บทที่ 4

เครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 การประกอบเครื่องสูบน้ำไม้ไผ่

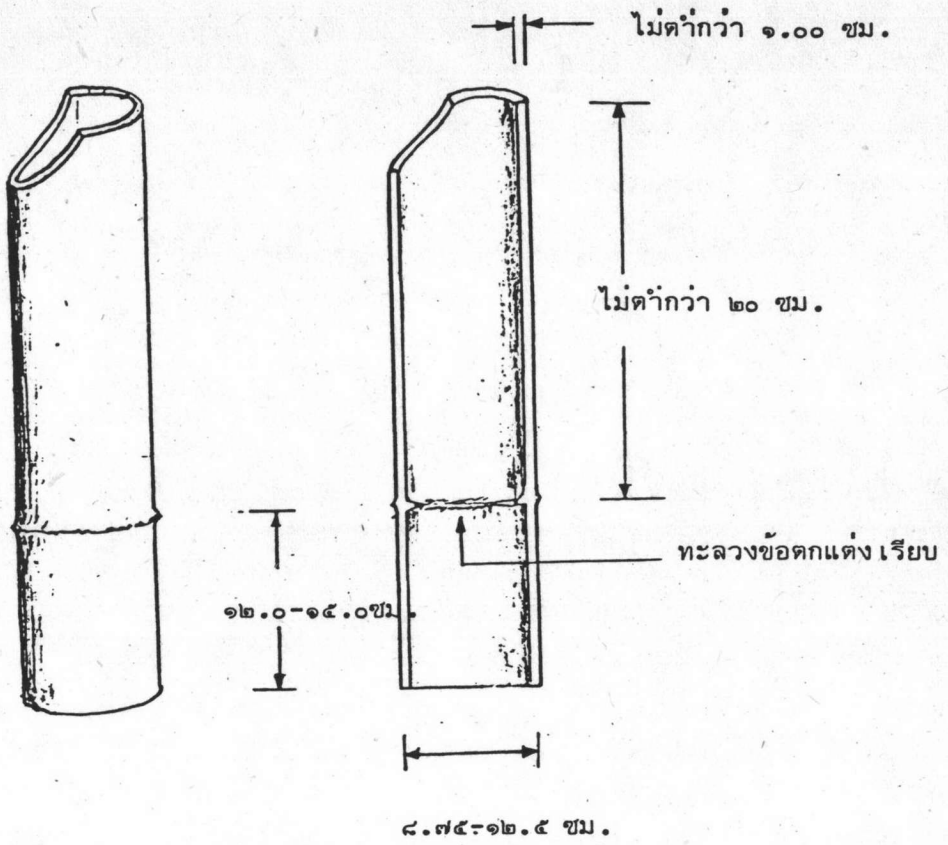
การประกอบเครื่องสูบน้ำมือโยกด้วยไม้ไผ่ในการศึกษาวิจัยนี้ได้พยายามที่จะใช้ไม้ไผ่เป็นส่วนประกอบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยใช้เป็นกระบอกสูบ (Pump Cylinder) ท่อชักน้ำ (Suction Pipe) และคันโยก (Handle) ส่วนอุปกรณ์อื่น ๆ ได้พยายามใช้วัสดุที่จะหาได้ง่ายและมีทั่วไปในท้องตลาดมาดัดแปลงใช้ให้เหมาะสม ซึ่งวิธีการและขั้นตอนในการประกอบพอจะชี้แจงในรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

4.1.1 การเตรียมชิ้นส่วนของเครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่

4.1.1.1 กระบอกสูบ ไม้ไผ่ที่จะนำมาทำเป็นกระบอกสูบควรเป็นไม้ไผ่ตง เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสม คือมีขนาดโตเมื่อทิ้งไว้ให้แห้งจะไม่แตก มีความหนากว่าไม้ไผ่ชนิดอื่น ๆ และมีลำต้นตรง ทนต่อแรงดันได้สูง ขนาดที่พอเหมาะสำหรับทำเป็นกระบอกสูบมีเส้นผ่าศูนย์กลางประประมาณ 3.5-5 นิ้ว มีความยาวปล้องไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว การทำเป็นกระบอกสูบนั้นให้ใช้ไม้ไผ่ตงที่แห้งสนิท โดยตัดไม้ไผ่ให้ติดข้อหนึ่งข้อ ทำการทะลวงข้อนั้นแล้วตกแต่งรอยทะลวงให้เรียบ (ดูรูป) ด้านบนสะกัดเป็นรูปตัว U สำหรับเป็นทางปล่อยน้ำ

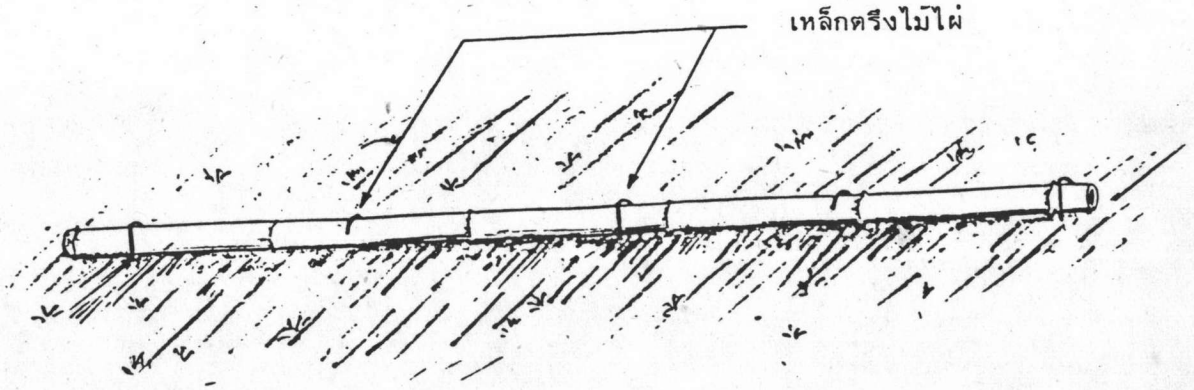
4.1.1.2 ท่อชักน้ำ ไม้ไผ่ที่เหมาะที่สุดสำหรับทำเป็นท่อชักน้ำใน เครื่องสูบน้ำมือโยก คือ ไม้ไผ่เลี้ยง การเตรียมการกระทำโดยนำไม้ไผ่เลี้ยงอายุตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไปโดยใช้ไม้ไผ่ซึ่งยังไม่แห้งสนิทมาดัดให้ตรงโดยลนไฟอ่อน ๆ และดัดให้ตรงโดยตอกตรึงกับพื้นดิน จากนั้นนำมาทะลวงปล้องและเก็บไว้ให้แห้งในที่ร่ม

4.1.1.3 วาล์ว (Valve) วาล์วที่ใช้ใน เครื่องสูบน้ำมือโยกที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนของไม้ไผ่นั้นควรใช้ไม้เนื้อแข็ง ขนาดความหนา 2.50 เมตร กลึงให้กลมได้ขนาดที่จะใส่ในกระบอกสูบได้พอดี จากนั้นเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 ซม. หรือไกล้เคียง เพื่อเป็นทางผ่านของน้ำจากท่อชักน้ำขึ้นไปยังกระบดกสูบ สำหรับลิ้นสูบใช้แผ่นยางและตาปูเชื่อมด้วย epoxy เพื่อเป็นน้ำหนักถ่วง ส่วนปลายของตาปูเจาะรูขนาดเล็กและสอดใส่ด้วยลวด เพื่อป้องกันแผ่นยางไม่ให้หลุดขึ้นมาในกระบอกสูบเมื่อ เครื่องสูบน้ำทำงาน



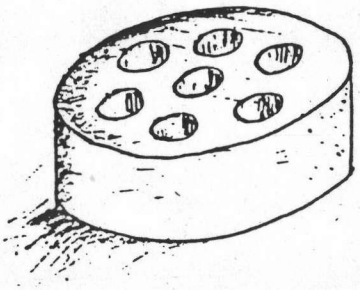
ก. กระบอกสูบ ข. รูปผ่าซีก

รูปที่ 4-1 ลักษณะไม้ไผ่ที่นำมาทำเป็นกระบอกสูบ

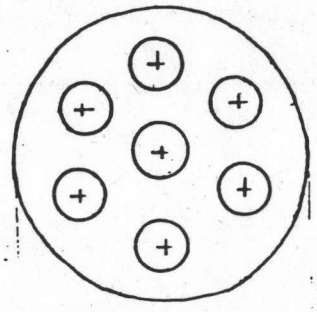


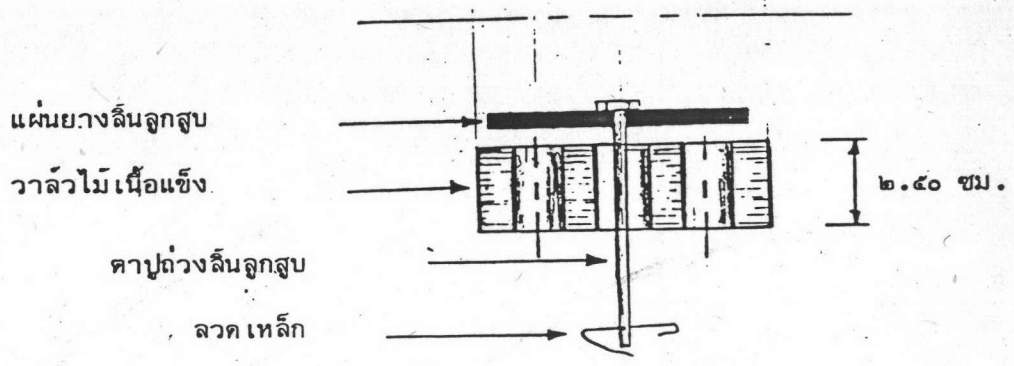
รูปที่ 4-2 ลักษณะการตรึงไม้ไผ่หลังจากสนไฟและดัดให้ตรงแล้ว

ก. รูปสเก็ตวาล์วไม้เนื้อแข็ง



ข. รูปตัด

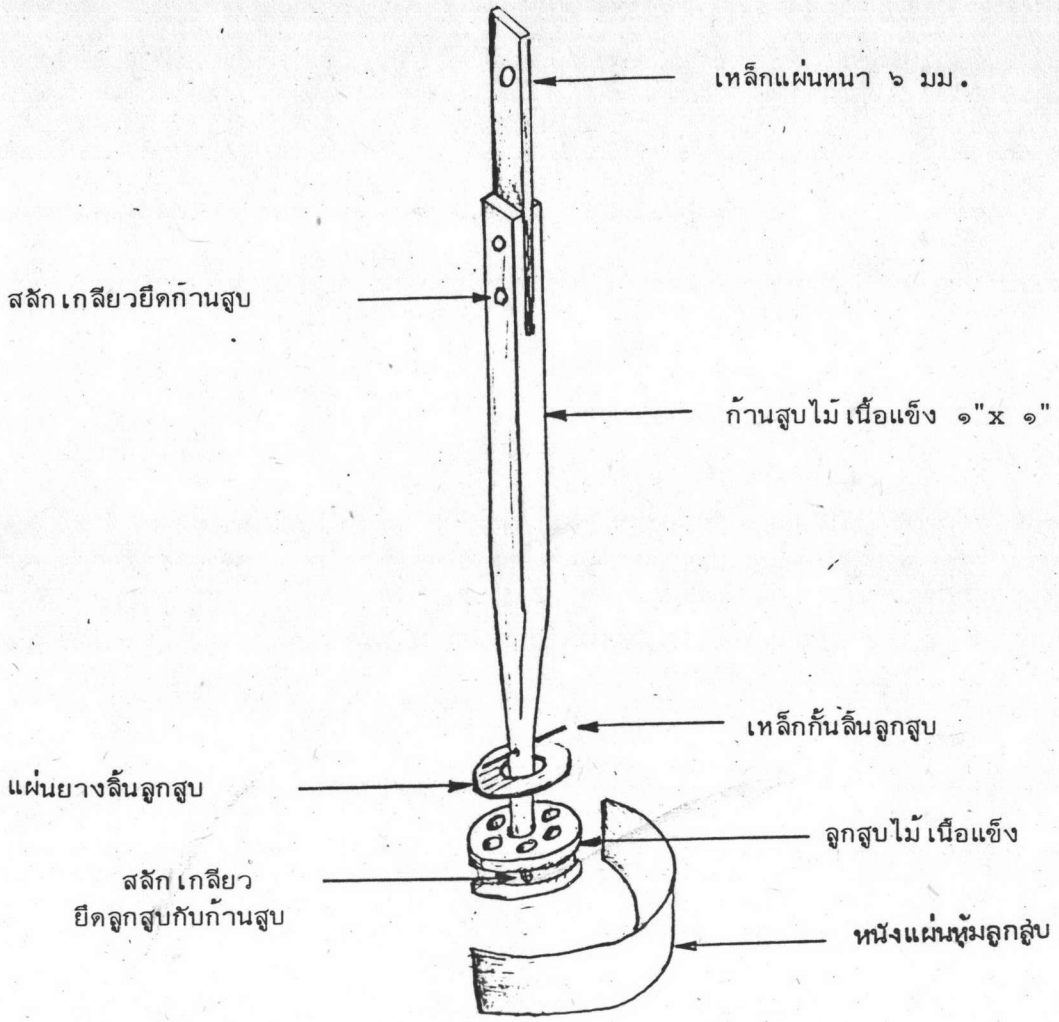




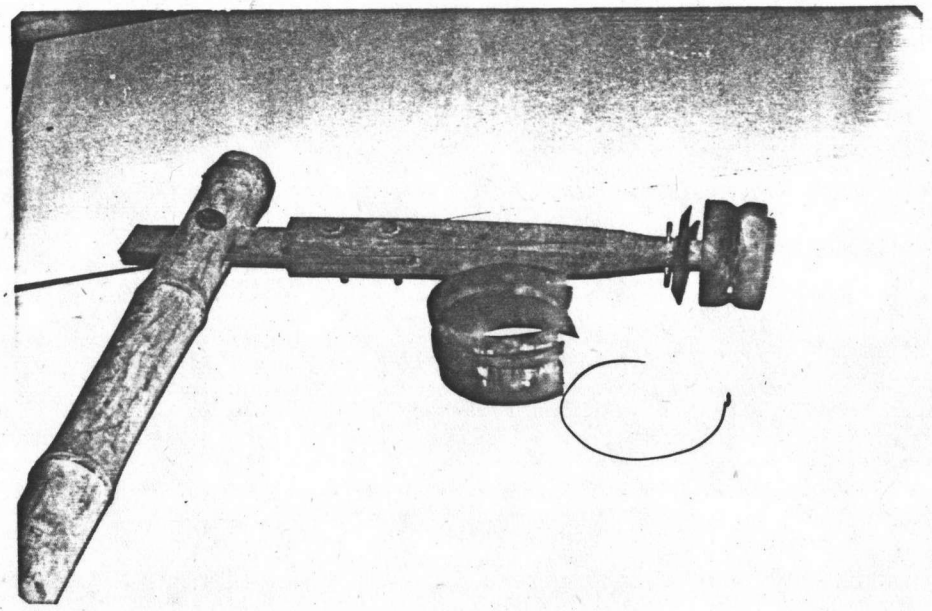
รูปที่ 4-3 รูปสเก็ต และรูปตัดพร้อมส่วนประกอบสำคัญของวาล์วไม้เนื้อแข็ง

4.1.1.4 ลูกสูบและก้านสูบ ลูกสูบและก้านสูบใช้ไม้เนื้อแข็งเช่นเดียวกันกับวาล์ว แต่รูตรงกลางลูกสูบเจาะให้โตขึ้นเล็กน้อยเพื่อสอดใส่ก้านสูบซึ่งทำด้วยไม้เนื้อแข็งขนาดประมาณ 1"x1" (รูปที่ 4-4) ความยาวของก้านสูบเมื่อต่อเข้ากันลูกสูบแล้วให้ยาวเลยปากกระบอกสูบเล็กน้อย สำหรับเสื้อสูบใช้หนังพันรอบลูกสูบโดยใช้ลวดเหล็กรัดไว้ ลูกสูบจะยึดติดกับก้านสูบด้วยสลักเกลียว ส่วนบนของลูกสูบมีแผ่นยางตัดเป็นรูปวงแหวนทำเป็นลิ้นลูกสูบ โดยมีสลักกันไม่ให้ลิ้นลูกสูบลอยตัวสูงเกินไปจนติดก้านสูบส่วนบนเมื่อจังหวะที่น้ำผ่านลูกสูบ ปลายด้านบนของก้านสูบต่อด้วยเหล็กแผ่นเพื่อที่จะร้อยกับคันโยกได้สะดวก (ดูรูปที่ 4-5)

4.1.1.5 คันโยก คันโยกของเครื่องสูบน้ำไม้ไผ่ทำด้วยไม้ไผ่เลี้ยง โดยใช้ส่วนที่เป็นโคนต้นซึ่งมีความแข็งแรงมาก ด้านโคนเจาะเป็นร่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าทะลุ ด้านข้างของร่องเจาะเป็นรูกลมสำหรับร้อยกับก้านสูบ ดังรูปที่ 4-5



รูปที่ 4-4 ลักษณะส่วนประกอบของลูกสูบและก้านสูบ



รูปที่ 4-5 ลูกสูบ ก้านสูบ และคานโยก

4.1.2 การประกอบเครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่

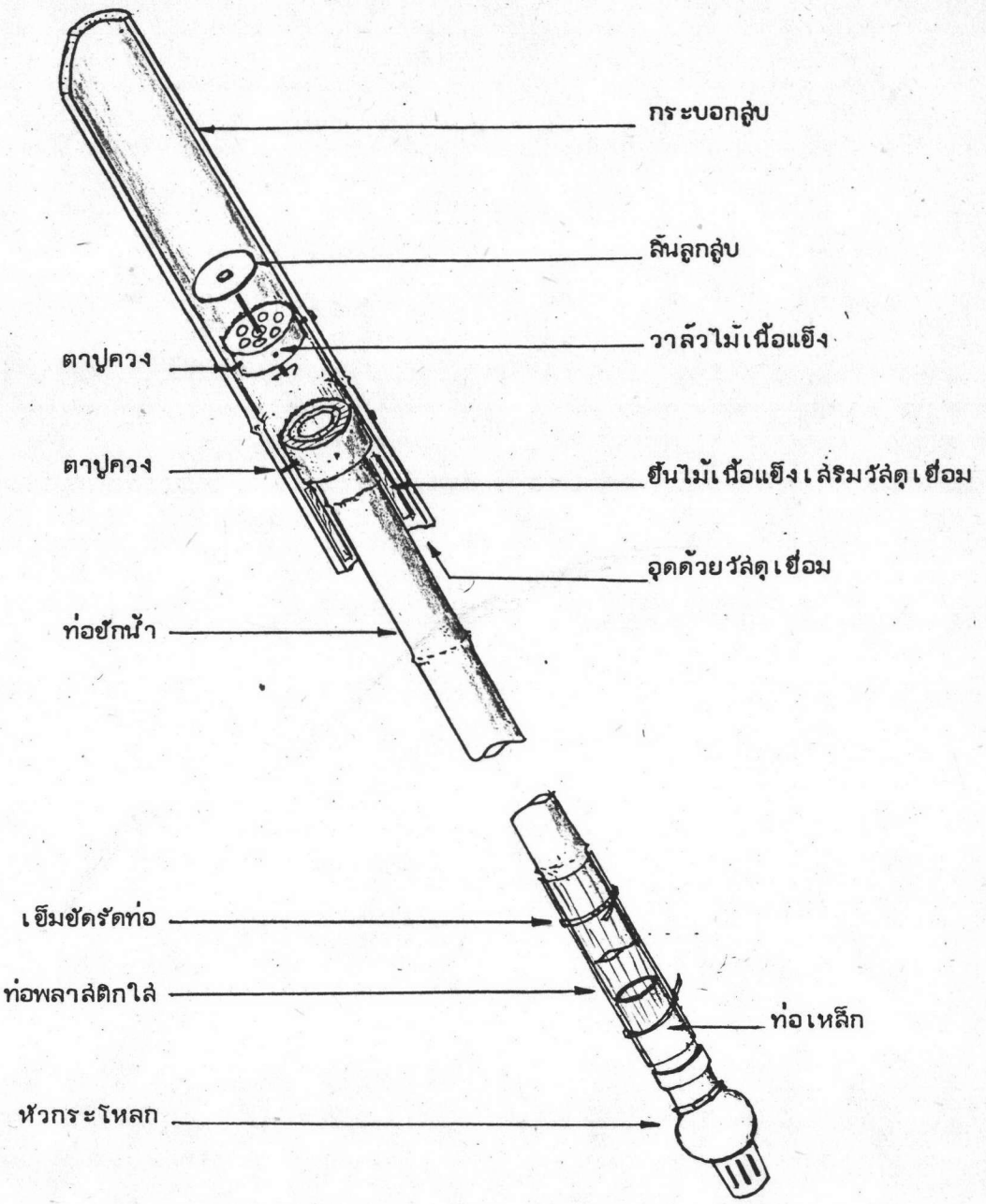
การประกอบชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องสูบน้ำมือโยกซึ่งเป็นชิ้นส่วนไม้ไผ่เข้าด้วยกันนั้น ได้อาศัยวัสดุเชื่อมจำพวกกาวเพื่อเป็นตัวยึดระหว่างวัสดุที่เป็นไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประกอบกระบอกสูบเข้ากับท่อชักน้ำ และการประกอบวาล์วเข้ากับกระบอกสูบ จากการทดลองใช้กาวลังเคราะห์หรือกาววิทยาศาสตร์ชนิดต่างๆซึ่งหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป และวัสดุเชื่อมที่ได้มาจากธรรมชาติโดยตรง พบว่าวัสดุเชื่อมที่เหมาะที่สุดสำหรับการยึดชิ้นส่วนที่เป็นไม้ในการประกอบเครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่คือ วัสดุเชื่อมที่ได้จากธรรมชาติดังนี้ :-

4.1.2.1 วัสดุเชื่อม วัสดุเชื่อมสำหรับการประกอบระหว่างกระบอกสูบกับวาล์ว และกระบอกสูบกับท่อชักน้ำ ประกอบด้วยส่วนผสมของ ขัน น้ำมันยาง ปูนกินหมาก และ ขาด สำหรับขาดจะเป็นตัวเร่งทำให้ส่วนผสมแข็งตัวเร็วขึ้น นำเอาส่วนผสม อย่างแรกผสมให้เข้ากันโดยอัตราส่วนที่พอเหมาะ ไม่ให้เหลวหรือข้นจนเกินไป จากนั้นใช้ขาดผสมลงไปเล็กน้อยเพื่อเร่งการแข็งตัว เสร็จแล้วใช้เป็นวัสดุสำหรับเชื่อมประกอบได้ ส่วนผสมต่างๆของวัสดุเชื่อมนี้สามารถหาซื้อได้ในท้องตลาด โดยเฉพาะในเขตที่อยู่ใกล้เคียงกับท่าจอดเรือ เนื่องจากเป็นวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมการต่อเรือขนาดเล็ก หรือใช้ในการซ่อมหรืออุดรูรั่วของเรืออยู่แล้ว

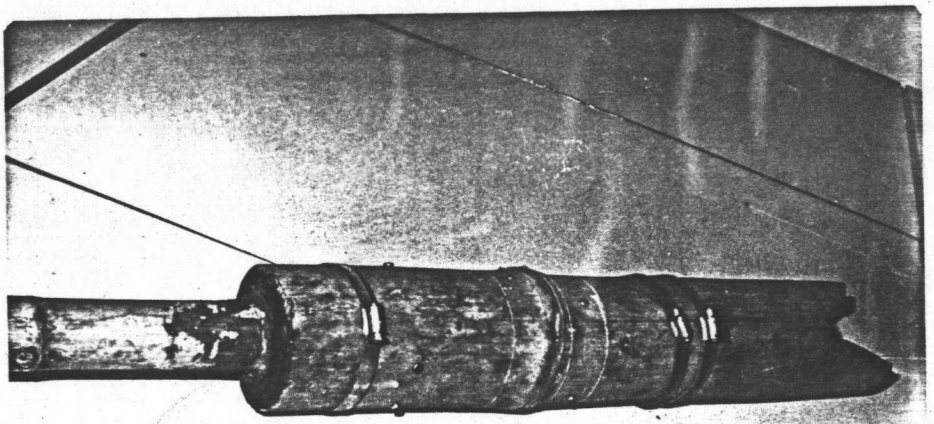
4.1.2.2 การประกอบ การเชื่อมประกอบระหว่างกระบอกสูบกับวาล์ว ขั้นแรกยึดติดกันด้วยตาปูควงก่อนเพื่อให้การยึดเหนี่ยวมั่นคง จากนั้นอุดด้วยส่วนผสมของวัสดุเชื่อมที่เตรียมไว้แล้ว เสร็จแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้แห้ง ซึ่งจะกินเวลาประมาณ 2-4วัน

การเชื่อมประกอบระหว่างกระบอกสูบกับท่อชักน้ำ อาศัยตาปูควงช่วยยึดไว้ก่อนเช่นกัน โดยมีวงแหวนไม้เนื้อแข็งรองรับระหว่างช่องว่าง แล้วอุดด้วยวัสดุเชื่อมเช่นเดียวกันกับวาล์ว และเพื่อป้องกันมิให้ท่อชักน้ำโยกไปมาได้ในระหว่างที่วัสดุเชื่อมยังไม่แข็งตัว และเป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้รอยเชื่อม จึงควรเสริมวัสดุเชื่อมด้วยชิ้นไม้เนื้อแข็งเล็กๆ จากนั้นปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งสนิท ซึ่งจะกินเวลาประมาณ 5-7วันจึงจะนำไปใช้ได้ รูปที่ 4-6 แสดงการประกอบชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่ และรูปที่ 4-7 แสดงกระบอกสูบมือโยกไม้ไผ่ที่ประกอบเสร็จแล้ว

สำหรับท่อชักน้ำ เมื่อเวลาจะนำเครื่องสูบน้ำไปใช้งาน จะต้องมีหัวกระโหลก หรือ Foot Valve ติดไว้ที่ปลายท่อด้านที่จุ่มลงไปในน้ำด้วย ทั้งนี้เพื่อป้องกันการสูญเสีย Priming Loss ที่อาจมากเกินไปจนไม่สามารถสูบน้ำขึ้นได้ หรือสูบขึ้นลำบากสำหรับเครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่ ซึ่งมีการ

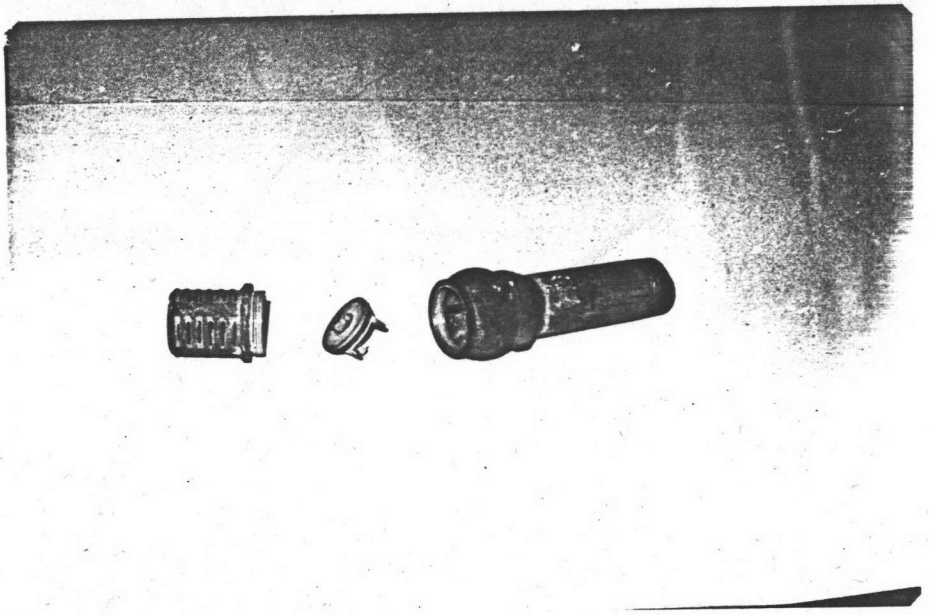


รูปที่ 4-6 ลักษณะการประกอบเครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่ (ไม่รวมลูกสูบ)



รูปที่ 4-7 กระบอกสูบมือโยกไม้ไผ่ที่ประกอบเสร็จแล้ว

สูญเสียหัวความดันเนื่องจากความผิดสูง การติดตั้งหัวกระโหลกเข้ากับท่อยักน้ำไม้ไผ่นั้นใช้ต่อด้วยท่อพลาสติกใส่โดยต่อหัวกระโหลกกับท่อเหล็กสั้นๆก่อน แล้วรัดด้วยเข็มขัดรัดท่อ หัวกระโหลกนี้สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป ซึ่งส่วนมากจะทำด้วยทองเหลือง หรือ PVC ส่วนการทำหัวกระโหลกด้วยชิ้นส่วนไม้ไผ่และไม้เนื้อแข็งนั้นอาจทำได้ในลักษณะเดียวกันกับกระบอกสูบและวาล์ว แต่เชื่อว่าจะมีความผิดมาก รูปที่ 4-8 แสดงชิ้นส่วนของหัวกระโหลกทองเหลือง



รูปที่ 4-8 ชิ้นส่วนของหัวกระโหลกทองเหลือง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การทดสอบคุณสมบัติของเครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่

เครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่ที่ทำการประกอบขึ้นตามวิธีการในข้อ 4.1 นั้น ได้ทำการทดลองเพื่อหาคุณสมบัติเบื้องต้นที่ห้องปฏิบัติการชลศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย ขั้นตอนในการทดลองมีดังต่อไปนี้

4.2.1 การเตรียมการก่อนทดลอง

การติดตั้งเครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่เพื่อทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการนั้น ได้สร้างโครงสร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวจับยึด และเป็นการยกระดับของกระบอกสูบให้สูงจากระดับน้ำ เพื่อให้ได้หัวความดันที่ต้องการในการทดลอง เนื่องจากการจับยึดสูบมือโยกไม้ไผ่กระทำได้ค่อนข้างจะลำบาก จึงต้องสร้างกรงไม้เนื้อแข็ง เพื่อเป็นที่ใส่ตัวกระบอกสูบ ใช้ลิ่มไม้ตอกระหว่างช่องว่างให้แน่น จากนั้นรัดด้วยเข็มขัดรัดท่อให้แน่น (ดูรูปที่ 4-9) สำหรับลิ่มและเข็มขัดรัดท่อจะต้องตรวจหรือรัดให้แน่นก่อนเริ่มทำการทดลองทุกครั้ง ทั้งนี้เพราะจะเกิดการหย่อนยานเนื่องจากแรงสะเทือนระหว่างทำการทดลอง รูปที่ ฉ-1 ในภาคผนวก ฉ แสดงเครื่องสูบน้ำมือโยกที่ติดตั้งในห้องปฏิบัติการ

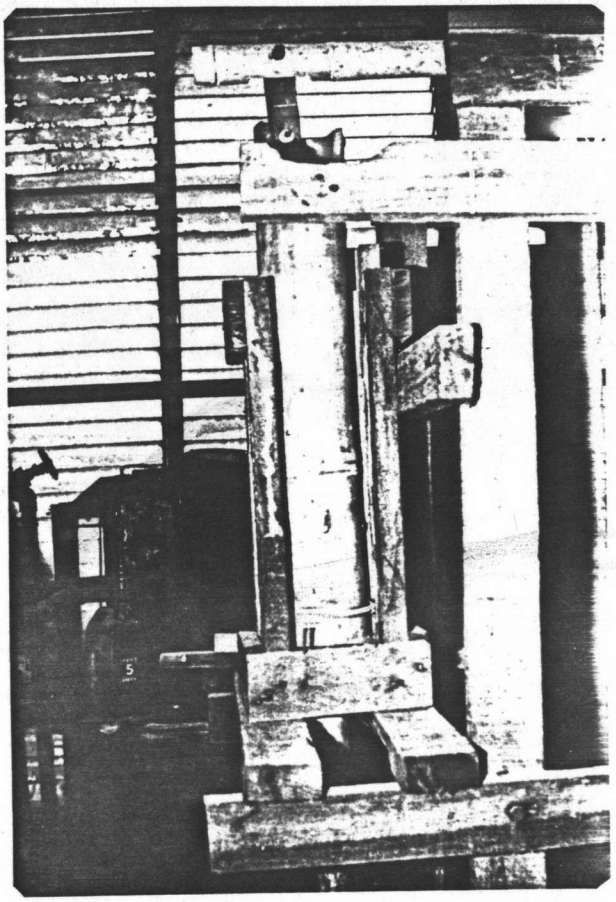
4.2.2 การหาอัตราการสูบน้ำ (Discharge) ที่ความถี่การโยกต่างๆ

การทดลองนี้เพื่อเป็นการหาอัตราการโยกที่เหมาะสมสำหรับแรงคนที่ให้อัตราการสูบน้ำดีที่สุด สามารถทดลองง่ายๆโดยทำการโยกเครื่องสูบน้ำด้วยอัตราการโยกที่สม่ำเสมอ น้ำที่สูบได้จะเก็บในภาชนะเพื่อนำไปตวงหาปริมาตร ขณะเริ่มทำการทดลองก็เริ่มจับเวลาพร้อมกับนับจำนวนครั้งที่โยกไปด้วย เมื่อปริมาณน้ำที่โยกได้เกือบเต็มภาชนะรองรับ หรือได้เวลาที่เรากำหนด ก็สามารถจะทราบอัตราการสูบน้ำ ที่อัตราการโยกหนึ่งๆ โดยวิธีWeighted-time measurement จากนั้นเปลี่ยนอัตราการโยกไปหลายๆอัตราซึ่งจะทราบความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราหรือความถี่การโยกกับ อัตราการสูบน้ำได้

อนึ่ง ก่อนทำการทดลองหรือใช้เครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่ทุกครั้ง จะต้องเติมน้ำให้เต็มท่อชักน้ำ และกระบอกสูบก่อน ทั้งนี้เพราะสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่มีการสูญเสียหัวความดันเนื่องจาก Priming loss มาก

4.2.3 การหาเปอร์เซนต์ Slip กับจำนวนครั้งการโยก (Number of stroke)

การหาเปอร์เซ็นต์ Slip เทียบกับจำนวนครั้งการโยกนับจากเริ่มต้นใช้งาน หรือทำการทดลอง เป็นการหาว่า เมื่อใช้เครื่องสูบน้ำมือโยกนานไป หรือจำนวนครั้งการโยกมากขึ้น เปอร์เซนต์ Slip



รูปที่ 4-9 กระบอกสูบ เครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่ในห้องปฏิบัติการ

แปลี่ยนแปลงไปอย่างไร วิธีทำการทดลองคือจดบันทึกจำนวนรอบของการโยกทั้งหมด นับจากเริ่มต้นใช้งาน หรือทำการทดลอง ทำการทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์ Slip เป็นระยะๆ เพื่อหาการเปลี่ยนแปลง-เมื่อจำนวนรอบเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขณะทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ Slip นั้นอาศัยอัตราความถี่ของการโยกที่ให้อัตราการสูบน้ำที่ดีที่สุด จากผลการทดลองในข้อ 4.2.2 และคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ Slip ได้จากสูตรตามสมการ (2-2)

4.2.4 การหาประสิทธิภาพเชิงกล (Mechanical Efficiency, E_m)

ประสิทธิภาพเชิงกลของเครื่องสูบน้ำมือโยกคำนวณได้โดยอาศัยสูตรจากสมการ

$$E_m = \frac{W_o}{W_i} x100 \qquad (2\text{-}3)$$

W_i = งานที่ใส่เข้าไป วัดได้จากการเปรียบเทียบระยะการยืดของสปริง

ซึ่ง = P.X (ดูรูปที่ 4-10)

W_o = งานที่ได้จากการสูบน้ำ ได้จากน้ำหนักของน้ำที่สูบ คูณกับระยะที่เครื่องสูบยกระดับน้ำขึ้นซึ่งเท่ากับระยะหัวความดันสถิตย์

หรือ = $\rho Q_a H$

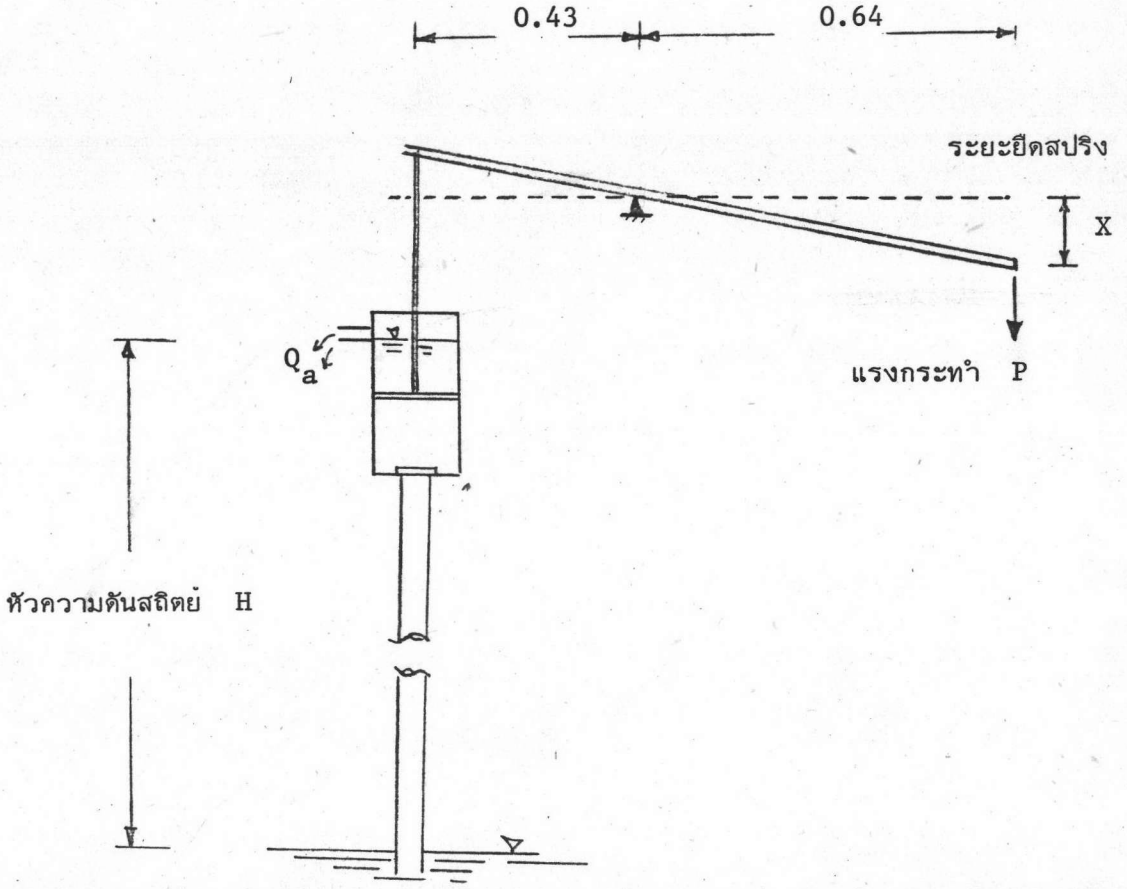
การวัดหน่วยแรงที่ใช้ในการโยกเครื่องสูบ ทำได้โดยหาสปริงเป็นตัวยึดติดกับคานโยก ณ จุดออกแรงกระทำ โดยที่ทำการทดสอบสปริงเทียบกับสปริงมาตรฐานก่อน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวที่สปริงที่จะใช้ยืดออก กับแรงที่ทำให้สปริงยืดให้ถูกต้องก่อน จากนั้นทำเครื่องหมายกำหนดระยะการยืดต่างๆ เป็นหน่วยแรง ซึ่งเมื่อนำไปใช้จะสามารถวัดแรงที่ใช้กับการทดลองได้

4.2.5 การหาประสิทธิภาพเชิงปริมาณ (Volumetric Efficiency, E_v)

ประสิทธิภาพเชิงปริมาณ เป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณของน้ำที่สูบได้จริง (Q_a) เทียบเป็นอัตราส่วนร้อย กับปริมาณของน้ำที่ควรจะสูบได้ตามทฤษฎี (Q_t) โดยที่คิดจากปริมาตรของกระบอกสูบที่เปอร์เซ็นต์ Slip เป็นศูนย์ ค่า Q_a หาได้จากการทดลองโดย Weighted-time measurement ทำการทดลองโดยเปลี่ยนอัตราความถี่การโยกไปหลายๆอัตรา คำนวณหาค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาณ, E_v ได้จากสมการ (2-1) จากผลการทดลองจะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง เปอร์เซ็นต์ Slip, ความถี่การโยก และ

ประสิทธิภาพเชิงปริมาณ , E_v

ผลของการทดสอบคุณสมบัติของเครื่องสูบน้ำมือโยกไม้ไผ่ จะได้กล่าวถึงในรายละเอียดในบทต่อไป



รูปที่ 4-10 การหางานที่กระทำ กับงานที่ได้รับ