การประยุกต์ใช้วัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางทดแทนชั้นรองพื้นทาง

Application of Compacted Mixture of Milled Asphalt Concrete and Sand Instead of Subbase Course

จตุรงค์ เสาวภาคย์ไพบูลย์

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ สำนักก่อสร้างทางที่ 2 กรมทางหลวง (jtrsnum@gmail.com)

บทคัดย่อ : บทความนี้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้วัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์และทรายถมคันทางทดแทนชั้นรองพื้นทาง โดยทำการทดสอบคุณสมบัติทางด้วยวิศวกรรมของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทาง 1 : 0, 1 : 1, 2 : 1 และ 3 : 1 โดยปริมาตร ตามลำดับในห้องปฏิบัติการซึ่งทำการทดสอบเพื่อหาค่า CBR จากผลการทดสอบพบว่า ค่า %CBR ของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทาง 1 : 0, 1 : 1, 2 : 1 และ 3 : 1 โดยปริมาตรมีค่า 21.3%, 30.8%, 42.3% และ 37.8% ตามลำดับ โดยที่สัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทาง 2 : 1 โดยปริมาตรจะให้ค่า %CBR ที่มากที่สุดซึ่งสามารถนำสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทาง ดังกล่าวมาใช้ทดแทนชั้นรองพื้นทางต่อไปได้ (%CBR $\geq$ 25)

Keyword: วัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์และทรายถมคันทาง, ชั้นรองพื้นทาง, ค่า %CBR

1. บทนำ

ในปัจจุบันถนนแอสฟัลต์คอนกรีตถูกขูดไสทิ้งเนื่องจากโครงสร้างมีอายุการใช้งานมานานและไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานอีกต่อไป ซึ่งการขูดไสแอสฟัลต์เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่แพงสำหรับการฟื้นฟูผิวทางแอสฟัลต์ และมักถูกใช้เป็นตัวเลือกที่ถูกกว่าและง่ายกว่าในการรื้อถอนและซ่อมแซมให้เสร็จสมบูรณ์ ช่วยให้สามารถนำแอสฟัลต์เก่ากลับมาใช้ใหม่เป็นมวลรวม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึง การนำวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์กลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้งโดยการประยุกต์ใช้วัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางเพื่อพัฒนาเป็นวัสดุรองพื้นทางต่อไป

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานรองพื้นทางวัสดุมวลรวม หมายถึง การก่อสร้างชั้นรองพื้นทางบนชั้นวัสดุคัดเลือก หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้วด้วยวัสดุมวลรวม ที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด โดยการเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้แนวระดับ และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยเป็นไปตาม ทล.-ม. 105/2532

วัสดุที่ใช้ทำชั้นรองพื้นทางวัสดุมวลรวมจะต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

1. มีค่าความสึกหรอ เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion” ไม่เกินร้อยละ 60

2. มีขนาดความคละที่ดี เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง” ต้องมีขนาดใดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดคละของรองพื้นทางวัสดุมวลรวม

ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร (นิ้ว)	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล				
	A	B	C	D	E
50 (2)	100	100	-	-	-
25.0 (1)	-	-	100	100	100
9.5 (3/8)	30-65	40-75	50-85	60-100	-
2.0 (เบอร์ 10)	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100
0.425 (เบอร์ 40)	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50
0.075 (เบอร์ 200)	2-8	2-20	5-15	5-20	6-20

3. มีค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (L.L.) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 35

4. มีค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit และ Plasticity Index” ไม่เกินร้อยละ 11

5. มีค่า CBR เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า CBR ” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ95 ของความแน่นสูงสุดที่ได้จากการทดลองตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”

6. กรณีใช้วัสดุมากกว่า 1 ชนิดผสมกันเพื่อให้ได้คุณสมบัติถูกต้อง วัสดุแต่ละชนิดต้องมีขนาดคละ สม่ำเสมอ และเมื่อผสมกันแล้วจะต้องมีลักษณะสม่ำเสมอ และได้คุณภาพตามข้อกำหนด

7. กรณีวัสดุที่ใช้จำพวก Shale ต้องมีค่า Durability Index ของวัสดุทั้งชนิดเม็ดละเอียด และชนิดเม็ดหยาบแต่ละชนิด เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหา Durability ของวัสดุ” ไม่น้อยกว่าร้อยละ35

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อหาค่า CBR ของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทาง 1 : 0, 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1 โดยปริมาตร ตามลำดับ
2. เพื่อหาสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทางที่เหมาะสมที่สุดที่ให้ค่า %CBR ที่มากที่สุดที่สามารถนำมาใช้เป็นชั้นรองพื้นทาง
3. เพื่อเปรียบเทียบค่า %CBR ของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทางต่างๆเทียบค่า %CBRของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์

4. ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาคุณสมบัติของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทางในสัดส่วนต่างๆ โดยกำหนดตัวแปร ได้แก่ ปริมาณการแทนที่ทรายถมคันทางด้วยวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์โดยปริมาตร การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทาง มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) ตามมาตรฐานทล.-ท. 108/2517

4.2 ทดสอบหาค่า CBR (California Bearing Ratio Test) ตามมาตรฐาน ทล.-ท. 109/2517

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 ทำการบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified compaction test) ตามมาตรฐานทล.-ท. 108/2517 ของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทาง 1 : 0, 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1 โดยปริมาตร ตามลำดับ เพื่อหาปริมาณน้ำในวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนต่างๆที่ความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content)

5.2 ทำการเตรียมตัวอย่างวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทาง 1 : 0, 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1 โดยปริมาตร ตามลำดับ เพื่อทำการทดสอบหาค่า CBR ตามมาตรฐาน ทล.-ท. 109/2517

5.3 การทดสอบ

5.3.1 ชั่งวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางที่เตรียมไว้ประมาณ 6 กก. (12 ปอนด์) และนำตัวอย่างประมาณ 100 กรัม เพื่อนำไปหาความชื้นในตัวอย่าง (Initial Water Content)

5.3.2 เตรียมแบบไว้ 2 ชุด ชั่งหาน้ำหนักแบบ (ไม่รวมฐานแบบ)

5.3.3 ประกอบแบบ เข้ากับฐานแบบและแท่งโลหะรอง ใช้กระดาษกรองปูทับบนแท่งโลหะรอง เพื่อป้องกันไม่ให้เกาะติดกับแผ่นเหล็ก

5.3.4 กระทุ้งวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางอัดแน่นในแบบ ตามวิธีการทดสอบความแน่นที่ปริมาณความชื้นที่ความแน่นแห้งสูงสุด (เตรียมตัวอย่างดิน 3 ตัวอย่าง โดยทำการบดอัดแต่ละชั้นด้วยตุ้ม จำนวน 12 ครั้ง 25 ครั้ง และ 56 ครั้งต่อชั้น)

5.3.5 หลังจากบดอัดจนครบจำนวนชั้น และจำนวนครั้งแล้ว ถอดปลอกออกใช้เหล็กปาดปาดดินส่วนที่สูงเกินขอบแบบพร้อมกับซ่อมแต่งผิวบนของดินตัวอย่างให้เรียบเสมอกับปากแบบ

5.3.6 ถอดฐานแบบ และแท่งโลหะรองออก นำแบบและวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางไปชั่งหาน้ำหนักเพื่อจะนำไปหาความแน่นชื้น (Wet Density)

5.3.7 เอากระดาษกรองวางบนฐานแบบ เพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางเกาะแบบติดแผ่นเหล็กประกอบแบบ ที่มีวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางอัดแน่นนี้เข้ากับฐานแบบ โดยให้ปากแบบด้านที่มีดินเสมอปากวางบนฐานแบบ และส่วนที่มีช่องว่างอยู่ด้านบน

5.3.8 วางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก (Surcharge) จำนวน 2 ชิ้น สำหรับวัสดุรองพื้นทาง ใส่แผ่นวัดการพองตัว สำหรับวัดอัตราการบวมของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทาง ซึ่งมีด้ามขัดเกลียวขึ้นลงได้ติดอยู่กลางแผ่น ก่อนวางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนักลงบนดินตัวอย่าง จะต้องเอากระดาษรองวางคั่นใต้แผ่นนี้เสียก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้ดินติดแน่นกับแผ่นเหล็กหลังจากแช่น้ำแล้ว

5.3.9 แช่แบบที่เตรียมไว้ ในข้อ 5.3.8 ในภาชนะที่เตรียมไว้ ให้น้ำท่วมแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนักประมาณ 1 นิ้ว ใช้มาตรวัดอ่านได้ละเอียด 0.001 นิ้ว ยึดติดกับสามขา แล้ววางบนปากแบบ จัดให้ปลายของมาตรวัดแตะสัมผัสกับก้านของแผ่น วัดการพองตัว เพื่อวัดหาค่าการพองตัวของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางต่อไป

5.3.10 จดค่าการขยายตัวจากมาตรวัดทุกวัน จนครบ 4 วัน (ถ้าหากค่าการพองตัวคงที่ อาจหยุดอ่านได้ หลังจากแช่น้ำแล้ว 48 ชั่วโมง)

5.3.11 ยกแบบออกจากน้ำและตะแคงแบบ เพื่อรินน้ำทิ้งและปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 15 นาที เพื่อให้น้ำไหลออกจากแบบ

5.3.12 นำแบบเข้าเครื่องกดทดสอบ ซึ่งมีท่อนกดขนาดพื้นที่หน้าตัด 1,935.5 ตร.มม. (3 ตร.นิ้ว) ประกอบติดอยู่ จัดให้ผิวหน้าของดินในแบบ แตะสัมผัสกับท่อนกดดังกล่าว จัดเข็มของมาตรวัด ที่จะใช้วัดค่าการจมตัว (Penetration) ให้อยู่ที่จุดศูนย์

5.3.13 กดท่อนกดในอัตรา 0.05 นิ้วต่อนาที พร้อมกับอ่านค่าน้ำหนักที่ตรงกับค่าการจมตัว 0, 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.125, 0.150, 0.175, 0.200, 0.250, 0.300, 0.350, 0.400, 0.450 และ 0.500 นิ้ว

5.3.14 เสร็จแล้วถอดแบบออกจากเครื่องกดทดสอบ เก็บตัวอย่างวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางตรงกลางตามแนวตั้ง แล้วนำไปหาความชื้น

5.3.15 เขียนกราฟระหว่างน้ำหนักกด และค่าการจมตัว (Stress VS Penetration) เพื่อหาค่า CBR ต่อไป สำหรับในการเขียนกราฟระหว่างน้ำหนักกด และค่าการจมตัว เพื่อหาค่า CBR จำเป็นจะต้องทำการแก้เส้นกราฟ โดยเลื่อนจุดศูนย์ของค่าการจมตัว ในกรณีที่เส้นกราฟหงายเพื่อให้ได้ค่า CBR ที่แท้จริง

5.3.16 เมื่อได้ค่า CBR ของแต่ละตัวอย่างแล้วเขียนเส้นกราฟระหว่างค่า CBR และค่าความหนาแน่นแห้ง (Dry Density) เพื่อหาค่า CBR เป็นร้อยละของการบดอัดที่ต้องการต่อไป

โดยขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติทางด้วยวิศวกรรมของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถม แสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 การทดสอบคุณสมบัติทางด้วยวิศวกรรมของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถม

5.4 การคำนวณค่า CBR ในการคำนวณหาค่า CBR ให้ถือน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Load) ดังนี้

ค่าการจมตัว (มม.)	น้ำหนักมาตรฐาน (Standard Load) กิโลกรัม	ค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Unit Load) กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
2.54 (0.1")	1,360.8 (3,000 lb)	70.3 (1,000 lb/in)
5.08 (0.2")	2,041.2 (4,500 lb)	105.46 (1,500 lb/in)
7.62 (0.3")	2,585.5 (5,700 lb)	133.59 (1,900 lb/in)
10.16 (0.4")	3,129.8 (6,900 lb)	161.71 (2,300 lb/in)
12.70 (0.5")	3,538.0 (7,800 lb)	182.81 (2,600 lb/in)

หมายเหตุ พื้นที่หน้าตัดของท่อนกด 1,935.5 ตร.มม. (3 ตร.นิ้ว)

คำนวณค่า CBR

จากสูตร

$$\%CBR = (X/Y)x100$$

เมื่อ

X = ค่าน้ำหนักที่อ่านได้ต่อหน่วยพื้นที่ของท่อนกด (สำหรับค่าการจมตัวที่ 2.54 มม.หรือ 0.1 นิ้ว และที่เพิ่มขึ้นอีกทุกๆ 2.54 มม.)

Y = ค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Unit Load) กก./ตร.ซม. (จากตารางข้างต้น)

6. ผลการวิจัย

ค่า %CBR ของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทาง 1 : 0, 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1 โดยปริมาตร แสดงในตารางที่

ตารางที่ 1 ค่า %CBR ของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนต่างๆ

วัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์:ทรายถมคันทาง โดยปริมาตร	%CBR
1 : 0	21.3%
1 : 1	30.8%
2 : 1	42.3%
3 : 1	37.8%

จากตารางที่ 1 พบว่า

- ค่า %CBR ของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทาง 1 : 0, 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1 โดยปริมาตรมีค่า 21.3%, 30.8%, 42.3% และ 37.8% ตามลำดับ
- ค่า %CBR ของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางที่สัดส่วน 1 : 1, 2 : 1 และ 3 : 1 โดยปริมาตรมีค่ามากกว่าวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์อยู่ที่ 9.5%, 21.0% และ 16.5% ตามลำดับ
- ค่า %CBR ที่เพิ่มขึ้นของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทาง 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1 โดยปริมาตรเทียบกับวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ คิดเป็น 44.60%, 98.59% และ 77.46% ตามลำดับ

7. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

- ค่า %CBR ของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางในสัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทาง 1 : 0, 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1 โดยปริมาตรมีค่า 21.3%, 30.8%, 42.3% และ 37.8% ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์แล้วมีค่า%CBR ที่เพิ่มขึ้นคิดเป็น 44.60%, 98.59% และ 77.46% ตามลำดับ
- สัดส่วนวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ : ทรายถมคันทาง 2 : 1 โดยปริมาตรเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากให้ค่า %CBR ที่สูงที่สุด สามารถนำมาใช้ทดแทนชั้นรองพื้นทางได้เป็นอย่างดี
- ทรายถมคันทางเมื่อนำมาผสมกับวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ทำให้ค่า % CBR เพิ่มขึ้น

8. ข้อเสนอแนะ

การนำวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์ผสมทรายถมคันทางเพื่อมาใช้เป็นชั้นรองพื้นทางควรทำการทดสอบหาสัดส่วนที่เหมาะสมในแต่ละสายทางก่อนนำมาใช้งานเนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุขูดไสผิวทางแอสฟัลต์และทรายถมคันทางของแต่ละแหล่งมีความแตกต่างกัน

9. บรรณานุกรม

ทล.-ม. 105/2532 "มาตรฐานรองพื้นทางวัสดุมวลรวม" กรมทางหลวง, กรุงเทพ.

ทล.-ท. 108/2517 "วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน" กรมทางหลวง, กรุงเทพ.

ทล.-ท.109/2517 "วิธีการทดลองเพื่อหาค่า CBR" กรมทางหลวง, กรุงเทพ.