



บทที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและวิธีหาการกระจายความเร็ว

(Experimental Apparatus and Measurement of Velocity Distribution)

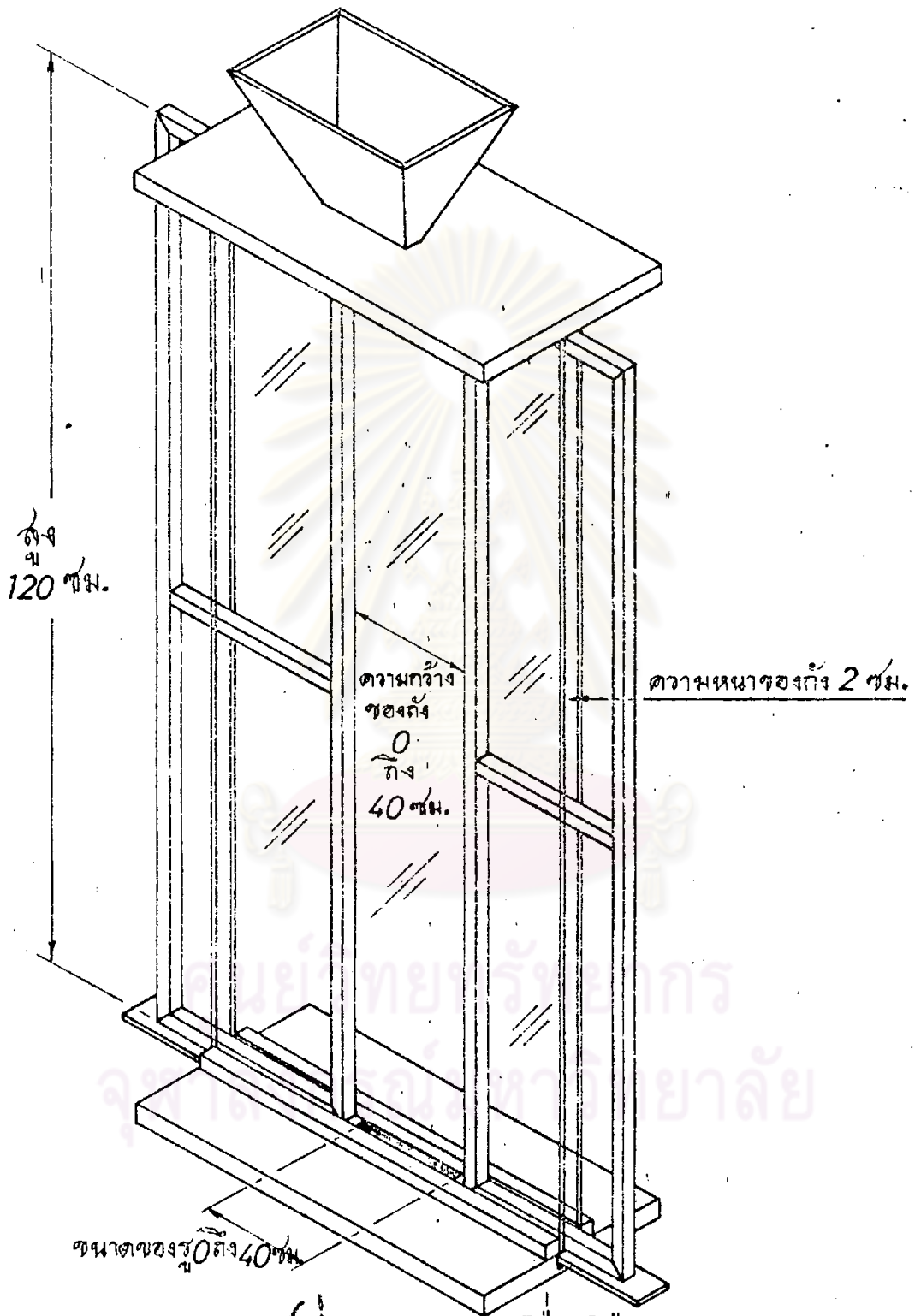
3.1 คำนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึง การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งทำให้เกิดเหตุการณ์ไหลต่าง ๆ ตามที่อธิบายไว้แล้วในบทที่ 1 และบทที่ 2 นอกจากนี้ยังจะกล่าวถึง คุณสมบัติทางกายภาพ (physical properties) บางอย่างของเมล็ดข้าวเหนียวขาวซึ่งใช้ในการทดลอง และสุดท้ายจะกล่าวถึง วิธีที่ใช้ในการหาการกระจายความเร็ว (velocity distribution) ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

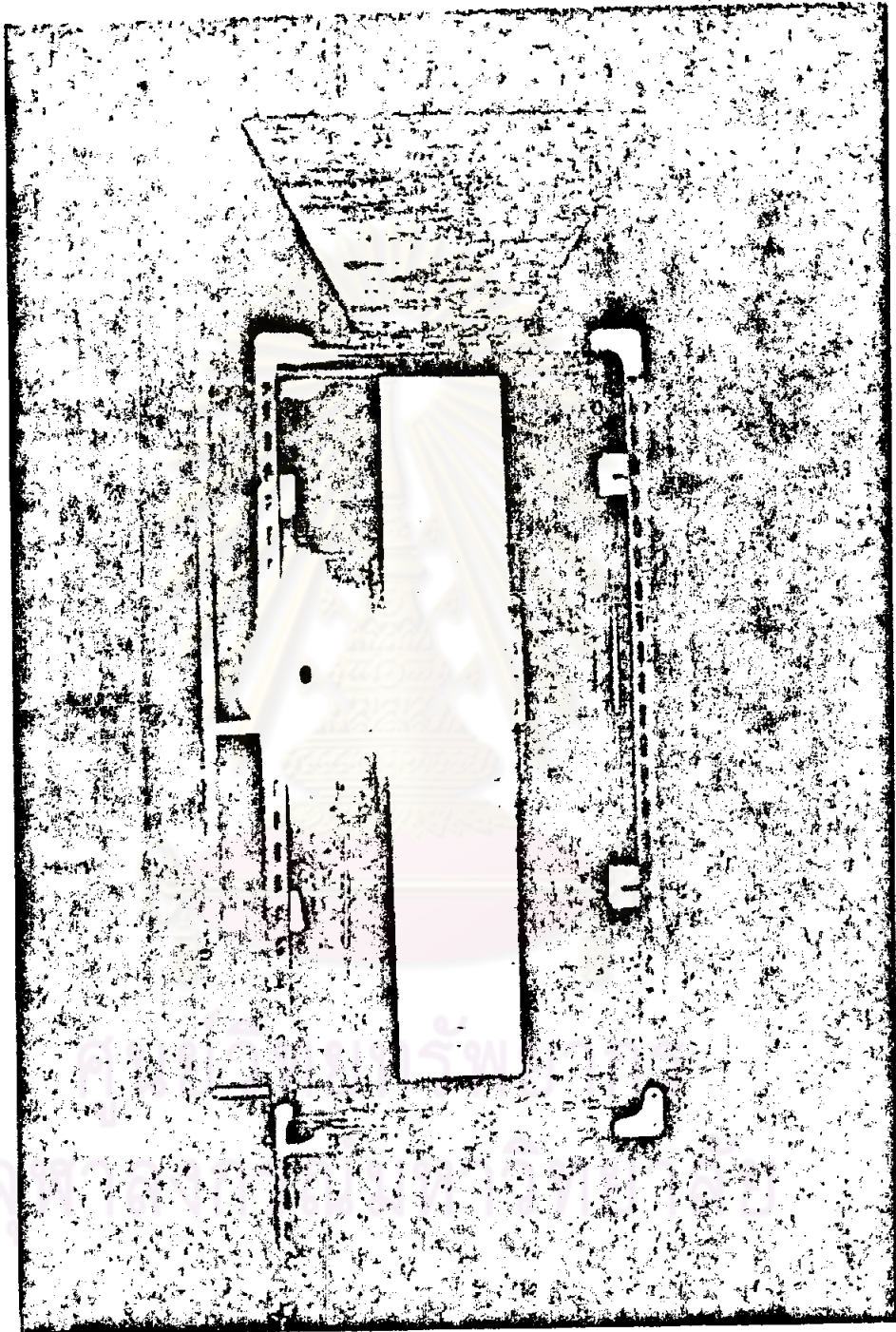
3.2 ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองนี้ มีลักษณะเป็นถังสี่เหลี่ยมก้นแบน (flat-bottomed rectangular bin) ผนังด้านหน้าและด้านหลัง เป็นกระจก 2 แผ่น วางห่างกัน 2 ซม. ส่วนทางผนังข้าง (side wall) ทำด้วยไม้ ซึ่งเลื่อนเข้าออกได้ และเรียกระยะห่างระหว่างไม้นี้ว่า เป็นความกว้างของถัง (bin width) และเรียกระยะห่างระหว่างกระจก 2 แผ่นนี้ว่า ความหนาของถัง (bin thickness) ความสูงของถังเท่ากับ 120 ซม. ตอนบนของถังจะมีกรวยขนาดใหญ่ (hopper) เพื่อบรรจุเมล็ดข้าวเหนียว ทำให้ภายในถังมีเมล็ดข้าวเหนียวขาวเต็มอยู่ตลอดเวลา และไม่ต้องคอยเติมอยู่บ่อย ๆ ตรงก้นถังเป็นแผ่นไม้ 2 แผ่น เลื่อนเข้าออกได้ เมื่อเลื่อนออกจะทำให้เกิดช่องว่าง ซึ่งจะเรียกช่องว่างนี้ว่า รู (orifice) ระยะห่างของช่องว่าง เรียก ว่า ขนาดของรู (orifice size) เมล็ดข้าวเหนียวจะไหลผ่านรูนี้ ทั้งความกว้างของถัง (bin width) และขนาดของรู (orifice size) สามารถปรับได้ตั้งแต่ 0 - 40 ซม.

- รูปที่ 3.2.1 เป็นภาพเขียนแบบของเครื่องมือทดลอง
- รูปที่ 3.2.2 เป็นภาพถ่ายของเครื่องมือทดลอง



รูปที่ 3.2.1 เครื่องมือทดลอง



รูปที่ 3.2.2 ภาพถ่ายเครื่องมือทดลอง

3.3 คุณสมบัติทางกายภาพบางอย่างของเม็ดสีขาวเหนียวขาว

ก) เม็ดสีขาวเหนียวที่ไซท์คลองเป็นเม็ดสีขาวเหนียวขาว มีความยาวเฉลี่ย 0.6 มม. และมีความกว้างเฉลี่ย 0.243 มม. การกระจายขนาด (size distribution) ของเม็ดสีขาวเหนียวจะได้อ้างอิงในตาราง 3.3.1 และตาราง 3.3.2

ข) ค่าที่ไปจะพุดถึง มุมพิง (angle of repose) มุมพิง คือ มุมที่เกิดขึ้นหลังจากปล่อยให้เม็ดสีขาวเหนียวไหลผ่านรู (orifice) จนหยุดไหล จะพบว่า มีสีขาวเหนียวจำนวนหนึ่งเหลือค้างอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 3.3.1 มุมที่แนวเม็ดสีขาวเหนียวทำกับแนวระดับ (มุม ϕ_R) คือ มุมพิง (angle of repose) ซึ่งจากการทดลอง พบว่า จะมีค่าคงที่ประมาณ 37 องศา

ค) ความหนาแน่นของเม็ดสีขาวเหนียว (solid density) มีค่าเท่ากับ 1.4 กรัม/ลบ.ซม.

ง) ความหนาแน่นขณะไหล (flowing density) การหาความหนาแน่นขณะไหลทำได้โดยใช้กระบอกวัด 2 เส้น ในบริเวณที่การไหลเป็นแบบแท่ง (plug flow) ให้นำน้ำหนักของเม็ดที่ไหลผ่านในช่วงระดับทั้ง 2 จะได้อาศัยความหนาแน่นขณะไหล (flowing density) ดังนี้

$$\rho_f = \frac{\Delta W}{h \cdot b \cdot t_A} \quad (3.3.1)$$

เมื่อ ρ_f = ความหนาแน่นขณะไหล (flowing density) กรัม/ลบ.ซม.

ΔW = น้ำหนักของเม็ดที่ไหลผ่านในช่วงระดับทั้ง 2 , กรัม

h = ระยะทางระหว่างระดับทั้งสอง , ซม.

b = ความกว้างของถัง (bin width) , ซม.

t_A = ความหนาของถัง (bin thickness) , ซม.

ค่าความหนาแน่นขณะไหล (flowing density) มีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.86 กรัม/ลบ.ซม.

จ) ค่าความว่างเปล่าขณะไหล (flowing voidage) สามารถคำนวณได้จาก

$$(1 - \epsilon_f) \rho_s = \rho_f \quad 006340 \quad (3.3.2)$$

$$\epsilon_f = 1 - \frac{\rho_f}{\rho_s} \quad (3.3.3)$$

เมื่อ ϵ_f = ค่าความว่างเปล่าขณะไหล (flowing voidage)

ตารางที่ 3.3.1

การกระจายขนาดของเมล็ดข้าวเหนียวค่านยาว

ขนาด ซม.	จำนวน
0.35	1
0.40	9
0.45	2
0.50	9
0.55	5
0.60	43
0.65	8
0.70	22
0.75	1

เฉลี่ย 0.60 ซม.

ตารางที่ 3.3.2

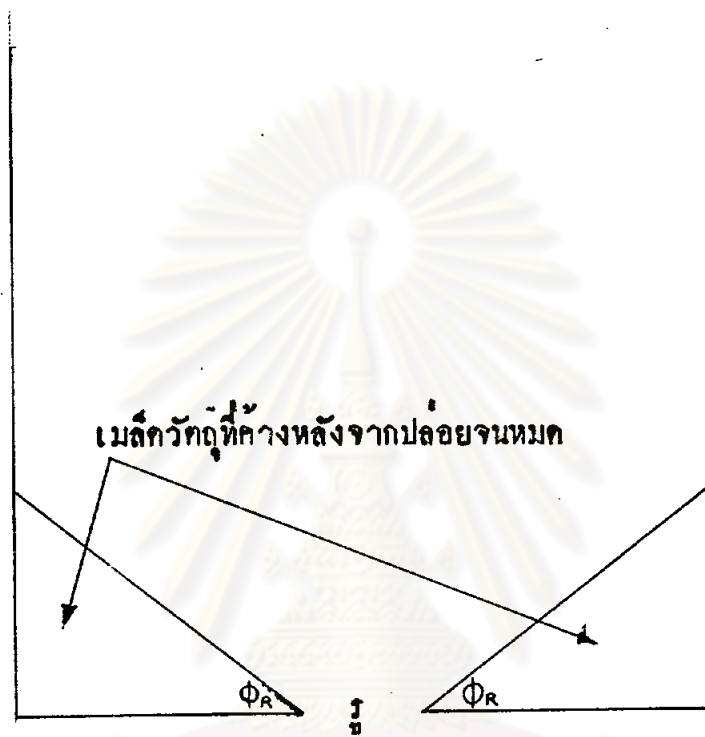
การกระจายขนาดของเมล็ดข้าวเหนียวค่านกว้าง

ขนาด ซม.	จำนวน
.15	1
.20	39
.25	34
.30	26

เฉลี่ย 0.243 ซม.

ผนังด้านซ้าย

ผนังด้านขวา



รูปที่ 3.3.1

 Φ_R คือ มุมพิง

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ρ_f = ความหนาแน่นของไหล (flowing density)

ρ_s = ความหนาแน่นของเม็ดสีขาวเหนียว (solid density)

ดังนั้น เมื่อแทนค่า ρ_f และ ρ_s จะได้

$$\epsilon_f = 1 - \frac{0.86}{1.4}$$

$$= 0.386$$

3.4 วิธีการหาการกระจายความเร็ว

การหาการกระจายความเร็ว (velocity distribution) นั้น เราจะต้องหาความเร็วของเม็ดสีขาวเหนียวที่กำลังไหลที่ระยะทางจากผนังด้านข้าง และที่ระดับต่าง ๆ กันจากพื้นกันถึง ในการหา นี้ เราจะใช้วิธีติดตามการไหลของเม็ดสีขาวเหนียวขาวที่ละเม็ด แต่เนื่องจากเม็ดสีขาวเหนียวขาวมีสีเดียวกันตลอด จึงเป็นการยากแก่การติดตาม ผู้เขียนจึงหาวิธีแก้ไขข้อขัดข้องอันนี้ โดยจะติดตามเม็ดแก้วที่มียุคสมบัติต่าง ๆ ใกล้เคียงกับเม็ดสีขาวเหนียวขาว แต่มีสีอื่นที่ไม่ใช่สีขาว ซึ่งในที่นี้ ผู้เขียนใช้เม็ดสีขาวเหนียวดำ เพื่อเป็นตัวแทนสังเกต (tracer) นั่นคือ เราจะมีเม็ดสีขาวเหนียวขาวเป็นตัวกลาง (medium) และมีเม็ดสีขาวเหนียวดำ เป็นตัวแทนสังเกต (tracer)

สำหรับการทดลอง และข้อมูลดิบ (raw data) ต่าง ๆ จะได้นำไปกล่าวไว้ในตอนที่ 4

ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย