การศึกษากระบวนการขั้นตอนการวางแผนออกแบบผิวทางแบบยืดหยุ่นชนิดพอรัสแอสฟัลท์

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

ธรรมมา เจียรธราวานิช[1] และ สุวิมล เจียรธราวานิช[2]
[1]รองผู้อำนวยการ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120, Thamma.J@mail.rmutk.ac.th
[2]ประธานหลักสูตร สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900, Jsuwimol@gmail.com

Thamma Jairtalawanich[1] and Suwimol Jairtalawanich[2]
[1]Deputy Director, Center of Academic Resources and Information Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep, Sathorn, Bangkok, 10120, Thailand, Thamma.J@mail.rmutk.ac.th
[2]Head 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 โดยใช้วัสดุพอรัสแอสฟัลต์คอนกรีตในการปรับปรุงผิวหน้าถนน ซึ่งการออกแบบพอรัสแอสฟัลต์คอนกรีตตามมาตรฐานพอรัสแอสฟัลต์คอนกรีต กรมทางหลวง โดยการศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เนื่องจากถนนที่ก่อสร้างและถูกใช้งานมาระยะหนึ่ง ไม่สามารถรองรับจำนวนปริมาณรถที่สัญจรเข้าออกเป็นจำนวนมากได้ โดยใช้วิธีการขยายถนน เพิ่มขึ้นจากของเดิม ออกแบบโครงสร้างชั้นถนนใหม่ ตัดถนนใหม่เพื่อความสะดวกและปลอดภัย และเปลี่ยนหน้าถนนเดิม โดยการศึกษาการใช้วัสดุพอรัสแอสฟัลต์คอนกรีตมาปรับปรุงหน้าถนน ได้ทำการนับปริมาณจำนวนรถที่สัญจรในแต่ละวันและแต่ช่วงเวลา,คำนวนค่าในแต่ละชั้นของถนน,ศึกษาวัสดุพอรัสแอสฟัลต์คอนกรีตที่เหมาะสมในการปรับปรุงผิวหน้าถนน, เขียนรายละเอียดของชั้นถนน โดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ จำลองการขยายถนน การตัดผ่านถนน ชั้นของถนน ออกมาในรูปแบบโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ จากการ

สำรวจและศึกษาความเป็นไปได้ในการขยายผิวทางเดิมในซอยเทพารักษ์ 116 โดยใช้วัสดุพอรัสแอสฟัลต์คอนกรีต มีโอกาสที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยอ้างอิงการออกแบบผิวทางพอรัสแอสฟัลต์ ตามที่ มาตรฐานพอรัสแอสฟัลต์กรมทางหลวงได้กำหนดไว้

คำสำคัญ: พอรัสแอสฟัลต์, 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

การศึกษากระบวนการขั้นตอนการออกแบบผิวทางแบบยืดหยุ่นชนิดพอรัสแอสฟัลท์คอนกรีตในตัวเมืองจะทำได้นั้น จำเป็นต้องมีข้อมูลทางภูมิประเทศเดิมก่อนทำการศึกษาออกแบบ ต้องมีการสำรวจพื้นที่และรายละเอียดต่าง ๆของข้อมูลพื้นที่ไปใช้ในการพิจารณาออกแบบแสดงตัวอย่างจำลองของการออกแบบโดยใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบจำลอง ให้มีความถูกต้องใกล้เคียงในการใช้จริงมากที่สุดความเป็นไปได้ในการออกแบบผิวทางมีเป็นงานด้านหนึ่งทางวิศวกรรมซึ่งเกี่ยวข้องกับวิชาวิศวกรรมการทางและวิศวกรรมการขนส่ง เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในการนำไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมในการออกแบบและแก้ไขปัญหาการสำรวจพื้นที่

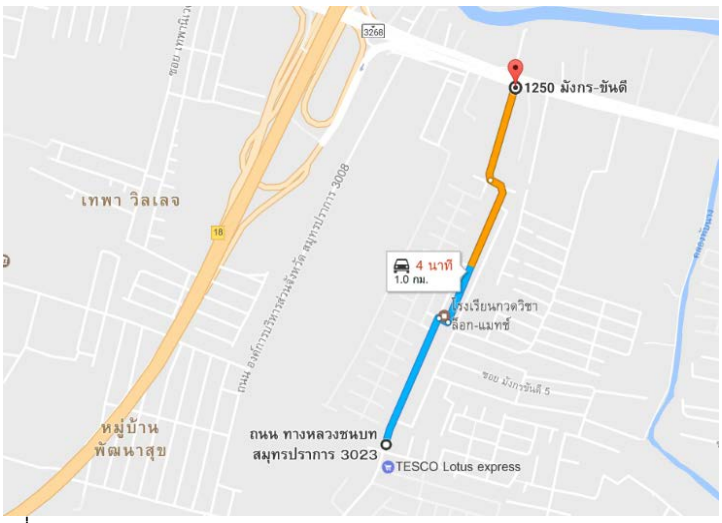
ภูมิประเทศและพื้นที่ในโครงการเพื่อกำหนดตำแหน่งทางราบและทางดิ่งเพื่อให้ได้รายละเอียดสิ่งปลูกสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น พื้นที่ที่เป็นธรรมชาติหรือถูกปล่อยให้รกร้างและเส้นชั้นความสูง ระดับความสูงพื้นที่ไปใช้ในการออกแบบ ซึ่งการสำรวจภูมิประเทศนั้นทำได้ยากเนื่องจากใช้จำนวนผู้ปฏิบัติลงงานภาคสนาม อุปกรณ์ เครื่องมือ เป็นจำนวนมาก ใช้ระยะเวลาในการลงภาคสนามนาน อาจมีความคลาดเคลื่อนในการเก็บรายละเอียดในการปฏิบัติงาน อาจเกิดจากสภาพบุคคล เช่น บุคคลไม่ชำนาญในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือ การอ่านค่าผิด การจดค่าผิด อุปกรณ์เครื่องมือมีความผิดเพี้ยนมีปัญหา เป็นต้น

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการบวนการขั้นตอนการออกแบบผิวทางยืดหยุ่น และเพื่อศึกษาการออกแบบผิวทางด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

3. ขอบเขตของการศึกษา

โดยมีขอบเขตการศึกษาคือ การศึกษานี้เก็บข้อมูลเฉพาะพื้นที่ ซอยเทพารักษ์ 116 (มังกร-ขันดี) อำเภอเทพารักษ์ จังหวัดสมุทรปราการ ดังแสดงในรูปที่ 1 พื้นที่ที่ทำการศึกษา ซึ่งการศึกษานี้เป็นการออกแบบถนนเฉพาะผิวทางพอรัสแอสฟัลท์คอนกรีตที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมการทางและการศึกษานี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบแสดงตัวอย่างจริงเท่านั้น



ที่มา: https://www.google.co.th/maps

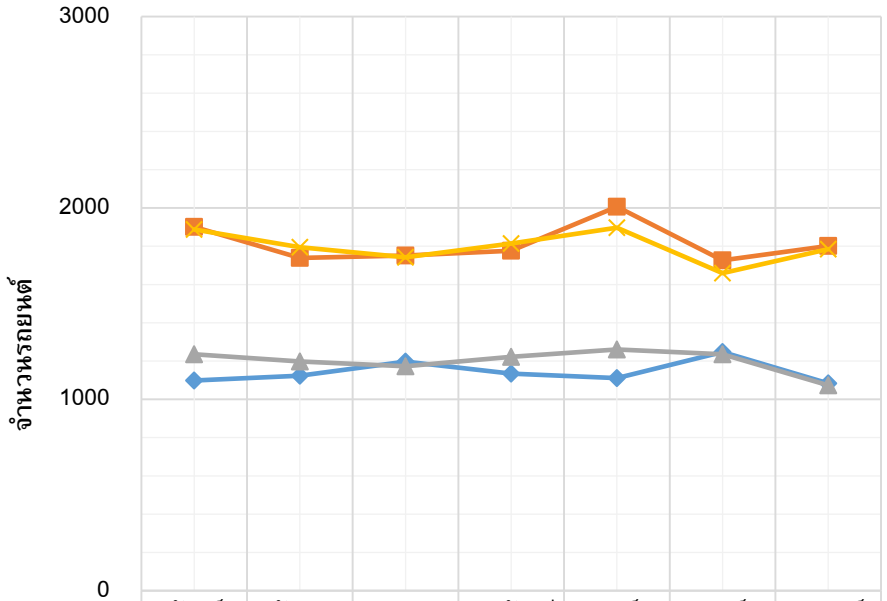
รูปที่ 1 ความยาวจากทางเข้าซอยจนถึงจุดที่มีการขยายถนนภายใน

4. ขั้นตอนการศึกษา [1]

4.1 การสำรวจปริมาณการจราจร

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

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



	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์	อาทิตย์
เข้า สัปดาห์ที่ 1	1098	1123	1197	1134	1111	1247	1084
ออก สัปดาห์ที่ 1	1901	1739	1751	1777	2006	1726	1802
เข้า สัปดาห์ที่ 2	1236	1198	1173	1222	1260	1236	1073
ออก สัปดาห์ที่ 2	1888	1795	1742	1814	1897	1660	1785

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

4.2 การออกแบบโครงสร้างถนนลาดยางโดยวิธี Asphalt Institute Method 1970 [2]

ซึ่งจากปริมาณการเข้าออกแล้วนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบโครงสร้างถนนลาดยางในกรณีศึกษานี้ใช้ผิวทางแบบ 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 คัน × 24 ชั่วโมง = 20,784 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 x 0.05 x 0.50 = 303 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 %

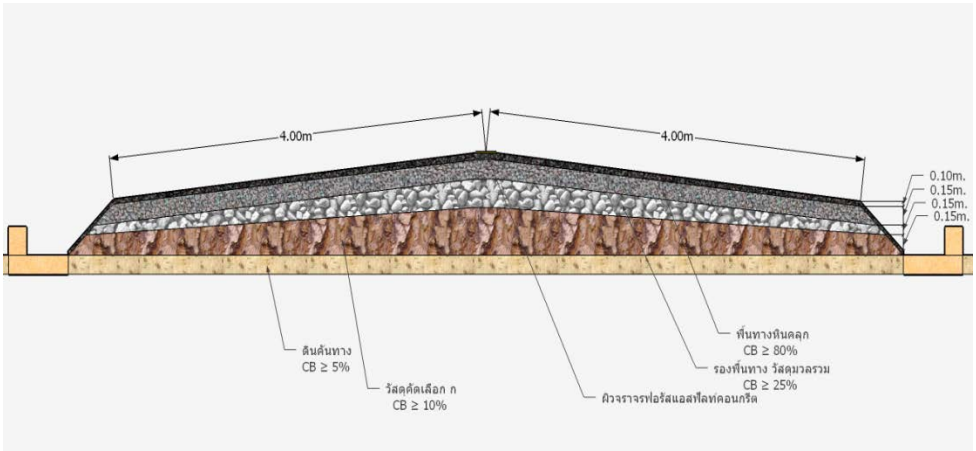
(9) ITN Adjustment Factor = 1,259

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

ประมาณค่าความหนา TA ความหนาของแอสฟัลท์คอนกรีตทั้งหมดที่ต้องการได้

TA = 11.05 นิ้ว

จากการตรวจสอบความหนา TA ที่ต้องการเหนือแต่ละชั้น พบว่า โครงสร้างชั้นทางที่ออกแบบไว้มีความหนาเพียงพอ โดยสรุปการออกแบบโครงสร้างชั้นทางเป็นดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 รูปตัดความหนาชั้นทางของตัวอย่างถนนที่ออกแบบ

4.3 การตรวจสอบการออกแบบส่วนผสมผิวทางพอรัสแอสฟัลท์คอนกรีต [3-5]

การตรวจสอบการออกแบบส่วนผสมผิวทางพอรัสแอสฟัลท์คอนกรีต 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

- นำภาชนะและส่วนผสมพอรัสแอสฟัลต์ที่เกลี่ยไว้แล้ว นำเข้าตู้อบโดยให้อุณหภูมิที่ 170 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการอบ 1 ชั่วโมง
- นำภาชนะออกจากตู้อบ เทส่วนผสมพอรัสแอสฟัลต์ออกให้เหลือเฉพาะยางส่วนที่ติดกับภาชนะ (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 เปอร์เซนต์ นำผลปริมาณยางแอสฟัลต์นี้ไปเตรียมตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมต่อไป

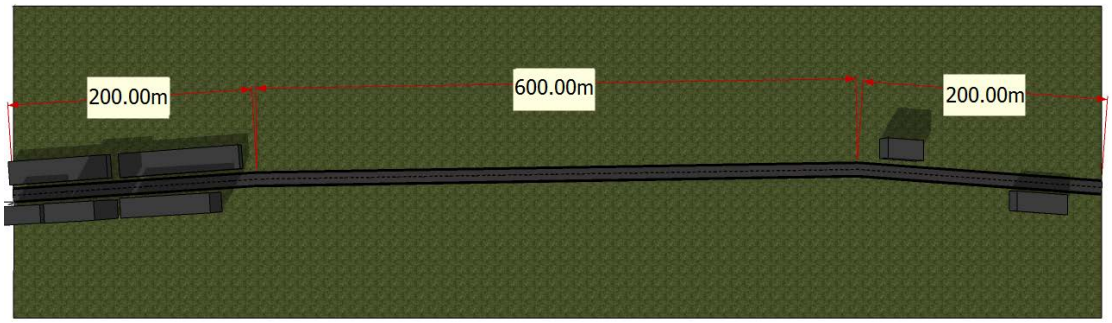
เตรียมตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรม ดังนี้

1. ก้อนตัวอย่างพอรัสแอสฟัลต์สำหรับทดสอบ ให้บดอัดโดยวิธีมาร์แชลทำการอัดด้านละ 50 ครั้ง ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.604/2517
2. แผ่นตัวอย่างพอรัสแอสฟัลต์คอนกรีต สำหรับทดสอบค่าเสถียรภาพความต้านทานการเกิดร่องล้อ ขนาด 30.5 x 40 เซนติเมตร เตรียมโดยเครื่อง Roller Compactor

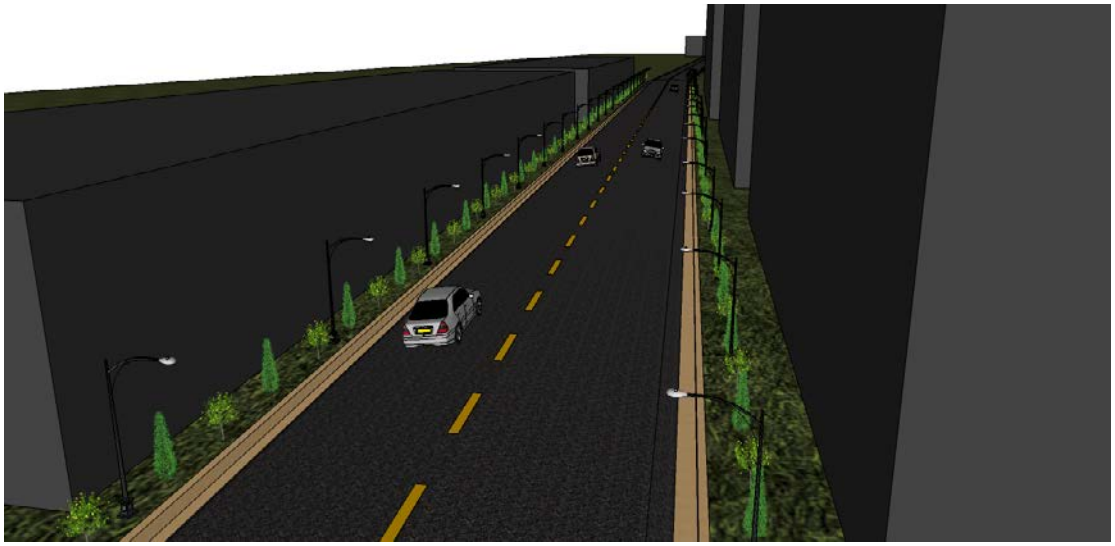
ทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยก้อนตัวอย่างตามข้อ 1 จะนำไปทดสอบค่าความหนาแน่น, ค่าช่องว่างอากาศ, ค่าความต่อเนื่องช่องว่างอากาศ, ค่าเสถียรภาพก้อนตัวอย่าง, ค่าการไหล และค่าความคงทนต่อการขัดสีของก้อนตัวอย่าง ส่วนแผ่นตัวอย่างตามข้อ 2 จะทดสอบค่าเสถียรภาพความต้านทานการเกิดร่องล้อในห้องปฏิบัติการ

5. ผลการดำเนินงานวิจัย

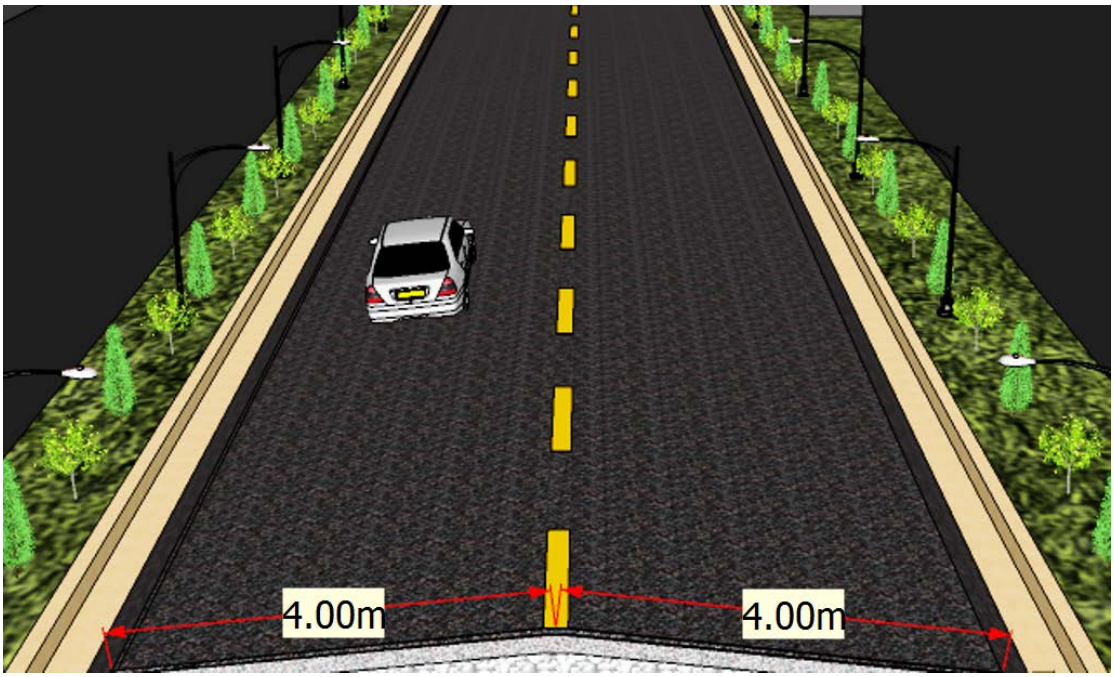
ผลการทดลองและนำมาออกแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากผลการดำเนินการออกแบบโครงสร้างถนนลาดยางได้ความหนาชั้นทางที่เหมาะสม และส่วนผสมพอรัสแอสฟัลท์คอนกรีตตามมาตรฐานแล้วนั้น นำมาเขียนรูปแบบโมเดลเสมือนจริงสำหรับการก่อสร้างทางตามกรณีศึกษาได้ดังรูปที่ 4 ถึง รูปที่ 7



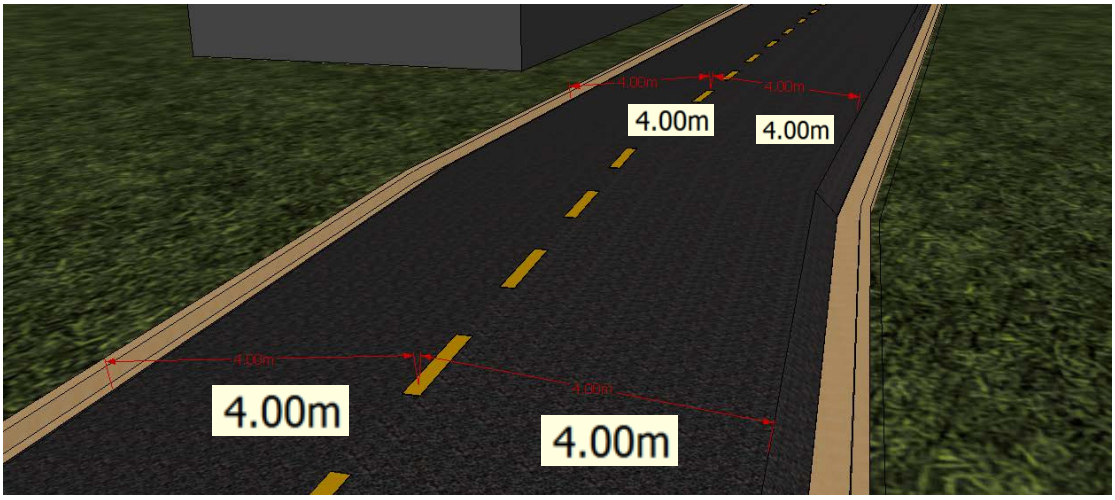
รูปที่ 4 รูปแบบถนนใหม่จากมุมสูง (Top View)



รูปที่ 5 ถนน 2 ช่องทางจราจร



รูปที่ 6 ระยะความกว้างถนน ช่วงทางเข้าซอย



รูปที่ 7 ระยะความกว้าง ช่วงกลางซอย

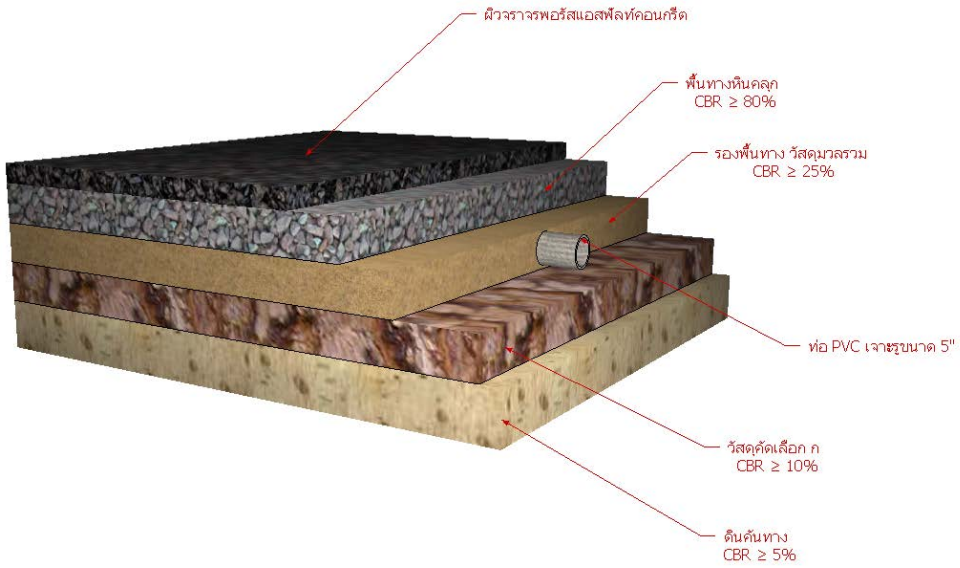
6. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษา วิเคราะห์และคำนวณโครงสร้างถนนลาดยางโดยวิธี Asphalt Institute Method พบว่า ได้ค่าการออกแบบชั้นทาง ดังนี้

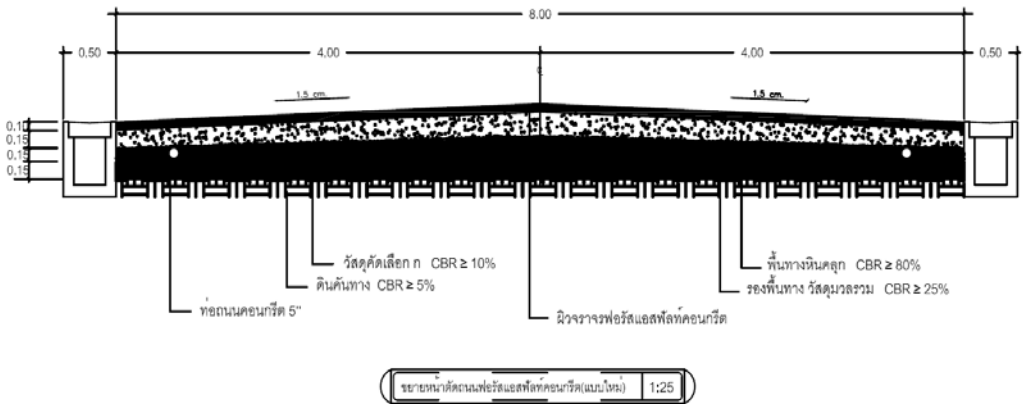
1. ชั้นวัสดุคัดเลือก ก. มีความหนา 15 เซนติเมตร ค่า CBR 10 %

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

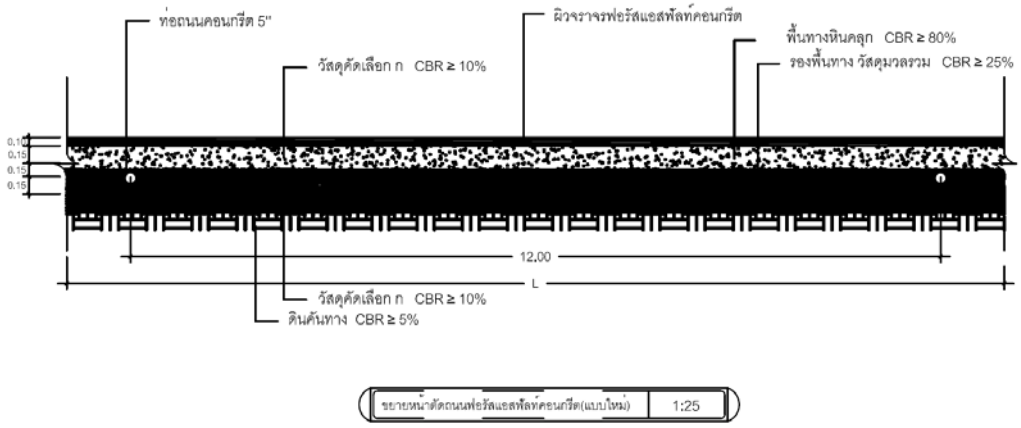
จากการคำนวณโครงสร้างถนนลาดยางโดยวิธี Asphalt Institute Method ค่าที่ได้มานั้นยอมรับได้จากการตรวจสอบทางทฤษฎี สามารถนำไปใช้ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบโครงสร้างทางลาดยางได้จริง เนื่องจากมีการอ้างอิงในการออกแบบตามมาตรฐาน ช่วยในการพิจารณาในการออกแบบ การปรับปรุงพัฒนาความก้าวหน้าทางการคมนาคม บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่ต้องการ 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 เจียรธราวานิช ปัจจุบันดำรงตำแหน่งรองผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ สังกัดภาควิชาวิศวกรรมโยธา สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระดับ

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการจัดการงานก่อสร้าง มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช งานวิจัยที่สนใจ คือ วิศวกรรมขนส่งและจราจร วิศวกรรมการทาง การทดสอบวัสดุก่อสร้าง และงานวิจัยเชิงสำรวจ ที่อยู่ เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์/โทรสาร 02 287 9638 E-Mail: Thamma.J@mail.rmutk.ac.th, Thamma.J@gmail.com

สุวิมล เจียรธราวานิช ปัจจุบันดำรงตำแหน่งประธานหลักสูตร สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช งานวิจัยที่สนใจ คือ การควบคุมคุณภาพการผลิต เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม และงานวิจัยเชิงสำรวจ 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