การติดตามการเคลื่อนตัวของลาดดินบริเวณถนนหมายเลข 12 โดยใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้

Side Slope Monitoring Road Number 12 Area Using Close-range Photogrammetry

พีรภพ โพธิ์พงษ์1 และ กนกพรรณ บัวน้อย2,*

1 สาขาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.ตาก
2สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จ.กรุงเทพมหานคร
**Corresponding author; E-mail address: Kanokphan.p@mail.rmutk.ac.th*

บทคัดย่อ

ถนนหมายเลข 12 เป็นทางหลวงแผ่นดินสายรองประธาน และเป็นเส้นทางคมนาคมสำคัญที่เชื่อมระหว่างประเทศไทยกับสาธารณรัฐสหภาพเมียนมา ในเส้นทางดังกล่าว ช่วงอำเภอเมืองตาก ถึงอำเภอแม่สอดเป็นเส้นทางที่ใช้ขนส่งสินค้าระหว่างภาคเหนือ และภาคอีสานของประเทศไทย รวมถึงสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา เส้นทางดังกล่าวเริ่มต้นที่สะพานมิตรภาพแม่สอด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก สิ้นสุดเส้นทางที่อำเภอเมืองจังหวัดมุกดาหาร เส้นทางที่คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษา คือ เส้นทางระหว่างอำเภอเมือง จังหวัดตาก ถึงสะพานมิตรภาพแม่สอด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ซึ่งสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าเขาสองข้างทางมีการตัดลาดดินที่มีความลาดชันสูง และเกิดดินถล่มบ่อยครั้ง ส่งผลกระทบต่อการขนส่ง และเศรษฐกิจระหว่างประเทศได้

งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้มาช่วยในการตรวจสอบและติดตามการเคลื่อนตัวของลาดดินบริเวณถนนหมายเลข 12 เพื่อใช้สำหรับประกอบการตัดสินใจ งานซ่อมแซมลาดดิน หรือแจ้งเตือนภัยพิบัติที่เกิดขึ้นจากดินถล่มล่วงหน้าได้ ทางคณะผู้วิจัยยกตัวอย่างลาดดิน 3 ลักษณะคือ ลาดดินดินแดง ลาดดินหิน และลาดดินคอนกรีตพ่น จากนั้นทำการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอล โดยมีการกำหนดค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดินและจุดตรวจสอบด้วยกล้องประมวลผลรวม หลังจากนั้นนำข้อมูลภาพถ่ายมาทำการประมวลผลเพื่อจัดทำเป็นแบบจำลอง 3 มิติ โดยเก็บข้อมูลภาพถ่าย พร้อมข้อมูลจุดควบคุม และจุดตรวจสอบเป็นระยะเวลา 1 ปี โดยแบ่งการเก็บข้อมูลเดือนละ 1 ครั้ง และนำแบบจำลอง 3 มิติที่ได้จากการประมวลผลภาพถ่ายระยะใกล้ มาวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของลาดดินในแต่ละเดือน

ผลการวิจัยพบว่าตัวอย่างลาดดินทั้ง 3 ลักษณะไม่พบการเคลื่อนตัว แต่มีการตรวจพบร่องรอยการกัดเซาะของน้ำบริเวณลาดดินดินแดงและลาดดินหิน สามารถสรุปได้ว่าการใช้เทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้สามารถทราบลักษณะทางกายภาพของลาดดิน และมีความถูกต้องระดับเซนติเมตร

คำสำคัญ: การสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้, ดินถล่ม, แบบจำลองสามมิติ, การเคลื่อนตัวของลาดดิน

Abstract

This article used a close-range photogrammetry technique that can help check and monitor the side slopes of Route 12 to make decisions for repairing soil slopes or warning of disasters. caused by landslides in advance. First, the researchers gave examples of 3 types of slopes: laterite slope, rock soil slope, and sprayed concrete slope. Second, take pictures with a digital camera and configure the coordinates of ground control points. Inspection points with Total Station to create a 3D model. The period of data collection was one year. The data were collected 12 times, dividing the collection once a month. Next, take the 3D model obtained from close-range photogrammetry processing. Let's analyze the movement of soil slopes each month. In the three slope samples, there was no movement. However, traces of water erosion were found on the laterite slope and rocky soil slopes. In summary, close-range photogrammetry can accurately determine a soil slope's physical characteristics with centimeter-level accuracy.

Keywords: close-range photogrammetry, landslide, 3D model, side slope

บทนำ

ปัจจุบันการส่งออกสินค้าไปยังสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา บริเวณชายแดนอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก มีความนิยมเป็นอย่างมากจากข้อมูลหอการค้าจังหวัดตาก พบว่าปี 2565 การค้าชายแดนอำเภอแม่สอดมีมูลค่าการค้าชายแดนถึง 1.3 แสนล้านบาท [1] นอกจากนี้ยังมีการขนส่งสินค้าทางการเกษตรจากพื้นที่อำเภอแม่สอด อำเภอพบพระ อำเภอแม่ระมาด และอำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก ไปยังจังหวัดใกล้เคียง การเดินทางมายังชายแดนแม่สอดต้องผ่านถนนหมายเลข 12 ช่วงอำเภอเมืองตากถึงอำเภอแม่สอด ซึ่งเป็นถนนที่มีความลาดชันสูงและเกิดเหตุดินลาดไหล่ทางถล่มบ่อยครั้งทำให้การขนส่งเกิดความล่าช้าส่งผลเสียทางด้านเศรษฐกิจ ทีมวิจัย

จึงคิดหาวิธีที่สามารถตรวจสอบและติดตามการเกิดดินถล่ม โดยคำนึงถึงการใช้งบประมาณที่ไม่สูงมากแต่สามารถตรวจสอบและติดตามการเกิดดินถล่มได้อย่างแม่นยำ ซึ่งพบว่าการใช้เทคนิคการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ (Close Range Photogrammetry) สามารถนำมาใช้สำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าวได้

เทคนิคการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้สามารถใช้กล้องดิจิทัลถ่ายรูปให้มีส่วนซ้อนทับกันแล้วนำมาประมวลผลเพื่อสร้างแบบจำลอง 3 มิติ มีการใช้ในงานสถาปัตยกรรมและงานวิศวกรรมกันอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ โดยมีการประยุกต์ใช้เทคนิคการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ในการเก็บข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง 3 มิติของโบราณสถานสำหรับใช้ในการอนุรักษ์และซ่อมแซมโบราณสถานที่อาจเกิดการเสียหายในอนาคต [2-5] สำหรับงานทางด้านวิศวกรรมได้มีการใช้เทคนิคการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ในสร้างแบบจำลองอาคาร 3 มิติ การตรวจสอบงานโครงสร้างและติดตามการเปลี่ยนแปลงของลาดดิน [6-9] ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการใช้เทคนิคการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้มีความถูกต้องอยู่ในระดับเซนติเมตร

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้เทคนิคการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้เก็บข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลอง 3 มิติของลาดดิน สำหรับการติดตามการเคลื่อนตัวของลาดดินบริเวณถนนหมายเลข 12 ระหว่างอำเภอเมืองตากไปยังอำเภอแม่สอด ช่วงระหว่างหลักกิโลเมตรที่ 62- 66 โดยแบ่งพื้นที่เป็น 3 ลักษณะคือลาดดินที่เป็นหินผุ, ลาดดินดินแดง และลาดดินคอนกรีตพ่น โดยใช้กล้องดิจิทัล (Digital Camera) ในการถ่ายภาพและใช้กล้องประมวลผลรวม (Total Station) สำหรับการกำหนดค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดินและจุดตรวจสอบ ทำการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 12 ครั้งโดยมีระยะห่างเดือนละ 1 ครั้งและนำแบบจำลอง 3 มิติของลาดดินมาทำการวิเคราะห์หาการเคลื่อนตัว

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1 การรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้

ไพศาล สันติธรรมนนท์ (2564) ได้กล่าวว่าการสำรวจระยะใกล (Close-Range Photogrammetry) เป็นการรังวัดด้วยภาพที่ระยะระหว่างกล้องถ่ายรูปอยู่หางจากวัตถุที่จะรังวัดไม่มากนักโดยทั่วไปจะจำกัดในระยะ 1 ถึง 100 เมตรจะมีการใช้กล้องถ่ายภาพพิเศษเพื่อการนี้โดยเฉพาะ [7] แต่ปัจจุบันได้มีการนำกล้องถ่ายรูปดิจิทัลมาทำการถ่ายภาพกันมากขึ้นแต่จำเป็นที่จะต้องทำการวัดสอบกล้องก่อนทำการถ่ายรูปเก็บข้อมูล ซึ่งสามารถทำการวัดสอบโดยใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์ช่วยในการคำนวณ

ณรงค์ พูนพจน์มาศ (2555) กล้องถ่ายภาพดิจิตอลที่ทราบค่าองค์ประกอบภายใน(Interior Orientation), ความยาวโฟกัส, ตำแหน่งกึ่งกลางภาพ, ขนาดภาพ, ความละเอียดจุดภาพ, ความบิดเบี้ยวของเลนส์ เป็นต้น การวัดสอบกล้องกล้องถ่ายภาพดิจิตอลเพื่อหาค่าองค์ประกอบภายในอาศัยภาพถ่ายจำนวนหนึ่งเพื่อสร้างสภาวะร่วมเส้นสำหรับการปรับแก้บล็อกลำแสงเพื่อหาค่าองค์ประกอบภายในที่ต้องการ เก็บรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดิจิตอลภายใต้เงื่อนไขของสภาวะร่วมเส้นทำให้สามารถทำการคำนวณเพื่อหาองค์ประกอบภายนอกของการถ่ายภาพใดๆได้ องค์ประกอบภายนอก(Exterior Orientation) ของการถ่ายภาพ ตำแหน่งถ่ายภาพซึ่งพิจารณาที่กึ่งกลางของเลนส์ที่เป็นจุดรวมแสง และการวางตัวเชิงมุมของแกนพิกดภาพถ่ายในสามมิติ ซึ่งทั้งหมดสามารถประมวลผลได้จากการปรับแก้บล็อกลำแสงของการถ่ายภาพที่ต้องอาศัยจุดควบคุมภาพถ่ายจำนวนหนึ่งเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติ [4]

1.2 หลักการวางแผนถ่ายภาพ

ในการวางแผนถ่ายภาพจะใช้หลักการของการถ่ายภาพทางอากาศโดยมีการคำนวณค่าความละเอียดภาพที่ถ่ายได้จากระยะห่างจากพื้นที่ดำเนินการวิจัยโดยประยุกต์จากสมการความสูงบินและคำนวณระยะห่างระหว่างจุดเปิดถ่ายเพื่อนำผลการคำนวณไปกำหนดตำแหน่งการถ่ายภาพในพื้นที่ดำเนินงานวิจัยโดยใช้สมการที่ 1.2.1 และสมการที่ 1.2.2 [11]

$$) 5 \&L \frac{\text{É Ü ë ÞÚßsíØÁ}}{\text{Ù}} \quad (1.2.1)$$

โดยที่ GSD หมายถึงขนาดของจุดภาพบนพื้นดิน, H หมายถึงความสูงบิน,f หมายถึงความยาวโฟกัส, Pixel Size หมายถึงขนาดของจุดภาพบนเซนเซอร์(xx)

$$\$ L \frac{544\ddot{} \hat{a}\acute{e}\O\mathring{a}\beta}{544})\hat{O}\tilde{O} \quad (1.2.2)$$

โดยที่ $ หมายถึงระยะห่างระหว่างจุดเปิดถ่าย, ¨ K R A N H => หมายถึงร้อยละส่วนซ้อนที่ใช้ถ่ายภาพ,) หมายถึงระยะความยาวที่ภาพถ่ายปกคลุมพื้นที่จริง

1.3 มาตรฐานการสำรวจด้วยภาพถ่าย

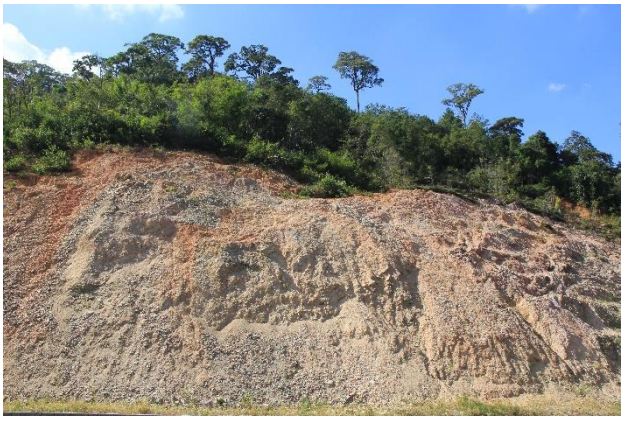
งานวิจัยนี้จะใช้มาตรฐานการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับเพื่องานวิศวกรรมที่กำหนดโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยปีพ.ศ. 2565 [1] ซึ่งกำหนดให้ค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์มีค่า Root Mean Square Error ทางราบ (RMSEr) เท่ากับ 2.4 เท่าของความถูกต้องที่ต้องการ และให้ค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางดิ่งที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยมีสิ่งปกคลุมพื้นดินมีค่า Root Mean Square Error ทางดิ่ง (RMSEz) เท่ากับ 3 เท่าของความถูกต้องที่ต้องการ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 พื้นที่ดำเนินงานวิจัย

พื้นที่ดำเนินงานวิจัยมีที่ตั้งอยู่บริเวณถนนหมายเลข 12 ระหว่างอำเภอเมืองตากไปยังอำเภอแม่สอด ช่วงระหว่างหลักกิโลเมตรที่ 62- 66 รับผิดชอบโดยแขวงทางหลวงตากที่ 1 สำนักงานทางหลวงที่ 4 กรมทางหลวง ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ลาดชันสูงและมีการเกิดการถล่มของลาดดินบ่อยครั้ง โดยพื้นที่ดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ หน้างานลาดดินที่เป็นดินแดงมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทรายสีของดินเป็นสีแดงและมี

หินขนาดเล็กแทรกอยู่ระหว่างดิน, หน้างานลาดดินหินผุมีลักษระเป็นหินที่มีการผุกร่อนแทรกด้วยดินร่วนปนทรายและหน้างานลาดดินที่เป็นคอนกรีตพ่น (Shotcrete) ดังรูปที่ 1-3



รูปที่ 1 พื้นที่ลาดดินดินแดง



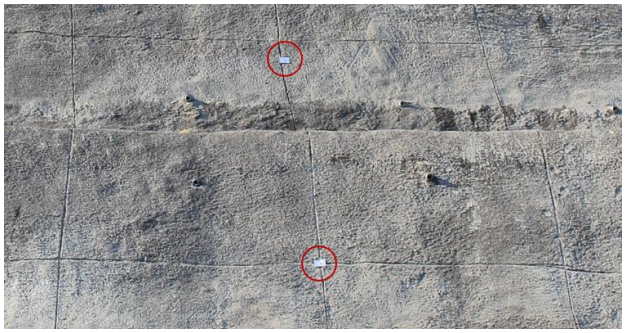
รูปที่ 2 พื้นที่ลาดดินหินผุ



รูปที่ 3 พื้นที่ลาดดินคอนกรีตพ่น

2.2 กำหนดค่าพิกัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน

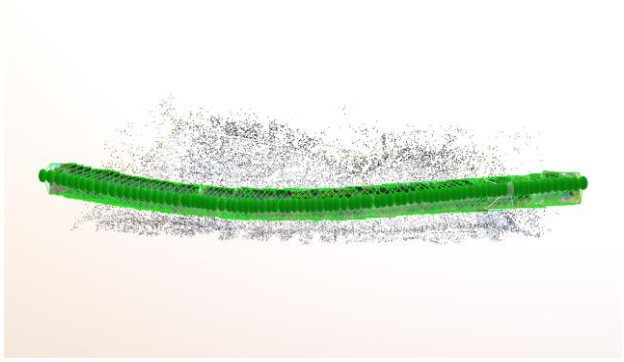
ค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) จะใช้ระบบพิกัด UTM โซน 47 เหนือและใช้พื้นหลักฐาน WGS84 ทำการสร้างหมุดควบคุม (Control Point) ในพื้นที่ดำเนินการวิจัยจำนวน 3 หมุด หาค่าพิกัดของหมุดควบคุมโดยการรังวัดด้วยดาวเทียมวิธีโครงข่ายสถิต (Network Static) จากนั้นทำการติดตั้งแผ่นป้ายสะท้อนบริเวณลาดดินโดยมีระยะห่างเฉลี่ยเท่ากันทั้งพื้นที่เพื่อใช้เป็นจุดควบคุมภาคพื้นดินสำหรับการประมวลผลภาพถ่ายดังรูปที่ 4 ทำการเก็บข้อมูลค่าพิกัดโดยใช้กล้องประมวลผลรวม (Total Station)



รูปที่ 4 จุดควบคุมภาคพื้นดิน

2.3 การเก็บข้อมูลรูปถ่ายลาดดิน

การเก็บข้อมูลรูปถ่ายลาดดินจะใช้กล้องดิจิทัล Cannon รุ่น EOS 60D มีเซ็นเซอร์ CMOS ขนาด APS-C ความละเอียด 18 ล้านพิกเซล, ความละเอียด (Resolution) เท่ากับ 5184 x 3456 พิกเซล ขนาดของเซนเซอร์ (sensor size) เท่ากับ 22.3 x 14.9 มิลลิเมตร ขนาดของจุดภาพ (Pixel Size) เท่ากับ 4.3 ไมโครเมตร เลนส์มีความยาวโฟกัส 18-55 มิลลิเมตร ทำการเก็บข้อมูลภาพถ่ายเดือนละ 1 ครั้งเป็นระยะเวลา 12 เดือน ในการถ่ายภาพกำหนดความสูงจากพื้นดิน 1.5 เมตร ทำการถ่ายภาพในลักษณะขนานกับลาดดิน ตั้งค่าความไวชัตเตอร์และรูรับแสงให้เหมาะสมกับช่วงเวลาที่ถ่ายรูปเพื่อให้ภาพถ่ายมีคุณภาพที่ดีและกำหนดจุดเปิดถ่ายบนพื้นถนนให้มีระยะห่างเท่าเท่ากันเป็นเส้นตรง ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การเก็บข้อมูลรูปถ่ายลาดดิน

2.4 การประมวลผลภาพถ่ายและสร้างแบบจำลอง 3 มิติลาดดิน

นำข้อมูลภาพถ่ายลาดดินแต่ละพื้นที่มาประมวลผลโดยใช้ซอฟต์แวร์ที่มีชื่อว่า Pix4D mapper เลือกรูปแบบการประมวลผลแบบ 3D Model ตั้งค่า Key point image scale แบบ Full และทำการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดินแล้วทำการ Re-optimize จากนั้นกำหนดการตั้งค่าการสร้าง Point Clouds แบบละเอียดสุด เมื่อเสร็จสิ้นการสร้าง Point Clouds ให้กำหนดการตั้งค่าการสร้างแบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศเชิงเลข (Digital Surface Model) สำหรับนำมาติดตามการเคลื่อนตัวของลาดดิน โดยใช้รูปแบบโครงข่ายสามเหลี่ยมไม่สม่ำเสมอ (Triangulated Irregular Network) และส่งออกข้อมูลแบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศเชิงเลขเป็นข้อมูลนามสกุล Geotiff

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการประมวลผลภาพถ่าย

การประมวลผลภาพถ่ายที่ถ่ายโดยกล้องดิจิตอลทั้ง 3 พื้นที่จำนวน 12 ครั้งระยะเวลา 12 เดือน พบว่าลาดดินที่เป็นดินแดงได้ค่าระยะห่างระหว่างจุดภาพเฉลี่ยเท่ากับ 8.7 มิลลิเมตรต่อพิกเซล ได้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการฉายกลับ (Reprojection Error) เฉลี่ยเท่ากับ 0.87 พิกเซล มีค่า Root Mean Square Error ทางราบเฉลี่ยเท่ากับ 0.056 เมตรและมีค่า Root Mean Square Error ทางดิ่งเฉลี่ยเท่ากับ 0.034 เมตร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประมวลผลภาพถ่ายลาดดินแดง

ครั้งที่	GSD (mm/pix)	Reprojection error (pix)	H (m)	RMSEr (m)	RMSEz (m)
1	9.3	1.16	55.1	0.032	0.013
2	9.3	1.16	55.1	0.034	0.014
3	6.8	0.99	55.2	0.087	0.024
4	6.7	0.96	55.4	0.093	0.017
5	8.8	0.86	55.1	0.0943	0.010
6	6.9	0.67	55.4	0.061	0.045
7	6.9	0.67	55.9	0.035	0.037
8	9.9	0.66	55.9	0.030	0.055
9	9.9	0.66	55.4	0.032	0.047
10	9.9	0.89	55.6	0.061	0.051
11	9.9	0.90	55.6	0.058	0.049
12	9.9	0.91	55.6	0.057	0.049
:$	8.7	0.87	55.4	0.056	0.034

ผลการประมวลผลภาพถ่ายพื้นที่ลาดดินที่เป็นหินผุได้ค่าระยะห่างระหว่างจุดภาพเฉลี่ยเท่ากับ 3.6 มิลลิเมตรต่อพิกเซล ได้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการฉายกลับเฉลี่ยเท่ากับ 0.72 พิกเซล มีค่า Root Mean Square Error ทางราบเฉลี่ยเท่ากับ 0.014 เมตรและมีค่าRoot Mean Square Error ทางดิ่งเฉลี่ยเท่ากับ 0.006 เมตร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประมวลผลภาพถ่ายลาดดินหินผุ

ครั้งที่	GSD (mm/pix)	Reprojection error (pix)	H (m)	RMSEr (m)	RMSEz (m)
1	3.6	0.74	32.1	0.013	0.005
2	3.6	0.74	32.2	0.014	0.006
3	3.6	0.74	32.1	0.016	0.005
4	3.6	0.74	32.1	0.017	0.005
5	3.6	0.74	32.1	0.017	0.005
6	3.7	0.64	32.8	0.014	0.010
7	3.7	0.65	32.8	0.015	0.010
8	3.6	0.81	32.1	0.013	0.004
9	3.6	0.81	32.1	0.011	0.005
10	3.4	0.78	32.1	0.012	0.007
11	3.6	0.51	32.1	0.009	0.007
12	3.7	0.69	32.1	0.013	0.007
:$	3.6	0.72	32.2	0.014	0.006

ผลการประมวลผลภาพถ่ายพื้นที่ลาดดินที่เป็นคอนกรีตพ่นได้ค่าระยะห่างระหว่างจุดภาพเฉลี่ยเท่ากับ 7.1 มิลลิเมตรต่อพิกเซล ได้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการฉายกลับเฉลี่ยเท่ากับ 1 พิกเซล มีค่า Root Mean Square Error ทางราบเฉลี่ยเท่ากับ 0.022 เมตรและมีค่าRoot Mean Square Error ทางดิ่งเฉลี่ยเท่ากับ 0.024 เมตร ดังตารางที่ 3

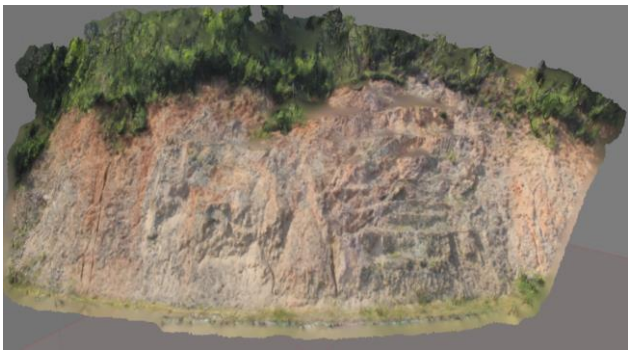
ตารางที่ 3 ผลการประมวลผลภาพถ่ายลาดดินคอนกรีตพ่น

ครั้งที่	GSD (mm/pix)	Reprojection error (pix)	H (m)	RMSEr (m)	RMSEz (m)
1	6.6	1.20	41.6	0.015	0.013
2	5.8	0.93	41.7	0.035	0.034
3	5.8	0.92	41.8	0.035	0.039
4	5.8	0.93	41.7	0.023	0.015
5	7.7	1.35	42.0	0.018	0.030
6	5.8	0.93	41.7	0.022	0.017
7	7.5	1.43	41.9	0.039	0.057
8	8.1	0.87	42.0	0.016	0.016
9	8.1	0.88	41.7	0.016	0.017
10	8.1	0.86	41.9	0.016	0.016
11	8.1	0.87	41.6	0.015	0.016
12	8.1	0.86	41.9	0.015	0.013
:$	7.1	1.00	41.8	0.022	0.024

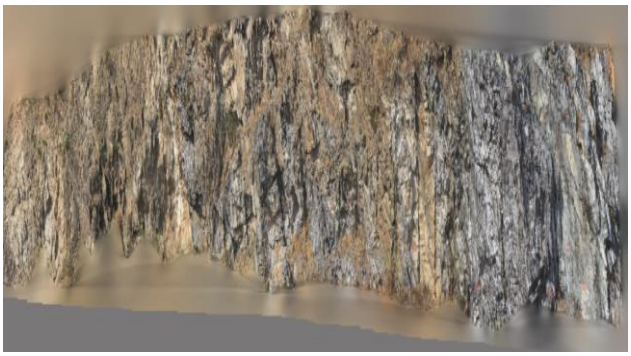
3.2 ผลการสร้างแบบจำลอง 3 มิติของลาดดิน

จากการประมวลผลภาพถ่ายทำให้สามารถสร้างแบบจำลอง 3 มิติของลาดดินทั้งสิ้น 36 แบบจำลอง แบ่งเป็นแบบจำลองลาดดินดินแดง,

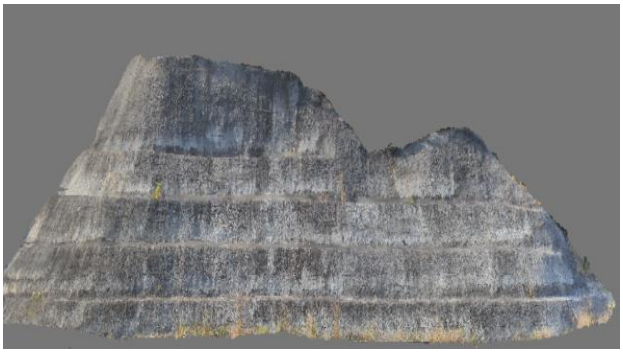
แบบจำลองลาดดินหินผุ และแบบจำลองคอนกรีตพ่น อย่างละ 12 แบบจำลองตามจำนวนครั้งที่เก็บข้อมูลภาพถ่ายดังรูปที่ 6-8



รูปที่ 6 แบบจำลอง 3 มิติลาดดินดินแดง



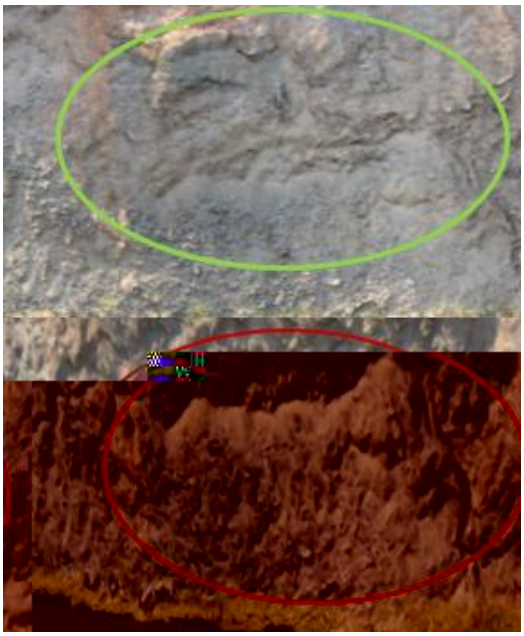
รูปที่ 7 แบบจำลอง 3 มิติลาดดินหินผุ



รูปที่ 8 แบบจำลอง 3 มิติลาดดินคอนกรีตพ่น

3.3 ผลการติดตามการเคลื่อนตัวของลาดดิน

ผลจากการติดตามการเคลื่อนตัวของลาดดินใช้การซ้อนทับของแบบจำลอง 3 มิติเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของลาดดินแต่ละเดือนแล้วนำแบบจำลอง 3 มิตินั้นมาคำนวนหาค่าดินตัดดินถม เมื่อพื้นที่ลาดดินบริเวณใดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของลาดดินจะปรากฏค่าดินตัดดินถมขึ้น โดยลาดดินดินแดงมีค่าดินตัดเกิดขึ้น 4 จุด โดยบริเวณผิวหน้าของลาดดินมีร่องรอยการกัดเซาะของน้ำเป็นร่องลึกลงใบในลาดดินและพบบริเวณที่มีการเกิดดินถมจำนวน 4 จุดซึ่งเกิดจากการมีวัชพืชปกคลุมดิน ดังรูปที่ 9-10 วงสีเขียวคือแบบจำลอง 3 มิติของลาดดินดินแดงเดือนที่ 1 วงสีแดงคือแบบจำลอง 3 มิติของลาดดินดินแดงเดือนที่ 12



รูปที่ 9 การเกิดลักษณะดินตัดบริเวณลาดดินดินแดง



รูปที่ 10 การเกิดลักษณะดินถมบริเวณลาดดินดินแดง

ลาดดินหินผุพบว่ามีการเกิดดินตัดและดินถมแบบละ 3 จุดโดยบริเวณที่เกิดดินตัดเกิดจากกัดเซาะจากน้ำบริเวณผิวหน้าลาดดินทำให้หินที่มีขาดเล็กเล็กเกิดการพังทลายลงส่วนบริเวณที่เกิดดินถมเกิดจากจากการมีวัชพืชปกคลุมดิน ดังรูปที่ 11-12 วงสีเขียวคือแบบจำลอง 3 มิติของลาดดินหินผุเดือนที่ 1 วงสีแดงคือแบบจำลอง 3 มิติของลาดดินหินผุเดือนที่ 12

รูปที่ 11

ลาดดินคอนกรีตพ่น(ตารางที่ 3) มีความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบและทางดิ่งเท่ากับ 2.2 เซนติเมตร และ 2.4 เซนติเมตรตามลำดับ ลาดดินทั้ง 3 ลักษณะสามารถติดตามการเคลื่อนตัวจากการใช้เทคนิคการสำรวจด้วยข้อมูลภาพถ่ายระยะใกล้ได้ โดยพบว่ามีการกัดเซาะบริเวณผิวหน้าของลาดดินที่เป็นดินแดงและหินพุและตรวจพบวัชพืชขึ้นปกคลุมลาดดินทั้งสาม

5. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากข้อจำกัดในพื้นที่ดำเนินงานวิจัยทำให้สามารถถ่ายภาพได้เพียงความสูงเดียวส่งผลให้บางส่วนในพื้นไม่ปรากฏบนแบบจำลอง 3 มิติ จึงควรใช้นั่งร้านหรือบันไดช่วยในการถ่ายภาพให้มีความสูงหลายระดับ นอกจากนี้ยังควรใช้กล้องดิจิตอลที่มีความละเอียดของภาพมากกว่า 20 ล้านพิกเซล เพื่อให้ข้อมูลระยะห่างของจุดภาพมีความละเอียดมากขึ้น ควรตั้งค่าความไวชัตเตอร์และรูปรับแสงให้เหมาะสมกับสถาพแวดล้อมในขณะที่ถ่ายภาพเพื่อที่จะได้ภาพที่คมชัดและได้แสงสว่างที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแขวงทางหลวงตากที่ 1 สำนักงานทางหลวงที่ 4 กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม สำหรับการอนุเคราะห์พื้นที่ดำนานงานวิจัย และขอขอบคุณนักศึกษา สาขาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตากที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

[1] คณะอนุกรรมการมาตราฐานการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนเพื่องานวิศกรรมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2565). มาตราฐานการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนเพื่องานวิศกรรม. สำนักพิมพ์วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, หน้า 45-46.

[2] ชาญณรงค์ ศรีสุวรรณ (2556). โฟโตแกรมเมตรีกับงานอนุรักษ์สถาปัตยกรรม : ทบทวนองค์ความรู้และความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้กับงานสถาปัตยกรรมไทย. วารสารหน้าจั่วว่าด้วยประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรม และสถาปัตยกรรมไทย, ฉบับที่ 9, หน้า 159-185

[3] ชาติชาย ไวยสุระสิงห์ (2563). การสำรวจด้วยภาพถ่าย. สำนักพิมพ์บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน), หน้า 64-96

[4] ณรงค์ พูนพจน์มาศ (2555). การบูรณาการงานสำรวจเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ทางประวัติศาสตร์ (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

[5] ธีระ ลาภิศชยางกูล (2550). การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายทางอากาศเชิงเลขในงานวิศวกรรมโครงสร้าง. วารสาร มฉก.วิชาการ, ปีที่ 11 ฉบับที่ 21, หน้า 64-70.

[6] พลปรีชา ชิดบุร, กรกฎ นุสิทธ, ธนภัทร วิสิทธิเขต, ฐิติชญา สระทองแมว, ศิวกร ทองคุ้มญาต และ ภานุพงศ์ เขื่อนมณ (2565). การประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับเพื่อการติดตามการเปลี่ยนแปลงของงานป้องกันทางลาดไหล่: กรณีศึกษาเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน จังหวัดพิษณุโลก. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27, เชียงราย, 24-26 สิงหาคม 2565, หน้า SGI11-1- SGI11-7.

[7] ไพศาล สันติธรรมนนท (2564). การรังวัดด้วยภาพดิจิทัล. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 1-4 - 1-8

[8] อภินิติ โชติสังกาศ และ สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ (2551). การตรวจวัดพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของลาดบริเวณโครงการพัฒนาดอยตุง. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 13, ชลบุรี, 14-16 พฤษภาคม 2551, หน้า 506-511.

[9] อภินันท์ สีม่วงงาม (2561). การสร้างข้อมูลสามมิติพ้อยท์คลาวด์จากภาพถายในโทรศัพท์มือถือเพื่อการอนุรักษ์สถาปัตยกรรมและพื้นที. การประชุมวิชาการระดับชาติวิจัยลักษณ์วิจัย ครั้งที่ 10, นครศรีธรรมราช, 27-28 มีนาคม 2561, หน้า 1-8.

[10] อัศวิน พินิจวงษ์ (2565). ค้าชายแดนแม่สอดทะลุ 1.3 แสนล้านลุ้นเมียนมาเปิดด่านปีใหม่. หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ, ปีที่ 42, ฉบับที่ 3,847, 25 - 28 ธันวาคม 2565, หน้า 10.

[11] Ali Hasan Hadi and Abbas Zedan Khalaf (2022). Accuracy Assessment of Establishing 3D Real Scale Model in Close-Range Photogrammetry with Digital Camera. Engineering and Technology Journal, 40, 11, pp. 1-18

[12] Efstratios Stylianidis, Petros Patias, Vassilios Tsioukas, Lazaros Sechidis and Charalambos Georgiadis (2003). A Digital CLOSE-RANGE Photogrammetric Technique for Monitoring Slope Displacments. 11th FIG Symposium on Deformation Measurements, Santorini, Greece, 2003, pp. 1-6

[13] Maria Valasia Peppa, Jon P. Mills, Philip Moore, Pauline E. Miller, and Jonathan E. Chambers (2018). Automated co-registration and calibration in SfM Photogrammetry for landslide change detection. Earth Surface Processes and Landforms, 44, 1, pp. 287-303.

[14] Neffra A. Matthews (2008). Aerial and Close-Range Photogrammetric Technology: Providing Resource Documentation, Interpretation, and Preservation. Bureau of Land Management National Operations Center Denver, Colorado, USA, pp. 11-52.

[15] Raphaële Héno, Yves Egels, Christian Heipke, and Pierre Grussenmeyer (2012). An overview of close-range photogrammetry in France. Revue Francaise de Photogrammetrie et de Teledetection, 2012, pp. 80-87.

[16] Tanatip Tachana, Chinnawat Maturost, Watcharin Thammachai (2019). A Study of Risk of Slope Failure

Monitoring by the Coordinates Method and the 3D photo model: B.Eng Dissertation, Rajamangala University of Technology Lanna Tak, Thailand.