บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบระบายน้ำที่ท่วมขังบริเวณถนนหลังมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยพิจารณาพื้นที่รับน้ำจากเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ เพื่อให้ทราบปริมาณน้ำที่ต้องการระบายออก แนวทางการไหลของน้ำ และจุดรับน้ำ แล้วนำมาออกแบบระบบระบายน้ำต่อไป การดำเนินงานของโครงการแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการสำรวจและรวบรวมข้อมูล และขั้นตอนการออกแบบ

1. ขั้นตอนการสำรวจ รวบรวมข้อมูล

1.1 การสำรวจสถานที่

การสำรวจสถานที่เป็นการสภาพจริงก่อนการทำงาน เช่น ลักษณะของพื้นที่ ความแออัดของชุมชน ท่อระบายน้ำใกล้เคียง ความยากง่ายในการก่อสร้าง จุดที่จะระบายน้ำออก เพื่อเป็นประโยชน์และแนวทางในการออกแบบระบบระบายน้ำในชุมชน

1.2 การสำรวจภาคสนาม

การสำรวจภาคสนาม สำรวจเส้นระดับชั้นความสูงของพื้นที่ เริ่มจากการทำวงรอบหลักและวงรอบย่อย แล้วใช้กล้องระดับถ่ายระดับมายังหมุดในวงรอบโดยมีระดับอ้างอิงที่ข้างโรงปฏิบัติการอุสาหกรรมภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร แล้วทำจุดระดับเส้นชั้นความสูง (CONTURE) โดยใช้กล้อง TC 500 จากหมุดในวงรอบมาบนพื้นที่จนครอบคลุมพื้นที่ที่น้ำสามารถไหลเข้ามาบนถนนเส้นนี้ได้ แล้วนำมาเขียนเส้นชั้นความสูงหาพื้นที่รับน้ำฝนและแนวทางการไหลของน้ำฝนเพื่อใช้ในการออกแบบ

1.3 รวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลปริมาณความเข้มข้นฝนที่ตกในจังหวัดพิษณุโลก
2. ค่าระดับและเส้นชั้นความสูงจากการสำรวจภาคสนาม
3. พื้นที่รับน้ำฝน พิจารณาจากเส้นระดับชั้นความสูง

2. ขั้นตอนการออกแบบ

2.1 สิ่งที่พิจารณาเบื้องต้นในการออกแบบระบบระบายน้ำ

1. สถานที่และตำแหน่ง โดยกำหนดแนวที่สั้นที่สุดและตื้นที่สุด ที่สามารถรับและระบายน้ำได้อย่างทั่วถึงและเพียงพอ
2. ขนาดของท่อ เพื่อให้เหมาะสมต่อปริมาณน้ำที่ต้องการระบายออก และสะดวกต่อการบำรุงรักษา
3. ความลาดของท่อ เพื่อให้เหมาะสมกับความเร็วของน้ำที่ต้องการและความลึกที่จุดปลายของท่อ
4. ชนิดของท่อ เพื่อป้องกันการศึกหลอ สามารถรับน้ำหนักถาวร น้ำหนักจรการกระแทรก การทรุดตัว การแตกร้าวชำรุดเนื่องมาจากสาเหตุอื่นๆ
5. ชนิดของวัสดุที่ใช้ในระบบระบายน้ำ เพื่อให้อายุการใช้งานของระบบเป็นไปตามที่คาดไว้
6. ความปลอดภัยและความสะดวกในการบำรุงรักษา เช่น ขนาดของท่อ การระบายอากาศในท่อ ขนาดของช่องทางระบายน้ำ

2.2 ขั้นตอนการออกแบบท่อระบายน้ำ

1. สำรวจพื้นที่ระบายน้ำของโครงการ คือการสำรวจหาค่าระดับและเส้นระดับชั้นความสูงของพื้นที่โครงการ โดยใช้กล้องระดับ และกล้อง TC 500 ในการสำรวจ
2. สำรวจระบบระบายน้ำรอบๆ โครงการว่ามีท่อ คู คลอง หรือรางระบายน้ำสาธารณะ เพื่อกำหนดจุดระบายน้ำออกจากพื้นที่โครงการ โดยดูแผนที่เส้นระดับชั้นความสูงประกอบการพิจารณา
3. กำหนดพื้นที่ระบายน้ำของโครงการ โดยอาศัยเส้นระดับชั้นความสูงเพื่อดูแนวทางการไหลของน้ำ แล้วกำหนดพื้นที่ที่น้ำสามารถไหลเข้ามาในพื้นที่ของโครงการได้

4. แบ่งพื้นที่รับน้ำออกเป็นส่วนๆ และหาขนาดของพื้นที่แต่ละส่วน
5. เขียนแนวทางระบายน้ำออกจากพื้นที่โครงการ โดยอาศัยแนวถนน เส้นระดับชั้นความสูง และระดับจุดระบายน้ำออกจากโครงการ ให้มีการไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลก และมีความลาดชันมากที่สุด เพื่อจะได้ประหยัดการทำความสะอาด และขนาดท่อที่ใช้ในการออกแบบ แต่ต้องคำนึงถึงความเร็วที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนภายในท่อด้วย
6. เขียน Profile ของดิน และท่อ โดยต้องคำนึงถึงข้อกำหนดระยะดินที่ถมบนหลังท่อขั้นต่ำไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
7. คำนวณอัตราการไหล
8. ออกแบบขนาดท่อหรือรางระบายน้ำ

2.3 ขั้นตอนการคำนวณ

1. คำนวณหาพื้นที่รับน้ำแต่ละส่วน
2. พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C) จากตาราง ในที่นี้พื้นที่อยู่ในเขตธุรกิจค่อนข้างหนาแน่น ค่า (C) อยู่ระหว่าง 0.70 – 0.95 เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C) เท่ากับ 0.80
3. คำนวณเวลารวมตัวของน้ำจากสมการ $t_c = 60\left[\frac{L^3}{H} \times 0.871 \times 10^{-9}\right]^{0.385}$

   เมื่อ t_c = เวลาการไหลของน้ำจากจุดที่กำหนดมายังจุดรับน้ำ

   L = ระยะทางเป็นเมตร

   H = ความแตกต่างระดับต้นทางกับปลายทาง
4. เมื่อได้ค่า t_c นำมาหาค่าความเข้มฝน จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มฝน – ช่วงเวลา – ความถี่ ของจังหวัดพิษณุโลก
5. เลือกใช้ช่วงความถี่ฝน 5 ปี เนื่องจากเป็นถนนที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่

6. คำนวณหาอัตราน้ำหลากสูงสุดจากสมการ

สูตร $Q = 0.287CIA \times 10^{-6}$

เมื่อ Q = อัตราน้ำหลากสูงสุด (ลบ.ม./วิ)

C = สัมประสิทธิ์การไหลนอง

I = ความเข้มฝน (มม./ชม)

A = พื้นที่รับน้ำหรือพื้นที่ระบายน้ำ (ตร.ม.)

7. หาขนาดท่อโดยสมการของแมนนิง เลือกค่า n สำหรับวัสดุที่ทำท่อ ซึ่ง n = 0.013 สำหรับท่อคอนกรีต

จากสมการ Manning $Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

จะได้ในเทอมของ Diameter

$$D = \left[\frac{3.21Qn}{\sqrt{S}}\right]^{0.375}$$

เมื่อ n = สัมประสิทธิ์ แมนนิง

S = ความลาด

D = เส้นผ่าศูนย์กลางท่อเป็นเมตร

8. ตรวจสอบข้อกำหนดต่างๆ คือ ความเร็วไม่น้อยกว่า 0.6 ม./วินาที เพื่อป้องกันการตกตะกอน และไม่ควรเกิน 3 ม./วินาที เพื่อป้องกันการกัดกร่อนท่อ ความลาดของท่อ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดท่อ ในที่นี้ใช้ความลาดเท่ากับ 0.0014 เนื่องจากขนาดท่อต่ำสุดที่ใช้คือ 400 มม. ที่ความเร็ว 0.6 ม./วินาที ใช้ ความลาด 0.0014

สำหรับจุดรับน้ำจุดแรกนั้น เวลารวมตัวคือ เวลาที่ไหลของน้ำบนผิวดินมายังจุดรับน้ำ แต่จุดถัดไปจะมีทั้งเวลาน้ำที่ไหลมาตามท่อ และจากบนพื้นผิวจุดรับน้ำ ในการคิดให้เลือกเวลารวมตัวที่นานที่สุด

ตารางที่ 3.1 พื้นที่รับน้ำส่วนต่างๆและค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการออกแบบ

จุดรับน้ำ	พื้นที่รับน้ำ (ตร.ม.)	พื้นที่สะสม (ตร.ม.)	H (ม.)	L (ม.)	n	C	S
1	9600	9600	0.11	190	0.013	0.80	0.0014
2	20000	29600	0.09	120	0.013	0.80	0.0014
3	13600	43200	I.04	390	0.013	0.80	0.0014

จุดรับน้ำที่ 1

คำนวณหาเวลาการรวมตัวการไหลของน้ำบนผิวดิน

จากสูตร $t_c = 60\left[\frac{L^3}{H} \times 0.871 \times 10^{-9}\right]^{0.385}$

$t_c = 60\left[\frac{190^3}{0.11} \times 0.871 \times 10^{-9}\right]^{0.385}$

$t_c = 19.54$ นาที

เลือกใช้ $t_c = 20$ นาที ที่คาบการเกิดซ้ำ 5 ปี อ่านค่า I จาก IDF Curve ได้เท่ากับ 135 มม./ชม.

คำนวณหาอัตราการไหล Q

จากสูตร $Q_R = 0.287CIA \times 10^{-6}$

$Q_R = 0.287 \times 0.8 \times 135 \times 9600 \times 10^{-6}$

$Q_R = 0.30$ ลบ.ม. / วินาที

ในชุมชนหลังมหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นพื้นที่เขตธุรกิจค่อนข้างหนาแน่น จากการสำรวจคร่าวๆ มีประชากรอาศัยอยู่ประมาณ 3000-5000 คน ซึ่งมีการใช้น้ำเสีย ประมาณ 200 ลิตร/คน/วัน(จากตาราง)

ปริมาณน้ำเสีย $Q_w = \frac{5000 \times 200 \times 0.001}{24 \times 60 \times 60}$ ลบ.ม. / วินาที

$= 0.012$ ลบ.ม. / วินาที

ปริมาณน้ำซึมใต้ดินสำหรับท่อ 400 มม. $Q_I = 20$ ลบ.ม./วัน/กม.

$Q_I = \frac{20}{24 \times 60 \times 60} \times 0.190 = 0.000044$ ลบ.ม. / วินาที

ปริมาณน้ำซึมใต้ดิน Q_I และปริมาณน้ำเสีย Q_w มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำฝน Q_R ซึ่งมีค่าประมาณ 4% ของปริมาณน้ำฝน Q_R จึงไม่นำมาคิดในการออกแบบ

ดังนั้น $Q = Q_R$

$= 0.30$ ลบ.ม. / วินาที

คำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ

จากสูตร $D = \left[\frac{3.21 \times 0.30 \times 0.0013}{\sqrt{0.0014}}\right]^{0.375}$

$D = 0.279$ เมตร

ลองเลือกใช้ท่อขนาด 300 มม.

ตรวจสอบความเร็ว V ($0.6 < V < 3.0$)

$V = \frac{Q}{A}$

$= \frac{0.30}{\pi(0.15^2)}$

$= 4.24$ ม./วินาที $>$ 3 ม./วินาที ไม่ผ่าน

ลองเลือกใช้ท่อขนาด 400 มม.

ตรวจสอบความเร็ว V ($0.6 < V < 3.0$)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0.30}{\pi(0.2^2)}$$

$= 2.39$ ม./วินาที ($0.6 < V < 3.0$) ผ่าน

เลือกใช้ขนาดท่อ 400 มม. มีระยะทางยาว 190 เมตร

จุดรับน้ำที่ 2

คำนวณหาเวลาการรวมตัวการไหลของน้ำบนผิวดิน

พิจารณาเวลาการไหลของน้ำในท่อจากพื้นที่รับน้ำที่ 1 มายังพื้นที่รับน้ำที่ 2 ซึ่งมีระยะทาง 190 เมตร $T = L / V = \frac{190}{2.65 \times 60} = 1.19$ นาที

จากสูตร $t_c = 60 [\frac{L^3}{H} \times 0.871 \times 10^{-9}]^{0.385}$

$$t_c = 60 [\frac{120^3}{0.09} \times 0.871 \times 10^{-9}]^{0.385}$$

$t_c = 12.42$ นาที

เวลาการรวมตัวการไหลของน้ำบนผิวดิน + เวลาการไหลของน้ำในท่อ คือ

$t_c = 12.42 + 1.19 = 13.61$ นาที

เลือกใช้ $t_c = 15$ นาที ที่คาบการเกิดซ้ำ 5 ปี อ่านค่า I จาก IDF Curve ได้เท่ากับ 150 มม./ชม.

คำนวณหาอัตราการไหล Q

จากสูตร $Q = 0.287CIA \times 10^{-6}$

$$Q = 0.287 \times 0.8 \times 150 \times 29600 \times 10^{-6}$$

$Q = 1.01$ ลบ.ม. / วินาที

คำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ

จากสูตร $D = \left[\frac{3.21(1.01)(0.0013)}{\sqrt{0.0014}}\right]^{0.375}$

$D = 0.441$ เมตร

ลองเลือกใช้ท่อขนาด 450 มม.

ตรวจสอบความเร็ว $V\ (0.6 < V < 3.0)$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{1.01}{\pi(0.225^2)}$$

$= 6.35$ ม./วินาที $>$ 3 ม./วินาที ไม่ผ่าน

ลองเลือกใช้ท่อขนาด 700 มม.

ตรวจสอบความเร็ว $V\ (0.6 < V < 3.0)$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{1.01}{\pi(0.35^2)}$$

$= 2.62$ ม./วินาที $(0.6 < V < 3.0)$ ผ่าน

เลือกใช้ขนาดท่อ 700 มม. มีระยะทางยาว 120 เมตร

จุดรับน้ำที่ 3

คำนวณหาเวลาการรวมตัวการไหลของน้ำบนผิวดิน

พิจารณาเวลาการไหลของน้ำในท่อจากพื้นที่รับน้ำที่ 1 มายังพื้นที่รับน้ำที่ 2 ซึ่งมีระยะทาง 190 เมตร $T = L / V = \frac{120}{2.62 \times 60} = 0.76$ นาที

จากสูตร $t_c = 60\left[\frac{L^3}{H} \times 0.871 \times 10^{-9}\right]^{0.385}$

$$t_c = 60\left[\frac{390^3}{1.04} \times 0.871 \times 10^{-9}\right]^{0.385}$$

$t_c = 18.88$ นาที

เวลาการรวมตัวการไหลของน้ำบนผิวดิน + เวลาการไหลของน้ำในท่อของพื้นที่ที่ 1 และพื้นที่ที่ 2 คือ $t_c = 18.88 + 1.19 + 0.76 = 20.83$ **นาที**

เลือกใช้ t_c = 21 นาที ที่คาบการเกิดซ้ำ 5 ปี อ่านค่า I จาก IDF Curve ได้เท่ากับ 125 มม./ชม.

คำนวณหาอัตราการไหล Q

จากสูตร $Q = 0.287CIA \times 10^{-6}$

$Q = 0.287 \times 0.8 \times 125 \times 43200 \times 10^{-6}$

$Q = 1.34$ ลบ.ม. / วินาที

คำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ

จากสูตร $D = \left[\frac{3.21 \times 1.34 \times 0.0013}{\sqrt{0.0014}}\right]^{0.375}$

$D = 0.490$ เมตร

ลองเลือกใช้ท่อขนาด 800 มม.

ตรวจสอบความเร็ว V ($0.6 < V < 3.0$)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0.82}{\pi(0.40^2)}$$

$= 2.67$ ม./วินาที ($0.6 < V < 3.0$) ผ่าน

เลือกใช้ขนาดท่อ 800 มม. มีระยะทางยาว 390 เมตร