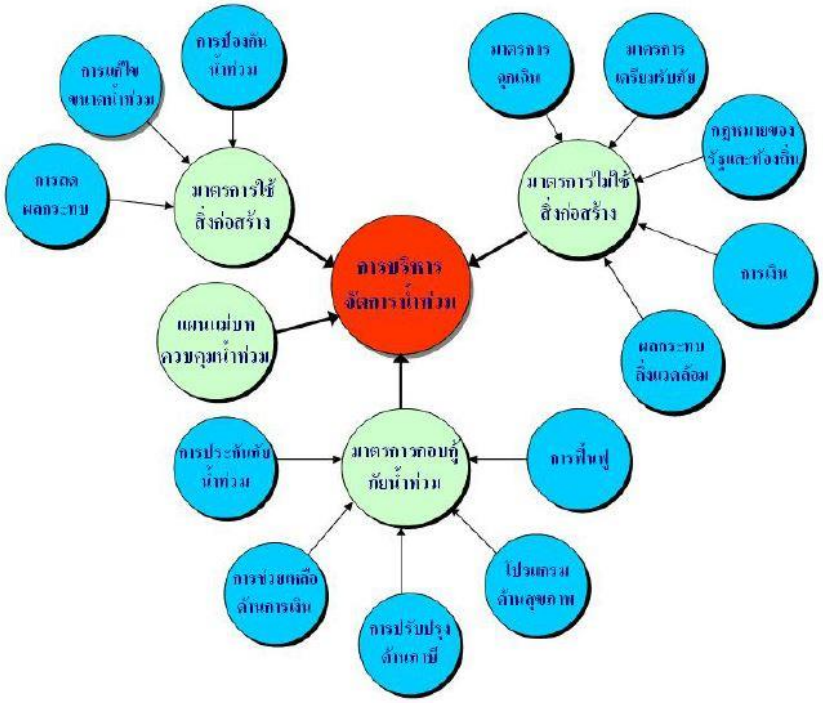
# โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้

รองศาสตราจารย์ ชูโชค อายุพงศ์
หน่วยวิจัยภัยพิบัติทางธรรมชาติ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

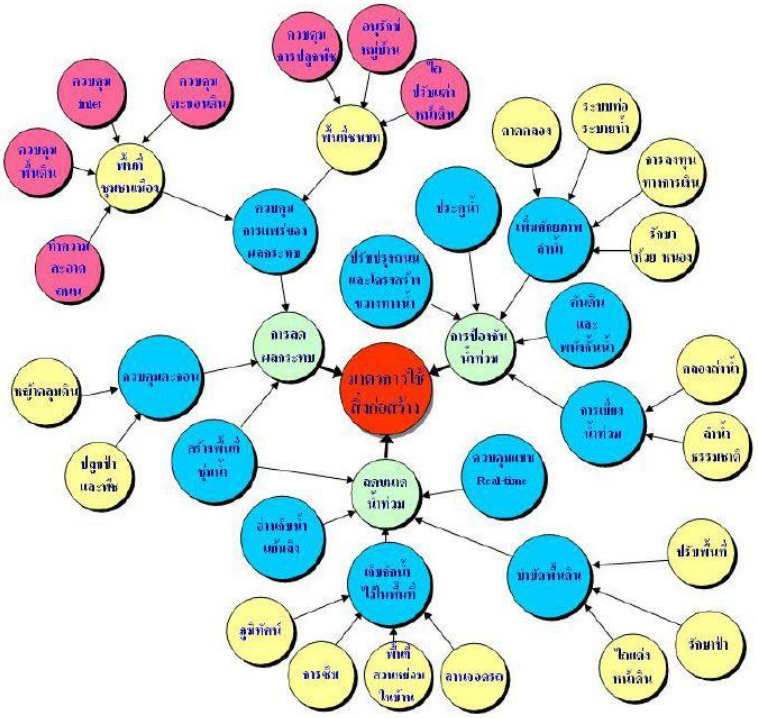
## 1. บทนำ

การบริหารจัดการภัยน้ำท่วมเป็นยุทธศาสตร์สำคัญในการจัดการด้าน ทรัพยากรน้ำซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของประเทศ โดยการบริหารจัดการภัยน้ำท่วมประกอบด้วยมาตรการสำคัญหลายอย่าง ได้แก่ มาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง (Structural measures) มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (Non-structural measures) และมาตรการกอบกู้ภัย (Flood Recovery measures) รวมทั้งการจัดทำแผนแม่บทด้านการควบคุมน้ำท่วมด้วย ดังแสดงในแผนภูมิรูปที่ 1-1 ถึง 1-3 ซึ่งจะ กล่าวถึงมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างประเภทโครงสร้างป้องกันน้ำท่วม การเกิดน้ำท่วมรุนแรงในพื้นที่ชุมชนเมืองมักมีสาเหตุมาจากการเอ่อ ล้นจากล้าน้ำเข้าสู่พื้นที่ลุ่ม จึงนิยมใช้มาตรการใช้สิ่งก่อสร้างแบบพนังกันน้ำ เพื่อเพิ่มศักยภาพการรองรับน้ำของแม่น้ำได้มากขึ้น โดยลักษณะเงื่อนไขของการป้องกันโดยใช้พนังกันน้ำกับภาวะเกิดน้ำท่วมแสดงในรูป 1-4

เมื่อเกิดภัยน้ำท่วมจากการล้นตลิ่งแม่น้ำ มักใช้ถุงทรายวางเป็นคั่นกันน้ำท่วม ซึ่งนับเป็นอุปกรณ์ชั่วคราวที่ได้รับความนิยมและไว้วางใจให้ใช้ใน การป้องกันหรือลดความเสี่ยงจากภัยน้ำท่วม โดยทดแทนการใช้โครงสร้างถาวร เช่น พนังกั นน้ำแบบถาวร เขื่อนกั้นน้ำ และประตูกั้นน้ำขนาดใหญ่ ที่เป็นโครงสร้างแบบถาวรซึ่งมีปัญหาให้ถกเถียงกับองค์กรด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งค่อนข้างเสี่ยงต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิทัศน์ ขณะ ที่โครงสร้างป้องกันน้ำท่วม เช่น พนังกั้นน้ำแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ ก็ถูกน้ามาใช้โดยสามารถลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและด้านทัศนียภาพ ได้ นอกจากนี้ความยืดหยุ่นของโครงสร้างป้องกันท่วมแบบชั่วคราวและถอดโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ 2 เก็บได้ส่งผลดีให้กับพื้นที่ที่การป้องกันน้ำท่วมแบบถาวรไม่สามารถป้องกันและเข้าถึงได้ ดังนั้นการใช้โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวสามารถตอบสนองความต้องการในเรื่องความยืดหยุ่นและเป็นการเพิ่มโอกาสในการจัดการปัญหาน้ำท่วมให้มีประสิทธิภาพ จึงน้าไปสู่การนำไปใช้งานที่เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งมีการพัฒนาโครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้แบบใหม่ๆ โครงสร้างป้องกันแบบถอดเก็บได้เป็นโครงสร้างที่เคลื่อนย้ายได้ ติดตั้งล่วงหน้าได้อย่างสมบูรณ์และดำเนินการได้ในระหว่างเหตุการณ์น้ำท่วม สามารถประกอบอุปกรณ์บางส่วนเข้าด้วยกันก่อนำมาติดตั้งในสถานที่จริง

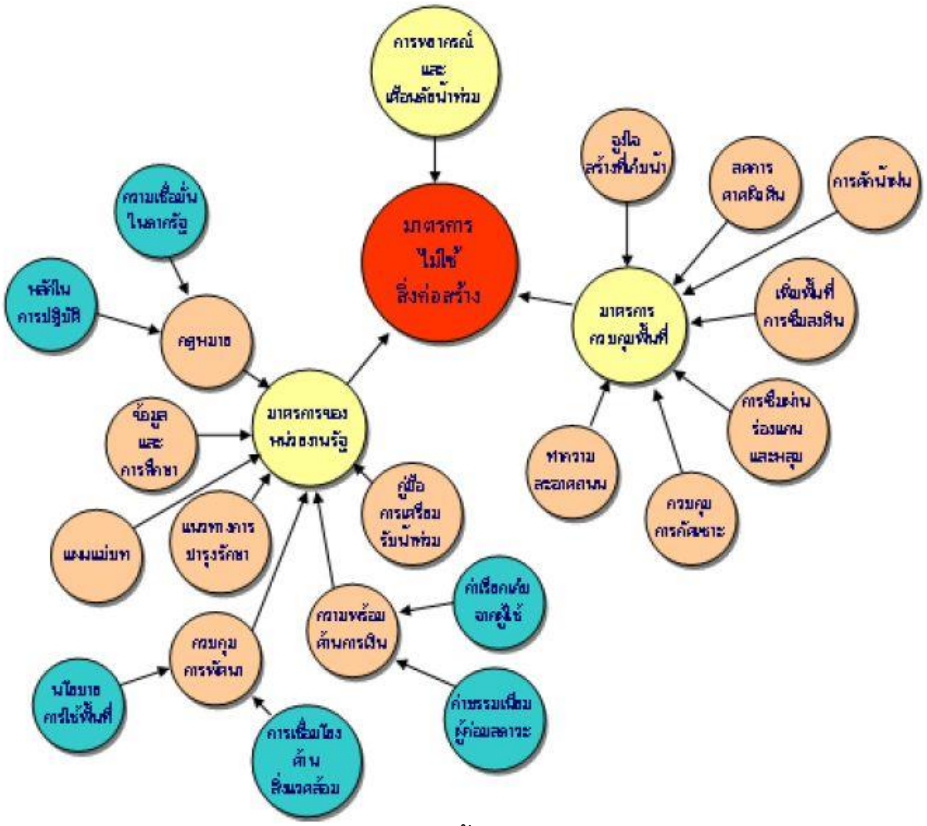



**รูปที่ 1-1** แผนภูมิการบริหารจัดการน้ำท่วม

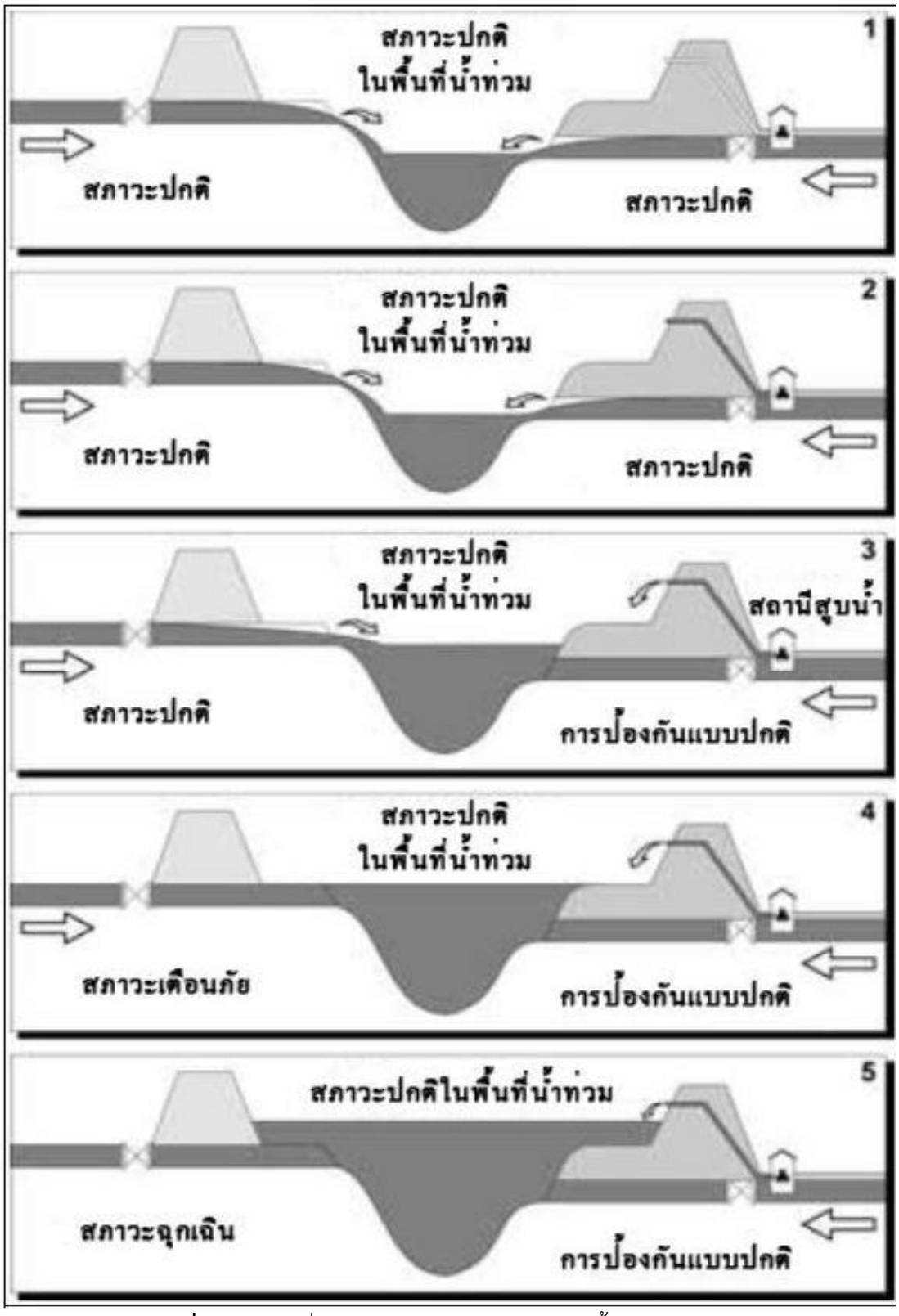



**รูปที่ 1-2** แผนภูมิการบริหารจัดการน้ำท่วมโดยมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง

โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวนับเป็นโครงสร้างป้องกันที่สามารถปรับเปลี่ยนการติดตั้งทั้งหมดในระหว่างเหตุการณ์น้ำท่วมและถอดโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ 4 อุปกรณ์ออกได้เมื่อระดับน้ำลดลง นอกจากนี้พนังป้องกันน้ำท่วมแบบถอดเก็บได้รวมส่วนประกอบของโครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถาวรเอาไว้ ในทางวิศวกรรมการเกิดความสำเร็จทั้งในด้านการออกแบบและการ ดำเนินการจำเป็นต้องมีข้อแนะน้า สำหรับการออกแบบและผู้น้าไปใช้งานให้ มีศักยภาพอย่างดี เพื่อให้เกิดการพัฒนาและใช้งานที่ถูกต้องเหมาะสมจึงนำเสนอคุณลักษณะและการจัดประเภทของโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมของพนังกั้นน้ำที่มีใช้ในปัจจุบันรวมทั้งแนะน้าการเลือกโครงสร้างที่เหมาะสมและวิธีการตรวจสอบความปลอดภัยในการใช้งาน




**รูปที่ 1-3** แผนภูมิการบริหารจัดการน้ำท่วมโดยมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง




**รูปที่ 1-4** แสดงเงื่อนไขการควบคุมการไหลของนน้ำในภาวะต่างๆ

**2. โครงสร้างป้องกันน้ำ**

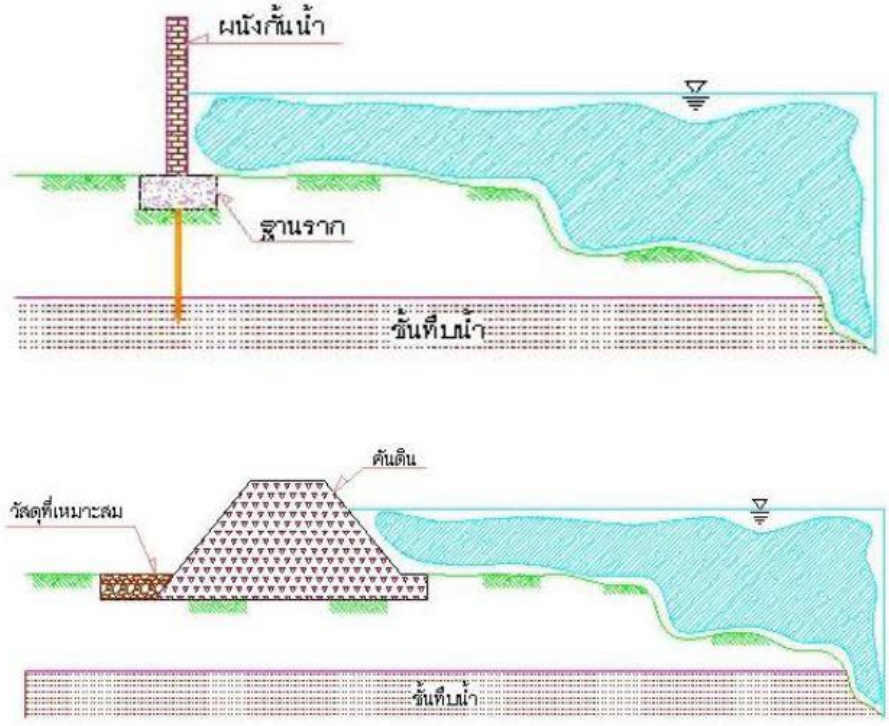
ประเภทของโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมมี 3 รูปแบบคือ แบบถาวร (Permanent) ชั่วคราว (Temporary) และถอดเก็บได้ (Demountable) ในที่นี้จะกล่าวถึงคุณลักษณะเฉพาะของโครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ เช่น พนังกั้นน้ำ เป็นต้น โดยแยกจากกันอย่างชัดเจนและอธิบายแผนการ ดำเนินงานเอาโครงสร้างทั้งสองมาใช้ร่วมกับโครงสร้างแบบถาวร

2.1 <u>โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบถาวร</u>

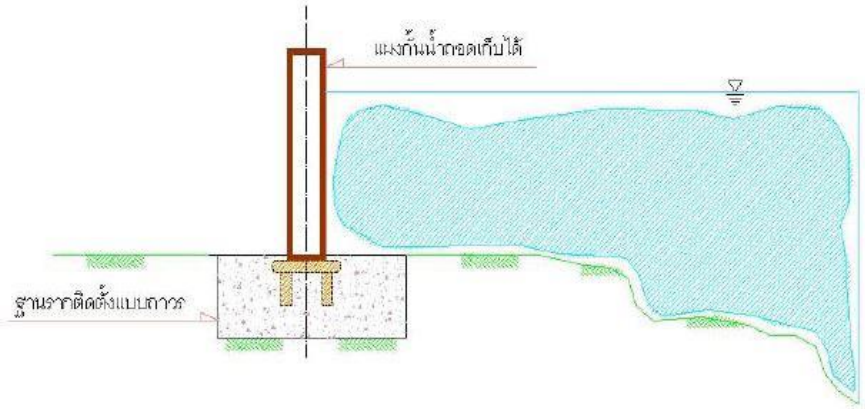
โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบถาวรเป็นโครงสร้างที่มีประสิทธิภาพ ในการใช้งานได้ดีตามการออกแบบที่มีมาตรฐานโครงสร้างกั้นน้ำแบบถาวร ประกอบด้วยกำแพงกั นน้ำเหนือระดับพื้นดินและมีฐานรากรองรับพนังกั น มีการสร้างแผงหรือเข็มพืดกั้นน้ำซึมลอดในดินไปถึงชั้นดินที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ นอกจากนี้ยังอาจสร้างเป็นคันดินถมโดยความกว้างส่วนฐานของคันดินจะต้องเพียงพอเหมาะกับการป้องกันการรั่วซึมและความดันของน้ำ แสดงในรูปที่ 2-1 และตัวอย่างโครงสร้างในรูปที่ 2-3 และ 2-4

2.2 <u>โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบถอดเก็บได้</u>

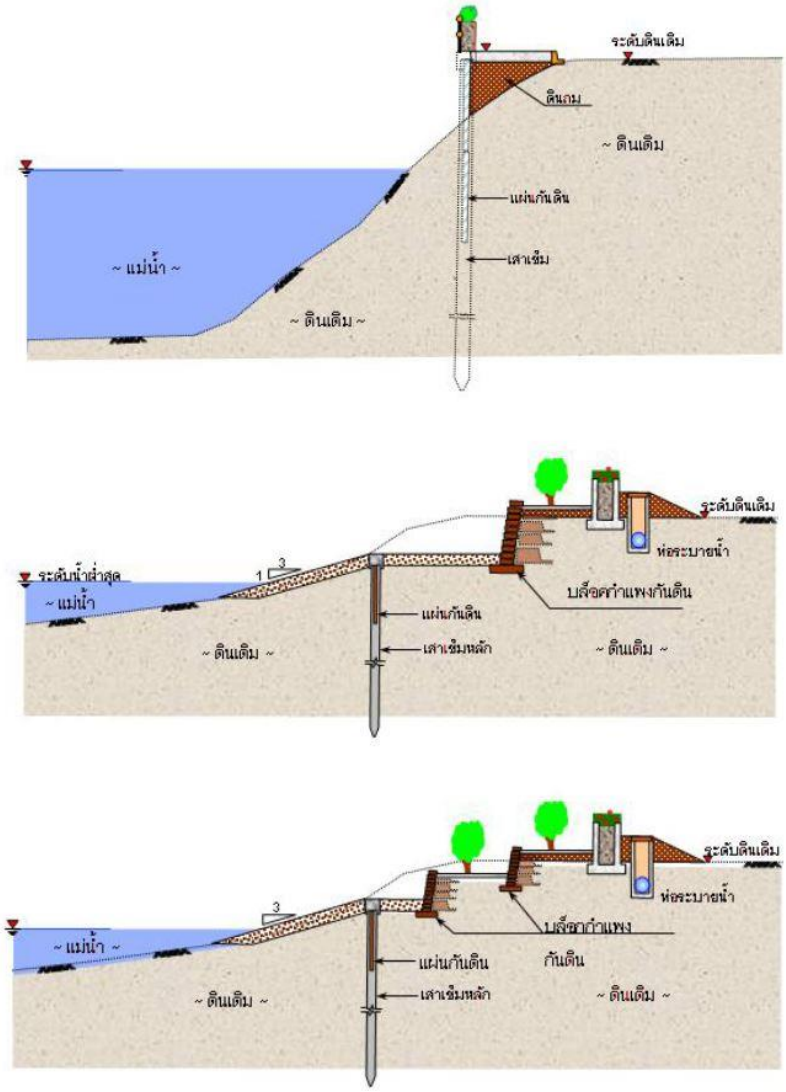
โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบถอดเก็บได้ เป็นโครงสร้างแบบถอด อุปกรณ์ออกได้โดยมีความพร้อมก่อนการติดตั้งและสามารถดำเนินการได้ ทันทีในระหว่างเหตุการณ์น้ำท่วม หรือท้าการประกอบอุปกรณ์บางส่วนเข้า ด้วยกันในขั้นตอนการสร้างก่อนน้ำมาติดตั้งในบริเวณจริงโดยเป็นตัวเสริมที่ทำงานร่วมกับฐานที่ได้สร้างขึ้นบนส่วนที่เป็นแบบถาวร ดังแสดงในรูปที่ 2-2



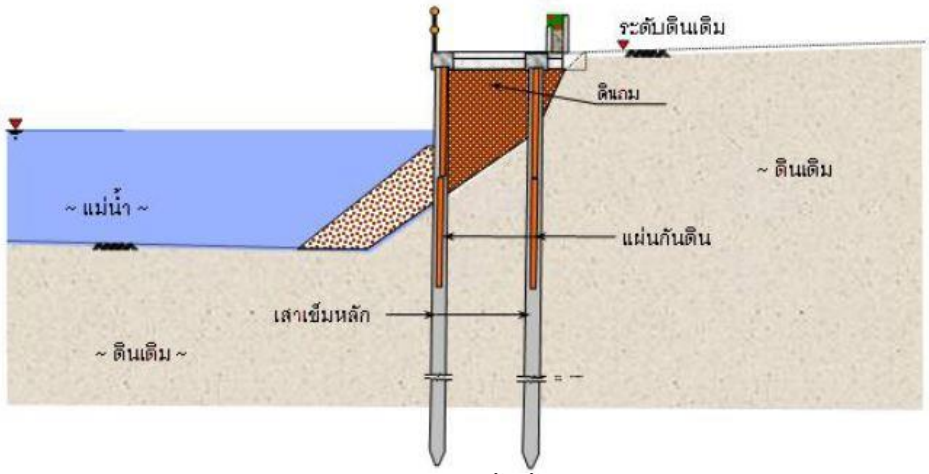

รูปที่ 2-1 แสดงตัวอย่างของโครงสร้างการป้องกันน้ำท่วมแบบถาวร




**รูปที่ 2-2** แสดงตัวอย่างของโครงสร้างการป้องกันน้ำท่วมแบบถอดเก็บได้




**รูปที่ 2-3** ตัวอย่างพนังกั้นน้ำท่วมแบบถาวร(ที่มา:กรมโยธาธิการและผังเมือง)




**รูปที่ 2-4 ก** ตัวอย่างผนังกั้นน้ำท่วมแบบถาวร

**รูปที่ 2-4 ข** ตัวอย่างผนังกั้นน้ำท่วมแบบถาวร

โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบถอดเก็บได้ประกอบด้วยชิ้นส่วนถาวรและชั่วคราวฐานราก ตัวยึดเกาะโครงสร้างภายในอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างตัวโครง สร้างกับพื้นผิวดิน และอุปกรณ์เบ็ดเตล็ด การใช้โครงสร้างป้องกันแบบถอดเก็บได้จะสมบูรณ์ได้ขึ้นอยู่กับการทำงานของพนังกั นน้ำ ความสัมพันธ์กันของ

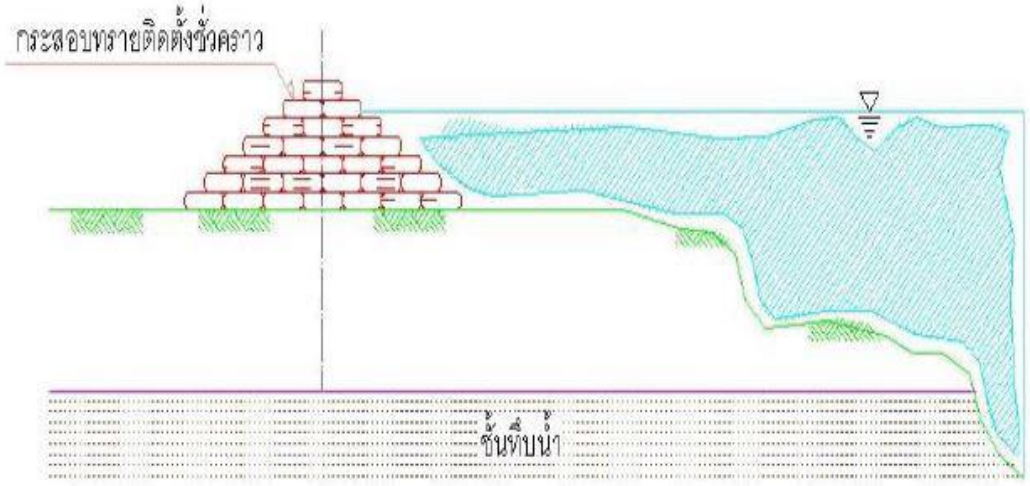
โครงสร้างและพื้นผิวดิน รวมทั้ง การเชื่อมต่อและจุดสิ้นสุดการเชื่อมต่อ โดยส่วนต่างๆ เหล่านี้จำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบอย่างระมัดระวัง เพื่อความสมบูรณ์ของโครงสร้าง

2.3 โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราว

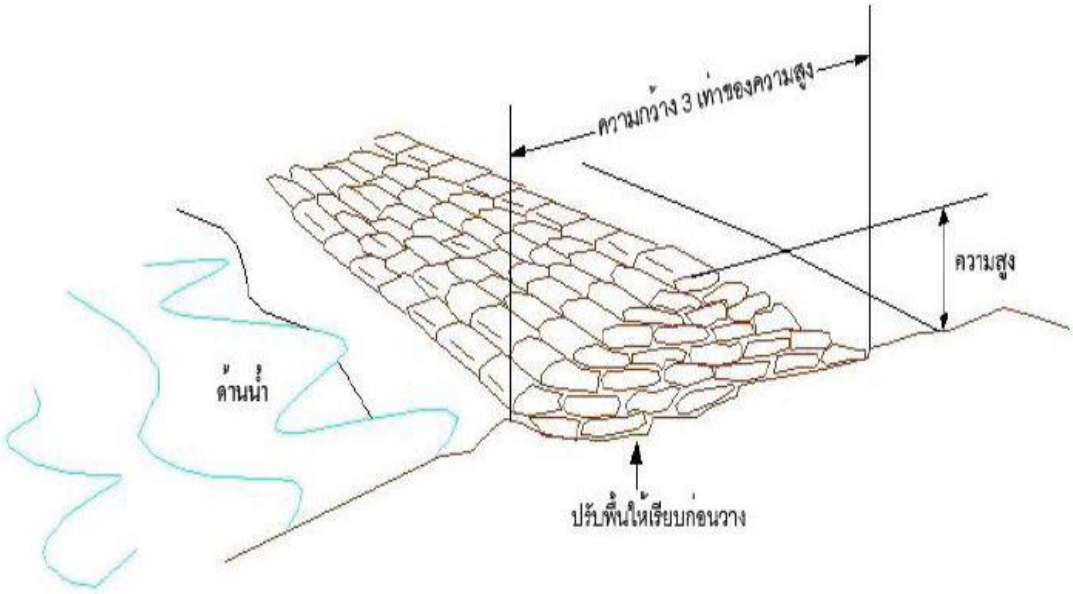
ในพื้นที่ที่ไม่สามารถดำเนินการใช้โครงสร้างป้องกันแบบถาวรและถอดเก็บได้อย่างเต็มที่ต้องใช้โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมที่สามารถติดตั้งได้ทันทีก่อนการไหลทะลักของน้ำ โดยปรับเปลี่ยนการติดตั้งทั้งหมดในระหว่าง น้ำท่วมและสามารถรื้อถอนได้ทั้งหมดเมื่อน้ำลดลง โดยความจำเป็นในการใช้งานโครงสร้างการป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวมีสาเหตุดังนี้

- งบประมาณไม่เพียงพอสำหรับโครงสร้างแบบถาวรและถอดเก็บได้
- การจัดการความเสี่ยงจากน้ำท่วมนอกเหนือความสามารถพื้นฐาน ของโครงสร้างการป้องกันน้ำท่วมแบบถาวร
- ใช้ป้องกันน้ำท่วมชั่วคราวในระหว่างการก่อสร้างโครงสร้างแบบ ถาวรและถอดเก็บได้
- การใช้งานแบบ 2 หน้าที่ เช่นความจ้าเป็นในการเข้าถึงพื้นที่ไปพร้อมกับการป้องกัน
- ใช้แทนโครงสร้างแบบถาวรที่ไม่สามารถสร้างได้เนื่องจากผล กระทบด้านสิ่งแวดล้อม

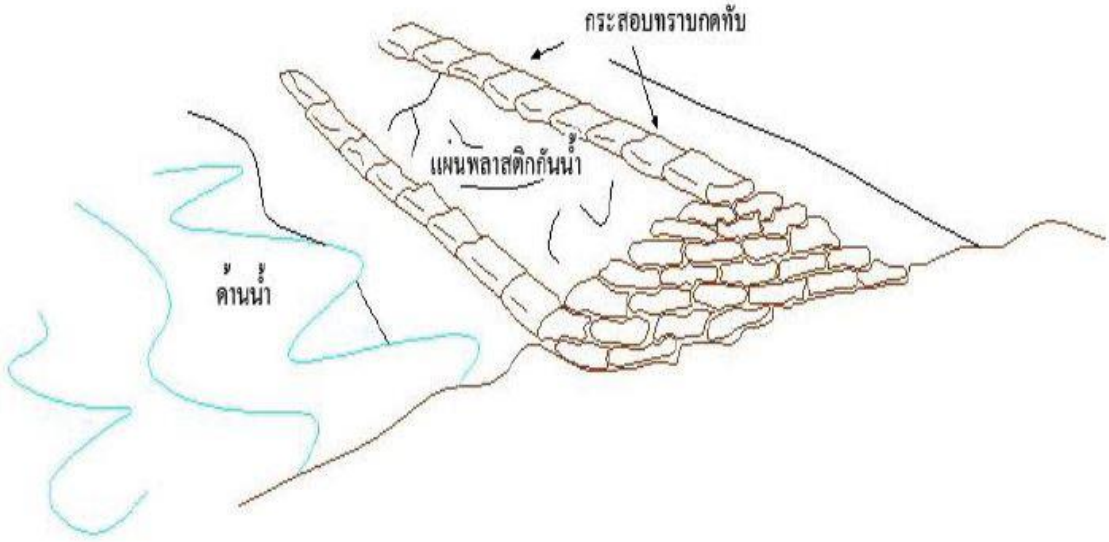
โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวประกอบด้วยส่วนประกอบที่ เป็นแบบชั่วคราวฐานรากตัวยึดเกาะโครงสร้างภายในการเชื่อมต่อระหว่าง ตัวโครงสร้างกับพื้นผิวดินและอุปกรณ์เบ็ดเตล็ด ฐานรากของโครงสร้างป้องกันแบบถาวรและถอดเก็บได้ ออกแบบ ให้เป็นชิ้นส่วนที่ติดตั้งถาวร ในขณะที่โครงสร้างแบบชั่วคราวสามารถวางบนพื้นผิวเดิม หรือที่มีฐานรากอยู่ก่อนแล้วก็ได้ ดังนั้นพื้นผิวที่วางต้องมีการ ปรับเตรียมและจัดวางตำแหน่งที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นต่อโครงสร้างป้องกัน แบบชั่วคราวเพราะความสามารถในการป้องกันการรั่วซึมและแรงดันของน้ำ การใช้โครงสร้างแบบชั่วคราวจะสมบูรณ์ได้ขึ้นอยู่กับการทำงานของ พนังกั้นน้ำ ความสัมพันธ์กันของการเชื่อมต่อและพื้นผิว ดังนั้นความสามารถในการป้องกันของโครงสร้างแบบชั่วคราวจ้าเป็นต้องพิจารณาถึงลักษณะของ พื้นผิวชันดินและดินชันล่างที่เหมาะสมกับการวางพนังชั่วคราว เช่นเดียวกับลักษณะเฉพาะของการซึมลอดในดินที่สามารถจ้ากัดระดับน้ำท่วมที่พนังกันชั่วคราวป้องกันได้ ตัวอย่างโครงสร้างแบบชั่วคราวแสดงในรูปที่ 2-5 ถึง 2-7




**รูปที่ 2-5** แสดงตัวอย่างของโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราว




**รูปที่ 2-6** แสดงการใช้กระสอบทรายเป็นโครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราว




**รูปที่ 2-7** แสดงการปิดทับกระสอบทรายด้วยแผ่นพลาสติกกันน้ำ

**3. ข้อพิจราณาในการใช้โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้**

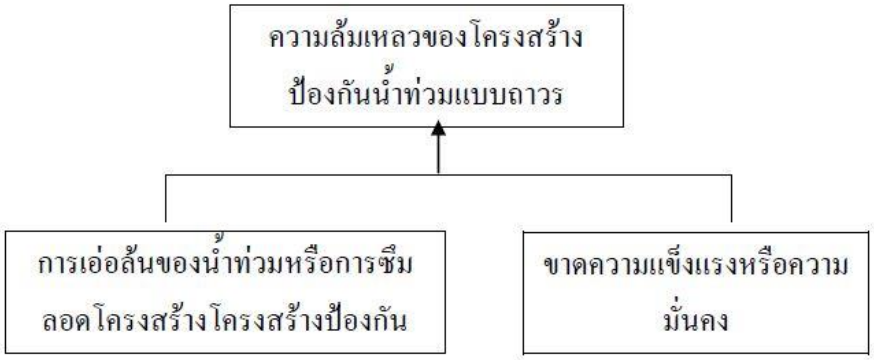
3.1 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการป้องกันน้ำท่วม

เป้าหมายของระบบโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมคือท้าให้พื้นที่ซึ่งมีการเตรียมการป้องกันล่วงหน้าสามารถป้องกันน้ำท่วมได้ตามกำหนดความเสี่ยงจากภัยน้ำท่วมของแต่ละพื้นที่ขึ้นอยู่กับระดับความเสียหายที่เกิดในพื้นที่นั้นๆ และความถี่ในการเกิดเหตุน้ำท่วม หรือความเป็นไปได้ในการเกิดเหตุการณ์ ความล้มเหลวของโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมเกิดขึ้นได้เมื่อโครงสร้างไม่สามารถใช้การได้ตามเป้าหมายที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า โดยโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบถาวรเกิดความล้มเหลวได้ 2 รูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 3-1

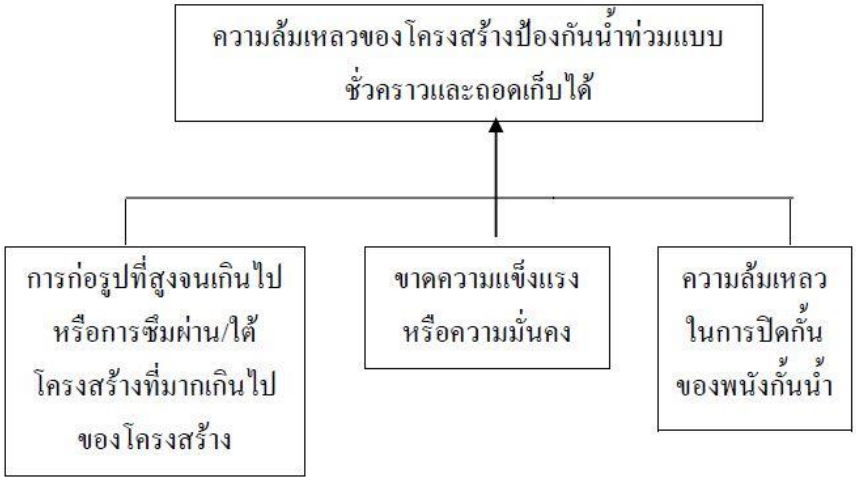
รูปแบบที่ 1 โครงสร้างพนังกันน้ำขาดความสามารถในการควบคุม เนื่องจากน้ำเอ่อล้นหรือเกิดการซึมลอดผ่านใต้โครงสร้างที่มากเกินกว่าเกณฑ์ที่คาดการณ์ไว้

รูปแบบที่ 2 ความล้มเหลวทางโครงสร้าง เช่นการเว้นช่อง การกัดเซาะ ฐานรากเสียหาย การทรุดตัว การพลิกคว้ำ การกลิ้งตัว หรือการเลื่อนไถล ความล้มเหลวเหล่านี้ เป็นผลต่อเนื่องจากเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด โดยโครงสร้าง ไม่สามารถดำเนินการให้เป็นไปตามเป้าหมายการปฏิบัติการที่ตั้งไว้

ส่วนรูปแบบความล้มเหลวที่จะเกิดขึ้นกับโครงสร้างป้องกันน้ำท่วม แบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ เป็นความล้มเหลวในการดำเนินการ เช่นความ ล้มเหลวในการสร้างหรือประกอบโครงสร้างไม่ทันกับภาวะน้ำท่วม ความล้มเหลวนี้ เป็นความล้มเหลวในการป้องกัน ดังแสดงในรูปที่ 3-2




**รูปที่ 3-1** แผนภูมิแสดงความล้มเหลวของโครงสร้างป้องกันแบบถาวร




**รูปที่ 3-2** แผนภูมิความล้มเหลวของโครงสร้างแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้

มีการวิเคราะห์ความเสี่ยงขององค์ประกอบในโครงสร้างการป้องกันน้ำท่วมโดย Kampen Flood Defences (1997) ประเทศเนเธอร์แลนด์ ได้ระบุระดับความเสี่ยงของความล้มเหลวทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ 89% เป็นความเสี่ยงของความล้มเหลวเนื่องจากระดับน้ำเอ่อล้นหรือการซึมลอดผ่านใต้โครงสร้าง 1% เป็นความเสี่ยงของความล้มเหลวจากความแข็งแรงหรือความมั่นคง และ 10% เป็นความเสี่ยงของความล้มเหลวจากความล้มเหลวในการปิดกันของพนังกั้นน้ำ

3.2 <u>ความล้มเหลวเนื่องจำกระดับนำเอ่อล้นข้ามหรือซึมลอดผ่านใต้โครงสร้าง</u>

การเอ่อล้นข้ามพนังกั้นน้ำเกิดขึ้นเมื่อมีการเพิ่มระดับน้ำสูงกว่าระดับสันพนัง มีสาเหตุมาจากการพยากรณ์ระดับน้ำท่วมที่คาดเคลื่อนหรือปริมาณน้ำท่วมมีค่ามากกว่าปริมาณน้าท่วมที่การออกแบบไว้ โดยการหาระดับน้ำใช้

เพื่อออกแบบโครงสร้างป้องกันน้ำท่วม อาศัยการวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำ และปริมาณการกักเก็บน้ำที่คาดการณ์ไว้ ซึ่งพบว่ามีความคลาดเคลื่อนในด้านข้อมูลอุทกวิทยา ชลศาสตร์ อิทธิพลของสภาพอากาศและแนวโน้มในอนาคต ท้าให้การคาดคะเนมีความผิดพลาดได้การซึมผ่านเกิดขึ้นเมื่อน้ำไหลซึมผ่านพนังกั้นน้ำข้อต่อตัวเชื่อมต่อหรือดินใต้พื้นผิว โดยความสามารถการซึมผ่านได้ซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างและลักษณะเฉพาะของดินใต้พื้นผิว หากปริมาณน้ำไหลผ่านมากกว่าค่าที่สามารถรองรับได้ จะน้ำไปสู่ความล้มเหลวของโครงสร้างป้องกันโดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการซึมผ่านที่มากเกินไปและการไหลข้ามของโครงสร้างแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้มีความคล้ายคลึงกับโครงสร้างแบบถาวร

3.3 <u>ความล้มเหลวจากการขาดความแข็งแรงหรือความมั่นคง</u>

ความล้มเหลวของโครงสร้างป้องกันแบบปิดสามารถเกิดขึ้นเหลายรูปแบบ ดังนี้

- การเลื่อนไถลหรือกลิ้ง
- การพลิกคว้ำ
- ความสามารถในการรับแรงไม่พอ
- การทรุดตัว
- การกัดเซาะภายในและเกิด piping

การเลื่อนไถลกลิ้งหรือทรุดตัวไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้โดยง่าย ในการออกแบบต้องทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม เพื่อรับประกันความสมบูรณ์ รวมทั้งการใช้วัสดุด้วย

การซึมผ่านหรือใต้พื้นผิวที่มากเกินไปอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการสึกกร่อนภายในและมีผลทำให้ความดันจากการซึมผ่านของน้ำที่ไหลลอดมีสูงขึ้นกว่าน้ำหนักของหน้าฐานพนังกั้นที่แห้ง ซึ่งจะทำให้เกิดเงื่อนไขการไหลภายในดินที่สามารถเคลื่อนย้ายดินออกไปด้านหลังของพนังได้และเกิดความเสี่ยงในการเสียหายต่อฐานราก ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Piping

ปัญหาการกัดเซาะในมวลดิน Piping และความล้มเหลวด้านความสามารถในการรับแรง สามารถหลีกเลี่ยงได้ โดยการออกแบบโครงสร้างแบบถอดเก็บได้อย่างถูกต้อง และเลือกดินใต้พื้นผิว พื้นผิว ฐานรากและสภาพผิวหนาที่ใช้วางให้เหมาะสมกับโครงสร้างชั่วคราว นอกจากนี้การพิจารณาโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความมั่นคงที่ถูกหลักวิชาการได้มาตรฐานต่อความมั่นคงของพนังกั้นและเงื่อนไขของฐานรากจะช่วยต้านทานปัญหาการเลื่อนไหลหรือพลิกคว่ำของพนังกั้นได้

ในกรณีของโครงสร้างแบบชั่วคราว การสำรวจพื้นที่ล่วงหนาหรือการออกแบบพื้นที่มักไม่สามารถกระทำได้ ทำให้เป็นการยากที่จะเลือกชนิดของโครงสร้างให้เหมาะสมกับข้อมูลของดินหรือพื้นที่ใช้วางในบริเวณนั้นๆ จึงมีความจำเป็นต้องทำการทดสอบด้านกลศาสตร์ดิน

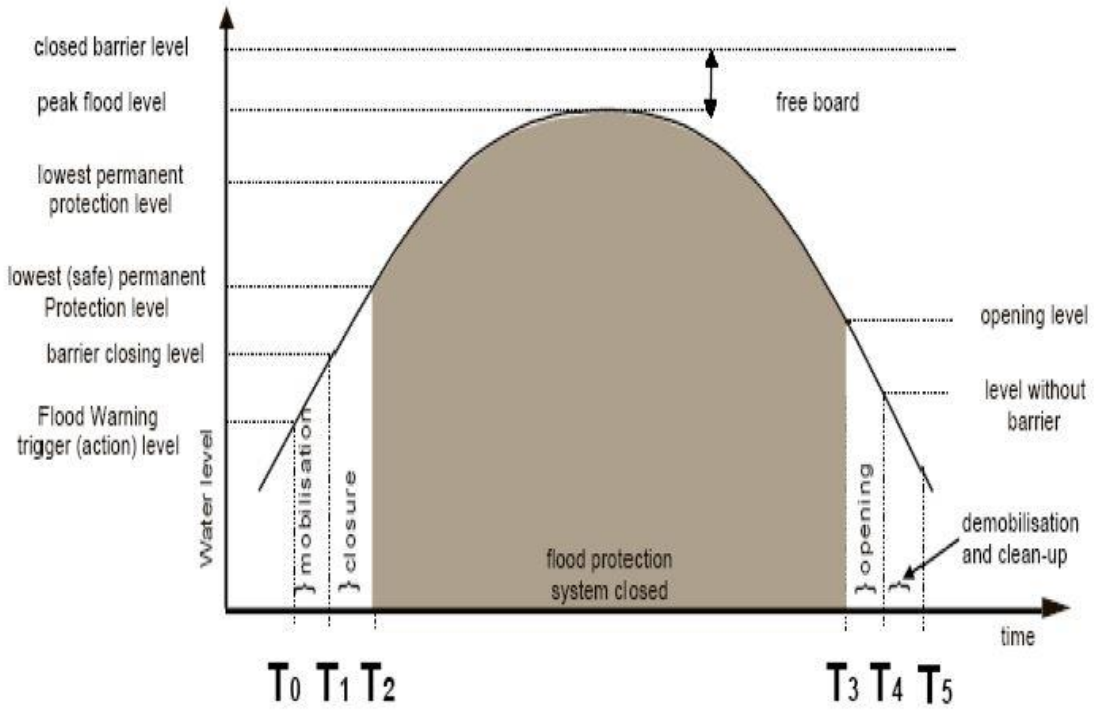
ความเสี่ยงของความล้มเหลวสามารถลดลงได้โดยการออกแบบและทดสอบที่ดีเพียงพอโดยความเสี่ยงของความล้มเหลวทางโครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้มีความคล้ายคลึงกับแบบถาวร

3.4 <u>ความล้มเหลวเนื่องจากการปิดกันของพนังกั้นน้ำไม่สมบูรณ์</u>

ความล้มเหลวในการปิดกันของพนังกั้นน้ำไม่สมบูรณ์เกิดขึ้นเฉพาะกับโครงสร้างชั่วคราวและถอดเก็บได้เท่านั้นโดยมาจากความล้มเหลวในการดำเนินการที่ต้องการในการปิดหรือสร้างพนังกั้นน้ำ ดังนั้นการปิดกันพนังกั้นเสร็จสมบูรณ์ก่อนที่ระดับน้ำท่วมถึงระดับกำหนดจะเป็นการช่วยรับประกันความสำเร็จของโครงสร้างชั่วคราวและถอดเก็บได้ให้เท่ากับโครงสร้างถาวรในการลดความเสี่ยงจากน้ำท่วม

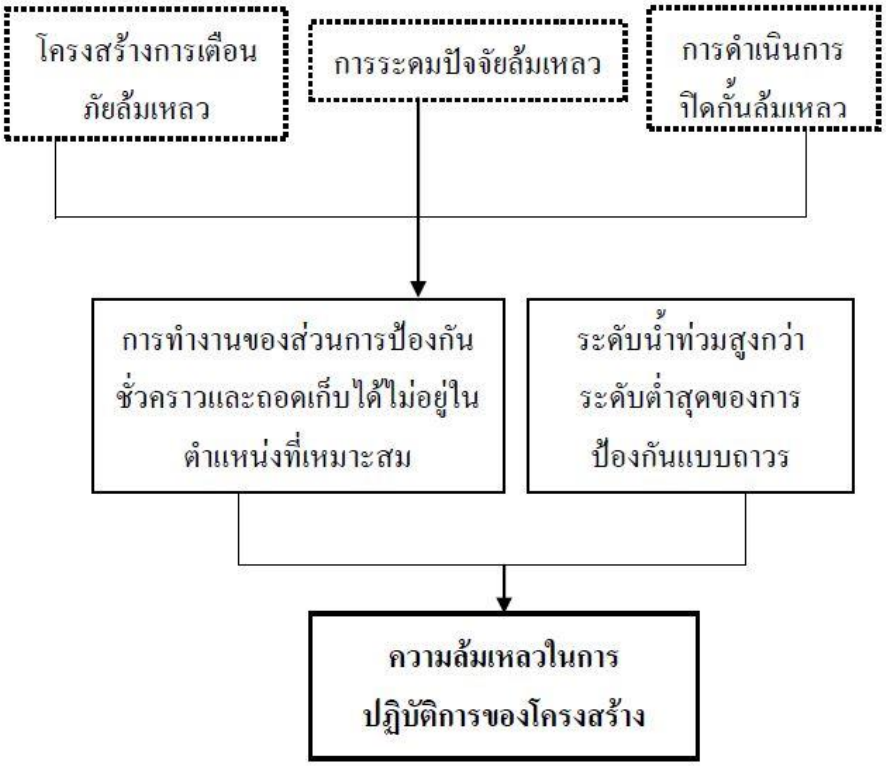
ขั้นตอนการดำเนินการที่จำเป็นเพื่อประกันความสำเร็จสำหรับการใช้พนังกั้นน้ำแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้แสดงในรูปที่ 3-3

สำหรับในการเตรียมโครงสร้างแบบชั่วคราวหรือส่วนที่ถอดเก็บได้ของโครงสร้างให้พร้อมสมบูรณ์เพื่อการสร้างพนังกั้นแบบปิดได้ก่อนเวลา $T_2$โดย $T_2$ เป็นเวลาที่ระดับน้ำขึ้นสูงถึงระดับปลอดภัยของริมฝั่งแม่น้ำหรือส่วนการป้องกันถาวร หมายความว่าเป็นระดับน้ำที่ไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงของการท่วมล้นแนวกัน โดยระดับน้ำนี้ต่ำกว่าระดับต่ำสุดของการป้องกันของส่วนติดตั้งถาวร ซึ่งผ่านการคำนวณอิทธิพลจากการกระทบของคลื่น




**รูปที่ 3-3** กระบวนการเชิงปฏิบัติในระหว่างเหตุการณ์น้ำท่วม

ค่า $T_1$ คือเวลาที่เริ่มการปิดพนังกั้น โดยประมาณจากเวลาที่ใช้ในการปิดกันกับระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น ในเวลา $T_1$ ต้องมีการเตรียมทรัพยากรทุกอย่างที่จำเป็นในการปิดกันให้พร้อมและเพียงพอใน ในการปฏิบัติการบริเวณนั้น ระยะเวลาในการปิดกันขึ้นอยู่กับประเภทการดำเนินการที่จำเป็นต่อการปิดกันและขอบเขตการติดตั้งของชิ้นส่วน ชั่วคราวและถอดเก็บได้โดยจะแตกต่างกันไปบ้าง โดยอาจใช้เวลาเพียงเล็กน้อยในการติดตั้งหากมีการดำเนินการที่เป็นอัตโนมัติ หรืออาจใช้เวลามากในการสร้างพนังที่มีความยาว ซึ่งจำเป็นต้องใช้วัสดุและเครื่องจักรขนาดใหญ่




**รูปที่ 3-4** แผนผังความล้มเหลวในการปิดล้อมของโครงสร้างป้องกัน

ค่า $T_0$ เป็นระยะเวลาที่เป็นจุดในการเริ่มเตรียมทรัพยากรต่างๆให้พร้อม โดยการกำหนดเวลา $T_0$ คำนวณค่าจากการดำเนินการในเวลา $T_1$ และระยะเวลาในการระดมปัจจัย ซึ่งเวลาในการปฏิบัติการจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมปัจจัยต่างๆ และความเสี่ยงขั้นต่ำที่สุดในการเคลื่อนย้ายและแบบฉุกเฉิน ซึ่งการเตือนภัยและการเคลื่อนย้ายจะต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย ส่วนช่วงเวลาในการระดมปัจจัยขึ้นอยู่กับการเรียกหน่วยงานทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อมาปฏิบัติการและการขนส่ง รวมทั้งการเตรียมปัจจัยต่างๆให้พร้อมและนำไปยังบริเวณปฏิบัติการ ระยะเวลาในช่วง $T_2$-$T_0$เป็นช่วงตั้งแต่ระดับเตือนภัยน้ำท่วมไปจนถึงการปิดล้อมที่ระดับน้ำท่วมเต็มที่ นับเป็นปัจจัยสำคัญในการประเมินความเสี่ยงของโครงสร้างป้องกันชั่วคราวหรือถอดเก็บได้ว่าแบบใดที่สามารถป้องกันได้อย่าง

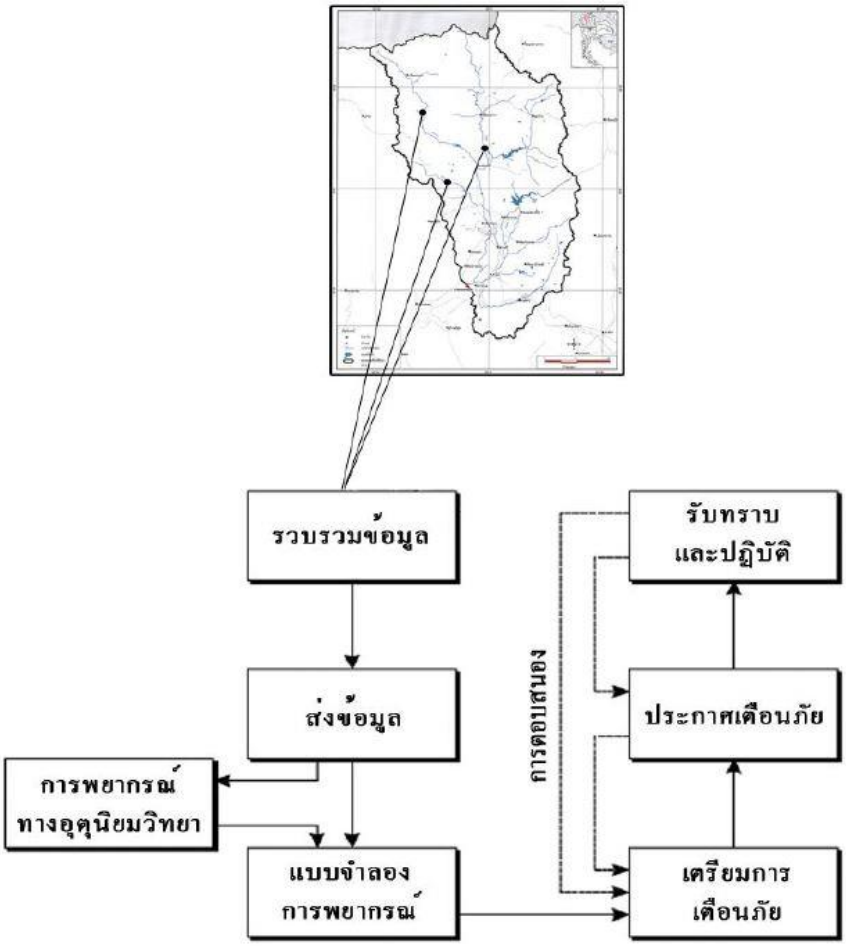
เหมาะสม ในขณะที่โครงสร้างชั่วคราวหรือถอดเก็บได้นั้นจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการเตรียมการและเรียกระดมกำลังและปัจจัย

หลังจากที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดจนกระทั่งลดระดับลงถึงค่า $T_3$ โดยปกติแล้วจุด $T_3$ เทียบเวลาเท่ากับจุด $T_2$ โดยเมื่อถึงค่า $T_3$ แล้วสามารถปลดส่วนป้องกันชั่วคราวออกได้ เว้นแต่ว่าจะมีการพยากรณ์ระดับน้ำสูงสุดที่จะเกิดขึ้นอีกครั้งในเวลาอันใกล้

ความล้มเหลวในการปิดล้อมของโครงสร้างป้องกันเกิดขึ้นเมื่อระดับน้ำสูงกว่าระดับที่ทำการป้องกันหรือโครงสร้างชั่วคราวและถอดเก็บได้ไม่อยู่ในต้าแหน่งที่สามารถป้องกันได้อย่างเต็มที่ โดยสามารถสรุปเป็นแผนผังในรูปที่ 3-4

3.4.1 <u>ความล้มเหลวของระบบเตือนภัยน้ำท่วม</u>

ความล้มเหลวของระบบการเตือนภัยล่วงหนาเกิดจากความผิดพลาดทางเทคนิคของโครงสร้าง อาทิ เครื่องมืออ่านระดับน้ำเสียหาย หรือการแปลผลผิดพลาด ความน่าเชื่อถือของระบบเตือนภัยเกิดจากการเปรียบเทียบค่าที่พยากรณ์และค่าที่เกิดขึ้นจริงและการทำงานของหน่วยงานสามารถตอบสนองสถานการณ์ทันท่วงที ดังนั้นระบบการเตือนภัยน้ำท่วมถือเป็นระบบพื้นฐานสำคัญที่จะทำให้การป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ประสบผลสำเร็จ




**รูปที่ 3-5** แผนภูมิแสดงขั้นตอนการเตือนภัยน้ำท่วม

การเตือนภัยน้ำท่วมมีขั้นตอนการดำเนินงานตั้งแต่การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น น้ำฝน น้ำท่า ของสถานีวัดน้ำที่กระจายอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ มาตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการด้านอุทกวิทยา แล้วทำการแปลงค่าน้ำไปเป็นข้อมูลสำหรับแบบจำลองการพยากรณ์น้ำท่วม เพื่อได้ผลลัพท์ใช้ในการตัดสินใจเตือนภัย เมื่อได้เตือนภัยออกไปแล้วต้องตรวจสอบการปฏิบัติและผลตอบรับจากพื้นที่เพื่อนำมาปรับปรุง ดังแสดงขั้นตอนในรูปที่ 3-5

3.4.2 การระดมปัจจัยต่างๆ

การระดมปัจจัยเกี่ยวกับทรัพยากรต่างๆ เช่น บุคคล เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ที่จะใช้ในการสร้างให้พร้อมที่จะปฏิบัติงานและเริ่มกระบวนการต่างๆได้ สำหรับโครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ จำเป็นจะต้องมี

การปฏิบัติการโดยบุคคลเพื่อให้การปิดกันเสร็จสมบูรณ์ ระยะเวลาที่เริ่มการระดมปัจจัยต่างๆขึ้นอยู่กับระยะเวลาของกราฟน้ำหลาก

ความล้มเหลวในขั้นตอนนี้เกิดจากคลาดเคลื่อนของระบบการสื่อสารหรือทรัพยากรต่างๆ เช่น คำสั่ง เครื่องมือและอุปกรณ์ ไม่สามารถส่งไปถึงพื้นที่ปฏิบัติการทันเวลา การระดมปัจจัยสามารถลดระยะเวลาดำเนินการได้โดยกระบวนการต่อไปนี้

- การใช้อุปกรณ์อัตโนมัติในการระดมปัจจัย
- การเก็บหรือเตรียมชิ้นส่วนแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ไว้พร้อมในบริเวณที่ปฏิบัติการ
- มีการฝึกซ้อมการเตรียมการและงานฉุกเฉินเป็นประจำ
- เพิ่มศักยภาพในระบบสื่อสาร

3.4.3 <u>ความล้มเหลงจากการดำเนินการปิดกัน</u>

การเตือนภัยและการระดมปัจจัยต่างๆ ต้องเสร็จสมบูรณ์ก่อนจะเริ่มการปิดกัน ซึ่งเป็นการเริ่มติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแบบชั่วคราวหรือถอดเก็บได้ ในขั้นตอนนี้จะต้องทรัพยากรต่างๆครบพร้อมในการปฏิบัติการ ซึ่งระยะเวลาที่จะดำเนินการขึ้นอยู่กับระยะเวลาของกราฟอุทกวิทยา โดยสามารถย่นระยะเวลาในการดำเนินการได้ดังนี้

- เพิ่มทรัพยากรที่ใช้ในการปิดกัน
- การเพิ่มระดับหรือขยายส่วนป้องกันถาวร
- มีการฝึกซ้อมและเตรียมการอพยพเป็นประจำ
- มีการบำรุงรักษาและทดสอบอุปกรณ์ต่างๆอย่างสม่ำสมอ

ความล้มเหลวในขั้นตอนนี้มักเกิดจากขั้นตอนทางเทคนิคต่างๆ โดยความผิดพลาดจากบุคคลในการจัดการการล้าดับขั้นตอนที่ไม่ถูกต้อง รวมทั้งความไม่พร้อมของอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ โดยสามารถแก้ไขความผิดพลาดเหล่านี้ได้หากมีการปรับปรุงและฝึกฝนแผนการอย่างสม่ำเสมอ ส่วนสาเหตุที่เกิดจากกระบวนการทางเทคนิคเกิดได้ทั้งจากเหตุการณ์ภายนอกและความไม่พร้อมทำงานของส่วนติดตั้งชั่วคราวหรือส่วนถอดเก็บได้ ในการใช้เครื่องมืออัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติความผิดพลาดมักจะเกิดจากระบบของเครื่องจักร เช่นระบบการขับเคลื่อน ระบบไฟฟ้า ส่วนเครื่องมือแบบธรรมดามักเกิดจากความประมาทหรือการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือไม่ถูกต้อง

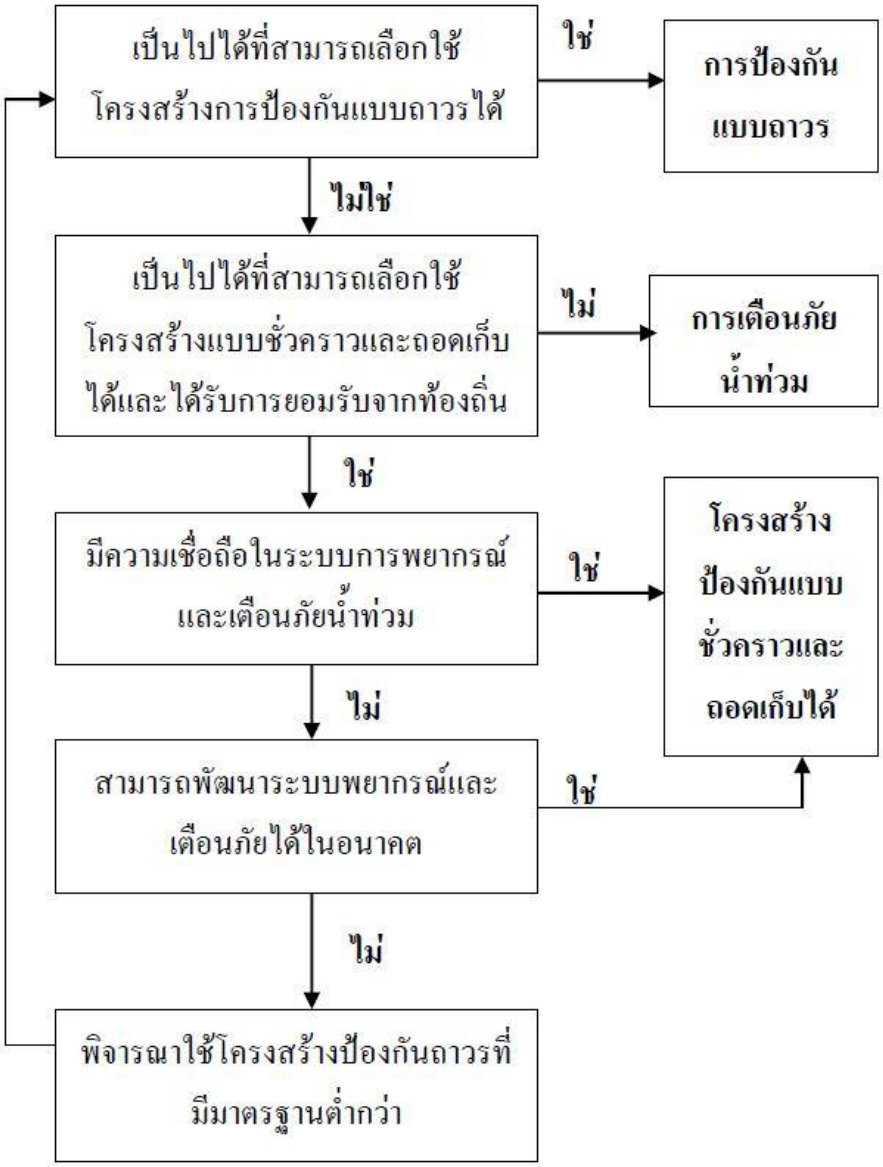
3.5 การเลือกใช้โครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้

กรณีที่ไม่มีความเป็นไปได้ในการสร้างโครงสร้างแบบถาวรให้ระดับความสูงเพียงพอต่อการป้องกันน้ำท่วม เนื่องจากเหตุผลทางเทคนิค เศรษฐกิจ กฎหมายและสิ่งแวดล้อม จึงต้องใช้การป้องกันด้วยโครงสร้างแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ เพื่อตอบสนองในการผจญน้ำท่วมร่วมกับการเตือนภัย การปฏิบัติตามแผนการต่างๆและมีปัจจัยส่งเสริม อาทิ ความเหมาะสมต่อการใช้งานในสถานที่นั้นๆ ความปลอดภัย ข้อกฎหมาย ความพร้อมของทรัพยากร จะช่วยในการตัดสันใจเลือกใช้โครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้อย่างเหมาะสม โดยสรุปเป็นแผนผังในรูปที่ 3-6

กระบวนการตัดสินใจต่างๆเป็นการบริหารความเสี่ยงที่เกิดขึ้นตั้งแต่การประเมินความเสี่ยงในการใช้โครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ ในขั้นแรกจะเป็นการเลือกใช้โครงสร้างป้องกันแบบถาวรถือเป็นวิธีการที่ดีที่ แต่ในสถานการณ์อื่นๆ เช่น การเข้าถึงและรูปแบบของโครงสร้างป้องกันแบบถาวร เหตุผลทางเศรษฐกิจ ความเสี่ยงทางเทคนิค เศรษฐกิจ กฎหมายและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งความไม่สามารถที่จะสร้างโครงสร้างป้องกันแบบถาวรได้ตามมาตรฐาน ด้วยเหตุผลเหล่านี้จึงต้องมีการพิจารณาการนำโครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้มาใช้งานทดแทน

การเลือกใช้โครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ถือเป็นวิธี การเสริมที่มีศักยภาพ ในขั้นตอนต่อไปต้องสร้างความน่าเชื่อถือให้มีการยอมรับในการใช้งานจากสถานที่ต่างๆ โดยรวมถึงการเตรียมความพร้อมและการเข้าถึงหากมีกรณีฉุกเฉิน โครงสร้างดังกล่าวจะต้องได้รับการยอมรับจากประชาชนเป็นพื้นฐาน เพราะประชาชนสามารถมีส่วนร่วมในการวางแผนและต้องใช้งานได้ ซึ่งปัจจัยหลักในการให้การยอมรับคือการสร้างความรู้สึกปลอดภัยและประสบผลสำเร็จในการใช้งาน

หากโครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ สามารถได้รับการยอมรับจากประชาชนแล้ว ขั้นต่อไปคือการสร้างความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์น้ำท่วมและการเตือนภัย โดยเมื่อน้ำท่วมถึงจุดวิกฤติที่ต้องมีการเสริมโครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ เมื่อระบบการพยากรณ์และการเตือนภัยมีความน่าเชื่อถือเพียงพอแล้ว จึงให้ทำการสาธิตและทดสอบโครงสร้างซึ่งจะต้องมีความชัดเจนทั้งในด้านการออกแบบ การก่อสร้าง การใช้งานได้จริง และการบำรุงรักษา ทั้งนี้จะต้องผ่านการตรวจสอบจากองค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน รวมทั้งองค์กรด้านสิ่งแวดล้อม




**รูปที่ 3-6** แผนภูมิในการตัดสินใจเลือกใช้โครงสร้างแบบต่างๆ

**4. คุณสมบัติของโครงสร้างป้องกันนำท่วมแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้**

โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบถาวรชั่วคราวและถอดเก็บได้มีความเหมาะสมที่จะใช้ในกิจกรรมป้องกันน้ำท่วมแตกต่างกันโดยขึ้นกับคุณสมบัติของโครงสร้างแต่ละชนิด ดังนั้นผู้ที่ต้องการประยุกต์ใช้ควรมีความเข้าใจและตะหนักถึงผลดีและผลเสียของโครงสร้างป้องกันน้ำท่วม

4.1 โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราว

โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราว สามารถแยกแยะออกได้ตามหน้าที่การทำงานเป็น 6 ประเภทได้แก่

- แบบใช้วัสดุถมชนิดน้ำซึมผ่านได้ (Filled containers – permeable)
- แบบใช้วัสดุถมชนิดน้ำซึมผ่านไม่ได้ (Filled containers – impermeable)
- แบบท่อลมหรือท่อน้ำ (Air and water filled tubes)
- แบบแผงกั้นน้ำวางอิสระ (Flood barriers – free standing)
- แบบแผงกั้นน้ำมีโครง (Flood barriers – with frame)
- แบบกำแพงกั้นน้ำ (Panel barriers)

รูปแบบอาจปรับเปลี่ยนให้ตามความเหมาะสมได้บ้างตามลักษณะของพื้นผิวและชนิดดินที่ใช้ในการติดตั้ง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

4.1.1 โครงสร้างแบบใช้วัสดุถมชนิดน้ำซึมผ่านได้

เป็นโครงสร้างกำแพงที่มีลักษณะเป็นช่อง ภายในบรรจุด้วยหินหรือดินชนิดต่างๆ เพื่อน้ำหนักต้านทานกับระดับน้ำท่วม และมีการหุ้มกำแพงด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ไว้ภายนอก และในบางแห่งอาจเพิ่มความแข็งแกร่งด้วยการหุ้มตะแกรงเหล็ก, หมุด ต่างๆ หรือโครงเหล็กภายนอกอีกชั้น โดยชั้นของแผ่นใยสังเคราะห์นั้นตัวมันไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ ความสามารถในการต้านทานน้ำนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของวัสดุถมที่เติมลงไป ในบางระบบนั้นสามารถจัดเรียงให้สูงขึ้นได้เพื่อให้ตอบรับต่อความสูงของระดับน้ำ หน้าที่การทำงานนั้นอาศัยหลักแรงโน้มถ่วงช่วยกันและสร้างความแข็งแกร่ง รวมทั้งป้องกันการรั่วซึมด้วย ส่วนในบางกรณีมีการปรับเปลี่ยนในกรณีพื้นที่ไม่เรียบ

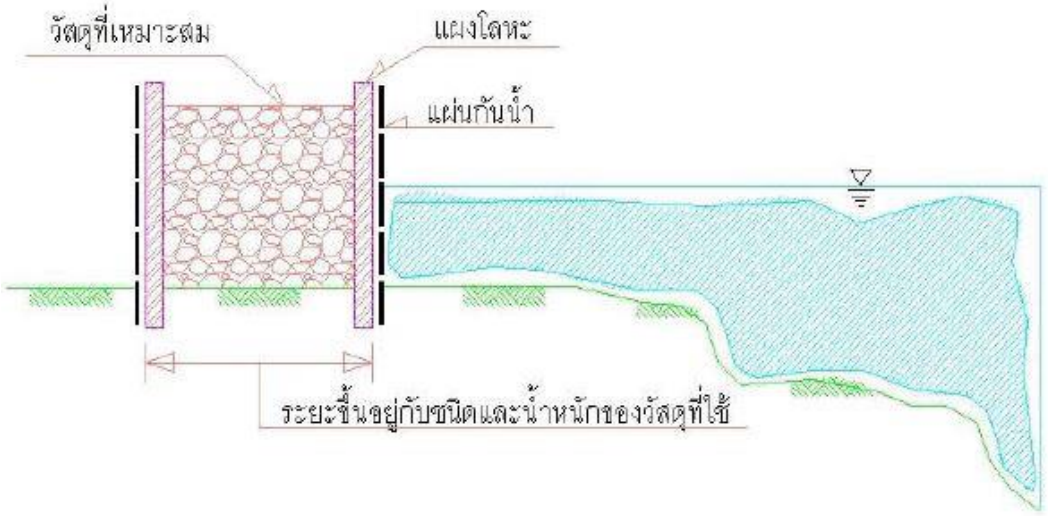
นอกจากนี้การใช้กระสอบทรายเรียงกันเป็นพนังกั้นน้ำถือว่าอยู่ในโครงสร้างประเภทนี้ เช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 4-1

**ข้อดี**

- สามารถปรับความสูงให้เหมาะสมโดยการจัดเรียงวัสดุถม
- สามารถติดตั้งได้โดยช่างทั่วไป
- ใช้พื้นที่การเก็บทรัพยากรต่างๆ น้อย
- สามารถประยุกต์โดยใช้กระสอบทรายทดแทนได้
- สามารถใช้วัสดุถมทุกประเภท

**ข้อเสีย**

- วัสดุที่น้ำมาถมบางชนิดทำความสะอาดยาก อาจเป็นภาระมากในช่วงเลิกใช้
- ต้องใช้ฐานที่กว้างเพื่อการจัดเรียง
- วัสดุพวกโลหะหรือหมุดที่ใช้เสริมอาจเกิดการกร่อนหรือโค้งงอเมื่อมีการเติมวัสดุถมหลายครั้ง
- ใช้พื้นที่ในการจัดการและวัสดุจำนวนมาก
- สามารถเกิดการรั่วซึมได้ แต่จะเกิดน้อยลงหากใช้แผ่นใยสังเคราะห์และเลือกใช้วัสดุถมให้เหมาะสม
- เกิดแรงกดจำนวนมากบนพื้นผิวหากใช้การจัดเรียงวัสดุขึ้นสูง




**รูปที่ 4-1** แสดงตัวอย่างโครงสร้างแบบใช้วัสดุถมชนิดน้ำซึมผ่านได้

4.1.2 <u>โครงสร้างแบบใช้วัสดุถมชนิดน้ำซึมผ่านไม่ได้</u>

เป็นโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายกับแบบแรก แต่วัสดุที่ใช้ในการห่อหุ้มจะเป็นพวกแผ่นกันน้ำ เช่น Polyester, Polyethylene และพลาสติก เป็นต้น ซึ่งวัสดุเหล่านี้ สามารถป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้ โดยจะอาศัยน้ำหนักของวัสดุถมที่เติมลงไปและรูปร่างของมัน ส่วนวัสดุที่ยืดหยุ่นเหล่านี้ ควรระวังการฉีกขาดจากวัตถุแหลมคม พื้นที่ที่จะใช้ติดตั้งควรมีการเตรียมให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย หากเกิดรอยรั่วไม่มากสามารถซ่อมแซมได้ ในระบบนี้ มีความแข็งมากกว่าชนิดแรกและควรใช้วางบนพื้นผิวเรียบ แสดงในรูปที่ 4-2

**ข้อดี**

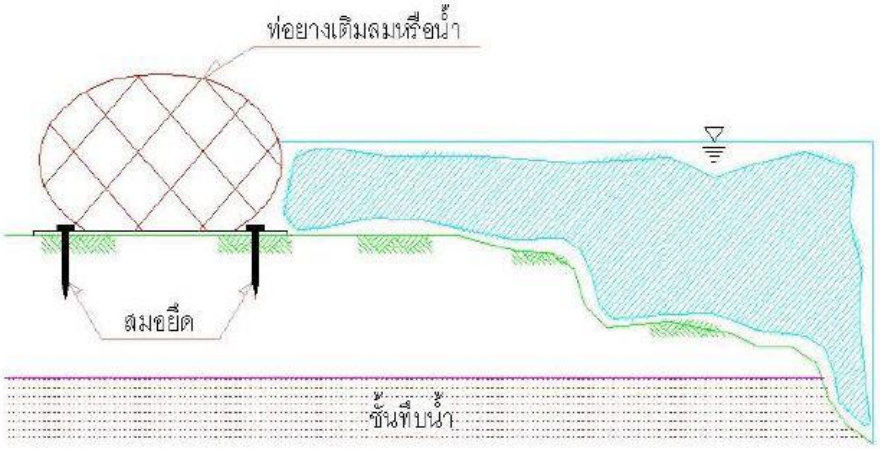
- บางระบบสามารถเพิ่มความสูงได้โดยการจัดเรียง
- ไม่เกิดการรั่วซึมของน้ำแม้ว่าวัสดุที่เติมลงไปเป็นแบบใด
- สามารถเติมวัสดุถมได้ทุกชนิด รวมถึงน้ำด้วย
- วัสดุสามารถล้างทำความสะอาดง่าย และน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้ดี
- หากเกิดรอยฉีกหรือรั่วไม่มากนักสามารถซ่อมแซมได้ทันที

**ข้อเสีย**

- ระบบส่วนมากยังไม่ได้ทดสอบในเงื่อนไขน้ำท่วมต่างๆ
- น้ำสามารถรั่วซึมใต้ฐานกำแพงเนื่องจากความไม่ยืดหยุ่นของมัน
- ต้องการพื้นที่การเก็บและการขนส่งอย่างมาก
- ต้องการระดมกำลังมากในการติดตั้งและเก็บกลับเมื่อใช้งานเสร็จ
- เกิดแรงกดจำนวนมากบนพื้นผิวหากใช้การจัดเรียงวัสดุขึ้นสูง

### 4.1.3 โครงสร้างแบบท่อลมหรือท่อน้ำ

โครงสร้างประเภทนี้ เป็นท่อที่ทำจากวัสดุพวก Pre-fabricated geomembrane แล้วบรรจุอากาศหรือน้ำภายในเพื่อให้มันกลายเป็นเขื่อนขึ้นมา ซึ่งเป็นระบบที่ใช้น้ำหรืออากาศซึ่งมีมากในช่วงที่เกิดน้ำท่วมอยู่แล้ว ส่วนตัวท่อนั้นสามารถเคลื่อนย้ายได้และใช้ปั๊มช่วยในการเติมลม โดยควรระวังไม่ให้ท่อติดและซ้อนกันเพราะจะมีผลต่อพื้นที่ฐาน โดยท่อจะมีสัดส่วนของความสูงและความยาวแน่นอนเมื่อพร้อมทำงาน วิธีนี้สามารถจัดเตรียมได้รวดเร็วและง่ายโดยอาศัยปั๊มเพียง 1 ถึง 2 ตัว แต่หากท่อขนาดใหญ่อาจต้องใช้




**รูปที่ 4-3** แสดงตัวอย่างโครงสร้างแบบท่อลมหรือท่อน้ำ

เพิ่มถึง 4 ตัวหรือมากกว่าได้ และเมื่อบรรจุน้ำลงก็อาศัยแรงโน้มถ่วงในการต้านทาน ส่วนการกลิ้งของท่อสามารถป้องกันได้โดยอาศัยสมอยึดภายนอกหรืออาจใช้ตัวกันการหมุนไว้ภายในท่อโดยท่อที่มีใช้ลมบรรจุภายในควรต้องมีสมอยึดไว้ภายนอกด้วยเนื่องจากน้ำหนักที่เบาของมัน ลักษณะเครื่องป้องกันชนิดนี้ เหมาะกับสถานที่ที่ต้องการการป้องกันน้ำท่วมในด้านยาว แต่ไม่เหมาะกับสถานที่ที่แคบๆ นอกจากนั้นควรระวังการฉีกขาดของท่อซึ่งหากเกิดขึ้นภายนอกและไม่มากนักสามารถซ่อมแซมได้ ดังแสดงในรูปที่ 4-3

**ข้อดี**

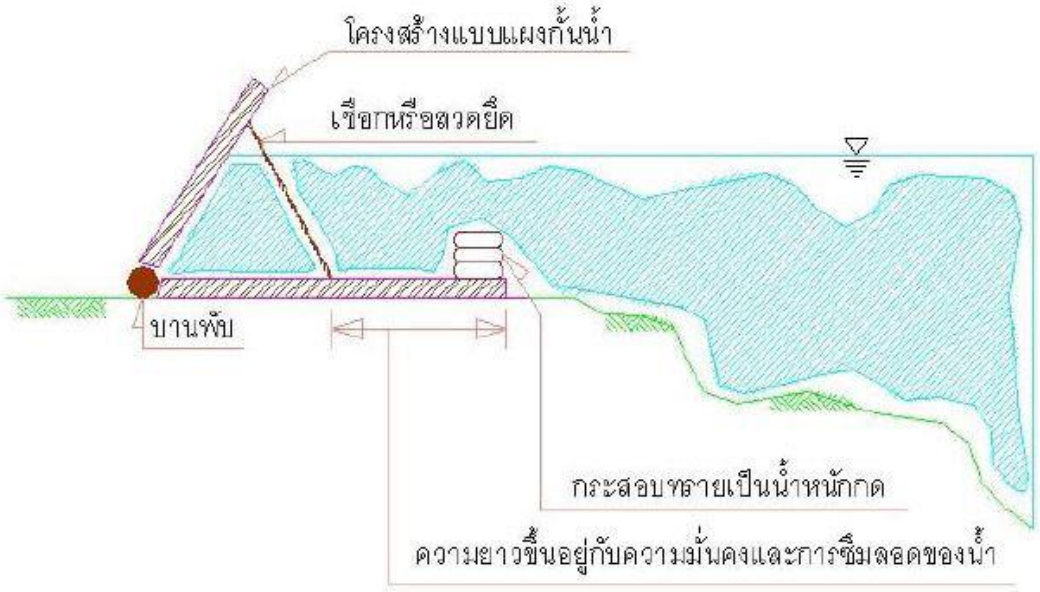
- มีแรงกดทับบนฐานของพื้นผิวน้อย
- สามารถใช้ได้หลายรูปแบบ ในสถานการณ์และรูปแบบฉุกเฉิน
- ติดตั้งง่ายและรวดเร็วและใช้พื้นที่ในการเก็บน้อย
- การติดตั้งอาศัยการดำเนินการและปั๊มเคลื่อนที่
- หากมีการฉีกขาดสามารถซ่อมแซมได้
- สามารถใช้ได้กับบริเวณที่พื้นผิวดินที่ไม่เรียบ

**ข้อเสีย**

- ท่อที่ใหญ่ทำให้มีความสูงมากทำให้พื้นที่คับแคบ
- หากมีการฉีกขาดมากภายในท่อจะซ่อมแซมยาก
- การทำงานจำเป็นต้องใช้พื้นที่ผิวที่เป็นแนวราบ

4.1.4 <u>โครงสร้างแบบแผงกั้นน้ำวางอิสระ</u>

โครงสร้างป้องกันชนิดนี้มีลักษณะเป็นแผงวางอิสระ มีหน้าตัดที่ทนทานและมีการออกแบบให้สนับสนุนตัวเอง ซึ่งแผงกั้นน้ำเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นสูงและน้ำซึมผ่านไม่ได้ ความมั่นคงของโครงสร้างจะขึ้นกับแรงกดของน้ำที่ลงบนแผงยาวตามแนวนอนที่ฐานด้านติดน้ำ ซึ่งต้องเพียงพอในการกดโครงสร้างให้อยู่กับที่และแผงยาวตามแนวนอนที่ฐานต้องมีความยาวเพียงพอด้วย ดังนั้นหากระดับน้ำไม่มาก อาจทำให้เกิดการรั่วซึมได้บ้าง ซึ่งอาจแก้ไขด้วยการเสริมกระสอบทรายวางทับลงบนแผง ดังกล่าว ส่วนวัสดุนั้นมีโอกาสที่จะเกิดการฉีกขาดได้บ้างแต่ก็ซ่อมแซมได้ ดังแสดงในรูปที่ 4-4




**รูปที่ 4-4** แสดงตัวอย่างโครงสร้างแบบแผงกั้นน้ำวางอิสระ

**ข้อดี**

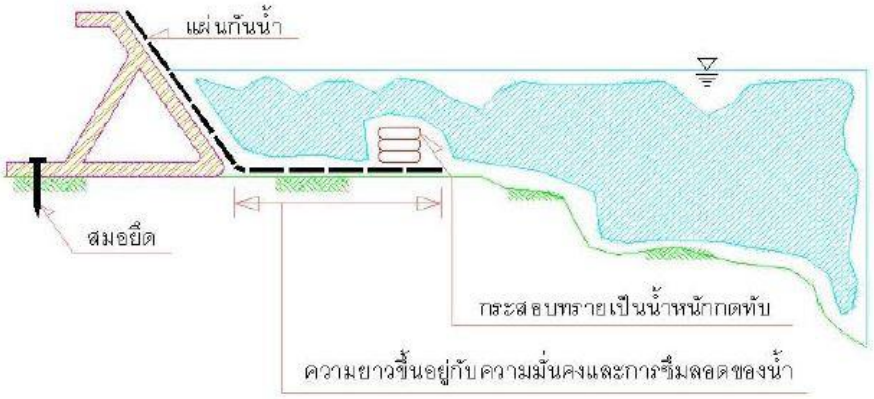
- ติดตั้งง่ายและรวดเร็ว ใช้พื้นที่ไม่มากในการเก็บ
- ไม่จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือในการติดตั้ง
- สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายโดยอาศัยเพียงรถบรรทุกขนาดเล็ก
- มีแรงกดทับบนพื้นผิวที่วางโครงสร้างน้อย
- ต้องการแรงงานน้อยในการติดตั้งและเก็บกลับเมื่อใช้งานเสร็จ

**ข้อเสีย**

- อาจเกิดการรั่วได้ที่ระดับน้ำไม่สูง
- ตัวแผงอาจเกิดบิดหรือพับหักได้จากกระแสน้ำและลม
- เสียหายจากการทำลายโดยอุบัติเหตุและเจตนาได้ง่าย

4.1.5 <u>โครงสร้างแบบแผงกั้นน้ำมีโครง</u>

โครงสร้างมีชิ้นส่วนโครงเป็นพวกโลหะหรือกึ่งแข็งร่วมกับแผ่นกันน้ำที่ยืดหยุ่นได้วางพาดไว้ โดยแผ่นวางไว้เพื่อสร้างความแข็งแรงและห่อหุ้มโครงสร้างโลหะ โดยวางยาวออกไปด้านติดน้ำและมีการยึดหรือทับไว้ด้วยถุงทราย โครงสร้างมีแรงกดบนพื้นผิวฐานที่ใช้วางมาก ทำให้การใช้งานโครงสร้างแบบนี้ ไม่เหมาะกับพื้นที่ที่มีดินอ่อน ดังแสดงในรูปที่ 4-5 และ 4-6




**รูปที่ 4-5** แสดงตัวอย่างโครงสร้างแบบแผงกั้นน้ำชั่วโครง

**รูปที่ 4-6 ก** แสดงการติดตั้งโครงสร้างแบบแผนกั้นน้ำมีโครง

**รูปที่ 4-6 ข** แสดงการติดตั้งโครงสร้างแบบแผงกั้นน้ำมีโครง

**ข้อดี**

- สามารถปรับใช้กับพื้นผิวได้หลายแบบยกเว้นพื้นผิวที่แข็งเกินไป
- โครงสร้างบางชนิดสามารถเพิ่มระดับความสูงได้
- ทำความสะอาดง่ายและนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- แผ่นกั้นน้ำสามารถนำมาซ่อมแซมได้

**ข้อเสีย**

- แผ่นกั้นน้ำอาจเสียหายจากลมพายุโดยเฉพาะก่อนน้ำท่วมสูงสุด
- เกิดแรงกดมากบนดินและอาจเกิดการรั่วได้ที่ระดับน้ำไม่สูง
- เสียหายจากการทำลายทั้งโดยอุบัติเหตุและเจตนาได้ง่าย

**4.1.6 โครงสร้างแบบกำแพงกั้นน้ำ** โครงสร้างเป็นแบบกำแพงเป็นคอนกรีตหล่อสำเร็จ โลหะหรือวัสดุแข็ง ทำเป็นชิ้นแล้วมาประกอบเป็นกำแพงต่อเนื่อง เป็นโครงสร้างอาศัยน้ำหนักของตัวมันที่กดทับลงไปบนพื้นวางเพื่อความมั่นคง มีความทนทานต่อแรงกระแทกและทำลาย แต่ต้องอาศัยเครื่องจักรในการยกและขนส่งเพราะมีน้ำหนักมาก

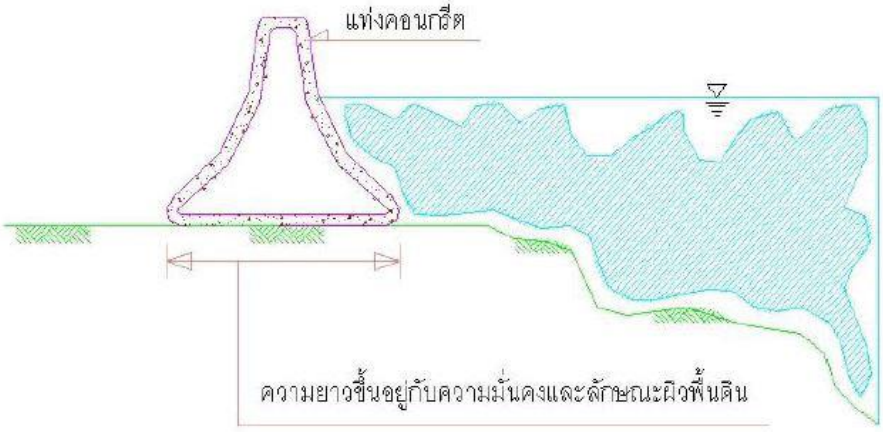
รวมทั้งการเก็บยังใช้พื้นที่มากอีกด้วย นอกจากนี้โครงสร้างทำให้เกิดแรงกดไปที่พื้นที่วางจึงไม่เหมาะกับดินอ่อน และยังอาจเกิดการรั่วซึมด้านใต้โครงสร้างเพราะเป็นวัสดุแข็งดังแสดงในรูปที่ 4-7

**ข้อดี**

- สามารถเพิ่มความสูงระหว่างการใช้งานโดยการจัดเรียงวัสดุ
- มีความทนทานต่อแรงกระแทกและทำลาย
- แข็งแรงและนำกลับมาใช้ใหม่ได้

**ข้อเสีย**

- ต้องใช้เครื่องจักรหนักในการขนย้ายและยกโครงสร้าง
- มีโอกาสที่น้ำจะซึมด้านใต้และรอยต่อของชิ้นส่วนโครงสร้าง
- ไม่สามารถปรับแก้โครงสร้างให้เหมาะสมกับสถานการณ์ได้ง่าย
- เกิดแรงกดต่อบริเวณพื้นที่วางโครงสร้างมาก




**รูปที่ 4-7** แสดงตัวอย่างโครงสร้างแบบกำแพงกั้นน้ำ

4.2 <u>โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบถอดเก็บได้</u>

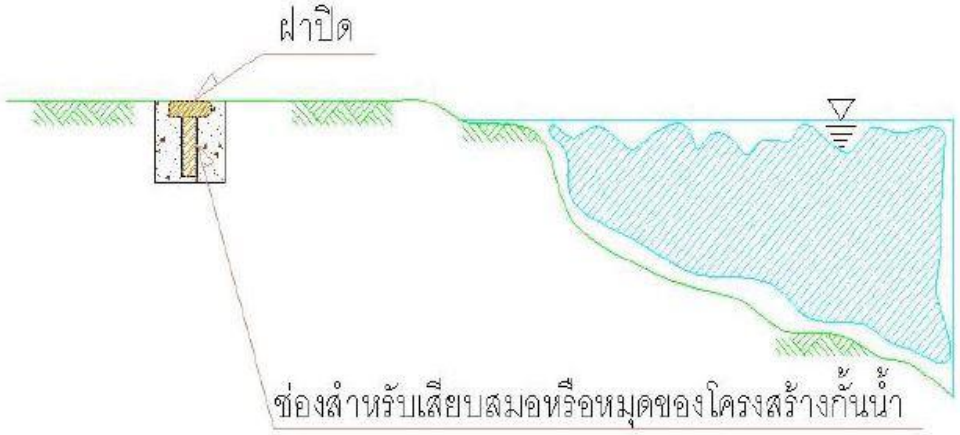
โครงสร้างป้องกันแบบถอดเก็บได้ แยกได้เป็น 3 ประเภทได้แก่

- โครงสร้างพนังกั้นน้ำแบบยืดหยุ่น (Flood barriers – flexible)
- โครงสร้างพนังกั้นน้ำแบบแข็ง (Flood barriers – rigid)
- โครงสร้างพนังกั้นน้ำแบบประกอบ (Panel barriers)

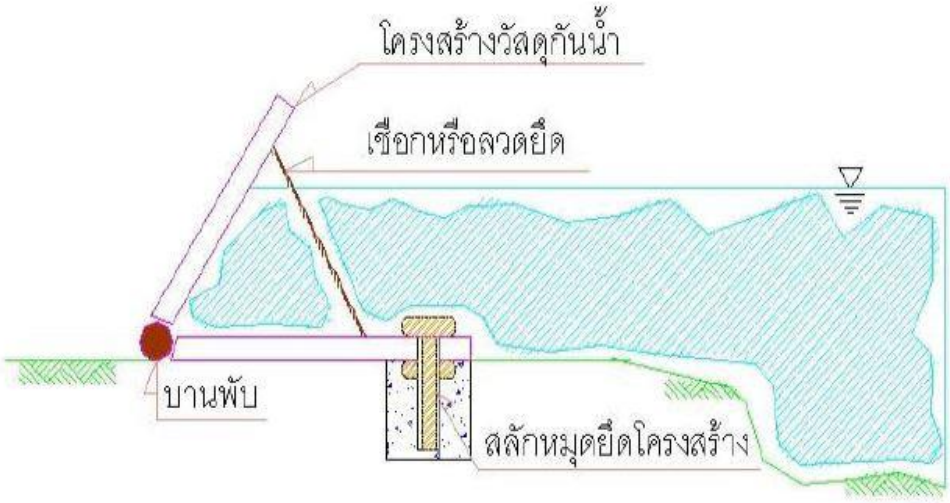
พนังกั้นน้ำแบบถอดเก็บได้มีการออกแบบส่วนพนังหรือแผงกั้นน้ำให้เชื่อมต่อเข้ากับส่วนฐานที่สร้างติดตั้งอย่างถาวรไว้แล้ว ซึ่งช่วยเพิ่มความ สามารถในการรับแรงกด การซึมลอดในชั้นดิน

4.2.1 พนังกั้นน้ำแบบยืดหยุ่น

โครงสร้างประกอบด้วยส่วนที่เป็นแผงกั้นน้ำซึ่งสร้างจากวัสดุที่ทนทานกันน้ำและยืดหยุ่นได้ โดยแผงกั้นน้ำเสียบยึดติดกับช่องที่ติดตั้งไว้อย่างถาวร พนังกั้นน้ำแบบนี้มีลักษณะคล้ายโครงสร้างแบบแผงกั้นน้ำวางอิสระ ยกเว้นมีการเชื่อมกับช่องที่ติดตั้งไว้ในฐานรากแผงกั้นน้ำอาจมีการฉีกขาดหรือเสียหายได้แต่สามารถซ่อมแซมได้โดยทำความสะอาดและน้ำกลับมาใช้ได้ การวางพนังกั้นน้ำทำได้ง่ายและรวดเร็ว ดังแสดงในรูปที่ 4-8




**รูปที่ 4-8ก** แสดงตัวอย่างโครงสร้างแบบกำแพงกั้นน้ำ




**รูปที่ 4-8ข** แสดงตัวอย่างโครงสร้างแบบยึดหยุ่นในภาวะน้ำท่วม

**ข้อดี**

- สามารถติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็ว ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือมาก
- ใช้พื้นที่เก็บน้อย
- สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายโดยอาศัยเพียงรถกระบะ
- สามารถทำความสะอาดและนำกลับมาใช้ได้

**ข้อเสีย**

- เสียหายจากการทำลายทั้งจากอุบัติเหตุและเจตนาได้ง่าย
- โครงสร้างบางแบบไม่สามารถปรับแต่งความสูงได้

4.2.2 <u>โครงสร้างพนังกั้นน้ำแบบแข็ง</u>

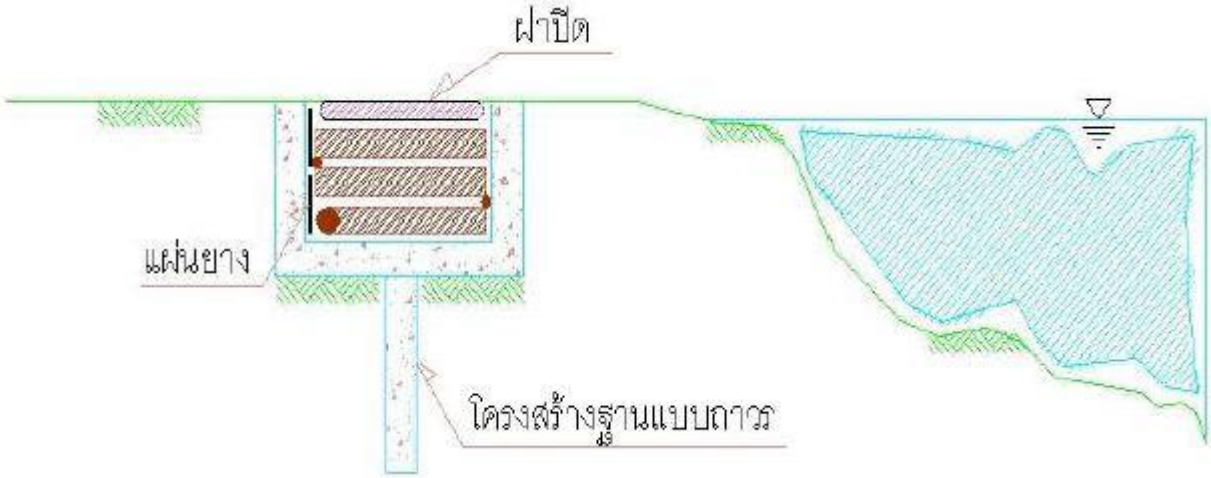
โครงสร้างแบบนี้ทำจากวัสดุแข็ง เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือเหล็ก โดยทั่วไปพนังแบบนี้ถูกติดตั้งไว้ก่อนแล้วและใช้ในระหว่างน้ำท่วมฉุกเฉิน การดำเนินการทำได้ทั้งแบบใช้คนหรือแบบอัตโนมัติ โดยมีโครงสร้างบานประตูถูกพับเก็บไว้ใต้ดินในช่องเก็บที่ทำไว้ถาวร การดำเนินงานแบบใช้คนจะอาศัยการดึงส่วนบานป้องกันขึ้นมาและกลายเป็นพนังกั้นน้ำ แต่ในระบบอัตโนมัติจะอาศัยเซ็นเซอร์และแรงดันช่วยดึงโครงสร้างป้องกันน้ำแบบนี้เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในรูปที่ 4-9

**ข้อดี**

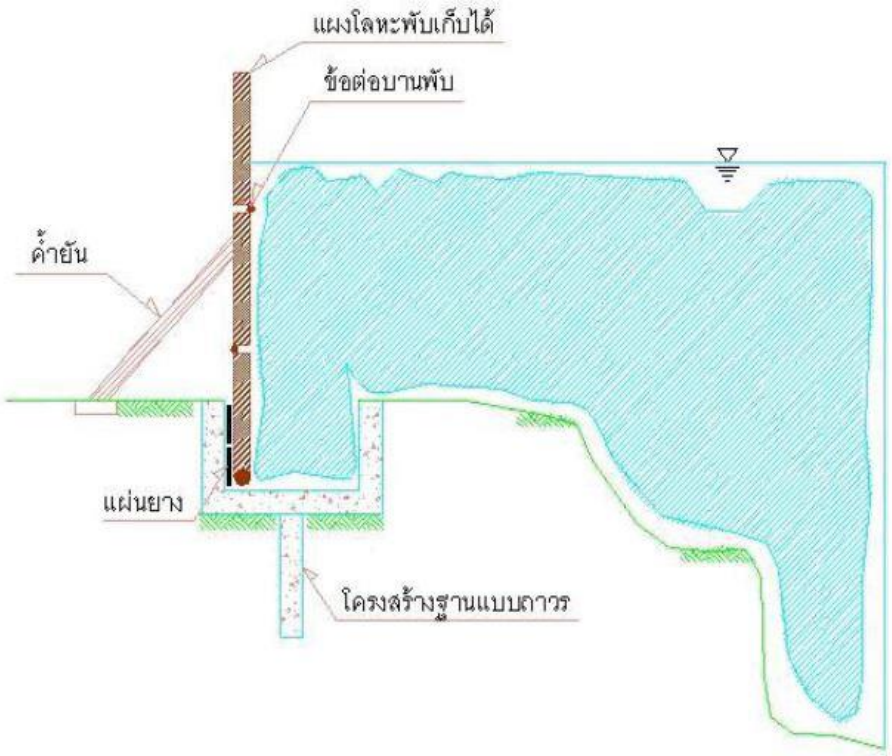
- ไม่ต้องมีการติดตั้งและก่อสร้างระหว่างภาวะน้ำท่วม
- ใช้งานได้ง่ายและเร็ว
- ไม่จำเป็นต้องมีการเก็บหรือขนย้ายเครื่องมือ
- ทนต่อแรงต้านทานและแรงกระแทก

**ข้อเสีย**

- ไม่สามารถปรับแต่ความสูงเพิ่มเติมได้
- ชิ้นส่วนจักรกลหรืออิเล็กทรอนิกส์อาจเสียหายได้
- ฝาปิดหรือโครงสร้างอาจเกิดการติดขัดเนื่องจากขยะและตะกอน




**รูปที่ 4-9ก** แสดงตัวอย่างโครงสร้างแบบแข็งในภาวะปกติ




**รูปที่ 4-9ข** แสดงตัวอย่างโครงสร้างแบบแข็งในภาวะน้ำท่วม

4.2.3 <u>โครงสร้างพนังกั้นน้ำแบบประกอบ</u>

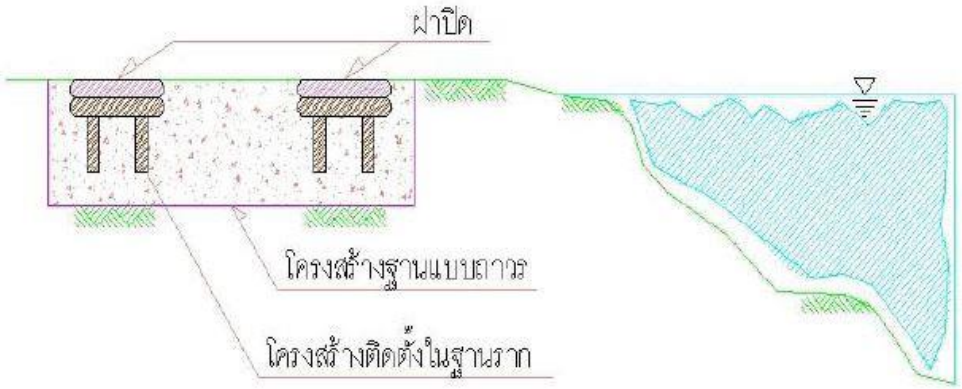
โครงสร้างแบบนี้ มีแผงวางในแนวดิ่งบนแท่นที่รองรับด้วยฐานรากที่ติดตั้งถาวร ส่วนประกอบทั้งสองเชื่อมกันสนิทและกันน้ำซึมผ่านได้โดยมีแผ่นยางปูบนแท่นฐานรากของระบบต้องมีการวางบนพื้นที่ซึ่งรับน้ำหนักที่กระทำได้ แผ่นยาง (seal) ที่ใช้เชื่อมระหว่างแผงกั้นและวางบนแท่นควรใช้ของที่มีคุณภาพสูง การติดตั้งเพื่อป้องกันน้ำท่วมใช้เวลาและขั้นตอนไม่นาน ดังแสดงในรูปที่ 4-10 และตัวอย่างการติดตั้งแสดงในรูปที่ 4-11 และ 4-12

**ข้อดี**

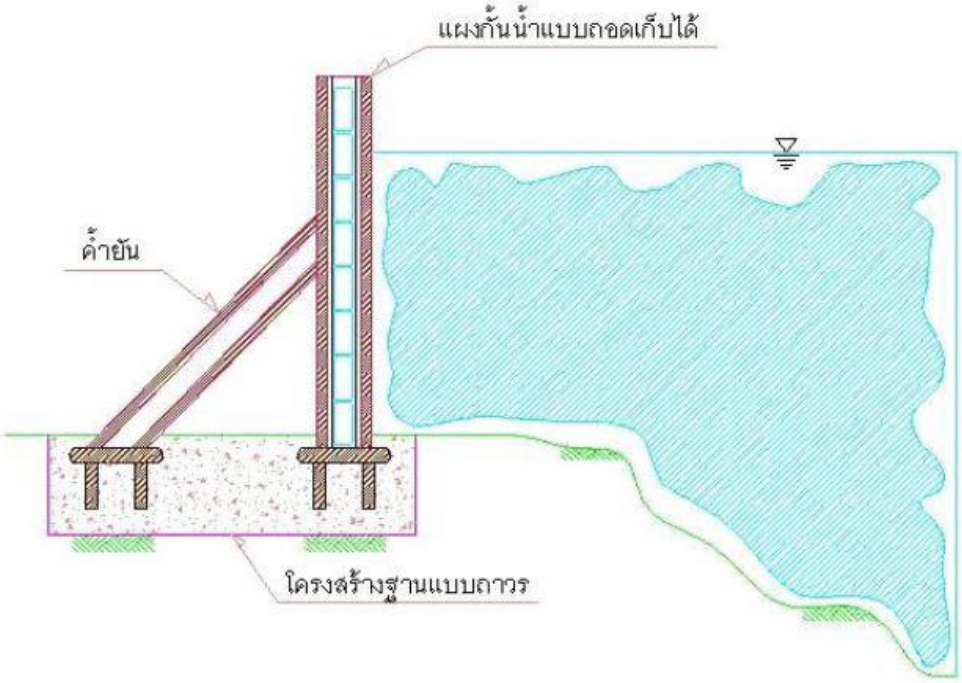
- มีความแข็งแรงและการออกแบบที่ดี
- ทนต่อแรงต้านทานและแรงกระแทกได้ดี
- สามารถปรับแต่งความสูงได้
- มีการรั่วซึมน้อย

**ข้อเสีย**

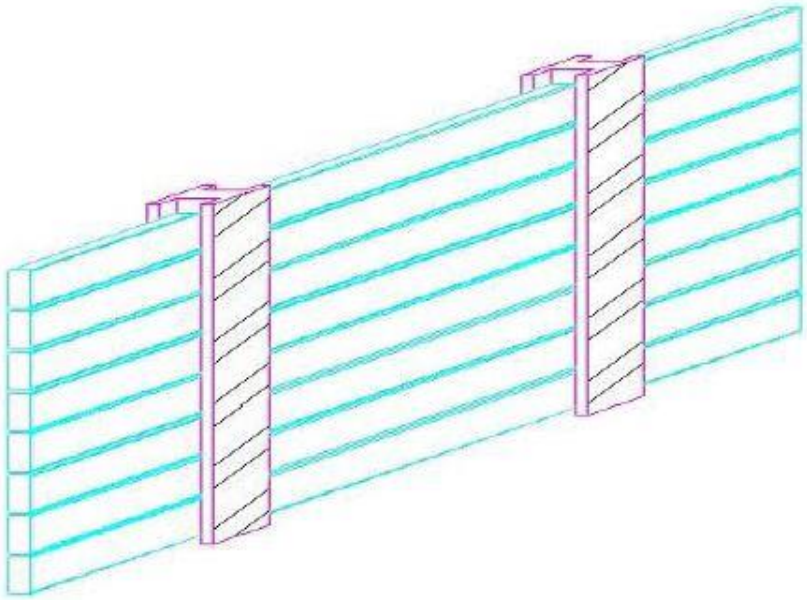
- ต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บมาก
- อาศัยเครื่องมือหนักในการยกและการขนส่ง
- ใช้ระยะเวลาการติดตั้งและระดมกำลังนาน



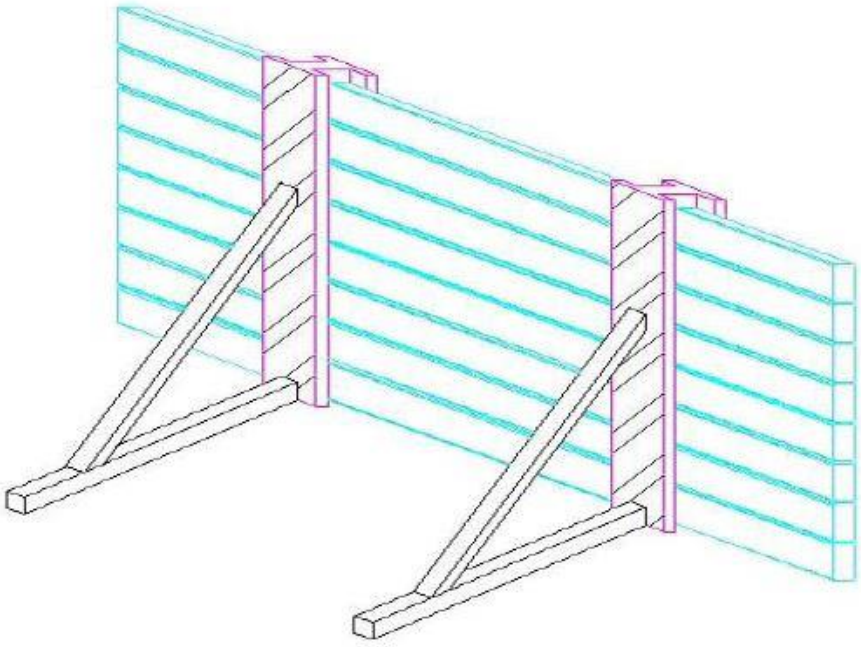

**รูปที่ 4-10ก** แสดงตัวอย่างพนังกั้นน้ำแบบประกอบในภาวะปกติ




**รูปที่ 4-10ข** แสดงตัวอย่างพนังกั้นน้ำแบบประกอบในภาวะน้ำท่วม



**รูปที่ 4-10ค** แสดงตัวอย่างพนังกั้นน้ำแบบประกอบในภาวะน้ำท่วม



**รูปที่ 4-10ง** แสดงตัวอย่างพนังกั้นน้ำแบบประกอบในภาวะน้ำท่วม

**รูปที่ 4-11** แสดงการติดตั้งพนังกั้นน้ำแบบประกอบ

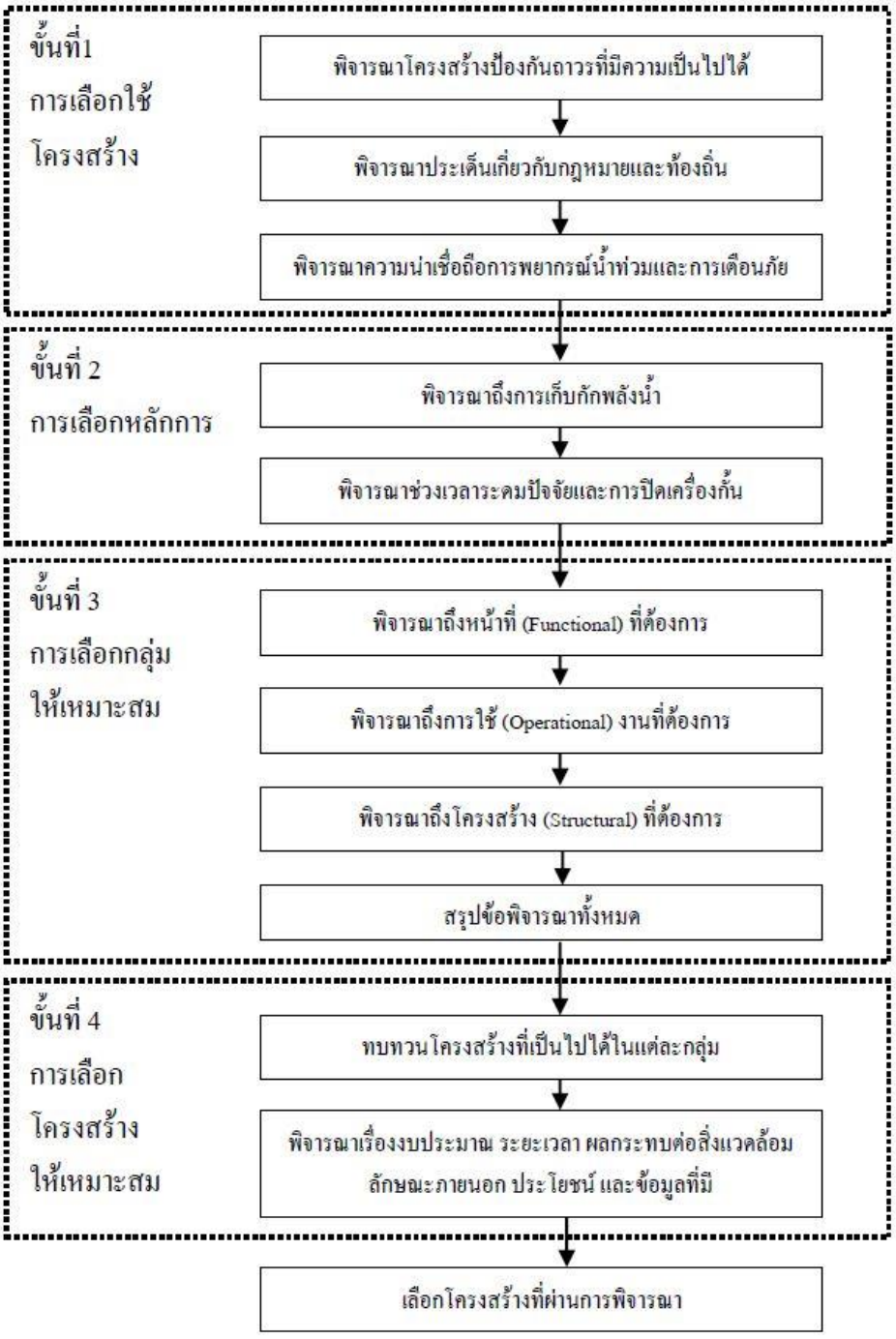
**รูปที่ 4-12ก** แสดงตัวอย่างการติดตั้งพนังกั้นน้ำแบบประกอบ

**รูปที่ 4-12ข** แสดงตัวอย่างการติดตั้งพนังกั้นน้ำแบบประกอบ

**5. การเลือกโครงสร้างป้องกันนำท่วมที่เหมาะสม**

การเลือกโครงสร้างที่เหมาะสมกับการป้องกันน้ำท่วม เป็นกระบวน การตัดสินใจขั้นต้นและทางเลือกเพื่อพิจารณาโครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและแบบถอดออกมาได้

แนวทางการเลือกโครงสร้างที่เหมาะสมอาศัยการประเมินความเสี่ยง ซึ่งเกี่ยวข้องกับระยะเวลาและแหล่งวัสดุ เมื่อการปิดกั้นประสบความสำเร็จ ประสิทธิภาพในการป้องกันพื้นที่จากความเสียหายจึงถูกพิจารณา โดยระดับการป้องกันที่เหมาะสมและการประมวลผลของโครงสร้างป้องกัน ส่วนเรื่องเกี่ยวกับเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องสิ่งแวดล้อม หรือ การจัดการเกี่ยวกับชีวิตความเป็นอยู่จะน้ำเข้ามาร่วมในการตัดสินใจครั้งสุดท้าย ระหว่างการเพิ่มจำนวนของโครงสร้างที่ใช้และช่วงที่กว้างมากของศักยภาพในเหตุการณ์ที่ต้องการโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมจึงต้องทำการคัดโครงสร้างทีไม่เหมาะสมออก โดยกระบวนการคัดเกิดขึ้นโดยมีรูปแบบที่สำคัญของการป้องกันตั้งแต่รูปแบบทั่วไปจนไปถึงรูปแบบเฉพาะ ในแต่ละขั้นตอนมีการทบทวนความสามารถของโครงสร้างอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ได้การป้องกันในที่ตั้งที่ต้องการ แหล่งวัสดุที่ต้องการ และเวลาที่มีประสิทธิภาพ ความต้องการทั้งหมดนี้ จะต้องสัมพันธ์กันและเหมาะสมกับโครงสร้าง ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 5-1

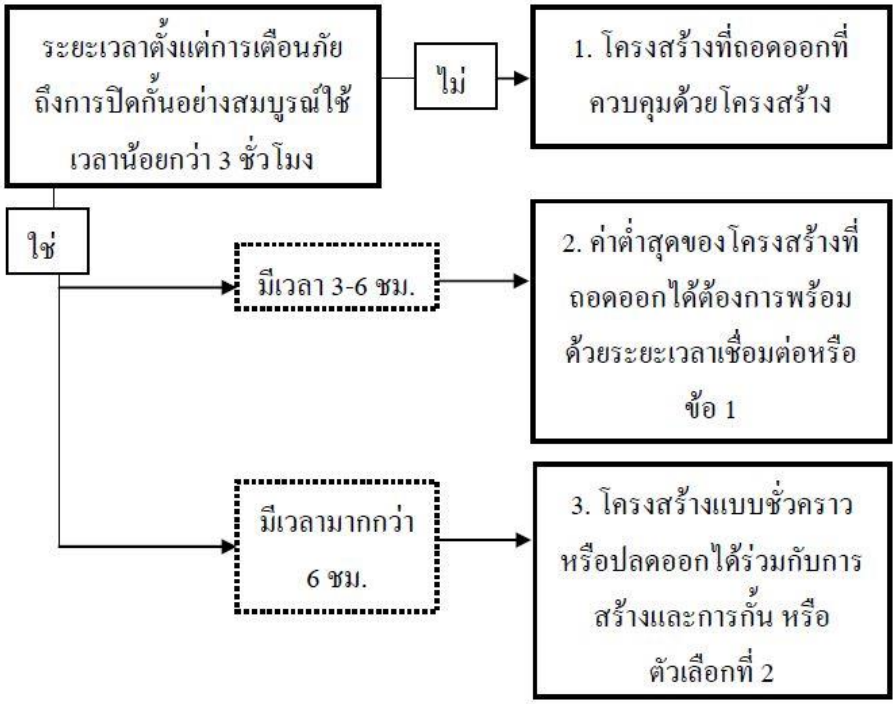



**รูปที่ 5-1** แผนภูมิแสดงขั้นตอนการเลือกโครงสร้างแบบต่างๆ

การตัดสินใจเลือกชนิดของโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวและถอดออกได้ทำได้โดยแบ่งออกได้ดังนี้

5.1 <u>การเลือกโดยใช้ช่วงเวลา</u>

การเลือกชนิดของโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ทำได้โดยใช้ช่วงเวลาที่มีสำหรับการดำเนินงานมาพิจารณา ดังแสดงในแผนภูมิรูปที่ 5-2




**รูปที่ 5-2** แผนภูมิแสดงการตัดสินใจในการเลือกโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้

5.2 <u>การเลือกโดยใช้คุณลักษณะทั่วไป</u>

การเลือกชนิดของโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวและถอดได้ทำโดยใช้หน้าที่ลักษณะโครงสร้างและโครงสร้างวัตถุดิบ โดยคุณลักษณะทางหน้าที่ทั่วไปซึ่งประกอบด้วย

- ความสูงในการป้องกันที่ต้องการกับช่วงความสูงที่มีได้
- ความสามารถในการเพิ่มความสูงในขณะปฏิบัติการ
- ความกว้างที่หาได้กับความกว้างที่โครงสร้างต้องการ รวมถึงพื้นที่ติดตั้งหรือการเชื่อมเครื่องกั้น
- เงื่อนไขของดินและภูมิประเทศที่เหมาะสมกับแผงกั้นทั่วไป
- โครงสร้างป้องกันที่เหมาะสมทั้งแนวตั้งและแนวนอน
- คุณสมบัติของดินโดยเฉพาะการซึมลอดของน้ำ

การพิจารณาการดำเนินงานเป็นการสรุปเวลา แหล่งวัตถุดิบที่หาได้ที่จำเป็นต่อการสร้างหรือการปิดกั้นในส่วนของชิ้นส่วนป้องกันที่เคลื่อนที่ได้ ซึ่งทำให้แน่ใจว่าไม่ได้เลือกโครงสร้างที่ไม่สามารถรับรองการติดตั้งได้อย่างสมบูรณ์ภายในเวลาที่มี นอกจากนี้ยังรวมถึง

- ระยะเวลาของการระดมปัจจัยและการปิดกั้นที่หาได้กับระยะเวลาที่ ต้องการในการดำเนินงานติดตั้งโครงสร้างกับแหล่งวัตถุดิบที่หาได้
- แหล่งวัตถุดิบที่ต้องการ เช่นแรงงาน เครื่องจักรวัตถุดิบ สำหรับ รูปแบบโครงสร้างที่ต่างกันไป
- การเก็บรักษา การเคลื่อนย้ายและการใช้เครื่องมือยก
- การเตรียมและทำความสะอาดพื้นที่
- ความยากง่ายในการติดตั้ง

การพิจารณาที่เกี่ยวข้องกับการรับน้ำหนักของโครงสร้างและการเข้าถึงความสามารถที่จะปิดกั้นและรักษาความมั่นคงของโครงสร้าง คุณลักษณะที่จะพิจารณามีดังนี้

- ความต้านทานต่อความล้มเหลวจากการเคลื่อนตัว การพลิกคว่ำ ความล้มเหลวเนื่องจากแรงกดและ การรั่วซึมที่มากเกินไป
- ความสามารถในการซ่อมแซมความเสียหายระหว่างการดำเนินการ

ตารางที่ 5.1 ถึง 5.6 แสดงคุณลักษณะทั่วไปของโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ ซึ่งสามารถน้ำมาพิจารณาเลือกชนิดของโครงสร้างได้

5.3 <u>การเลือกโดยใช้ลักษณะเฉพาะ</u>

ทำการเลือกชนิดของโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวและถอดออกได้ทำโดยใช้ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิต เนื่องจากลักษณะทั่วไปที่แสดงในตาราง 5.1 ถึง 5.6 ช่วงของค่ากว้างมากทำให้บางกรณีการพิจารณาทำได้ยากที่จะแสดงความเหมาะสมของลักษณะของแต่ละแบบ จึงควรน้ำข้อมูลลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์มาร่วมพิจารณาด้วย อาทิ

- ราคา รวมถึงต้นทุน การบำรุงรักษา การเก็บและติดตั้ง
- อายุการใช้งานและการน้ำกลับมาใช้ใหม่
- คุณลักษณะด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ทัศนียภาพหรือการก่อมลภาวะ
- การใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะโครงสร้างที่มีใช้งานได้หลายอย่าง
- ข้อมูลในการทดสอบการใช้งานในสภาวะน้ำท่วม
- ความยากง่ายในการใช้โครงสร้าง ค้าแนะน้ำในการติดตั้ง การอบรม และบริการหลังการขายผลิตภัณฑ์

**ตาราง 5-1** คุณลักษณะหน้าที่โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราว

| | ความสามารถในการป้องกัน | เพิ่มความสูงระหว่างตำแหน่งการ | ช่วงความสูง | ความสามารถในการปรับต่อสภาพพื้นผิวและการวาง | | | | | | ดัดแปลงสำหรับทางโค้งหรือมุม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชนิด | ระดับน้ำสูงสุดเหนือระดับการป้องกันออกแบบ (เมตร) | ใช่ / ไม่ | จาก-ถึง (เมตร) | การขยายตัวของแผง | ดิน | คอนกรีต / ยางมะตอย | พื้นผิวเรียบ | ความกว้างฝั่ง 2.5 เมตร | ความกว้างฝั่ง 4.0 เมตร | ใช่ / ไม่ |
| วัสดุถมชนิดน้ำซึมผ่านได้ | 1.5 | ใช่ | 0.375-1.5 | ไม่ | ใช่ | ใช่ | ไม่ | ใช่ (บางระบบ) | ใช่ | ใช่ |
| วัสดุถมชนิดน้ำซึมผ่านไม่ได้ | 2.0 | ใช่ | 0.3-2.0 | ไม่ | ใช่ | ใช่ | ใช่ | ใช่ (บางระบบ) | ใช่ | ใช่ |
| แบบท่อลมหรือท่อน้ำ | 1.75 | ใช่ (บางระบบ) | 0.3-3.0 | ไม่ | ใช่ | ใช่ | ไม่ | ใช่ (บางระบบ ที่สูงน้อยกว่า 0.75 เมตร) | ใช่ (บางระบบ ที่สูงน้อยกว่า 1.25 เมตร) | ใช่ |
| แผงกั้นน้ำวางอิสระ | 2.0 | ไม่ | 0.38-2.0 | ไม่ | ใช่ | ใช่ | ใช่ | ไม่ | ไม่ | ใช่ |
| แผงกั้นน้ำมีโครง | 2.5 | ใช่ (บางระบบ) | 1.8-2.5 | ไม่ | ใช่ | ไม่ | ใช่ | ไม่ | ไม่ | ใช่ |
| กำแพงกั้นน้ำ | 1.5 | ใช่ | 0.5-1.5 | ไม่ | ใช่ | ไม่ | ไม่ | ใช่ | ใช่ | ใช่ (บางระบบ) |

**ตาราง 5-2** คุณลักษณะการดำเนินงานโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราว

| | เวลาในการติดตั้งความยาว 100 เมตร และ สูง 1 เมตร | จำนวนน้อยที่สุดของแหล่งวัตถุดิบที่ต้องการสำหรับการติดตั้ง | | | ความต้องการพื้นที่ในการเก็บและการขนส่ง | | | ความต้องการในการเตรียมสถานที่ | ระดับทักษะที่ต้องการในการติดตั้ง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชนิด | ( ชั่วโมง ) | แรงงาน | เครื่องจักร | วัสดุ | พื้นที่เก็บของ | รถตู้เบา / รถจับเคลื่อน 4 ล้อ | เครื่องจักรหนัก | คำอธิบาย | ต่ำ / กลาง / สูง |
| วัสดุถมชนิดน้ำซึมผ่านได้ | 2-6 * | 2-6 คน | เครื่องสูบน้ำ หรือที่เติมวัสดุ | กรวด หิน ทราย หรือ น้ำ | เล็กถึงใหญ่ (แล้วแต่ระบบ) | ไม่ | ใช่ | หลุมใหญ่ และ กำจัดเศษของแหลมคม | ต่ำถึงกลาง |
| วัสดุถมชนิดน้ำซึมผ่านไม่ได้ | 2-6 * | 2-6 คน | ที่เติมวัสดุ | กรวด หิน ทราย | เล็ก | ใช่ (เฉพาะ ผลิตภัณฑ์) | ใช่ กรวด หิน ทราย | หลุมขนาดใหญ่ | ต่ำถึงกลาง |
| แบบท่อลมหรือท่อน้ำ | 2-3 * | 2-5 คน | ปั๊ม | น้ำ | เล็ก | ใช่ | ไม่ | หลุมใหญ่ และ กำจัดเศษแหลมคม | กลาง |
| แผงกั้นน้ำวางอิสระ | 2-3 * | 2 คน | ไม่มี | ไม่มี | เล็ก | ใช่ | ไม่ | กำจัดเศษแหลมคม | กลาง |
| แผงกั้นน้ำมีโครง | มากกว่า 6 * | 2-3 คน | ไม่มี | ไม่มี | กลาง - ใหญ่ | ใช่ (เฉพาะ ผลิตภัณฑ์ ) | ใช่ (บางระบบ) | กำจัดเศษแหลมคม | กลาง-สูง |
| กำแพงกั้นน้ำ | มากกว่า 6 * | 3-6 คน | อุปกรณ์ยกของ | ไม่มี | ใหญ่ | ไม่ | ใช่ | ระดับพื้น | กลาง-สูง |

**ตาราง 5-3** คุณลักษณะทางโครงสร้างของโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราว

| | วิธีการของความล้มเหลว (เงื่อนไขสูงสุด) | | | | ความดันกดลงบนที่วาง | การซึมที่ระดับน้ำสูงสุด | การซึมที่ระดับน้ำต่ำที่สุด | ความต้านทานของพนังกั้นต่อความเสียหาย ต่ำ / กลาง / สูง | | | ซ่อมแซมความเสียหายระหว่างดำเนินงาน | โอกาสที่เกิดความล้มเหลว | ความต้านทานแรงลม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชนิด | การเลื่อนไถล | การซึมเกินยอมรับ | ล้มเหลวจากแรงกดบนพื้น | การคว่ำและการทรุดตัว | ต่ำ/กลาง/สูง | ต่ำ/กลาง/สูง | ต่ำ/กลาง/สูง | การฉีกขาด /การเจาะ | กระแทก | การทำลาย | ใช่ / ไม่ | ต่ำ/กลาง/สูง | ต่ำ/กลาง/สูง |
| วัสดุอุดมชนิดน้ำซึมผ่านได้ | ใช่ | ใช่ (ได้แผงกั้น) | ไม่ | ใช่ | ต่ำ-กลาง | ต่ำ- สูง | ต่ำ | ต่ำ – กลาง | กลาง -สูง | ต่ำ – กลาง | ใช่ | กลาง – สูง | กลาง |
| วัสดุอุดมชนิดน้ำซึมผ่านไม่ได้ | ใช่ | ใช่ (ผ่านแผงกั้น) | ไม่ | ใช่ | ต่ำ-กลาง | กลาง- สูง | ต่ำ – กลาง | กลาง | กลาง – สูง | ต่ำ – กลาง | ไม่ | กลาง | กลาง |
| แบบท่อลมหรือท่อน้ำ | ใช่ | ไม่ | ไม่ | ไม่ | ต่ำ | ต่ำ | ต่ำ ( กลาง-สูง เติมลม) | ต่ำ – กลาง | ต่ำ – กลาง | ต่ำ – กลาง | ใช่ | กลาง – สูง | กลาง ( ต่ำ แบบเติมลม ) |
| แผงกั้นน้ำวางอิสระ | ใช่ | ใช่ (ได้แผงกั้น) | ไม่ | ใช่ | ต่ำ | ต่ำ – กลาง | กลาง – สูง | ต่ำ – กลาง | ต่ำ - กลาง | ต่ำ | ใช่ | กลาง – สูง | ต่ำ |
| แผงกั้นน้ำมีโครง | ใช่ | ใช่ (ผ่านแผงกั้น) | ใช่ | ใช่ | สูง | ต่ำ – กลาง | กลาง – สูง | ต่ำ – กลาง | ต่ำ – กลาง | ต่ำ - กลาง | ใช่ | ต่ำ – สูง | ต่ำ – กลาง |
| แผงกั้นน้ำ | ใช่ | ใช่ | ใช่ | ใช่ | กลาง-สูง | ต่ำ - กลาง | ต่ำ – กลาง | สูง | สูง | สูง | ไม่ | ต่ำ | สูง |

**ตาราง 5-4** คุณลักษณะหน้าที่โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมที่สามารถถอดเก็บได้

| | ความสามารถในการป้องกัน | เพิ่มความสูงระหว่างดำเนินการ | ช่วงความสูง | ความสามารถในการปรับต่อสภาพพื้นผิวและการวาง | | | | | | ดัดแปลงสำหรับทางโค้งหรือมุม | การติดตั้งสุดท้ายเชื่อมต่อลิ่งกับผนัง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชนิด | ระดับน้ำสูงสุดเหนือระดับการป้องกันถาวร (เมตร) | ใช่ / ไม่ | จาก-ถึง (เมตร) | การขยายกำแพง | ดิน | คอนกรีต / ยางมะตอย | พื้นลาดเอียง | ความกว้างฝั่ง 2.5 เมตร | ความกว้างฝั่ง 4.0 เมตร | ใช่ / ไม่ | ใช่ / ไม่ |
| พนังกั้นน้ำแบบประกอบ | 0.5 | ใช่ | 0.1 – 5.0 | ใช่ | ไม่ | ใช่ | ไม่ | ใช่ | ใช่ | ใช่ ( แต่ต้องสร้างในพื้นที่ราบ ) | ใช่ |
| พนังกั้นน้ำแบบยืดหยุ่น | 1.0 | ไม่ | 1.0 | ไม่ | ใช่ | ใช่ | ใช่ | ใช่ | ใช่ | ใช่ | ไม่ |
| พนังกั้นน้ำแบบแข็ง | 2.5 | ไม่ | ไม่เกิน 3 | ใช่ | ไม่ | ใช่ | ใช่ | ใช่ | ใช่ | ไม่ | ใช่ |

**ตาราง 5-5** คุณลักษณะความสัมพันธ์ของระบบป้องกันน้ำท่วมที่สามารถถอดออกได้

| | เวลาในการติดตั้ง ความยาว 100 เมตร และ สูง 1 เมตร | จำนวนห้อยที่สุดของแหล่งวัตถุดิบที่ต้องการสำหรับการติดตั้ง | | | ความต้องการพื้นที่ในการเก็บและการขนส่ง | | | ความต้องการในการเตรียมสถานที่ | แท่นวางเกิดความเสียหาย (ตะกอนขยะ) | ระดับทักษะที่ต้องการในการติดตั้ง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชนิด | ( ชั่วโมง ) | แรงงาน | ต้นไม้ | วัตถุดิบ | พื้นที่ใช้สอย | รถตู้เบา / รถขับเคลื่อน 4 ล้อ | เครื่องจักรหนัก | คำอธิบาย | ใช่ / ไม่ | ต่ำ / กลาง / สูง |
| พนังกั้นน้ำแบบประกอบ | 2 – 5 | 2 – 3 คน | ใช่ (ใช้เครื่องมือยก ) | ไม่มี | ใหญ่ | ไม่ | ใช่ | ทำความสะอาดและปรับระดับพื้นผิว | ใช่ | กลาง – สูง |
| พนังกั้นน้ำแบบยืดหยุ่น | 2 – 3 | 2 คน | ไม่มี | ไม่มี | เล็ก | ใช่ | ไม่ | กำจัดสิ่งมีคมและ ฉมหลุม | ใช่ | กลาง |
| พนังกั้นน้ำแบบแข็ง | 2 – 4 | 2 คน | ไม่มี | ไม่มี | ไม่มี ( เตรียมติดตั้งเต็มรูปแบบ ) | ไม่ | ไม่ | ทำสถานที่ให้ว่าง | ใช่ (แผ่นยาง) | ต่ำ – กลาง |

**ตาราง 5-6** ลักษณะตามโครงสร้างของระบบป้องกันน้ำท่วมที่สามารถถอดออกได้

| | วิธีการของความล้มเหลว (เงื่อนไขสูงสุด) | | | | | ความดันกดลงบนที่วาง | การซึมที่ระดับน้ำสูงสุด | การซึมที่ระดับน้ำต่ำที่สุด | ความต้านทานของพนังกั้นต่อความเสียหาย ต่ำ / กลาง / สูง | | | ซ่อมแซมความเสียหายระหว่างดำเนินงาน | โอกาสเกิดความล้มเหลว | ความต้านทานแรงลม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชนิด | การไถลและกลิ้ง | การซึมเกินยอมรับ | ล้มเหลวจากแรงกดพื้น | การคว่ำและการทรุดตัว | ต่ำ/กลาง/สูง | ต่ำ/กลาง/สูง | ต่ำ/กลาง/สูง | การลักษาด /การเจาะ | กระแทก | การทำลาย | ใช่ / ไม่ | ต่ำ/กลาง/สูง | ต่ำ/กลาง/สูง | ต่ำ/กลาง/สูง |
| พนังกั้นน้ำแบบประกอบ | ไม่ | ไม่ | ใช่ | ไม่ | ไม่ | สูง (แต่ลดลงได้จากการฐานราก) | ต่ำ | ต่ำ | สูง | สูง | สูง(ยกเว้นแผ่นยาง) | ไม่ | ต่ำ | ไม่ |
| พนังกั้นน้ำแบบยืดหยุ่น | ไม่ | ใช่ | ไม่ | ใช่ | ไม่ | ต่ำ | ต่ำ | ต่ำ - กลาง | ต่ำ – กลาง | ต่ำ – กลาง | ต่ำ | ใช่ | กลาง – สูง | ไม่ |
| พนังกั้นน้ำแบบแข็ง | ไม่ | ใช่ | ใช่ | ไม่ | ใช่ | กลาง- สูง | ต่ำ | ต่ำ | สูง | สูง | สูง (ยกเว้นแผ่นยาง) | ไม่ | ต่ำ | ใช่ |

**6. ข้อแนะนำการใช้งานโครงสร้างป้องกันนำท่วม**

การจัดการกับรูปแบบความล้มเหลวทั้งสามรูปแบบดังกล่าวข้างต้นอย่างได้ผล เป็นการประกันความปลอดภัยและประสบผลสำเร็จในการใช้งานโครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.1 องค์กร

ความรับผิดชอบในการออกแบบ การติดตั้ง การดำเนินงาน และการบำรุงรักษาของโครงสร้างควรมีความชัดเจน ความรับผิดชอบขององค์กรหรือชุมชนในการดำเนินงานและการบำรุงรักษาโครงสร้างนั้นต้องมีกระบวนการที่เพียงพอและมีวิธีการที่จะรับรองความปลอดภัยในการระดมปัจจัยต่างๆ และดำเนินงานโครงสร้างป้องกัน รายละเอียดสำคัญของการจัดการองค์กรที่จำเป็นมีดังนี้

6.1.1 ความเพียงพอของแหล่งทรัพยากรเหมาะสม

ความรู้และประสบการณ์ของบุคลากรบุคคลที่มีอยู่เป็นส่วนสำคัญต่อความน่าเชื่อถือในโครงสร้างป้องกัน ระดับทักษะความสามารถที่จำเป็นต้องมีขึ้นอยู่กับประเภทของโครงสร้างและความต้องการในการดำเนินงาน อีกทั้งการดำเนินงานของช่างฝีมือและบุคคลากรอื่นที่ควรมีผู้ควบคุมการทำงานที่มีทักษะความสามารถส่วนบุคคลที่เหมาะสม ผู้ควบคุมการทำงานที่มีทักษะสูงจะสามารถคิดวิธีการแก้ไขที่ปลอดภัยได้ดีกว่า เมื่อมีสิ่งที่ไม่ได้เป็นไปตามแผนการฉุกเฉินเกิดขึ้น

ประเภทของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการระดมปัจจัยต่างๆและการดำเนินงานควรมีการตรวจเช็คให้ถูกต้อง การใช้งานประเภทวัสดุอุปกรณ์ที่ผิดๆ ทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยในการติดตั้ง หรือเป็นอันตรายต่อบุคลากรผู้ทำงาน จึงไม่สมควรให้เกิดขึ้น

6.1.2 การฝึกอบรม

ระดับทักษะความสามารถที่เหมาะสมสามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ โดยการฝึกอบรมที่เพียงพอ รูปแบบการฝึกอบรมที่จำเป็น 2 รูปแบบ คือ

- การฝึกอบรมทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในการดำเนินงาน
- การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์ฉุกเฉิน

รูปแบบการฝึกอบรมจะช่วยสร้างความน่าเชื่อถือแก่ตัวบุคคลากร ในการสร้างความคุ้นเคย รวมทั้งตรวจสอบความเพียงพอและสภาพของพนังกั้นน้ำและกระบวนการฉุกเฉิน ซึ่งควรมีการดำเนินการฝึกปฏิบัติในสถานการณ์ฉุกเฉินอย่างเต็มรูปแบบอย่างน้อยหนึ่งครั้งต่อปีก่อนถึงฤดูน้ำหลาก

6.1.3 แผนการจัดการน้ำท่วม

ความน่าเชื่อถือต่อพนังกั้นน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อการระดมปัจจัยต่างๆ และกระบวนการดำเนินงาน มีการจัดการและวางแผนไว้ในแผนจัดการน้ำท่วม แผนการจัดการจะทำให้ผู้ทำงานแต่ละคนทราบหน้าที่ที่ตนจะต้องปฏิบัติและช่วงเวลาที่จะต้องปฏิบัติงาน และที่สำคัญที่สุดจะเป็นการรับรองว่าเวลาในการระดมปัจจัยและการดำเนินการปิดกั้นจะเป็นไปตามที่คาดไว้ กระบวนการของการดำเนินการฉุกเฉินทั้งหมดตั้งแต่การได้รับการเตือนภัยน้ำท่วมไปจน ถึงการทำความสะอาดหลังเหตุการณ์น้ำท่วมควรมีการสรุปอย่างชัดเจนในแผนการจัดการน้ำท่วม ควรมีการกล่าวถึงรหัสของการเตือนภัยระดับน้ำท่วมที่เป็นจุดวิกฤติ การชี แจงและการสื่อสารรวมทั้งการปฏิบัติงานของผู้ร่วมงานทุกคนที่จำเป็นต่อขั้นตอนการระดมปัจจัย การติดตั้ง การปิดกั้นระยะเวลาในการป้องกัน การลดกำลังคนและการทำความสะอาด แผนการจัดการน้ำท่วมควรมีการทบทวนถึงการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นต่อบุคคลสำคัญ พื้นที่รับน้ำหรือโครงสร้างการป้องกันน้ำท่วม หรือการดำเนินการใดๆ ที่อาจส่งผลต่อกระบวนการฉุกเฉิน

แผนการจัดการน้ำท่วมควรมีข้อปฏิบัติสำรองหรือแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงาน เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้มากขึ้น ทุกๆ ขบวนการก็ต้องมีการยืนยันซ้ำ เพื่อรับรองความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น โดยตระหนักว่าการป้องกันนั้นมีทั้งข้อดีและข้อด้อย ตัวอย่างองค์ประกอบควรที่มีในแผนการจัดการน้ำท่วม ได้แก่

- ข้อมูลติดต่อของบุคลากร ข้อมูลส่วนบุคคลสำรอง และหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง
- ค้าสั่งในการดำเนินงาน
- ระดับน้ำที่เป็นจุดวิกฤติ และการปฏิบัติการที่จำเป็น
- วัสดุและเครื่องจักรที่เหมาะสมกับสถานที่
- แผนงานระดมปัจจัยต่างๆ
- แผนการดำเนินการปิดกั้น
- ขั้นตอนการทำความสะอาด

6.2 การเก็บและบำรุงรักษา

6.2.1 การเก็บ

โครงสร้างชั่วคราวและถอดเก็บติดตั้งเป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินการฉุกเฉิน ส่วนที่เป็นแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้จึงต้องมีการเก็บชิ้นส่วนอย่างเพียงพอเมื่อไม่มีการใช้งาน จึงมีข้อแนะนำในการเก็บส่วนที่สามารถถอดเก็บและเคลื่อนย้ายได้ ดังต่อไปนี้

- หากเป็นไปได้ ทำเลในการเก็บสะสมควรอยู่ใกล้กับบริเวณที่ต้องการระดมกำลัง และควรอยู่ใกล้กับบริเวณที่ติดตั้ง

- ลักษณะการเก็บควรมีการป้องกันที่เหมาะสมจากสิ่งแวดล้อมที่เป็นอันตรายให้สอดคล้องกับประเภทของโครงสร้าง

- การตั้งและจัดวางหน่วยต่างๆ ควรให้มีความสอดคล้องตามค้าแนะน้ำของผู้ออกแบบและไม่ควรปล่อยให้มีน้ำขัง ควรจัดวางให้สะดวกในการควบคุมดูแลและบำรุงรักษา รวมทั้งง่ายต่อการเคลื่อนย้ายเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

- ความสะดวกส่งผลดีต่อการระดมกำลังที่รวดเร็วและปลอดภัย

- หากเป็นไปได้ การเก็บชิ้นส่วนแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ของโครงสร้างควรเป็นไปตามจุดประสงค์และ หลีกเลี่ยงความเสียหายต่อกิจกรรมอื่นและความเสียหายของส่วนประกอบต่างๆ

6.2.2 การบำรุงรักษา

โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมอาศัยการบำรุงรักษาที่เพียงพอของชิ้นส่วนถาวรและเคลื่อนย้ายได้ทั้งหมด เพื่อรับรองความน่าเชื่อถือในการให้บริการ ส่วนถาวรและเคลื่อนย้ายได้ควรทำความสะอาดและตรวจสอบอย่างละเอียดหลังการใช้งานในแต่ละครั ง ส่วนที่ฉีกขาดเสียหายควรได้รับการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ และเก็บไว้ใช้ในครั้งต่อไป ส่วนที่เคลื่อนย้ายได้ทั้งหมดควรได้รับความสนใจเป็นพิเศษ โดยตรวจสอบและบำรุงรักษาเป็นประจ้าตามระยะเวลาที่กำหนด การตรวจสอบอย่างรวดเร็วควรปฏิบัติก่อนการใช้งานไปพร้อมกับการจัดเตรียมวัสดุสำรองที่เพียงพอ

หากเป็นไปได้ ควรมีสมุดบันทึกที่แสดงรายการการบำรุงรักษาและการตรวจสอบไว้ประกอบการป้องกัน โดยรายการบันทึกจะช่วยน้ำเสนอข้อมูลที่มีประโยชน์ในการป้องกัน ส่วนประกอบที่ต้องน้ำออกไปซ่อมแซมหรือกำลังรอการซ่อมแซมควรให้ความสนใจเป็นพิเศษเพื่อรับประกันว่าจะไม่มีการน้ำไปใช้งานในสถานการณ์ฉุกเฉิน

6.3 <u>การระดมปัจจัยต่างๆ</u>

ขั้นตอนการระดมปัจจัยต่างๆเริ่มต้นจากการรับข้อมูลการเตือนภัยน้ำท่วมไปจนถึงการดำเนินการกำหนดลุ่มบุคคล วัสดุและเครื่องจักรที่จำเป็นต่อการเริ่มต้นการติดตั้งหรือปิดกั้นให้เสร็จสมบูรณ์

6.3.1 <u>การสั่งงาน</u>

ขั้นตอนการสั่งงานควรมีเอกสารการดำเนินงานและการปฏิบัติที่ดี โครงสร้างการสั่งงานที่น่าเชื่อถือขึ้นอยู่กับความพร้อมในการปฏิบัติการตลอด 24 ชั่วโมงของผู้ทำงาน เพื่อเป็นการรับประกันการทำงานของระบบจึงมีความจำเป็นที่จะต้องผลัดเปลี่ยนกลุ่มผู้ทำงาน โดยทุกคนต้องมีความพร้อมและสามารถติดต่อได้ตลอด จำเป็นที่จะต้องมีรายชื่อของบุคคลสำรองเสมอในสถานการณ์ที่ขาดคนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ครงสร้างการสั่งงานจำเป็นต้องมีการจัดการจากส่วนกลางเพื่อยืนยันการจัดการข้อมูลแก่ส่วนย่อยและเพื่อระบุ

ปัญหาในการระดมปัจจัย รวมทั้งการแก้ปัญหาอื่นๆ ส่วนการจัดการนี้ สามารถส่งต่อให้กับฝ่ายบุคคลหรือหัวหน้างานในขั้นตอนสุดท้ายของการระดมปัจจัย การสั่งงานจะสำเร็จได้ต้องมีการสื่อสารและตอบรับที่ดี

6.3.2 การเข้าถึง

การระดมปัจจัยที่ประสบความสำเร็จต้องอาศัยการเข้าถึงของข้อมูลที่ดี การเข้าถึงในระหว่างเหตุการณ์น้ำท่วมของบุคคลและเครื่องจักรที่น่าเชื่อถือจะต้องมีการวางแผนล่วงหน้าไว้ในแผนการจัดการน้ำท่วม อีกทั้งทุกคนในทีมฉุกเฉินต้องรับรู้แผนการต่างๆด้วย ข้อมูลสำรองสำหรับการเข้าถึงที่สำคัญควรเตรียมพร้อมไว้ในกรณีที่มีเหตุติดขัดฉุกเฉิน เมื่อจำนวนความต้องการในการขนส่งส่วนประกอบและวัสดุในการป้องกันมีมากจะทำให้ความน่าเชื่อถือในการเข้าถึงอยู่ในระดับต่ำมาก ดังนั้นจึงควรมีการตรวจสอบความสามารถในการเข้าถึงล่วงหน้าในเรื่องยานพาหนะทั้งหมด (น้ำหนักที่บรรทุก) ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งโครงสร้างป้องกัน การแบ่งพื้นที่ใช้งานสามารถทำได้หากมีความต้องการใช้งานพื้นที่ในเป้าหมายอื่นๆ นอกเหนือจากการติดตั้งโครงสร้างป้องกันแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ เช่นทำเป็นที่จอดรถ ทางเข้า หรือใช้เป็นที่ตั้งอาคารที่พักคนงาน พื้นที่เหล่านี้ จำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบเป็นประจ้าเพื่อรับประกันความพร้อมในระหว่างเหตุการณ์น้ำท่วม ยิ่งไปกว่านั้นรายการการติดต่อตลอด 24 ชั่วโมงควรมีเตรียมไว้ให้กับหน่วยงานอื่นๆที่สนใจด้วยเช่นกัน ความรับผิดชอบในการเข้าถึงบริเวณปิดที่ต้องการควรมีการแก้ไขปัญหาหรือวิธการทำงานที่ชัดเจน การแก้ไขปัญหาต่างๆควรเกิดจากความร่วมมือของบุคคลหลายฝ่ายเพื่อจะได้มีฝ่ายสำรอง และควรมีการตรวจสอบโครงสร้างเพราะอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้การระดมปัจจัยเกิดความล่าช้า

6.3.3 วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดที่จำเป็นต่อการปิดโครงสร้างควรมีการระบุและบันทึกไว้ในแผนการจัดการน้ำท่วม ต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ถูกต้องและน้ำไปใช้โดยผู้ได้รับการฝึกอบรมการใช้งานเครื่องมือต่างๆในสภาวะฉุกเฉิน สถานที่ที่เก็บอุปกรณ์ควรมีการจดบันทึกและได้รับการตรวจสอบเป็นประจ้าเพื่อรับประกันการใช้งานครั้งต่อๆไป ควรมีรายละเอียดการติดต่อเพื่อรับวัสดุอุปกรณ์มาใช้กล่าวไว้ในแผนการจัดการน้ำท่วมด้วยการสำรองวัสดุอุปกรณ์ควรมีไว้เสมอ เพราะวัสดุอุปกรณ์อาจมีใช้ไม่เพียงพอในคราวเดียว

6.3.4 แผนการระดมปัจจัยต่างๆ

แผนการระดมปัจจัยต่างๆเป็นส่วนหนึ่งในแผนการจัดการน้ำท่วมที่มีหัวข้อเกี่ยวกับการระดมปัจจัยและการตรวจสอบสภาพความพร้อมขององค์กร โดยควรจะมีค้าอธิบายขั้นตอนทั้งหมด รวมทั้งการระดมปัจจัย ความรับผิชอบของบุคคลทั้งหมดและการตรวจสอบกระบวนการ

ในระหว่างการระดมปัจจัยต่างๆ มีความจำเป็นมากๆที่จะต้องตรวจสอบระดับน้ำอยู่ตลอดเพื่อเป็นการแสดงข้อมูล ณ เวลาจริงและใช้ในการตัดสินใจให้ความช่วยเหลือ แผนการระดมปัจจัยต่างๆควรมีความชัดเจนเพื่อเชื่อมโยการระดมปัจจัยต่างๆเข้ากับการดำเนินการปิดกั้น ตามพื้นฐานการตรวจสอบความรุดหน้าและกระบวนการระดมปัจจัยแล้วจำเป็นที่จะต้องมีการตัดสินใจก่อนเริ่มดำเนินการปิดกั้น โดยการตัดสินใจที่จะยกเลิกหรือเริ่มต้นการปิดกั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลที่คาดการณ์เวลาที่มีอยู่ ควรมีความรับผิดชอบที่ชัดเจนในการตัดสินใจใดๆ และการติดต่อสื่อสารที่จำเป็น รวมทั้งมีความรับผิดชอบในการตรวจสอบทรัพยากรที่จำเป็นอย่างชัดเจนเพื่อรับประกันการน้ำไปใช้ที่เพียงพอ

6.4 <u>การดำเนินการปิดกั้น</u>

ขั้นตอนการดำเนินการปิดกั้นเริ่มขึ้นเมื่อขั้นตอนการระดมปัจจัยต่างเสร็จสมบูรณ์และมีการตัดสินใจเริ่มการปิดกั้นโครงสร้างการป้องกันน้ำท่วม

6.4.1 <u>การจัดเตรียมพื้นที่</u>

ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม การรับประกันว่าพื้นที่ที่จะมีการสร้างพนังกั้นน้ำนั้นมีความสมบูรณ์และเหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญมากนี้ เป็นความสำคัญเฉพาะเนื่องจากการปิดผนึกพนังกั้นน้ำขึ้นอยู่กับการเชื่อมต่อของพนังกั้นกับพื้นผิวหลุมหรือเนินขนาดใหญ่สามารถลดความหนาแน่นของน้ำได้ โดยเฉพาะท่อระบายน้ำหรือโครงสร้างส่งน้ำใต้ดินที่มีอยู่ในพื้นที่ป้องกันควรมีการปิดกั้นชั่วคราวเพื่อให้เป็นเส้นทางในการซึมผ่านของน้ำในบริเวณที่มีการแบ่งใช้งานเป็นพิเศษ อาจจะต้องมีการลากหรือชักรอกวัตถุขนาดใหญ่ออกจากพื้นที่ขยายกำลังการป้องกัน ควรมีความพร้อมของการเข้าถึงในการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ และควรมีการตรวจสอบการติดตั้งทั้งหมดรวมทั้งในชั้นผิวใต้ดิน ช่องและส่วนป้องกันให้พร้อมในการใช้งาน การตรวจสอบควรมีเป็นประจ้าตลอดระยะเวลาการป้องกันเพื่อรับประกันว่าจะไม่เกิดการอุดตัน พังทลาย หรือการรั่วซึม หากมีบุคคลเพียงพอหรือพื้นที่ป้องกันมีขนาดเล็ก ควรเริ่มต้นการจัด เตรียมพื้นที่ในระหว่างขั้นตอนการระดมปัจจัยโดยต้องดำเนินการจัดเตรียมพื้นที่ให้เสร็จก่อนการสร้างโครงสร้างหรือการสร้างพนังกั น

6.4.2 <u>การควบคุมดูแลและควบคุมคุณภาพ</u>

การควบคุมคุณภาพของโครงสร้างนั้นอาศัยแผนการดำเนินการเพื่อรับประกันว่ามีการตรวจสอบที่เพียงพอและมีการควบคุมดูแลในทุกขั้นตอนของการดำเนินการ ทุกส่วนของโครงสร้างควรรับการตรวจสอบว่าการติดตั้งที่ถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญและในระยะเวลาที่เพียงพอสำหรับการแก้ไข

มีการตรวจสอบเวลาที่เหลืออยู่ก่อนที่ระดับน้ำจะเพิ่มสูงถึงระดับเริ่มปิดกั้น เพื่อประกันว่าสามารถติดตั้งพนังกั นหรือส่วนเคลื่อนย้ายได้ทันการณ์ หรือมีโครงสร้างปิดที่สมบูรณ์ และตรวจสอบได้ก่อนเกิดเหตุการณ์ขึ้น

6.4.3 สุขภาพและความปลอดภัย

มีการบันทึกวิธีการที่ปลอดภัยในการปฏิบัติขั้นตอนการดำเนินการไว้อย่างชัดเจน และบุคลากรควรได้รับการฝึกอบรมที่หลายสถานการณ์ เมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉุกเฉินในช่วงกลางดึกที่มีสภาพมืด ฝนตก และลื่น จะทำให้เพิ่มความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งเกิดเหน็ดเหนื่อยจากการทำงานในช่วงกลางวันต้องมาปฏิบัติการในสภาวะฉุกเฉินเป็นระยะเวลานาน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานี้ ควรมีการวางแผนการปฏิบัติงานฉุกเฉินโดยมีการจัดการบุคลากรที่เหมาะสม และมีการทำงานเป็นกะในการติดตั้งโครงสร้างเป็นเวลานาน ควรมีการเตรียมเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมและปลอดภัยในการทำงานเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ

6.4.4 การตรวจตราโครงสร้างป้องกัน

การสร้างข้อกำหนดเพื่อการตรวจตราโครงสร้างให้อยู่ในสภาพการการได้อย่างต่อเนื่องจนกระทั่งระดับน้ำลดลงไปอยู่ในระดับที่ต้องการ นับว่ามีความจำเป็นโดยเฉพาะโครงสร้างป้องกันที่มีความยืดหยุ่นที่ง่ายต่อการเกิดความเสียหายจากการทำลายหรือผลกระทบที่ไม่คาดคิด โดยความรับผิดชอบในการตรวจตรานี้ ควรมีความชัดเจนอย่างมากโดยปฏิบัติและควรมีการบันทึกการกระทำทั้งหมดไว้ในแผนการจัดการน้ำท่วม เมื่อพบความเสียหายต่อชิ้นส่วนโครงสร้าง ต้องสามารถซ่อมแซมความเสียหายในส่วนที่มีความยืดหยุ่นของโครงสร้างได้โดยใช้วัสดุซ่อมแซมในขณะที่วัสดุแบบแข็ง เช่น ค้ายัน จะใช้กับอยู่ด้านหลังส่วนที่เสียหายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้าง โครงสร้างป้องกันที่สร้างขึ้นจากวัสดุใดก็ตามควรมีวิธีการซ่อมแซมความเสียหายกำหนดไว้ล่วงหน้า หรืออธิบายไว้ในแผนการจัดการน้ำท่วม และต้องมีความพร้อมในด้านวัสดุและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการซ่อมแซมอย่างเพียงพอในสถานที่ติดตั้ง

6.5 การเลิกการระดมและประเมินผลการปฏิบัติ

6.5.1 การเลิกการระดมปัจจัย

เมื่อระดับน้ำท่วมลดลงถึงระดับที่ไม่ต้องการปิดกั้นและมีการยืนยันว่าเหตุการณ์น้ำท่วมสิ้นสุดให้ทำการเลิกการระดมปัจจัย จึงควรทำการอธิบายกระบวนการการทำความสะอาดและจัดเก็บส่วนที่ถอดเก็บได้และชั่วคราวของโครงสร้างไว้ในแผนการจัดการน้ำท่วม ควรให้ความสำคัญกับการขนย้ายเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายในระหว่างการปฏิบัติการ

ชิ้นส่วนของโครงสร้างที่ติดตั้งถาวรและส่วนที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ทั้งหมดควรได้รับตรวจสอบและบันทึกความเสียหาย โดยส่วนที่เสียหายควรคัดแยกและนำไปซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่โดยเร็วในการรื้อถอนส่วนชั่วคราว

และถอดเก็บได้ทั้งหมดออกจากแนวการป้องกัน ควรทำความสะอาดพื้นที่และปรับสภาพให้เหมือนก่อนเกิดเหตุการณ์ น้ำท่วม รวมไปถึงการน้ำซากปรักหักพังออก การปรับระดับพื้นผิว การเปิดทางเข้าออก และการป้องกันพื้นที่ส่วนถาวรของโครงสร้างไม่ให้เกิดการรุกล้ำ

6.5.2 <u>การประเมินผลการดำเนินการ</u>

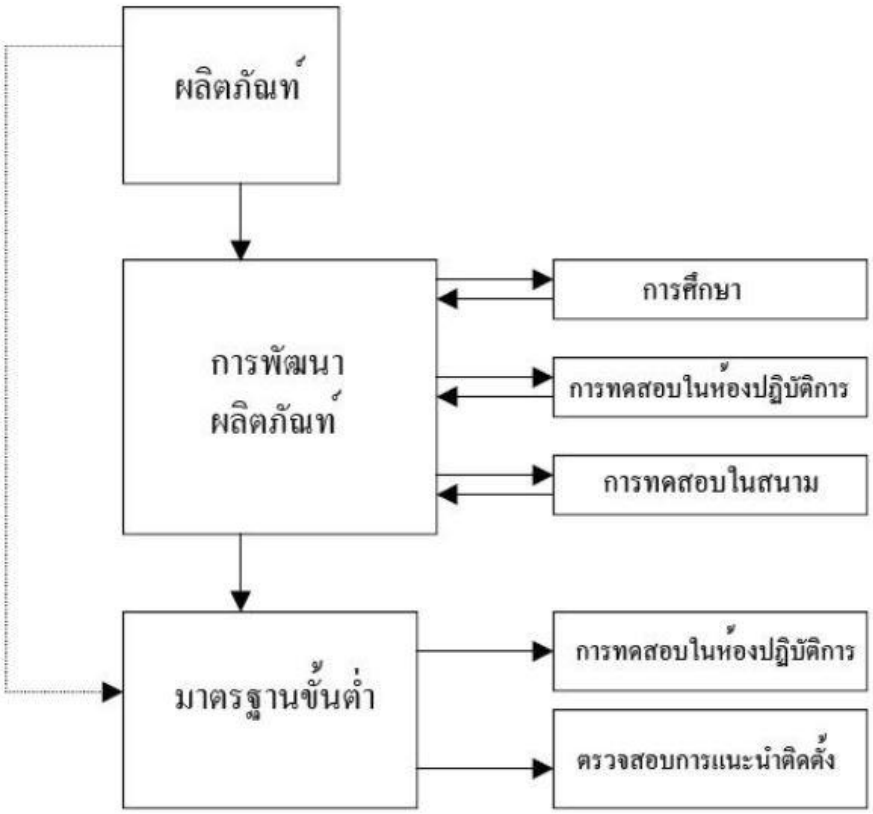
มีการตรวจข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวกับการทำงานของพนังกั้นน้ำและผลการใช้งานทันทีหลังการเลิกระดมปัจจัย ซึ่งประกอบด้วย

- กราฟแสดงระดับน้ำท่วมที่คาดคะเนและที่เกิดขึ้นจริง
- เวลาที่มีหลังจากได้รับการเตือนภัย
- บันทึกการรั่วซึมและความเสียหาย
- ผลการดำเนินการโครงสร้างป้องกันภายใต้น้ำหนักกด
- ประสิทธิภาพของการสั่งงาน
- เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการระดมปัจจัยและการดำเนินงาน
- ความยากง่ายในการสร้างการปิดกั้นและซ่อมแซมความเสียหาย
- การใช้แหล่งทรัพยากร
- ความเพียงพอในการจัดเก็บ การเข้าถึงและการสื่อสาร
- ประเด็นการเลิกระดมปัจจัย

ประเด็นข้างต้นควรมีการทบทวนสอบถามกับทีมงานฉุกเฉินโดยการประชุมสรุปภารกิจที่เพิ่งดำเนินการเสร็จสิ้น วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินการของโครงสร้างป้องกันที่คาดคะเนไว้เทียบกับผลที่เกิดขึ้นจริง เพื่อสรุปหาข้อแก้ไข ปรับปรุง หรือพิสูจน์ว่าโครงสร้างป้องกันและแผนการจัดการน้ำท่วมที่ใช้อยู่สามารถใช้ได้จริง

6.6 <u>การทดสอบและประเมินผลการดำเนินการ</u>

โครงสร้างป้องกันน้ำท่วมแบบชั่วคราวและถอดเก็บได้ ได้รับการออกแบบและถูกสร้างให้สอดคล้องกับคุณลักษณะเฉพาะที่ได้รับการกำหนดมาเป็นอย่างดี ในการพัฒนาโครงสร้างอาจใช้เทคนิคที่หลากหลายในการประเมินผลการดำเนินงานของโครงสร้างไม่ว่าจะเป็นในส่วนของรายละเอียดและการจัดอันดับการใช้งานประกอบด้วยการประเมินจากเอกสารประกอบจากผู้ผลิต การทดลองในห้องปฏิบัติการ และการทดลองในภาคสนาม




**รูปที่ 6-1** แผนภูมิการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนในการทดสอบและประเมินผลดำเนินการ มีดังต่อไปนี้

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> การศึกษาทบทวนเอกสาร เพื่อทำความเข้าใจและพิจารณาวิธีการทำงานของผลิตภัณฑ์รวมถึงการทบทวนด้านการค้านวณความมั่นคง

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> การทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อทดสอบและทำความเข้าใจผลการดำเนินการของผลิตภัณฑ์ในสภาวะแวดลอมที่ถูกควบคุม และใช้ความเข้าใจในขั้นตอนการศึกษาเอกสารโดยการทดสอบในห้องปฏิบัติการมีจุดประสงค์เพื่อทดสอบความสามารถในการต้านทานของโครงสร้างป้องกัน แต่เนื่องจากสภาพของพื้นผิว ดินหรือฐานรากไม่สามารถสร้างขึ้นได้โดยง่ายภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งหากสภาพดังกล่าวไม่ได้พิจารณาอย่างถี่ถ้วนและผลของการทดลองในห้องปฏิบัติการไม่สามารถดัดแปลงให้เข้ากับพฤติกรรมที่ถูกกำหนดในสภาพการดำเนินการจริงที่ต้องการได้ ควรที่จะต้องทำการทดลองภาคสนามต่อไป

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> การทดสอบภาคสนาม เพื่อตรวจสอบโครงสร้างที่สมบูรณ์ รวมทั้งประเด็นการติดตั้งในสถานการณ์จริง โดยในขั้นตอนนี้ จะดำเนินการเพื่อหาสถานที่ก่อสร้างที่เหมาะสมเพื่อสาธิตและประเมินผลการดำเนินการของโครงสร้างป้องกันในด้านต่างๆที่ไม่สามารถประเมินได้จากขั้นตอนการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ขั้นตอนนี้ มุ่งประเด็นเฉพาะที่ทดสอบลักษณะของการป้องกันที่สภาพฐานรากและพื้นผิวในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการก่อสร้าง