บทความสัมมนาทางวิชาการวิศวกรรมเครื่องกล ครั้งที่ 2

เรื่อง เทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกลกับการพัฒนาอุตสาหกรรม

12 - 13 พฤษภาคม 2531 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

"เครื่องเจาะบ่อบาดาลแบบชาวบ้านยุคอีสานเขียว"

โดย

อุทิศ หิมะคุณ** วิชัย ศรีบุญลือ* และ ฉลอง บัวผัน*

บทคัดย่อ

บ่อบาดาลขนาดเล็กที่มีใช้ในครัวเรือนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระดับความลึกระหว่าง 25 - 50 เมตร อาศัยการเจาะลักษณะเสียมต่อด้ามใช้น้ำกรอกผ่านแกนเพื่อให้การเจาะแบบกระแทกสามารถทะลวงผ่านชั้นดินและกรวดทรายได้สะดวกยิ่งขึ้น ก้านเจาะทำด้วยท่อประปาชนิดหนา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง $\frac{3}{4}$ นิ้วถึง 1 นิ้ว ความยาวท่อนละ 2 เมตรหรือ 3 เมตร ตามความเหมาะสม เชื่อมต่อกันโดยใช้ข้อต่อเกลียวปกติ หย่งลึกลงไปใต้ดินจนถึงชั้นน้ำบาดาล การออกแบบได้พัฒนาระบบเจาะโดยเพิ่มเครื่องทุ่นแรงอย่างง่าย พร้อมกับทดสอบวิจัยหัวเจาะ 7 รูปแบบเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพชั้นดิน รวมทั้งปรับวิธีการเจาะให้สามารถใช้ได้ทั้งแบบกระแทกและแบบมือหมุนตามสภาพชั้นดินโดยเพียงแต่เปลี่ยนอุปกรณ์ให้กับเครื่องเจาะชุดเดิมเท่านั้น

** หัวหน้าโครงการวิจัยยูเสด สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น เรื่อง Groundwater Well System for Rural Area of Northeast Thailand ระหว่างปี 2530 - 2531

* นักวิจัยร่วมโครงการ

1. <u>บทนำ</u>

เป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่าประชากรในชนบทภาคตะวันออกเฉียงเหนือขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในหน้าแล้ง บ่อน้ำใช้ที่เคยมีอยู่เกิดการตื้นเขินเนื่องจากระดับน้ำใต้ดินลดต่ำตามฤดูกาล จึงไม่สามารถให้น้ำต่อไปได้ ประชาชนจำต้องดิ้นรนหาน้ำเพื่อยังชีพโดยสร้างเครื่องเจาะบ่อบาดาลอย่างง่าย ซึ่งมีรูปแบบคล้ายเสียมต่อด้าม เจาะผ่านชั้นดินและหินโดยวิธีกระแทก อาศัยน้ำหล่อเลี้ยงที่ปลายหัวเจาะเพื่อให้เกิดการทะลวงผ่านถึงชั้นน้ำได้รวดเร็วขึ้น เครื่องมือชนิดนี้ใช้ได้ผลดีพอสมควรในภูมิประเทศที่ไม่มีชั้นหินแข็งกั้นระหว่างชั้นน้ำ จึงเป็นที่ยอมรับและใช้งานกันมาจากอดีต ชาวบ้านนิยมเรียกบ่อชนิดนี้ว่า "บ่อตอก" อย่างไรก็ดีปัญหาและอุปสรรคที่มักเกิดกับบ่อตอกก็คือการหรุดตัวของดินในบ่อซึ่งมิได้ใช้ท่อกรุกันดินพัง เป็นผลให้เกิดการอุดตัน ทำให้บ่อไม่สามารถใช้งานต่อไปได้

หน่วยงานภาครัฐบาล เช่น ศูนย์เจาะบ่อบาดาล กรมทรัพยากรธรณี กรมอนามัย ศูนย์ปฏิบัติการเร่งรัดพัฒนาชนบท และกรมพลังงานทหาร พิจารณาให้ความช่วยเหลือแก่ประชาชนในภูมิภาคตามความจำเป็นเนื่องจากถูกจำกัดทางด้านงบประมาณ และภูมิประเทศบางส่วนมีปัญหาทางอุทกธรณีวิทยาเนื่องจากชั้นหินและชั้นเกลือเป็นอุปสรรค เครื่องเจาะบ่อของส่วนราชการเป็นชนิดโรตารี่ติดตั้งแท่นเจาะบนรถ มีสมรรถนะการทำงานสูงจึงได้บ่อที่มีคุณภาพดี อายุการใช้งานยาวนาน แต่ค่าลงทุนสูงเกินความสามารถของชาวบ้านที่จะซื้อหา จึงไม่อาจมีบ่อประเภทนี้เป็นกรรมสิทธิ์ได้

2. <u>รูปแบบการเจาะบ่อแบบชาวบ้าน</u>

จากการสำรวจพบว่าชาวบ้านในชนบทต้องการมีบ่อกรรมสิทธิ์ในครัวเรือนของตนมากกว่าที่จะไปใช้บ่อสาธารณะ รูปแบบการเจาะบ่อของชาวบ้านมีลักษณะเรียบง่ายกล่าวคือ เมื่อเจาะผ่านชั้นดินถึงชั้นน้ำก็ถือว่าได้บรรลุวัตถุประสงค์ การเสริมขอบด้วยท่อกรุกันดินพังมักกระทำเฉพาะชั้นบนซึ่งเป็นช่วงดินอ่อนระยะ 5 - 10 เมตรเท่านั้น ส่วนชั้นดินตอนล่างที่แข็งกว่าเมื่อพิจารณาจากประสบการณ์เห็นว่าไม่เกิดการหรุดพังก็จะปล่อยไว้โดยไม่ต้องเสริม

เครื่องมือและอุปกรณ์การเจาะนั้น ตัวก้านเจาะทำจากท่อประปาขนาด $\frac{3}{4}$ นิ้ว ท่อนละ 3 เมตร หัวเจาะทำด้วยเหล็กแหนบหรือเหล็กตะไบ มือหมุนก้านเจาะทำด้วยไม้

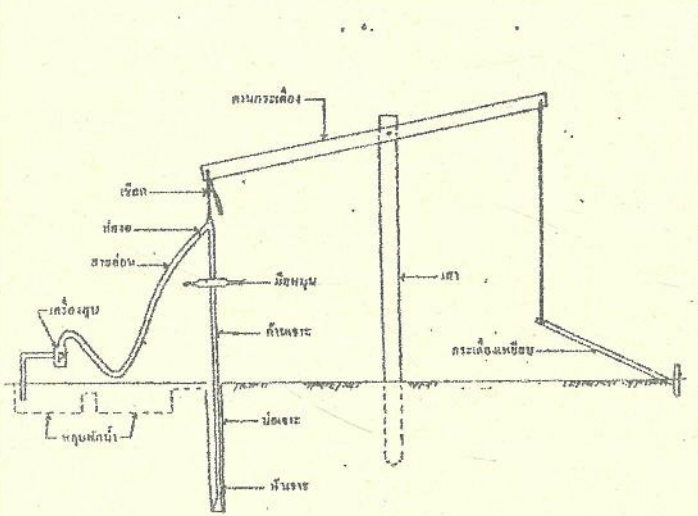
2 ชั้นประกบกัน ชุดผ่อนแรงเพื่อยกก้านเจาะเป็นเสากระโดงและคานกระดกทำด้วยไม้ ใช้เชือกผูกดึงตอนปลายคาน ปั๊มสูบน้ำโคลนช่วยหล่อเลี้ยงหัวเจาะเป็นสูบมือโยกราคาถูก หาได้ง่ายในท้องตลาด นิยมเรียกว่าปั๊มเอหรือปั๊มลั๊กกี้ ใช้คนโยกส่งน้ำผ่านท่อยางป้อนเข้ารูก้านเจาะตอนบนซึ่งสวมติดกับข้องอธรรมดา เครื่องมือจำเป็นอื่น ๆ ได้แก่ ประแจคอม้าสำหรับขันท่อขนาด 2 นิ้ว จำนวน 2 ตัว คีมล๊อค 1 ตัว ประแจแหวนหรือปากตายสำหรับคลายน๊อตยึดมือหมุน 1 ตัว ไขควงแบนหรือไขควงแฉกสำหรับคลายปลอกรัดท่อยาง ทั้งหมดนี้เป็นอุปกรณ์เจาะบ่อตามแบบชาวบ้าน แรงงานที่ใช้อย่างต่ำ 3 คน

สำหรับราคาค่าจ้างทำการเจาะนั้นอยู่ในข้อตกลงโดยวาจาระหว่างผู้จ้างและช่าง-เจาะซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบ่อแต่ไม่ขึ้นอยู่กับความลึก สำหรับบ่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 1 $\frac{1}{2}$ นิ้ว ค่าแรงรวมกับปั๊มมือโยก (ใช้ท่อกันพังเฉพาะท่อนบนที่ต่อกับปั๊ม) และเทคอนกรีตปากบ่อเพื่อยึดฐานปั๊ม จะตกอยู่ระหว่าง 2,500 - 3,000 บาท หากช่างเจาะจะรับเหมาค่าแรงเพียงอย่างเดียวคือทั้งทำการเจาะ ใส่ท่อกันดินพัง เป่า-ล้างบ่อ และติดตั้งเครื่องสูบมือโยก ค่าแรงจะตกประมาณบ่อละ 1,200 - 1,700 บาท ค่าวัสดุผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

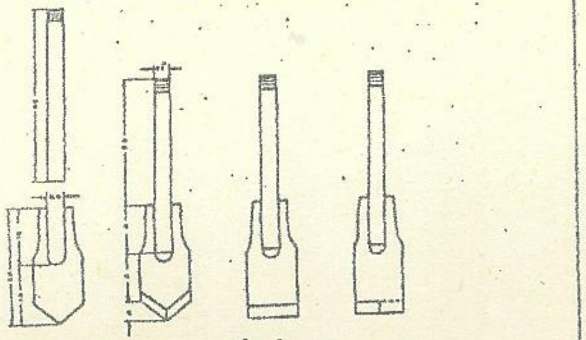
เงื่อนไขการตกลงราคาแบบชาวบ้านเป็นไปแบบฉันท์มิตรกล่าวคือ หากเจาะบ่อลงไปลึกจนสุดความสามารถของช่างเจาะแล้ว ปรากฏว่ายังไม่ถึงชั้นน้ำ ผู้เจาะจะไม่คิดค่าจ้างใด ๆ แม้แต่ค่าแรงที่ต้องใช้ไปในระหว่างการเจาะที่ดำเนินการไปแล้ว ประการที่สอง หากการเจาะลุล่วงถึงชั้นน้ำ คุณภาพน้ำจะเป็นตัวชี้ขาด หากเป็นน้ำเค็มหรือน้ำกร่อยผู้จ้างไม่ประสงค์จะใช้น้ำนั้นก็ให้ดำเนินการกลบบ่อ ค่าจ้างจ่ายเพียงครึ่งหนึ่งของราคาที่ตกลงกันไว้ แต่ถ้าน้ำที่เจาะได้มีคุณภาพดีเป็นที่พอใจก็จะดำเนินการต่อไปจนเรียบร้อยและรับค่าแรงเต็มจำนวน

3. <u>การพัฒนารูปแบบเครื่องเจาะ</u>

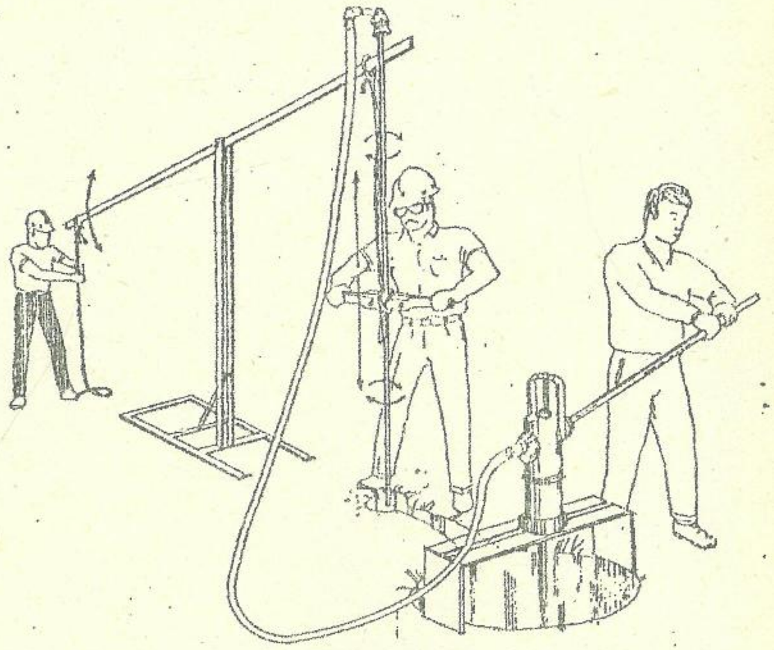
โดยทั่วไป การเจาะบ่อบาดาลที่ถือปฏิบัติกันมาช้านานเพียง 2 วิธี คือวิธีเจาะแบบหมุนและวิธีเจาะแบบกระแทก วิธีแรกประกอบด้วยหัวเจาะกลวงเพื่อเป็นทางให้น้ำโคลน (น้ำผสมกับดินเหนียวละเอียด) ไหลผ่านลงไปในบ่อแล้วดันเอาเศษดินและหินที่เจาะออก



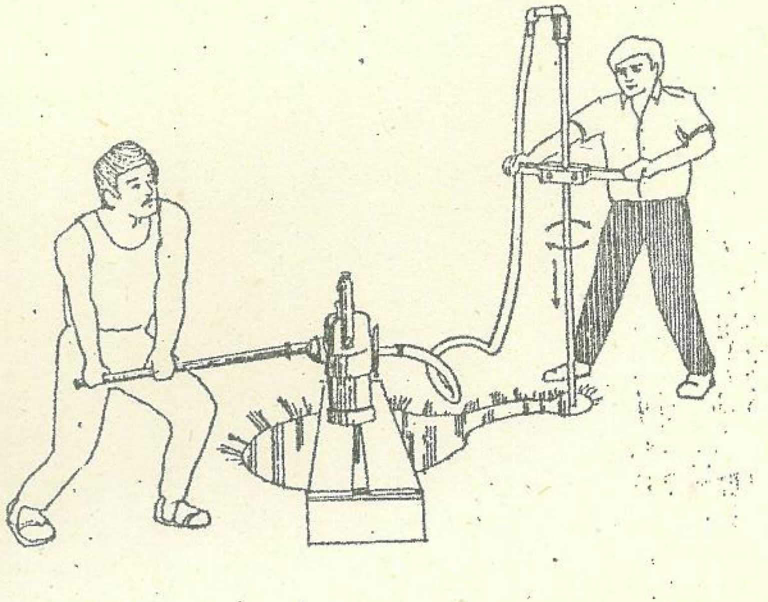
รูปที่ 1 การติดตั้งเครื่องเจาะแบบชาวบ้าน



รูปที่ 2 หัวเจาะแบบต่าง ๆ ที่ผ่านการดัดแปลงแล้ว



เครื่องเจาะที่พัฒนาขึ้น



เครื่องเจาะแบบมือหมุน

ขึ้นมาทิ้งยังปากบ่อ การเจาะแบบนี้ไม่ต้องใช้ท่อกันพัง เพราะน้ำโคลนจะเป็นตัวเคลือบผนังบ่อมิให้เกิดการพังในระหว่างเจาะ สำหรับวิธีเจาะแบบกระแทก ใช้หัวเจาะปลายแหลมคมคล้ายสิ่วต่อด้ามยาวผูกสลิงดึงผ่านรอก ปล่อยลงกระแทกเป็นระยะ เมื่อคะเนว่ามีเศษดินและหินในบ่อมากพอก็ดึงเอาส่วนหัวเจาะขึ้น แล้วเอากระบอกตักลงไปดึงเอาเศษเหล่า-นั้นขึ้น จากนั้นก็ปล่อยหัวเจาะลงใหม่ กระทำอยู่ต่อเนื่องเช่นนี้จนไปถึงชั้นน้ำ

การเจาะทั้งสองชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันกล่าวคือ เครื่องเจาะแบบหมุนมักจะใช้ไม่ได้ผลในชั้นที่เป็นหินแข็งรูพรุน แต่วิธีเจาะกระแทกกลับได้ผลดี ส่วนในชั้นดินเหนียวการเจาะแบบหมุนได้เปรียบกว่ามาก

เครื่องเจาะบ่อที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะผสมระหว่างแบบหมุนและแบบกระแทก ประกอบด้วยหัวเจาะต่อกับด้ามเจาะกลวงซึ่งจะเป็นทางให้น้ำไหลลงไปดันเศษดินและหินขึ้นปากบ่อโดยอาศัยแรงดันจากปั๊มหอยโข่งขนาด 3 แรงม้า ก้านเจาะจะถูกยกขึ้นแล้วปล่อยลงกระแทกกับพื้นบ่อ เสียมจะกินเข้าไปในเนื้อดินและหินแล้วหมุนก้านเจาะตามเข็มนาฬิกาเพื่อให้เกิดอาการคว้านบ่อก็จะกลมลักษณะทรงกระบอกตรง เศษดินและหินจะถูกดันขึ้นมาที่ปากบ่อตลอดเวลา

ในกระบวนวิธีเจาะ ชาวบ้านจะใช้น้ำหนักของก้านเจาะเป็นประโยชน์ในช่วงการกระแทก ดังนั้นถ้าบ่อมีระดับความลึกมาก ๆ ก้านเจาะจะยิ่งยาวและน้ำหนักมากจนเกินแรงคนจะยกได้ต่อเนื่องในส่วนนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องทุ่นแรง ซึ่งแต่เดิมเป็นลักษณะเสากระโดงคันโยกผ่อนแรงโดยใช้น้ำหนักคนเหยียบหรือดึงปลายเชือก เปลี่ยนมาใช้เครื่องจักรอาจจะเป็นเครื่องปั๊มน้ำหรือเครื่องดีเซลขนาดเล็ก (ใช้แรงขับไม่เกิน 3 แรงม้า) ทดรอบผ่านกลไก เปลี่ยนอาการหมุนให้อยู่ในรูปของการดึงชัก ความถี่ไม่เกิน 45 ครั้งต่อนาที

<u>สรุปผลเชิงสมรรถนะ</u> จากการทดสอบใช้งานของชุดเจาะบ่อสามารถสรุปได้ดังนี้

ก) <u>ชุดแท่นเจาะและก้านเจาะ</u> มีความเหมาะสมกับสภาพใช้งานในทุกลักษณะพื้นที่ อยู่ในระหว่างการนำออกเผยแพร่ ได้รับการสนับสนุนจากโครงการอาสาพัฒนาแหล่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้นำออกเผยแพร่ในโครงการพัฒนาชุมชนกระทรวงมหาดไทย จำนวน 45 ชุด และสนับสนุนโครงการอื่นทั้งในภาคธุรกิจ-

เอกชนอีก 18 ชุด เป็นที่ยอมรับในด้านความแข็งแรง ใช้ง่าย อุปกรณ์ประกอบในในชุดนี้มีน้อยชิ้นสามารถขนย้ายได้สะดวกโดยรถเข็นแบบชาวบ้านหรือใช้รถบรรทุกเล็กไปตามภูมิประเทศต่าง ๆ ทุกหนแห่งในชนบท ราคาอุปกรณ์ทั้งชุดตกประมาณ 12,000 บาท ไม่รวมชุดผ่อนแรงที่ใช้เครื่องจักรช่วย

การทดสอบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพยังคงดำเนินต่อไป โดยจะมีข้อมูลจากส่วนราชการและเอกชนที่นำไปใช้ป้อนกลับคืนมา ปัจจุบันยังไม่พบปัญหาทางเทคนิคใดที่แสดงถึงความบกพร่อง จะมีก็เฉพาะส่วนข้อต่อท่อซึ่งหาอะไหล่ได้ง่ายในท้องตลาดทั่วไป

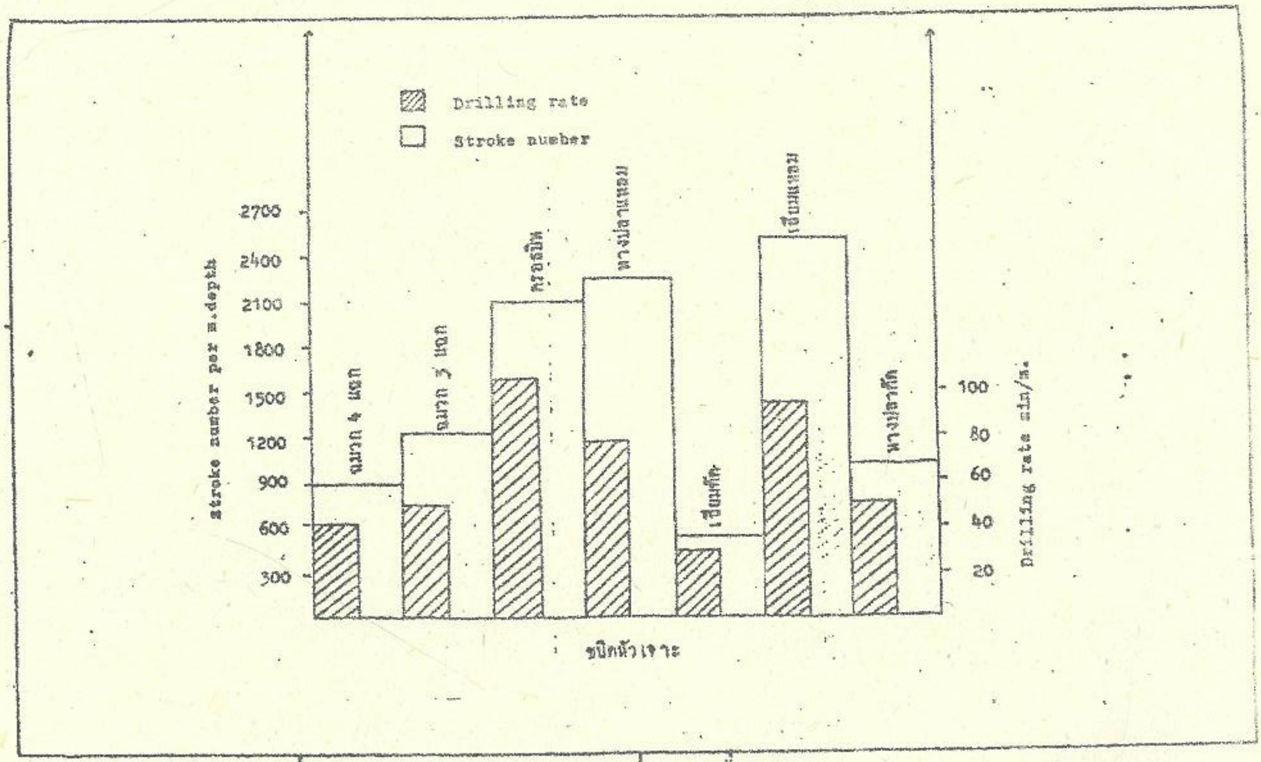
ข) ชุดหัวเจาะ มีทั้งหมด 7 รูปแบบ ได้แก่ฉมวก 4 แฉก ฉมวก 3 แฉก ครอสบิท หางปลาแหลม เสี้ยมตัด หางปลาตัด และเสี้ยมแหลม ตามปกติเมื่อเริ่มการเจาะจะใช้หัวเจาะนำซึ่งเป็นขนาดเล็กกว่าขนาดของบ่อ เมื่อได้ความลึกพอสมควรจึงจะใช้หัวเจาะขนาดจริงตามลงไป สมรรถนะการทดสอบในสนามจริงพบว่า ชนิดเสี้ยม-แหลมและหางปลาแหลมได้ผลดีในชั้นหินพรุนและลูกรัง ฉมวกได้ผลดีในชั้นดินร่วนและหินแข็ง ครอสบิท เสี้ยมตัด และหางปลาตัดได้ผลดีในชั้นดินเหนียว นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบโดยจำลองชั้นดินด้วยปูนผสมทรายและคอนกรีต ดังแสดงผลในกราฟที่ 1 และ 2

ค่าเฉลี่ยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่กระแทกหัวเจาะ (Stroke number) ต่อความลึก 1 เมตร และอัตราความเร็วของการเจาะเมื่อใช้ปูนผสมทรายเป็นชั้นหินจำลอง จะพบว่าหัวเจาะชนิดเสี้ยมตัดทำงานได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นฉมวก 4 แฉก (ในกราฟที่ 1) สำหรับชั้นหินจำลองซึ่งใช้คอนกรีตเทในหลุมให้แข็งตัวแล้วทำการเจาะ จะพบว่าหัวเจาะชนิดฉมวก 4 แฉกเจาะได้เร็วที่สุด รองลงมาเป็นฉมวก 3 แฉก เสี้ยมแหลม และหางปลาแหลม ตามลำดับ(ในกราฟที่ 2)

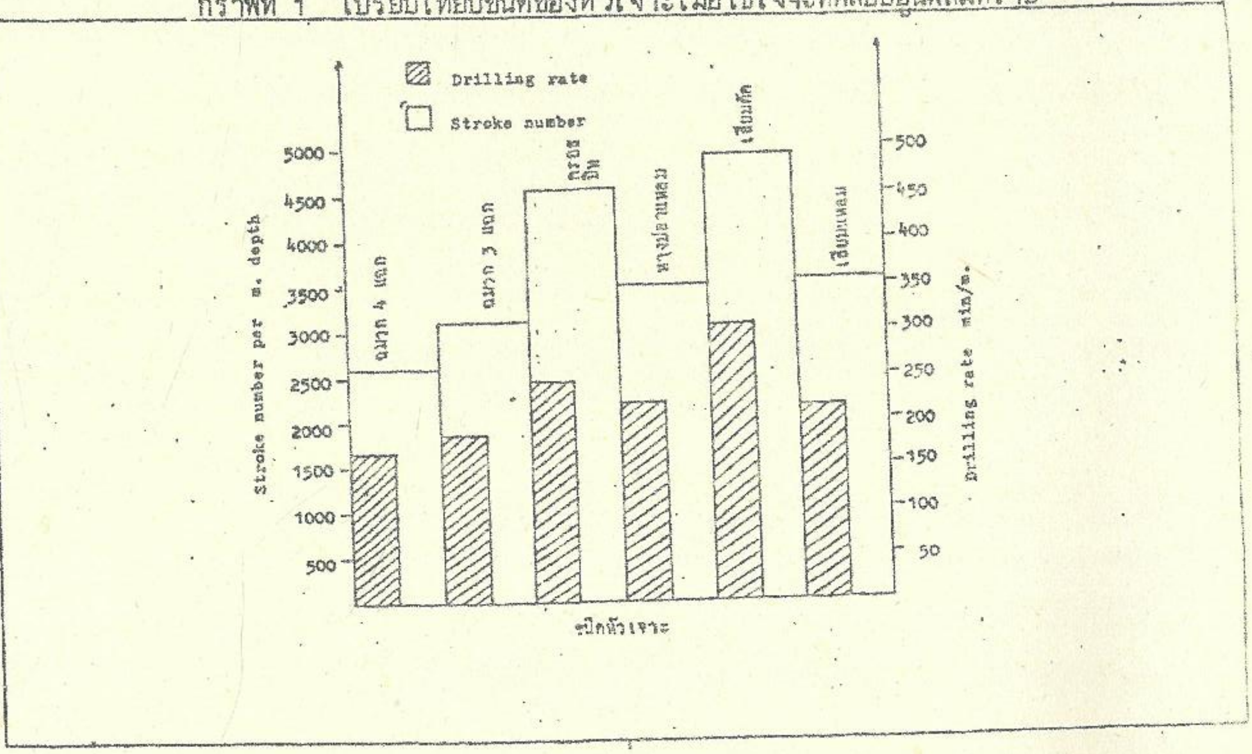
ค) ชุดผ่อนแรง: ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ อยู่ในระหว่างการทดสอบประเมินผล

กิตติกรรมประกาศ

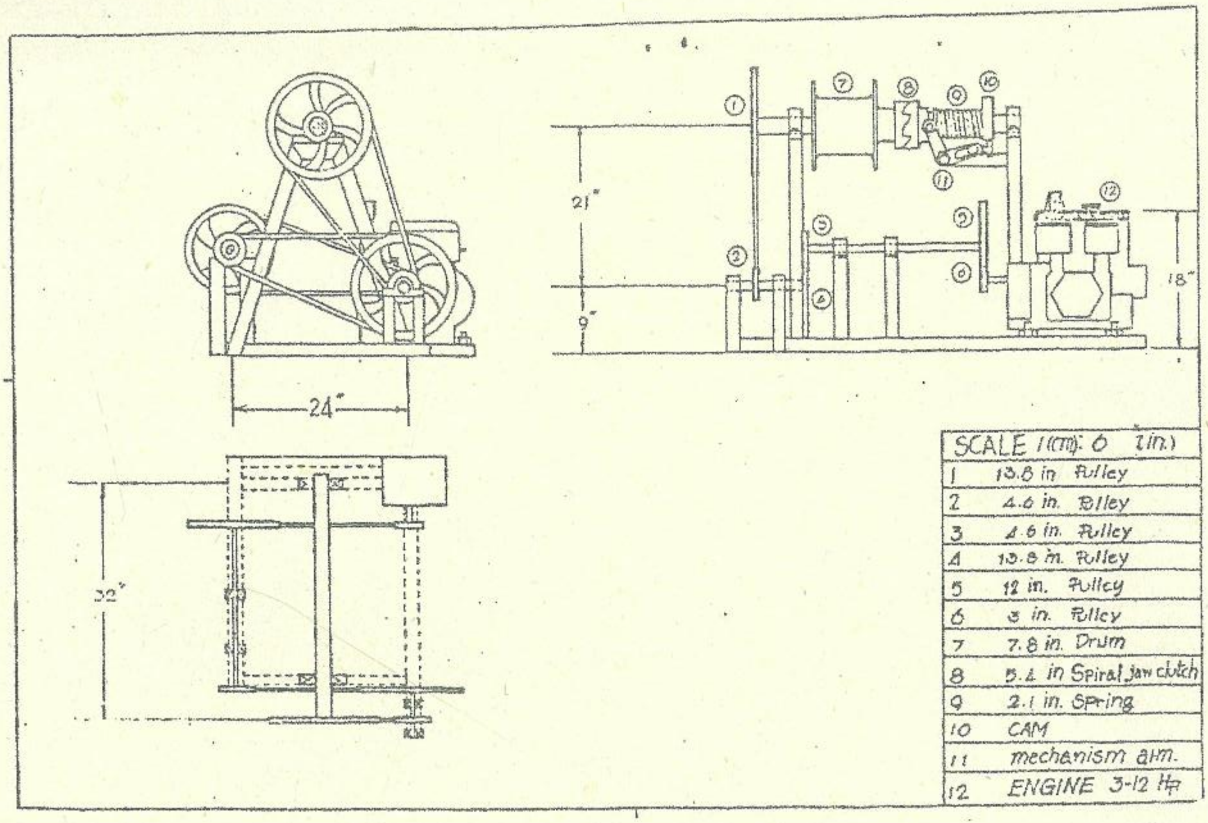
รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการที่ได้รับเงินทุนสนับสนุนโดยโครงการ USAID โดยผ่านสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น



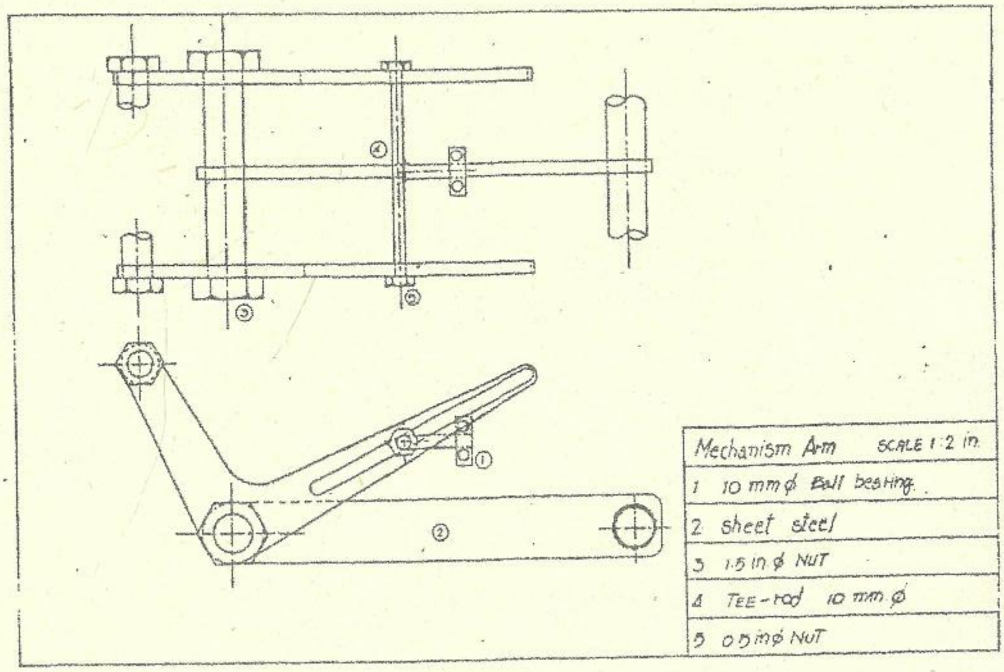
กราฟที่ 1 เปรียบเทียบชนิดของหัวเจาะเมื่อใช้เจาะทดสอบปูนผสมทราย



กราฟที่ 2 เปรียบเทียบชนิดของหัวเจาะเมื่อใช้เจาะทดสอบคอนกรีต



<u>ชุดเครื่องผ่อนแรงใช้เครื่องจักร</u>



<u>แบบขยายกลไกถ่ายทอดการหมุนเป็นการดึง</u>