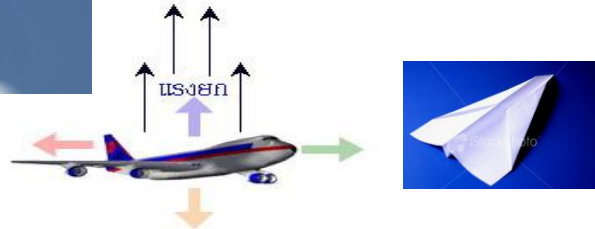




แนวคิดที่เพี้ยนไป เกี่ยวกับ แรงยกบนปีกเครื่องบิน



บทนำ

เมื่อกล่าวถึงการลอยตัวของเครื่องบินในอากาศ หนังสือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวนมากจะอธิบายไว้คล้าย ๆ กันว่า เกิดจากการสร้างปีกเครื่องบินให้ด้านบนเป็นส่วนโค้งมากกว่าด้านล่าง เมื่อเครื่องบินเคลื่อนที่ไปในอากาศ อากาศที่ไหลผ่านด้านบนของปีกจะมีความเร็วมากกว่าอากาศที่ไหลผ่านใต้ปีก ผลจากการที่อากาศด้านบนของปีกเคลื่อนที่เร็วกว่าอากาศใต้ปีกทำให้ความดันของอากาศใต้ปีกมากกว่า ซึ่งอ้างโดยใช้หลักการของเบอร์นูลลี ทำให้เกิดแรงยกและเครื่องบินสามารถลอยอยู่ในอากาศได้ ทั้งหนังสือไทยและหนังสือต่างประเทศหลายเล่มเขียนแบบนี้ และปัจจุบันก็ยังคงเป็นแบบนี้ มีหลายทฤษฎีที่อธิบายเกี่ยวกับการเกิดแรงยกบนปีกเครื่องบินแต่โชคไม่ดีที่ทฤษฎีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งที่อธิบายใน Encyclopedias และบนเว็บไซต์ ตลอดจนหนังสือเรียนบางเล่มบางแห่งยังคงคลาดเคลื่อนอยู่ จนเป็นสาเหตุทำให้เกิดความสับสนกับผู้อ่านเรื่องนี้อันโดยไมจำเป็น เพราะว่าถ้าเป็นจริงดังที่อธิบายข้างต้นทำไมเครื่องบินที่บินแสดงผาดโผนจึงบินหงายท้องได้

บทความนี้เขียนขึ้นเพื่อให้เป็นแนวคิด และลองพิจารณาเองว่าแรงยกที่ทำให้เครื่องบินบินอยู่ในอากาศขึ้นอยู่กับอะไรกันแน่ ซึ่งจะมีทั้งส่วนที่เป็นทฤษฎีและส่วนการทดลอง

การไหลที่อัดตัวได้ (Compressible flow)

การบินของเครื่องบินคือการที่เครื่องบินเคลื่อนที่ไปในอากาศหรืออาจกล่าวได้ว่าอากาศไหลผ่านเครื่องบิน ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างเครื่องบินกับอากาศ อากาศเป็นของไหลชนิดหนึ่ง ในทางกลศาสตร์ของไหลอาจแบ่งของไหลออกเป็น ของไหลที่อัดไม่ได้ และของไหลที่อัดได้

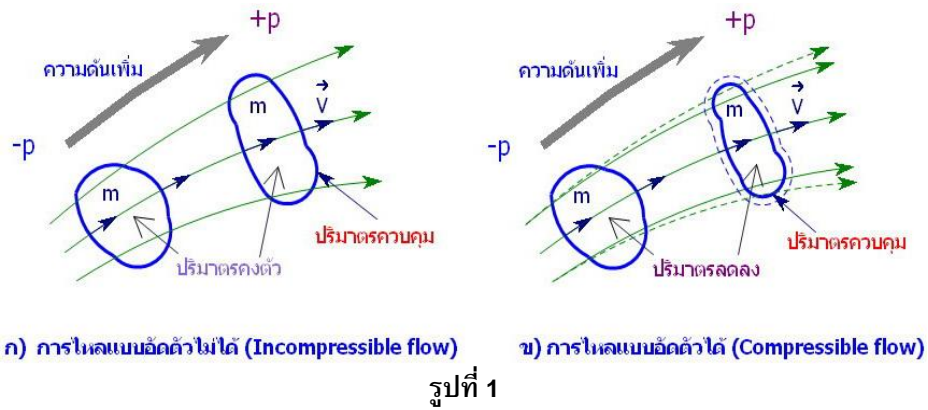
ของไหลที่อัดไม่ได้ (Incompressible fluid) หมายถึงของไหลที่มีความหนาแน่นคงตัวหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากภายใต้การเปลี่ยนแปลงความดัน ตัวอย่างของไหลที่อัดไม่ได้เช่น ปรอท น้ำ น้ำมัน

ของไหลที่อัดได้ (Compressible fluid) หมายถึงของไหลที่ความหนาแน่นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญภายใต้การเปลี่ยนแปลงความดัน ตัวอย่างของไหลที่อัดได้เช่น ก๊าซ อากาศ

เมื่อของไหลเคลื่อนที่สัมพัทธ์กับบางสิ่งบางอย่างเราเรียกว่าการไหล(Flow) เช่นการไหลของน้ำในท่อ การไหลของน้ำผ่านเรือ (หรือเรือแล่นในน้ำ) การไหลของอากาศผ่านเครื่องบิน (หรือเครื่องบินเคลื่อนที่อยู่ในอากาศ) ฯลฯ การไหลของของไหลอาจแบ่งออกเป็น 2 แบบคือการไหลแบบอัดตัวไม่ได้ และการไหลแบบอัดตัวได้

การไหลแบบอัดตัวไม่ได้ (Incompressible flow) หมายถึงการไหลของของไหลที่ความหนาแน่นของของไหลคงตัวหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากจนไม่มีความสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดัน

การไหลแบบอัดตัวได้ (Compressible flow) หมายถึงการไหลของของไหลที่ความหนาแน่นของของไหลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดัน



จากรูปที่ 1 พิจารณาของไหลที่บรรจุอยู่ภายในปริมาตรควบคุม (Control Volume, CV) ซึ่งกำหนดโดยเส้นทึบปิดล้อมรอบของไหลมวลคงตัว m

กรณีรูปที่ 1 ก) เป็นการไหลแบบอัดตัวไม่ได้ ความหนาแน่น (ρ) ของของไหลไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นปริมาตรของ CV $V = \frac{m}{\rho}$ มีค่าคงตัว

กรณีรูปที่ 1 ข) เป็นการไหลแบบอัดตัวได้ ปริมาตรของ CV จะหดหรือขยายตามการเปลี่ยนแปลงของความดัน (p) (เส้นประแทนกรณีของการไหลแบบอัดตัวไม่ได้) ความหนาแน่นของของไหลในปริมาตรควบคุมเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนผกผันกับปริมาตรของปริมาตรควบคุม

การไหลของของไหลที่อัดไม่ได้จัดเป็นการไหลแบบอัดตัวไม่ได้ ส่วนการไหลของของไหลที่อัดได้ อาจเป็นการไหลแบบอัดตัวไม่ได้ หรือการไหลแบบอัดตัวได้ก็ได้

เมื่อไหร่จึงจะสามารถพิจารณาการไหล (ของก๊าซ หรือ อากาศ) ว่าเป็นการไหลแบบอัดตัวได้

การพิจารณาว่าการไหลจะเป็นการไหลแบบอัดตัวได้ ต้องดูที่ตัวเลขแมช (Mach number, M)¹

$M < 0.3$ เป็นการไหลแบบอัดตัวไม่ได้

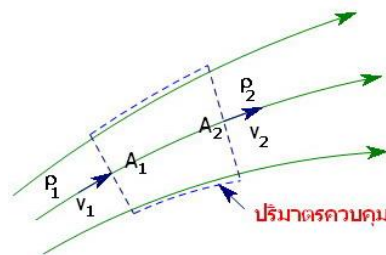
$M \geq 0.3$ เป็นการไหลแบบอัดตัวได้

อากาศที่มีความเร็วเทียบกับวัตถุน้อยกว่า 100 m/s หรือวัตถุเคลื่อนที่ในอากาศด้วยความเร็วต่ำกว่า 100 m/s จะมี $M < 0.3$ จัดเป็นการไหลแบบอัดตัวไม่ได้ และอากาศที่มีความเร็วเทียบกับวัตถุตั้งแต่ 100 m/s ขึ้นไปจะมี $M \geq 0.3$ จัดเป็นการไหลแบบอัดตัวได้

ดังนั้นการไหลของอากาศผ่านเครื่องบินขณะที่เครื่องบินกำลังบินจึงเป็นการไหลแบบอัดตัวได้

สมการพื้นฐานสำหรับกลศาสตร์ของไหล

สมการต่อเนื่อง



รูปที่ 2

¹ ตัวเลขแมช (Mach number) คืออัตราส่วนระหว่างความเร็วของวัตถุกับความเร็วของเสียงในของไหลที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ (อากาศหรือ ก๊าซ)

สมการต่อเนื่องได้จากการประยุกต์ใช้กฎการทรงมวล ด้วยการไหลแบบสม่ำเสมอ (Steady flow) ผ่าน ปริมาตรควบคุม อัตราไหลมวลที่เข้าและออกจากระบบต้องเท่ากัน

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2$$

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$$

กรณีการไหลแบบอัดตัวไม่ได้ $\rho =$ ค่าคงตัว สมการต่อเนื่องจะเป็น

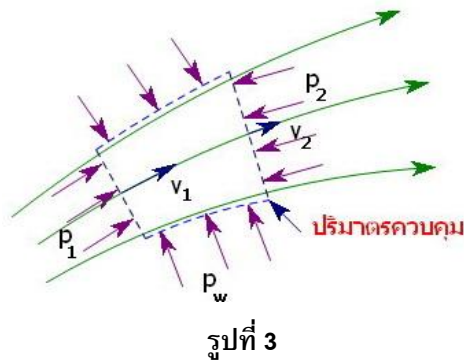
$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

เมื่อ \dot{m} = อัตราไหลมวล

A = พื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหล

v = ความเร็ว

สมการโมเมนตัมเชิงเส้น



การไหลแบบสม่ำเสมอ ของไหลสามารถส่งแรงกระทำไปบนสิ่งที่อยู่รอบตัวได้ จากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน แรง = อัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

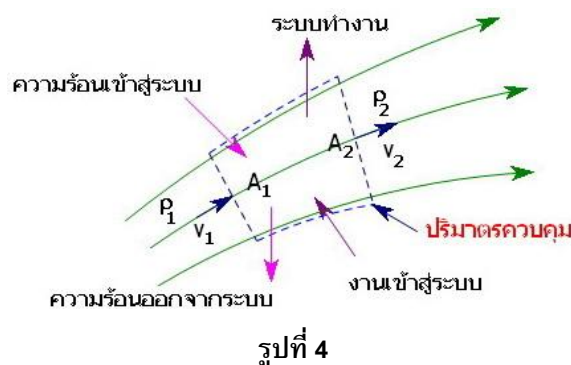
$$\sum \bar{F} = \frac{d}{dt} m\bar{v}$$

พิจารณาของไหลในปริมาตรควบคุมในรูปที่ 3 สมการโมเมนตัมเชิงเส้นในแนวแกน X คือ

$$(p_1 A_1)_x - (p_2 A_2)_x + F_x = \dot{m}(v_2 - v_1)_x$$

เมื่อ p = ความดัน

สมการพลังงาน



จากกฎการทรงพลังงาน สมการพลังงานทั่วไปสำหรับการไหลแบบสม่ำเสมอจะได้

$$q + u_1 + \frac{p_1}{\rho_1} + \frac{v_1^2}{2} + z_1 g = u_2 + \frac{p_2}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2} + z_2 g + w$$

เมื่อ q = ปริมาณความร้อนที่เข้าหรือออกจากระบบ

w = งานที่ใส่ให้ระบบ หรือระบบทำงานให้สิ่งแวดล้อม

u = พลังงานภายในระบบ

p = ความดัน

v = ความเร็ว

ρ = ความหนาแน่น

z = ความสูงจากระดับอ้างอิง

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

สำหรับในกรณีที่เป็นการไหลแบบสม่ำเสมอสมการพลังงานสามารถทำให้ง่ายลงได้โดยตั้งสมมติฐานว่า

1. ไม่มีความเสียดทานในการไหล นั่นคือไม่มีการสูญเสียพลังงานในการไหล ดังนั้น $u_1 = u_2$
2. การไหลเป็นการไหลแบบอัดตัวไม่ได้ ρ มีค่าคงตัว
3. ไม่มีความร้อนเข้าหรือออกจากระบบ $q = 0$
4. ไม่มีการทำงานกับระบบหรือระบบทำงาน $w = 0$

ด้วยสมมติฐานนี้สมการพลังงานจะเป็น

$$\frac{p_1}{\rho_1} + \frac{v_1^2}{2} + z_1 g = \frac{p_2}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2} + z_2 g$$

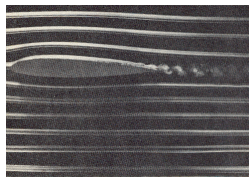
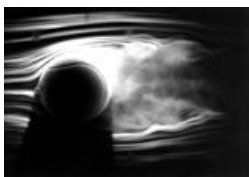
สมการนี้เป็นสมการพลังงานสำหรับการไหลแบบอัดตัวไม่ได้และรู้จักกันในชื่อ **สมการเบอร์นูลลี** ดังนั้น**การใช้สมการเบอร์นูลลีจะต้องมีความระมัดระวังเพราะสมการเบอร์นูลลีใช้ไม่ได้กับการไหลแบบอัดตัวได้**

แรงกระทำของแข็งที่จมอยู่ในของไหล

เมื่อของแข็งกระทบกันแรงจะถูกส่งผ่านหรือกระทำที่จุดสัมผัส แต่เมื่อวัตถุแข็งสัมผัสกับของไหลสิ่งที่เกิดขึ้นอธิบายได้ยากกว่าเพราะของไหลสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ สำหรับวัตถุแข็งที่จมอยู่ในของเหลว (เช่นปีกเครื่องบินที่อยู่ในอากาศ) ทุก ๆ จุดบนพื้นผิววัตถุแข็งจะเป็นจุดสัมผัส ของไหลสามารถไหลรอบ ๆ วัตถุและยังคงสัมผัสกับทุกจุด แรงทางกลที่กระทำหรือส่งผ่านระหว่างวัตถุแข็งกับของไหลเกิดขึ้นที่ทุกจุดบนพื้นผิววัตถุ และเกิดขึ้นโดยผ่านความดันของของไหล

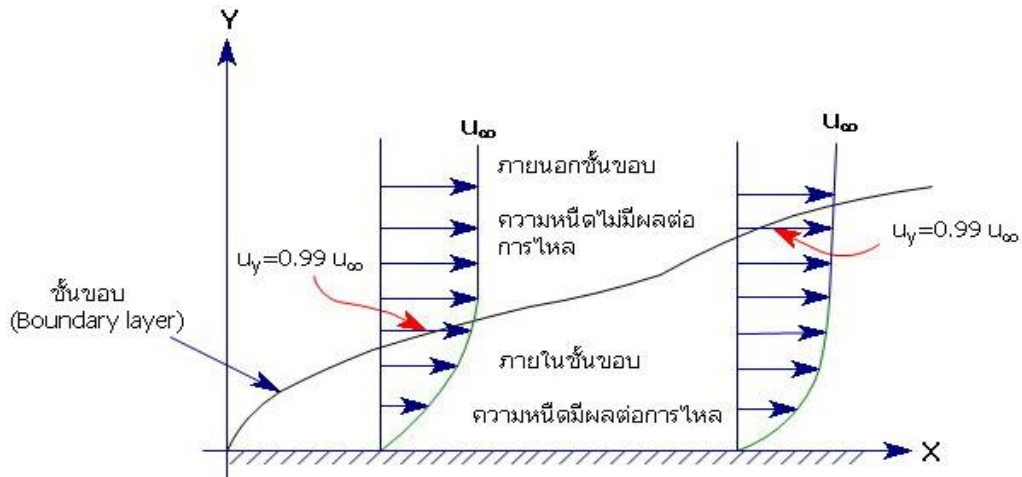
สำหรับของไหลที่เคลื่อนที่ ณ ตำแหน่งที่ต่างกันรอบวัตถุ ความเร็วแต่ละตำแหน่งจะไม่เท่ากันทำให้ความดันต่างกัน เนื่องจากความดันที่แต่ละตำแหน่งมีความสัมพันธ์กับความเร็วตามสมการพลังงาน ดังนั้นความดันที่แปรเปลี่ยนไปรอบ ๆ พื้นผิวปิดของวัตถุจะทำให้เกิดแรงลัพธ์บนวัตถุ

วัตถุที่จมในของไหลที่กำลังเคลื่อนที่ ของไหลจะยังคงสัมผัสกับพื้นผิวของวัตถุ ถ้ารูปร่างของวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุสัมพันธ์กับของไหล หรือวัตถุอยู่ในลักษณะเอียงในทางที่ทำให้การไหลมีการเบี่ยงเบนทิศทาง หรือไหลกลับทาง จะมีผลให้ความเร็วของของไหลที่ตำแหน่งสัมผัสกับของแข็งมีขนาด หรือ ทิศทาง หรือทั้งสองอย่างเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงความเร็วนี้ทำให้เกิดแรงลัพธ์บนวัตถุ ตามสมการโมเมนตัมเชิงเส้น สังเกตว่าการเบี่ยงเบนของของไหลเกิดขึ้นเพราะโมเมนตัมของของไหลเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ในเมื่อของไหลสัมผัสกับวัตถุ ส่วนต่าง ๆ ของวัตถุสามารถเบี่ยงเบนทิศทางการไหล



รูปที่ 5 แสดงการเบี่ยงเบนทิศทางการไหลเมื่อของไหลผ่านวัตถุแข็ง

ของไหลเมื่อไหลไปบนพื้นผิววัตถุแข็ง ความเร็วของของไหลในทิศที่สัมผัสกับพื้นผิวจะมีขนาดไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับระยะห่างจากพื้นผิวถึงโมเลกุลของของไหล โมเลกุลของของไหลที่อยู่ติดกับผิวของวัตถุแข็งจะมีความเร็วเป็นศูนย์ เมื่อพิจารณาว่าไม่มีการลื่นไถลของของไหลบนผิวของแข็ง และผลของความหนืดของของไหลจะต้านการเคลื่อนที่ของของไหลทำให้เกิดความเสียดทานในการไหล โมเลกุลที่อยู่ห่างถัดออกมาจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นจนถึงระยะหนึ่งที่มีความหนืดไม่มีผลต่อการไหล ความเร็วก็จะเท่ากับความเร็วสูงสุด รูปที่ 6 จากผลนี้ของไหลได้สร้างชั้นขอบ (Boundary layer) ขึ้นมา



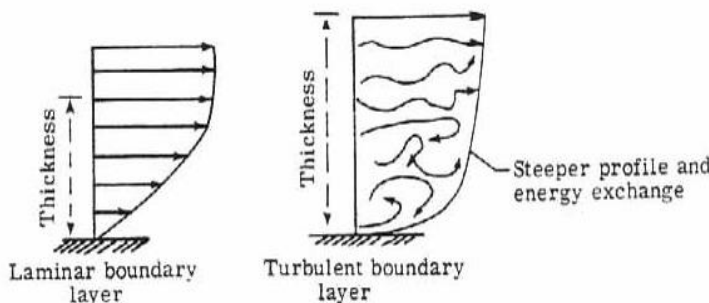
รูปที่ 6 แสดงชั้นขอบ(Boundary layer)

ชั้นขอบ (Boundary layer) คือส่วนของของไหลที่ใกล้กับผิววัตถุซึ่งผลของความหนืดมีความสำคัญต่อการไหล ชั้นขอบเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะที่ของไหลมีการเคลื่อนที่สัมผัสกับผิวของของแข็ง ความหนาของชั้นขอบคือความสูงที่วัดจากผิวของวัตถุแข็งถึงตำแหน่งที่ของไหลมีความเร็วเท่ากับ 99% ของความเร็วสูงสุด ชั้นขอบมี 2 ชนิดคือ

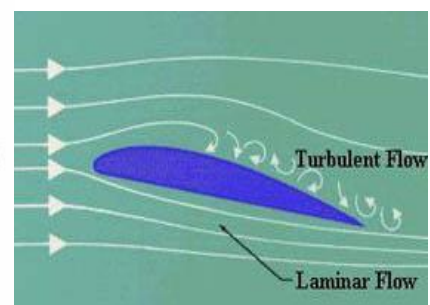
1. ชั้นขอบที่มีการไหลแบบราบเรียบ (Laminar boundary layer)
2. ชั้นขอบที่มีการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent boundary layer)

ในชั้นขอบที่มีการไหลแบบราบเรียบ โมเลกุลของของไหลที่ติดกับพื้นผิวไหลเข้ามาอันเป็นผลมาจากความหนืด และทำให้เกิดแรงกดดันโมเลกุลที่อยู่ถัดออกมา

ในชั้นขอบที่มีการไหลแบบปั่นป่วนจะมีกระแสไหลวน (Vortex) เกิดขึ้นทำให้มีแรงกดดันมากกว่าในชั้นขอบที่มีการไหลแบบราบเรียบ



รูปที่ 7



รูปที่ 8 ชั้นขอบที่เกิดขึ้นบนปีกเครื่องบิน

แรงกระทำบนเครื่องบิน

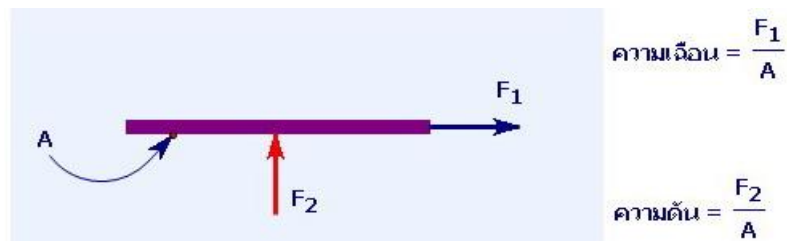
แรงที่กระทำบนเครื่องบินโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ แรงฉุด (Drag) แรงขับ (Thrust) น้ำหนัก (Weight) และแรงยก (Lift) แรงฉุดคือแรงที่ดึงเครื่องบินไปข้างหลังทำให้ความเร็วของเครื่องบินลดลง แรงขับคือแรงดึงหรือผลักเครื่องบินไปข้างหน้า น้ำหนักคือผลของแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อเครื่องบิน และแรงยกคือแรงที่ยกเครื่องบินให้ลอยอยู่ในอากาศได้ เมื่อเครื่องบินบินอยู่ที่ระดับความสูงคงที่ค่าหนึ่งด้วยความเร็วคงตัว แรงยกจะเท่ากับน้ำหนัก และแรงขับจะเท่ากับแรงฉุด



รูปที่ 9

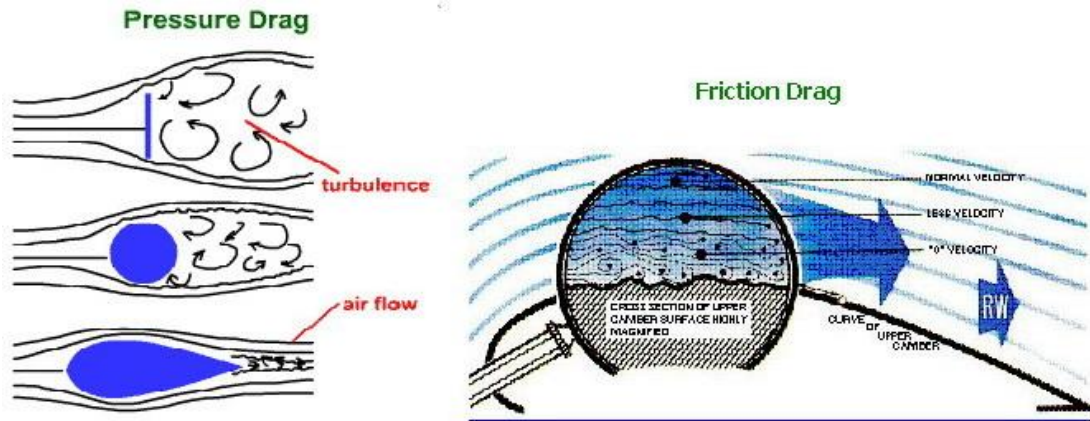
อะไรทำให้เกิดแรงเหล่านี้

น้ำหนักเป็นแรงที่คุ้นเคยกัน มีสาเหตุมาจากแรงดึงดูดระหว่างเครื่องบินและโลก
แรงขับคือแรงที่ได้จากเครื่องยนต์ อาจเป็นเครื่องยนต์เจ็ท หรือเครื่องยนต์ที่ขับใบพัด
สำหรับแรงฉุดและแรงยกเป็นแรงที่เกิดขึ้นเนื่องจากพลศาสตร์อากาศ ในทางวิศวกรรมได้แบ่งแรงพลศาสตร์อากาศออกเป็น ความเฉื่อย และความดัน
ความเฉื่อยคือแรงต่อพื้นที่หนึ่งตารางหน่วยโดยที่ทิศทางของแรงกระทำต้องอยู่ในระนาบที่ขนานกับพื้นที่
ความดันคือแรงต่อพื้นที่หนึ่งตารางหน่วยโดยที่ทิศทางของแรงกระทำต้องตั้งฉากกับพื้นที่



รูปที่ 10 ความเฉื่อย และความดัน

แรงฉุดเกิดจากองค์ประกอบของความเฉื่อยและความดันในทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของการบิน กล่าวอีกอย่างหนึ่งแรงฉุดเกิดจากความดันและความเสียดทานของอากาศซึ่งดึงเครื่องบินไปข้างหลัง

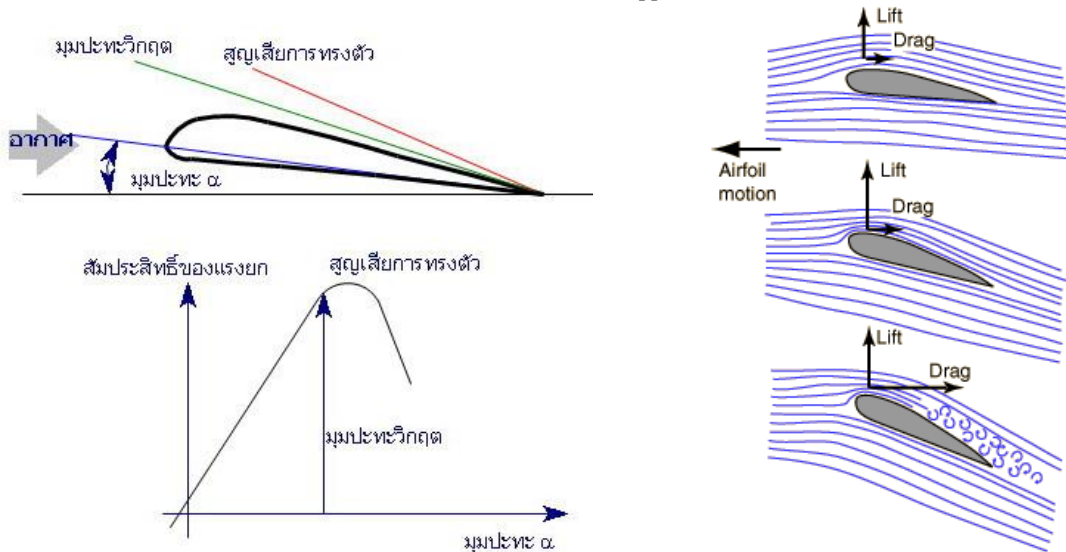


รูปที่ 11

แรงยกเกิดจากองค์ประกอบความเฉื่อยและความดันที่กระทำบนเครื่องบินในทิศตั้งฉากกับทิศทางการบิน เป็นแรงที่ทำให้เครื่องบินลอยอยู่ในอากาศ แรงยกเกือบทั้งหมดเกิดขึ้นที่ปีกของเครื่องบิน สิ่งที่ต้องเน้นย้ำคือการอธิบายที่นิยมใช้กันทั่ว ๆ ไป จะเกี่ยวข้องกับรูปร่างของปีกซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ถึงแม้ว่ารูปร่างของปีกเครื่องบินจะสำคัญมาก แต่ถ้ารูปร่างเป็นหนทางเดียวที่จะทำให้เกิดแรงยกบนปีกเครื่องบินแล้ว เครื่องบินจะไม่สามารถบินหางย้อยได้เลย และในทำนองเดียวกันเครื่องบินที่พับจากกระดาดจะไม่สามารถร่อนขึ้นสูงได้ด้วยปีกแบน ๆ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือเครื่องบินบินได้โดยการผลัดกันหรือเปลี่ยนทิศทางของอากาศให้มีทิศลงเพื่อสร้างแรงยกตามสมการโมเมนตัมเชิงเส้นหรือกฎข้อที่สองของนิวตัน

การสร้างแรงยกทำโดยการเบี่ยงเบนอากาศให้มีทิศลง ปีกต้องสามารถเปลี่ยนความเร็วของอากาศเพื่อให้เกิดความเร่ง (หรือเปลี่ยนโมเมนตัม) ซึ่งเป็นสาเหตุให้ความดันด้านบนของปีกต่ำกว่าความดันใต้ปีกทำให้ยกปีกขึ้นได้ **ข้อสำคัญที่ต้องจำ คือ ปีกต้องเบี่ยงเบนอากาศเพื่อเป็นสาเหตุให้เปลี่ยนแปลงความดัน**

สิ่งที่ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของอากาศได้คือการทำให้ปีกเครื่องบินทำมุมกับทิศทางการไหลของอากาศซึ่งเรียกว่ามุมปะทะ (Attack angle) สิ่งนี้จะทำให้เกิดแรงยก แต่จากข้อมูลการทดลองทางวิศวกรรมพบว่ามุมปะทะไม่ควรเกิน 15 องศา เพราะถ้ามากกว่านั้นจะทำให้เครื่องบินเสียการทรงตัว ดูรูปที่ 12



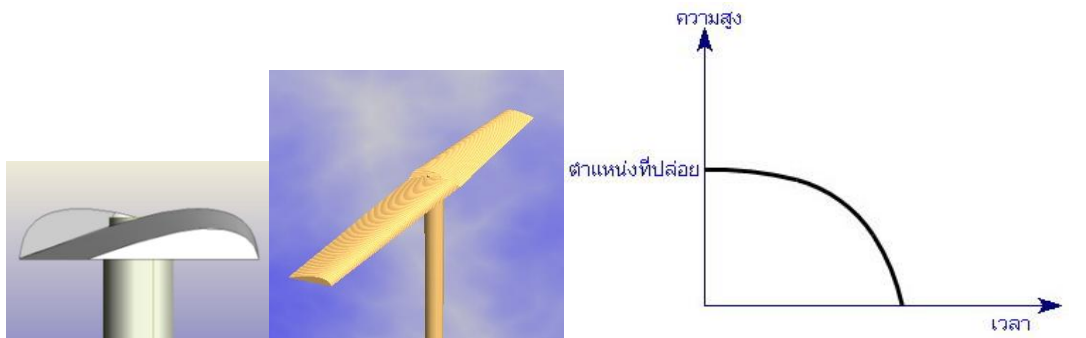
รูปที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมปะทะและแรงยก

การทดลอง

เพื่อเป็นการยืนยันว่าอะไรที่ทำให้เครื่องบินยกตัวลอยอยู่ในอากาศได้ในขณะที่กำลังเคลื่อนที่ในอากาศ ผู้เขียนได้ทำกังหันที่ใบกังหันมีหน้าตัดเหมือนหน้าตัดของปีกเครื่องบิน และหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กังหันทำจากไม้สน ความยาวของใบ 8 เซนติเมตร มวลทั้งหมดของกังหันประมาณ 9-12 กรัม (น้ำหนักประมาณ 0.09 - 0.12 นิวตัน) ขนาดของมุมปะทะ 0 องศา และน้อยกว่า 15 องศา หมุนกังหันด้วยความเร็วรอบใกล้เคียงกัน จากการทดลองกังหันแบบต่างๆ ได้กราฟระหว่างตำแหน่งของกังหันกับเวลา ดังแสดงในรูปที่ 14



รูปที่ 13



ก) มุมปะทะ = 0 องศา ด้านบนโค้ง ด้านล่างเรียบ



ข) มุมปะทะ > 0 องศา ด้านบนโค้ง ด้านล่างเรียบ



ค) มุมปะทะ = 0 องศา ด้านบนและด้านล่างโค้งเหมือนกัน



ง) มุมปะทะ > 0 องศา ด้านบนและด้านล่างโค้งเหมือนกัน



จ) มุมปะทะ = 0 องศา ด้านบนเรียบ ด้านล่างโค้ง



ฉ) มุมปะทะ > 0 องศา ด้านบนเรียบ ด้านล่างโค้ง



ข) มุมปะทะ = 0 องศา หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



ค) มุมปะทะ > 0 องศา หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

รูปที่ 14

จากผลการทดลองพบว่ากัณฑ์ทุกรูปแบบที่มุมปะทะมีขนาดมากกว่า 0 องศา ลอยสูงขึ้นจากตำแหน่งที่ปล่อย ส่วนกัณฑ์ที่ขนาดของมุมปะทะเท่ากับ 0 องศา ไม่ลอยสูงขึ้น แต่จะเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็วที่ต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความโค้งของใบกัณฑ์

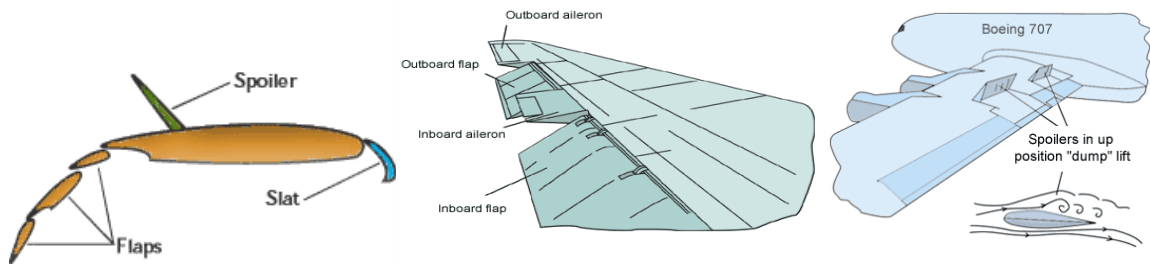
จากผลการทดลองรูปที่ 14 จ) แสดงว่าความโค้งมีผลทำให้ความดันใต้ใบกัณฑ์น้อยกว่าด้านบน และเกิดแรงกดบนกัณฑ์ ส่งผลให้กัณฑ์เคลื่อนที่ลงอย่างรวดเร็ว แต่สำหรับกรณีรูปที่ 14 ก) ใบกัณฑ์โค้งทางด้านบน ความโค้งมีผลให้ความดันด้านบนน้อยกว่าใต้ใบกัณฑ์ ทำให้เกิดแรงยกขึ้นแต่มีขนาดน้อยไม่สามารถเอาชนะน้ำหนักของกัณฑ์ได้ ทำให้กัณฑ์ไม่ลอยสูงขึ้น แต่ก็มีผลทำให้กัณฑ์ตกช้าลง

รูปที่ 14 ฉ) ถึงแม้ว่าใต้ใบกัณฑ์จะมีความโค้งมากกว่าด้านบนแต่มุมปะทะมากกว่า 0 องศา จึงทำให้กัณฑ์ลอยสูงขึ้นในอากาศได้

รูปที่ 14 ช) หน้าตัดของใบกัณฑ์ไม่มีส่วนโค้งทั้งด้านบนและด้านล่าง สามารถลอยขึ้นสูงได้เพราะมีมุมปะทะมากกว่า 0 องศา

ส่งท้าย

จากทฤษฎีกลศาสตร์ของไหลบางส่วนและผลการทดลองที่ได้นำเสนอมานี้ จะเห็นได้ว่าแรงยกบนปีกเครื่องบินส่วนใหญ่เกิดจากการบังคับให้อากาศเบี่ยงเบนทิศทางการไหล ซึ่งเพี้ยนไปจากคำอธิบายที่ปรากฏอยู่ในหนังสือส่วนใหญ่ (ทั้งเป็นของไทยและต่างประเทศ) บทความนี้จะช่วยให้ผู้อ่านหาคำตอบได้ว่า ทำไมเครื่องบินจึงบินหงายท้องได้ และเครื่องร่อนที่มีปีกแบน ๆ ร่อนโฉบขึ้นลงได้อย่างไร สิ่งที่สำคัญในการออกแบบปีกเครื่องบินคือการทำให้ปีกสามารถบังคับให้อากาศเบี่ยงเบนไปในทิศทางที่สร้างแรงยกในทิศที่ต้องการ

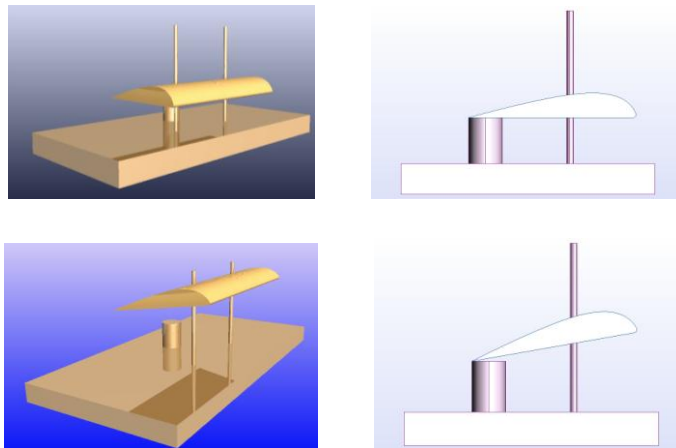


รูปที่ 15 แสดงส่วนต่าง ๆ ของปีกเครื่องบินสำหรับเบี่ยงเบนทิศทางการไหลของอากาศเพื่อสร้างแรงดูด และแรงยก

ของฝากก่อนจากกัน

อุปกรณ์สำหรับทดลองเกี่ยวกับแรงยกบนปีกเครื่องบินอีกแบบหนึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 16 ตัวปีกจำลองทำด้วยโฟม (ขนาด 8 cm × 15 cm × 2 cm) ใช้คัตเตอร์และกระดาษทรายตัดแต่งให้มีหน้าตัดเหมือนรูปปีกเครื่องบิน ใช้ไม้บัลซาทำก็ได้ เจาะรู 2 รู บนปีกจำลอง ระยะห่างระหว่างรู ประมาณ 8 cm รูที่เจาะต้องทำให้ปีกจำลองมีมุมปะทะ 0, 5, 10, 15 และ 20 องศา (โดยประมาณ) เมื่อนำไปใส่ในเสาบนฐานดังแสดงในรูปที่ 16 สำหรับปีกจำลองที่ทำจากโฟมควรใช้หลอดดูดนมเปรี้ยวใส่ในรูที่เจาะเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและลดความเสียหายระหว่างปีกจำลองกับเสา

การทดลองนำอุปกรณ์ไปตั้งไว้หน้าพัดลม เปิดพัดลมให้ลมเป่าผ่านอุปกรณ์ ต้องทำเองจึงจะรู้ว่าคุณก็ทำได้



รูปที่ 16

สมนึก บุญพาไสว
ธันวาคม 2549

เอกสารอ้างอิง

1. Keith Sherwin and Michael Horsley, "Thermofluids", Chapman & Hall, London, 1996.
2. Oosthuizen, P. H. and Carscallen, W. E., "Compressible Fluid Flow", McGraw-Hill, New York, 1997.
3. Vennard, J. K. and Street, R. L., "Elementary Fluid Mechanics", 6th Ed, John Wiley & Sons, New York, 1982.
4. Chris Waltham, "Flight Without Bernoulli", The Physics Teacher, Vol. 36 November, 1998.
5. <http://www.jefflewis.net/aviation>
6. <http://www.av8n.com/how/htm/4forces.html>
7. <http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane>
8. <http://www.ae.su.oz.au/aero/fprops/introvisc>
9. <http://www.cartage.org.lb/en/themes/Sciences/Physics/Mechanics/FluidMechanics>