

บทที่ ๓

เครื่องมือและวิธีการทดลอง



๓.๑ เครื่องมือ

เครื่องมือทดลองที่ใช้ในการศึกษาทาง hydrodynamics ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ ๒ มีรายการดังต่อไปนี้

๓.๑.๑ หอททดลอง (Column)

หอททดลองเป็นรูปทรงกระบอก ทำด้วยแก้วมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๗.๘ ซม. สูง ๑๒๐ ซม. มีฝักบัวอยู่ที่ส่วนบนใช้สำหรับโปรยน้ำลงมาในหอททดลอง ตรงส่วนล่างมีตะแกรงทำด้วยเหล็กกันสนิม ขนาดของช่วงตะแกรงกว้าง ๐.๓ ซม. x ๐.๓ ซม. ใต้ตะแกรงมี gas distributor สำหรับให้ก๊าซก่อตัวเป็นฟองแล้วผ่านเข้าไปในหอททดลอง

๓.๑.๒ เครื่องกรองน้ำ

เครื่องกรองน้ำทำด้วยเหล็กกันสนิมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๐ ซม. สูง ๘๐ ซม. ภายในบรรจุชั้นของหิน, กรวด, ทราย และถ่านกัมมันต์สลับกันเป็นชั้น ๆ เพื่อขจัดสิ่งสกปรกและสารละลายบางอย่างที่มีอยู่ในน้ำออกให้หมด เครื่องกรองนี้ต้องล้างทุก ๆ ๒ วัน โดยผ่านน้ำเข้าทางด้านล่าง เพื่อนำสิ่งสกปรกออกทางด้านบน ถ่านกัมมันต์ต้องเปลี่ยนใหม่ทุกอาทิตย์

๓.๑.๓ ถังพักน้ำ

ถังพักน้ำทำด้วยเหล็กกันสนิมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔๐ ซม. สูง ๖๐ ซม. ด้านข้างของถังจะมีทางน้ำไหลออก เพื่อใช้เป็นที่รักษาระดับของน้ำภายในถังพักให้มีระดับคงที่ตลอดเวลา

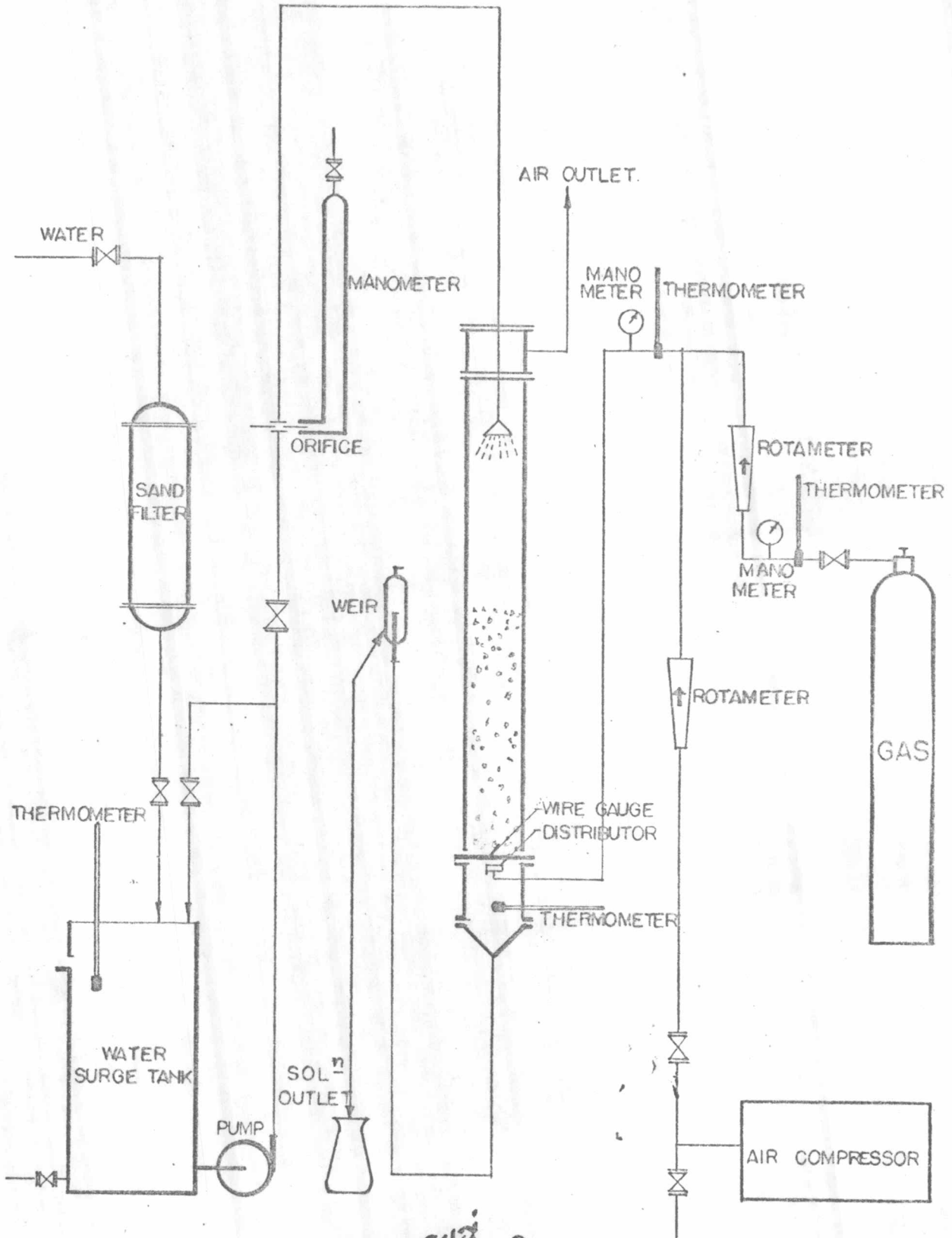


Fig. 2 .

๓.๑.๔ ที่รักษาระดับความสูงของ เบดในหอทดลอง

ความสูงของ เบดในหอทดลอง สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตรงทางออกของน้ำหรือสารละลาย ที่มีหลอดแก้วสองขนาดรวมกันอยู่ น้ำหรือสารละลายจะไหลผ่านหลอดแก้วด้านในที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑.๒ ซม. ไหลล้นออกรอบข้างลงไปยังหลอดแก้วใหญ่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๕ ซม. แล้วไหลสู่ที่น้ำทิ้งในที่สุด หลอดแก้วที่ใช้รักษา ระดับความสูงของ เบดในหอทดลองนี้ สามารถเลื่อนขึ้นลงได้โดยยึดติดกับแท่งโลหะกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑.๕ ซม. สูง ๑๕๐ ซม.

๓.๑.๕ เครื่องอัดอากาศ

เครื่องอัดอากาศเป็นแบบ ๒ จังหวะของ IWATA สามารถอัดอากาศได้ความดันสูงสุด ๒๕๐ psi หรือ ๑๗ kg/cm² สามารถอัดอากาศได้ ๑๕๐ ลิตรต่อนาที

๓.๑.๖ เม็ดของแข็ง

เม็ดของแข็งมีรูปทรงกลมทำด้วย P.V.C. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๗.๘ มม. ความหนาแน่นประมาณ ๑.๐๖ กรัมต่อ ล.บ. เซนติเมตร จำนวนที่ใช้ในการทดลอง ๓๐๐ เม็ด และ ๖๐๐ เม็ด

๓.๑.๗ คุณสมบัติกายภาพของน้ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความหนาแน่นกับความหนืดของน้ำ
ได้ใช้ค่าความสัมพันธ์นี้จาก International Critical Tables⁽²⁹⁾

๓.๒ ระบบการไหลของน้ำ

น้ำประปาส่วนใหญ่พบว่ายังมีสารบางอย่างละลายอยู่ หลังจากนำมาผ่านเครื่องกรองแล้ว ถ่านกัมมันต์จะดูดกลืนสารที่เป็นมลภาวะเอาไว้ น้ำถูกปล่อยลงในถังพัก ซึ่งที่แห่งนี้นี้จะมีเทอร์โมมิเตอร์อันหนึ่งใช้วัดอุณหภูมิของน้ำ เครื่องสูบน้ำจะสูบน้ำจากถังแล้วส่งผ่าน orifice ที่มี manometer สำหรับวัดความเร็วของกระแส น้ำ เมื่อ น้ำถูกบีบมาถึงส่วนบนของหอทดลองน้ำจะถูกโปรยลงมาทางฝักบัว น้ำที่โปรยลงมาจะมีส่วนช่วยให้ฟองก๊าซที่ผิวหน้าของเบคแตกออก น้ำไหลผ่านเบคออกไปทางส่วนล่าง ผ่านหลอดแก้วที่ใช้รักษาระดับของเบค แล้วจึงไหลตรงไปยังท่อน้ำทิ้ง ทรงส่วนล่างของเบคจะมีเทอร์โมมิเตอร์แบบละเอียด ($\frac{1}{100}$ ซ.) อีกอันหนึ่งไว้คอยวัดอุณหภูมิของน้ำหลังจากผ่านเบคแล้ว ปรากฏว่าอุณหภูมิแตกต่างกันไม่เกิน ๐.๒ ซ. ความเร็วของน้ำที่ใช้ประมาณ ๐.๒๖๕ ถึง ๐.๗๓ ซม./วินาที

๓.๓ ระบบการไหลของก๊าซ

๓.๓.๑ อากาศ

อากาศจากเครื่องอัดอากาศไหลผ่าน Rotameter ด้วยอัตราความเร็วตั้งแต่ ๒.๖ ถึง ๔ ซม.ต่อวินาที ใกล้เคียงกับ Rotameter มีเครื่องวัดความกดดันของอากาศ และเทอร์โมมิเตอร์แบบละเอียดใช้วัดอุณหภูมิของอากาศ อากาศจะไหลผ่านมายัง gas distributor แล้วก่อตัวเป็นฟองลอยขึ้นมาในเบค จากนั้นก็จะออกทางส่วนบนของหอทดลอง

๓.๓.๒ ก๊าซอื่น ๆ

ก๊าซจากถังถูกบังคับด้วย regulator เพื่อให้มีความเร็วคงที่ไหลผ่าน Rotameter ในระหว่างนั้นมีเครื่องวัดความกดดันของก๊าซกับเทอร์โมมิเตอร์อย่างละเอียดเพื่อใช้วัดอุณหภูมิของก๊าซ ก๊าซนี้จะไปผสมกับอากาศกลายเป็นก๊าซผสมที่มีความเข้มข้นตามต้องการ แล้วจึงไหลไปพร้อมกับอากาศ เข้าสู่หอทดลองและออกทางส่วนบนพร้อมกับอากาศ

๓.๔ วิธีวัดปริมาณของก๊าซในหอทดลอง (ϵ_G)

หลังจากผ่านน้ำและก๊าซเข้าไปในหอทดลองแล้ว ปล่อยให้อยู่ในสภาวะ steady state วัดระดับของเบตให้มีความสูงเท่ากับ H_T แล้วปิดทางเดินของน้ำ, อากาศ และทางน้ำออกของเบตพร้อม ๆ กัน แล้ววัดความสูงของเบตในขณะนั้นได้เท่ากับ H_O ฉะนั้นปริมาณของก๊าซที่มีอยู่ในเบตเท่ากับผลคูณของความแตกต่างของความสูงกับพื้นที่หน้าตัด และ

$$\epsilon_G = \frac{(H_T - H_O) (\pi/4) D_c^2}{(\pi/4) D_c^2 H_T} \quad (39)$$

$$= \frac{H_T - H_O}{H_T} \quad (40)$$

$$\epsilon_G = \text{Gas hold - up}$$

๓.๕ วิธีวัดปริมาณของของแข็งในหอทดลอง

จากจำนวนเม็ดของของแข็งที่ใช้ก็สามารถรู้ปริมาณทั้งหมดของของแข็ง เมื่อหารด้วยปริมาตรของเบตทั้งหมด ก็จะเป็นส่วนของของแข็งที่ครอบครองพื้นที่ส่วนหนึ่งอยู่ในเบต (Solid hold-up) สามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$C_s = \frac{V_S \frac{\pi}{6} d_P^3}{V_P \frac{\pi}{4} D_C^2 H_T} = \frac{W}{\rho_S \frac{\pi}{4} D_C^2 H_T} \quad (41)$$

V_S = ปริมาตรของของแข็งทั้งหมด

V_P = ปริมาตรของของแข็งที่เป็นทรงกลมหนึ่งหน่วย

d_P = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดของแข็ง

D_C = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทดลอง