

*การประเมินความเสี่ยงโดยวิธีดัชนีความเสี่ยง (Risk Index, RI)

ผศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์
ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจสอบสภาพเขื่อนด้วยสายตา (Visual Inspection) เป็นวิธีการหนึ่งสำหรับตรวจสอบสภาพผิดปกติที่เกิดขึ้นบริเวณเขื่อน ซึ่งใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศเพื่อดูแลบำรุงรักษาเขื่อนให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์และใช้ประโยชน์ได้ยาวนาน ตัวอย่างคู่มือที่ใช้อ้างอิงในการตรวจเขื่อน เช่น Safety Evaluation of Existing Dams, SEED (US Department of the interior, 1980), Dam Safety Manual (State of Colorado, 2002) ในปี พ.ศ. 2538 กรมชลประทาน โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้เริ่มนำวิธีการตรวจสอบสภาพเขื่อนด้วยสายตามาใช้ประเมินสภาพเขื่อนดินในโครงการชลประทานที่ 9

บทความนี้ได้กล่าวถึงการนำวิธีการตรวจสอบสภาพด้วยสายตา มาใช้ประเมินความเสี่ยงของเขื่อน การกำหนดค่าความสำคัญขององค์ประกอบที่ตรวจสอบที่มีต่อความเสี่ยงของเขื่อนในรูปแบบการพิบัติหนึ่งและหลักการตรวจสอบเขื่อนในสนาม

1. หลักการ

การหาค่าดัชนีความเสี่ยงของเขื่อนดิน โดยวิธีการตรวจสอบสภาพเขื่อนด้วยสายตา (Visual Inspection) เป็นวิธีการให้คะแนนสภาพที่เกิดขึ้นโดยเน้นสภาพที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับเขื่อน แล้วใช้ค่าน้ำหนักเป็นตัวแทนบอกถึงความสำคัญของสภาพขององค์ประกอบ การประเมินความเสี่ยงของเขื่อนจะพิจารณาเฉพาะสภาพที่ทำให้เขื่อนเกิดความเสียหายหรือพิบัติได้ และให้คะแนนสภาพนั้นตามที่ตรวจพบในสนาม สภาพความเสี่ยงที่ทำให้เขื่อนเกิดความเสียหายมากมีคะแนนเป็น 4 และสภาพที่สมบูรณ์มีคะแนนเป็น 1 การวิเคราะห์หาค่าความเสี่ยงของเขื่อนในรูปแบบตามลักษณะการพิบัติหนึ่งๆ ทำได้โดยหาผลรวมของค่าน้ำหนักปัจจัยร่วมของสภาพขององค์ประกอบใด ๆ คูณกับค่าคะแนนของสภาพขององค์ประกอบนั้น ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (1)

$$RI_i = W_1 * R_1 + W_2 * R_2 + W_3 * R_3 + \dots + W_n * R_n \quad (1)$$

*บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงภัยของเขื่อนเพื่อการชลประทานในประเทศไทย” ดำเนินการโดย ผศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์ และคณะ โดยทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2549

เมื่อ

- RI_i = ดัชนีความเสี่ยงของลักษณะการพิบัติใด ๆ
- W_i = น้ำหนักปัจจัยร่วมของสภาพขององค์ประกอบใด ๆ
- R_i = คะแนนของสภาพความเสี่ยงขององค์ประกอบใด ๆ

ดังนั้นความเสี่ยงภัยของเขื่อนดังกล่าวสามารถประเมินได้จาก ผลการวิเคราะห์ข้างต้นของทุกลักษณะการพิบัติ เพื่อให้สามารถจัดเรียงความเสี่ยงของเขื่อนได้อย่างครบถ้วน ซึ่งจำเป็นต้องวิเคราะห์วิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างความเสี่ยงภัยของแต่ละลักษณะการพิบัติ อาจเขียนให้เป็นสมการอย่างง่ายได้ดังสมการที่ (2)

$$RI_{DAM} = a*RI_{OT} + b*RI_{PIP} + c*RI_{SLID} \quad (2)$$

เมื่อ

- RI_{OT} = ดัชนีความเสี่ยงของลักษณะพิบัติจากการล้นข้ามสันเขื่อน
- RI_{PIP} = ดัชนีความเสี่ยงของลักษณะพิบัติจากการกัดเซาะภายใน
- RI_{SLID} = ดัชนีความเสี่ยงของลักษณะพิบัติจากการเคลื่อนตัว
- a, b, c = สัมประสิทธิ์ความสำคัญของแต่ละลักษณะการพิบัติ

2. สภาพขององค์ประกอบที่บ่งชี้ความเสี่ยงของเขื่อน

รูปแบบของการพิบัติที่พิจารณาในการศึกษานี้ พิจารณารูปแบบของการพิบัติที่มีโอกาสเกิดขึ้นมากที่สุดโดยอ้างอิงจากสถิติการพิบัติของเขื่อน และการวิจัยด้านการประเมินความเสี่ยงภัยของเขื่อน

1. การไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) หมายถึง การที่น้ำไหลข้ามผ่านตัวเขื่อนออกไปทางด้านท้ายน้ำ ทำให้เกิดการกัดกร่อนและพัดพาเม็ดดินตัวเขื่อน ก่อให้เกิดการพิบัติของเขื่อนได้อย่างรุนแรงเพราะมักเกิดขณะมีอุทกภัยดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การไหลล้นข้ามสันเขื่อน

2. การกัดเซาะภายใน (Piping) หมายถึง การที่น้ำไหลซึมผ่านตัวเขื่อนและพัดพาเม็ดดินออกนอกตัวเขื่อน การกัดเซาะภายในมักก่อให้เกิดการพิบัติที่อาจมีเวลาในการเตือนภัยช้า และทำให้เขื่อนเกิดช่องเปิด ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การกัดเซาะภายในบริเวณรอบท่อส่งน้ำจนเกิดการพิบัติของเขื่อน

3. การเคลื่อนตัวของเขื่อน (Mass movement) หมายถึง การที่ดินตัวเขื่อนเกิดการเคลื่อนตัว สาเหตุอาจเกิดจากการวิเคราะห์ห่ออกแบบผิดพลาด หรือการใช้งานที่ไม่เหมาะสม เช่น เกิดการลดระดับน้ำหน้าเขื่อนอย่างรวดเร็ว (Rapid Drawdown) ทำให้เกิดการพิบัติ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 มวลดินตัวเขื่อนเกิดการเคลื่อนไถลไปทางท้ายน้ำ

2.1 การไหลล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping)

องค์ประกอบและสภาพความเสี่ยงที่บ่งชี้ถึงความเสี่ยงภัยต่อการไหลล้นข้ามสันเขื่อนประกอบด้วยสภาพดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สภาพความเสี่ยงของเขื่อนตามลักษณะการไหลล้นข้ามสันเขื่อน

องค์ประกอบ	สภาพที่บ่งชี้ถึงความเสี่ยง	กระบวนการที่นำไปสู่การพิบัติ	ลักษณะการพิบัติรองจากสภาพดังกล่าว
สันเขื่อนและไหล่เขื่อน	การยุบตัวของสันเขื่อน	- ระดับสันเขื่อนลดต่ำลงกว่าระดับเก็บกักสูงสุด	ไม่มี
อาคารระบายน้ำล้น	สภาพของบานระบาย	- บานระบายติดขัดจากวัสดุแปลกปลอมหรือจากสภาพตัวบานเองติดขัด	ไม่มี
	ประสิทธิภาพของระบบควบคุมบาน	- ระบบไฟฟ้าหรือระบบเครื่องจักรกลเกิดการชำรุดไม่สามารถควบคุมการปิดเปิดระบายน้ำได้ทัน	ไม่มี
	ประสิทธิภาพของระบบส่งกำลังไฟฟ้าสำรอง	- ระบบไฟฟ้าสำรองไม่ทำงาน	ไม่มี
	สภาพผนังคอนกรีตของอาคารระบายน้ำล้น (Wing Wall)	- วัสดุถมเขื่อนเหนือผนังคอนกรีตเกิดการพังทลายทำให้ระดับสันเขื่อนลดต่ำลงกว่าระดับเก็บกักสูงสุด	การกัดเซาะภายใน
ความไม่มั่นคงของลาดทางเข้าอาคารระบายน้ำล้น	- ลาดเขาเกิดการเลื่อนไถลทำให้ระดับสันเขื่อนลดต่ำลงกว่าระดับเก็บกักสูงสุด	ไม่มี	
สภาพของท่อนกันสวะ	- วัสดุแปลกปลอมสามารถผ่านเข้าไปอุดตันบานระบายไม่สามารถระบายน้ำออกได้ทัน หรือเกิดการกระทบตัวเขื่อนและอาคารประกอบให้เกิดความไม่มั่นคง	ไม่มี	

ตารางที่ 1 (ต่อ) สภาพความเสี่ยงของเขื่อนตามลักษณะการไหลล้นข้ามสันเขื่อน

องค์ประกอบ	สภาพที่บ่งชี้ถึงความเสี่ยง	กระบวนการที่นำไปสู่การพิบัติ	ลักษณะการพิบัติรองจากสภาพดังกล่าว
อาคารส่งน้ำ	ประสิทธิภาพของการเปิดวาล์วของท่อส่งน้ำ	- ระบบไฟฟ้าหรือระบบเครื่องจักรกลเกิดการชำรุดไม่สามารถควบคุมการเปิดบานระบายน้ำได้ทัน	ไม่มี
	สภาพของตะแกรง	- เกิดการอุดตัน ไม่สามารถระบายน้ำออกได้ทัน หรือตะแกรงชำรุดวัสดุแปลกปลอมเข้าไปอุดตันภายในได้	ไม่มี
	สภาพของท่อนักันสวะ	- เกิดการอุดตัน ไม่สามารถระบายน้ำออกได้ทัน หรือตะแกรงชำรุดวัสดุแปลกปลอมเข้าไปอุดตันภายในได้	ไม่มี
	ประสิทธิภาพของระบบควบคุมบาน	- วัสดุแปลกปลอมสามารถผ่านเข้าไปอุดตันบานระบายไม่สามารถระบายน้ำออกได้ทัน หรือเกิดการกระทบตัวเขื่อนและอาคารประกอบให้เกิดความไม่มั่นคง	ไม่มี

2.2 การกัดเซาะภายใน (Piping)

องค์ประกอบและสภาพความเสียหายที่บ่งชี้ถึงความเสียหายต่อการกัดเซาะภายในอันประกอบด้วยสภาพดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สภาพความเสียหายตามลักษณะการกัดเซาะภายใน

องค์ประกอบ	สภาพที่บ่งชี้ถึงความเสียหาย	กระบวนการที่นำไปสู่การพิบัติ	ลักษณะการพิบัติรองจากสภาพดังกล่าว
สันเขื่อนและไหล่เขื่อน	หลุมยุบ (Sinkhole) ต้นไม้, วัชพืช รอยแตกตามขวาง การขุดหรือย้ายวัสดุถมเขื่อน รู, โพรง, ท่อ, ถ้ำ	<ul style="list-style-type: none"> - เกิดโพรงภายในตัวเขื่อนทำให้เส้นทางการซึมผ่านของน้ำสั้นลง - เกิดโพรงภายในตัวเขื่อนจากการขยายตัวของรากวัชพืชทำให้เส้นทางการซึมผ่านของน้ำสั้นลง - เส้นทางการซึมผ่านของน้ำสั้นลง - สูญเสียการปกป้องผิวเขื่อนจากการกัดเซาะโดยน้ำฝน - เกิดการเชื่อมผ่านของรูโพรงทำให้เส้นทางการซึมผ่านของน้ำสั้นลง 	<p>การเคลื่อนตัวของเขื่อน</p> <p>ไม่มี</p> <p>การเคลื่อนตัวของเขื่อน</p> <p>การเคลื่อนตัวของเขื่อน</p> <p>ไม่มี</p>
ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ	หลุมยุบ (Sinkhole) รู, โพรง, ท่อ หรือถ้ำ	<ul style="list-style-type: none"> - เกิดโพรงภายในตัวเขื่อนทำให้เส้นทางการซึมผ่านของน้ำสั้นลง - เกิดการเชื่อมผ่านของรูโพรงทำให้เส้นทางการซึมผ่านของน้ำสั้นลง 	<p>ไม่มี</p> <p>ไม่มี</p>

ตารางที่ 2 (ต่อ) สภาพความเสี่ยงตามลักษณะการกัดเซาะภายใน

องค์ประกอบ	สภาพที่บ่งชี้ถึงความเสี่ยง	กระบวนการที่นำไปสู่การพิบัติ	ลักษณะการพิบัติรองจากสภาพดังกล่าว
ลาดเชื่อมด้านเหนือน้ำ	การขุดรื้อย้ายวัสดุถมเชื่อม การผุสลายของหินกันคลื่น การกัดเซาะโดยคลื่น รอยร้าวบริเวณผิวคอนกรีตลาดหน้า ต้นไม้ หรือวัชพืช ชนิดของหิน	<ul style="list-style-type: none"> - เส้นทางกริมผ่านของน้ำสั่นลง - คลื่นกัดเซาะตัวเชื่อมทำให้สูญเสียเนื้อเชื่อม - สูญเสียการปกป้องผิวเชื่อมจากการกัดเซาะโดยน้ำฝนและคลื่น - สูญเสียการปกป้องผิวเชื่อมจากการกัดเซาะโดยคลื่น - สูญเสียการปกป้องผิวเชื่อมจากการกัดเซาะโดยคลื่น - สูญเสียการปกป้องผิวเชื่อมจากการกัดเซาะโดยคลื่น 	<p>การเคลื่อนตัวของเชื่อม</p> <p>การเคลื่อนตัวของเชื่อม</p> <p>การเคลื่อนตัวของเชื่อม</p> <p>ไม่มี</p> <p>ไม่มี</p> <p>ไม่มี</p>
ลาดเชื่อมด้านท้ายน้ำ	น้ำไหล, น้ำซึม, น้ำใส, น้ำโคลน, พื้นที่เปียก หลุมยุบ (Sinkhole) รู, โพรง, ท่อ, ถ้ำ	<ul style="list-style-type: none"> - เกิดโพรงภายในตัวเชื่อมจากการขยายตัวของรากวัชพืชทำให้เส้นทางกริมผ่านของน้ำสั่นลง - สูญเสียการปกป้องผิวเชื่อมจากการกัดเซาะโดยคลื่น - การกัดเซาะลาดเชื่อมจากด้านท้ายไปหาด้านเหนือน้ำวัสดุตัวเชื่อมถูกพัดพาออกมา 	<p>การเคลื่อนตัวของเชื่อม</p> <p>ไม่มี</p> <p>ไม่มี</p>

ตารางที่ 2 (ต่อ) สภาพความเสี่ยงตามลักษณะการกัดเซาะภายใน

องค์ประกอบ	สภาพที่บ่งชี้ถึงความเสี่ยง	กระบวนการที่นำไปสู่การพิบัติ	ลักษณะการพิบัติรองจากสภาพดังกล่าว
ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ	รอยแตกตามขวาง การขุดรื้อย้ายวัสดุถมเขื่อน ต้นไม้, วัชพืช การผุสลายของหิน	<ul style="list-style-type: none"> - เกิดโพรงภายในตัวเขื่อนทำให้เส้นทางการซึมผ่านของน้ำสั้นลง - เกิดการเชื่อมผ่านของรูโพรงทำให้เส้นทางการซึมผ่านของน้ำสั้นลง - เส้นทางการซึมผ่านของน้ำสั้นลง - เกิดการสูญเสียกำลังของเขื่อน 	<p>การเคลื่อนตัวของเขื่อน</p> <p>การเคลื่อนตัวของเขื่อน</p> <p>ไม่มี</p> <p>ไม่มี</p>
พื้นที่ด้านท้ายน้ำ	น้ำผุด, พื้นที่เปียก, การไหลซึม พื้นที่เปียกเป็นแอ่งกระทะ	<ul style="list-style-type: none"> - สูญเสียการปกป้องผิวเขื่อนจากการกัดเซาะโดยน้ำฝน - เกิดโพรงภายในตัวเขื่อนจากการขยายตัวของรากวัชพืชทำให้เส้นทางการซึมผ่านของน้ำสั้นลง 	<p>การเคลื่อนตัวของเขื่อน</p> <p>การเคลื่อนตัวของเขื่อน</p>
อาคารระบายน้ำล้น	รอยร้าวบริเวณผนังด้านข้างทางระบายน้ำ (Retaining Wall)	<ul style="list-style-type: none"> - สูญเสียการปกป้องผิวเขื่อนจากการกัดเซาะโดยน้ำฝน 	ไม่มี
อาคารส่งน้ำ	น้ำโคลนไหลออกจากจุดควบคุมการระบายน้ำท้ายเขื่อน การรั่วซึมของท่อส่งน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> - การกัดเซาะผ่านฐานรากจากลาดด้านท้ายไปหาด้านเหนือน้ำวัสดุตัวเขื่อนถูกพัดพาออกมา - การกัดเซาะของน้ำผ่านตัวเขื่อน ขยายเป็นโพรง เส้นทางการเดินทางของน้ำสั้นลง 	<p>ไม่มี</p> <p>ไม่มี</p>

2.3 การเคลื่อนตัวของเขื่อน (Mass movement)

องค์ประกอบและสภาพความเสี่ยงที่แสดงออกถึงการเคลื่อนตัวของเขื่อนอันประกอบด้วยสภาพดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สภาพความเสี่ยงตามลักษณะการเคลื่อนตัวของเขื่อน

องค์ประกอบ	สภาพที่บ่งชี้ถึงความเสี่ยง	กระบวนการที่นำไปสู่การพิบัติ	ลักษณะการพิบัติ รองจากสภาพ ดังกล่าว
สันเขื่อนและไหล่เขื่อน	รอยแตกตามยาว	- การสูญเสียกำลังในแนว รอยแตกตามยาว	ไม่มี
	สันเขื่อนบิตออกจากแนว	- เกิดหน่วยแรงดึงในตัว เขื่อน	ไม่มี
	รอยแตกตามขวาง และ การบิตออกจากแนวเขื่อน	- การสูญเสียกำลังในแนว รอยแตกตามขวางและเกิด หน่วยแรงดึงภายในตัว เขื่อน	การกัดเซาะภายใน
	การกัดเซาะบริเวณสัน เขื่อน	-การกัดเซาะเกิดร่องลึกทำ ให้เกิดการสูญเสียกำลังใน แนวร่อง	ไม่มี
ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ	การเลื่อนไถล, เคลื่อนตัว , ยุบตัว หรือหลุดตัว	- เกิดหน่วยแรงดึงภายใน ตัวเขื่อน	การกัดเซาะภายใน
	ร่องน้ำลึกจากการกัดเซาะ ของน้ำฝน (Oversteep area)	- การกัดเซาะเกิดร่องลึก ทำให้เกิดการสูญเสียกำลัง ในแนวร่อง	ไม่มี
	รอยแตกตามยาว	- การสูญเสียกำลังในแนว รอยแตกตามยาว	ไม่มี
	การยุบตัว (Consolidation)	- เกิดหน่วยแรงดึงภายใน ตัวเขื่อน	ไม่มี

ตารางที่ 3 (ต่อ) สภาพความเสี่ยงตามลักษณะการเคลื่อนตัวของเขื่อน

องค์ประกอบ	สภาพที่ความเสี่ยง	กระบวนการที่นำไปสู่การ พิบัติ	ลักษณะการพิบัติ รองจากสภาพ ดังกล่าว
ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ	<p>การเลื่อนไถล, เคลื่อนตัว, ยุบตัว, อุดตัว</p> <p>ร่องน้ำลึกจากการกัดเซาะของน้ำฝน (Oversteep area)</p> <p>รอยแตกตามยาว</p> <p>การยุบตัว (Consolidation)</p> <p>ประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำลาดเขื่อน (Slope Drain)</p> <p>ประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำท้ายเขื่อน (Toe Drain)</p> <p>การเคลื่อนตัวของรางระบายน้ำท้ายเขื่อน (Drain Ditch)</p>	<p>- เกิดหน่วยแรงดึงภายในตัวเขื่อน</p> <p>- เกิดการลดหน้าตัดเขื่อน</p> <p>- การกัดเซาะเกิดร่องลึกทำให้เกิดการสูญเสียกำลังในแนวร่อง</p> <p>- การสูญเสียกำลังในแนวรอยแตกตามยาว</p> <p>- เกิดหน่วยแรงดึงภายในตัวเขื่อน</p> <p>- สูญเสียการปกป้องผิวเขื่อนจากการกัดเซาะโดยน้ำฝน</p> <p>- Toe Drain อุดตันเกิดแรงดันน้ำเพิ่มขึ้นในตัวเขื่อน</p>	<p>การกัดเซาะภายใน</p> <p>ไม่มี</p> <p>ไม่มี</p> <p>ไม่มี</p> <p>ไม่มี</p> <p>ไม่มี</p> <p>ไม่มี</p>
พื้นที่ด้านท้ายน้ำ	พื้นที่อุ้มน้ำบริเวณท้ายน้ำ	- การเกิดหน่วยแรงดึงภายในตัวเขื่อน	ไม่มี
ระบบระบายน้ำ	การปิดกั้นการระบายน้ำ	- เกิดหน่วยแรงดึงภายในตัวเขื่อน	ไม่มี
อาคารระบายน้ำล้น	การยุบตัวในแนวตั้ง	- เกิดแรงดันน้ำเพิ่มขึ้นภายในตัวเขื่อน	ไม่มี
	<p>พื้นคอนกรีตของสันอาคารระบายน้ำล้น</p> <p>แตกร้าว</p>	<p>- เกิดหน่วยแรงดึงภายในตัวเขื่อน</p> <p>- เกิดหน่วยแรงดึงภายในตัวเขื่อน</p>	ไม่มี

3. การกำหนดค่าความสำคัญของสภาพความเสี่ยงขององค์ประกอบเชื่อม

การให้น้ำหนักของสภาพความเสี่ยงที่เกิดขึ้นบริเวณตัวเชื่อมของแต่ละองค์ประกอบ จะพิจารณาให้คะแนนความสำคัญจาก 3 ด้าน ดังนี้

3.1 ด้านความรุนแรง

ด้านความรุนแรง ได้แก่ระดับของผลกระทบจากสภาพความเสียหายในองค์ประกอบ โดยมีเกณฑ์ของระดับคะแนนความรุนแรง ดังนี้

- ระดับ 1 คือ องค์ประกอบที่เกิดความเสียหาย ไม่ส่งผลโดยตรงต่อการพิบัติของเชื่อมโดยตรง (บำรุงรักษาตามปกติ)
- ระดับ 2 คือ องค์ประกอบที่เกิดความเสียหาย ทำให้เชื่อมพิบัติได้ในที่สุด หากไม่ปรับปรุงแก้ไข (ซ่อมบำรุงเป็นกรณีพิเศษ)
- ระดับ 3 คือ องค์ประกอบที่เกิดความเสียหาย จะทำให้เชื่อมพิบัติได้ทันที หรือในระยะเวลาอันสั้น (ต้องแก้ไขในทันที)

3.2 ด้านความยากง่ายในการแก้ไขซ่อมแซม

ด้านความยากง่ายในการแก้ไขซ่อมแซม บ่งบอกถึงเวลาในการแก้ไขปัญหาโดยมีเกณฑ์ของระดับคะแนนความยากง่าย ดังนี้

- ระดับ 1 คือ การปรับปรุง ซ่อมแซม ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ ใช้เครื่องจักรหรือเทคนิคที่ทำได้ง่าย และใช้เวลาสั้น
- ระดับ 2 คือ การปรับปรุง ซ่อมแซม ใช้ผู้เชี่ยวชาญ ใช้เครื่องจักรเฉพาะหรือเทคนิคที่ทำได้ยากหรือใช้เวลานาน
- ระดับ 3 คือ การปรับปรุง ซ่อมแซม ใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะและต้องมีการวิเคราะห์ใช้เครื่องจักรเฉพาะหรือเทคนิคขั้นสูง หรือใช้เวลานาน

3.3 จำนวนรูปแบบการพิบัติเชื่อมที่เกี่ยวข้อง

จำนวนรูปแบบการพิบัติเชื่อมที่เกี่ยวข้องบ่งบอกถึงสภาพที่ตรวจพบดังกล่าวอาจนำไปสู่ลักษณะการพิบัติได้หลายลักษณะ เช่น หลุมยุบ (Sinkhole) บริเวณสันเชื่อม ย่อมแสดงถึงความเสี่ยงต่อการกัดกร่อนภายในตัวเชื่อมดินถม หรือการยุบตัวบริเวณสันเชื่อมดังกล่าว จะเพิ่มโอกาสการไหลล้นข้ามสันเชื่อม ในกรณีนี้จะมีคะแนนเป็น 2

ค่าน้ำหนักของสภาพความเสี่ยงขององค์ประกอบในรูปแบบการพิบัติหนึ่ง สามารถหาได้จากผลคูณของคะแนนจาก 3 เกณฑ์ข้างต้น ทหารด้วยผลรวมคูณของทุกตัวชี้วัดในรูปแบบการพิบัตินั้น การให้ค่าน้ำหนักด้วยวิธีดังกล่าวเป็นวิธีที่ทำให้แต่ละสภาพองค์ประกอบสามารถเปรียบเทียบกันได้แม้จะมีองค์ประกอบหลักต่างกัน สำหรับระดับคะแนนจากเกณฑ์ต่างๆ ได้จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญและข้อมูลทางสถิติในอดีต วิธีการให้น้ำหนักดังกล่าวต่างจากวิธีดัชนีปัจจัยร่วม (Weighting Factor) เนื่องจากไม่ได้นำสภาพองค์ประกอบหรือปัจจัยมาทำการเปรียบเทียบกันโดยตรงว่าสภาพใดเสี่ยง หรืออันตรายมากกว่าโดยใช้เมตริกเปรียบเทียบ แต่ใช้วิธีเปรียบเทียบผ่านระดับปัจจัยเสี่ยงพื้นฐาน ตารางที่ 4 ถึงตารางที่ 6 แสดงการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของสภาพความเสี่ยงตามหลักเกณฑ์ข้างต้น ในกรณีที่เงื่อนไขไม่มีสภาพเสี่ยงในองค์ประกอบใดๆ ในตารางดังกล่าว จะพิจารณาองค์ประกอบนั้นมีความสมบูรณ์เสมอ ค่าระดับคะแนนให้เท่ากับ 1 ตัวอย่างเช่น หากเงื่อนไขนั้นเป็นเงื่อนไขดินถล่ม ไม่มีคอนกรีตตาดหน้า จะไม่พิจารณารอยร้าวบนคอนกรีตตาดหน้า โดยยังคงใช้ค่าน้ำหนักความสำคัญที่เป็นค่าเดิมสำหรับทุกองค์ประกอบรูปที่ 4 แสดงแผนภูมิองค์ประกอบของสภาพความเสี่ยงต่างๆ

$$RI_{OT} = SCORE_{RO01} * WO_1 + SCORE_{RO02} * WO_2 + SCORE_{RO03} * WO_3 + \dots + SCORE_{RO12} * WO_{12} \quad (3)$$

$$RI_{PIP} = SCORE_{RP01} * WP_1 + SCORE_{RP02} * WP_2 + SCORE_{RP03} * WP_3 + \dots + SCORE_{RP25} * WP_{25} \quad (4)$$

$$RI_{SLID} = SCORE_{RM01} * WM_1 + SCORE_{RM02} * WM_2 + SCORE_{RM03} * WM_3 + \dots + SCORE_{RM19} * WM_{19} \quad (5)$$

เมื่อ RI_{OT} = ค่าดัชนีความเสี่ยงของลักษณะการไหลล้นข้ามสันเขื่อน

RI_{PIP} = ค่าดัชนีความเสี่ยงของลักษณะการกัดเซาะภายใน

RI_{SLID} = ค่าดัชนีความเสี่ยงของลักษณะการเคลื่อนตัวของเขื่อน

$SCORE_{ROXX}$ = ค่าคะแนนสภาพความเสี่ยงของสภาพความเสี่ยงตามลักษณะการไหลล้นข้ามสันเขื่อน

$SCORE_{RPXX}$ = ค่าคะแนนสภาพความเสี่ยงของสภาพความเสี่ยงตามลักษณะการกัดเซาะภายใน

$SCORE_{RMXX} =$ ค่าคะแนนสภาพความเสี่ยงของสภาพความเสี่ยง

ตามลักษณะการเคลื่อนตัวของเขื่อน

$WO_x =$ ค่าน้ำหนักความสำคัญของสภาพความเสี่ยงของลักษณะการไหลล้นข้ามสันเขื่อน

$WP_x =$ ค่าน้ำหนักความสำคัญของสภาพความเสี่ยงของลักษณะการกัดเซาะภายใน

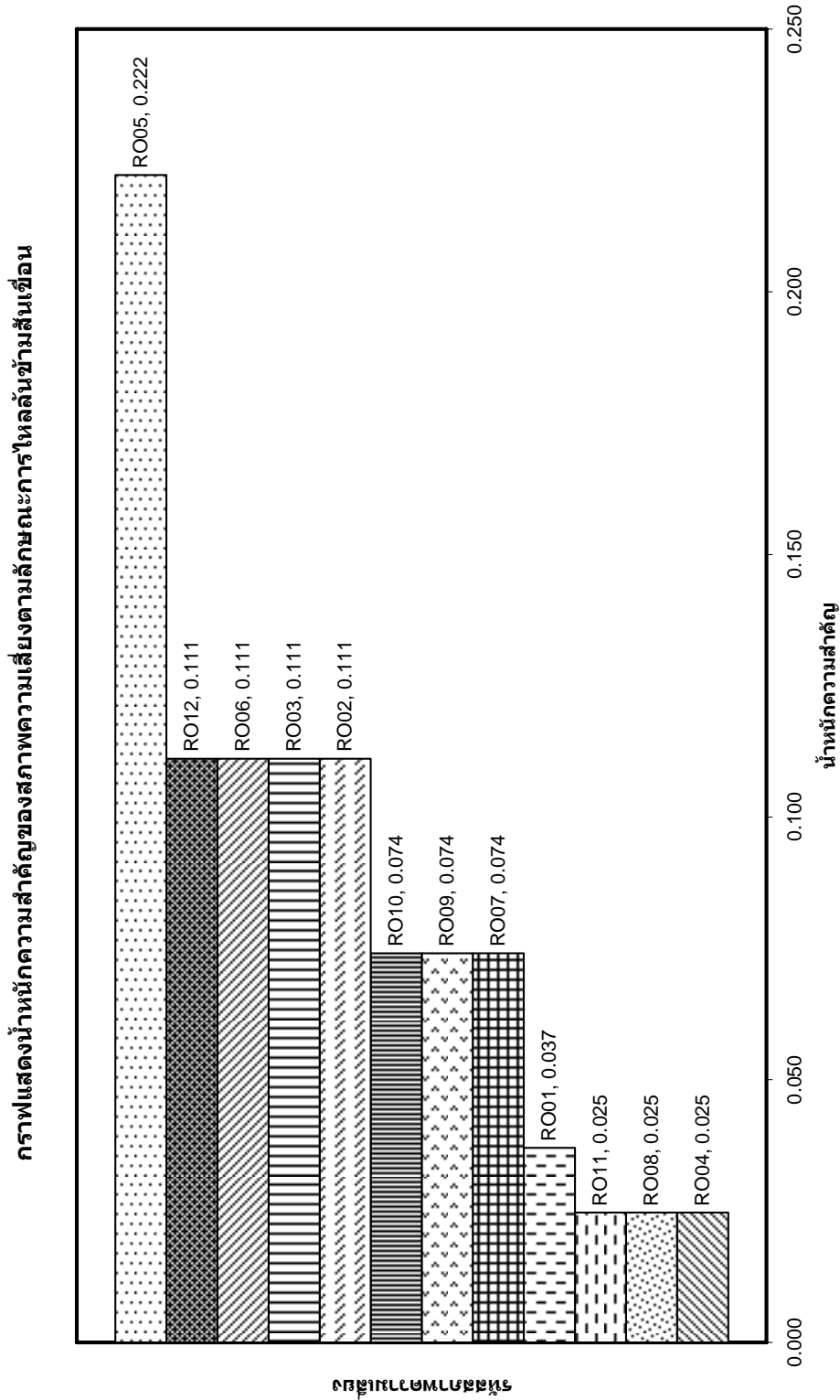
$WM_x =$ ค่าน้ำหนักความสำคัญของสภาพความเสี่ยงของลักษณะการเคลื่อนตัวของเขื่อน

ตารางที่ 4 การหาค่าน้ำหนักของสภาพความเสี่ยง สำหรับการพิบัติแบบการไหลล้นข้ามสันเขื่อน

องค์ประกอบ เขื่อน	สภาพที่ทำการ ตรวจสอบ	รหัสสภาพ ความ เสี่ยง	ความ รุนแรง ของ ผลกระทบ เสียหายที่ เกิดขึ้น	ความยาก ง่ายของ การแก้ไข ซ่อมแซม	จำนวน รูปแบบ การพิบัติ	ผลคูณ	ค่าน้ำหนัก
สันเขื่อนและ ไหล่เขื่อน	การยุบตัวของสันเขื่อน	RO01	3	1	1	3	0.037
อาคารระบาย น้ำล้น	สภาพของบานระบาย	RO02	3	3	1	9	0.111
	ประสิทธิภาพของระบบ ควบคุมบาน	RO03	3	3	1	9	0.111
	ประสิทธิภาพของระบบ ส่งกำลังไฟฟ้าสำรอง	RO04	2	1	1	2	0.025
	สภาพผนังคอนกรีตของ อาคารระบายน้ำล้น (Wing Wall)	RO05	3	3	2	18	0.222
	ความไม่มั่นคงของลาด ทางเข้าอาคารระบายน้ำ ล้น	RO06	3	3	1	9	0.111
	สภาพของตะแกรง	RO07	2	3	1	6	0.074
	สภาพของท่อนกันสวะ	RO08	2	1	1	2	0.025
อาคารส่งน้ำ	ประสิทธิภาพของการ เปิดวาล์วของท่อส่งน้ำ	RO09	2	3	1	6	0.074
	สภาพของตะแกรง	RO10	2	3	1	6	0.074
	สภาพของท่อนกันสวะ	RO11	2	1	1	2	0.025
	ประสิทธิภาพของระบบ ควบคุมบาน	RO12	3	3	1	9	0.111
						81	1.000

หมายเหตุ : อักษรย่อ ของการไหลล้นข้ามสันเขื่อน

R = Risk, O = Overtopping



รูปที่ 4 น้ำหนักความสำคัญตามลักษณะการไหลกลับข้ามสันเชื่อม

ตารางที่ 5 การหาค่าน้ำหนักของสภาพความเสี่ยง สำหรับการปรับรูปแบบการกัดเซาะภายใน

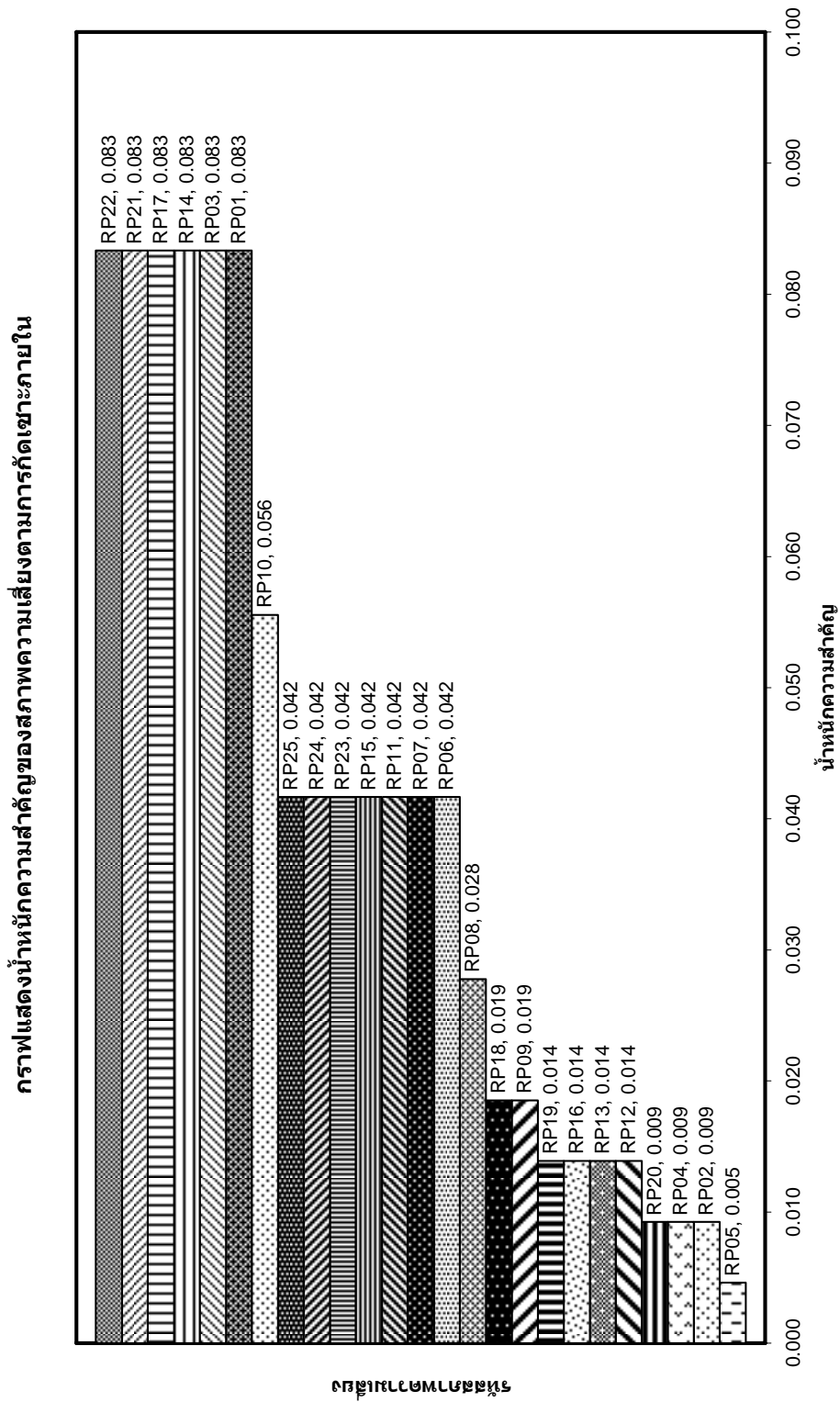
องค์ประกอบ เชื่อม	สภาพที่ทำการ ตรวจสอบ	รหัส สภาพ ความ เสี่ยง	ความ รุนแรงของ ผลกระทบ เสียหายที่ เกิดขึ้น	ความยาก ง่ายของ การแก้ไข ซ่อมแซม	จำนวน รูปแบบ การ ปรับ	ผลคูณ	ค่า น้ำหนัก	
ล้นเชื่อมและ ไหลเชื่อม	หลุมยุบ (Sinkhole)	RP01	3	3	2	18	0.083	
	ต้นไม้, วัชพืช	RP02	2	1	1	2	0.009	
	รอยแตกตามขวาง	RP03	3	3	2	18	0.083	
	การขุดหรือย้ายวัสดุถม เชื่อม	RP04	1	1	2	2	0.009	
ลาดเชื่อมด้าน เหนือน้ำ	รู, โพรง, ท่อ, ถ้ำ	RP05	1	1	1	1	0.005	
	หลุมยุบ (Sinkhole)	RP06	3	3	1	9	0.042	
	รู, โพรง, ท่อ หรือถ้ำ	RP07	3	3	1	9	0.042	
	การขุดหรือย้ายวัสดุถม เชื่อม	RP08	3	1	2	6	0.028	
	การผุสลายของหินกัน คลื่น	RP09	2	2	1	4	0.019	
	การกัดเซาะโดยคลื่น	RP10	3	2	2	12	0.056	
	รอยร้าวที่ผิวคอนกรีต ตาดหน้า	RP11	3	3	1	9	0.042	
	ต้นไม้ หรือวัชพืช	RP12	3	1	1	3	0.014	
	ชนิดของหิน	RP13	1	3	1	3	0.014	
	ลาดเชื่อมด้าน ท้ายน้ำ	น้ำไหล, น้ำซึม, น้ำใส, น้ำโคลน, พื้นที่เปียก	RP14	3	3	2	18	0.083
		หลุมยุบ (Sinkhole)	RP15	3	3	1	9	0.042
		รู, โพรง, ท่อ, ถ้ำ	RP16	3	1	1	3	0.014
รอยแตกตามขวาง		RP17	3	3	2	18	0.083	
การขุดหรือย้ายวัสดุถม เชื่อม		RP18	2	1	2	4	0.019	
ต้นไม้, วัชพืช		RP19	3	1	1	3	0.014	
การผุสลายของหิน		RP20	1	2	1	2	0.009	

ตารางที่ 5 (ต่อ) การหาค่าน้ำหนักของสภาพความเสี่ยง สำหรับการพิบัติแบบการกัดเซาะภายใน

องค์ประกอบ เขื่อน	สภาพที่ทำการ ตรวจสอบ	รหัส สภาพ ความ เสี่ยง	ความ รุนแรงของ ผลกระทบ เสียหายที่ เกิดขึ้น	ความยาก ง่ายของ การแก้ไข ซ่อมแซม	จำนวน รูปแบบ การ พิบัติ	ผลคูณ	ค่า น้ำหนัก
พื้นที่ด้านท้าย น้ำ	น้ำผุด, พื้นที่เปียก, การไหลซึม	RP21	3	3	2	18	0.083
	พื้นที่เปียกเป็นแอ่ง กระทะ	RP22	3	3	2	18	0.083
อาคารระบาย น้ำล้น	รอยรั่วบริเวณผนัง ด้านข้างทางระบายน้ำ (Retaining Wall)	RP23	3	3	1	9	0.042
อาคารส่งน้ำ	น้ำโคลนไหลออกจาก จุดควบคุมการระบาย น้ำท้ายเขื่อน	RP24	3	3	1	9	0.042
	การรั่วซึมของท่อส่งน้ำ	RP25	3	3	1	9	0.042

หมายเหตุ : อักษรย่อ ของการกัดเซาะภายใน

R = Risk, P = Piping



รูปที่ 5 น้ำหนักความสำคัญตามลักษณะการกัดเซาะภายใน

ตารางที่ 6 การหาค่าน้ำหนักของสภาพความเสี่ยง สำหรับการปรับรูปแบบการเคลื่อนตัวของเขื่อน

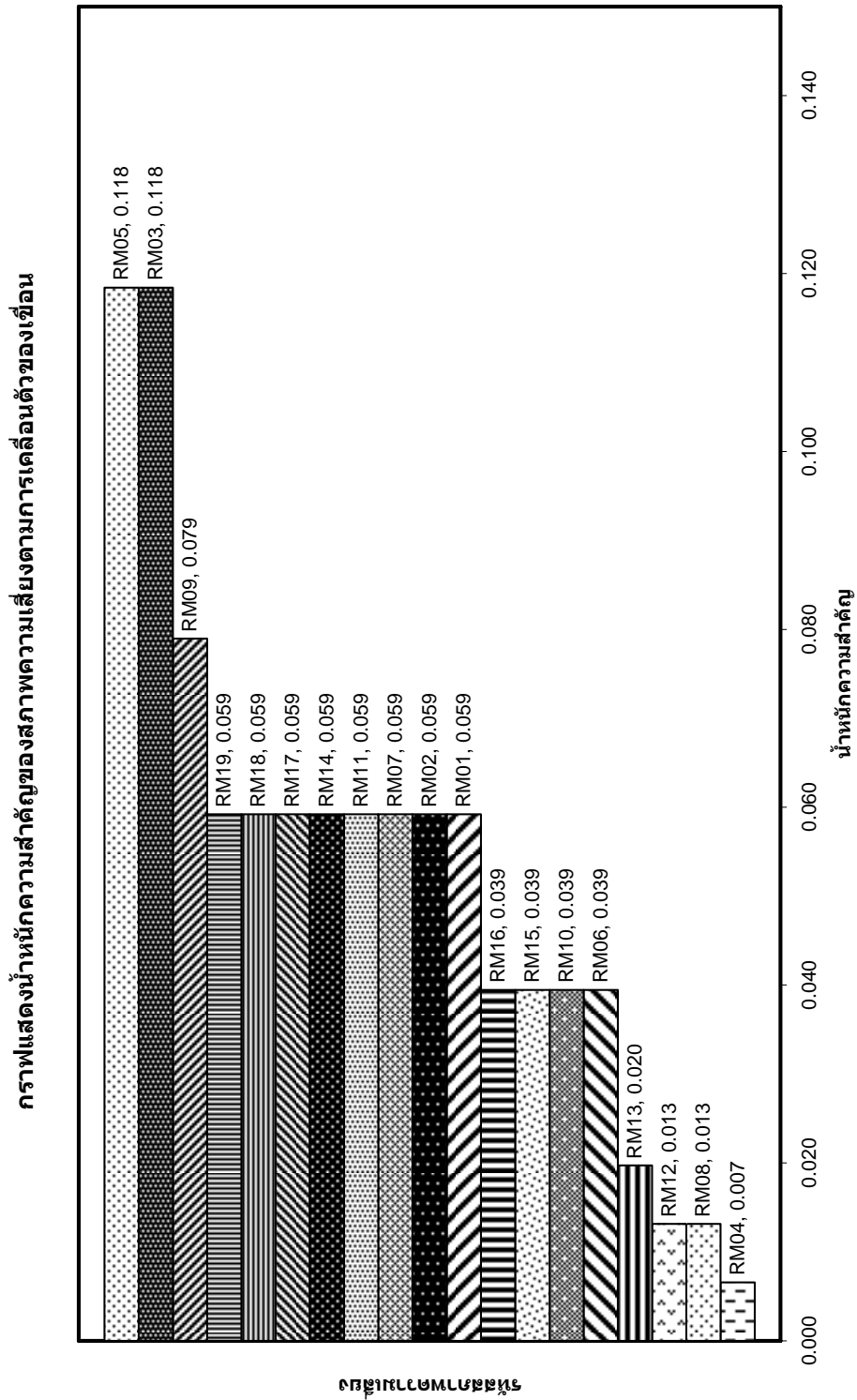
องค์ประกอบ เขื่อน	สภาพที่ทำการ ตรวจสอบ	รหัส สภาพ ความ เสี่ยง	ความรุนแรง ของ ผลกระทบ เสียหายที่ เกิดขึ้น	ความยาก ง่ายของ การแก้ไข ซ่อมแซม	จำนวน รูปแบบ การ ปรับ	ผลคูณ	ค่า น้ำหนัก
สันเขื่อนและ ไหล่เขื่อน	รอยแตกตามยาว	RM01	3	3	1	9	0.059
	สันเขื่อนบิตออกจาก แนว	RM02	3	3	1	9	0.059
	รอยแตกตามขวาง และการบิตออกจาก แนวเขื่อน	RM03	3	3	2	18	0.118
	การกัดเซาะบริเวณสัน เขื่อน	RM04	1	1	1	1	0.007
ลาดเขื่อนด้าน เหนือน้ำ	การเลื่อนไถล, เคลื่อน ตัว, ยุบตัว หรือหลุดตัว	RM05	3	3	2	18	0.118
	ร่องน้ำลึกจากการกัด เซาะของน้ำฝน (Oversteep area)	RM06	3	2	1	6	0.039
	รอยแตกตามยาว	RM07	3	3	1	9	0.059
	การยุบตัว (Consolidation)	RM08	1	2	1	2	0.013

ตารางที่ 6 (ต่อ) การหาค่าน้ำหนักของสภาพความเสี่ยง สำหรับการปรับรูปแบบการเคลื่อนตัวของเขื่อน

องค์ประกอบ เขื่อน	สภาพที่ทำการ ตรวจสอบ	รหัส สภาพ ความ เสี่ยง	ความรุนแรง ของ ผลกระทบ เสียหายที่ เกิดขึ้น	ความยาก ง่ายของ การแก้ไข ซ่อมแซม	จำนวน รูปแบบ การ ปรับ	ผลคูณ	ค่า น้ำหนัก
ลาดเขื่อนด้าน ท้ายน้ำ	การเลื่อนไถล, เคลื่อน ตัว, ยุบตัว, อุดตัว	RM09	3	2	2	12	0.079
	ร่องน้ำลึกจากการกัด เซาะของน้ำฝน (Oversteep area)	RM10	3	2	1	6	0.039
	รอยแตกตามยาว	RM11	3	3	1	9	0.059
	การยุบตัว (Consolidation)	RM12	1	2	1	2	0.013
	ประสิทธิภาพของระบบ ระบายน้ำลาดเขื่อน (Slope Drain)	RM13	1	3	1	3	0.020
	ประสิทธิภาพของระบบ ระบายน้ำท้ายเขื่อน (Toe Drain)	RM14	3	3	1	9	0.059
	การเคลื่อนตัวของราง ระบายน้ำท้ายเขื่อน (Drain Ditch)	RM15	3	2	1	6	0.039
พื้นที่ด้านท้าย น้ำ	พื้นที่อุทกขึ้นบริเวณท้าย น้ำ	RM16	3	2	1	6	0.039
ระบบระบาย น้ำ	การปิดกั้นการระบาย น้ำ	RM17	3	3	1	9	0.059
อาคารระบาย น้ำล้น	การยุบตัวในแนวตั้ง	RM18	3	3	1	9	0.059
	พื้นคอนกรีตของสัน อาคารระบายน้ำล้น แตกร้าว	RM19	3	3	1	9	0.059

หมายเหตุ : อักษรย่อ ของการเคลื่อนตัวของเขื่อน

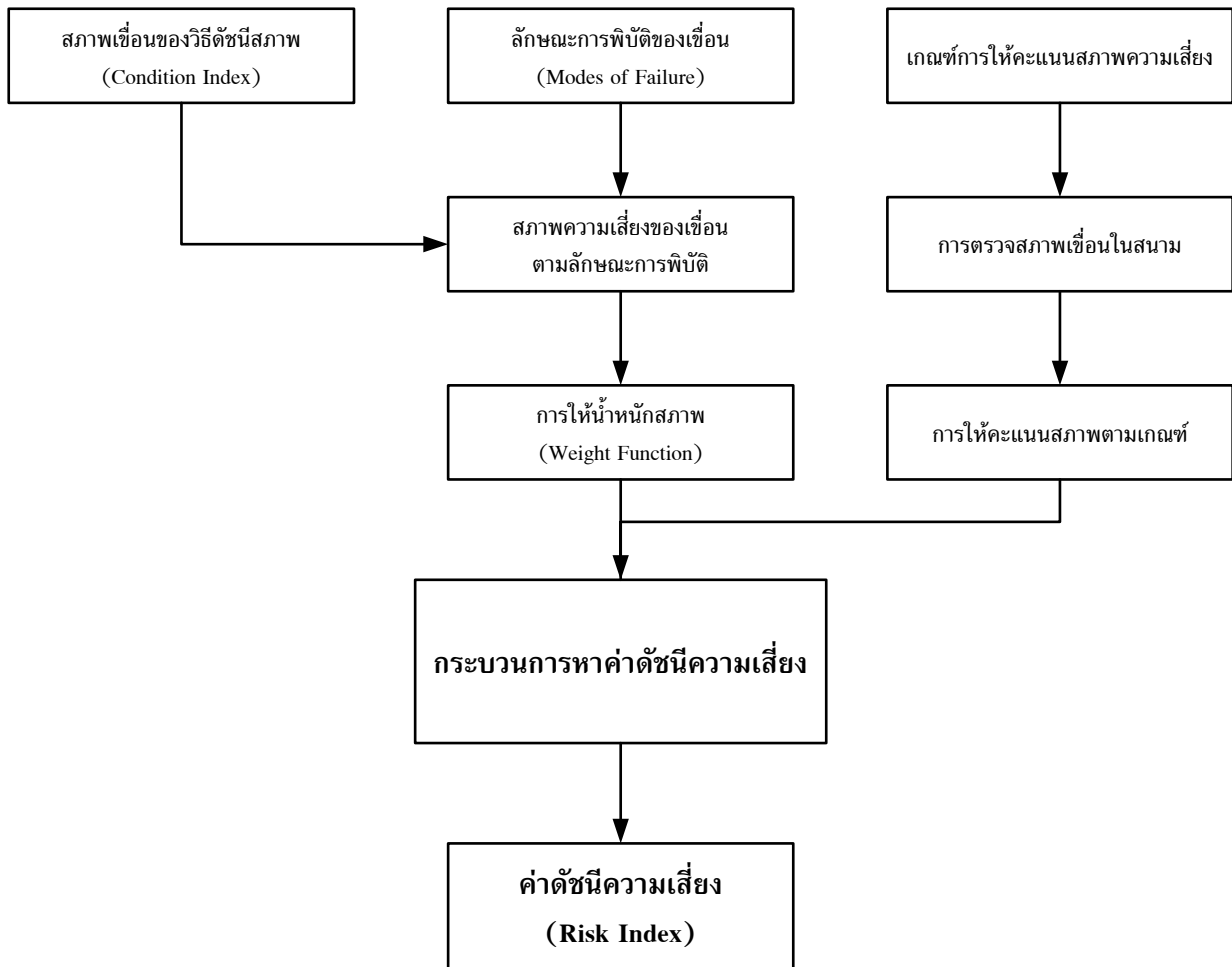
R = Risk, M = Mass movement



รูปที่ 6 น้ำหนักความสำคัญตามลักษณะการเคลื่อนตัวของเชื่อม

4. การตรวจสอบสภาพเขื่อนโดยวิธีดัชนีความเสี่ยง (Risk Index)

การตรวจสอบสภาพเขื่อนโดยวิธีดัชนีความเสี่ยงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้สำหรับประเมินความเสี่ยงของเขื่อนซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของการมองเห็นและการให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนสภาพความเสี่ยงเขื่อน แผนภูมิขั้นตอนการดำเนินการแสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยง (Risk Index)

4.1 หลักปฏิบัติของการตรวจสอบสภาพเขื่อนโดยวิธีดัชนีความเสี่ยง

การนำวิธีดัชนีความเสี่ยงไปใช้สำหรับการตรวจสอบสภาพเขื่อนควรดำเนินการสำหรับเขื่อนที่ก่อสร้างเสร็จสิ้นใหม่ หรือเขื่อนเก่าที่ไม่เคยตรวจสอบโดยละเอียดมาก่อน หรือเขื่อนที่อยู่ในสภาวะอันตราย เช่น น้ำเกินระดับน้ำสูงสุด หรือเขื่อนที่เพิ่งผ่านวิกฤติมา การตรวจสอบสภาพเขื่อนโดยวิธีดัชนีความเสี่ยง อาจทำตามขั้นตอนดังนี้

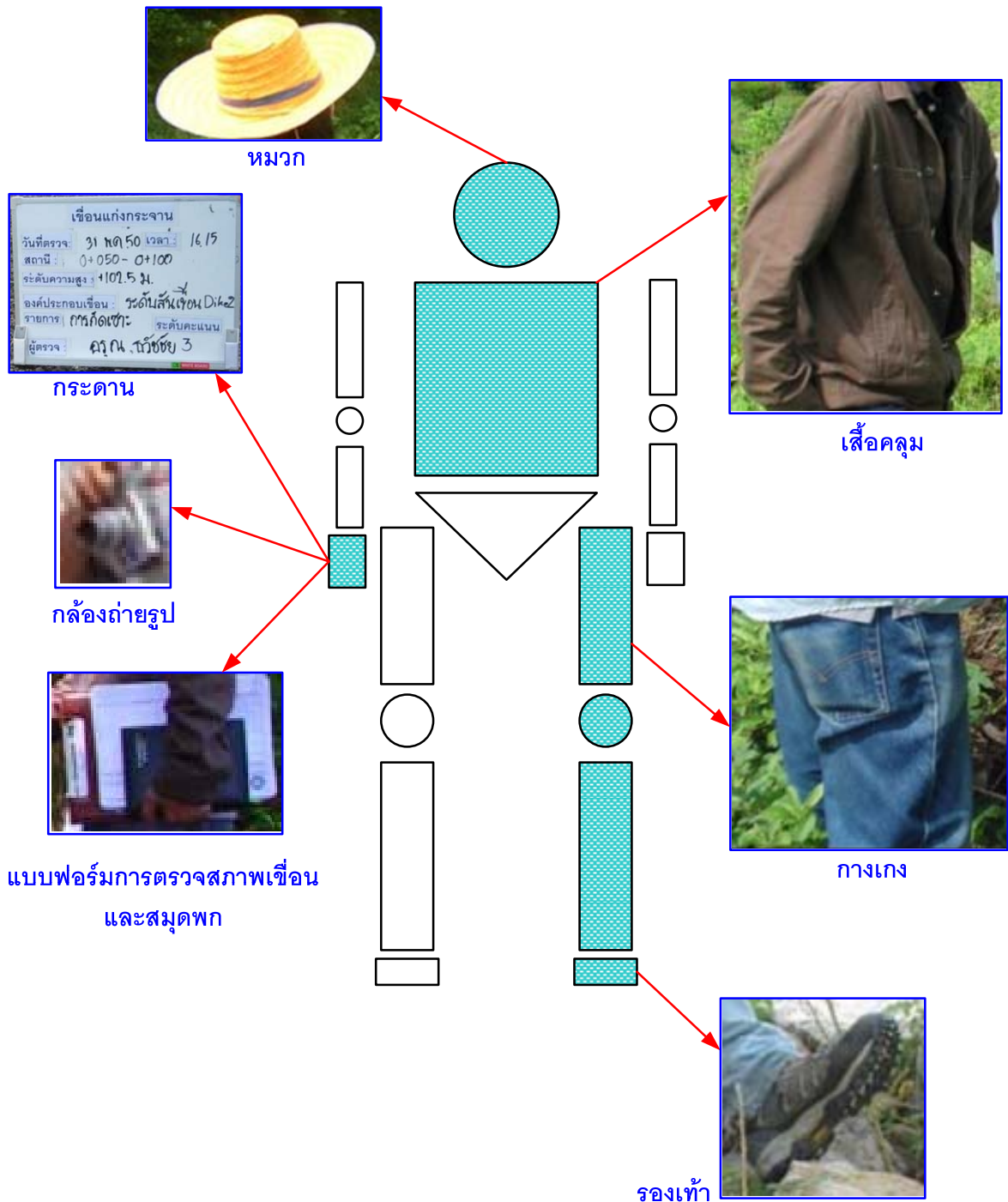
1. จัดเตรียมแบบเชื่อม เครื่องมืออุปกรณ์ และแบบบันทึก สำหรับการตรวจสอบภาพเชื่อม
2. แบ่งพื้นที่การตรวจสอบภาพโดยวิธีดัชนีความเสี่ยง
3. ทำการตรวจสอบภาพเชื่อม
4. คำนวณค่าดัชนีความเสี่ยง

4.2 อุปกรณ์ในการตรวจสอบภาพ

อุปกรณ์การตรวจสอบภาพที่จำเป็น แสดงในรูปที่ 8 และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กระดาน ปากกา และแปลงลบกระดาน - กระดานมีไว้สำหรับจดรายละเอียดของสภาพที่มีความเสี่ยงที่ตรวจพบในระดับการให้คะแนน 3 หรือ 4 แล้วทำการถ่ายรูป ทำให้ทราบรายละเอียดของจุดบกพร่องจากภาพได้ทันที
2. กล้องถ่ายรูป - กล้องถ่ายรูปใช้สำหรับถ่ายรูปของระดับการให้คะแนน 3 หรือ 4 หรือสภาพที่ผิดปกติที่เกิดขึ้นสำหรับนำมาวิเคราะห์ในภายหลัง
3. แบบบันทึกการตรวจสอบภาพ - แบบบันทึกในการตรวจสอบภาพจะมีแบบบันทึกสำหรับตรวจสอบภาพความเสี่ยง ซึ่งมีอยู่ 8 แบบฟอร์ม คือ 1. แบบฟอร์มสำหรับการตรวจสอบภาพลาดเชื่อมด้านเหนือน้ำ 2. แบบฟอร์มสำหรับการตรวจสอบภาพสันเชื่อมและไหล่ทาง 3. แบบฟอร์มสำหรับการตรวจสอบภาพลาดเชื่อมด้านท้ายน้ำ 4. แบบฟอร์มสำหรับการตรวจสอบภาพระบระบายน้ำ 5. แบบฟอร์มการตรวจสอบภาพพื้นที่ด้านท้ายน้ำ 6. แบบฟอร์มการตรวจสอบภาพอาคารระบายน้ำล้น 7. แบบฟอร์มการตรวจสอบภาพอาคารส่งน้ำ 8. แบบฟอร์มการตรวจสอบภาพฐานยันเชื่อม
4. คู่มือเกณฑ์การให้คะแนนสภาพ - คู่มือเกณฑ์การให้คะแนนสภาพสำหรับให้คะแนนสภาพที่ตรวจพบดังจะเสนอรายละเอียดในส่วนต่อไปในงานวิจัยนี้
5. เทปวัดระยะ - เทปวัดระยะมีไว้สำหรับวัดระยะ ขนาดสภาพที่ผิดปกติ เช่น รอยร้าวที่เกิดบนเชื่อม และมีไว้สำหรับวัดระยะช่วงความยาวของการตรวจสอบภาพ
6. ไม้ - ไม้ไว้สำหรับตรวจสอบความลึกของสภาพ เช่น รูสัตว์ทำรัง หรือมีไว้สำหรับนำทางในการตรวจสอบภาพบริเวณที่มีหม้อารก หรือมีไว้สำหรับประคองตัวเองในกรณีที่ลาดเชื่อมมีความชันมาก

เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับการตรวจสอบสภาพเชื่อน



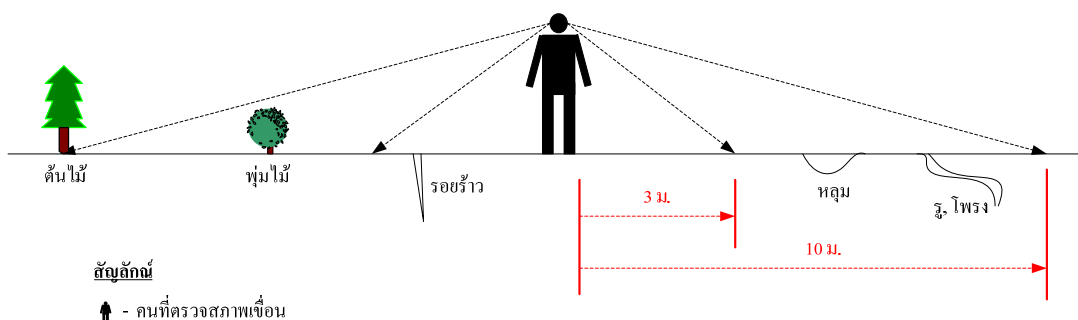
รูปที่ 8 เครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับการตรวจสอบสภาพเชื่อน

7. หมวก - สำหรับใช้ในการตรวจสอบจะเป็นหมวกปีกกว้างสำหรับกันแดด เนื่องจากขณะที่ทำการตรวจสอบจะเป็นเวลากลางวัน ในบางพื้นที่อากาศค่อนข้างร้อนและมีแสงแดดแรง อาจจะเป็นอันตรายต่อผิวของผู้ทำการตรวจสอบเอง และพื้นที่ของการตรวจสอบจะเป็นบริเวณลาดเขื่อนด้านเหนือ สันเขื่อน และลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ ซึ่งเป็นพื้นที่โล่งแจ้งขาดร่มเงามาบดบังแสงแดดที่มากกระทบผู้ทำการตรวจสอบ
8. ชุดสำหรับการตรวจสอบ - ชุดสำหรับการตรวจสอบควรเป็นชุดที่กระชับและมิดชิด เนื่องจากบริเวณที่ทำการตรวจสอบเป็นบริเวณที่ขาดร่มเงา และในบางพื้นที่อาจมีสัตว์ขนาดเล็กมาทำอันตรายต่อผู้ทำการตรวจสอบ และเสื้อผ้าไม่ควรมีสีสะดุดตา เพราะสัตว์บางชนิด เช่น วัว ควาย อาจทำอันตรายได้ สำหรับกางเกงควรเป็นกางเกงที่หนาพอสมควร เพราะป้องกันสัตว์มีเขี้ยวมากัดได้บ้าง เช่น งู
9. รองเท้า - รองเท้าในการตรวจสอบควรเป็นรองเท้าหนังหุ้มข้อ สำหรับป้องกันสัตว์มีพิษทำร้ายเช่น งู หรือเป็นรองเท้าที่สะดวกในการเดินตรวจสอบบริเวณลาดเขื่อนได้

4.3 วิธีการเดินตรวจสอบสภาพโดยการตรวจสอบเขื่อนด้วยสายตา

การเดินตรวจสอบเขื่อนโดยวิธีการตรวจสอบเขื่อนด้วยสายตา ทำได้โดยใช้วิธีการเดินตรวจสอบไปทั่วบริเวณพื้นที่ของการตรวจสอบโดยใช้สายตาศึกษาสภาพพร้อมกับคู่มือเกณฑ์การให้คะแนนสภาพ หากเกิดตรวจพบสิ่งผิดปกติจะทำการจดบันทึก

เนื่องจากการตรวจสอบโดยวิธีนี้ใช้สายตาเป็นเครื่องมือหลัก ดังนั้นจึงมีข้อจำกัดของระยะในการตรวจโดยระยะที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนและควรเป็นพื้นที่รับผิวดูดซับของผู้ตรวจแต่ละคนควรอยู่ในระยะประมาณ 10 - 30 ฟุต (ประมาณ 3 - 10 เมตร) ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ข้อจำกัดของการใช้สายตาในการตรวจสอบสภาพความเสี่ยง

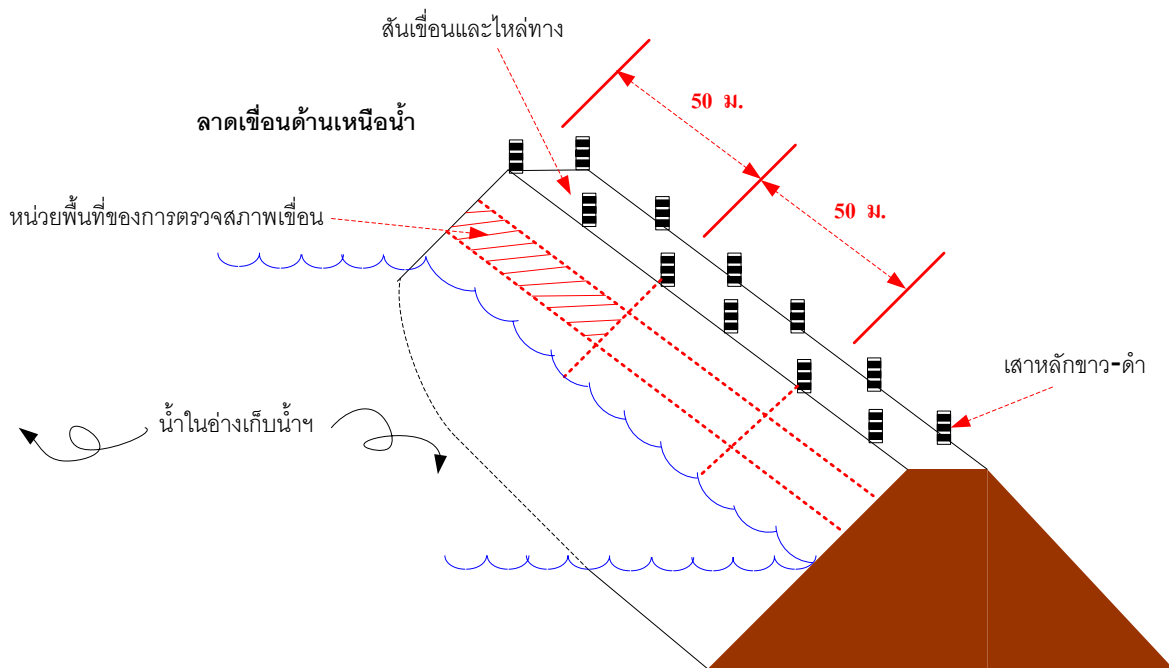
4.4 การแบ่งพื้นที่ในการตรวจสอบสภาพ

จากข้อจำกัดในการมองเห็นดังกล่าว จึงควรมีแนวคิดในการแบ่งพื้นที่ในการตรวจ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์กำหนดจำนวนผู้ตรวจที่ต้องการในแต่ละลักษณะรูปร่างและขนาดของเขื่อน

4.4.1 ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ

การแบ่งพื้นที่บริเวณลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ จะทำการแบ่งเป็นช่วงตามความยาวสันเขื่อน เพื่อความเหมาะสมของการให้คะแนน ส่วนระยะตามลาดเขื่อนจะแบ่งตามจำนวนกลุ่ม หรือจำนวนคนที่ให้คะแนนสภาพ โดยสรุปดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

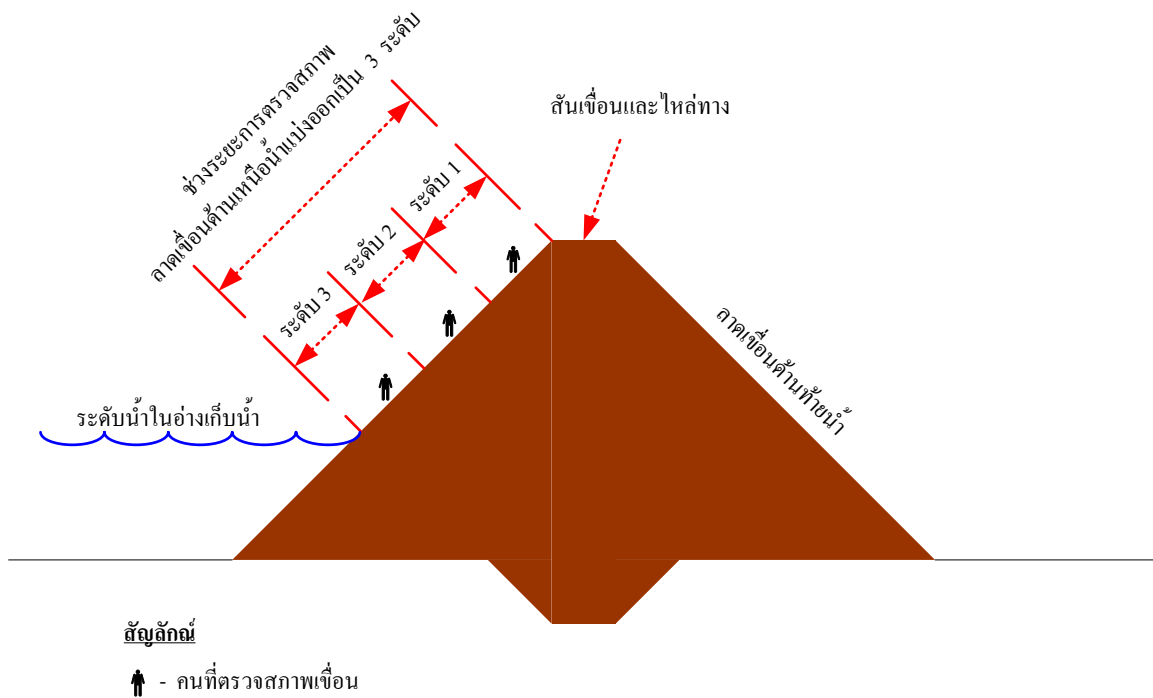
1. การแบ่งช่วงระยะความยาวตามแนวสันเขื่อนจะแบ่งเป็นช่วงช่วงละ 50 เมตร (รูปที่ 10) ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับการให้คะแนน หากระยะความยาวสั้นกว่านี้พื้นที่ของการตรวจสอบจะละเอียดมากเกินไป หรือหากระยะที่มากเกินไปจะเป็นระยะที่ยาวเกินไปทำให้ผู้ทำการตรวจสอบอาจพิจารณาสภาพที่ตรวจพบได้ไม่ละเอียดเท่าที่ควร ทำให้การตรวจสอบหยابเกินไป



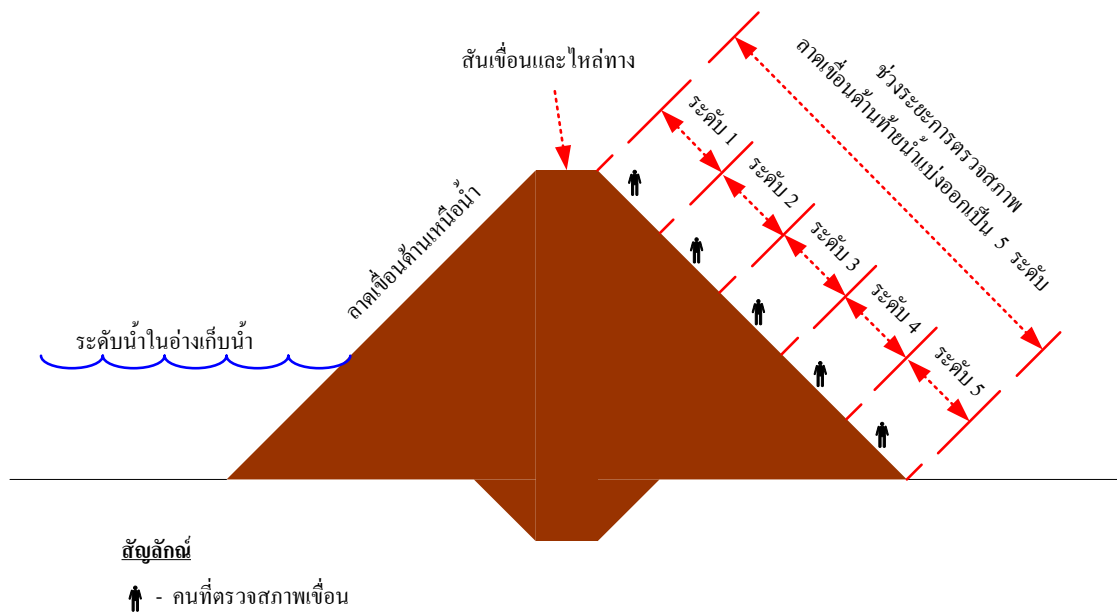
รูปที่ 10 การแบ่งพื้นที่ของการตรวจสอบสภาพเขื่อนบริเวณลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ

2. การแบ่งช่วงระยะความกว้างตามระยะลาดของเขื่อน (รูปที่ 11, รูปที่ 12 และรูปที่ 13) จะพิจารณาจากระยะความยาวลาดของเขื่อนที่มากที่สุด และจำนวนผู้ทำการตรวจสอบสภาพ แล้วหารระยะที่เหมาะสม ตามคู่มือการตรวจสอบสภาพเขื่อน, Dam Safety Manual (State of Colorado, 2002), ได้กำหนด

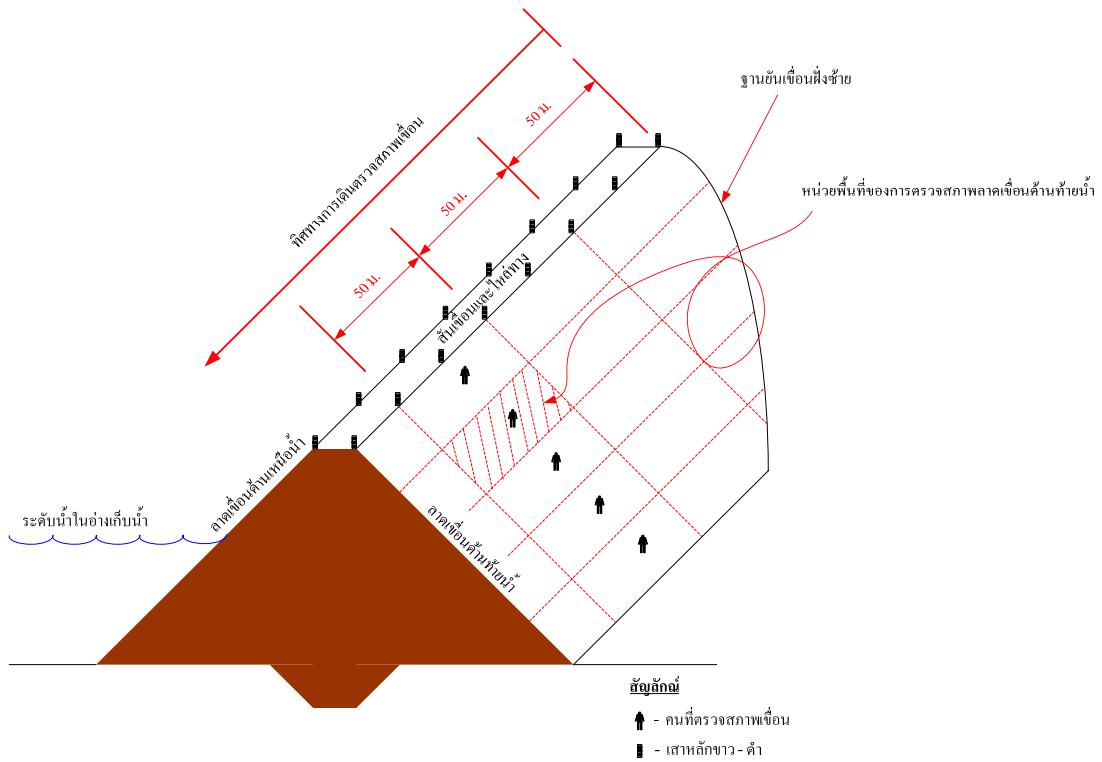
ระยะในการมองเห็นสภาพด้านข้างที่เหมาะสมสำหรับผู้ทำการตรวจสอบไว้ที่ประมาณ 10 - 30 ฟุต (ประมาณ 3 - 10 เมตร)



รูปที่ 11 การแบ่งช่วงการตรวจสอบสภาพลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ



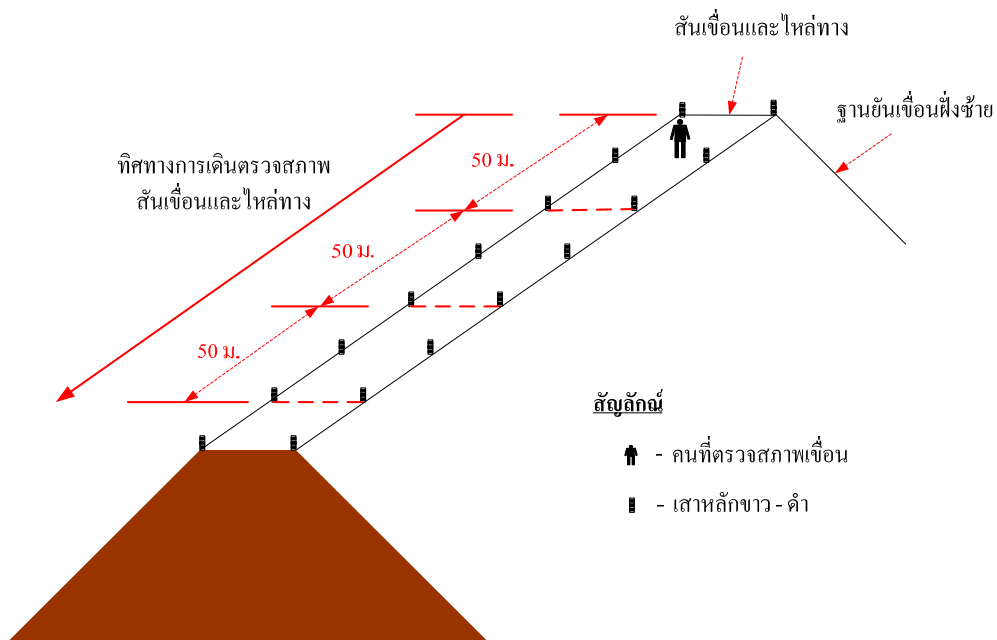
รูปที่ 12 การแบ่งช่วงการตรวจสอบสภาพลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ



รูปที่ 13 การเดินตรวจสภาพลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ

4.4.2 สันเขื่อนและไหล่ทาง

การตรวจสอบสภาพสันเขื่อนและไหล่ทางจะแบ่งตามช่วงระยะความยาวขนานกับสันเขื่อน ช่วงละ 50 เมตร ส่วนความกว้างจะเท่ากับความกว้างของสันเขื่อน (รูปที่ 14)



รูปที่ 14 การเดินตรวจสภาพสันเขื่อนและไหล่ทาง

4.4.4 พื้นที่ด้านท้ายน้ำ

การตรวจสอบพื้นที่ด้านท้ายน้ำจะตรวจบริเวณด้านท้ายเชื่อมไปทางท้ายน้ำประมาณ 100 เมตร หรือไปจนกว่าจะเจอสิ่งผิดปกติ ซึ่งพื้นที่ท้ายน้ำเป็นตัวบ่งชี้ความผิดปกติหากเกิดการไหลซึมผ่านฐานรากอันอาจพบทรายดูด (Sand Boil) เป็นต้น

4.4.5 อาคารระบายน้ำ

การตรวจสอบอาคารระบายน้ำจะทำการตรวจสอบหลายส่วน ตามแต่ละเชื่อมที่มีสภาพนั้นๆ ได้แก่

การตรวจสอบบานระบาย (ถ้ามี)

การตรวจสอบบานระบายเพื่อดูว่าสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทำการตรวจสอบดูสภาพบานว่ามีสภาพดีหรือไม่ หากบานระบายมีสภาพดีจะประมาณได้ว่าบานระบายมีประสิทธิภาพ การตรวจสอบบานระบายคือ การตรวจสอบบานระบายว่าดีหรือไม่ เช่น การตรวจสอบการผูกרוןของบานระบาย การตรวจสอบสนิมที่เกิดขึ้นบนบานระบาย การตรวจสอบสีกันสนิม การตรวจสอบโครงสร้างเหล็ก การตรวจสอบปริมาณและขนาดของต้นไม้ที่มากระแทกบานระบายเพื่อนำออกไปจากเชื่อม เป็นต้น บานระบายที่ดีจะต้องสามารถรับแรงดันน้ำได้รวมถึงยกขึ้นลงได้ โดยไม่มีการเสียรูปหรือชำรุด

การตรวจประสิทธิภาพระบบควบคุมบาน (ถ้ามี)

การตรวจประสิทธิภาพระบบควบคุมบานสามารถปฏิบัติได้โดยทดสอบการยกบานระบาย โดยเปิด - ปิด ระบบควบคุมเพื่อทดสอบการยกบานระบาย จุดมุ่งหมายของการทดสอบ คือ ทดสอบประสิทธิภาพในการระบายน้ำ เมื่อถึงเวลาจำเป็น ดังนั้น ระบบดังกล่าวจึงเกี่ยวข้องทั้งระบบยกทางกลและระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์

การตรวจสอบสภาพสันอาคาร

การตรวจสอบสภาพสันอาคารระบายน้ำนั้นจะใช้วิธีการเดินตรวจสอบและการมองสภาพด้วยสายตาในระยะไกลหากไม่สามารถเข้าไปตรวจสอบสภาพในระยะใกล้ได้ ทำการถ่ายภาพสภาพผิดปกติที่เกิดขึ้นหรือตรวจสอบสภาพในระยะไกลโดยการใช้กล้องส่องทางไกล ทั้งนี้เพื่อหาร่องรอยการแตกร้าวหรือการกัดกร่อนของน้ำต่อคอนกรีต รวมถึงการทรุดตัวไม่เท่ากัน

การตรวจสอบสภาพกำแพง

การตรวจสอบสภาพกำแพงของอาคารระบายน้ำฝนทั้งทางด้านเหนือน้ำและทางด้านท้ายน้ำ การตรวจสอบสภาพผนังกำแพงของอาคารระบายน้ำฝนบริเวณด้านเหนือน้ำโดยการเดินเข้าไปตรวจสอบสภาพ หากพบสภาพที่ผิดปกติให้ทำการถ่ายภาพแล้วให้คะแนนสภาพ ส่วนการตรวจสอบสภาพผนังทางด้านท้ายน้ำให้เดินเข้าไปตรวจสอบสภาพ หากไม่สามารถเดินเข้าไปตรวจสอบสภาพได้ให้ใช้สายตาตรวจสอบสภาพในระยะไกล หรือใช้กล้องส่องทางไกลตรวจสอบดูรายละเอียดสภาพ กำแพงที่ดีควรสามารถรับแรงดันดินจากดินข้างกำแพงได้ดี ไม่มีการเอียงตัว มีรอยแตก น้ำรั่วออกจากกำแพง หรือมีแนวโน้มจะถล่มลงและปิดกั้นการระบาย

การตรวจสอบสภาพอาคารสลายพลังงานและลาดหินเรียงท้ายอาคารสลายพลังงาน

การตรวจสอบสภาพอาคารสลายพลังงานตรวจสอบสภาพโดยการเดินตรวจสอบสภาพ แล้วทำการถ่ายภาพสภาพที่ผิดปกติ เช่น การผุกร่อนของระบบสลายพลังงาน ฯลฯ

4.4.6 อาคารส่งน้ำ

การตรวจสอบสภาพอาคารทางเข้าของน้ำ (Intake) ซึ่งอยู่บริเวณด้านเหนือน้ำ หากอยู่เหนือน้ำให้ทำการใช้สายตามองให้ทั่วบริเวณอาคารทางเข้าของน้ำเพื่อตรวจสอบสภาพผิดปกติ แต่หากจมอยู่ใต้น้ำให้ทำการตรวจสอบสภาพใต้น้ำโดยนักประดาน้ำ หรือใช้เครื่องมือตรวจสอบสภาพใต้น้ำ

การตรวจสอบสภาพท่อส่งน้ำ (Steel Pipe) หากเป็นท่อส่งน้ำขนาดใหญ่ การตรวจสอบสภาพโดยการเดินเข้าไปตรวจสอบสภาพภายในท่อ แต่ต้องทำการตรวจเช็คปริมาณอากาศว่าเพียงพอต่อการหายใจของคณะที่เข้าทำการตรวจสอบสภาพ และห้ามทำการจุดไฟแช็ค หรือตะเกียง ต้องใช้ไฟจากไฟฉายที่มีแสงสว่างเพียงพอต่อการมองเห็นสภาพ สำหรับท่อส่งน้ำขนาดเล็กจะใช้เครื่องมือตรวจสอบสภาพภายในท่อ หรือหากไม่สามารถตรวจสอบสภาพภายในท่อได้ด้วยตนเอง อาจใช้วิธีการสอบถามผู้รู้เกี่ยวกับสภาพท่อ หรือประวัติเกี่ยวกับท่อส่งน้ำว่ามีเหตุการณ์ใดเกิดกับท่อบ้าง มีการรั่วหรือไม่ มีการซ่อมแซมหรือไม่ การตรวจสอบสภาพบานระบาย ทำโดยการเดินเข้าไปภายในท่อ ณ ตำแหน่งที่บานระบายติดตั้ง แล้วทำการตรวจสอบสภาพ การตรวจสอบสภาพระบบควบคุม ทำโดยการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมโดยการเปิดระบบควบคุมเพื่อทดลองยกบาน และทำการตรวจสอบสภาพระบบควบคุม หรือตรวจสอบดูประเภทของระบบควบคุมบาน การตรวจสอบสภาพบริเวณทางออกของท่อส่งน้ำทางด้านท้ายน้ำ โดยการเดินตรวจสอบสภาพเพื่อดูสภาพผิดปกติ เช่น การรั่วซึมบริเวณทางออกของท่อส่งน้ำ มีน้ำโคลนไหลออกมาบริเวณรอบท่อส่งน้ำ

4.4.7 ฐานยันเขื่อน

การเดินตรวจสอบสภาพบริเวณฐานยันเขื่อน จะตรวจสอบสภาพความมั่นคง และความทึบน้ำบริเวณฐานยันเขื่อน เช่น การตรวจสอบความแข็งแรงของหิน ชนิดของหิน ความพรุนของหิน รวมถึงการประเมินสภาพของมวลหินโดยวิธี Rock Mass Rating (RMR) หรือ Slope Mass Rating (SMR)