



## การศึกษาสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของมีดโต้ที่ผลิตจากภูมิปัญญา ท้องถิ่นของชุมชนตีมีด 4 จังหวัดของประเทศไทย

### The Mechanical Properties and Microstructure's Study of the Big Knives of Folk Wisdom of Knife Forging Community in 4 Provinces of Thailand

ณรงค์ศักดิ์ ธรรมโชติ<sup>1</sup> วรณา หอมจะบก<sup>1\*</sup> อมรศักดิ์ มาใหญ่<sup>1</sup> และ สมบัติ น้อยมิ่ง<sup>1</sup>

Narongsak Thammachot<sup>1</sup>, Wanna Homjabok<sup>1\*</sup>, Amornsak Mayai<sup>1</sup>  
and Sombut Noyming<sup>1</sup>

<sup>1</sup>หน่วยวิจัยโลหวิทยาและการอบชุบความร้อน คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีราชมงคลอีสาน อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

<sup>1</sup>Metallurgy and Heat Treatment of Metals Research Unit, Faculty of Engineering and Architecture,  
Rajamangala University of Technology Isan, Nakorn Ratchasima 30000, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: whomjabok@hotmail.com

| ARTICLE INFO                                                                            | ABSTRACT                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Article history:                                                                        | The knife forging is considered to be the wisdom conveyed                |
| Received 24 April 2019                                                                  | by the ancestors of each community in every region of Thailand. This     |
| Accept 27 June 2019                                                                     | is an important to the way of life of the farmers. The objective of this |
| Online 30 June 2019                                                                     | research was to study the mechanical properties and the                  |
| <a href="https://doi.org/10.14456/rj-rmutt.2019.4">doi.org/10.14456/rj-rmutt.2019.4</a> | microstructures of the big knives from four provinces such as Nan,       |
| <b>Keywords:</b>                                                                        | Nakhon Ratchasima, Phra Nakhon Si Ayutthaya and Songkhla                 |
| Big knives, knife forging                                                               | provinces. The results of the study shown that, the hardness of the      |
| community, folk wisdom,                                                                 | big knives of Songkhla province was higher than Nan, Nakhon              |
| mechanical properties,                                                                  | Ratchasima and Phra Nakhon Si Ayutthaya province. In case of impact      |
| microstructure                                                                          | strength, the impact value of the big knives of Phra Nakhon Si           |

Ayutthaya province was higher than Nan, Nakhon Ratchasima and Songkhla province. After hardening, the hardness of the big knives of Phra Nakhon Si Ayutthaya province was higher than Nakhon Ratchasima, Nan and Songkhla province. The impact value of the big knives of Nan province was higher than Phra Nakhon Si Ayutthaya, Songkhla and Nakhon Ratchasima province. The microstructure of the big knives before hardening at nearly the edge of the knife and deeper consisted of pearlite matrix and some of ferrite. After hardening, the microstructure at nearly the edge of the knife was martensite, deeper consisted of martensite matrix and some of ferrite.

### บทคัดย่อ

การตีมีด ถือเป็นภูมิปัญญาที่ถูกถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษของแต่ละชุมชนที่มีอยู่ทุกภาคของประเทศไทย ซึ่งมีความสำคัญต่อวิถีชีวิตของเกษตรกรเป็นอย่างมาก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของมีดได้จากชุมชนตีมีด 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดน่าน นครราชสีมา พระนครศรีอยุธยา และสงขลา ผลจากการศึกษาพบว่า มีดที่ดีขึ้นรูปก่อนการชุบแข็งจากจังหวัดสงขลา มีค่าความแข็งสูงสุด รองลงมาคือ มีดจากจังหวัดน่าน นครราชสีมา และพระนครศรีอยุธยา ส่วนค่าความต้านทานแรงกระแทกสูงสุดคือมีดตีจังหวัดพระนครศรีอยุธยา รองลงมาคือ มีดจังหวัดน่าน นครราชสีมา และสงขลา ตามลำดับ ภายหลังการชุบแข็ง มีดตีที่มีค่าความแข็งสูงสุดคือมีดตีจังหวัดพระนครศรีอยุธยา รองลงมาคือ มีดจังหวัดนครราชสีมา น่านและสงขลา ค่าความต้านทานแรงกระแทกมีดตีที่สูงที่สุดคือ มีดตีจังหวัดน่าน รองลงมาคือมีดจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สงขลา และนครราชสีมา เมื่อพิจารณาโครงสร้างจุลภาคจะพบว่าที่บริเวณคมมีดและลิ้นเข้าไปก่อนการชุบแข็งโครงสร้างประกอบด้วยเมทริกซ์เฟอร์ไรต์และเฟอร์ไรต์บางส่วน ภายหลังการชุบแข็งโครงสร้างบริเวณคมมีดประกอบไปด้วยโครงสร้าง

มาร์เทนไซต์และลิ้นเข้าไปประกอบด้วยเมทริกซ์มาร์เทนไซต์และเฟอร์ไรต์บางส่วน

**คำสำคัญ:** มีดตี ชุมชนตีมีด ภูมิปัญญาท้องถิ่น สมบัติเชิงกล โครงสร้างจุลภาค

### บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ทางการเกษตรจึงมีความสำคัญมาก มีดตีถือเป็นเครื่องมือที่มีความจำเป็นขั้นพื้นฐานของเกษตรกร การผลิตเครื่องมือเหล่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การผลิตมีดทางการเกษตร ปัจจุบันยังอาศัยวิธีการแบบดั้งเดิมที่ใช้กันมาอย่างยาวนาน เช่น การตีมีด โดยถูกสืบทอดภูมิปัญญาทักษะ และความเชี่ยวชาญของบรรพบุรุษจากรุ่นสู่รุ่น เพื่อให้มีดที่ได้มีรูปทรงที่เหมาะสม สวยงาม และมีความแข็งแรงตามรูปแบบของการใช้งาน การศึกษาระบบการตีมีดของชุมชน ได้มีการศึกษาและบันทึกข้อมูลไว้ หากแต่เป็นเพียงบางแหล่งพื้นที่เท่านั้น เช่น แหล่งเรียนรู้หมู่บ้าน หัตถกรรมมีดอรัญญิก (1) ซึ่งข้อมูลที่ศึกษาโดยมากเป็นเพียงกระบวนการตีมีดเท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้มีการศึกษาและพัฒนาตีมีดจากกระบวนการผลิตและเทคโนโลยีที่ทันสมัยออกมาหลากหลาย เช่น มีด

ที่ผลิตจาก Low alloy steel และผ่านกระบวนการ Iron nitriding ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อเพิ่มความทนทานให้กับมิต (2) หรือมิตที่ผลิตจากเหล็กกล้าผสมต่ำแล้วทำการปรับปรุงผิวด้วยวิธี Composite coating (3) สำหรับมิตที่ผลิตขึ้นจากการสืบทอดทางภูมิปัญญา ได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางเช่นกัน เช่น ดาบซามูไรของญี่ปุ่น มีนักวิจัยที่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเป็นจำนวนมาก เช่น งานวิจัยของ Michael R. Notis (4) ที่ศึกษาประวัติความเป็นมาของดาบซามูไรรวมถึงการศึกษาทางโลหวิทยา ในขณะที่ Muneo Y. และคณะ (5) ได้ศึกษาสมบัติทางด้านความแข็งแรงของดาบซามูไร ส่วนการศึกษาในประเทศไทยนั้น ณรงค์ศักดิ์ ธรรมโชติ และคณะได้ศึกษาโลหวิทยาและความแข็งแรงของดาบซามูไรที่ได้ขึ้นทดสอบมาจากประเทศญี่ปุ่นเช่นเดียวกัน (6) อย่างไรก็ตาม ในประเทศไทยการศึกษาทางด้านโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของมิตที่ผลิตจากท้องถิ่นอย่างมิตไต้หวัน ยังมีอยู่ค่อนข้างจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ

ศึกษาโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลมิตไต้หวันที่ผลิตจากภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนที่มีดจาก 4 ภาคของประเทศไทย โดยตัวแทนภาคละหนึ่งจังหวัด เพื่อให้ทราบข้อมูลทางด้านโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกล ที่จะก่อให้เกิดการพัฒนา และอาจช่วยให้ครัวเรือนหรือชุมชนที่ประกอบอาชีพตีมิต สามารถเพิ่มผลผลิตในการผลิตมิตที่ใช้ในการเกษตรต่อไปในอนาคตได้

### วิธีดำเนินการวิจัย

แหล่งที่มาของมิตไต้หวัน

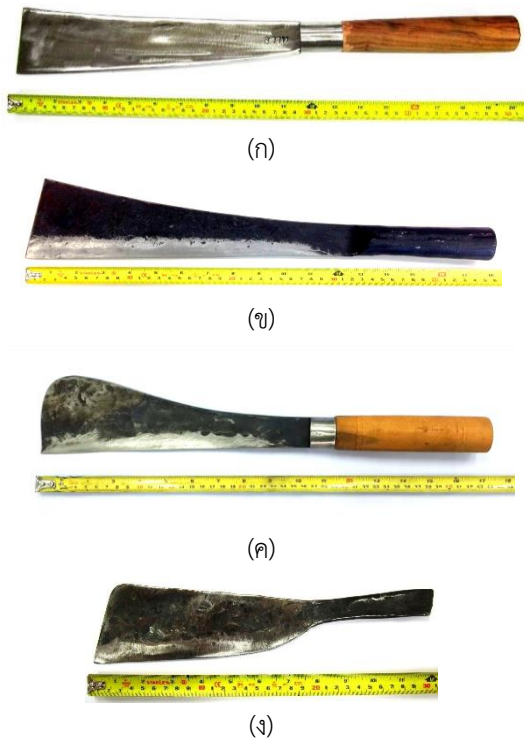
ชุมชนตีมิตที่ทำการศึกษาทั้งหมด 4 ชุมชน ซึ่งกระจายตัวอยู่ทั่วทั้งประเทศใน 4 ภาค รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1 โดยเลือกตัวแทนจากภาคละหนึ่งจังหวัด ได้แก่ ภาคเหนือ จังหวัดน่าน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดนครราชสีมา ภาคกลาง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และภาคใต้ จังหวัดสงขลา

ตารางที่ 1 แหล่งของชุมชนตีมิตไต้หวันนำมาทำการศึกษา

| ตัวแทนภาค          | ชื่อชุมชน / จังหวัด                                    |
|--------------------|--------------------------------------------------------|
| เหนือ              | ชุมชนบ้านฝายมูล ต.ป่าคา อ.ท่าวังผา จ.น่าน              |
| ตะวันออกเฉียงเหนือ | ชุมชนบ้านบุ ต.ตลาด อ.เมือง จ.นครราชสีมา                |
| กลาง               | ชุมชนบ้านไผ่หนอง ต.ท่าช้าง อ.นครหลวง จ.พระนครศรีอยุธยา |
| ใต้                | ชุมชนบ้านน้ำน้อย ต.น้ำน้อย อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา           |

ตารางที่ 2 ส่วนผสมทางเคมีของเหล็กที่นำมาตีขึ้นรูปมิตไต้หวัน

| เหล็กวัตถุดิบของจังหวัด | ส่วนผสมทางเคมี (เปอร์เซ็นต์) |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                         | C                            | Si     | Mn     | P      | S      | Cr     | Ni     | Cu     |
| น่าน                    | 0.5620                       | 0.2230 | 0.8943 | 0.0033 | 0.0069 | 0.7957 | 0.0602 | 0.1027 |
| นครราชสีมา              | 0.4467                       | 0.2490 | 0.8147 | 0.0068 | 0.0067 | 0.7863 | 0.0373 | 0.0315 |
| พระนครศรีอยุธยา         | 0.4023                       | 0.0048 | 0.6900 | 0.0049 | 0.0056 | 0.5630 | 0.0373 | 0.0315 |
| สงขลา                   | 0.6297                       | 0.2820 | 0.9773 | 0.0078 | 0.0283 | 0.8487 | 0.1067 | 0.1120 |



รูปที่ 1 ลักษณะของตัวอย่างมิดได้จากจังหวัด (ก) น่าน  
(ข) นครราชสีมา (ค) พระนครศรีอยุธยา  
(ง) สงขลา

#### เหล็กที่ใช้ในการตีมิด

เหล็กที่ชุมชนใช้ในการนำมาเป็นวัตถุดิบในการตีมิดเป็นเหล็กहनบรยนต์และเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง โดยมีส่วนผสมทางเคมีแสดงดังตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าส่วนผสมทางเคมีของเหล็กจังหวัดน่าน นครราชสีมาและสงขลา มีส่วนผสมทางเคมีเทียบเคียงกับเหล็กเกรด AISI 5160 ตามมาตรฐานของอเมริกา หรือเทียบได้กับเกรด SUP 10 ตามมาตรฐานของญี่ปุ่น

โดยเหล็กเกรด AISI 5160 (7) นั้นมีส่วนผสมทางเคมีประกอบโดย 0.56-0.64 %C 0.25-0.30 %Si 0.75-1.00 %Mn และ 0.70-0.90 %Cr ส่วนเหล็กที่ใช้ตีมิดจังหวัดพระนครศรีอยุธยานั้น มีปริมาณคาร์บอนอยู่ที่ 0.40 %C ซึ่งเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางซึ่งอาจ

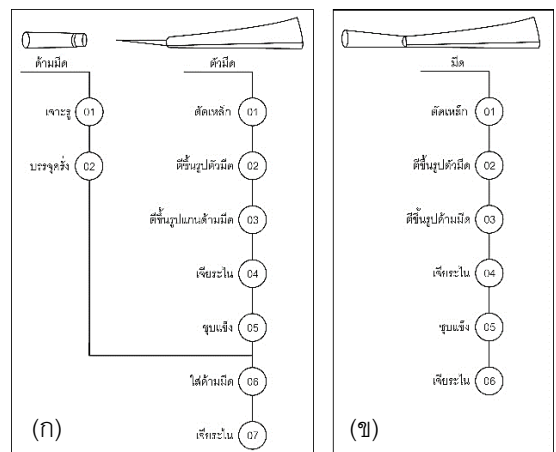
เทียบได้กับเกรด AISI 1040 หรือ JIS S40C แต่จะมีปริมาณโครเมียมที่มากกว่าปกติอยู่ที่ 0.56 %

#### ลักษณะของมิดโต้

ลักษณะของมิดโต้จากตัวแทนทั้ง 4 จังหวัด ของทั้ง 4 ภาค แสดงดังรูปที่ 1 มิดของจังหวัดน่าน นครราชสีมา และพระนครศรีอยุธยา ความยาวตั้งแต่ปลายมิดจนถึงปลายสุดของด้ามมิดประมาณ 45-50 เซนติเมตร ลักษณะหัวมิดมีความกว้างระหว่าง 8.0-9.0 เซนติเมตร ด้ามจับมีทั้งแบบเป็นไม้และเป็นเหล็ก กรณีด้ามเหล็กจะมีลักษณะกลมและกลวงภายในมีความโตประมาณ 3.5 เซนติเมตร น้ำหนักมิดอยู่ระหว่าง 1.0-1.2 กิโลกรัม ส่วนมิดจังหวัดสงขลา นั้นมีลักษณะที่สั้นกว่า และด้ามมิดมีลักษณะแบน ความยาวของมิดอยู่ระหว่าง 30 เซนติเมตร

#### ขั้นตอนการตีมิด

ขั้นตอนการตีมิดตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการ แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ด้ามเป็นไม้ แสดงดังรูปที่ 2 (ก) และกรณีที่ด้ามเป็นเหล็กแสดงดังรูปที่ 2 (ข) จะเห็นได้ว่า ขั้นตอนการผลิตหลัก ๆ นั้นคล้ายกัน ได้แก่ การตัดเหล็ก การตีขึ้นรูปตัวมิด การตีขึ้นรูปด้ามมิด การเจียรไน การชุบแข็ง และการเจียรไนตกแต่ง



รูปที่ 2 แผนภูมิการปฏิบัติงานของการตีมิดกรณี (ก) ด้ามมิดเป็นไม้ (ข) ด้ามมิดเป็นเหล็ก

### การทดสอบ

การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคและการทดสอบสมบัติทางกลถูกกำหนดตำแหน่งไว้ที่คมมีดดังแสดงในรูปที่ 3 การกำหนดตำแหน่งไว้ที่บริเวณคมมีดเพราะคมมีดเป็นบริเวณที่ถูกใช้งานในการตัดเฉือน อีกทั้งในการชุบแข็งนั้นโดยมากจะทำการชุบบริเวณคมของมีดเท่านั้น จำนวนชิ้นทดสอบแต่ละการทดสอบจะใช้จำนวน 3 ชิ้น จากการตัดจากมีดจำนวน 3 เล่ม เพื่อหาค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบ

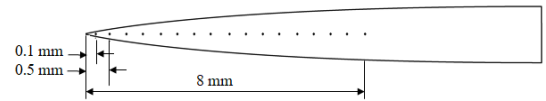
สำหรับการทดสอบสมบัติทางกลและการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของมีดนั้น จะทำการทดสอบและตรวจสอบมีดที่ผ่านการตีขึ้นรูปแล้วแต่ยังไม่ทำการชุบแข็งและภายหลังการชุบแข็ง เพื่อทำการเปรียบเทียบสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคที่เปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 3 บริเวณที่ใช้ทดสอบความแข็ง ความต้านทานแรงกระแทก และตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค

การทดสอบความต้านทานแรงกระแทกทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกระแทกยี่ห้อ AVERY DENISON รุ่น LS102DE สำหรับการทดสอบความแข็งใช้เครื่องมือโครนิมิเตอร์แบบดิจิตอลยี่ห้อ MATSUZAWA รุ่น MMT-X34 ส่วนการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคใช้การตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Optical microscope) ยี่ห้อ OLYMPUS รุ่น BX60M

ตำแหน่งที่ทำการทดสอบความแข็งและตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคแสดงดังรูปที่ 4 โดยตำแหน่งแรกเริ่มต้นที่ระยะ 0.1 มิลลิเมตร จากคมมีด จากนั้นแต่ละตำแหน่งจะห่างกัน 0.5 มิลลิเมตร จนถึงระยะ 8.0 มิลลิเมตร

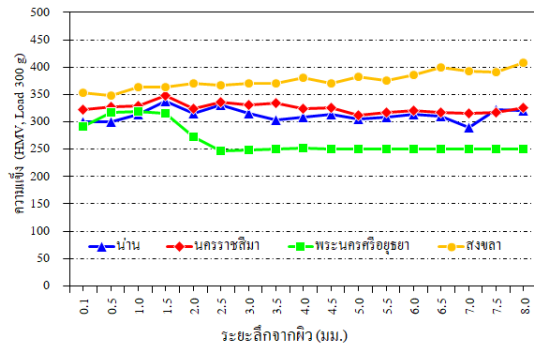


รูปที่ 4 ตำแหน่งการวัดความแข็งและตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค

### ผลการศึกษาและอภิปรายผล

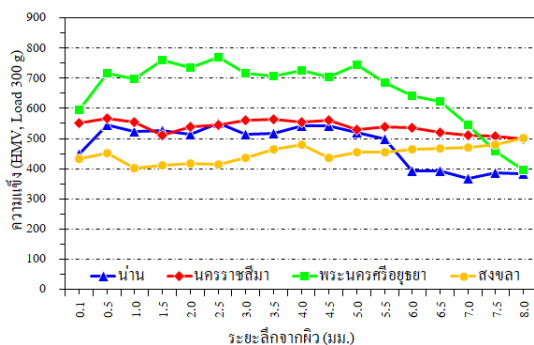
#### สมบัติทางกล

ค่าความแข็งของมีดได้ทั้ง 4 จังหวัด ที่ผ่านกระบวนการตีขึ้นรูปแล้วก่อนการชุบแข็ง แสดงในรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่ามีดได้จากจังหวัดสงขลามีค่าความแข็งเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับมีดได้จังหวัดอื่น ๆ โดยมีค่าความแข็งเฉลี่ยที่ 375 HV รองลงมา คือ มีดได้จังหวัดนครราชสีมา 325 HV จังหวัดน่าน 312 HV และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา 265 HV ตามลำดับ จากข้อสังเกตพบว่า ค่าความแข็งที่วัดได้มีแนวโน้มที่สอดคล้องกับปริมาณธาตุหรือส่วนผสมทางเคมี กล่าวคือ มีดได้จังหวัดสงขลาจะมีปริมาณธาตุผสม เช่น คาร์บอน โครเมียม และแมงกานีส ที่สูงที่สุด ในขณะที่จังหวัดนครราชสีมาและน่าน มีปริมาณธาตุผสมรองลงมา และมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจะมีปริมาณธาตุผสมน้อยที่สุดจึงมีค่าความแข็งน้อยที่สุดด้วย ประเด็นถัดมาหากสังเกตมีดได้จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ค่าความแข็งของมีดที่มีค่าสูงจะอยู่ในระยะ 0.1-1.5 มิลลิเมตรเท่านั้น ระยะลึกเพิ่มขึ้นความความแข็งจะลดลง ที่เป็นเช่นนี้น่าจะมาจากการตีขึ้นรูปนั้นมีการลดขนาดความหนาเฉพาะบริเวณคมมีดมากกว่าบริเวณอื่นส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเกรนบริเวณดังกล่าวจึงเกิด Strain hardening ขึ้น ทำให้ค่าความแข็งบริเวณดังกล่าวสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ (8)



รูปที่ 5 ค่าความแข็งมิดไต่ก่อนการชุบแข็ง

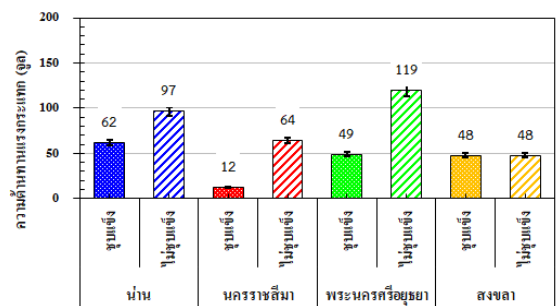
หลังจากการตีขึ้นรูปมิดแล้วมิดไต่จะถูกนำมาทำการชุบแข็ง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน การชุบแข็งจะทำการชุบที่บริเวณคมมิด โดยผลการทดสอบความแข็งแสดงดังรูปที่ 6 จากกราฟจะเห็นได้ว่ามิดไต่ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาภายหลังการชุบแข็งมีค่าความแข็งเฉลี่ยสูงสุด คือ 661 HV รองลงมาคือมิดไต่จากจังหวัดนครราชสีมา 538 HV จังหวัดน่าน 481 HV และจังหวัดสงขลา 450 HV ตามลำดับ จากค่าความแข็งที่ได้จะสังเกตเห็นได้ว่าค่าความแข็งของมิดไต่จังหวัดสงขลา มีค่าความแข็งเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด น่าจะมีสาเหตุมาจากการเผาไหม้ก่อนการชุบแข็งใช้อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิออสเทนไนต์ (Austenitizing temperature) หรืออาจจะใช้เวลาในการเผาไหม้น้อยเกินไปทำให้คมมิดเปลี่ยนไปเป็นออสเทนไนต์ได้ไม่ทั้งหมด การชุบแข็งจึงไม่สมบูรณ์ ทำให้ได้ค่าความแข็งต่ำ



รูปที่ 6 ค่าความแข็งมิดไต่หลังการชุบแข็ง

ในส่วนของการทดสอบความสามารถในการต้านทานแรงกระแทกของมิดไต่ทั้งก่อนและหลังการชุบแข็งของทั้ง 4 จังหวัด ดังแสดงในรูปที่ 7 โดยมิดไต่ที่ผ่านการตีขึ้นรูปก่อนการชุบแข็งของจังหวัดสงขลาจะมีค่าความต้านทานแรงกระแทกต่ำที่สุด รองลงมา คือ มิดไต่จังหวัดนครราชสีมา น่าน และพระนครศรีอยุธยา ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแข็งของมิดไต่ก่อนการชุบแข็ง กล่าวคือ มิดไต่จังหวัดสงขลา มีค่าความแข็งเฉลี่ยสูงสุด ส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงกระแทกมีค่าต่ำสุด เมื่อผ่านการชุบแข็งทุกจังหวัดจะมีความสามารถในการต้านทานแรงกระแทกลดลง เพราะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น และพบว่ามิดไต่จังหวัดน่านมีค่าความต้านทานแรงกระแทกสูงที่สุด รองลงมาคือ มิดไต่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สงขลา และนครราชสีมา ตามลำดับ

จากความชำนาญของช่างตีมิดที่ต้องอาศัยการสังเกตสีของมิดไต่ที่ต้องสุกแดงก่อนทำการชุบแข็งและทักษะการชุบที่คมมิดก่อนที่จะชุบลงไปในน้ำทั้งเล่ม นอกจากนั้น ยังพบว่า แม้ มิดไต่ ของ จังหวัดพระนครศรีอยุธยาจะมีค่าความแข็งหลังการชุบแข็งสูงที่สุดแต่กลับมีค่าความต้านทานแรงกระแทกที่เป็นรองเพียงแค่จังหวัดน่านเท่านั้น ทั้งนี้ต้องนำผลของโครงสร้างจุลภาคเข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ผลดังกล่าวด้วย



รูปที่ 7 ค่าความต้านทานแรงกระแทกของมิดไต่

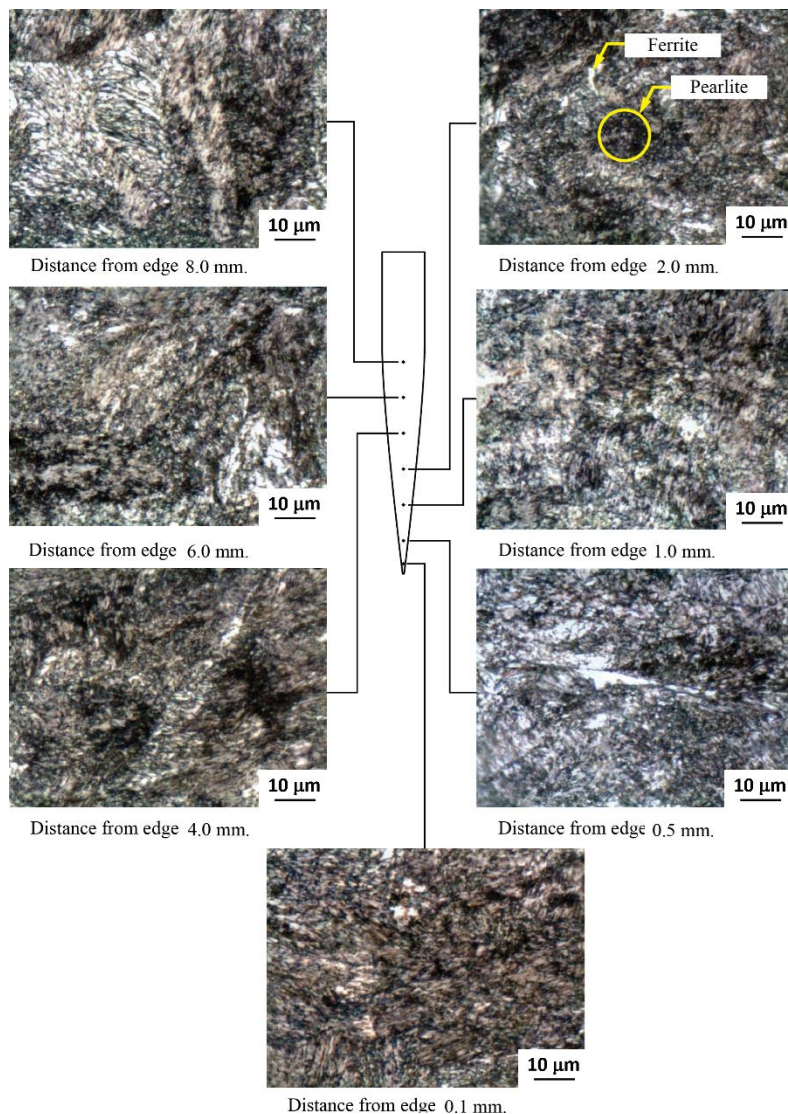
โครงสร้างจุลภาค

เนื่องจากผลของการทดสอบสมบัติทางกลค่อนข้างชี้ให้เห็นว่ามิดไต่จากจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีสมบัติที่ดี

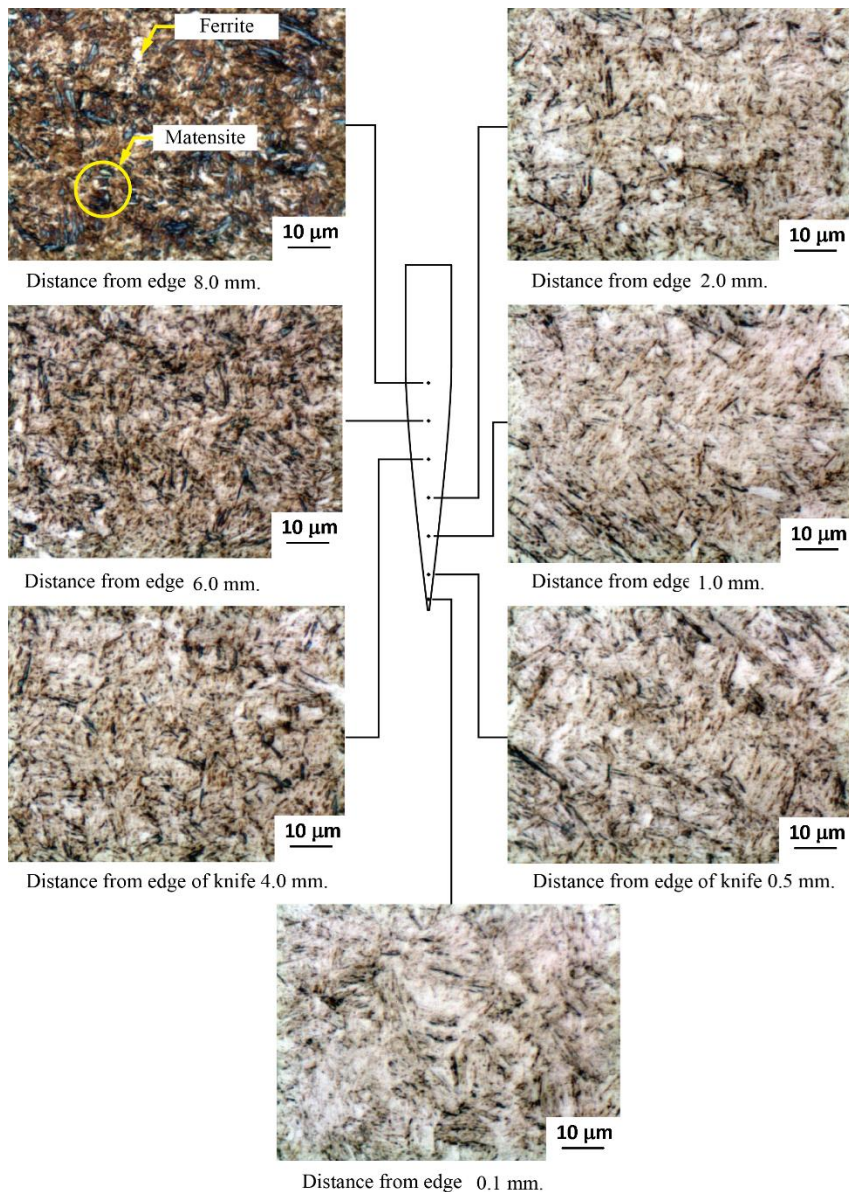
ที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 3 จังหวัด ดังนั้นในการศึกษาและวิเคราะห์ผลทางโครงสร้างจุลภาคจึงลงรายละเอียดมิติได้ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นหลักและนำผลของมิติได้อีก 3 จังหวัดเข้ามาอภิปรายร่วม

สำหรับภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคในรูปที่ 8 แสดงโครงสร้างจุลภาคของมิติได้จากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่ผ่านการขึ้นรูปก่อนการชุบแข็ง พบว่า โครงสร้างประกอบไปด้วยเมทริกซ์เฟอร์ไรต์ (Pearlite matrix) และ

เฟอร์ไรต์ (Ferrite) บางส่วน โดยที่บริเวณคมมีดจะมีโครงสร้างที่ละเอียดกว่าโครงสร้างที่ลึกเข้าไปข้างใน ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแข็งที่ได้ในช่วงระยะ 0.1-1.5 มิลลิเมตร ที่มีค่าสูงกว่าบริเวณอื่นเพราะมีโครงสร้างที่ละเอียดกว่า ที่เป็นเช่นนี้ เพราะบริเวณคมมีดมีความหนาที่น้อยกว่า การถ่ายเทความร้อนหรืออัตราการเย็นตัวสูงกว่า ทำให้ได้โครงสร้างที่ละเอียดมากกว่าภายในซึ่งมีความหนามากกว่า



รูปที่ 8 โครงสร้างจุลภาคของมิติได้จากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่ผ่านการขึ้นรูปก่อนการชุบแข็ง



รูปที่ 9 โครงสร้างจุลภาคของมิตได้หลังการชุบแข็งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

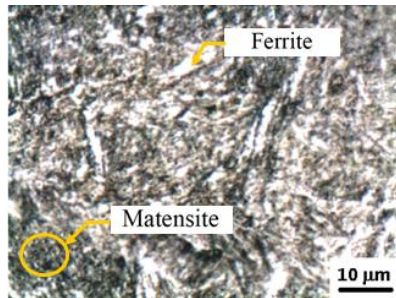
เมื่อนำโครงสร้างจุลภาคของปลายมิตทั้ง 4 จังหวัด มาเปรียบเทียบกับกัน ดังแสดงในรูปที่ 10 จะเห็นได้ว่า มิตได้ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีโครงสร้างมาร์เทนไซต์และไม่ปรากฏโครงสร้างเฟอร์ไรต์ ในขณะที่มิตได้จากอีก 3 จังหวัด ยังคงปรากฏโครงสร้างเฟอร์ไรต์ให้เห็นอยู่

การที่มิตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาหลังการชุบแข็ง กลับมามีค่าความแข็งสูงที่สุดและมีโครงสร้างมาร์เทนไซต์

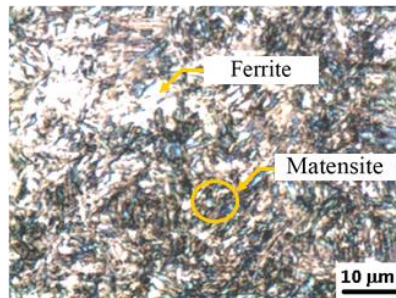
ไม่มีโครงสร้างเฟอร์ไรต์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะผลจากความชำนาญของช่างตีมิตที่ต้องอาศัยการสังเกตสีของมิตที่ต้องสุกแดงก่อนทำการชุบแข็งและทักษะการชุบที่คมมิดก่อนที่จะชุบลงไปใต้น้ำทั้งเล่ม กล่าวคือ มิตจากจังหวัดน่าน นครราชสีมา และสงขลา อาจจะใช้อุณหภูมิจากการสังเกตการสุกแดงของมิตไม่สูงมากพอก่อนการจุ่มชุบ ซึ่งต่ำกว่าเส้น  $A_3$  ดังแสดงในรูปที่ 11 ทำให้ยังคงเหลือ

โครงสร้างเฟอร์ไรต์อยู่ โดยจะเห็นได้ว่าปริมาณเฟอร์ไรต์ (พื้นที่สีขาว) ที่เหลืออยู่ของมิตจากจังหวัดสงขลามีมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลของค่าความแข็งหลังการชุบที่มีค่าต่ำที่สุด ต่างจากมิตจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่ช่างตีมิตมีทักษะการสังเกตการสุก

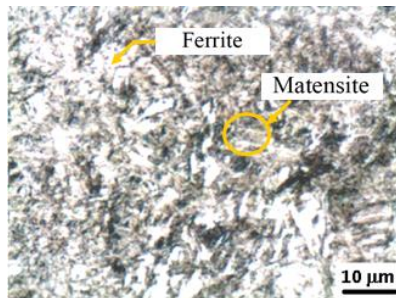
แดงของมิตได้เป็นอย่างดี ทำให้อุณหภูมิก่อนการชุบสูงมากพอ (สูงกว่าเส้น  $A_3$ ) จึงไม่เหลือโครงสร้างเฟอร์ไรต์อยู่ในโครงสร้างมาเทนไซด์ ผลดังกล่าวทำให้มิตจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีความความแข็งแรงสูงที่สุด



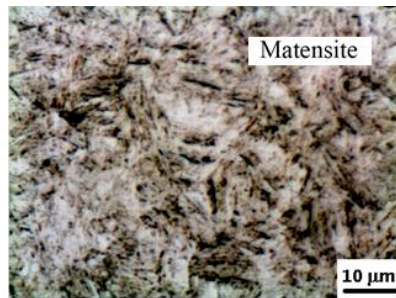
(ก) นำน



(ข) นครราชสีมา

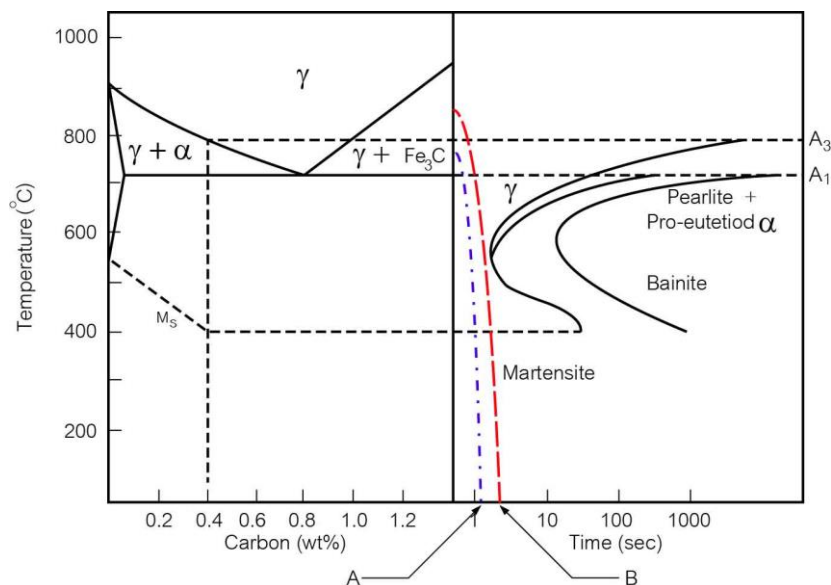


(ค) สงขลา



(ง) พระนครศรีอยุธยา

รูปที่ 10 โครงสร้างจุลภาคของมิตได้หลังการชุบแข็งที่ระยะ 0.1 มิลลิเมตร จากปลายมิต



รูปที่ 11 แบบจำลองการชุบที่คมมิตได้ของจังหวัดน่าน นครราชสีมา สงขลา (A) และพระนครศรีอยุธยา (B)

### สรุปผล

มิตได้ที่ผ่านการตีขึ้นรูปก่อนชุบแข็งของชุมชนตีมีดทั้ง 4 จังหวัด มีค่าความแข็งระหว่าง 265-375 HV และภายหลังการชุบแข็งมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นโดยมีค่าความแข็งอยู่ระหว่าง 360-600 HV โดยมีดได้จังหวัดที่มีค่าความแข็งหลังการชุบแข็งสูงสุดได้แก่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา นครราชสีมา น่าน และสงขลา ตามลำดับ

มิตได้ที่ผ่านการตีขึ้นรูปก่อนชุบแข็งมีค่าความต้านทานแรงกระแทกระหว่าง 48-119 จูล และภายหลังการชุบแข็งมีค่าความต้านทานแรงกระแทกลดลง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 12-62 จูล ซึ่งเป็นผลจากค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้น โดยมีดได้ของจังหวัดที่มีค่าความต้านทานแรงกระแทกหลังการชุบแข็งสูงสุด ได้แก่ จังหวัดน่าน พระนครศรีอยุธยา สงขลา และนครราชสีมา ตามลำดับ

โครงสร้างจุลภาคของมิตได้ที่ผ่านกระบวนการตีขึ้นรูปก่อนการชุบแข็ง โครงสร้างประกอบด้วย เพอร์ไลต์ และเฟอร์ไรต์ โดยที่ปลายคมมีดจะมีโครงสร้างที่เล็กละเอียดกว่าภายใน และเมื่อผ่านการชุบแข็งจะปรากฏโครงสร้างของมาร์เทนไซต์ซึ่งมีความแข็งสูง โดยจะพบมากที่บริเวณคมมีดของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ส่วนอีก 3 จังหวัด ยังคงเหลือโครงสร้างเฟอร์ไรต์อยู่ ซึ่งอาจเป็นผลจากทักษะความชำนาญและภูมิปัญญาของช่างตีมีดในแต่ละท้องถิ่น

### กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ขอบคุณสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม และสาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ คุณประทีป อุ่นสถาน ช่างตีมีดที่ชุมชนบ้านไผ่หนอง ต.ท่าช้าง อ.นครหลวง จังหวัด

พระนครศรีอยุธยา คุณสุทัศน์ วงษ์อินทร์แสง ช่างตีมีดที่ชุมชนบ้านฝายมูล ต.ปากา อ.ท่าม่วง จ.พิจิตร คุณบุญช่วย จอนโพธิ์ ช่างตีมีดที่ชุมชนบ้านบุ ต.ตลาด อ.เมือง จ.พิจิตร นครราชสีมา คุณมนูญ พันธุ์นิล ช่างตีมีดชุมชนบ้านน่านน้อย ต.น่านน้อย อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา และขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม นายอภิสิทธิ์ คบทองกลาง นายประดิษฐ์ กุดนอก นายธนะชัย เนียมตะขบ และนายสุภัทรวิทย์ ศรีนอก ในการดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลส่งผลให้นักวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

1. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). แหล่งเรียนรู้หมู่บ้าน หัตถกรรมมีดอรัญญิก [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ก.ค. 2558]. จาก: <http://fieldtrip.ipst.ac.th/>
2. Rudnicki J, Beer P, Sokołowska A, Marchal R. Low-temperature ion nitriding used for improving the durability of the steel knives in the wood rotary peeling. Journal of Surface and Coatings Technology. 1998;107(1):20-3.
3. Beer P, Rudnicki J, Ciupinski L, Djouadi MA, Nouveau C. Modification by composite coatings of knives made of low alloy steel for wood machining purposes. Journal of Surface and Coatings Technology. 2003;174-175:434-9.
4. Michael RN. The history of the metallographic study of the Japanese sword. Mater Charact. 2000;45(4):253-8.
5. Muneo Y, Toshifumi T, Yochihiro M, Tsuyoshi K, Kunichika K, Taisuke H, Shigekazu M, Takuya O. Study of Japanese sword from a

viewpoint of steel strength. J Alloy Compd. 2013;577:5690-4.

6. ณรงค์ศักดิ์ ธรรมโชติ. ผลของกระบวนการอบชุบความร้อนที่มีต่อโครงสร้างจุลภาคและความแข็งของดาบซามูไร. วารสารวิจัยและฝึกอบรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 2547;8(1):11-15.

7. Chandler H. Heat Teacher's Guide, Practices and Procedures for Iron and Steels. ASM International the Materials Information Society, USA. 1995.

8. Kumar Sinha A. Physical Metallurgy Handbook. McGraw-Hill Company Inc., USA, 2003.