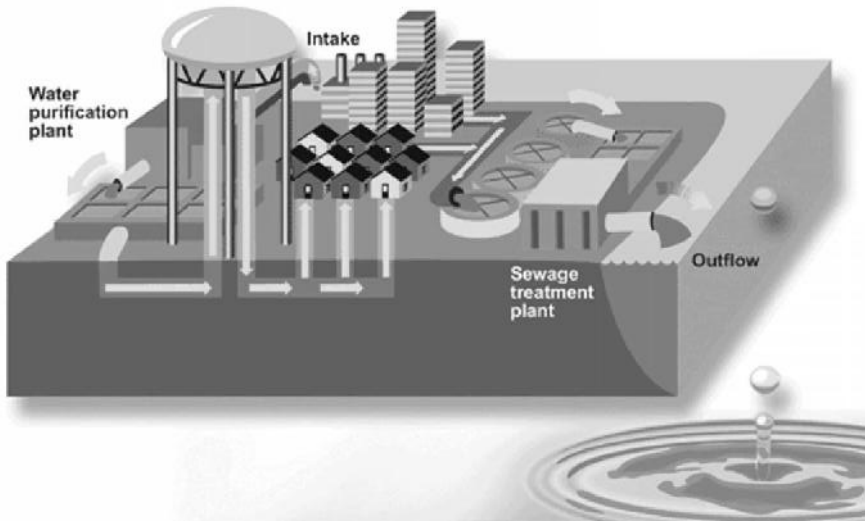


Cấp thoát nước

(Water supply and Drainage)

1



Chương 3. Mạng lưới cấp nước

3

3.1. Khái niệm chung

3.1.1. Mạng lưới cấp nước

water distribution system

❖ Vận chuyển và phân phối nước đến nơi tiêu dùng.

❖ Có thể chia thành 3 cấp đường ống như sau:

- Đường ống cấp I
- Đường ống cấp II
- Đường ống cấp III



Nội dung môn học

2

Chương 1 Khái niệm chung về hệ thống cấp nước

Chương 2 Nguồn cung cấp nước

Chương 3 Mạng lưới cấp nước

Chương 4 Hệ thống cấp nước bên trong

Chương 5 Hệ thống thoát nước bên trong nhà

Chương 6 Hệ thống thoát nước đô thị

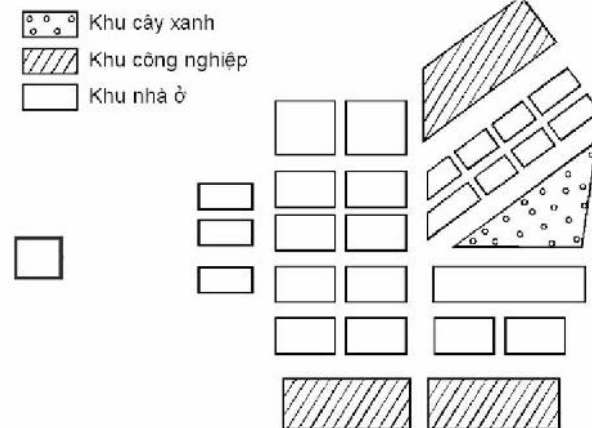
Chương 7 Làm sạch nước thải



3.1. Khái niệm chung

4

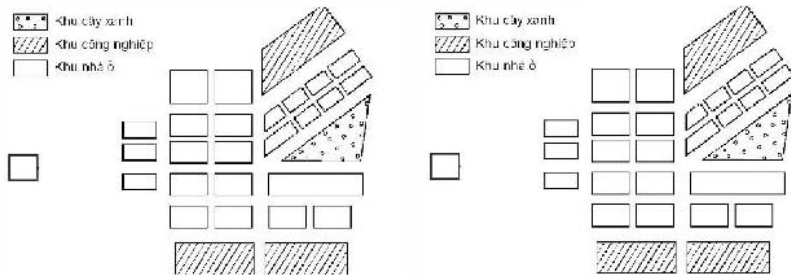
3.1.2. Sơ đồ mạng lưới cấp nước



3.1. Khái niệm chung

5

3.1.2. Sơ đồ mạng lưới cấp nước



Mạng lưới cắt

Mạng lưới vòng



Chương 3. Mạng lưới cấp nước

7

3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

3.2.1. Các trường hợp tính toán

- ❖ Trường hợp giờ dùng nước nhiều nhất
- ❖ Trường hợp giờ dùng nước nhiều nhất và có cháy.
- ❖ Trường hợp giờ dùng nước ít nhất



3.1. Khái niệm chung

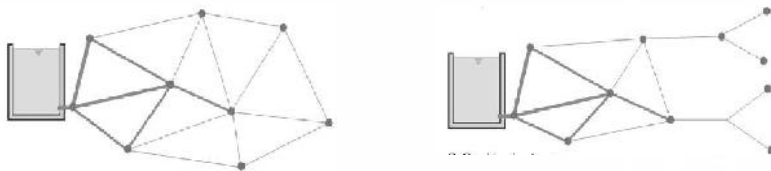
3.1.2. Sơ đồ mạng lưới cấp nước



❖ Mạng lưới cắt (branched network)



❖ Mạng lưới vòng (grid/looped network)



❖ Mạng lưới hỗn hợp (combined network)



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

8

3.2.2. Xác định lưu lượng tính toán

❖ Lưu lượng tính toán cho toàn hệ thống (q_{tt})

➢ Theo thống kê từ khu dùng nước

➢ Theo công thức gần đúng:

$$q_{tt}^{max} = \frac{Q_{ogd,max} \cdot K_{h,max}}{24} \quad m^3/h$$

$$q_{ch}^{max} = q_{tt}^{max} + q_{ch}$$

$$q_{tt}^{min} = \frac{Q_{ogd,max} \cdot K_{h,min}}{24} \quad m^3/h$$



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

9

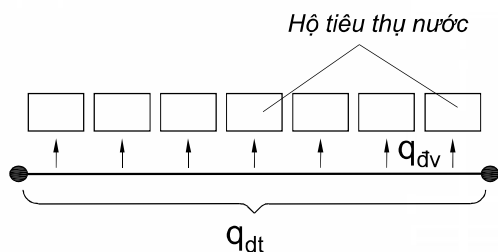
3.2.2. Xác định lưu lượng tính toán

❖ Lưu lượng tính toán cho từng đoạn ống (q_{tt})

➢ Giả thiết:

• Các hệ tiêu thụ nước lớn:

• Các hệ tiêu thụ nước nhỏ:



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

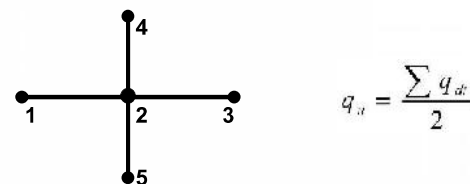
11

3.2.2. Xác định lưu lượng tính toán

❖ Lưu lượng tính toán cho từng đoạn ống (q_{tt})

➢ Khi đoạn ống nằm trong mối liên hệ với các tuyến ống khác

– Quy lưu lượng về điểm nút:



– Lưu lượng tính toán của đoạn ống

$$q_v = \sum_{v=1}^n q_v$$



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

10

3.2.2. Xác định lưu lượng tính toán

❖ Lưu lượng tính toán cho từng đoạn ống (q_{tt})

➢ Đoạn ống chỉ làm nhiệm vụ vận chuyển nước :

$$q_{tt} = q_{cx}$$

➢ Đoạn ống vừa làm nhiệm vụ vận chuyển, vừa phân phối nước

$$q_{tt} = q_{cx} + \alpha \cdot q_{dt}$$

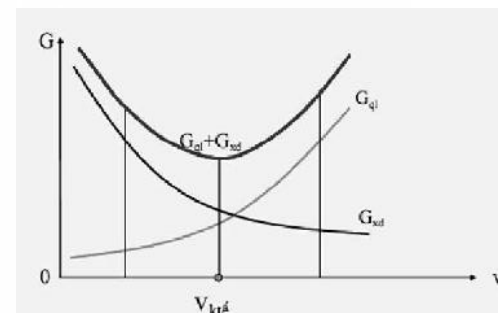


3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

12

3.2.3. Xác định đường kính ống (pipe diameter)

❖ Đường kính ống theo vận tốc kinh tế:



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

13

3.2.3. Xác định đường kính ống

❖ Đường kính ống kinh tế:

- Lobachop: $D_{KT} = (0,8 \div 1,2) Q^{0,42}$
- Ống nhựa: $D_{KT} = 1,321 \cdot Q^{-0,4159}$
- Ống gang: $D_{KT} = 1,189 \cdot Q^{-0,4659}$

D(mm)	V _{kt} (m/s)	D(mm)	V _{kt} (m/s)
100	0.15-0.86	350	0.47-1.58
150	0.28-1.15	400	0.50-1.78
200	0.38-1.43	450	0.60-1.94
250	0.38-1.47	500	0.7-2.10
300	0.41-0.52	600	0.95-2.60



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

15

3.2.4. Tổn thất áp lực trong đường ống (head loss)



$$h_w = h_d + h_c$$

<p>❖ h_d: Tổn thất dọc đường (friction loss)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ CT tính: <ul style="list-style-type: none"> • Theo TC của LB Nga • Theo Cthức của Mỹ, EU (xem PL14, TCVN33:2006) 	<p>❖ h_c: Tổn thất cục bộ (minor loss)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ CT tính: <ul style="list-style-type: none"> • $h_c = K \cdot v^2 / 2g$ • Tính theo % của h_d
---	---

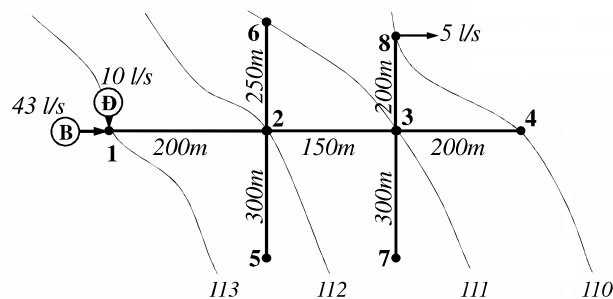


❖ Bài tập

14

Mạng lưới cấp nước được cho trên hình vẽ. Được cấp nước bởi trạm bơm cấp 2 (B) với lưu lượng 43 l/s và đài nước (Đ) đặt ở đầu mạng lưới với lưu lượng 10 l/s. Lưu lượng lấy ra dọc theo các tuyến ống; tại nút 8 có lưu lượng lấy ra tập trung là 5 l/s.

Xác định lưu lượng nước tính toán các đoạn ống



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

16

3.2.4. Tổn thất áp lực trong đường ống (head loss)

❖ Tính theo tiêu chuẩn LB Nga:

– Tổn thất áp lực trong đường ống được xác định:

$$h_d = i \cdot l = K \cdot \frac{q^n}{d^p} \cdot l \quad (m)$$



❖ **Tính theo tiêu chuẩn LB Nga:**

Trị số của hệ số K và các hệ số mũ n, p:

TT	Loại ống	1000 K	p	n
1	ống thép mới không có lớp bảo vệ bên trong hoặc có lớp phủ bitum.	1,790	5,1	1,9
2	ống gang mới không có lớp bảo vệ bên trong hoặc có lớp phủ bitum.	1,790	5,1	1,9
3	ống thép và gang cũ không có lớp bảo vệ bên trong hoặc có lớp phủ bitum.	1,735	5,3	2
4	ống BTCT nén rung	1,688	4,89	1,85
5	ống BTCT quay li tâm	1,486	4,89	1,85
6	ống thép và ống gang có lớp bảo vệ bên trong bằng nhựa hay ximăng polime, phủ bằng phương pháp quay li tâm.	1,180	4,89	1,85
7	ống thép và ống gang có lớp bảo vệ bên trong bằng ximăng cát, phủ bằng phương pháp quay li tâm.	1,486	4,89	1,85
8	ống nhựa	1,052	4,774	1,774
9	ống thủy tinh	1,144	4,774	1,774



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

3.2.4. Tổn thất áp lực trong đường ống

❖ **Tính theo công thức của Mỹ và các nước EU:**

➤ **Công thức Hazen - William**

- Được sử dụng tại Mỹ và Nhật Bản.
- Công thức này áp dụng cho chất lỏng và khí, chảy rối (Re > 2320).

$$J = 6,824 \left(\frac{V}{C}\right)^{1,852} D^{-1,167}$$

➤ **Công thức Colebrook**

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left[\frac{K}{3,71 * D} + \frac{2,51}{Re} * \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \right]$$

$$J = \frac{\lambda V^2}{2gD}$$



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

3.2.4. Tổn thất áp lực trong đường ống

❖ **Tính theo công thức của Mỹ và các nước EU:**

➤ **Phương trình Darcy – Weisbach**

$$h_{\lambda} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} = J \cdot l$$

$$J = \frac{\lambda V^2}{2gD}$$

➤ **Phương trình Manning**

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

$$J = 6,35(n - V)^3 D^{-4/3}$$



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

3.2.4. Tổn thất áp lực trong đường ống

❖ **Sử dụng bảng tính thủy lực lập sẵn để tính toán MLCN:**

Bảng II. Những giá trị 1000i và v đối với ống cấp nước bằng thép

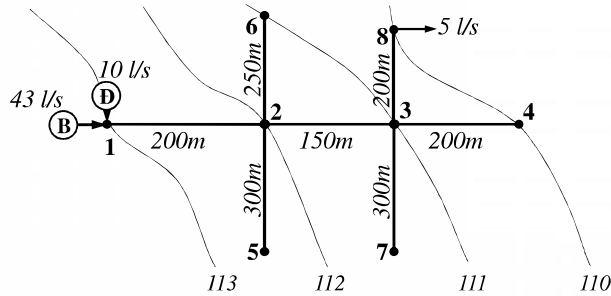
Q (l/s)	d tính bằng mm											
	50		60		75		80		100		125	
	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i
3,3	1,03	41,1	0,86	26,2	0,81	11,2	0,47	5,78	0,32	2,37	0,24	1,12
3,4	1,06	43,5	0,88	27,7	0,83	11,9	0,48	6,10	0,33	2,50	0,245	1,18
3,5	1,09	45,9	0,91	29,2	0,85	12,5	0,49	6,43	0,34	2,63	0,25	1,25
3,6	1,12	48,4	0,94	30,8	0,87	13,2	0,51	6,76	0,35	2,77	0,26	1,31
3,7	1,15	50,9	0,96	32,4	0,88	13,9	0,52	7,11	0,36	2,91	0,27	1,38
3,8	1,18	53,5	0,99	34,1	0,70	14,5	0,54	7,46	0,37	3,05	0,274	1,44
3,9	1,21	56,1	1,01	35,8	0,72	15,3	0,55	7,82	0,38	3,20	0,28	1,51
4,0	1,24	59,0	1,04	37,5	0,74	16,0	0,56	8,19	0,39	3,34	0,29	1,58
4,1	1,27	62,0	1,07	39,3	0,76	16,7	0,58	8,56	0,40	3,50	0,30	1,65
4,2	1,31	65,1	1,09	41,1	0,78	17,5	0,59	8,95	0,41	3,65	0,302	1,72



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

3.2.5. Tính toán thủy lực mạng lưới cắt

(21)



❖ **Biết:**

- Áp lực cần thiết (H_{ct}) tại nút,
- Lưu lượng (q) lấy ra ở các nút.

❖ **Tìm:**

- Xác định đường kính ống
- Xác định tổn thất áp lực
- Xác định độ cao của đài nước
- Xác định cột áp máy bơm nước



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

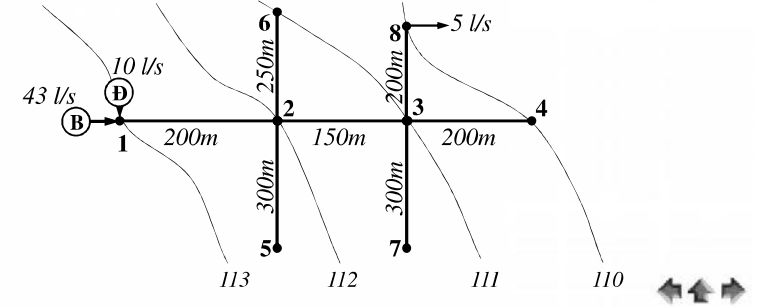
3.2.5. Tính toán thủy lực mạng lưới cắt

(23)

❖ **Bài tập**

Mạng lưới cấp nước, có kích thước được ghi trên hình vẽ. Được cấp nước bởi trạm bơm cấp 2 (B) với lưu lượng 43 l/s và đài nước (Đ) đặt ở đầu mạng lưới với lưu lượng 10 l/s. Lưu lượng lấy ra dọc theo các tuyến ống; tại nút 8 có lưu lượng lấy ra tập trung là 5 l/s.

Tổn thất áp lực từ trạm bơm B đến đài Đ là 4m, trong khu vực xây dựng chủ yếu là nhà hai tầng. Sử dụng ống thép.



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

3.2.5. Tính toán thủy lực mạng lưới cắt

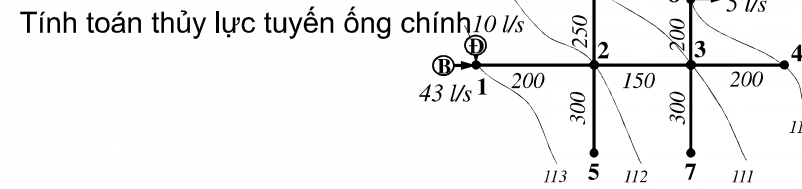
(22)

❖ **Trình tự tính toán:**

1. Xác định lưu lượng tại các điểm nút
2. Xác định lưu lượng qua các đoạn ống
3. Tính toán tuyến ống chính
4. Tính toán tuyến ống nhánh



❖ **Bài tập**



(24)

Tính toán thủy lực tuyến ống chính

Nút	Đoạn ống	l (m)	q_{tt} (l/s)	D (mm)	v (m/s)	1000i	$h=i \cdot l$ (m)	Z (m)	H_{ct} (m)	H_z (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
	1-2	300	35	75	0,83	19,9	5,97	115	12	123,5
	2-3	150	28,25	75	1,26	16,9	2,54	111		10,47
	1-2	200	50	75	0,94	17,7	3,54	112		132,01
	1-2	200	50	75	0,94	17,7	3,54	113	20,14	131,14

❖ Chiều cao đài nước $H_q = H_z^1 - Z_1 = 20,14m$



❖ **Đáp số**

25

Tính toán thủy lực tuyến ống nhánh

Nút	Đoạn ống	l (m)	q _{tt} (l/s)	D (mm)	v (m/s)	1000i	h=i.l (m)	Z (m)	H _{ct} (m)	H _Z (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
3	3-4	200	3	50	0,93	11,5	6,9	111		129,37
4								110	12,5	122,37
3	3-8	200						111		
8								110		
2	2-5	300						112		
5								112,5		
2	2-6	250						112		
6								111		

3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

27

3.2.6. Tính toán thủy lực mạng lưới vòng

$$\Delta q = - \frac{\sum h_a}{2 \sum \frac{h_a}{q_i}}$$

❖ **Trình tự tính toán:**

1. Xác định lưu lượng tại các điểm nút.
2. Sơ bộ chọn lưu lượng trong các ống, sao cho tại mỗi nút:

$$\Sigma Q_{\text{vào}} = |\Sigma Q_{\text{ra}}|$$

3. Chọn trước đường kính các ống trong mạng vòng.
4. Trong mỗi vòng nếu $\Sigma h_d \neq 0$ thì giả thiết lại lưu lượng với:

$$(\Delta q + q_i)$$

5. Lặp lại các bước đến khi $\Delta q \leq \epsilon$ thì dừng.



3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

26

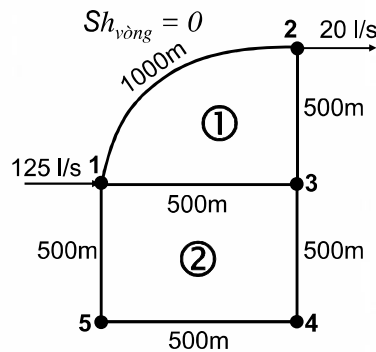
3.2.6. Tính toán thủy lực mạng lưới vòng

❖ **Cơ sở tính toán**

- Phương trình lưu lượng tại một nút:

$$S q_{\text{nút}} = 0$$

- Phương trình tổn thất năng lượng trong một vòng:



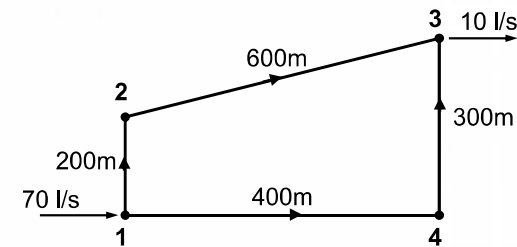
3.2. Tính toán mạng lưới cấp nước

28

3.2.6. Tính toán thủy lực mạng lưới vòng

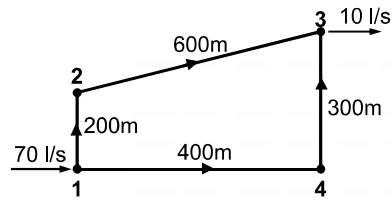
❖ **Bài tập**

Cho sơ đồ mạng lưới cấp nước có một vòng. Chiều dài các đoạn ống tính toán được ghi trên hình vẽ. Từ TB cấp 2 cung cấp cho mạng lưới lưu lượng là 70 l/s. Tại nút 3 lấy ra lưu lượng tập trung là 10 l/s. Yêu cầu tính toán thủy lực mạng lưới. Sử dụng ống thép.



❖ Bài giải

29



Bảng tính thủy lực mạng lưới vòng

Vòng	Đoạn	l (m)	Phân bố lưu lượng ban đầu						Điều chỉnh lần 1					
			q_{ii} (l/s)	D (mm)	v (m/s)	1000i	$h=i.l$ (m)	$ h_j/q_j $	Δq (l/s)	q_{ii} (l/s)	v (m/s)	1000i	$h=i.l$ (m)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	
I	1-2	200	33	200	0.96	7.8	-1.5	0.05	-1.94	31.94	1.07	8.75	-1.7	
	2-3	600	17	150	0.87	9.29	-3.5	0.33	-1.94	31.94	0.97	11.2	-6.8	
	4-3	300	11	100	1.08	21.5	-6.39	0.58	-1.94	9.06	0.89	14.9	-4.4	
	1-4	400	25	175	0.61	15.3	-3.2	0.21	-1.94	31.06	1.09	11.3	-3.9	



3.3. Cấu tạo mạng lưới cấp nước

31

3.3.1. Các loại ống

➤ Ống thép (steel pipe)

Đặc điểm:

» Đối với HTCN bên ngoài, có thể sử dụng ống thép đường kính từ 100-1600mm; hai đầu trơn.

» Được nối với nhau bằng hàn điện.



3.3. Cấu tạo mạng lưới cấp nước

3.3.1. Các loại ống

➤ Ống gang (cast iron pipe)

Đặc điểm:

» Đường kính: 50-1200mm, dài: 2-3m, một đầu trơn và một đầu có rãnh.

» Khi nối, đầu trơn của ống này sẽ được đưa vào đầu loe của ống kia. Dây dây tẩm dầu hoặc nhựa đường được nhét vào khe hở.



3.3. Cấu tạo mạng lưới cấp nước

32

3.3.1. Các loại ống

➤ Ống bê tông cốt thép (reinforced concrete pipe)

Đặc điểm:

» Ứng suất trước: đường kính 400, 600mm, dài 4m, áp lực công tác: 6-8 at.

» Không ứng suất trước: đường kính 400, 500, 600, 700mm, dài 4m, áp lực công tác 2-3 at.

» Các ống nối với nhau bằng các ống lồng và vòng cao su, xảm dây và xi măng amiăng. Với ống BTCT ứng suất trước miệng loe được nối với nhau bằng các vòng cao su và vữa xi măng. Khi nối ống BTCT với các thiết bị khác bằng gang (van, khóa,...) thì dùng các đầu nối chế tạo riêng bằng thép.



3.3. Cấu tạo mạng lưới cấp nước

3.3.1. Các loại ống

➤ Ống chất dẻo (*plastic pipe*)

✓ Đặc điểm:

» Đường kính đến 600mm, dài 8-12m, thường có hai đầu trơn, chịu được áp lực từ 2-10 at.

» Có thể nối với nhau bằng các ống lồng ren, hàn nhiệt bằng que hàn nhựa hoặc bằng các chi tiết chế tạo sẵn và keo dán..

➤ Ngoài các loại ống trên hiện nay còn sử dụng các loại ống cấp nước khác như ống fibrôximăng, ống sành,... Tuy nhiên ống fibrôximăng có thể gây bệnh ung thư phổi; ống sành dễ vỡ, không chịu được áp lực cao.



3.3. Cấu tạo mạng lưới cấp nước

3.3.2. Các thiết bị trên mạng lưới cấp nước

➤ Van giảm áp (*pressure-reducing valve*)

➤ Van duy trì áp (*pressure-sustaining valve*)



35

3.3. Cấu tạo mạng lưới cấp nước

3.3.2. Các thiết bị trên mạng lưới cấp nước

➤ Khoá (*isolation valve*)



➤ Van một chiều (*check valve*)



34

3.3. Cấu tạo mạng lưới cấp nước

3.3.2. Các thiết bị trên mạng lưới cấp nước

➤ Van điều chỉnh lưu lượng (*flow-control valve*)

➤ Van xả áp lực (*pressure-relief valve*)



36

3.3. Cấu tạo mạng lưới cấp nước

37

3.3.2. Các thiết bị trên mạng lưới cấp nước

- **Van xả khí** (*air-release valve*)
- **Van thông khí** (*air-and-vacuum valve*)



3.3. Cấu tạo mạng lưới cấp nước

39

3.3.2. Các thiết bị trên mạng lưới cấp nước

- **Vòi lấy nước công cộng:** đặt ở ngã ba, ngã tư đường hoặc dọc theo các khu vực chưa có hệ thống cấp nước trong nhà, khoảng cách 200m.
- **Trạm bơm trung chuyên:** khi chuyển nước đi quá xa hoặc lên cao; trạm bơm trung chuyên, tăng áp lực cột nước; tránh trường hợp cột nước trong ống làm vỡ ống hoặc dùng đường ống áp lực cao, không kinh tế
- **Trạm bơm cục bộ:** tăng áp cho các điểm lấy nước cao cục bộ.



3.3. Cấu tạo mạng lưới cấp nước

38

3.3.2. Các thiết bị trên mạng lưới cấp nước

- **Van xả nước** (*blow-offs*)
- **Hạng lấy nước chữa cháy**



3.3. Cấu tạo mạng lưới cấp nước

40

3.3.3. Bố trí đường ống cấp nước

Ống nước đặt ngoài đường phố phải thỏa các điều kiện :

- Chiều sâu tối thiểu đặt ống: 0,7m.
- Có thể đặt trực tiếp trên nền đất tự nhiên hoặc trên bệ bằng cát, đá dăm hoặc bê tông cốt thép.
- Thường đặt song song với cốt mặt đất thiết kế, cách móng nhà tối thiểu 3m và cây xanh tối thiểu 1,5-2m.
- Ống cấp nước đặt trên ống thoát nước, khoảng cách với đường ống khác theo chiều đứng $\geq 0,1\text{m}$ và chiều ngang $\geq 1,5\text{-}3\text{m}$.



3.3. Cấu tạo mạng lưới cấp nước

41

3.3.3. Bố trí đường ống cấp nước

Ống nước đặt ngoài đường phố phải thỏa các điều kiện :

- Trong các xí nghiệp hoặc thành phố lớn có thể bố trí chung nhiều loại ống khác nhau trong cùng một đường hầm.
- Khi ống đi qua sông, vùng lầy,... có thể cho ống đi trên cầu, cầu cạn, xi phông.
- Tránh đặt ống cấp nước đi qua bãi rác, nghĩa trang.



Chương 3. Mạng lưới cấp nước

42

Câu hỏi ôn tập

- Trình bày các sơ đồ mạng lưới cấp nước? Nêu rõ ưu điểm, nhược điểm, điều kiện áp dụng của mỗi sơ đồ?
- Trình bày các nguyên tắc quy hoạch mạng lưới cấp nước (trên mặt bằng, trắc dọc, trắc ngang)?
- Cách xác định lưu lượng tính toán tại các nút, lưu lượng tính toán từng đoạn ống?
- Cách xác định đường kính ống kinh tế, vận tốc, tổn thất áp lực trong đường ống (công thức và bảng tra tính sẵn)
- Trình bày cơ sở, trình tự tính toán thủy lực mạng lưới cụt, mạng lưới vòng?

