บทที่ 2

เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการทดลองและการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการทดลองการดัดแปลงสูบหอยโข่งเป็นกังหันน้ำระดับต่ำ ประกอบด้วยสูบหอยโข่งซึ่งมีท่อส่งและท่อดูดน้ำขนาด 3 นิ้ว ดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำ โดยใช้ impeller ของสูบหอยโข่งทำงานเป็น runner ของกังหัน จึงเปลี่ยนจาก impeller ที่มีมุม $\beta_2 < 90^\circ$ เป็น impeller ที่มีมุม $\beta_2 > 90^\circ$ และเพิ่มเติมอุปกรณ์ที่เป็นตัวบังคับทิศทางไหลของน้ำเรียกว่า guide vane สำหรับอุปกรณ์ประกอบการทดลองได้แก่ ไดนาโมมิเตอร์ เครื่องวัดรอบ สายพานและมู่เล่ ถังเก็บน้ำหมุนเวียน เครื่องวัด rectangular weir มาตรวัดระดับน้ำเหนือ weir มาตรวัดความดันประตูน้ำ ท่อผาย (draft tube) สูบหอยโข่งและมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น ดังแสดงไว้ในรูปแสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการทดลอง สำหรับรายละเอียดต่าง ๆ ของเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการทดลองดูได้จากภาคผนวก ก

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการทดลอง

ก. สูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำ สูบหอยโข่งที่ใช้ดัดแปลงเป็นกังหันน้ำเป็นสูบที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด โดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นภายในประเทศและราคาถูก การดัดแปลงสูบหอยโข่งเป็นกังหันน้ำทำการดัดแปลงโดยเปลี่ยน impeller ของสูบหอยโข่งให้มีขนาดเล็กกว่าเดิม เพื่อให้มีที่ว่างระหว่างเปลือกหอยโข่งกับ impeller มากขึ้น impeller สูบหอยโข่งที่ใช้เปลี่ยนจะมีมุม β_2 มากกว่า 90° สำหรับรูปร่างภายนอกของสูบหอยโข่งจะต้องมีแผ่นปิดด้านข้างเรียบและมีสันกระดูกเหล็กหล่อค่อนข้างสั้น ทำให้มีที่ว่างมากพอเพื่อใช้ติดตั้ง guide vane สูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำแสดงไว้ในรูปที่ 2.1

ข. ไดนาโมมิเตอร์ ไดนาโมมิเตอร์เป็นเครื่องวัดกำลังงาน ที่ส่งผ่านทางเพลา (shaft power) ของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำที่ภาระต่าง ๆ ในการวัดกำลังสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำนี้โดยผ่านทางสายพานและมู่เล่ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ประกอบเช่น หม้อแปลงไฟฟ้า ชุดปรับแรงดันไฟฟ้าสำหรับเพิ่มแรงเบรค มาตรวัดรอบ แขนวัดกำลังเบรค

(torque arm) และตาชั่งสปริง กำลังงานเพลาของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำหาได้ดังนี้

$$BP = \frac{WN}{4080} \quad kW \qquad (2-1)$$

$$T = 2.34\ W \quad Nm \qquad (2-2)$$

โดย W = ภาระที่อ่านได้จากตาชั่งสปริง , kg

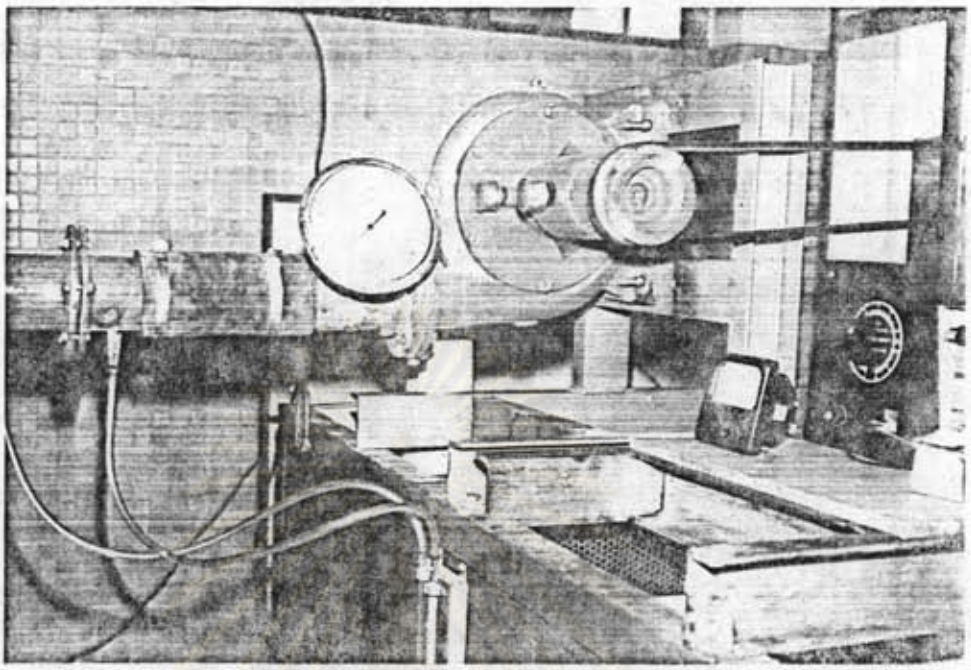
N = ความเร็วรอบของไดนาโมมิเตอร์ , rpm

T = แรงบิด , Nm

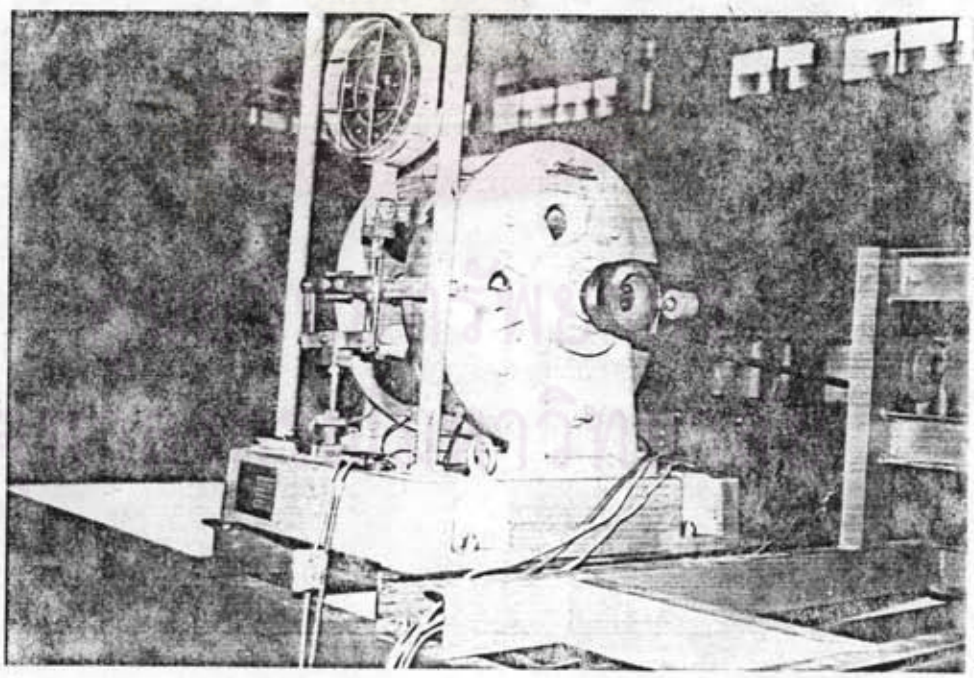
ไดนาโมมิเตอร์และอุปกรณ์แสดงไว้ในรูปที่ 2.2

ค. <u>เครื่องวัดรอบ</u> เครื่องวัดรอบใช้วัดความเร็วรอบของไดนาโมมิเตอร์ โดยปิดแผ่นเรืองแสงขนาด 10 x 30 mm บนล้อของไดนาโมมิเตอร์ กดปุ่มสวิตช์ฉายแสงจากเครื่องวัดรอบไปยังแผ่นเรืองแสง จำนวนแผ่นเรืองแสงที่ใช้ปิดขึ้นอยู่กับย่านวัดที่ต้องการวัด ดังแสดงในรูปที่ 2.3

ง. <u>สายพานและมู่เล่</u> สายพานและมู่เล่ใช้เป็นตัวส่งกำลังจากสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำไปยังไดนาโมมิเตอร์ ในการส่งกำลังชุดนี้ใช้มู่เล่ขนาด 4 นิ้วเท่ากัน เป็นแบบร่องบี รูปตัววี และสายพานส่งกำลังจำนวน 1 เส้น ลักษณะเดียวกัน สำหรับการส่งกำลังของชุดมอเตอร์ไฟฟ้าและสูบหอยโข่งซึ่งเป็นตัวส่งน้ำให้กับสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำใช้มู่เล่ขนาด 4 นิ้ว สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า และขนาด 8, 6, 5 และ 4 นิ้ว สำหรับสูบหอยโข่ง ทั้งนี้ขึ้นกับความต้องการอัตราการไหลและระดับน้ำสูง ลักษณะมู่เล่เป็นแบบร่องบี รูปตัววี 2 ร่อง และสายพานส่งกำลังจำนวน 2 เส้น ลักษณะเดียวกัน



รูปที่ 2.1 สูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำ



รูปที่ 2.2 ไดนาโมมิเตอร์

จ. ถังเก็บน้ำหมุนเวียน ถังเก็บน้ำหมุนเวียนเป็นถังเก็บน้ำขนาดใหญ่ เพื่อให้มีปริมาณน้ำเพียงพอกับการใช้ทดลองสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำ สูบหอยโข่งซึ่งขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่สูบน้ำจากถังเก็บน้ำหมุนเวียน ส่งไปให้สูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำ จากนั้นน้ำจะไหลกลับลงสู่ถังเก็บน้ำหมุนเวียนทำให้ประหยัดในการใช้น้ำ ลักษณะของถังเก็บน้ำหมุนเวียนเป็นถังสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด $1.2 \times 2.4 \times 1.2$ m^3

ฉ. มาตรวัด rectangular weir มาตรวัด rectangular weir ใช้วัดอัตราการไหลของน้ำที่ส่งขับสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำ โดยน้ำจะวิ่งออกทางท่อผายของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำลงถัง rectangular wier ก่อนลงถังเก็บน้ำหมุนเวียน ลักษณะของ rectangular weir เป็นแผ่นบาง เจาะช่องให้น้ำไหลผ่านเป็นรูปหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดฐาน 0.15 m สูง 0.40 m ติดตั้งอยู่ภายในครึ่งหนึ่งตอนบนของถังเก็บน้ำหมุนเวียน ขนาดของถัง rectangular weir $1.2 \times 1.2 \times 0.6$ m^3 มีแผ่นตะแกรง 2 แผ่น แต่ละแผ่นมีขนาด 1.2×0.6 m^2 วางห่างกัน 0.2 m ทำหน้าที่ปราบคลื่นก่อนน้ำไหลผ่าน rectangular weir อัตราการไหลของน้ำผ่าน rectangular weir หาได้ดังนี้

$$Q = Cd \cdot \frac{2}{3}\sqrt{2g} \cdot b \cdot h^{\frac{3}{2}} \quad m^3/s \qquad (2-3)$$

โดย Cd = สัมประสิทธิ์การไหล จากการทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำผ่าน rectangular weir หลาย ๆ ครั้ง ที่ระดับความสูงของน้ำเหนือฐาน rectangular weir ต่าง ๆ กัน ด้วยถังปริมาตรและจับเวลา ผลปรากฏว่า สัมประสิทธิ์การไหล, Cd = 0.622

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก , m/s^2

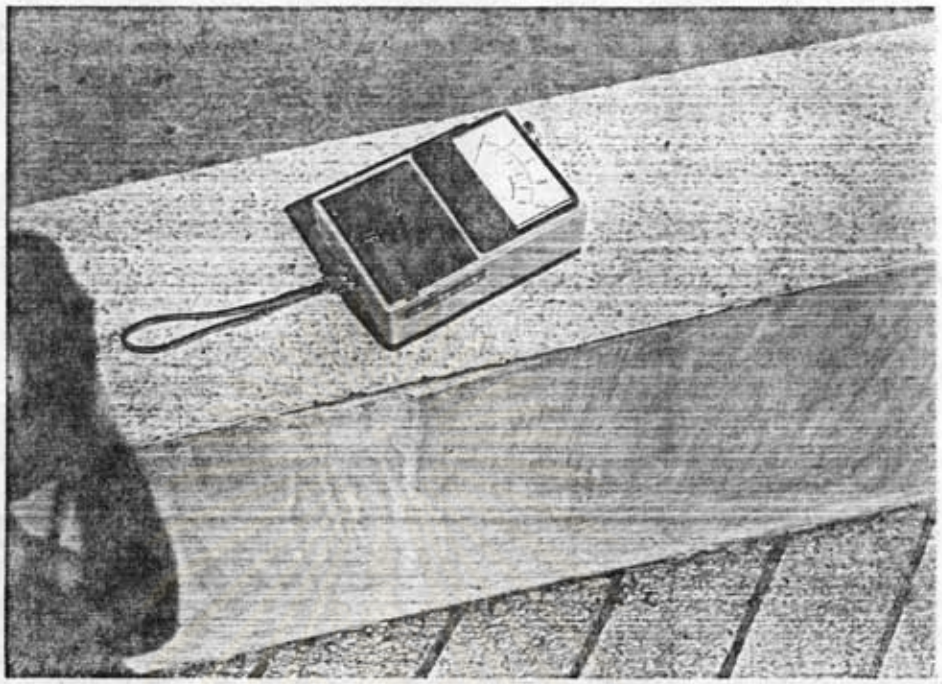
b = ความกว้างของฐาน rectangular weir 0.15 m

h = ความสูงระดับน้ำเหนือ weir, m

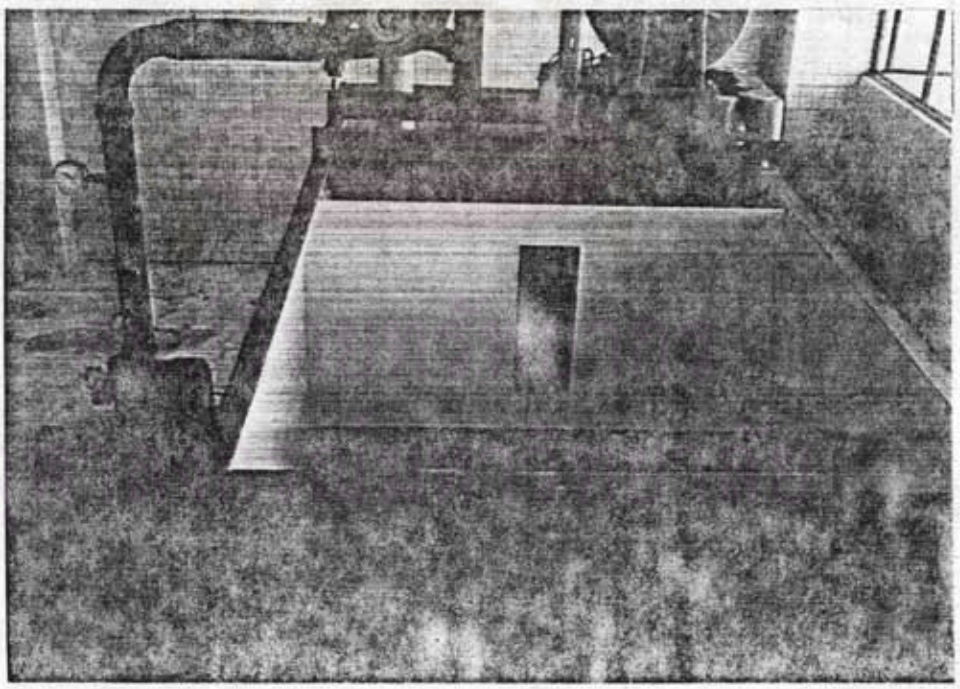
$$Q = 0.275\ h^{\frac{3}{2}} \quad m^3/s \qquad (2-4)$$

มาตรวัด rectangular weir ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.3 เครื่องวัดรอบ



รูปที่ 2.4 มาตรวัด rectangular weir

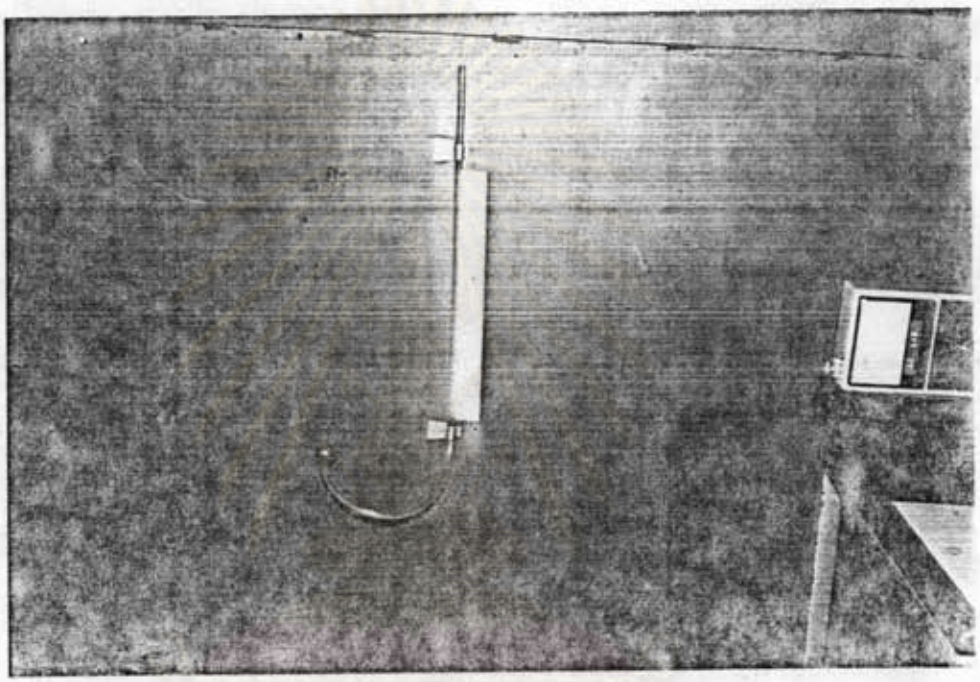
ช. <u>มาตรวัดระดับน้ำเหนือ weir</u> เป็นมาตรวัดที่ใช้วัดความสูงของระดับน้ำเหนือฐาน rectangular weir ซึ่งติดตั้งอยู่ระหว่าง rectangular weir กับแผ่นตะแกรงปราบคลื่น โดยเจาะรูขนาด 5 mm ต่อท่อพลาสติกใสออกภายนอกถัง rectangular weir ยึดท่อพลาสติกใสแนบติดกับผนังของถัง ติดบรรทัดสเกลสำหรับวัดความสูงของระดับน้ำ มีหน่วยเป็น mm การปรับสเกลที่ตำแหน่งศูนย์ทำได้โดยเปิดสวิตช์มอเตอร์ไฟฟ้าขับสูบหอยโข่งส่งน้ำให้ไหลผ่าน rectangular weir เพียงเล็กน้อยแล้วปิดสวิตช์มอเตอร์ไฟฟ้า รอจนกระทั่งระดับน้ำลดลงมาถึงฐานของ rectangular weir และน้ำไม่ไหลผ่านอีกแล้วจึงปรับตำแหน่งศูนย์บนบรรทัดสเกลให้ตรงกับระดับน้ำในท่อพลาสติกใสที่มองเห็น บรรทัดสเกลมีความยาว 0.3 m มาตรวัดระดับน้ำเหนือ weir แสดงไว้ในรูปที่ 2.5

ซ. <u>มาตรวัดความดัน</u> มาตรวัดความดันใช้วัดความดันของน้ำในท่อส่งน้ำเข้าสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นถังหันน้ำ โดยติดตั้งไว้ให้ใกล้สูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นถังหันน้ำมากที่สุดเท่าที่ทำได้ ระยะห่างจากสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นถังหันน้ำประมาณ 0.1 - 0.2 m ทั้งนี้เพื่อป้องกันการอ่านค่าความดันผิดพลาด เพราะตรงตำแหน่งทางเข้ามักจะเกิดการไหลของน้ำแบบปั่นป่วน และเพื่อเป็นการตัดค่าสูญเสียความดันในระบบท่อส่งน้ำด้วย ดังนั้น ความดันที่อ่านได้เป็นค่าความดันที่สูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นถังหันน้ำได้รับจริง ขนาดของมาตรวัดความดันมีย่านวัด 0 - 4 bar gauge ของ ACTU Bristol England

ฌ. <u>ประตูน้ำ</u> ประตูน้ำเป็นอุปกรณ์ประกอบการทดลองอีกอย่างหนึ่ง โดยทำหน้าที่เปิดและปิดกั้นการไหลของน้ำในท่อส่งน้ำเพื่อให้ได้ความดันและปริมาณน้ำที่ต้องการ ประตูน้ำที่ใช้ขนาด 3 นิ้ว เป็นแบบประตูเลื่อน โดยติดตั้งไว้ตรงท่อส่งน้ำของสูบหอยโข่งเหนือสูบหอยโข่งประมาณ 0.3 m

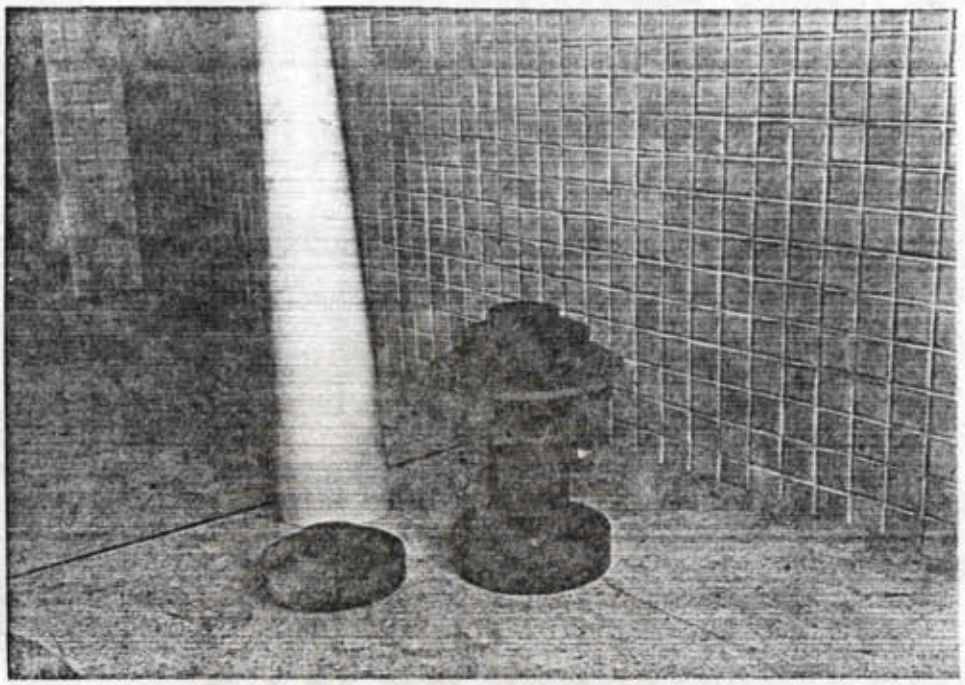
ญ. <u>ท่อผาย</u> ท่อผายเป็นส่วนประกอบสำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งติดตั้งไว้ตรงทางน้ำไหลออกของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นถังหันน้ำ ทำหน้าที่ลดพลังงานจลน์ของน้ำตรงทางออกโดยทำให้ความเร็วของน้ำไหลออกช้าลง เนื่องจากมีพื้นที่หน้าตัดโตและผายออกเป็นระยะ ๆ ท่อผายนี้จะจมอยู่ในระดับน้ำในถัง rectangular weir ทำให้มีการไหลของน้ำในท่อผายอย่างต่อเนื่อง ท่อผายแสดงไว้ในรูปที่ 2.6

ฎ. <u>สูบหอยโข่งและมอเตอร์ไฟฟ้า</u> ในการทดลองสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นถังพักน้ำ ต้องอาศัยสูบหอยโข่งอีกตัวหนึ่งซึ่งขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าส่งกำลังขับผ่านทางมู่เล่และสายพานเป็นตัวส่งน้ำสำหรับการทดลองภายในห้องประลอง สูบหอยโข่งและมอเตอร์ไฟฟ้าจะต้องมีขนาดและกำลังเพลาที่พอเหมาะในการส่งน้ำ เพื่อให้ได้อัตราการไหลและความดันน้ำตามที่ต้องการ สูบหอยโข่งและมอเตอร์ไฟฟ้าแสดงไว้ในรูปที่ 2.7

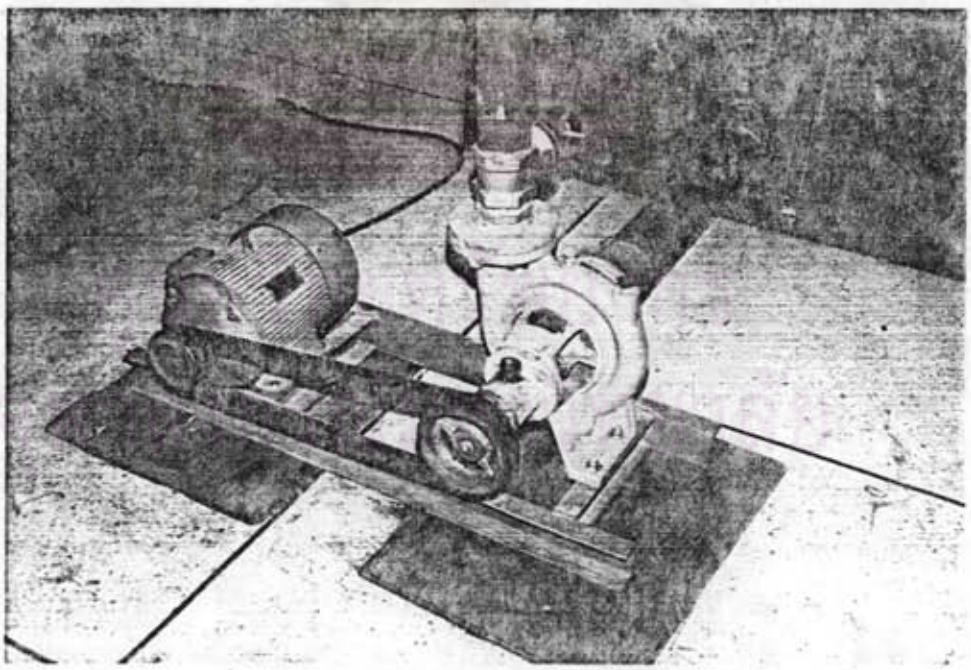


รูปที่ 2.5 มาตรวัดระดับน้ำเหนือ weir

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.6 ท่อผายและ impeller สูบหอยโข่ง



รูปที่ 2.7 สูบหอยโข่งและมอเตอร์ไฟฟ้า

2.2 การเตรียมการทดลอง

การทดลองสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำ ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนที่ 1 ทำการทดลองสมรรถนะสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำ แบบไม่มี guide vane และขั้นตอนที่ 2 ทำการทดลองสมรรถนะสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำแบบมี guide vane

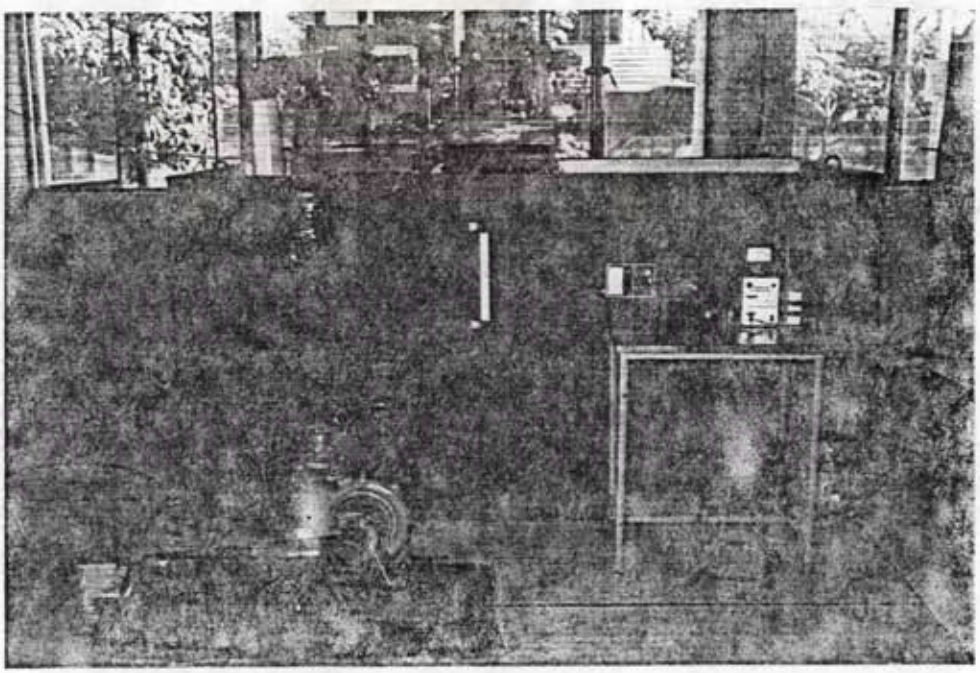
ก. การเตรียมการทดลองขั้นตอนที่ 1 ทำโดยการเปลี่ยน impeller สูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำ จาก impeller ที่มีมุม $\beta_2 < 90^\circ$ เป็น impeller ที่มีมุม $\beta_2 > 90^\circ$ และการปรับแต่งให้เข้ากับเพลาเดิม เนื่องจากมีเกลียวสวนทางกัน โดยควานเกลียวของ impeller ทิ้งไป แล้วใช้สลักเกลียวยึดแทน นอกจากนี้ยังต้องปรับระยะห่างระหว่าง impeller กับเปลือกหอยโข่งซึ่งเบียดกันอยู่โดยกลึงปาดผิวด้านหลัง impeller ออกด้วยเครื่องกลึง หรืออาจใช้แหวนตายรองรับฐาน impeller ให้มีระยะห่างออกจากเปลือกหอยโข่งก็ได้

ข. การเตรียมการทดลองขั้นตอนที่ 2 หลังจากการเตรียมการทดลองและทำการทดลองในขั้นตอนที่ 1 แล้ว จึงทำการออกแบบและหาขนาดของ guide vane ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ง โดยเลือกอะลูมิเนียมเป็นวัสดุทำ guide vane ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.8 ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการกัดลอกแบบด้วยเครื่องกัดและการปรับแต่งด้วยตะไป จากนี้จึงหาตำแหน่งยึด guide vane บนแผ่นปิดด้านข้างของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำ เจาะรูและยึดด้วยสลักเกลียว เพื่อให้ได้มุมความเร็วของน้ำพุ่งเข้าตามต้องการ

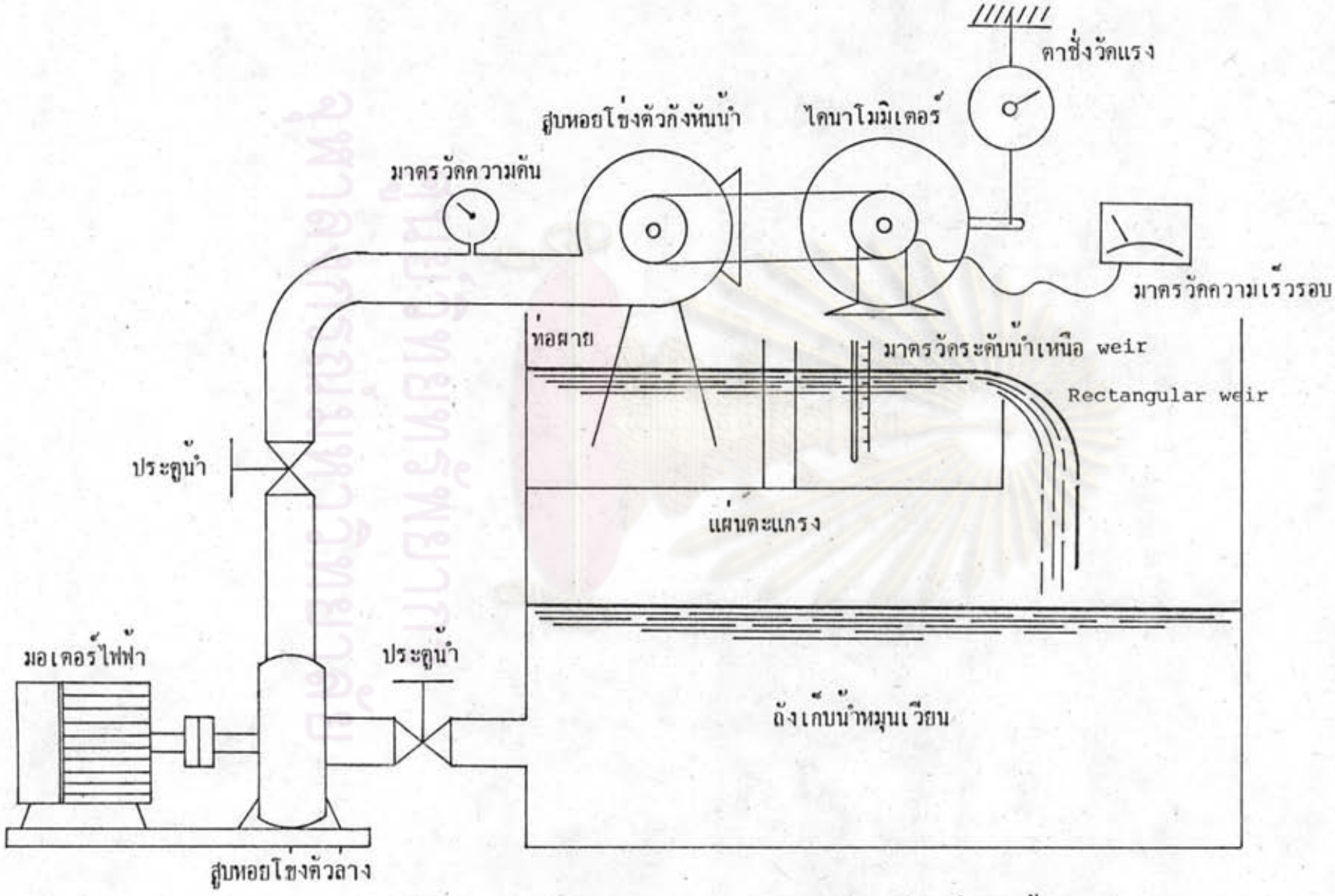
2.3 การทดลอง

การทดลองสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำ เป็นการทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำแบบไม่มี guide vane กับแบบมี guide vane ซึ่งการทดลองทั้งสองแบบมีขั้นตอนการทดลองเหมือนกัน โดยทำการทดลองหาสมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำที่ระดับน้ำเข้าคงที่ (constant head test) และที่ความเร็วรอบคงที่ (constant speed test) ที่ 1000 และ 1450 rpm ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่นำไปใช้งานได้ เครื่องทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.8 Guide Vane



รูปที่ 2.9 เครื่องทดลองสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำ



รูปที่ 2.10 เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบเครื่องทดลองสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำระดับต่ำ

ก. <u>การทดลองที่ระดับน้ำคงที่</u> เมื่อปรับอุปกรณ์วัดต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว เริ่มทำการทดลองหาสมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำที่ระดับน้ำคงที่ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) เปิดประตูน้ำทางท่อดูดของสูบหอยโข่งออกเต็มที่ และเปิดประตูน้ำทางท่อส่งน้ำเพียงเล็กน้อย กดสวิตช์มอเตอร์ไฟฟ้าให้สูบหอยโข่งทำงาน

2) ปรับประตูน้ำทางท่อส่งน้ำให้ได้ความดันที่ต้องการ โดยดูจากมาตรวัดความดัน

3) เพิ่มภาระให้กับสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำ โดยเริ่มจากค่าต่ำและเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงภาระสูงสุด ทุกครั้งที่มีการเพิ่มภาระจะต้องปรับประตูน้ำทางท่อส่งน้ำให้ความดันคงที่

4) บันทึกข้อมูลต่าง ๆ เช่น ภาระ ความเร็วรอบ ความดันในท่อส่งน้ำ ระดับน้ำสูงเหนือ weir และความสูงจากระดับน้ำในถัง weir ถึงจุดกึ่งกลางของสูบหอยโข่งดดแปลงเป็นกังหันน้ำ

5) เมื่อเพิ่มภาระสูงสุดแล้วให้ลดภาระลงครั้งละเท่า ๆ กันกับตอนที่เพิ่มภาระ ทุกครั้งที่มีการลดภาระจะต้องปรับประตูน้ำทางท่อส่งน้ำให้ความดันคงที่

6) ทำเหมือนข้อ 4)

ข. <u>การทดลองที่ความเร็วรอบคงที่</u> โดยการเลือกข้อมูลจากการทดลองในข้อ ก. ที่มีความเร็วรอบเดียวกันคือที่ 1000 และ 1450 rpm

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ แล้วเขียนกราฟเปรียบเทียบสมรรถนะของสูบหอยโข่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำทั้งแบบไม่มีและมี guide vane ซึ่งแสดงไว้ในบทที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย