

ภาคผนวกที่ 3

รายการคำนวณของบริษัท เอ็น. เอส. คอนซัลแทนท์ จำกัด

1. รายการคำนวณช่วงก่อสร้าง

1.1 รายการคำนวณปริมาณการใช้น้ำในโครงการ

คนงานที่ใช้ในช่วงก่อสร้างเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการก่อสร้างใช้ 50 คน พักนอกโครงการทั้งหมด โดยมีรายละเอียดการใช้น้ำ ดังนี้

ปริมาณน้ำใช้สำหรับคนงาน จำนวน 50 คน

คิดอัตราการใช้น้ำ = 50 ลิตร/คน/วัน

ปริมาณความต้องการใช้น้ำ = $\frac{100 \times 50}{1,000}$ ลูกบาศก์เมตร/วัน

(คิดครึ่งหนึ่งของอัตราการใช้น้ำปกติ)

= 5 ลูกบาศก์เมตร/วัน

ปริมาณน้ำใช้สำหรับการก่อสร้าง = 5 ลูกบาศก์เมตร/วัน

ดังนั้น คาดว่าจะมีปริมาณน้ำใช้รวมทั้งหมด (5+5) 10 ลูกบาศก์เมตร/วัน โดยน้ำใช้สำหรับคนงาน 5 ลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็น

- ปริมาณน้ำใช้สำหรับห้องน้ำ คิดเป็นร้อยละ 10 ของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมด

= $(5 \times 10)/100$ ลูกบาศก์เมตร/วัน

= 0.5 ลูกบาศก์เมตร/วัน

- ปริมาณน้ำใช้สำหรับกิจกรรมอื่นๆ = 5-0.5 ลูกบาศก์เมตร/วัน

= 4.5 ลูกบาศก์เมตร/วัน

1.2 รายการคำนวณปริมาณมูลฝอยและภาชนะรองรับ

ปริมาณมูลฝอยสำหรับคนงาน จำนวน 50 คน

คิดอัตราการผลิตมูลฝอย = 1.5 ลิตร/คน/วัน

ปริมาณมูลฝอย = 50×1.5 ลิตร/วัน

(คิดครึ่งหนึ่งของอัตราการเกิดมูลฝอยปกติ)

= 75 ลิตร/วัน

1.3 รายการคำนวณถังมูลฝอยในช่วงก่อสร้าง

ปริมาณมูลฝอยทั้งหมด = 75 ลิตร/วัน

จำนวนถังมูลฝอย = 4 ถัง

ขนาดของถังมูลฝอย = 200 ลิตร/ถัง

สามารถรองรับมูลฝอยได้ = $(4 \times 200)/75$ ถัง

= 10.67 เท่าของปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นใน

แต่ละวัน

โครงการจัดให้มีถังมูลฝอยขนาด 200 ลิตร จำนวน 4 ถัง แยกเป็นถังมูลฝอยย่อยสลายได้ ถังมูลฝอยรีไซเคิล ถังรองรับมูลฝอยทั่วไป และถังรองรับมูลฝอยอันตราย อย่างละ 1 ใบ สามารถรองรับมูลฝอยได้ประมาณ 10 เท่า และจัดให้มีถังสำหรับรองรับน้ำกากอเนามัย ขนาด 200 ลิตร จำนวน 1 ถัง

1.4 รายการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของบ้านพักคนงาน

ปริมาณน้ำใช้บริเวณบ้านพักคนงานสำหรับคนงานจำนวน 50 คน

$$\begin{aligned}\text{คิดอัตราการใช้น้ำ} &= 150 && \text{ลิตร/คน/วัน} \\ \text{ปริมาณความต้องการใช้น้ำ} &= \frac{150 \times 50}{1,000} && \text{ลูกบาศก์เมตร/วัน}\end{aligned}$$

(สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2532)

$$= 7.5 \quad \text{ลูกบาศก์เมตร/วัน}$$

ดังนั้น คาดว่าจะมีปริมาณน้ำใช้บริเวณบ้านพักคนงาน 7.5 ลูกบาศก์เมตร/วัน

2. การคำนวณการสูญเสียแรงดันน้ำในท่อประปาด้านหน้าโครงการ

โครงการจะต่อท่อประปาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร บริเวณด้านหน้าโครงการผ่านมิเตอร์เพื่อนำน้ำประปาจากท่อประปาของการประปาเทศบาลเมืองหัวหิน บริเวณถนนหน้าโครงการเป็นท่อประปาขนาด 160 มิลลิเมตร นำน้ำมาเก็บไว้ในถังเก็บน้ำใต้ดินของโครงการโดยมิได้มีการเพิ่มแรงดันในท่อประปา เพื่อการดึงน้ำเข้าสู่พื้นที่โครงการ (น้ำประปาไหลเข้าสู่พื้นที่โครงการด้วยแรงดันน้ำปกติที่ท่อประปาจ่ายให้กับชุมชน) โดยท่อประปาบริเวณถนนด้านหน้าโครงการ มีแรงดันน้ำเฉลี่ยประมาณ 10 เมตร (ข้อมูลจากการประปาเทศบาลเมืองหัวหิน, 2565) และบริเวณที่เป็นที่ตั้งถังเก็บน้ำใต้ดิน (จุดแรกที่น้ำจะไหลเข้าสู่ถังเก็บน้ำ) อยู่ห่างจากจุดดังกล่าวระยะทางประมาณ 50 เมตร

ดังนั้น สามารถคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำในท่อประปาจากบริเวณถนนหน้าโครงการเมื่อไหลมายังพื้นที่โครงการได้ โดยใช้สูตร เฮเซน-วิลเลียม ได้ดังนี้

$$Q = 0.278 C D^{2.63} S^{0.54}$$

เมื่อกำหนดให้ Q = อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)

C = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของท่อ ในที่นี้เลือกใช้ ค่า ส.ป.ส.ความเสียดทานสำหรับสมการเฮเซน-วิลเลียม สำหรับท่อที่เรียบมาก เท่ากับ 130 (ตารางที่ ผ 3-1)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (ม.) ในที่นี้เท่ากับ 0.075 ม.

S = h_f / L

โดยที่ h_f = ความสูญเสียแรงดัน (ม.)

L = ความยาวท่อ (ม.)

แทนค่าจะได้

$$Q \text{ ท่อประปาที่ผ่านด้านหน้าโครงการ} = 0.278 \times 130 \times (0.16)^{2.63} \times (10/1)^{0.54}$$

$$= 1.01 \quad \text{ลบ.ม./วินาที}$$

Q ท่อประปาที่ไหลเข้าถังเก็บน้ำใต้ดินของอาคาร

$$= 0.278 \times 130 \times (0.075)^{2.63} \times (10/50)^{0.54}$$

$$= 0.02 \quad \text{ลบ.ม./วินาที}$$

$$\text{จาก } h_f/L = \left[\frac{Q}{0.278 C D^{2.63}} \right]^{(1/0.54)}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าจะได้ } h_f &= \left(\frac{0.02}{0.278 \times 130 \times 0.16^{2.63}} \right)^{1.85} \times 50 \\ &= 0.35 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

จากการคำนวณข้างต้น พบว่า แรงดันน้ำ และอัตราการจ่ายน้ำของท่อประปาบริเวณถนนสาธารณะ ด้านหน้าโครงการ หลังผ่านพื้นที่โครงการจะ

- มีแรงดันน้ำลดลง เท่ากับ 0.35 เมตร ทำให้แรงดันน้ำในท่อประปาบริเวณถนนสาธารณะ ด้านหน้าโครงการซึ่งปัจจุบันมีแรงดันน้ำ 10 เมตร มีแรงดันน้ำลดลงเหลือ 9.65 เมตร (10 – 0.35)
- มีอัตราการจ่ายน้ำประปาไปยังชุมชนท้ายน้ำหลังผ่านพื้นที่โครงการลดลงไป 0.02 ลบ.ม./วินาที (ลดไปประมาณ 1.98 %) เหลือ 0.99 ลบ.ม./วินาที (1.01– 0.02)

ตารางที่ ผ 3-1 สัมประสิทธิ์ความเสียหายสำหรับสมการเฮเซน-วิลเลียม

ชนิดท่อ	C
ท่อที่ตรงและเรียบมากๆ	140
ท่อที่เรียบมาก	130
ไม่เรียบหรือปูนเรียบ	120
ท่อเหล็ก (ใหม่) ใช้หมุดยึด, ท่อดินเผา	110
ท่อเหล็ก (เก่า) , อีฐปกติ	100
ท่อเหล็ก (เก่า) ใช้หมุดยึด	95
ท่อเหล็ก (เก่า) ในสภาพทรุดโทรม	60-80

ที่มา : ธงชัย พรรณสวัสดิ์, การออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน, 2539

3. รายการคำนวณระยะเวลาในการระบายคนออกจากบันไดหนีไฟ

ภายในโครงการจัดให้มีบันไดหนีไฟจำนวน 1 แห่ง (ST-2) มีความกว้าง 0.82 เมตร ความสูงของอาคารจากชั้นล่างถึงพื้นชั้น 8 เท่ากับ 20.25 เมตร ระยะตั้งจากพื้นที่ 2 ลงถึงชั้นล่างเท่ากับ 4.05 เมตร จำนวนผู้พักอาศัยและพนักงานในโครงการ 449 คน ระยะทางเดินประมาณ 41 เมตร

สามารถคำนวณระยะเวลาหนีไฟผ่านบันไดหนีไฟออกสู่นอกอาคารได้ดังนี้

เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการอพยพคนในอาคารออกสู่นอกอาคาร = ระยะเวลาที่คนแรกบนชั้น 2 ลงถึงชั้นล่าง (ชั้นที่ 1) + ระยะเวลาของคนทั้งอาคารทยอยลงบันไดหนีไฟจากชั้นบนสุดถึงชั้น 2 + ระยะเวลาที่คนสุดท้ายลงจากชั้นบนสุดลงสู่ชั้นล่างสุด และออกนอกตัวอาคาร

ความเร็วในการเดินเฉลี่ยตามแนวราบ = 0.6 เมตร/วินาที

ความเร็วในการเดินเฉลี่ยตามแนวตั้ง = 0.286 เมตร/วินาที

ความสามารถในการรองรับคนของบันไดหนีไฟ = 1.3 คน/วินาที/ความกว้าง 1

เมตร

3.1 ระยะเวลาในการหนีไฟของอาคาร

(1) ระยะเวลาที่คนแรกบนชั้น 2 ลงถึงชั้นล่างภายนอกอาคาร

การคำนวณ

= ระยะเวลาในการเดินทางตามระยะทางราบโดยเฉลี่ย + ระยะเวลาในการเดินทางตามระยะทางตั้งในบันไดหนีไฟโดยเฉลี่ย

ในที่นี้ ระยะทางราบโดยเฉลี่ยประมาณ 41 เมตร

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า} &= \{(41/0.6) + (4.05/0.286)\} \\ &= 82.49 \quad \text{วินาที}\end{aligned}$$

(2) ระยะเวลาของคนทั้งอาคารทยอยลงบันไดหนีไฟจากชั้นบนสุดถึงชั้น 2

จำนวนคนในอาคาร = 449 คน

ความกว้างของบันไดหนีไฟ = 0.82 เมตร

ความสามารถในการรองรับคนของบันไดหนีไฟ = 1.3 คน/วินาที/ความกว้าง 1 เมตร

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า} &= \{449/(1.3 \times 0.82)\} \\ &= 421.2 \quad \text{วินาที}\end{aligned}$$

(3) ระยะเวลาที่คนสุดท้ายลงจากชั้นบนสุดลงสู่ชั้นล่างสุด และออกนอกตัวอาคาร

= ระยะเวลาในการเดินทางตามระยะทางราบโดยเฉลี่ย + ระยะเวลาในการเดินทางตามระยะทางตั้งโดยเฉลี่ย

ในที่นี้ ระยะทางราบโดยเฉลี่ยประมาณ 41 เมตร และระยะทางตั้งรวม 20.25 เมตร (ความสูงจากระดับพื้นชั้น 8 ถึงชั้นล่าง)

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า} &= \{(41/0.6) + (20.25/0.286)\} \\ &= 139.14 \quad \text{วินาที}\end{aligned}$$

ดังนั้น เมื่อรวมเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการอพยพคนภายในอาคารออกสู่ภายนอกอาคาร

$$= 82.49 + 421.2 + 139.14$$

$$= 642.83 \quad \text{วินาที}$$

$$= 10.71 \quad \text{นาที}$$

$$\sim 11 \quad \text{นาที}$$

4. ความสามารถในการรับน้ำของท่อระบายน้ำบริเวณถนนด้านหน้าโครงการ

4.1 ความสามารถในการรับน้ำของท่อระบายน้ำบริเวณพื้นที่ก่อสร้างโครงการ

การคำนวณหาความสามารถในการรองรับน้ำของท่อระบายน้ำบริเวณถนนสาธารณะด้านหน้าโครงการ ซึ่งรับน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่ก่อสร้างโครงการ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เมตร โดยใช้สมการ Manning's Formula และสมการของ Prandti-Colbrook ดังรายการคำนวณต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{สูตร } Q &= (AR^{2/3} S^{1/2})/n \\ Q &= \text{อัตราการไหลสูงสุดในท่อระบายน้ำ (ลบ.ม./วินาที)} \\ A &= \text{พื้นที่หน้าตัดท่อระบายน้ำ} \\ R &= \text{รัศมีชลศาสตร์ (Hydraulic Radius)} = A/P \\ P &= \text{เส้นรอบรูปหน้าตัดท่อระบายน้ำที่สัมผัสน้ำ} \\ S &= \text{ความลาดชันท่อระบายน้ำ} \\ n &= \text{สัมประสิทธิ์ของความขรุขระพื้นผิวท่อ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{กรณีท่อกลม } R &= (\pi D^2/4) / (\pi D) \\ &= D/4 \\ D &= \text{เส้นผ่านศูนย์กลางท่อระบายน้ำ (เมตร)} = 0.6 \text{ ม.} \\ n &= 0.015 \text{ สำหรับท่อเก่า} \\ S &= 1:1,000 = 0.001 \\ Q &= [(\pi D^2/4) \times (D/4)^{2/3} S^{1/2}] / n \\ \text{ดังนั้น } Q_{\text{full}} &= [(\pi D^2/4) \times (D/4)^{2/3} S^{1/2}] / n \\ &= [(3.14 \times (0.6^2/4) \times (0.6/4)^{2/3} \times 0.001^{1/2})] / 0.015 \\ &= 0.168 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \end{aligned}$$

● หาความลึกของน้ำไหล (d) เมื่ออัตราการระบายน้ำออกจากโครงการ (q) บริเวณพื้นที่โครงการ กำหนดให้ระบายน้ำออกด้วยอัตราไม่เกิน 0.0128 ลบ.ม./วินาที (อัตราการระบายน้ำในช่วงก่อนพัฒนาโครงการ)

$$\begin{aligned} \frac{q}{Q_{\text{full}}} &= \frac{d}{D} \\ \frac{0.0128 \text{ m}^3/\text{s}}{0.168 \text{ m}^3/\text{s}} &= 0.08 \quad \text{เมื่อได้ } \frac{q}{Q_{\text{full}}} = 0.08 \end{aligned}$$

$$\text{นำค่าไปเปรียบเทียบกับ } \frac{d}{D} \text{ จากตารางที่ ผ3-2 จะได้ } \frac{d}{D} \sim 0.188 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned}
 d &= 0.6 \times 0.188 \text{ เมตร} \\
 &= 0.11 \text{ เมตร (ประมาณ 11 เซนติเมตร)}
 \end{aligned}$$

หากควบคุมอัตราการระบายน้ำออกจากโครงการด้วยอัตราไม่เกินช่วงก่อนพัฒนาโครงการ 0.0128 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ลงท่อระบายน้ำบริเวณถนนสาธารณะด้านหน้าโครงการ ซึ่งเป็นท่อขนาด \varnothing 0.6 เมตร จะทำให้ระดับน้ำในท่อระบายน้ำสาธารณะเพิ่มขึ้นประมาณ 0.11 เมตร (ประมาณ 11 เซนติเมตร)

ตารางที่ ผ 3-2 ตารางออกแบบท่อกลมแบบน้ำไหลไม่เต็มท่อ

$\frac{Q}{Q_{full}}$	$\frac{d}{D}$	$\frac{V}{V_{full}}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q}{Q_{full}}$	$\frac{d}{D}$	$\frac{V}{V_{full}}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q}{Q_{full}}$	$\frac{d}{D}$	$\frac{V}{V_{full}}$	$\frac{R}{D}$
0.001	0.023	0.17	0.0152	0.210	0.309	0.80	0.1751	0.805	0.701	1.08	0.2964
2	0.022	0.21	0.0210	0.220	0.316	0.81	0.1784	0.810	0.705	1.08	0.2969
3	0.036	0.24	0.0249	0.230	0.324	0.82	0.1820	0.815	0.709	1.08	0.2974
4	0.044	0.26	0.0287	0.240	0.331	0.83	0.1851	0.820	0.713	1.08	0.2979
5	0.049	0.28	0.0319	0.250	0.339	0.84	0.1887	0.825	0.717	1.08	0.2984
6	0.051	0.29	0.0345	0.260	0.346	0.85	0.1981	0.830	0.721	1.08	0.2989
7	0.057	0.30	0.0370	0.270	0.353	0.86	0.1946	0.835	0.725	1.08	0.2993
8	0.061	0.32	0.0395	0.280	0.360	0.86	0.1978	0.840	0.729	1.07	0.2997
9	0.065	0.33	0.0420	0.290	0.367	0.87	0.2007	0.845	0.734	1.07	0.3002
0.010	0.068	0.34	0.0438	0.300	0.374	0.88	0.2037	0.850	0.738	1.07	0.3006
11	0.071	0.35	0.0459	0.310	0.381	0.89	0.2066	0.855	0.742	1.07	0.3010
12	0.074	0.36	0.0476	0.320	0.387	0.89	0.2090	0.860	0.747	1.07	0.3014
13	0.077	0.36	0.0495	0.330	0.394	0.90	0.2118	0.865	0.751	1.07	0.3018
14	0.080	0.37	0.0513	0.340	0.401	0.90	0.2146	0.870	0.756	1.07	0.3022
15	0.083	0.38	0.0532	0.350	0.407	0.92	0.2170	0.875	0.761	1.07	0.3025
16	0.086	0.39	0.0550	0.360	0.414	0.92	0.2197	0.880	0.766	1.07	0.3029
17	0.088	0.39	0.0562	0.370	0.420	0.93	0.2220	0.885	0.770	1.07	0.3031
18	0.091	0.40	0.0581	0.380	0.426	0.93	0.2243	0.890	0.775	1.07	0.3033
19	0.093	0.41	0.0583	0.390	0.433	0.94	0.2269	0.895	0.781	1.07	0.3036
0.020	0.095	0.41	0.0605	0.400	0.438	0.95	0.2291	0.900	0.786	1.07	0.3039
22	0.100	0.42	0.0635	0.410	0.445	0.95	0.2313	0.905	0.791	1.07	0.3040
24	0.104	0.43	0.0669	0.420	0.451	0.96	0.2334	0.910	0.797	1.07	0.3041
26	0.108	0.45	0.0683	0.430	0.458	0.96	0.2369	0.915	0.803	1.06	0.3042
28	0.112	0.45	0.0707	0.440	0.464	0.97	0.2380	0.920	0.808	1.06	0.3043
30	0.116	0.46	0.0731	0.450	0.470	0.97	0.2401	0.925	0.814	1.06	0.3043
32	0.120	0.47	0.0755	0.460	0.476	0.98	0.2420	0.930	0.821	1.06	0.3043
34	0.123	0.48	0.0772	0.470	0.482	0.99	0.2441	0.935	0.827	1.06	0.3042
36	0.127	0.49	0.0786	0.480	0.488	0.99	0.2461	0.940	0.834	1.05	0.3040
38	0.130	0.50	0.0813	0.490	0.494	1.00	0.2481	0.945	0.841	1.05	0.3032
0.040	0.134	0.50	0.0837	0.500	0.500	1.00	0.2500	0.950	0.849	1.05	0.3033
45	0.141	0.52	0.0877	0.510	0.506	1.00	0.2519	0.955	0.856	1.05	0.3029
50	0.149	0.54	0.0923	0.520	0.512	1.01	0.2538	0.960	0.863	1.04	0.3022
55	0.156	0.55	0.0963	0.530	0.519	1.01	0.2559	0.965	0.874	1.04	0.3014
60	0.163	0.57	0.1002	0.540	0.525	1.02	0.2577	0.970	0.883	1.04	0.3004
65	0.170	0.58	0.1042	0.550	0.531	1.02	0.2595	0.975	0.894	1.03	0.2989
70	0.176	0.59	0.1075	0.560	0.537	1.02	0.2612	0.980	0.905	1.03	0.2972
75	0.182	0.60	0.1109	0.570	0.543	1.03	0.2629	0.985	0.919	1.02	0.2946
80	0.188	0.61	0.1141	0.580	0.550	1.03	0.2649	0.990	0.935	1.02	0.2908
85	0.194	0.62	0.1174	0.590	0.556	1.03	0.2665	0.995	0.956	1.01	0.2844
0.090	0.200	0.63	0.1206	0.600	0.562	1.03	0.2681	1.000	1.000	1.00	0.2500
0.095	0.205	0.64	0.1233	0.610	0.568	1.04	0.2692				
0.100	0.211	0.65	0.1265	0.620	0.575	1.04	0.2715				
0.105	0.216	0.66	0.1291	0.630	0.581	1.04	0.2731				
0.110	0.221	0.67	0.1317	0.640	0.587	1.05	0.2745				
0.115	0.226	0.68	0.1343	0.650	0.594	1.05	0.2762				
0.120	0.231	0.69	0.1369	0.660	0.600	1.05	0.2776				
0.125	0.236	0.69	0.1395	0.670	0.607	1.06	0.2793				
0.130	0.241	0.70	0.1421	0.680	0.613	1.06	0.2806				
0.135	0.245	0.71	0.1441	0.690	0.620	1.06	0.2821				
0.140	0.250	0.72	0.1466	0.700	0.626	1.06	0.2834				
0.145	0.255	0.72	0.1491	0.710	0.633	1.06	0.2848				
0.150	0.259	0.73	0.1511	0.720	0.640	1.07	0.2862				
0.155	0.263	0.74	0.1531	0.730	0.646	1.07	0.2874				
0.160	0.268	0.74	0.1556	0.740	0.653	1.07	0.2897				
0.165	0.272	0.75	0.1576	0.750	0.660	1.07	0.2900				
0.170	0.276	0.76	0.1595	0.760	0.667	1.07	0.2912				
0.175	0.281	0.76	0.1619	0.770	0.675	1.07	0.2925				
0.180	0.285	0.77	0.1638	0.780	0.682	1.07	0.2936				
0.190	0.293	0.78	0.1676	0.790	0.689	1.07	0.2947				
0.200	0.301	0.79	0.1714	0.800	0.697	1.07	0.2958				

$Q_{full} \cdot V_{full}$ = อัตราไหลและความเร็วกรณีเต็มท่อ

Q, V = อัตราไหลและความเร็วกรณีไม่เต็มท่อ

d = ความลึกของการไหล

D = ขนาดท่อ

R = รัศมีไฮดรอลิก