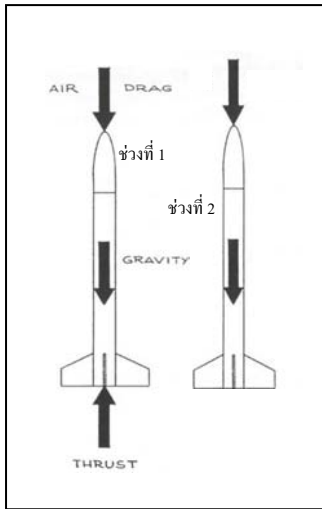


หลักวิทยาศาสตร์กับจรวดขวดน้ำ

โดย นายภาณุมาศ อรุณเดชาวัฒน์
ภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ทำไมจรวดจึงไปไกล?

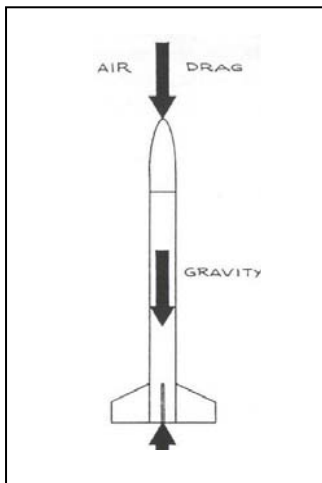
การเคลื่อนที่ของจรวดแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ

1. เคลื่อนที่ขณะที่มีน้ำเป็นแรงขับเคลื่อน
2. เคลื่อนที่ขณะที่ไม่มีน้ำเป็นแรงขับเคลื่อน

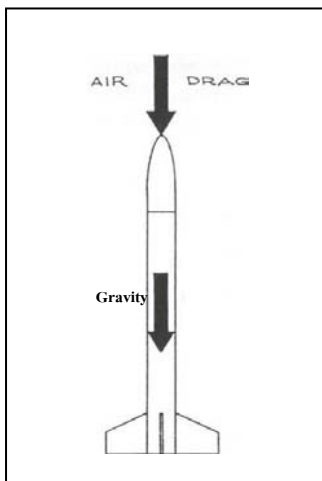
“การที่วัตถุใดๆ เริ่มเคลื่อนที่ จากหยุดนิ่ง
จำเป็นต้องมีแรงภายนอกมากระทำ”

“ดังนั้น การที่จรวดจะเคลื่อนที่ได้ไกลหรือไม่นั้น
จำเป็นต้องพิจารณาให้ดีกว่า มีแรงอะไรมากระทำบ้าง”

ช่วงที่ 1



ช่วงที่ 2



พิจารณาเห็นว่าแรงที่กระทำกับจรวด ในการเคลื่อนที่ มี 3 แรงคือ

1. แรงดึงดูดที่กระทำต่อจรวด(Gravity Force)
2. แรงขับจากน้ำ(Thrust)
3. แรงต้านจากอากาศ(Drag Force)

ในการเคลื่อนที่ช่วงที่ 2 มีแรงที่กระทำกับจรวด 2 แรงคือ

1. แรงดึงดูดที่กระทำต่อจรวด(Gravity Force)
2. แรงต้านจากอากาศ(Drag Force)

เมื่อพิจารณาแล้ว “แรงที่ทำให้จรวดเคลื่อนที่ได้” คือ
“แรงขับ(Thrust)” ที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำ ที่พุ่งออกจาก
ท่อทางออกของจรวด(Nozzle)

ในทางกลับกัน “แรงต้านการเคลื่อนที่ของจรวด” ก็คือ
“แรงดึงดูดที่กระทำต่อจรวด(Gravity Force)”

และ

“แรงต้านจากอากาศ(Drag Force)”

หลักวิทยาศาสตร์กับจรวดขวดน้ำ

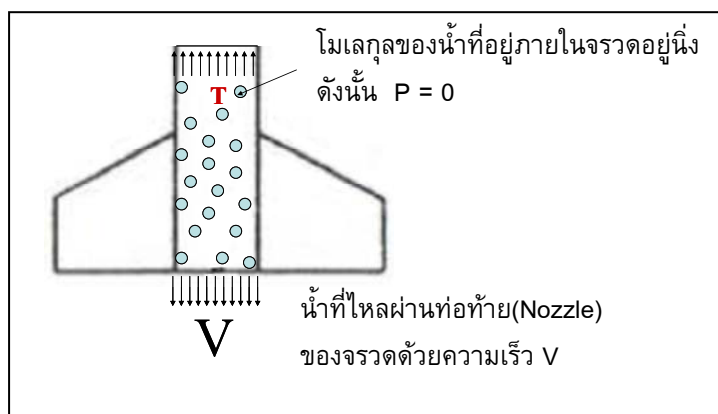
ดังนั้นหลักการที่จะทำให้จรวดเคลื่อนที่ไปได้ก็มี 2 ข้อก็คือ

1. เพิ่มแรงขับ(Thrust)
2. ลดแรงต้านการเคลื่อนที่ทั้ง 2 คือ
 - 2.1 แรงดึงดูดที่กระทำต่อจรวด(Gravityation) และ
 - 2.2 แรงต้านจากอากาศ(Air Drag)

1. เพิ่มแรงขับได้อย่างไร?

แรงขับ(Thrust) ที่ได้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ของน้ำและอากาศที่อัดอยู่ภายในจรวด

$$Thrust = m \frac{dv}{dt}$$



“การเพิ่มแรงขับจำเป็นต้องมีการออกแบบ ท่อท้าย(Nozzle)ใหม่ ซึ่ง จำเป็นต้องอาศัยหลักวิชาด้านการไหลขั้นสูง ดังนั้นการพัฒนาด้านนี้ จึงอาจไม่เหมาะสมสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยม”

2. ลดแรงดึงดูดที่กระทำต่อจรวด

$$W = mg$$

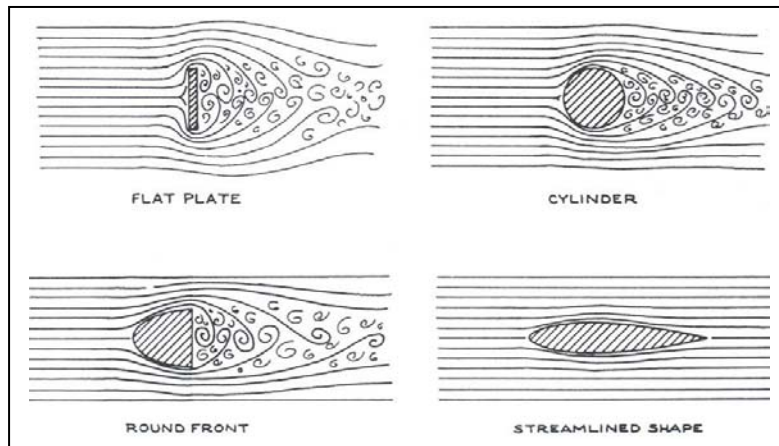
ดังนั้น การแรงดึงดูดที่กระทำต่อจรวดสามารถทำได้โดย เลือกใช้วัสดุที่เบา มาสร้างจรวด

3. ลดแรงต้านจากอากาศที่กระทำต่อจรวด

“แรงต้านจากอากาศ คือ แรงที่อากาศกระทำต่อวัตถุใดๆที่มีการเคลื่อนที่”



หลักวิทยาศาสตร์กับจรวดขวดน้ำ



$$F_D = \frac{1}{2} \rho_{air} C_D A V^2$$

F_D = Air Drag Force

ρ_{air} = Density of Air → **constant**

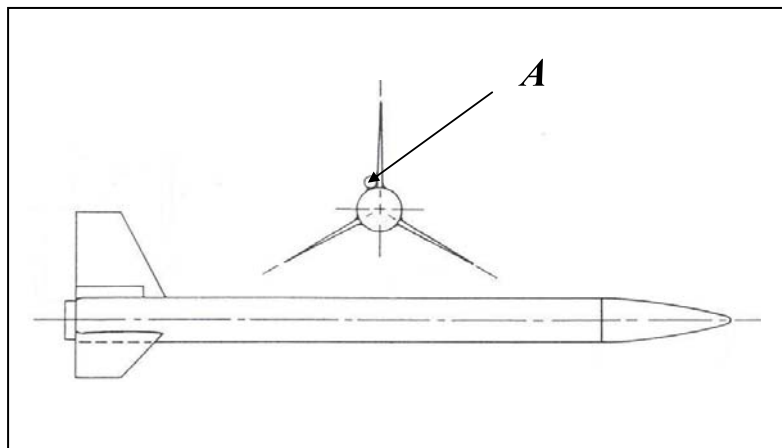
C_D = Drag Coefficient *

A = พื้นที่หน้าตัดของจรวด (Frontal Area)*

V = ความเร็วของจรวด

ดังนั้นการลดแรงต้านจากอากาศสามารถทำได้ 2 ทางคือ

1. ลดพื้นที่หน้าตัดของจรวด (A)

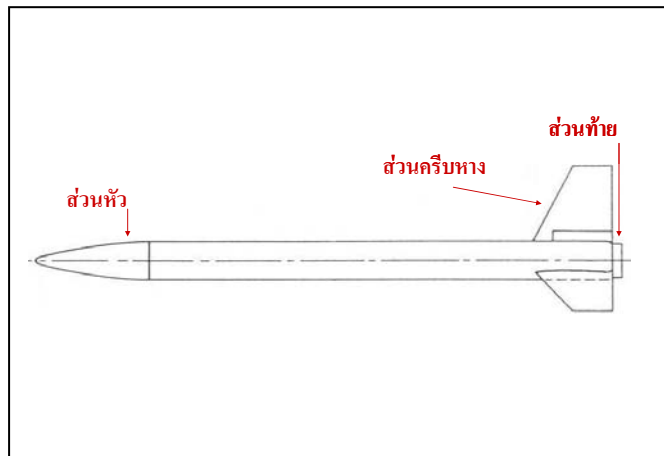


หลักวิทยาศาสตร์กับจรวดขวดน้ำ

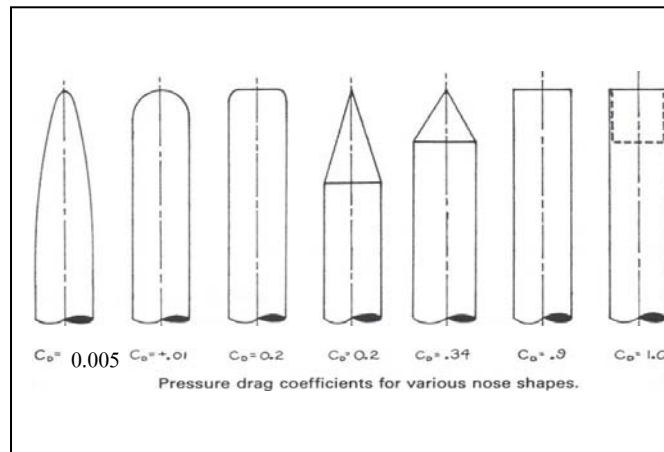
2. ลดค่า C_D

ปัจจัยที่มีผลต่อค่า C_D

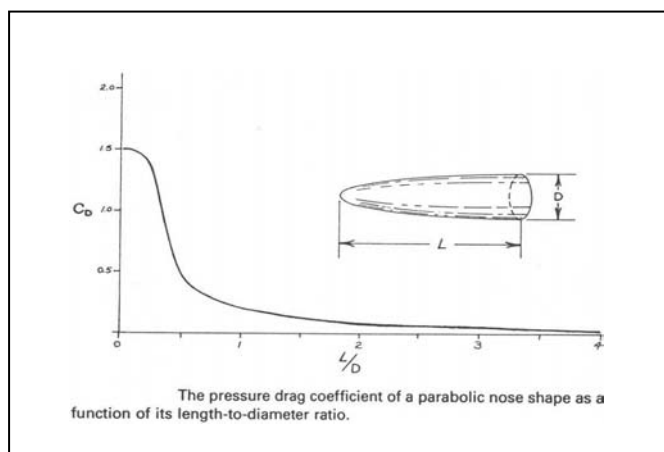
1. ผิว
2. ส่วนหัว
3. ส่วนครีบทหาง
4. ส่วนท้าย



2. ส่วนหัว(1)



ส่วนหัว(2)



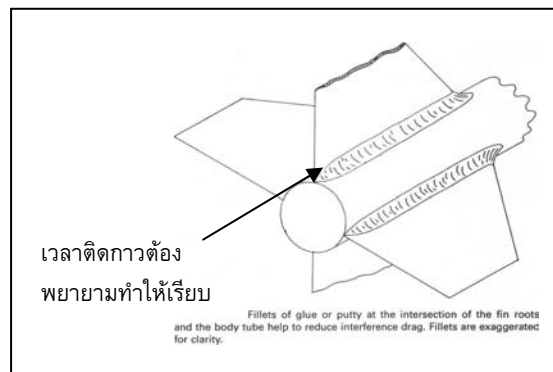
หลักวิทยาศาสตร์กับจรวดขวดน้ำ

3. ส่วนครีบบาง

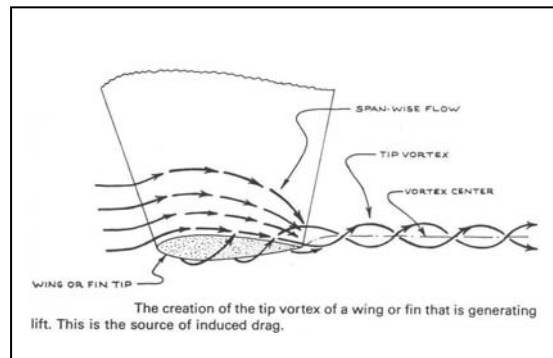
ปัจจัยที่มีผลต่อค่า C_D บริเวณนี้คือ

1. การประกอบครีบบางเข้ากับตัวจรวด
2. การไหลของอากาศบริเวณปลายครีบบาง

1. การประกอบครีบบางเข้ากับตัวจรวด



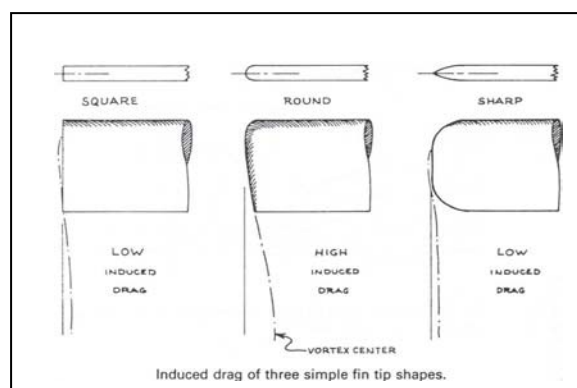
2. การไหลของอากาศบริเวณปลายครีบบาง



การแก้ไข

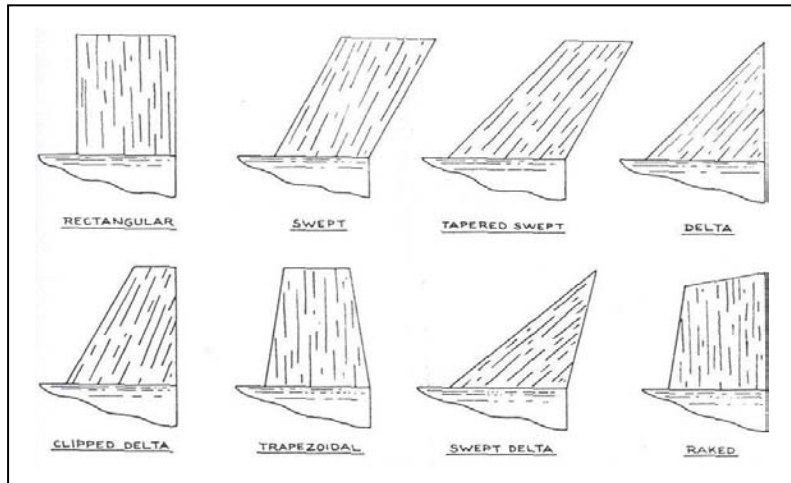
- 1) ต้องทำการปรับขอบปลายครีบบีกให้เหมาะสม
- 2) เลือกครีบบางให้เหมาะสม

1) การปรับขอบปลายครีบบางให้เหมาะสม



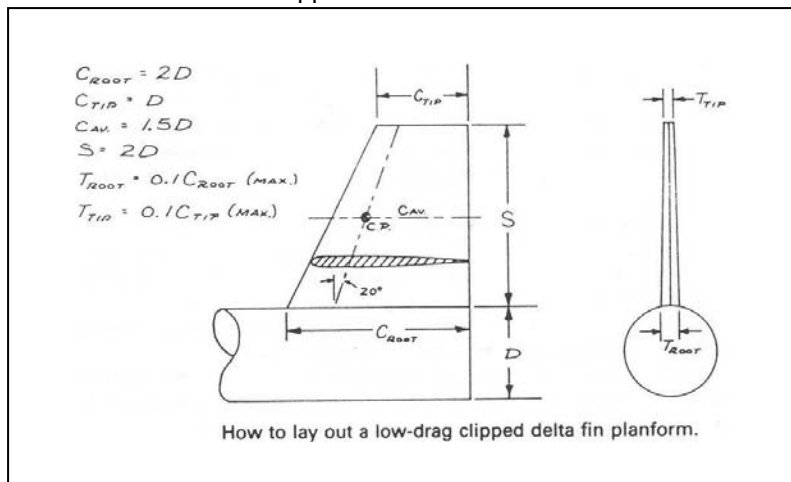
หลักวิทยาศาสตร์กับจรวดขวดน้ำ

2) การปรับขอบปลายครีบทรงให้เหมาะสม

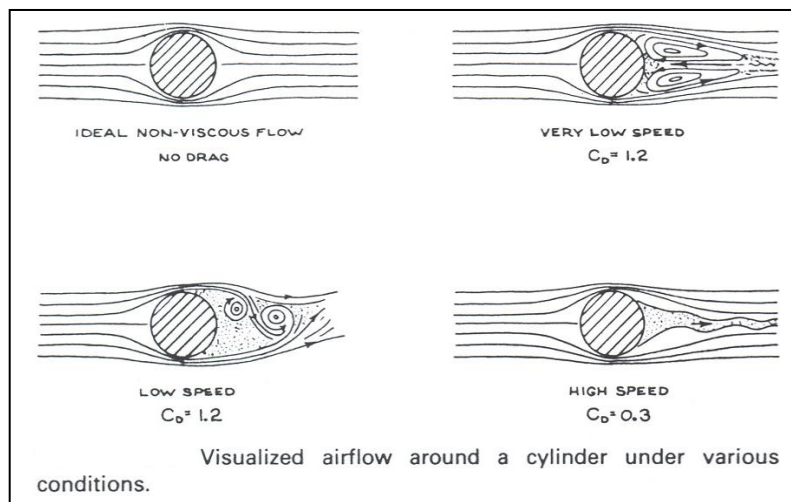


การไหลของอากาศบริเวณปลายครีบทรง

การคำนวณครีบทรงแบบ Clipped Delta



4. ส่วนท้าย

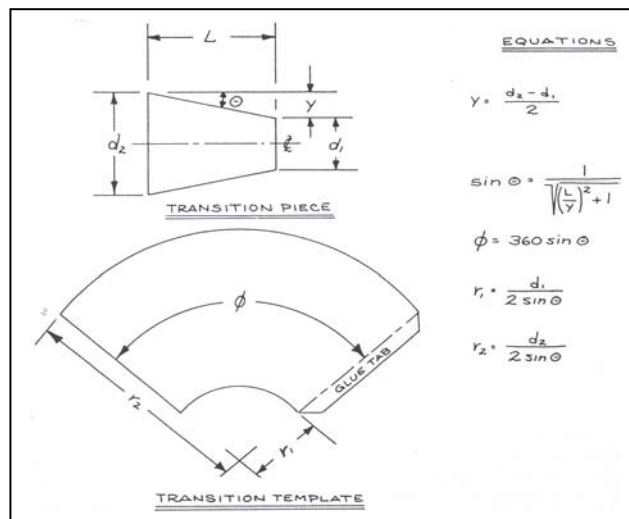


หลักวิทยาศาสตร์กับจรวดขวดน้ำ

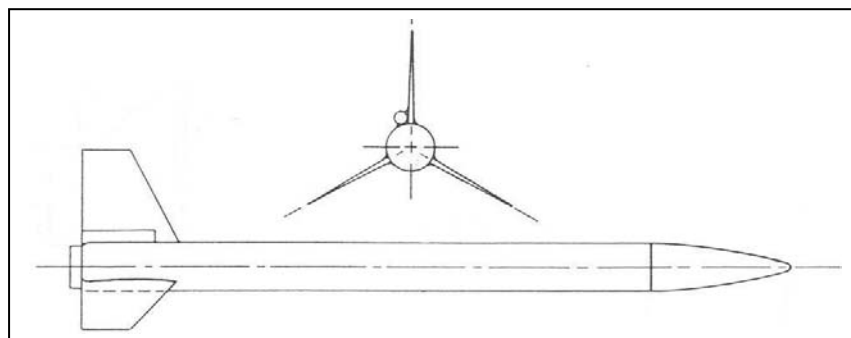
ส่วนท้าย



การคำนวณหาขนาดส่วนท้ายที่จะต่อเติม



แบบจรวดที่แนะนำ



ควรเป็นแบบ 3 หาง