

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 ลักษณะของโปรแกรม

ในการดำเนินงานทำปริญญานิพนธ์นี้ ได้ใช้โปรแกรมชื่อ COMSOL MULTIPHYSICS 3.2b เพื่อใช้ในการจำลองการไหลของเลือดผ่านช่องการไหลระดับไมโครของช่อง 90 องศา โดยโปรแกรมนี้สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer), จลนศาสตร์ของไหล (Fluid Dynamics), แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnet) เป็นต้น ซึ่งในการดำเนินงานทำปริญญานิพนธ์นี้ จะวิเคราะห์ปัญหาในส่วนของจลนศาสตร์ของไหล (Fluid Dynamics)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ปัญหานี้ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบใหญ่ๆ คือ (ก) ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (Partial differential equation) (ข) เงื่อนไขขอบเขต (boundary condition) และ (ค) ลักษณะรูปร่างของปัญหานั้น (geometry) ดังนั้นความถูกต้องของการวิเคราะห์ปัญหาจึงขึ้นอยู่กับ 3 องค์ประกอบนี้ โปรแกรมที่ใช้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป และสามารถเปลี่ยนแปลงระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยได้ ส่วนเงื่อนไขขอบเขตก็คือค่าเริ่มต้นที่ป้อนเข้าไปในโปรแกรม และลักษณะรูปร่างของปัญหาก็สามารถใช้โปรแกรม COMSOL MULTIPHYSICS 3.2b สร้างขึ้นมาได้ ส่วนขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมและรายละเอียดอื่นๆ สามารถดูได้จากภาคผนวก

3.2 สมมติฐานที่ใช้ในการจำลองการไหลของเลือดผ่านช่องการไหลระดับไมโครของช่อง 90 องศา

กำหนดให้เลือดเป็นของไหลแบบนิวทอนเนียน เพื่อให้สามารถใช้สมการ นาเวียร์-สโตกส์ วิเคราะห์การจำลองการไหลของเลือดผ่านช่องการไหลระดับไมโครของช่อง 90 องศาได้

3.3 การกำหนดค่าคงที่

ค่าต่างๆที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการไหลในท่อจะประกอบความหนืดจลน์ (Dynamics viscosity), ความหนาแน่น (Density), ขนาดของแรงภายนอก (F) และ ความเร็วของของไหลในท่อ $u = (u, v)$ ในแนวแกน X และ Y ตามลำดับและความดัน (P) ที่จะขึ้นอยู่กับรูปร่างของแบบจำลอง ในแบบจำลองนี้ใช้สมการนาเวียร์-สโตกส์กับการไหลสถิตแบบอัดตัวไม่ได้ จากสมการ 2.23

$$-\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \nabla^2 u + \rho g_x = \rho \frac{du}{dt}$$

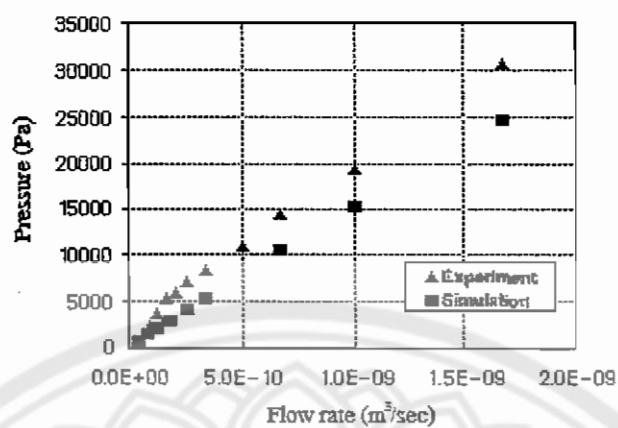
$$-\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \nabla^2 v + \rho g_y = \rho \frac{dv}{dt}$$

$$-\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \nabla^2 w + \rho g_z = \rho \frac{dw}{dt}$$

1. ความหนืดจลน์ (Dynamics viscosity), $\eta = \mu = 5.15 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$
2. ความหนาแน่น (Density), $\rho = 1060 \text{ kg}/\text{m}^3$
3. ความเร็วของของไหลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหามีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงความเร็วที่อัตราการไหลจุดต่างๆ

จุดที่	อัตราการไหล (10^{-10})(m^3/s)	ความเร็ว (10^{-3})(m/s)
1	2.03	16.93
2	5.00	41.67
3	6.56	54.96
4	10.0	83.33
5	16.56	138.02



รูปที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอัตราการไหล

(Chang และคณะ)

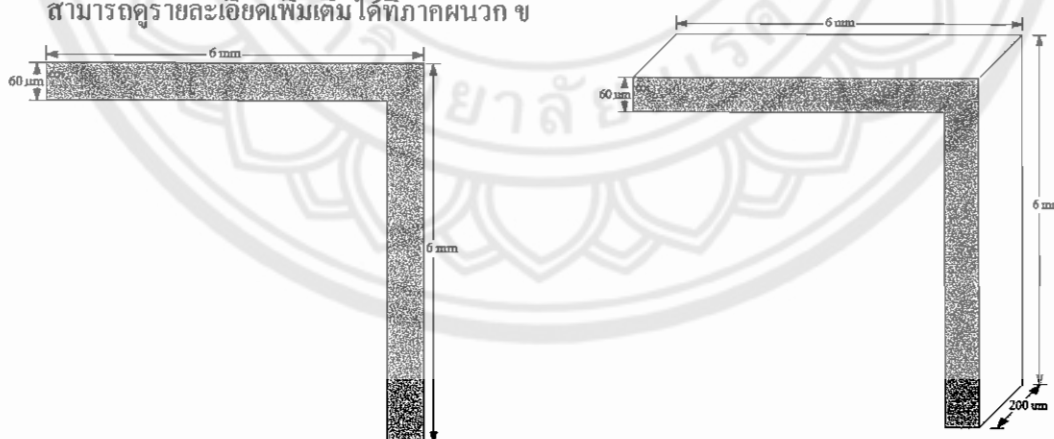
สำหรับการคำนวณค่าความเร็ว ณ จุดต่าง ๆ ที่ได้จากตารางที่ 3.1 นั้นสามารถหาได้จากอัตราการไหลของแต่ละจุดหารด้วยพื้นที่หน้าตัดของท่อ

$$V = \frac{\dot{V}}{A}$$

รายละเอียดการคำนวณความเร็วแต่ละจุดดูได้จากภาคผนวก ก

3.4 รูปร่างของแบบจำลอง 2 มิติ และ 3 มิติ

ลักษณะของท่อที่ทำการศึกษามีขนาด $200\mu m \times 60\mu m \times 6mm$ ทั้ง 2 และ 3 มิติ โดยสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ข



แบบจำลองการไหล 2 มิติ

(ก)

แบบจำลองการไหล 3 มิติ

(ข)

3.5 การกำหนดค่าเริ่มต้นและการกำหนดขอบเขตของการไหล

ทำการกำหนดค่าตัวแปรของความเร็ว ความหนาแน่น ความเร็วที่ใช้ในการคำนวณครั้งแรก เริ่มต้นที่ศูนย์ และกำหนดขอบเขตของการไหล โดยกำหนดให้ที่ผนังของท่อไม่มีการลื่นไถล (No slip) และกำหนดความเร็ว ณ ทางเข้าให้ของไหล (Inflow/Outflow velocity) และปลายอีกด้านหนึ่ง ให้ของไหลไหลออกแบบกำหนดความดัน (Outflow /Pressure)

3.6 การแบ่งกริด

การแบ่งกริด คือ การกำหนดค่าความละเอียดของอีลิเมนต์ให้กับแบบจำลอง ซึ่งกริดจะมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม โดยโปรแกรมสามารถแบ่งกริดได้ด้วยการกำหนดเองหรือแบบอัตโนมัติ แต่ในการจำลองนี้เพื่อให้ง่ายต่อการสร้างกริดจะทำการแบ่งกริดแบบอัตโนมัติ การไหลของเลือดผ่านแบบจำลอง 2 มิติ แบ่งจำนวนกริดเท่ากับ 43,171 กริด แบ่งกริดละเอียดตลอดพื้นที่ของแบบจำลอง สำหรับการไหลของเลือดผ่านแบบจำลอง 3 มิติแบ่งจำนวนกริดเท่ากับ 4,466 กริด แบ่งกริดละเอียดเฉพาะพื้นที่หน้าตัดทางเข้าของท่อ และเป็นการแบ่งกริดแบบไร้ระเบียบ

3.7 การประมวลผล

เมื่อทำการประมวลผลด้วยโปรแกรม โปรแกรมจะทำการประมวลผล ค่าที่ประมวลผลได้จากโปรแกรม จะได้ค่าของความเร็ว ความดันของของไหล

โดยใช้คอมพิวเตอร์ มีสเปคประมวลผล CPU 2.40 GHz, Pentium(R) 4,512 MB of RAM

3.8 การแสดงผล

ผลการคำนวณที่ได้จากโปรแกรมจะแสดงอยู่ในรูปแบบกราฟิก คือจะแสดงเป็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงโดยใช้ลำดับของสีแทนตัวเลขที่คำนวณได้ โดยได้แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้การวิเคราะห์ โปรแกรมจะแปลงค่าที่เป็นตัวเลขให้เป็นสีต่างๆ บนชิ้นงานทำให้สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ส่วนสเกลของสีที่แสดง จะอยู่ทางด้านขวาของรูปที่ได้ทำการวิเคราะห์แล้วจึงแสดงในบทที่ 4