ด่วนที่สุด
ที่ ปน ๐๐๒๓.๓/ว๑๑๓๕

ศาลากลางจังหวัดปัตตานี
ถนนเดชา ปน ๙๔๐๐๐

๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๖๑

เรื่อง แนวทางการจัดทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรียน นายอำเภอ ทุกอำเภอ , นายกองค์การบริหารส่วนจังหวัดปัตตานี, นายกเทศมนตรีเมืองปัตตานี และนายกเทศมนตรีเมืองตะลุบัน

สิ่งที่ส่งมาด้วย สำเนาหนังสือกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ที่ มท ๐๘๑๐.๘/ว ๓๓๗๘ ลงวันที่ ๒๒ ตุลาคม ๒๕๖๑ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ได้รับการประสานจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในการจัดงานแถลงข่าวชี้แจงถนนยางพาราดินซีเมนต์ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจัดขึ้นเมื่อวันอังคารที่ ๑๖ ตุลาคม ๒๕๖๑ เพื่อชี้แจงข้อมูลและแนวทางการดำเนินงานถนนยางพาราดินซีเมนต์ ตามข้อกำหนดสิทธิบัตรถนนยางพาราดินซีเมนต์และอนุสิทธิบัตรสูตรผสมน้ำยางพาราดัดแปรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้รับอนุญาตจดทะเบียนสิทธิบัตรในเรื่องดังกล่าวให้หน่วยงานรัฐทราบและสามารถนำนวัตกรรมที่มีอยู่ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยอาจจะทำในชั้นบดอัดปูพื้นก่อนลาดยางแอสฟัลท์ติกหรือถนนลูกรังตามโครงการถนนไร้ฝุ่น เนื่องจากการจัดทำถนนยางพาราดินซีเมนต์มีอัตราส่วนผสมของน้ำยางสดจากเกษตรกร น้ำยาดัดแปร และปูนซีเมนต์ จะทำให้พื้นผิวเกาะติดกันได้ดีและมีความยืดหยุ่น แข็งแรง ทนทาน ซึ่งขณะนี้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือได้กำหนดแบบมาตรฐานที่ ศนย. ๑๐๑/๕๙ และแบบมาตรฐานที่ ศนย. ๑๐๒/๕๙ เพื่อให้หน่วยงานต่างๆไปใช้เป็นแบบมาตรฐานดำเนินการตามโครงการดังกล่าว สำหรับการกำหนดราคากลางที่จะใช้ในการก่อสร้างถนนยางพาราดินซีเมนต์อยู่ระหว่างเสนอกรมบัญชีกลางให้ใช้เป็นราคากลางตามมาตรฐานของทางราชการ ซึ่งกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นได้พิจารณาแล้วเห็นว่า การจัดทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือได้ดำเนินการตามแบบมาตรฐานของทางราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถนำไปใช้ในการก่อสร้าง/ปรับปรุงถนนเพื่อแก้ไขปัญหาความเดือดร้อนของประชาชนตามความเหมาะสมในพื้นที่ รวมทั้งเป็นการสนับสนุนการใช้ยางพาราสดจากเกษตรกรโดยตรงเป็นการแก้ไขปัญหาราคายางพาราตกต่ำตามนโยบายของรัฐบาล จังหวัดปัตตานีจึงขอแจ้งให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ศึกษาข้อมูลขั้นตอนและแนวทางการดำเนินงานถนนยางพาราดินซีเมนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการตามโครงการดังกล่าว รายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วย และสามารถดาวน์โหลดได้ทางเว็ปไซต์สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัดปัตตานี www.pattanilocal.go.th หัวข้อ “หนังสือราชการ”

จึงเรียนมาเพื่อทราบและพิจารณาดำเนินการต่อไป สำหรับอำเภอให้แจ้งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตพื้นที่ทราบและใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการโครงการก่อสร้าง/ปรับปรุงถนนต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายพรหมพิริยะ กิจนุสนธิ์)
รองผู้ว่าราชการจังหวัด ปฏิบัติราชการแทน
ผู้ว่าราชการจังหวัดปัตตานี

สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด
กลุ่มงานส่งเสริมและพัฒนาท้องถิ่น
โทร ๐ ๗๓๓๔ ๙๕๑๙ ต่อ ๑๑๒
โทรสาร ๐ ๗๓๓๓ ๖๕๘๑

Print กรม 15.30 น.

ฝ.บห.
กง.บถ.
กง.สส.
ง.กม.
กง.กง.

สนง. ปัตตานี
รับที่ 9284
วันที่ 24 ต.ค. 2561
เวลา 9.07 น.

ที่ มท ๐๘๑๐.๔/ว ๓๓๙๔

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น
ถนนนครราชสีมา แขวงดุสิต เขตดุสิต
กรุงเทพ ๑๐๓๐๐

๒๖ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง แนวทางการจัดทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรียน ผู้ว่าราชการจังหวัดทุกจังหวัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย ข้อกำหนดถนนยางพาราดินซีเมนต์ฯ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นได้รับการประสานจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในการจัดงานแถลงข่าวชี้แจงถนนยางพาราดินซีเมนต์ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจัดขึ้น เมื่อวันอังคารที่ ๑๖ ตุลาคม ๒๕๖๑ เพื่อชี้แจงข้อมูลและแนวทางการดำเนินงานถนนยางพาราดินซีเมนต์ ตามข้อกำหนดสิทธิบัตรถนนยางพาราดินซีเมนต์และอนุสิทธิบัตรสูตรผสมน้ำยางพาราดัดแปรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้รับอนุญาตจดทะเบียนสิทธิบัตรในเรื่องดังกล่าว ให้หน่วยงานของรัฐได้รับทราบและสามารถนำนวัตกรรมที่มีอยู่ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยอาจจะทำในชั้นของการอัดปูพื้นก่อนลาดยางแอสฟัลท์ติกส์หรือถนนลูกรังตามโครงการถนนไร้ฝุ่น เนื่องจากการจัดทำถนนยางพาราดินซีเมนต์มีอัตราส่วนผสมของน้ำยางสดจากเกษตรกร น้ำยาดัดแปร และปูนซีเมนต์ จะทำให้พื้นผิวเกาะติดกันได้ดี และมีความยืดหยุ่น แข็งแรง ทนทาน ซึ่งขณะนี้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือได้กำหนดแบบมาตรฐานที่ ศนย. ๑๐๑/๕๙ และแบบมาตรฐานที่ ศนย. ๑๐๒/๕๙ เพื่อให้หน่วยงานต่างๆ ไปใช้เป็นแบบมาตรฐานดำเนินการตามโครงการดังกล่าว สำหรับการกำหนดราคากลางที่จะใช้ในการก่อสร้างถนนยางพาราดินซีเมนต์อยู่ระหว่างเสนอกรมบัญชีกลางให้ใช้เป็นราคากลางตามมาตรฐานของทางราชการ

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นได้พิจารณาแล้วเห็นว่า การจัดทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือได้มีการดำเนินการตามมาตรฐานของทางราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถจะนำไปใช้ในการก่อสร้าง/ปรับปรุงถนน เพื่อแก้ไขปัญหาความเดือดร้อนของประชาชนตามความเหมาะสมในพื้นที่ รวมทั้งเป็นการสนับสนุนการใช้ยางพาราสดจากเกษตรกรโดยตรง เป็นการแก้ไขปัญหาราคายางตกต่ำตามนโยบายของรัฐบาล จึงขอให้จังหวัดแจ้งสำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัดและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ได้ศึกษาข้อมูลขั้นตอนและแนวทางการดำเนินงานถนนยางพาราดินซีเมนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลดำเนินการ

/ตามโครงการ ...

ตามโครงการดังกล่าวในพื้นที่ รายละเอียดสามารถสืบค้นได้ที่เว็บไซต์ กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น www.dla.go.th หัวข้อ “หนังสือราชการ” ทั้งนี้ หากมีข้อสงสัยเพิ่มเติม สามารถประสานศูนย์วิจัยนวัตกรรมยางพารา สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙-๒๒๗๒-๒๘๔๒

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายทวี เสริมภักดีกุล)
รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

กองพัฒนาและส่งเสริมการบริหารงานท้องถิ่น
ส่วนส่งเสริมการกระจายอำนาจและการจัดทำงบประมาณเงินอุดหนุน
โทร ๐ ๒๒๔๑ ๙๐๐๐ ต่อ ๒๓๐๒
โทรสาร ๐ ๒๒๔๑ ๖๙๕๖
ผู้ประสานงาน นายเฉลิม ประสาททอง โทร. ๐๘-๑๑๗๐-๓๖๓๒

ศูนย์วิจัยนวัตกรรมยางพารา

ข้อกำหนดถนนยางพาราดินซีเมนต์ ตามสิทธิบัตรถนนยางพาราดินซีเมนต์ และอนุสิทธิบัตรสูตรส่วนผสมน้ำยางพาราดัดแปร สำหรับทำถนนยางพาราดินซีเมนต์

ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

(SPECIFICATION FOR PARA MODIFIED RUBBER LATEX SOIL CEMENT BASE COURSE)

ถนนยางพาราดินซีเมนต์

Para Modified Rubber Latex Soil Cement Road

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ข้อกำหนดถนนยางพาราดินซีเมนต์ ตามสิทธิบัตรถนนยางพาราดินซีเมนต์ และอนุสิทธิบัตร สูตรส่วนผสมน้ำยางพาราดัดแปรสำหรับทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

(SPECIFICATION FOR PARA MODIFIED RUBBER LATEX SOIL CEMENT BASE COURSE)

ข้อกำหนดถนนยางพาราดินซีเมนต์จะเป็นข้อกำหนดที่ใช้ตาม สิทธิบัตรถนนยางพาราดินซีเมนต์และอนุสิทธิบัตรสูตรส่วนผสมน้ำยางพาราดัดแปรสำหรับทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยประกอบด้วยน้ำยางพาราดัดแปร และน้ำเพื่อนำมาใช้ผสมกับดินและปูนซีเมนต์ โดยส่วนผสมที่ที่รวมกันเป็นวัสดุที่เรียกว่า พาราดินซีเมนต์ (PARA MODIFIED RUBBER LATEX SOIL CEMENT) ซึ่งใช้ก่อสร้างเป็นชั้นรองพื้นทางหรือชั้นอื่น ๆ ของชั้นทางต่าง ๆ ของถนนให้ถูกต้องตามข้อกำหนด และแบบมาตราฐาน ศนย.ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งการทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ สามารถใช้ชั้นยางพาราดินซีเมนต์บนดินฐานรากบดอัด เพื่อเป็นผิวทางจรในทางชนบทเพื่อลดฝุ่นและน้ำขังของถนนดินลูกรัง รวมทั้งยังสามารถนำไปเป็นชั้นรองพื้นทางของผิวทางแอสฟัลล์และผิวทางคอนกรีต เพื่อป้องกันการเสียหายโครงสร้างของถนนและเพิ่มอายุการใช้งานของถนน โดยเฉพาะถนนที่อยู่ในบริเวณที่ชุ่มน้ำ ซึ่งเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและสภาวะภูมิอากาศของประเทศไทยเป็นอย่างดี

<u>คำนิยาม</u>

๑. น้ำยางพาราดัดแปร (PARA MODIFIED RUBBER LATEX) หมายถึง ส่วนผสมระหว่างน้ำยางพาราธรรมชาติที่มาจากต้นยางพารา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของน้ำยางงาพาราสดหรือน้ำยางพาราข้นที่มีความเข้มข้นยางพาราแห้งตั้งแต่ ๑๕ - ๘๐ เปอร์เซ็นต์ ผสมกับ น้ำยาดัดแปร

๒. น้ำยาดัดแปร (MODIFIED RUBBER LATEX) หมายถึง สารประกอบที่ใช้ผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของโครงสร้างของวัสดุยางพาราดินซีเมนต์ (PARA SOIL CEMENT) ซึ่งประกอบด้วย สารละลายพอลิเมอร์ในกลุ่มอะคริลิคโคพอลิเมอร์ เมทาคลิเลต กลุ่มสไตรีน กลุ่มบิวตะไดอีน หรือกลุ่มยางสังเคราะห์สไตรีนบิวตะไดอีนผสมสารปรับแรงตึงผิว สารอิมัลชัน สารป้องกันยูวี สารป้องกันโอโซนในกลุ่มของบีเอชที สารกระตุ้นปฏิกิริยาและสารเชื่อมขวางในกลุ่มสารเปอร์ออกไซด์ สารบัฟเฟอร์ สารซิงค์ออกไซด์ กรดสเตียริค และสารบัฟเฟอร์ปรับค่าความเป็นกรดด่าง

๓. ดิน (SOIL) หมายถึง ดินที่ใช้ในโครงสร้างหลักของถนนยางพาราดินซีเมนต์โดยจะใช้เป็นดินลูกรังหรือดินถมที่สามารถหาได้ในพื้นที่ก่อสร้างไม่เกินได้ โดยใช้ปริมาณในอัตราส่วน ๓๐๐-๕๐๐ กิโลกรัมต่อตารางเมตรของถนนซีเมนต์หนา ๒๐ เซนติเมตร

๔. ปูนซีเมนต์ (CEMENT) หมายถึง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท ๑

๕. น้ำ หมายถึง น้ำสะอาดที่สามารถหาได้ในพื้นที่ที่ไม่มีตะกอน หรือส่วนผสมที่มีอันตรายหรือมีสารตกค้าง

๑. <u>ขอบข่าย</u>

ถนนพาราดินซีเมนต์ เป็น ถนนที่สามารถใช้ในการบูรณะหรือก่อสร้างชั้นพื้นทางหรือผิวทางจราจร โดยใช้ยางพาราดินซีเมนต์ ซึ่งมีส่วนประกอบหลักที่ใช้เพิ่มเติมคือน้ำยางพาราสดหรือน้ำยางพาราข้น ให้เป็นไปตามข้อกำหนดถนนยางพาราดินซีเมนต์ตามสิทธิบัตรถนนยางพาราดินซีเมนต์ และอนุสิทธิสูตรส่วนผสมน้ำยางพาราดัดแปร สำหรับทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และแบบมาตรฐาน ศนย. ๑๐๑/๕๙ และ แบบมาตราฐาน ศนย. ๑๐๒/๕๙

๒. <u>วัสดุ</u>

วัสดุต่างๆ ที่เป็นส่วนผสมในยางพาราดินซีเมนต์ที่ใช้ก่อสร้างถนนยางพาราดินซีเมนต์ จะเป็นไปตามสิทธิบัตรถนนยางพาราดินซีเมนต์ และอนุสิทธิสูตรส่วนผสมน้ำยางพาราดัดแปรสำหรับทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีรายละเอียดของวัสดุต่างๆ ดังนี้

๒.๑ ดิน

ดินที่ใช้ผสมกับปูนซีเมนต์จะเป็นดินถมพื้นที่หรือดินลูกรังหรือหน้าดินเดิม โดยจะต้องผ่านเกณฑ์ที่ระบุไว้ในการออกแบบส่วนผสม (JOB MIXED FORMULA) ซึ่งจะต้องปราศจากวัชพืช อินทรียวัตถุ หรือสารเจือปนอื่นใด ที่อาจจะมีผลกระทบต่อคุณภาพดินซีเมนต์ (SOIL CEMENT) ซึ่งใช้อัตราส่วน ๓๐๐-๕๐๐ กิโลกรัมต่อตารางเมตร ของถนนดินซีเมนต์ที่ความหนา ๒๐ เซนติเมตร โดยจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

๒.๑.๑ มีส่วนผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ ๐.๐๗๕ มิลลิเมตร อยู่ระหว่าง ๓๖ เปอร์เซ็นต์ ถึง ๕๐ เปอร์เซ็นต์ ตามการทดสอบของ AASHTO T๒๗ - ๗๐

๒.๑.๒ มีค่า Liquid Limit (LL) มีค่าไม่เกิน ๕๐ เปอร์เซนต์ ตามการทดสอบของ AASHTO T๘๙

๒.๑.๓ มีค่า Plasticity Index (PI) มีค่าไม่เกิน ๒๐ เปอร์เซนต์ ตามการทดสอบของ AASHTO T๙๐ หรือไม่กำหนด

๒..๑.๔ มีค่า Los Angles Abrasion มีค่าไม่เกิน ๖๐ เปอร์เซนต์ ตามการทดสอบของ AASHTO C๑๐๑ หรือไม่กำหนด

๒.๒ ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้จะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่คุณสมบัติถูกต้องตามมาตราฐาน มอก.๑๕ ประเภท ๑ โดยบรรจะอยู่ในถุงหรือไซโล ในกรณีที่บรรจุในถุงผู้รับจ้างจะต้องมีโรงเก็บปูนซีเมนต์ที่เหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้ปูนซีเมนต์เกิดความชื้นขึ้น

๒.๓ น้ำ

น้ำที่ใช้นำมาเพื่อใช้ผสมยางพาราดินซีเมนต์ ที่ใช้ในการก่อสร้างถนนยางพาราซีเมนต์ จะต้องสะอาด ปราศจากสารต่างๆ เช่น เกลือ กรด ด่าง น้ำมัน และอินทรียวัตถุ หรือสารอื่นใดที่จะทำให้คุณภาพของถนนยางพาราดินซีเมนต์เกิดความเสียหาย

๒.๔ น้ำยางพาราดัดแปร (วัสดุผสมเพิ่ม)

น้ำยางพาราดัดแปรจะประกอบไปด้วยน้ำยางพาราธรรมชาติ โดยจะเป็นน้ำยางพาราสดหรือน้ำยางพาราขันก็ได้และน้ำยาดัดแปร (MODIFIED RUBBER LATEX) ซึ่งมีการผสมกันตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในอนุสิทธิบัตรสูตรส่วนผสมน้ำยางพาราดัดแปรสำหรับทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ เลขที่ ๑๑๘๒๘ โดยมีรายละเอียดของส่วนผสมต่างๆดังนี้

๒.๔.๑ น้ำยางพาราธรรมชาติจะเป็นน้ำยางพาราสดหรือน้ำยางพาราเข้มข้น โดยน้ำยางพาราที่เตรียมจากยางพาราแห้งความเข้มข้น ๑๕-๘๐ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดคือ ความเข้มข้น ๓๐ เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วน ๕๐-๙๐ เปอร์เซ็นต์

๒.๔.๒ น้ำยาดัดแปร (MODIFIED RUBBER LATEX) จะประกอบด้วยสารละลายและสารประกอบดังนี้

๒.๔.๒.๑ สารละลายพอลิเมอร์ในกลุ่มยางอะคริลิคโคพอลิเมอร์ เมทาคลิเลตหรือกลุ่มสไตรีนกลุ่มบิวตะไดอีนหรือกลุ่มยางสังเคราะห์สไตรีนบิวตะไดอีนในอัตราส่วน ๑๐-๔๐ เปอร์เซ็นต์

๒.๔.๒.๒ สารปรับสภาพในกลุ่มสารปรับแรงตึงผิว สารอิมัลชัน อิมัลซิฟายเออร์ ในกลุ่มของกลีเซอร์ไรด์ อาทิเช่น ไดกลีเซอร์ไรด์ โมโนกลีเซอไรด์หรือโซเดียมลอริลซัลเฟตในอัตราส่วน ๑-๕ เปอร์เซ็นต์

๒.๔.๒.๓ สารป้องกันรังสียูวี สารป้องกันโอโซนในกลุ่มของบีเอชที (BHT) หรือไทเทเนียมไดออกไซด์ ในอัตราส่วน ๐.๕๐-๒ เปอร์เซ็นต์

๒.๔.๒.๔ สารกระตุ้นปฏิกิริยา สารซิงค์ออกไซด์ และกรดสเตียริค ในอัตราส่วน ๑-๕ เปอร์เซ็นต์

๒.๔.๒.๕ สารเชื่อมขวางในกลุ่มของสารเปอร์ออกไซด์ และสารซัลเฟอร์ อาทิเช่น ไดคิวมิลเปอร์ออกไซด์ ในอัตราส่วน ๒-๗ เปอร์เซ็นต์

๒.๔.๒.๖ สารละลายบัฟเฟอร์ ปรับค่าความเป็นกรดด่าง ๐.๕๐-๑ เปอร์เซ็นต์

๓. <u>การออกแบบส่วนผสม (JOB MIXED FORMULA) ของยางพาราดินซีเมนต์สำหรับใช้กับถนนยางพาราดินซีเมนต์</u>

ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสมพร้อมวัสดุตัวอย่างที่ใช้ในก่อสร้างถนนยางพาราดินซีเมนต์ให้แก่นายช่างควบคุมงาน หรือมทั้งเอกสารรับรองน้ำยางพาราธรรมชาติจากสหกรณ์หรือกลุ่มเกษตรกร และเอกสารรับรองน้ำยาดัดแปรส่งให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือหรือหน่วยงานเจ้าของงาน เพื่อทำการตรวจสอบก่อนอนุมัตินำไปใช้งานโดยคุณสมบัติตามข้อที่ ๒ และตามข้อกำหนดคุณสมบัติของถนนพาราดินซีเมนต์ในตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ ข้อกำหนดคุณสมบัติของถนนยางพาราดินซีเมนต์

คุณสมบัติ	กรณีใช้เป็นชั้นรองพื้นทาง	กรณีใช้เป็นผิวจราจร	เปรียบเทียบกับ
๑. CBR	ไม่น้อยกว่า ๑๐%	ไม่น้อยกว่า ๓๐%	ถนนดินซีเมนต์
๒. กำลังรับแรงอัด (Unconfined Compressive Strength)	ไม่น้อยกว่า ๑๗.๕ ksc.	ไม่น้อยกว่า ๑๗.๕ ksc.	ถนนดินซีเมนต์
๓. กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีก (Splitting Tensile Strength)	ไม่น้อยกว่า ๕%	ไม่น้อยกว่า ๕%	ถนนดินซีเมนต์
๔. ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ (Water Permeability)	ไม่เพิ่มขึ้นน้อยกว่า ๑๐%	ไม่เพิ่มขึ้นน้อยกว่า ๒๐%	ถนนดินซีเมนต์

หมายเหตุ

๑. ตารางนี้เป็นการเปรียบเทียบกับการทดสอบกับถนนดินซีเมนต์

๒. การออกแบบส่วนผสมของดินซีเมนต์ เพื่อหาปริมาณปูนซีเมนต์ที่จะผสมกับดิน น้ำยางพาราดัดแปรและน้ำให้ถือเอาค่า Unconfined Compressive Strength ของแท่งตัวอย่างดินซีเมนต์ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดสอบที่ มยผ. ๑๒๔๒ : วิธีการทดสอบหาค่าแรงอัดแกนเดียว (Unconfined Compressive Strength) ของดินโดยอนุโลม ซึ่งแท่งตัวอย่างดินซีเมนต์ทดสอบจะถูกบดอัดในแบบวิธีการทดสอบที่ มยผ. ๒๒๐๒-๕๗ : วิธีการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) ภายหลังการบ่มในถุงพลาสติกเพื่อมิให้ความชื้นเปลี่ยนแปลงนาน ๗ วัน แล้วนำไปแช่น้ำนาน ๒ ชั่วโมง จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า ๑๕ กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

๓. ปริมาณน้ำและน้ำยางพาราดัดแปรที่ใช้ในการเตรียมแท่งตัวอย่างดินซีเมนต์ เพื่อการทดสอบหากำลังรับแรงอัด ให้ใช้ปริมาณน้ำและน้ำยางพาราดัดแปรที่ให้ความแน่นแห้งสูงสุด ซึ่งได้จากการทดลองการบดอัดดินตามวิธีการทดสอบที่ มยผ. ๒๒๐๒-๕๗ : วิธีการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) ปริมาณน้ำและน้ำยางพาราดัดแปร ปริมาณนี้ใช้เป็นแนวทางในการควบคุมการบดทับในสนามขณะทำการก่อสร้างผิวทางดินซีเมนต์

๔. ปริมาณของส่วนผสมน้ำยางพาราดัดแปร ให้ยึดตามอนุสิทธิบัตรสูตรส่วนผสมน้ำยางพาราดัดแปร สำหรับทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ระบุไว้ในข้อ ๒

๔. ข้อกำหนดของน้ำยางพาราดัดแปรสำหรับทำการก่อสร้างถนนยางพาราดินซีเมนต์

(Natural Rubber Ingredient)

น้ำยางพาราดัดแปรผสมสำหรับปรับปรุงคุณสมบัติดินซีเมนต์ (Natural Rubber Ingredient) เป็นสารผสมของน้ำยางพารา Acrylic Resin, Calcium Salt, Mineral Oil และ Cellulose มีวัตถุประสงค์ที่จะนำมาไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของดินซีเมนต์ (Soil Cement) ในงานก่อสร้าง/ปรับปรุงถนน โดยจะทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความหนืดเคลือบอนุภาค

และเชื่อมประสานเม็ดดิน ช่วยลดการซึมผ่านของน้ำ เพื่อช่วยลดการแตกร้าว (Fracture Toughness) และเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลของผิวจราจรดินซีเมนต์

๔.๑ คุณสมบัติของน้ำยางพาราดัดแปรสำหรับปรับปรุงคุณสมบัติดินซีเมนต์ มีดังต่อไปนี้

๔.๑.๑ คุณสมบัติทางเคมี

จุดเดือด (Boiling Point)	๑๐๐ °C
ความหนืด (Viscosity)	๙๐๐-๑,๖๐๐ cps
ความเป็นกรด - ด่าง (pH Value)	๘.๕-๑๒.๐ @ ๒๕ °C
ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)	๐.๙๕-๑.๐๒
Solid Content	๒๗-๔๐%

๔.๑.๒ คุณสมบัติทางกายภาพ

๑. สามารถละลายน้ำได้ทั้งหมดอย่างรวดเร็วโดยไม่มีกากเหลืออยู่ในลักษณะแข็งเป็นก้อน

๒. ผสมน้ำยางพาราสดที่ผ่านการรักษาสภาพออด้วยแอมโมเนียหรือน้ำยางพาราเข้มข้นโดยไม่ตกตะกอนแยกชั้น หรือจับตัวเป็นก้อน

๓. กระบวนการผสมและนำไปใช้งานได้ง่ายไม่ยุ่งยาก สามารถใช้เครื่องมืออุปกรณ์การก่อสร้างที่มีอยู่ทั่วไป ไม่ต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษเฉพาะ

๔. สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิปกติได้ โดยไม่ทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๑ ปี นับแต่วันส่งมอบ

๕. ภาชนะที่ใช้บรรจุต้องมีความแข็งแรงทนทาน มีฝาปิดสนิทแน่นไม่เกิดการรั่วไหลหกง่ายพร้อมอุปกรณ์ผนึกฝาปิดจากโรงงานเพื่อป้องกันการปลอมปน มีขนาดบรรจุที่เหมาะสม สามารถหิ้วหรือยกได้เพื่อความสะดวกในการขนส่ง เก็บรักษา และนำออกไปใช้งาน

๖. ไม่เป็นสารอันตราย / ไม่เป็นสารพิษ / ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและพันธุ์ไม้ / ไม่มีคุณสมบัติในการกัดกร่อนทำลาย / ไม่เป็นสารก่อสนิม / ไม่เป็นสารติดไฟ / ไม่มีกลิ่นเหม็นที่รุนแรง / ปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม

๗. มีคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ข้างต้นอย่างคงที่สม่ำเสมอทุกภาชนะที่ใช้บรรจุ

๘. ผู้ขายจะต้องแนบใบแสดงคุณสมบัติต้นฉบับของผู้ผลิต พร้อมด้วยผลการทดสอบรับรองคุณสมบัติจากหน่วยงาน/องค์กร/สถาบันที่เชื่อถือได้ยื่นเอกสารประกวดราคา

๕. <u>เครื่องจักรและเครื่องมือ</u>

ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นที่จะต้องใช้ในการก่อสร้างพร้อมทั้งเครื่องทดสอบคุณภาพวัสดุไว้ให้พร้อมที่พื้นที่ก่อสร้าง ทั้งต้องเป็นไปตามแบบ และขนาดที่เหมาะสม และอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยต้องผ่านการตรวจสอบหรือสอบเทียบจาก

หน่วยงานที่น่าเชื่อถือหรือนายช่างผู้ควบคุมงาน อีกทั้งตลอดระยะเวลาการก่อสร้างผู้รับจ้างบำรุงรักษาเครื่องจักรและเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพพร้อมใช้งานอย่างสม่ำเสมอ หากเครื่องจักรหรือเครื่องมือทำงานได้เต็มที่หรือมีการชำรุดเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องเร่งดำเนินการแก้ไขหรือจัดหาเครื่องจักรหรือเครื่องมือมาทดแทน

๖. ขั้นการจัดเตรียมวัสดุต่าง ๆ และการตรวจสอบคุณภาพวัสดุ

๖.๑ น้ำยางพาราธรรมชาติ

ตามสูตรผสมในอนุสิทธิสูตรส่วนผสมน้ำยางพาราดัดแปร สำหรับทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ดีที่สุดคือ น้ำยางพาราสดที่ความเข้มข้น ๓๐ เปอร์เซ็นต์ของยางพาราแห้ง โดยการจัดเตรียมน้ำยางพาราสด จะเป็นหน้าที่ของกลุ่มเกษตรกรหรือสหกรณ์ที่ได้รับการรับรอง โดยกลุ่มเกษตรกรหรือสหกรณ์จะต้องมีเครื่องมือในการจัดเตรียมน้ำยางพาราสดที่ความเข้มข้น ๓๐ เปอร์เซ็นต์ของยางพาราแห้ง และมีใบรับรองคุณภาพของน้ำยางพาราสด ซึ่งเมื่อดำเนินการจัดเตรียมเรียบร้อยพร้อมส่งมอบ ทางผู้รับจ้างจะต้องได้รับใบรับรองคุณภาพน้ำยางพาราสดที่ความเข้มข้น ๓๐ เปอร์เซ็นต์ของยางพาราแห้ง (DRC ๓๐) จากกลุ่มเกษตรกรหรือสหกรณ์ และทำการส่งตัวอย่างให้กับนายช่างควบคุมงานตรวจสอบคุณภาพ ก่อนนำมาใช้งาน

๖.๒ น้ำยาดัดแปร (MODIFIED RUBBER LATEX)

น้ำยาดัดแปร จะต้องเป็นไปตามสูตรผสมในอนุสิทธิสูตรส่วนผสมน้ำยางพาราดัดแปร สำหรับทำถนนยางพาราดินซีเมนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือตามข้อ ๒.๔.๒ และต้องมีคุณภาพเป็นไปตามคุณสมบัติข้อที่ ๔ โดยผู้รับจ้างจะต้องส่งผลทดสอบให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือตรวจสอบ ก่อนนำไปใช้งาน

๖.๓ น้ำยางพาราดัดแปร

ขั้นตอนในการผสมน้ำยางพาราดัดแปรสำหรับก่อสร้างถนนยางพาราดินซีเมนต์ ประกอบด้วย

๖.๓.๑ ผสมน้ำยางพาราและอะคริลิคโคพอลิเมอร์ ลงในถังปฏิกิริยาตามอัตราส่วนที่กำหนดทำการกวนอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา ๓ ชั่วโมง ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง ๒๕-๗๐ องศาเซลเซียส

๖.๓.๒ เติมส่วนผสมสารอิมัลชัน สารป้องกันยูวีและโอโซน สารกระตุ้นปฏิกิริยาลงไปตามส่วนและกวนให้เข้ากันเป็นระยะเวลา ๑ ชั่วโมง ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง ๒๕-๗๐ องศาเซลเซียส

๖.๓.๓ เติมสารเชื่อมขวางและสารบัฟเฟอร์ และกวนต่ออีก ๓๐ นาที จะได้สารผสมเป็นเนื้อเดียวกันสีขาวข้นไม่แยกชั้นและตกตะกอน

ในขั้นตอนการนำน้ำยางพาราดัดแปรไปใช้ประโยชน์ประกอบรวมด้วย การผสมน้ำยางพาราลงไปในน้ำสะอาดอัตราส่วนยางพาราดัดแปร ๑ ส่วนต่อน้ำ ๓-๙ ส่วน ในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุดคืออัตราส่วนยางพาราดัดแปร ๑ ส่วนต่อน้ำ ๕ ส่วน ทำการผสมในรถบรรทุกน้ำที่มีการกวนอยู่ตลอดเวลาที่ความเร็วรอบ ๕๐-๑๐๐ รอบต่อวินาที เป็นเวลา ๑-๔ ชั่วโมง เวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ ๒ ชั่วโมง จากนั้นนำส่วนผสมดังกล่าวสเปรย์พ่นลงในส่วนผสมของดินและซีเมนต์ หรือผิวหน้าถนนที่ขูดออกตามความลึกที่กำหนดไว้ตามแบบ ให้มีความชื้นอยู่ในช่วง ๕-๘๐ เปอร์เซ็นต์ จึงเริ่มทำการบดอัดทีละชั้นความหนาของแต่ละชั้นสูงสุดเท่ากับ ๕ เซนติเมตร จนได้ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า ๙๕ เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจึงพรมน้ำให้ทั่วถนนที่ก่อสร้างเป็นเวลา ๓ วัน โดยต้องผ่านคุณสมบัติตามข้อที่ ๔

๗. ขั้นตอนการเตรียมการก่อสร้าง

สถานที่กองวัสดุจะต้องเหมาะสม มีบริเวณกว้างพอที่จะดำเนินการได้โดยสะดวก และจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนตันไม้ พุ่มไม้ ไม้ผุ ขยะ วัชพืช หรือสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ จะต้องกำจัดออกไปให้พ้นบริเวณ และได้รับการปรับระดับจนแน่ใจว่าน้ำจะไม่ท่วมขังบริเวณโรงผสมและกองวัสดุ จะต้องจัดให้มีการระบายน้ำที่ดี ให้บดทับจนทั่วประมาณ ๒-๓ เที่ยวจนได้ความเรียบและความแน่นพอสมควร ดินที่ผสมปูนซีเมนต์เมื่อได้ผ่านการทดสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้วความสูงแต่ละกองไม่ควรเกิน ๕ เมตร

สำหรับดินที่ได้จากแหล่งผลิตหลายๆ แห่ง เมื่อได้ผ่านการทดสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้วให้แยกกองวัสดุแต่ละแหล่งผลิตออกจากกัน หากไม่สะดวกในการควบคุมคุณภาพจากแหล่งผลิตให้กองวัสดุเป็นกองๆ แยกกันไปแต่ละแหล่งผลิต แล้วดำเนินการเก็บตัวอย่างทดสอบคุณภาพ ตามวิธีการของกรมทางหลวงชนบท เมื่อได้ผ่านการทดสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้ว จึงจะนำไปใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ที่โรงผสมได้

เครื่องจักรเครื่องมือ และอุปกรณ์จำเป็นจะต้องใช้ในการก่อสร้างผิวทางดินซีเมนต์ทุกชนิดต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานแล้ว เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดต้องมีจำนวนเพียงพอที่จะอำนวยให้การก่อสร้างผิวทางดินซีเมนต์ดำเนินไปโดยต่อเนื่อง ไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก และในระหว่างการก่อสร้างและจะต้องบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพที่ดีอยู่เสมอ

ชั้นดินถมหรือชั้นอื่นใดที่จะรองรับชั้นผิวทางดิน จะต้องเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้แนวระดับ ความลาด ขนาด รูปร่าง และความแน่นตามที่แบบกำหนด

๘. ขั้นตอนการก่อสร้าง

๘.๑ การเตรียมพื้นที่ :

การเตรียมพื้นที่ ให้ดูวัสดุดิน ที่จะนำมาก่อสร้างให้ได้ตามมาตรฐานในการก่อสร้าง คือ ถ้าวัสดุดินมีความชื้นมาก จะไม่สามารถเริ่มการก่อสร้างได้ เพราะเนื่องจากต้องมีการลงปูนซีเมนต์บนวัสดุดิน ซึ่งความชื้นของ

ดิน จะทำให้ปูนซีเมนต์ เกิดปฏิกิริยา Hydration ได้ โดยให้ดำเนินการตากวัสดุดินให้มีความชื้นที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้ในการก่อสร้าง

๘.๒ การเตรียมวัสดุ เครื่องจักร

เตรียมให้พร้อม ก่อนเปิดการก่อสร้าง โดยเตรียมวัสดุต่างๆ คือ ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ ประเภท ๑ - น้ำยางพาราสด DRC ๓๐ - น้ำยาดัดแปร และเตรียมเครื่องจักร คือ รถเกรดเดอร์ ๑ คัน - รถบดล้อเหล็ก (มีระบบสั่น) ไม่ต่ำกว่า ๑๕-๒๐ ตัน ๑ คัน - รถบดล้อยาง ๑ คัน - รถน้ำ ๒ คัน หรือตามที่เหมาะสมโดยให้ผู้รับจ้างนำเสนอแผนและวิธีการก่อสร้างให้กับนายช่างควบคุมงานตรวจสอบก่อนการก่อสร้าง

๘.๓ วิธีการก่อสร้าง :

๑. รถเกรดเดอร์วิ่งกรุยดินขึ้นมา ตามระดับความหนาของชั้นที่จะก่อสร้าง (ที่ความหนา ๐.๑๕ เมตร)

๒. เตรียมปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ ประเภท ๑ ไว้ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ โดยวิธีที่ ๑ การวางปูนซีเมนต์ (ถุง) ไว้ทั่วบริเวณ โดยการเฉลี่ยต่อพื้นที่ทั้งหมด กำหนดวางไว้ตรงแนวกลางถนน วิธีที่ ๒ การโรยปูนซีเมนต์ ด้วยรถโรยปูนซีเมนต์ ให้ทั่วบริเวณตามอัตราส่วนการปล่อยโรยปูนซีเมนต์ ตามที่กำหนดไว้

๓. รถเกรดเดอร์ ทำการผสมวัสดุ ระหว่างดินและปูนซีเมนต์ ให้เข้ากัน (การผสมแห้ง)

๔. ในระหว่างรถเกรดเดอร์ทำการผสมวัสดุ ให้นำน้ำยางพาราสด DRC ๓๐ ผสมกับน้ำยาดัดแปร ให้เข้ากันตามอัตราส่วนผสมในข้อที่ ๓ ซึ่งจะต้องใช้เครื่องผสมเคลื่อนที่ ที่ทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือได้จัดเตรียมไว้ เพื่อให้ได้รอบการผสมที่เข้ากัน โดยทำการกวนตลอดเวลาที่ความเร็ว ๕๐-๑๐๐ รอบต่อนาทีเป็นเวลา ๑-๔ ชั่วโมง ตามสิทธิบัตรถนนยางพาราดินซีเมนต์

๕. จัดเตรียมน้ำ ในรถน้ำ ให้ได้ปริมาณที่กำหนดไว้

๖. เมื่อผสมให้เข้ากันได้เป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ให้นำน้ำยางพาราดัดแปร นำไปเทใส่ในรถน้ำ แล้วให้รถน้ำวิ่งเบรก ให้น้ำกับน้ำยางพาราดัดแปรเข้ากัน และเก็บตัวอย่างน้ำยางพาราดัดแปรเพื่อนำไปตรวจที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หรือหน่วยที่สามารถดำเนินการตรวจสอบ และรับรองผลให้ได้

๗. สเปรย์น้ำยางพาราดัดแปร (ที่ผสมน้ำ) ให้ทั่วพื้นที่ก่อสร้าง โดยดูความชื้นให้เหมาะสมโดยความชื้นอยู่ในช่วง ๔๕-๘๐ เปอร์เซ็นต์ (สเปรย์ให้หมดตามปริมาณที่ผสมไว้)

๘. เมื่อความชื้นเหมาะสม รถเกรดเดอร์ ทำการผสมวัสดุดินซีเมนต์ และน้ำยางพาราดัดแปร (ผสมน้ำ) ให้เข้ากัน (การผสมเปียก) ถ้าความชื้นไม่พอ ให้สเปรย์น้ำเปล่าเพิ่มขึ้น (รถน้ำอีก ๑ คัน ที่เตรียมไว้) ซึ่งในขั้นตอนการผสมในข้อนี้ จะใช้เวลาในการผสมเปียกไม่เกิน ๑ ชั่วโมง ก่อนการบดอัด

๙. เมื่อผสมเข้ากันแล้ว ให้เกรดเดอร์ นำวัสดุมาปูให้ทั่วบริเวณ ครั้งละไม่เกิน ๐.๐๕ เมตร แล้วทำการบดอัดเป็นชั้น โดยรถบดล้อเหล็ก (เปิดการสั่น) และตามด้วยรถบดล้อยาง

๑๐. ดำเนินการแบบนี้ จนกว่าจะถึงชั้นผิวหน้า แล้วทำการบดอัดผิวหน้าที่ใกล้แล้วเสร็จ โดยใช้เฉพาะรถบดล้อยางเท่านั้น เพื่อให้ได้ผิวหน้าที่เรียบเงา (ถ้าความชื้นไม่พอ ให้นำน้ำเปล่ามาสเปรย์เพิ่ม เพื่อให้ได้ความชื้นที่เหมาะสม)

๑๑. ถ้าบางพื้นที่ของผิวหน้า เกิดไม่เรียบ (ด้วยปัจจัยภายนอก เช่น เวลาการก่อสร้างที่ล่าช้า ไม่สามารถปิดการจราจรได้ตลอด) ให้ใช้รถเกรดเดอร์ ใช้ใบผสม ปรับแต่งหน้าได้ และใช้รถบดล้อยางบดอัดอีกครั้ง (เป็นวิธีการแต่งผิวหน้า)

๙. การควบคุมคุณภาพขณะก่อสร้าง

การก่อสร้างผิวทางดินซีเมนต์ ให้ก่อสร้างเป็นชั้นๆ โดยให้ความหนาหลังจากบดทับแต่ละชั้นไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิเมตร

เมื่อได้การก่อสร้างผิวทางดินซีเมนต์แบบกำหนดไว้หนาไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิเมตร จนได้ความยาวพอเหมาะในแต่ละวันแล้ว ให้ดำเนินการทดสอบความแน่นของการบดทับตามมาตรฐาน และทดสอบกำลังรับแรงอัดตามมาตรฐาน หากผลทดลองเป็นไปตามข้อกำหนดแล้วให้ดำเนินการก่อสร้างชั้นทางในชั้นต่อไปได้

ในกรณีที่แบบผิวทางดินซีเมนต์กำหนดไว้หนา ๒๐๐ มิลลิเมตร ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างผิวทางเป็น ๒ ชั้น หนาชั้นละประมาณ ๑๐๐ มิลลิเมตร โดยเมื่อได้ก่อสร้างผิวทางชั้นแรกจนได้ความยาวพอเหมาะที่จะก่อสร้างทางในชั้นถัดไปแล้ว ให้ดำเนินการทดสอบความแน่นของการบดทับ และทดสอบกำลังรับแรงอัด หากผลทดลองเป็นไปตามข้อกำหนดแล้วให้ดำเนินการก่อสร้างผิวทางดินซีเมนต์ชั้นถัดไปได้

ก่อนการปูผิวทางดินซีเมนต์ชั้นถัดไป ให้ทำการพ่นน้ำให้ผิวหน้าของชั้นผิวทางดินซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไว้แล้วชุ่มชื้น ถ้าผิวหน้าของชั้นผิวทางดินซีเมนต์เรียบเป็นมันให้ผู้รับจ้างทำการครูดผิวหน้าของชั้นผิวทางดินซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไว้แล้วให้เป็นริ้วรอยก่อนแล้วค่อยพ่นน้ำให้ชุ่มชื้น

ผิวหน้าของผิวทางดินซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไปแล้ว ควรมีความชุ่มชื้นพอควรในขณะที่ทำการปูพื้นทางดินซีเมนต์ในชั้นถัดไปเพื่อช่วยให้ชั้นดินซีเมนต์เกาะยึดกันดี ผิวหน้าที่หยาบของผิวดินซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไปแล้วที่มีความชื้นพอเหมาะจะช่วยให้เกิดการเกาะยึดที่ดีกับชั้นผิวทางดินซีเมนต์ที่ก่อสร้างทับลงไป

ผู้รับจ้างอาจก่อสร้างผิวทางดินซีเมนต์ให้มีความหนาแต่ละชั้นเกินกว่า ๑๕๐ มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน ๒๐๐ มิลลิเมตรก็ได้ ทั้งนี้ต้องแสดงรายการเครื่องจักรและเครื่องมือที่เหมาะสม แสดงวิธีการปฏิบัติงานและต้องก่อสร้างแปลงทดลองยาวประมาณ ๒๐๐-๕๐๐ เมตร ให้ตรวจสอบคุณภาพก่อน เพื่อขอรับการพิจารณาอนุญาตจากนายช่างควบคุมงาน หากพบว่าระหว่างการก่อสร้างมีปัญหาเกี่ยวกับความแน่น หรือกำลังรับแรงอัดของผิวทางดินซีเมนต์ส่วนบนและส่วนล่างไม่ได้ตามข้อกำหนด นายช่างผู้ควบคุมงานอาจพิจารณาระงับการก่อสร้างผิวทางดินซีเมนต์ชั้นละมากกว่า ๑๕๐ มิลลิเมตร

๑๐. การทดสอบในสนาม

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบในสนามตามที่กำหนด โดยมีรายละเอียดการทดสอบในสนามดังนี้

๑๐.๑ การทดสอบความแน่นของการบดทับ

งานผิวทางดินซีเมนต์ จะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอด ไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๙๕ หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบของความแน่นแห้งสูงสุด ที่ได้จากการทดลองตัวอย่างดินซีเมนต์จากแหล่งวัสดุแต่ละแหล่งหรือแต่ละกอง ตามวิธีการทดสอบที่ มยผ. ๒๒๐๒-๕๙ : วิธีการทดสอบความแน่นสูงกว่ามาตรฐาน (Modified

Compaction Test) การทดสอบความแน่นของการบดทับ ควรดำเนินการทดสอบในวันที่ทำการบดทับเสร็จตามวิธีการทดสอบที่ มยผ. ๒๒๐๔-๕๗ : วิธีการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test) ทุกระยะประมาณ ๑๐๐ เมตร ต่อความกว้าง ๑ ช่องจราจรหรือประมาณพื้นที่ ๕๐๐ ตารางเมตร ต่อ ๑ หลุมตัวอย่าง หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น

๑๐.๒ การทดสอบกำลังแรงอัด

ให้เตรียมแท่งตัวอย่างทดสอบจำนวน ๓ ตัวอย่าง ในช่วงงานก่อสร้างแต่ละช่วง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ของดินซีเมนต์หนาไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิเมตร พื้นที่ไม่เกิน ๑,๕๐๐ ตารางเมตร และให้ถือว่าแท่งตัวอย่าง ๓ ตัวอย่างนี้เป็น ๑ ชุดทดสอบ ภายหลังการบดอัดให้ดันตัวอย่างดินซีเมนต์ออกจากแบบ และบ่มไว้ในถุงพลาสติกเพื่อป้องกันมิให้ตัวอย่างสูญเสียความชื้นเป็นระยะเวลานาน ๗ วัน เมื่อครบ ๗ วันให้นำตัวอย่างทดสอบแต่ละชุด (๓ ตัวอย่าง) ออกจากถุงพลาสติก แช่น้ำไว้นาน ๒ ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างดินซีเมนต์ไปทดสอบกำลังรับแรงอัดตามวิธีการทดสอบที่ มยผ. ๑๒๔๒ : วิธีการทดสอบหาค่าแรงอัดแกนเดียว (Unconfined Compressive Strength) ของดินโดยอนุโลม ค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยของดินซีเมนต์ในช่วงงานก่อสร้างแต่ละช่วงจะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนด ทั้งนี้อนุญาตให้มีแท่งดินซีเมนต์ที่มีค่ากำลังรับแรงอัดต่ำกว่าที่กำหนดได้ไม่เกิน ๑ ก้อนแต่ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๕ ของค่าที่กำหนด

๑๐.๓ การทดสอบซ้ำ

ในกรณีที่ค่าความหนาแน่นของการบดทับ หรือค่ากำลังรับแรงอัดต่ำกว่าที่กำหนด ผู้รับจ้างอาจขอให้เจาะเก็บตัวอย่างดินซีเมนต์ช่วงที่เป็นปัญหาเพื่อนำตัวอย่างมาทดสอบกำลังรับแรงอัดใหม่ โดยดำเนินการในลักษณะเดียวกับข้อ ๑๐.๒ ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยเฉลี่ยของตัวอย่างทดสอบที่เจาะจากสนามจำนวน ๓ ก้อนที่อายุไม่เกิน ๒๘ วัน จะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ ๙๐ ของค่าที่กำหนด ถ้าผลทดสอบไม่ได้ตามที่กำหนดนี้ถือว่าดินซีเมนต์ใช้ไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องรื้อเอาดินซีเมนต์ในช่วงนี้ทิ้งออกไป และทำการก่อสร้างดินซีเมนต์ขึ้นมาใหม่ให้ได้มาตรฐานตามกำหนดผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบซ้ำ และค่าใช้จ่ายในการรื้อเอาดินซีเมนต์ที่ใช้ไม่ได้ตามกำหนดนี้ออกทิ้งทั้งสิ้น

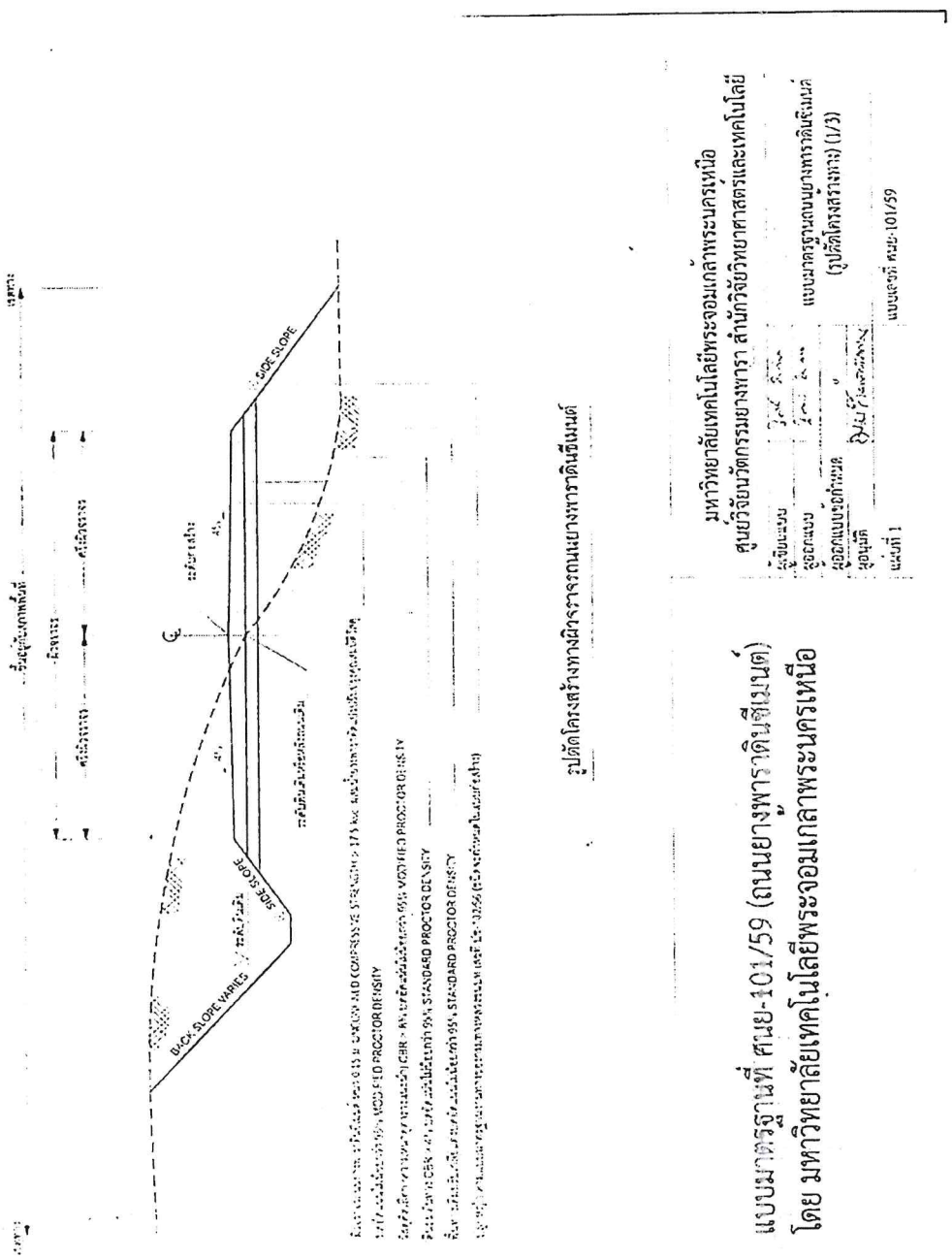
๑๐.๔ การบ่มและการเปิดการจราจร

ให้บ่มดินซีเมนต์ทุกชั้นโดยพ่นน้ำลงไปบนผิวหน้าของดินซีเมนต์ที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว ให้ผิวหน้าชุ่มชื้นตลอดเวลา ติดต่อกันนานอย่างน้อยที่สุด ๓ วัน นับจากวันที่บดทับเสร็จ ในช่วงเวลาของการบ่มอนุญาตให้เปิดการจราจรได้ตามปกติ หรือหากมีความชื้นที่เหมาะสมไม่ต้องทำการบ่ม

๑๐.๕ เครื่องมือเจาะเก็บตัวอย่างดินซีเมนต์

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเครื่องมือเจาะเก็บตัวอย่างดินซีเมนต์ประจำไว้ที่หน้างาน โดยเครื่องมือดังกล่าวจะต้องมีสภาพที่สามารถจะใช้งานได้ตลอดเวลา

๑๑. แบบมาตราฐาน เลขที่ ศนย. ๑๐๑ /๕๙ และแบบมาตราฐาน เลขที่ ศนย. ๑๐๒/๕๙



ข้อกำหนดถนนยางพาราดินซีเมนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.)

ข้อกำหนดถนนยางพาราดินซีเมนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.)

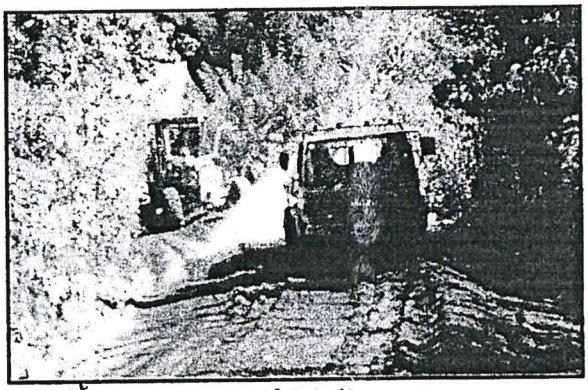
ภาคผนวก

๑. ขั้นตอนการก่อสร้างถนนยางพาราดินซีเมนต์ (Para Soil Cement) โดยวิธีผสมในพื้นที่ (Mixed In Place) ** ภาพตัวอย่างประกอบ **

๑.) เตรียมพื้นที่ โดยเกรดเดอร์กรุยดินเดิมขึ้นมา

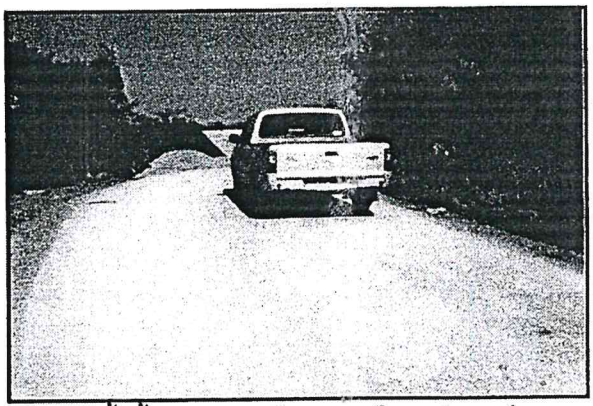
๒.) เกลี่ยปูนซีเมนต์ ให้กระจายทั่วทั้งพื้นที่ก่อสร้าง

๓.) การผสมแห้ง คลุกเคล้า ดินกับซีเมนต์ให้เข้ากัน



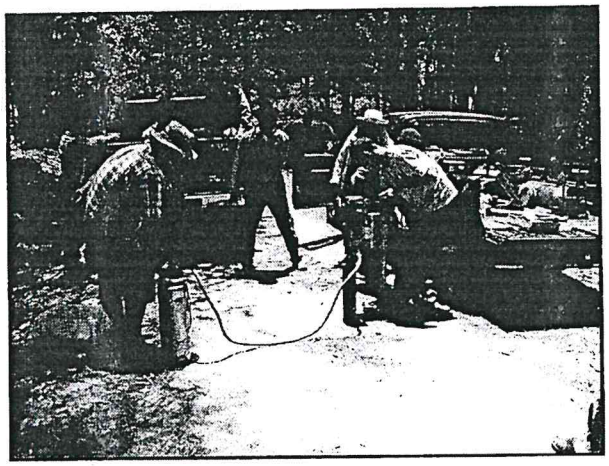
๔.) สเปรย์น้ำยางพาราดัดแปร ให้เข้ากัน และทำการผสม

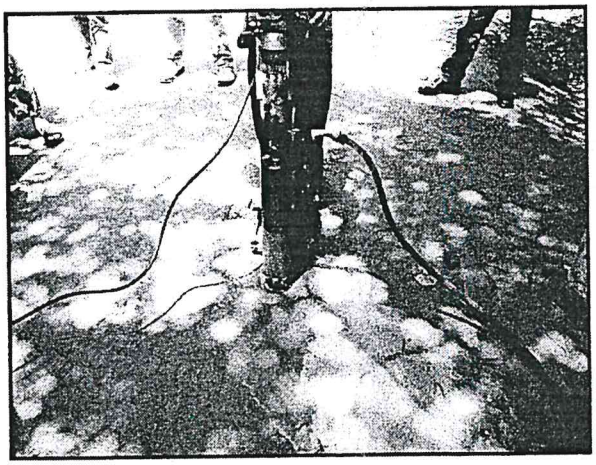
๕.) การบดอัด ให้แน่นโดยรถล้อเหล็ก และรถล้อยาง

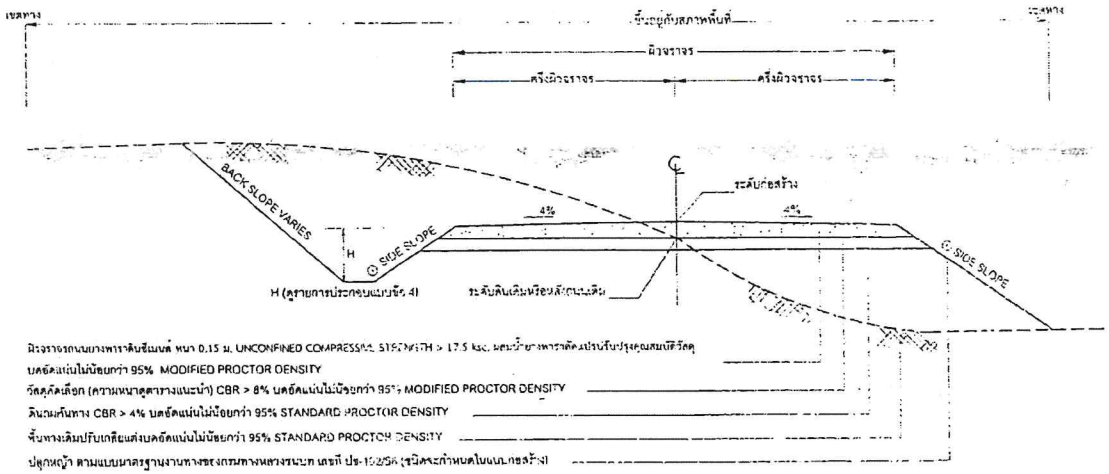


๖.) ถนนชั้นพื้นทางหลังเสร็จสมบูรณ์ใน ๒ สัปดาห์

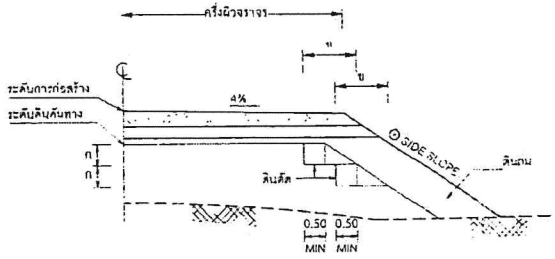
หลังก่อสร้างทำการเจาะก้อนตัวอย่าง - เพื่อทดสอบดูค่าความ <u>แข็งแรง-ทนทาน-ทึบน้ำ-ยืดหยุ่น</u>







รูปตัดโครงสร้างทางผิวจราจรถนนยางพาราดินซีเมนต์



รูปตัดการก่อสร้างลาดคันทางบนถนนเดิม

รายการประกอบแบบ

1. มิติที่กำหนดเป็น "เมตร" นอกนั้นให้ระบุเป็นอย่างอื่น
2. คุณสมบัติทางวิศวกรรม [illegible] ให้เป็นไปตาม มาตรฐานกรมทางหลวงชนบท (ทช.) เฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้อง
3. จำนวนชั้นบดอัดในการก่อสร้างคันทาง [illegible] ดังนี้
   3.1 ระยะ "ข" ในการก่อสร้างลาดคันทางบนถนนเดิมให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน
   3.2 ระยะ "ข" ในการก่อสร้างลาดคันทางบนถนนเดิมกรณีพื้นที่เหลือจากขอบลาดดินถมคันทางถึงขอบไหล่ทางน้อยกว่า 0.50 ม.
4. H คือ ความสูงของหน้าดินถมคัน
   - ร่องน้ำธรรมชาติ ลึกไม่น้อยกว่า 1.50 ม. ในกรณีไม่สามารถขุดลอกได้ ให้ปรับลดความลึกเป็น 1 เท่า แต่ไม่น้อยกว่า 0.50 ม. ทั้งนี้ ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
   - ร่องน้ำที่มีการขุดลอก ลึกไม่น้อยกว่า 0.50 ม.
5. ความหนาของชั้นโครงสร้างทาง ตามความหนาที่กำหนดในรูปตัดแบบก่อสร้าง
6. ความลาดคันทางให้ตามความหนาที่กำหนดในแบบก่อสร้าง
7. ในกรณีการขุดร่องระบายน้ำลึกมากกว่า 3.00 ม. ให้ใช้แบบก่อสร้างแบบ ทล-501 (ทางหลวงหรือดัดแปลง)
8. งานดิน ได้แก่ งานดินตัด งานดันถม งานดันทิ้ง และงานดันอื่นๆ
9. ถนนดินซีเมนต์เหมาะสมกับภูมิประเทศที่มีความลาดชันของถนนไม่เกิน 15%
10. การผสมดินซีเมนต์ ผู้รับจ้างจะเลือกใช้วิธีการผสมในที่หน้างาน (Mix In - Place) ก็ได้ ทั้งนี้ให้ผู้รับจ้างเสนอวิธีการทำงานและเครื่องจักรให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ
11. เริ่มผสมดินซีเมนต์ที่จะใช้จริงในการก่อสร้าง ให้ทำการทดลอง 1 ครั้งก่อน โดยทำการผสมประมาณ 4% ของน้ำหนักดิน
12. ผู้ควบคุมงานสุ่มน้ำยางพาราคัดแปรที่ใช้ในขณะก่อสร้าง ไม่น้อยกว่า 20% ของน้ำหนักปูนซีเมนต์
13. ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมน้ำ [illegible] ที่สะอาดปราศจากน้ำเค็มและน้ำกร่อย ที่ได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างโดยให้เก็บไว้ที่หน่วยงานก่อสร้างเพื่อให้เพียงพอตลอดเวลาการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องแสดงหลักฐานปริมาณน้ำยางพาราที่ใช้ในวันส่งมอบงาน โดยบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
14. แบบนี้ใช้ร่วมกับแบบเลขที่ คนย-103 ถึง คนย-104

ตารางแนะนำความลาดตัดคันทาง (BACK SLOPE) และลาดถมคันทาง (SIDE SLOPE)

ความสูงและการพิจารณา หรือ ณ (เมตร)	ดิน		หินผุ		หินแข็ง	
	ตัด	ถม	ตัด	ถม	ตัด	ถม
0.00 - 3.00	≥2:1	1:2.0	1:1	≥1.5:1	≥0.25:1	≥1:1

- อัตราส่วนในลักษณะเป็น [illegible] แนวดิ่ง

ตารางแนะนำการออกแบบความหนาของชั้นโครงสร้างทาง

ดินเดิมหรือดินคันทาง (CBR)	ปริมาณจราจรต้นลงรับ (ADT)	วัสดุคัดเลือก (เมตร)	ดินซีเมนต์ (เมตร)
4%	≤ 300	0.15	0.15
	301 - 500	0.25	0.15
6%	≤ 300	-	0.15
	301 - 500	0.15	0.15
8%	≤ 300	-	0.15
	301 - 500	-	0.15

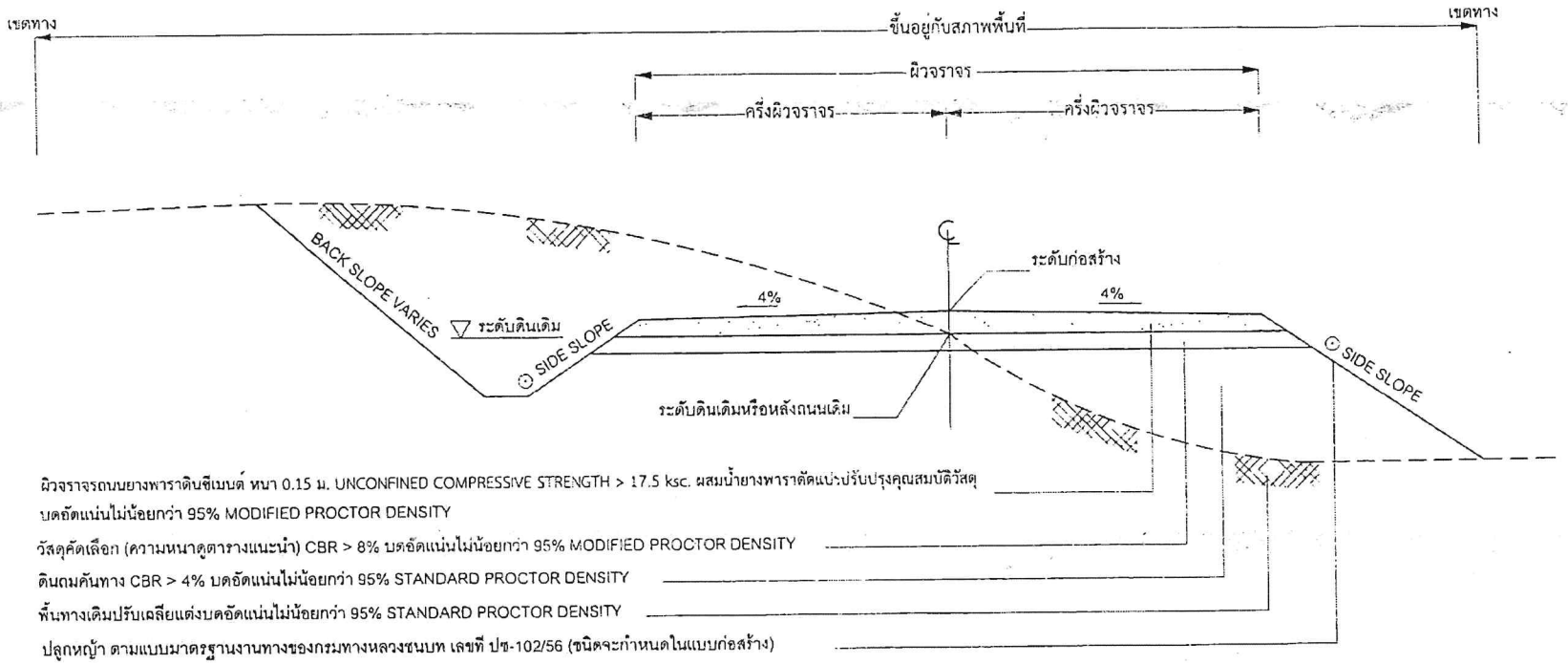
* อายุการใช้งาน 3 ปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก 10% ที่น้ำหนักรถบรรทุก 3 เพลา 6 ล้อ ขาละ 10 เส้น 25 ตัน
* ADT คือ ปริมาณการจราจรต้นลงรับเฉลี่ยรวมรถทุกประเภท

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศูนย์วิจัยนวัตกรรมยางพารา สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้เขียนแบบ	[illegible]
ผู้ออกแบบ	[illegible]
ผู้ออกแบบขอกำหนด	
ผู้อนุมัติ	[illegible]
แผ่นที่ 2	

แบบมาตรฐานถนนยางพาราดินซีเมนต์ (รูปตัดโครงสร้างทาง) (1/3)

แบบเลขที่ คนย-102/59



รูปตัดโครงสร้างทางผิวจราจรถนนยางพาราดินซีเมนต์

แบบมาตรฐานที่ ศนย-101/59 (ถนนยางพาราดินซีเมนต์)
โดย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศูนย์วิจัยนวัตกรรมยางพารา สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้เขียนแบบ		แบบมาตรฐานถนนยางพาราดินซีเมนต์ (รูปตัดโครงสร้างทาง) (1/3)
ผู้ออกแบบ		
ผู้ออกแบบข้อกำหนด		
ผู้อนุมัติ		
แผ่นที่ 1		แบบเลขที่ ศนย-101/59

เอกสารนำเสนอ

ถนนยางพาราดินซีเมนต์
Para Modified rubber Latex Soil Cement Road

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพีพันธ์ แดงตันกี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ถนนยางพาราดินซีเมนต์
Para-rubber Soil Cement Road

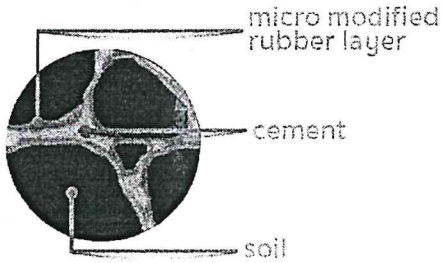
		หน้า
เรื่องที่ 1	ประวัติและความเป็นมาของนวัตกรรม	2
เรื่องที่ 2	ตารางทดสอบถนนต้นแบบ	10
เรื่องที่ 3	ตารางราคาถนนยางพารา ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	11
เรื่องที่ 4	แนวทางการดำเนินงาน	12
เรื่องที่ 5	ข้อสรุป & ข้อเสนอแนะ	13

1. ประวัติและความเป็นมาของนวัตกรรม

1.1 ที่มาของงานวิจัย

ทาง มจพ. ได้เริ่มคิดค้นและดำเนินงานวิจัย "ถนนยางพาราดินซีเมนต์" ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2559 ถนนยางพาราดินซีเมนต์ คือ การนำยางพาราธรรมชาติ (น้ำยางพาราสด และน้ำยางพาราข้น) มาดัดแปรโครงสร้างทางเคมีของยางพารา เพื่อให้ยางพาราสามารถนำมาใช้ร่วมกับวัสดุดิน ปูนซีเมนต์ และน้ำยางพาราได้

1.2 หลักการทางวิทยาศาสตร์



ข้อดี การนำน้ำยางพารา (ดัดแปร) มาใช้ในการก่อสร้างถนน

- ป้องกันการซึมผ่านของน้ำ
- ลดการแตกร้าวของซีเมนต์
- เพิ่มความแข็งแรง และความยืดหยุ่น
- เพิ่มความคงทน และการบำรุงรักษา

1.3 อนุสิทธิบัตรและสิทธบัตร

อนุสิทธิบัตรสูตรส่วนผสมน้ำยางพาราดัดแปรสำหรับทำถนนยางพาราดินซีเมนต์

- นวัตกรรมถนนยางพาราดินซีเมนต์
- จดอนุสิทธิบัตร เลขที่ 11828
- เมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

เลขที่อนุสิทธิบัตร 11828

อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542
ปลัดกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี)
ปรากฏในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ 1601000970
วันรับอนุสิทธิบัตร 23 กุมภาพันธ์ 2559
ผู้ประดิษฐ์ นายระพีพันธ์ [illegible]
รายละเอียดการประดิษฐ์ สูตรส่วนผสมน้ำยางพาราดัดแปรสำหรับทำถนนยางพาราดินซีเมนต์

ให้ผู้ทรงอ[illegible] สิทธิและหน้าที่ตามกฎหมาย เว้นสิทธิบัตรบุคคลภายนอก

ออกให้ ณ วันที่ 15 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2559
หมดอายุ ณ วันที่ 22 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565

(ลงชื่อ).....
(นายนุกิจ สรรพศิริกุล)
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

หมายเหตุ 1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีภายในเดือน [illegible] ของทุกปี มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรจะสิ้นอายุ
2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในครั้งเดียวก็ได้
3. ภายใน 90 วัน นับแต่วันที่ผู้ทรงอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิขอรับอนุสิทธิบัตรได้ 3 ครั้ง ครั้งละ 2 ปี โดยต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าด้วย
4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ 025355

สิทธิบัตรถนนยางพาราดินซีเมนต์

- สิทธิบัตร เลขที่คำขอ 1601000970
- เมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559
- รอประกาศโฆษณาภายใน 60 วัน (มิถุนายน 2561)

1.4 ผลการทดสอบของถนนยางพารา โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

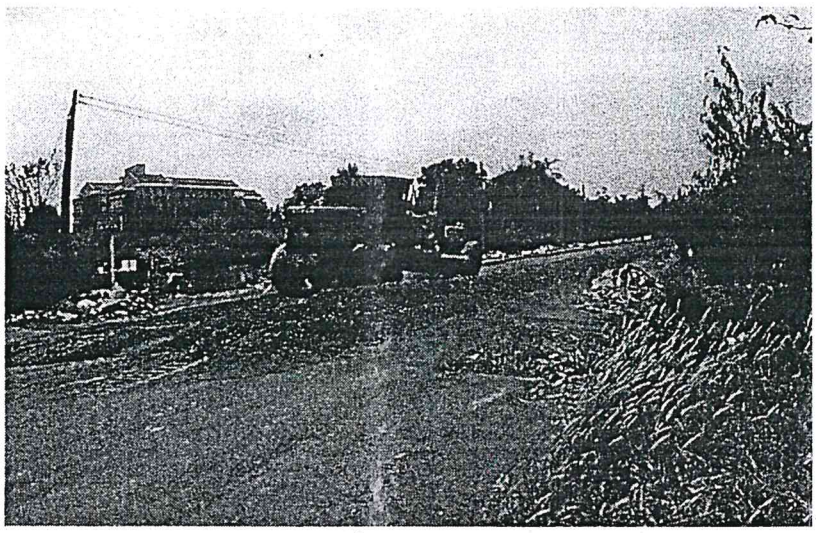
คุณสมบัติทางวิศวกรรม	มาตรฐานการทดสอบ	ดินและซีเมนต์ (ตัวควบคุม)	ดิน ซีเมนต์ และน้ำยางพาราตัดแปร (DRC 30, น้ำยางข้น)	ดิน ซีเมนต์ และน้ำยางพาราตัดแปร (DRC 30, น้ำยางสด)
การทดสอบการรับกำลังอัดแบบไม่ถูกจำกัด (บ่มทดสอบ 7 วัน)	ASTM D 2166	27.16 kN	28.50 kN (+4.90%)	31.69 kN (+16.64%)
การทดสอบการรับกำลังอัดแบบไม่ถูกจำกัด (บ่มทดสอบ 28 วัน)		32.45 kN	34.95 kN (+7.72%)	39.50 kN (+21.72%)
การทดสอบการรับแรงดึง (บ่มทดสอบ 7 วัน)	ASTM C 496	12.68 kN	13.39 kN (+5.61%)	14.21 kN (+12.06%)
การทดสอบการรับแรงดึง (บ่มทดสอบ 28 วัน)		14.11 kN	15.41 kN (+9.21%)	15.49 kN (+9.74%)
การทดสอบหาค่าการซึมผ่านได้ของน้ำในดินด้วยวิธีการใช้แรงดันสูง (บ่มทดสอบ 28 วัน)	ASTM D 2434	1.04003E-05 cm/s	4.98633E-06 cm/s (+50.90%)	2.08359E-06 cm/s (+79.96%)

ตารางที่ 1 ตารางการแสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของถนนยางพาราดินซีเมนต์

1.5 โครงการก่อสร้างแปลงทดสอบและถนนต้นแบบ

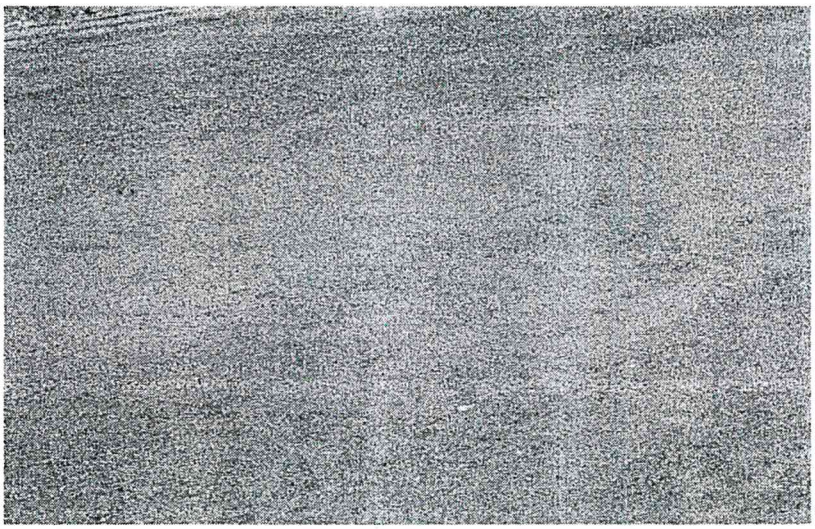
1.5.1 แล้วเสร็จปี 2559 (แปลงทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี)

รูปที่ 1 การเกลี่ยปูนซีเมนต์ให้กระจายโดยทั่วพื้นที่คันทางที่จะปรับปรุงและเริ่มผสม



รูปที่ 2 รถเกรดคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน

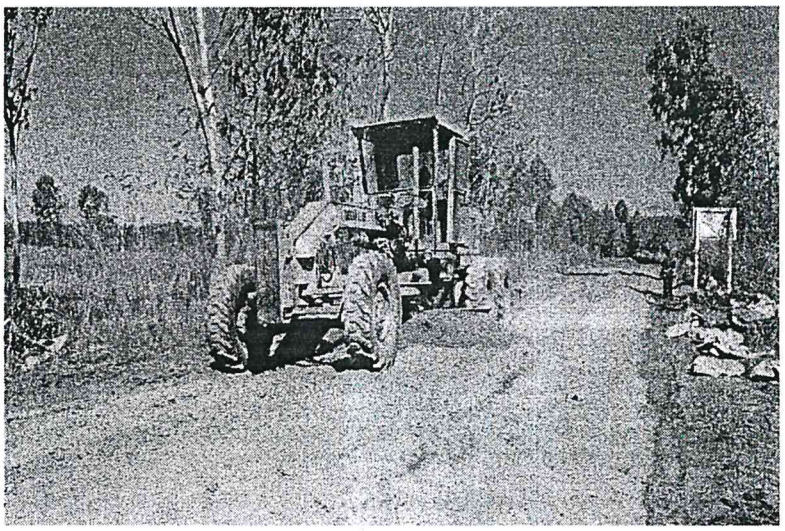
รูปที่ 3 การบดอัดโดยใช้รถบดล้อเหล็ก ขนาดน้ำหนัก 10 ตัน



รูปที่ 4 ผิวสำเร็จของถนนยางพาราดินซีเมนต์หลังจากการบดอัดแล้วเสร็จที่พร้อมนำไปบ่ม เพื่อลดการแตกร้าว

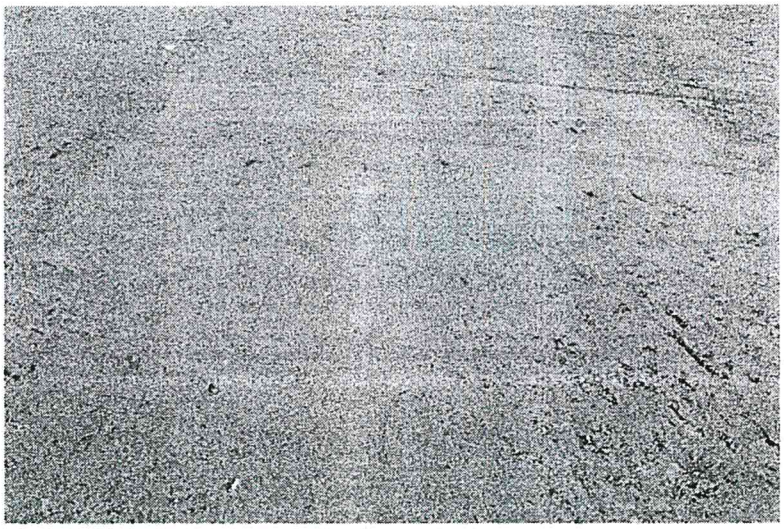
1.5.2. แล้วเสร็จปี 2560 (ถนนต้นแบบ ณ อำเภอเซกา จังหวัดบึงกาฬ)

รูปที่ 5 การเกลี่ยปูนซีเมนต์ให้กระจายโดยทั่วพื้นที่คันทางที่จะปรับปรุงและเริ่มผสม



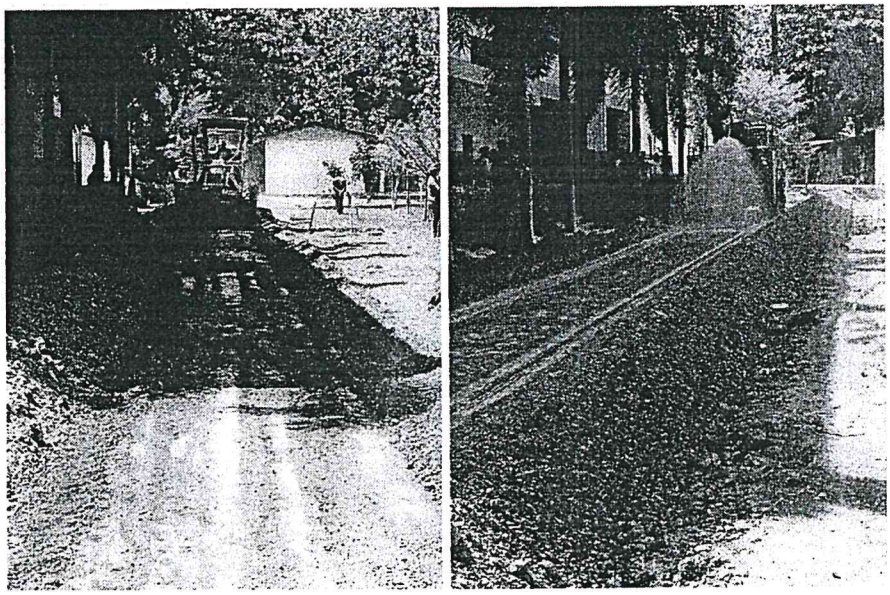
รูปที่ 6 รถเกรดคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน

รูปที่ 7 รถน้ำสเปรย์น้ำยางพาราดัดแปรและรถเกรดปรับส่วนผสมให้เข้ากัน

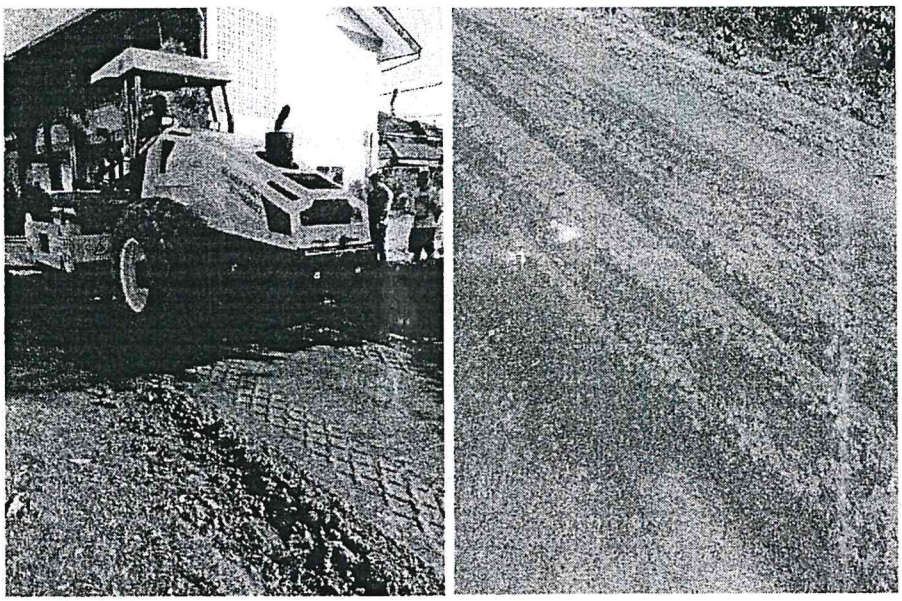


รูปที่ 8 ผิวสำเร็จของถนนยางพาราดินซีเมนต์หลังจากการบดอัดแล้วเสร็จที่พร้อมนำไปบ่มเพื่อลดการแตกร้าว

1.5.3. ปัจจุบันปี 2561 (ถนนต้นแบบ ณ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่)



รูปที่ 9 รถเกรดคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากันหลังจากนั้นรถน้ำสเปรย์น้ำยางพาราดัดแปร และรถเกรดปรับส่วนผสมให้เข้ากัน



รูปที่ 10 การบดอัดโดยใช้รถบดล้อเหล็ก & ผิวสำเร็จของถนนยางพาราดินซีเมนต์

2. ตารางทดสอบถนนต้นแบบ

ตารางแสดงผลการทดสอบการรับกำลังอัดแบบไม่ถูกจำกัด (UCS) ตัวอย่างได้จากการ Coring ในพื้นที่ถนนต้นแบบ			
NO.	ผลการทดสอบการรับกำลังอัดแบบไม่ถูกจำกัด (UCS; kg/cm^2)		
	In Field (7 days)	In Field (1 years)	In Field (2 years)
1	24.97	41.70	56.99
% increase	-	+67%	+128%

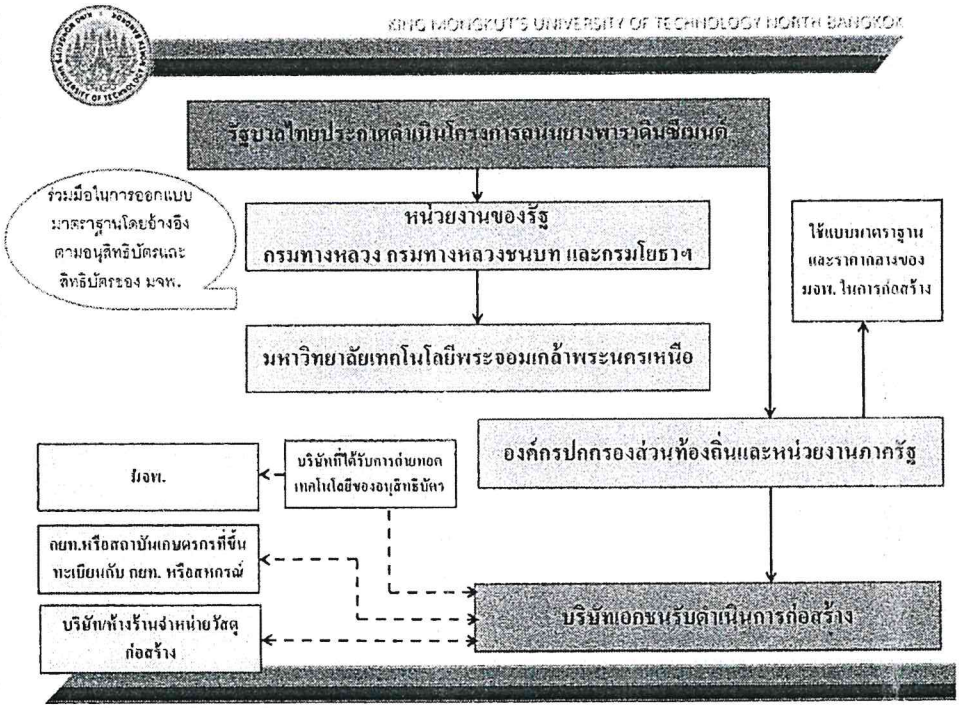
ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบผลทดสอบ UCS ถนนต้นแบบ
ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี

3. ตารางราคาถนนยางพาราของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาวัสดุ (บาท)		ราคาแรง (บาท)		ราคารวม	ราคารวม	หมายเหตุ	
				ราคาต่อหน่วย	ราคาวัสดุรวม	ราคาต่อหน่วย	ราคาแรงรวม	(บาท/ลบ.ม.)	(บาท/พ.ม.)		
1	งานดิน(ตัวเน่น)	1.00	ลบ.ม.				-	-			
	1.1 งานดินคิวหอาม	1.00	ลบ.ม.	45.00	45.00		-	45.00		ดินถม	
	1.2 ค่าดำเนินการ+ค่าเชื้อเพลา (ขุด+ขน)	1.00	ลบ.ม.	-	-	31.77	31.77	31.77		ราคากลาง ทล	
	1.3 ค่าขนส่ง (11 km.)	11.00	ก.ม.	-	-	3.55	39.05	39.05		ราคากลาง ทล	
	ราคางานดินคิวเน่น	1.00	ลบ.ม.					115.82			
	รวมราคางานดินคิวเน่น (พิจารณาเพรื่อนค่าขุบตัว 1.6)	1.60	เท่า					185.31	27.80		
2	น้ำยางพาราสด DRC 30	15.00	ก.ก.	19.50	292.50	-	-	292.50	43.88	ราคาประกันซื้อน้ำยางพารา	กรณีเป็น Pre-Blend 823.27 บาท/ลบ.ม.
3	น้ำยาคัดแปร (IR1) ไม่รวมค่าขนส่ง	1.67	ลิตร				-				
	3.1 Acrylic Copolymer (Cement base)	1.67	ลิตร	250.00	417.50		-	417.50		ราคากลางของ มทร ตามแบบ มทร	
	3.2 SLS	0.2595	ก.ก.	130.00	32.57		-	32.57		ซื้อราคา	
	3.3 Anti-oxidant	0.08	ก.ก.	340.00	25.50		-	25.50		ซื้อราคา	
	3.4 Ani-UV	0.08	ก.ก.	180.00	13.50		-	13.50		ซื้อราคา	
	3.5 Curing Agent	0.36	ก.ก.	80.00	24.00		-	34.00		ซื้อราคา	
	3.6 ค่าเสื่อมน้ำยางพาราดัดแปร	1.67	ลิตร			10.00	16.70	16.70		ซื้อราคา	
	รวมน้ำยางดัดแปร (IR1)							529.77	79.46		
4	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท I	133.33	ก.ก.	2.51	334.99		-	334.99	50.25	ราคากลาง	ปริมาณที่ใช้ 5.5 % เนื่องจากเผื่อการ Error ของ grader
5	ค่าผสมวัสดุน้ำยางพาราดัดแปร (รวมค่าเสื่อมราคาและค่าดำเนินการ)	1.00	ลบ.ม.		-	43.35	43.35	43.35	6.50	ซื้อราคา	
6	งานเทเอียติ (รวมค่าเสื่อมราคาและค่าดำเนินการ)	1.00	ลบ.ม.		-	54.58	54.58	54.58	8.19	ราคากลาง	
7	งานขุดลอกคิวทางเดิม (รวมค่าเสื่อมราคาและค่าดำเนินการ)	1.00	ลบ.ม.		-	30.38	30.38	30.38	4.56	ราคากลางของ ทช	
	ราคาน้ำยางพาราสดที่ซื้อจากเกษตรกร 65.00 บาทต่อกิโลกรัม					ราคาค่าก่อสร้างรวม		1,470.88	220.63		
	บวกกว่าราคาตลาดอยู่ 25.00 บาทต่อกิโลกรัม					FACTOR	1.3624	1.3624	1.3624		
						ราคาค่าก่อสร้างทั้งหมด		2,003.92	300.59		

ตารางที่ 3 ตารางราคากลางตามสูตรอนุสิทธิบัตรของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4. แนวทางการดำเนินงาน



รูปที่ 11 แนวทางการดำเนินงานโครงการถนนยางพาราดินซีเมนต์ โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

5. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

- เสนอให้ใช้ข้อกำหนดตามอนุสิทธิบัตรฯ และสิทธิบัตรถนนยางพาราดินซีเมนต์ของ มจพ. แทนข้อ กำหนดพิเศษฯ ของกรมทางหลวง เพราะสามารถตรวจสอบได้ และได้วิจัยพร้อมทั้งก่อสร้างถนนต้นแบบซึ่งใช้งานมาแล้วถึง 2 ปี ณ ปัจจุบัน โดยยังมีสภาพสมบูรณ์

- เสนอให้ใช้ราคากลางตามสูตรส่วนผสมตามอนุสิทธิบัตรฯ ของ มจพ. เพราะสามารถตรวจสอบได้ และมีที่มาของราคา อีกทั้งภาคเอกชนสามารถนำไปดำเนินการก่อสร้างได้จริง