

บทที่ 1

บทนำ



1.1 คำนำ

ในงานทางด้านวิศวกรรมโยธา การใช้วัสดุเสริมดินบางที่สามารถช่วยลดราคาค่าก่อสร้างลงไปได้บ้าง และทำให้พฤติกรรมทางด้านเสถียรภาพดีขึ้น ตลอดจนการทรุดตัวมีความสม่ำเสมอมากขึ้น นอกจากนี้วัสดุเสริมดินยังป้องกันการรั่วไหลของน้ำ (หรือสารมีพิษ) ได้อีกด้วย สำหรับการก่อสร้างโครงสร้างกันดินนั้น อาจทำได้โดยใช้วัสดุเสริม (Reinforcement) เสริมเข้าไปภายในดินทรายและดินเหนียวแข็ง ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและลดระยะเวลาในการก่อสร้างได้ ทั้งยังเสริมความมั่นคงแข็งแรงอีกด้วย ปัจจุบันในประเทศไทยนั้นวัสดุเสริมที่เข้ามา มีบทบาท และได้รับความนิยมมากได้แก่ แผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) และตาข่ายเสริมแรง (Geogrid) โดยวัสดุเสริมดินทั้งสองชนิดนี้จะช่วยเพิ่มค่าความสามารถในการรับน้ำหนักมากขึ้น และยังมีผลทำให้โครงสร้างดินนั้นมีเสถียรภาพเพิ่มมากขึ้นด้วย

ในต่างประเทศมีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างเสริมดินไว้เป็นจำนวนมาก ซึ่งวิธีการทำโครงสร้างเสริมดินนั้นทำได้โดยใช้วัสดุเสริมเป็นแถบเหล็กหรืออลูมิเนียม ซึ่งสามารถรับแรงดึงได้สูง วางตามแนวนอนของโครงสร้างดิน เพื่อช่วยเพิ่มค่าความสามารถในการรับหน่วยแรงเฉือนที่กระทำต่อดินให้มีค่าเพิ่มมากขึ้น จากนั้นทำการเสริมดินถม หรือ ทรายถม (Backfill) เป็นชั้น ๆ สลับกับการวางวัสดุเสริม ซึ่งในการเสริมเช่นนี้จะทำให้โครงสร้างดินสามารถตั้งอยู่ได้ด้วยตัวเอง โดยไม่ต้องใช้ผนังกันดินที่แข็งแรง แฉกกันดินด้านหน้า (Facing Element) เป็นเพียงผนังบาง ๆ เพื่อป้องกันการเลื่อนไหลของดินออกมาเท่านั้น ซึ่งแฉกกันดินด้านหน้าอาจเป็นแผ่นคอนกรีตอัดแรง แผ่นไม้ หรือ แผ่นเหล็กบาง ๆ ก็ได้ สำหรับวิธีการดังที่กล่าวมาแล้วนี้ ในต่างประเทศได้ทำการก่อสร้างและใช้งานได้ผลมาแล้ว อีกทั้งยังประหยัดกว่าการทำกำแพงกันดินโดยใช้คอนกรีตเสริมเหล็กด้วย

สำหรับแผ่นใยสังเคราะห์ และตาข่ายเสริมแรง ซึ่งเป็นวัสดุเสริมที่ทำมาจากโพลีเมอร์ชนิดพิเศษ จัดอยู่ในกลุ่มของผลิตภัณฑ์วัสดุเสริม (Geo-Product) นั้น ปัจจุบันในประเทศไทยมีการสั่งนำเข้าผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดนี้จากต่างประเทศ เพื่อนำมาใช้ในงานโครงสร้างเสริมดิน

มากขึ้น จึงควรมีการศึกษาพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างเสริมดินที่ใช้แผ่นใยสังเคราะห์ และตาข่ายเสริมแรง เป็นวัสดุเสริม เพื่อเป็นข้อมูลที่จะใช้เป็นแนวทางในการทำการศึกษาคต่อไป

1.2 ความเป็นมาและนิยามของวัสดุเสริมดิน

เมื่อประมาณ 3000 ปีมาแล้ว ในยุคของชาวบาบิโลน (Babylonians) ได้มีการก่อสร้างอาคารเพื่อใช้เป็นที่ประกอบพิธีกรรมทางศาสนาขึ้นมีชื่อว่า ซิกกูรัท (Ziggurats) ซึ่งผนังของอาคารนี้ทำมาจากก้อนอิฐบล็อกที่ทำมาจากดินเหนียวฉาบด้วยยางมะตอย ส่วนวัสดุที่ใช้เป็นค้ำอาคารก็ทำมาจากดินโคลนที่มีการเสริมด้วยพีชน้ำจ้ำพวก ดันกก หรือ ดันแฝก เป็นชั้น ๆ ในแนวราบ โดยที่ค้ำอาคารหลังนี้ยังสามารถคงสภาพอยู่ได้ ปราศจากการพังทลายมาจนถึงทุกวันนี้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าวัสดุเสริมดิน (Earth Reinforcement) เป็นวัสดุก่อสร้างซึ่งมีใช้กันมานานแล้ว ตั้งแต่สมัยโบราณ เพียงแต่ยังไม่ได้มีการศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้กันอย่างจริงจัง จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1963 ได้มีการศึกษาเรื่องนี้อย่างจริงจัง โดยวิศวกรชาวฝรั่งเศสชื่อ นาย Henri Vidal ซึ่งเริ่มค้นคว้า และทำการศึกษางานได้วัสดุประเภทใหม่ที่มีประโยชน์ต่องานด้านวิศวกรรมโยธา ทั้งนี้เนื่องจากการก่อสร้างด้วยวิธีนี้ให้ผลดี และประหยัดกว่าวิธีอื่น ๆ อีกทั้งยังสามารถทำการก่อสร้างได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ดังนั้นวัสดุเสริมประเภทใหม่นี้จึงเป็นที่นิยม และแพร่หลายอย่างรวดเร็ว สำหรับงานด้านวิศวกรรมโยธา เช่น งานถมดินเพื่อก่อสร้างทาง หรืองานโครงสร้างกำแพงกันดิน เป็นต้น

โดยปกติแล้ว ดินเป็นวัสดุก่อสร้างที่สามารถหาได้ง่ายและมีราคาไม่สูงมากนัก สำหรับมวลดินที่มีความหนาแน่น และมีปริมาณน้ำในมวลดินอย่างพอเหมาะแล้ว มวลดินนั้นจะมีความสามารถในการรับแรงอัดได้เป็นอย่างดี แต่ข้อจำกัดในการรับแรงของดินนั้นอยู่ที่ความสามารถในการรับแรงดึง และแรงเฉือน ซึ่งมีค่าค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับความสามารถในการรับแรงอัด ในลักษณะเดียวกันนี้ คอนกรีตก็เป็นวัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่มีความสามารถในการรับแรงอัดได้ดี แต่รับแรงดึง และแรงเฉือนได้น้อย ซึ่งวิธีการปรับปรุงเพื่อให้คอนกรีตสามารถรับแรงดึง และแรงเฉือนได้ดีขึ้นนั้น ทำได้โดยการเสริมเหล็กซึ่งรับแรงดึงได้สูงเข้าไป เพื่อทำหน้าที่ช่วยรับแรงดึง และแรงเฉือน หลักการสำคัญที่ทำให้คอนกรีตกับเหล็กเสริมสามารถทำงานไปด้วยกันได้นั้น เนื่องมาจากมีแรงยึดเกาะระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมนั่นเอง ส่วนในกรณีของการปรับปรุง

คุณสมบัติของดินให้สามารถรับแรงดึง และแรงเฉือนได้ดีขึ้นนั้น ก็มีหลักการคล้ายกับคอนกรีตเสริมเหล็กนั่นเอง ซึ่งเรียกว่า วัสดุเสริมดิน โดยวัสดุเสริมดินนี้ประกอบด้วยวัสดุเสริมวางฝังอยู่ในดินเหนียวหรือทราย และซ้อนกันเป็นชั้น ๆ สลับกันไป โดยมีวัตถุประสงค์ไม่ให้ดินหรือทรายไหลออกทางด้านข้าง แรงยึดเกาะระหว่างเม็ดทรายกับตัววัสดุเสริมจะทำให้เกิดแรงดึงขึ้นในตัววัสดุเสริม และตัววัสดุเสริมนี้จะทำหน้าที่รับแรงดึงที่เกิดขึ้นทั้งหมด เพื่อป้องกันการเลื่อนไหลของดินในส่วนที่อยู่เหนือวัสดุเสริมนั้น

วัสดุเสริมดินประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ดิน, วัสดุเสริม และแผงกั้นดินด้านหน้า โดยดินที่นำมาใช้งานควรเป็นดินพวกที่มีเม็ดหยาบ (Granular Soil) ได้แก่ กรวด (Gravel), ทราย (Sand) หรือ ทรายแป้ง (Silt) ทั้งนี้เพื่อช่วยในระบบการระบายน้ำ คือให้น้ำสามารถซึมผ่านได้โดยง่าย อีกทั้งดินที่ใช้จะต้องมีความเสียดทานภายในมากเพียงพอ เพื่อที่จะทำให้เกิดแรงยึดเกาะระหว่างดินกับวัสดุเสริมได้อย่างมากพอ ส่วนวัสดุเสริมหมายถึงวัสดุใด ๆ ที่จะนำมาเสริมเข้าไปในดิน ซึ่งจะต้องเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการทนแรงดึงได้สูง และมีมุมเสียดทานกับดินมากพอ ตลอดจนทนต่อการกัดกร่อนตามสภาพแวดล้อมได้อีกด้วย ชนิดของวัสดุเสริมนี้สามารถแบ่งได้อย่างกว้าง ๆ ตามลักษณะการยืดตัว (Extensibility) คือ แบบที่ยืดตัวได้ (Extensible) ได้แก่ ไฟเบอร์ หรือ แผ่นใยสังเคราะห์ และแบบที่ยืดตัวไม่ได้ (Inextensible) ได้แก่ แถบพลาสติก, แถบเหล็ก และแถบอลูมิเนียม เป็นต้น หรืออาจแบ่งตามรูปร่างลักษณะได้ดังนี้ คือ วัสดุเสริมที่มีลักษณะเป็นแถบ (Strip), ตาข่าย (Grid), แผ่น (Sheet) และท่อน (Rod) เป็นต้น ส่วนแผงกั้นดินด้านหน้าจะทำหน้าที่กั้นดินระหว่างวัสดุเสริมไม่ให้ร่วงหล่นไป อีกทั้งต้องเป็นวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนจากสภาพดินฟ้าอากาศ และยังคงมีความอ่อนตัว (Flexible) อีกด้วย ได้แก่ แผ่นไม้, แผ่นเหล็กบาง ๆ หรือแผ่นคอนกรีตอัดแรง เป็นต้น ดังนั้น วัสดุเสริมดินจึงเกิดจากการเสริมวัสดุเสริมเข้าไปในดิน ซึ่งมันจะมีพฤติกรรมเหมือนวัสดุอีกชนิดหนึ่ง วัสดุเสริมที่เสริมเข้าไปจะทำหน้าที่รับแรงดึงที่เกิดขึ้น โดยแรงดึงที่เกิดขึ้นในมวลดินจะเกิดจากการเคลื่อนตัวของมวลดิน ซึ่งทำให้เกิดแรงยึดเกาะระหว่างดินกับวัสดุเสริม ทำให้มวลดินมีความต้านทานต่อหน่วยแรงที่เข้ามากระทำเพิ่มมากขึ้น

สำหรับการใช้งานของวัสดุเสริมดินนี้ก็ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ว่าต้องการใช้เพื่ออะไร เนื่องจากวัสดุเสริมดินนี้สามารถใช้กับงานได้หลายประเภท เช่น ใช้เสริมในโครงสร้างกำแพงกันดิน (Retaining Wall) หรือเสริมในโครงสร้างดินถมเพื่อให้ได้ความลาดชันที่สูงมาก ๆ (Steep Slope) เป็นต้น

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของวัสดุเสริมดินที่นำมาใช้เสริมรับแรงดันด้านข้างของโครงสร้างดิน เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับหน่วยแรงเฉือนที่กระทำต่อดิน โดยวิธีการสร้างแบบจำลองของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน (Earth Reinforcement) และใช้แผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) กับตาข่าย (Geogrid) เป็นวัสดุเสริมแรงเพื่อรับแรงดันด้านข้างที่เกิดขึ้น โดยแยกการศึกษาออกเป็น 2 หัวข้อดังนี้

1. ศึกษาพฤติกรรมของแบบจำลองโครงสร้างวัสดุเสริมดิน เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับหน่วยแรงเฉือนที่กระทำต่อดินในห้องปฏิบัติการ
2. ศึกษาพฤติกรรมที่แตกต่างกันของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างวัสดุเสริมดินดังนี้คือ ชนิดของวัสดุเสริม, จำนวนชั้นของการเสริมวัสดุเสริม, ความยาวของวัสดุเสริม และผลต่อการยึดเกาะไม่ยึดของตัววัสดุเสริมติดกับแผงกันดินด้านหน้า

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยประกอบด้วย การทดลองหาค่าความเสียดทานระหว่างทราย กับ วัสดุเสริมที่นำมาใช้ ซึ่งจากการทดลองจะทำให้ทราบถึงมุมเสียดทานภายในระหว่างทรายกับ วัสดุเสริม โดยวัสดุเสริมที่นำมาใช้ประกอบด้วย Nonwoven Geotextile แบบ U-26P และ Tensar Geogrid แบบ Tensar SR55

จากนั้นทำการทดลองโดยการสร้างแบบจำลองโครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกล่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร และสูง 130 เซนติเมตร โดยให้ผนังของแบบจำลองด้านหนึ่งเป็นแผ่นพลาสติกใส (Flexiglass) ซึ่งมีความหนา 1/2 นิ้ว เพื่อให้เห็นการเคลื่อนที่ของแบบจำลองขณะวิบัติได้อย่างชัดเจน (ดูรูปในภาคผนวก ก)

ในการทดลองจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่คิดว่าจะมีผลต่อความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างวัสดุเสริมดินดังนี้คือ

1. ชนิดของวัสดุเสริม ได้แก่ Nonwoven Geotextile แบบ U-26P และ Tensar Geogrid แบบ Tensar SR55
2. จำนวนชั้นของการเสริมวัสดุเสริมซึ่งแบ่งออกเป็นการเสริมแบบ 4 ชั้น และแบบ 6 ชั้น
3. ความยาวของวัสดุเสริม ซึ่งแบ่งออกเป็นความยาว 60 เซนติเมตร และ 80 เซนติเมตร
4. ผลต่อการยึดและไม่ยึดตัววัสดุเสริมติดกับแฉกกันดินด้านหน้า

โดยจะทำการวัดค่าน้ำหนักบรรทุกที่โครงสร้างที่ใช้วัสดุเสริมดินจะรับได้ พร้อมทั้งบันทึกค่าการเคลื่อนตัวตามแนวตั้ง และแนวราบของโครงสร้างวัสดุเสริมดินในแต่ละน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อโครงสร้างวัสดุเสริมดินด้วย

1.5 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

สำหรับการก่อสร้างโครงสร้างดินทางแถบภาคอีสานของประเทศไทยนั้น เนื่องจากดินทางแถบนี้จะเป็นดินจำพวกดินทราย และดินเหนียวแข็ง มีความสามารถในการระบายน้ำได้ดี ดังนั้นจึงควรมีการทำการปรับปรุงคุณภาพของดิน เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับหน่วยแรงเฉือนให้มีค่าสูงขึ้น และอาจช่วยลดค่าใช้จ่ายโดยเฉพาะส่วนที่ต้องการสร้างกำแพงกันดินที่สูงมาก การใช้วัสดุเสริมเสริมเข้าไปในดินก็เป็นวิธีการหนึ่งที่น่ามาใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับหน่วยแรงเฉือนที่กระทำต่อดินได้ เนื่องจากวิธีนี้ให้ผลดี สามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว และประหยัดกว่าการทำกำแพงกันดินโดยใช้คอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับในประเทศไทยการศึกษาเรื่อง โครงสร้างวัสดุเสริมดินนี้ยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก อีกทั้งเอกสารและตำราที่ใช้สำหรับการค้นคว้าหาข้อมูลยังคงเป็นภาษาต่างประเทศ ทำให้ลำบากแก่การค้นหาข้อมูล และ

นำมาใช้งาน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างวัสดุเสริมดิน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการใช้งาน หรือการศึกษาขั้นคว่ำต่อไป

1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

จากการวิจัยนี้จะทำให้ทราบถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการใช้วัสดุเสริมดินในการก่อสร้างโครงสร้างวัสดุเสริมดิน เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับแรงเฉือนของโครงสร้างเสริมดินให้มีความสูงขึ้น ซึ่งจะเป็นผลให้โครงสร้างดินนั้นมีเสถียรภาพเพิ่มมากขึ้น พร้อมทั้งยังเป็นแนวทางในการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุเสริมชนิดอื่นๆที่มีประโยชน์ในการก่อสร้างงานด้านวิศวกรรมโยธาต่อไป



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย