การศึกษาการก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ผสมยางพารา
A Study of Para Soil Cement Road Construction

สุวัฒน์ พาหุสุวัณโณ [1] กัญญา อินทร์เกลี้ยง [2] และ บุญรอด หาญองอาจ [3]
Suwat Pahusuwanno [1] Kanya Inkliang [2] and Bunrod Hanhongart [3]

[1,2] สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน
[1,2] Bureau of Research and Development, Royal Irrigation Department
[3] สำนักงานชลประทานที่ 7 กรมชลประทาน
[3] Regional Irrigation Office 7, Royal Irrigation Department

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำน้ำยางพารามาใช้เป็นสารผสมเพิ่มในการปรับปรุงคุณสมบัติด้านกำลังรับแรงอัด การแตกร้าว และการลดฝุ่นของดินลูกรังและดินซีเมนต์ การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน 1) ทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยทำการทดสอบกับตัวอย่างดินลูกรังอัตราส่วนผสม 0% ปูนซีเมนต์ และ 0% น้ำยางพาราข้น, 4% ปูนซีเมนต์ และ 0%, 5%, 8%, 10% น้ำยางพาราข้น, 5% ปูนซีเมนต์ และ 0%, 5%, 8%, 10% น้ำยางพาราข้น และ 8% ปูนซีเมนต์ และ 0%, 5%, 8%, 10% น้ำยางพาราข้น ตามลำดับที่อายุการบ่ม 7 วัน และ 28 วัน ทำการทดสอบแรงอัดแบบไม่จำกัด เพื่อหาค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างดินลูกรังอัตราส่วนผสมต่างๆ และ 2) ทดสอบการก่อสร้างใช้งานถนนดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราในสนาม ผลการวิจัยพบว่า 1) ค่ากำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์ผสมยางพาราอัตราส่วนผสม 8% ปูนซีเมนต์ และ 10% น้ำยางพาราข้น มีกำลังอัดสูงสุด 22.08 ksc มากกว่า 17.5 ksc (มทช.-2-307) ดังนั้นอัตราส่วนนี้เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราสำหรับถนนดินซีเมนต์ และ 2) การก่อสร้างในสนาม โดยนำอัตราส่วนที่เหมาะสมจากการทดลองมาคิดเป็นวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผิวทางถนนดินซีเมนต์ผสมยางพารา หนา 0.15 ม. ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม. ประกอบด้วย วัสดุดินลูกรังบดอัดแน่น 0.15 ลบ.ม., ปูนซีเมนต์ 25 กก., น้ำยางข้น 60% HA 2.52 ลิตร และสารผสมเพิ่ม 0.05 กก. โดยทดสอบก่อสร้างที่ถนนคันคลองชลประทานของอ่างเก็บน้ำห้วยถ้ำแข้ อ. ตระการพืชผล จ. อุบลราชธานี ถนนกว้าง 6 ม. หนา 0.15 ม. ยาว 500 ม. หลังการก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ผสมยางพาราผิวทางมีสภาพเป็นถนนไร้ฝุ่นและแข็งแรงกว่าถนนลูกรัง ซึ่งจะนำมานำร่อง/ขยายผลใช้ทำถนนคันคลองชลประทานและถนนในบริเวณหัวงานโครงการชลประทานต่อไป

คำสำคัญ : น้ำยางข้น (น้ำยางพาราข้น), ดินซีเมนต์, ถนนดินซีเมนต์ผสมยางพารา, แรงอัดแบบไม่จำกัด

Abstract

The research is aimed to use concentrated latex as an admixture for improving the properties on compressive strength, cracking and dust reduction of lateritic soil and soil cement. The experimentation is divided into 2 parts : 1) Laboratory testing, by mixing lateritic soil specimens with 0% cement and 0% concentrated latex, 4% cement and 0%, 5%, 8%, 10% concentrated latex, 5% cement and 0%, 5%, 8%, 10% concentrated latex and 8% cement and 0%, 5%, 8%, 10% concentrated latex, respectively. Curing's were conducted at the periods of 7 days and 28 days. Then unconfined compressive test was carried out to compressive strength of various mixtures : 2) Field testing on compressive strength of Para soil cement road construction was conducted. The results show 1) The highest compressive strength of Para soil cement is at 8% cement and 10% concentrated latex. Its highest strength is 22.08 ksc which is over 17.5 ksc- the standard limit. Thus, this mixing ratio is most suitable for soil cement road. 2) The best mixing ratio is then used as the pavement material for Para soil cement road construction at the thickness of 0.15 m.per 1 $m.^2$ The pavement materials consists of 0.15 m^3 compacted lateritic soil, 25 kg. of cement, 2.52 liters of concentrated latex (60% HA) and 0.05 kg. of admixture. The pavement construction test, its size is 6 m. wide, 0.15 m. thick and 500 m. long was conducted at road along the Irrigation canal of Hay Tham Khae Reservoir, Trakan Phutphon, Ubon Ratchathani Province. After the construction, the road is not dusty and it looks hardened and more durable than that made of lateritic soil. This results in the extension of Para soil cement road construction along the Irrigation canals as pilot project in the future.

Keyword : Concentrated Latex, Soil Cement, Para Soil Cement Road, Unconfined Compressive Strength

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

สืบเนื่องจากปี พ.ศ. 2554-2557 ราคายางพารามีแนวโน้มตกต่ำมาก ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกยางพาราเดือดร้อน ดังนั้นจึงทำให้เกิดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับยางพาราต่างๆ มากมายในการนำยางพารามาใช้งานให้เกิดประโยชน์ เช่น การใช้ยางพาราเป็นส่วนผสมในการทำถนน ผลที่ได้คือ ถนนทนทานมากขึ้นไม่ปริแตกร้าวง่ายและมีอายุใช้งานมากขึ้นรวมทั้งช่วยลดฝุ่น เพราะยางพารามีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ดี และมีความทึบน้ำ จากการทดสอบคุณสมบัติด้านกำลังรับแรงอัดเบื้องต้น ที่สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน พบว่า ดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราสามารถรับแรงอัดได้มากกว่าข้อกำหนดของงานถนนดินซีเมนต์ผสมน้ำยาโพลิเมอร์ของงานก่อสร้างผิวทาง จึงทำให้สำนักวิจัยและพัฒนาเล็งเห็นถึงแนวทางความสำเร็จของการใช้ยางพาราในงานก่อสร้างถนนลูกรังผสมซีเมนต์ โดยสามารถทำให้มีค่าความแข็งแรงตามข้อกำหนดของงานก่อสร้างผิวทางถนนดินซีเมนต์ได้ กรมชลประทานจึงทำการศึกษาแนวทางการใช้ยางพาราในงานชลประทานเพื่อเป็นการตอบสนอง

นโยบายเร่งด่วนของรัฐบาลในการส่งเสริมการใช้ยางพาราภายในประเทศให้มากขึ้น และเป็นการบรรเทาความเดือดร้อนของเกษตรกรชาวสวนยาง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราสำหรับถนนดินซีเมนต์
2.2 เพื่อทดสอบการใช้งานถนนดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราสำหรับงานถนนชลประทาน

3. วิธีการวิจัย

3.1 กำหนดขอบเขตของการศึกษา ได้แก่

1) วัสดุที่ใช้ในงานทดสอบ
- ดินลูกรังจากแหล่งที่ใช้ในงานก่อสร้าง
- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ Type 1
- ยางพาราชนิดน้ำยางข้น 60% ชนิด HA (High ammonia)
- สารผสมเพิ่ม 2 % ของยางพารา

2) การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุใช้มาตรฐานการทดสอบของกรมทางหลวงชนบท

3) กำลังรับแรงอัด (Unconfined Compressive Strength) ของดินซีเมนต์ผสมยางพาราไม่น้อยกว่า 17.5 kilogram Per Square Centimeter (Ksc) หรือ ในมาตรฐานดินซีเมนต์ผสมน้ำยาโพลิเมอร์ (มทช. 2-307) อนุโลมให้ค่ากำลังรับน้ำหนักได้ไม่ต่ำกว่า 15 Ksc

3.2 ดำเนินการในห้องปฏิบัติการเพื่อทดสอบคุณสมบัติของวัสดุดินลูกรัง ดินลูกรังผสมซีเมนต์และยางพาราเพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับก่อสร้างถนน ดังนี้

1) การทดสอบหาคุณสมบัติพื้นฐานของดินลูกรัง โดยใช้มาตรฐานการทดสอบของกรมทางหลวงชนบท เพื่อศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของดินลูกรังที่จะนำมาก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารามีคุณสมบัติพื้นฐานผ่านมาตรฐานวัสดุสำหรับงานพื้นทางของกรมทางหลวงชนบทหรือไม่ มีการทดสอบดังนี้

- การทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid limit) มทช. (ท) 501.5-2545
- การทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic limit) มทช.(ท) 501.6-2545
- การทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve analysis) มทช. (ท) 501.8-2545
- การทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse aggregates) มทช. (ท) 501.9-2545
- การทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified compaction test) มทช. (ท) 501.2-2545

2) ทดสอบคุณสมบัติของดินซีเมนต์ และดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา เพื่อศึกษาคุณสมบัติของดินซีเมนต์ และดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา โดยการทดสอบกำลังอัดตามแบบมาตรฐานกรมทางหลวงชนบทของถนนดินซีเมนต์ผสมน้ำยาโพลิเมอร์ (มทช. 2-307) มีค่ากำลังรับแรงอัด (Unconfined Compressive Strength, σu) ไม่น้อยกว่า 17.5 ksc ซึ่งใช้วิธีการทดสอบหาค่าแรงอัดแกนเดียว (Unconfined Compression Test) มทช.(ท) 303-2545 มีวิธีการดังนี้

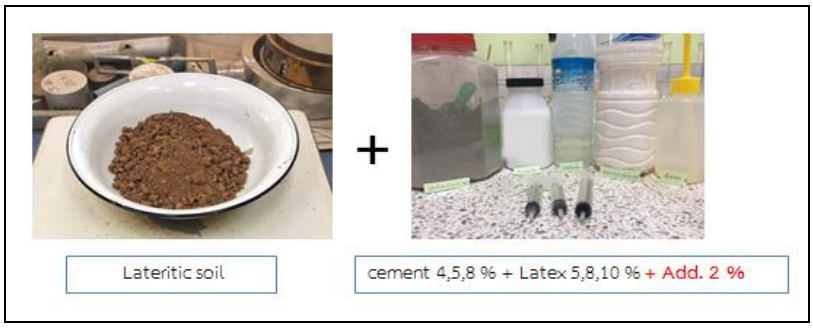
- ออกแบบส่วนผสม (Mix design) อัตราส่วนผสมของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราโดยน้ำหนัก ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ 4%, 5% และ 8% น้ำยางพาราข้น 0%, 5%, 8% และ 10% และสารผสมเพิ่ม 2% การทดลองมีทั้งหมด 12 การทดลอง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การออกแบบอัตราส่วนผสม (Mix design) ของการทดลองดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราข้น

Mix No	% ปูนซีเมนต์	% ยางพารา	สารผสมเพิ่ม
1	4	0	2%
2		5	
3		8	
4		10	
5	5	0	
6		5	
7		8	
8		10	
9	8	0	
10		5	
11		8	
12		10	

- ผสมและบดอัดตามมาตรฐานกรมทางหลวงชนบท มีวิธีการดังนี้

(1) เตรียมวัสดุสำหรับทำตัวอย่างการทดลองประกอบด้วย ดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ น้ำยางข้น น้ำ และสารผสมเพิ่ม แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วัสดุสำหรับทำตัวอย่างการทดลอง

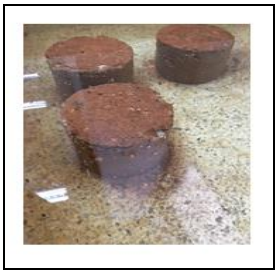
(2) เตรียมน้ำที่ทำให้ตัวอย่างดินซีเมนต์มีความชื้นที่เหมาะสม (95% Optimum Moisture Content) กับน้ำยางพาราข้น 0%, 5%, 8% และ10% ของปูนซีเมนต์โดยน้ำหนัก และสารผสมเพิ่ม ผสมคนให้เข้ากันแล้วนำไปผสมกับดินลูกรังที่คลุกเคล้าให้เข้ากับปูนซีเมนต์ตามอัตราส่วนผสมที่กำหนด 0%, 4%, 5% และ 8% ของดินแห้งโดยน้ำหนัก

(3) ทำการบดอัดและแต่งผิวให้เรียบ

(4) บ่มตัวอย่างไว้ในถุงพลาสติก 7, 28 วัน และแช่น้ำ 2 ชั่วโมง

(5) รอให้ตัวอย่างมีสภาพอิ่มตัวผิวหน้าแห้ง ทำการทดสอบค่ากำลังอัดสูงสุดของก้อนตัวอย่างที่อายุ 7 วัน เพื่อเลือกอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม

ภาพที่ 2 ผสมตามอัตราส่วนคลุกเคล้าให้เข้ากัน ภาพที่ 3 บดอัดแท่งตัวอย่างและแต่งผิวให้เรียบ



ภาพที่ 4 บ่มตัวอย่าง 7, 28 วัน และแช่น้ำ 2 ชั่วโมง ภาพที่ 5 แท่งตัวอย่างสภาพอิ่มตัวผิวหน้าแห้งและทดสอบค่ากำลังอัดสูงสุด

3.3 การทดสอบการก่อสร้างในสนาม

นำอัตราส่วนผสมของดินซีเมนต์ผสมยางพาราที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่ได้ในห้องปฏิบัติการผ่านตามแบบมาตรฐานของกรมทางหลวงชนบทไปทดสอบก่อสร้างในสนาม

4. ผลการศึกษาวิจัยและวิจารณ์

4.1 ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

1) ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของดินลูกรัง

จากผลการทดสอบวัสดุดินลูกรังจากพื้นที่ทำการทดลองก่อสร้างถนนในสนาม พบว่า ดินลูกรังอยู่ในกลุ่มดิน GC คือ เป็นกรวดมีดินเหนียวปน ประกอบด้วย กรวด-ทราย-ดินเหนียว ขนาดคละกันไม่ดีผสมกัน มีขนาดของเม็ดดินตั้งแต่ 0.03–25.4 ม.ม. มีค่าความหนาแน่นแห้ง (Maximum dry density) = 2,120 กก./ลบ.ม., ค่าความชื้นที่ OMC = 11.08 % และมีคุณสมบัติพื้นฐานผ่านเกณฑ์ดินลูกรังสำหรับงานพื้นทางดินซีเมนต์ของกรมทางหลวงชนบท ซึ่งสามารถนำมาก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราได้ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาคุณสมบัติพื้นฐานของดินลูกรัง

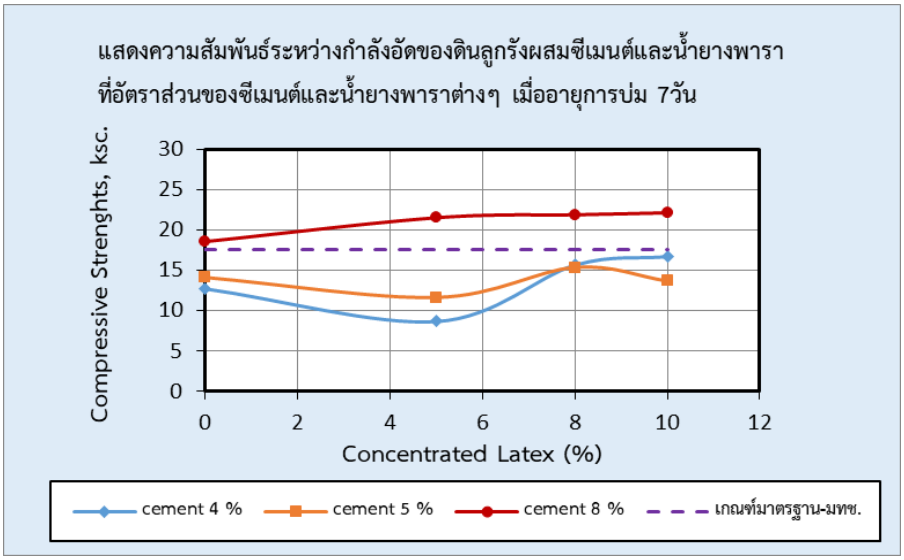
ลำดับที่	การทดสอบ	ผลการทดสอบ	เกณฑ์กรมทางหลวงชนบท มทช.244-2556	หมายเหตุ
1	ค่าขีดเหลว (Liquid Limits)	ร้อยละ 24.89	< ร้อยละ 35	ผ่าน
2	ค่าขีดพลาสติก (Plasticity index)	ร้อยละ 10.07	< ร้อยละ 11	ผ่าน
3	ขนาดของเม็ดดินโดยใช้			
	ตะแกรงร่อน (Sieve Analysis)			
	- ขนาดเม็ดโตสุด	25.4 มม.	50 มม.	ผ่าน
	- ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 10	ร้อยละ 37.77	< ร้อยละ 70	ผ่าน
	- ผ่านตะแกรงเบอร์ 200	ร้อยละ 18.47	< ร้อยละ 25	ผ่าน
4	ค่าความสึกหรอ	ร้อยละ 34.1	< ร้อยละ 60	ผ่าน
5	ค่าความชื้นที่ OMC	ร้อยละ 11.08	-	
6	ค่าความหนาแน่นแห้ง	2.12 t/m^3	-	

2) ผลการทดสอบหากำลังอัดของดินซีเมนต์ และดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา

ผลการทดสอบกำลังอัดของดินซีเมนต์ผสมยางพาราที่อัตราส่วนต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3 และภาพที่ 6 พบว่า ดินซีเมนต์ผสมยางพาราอัตราส่วนผสม 8%ปูนซีเมนต์ และ 10% น้ำยางพาราข้น มีกำลังอัดสูงสุด 22.08 ksc มากกว่า 17.5 ksc (มทช.-2-307)

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบหากำลังอัดของดินซีเมนต์ และดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา

Mix No	% Cement	% Para	γ_d (t/m3)	qu (อายุ 7 วัน) (ksc)	หมายเหตุ
1	4	0	2.22	15.35	N/A = not available
2		5	2.21	8.65	qu ไม่น้อยกว่า 17.5 ksc
3		8	2.26	15.68	** อัตราส่วนที่เหมาะสม
4		10	2.28	16.74	
5		15	N/A	N/A	
6	5	0	2.21	14.08	
7		5	2.23	11.59	
8		8	2.23	15.32	
9		10	2.24	13.61	
10		15	N/A	N/A	
11	8	0	2.28	18.58	
12		5	2.24	21.49	
13		8	2.22	20.84	
14		10**	2.22**	22.08**	
15		15	N/A	N/A	



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบกำลังอัดของดินซีเมนต์ผสมยางพารา

ที่อัตราส่วน %ปูนซีเมนต์ และ %ยางพารา

3) อัตราส่วนที่เหมาะสมของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราสำหรับถนนดินซีเมนต์

จากผลการทดสอบในตารางที่ 3 พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราสำหรับทดสอบก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ในสนาม คือ ปูนซีเมนต์ 8 % ของดินลูกรังโดยน้ำหนัก และน้ำยางพาราข้น 10% ของปูนซีเมนต์โดยน้ำหนัก โดยมีค่า Unconfined Compressive Strenght = 22.08 ksc มากกว่า 17.5 ksc (มทช.-2-307) ค่า Density = 2,220 กก./ลบ.ม. และค่าความชื้นที่ OMC = 11.08 %

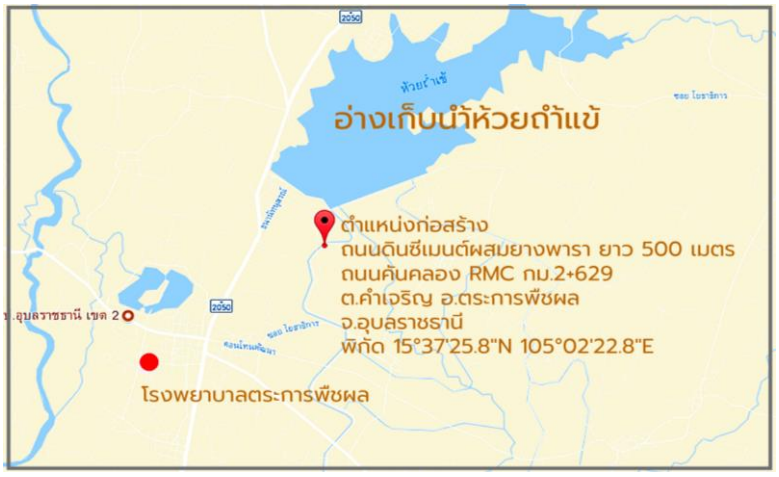
ซึ่งวัสดุผิวทางถนนดินซีเมนต์ผสมยางพารา หนา 0.15 ม. ต่อ พื้นที่ 1 ตร.ม. มีปริมาณวัสดุส่วนผสม แสดงดังตารางที่ 4 และคิดเป็นราคาค่าก่อสร้างประมาณ 300 บาท/ตร.ม.

ตารางที่ 4 ปริมาณวัสดุส่วนผสมผิวทางถนนดินซีเมนต์ผสมยางพารา หนา 0.15 ม. ต่อ พื้นที่ 1 ตร.ม.

ลำดับที่	อัตราส่วนผสม	อัตราส่วนโดย นน. (%)	ปริมาณวัสดุที่ใช้	หมายเหตุ
1	ดินลูกรังบดอัดแน่น	-	0.15 ลบ.ม.	
2	ปูนซีเมนต์	8	25 กก.	**น้ำขึ้นอยู่กับ % OMC
3	น้ำยางพารา (น้ำยางข้น)	10	2.52 กก.	
4	สารผสมเพิ่ม (สารลดแรงตึงผิว)	2	0.05 กก.	
5	น้ำ	-	-	

4.2 ผลการทดสอบการก่อสร้างในสนาม

ในการทดสอบได้เลือกใช้อัตราส่วนผสมดินลูกรัง : ปูนซีเมนต์ : น้ำยางพาราข้น : สารผสมเพิ่ม จากตารางที่ 4 ไปทดสอบก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ผสมยางพารา ที่ถนนคันคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา (RMC) กม.1+769 - 2+269 ถนนลูกรังกว้าง 6 เมตร (F6) ระยะทาง 500 เมตร ของอ่างเก็บน้ำห้วยถ้ำแข้ อำเภอตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี สำนักงานชลประทานที่ 7 ดังภาพที่ 7 มีขั้นตอนและผลการทดสอบการก่อสร้างมีดังนี้



ภาพที่ 7 แผนที่แสดงตำแหน่งก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ผสมยางพารา

1) การจัดเตรียมวัสดุ ประกอบด้วย
- การเตรียมวัสดุพื้นฐานทาง ได้แก่ ดินลูกรัง และปูนซีเมนต์
- จัดเตรียมน้ำยางพารา (น้ำยางข้น) และสารผสมเพิ่มตามที่ออกแบบไว้

2) การจัดเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือ ประกอบด้วย
- รถเกลี่ยดิน 1 คัน
- รถบรรทุกน้ำพร้อมหัวฉีด 1 คัน
- รถแทรกเตอร์ติดโรตารี่ด้านท้าย 1 คัน
- รถบดล้อเหล็ก 1 คัน

3) ดำเนินการก่อสร้างตามขั้นตอนการก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ ดังนี้
- ตะกรุยผิวหน้าดินลูกรังให้ดินหลวมๆ ความหนามากกว่า 0.15 เมตร
- เก็บตัวอย่างดินหาความชื้นดินเดิมเพื่อหาปริมาณน้ำที่จะผสมให้ได้ดินที่มีความชื้นเหมาะสม (Optimum moisture content, OMC)
- วัดระยะทางและตีแนวโดยใช้สายวัด เพื่อกำหนดจุดและขอบเขตที่จะวางปูนซีเมนต์ทุกๆระยะ 2 เมตร เตรียมผสมปูนซีเมนต์ 25 กก./ตร.ม.
- ใช้รถเกลี่ยดินทำการผสมแห้งระหว่างดินลูกรังกับปูนซีเมนต์โดยการคลุกเคล้าให้เข้ากัน
- ผสมน้ำกับน้ำยางข้นและสารผสมเพิ่มให้เข้ากัน
- ฉีดน้ำผสมน้ำยางให้ทั่วและได้ความชื้นที่เหมาะสม (95% OMC)
- คลุกเคล้าดินให้ความชื้นสม่ำเสมอ
- บดอัดดินให้ได้ความแน่นตามมาตรฐาน
- ทดสอบความหนาแน่นของการบดอัดดินโดยวิธี Sand Cone ตามมาตรฐาน AASHTO 191
- บ่มผิวหน้าดินซีเมนต์ผสมยางพาราโดยการฉีดพ่นน้ำติดต่อกันเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3 วัน นับจากวันที่บดอัดแล้วเสร็จ ในช่วงเวลาการบ่มสามารถเปิดผิวจราจรได้ตามปกติ

ภาพที่ 8 ตะกรุยผิวหน้าดินลูกรัง

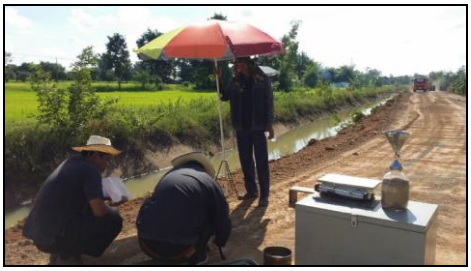
ภาพที่ 9 เก็บตัวอย่างดินหาความชื้นดินเดิม

ภาพที่ 10 วัดระยะทาง และ ตีแนวทุกๆระยะ 2 เมตร

ภาพที่ 11 เตรียมผสมปูนซีเมนต์ 25 กก./ตร.ม.

ภาพที่ 12 คลุกเคล้าให้เข้ากัน

ภาพที่ 13 ผสมน้ำกับน้ำยางข้น ภาพที่ 14 ฉีดน้ำผสมน้ำยางให้ ภาพที่ 15 คลุกเคล้าดินให้
และสารผสมเพิ่มให้เข้ากัน ได้ความชื้นที่เหมาะสม ความชื้นสม่ำเสมอ



ภาพที่ 16 บดอัดดินให้ได้ความแน่นตามมาตรฐาน ภาพที่ 17 ทดสอบความหนาแน่น
โดยวิธี Sand Cone

ภาพที่ 18 ผิวหน้าดินซีเมนต์ผสมยางพารา ภาพที่ 19 ถนนลูกรัง (F6) ก่อนดำเนินการ
อายุ 1 วัน หลังดำเนินการ

3) ผลการติดตามและประเมินผล

ภาพที่ 20 ผิวหน้าดินซีเมนต์ผสมยางพารา ภาพที่ 21 ผิวหน้าดินซีเมนต์ผสมยางพารา
อายุ 1 วัน หลังดำเนินการ อายุ 30 วัน หลังดำเนินการ

5. การสรุปผลการวิจัย

5.1 วัสดุดินลูกรังจากพื้นที่ทำการทดสอบที่อำเภอตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี เป็นดินชนิดดินกรวดปนดินเหนียว (GC) ขนาดคละกันไม่ดีผสมกัน มีค่า Maximum dry density = 2,120 กก./ลบ.ม., ค่าความชื้นที่ OMC = 11.08 % และมีคุณสมบัติพื้นฐานผ่านเกณฑ์ดินลูกรังสำหรับงานพื้นทางดินซีเมนต์ของกรมทางหลวงชนบท ซึ่งสามารถนำมาก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราได้

5.2 กำลังอัดของดินซีเมนต์ผสมยางพาราที่อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ 8% และน้ำยางพาราข้น 10% มีกำลังอัดสูงสุด 22.08 ksc มากกว่า 17.5 ksc (มทช.-2-307)

5.3 อัตราส่วนที่เหมาะสมของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราสำหรับทดสอบก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ในสนาม คือ ปูนซีเมนต์ 8 % ของดินลูกรังโดยน้ำหนัก และน้ำยางพาราข้น 10% ของปูนซีเมนต์โดยน้ำหนัก มีค่า Unconfined Compressive Strenght = 22.08 ksc ค่า Density = 2,220 กก./ลบ.ม. และ ค่าความชื้นที่ OMC = 11.08 %

5.4 ทดสอบการก่อสร้างในสนามที่ถนนคันคลองชลประทาน (F6) โดยใช้อัตราส่วนที่เหมาะสมที่ได้จากห้องปฏิบัติการไปใช้ก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ผสมยางพารา ได้สภาพถนนไร้ฝุ่นแข็งแรงกว่าถนนลูกรัง

5.5 วัสดุผิวทางถนนดินซีเมนต์ผสมยางพารา หนา 0.15 ม. ต่อ พื้นที่ 1 ตร.ม. ใช้ปูนซีเมนต์ 25 กก. น้ำยางพาราข้น 2.52 ลิตร และราคาค่าก่อสร้างประมาณ 300 บาท/ตร.ม.

5.6 การใช้งานอยู่ระหว่างดำเนินการติดตามผล 1 เดือน, 6 เดือน และ 1 ปี

5.7 กรมชลประทานจะนำผลการวิจัยไปนำร่องและขยายผลในการปรับปรุงถนนคลองชลประทานและถนนในบริเวณหัวงานโครงการชลประทาน เพื่อใช้ในการขนส่งผลผลิตทางการเกษตร มีผลดีต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากไม่มีฝุ่นละออง ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและเกษตรกรผู้ใช้ทางสัญจรมีความพึงพอใจ

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 การก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ผสมยางพาราควรตรวจสอบค่า CBR ก่อนและหลังการก่อสร้าง

6.2 การติดตามและประเมินผลภายหลังการก่อสร้างควรบันทึกข้อมูลสภาพทางกายภาพของผิวทาง เช่น ความยืดหยุ่น การแตกร้าว และความทึบน้ำ ให้ครอบคลุมทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง

6.3 ควรศึกษาพฤติกรรมการใช้ถนนของชุมชนบริเวณที่ก่อสร้าง

6.4 ควรสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้ทางและชุมชนข้างเคียง

6.5 ควรพิจารณาเรื่องการดูแลและบำรุงรักษาการสัญจรบนถนนภายหลังการก่อสร้าง (รถบรรทุกทางด้านการเกษตร เช่น ไถนา รถอีแต๊ก เป็นต้น)

7. บรรณานุกรม

กรมทางหลวงชนบท. **การควบคุมคุณภาพของวัสดุก่อสร้างตามมาตรฐาน มทช.**

www.trec.in.th>dorr>unloads> 2015/08

จาตุรงค์ เสาวภาคย์ไพบูลย์ เดนนิส ที เบอร์กาโด และ ธนวรัตท กฤตภัครพงษ์. **การเพิ่มคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 และ น้ำยาโพลิเมอร์เคมโรด.** สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย บริษัท อินโดไชน่า เอ็นจิเนียริ่ง ซิสเท็มส์ จำกัด

นายสุลิโส อินควรชุม และคณะ. (2547). **ดินลูกรังซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา.** ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประชุม คำพุฒ และคณะ. (2551). **การใช้น้ำยางพาราพัฒนาสมบัติทางกายภาพและทางกลของคอนกรีตบล็อก**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ผศ.ดร.ระพีพันธ์ แดงตันกี. (2559). **ถนนยางพาราดินซีเมนต์**

พีรวัฒน์ ปลาเงิน, ธิติพงศ์ หล่อพิศาลชัย, อาทิตย์ ปัณณราช, และ ณัฐพร เอมเจริญ. (2556). **การศึกษาคุณสมบัติทางกลของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม

พีรวัฒน์ ปลาเงิน. (2556). **ประยุกต์ใช้น้ำยางพาราพัฒนาสระน้ำต้านภัยแล้ง.** กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

มณเทียร กังศศิเทียม (2543)**. กลศาสตร์ของดินด้านวิศวกรรม.** กรมชลประทาน

สิทธิชัย ศิริพันธุ์, พิทักษ์ บุญนุ่น, กิจถาวร โลหะ, และ อนุรักษ์ กำเนิดว้ำ. (2547). **การใช้น้ำยางธรรมชาติเพื่อพัฒนางานคอนกรีต.** กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ