

# การสอบเทียบอุณหภูมิและ การตรวจสอบคุณสมบัติ

ต่อ อาทกบที่แล้ว

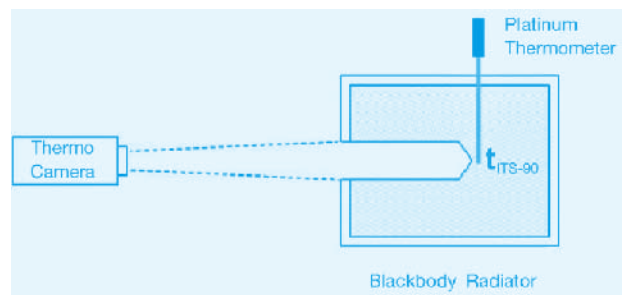
## สอบ เทอร์โมสแกน (อบ)

### 3. การสอบเทียบความถูกต้องในการวัดอุณหภูมิ

ก่อนอื่นผู้ใช้งานเครื่องมือดังกล่าวต้องทราบก่อนว่าต้องการความถูกต้องในการใช้งานระดับใด หากไม่ต้องการทราบผลการวัดอุณหภูมิที่แน่นอน หรือแบบสัมพัทธ์ (Relative) ก็ไม่มีความจำเป็นต้องสอบเทียบในขั้นตอนนี้ แต่หากจำเป็นต้องวัดเพื่อให้ได้ค่าอุณหภูมิที่แน่นอน หรือแบบสัมบูรณ์ (Absolute) แล้วควรจะต้องผ่านการสอบเทียบความถูกต้องก่อนนำไปใช้งาน จากข้อมูลของผู้ผลิตทั่วไปพบว่าเทอร์โมมิเตอร์แบบนี้มีความถูกต้องในระดับ 1 ถึง 2 องศาเซลเซียส หรือ 1 ถึง 2 เปอร์เซ็นต์ของค่าที่อ่านได้ในย่านการวัดอุณหภูมิตั้งแต่ -50 องศาเซลเซียส ถึง 900 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าค่าใดมากกว่า แต่หากต้องการเครื่องมือที่มีความถูกต้องมากกว่านั้น ช่วงการวัดอุณหภูมิก็จะแคบลง เช่น เทอร์โมสแกนที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคจะต้องการความถูกต้องในระดับที่ดีกว่า +0.2 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะการวัดในช่วงอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์อย่างไรก็ดีสิ่งที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ในกรณีนี้เครื่องมือดังกล่าวจะถูกใช้เพื่อคัดกรองผู้ป่วยอย่างหยาบๆ เท่านั้นจึงอาจจะไม่มีความจำเป็นใดๆ ที่จะต้องมีความถูกต้องสูงถึงระดับนั้น แต่อย่างน้อยต้องอยู่ในระดับที่ดีไม่น้อยไปกว่าคุณลักษณะเฉพาะของผู้ผลิตโดยเฉพาะในย่านการวัดอุณหภูมิตั้งแต่ 30 องศาเซลเซียส ถึง 40 องศาเซลเซียส

หลักการสอบเทียบอุณหภูมิของเทอร์โมสแกนแสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งก็เหมือนกับการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรดทั่วไปนั่นเอง กล่าวคือ ติดตั้งเครื่องมือดังกล่าวไว้หน้าตัวแผ่รังสีแบบวัตถุดำ (Blackbody Radiator) หรือ Blackbody calibrator ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสี (Emissivity) เข้าใกล้หนึ่งและมีอุณหภูมิคงที่ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบตัวต้านทานเป็นเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานสำหรับบอกอุณหภูมิของตัวแผ่รังสี ซึ่งสามารถสอบย้อนกลับไปที่

สเกลอุณหภูมินานาชาติ (International Temperature scale 1990, ITS-90) ได้ จากนั้นปรับค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีของตัวเทอร์โมมิเตอร์ให้เท่ากับหนึ่ง แล้วบันทึกค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ตรงจุดกึ่งกลางของ FOV เปรียบเทียบกับอุณหภูมิค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐาน อย่างไรก็ตาม พึงระลึกไว้ว่าขนาดภาพของตัวแผ่รังสีบน FOV จะต้องใหญ่กว่า IFOV ที่ผู้ผลิตบอกมาอย่างน้อยสามเท่า หรือประมาณ 3 พิกเซล X 3 พิกเซล เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่ถูกต้องที่สุด



รูปที่ 4 แสดงหลักการสอบเทียบอุณหภูมิของเทอร์โมสแกนกับตัวแผ่รังสีแบบวัตถุดำในแง่ของคุณค่าอุณหภูมิ ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 15 องศาเซลเซียสถึง 70 องศาเซลเซียส โดยใช้หน้าต่าง

นอกจากนี้ ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการให้สอบเทียบที่ตำแหน่งอื่นๆ ใน FOV เพื่อหาค่าความไม่สม่ำเสมอ (Non-uniformity) ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน โดยอาจแบ่งเป็น 2 กรณีได้ ดังนี้

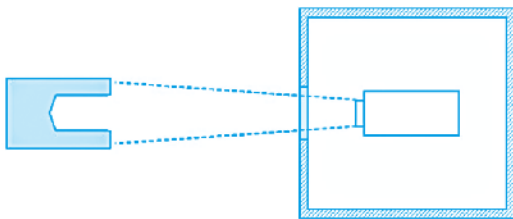
**กรณีที่ 1** ตัวแผ่รังสีมีขนาดเล็ก กล่าวคือ พื้นที่แผ่รังสีไม่สามารถครอบคลุม FOV ทั้งหมดของตัวเทอร์โมมิเตอร์ที่ระยะวัดที่ใกล้ที่สุดได้ การสอบเทียบจะทำได้ทีละตำแหน่งบน FOV โดยตำแหน่งที่จะวัดควรมีจำนวนอย่างน้อย 4 ตำแหน่งตรงขอบของ FOV ทั้งสี่มุมหรือสี่ด้านและอีกหนึ่งตำแหน่งตรงจุดกึ่งกลาง FOV ซึ่งถือเป็นจุดอ้างอิงในการคำนวณค่า

**กรณีที่ 2** ตัวแผ่รังสีมีขนาดใหญ่ กล่าวคือ พื้นที่แผ่รังสีสามารถครอบคลุม FOV ทั้งหมดของตัวเทอร์โมมิเตอร์ที่ระยะวัดที่ใกล้ที่สุดได้ การสอบเทียบจะทำได้ในครั้งเดียวโดยการบันทึกค่าอุณหภูมิจากทุกตำแหน่งบน FOV แล้วนำมาคำนวณค่าความไม่สม่ำเสมอจากผลต่างของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดที่อ่านได้นั้นเอง

ในการคำนวณค่าความไม่แน่นอนรวมของการสอบเทียบให้ใช้ตัวแปรเดียวกันกับการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรดทั่วไป ยกเว้นค่าความไม่แน่นอนเนื่องจากผลจากขนาดของวัตถุ (Size of Source Effect) แต่ให้รวมค่าความไม่แน่นอน เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของตัวเทอร์โมมิเตอร์ที่คำนวณได้จากการวัดลงไปแทนนั่นเอง อย่างไรก็ตามทั้งสองกรณียังคงต้องรวมค่าความไม่แน่นอนเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของตัวแผ่รังสีในการคำนวณไว้เช่นเดิม

#### 4. การทดสอบพลันเน็บบจากอุณหภูมิแวดล้อม

โดยทั่วไปเครื่องมือดังกล่าวอาจจะถูกสอบเทียบภายใต้อุณหภูมิแวดล้อมตั้งแต่ 20 องศาเซลเซียส ถึง 25 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิทำงานปกติของตัวเทอร์โมมิเตอร์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมในช่วงอุณหภูมิดังกล่าวจะมีผลต่อการวัดค่อนข้างน้อย แต่ในสภาวะขณะใช้งานจริงนั้นอาจจะแตกต่างออกไปกล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ค่าที่ได้จากการสอบเทียบอาจจะไม่สามารถนำมาใช้กับการวัดดังกล่าวได้โดยตรง ดังนั้นผู้ผลิต หรือผู้ใช้งานควรจะต้องทดสอบคุณสมบัติดังกล่าวโดยการแปรค่าอุณหภูมิแวดล้อมในช่วงหนึ่งๆ แล้วดูผลที่เปลี่ยนไปนั่นเอง ตัวอย่างการทดสอบคุณสมบัติดังกล่าวสำหรับเครื่องมือที่สามารถวัดและเก็บข้อมูลอุณหภูมิได้อัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงหลักการทดสอบพลันเน็บบเนื่องจากอุณหภูมิแวดล้อมของเทอร์โมสแกน

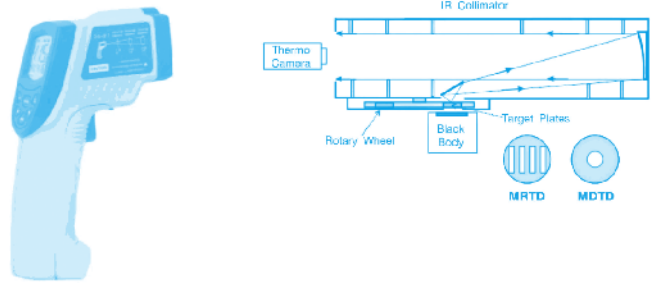
#### 5. การทดสอบคุณสมบัติเชิงแสง

นอกจากการสอบเทียบความถูกต้องในการวัดอุณหภูมิและผลอันเนื่องมาจากอุณหภูมิแวดล้อมแล้ว เครื่องมือดังกล่าวควรจะต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติเชิงแสงโดยการตรวจวัดตัวแปรต่างๆ มาก่อน ตัวอย่างเช่น ตามมาตรฐานการทดสอบของ American Society

for Testing and Materials, ASTM ดังต่อไปนี้

1) ASTM E 1311-99 สำหรับทดสอบ Minimum detectable Temperature difference, MDTD ซึ่งหมายถึง ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิน้อยสุดที่ผู้สังเกตสามารถสังเกตได้ที่ขนาดภาพต่างๆ กัน โดยทั่วไปจะมีค่ามากถ้าภาพมีขนาดเล็ก

2) ASTM E 1213-2002 สำหรับทดสอบ Minimum Resolvable Temperature difference, MRTD ซึ่งหมายถึง ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิน้อยสุดที่ผู้สังเกตสามารถแยกแยะได้ที่ภาพรูปร่างต่างๆ กัน การทดสอบดังกล่าว ตั้งอยู่บนพื้นฐานที่ว่าภาพที่ตัวเทอร์โมมิเตอร์มองเห็นจะต้องมาจากระยะอนันต์ หรืออย่างน้อย 10 เมตร ซึ่งไม่สามารถทำได้สะดวกนักในทางปฏิบัติ ดังนั้น จึงมีการประยุกต์ใช้กระจกเงาในการฉายภาพที่เสมือนว่ามาจากระยะอนันต์แทน ตัวอย่างการทดสอบตัวแปรดังกล่าว แสดงดังรูปที่ 6 โดยการเปลี่ยนขนาดและรูปร่างของตัววัตถุเป้าหมาย



รูปที่ 6 แสดงรูปแบบการวัดค่า MRTD และ MDTD ของเทอร์โมสแกน

อย่างไรก็ตาม รูปแบบการทดสอบดังกล่าวค่อนข้างซับซ้อนในทางปฏิบัติ ดังนั้น ผู้เขียนจึงขอแนะนำให้ทดสอบเครื่องมือดังกล่าวในห้องปฏิบัติการอีกครั้งตามเอกสาร OIML R141 (2008) ทั้งนี้เพราะในความเป็นจริงแล้ว ข้อมูลที่ผู้ผลิตบอกมาเป็นข้อมูลทางเทคนิคคร่าวๆ และไม่สามารถบอกความสามารถในการแยกแยะภาพถ่ายอุณหภูมิ หรือความละเอียดของภาพที่แท้จริงได้ นอกจากนี้แล้วการทดสอบดังกล่าวยังมีประโยชน์ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบความสามารถของเครื่องมือสองตัวที่มีคุณลักษณะเฉพาะเหมือนกันได้เป็นอย่างดี

#### 6. สรุป

เทอร์โมสแกน หรือกล้องถ่ายภาพความร้อนควรที่จะผ่านการสอบเทียบความถูกต้องในการวัดอุณหภูมิและผ่านการทดสอบคุณสมบัติเชิงแสงก่อนนำไปใช้งาน ทั้งนี้ เพื่อให้การนำไปใช้งานสำหรับคัดกรองผู้ป่วยดังกล่าวมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง

ที่มา: จากวารสาร Metrology Info Vol. 12 No.54  
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ