



กรมชลประทาน



กรมชลประทาน

๑๑๕ ปี

ชลประทาน งานเพื่อแผ่นดินไทย

# จุลสาร

## สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

<http://water.rid.go.th/hydhome/>

ในฉบับ:

- สารจากผู้บริหารสูงสุดด้านการจัดการความรู้
- เชื้อนดิน

หน้า 2

หน้า 3-11

ปีที่ 4 ฉบับที่ 53 ประจำเดือน กันยายน 2560  
สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน

### สารจากผู้บริหารสูงสุดด้านการจัดการความรู้ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา



ในการที่จะได้เชื่อมใหม่ขึ้นมาหนึ่งเขื่อนนั้น นับว่ามีขั้นตอนที่ยุ่งยากอีกทั้งต้องใช้เวลาที่ค่อนข้างยาวนาน เริ่มตั้งแต่การศึกษาความเหมาะสมไปจนถึงก่อสร้างแล้วเสร็จ เขื่อนเก็บกักน้ำที่สร้างกันโดยทั่วไปมีหลายประเภท หลายขนาดแตกต่างกัน โดยเขื่อนเก็บกักน้ำขนาดใหญ่บางแห่งสามารถให้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น การผลิตไฟฟ้า การชลประทาน การประมง การคมนาคมทางน้ำ และการป้องกัน น้ำท่วม เป็นต้นซึ่งเราเรียกเขื่อนลักษณะนี้ว่า "เขื่อนอเนกประสงค์"

ในการก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำเราสามารถสร้างเขื่อนได้ด้วยวัสดุประเภทต่างๆ เช่น คอนกรีตล้วน คอนกรีตเสริมเหล็ก ดินถมบดอัดแน่น และหินถมอัดแน่น เป็นต้นซึ่งเขื่อนเก็บกักน้ำทุกแห่งที่สร้างขึ้นจะกำหนดหรือเลือกให้เป็นเขื่อนประเภทใดนั้นส่วนใหญ่จะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพของฐานราก สภาพของภูมิประเทศที่เขื่อนนั้นตั้งอยู่ ตลอดจนชนิดและจำนวนของวัสดุที่จะใช้ก่อสร้าง โดยเขื่อนจะต้องมีทั้งความมั่นคงแข็งแรงและเกิดประโยชน์สูงสุด

นายเลิศชัย ศรีอนันต์  
ผู้อำนวยการสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

ส่วนความปลอดภัยเขื่อน

## เขื่อนดิน

เขื่อนถือว่าเป็นสิ่งก่อสร้างทางวิศวกรรมที่มีความสำคัญต่อประเทศชาติ เพราะให้ผลประโยชน์ที่มนุษย์จะได้รับโดยตรงมีหลายประการ เช่น เพื่อการชลประทาน การผลิตกระแสไฟฟ้า การประปา การหนูนระดับน้ำและได้น้ำเค็ม ส่วนผลประโยชน์ในทางอ้อมคือ น้ำที่เก็บกักอยู่ในอ่างหน้าเขื่อนสามารถใช้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลา และเป็นแหล่งประมง นอกจากนี้ยังใช้เป็นเส้นทางสัญจรสำหรับการคมนาคมทางน้ำ การป้องกันอุทกภัยและใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยวได้ ในการที่จะได้เขื่อนใหม่ขึ้นเขื่อนหนึ่งนั้น นับว่ามีขั้นตอนที่ย่างยากมากอีกทั้งต้องใช้เวลาที่ค่อนข้างยาวนาน เริ่มตั้งแต่การศึกษาความเหมาะสมไปจนถึงก่อสร้างแล้วเสร็จ ซึ่งอายุการใช้งานของเขื่อน นอกจากปริมาณตะกอนสะสมแล้ว อาจขึ้นอยู่กับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ได้หลายอย่างเช่นการเกิดอุทกภัย (Floods) อย่างฉับพลันเป็นเหตุให้น้ำล้นสันเขื่อน การเกิดแผ่นดินไหว (Earthquake) อันเนื่องมาจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกตามรอยต่อและรอยเลื่อน (Fault) ต่าง ๆ ที่เป็น Active fault ในบริเวณที่เป็น Seismic Zone และหรืออาจขึ้นอยู่กับสภาพของวัสดุรองรับตัวเขื่อน หรือวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ก่อสร้างเขื่อน ซึ่งต้องเสื่อมสภาพไปตามกาลเวลา นอกจากนี้แล้วอายุการใช้งานของเขื่อนอาจสั้นลง ถ้าหากมีการ Operate ที่บกพร่องหรือไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการดังนั้นบทความนี้จะขอแนะนำให้ท่านผู้อ่านได้ทำความรู้จักกับเขื่อนชนิดหนึ่งซึ่งมีมากที่สุดของกรมชลประทาน นั่นก็คือ“เขื่อนดิน”

## โครงสร้างเขื่อนดิน

การแบ่งชนิดของเขื่อนดินถม โดยทั่วไป จะพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของตัวเขื่อน และชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ก่อสร้างตัวเขื่อนที่เป็นแหล่งดินถมในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างซึ่งสามารถแบ่งชนิดของเขื่อนดินถมออกได้เป็น 2 ประเภท คือ เขื่อนดินถมชนิดเนื้อเดียว ( Homogeneous Dam) และเขื่อนดินถมชนิดแบ่งส่วน (Zoned Type Dam) การแบ่งชนิดของเขื่อนดินอย่างชัดเจน จะทำให้สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมของตัวเขื่อนได้อย่างถูกต้อง และสามารถป้องกันหรือบรรเทาผลเสียหายที่จะเกิดตามมาได้ตั้งแต่เริ่มต้นการคำนวณออกแบบ อีกทั้งยังเป็นการใช้วัสดุก่อสร้างให้เหมาะสมกับวัสดุที่หาได้อีกด้วย

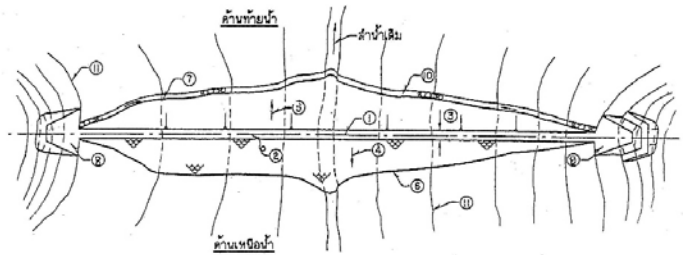
ส่วนประกอบของเขื่อนดิน หมายถึง ส่วนต่างๆที่ประกอบกันเป็นรูปร่างเขื่อนดิน ซึ่งส่วนประกอบแต่ละส่วนจะทำหน้าที่แตกต่างกันไป หรืออีกนัยหนึ่งเป็นการกำหนดรายละเอียดทางโครงสร้างของตัวเขื่อน เพื่อให้ตัวเขื่อนสามารถทำหน้าที่ต่างๆได้อย่างสมบูรณ์ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ โดยทั่วไปเขื่อนดินจะมีส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ สันเขื่อน ระบายพื้นน้ำ ( Freeboard) ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำที่ป้องกันการกัดเซาะด้วยหินทิ้ง (Riprap) กรวดทรายรองพื้น ( Bedding) ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำที่ป้องกันการกัดเซาะด้วยหินเรียงหรือการปลูกหญ้าบนหน้าดิน ( Top Soil) แกนเขื่อน ( Core Zone) ส่วนเปลือกนอก ( Random Zone) ส่วนร่องแกน (Cutoff Trench) ส่วนที่เป็นชานพัก (Berm) เพื่อเพิ่มเสถียรภาพของตัวเขื่อนในกรณีที่เขื่อนมีความสูงค่อนข้างมาก หรือดินที่นำมาก่อสร้างตัวเขื่อนมีคุณสมบัติทางวิศวกรรมไม่ดีนัก ส่วนของระบบระบายน้ำภายในตัวเขื่อน ซึ่งได้แก่ Chimney Drain, Blanket Drain หรือ Horizontal Drain, Finger Drain, Rockfill Toe และ Toe Drain เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีส่วนของระบบระบายน้ำผิวดินซึ่งได้แก่ Contact Drain และ Open Drain หรือ Gutter เป็นต้น ส่วนของบริเวณปลายเขื่อนทั้งสองฝั่งที่มีมักจะออกแบบให้เป็นที่กักเก็บ ส่วนเพื่อการหลุดตัวของสันเขื่อนที่เรียกว่า Camber

ส่วนประกอบต่างๆของตัวเขื่อนตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1 ถึงรูปที่ 3 มีรายละเอียดโดยสังเขป ดังนี้

# จุลสารสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

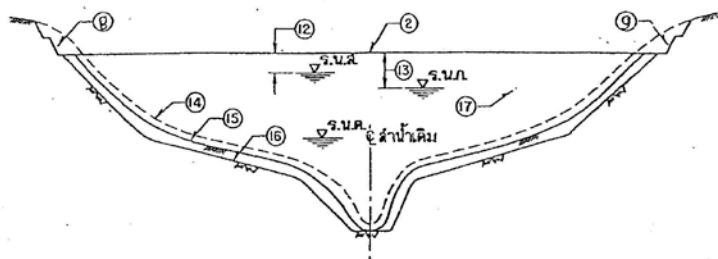
(1) ร่องแกน ( Cutoff Trench ) เป็นส่วนของดินชุดที่อยู่ต่ำกว่าระดับขุดลอกหน้าดิน หรือระดับดินเดิม โดยทั่วไปจะขุดเป็นร่องรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีก้นร่องแกนกว้างตั้งแต่ 4.0 เมตรขึ้นไป ก้นร่องแกนมักจะวางอยู่บนชั้นฐานรากที่มีความแน่นแข็งสามารถรับน้ำหนักของตัวเขื่อนได้ดี โดยทั่วไปหากระดับชั้นหินไม่ลึกมาก จะออกแบบให้วางไว้ที่ระดับชั้นหิน เรียกว่า Full Cutoff Trench แต่ถ้าระดับชั้นหินอยู่ลึกมากจนไม่เหมาะสมที่จะขุดร่องแกนลงไปถึงชั้นหิน จะออกแบบให้ร่องแกนวางอยู่บนชั้นดินที่มีความแน่นแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้ เรียกว่า Partial Cutoff Trench ร่องแกนจะทำหน้าที่หลักสองประการคือ เป็นส่วนที่บดน้ำเพื่อป้องกันน้ำซึมผ่านชั้นฐานรากที่เป็นดินและเป็นส่วนถ่ายน้ำหนักของตัวเขื่อนดินลงสู่ชั้นฐานรากที่มีความแน่นแข็งแรงกว่า

(2) การขุดลอกหน้าดิน ( Stripping ) เป็นการขุดผิวหน้าดินเดิมบริเวณใต้ฐานเขื่อนที่อยู่ในเขตรากพิชหรือเศษวัสดุอื่นที่อาจจะมีการผุสลายหรือมีความอ่อนตัวได้ออกไป โดยทั่วไปจะทำการขุดลอกหน้าดินใต้ฐานเขื่อน ตั้งแต่ความลึก 0.50 เมตรจนถึง 1.00 เมตร แต่ถ้าหากบริเวณใดเป็นดินอ่อนก็อาจจะขุดลอกออกไปลึกมากกว่า 1.00 เมตรก็ได้ ซึ่งเขื่อนบางแห่งอาจจะทำการขุดลอกดินอ่อนออกถึง 5.00 เมตร



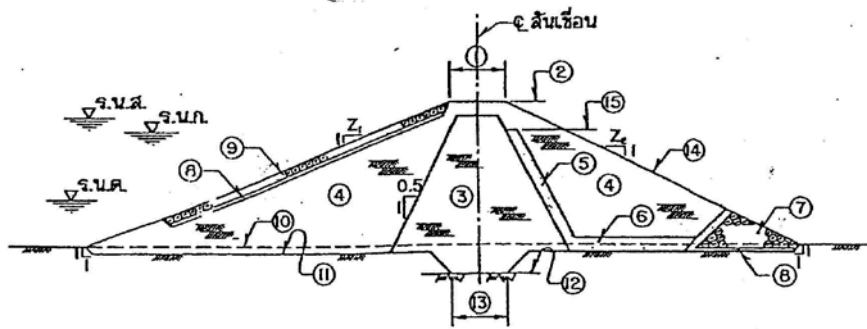
- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| ① สันเขื่อน                     | ⑦ ตอนฐานเขื่อนด้านท้ายน้ำ (U/S)                     |
| ② ระคนสันเขื่อน (R/O Comber)    | ⑧ บริเวณปลายเขื่อนที่ฐานอันฝั่งซ้าย (Left Abutment) |
| ③ ความกว้างสันเขื่อน            | ⑨ บริเวณปลายเขื่อนที่ฐานอันฝั่งขวา (Right Abutment) |
| ④ ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ         | ⑩ Contact Drain                                     |
| ⑤ ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ          | ⑪ แสดงระดับความสูงของพื้นดิน                        |
| ⑥ ตอนฐานเขื่อนด้านหน้าน้ำ (D/S) |   |

รูปที่ 1 แพลนแสดงส่วนประกอบของเขื่อนดินถม



- |  |
|--|
| ⑫ ระดับน้ำต่ำสุด ( Minimum Freeboard )             |
| ⑬ ระดับน้ำสูงสุด ( Maximum Freeboard )             |
| ⑭ ระดับดินเดิมตามแนวสันเขื่อนก่อนการก่อสร้างเขื่อน |
| ⑮ ระดับขุดลอกหน้าดินโดยประมาณ                      |
| ⑯ ระดับท้องร่องแกนโดยประมาณ                        |
| ⑰ ดินถมตัวเขื่อน                                   |

รูปที่ 2 รูปตัดตามยาวตามแนวศูนย์กลางสันเขื่อน แสดงส่วนประกอบเขื่อนดินถม



① ความกว้างสันเขื่อน	⑨ หินทิ้ง (Riprap)
② ระดับสันเขื่อน (W/O Camber)	⑩ ระดับดินเดิม
③ ดินถมแกนกลาง (Core Zoned)	⑪ ระดับซูดลอกหน้าดิน
④ ดินถมเปลือกนอก (Random)	⑫ ระดับชั้นหิน
⑤ Chimney Drain	⑬ ความกว้างร่องแกน
⑥ Blanket Drain	⑭ ปุ๋ยหมักชั้นดิน Topsoil
⑦ Rockfill Toe	Z <sub>1</sub> ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ
⑧ กรวดทรายรองหิน (Bedding)	Z <sub>2</sub> ลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ

รูปที่ 3 รูปตัดขวางตัวเขื่อน (จากรูปที่ 2 - 2)

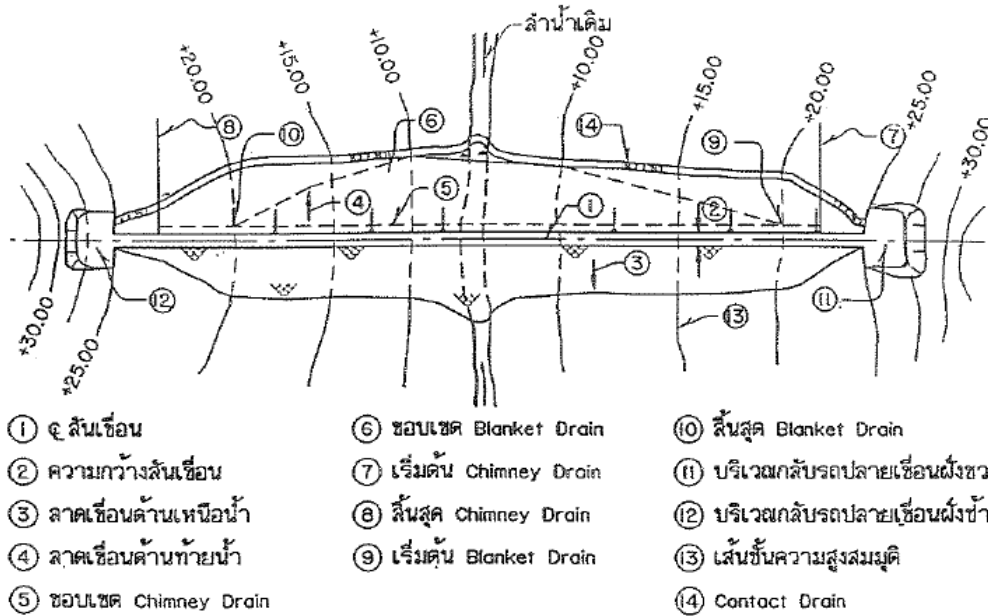
(3) ดินถมแกนเขื่อน ( Core Zoned ) เป็นดินถมบดอัดแน่นตัวเขื่อนเพื่อทำหน้าที่เป็นส่วนที่รับน้ำหนักส่วนกลางของตัวเขื่อนโดยปกติเป็นดินเหนียวละเอียดที่รับน้ำ ( Impervious Soil ) ที่มีค่าความซึมน้ำ ( Permeability , k ) ต่ำกว่า  $10^{-5}$  ซม.ต่อวินาที กำหนดให้ถมบดอัดแน่นไม่น้อยกว่า 98% Standard Proctor Compaction Test ( SPCT ) ดินถมแกนเขื่อนถูกกำหนดให้ทำหน้าที่ลดการซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อน ดังนั้นจึงดินถมส่วนนี้มีค่าความที่รับน้ำต่ำมากเท่าไร จะยิ่งลดการซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนลงได้มากด้วยเท่านั้น ขอบเขตของดินถมแกนเขื่อนจะถูกกำหนดให้มีความหนาแน่นพอเพื่อป้องกันการแตกร้าวโดยทั่วไปจะให้ส่วนฐานกว้างประมาณ 0.5 ถึง 1.5 เท่าของความสูงตัวเขื่อนขึ้นกับปริมาณดินถมแกนเขื่อนว่าจะมีมากหรือน้อย โดยมีส่วนบนกว้างน้อยกว่าความกว้างสันเขื่อน ลาดด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำกำหนดไว้ 1:1 หรือชันกว่าก็ได้

(4) ดินถมเปลือกนอก ( Random Zone ) เป็นดินถมบดอัดแน่นตัวเขื่อนส่วนที่หุ้มแกนเขื่อนไว้ทั้งด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำ โดยทั่วไปจะมีคุณสมบัติที่รับน้ำโดยสามารถระบายน้ำได้ดีกว่าส่วนที่เป็นแกนเขื่อน ดินถมตัวเขื่อนส่วนนี้จะมีค่าความซึมน้ำมากกว่าดินถมแกนเขื่อนตั้งแต่ 10 เท่าขึ้นไป และที่ดีควรมีค่าความซึมน้ำแตกต่างกันประมาณ 100 เท่า ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการระบายน้ำออกจากตัวเขื่อนได้ดี ดินถมส่วนนี้จะทำการบดอัดแน่นไม่น้อยกว่า 95% Standard Proctor Compaction Test โดยทำหน้าที่ให้ลาดเขื่อนมีความมั่นคงแข็งแรง ไม่เลื่อนไหล ( Slide ) ได้โดยง่าย

(5) Chimney Drain ทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบระบายน้ำภายในตัวเขื่อน โดยรับน้ำจากดินถมแกนเขื่อน ลักษณะวางเรียงไปตามขอบเขตของลาดดินถมแกนเขื่อนด้านท้ายน้ำ วัสดุที่ใช้เป็นกรวดทรายที่มีขนาดเหมาะสมเพื่อการระบายน้ำได้ดีและป้องกันการพัดพาเม็ดดินละเอียดจากดินถมแกนเขื่อนออกไปทางด้านท้ายน้ำด้วย โดยทั่วไปกำหนดความหนาไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร สำหรับเขื่อนขนาดกลางขึ้นไป โดยมีส่วนบนสุดกำหนดไว้ที่ระดับน้ำเก็บกัก ทั้งนี้เพื่อเป็นการเผื่อไว้สำหรับกรณีการก่อสร้างที่ชั้นรอยต่อระหว่างดินถมตัวเขื่อนมีปัญหา ซึ่งอาจจะทำให้มีน้ำไหลไปตามรอยต่อนั้นแล้วทะลุออกทางลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำโดยจะมี

Chimney Drain ดักไว้ การกำหนดให้มีส่วนประกอบนี้จะช่วยทำให้ดินถมเปลี่ยนนอกด้านท้ายน้ำค่อนข้างแห้ง ตัวเขื่อนจึงมีความเสถียรมากขึ้น

(6) Blanket Drain ทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบระบายน้ำภายในตัวเขื่อน โดยรับน้ำจากดินถมแกนเขื่อน Chimney Drain และฐานราก ลักษณะวางราบบนดินฐานเขื่อนที่ทำการขุดลอกหน้าดินออกแล้ว โดยด้านเหนือน้ำเชื่อมต่อกับ Chimney Drain ส่วนปลายด้านท้ายน้ำจะเชื่อมต่อกับ Rockfill Toe และหรือ Toe Drain หรือวางระบายน้ำที่ตีนเขื่อนด้านท้ายน้ำ แล้วระบายน้ำจากตัวเขื่อนและฐานรากออกทางอาคารวัดน้ำ (Seepage Flow Meter) หรือลำน้ำเดิมต่อไป วัสดุที่ใช้เป็นกรวดทรายที่มีขนาดเหมาะสมเช่นเดียวกับ Chimney Drain โดยทั่วไปกำหนดความหนาไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร สำหรับเขื่อนขนาดกลางขึ้นไป



**รูปที่ 4 แสดงแปลนขอบเขต Blanket Drain**

(7) หินถมตีนเขื่อน (Rockfill Toe) อยู่บริเวณตีนเขื่อนด้านท้ายน้ำในบริเวณร่องน้ำลึกและเลยขึ้นมาบนตลิ่งจนถึงระดับที่ต้องการ ทำหน้าที่ป้องกันการกัดเซาะตัวเขื่อนในกรณีที่ระดับน้ำในร่องน้ำด้านท้ายเขื่อนล้นตลิ่ง อันเนื่องมาจากการระบายน้ำออกจากตัวเขื่อนและหรือเนื่องจากมีฝนตกหนักจนระดับน้ำในลำน้ำล้นตลิ่ง รวมทั้งยังช่วยในเรื่องของการระบายน้ำออกจาก Blanket Drain และเพิ่มความมีเสถียรภาพของลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำอีกด้วย ประกอบด้วย หินใหญ่ที่มีขนาดเหมาะสมและวางอยู่บนกรวดทรายที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.20 เมตร รวมทั้งที่บริเวณรอยเชื่อมต่อกับหินถมตีนเขื่อนกับตัวเขื่อนดินจะต้องปูวัสดุรองพื้นหรือวัสดุกรอง ( Filter Material ) เป็นส่วนเชื่อมต่อด้วย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการพัดพาวัสดุละเอียดจากตัวเขื่อนเข้าสู่ Rockfill Toe

(8) กรวดทรายรองพื้น ( Bedding Material ) เป็นวัสดุประเภทกรวดและทรายที่มีขนาดเหมาะสม ใช้ปูลงบนพื้นดินก่อนการนำหินขนาดใหญ่มาวางทำหน้าที่หลักเป็นวัสดุรองพื้นสำหรับหินเรียงและหินทิ้งเพื่อป้องกันไม่ให้หินจมลงในดิน นอกจากนั้นยังทำหน้าที่รองช่วยป้องกันการพัดพาวัสดุดินเม็ดละเอียดไหลลอดออกมาขณะเกิดคลื่นหรือขณะที่น้ำใต้ดินสูงกว่าระดับน้ำด้านนอกหินทิ้งหรือหินเรียง ส่วนประกอบโดยทั่วไปเป็นกรวดหรือหินย่อยผสมทรายมีขนาดเหมาะสม โดยจะปูหนาประมาณ 0.20 เมตรขึ้นไป

(9) หินทิ้ง ( Dumped Rock Riprap ) ก่อสร้างตามลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ ตั้งแต่ระดับน้ำต่ำสุดจนถึงระดับสันเขื่อนโดยวางลงบนกรวดทราย ทำหน้าที่เพื่อป้องกันการกัดเซาะลาดตัวเขื่อนอันเนื่องมาจากแรงกระทำของคลื่นในอ่างเก็บน้ำ โดยมีความหนาตั้งแต่ 0.50 เมตรขึ้นไป ความหนาจะมากหรือน้อยขึ้นกับขนาดความสูงของคลื่นที่จะเกิดขึ้น หินทิ้งจะต้องมีขนาดใหญ่และเล็กคละกันอย่างเหมาะสมเพื่อให้เกิดช่องว่างน้อยที่สุดเมื่ออยู่ในที่แล้ว และเพื่อให้ให้เกิดการขัดกัน ( Inter Lock ) อย่างแข็งแรงแน่นหนา หินทิ้งจะต้องมีความแข็งแรง ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดีและต้องมียาน้ำหนักมาก มีลักษณะเป็นเหลี่ยม ไม่แบน ก่อสร้างโดยเทหินจากรถบรรทุกลงไปในลาดเขื่อนแล้วใช้เครื่องจักรกลที่เหมาะสมหรือแรงคนเกลี่ยให้ได้ระดับความแน่นและความหนา



Figure 6-46.—Riprap on upstream slope of an earthfill dam. Dam is in excellent condition after 50 years of service. The structure is Cold Springs Dam, which forms an offstream reservoir on the Umatilla Project in Oregon. IO-2194.

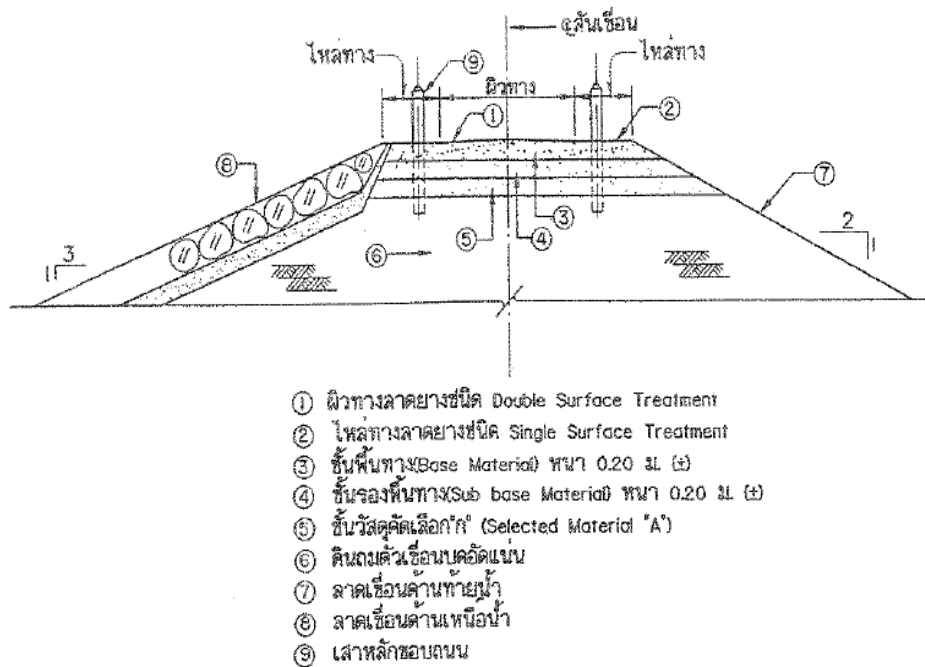
### รูปที่ 5 แสดงภาพหินทิ้ง (Dumped Rock Riprap)

(10) หินเรียง ( Hand Placed Rock Riprap ) ก่อสร้างไว้ตามลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำตั้งแต่สันเขื่อนจนถึงระดับสันเขื่อน โดยวางอยู่บนกรวดทราย ทำหน้าที่ป้องกันการกัดเซาะลาดตัวเขื่อนอันเนื่องมาจากฝนตก โดยมีความหนาประมาณ 0.30 เมตร และมีขนาดเล็กละเอียดคละกันอย่างเหมาะสม เพื่อให้มีช่องว่างน้อยที่สุด และมีการเรียงตัวขัดกันให้เกิดความแข็งแรงแน่นหนา ก่อสร้างโดยการเรียงหินด้วยแรงงานคนให้ได้ความหนา ระดับ แนวที่ต้องการ

(11) ปลูกหญ้า ทำการออกแบบก่อสร้างไว้ตามลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ และหรือตามลาดดินชุดข้างอาคารเพื่อป้องกันการกัดเซาะดินลาดตัวเขื่อน และหรือลาดดินชุดอันเนื่องมาจากฝนตกหนัก โดยจะต้องปลูกหญ้าให้ขึ้นงอกตามลาดเขื่อน หรือลาดดินชุด ก่อนปลูกหญ้าให้ปูหน้าดิน ( Top Soil ) ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ด้วยธาตุอาหารพืชหนาไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร เพื่อให้เป็นอาหารของหญ้า

(12) สันเขื่อน ( Crest of Dam ) เป็นส่วนบนสุดของตัวเขื่อนมีความกว้างตั้งแต่ 5.00 เมตรขึ้นไป โดยให้มีความกว้างเพียงพอที่จะปฏิบัติงานก่อสร้างและบำรุงรักษาได้ ออกแบบให้ทำหน้าที่เป็นถนนบนสันเขื่อน เพื่อใช้ในการตรวจสอบสภาพและบำรุงรักษาตัวเขื่อน สันเขื่อนจะถูกออกแบบให้มีระดับสูงกว่าระดับน้ำเก็บกักไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร และหรือสูงกว่าระดับน้ำสูงสุดไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร สำหรับเขื่อนขนาดกลางขึ้นไป ซึ่งเรียกว่าระยะพื้นน้ำ ( Freeboard ) ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดคลื่นในอ่างเก็บน้ำกระโจนล้นข้ามสันเขื่อนได้

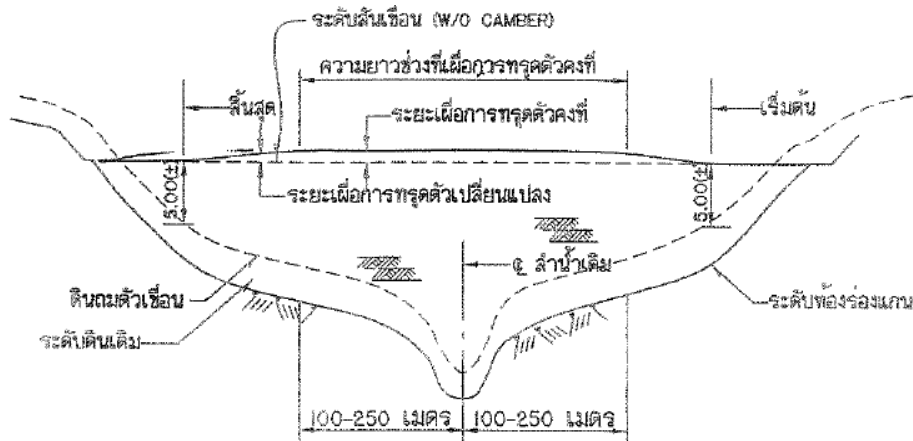
มิเช่นนั้นจะทำให้เกิดการกัดเซาะที่สันเขื่อนและตามลาดท้ายเขื่อน รวมทั้งเป็นส่วนความปลอดภัยของตัวเขื่อนป้องกันน้ำในอ่างล้นข้ามสันเขื่อน ขณะที่น้ำไหลเข้าอ่างปริมาณมากผิดปกติ นอกจากนั้นบนสันเขื่อนยังอาจจะมีการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมเขื่อนบางประเภทอีกด้วย เช่น Surface Settlement Point และ Inclinometer และ Instrument House ของ Piezometer เป็นต้น



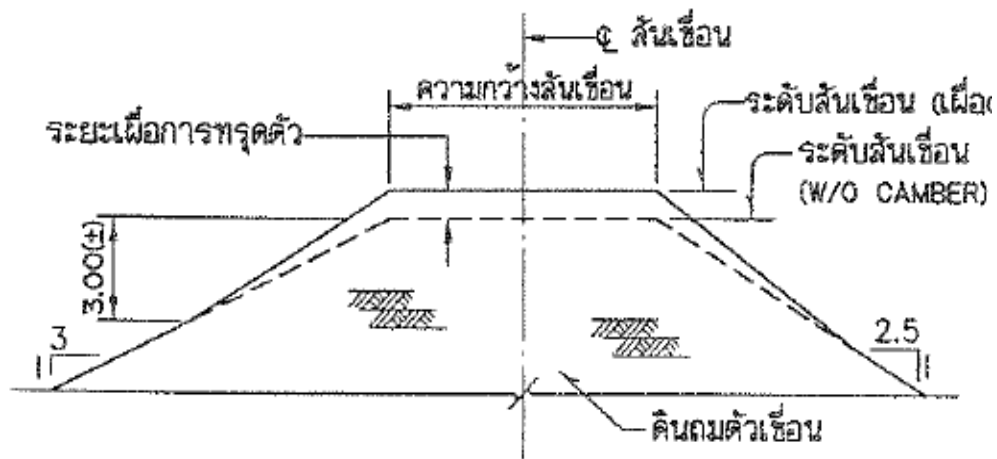
**รูปที่ 6 แสดงรูปตัดรายละเอียดสันเขื่อน**

(13) ระยะเพื่อการทรุดตัว (Camber) เป็นระยะความสูงของสันเขื่อนดินจากระดับสันเขื่อนปกติที่ไม่เพื่อการทรุดตัว (Dam's Crest Without Camber หรือ ระดับสันเขื่อน W/O Camber) ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุดินถมตัวเขื่อนจะมีการทรุดตัวตามปกติ ดังนั้นจึงเผื่อระดับสันเขื่อนให้สูงขึ้นมากกว่าที่ต้องการตามความสูงของตัวเขื่อน ซึ่ง USBR แนะนำให้เผื่อไว้ไม่น้อยกว่า 1% ของความสูงตัวเขื่อนที่จุดพิจารณา เช่น เขื่อนดินมีความสูง 20.00 เมตร จะมีการเผื่อระยะทรุดตัวไม่น้อยกว่า 0.20 เมตร ดังนั้นหากกำหนดระดับสันเขื่อนไว้ที่ +200.00 ม.(รทก.) (W/O Camber) จะต้องกำหนดระดับสันเขื่อนที่เพื่อการทรุดตัวไว้ที่ + 200.20 ม.(รทก.) ซึ่งผู้ออกสร้างจะต้องก่อสร้างสันเขื่อนที่จุดกำหนดไว้ที่ระดับ +200.20 ม.(รทก.) ด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามการทรุดตัวของตัวเขื่อนจะประกอบด้วย การทรุดตัวของฐานราก และการทรุดตัวของดินถมตัวเขื่อน ซึ่งเป็นลักษณะของการทรุดตัวจากการคายน้ำ (Consolidation Settlement) จึงจำเป็นต้องการคำนวณค่าการทรุดในลักษณะดังกล่าวด้วย หากค่าที่คำนวณได้น้อยกว่า 1% ของความสูงตัวเขื่อนก็ให้ใช้ 1% แต่ถ้าคำนวณได้มากกว่าก็ให้ใช้ค่าที่คำนวณได้ไปกำหนดระยะเพื่อการทรุดตัวต่อไป





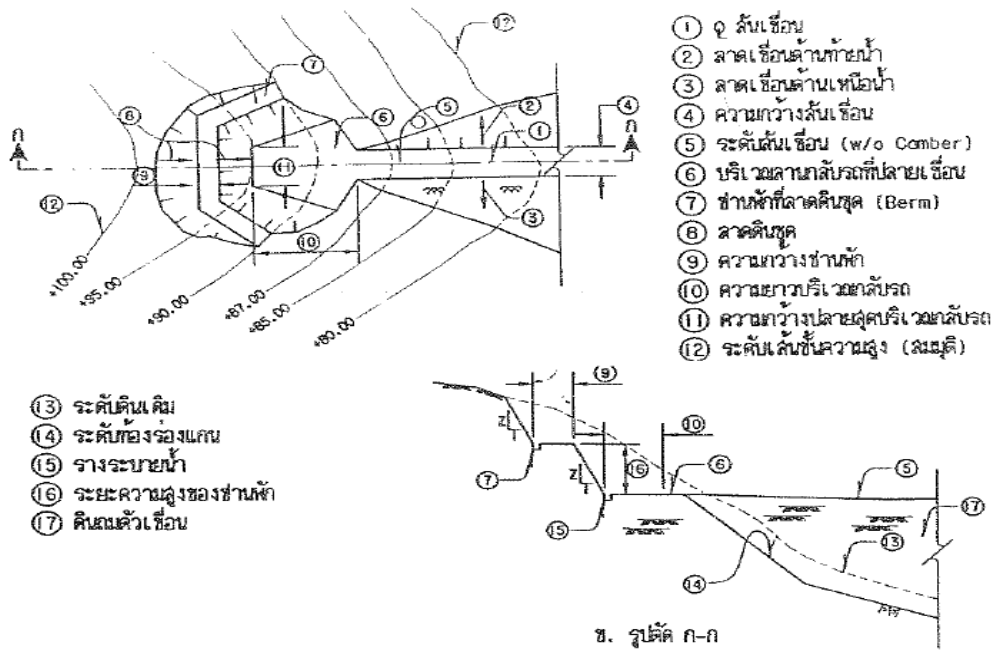
ก. รูปตัดตามแนว ๑. สันเขื่อนแสดงการกำหนดระยะเพื่อการทรุดตัว



ข. รูปตัดขวางสันเขื่อนแสดงระยะเพื่อการทรุดตัว

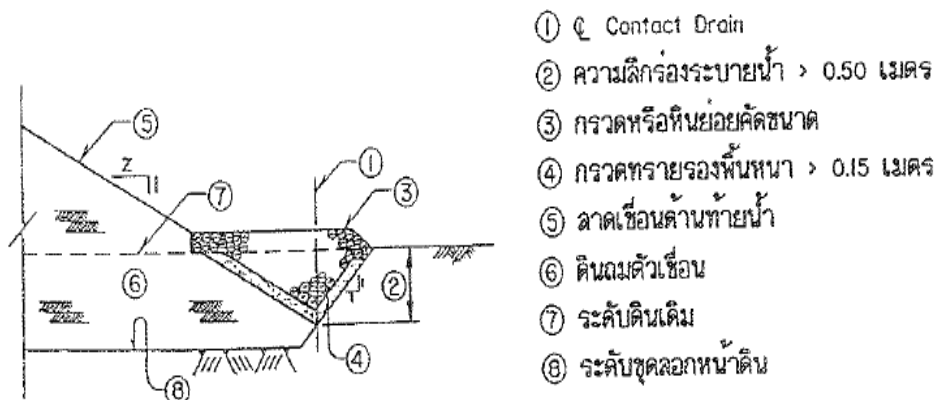
รูปที่ 7 แสดงการเผื่อ Camber บนสันเขื่อน

(14) ฐานยันเขื่อน ( Abutment ) คือบริเวณไหล่เขาและระดับสันเขื่อนมาบรรจบกัน หรือบริเวณที่เป็นจุดสิ้นสุดของตัวเขื่อนไปชนกับดินเดิมบริเวณไหล่เขาทั้งฝั่งซ้ายและฝั่งขวา บริเวณนี้จะทำการขุดเปิดลาดเชิงเขาออกไปให้มีพื้นที่กว้างพอสมควรที่จะเชื่อมกับสันเขื่อน เพื่อใช้เป็นบริเวณกัลบรถและ หรือเป็นพื้นที่พักยานพาหนะที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพและบำรุงรักษาตัวเขื่อน โดยทั่วไปจะเป็นดินเดิมที่มีการขุดดินหรือระเบิดหินออกให้เป็นลานกว้างเพื่อวัตถุประสงค์ตามที่กล่าวไว้ บริเวณนี้จะมีการตัดลาดเชิงเขาออกไปด้วย



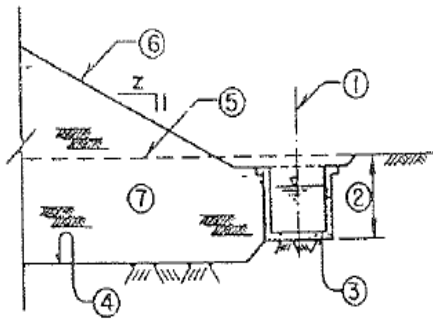
รูปที่ 8 แสดงบริเวณฐานยันเขื่อน

(15) Contact Drain เป็นระบบระบายน้ำที่ตีนเขื่อนด้านท้ายน้ำ กำหนดให้เริ่มตั้งแต่วางฐานยันเขื่อนลงมา โดยกำหนดในบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชันมาก องค์ประกอบของ Contact Drain เป็นหินใหญ่คละขนาด ๓๐-๕๐ ซม. ในร่องระบายน้ำที่บริเวณตีนเขื่อน ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดความเร็วของกระแสน้ำที่ไหลในบริเวณพื้นที่ลาดชัน ให้มีความเร็วไม่มากนัก เพื่อลดการกัดเซาะลง โดยทั่วไปจะระบายน้ำผิวดินที่เกิดจากน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามหากปริมาณน้ำซึมผ่านตัวเขื่อนและฐานเขื่อนมีมากก็สามารถระบายออกทาง Contact Drain ได้ด้วยเช่นกัน แต่โอกาสเช่นนี้ก็ไม่มีมากนัก นอกจากนั้นยังอาจจะมีกรอกแบบการระบายน้ำที่ตีนเขื่อนตลอดทั้งเขื่อนก็ได้ แต่ค่อนข้างจะมีราคาแพง



รูปที่ 9 แสดงรูปทั่วไป Contact Drain

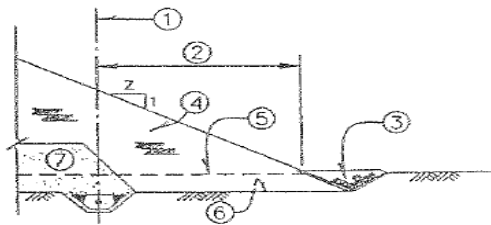
(16) รางระบายน้ำ ( Open Drain ) เป็นระบบระบายน้ำที่ติดตั้งด้านท้ายน้ำเชื่อมต่อกับ Contact Drain โดยทั่วไปจะกำหนดในบริเวณพื้นที่ราบของตัวเขื่อน ทั้งนี้เนื่องจากความเร็วกระแส น้ำจะไม่ไหลเร็วมากนัก โดยมีลาดของรางที่เหมาะสมไปยังจุดต่ำเพื่อให้สามารถระบายน้ำได้ดี รูปแบบทั่วไปอาจจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู หรือรูปสามเหลี่ยมก็ได้ ทำการลาดผิวล่างที่เป็นดินด้วยคอนกรีต หรือทำหินเรียงก็ได้ การทำเป็นรางเปิดจะทำให้เห็นการไหลของน้ำได้อย่างชัดเจน ทำให้เห็นได้ว่ามีน้ำมากน้อยแค่ไหน ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดขนาดของรางให้ใหญ่พอที่ระบายน้ำได้เป็นอย่างดี หากมีขนาดเล็กไปจะทำให้หน้าล้นออกนอกรางแล้วกระจายออกไปโดยทั่ว ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความไม่สวยงามและเกิดความเสียหายขึ้นได้



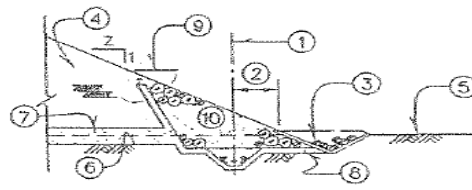
- ① ราง Open Drain
- ② ความลึกรางระบายน้ำ  $\approx 0.40$  เมตร
- ③ รางระบายน้ำ ค.ส.ล.
- ④ ระดับซูดลอกหน้าดิน
- ⑤ ระดับดินเดิม
- ⑥ ลาดเขื่อนค้ำท้ายน้ำ
- ⑦ ดินถมค้ำเขื่อน

รูปที่ 10 แสดงรูปทั่วไปรางระบายน้ำที่ตีนเขื่อน

(17) ท่อระบายน้ำที่ตีนเขื่อน ( Toe Drain ) เป็นระบบระบายน้ำภายในตัวเขื่อนที่ติดตั้งไว้บริเวณ Rockfill Toe หรือตีนเขื่อนด้านท้ายน้ำเชื่อมต่อกับ Blanket Drain ประกอบด้วย การขุดร่องในดินให้มีขนาดเหมาะสม ลึกต่ำกว่าระดับ Blanket Drain ( เพื่อดึงระดับน้ำให้ต่ำลงมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ) มีท่อระบายน้ำเจาะรู พร้อมกรวดทรายละเอียดที่เหมาะสมหุ้มรอบท่อ โดยทั่วไปกำหนดขนาดท่อระบายน้ำตั้งแต่ขนาด 0.20 เมตร ขึ้นไป ท่อระบายน้ำนี้จะต้องให้มีลาดตามแนวยาวที่เกือบขนานกับตัวเขื่อนอย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดการระบายน้ำที่ดี แล้วไปปล่อยน้ำทิ้งที่จุดต่ำสุดของตัวเขื่อน



(ก) การออกแบบ Toe Drain ไว้ที่ปลาย Blanket Drain



(ข) การออกแบบ Toe Drain ไว้ที่บริเวณใต้ฐาน Rockfill Toe

- |                        |                      |                      |
|------------------------|----------------------|----------------------|
| ① ราง Toe Drain        | ⑤ ระดับดินเดิม       | ⑨ ระดับ Rockfill Toe |
| ② ระยะห่างจากฐานเขื่อน | ⑥ ระดับซูดลอกหน้าดิน | ⑩ Rockfill Toe       |
| ③ Contact Drain        | ⑦ Blanket Drain      |                      |
| ④ ดินถมค้ำเขื่อน       | ⑧ กรวดทรายรองพื้น    |                      |

รูปที่ 11 แสดงท่อระบายน้ำที่ตีนเขื่อน

## จุลสารสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

- วัตถุประสงค์**
- รวบรวมและจัดระบบองค์ความรู้ที่กระจัดกระจายอยู่ในแต่ละส่วนให้อยู่ในที่เดียวกัน  
ง่ายต่อการค้นคว้า และนำไปใช้ประโยชน์
  - เผยแพร่ข้อมูล ข่าวสาร และองค์ความรู้ของหน่วยงานภายในสำนักให้กับผู้อ่านทั้งภายใน  
และ ภายนอกองค์กรเสริมประสิทธิภาพการสื่อสาร และการแลกเปลี่ยนระหว่างบุคลากร  
ของหน่วยงานในองค์กร
  - เป็นช่องทางในการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ และนำเสนอแนวคิดที่เป็นประโยชน์ และ  
สร้างสรรค์

**ที่ปรึกษา** ผู้อำนวยการสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

ผู้อำนวยการส่วนบริหารจัดการน้ำ

ผู้อำนวยการส่วนอุทกวิทยา

ผู้อำนวยการส่วนการใช้น้ำชลประทาน

ผู้อำนวยการส่วนปรับปรุงบำรุงรักษา

ผู้อำนวยการส่วนความปลอดภัยเขื่อน

ผู้อำนวยการส่วนยุทธศาสตร์

ผู้อำนวยการส่วนประมวลวิเคราะห์สถานการณ์น้ำ

ผู้อำนวยการศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำ

**บรรณาธิการ** นายพงษ์เทพ ประกอบธรรม

**กองบรรณาธิการ** นางสาววีวรรณ สุดจิตร์

นายสถาพร นาคคณีง

นางสาวทัศนีย์ แก้วมรกฏ

**สถานที่ติดต่อ** :สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน โทร 0-2241-2360  
:Fax. 0-2241-2360 <http://water.rid.go.th/hydhome/>  
:ฝ่ายเผยแพร่การใช้น้ำชลประทาน โทร 0-2241-4794 Fax. 0-2241-4794  
:ส่วนความปลอดภัยเขื่อน โทร0-2241-1011  
:E-mail: sataporn7312@gmail.com  
pongtep932@gmail.com