บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองเพื่อหาเทคนิควิธีเลือกโลหะแบบแผ่นสำหรับงานอุตสาหกรรมการสร้างตู้สำหรับเก็บคอมพิวเตอร์ โดยทำการทดลองโดยอาศัยวิธีการวัดทางไฟฟ้าโดยการวัดหาค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 4 จุด (Four Point Probe) การวัดความแข็งและความเหนียว การวิเคราะห์หาองค์ประกอบโดยใช้ EDS เพื่อจะหาข้อสรุปและอธิบายถึงสาเหตุการโก่งงอของโลหะแบบแผ่นและจะหาวิธีที่ดีที่สุดในการคัดเลือกโลหะที่เหมาะสมในงานอุตสาหกรรมดังกล่าว

5.1 สรุปผลการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลองในแต่ละวิธี สรุปได้ดังนี้

5.1.1 การวัดทางไฟฟ้าเพื่อหาค่าความต้านทานไฟฟ้า

ในการทดลองวัดหาค่าความต้านทานไฟฟ้า ของโลหะทั้ง 3 ตัวอย่าง โดยใช้วิธีการวัดแบบสี่จุด เพื่อจะหาความแตกต่าง ของโลหะ โดยสร้างเครื่องมือวัดที่ใช้ ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ผลการทดลองพอสรุปได้ดังนี้

1. โลหะ PREMIUM และ NHK ซึ่งเป็นโลหะที่โก่งงอเวลาที่เจาะ จะมีค่าความต้านทานไฟฟ้า ต่ำ เมื่อเทียบกับโลหะ UCC ซึ่งจะไม่โก่งงอเวลาที่เจาะ เมื่อเทียบค่าความต้านทานที่ได้สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน โดยจะเรียงค่าความต้านทานจาก สูงไปต่ำได้คือ

1 UCC

2. PREMIUM

3 NHK

ทำให้สรุปได้ว่า โลหะที่ไม่โก่งงอเวลาเจาะ มีแนวโน้มที่ค่าความต้านทานไฟฟ้าจะสูงเมื่อเทียบกับโลหะที่โก่งงอ

5.1.2 การวัดหาค่าความแข็งและการทดสอบแรงดึงของโลหะ

การวัดหาค่าความแข็งและความเหนียวของโลหะทั้งสามชนิด ผลการทดลองที่ได้คือ

ก. ความแข็ง

ความแข็งของโลหะทั้งสามชนิด วัดโดยใช้วิธี Vicker Hardness Test

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โลหะ PREMIUM จะมีความแข็งมากที่สุด มีค่า 106.25 รองลงมาคือ โลหะ UCC มีค่า 86.5 และ โลหะ NHK คือ 66 ตามลำดับ

ข. การทดสอบแรงดึง

การทดสอบแรงดึง จะใช้เครื่อง Tensile Strain วัด โดยการดึงเพื่อหาว่า โลหะจะขาดต้องใช้แรงดึงเท่าไร ผลที่ได้ปรากฏว่า โลหะ PREMIUM จะใช้แรงดึง 6163 นิวตัน เปอร์เซ็นต์ การยืด 52.4 โลหะ NHK จะใช้แรงดึง 5482 นิวตัน เปอร์เซ็นต์การยืด 57.5 และ โลหะ UCC จะใช้แรงดึง 5710 นิวตัน เปอร์เซ็นต์การยืด 53.2

โลหะทั้งสามชนิด โลหะที่มีความเหนียวมากที่สุดคือ NHK รองลงมาคือ UCC และ PREMIUM ตามลำดับ

กราฟของความเค้นและความเครียดของโลหะทั้งสามชนิด จะพบว่า โลหะ NHK และ UCC จะไม่แสดงจุด การเปลี่ยนรูปแบบพลาสติก หรือที่เรียกว่าจุดคราก (Yield Point)

ผลการทดสอบหาความแข็งและการทดสอบแรงดึง ค่าที่ได้จากการทดลอง อาจมีความคลาดเคลื่อนจาการทดลองได้ เนื่องจากตัวอย่างของชิ้นงานที่ตัดมีขนาดที่ได้ไม่มาตรฐาน ข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้ มีความละเอียดและขณะที่ทำการทดสอบการจับชิ้นงานอาจไม่แน่นพด รวมทั้งตัวอย่างของชิ้นงานที่ใช้ทดสอบไม่ได้เป็นตัวอย่างที่นำมาจากเหล็กทั้งแผ่น เป็นเพียงบางส่วนที่เหลือจากการตัด จึงอาจจะมีผลเนื่องจากการตัดชิ้นงานมากก่อน

5.1.3 การวิเคราะห์หาโครงสร้างภายใน โดยวิธี EDS

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบภายในของโลหะทั้งสามชนิด ได้ผลดังนี้

1. โลหะ PREMIUM จะมีองค์ประกอบภายใน ประกอบด้วย เหล็กอยู่ร้อยละ 98.41 , คาร์บอน ร้อยละ 1.08 ออกซิเจน ร้อยละ 0.51

2. โลหะ NHK จะมีองค์ประกอบภายใน ประกอบด้วย เหล็กอยู่ร้อยละ 96.73 , คาร์บอน ร้อยละ 2.24 ออกซิเจน ร้อยละ 1.03

3. โลหะUCC จะมีองค์ประกอบภายใน ประกอบด้วยเหล็กเพียงอย่างเดียว 100 เปอร์เซ็นต์

สรุปได้ว่า เหล็กที่ใช้ทดสอบจะมีองค์ประกอบภายในมากกว่า หนึ่งอย่าง แต่ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย EDS จะเห็นว่า โลหะ PREMIUM และ NHK จะแสดงองค์ประกอบภายในชัดเจนว่าประกอบด้วย เหล็ก , คาร์บอน , และ ออกซิเจน อยู่ในปริมาณสูง ส่วนโลหะ UCC ผลที่ได้จะไม่ชัดเจน อาจเป็นเพราะ ปริมาณของคาร์บอนและ ออกซิเจนมี จำนวนน้อยเกินที่เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์จะสามารถตรวจสอบได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสัมพันธ์ของผลการทดลองที่ได้ ทั้ง 3 วิธี กับการโก่งงอของโลหะ

เมื่อนำผลที่ได้จากการทดลองทั้งสามวิธี มาอธิบายเกี่ยวกับ สาเหตุการโก่งงอของโลหะทั้งสามชนิด ซึ่งเราทราบว่า โลหะที่โก่งงอ คือ PREMIUM และ NHK ส่วนโลหะ UCC จะไม่โก่งงอ

วิธีการวัดทางไฟฟ้า จะเห็นว่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของ PREMUIM และ NHK มีค่าต่ำเมื่อเทียบกับ UCC ค่าความต้านทานไฟฟ้ามีค่าน้อยจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในโลหะได้ดี การที่กระแสไฟฟ้าไหลในโลหะได้ ดี เป็นผลเนื่องมาจากจำนวนอิเล็กตรอนอิสระในเนื้อสาร หากมีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระมาก กระแสไฟฟ้าจะไหลได้ดี ปัจจัยที่มีผลต่อการนำความร้อนของโลหะจะขึ้นอยู่กับจำนวนอิเล็กตรอนอิสระ ในเนื้อสาร โลหะที่มีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระมาก จะนำความร้อนได้ดี ส่งผลให้โลหะทั้ง PREMIUM และ NHK มีการระบายความร้อนได้ดี ความร้อนจากการเจาะ จะกระจายไปทั่วแผ่น ทำให้ การเกิดการโค้งงอระหว่างการเจาะมีได้สูง ส่วนโลหะ UCC จะมีค่าความต้านทานไฟฟ้าสูง ส่งผลให้ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ไม่ดี จำนวนอิเล็กตรอนอิสระมีน้อย การนำความร้อนจะไม่ดีพอ ความร้อนจากการเจาะ จะไม่กระจายไปทั่วทั้งแผ่น จะกระจายอยู่เฉพาะที่ ใกล้ ๆ กับรอยเจาะ ทำให้ไม่เกิดการโก่งงอในขณะทำการเจาะ

ความแข็งและการทดสอบแรงดึง ของโลหะ ไม่สามารถที่จะบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ของการโก่งงอกับความแข็งและความเหนียวของโลหะทั้งสามชนิดได้ เพราะโลหะที่โก่งงอจะมีค่าความแข็งและความเหนียวมากและน้อย ส่วนโลหะที่ไม่โก่งงอจะอยู่ในระดับกลาง ระดับความแข็งและความเหนียวของโลหะกับการโก่งงอเรียงจากมากไปน้อย เป็นดังนี้

1. โลหะ PREMIUM โก่งงอ
2. โละหะ UCC ไม่เกิดการโก่งหรืองอตัว
3. โลหะ NHK โก่งงอ

ในเรื่องของความแข็งและการทดสอบแรงดึง กับการโก่งงอตัวของโลหะ ไม่สามารถที่จะแยกถึงความแตกต่างๆ ได้ชัดเจนเนื่องจากตัวอย่างของชิ้นงานที่ใช้ตรวจสอบอาจมีขนาดที่ไม่ได้มาตรฐานทุกชิ้นงาน รวมทั้ง เครื่องมือที่วัดอาจจะมีมาตรฐานไม่ดีพอ และในการทดสอบดังกล่าว มีการทดลองน้อยเกินไป เมื่อเทียบกับวิธีการวัดทางไฟฟ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบภายใน

ในการวิเคราะห์หาโครงสร้างขององค์ประกอบภายใน องค์ประกอบภายในของโลหะทั้งสามชนิดมีมากกว่า หนึ่งอย่าง แต่จากการวิเคราะห์ด้วย EDS พบว่า โลหะ PREMUIM และ NHK ซึ่งโก่งงอ จะมีโครงสร้างภายในประกอบด้วย เหล็ก , คาร์บอน และ ออกซิเจน มากกว่า UCC ที่ไม่โก่งงอ ซึ่งในการตรวจสอบ จะพบปริมาณของเหล็กสูงมาก เมื่อเทียบกับคาร์บอนและออกซิเจน ซึ่งเครื่องมือวิเคราะห์ ไม่สามารถที่ตรวจสอบปริมาณของคาร์บอนและออกซิเจนได้ เนื่องจากมีปริมาณที่น้อยเกินไป

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบภายในจะเห็นถึงความแตกต่างของโลหะทั้งสามชนิด เนื่องจากการจัดเรียงตัวภายในโมเลกุล ของธาตุ จะมีผลต่อการนำไฟฟ้า และการนำความร้อน ซึ่งโลหะที่มีองค์ประกอบภายในมากกว่า 1 อย่าง การจัดเรียงตัว อาจทำให้อิเล็กตรอนบางตัวไม่ถูกจับหรือเข้าคู่ ทำให้กลายเป็นอิเล็กตรอนอิสระ อยู่ในโละ ซึ่งอิเล็กตรอนอิสระเหล่านี้ จะมีผลต่อการนำไฟฟ้าและการนำความร้อน ซึ่งในการวิเคราะห์นี้ จะไปสอดคล้องกับวิธีการวัดทางไฟฟ้า ซึ่งโลหะที่นำไฟฟ้าได้ดี จะมีอิเล็กตรอนอิสระมาก ทำให้นำความร้อนได้ดี

วิธีการวัดทางไฟฟ้าและการวิเคราะห์หาองค์ประกอบภายใน มีแนวโน้มที่จะสามารถแยกโลหะที่โก่งงอได้ แต่วิธีการที่สะดวกและง่ายที่สุด คือการวัดทางไฟฟ้า เนื่องจากง่ายและประหยัดเวลาในการตรวจสอบ

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

ข้อดีของเทคนิควิธีการวัดทางไฟฟ้า

การใช้เทคนิคการวัดทางไฟฟ้าสำหรับเลือกโลหะ วิธีการวัดทางไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุดคือวิธีการวัดความต้านทานไฟฟ้าแบบ 4 จุด โดยจะให้ผลการทดลองหาค่าความต้านทานออกมาได้อย่างชัดเจนที่จุด มีความสะดวกและรวดเร็วในการวัด ให้ค่าที่ถูกต้องและแม่นยำ

ปัญหาของการวัดความต้านทานไฟฟ้าแบบสี่จุด

1. อุปกรณ์และแหล่งจ่ายไฟ เนื่องจากการวัดความต้านทานแบบ 4 จุด ต้องการแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่นิ่งและให้กระแส สูง รวมทั้งมิเตอร์ที่ใช้วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ต้องมีความละเอียดสูง ดังนั้น เครื่องมือที่ใช้ต้องมีคุณภาพและสามารถจ่ายไฟฟ้า หรือวัดค่า ที่มีความละเอียดสูง

2. ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ ระหว่างการวัดคือ ต้องทำให้หัววัด กับแผ่นโลหะที่จะวัดสัมผัสกันอย่างแน่น เพื่อลดค่าความต้านทานที่จะเกิดขึ้นที่ผิวสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. เนื่องจากการวัดต้องใช้กระแสไฟฟ้าค่อนข้างสูง ซึ่งจะเกิดความร้อนขึ้นในสายไฟ ดังนั้นสายไฟฟ้าที่ใช้ควรจะมีขนาดที่ใหญ่และทนความร้อนได้สูง

4. พื้นที่ ที่ใช้วางแผ่นโลหะต้องเป็นฉนวน หลีกเลี่ยงอย่าให้โละที่ต้องการวัดสัมผัส วัตถุที่เป็นตัวนำ หรือพื้น เพราะจะทำให้ค่าที่วัดไม่ถูกต้อง

ข้อเสนอแนะ

1. การวัดความต้านทานไฟฟ้าแบบสี่จุด สามารถทำเป็นอุปกรณ์ที่วัดหรือใช้ตรวจสอบคุณสมบัติของโละ ได้ หากเราสามารถหามิเตอร์ที่มีความละเอียดค่อนข้างที่จะสูง

2. พื้นที่สำหรับรองรับแผ่นโลหะที่จะใช้วัดหาค่าแรงดึง จะต้องเป็นฉนวนไฟฟ้า

3. การใช้หัววัด ต้องให้แรงที่กดหัววัดกับชิ้นงานที่จะทดสอบ ต้องเหมาะสม เพื่อจะลดค่าความต้านทานซึ่งจะเกิดขึ้นกับผิวสัมผัส

4. การวัดหาค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า หากทำการวัดและตรวจสอบ จากโลหะแผ่น จำนวนมากขึ้น จะเห็นผลที่ได้ชัดเจนมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved