

การระบุชนิดของเหล็กกล้าโดยการทดสอบประกายไฟด้วยภาพถ่ายเคลื่อนไหว Steel Identification by Spark Test using Web Camera

ประเสริฐ เจริญประดับ^{1*} รศ.สมนึก วัฒนศรีกุล² ผศ.ประมุข เจนกิตติยอน³

¹ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเชื่อม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

^{2,3}ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

E-mail: mprdb@hotmail.com^{1*}

Prasert Rienpradub^{1*} Assoc.Prof., Somnuk Wattanasriyakul^{2*} Assis.Prof., Pramuk Jenkittiyon³

¹ Department of Welding Engineering Technology, Collage of Industrial Technology

^{2,3} Department of Production Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of

Technology North Bangkok, Bangsue, Bangkok 10800

E-mail: mprdb@hotmail.com^{1*}

บทคัดย่อ

การระบุชนิดของเหล็กกล้าด้วยวิธีการทดสอบประกายไฟ เป็นวิธีที่ทำได้โดยไม่ซับซ้อน และสามารถใช้งานได้ดีในภาคสนาม โดยมีการกำหนดหลักการและวิธีการไว้ในมาตรฐาน JIS G 0566 แต่เนื่องจากประกายไฟที่เกิดขึ้นเป็นช่วงสั้น ๆ ผู้ที่ทำการวิเคราะห์ต้องมีทักษะสูง จึงทำให้วิธีนี้ไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร โครงการนี้เป็นการนำหลักการวิเคราะห์ประกายไฟของเหล็กกล้า ตามมาตรฐาน JIS G 0566 มาทำการศึกษา โดยการถ่ายภาพวีดีโอด้วยกล้องเว็บแคมและแปลงเป็นภาพนิ่ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ประกายไฟ ในการถ่ายภาพวีดีโอที่กำหนดให้ใช้กล้องเว็บแคม ความละเอียด 12 ล้านพิกเซล การทดลองวิธีนี้สามารถระบุเหล็กกล้ากลุ่มเหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกล้าเจือต่ำ และเหล็กกล้าเจือสูงได้อย่างชัดเจน รวมทั้งยังสามารถระบุชนิดของสารเจือที่ผสมอยู่ในเหล็กกล้าได้

คำหลัก การทดสอบประกายไฟ กล้องเว็บแคม JIS G 0566 โปรแกรมวิเคราะห์ประกายไฟ

Abstract

The identification of steel type by practicable and dependable spark testing corresponding to JIS G 0566 standard can be carried out with a simple approach. However, short-term interval sparks require sharp detecting skills, resulting in an unfavorable method. Therefore web camera was applied to investigate the sparks in conjunction with the JIS G 0566 standard. The clips were transferred into still pictures prior to the analysis via the spark classification program. The 12- million high density pixel web cameras were utilized. The designed experiment could identify carbon steels, low alloy steels and high alloy steels as well as the types of alloying elements

Keywords Spark Test, Web Camera, JIS G 0566, Spark Analysis Program

1. บทนำ

การระบุชนิดของเหล็กกล้านั้นสามารถทำได้หลายวิธี วิธีที่จะระบุได้ดีที่สุดคือการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ด้วยเครื่องอิมิซชันสเปกโตรมิเตอร์ (Emission Spectrometer) ข้อจำกัดของวิธีการดังกล่าวคือเครื่องมือมีราคาแพงและใช้เวลานาน การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ที่แม่นยำเพียงพอตาม JIS G 0566 โดยนำข้อแตกต่างที่สำคัญของเหล็กกล้าเหล่านั้นมาทดสอบก็สามารถระบุได้ว่าเหล็กกล้าชิ้นนั้นๆ จัดอยู่ในกลุ่มใด การทดสอบชนิดของเหล็กกล้าโดยการดูประกายไฟ (Spark Test) เป็นกระบวนการทดสอบอย่างง่ายอีกวิธีหนึ่งที่สามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาดังกล่าว

สิ่งที่จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและถูกต้องคือ การถ่ายภาพ ทำให้สามารถพิจารณาข้อมูลต่างๆ ได้ดีกว่าการมองจากประกายไฟโดยตรงด้วยเทคโนโลยีการถ่ายภาพในปัจจุบันกล้องเว็บแคม (Web Camera) เป็นอีกทางเลือกสามารถถ่ายภาพเคลื่อนไหวและให้คุณภาพของภาพถ่ายคมชัดมากขึ้น เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการทดสอบประกายไฟสามารถแปลงภาพเคลื่อนไหวให้เป็นภาพนิ่ง มาพิจารณาข้อมูลต่างๆ ของประกายไฟที่เกิดขึ้นอย่างแม่นยำ อีกทั้งภาพถ่ายยังจัดเก็บในรูปแบบไฟล์คอมพิวเตอร์จึงสามารถเรียกข้อมูลภาพถ่ายมาดูซ้ำได้ ทั้งนี้ยังประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการช่วยเก็บภาพถ่ายและเปรียบเทียบเหล็กกล้ามาตรฐานกับเหล็กกล้าที่ยังไม่ทราบชนิดได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว แม่นยำ น่าเชื่อถือ และอุปกรณ์ที่ใช้มีราคาไม่สูงมากเหมาะสมกับสถานศึกษาและบริษัทจำหน่ายเหล็กกล้าเพื่อสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการทดสอบเหล็กกล้าได้

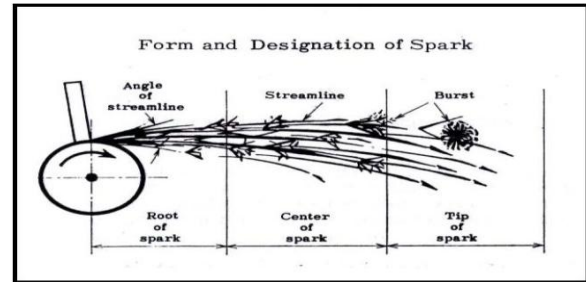
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เหล็กกล้าแต่ละชนิดมีปริมาณคาร์บอนธาตุเจือแตกต่างกัน ถ้านำไปเจียรนัยคาร์บอนและธาตุเจือในเหล็กเสียดสีกับหินเจียรนัยจะเกิดความร้อนสูง และเมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศจะลุกไหม้เกิดเป็นประกายไฟและสีต่างๆ เป็นการทดสอบโดยประมาณเพื่อให้ทราบถึงเกรดเหล็กกล้าหรือการตัดแยกเหล็กกล้าต่างเกรดโดยวิธีการเจียรนัย รูปร่างและการเรียกชื่อรอยสปาร์คเป็นไปตามรูปที่ 1 รูปร่างของแสงสปาร์คประกอบด้วย 3 ส่วน

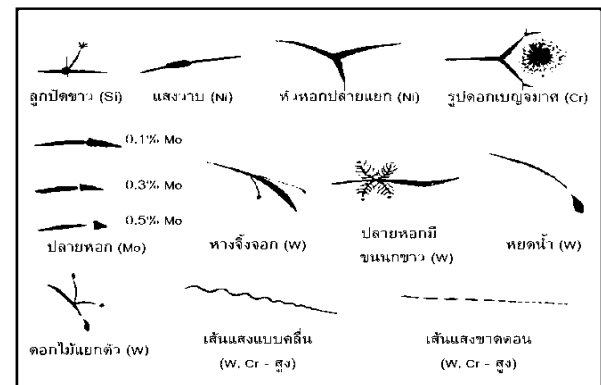
ส่วนแรกเรียกว่า สปาร์ครูท (Root of Spark) ประกอบด้วยมุมของประกายไฟ

ส่วนที่สอง เรียกว่า สปาร์คเซ็นเตอร์ (Center of Spark) ประกอบด้วย สี ความยาว ความหนา จำนวนเส้นลำแสง

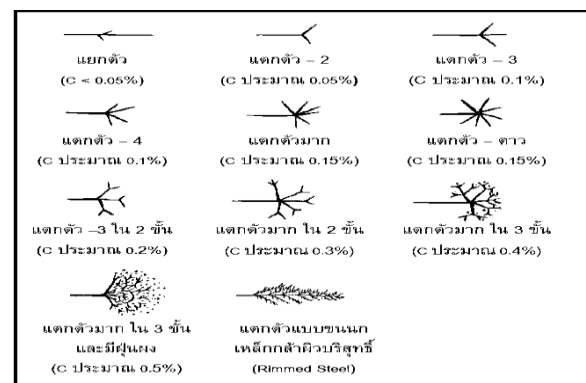
ส่วนที่สาม เรียกว่า ปลายสปาร์ค (Tip of Spark) ประกอบด้วยรูปร่างขนาด จำนวนประกายไฟ



รูปที่ 1 รูปแบบการทดสอบประกายไฟ



รูปที่ 2 ลักษณะประกายไฟจากอิทธิพลของคาร์บอน



รูปที่ 3 ลักษณะประกายไฟจากอิทธิพลของสารเจือ

3. วิธีการทดลอง

วิธีการดำเนินการวิจัย ชุดทดสอบประกายไฟ และรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มีลำดับ

ขั้นตอนตั้งแต่สร้างชุดทดสอบประกายไฟ การเตรียม
ชิ้นงานทดสอบ การถ่ายภาพประกายไฟ และโปรแกรม
ช่วยวิเคราะห์ภาพถ่ายประกาย

3.1 ชุดทดสอบประกายไฟ

ชุดทดสอบประกายไฟสำหรับการทดสอบวัสดุ (รูป
ที่ 4) ประกอบด้วย

3.1.1 ใช้หินเจียรขนาดเล็ก (Mini Grinder) ขนาด
500 วัตต์ ความเร็วรอบเมื่อไม่มีแรงกระทำ 27000 รอบ
ต่อนาที ปากจับขนาด 8 มิลลิเมตร ขนาดของล้อหิน
เจียรในเส้นผ่านศูนย์กลางนอก (D) 30 มิลลิเมตรความ
กว้างของหน้าหิน (W) 25 มิลลิเมตร เบอร์หินขัดแบบ
A36N

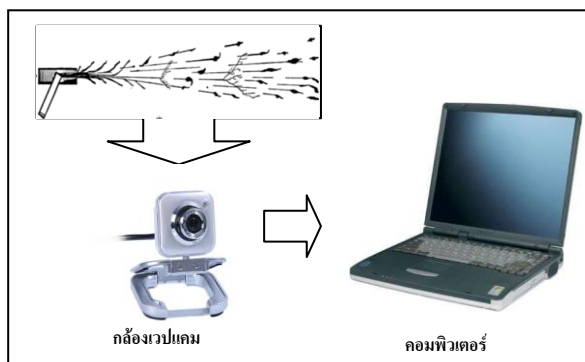
3.1.2 พิกเจอร์จับยึดชิ้นทดสอบกดด้วยแรงกดคงที่
3,500 กรัม โดยทำมุมเอียง 8° กับหน้าหินเจียรใน

3.1.3 ห้องทดสอบ ขนาดความยาว 700
มิลลิเมตร กว้าง 400 มิลลิเมตร สูง 500 มิลลิเมตรยึด
ฉากหลังด้วยวัสดุที่บิสต้า

3.1.4 กล้องเว็บแคม ความละเอียด 12 ล้าน
พิกเซล ทางยาวโฟกัสของเลนส์ 30 มิลลิเมตรขึ้น

3.1.5 คอมพิวเตอร์

3.1.6 โปรแกรมวิเคราะห์ภาพประกายไฟ
พัฒนาขึ้นมาด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0



รูปที่ 4 ชุดทดสอบประกายไฟ

3.2 ชิ้นทดสอบและวัสดุ

ชิ้นทดสอบ ขนาดพื้นที่หน้าตัด \varnothing 13 มิลลิเมตร ความ
ยาวไม่ต่ำกว่า 50 มิลลิเมตร วัสดุสำหรับทดสอบแบ่งเป็น
กลุ่มเหล็กกล้าคาร์บอนกับเหล็กกล้าเจือต่ำ และกลุ่ม
เหล็กกล้าเจือสูง ดังนี้

3.2.1 เหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าเจือต่ำ

- เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ SS 400
- เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ – เจือต่ำ SCM 415
- เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง S 45C
- เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ – เจือต่ำ SCM 440
- เหล็กกล้าคาร์บอนสูง SK 4
- เหล็กกล้าคาร์บอนสูง – เจือต่ำ SUJ 2

3.2.2 เหล็กกล้าเจือสูง

- เหล็กกล้าเครื่องมือรอบสูง SKH 51
- เหล็กกล้าเครื่องมือ SKD 11
- เหล็กกล้าเครื่องมือ SKD 61

3.3 ศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการถ่ายภาพเคลื่อนไหว

กำหนดให้ถ่ายภาพด้วยระบบภาพเคลื่อนไหว 15
เฟรมต่อวินาที ใช้ระบบวัดแสงอัตโนมัติ, ชดเชยแสง
อัตโนมัติ และทำการบันทึกด้วยเวลา 15 วินาที จากนั้นทำ
การแปลงไฟล์ให้เป็นภาพนิ่งเลือกภาพที่ดีที่สุดเพื่อนำไปทำ
การวิเคราะห์ประกายไฟด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ประกายไฟ
โดยพิจารณาความยาวประกายไฟ, มุมประกายไฟ, สี
ประกายไฟ และรูปทรงประกายไฟ เปรียบเทียบกับ
ฐานข้อมูลของโปรแกรมเพื่อระบุชนิดของเหล็กกล้า

4. ผลการทดลอง

4.1 เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ SS400

ลักษณะการแตกของประกายไฟที่พบเป็นลักษณะ
แฉก 3 - 4 แฉกกระจายอยู่ทั่วไป เส้นลำแสงมีความยาวและ
ความสว่างมาก ดังรูปที่ 5

4.2 เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ - เจือต่ำ SCM415

การแตกของประกายไฟจะใกล้เคียงกับ SS400 แต่จะ
พบลักษณะเป็นปลายหอกบริเวณปลายประกายไฟ
เนื่องจากธาตุโมลิบดีนัมดังรูปที่ 6

4.3 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง S45C

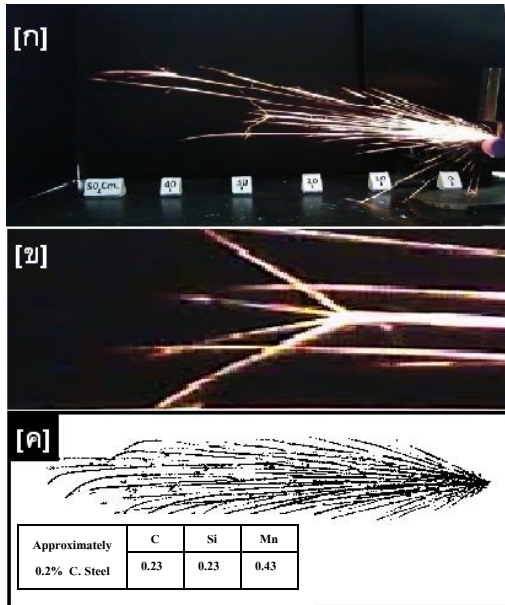
ลักษณะประกายไฟที่พบเป็นประกายแฉกแบบหลาย
ชั้นกระจายอยู่ทั่วไป ความยาวของเส้นลำแสงและความ
สว่างน้อยกว่ากลุ่มเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำดังรูปที่ 7

4.4 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง-เจือต่ำ SCM 440

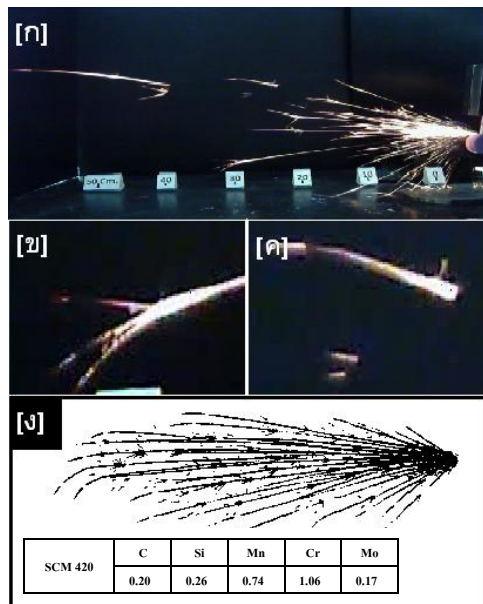
ลักษณะการแตกของประกายไฟพบว่ามีการแตก
เป็นแฉกแบบหลายชั้นคล้ายประกายไฟของเหล็ก S 45 C
แต่จะมีประกายไฟทรงปลายหอกเพิ่มขึ้นมาที่ปลายประกาย
ไฟเนื่องจากธาตุโมลิบดีนัมดังรูปที่ 8

4.5 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง SK 4

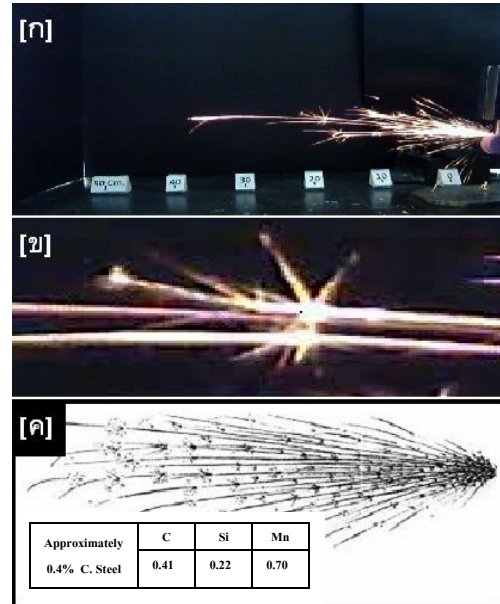
ลักษณะการแตกของประกายไฟพบว่ามีลักษณะการแตกของประกายไฟแบบเดนไดรต์ (Dendrite) เส้นลำแสงมีขนาดค่อนข้างเล็ก กระจายอยู่อย่างหนาแน่น เส้นลำแสงสั้น หนา และมีสีของลำแสงเข้มขึ้นดังรูปที่ 9



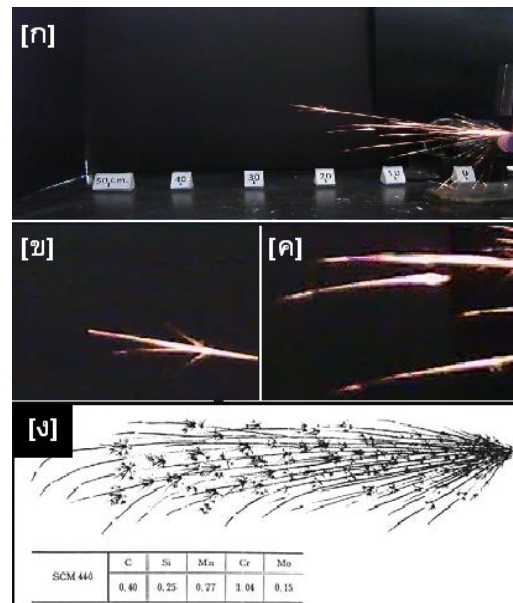
รูปที่ 5 (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SS400 จากภาพถ่าย
(ข) ลักษณะการแตกที่ปลายประกายไฟของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
(ค) ภาพประกายไฟของ SS 400 ตามมาตรฐาน JIS



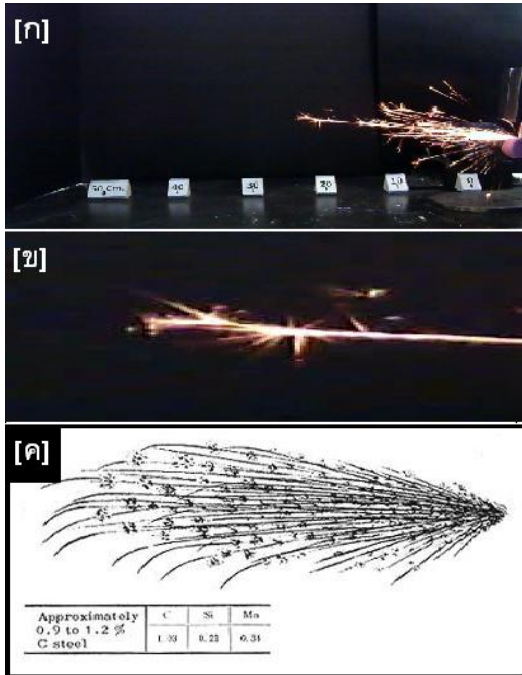
รูปที่ 6 (ก) ภาพประกายไฟเหล็กกล้า SCM 415 จากภาพถ่าย
(ข) การแตกที่ปลายประกายไฟ 3-4
(ค) ประกายไฟทรงปลายหอก (โมลิบดีนัม)
(ง) ภาพประกายไฟของ SCM 420 ตามมาตรฐาน JIS



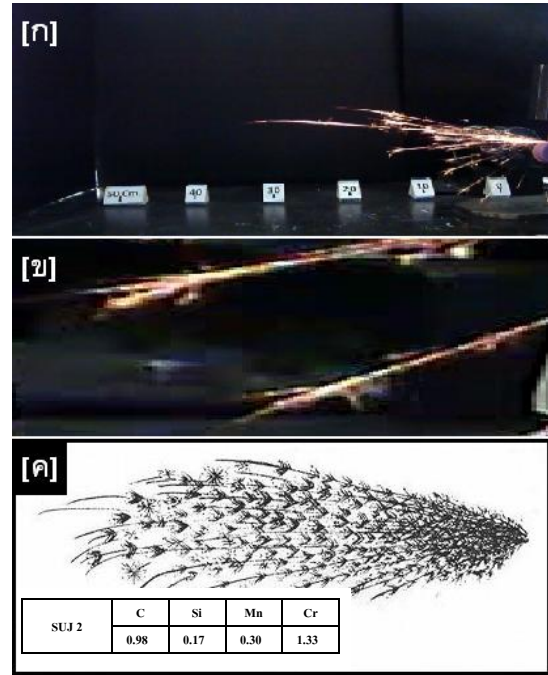
รูปที่ 7 (ก) ประกายไฟของ S45C จากภาพถ่าย
(ข) การแตกที่ปลายประกายไฟ ของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง
(ค) ภาพประกายไฟของ S45C มาตรฐาน JIS
แตกตัวมากใน 3 ชั้น หรือมากกว่า ขนาดใหญ่รูปร่างซับซ้อน



รูปที่ 8 (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SCM 440 จากภาพถ่าย
(ข) การแตกเป็นแฉกแบบหลายชั้น
(ค) ประกายไฟทรงปลายหอก (โมลิบดีนัม)
(ง) ภาพประกายไฟของ SCM440 ตามมาตรฐาน



รูปที่ 9 (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SK 4 จากภาพถ่าย
(ข) การแตกของประกายแบบเดนไดรต์ (เหล็กกล้าคาร์บอนสูง)
(ค)ภาพประกายไฟของ SK 4 ตามมาตรฐาน JIS



รูปที่ 10 (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SUJ 2 จากภาพถ่าย
(ข) การแตกของประกายแบบเดนไดรต์ (เหล็กกล้าคาร์บอนสูง)
(ค)ภาพประกายไฟของ SUJ 2 ตามมาตรฐาน JIS

4.6 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง-เจือต่ำ SUJ 2

ลักษณะการแตกของประกายไฟพบว่า มีลักษณะการแตกของประกายแบบเดนไดรต์ (Dendrite) ขนาดใหญ่กว่า SK 4 กระจายอยู่อย่างหนาแน่นดังรูปที่ 10

4.7 เหล็กกล้าเครื่องมือรอบสูง SKH 51

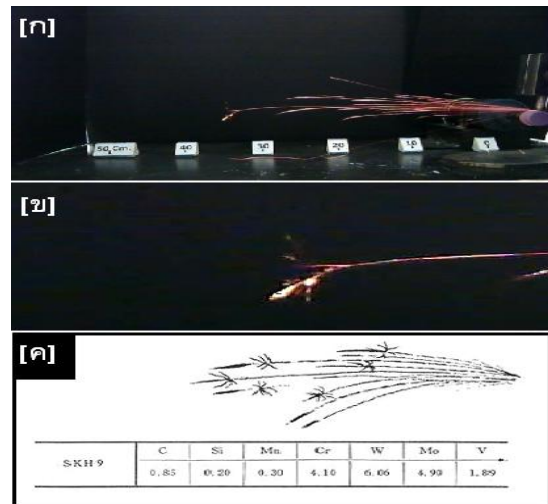
ลักษณะที่พบเป็นเส้นลำแสงสีแดงเข้ม ที่ปลายแสงมีลักษณะเป็นหางจิ้งจอก ซึ่งเกิดจากธาตุทั้งสแตนดิ่งรูปที่ 11

4.8 เหล็กกล้ากลุ่มแม่พิมพ์ SKD 11

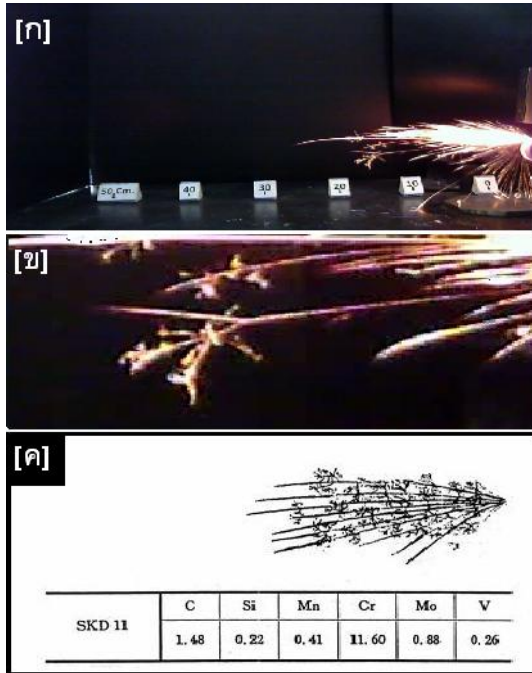
ลักษณะเส้นลำแสงที่พบเป็นสีส้ม มีลักษณะประกายไฟรูปดอกไม้ซึ่งเกิดจากธาตุโครเมียมกระจายอยู่ทั่วไป เส้นลำแสงบางและสั้นมากดังรูปที่ 12

4.9 เหล็กกล้ากลุ่มแม่พิมพ์ SKD 61

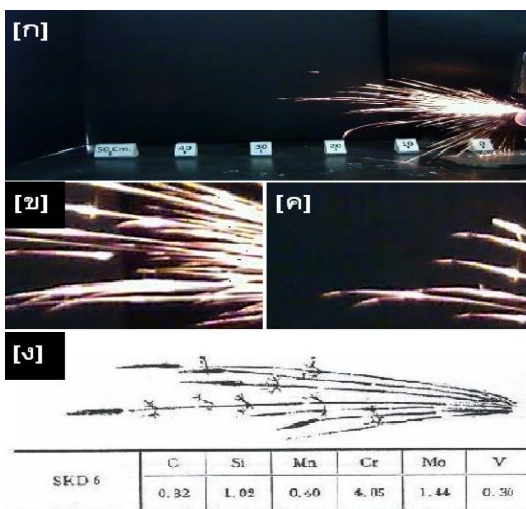
ลักษณะเส้นลำแสงที่พบเป็นสีส้ม ความยาวมากกว่า SKD 11 และมีประกายไฟแบบแสงวาบ และปลายหกอีกด้วย ดังรูปที่ 13



รูปที่ 11 (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SKH 51 จากภาพถ่าย
(ข) ลักษณะเส้นลำแสงเป็นแบบหางจิ้งจอก (เกิดจากทั้งสแตน)
(ค)ภาพประกายไฟ SKH 9 ตามมาตรฐาน JIS



รูปที่ 12 (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SKD 11 จากภาพถ่าย
(ข) ลักษณะประกายไฟรูปดอกไม้ (เกิดจากโครเมียม)
(ค) ภาพประกายไฟ SKD 11 ตามมาตรฐาน JIS



รูปที่ 13 (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SKD 61 จากภาพถ่ายด้วยกล้อง
เว็บแคม
(ข) เกิดลักษณะแสงวาบ (นิกเกิล)
(ค) ประกายไฟทรงปลายหอก (โมลิบดีนัม)
(ง) ภาพประกายไฟ SKD 6 ตามมาตรฐาน JIS

4. สรุป

จากการศึกษาพบว่า ทดสอบความแม่นยำของโปรแกรมด้วยการให้บุคคล 20 คนทดลองใช้โปรแกรม

วิเคราะห์ภาพประกายไฟ โดยผู้ใช้ส้อมเหล็กกล้า นำไปเจียรระไน, ถ่ายภาพเคลื่อนไหว และวิเคราะห์ภาพประกายไฟ สามารถระบุชนิดของเหล็กกล้าได้ถูกต้อง 18 คน ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการถ่ายภาพด้วยกล้องเว็บแคมมีความเป็นไปได้ในการนำภาพถ่ายมาใช้วิเคราะห์ต่อไปได้ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานญี่ปุ่น (JIS) ผลของภาพถ่ายแสดงให้เห็นถึงลักษณะของธาตุเจือที่ผสมอยู่ในเหล็กกล้าได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังสามารถเก็บภาพถ่ายดังกล่าวเป็นมาตรฐานในการทดสอบครั้งต่อไป รวมถึงการนำภาพถ่ายเคลื่อนไหวกลับมาพิจารณาซ้ำได้

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] สุรเชษฐ์ วงษ์สอาด ผศ. ประมุข เจนกิตติยนต์ รศ. สมนึก วัฒนศรีกุล การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อการจำแนกชนิดของเหล็กกล้าโดยนำการทดสอบประกายไฟด้วยการถ่ายภาพดิจิทัล. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2550, ภูเก็ต, ประเทศไทย, 20-26 ตุลาคม 2550: 1364-1369.
- [2] จอมภพ ละออ และ รศ. สมนึก วัฒนศรีกุล ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกชนิดของเหล็กกล้าจากภาพถ่ายการทดสอบประกายไฟ : การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2551, สงขลา, ประเทศไทย, 20-22 ตุลาคม 2551: 870-875.
- [3] สมนึก วัฒนศรีกุล.2549. การทดสอบวัสดุ. สำนักพิมพ์ กรีนเวลด์ มีเดีย, กรุงเทพฯ, หน้า 279-290.
- [4] กล้องเว็บแคม. [ออนไลน์] 2549. [สืบค้นวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2554]. จาก <http://www.webcam2home.com/webcam-knowledge-th.htm>
- [5] Yonezawa Y., Tadashi I., Toshio S., and Satoru W. An Application of Sensory Testing System Discrimination of Steel Types by Sparks: Applying Neural Network. IEEE.(July 1995).