โครงการ โครงหลังคาศาลาเอนกค์ประสงค์

เสนอ

มาสเตอร์ดอน วิภา

จัดทำโดย

1. นายอดิศักดิ์	**ทองงาม**	**สาขาวิชาโลหะการ**	**เลขที่ 4**
2. นายธนากร	**โกสิงห์**	**สาขาวิชาโลหะการ**	**เลขที่ 7**
3. นายจตุพล	**ธงยศ**	**สาขาวิชาโลหะการ**	**เลขที่ 10**

ระดับ ชั้น ปวช. 3 รหัสวิชา 2103-5001 รายวิชา โครงการ

ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2556

โรงเรียนอัสสัมชัญเทคนิคนครพนม

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

การจัดเตรียมการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546)เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนจากการปฏิบัติงานจริง สามารถเรียนรู้ได้อย่างหลากหลายรูปแบบ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในวิธีการและการดำเนินงานมีทักษะในการปฏิบัติงานสามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะไปสู่บริบทใหม่ แก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าและรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่นได้ มีส่วนร่วมในคณะทำงาน มีการประสานงานกลุ่ม รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ เจตคติ และกิจนิสัยที่เหมาะสมในการทำงาน

ตามที่หลักสูตรได้กำหนดให้นักเรียนทุกคนต้องเรียนวิชาโครงการก่อนจบหลักสูตร สมาชิกในกลุ่มจึงมีแนวคิดที่จะทำโครงการ สร้างโครงหลังคาศาลาเอนกประสงค์ขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่หลักสูตรกำหนด

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะวิชาชีพในการปฏิบัติงานจริง
2. เพื่อเรียนรู้และสร้างความสามัคคีจาการทำงานเป็นทีม

1.3 เป้าหมาย

- **เป้าหมายเชิงปริมาณ**
- ศาลาเอนกประสงค์จำนวน 1 หลัง
- **เป้าหมายเชิงคุณภาพ**

ศาลาเอนกประสงค์มีความมันคง แข็งแรงและใช้งานได้จริง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เรียนรู้เกี่ยวกับงานโครงสร้าง
2. ได้ฝึกฝีมือตัวเองเพิ่มมากขึ้น
3. ได้ความรู้ทักษะและประสบการณ์ในการทำงานมากขึ้น

1.5 วิธีดำเนินการ

กิจกรรม	เดือนตุลาคม พ.ศ 2556				เดือนพฤศจิกายน พ.ศ 2556				เดือนธันวาคม พ.ศ 2556				เดือนมกราคม พ.ศ 2557				เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ 2557				เดือนมีนาคม พ.ศ 2557				หมายเหตุ
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1.ขั้นเตรียมการ -ศึกษาหาข้อมูล -จัดทำโครงการ -นำเสนอโครงการ					→	→	→	→																	
2.ขั้นดำเนินการ -จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ -ดำเนินการก่อสร้าง									→	→	→	→	→	→											
3.ขั้นนำเสนอ -จัดทำรูปเล่มรายงาน -สรุปและรายงานผล -นำเสนอผลงานต่อคณะกกรมการ									→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→					

ตารางที่ 1 ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

บทที่ 2
เอกสารที่ เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างหลังคา

โครงสร้างของอาคารเป็นสิ่งที่จะกำหนดรูปร่างเค้าโครง ขนาด รวมทั้งความมั่นคงแข็งแรงของตัวอาคารซึ่งนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก อาคารที่เกิดความบกพร่องด้านการตกแต่งอาจแก้ไขในภายหลังได้โดยไม่ ยากแต่ สำหรับอาคารที่เกิดความบกพร่องด้านโครงสร้างจะทำการแก้ ไขได้ยากหรืออาจทำการแก้ ไขไม่ได้เลยเพราะการแก้ ไขด้านโครงสร้างมักจะต้องใช้ วิธีเรือถอนหรือทุบทำลายแล้วค่อยสร้างขึ้นมาใหม่ไม่ใช่เป็นแก้ทีเปลือกนอกหรือผิวนอก โครงสร้างของอาคารที่ดี จะต้องทำอย่างถูกต้องเริ่มตั้งแต่ ขั้นตอนของการออกแบบการเลือกใช้วัสดุตลอดจนถึงกรรมวิธี การปลูกสร้าง โครง สร้างของอาคารหลักๆประกอบด้วยโครงสร้างเสโครงสร้างคานโครงสร้างพื้น แ ล ะ โครงสร้างหลังคา โครงสร้างเหล่านี้สามารถทำขึ้นด้วยวัสดุ หลักๆ อยู่3 ประเภท คือโครงสร้างที่ทำจาไม้ โครงสร้างที่ทำจากเหล็ก และโครงสร้างที่ทำจากคอนกรีตดังนั้นจึงจัดแบ่งวิธี การควบคุมและตรวจงานตามหมวดวัสดุ ที่ใช้ ทำโครงสร้างไปทีละชนิดได้ ดังนี้

2.2 การตรวจและควบคุมงานโครงสร้างไม้

2.2.1 เสาไม้ เนื่องจากเสาเป็นส่วนของโรงสร้างที่ต้องการความมั่นคงมาก เพราะเป็นส่วนรับน้ำหนักของตัวโครงสร้างอื่นๆ ลงสูงฐานราก ดังนั้นเสาที่ทำจากไม้ จึงนิยมใช้ไม้เนื้อแข็ง เช่น ไม้ ตะเคียนทอง, ไม้ เต็ง, ไม้ มะค่าโมง ขนาดของเสาไม้ มี ขนาดเส้นผ่านศูนย์ กลาง Ø4” หรื อ □ 4”x4” ขึ้นไป ถึง □8”x8” แล้วแต่สภาพของการรับน้ำหนัก หรือความลดของเสา แต่ในปัจจุบันเสาไม้ ที่มี ขนาดใหญ่ เป็นสิ่งที่มี ราคาสูงมาก จึงต้องระมัดระวังไม่ให้มีความเสียหายขณะทำงาน เช่น การบากเสาผิดตำแหน่ง

2.2.2 คานและตงไม้ เป็นองค์อาคารที่มี การถ่ายน้ำหนักจากพื้นซึ่งต้องเป็นไม้ ลงมายังตง และจากตงส่งมายังคาน เนื่องจาก พื้นไม้รับน้ำหนักทางด้านแบนหากตง ห่างกันมากเกินไปจะทำให้พื้นแอ่นดังนั้นตง จึงต้องมีขนาดและวิธี การรับแรงทางแนวตั้ง และมีขนาดและระยะห่างตามที่ผู้ออกแบบกำหนดและปลายตง ทั้งสองด้านจะวาง อยู่บนคาน เพื่อถ่ายน้ำหนักลงไปยังเสาขนาดของคานจึงมีขนาดหน้าตัดมากกว่าตรง และวาง รับแรงทางแนวตั้ง เหมือนกันหรือวาง คานคู่ในกรณีที่มีการรับน้ำหนักมาก

2.3 การตรวจและควบคุมงานโครงสร้างเหล็ก

เหล็กจัดเป็นวัสดุโครงสร้างที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่ หลายในโครงการก่อสร้างทั่วไปการใช้ เหล็กในงานโครงสร้างได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาเนื่องจากเหล็กเป็นวัสดุ ที่มีความแข็งแรง มีความคงทน ความเหนียวความยืดหยุ่นหาซื้อง่ายและราคาประหยัด จึงมีความคล่องตัวในการใช้ งาน

2.3.1 เสาเหล็กรูปพรรณ (Steel Columns)

เป็นเสาที่ใช้รูปพรรณหน้าตัดมาตรฐานหรือเหล็กแผ่นมาประกอบเป็นหน้าตัดเสาเพื่อรับน้ำหนักและแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นเสาชนิดนี้มี น้ำหนักโครงสร้างโดยรวมน้อยกว่าเสาคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งเป็นจุดเด่นของเสาชนิดนี้แต่ข้อด้อย

คืออัตราการทนไฟของโครงสร้างเสาชนิดนี้มักใช้กับโครงสร้างรับหลังคาโครงเหล็ก เสโรงงาน และเสาอาคารเหล็ก เราเรียกเสาที่ใช้รูปพรรณหน้าตัดมาตรฐานนี้ว่าเสาเหล็กรูปพรรณ

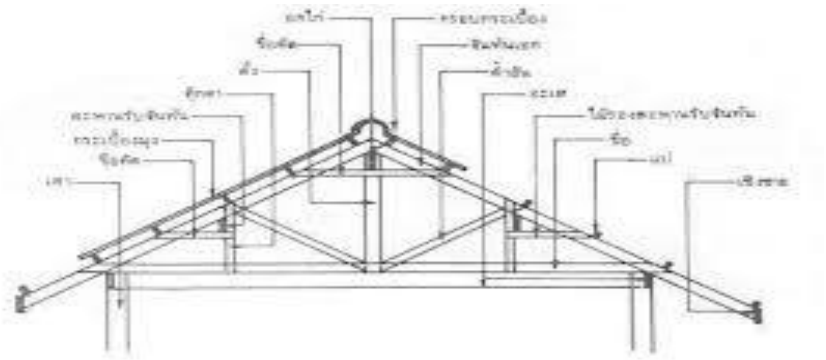
คานเหล็กเป็นคานที่ใช้เหล็กรูปประพรรณหน้าตัดมาตรฐานหรือเหล็กตัดประกอบเป็นคานรูปร่างต่างๆเพื่อรับน้ำหนักและแรงต่างๆทีเกิดขึ้นคานเหล็กจะมี น้ำหนักของโครงสร้างโดยรวมน้อยกว่าคานคอนกรีตเสริมเหล็ก สามารถก่อสร้างในช่วงความกว้างและช่วงความยาวของอาคารได้ มากและกรรมวิธีการก่อสร้างสามารถทำได้เร็วกว่าคานคอนกรีตเสริมเหล็ก แต่ มี ข้อด้อยคืออัตราการทนไฟของโครงสร้างต่ำเมื่อคานเหล็กโดนความร้อนมากส่งผลให้มีความแข็งแรงรดไปด้วย

2.4 เสาและคานเหล็กประกอบ (Built-up Section)

เสาและคานประกอบเป็นชิ้นส่วนที่ประกอบขึ้นด้วยเหล็กรูปพรรณต่างชนิดกันหรือต่างขนาดกันโดยมี เหล็กรูปพรรณส่วนหนึ่งเป็นตัวรับแรงและเหล็กรูปพรรณอีกส่วนหนึ่งเป็นตัวโยงยึดให้เหล็กรูปพรรณชิ้นแรกสามารถรับกาลังได้เช่น โครง Truss หรือเสาป้ายโฆษณา หรือคานโครงถัก เหล็กที่เป็นตัวรับกำลังส่วนมากจะมีขนาดใหญ่ กว่าเหล็กที่เป็นตัวโยงยึดพื้นเหล็กเส้นใหญ่จะใช้ ในเป็นพื้นในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปเป็นส่วนใหญ่ เพราะพื้นเหล็กจะมีความสามารถในการรับน้ำหนักและมีความแข็งแรงมากกว่าพื้นคอนกรีตหรือพื้นไม่แต่ในอาคารหรือบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่ มักจะไม่นิยมใช้พื้นเหล็กในการปูพื้นเพราะเวลาเดินบนพื้นเหล็กจะมีเสียงดังเกิดขึ้นในขณะเดินจึงมักไม่นิยมใช้พื้นชนิดนี้

2.5 โครงหลังคาเหล็ก

โครงหลังคาเหล็กมี อยู่ 2 แบบ คือโครงหลังคาเหล็กที่เป็นเหล็กรูปพรรณชิ้นเดียวซึ่งนิยมใช้ในอาคารบ้านเรือนทั่วไปมีแปรนไม่ กว้างมากนักส่วนโครงหลังคาเหล็กที่ เป็นโครง Truss เหมาะกับโครงสร้างช่วงยาวและไม่ต้องการมีเสากลางรับจันทันอันได้แก่โรงงานอุตสาหกรรมโรงยิมเนเซียมหอประชุมขนาดใหญ่ เป็นต้น



ภาพที่ 1 โครงสร้างหลังคา

2.5.1 สรุปรายการตรวจสอบงานโครงสร้างเหล็กมีดังนี้

1) ตรวจสอบลักษณะของวัตถุ เช่น ตรง,สนิม ,โก่ง,การโค้งงอ
2) ตรวจสอบขนาดความหนา และพื้นที่หน้าตัดของเหล็ก
3) ตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดที่กำหนด
4) ตรวจสอบชนิดของเหล็กโดยนำชิ้นตัวอย่างไปทดสอบ
5) ตรวจสอบหมุดย้ำทั้งรูปร่างและชนิดที่ ใช้
6) ตรวจสอบสลักเกลียวรูปร่างที่และชนิดที่ใช้

2.6 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel)

เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอน 0.2-0.5% มีความแข็งแรงและความเค้นแรงดึงมากกว่า เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำแต่จะมีความเหนียวน้อยกว่า สามารถนำไปชุบแข็งได้ เหมาะกับ งานท าชิ้นส่วนเครื่องจักรกล รางรถไฟ เฟือง ก้านสูบ ท่อเหล็ก ไขควง เป็นต้น

2.6.1 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel)

เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอน 0.5 - 1.5% มีความแข็งความแข็งแรงและความเค้น- แรงดึงสูง เมื่อชุบแข็งแล้วจะเปราะ เหมาะสำหรับงานที่ทนต่อการสึกหรอ ใช้ในการทำเครื่องมือ สปริงแหนบ ลูกปืน เป็นต้น

2.7 เหล็กกล้าประสม (Alloys Steel)

หมายถึง เหล็กที่มีธาตุอื่นนอกจากคาร์บอน ผสมอยู่ในเหล็ก ธาตุบางชนิดที่ผสมอยู่ อาจมีปริมาณมากกว่าคาร์บอน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักในเหล็กก็ได้ธาตุที่ผสม ลงไปได้แก่โมลิบดินั่ม แมงกานีส ซิลิคอน โครเมียม อลูมิเนียม นิกเกิล และวาเนเดียม เป็นต้นจุดประสงค์ที่ต้องเพิ่มธาตุ ต่างๆเข้าไปในเนื้อเหล็ก ก็เพื่อการทำให้คุณสมบัติของเหล็ก เปลี่ยนไปนั่นเองที่สำคัญก็คือ

1. เพิ่มความแข็ง
2. เพิ่มความแข็งแรงที่อุณหภูมิปกติและอุณหภูมิสูง
3. เพิ่มคุณสมบัติทางฟิสิกส์
4. เพิ่มความต้านทานการสึกหรอ
5. เพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน
6. เพิ่มคุณสมบัติทางแม่เหล็ก
7. เพิ่มความเหนียวแน่นทนต่อแรงกระแทก

2.7.1 เหล็กกล้าประสม แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.7.2 เหล็กกล้าประสมต่ำ (Low Alloy Steels)

เป็นเหล็กกล้าที่มีธาตุประสมรวมกันน้อยกว่า 8% ธาตุที่ผสมอยู่คือ โครเมียม นิกเกิล โมลิบดินั่ม และแมงกานีสปริมาณของธาตุที่ ใช้ผสมแต่ละตัวจะไม่มากประมาณ 1 - 2% ผลจากการผสมทำให้เหล็กสามารถชุบแข็งได้มีความแข็งแรงสูง เหมาะสำหรับใช้ในการท าชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เช่น เฟือง เพลาข้อเหวี่ยง จนบางครั้งมีชื่อว่า

เหล็กกล้า เครื่องจักรกล (Machine Steelsเหล็กกล้ากลุ่มนี้จะต้องใช้งานในสภาพชุบแข็งและอบก่อนเสมอจึงจะมีค่าความแข็งแรงสูง

2.7.3 เหล็กกล้าประสมสูง (High alloy steels)

เหล็กกล้าประเภทนี้จะถูกปรับปรุงคุณสมบัติ สำหรับการใช้งานเฉพาะอย่างซึ่งก็จะมีธาตุประสมรวมกันมากกว่า 8% เช่น เหล็กกล้าทนความร้อน เหล็กกล้าทนการเสียดสี และเหล็กกล้าทนการกัดกร่อนโลหะประเภทเหล็กสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1. เหล็กอ่อน (Wrought Iron)
2. เหล็กดิบ (Pig Iron)
3. เหล็กหล่อ (Cast Iron

2.8 เหล็กอ่อน (Wrought Iron)

เหล็กอ่อนเป็นเหล็กที่มีความบริสุทธิ์สูง ไม่นิยมนำมาใช้งานเพราะอ่อนเกินไป แต่ เป็นที่นิยมของช่างตี เพราะตีให้ขึ้นรูปได้ง่าย เหล็กอ่อนนี้มีความบริสุทธิ์ ถึง 99.9%ซึ่งทางโลหะวิทยาเรียกเหล็กที่บริสุทธิ์นี้ว่า “Ferrite” เหล็กอ่อนถลุงได้จากเตาพุดเดิ้ล (Puddle Furnace) ซึ่งเป็นกรรมวิธีการผลิตเหล็กอ่อนที่เก่าแก่มากทีเดียว

2.8.1 การผลิตเหล็กอ่อน

กรรมวิธีในการผลิตเหล็กอ่อนมีอยู่ 2 วิธี ดังนี้

2.8.2 กรรมวิธีพุดเดิ้ล (Puddle Process)

กรรมวิธีการผลิตเหล็กอ่อนวิธีนี้ ถูกคิดค้นขึ้นประมาณปี ค.ศ.1780 การผลิตเหล็กอ่อนวิธีนี้จะ อาศัยเตาพุดเดิล (Puddle Furnace) ลักษณะดังรูป 6.3 โดยการใส่เหล็กดิบลงไปที่บริเวณก้นเตา ซึ่งมีลักษณะคล้ายจานรองถ้วย ความร้อนที่ใช้ในการหลอมได้จากเปลวไฟที่อยู่เหนือก้นเตา ซึ่งมาจากห้องเผาไหม้ คล้ายกับของเตากระทะ ขณะที่เหล็กดิบกำลังหลอมละลายอยู่ ออกไซด์ของเหล็กจะไปรวมตัวกับแมงกานีส และซิลิกอน ในน้ำเหล็กกลายเป็นขี้ตะกรัน ส่วนคาร์บอนจะรวมตัวกับออกซิเจนกลายเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)และจะถูกเผาไหม้ไป น้ำเหล็กจะเริ่มตกตะกอนในช่วงนี้ พนักงานคุมเตาจะทำการกวนน้ำเหล็กที่ตกตะกอนให้ รวมตัวเป็นก้อนกลม จากนั้นจะนำออกจากเตาเพื่อกำจัดขี้ตะกรันออก แล้วน ไปรีด ออกมาเป็นแท่งเหล็กอ่อนที่เรียกว่า muck bar ซึ่งจะตัดเป็นท่อนสั้นๆ เพื่อนำไปใช้งานต่อไปเนื่องจากการผลิตเหล็กอ่อนด้วยกรรมวิธีพุดเดิ้ลนี้ ต้องอาศัยแรงงานคนมาก ดังนั้นเหล็กอ่อนที่ ผลิตออกมาถึงมีราคาแพง ในปัจจุบันไม่นิยมใช้ทำการผลิตกรรมวิธีพุดเดิ้ล (Puddle Process)กรรมวิธีการผลิตเหล็กอ่อนวิธีนี้ ถูกคิดค้นขึ้นประมาณปี ค.ศ.1780 การผลิตเหล็กอ่อนวิธีนี้จะอาศัยเตาพุดเดิ้ล (Puddle Furnace) ลักษณะดังรูป 6.3 โดยการใส่เหล็กดิบลงไปที่บริเวณก้นเตา ซึ่งมีลักษณะคล้ายจานรองถ้วยความร้อนที่ใช้ในการหลอมได้จากเปลวไฟที่อยู่เหนือก้นเตา ซึ่งมาจากห้องเผาไหม้ คล้ายกับของเตากระทะ ขณะที่เหล็กดิบกำลังหลอมละลายอยู่ ออกไซด์ของเหล็กจะไปรวมตัวกับแมงกานีส และซิลิกอน ในน้ำเหล็กกลายเป็นขี้ตะกรัน ส่วนคาร์บอนจะรวมตัวกับออกซิเจนกลายเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)และจะถูกเผาไหม้ไป นำเหล็กจะเริ่มตกตะกอนในช่วงนี้ พนักงานคุมเตาจะทำการกวนน้ำเหล็กที่ ตกตะกอนให้ รวมตัวเป็นก้อนกลม ดังรูป 6.2 จากนั้นจะนำออกจากเตาเพื่อกำจัดขี้ ตะกรันออก

แล้วนำไปรีด ออกมาเป็นแท่งเหล็กอ่อนที่เรียกว่า muck bar ซึ่งจะตัดเป็นท่อนสั้น ๆ เพื่อนำไปใช้งานต่อไป เนื่องจากการผลิตเหล็กอ่อนด้วยกรรมวิธีพุดเดิ้ลนี้ ต้องอาศัยแรงงานคนมาก ดังนั้นเหล็กอ่อนที่ ผลิตออกมาถึงมีราคาแพง ในปัจจุบันไม่นิยมใช้ทำการผลิต

2.8.3 ลักษณะของเตาพุดเดิ้ล

เตาพุดเดิ้ลเป็นของประเทศอังกฤษ ลักษณะเตาเป็นเตารูปยาว ข้างบนมีลักษณะเป็นอ่างกระทะที่ข้าง ๆกระทะมีกองไฟสำหรับใช้ความร้อนตามมากับลมร้อนที่ จะออกทางปล่องวัตถุดิบที่จะใส่ลงไปในเตา

- เหล็กดิบสีขาว
- เศษเหล็ก (เหล็กออกไซด์)

2.8.4 กรรมวิธี แอสตัน (Aston Process)

กรรมวิธีการผลิตเหล็กอ่อนวิธีนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างว่ากรรมวิธีไบเออร์ (Byers Process) ถูกคิดค้นขึ้นมาในปี ค.ศ. 1952 โดยเจมส์ แอสตัน ซึ่งมีความเห็นว่าการผลิตเหล็กอ่อนด้วยกรรมวิธีพุดเดิ้ลต้องอาศัยแรงงานคนมาก และมีความยุ่งยากในการผลิตมาก ดังนั้น จึงได้ทำการพัฒนาการผลิตเหล็กอ่อนขึ้นใหม่ ซึ่งไม่ต้องอาศัยเตาพุดเดิ้ลกรรมวิธีนี้จะใช้น้ำเหล็กกล้าจากเตาเบสเซมเมอร์ ซึ่งยังไม่ได้ทำการขจัดออกซิเจน เป็นวัตถุดิบ โดยการเทน้ำเหล็กลงไปในน้ำ (Laddle)ซึ่งบรรจุขี้ ตะกรันไว้ น้ำเหล็กและขี้ตะกรันจะทำปฏิกิริยากันอย่างรุนแรงเนื่องจากน้ำเหล็กมีอุณหภูมิสู งกว่าอุณหภูมิของขี้ตะกรันมาก ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ น้ำเหล็กมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของขี้ตะกรันมาก ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้ทำให้น้ำเหล็กและขี้ตะกรันรวมตัวกัน ทำให้กลายเป็นเหล็กอ่อนต่อจากนั้นจะนำไปทำการรีดเป็นแท่งเหล็กอ่อน เหล็กอ่อนที่ได้จากกรรมวิธีแอสตันมี คุณภาพดีกว่าเหล็กอ่อนที่ได้จากกรรมวิธีพุดเดิ้ลส่วนผสมของเหล็กอ่อนธาตุที่ผสมอยู่ในเหล็กอ่อนประกอบด้วย คาร์บอน, แมงกานีส, ฟอสฟอรัส. ซัลเฟอร์ , ซิลิกอน และมีขี้ตะกรันผสมอยู่ด้วย สำหรับปริมาณส่วนผสมของเหล็กอ่อน

2.8.5 คุณสมบัติของเหล็กอ่อน

เหล็กอ่อนมีคุณสมบัติทางกลที่ต่ำกว่าเหล็กกล้า โดยมีค่าความแข็งแรงทางแรงดึง ประมาณ 48,000 – 52,000 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว มี ค่าความแข็ง 55 Rockwell scale B เหล็กอ่อนมีคุณสมบัติการยืดตัว (Ductility)สูง ดังนั้นจึงสามารถนำมาขึ้นรูปด้วยกรรมวิธี ตีขึ้นรูป (Forged)และนำมาเชื่อมได้ ดีคุณสมบัติ

1. มีความบริสุทธิ์สูง
2. มีคาร์บอนไม่เกิน 1%
3. มีสแลกอยู่ในเนื้อเหล็ก
4. ตีขึ้นรูปได้ง่ายมาก
5. ตีเชื่อมปรานได้ดี
6. ทนต่อแรงกระแทกแบบกะทันหันได้ดียิ่งประโยชน์ได้แก่

- ใช้ทำโซ่
- ใช้ทำขอเกี่ยว

- ใช้ทำข้อต่อรถไฟ

เหล็กดิบ (Pig Iron) เหล็กดิบเป็นเหล็กที่ได้จากการนำสินแร่ เหล็กมาท าการถลุง โดยการให้ความร้อนแก่สินแร่ ภายในเตาสูง (Blast Furnace) โดยการบรรจุวัตถุดิบ คือสินแร่เหล็ก (Iron Ore)ถ่านหิน (Coal) และหินปูน (Limestone)โดยใช้รถลากวัตถุดิบ (Skip Car) เป็นตัวช่วยดึงวัตถุดิบขึ้นไปสู่ปากเตาเพื่อบรรจุวัตถุดิบเข้าตาแล้วจุดถ่านหินที่อยู่ภายในเตาให้ลุกติดไฟ แล้วจึงเป่าลมให้เข้าไปในเตาเพื่อช่วยในการเผาไหม้ ความร้อนภายในเตาสูงประมาณ 1,600 –1,900 องศาเซลเซียส จนกระทั่งความร้อนสามารถถลุงสินแร่ เหล็กที่ อยู่ภายในเตาจนเป็นโลหะเหลว ซึ่งจะละลายไหลแทรกตัวอยู่ ระหว่างช่องว่างของถ่านหิน ที่อยู่บริเวณก้นเตาโดยมีขี้ตะกรัน (Slag)ลอยอยู่บนส่วนบนของโลหะที่หลอมละลายเจ้าหน้าที่จะเจาะเตาถลุงเพื่อให้ขี้ตะกรันที่ลอยอยู่บนน้ำเหล็กให้ไหลออกก่อน จากนั้นจึงจะเจาะให้น้ำเหล็กไหลออกจากเตาเหล็กที่ได้จากการถลุงแร่ เหล็กในเตาถลุงนี้เป็นเหล็กที่ยังไม่บริสุทธิ์มักเรียกว่าเหล็กดิบ (Pig Iron)เราจะนำเหล็กดิบที่ถลุงได้ส่วนหนึ่งไปหล่อเป็นแท่ง โดยเครื่องจักรอัตโนมัติ (Pig Molding Machine) เพื่อจะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำเหล็กกล้าหรือเหล็ก หล่อในภายหลัง โดยนำเหล็กดิบที่ยังร้อนหลอมเหลวแล้วจะนำไปบรรจุลงในเบ้า (Ladle)แล้วนำไปผลิตเป็นเหล็กกล้าต่อไปในการถลุงสินแร่เหล็กนี้จะทำงานต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงติดต่อกัน ประมาณ 5-6 ปี จึงจะหยุดทำการซ่อมแซมเตากันครั้งหนึ่ง

2.8.6 เหล็กดิบ (Pig Iron) เหล็กดิบผลิตขึ้นจากเตาสูง โดยการหล่อหลอมสินแร่ เหล็กกับถ่าน

โค้กและหินปูน ซึ่งคุณภาพของเหล็กที่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของสินแร่ที่นำมาใช้ในการหลอมโดยปกติแล้วเหล็กดิบที่ผลิตได้จะมีธาตุต่าง ๆ ประสมอยู่ โดยประมาณดังนี้

-คาร์บอน (Carbon : C) 3-4%

-ซิลิคอน (Silicon: Si) 1-3%

-แมงกานีส (Manganese : Mn) 1%

-ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P) 0.1-1%

-กำมะถัน (Sulphur: S) 0.05-0.1%

เหล็กดิบจะมีความแข็งและเปราะ ดังนั้นจึงมีความแข็งแรง ความเหนียว ไม่มากนักและทนต่อแรงกระแทกได้น้อย เหล็กดิบส่วนมากจะถูกนำไปหล่อเป็นเหล็กชนิดต่างๆ เช่น เหล็กหล่อ และเหล็กกล้า เป็นต้น
ชนิดของเหล็กดิบ เหล็กดิบที่ผลิตได้จากเตาสูงมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดและนำมาใช้ประโยชน์ต่างกันสามารถพิจารณาได้ดังนี้

- เหล็กดิบเบสิก (Basic Pig Iron) นำไปใช้การหล่อเหล็กกล้าและรีดขึ้นรูป
- เหล็กดิบเอซิด (Acid Pig Iron) นำไปใช้ในการหล่อเหล็กกล้า ผลิตเหล็กอ่อนและรีดขึ้นรูป
- เหล็กดิบฟอร์จิ้ง (Forging Pig Iron) นำไปใช้ในการผลิตเหล็กอ่อน เหล็กประสมและตีขึ้นรูป
- เหล็กดิบโรงหล่อ (Foundry Pig Iron) นำไปใช้ในการหล่อเป็นเหล็กหล่อสีเทา และเหล็กหล่อประสม

- เหล็กดิบมัลลิเอเบิลหรือเหล็กดิบเหนียว (Malleable Pig Iron) นำไปใช้ในการหล่อเป็นเหล็กหล่อสีขาว เหล็กหล่อเหนียว (เหล็กหล่อมัลลิเอเบิล) และเหล็กหล่อเหนียวประสม (เหล็กหล่อมัลลิเอเบิลประสม) อิทธิพลของธาตุที่ประสมอยู่ในเหล็กดิบ ธาตุชนิดต่าง ๆ ที่ประสมอยู่ในเหล็กดิบจะทำให้เหล็กดิบมีสมบัติดังนี้

2.8.7 คาร์บอน (Carbon: C)

คาร์บอนมีอิทธิพลต่อจุดหลอมเหลวของเหล็ก คือจะทำให้ จุดหลอมเหลวต่ำลงจึงทำให้เหล็กหลอมได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ ยังทาให้เหล็กแข็งขึ้นสามารถชุบแข็งได้ ความเหนียวและอัตราการขยายตัวลดลง สมบัติในการตีขึ้นรูปและการเชื่อมประสานลดลง

2.8.8 ซิลิคอน (Silicon: Si)

ซิลิคอนในเนื้อเหล็กจะรวมตัวกับคาร์บอน เกิดเป็นซิลิคอนคาร์ไบต์ (Sic)ซึ่งมีความแข็งมาก ดังนั้นเหล็กที่มีซิลิคอนประสมอยู่มากเกินไปจะมีความเปราะและแตกหักง่าย สมบัติในการ
เชื่อมประสานและปาดผิวลดลง แต่ทำให้มีความคงทนต่อการกัดกร่อนได้ดี

2.8.9 แมงกานีส (Manganese: M n)

แมงกานีสที่ประสมอยู่ในเหล็กดิบจะทำให้เหล็กมีความแข็งและทนต่อการสึกเหรอได้ ดี และจุดหลอมเหลวเพิ่มขึ้นอยู่ด้วย

2.8.10 ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P)

ฟอสฟอรัสถ้ามีมากในสินแร่ เหล็กจะทำให้การถลุงยากขึ้น และถ้ามีมากในเนื้อเหล็กจะทำให้เปราะหักง่ายที่อุณหภูมิ เย็น แต่ ถ้ามีน้อยจะช่วยให้สามารถหล่อได้บาง ๆ หลอมไหลได้ง่ายสะดวกในการเทลงแบบ

2.8.11 กำมะถัน (Sulphur: S)

กำมะถันถ้ามีมากในเนื้อเหล็กจะทำให้เหล็กเปราะหัก ง่าย ณ ที่อุณหภูมิสูง
ๆ ทำให้การหลอมไหลยากไม่สะดวกที่จะเทลงแบบ ดังนั้นการนำไปใช้งานที่ อุณหภูมิ สูง ๆ จึงไม่ ดี

2.9 เหล็กกล้า (Steel)

เหล็กกล้า เป็นโลหะที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งในปัจจุบัน เหล็กกล้ามีธาตุคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.1-1.5% โดยน้ำหนัก ซึ่งปริมาณธาตุคาร์บอนที่ผสมอยู่ทำให้เหล็กกล้ามีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เหล็กกล้าถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างมาก นอกจากปริมาณของธาตุคาร์บอนแล้ว ยังมีการผสมธาตุต่าง ๆ ในเนื้อเหล็กกล้าอีกด้วย เช่น โครเมียม นิกเกิล ทังสเตน วาเนเดียม โมลิบดีนัม เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติของเหล็กกล้าให้ดีขึ้น เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเฉพาะอย่าง เช่น ทนต่ออุณหภูมิได้สูง ทนต่อการเสียดสี ทนต่อการกัดกร่อน มี ความแข็งแกร่งสูงขึ้น เหล็กกล้าแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

2.9.1 เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel)

เหล็กกล้าคาร์บอน เป็นเหล็กที่มีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนเป็นหลัก อาจจะมีธาตุอื่นผสมอยู่ได้บ้างเล็กน้อย เช่น ซิลิคอน แมงกานีส กำมะถัน ฟอสฟอรัส เหล็กกล้าคาร์บอนแบ่งออกได้ หลายชนิดตามปริมาณของธาตุคาร์บอนที่ผสมอยู่ในเนื้อเหล็ก จะทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน และนำไปใช้งานในลักษณะต่าง กัน เช่น

2.9.2 เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel)

เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำจัดได้ว่าเป็นเหล็กกล้าที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่ในเนื้อเหล็กน้อยที่สุด คือ มีธาตุคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.10 –0.30% โดยน้ำหนักกำหนดตามมาตรฐานอเมริกัน คือ AISI 1010 – 1030 กำหนดมาตรฐานเยอรมัน คือ St37เนื่องจากมีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่น้อย ทำให้มีความแข็งแรงต่ำไม่ สามารถนำไปทำการชุบแข็งได้ เหมาะสำหรับนำไปใช้งานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก เช่นนำไปรีดเป็นแผ่น ทำถังบรรจุของเหลว นำไปทำเป็นเหล็กเส้นใช้ในงานก่อสร้าง

2.9.3 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลา

เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง เป็นเหล็กกล้าที่มีปริมาณธาตุ คาร์บอนเพิ่มขึ้นมากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำคือมีคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.31-0.55% โดยน้ำหนัก กำหนดตามมาตรฐานอเมริกัน คือ AISI 1031-1055 กำหนดตามมาตรฐาน เยอรมัน คือ St 50 สามารถนำไปปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความร้อน โดยการนำไปชุบแข็ง(Hardening)คือนำชิ้นงานไปเผาให้ร้อนเพื่อให้เหล็กเปลี่ยนโครงสร้างเป็นออสเทสไนต์ (Austenite) ซึ่งการจะใช้อุณหภูมิสูงขนาดไหนขึ้นอยู่ กับปริมาณธาตุคาร์บอนที่ผสมอยู่ จากนั้นทำให้ เย็นตัวลงโดยเร็ว เหล็กจะเปลี่ยนโครงสร้างเป็นมาแทนไซต์ (Martensite) ซึ่งเหล็กจะมีความแข็งเพิ่มขึ้น เหล็กกล้าชนิดนี้นำไปใช้ผลิตชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลที่ต้องการความแข็งแรง เช่น เพลาส่งกำลัง เฟืองในเครื่องจักรต่าง ๆ

2.9.4 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel)

เหล็กกล้าคาร์บอนสูง เป็นเหล็กกล้าที่ปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่ในเนื้อสูงสุด คือมีคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.56 –1.5%โดยน้ำหนัก กำหนดมาตรฐานอเมริกัน คือ AISI 1056 –1090 กำหนดมาตรฐานเยอรมัน คือ St170 เป็นเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงสูง นำไปผลิตเครื่องมือคมตัดต่างๆ เช่น มีดกลึง ดอกสว่าง ดอกคว้านละเอียด ดอกทำเกลียว ใบเลื่อย ตะไบ ซึ่งเครื่องมือคมตัดต่าง ๆ เหล่านี้ จะนำไปผ่านกระบวนการขึ้นรูป ตามขนาด และรูปร่าง แล้วน าชิ้นงานไปปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความร้อน โดยการนำไปชุบแข็ง (Hardening)ซึ่งจะทำให้งานมีความแข็งสูงมาก แต่เมื่อได้รับแรงกระแทกจะเปราะหักได้ง่าย

2.9.5 เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel)

เหล็กกล้าผสม เป็นเหล็กกล้าที่ผสมธาตุหรือโลหะต่างๆ เช่น นิกเกิล โครเมียม โมลิบดีนัม วาเนเดียมทังสเตน ธาตุที่ประผสมเข้าไปนี้เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติต่าง ๆ ของเหล็กกล้า เช่น ความแข็งแรง (Strength) ความทนต่อการกัดกร่อน (Corrosion)ทนต่อการเสียดสี (Wearresisting)

2.9.6 เหล็กหล่อ (Cast Iron)

เป็นวัสดุช่างที่จัดอยู่ในพวกโลหะ เหล็กหล่อเป็นวัสดุช่างที่สำคัญ เหล็กหล่อมีเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนค่อนข้างสูงจึงทำให้เหล็กหล่อมีความแข็ง การขึ้นรูปต้องนำไปหลอมแล้วเทลงแบบผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเหล็กหล่อมีอยู่มากมาย เช่น ทำฐานเครื่องจักร ตัวเครื่องจักร รางเครื่องกลึง เสื้อสูบเครื่องยนต์ พลูเลย์สายพานชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

2.9.7 คุณสมบัติของเหล็กหล่อ

1. ผลิตจากเหล็กดิบสีเทา (มี Si สูง)
2. มีสารมลทินปนอยู่มาก
3. รับแรงดึง (Tensile) ไม่ดี
4. รับแรงอัด (Compressive) ได้ดี
5. จุดหลอมเหลวต่ำ
6. แม่เหล็กจะดูดผงเศษเหล็กได้น้อย
7. ไม่เป็นสปริงจะหักเปราะง่าย
8. ผลิตจากเตาคู โพลา
9. มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนสูง 2-4%
10. การรวมของคาร์บอนอยู่ในรูปของกราไฟต์
11. ขึ้นรูปโดยการหลอมละลายแล้วเทลงในแบบ
12. การใช้งานมักนำไปทำพวกเหล็กโครงสร้าง
13. ผิวหยาบ เม็ดเกรนโตมองเห็นได้ชัด
14. ผงตะไบเหล็กจะทู่มีสีด า
15. เมื่อเผาให้ร้อนจะเสียทรง เพราะจะยุบตัว

2.9.10 เหล็กหล่อสีเทา (Gray Cast Iron)

เหล็กหล่อสีเทา หรือเหล็กหล่อธรรมดา มีสัญลักษณ์ GG เป็นเหล็กหล่อทั่ว ๆ ไป ซึ่งเกิดจากการหลอมเหล็กดิบสีเทา เศษเหล็กเหนียว ถ่านโค้ก หินปู น มีธาตุต่าง ๆ ประสมอยู่ เช่น

-คาร์บอน 2 –4%

-ซิลิคอน 1.8-2.5%

-แมงกานีส 0.5-0.8%

-กำมะถัน 0.3%

เมื่อทำการหลอมละลายเหล็กในเตาคิวโปล่าให้เป็นน้ำโลหะหล อมเหลวแล้วนำน้ำโลหะเหลวไปเทลงในแบบหล่อ ในขณะที่น้ำโลหะ ค่อย ๆ เย็นตัวลงอย่างช้า ๆ ธาตุคาร์บอนที่มี อยู่ในเนื้อเหล็กจะตกผลึกเป็นคาร์บอนอิสระแทรกตัวในเนื้อเหล็กนั้น ซึ่งถ้าเราหักเหล็กหล่อดูเนื้อภายในจะมีลักษณะเป็นเม็ดโลหะหยาบสีเทาดำ เหล็กหล่อสีเทามีคุณสมบัติ รับแรงสั่นสะเทือน (Damp Vibration)รับแรงกระแทก(Impact Strength)ทนต่อความล้า (Fatigue) และ

สามารถทำการตกแต่งด้วยเครื่องจักรกลได้ดี (Machine Ability)เหล็กหล่อสีเทาเหมาะที่จะนำไปผลิตโครงสร้างของเครื่องจักรกลต่าง ๆ เช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องไส เครื่องเจาะ แท่นระดับ ปากกาชับงานตะไบ ทั่งตีเหล็ก เสื้อสูบเครื่องยนต์ เฟืองต่าง ๆข้อควรจำเมื่อปฏิบัติงานเกี่ยวกับเหล็กหล่อเหล็กหล่อผิ วนอกจะแข็งมาก เวลาปาดผิวนอกจึงต้องใช้แรงมากกว่าปกติช่างจะต้องรู้จักระวัง ส่วนผิวภายในจะอ่อน ปาดออกได้ง่าย

คำศัพท์

1. GG แปลว่า เหล็กหล่อสีเทา
2. GH แปลว่า เหล็กหล่อแข็ง
3. GT แปลว่า เหล็กหล่อเหนียว
4. GTW แปลว่า เหล็กหล่อเหนียวสีขาว
5. GTS แปลว่า เหล็กหล่อเหนียวสีด า
6. GGG แปลว่า เหล็กหล่อโนดูลาร์

2.10 วิธีการเชื่อมโลหะแบ่งออกได้ดังนี้

2.10.1 การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding)

คือการหลอมเหลวโลหะ แหล่งความร้อนที่ใช้ เกิดมาจากการเผาไหม้ ระหว่าง แก๊สอะเซททีลีน ซึ่งเป็นแก๊สเชื้อเพลิง และแก๊สออกซิ เจน อุณหภูมิของการเผาไหม้ ที่สมบูรณ์ ให้ความร้อนสูง 3200?C และจะไม่ หรือควัน

2.10.2 การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding)

การเชื่อมไฟฟ้า หรือ "อาร์ค" ความร้อนที่ใช้ในการเชื่อมเกิดจากประกายอาร์คระหว่างชิ้นงานและลวดเชื่อมซึ่งหลอมละลายลวดเชื่อม เพื่อทำหน้าที่ประสานเนื้อโลหะเข้าด้วยกัน

2.10.3 การประสานโลหะ 2 ชิ้น

โดยใช้ความร้อน กับชิ้นงานในบริเวณที่จะทำการเชื่อม จากนั้นใช้แรงอัดส่วนที่หลอมละลายจนกระทั่งชิ้นงานติดกันเป็นจุด หรือเกิดแนวความร้อนที่ใช้ได้จากความต้านทานไฟฟ้า เช่น
การเชื่อมจุด (Spot Welding)

2.10.4 การเชื่อม TIG (Tungsten Inert Gas Welding)

เป็นวิธีเชื่อมโลหะด้วยความร้อน ที่เกิดจากการอาร์คระหว่างลวดทังสเตน กับชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อยปกคลุมบริเวณเชื่อม และบ่อหลอมละลายเพื่อไม่ให้บรรยากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยา

2.10.5 การเชื่อม MIG (Metal Inert Gas Welding)

เป็นกระบวนการเชื่อมที่สร้างความร้อนระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ลวดเชื่อมที่ใช้จะเป็นลวดเชื่อมเปลือยที่ส่งป้อนอย่างต่อเนื่อง ไปยังบริเวณอาร์คและทำหน้าที่เป็นโลหะเติมลงยังบ่อหลอมละลาย บริเวณบ่อหลอมละลายจะถูกปกคลุมไปด้วยแก๊สเฉื่อย เพื่อไม่ให้เกิดการรวมตัวกับอากาศ

2.10.6 การเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerged Arc Welding)

การเชื่อมใต้ฟลักซ์เป็นกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่ได้รับความร้อนจากการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมเปลือย

กับชิ้นงานเชื่อม โดยมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular Flux) ปกคลุมบริเวณอาร์คและฟลักซ์ส่วนที่อยู่ใกล้ กับเนื้อเชื่อมจะหลอมละลายปกคลุมเนื้อเชื่อมเพื่อป้องกันอากาศภายนอกทำปฏิกิริยากับแนวเชื่อมส่วนฟลักซ์ที่อยู่ห่างจากเนื้อเชื่อมจะไม่หลอมละลาย และไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก

ภาพที่ 2 เชื่อม แก๊สท่าราบ

ภาพที่ 3 เชื่อมไฟฟ้าท่าเหนือศีรษะ

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

3.1 การเตรียมการก่อนเริ่มโครงการ

3.1.1 ประชุมวางแผนการดาเนินงาน

3.1.2 ศึกษาค้นคว้าวิธีการทาจักรยาน

3.1.3 แบ่งหน้าที่ในการทางาน

3.1.4 เลือกประธานและกรรมการ

3.1.5 ตั้งชื่อโครงการให้สอดคล้องกับการปฏิบัติ

3.2 การดำเนินการ

3.2.1 ออกแบบโครงหลังคาศาลาเอนกค์ประสงค์

3.2.2 จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์

3.2.3 เตรียมวัสดุตามแบบ

3.2.4 ตั้งเสา เทคาน

3.2.5 ขึ้นโครงหลังคา

3.2.6 ทาสี

3.2.7 มุงหลังคา

3.2.8 สรุป

3.3 ค่าใช้จ่าย

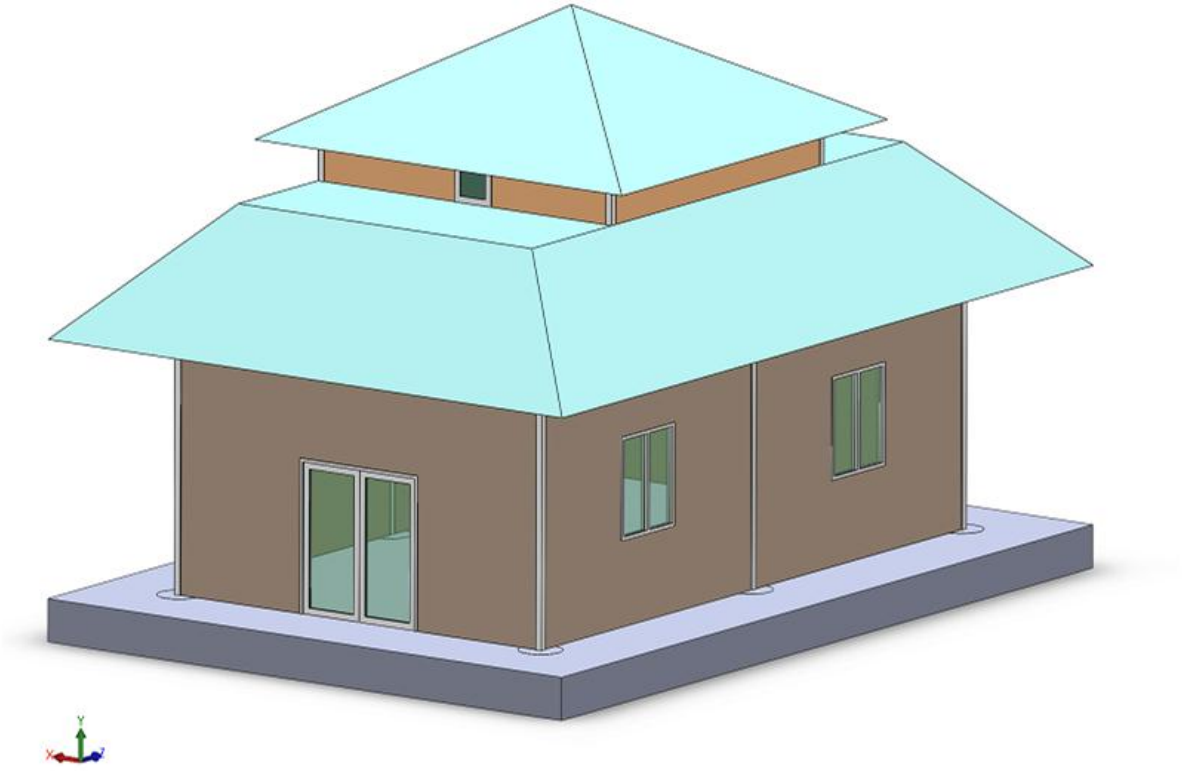
ลำดับที่	รายการ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/ คุณลักษณะเฉพาะ/คุณภาพ	ราคาต่อหน่วย		จำนวนหน่วย	จำนวนเงิน		หมายเหตุ
			บาท	ส.ต.		บาท	ส.ต.	
1	ใบตัดเหล็ก	ขนาด 14”makita	120		10	1,200		
2	ใบเจียรเหล็ก	ขนาด 4”makita	40		10	400		
3	ลวดเชื่อมไฟฟ้า	ขนาด2.6 มม.	1,500		2 หลัง	3,000		
4	สีกันสนิม	สีเทา TOA	400		5 แกลนรอน	2,000		
5	แปรงทาสี	ขนแข็ง ขนาด 2”	50		5 ด้าม	250		
6	สีน้ำมัน	สีน้ำเงิน TOA	600		5 แกลนรอน	3,000		
7	สกูร	เกลียวปล่อย	250		10 กล่อง	2500		
8	เหล็กกล่อง	เหล็กเหนียว 2”x4”x2.0	700		24 เส้น	16,800		
9	เหล็กกล่อง	เหล็กเหนียว 1”X 1”x2.0	200		53 เส้น	10,600		
10	เหล็กกล่อง	เหล็กเหนียว 4”x4”x2.0	1,000		6 เส้น	6,000		
11	ทินเนอร์	AAA	150		5 ก.ป	750		
12	ถุงมือผ้า	ผ้าฝ้าย	150		2 โหล	300		
รวมประมาณการค่าใช้จ่าย (สี่หมื่นหกพันแปดร้อยบาท)						46,800		

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่าย

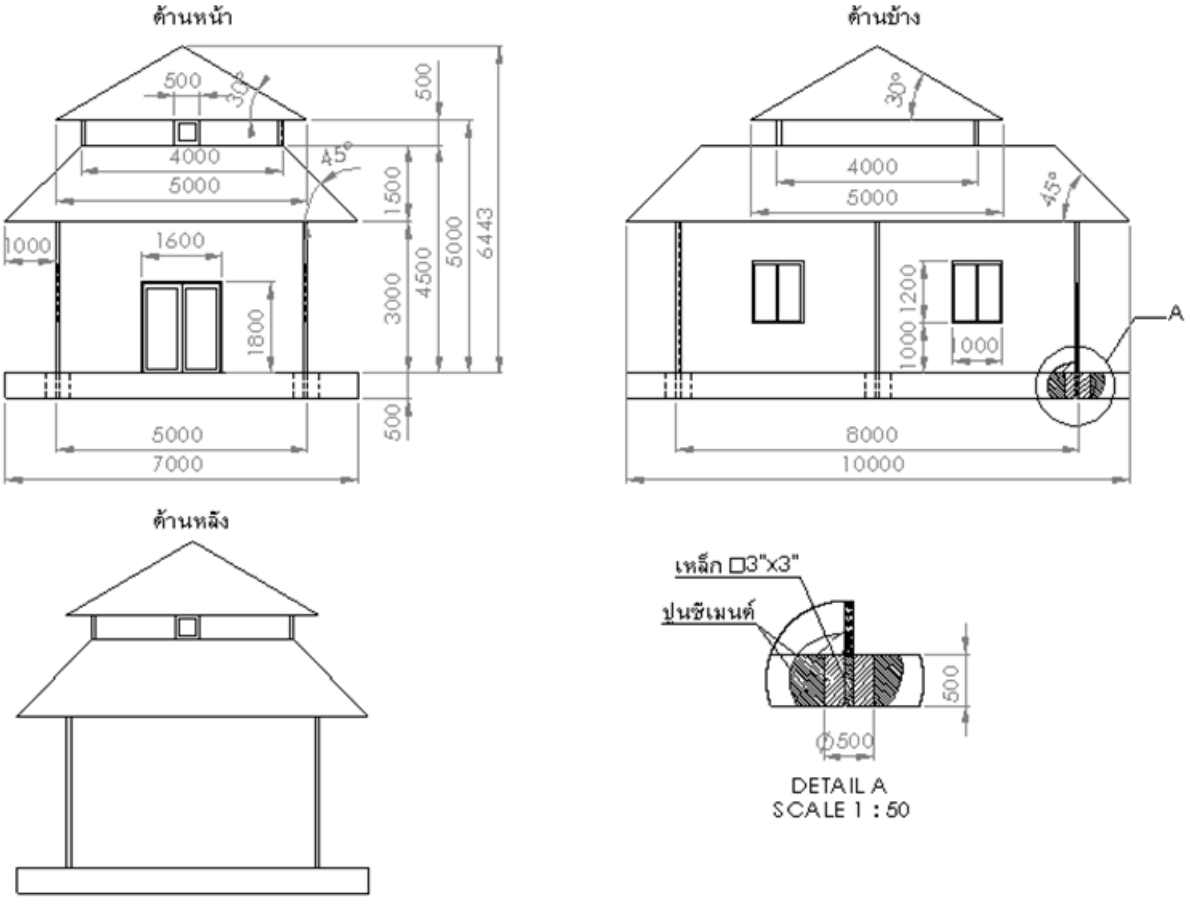
บทที่ 4

การออกแบบและทดลอง

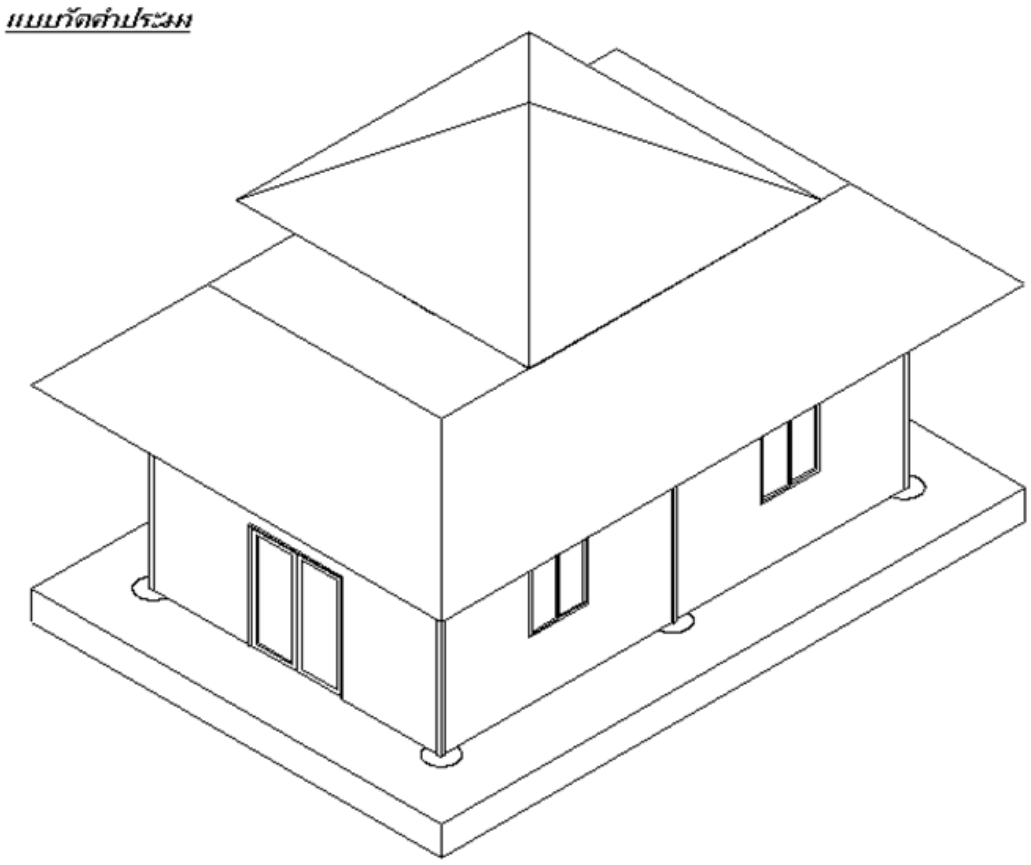
4.1 แบบแปลน



ภาพ 4 ภาพแบบแปลน 3 d



ภาพที่ 5 แบบสั่งงาน



ภาพ 6 ภาพประกอบสามมิติ

4.2 ตารางบันทึกตรวจสอบ

ลำดับ	รายการ	วิธีแก้ไข	ผลการแก้ไข
1	การตั้งเสา ไม่ได้ดิ่ง ไม่ได้ระดับน้ำ	ใส่แผ่นเพส ตั้งเสาให้ได้ดิ่งก่อนเอาดินกบเสา	เสาตั้งตรง ได้ระดับน้ำ
2	การใส่อเส ไม่ได้ขนาด	วัดให้ดีก่อนแล้วค่อยเชื่อม	ได้ขนาดตามต้องการ
3	การใสแปร ไม่ตรงกัน ไม่ได้ขนาด	ควรใส่แปรให้รอบทั้งสี่ด้านก่อน วัดให้ดีก่อนๆที่จะแปรตัวที่สอง	แปรตรงกัน ได้ขนาดเท่ากัน
4	การมุงหลังคา ไม่ได้ตามลายกระเบื้อง	ควรดึงเผือกก่อน ใสกระเบื้อง	กระเบื้องตรงกัน ได้ตามหลาย

ตารางที่ 3 ตาราบันทึกการตรวจสอบ

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผลการดำเนิน

ดำเนินงานการเนินงานล่าช้าเนื่องจากไกลจากโรงเรียนและการล่าหาอุปกรณ์ทำให้การทำงานไม่พร้อมเพราะยังขาดประสบการณ์ในการทำงานและยังไม่รู้ว่าจะใช้อะไรบ้างและการทำงานก็ไม่ได้ตามแบบเนื่องจากยังไม่รู้ว่าจะต้องทำอะไรก่อนหลังและการมุงหลังคาก็ประสบปัญหาอะไรหลายๆอย่างเพราะหลังคากับแปลงไม่ตรงกันและทำให้มุงหลังคาไม่สวยเลยต้องมาแก้แปลงอีกทำให้งานล่าช้าลงไปอีก

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1.โครงหลังคาไม่ได้ฉาก

2.ใส่แปรไม่ตรงตามแบบ

5.3 ข้อเสนอแนะ

1.ควรจะยึดก่อนเชื่อมไล่

2.ศึกษาแบบให้เข้าใจก่อนทำงาน

บรรณานุกรม

http://www.lpnpm.co.th/th/knowledge.php

http://namtomza26.myreadyweb.com/page-4727.html

http://netra.lpru.ac.th/~weta/ch-2/index.html

http://www.maxsteelthai.com

ภาคผนวก

ภาพการปฏิบัติงาน

ภาพที่ 7 ตั้งเสาเทคาน

ภาพที่ 8 ใส่อเส

ภาพที่ 9 ใส่จอมบน

ภาพที่ 10 ใส่แปร

ภาพที่ 11 มุงหลังคา

ภาพที่ 12 หลังคาด้านหน้า

ภาพที่ 13 ก่อเสา

ภาพที่ 14 ก่อเสา

คณะผู้จัดทำ

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นาย ธนากร โกสิงห์

เกิดเมื่อวันที่ 10 มกราคม พุทธศักราช 2537

ที่อยู่ 21/1หมู่ 18 ต.ต้นผึ้ง อ. พังโคน จ. สกลนคร 47160

โทรศัพท์ 0883025595 e-mail man-tanakorn@hotmail.co.th

ระดับการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านนาล้อม อ. พังโคน จ. สกลนคร

มัธยมศึกษา โรงเรียนพรรณาวุฒาจารย์ อ. พรรณนานิคม จ. สกลนคร

ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขางานโลหะการ โรงเรียนอัสสัมชัญเทคนิคนครพนม อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม

คติพจน์

ความพยายามอยู่ที่ไหน ความสำเร็จอยู่ที่นั้น

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นาย อดิศักดิ์ ทองงาม

เมื่อวันที่ 13 มิถุนายน พุทธศักราช 2538

ที่อยู่ 188/12 ต.กุสุมาลย์ อ.กุสุมาลย์ จ.สกลนคร 47210

โทรศัพท์ 093-0783468

ระดับการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียน ชุมชนนิรมัย อ.กุสุมาลย์ จ.สกลนคร

มัธยมศึกษา โรงเรียน กุสุมาลย์วิทยาคม อ.กุสุมาลย์ จ.สกลนคร

ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขางานโลหะการ โรงเรียนอัสสัมชัญเทคนิคนครพนม อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม

คติพจน์

สักวันฉันต้องได้ ดี

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นาย จตุพล ธงยศ

เกิดเมื่อวันที่ 19 มีนาคม พุทธศักราช 2539

ที่อยู่ 83 หมู่ 8 ต.หนองย่างชิ้น อ.เรณูนคร จ.นครพนม 48170

โทรศัพท์ 088-5352391 e-mail atsn_11@hotmail.com.

ระดับการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนชุมชนบ้านหนองย่างชิ้น อ.เรณูนคร จ.นครพนม

มัธยมศึกษา โรงเรียนชุมชนบ้านหนองย่างชิ้น อ.เรณูนคร จ.นครพนม

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางาน โลหะการ โรงเรียนอัสสัมชัญเทคนิคนครพนม

คติพจน์

งามคือผี ดีคือละ พระคือใจ