



## ใบข้อมูล

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ งานเชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก

106

เรื่อง ทฤษฎีช่างตีเหล็ก

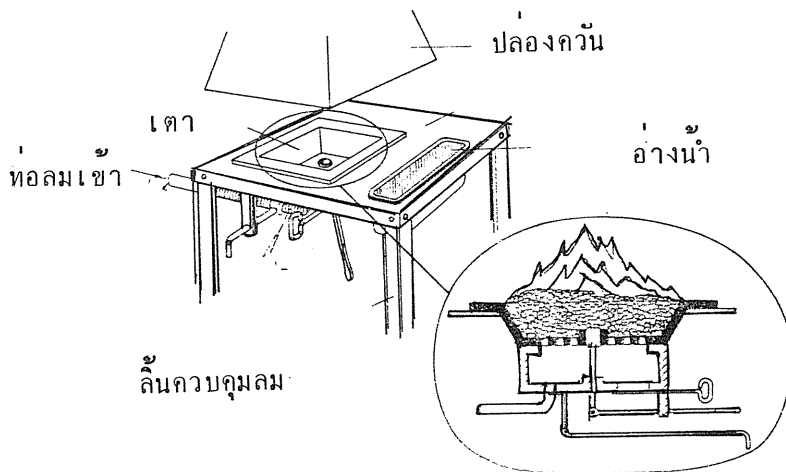
หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก

งานย่อยที่ 14

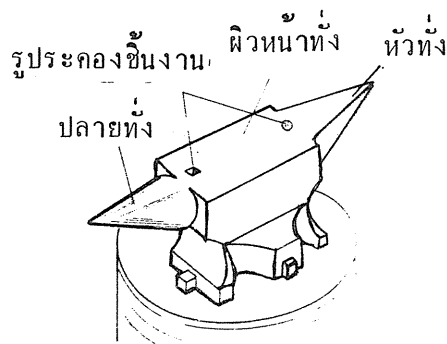
### เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานตีเหล็ก

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานตีเหล็กในที่นี้จะกล่าวเฉพาะที่ใช้กับมือเท่านั้น

ก. เตาเผาเหล็ก ในงานตีเหล็กโดยทั่วไปจะใช้เตาเผาเหล็กที่มีหลักการตามรูปที่แสดงนี้ เชื้อเพลิงที่ใช้โดยทั่วไปคือ ถ่านโค้ก



ข. ทั่งตีเหล็ก ทั่งคือแท่นรองที่ใช้ในงานตีเหล็ก เป็นอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมาก จะทำด้วยเหล็กหล่อ โดยผิวบนจะชุบแข็งและเจียรไนเรียบ ส่วนมากจะนิยมวางอยู่บนแท่นไม้ เพื่อรับแรงกระแทกได้ดี และจะต้องยึดไว้อย่างแข็งแรง ความสูงจากพื้นถึงแท่นตีประมาณ 80 ซม. นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ประกอบเพื่อช่วยในงานตีเหล็กอีก 3 ชิ้น ดังรูป

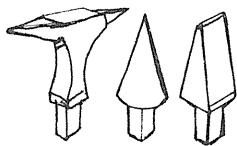




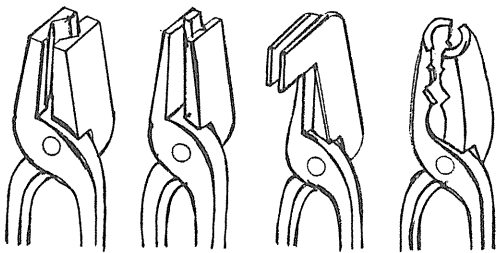
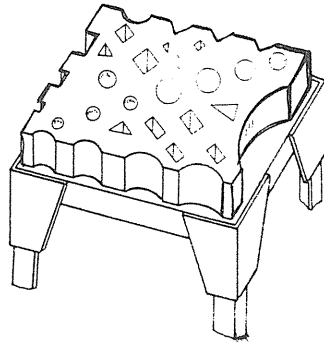
# ใบข้อมูล

หลักสูตร	ช่างปรับ	หน้า
หน่วยการเรียนรู้	เชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก	107
เรื่อง	ทฤษฎีช่างตีเหล็ก	หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก
		งานย่อยที่ 14

ค. แทนเหล็ก แทนเหล็กที่ใช้ในงานตีเหล็กมีรู ซึ่งมีรูปร่างต่าง ๆ ใช้สำหรับขึ้นรูปชิ้นงาน และใช้เก็บเครื่องมือขึ้นรูปต่าง ๆ ด้วย

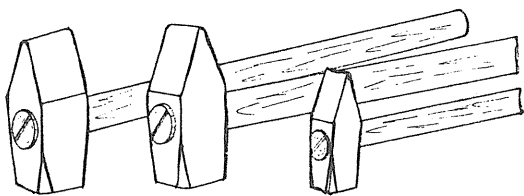


เครื่องมือขึ้นรูป



## ง. คีมจับเหล็ก

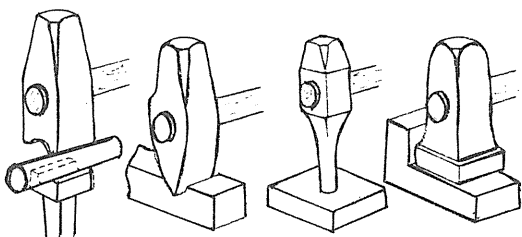
คีมจับชิ้นงานมีปากรูปร่างต่าง ๆ กัน เพื่อให้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะงานแบบต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นตัวจับยึดชิ้นงานให้แน่นขณะตีขึ้นรูป



ค้อนเหวี่ยง      ค้อนตีขนาดใหญ่      ค้อนมือ

## จ. ค้อนตีเหล็ก

สำหรับการตีเหล็ก เพื่อให้ทำงานได้เบาและสะดวกจะใช้ค้อนมือ ซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 1-2 กิโลกรัม ส่วนชิ้นงานขนาดใหญ่ ๆ จะใช้ค้อนซึ่งมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งมีน้ำหนักสูงถึง 12 กิโลกรัม



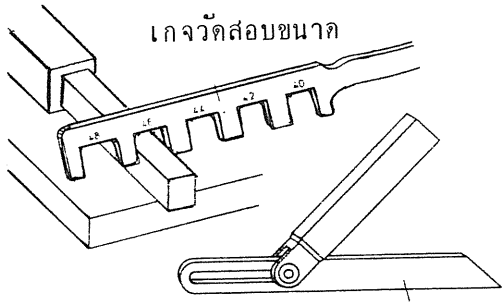
## ฉ. ค้อนช่วยตี

ค้อนช่วยตีนี้จะใช้สำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานแบบต่าง ๆ ซึ่งต้องใช้ประกอบกับค้อนตี การใช้ค้อนชนิดนี้จะต้องมีคนทำงานสองคนช่วยกัน

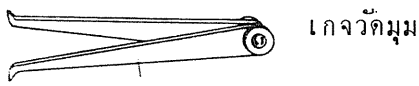


# ใบข้อมูล

หลักสูตร	ช่างปรับ	หน้า
หน่วยการเรียนรู้	เชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก	108
เรื่อง	ทฤษฎีช่างตีเหล็ก	หัวข้อวิชา
		งานตีเหล็ก
		งานย่อยที่
		14



เกจวัดสอบขนาด



เกจวัดมุม

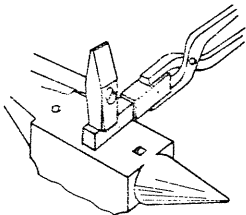
คาลิปเปอร์วัดใน

ช. เครื่องมือวัดและสอบขนาด

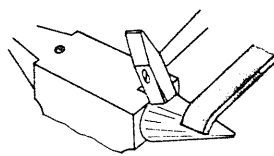
ในการควบคุมขนาดของชิ้นงานขณะตีเหล็กจำเป็นต้องมีเครื่องมือวัดและสอบขนาดชิ้นงาน ซึ่งสามารถสอบขนาดชิ้นงานได้ในขณะร้อน ๆ เครื่องมือนี้คือ หัววัดขนาด, เกจวัดมุม และคาลิปเปอร์วัดในและวัดนอก

ลักษณะงานตีเหล็กแบบต่าง ๆ

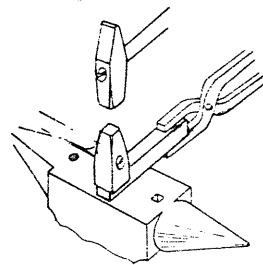
งานตียึด



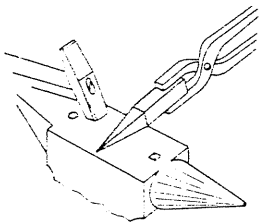
งานตีตัด



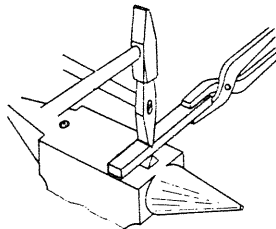
งานตีตกขา



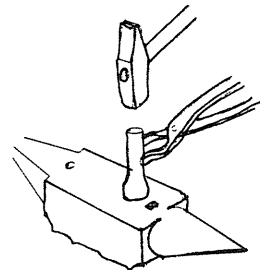
งานตีปลายแหลม



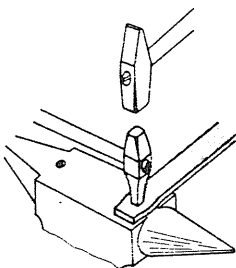
งานตัด



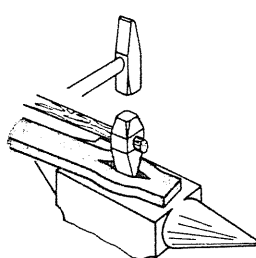
งานตียื่น



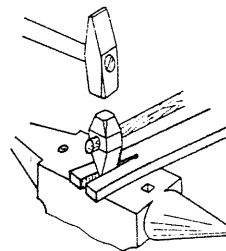
งานตีเจาะรู



งานตีชนร่อง



งานตีผ่า





## ใบข้อมูล

หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
หน่วยการฝึกงานเชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก	109
เรื่อง ทฤษฎีช่างตีเหล็ก	หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก
	งานย่อยที่ 14

สี่และอนุภูมิของเหล็ก ในงานตีเหล็กจำเป็นต้องเผาเหล็กให้มีอนุภูมิ  
เหมาะสมขณะทำการตีเหล็ก เพื่อให้ทำงานได้ง่ายและคุณสมบัติของวัสดุงานไม่เปลี่ยนแปลง  
ช่วงอนุภูมิต่าง ๆ ของงานตีเหล็กที่เหมาะสมคือ (ดูตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ช่วงอนุภูมิการตีเหล็กของวัสดุชนิดต่าง ๆ

วัสดุงาน	อนุภูมิเริ่มต้น °ซ.	อนุภูมิสุดท้าย °ซ.
เหล็กคาร์บอนต่ำ	1300	750
เหล็กคาร์บอนปานกลาง	950	800
เหล็กประสมและคาร์บอนสูง	1300	1200
ทองแดง ทองเหลือง บรอนซ์	700	500
อลูมิเนียม	500	300

ในงานตีเหล็กค่าอนุภูมิต่าง ๆ ไม่สามารถวัดได้โดยตรง จำเป็นต้องใช้  
วิธีการสังเกต โลหะประเภทเหล็กสามารถสังเกตอนุภูมิได้ง่ายจากการดูสี ซึ่งทำให้  
ประมาณค่าอนุภูมิที่เหมาะสมขณะทำการตีเหล็กได้

ตารางที่ 2 การเทียบสีและอนุภูมิของเหล็ก

สีเหล็ก	อนุภูมิ (°ซ.)
น้ำตาลเข้ม	550
น้ำตาลแดง	650
แดงเข้ม	700
แดง	750
แดงอ่อน	800
แดงเหลือง	900
เหลืองแดง	950
เหลือง	1000
เหลืองอ่อน	1100
เหลืองขาว	1200
ขาว	1300



## ใบข้อมูล

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้เชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก

110

เรื่อง ทฤษฎีช่างตีเหล็ก

หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก

งานย่อยที่ 14

### เทคนิคในการทำงานและความปลอดภัย

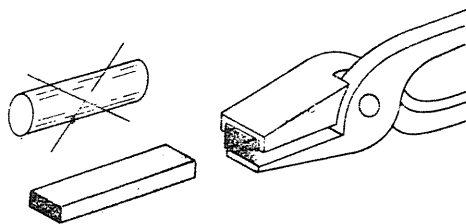
ข้อควรระวัง : ในการทำงานเกี่ยวกับงานตีเหล็ก ผู้ปฏิบัติงานจะต้องสวมชุดทำงานให้รัดกุม และมีชุดป้องกันความร้อนและการไหม้ไฟ ต้องสวมถุงมือหนัง สวมรองเท้าหุ้มกและแว่นตาที่ป้องกันไฟได้ขณะทำงาน

ถ่านเชื้อเพลิงที่ใช้เผาเหล็ก ควรจะมีเปอร์เซ็นต์กำมะถันน้อย เพราะกำมะถันจะทำให้เหล็กเปราะ

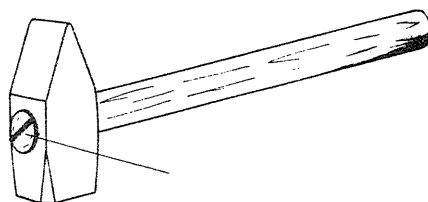
อุณหภูมิในการเผาเหล็กขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุงาน ซึ่งวัสดุงานแต่ละชนิดจะมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับงานตีเหล็กต่างกัน การตีเหล็กจะตีในช่วงอุณหภูมิที่กำหนดเท่านั้น (ดูจากตารางที่ 1) ถ้าตีที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลเสียต่อคุณสมบัติของวัสดุงาน นอกจากนี้การเผาเหล็กไม่ควรเผาแช่ไว้นาน ๆ จะทำให้โครงสร้างของเหล็กขยายขึ้น ทำให้ความแข็งแรงลดลง หรืออย่าเผาเหล็กที่อุณหภูมิสูงเกินไป เพราะจะทำให้ผิวเหล็กไหม้และเป็นสะเก็ด ซึ่งจะเปราะออกไซด์ แข็งเปราะร้อนหลุดได้ง่าย

ข้อควรระวัง : หลังจากการใช้งานเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานและชิ้นงาน จะต้องชุบน้ำให้เย็น อย่าปล่อยให้แห้งไวจะเป็นอันตราย

ในการเลือกใช้คีมจับชิ้นงานจะต้องเลือกให้ถูกต้องกับรูปร่างหน้าตัดของชิ้นงาน เช่น คีมปากแบนเหล็ยมีใช้จับชิ้นงานเหล็ยมเท่านั้น จับชิ้นงานทรงกระบอกไม่ได้



ข้อควรระวัง : ก่อนที่ทำงานจะต้องตรวจสอบลิมที่ปลายหัวค้อนให้ยึดแน่นแข็งแรง



ลิม



# ใบข้อมูล

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

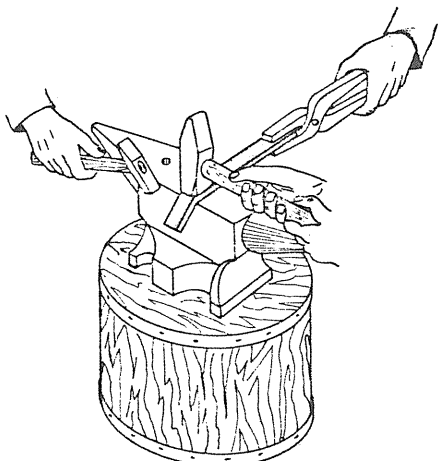
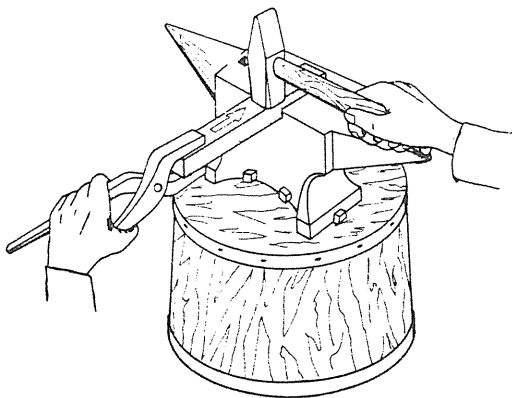
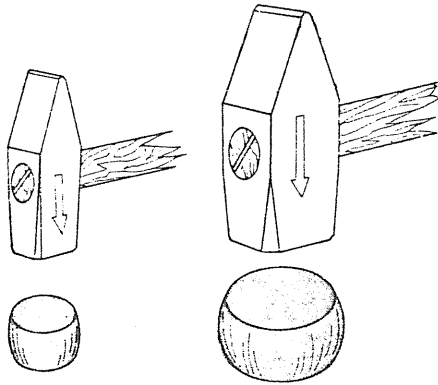
หน่วยการเรียนรู้เชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก

111

เรื่อง ทฤษฎีช่างตีเหล็ก

หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก

งานย่อยที่ 14



การเลือกขนาดของค้อนขึ้นอยู่กับขนาดความโตของชิ้นงานซึ่งต้องการตีขึ้นรูป

ในการจับค้อนเหวี่ยง จะต้องจับให้แน่น โดยมือซ้ายจับที่ปลายค้อน และมือขวาจับบริเวณตอนกลางของค้อน เวลาเหวี่ยงค้อนขึ้นเตรียมตี ให้เหวี่ยงขึ้นทางด้านข้างขวามือระดับความสูงของหัวค้อนประมาณระดับศีรษะ (ดังรูป)

การออกแรงตีชิ้นงานด้วยแรงมาก ๆ และเร็วจะต้องกระทำในช่วงที่ชิ้นงานมีอุณหภูมิสูงพอที่จะตีได้

ข้อควรระวัง : ก่อนตีชิ้นงานจะต้องวางชิ้นงานให้มั่นคงและจับชิ้นงานให้แน่น เพราะถ้าออกแรงตีชิ้นงานด้วยแรงมาก ๆ และตีพลาดถูกบนพื้นทั้งค้อนจะกระดอนกลับทันที ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อศีรษะ

การตีชิ้นงานโดยใช้ขอบทั่ง จะต้องออกแรงคั่นด้านข้างให้สนิท มิฉะนั้นอาจทำให้เกิดบ่าขึ้น 2 ชั้นได้

ข้อควรระวัง : มือที่จับค้อนไม่ควรจับอยู่ใกล้ตัว เพราะอาจเกิดอันตรายจากการกระดอน เนื่องจากค้อนที่ตีบนชิ้นงาน

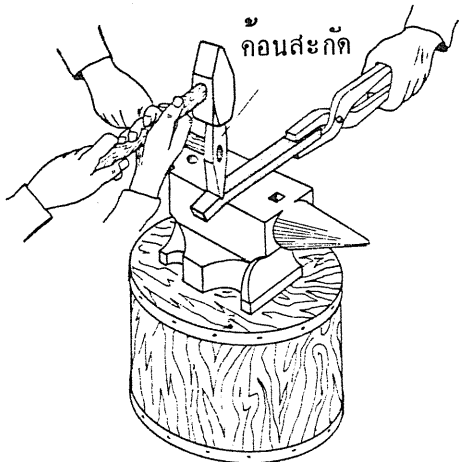
ในงานตีค้อนชิ้นงานโดยใช้ค้อนเหวี่ยงช่วย ควรทำการตีด้วยความรวดเร็ว เผาและตีให้ตรงจุดที่ต้องการ

ข้อควรระวัง : ลิ้มที่ตอกอัดที่หัวค้อนจะต้องอยู่ในสภาพที่ดี ก่อนที่ลิ้มอัดไม้แน่นหรือไม่มีลิ้มอัดหามาใช้งาน

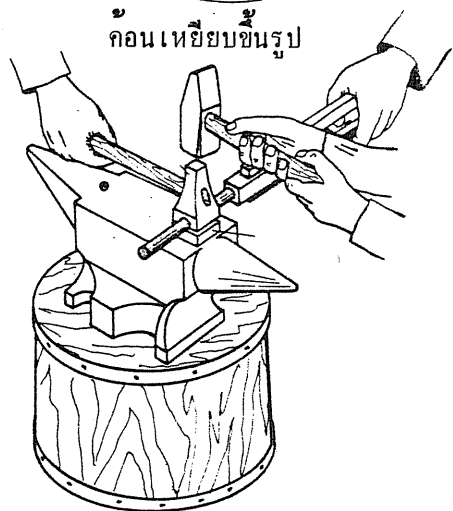


# ใบข้อมูล

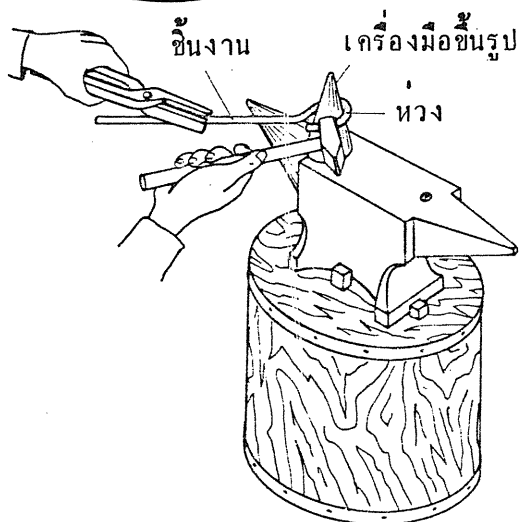
หลักสูตร	ช่างปรับ	หน้า	
หน่วยการเรียนรู้	เชื่อมซบแข็งและตีเหล็ก		
เรื่อง	ทฤษฎีช่างตีเหล็ก	หัวข้อวิชา	งานตีเหล็ก
		งานย่อยที่	14



ค้อนสะกิด



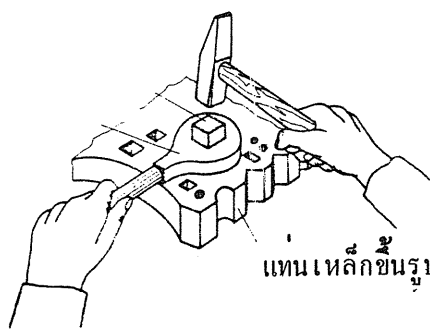
ค้อนเหยียบชนรูป



ชิ้นงาน

เครื่องมือชนรูป

หวง



แท่นเหล็กชนรูป

ในการตีตีชิ้นงาน จะต้องวางแนวตัดขอบชิ้นงานให้ตรงกับขอบของทั่ง และใช้ค้อนตีวางตั้งฉากให้ตรงแนวที่ต้องการตัด และใช้ค้อนตีลงบนค้อนตัดให้ตั้งฉาก

**ข้อควรระวัง :** ในงานตีตีชิ้นงาน จะต้องคอยระวังชิ้นงานที่ถูกตัดขาดกระเด็นไปโดนส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย

ส่วนในงานตีชนรูปโดยใช้ค้อนเหยียบชนรูป จะต้องคอยระมัดระวังค้อนชนรูปตีวนและหมอนรองตัววางให้อยู่ในแนวเดียวกัน มิฉะนั้นหมอนรองตัววางอาจกระเด็นตกจากทั่ง

การตีตีชิ้นงานให้ใช้แบบคัตช่วยโดยเสียบอยู่บนทั่ง และใช้ค้อนตีรอบ ๆ ชิ้นรูป

ส่วนในงานตีชนให้ใช้แท่นเหล็กช่วยในการตี โดยเลือกรูให้เหมาะสมกับลักษณะงาน



## ใบทดลอง

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ซ่อมชุดแข่งและตีเหล็ก

113

เรื่อง ทฤษฎีช่างตีเหล็ก

ข้อทดสอบงานย่อยที่ 14

ข้อทดสอบเลขที่ 1

เวลา 10 นาที

จงกาเครื่องหมายถูก (✓) ลงหน้าข้อที่ถูกต้อง และกาเครื่องหมายผิด (×) ลงหน้าข้อที่ผิด


1. งานตีเหล็กคือ งานขึ้นรูปชนิดหนึ่งซึ่งไม่มีเศษ
2. การให้ความร้อนแก่ชิ้นงานสูงมาก ๆ จะทำให้ตีชิ้นงานได้ง่ายและคุณภาพงานจะดี
3. งานตีเหล็กสามารถควบคุมอุณหภูมิเผาได้คงที่แน่นอนจากเครื่องวัดอุณหภูมิ
4. ชิ้นงานเหล็กที่มีส่วนผสมของการบอบสูง อุณหภูมิเผาก่อนที่จะต่ำกว่าชิ้นงานที่มีส่วนผสมการบอบต่ำ เพราะจุดหลอมเหลวต่ำกว่า
5. สีเหล็กที่เหมาะสมในงานตีเหล็กเห็นชัดโดยทั่วไปคือ สีแดง
6. ช่วงอุณหภูมิของงานตีเหล็กที่เหมาะสม จะสามารถสังเกตได้จากความรู้สึกจากการกระต้อนกลับของก้อนได้
7. การตีเหล็กแล้วเกิดสะเก็ดของชิ้นงานมาก ๆ เนื่องมาจากการเผาชิ้นงานที่อุณหภูมิต่ำเกินไป
8. เครื่องมือที่ใช้ในงานตีเหล็ก เช่น คีม ก้อน ไม่ควรชุบน้ำ เพราะจะทำให้เปราะหักได้ง่าย
9. ขณะใช้คีมจับชิ้นงานที่ร้อนแดงไม่ควรบีบแน่นเกินไป เพราะจะทำให้ชิ้นงานเสียรูปได้
10. ในการทำงานตีเหล็กควรจะทำงานด้วยความรวดเร็ว เพราะช่วงเวลาของการตีเหล็กที่อุณหภูมิเหมาะสมสั้นมาก

จงบอกกฎความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับงานตีเหล็กมาอย่างน้อย 5 ข้อ

ชื่อ ผ.ร.ผ.

ว.ค.ป.

คะแนน

	<b>ใบเตรียมการล้อน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
		หน่วยการฝึกงานเชื่อมซิปแข็งและตีเหล็ก	114
เรื่อง งานตียึดขึ้นรูปเย็น	หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก	งานย่อยที่ 15	เวลา 8 คาบ
		วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถตียึดขึ้นงานเหล็กเย็นให้ได้รูปทรงตามแบบที่กำหนดให้	
วิธีสอน	อธิบายประกอบการสาธิตและให้ผู้รับการฝึกทดลองขณะสาธิต และควบคุมการปฏิบัติงาน		
หัวข้อสำคัญ	- ฝึกการใช้ค้อนขึ้นรูปโลหะตามรูปทรงที่กำหนดให้		
อุปกรณ์ช่วยฝึก	อุปกรณ์งานตีเหล็กของจริงในโรงฝึกงาน		
การมอบหมายงาน	ให้ปฏิบัติงานตามใบงาน		
การวัดผล			
หนังสืออ้างอิง	งานฝึกฝีมือโลหะ (ABB)		



# ใบงาน

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ งานเชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก

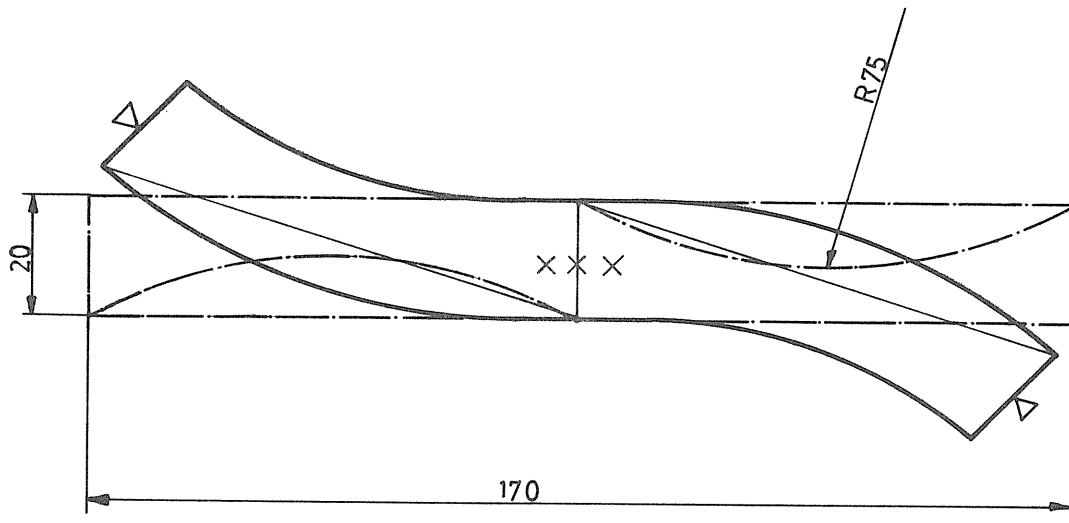
115

เรื่อง งานตียึดชิ้นรูปเย็น

หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก

งานย่อยที่ 15

งานที่ 1



คำสั่ง : ให้ตียึดชิ้นงานเหล็กเย็นให้ได้รูปทรงตามแบบที่กำหนดให้


วัสดุ St. 34


ขนาด 20x2x172

ชื่อ ผ.ร.ฝ.

ว.ค.ป.

มาตราส่วน 1:1

	<b>ใบขั้นตอน การปฏิบัติงาน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
		หน่วยการเรียนรู้เชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก	116
	เรื่อง งานตียึดชิ้นรูปเย็น	หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก	
		งานย่อยที่ 15	งานที่ 1
วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถตียึดชิ้นงานเหล็กเย็นให้ได้รูปทรงตามแบบที่กำหนดให้			
เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ ก้อน, ทั่ง, ฟุตเหล็ก, เหล็กขีด, ตะไบ, ตัวเลขตอกเบอร์, วัสดุ: เหล็กแบน 20/2/172 มม., วงเวียนเหล็ก			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง	
1. ปรับขนาดชิ้นงานตีบให้ ได้ตามแบบ  2. ร่างแบบ หมายงาน (Lay-out)  3. ตีเคาะชิ้นรูป  4. ตอกเบอร์เลขประจำตัว	ใช้ตะไบปรับชิ้นงานให้เรียบและตรงให้ได้ขนาด 20/2/172 มม.  ขีดเส้นแบ่งครึ่งและเขียนเส้นขอบรัศมี 75 มม. (ดูตัวอย่างรูปในแบบงานเส้นประ)  ใช้คอนตีเคาะขีดครึ่งของเหล็กแบนจนกระทั่งเส้น ขอบรัศมีเหยียดเป็นเส้นตรง และตีขีดครึ่งที่เหลือ ให้สมดุลกัน  หลังจากเสร็จแล้วให้ตอกเบอร์ส่งครูฝึกโดยห้าม ใช้ตะไบตกแต่งร่องรอยใด ๆ ทั้งสิ้น	- ชิ้นงานต้องวางราบ อยู่บนแท่นเหล็กหรือ ทั่ง  - หัวก้อนจะต้องแน่น ไม่หลวมกลอน  - ใช้คอนหัวกลม  - อย่าตีก้อนเลยแนว รัศมีที่ขีดไว้	

	<b>ใบเตรียมการสอน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
		หน่วยการเรียนรู้ เชื่อมขุบแข็งและตีเหล็ก	117
	เรื่อง งานตีขึ้นรูปรีียว	หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก	งานย่อยที่ 16
วัตถุประสงค์	เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถตีขึ้นรูปชิ้นงานรีียวได้ขนาดตามแบบ		
วิธีสอน	อธิบายประกอบการสาธิต, ควบคุมการปฏิบัติงาน		
หัวข้อสำคัญ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ฝึกให้เผาเหล็กและใช้คอนตีเหล็กที่อุณหภูมิเหมาะสม</li> <li>- ฝึกให้ตีขึ้นรูปรีียวตามขนาดที่กำหนดไว้ในแบบ</li> </ul>		
อุปกรณ์ช่วยฝึก	คอน, ทั่ง, ติ่ม, เตาถ่านเผาเหล็ก, คาลิปเปอร์วัดนอก และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่ใช้ในงานตีเหล็ก		
การมอบหมายงาน	ให้ปฏิบัติตามใบงาน		
การวัดผล			
หนังสืออ้างอิง			



# ใบงาน

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้เชื่อมข้อแข็งและตีเหล็ก

118

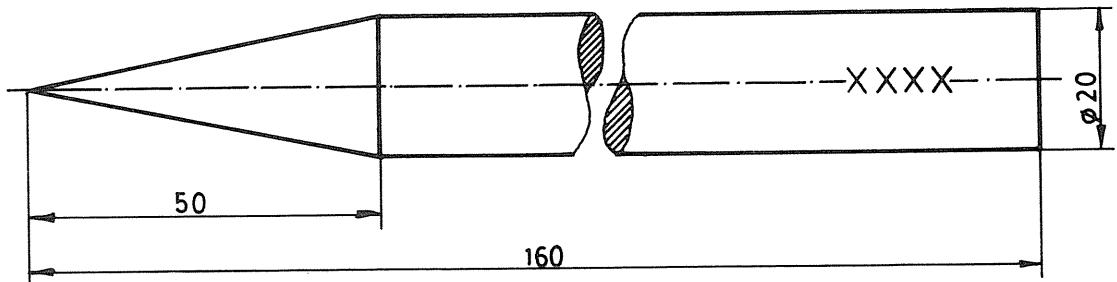
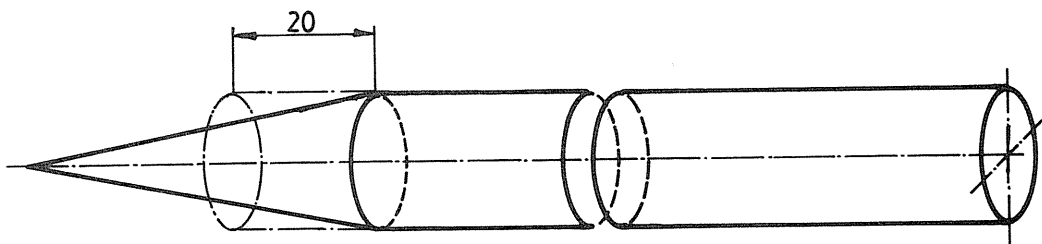
เรื่อง งานตีชิ้นรูปเรียว

หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก

งานย่อยที่ 16

งานที่ 1

Perspective view



วัสดุ : St. 34

ขนาด :  $\phi$  20/130 มม.

พิถีพิถันความเผื่อ  $\pm 0.5$



# ใบขั้นตอน การปฏิบัติงาน

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ช่างเชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก

119

เรื่อง งานตีชิ้นรูปรีียว

หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก

งานย่อยที่ 16

งานที่ 1

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถตีชิ้นรูปงานรีียวได้ขนาดตามแบบ

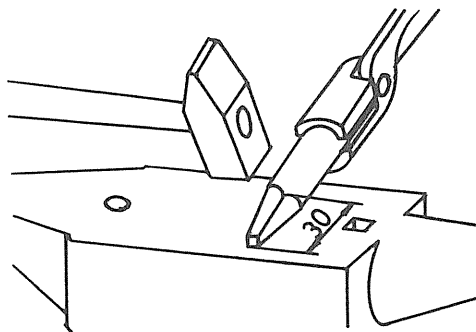
เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ เต้าเผาเหล็ก, ทั่ง, ค้อน, คีมปากกลม, บรรทัดเหล็ก, เขาควาง  
เวอร์เนียบาลิปเปอร์

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

คำอธิบาย

ข้อควรระวัง

1. ตีชิ้นรูปสี่เหลี่ยม  
ยอดแหลม



นำเอาชิ้นงานไปเผาให้ร้อนแดง เฉพาะหัวยาว  
ประมาณ 50 มม. ใช้คีมปากกลมจับชิ้นงานมา  
วางบนทั่ง แล้วใช้ค้อนตีชิ้นรูปให้เป็นสี่เหลี่ยม  
ยอดแหลมยาว 30 มม. ตั้งรูปในการตีจะต้อง  
เผาชิ้นงานหลายครั้งจนกว่าจะเสร็จ (ระยะก่อน  
ตียึดชิ้นงานประมาณ 20 มม.)

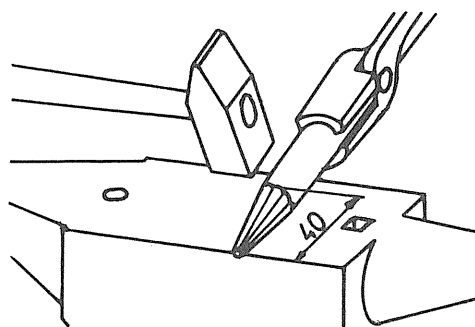
-ควรรีเหล็กที่อุณหภูมิ  
เหมาะสมประมาณ  
800-900° ซ. โดย

สังเกตสีเป็นสีแดง  
อ่อนหรือแดงเหลือง

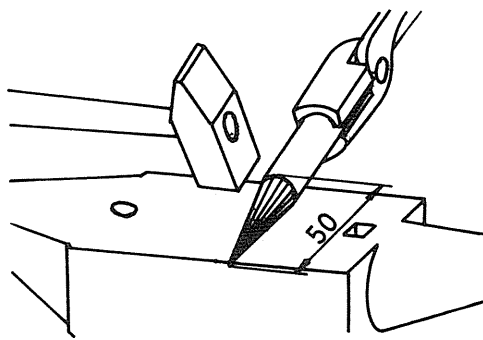
-จับชิ้นงานให้แน่น


ขณะตีอย่าให้หลุด  
กระเด็นโดนผู้อื่นและ  
ตนเอง

2. ตีชิ้นรูปให้เป็น 8  
เหลี่ยม



เผาชิ้นงานให้ร้อนแดง เฉพาะหัวยาวประมาณ  
50 มม. แล้วใช้ค้อนตีเหลี่ยมทั้งสี่ให้เป็น  
8 ด้าน ตั้งรูปให้ได้ตามขนาดความยาว 40 มม.

สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน	ใบขั้นตอน การปฏิบัติงาน	หลักสูตร ช่างปรับ		หน้า 120
		หน่วยการฝึกงานเชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก		
เรื่อง งานตีชิ้นรูปเรียว	หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก		งานที่ 1	
	งานย่อยที่ 16			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง		
3. ตีชิ้นรูปกรวยกลม	<p>เผาชิ้นงานใหม่ที่ปลายไทรอนแดง ยาวประมาณ 50 มม. แล้วใช้คีมปากกลมจับชิ้นงานมาวางบนทั่ง ใช้ค้อนตอกลงบนชิ้นงานปรับให้ปลายเป็นกรวยแหลมยาวประมาณ 50 มม. ดังรูป</p> 	<p>หลังจากทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ชุบน้ำ เครื่องมือและชิ้นงานให้เย็นก่อนนำไปตอกเลขประจำตัวส่งครูฝึก</p>		

	<b>ใบเตรียมการล่อน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า	
		หน่วยการฝึกงานเชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก	121	
	เรื่อง งานตีขึ้นรูปเหล็ยม	หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก		
		งานย่อยที่ 17	เวลา 8 คาบ	
วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถตีขึ้นรูปชิ้นงานเหล็ยมได้ขนาดตามแบบ				
วิธีสอน อธิบายประกอบการสาธิต				
หัวข้อสำคัญ <ul style="list-style-type: none"> <li>- ฝึกให้ทำงานร่วมกันโดยใช้ค้อนตอกและค้อนเหยียบ</li> <li>- ฝึกตีขึ้นรูปชิ้นงานเหล็ยม</li> </ul>				
อุปกรณ์ช่วยฝึก ค้อนตี, ค้อนเหยียบและค้อนขึ้นรูป, ตีม, เต้าเผา, สกัด, เครื่องมือวัดในงานตีเหล็กปากวี, เหล็กทรง				
การมอบหมายงาน ให้ปฏิบัติตามใบงาน				
การวัดผล				
หนังสืออ้างอิง				



# ใบงาน

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ งานเชื่อมซบแข็งและตีเหล็ก

122

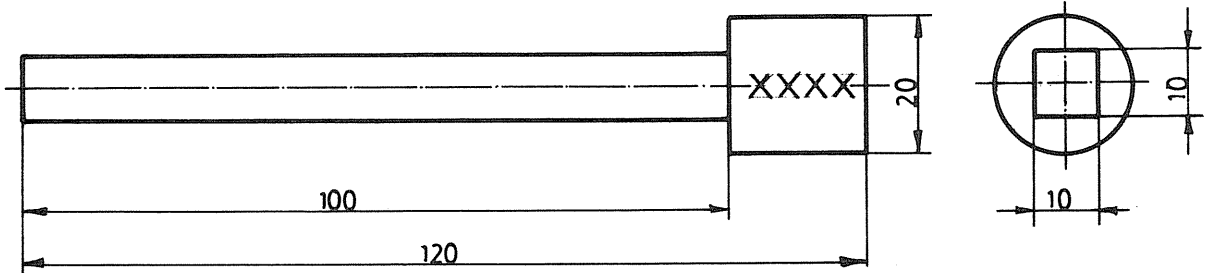
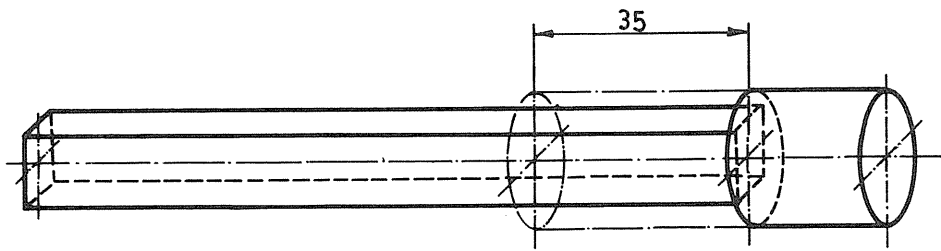
เรื่อง งานตีขึ้นรูปเหล็ก

หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก

งานย่อยที่ 17

งานที่ 1

Perspective view



วัสดุ : St. 34


ขนาด :  $\varnothing 20/55$  มม.

พิถีพิถันความเผื่อ :  $\pm 0.5$  มม.

ชื่อ ผ.ร.ผ.

ว.ค.ป.

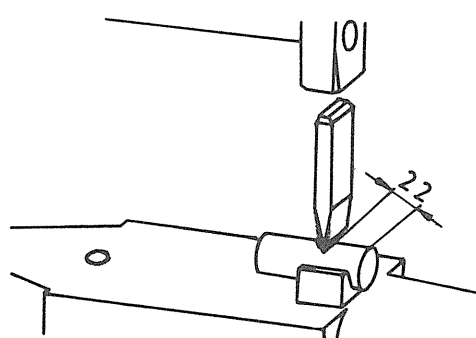
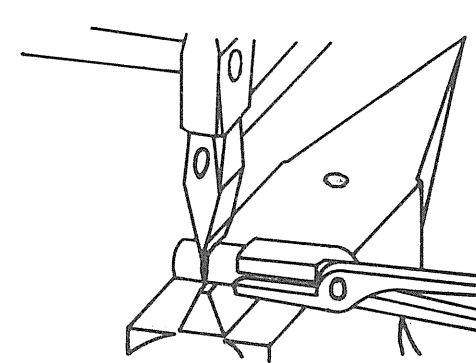
มาตราส่วน 1:1

	<b>ใบขั้นตอน การปฏิบัติงาน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า 123
		หน่วยการเรียนรู้ เชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก	
	เรื่อง งานตีชิ้นรูปเหลี่ยม	หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก	
		งานย่อยที่ 17	งานที่ 1

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถตีชิ้นรูปชิ้นงานเหลี่ยมได้ขนาดตามแบบ

เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ เต้าเผาเหล็ก, ทั่ง, ค้อน, ก้อนตัด, ก้อนขึ้นรูป, สกัด, บรรทัดเหล็ก, คีมปากกลม, ปากวี, เหล็กทรง, วัสดุ: ขนาด  $\phi$  20x55 มม.

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
----------------------	----------	-------------

<p>1. วัดขนาดและทำเครื่องหมายไว้</p>	<p>วางชิ้นงานลงบนเหล็กทรงที่ตีคว้านทั้งวัดขนาดยาว 22 มม. ใช้สกัดตอกลงบนชิ้นงานที่ขนาด 22 มม. ให้เป็นรอยทั้ง 4 ด้าน</p> 	<p>-งานตอกโดยใช้สกัด ทำขณะชิ้นงานเย็น เพื่อหมายงานก่อนเผา</p>
<p>2. ทำร่องขาคู่ชิ้นงาน</p>	<p>นำชิ้นงานไปเผาให้ร้อนแดงแล้วนำมาวางที่เหล็กทรงสำหรับตัดที่ตีคว้านทั้ง ใช้ก้อนตัดตอกลงที่รอยที่ทำไว้ให้ลึกประมาณ 4 มม.</p> 	<p>-ตรวจสอบหัวค้อนก่อนใช้งานจะต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ -อย่าออกแรงตอกตัดมากเกินไปเพราะอาจทำให้ชิ้นงานขาดจากกันได้</p>



# ใบขั้นตอน การปฏิบัติงาน

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการฝึกงาน เชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก

124

เรื่อง งานตีชิ้นรูปเหลี่ยม

หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก

งานย่อยที่ 17

งานที่ 1

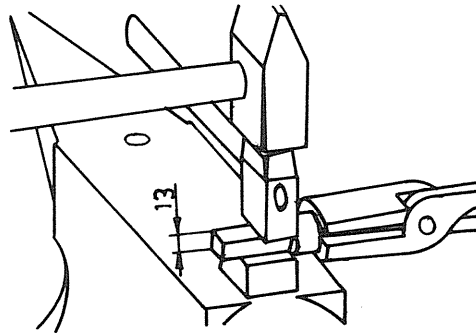
## ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

## คำอธิบาย

## ข้อควรระวัง

### 3. ตีชิ้นรูปสี่เหลี่ยม

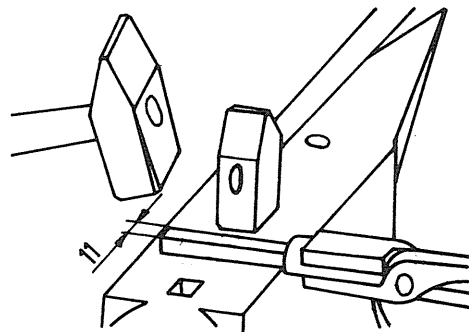
นำชิ้นงานไปเผาไฟร้อนแดงบริเวณปลายด้านยาว แล้วนำมาตีชิ้นรูป โดยใช้เหล็กรองและค้อนเหยียบช่วยให้ได้ขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส 15 มม. ตามในรูป



- ขณะที่ตี ค้อนจะต้องตั้งฉากกับงาน
- จับชิ้นงานให้แน่น

### 4. ตีชิ้นรูปลดขนาด

นำชิ้นงานไปเผาไฟร้อนแดงแล้วนำมาตีลดขนาดลงให้เหลือขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส 11 มม.





# ใบขั้นตอน การปฏิบัติงาน

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ เชื่อมชุดแข็งและตีเหล็ก

125

เรื่อง งานตีชิ้นรูปเหลี่ยม

หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก

งานย่อยที่ 17

งานที่ 1

## ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

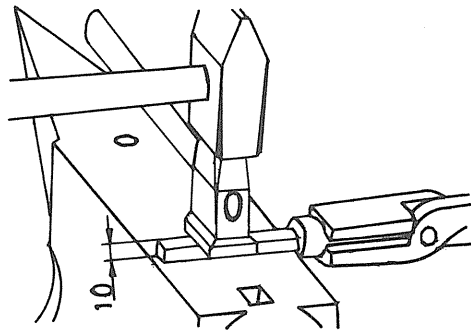
## คำอธิบาย

## ข้อควรระวัง

5. แต่งให้โตขนาด

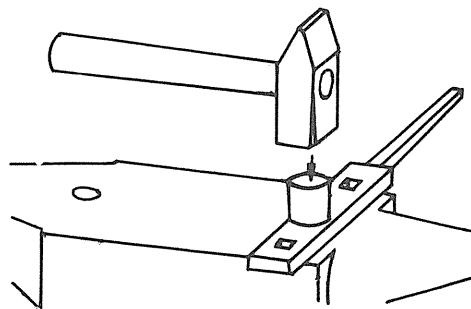
นำชิ้นงานไปเผาให้ร้อนแดง แล้วนำมาแต่งให้ผิวเรียบและให้โตขนาด 10 มม. ด้วยค้อนเหี่ยบนหน้าเรียบ

- ขณะแต่งขนาดชิ้นงานอย่าใช้แรงมากเกินไป



6. แต่งรอยต่อให้โตฉาก

นำเอาชิ้นงานไปเผาให้ร้อนแดง เฉพาะตรงหัวกลม แล้วนำมาใส่ลงในที่เหล็กช่วยปรับบ่าให้โตฉากที่วางไว้บนทั่ง ใช้ค้อนตอกลงที่หัวของชิ้นงาน ปรับให้บ่าที่หัวเรียบและโตฉากคังรูป





**ใบขั้นตอน  
การปฏิบัติงาน**

หลักสูตร	ช่างปรับ	หน้า
หน่วยการฝึกงาน		เชื่อมซูปแข็งและตีเหล็ก
หัวข้อวิชา		งานตีเหล็ก
งานย่อยที่	17	งานที่ 1

เรื่อง งานตีขึ้นรูปเหล็ยม

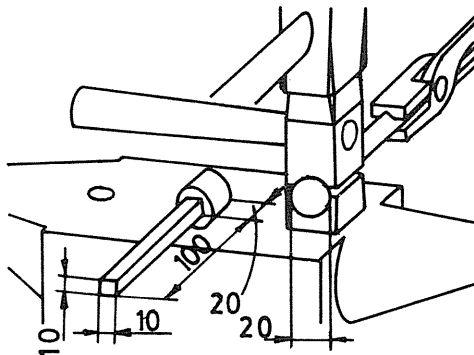
**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**

**คำอธิบาย**


**ข้อควรระวัง**

7. ปรับขนาดหัวให้เรียบ  
และได้ขนาด

นำชิ้นงานไปเผาเฉพาะหัวให้ร้อนแดง แล้วนำมาวางลงบนเหล็กทรงหัวโค้งทรงกระบอก ใช้ค้อนขึ้นรูปหัวทรงกระบอกขนาด 20 มม. มาวางตอกปรับขนาดหัวให้เรียบและได้ขนาดตามต้องการ ดังรูป



- ขณะทำงานเมื่อเครื่องมือร้อนให้จุ่มน้ำบ่อย ๆ  
- เมื่อทำงานเสร็จแล้ว ชุบน้ำ เครื่องมือและชิ้นงานให้เย็นก่อนนำไปเก็บ

	<b>ใบเตรียมการลอน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า 127
		เรื่อง งานตีชนรูปสกด	
	วัตถุประสงค์	เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถตีชนรูปชิ้นงานเพลากลมให้เป็นรูปสกดปากแบนได้ตามขนาดที่กำหนดให้ และใช้คอนสกดตัดชิ้นงานได้	งานย่อยที่ 18
วิธีสอน	อธิบายประกอบการสาธิต		
หัวข้อสำคัญ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ฝึกให้ใช้คอนสกดตัดชิ้นงาน</li> <li>- ฝึกให้ตีชนรูปสกดปากแบนจากชิ้นงานเพลากลม</li> </ul>		
อุปกรณ์ช่วยฝึก	ทั่ง, เต้าเผา, ค้อนตี, ค้อนตัด, ค้อนชนรูป, คีมปากกลม, วัสดุ : ใช้ชิ้นงานจากงานย่อยที่ 3		
การมอบหมายงาน	ให้ปฏิบัติตามใบงาน		
การวัดผล			
หนังสืออ้างอิง			



# ใบงาน

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ งานเชื่อมซบแข็งและตีเหล็ก

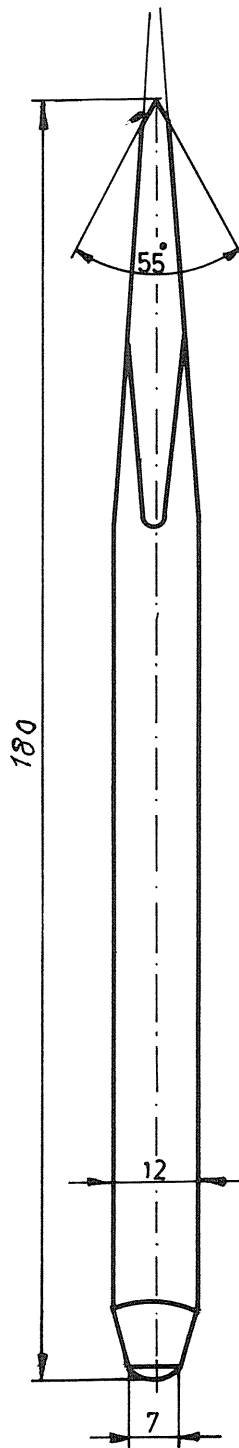
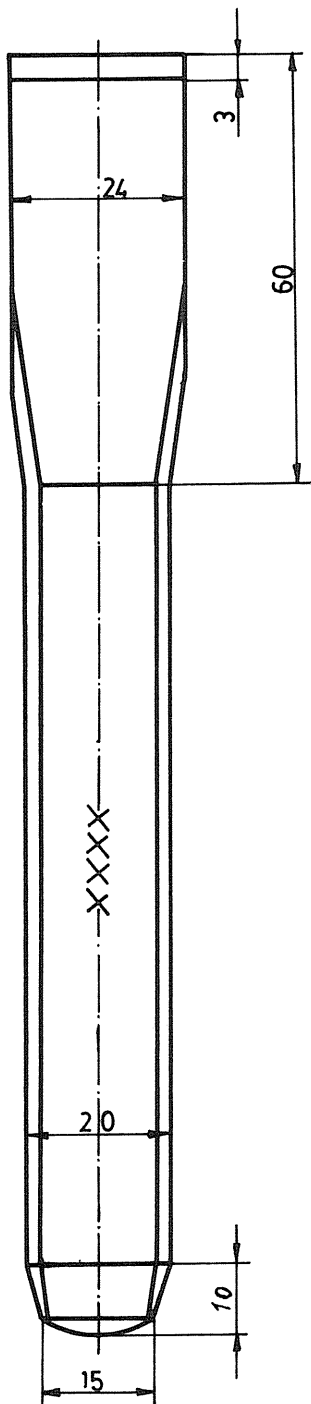
128

เรื่อง งานตีชนรูปสกัด

หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก

งานย่อยที่ 18


งานที่ 1



วัสดุ : St. 34

ขนาด :  $\varnothing 20/110$

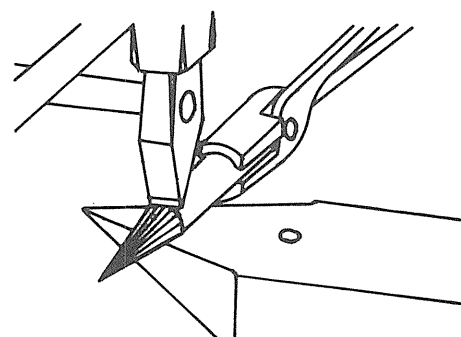
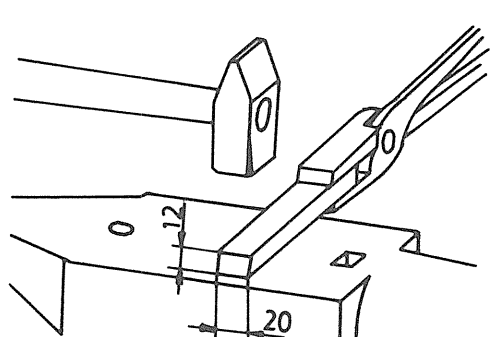
พิถีพิถันความเผื่อ :  $\pm 0.5$  มม.

	<b>ใบขั้นตอน การปฏิบัติงาน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า 129
		หน่วยการเรียนรู้ เชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก	
	เรื่อง งานตีชิ้นรูปสั๊ก	หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก	
		งานย่อยที่ 18	งานที่ 1

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถตีชิ้นรูปชิ้นงานเพลากลมให้เป็นสั๊กปากแบนได้ตามขนาดที่กำหนดให้ และใช้คอนสั๊กตัดชิ้นงานได้

เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ แท่งเหล็กชิ้นงาน, เตาเผาเหล็ก, ค้อน, ค้อนตัด, คีมปากกลม, ปากแบน, เขาควย, บรรทัดเหล็ก, ทั่ง  
วัสดุ: ขนาด  $\phi$  20x110 (ใช้ชิ้นงานจากงานย่อยที่ 3)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
----------------------	----------	-------------

<p>1. ตัดกรวยเรียวแหลมออก</p>	<p>นำชิ้นงานไปเผาที่ปลายกรวยแหลมให้ร้อนแดง แล้วใช้คีมปากกลม จับชิ้นงานมาวางที่ทั่ง นำเอาค้อนตัดมาวางตัดปลายกรวยแหลมออก โดยให้ผู้ชายใช้คอนตีลงบนค้อนตัด</p> 	<p>ระวังปลายชิ้นงานที่ตัดขาดกระเด็นโดนผิวหนังและตนเอง ก่อนชิ้นงานขาดให้ใช้แรงตอกเบา ๆ</p>
<p>2. ตีชิ้นรูปเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 12x20 มม.</p>	<p>เอาชิ้นงานไปเผาให้ร้อนแดงทั้งแท่ง แล้วนำมาตีชิ้นรูปให้เป็นสี่เหลี่ยมขนาด 12x20 มม. ซึ่งในการตีชิ้นรูปนั้นต้องเผาชิ้นงานให้ร้อนแดงแล้วนำมาตีหลายครั้งถึงจะได้ตามต้องการ</p> 	



# ใบขั้นตอน การปฏิบัติงาน

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการฝึกงาน เชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก

130

เรื่อง งานตีชิ้นรูปสลัก

หัวข้อวิชา งานตีเหล็ก

งานย่อยที่ 18

งานที่ 1

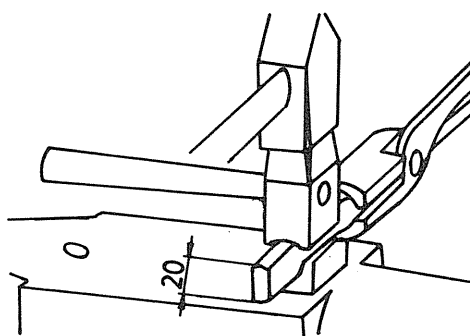
## ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

## คำอธิบาย

## ข้อควรระวัง

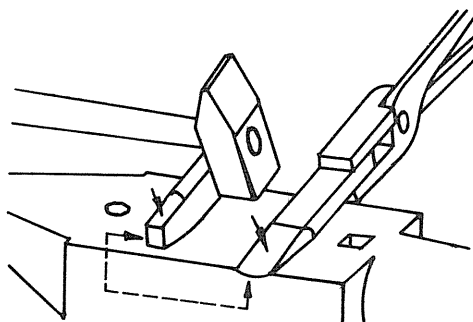
3. ชิ้นรูปโค้งมนด้านข้าง  
รองชิ้นงาน


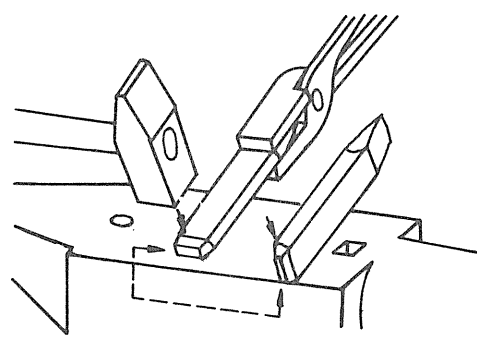
เผาชิ้นงานให้ร้อนแดงแล้วใช้คีมปากโค้งจับมาวางบนเหล็กชิ้นรูปซึ่งตั้งอยู่บนทั่ง นำเอาคอนชิ้นรูปโค้งมาวางลงบนสันของด้านบน แล้วใช้คอนตอกลงบนคอนชิ้นรูป การใช้คอนตอกชิ้นรูปทำโดยผู้ช่วย โดยคนหนึ่งต้องเป็นคนจับชิ้นงาน




4. ตีชิ้นรูปปลายสักเป็น  
สักตีปากแบน

นำเอาชิ้นงานที่ชิ้นรูปสันด้านข้างแล้วไปเผาให้ร้อนแดง เฉพาะปลายที่จะตีชิ้นรูปแล้วนำมาตีชิ้นรูปให้เป็นสักตีปากแบนดังรูป



	<b>ใบขั้นตอน การปฏิบัติงาน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ		หน้า	
		หน่วยการเรียนรู้เชื่อมขบแข็งและตีเหล็ก		131	
	เรื่อง	งานตีขึ้นรูปสก็ด	หัวข้อวิชา	งานตีเหล็ก	
		งานย่อยที่	18	งานที่	1
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง			
5. ตีขึ้นรูปท้ายสก็ด	<p>นำชิ้นงานไปเผาไฟร้อนแดง เฉพาะที่ท้ายของสก็ด แล้วนำมาตีขึ้นรูปให้เป็นมุมลาดทุกด้าน ดังรูป</p> 				
6. ตะไบแต่งให้ได้ขนาดตามแบบ	<p>นำชิ้นงานที่ผ่านจากการตีเหล็กไปตะไบแต่งให้ได้ขนาดตามแบบโดยใช้ตะไบ</p> <p>หมายเหตุ : ก่อนจะนำชิ้นงานไปตะไบควรให้ครูฝึกตรวจผลงานทางด้านตีเหล็กก่อน</p>	อย่าตะไบชิ้นงานที่ร้อน			

	<b>ใบเตรียมการลอน</b>	<b>หลักสูตร</b> ช่างปรับ	<b>หน้า</b>
		<b>หน่วยการเรียนรู้</b> งานเชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก	132
	<b>เรื่อง</b> งานชุบแข็ง	<b>หัวข้อวิชา</b> งานชุบแข็งและอบคลายความเครียด	<b>งานย่อยที่</b> 19
<b>วัตถุประสงค์</b>	เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถอธิบายกรรมวิธีการชุบแข็งเหล็กคาร์บอนได้อย่างถูกต้อง		
<b>วิธีสอน</b>	บรรยายและถามตอบ		
<b>หัวข้อสำคัญ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การชุบแข็งเครื่องมืออย่างง่าย ๆ ที่ทำด้วยเหล็กคาร์บอน</li> <li>- ส่วนประกอบที่สำคัญของโครงสร้างเหล็ก</li> <li>- วิธีทำงานในการชุบแข็ง</li> <li>- อุณหภูมิในการเผาเหล็ก</li> <li>- สารตัวกลางในการชุบแข็ง</li> <li>- วิธีการจุ่มชุบแข็ง</li> </ul>		
<b>อุปกรณ์ช่วยฝึก</b>	แผนภาพแสดงกราฟของอุณหภูมิ - เปอร์เซ็นต์คาร์บอน แผนภาพแสดงวิธีการจุ่มชุบแข็งชิ้นงานในลักษณะต่าง ๆ		
<b>การมอบหมายงาน</b>	ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		
<b>การวัดผล</b>			
<b>หนังสืออ้างอิง</b>			



## ใบข้อมูล

หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
หน่วยการเรียนรู้ ช่างเชื่อม ช่างเชื่อมเหล็ก และ คีเหล็ก	133
เรื่อง งานเชื่อม	หัวข้อวิชา งานเชื่อม และ ออบคลายความเครียด
งานย่อยที่ 19	

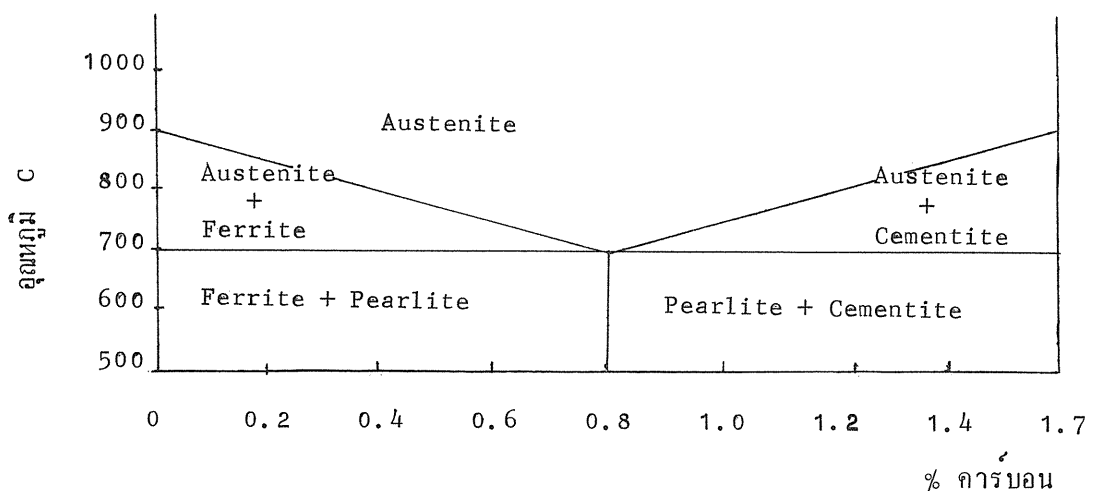
### 1. การเชื่อมเครื่องมือง่าย ๆ ที่ทำด้วยเหล็กคาร์บอน

เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานประเภท คัด เจียน ชัด ตอก เช่น สกัด เหล็กขัด คอน เหล็กนำศูนย์ จำเป็นต้องมีคุณสมบัติแข็งกว่าชิ้นงาน ดังนั้นเหล็กที่จะนำมาทำเครื่องมือต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องสามารถเชื่อมได้ เหล็กคาร์บอนที่สามารถเชื่อมได้จะต้องมีส่วนผสมของคาร์บอนประมาณ 0.4-1.7% ถ้าน้อยกว่านี้ก็จะเชื่อมไม่แข็ง หรือถ้ามากกว่านี้ก็จะเชื่อมไม่ได้เพราะเป็นเหล็กหล่อ

เราสามารถทดลองเปรียบเทียบคุณสมบัติของเหล็กที่เชื่อมและไม่เชื่อมโดยวิธีง่าย ๆ คือ นำเหล็กขัดที่ผ่านกรรมวิธีเชื่อมมา 1 อัน กับเหล็กอีกอันหนึ่งซึ่งไม่ได้เชื่อม ปล่อยให้แหลมเท่ากัน และนำไปขีดบนชิ้นงานโดยออกแรงกดเท่า ๆ กัน ผลลัพธ์คือ รอยขีดที่ปรากฏบนชิ้นงานของเหล็กขัดที่เชื่อมจะเป็นรอยลึกและชัดกว่าเหล็กขัดที่ไม่ได้เชื่อม และถ้าสังเกตที่ปลายเหล็กขัดทั้งสอง อันจะพบว่าปลายของเหล็กขัดที่ไม่ได้เชื่อมจะสึกและทุเรีกว่าเหล็กขัดที่เชื่อมมาก

จากตัวอย่างที่กล่าวมานี้พอสรุปได้ว่า ความแข็งจะให้ประโยชน์ในการทำงานและช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือให้ยาวนานขึ้น

### 2. ส่วนประกอบที่สำคัญของโครงสร้างเหล็ก



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ-เปอร์เซ็นต์คาร์บอนและโครงสร้างของเหล็กคาร์บอนที่อุณหภูมิต่าง ๆ



## ใบข้อมูล

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการฝึกงานเชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก

134

เรื่อง งานชุบแข็ง

หัวข้อวิชา งานชุบแข็งและอบคลายความเครียด

งานย่อยที่ 19

จากกราฟอุณหภูมิ-เปอร์เซ็นต์คาร์บอนของเหล็กคาร์บอนที่แสดงนี้ จะอธิบายเฉพาะช่วงที่ใช้ในงานชุบแข็งเท่านั้น ซึ่งโครงสร้างของเหล็กที่เปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เหล่านี้จะอยู่ในสภาวะของแข็งเท่านั้น

โครงสร้างของเหล็กคาร์บอนที่ควรรู้จักที่สำคัญคือ

ก. เฟอร์ไรต์ (Ferrite)

ข. ซีเมนต์ไต์ (Cementite)

ค. เพียไลต์ (Pearlite)

ง. ออสทีไนต์ (Austenite)

ก. เฟอร์ไรต์ (Ferrite) คือโครงสร้างของเหล็กบริสุทธิ์ ซึ่งไม่มีส่วนผสมของคาร์บอนอยู่เลย ซึ่งเป็นผลึกส่วนหนึ่งในเหล็กคาร์บอน และจะมีคุณสมบัติอ่อน เหล็กจะมีโครงสร้างนี้เมื่อมีส่วนผสมของคาร์บอนต่ำกว่า 0.83% ลงมา

ข. ซีเมนต์ไต์ (Cementite) คือโครงสร้างของเหล็กประสมคาร์บอน ซึ่งเกิดจากเหล็กสามอะตอมและคาร์บอนหนึ่งอะตอมรวมตัวกันเป็นเหล็กคาร์ไบด์ ( $Fe_3C$ ) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีคุณสมบัติแข็ง เหล็กจะมีส่วนประกอบของโครงสร้างนี้เมื่อมีคาร์บอนผสมมากกว่า 0.83% ขึ้นไป

ค. เพียไลต์ (Pearlite) คือโครงสร้างของเหล็กประสมระหว่างเฟอร์ไรต์กับซีเมนต์ไต์ที่สัดส่วนพอเหมาะสัดส่วนหนึ่ง ในเหล็กคาร์บอนโดยทั่วไป ถ้ามีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนประมาณ 0.83% โครงสร้างของเหล็กทั้งหมดจะกลายเป็นโครงสร้างเพียไลต์ทั้งหมด

ง. ออสทีไนต์ (Austenite) คือโครงสร้างเหล็กคาร์บอน ซึ่งเกิดจากการเผาเหล็กให้มีอุณหภูมิสูงชันมากกว่า 700-900° ซ. ตามส่วนผสมของคาร์บอน โครงสร้างของเหล็กจะเปลี่ยนรูปและอะตอมของคาร์บอนสามารถแทรกตัวเข้าไปในโครงสร้างอะตอมเหล็กได้ ตัวอย่างเช่น เหล็กที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.4% จะต้องให้ความร้อนประมาณ 850-900° ซ. จึงจะเปลี่ยนโครงสร้างเป็นออสทีไนต์โดยสมบูรณ์ และเหล็กที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.83% จะต้องให้ความร้อนประมาณ 720-750° ซ. จึงเปลี่ยนเป็นออสทีไนต์โดยสมบูรณ์ (ดูกราฟอุณหภูมิ-เปอร์เซ็นต์คาร์บอนประกอบ)



## ใบข้อมูล

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการฝึกงานเชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก

135

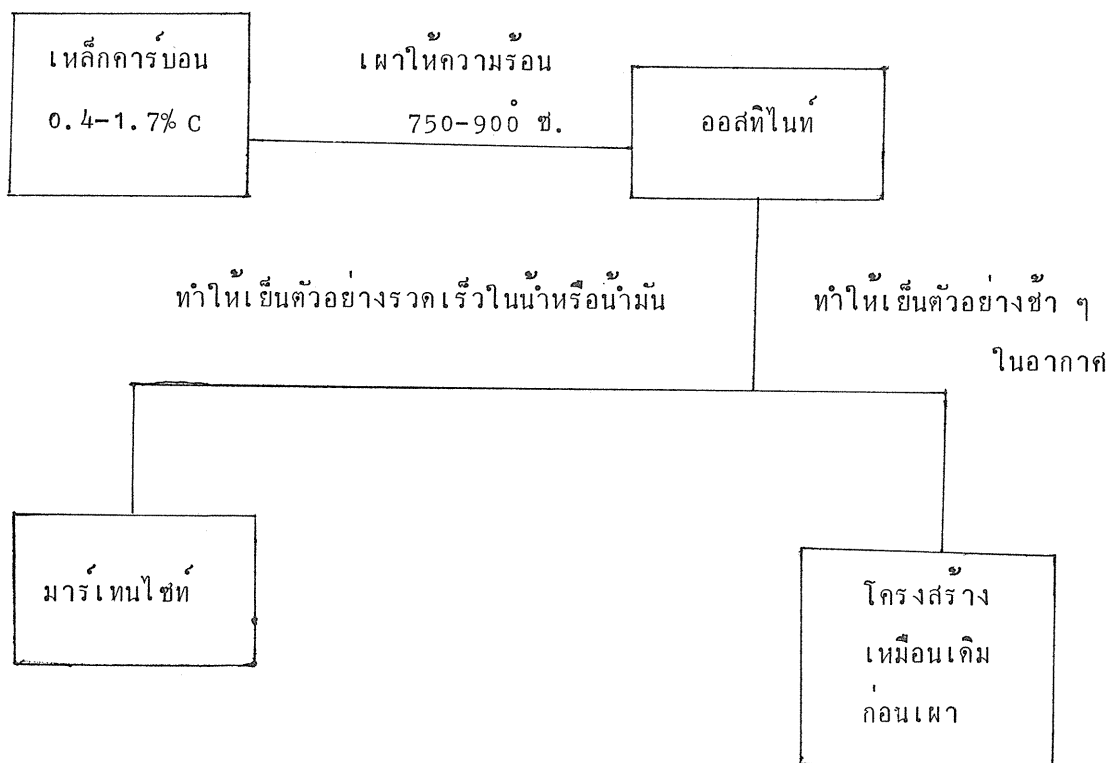
เรื่อง งานชุบแข็ง

หัวข้อวิชา งานชุบแข็งและอบคลายความเครียด

งานย่อยที่ 19

### 3. วิธีทำงานในการชุบแข็ง

การชุบแข็งคือ การให้ความร้อนแก่เหล็ก จนอุณหภูมิสูงประมาณ 750-900° ซ. โดยเหล็กเปลี่ยนโครงสร้างจากเดิมเป็นออสไทน์ทั้งหมด และทำให้เหล็กเย็นตัวอย่างรวดเร็วในสารตัวกลาง เช่น น้ำ หรือน้ำมัน ซึ่งเรียกรวมวิธีการจุ่มให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วนี้อีกว่า เควนซิ่ง (Quenching) โครงสร้างของเหล็กจะพยายามกลับเข้าสู่สภาพเดิมอย่างรวดเร็ว และเกิดการบิดเบี้ยวเนื่องจากมีอะตอมคาร์บอนบางส่วนแทรกอยู่ โครงสร้างที่เกิดขึ้นใหม่หลังจากทำให้เย็นอย่างรวดเร็วนี้เรียกว่า มาร์เทนไซต์ (Martensite) ซึ่งมีคุณสมบัติผิดจากโครงสร้างเดิมคือ มีความแข็งเป็นพิเศษ

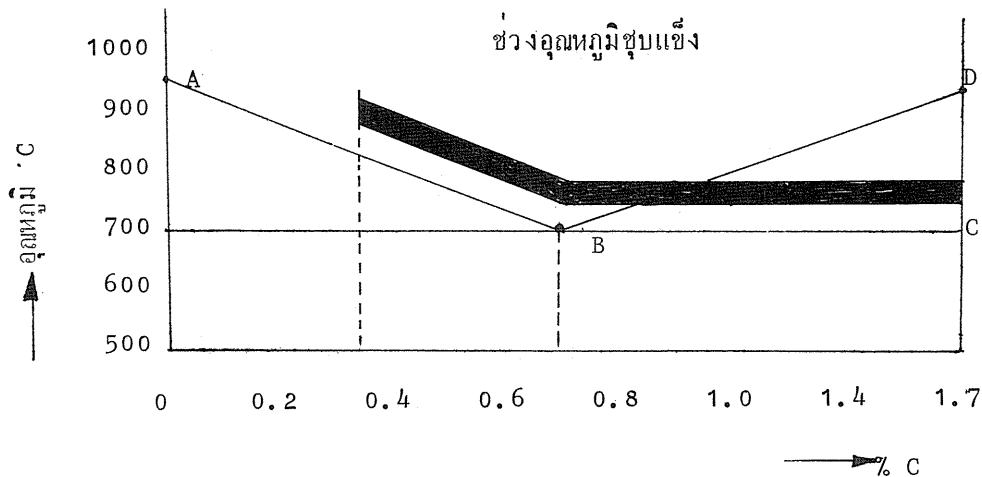




## ใบข้อมูล

หลักสูตร	ช่างปรับ	หน้า
หน่วยการเรียนรู้		136
เรื่อง	งานชุบแข็ง	หัวข้อวิชา งานชุบแข็งและอบคลายความเครียด
งานย่อยที่	19	

### 4. อุณหภูมิในการเผาเหล็ก



ภาพแสดงช่วงอุณหภูมิเผา  
เพื่อชุบแข็งของเหล็กคาร์บอน

ในการให้ความร้อนเพื่อเผาเหล็กก่อนการชุบแข็ง อุณหภูมิเผาให้ความร้อนขึ้นอยู่กับจำนวนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนตามปกติจะต้องเผาให้เหนือเส้น A-B-C ประมาณ 30-50° ซ. เหตุผลที่ไม่เผาเหนือเส้น A-B-C เพราะว่าเหล็กที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนมากกว่า 0.83 ขึ้นไป จะมีส่วนประกอบของเฟสโล่กับซีเมนไตท์ เมื่อเผาเหนือเส้น BC ก็จะเป็นออสไตท์กับซีเมนไตท์ ซึ่งซีเมนไตท์มีคุณสมบัติแข็งอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนเป็นออสไตท์เพื่อชุบแข็ง

เหล็กที่มี % C อยู่ระหว่าง 0.4-0.6	อุณหภูมิเผาก่อนชุบประมาณ 800-850° ซ.
0.7-0.8	อุณหภูมิเผาก่อนชุบประมาณ 750-780° ซ.
0.9-1.5	อุณหภูมิเผาก่อนชุบประมาณ 740-780° ซ.

5. สารตัวกลางในการชุบแข็ง สารตัวกลางในการชุบแข็งมีผลโดยตรงต่ออัตราการเย็นตัวของชิ้นงานที่นำมาชุบแข็ง ถ้าสารตัวกลางสามารถระบายความร้อนออกจากชิ้นงานที่ชุบแข็งได้ดีและเร็ว อัตราการเย็นตัวก็เร็ว ซึ่งมีผลทำให้เหล็กแข็งมากขึ้น สารตัวกลางที่ใช้ในงานชุบแข็ง เช่น น้ำ น้ำมัน ลมเป่า จะให้อัตราการเย็นตัวที่แตกต่างกัน เหล็กที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่ำจำเป็นต้องทำให้เย็นตัวเร็วกว่าเหล็กที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนสูงกว่า เพื่อให้โครงสร้างเหล็กเป็นมาร์เทนไซต์ การเย็นตัวที่เร็วเกินไปของเหล็กคาร์บอนสูง ๆ อาจมีผลทำให้ชิ้นงานแตกร้าวได้เช่นเดียวกัน



## ใบข้อมูล

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้เชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก

137

เรื่อง งานซุบแข็ง

หัวข้อวิชา งานซุบแข็งและอบคลายความเคียว

งานย่อยที่ 19

### 6. วิธีการจุ่มซุบแข็ง

หลังจากนำชิ้นงานออกจากเตาเผา จะต้องรีบนำชิ้นงานมาจุ่มซุบในสารตัวกลางอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิของชิ้นงานลดต่ำลง ซึ่งมีผลทำให้โครงสร้างก่อนซุบแข็งไม่เป็นออสไตไนต์โดยสมบูรณ์ และจะมีผลทำให้ชิ้นงานไม่แข็งตามที่ต้องการ ในการจุ่มซุบชิ้นงานจะต้องคำนึงถึงอัตราการยืหดตัวที่ไม่เท่ากันของชิ้นงาน ซึ่งจะมีผลทำให้ชิ้นงานคดงอหรือแตกร้าวได้ ดังนั้นทิศทางและตำแหน่งในการจุ่มซุบจะต้องพิจารณาให้ถูกต้องตามลักษณะในภาพตัวอย่างที่แสดงข้างล่างนี้

ชิ้นงาน	ถูกต้อง	ผิด
ชิ้นงานยาว ๆ เช่น คอกส่วาน ตะไบ		
ชิ้นงานทรงกระบอกหรือเหลี่ยม		
ชิ้นงานซึ่งเป็นจานหรือแผ่นบาง ๆ เช่น คัตเตอร์ ใบเลื่อยวงเดือน		
ชิ้นงานประเภทสก็ด ขวาน หรือ ไขควง (Screw driver)		
ชิ้นงานประเภทแม่พิมพ์กดอัดขึ้นรูป		
ชิ้นงานประเภทแม่พิมพ์ตัดขึ้นรูป		

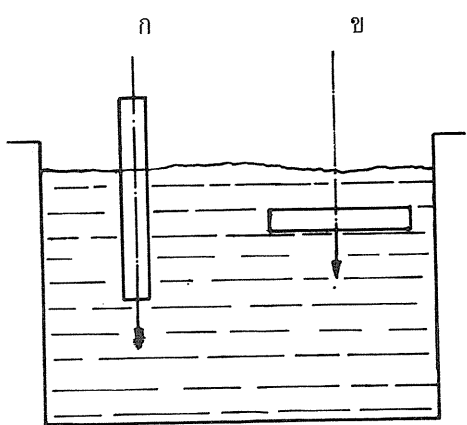


## ใบทดลอง


หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
หน่วยการเรียนรู้เชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก	138
เรื่อง งานชุบแข็ง	ข้อทดสอบงานย่อยที่ 19
ข้อทดสอบเลขที่ 1	เวลา 20 นาที

จงเติมคำลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. เหล็กคาร์บอนที่สามารถนำมาชุบแข็งได้จะต้องมีช่วง เปอร์ เซ็นต์คาร์บอนผสมอยู่ที่ เปอร์ เซ็นต์.....
2. จงบอกเหตุผลมาอย่างน้อย 2 ข้อ ทำไมเหล็กคาร์บอนที่นำมาทำเครื่องมือจึงต้องผ่านกรรมวิธีการชุบแข็ง  
.....  
.....
3. ก่อนที่จะชุบแข็งชิ้นงานได้จะต้องเผาให้ชิ้นงานเปลี่ยนโครงสร้างจาก.....  
เป็น.....
4. การชุบแข็งจะเกิดขึ้นได้โดยสมบูรณ์เมื่อทำให้โครงสร้าง..... เย็น  
ตัวอย่างรวดเร็ว กลายเป็นโครงสร้าง..... ซึ่งมีคุณสมบัติแข็ง
5.  $Fe_3C$  คืออะไร มีคุณสมบัติอย่างไร.....  
.....
6. ต้องการเผาเหล็กคาร์บอนที่มีเปอร์ เซ็นต์คาร์บอนผสมอยู่ 0.9% จะต้องให้ความร้อนประมาณกี่องศา..... ี่.
7. ถ้าต้องการชุบแข็งเหล็กคาร์บอนที่มีส่วนผสมของคาร์บอน 1.5% จะเลือกใช้สารตัวกลางจุ่มชุบชนิดใดระหว่างน้ำกับน้ำมัน จงอธิบายเหตุผลประกอบ  
.....  
.....
8. ในการจุ่มชุบชิ้นงานซึ่งมีลักษณะเป็นเพลายาว ๆ จะต้องจุ่มในลักษณะใด ก หรือ ข  
จงอธิบายเหตุผลประกอบ



.....  
.....  
.....  
.....

	<b>ใบเตรียมการล่อน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
		หน่วยการฝึกงาน เชื่อมซบแข็งและตีเหล็ก	139
	เรื่อง การอบคลายความเครียด	หัวข้อวิชา งานซบแข็งและอบคลายความเครียด	งานย่อยที่ 20
วัตถุประสงค์	เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถอธิบายกรรมวิธีการอบคลายความเครียดของเหล็กคาร์บอน หลังจากผ่านกรรมวิธีการซบแข็งมาเรียบร้อยแล้ว		
วิธีสอน	บรรยายและถามตอบ		
หัวข้อสำคัญ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เหตุผลการอบคลายความเครียด</li> <li>- ช่วงอุณหภูมิการอบคลายความเครียด</li> <li>- การเลือกอุณหภูมิอบคลายให้เหมาะสมกับลักษณะงาน</li> <li>- การอบคืนสภาพ</li> </ul>		
อุปกรณ์ช่วยฝึก	ตัวอย่างแผ่นภาพแสดงสีและอุณหภูมิการอบคลายความเครียด ชิ้นงานตัวอย่างซึ่งมีสี Tempering ติดอยู่ ตัวอย่างชิ้นงานที่แข็งเปราะและแข็งเหนียว		
การมอบหมายงาน	ให้ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		
การวัดผล			
หนังสืออ้างอิง			



## ใบข้อมูล

หลักสูตร	ช่างปรับ	หน้า
หน่วยการเรียนรู้	เชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก	140
เรื่อง	การอบคลายความเครียด	
หัวข้อวิชา	งานชุบแข็งและอบคลายความเครียด	
งานย่อยที่	20	

### การอบคลายความเครียด (Tempering)

เหล็กคาร์บอนที่ผ่านกรรมวิธีการชุบแข็งมาแล้วจะมีคุณสมบัติแข็ง แต่ถ้านำไปใช้งานก็จะมีข้อเสียคือ เปราะ แตกหักได้ง่าย เนื่องจากโครงสร้างของมาร์เทนไซต์เกิดจากการบิดเบี้ยวของโครงสร้างและเกิดความเครียดภายในเนื้อวัสดุ ด้วยเหตุนี้เหล็กที่ผ่านกรรมวิธีการชุบแข็งมาแล้วก่อนนำไปใช้งาน จะต้องนำมาปรับปรุงคุณสมบัติให้ความเครียดภายในลดลง ซึ่งจะทำให้ความเปราะลดลงด้วย ทำให้ชิ้นงานมีคุณสมบัติแข็งและเหนียวพอเพียงที่จะใช้งานได้ กรรมวิธีนี้เราเรียกว่า "การอบคลายความเครียด"

(Tempering)

กรรมวิธีอบคลายความเครียดนี้ เราจะต้องนำชิ้นงานที่ผ่านกรรมวิธีการชุบแข็งมาแล้ว ให้ความร้อนอีกครั้งหนึ่งที่อุณหภูมิประมาณ 200-400° ซ. และทำให้เย็นตัวลง โครงสร้างของเหล็กก็สามารถคลายความเครียดและจะทำให้มีความแข็งแรง นำไปใช้งานได้ จุดประสงค์ของการอบคลายความเครียดพอสรุปได้ว่า

- ก. เพื่อเพิ่มความเหนียวลดความเปราะของชิ้นงาน
- ข. ลดความเครียดภายในเนื้อวัสดุ
- ค. เพิ่มความแข็งแรง โดยความแข็งลดลงเล็กน้อย

การอบคลายความเครียด สามารถประมาณอุณหภูมิโดยการสังเกตสีของออกไซด์ที่ผิวชิ้นงาน คือเมื่อเหล็กถูกความร้อนฟิล์มออกไซด์ที่เกิดขึ้นบนผิวเหล็กจะเป็นสีเหลืองอ่อน ๆ และค่อย ๆ เข้มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จนกระทั่งเป็นสีน้ำเงินแก่ ความสัมพันธ์ระหว่างสีของผิวออกไซด์และอุณหภูมิจะใช้ได้เฉพาะเหล็กคาร์บอนเท่านั้น ถ้าเป็นโลหะผสมธาตุอื่น ๆ สีอาจเปลี่ยนแปลงไม่ตรงตามตารางที่กำหนดให้ เครื่องมือชนิดต่างๆ ต้องการความแข็งและความแข็งแรงแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน เช่น เหล็กซีตหรือใบเลื่อยต้องการความแข็งมากกว่าสัก เพราะสักต้องรับแรงกระแทก ขณะใช้งานจึงต้องการความแข็งแรง คือไม่แตกหักได้ง่ายด้วย คุณสมบัติความแข็งจึงต้องลดน้อยลง ดังนั้นพอสรุปได้ว่า ช่วงอุณหภูมิการอบคลายเพิ่มขึ้น ความแข็งของชิ้นงานจะลดลง แต่ความเหนียวจะเพิ่มขึ้น



# ใบข้อมูล

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

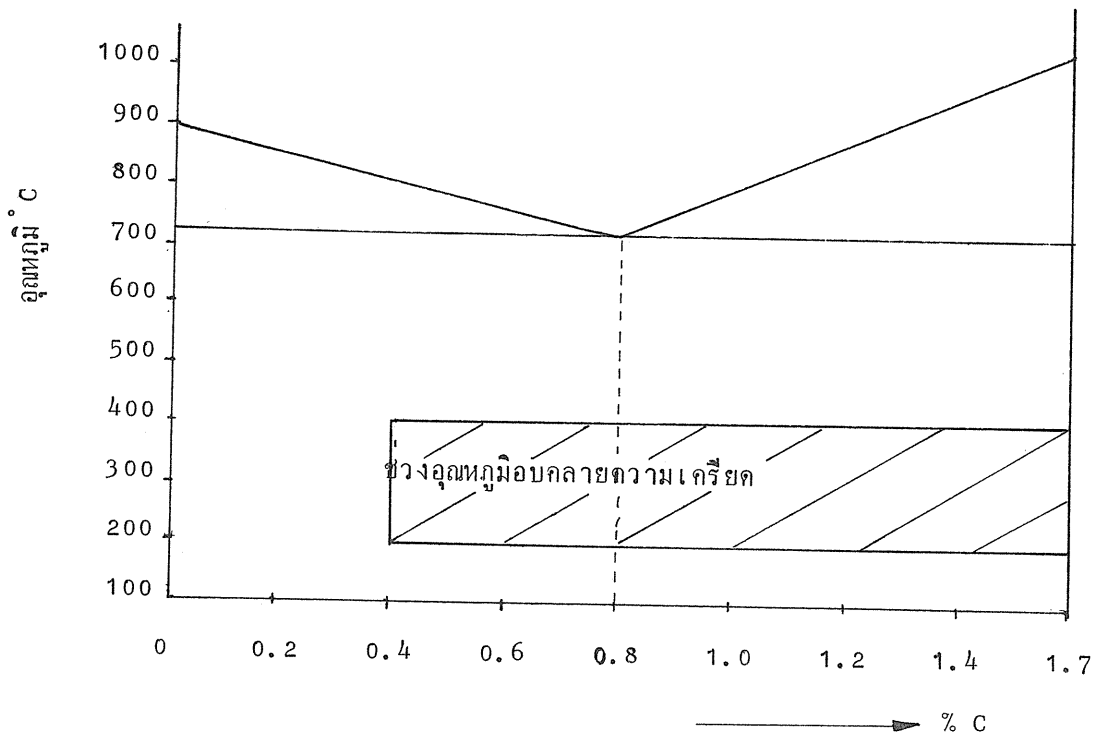
หน่วยการฝึกงาน เชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก

141

เรื่อง การอบคลายความเครียด

หัวข้อวิชา งานชุบแข็งและอบคลายความเครียด

งานย่อยที่ 20



ภาพแสดงช่วงอุณหภูมิการอบคลายความเครียด

ตารางแสดงอุณหภูมิการอบคลายความเครียด สัมพันธ์อุณหภูมิและชนิดของงานที่ใช้

อุณหภูมิ (°C)	สื่อที่ใช้	ชนิดของงานที่ใช้	ระดับความแข็ง
220	เหล็กรอง	เหล็กชุบ เหล็กขีด เลื่อยมือ	แข็งมาก
230	เหล็กรอง	เครื่องมือหมายงาน	
240	เหล็กรอง	คัตเตอร์ ริมเมอร์	
250	เหล็กรองน้ำตาล	ใบมีด ตาป	แข็ง
260	แตงน้ำตาล	ดอกสว่าน กอน	
270	แตง	สีกัด	
280	มวง	สิ่ว สีกัด	แข็งเหนียว
300	น้ำเงิน	ใบเลื่อยตัดไม้ สปริง	
320-360	น้ำเงินอ่อน-น้ำเงินเทา	ขวาน ไชควง	



## ใบข้อมูล

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ งานเชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก

142

เรื่อง การอบคลายความเครียด


หัวข้อวิชา งานชุบแข็งและอบคลายความเครียด

งานย่อยที่ 20

### การเผาอบคืนสภาพ

ในกรณีที่ต้องการนำชิ้นงานซึ่งผ่านกรรมวิธีการชุบแข็งหรืออบคลายความเครียดแล้วมาขึ้นรูปใหม่ เช่น คัด เตะ เจาะ หรือตะไบ จำเป็นต้องนำชิ้นงานไปเผาอบคืนสภาพเดิม โดยการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานนั้นประมาณ 750-850° ซ. แล้วแต่จำนวนส่วนผสมคาร์บอน และให้เย็นตัวอย่างช้า ๆ ในเตาหรือในอากาศ ชิ้นงานที่แข็งนั้นก็จะกลับคืนสภาพเดิมเหมือนก่อนชุบแข็ง



	<b>ใบเตรียมการลอน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
		หน่วยการฝึกงานเชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก	144
	เรื่อง การทดลองชุบแข็งและ ออบคลายความเครียด	หัวข้อวิชา งานชุบแข็งและอบคลายความเครียด	
		งานย่อยที่ 21	เวลา 8 คาบ
วัตถุประสงค์	เพื่อให้ผู้รับการฝึกเกิดความชำนาญในการทดลองชุบแข็งและอบคลายความเครียดชิ้นงาน เหล็กคาร์บอนในสถานะต่าง ๆ		
วิธีสอน	สาธิตและทำการทดลอง		
หัวข้อสำคัญ	- การทดลองชุบแข็งที่อุณหภูมิต่าง ๆ - การทดลองอบคลายความเครียดที่อุณหภูมิต่าง ๆ		
อุปกรณ์ช่วยฝึก	เต้าเผาเหล็ก, ตัวอย่างชิ้นงานและอุปกรณ์ฝึกฝีมือเบื้องต้น, อุปกรณ์สำหรับชุบเหล็ก		
การมอบหมายงาน	ให้ทดลองตามใบงาน		
การวัดผล			
หนังสืออ้างอิง			



## ใบงาน

หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
หน่วยการเรียนรู้ เชื่อมซูปแข็งและตีเหล็ก	145
หัวข้อวิชา งานซูปแข็งและอบคลายความเครียด	
งานย่อยที่ 21	งานที่ 1

### การทดลองเรื่องงานซูปแข็ง


วัสดุงาน : ใช้เหล็กคาร์บอนซึ่งมีคาร์บอนไม่ต่ำกว่า 0.4% (อาจจะใช้เครื่องมือเก่า ๆ เช่น เหล็กขีด เหล็กนำศูนย์ สกัด ฯลฯ)


ให้ผู้รับการฝึกทดลองทำข้อมูลตามตารางและเติมผลลัพธ์ที่ได้ให้สมบูรณ์ (การทดลองใช้เตาถ่านธรรมดาหรือเตาไฟฟ้า)

ลำดับ การทดลอง	อุณหภูมิเผา ( °ซ. )	สี	สารตัวกลาง ในการซูปแข็ง	ผลลัพธ์ของชิ้นงานเมื่อนำไปทดสอบความ แข็งอย่างง่าย ๆ เช่น ตะไบ ตอก- นำศูนย์ ขีด เลื่อย หรือนำไปใช้งาน เป็นต้น
1	680°	แดงเข้ม	น้ำ	
2	780°	แดงอ่อน	น้ำ	
3	900°	เหลืองแดง	น้ำ	
4	680°	แดงเข้ม	น้ำมัน	
5	780°	แดงอ่อน	น้ำมัน	
6	900°	เหลืองแดง	น้ำมัน	

สรุปผล อธิบายสรุปผลการทดสอบชิ้นงาน ซึ่งเผาซูปที่อุณหภูมิต่าง ๆ และการซูปโดยใช้สารตัวกลางที่แตกต่างกันให้ผลลัพธ์แตกต่างกันอย่างไร?

ชื่อ ผ.ร.ผ.	ว.ค.ป.	มาตราส่วน
-------------	--------	-----------

	<b>ใบงาน</b>		<b>หลักสูตร</b> ช่างปรับ		<b>หน้า</b>
			<b>หน่วยการเรียนรู้</b> เชื่อมซูปแข็งและดีเหล็ก		146
<b>เรื่อง</b> การทดลองซูปแข็งและ อบคลายความเครียด		<b>หัวข้อวิชา</b> งานซูปแข็งและอบคลายความเครียด			
		<b>งานย่อยที่</b> 21	<b>งานที่</b> 2		
<p> <u>การทดลองเรื่อง</u> การอบคลายความเครียด         </p> <p> <b>วัสดุงาน :</b> ใช้เหล็กคาร์บอนซึ่งผ่านกรรมวิธีการซูปแข็งมาแล้ว แต่ยังไม่อบคลายความเครียด (อาจใช้เครื่องมือเก่า ๆ ขึ้นรูปใหม่ให้เรียบร้อย แล้วนำไปซูปแข็งไว้ เช่น เหล็กขัด เหล็กนำศูนย์ สกัด ฯลฯ)         </p> <p> <b>ให้ผู้รับการฝึกทดลอง</b> ทำข้อมูลตามตารางและเติมผลลัพธ์ที่ได้ให้สมบูรณ์ (การทดลองใช้เตาถ่านธรรมดาหรือเตาไฟฟ้า)         </p>					
<b>ลำดับ</b> การทดลอง	<b>อุณหภูมิอบคลาย</b> ( °ซ. )	<b>สี</b>	<b>สารตัวกลาง</b>	<b>ผลลัพธ์ของชิ้นงาน</b> เมื่อนำไปทดสอบความแข็งอย่างง่าย ๆ	
1	200° ซ.	เหลืองอ่อน	น้ำ		
2	250° ซ.	เหลืองน้ำตาล	น้ำ		
3	320° ซ.	น้ำเงินอ่อน	น้ำ		
<p> <b>สรุปผล:</b> อธิบายสรุปผลการทดลองของผลลัพธ์ที่ได้ในการอบคลายความเครียดที่อุณหภูมิต่าง ๆ         </p>					
<b>ชื่อ ผ.ร.ผ.</b>		<b>ว.ค.ป.</b>		<b>มาตราส่วน</b>	

	<b>ใบเตรียมการล่อน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
		หน่วยการฝึกงาน เชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก	147
	<b>เรื่อง งานซุบสกัด</b>	หัวข้อวิชา งานซุบแข็งและอบคลายความเครียด	
		งานย่อยที่ 22	เวลา 4 คาบ
วัตถุประสงค์	เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถทำการซุบแข็งและอบคลายความเครียดของสกัดได้อย่างถูกต้องโดยใช้เตาถ่าน		
วิธีสอน	สาธิตและทดลอง		
หัวข้อสำคัญ	- ซุบแข็ง และอบคลายความเครียดชิ้นงานสกัด		
อุปกรณ์ช่วยฝึก	อุปกรณ์การซุบแข็ง, เตาเผาถ่าน		
การมอบหมายงาน	ปฏิบัติตามใบงาน		
การวัดผล			
หนังสืออ้างอิง			



# ใบงาน

หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
หน่วยการเรียนรู้ เชื่อมชุบแข็งและตีเหล็ก	148

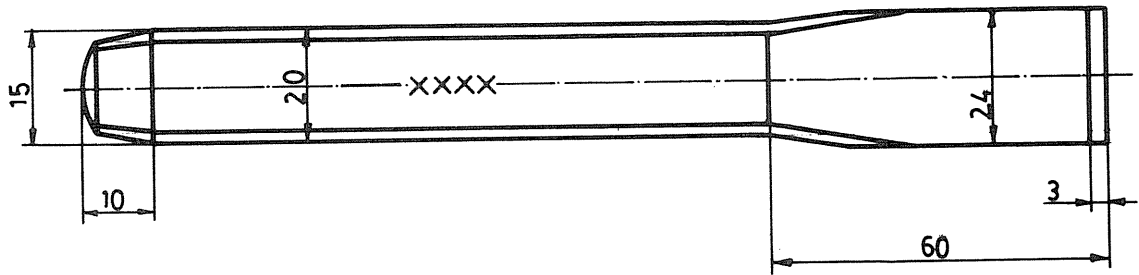
เรื่อง งานชุบสีกัด

หัวข้อวิชา	งานชุบแข็งและอบคลายความเคียว	
งานย่อยที่	22	งานที่

## งานชุบแข็งและอบคลายความเคียวสีกัด

งานที่ต้องทำ: ชุบแข็งและอบคลายความเคียวสีกัดโดยใช้เตาถ่าน

วัสดุงาน: ให้ใช้ชิ้นงานสีกัดซึ่งได้จากงานตีเหล็ก (ถ้าไม่มีให้ครูฝึกเตรียมชิ้นงานสีกัดสำเร็จซึ่งยังไม่ผ่านกรรมวิธีการชุบแข็งมาก่อน)



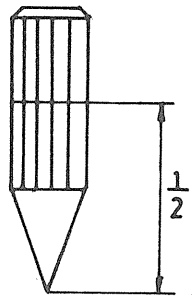
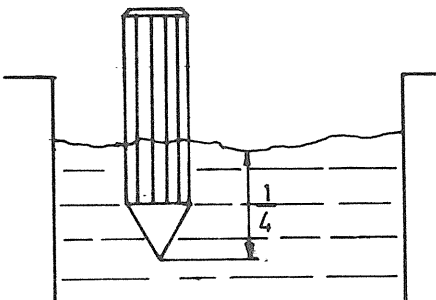


# ใบขั้นตอน การปฏิบัติงาน

หลักสูตร	ช่างปรับ	หน้า
หน่วยการเรียนรู้		149
หัวข้อวิชา		งานชุบแข็งและอบคลายความเครียด
งานย่อยที่	22	งานที่

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถทำการชุบแข็งและอบคลายความเครียดของสักรัดได้อย่างถูกต้องโดยใช้เตาถ่าน

เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ อุปกรณ์การชุบแข็ง, เตาเผาถ่าน  
วัสดุ : ไขขึ้นงานสักรัดจากงานตีเหล็ก

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ตกแต่งชิ้นงาน 2. นำชิ้นงานไปเผา 3. ชุบแข็ง	<p>ใช้ตะไบตกแต่งชิ้นงานให้ได้ขนาดตามแบบในใบงาน</p> <p>เผาชิ้นงานให้ร้อนประมาณ 800° ซ. ช่วงความยาวประมาณ <math>\frac{1}{2}</math> ของความยาวสักรัด</p>  <p>จุ่มส่วนคมของสักรัดที่ต้องการชุบแข็งประมาณ <math>\frac{1}{4}</math> ของความยาวลงในน้ำและแกว่งให้เย็นอย่างรวดเร็ว</p> 	<p>ให้จุ่มชุบประมาณ <math>\frac{1}{4}</math> ของความยาว เพื่อนำความร้อนที่เหลือไปใช้ในการอบคลายความเครียดโดยไม่ต้องเผาให้ความร้อนอีกครั้ง</p>



**ใบขั้นตอน  
การปฏิบัติงาน**

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการฝึกงาน เชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก

150

เรื่อง งานซุบสกัด

หัวข้อวิชา งานซุบแข็งและอบคลายความเครียด

งานย่อยที่ 22

งานที่

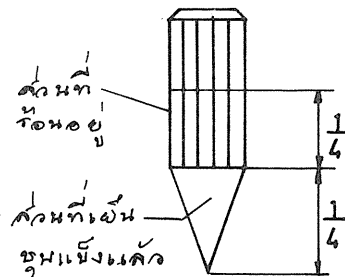
**ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**

**คำอธิบาย**

**ข้อควรระวัง**

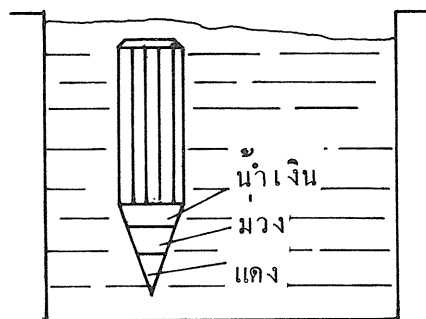
4. อบคลายความเครียด

นำสกัดขึ้นจากน้ำและใช้แปรงลวดขัดปลายคม สกัดให้สะอาด เพื่อสังเกตสีของอุณหภูมิ อบคลายความเครียด ความร้อนจากตอนกลาง ของสกัดที่เหลือจะค่อย ๆ แผงมาที่ปลายคม สกัด





5. สังเกตสีของอุณหภูมิ Tempering และจุ่ม ซุบอีกครั้ง

สีที่เกิดขึ้นที่ปลายสกัดจะค่อย ๆ โคลงมาที่คม สกัด เมื่อได้สีตามต้องการคือ ที่ปลายคมสกัด เป็นสีแดงให้จุ่มซุบอีกครั้งเพื่อให้ความร้อนที่ ตกค้างอยู่หมดไป



ให้รีบขัดอย่างรวดเร็ว เพราะสี Tempering จะเกิดขึ้นรวดเร็วมาก ถ้าความร้อนที่ตกค้าง มีมาก การซุบครั้งที่ สองต้องรีบทำให้ความร้อนของสกัดทั้งแท่ง หมดไปอย่างรวดเร็ว

	<b>ใบเตรียมการล่อน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
		หน่วยการฝึกงาน เชื่อมซูปแข็งและตีเหล็ก	151
	เรื่อง การซูปแข็งด้วยเตาไฟฟ้า	หัวข้อวิชา งานซูปแข็งและอบคลายความเครียด	งานย่อยที่ 23
วัตถุประสงค์	เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถซูปแข็งและอบคลายความเครียดชิ้นงานและเครื่องมือต่าง ๆ โดยใช้เตาไฟฟ้า		
วิธีสอน	สาธิตและทดลอง		
หัวข้อสำคัญ	- ใช้เตาไฟฟ้าในการเผาเพื่อซูปแข็งชิ้นงานและอบคลายความเครียด		
อุปกรณ์ช่วยฝึก	เตาเผาไฟฟ้า, อุปกรณ์การซูปแข็ง, ชิ้นงานต่าง ๆ ซึ่งต้องการซูปแข็ง		
การมอบหมายงาน	ทำตามใบมอบหมายงาน		
การวัดผล			
หนังสืออ้างอิง			

	<b>ใบงาน</b>	<b>หลักสูตร</b> ช่างปรับ		<b>หน้า</b>	
		<b>หน่วยการเรียนรู้</b> เชื่อมซุบแข็งและตีเหล็ก		152	
	<b>เรื่อง</b> การซุบแข็งด้วยเตาไฟฟ้า	<b>หัวข้อวิชา</b> งานซุบแข็งและอบคลายความเครียด			
		<b>งานย่อยที่</b> 23	<b>งานที่</b> 1		
<p>งานซุบแข็งและอบคลายความเครียด เครื่องมือโดยใช้เตาไฟฟ้า</p> <p>งานที่ต้องทำ: ใช้เตาไฟฟ้าในการเผาชิ้นงานเพื่อซุบแข็งและอบคลายความเครียด</p> <p>วัสดุงาน: ใช้ชิ้นงานต่าง ๆ ซึ่งต้องการซุบแข็งจากแบบฝึกหัดของนักเรียน เช่น สลัก เหล็กนำศูนย์ เหล็กขีด ฯลฯ</p>					
<b>ชื่อ</b> พ.ร.ฝ.	<b>ว.ก.ป.</b>		<b>มาตราส่วน</b>		



ใบขั้นตอน  
การปฏิบัติงาน

หลักสูตร ช่างปรับ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้เชื่อมซัพเซิ่งและตีเหล็ก

153

เรื่อง การซัพเซิ่งด้วยเตาไฟฟ้า

หัวข้อวิชา งานซัพเซิ่งและอบคลายความเครียด

งานย่อยที่ 23

งานที่ 1

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถซัพเซิ่งและอบคลายความเครียดชิ้นงานโดยใช้เตาไฟฟ้า

เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ เตาไฟฟ้า, อุปกรณ์การซัพเซิ่ง, วัสดุชิ้นงานจากแบบฝึกหัดต่าง ๆ ซึ่งต้องการซัพเซิ่ง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

คำอธิบาย

ข้อควรระวัง

การซัพเซิ่ง

1. อุ่นเตา

-ตั้งอุณหภูมิเพื่ออุ่นเตาประมาณ 600° ซ. รอให้เตาร้อนถึง 600° ซ.

2. อุ่นชิ้นงาน

-นำชิ้นงานที่ต้องการเผาเพื่อซัพเซิ่งเข้าวางในเตา หาดะแกรงเหล็กเพื่อวางชิ้นงาน เพื่อให้ความร้อนกระจายทั่วถึงผิวงาน และปิดเตาอุ่นชิ้นงานไว้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง


3. เพิ่มอุณหภูมิเตาเผา

-ตั้งอุณหภูมิเตาให้สูงขึ้นประมาณ 780-850° ซ. ขึ้นอยู่กับจำนวนเปอร์เซ็นต์คาร์บอน หรือตามบริษัทเหล็กผู้ผลิตเป็นผู้กำหนด รอให้เตาร้อนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ

-การให้ความร้อนชิ้นงานช่วงนี้ไม่ต้องเผาชิ้นงานแต่ถ้าชิ้นงานบางหรือหนา อาจจะใช้เวลาแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย

4. จุ่มซัพเซิ่งงาน

-เมื่อได้อุณหภูมิเผาซัพเซิ่งที่ต้องการแล้ว นำชิ้นงานออกมาอย่างรวดเร็ว และจุ่มซัพลงในสารตัวกลาง ซึ่งอาจจะเป็นน้ำหรือน้ำมันตามมาตรฐานเหล็กที่กำหนดไว้ และแกว่งชิ้นงานให้เย็นโดยรวดเร็ว

	<b>ใบขั้นตอน การปฏิบัติงาน</b>	หลักสูตร ช่างปรับ	หน้า
		หน่วยการเรียนรู้เชื่อมชุดแข็งและตีเหล็ก	154
	เรื่อง การชุบแข็งควายเตาไฟฟ้า	หัวข้อวิชา งานชุบแข็งและอบคลายความเครียด	งานย่อยที่ 23
<b>ขั้นตอนการปฏิบัติงาน</b>	<b>คำอธิบาย</b>	<b>ข้อควรระวัง</b>	
<u>การอบคลายความเครียด</u>  1. อุ่นเตา         2. ให้ความร้อนชิ้นงาน	- ตั้งอุณหภูมิเพื่ออุ่นเตาประมาณ 200-400° ซ. ตามความต้องการของเครื่องมือซึ่งจะอบคลาย ความเครียด   - นำชิ้นงานซึ่งผ่านกรรมวิธีชุบแข็งเข้าเตาเพื่อ อบคลายความเครียด ทิ้งไว้ในเตาประมาณ 1-2 ชั่วโมง แล้วปิดเตาปล่อยให้ชิ้นงานเย็น ตัวลงช้า ๆ จนถึงอุณหภูมิต่ำ	- ตั้งอุณหภูมิตามความ ต้องการของเครื่อง มือที่ใช้หรือตามบริษัท ผู้ผลิตเหล็กเป็นผู้ กำหนด	

**รายการเอกสารประกอบการฝึกที่ผลิตโดยสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน  
สนใจสั่งซื้อได้ที่ งานห้องสมุด สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน โทร. 2451820**

ที่	สาขาช่าง	หน่วยการฝึก	เล่มที่	ราคา	ที่	สาขาช่าง	หน่วยการฝึก	เล่มที่	ราคา	
81	ช่างไฟฟ้า	การฝึกงานก่อสร้าง	9	200	121	ช่างสื่อสาร	วิชาสัมพันธ	2	200	
82		ทฤษฎีช่างไฟฟ้าเบื้องต้น	1	200	122		ก่ออิฐ	3	200	
83		ทฤษฎีช่างไฟฟ้าเบื้องต้น	2	200	123		ฉาบปูน	4	150	
84		ทฤษฎีช่างไฟฟ้าเบื้องต้น	3	160	124		หินล้าง หินขัด ปูกระเบื้อง	5	170	
85		มอเตอร์เฟสเดียว	4	150	125		พื้นฐานช่างสี	1	180	
86		มอเตอร์สามเฟส	5	120	126		สีเคลือบ	2	90	
87		ช่างเดินสายในอาคาร	6	190	127		สีอาคาร	3	160	
88		ช่างเดินสายในอาคาร	7	200	128		ช่างเขียนแบบมาตรฐาน	คณิตศาสตร์ช่าง	1	160
89		เดินสายอุตสาหกรรม	8	200	129		วิชาสัมพันธ (ภาพร่าง)	2	120	
90		เดินสายอุตสาหกรรม	9	200	130		เขียนแบบพื้นฐาน	3	110	
91		เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า	10	160	131		เขียนแบบพื้นฐาน	4	150	
92		การตรวจซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้า	11	200	132		วิชาสัมพันธ	5	140	
93		ช่างควบคุมมอเตอร์	12	150	133		วิชาสัมพันธ	6	100	
94	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	หม้อแปลงไฟฟ้า	13	150	134	ช่างเขียนแบบพิมพ์โฆษณา	การเขียนภาพ	3	200	
95		พื้นฐานช่างอิเล็กทรอนิกส์	1	200	135		การใช้วัสดุพิมพ์โฆษณา	4	160	
96		พื้นฐานช่างอิเล็กทรอนิกส์	2	160	136		การเขียนภาพพิมพ์โฆษณา	5	150	
97		พื้นฐานช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	200	137		การเขียนภาพพิมพ์โฆษณา	6	140	
98		เครื่องรับวิทยุ	7	200	138		การเขียนแผ่นภาพประกาศ	7	130	
99		เครื่องรับวิทยุ	8	180	139		การเขียนแผ่นภาพประกาศ	8	140	
100		เครื่องรับวิทยุ	9	200	140		กระบวนการพิมพ์โฆษณา	9	150	
101		เครื่องรับโทรทัศน์	13	200	141		กระบวนการพิมพ์โฆษณา	10	140	
102		เครื่องรับโทรทัศน์	14	200	142		การปฏิบัติการประยุกต์	11	120	
103		เครื่องรับโทรทัศน์	15	200	143		ช่างสำรวจ	สำรวจ 1	1	160
104	อิเล็กทรอนิกส์	16	200	144	คณิตศาสตร์สำรวจ	2		190		
105	อิเล็กทรอนิกส์	17	190	145	คณิตศาสตร์สำรวจ	3		180		
106	ช่างไม้ฝีมือ	อ่านแบบเขียนแบบ	1	150	146	สำรวจ 2		4	120	
107		การประมาณราคา	2	120	147	สำรวจ 2		5	80	
108		การใช้เครื่องมือ	3	140	148	สำรวจ 3		6	150	
109		งานไม้ครุภัณฑ์	4	200	149	สำรวจ 3		7	130	
110		งานไม้ครุภัณฑ์	5	130	150	ช่างเชื่อมและโลหะแผ่น	โลหะแผ่น	1	110	
111		งานไม้ครุภัณฑ์	6	110	151		โลหะแผ่น	2	200	
112	การใช้เครื่องจักรกล	7	200	152	ช่างเชื่อมไฟฟ้า		3	130		
113	ช่างไม้ก่อสร้าง	เครื่องมือ เครื่องจักรกล	1	200	153		ช่างเชื่อมไฟฟ้า	4	200	
114		อ่านแบบก่อสร้าง	2	200	154		ช่างเชื่อมแก๊ส	5	170	
115		การประมาณราคา	3	200	155		ช่างเชื่อมแก๊ส	6	180	
116		วัสดุก่อสร้าง	4	160	156	ช่างเชื่อมแก๊ส	7	200		
117		วัสดุทฤษฎีก่อสร้าง	5	200	157	ช่างกลโรงงาน	วิชาร่วมช่างกลโรงงาน	1	180	
118		การฝึกฝีมือ	6	200	158		วิชาร่วมช่างกลโรงงาน	2	120	
119		ส่วนประกอบอาคาร	7	180	159		วิชาร่วมช่างกลโรงงาน	3	200	
120	ช่างปูน	วิชาสัมพันธ	1	160	160		วิชาร่วมช่างกลโรงงาน	4	180	

**รายการเอกสารประกอบการฝึกที่ผลิตโดยสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน  
สนใจสั่งซื้อได้ที่ งานห้องสมุด สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน โทร. 2451820**

ที่	สาขาช่าง	หน่วยการฝึก	เล่มที่	ราคา	ที่	สาขาช่าง	หน่วยการฝึก	เล่มที่	ราคา	
1	ช่างยนต์	ความรู้พื้นฐานช่างยนต์ 1	1	140	41	ช่างเครื่องมืองกล	งานกลึง 2	5	190	
2		ความรู้พื้นฐานช่างยนต์ 2	2	200	42		งานกลึง 3	6	200	
3		อัดฉีดและบริการ	1	200	43		งานปรับเบื้องต้น	1	170	
4		อัดฉีดและบริการ	2	200	44		งานกลึง 1	2	200	
5		เครื่องยนต์เบนซิน	3-4	200	45		งานกลึง 2	3	200	
6		เครื่องยนต์ดีเซล	5	200	46		งานไส	4	110	
7		เครื่องยนต์ดีเซล	6	200	47		งานกัด	5	200	
8		ไฟฟ้ารถยนต์	7	170	48		ช่างเจียรระโน	6	190	
9		ไฟฟ้ารถยนต์	8	190	49		เจาะ คว้วน ขยาย	7	120	
10		ระบบส่งกำลัง	9	200	50		ช่างปรับ	งานฝึกฝีมือเบื้องต้น 1	1	200
11		ระบบส่งกำลัง	10	190	51			งานฝึกฝีมือเบื้องต้น 2	2	140
12		ระบบส่งกำลัง	11	180	52			งานฝึกฝีมือเบื้องต้น 3	3	90
13	ช่างประปา	พื้นฐานช่างประปา	1	200	53		งานกลึง	4	170	
14		พื้นฐานช่างประปา	2	140	54		งานเชื่อม ชุบแข็ง ดีเหล็ก	5	200	
15		สุขภัณฑ์ 1	3	130	55		งานปรับ (แบบฝึกหัด)	6	50	
16		สุขภัณฑ์ 2	4	180	56	ช่างเขียนแบบก่อสร้าง	วัสดุก่อสร้าง	1	200	
17	ซ่อมบำรุง	5	150	57	วัสดุก่อสร้าง		2	160		
18	ช่างสีครุภัณฑ์	พื้นฐานช่างสี	1	180	58		เขียนแบบก่อสร้าง 1	3	200	
19		สีเคลือบ	2	190	59		เขียนแบบก่อสร้าง 3	5	200	
20		สีเคลือบ	3	120	60		เขียนแบบตกแต่งภายใน	6	190	
21	ช่างเคาะพ่นสีรถยนต์	ความรู้พื้นฐาน	1	130	61		เทคนิคการก่อสร้าง	8	200	
22		ความรู้พื้นฐาน	2	180	62		เทคนิคการก่อสร้าง	9	200	
23		งานเคาะ (เชื่อมแก๊ส)	3	170	63		การทำหุ่นจำลอง	11	200	
24		งานเคาะ (ตัดผุ)	4	90	64	ช่างเขียนแบบเครื่องกล	เครื่องมือวัด	1	170	
25		งานเคาะ	5	130	65			วัสดุเครื่องกล	2	150
26		งานสี	6	200	66			กระบวนการอุตสาหกรรม	3	200
27		งานสี	7	200	67			กระบวนการอุตสาหกรรม	4	200
28	ช่างเครื่องทำความเย็น	วิชาสัมพันธ	1	200	68			กระบวนการอุตสาหกรรม	5	200
29		วิชาสัมพันธ	2	200	69			เขียนแบบเครื่องกล 1	6	110
30		วิชาสัมพันธ 1	3	200	70			เขียนแบบเครื่องกล 1	6.1	180
31		วิชาสัมพันธ 2	4	200	71		เขียนแบบภาพแผ่นคลี่	7	140	
32		วิชาสัมพันธ 3	5	130	72		แบบงานเชื่อม	8	200	
33		การติดตั้งและให้บริการฯ	6	200	73		อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน	9	120	
34		การติดตั้งและให้บริการฯ	7	130	74		แบบแม่พิมพ์ขึ้นรูป	10	130	
35		การติดตั้งและให้บริการฯ	8	200	75		แบบงานท่อ-งานโครงสร้าง	11	200	
36	การติดตั้งและให้บริการฯ	9	200	76		งานฝึกพิเศษ	12	80		
37	ช่างกลึง	งานปรับทั่วไป	1	200	77	ช่างควบคุมงานก่อสร้าง	การอ่านแบบ	3	200	
38		งานปรับทั่วไป	2	200	78			การประมาณราคา	4	200
39		งานกลึง 1	3	200	79			เทคนิคการก่อสร้าง 1	5	200
40		งานกลึง 1	4	130	80			การบริหารงานก่อสร้าง	8	180

หมายเหตุ ถ้าสั่งซื้อทางไปรษณีย์ ต้องเพิ่มเงินค่าส่งเล่มละ 10 บาท โดยส่งตามณัติสั่งจ่าย ปท. ดินแดง ในนามสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน ถนนมิตรไมตรี กทม 10400



ฝ่ายอุปกรณ์ช่วยฝึก  
สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน