# การประยุกต์ใช้เทคนิคการถ่ายภาพเคลื่อนไหวเพื่อระบุชนิดเหล็กกล้าจากการทดสอบประกายไฟ

**ประเสริฐ เหรียญประดับ* สมนึก วัฒนศรียกุล และ ประมุข เจนกิตติยนต์**

## บทคัดย่อ

การระบุชนิดของเหล็กกล้าด้วยวิธีการทดสอบประกายไฟ เป็นวิธีที่ทำได้โดยไม่ซับซ้อน และสามารถใช้งานได้ดีในภาคสนาม โดยมีการกำหนดหลักการและวิธีการไว้ใน มาตรฐาน JIS G 0566 แต่เนื่องจากประกายไฟที่เกิดขึ้นเป็นช่วงสั้น ๆ ผู้ที่ทำการวิเคราะห์ต้องมีทักษะสูง จึงทำให้วิธีนี้ไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร โครงการนี้เป็นการนำหลักการวิเคราะห์ประกายไฟของเหล็กกล้า ตามมาตรฐาน JIS G 0566 มาทำการศึกษา โดยการถ่ายภาพวีดีโอด้วยกล้องเว็บแคมและแปลงเป็นภาพนิ่ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ประกายไฟ ในการถ่ายภาพวีดีโอกำหนดให้ใช้กล้องเว็บแคม ความละเอียด 12 ล้านพิกเซล ในการทดสอบโปรแกรมวิเคราะห์ประกายไฟเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ, เหล็กกล้าเจือต่ำ และเหล็กกล้าเจือสูงโดยรู้เกรดของเหล็กกล้ารวม 10 ชนิด โดยโปรแกรมวิเคราะห์ประกายไฟที่พัฒนาขึ้นมาใช้เกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้คือ ความยาว, มุมและสีของประกายไฟเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ในโครงการนี้ได้ใช้เครื่องเจียระไนความเร็วรอบสูงที่ 27,000 รอบ/นาที และหินเจียรแบบ A36N ขนาด Ø 30 มม. พบว่าความยาวประกายไฟสูงสุดคือเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ SS 400 ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 40.88 เซนติเมตร และความยาวต่ำสุดของประกายไฟคือ เหล็กกล้าคาร์บอนสูง-เจือต่ำ SUJ 2 ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 27.4 เซนติเมตร มุมของประกายไฟสูงสุดคือ เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง-เจือต่ำ SCM 440 มุมเฉลี่ยเท่ากับ 40.6 องศา และมุมของประกายไฟต่ำสุด คือ เหล็กกล้าคาร์บอนสูง SK 4 มุมเฉลี่ยเท่ากับ 33.4 องศา การทดลองวิธีนี้สามารถระบุเหล็กกล้าได้ทุกเกรด

**คำสำคัญ :** การทดสอบประกายไฟ, กล้องเว็บแคม, JIS G 0566, โปรแกรมวิเคราะห์ประกายไฟ

---

*ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต, สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ติดต่อ, อีเมล์: rnprdb@hotmail.com รับเมื่อ 18 พฤษภาคม 2555 ตอบรับเมื่อ 1 สิงหาคม 2555

# Application of Web Camera Technique for Steel Identification using Spark Test

**Prasert Rienpradub*, Somnuk Watanasriyakul and Pramuk Jenkittiyon**

## 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 sill pictures prior to the analysis via the spark classification program. The 12- million high density pixel web cameras were utilized. The spark analyzing program, making use of the criteria of the flicker length, angle and color could identify 10 kinds of steel. In this regard, the high speed 27,000 rpm mini grinder and 30 mm A36N grinder wheels were employed. As results, the SS 400 average for length = 40.88 cm while the shortest spark was generated by SUJ 2 = 24.7 cm. The average angle caused by SCM 440 = 46.50 ° compared with 33.4° produced from SK 4. In short, the designed experiment could distinguish all grades of steel.

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

Department of Production Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

* Corresponding author, E-mail: rnprdb@hotmail.com Received 18 May 2012, Accepted 1 August 2012

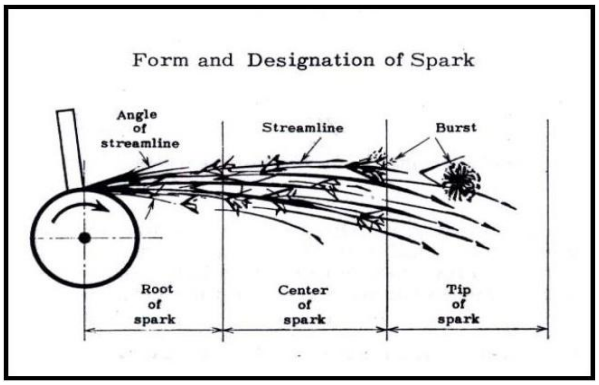
## 1. บทนำ

กระบวนการระบุชนิดของเหล็กกล้านั้นสามารถทำได้หลายวิธี วิธีที่จะระบุได้ดีที่สุดคือการตรวจสอบธาตุที่ผสมอยู่ในเหล็กกล้าชนิดนั้นๆ การจะทราบว่าเหล็กชนิดไหนมีธาตุใดผสมอยู่บ้างต้องส่งชิ้นงานตัวอย่างไปทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่องอีมิสชั่นสเปคโตรมิเตอร์ (Emission Spectrometer) แต่ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง อีมิสชั่นสเปคโตรมิเตอร์นั้นคือตัวเครื่องมีราคาแพงและใช้เวลานานพอสมควร ดังนั้นการพัฒนาวิธีการที่ให้ได้วิธีแม่นยำเพียงพอตาม Japanese Industrial Standards (JIS) เพียงนำข้อแตกต่างที่สำคัญของเหล็กกล้าเหล่านั้นมาทดสอบก็พอจะบอกได้ว่าเหล็กกล้าชิ้นนั้นๆ จัดอยู่ในกลุ่มใด ซึ่งวิธีทดสอบด้วยประกายไฟ (Spark Test) เป็นกระบวนการทดสอบอย่างง่ายวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาดังกล่าวได้ เหล็กกล้าแต่ละชนิดมีปริมาณคาร์บอนธาตุเจือแตกต่างกัน ถ้านำไปเจียรนัยคาร์บอนและธาตุเจือในเหล็กเสียดสีกับหินเจียรนัยจะเกิดความร้อนสูง และเมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศจะลุกไหม้เกิดเป็นประกายไฟและสีต่างๆ เป็นการทดสอบโดยประมาณเพื่อให้ทราบถึงเกรดเหล็กกล้าหรือการคัดแยกเหล็กกล้าต่างเกรดโดยวิธีการเจียระไน รูปร่างและการเรียกชื่อรอยสปาร์คเป็นไปตามภาพที่ 1 รูปร่างของแสงสปาร์คประกอบด้วย 3 ส่วน

ส่วนแรกเรียกว่า สปาร์ครูท (Root of Spark) ประกอบด้วยมุมของประกายไฟ

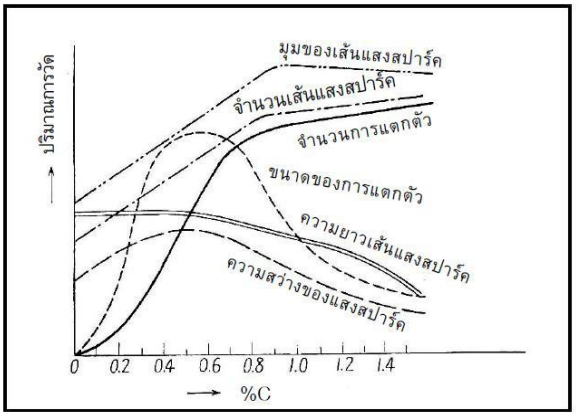
ส่วนที่สอง เรียกว่า สปาร์คเซ็นเตอร์ (Center of Spark) ประกอบด้วย สี ความยาว ความหนา จำนวนเส้นลำแสง

ส่วนที่สาม เรียกว่า ปลายสปาร์ค (Tip of Spark) ประกอบด้วยรูปร่างขนาด จำนวนประกายไฟ

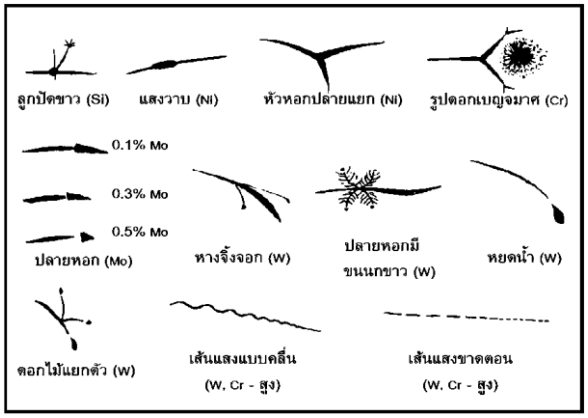



**รูปที่ 1** รูปแบบการทดสอบประกายไฟ

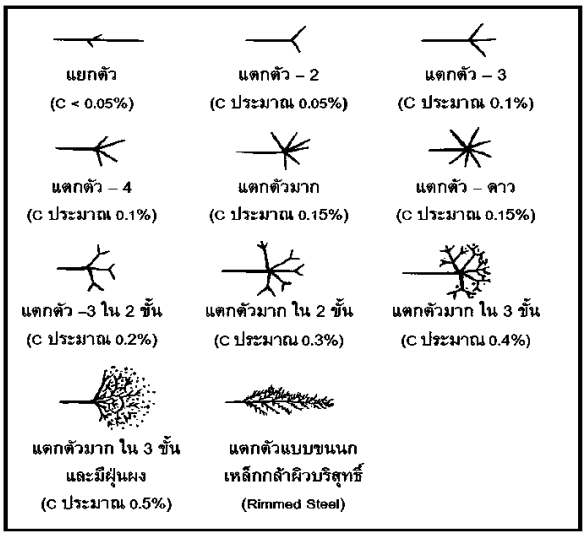
เหล็กกล้าคาร์บอนชนิดต่าง ๆ มีลักษณะเฉพาะที่สามารถแยกแยะได้ดังภาพที่ 2 และมีปริมาณคาร์บอนและสารเจือแตกต่างกันประกายไฟที่ได้จากการเจียระไนจะแตกต่างกันออกไป ภาพที่ 3 และ 4 สำหรับสารเจือแต่ละชนิดจะส่งผลต่อการเผาไหม้ของคาร์บอนกับอากาศ มีทั้งกลุ่มที่ช่วยเสริมการเผาไหม้ของคาร์บอน และกลุ่มที่ลดการเผาไหม้ของคาร์บอน




**รูปที่ 2** ลักษณะเฉพาะของแสงสปาร์คเหล็กกล้าคาร์บอน




**รูปที่ 3** ลักษณะประกายไฟจากอิทธิพลของคาร์บอน



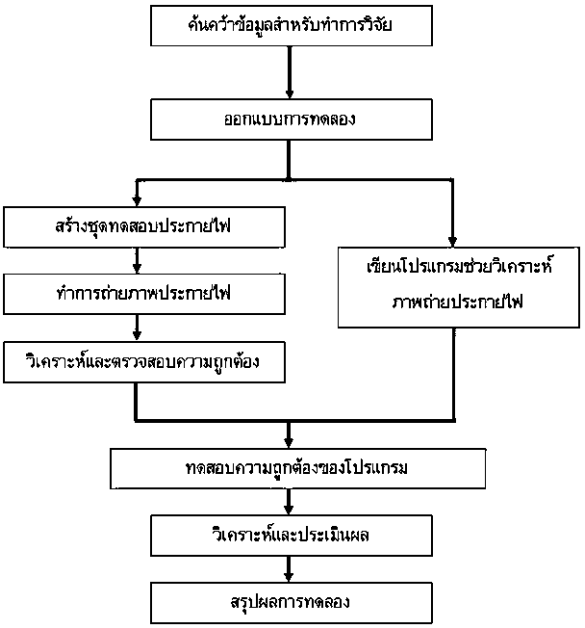

**รูปที่ 4** ลักษณะประกายไฟจากอิทธิพลของสารเจือ

การทดสอบชนิดของเหล็กกล้าโดยการดูประกายไฟ (Spark Test) เปรียบเทียบกันระหว่างเหล็กกล้าที่ทราบชนิดแล้ว (เหล็กกล้ามาตรฐาน) กับเหล็กกล้าที่ยังไม่ทราบชนิด ทำได้โดยนำชิ้นงานมาตรฐานมาทำการเจียรนัยเพื่อสังเกตประกายไฟและบันทึกลักษณะต่างๆ ไว้ จากนั้นนำชิ้นงานที่ไม่ทราบชนิดที่ต้องการทำการทดสอบมาทำการเจียรนัยเพื่อสังเกตประกายไฟและบันทึกลักษณะต่างๆ และเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จะทำให้ทราบว่าเป็นเหล็กกล้าชนิดเดียวกันกับชิ้นงานมาตรฐานหรือไม่ ข้อมูลลักษณะประกายไฟของเหล็กกล้าชนิดต่างๆ ที่ได้จากการเจียรนัยนั้น สิ่งที่จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและถูกต้องคือ การถ่ายภาพ ทำให้สามารถพิจารณาข้อมูลต่างๆ ได้ดีกว่าการมองจากประกายไฟโดยตรง

เทคโนโลยีการถ่ายภาพในปัจจุบันมีหลายวิธีการ กล้องเว็บแคม (Web Camera) เป็นอีกทางเลือกสามารถถ่ายภาพเคลื่อนไหวและให้คุณภาพของภาพถ่ายคมชัดมากขึ้น เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการทดสอบประกายไฟสามารถแปลงภาพเคลื่อนไหวให้เป็นภาพนิ่งได้ ซึ่งสามารถเลือกภาพนิ่งที่ชัดเจนที่สุดมาพิจารณาข้อมูลต่างๆ ของประกายไฟที่เกิดขึ้นอย่างแม่นยำ อีกทั้งภาพถ่ายยังจัดเก็บในรูปของไฟล์คอมพิวเตอร์จึงสามารถเรียกข้อมูลภาพถ่ายมาดูซ้ำได้ ทั้งนี้ยังประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการช่วยเก็บภาพถ่ายและเปรียบเทียบเหล็กกล้ามาตรฐานกับเหล็กกล้าที่ยังไม่ทราบชนิดได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว แม่นยำ น่าเชื่อถือ และอุปกรณ์ที่ใช้มีราคาไม่สูงมากเหมาะสมกับบริษัทจำหน่ายเหล็กกล้าเพื่อแยกชนิดของเหล็กกล้า จากปัญหาข้างต้นที่กล่าวมาสามารถนำไปใช้ในสถานศึกษาและบริษัทจำหน่ายเหล็กกล้าได้

## 2. วิธีการทดลอง

วิธีการดำเนินการวิจัย ชุดทดสอบประกายไฟ และรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มีลำดับขั้นตอนตั้งแต่สร้างชุดทดสอบประกายไฟ การเตรียมชิ้นงานทดสอบ การถ่ายภาพประกายไฟ และโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ภาพถ่ายประกายไฟ โดยรายละเอียดแสดงในรูปที่ 5




**รูปที่ 5** ลำดับขั้นตอนการวิจัย

### 2.1 ชุดทดสอบประกายไฟ

ชุดทดสอบประกายไฟสำหรับการทดสอบวัสดุ (รูปที่ 5) ประกอบด้วย

- ใช้หินเจียรขนาดเล็ก (Mini Grinder) ขนาด 500 วัตต์ ความเร็วรอบเมื่อไม่มีแรงกระทำ 27000 รอบต่อนาที ปากจับขนาด 8 มิลลิเมตร ขนาดของล้อหินเจียระไนเส้นผ่านศูนย์กลางนอก (D) 30 มิลลิเมตรความกว้างของหน้าหิน (W) 25 มิลลิเมตร เบอร์หินขัดแบบ A36N กดลงบนชิ้นงานด้วยแรงกดคงที่ 3,500 กรัม

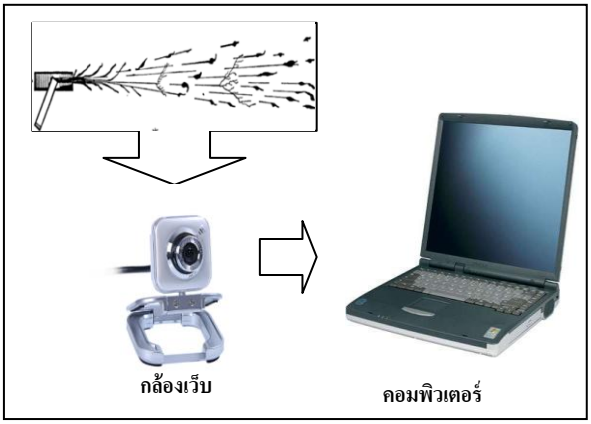
- ห้องทดสอบ ขนาดความยาว 700 มิลลิเมตร กว้าง 400 มิลลิเมตร สูง 500 มิลลิเมตร มีฉากหลังทำจากวัสดุทึบแสงสีดำ

- อุปกรณ์จับยึดชิ้นทดสอบสามารถจับยึดชิ้นทดสอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางได้สูงสุด 50 มิลลิเมตร ทั้งพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมและพื้นที่หน้าตัดวงกลม โดยทำมุมเอียง 8 องศากับหน้าหินเจียระไน

- กล้องเว็บแคม ความละเอียด 12 ล้านพิกเซล ทางยาวโฟกัสของเลนส์ 30 มิลลิเมตรขึ้นไป

- คอมพิวเตอร์

- โปรแกรมวิเคราะห์ภาพประกายไฟ พัฒนาขึ้นมาด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Basic เวอร์ชั่น 6.0




**รูปที่ 6** ชุดทดสอบประกายไฟ

### 2.2 ชิ้นทดสอบและวัสดุ

ชิ้นทดสอบ เป็นเหล็กกล้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร ความยาวไม่ต่ำกว่า 50 มิลลิเมตรวัสดุสำหรับทดสอบแบ่งเป็น กลุ่มเหล็กกล้าคาร์บอน, กลุ่มเหล็กกล้าเจือต่ำ และกลุ่มเหล็กกล้าเจือสูง ดังนี้

- เหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าเจือต่ำ
- เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ SS 400
- เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ – เจือต่ำ SCM 415
- เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง S 45C
- เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ – เจือต่ำ SCM 440
- เหล็กกล้าคาร์บอนสูง SK 4
- เหล็กกล้าคาร์บอนสูง – เจือต่ำ SUJ 2
- เหล็กกล้าเจือสูง
- เหล็กกล้าเครื่องมือรอบสูง SKH 51
- เหล็กกล้าเครื่องมือ SKD 11
- เหล็กกล้าเครื่องมือ SKD 61
- เหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304

**2.3 ศึกษาการถ่ายภาพเคลื่อนไหว**

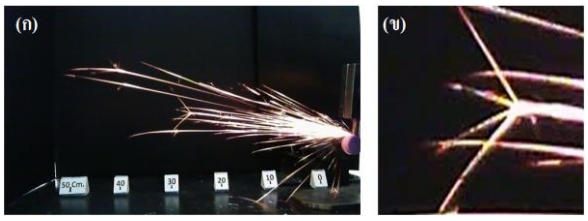
ถ่ายภาพด้วยระบบภาพเคลื่อนไหว 15 เฟรมต่อวินาทีและทำการบันทึกด้วยเวลา 15 วินาที จากนั้นทำการแปลงไฟล์ให้เป็นภาพนิ่งเลือกภาพที่ดีที่สุดเพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ประกายไฟ

## 3 . ผลการทดลอง

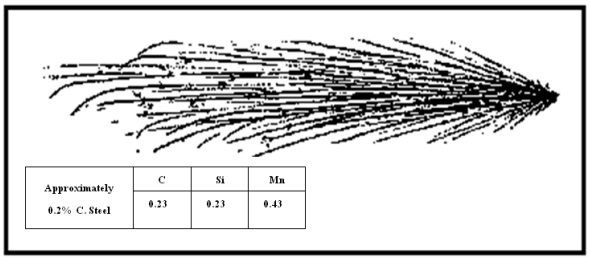
ผลจากการถ่ายภาพตามพารามิเตอร์ข้างต้นพบว่า

**3.1 เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ SS400**

ลักษณะการแตกของประกายไฟที่พบเป็นลักษณะแฉก 3 - 4 แฉกกระจายอยู่ทั่วไป เส้นลำแสงมีความยาวและความสว่างมาก ดังรูปที่ 7



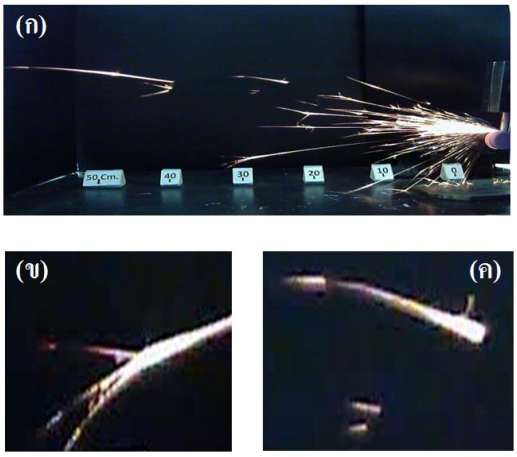

**รูปที่ 7** (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SS 400 จากภาพถ่ายด้วยกล้องเว็บแคม และ (ข) ลักษณะการแตกที่ปลายประกายไฟของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ



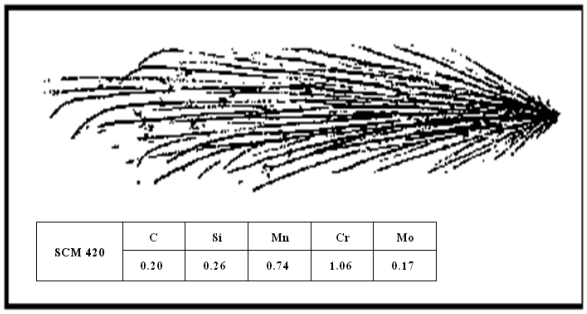

**รูปที่ 8** ภาพประกายไฟเหล็กกล้า SS 400 ตามมาตรฐาน JIS แตกตัว -3 ใน 2 ขั้น เส้นแสงมีความสมบูรณ์ชัดเจน

**3.2 เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ - เจือต่ำ SCM415**

การแตกของประกายไฟจะใกล้เคียงกับ SS400 แต่จะพบลักษณะเป็นปลายหอกบริเวณปลายประกายไฟเนื่องจากธาตุโมลิบดีนัม ดังรูปที่ 9



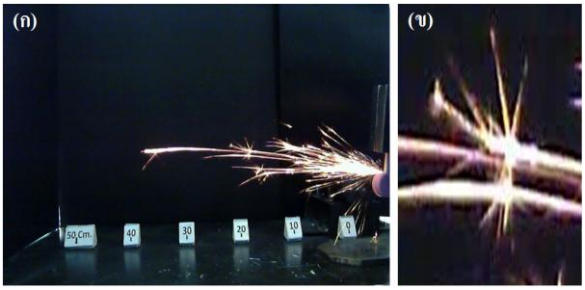

**รูปที่ 9** (ก) ประกายไฟเหล็กกล้าSCM 415จากภาพถ่ายกล้องเว็บแคม (ข) การแตกที่ปลายประกายไฟ 3-4 และ (ค) ประกายไฟทรงปลายหอก (โมลิบดินัม)



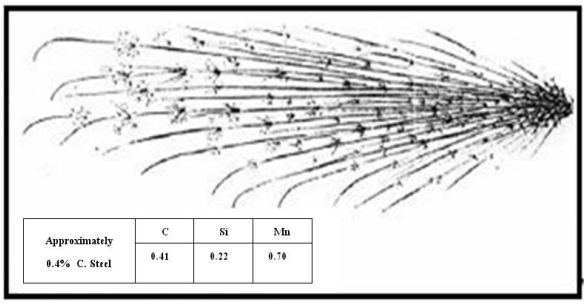

**รูปที่ 10** ภาพประกายไฟของเหล็ก SCM 420 ตามมาตรฐาน JIS แตกตัวใกล้รูท ชัดเจนเล็กน้อย

**3.3 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง S45C**

ลักษณะประกายไฟที่พบเป็นประกายแฉกแบบหลายขั้นกระจายอยู่ทั่วไป ความยาวของเส้นลำแสงและความสว่างน้อยกว่ากลุ่มเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ดังรูปที่ 11



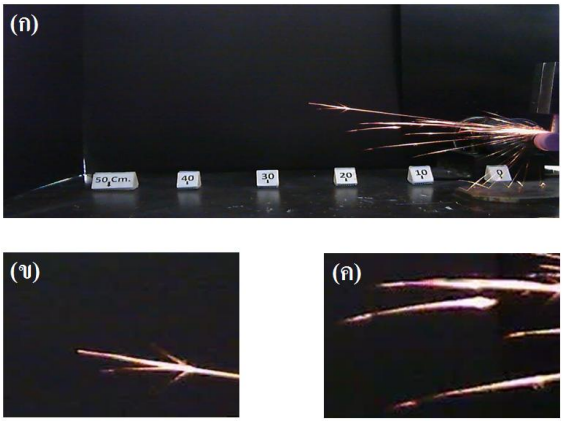

**รูปที่ 11** (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า S45C จากภาพถ่ายด้วยกล้องเว็บแคม (ข) การแตกที่ปลายประกายไฟ ของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง



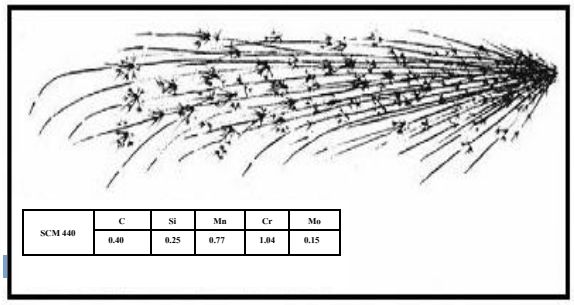

**รูปที่ 12** ภาพประกายไฟของเหล็ก S45C มาตรฐาน JIS แตกตัวมากใน 3 ขั้น หรือมากกว่า ขนาดใหญ่รูปร่างซับซ้อน

**3.4 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง-เจือต่ำ SCM 440**

ลักษณะการแตกของประกายไฟพบว่ามีลักษณะการแตกเป็นแฉกแบบหลายขั้นคล้ายประกายไฟของเหล็ก S 45 C แต่จะมีประกายไฟทรงปลายหอกเพิ่มขึ้นมาที่ปลายประกายไฟ เนื่องจากธาตุโมลิบดินัม ดังรูปที่ 13



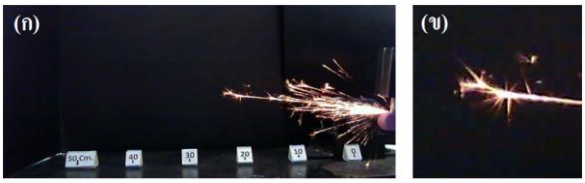

**รูปที่ 13** (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SCM 440 จากภาพถ่ายด้วยกล้องเว็บแคม (ข) การแตกเป็นแฉกแบบหลายขั้น และ (ค) ประกายไฟทรงปลายหอก (โมลิบดินัม)



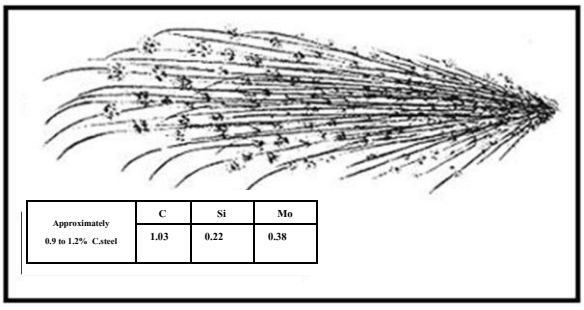

**รูปที่ 14** ประกายไฟของเหล็ก SCM440 ตามมาตรฐาน JIS คล้ายกับเหล็กกล้าคาร์บอน 0.4% C แต่มีปลายหัวหอก ซึ่งเป็นลักษณะของโมลิบดินัม

**3.5 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง SK 4**

ลักษณะการแตกของประกายไฟพบว่ามีลักษณะการแตกของประกายแบบเดนไดท์ (Dendrite) เส้นลำแสงมีขนาดค่อนข้างเล็ก กระจายอยู่อย่างหนาแน่น เส้นลำแสงสั้น หนา และมีสีของลำแสงเข้มขึ้น ดังรูปที่ 15



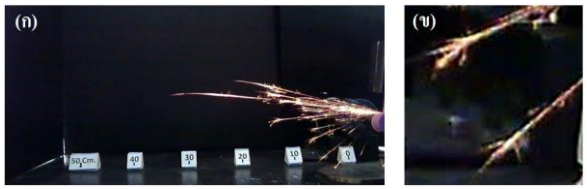

**รูปที่ 15** (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SK 4จากภาพถ่ายด้วยกล้องเว็บแคม (ข) การแตกของประกายแบบเดนไดท์ (เหล็กกล้าคาร์บอนสูง)



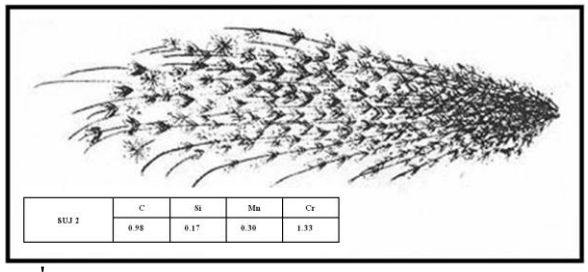

**รูปที่16** ภาพประกายไฟของเหล็ก SK 4 ตามมาตรฐาน JIS

### 3.6 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง-เจือต่ำ SUJ 2

ลักษณะการแตกของประกายไฟพบว่ามีลักษณะการแตกของประกายแบบเดนไดท์ (Dendrite) ขนาดใหญ่กว่า SK 4 กระจายอยู่อย่างหนาแน่นดังรูปที่ 17



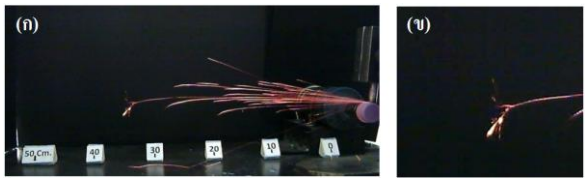

**รูปที่ 17** (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SUJ 2 จากภาพถ่ายด้วยกล้องเว็บแคม (ข) การแตกของประกายแบบเดนไดท์ (เหล็กกล้าคาร์บอนสูง)



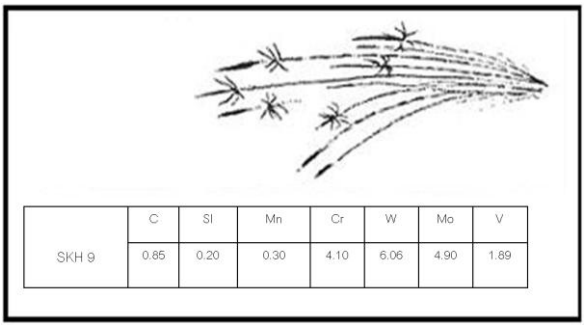

**รูปที่ 18** ประกายไฟของเหล็ก SUJ 2 ตามมาตรฐาน JIS การแตกตัวของคาร์บอนขนาดใหญ่

### 3.7 เหล็กกล้าเครื่องมือรอบสูง SKH 51

ลักษณะที่พบเป็นเส้นลำแสงสีแดงเข้ม ที่ปลายแสงมีลักษณะเป็นหางจิ้งจอก ซึ่งเกิดจากธาตุทังสเตนดังรูปที่ 19



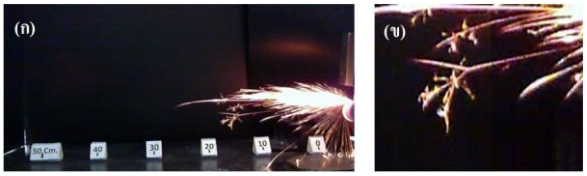

**รูปที่ 19** (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SKH 51 จากภาพถ่ายด้วยกล้องเว็บแคม (ข) ลักษณะเส้นลำแสงเป็นแบบหางจิ้งจอก (เกิดจากทังสเตน)



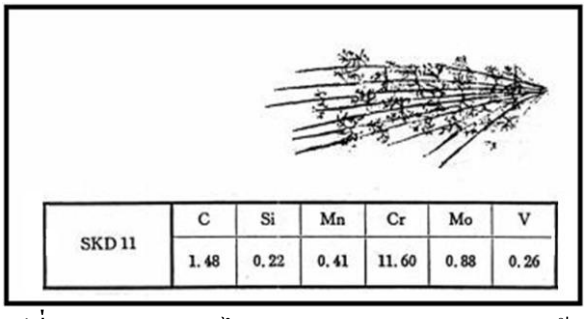

**รูปที่ 20** ประกายไฟ SKH 9 ตามมาตรฐาน JIS

### 3.8 เหล็กกล้ากลุ่มแม่พิมพ์ SKD 11

ลักษณะเส้นลำแสงที่พบเป็นสีส้ม มีลักษณะประกายไฟรูปดอกไม้ซึ่งเกิดจากธาตุโครเมียมกระจายอยู่ทั่วไป เส้นลำแสงบางและสั้นมากดังรูปที่ 21



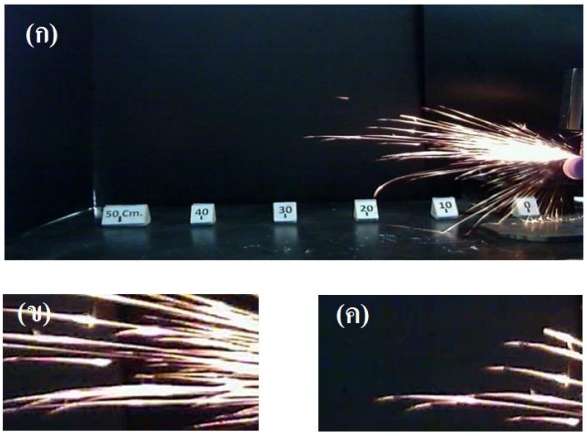

**รูปที่ 21** (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SKD 11 จากภาพถ่ายด้วยกล้องเว็บแคม (ข) ลักษณะประกายไฟรูปดอกไม้ (เกิดจากโครเมียม)



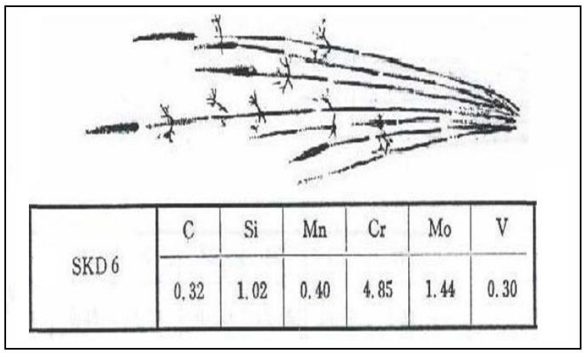

**รูปที่ 22** ภาพประกายไฟ SKD 11 ตามมาตรฐาน JIS เส้นแสงบางและสั้นมีรูปดอกเบญจมาศขนาดเล็ก

### 3.9 เหล็กกล้ากลุ่มแม่พิมพ์ SKD 61

ลักษณะเส้นลำแสงที่พบเป็นสีส้ม ความยาวมากกว่า SKD 11 และมีประกายไฟแบบแสงวาบ และปลายหอกอีกด้วย ดังรูปที่ 23




**รูปที่ 23** (ก) ประกายไฟเหล็กกล้า SKD 61 จากภาพถ่ายด้วยกล้องเว็บแคม (ข) เกิดลักษณะแสงวาบ (นิเกิล) และ (ค) ประกายไฟทรงปลายหอก (โมลิบดินัม)

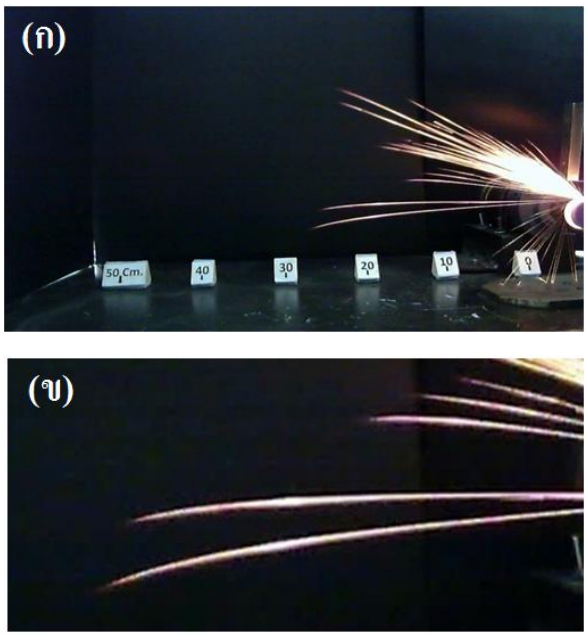


| | C | Si | Mn | Cr | Mo | V |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SKD 6 | 0.32 | 1.02 | 0.40 | 4.85 | 1.44 | 0.30 |

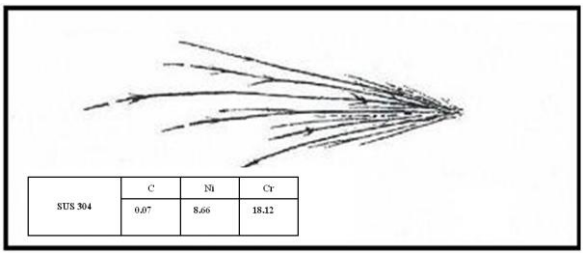
**รูปที่ 24** ภาพประกายไฟ SKD 6 ตามมาตรฐาน JIS เส้นแสงขาดตอนตลอดเส้น และค่อนข้างหนา เส้นแสงแตกตัว และปล่องปลาย

### 3.10 เหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304

ลักษณะที่พบเป็นเส้นลำแสงสีส้มแดง เส้นลำแสงมีลักษณะเป็นคลื่น ซึ่งเกิดจากธาตุโครเมียมสูง ดังรูปที่ 25




**รูปที่ 25** (ก) ประกายไฟเหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304 จากภาพถ่ายด้วยกล้องเว็บแคม และ (ข) ลำแสงเป็นแบบเส้นประหรือคลื่น (โครเมียม)



| | C | Ni | Cr |
|---|---|---|---|
| SUS 304 | 0.07 | 8.66 | 18.12 |

**รูปที่ 26** ภาพประกายไฟ SUS 304 ตามมาตรฐาน JIS มีแต่เส้นแสง มีส่วนแยกเล็กน้อย ตรงกลางและปลายเส้นแสงแดงเข้ม ขาดตอน และเป็นคลื่นบริเวณใกล้สปาร์ครูท

## 4. สรุป

จากการศึกษานี้พบว่า ทดสอบความแม่นยำของโปรแกรมด้วยการให้บุคคล 20 คนทดลองใช้โปรแกรมวิเคราะห์ภาพประกายไฟ โดยผู้ใช้สุ่มเลือกเหล็กกล้านำไปเจียระไน, ถ่ายภาพเคลื่อนไหว และวิเคราะห์ภาพประกายไฟ สามารถระบุชนิดของเหล็กกล้าได้ถูกต้อง 18

คน ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการถ่ายภาพด้วยกล้องเว็บแคมมีความเป็นไปได้ในการนำภาพถ่ายมาใช้วิเคราะห์ต่อไปได้ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานญี่ปุ่น (JIS) ผลของภาพถ่ายแสดงให้เห็นถึงลักษณะของธาตุเจือที่ผสมอยู่ในเหล็กกล้าได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังสามารถเก็บภาพถ่ายดังกล่าวเป็นมาตรฐานในการทดสอบครั้งต่อไปรวมถึงการนำภาพเคลื่อนไหวกลับมาพิจารณาซ้ำได้

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สมนึก วัฒนศรียกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ประมุข เจนกิตติยนต์ เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆตลอด ขอขอบพระคุณอาจารย์ดร. สุรกิจ ท้วมเพิ่มทรัพย์ ที่ให้เกียรติช่วยให้คำแนะนำแก้ไขงานวิจัยนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

## 6. เอกสารอ้างอิง

[1] JIS. Method of Spark Test for Steels G 0566, 1980.

[2] JIS. Grinding Wheels Designation R 6211, 1990.

[3] S. Wattanasriyakul. (Material Testing). Bangkok: Green world media, 2006.

[4] Y. Yoshitsugu, I. Tadashi, S. Toshio, and W. Satoru, An Application of Sensory. IEEE. July 1995.

[5] S. Wongsa-ad , S. Wattanasriyakul and P. Jenkittiyon The Development of Spark Testing for Steels Identify by Digital Photographing: IE Network Conference, 2007.

[6] J. La-or and S. Wattanasriyakul The Feasibility Study Steels Identification with Spark Test Image Analysis by Image Processing Technique and Neural Network: IE Network Conference, 2008.