บทที่ 5

การทดสอบเครื่องมือและการวิเคราะห์

ในการทดสอบเครื่องมือทั้งสองชนิดจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนโดยประกอบด้วยการทดสอบแรกคือ การทดสอบความสามารถและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเครื่องมือ โดยเป็นการทดสอบการทำลายผิวถนนคอนกรีตหนา 20 เซนติเมตร พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของเครื่องมือ และวัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ

ส่วนการทดสอบชุดที่สองคือ การทดสอบเครื่องมือในภาคสนามเป็นการทดสอบเครื่องมือในภาคสนามจะประกอบไปด้วยการวัดอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ ตามลำดับ

และส่วนที่สามคือ การเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ ตามลำดับ

5.1 การทดสอบความสามารถและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเครื่องมือ

การทดสอบความสามารถของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกกระทำโดยการนำเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกไปทำการทำลายคอนกรีตที่มีความหนา 20 เซนติเมตร และการวัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ พร้อมทั้งสังเกตลักษณะการทำงานและผลความแตกต่างระหว่างเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ ตามลำดับ เพื่อวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก

5.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

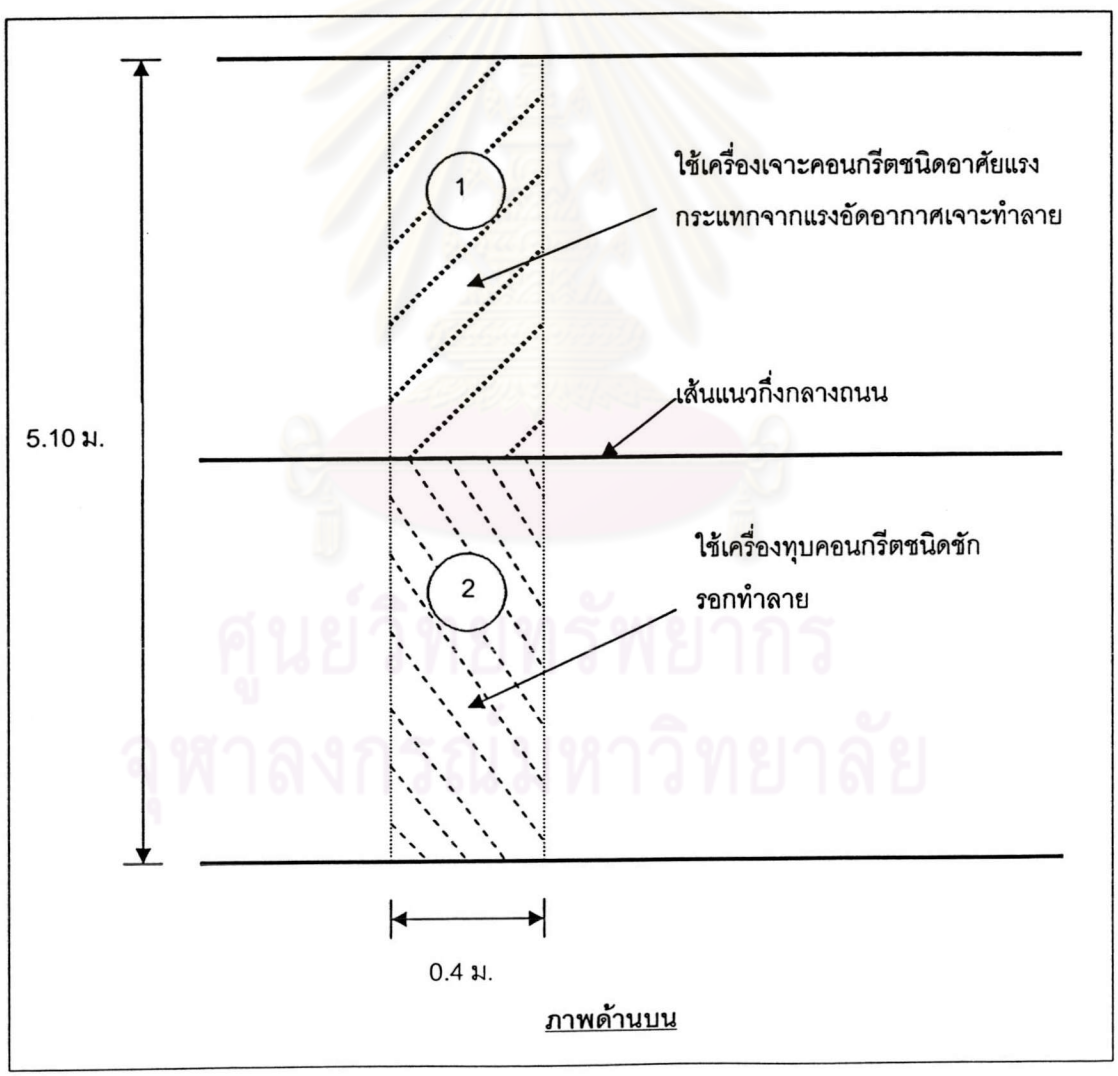
เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบมีดังนี้

1. เครื่องตัดคอนกรีต
2. เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ ขนาด 90 CFM

3. เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก
4. เครื่องวัดความดังเสียง (Sound Level Meter) : Simpson 886-2, Type-2
5. เครื่องวัดความสั่นสะเทือน (Vibration Meter) : Daiichi HY-103

5.1.2 ลักษณะของผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำการทดสอบความสามารถ

ในขั้นตอนการทดสอบความสามารถของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก ลักษณะของถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำการทดสอบมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 5.1 โดยผิวถนนคอนกรีตมีความหนา 20 เซนติเมตร ถนนกว้าง 5.10 เมตร และความกว้างของแนวช่องการเจาะทำลาย 40 เซนติเมตร



รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะของถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำการทดสอบ

5.1.3 ขั้นตอนในการทดสอบ

ขั้นตอนในการทดสอบเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศในการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งเพื่อขจัดความแตกต่างของลักษณะของถนน ดังนั้นการทำลายผิวถนนคอนกรีตจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยครึ่งหนึ่งของถนนคอนกรีตเสริมเหล็กจะถูกทำลายโดยเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ และอีกครึ่งส่วนที่เหลือจะใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก โดยมีขั้นตอนโดยละเอียดดังนี้

1. นำเครื่องตัดคอนกรีตเซาะร่องถนนตามแนวที่ได้กำหนดไว้ดังที่แสดงไว้ด้วยเส้นประในรูปที่ 5.1 ด้วยความลึกของร่องลึกประมาณ 2 นิ้ว
2. นำเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศทำการเจาะทำลายผิวถนนคอนกรีตในส่วนที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 5.1 พร้อมทั้งทำการวัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยเครื่องวัดความดังเสียงและเครื่องวัดการสั่นสะเทือน โดยการวัดความดังเสียง* จะวัดที่ระยะ 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, และ 30 เมตร จากจุดกระแทก ตามลำดับ โดยทำการวัดความดังเสียงจำนวน 2 รอบต่อระยะห่างที่กำหนด ส่วนการวัดการสั่นสะเทือน* ของพื้นถนนจะทำการวัดที่ระยะห่าง 1.0 เมตร จากจุดกระแทก จำนวน 2 รอบ
3. นำเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกทำการทุบทำลายผิวถนนคอนกรีตในส่วนที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 5.1 พร้อมทั้งทำการวัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยเครื่องวัดความดังเสียงและเครื่องวัดการสั่นสะเทือน โดยการวัดความดังเสียง* จะวัดที่ระยะ 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, และ 30 เมตร จากจุดกระแทก ตามลำดับ โดยทำการวัดความดังเสียงจำนวน 2 รอบต่อระยะห่างที่กำหนด ส่วนการวัดการสั่นสะเทือน* ของพื้นถนนจะทำการวัดที่ระยะห่าง 1.0 เมตร จากจุดกระแทกจำนวน 2 รอบ
4. สังเกตผลการทำลายคอนกรีตด้วยเครื่องมือทั้งสองชนิด และวิเคราะห์ผลการทดสอบ

<u>หมายเหตุ</u> :

การวัดความดังเสียง* : สาเหตุที่วัดความดังเสียงที่ระยะ 0.5 – 5.0 เมตร จากจุดกระแทก เนื่องจากระยะห่างระหว่างจุดกระแทกและสิ่งแวดล้อมรอบข้างโดยมากแล้วมีระยะ 0 – 5 เมตร และการวัดความดังเสียงที่ระยะ 30 เมตร จากจุดกระแทกเพื่อตรวจสอบความดังเสียงที่กฎหมายกำหนดคือ การก่อสร้าง ดัดแปลง รื้อถอน หรือเคลื่อนย้ายอาคาร จะกระทำให้เกิดเสียงดังเกินกว่า 75 เดซิเบล (เอ) ในระหว่าง 30 เมตร ไม่ได้ อ้างในประกาศกรุงเทพมหานคร[e] พ.ศ. 2534 เรื่อง การกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการก่อสร้าง ดัดแปลง รื้อถอนหรือเคลื่อนย้ายอาคาร เพื่อป้องกันภยันตรายที่อาจแก่สุขภาพ ชีวิต ร่างกาย และทรัพย์สินของประชาชน ประกาศ ณ วันที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2534 โดย พลตรี จำลอง ศรีเมือง (ผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร)

การวัดการสั่นสะเทือน* : สาเหตุที่วัดการสั่นสะเทือนของพื้นถนนที่ระยะ 1.0 เมตร จากจุดกระแทก เนื่องจากเครื่องวัดความสั่นสะเทือน (Vibration Meter) : Daiichi HY-103 มีความไวในการสั่นสะเทือนน้อยมาก ซึ่งหากนำเครื่องวัดการสั่นสะเทือนไปวัดที่ระยะห่างจาก 1.0 เมตรขึ้นไปจากจุดกระแทก เครื่องวัดการสั่นสะเทือนจะให้ค่าการสั่นสะเทือนมีค่าเป็นศูนย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[e] ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข

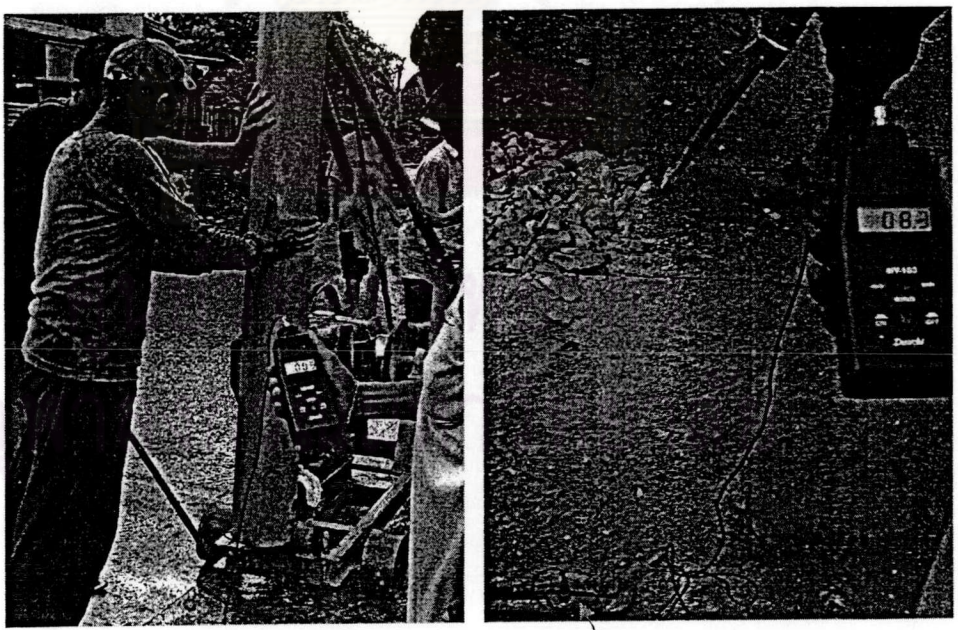
รูปที่ 5.2 แสดงขั้นตอนการใช้เครื่องตัดคอนกรีตเซาะร่องแนวลึก 2 นิ้ว

รูปที่ 5.3 แสดงขั้นตอนการใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ

รูปที่ 5.4 แสดงขั้นตอนการใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก

รูปที่ 5.5 แสดงเครื่องวัดความดังเสียงและเครื่องวัดการสั่นสะเทือน (จากซ้ายไปขวา)

รูปที่ 5.6 แสดงขั้นตอนการวัดความดังเสียง



รูปที่ 5.7 แสดงขั้นตอนการวัดการสั่นสะเทือนที่ระยะห่างจากจุดกระแทก 1.0 เมตร

5.1.4 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบประกอบไปด้วยผลการทดสอบการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเครื่องมือทั้งสองชนิด

5.1.4.1 ผลการทดสอบการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก

จากการสังเกตผลการทำลายผิวถนนคอนกรีตของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

1. เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกสามารถทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่หนา 20 เซนติเมตร โดยใช้การทุบประมาณ 4 ครั้งต่อหนึ่งจุดการทุบทำลาย

2. ลักษณะของผิวถนนคอนกรีตที่ถูกทำลายโดยเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีลักษณะแตกเป็นชิ้นขนาดใหญ่กว่าลักษณะของผิวถนนคอนกรีตที่ถูกทำลายโดยเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ ซึ่งทำให้การเจาะทำลายผิวถนนคอนกรีตด้วยโดยเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศจะให้ชิ้นงานที่ดีกว่าคือ สามารถควบคุมแนวการแตกของคอนกรีตได้ดีกว่าและคอนกรีตแตกในลักษณะพรุนกว่าการใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกทำลายผิวถนนคอนกรีต โดยลักษณะการแตกของผิวถนนคอนกรีตด้วยการใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศเจาะทำลายคอนกรีต แสดงได้ดังรูปที่ 5.8 และ 5.9 ตามลำดับ

3. การเคลื่อนย้ายเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีความสะดวกกว่าการเคลื่อนย้ายเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ เนื่องจากเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีน้ำหนักน้อยกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ โดยเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีน้ำหนักรวมประมาณ 215 กิโลกรัม และชุดเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศมีน้ำหนักรวมประมาณ 530 กิโลกรัม รูปแสดงการเคลื่อนย้ายเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศแสดงได้ดังรูปที่ 5.10

4. จากการออกแบบเครื่องมือที่ให้ผู้ปฏิบัติงานอยู่ห่างจากจุดกระแทก ส่งผลให้ขณะปฏิบัติงานผู้ปฏิบัติงานรู้สึกมีความปลอดภัยในการใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมากกว่าการใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานอยู่ห่างจากจุดกระแทก (จากการสอบถามผู้ปฏิบัติงาน)

5. การประกอบมือทั้งสองชนิดเพื่อทำการใช้งานมีขั้นตอนดังนี้

5.1 การประกอบเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีขั้นตอนดังนี้

5.1.1 ประกอบเชือกและลวดสลิงเข้ากับลูกตุ้ม แล้วสอดลูกตุ้มเข้าท่อบังคับแนวพร้อมทั้งใส่สลักที่ปลายท่อบังคับแนวส่วนล่างเพื่อล็อคการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มใช้เวลา 2 นาที 18 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 5.11

5.1.2 ตั้งท่อบังคับแนวและประกอบเหล็กค้ำยันรวมทั้งขันสกรูใช้เวลา 3 นาที 12 วินาที

5.1.3 ติดตั้งเครื่องยนต์ พร้อมทั้งใส่สายพานใช้เวลา 2 นาที 45 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 5.12

เวลารวมในการประกอบเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีค่าเท่ากับ 8 นาที 15 วินาที

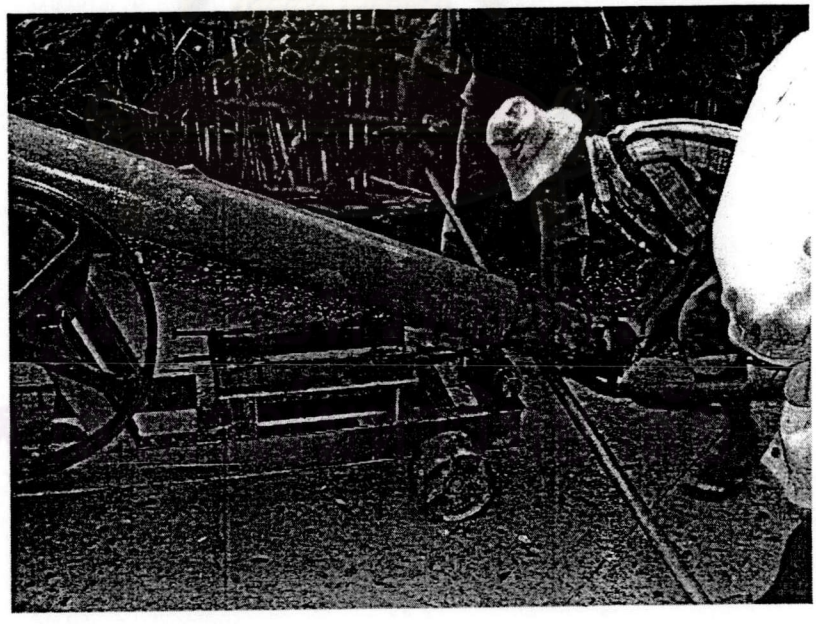
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การประกอบเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศมีขั้นตอนเดียวคือการติดตั้งสายรับความดันอากาศระหว่างหัวเจาะกระแทกกับเครื่องให้กำเนิดความดันอากาศ ซึ่งใช้เวลา 2 นาที 3 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 5.13

รูปที่ 5.8 แสดงลักษณะการแตกของผิวถนนคอนกรีตที่ทำลายด้วยเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก

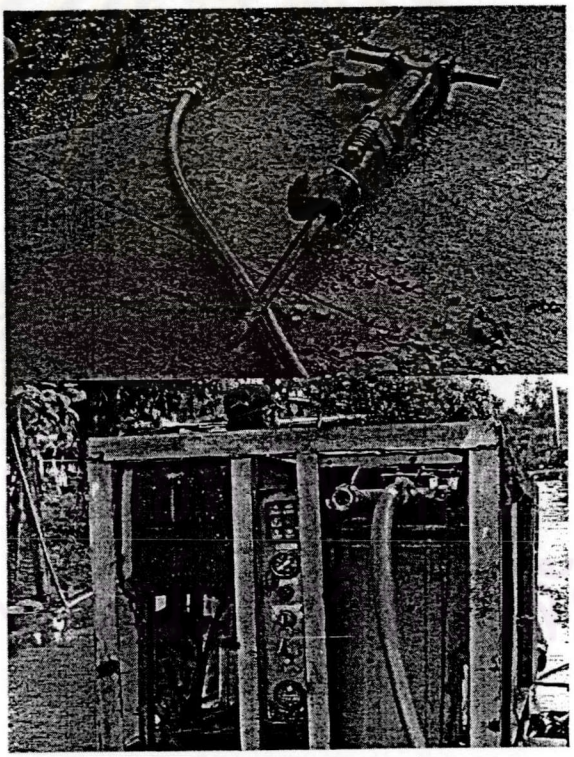
รูปที่ 5.9 แสดงลักษณะการแตกของผิวถนนคอนกรีตที่ทำลายด้วยเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ

รูปที่ 5.10 แสดงการเคลื่อนย้ายเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ



รูปที่ 5.11 แสดงการประกอบลูกตุ้มเหล็กเข้ากับตัวเครื่อง

รูปที่ 5.12 แสดงการติดตั้งเครื่องยนต์และสายพาน



รูปที่ 5.13 แสดงการประกอบเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ

5.1.4.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมข้างเคียงของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ ซึ่งได้ทำการศึกษาในด้านเสียงดังต่อผู้คนที่อยู่รอบข้างและการสั่นสะเทือนต่อบ้านเรือนที่อยู่ใกล้เคียงตามลำดับ โดยได้ผลการทดสอบดังนี้

5.1.4.2.1 ผลกระทบในด้านเสียงต่อผู้คนที่อยู่ใกล้เคียง

การวัดผลกระทบด้านความดังเสียงต่อผู้คนที่อยู่รอบข้างของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ แสดงได้ดังตารางที่ 5.1, 5.2 และ 5.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.1 ผลการวัดความดังเสียงเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก

หน่วย : เดซิเบล

ระยะห่าง (ม.) / รอบที่	0.5	1.0	3.0	5.0	30.0
รอบที่ 1	106	104	100	95	36
รอบที่ 2	106	103	100	96	38
ค่าเฉลี่ย	106	103.5	100	95.5	37

ตารางที่ 5.2 ผลการวัดความดังเสียงเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ

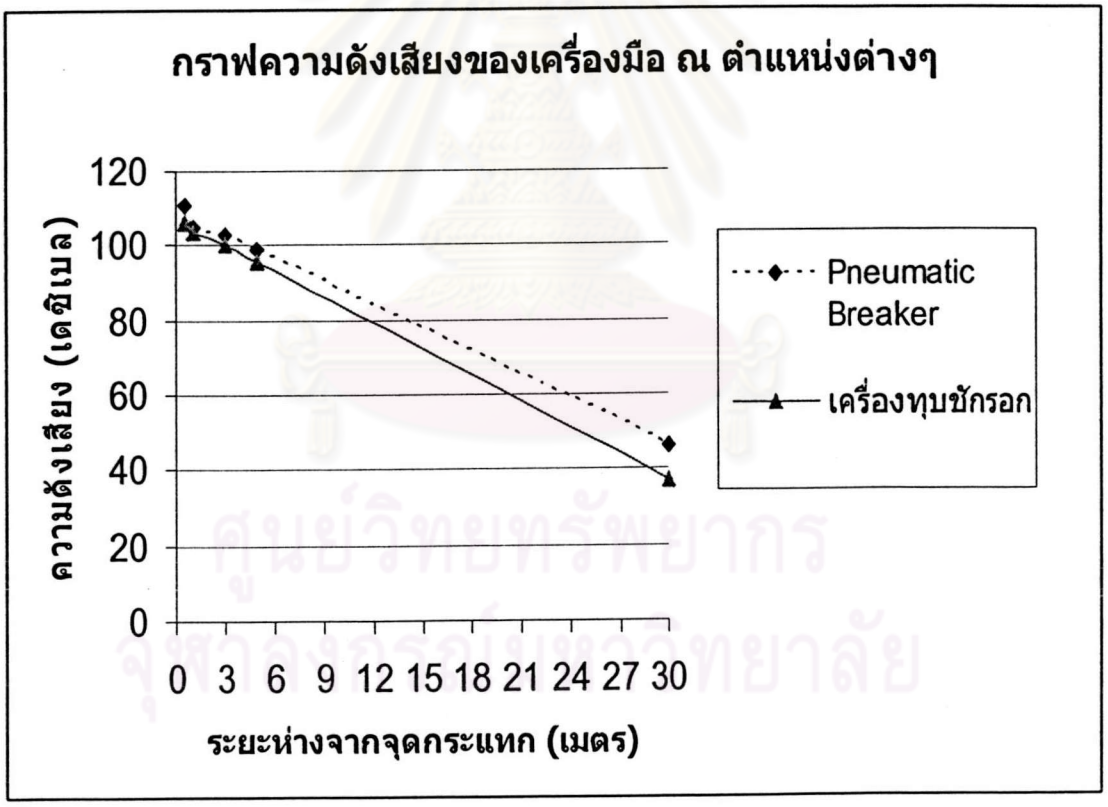
หน่วย : เดซิเบล

ระยะห่าง (ม.) / รอบที่	0.5	1.0	3.0	5.0	30.0
รอบที่ 1	110	106	104	100	45
รอบที่ 2	111	104	101	98	47
ค่าเฉลี่ย	110.5	105	103	99	46

ตารางที่ 5.3 ผลการเปรียบเทียบความดังเสียง

หน่วย : เดซิเบล

ระยะห่าง (ม.)	0.5	1.0	3.0	5.0	30.0
เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก	106	103.5	100	95.5	37
เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ	110.5	105	103	99	46



รูปที่ 5.14 แสดงแนวโน้มการลดลงของเสียงที่ระยะห่างต่างๆ จากจุดกระแทก

5.1.4.2.2 ผลกระทบด้านการสั่นสะเทือนต่อบ้านเรือนใกล้เคียง

การวัดการสั่นสะเทือนของเครื่องทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งสองชนิดซึ่งติดตั้งตัวรับการสั่นสะเทือนห่างจากจุดกระแทกเป็นระยะ 1.0 เมตร เนื่องจากเครื่องมือวัดการสั่นสะเทือนมีความไวต่อการสั่นสะเทือนต่ำ ทำให้เมื่อใช้เครื่องวัดการสั่นสะเทือนที่ระยะไกลไม่สามารถวัดผลการสั่นสะเทือนได้ ผลการวัดการสั่นสะเทือนต่อบ้านเรือนใกล้เคียงของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ แสดงได้ดังตารางที่ 5.4, 5.5 และ 5.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.4 ผลการวัดการสั่นสะเทือนของพื้นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก

การสั่นสะเทือนในหน่วย / รอบที่	mm.	mm / s.	mm / s^2.
รอบที่ 1	13	3	9
รอบที่ 2	12	4	9
ค่าเฉลี่ย	12.5	3.5	9

ตารางที่ 5.5 ผลการวัดการสั่นสะเทือนของพื้นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กของเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ

การสั่นสะเทือนในหน่วย / รอบที่	mm.	mm / s.	mm / s^2.
รอบที่ 1	26	7	11.5
รอบที่ 2	23	5	10
ค่าเฉลี่ย	24.5	6	10.75

ตารางที่ 5.6 ผลการเปรียบเทียบการสั่นสะเทือนของพื้นถนนคอนกรีต

การสั่นสะเทือนในหน่วย / เครื่องมือ	mm.	mm / s.	mm / s^2.
เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก	12.5	3.5	9
เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ	24.5	6	10.75

5.1.5 การวิเคราะห์ผลการทดสอบความสามารถและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเครื่องมือทั้งสองชนิด

ผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบความสามารถและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศสามารถได้ผลดังนี้

5.1.5.1 เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีความสามารถทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความหนา 20 เซนติเมตร

5.1.5.2 ลักษณะการแตกเสียหายของคอนกรีตด้วยการใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกได้เนื้องานที่หยาบกว่าการใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศเจาะทำลาย ซึ่งมีความละเอียดและควบคุมแนวการแตกของคอนกรีตได้ดีกว่าการใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกทำลาย

5.1.5.3 การประกอบเครื่องมือในการใช้งานครั้งแรกเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกใช้เวลานานกว่าประมาณ 4 เท่า ของการประกอบใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ (8.25 นาที ต่อ 2.05 นาที) แต่เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศจะต้องถอดประกอบทุกครั้งเมื่อมีการย้ายจุดการทำงาน เนื่องจากมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ซึ่งต่างจากเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกที่ประกอบเพียงครั้งเดียว และเมื่อมีการย้ายจุดการทำงานสามารถเคลื่อนย้ายเครื่องมือได้ด้วยรถบรรทุกขนาดเล็กจึงไม่ต้องถอดประกอบเครื่องมือบ่อยครั้ง ทำให้เป็นการประหยัดเวลากว่าการใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศในกรณีที่มีจุดที่ต้องการทำลายผิวถนนคอนกรีตหลายๆ จุด

5.1.5.4 เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงานมากกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานอยู่ห่างจากจุดกระแทกระหว่างหัวเจาะทำลาย

ส่วนอันตรายที่พึงระวังของการใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกคือลูกตุ้มเหล็กซึ่งมีน้ำหนักถึง 113 กิโลกรัม ดังนั้นในการยกลูกตุ้มเหล็กเพื่อทำการทุบคอนกรีต ผู้ปฏิบัติงานจะต้องยกลูกตุ้มเหล็กให้พอดีคือ ไม่ยกลูกตุ้มสูงจนปลายลูกตุ้มเหล็กไปกระแทกกับชุดรอกด้านบนที่อยู่ส่วนบนของท่อบังคับแนว ซึ่งถ้าหากเกิดการกระแทกกันระหว่างลูกตุ้มเหล็กและชุดรอกด้านบนอย่างรุนแรงจนชุดรอกหลุดออกจะทำให้ลูกตุ้มเหล็กที่มีน้ำหนัก 113 กิโลกรัม กระเด็นออกจากท่อบังคับแนวแล้วตกถูกคนงานท่อยู่รอบข้างซึ่งเป็นอันตรายเป็นอย่างมากเช่นกัน และอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นอีกคือการโดนลูกตุ้มเหล็กทับมือหรือเท้าขณะทุบคอนกรีตในกรณีที่ไม่ระวังและเผลอยื่นอวัยวะเข้าไปใต้ลูกตุ้มเหล็ก

5.1.5.5 จากตารางที่ 5.3 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าผลกระทบในด้านเสียงดังต่อบุคคลรอบข้างของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีค่าน้อยกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ และจากรูปที่ 5.14 แสดงให้เห็นว่าความดังเสียงที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีค่าต่ำกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศในทิศทางต่ำกว่าด้วยอัตราที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ที่ระยะห่างจากจุดกระแทกออกไป และทั้งเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศต่างก็มีความดังเสียงที่ระยะ 30 เมตรห่างออกไปต่ำกว่า 75 เดซิเบล ตามที่ประกาศกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2534 ได้กำหนดไว้ใน เรื่อง การกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการก่อสร้าง ดัดแปลง รื้อถอนหรือเคลื่อนย้ายอาคาร เพื่อป้องกันภยันตรายที่อาจแก่สุขภาพ ชีวิต ร่างกาย และทรัพย์สินของประชาชน ประกาศ ณ วันที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2534 โดย พลตรี จำลอง ศรีเมือง (ผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร)

แต่ในระยะห่างจากจุดกระแทก 1.0 เมตร ซึ่งเป็นระยะที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับเสียง ปรากฏว่าเสียงของเครื่องมือทั้งสองชนิดยังมีเสียงดังมากคืออยู่ในช่วง 103.5 – 105 เดซิเบล ซึ่งหากได้รับเสียงเป็นเวลานานต่อเนื่องกันอาจทำให้ประสาทรับการได้ยินเสียงของผู้ปฏิบัติงานเสียหรือพิการได้ ดังนั้นจึงควรจะต้องมีเครื่องป้องกันหูให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน หรือกระทำตามข้อแนะนำที่แสดงในตารางที่ 5.7 โดยที่ระยะห่างจากจุดกำเนิดเสียงระยะ 1.0 เมตร ซึ่งเป็นระยะที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับเสียง การใช้งานเครื่องมือทั้งจะต้องใช้งานต่อเนื่องไม่เกิน 1 ชม. เพื่อความปลอดภัยของประสาทรับการได้ยินเสียงของผู้ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 5.7 แสดงระดับเสียงต่อเวลาการทำงานซึ่งจะต้องลดลงตามส่วนที่กำหนด

ระดับเสียง (เดซิเบล (เอ))	ระยะเวลาต่อเนื่องสูงสุด (ชม.)
85	16
90	8
95	4
100	2
105	1
110	0.5
115	0.25

ที่มา : http://www.anamai.moph.go.th/factsheet/ear/his02_02.htm

5.1.5.6 จากตารางที่ 5.6 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าผลกระทบการสั่นสะเทือนต่อบ้านเรือนใกล้เคียงของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีค่าน้อยกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ โดยเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีการสั่นสะเทือนน้อยกว่าการใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ คิดเป็นร้อยละ 48.98, 41.67 และ 16.28 ในหน่วย มิลลิเมตร มิลลิเมตร/วินาที และ มิลลิเมตร/วินาที ^{2} ตามลำดับ

5.2 การทดสอบเครื่องมือในภาคสนาม

การทดสอบเครื่องมือในภาคสนาม เป็นการทดสอบเพื่อทำการวัดอัตราการทำลายคอนกรีตโดยจะสนใจเฉพาะขั้นตอนในการทำลายคอนกรีตเท่านั้น จะไม่พิจารณาขั้นตอนการใช้เครื่องตัดคอนกรีต (Concrete Cutting) เซาะร่องเพื่อเป็นแนว ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะเวลาที่เครื่องมือเจาะคอนกรีตเสริมชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ (Pneumatic Breaker) ทำลายผิวถนนคอนกรีต เปรียบเทียบกับเวลาที่เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกใช้ในการทำลายคอนกรีต

การจับเวลาในการทำลายผิวถนนคอนกรีตของเครื่องมือทั้งสองชนิดจะใช้นาฬิกาจับเวลา โดยจะทำการหยุดการจับเวลาเมื่อมีการหยุดการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก เช่น การหยุดพักของคนงาน การหยุดเพื่อจัดตำแหน่งของเครื่องมือให้ได้แนวในการทำลาย เป็นต้น

5.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบภาคสนามมีดังนี้

5.2.1.1 เครื่องตัดคอนกรีต

5.2.1.2 เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ ขนาด 90 CFM

5.2.1.3 เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก

5.2.1.4 นาฬิกาจับเวลา

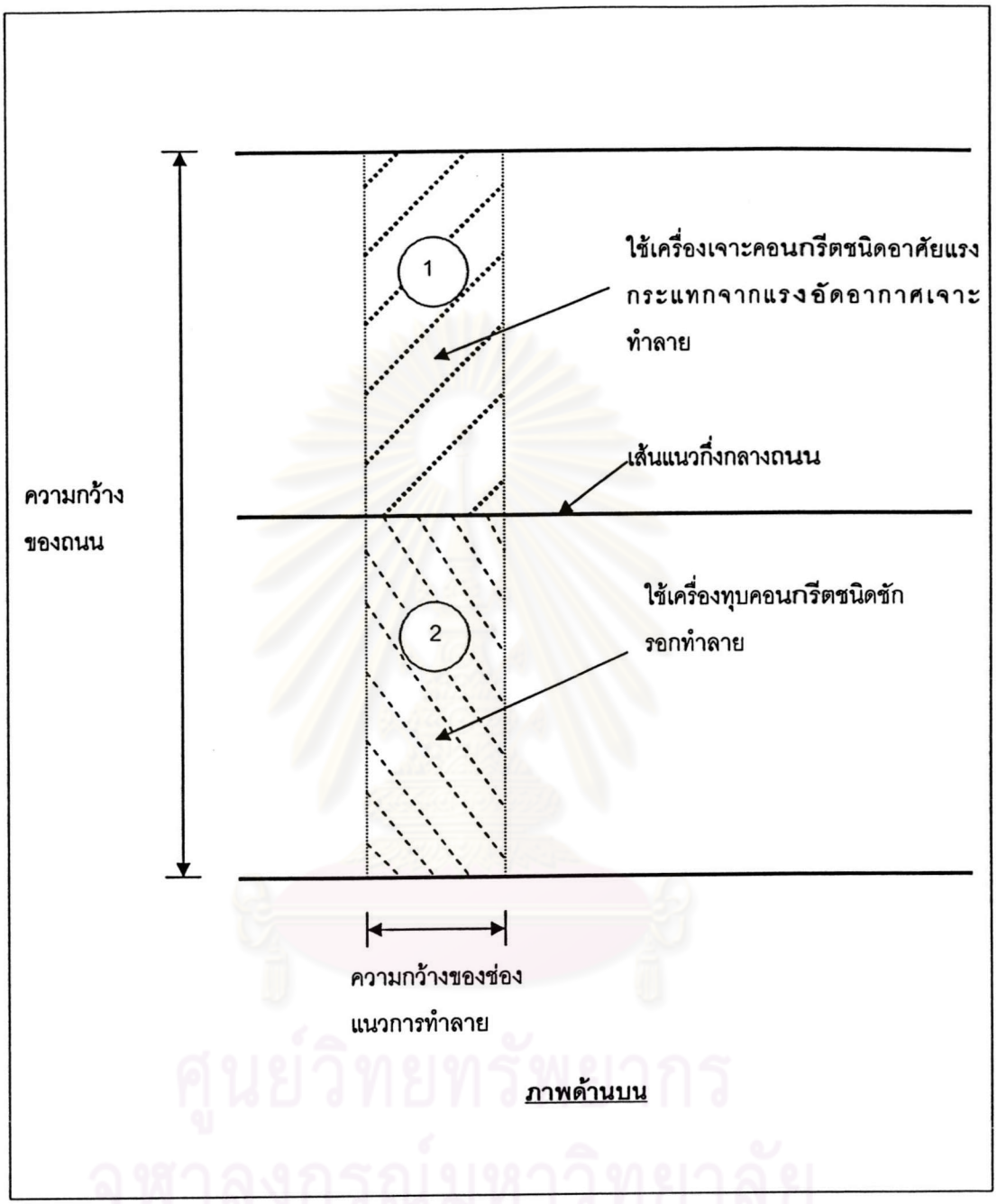
5.2.1.5 เครื่องยิงคอนกรีต (Schmidt Hammer)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.2 ขั้นตอนในการทดสอบ

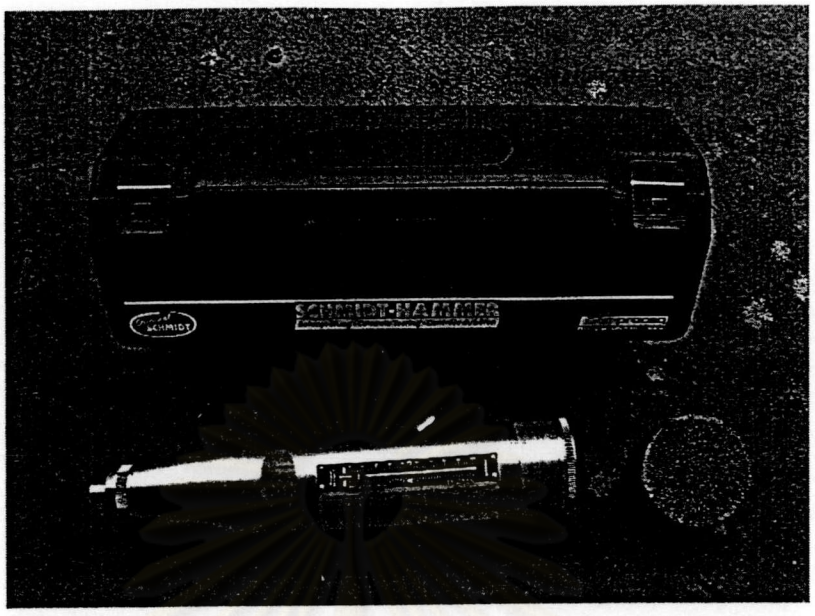
ขั้นตอนในการทดสอบเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศเพื่อทำการวัดอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กนั้น เพื่อขจัดความแตกต่างของลักษณะของถนน ดังนั้นการทำลายผิวถนนคอนกรีตจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 5.15 โดยครึ่งหนึ่งของถนนคอนกรีตเสริมเหล็กจะถูกทำลายโดยเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ และอีกครึ่งส่วนที่เหลือจะใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก โดยจะทำการวัดอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตของเครื่องมือทั้งสองชนิด 10 ครั้ง ซึ่งจะต้องทำลายผิวถนนคอนกรีตที่แนวท่อประปาตัดผ่านทั้งหมด 10 จุด โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เก็บข้อมูลลักษณะของถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่จะทำการทำลาย คือวัดความหนาของผิวถนน วัดความกว้างของผิวถนน และวัดความกว้างของช่องแนวการทำลายดังแสดงในรูปที่ 5.15 แล้วคำนวณปริมาตรของคอนกรีตที่จะถูกทำลาย รวมทั้งเก็บข้อมูลกำลังอัดของคอนกรีตด้วยเครื่องยิงคอนกรีต (Schmidt Hammer) ดังแสดงในรูปที่ 5.16 และ 5.17
2. นำเครื่องตัดคอนกรีตเซาะร่องถนนตามแนวที่ได้กำหนดไว้ดังที่แสดงไว้ด้วยเส้นประในรูปที่ 5.15 ด้วยความลึกของร่องลึกประมาณ 2 นิ้ว
3. นำเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศทำการเจาะทำลายผิวถนนคอนกรีตในส่วนที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 5.15 พร้อมทั้งทำการวัดอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยการจับเวลาที่ใช้ในการทำลายเนื้อคอนกรีต ด้วยนาฬิกาจับเวลา
4. นำเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกทำการเจาะทำลายผิวถนนคอนกรีตในส่วนที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 5.15 พร้อมทั้งทำการวัดอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยการจับเวลาที่ใช้ในการทำลายเนื้อคอนกรีต ด้วยนาฬิกาจับเวลา
5. บันทึกและวิเคราะห์ผลการทดสอบ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.15 แสดงลักษณะของผิวถนนคอนกรีตที่จะทำการทดสอบภาคสนามด้วยเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ



รูปที่ 5.16 แสดงเครื่องยิงคอนกรีต

รูปที่ 5.17 แสดงลักษณะการใช้เครื่องยิงคอนกรีต

5.2.3 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบเครื่องมือในภาคสนาม โดยการวัดอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ จำนวน 10 จุดการทดสอบ ซึ่งในหนึ่งจุดที่ทำการทำลายจะแบ่งการทำลายเป็นสองส่วนดังแสดงในรูปที่ 5.15 โดยจะแบ่งให้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศทำลายในส่วนครึ่งแรกและเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกทำลายในครึ่งส่วนที่เหลือ โดยลักษณะของผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำการทดสอบและกำลังอัดของคอนกรีตแสดงได้ดังตารางที่ 5.8 และ 5.9 ตามลำดับ ส่วนเวลาที่เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศแสดงใช้แสดงได้ดังตารางที่ 5.10 ส่วนอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กในแต่ละจุดและอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กเฉลี่ยของเครื่องมือทั้งสองแสดงได้ดังตารางที่ 5.11 และ 5.12

ตารางที่ 5.8 แสดงลักษณะของผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำการทดสอบ

จุดทำลายที่	ความกว้างของถนน (ม.) (1)	ความหนาของถนน (ม.) (2)	ความกว้างของแนวช่องการทำลาย (ม.) (3)	ปริมาตรคอนกรีต ($ม^3$) (4) = (1)x(2)x(3)
1	4.00	0.15	0.40	0.24
2	4.00	0.20	0.40	0.32
3	6.50	0.20	0.40	0.52
4	5.00	0.22	0.50	0.55
5	6.50	0.20	0.40	0.52
6	5.50	0.20	0.40	0.44
7	4.00	0.20	0.40	0.32
8	4.00	0.20	0.40	0.32
9	4.00	0.20	0.40	0.32
10	5.00	0.20	0.40	0.40

ตารางที่ 5.9 แสดงกำลังอัดของคอนกรีต

จุดทำลายที่	Rebound Number เฉลี่ยจาก 5 จุด	ปรับแก้ด้วย Correction Factor	Rebound Number	กำลังอัดของคอนกรีต (กก/ซม^2)
1	22.4	0.8	17.92	90
2	22.8	0.8	18.24	95
3	32.2	0.8	25.76	170
4	34.8	0.8	27.84	200
5	38.2	0.8	30.56	240
6	38.2	0.8	30.56	240
7	33.2	0.8	26.56	180
8	25.4	0.8	20.32	105
9	25.2	0.8	20.16	105
10	34.9	0.8	27.92	200

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.10 แสดงเวลาที่ใช้ในการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กในแต่ละจุดของเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศและเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก

จุดทำลายที่	เวลาที่เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศใช้ทำลาย		เวลาที่เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกใช้ทำลาย	
	(นาที) (6)	(ชั่วโมง) (7) = (6) / 60	(นาที) (8)	(ชั่วโมง) (9) = (8) / 60
1	17.50	0.292	14.38	0.240
2	18.23	0.304	12.80	0.213
3	47.32	0.789	34.97	0.583
4	68.67	1.145	42.63	0.711
5	100.23	1.671	50.35	0.839
6	69.52	1.159	46.65	0.778
7	45.90	0.765	28.83	0.481
8	22.87	0.381	14.63	0.244
9	23.23	0.387	12.67	0.211
10	45.38	0.756	31.67	0.528

ดูกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของคอนกรีตที่ทำลาย กำลังอัดของคอนกรีต และเวลาที่ใช้ในการทำลายในภาคผนวก ก

ตารางที่ 5.11 แสดงอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กในแต่ละจุด (ปริมาตรคอนกรีตต่อเวลาที่ใช้)

จุดทำลายที่	ปริมาตรคอนกรีตที่ทำลายด้วยเครื่องมือหนึ่งชนิดในแต่ละจุด ($ม^3$) (10) = (4) / 2	อัตราการทำลายของเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ ($ม^3$ / ชม.) (11) = (10) / (7)	อัตราการทำลายของเวลาเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกใช้ทำลาย ($ม^3$ / ชม.) (12) = (10) / (9)
1	0.120	0.411	0.500
2	0.160	0.526	0.751
3	0.260	0.330	0.446
4	0.275	0.240	0.387
5	0.260	0.156	0.310
6	0.220	0.190	0.283
7	0.160	0.209	0.333
8	0.160	0.420	0.656
9	0.160	0.413	0.758
10	0.200	0.265	0.379
	อัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กเฉลี่ย	0.316	0.480

ตารางที่ 5.12 แสดงอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กในแต่ละจุด (พื้นที่คอนกรีตต่อเวลาที่ใช้)

จุดทำลายที่	พื้นที่คอนกรีตที่ทำลายด้วยเครื่องมือหนึ่งชนิดในแต่ละจุด ($ม^2$) (13) = (1) x (3)	อัตราการทำลายของเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ ($ม^2$ / ชม.) (14) = (13) / (7)	อัตราการทำลายของเวลาเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกใช้ทำลาย ($ม^2$ / ชม.) (15) = (13) / (9)
1	1.6	5.479	6.667
2	1.6	5.263	7.512
3	2.6	3.295	4.460
4	2.5	2.183	3.516
5	2.6	1.556	3.099
6	2.2	1.898	2.828
7	1.6	2.092	3.326
8	1.6	4.199	6.557
9	1.6	4.134	7.583
10	2	2.646	3.788
	อัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กเฉลี่ย	3.275	4.934

5.2.4 สรุปการวิเคราะห์อัตราสูงสุดในการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก

จากผลการวัดอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กของเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศขนาด 90 CFM ซึ่งมีอัตราสูงสุดในการทำลายผิวถนนคอนกรีตเท่ากับ 0.316 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และ 3.275 ตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ และจากผลการวัดอัตราสูงสุดในการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกที่ได้ทำการสร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ซึ่งมีอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเท่ากับ 0.480 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และ 4.934 ตารางเมตรต่อชั่วโมง สามารถสรุปได้ว่าในขั้นตอนการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กในลักษณะเป็นช่องแคบ การใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกแทนการใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศขนาด 90 CFM สามารถทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงและตารางเมตรต่อชั่วโมงได้เร็วขึ้นคิดเป็นร้อยละ 51.9 และ 50.7 ตามลำดับ (หมายเหตุ : อัตราการทำลายคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบในภาคสนามเป็นอัตราการทำลายสูงสุดของเครื่องมือทั้งสองชนิด คือ เป็นอัตราการทำลายคอนกรีตในกรณีที่ทำงานต่อเนื่องกันตลอดโดยไม่มีการหยุด และอัตราการทำลายคอนกรีตที่เครื่องมือทั้งสองทำชนิดเป็นอัตราการทำลายที่คอนกรีตมีกำลังอัดเฉลี่ยเท่ากับ 162.5 กก/ซม^2)

5.3 การเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

เนื่องจากข้อจำกัดในด้านปริมาณจุดทดสอบการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก ทำให้การเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานจะใช้เวลาเก็บข้อมูลเป็นเวลา 2 วัน โดยวันแรกจะเก็บข้อมูลการทำงานและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ และในวันที่สองจะทำการเก็บข้อมูลการทำงานและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานจะแบ่งเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าแรงงานที่ใช้ของเครื่องมือทั้งสองชนิด เนื่องจากในการทำลายผิวถนนคอนกรีตในลักษณะเป็นช่องแคบด้วยเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกยังคงต้องใช้เครื่องตัดคอนกรีตเพื่อเป็นตัวกำหนดขอบเขตการทำลาย เหมือนดังกับการทำลายผิวถนนคอนกรีตในลักษณะเป็นช่องแคบด้วยเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ และทั้งเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศยังคงต้องใช้รถบรรทุกขนาดเล็กในการขนย้าย

ดังนั้นการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและข้อมูลการทำงานจะพิจารณาเฉพาะเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศเท่านั้น ไม่รวมไปถึงข้อมูลของเครื่องตัดคอนกรีตและรถบรรทุกขนาดเล็ก และจะไม่พิจารณาความชำนาญในการทำงานของคนงาน (Skill Labor) ในการใช้เครื่องมือ เนื่องจากไม่มีข้อมูลการทำงานของคนงานที่ใช้ทำการทดสอบเพื่อที่จะปรับเป็นแรงงานมาตรฐาน และจะใช้ชุดคนงานชุดเดียวกันในการทดสองเครื่องมือทั้งสอง

5.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบภาคสนามมีดังนี้

5.3.1.1 เครื่องตัดคอนกรีต

5.3.1.2 เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ ขนาด 90 CFM

5.3.1.3 เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก

5.3.1.4 นาฬิกาจับเวลา

5.3.1.5 สายยางขนาด ø 3/4" ยาวประมาณ 3 เมตร สำหรับดูดน้ำมันดีเซล

5.3.1.6 ขวดแก้วขนาด 750 มิลลิลิตร สำหรับตวงน้ำมันดีเซล

5.3.1.7 กรวย

5.3.1.8 เครื่องยิงคอนกรีต (Schmidt Hammer)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.2 ขั้นตอนการทดสอบ

5.3.2.1 กำหนดจุดทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่สามารถทำการทดสอบได้ โดยจะจัดสรรจุดที่จะทำลายของเครื่องมือทั้งสองให้มีระยะห่างของแต่ละจุดใกล้เคียงกันมากที่สุด และเก็บข้อมูลกำลังอัดคอนกรีตแบบไม่ทำลาย (Non Destructive) ด้วยเครื่องยิงคอนกรีต (Schmidt Hammer)

5.3.2.2 การทดสอบในวันที่หนึ่ง ดำเนินการทำลายผิวถนนคอนกรีตด้วยเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก โดยเริ่มงานเวลาการทำงานเท่ากับ 8 ชม. คือ 8.00 – 12.00 น. และ 13.00 – 17.00 น. แล้วเก็บข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและคนงานที่จำเป็นต้องใช้ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลของถนนในแต่ละจุดการทำลายที่ทำได้ในหนึ่งวัน (ไม่พิจารณาข้อมูลของเครื่องตัดคอนกรีตและรถบรรทุกขนาดเล็ก)

5.3.2.3 การทดสอบในวันที่สอง ดำเนินการทำลายผิวถนนคอนกรีตด้วยเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ โดยเริ่มงานเวลาการทำงานเท่ากับ 8 ชม. คือ 8.00 – 12.00 น. และ 13.00 – 17.00 น. แล้วเก็บข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและคนงานที่จำเป็นต้องใช้ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลของถนนในแต่ละจุดการทำลายที่ทำได้ในหนึ่งวัน (ไม่พิจารณาข้อมูลของเครื่องตัดคอนกรีตและรถบรรทุกขนาดเล็ก)

5.3.3 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบการเก็บข้อมูลของเครื่องมือทั้งสองชนิดได้ผลดังนี้

5.3.3.1 จำนวนคนงานที่จำเป็นต้องใช้ จากการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์การทำงานปรากฏว่าในการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกจะต้องใช้คนงานจำนวน 3 คน คือต้องใช้คนงานจำนวน 2 คน เพื่อบังคับหรือโยกย้ายตำแหน่งของการทุบ และอีกหนึ่งคนทำหน้าที่ชักรอกเพื่อทุบผิวถนนคอนกรีต และในขั้นตอนการใช้เครื่องตัดคอนกรีตจำเป็นต้องใช้คนงานคนงานเพียง 2 คน และคนงาน 3 คนสามารถยก

เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกขึ้นรถบรรทุกขนาดเล็กได้ ดังนั้นเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้คนงานเพียง 3 คนเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 5.18 เนื่องจากค่าแรงขั้นต่ำเท่ากับ 165 บาท/คน/วัน ดังนั้นค่าแรงต่อวันที่เสียไปเท่ากับ 165 x 3 = 495 บาทต่อวัน

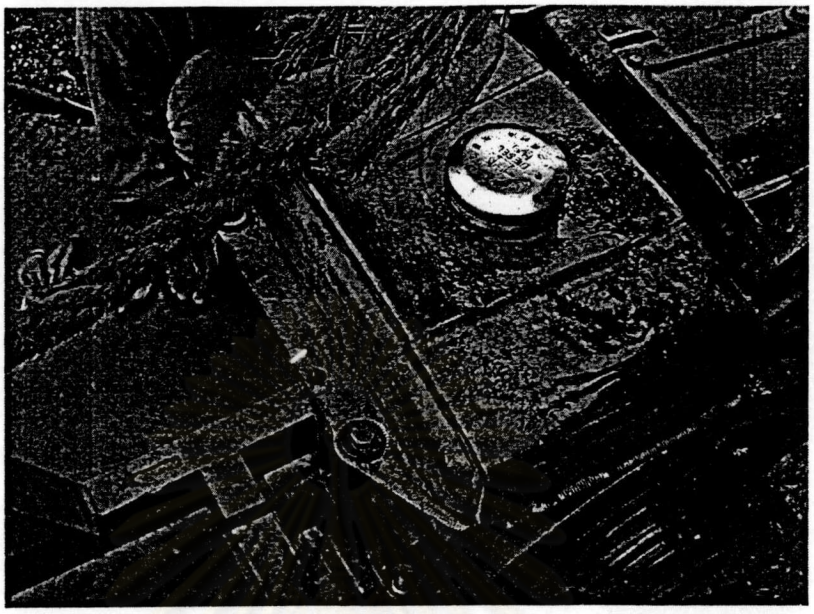
รูปที่ 5.18 แสดงจำนวนคนงานที่ใช้ในการดำเนินการเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก

5.3.3.2 จำนวนคนงานที่จำเป็นต้องใช้ จากการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์การทำงานปรากฏว่าในการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศจะต้องใช้คนงานจำนวน 2 คน คือต้องใช้คนงานจำนวน 1 คน จับหัวเจาะกระแทกเพื่อเจาะทำลายผิวคอนกรีต และอีกหนึ่งคนทำหน้าที่ควบคุมเครื่องให้กำเนิดแรงอัดอากาศ และในขั้นตอนการใช้เครื่องตัดคอนกรีตจำเป็นต้องใช้คนงานคนงานเพียง 2 คน และคนงาน 2 คนสามารถเคลื่อนย้ายเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศซึ่งพ่วงที่ด้านหลังรถบรรทุกขนาดเล็กได้ ดังนั้นเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้คนงานเพียง 2 คนเท่านั้น เนื่องจากค่าแรงขั้นต่ำเท่ากับ 165 บาท/คน/วัน ดังนั้นค่าแรงต่อวันที่เสียไปเท่ากับ 165 x 2 = 330 บาทต่อวัน

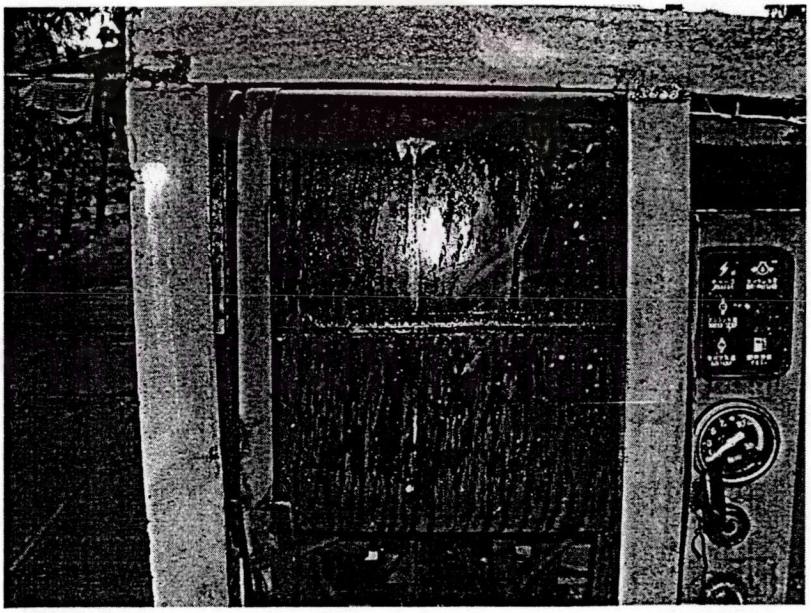
5.3.3.3 ปริมาณคอนกรีตที่เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกสามารถทำลายได้และกำลังอัดของคอนกรีตแสดงได้ดังตารางที่ 5.13 และ 5.14 ตามลำดับ และปริมาณคอนกรีตที่เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศสามารถทำลายได้และกำลังอัดของคอนกรีตแสดงได้ดังตารางที่ 5.15 และ 5.16 ตามลำดับ ซึ่งผลจากการเก็บข้อมูลในหนึ่งวัน (8 ชั่วโมงการทำงาน/วัน) ของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศสามารถทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก ปรากฏว่าเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศสามารถทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้ 6 จุด และ 4 จุด ในหนึ่งวัน ตามลำดับ

5.3.3.4 ผลจากการเก็บข้อมูลการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในหนึ่งวัน (8 ชั่วโมงการทำงาน) ของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกซึ่งใช้เครื่องยนต์ดีเซลโดยปริมาตรของถังน้ำมันเชื้อเพลิงมีขนาด 5 ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 5.19 ซึ่งก่อนใช้ได้เติมน้ำมันเชื้อเพลิงไว้เต็มเต็มความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิง และหลังจากการใช้งานหนึ่งวัน ปรากฏว่าน้ำมันเชื้อเพลิงเหลือ 3.0 ลิตร โดยประมาณ ดังนั้นใช้น้ำมันเชื้อเพลิงไป 5 – 3 = 2 ลิตร น้ำมันดีเซลราคาลิตรละ 13.79 บาท (ณ วันที่ 11 กันยายน 2546) คิดเป็นค่าใช้จ่ายในหนึ่งวันในการใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกเท่ากับ 27.58 บาท

5.3.3.5 ผลจากการเก็บข้อมูลการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในหนึ่งวัน (8 ชั่วโมงการทำงาน) ของเครื่องให้กำเนิดแรงอัดอากาศซึ่งใช้เครื่องยนต์ดีเซลโดยปริมาตรของถังน้ำมันเชื้อเพลิงมีขนาด 20 ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 5.20 ซึ่งก่อนใช้ได้เติมน้ำมันเชื้อเพลิงไว้เต็มความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิง และหลังจากการใช้งานหนึ่งวัน ปรากฏว่าน้ำมันเชื้อเพลิงเหลือ 13.5 ลิตร โดยประมาณ ดังนั้นใช้น้ำมันเชื้อเพลิงไป 20 – 13.5 = 6.5 ลิตร น้ำมันดีเซลราคาลิตรละ 13.79 บาท (ณ วันที่ 11 กันยายน 2546) คิดเป็นค่าใช้จ่ายในหนึ่งวันในการใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศเท่ากับ 89.64 บาท



รูปที่ 5.19 แสดงถังน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก



รูปที่ 5.20 แสดงถังน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ของเครื่องเจาะคอนกรีตชนิด
อาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ

ตารางที่ 5.13 แสดงลักษณะของผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กและอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกต่อวัน

จุดทำลายที่	ความกว้างของถนน (ม.) (A)	ความหนาของถนน (ม.) (B)	ความกว้างของแนวช่องการทำลาย (ม.) (C)	พื้นที่คอนกรีต ($ม^2$) (D) = (A) x (C)	ปริมาตรคอนกรีต ($ม^3$) (E) =(A)x(B)x(C)
1	4.00	0.20	0.50	2.00	0.40
2	4.50	0.20	0.40	1.80	0.36
3	4.00	0.20	0.40	1.60	0.32
4	5.00	0.20	0.40	2.00	0.40
5	4.00	0.20	0.50	2.00	0.40
6	4.50	0.20	0.40	1.80	0.36
รวม				11.20	2.24

ตารางที่ 5.14 แสดงกำลังอัดคอนกรีตทั้ง 6 จุด

จุดทำลายที่	Rebound Number เฉลี่ยจาก 5 จุด	ปรับแก้ด้วย Correction Factor	Rebound Number	กำลังอัดของคอนกรีต ($กก/ซม^2$)
1	22.2	0.8	17.76	90
2	25.4	0.8	20.32	105
3	35.5	0.8	28.40	210
4	31.6	0.8	25.28	170
5	26.6	0.8	21.28	120
6	37.2	0.8	29.76	230

ตารางที่ 5.15 แสดงลักษณะของผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กและอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กของเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศต่อวัน

จุดทำลายที่	ความกว้างของถนน (ม.) (F)	ความหนาของถนน (ม.) (G)	ความกว้างของแนวช่องการทำลาย (ม.) (H)	พื้นที่คอนกรีต ($ม^2$) (I) = (F) x (H)	ปริมาตรคอนกรีต ($ม^3$) (J) =(F)x(G)x(H)
1	4.50	0.20	0.40	1.80	0.36
2	4.50	0.20	0.50	2.25	0.45
3	4.00	0.20	0.40	1.60	0.32
4	4.00	0.20	0.40	1.60	0.32
รวม				7.25	1.45

ตารางที่ 5.16 แสดงกำลังอัดคอนกรีตทั้ง 4 จุด

จุดทำลายที่	Rebound Number เฉลี่ยจาก 5 จุด	ปรับแก้ด้วย Correction Factor	Rebound Number	กำลังอัดของคอนกรีต ($กก/ซม^2$)
1	33.2	0.8	26.56	180
2	31.6	0.8	25.28	170
3	26.4	0.8	21.12	110
4	28.8	0.8	23.04	140

5.3.3.6 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานแสดงได้ดังตารางที่ 5.17 และการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อการทำลายผิวถนนคอนกรีตหนึ่งหน่วยแสดงได้ดังตารางที่ 5.18

ตารางที่ 5.17 แสดงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

หน่วย : บาท

เครื่องมือ	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน		
	ค่าแรงคนงาน (i)	น้ำมันเชื้อเพลิง (ii)	รวม (iii) = (i) + (ii)
เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก	495	27.58	522.58
เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ	330	89.64	419.64

ตารางที่ 5.18 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อการทำลายผิวถนนคอนกรีตหนึ่งหน่วย

เครื่องมือ	พื้นที่คอนกรีตที่ทำลายได้ในหนึ่งวัน ($ม^2$) (iv)	ปริมาตรคอนกรีตที่ทำลายได้ในหนึ่งวัน ($ม^3$) (v)	ค่าใช้จ่ายต่อการทำลายผิวถนนคอนกรีตหนึ่งหน่วย	
			($บ./ม.^2$) (vi) = (iii) / (iv)	($บ./ม.^3$) (vii) = (iii) / (v)
เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอก	11.2	2.24	46.66	233.29
เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ	7.25	1.45	57.88	289.41

5.3.4 สรุปผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากผลการเก็บข้อมูลการทำงานในหนึ่งวันของเครื่องมือทั้งสองชนิด สามารถสรุปได้ว่า ในหนึ่งวัน (8 ชั่วโมงการทำงาน) เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกสามารถทำลายผิวถนนคอนกรีตได้มากกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ คือ เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกสามารถทำลายผิวถนนคอนกรีตได้ 11.2 ม^2 / วัน และ 2.24 ม^3 / วัน (ที่กำลังอัดคอนกรีตเฉลี่ย 154.2 กก/ซม.^{2}) ส่วนเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศสามารถทำลายผิวถนนคอนกรีตได้ 7.25 ม^2 / วัน และ 1.45 ม^3 / วัน (ที่กำลังอัดคอนกรีตเฉลี่ย 150 กก/ซม.^{2})

จากผลการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในหนึ่งวันของเครื่องมือทั้งสองชนิดสามารถสรุปได้ว่า ในหนึ่งวัน (8 ชั่วโมงการทำงาน) เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกใช้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูงกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ คือ เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกใช้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเท่ากับ 522.58 บาท และเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศใช้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเท่ากับ 419.64 บาท

ส่วนอัตราค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อหน่วยของการทำลายผิวถนนคอนกรีตของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีค่าต่ำกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ โดยเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีอัตราค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อหน่วยของการทำลายผิวถนนคอนกรีตเท่ากับ 46.66 บาท / เมตร^2 และ 233.29 บาท / เมตร^2 ส่วนเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศมีอัตราค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อหน่วยของการทำลายผิวถนนคอนกรีตเท่ากับ 57.88 บาท / เมตร^2 และ 289.41 บาท / เมตร^2

ดังนั้นจึงสรุปโดยรวมได้ว่าการใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกแทนการใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศในหนึ่งวัน สามารถเพิ่มอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีต พร้อมทั้งประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อหน่วยของการทำลายผิวถนนคอนกรีตคิดเป็นร้อยละ 19.39 สำหรับหน่วยบาทต่อลูกบาศก์เมตร

5.4 สรุปผลการทดสอบเครื่องมือ

จากการทดสอบความสามารถและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเครื่องมือ และการทดสอบเครื่องมือในภาคสนามสามารถสรุปผลการทดสอบได้คือ เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีความสามารถทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความหนา 20 เซนติเมตร และลักษณะการแตกเสียหายของคอนกรีตด้วยการใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกได้เนื้องานที่หยาบกว่าการใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศเจาะทำลาย ซึ่งมีความละเอียดและควบคุมแนวการแตกของคอนกรีตได้ดีกว่าการใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกทำลาย

ส่วนเคลื่อนย้ายเครื่องมือ เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายมากกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ

ในส่วนของการประกอบเครื่องมือ การประกอบเครื่องมือในการใช้งานครั้งแรกเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกใช้เวลานานกว่าประมาณ 4 เท่า ของการประกอบใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ แต่เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศจะต้องถอดประกอบทุกครั้งเมื่อมีการย้ายจุดการทำงาน ซึ่งต่างจากเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกที่ประกอบเพียงครั้งเดียว และเมื่อมีการย้ายจุดการทำงานหลายๆ จุด เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกจะประหยัดเวลาในการประกอบเครื่องมือมากกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ และในขณะปฏิบัติงานผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัยมากกว่าเมื่อใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกทำลายคอนกรีต

ส่วนผลกระทบในด้านเสียงดังต่อบุคคลรอบข้างของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีค่าน้อยกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ และความดังเสียงที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีค่าต่ำกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศในทิศทางต่ำกว่าด้วยอัตราที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ที่ระยะห่างจากจุดกระแทกออกไป และทั้งเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกและเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศต่างก็มีความดังเสียงที่ระยะ 30 เมตรห่างออกไป ต่ำกว่า 75 เดซิเบล ตามที่กฎหมายกำหนด

ส่วนผลกระทบการสั่นสะเทือนต่อบ้านเรือนใกล้เคียงของเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีค่าน้อยกว่าเครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ โดยเครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกมีการสั่นสะเทือนน้อยกว่าการใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิด

อาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศ คิดเป็นร้อยละ 48.98, 41.67 และ 16.28 ในหน่วย มิลลิเมตร มิลลิเมตร/วินาที และมิลลิเมตร/วินาที ^{2} ตามลำดับ

ในส่วนอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กของเครื่องมือสรุปได้ว่าในขั้นตอนการทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กในลักษณะเป็นช่อง การใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกแทนการใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงก่ระแทกจากแรงอัดอากาศขนาด 90 CFM สามารถทำลายผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็กได้เร็วขึ้นคิดเป็นร้อยละ 51.9 สำหรับการเปรียบเทียบในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (โดยคอนกรีตมีกำลังอัดเฉลี่ยเท่ากับ 162.5 กก/ซม^2)

และการใช้เครื่องทุบคอนกรีตชนิดชักรอกแทนการใช้เครื่องเจาะคอนกรีตชนิดอาศัยแรงกระแทกจากแรงอัดอากาศขนาด 90 CFM สามารถเพิ่มอัตราการทำลายผิวถนนคอนกรีต พร้อมทั้งประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่อหน่วยของการทำลายผิวถนนคอนกรีตคิดเป็นร้อยละ19.39 สำหรับหน่วยบาทต่อลูกบาศก์เมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย