**การวิเคราะห์ความมั่นคงเขื่อนแม่ฮาม**

**(Slope Stability Analysis of Mae Ham Dam)**

# บทนำ

ตามบันทึกข้อความโครงการชลประทานลำปางที่ สชป.2.06/17/2557 ลงวันที่ 3 มกราคม 2557 เรื่อง ขอทราบผลตรวจสอบการขุดสระใกล้อ่างเก็บน้ำแม่ฮามซึ่งผู้อำนวยการสำนัก-ชลประทานที่ 2 ได้มอบหมายให้ส่วนวิศวกรรมบริหารร่วมกับโครงการชลประทานลำปางดำเนินการและภายหลังจากการออกตรวจสถานที่ร่วมกันแล้ว ได้มอบหมายให้กลุ่มงานออกแบบ-ทำการวิเคราะห์ความมั่นคงเขื่อน

การวิเคราะห์ความมั่นคงเขื่อน ผู้ดำเนินการได้ทำการวิเคราะห์ความมั่นคงลาด และเส้น-ลาดชลศาสตร์ โดยการวิเคราะห์หน้าตัดเขื่อนบริเวณสระน้ำ ตัวเขื่อนมีความมั่นคง พบว่าการ- ขุดสระน้ำในไร่นาที่ขุดติดตีนทำนบเขื่อนครั้งนี้มีส่วนในการลดความมั่นคงของลาดทำนบและ ลดค่าปลอดภัยจากการซึมของน้ำลดเล็กน้อยแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย แต่ควรติดตามพฤติกรรมในระยะยาว (Long Term Mornitoring)

การวิเคราะห์ครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ในเบื้องต้นโดยใช้ค่าคุณสมบัติของดินที่กำหนดให้ใช้ถมบดอัดทำนบเขื่อนเท่านั้น ควรมีการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลคุณสมบัติดินทางวิศวกรรมจากสนามทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบอีกครั้ง

นายธวัชชัย ปันสุข

มีนาคม 2557

# สารบัญ

[บทนำ 1](#_Toc381928353)

[สารบัญ 2](#_Toc381928354)

[คณะทำงาน 3](#_Toc381928355)

[วัตถุประสงค์ 3](#_Toc381928356)

[การวิเคราะห์ความมั่นคงเขื่อนแม่ฮาม 4](#_Toc381928357)

[1. ข้อมูลเบื้องต้น 4](#_Toc381928358)

[1.1 ข้อมูลทั่วไป 4](#_Toc381928359)

[1.2 ข้อมูลตัวเขื่อน 5](#_Toc381928360)

[1.3 ข้อมูลทางระบายน้ำล้นใช้งาน 6](#_Toc381928361)

[1.4 ข้อมูลท่อส่งน้ำลงลำน้ำเดิม 7](#_Toc381928362)

[2. การดูงานหน้าสนาม 7](#_Toc381928363)

[2.1 บริเวณสระเก็บน้ำ 8](#_Toc381928364)

[2.2 บริเวณตัวเขื่อนและอาคารประกอบ 12](#_Toc381928365)

[2.3 สรุปผลการดูงาน 20](#_Toc381928366)

[3. การวิเคราะห์ความมั่นคงเขื่อนแม่ฮาม 21](#_Toc381928367)

[3.1 การวิเคราะห์ความมั่นคงลาด (Slope Stability Analysis) 21](#_Toc381928368)

[3.2 การวิเคราะห์เส้นลาดชลศาสตร์ (Hydraulic Gradient Analysis) 27](#_Toc381928369)

[สรุป 31](#_Toc381928370)

[ข้อเสนอแนะ 31](#_Toc381928371)

# คณะทำงาน

คณะทำงาน มีทั้งหมด 2 คณะ ดังนี้

1. ส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักชลประทานที่ 2 ประกอบด้วย 1) ผู้อำนวยการส่วน-วิศวกรรมบริหาร (ผวศ.ชป.2) นายวิฑูรย์ ฐิติธนภัค 2) หัวหน้ากลุ่มงานออกแบบ (กอบ.ชป.2) นายศุภชัย พินิจสุวรรณ และ 3) หัวหน้าฝ่ายจัด-การปลอดภัยเขื่อน (ฝปข.ชป.2) นายสุเมธ ธิมา และวิศวกรที่ทำการศึกษา นายธวัชชัย ปันสุข
2. โครงการชลประทานลำปาง โดยหัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 (ฝสบ.คป.3) นายพิชัย อรุณรัตนาเทวัญ

# วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์มีดังนี้

เพื่อวิเคราะห์ความมั่นคงเขื่อน โดยมีการวิเคราะห์ 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ความ-มั่นคงลาด และ 2) การวิเคราะห์เส้นลาดชลศาสตร์

# การวิเคราะห์ความมั่นคงเขื่อนแม่ฮาม

## 1. ข้อมูลเบื้องต้น

### 1.1 ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลเบื้องต้นอ่างเก็บน้ำแม่ฮาม (ที่มา : แบบมาตรฐาน คพย. 4-302)

1. พื้นที่รับน้ำฝน 10 ตร.กม.
2. หัวงานตั้งอยู่ที่พิกัด 47QNA 354-076 ในแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ระวาง 4845 II *(ภาพที่ 1, 2)*

|  |
| --- |
| position-02 |
| **ภาพที่ 1** ที่ตั้งอ่างเก็บน้ำแม่ฮาม |

|  |
| --- |
| MHR_dam02 |
| **ภาพที่ 2** บริเวณตัวเขื่อน ทางระบายน้ำล้นใช้งาน และอาคารท่อส่งน้ำลงลำน้ำเดิม จากผลสำรวจ |

### 1.2 ข้อมูลตัวเขื่อน

ข้อมูลตัวเขื่อน *(ภาพที่ 3)* มีดังนี้

- วัสดุที่ใช้ถมตัวเขื่อน ใช้ดินชนิด SC หรือ GC ถมอัดแน่นเป็นชั้นๆ ละ 0.15 ม. โดยใช้เครื่องจักรกลงานดินถมอัดแน่น ไม่น้อยกว่า 95% Standard Proctor Compaction Test

- พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำต่ำสุด 63,000 ตร.ม.

- พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำเก็บกัก 233,000 ตร.ม.

- พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำสูงสุด 291,000 ตร.ม.

- ความจุที่ระดับน้ำต่ำสุด 5,400 ลบ.ม.

- ความจุที่ระดับน้ำเก็บกัก 452,000 ลบ.ม.

- ความจุที่ระดับน้ำสูงสุด 637,000 ลบ.ม.

- ระดับสันเขื่อน +107.00 ม.(ร.ส.ม.)

- ระดับน้ำสูงสุด +106.25 ม.(ร.ส.ม.)

- ระดับน้ำเก็บกัก +105.50 ม.(ร.ส.ม.)

- ลาดด้านเหนือน้ำ 1:3

- ลาดด้านท้ายน้ำ 1:2.5

|  |
| --- |
| MHR_capacity curve02 |
| **ภาพที่ 3** โค้งปริมาตรความจุ และพื้นที่ผิวอ่าง |

### 1.3 ข้อมูลทางระบายน้ำล้นใช้งาน

ข้อมูลทางระบายน้ำล้นใช้งาน มีดังนี้

- ปริมาณน้ำผ่านสูงสุด 25 ลบ.ม./วินาที

- ระดับสันทางระบายน้ำ +105.50 ม.(ร.ส.ม.)

### 1.4 ข้อมูลท่อส่งน้ำลงลำน้ำเดิม

ข้อมูลท่อส่งน้ำลงลำน้ำเดิม มีดังนี้

- ระดับธรณีท่อ +102.50 ม.(ร.ส.ม.)

- เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 0.30 ม.

## 2. การดูงานหน้าสนาม

การดูงานหน้าสนามเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2557 คณะทำงานเดินทางจากสำนัก-ชลประทานที่ 2 ไปยังพื้นที่หัวงานอ่างเก็บน้ำแม่ฮาม เข้าตรวจบริเวณสระเก็บน้ำ สันเขื่อน อาคาร-ท่อส่งน้ำ และทางระบายน้ำล้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ภาพที่ 4 พาหนะที่สามารถเข้าถึงตัวเขื่อนเป็นรถยนต์อเนกประสงค์สามารถบรรจุ-คณะทำงานได้ทั้งหมด 7 คน (รวมทั้งพนักงานขับรถ)

|  |
| --- |
| DSC06938 |
| **ภาพที่ 4** พาหนะที่พาคณะทำงานดูงานหน้าสนาม |

### 2.1 บริเวณสระเก็บน้ำ

เมื่อคณะทำงานไปถึงตัวเขื่อนได้เข้าไปดูสระเก็บน้ำโดยผ่านรั้วกั้นเขต *(ภาพที่ 5)* เพื่อเข้าตรวจสภาพพื้นที่

|  |
| --- |
| DSC06901 |
| **ภาพที่ 5** รั้วกั้นเขตบริเวณตัวเขื่อนกับพื้นที่การเกษตรของราษฎร |

ภาพที่ 6 ผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมบริหารได้เข้าพบปะและปรึกษากับกลุ่มผู้ใช้น้ำเกี่ยวกับการขุดสระบริเวณใกล้กับตัวเขื่อน การใช้น้ำของ กลุ่มผู้ใช้น้ำ ปัญหาของเขื่อนและอาคารประกอบ เป็นต้น กลุ่มผู้ใช้น้ำกล่าว โดยสรุปใจความดังนี้ “ได้มีการบุกรุกพื้นที่ของชลประทานโดยมีการขุด-สระน้ำบริเวณเขตของชลประทานโดยอ้างอิงจากหลักเขต ชป. ว่าสระเก็บน้ำอยู่ในบริเวณพื้นที่-ชลประทาน ซึ่งภายในวันข้างหน้าอาจมีผลกระทบกับตัวเขื่อนทำให้ เขื่อนเกิดความเสียหายได้”

|  |
| --- |
| DSC06914 |
| **ภาพที่ 6** การปรึกษาระหว่างผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมบริหารกับกลุ่มผู้ใช้น้ำ |

ภาพที่ 7 สระเก็บน้ำ พิกัด 47 QNA 350 – 079 เมื่อเข้าตรวจสภาพพื้นที่ พบว่ามีสระเก็บน้ำอยู่บริเวณใกล้กับตัวเขื่อน ขอบสระขนาดกว้างประมาณ 20 เมตร ยาว 30 เมตร ลึกประมาณ 2 เมตร ลาดข้าง 1:1.5 โดยด้านยาวขนานกับแนวสันทำนบเขื่อน

ภาพที่ 8 ป้ายปักข้างสระเขียนว่า “สระน้ำประจำไร่นา ขนาด 1,200 ลบ.ม. กรมพัฒนาที่ดิน พค.6.ลป.10/18/2556”

|  |
| --- |
| DSC06908 |
| **ภาพที่ 7** บริเวณสระเก็บน้ำของราษฎรที่อยู่ใกล้กับตัวเขื่อน |
| DSC06906 |
| **ภาพที่ 8** สระเก็บน้ำสร้างโดยกรมพัฒนาที่ดิน |

ภาพที่ 9 กลุ่มผู้ใช้น้ำกล่าวว่า เสาหลักเขต ชป.89203 เดิมตั้งอยู่ที่ต้นไม้แดง แต่หลักเขต ชป. ได้เกิดการเสียหาย และไปตกที่บริเวณประตูรั้ว

ภาพที่ 10 เสาหลักเขต ชป. สภาพหักปลาย

|  |
| --- |
| DSC06931  **จุดที่พบเสาหลักเขต ชป.89203 ตกอยู่**  **เสาหลักเขต ชป.89203 ที่ตั้ง (เดิม)** |
| **ภาพที่ 9** บริเวณที่พบเสาหลักเขต ชป.89203 |

|  |
| --- |
| DSC06935 |
| **ภาพที่ 10** เสาหลักเขต ชป.89203 วางอยู่บนพื้นดินใกล้บริเวณรั้ว |

ภาพที่ 11 สระเก็บน้ำเมื่อมองจากสันเขื่อนไปทางท้ายน้ำ

|  |
| --- |
| DSC06970 |
| **ภาพที่ 11** สระเก็บน้ำ มองจากสันเขื่อน |

### 2.2 บริเวณตัวเขื่อนและอาคารประกอบ

การเดินดูสภาพเดินจากบริเวณสระ บริเวณน้ำซึมท้ายเขื่อน ท่อส่งน้ำลงลำน้ำเดิม ทางระบายน้ำล้นใช้งาน และสันเขื่อน ตามลำดับ มีรายละเอียดดังนี้

#### 2.2.1 ตัวเขื่อน

ภาพที่ 12 ร่องล้อที่เกิดขึ้นบริเวณสันเขื่อน หากเกิดฝนตกจะทำให้น้ำขังบริเวณสันเขื่อน เป็นแอ่งน้ำ การสันจรลำบาก และอาจทำให้ตัวเขื่อนเกิดความเสียหาย

|  |
| --- |
| DSC06967 |
| **ภาพที่ 12** ร่องล้อที่เกิดขึ้นบริเวณสันเขื่อน |

ภาพที่ 13 ท่อกาลักน้ำขนาดประมาณ 1 ½ นิ้ว ซึ่งกลุ่มผู้ใช้น้ำกล่าวว่าเป็นของเจ้าของสระ-เก็บน้ำ

|  |
| --- |
| DSC06974  **ท่อกาลักน้ำ ขนาด φ 1.5 นิ้ว** |
| **ภาพที่ 13** ท่อกาลักน้ำขนาดประมาณ 1 ½ นิ้ว บริเวณสันเขื่อน |

ภาพที่ 14 การตรวจบริเวณฐานยันเขื่อนฝั่งขวาเพื่อพิจารณาศักยภาพในการเพิ่มการเก็บกัก-น้ำ โดยผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมบริหาร และหัวหน้ากลุ่มงานออกแบบ

|  |
| --- |
| DSC07019 |
| **ภาพที่ 14** การตรวจสอบบริเวณฐานยันเขื่อนฝั่งขวา (Right Abutment) |

ภาพที่ 15 เมื่อได้ตรวจดูสภาพพื้นที่ ได้มีการปรึกษา สรุป ระหว่างผู้อำนวยการส่วน-วิศวกรรมบริหารกับกลุ่มผู้ใช้น้ำ

|  |
| --- |
| DSC07015 |
| **ภาพที่ 15** การปรึกษาบนสันเขื่อนระหว่างคณะทำงานกับกลุ่มผู้ใช้น้ำ |

ภาพที่ 16 น้ำรั่วซึมท้ายเขื่อนบริเวณร่องน้ำเดิม พิกัด 47 QNA 351-080

|  |
| --- |
| DSC06920  **บริเวณน้ำซึม** |
| **ภาพที่ 16** บริเวณน้ำซึมท้ายเขื่อนอยู่บริเวณร่องน้ำเดิม |

#### 2.2.2 ท่อส่งน้ำ

ภาพที่ 17 ห้องควบคุม (Control Room) ท่อส่งน้ำ สามารถใช้งานได้ มีสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำทำการปิด-เปิด การใช้งาน

ภาพที่ 18 ภายในห้องควบคุมการปฏิบัติงานท่อ

|  |
| --- |
| DSC06988 |
| **ภาพที่ 17** ห้องควบคุม (Control Room) การปิด-เปิดน้ำของท่อส่งน้ำชลประทาน  (Irrigation Outlet) |

|  |
| --- |
| DSC06993 |
| **ภาพที่ 18** วาล์วปฏิบัติการ และวาล์วฉุกเฉิน |

ภาพที่ 19 อาคารสลายพลังงาน (Baffled Outlet) ของท่อส่งน้ำ

|  |
| --- |
| DSC06982 |
| **ภาพที่ 19** Baffled Outlet Of Irrigation Outlet มองทางด้านท้ายน้ำ |

ภาพที่ 20 ผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมบริหารเข้าตรวจสภาพพื้นที่ด้าน- ท้ายท่อส่งน้ำ

|  |
| --- |
| DSC06981 |
| **ภาพที่ 20** รางระบายน้ำต่อจาก Baffled Outlet |

ภาพที่ 21 ผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมบริหาร ปรึกษากับกลุ่มผู้ใช้น้ำบริเวณรางระบายน้ำท้ายท่อส่งน้ำ มีอาคารแบ่งน้ำแยก 2 ทาง คือ ทางระบายน้ำสู่พื้นที่เพาะปลูก *(ภาพที่ 22)* และทางระบายน้ำไปสู่ทางน้ำธรรมชาติ *(ภาพที่ 23)*

|  |
| --- |
| DSC06985  ทางแยกไปสู่พื้นที่เพาะปลูก  ทางแยกไปสู่ทางน้ำธรรมชาติ |
| **ภาพที่ 21** ทาง 3 แยกของรางระบายน้ำ |

|  |
| --- |
| DSC06983 |
| **ภาพที่ 22** ทางแยกน้ำไปสู่พื้นที่เพาะปลูก |

|  |
| --- |
| DSC06984 |
| **ภาพที่ 23** ทางแยกน้ำไปสู่ทางน้ำธรรมชาติ |

ภาพที่ 24 รูระบายน้ำแยกซ้าย บริเวณใกล้ 3 แยกของรางระบายน้ำ มีคลองเชื่อมต่อเพื่อนำน้ำไปสู่พื้นที่เพาะปลูก *(ภาพที่ 25)*

|  |
| --- |
| DSC06998 |
| **ภาพที่ 24** รูระบายน้ำแยกซ้าย บริเวณใกล้ 3 แยกของรางระบายน้ำ |

|  |
| --- |
| DSC06999 |
| **ภาพที่ 25** คลองรับน้ำจากรูระบายน้ำ |

#### 2.2.3 ทางระบายน้ำล้นใช้งาน

ภาพที่ 26 และ 27 บริเวณทางน้ำเข้าของทางระบายน้ำล้น

|  |
| --- |
| DSC06944 |
| **ภาพที่ 26** ทางระบายน้ำล้น (Service Spillway) มองจากด้านเหนือน้ำ |

|  |
| --- |
| DSC06949 |
| **ภาพที่ 27** ทางน้ำเข้า (Entrance Channel) ของทางระบายน้ำล้น มองจาก  ทางด้านท้ายน้ำ |

### 2.3 สรุปผลการดูงาน

สรุปผลการดูงานหน้าสนาม มีดังนี้

1. การตรวจสภาพเขื่อนในเบื้องต้น ตัวเขื่อนมีความมั่นคงแข็งแรง แต่มีหลุมบ่อบริเวณสันเขื่อน มีน้ำรั่วซึมบริเวณร่องน้ำเดิมท้ายเขื่อน 1 จุด
2. มีวัชพืชเกิดขึ้นบริเวณสันเขื่อน ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ทางระบายน้ำล้น ท่อส่งน้ำชลประทาน
3. มีการขุดสระเก็บน้ำ 1 แห่งบริเวณท้ายเขื่อนแม่ฮามใกล้กับ Toe
4. มี 3 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในเรื่องการขุดสระในกรณีนี้ คือ กรมชลประทาน สปก. และกรมพัฒนาที่ดิน
5. ผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมบริหาร ตกลงกับกลุ่มผู้ใช้น้ำมีใจความดังนี้ “จะรู้ผลสรุปในกรณีนี้ประมาณปลายเดือนกุมภาพันธ์”

## 3. การวิเคราะห์ความมั่นคงเขื่อนแม่ฮาม

การวิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนแม่ฮามในเบื้องต้น ที่คณะทำงานได้สรุปให้ทำการวิเคราะห์มี 2 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์ความมั่นคงลาด (Slope Stability Analysis) และการวิเคราะห์เส้นลาดชลศาสตร์ (Hydraulic Gradient Analysis) มีรายละเอียดดังนี้

### 3.1 การวิเคราะห์ความมั่นคงลาด (Slope Stability Analysis)

#### 3.1.1 การวิเคราะห์ความมั่นคงลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ

การวิเคราะห์ความมั่นคงลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำโดยทั่วไปมี 4 ขั้นตอน  *(ภาพที่ 28)* ดังนี้ คือ 1) การกำหนดหน้าตัดเขื่อนที่จะทำการวิเคราะห์ 2) การกำหนดพิกัดหน้าตัด-เขื่อน 3) กำหนดคุณสมบัติต่างๆ และ 4) การวิเคราะห์ความมั่นคงลาด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

|  |
| --- |
|  |
| **ภาพที่ 28** วิธีการวิเคราะห์ความมั่นคงเขื่อนเบื้องต้น |

1) กำหนดหน้าตัดเขื่อนที่จะทำการวิเคราะห์

ระดับ และมิติหน้าตัดเขื่อนที่ทำการวิเคราะห์

- ระดับสันเขื่อน + 107.00 ม.(ร.ส.ม.)

- ระดับน้ำสูงสุด + 106.25 ม.(ร.ส.ม.)

- ระดับน้ำเก็บกัก + 105.50 ม.(ร.ส.ม.)

- ระดับธรณีท่อ + 102.50 ม.(ร.ส.ม.)

- ระดับดินเดิม + 100.00 ม.(ร.ส.ม.)

- ความกว้างสันเขื่อน 6.00 ม.

- ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ 1:3.0

- ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ 1:2.5

- ระยะขุดบ่อจากตีนเขื่อนด้านท้ายน้ำ 5.00 ม.

- ความกว้างปากบ่อ 20.00 ม.

- ความยาวปากบ่อ 30.00 ม.

- ความลึกบ่อ 2.00 ม.

- ลาดบ่อด้านข้าง 1:1.5

2) กำหนดขอบเขตเพื่อใช้คำนวณความมั่นคงลาด

การกำหนดขอบเขตหน้าตัดเขื่อนจะกำหนดให้ครอบคลุม 3 ขอบเขต ดังนี้คือ ขอบเขตความลึกของฐานราก หน้าตัดทำนบเขื่อน และบริเวณที่เป็นน้ำหน้าเขื่อน ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 29

3) กำหนดคุณสมบัติต่างๆ

การกำหนดคุณสมบัติต่างๆ จะทำการกำหนดคุณสมบัติดินตัวเขื่อนบริเวณที่ใกล้สระเก็บน้ำของราษฎร และดินบริเวณฐานราก ดังตารางที่ 2

เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

1. การวิเคราะห์ความมั่นคงลาดจะใช้สมการของ Bishop ทำการวิเคราะห์หน้าตัดเขื่อนที่ใกล้บริเวณสระน้ำผลที่ได้ควรมีอัตราส่วนความปลอดภัยตามมาตรฐาน
2. การวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์เฉพาะลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ การวิเคราะห์ความมั่นคงจะใช้โปรแกรม KU Slope ใช้ทำการวิเคราะห์ลาดดิน

|  |
| --- |
| **ตารางที่ 1** จุดหน้าตัดเขื่อนที่ทำการวิเคราะห์ในแนวแกนราบ และแกนตั้ง |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| section-02 | **ภาพที่ 29**  หน้าตัดเขื่อนบริเวณขุดสระ |

1. วิเคราะห์ความเสี่ยงมากสุด ดังนั้น จึงกำหนดให้ดินตัวเขื่อนเป็นดินอิ่มตัวด้วยน้ำทั้งหมด หน่วยน้ำหนักดินอิ่มตัวด้วยน้ำ เท่ากับ 2.195 ตัน/ลบ.ม. และดินฐานรากใช้หน่วยน้ำหนักเช่นเดียวกับดินตัวเขื่อน มุมทรงตัวและค่าความเชื่อนแน่นจะใช้ค่าน้อยของดิน SC และ GC บดอัดแน่น

|  |
| --- |
| **ตารางที่ 2** คุณสมบัติดินตัวเขื่อน และฐานราก |
|  |

4) ทำการวิเคราะห์ความมั่นคงลาด

การวิเคราะห์ลาดเขื่อน เลือกวิเคราะห์ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ เนื่องมีการ-ขุดสระบริเวณท้ายน้ำใกล้กับตีนเขื่อน กรณีที่ใช้ในการวิเคราะห์ มี 4 กรณี ดังนี้

1. กรณีก่อนการขุดสระ ดินตัวเขื่อนชนิด GC
2. กรณีก่อนขุดสระ ดินตัวเขื่อนชนิด SC
3. กรณีหลังการขุดสระ ดินตัวเขื่อนชนิด GC
4. กรณีหลังการขุดสระ ดินตัวเขื่อนชนิด SC

ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำได้ค่าอัตราส่วน- ความปลอดภัย ดังตารางที่ 3 และตัวอย่างการวิเคราะห์ภาพที่ 30

|  |
| --- |
| **ตารางที่ 3** ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ |
|  |

|  |
| --- |
|  |
| **ภาพที่ 30** ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความมั่นคงลาด กรณีที่ 3 |

### 3.2 การวิเคราะห์เส้นลาดชลศาสตร์ (Hydraulic Gradient Analysis)

เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. การวิคราะห์ 2 กรณี คือ ก่อนการขุดสระ และหลังการขุดสระ
2. ระดับน้ำด้านเหนือน้ำใช้ระดับน้ำสูงสุด และระดับน้ำด้านท้ายน้ำใช้ระดับน้ำก้นบ่อ
3. ระยะน้ำเดินทางจากตีนเขื่อนด้านเหนือน้ำไปออกทางก้นบ่อท้ายน้ำ *(ภาพที่ 31)*

|  |
| --- |
| ทางเดินน้ำ |
| **ภาพที่ 31** การวิเคราะห์ความลาดระดับน้ำ |

ผลการวิเคราะห์เส้นลาดชลศาสตร์ ดังรายละเอียดใน ตารางที่ 4, 5 และ 6

|  |
| --- |
| **ตารางที่ 4** ผลการวิเคราะห์เส้นลาดชลศาสตร์ (Hydraulic Gradient Analysis) |
|  |

|  |
| --- |
| **ตารางที่ 5** การวิเคราะห์เส้นลาดชลศาสตร์ก่อนการขุดสระ |
|  |

|  |
| --- |
| **ตารางที่ 6** การวิเคราะห์เส้นลาดชลศาสตร์หลังการขุดสระ |
|  |

# สรุป

สรุปผลการวิเคราะห์ความมั่นคงเขื่อนเฉพาะแนวตัดขวางที่มีการขุดสระได้ดังนี้

1. ตัวเขื่อนมีความมั่นคง ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยมีค่าลดลงเล็กน้อยเฉลี่ยประมาณ 0.0435 คิดเป็นร้อยละ 2.97
2. ไม่เกิดการกัดเซาะบริเวณท้ายน้ำ การวิเคราะห์เส้นลาดชลศาสตร์ เส้นลาดชลศาสตร์ก่อนการขุดสระราบกว่าเส้นลาดชลศาสตร์หลังการขุดสระ มีค่า Weight Creep Ratio ลดลงร้อยละ 23.65 ลาดชันเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.86 น้ำซึมลงบ่อเป็นการซึมผ่านดินในสภาพปกติ

# ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะ มีดังนี้

1. ควรทำการติดตามพฤติกรรมในระยะยาวของทำนบดินบริเวณที่มีการขุดสระติดตีนลาดทำนบดินด้านท้ายน้ำ และให้สังเกตปริมาณน้ำในสระหากพบว่ามีน้ำลงสระในปริมาณมากจนล้นขอบสระ โดยที่ไม่มีฝนตกให้รีบแจ้งเจ้าหน้าที่ชลประทานทราบโดยเร็วที่สุด
2. ในอนาคตไม่ควรขุดบ่อ หรือ สระ บริเวณใกล้ตัวเขื่อนเพิ่มเติมอีก เพราะเกิดการรบกวนดินบริเวณที่มีผลต่อความมั่นคงเขื่อนทำให้ความปลอดภัยเขื่อนมีค่าลดลง หากมีความจำเป็นต้องขุดสระน้ำในไร่นาเพิ่มควรมีระยะห่างจากตีนทำนบเขื่อนไม่น้อยกว่า 3 เท่า ของความสูงทำนบ กรณีเขื่อนแม่ฮามให้มีระยะห่างไม่น้อยกว่า 25 ม.
3. ไม่ควรให้ต้นไม้ยืนต้นเกิดขึ้นบริเวณใกล้เขื่อนที่เป็นช่วงต่อระหว่างตีนทำนบเขื่อนกับขอบสระน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อไม่ให้เกิดปัจจัยเพิ่มที่จะลดค่าความปลอดภัยของเขื่อนลงกว่าปัจจุบัน