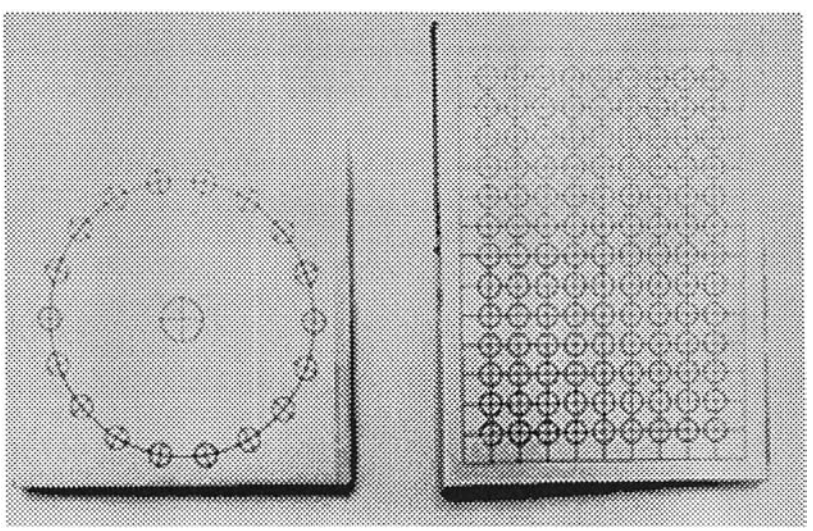
บทที่ 3

การทดลอง

ในการดำเนินการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอะคูสติกกับการสึกหรอของดอกสว่าน โดยใช้จำนวนรูเจาะแทนของความสึกหรอของดอกสว่านจำนวน 400 รูเจาะ ทำการทดลองโดยการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วรอบ 3 อัตราเร็วรอบ คือ 280 450 และ 750 รอบต่อนาที และเปลี่ยนแปลงอัตราการป้อน 3 อัตราการป้อน คือ 0.08 0.12 และ 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ เงื่อนไขละ 3 ดอก และเลือกวิเคราะห์การสะสมของสัญญาณ ENERGY COUNT และ HIT เป็นช่วงช่วงละ 50 รูเจาะ

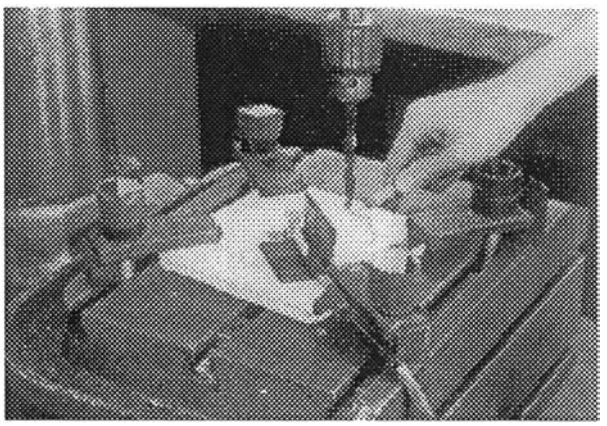
3.1 การเตรียมชิ้นงาน

ตัดแผ่นเหล็กกล้า SS400 หนา 10 มิลลิเมตร กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร สำหรับเจาะ จำนวน 100 แผ่น และ กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สำหรับเจาะขณะวัดสัญญาณ ดังรูปที่ 3.1 จำนวน 100 แผ่น ด้วยเครื่องตัดแบบพลาสมา (Plasma arc cutting system) โดยตั้งค่าความดันอากาศเข้าเครื่องที่ 5.5 บาร์ และตั้งกระแสไฟฟ้าที่ 40 แอมแปร์ เพื่อลดผลจากความร้อน ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและคุณสมบัติของแผ่นเหล็ก ทำสัญลักษณ์แผ่นเหล็กก่อนเจาะ เพื่อให้เกิดความแน่นนอนและสม่ำเสมอในการเจาะ โดยการติดกระดาษที่ทำสัญลักษณ์ไว้แล้วด้วยกาว



รูปที่ 3.1 ลักษณะแผ่นเหล็กที่ใช้ในการทดลอง

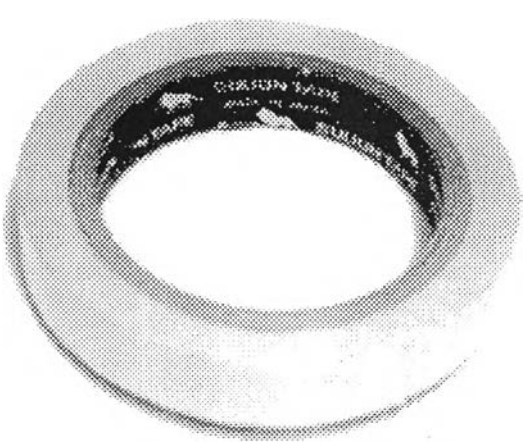
เลื่อยไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร ขนาดและจำนวนเท่ากับแผ่นเหล็กที่ตัดไว้ สำหรับรองขณะเจาะ และ ใช้สกรูขันยึดกับแท่นเครื่องเจาะทั้ง 4 ด้าน ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การยึดชิ้นงานกับแท่นเครื่องเจาะ

3.2 การเตรียมอุปกรณ์วัดสัญญาณ

ติดตัวตรวจรู้สัญญาณอะคูสติก รุ่น R15 กับแผ่นเหล็กสำหรับเจาะขณะวัดสัญญาณบนตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้ ในช่วงแรก ใช้เทปกาวรัดตัวตรวจรู้สัญญาณอะคูสติก และทาน้ำมันเพื่อให้ฟิล์มน้ำมันเข้าเติมเต็มระหว่างผิวสัมผัสและชิ้นงานทำให้รับสัญญาณได้ดีขึ้น แต่สัญญาณที่ได้ไม่สม่ำเสมอนักขึ้นกับความแน่นของการรัดตัวตรวจรู้สัญญาณอะคูสติก และสัญญาณที่ได้นั้นส่วนมากมีแอมพลิจูดสูงเกินกว่าที่จะวัดได้ทำให้ต้องปรับค่าอัตราการขยายต่ำมากประมาณ 5 ถึง 10 เดซิเบลและค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสูงกว่า 50 เดซิเบล ขึ้นกับความแน่นของการรัด ซึ่งอยู่นอกขอบเขตของข้อแนะนำของอุปกรณ์ จึงเปลี่ยนมาใช้ปืนยิงกาวร้อนเพื่อติดตัวตรวจรู้ แต่ติดแล้วทำให้ผิวสัมผัสตัวตรวจรู้สัญญาณอะคูสติกเสียหายเนื่องจากต้องติดและปลดตัวตรวจรู้หลายครั้ง



รูปที่ 3.3 เทปกาว 2 หน้าที่ใช้ติดตัวตรวจรู้สัญญาณอะคูสติกกับแผ่นเหล็กที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองจึงต้องใช้เทปกาว 2 หน้า ติดตั้งตัวตรวจรู้แทน ซึ่งทำให้สัญญาณที่ได้เหมาะสม คือสามารถใช้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตามที่ผู้ผลิตอุปกรณ์กำหนดให้ใช้ได้ แต่มีข้อเสียคือเมื่อทิ้งไว้เป็นเวลานานจะมีการคลายตัวจึงต้องทำการทดสอบให้เสร็จในคราวเดียว แล้วต่อสายสัญญาณกับอุปกรณ์ขยายสัญญาณเบื้องต้น รุ่น 1220A โดยเลือก INPUT SELECT เป็น SINGLE และเลือกอัตราการขยาย เป็น 40 เดซิเบล ต่อสาย 1234 coaxial ไปยังอุปกรณ์วิเคราะห์สัญญาณ รุ่น LOCAN 320 ของ PHYSICAL ACOUSTICS CORPORATION ที่ช่องสัญญาณเข้า CH1

3.3 การวัดสัญญาณ

เริ่มจากตั้งค่าอัตราการขยาย 25 เดซิเบล และค่าขีดเริ่มเปลี่ยน 40 เดซิเบล ดังรูปที่ 3.4 ซึ่งเป็นค่าแนะนำช่วงความไวปานกลาง เพราะเมื่อใช้ช่วงความไวสูงแล้วจะไม่สามารถวัดสัญญาณได้ และเข้า DATA ACQUISITION TEST MENU เพื่อเริ่มวัดสัญญาณ เริ่มหักไส้ดินสอกราไฟต์ Pentel ขนาด 0.5 มิลลิเมตร แบบความเข้ม B ก่อนทำการเจาะประมาณ 5 ถึง 10 ครั้ง บนแผ่นเหล็กสำหรับเจาะรูตรงตำแหน่งด้านขวาของรูเจาะติดกับรูเจาะ เพื่อนำไปเป็นค่าอ้างอิงเพื่อปรับเทียบ เพราะในการเจาะแต่ละครั้งอาจมีความแตกต่างกันของการรับสัญญาณ จึงต้องพยายามหาค่ามาตรฐานเพื่อให้ทุกค่าสามารถเปรียบเทียบกันได้ โดยจะเลือกค่ามากที่สุดของสัญญาณที่ได้จากการหักไส้ดินสอคือ 400 ไมโครโวลต์เป็นมาตรฐาน แล้วนำค่าสัญญาณที่วัดได้หารด้วยค่าเฉลี่ยของสัญญาณที่ได้จากการหักไส้ดินสอแล้วคูณด้วยค่ามากที่สุดของสัญญาณที่ได้จากการหักไส้ดินสอ 400 ไมโครโวลต์ ซึ่งจะแสดงให้ดูในหัวข้อ 3.4 การจัดการข้อมูล ซึ่งค่าที่ได้นี้จะเป็นค่าซึ่งเทียบเสมือนเป็นค่าสัญญาณที่วัดเมื่อหักไส้ดินสอได้ 400 ไมโครโวลต์ แล้วจึงทำการเจาะด้วยเครื่องเจาะแบบป้อนอัตโนมัติ

LOCAN 320 HARDWARE SETUP MENU

GROUP	CH	GAIN dB	THRS dB	PDT us	HDT us	HLT us	HIT DATA SET
1	1	25	FIX 40	500	1000	1000	TIME OF TEST
	2	20	FIX 45	500	1000	1000	AMPLITUDE
	3	20	FIX 45	500	1000	1000	ENERGY
	4	20	FIX 45	500	1000	1000	COUNTS
	5	20	FIX 45	500	1000	1000	DURATION
	6	20	FIX 45	500	1000	1000	RISE TIME
	7	20	FIX 45	500	1000	1000	CNTS. TO PEAK
	8	20	FIX 45	500	1000	1000	AVG. FREQUENCY
	9	20	FIX 45	500	1000	1000	THRESHOLD
	10	20	FIX 45	500	1000	1000	RMS
	11	20	FIX 45	500	1000	1000	PARAMETRICS: 1 2 3 4 C
	12	20	FIX 45	500	1000	1000	SAMPLE TIME: 100 msec
	13	20	FIX 45	500	1000	1000	PULSER RATE: MANUAL
	14	20	FIX 45	500	1000	1000	HDUR SET TO: RMS

PRM.	MULTIPLIER	OFFSET	TIME DRIVEN DATA SET
1	1.00 Volts	0.0 Volts	TD PARA. RATE 1000 msec
2	1.00 Volts	0.0 Volts	RMS
3	1.00 Volts	0.0 Volts	LOST HITS
4	1.00 Volts	0.0 Volts	PARAMETRICS: 1 2 3 4 C

F2-EXIT TO DOS F3-GRAPH SETUP F4-FILE SETUP F5-FILTER SETUP
F6-ALARM SETUP F7-ALL F8-TEST SETUP F9-ACQUISITION F10-REPLAY

รูปที่ 3.4 HARDWARE SETUP MENU

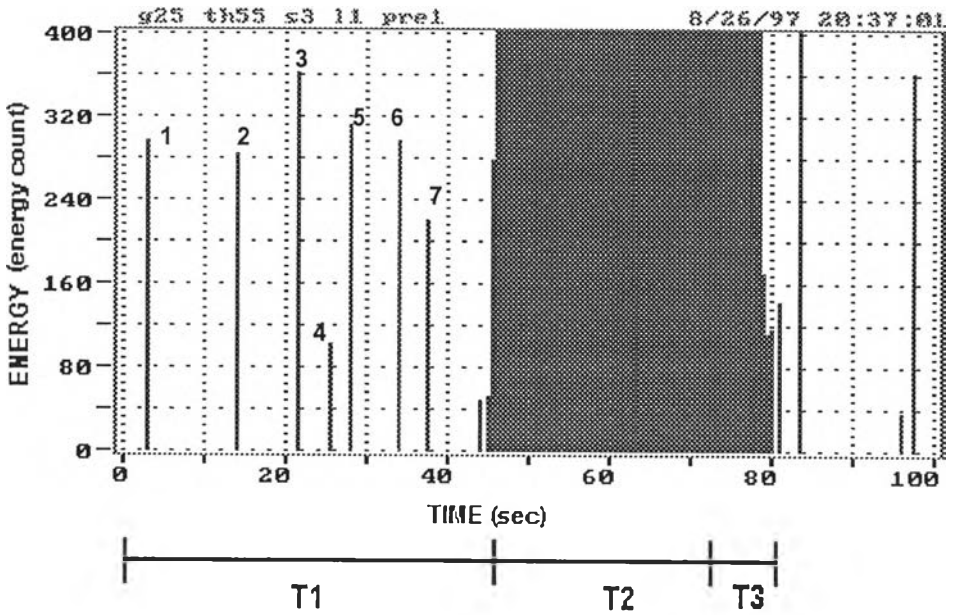
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องจากไม่สามารถวัดความสึกหรอที่แท้จริงของดอกสว่านได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องใช้จำนวนรูเจาะเป็นตัวบอกความสึกหรอของดอกสว่าน ซึ่งจะถือว่าดอกสว่านที่ทำการเจาะแผ่นเหล็กได้จำนวนมากกว่าจะสึกหรอมากกว่าในช่วงแรกที่ยังไม่ได้ใช้งานหรือเจาะแผ่นเหล็กได้จำนวนรูน้อยกว่าที่เงื่อนไขเดียวกัน การวัดสัญญาณอะคูสติกขณะเจาะจะเลือกวิเคราะห์สัญญาณเป็นช่วง เพื่อเป็นตัวบอกขนาดความสึกหรอ ช่วงห่างละ 50 รูเจาะ ซึ่งถือได้ว่าดอกสว่านมีการสึกหรอต่างกันมากพอสมควร และแต่ละช่วงนั้นจะนำสัญญาณมาพิจารณา 5 รูเจาะ เพื่อรวบรวมลักษณะเชิงสถิติในการบ่งชี้ลักษณะของสัญญาณแต่ละช่วง เพราะในช่วงระยะสั้นๆ นี้เมื่อเทียบกับช่วง 50 รูเจาะแล้วจะถือว่า 5 รูเจาะที่ต่อเนื่องกันนี้เป็นช่วงเดียวกัน เช่น สัญญาณจากรูเจาะที่ 1 ถึง 5 ถือเป็นตัวแทนของดอกสว่านใหม่ สัญญาณจากรูเจาะที่ 51 ถึง 55 ถือเป็นตัวแทนของรูเจาะที่ 51 และสัญญาณจากรูเจาะที่ 101 ถึง 105 ถือเป็นตัวแทนของรูเจาะที่ 101

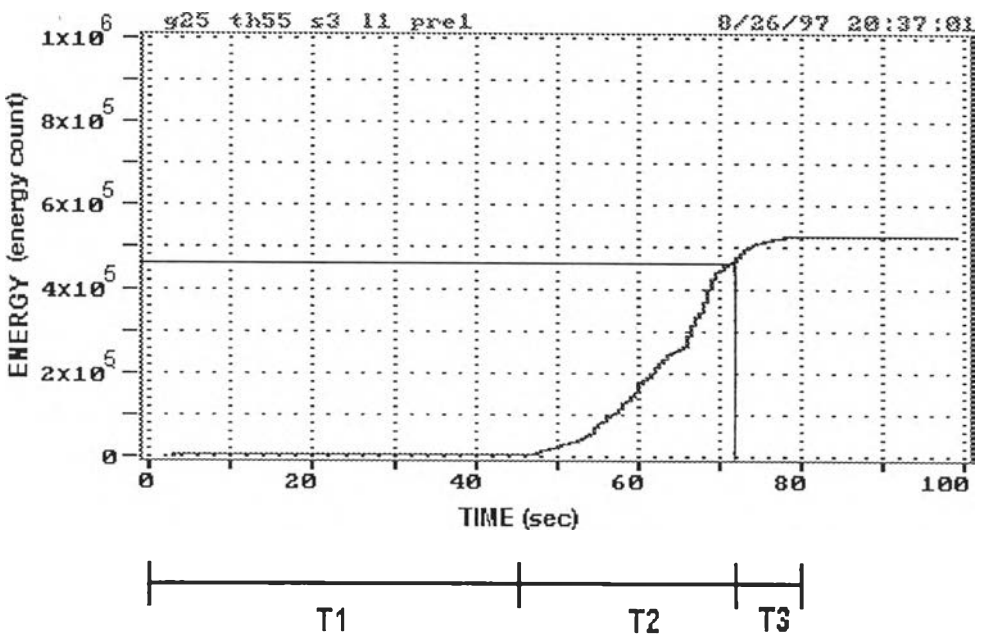
โดยจะทำการทดลองเปลี่ยนอัตราการป้อน 3 ระดับ คือ 0.2 0.12 และ 0.08 มิลลิเมตรต่อรอบและเปลี่ยนอัตราเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 710 450 และ 280 รอบต่อนาที การกำหนดนี้ยึดตามขีดจำกัดของเครื่องเจาะและข้อมูลเงื่อนไขการใช้งานทั่วไปของดอกสว่านแบบบิด ทั้งนี้เพื่อศึกษาความแตกต่างกันของสัญญาณอะคูสติกขณะทำการเจาะที่อัตราเร็วรอบและอัตราการป้อนที่แตกต่างกัน โดยจะทำการทดลองด้วยดอกสว่าน 3 ดอก ต่อ 1 เงื่อนไขการทดลอง แต่เงื่อนไขการทดลองที่อัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาที อัตราการป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ ไม่สามารถทำการทดลองได้เพราะอัตราเร็วรอบต่ำไม่สัมพันธ์กับอัตราการป้อนที่สูงเกินไปทำให้ดอกสว่านเสียหายขณะเจาะ

3.4 การจัดการข้อมูล

เลือกวิเคราะห์การสะสมของสัญญาณ ENERGY COUNT และ HIT เนื่องจากค่า ENERGY เป็นตัวแทนของทั้ง Amplitude และ Duration time ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงความรุนแรงของสัญญาณได้กว้างๆ COUNT เป็นตัวที่บ่งบอกจำนวนครั้งของสัญญาณที่สูงกว่า threshold ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกขนาดของสัญญาณได้คล้ายกับ ENERGY เพราะสัญญาณที่รุนแรงมักให้ค่า COUNT จำนวนมากเช่นกัน ส่วน HIT จะบ่งบอกเชิงปริมาณของสัญญาณอะคูสติกที่ปลดปล่อยออกมาซึ่งถ้ามองเทียบเวลาก็สามารถบ่งบอกถึงอัตราการปลดปล่อยสัญญาณอะคูสติก ได้ สัญญาณในช่วงแรกเป็นสัญญาณรบกวน และสัญญาณจากการหักไส้ดินสอสัญญาณที่นำไปวิเคราะห์เริ่มตั้งแต่ดอกสว่านเริ่มกินเนื้อโลหะ โดยดูจากสัญญาณแรกที่เริ่มต่อเนื่องกันคือวินาทีที่ 45 จากนั้นเป็นเวลา T2 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 3.5 ดอกสว่านจะเริ่มทะลุแผ่นเหล็ก สัญญาณที่เกิดขึ้นหลังจากนี้เกิดจากดอกสว่านกินทั้งเนื้อโลหะและเนื้อไม้รองเจาะ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 สัญญาณที่ได้จากการหักดินสอและการเลือกช่วงการวิเคราะห์สัญญาณ



รูปที่ 3.6 การหาสัญญาณสะสมของ ENERGY ตั้งแต่เริ่มเจาะ จนเริ่มทะลุแผ่นเหล็ก

จากตัวอย่างสัญญาณที่แสดงในรูปที่ 3.5

T1 คือช่วงเวลาก่อนการเจาะ ซึ่งสัญญาณที่เห็นคือสัญญาณที่ได้จากการหักดินสอ แต่สัญญาณที่ 4 และ 7 ไม่ได้นำมาเฉลี่ย เพราะสัญญาณที่ 7 เป็นสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการเปิดเครื่องเจาะ และสัญญาณที่ 4 เป็นสัญญาณที่เกิดจากการหักดินสอที่ไม่สมบูรณ์หรือสัญญาณรบกวนอื่น

T2 คือช่วงเวลาขณะเจาะซึ่งใช้เวลาประมาณ 27 วินาที

T3 คือช่วงเวลาหลังจากดอกสว่านเจาะผ่านแผ่นเหล็กแล้ว สัญญาณที่ได้เกิดจากดอกสว่านกินทั้งเนื้อโลหะ และเนื้อไม้รองเจาะ จึงไม่นำสัญญาณในช่วงนี้มาใช้

โดยคำนวณเวลาที่ใช้ในการเจาะจาก อัตราการป้อนเท่ากับ 0.08 มิลลิเมตรต่อรอบ อัตราเร็วรอบเท่ากับ 280 รอบต่อนาที แผ่นเหล็กหนา 10 มิลลิเมตร

$$\text{ใช้เวลาในการเจาะ} = \frac{\text{ความหนา} * 60}{\text{อัตราเร็วรอบ} * \text{อัตราการป้อน}} \text{ (วินาที)}$$

$$= \frac{10 * 60}{280 * 0.08}$$

$$= 26.79 \quad \text{ใช้เวลาประมาณ 27 วินาที}$$

การปรับเทียบข้อมูล จะใช้ค่าที่วัดได้คือ 460,000 ไมโครโวลต์ ซึ่งเป็นค่าการสะสมของสัญญาณ ENERGY วินาทีที่ 72 ดังแสดงในรูปที่ 3.6 หารค่าเฉลี่ยที่ได้จากการหักไส้ดินสอคือ 310 ไมโครโวลต์ แล้วคูณด้วยค่ามากที่สุดของสัญญาณที่ได้จากการหักไส้ดินสอคือ 400 ไมโครโวลต์

$$\text{ค่าสัญญาณที่ได้จากการปรับเทียบ} = \frac{460{,}000 * 400}{310}$$

$$= 593548.39 \quad \text{ไมโครโวลต์}$$

3.5 การตั้งชื่อข้อมูลในการทดลอง

เนื่องจากข้อมูลมีจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องตั้งชื่อข้อมูลการทดลอง เพื่อความสะดวกในการบันทึก จัดการข้อมูลและอ้างอิงถึงข้อมูล โดยจะใช้สัญลักษณ์ c บอกถึงลำดับที่ของเงื่อนไขของการทดลองซึ่งเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วรอบ 3 อัตราเร็วรอบ คือ 280 450 และ 750 รอบต่อนาที และเปลี่ยนแปลงอัตราการป้อน 3 อัตราการป้อน คือ 0.08 0.12 และ 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ ซึ่งแสดงในตารางที่ 3.1 แต่เงื่อนไขอัตราการป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ และอัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาที (c7) ไม่สามารถทำการทดลองได้เนื่องจากอัตราการป้อนสูงมาก ไม่สัมพันธ์กับอัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาที ทำให้ดอกสว่านเสียหาย เกิดการบิ่นทุกครั้งที่เจาะ

อัตราเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	อัตราการป้อน (มิลลิเมตรต่อรอบ)		
	0.08	0.12	0.2
280	c4	c1	c7
450	c5	c2	c8
710	c6	c3	c9

ตารางที่ 3.1 การตั้งชื่อข้อมูลในการทดลอง

เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในข้อมูลในเชิงสถิติจึงเลือกใช้ 3 ดอกสว่านต่อ 1 เงื่อนไขการทดลอง และจะใช้สัญลักษณ์ e เป็นตัวบอกถึงลำดับที่ของตัวอย่างซึ่งมี 3 ตัวอย่าง และใน 1 ตัวอย่าง การทดลองจะเจาะถึง 400 รูเจาะ และเลือกวิเคราะห์สัญญาณเป็นช่วง เว้นช่วงละ 50 รูเจาะ และแต่ละช่วงนั้นจะนำสัญญาณมาพิจารณา 5 รูเจาะ โดยจะใช้สัญลักษณ์ h บอกถึงลำดับที่ของรูเจาะ เช่น c1e2h003 หมายถึงข้อมูล เงื่อนไขที่ 1 ซึ่งมี อัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาที และอัตราการป้อน 0.12 มิลลิเมตรต่อรอบ ดอกสว่านที่ 2 รูเจาะที่ 3

สำหรับเงื่อนไข c3 และ c4 ได้ใช้ดอกสว่านดอกที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เจาะเพิ่มเป็น 1300 รูเจาะ เพื่อเป็นการศึกษาสัญญาณที่เกิดจากดอกสว่านที่มีการสึกหรอสูง ทั้งนี้เนื่องจากว่าลักษณะของดอกสว่านที่ผ่านการเจาะมา 400 รูเจาะ ยังไม่สามารถสังเกตเห็นการสึกหรอได้ชัดเจน แต่เลือกวัดสัญญาณอะคูสติกขณะเจาะเพื่อวิเคราะห์สัญญาณเป็นช่วง ช่วงละ 100 รูเจาะเพราะจากการวิเคราะห์สัญญาณช่วง 400 รูเจาะ พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักจึงเลือกวิเคราะห์ช่วงละ 100 รูเจาะ