



เครื่องโม่วัสดุคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง THE MILLING MACHINE FOR REMAINING CONCRETE FROM CONSTRUCTION INDUSTRY

เอื้อบุญ ที่พึ่ง^{1*} ณัฏพล เอี่ยมหน่อ¹ และศราวุฒิ คาดประครอง¹

Ueaboon Teephung^{1*}, Natchaphon Aiamno¹ and Sarawut kadparkhong¹

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

¹Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author: ueaboon@gmail.com

วันที่เข้ารับ 2 ตุลาคม 2562

วันที่แก้ไขบทความ 4 พฤศจิกายน 2562

วันที่ตอบรับบทความ 20 ธันวาคม 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างเครื่องโม่ย่อยวัสดุคอนกรีตที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้างโดยใช้เฟืองทดแบบ 3 ซี่ ความกว้าง 25 เซนติเมตรจุดศูนย์กลางเป็น รูปหกเหลี่ยม กว้างอย่างละ 2.5 นิ้ว กับ 2 นิ้วและสี่เหลี่ยม เรียงกันเป็นแถวสลับกันแถวละ 8 ซี่ 2 ด้านรวมเป็น 16 ซี่ ขนาดของมอเตอร์ที่ใช้งานมีกำลังขับ 1/5 แรงม้ากำลังไฟฟ้า 220 โวลต์ (1 เฟส) ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที จากการทดสอบพบว่าเครื่องโม่สามารถย่อยวัสดุที่เหลือใช้จากงานก่อสร้างที่ทำการเลือกมา 3 ชนิด คือ 1. อิฐบล็อก 2. อิฐมอญ และ 3. อิฐตัวหนอน โดยการทดสอบหาประสิทธิภาพนั้นจะทำการบดเศษอิฐที่เหลือใช้จากงานก่อสร้าง ครั้งละ 1 กิโลกรัมทำการทดสอบชนิดละ 5 ครั้ง และนำเศษของวัสดุที่ผ่านการบดมาหาอัตราส่วนมวลรวมรวมโดยนำมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 และเบอร์ 8 เพื่อหาอัตราส่วนร้อยละของมวลรวมโดยน้ำหนัก ผลการทดสอบพบว่า การบดเศษอิฐบล็อกที่ผ่านที่ทำการบดสามารถร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 และเบอร์ 8 วัสดุค้างตะแกรงเบอร์ 4 เท่ากับ 750.30 g คิดเป็นร้อยละ 75.03 ค้างตะแกรงเบอร์ 8 เท่ากับ 132.20 g คิดเป็นร้อยละ 13.22 และค้างถาดเท่ากับ 125.70 g คิดเป็นร้อยละ 12.57 ใช้เวลาในการบด เท่ากับ 12.30 วินาที คิดเป็นบดได้มวลรวมหายบ ร้อยละ 91.38 และได้มวลรวมละเอียดร้อยละ 8.71 การบดเศษอิฐมอญสามารถร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 และเบอร์ 8 ในภาพรวม วัสดุค้างตะแกรงเบอร์ 4 เท่ากับ 913.80 g คิดเป็นร้อยละ 91.38, ค้างตะแกรงเบอร์ 8 เท่ากับ 33.30 g คิดเป็นร้อยละ 3.33 และค้างถาดเท่ากับ 53.84 g คิดเป็นร้อยละ 5.384 ใช้เวลาในการบด เท่ากับ 13.32 วินาที คิดเป็นบดได้มวลรวมหายบ ร้อยละ 91.38 และได้มวลรวมละเอียดร้อยละ 8.71 การบดเศษอิฐตัวหนอนสามารถร่อนร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 และเบอร์ 8 ในภาพรวม วัสดุค้างตะแกรงเบอร์ 4 เท่ากับ 727.00g คิดเป็นร้อยละ 72.70 ค้างตะแกรงเบอร์ 8 เท่ากับ 123.30g คิดเป็นร้อยละ 12.33 และค้างถาดเท่ากับ 128.6g คิดเป็นร้อยละ

12.86 ใช้เวลาในการบด เท่ากับ 13.55 วินาที คิดเป็นบดได้มวลรวมหยาบ ร้อยละ 72.70 และได้มวลรวมละเอียดร้อยละ 25.19

คำสำคัญ: เครื่องโม่, วัสดุเหลือใช้, อุตสาหกรรมก่อสร้าง

Abstract

The purpose of this study was to build the milling machine for the leftover concrete from the construction industry by using the 3-tooth grinding gear with 25-cm width. The center of the gear is hexagonal, and its width is 2.5 inches and 2 niches. The shafts are put in alternating rows, 8 teeth each on both sides (16 teeth in total). The motor in use has 1/5 horsepower, 220-volt electrical power (1 phase), speed 1,450 rpm. The results showed that the three selected types of the remaining from the construction: block bricks, mon bricks, and worm bricks, could be milled. To test the efficiency, the remaining bricks, 1 kg each, was milled. Each type was tested five times. The remaining of the milled bricks was used to find the overall mass ratio by sieving it through the No.4 sieve and the No.8 sieve to find the percentage of total mass by weight. The weight of the remaining of the block brick left on the No.4 sieve, the No.8 sieve, and the tray was 750.30 g (75.03%), 132.20 g (13.22%), and 125.70 g (12.57%), respectively. It took 12.30 seconds to mill. The milled remaining was the coarse mass, 91.38%, and the fine mass, 8.71%. The mon bricks could be milled and the remaining could sift through the No.4 sieve and the No.8 sieve. The weight of the remaining of the milled mon bricks on the No.4 sieve, the No.8 sieve, and the tray was 913.80 g (91.38%), 33.30 g (3.33%), and 53.84 g (5.384%), respectively. It took 13.32 seconds to mill. The milled remaining was the coarse mass, 91.38%, and the fine mass, 8.71%. The worm bricks could be milled and the remaining could sift through the No.4 sieve and the No.8 sieve. The remaining of the milled mon bricks on the No.4 sieve, the No.8 sieve, and the tray was 727.00 g (72.70%), 123.30 g (12.33%), and 128.6 g (12.86%), respectively. It took 13.55 seconds to mill. The milled remaining was the coarse mass, 72.70%, and the fine mass, 25.19%.

Keywords: Milling machine, Waste material, Construction industry

1. บทนำ

เนื่องจากประเทศไทยมีอุตสาหกรรมสิ่งก่อสร้าง ทั้งการสร้างถนน การสร้างตึก อาคาร บ้านเรือน อุโมงค์คอนกรีต สะพานคอนกรีต ฯลฯ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดผลที่ตามมาคือเศษวัสดุที่เหลือจากก่อสร้าง หรือการทุบทำลาย เช่น อิฐบล็อก อิฐมอญ อิฐตัวหนอน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างเครื่องโม้วสดคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้างขึ้นมา ซึ่งการทำงานเป็นแบบบดมีลักษณะคล้ายกับการใช้เฟืองบดทำให้เศษอิฐหรือเศษต่างๆแตกออกได้ด้วยพลังงานกล ภายในตัวเครื่องประกอบด้วยเฟืองบด ที่เครื่องบดชนิดนี้มักนิยมใช้กับการโม้อิฐหรือเศษต่างๆที่ไม่มีความแข็งมากปริมาณของที่บดจะได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความกว้างขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเฟืองบด ติดอยู่โดยรอบ และความเร็วของการหมุน ถ้าความเร็วแรงส่งกำลังของมอเตอร์มากจะทำให้เกิดการโม้วที่ละเอียด ซึ่งเครื่องโม้วชนิดนี้ถูกออกแบบให้ใช้ความเร็วให้สอดคล้องกับรอบของมอเตอร์ที่ 1,450 รอบ โดยเมื่อวัสดุที่ถูกโม้วจนได้ขนาดที่ต้องการแล้ว วัสดุเหล่านั้นจะออกจากบริเวณด้านล่างซึ่ง ดังนั้นวัสดุที่ยังไม่ได้ขนาดที่ต้องการก็จะถูกกวาดขึ้นไปอีกครั้ง เพื่อนำไปโม้วต่อไป โดยขนาดของวัสดุที่ได้ก็จะขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบหลักด้วยกัน คือ ความเร็วรอบในการหมุนรอบของมอเตอร์ และรูปร่างจำนวนของเฟืองบด ซึ่งถ้าความเร็วรอบในการหมุนที่สม่ำเสมอ จะทำให้อนุภาคที่ได้ของเศษอิฐก็มีขนาดที่ละเอียดมากขึ้น

ทางผู้จัดทำโครงการการศึกษาและออกแบบชิ้นงานการประดิษฐ์ทำเครื่องโม้วสดคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้างจึงได้เล็งเห็นถึงปัญหาของแนวทางการจัดทำเครื่องโม้วสดคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้างที่มีขนาดเล็กชิ้นมาเพื่อให้มีประโยชน์สูงสุดต่อการใช้งานอุตสาหกรรมก่อสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องโม้วสดคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างเครื่องโม้วสดคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องโม้วสดคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยเป็นการวิจัยเพื่อการศึกษาและออกแบบเครื่องโม้วสดคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการวิจัยไว้ทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและออกแบบส่วนประกอบเครื่องโม้วสดคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง

1. การศึกษาชนิดของมอเตอร์อุตสาหกรรม ใช้มอเตอร์กำลังขับ 1/5 แรงม้า กำลังไฟฟ้า 220 โวลต์ (1 เฟส) ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที
2. การศึกษาชนิดของเฟืองทด ใช้แบบสามซี่ ความกว้าง 25 เซนติเมตร จุดศูนย์กลางเป็น รูปหกเหลี่ยม กว้าง อย่างละ 2.5 นิ้ว กับ 2 นิ้ว ใส่เพลาริเวณกันเป็นแถว สลับกัน แถวละ 8 อัน สองข้างรวมเป็น 16 อัน
3. การศึกษาระบบส่งกำลังเครื่องไม้วัสดุคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง
4. วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้างที่นำมาใช้ไม้ ผู้วิจัยกำหนดไว้ 3 ชนิด คือ
1. อิฐบล็อก 2. อิฐมอญ 3. อิฐตัวหนอน

ขั้นที่ 2 สร้างเครื่องไม้วัสดุคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้างลักษณะทั่วไปของเครื่องไม้วัสดุคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง ประกอบด้วย

1. มอเตอร์อุตสาหกรรม ใช้มอเตอร์กำลังขับ 1/5 แรงม้ากำลังไฟฟ้า 220 โวลต์ (1 เฟส) ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที เป็นมอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำกำลังไฟฟ้าสูง ทำงานเต็มประสิทธิภาพมีความเร็วรอบสม่ำเสมอ ทนทานมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน เหมาะกับการใช้งานในที่นำมาทำตัวต้นกำลังเครื่องไม้
2. เฟืองทดของเครื่องไม้วัสดุ ใช้เป็นแบบ 3 ซี่ ความกว้าง 25 เซนติเมตร จุดศูนย์กลางเป็นรูปหกเหลี่ยมใส่เพลาริเวณกันเป็นแถวสลับกัน แถวละ 8 ซี่ สองข้างรวม 16 ซี่
3. เฟืองทดของเครื่องไม้วัสดุใช้เฟืองทด 2 แบบคือ เฟืองเล็ก 40 ฟัน และ เฟืองใหญ่ 56 ฟัน
4. ความสูงของเครื่องไม้วัสดุถึงปากโม้ ความสูง 80 เซนติเมตร กว้าง 70 เซนติเมตร

5. ปากโม้เครื่องไม้วัสดุ มีความกว้าง 35 เซนติเมตร ส่วนสูง 20 เซนติเมตร

ขั้นที่ 3 การหาประสิทธิภาพเครื่องไม้วัสดุคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง

การทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องไม้วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้างใช้วัสดุตัวอย่างทดสอบ 3 ชนิด คือ

1. อิฐบล็อก
2. อิฐมอญ
3. อิฐตัวหนอน

เนื่องจากการใช้ในงานอุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นจำนวนมากและเป็นที่แพร่หลายในงานก่อสร้างในปัจจุบันทำให้มีเศษที่เหลือจากการทุบสิ่งก่อสร้างที่เป็นอิฐบล็อก อิฐมอญ อิฐตัวหนอน ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ให้เกิดผลที่ตามมาคือขยะเศษวัสดุที่เหลือใช้จากการทำสิ่งก่อสร้าง การบดเศษ

อิฐบล็อก อิฐมอญ อิฐตัวหนอน ให้มีขนาดเล็กเพื่อนำกลับมาใช้มาใช้เป็นวัสดุถมปรับระดับพื้นที่ เพื่อลดการใช้ทรัพยากรดินและทราย

การทดลองหาประสิทธิภาพ กำหนดให้น้ำหนักของวัสดุตัวอย่างแต่ละชนิดมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม นำมาทดลองเข้าเครื่องบดทำซ้ำจำนวน 5 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การบดอิฐบล็อก น้ำหนัก 1 กิโลกรัมและร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 และตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 8

ครั้งที่	น้ำหนักค้ำตะแกรง (กรัม)			ร้อยละค้ำตะแกรง		
	เบอร์ 4	เบอร์ 8	ถาด	เบอร์ 4	เบอร์ 8	ถาด
1	787.8	108.2	103.2	78.78	10.82	10.32
2	746.3	155.6	156.8	74.63	15.56	15.68
3	745.3	142.9	109.9	74.53	14.29	10.99
4	719.8	136.8	139.2	71.98	13.68	13.92
5	752.4	117.8	119.4	75.24	11.78	11.94
รวมเฉลี่ย	750.3	132.2	125.7	75.03	13.22	12.57

จากตาราง 1 พบว่า อิฐบล็อกหนัก 1 กิโลกรัม ที่ผ่านเครื่องโม่บด มีมวลรวมหยาบค้ำตะแกรงเบอร์ 4 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 750.30 กรัม คิดเป็นร้อยละ 75.03 มีมวลรวมละเอียดค้ำตะแกรงเบอร์ 8 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 132.20 กรัม คิดเป็นร้อยละ 13.22 และมีฝุ่นค้ำถาด มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 125.70 กรัม คิดเป็น ร้อยละ 12.57

ตารางที่ 2 การบดอิฐมอญ น้ำหนัก 1 กิโลกรัมและร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 และตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 8

ครั้งที่	น้ำหนักค้ำตะแกรง (กรัม)			ร้อยละค้ำตะแกรง		
	เบอร์ 4	เบอร์ 8	ถาด	เบอร์ 4	เบอร์ 8	ถาด
1	893.80	32.60	65.40	89.38	3.26	6.54
2	901.20	37.60	63.50	90.12	3.76	6.35
3	937.60	30.40	45.80	93.76	3.04	4.58
4	922.60	32.30	43.20	92.26	3.23	4.32
5	914.10	33.60	51.30	91.41	3.36	5.13
รวมเฉลี่ย	913.80	33.30	53.84	91.38	3.33	5.38

จากตาราง 2 พบว่า อิฐมอญหนัก 1 กิโลกรัม ที่ผ่านเครื่องโม่บด มีมวลรวมหยาบค้ำตะแกรงเบอร์ 4 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 913.80 กรัม คิดเป็นร้อยละ 91.38 มีมวลรวมละเอียดค้ำตะแกรงเบอร์ 8 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 33.30 กรัม คิดเป็นร้อยละ 3.33 และมีฝุ่นค้ำถาด มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 53.84 กรัม คิดเป็นร้อยละ 5.38

ตารางที่ 3 การบดอิฐตัวหนอน น้ำหนัก 1 กิโลกรัมและร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 และตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 8

ครั้งที่	น้ำหนักค้ำตะแกรง (กรัม)			ร้อยละค้ำตะแกรง		
	เบอร์ 4	เบอร์ 8	ถาด	เบอร์ 4	เบอร์ 8	ถาด
1	686.40	121.30	112.60	68.64	12.13	11.26
2	736.80	128.40	133.20	73.68	12.84	13.32
3	728.30	124.20	134.90	72.83	12.42	13.49
4	744.10	119.30	129.90	74.41	11.93	12.99
5	739.40	123.40	132.40	73.94	12.34	13.24
รวมเฉลี่ย	727.00	123.30	128.60	72.70	12.33	12.86

จากตาราง 3 พบว่า อิฐตัวหนอนหนัก 1 กิโลกรัม ที่ผ่านเครื่องโม่บด มีมวลรวมหยาบค้ำตะแกรงเบอร์ 4 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 727.00 กรัม คิดเป็นร้อยละ 72.70 มีมวลรวมละเอียดค้ำตะแกรง

เบอร์ 8 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 123.30 กรัม คิดเป็นร้อยละ 12.33 และมีฝุ่นค้ำถาด มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 128.60 กรัม คิดเป็นร้อยละ 12.86

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า

4.1 ประสิทธิภาพของเครื่องโม่วัสดุคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง สามารถบดย่อยอิฐบล็อกต่อครั้งได้มวลรวมหยาบ คิดเป็นร้อยละ 75.03, ได้มวลรวมละเอียด คิดเป็นร้อยละ 13.22 และได้ฝุ่นค้ำถาด คิดเป็นร้อยละ 12.57

4.2 ประสิทธิภาพของเครื่องโม่วัสดุคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง สามารถบดย่อยอิฐมอญต่อครั้งได้มวลรวมหยาบ คิดเป็นร้อยละ 91.38, ได้มวลรวมละเอียด คิดเป็นร้อยละ 3.33 และได้ฝุ่นค้ำถาด คิดเป็นร้อยละ 5.38

4.3 ประสิทธิภาพของเครื่องโม่วัสดุคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง สามารถบดย่อยอิฐตั้งหอนต่อครั้งได้มวลรวมหยาบ คิดเป็นร้อยละ 72.70, ได้มวลรวมละเอียด คิดเป็นร้อยละ 12.33 และได้ฝุ่นค้ำถาด คิดเป็น ร้อยละ 12.86

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

5.1 การสร้างเครื่องโม่วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง ได้เครื่องที่ใช้มอเตอร์อุตสาหกรรมกำลัง 1/5 แรงม้า ใช้กำลังไฟฟ้า 220 โวลต์ (1 เฟส) มีความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที มีเฟืองบดใช้เป็นแบบ 3 ซี่ ใช้เฟืองทด 2 ขนาดเพื่อทดกำลัง เฟืองเล็ก 40 ฟัน และ เฟืองใหญ่ 56 ฟัน ขนาดความสูงของเครื่องโม่วัสดุถึงปากโม่ มีความสูง 80 เซนติเมตร กว้าง 70 เซนติเมตร ปากเครื่องโม่วัสดุมีความกว้าง 35 เซนติเมตร ส่วนสูง 20 เซนติเมตร สามารถใช้โม่วัสดุคอนกรีตเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้างที่นำมาทดลองได้มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดที่สามารถใช้เป็นวัสดุถมปรับพื้นที่ได้ตามขนาดของมวลรวม

5.2 การหาประสิทธิภาพเครื่องโม่วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมก่อสร้าง เครื่องสามารถโม่วัสดุอิฐบล็อกและวัสดุอิฐตัวหนอน ที่มีขนาดของมวลรวมในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน ส่วนการโม่วัสดุอิฐมอญได้มวลรวมหยาบในปริมาณมาก คิดเป็นร้อยละ 91.38 เนื่องจากอิฐมอญมีเนื้อวัสดุที่แน่นกว่าอิฐบล็อกและอิฐตัวหนอน

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทางคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่ให้ความอนุเคราะห์ ในการใช้ห้องทดลองทางวิศวกรรมโยธา และการสนับสนุนเครื่องมือต่างๆในการทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในระหว่างการทำทดลอง

7. เอกสารอ้างอิง

- มงคล เดชนครินทร์. (2554). **มอเตอร์และระบบขับเคลื่อน**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรวิทย์ อังภากรณ์. (2522). **การออกแบบเครื่องจักรกล**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- วินิต ช่อวิเชียร. (2529). **คอนกรีตเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ: วินิต ช่อวิเชียร
- พิภพ สุนทรสมัย. (2526). **ปฏิบัติการและควบคุมงานคอนกรีต**. กรุงเทพฯ: ส.ส.ท.
- พิภพ สุนทรสมัย. (2546). **คู่มือการออกแบบปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีต โดยวิธี ACI CODE**. กรุงเทพฯ: ส.ส.ท.