

การจำลองแบบการกระจายอุณหภูมิที่ไม่มีผลิตภัณฑ์ เครื่องปั้นดินเผาอยู่ภายในเตาเผาถ่านเกวียน

Simulation of Temperature Distribution without Products inside a Clay Pottery Kiln at Dan Kwian, Thailand

จาริณี จงปลื้มปิติ (Jarinee Jongpluempiti)¹ *

เกียรติฟ้า ตั้งใจจิต (Kiatfa Tangchaichit)²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระจายอุณหภูมิภายในเตาเผาเครื่องปั้นดินเผาที่หมู่บ้านถ่านเกวียน โดยที่ไม่มีผลิตภัณฑ์อยู่ข้างใน ทำการทดลองเผาโดยใช้เชื้อเพลิงจากไม้ฟืน แล้วนำผลอุณหภูมิที่ได้มาเป็นข้อมูลอ้างอิง เพื่อใช้ในการคำนวณทางด้านพลศาสตร์ของไหล และใช้โปรแกรมทางด้านไฟไนต์เอลิเมนต์ช่วยในการวิเคราะห์แบบจำลองที่สร้างขึ้น จากผลการศึกษาพบว่าขนาดเอลิเมนต์ที่เหมาะสมคือ 100 มิลลิเมตร และทำให้ทราบความเร็วของอากาศร้อนที่ไหลเข้าเตาเผาคือ 0.09 เมตรต่อวินาที ผลของอุณหภูมิที่ได้จากการคำนวณ มีความคลาดเคลื่อนจากการทดลองจริงประมาณ 11.68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้สามารถทำนายการกระจายอุณหภูมิและอธิบายปรากฏการณ์ของการไหลที่เกิดขึ้นจริงในเตาเผาถ่านเกวียนได้

Abstract

The objective of this study was to determine the temperature distribution in an empty clay pottery kiln at Dan Kwian kiln without products. Firewood was used as fuel, and then the results of temperature were referenced to fluid dynamic calculation and analyzed by a finite element program. The sizing results for an element appropriate in this simulation was 100 millimeter and the velocity of the hot air flow into the kiln was 0.09 meters per second. The error of the temperature calculated from the actual experimental data was about 11.68 percent. This model can predict the temperature distribution and explain the phenomena of actual flow in a clay pottery kiln at Dan Kwian, Thailand.

คำสำคัญ: แบบจำลอง การกระจายอุณหภูมิ เตาเผาถ่านเกวียน

Keywords: Simulation, Temperature Distribution, Dan Kwian Kiln

¹ นักศึกษาปริญญาเอก ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* Corresponding author, e-mail: nui.jarinee@gmail.com

บทนำ

เครื่องปั้นดินเผาถ่านเกวียนตั้งอยู่ที่ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา ผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายเริ่มมาจากการที่พ่อค้ามาพักเกวียน แล้วนำดินจากริมฝั่งลำน้ำมูลมาทำภาชนะต่างๆ และด้วยคุณสมบัติพิเศษของภาชนะทั้งด้านรูปร่าง สีสนและความคงทนต่อการใช้งาน จึงทำให้ภาชนะดินถ่านเกวียนเป็นที่นิยมชมชอบของผู้คนและเป็นที่รู้จักของคนทั่วไป จนกระทั่งได้รับความนิยมอย่างยั่งยืน จึงกลายเป็นสินค้าส่งออกของจังหวัดนครราชสีมา

ดินถ่านเกวียนเป็นดินที่มีคุณสมบัติพิเศษ ซึ่งเป็นดินเหนียวเนื้อละเอียดที่นำมาจากริมฝั่งแม่น้ำมูล ชาวบ้านในพื้นที่เรียกว่า “กุด” (ลักษณะลำน้ำที่คดเคี้ยว) ดินดังกล่าวง่ายต่อการขึ้นรูปและทนทานต่อการเผา ไม่บิดเบี้ยวหรือแตกหักง่าย และที่น่าสนใจอย่างยิ่งคือดินนี้เมื่อเผาจะให้สีโดยธรรมชาติเป็นสีแดงซึ่งสันนิษฐานว่าน่าจะเกิดจากธาตุเหล็ก (Iron Oxide) หรือสนิมเหล็กที่มีอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก ในสมัยโบราณ ชาวบ้านจะขุดเตาบริเวณจอมปลวกกลิ้งลงไปใต้ดินโดยใช้ปากปล่องจอมปลวกเป็นปล่อง

เตา เรียกว่า “เตาทูเรียง” แต่ในปัจจุบันนิยมใช้เตาเผาซึ่งทำจากอิฐดิบและยังคงสภาพลักษณะของเตาเป็นแบบดั้งเดิมอยู่ (ด่านเกวียน, 2552) ส่วนในด้านเชื้อเพลิงที่นำมาเผาเป็นไม้ชนิดต่างๆ ที่สามารถหาได้ในบริเวณพื้นที่ป่าใกล้เคียง แต่ในปัจจุบันนี้ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ราคาไม้ฟืนมีราคาสูงขึ้น ต้นทุนในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาจึงต้องมีการแพงขึ้นตามไปด้วย (เกียรติฟ้า และ ปรกรณ์วิศว์, 2549)

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีแนวคิดเพื่อศึกษาลักษณะการไหลของอากาศร้อนภายในเตาที่ไม่มีผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาอยู่ข้างใน โดยการสร้างแบบจำลองและใช้โปรแกรมทางไฟไนต์เอลิเมนต์ช่วยในการวิเคราะห์ให้ได้แบบจำลองของเตาเผาที่มีลักษณะการไหลของอากาศร้อนภายในเตาที่ใกล้เคียงกับการทดลองจริงมากที่สุด เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นและแนวทางในการพัฒนาการเผาเครื่องปั้นดินเผาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลดความสิ้นเปลืองพลังงานจากการใช้เชื้อเพลิงไม้ และเป็นข้อมูลอ้างอิงในการหาเชื้อเพลิงอื่นมาทดแทนเชื้อเพลิงไม้

วิธีการศึกษา

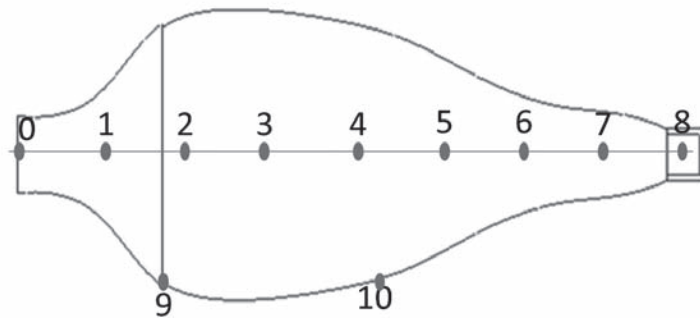
1. การทดลองเพื่อวัดผลและเก็บข้อมูล

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลของอุณหภูมิที่กระจายเข้าสู่ภายในเตาเผา (รูปที่ 1) โดยเตาเผาที่ทำการทดลองมีความยาวประมาณ 8 เมตร ปากเตามีลักษณะเป็นครึ่งวงรีกว้าง 0.95 เมตร สูง 0.7 เมตร บริเวณลำตัวเตามีความกว้างประมาณ 3 เมตร สูงประมาณ 2 เมตร และปล่องไฟกว้าง 0.4 เมตร ยาว 0.5 เมตรโดยเลือกศึกษาและทดลองช่วงการเผาในช่วงไฟกลางหรือที่ชาวบ้านเรียกว่า “อูด” ซึ่งในช่วงนี้จะมีอุณหภูมิของเปลวไฟประมาณ 300 - 900 องศาเซลเซียส การไหลของอากาศในเตาเป็นไปโดยอิสระ ภายในเตาไม่มีผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา และใช้ไม้ฟืนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 - 15 เซนติเมตร เป็นเชื้อเพลิง โดยการทดลอง

เริ่มจากการติดตั้งเครื่องมือวัด อุณหภูมิชนิด K (Thermocouple type K) บริเวณหลังเตาที่มีระยะห่างเท่ากัน (ขวลิต และกุลเชษฐ์, 2548) มีความลึกจากปลายเครื่องมือวัดถึงผนังเตาด้านในประมาณ 10 เซนติเมตร ทำการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิตั้งแต่หน้าเตาไปจนถึงปล่องควันไฟทั้งหมด 8 จุด และติดตั้งบริเวณช่องด้านข้างเตาอีก 2 จุด (รูปที่ 2) แล้วนำปลายสายอีกด้านไปต่อเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูล (Data logger) หลังจากนั้นทำการเผาไม้ฟืนประมาณ 35 กิโลกรัมบริเวณด้านหน้าปากเตาเพื่อให้มีอุณหภูมิประมาณ 800 องศาเซลเซียส โดยได้กำหนดเวลาการทดลองตั้งแต่เริ่มทำการเผาไม้ฟืนแล้วทำการจับเวลาจนถึง 2 ชั่วโมง



รูปที่ 1. เตาเผาดินถ่านเกรียน

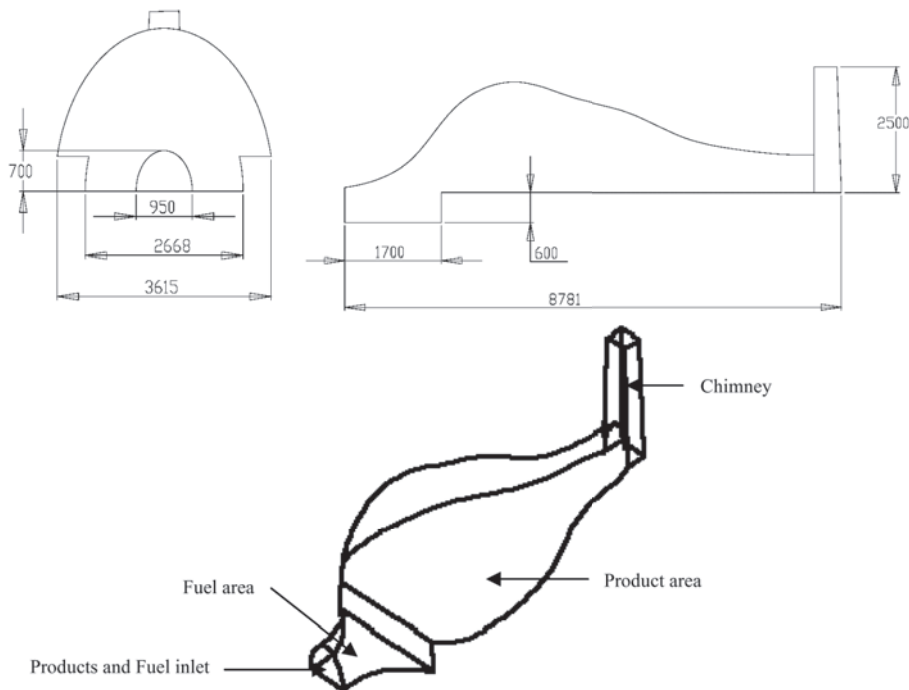


รูปที่ 2. ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ

2. การสร้างแบบจำลอง

ขนาดของแบบจำลองได้จากการวัดขนาดเตาเผาถ่านเกรียนที่ใช้จริง โดยทำการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม SolidWorks 2008 (รูปที่ 3) คล้ายรูปครึ่งวงรี การจำลองเป็นการวิเคราะห์เชิงตัวเลข โดยการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล (Nantawan, Weibiao and Thomas, 2004) และอาศัยโปรแกรมทางด้านไฟไนต์เอลิเมนต์ช่วยในการวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น (พิศิษฐ์ และเดช, 2548) โดยกำหนดสารทำงานเป็น

อากาศ ที่ความหนาแน่นคงที่และการไหลเป็นแบบสภาวะคงตัว (Steady State) เงื่อนไขขอบเขตของการคำนวณคือ แบ่งเอลิเมนต์เป็นแบบปริมาตร (tetrahedral) บริเวณทางเข้าเป็นผนังกำเนิดความร้อน (ซึ่งแทนไฟหน้าเตาขณะทำการเผาเครื่องปั้นดินเผา) กำหนดเป็น Velocity inlet ส่วนบริเวณทางออกกำหนดเป็น Pressure outlet และใช้สมการคำนวณเป็นแบบจำลองการไหลปั่นป่วน (Turbulence model) หรือ Standard k- ϵ model



รูปที่ 3. แบบจำลองเตาเผาต้านเกรียน

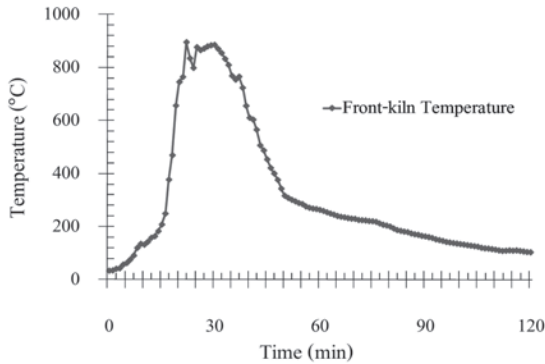
สมมติฐานที่ใช้ในการจำลองแบบคือ พิจารณาเตาเผาอยู่ในสภาวะไม่คงตัว ไม่คำนึงถึงผลกระทบการแผ่รังสีในเตาเผา คุณสมบัติของของไหลมีความต่อเนื่องทั้งเตาเผา การไหลเป็นแบบปั่นป่วน (อภยวงศ์และวีระ, 2550) เงื่อนไขอุณหภูมิทางเข้าของกระแสอากาศร้อนได้ใช้ข้อมูลจากการวัดซึ่งจะเป็นฟังก์ชันของเวลา (M.G. Rasul and D. Saotayan, 2007) และกำหนดให้มีค่าเงื่อนไขเริ่มต้นคือ อุณหภูมิของอากาศร้อนบริเวณหน้าปากทางเข้าเตาและอุณหภูมิของอากาศภายในเตาเผา อ้างอิงตามผลที่ได้จากการทดลอง ตัวแปรที่ทำการศึกษาในครั้งนี้คือ ขนาดของเอลิเมนต์ โดยทำการศึกษาที่ 40, 60, 80, 100, 120, 140 และ 160 มิลลิเมตร เนื่องจากการแบ่งขนาดของเอลิเมนต์มีผลต่อค่าความถูกต้องของข้อมูลที่คำนวณได้ จึงต้องหาขนาดของเอลิเมนต์ที่เหมาะสมเพื่อความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้น (J. Durakovic and S. Delalic, 2006) และเมื่อได้ขนาดเอลิเมนต์ที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการหาความเร็วของอากาศร้อนที่ไหลเข้าเตาโดยการสุ่มจนกว่าผลของอุณหภูมิในแต่ละจุดมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองจริง

ผลการศึกษา

1. ผลการทดลองเพื่อวัดผลและเก็บข้อมูล

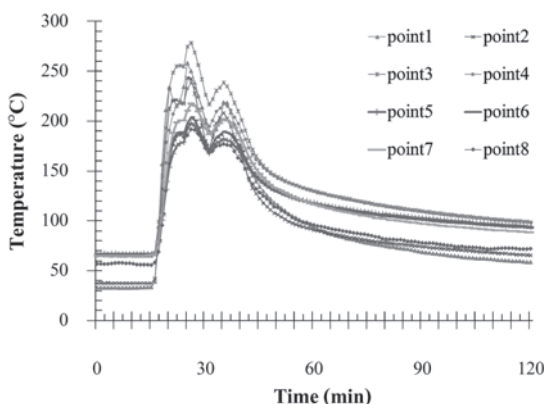
จากการเผาไหม้ไม้พินบริเวณหน้าปากทางเข้าเตาเพื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิภายในเตาเผาที่ไม่มีผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นอยู่ข้างในให้สูงขึ้น โดยได้ทำการบันทึกอุณหภูมิบริเวณหน้าเตาเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เริ่มทำการเผาไหม้ไม้พิน ในช่วงแรกอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยอย่างต่อเนื่อง หลังจากเผาไหม้ไม้พินจนเริ่มเป็นถ่านอุณหภูมิจึงสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และเมื่อไม่ได้ทำการเติมเชื้อเพลิงจึงทำให้อุณหภูมิเริ่มลดลงอย่างต่อเนื่องที่เวลา 35 นาที เป็นต้นไป ดังกราฟผลการทดลอง (รูปที่ 4) บริเวณนี้มีอุณหภูมิสูงที่สุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้เชื้อเพลิงมากที่สุด

ในขณะเดียวกันเครื่องบันทึกข้อมูลได้เก็บผลการทดลองภายในเตาเผา (รูปที่ 5) พบว่าภายในเตาเผาอุณหภูมิเริ่มต้นประมาณ 60 องศาเซลเซียส ในช่วง 15 นาทีแรกอุณหภูมิของเปลวไฟเพิ่มขึ้นไม่มากนัก เนื่องจากว่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงนำไปใช้ในการลด



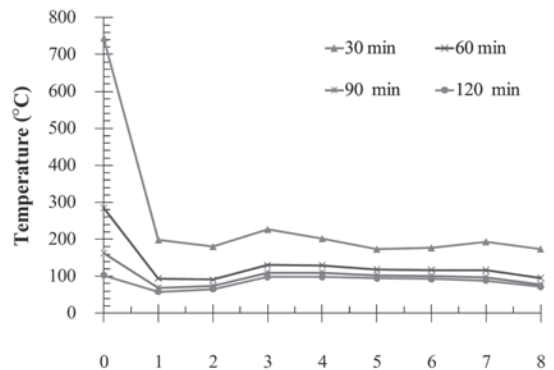
รูปที่ 4. อุณหภูมิบริเวณปากทางเข้าเตาเผา

ความชื้นที่มีอยู่ภายในไม้ฟืน จึงทำให้อุณหภูมิภายในเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่หลังจากที่กำจัดความชื้นออกไปแล้วนั้น ที่เวลาผ่านไป 20 นาที อุณหภูมิบริเวณหน้าเตาเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว มีค่ามากกว่า 800 องศาเซลเซียส ส่งผลให้อุณหภูมิภายในเตาแต่ละจุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นกัน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 260 องศาเซลเซียส ณ ตำแหน่งที่ 3 และเมื่อเวลาผ่านไป 35 นาที พลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ไม้ฟืนลดลง เนื่องจากมีเชื้อเพลิงที่เกิดจากการเผาเปลือกไม้ฟืนปกคลุมอยู่ จึงต้องเชื้อให้เชื้อเพลิงหลุดลงไปใต้กองถ่าน หลังจากนั้นหากสังเกตจากกราฟ พบว่าอุณหภูมิบริเวณหน้าปากทางเข้าและภายในเตามีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปอุณหภูมิทุกจุดก็มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากไม่มีการเติมเชื้อเพลิงจึงทำให้พลังงานที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงลดลงอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 5. ผลของอุณหภูมิภายในเตาเผาแต่ละตำแหน่ง

เมื่อนำอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งที่ทำการติดตั้ง Thermocouple แสดงเปรียบเทียบกันที่ระยะเวลาต่างๆ (รูปที่ 6) หมายเลข 0 เป็นตำแหน่งของอุณหภูมิหน้าเตา ซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุด อากาศร้อนมีการถ่ายเทความร้อนโดยการพาแบบอิสระ แนวโน้มของการไหลของอากาศร้อนที่เวลาต่างๆ มีลักษณะเช่นเดียวกัน ทำให้ทราบว่าอุณหภูมิภายในเตาเผาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของเปลวไฟที่ได้จากการเผาไหม้และระยะเวลาการเผาไหม้



รูปที่ 6. การเปรียบเทียบอุณหภูมิ
ในแต่ละตำแหน่งที่เวลาต่างๆ

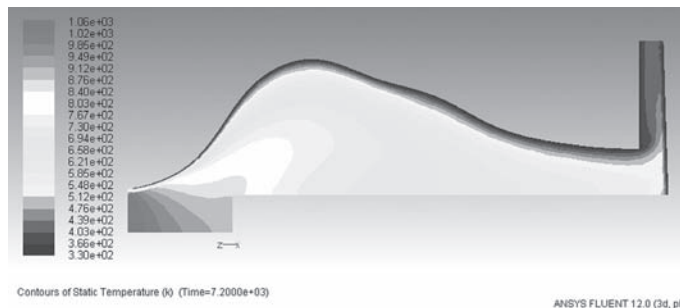
2. ผลของแบบจำลอง

หลังจากที่ได้ทำการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Solidworks 2008 แล้ว ทำการคำนวณโดยใช้โปรแกรมทางด้านไฟไนต์เอลิเมนต์และพลศาสตร์ของไหล ซึ่งนำผลของอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองมาเป็นข้อมูลอ้างอิง เช่น อุณหภูมิของเปลวไฟบริเวณปากทางเข้า อุณหภูมิภายในเตาเผาและเวลาในการทดลอง เพื่อให้การคำนวณได้ผลถูกต้อง หลังจากทำการเปลี่ยนเอลิเมนต์ขนาดต่างๆ พบว่าที่ขนาด 120, 140 และ 160 มิลลิเมตร มีความละเอียดลดลงตามลำดับ จึงทำให้ประสิทธิภาพของเอลิเมนต์ต่ำ และที่ขนาดเอลิเมนต์ 40, 60 และ 80 มิลลิเมตร มีความละเอียดเพิ่มขึ้นเมื่อลดขนาดของเอลิเมนต์ลง แต่ประสิทธิภาพก็ยังมีค่าต่ำกว่าที่ขนาด 100 มิลลิเมตร (พิจารณาจากค่า Skewness ที่อยู่ในโปรแกรม) ดังนั้นจึงเลือกขนาด 100 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดใน

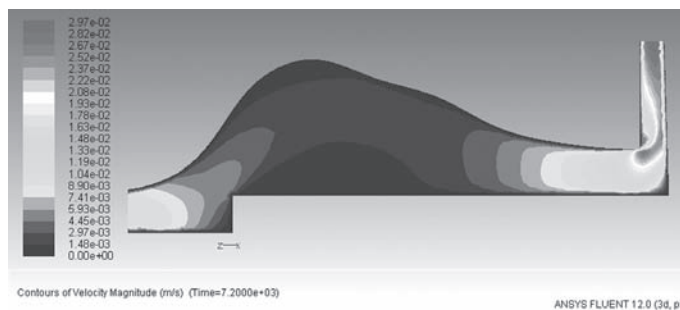
ทดลองนี้ เมื่อได้ขนาดเอลิเมนต์ที่เหมาะสมแล้ว จึงหาความเร็วของอากาศร้อนที่ไหลเข้าไปภายในเตา ตัวชี้วัดเป็นผลของอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่ง ซึ่งต้องมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดลอง พบว่าอากาศร้อนที่ไหลเข้าไปภายในเตามีความเร็ว 0.09 เมตรต่อวินาที เห็นได้ว่ากระแสของอากาศร้อนที่ไหลเข้าสู่เตาค่อนข้างช้า อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิและความดันที่อยู่ภายในกับสิ่งแวดล้อม พิจารณาได้จากรูปแบบการไหลของอุณหภูมิ ความเร็วและความดัน (รูปที่ 7, 8 และ 9 ตามลำดับ)

ลักษณะการกระจายอุณหภูมิ บริเวณหน้าเตาจะมีอุณหภูมิสูงที่สุดและลดลงตามลำตัวเตา ส่วนบริเวณที่

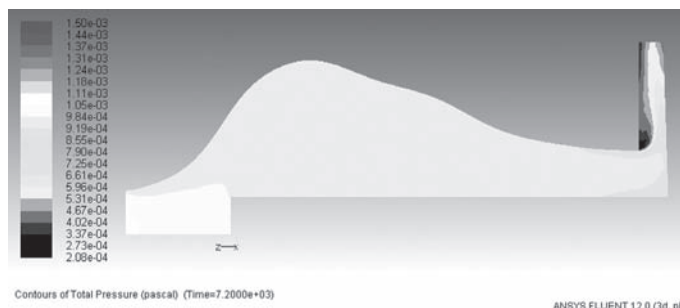
อยู่ใกล้กับผนังเตาจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายใน เนื่องจากผนังเตามีความหนาประมาณ 30 เซนติเมตร จึงทำหน้าที่เป็นฉนวนกั้นความร้อนเป็นอย่างดี และในขณะเดียวกันความเร็วของอากาศร้อนที่เคลื่อนที่เข้าไปภายในเตาค่อนข้างช้า เนื่องจากการพาความร้อนแบบอิสระ การเคลื่อนที่จึงอาศัยจากแรงลอยตัวของอากาศที่อยู่ภายในเตา แต่บริเวณปล่องไฟจะมีความแตกต่างของอุณหภูมิมาก ความเร็วส่วนนี้จึงเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว ส่วนผลของความดัน เห็นได้ว่าภายในเตามีความแตกต่างกันน้อยมาก เมื่อเทียบกับปล่องไฟที่มีความแตกต่างของความดันภายในเตากับสิ่งแวดล้อมภายนอก จึงทำให้อากาศเคลื่อนที่หรือกระจายทั่วเตาได้



รูปที่ 7. รูปแบบการไหลของอุณหภูมิภายในเตาเผาดินต้านเกรียน



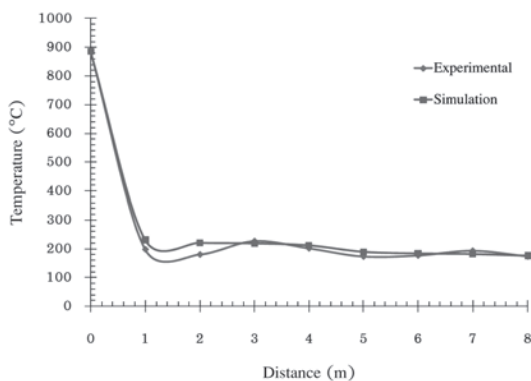
รูปที่ 8. รูปแบบการไหลของความเร็วภายในเตาเผาดินต้านเกรียน



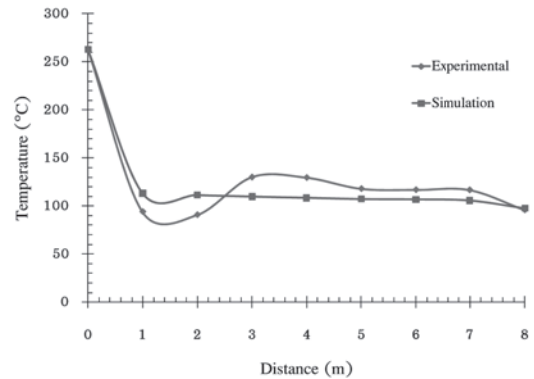
รูปที่ 9. รูปแบบการไหลของความดันภายในเตาเผาดินต้านเกรียน

3. การเปรียบเทียบผลจากการทดลอง กับแบบจำลอง

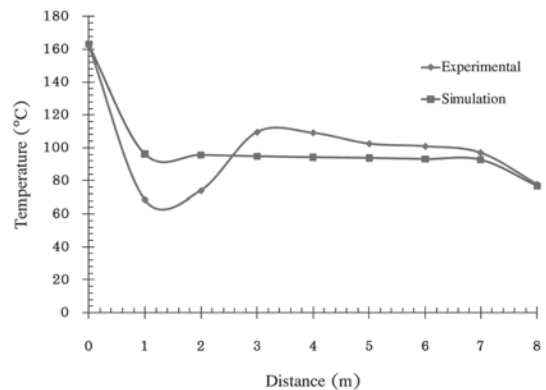
เพื่อความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นจึงได้มีการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลจากแบบจำลอง โดยได้เปรียบเทียบพฤติกรรมกราฟของอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 30, 60, 90 และ 120 นาที (รูปที่ 10, 11, 12 และ 13 ตามลำดับ) ผลการเปรียบเทียบพบว่าที่เวลาผ่านไปต่างๆ อุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งของแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนไปจากการทดลองจริงอยู่ประมาณ 7.04, 11.10, 13.20 และ 15.41 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อพิจารณาลักษณะของเส้นกราฟที่ได้จากการคำนวณแบบจำลอง เห็นได้ว่ามีแนวโน้มลดลงตามตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิ สำหรับการทดลองจริงเส้นกราฟมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน แต่ตำแหน่งที่ 1 และ 2 มีอุณหภูมิต่ำกว่าตำแหน่งอื่นและไม่เหมือนกับแบบจำลอง อาจเนื่องมาจากการติดตั้งเครื่องมือวัดในตำแหน่งที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงรอยต่อของปากและตำแหน่งที่ 2 เป็นส่วนหัวเตาซึ่งมีความลาดเอียง การเจาะเตาเพื่อติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิค่อนข้างยาก จึงทำให้การติดตั้งไม่ตรงตามที่ต้องการ ทั้งแนวตั้งฉากและความลึกของเครื่องมือวัดที่อยู่ภายในเตา ทำให้ส่วนปลายของเครื่องมือวัดอยู่ใกล้กับผนังมาก และอาจเกิดจากทิศทางของอากาศร้อนส่วนใหญ่พุ่งชนกับลำตัวเตา จึงทำให้ตำแหน่งดังกล่าวได้รับความร้อนต่ำกว่าตำแหน่งอื่น และเมื่อเฉลี่ยค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองตลอดลำตัวเตามีค่าประมาณ 11.68 เปอร์เซ็นต์



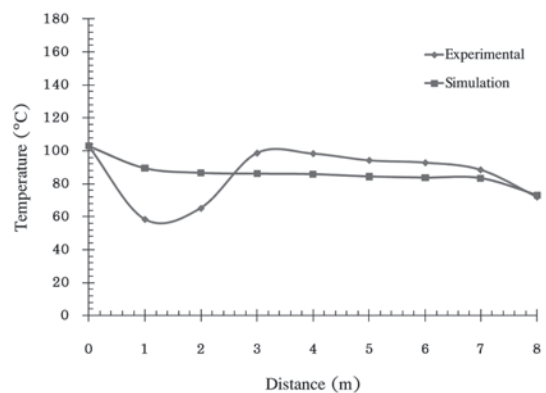
รูปที่ 10. การเปรียบเทียบผลการทดลอง
กับแบบจำลองที่เวลา 30 นาที



รูปที่ 11. การเปรียบเทียบผลการทดลอง
กับแบบจำลองที่เวลา 60 นาที



รูปที่ 12. การเปรียบเทียบผลการทดลอง
กับแบบจำลองที่เวลา 90 นาที



รูปที่ 13. การเปรียบเทียบผลการทดลอง
กับแบบจำลองที่เวลา 120 นาที

โดยความคลาดเคลื่อนเกิดมาจากเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ไม่สามารถตั้งให้ตรงได้ เนื่องจากว่าผนังเตาเผานั้นมีความแข็งมากและมีความหนาประมาณ 30 เซนติเมตร ทำให้ต้องเจาะบริเวณรอยต่อของวัตถุนั้นๆ จึงทำให้เครื่องมือวัดเอียงและบางจุดไม่สามารถติดตั้งให้ลึกลงไปในระดับที่ต้องการ 10 เซนติเมตร ตามที่ต้องการได้ นอกจากนี้ลักษณะของเตาจริงและเตาจำลองที่สร้างขึ้นยังมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถสร้างให้เหมือนจริงได้ เพราะเตาจริงมีบางจุดที่ชำรุดแล้วมีการซ่อมแซมจึงทำให้ลักษณะของเตาเปลี่ยนไป

สรุปผลการทดลอง

การทดลองเพื่อหาการกระจายอุณหภูมิภายในเตาเผาถ่านเกวียนในกรณีที่ไม่มีผลิตภัณฑ์อยู่ข้างใน โดยการใช้ไม้พินเป็นเชื้อเพลิง แล้วนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้ในการคำนวณทางด้านพลศาสตร์ของไหลโดยใช้โปรแกรมทางด้านไฟไนต์เอลิเมนต์ช่วยในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้แบบจำลองเตาเผาถ่านเกวียนที่มีความถูกต้อง ขนาดของเอลิเมนต์ที่เหมาะสมคือ 100 มิลลิเมตร เนื่องจากเป็นขนาดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อเทียบกับขนาดอื่นๆ ความเร็วของอากาศร้อนที่ไหลเข้าเตา 0.09 เมตรต่อวินาที ซึ่งผลของอุณหภูมิที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม มีความคลาดเคลื่อนจากการทดลองจริงเฉลี่ย 11.68 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นแบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้สามารถทำนายการกระจายอุณหภูมิและอธิบายปรากฏการณ์ของการไหลที่เกิดขึ้นจริงในเตาเผาถ่านเกวียน เพื่อนำไปเป็นแนวทางปรับปรุงวิธีการเผาเครื่องปั้นดินเผา และใช้เชื้อเพลิงให้ลดลง นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการนำเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ มาเป็นพลังงานทดแทนได้โดยการศึกษาจากรูปแบบการไหลของอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งเมื่อเวลาผ่านไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- เกียรติฟ้า ตั้งใจจิต และ ปกรณ์วิศว์ ปัตถา. 2549. การศึกษาการกระจายอุณหภูมิและความเร็วลมในเตาเผาถ่านเกวียนที่เกิดจากการเจาะช่องสี่เหลี่ยมที่ผนังด้านข้าง. *วิศวกรรมสาร มข.* 33 (31). 271 – 286.
- ขวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์ และ กุลเชษฐ์ เพียรทอง. 2548. การกระจายตัวของอุณหภูมิในเตาเผาเครื่องปั้นดินเผาที่ใช้ไม้พินเป็นเชื้อเพลิง. *การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1.* AE04-1 – AE04-5. ถ่านเกวียน. [ม.ป.ป.]. *อาณาจักรเครื่องปั้นดินเผา ถ่านเกวียน* [ออนไลน์]. [อ้างเมื่อ 25 ตุลาคม 2552]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.dankwian.com>.
- พิศิษฐ์ นาคประเสริฐ และ เดช ดำรงศักดิ์. 2548. การจำลองการไหลของอากาศร้อนในเตาเผาอิฐ โดยการเปลี่ยนตำแหน่งช่องทางออกก๊าซร้อน. *การประชุมวิชาการ การถ่ายทอดพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนครั้งที่ 5.* 207 – 212.
- อภัยวงศ์ จันทร์ช่างพูด และ วีระ จันทร์วัฒนะ. 2550. การจำลองแบบการกระจายอุณหภูมิและความเร็วของกระแสอากาศร้อนในห้องอบรมควันยางแผ่นดิบโดยใช้การคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 21.* 1041 – 1047.

- J. Durakovic and S. Delalic. 2006. Temperature field analysis of tunnel kiln for brick production. **RMZ – Materials and Geoenvironment**. 53 (3). 403 – 408.
- M.G. Rasul & D. Saotayanan. 2007. Modeling and simulation of thermodynamic processes of vertical shaft kiln used for producing deadburned magnesia. **International Journal of Energy and Environment**. 1(1). 37 – 44.
- Nantawan Therdthai, Weibiao Zhou & Thomas Ademczak. 2004. Three-dimesional CFD modelling and simulation of the temperature profiles and airflow patterns during a continous industrial baking process. **Journal of Food Engineering**. 64. 599 – 608.