

A research on the design parameters for a double-transmission main system for sustainable water supply.

이중송수관로를 이용한 안정적인 송수를 위한 설계인자에 관한 연구

Inhwan Hyun* · Juneui Hong · Dooil Kim

현인환* · 홍준의 · 김두일

단국대학교 토목환경공학과

Abstract : Water interruption is often caused by a rupture in the branch-like singular pipeline. This will cause critical complaints from household and may decrease public service quality. As an alternative of singular pipeline, additional parallel pipeline could be installed for sustainable water supply. This system is called double pipeline system and able to be utilized for water transmission line between treatment plant and distribution reservoir. Construction of double pipeline was thought to increase capital cost, which can be an issue to waterworks authorities.

Reducing capital cost was possible by means of installing connectors between two parallel pipelines because of reduced diameter of each pipe. To obtain optimal design condition for connectors, it was necessary to compare water pressure according to accident location, to investigate flow according to connection pipe spacing, connection pipe diameter, and aging of pipe. Reliable and economical connection layouts were determined based on these results. The cost estimation for each design condition was carried out. Cost was approximately reduced by 20 ~ 30 % compared to the double pipeline without connections. In addition to this, connection between double pipelines could expect extra benefits for maintenance since the pipe could be repaired and rehabilitated without interruption

Key words : Water Supply, Interruption, Double Water pipe, Connection, Transmission, Roughness coefficient

주제어 : 물 공급, 단수, 이중관로, 연결관, 송수, 조도계수, 비상공급

1. 서론

2012년 현재 물 수요 관리와 우수율 제고사업 등을 통하여 평상시 물 공급은 수요가에서 만족할 만큼 원활히 이루어지고 있다. 하지만 자연적 재해와 인위적인 사고가 발생할 경우 수요가로의 물 공급에 문제가 생겨 단수가 발생할 수 있다. 일반적으로 상수관망에서 단수는 원수의 수량 및 수질

상에 문제가 있을 경우를 제외하고는 일반적으로 관 및 접합부 파열 등의 사고로 발생되거나 관로 갱생 및 교체 등을 포함하는 관로의 유지보수 그리고 화재 시 단시간에 대량의 소화용수 사용으로 인한 수압저하 등에 기인한다. 이처럼 단수는 사전 공지가 가능한 단수와 사고로 인해 급작스럽게 발생하는 비공지 단수로 나눌 수 있다. 2010년의 상수도 통계中 유형별 단수건수를 보면, 전체 27,258건 중 비공지 단수가 14,131건으로 약 52%를 차지하고 있다. 이만큼 예상치 못한 단수가 발생할 수 있으며, 공지단수와는 달리 원인자체

* Received 3 January 2013, revised 12 February 2013, accepted 14 February 2013.

* Corresponding author: Tel.: 031-8005-3478, E-mail: ihhyun@dankook.ac.kr

를 근본적으로 해결하기는 어렵다(Ministry of Environment, 2010).

이러한 단수가 발생할 경우 수요가에 경제적 문제와 함께 불편함을 초래할 수 있다. 상수도관련 2010년 민원 통계를 보면 전체 362,741건 중 단수와 출수불량으로 인한 민원이 76,414건으로 약 21%를 차지하고 있다. 이는 2006년과 비교하여 총 민원건수에 대한 비율은 감소하였지만, 단수 및 출수불량 72,703건과 비교하여 5%정도 증가하였다. 민원통계와 실제 단수로 인한 피해를 같다고 볼 수는 없지만 단수로 인한 많은 문제들이 발생하고 있을 것으로 판단된다. 따라서 사고 발생 시에도, 각 수요가로 무단수 공급이 가능한 시스템에 대한 연구가 필요하다(Ministry of Environment, 2010).

미국의 경우 허리케인 카트리나(2005년 8월)로 인해 상수도시설물이 파손되었으며, 복구되기까지 주민들에게 물을 공급하기 위해 약 22억 5천만 달러의 비용이 들었다. 또한 지진으로 일년에 1,190건의 관 파손이 일어났으며, 이러한 재해로 물 공급에 어려움을 겪게 되자 추가적인 예비공급 시스템을 구축하고 있다. 일본의 경우에도 지진의 영향을 고려하여 도·송수관로를 복선화하고 네트워크화 하여 운영하고 있다. 이처럼 국외에서는 재해로 인해 상수도시설이 파손되거나 본연의 기능을 다하지 못하는 상황이 발생하고 있다. 이에 따라 상수도시설의 예비능력의 강화, 즉 기존의 시설물이 재 기능을 하지 못할 경우에도 큰 지장이 없도록 시설물을 구축하고 있다(Water and Wastewater Association, 2008).

국내의 경우 송수관로는 대부분 단일관로로 구성되어 재난 및 사고 등에 취약하다. 또한 매설년수 20년 이상의 송수관은 2,501 km로 전체의 23.66% 정도를 차지하고 있어 노후화로 인한 문제가 많을 것으로 판단된다. 이러한 이유로 상수도시설기준 6.1.2절에 송수관로의 복선화와 네트워크화에 대하여 명시하고 있다. 하지만 송수관로를 이중으로 배치하는 경우 단일관

로와 비교하였을 때 공사비가 많이 소요된다는 단점이 있다. 따라서 송수관로에서 비상 시 실질적인 물 공급에 대한 대책마련과 함께 안정성과 경제성을 높이기 위한 연구가 필요한 실정이다(Ministry of Environment, 2010).

본 연구에서는 이중 송수관로에서 사고가 발생하거나 유지보수를 위해 일부구간을 폐쇄할 경우 발생하는 단수와 수압저하로 인한 통수량 감소를 최소화하기 위하여 효율적인 연결관 배치조건을 결정하고자 한다. 또한 연결관의 효율적인 배치를 통해 이중송수관로의 안정성과 경제성을 높일 수 있을 것으로 보인다.

2. 설계용량 산정 및 모델링

이중 송수관로에서는 평상 시 뿐만 아니라 비상 시 공급을 고려하여 1열의 통수량 산정 계획을 세워야 한다. 계획 단수일 경우에는 배수지의 최대 활용과 주민들의 사전대비에 의해서 수요가에 대한 영향이 최소화될 수 있으나, 예고되지 않은 비상시 단수일 경우에는 사전 대비가 없어 수요가에 대한 영향이 크므로 이중 송수관로의 공급량은 비상시 단수를 기준으로 하여야 한다. 따라서 국내 목표 계획단수시간인 32시간의 단수가 발생할 경우에도 수요가로 일최대급수량 이상으로 공급이 가능하도록 각 열의 용량을 결정하여야 한다(K-water, 2009).

본 연구에서는 배수지의 시설용량을 고려하여, 비상 시 배수지로 공급되어야 하는 송수량을 결정하였다. 상수도시설기준에 명시된 배수지의 수리학적 체류시간(12 ~ 36시간)과 국내 배수지의 평균체류시간(11.8시간)을 고려하여 시간은 12시간으로 하고, 안정성을 위해 운영수심을 50%로 가정하였다. 배수지에서의 조건이 Fig.1과 같을 때, 식 (1 ~ 5)와 같이 물질수지(Mass Balance)식을 세우고 단수시간 동안 필요한 공급량을 검토하였다(Lee, 2003).

그 결과 비상시에도 일 최대급수량의 약 80% 이상의 공급이 필요한 것으로 나타났다 (식 5).

$$Q_{out} - Q_{In} = 12A \frac{dH}{dt} \quad (1)$$

$$\int_0^{32} dt = \int_0^{0.5} \frac{12A}{(Q_{out} - Q_{In})} dH \quad (2)$$

$$(32 - 0) = \frac{12A}{Q_{out} - Q_{In}} (0.5H - 0) \quad (3)$$

$$Q_{In} (m^3/hour) = Q_{out} (m^3/hour) - \frac{12 \times 0.5 V (m^3)}{32 (hour)} \quad (4)$$

$$Q_{In} = 0.8125 Q_{out} \quad (5)$$

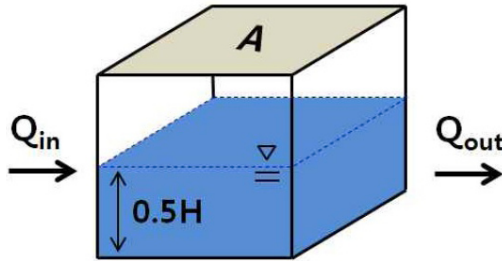


Fig. 1. Reservoir model for supply calculations

본 연구에서는 이를 만족시키는 조건 하에서 이중 송수관로의 연결관 유무에 따른 용량을 결정하고 통수능력과 경제성을 비교하고자 하였다. Fig.2 는 연결관 유무에 따른 이중 송수관로의 배치 형상이다. 연결관이 없는 경우 1열 이상 다른 열을 통해 일 최대급수량의 80%로 공급되기 위해서는 본관 양 열이 일 최대급수량의 80% 용량으로 설계되어야 한다. 하지만 연결관

을 설치하는 경우 양 열의 용량이 일 최대급수량의 50% 일 때, 비상 시 연결관을 이용하여 일 최대급수량의 80% 이상 공급 가능하다.

가상의 송수관로를 EPANET 2.0 프로그램을 사용하여 시뮬레이션 하였으며 본관의 용량에 따라 두 가지 Case로 연구를 진행하였다. 연결관 유무에 따라 안정성과 경제성을 비교하기 위하여, 상기 조건을 만족하면서 손실수두, 유량, 유속이 유사하도록 용량을 결정하여야 한다. 초기 유속은 1m/s, C계수는 100으로 가정하였으며, Hazen-Williams 공식을 상용환경에 적용하여 본관의 용량을 결정하고 Table 1에 나타내었다. 연결관이 없는 이중관로에서는 본관 1열이 폐쇄되었을 때 요구되는 용량을 다른 열에서 모두 수용하게 된다. 따라서 필요 이상으로 설계 용량을 크게 할 수 밖에 없으며, 평상시에는 유속이 매우 낮아지는 문제점도 발생하게 된다.

정수지와 배수지의 높이를 가정한 뒤 그에 따라 송수관로의 총 길이를 결정하는 순서로 연구를 진행하였다. 먼저 정수지의 상대적 높이는 정수지의 수위를 포함하여 Case A에서 50 m, Case B에서 45 m로 하였으며, 배수지 저수위 (L.W.L)의 상대적 높이를 0 m로 가정하였다. 여기에 배수지의 유효수심과 송수본관에서

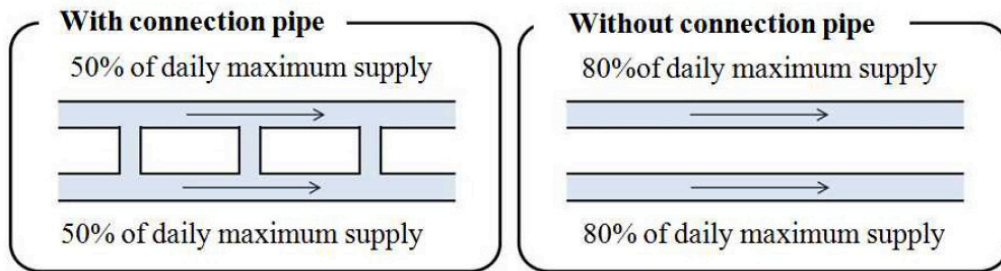


Fig. 2. Water flow conditions of double pipe according to the connection pipe

Table 1. Capacity and diameter of individual cases

Conditions	Case A		Case B	
	Capacity(m ³ /day)	Diameter(mm)	Capacity(m ³ /day)	Diameter(mm)
Double pipe without connector	43,960	800	108,573	1,350
Double pipe with connector	28,382	700	67,858	1,000

의 손실수두를 고려하여 총 길이를 결정하였다. 배수지의 유효수심은 고수위 (H.W.L)와 저수위 (L.W.L)의 수위차를 의미하며 상수도시설기준에 따르면 배수지의 유효수심은 3 ~ 6 m 정도를 표준으로 한다고 명시되어 있다(Ministry of Environment 2010). 즉 배수지에서는 유효수심만큼의 수두를 유지해야만 고수위에서도 통수가 원활하게 된다. 따라서 평상시 토출부 수두 3 ~ 6 m를 만족할 수 있도록 손실수두를 고려하여 송수본관의 길이를 결정하였다. 그 결과 Fig.3과 같이 본관 총 길이는 각각 30 km, 32 km이며 초기 잔류수두는 4.26 m, 3.88 m 이다.

3. 연결관 설치조건에 따른 물 공급 특성 연구

단수위치, 연결관 배치간격, 길이, 관경 등의 조건을 달리하여 구간 단수 시 물 공급의 안정성을 분석하였다. 안정성은 통수율(구간 단수 시 유량과 초기설계유량의 백분율) 80 % 이상의 조건과 관내 최대유속 3.0 m/s 이하의 조건을 만족하는 지 검토하였다. 각 연구에서 영향요소들의 가정조건과 범위를 Table2 에 나타내었다.

3.1 단수위치에 따른 토출부 수두

연결관을 배치할 경우 단수 위치에 따라 물의 흐름 패턴이 달라지게 되며, 이는 토출부 수두에 영향을 주게 된다. 따라서 연결관의 배치 조건에 대한 모의에 앞서 단수위치가 토출부 수압에 미치는 영향을 검토하였다. 본 연구에서는 Fig.4 와 같이 1열의 상류부로부터 10, 50, 90 % 지점에서 사고나 점검으로 인해 단수가 발생하였을 때 토출부의 수두를 비교하였다. 또한 연결관의 배치간격에 따라 단수위치의 영향정도가 달라 질 수 있기 때문에 연결관 배치간격을 0.5 km, 1 km, ..., 10 km로 달리하여 연구를 진행하였다.

연구 결과 연결관 배치간격이 길어질수록 단수위치에 따른 토출부 수두의 차이가 발생하였다. Table3에서 Case A와 B 모두 50 % 지점에서 단수가 발생하였을 때 10 %와 90 % 지점보다 토출부 수두가 5 %정도 더 낮게 나타났으며, 이 경우 다른 지점에 비해 통수에 미치는 영향이 더 클 것으로 판단하였다. 따라서 연결관 설치조건 연구에서는 50 %지점에서 구간 단수가 발생하

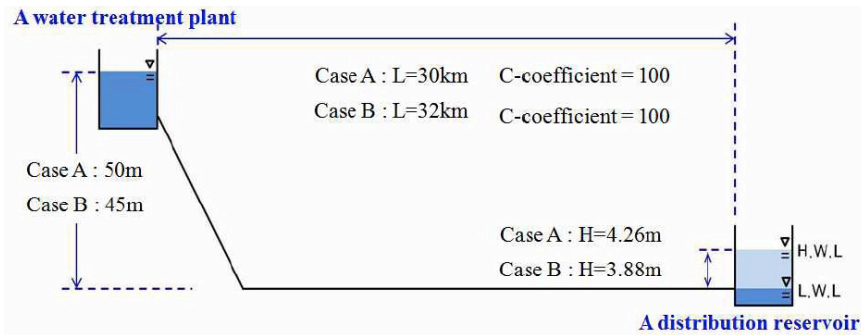


Fig. 3. Distribution network hydraulic condition for simulation

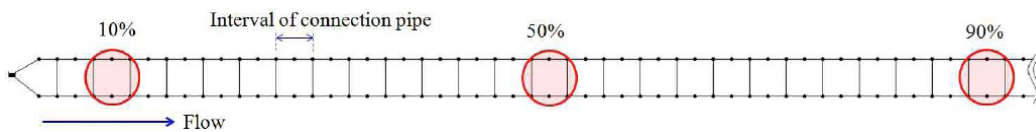


Fig. 4. The interruption position of double water pipe with connection pipe

는 상황으로 가정하여 연구를 진행하였다.

3.2 연결관 길이 변화에 따른 구간 단수 시 통수율 및 최대유속

이중관로의 본관 사이에 매설이 힘든 지역이나 포장구간이 있을 경우 설치에 문제가 발생할 수 있다. 이때 연결관의 길이는 송수본관 사이의 거리와 같기 때문에 시스템의 안정성뿐만 아니라 본관의 매설위치와 경제성에 영향을 미치게 된다. 따라서 연결관의 길이와 연결관의 간격을 현지 상황에 맞게 결정할 필요가 있다. 본 연구에서는 Table 2 의 설치조건 범위 내에서 연결관의 길이를 변화시키며 연결관 설치간격에 따

른 통수율과 최대유속을 검토하였다. Case A에서 토출부 잔류수두는 4.5 m로 하였으며, 연결관 길이는 도로폭 등을 고려하여 5 m부터 500 m까지 연구하였다. 그 중 연결관 길이 5 m, 50 m, 250 m, 500 m의 경우를 Fig.5 에 나타내었다. 통수율은 연결관 길이와 설치간격이 길어질수록 낮아지는 경향을 보였다. 최대유속은 구간 단수가 발생하는 위치 전후의 연결관에서 발생하게 된다. 연결관 길이가 5 m일때 설치간격이 길어질수록 최대유속이 급격히 감소하였다. 하지만 연결관 길이가 길어질수록 연결관 배치 간격의 변화에도 최대유속은 일정한 수치로 수렴하는 것으로 나타났다. 결과적으로 연결관 길

Table 2. Connector installation condition in each study

Study cases	Connection pipe conditions	Case A	Case B
Discharge head changes According to Interruption position	Interval(km)	0.5 ~ 10	0.5 ~ 10
	Length(m)	100	100
	Diameter(mm)	350	500
Flow and max. velocity According to Length of connection pipe	Interval(km)	0.5 ~ 15	/
	Length(m)	0.5 ~ 500	
	Diameter(mm)	350	
Flow and max. velocity According to Diameter of connection pipe Diameter(mm)	Interval(km)	0.5 ~ 15	0.5 ~ 15
	Length(m)	100	100
	Diameter(mm)	200 ~ 700	300 ~ 1,000

Table 3. Difference discharge head according to interruption position

	Connection pipe interval (km)	Discharge head before valve shut down(m)	Discharge head according to interruption position (m)		
			10%	50%	90%
Case A	0.5	4.26	0.41	0.41	0.41
	1	4.26	-2.15	-2.16	-2.15
	2	4.26	-6.70	-6.73	-6.70
	4	4.26	-14.92	-15.21	-14.92
	6	4.26	-21.51	-23.41	-21.51
	10	4.26	-37.55	-39.56	-37.55
Case B	0.5	3.88	0.48	0.48	0.48
	1	3.88	-1.79	-1.79	-1.79
	2	3.88	-5.81	-5.81	-5.81
	4	3.88	-11.82	-13.33	-13.08
	6	3.88	-18.97	-20.58	-19.04
	10	3.88	-33.15	-34.86	-33.08

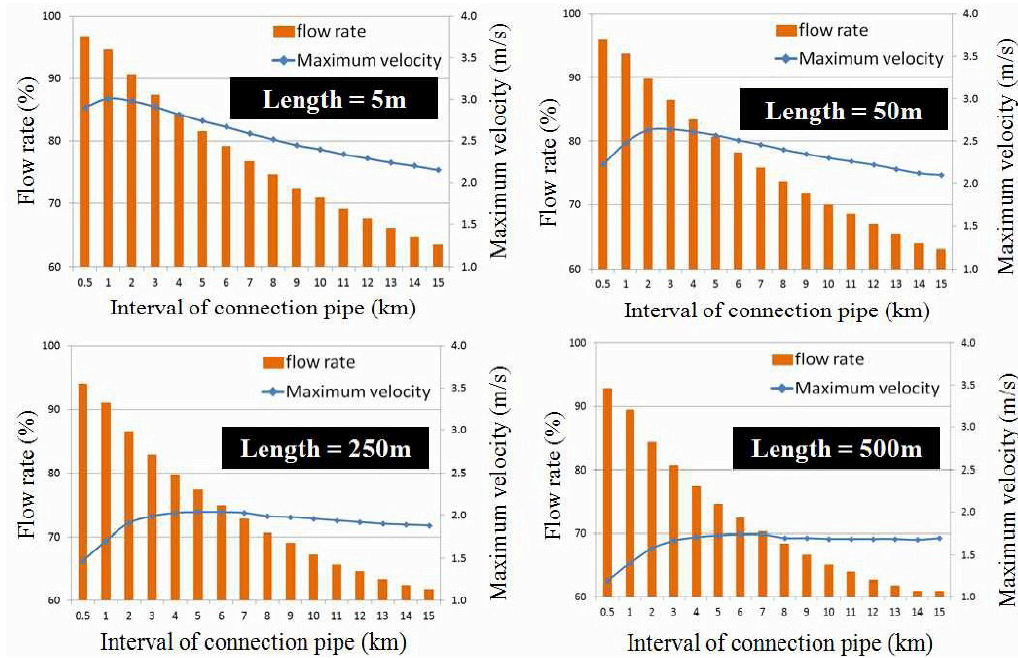


Fig. 5. Flow and maximum velocity according to the length of connection pipe

이가 길어질수록 관내 최대유속은 연결관의 배치간격보다 관경의 영향을 많이 받는 것으로 판단된다.

3.3 연결관 관경 변화에 따른 구간 단수 시 통수율 및 최대유속

연결관 관경은 연결관의 배치간격이나 길이와 마찬가지로 경제성과 안정성에 영향을 미치는 요소이다. 본 연구에서는 본관의 관경에 따라 Case A와 B로 연구를 진행하였으며, Table 2의 조건 하에서 단수 발생 시 연결관의 관경에 따른 통수율과 최대유속을 검토하였다. 그 결과 연결관 관경이 커질수록 통수율이 증가하는 것으로 나타났으며, 연결관 관경이 작아질수록 연결관을 더 짧은 간격으로 배치하여야 하기 때문에 연결관의 수가 증가하게 된다. 이는 총 공사비에 영향을 주기 때문에 통수율에 대한 안정성 검토뿐 아니라 연결관 배치간격과 연결관 관경에 대한 경제성 검토가 필요하다. 송수시스템의 안정성을 만족하는 조건들을 Table 3, Table 4에 나타내었다.

Case A에서는 Table 4와 같이 연결관 관경을 250 mm 이하로 설치하는 경우 연결관의 설치간격은 최대유속에 영향을 받는 것으로 나타났지만 300 mm 부터는 통수율에 영향을 받게 된다. 또한 Case B에서는 Table 5와 같이 연결관 관경을 400 mm 이하로 설치하는 경우 연결관의 설치간격은 최대유속에 영향을 받는 것으로 나타났지만 500 mm 부터는 통수율에 영향을 받게 된다.

3.4 노후화 정도에 따른 구간 단수 시 통수율 검토

관로는 시간이 경과함에 따라 노후화되거나 관의 조도가 높아져 관로의 기능을 발휘할 수 없는 상태가 된다. 배수관망의 해석과 설계모델에서 관로의 조도는 Hazen-Williams의 C계수로 표현되며 식 (6)과 같다. C계수는 관망의 해석과 실제 관망 사이의 결과의 관계에 많은 영향을 갖게 된다.

$$Q=0.27853CD^{2.63}I^{0.54} \quad (6)$$

Table 4. Connector interval decision according to diameter of connection pipe(Case A, remaining head 4.5 m)

Connection diameter(mm)	200	250	300	350	400	450	500	600	700
Connector interval with flow rate larger than 80 %	≤1 km	≤3 km	≤4 km	≤4 km	≤5 km	≤5 km	≤5 km	≤5 km	≤5 km
Connector interval with max. velocity less than 3.0 m/s	≤1 km	≤1 km	≤15 km	≤15 km	≤15 km	≤15 km	≤15 km	≤15 km	≤15 km

Table 5. Connector interval decision according to diameter of connection pipe(Case B, remaining head 4 m)

Connection diameter(mm)	300	400	500	600	700	800	900	1000
Connector interval with flow rate larger than 80 %	≤2 km	≤3 km	≤4 km	≤5 m	≤5 km	≤5 km	≤5 km	≤5 km
Connector interval with max. velocity less than 3.0 m/s	≤0.5 km	≤1 km	≤15 km	≤15 km	≤15 km	≤15 km	≤15 km	≤15 km

본 연구에서는 노후화 정도가 구간 단수 시 관의 통수능력에 미치는 영향 정도를 검토하고자 C계수를 달리하며 연구를 진행하였다. Fig.6-7에서 보면 C계수의 통수율에 대한 영향 정도는 다른 인자들보다 큰 것으로 나타났다. C계수가 클수록 통수율이 높게 나타났으며, C계수 130 정도에서는 연결관을 6 km 간격으로 설치할 경우에도 통수율 100 %로 물 공급이 가능할 것으로 판단된다(Thomas M. Walski, 1984).

이 결과로 보았을 때 C 계수, 즉 관의 노후화와 부식 정도를 일정 수준까지 유지할 수 있다면 사고 시에도 원활한 물 공급이 가능할 것으로 보인다. 특히 이중송수관로에 연결관을 배치할 경우 구간 단수 조건에서 점검이 가능하다. 즉 물을 원활히 공급하면서 관의 유지보수나 갱생이 가능하게 되고, 이는 관의 노후화와 부식 정도를 줄여주게 된다. 그 결과 사고나 점검으로 인해 구간단수가 발생하더라도 초기 설계조건보다 더 원활한 통수가 가능할 것으로 판단된다.

4. 최적 연결관 설치조건 결정

4.1 밸브 설치조건

연결관을 설치하는 경우 기존의 송수관로와는 달리 밸브의 작동을 통해 물의 흐름을 제어하게 된다. 밸브의 설치위치와 개수는 연결관의 수에 따라 달라지는데, 이는 시스템의 안정성과 경

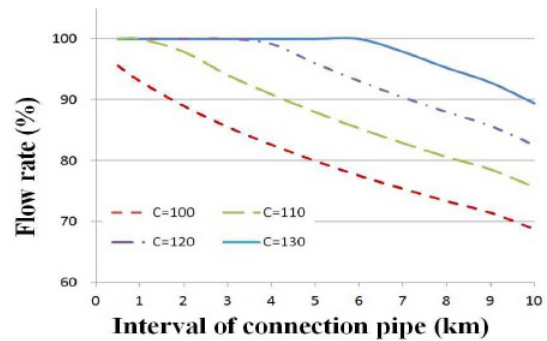


Fig. 6. Study the impact of the aging(Case B)

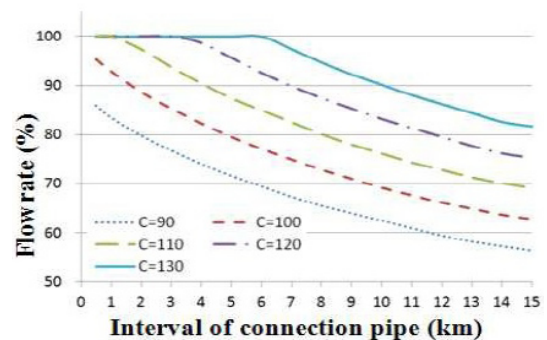


Fig. 7. Study the impact of the aging(Case A)

제성에 영향을 주게 된다. 따라서 본 연구에서는 각 연결관 수에 따라 적절한 밸브의 설치개수를 결정하였다. 상수도시설기준에 따르면 도·송수관로에서는 제수밸브를 1 ~ 3 km 간격으로 설치하여야 한다. 본 연구에서는 시스템의 안정성을 고려하여 제수밸브를 1 km 간격으로 설치하는 것을 기본으로 하고, 추가적으로 필요한 밸브

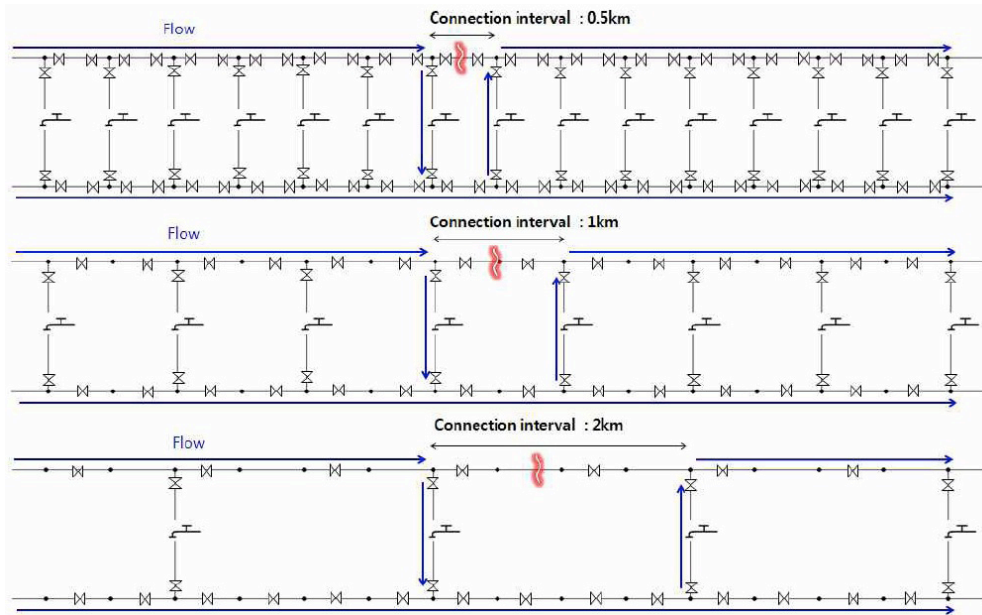


Fig. 8. Valve position and flow in valve shut down

Table 6. Table Valve requires according to connector interval

Connector interval (km)		0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CaseA	Gate valve	268	148	88	78	74	72	68	68	66	66	64	64	64	64	64	62
	Drain valve	59	29	14	9	7	6	4	4	3	3	2	2	2	2	2	1
CaseB	Gate valve	278	154	92	82	78	76	72	72	70	70	68	68	68	68	68	66
	Drain valve	59	29	4	9	7	6	4	4	3	3	2	2	2	2	2	1

수를 검토하였다(Ministry of Environment, 2010). Fig.8를 보면, 연결관을 2 km 이상의 간격으로 설치할 경우 본관의 제수밸브는 1 km 간격으로 설치하면 되는 것으로 판단된다. 하지만 0.5 km로 연결관을 설치하는 경우 1 km에 추가적으로 3개의 제수밸브가 필요하며, 1 km로 연결관을 설치하는 경우 추가적으로 1개의 제수밸브가 필요하다.

사고나 점검으로 연결관 이용 시 제수밸브를 설치하여 개폐여부에 따라 물의 흐름을 제어할 필요가 있다. 따라서 연결관의 각 끝단에 제수밸브를 설치하였다. 이 경우 연결관의 초기 흐름에서, 정체되어 있던 물에 의해 수질에 문제가 생길 수 있다. 따라서 연결관에 이토밸브(퇴수밸브)를 설치하여 초기 정체수를 배출할 필요가 있다. 그에 따라 연결관 배치 간격 별로 필요한 총

밸브의 수를 Table 6에 나타내었다.

4.2 총 공사비 산정 및 경제성 검토

통수율을 만족하는 범위 내에서 일반적으로 연결관의 관경을 작게 할수록 공사비는 감소하게 된다. 하지만 연결관의 관경이 작아질수록 구간 단수시 연결관의 통수능력이 떨어지게 되고 그에 따라 유속이 증가하게 된다. 때문에 연결관 배치간격을 줄여 연결관을 더 많이 배치함으로써 한 개의 연결관이 부담해야 할 유량을 줄여줄 필요가 있다. 하지만 연결관이 많아질수록 공사비가 증가하게 된다. 통수율 80 % 이상과 최대 유속 3.0 m/s 이하를 모두 만족하는 연결관 설치조건들을 대상으로 'D사'의 토사구간 개략공사비를 이용하여 총 공사비를 산정하였다. 이 비

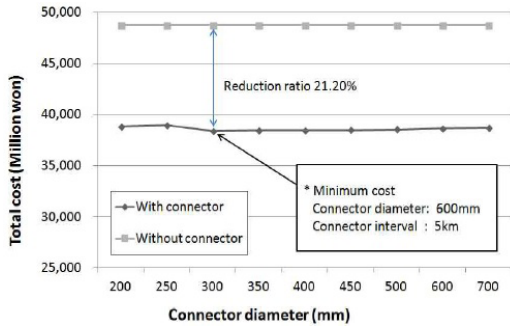


Fig. 9. Minimum cost in Case A

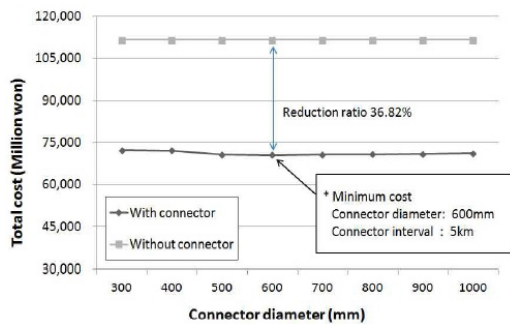


Fig. 10. Minimum cost in Case B

용은 본관, 연결관, 밸브, 조인트, 공사비용 등을 모두 포함한다. Fig.9와 Fig.10은 각 Case에서 연결관 환경별로 최저금액을 나타내고 연결관이 없는 이중 송수관로와 비교한 그래프이다. 연구 결과 연결관을 설치함으로써 사고나 재해, 점검 등으로 구간 단수의 상황이 발생 할 경우 통수율은 더 높게 유지할 수 있으면서 총 공사비가 감소하는 것으로 나타났다. Case A에서는 300 mm 관경의 연결관을 4 km 간격으로 배치하는 경우, Case B에서는 600 mm 관경의 연결관을 5 km 간격으로 배치할 경우 연결관이 없는 경우와 비교하였을 때 각각 21.20 %, 36.82 % 더 경제적인 것으로 나타났다. 본관의 관경이 커질수록 연결관 설치로 얻을 수 있는 경제적 이점은 더 커질 것으로 판단된다.

5. 결론

송수관로에서 사고나 재해, 점검 등에 의한 구간 단수 발생시 수요가로의 원활한 물공급을 위

하여 이중송수관로에 연결관을 배치하였으며 최적의 연결관 배치조건을 결정하고자 본 연구를 진행하였다. 이를 위해 가상의 송수관로를 설계하고 연결관의 배치에 따른 물공급 특성을 연구하였다. 그 결과 연결관을 적절히 설치함으로써 구간 단수 시에도 통수율 80 % 이상 최대유속 3.0 m/s 이하의 조건에서 물 공급이 가능하면서, 공사비용 역시 Case A에서 21.20 %, Case B에서 36.82 %까지 감소하는 것으로 나타났다. Case A와 B의 본관 관경을 고려하였을 때, 연결관을 설치하는 경우 본관의 관경이 커질수록 공사비 감소율이 클 것으로 판단된다.

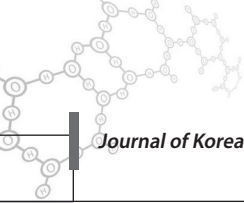
또한 연결관과 밸브를 적절히 설치하는 경우 구간 점검이나 유지관리, 그리고 갱생 등이 용이해지기 때문에 이를 통해 노후화와 부식정도를 낮출 수 있다. 노후화 정도에 따른 구간 단수시 통수율 변화에서처럼, 이를 통해 기존의 설계조건보다 더 원활한 통수가 가능할 것으로 보여진다. 또한 배수지의 H.W.L과 L.W.L의 수위를 고려하여 잔류수두를 주었기 때문에, 실제 H.W.L 이하의 수위에서는 통수량이 증가하게 된다. 이러한 조건들을 고려하여 실제 설계에 이용한다면 기존의 연결관이 없는 송수관로보다 안정적이며 경제적인 송수시스템의 구축이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 환경부 “차세대 EIS사업(코드번호 : GT-11-G-02-001-1)”의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- EPA(2000) EPANET2 USERS MANUAL
- K-water(2009), Customer-centric may system rebuild a Study, Republic of Korea, 105-141
- Lee,Sangmok(2003) Analysis of Water Distribution Networks considering Correlation between Pressure and Water Demand under



- Low Pressure Conditions. A doctoral dissertation, Dankook university, Republic of Korea
- Mays, L.W.(2003) Water supply systems security, McGRAW-HILL
- Ministry of Environment(2010), waterworks 2010, Republic of Korea, 745-753
- Tethuo Takakuwa (1978) Analysis and Design of Water Distribution Network, Morikata Publishing Co, JAPAN
- Thomas M. Walski(1984) Analysis of Water Distribution Systems, Van Nostrand Reinhold Company
- Water and Wastewater Association(2008), Water Facility Disaster Prevention Research, Republic of Korea, 1-10