำท่อ CPVC ตราช้าง SCG)

ท่อ CPVC ผลิตขึ้นจากคลอรีนของเรซินพอลิไวนิลคลอไรด์และมีลักษณะส่วนใหญ่ของพีวีซี บริษัทท่อตราช้าง SCG ได้ทำการผลิตตามมาตรฐานของ ASTM-D 2826 และ ASTM-F 441 เป็นลักษณะท่อสีขาวนวล ที่มีความต้านทานการกัดกร่อนในงานที่อุณหภูมิที่สูงถึง 95 องศาเซลเซียส และทนแรงดันได้ถึง 400 ปอนด์/ตารางนิ้ว หรือ 28 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ถ้าใช้เป็นท่อน้ำร้อนภายในอาคารต้องสามารถทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 7 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตรที่อุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส และยังสามารถทนต่อการกัดกร่อน มีความแข็งแรงสูงที่อุณหภูมิสูง ทนต่อแสงแดด มีคุณสมบัติที่ทนต่อการกัดกร่อนจากสารเคมีหลาย ๆ ประเภท จึงนิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมและยังสามารถใช้ได้กับน้ำทะเล เช่น ท่อในงานอุตสาหกรรมเคมี

อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมยาและเวชภัณฑ์ อุตสาหกรรมกระดาษ
ท่อบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

ท่อ HDPE, PE, PP และ PB

ท่อ PE ท่อ PB และท่อ PP ซึ่งท่อทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมาล้วนเป็นท่อประเภท Poly ที่เป็นสีดำ มีความหนาแน่นสูง มีคุณสมบัติพิเศษหลายอย่าง เช่น มีความยืดหยุ่นตัวและให้ตัวโค้งไปมาได้สูงมาก ทนแรงดันได้สูง ทนทานต่อการฉีกขาด ทนทานต่อแรงกระแทกได้เป็น 2 เท่าของท่อพีวีซี ทนทานต่อความร้อน/ความเย็น ใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี คงทนต่อสารเคมี ผิวนเรียบมันจึงมีแรงเสียดทานในเส้นท่อน้อย ทนทานต่อแสงอัลตราไวโอเลต (UV) อายุใช้งานยาวนานมากกว่า 50 ปี น้ำหนักเบากว่าท่อเหล็กถึง 1/5 และ 2/3 เมื่อเทียบกับท่อพีวีซี ส่วนข้อด้อยคือ ราคาค่อนข้างแพง การประกอบท่อต้องใช้อุปกรณ์เครื่องเชื่อมร้อนและช่างที่ชำนาญโดยเฉพาะ



รูปที่ 11.5 ลักษณะของท่อ PE ท่อ PP ท่อ PB และลักษณะการต่อเชื่อมข้อต่อต่าง ๆ

การต่อท่อ PE ท่อ PB และท่อ PP สามารถทำได้ 3 แบบคือ

1. เชื่อมหลอมละลายด้วยอุปกรณ์เครื่องให้ความร้อน มักใช้กับท่อที่รับแรงกดดันสูง ระยะทางท่อยาวมาก ๆ และมีขนาดท่อใหญ่ จึงต้องใช้เป็นท่อ HDPE
2. ยึดด้วยข้อต่อเกลียวชนิดขันเกลียวล็อกแน่น หรือใช้เครื่องหลอมร้อนเชื่อมแบบสอด มักใช้ได้กับท่อที่รับแรงกดดันปานกลาง เช่น ท่อ PB และท่อ PP
3. ใช้เครื่องมือผายปากท่อให้กว้างหรือสอดแหวนยางและยึดด้วยข้อต่อเกลียวและขันล็อกแน่น มักพบใช้กับท่อขนาดเล็กที่ใช้ในงานจัดสวนทั่ว ๆ ไป



รูปที่ 11.6 ลักษณะอุปกรณ์จับยึดท่อเอชดีพีอี (HDPE) และแผ่นงานให้ความร้อน
เพื่อเชื่อมหลอมละลายท่อให้ติดกัน



รูปที่ 11.7 การใช้งานท่อพีอี ท่อพีบี และท่อพีพี ในลักษณะงานต่าง ๆ

ท่อเหล็กกล้าอบสังกะสี

ท่อเหล็กกล้าอบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe; GSP) ตามมาตรฐาน มอก.276-2532 และ มอก.277-2532 ชาวบ้านทั่วไปเรียกว่า *ท่อแป๊ป* โดยนำท่อเหล็กกล้ามาจุ่มลงในสังกะสีที่มีความบริสุทธิ์มากกว่า 98.5% โดยน้ำหนักที่อุณหภูมิประมาณ 460 องศาเซลเซียส เพื่อเคลือบผิวและป้องกันการเป็นสนิม ท่อเหล็กกล้ามีกรรมวิธีผลิต 2 รูปแบบคือ โดยการนำแผ่นเหล็กที่ตัดได้ขนาดแล้วม้วนเป็นท่อแล้วเชื่อมยึดตลอดแนว ส่วนวิธีที่สองเป็นท่อที่หลอมออกจากเบ้าโดยไม่ต้องมีตะเข็บรอยเชื่อม ท่อเหล็กกล้าอบสังกะสีมีความยาวโดยปกติทั่วไป 6.00 เมตร

ท่อเหล็กกล้าอบสังกะสี แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทคือ

1. ประเภทที่หนึ่ง แสดงด้วยแถบสีน้ำตาล แสดงถึงท่อชนิดบาง
2. ประเภทที่สอง แสดงด้วยแถบสีน้ำเงิน แสดงถึงท่อชนิดหนาปานกลาง เป็นที่นิยมใช้ทั่วไป
3. ประเภทที่สาม แสดงด้วยแถบสีแดง แสดงถึงท่อชนิดหนามาก
4. ประเภทที่สี่ แสดงด้วยแถบสีเขียว แสดงถึงท่อชนิดหนาที่สุด



รูปที่ 11.8 ลักษณะของท่อเหล็กกล้าอบสังกะสีและข้อต่อเกลียวชนิดต่าง ๆ

ท่อเหล็กหล่อ

ท่อเหล็กหล่อ (Cast Iron Pipe) เป็นท่อที่หลอมมาจากเหล็กดิบสีเทามีส่วนผสมของแกรไฟต์จึงช่วยให้ท่อมีความแข็งแรง ทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดหรือด่าง อายุการใช้งานมากกว่า 50 ปี ท่อเหล็กหล่อจึงนิยมนำไปใช้ในงานระบายน้ำที่มีกรดหรือด่างและไม่มีแรงดัน เช่น ท่อระบายน้ำโสโครก (Soil Pipe) ท่อระบายน้ำฝน (Storm Pipe) การใช้ท่อเหล็กหล่อมักใช้ในอาคารขนาดใหญ่หรืออาคารที่ต้องการดูแลเป็นพิเศษ เช่น โรงแรม โรงพยาบาล สนามบิน ซึ่งเป็นการใช้ทดแทนท่อพีวีซีซึ่งอาจแตกชำรุดได้ง่ายเมื่อถูกระแทก หรือใช้ทดแทนท่อเหล็กกล้าอบสังกะสีซึ่งอาจเกิดสนิมได้ง่ายเมื่อมีกรดหรือด่างไหลผ่าน ข้อด้อยของท่อเหล็กหล่อคือ มีน้ำหนักมาก และการยึดข้อต่อต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะ

ท่อเหล็กหล่อผลิตออกมา 2 ชั้นคุณภาพคือ

1. ชนิดที่หนึ่ง เป็นท่อบาง (Service Weight, SV) นิยมใช้ในงานอาคารทั่วไป
2. ชนิดที่สอง เป็นท่อหนา (Extra Heavy, XH) ใช้ในงานที่ต้องแบกรับแรงกดทับ หรือมีแรงสั่นสะเทือนในบริเวณนั้น เช่น ท่อลอดใต้ถนน ท่อลอดใต้พื้นห้องเครื่อง ท่อรวบรวมน้ำโสโครกขนาดใหญ่ เป็นต้น



รูปที่ 11.9 ลักษณะท่อและการติดตั้งใช้งานของท่อเหล็กหล่อ

ท่อซีเมนต์ใยหิน

ท่อซีเมนต์ใยหิน หรือเรียกว่า *ท่อแอสเบสตอส (Asbestos Pipe)* ผลิตขึ้นมาจากส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ แร่ใยหินหรืออาจมีเส้นใยอื่นผสมและน้ำ คลุกเคล้ากันจนได้สัดส่วนที่ดีจากนั้นส่งเข้าเครื่องรีดออกมาเป็นแผ่นบาง ๆ แล้วผ่านเข้าไปเครื่องม้วนให้เป็นรูปท่อ และม้วนทับไปเรื่อย ๆ ตามขนาดความหนาที่กำหนด เมื่อแห้งดีแล้วก็นำไปบ่มตามอายุ อีกอย่างน้อย 14 วัน จากนั้นนำไปทดสอบความต้านทานแรงดันจนได้มาตรฐานที่กำหนด ท่อแอสเบสตอสนั้นแต่เดิมเรียกว่า ท่อกระเบื้องกระดาศซึ่งผลิตโดยบริษัทกระเบื้องกระดาศไทยจำกัดเป็นรายแรก ๆ ปัจจุบันมีมาตรฐานมอก.กำกับโดยแบ่งเป็นท่อชนิดทนแรงดัน มอก.81-2548 และท่อชนิดไม่ทนแรงดัน จะไม่มี มอก. ความยาวท่อที่ผลิตจำหน่ายทั่วไปคือ 4 เมตร และ 5 เมตร



รูปที่ 11.10 ท่อซีเมนต์ใยหินชนิดไม่ทนแรงดันใช้งานระบายน้ำทิ้ง และการประยุกต์ใช้เป็นแบบหล่อเสาต่อม่อ

ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

ท่อคอนกรีต (Concrete Pipe; CP) เพื่อการระบายน้ำทิ้ง สามารถจำแนกออกได้ 3 ลักษณะคือ ท่อคอนกรีตชนิดไม่เสริมเหล็กเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.224-2533 ท่อคอนกรีตชนิดที่เสริมลวดเหล็ก (คสล.) เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.128-2549 และท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) ชนิดรูปทรงสี่เหลี่ยม (Box Culverts) เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.1164-2559 และมอก.1166-2559



(ก) แบบวางลิ้น



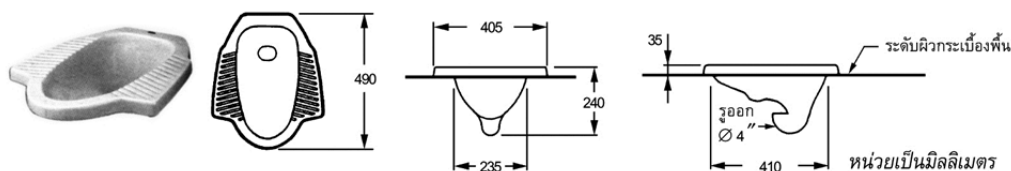
(ข) แบบปากกระพี้

รูปที่ 11.11 ลักษณะท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.)

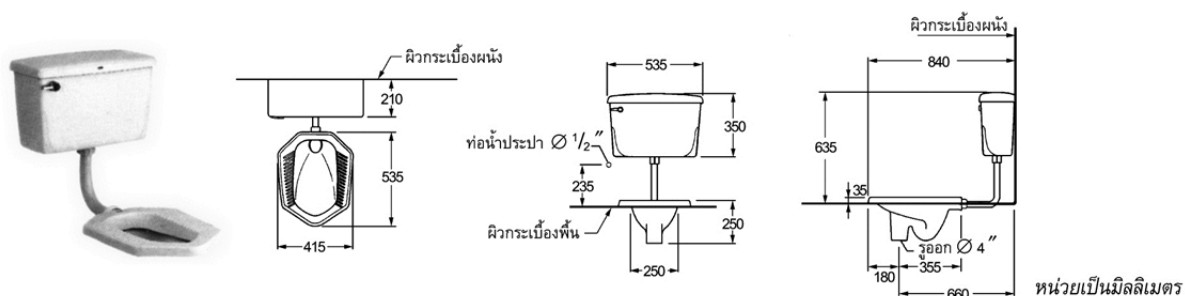
เครื่องสุขภัณฑ์

1. โถส้วม (Water Closet; WC) ใช้สำหรับรองรับการขับถ่ายของเสียจากร่างกาย วัสดุที่ใช้ผลิตโถส้วมทั่วไปมักเป็นเซรามิกเคลือบมัน โถส้วมแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิดคือ

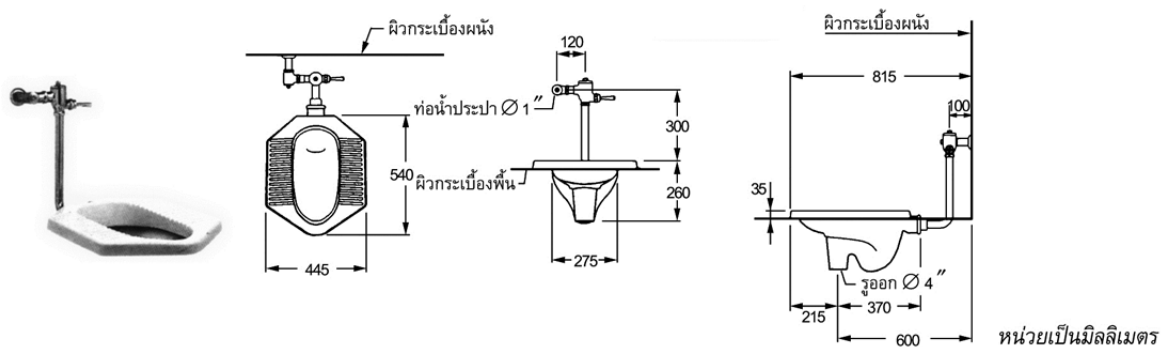
- โถส้วมนั่งยอง หรือเรียกว่า โถตุ๊กราด โถส้วมชนิดนี้มีการใช้กันมานานแล้ว โดยผู้ใช้นั่งยอง ๆ เมื่อขับถ่ายเสร็จแล้วก็ใช้วิธีตักน้ำราดให้สะอาด ปัจจุบันได้พัฒนาเป็นสายฉีดชำระและมีแทงก์น้ำสำหรับกดราดได้เลย



(ก) โถนั่งยองตักน้ำราด (COTTO, C 204)

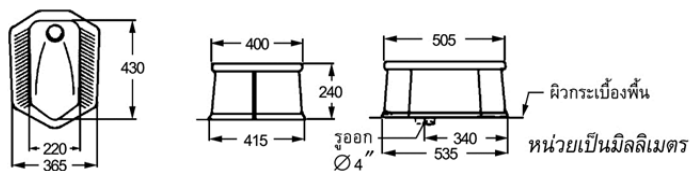


(ข) โถนั่งยองฟลิชแทงก์ (COTTO, C 207)

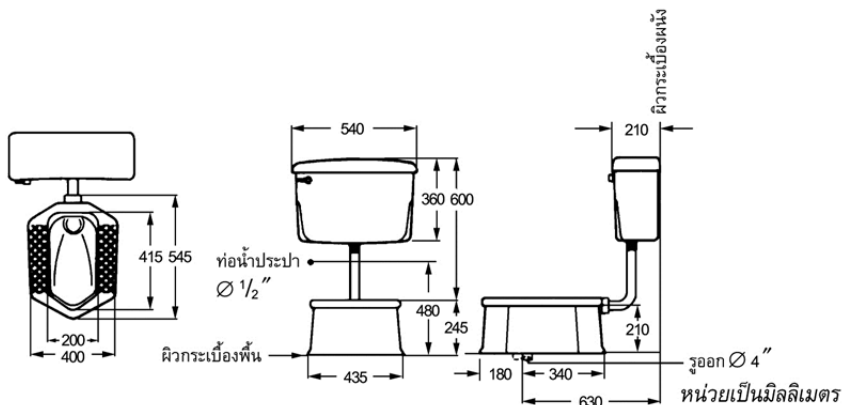


(ค) โถนั่งยองฟลิชวาล์ว (COTTO, C 212)

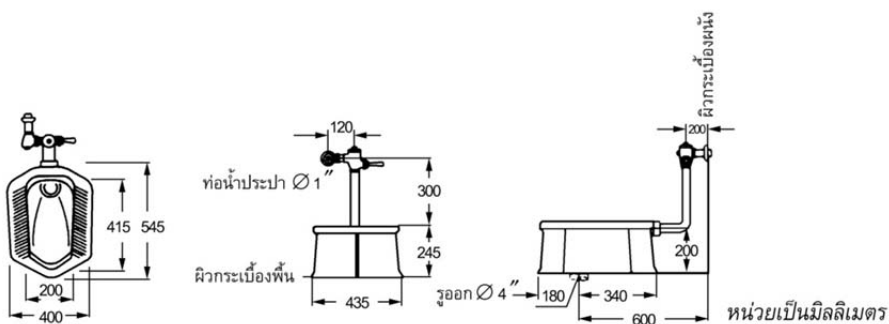
รูปที่ 11.12 ลักษณะโถส้วมนั่งยองแบบต่าง ๆ



(ง) โถนั่งยองสูงตักน้ำราด (COTTO, C 201)



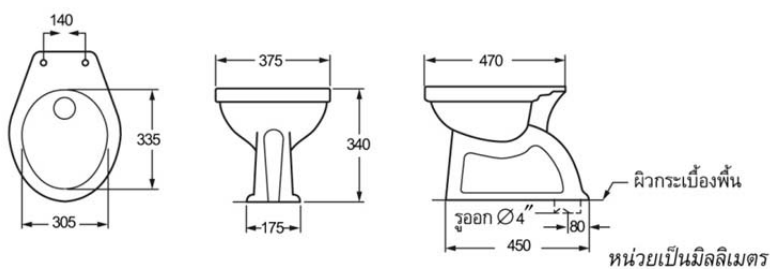
(จ) โถนั่งยองสูงฟลัชแทงก์ (COTTO, C 203)



(ฉ) โถนั่งยองสูงฟลัชวาล์ว (COTTO, C 202)

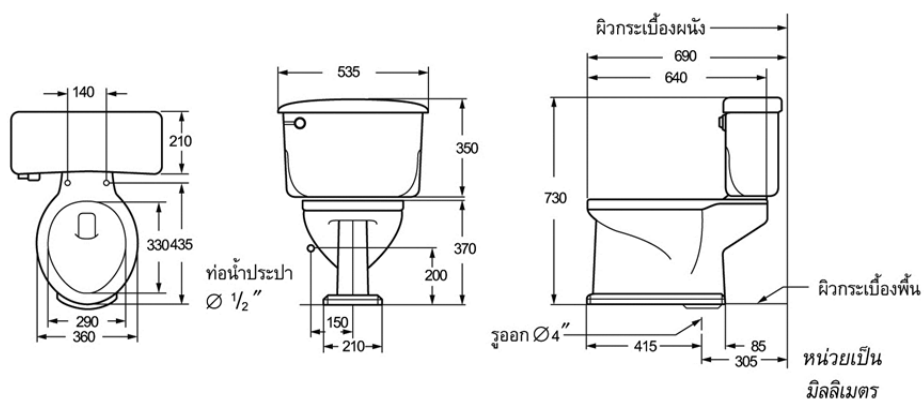
รูปที่ 11.12 (ต่อ) ลักษณะโถส้วมนั่งยองแบบต่าง ๆ

• **โถส้วมนั่งราบ** หรือเรียกว่า **โถชักโครก** เป็นโถส้วมที่พัฒนาต่อมาจากโถนั่งยอง เพราะการนั่งยอง ๆ ขยับนาน ๆ อาจเกิดอาการเหน็บชาและเมื่อยล้า การใช้โถส้วมนั่งราบจะทำให้การนั่งขยับเป็นไปด้วยความรื่นรมย์ โถส้วมนั่งราบเหมาะสำหรับใช้ในอาคารส่วนตัว หรืออาคารที่มีระบบดูแลจัดการเป็นพิเศษ เช่น โรงแรม โรงพยาบาล รีสอร์ท ห้างสรรพสินค้า คอนโดมิเนียม สถานบริการน้ำมันที่มีคุณภาพ มหาวิทยาลัย เป็นต้น แต่ไม่ควรติดตั้งในอาคารสาธารณะทั่วไป ที่ขาดการดูแลเอาใจใส่โดยเด็ดขาด เพราะผู้ใช้แต่ละคนจะไม่กล้านั่งราบเพราะกลัวสกปรก จึงมักขึ้นไปนั่งยองแทนจนสกปรก หรือฝารองนั่งแตกชำรุดเสียหาย และพบเห็นได้ทั่วไปเสมอ ๆ ในอาคารสถานที่ที่ไม่มีคุณภาพ

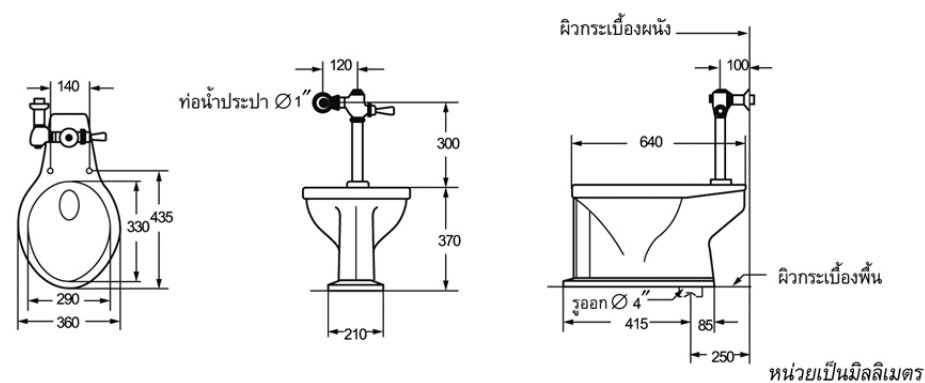


(ก) โถนั่งราบตักน้ำราด (COTTO, C 665)

รูปที่ 11.13 ลักษณะโถส้วมนั่งราบแบบต่าง ๆ



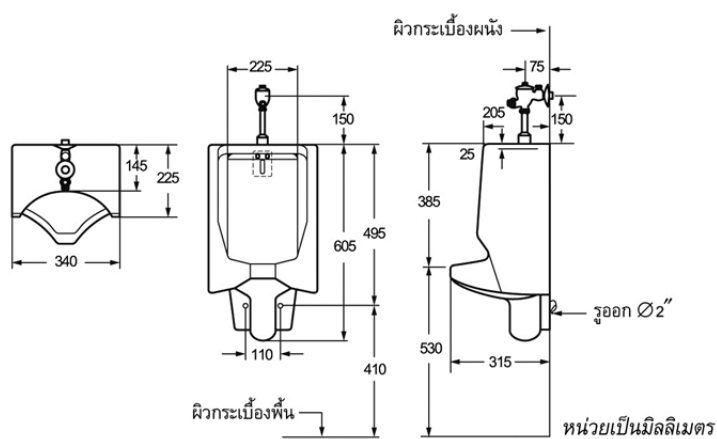
(ข) โถนั่งราบพลัซแทก (COTTO, C 117)



(ค) โถนั่งราบพลัซวาล์ว (COTTO, C 178)

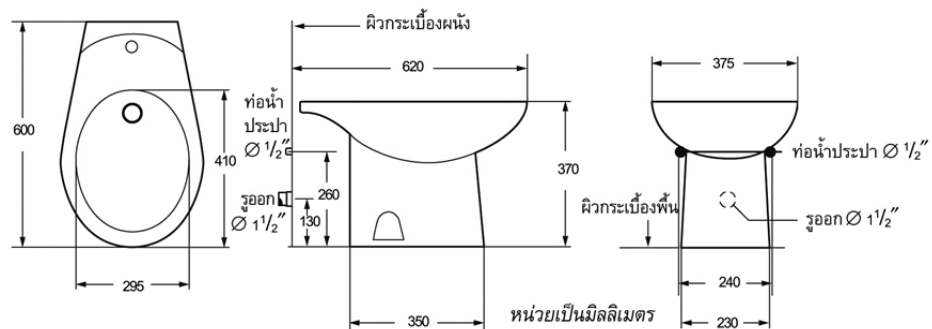
รูปที่ 11.13 (ต่อ) ลักษณะโถส้วมนั่งราบแบบต่าง ๆ

2. โถปัสสาวะ: ใช้สำหรับรองรับการปัสสาวะโดยเฉพาะ วัสดุที่ใช้ผลิตโถปัสสาวะทั่วไป มักเป็นเซรามิกเคลือบมัน โถปัสสาวะแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิดคือ โถของผู้ชายเรียกว่า *ยรินอล (Urinal)* และโถของผู้หญิงเรียกว่า *บิเด่ (Bidet)*



(ก) โถปัสสาวะชาย (COTTO, C 57)

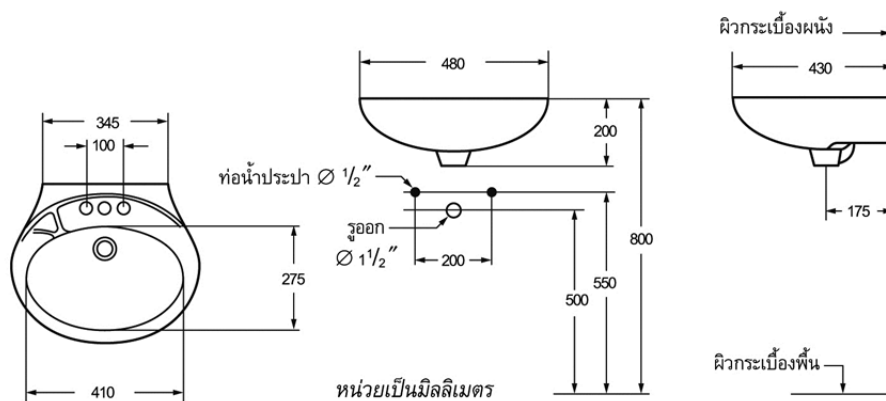
รูปที่ 11.14 ลักษณะโปัสสาวะชายและโปัสสาวะหญิง



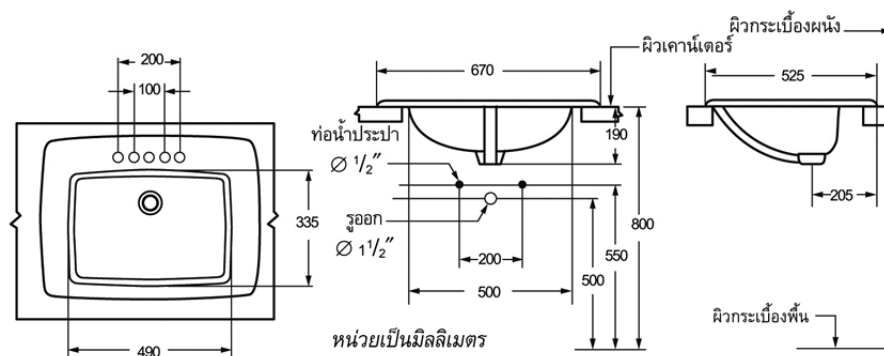
(ข) โถปัสสาวะหญิง (COTTO, B 301)

รูปที่ 11.14 (ต่อ) ลักษณะโถปัสสาวะชายและโถปัสสาวะหญิง

3. อ่างล้างหน้า (Washbasin) ใช้สำหรับชำระล้าง ล้างหน้า ล้างมือ วัสดุที่ใช้ผลิตอ่างล้างหน้าทั่วไปส่วนใหญ่ มักเป็นเซรามิกเคลือบมัน หรือสแตนเลส หรือวัสดุประเภทเรซินต่าง ๆ เป็นต้น



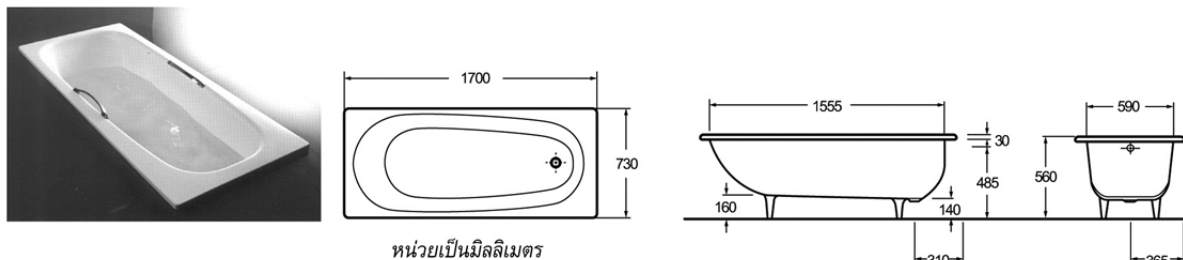
(ก) แบบยึดติดผนัง (COTTO, C 013)



(ข) แบบยึดติดตั้งเคาน์เตอร์ (COTTO, C 018)

รูปที่ 11.15 ลักษณะทั่วไปของอ่างล้างหน้า

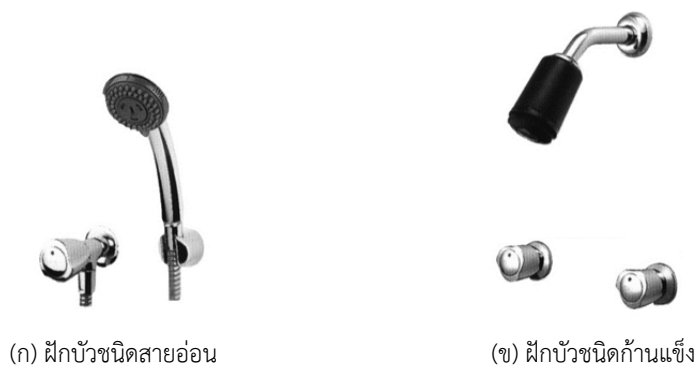
4. อ่างอาบน้ำ (Bathtub) ใช้สำหรับอาบน้ำชำระร่างกาย วัสดุที่ใช้ผลิตอ่างอาบน้ำทั่วไปส่วนใหญ่มักเป็นเซรามิกเคลือบมันหรือวัสดุประเภทเรซินต่าง ๆ เป็นต้น การใช้อ่างอาบน้ำควรใช้สำหรับอาคารพิเศษเฉพาะ เช่น โรงแรม รีสอร์ท หรืออาคารที่เจ้าของมีฐานะการเงินสูงเท่านั้น เพราะการใช้อ่างอาบน้ำจะสิ้นเปลืองน้ำเป็นปริมาณมากในแต่ละครั้ง และเป็น การเพิ่มน้ำหนักให้กับโครงสร้างอาคารด้วย



รูปที่ 11.16 ลักษณะทั่วไปของอ่างอาบน้ำ

5. ฝักบัว (Shower) ใช้สำหรับอาบน้ำชำระร่างกาย แต่เดิมเราอาบน้ำโดยใช้ขันตกราดร่างกาย จะมีปริมาณน้ำส่วนหนึ่งกระเซ็นสูญหายไปโดยไม่ได้สัมผัสกับร่างกายเราเลย ฝักบัวจึงพัฒนาขึ้นมาทำให้การอาบน้ำสามารถประหยัดน้ำไปได้มาก และอาบได้นานชำระล้างได้สะอาดโดยไม่ต้องรีบร้อนเพราะสิ้นเปลืองน้ำไม่มาก

ฝักบัวแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ชนิดสายอ่อนที่สามารถถือไปมาได้ทั่วร่างกาย และชนิดก้านแข็งยึดติดกับผนัง ผู้ใช้ต้องหมุนตัวไปเรื่อย ๆ ในระหว่างการอาบน้ำ



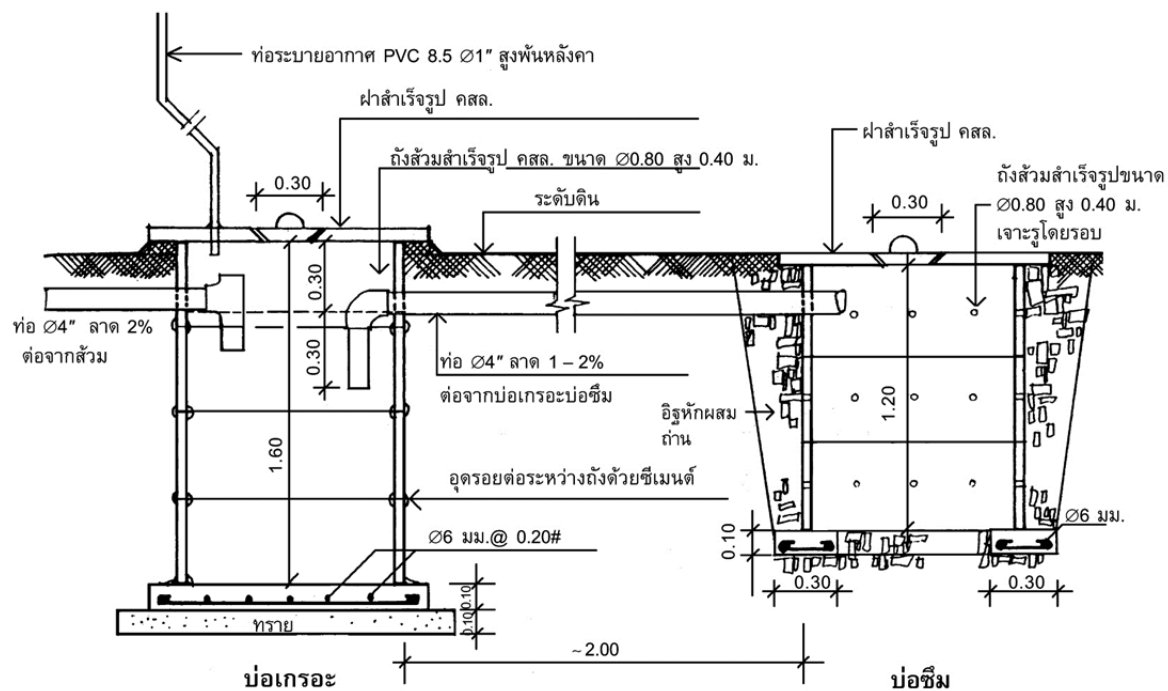
(ก) ฝักบัวชนิดสายอ่อน

(ข) ฝักบัวชนิดก้านแข็ง

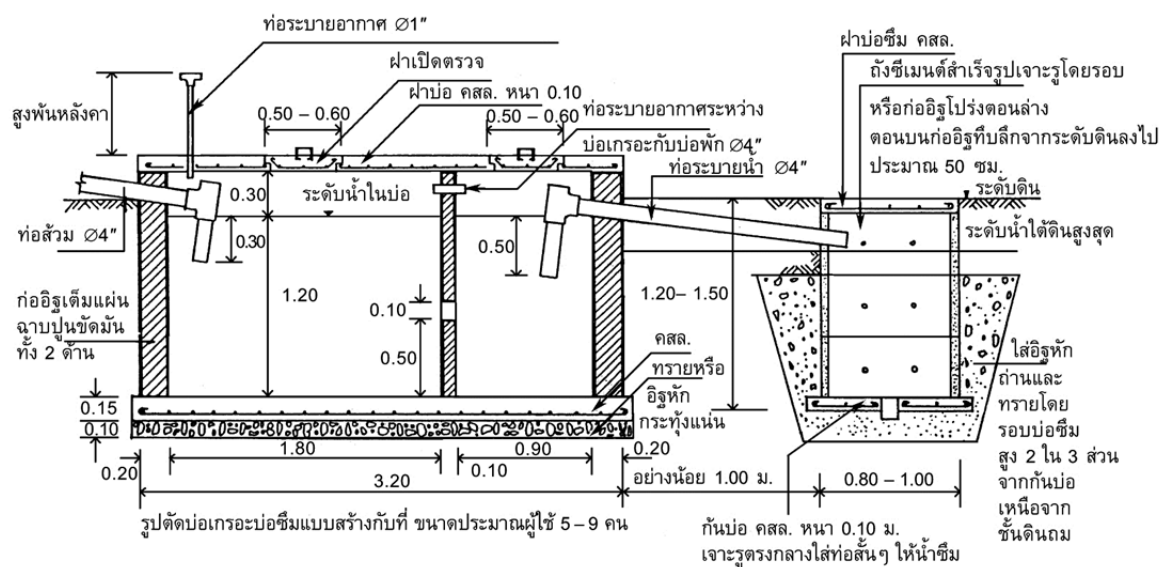
รูปที่ 11.17 ฝักบัวชนิดต่าง ๆ

ระบบบำบัดน้ำเสีย

การขับถ่ายของเสียหรือการชำระล้างสิ่งของต่าง ๆ ภายในครัวเรือนนั้น ในสมัยโบราณอาจใช้วิธีขุดหลุมแล้วก็กลบทิ้งไป หรืออาจปล่อยทิ้งแม่น้ำลำคลองไป แต่ในปัจจุบันบ้านเรือนเจริญขึ้นผู้คนก็มากขึ้น การปล่อยทิ้งของเสียแบบดั้งเดิมจะทำให้เกิดการแพร่เชื้อโรคหรือก่อให้เกิดมลภาวะขึ้น จึงต้องมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียนั้นให้เป็นน้ำดีเสียก่อน แล้วจึงสามารถระบายทิ้งออกไปในทางสาธารณะต่อไปได้ สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบครัวเรือนที่เป็นที่นิยมกันมานานและมีราคาถูกก่อสร้างได้ง่ายก็คือ ระบบบ่อเกรอะบ่อซึม

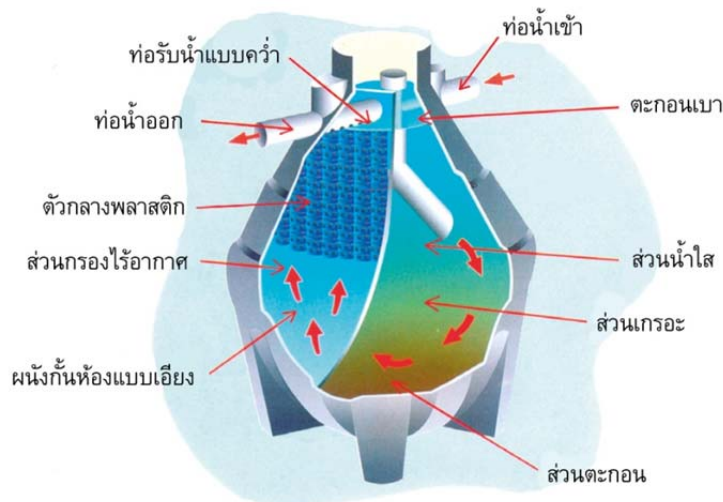


(ก) บ่อเกรอะบ่อซึมชนิดถังซีเมนต์สำเร็จรูป



(ข) บ่อเกรอะบ่อซึม ชนิดก่ออิฐมอญหรือหล่อด้วยคอนกรีต

รูปที่ 11.18 ลักษณะทั่วไปของบ่อเกรอะบ่อซึม



รูปที่ 11.19 ลักษณะทั่วไปของถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปยี่ห้อ Cotto-Dos



(ก) ป้องกันดินพัง ยึดตรึงถังบำบัดให้มั่นคง



(ข) เติมน้ำให้เต็มถังบำบัด เพื่อป้องกันถังลอย



(ค) เมื่อขุดดิน น้ำใต้ดินก็จะพยายามดันให้ถังลอย



(ง) เติมวัสดุตะกั่ว (Media) ให้ครบถ้วนเป็นบ้านของจุลินทรีย์

รูปที่ 11.20 ขั้นตอนติดตั้งถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป

การใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่กล่าวมาทั้งสองแบบข้างต้นนั้นใช้ได้เฉพาะกับอาคารพักอาศัยทั่วไป หรืออาคารที่มีผู้อยู่อาศัยไม่มากเท่านั้น แต่ถ้าเป็นอาคารสาธารณะขนาดใหญ่ เช่น โรงพยาบาล โรงแรม ภัตตาคาร คอนโดมิเนียม ห้างสรรพสินค้า สถานีบริการน้ำมัน โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นต้น อาคารเหล่านี้ต้องมีการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะ เนื่องจากเป็นระบบที่ใหญ่และมีปริมาณน้ำเสียมาก หรือมีสารเคมีสารพิษปะปนออกมากับน้ำเสียด้วย ซึ่งจะต้องผ่านการคำนวณออกแบบโดยวิศวกรสุขาภิบาลหรือวิศวกรสิ่งแวดล้อมเท่านั้น



รูปที่ 11.21 ตัวอย่างส่วนหนึ่งของระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 11
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ ในบทการเรียนรู้ที่ 11 เรื่องท่อ PVC ท่อ PPR และท่อ CPVC ท่อ HDPE, PE, PB และ PP ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสี และท่อเหล็กหล่อ ท่อซีเมนต์ใยหิน ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เครื่องสูบน้ำ ระบบบำบัดน้ำเสีย
4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 11 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 11 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 11 เรื่องท่อและสูบน้ำ ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 11 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 11
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 11
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 11 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ
 - (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา
2. งานที่มอบหมาย
 - (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 11
 - (2) แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 11

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน

(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

การประเมินผล บทที่ 11

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 11 ท่อและสุขภัณฑ์							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 301206- 0007					วิทยาลัย		
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....					ครู		
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบ ทดสอบ		**คะแนนแบบ ประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้	คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้		
1	ท่อ PVC						
2	ท่อ PPR						
3	ท่อ CPVC						
4	ท่อ HDPE, PE, PB และ PP						
5	ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสี						
6	ท่อเหล็กหล่อ						
7	ท่อซีเมนต์ใยหิน						
8	ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก						
9	เครื่องสุขภัณฑ์						
10	ระบบบำบัดน้ำเสีย						
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12	บทที่ 12
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท เชื้อเพลิงและปิโตรเลียม	สอนครั้งที่ 13/16
ชื่อเรื่อง เชื้อเพลิงและปิโตรเลียม	จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 เชื้อเพลิงแข็ง
- 1.2 เชื้อเพลิงเหลว
- 1.3 การกำเนิดของปิโตรเลียม
- 1.4 การขุดเจาะหาปิโตรเลียม
- 1.5 ขั้นตอนในการสำรวจปิโตรเลียม
- 1.6 กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ
- 1.7 ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่ผ่านการกลั่น
- 1.8 เชื้อเพลิงก๊าซ

2.สาระสำคัญ

วัสดุเชื้อเพลิงและปิโตรเลียมที่เราพบเห็นและนำไปใช้กันอยู่ทุกวันนี้ มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของเราอย่างมาก เป็นวัสดุที่ก่อให้เกิดพลังงานความร้อนปริมาณมาก และนำไปใช้งานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย วัสดุเชื้อเพลิงและปิโตรเลียมเหล่านี้ เช่น ถ่านหิน แอลกอฮอล์ น้ำมันเบนซิน ถ่านหิน ก๊าซหุงต้ม เป็นต้น

วัสดุเชื้อเพลิงและปิโตรเลียม แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ เชื้อเพลิงแข็ง (Solid Fuels) เชื้อเพลิงเหลว (Liquid Fuels) และเชื้อเพลิงก๊าซ (Gaseous Fuels)

ปิโตรเลียมเป็นแหล่งเชื้อเพลิงและพลังงานที่มีประโยชน์มหาศาล แต่ก็ต้องนำไปใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด และใช้อย่างระมัดระวังเพื่อลดปัญหาผลกระทบของโลก และแหล่งปิโตรเลียมจากธรรมชาติจะค่อย ๆ หมดลงไปในอนาคตการลงทุนขุดค้นปิโตรเลียมต้องลงทุนอย่างสูงในแต่ละครั้ง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว การกำเนิดของปิโตรเลียม การขุดเจาะหาปิโตรเลียม ขั้นตอนในการสำรวจปิโตรเลียมกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่ผ่านการกลั่น เชื้อเพลิงก๊าซ
2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว การกำเนิดของปิโตรเลียม การขุดเจาะหาปิโตรเลียม ขั้นตอนในการสำรวจปิโตรเลียมกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่ผ่านการกลั่น เชื้อเพลิงก๊าซ
3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับการใช้และรักษาสีสิ่งแวดล้อม ด้านเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว และเชื้อเพลิงก๊าซ

4. สารการเรียนรู้

เชื้อเพลิงแข็ง

1. ถ่านหิน (Coal) ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่เกิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์นับล้าน ๆ ปี และเมื่อมีแรงกดดันกับความร้อนใต้พิภพนาน ๆ เข้า ทำให้น้ำและสารระเหยถูกขจัดออกไป อะตอมไฮโดรเจนจะรวมตัวกับอะตอมคาร์บอน เกิดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนขึ้นมาและก็กลายสภาพเป็นถ่านหิน

ถ่านหินยังแบ่งออกได้อีกหลายชนิดตามระยะเวลาและคุณภาพ ดังนี้

- **พีต (Peat)** เป็นถ่านหินที่เกิดจากการสะสมของซากพืชซากสัตว์ในบริเวณที่เป็นแอ่งน้ำ และไม่ได้เกิดจากการทับถมกดอัด ส่วนมากจะพบในที่ราบน้ำท่วมถึง มีปริมาณคาร์บอนอยู่ประมาณ 50-60% พีตจะมีสีน้ำตาลและเนื้อไม่แข็งคล้าย ๆ กับเนื้อไม้ ถ่านนำมาใช้จะให้ความร้อนต่ำและมีควันมาก

- **ลิกไนต์ (Lignite)** เกิดจากพีตที่ต่อมาถูกทับถมให้ลึกลงเรื่อย ๆ มีอายุอยู่ราว ๆ 30-50 ล้านปี ซากพืชสลายตัวหมด ไม่เห็นโครงสร้างของพืช เมื่อได้รับความร้อนและแรงกดดันใต้พิภพก็จะค่อย ๆ กลายสภาพไปเป็นลิกไนต์ ลักษณะเนื้อเหนียวและผิวด้าน มีสีเข้ม มีปริมาณออกซิเจนและความชื้นต่ำประมาณ 7-30% มีปริมาณคาร์บอนสูงกว่าพีตประมาณ 55-60% เมื่อติดไฟมีควันและเถ้าถ่านมาก

- **ซับบิทูมินัส (Subbituminous)** เป็นถ่านหินที่ใช้เวลาในการเกิดนานกว่าลิกไนต์ มีสีน้ำตาลถึงสีดำ ผิวมีทั้งด้านและเป็นมัน มีทั้งเนื้ออ่อนและเนื้อแข็ง แต่มีธาตุคาร์บอนสูงกว่าลิกไนต์

- **บิทูมินัส (Bituminous)** เป็นถ่านหินที่อัดตัวแน่นเนื้อแน่นมากกว่าซับบิทูมินัส มีสีดำมัน มีธาตุคาร์บอนผสมอยู่มากถึง 70-90% มีความชื้นต่ำ ติดไฟได้ดี แต่ยังมีควันมาก

- **แอนทราไซต์ (Anthracite)** เป็นถ่านหินที่ใช้เวลาในการเกิดนานกว่าบิทูมินัส เป็นถ่านหินที่มีคุณภาพดีที่สุดและอยู่ใต้พิภพลึกที่สุดด้วย ทำให้น้ำและสารระเหยต่าง ๆ ในพืชหมดไป มีสีดำมันวาวคล้ายแกรไฟต์ จึงมีธาตุคาร์บอนผสมอยู่มากกว่า 90-98% มีปริมาณออกซิเจนและความชื้นต่ำไม่เกิน 5% ต้องใช้อุณหภูมิสูงมากจึงจะติดไฟได้ เมื่อติดไฟแล้วจะให้เปลวไฟสีน้ำเงิน มีควันน้อย และไม่มีสารอินทรีย์ระเหยออกมาจากการเผาไหม้



(ก) ถ่านหิน เนื้อนุ่มมัน



(ข) ถ่านโค้ก มีรูพรุน



(ค) ถ่านไม้เผาอัดแน่น

รูปที่ 12.1 ชนิดของเชื้อเพลิงแข็ง

เชื้อเพลิงเหลว

1. แอลกอฮอล์ (Alcohol) แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงเหลวชนิดหนึ่งที่สามารถผลิตได้จากพืชพรรณธรรมชาติ เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวฟ่าง ฯลฯ แอลกอฮอล์ให้ค่าความร้อนได้ใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน แต่แอลกอฮอล์มีราคาแพงกว่าน้ำมันเบนซิน เนื่องจากการกลั่นให้ได้แอลกอฮอล์นั้นต้องสิ้นเปลืองพืชพรรณเป็นจำนวนมาก เช่น มันสำปะหลัง 1 ตัน จะสามารถกลั่นแอลกอฮอล์ได้เพียง 150 ลิตร หรืออ้อย 1 ตัน จะสามารถกลั่นแอลกอฮอล์ได้เพียง 60 ลิตร เท่านั้น

2. เชื้อเพลิงเหลวจากปิโตรเลียม เช่น น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซิน น้ำมันโซล่าหรือดีเซล น้ำมันเตา น้ำมันหล่อลื่น ยางมะตอยหรือแอสฟัลต์ เหล่านี้ล้วนเป็นเชื้อเพลิงที่กลั่นมาจากปิโตรเลียม

การกำเนิดปิโตรเลียม

ปิโตรเลียม (Petroleum) คือสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) ซึ่งประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน และคาร์บอน โดยอาจมีหรือไม่มีธาตุโลหะอื่น ๆ เช่น กำมะถัน ออกซิเจน ไนโตรเจน ปะปนอยู่ด้วยก็ได้ มักพบอยู่ในชั้นหินตะกอน (Sedimentary Rocks) พบได้ทั้งในสภาพของแข็ง ของเหลว และก๊าซ จากการทับถมของซากพืชซากสัตว์นับเป็นล้าน ๆ ปี จนกระทั่งเกิดสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ในระยะแรกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจะมีความหนืดสูง เมื่อมีหินตะกอนตกทับถมมากขึ้นจนจมลึกลงไปมาก ๆ ด้วยอิทธิพลของน้ำหนักหินตะกอนและความร้อนใต้พิภพที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีความหนืดสูงค่อย ๆ กลายเป็นน้ำมันและก๊าซไปในที่สุด

การขุดเจาะหาปิโตรเลียมหรือน้ำมันดิบ

การสำรวจหาแหล่งปิโตรเลียมในประเทศไทยเริ่มมีครั้งแรกในปี พ.ศ. 2464 โดยกรมพระกำแพงเพชรอัครโยธิน อธิบดีกรมรถไฟหลวง ได้ว่าจ้างนักธรณีวิทยาชาวอเมริกันมาสำรวจ และพบว่ามีแหล่งน้ำมันดิบอยู่ที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และที่จังหวัดกาฬสินธุ์ ต่อมาใน พ.ศ. 2481 กรมทางหลวงได้เริ่มทดลองขุดเจาะและกลั่นน้ำมันที่ลุ่มแอ่งฝางเป็นระยะเวลา 7 ปี ปรากฏว่าได้น้ำมันมาเพียงเล็กน้อย ช่วงปี พ.ศ. 2490–2499 กรมโลหกิจหรือกรมทรัพยากรธรณีในปัจจุบัน ก็รับช่วงสำรวจแหล่งปิโตรเลียมมาเรื่อย ๆ ในปี พ.ศ. 2516 มีการสำรวจค้นพบก๊าซธรรมชาติจำนวนมากในอ่าวไทยเป็นครั้งแรก และปีต่อ ๆ มา ก็ค้นพบน้ำมันดิบอีกหลายแห่งทั้งบนบกและในทะเล ในปี พ.ศ. 2545 ได้จัดตั้งกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ กระทรวงพลังงาน เพื่อบริหารจัดการเกี่ยวกับปิโตรเลียมโดยตรง ปัจจุบันประเทศไทยมีการสำรวจค้นพบแหล่งปิโตรเลียมแล้วประมาณ 80 แหล่ง และทำการผลิตได้ประมาณ 54 แหล่ง โดยแบ่งออกเป็นแหล่งปิโตรเลียมบนบกจำนวน 25 แหล่ง และในทะเล 29 แหล่ง ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตน้ำมันดิบ 135,000 บาร์เรลต่อวัน ก๊าซธรรมชาติ 2,500 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน และก๊าซธรรมชาติเหลว 90,000 บาร์เรลต่อวัน

ขั้นตอนในการสำรวจปิโตรเลียม

การสำรวจหาแหล่งปิโตรเลียม แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ

1. การสำรวจทางธรณีวิทยา (Geological Exploration)
2. การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ (Geophysical Exploration)
3. การเจาะสำรวจ (Drilling Exploration)

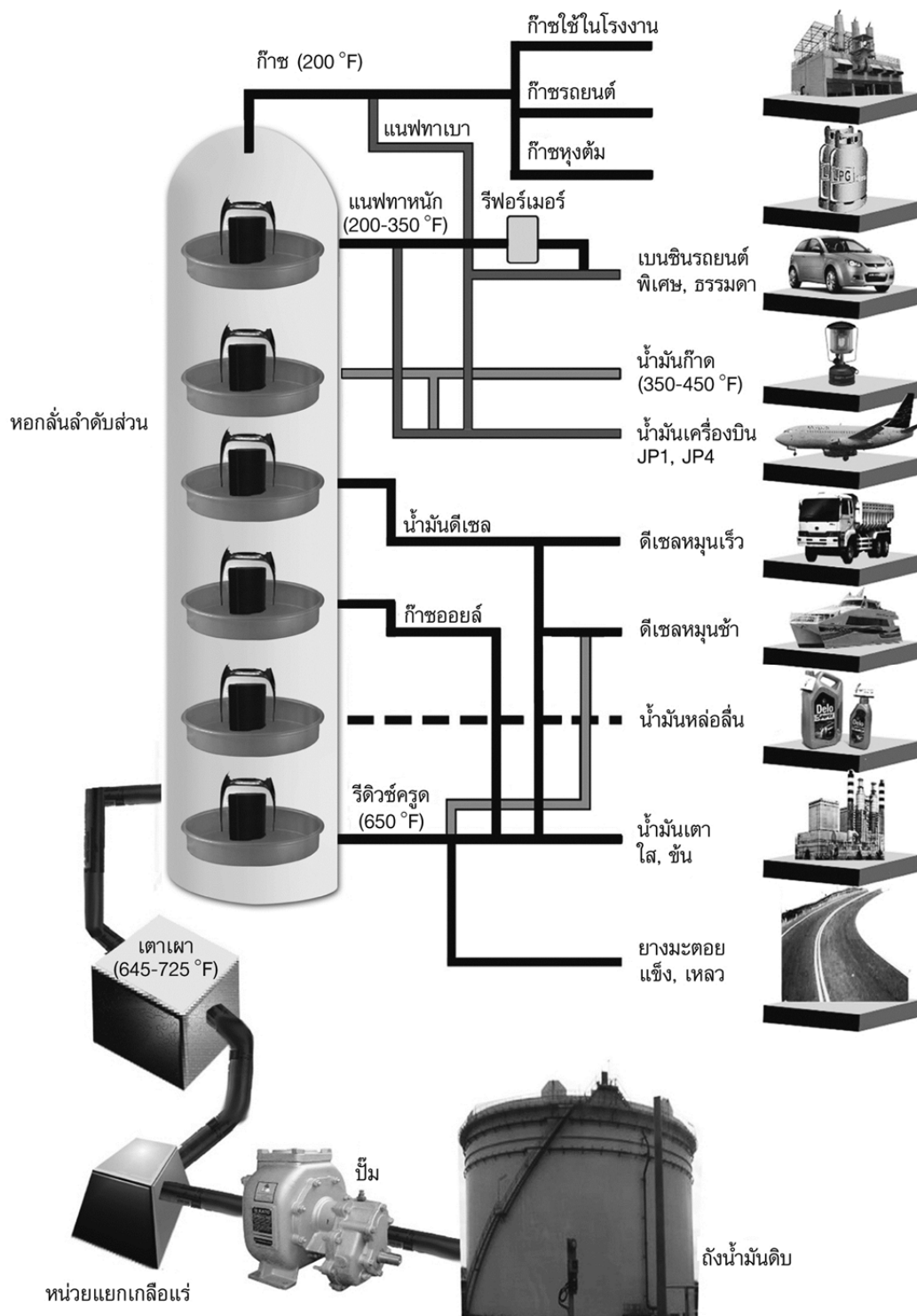
กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ

กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ ประกอบด้วย

1. การแยก (Separation) กรรมวิธีการแยกน้ำมันดิบคือ การแยกส่วนประกอบทางกายภาพโดยวิธีกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation) ในหอกลั่นบรรยากาศน้ำมันจะถูกแยกตัวออกมาตามส่วน ประกอบของไฮโดรคาร์บอนที่มีช่วงจุดเดือดต่างกัน

ก่อนนำน้ำมันดิบเข้ากลั่น ต้องทำการแยกน้ำและเกลือแร่ที่ปนอยู่ออกเสียก่อน จากนั้นจึงส่งน้ำมันดิบผ่านเข้าไปในท่อเหล็กที่เรียงเป็นแถวอยู่ในเตาเผา และมีความร้อนประมาณ 340–385 องศาเซลเซียส น้ำมันดิบส่วนหนึ่งจะเดือดเป็นไอและไหลผ่านเข้าไปในหอกลั่นบรรยากาศซึ่งมีถาดเป็นชั้น ๆ หลายสิบชั้นรองรับไอร้อนที่ลอยขึ้นไปเมื่อเย็นลงก็กลั่นตัวควบแน่น

เป็นของเหลวบนภาตตามชั้นต่าง ๆ และจะอยู่ชั้นใดอยู่ชั้นอยู่กับช่วงจุดเดือดของไฮโดรคาร์บอนส่วนนั้น นับตั้งแต่ก๊าซ แนฟทา (Naphtha) น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล ส่วนที่หนักหกล้านไม่ระเหยยังคงเป็นของเหลว ได้แก่ น้ำมันเตา น้ำมันหล่อลื่น และส่วนที่หนักที่สุดเมื่อนำไปผ่านกรรมวิธีทำให้แข็งขึ้นก็จะได้เป็นแอสฟัลต์หรือยางมะตอย ส่วนต่าง ๆ ที่แยกตัวออกมาทาง ท่อข้างหกล้านนี้เรียกว่า ผลิตภัณฑ์กลั่นตรง (Straight Run)



รูปที่ 12.2 กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ

(ที่มา : เอกสารแนะนำของ ปตท.)

2. การเปลี่ยนโครงสร้าง (Conversion) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเป็นกรรมวิธีทางเคมี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์กลั่นตรมมีคุณสมบัติตามต้องการมากยิ่งขึ้น กรรมวิธีเหล่านี้ เช่น การทำให้โมเลกุลของส่วนหนักแตกตัวเป็นน้ำมันที่เบา โดยวิธีความร้อน (Thermal Cracking) หรือใช้ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Cracking)

3. การปรับปรุงคุณภาพ (Treating) น้ำมันดิบโดยทั่วไปจะมีสิ่งที่ไม่ต้องการเจือปนอยู่ จึงต้องมีการจัดสรรแปรรูปออกมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกำมะถันด้วยการฟอกตัวด้วยไฮโดรเจนหรือโซดาไฟ

4. การผสม (Blending) เป็นการนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการข้างต้นมาปรุงแต่งหรือเติมสารที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปตามมาตรฐานที่กำหนด เช่น ผสมน้ำมันเบนซินให้ได้ค่าออกเทน (Octane) สูง หรือผสมน้ำมันเตาที่ขึ้นเหนียวกับน้ำมันที่เบากว่าเพื่อให้ได้ความหนืดตามต้องการ เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่ผ่านการกลั่น

ปิโตรเลียมหรือน้ำมันดิบ เมื่อผ่านกระบวนการกลั่นแล้ว ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

1. น้ำมันเบนซิน (Benzene Oil) เบนซิน เป็นการเรียกตามประเทศในแถบยุโรป แต่ในสหรัฐอเมริกาและแคนาดาเรียกว่า แก๊สโซลีน (Gasoline) และในประเทศเครือจักรภพอังกฤษเรียกว่า เพทรอล (Petrol) การกลั่นน้ำมันดิบจะทำให้ได้น้ำมันเบนซินมาเพียง 20% เท่านั้น ในขณะที่ความต้องการใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์มีสูงถึง 89% ดังนั้นจึงต้องนำน้ำมันเตาไปผ่านกรรมวิธีกลั่นอีกครั้งก็จะได้น้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้นมาอีกรวมเป็น 50–60% ของปริมาณน้ำมันดิบทั้งหมด จากนั้นก็นำไปผ่านกระบวนการปรุงแต่งให้ได้ค่าออกเทนสูง ๆ ต่อไป น้ำมันเบนซินมีจุดเดือดต่ำหรือสามารถติดไฟได้ง่าย มีจุดวาบไฟที่ต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียส จึงต้องระมัดระวังให้ดีเพราะจัดเป็นสารไวไฟ ติดไฟได้ง่ายและเร็ว

2. น้ำมันก๊าด (Kerosene Oil) หรือเรียกว่า เคโรซีน มีลักษณะขาวใส มีจุดเดือดอยู่ที่ 150–300 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติไวไฟปานกลาง แต่ถ้ามีละอองเล็ก ๆ ลอยอยู่ในอากาศประมาณ 2–6% ก็อาจจะลุกติดไฟได้ที่อุณหภูมิเพียง 30 องศาเซลเซียส น้ำมันก๊าดนิยมใช้ในการจุดตะเกียง เตาทูมเตาเผาในโรงงานอุตสาหกรรม

3. น้ำมันดีเซล (Diesel Oil) หรืออาจเรียกว่า น้ำมันโซล่า เป็นน้ำมันที่ไม่ระเหยง่ายและไวไฟเท่ากับน้ำมันเบนซิน เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่มีแรงอัดสูง (High Compression) เครื่องยนต์ดีเซลจะจุดระเบิดด้วยวิธีการอัดอากาศในกระบอกสูบถึง 30–45 บรรยากาศ ทำให้อากาศที่ถูกอัดร้อนถึง 500–600 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงฉีดน้ำมันดีเซลเข้าไปจุดระเบิดและเผาไหม้ได้เอง โดยไม่มีความจำเป็นต้องใช้หัวเทียน

4. น้ำมันเตา (Fuel Oil) หมายถึงน้ำมันทุกชนิดที่นำมาปรับปรุงคุณภาพ เพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ เช่น น้ำมันโซล่า หรือน้ำมันก๊าดที่ใช้ในเตาเผาเพื่อให้ได้ความร้อน การจุดน้ำมันเตาจะใช้วิธีฉีดพ่นเป็นฝอยโดยเครื่องเป่าลมเข้าไปในเตาซึ่งจะช่วยให้เกิดการเผาไหม้ได้ดี น้ำมันเตาจะมีทั้งชนิดใส ข้นปานกลางและข้นมาก

5. น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oil) เป็นน้ำมันดิบที่ผ่านการกลั่นแล้วเหลือ ส่วนที่เป็นของหนักตกอยู่ที่ก้นหอกกลั่น นำน้ำมันส่วนนี้ไปผ่านกรรมวิธีกลั่นอีกครั้งเพื่อขจัดสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกไป จากนั้นนำไปผสมสารเพิ่มคุณภาพ (Additives) ตามต้องการ ขึ้นอยู่กับว่าเป็นน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้กับเครื่องจักรกลชนิดใด

6. ยางมะตอย (Asphalt) หรือเรียกว่า แอสฟัลต์ แอสฟัลต์เป็นส่วนประกอบหลักของน้ำมันดิบที่เมื่อกลั่นแล้วไม่ระเหยจึงตกอยู่ที่ก้นหอกกลั่น แอสฟัลต์จึงจัดเป็นวัสดุประเภทปิโตรนิส ซึ่งประกอบด้วยบิทูเมน (Bitumen) และจัดเป็นวัสดุไฮโดรคาร์บอนที่สามารถละลายได้ในสารคาร์บอนไดออกไซด์ แอสฟัลต์จะมีสีดำ มีความเหนียวหนืดกึ่งแข็ง มีส่วนประกอบโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนที่ซับซ้อนและมีอะตอมอื่น ๆ เช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ ความเหนียวของแอสฟัลต์ช่วยให้ยึดเกาะกับอนุภาควรรวมได้ดี มีคุณสมบัติทนกรดด่าง กันน้ำซึมผ่านได้ และจัดเป็นวัสดุประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic)



รูปที่ 12.3 แอสฟัลต์ตักคอนกรีตในงานก่อสร้างถนนลาดยาง

7. น้ำมันก๊าดโซฮอล (Gasohol) เกิดจากการนำเอาน้ำมันเบนซินพื้นฐาน (Gasoline Base) ไปผสมกับเอทานอล (Ethanol) ในสัดส่วน 10% จะได้เป็นน้ำมันก๊าซโซฮอล 91 และก๊าซโซฮอล 95 แต่ถ้าผสมเอทานอล (Ethanol) ในสัดส่วน 20% และ 85% ก็จะได้ชื่อเรียกเป็นน้ำมันก๊าซโซฮอล E20 และก๊าซโซฮอล E85 ช่วยให้เราค่าน้ำมันถูกลง

8. น้ำมันไบโอดีเซล (Bio Diesel) ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตได้จากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ เช่น ปาล์ม มะพร้าว ถั่วเหลือง ทานตะวัน เมล็ดเรป (Rape Seed) สบู่ดำ หรือน้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ ที่ผ่านการใช้งานแล้ว นำมาทำปฏิกิริยาทางเคมีทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน (Transesterification) ของไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ที่อยู่ในน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ร่วมกับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล จนเกิดเป็นสารเอสเตอร์ (Ester) ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล จึงเรียกว่าไบโอดีเซล (B100) และนำไปผสมกับน้ำมันดีเซลจากปิโตรเลียมด้วยสัดส่วนต่าง ๆ ก็จะได้เป็น *น้ำมันไบโอดีเซล*

9. น้ำมันจากขยะพลาสติก ปัญหาขยะมูลฝอยชุมชน ทำให้สภาพแวดล้อมชุมชนเสื่อมโทรมลง เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบของขยะ พบว่าจะมีขยะพลาสติกประมาณ 18% คิดเป็นปริมาณ 3.75 ล้านตัน/ปี โดยสามารถนำมาแปรรูปเป็นน้ำมันไพโรไลซิสได้

เชื้อเพลิงก๊าซ

เชื้อเพลิงก๊าซ (Gaseous Fuels) แบ่งออกได้ 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) ก๊าซธรรมชาติเกิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์เป็นเวลาล้าน ๆ ปี ก๊าซธรรมชาติก็คือ ปิโตรเลียมที่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนนั่นเอง แต่อยู่ในสภาพที่เป็นก๊าซ ก๊าซธรรมชาติมีองค์ประกอบส่วนใหญ่คือ มีเทน (CH_4) ซึ่งมีน้ำหนักเบาที่สุดและจุดเดือดต่ำที่สุด ในการขุดเจาะหาปิโตรเลียมมักจะพบปิโตรเลียมที่อยู่ในสภาพของก๊าซมากกว่าพบเป็นน้ำมันดิบ

ก๊าซธรรมชาติสามารถแบ่งหลัก ๆ ได้อีก 2 รูปแบบคือ

- ก๊าซล้วน (Dry Gas) หมายถึงก๊าซธรรมชาติที่ไม่มีส่วนผสมของก๊าซธรรมชาติเหลว จะมีแต่เฉพาะก๊าซมีเทนเกือบร้อยเปอร์เซ็นต์ ทำให้มีราคาสูงกว่าก๊าซธรรมชาติชนิดอื่น ๆ
- ก๊าซเหลว (Wet Gas) หมายถึงก๊าซธรรมชาติที่มีส่วนประกอบหลักเป็นพวกก๊าซธรรมชาติเหลว ได้แก่ โพรเพน บิวเทน เพนเทน และเฮกเซน ก๊าซเหลวนี้นี้จะกลายเป็นของเหลวได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำและความดันสูง (Condensate) ต้องถูกนำมาอัดเป็นของเหลวบรรจุถังเพื่อความสะดวกในการจัดเก็บ

ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายชนิด เป็นเชื้อเพลิงที่มีการเผาไหม้ที่สะอาดกว่าเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลทุกชนิด เมื่อแยกแล้วจะได้ก๊าซต่าง ๆ ดังนี้

- **ก๊าซมีเทน (Methane), (C_1)** ก๊าซมีเทนเป็นก๊าซที่มีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าอากาศ จึงมีน้ำหนักเบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปตามบรรยากาศอย่างรวดเร็ว เหมาะสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยเคมี หรือใช้บรรจุใส่ถังในรูปก๊าซธรรมชาติอัดโดยใช้ความดันสูง

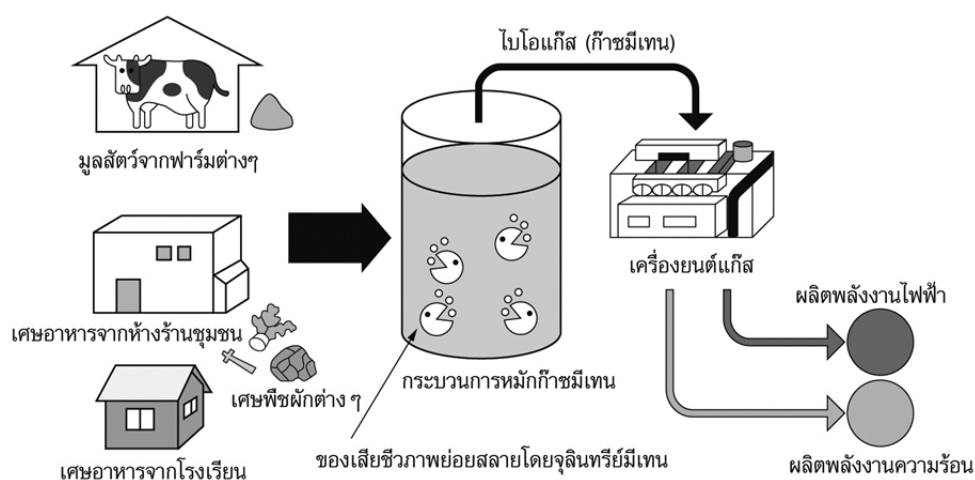
- **ก๊าซอีเทน (Ethane), (C_2)** เป็นก๊าซส่วนที่เบาที่สุด สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ

ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น ระยะที่ 1 (NPC 1) เพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

- **ก๊าซโพรเพน (Propane), (C_3) และก๊าซปิโตรเลียม ($C_3 + C_4$)** ก๊าซโพรเพน ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น ระยะที่ 1 (NPC 1) ส่วนก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas; LPG) ใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน ก๊าซหุงต้ม และก๊าซในรถยนต์ ก๊าซเหลว LPG เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น (แต่เราได้กลิ่นเหม็น เพราะมีการเติมสารเอทิลเมอร์แคปแทน เข้าไปเพื่อเตือนภัยถ้ามีก๊าซรั่ว) ไม่มีพิษ มีจุดเดือดต่ำติดไฟได้ง่าย ติดไฟได้เองที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส มีอัตราการขยายตัวสูง ให้ค่าความร้อนที่อุณหภูมิเผาไหม้ 25 องศาเซลเซียส อยู่ที่ระหว่าง 11,700–11,900 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม เบากว่าน้ำ หนักกว่าอากาศ 1.5–2 เท่า

- **ก๊าซธรรมชาติเหลว (C_5^+)** ใช้กลั่นเป็นน้ำมันสำเร็จรูป ใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น ระยะที่ 2 (NPC 2)

- **ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)** ใช้ในอุตสาหกรรมการถนอมอาหาร โดยการนำไปผลิตคาร์บอนไดออกไซด์เหลว (น้ำแข็งแห้ง)



รูปที่ 12.4 ลักษณะการหมักก๊าซชีวภาพ

2. ก๊าซชีวภาพ (Biogas) หรือเรียกว่า **ไบโอแก๊ส** เป็นก๊าซที่ผลิตได้จากการหมักย่อยสลายของมูลสัตว์ หรือเศษซากพืช เศษหญ้า เศษอาหารขยะชีวภาพ เป็นต้น นำมาหมักในบ่อที่จัดเตรียมไว้ในสภาวะที่มีออกซิเจนน้อย มีที่ครอบปิดมิดชิดไม่ให้ก๊าซรั่วได้ เป็นระยะเวลาประมาณ 2 เดือน ก็จะเกิดเป็นก๊าซขึ้น

ก๊าซชีวภาพ คือ ก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยกลุ่มจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria Group) ในสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไร้อากาศนี้ จะทำหน้าที่ร่วมกันเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ที่เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมัน ให้เป็นสารโมเลกุลที่มีขนาดเล็กลงและเปลี่ยนรูปให้เป็นกรดอินทรีย์ และแปรรูปไปเป็นก๊าซชีวภาพในที่สุด

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 12
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ในบทการเรียนรู้ที่ 12 เรื่องเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว การกำเนิดของปิโตรเลียม การขุดเจาะหาปิโตรเลียม ขั้นตอนในการสำรวจปิโตรเลียมกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่ผ่านการกลั่นเชื้อเพลิงก๊าซ

4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 12 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 12 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 12 เรื่องเชื้อเพลิงและปิโตรเลียม ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 12 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 12
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 12
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาประเมินร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีข้อบกพร่อง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 12 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตามสภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ

- (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

2. งานที่มอบหมาย

- (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 12
(2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 12

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน

(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

การประเมินผล

บทที่ 12 เชื้อเพลิงและปิโตรเลียม

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 12 เชื้อเพลิงและปิโตรเลียม							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 30106 - 0007				วิทยาลัย			
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....				ครู			
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบ ทดสอบ		**คะแนนแบบ ประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้	คะแนน เต็ม	คะแนน ทำได้		
1	เชื้อเพลิงแข็ง						
2	เชื้อเพลิงเหลว						
3	การกำเนิดของปิโตรเลียม						
4	การขุดเจาะหาปิโตรเลียม						
5	ขั้นตอนในการสำรวจปิโตรเลียม						
6	กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ						
7	ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่ผ่านการกลั่น						
8	เชื้อเพลิงก๊าซ						
9							
10							
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13	บทที่ 13
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท ยางและพลาสติก	สอนครั้งที่ 14/16
ชื่อเรื่อง ยางและพลาสติก	จำนวน 2 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 ยาง
- 1.2 ผลิตภัณฑ์ยางในงานก่อสร้าง
- 1.3 พลาสติก
- 1.4 ผลิตภัณฑ์พลาสติกในงานก่อสร้าง

2.สาระสำคัญ

เทคโนโลยีด้านวัสดุยางและพลาสติกได้พัฒนาก้าวหน้าไปมากในปัจจุบันนี้ ยางและพลาสติกได้นำมาประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ มากมาย สำหรับในชีวิตประจำวันเราจะพบผลิตภัณฑ์จากยาง เช่น ยางลบดินสอ ของเล่นเด็ก ลูกโป่ง ยางรัดของ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ยางในอุตสาหกรรม เช่น ยางล้อรถยนต์ ท่อยางน้ำมัน ยางขอบกระจกรยนต์ ปะเก็นยางเครื่องจักร แผ่นยางกันซึม เป็นต้น

สำหรับผลิตภัณฑ์จากพลาสติกในชีวิตประจำวัน เช่น มือจับกาน้ำร้อน ถังใส่โอเลี้ยง ขวดน้ำดื่ม ถ้วยชาม เป็นต้น ผลิตภัณฑ์พลาสติกในอุตสาหกรรม เช่น ฟิล์มถ่ายรูป ตู้โชว์สินค้า พวงมาลัยรถยนต์ เครื่องโทรศัพท์ ฝาครอบปิดหน้าต่างมวกกันน็อก เรือยนต์ พัดลม เป็นต้น

เราจะเห็นได้ว่ายางและพลาสติกเข้ามามีบทบาททั้งในชีวิตประจำวันและทั้งในอุตสาหกรรมทุกแขนง ในอุตสาหกรรมก่อสร้างก็เช่นเดียวกัน มีการนำเอาวัสดุยางและพลาสติกมาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างมากมายหลายส่วน เมื่อมีวัสดุกระจกหลายชนิดหลายรูปแบบมากขึ้น จึงต้องเรียนรู้คุณสมบัติของวัสดุ เทคนิคการติดตั้ง ข้อควรระวังในการติดตั้งแต่ละชนิด ข้อดี ข้อด้อยและความเหมาะสมในการเลือกใช้แต่ละรูปแบบ เป็นต้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับยาง ผลิตภัณฑ์ยางในงานก่อสร้าง พลาสติก ผลิตภัณฑ์พลาสติกในงานก่อสร้าง
2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้และกระบวนการเกี่ยวกับยาง ผลิตภัณฑ์ยางในงานก่อสร้าง พลาสติก ผลิตภัณฑ์พลาสติกในงานก่อสร้าง
3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับการใช้และรักษาสິงแวดล้อม ด้านผลิตภัณฑ์ยางในงานก่อสร้าง และผลิตภัณฑ์พลาสติกในงานก่อสร้างได้อย่างถูกต้อง

4. สารการเรียนรู้

ยาง

ยาง (Rubber) เป็นพอลิเมอร์ที่น้ำหนักโมเลกุลสูงมากชนิดหนึ่ง มีคุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่น มีความยืดหยุ่นสูง (Elasticity) สามารถดึงให้ยืดได้มากกว่าเดิมหลายเท่าตัวและหดกลับได้เหมือนเดิม มีความทนต่อการฉีกขาด (Tear Resistance) มีความต้านทานต่อการล้าตัว (Fatigue Resistance) มีความต้านทานต่อการขัดถู (Abrasion Resistance) ป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้ดี ใช้รองรับการสั่นสะเทือนได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี เป็นต้น

แหล่งผลิตยางแบ่งออกได้ 2 ชนิดหลัก ๆ คือ

1. ยางธรรมชาติ (Natural Rubber; NR)

ยางธรรมชาติเป็นยางที่ผลิตมาจากการกรีดยางพารา น้ำยางสดที่กรีดยางได้จะมีเนื้อยางแขวนลอยอยู่ประมาณ 30-40% จากนั้นนำน้ำยางสดไปผ่านกระบวนการปั่นด้วยการเติมกรด Acetic Acid ลงไปเพื่อให้เกิดการตกตะกอนเป็นน้ำยางที่ข้นเรียกว่า *น้ำยางดิบ* และเติมสารแอมโมเนียลงไปเพื่อช่วยรักษาสภาพน้ำยางดิบให้อยู่ได้นาน น้ำยางดิบที่ได้มาเมื่อเติมกรดลงไปอีกก็จะทำให้น้ำยางจับตัวกันเป็นแผ่น จากนั้นนำแผ่นยางไปเข้าเครื่องรีดให้เป็นแผ่นบางและนำไปตากแดดเพื่อไล่ความชื้น แล้วนำไปเข้าห้องอบรมควันที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 วันซึ่งจะได้เป็นแผ่นยางรมควัน พร้อมทั้งจะส่งออกไปจำหน่ายเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ต่อไป

2. ยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber; SR)

ยางสังเคราะห์ หรืออาจเรียกว่า *ยางเทียม* ผลิตขึ้นมาเพราะเป็นผลสืบเนื่องมาจากการขาดแคลนยางธรรมชาติในช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง ทำให้นักวิทยาศาสตร์ต้องคิดค้นวัสดุทดแทนโดยใช้น้ำมันปิโตรเลียม ถ่านหิน พืชเกษตร ใช้หลักการทางเคมีสร้างปฏิกิริยาเกิดเป็นโมเลกุลใหม่มีสว่นคล้ายกับพลาสติก แต่โมเลกุลของยางเทียมจะไม่ต่อกันเป็นโซ่ตรงเหมือนกับพลาสติก จึงสามารถพับไปมาได้ มีความยืดหยุ่นได้เหมือนยาง ทนทานต่อสารละลายได้ดีขึ้น เช่น ใช้ทำสายยางท่อเบนซินในรถยนต์ เป็นต้น

ยางสังเคราะห์ ผลิตขึ้นมาหลายประเภทดังนี้

- **ยางบิวทาไดอีน (Butadiene Rubber, BR)** โดยทั่วไปยางนี้จะใช้ผสมกับยางธรรมชาติและยางสไตรีนบิวทาไดอีน เพื่อให้มีคุณสมบัติที่ทนต่อการขีดสีหรือสึกหรอได้สูง มีคุณสมบัติเชิงกลได้ดี เนื้อยางแน่นมีความยืดหยุ่นได้ดี ทนทานต่อการฉีกขาดได้ดี มีความเป็นฉนวนสูงและมีสมบัติการหักงอที่อุณหภูมิต่ำได้ดี มีความทนต่อแรงดึงต่ำและไม่ทนต่อน้ำมันหรือตัวทำละลาย เราจะพบผลิตภัณฑ์ยางชนิดนี้ เช่น ยางล้อรถยนต์ ยางรองแท่นเครื่องกันสะเทือน เป็นต้น

- **ยางสไตรีนบิวทาไดอีน (Styrene Butadiene Rubber; SBR)** เป็นยางที่ใช้กันมากที่สุดในโรงงานอุตสาหกรรม ประกอบด้วยยางสไตรีนโมโนเมอร์ประมาณ 25% และยางบิวทาไดอีนโมโนเมอร์ประมาณ 75% และเติมสารเสริมแรง (Reinforcing Filler) เช่น เขม่าดำ เพื่อช่วยใหยางมีคุณสมบัติรับแรงดึงได้ดีขึ้น ทนทานต่อการขีดสีได้ดีขึ้น แต่จะไม่ทนต่อการฉีกขาด มีความเป็นฉนวนสูง เป็นยางที่ทนต่อน้ำมันปิโตรเลียมและตัวทำละลายไฮโดรคาร์บอนได้ดี ผลิตภัณฑ์ยางชนิดนี้ เช่น ฉนวนหุ้มสายไฟ พื้นรองเท้า ท่อยาง สายพาน บรรจุภัณฑ์อาหาร เป็นต้น



รูปที่ 13.1 ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของยาง

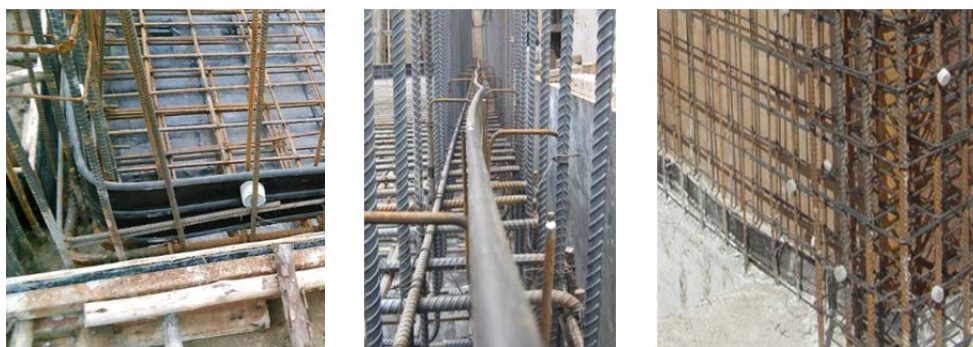
ผลิตภัณฑ์ยางในงานก่อสร้าง

จากข้อดีต่าง ๆ ของวัสดุยางที่กล่าวมา จึงถูกนำมาพัฒนาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมงานก่อสร้างหลายชนิด ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ ๆ บางชนิดเท่านั้น ดังนี้

1. แผ่นยางกันน้ำหรือแผ่นยางหยุดน้ำ

แผ่นยางกันน้ำ หรือเรียกว่า *Water Stop Rubber* เป็นผลิตภัณฑ์ยางสังเคราะห์ชนิดยางเอทิลีนโพรพิลีนไดอีน นำมาใช้เป็นแถบยางกันน้ำหรือหยุดน้ำที่อาจรั่วซึมเข้ามาในระหว่างรอยต่อของงานคอนกรีต

ความกว้างของแผ่นยางกันน้ำ จะมีขนาดกว้าง 4, 6, 8, 10 และ 12 นิ้ว และความยาวต่อม้วน จะยาว 20 และ 25 เมตร โดยทั่วไปจะเลือกใช้เท่ากับหรือไม่น้อยกว่าความหนาของผนังหรือความหนาของพื้นนั้น ๆ ลักษณะลายของแผ่น *Water Stop* จะช่วยในการเกาะยึดกับคอนกรีตและมีผลต่อการกันการไหลซึมของน้ำที่รอยต่อนั้น ๆ ได้ดีขึ้นด้วย ปัจจุบันมีการผลิตด้วยวัสดุ PVC ด้วยเรียกว่า แผ่นกันน้ำ *Water Stop PVC*



รูปที่ 13.2 แผ่นยาง *Water Stop* ที่ติดตั้งแล้วในงานก่อสร้าง

2. แผ่นยางกันซึม

ในการก่อสร้างห้องใต้ดิน อาคารจอดรถใต้ดิน ถังเก็บน้ำใต้ดิน น้ำใต้ดินเป็นปัญหาที่สำคัญที่ต้องระมัดระวังเนื่องจากน้ำใต้ดินจะมีแรงดัน ดังนั้นคอนกรีตที่ใช้เทพื้นและผนังที่อยู่ใต้ดินจึงต้องเป็นคอนกรีตที่มีคุณสมบัติกันน้ำ มีการใช้เครื่องสั่นจี้คอนกรีตให้ทั่วถึง ความหนาคอนกรีตต้องเพียงพอ แต่ในงานก่อสร้างโดยทั่วไปมักจะมีการควบคุมดูแลตรวจตราไม่ทั่วถึง หรือมีการก่อสร้างที่ต่ำกว่ามาตรฐานในบางส่วน ทำให้เป็นจุดบกพร่องที่น้ำบริเวณนั้นจะพยายามซึมผ่านเข้ามา ดังนั้นการเลือกใช้แผ่นยางกันซึม (*Waterproofing Membrane*) ไปก่อนได้พื้นก่อนที่จะเทคอนกรีตพื้น หรือเมื่อเทคอนกรีตผนังใต้ดินเสร็จก็ปูแผ่นยางกันซึมที่ผนังด้านนอกแล้วจึงกลบทรายให้เต็ม ก็จะเป็นวิธีการป้องกันการรั่วซึมของน้ำใต้ดินได้เป็นอย่างดี เพราะการแก้ไขปัญหาน้ำรั่วซึมในอาคารใต้ดินในภายหลังจะเสียค่าใช้จ่ายที่สูงมาก



รูปที่ 13.3 การติดตั้งแผ่นยางกันซึมผนังใต้ดิน



รูปที่ 13.4 การติดตั้งแผ่นยางกันซึมบนพื้นดาดฟ้า

พลาสติก

พลาสติก (Plastic) เป็นวัสดุพหุศาสตร์อีกชนิดหนึ่งที่มนุษย์เรามีใช้กันอยู่ทุกวัน พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่น มีความแข็งแรงในตัว ทำให้ยืดหยุ่นได้ มีความเหนียว ทนทานต่อความร้อน ทนต่อการสึกหรอ ทนต่อการกัดกร่อนของกรดและด่าง เป็นฉนวนไฟฟ้า เป็นวัสดุไม่ติดไฟ มีผิวมันลื่น ทึบน้ำ น้ำหนักเบา ปรับเป็นสีต่าง ๆ ได้ เป็นต้น

โครงสร้างเส้นใยของพลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. พลาสติกคงรูป (Thermo Settings)

พลาสติกคงรูป หมายถึงพลาสติกที่ผ่านกรรมวิธีการขึ้นรูปด้วยความร้อน และทำให้แข็งด้วยการเติมสารเคมีลงไป ทำให้พลาสติกเกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า *Polymerization* ก่อให้เกิดสารประกอบใหม่ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลมากขึ้นกว่าเดิม และโมเลกุลจะเกาะตัวกันอย่างไม่มีระเบียบ โดยโครงสร้างโมเลกุลจะยึดเหนี่ยวกันแบบร่างแห เป็นผลให้พลาสติกชนิดนี้เมื่อแข็งตัวแล้วจะไม่สามารถนำมาหลอมใหม่ได้เปรียบเสมือนไข่ไก่ที่ต้มสุกแล้ว จะไม่สามารถทำให้กลับไปเหลวได้อย่างเดิม แต่ทนความร้อนได้ดีและติดไฟได้ยาก

พลาสติกคงรูป ผลิตขึ้นมาในหลายรูปแบบหลายชนิด ดังนี้

- **อีพอกซี (Epoxy)** อีพอกซีมีน้ำหนักปานกลาง มีค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.1–1.8 เป็นสารเรซินที่ใช้กันแพร่หลายในรูปของกาวสารพัดประโยชน์ และใช้ทำแผ่นไฟเบอร์กลาสสำหรับทำแบบหล่อแม่พิมพ์ อีพอกซีมีคุณสมบัติพิเศษหลายประการ เช่น สามารถติดแนบกับวัสดุต่าง ๆ ได้ดีไม่ว่าจะเป็นโลหะ แก้ว ยาง พลาสติก เซรามิก มีความอ่อนตัวสูง รับแรงดึงได้ดี รับแรงกระแทกได้ดี หดตัวน้อย เป็นฉนวนไฟฟ้า ทนความร้อนได้สูง ทนต่อการขีดสี ทนกรดทนด่าง ดูดซึมน้ำน้อย ในงานก่อสร้างเราใช้อีพอกซีในการซ่อมโครงสร้างอาคารที่แตกร้าว ใช้เคลือบผิวพื้นโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อป้องกันการขีดสีขีดข่วน ใช้เป็นไฟเบอร์กลาสหุ้มท่อป้องกันความร้อน ใช้สำหรับยึดเหนี่ยวเหล็กเสริมพิเศษกับคอนกรีต เป็นต้น

- **พอลิยูรีเทน (Poly-Urethane)** พอลิยูรีเทนมีทั้งในรูปของแข็ง ของเหลว และพองน้ำมีน้ำหนักเบามาก มีค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.15–1.20 มีคุณสมบัติพิเศษหลายประการ เช่น ถ้าอยู่ในรูปแข็งตัวจะทนทานต่อการสึกกร่อน มีความเหนียว ทนทานต่อสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้า ทนความร้อน ไม่ติดไฟ แต่ยอมให้คลื่นวิทยุ เรดาร์หรือเอกซเรย์ (X-ray) ผ่านได้ ถ้าอยู่ในรูปของโฟมจะเก็บเสียงได้ รับแรงสั่นสะเทือนได้ ทนความร้อนและความเย็นได้ ผลึกภัณฑ์ของพอลิยูรีเทนถ้าอยู่ในลักษณะของโฟมอ่อน เช่น พองน้ำเบาเรยยนต์ เบาะที่นอน เบาะเฟอร์นิเจอร์ ยางที่ใช้รองพรมปูพื้น ใช้เป็นแผ่นกันเสียงในผนัง แต่ถ้าผลึกภัณฑ์อยู่ในรูปโฟมแข็งเราจะพบได้จาก โฟมในตู้เย็น ห้องแช่แข็งเพื่อเก็บความเย็น ถ้าเป็นโฟมเหลวจะใช้ฉีดได้หลังคาเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนแผ่ลงมาในอาคาร



(ก) ฉีดอัดเหล็กเส้นด้วยกาวยูรีเทน (ข) ฉีดซิลิโคนเพื่อยานวรอยต่ออาคาร (ค) ผนังโฟมกันร้อนพอลิยูรีเทน

รูปที่ 13.5 ตัวอย่างผลึกภัณฑ์จากพลาสติกคงรูป (Thermo-settings)

2. พลาสติกเปลี่ยนรูป (Thermo Plastics)

พลาสติกเปลี่ยนรูป เป็นพลาสติกที่มีโครงสร้างโมเลกุลแบบสายโซ่ตรง มีความยืดหยุ่นและมีความหนาแน่นสูง เมื่อหลอมขึ้นรูปไปแล้วสามารถนำกลับมาหลอมใหม่ได้ และหลอมขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใช้งานได้ใหม่ต่อไป แต่ถ้านำกลับมาหลอมใหม่หลาย ๆ ครั้ง โครงสร้างเส้นใยก็ต้องเสื่อมคุณภาพไปเรื่อย ๆ ข้อด้อยของพลาสติกชนิดนี้คือ จะเสื่อมคุณภาพได้ง่ายเมื่อต้องสัมผัสกับแสงอัลตราไวโอเลตนาน ๆ

พลาสติกเปลี่ยนรูป ผลิตขึ้นมาในหลายรูปแบบหลายชนิด ดังนี้

- **อะคริลิก (Acrylic)** หรืออาจเรียกว่า **พอลิกลาส (Polyglass)** มีน้ำหนักปานกลาง มีค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.1–1.2 เป็นพลาสติกชนิดใส มีความแข็ง ทนทานต่อรอยขีดข่วน ทนทานต่อแสง UV เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ ทนต่อสารเคมีอ่อน ๆ ได้ แต่ไม่ควรให้ถูกกับน้ำมันเบนซิน อะซิโตน คลอโรฟอร์มหรือกรดออกซิไดซิงก์เข้มข้น อะคริลิกมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เช่น แผ่นป้ายโฆษณา ตู้โชว์สินค้า แวนตา โคมไฟ กล้องครอบโมเดล จานขามชนิดใส สเปรย์พ่นเคลือบสี กรอบรูป กรอบพระ แผ่นหลังคาลอนใส เป็นต้น

- **ไวนิล (Vinyl)** ไวนิลเป็นพลาสติกที่ประกอบด้วยกลุ่มของพอลิไวนิลชนิดต่าง ๆ ถึง 7 ชนิดคือ

- Polyvinyl Chloride, PVC มีคุณสมบัติที่เหนียว ทนทานต่อสารเคมี ผิวเรียบทำความสะอาดได้ง่าย แต่ไม่ทนทานต่อแสง UV ผลึกภัณฑ์ที่เราพบเห็นทั่วไป เช่น ท่อประปา ท่อระบายน้ำ กระเบื้องยาง ของเด็กเล่นในสนาม แผ่นพลาสติกห่อปกหนังสือ แผ่นพลาสติกบาง ๆ ปูกันซึมใต้พื้นคอนกรีต ปูพื้นในงานฝายกักเก็บน้ำ ใช้ในการคลุมเรือนเพาะชำในงานเกษตร เป็นต้น



(ก) อุโมงค์อะคริลิกในพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ



(ข) ลูกรอกในลอนในงานชักรอกสิ่งของ



(ค) แผ่นหลังคาโพลีคาร์บอเนต

รูปที่ 13.6 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากพลาสติกเปลี่ยนรูป (Thermo-plastics)

ผลิตภัณฑ์พลาสติกในงานก่อสร้าง

จากข้อดีต่าง ๆ ของวัสดุพลาสติกที่กล่าวมา จึงถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมงานก่อสร้างหลายชนิด ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ ๆ บางชนิดเท่านั้น ดังนี้

1. แผ่นพลาสติกปูพื้นก่อนเทคอนกรีต (Plastic Lining Sheet) งานคอนกรีตพื้นวางบนดินในบางท้องที่มีอัตราการซึมของน้ำใต้ดินสูง อาจทำให้พื้นคอนกรีตนั้นต้องดูดซับความชื้นไว้ตลอดเวลา โดยเฉพาะพื้นคอนกรีตที่อยู่ต่ำกว่าระดับดินเดิม เช่น ห้องใต้ดิน ส่งผลให้พื้นอาคารนั้นเหม็นอับ เกิดเชื้อราหรือเกิดตะไคร่น้ำ จัดวางสิ่งของบนพื้นที่ขึ้นไม่ได้ เกิดปัญหาน้ำรั่วซึมขึ้นมา จึงต้องเลือกใช้แผ่นพลาสติกบางปูรองพื้น โดยจะปูแผ่นได้ต้องรอให้ผ่านการบดอัดชั้นดินให้เสร็จก่อน หลังจากนั้นจึงทำการปูแผ่นพลาสติกบางนี้ให้ทั่วบริเวณ ลำดับถัดไปจึงวางเหล็กเสริมพื้นให้ครบถ้วน และเทคอนกรีตพื้นได้ ในขณะเดียวกันถ้าเป็นชั้นรองพื้นทราย แผ่นพลาสติกนี้ก็ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำปูนในคอนกรีตไหลซึมสูญหายออกไปได้ ชั้นดินชั้นทราย ส่งผลให้คนงานต้องเติมน้ำเพิ่มเข้าไปอีกเพื่อให้คอนกรีตเหลวมากขึ้น ทำให้คอนกรีตต้องสูญเสียคุณภาพไป



รูปที่ 13.7 การใช้แผ่นพลาสติกปูพื้นก่อนเทคอนกรีต

2. แผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile/Geogrid/Geosynthetics) แผ่นใยสังเคราะห์แบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ ชนิดไม่ถักทอ (Non Woven Geotextile) และชนิดแบบถักทอ (Woven Geotextile) มีน้ำหนักเบา ผลิตมาจากวัสดุพลาสติกจำพวก Polypropylene, PP หรือ Polyester มีความหลากหลายในการนำไปใช้งาน เหมาะสำหรับการแยกชั้นวัสดุและกรองสำหรับงานวิศวกรรมโยธา เพื่อเสถียรภาพของวัสดุถมเหนือดินที่มีความสามารถในการรับน้ำหนักต่ำ ให้คุณสมบัติการรับแรงดึงและการยึดตัวได้อย่างดีเยี่ยม รักษาคุณสมบัติของระบบระบายน้ำให้คงอยู่ต่อไป มีความทนทานในระยะยาวสูง มีคุณสมบัติให้น้ำซึมผ่านได้ดีและยังคงกักเก็บอนุภาคดินที่เล็กที่สุดไว้ได้



รูปที่ 13.8 การนำแผ่น Geotextile ไปใช้งานในลักษณะต่าง ๆ
(ที่มา : เอกสารแนะนำของ Tencate Polyfelt)

3. ลูกป้อนเหล็กที่หล่อจากพลาสติก (Plastic Spacer) ลูกป้อนหนุนเหล็ก (Spacer) เป็นวัสดุที่สำคัญอีกชิ้นหนึ่งของงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ทำหน้าที่หนุนให้เหล็กเส้นอยู่ในระยะห่าง (Covering) จากแบบหล่อตามที่กำหนด เพราะถ้าเหล็กเส้นอยู่ชิดกับแบบหล่อ ในระยะยาวความชื้นก็จะซึมซับเข้าไปถึงเหล็กเส้น ส่งผลให้เกิดการเป็นสนิมลูกกลมและดันให้เนื้อคอนกรีตแตกร้าวเปิดออกมาได้ ผู้ควบคุมงานที่มีคุณภาพต้องตรวจสอบการติดตั้งลูกป้อนหนุนเหล็กนี้ให้ถูกต้องและครบถ้วน โดยทั่วไประยะห่างของการหนุนลูกป้อนไม่ควรต่ำกว่า @1.00# ยกเว้นถ้ามีข้อกำหนดอื่นก็ให้ใช้ตามนั้น



(ก) ลูกป้อนหนุนเหล็ก



(ข) ไม่ได้หนุนลูกป้อนหรือหนุนห่างเกินไป

รูปที่ 13.9 เหล็กเสริมเป็นสนิมลูกกลมและดันให้เนื้อคอนกรีตแตกร้าวเปิด



รูปที่ 13.10 ตัวอย่างการติดตั้งด้วยลูกป้อนหนุนเหล็กชนิดพลาสติก

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 13
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ ในบทการเรียนรู้ที่ 13 เรื่องยาง ผลิตภัณฑ์ยางในงานก่อสร้าง พลาสติก ผลิตภัณฑ์พลาสติกในงานก่อสร้าง

4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 13 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 13 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 13 เรื่องยางและพลาสติก ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 13 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 13
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 13
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษา ร่วมกัน

ประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 13 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตาม

สภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ

- (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา

2. งานที่มอบหมาย

- (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 13
(2) แบบประเมินผลการเรียนรู้บทที่ 13

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน
(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

การประเมินผล บทที่ 13 ยางและพลาสติก

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล บทที่ 13 ยางและพลาสติก							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 30106-0007					วิทยาลัย		
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....					ครู		
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบทดสอบ		**คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้	คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้		
1	ยาง						
2	ผลิตภัณฑ์ยางในงานก่อสร้าง						
3	พลาสติก						
4	ผลิตภัณฑ์พลาสติกในงานก่อสร้าง						
5							
6							
7							
8							
9							
10							
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14	บทที่ 14
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน	เวลาเรียนรวม 32 ชม.
ชื่อบท เคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้าง	สอนครั้งที่ 15-16/16
ชื่อเรื่อง เคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้าง	จำนวน 4 คาบ

1. หัวข้อเรื่อง

- 1.1 สาเหตุการชำรุดเสียหายของงานโครงสร้างอาคาร
- 1.2 วอเตอร์ปลั๊ก
- 1.3 ปูนซีเมนต์นอนซริงเกราด์
- 1.4 อีพอกซีฉีดยึดซ่อมรอยแตกร้าวของคอนกรีต
- 1.5 การซ่อมรอยร้าวซึมด้วยการฉีดโฟม
- 1.6 สมอหรือปลั๊กหรือพุกยึดคอนกรีต
- 1.7 กาวอีพอกซีสำหรับยึดสลักเกลียวหรือเหล็กเสริมโครงสร้าง
- 1.8 วัสดุทำผิวพื้นแข็งแรงแรงสำหรับพื้นคอนกรีต
- 1.9 การเคลือบแข็งผิวพื้นอาคาร
- 1.10 วัสดุกันซึมชนิดยางบวมน้ำ
- 1.11 น้ำยาเคมีปมคอนกรีต
- 1.12 สารยับยั้งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีต
- 1.13 สารเคลือบป้องกันน้ำซึมผ่าน
- 1.14 สารเคลือบทนไฟ

2.สาระสำคัญ

ในงานก่อสร้างอาคาร เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบคำนวณ ระหว่างการก่อสร้าง และหรือเปิดใช้อาคารไปแล้ว มักจะพบการชำรุดเสียหายและต้องซ่อมแซมอยู่เสมอ การซ่อมแซมแก้ไขปัญหาค่าเสียหายของโครงสร้างอาคาร ต้องได้รับการวินิจฉัยอย่างรอบคอบและถูกต้องจากวิศวกรที่เชี่ยวชาญเฉพาะด้านหรือนายช่างที่มีประสบการณ์สูงในด้านนั้น ๆ ก็จะสามารถทำให้การซ่อมแซมนั้นจบในครั้งเดียว และมีความแข็งแรงปลอดภัยกลับมาอีกครั้ง

การวิเคราะห์ความเสียหายของงานโครงสร้างเป็นสิ่งแรกที่ต้องได้รับการวินิจฉัยให้ถูกต้องแม่นยำเสียก่อน ว่าสามารถใช้วัสดุเคมีภัณฑ์ซ่อมแซมได้หรือไม่ หรือต้องได้รับการทุบรื้อแล้วสร้างใหม่เท่านั้น เพราะหากใช้วัสดุเคมีภัณฑ์ไปซ่อมแซมแต่เป็นการแก้ไขที่ปลายเหตุ ในภายหลังความเสียหายนั้นก็จะปะทุออกมาใหม่

วัสดุเคมีภัณฑ์ที่ใช้ในการป้องกันหรือซ่อมแซมโครงสร้างอาคาร มีคุณสมบัติที่ต่างกันมากมาย ต้องเรียนรู้ให้ชัดเจนว่าควรเลือกใช้ชนิดใดรูปแบบใด แล้วสามารถแก้ไขความเสียหายของอาคารได้อย่างไม่ผิดพลาด และค่าใช้จ่ายก็สูง จึงควรได้รับการปรึกษาจากผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีประสบการณ์ที่เคยผ่านการซ่อมแซมมาแล้ว

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุการชำรุดเสียหายของงานโครงสร้างอาคาร วอเตอร์ปลั๊ก ปูนซีเมนต์ นอนซริงเกรต อีพอกซีฉีดยึดซ่อมรอยแตกร้าวของคอนกรีต การซ่อมรอยร้าวซึมด้วยการฉีดยาซึม สมอหรือปลั๊กหรือพุกยึด คอนกรีต กาวอีพอกซีสำหรับยึดสลักเกลียวหรือเหล็กเสริมโครงสร้าง วัสดุทำผิวพื้นแข็งแรงแห้งสำหรับพื้นคอนกรีต การเคลือบแข็งผิวพื้นอาคาร วัสดุกันซึมชนิดยางบวมน้ำ น้ำยาเคมีบ่มคอนกรีต สารยับยั้งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในโครงสร้าง คอนกรีต สารเคลือบป้องกันน้ำซึมผ่าน ผลกระทบที่ใช้หากันรื้อกันซึมบ้านเรือนทั่วไป สารเคลือบทนไฟ
2. ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้วัสดุซ่อมแซมเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้างได้อย่างเข้าใจ ถูกต้องตามสภาพการชำรุดของงานก่อสร้าง
3. ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับการใช้และรักษาสินแวดล้อม ด้านเคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้างได้อย่างเข้าใจ ถูกต้องตามสภาพการชำรุดของงานก่อสร้างและปลอดภัย

4. สารการเรียนรู้

สาเหตุการชำรุดเสียหายของงานโครงสร้างอาคาร

การชำรุดเสียหายของงานโครงสร้างอาคาร เกิดจากสาเหตุหลัก 5 ประการ ดังนี้

1. ชำรุดจากความผิดพลาดของแบบก่อสร้าง

- วิศวกรออกแบบโดยใช้น้ำหนักบรรทุกไม่ถูกต้องตามลักษณะการใช้อาคารที่เป็นจริง
- ออกแบบคำนวณไม่ครบถ้วน เช่น ไม่ได้คำนวณตรวจสอบการโก่งตัวของโครงสร้าง เมื่อคานหรือพื้นเกิดการแอ่นตัวเกินข้อกำหนด จึงเกิดการชำรุดแตกร้าวของอาคารตามมาได้
- เลือกใช้วัสดุชนิดใหม่ โดยไม่รู้ข้อมูลที่แท้จริงว่าน้ำหนักเพิ่มขึ้นมาอีกเยอะ
- ไม่ได้ออกแบบเหล็กเสริมกันร้าวในส่วน of โครงสร้างที่เกิดความแตกต่างทางอุณหภูมิสูง เช่น พื้น คสล.ของชั้นดาดฟ้า เป็นต้น

2. ชำรุดจากปัญหาด้านรากและการเคลื่อนตัวของชั้นดิน

- ฐานรากและเสาเข็ม ได้รับการคำนวณออกแบบเป็นเสาเข็มสั้น และสร้างอยู่บนชั้นดินอ่อน เมื่อระยะเวลาผ่านไปชั้นดินอ่อนยุบตัว ตัวอาคารก็ต้องทรุดตัวตามไปด้วย
- กรณีเลือกใช้เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงชนิด 2 ท่อนต่อ ถ้าในระหว่างการก่อสร้างผู้ควบคุมงานไม่สนใจตรวจสอบความได้ดังของเสาเข็ม 2 ท่อนนี้อาจขมวด โอกาสที่เสาเข็มจะเคลื่อนตัวหลุดออกจากกันในระยะเวลานึงก็อาจเป็นไปได้ ส่งผลให้อาคารทรุดตัวแตกร้าวโดยไม่มีใครทราบสาเหตุได้ การซ่อมแซมภายหลังต้องเสียค่าใช้จ่ายที่สูง
- ใช้อาคารผิดประเภทไปจากเดิม ทำให้โครงสร้างอาคารและฐานรากต้องแบกรับน้ำหนักที่มากกว่าเดิมจนเกินขีดความสามารถของชั้นดินที่จะรับได้ ตัวอาคารจึงเกิดการทรุดตัวและแตกร้าวไปทั่ว เช่น อาคารเดิมเคยเป็นตึกแถวพักอาศัย แต่เปลี่ยนประเภทไปเป็นโรงงานบ้าง เปลี่ยนไปเป็นโรงพยาบาลบ้าง เปลี่ยนไปเป็นโกดังเก็บสินค้าบ้าง เป็นต้น
- ในอาคารหลังเดียวกัน มีการใช้ฐานรากทั้งเสาเข็มสั้นและเสาเข็มยาวปะปนกัน เช่น ตัวบ้านสองชั้นใช้เสาเข็มยาว แต่มีมุมน้ำบ้านชั้นเดียวจึงใช้เสาเข็มสั้น เช่นนี้จึงทำให้อาคารมีการทรุดตัวแตกร้าวที่แตกต่างกันไปด้วย

3. หารุจากมาตรฐานงานก่อสร้าง

- การผสมคอนกรีตที่ด้อยคุณภาพ เช่น ส่วนผสมไม่ถูกต้อง ผสมเหลวเกินไป หรือไม่มีวิศวกรหรือผู้ควบคุมงานที่มีคุณภาพมาตรวจสอบ
- การก่อผนังอิฐเข้ามุมหรือขอบมุมประตูหน้าต่าง ไม่มีการเสริมเหล็กหนวดกุ้งยึดเหนี่ยวเป็นระยะ ๆ หรือไม่มี การเสริมคานเอ็นหรือเสาเอ็นยึดเหนี่ยวที่ถูกต้อง
- การเร่งถอดค้ำยันโครงสร้างที่เร็วเกินไป ส่งผลให้โครงสร้างที่ยังแข็งแรงไม่ครบอายุแตกร้าวและสูญเสียการรับ กำลังไป
- การค้ำยันโครงสร้างที่ผิดตำแหน่งหลักวิศวกรรม ย่อมส่งผลให้โครงสร้างเสียหายแตกร้าวได้
- การติดตั้งแบบหล่อคอนกรีตที่ไม่แข็งแรงหรือไม่มั่นคง เมื่อเกิดการขยับตัวของแบบหล่อ

4. หารุจากปฏิกิริยาทางเคมี

- แหล่งที่มาของวัสดุผสมในงานคอนกรีต เช่น หิน และทราย ในบางแหล่งอาจมีปฏิกิริยาต่อต้านกับด่างใน ปูนซีเมนต์ ทำให้คอนกรีตไม่สามารถแข็งตัวได้อย่างเต็มกำลังและเกิดการแตกร้าวขึ้นในภายหลัง ต้องเปลี่ยนแหล่งจัดซื้อวัสดุ หินทรายนั้นเสียใหม่
- เหล็กเส้นในงานก่อสร้างที่เป็นสนิมชุมแล้ว ก่อนนำมาใช้ต้องมั่นใจว่าได้ขัดสนิมออกทั้งหมดแล้ว เพราะมีโอกา สที่ โครงสร้างคอนกรีตเมื่อไปสัมผัสความชื้น สนิมชุมเดิมนั้นก็ลุกลามแบ่งจนคอนกรีตแตกร้าวเสียหายในภายหลังได้
- งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ปลูกสร้างใกล้น้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม ต้องเลือกใช้ปูนซีเมนต์ประเภทสอง หรือ ปูนซีเมนต์ประเภทห้าเท่านั้น ซึ่งมีคุณสมบัติทนทานต่อการกัดกร่อนของสารซัลเฟตและด่างตามต่อการซึมผ่านของสาร คลอไรด์ได้ดี จึงสามารถป้องกันการกัดกร่อนของน้ำเค็มได้

5. หารุจากสาเหตุสุ่วสียและหรือประเภทลิเลอ

- โครงการก่อสร้างใดที่ไม่เข้มงวด มักจะพบคนงานไปก่อพื้นไฟหุงหาอาหารบนพื้นคอนกรีตของอาคารนั้น ความร้อนจากกองไฟนั้นจะทำให้เนื้อคอนกรีตโครงสร้างบริเวณนั้นต้องชำรุดเสียหาย เกิดการเสื่อมสภาพการยึดเกาะและ การเสื่อมสภาพของมวลรวม เกิดความเค้นเป็นจุดสูญเสียกำลังในบริเวณนั้นไป
- โครงการก่อสร้างใดที่ไม่เข้มงวด มักจะพบคนงานโยนทิ้งสิ่งของจากที่สูงลงมากระแทกกับพื้นโครงสร้างชั้นล่าง ทำให้เกิดการแตกร้าวชำรุดอยู่ภายใน และสูญเสียการรับกำลังไป
- เกิดจากแผ่นดินไหวขนาดย่อม อาจทำให้โครงสร้างบางส่วนแตกร้าวเสียหายได้ จึงต้องคำนวณโครงสร้างอาคาร ด้านทานแผ่นดินไหวในแต่ละท้องถิ่นให้ถูกต้องตามกฎหมายกระทรวงที่กำหนดไว้ด้วย

จากสาเหตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ล้วนก่อให้เกิดการชำรุดเสียหายจนต้องซ่อมแซม หรืออาจวิบัติจนต้องรื้อถอน ทิ้งไป แต่จะไม่เกิดขึ้นเลยหรือเกิดขึ้นได้น้อยมากหากได้รับการดูแลเอาใจใส่อย่างมีคุณภาพและภาระหน้าที่จากผู้ที่เกี่ยวข้อง ในงานก่อสร้างคือ ผู้รับเหมา ผู้ควบคุมงาน ที่ปรึกษาโครงการ ทีมงานผู้ออกแบบ เป็นต้น

วอเตอร์ปลั๊ก (Water Plug)

ตามมาตรฐาน ASTM-C 109 วอเตอร์ปลั๊ก คือ ผลิตภัณฑ์สารเคมีที่เป็นปูนซีเมนต์แข็งตัวเร็วอุดรอยแตกร้าวให้น้ำหยุดรั่วทันที เป็นปูนซีเมนต์ชนิดพิเศษที่ปราศจากสารคลอไรด์ ไม่หดตัว เมื่อผสมกับน้ำจะให้สมบัติที่แห้งเร็วเป็นพิเศษ สามารถแข็งตัวเร็วภายใน 1-3 นาที การหยุดรอยรั่วของน้ำด้วยวอเตอร์ปลั๊กเป็นการหยุดอย่างทันทีเฉพาะที่ผิวของโครงสร้างคอนกรีตเท่านั้น จากนั้นต้องพิจารณาว่าถ้าเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของอาคาร ต้องดำเนินการซ่อมแซมในส่วนที่เป็นรอยร้าวลึกที่อยู่ด้านในเนื้อคอนกรีตต่อไป เพื่อป้องกันการเป็นสนิมของเหล็กเส้นที่อยู่ในเนื้อคอนกรีตนั้น การซ่อมแซมต้องใช้น้ำยาเคมีชนิดเหลวฉีดอัดเข้าไปซึ่งจะได้กล่าวถึงในลำดับถัดไป



รูปที่ 14.1 ขั้นตอนการใช้วอเตอร์ปลั๊กหยุดรั่วของน้ำ
(ที่มา : บริษัทธนาคุณกรุงเทพ (2001) จำกัด)

ปูนซีเมนต์นอนชริงเกราด์ (Non-shrink Cement Grout)

ตามมาตรฐาน มอก. 2701-2559 เรียกว่า ซีเมนต์ไฮดรอลิกเกราด์ไม่หดตัว (Non-shrink Hydraulic Cement) หมายถึงวัสดุที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ มวลรวมทรายและหินบดละเอียดและเคมีภัณฑ์ เมื่อผสมกับน้ำสะอาดจะเหลว มีสภาพการไหลแบบพลาสติก มีประสิทธิภาพในการไหลเข้าช่องว่างได้ง่าย เมื่อแข็งตัวแล้วไม่หดตัว ต้องเก็บรักษาให้ห่างจากความชื้น อายุการเก็บใช้งานต้องไม่เกิน 12 เดือน



รูปที่ 14.2 ตัวอย่างลักษณะของปูนซีเมนต์นอนซริงเกราด์



รูปที่ 14.3 ลักษณะการใช้งานต่าง ๆ ของปูนซีเมนต์นอนซริงเกราด์

อีพอกซีฉีดอัดซ่อมรอยแตกร้าวของคอนกรีต (Epoxy Injection for Concrete Crack Repair)

รอยแตกร้าวในงานโครงสร้างคอนกรีต แบ่งออกได้ 2 ลักษณะ คือ

1. รอยแตกร้าวของโครงสร้าง (Structural Crack) เกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การออกแบบที่ผิดพลาด การก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน การบรรทุกน้ำหนักเกินอัตรากำหนด การถอดค้ำยันก่อนกำหนด การบ่มไม่ต่อเนื่อง แรงสั่นสะเทือน เป็นต้น ซึ่งต้องได้รับการวินิจฉัยถึงสาเหตุที่ถูกต้องและแนวทางทางแก้ไขโดยวิศวกรที่เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน
2. รอยแตกร้าวที่ไม่เกี่ยวกับโครงสร้าง (Non-structural Crack) เกิดจากหลายสาเหตุ เช่น รอยแตกร้าวขนาดเล็กที่ผิวพื้นคอนกรีตขัดมันที่เกิดจากการไม่บ่มต่อเนื่อง และไม่มีกรอกแบบแนวตั้งร่องเพื่อหยุดการการแตกร้าว หรือรอยแตกร้าวของผนังฉาบปูนเปลือยก็เกิดจากอุณหภูมิโดยเฉพาะด้านที่แดดจัดส่องถึง แก้ไขได้ด้วยการทาสีชนิดยืดหยุ่น



รูปที่ 14.4 เครื่องฉีดอัดและตัวอย่างสารเคมีอีพอกซีเหลว



รูปที่ 14.5 การเจาะยึดอุปกรณ์เพื่อเตรียมฉีดอัดอีพ็อกซีเหลวเชื่อมประสานคอนกรีตที่แตกร้าว

การซ่อมรอยรั่วซึมด้วยการฉีดโฟม (Polyurethane Foam Injection)

ปัญหาการรั่วซึมของน้ำ (Water Leakage) ในงานก่อสร้างมีโอกาสเกิดขึ้นได้เสมอ เหตุผลหลัก ๆ มักเกิดจากการใช้เครื่องสั่นคอนกรีตกระทำได้อย่างไม่ทั่วถึง หรือผสมน้ำเพิ่มเติมที่หน้างานจนเกินความชื้นเหลวที่พอดี จึงทำให้ความหนาแน่นของเนื้อคอนกรีตในบริเวณนั้นเกิดเป็นรูพรุนรูโพรงหรือฟองอากาศ และเป็นโครงสร้างที่ต้องสัมผัสกับแรงดันของน้ำ เช่น ผนังอาคารชั้นใต้ดิน ผนังอาคารบ่อเก็บน้ำใต้ดิน ผนังสระว่ายน้ำ พื้นชั้นดาดฟ้า เป็นต้น

PU Foam Injection ใช้สำหรับฉีดอัดเพื่ออุดช่องว่าง รอยแตก รอยแยกต่าง ๆ ของโครงสร้างคอนกรีต เมื่อถูกฉีดอัดเข้าไปตามรอยร้าวรูโพรง PU Foam ก็จะมีแรงดันเข้าไปตามช่องว่างต่าง ๆ และเมื่อไปสัมผัสกับของเหลวหรือน้ำที่รั่วซึมเข้ามา PU Foam ก็จะทำปฏิกิริยาและเริ่มขยายตัวจนเต็มช่องว่างปิดช่องทางผ่านของน้ำ ทำให้น้ำไม่สามารถรั่วซึมออกมาได้อีกต่อไป ในขณะที่ทำการฉีดอัดโฟม จะพบว่าเริ่มมีโฟมดันทะลักออกมาซึ่งเป็นตัวที่บอกให้รู้ว่าบริเวณตรงนั้นโฟมได้เข้าไปอุดช่องว่างจนตันไปแล้วนั่นเอง และให้ขยับตัวไปฉีดอัดโฟมในตำแหน่งถัดไปเรื่อย ๆ



รูปที่ 14.6 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำยาของฟิยูโฟม



รูปที่ 14.7 ลักษณะการฉีดอัดฟิยูโพนจนทะลักออกมา แสดงให้รู้ว่ารอยร้าวด้านในถูกโฟมปิดตันไปแล้ว

สมอหรือปลั๊กหรือพุกยึดคอนกรีต (Concrete Anchor Fixing)

สมอหรือปลั๊กหรือพุกยึดคอนกรีต มีอยู่หลายลักษณะตามประเภทการใช้งาน ดังนี้

1. พุกเคมี (Chemical Anchor/Adhesive Anchor) ในงานโครงสร้างอาคารมักจะมีการติดตั้งอุปกรณ์หนัก ฐานเครื่องจักร ต่อเติมโครงสร้างเหล็กยึดติดกับโครงสร้างคอนกรีต ที่ต้องการแรงยึดเหนี่ยวสูง มีแรงสั่นสะเทือน หรือต้องรับน้ำหนักมาก เช่น งานติดตั้งเครนต่าง ๆ งานติดตั้งแท่นเครื่องจักร งานติดตั้งลิฟต์โดยสาร/บันไดเลื่อน งานติดตั้งโครงกระจก และแผ่นคอนกรีต เป็นต้น ลักษณะงานเหล่านี้ล้วนต้องการการยึดเกาะที่แข็งแรงสูง จึงต้องติดตั้งอุปกรณ์ที่แข็งแรงและรับแรงดึงแรงตัดได้ดีเรียกว่า J-Bolts หรือ L-Bolts โดยทำการฝังติดตั้งลงในโครงสร้างคอนกรีตนั้น ๆ ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ แต่ในบางกรณียังไม่สามารถรู้ตำแหน่งที่แน่ชัด หรือมีโอกาสคลาดเคลื่อนสูง จึงทำให้ติดตั้งล่วงหน้าไม่ได้ เมื่อต้องติดตั้งอุปกรณ์ยึดในภายหลังที่ต้องแข็งแรงและได้กำลังสูงตามที่กำหนดไว้ จึงมีอุปกรณ์ทดแทนที่ใช้ยึดเกาะนี้เรียกว่า พุกเคมี (Chemical Anchor)



รูปที่ 14.8 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พุกเคมีแบบซองพลาสติกและแบบหลอดแก้ว

2. พุกเหล็กหรือพุกเบ่ง (Expansion Bolts/Sleeve Anchor Bolt /Stud Bolt Anchor) พุกหรือสมอ (Anchor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงานต่าง ๆ ที่มาติดตั้งในภายหลัง หลังจากโครงสร้างอาคารนั้นเสร็จแล้ว สามารถรับน้ำหนักได้ปานกลาง มีลักษณะเป็นเหล็กรูปทรงกระบอก มีแป้นเกลียวชั้นเข้าทางปลายที่เป็นเกลียว อีกปลายหนึ่งมีลักษณะหัวบานเป็นรูปต่าง ๆ ใช้อยู่ผ่านรูกลวงของชิ้นส่วนที่ต้องการจะยึดติด ลักษณะของพุกประกอบด้วยแกนเหล็กแข็งแรงมีเกลียวและมีหัวที่บานเพื่อให้สามารถเบ่งกระบอกให้ขยายค้ำติดแน่นกับรูเจาะ พุกมีอยู่หลายลักษณะตามประเภทการใช้งาน สามารถเลือกใช้งานได้ตามความต้องการ วัสดุของพุกส่วนใหญ่เป็นเหล็กดำ (Carbon Steel) และหรือชุบสังกะสี จึงเหมาะสำหรับใช้งานในที่ร่มและงานที่ต้องการรับน้ำหนักปานกลางถึงมาก บางกรณีอาจเป็นพุกสแตนเลส พุกทองเหลืองก็ได้ ลักษณะงานที่นำไปใช้ เช่น ยึดติดตั้งเสารับน้ำหนักบนพื้นคอนกรีตของโรงรถ ยึดติดตั้งเสาเหล็กอาคารพักอาศัยทั่วไป ยึดติดตั้งฐานปั้มน้ำ ยึดติดตั้งฐานเครื่องจักรขนาดเล็ก กรณีที่ชิ้นงานมีแรงสั่นสะเทือนก็ให้เสริมแหวนสปริงเพื่อป้องกันการคลายตัวของสลักเกลียวตัว



รูปที่ 14.9 ลักษณะทั่วไปของพุกเหล็กหรือพุกเบ่ง

3. พุกตะกั่ว (Lead Anchor) พุกตะกั่วชนิดนี้เหมาะสำหรับการใช้งานในพื้นที่กลางแจ้ง สามารถทนต่อความร้อนต่อเนื่องได้เป็นอย่างดี ไม่เกิดสนิมเพราะวัสดุเป็นโลหะตะกั่ว จึงสัมผัสอากาศหรือน้ำฝนได้ ตัวพุกมีกำลังการขยายตัวสูง การยึดติดตัวกับผนังรูเจาะค่อนข้างแน่นสูง รับแรงสั่นสะเทือนได้ดีไม่หลุดง่าย มีความแข็งแรงสูงทั้งแรงดึงและแรงเฉือน เหมาะสำหรับการยึดกับฐานคอนกรีต พุกตะกั่ว (Lead Anchor) เป็นปลั๊กฝังคอนกรีตที่เหมาะสมกับงานหนักต่าง ๆ เช่น แท่นเครื่องจักรกลหนักในโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่บนลานคอนกรีตที่โล่ง ฐานสายพานลำเลียงต่าง ๆ ฐานเครื่องร่อนที่มีแรงสั่นสะเทือนสูง ฐานของถังน้ำขนาดใหญ่ ฐานของเครื่องจักรกังหันไอน้ำที่ตั้งอยู่บนพื้นลาดฟ้า ฐานโครงสร้างคอนกรีต/ลิฟต์/บันไดเลื่อน เป็นต้น



รูปที่ 14.10 ลักษณะทั่วไปของพุกตะกั่วและการเบ่งกำลังโดยรอบรูเจาะ

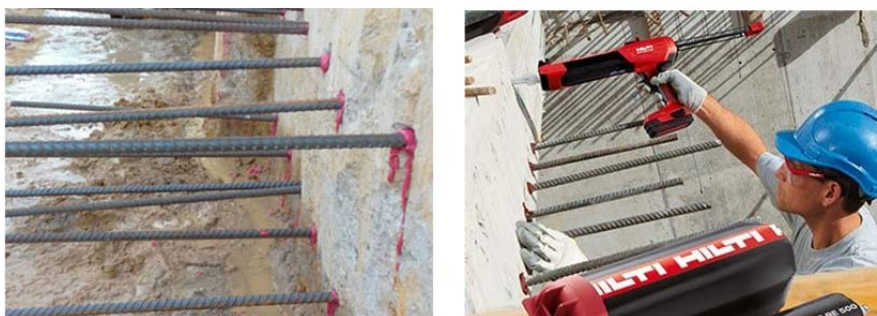
4. J-Bolts หรือ L-Bolts หรือ Anchor Bolt เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ยึดชิ้นงานขนาดหนัก ๆ ในงานก่อสร้าง ผลิตขึ้นมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนกำลังสูงเกรด SS-400 เหมาะสำหรับติดตั้งภายในอาคารหรือในพื้นที่ที่มีหลังคาปกคลุมเพื่อป้องกันการเป็นสนิม สามารถรับแรงดึง แรงเฉือน แรงดัด และแรงสั่นสะเทือนได้โดยเสริมแหวนสปริงต้านทานการคายตัวได้เป็นอย่างดี โดยทั่วไปในงานก่อสร้างถ้ารู้ตำแหน่งการติดตั้งที่ชัดเจนแม่นยำและพื้นที่ติดตั้งไม่มีอุปสรรคกีดขวางใด ๆ ก็จะทำให้การติดตั้งฝังยึดเข้าไปในเนื้อโครงสร้างคอนกรีตนั้น ๆ โดยตรง ซึ่งจะทำให้สามารถรับกำลังได้สูงสุดเต็มประสิทธิภาพดีกว่าการยึดด้วยอุปกรณ์อื่น ๆ ในภายหลัง



รูปที่ 14.11 การติดตั้ง J-Bolts หรือ L-Bolts ในงานก่อสร้างประเภทต่าง ๆ

กาวอีพอกซีสำหรับฉีดยึดสลักเกลียวหรือเหล็กเสริมโครงสร้าง (Epoxy Adhesive Injection for Anchor)

ในงานก่อสร้างมักเกิดเหตุการณ์ที่อาจลืมติดตั้งเหล็กเสริมพิเศษ สลักเกลียวสลักเกลียวไว้ล่วงหน้า หรือมีการออกแบบโครงสร้างเพิ่มเติมในภายหลัง ทำให้ต้องติดตั้งเหล็กเสริมเพิ่มเติมใหม่ แต่อาจไม่สามารถทุบสกัดทำลายโครงสร้างเดิมได้ จึงต้องใช้วิธีการเจาะคอนกรีตด้วยดอกสว่านและใช้ กาวอีพอกซีเรซินชนิดพิเศษ (Epoxy Adhesive Injection) เป็นสารยึดเหนี่ยวที่แห้งเร็ว ผลิตจากสารประกอบของ Ethylene Dioxydiethyl Dimethacrylate ให้กำลังยึดติดสูง คุณสมบัติทางกลมีค่ากำลังรับแรงอัดประมาณ 693 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามมาตรฐาน ASTM D695 ค่ารับแรงดึงประมาณ 133 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามมาตรฐาน ASTM D638



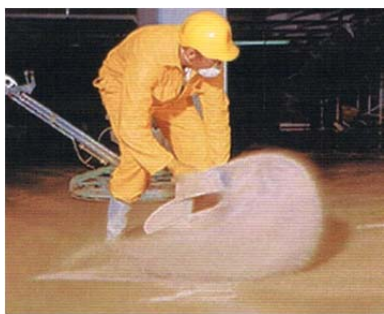
รูปที่ 14.12 ลักษณะการฉีดอีพอกซีเพื่อเสียบยึดเหล็กข้ออ้อยหรือสลักเกลียว

วัสดุทำผิวพื้นแข็งแรงแรงสำหรับพื้นคอนกรีต (Floor Hardener for Concrete Surface)

พื้นฟลอร์ฮาร์ดเนอร์ (Floor Hardener) คือการทำผิวพื้นคอนกรีตให้มีความแข็งแรง มักจะนำไปใช้กับอาคารที่ต้องการมีการเสียดสีสูง มีรถบรรทุกหนักวิ่งผ่าน มีการขนถ่ายสินค้า เช่น พื้นอาคารที่จอดรถ พื้นโรงงานอุตสาหกรรม พื้นโกดังเก็บของ พื้นห้างสรรพสินค้า พื้นอาคารขนส่งถ่ายสินค้า พื้นสถานีขนส่งต่าง ๆ เป็นต้น พื้นอาคารเหล่านี้จะมีอัตราการสึกกร่อนของผิวพื้นคอนกรีตเร็วกว่าปกติ โดยเฉพาะอาคารที่มีรถยก (Forklift) หรือรถตัก (Loader) วิ่งขนส่งตลอดเวลา ก็จะทำให้ผิวพื้นเกิดการสึกกร่อนเร็วพร้อมกับเกิดฝุ่นจากเศษปูนที่หลุดร่อน ผิวพื้นคอนกรีตเกิดความเสียหาย ต้องปิดพื้นที่ทำงานและเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมผิวพื้นนั้นค่อนข้างสูง ดังนั้นเพื่อให้ผิวพื้นอาคารสามารถทนทานสภาพการเสียดสีให้ยาวนานได้มากที่สุด จึงมีวัสดุชนิดพิเศษที่เข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว เรียกว่า ฟลอร์ฮาร์ดเนอร์ (Floor Hardener)



รูปที่ 14.13 ตัวอย่างผงปูนซีเมนต์ฟลอร์ฮาร์ดเนอร์ (Floor Hardener)



(ก) การโรยผงฟลอร์ฮาร์ดเนียร์ด้วยคน



(ข) การโรยผงฟลอร์ฮาร์ดเนียร์ด้วยรถเกลี่ย



(ค) การโรยผงฟลอร์ฮาร์ดเนียร์ด้วยเครื่องจักร



(ง) ขัดปรับระดับผิวคอนกรีต



(จ) ขัดปรับเกลี่ยฟลอร์ฮาร์ดเนียร์ให้สม่ำเสมอ



(ฉ) ขัดผิวฟลอร์ฮาร์ดเนียร์ให้เรียบแข็งแรง

รูปที่ 14.14 ลักษณะการโรยผงฟลอร์ฮาร์ดเนียร์และการขัดผิวแข็งแรง

การเคลือบแข็งผิวพื้นอาคาร (Floor Coating)

พื้นโรงงานอุตสาหกรรม พื้นอาคารสำนักงาน พื้นอาคารห้องแล็บทางเคมี พื้นอาคารโรงพยาบาล พื้นอาคารห้องสะอาด (Clean Room) พื้นอาคารผลิตอาหารและยาเวชภัณฑ์ พื้นร้านค้าซูเปอร์มาเก็ต พื้นศูนย์บริการรถยนต์โชว์รูมและอื่น ๆ เมื่อผ่านพ้นระยะเวลาการใช้งานมานานพอสมควร ผิวพื้นอาคารเหล่านั้นก็เริ่มเสื่อมสภาพ โดยเฉพาะพื้นผิวขัดมันธรรมดาหรือพื้นผิว Floor Hard ที่ผ่านการทำให้ไม่ได้มาตรฐานที่ถูกต้อง จึงมีการแตกชำรุด มีรอยต่างสกปรก มีรอยขีดข่วนทั่วไป หรือเริ่มทำความสะอาดผิวพื้นไม่ได้ ด้วยสาเหตุเหล่านี้จึงจำเป็นต้องใช้ *วัสดุเคลือบผิวพื้นชนิดแข็ง (Floor Coating)* เช่น วัสดุประเภท Epoxy และ Polyurethane, PU



รูปที่ 14.15 ผิวพื้นที่มีการเคลือบแข็งด้วยอีพอกซีหรือพอลิยูรีเทน

วัสดุกันซึมชนิดยางบวมน้ำ (Water Swelling Rubber)



รูปที่ 14.16 ลักษณะของยางบวมน้ำ



รูปที่ 14.17 ติดตั้งยางบวมน้ำในรอยต่อที่มีโอกาสการซึมผ่านของน้ำ

(ที่มา : เอกสารแนะนำของบริษัทร็อคแมค จำกัด)

รอยต่อต่าง ๆ ในงานก่อสร้างที่เกิดขึ้นและเป็นรอยต่อที่อยู่ใต้ดิน หรือเป็นบ่อเก็บน้ำ หรือเป็นสระว่ายน้ำหรือรอยต่อในงานถนนนั้น รอยต่อเหล่านี้ล้วนเป็นช่องทางให้น้ำพยายามไหลซึมผ่านเข้ามาหรือซึมผ่านออกไป ทำให้เกิดความเสียหายต่าง ๆ กับอาคารได้ การติดตั้งแผ่นยางหยุดน้ำ (Water Stop) ที่รอยต่องานคอนกรีต จึงเป็นวิธีการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้ แต่ในบางครั้งก็อาจเกิดการหลวมไม่ได้ติดตั้งแผ่นยางหยุดน้ำ (Water Stop) หรือผู้รับเหมาหรือผู้ควบคุมงานไม่ได้ตรวจสอบงานให้ถูกต้อง หรืออาจมีการขยายโครงสร้างบริเวณนั้นเพิ่มเติม ทำให้ต้องจัดหาวัสดุชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติด้านทานน้ำซึมรั่วได้และติดตั้งเพิ่มเติมภายหลังได้ วัสดุทดแทนนี้เรียกว่า ยางบวมน้ำ (Water Swelling Rubber /Swelling Water Stop) ตามมาตรฐาน BS-1881 Part 208:1996 เป็นพอลิเมอร์ยางสังเคราะห์ที่มีความทนทานมาก มีส่วนประกอบของยางบิวไทล์ ผสมกับสารเบนโทไนท์และสารผสมเพิ่ม โดยจะบวมหรือขยายตัวเมื่อสัมผัสกับน้ำหรือความชื้น มีอัตราการขยายตัวมากถึง 200-300% ใช้ได้ดีกับรอยต่อคอนกรีตชนิดที่ไม่เคลื่อนตัวเท่านั้น

น้ำยาเคมีบ่มคอนกรีต (Chemical Curing Liquid)

คอนกรีตเมื่อเทลงในแบบหล่อโครงสร้างแล้ว ต้องห้ามมีการกระทบกระเทือนใด ๆ เพราะคอนกรีตกำลังเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันและเริ่มยึดเกาะแข็งตัว การกระทบกระเทือนใดๆในระหว่างช่วง 24 ชั่วโมงแรก จะทำให้คอนกรีตแยกตัวออกจากกันแตกร้าวอยู่ภายใน เมื่อผ่านพ้นข้ามคืนก็ให้เริ่มดำเนิบบ่มคอนกรีตได้ทันทีด้วยน้ำอย่างน้อยวันละ 3 เวลาและต่อเนื่องอย่างน้อย 7 วัน การบ่มคอนกรีตจะช่วยให้คอนกรีตมีการพัฒนาการยึดเกาะเพิ่มกำลังความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และแข็งแรงสูงสุดที่อายุประมาณ 28 วัน



(ก) บ่มแบบขังน้ำ



(ข) ฉีดน้ำ 3 เวลาและคลุมผ้ากระสอบ



(ค) คลุมแผ่นพลาสติกบ่มตัวเอง

รูปที่ 14.18 การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำในแต่ละรูปแบบ

แต่ในปัจจุบันนี้งานก่อสร้างอาคารล้วนเป็นอาคารสูงและเร่งรัดการก่อสร้าง การบ่มโครงสร้างคอนกรีตด้วยน้ำและคลุมพลาสติกนั้น เป็นการกีดขวางระยะเวลาก่อสร้าง น้ำไหลเยิ้มเลอะเทอะ และเสียเวลากับแรงงานที่ใช้ไป คุณภาพการบ่มอาจไม่ได้ประสิทธิภาพเต็มที่ จึงคิดหาวัสดุใดที่ทดแทนการบ่มคอนกรีตได้ในคราวเดียว และสามารถดำเนินการก่อสร้างได้อย่างต่อเนื่อง วัสดุทดแทนก็เป็น *น้ำยาเคมีสำหรับบ่มคอนกรีต (Chemical Curing Liquid)* ชนิด Sodium Silicate Resin ตามมาตรฐาน ASTM C156-11, ASTM C309-11, ASTM D2369 ก่อนผลึกเคลือบผิว ไม่เป็นพิษ มีคุณสมบัติช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำในคอนกรีต ป้องกันการระเหยของน้ำที่เร็วเกินไปในสภาพที่ร้อนหรือลมแรง เพื่อการบ่มคอนกรีตที่ได้คุณภาพ และยังช่วยในการทำให้ผิวหน้าคอนกรีตแข็งตัวขึ้น ช่วยให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันในคอนกรีตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ลดปัญหาการแตกร้าวและลดการเกิดฝุ่น ทาเคลือบเพียงครั้งเดียวจึงประหยัดแรงงานและเวลา



รูปที่ 14.19 ตัวอย่างน้ำยาเคมีสำหรับการบ่มโครงสร้างคอนกรีต



รูปที่ 14.20 ลักษณะการฉีdn้ำยาเคมีเพื่อบ่มโครงสร้างคอนกรีต

สารยับยั้งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีต (Reinforce Concrete Corrosion Inhibitor)

งานโครงสร้างคอนกรีตเปลี่ยนขนาดใหญ่และอยู่ในที่โล่งแจ้ง เช่น สะพานทางด่วน สะพานรถไฟลอยฟ้า สะพานข้ามแม่น้ำ โครงสร้างอาคารสูง โครงสร้างชั้นดาดฟ้า ล้วนเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ต้องเผชิญกับแสงแดด ความชื้น น้ำฝน และมลภาวะทางอากาศ เมื่อคอนกรีตได้รับอุณหภูมิร้อนและเย็นสลับไปมาเป็นเวลานาน ย่อมต้องเกิดรอยแตกร้าวที่ผิวคอนกรีต และเป็นช่องทางให้ความชื้นได้ซึมซับเข้าถึงเหล็กเสริมโครงสร้างชั้นใน และเกิดปฏิกิริยาทางเคมีทำให้เหล็กเสริมนั้นเป็นสนิม สนิมที่เกิดขึ้นอยู่ภายในเนื้อโครงสร้างคอนกรีตก็จะค่อย ๆ ขยายตัวและเกิดแรงดันจนกระทั่งคอนกรีตเกิดการแตกร้าวลุกลาม ส่งผลเสียหายต่อการรับกำลังและเสี่ยงอันตรายเนื่องจากเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่

ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเป็นสนิมในเหล็กเสริมโครงสร้าง

1. फिल्मเคลือบเหล็กเสริม จะถูกทำลายได้จาก 2 สาเหตุคือ สารคลอไรด์ หรือปฏิกิริยาคาร์บอนเนชัน
 - ถูกทำลายจากสารคลอไรด์คือ คลอไรด์ไอออนจากเกลือละลายน้ำแข็งหรือจากสิ่งแวดล้อมทางทะเลแทรกซึมเข้าไปในคอนกรีตในรูปสารละลายของน้ำจนถึงผิวหน้าของเหล็กเสริม ถึงแม้ว่าคอนกรีตจะอยู่ในสภาวะที่เป็นด่าง แต่คลอไรด์ก็สามารถทำลายชั้นของฟิล์มเคลือบเหล็กเสริมได้และกระตุ้นให้เหล็กเสริมเกิดสนิม
 - ถูกทำลายจากปฏิกิริยาคาร์บอนเนชันคือ คาร์บอนไดออกไซด์ที่ซึมผ่านเข้าไปในคอนกรีต ทำให้เกิดปฏิกิริยาคาร์บอนเนชันในคอนกรีต ทำให้ลดฟิล์มเคลือบที่ป้องกันเหล็กเสริมจนถึงระดับที่สนิมสามารถเกิดขึ้นได้
2. มีความชื้นจากอากาศหรือฝน ที่ทำหน้าที่เป็นสารละลายที่ผิวโลหะ เป็นอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) ที่ทำให้อิออนเดินทางได้ครบวงจร
3. มีออกซิเจน เมื่อความชื้นสามารถแทรกซึมเข้าไปถึงผิวเหล็กเนื้อในและเกิดปฏิกิริยาออกไซด์ไปเรื่อย ๆ และเกิดการรวมตัวกันของอะตอมของโลหะและอะตอมของออกซิเจน ทำให้เกิดเป็นสารประกอบใหม่ในรูปของสารประกอบ (Compound Weakening) ที่มีส่วนผสมของออกซิเจน (Oxide) หรือในรูปของสนิม (Rust) ซึ่งเรียกว่าออกไซด์ของเหล็ก (Iron Oxide)



รูปที่ 14.21 ตัวอย่างน้ำยาเคมีเคลือบผิวคอนกรีตเพื่อยับยั้งการเกิดสนิมในเหล็กเสริม



รูปที่ 14.22 ลักษณะเหล็กเสริมโครงสร้างถูกกัดกร่อนและการพ่นเคลือบสารยับยั้งเพื่อป้องกันการเกิดสนิมในระยะยาว

สารเคลือบป้องกันน้ำซึมผ่าน (Waterproof Coating)

Waterproof Coating หมายถึงการฉีดยาหรือทาสารเคลือบป้องกันน้ำซึมผ่านรั่วไหลเข้ามาในอาคาร ซึ่งมักจะพบการใช้มากที่สุดบนพื้นชั้นดาดฟ้า ที่ต้องสัมผัสกับแสงแดดที่ร้อนจัดทั้งวัน จึงมีการขยายตัวและหดตัวสลับกันไปมา เมื่อถึงช่วงฤดูฝนจึงจะพบว่าพื้นดาดฟ้ามีน้ำฝนรั่วซึมลงมาจากพื้นที่มีรอยแตกร้าวอยู่ทั่วไป ในปัจจุบันมีวัสดุทาเคลือบป้องกันน้ำซึมรั่วไหลที่มีคุณสมบัติคงทนต่อแสงแดด ทนทานต่อการเสียดสี และมลภาวะ เช่น Polyurethane Waterproof Acrylic Waterproof และพอลิเมอร์ชนิดแผ่นยาวปูยึดทับบนผิวพื้น เป็นต้น



รูปที่ 14.23 ตัวอย่างการเคลือบกันรั่วซึมพื้นดาดฟ้า



รูปที่ 14.24 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารเคลือบกันรั่วซึมพื้นดาดฟ้า

4. ซีเมนต์กันน้ำ (Cementitious Waterproof) เป็นวัสดุทากันซึมประเภทซีเมนต์และพอลิเมอร์ผสมกัน 2 ส่วนคือ ส่วนผสม A ผงปูนซีเมนต์สีเทา และส่วนผสม B ของเหลวสีขาว เมื่อผสมแล้วจะได้เป็นวัสดุทาเคลือบพอลิเมอร์โมดิฟายด์ชนิดยืดหยุ่นสูง ไม่มีส่วนผสมของสารทำลาย ทนต่อแรงกดอัดของน้ำ ป้องกันภาวะคาร์บอนชั่น เหมาะสำหรับการใช้งานกันน้ำซึมบนพื้นผิวคอนกรีตและพื้นผิวอื่นในงานก่อสร้าง ค่าการยืดหยุ่นสูง มีคุณสมบัติเป็นแผ่นกันซึมที่มีความยืดหยุ่นตัวที่ดีและไม่มียอดต่อ สามารถป้องกันพื้นผิวจากน้ำซึมผ่านได้ดี ทนต่อสภาพที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างดีเยี่ยม ยึดเกาะได้แน่นจึงปกปิดรอยแตกร้าว ไม่เป็นพิษ ทาเคลือบหนา 2 ชั้น หนาชั้นละ 1-1.5 มิลลิเมตร



รูปที่ 14.25 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ทาเคลือบกันซึม



รูปที่ 14.26 การฉีดยาหรือทาเคลือบภายในบ่อน้ำดีหรือผนังชั้นใต้ดิน
ด้วยซีเมนต์เคลือบกันซึม

5. ไฟเบอร์กลาส (Fiberglass) ไฟเบอร์กลาสหรือเส้นใยแก้ว ผลิตจากส่วนประกอบของทรายแก้ว หินปูน หิน ฟันม้า เติมกรดบอริกและสารเติมแต่งอื่น ๆ หลอมเหลวด้วยอุณหภูมิ 1,370 องศาเซลเซียส แล้วนำไปปั่นให้เป็นเส้นละเอียด บาง ๆ เพื่อให้เกิดเป็นเส้นใย มีหลากหลายขนาดและถูกนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมเป็นผลิตภัณฑ์ชนิด Fiberglass Reinforced Thermosetting Resin เป็นตัวเสริมความแข็งแรงให้กับพอลิเอสเตอร์เรซิน (Unsaturated Polyester Resin) ซึ่งเป็นพลาสติกเหลวที่นิยมใช้กันมากหรืออาจใช้เสริมแรงกับพอลิเมอร์ชนิดอื่น ๆ ไฟเบอร์กลาสมีคุณสมบัติพิเศษคือ ทน สารเคมีรุนแรง ทนต่อการผุกร่อนได้ดี ทนกรด ทนความร้อน รวมทั้งเป็นฉนวนไฟฟ้าสามารถป้องกันไฟฟ้าสถิตได้ ใช้เป็นงาน ซ่อมบำรุงรักษาผิวคอนกรีตในโรงงานอุตสาหกรรม ที่ต้องการป้องกันการกัดกร่อนจากกรดและสารละลายต่าง ๆ ที่ทำให้พื้น คอนกรีตหรือเหล็กเสียหาย ทำให้เกิดผิวคอนกรีตเปื่อยยุ่ย อายุการใช้งานสั้นลง ความแข็งแรงในการรับน้ำหนักลดลง



รูปที่ 14.27 ลักษณะการใช้งานไฟเบอร์กลาสเคลือบผิวพื้นโรงงานหรือผิวบ่อบำบัดน้ำเสีย

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กากกันรั่วกันซึมบ้านเรือนทั่วไป

ผลิตภัณฑ์กากกันรั่วกันซึมในยุคแรก ๆ ของเมืองไทยย้อนกลับไปได้ประมาณ 20-30 ปี ก็คือยี่ห้อเชลล์ฟลินต์โค้ด (Shell Flintkote) เป็นผลผลิตที่เหลือตกค้างจากเตาถลุงปิโตรเลียมมีสีเป็นสีดำ นำมาปรับปรุงคุณสมบัติให้สามารถทาเคลือบ กันรั่วกันซึมในงานก่อสร้างทั่วไป หรือในบ้านเรือนทั่วไป เช่น เคลือบโถงน้ำที่รั่วซึม เคลือบพื้นห้องน้ำที่รั่วซึม เคลือบกระเบื้อง หลังคาที่แตกร้าวกว้าง เป็นต้น เนื่องจากมีสีดำและเหนียวเหนอะหนะ จึงค่อนข้างใช้งานในพื้นที่ที่จำกัดที่ไม่มีการสัญจร เมื่อ วิทยาการเทคโนโลยีทันสมัยมากขึ้นตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ของเชลล์ฟลินต์โค้ด ก็พัฒนาเป็นรุ่นใหม่มีสูตรพิเศษหลายชนิด หลาย สีให้สวยงาม ทนทานแข็งแรง ยึดหยุ่นได้ดี ทนทานแสง UV เป็นต้น



รูปที่ 14.28 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทาเคลือบกันซึมยี่ห้อ Shell Flintkote

สารเคลือบทนไฟ (Fireproof Coating)

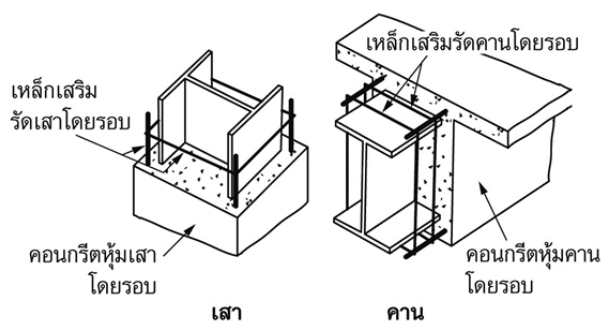
โครงสร้างเหล็กกรุพรรณ มีคุณสมบัติที่ดีในด้านการก่อสร้างที่รวดเร็ว แต่มีความต้านทานต่อไฟไหม้ได้ต่ำ จากผลการทดสอบเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึงประมาณ 600 องศาเซลเซียส ในเวลาประมาณ 10-15 นาที ความแข็งแรงของเหล็ก (Tensile Strength) จะลดลงประมาณครึ่งหนึ่งเป็นผลให้โครงสร้างอาคารเหล็กอ่อนตัวและพังทลายได้อย่างรวดเร็ว กฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคารที่มีโครงสร้างเหล็กเป็นองค์ประกอบ จึงต้องกำหนดให้มีวิธีการที่จะต้องป้องกันเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้เพื่อชะลอหรือหน่วงเวลาไม่ให้โครงสร้างเหล็กต้องอ่อนตัวและพังทลายเร็วเกินไป และมีเวลาให้หน่วยดับเพลิงสามารถเข้ามา

ดับเพลิงได้ทันก่อนที่อาคารจะพังทลายลงมา การป้องกันไฟด้วยวิธีอื่นมีอยู่หลายวิธี เช่น

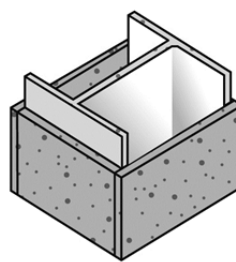
1. การใช้แผ่นวัสดุที่มีคุณสมบัติต้านทานไฟห่อหุ้ม เป็นการเลือกใช้วัสดุแผ่นสำเร็จรูปที่มีผลิตขายทั่วไปในร้านวัสดุก่อสร้าง เช่น แผ่นยิปซัมทนไฟ หรือแผ่นวัสดุอื่นที่ทนไฟ มากρύยิตีปิดโดยรอบโครงสร้างเหล็ก
2. การพันเคลือบด้วยวัสดุที่มีส่วนผสมเป็นฉนวนต้านทานไฟได้ดีประเภท Mineral Fiber หรือ Cementitious Material เช่น Gypsum Asbestos Fiber Glass และ Vermiculite เป็นต้น
3. การทาเคลือบด้วยวัสดุประเภท Intumescent Coating วัสดุสีเคลือบประเภทนี้เมื่อทาเคลือบลงไปในผิวเหล็กก็จะแห้งมีผิวขรุขระ ถ้าโครงสร้างเหล็กได้รับความร้อนจนถึงจุดที่กำหนด วัสดุสีที่เคลือบก็จะเกิดปฏิกิริยาพองตัวห่อหุ้มเหล็กเป็นเกราะป้องกันความร้อนเข้าสู่โครงสร้างเหล็ก



รูปที่ 14.29 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารเคลือบทนไฟ



(ก) คอนกรีตหุ้มเหล็กรูปพรรณ



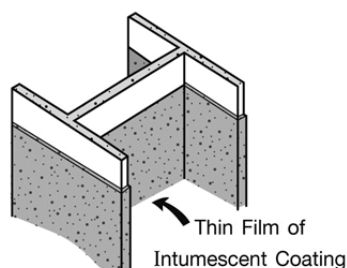
(ข) แผ่นวัสดุที่มีคุณสมบัติต้านทานไฟหุ้ม



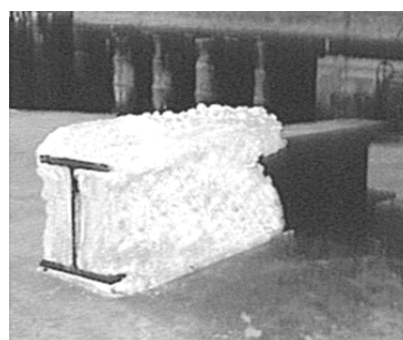
(ค) พ่นเคลือบด้วยวัสดุฉนวนทนไฟ



(ง) ลักษณะผิวขรุขระของวัสดุฉนวนเมื่อพ่นเสร็จ



(จ) การทาเคลือบด้วย Intumescent Coating



(ฉ) การพองตัวต้านทานไฟของวัสดุ Intumescent

รูปที่ 14.30 ลักษณะการใช้วัสดุป้องกันหรือใช้สารเคลือบทนไฟป้องกันแต่ละชนิด

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทที่ 14
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นสอน

3. ครูอธิบายเนื้อหาและให้ความรู้ ในบทการเรียนรู้ที่ 14 เรื่องสาเหตุการชำรุดเสียหายของงานโครงสร้างอาคาร วอเตอร์ปลั๊ก ปูนซีเมนต์นอนขรุขระกรวด อีพอกซีฉีดยึดซ่อมรอยแตกร้าวของคอนกรีต การซ่อมรอยร้าวซึมด้วยการฉีดยาซึม สมอหรือปลั๊กหรือพุกยึดคอนกรีต กาวอีพอกซีสำหรับยึดสลักเกลียวหรือเหล็กเสริมโครงสร้าง วัสดุทำผิวพื้นแข็งแกร่งสำหรับพื้นคอนกรีต การเคลือบแข็งผิวพื้นอาคาร วัสดุกันซึมชนิดยางบวมน้ำ น้ำยาเคมีบ่มคอนกรีต สารยับยั้งการเกิดสนิมของเหล็กเสริม ในโครงสร้างคอนกรีต สารเคลือบป้องกันน้ำซึมผ่าน สารเคลือบทนไฟ

4. นักเรียนทำแบบทดสอบที่ 14 ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
5. นักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบที่ 14 หน้าชั้นเรียน พร้อมกับครูให้คำชี้แนะ

ขั้นสรุปและการประยุกต์

6. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 14 เรื่องเคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้าง ในหนังสือแบบเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 14 พร้อมกับสรุปบทเรียนร่วมกัน

6. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน
2. เว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน
3. การอ้างอิงตามบรรณานุกรมของหนังสือเรียนวิชาวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการทำงาน

7. การวัดผลประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 14
3. สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 14
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษาร่วมกัน

ประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล เกณฑ์ผ่าน ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 14 เกณฑ์ผ่าน ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับการประเมินตาม

สภาพจริง

8. กิจกรรมเสนอแนะ/งานที่มอบหมาย

1. กิจกรรมเสนอแนะ
 - (1) ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งในวิทยาลัยฯ และภายนอก ว่ามีสิ่งใดบ้างที่สัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนที่เรียนมา
2. งานที่มอบหมาย
 - (1) แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 14
 - (2) แบบประเมินผลการเรียนรู้ที่ 14

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ตัวแทนนักเรียน

(.....)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

การประเมินผล

บทที่ 14 เคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้าง

คำชี้แจง : คะแนนรวมต่อบท 100 คะแนนเต็ม

1. แบบทดสอบ จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 60 คะแนน
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 20 คะแนน
3. ประเมินจิตพิสัยตามสภาพจริง 20 คะแนน

แบบประเมินผล							
บทที่ 14 เคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้าง							
ชื่อวิชา วัสดุและเทคนิคการทำงาน รหัสวิชา 30106 - 0007					วิทยาลัย		
ชื่อ-สกุล..... ระดับ.....					ครู		
ที่	รายการประเมิน	*คะแนนแบบทดสอบ		**คะแนนแบบประเมินผลการเรียนรู้		*ข้อที่	**ข้อที่
		คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้	คะแนนเต็ม	คะแนนทำได้		
1	สาเหตุการชำรุดเสียหายของงานโครงสร้างอาคาร						
2	วอเตอร์ปลั๊กและปูนซีเมนต์นอนซริงเกรด						
3	อีพอกซีฉีดยึดซ่อมรอยแตกร้าวของคอนกรีต						
4	การซ่อมรอยร้าวซีมด้วยการฉีดยา						
5	สมอหรือปลั๊กหรือพุกยึดคอนกรีต						
6	กาวอีพอกซีสำหรับยึดสลักเกลียวหรือเหล็กเสริมโครงสร้าง						
7	วัสดุทำผิวพื้นแข็งแรงแรงสำหรับพื้นคอนกรีตและการเคลือบแข็งผิวพื้นอาคาร						
8	วัสดุกันซึมชนิดยางบวมน้ำและน้ำยาเคมีบ่มคอนกรีต						
9	สารยับยั้งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมและสารเคลือบป้องกันน้ำซึมผ่าน						
10	สารเคลือบทนไฟ						
รวมคะแนนด้านทักษะ		60		20			
11	ความขยันหมั่นเพียร ความวิริยะอุตสาหะ			10			
12	ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์สุจริต			10			
รวมคะแนนด้านจิตพิสัย				20			
รวมคะแนนทั้งหมด				100		รวม	