บทที่ 1 เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับเทคนิคการจำลองแบบการไหล (SOLIDWORKS Flow Simulation)

เรียบเรียงโดย รศ.ดร.เกรียงไกร แซมสีม่วง สาขาวิศวกรรมเกษตรอุตสาหกรรม

โปรแกรม SOLIDWORKS Flow Simulation เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการจำลองแบบของไหล การถ่ายโอนความร้อน และการถ่ายโอนกำลังของของเหลว ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญมากสำหรับการออกแบบจากโปรแกรมเพื่อขับเคลื่อนไปสู่ความสำเร็จทางด้านวิศวกรรม โดยตัวโปรแกรมนั้นจะมีการจำลองการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational fluid dynamics, CFD) ที่มีความซับซ้อนสูงและช่วยให้ผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรมได้ใช้การจำลองนี้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเชิงเทคนิคได้อย่างถูกต้อง

1.1 ประวัติ และความเป็นมาของการจำลองแบบการไหล

โปรแกรมที่ช่วยในการจำลองแบบของไหล มีด้วยกัน 3 โมดูล แบ่งออกได้ดังนี้

1.1.1 SOLIDWORKS Flow Simulation Module

เป็นโมดูลที่จะช่วยในการจำลองการไหลของของเหลว และถ่ายเทความร้อนได้อย่างง่ายดาย ซึ่งสิ่งนี้เป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างมากสำหรับงานออกแบบทางวิศวกรรมสมัยใหม่ และด้วยความสามารถในการฝังตัวในโปรแกรม SOLIDWORKS 3D CAD Flow Simulation และเครื่องมือ CFD นั้น จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถที่จะจำลองการไหลของเหลวและก๊าซในสภาวะจำลองที่มีเงื่อนไขเสมือนจริง หรือทดสอบในสถานการณ์ที่เป็นเงื่อนไขเฉพาะเจาะจงตามที่ผู้ใช้งานต้องการ ไม่ว่าจะเป็นการไหลของของเหลว การถ่ายเทความร้อน และแรงที่เกี่ยวข้องรอบๆ ภาพประกอบนั้นๆ นอกเหนือไปจากนี้แล้วยังมีโมดูล HVAC และโมดูล Electronic Cooling ที่จะนำเสนอความสามารถในการจำลองการไหลเพิ่มเติมสำหรับการวิเคราะห์ในรายละเอียดขั้นสูงต่อไป อาทิเช่น การวิเคราะห์ของไหลอัดตัวได้ การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อน การวิเคราะห์การไหลภายในและภายนอกระบบ การวิเคราะห์การไหลราบเรียบและการไหลปั่นป่วน การวิเคราะห์การไหลที่มีความหนืดไม่คงที่ การวิเคราะห์ความแข็งแรงของชิ้นงานที่มีโหลดจากของไหล การวิเคราะห์ของไหลที่ผ่านอุปกรณ์ที่มีการหมุน การวิเคราะห์พฤติกรรมการไหลในแต่ละช่วงเวลาที่ต้องการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ของไหลที่มีพื้นผิวการไหลอิสระ และสุดท้ายการวิเคราะห์กำลังของเสียงเป็นต้น

1.1.2 SOLIDWORKS Flow Simulation with Electric Cooling Module

เป็นโมดูลที่จะสามารถทำการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการระบายความร้อนสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมกันในขั้นตอนการออกแบบด้วย โดยที่ Electronic Cooling Module ใน add-in นี้ โปรแกรมที่ช่วยในการจำลองแบบของไหลยังได้รวมโมเดลอิเล็กทรอนิกส์เสมือน และ extensive materials library สำหรับการจำลองการไหลของความร้อน โดยที่ความสามารถที่เพิ่มเติมขึ้นนั้น ได้แก่ การวิเคราะห์การระบายความร้อนโดยใช้ท่อนำความร้อน การวิเคราะห์ความร้อนที่เกิดจากตัวต้านทานและตัวนำไฟฟ้า การวิเคราะห์ความร้อนในแผ่น PCB และสุดท้ายฐานข้อมูลทางวิศวกรรม Electric Cooling เป็นต้น

1.1.3 SOLIDWORKS Flow Simulation with HAVC Application Module

เป็นโมดูลที่จะสามารถทำการประเมินลักษณะของการไหลของแก๊ส และอุณหภูมิ ในการทำงานในสภาวะแวดล้อมจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการออกแบบโดยการใช้ HVAC applications module ด้วย add-in โดยโปรแกรมที่ช่วยในการจำลองแบบของไหลได้รวมความสามารถในการจำลองเอาไว้โดยความสามารถเพิ่มเติมนั้น ได้แก่ การวิเคราะห์พารามิเตอร์ในสภาวะสบายของระบบปรับอากาศ การวิเคราะห์การแผ่รังสี การวิเคราะห์ฝุ่นควันในอากาศ และสุดท้ายฐานข้อมูลวิศวกรรมใน HVAC เป็นต้น

1.2 ความหมายของการจำลองแบบการไหล

การจำลองการไหลในคอมพิวเตอร์ด้วยเทคนิคการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics, CFD) เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์บนคอมพิวเตอร์ ที่สามารถมองเห็นลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศในสภาวะหนึ่งๆ และสามารถทำนายสภาวะเชิงความร้อน ความเร็ว หรือทิศทางของอากาศได้ และยังช่วยในการออกแบบทางงานอุตสาหกรรมเฉพาะได้เป็นอย่างดี ซึ่งการจำลองการไหลในรูปแบบต่างๆ นั้น อาจจะทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมานั้นเปลี่ยนไปด้วย ในปี ค.ศ. 1995 หวัง (Wang) ได้พัฒนาการสร้างแบบจำลองห้องแช่แข็ง ในปี ค.ศ. 1997 เดวี่ และ แฟม (Davey and Pham) ได้พัฒนาการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์บนคอมพิวเตอร์ของการแช่เย็น ต่อมาในปี ค.ศ. 1998 โคเทลลา (Cotella) และคณะ ได้พัฒนาการสร้างแบบจำลองตู้แช่เย็น ต่อมาในปี ค.ศ. 1999 ฮู (Hu) และคณะ ได้พัฒนาการสร้างแบบจำลองของการเป่าลมเย็นและการทำความเย็นสุญญากาศ ต่อมาในปี ค.ศ. 2003 ปราโมทย์ และคณะ ได้มีการพัฒนาการเปลี่ยนแปลงรูปแบบได้ง่ายบนเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถทำได้ในระยะเวลาที่สั้นๆ ทำให้กระบวนการออกแบบนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแบบเดิมๆ ที่ต้องมีการทดลอง นอกจากนี้ในปี ค.ศ. 2006 จิง (Jing) และคณะ ได้มีการพัฒนา CFD ในอุตสาหกรรมอาหารอาจช่วยให้เข้าใจรูปแบบของความร้อนและการถ่ายเทมวลในอาหารระหว่างกระบวนการทำความเย็น มีการใช้งานทั่วไปของ CFD ในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น

1.3 ความสำคัญของการจำลองแบบการไหลในงานวิศวกรรมสมัยใหม่

1.3.1 การจำลองการไหลของอากาศผ่านโครงสร้างของอาคารสูง

ในยุคปัจจุบันนั้น งานวิศวกรรมโยธา และงานสถาปัตยกรรม มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตคนเรา โดยเฉพาะในส่วนของงานออกแบบอาคาร และระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของความปลอดภัย ความแข็งแรง ความสะดวกสบายต่อการใช้งาน และความสวยงามควบคู่กันไปด้วย อาทิเช่น การออกแบบสิ่งปลูกสร้างให้มีความสวยงามและความแข็งแรง ทนทานต่อแรงกระทำทางอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) การออกแบบโครงสร้างสะพานที่สามารถทนได้ต่อการไหลของน้ำในแม่น้ำ (Hydrodynamic) การออกแบบตกแต่งภายในอาคารสำนักงานโดยให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก เป็นต้น โดยที่ตัวอย่างเหล่านี้นั้นจะต้องอาศัยหลักการของศาสตร์ของการคำนวณด้านกลศาสตร์ของไหล (Fluid mechanics) เข้ามาช่วยในการทำนายพฤติกรรมการไหลของของไหลผ่านวัตถุต่าง ๆ ซึ่งจะมีความยุ่งยาก และความซับซ้อนสูงเป็นอย่างยิ่ง แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันนี้นั้นได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้าน Computational Fluid Dynamics (CFD) ซึ่งเป็นศาสตร์ของการทำนายพฤติกรรมการไหลของของไหลเพื่อจุดประสงค์ในการหาค่าความเร็ว ค่าความดัน และค่าอุณหภูมิ เป็นต้น ในการจำลองแบบการไหลบนเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น สามารถที่จะทำการจำแนกย่อย ๆ ได้อีกหลายวิธีการ ซึ่งหนึ่งในวิธีการนั้นก็คือ Lattice Boltzmann Method ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยมีข้อดีเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ ดังนี้ ไม่จำเป็นต้องสร้างโครงข่ายย่อย (Mesh) บนวัตถุหรือของไหล ช่วยลดระยะเวลาในการเตรียมการวิเคราะห์ปัญหาหรือกำหนดเงื่อนไขขอบเขต ต่อมาสามารถที่จะทำการคำนวณปัญหาการไหลที่มีการเคลื่อนที่ของวัตถุภายในของไหลได้โดยง่าย นอกจากนี้แล้วยังจะสามารถสร้างแบบจำลองการไหลของน้ำแบบ Free Surface Flow ได้อย่างรวดเร็วอีกทางหนึ่ง เป็นต้น

1.4 ประเภทและชนิดของการจำลองแบบการไหล

SOLIDWORKS® Flow Simulation เป็นโปรแกรมช่วยในการคำนวนจำลองแบบการไหล Computational Fluid Dynamics (CFD) ที่ใช้งานง่ายซึ่งฝังอยู่ในซอฟแวร์ที่สามารถจะช่วยให้คุณสามารถจำลองการไหลของของเหลว และก๊าซในการออกแบบของคุณเพื่อที่จะทำการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ

อุณหภูมิ และแรงดันตกคร่อม ได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย โดยเราสามารถที่จะทำการแบ่งประเภทและชนิดของการจำลองแบบการไหลได้ ดังต่อไปนี้

1.4.1 การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อน

การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนเป็นการจำลองแบบการไหลที่สามารถจำลองลักษณะการไหลได้ว่า การคำนวณการไหลของความร้อนในผนังฉนวนหรือของแข็ง การระบุประเภทที่แตกต่างกันของแหล่งความร้อน การกำหนดวัสดุที่เป็นของแข็งหลากหลายรูปแบบให้กับแบบจำลองที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลทางวิศวกรรม การกำหนดวัสดุของผู้ออกแบบโดยการระบุค่าคุณสมบัติทางกายภาพ เช่นการนำความร้อนและความจุความร้อน การคำนวณการแผ่รังสีความร้อน และสุดท้ายฐานข้อมูลวิศวกรรมรวมถึงพื้นผิวรังสี เช่น ผนังสีดำผนังสีขาว สีเทาที่มีอัตราการสะท้อนแสงโดยพื้นผิวที่แท้จริงของวัสดุที่หลากหลาย

1.4.2 ประเภทของของเหลวและการไหล

การวิเคราะห์ประเภทของของเหลวและการไหล สามารถที่จะทำการแบ่งได้ว่า การวิเคราะห์การไหลของของเหลวประเภทต่างๆ ได้ทั้งแบบที่เป็นของเหลว ก๊าซ/ไอน้ำ ก๊าซจริง ของเหลวที่ไม่ใช่ของนิวตัน และของเหลวที่บีบอัดได้ ฐานข้อมูลประกอบด้วยของเหลวจำนวนมากที่มีคุณสมบัติที่กำหนดไว้ล่วงหน้า การวิเคราะห์ปัญหาของไหลหลายชนิดที่แตกต่างกัน โดยแยกพื้นที่ของของไหลออกจากกันโดยใช้โดเมนย่อยของไหลนั้น การวิเคราะห์การสลายตัวของของไหล ส่วนผสมจะต้องเป็นชนิดเดียวกัน และสุดท้ายการกำหนดของเหลวของผู้ออกแบบ

1.4.3 การตั้งค่าเริ่มต้น

ก่อนที่ผู้ออกแบบจะเริ่มทำการคำนวณ Flow Simulation จะเสนอการตั้งค่าเพิ่มเติม หากผู้ออกแบบตั้งค่าเงื่อนไขเริ่มต้นให้ใกล้เคียงกับพารามิเตอร์สุดท้ายที่คาดการณ์ไว้ จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการคำนวณจะดีขึ้น ผู้ออกแบบสามารถตั้งค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ได้ทั่วโลก สำหรับแอสเซมบลี ผู้ออกแบบสามารถตั้งค่าโลคัลสำหรับแอสเซมบลีย่อยหรือแต่ละส่วนได้แก่ การตั้งค่าเริ่มต้นของอุณหภูมิ การตั้งค่าเริ่มต้นของความดัน การตั้งค่าเริ่มต้นของอัตราการไหล การตั้งค่าเริ่มต้นของส่วนประกอบของของไหล การตั้งค่าเริ่มต้นของอุณหภูมิตั้งต้น การตั้งค่าเริ่มต้นของโครงข่ายย่อยโดยการตั้งค่าพารามิเตอร์เพิ่มเติมที่ควบคุมวิธีที่การวิเคราะห์จะแก้ไขส่วนต่อประสานของแข็ง/ของเหลว พื้นผิวโค้ง ช่องแคบ คุณลักษณะของแข็งขนาดเล็ก ฯลฯ ผู้ออกแบบสามารถใช้การตั้งค่าเหล่านี้ได้ทั่วโลกหรือสำหรับการประกอบกับส่วนประกอบย่อยหรือแต่ละส่วน การตั้งค่าเริ่มต้นสำหรับทิศทางขาเข้า และทิศทางขาออก อาทิเช่น

ปริมาณมวล ปริมาณการไหล ความเร็วการไหล เลขมัค ค่าแรงดันคงที่ ค่าแรงดันรวมทั้งหมด ค่าแรงดันจากสิ่งแวดล้อมภายนอกค่าแรงดันผนัง ค่าโปรไฟล์ความเร็วการไหล การหมุนวน หรือเวกเตอร์ทิศทาง ค่าอุณหภูมิ องค์ประกอบ (สำหรับภาพประกอบชิ้นงาน) และพารามิเตอร์การหมุนแบบปั่นป่วน เป็นต้น

1.4.4 **กล่องดำ**

เพื่อลดเวลาในการวิเคราะห์ Flow Simulation ได้รวม "กล่องดำ" ที่สร้างไว้ล่วงหน้าหลายกล่อง กล่องดำมีพารามิเตอร์อินทิกรัลอินพุต และเอาต์พุตแบบตารางและรวมอยู่ในการคำนวณ Flow Simulation ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ในระหว่างการวิเคราะห์

1.4.5 **พัดลม**

พัดลมในอุดมคติที่กำหนดอย่างสมบูรณ์โดยเส้นโค้งของพัดลม ซึ่งหมายความว่าการขึ้นต่อกันแบบตารางของการไหลของปริมาตรกับแรงดันตก ผู้ออกแบบสามารถใช้พัดลมเป็นทางเข้า ทางออก หรือพัดลมภายในได้ ฐานข้อมูลประกอบด้วยส่วนโค้งของพัดลมสำหรับพัดลมอุตสาหกรรมที่เลือก ผู้ออกแบบยังสามารถกำหนดเส้นโค้งของพัดลมได้ด้วยตัวเอง

1.4.6 **ชุดระบายความร้อน**

พัดลมในอุดมคติพร้อมชุดระบายความร้อน Flow Simulation กำหนดตัวระบายความร้อนด้วยเส้นโค้งของพัดลมและเส้นโค้งความต้านทานความร้อน

1.4.7 **เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์**

เป็นอุปกรณ์ระบายความร้อนที่เหมาะสำหรับการกำหนดอุณหภูมิสูงสุดที่สามารถพัฒนาได้

1.4.8 **การดูผลลัพธ์**

การจำลองการไหลรวมถึงฟังก์ชันต่อไปนี้เพื่อดูผลลัพธ์ อาทิเช่น การพล็อต ภาพเคลื่อนไหว การศึกษาเกี่ยวกับอนุภาค แผนภูมิ 3 มิติ ลักษณะเส้นทางการไหล การสร้างรูปเล่มรายงาน แผนภูมิภาพตัด เงื่อนไขขอบเขตเป้าหมาย จุด พื้นผิว และปริมาณพารามิเตอร์ แผนภูมิพื้นผิวจำลอง แผนภูมิพื้นผิวจำลองแบบไอโซเมทริก แผนภูมิพื้นผิวจำลองระนาบ XY และสุดท้ายนี้ ผู้ออกแบบยังสามารถรับค่าสุดท้ายของพารามิเตอร์ทางกายภาพใดๆ รวมถึงอัตราการไหล แรงดันตกคร่อม ฯลฯ ที่จุดที่กำหนด หรือค่าเฉลี่ยสูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย หรือถ่วงน้ำหนักเหนือพื้นผิวหรือพื้นที่ปริมาตร เป็นต้น

สรุป

SOLIDWORKS® Flow Simulation เป็นโซลูชัน Computational Fluid Dynamics (CFD) ที่ใช้งานง่ายซึ่งฝังอยู่ใน SOLIDWORKS 3D CAD ที่ช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถจำลองการไหลของของเหลวและก๊าซผ่านและรอบๆ การออกแบบของผู้ออกแบบเพื่อคำนวณประสิทธิภาพและความสามารถของผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย โดยที่การจำลองการไหลเป็นรูปแบบหนึ่งของพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณซึ่งจำลองการไหลของน้ำผิวดินหรือระบบรวบรวมแบบดิจิทัล การจำลองการไหลช่วยให้สามารถคาดการณ์และวิเคราะห์ว่าการไหลอาจได้รับผลกระทบจากรูปทรงเรขาคณิตที่ซับซ้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานอย่างไร โดยเราจะพบว่า บทนำสู่ SOLIDWORKS Flow Simulation 2022 จะนำผู้ออกแบบผ่านขั้นตอนการสร้างส่วน SOLIDWORKS สำหรับการจำลอง ตามด้วยการตั้งค่าและการคำนวณของโครงการ SOLIDWORKS Flow Simulation ผลลัพธ์จากการคำนวณจะแสดงเป็นภาพและเปรียบเทียบกับคำตอบเชิงทฤษฎีและข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่ละบทเริ่มต้นด้วยวัตถุประสงค์และคำอธิบายปัญหาเฉพาะที่ศึกษา โดยหนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับผู้ใช้ SOLIDWORKS Flow Simulation ตั้งแต่ระดับกลาง จนถึงการประยุกต์ใช้ในงานวิศวกรรมสมัยใหม่มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นหลักสูตรเสริมสำหรับวิชากลศาสตร์ของไหลและการถ่ายเทความร้อนในระดับปริญญาตรี หนังสือเล่มนี้ยังสามารถใช้เพื่อแสดงให้ผู้อ่านเห็นถึงความสามารถของการจำลองการไหลของของไหลและการถ่ายเทความร้อน ครอบคลุมปัญหาการไหลภายในและภายนอก และเปรียบเทียบกับผลการทดลองและการแก้ปัญหาเชิงวิเคราะห์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ปราโมทย์ เดชะอำไพ และ วรสิทธิ์ กาญจนกิจเกษม. 2541. การคำนวณการหมุนวนของอากาศด้วย Computational Fluid Dynamics. น. 1-6. ในวิสัยทัศน์งานวิศวกรรมปรับอากาศในอนาคต. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย.

Cotella G., M. Manzan., and G. Comini. 1998. Computation of Air Velocity and Temperature Distributions in Open Display Cabinets. pp.617–625. In Advanced in the Refrigeration Systems. Paris: France.

Davey L.M. and Q. T Pham. 1997. Predicting the Dynamic Product heat Load and Weight Loss During Beef Chilling Using a Multi-Region Finite Difference Approach. International Journal of Refrigeration 20(4): 470–482.

Hu Z. and D.W. Sun. 1999. The Temperature Distribution of Cooked Meat joints in an Air-Blast Chiller During Cooling Process: CFD Simulation and Experimental Verification. Paper presented at the 20th international congress of refrigeration. Sydney: Australia.

Jing, H., Li, C., & Zhou, B. (2006, September). A Hybrid Five-Point Finite Difference Scheme for Convection-Diffusion Equations. In ECCOMAS CFD 2006: Proceedings of the European Conference on Computational Fluid Dynamics, Egmond aan Zee, The Netherlands, September 5-8, 2006. Delft University of Technology; European Community on Computational Methods in Applied Sciences (ECCOMAS).

Wang, H. S., & Moayeri, N. (1995). Finite-state Markov channel-a useful model for radio communication channels. IEEE transactions on vehicular technology, 44(1), 163-171.

ผู้มีปัญญาไม่ควรให้สิ่งที่ล่วงแล้วตามมา ไม่ควรหวังในสิ่งที่ยังมาไม่ถึง ผู้มีปัญญาได้เห็นธรรมซึ่งเป็นปัจจุบัน ควรเจริญความเห็นนั้นไว้เนืองๆ ควรรีบทำเสีย ผู้มีปัญญาซึ่งมีธรรมเป็นเครื่องอยู่ มีความเพียรแยกกิเลสให้หมดไป จะไม่เกียจคร้าน ขยันหมั่นเพียรทั้งกลางวันและกลางคืน

ที่มา: *30 คำสอน หลวงปู่มั่น ภูริทตฺโต MATICHON ONLINE*