

DVGW이론에 따른 상수관망의 부식방지를 위한 정수처리방안

Reduction Techniques of the Pipe Line net Using According to DVGW

추태호, 김하일*

밀양대학교, 부산시 상수도 사업 본부*

Choo Tai-Ho, Kim Ha-Il*

Miryang National Univ., Busan Water Authority*

요약

상수도관망에서 발생하는 누수현상은 수자원의 손실뿐만 아니라 압력손실로 인한 추가적 가압 설비의 필요성 및 누수되는 관로 주변의 토질의 약화 등을 초래하여 관망의 유지관리를 어렵게 하고, 심각한 경제적 손실을 야기하고 있다. 이에 구역고립으로 인한 수압과 유량 등을 상시 모니터링하여 누수사고의 적극적인 대처와 누수발생을 미연에 방지함으로써 유수율을 향상시킬 수 있다. 실제 구역고립 후 계속되는 수압 조절 및 유입유량의 모니터링으로 인하여 구역 내 유수율 산정결과 평균 유수율은 88.94%로서 부산광역시 2003년도의 유수율 79.5%보다 9.44% 높게 조사되었다.

Abstract

Leakage of waterworks pipe line net cause loss of water resources, additional foundation of pressurization facilities from pressure loss and soil weakening near leaked pipe line, etc.. This is difficult to maintain and manage waterworks pipe line net and to cause serious economic loss. Rate of accounted water is better by monitoring always water pressure and flux, etc. from isolated region, positively dealing with leakage accident and preventing leakage from occurring. Actually after isolating region, average rate of accounted water in this region is 88.94% by continuously monitoring control of water pressure and inflow rate. It is about 9.44% more than that of Busan metropolitan city in 2003, 79.5%.

I. 서론

최근 증대되고 있는 과학기술에 대한 투자는 측정 기술의 자동화를 통한 비용절감을 목적으로 한 감시 체제의 개발, 원격 모니터링 감시기술의 개발, 사고 감지 및 대응기술의 개발 그리고 시스템의 운영 및 유지관리 최적화 등으로 구체화되어 가고 있다. 특히 최근에 제기된 수도물 불신 문제, 수자원 부족문제, 상수도관망 관리부실로 인한 누수 및 수도물 2차 오염 문제는 사회적, 경제적으로 큰 문제가 되고 있

며, 이 문제의 해결을 위한 기술투자는 필수적이며 국가적으로 중요한 과제이다.

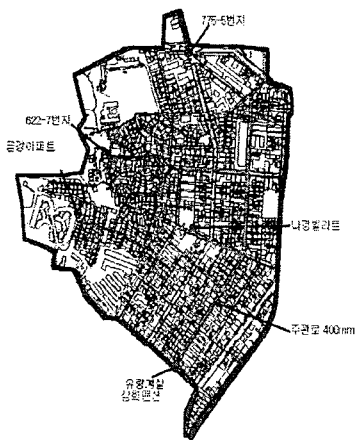
관의 누수와 파손간의 관계에서 높은 누수율을 보이는 지역은 관파손률이 높은 지역이다. 누수는 범현상을 야기하여 관 파손을 증가시키는 주요원인이 되며, 관망 자체의 노후화를 촉진시킨다. 따라서 보다 적극적인 누수탐지 프로그램의 실행은 수도사업체의 관 파손률을 감소시켜, 누수관이 파손되기 전에 관망을 보수·보강함으로써 기존관의 수명을 연장시킬 수 있다.

따라서 본 연구에서는 배수·급수관내의 누수발생 제어를 위한 상수원수 및 정수장에서 생산되는 수도 물의 수질부식성을 평가함으로써 누수저감을 위한 정수처리공정의 개선 및 개발 등의 장기적인 방안을 마련하는데 그 목적이 있다.

II. 실험재료 및 방법

1. 연구대상지역

본 연구대상지역의 지표고는 GL(+)-19.4m~GL(+)-68.4m로 구성되어 있으며, 유입부수압이 5.2kg/cm²이며 고지대수압이 1.6kg/cm²로 수압으로 인한 구역내 누수량의 증가는 없는 것으로 보이나 향후 진행 될 수 있는 누수를 사전에 방지하기 위하여 적정수압을 유도하여야 한다. 즉 누수의 주요인자중의 하나가 수압이므로 수압을 적정수압으로 down 시킴으로써 취할 수 있는 누수량의 절감은 상당한 량이 될 것이다. 본 조사에 사용된 수압계는 자기록수압계로서 측정지점은 총 5개소로 선정하였으며, 1차와 2차에 걸쳐 수압을 측정하였다. 본 조사에 사용된 수압계는 Vermor-MKXX Data-Logger로서 24시간 자기록 수압측정을 할 수 있는 기기를 선정·사용하였다.



▶▶ 그림 1. 연구대상지역과 수압측정 위치도

연구대상지역의 수압분포를 조사하여 균등급수가 가능한지, 분기관에 대한 수요량 분담능력이 충분한지를 검토하고 부적절하다면 이에 따른 환경 검토를 실시하고 지표고 형성에 따른 공급수의 원활한 수류를 측정·유도하기 위하여 실시하였다. [그림 1]은 연구대상지역의 수압측정지점에 대한 위치도이다.

2. 토양부식성

상수도관로의 외부부식에 영향을 미치는 토양부식성 인자는 토질(종류와 조성), 토양저항율, pH, 함수량, 통기성, 미생물, 용해성분 등이 있으며, 토양부식성 평가법에는 주철관을 대상으로 토양 부식성 평가법인 미국국가규격(ANSI)과 강관의 부식방지를 위한 토양부식성 평가법인 독일가스수도기술자협회(DVGW)법이 있다.

ANSI 평가법의 측정항목은 토양저항율, pH, 산화·환원전위, 수분, 산화물 등 5개이며, 부식성 평가 방법은 10점 이상인 경우 부식성이 있는 것으로 평가하고 있으며, 이 평가법의 사용목적은 주철관종의 폴리에틸렌슬리브 이용여부를 결정하기 위하여 사용한다.

[표 1] 부식성 평가

Estimated Value	>0	0~-4	-5~-10	<-10
Corrosivity	Very weak	Weak	Middle	Strong

DVGW 평가법의 측정항목은 토질, 함수율, 토양저항율, pH, 총산도, 총알카리도, 산화·환원전위, 이산화황 및 황화합물, 염소이온, 황산이온 등 10개이며, 부식성 평가 점수는 -10점 이하인 경우 부식성이 있는 것으로 판단하며, 일본의 경우 ANSI 평가법보다 DVGW 평가법이 실제상황과 관련성이 높다고 많이 사용하는 평가법이다. 본 연구에서는 독일 DVGW 평가법을 사용하여 부산광역시 전역의 대표성을 나타낼 수 있는 8개 지점을 선정하여 토양 부식성을 평가하였다.

3. 수질 부식성

수질 부식성은 부식성지수를 이용하여 간단히 평가할 수 있다. 부식성 지수는 탄산칼슘침전의 원리에 기초를 둔 지수와 다른 수질 화학인자들에 관계되는 부식에 기초를 둔 지수로 분류할 수 있다. 부식성 지수를 이용한 부식의 평가방법은 부식의 발생여부를 예측하고 부식성수질 조절에 대한 정보를 제공하는 데 이용되며 관체의 부식에 대한 정보는 제공되지 않는다. 가장 대표적인 부식성 지수는 탄산칼슘포화 즉, 탄산칼슘 침전원리에 근거한 지수들이며, 기타 다른 부식성 지수들은 여러 가지 수질화학 인자들에 관계되는 부식에 기초 둔다.

본 조사는 낙동강수계인 화명정수장 및 회동수원지의 호소수를 이용하는 명장정수장의 정수인 수돗물의 수질분석결과를 이용하여 수질 부식성을 평가하였다.

황산이온 및 염소이온은 부식을 촉진시키는 수질인자로, 경도 및 칼슘은 탄산염의 박막(Carbonate thin film)형성으로 부식을 억제시키는 인자로 작용한다고 알려져 있다. 낙동강수계의 수돗물은 황산이온 및 염소이온과 경도 및 칼슘이 회동수원지 수계의 수돗물에 비하여 높기 때문에, 관로의 내면부식의 측면에서 보면 이 두 가지 인자가 서로 다른 작용을 해서 서로 그 영향력이 상쇄될 것으로 추측되나 실험을 통한 검증이 필요할 것으로 판단된다. 또한 각 상수원별 수돗물의 부식성 특징 중 계절적인 변화 경향은 뚜렷하게 나타나지 않았으나, 지표수의 경우 겨울철에 부식성이 약간 컸으며 호소수의 경우 계절변화가 크지 않았다. 각 상수원별 수돗물의 계절별 수질특성을[표 2]와 [표 3]에 나타내었다.

III. 적용 및 분석

1. 수질 부식성 평가

[표 2] 화명 정수의 수질특성 [SO₄²⁻, Cl⁻, DO, Free Cl₂(mg/L)], [Alkalinity, Ca²⁺Hardness(mg/L as CaCO₃)], [Temp(°C)]

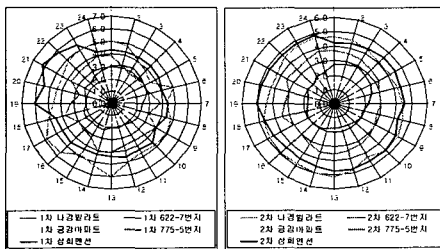
Item	Corrosion acceleration		Corrosion inhibition		Etc.		Corrosion index	
	winter (12~1)	SO ₄ ²⁻	60~62	Alkalinity	42.6~47.8	pH	7.1~7.3	LSI LR
Cl ⁻		31~35	Ca ²⁺ Hard	66.7	Temp.	8.8~9.5		
DO		9.8	TDS	153~155	Free Cl ₂	0.5		
autumn (9~11)	SO ₄ ²⁻	22~55	Alkalinity	25.9~39.8	pH	6.6~6.9	LSI LR	-1.43~-2.14 0.90~1.08
	Cl ⁻	8~25	Ca ²⁺ Hard	36.6~74.0	Temp.	17.2~21.1		
	DO	9.4	TDS	91~133	Free Cl ₂	0.6		
summer (6~8)	SO ₄ ²⁻	14~25	Alkalinity	16.5~23.4	pH	6.7~6.7	LSI LR	-1.96~-2.140.67~ 0.79
	Cl ⁻	8~15	Ca ²⁺ Hard	42.0~46.0	Temp.	20.5~26.7		
	DO	8.2	TDS	77~94	Free Cl ₂	0.6~0.8		

[표 3] 명장 정수의 수질특성 [SO₄²⁻, Cl⁻, DO, Free Cl₂(mg/L)], [Alkalinity, Ca²⁺Hardness(mg/L as CaCO₃)], [Temp (°C)]

Item	Corrosion acceleration		Corrosion inhibition		Etc.		Corrosion index	
	winter (12~1)	SO ₄ ²⁻	10~12	Alkalinity	19.6~23.8	pH	7.1~7.9	LSI LR
Cl ⁻		10~15	Ca ²⁺ Hard	24.4~25.2	Temp.	9.1~9.6		
DO		9.7	TDS	49~55	Free Cl ₂	0.4~0.5		
autumn (9~11)	SO ₄ ²⁻	10~11	Alkalinity	16.0~21.4	pH	6.6~6.7	LSI LR	-2.28~-2.55 0.74~0.88
	Cl ⁻	8~14	Ca ²⁺ Hard	22.8~30.0	Temp.	16.4~20.9		
	DO	9.2	TDS	55~114	Free Cl ₂	0.6		
summer (6~8)	SO ₄ ²⁻	10~13	Alkalinity	15.8~21.4	pH	6.6~6.7	LSI LR	-2.28~-2.490.81~ 1.13
	Cl ⁻	8~13	Ca ²⁺ Hard	22.0~26.0	Temp.	19.8~25.5		
	DO	8.4	TDS	74~92	Free Cl ₂	0.6~0.7		

IV. 결과 및 고찰

Fig. 2는 (a) 구역고립전 수압과 [그림 (b)] 구역고립후의 수압변화를 나타낸 그래프로서 구역고립전이 블록의 유입부분인 삼희맨션 앞의 수압은 $6.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 보다 수압이 높게 걸리는 현상이 있었으나, 구역고립후 $5.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 보다 적은 수압이 걸려 적정수압을 유지하는 것으로 조사되었다. 그리고 나경빌라트 앞의 구역고립전 수압은 13:00와 15:00경에는 $6.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 에 육박하는 수압이 걸렸으나 구역고립 후 $5.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 미만의 수압이 걸려 많이 안정화되었음을 보여준다. 이 구역의 관말지점인 금강아파트 앞의 수압은 구역고립전 최소 $0.3\text{kg}/\text{cm}^2$ 에서 최고 $4.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 까지 수압이 걸렸으나, 구역고립 후 $1.2\sim 2.2\text{kg}/\text{cm}^2$ 정도의 수압이 걸려 구역고립전보다 안정된 수압을 유지하는 것으로 조사되었다. Fig. 2의 (b) 그래프에서 보듯이 수압 측정 5개 지점의 수압차가 평이하여 구역내 누수로 인한 수압의 불균형은 없는 것으로 사료되며, 본 연구대상지역은 급수관 자체가 내식성 및 내구성이 뛰어난 재질을 이용하여 부설되어 있어 현재 수압으로 인한 누수발생은 적으며 적정수압을 유지하여 안정적인 것으로 나타났다. 또한 구역 내 유수율 산정결과 평균 유수율은 88.94%로서 부산광역시 2003년도의 유수율 79.5%보다 9.44% 높게 나타났다.



(a) 구역고립 전 (b) 구역고립 후

▶ 그림 2. 1차, 2차 수압측정도

부산광역시 토양오염조사에 사용된 토양은 모두 배수관을 둘러싸고 있는 토양을 채취하여 분석하였으며, 시멘트라이닝 닥타일 주철관이 대부분이었으며,

매설 년수가 15년 이상 된 관이지만, 육안으로 볼 때 관 내부와 외부가 비교적 깨끗하였으나, 부식성이 비교적 강하게 나타난 강서구, 동구 및 해운대구의 경우 타 지역보다 외부 표면의 상태가 좋지 않았다. 그러나 관세정 후 세정수의 색깔은 적색이나 흑색을 띄고 있어, 관내에 부식이 진행됨을 알 수 있었다. 연구대상지역에 DVGW 기준 적용하여 부식성 평가결과 미국과 같이 부식성이 강한 토양에서 주철관을 매설할 경우에는 폴리에틸렌 슬리브의 이용도 고려할 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 노후관개량과 누수수리 후 환토 및 되메우기를 할 경우 양질의 흙 또는 활성이 없는 무기질의 흙(유기질 함량이 2% 이하)을 사용하도록 “2004년도 부산광역시 상수도공사 설계지침서”에도 서술하고 있는바, 관의 외부부식을 방지하기 위한 한 방법으로 환토를 할 경우 반드시 양질의 흙이나 복토용 모래를 사용하여야 할 것으로 보인다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 서울시유수율대책백서, 서울특별시 상수도사업본부, 2000.
- [2] 상수도관로의 부식 및 노후도예측모델 개발, 한국건설기술연구원, 2002.
- [3] Bruce D. Douglas, Douglas T. Merrill, and Joel O. Catlin(1996) : Water quality deterioration from corrosion of cement-mortar linings, Journal AWWA, July, pp.99-1072.
- [4] Darren A. Lytle, Michael R. Schock, Jonathan A. Clement, and Catherine M. Spencer(1998) : Using aeration for corrosion control, Journal AWWA, March, pp.74-88.
- [5] Leakage prevention in Tokyo, 동경도 수도사업소, 2002.