

การศึกษากระบวนการขั้นตอนการวางแผนออกแบบผิวทางแบบยืดหยุ่น ชนิดพอร์สแอสฟัลท์

STUDY OF PROCESS RELATED TO THE PLANNING OF POROUS ASPHALT FLEXIBLE PAVEMENT DESIGN

ธรรมมา เจียรธรวาณิช¹ และ สุวิมล เจียรธรวาณิช²

¹รองผู้อำนวยการ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

กรุงเทพ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120, Thamma.J@mail.rmutk.ac.th

²ประธานหลักสูตร สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900, Jsuwimol@gmail.com

Thamma Jairtalawanich¹ and Suwimol Jairtalawanich²

¹Deputy Director, Center of Academic Resources and Information Technology,

Rajamangala University of Technology Krungthep, Sathorn, Bangkok, 10120, Thailand,

Thamma.J@mail.rmutk.ac.th

²Head of Curriculum, Department of Logistics Management and Innovation,

Faculty of Engineering, Saint John's University, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand,

Jsuwimol@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอความเป็นไปได้ในการขยายผิวทางเดิมในซอยเทพารักษ์ 116 โดยใช้วัสดุพอร์สแอสฟัลต์คอนกรีตในการปรับปรุงผิวหน้าถนน ซึ่งการออกแบบพอร์สแอสฟัลต์คอนกรีตตามมาตรฐานพอร์สแอสฟัลต์คอนกรีต กรมทางหลวง โดยการศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เนื่องจากถนนที่ก่อสร้างและถูกใช้งานมาระยะหนึ่ง ไม่สามารถรองรับจำนวนปริมาณรถที่สัญจรเข้าออกเป็นจำนวนมากได้ โดยใช้วิธีการขยายถนน เพิ่มขึ้นจากของเดิม ออกแบบโครงสร้างชั้นถนนใหม่ ตัดถนนใหม่เพื่อความสะดวกและปลอดภัย และเปลี่ยนหน้าถนนเดิม โดยการศึกษาการใช้วัสดุพอร์สแอสฟัลต์คอนกรีตมาปรับปรุงหน้าถนน ได้ทำการนับปริมาณจำนวนรถที่สัญจรในแต่ละวันและแต่ละช่วงเวลา, คำนวณค่าในแต่ละชั้นของถนน, ศึกษาวัสดุพอร์สแอสฟัลต์คอนกรีตที่เหมาะสมในการปรับปรุงผิวหน้าถนน, เขียนรายละเอียดของชั้นถนน โดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ จำลองการขยายถนน การตัดผ่านถนน ชั้นของถนน ออกมาในรูปแบบโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ จากการ

สำรวจและศึกษาความเป็นไปได้ในการขยายผิวทางเดิมในซอยเทพารักษ์ 116 โดยใช้วัสดุพอร์สแอสฟัลต์คอนกรีต มีโอกาสที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยอ้างอิงการออกแบบผิวทางพอร์สแอสฟัลต์ ตามที่ มาตรฐานพอร์สแอสฟัลต์กรมทางหลวงได้กำหนดไว้

คำสำคัญ: พอร์สแอสฟัลต์, การออกแบบผิวทางแบบยืดหยุ่น, การจำลองการขยายถนน

ABSTRACT

This research to presentation possibility in expansion of the original surface in Soi Thepharak 116. By use Porous Asphalt concrete material to improve road surface. Which design from Porous Asphalt concrete to standard Porous Asphalt concrete of Department of Highways. This study it has a goal because the street that construct and was used a period time to can't accommodate number of cars that can be to entrance and out that using the road extension method increase from the original. Design the structure the new road. Intersect new road for comfortable and safety and change the original surface. By studying the use of Porous Asphalt concrete material to improve road surface. To make counted number of car traffic in transit in each a day and in each the time, Calculate the value of each floor of the road. Study Porous Asphalt concrete material that suitable to improve road surface, write detail of floor of road by used Computer Programing, Road expansion simulator, Intersect through the road, floor of road to design in form Computer Programing. From the survey and study possibility in expansion of the original surface in Soi Thepharak 116. By use Porous Asphalt concrete material. The opportunity to use it to reference design Porous Asphalt pavement to standard Porous Asphalt concrete of Department of Highways defined.

KEYWORDS: Porous Asphalt, Flexible Pavement Design, Simulation of the Extended Road

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษากระบวนการขั้นตอนการออกแบบผิวทางแบบยืดหยุ่นชนิดพอร์สแอสฟัลต์คอนกรีต ในตัวเมืองจะทำได้นั้น จำเป็นต้องมีข้อมูลทางภูมิประเทศเดิมก่อนทำการศึกษาออกแบบ ต้องมีการสำรวจพื้นที่และรายละเอียดต่างๆของข้อมูลพื้นที่ไปใช้ในการพิจารณาออกแบบแสดงตัวอย่างจำลองของการออกแบบโดยใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบจำลอง ให้มีความถูกต้องใกล้เคียงในการใช้จริงมากที่สุดความเป็นไปได้ในการออกแบบผิวทางมีเป็นงานด้านหนึ่งทางวิศวกรรมซึ่งเกี่ยวข้องกับวิชาวิศวกรรมการทางและวิศวกรรมการขนส่ง เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในการนำไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมในการออกแบบและแก้ไขปัญหาการสำรวจพื้นที่

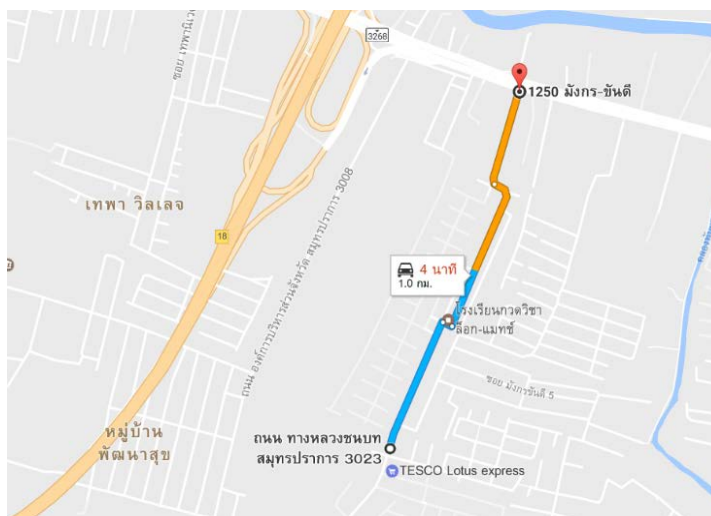
ภูมิประเทศและพื้นที่ในโครงการเพื่อกำหนดตำแหน่งทางราบและทางตั้งเพื่อให้ได้รายละเอียดสิ่งปลูกสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น พื้นที่ที่เป็นธรรมชาติหรือถูกปล่อยให้รกร้างและเส้นชั้นความสูง ระดับความสูงพื้นที่ไปใช้ในการออกแบบ ซึ่งการสำรวจภูมิประเทศนั้นทำได้ยากเนื่องจากใช้จำนวนผู้ปฏิบัติงานภาคสนาม อุปกรณ์ เครื่องมือ เป็นจำนวนมาก ใช้ระยะเวลาในการลงภาคสนามนาน อาจมีความคลาดเคลื่อนในการเก็บรายละเอียดในการปฏิบัติงาน อาจเกิดจากสภาพบุคคล เช่น บุคคลไม่ชำนาญในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือ การอ่านค่าผิด การจดค่าผิด อุปกรณ์เครื่องมือมีความผิดพลาดมีปัญหาคือ เป็นต้น

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการบวนการขั้นตอนการออกแบบผิวทางยึดหยุ่น และเพื่อศึกษาการออกแบบผิวทางด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

3. ขอบเขตของการศึกษา

โดยมีขอบเขตการศึกษาคือ การศึกษาเก็บข้อมูลเฉพาะพื้นที่ ซอยเทพารักษ์ 116 (มังกร-ขันตี) อำเภอเทพารักษ์ จังหวัดสมุทรปราการ ดังแสดงในรูปที่ 1 พื้นที่ที่ทำการศึกษา ซึ่งการศึกษานี้เป็นการออกแบบถนนเฉพาะผิวทางพอร์สแลนด์คอนกรีตที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมทางและการศึกษานี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบแสดงตัวอย่างจริงเท่านั้น



ที่มา: <https://www.google.co.th/maps>

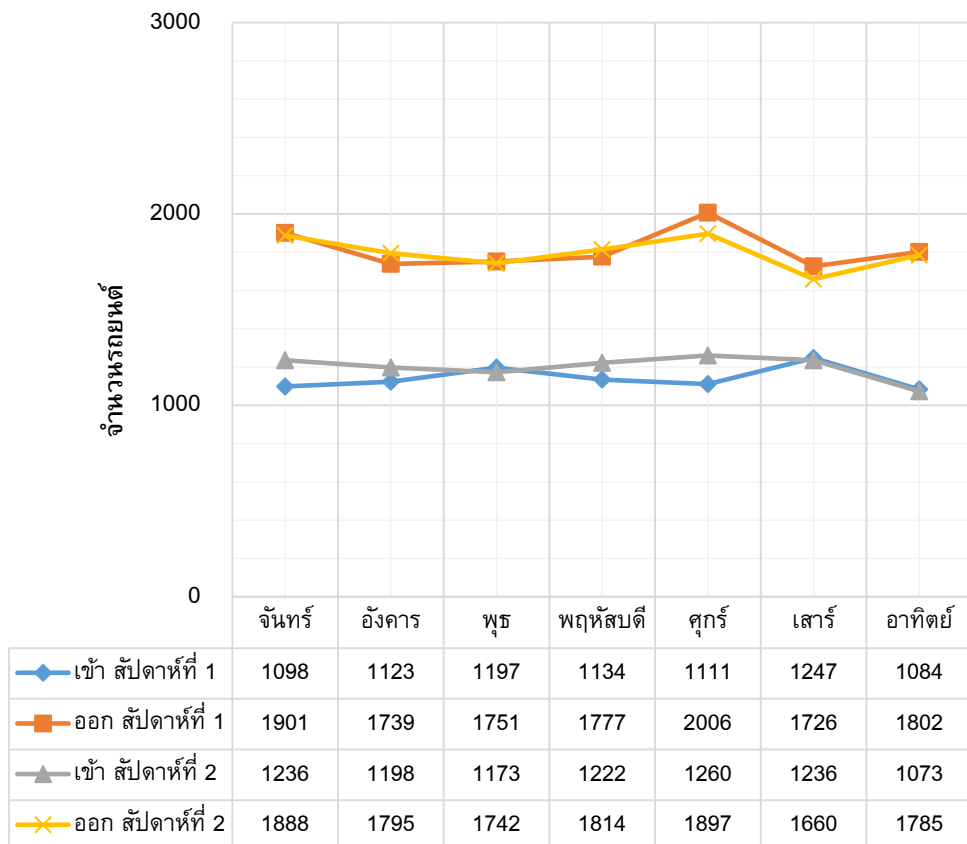
รูปที่ 1 ความยาวจากทางเข้าซอยจนถึงจุดที่มีการขยายถนนภายใน

4. ขั้นตอนการศึกษา [1]

4.1 การสำรวจปริมาณการจราจร

จากตารางการสำรวจปริมาณการจราจรภาคสนาม สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการจราจรในช่วงเวลาวิกฤติ เป็นเวลา 2 สัปดาห์โดยแบ่งรถเป็น 2 ประเภท คือ 1) รถจักรยานยนต์ และ 2) รถยนต์ (เพลาดียว)

จากการสำรวจปริมาณการจราจรในช่วงเวลาวิกฤติ 2 สัปดาห์ สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ของช่วงเวลา ประเภทรถ ของแต่ละสัปดาห์ ทั้ง 4 กรณี คือ กรณีที่ 1 ความสัมพันธ์ รถยนต์เข้า-ออก ช่วงเช้า กรณีที่ 2 ความสัมพันธ์รถยนต์เข้า-ออก ช่วงเย็น กรณีที่ 3 ความสัมพันธ์ รถจักรยานยนต์เข้า-ออก ช่วงเช้า และกรณีที่ 4 ความสัมพันธ์รถจักรยานยนต์เข้า-ออก ช่วงเย็น โดยตัวอย่างกราฟ กรณีที่ 1 แสดงผลความสัมพันธ์รถยนต์เข้า-ออก ช่วงเช้า ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กราฟแสดงผลเข้า-ออก ของรถยนต์ เวลา 7.00 น. - 9.00 น.

4.2 การออกแบบโครงสร้างถนนลาดยางโดยวิธี Asphalt Institute Method 1970 [2]

ซึ่งจากปริมาณการเข้าออกแล้วนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบโครงสร้างถนนลาดยางในกรณีศึกษาที่ใช้ผิวทางแบบ Asphalt Institute Method 1970 ในการออกแบบ โดยปริมาณรถจากการสำรวจในช่วงเวลาวิกฤตช่วงเวลา 2 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ปริมาณรถจากการสำรวจในช่วงเวลาวิกฤตช่วงเวลา 2 สัปดาห์

		ค่าเฉลี่ยจำนวนรถระหว่าง 2 สัปดาห์	
		รถยนต์	รถจักรยานยนต์
ช่วงเวลารถเข้า	7.00 น. - 9.00 น.	1,171	825
	16.00 น.- 18.00 น.	1,660	1,056
ช่วงเวลารถออก	7.00 น. - 9.00 น.	1,804	1,165
	16.00 น.- 18.00 น.	1,240	895

ตารางที่ 2 ปริมาณรถจากการสำรวจในช่วงเวลาวิกฤตช่วงเวลา 2 สัปดาห์ (คัน/วัน)

	จำนวน(คัน)	ค่าเฉลี่ยจำนวนรถเข้า-ออก		ทั้งหมด (คัน/วัน)
		ในเวลา 2 ชั่วโมง	ในเวลา 1 ชั่วโมง	
ช่วงเวลารถเข้า	1,660*	1,732	866	20,784
ช่วงเวลารถออก	1,804*			

คำนวณ Design Traffic Number

- (1) Initial Daily Traffic (IDT) = $866 \text{ คัน} \times 24 \text{ ชั่วโมง} = 20,784 \text{ คัน/วัน}$
- (2) Percent of Heavy Trucks = 5.0 %
- (3) Percent of Traffic in Design Lane = 0.50
- (4) Number of Heavy Trucks = $12,124 \times 0.05 \times 0.50 = 303 \text{ คัน}$
- (5) Average Gross Weight of Heavy Trucks = 21.0 ตัน = 46,200 ปอนด์
- (6) Single Axle Load Limit = 18,000 ปอนด์
- (7) Initial Traffic Number (ITN) = 12.59 > 10.00 O.K.
- (8) จากข้อมูลจะได้ Traffic Growth Rate = 5.0 %

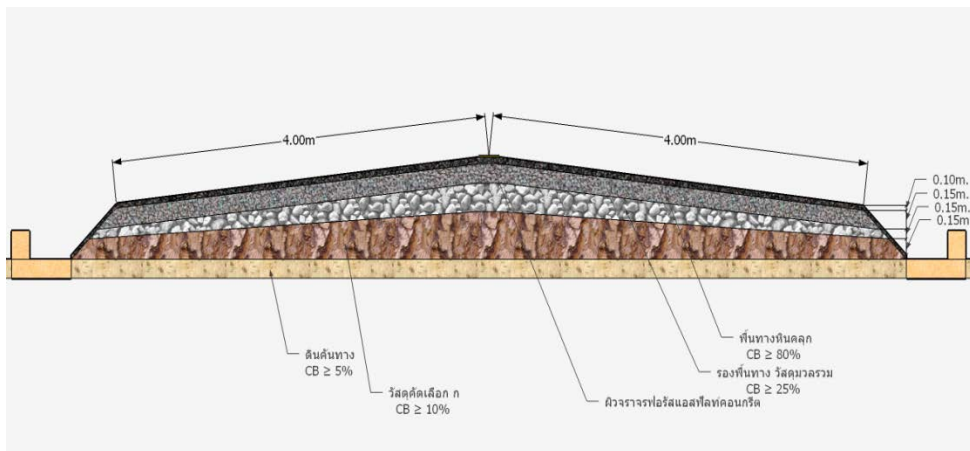
(9) ITN Adjustment Factor = 1,259

(10) Design Traffic Number (DTN) = 1,259 x 0.628 = 790.65

ประมาณค่าความหนา TA ความหนาของแอสฟัลท์คอนกรีตทั้งหมดที่ต้องการได้

$$TA = 11.05 \text{ นิ้ว}$$

จากการตรวจสอบความหนา TA ที่ต้องการเหนือแต่ละชั้น พบว่า โครงสร้างชั้นทางที่ออกแบบไว้มีความหนาเพียงพอ โดยสรุปการออกแบบโครงสร้างชั้นทางเป็นดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 รูปตัดความหนาชั้นทางของตัวอย่างถนนที่ออกแบบ

4.3 การตรวจสอบการออกแบบส่วนผสมผิวทางพอร์สแอสฟัลท์คอนกรีต [3-5]

การตรวจสอบการออกแบบส่วนผสมผิวทางพอร์สแอสฟัลท์คอนกรีต โดยแสดงผลการตรวจสอบส่วนผสม ดังตารางที่ 3 และแสดงผลการปริมาณแอสฟัลท์ซีเมนต์ที่เหมาะสม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบส่วนผสม

Gradation Type	Percentage Passing of 2.36 mm	Asphalt cement	Average Density	Average volume of Asphalt	Average Air Void
	(%)	(%)	(g/cm ³)	(%)	(%)
Gradation A	18.2	4.8	2.036	9.5	19.8
Gradation B	15.2	4.5	1.955	8.6	23.4
Gradation C	12.2	4.2	1.905	7.7	25.7

- นำภาชนะและส่วนผสมพอร์สแอสฟัลต์ที่เกลี่ยไว้แล้ว นำเข้าตู้อบโดยให้อุณหภูมิที่ 170 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการอบ 1 ชั่วโมง
- นำภาชนะออกจากตู้อบ เทส่วนผสมพอร์สแอสฟัลต์ออกให้เหลือเฉพาะบางส่วนที่ติดกับภาชนะ (Asphalt Mortar) ที่ติดบนภาชนะเท่านั้น
- ทำการชั่งน้ำหนักภาชนะและบันทึกข้อมูล

ตารางที่ 4 ผลการปริมาณแอสฟัลท์ซีเมนต์ที่เหมาะสม

Asphalt content	Asphalt Mixture Before test	Asphalt Mortar	Run-off Loss
(%)	(g)	(g)	(%)
3.5	1,980.4	1.8	0.09
4.0	1,973.2	12.3	0.62
4.5	1,982.1	25.0	1.26
5.0	1,973.6	59.7	3.02
5.5	1,968.8	83.9	4.26

ในที่นี้ได้ค่าปริมาณแอสฟัลท์ซีเมนต์ที่เหมาะสมเท่ากับ 4.5 เปอร์เซ็นต์ นำผลปริมาณยางแอสฟัลต์นี้ไปเตรียมตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมต่อไป

เตรียมตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรม ดังนี้

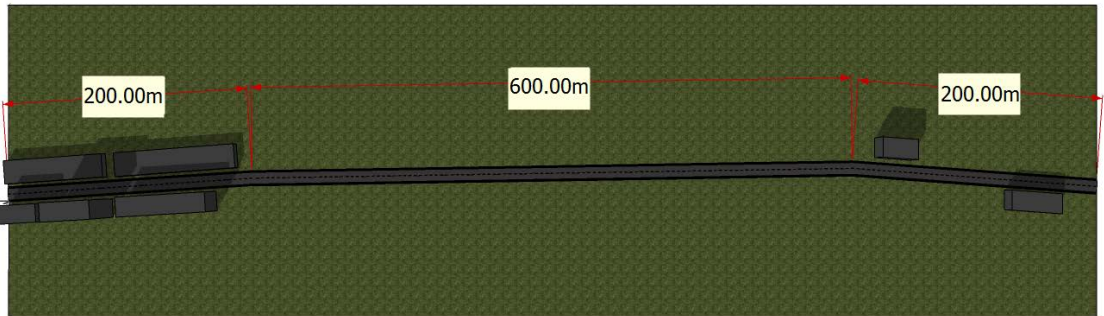
1. ก้อนตัวอย่างพอร์สแอสฟัลต์สำหรับทดสอบ ให้บดอัดโดยวิธีมาร์แชลทำการอัดด้านละ 50 ครั้ง ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.604/2517

2. แผ่นตัวอย่างพอร์สแอสฟัลต์คอนกรีต สำหรับทดสอบค่าเสถียรภาพความต้านทานการเกิดร่องล้อ ขนาด 30.5 x 40 เซนติเมตร เตรียมโดยเครื่อง Roller Compactor

ทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยก้อนตัวอย่างตามข้อ 1 จะนำไปทดสอบค่าความหนาแน่น, ค่าช่องว่างอากาศ, ค่าความต่อเนื่องช่องว่างอากาศ, ค่าเสถียรภาพก้อนตัวอย่าง, ค่าการไหล และค่าความคงทนต่อการขัดสีของก้อนตัวอย่าง ส่วนแผ่นตัวอย่างตามข้อ 2 จะทดสอบค่าเสถียรภาพความต้านทานการเกิดร่องล้อในห้องปฏิบัติการ

5. ผลการดำเนินงานวิจัย

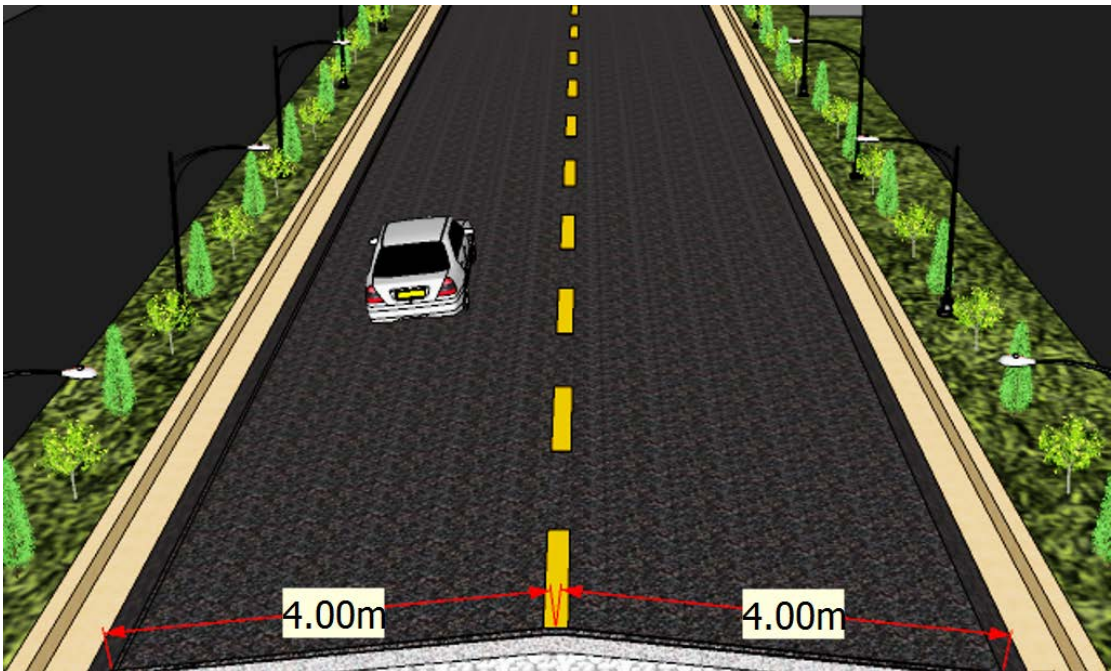
ผลการทดลองและนำมาออกแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากผลการดำเนินการออกแบบโครงสร้างถนนลาดยางได้ความหนาชั้นทางที่เหมาะสม และส่วนผสมบอร์สแอสฟัลท์คอนกรีตตามมาตรฐานแล้วนั้น นำมาเขียนรูปแบบโมเดลเสมือนจริงสำหรับการก่อสร้างทางตามกรณีศึกษาได้ดังรูปที่ 4 ถึง รูปที่ 7



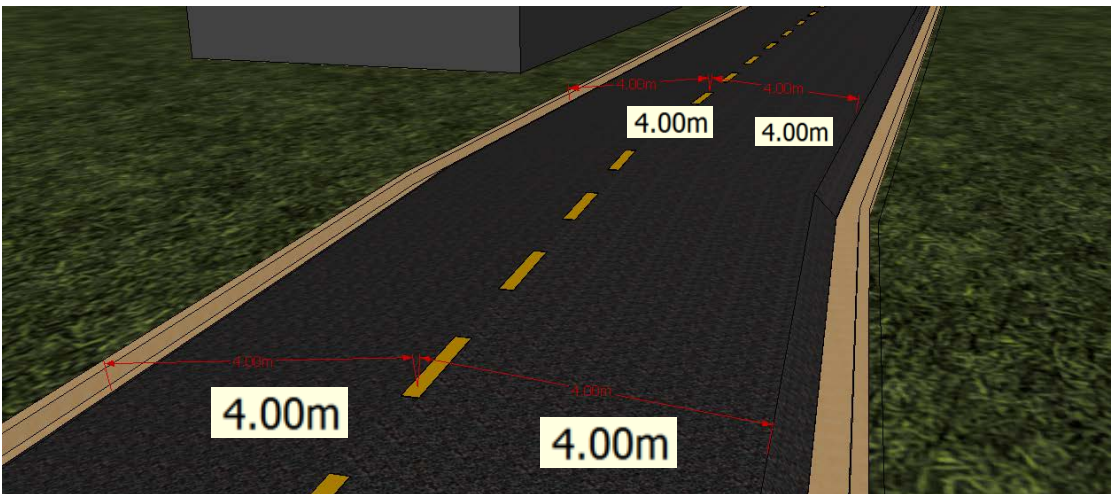
รูปที่ 4 รูปแบบถนนใหม่จากมุมมองสูง (Top View)



รูปที่ 5 ถนน 2 ช่องทางจราจร



รูปที่ 6 ระยะความกว้างถนน ช่วงทางเข้าซอย



รูปที่ 7 ระยะความกว้าง ช่วงกลางซอย

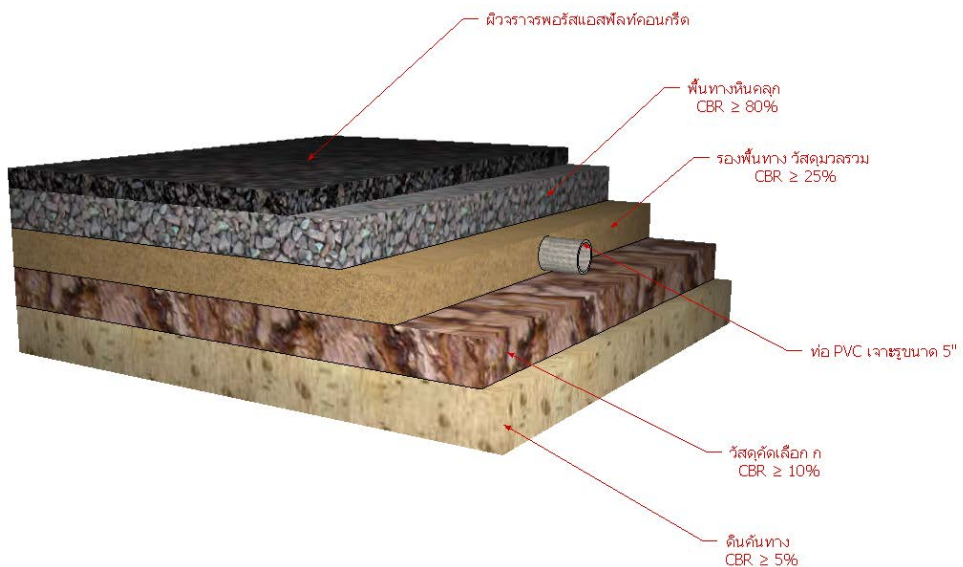
6. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษา วิเคราะห์และคำนวณโครงสร้างถนนลาดยางโดยวิธี Asphalt Institute Method พบว่า ได้ค่าการออกแบบชั้นทาง ดังนี้

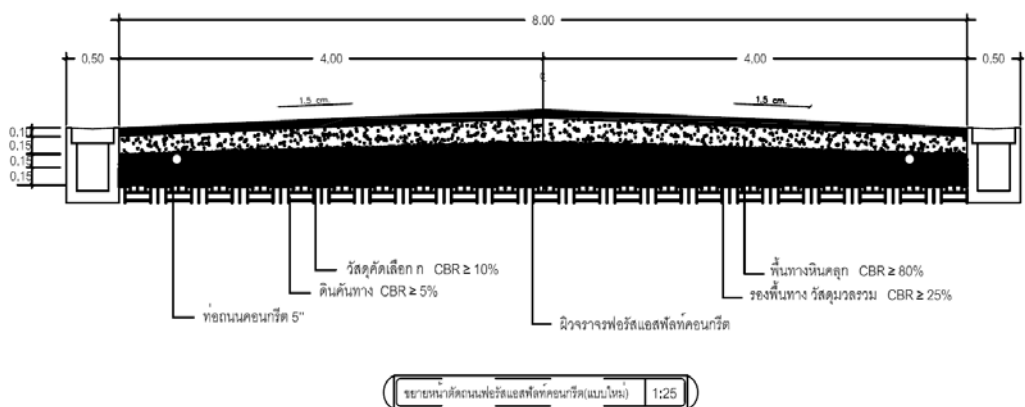
1. ชั้นวัสดุคัดเลือก ก. มีความหนา 15 เซนติเมตร ค่า CBR 10 %

2. ชั้นวัสดุมวลรวม มีความหนา 15 เซนติเมตร ค่า CBR 25 %
3. ชั้นหินคลุก มีความหนา 15 เซนติเมตร ค่า CBR 80 %
4. ชั้นผิวพอร์สแอสฟัลท์คอนกรีต มีความหนา 15 เซนติเมตร

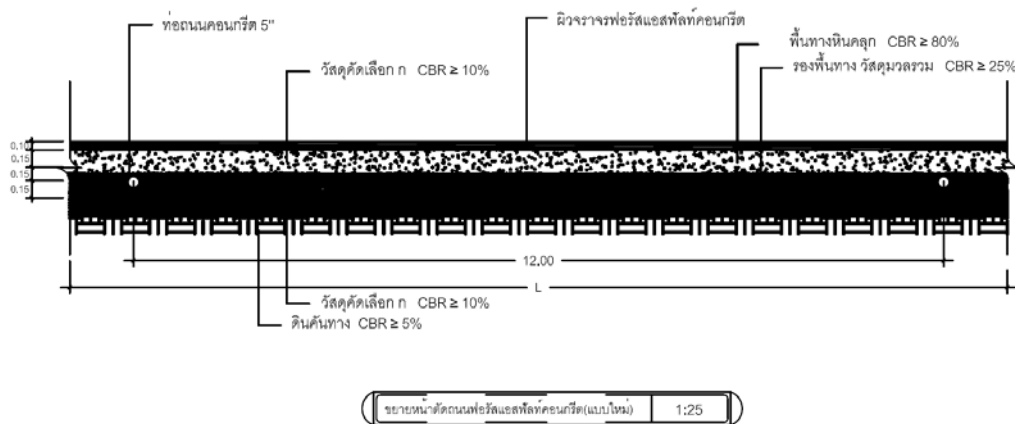
จากการคำนวณโครงสร้างถนนลาดยางโดยวิธี Asphalt Institute Method ค่าที่ได้มานั้นยอมรับได้จากการตรวจสอบทางทฤษฎี สามารถนำไปใช้ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบโครงสร้างทางลาดยางได้จริง เนื่องจากมีการอ้างอิงในการออกแบบตามมาตรฐาน ช่วยในการพิจารณาในการออกแบบ การปรับปรุงพัฒนาความก้าวหน้าทางการคมนาคม บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่ต้องการ ตามนโยบายที่วางไว้ ดังแสดงในรูปที่ 8 ถึง รูปที่10 ดังนี้



รูปที่ 8 รูปแบบการใช้วัสดุในแต่ละชั้นทาง



รูปที่ 9 รูปหน้าตัดด้านกว้างในแต่ละชั้นทาง



รูปที่ 10 รูปหน้าตัดด้านยาวของชั้นทาง

References

- [1] Thamma Jairtalawanich. Transportation engineering. Bangkok: Rajamangala University of Technology Krungthep; 2013. (In Thai)
- [2] Worapan Kaelpittayaporn. Project schedule evaluation system for road construction. [Thesis/Master of Civil Engineering]. Bangkok: Kasetsart University; 2006. (In Thai)
- [3] DRR. 237-2545. Standard pavement porous asphalt concrete. Bangkok: Department of Rural Roads. Bangkok; 2002. (In Thai)
- [4] Warut Rassameekobkul, Thanongsak Imjai, Thaworn Takaikeaw. Porous asphalt pavement design using material available in Thailand. Rajamangala University of Technology Tawan-Ok Research Journal 2016;2:50-9. (In Thai)
- [5] Warut Rassameekobkul, Thanongsak Imjai, Thaworn Takaikeaw. Performance of porous asphalt pavement with Tafpack-Super additives. Engineering Journal of Research and Development 2017;1:5-16. (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



ผศ.ธรรมมา เจียรธรวาณิช ปัจจุบันดำรงตำแหน่งรองผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ สังกัดภาควิชาวิศวกรรมโยธา สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระดับ

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการจัดการงานก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการวัดและ
ประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช งานวิจัยที่สนใจ คือ
วิศวกรรมขนส่งและจราจร วิศวกรรมการทาง การทดสอบวัสดุก่อสร้าง
และงานวิจัยเชิงสำรวจ ที่อยู่ เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขต
สาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์/โทรสาร 02 287 9638 E-Mail:
Thamma.J@mail.rmuk.ac.th, Thamma.J@gmail.com



สุวิมล เจียรธรวานิช ปัจจุบันดำรงตำแหน่งประธานหลักสูตร สาขาวิชา
การจัดการโลจิสติกส์และนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เซนต์จอห์น สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาห
การ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอุต
สาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรม
ทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการ
วัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช งานวิจัยที่
สนใจ คือ การควบคุมคุณภาพการผลิต เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม และ
งานวิจัยเชิงสำรวจ ที่อยู่ เลขที่ 1110/5 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงจอมพล
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02 938 7058-65 ต่อ 285 โทรสาร
02 938 7071 E-Mail: Jsuwimol@gmail.com