บทที่ 4
การประดิษฐ์แท่นทดสอบ

4.1 ที่มาของปัญหา

แท่นทดสอบที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบันมีชื่อเรียกว่า โต๊ะแรงเสียดทาน (Friction Table) ซึ่งได้พัฒนามากว่า 20 ปี มีลักษณะประกอบด้วย แท่นสายพานที่วางตัวอยู่ในแนวระดับ โดยมีก้อนตัวอย่างหินจัดเรียงอยู่บนแท่นสายพานเพื่อจำลอง (ย่อส่วน) ความสูงและความชันของความลาดเอียงมวลหินในภาคสนาม แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำกับแบบจำลองตัวอย่างหินที่ถูกจัดเรียงนั้นจะใช้การเคลื่อนตัวของสายพานด้วยระบบเพลาที่ต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้าโดยปรับให้มีความเร็วคงที่ ด้วยรูปแบบเช่นนี้แรงโน้มถ่วงที่จำลองขึ้นจะได้มาจากแรงเสียดทานระหว่างตัวอย่างหินกับผิวของวัสดุที่ใช้ทำสายพาน อุปกรณ์ดังกล่าวมักมีขนาดของพื้นที่บนสายพานประมาณ 1×1 ตารางเมตร

การจำลองการเคลื่อนตัวของมวลหินด้วยโต๊ะแรงเสียดทานดังกล่าวมีข้อเสียหลายประการ คือ

1) ความเสียดทานระหว่างก้อนหินกับสายพานไม่สามารถจำลองแรงโน้มถ่วงของโลกได้อย่างแท้จริง การจำลองทุกครั้งจะต้องมีการสอบเทียบค่าความเสียดทาน ซึ่งจะผันแปรอย่างมากสำหรับหินต่างชนิดกัน จึงทำให้ผลการจำลองมีความไม่แน่นอนและอาจไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของมวลหินในภาคสนามได้

2) โต๊ะแรงเสียดทานไม่สามารถจำลองผลกระทบของน้ำต่อเสถียรภาพของมวลหินบนความลาดเอียงได้ เพราะก้อนตัวอย่างหินถูกจัดให้อยู่ในแนวระนาบ

3) โต๊ะแรงเสียดทานไม่สามารถจำลองผลกระทบของแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากแผ่นดินไหวได้

4) โต๊ะแรงเสียดทานไม่สามารถจำลองน้ำหนักกดทับที่อยู่บนความลาดเอียงของมวลหิน เช่น น้ำหนักของอาคาร ฐานแผ่ของสะพาน หรือโครงสร้างอื่น ๆ

5) โต๊ะแรงเสียดทานไม่สามารถจำลองผลกระทบของดินหรือทรายที่แทรกอยู่ในรอยแตกของมวลหินได้ เพราะแบบจำลองของมวลหินถูกจัดอยู่ในแนวระนาบ

6) โต๊ะแรงเสียดทานไม่สามารถจำลองลักษณะของมวลหินหลังเกิดการพังทลายของความลาดเอียง กล่าวคือ ไม่สามารถคาดคะเนความรุนแรงและระยะทางที่ก้อนหินจะกระเด็นจากผิวของความลาดเอียง

7) แผ่นสายพานของโต๊ะแรงเสียดทานมักจะเกิดการสึกหรอหลังจากใช้งานไปได้ระยะหนึ่งทำให้ค่าแรงเสียดทานที่สอบเทียบไว้เปลี่ยนไป ส่งผลให้ผลของการจำลองผิดพลาด

4.2 วัตถุประสงค์

จากปัญหาของโต๊ะแรงเสียดทานดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการประดิษฐ์แท่นทดสอบแบบใหม่เพื่อจำลองการเคลื่อนตัวของมวลหินบนความลาดเอียงภายใต้แรงสั่นสะเทือน โดยเสนอแนวคิดใหม่ในการจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของมวลหินบนความลาดเอียงและรองผนังอุโมงค์ ซึ่งการเคลื่อนตัวจะรวมไปถึงการเคลื่อนตัวบนรอยแตกแบบแผ่น (Plane sliding) และการเคลื่อนตัวแบบพลิกคว่ำ (Toppling) จากความลาดเอียงของมวลหินและการถล่มของหลังคาและผนังอุโมงค์ ภายใต้กรอบแนวคิดใหม่นี้ก้อนตัวอย่างหินที่ใช้จำลองมวลหินในภาคสนามจะถูกจัดเรียงให้อยู่ในแนวดิ่งเหมือนของจริงแต่ย่อส่วนลง ดังนั้นแรงที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนตัวก็คือแรงโน้มถ่วงของโลกจริง (น้ำหนักของก้อนตัวอย่างหิน) แบบจำลองมวลหินบนความลาดเอียงจะถูกจัดเรียงอยู่บนแท่นยกตัวอย่างที่ยึดอยู่กับส่วนล่างของแท่นทดสอบ ซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2×2 เมตร โดยมีแผ่นอะคลิลิค (Acrylic) ใสปิดด้านหน้า และแผ่นอะลูมิเนียมปิดด้านหลัง ปลายอีกด้านหนึ่งของแกนยกจะต่อกับแม่แรงโดยใช้ลวดสลิง ในระหว่างการทดสอบจะใช้แม่แรงเป็นอุปกรณ์ดึงแกนยกเพื่อให้แบบจำลองความลาดเอียงมวลหินที่จัดเรียงไว้เกิดการเคลื่อนตัว องค์ประกอบทั้งหมดจะวางตัวอยู่บนล้อเหล็กเซาะร่องและวางอยู่บนรางเหล็กสี่แถวโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากำลังสูงเป็นตัวส่งแรงดึงและดันผ่านชุดเกียร์ทดแรง เพื่อจำลองแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวในระดับที่ต่างกันทั้งในเชิงความถี่ ความยาวคลื่น และอัตราเร่ง ดังนั้น ลักษณะเด่นของสิ่งประดิษฐ์ที่กล่าวมานี้จะสามารถขจัดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้โต๊ะแรงเสียดทาน ซึ่งสามารถสรุปโดยย่อได้ดังนี้

1) การเคลื่อนตัวของแบบจำลองมวลหินจะเกิดขึ้นจากแรงโน้มถ่วงของโลกจริง ซึ่งจะสามารถจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของมวลหินบนความลาดเอียงในภาคสนามได้อย่างสมจริง

2) สิ่งประดิษฐ์ใหม่นี้ออกแบบให้ก้อนตัวอย่างหินที่ใช้จำลองมวลหินจัดเรียงในแนวดิ่งในช่องว่างระหว่างแผ่นอะลูมิเนียมและแผ่นอะคลิลิคใสของแท่นทดสอบซึ่งสามารถกักเก็บน้ำได้ ส่งผลให้ผู้ใช้สามารถจำลองผลกระทบของน้ำบาดาลและน้ำท่วมบนมวลหินในระดับที่หลากหลาย ซึ่งไม่เคยมีการทดสอบหรือจำลองเช่นนี้มาก่อน

3) เนื่องจากแท่นทดสอบมีแกนต่อกับเพลาหมุนและวางตัวอยู่บนรางเลื่อน ผู้ใช้สามารถจำลองผลกระทบของแรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากแผ่นดินไหวในระดับที่หลากหลาย โดยปรับระดับความเร็วและความถี่จากชุดเกียร์ทดแรง

4) เนื่องจากก้อนตัวอย่างหินถูกจัดเรียงอยู่ในแนวดิ่ง ดังนั้นน้ำหนักกดทับที่อาจเกิดจากโครงสร้างทางวิศวกรรมต่าง ๆ บนความลาดเอียงสามารถจำลองได้โดยใช้แท่งเหล็กที่คำนวณสัดส่วนน้ำหนักต่อขนาดย่อส่วนไว้ก่อน แล้ววางทับไว้ส่วนบนของความลาดเอียงที่จุดต่าง ๆ กัน

5) เนื่องจากก้อนตัวอย่างหินถูกจัดเรียงอยู่ในแนวดิ่ง โดยที่รอยแตกของมวลหินถูกจำลองด้วยรอยต่อของก้อนตัวอย่างหิน ผู้ใช้สามารถใส่ทรายละเอียดหรือดินในรอยต่อของก้อนตัวอย่างหิน และสามารถปรับระดับความกว้างของรอยแตก หรือความหนาของวัสดุแทรกได้อย่างหลากหลาย ดังนั้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่นี้จึงสามารถจำลองมวลหินที่มีวัสดุแทรกในรอยแตกได้อย่างสมจริง

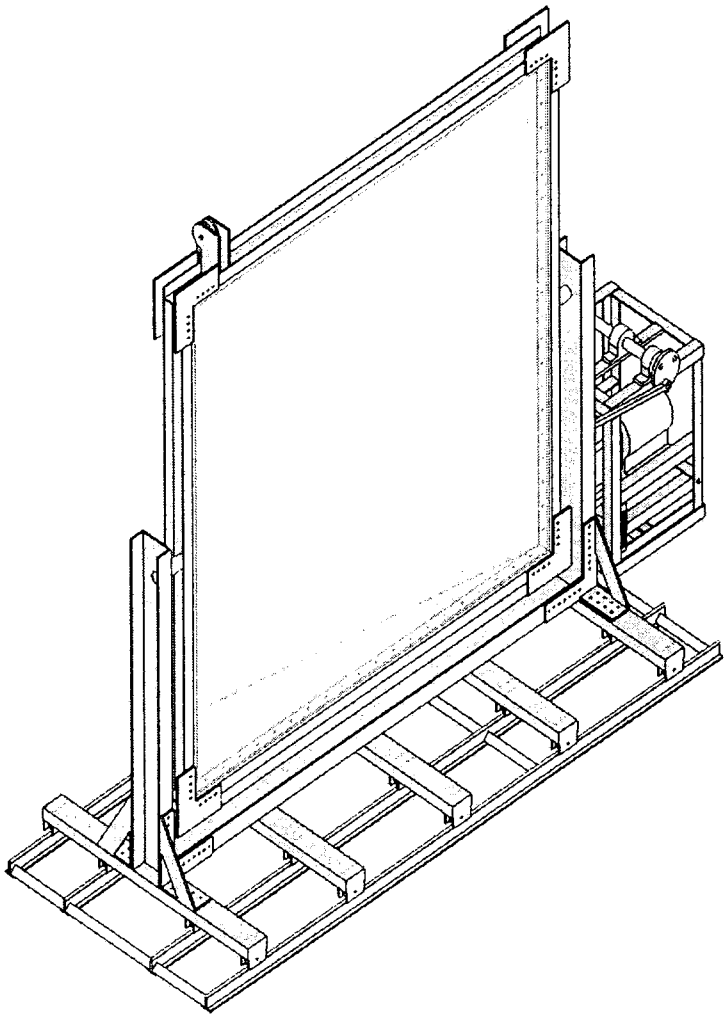
6) เนื่องจากการพังทลายของก้อนตัวอย่างหินบนความลาดเอียงของแบบจำลองเกิดขึ้นจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่แท้จริง ดังนั้นลักษณะที่เกิดขึ้นหลังจากการพังทลาย อาทิ มวลหินที่เหลืออยู่บนความลาดเอียงหรือระยะทางของแต่ละก้อนตัวอย่างหินที่เคลื่อนตัวทั้งในแนวดิ่งและแนวระนาบจะสามารถจำลองและศึกษาได้จริง นอกจากนั้นถ้ามีการถ่ายวิดีทัศน์ระหว่างการทดสอบก็จะสามารถนำเทปบันทึกภาพมาศึกษาและวิเคราะห์รายละเอียดในภายหลัง หรือนำมาเปรียบเทียบผลจากการจำลองการพังทลายของความลาดเอียงที่มีรูปทรงเรขาคณิตต่างกันออกไป เช่น มีความสูง ความชัน หรือมุมของรอยแตกที่มีความแตกต่างกัน

7) การเคลื่อนตัวของมวลหินที่จำลองด้วยสิ่งประดิษฐ์ใหม่นี้มีปัจจัยสำคัญประการหนึ่ง คือ แรงเสียดทานของรอยแตกจะเกิดจากเนื้อหินสัมผัสกับเนื้อหินเอง โดยการเคลื่อนตัวจะไม่มีผลกระทบระหว่างก้อนตัวอย่างหินและอุปกรณ์ของแท่นทดสอบ ดังนั้นการจำลองสามารถทำซ้ำได้หลายครั้งโดยไม่มีการสึกหรอของอุปกรณ์ที่ใช้

แท่นทดสอบแกนเดียวกันนี้ยังสามารถใช้จำลองเสถียรภาพของมวลหินรอบอุโมงค์ภายใต้แรงดันสถิตและภายใต้คลื่นไหวสะเทือนได้ ด้วยการจัดเรียงตัวอย่างหินในแท่นทดสอบในแนวดิ่ง โดยมีช่องใส่ลูกแก้วในแนวดิ่งประกบทั้ง 2 ด้าน ลูกแก้วนี้จะใช้จำลองแรงดันแบบ Hydrostatic ให้กับแบบจำลองมวลหิน ซึ่งการจัดเรียงในลักษณะนี้สามารถจำลองความกว้างสูงสุด (Maximum Span) และความลึกของอุโมงค์ที่จุดพังทลาย (อุโมงค์จะจำลองโดยการดึงก้อนหินในแถวที่ออกแบบไว้ออกจากมวลหินแบบจำลอง) ซึ่งการพังทลายนี้สามารถทำให้เกิดขึ้นจากแรงโน้มถ่วงของโลกที่แท้จริง หรือเกิดจากคลื่นไหวสะเทือนในแนวระนาบ

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแท่นทดสอบ

ตามรูปที่ 4.1 แสดงภาพเพอร์สเปคทีฟของแท่นทดสอบการเคลื่อนตัวของมวลหินบนความลาดเอียงและรอบอุโมงค์ภายใต้แรงสั่นสะเทือน ตามการประดิษฐ์นี้ประกอบด้วยโครงเหล็กรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทำด้วยเหล็กรูปตัวซีขนาด 10×5 เซนติเมตร ยึดอยู่บนขาตั้งด้วยเพลาเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ซึ่งใช้เป็นแกนหมุนให้แท่นทดสอบสามารถหมุนอยู่ในแนวระนาบ

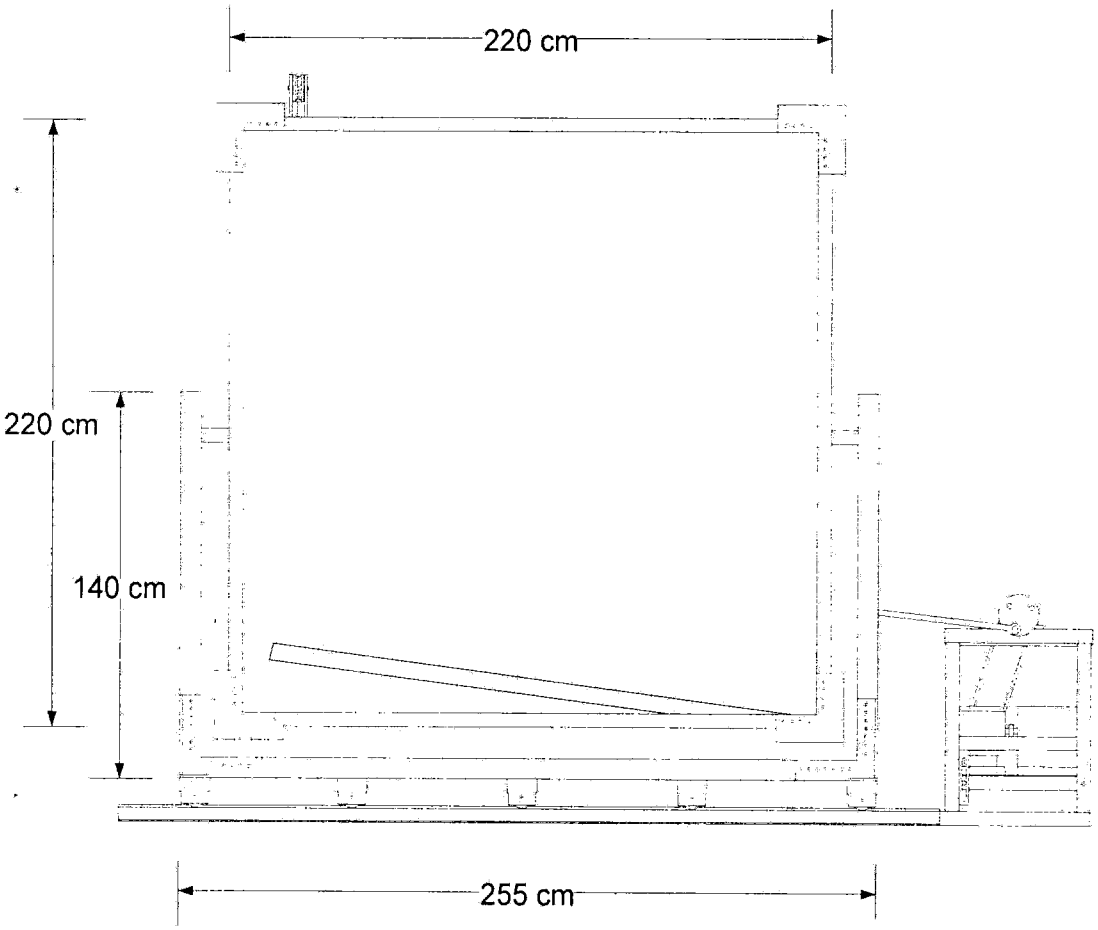


รูปที่ 4.1 ภาพเพอร์สเปคทีฟของแท่นทดสอบการเคลื่อนตัวของมวลหินบนความลาดเอียงและมวลหินรอบอุโมงค์ภายใต้แรงสั่นสะเทือน

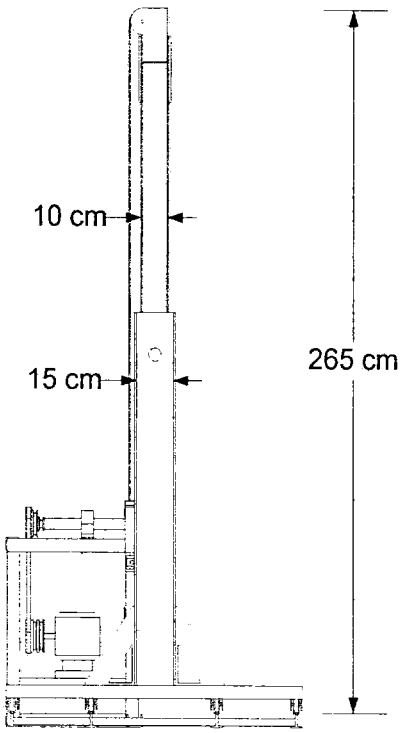
ในขณะจัดเรียงตัวอย่างหิน และหมุนกลับมาอยู่ในแนวดิ่งในขณะทดสอบ ขาตั้งทำด้วยเหล็กรูปตัวซี ขนาด 15×7.5 เซนติเมตร ซึ่งต่ออยู่กับฐานเหล็กที่มีล้อเหล็กเซาะร่องวางอยู่บนรางเหล็กสี่แถว และแสดงรูปมอเตอร์ไฟฟ้าและชุดเกียร์ทดแรงและแกนส่งกำลังไปยังด้านขวาของขาตั้ง ก้อนตัวอย่างหินที่ใช้จำลองเสถียรภาพของความลาดเอียงมวลหินหรือมวลหินรอบอุโมงค์จะถูกจัดเรียงอยู่ในช่องว่างระหว่างแผ่นอะคลิลิคใสที่ปิดอยู่ด้านหน้าของโครงเหล็ก และแผ่นอะลูมิเนียมยึดกับด้านหลังของโครงเหล็ก แผ่นอะคลิลิคใสสามารถถอดและประกอบเข้า-ออกได้อย่างสะดวกเพื่อการจัดเรียงตัวอย่างหินในแต่ละชุดโดยสั่งทำพิเศษให้มีความหนา 10 เซนติเมตร

รูปที่ 4.2 แสดงภาพตัดขวางด้านหน้าของเครื่องจำลองการเคลื่อนตัวของมวลหินบนความลาดเอียงภายใต้แรงสั่นสะเทือน รูปนี้แสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ของแท่นทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยแผ่นเหล็กฉากหนา 0.9 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น ใช้ยึดโครงเหล็กรูปตัวซีในสี่มุม กรอบอะลูมิเนียมจะใช้เป็นตัวยึดระหว่างแผ่นอะคลิลิคใสกับโครงเหล็กด้านหน้า และกรอบอะลูมิเนียมอีกชุดหนึ่งใช้ยึดระหว่างแผ่นอะลูมิเนียมกับโครงเหล็กด้านหลัง ขาตั้งของโครงเหล็กประกอบด้วย ขาตั้งที่ทำด้วยเหล็กรูปตัวซี สูง 140 เซนติเมตร 2 ตัว วางอยู่ในแนวดิ่งและยึดติดกับฐานล่างซึ่งเป็นเหล็กรูปตัวซีขนาด 15×7.5 เซนติเมตร ยาว 255 เซนติเมตร ซึ่งวางตัวอยู่บนชุดล้อ 5 ชุด ตามความยาวของฐานตั้ง ชุดล้อทั้ง 5 ชุดมีระยะห่างเท่ากับ 51.25 เซนติเมตร ในโครงเหล็กทดสอบจะมีแท่นยกตัวอย่างหินทำด้วยแผ่นเหล็กยาว 180 เซนติเมตร กว้าง 4.5 เซนติเมตร โดยที่ปลายด้านขวาจะยึดกับแกนหมุนที่ส่วนล่างของโครงเหล็ก ส่วนปลายด้านซ้ายจะต่อกับลวดสลิงเหล็กที่ขึงอยู่ในแนวดิ่ง และอ้อมไปต่อกับแม่แรงยกโดยผ่านลูกรอกที่ยึดอยู่ส่วนบนด้านซ้ายของโครงเหล็ก ส่วนแม่แรงจะถูกติดตั้งอยู่ด้านหลังของโครงเหล็ก

รูปที่ 4.3 แสดงภาพตัดขวางด้านข้างของเครื่องจำลองการเคลื่อนตัวของมวลหินบนความลาดเอียงภายใต้แรงสั่นสะเทือน ซึ่งในรูปนี้แสดงชุดล้อเหล็กเซาะร่องประกอบด้วยคานเหล็กรูปตัวซี ขนาด 10×5 เซนติเมตร ยาว 150 เซนติเมตร โดยในส่วนล่างของแต่ละคานเหล็กจะมีล้อเหล็กเซาะร่องที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 7.6 เซนติเมตร จำนวน 4 ล้อ มีระยะห่างของแต่ละล้อเท่ากับ 50 เซนติเมตร ชุดล้อจะมีทั้งหมด 5 ชุด วางขวางอยู่ตามแนวยาวของฐานตั้งโครงเหล็ก แต่ละล้อเหล็กเซาะร่องจะมีลูกปืนรอบแกนกลางเพื่อลดความเสียดทานในระหว่างการทดสอบ ในรูปที่ 4.3 ยังแสดงถึงตำแหน่งของแม่แรงที่ยึดอยู่ด้านหลังของโครงเหล็ก โดยส่วนบนของแม่แรงจะยึดกับลวดสลิงที่พาดอยู่บนลูกรอก แล้วไปยึดกับแท่นยกที่อยู่ในโครงเหล็ก ลูกรอกสำหรับลวดสลิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 10 เซนติเมตร และมีลูกปืนอยู่รอบแกนกลางเพื่อลดความเสียดทานในระหว่างการทดสอบ



รูปที่ 4.2 ภาพตัดขวางด้านหน้าของแท่นทดสอบการเคลื่อนตัวของมวลหินบนความลาดเอียง และมวลหินรอบอุโมงค์ภายใต้แรงสั่นสะเทือน



รูปที่ 4.3 ภาพตัดขวางด้านข้างของแท่นทดสอบการเคลื่อนตัวของมวลหินบนความลาดเอียงและมวลหินรอบอุโมงค์ภายใต้แรงสั่นสะเทือน

รูปที่ 4.4 แสดงภาพตัดขวางด้านหลังของเครื่องจำลองการเคลื่อนตัวของมวลหินบนความลาดเอียงภายใต้แรงสั่นสะเทือน ในรูปนี้แสดงตำแหน่งของแม่แรงที่ยึดกับลวดสลิงและตำแหน่งของคานยึดล้อที่ติดกับคานล่างของขาตั้ง พื้นที่ในส่วนกลางทั้งหมดของโครงเหล็กคือแผ่นอะลูมิเนียมที่ยึดติดกับโครงเหล็กด้วยกรอบอะลูมิเนียมทั้งสี่ด้าน โดยที่รอยต่อทั้งหมดระหว่างโครงเหล็ก แผ่นอะลูมิเนียม กรอบอะลูมิเนียม และแผ่นอะคลิลิคใสจะถูกอุดด้วยซิลิโคนยางเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำในระหว่างการทดสอบผลกระทบจากน้ำบาดาลต่อเสถียรภาพของความลาดเอียงของมวลหิน

4.4 การจำลองมวลหิน

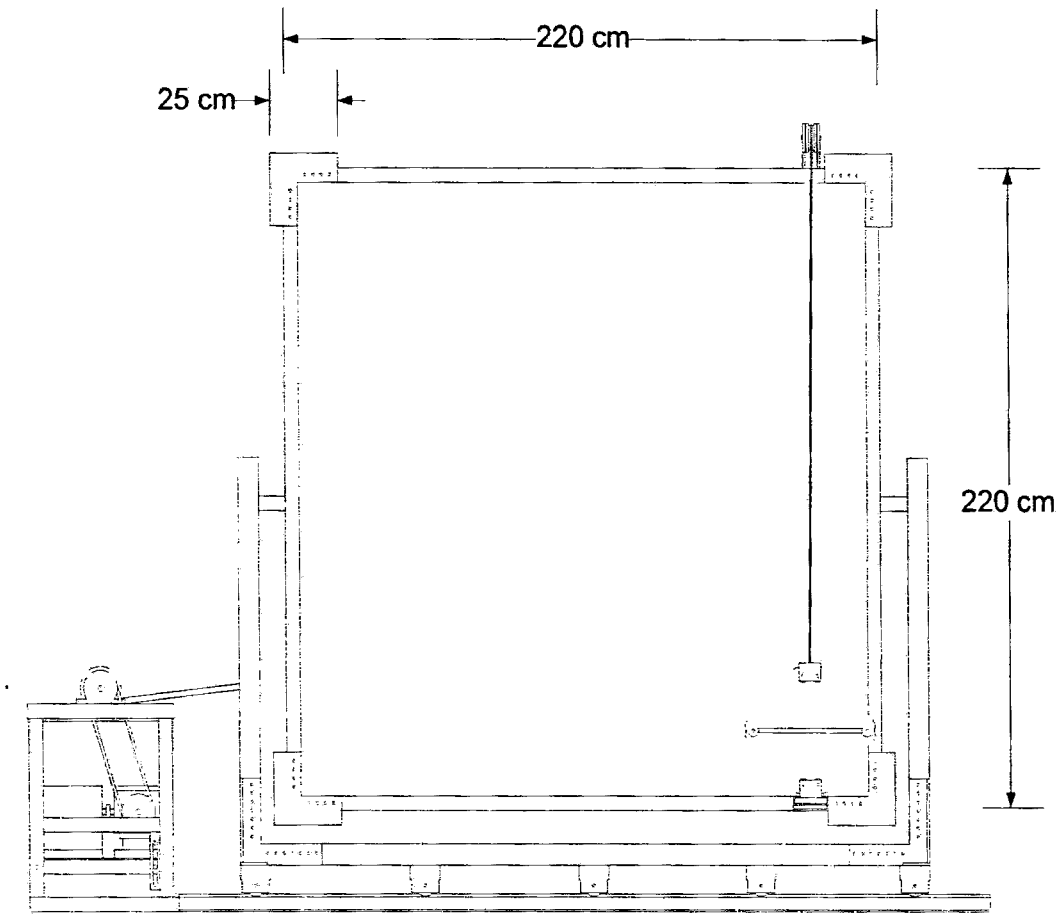
4.4.1 การทดสอบการพังทลายของมวลหินบนความลาดเอียง

แท่นทดสอบที่ประดิษฐ์ขึ้นมานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการทดสอบตัวอย่างหินในแนวดิ่งเพื่อจำลองการเคลื่อนตัวและการพังทลายของมวลหินบนความลาดเอียงในภาคสนาม โดยมีลักษณะเฉพาะคือการจำลองจะใช้แรงโน้มถ่วงของโลกที่แท้จริงเป็นแรงผลักดันทำให้เกิดการพังทลายของแบบจำลอง ส่งผลให้ผลการจำลองในแนวดิ่งแบบย่อส่วนเหมือนกับสภาพจริงที่เกิดขึ้นในภาคสนาม โดยมีรูปแบบการทดสอบดังนี้

1) จัดเรียงก้อนตัวอย่างหินบนคานยกที่สามารถปรับระดับมุมเอียงได้อย่างละเอียด โดยใช้แม่แรงต่อกับลวดสลิง ดังนั้นก้อนตัวอย่างหินบนคานยกจึงสามารถจำลองความชันและความสูงของความลาดเอียงมวลหินในสภาวะต่าง ๆ กันได้อย่างละเอียด คุณลักษณะเฉพาะของคานยกคือในขณะที่คานถูกยกขึ้นอย่างช้า ๆ เสถียรภาพของแบบจำลองมวลหินก็จะลดลงจนถึงจุดที่เกิดการพังทลาย ณ จุดนั้นมุมของคานยกที่ค้างอยู่ (ถูกรั้งไว้ด้วยแม่แรง) จะสามารถนำมาใช้คำนวณความชันและความสูงของแบบจำลองความลาดเอียงมวลหินที่เปลี่ยนจากขนาดที่กำหนดไว้เบื้องต้นตอนจัดเรียงมายังมุมและความสูงที่จุดพังทลาย

2) การใช้แผ่นอะคลิลิคใสประกบด้านหน้า และแผ่นอะลูมิเนียมที่ประกบอยู่ด้านหลังของโครงเหล็กโดยมีซิลิโคนยางอุดตามรอยต่อทั้งหมด ลักษณะเฉพาะของกรรมวิธีนี้คือ เพื่อให้สามารถทำการจำลองและศึกษาผลกระทบของน้ำบาดาลและน้ำท่วมบนแบบจำลองของความลาดเอียงมวลหินได้

3) การใช้แผ่นอะคลิลิคใสที่แข็งแรงประกบด้านหน้าของแบบจำลองมวลหิน นอกจากจะป้องกันมิให้แบบจำลองพลิกคว่ำลงมาทางด้านหน้าในขณะเคลื่อนตัวแล้ว ยังทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นภาพตัดขวางของแบบจำลองความลาดเอียงในขณะเคลื่อนตัวและหลังจากการพังทลายได้อย่างต่อเนื่องภายใต้ปัจจัยต่างกัน เช่น ความสูง ความชันของความลาดเอียง ระดับของน้ำบาดาล และขนาดของแรงสั่นสะเทือน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถศึกษาและวิเคราะห์กลไก รวมทั้งรูปแบบของการเคลื่อนตัวได้อย่างละเอียดจากเทปบันทึกวีดิทัศน์ ซึ่งข้อมูลนี้ไม่สามารถตรวจสอบและศึกษาได้ในภาคสนาม



รูปที่ 4.4 ภาพตัดขวางด้านหลังของแท่นทดสอบการเคลื่อนตัวของมวลหินบนความลาดเอียง และมวลหินรอบอุโมงค์ภายใต้แรงสั่นสะเทือน

4) การใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ชุดเกียร์ทดแรง คานส่งแรง ประกอบกับชุดล้อเหล็กเซาะร่องและรางเลื่อน เป็นชุดอุปกรณ์สำคัญที่สามารถจำลองแรงสั่นสะเทือนจากคลื่นแผ่นดินไหว มีลักษณะเฉพาะคือ สามารถปรับระดับความถี่และความยาวคลื่นได้หลายระดับ เพื่อให้สอดคล้องกับคลื่นแผ่นดินไหวในสภาวะจริงของแต่ละพื้นที่ และต่างระยะทางจากจุดกำเนิดของคลื่นแผ่นดินไหว

4.4.2 การทดสอบเสถียรภาพของมวลหินรอบอุโมงค์

แท่นทดสอบที่ประดิษฐ์ขึ้นสามารถใช้ในการทดสอบเสถียรภาพของมวลหินรอบอุโมงค์โดยใช้แรงโน้มถ่วงของโลกที่แท้จริงเป็นแรงผลักดันทำให้เกิดการพังทลายของมวลหินรอบอุโมงค์ โดยมีรูปแบบการทดสอบดังนี้

1) ก้อนตัวอย่างหินจะถูกจัดเรียงอยู่บนคานยกโดยมีเหล็กขาตั้งประกบอยู่ทั้ง 2 ข้าง เมื่อเรียงหินเสร็จแล้วจะใส่ลูกแก้วเข้าไปปิดช่องว่างระหว่างชั้นหินและเหล็กขาตั้งที่อยู่ด้านข้างเพื่อให้เกิดแรงดันด้านข้าง จากนั้นทำให้หินเรียงตัวหนาแน่นด้วยการส่งแรงสั่นสะเทือนจากมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งแรงดันที่เกิดขึ้นจากชุดของลูกแก้วนี้ได้มีการคำนวณไว้ล่วงหน้าเพื่อให้เท่ากับแรงดันสถิตที่เกิดขึ้นจากตัวอย่างหินทราย ซึ่งเมื่อมีการเคลื่อนตัวของมวลหินในแนวระนาบ ลูกแก้วก็จะเคลื่อนตัวตามไปและรักษาแรงดันสถิตให้คงที่เสมอ จากนั้นทำการปิดมอเตอร์ไฟฟ้าเมื่อลูกแก้วมีการจัดเรียงตัวอย่างหนาแน่นก่อนที่จะทำการดึงตัวอย่างหินออกเป็นรูปอุโมงค์เพื่อทำการทดสอบต่อไป

2) การใช้แผ่นอะคลิลิคใสประกบด้านหน้า ทำให้สามารถสังเกตเห็นภาพตัดขวางของแบบจำลองการทดสอบเสถียรภาพของมวลหินรอบอุโมงค์ในขณะเกิดการพังทลายได้อย่างต่อเนื่องและจะป้องกันไม่ให้แบบจำลองพลิกคว่ำลงมาทางด้านหน้า

3) การส่งแรงสั่นสะเทือนจากคลื่นแผ่นดินไหวด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้สามารถจำลองการพังทลายของมวลหินรอบอุโมงค์ได้หลายระดับความถี่และหลายระดับความยาวคลื่น