บทที่ 3

การทดลอง

เนื่องจากไม่สามารถวัดการสึกหรอของดอกสว่านได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องใช้จำนวนรูเจาะเป็นตัวบอกการสึกหรอของดอกสว่าน เพราะจำนวนรูเจาะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระยะทางและเวลาที่ดอกสว่านสัมผัสและเสียดสีกับเนื้อโลหะ ซึ่งเป็นต้นเหตุของการสึกหรอ ดังนั้นจะกำหนดว่าดอกสว่านที่ทำการเจาะแผ่นเหล็กได้จำนวนมากกว่าจะสึกหรอมากกว่าดอกสว่านในช่วงแรกที่ยังไม่ได้ใช้งานหรือเจาะแผ่นเหล็กได้จำนวนรูน้อยกว่าที่เงื่อนไขการเจาะอัตราเร็วรอบ อัตราการป้อนและการหล่อเย็นเดียวกัน การวัดสัญญาณอะคูสติกขณะเจาะจะเลือกวิเคราะห์สัญญาณเป็นช่วงๆ เพื่อเป็นตัวบอกขนาดการสึกหรอ ช่วงห่างละ 200 รูเจาะ ซึ่งถือได้ว่าดอกสว่านมีการสึกหรอต่างกันมากพอสมควร โดยแต่ละช่วงนั้นจะนำสัญญาณมาพิจารณา 8 รูเจาะ เพื่อรวบรวมลักษณะเชิงสถิติในการบ่งชี้ลักษณะของสัญญาณแต่ละช่วง เพราะในช่วงระยะสั้นๆนี้เมื่อเทียบกับช่วง 200 รูเจาะแล้วจะถือว่า 8 รูเจาะที่ต่อเนื่องกันนี้เป็นช่วงเดียวกัน เช่น สัญญาณจากรูเจาะที่ 1 ถึง 8 ถือเป็นตัวแทนของดอกสว่านใหม่ สัญญาณจากรูเจาะที่ 201 ถึง 208 ถือเป็นตัวแทนของรูเจาะที่ 201 และสัญญาณจากรูเจาะที่ 401 ถึง 408 ถือเป็นตัวแทนของรูเจาะที่ 401 เป็นต้น

ระหว่างทำการทดลอง เครื่องมือวัดอะคูสติกอีมิสชัน LOCAN 320 เกิดการชำรุดไม่สามารถซ่อมแซมได้ จึงต้องขอรับความอนุเคราะห์ยืมเครื่องมือวัดแบบเดียวกันมาจากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เนื่องจากการยืมเครื่องมือมีระยะเวลาจำกัดจึงทำให้การทดลองอะคูสติกอีมิสชันจำกัดอยู่เฉพาะ 4 เงื่อนไขการเจาะเท่านั้น การทดลองในเงื่อนไขการเจาะอื่นๆ ใช้กำลังงานของเครื่องเจาะเป็นพารามิเตอร์วิเคราะห์การสึกหรอในเชิงเปรียบเทียบ การวัดกำลังงานจะวัดกำลังไฟฟ้าขาเข้ามอเตอร์ที่เครื่องเจาะใช้ในการเจาะแต่ละรู ซึ่งจะกำหนดว่าดอกสว่านใหม่ที่มีความคมสูงและยังไม่มีการสึกหรอเครื่องเจาะจะใช้กำลังในการเจาะน้อยกว่าดอกสว่านที่ผ่านการเจาะรูมาแล้วหรือมีการสึกหรอเกิดขึ้นสูง การวัดกำลังงานขณะเจาะจะวัดเป็นช่วงห่างช่วงละ 100 รูเจาะ โดยแต่ละช่วงจะนำสัญญาณมาพิจารณา 10 รูเจาะ และถือว่า 10 รูเจาะที่ต่อเนื่องกันนี้เป็นช่วงเดียวกัน เช่นเดียวกับหลักการของการวัดสัญญาณอะคูสติกคือ กำลังงานจากรูเจาะที่ 1 ถึง 10 ถือเป็นตัวแทนของดอกสว่านใหม่ กำลังงานจากรูเจาะที่ 101 ถึง 110 ถือเป็นตัวแทนของรูเจาะที่ 101 และกำลังงานจากรูเจาะที่ 201 ถึง 210 ถือเป็นตัวแทนของรูเจาะที่ 201

การบันทึกข้อมูลและแสดงผลจะเลือกวิเคราะห์การสะสมของสัญญาณ Energy Count และ Hit เนื่องจาก Energy มีความสัมพันธ์กับพลังงานที่เนื้อวัสดุที่ปลดปล่อยออกมาขณะที่ฉีกขาดจากการตัดและการเสียดสีกับดอกสว่าน ขณะที่ดอกสว่านยังมีการสึกหรอน้อย

การตัดเนื้อวัสดุจะต่อเนื่องและการเสียดสีน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดอกสว่านที่มีการสึกหรอมากซึ่งการตัดเนื้อวัสดุต้องใช้แรงมากขึ้นและมีการเสียดสีกับดอกสว่านมากขึ้น น่าจะมีการปลดปล่อยคลื่นอะคูสติกออกมามาก Energy จะวัดปริมาณโดยรวมของพลังงานของคลื่นอะคูสติกที่บ่งบอกถึงความรุนแรงและความหนาแน่นของแหล่งกำเนิดคลื่น และเพื่อให้สามารถทราบถึงลักษณะที่ละเอียดมากขึ้นของคลื่นอะคูสติก จึงเลือกใช้ Count ที่แสดงถึงปริมาณของยอดคลื่นอะคูสติกที่มีแอมพลิจูดสูงกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยน1 ซึ่งเชื่อมโยงกับค่า Energy เช่น เมื่อ Energy มีค่าสูงแต่ Count มีค่าน้อยจะหมายถึงคลื่นอะคูสติกที่มีแอมพลิจูดสูง และเมื่อ Energy มีค่าสูงแต่ Count มีค่ามากจะหมายถึงคลื่นอะคูสติกที่มีแอมพลิจูดต่ำ เป็นต้น ขณะที่ Hit หรือ Event จะแสดงถึงลักษณะความเป็นกลุ่มของคลื่นอะคูสติกและสัมพันธ์กับ Count เช่น เมื่อ Count มีค่ามากแต่ Hit มีค่าน้อยแสดงถึงคลื่นอะคูสติกที่มีลักษณะเป็นคลื่นแบบปะทุขนาดใหญ่ ซึ่งอาจเกิดจากการแตกหักของเศษโลหะที่เจาะ และเมื่อ Count มีค่ามากและ Hit มีค่ามากแสดงถึงคลื่นอะคูสติกที่มีลักษณะของคลื่นแบบต่อเนื่อง เป็นต้น

3.1 การทดลองวัดสัญญาณอะคูสติก

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอะคูสติกกับการสึกหรอของดอกสว่านโดยใช้จำนวนรูเจาะแทนความสึกหรอของดอกสว่านจำนวน 1600 รูเจาะ ทำการทดลองโดยเปลี่ยนอัตราเร็วรอบ 2 ระดับ คือ 450 และ 710 รอบต่อนาที และเปลี่ยนอัตราการป้อน 2 ระดับ คือ 0.08 และ 0.20 มิลลิเมตรต่อรอบ ดังตารางที่ 3.1 แต่ละเงื่อนไขใช้ดอกสว่านจำนวน 3 ดอก เลือกทำการวิเคราะห์การสะสมของสัญญาณ Energy Count และ Hit เป็นช่วงๆ ละ 200 รูเจาะ การทดลองกระทำโดยมีอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1) ชุดตรวจสอบสัญญาณอะคูสติก ประกอบด้วย
    1.1) หัวรับสัญญาณแบบ PZT ความถี่ 150 กิโลเฮิรตซ์ รุ่น R15I
    1.2) อุปกรณ์ขยายสัญญาณเบื้องต้น รุ่น 1220A
    1.3) สาย 1234 Coaxial cable standard RG-58 50 โอห์ม
    1.4) อุปกรณ์วิเคราะห์สัญญาณอะคูสติก รุ่น LOCAN 320
    1.5) น้ำมันช่วยในการสัมผัส

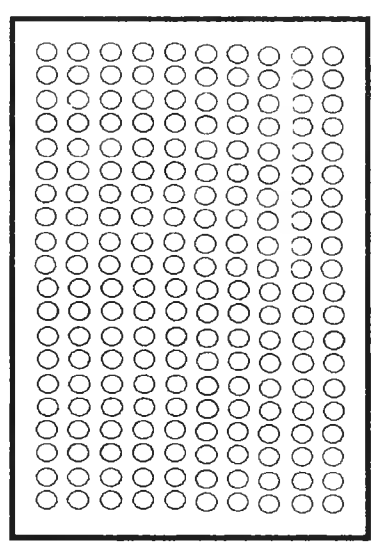
2) ชุดเครื่องมือเจาะและชิ้นงาน ประกอบด้วย
    2.1) เครื่องเจาะแบบตั้งพื้น ใช้มอเตอร์ยี่ห้อ MEZ MOHELNICE กำลังขับ 1.5 กิโลวัตต์
    2.2) ดอกสว่านเหล็กกล้าไฮสปีด ขนาด 10 มิลลิเมตร
    2.3) แผ่นเหล็กกล้า SS400 สำหรับเจาะเพื่อให้ดอกสว่านสึกหรอและสำหรับเจาะเพื่อวัดสัญญาณ

ตารางที่ 3.1 เงื่อนไขในการทดลองวัดสัญญาณอะคูสติก

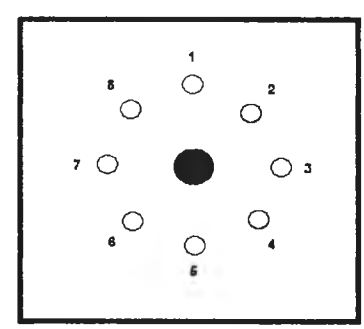
อัตราเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	อัตราการป้อน (มิลลิเมตรต่อรอบ)	
	0.08	0.20
450	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2
710	การทดลองที่ 3	การทดลองที่ 4

3.2 ขั้นตอนการทดลองวัดสัญญาณอะคูสติก

1) ตัดแผ่นเหล็กกล้า SS400 หนา 15 มิลลิเมตร กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 28 เซนติเมตร สำหรับเจาะเพื่อให้ดอกสว่านสึกหรอและทำสัญลักษณ์บนแผ่นเหล็กก่อนเจาะจำนวน 200 รู ดังรูปที่ 3.1 ตัดแผ่นเหล็กกล้า SS400 หนา 15 มิลลิเมตร กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สำหรับเจาะเพื่อวัดสัญญาณและทำสัญลักษณ์บนแผ่นเหล็กก่อนเจาะ จำนวน 8 รู เนื่องจากสะดวกต่อการออกแบบตำแหน่งของรูเจาะบนแผ่นเหล็ก ทำให้ตำแหน่งของรูเจาะมีความสมมาตร ซึ่งจะช่วยให้การเคลื่อนที่ของคลื่นไปยังหัวรับสัญญาณของแต่ละรูเจาะมีความคล้ายคลึงกัน และเพื่อให้ได้สัญญาณที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกันในการเจาะแต่ละครั้งจึงเจาะตามลำดับที่และตำแหน่งของรูเจาะ ดังรูปที่ 3.1 การตัดแผ่นเหล็กกล้า SS400 ใช้เครื่องตัดโลหะแบบพลาสมา โดยตั้งค่าความดันอากาศเข้าเครื่องที่ 5.5 บาร์ และตั้งกระแสไฟฟ้าที่ 40 แอมแปร์



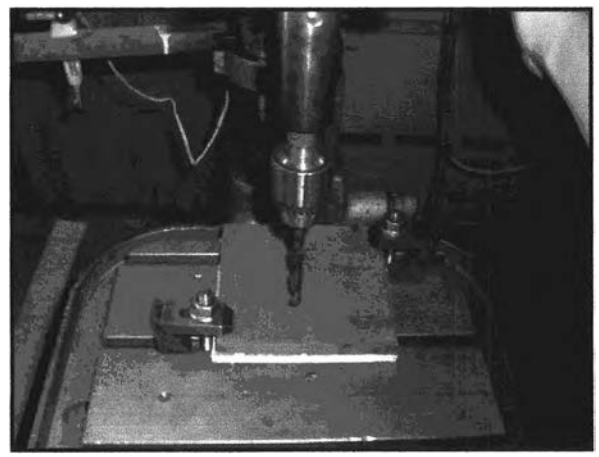
ลักษณะแผ่นเหล็กสำหรับเจาะเพื่อให้ดอกสว่านสึกหรอ จำนวน 200 รู



ลักษณะแผ่นเหล็กสำหรับเจาะเพื่อวัดสัญญาณจำนวน 8 รู

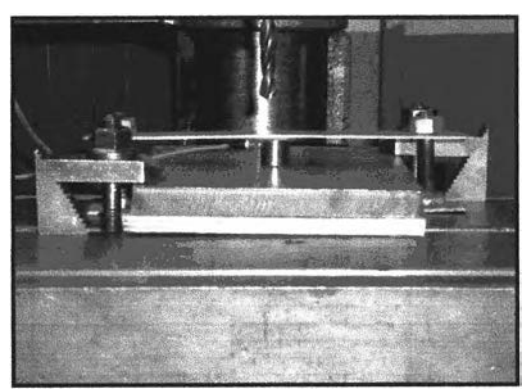
รูปที่ 3.1 แผ่นเหล็กที่ใช้ในการทดลองวัดสัญญาณอะคูสติก

2) การติดตั้งแผ่นเหล็กกล้า SS400 สำหรับเจาะเพื่อให้ดอกสว่านสึกหรอบนแท่นเครื่องเจาะ โดยมีแผ่นไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร รองไว้ด้านล่าง แล้วใช้สกรูยึดเข้ากับแท่นเครื่องเจาะให้แน่น ดังแสดงในรูปที่ 3.2 จากนั้นทำการเจาะแผ่นเหล็กด้วยดอกสว่านเหล็กกล้าไฮสปีดขนาด 10 มิลลิเมตร ตามเงื่อนไขการเจาะแต่ละการทดลอง

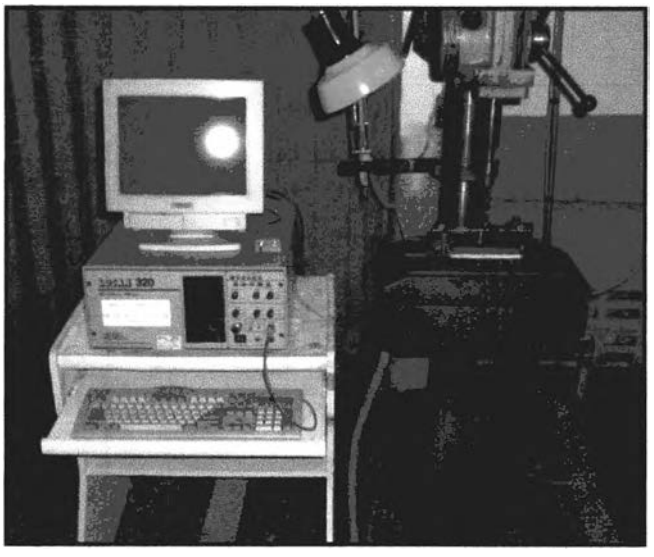


รูปที่ 3.2 การติดตั้งแผ่นเหล็กเข้ากับแท่นเครื่องเจาะ

3) การติดตั้งแผ่นเหล็กกล้า SS400 สำหรับเจาะเพื่อวัดสัญญาณบนแท่นเครื่องเจาะ โดยมีแผ่นไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร รองไว้ด้านล่าง แล้วใช้สกรูยึดเข้ากับแท่นเครื่องเจาะให้แน่น พร้อมทั้งติดตั้งหัวรับสัญญาณอะคูสติกโดยทาน้ำมันช่วยในการสัมผัสระหว่างแผ่นเหล็กกับหัวรับสัญญาณ แล้วติดหัวรับสัญญาณให้แน่นด้วยอุปกรณ์จับยึดหัวรับสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 จากนั้นต่อสายสัญญาณกับอุปกรณ์ขยายสัญญาณเบื้องต้นรุ่น 1220A โดยเลือก Input Select เป็น Single และเลือกอัตราการขยายเป็น 40 เดซิเบล แล้วต่อสาย 1234 Coaxial cable standard ไปยังอุปกรณ์วิเคราะห์สัญญาณอะคูสติก รุ่น LOCAN 320 ดังแสดงในรูปที่ 3.4

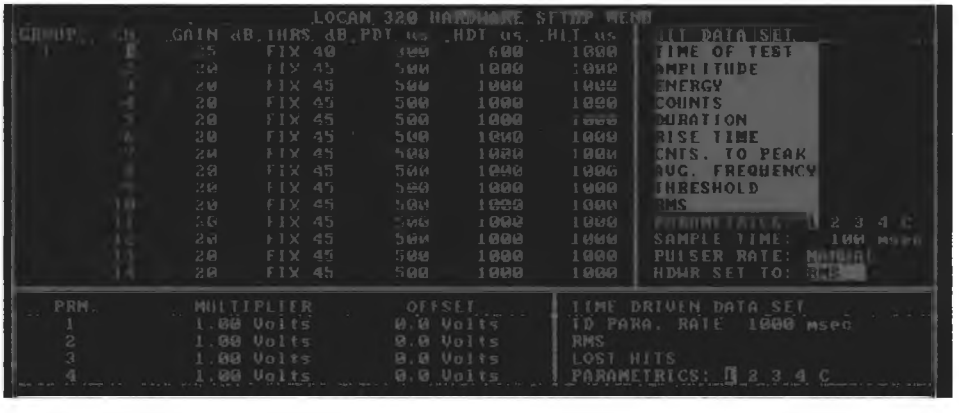


รูปที่ 3.3 การติดตั้งหัวรับสัญญาณอะคูสติกกับแผ่นเหล็ก



รูปที่ 3.4 การติดตั้งชุดตรวจสอบสัญญาณอะคูสติก

4) ตั้งค่าของอุปกรณ์วิเคราะห์สัญญาณอะคูสติก LOCAN 320 ใน HARDWARE SETUP MENU ตามคำแนะนำของคู่มือการใช้ ดังตารางที่ 3.2 สำหรับวัสดุประเภทโครงสร้างโลหะและช่วงความไวปานกลาง กำหนดให้ Gain 25 dB, Threshold 40 dB, PDT, HDT, HLT : 300, 600, 1000 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.5

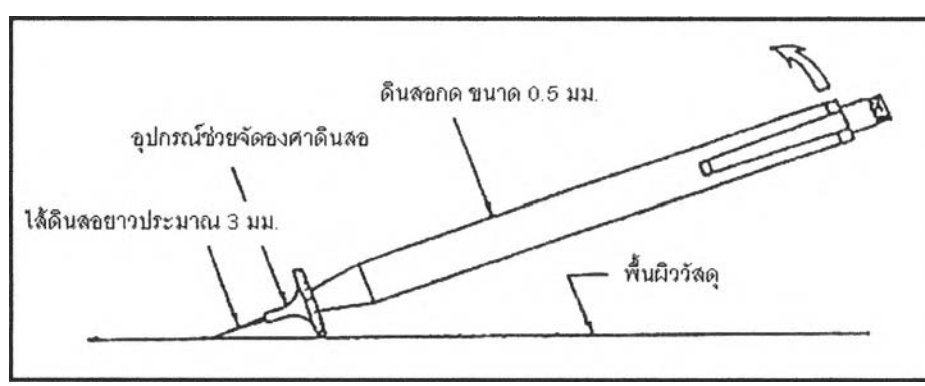


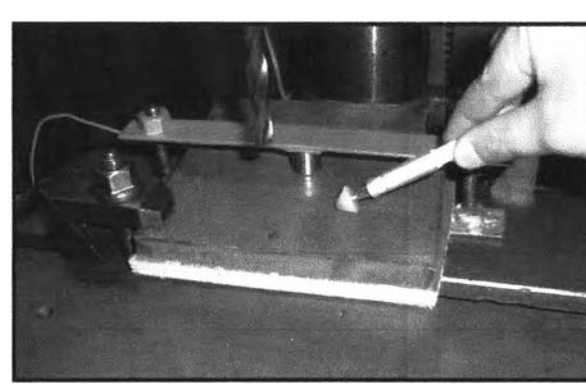
รูปที่ 3.5 HARDWARE SETUP MENU ของ LOCAN 320

ตารางที่ 3.2 ค่าแนะนำสำหรับพารามิเตอร์โดยทั่วไปของการวิเคราะห์สัญญาณอะคูสติก

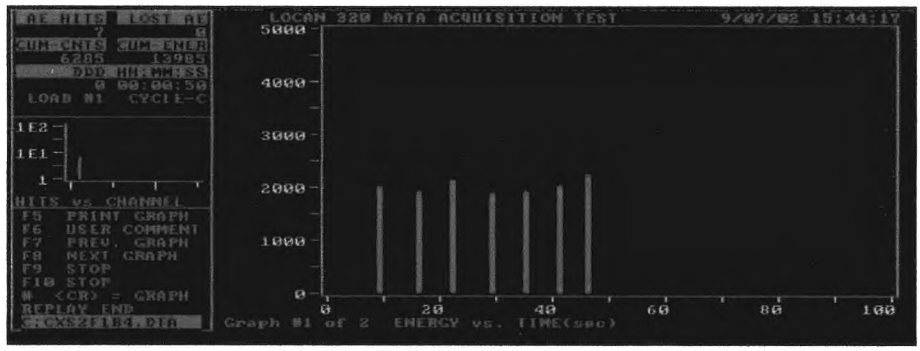
โครงสร้างของวัสดุ	PDT	HDT	HLT
Compoite, Non-Metals	20-50	100-200	300
Small Metal Specimens	300	600	1000
Metal Structures (high damping)	300	600	1000
Metal Structures (low damping)	1000	2000	2000

5) ตรวจสอบความถูกต้องของการติดตั้งหัวรับสัญญาณและเปรียบเทียบสัญญาณ โดยใช้การหักไส้ดินสอแกรไฟต์ แบบ 2H ขนาด 0.5 มิลลิเมตร กดเลื่อนไส้ดินสอให้ออกมาจากปลายกันพลาสติกรองรับรูปกรวย ประมาณ 3 มิลลิเมตร จับดินสอวางลงบนผิวแผ่นเหล็กเอียงทำมุมประมาณ 30 องศา กับแผ่นเหล็ก ที่ระยะห่างจากหัวรับสัญญาณประมาณ 2-3 นิ้ว แล้วกดปลายดินสอให้ไส้หัก ดังแสดงในรูปที่ 3.6 อ่านค่า Energy และ Amplitude ที่ได้จากเครื่องอะคูสติก จากนั้นทำซ้ำอีก 5-7 ครั้ง พิจารณาค่า Energy และ Amplitude ที่ได้จากการหักไส้ดินสอบนแผ่นเหล็กในแต่ละครั้งควรจะใกล้เคียงกันและมีค่าอยู่ประมาณ 1900 - 2100 Energy counts และ 89 - 92 เดซิเบล ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.7 ถ้าสัญญาณที่ได้ไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ให้ปรับเพิ่มหรือลดระดับความแน่นของอุปกรณ์จับยึดหัวรับสัญญาณ

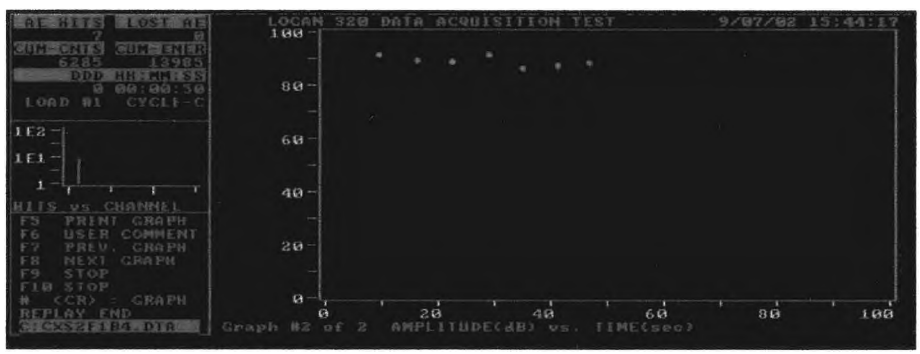




รูปที่ 3.6 การสร้างสัญญาณโดยการหักไส้ดินสอ



ก. ภาพแสดงค่า Energy



ข. ภาพแสดงค่า Amplitude

รูปที่ 3.7 สัญญาณอะคูสติกที่ได้จากการหักไส้ดินสอ 7 ครั้ง

6) ทำการเจาะแผ่นเหล็กสำหรับวัดสัญญาณตามลำดับของรูเจาะที่กำหนดไว้ พร้อมกับบันทึกค่าสัญญาณอะคูสติกปล่อยออกมา การบันทึกจะพิจารณาเฉพาะช่วงเวลาที่ดอกสว่านเจาะแผ่นเหล็กหรือกินเนื้อโลหะเท่านั้น ไม่คิดช่วงเวลาเปิดเครื่องเจาะและช่วงเวลาที่ดอกสว่านเจาะเนื้อไม้รองเจาะ เพื่อลดสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลานี้

3.3 การทดลองวัดกำลังงาน

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังงานของเครื่องเจาะกับการสึกหรอของดอกสว่าน โดยใช้จำนวนรูเจาะแทนความสึกหรอของดอกสว่านจำนวน 1600 รูเจาะ ทำการทดลองโดยเปลี่ยนอัตราเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 280, 450 และ 710 รอบต่อนาที และเปลี่ยนอัตราการป้อน 3 ระดับ คือ 0.08, 0.12 และ 0.20 มิลลิเมตรต่อรอบ ดังตารางที่ 3.3 แต่ละเงื่อนไขใช้ดอกสว่านเพียง 1 ดอกวัดกำลังงานเป็นช่วงๆ ละ 100 รูเจาะ
การทดลองกระทำโดยมีอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1) ชุดวัดกำลังงาน ประกอบด้วย

1.1) เครื่องมือวัดกำลังงาน รุ่น 3286 Clamp on Power Hitester

1.2) สายต่อนำไฟฟ้า 9635 (แดง, เหลือง และดำ)

2) ชุดเครื่องมือเจาะและชิ้นงาน ประกอบด้วย

2.1) เครื่องเจาะแบบตั้งพื้น ใช้มอเตอร์ยี่ห้อ MEZ MOHELNICE กำลังขับ 1.5 กิโลวัตต์

2.2) ดอกสว่านเหล็กกล้าไฮสปีด ขนาด 10 มิลลิเมตร

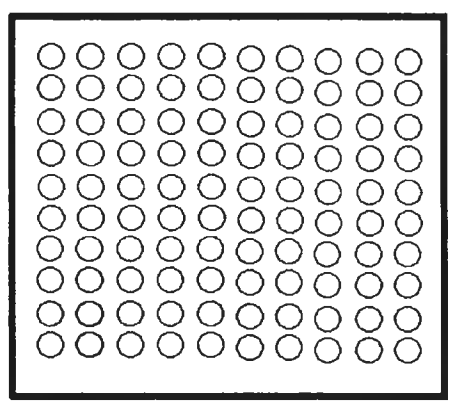
2.3) แผ่นเหล็กกล้า SS400 สำหรับเจาะเพื่อให้ดอกสว่านสึกหรอและวัดกำลังงาน

ตารางที่ 3.3 เงื่อนไขในการทดลองวัดกำลังงาน

อัตราเร็วรอบ	อัตราการป้อน (มิลลิเมตรต่อรอบ)		
(รอบต่อนาที)	0.08	0.12	0.20
280	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3
450	การทดลองที่ 4	การทดลองที่ 5	การทดลองที่ 6
710	การทดลองที่ 7	การทดลองที่ 8	การทดลองที่ 9

3.4 ขั้นตอนการทดลองวัดกำลังงาน

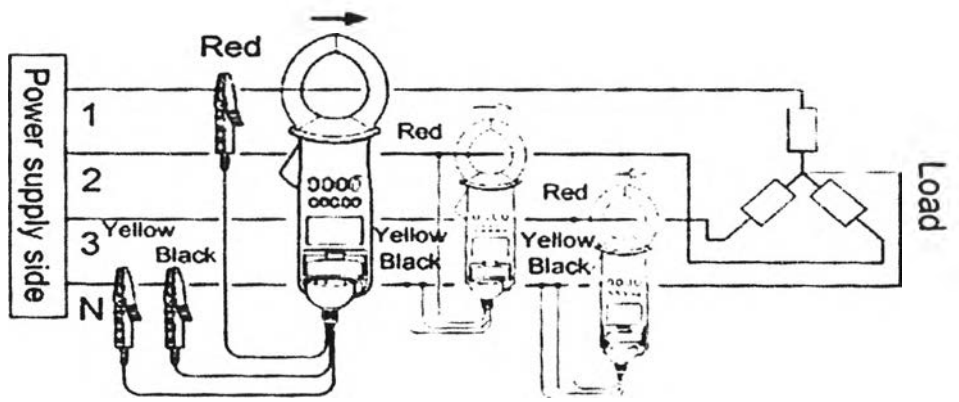
1) ตัดแผ่นเหล็กกล้า SS400 หนา 15 มิลลิเมตร กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สำหรับเจาะเพื่อให้ดอกสว่านสึกหรอและวัดกำลังงาน ทำสัญลักษณ์บนแผ่นเหล็กก่อนเจาะจำนวน 100 รู ดังแสดงในรูปที่ 3.8 ด้วยเครื่องตัดโลหะแบบพลาสมา โดยตั้งค่าความดันอากาศเข้าเครื่องที่ 5.5 บาร์ และตั้งกระแสไฟฟ้าที่ 40 แอมแปร์



รูปที่ 3.8 แผ่นเหล็กที่ใช้ในการทดลองวัดกำลังงาน

2) ติดตั้งแผ่นเหล็กกล้า SS400 สำหรับเจาะเพื่อให้ดอกสว่านสึกหรอกับแท่นเครื่องเจาะ โดยมีแผ่นไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร รองขณะเจาะ และใช้สกรูยึดเข้ากับแท่นเครื่องเจาะให้แน่น ดังแสดงในรูปที่ 3.2 จากนั้นทำการเจาะแผ่นเหล็กด้วยดอกสว่านเหล็กกล้าไฮสปีดขนาด 10 มิลลิเมตร ตามเงื่อนไขการเจาะแต่ละการทดลอง

3) ติดตั้งเครื่องมือวัดกำลังงาน เนื่องจากเครื่องเจาะแบบตั้งพื้นที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นเครื่องเจาะที่กระแสไฟฟ้าสามเฟสและใช้มอเตอร์ชนิดต่อโหลดสมดุลแบบวายกระแสไฟฟ้าสามเฟสแบบ 4 สาย (Three Phrase Four Wire Circuit) ซึ่งมีวิธีการติดตั้งเครื่องมือวัดกำลังงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.9 เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องมือวัดกำลังงานคือวัดได้ละเอียดเพียง 0.1 กิโลวัตต์ และกำลังงานที่เครื่องเจาะใช้ในการเจาะแต่ละรูค่อนข้างต่ำ ดังนั้นเพื่อที่จะทำให้สามารถวัดกำลังงานได้ละเอียดมากขึ้น จึงพันสายไฟเข้ามอเตอร์เป็นขดจำนวน 10 รอบ ซึ่งจะเพิ่มปริมาณกระแสที่ตรวจวัดได้เป็น 10 เท่า เป็นผลให้กำลังงานที่วัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 10 เท่าตามไปด้วย ดังนั้นในการบันทึกข้อมูลจริงต้องหารกำลังงานที่วัดได้ด้วย 10 ก่อนจึงค่อยทำการบันทึกข้อมูล



รูปที่ 3.9 การติดตั้งเครื่องมือวัดกำลังงาน รุ่น 3286 Clamp on Power Hitester [8]

4) กำหนดค่าขอบเขต (Range) สำหรับแสดงค่ากระแสและแรงเคลื่อนไฟฟ้าไว้ที่ Auto Range เพื่อป้องกันความผิดพลาดเมื่อกระแสไหลในวงจรมากเกินไปและสะดวกต่อการติดตั้งเครื่องมือวัด

5) การบันทึกข้อมูลจะเก็บเฉพาะค่ากำลังงานสูงสุดที่เครื่องเจาะต้องใช้ในการเจาะแต่ละรู โดยสังเกตขณะที่ดอกสว่านกินเนื้อโลหะแล้วพิจารณาค่ากำลังงานสูงสุดที่เครื่องมือวัดอ่านได้ ทำการบันทึกผลซ้ำกัน 10 รูเจาะ เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล แล้วนำมาหาค่ากำลังงานเฉลี่ยสำหรับใช้ในการนำเสนอข้อมูล