การศึกษาการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ในงานซ่อมแซมถนน

A Study of Using Geotextiles for Maintenance of Ways

เผ่าพงศ์ นิจจันทร์พันธ์ศรี[1] และประชุม คำพุฒ[1]

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำแผ่นใยสังเคราะห์มาใช้แก้ปัญหาในงานดินและงานซ่อมแซมถนน โดยได้ทำการออกสำรวจเก็บข้อมูลจากสถานที่จริง และจากบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายภายในประเทศ ทำให้ทราบถึงชนิดของแผ่นใยสังเคราะห์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน และพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นกับผิวถนนและโครงสร้างพื้นถนนมีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน จึงได้ทำการจำแนกลักษณะของปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขโดยใช้แผ่นใยสังเคราะห์เข้ามาช่วยแก้ปัญหา ซึ่งสามารถใช้งานได้ดีและเหมาะสมเป็นอย่างยิ่ง

ความสำคัญของปัญหา

ในปี พ.ศ. 2476 การสร้างทางหลวงเป็นไปตามนโยบายหลักเศรษฐกิจของรัฐบาล จึงได้มีทางหลวงแผ่นดินเชื่อมโยงกันได้ถึงทุกจังหวัด ผิวทางใช้หินหรือดินลูกรังกว้าง 5 เมตร คันทางกว้าง 8 เมตร ต่อมาจนสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ประเทศไทยตกอยู่ในภาวะจำเป็น ต้องเร่งรัดสร้างทางลำลองให้ทางราชการทหารซ่อมแซมทางที่ชำรุด หลังจากสงครามสงบ ได้มีการบำรุงสร้างทางตามแนวเส้นทางดังกล่าว ต่อมามาตรฐานในการสร้างทางเปลี่ยนไปตามขนาดน้ำหนักยวดยานและความเร็ว โดยทางหลวง หรือถนนต่าง ๆ มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ สังคม ความมั่นคงของประเทศเป็นอย่างมาก อาทิเช่น ช่วยให้ผลผลิตทางด้านการเกษตรออกมาสู่ตลาดได้โดยสะดวก ช่วยส่งเสริมอุตสาหกรรม ส่งเสริมการท่องเที่ยว ช่วยยกระดับการศึกษาและการสาธารณสุข ตลอดจนช่วยให้รัฐเข้าถึงประชาชนได้โดยง่าย ฯลฯ [1]

ปัจจุบันนี้ถนนหนทางได้มีการพัฒนาไปเป็นอย่างมาก มีการตัดถนนใหม่เพิ่มขึ้นหลายสาย และทั่วถึงในทุกพื้นที่ มีทั้งทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัด ทางหลวงชนบท ทางหลวงพิเศษ ทางหลวงเทศบาล ทางหลวงสุขาภิบาล ทางหลวงสัมปทาน หรือแม้กระทั่งทางที่ประชาชนหรือจังหวัดและส่วนราชการอื่น ๆ ก่อสร้างขึ้นเพื่อพัฒนาตำบลหรือหมู่บ้าน โดยมิได้ลงทะเบียนเป็นทางหลวงประเภทใด

ลักษณะของผิวทาง (Surface) มีทั้งผิวทางคุณภาพต่ำที่ปริมาณการจราจรน้อยวัสดุที่ใช้จะเป็นดินธรรมชาติ ทรายผสมดินเหนียว กรวด และวัสดุปรับปรุงคุณภาพ ทางคุณภาพกลางผิวทางที่ใช้เป็น Penetration Macadam และ Mixed-in-place ทางคุณภาพสูงผิวทางที่ใช้เป็นยางแอสฟัลท์ (Hot mixed asphalt) หรือคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced concrete) [1]

ซึ่งเมื่อกาลเวลาผ่านไป ถนนหนทางย่อมต้องเกิดการเสียหายเป็นธรรมดา จะเร็วหรือช้าก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ เช่น ความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้ทำผิวทาง ชั้นรองทาง (Sub base) หรือพื้นทาง (Base) ปริมาณการสัญจรที่เพิ่มขึ้น ขั้นตอนการออกแบบที่ไม่ได้คุณภาพเท่าที่ควร การทรุดตัวของดินเดิมใต้พื้นทาง การเคลื่อนตัวของไหล่ทาง การถูกกัดเซาะจากน้ำป่า หรือกัดเซาะจากทางน้ำข้างทาง ฯลฯ จึงส่งผลให้เกิดความเสียหายมากน้อยแตกต่างกันออกไป และ

[1] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
โทร/โทรสาร: (02)549-3412 E-mail: choomy_gtc@hotmail.com

ไม่ว่าความเสียหายจะเกิดมากหรือน้อยก็ย่อมก่อให้เกิดผลเสียหายต่อการดำเนินชีวิตของประชาชน ทั้งสังคม เศรษฐกิจ และประเทศชาติทั้งสิ้น ดังนั้นจึงต้องมีการซ่อมแซมและบำรุงรักษาถนนหนทางให้ดีเหมือนเดิม เพื่อที่จะได้มีทางใช้สัญจรต่อไปไม่ก่อให้เกิดผลกระทบในด้านต่าง ๆ และจะได้เป็นการพัฒนาประเทศชาติได้อย่างต่อเนื่องสืบไป

โจทย์วิจัย/ปัญหาวิจัย

เมื่อเกิดการพังเสียหายของผิวทาง ปัจจุบันการซ่อมแซมแบบตามปกติประจำวันจะใช้การลาดยางอุดตามรอยแยก (Seal coating) เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปทำลายให้เสียหายมากขึ้น บางทีใช้การปะผิว (Patching) ถ้าเป็นการซ่อมบำรุงในบริเวณที่เกิดการเสียหายมาก วิธีที่ทำได้ผลดีคือการทำ Surface dressing ซึ่งได้แก่การลาดยางบาง ๆ แล้วโรยหินปิดทับและบดทับ ผลที่ได้คือสามารถทนทานต่อการสึกหรอเนื่องจากรถวิ่ง ต้านทานการซึมของน้ำ ถ้าหินที่ใช้แข็งแรงดีจะช่วยป้องกันผิวทางไม่ให้ลื่นจนเกินไป ผิวทางที่ซ่อมนี้ไม่ได้ช่วยเพิ่มให้ทางแข็งแรงและไม่ได้ช่วยให้การขับขี่ราบเรียบขึ้น อย่างไรก็ตามการซ่อมแซมถนนหนทางที่เสียหายต่าง ๆ ก็ต้องมีการพิจารณาจากสภาพการจราจร ความคุ้มทุน อายุการใช้งาน และสภาพภูมิประเทศแต่ละพื้นที่ประกอบ และความเสียหายก็เกิดจากปัจจัยหลัก ๆ คือ การออกแบบ การก่อสร้าง และการจราจร

รอยร้าวที่เกิดบนถนนที่เป็นผิวลาดยาง มีอยู่หลายแบบที่มักพบอยู่เสมอ ๆ เช่น การแตกร้าวแบบหนังจระเข้ (Alligator cracks) การแตกร้าวบริเวณริม (Edge cracks) การแตกร้าวตรงรอยต่อ (Joint cracks) การแตกร้าวโดยผลสะท้อน (Reflection cracks) การแตกร้าวเนื่องจากการหดตัว (Shrinkage cracks) และการแตกร้าวเนื่องจากการเคลื่อนตัว (Slippage cracks) [1] ซึ่งหากจะทำการบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมก็ต้องวิเคราะห์ในหลาย ๆ ด้านดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และเลือกวิธีการใช้ให้เหมาะสมกับผิวหน้าถนน ทั้งแบบปะแบบซีลรอยแตกและผิวหน้า และการทำผิวจราจรใหม่ การทำซีลโค้ท เซอร์เฟซทรีตเมนต์ และโอเวอร์เลย์ก็เป็นส่วนหนึ่งของการซ่อมบำรุง

ปัญหาที่สำคัญและวิศวกรต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกในงานออกแบบก่อสร้างถนน คือ งานด้านวิศวกรรมปฐพี ซึ่งดินจะทำหน้าที่รับน้ำหนักบรรทุกทั้งหมดจากการสัญจรและจากน้ำหนักของถนนเอง อีกทั้งจากภัยธรรมชาติที่อาจเกิดขึ้นอย่างไม่คาดคิด เช่น น้ำท่วม หรือแผ่นดินไหว เป็นต้น ดังนั้นถ้าดินไม่มีความสามารถในการต้านทานน้ำหนักบรรทุกทั้งหมดได้แล้ว ก็จะทำให้พื้นทางและผิวทางเกิดความเสียหายซึ่งปัญหาที่เกิดจากดินรับกำลังไม่ได้นี้ต้องมีการซ่อมแซมกันเป็นการใหญ่ อาจถึงขั้นต้องมีการรื้อถนนออกแล้วสร้างใหม่ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก

ในงานวิศวกรรมโยธาได้มีผู้วิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมแผ่นใยสังเคราะห์สำหรับงานดินเกือบทุกประเภท [2] แนวความคิดทางด้านวิศวกรรมจึงขึ้นอยู่กับความเข้าใจที่ถูกต้องของหลักเกณฑ์การใช้งานแผ่นใยสังเคราะห์เพื่อใช้ในงานสนาม ซึ่งนำมาแก้ไขในงานหลาย ๆ ด้าน คือ ด้านการระบายน้ำและระบบกรองของงานดินทางลาด ด้านการกัดเซาะหน้าดิน การรับน้ำหนักบรรทุกของชั้นดินเดิม โดยที่แผ่นใยสังเคราะห์มีอยู่หลายประเภทและมีประโยชน์การใช้งานที่เหมาะสมแตกต่างกันในแต่ละแบบ ในการเลือกใช้แผ่นใยสังเคราะห์ชนิดใดชนิดหนึ่ง จึงเป็นตัวช่วยให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดแก่งานดิน [3]

Geotextile เป็นวัสดุประเภทหนึ่งใน Geosynthetic ซึ่งถูกนำมาใช้และมีแนวโน้มในการใช้งานเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี Geotextile เริ่มมีการใช้ในช่วง ค.ศ. 1950-1960 โดยการใช้ประโยชน์เบื้องต้นเป็นวัสดุกรอง (Filter) เพื่อป้องกันไม่ให้มวลดินหลุดออกไปตามน้ำที่ไหลเข้าหรือออกจากมวลดิน และต่อมาจึงเริ่มมีการนำประโยชน์ด้านอื่น ๆ ของ Geotextile มาใช้ เช่น การเสริมแรงถนน การแยกชั้นดินในถนน เป็นต้น จนถึงปัจจุบันมีการใช้ Geotextile อย่างกว้างขวาง และใช้ในการก่อสร้างหลายประเภท [4]

ในประเทศไทยมีการใช้ Geotextile ในงานก่อสร้าง เช่น งานถนน หรืองานต่าง ๆ ที่ต้องใช้วัสดุกรอง แต่ยังไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง และยังไม่ได้นำ

ไปใช้ในงานก่อสร้างอีกหลายประเภท ประกอบกับการวิเคราะห์วิจัย และการศึกษาเกี่ยวกับประโยชน์วิธีการก่อสร้างและความเหมาะสมในการใช้งานในประเทศมีจำนวนน้อย มีเพียงบริษัทบางแห่งในประเทศไทยเริ่มมีการนำ Geotextile มาใช้ในงานด้านวิศวกรรมปฐพี [5] เพื่อเพิ่มเสถียรภาพความลาดชันถนนคันทางบนดินเหนียวอ่อน งานถนน งานซ่อมสร้าง อีกทั้งยังช่วยยืดระยะเวลาในการบำรุงรักษา งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาถึงลักษณะความเสียหายของงานทางในดินอ่อน การเสียหายของผิวจราจร และการนำ Geotextile มาใช้ในการแก้ปัญหา และนำมาใช้ในงานซ่อมบำรุงผิวจราจร โดยการออกไปสำรวจเก็บข้อมูลจากสถานที่จริง และจากบริษัทที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นองค์ความรู้และแนวทางในการเผยแพร่ นำวัสดุใหม่มาใช้ในงานทางในประเทศไทยต่อไป

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ ในงานซ่อมแซมถนน ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ด้วยกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 เก็บข้อมูลลักษณะความเสียหายของทางและข้อมูลแผ่นใยสังเคราะห์

1) ออกสำรวจเก็บข้อมูลจากสถานที่จริง โดยการจดบันทึกและถ่ายรูป ความเสียหายของพื้นทาง และผิวทาง

2) สอบถามข้อมูลแผ่นใยสังเคราะห์จากบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายโดยตรงในประเทศไทย

ส่วนที่ 2 เก็บรวบรวมข้อมูลการนำแผ่นใยสังเคราะห์มาใช้งานจริง

1) ออกเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงในการซ่อมแซมถนนที่ใช้แผ่นใยสังเคราะห์ โดยการจดบันทึกและถ่ายรูป วิธีการ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

2) สอบถามข้อมูลขั้นตอนวิธีการปฏิบัติงานและแก้ไขปัญหางานดินจากบริษัทที่ได้เคยดำเนินงานแก้ไขซ่อมแซมมาแล้ว

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์หาข้อดีข้อเสียในการซ่อมแซมถนนโดยใช้แผ่นใยสังเคราะห์ และสรุปผลการศึกษาวิจัย พร้อมทั้งตั้งข้อสังเกตและเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้งานได้อย่างแพร่หลายต่อไปในอนาคต

ผลการวิจัย

จากข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาจากบริษัท ทำให้สามารถทราบถึงขั้นตอนการผลิต ประเภทของ Geotextile ที่นำมาใช้ในงานซ่อมแซมถนน และลักษณะการนำไปใช้งาน ดังต่อไปนี้

Geotextile สามารถแบ่งตามลักษณะการประสานเส้นใยและคุณสมบัติได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. Woven geotextile เป็นประเภทแรกที่มนุษย์สามารถผลิตขึ้นได้โดยพัฒนาเทคนิคมาจากการทอผ้า แต่เปลี่ยนมาใช้เส้นใยเป็นวัสดุประเภท Synthetic polymers แทน ทำให้เกิดแผ่นทอประสานของ Geotextile ซึ่งมีส่วนประกอบของแผ่นอยู่ 2 ส่วน คือ เส้นใยในแนวตามความยาวเรียกว่า Warp และเส้นใยในแนวขวางเรียกว่า Weft เส้นใยที่ใช้ในการทอประสานหนาประมาณ 1 ถึง 2 มม. การเกิดช่องว่างจึงมีมาก ทำให้การซึมผ่านของน้ำสูง และสามารถให้วัสดุอนุภาคเล็ก ๆ จำพวกดินเหนียว (Clay) หรือทรายแป้ง (Silt) ผ่านไปได้บ้างโดยทั่วไปการรับแรงดึงของ Geotextile ในแนว Warp direction จะมีค่าสูงกว่า Weft direction

2. Nonwoven geotextile เป็นการประสานเส้นใย Synthetic polymers ด้วยพันธะต่าง ๆ ตามกรรมวิธีดังนี้

ก. Heat of thermal bonding คือ การใช้อุณหภูมิในการละลายเส้นใยเข้าประสานกันเป็นแผ่นในการผลิตให้มีความบางได้ถึง 0.5 มม. ถึง 1 มม. การรับแรงดึงของแผ่นจะใกล้เคียงกันทุก ๆ ทิศทาง และสามารถเลือกค่าการซึมผ่านของน้ำได้ในช่วงกว้างกว่า Woven geotextile

ข. Mechanical bonding or needle punched โดยการใช้เข็มชุดที่ได้ออกแบบไว้สำหรับทำการตอก หรือถักร้อยเส้นใยให้ประสานกันเป็นแผ่น สามารถผลิตแผ่นให้มีความหนาระหว่าง 0.5 มม. ถึง 5 มม. ซึ่งคุณสมบัติของ Nonwoven geotextile ที่

ผลิตได้สามารถกำหนดได้แน่นอนกว่าวิธีอื่น ๆ และสามารถรับแรงอัดและกำหนดช่วงของค่า Permeability ได้ดีกว่าวิธีการผลิตอื่น รวมทั้งการรับแรงดึงได้สูงใกล้เคียงกันทุกทิศทาง

ขั้นตอนการผลิต Nonwoven geotextile

การผลิต Nonwoven geotextile ทุกประเภทจะใช้หลักการพื้นฐานเดียวกันแต่แตกต่างกันเฉพาะขั้นตอนและวิธีการสร้างพันธะระหว่างเส้นใยเท่านั้น ในขั้นตอนแรกจะทำการพ่นวัตถุดิบ Synthetic polymers ลงไปเพื่อลำเลียงเข้าสู่เครื่องสร้างพันธะตามชนิดของ Nonwoven geotextile แล้วนำออกไปม้วนเพื่อนำไปใช้ในการก่อสร้างต่อไป เรียกขั้นตอนการผลิตนี้ว่า Spun bonding process โดยสามารถสรุปขั้นตอนการสร้างพันธะแต่ละชนิดได้ดังนี้

1. Heat or thermal bonding โดยการลำเลียงเส้นใยวัตถุดิบข้างต้นอย่างสม่ำเสมอ ให้ผ่านลูกกลิ้งที่มีอุณหภูมิสูง ทำให้เส้นใยถูกความร้อนจากลูกกลิ้งหลอมละลาย และลูกกลิ้งจะทำหน้าที่บดอัดเส้นใยหลอมละลายเหล่านั้นเข้าด้วยกัน เมื่อเสร็จกระบวนการแล้วนำแผ่น Nonwoven geotextile ออกไปม้วนเพื่อนำไปใช้งาน

2. Mechanical bonding or needle punched โดยการลำเลียงเส้นใยเข้าไปในเครื่องกลที่ได้ออกแบบกลุ่มเข็ม (Needles) เพื่อทำการตอกถักทอเส้นใยให้เป็นแผ่น ซึ่งวิธีทำงานของกลุ่มเข็มอาจเคลื่อนที่ขึ้นลงหรือเคลื่อนที่แบบหมุนตามการออกแบบเครื่องจักร

ลักษณะการใช้ Geotextile ในงานดิน

1. การสร้างถนนบนดินอ่อน

ลักษณะดินอ่อน ดินเลน ซึ่งมีอยู่เกือบทุกภาคของประเทศ ในบริเวณลุ่มน้ำทุกแห่งและบริเวณชายทะเลที่เป็นดินเลน การสร้างถนนผ่านบริเวณเหล่านี้มีความสำคัญ เพราะเป็นบริเวณที่อุดมสมบูรณ์ ปัญหาที่พบ คือ ต้องสิ้นเปลืองในการขุดดินเดิมออก และเมื่อถมวัสดุรองพื้นก็จะจมหายหมดแล้วลงไปผสมกับดินที่แทรกตัวเข้ามาในวัสดุรองพื้นด้วย ทำให้คุณสมบัติของดินรองพื้นด้อยลง และในบางพื้นที่การสร้างสะพานหรือท่อลอดก่อนก็ทำไม่ได้ จึงได้มีการใช้ Geotextile มาช่วยแก้ปัญหาของดินในลักษณะดังกล่าว

2. การป้องกันดินไหล

ผิวหน้าดินถมเมื่อถูกน้ำชะล้างดินเม็ดละเอียดจะไหลตามน้ำ โดยเฉพาะตามผิวหน้าที่ลาดเอียง Geotextile เมื่อปูยึดผิวดิน และปลูกหญ้าทับไว้ รากหญ้าจะแทงผ่านแผ่น Geotextile และ เจริญงอกงามด้วยอาหารจากดิน พร้อมกับยึดให้แผ่นติดกับดิน ดินเม็ดละเอียดจะไม่หลุดออกมา

3. การใช้เป็นแผ่นกรอง

3.1 ในการวางรางรถไฟจะต้องมีก้อนหินโรยบนคันทางที่บดอัด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินเม็ดละเอียด ถ้าใช้ Geotextile ปูก่อนลงก้อนหิน และวางหมอน เมื่อมีแรงกระแทกจากรถไฟที่สะดุดรอยต่อหัวราง ดินละเอียดจะไม่แทรกตัวผ่าน Geotextile และเมื่อฝนตกน้ำฝนจะไหลออกทางด้านข้างตามแนวแผ่น Geotextile ทำให้คันดินมีสภาพแข็งแรง อาการทรุดตัวไม่เท่ากันจะลดลงได้มาก

3.2 ในการสร้างสนามฟุตบอล ลานวิ่ง มีความต้องการมิให้น้ำขังในสนาม แต่ให้มีน้ำในดินบ้างเพื่อความงอกงามของต้นหญ้า เมื่อใช้ Geotextile ปูสนามก่อนถมผิวดินปลูกหญ้า และหุ้มก้อนหินให้ทำหน้าที่เป็นรางระบายน้ำในดินสนามก็จะไม่มีน้ำขังถาวร

3.3 ในการสร้างอ่างเก็บน้ำบริเวณขอบอ่างจะมีแนวลาดเอียง ถ้าอ่างมีขนาดใหญ่ เมื่อมีลมแรงจะเกิดอาการคลื่นผิวน้ำมากระแทกผิวลาดเอียง ทำให้เกิดการกัดเซาะ แม้จะลงหินป้องกัน น้ำจะแทรกตัวผ่านหิน และกัดเม็ดละเอียดของดินให้ไหลออกมา เมื่อใช้ Geotextile ปูก่อนลงหิน จะป้องกันสภาพที่กล่าวได้ทั้งหมด และยังป้องกันมิให้หินจมลงไปกับผิวดิน ทำให้คงสภาพความสวยงามจากการก่อสร้าง

3.4 ในการดาดผิวอ่างเก็บน้ำที่สร้างในบริเวณดินทราย เพื่อป้องกันวัสดุดาดผิว ทั้งด้านล่างและด้านบน Geotextile จะทำหน้าที่ป้องกันได้อย่างสมบูรณ์ หรือการทำหลังคากันซึมด้วยการปูด้วยแผ่นกันซึม Geotextile จะทำหน้าที่ป้องกันการแทง

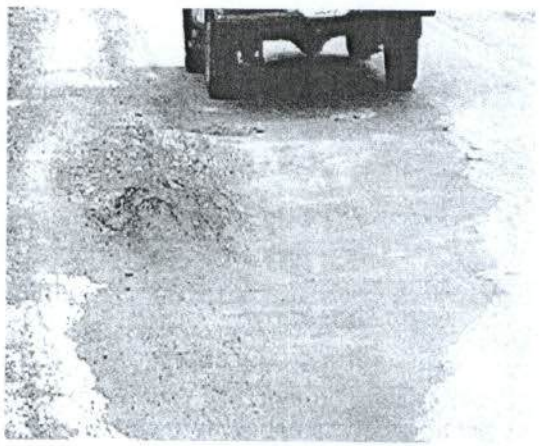
ทะลุแผ่นจากผิวหยาบโดยการปูรองชั้นล่าง และป้องกันผิวด้านบนด้วยการปูปิดทับก่อนเทคอนกรีตปิด หรือจะโรยกรวดหินทับหน้า

3.5 ในการก่อสร้างคูคลองระบายน้ำ ก่อนดาดผิวด้วยการลงหิน หรือดาดคอนกรีตเมื่อใช้ Geotextile ปูปิดผิวดินก่อน จะช่วยป้องกันผิวดินมิให้เกิดการกัดเซาะในกรณีดาดด้วยคอนกรีต และ แผ่นที่ผลิตจาก 100% Polypropylene จะคงทนต่อสภาพความเป็นด่างที่เกิดจากคอนกรีตได้ดีกว่าวัสดุชนิดอื่น

จากข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากสถานที่จริง ทำให้สามารถทราบถึงความเสียหายส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นกับผิวจราจรโดยจำแนกออกเป็นประเภทต่างๆ และทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งนำเสนอการแก้ไขได้ดังนี้

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผิวจราจร

1. เกิดหลุมบ่อบนผิวทาง (Pot holes) เป็นการพังที่เสียหายจากการซ่อมบำรุงโดยไม่ทำให้ชั้นดินเดิมแข็งแรงเสียก่อน (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ความเสียหายเนื่องจากการซ่อมบำรุง

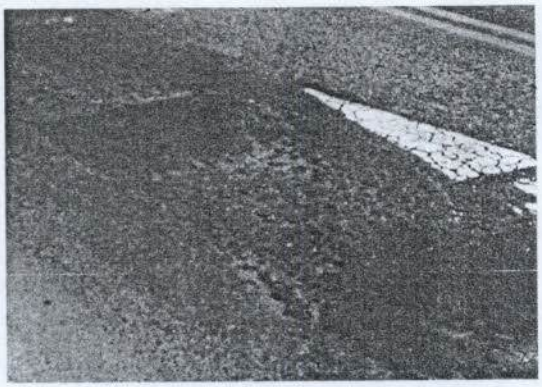
2. ผิวทางทรุดเป็นร่องตามแนวล้อ (Ruts) เกิดจากการทรุดตัวของโครงสร้าง โดยเฉพาะดินคันทางเนื่องจากการบดทับของล้อที่น้ำหนักบรรทุกสูงกว่าการออกแบบไว้มาก (รูปที่ 2)

รูปที่ 2 ความเสียหายทรุดเป็นร่องเนื่องจากการทรุดตัวของโครงสร้าง

3. ทางชำรุดบริเวณริม (Edge cracks) โดยมากเกิดจากไหล่ทางไม่มีความแข็งแรงพอ หรืออาจเกิดจากการทรุดตัวของชั้นพื้นทางภายใต้รอยแตก มักเป็นผลจากการระบายน้ำไม่ดี หรือการหดตัวของดินบริเวณรอบๆ (รูปที่ 3)

รูปที่ 3 ทางชำรุดบริเวณริม

4. ผิวทางชำรุดเนื่องจากแรงเฉือน (Shear failures) การพังเนื่องจากแรงเฉือนบนผิวถนน พบบ่อยมากบริเวณแยกไฟแดง เกิดขึ้นเนื่องจากรถยนต์เบรกหยุดรถอย่างกระชั้นชิด (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 ความเสียหายเนื่องจากแรงเฉือนบนผิวถนน

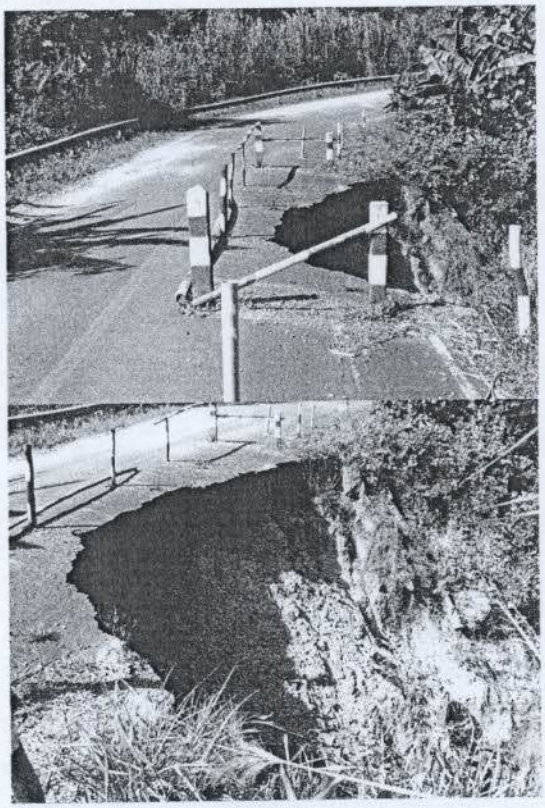
5. ทางเสียหายลักษณะแตกลายหนังจระเข้ (Alligator cracks) เกิดขึ้นกับผิวจราจรที่สร้างบนชั้นพื้นทางที่เป็นวัสดุชนิดเม็ดคละ และไม่ได้เพิ่มคุณภาพจึงไม่มีความแข็งแรง หรือเกิดจากชั้นดินเดิมดันขึ้นมา หรือเกิดจากการล้าเนื่องจากมีน้ำหนักสูงมากระทำตลอดเวลา (รูปที่ 5)

รูปที่ 5 ความเสียหายลักษณะแตกลายหนังจระเข้

6. ผิวทางยางมะตอยเยิ้ม (Bleeding) เนื่องจากผิวทางผสมยางมะตอยมากเกินไป เมื่อผิวทางโดนความร้อนก็จะทำให้เกิดความอ่อนตัว และเมื่อมีรถบรรทุกหนักวิ่งก็จะทำให้เป็นคลื่น ซึ่งเป็นอันตรายต่อยานพาหนะได้ (รูปที่ 6)

รูปที่ 6 ผิวทางยางมะตอยเยิ้ม

7. ถนนพังทะลายทางด้านข้าง (Critical edge failures) เนื่องจากการตัดถนนผ่านภูเขาทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของพื้นทาง รองพื้นทาง และผิวทางพังทะลายเสียหายพร้อมกัน หรือเกิดจากการวางท่อระบายน้ำขนาดใหญ่ใต้พื้นทาง และไม่มีการบดอัดที่ดีพอ และส่วนมากจะพบในลักษณะที่เป็นทางโค้งลงจากภูเขา ซึ่งทำให้เกิดอันตรายเป็นอย่างยิ่งในการสัญจร (รูปที่ 7)



รูปที่ 7 ถนนพังทะลายทางด้านข้าง

ปัญหาที่เกิดขึ้นและการแก้ไข ในงานดิน (แสดงในตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปัญหาที่เกิดขึ้น สาเหตุ และการแก้ไข

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
1. ความไม่มีเสถียรภาพของชั้นดินเดิม พบบ่อยมากที่สุดในสภาพที่ดินเม็ดละเอียด และเปียกชุ่มด้วยน้ำซึ่งมีความไวสูงต่อการเกิดร่องล้อรถ	เกิดจากการระบายน้ำไม่ดี และการปะปนของชั้นวัสดุพื้นทางกับชั้นดินเดิมที่อ่อน ในระหว่างก่อสร้างถนน	ทำการปูแผ่นใยสังเคราะห์ระหว่างชั้นพื้นทางและชั้นดินเดิม โดยเป็นวัสดุแบ่งชั้น ซึ่งแผ่นใยสังเคราะห์ที่ใช้ เช่น Polyfelt (รูปที่ 8) เส้นใยจะพันกันอย่างต่อเนื่องโดยระบบอัดด้วยเข็ม แบบ Nonwoven ทำให้ชั้นดินเดิมมีการระบายน้ำคล่องตัว และยังช่วยระบายน้ำในแนวราบ ระบบระบายน้ำที่เกิดขึ้นนี้ช่วยเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนของดินและรักษาสภาพดินให้ดีตลอดไปได้
2. การระบายน้ำและการกรองของชั้นดินไม่ดี เกิดการอุดตันจากชั้นกรวดกรองระบายน้ำมีเศษดินบริเวณรอบมาปะปน ส่งผลให้ระบบโครงสร้างมีปัญหา	สภาวะเช่นนี้เกิดขึ้นเนื่องจากไม่มีชั้นกรวดกรองระบายน้ำที่เหมาะสมกับสภาพดินธรรมชาติในแถบเอเชีย ซึ่งมักเป็นดินตะกอนละเอียด	ทำการปูแผ่นใยสังเคราะห์ระหว่างชั้นกรวดกรองระบายน้ำและชั้นดินที่จะระบายได้ เพื่อช่วยป้องกันการอุดตันของชั้นกรองแผ่นใยสังเคราะห์ โดย Polyfelt จะทำหน้าที่เป็นวัสดุกรองและแยกชั้นโดยกักอนุภาพเม็ดดินในขณะที่ยอมให้น้ำไหลผ่านระบบการกรองแบบธรรมชาติให้ได้ผลในระยะเวลานาน ในสภาพดินที่แย่มากควรใช้แผ่นใยสังเคราะห์ Polyfelt ที่หนาขึ้นและหนักขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มความหนาของชั้นกรองและยอมให้น้ำไหลผ่านแผ่นในแนวราบได้ แผ่นใยสังเคราะห์ Polyfelt ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดีมาก และช่วยการกรองในสภาพดินตะกอนเม็ดละเอียดที่มีน้ำเจิ่งนองมาก การใช้งานดูจากรูปที่ 9 และ 10
3. การเสริมกำลังทางลาดที่ไม่แข็งแรง ทางลาดที่ไม่มีการเสริมกำลังอาจจะไม่มั่นคงตามมุมลาดที่ได้ออกแบบไว้ นอกจากนี้ การหลุดลอกและการพังทะลายของผิวดิน อาจเกิดขึ้นได้ตามขอบของทางลาด	โดยทั่วไปคุณสมบัติในการรับแรงดึงของดินแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันไปตามแต่ลักษณะทางกายภาพของอนุภาค ดินเหนียว หรือดินลูกรัง เป็นวัสดุที่มีอนุภาคขนาดเล็ก ซึ่งค่ากำลังรับแรงดึงจะขึ้นอยู่กับค่าแรงยึดเหนี่ยวของน้ำที่อยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน ในขณะที่กำลังรับแรงดึงของทราย และกรวดน้อยมาก หรือไม่มีเลย ทำให้เกิดการพังทลายดังรูปที่ 11	ปูแผ่นใยสังเคราะห์ในทางลาดหลายๆ ชั้น ระหว่างการก่อสร้างหรือก่อสร้างใหม่จะช่วยเสริมกำลังดินและเพิ่มเสถียรภาพของทางลาดได้ การเสริมกำลังดินยังช่วยให้การสร้างทางลาดที่ชันปลอดภัยขึ้น โดยทั่วไปปูตามแนวราบ 1 ครั้ง ปูตามแนวดิ่ง 1 ครั้ง (1H : 1V) แม้แต่โครงสร้างในแนวดิ่งยังสามารถสร้างได้อย่างปลอดภัย นอกจากนี้แผ่นใยสังเคราะห์ที่ปูตามขอบของทางลาดยังช่วยเพิ่มแรงต้านด้านข้างในระหว่างการบดอัดด้วย ทำให้สามารถเพิ่มความหนาแน่นจากการบดอัดได้มากกว่าปกติ ความสามารถระบายน้ำในแนวราบของแผ่นใยสังเคราะห์ Polyfelt ซึ่งมีเส้นใยยาวต่อเนื่อง และทอโดยระบบอัดด้วยเข็ม แบบ Nonwoven จะช่วยลดแรงดันน้ำภายในทางลาด มีผลให้ปฏิกิริยาระหว่างแผ่นใยสังเคราะห์กับดินดีขึ้น การระบายน้ำที่ได้รับการปรับปรุงยังช่วยลดแรงดันเนื่องจากน้ำไหลซึมและเพิ่มเสถียรภาพของโครงสร้างนั้น ตัวอย่างการแก้ปัญหาแสดงในรูปที่ 12 และ 13

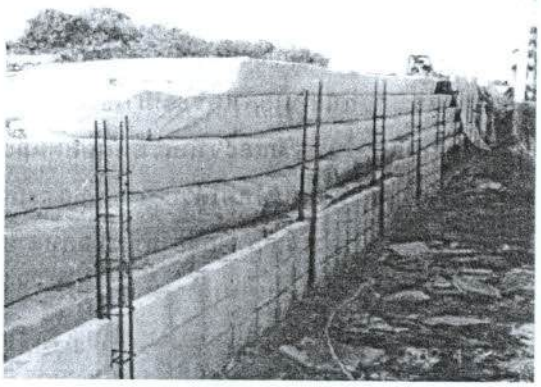
ตารางที่ 1 ปัญหาที่เกิดขึ้น สาเหตุ และการแก้ไข (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
4. ฐานรากคันดิน ไม่มีเสถียรภาพ ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของดินเสียไปเนื่องจากเครื่องมือหนัก	คันดินที่สร้างบนชั้นดินอ่อนมีแนวโน้มว่าจะกระจายตัวออกทางด้านข้าง เป็นผลให้เกิดหน่วยแรงเฉือนที่ฐานของคันดินซึ่งทำให้เกิดกาเคลื่อนพังของดิน	แผ่นใยสังเคราะห์ Polyfelt ที่ปูบนชั้นดินคันทางหรือระหว่างชั้นดินสามารถ เพิ่มเสถียรภาพของชั้นดินคันทางได้ โดยคงความหนาของชั้นวัสดุถมชั้นแรกจากคุณสมบัติการแบ่งชั้นของแผ่นใยสังเคราะห์การนำเครื่องมือหนักเข้าไปทำงาน สามารถทำได้ และยังช่วยให้การถมดินในชั้นต่อไปเร็วขึ้นด้วย ความสามารถในการระบายน้ำในแนวระนาบ และแนวขวางของแผ่นใยสังเคราะห์ Polyfelt ช่วยให้การทรุดตัวดีขึ้น และเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนของดิน ตัวอย่างการแก้ปัญหาแสดงในรูปที่ 14 และ 15

รูปที่ 8 การปูแผ่น Polyfelt บนชั้นดินที่น้ำท่วมเจิ่งนอง โดยไม่ต้องปรับพื้นก่อน

รูปที่ 9 การสร้างทางระบบระบายน้ำข้างถนน

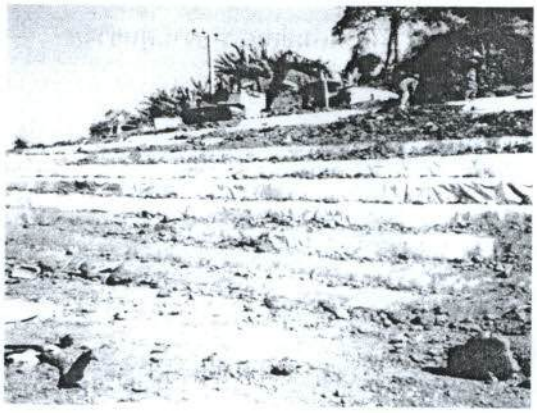
รูปที่ 10 การปู Polyfelt ในงานสนามกีฬาโรงเรียนนานาชาติ SBN



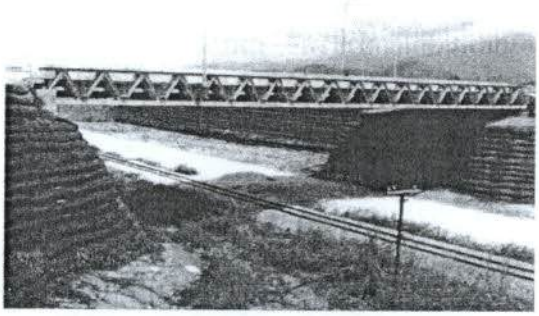
รูปที่ 13 ถนนทางขึ้นอาคารผู้โดยสารสนามบินขอนแก่น

รูปที่ 11 การพังทลายของหน้าดินที่สามารถปรับปรุงได้ง่าย โดยใช้ Polyfelt

รูปที่ 14 คันดินเสริม Polyfelt rock PEC สูง 6 ม. ลาดเอียง 85-90 องศา



รูปที่ 12 การแก้ไขปรับปรุงทางลาดสูง 15 ม. โดยใช้ดินเป็นวัสดุถมเสริมด้วย Polyfelt rock PEC



รูปที่ 15 การเสริมแรงด้วย Polyfelt rock PEC ของคอสะพานสูง 12 ม. พ่นปิดด้วยยางมะตอยเพื่อกันแสงแดด

อภิปรายผล

จากผลการสำรวจเก็บข้อมูลลักษณะความเสียหายของถนนและการนำแผ่นใยสังเคราะห์มาใช้ในการแก้ปัญหาทั้งจากสถานที่จริงและจากบริษัทผู้ผลิตและจัดจำหน่าย ตลอดจนบริษัทที่ได้รับว่าจ้างในการแก้ปัญหาจริง พบว่าความเสียหายของถนนมีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน อาทิเช่น เกิดหลุมบ่อบนผิวทาง ผิวทางทรุดเป็นร่องตามแนวล้อ ทางชำรุดบริเวณริมผิวทางชำรุดเนื่องจากแรงเฉือน ทางเสียหายลักษณะแตกลายหนังจระเข้ ผิวทางยางมะตอยเยิ้ม และถนนพังทลายทางด้านข้าง เป็นต้น

การนำแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextiles) มาใช้นั้น ประเภทที่นิยมใช้แก้ปัญหาในงานดินและงานถนนมากที่สุดคือ Nonwoven geotextile ชนิด Polyfelt ซึ่งสามารถนำมาแก้ปัญหา ในด้านความมีเสถียรภาพของชั้นดินเดิมและฐานราก คันดิน การเสริมกำลังทางลาดตลอดจนการระบายน้ำและการกรองชั้นดิน ได้เป็นอย่างดี และมีประสิทธิผล

ข้อเสนอแนะ

นอกจากการศึกษาและนำข้อมูลทั้งหมดข้างต้นมาวิเคราะห์แล้วนั้น ควรมีการเพิ่มเติมในส่วนของการศึกษาในด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ระหว่างการใช้แผ่นใยสังเคราะห์มาแก้ปัญหากับการแก้ปัญหาโดยวิธีอื่นที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน อีกทั้งควรมีการศึกษาจากโครงการอื่นที่ใช้แผ่นใยสังเคราะห์ในการซ่อมแซมถนนเพิ่มเติมอีกด้วย เพื่อความมั่นใจในการใช้งานมากยิ่งขึ้น และควรได้มีการศึกษาวิจัยในเชิงลึกต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณพรชัย ชินวรพิทักษ์ คุณศรายุทธ เกิดเจริญ คุณออม พันธุ์พิทย์แพทย์ และคุณอาทิตย์ มีเกษ ที่ได้เก็บข้อมูลให้ผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวทางในการเขียนงานวิจัย

บรรณานุกรม

[1] กัญญา ทองฉิม, **วิศวกรรมการทาง 1**, คณะวิชาโยธา, วิทยาเขตอุเทนถวายกรุงเทพฯ. 2525

[2] พรชัย ชินวรพิทักษ์ และคณะ,. **ศึกษาการใช้งานแผ่นใยสังเคราะห์ Geotextile เพื่อประโยชน์ในงานดิน**,. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี. 2548

[3] บริษัทโกฟรา (ประเทศไทย) จำกัด, **ข้อมูลทางเทคนิคของวัสดุสังเคราะห์**,. กรุงเทพฯ.

[4] สุธรรม โรจนเมฆา, **การใช้แผ่นใยสังเคราะห์ช่วยเสริมกำลังในการก่อสร้างถนนบนชั้นดินเหนียวอ่อน จ.สุพรรณบุรี**. ภาควิศวกรรมโยธา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 2541

[5] บริษัทโพลีเฟล์ท์จีโอซินเทติคส์ (ประเทศไทย) จำกัด. **การใช้งานวัสดุสังเคราะห์ในงานวิศวกรรมปฐพี**. กรุงเทพฯ.

[6] ธีระชาติ รื่นไกรฤกษ์ และสมปาน อาชานัยนันท์. **การวิเคราะห์ความคงตัวของคันทางเสริมใยสังเคราะห์บนดินอ่อน**. รายงานศูนย์วิจัยและพัฒนางานทาง, กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม, กรุงเทพฯ. 2538