บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 คุณสมบัติเชิงกล

5.1.1 ความแข็ง

อุณหภูมิและเวลาในการทำ คาร์บูไรซิง มีความสัมพันธ์กับความแข็งของเหล็กโดยที่อุณหภูมิและเวลาจะแปรผันตามความแข็งของเหล็ก กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิในการทำคาร์บูไรซิ่งสูงค่าความแข็งที่ได้ก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย

โดยเหล็กที่ผ่านการทำคาร์บูไรซิง จะมีการจัดเรียงตัวของเกรนใหม่ซึ่งการจัดเรียงตัวของเกรนใหม่นั้นเป็นผลมาจากการอบอุณหภูมิและเวลาที่ต่างกัน ทำให้เกรนเปลี่ยนรูปร่างจากเดิมส่งผลต่อค่าความแข็ง หรืออาจจะเป็นเพราะเหล็กผ่านการชุบน้ำทำให้มีอัตราการเย็นตัวสูง เมื่อทำการชุบทำให้เหล็กเกิดการเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้มีผลต่อความแข็งของเหล็ก

5.1.2 การทนต่อแรงดึง

จากการทดสอบ สามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทำคาร์บูไรซิง มีความสัมพันธ์กับการทนต่อแรงดึงซึ่งจะแปรผันตามอุณหภูมิและเวลา กล่าวคือ เมื่อมีการทำการคาร์บูไรซิงในอุณหภูมิที่สูงและเวลาที่มากขึ้น จะส่งผลให้ความทนต่อแรงดึงมีค่าเพิ่มมากขึ้น

เหล็กที่ผ่านกระบวนการคาร์บูไรซิงนั้นจะมีการจัดเรียงเกรนใหม่ ทำให้ลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติทางกลของเหล็กเปลี่ยนไป ส่งผลให้ขนาดของเกรนมีขนาดเปลี่ยนไป ทำให้ความทนต่อแรงดึงเปลี่ยนไปเช่นกัน หรืออาจจะเป็นจากกรณีที่เกิดจากปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ กรณีที่นำเหล็กออกจากเตา และทำการชุบน้ำในเวลาที่ไม่เท่ากัน ทำให้การเย็นตัวของเหล็กไม่เท่ากัน ส่งผลให้ความทนต่อแรงดึงเปลี่ยนตามไปด้วย

5.1.3 เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (Elongation)

จากการทดสอบสรุปได้ว่า อุณหภูมิและเวลาในการทำคาร์บูไรซิง มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามคือเปอร์เซ็นต์การยืด (Elongation) ตัวโดยจะแปรผกผันคือถ้าอุณหภูมิและเวลาในการทำคาร์บูไรซิงเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์การยืด (Elongation) ตัวของเหล็กลดลงจะอธิบายได้ว่า เนื่องจากการทำคาร์บูไรซิงเป็นการเป็นการเพิ่มปริมาณคาร์บอนให้กับผิวชิ้นงานโดยการอบเหล็กกับผงถ่านที่อุณหภูมิ 900 – 950 องศาเซลเซียส แล้วนำชิ้นงานมาปล่อยให้เย็นตัวในน้ำจะได้ชิ้นงานที่มีความแข็งผิวเพิ่มขึ้นตามเวลา จากการส่องดูโครงสร้างจะพบว่าที่ผิวของชิ้นงานจะมี

คาร์บอนเป็นจำนวนมากและจะมีปริมาณเฟอร์ไรต์เพิ่มจำนวนมากขึ้นตามระยะห่างของผิวจึงทำให้เปอร์เซนต์การยืดตัวของชิ้นงานลดลง

5.1.4 **มอดูรัสของสภาพยืดหยุ่น** (Modulus of elasticity)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิในการคาร์บูไรซิงและสารชุบมีความสัมพันธ์กับค่า มอดูรัสของสภาพยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) และค่า มอดูรัสของสภาพยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) นี้จะมีความสัมพันธ์กับค่าความแข็งแรงและความทนต่อแรงดึงของเหล็กในทิศทางเดียวกันซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า

1. ค่า มอดูรัสของสภาพยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) จะแปรผกผันในการทำ Austenitizing สูงขึ้น ค่า มอดูรัสของสภาพยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ก็จะลดลง หรือการเสียรูปของเหล็กก็จะลดลง

2. ค่า มอดูรัสของสภาพยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) จะแปรผันตรงกับสารชุบหรือตัวกลางที่ใช้ในการชุบเหล็ก ได้แก่ น้ำ ที่มีอัตราการเย็นตัวและมีผลต่อค่า Modulus of elasticity ของเหล็ก กล่าวคือ ถ้าอัตราการเย็นตัวมีค่ามากก็จะทำให้ค่า มอดูรัสของสภาพยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) สูง หรือการเสียรูปของเหล็กจะลดลง และแปรผันตรงกับอัตราการเย็นตัว

5.1.5 โครงสร้างจุลภาค

จากการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคนั้นพบว่าอุณหภูมิในการทำคาร์บูไรซิง และอัตราการเย็นตัวของสารชุบจะมีผลต่อโครงสร้างจุลภาค กล่าวคือ

1. อุณหภูมิในการทำคาร์บูไรซิง จะมีผลต่อโครงสร้างจุลภาคในลักษณะแปรผันตรงกับขนาดเกรน คือ ถ้าอุณหภูมิในการทำคาร์บูไรซิง สูงก็จะทำให้เกรนมีขนาดใหญ่ขึ้นตามไปด้วยคือจะมีลักษณะที่เกรนหยาบ (Grain Grawth) คาร์บอนมีการสูญเสียไปจากกระบวนการ ซึ่งในด้านของการนำไปใช้งานถือว่าเป็นสิ่งที่ไม่ดีนัก

2. อัตราการเย็นตัวของสารชุบจะมีผลต่อโครงสร้างจุลภาคในลักษณะแปรผกผันกับขนาดของเกรนคือถ้าอัตราการเย็นตัวของสารชุบสูงขนาดเกรนจะมีขนาดเล็ก

ปัญหาที่พบ ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

1. **ชิ้นงานทดสอบมีขนาดเล็กเกินไป ทำให้อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบจับชิ้นงานไม่ได้ ทำให้เสียเวลาในการเชื่อมเหล็กติดกับชิ้นงานเพื่อทำการทดสอบ**
2. ชิ้นงานทดสอบมีขนาดเล็กไม่สามารถจับชิ้นงานขัดกระดาษทรายได้ จึงต้องเสียเวลาในการทำเรือน (mounting) เพื่อจับชิ้นงาน
3. ชิ้นงานเกิดการเอียงในขณะขัดเนื่องจากผู้ทำการทดลอง ควรหาอุปกรณ์ จิ๊ก หรือฟิกเจอร์มาจับชิ้นงานเพื่อช่วยให้การจับชิ้นงานขัดง่ายขึ้น
4. การค้นหาข้อมูลของเหล็ก AISI 1010 ค้นหาได้ยาก ควรมีแหล่งค้นคว้าให้มากขึ้น