

# 다기능 수처리 장치 기술

상수도관로에 유체 흐름 시, 아연의 희생 양극원리와 전기석 축매의 전자기 효과에 의한 음이온 발생 원리를 이용하여 부식 및 스케일 방지와 제거 기능을 수행하고 유체 흐름 차단 시, 장치 구조에 의한 점검 및 세척 기능을 수행하는 다기능 수처리 장치 기술을 소개하고자 한다.

## 서론

환경과 건강이 더없이 중요하게 여겨지는 21세기 시대에 음용수의 수질은 대기 문제와 더불어 가장 많이 논란이 되고 있는 분야이다. 현재 공급되는 모든 나라의 음용수로 사용되는 수돗물은 식수로 전혀 문제없이 최상의 상태로 제조 공급되고 있으며 특히, 우리나라 상수도 처리수는 세계 최고의 수질을 자랑한다. 그러나 수돗물이 생산될 때는 수질에 아무런 문제가 없으나, 상수도관의 유지관리가 잘 이루어지지 않아, 관로 내부 부식을 통해 건강에 해로운 냄새가 나고, 이러한 오염원이 발생한 수돗물에 대한 불신으로 인하여 정수기 및 온수기와 같은 수질관리에 많은 경제적인 부대비용이 발생하고 있는 것이 현실이다. 특히 상수도관의 스케일 및 녹의 발생은 배관 및 시설의 노후화로 인한 관로 수명 단축 및 누수와 같은 예기치 않은 사고로 인한 민원 발생과 이로 인한 많은 국가 경제적 손실을 초래하고 있다(참고로 우리나라에 매설된 상수도관의 길이는 약 150,000 km, 15년 이상 된 관로는 약 47,000 km이며, 누수율(약 13%)로 인한 경제적 손실이 매년 약 3조 원 이상 발생과 보수비용으로 약 8,000억 원의 손실이 발생하고 있다).

정선구

(주)이지스 기업부설연구소

부사장/연구소장

sunku@hi-aegis.com

김종대

(주)이지스 기업부설연구소

대리/연구원

jdkim@hi-aegis.com

〈표 1〉 기존 장치 및 개발 제품 비교

장치명	문제점 및 애로 사항	현 제품 및 기술의 개선 방향
수처리 장치	주기적인 유지관리 불가능에 따른 기능저하 (개폐가 불가능한 구조)	1. 수처리 기능의 활성화를 위한 개발제품의 분리개폐 구조에 따른 효율적인 반응관 세척 및 유지관리 가능
관로 세척 장치	주기적인 활용가치 미흡 (현재 20% 활용)	2. 관로 세척장치+수처리 통합 기능에 따른 개별구입 비용, 설치비, 설치 공간 및 유지 관리비 절감 및 효율성 향상(약 40% 이상)



수처리 장치

관로 세척 장치

〔그림 1〕 기존 수처리 장치

상기와 같은 사용자의 수도물에 대한 불신 해소와 관로의 노후화로 인한 사고 예방과 보수 및 교체와 같은 경제적 손실을 방지하기 위해서는, 첫째로 상수관로 내 부식 및 스케일 방지 및 제거할 수 있는 수처리 장치의 설치가 필요하고 둘째로 설치된 기존 관로 내부에 형성되어 있는 물때, 녹 및 스케일 등을 물리적인 장치(예 : Pig)에 의해 주기적으로 청소하고 세척하여 제거할 수 있는 세척 장치의 투입구가 필요하다.

현재, 상수도 관로에는 관로의 스케일 및 부식을 방지하는 수처리 장치와 세척용 폴리 피그(Poly Pig)를 이용하여 관로 내부의 스케일 및 부식을 제거하기 위한 세척장치가 그림 1과 같이 각각 개별로 설치·운영·관리되고 있다. 이와 같이 개별 구입 및 설치에 따른 비용, 과다 설치 공간과 유지관리 시 개별 관리에 따른 불편함과 시간 소비와 같은 많은 경제적 및 시간적 손실이 발생하다 보니 주기적이고 효과적인 유지관리가 이루어지지 않는 것이 현실적이다.

따라서 표 1에서 기존 장치의 문제점을 해결하고 개선하기 위한 기술을 적용한 장치를 당사에서 개발 완료하였다. 이에 대한 아연의 희생 양극원

리와 전기식 촉매의 전자기 효과에 의한 음이온 발생 원리를 이용하여 부식 및 스케일 방지와 제거가 가능한 수처리 장치와 물리적인 장치(예 : Pig)에 의해 주기적으로 청소하고 세척하여 제거할 수 있는 세척 장치를 통합한 다기능 수처리 장치에 대해 소개하고자 한다.

## 본 론

### 장치구조

다기능 수처리 장치의 구조는 수처리 장치 + Poly Pig를 이용한 관로 내부 청소기능인 세척 장치를 통합한 다기능 수처리 장치와 기존의 차단밸브인 버티플라이 밸브를 호환하여 상수 관로와 같은 유체 이송 배관 환경에 적용이 가능한 구조로 되어 있다. 세부 구조로는 그림 2와 같이 몸통과 반응관의 2개의 구조로 형성되며, 몸통은 알루미늄 합금 소재를 사용한다. 내외부는 정전기 발생을 위한 테플론 특수 코팅 처리가 이루어졌으며, 세부 구조로는 그림 3과 같이 이온 결정화 및 촉매반응이 이루어지는 반응관은 Zn, 테플론 및 세라믹을 주성분으로 한 원통형의 구조로 이루어져 있다. 장치 외부 몸통과 개폐가 가능한 커버, 수처리 핵심 기술이 적용된 반응관 및 반응관 내부의 전기석(토르말린) 촉매와 기타 부속품(베어링, 오링, 볼트 등)으로 되어 있다.

표 2에 나와 있는 다기능 수처리 장치의 기본 규격 및 사항을 보면 상수도 배관의 표준 플랜지 규격에 적용이 가능하며, 설치가 간편하고 구조가 단순하며 유지관리가 용이하여 장치를 사용함에 있



[그림 2] 다기능 수처리 장치 구조



[그림 3] 다기능 수처리 장치 세부 구조

<표 2> 다기능 수처리 장치 설명

제 품 규 격	25 A(1")~1,500 A(60")/10~20 kg/cm <sup>2</sup>
제 품 구 조	몸체(Body), 회전형의 반응관(Reactor) 및 촉매제(Catalysts)
기 능	녹, 스케일 방지 및 제거, 살균, 잔류이온 결정화, 수소이온 농도(Ph) 안정화
재 질	몸통 : 특수 알루미늄/황동+내외부 특수 테플론 코팅, 반응관 : 특수 아연+세라믹, 회전 베어링
설 치 위 치	물 및 유체가 이송되는 배관에 설치(유속 0.2 m/sec 이상)
유지관리 효율성	연 1회 정도 반응관(Reactor) 표면을 세척하여 이온 발생을 원활토록 한다.
특 징	주기적인 사후 유지관리로 인한 부식 방지 및 제거 효과 유지 및 관로 내부 상태 CCTV 점검 가능

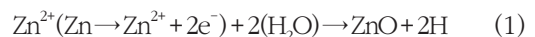
어 편리하다는 장점이 있다.

### 장치 원리

#### 부식의 방지원리

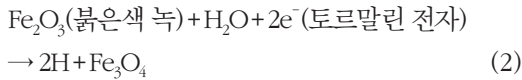
아연의 희생 양극법으로 아연(Zn)이 끊임없이 이온화되어 철보다 이온화 경향이 큰 아연(Zn)이

산소(O<sub>2</sub>)와 먼저 결합함으로써 철과 산소가 더 이상 반응할 수 없으므로 부식이 방지된다. 아연 이온에 의한 철 산화 부식 방지에 대한 반응은 식 (1)과 같다.



### 부식의 제거원리

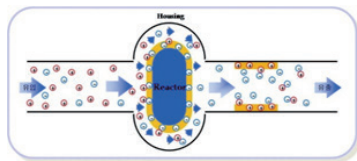
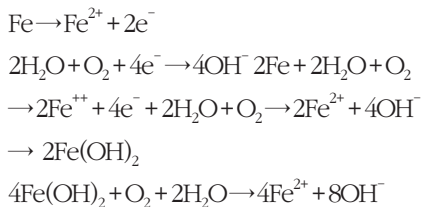
천연 광물질소재인 전자기석 촉매(토르말린)에 압력 및 마찰을 가하면 강한 전자(e-)를 방출하고 방출된 전자가 물(H<sub>2</sub>O)과 만나면 물에서 단분자로 분해된 수소이온과 결합하여 하이드록실 이온이라는 계면활성 물질의 음이온을 발생시킨다. 이때 발생된 하이드록실 음이온은 침투력, 세척력 및 분해력이 탁월하여 녹 및 부식과 같은 물질들의 입자 구조인 침상구조를 구상구조로 변환하여 배관 내벽에 부착된 녹 및 부식을 제거한다. 그 원리로는 식 (2)와 같다.



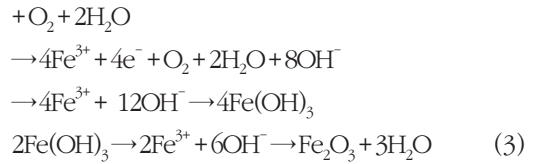
검은색 철-마그네타이트로 환원하여 더 이상 산화 반응이 발생하지 않는 안정적인 철로 변한다.

### 부식의 생성원리

Fe(철) 분자에서 빠져나온 전자가 H<sub>2</sub>O(물)과 O<sub>2</sub>(산소)와의 결합을 촉진시켜 OH<sup>-</sup>(수산화이온)을 발생시키는데 OH<sup>-</sup>(수산화이온)이 Fe<sup>++</sup>(철)이온과 결합하여 산화철인 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 형성되어 부식이 생성된다.

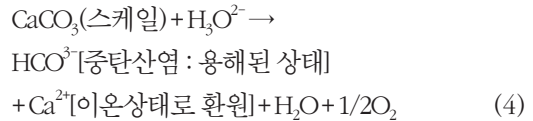


[그림 4] 수처리 원리 및 입자 구조



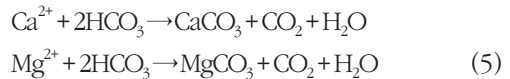
### 스케일 제거원리

전자석 촉매(토르말린)에 의해 물분자(H<sub>2</sub>O)는 수소이온(H<sup>+</sup>) 이온과 수산화 이온(OH<sup>-</sup>)으로 분리되며 주변의 물분자와 결합하여 하이드록실(H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) 음이온이라고 하는 침투 분해력 및 세척 살균력이 강한 계면활성 물질이 된다. 계면활성 물질은 촉매에서 방출한 전자와 함께 탄산염과 반응하여 그림 4의 원리와 입자 구조에서처럼 탄산염 입자구조를 침상구조에서 구상구조로 변환시켜 스케일을 억제 또는 이미 형성된 스케일을 분해 및 제거한다.



### 스케일 생성 원리

물속에 포함된 무기물 중 특히 칼슘(Ca<sup>2+</sup>), 마그네슘(Mg<sup>2+</sup>) 등은, 물(H<sub>2</sub>O)과 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)와 결합하여 생성된 탄산(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 등과 결합하여 흰색 양금의 탄산염(CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>) 등의 스케일을 생성하게 된다.



<침상구조>



구상구조<원추형 모양>

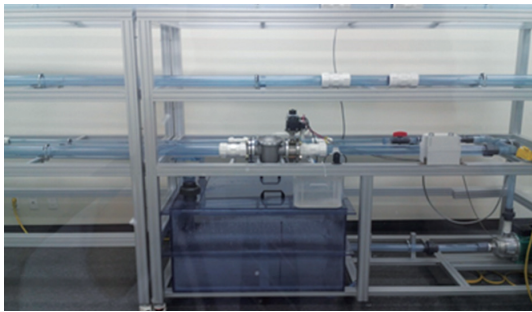
## 실험방법

### 실험장치

실험장치는 당사 연구소에서 개발한 상수도 관로 환경과 유사한 데모 플랜트를 구성하였으며, 그 구성으로는 그림 5의 설비와 같이 2“수처리 장치와 4” 수처리 장치를 장착한 “2, 4” 투명 PVC 배관의 장치를 제작하였으며, 수처리 용량 각각 45 L, 125 L의 두 개의 장치를 사용하여 실험하였다.

수처리장치 구성으로는 관로 부식 방지 기능인 촉매(Catalyst) 수처리 장치와 관로 내부 청소기능인 세척장치, 유체흐름을 차단 및 조절하는 밸브의 통합기능을 갖추고 있다.

수처리장치의 내부에는 아연 재질의 반응관이 삽입되어 있으며, 반응관은 다공성의 카트리지가 형태로 내부에 토르말린 촉매를 삽입할 수 있게 구성된다.



[그림 5] 상수도 관로 환경과 유사한 데모 플랜트 설비

### 실험 방법

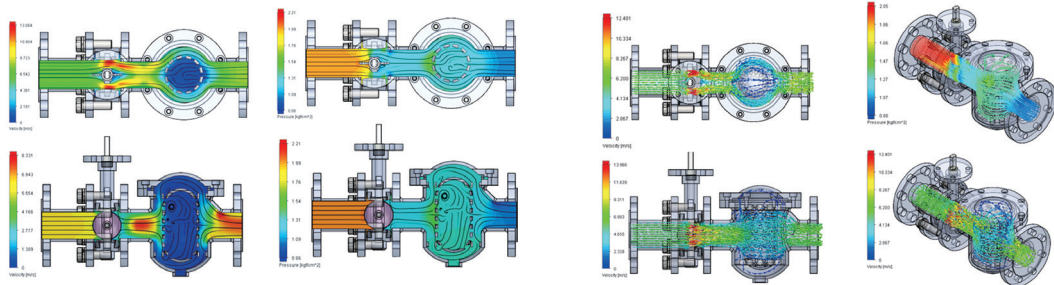
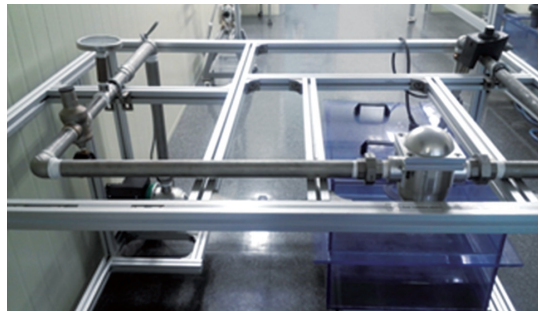
실험 전 수처리장치 내부의 유동흐름 및 유속, 압력을 검증하기 위해 유동해석 프로그램을 사용하여 그림 6과 같이 해석결과를 도출하여 설계를 수행하였다.

실험은 일반 수도물을 실험용수로 사용하였으며, 황산과 암모니아수로 pH 4, pH 8 각각 산성과 염기성으로 실험하였다. pH 측정은 휴대용 측정기로 사용하였고 수질분석은 인증된 수질분석기를 사용하여 실험하였다. 분석항목으로는  $Cl_2$ , Fe, Cu,  $NH_3(N)$ , F,  $Cl^-$ , Zn, Mn, Al,  $NO_3(N)$ 에 대하여 진행하였으며 녹 방지 및 제거 실험에 대한 판단은 용수 중 철농도 분석을 통해 측정하였다.

### 실험 결과

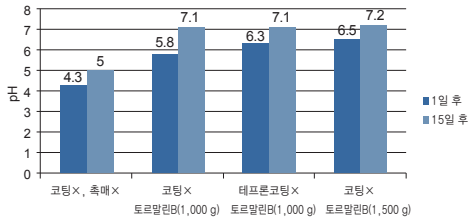
#### pH 중화 실험 결과

pH 4, pH 8 두 가지 조건에서 실험을 진행하였

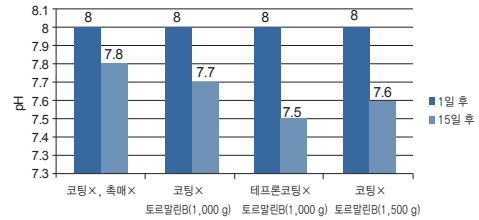


[그림 6] 다기능 수처리 장치에 대한 유동 및 유체 해석





(a) pH 4



(b) pH 8

[그림 7] pH 중화 실험 결과 그래프

으며, 실험진행시간은 15일로 진행하였다. 15일 후 결과는 그림 7과 같다.

그 결과, 산성과 염기성 조건 모두 일정시간 후에 중성으로 중화되려는 경향을 보였다. 이는 토르말린 촉매의 전기분해 및 이온화 영향에 따라 실험 용수 내에서 이온 밸런스를 조절하여 중성에 가깝게 변화한다고 판단된다. 따라서 부식이 잘 발생하는 환경인 산성 조건을 중성으로 완화시켜 부식 방지에 효과가 있는 것으로 나타났다.

### 부식방지 실험결과

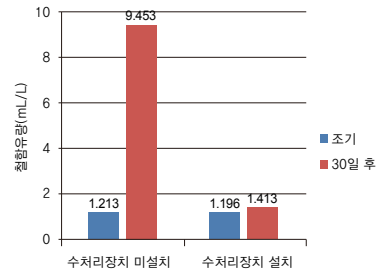
부식 방지실험은 수도관로에 많이 사용되는 아연강관과 탄소강관을 샘플로 하여 실험을 진행하였다. 125 L 실험장치의 배관 구간마다 샘플 배관을 장착하여 30일 동안 산성조건과 염기성 조건에서 실험하였으며, 철농도 분석과 육안 식별을 통실험을 진행하였다. 그 결과는 그림 8, 그림 9와 같다.

실험 결과 배관 상태를 보면 육안으로 확연히 구분될 만큼 차이가 나타났다. 장치를 미설치한 경우에는 불그스름하게 부식이 진행되었고, 수처리장치를 설치했을 경우 부식은 거의 발생하지 않았다.

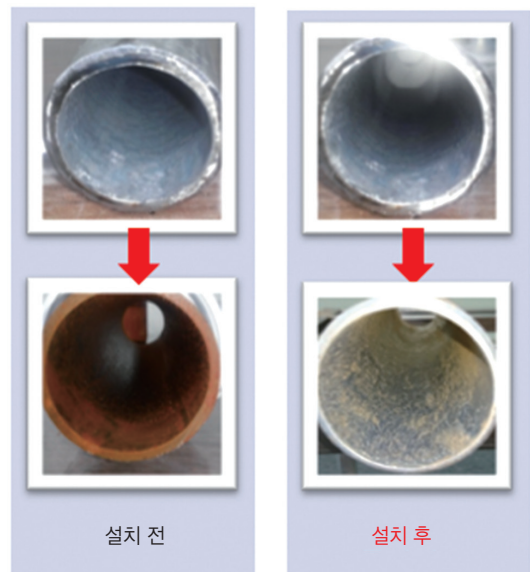
그 수치를 보면 설치를 하지 않았을 경우, 철농도는 최고 9.5 mg/L로 나타났으며 설치했을 경우, 최소 1.5 mg/L로 농도가 거의 5배 이상 차이가 났다. 특히 내부코팅을 하고 토르말린 양을 늘렸을 때 부식 방지 효과가 더 뛰어난 것으로 나타났다.

따라서 최대 60% 이상의 부식방지 효과를 얻을

수 있었으며 이는 아연 반응관의 희생 양극법에 의해 철과 산소와의 반응을 차단하여 부식을 방지할 수 있다고 판단된다.



[그림 8] 부식 방지 실험 결과 그래프



[그림 9] 다기능 수처리 장치 전 후 배관의 부식 방지 상태

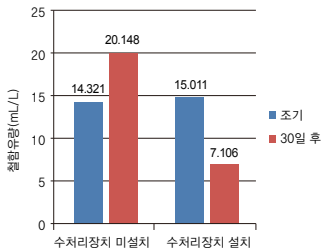
### 녹 제거 실험결과

녹 제거실험은 녹이 일정 이상 발생한 배관을 125 L 실험장치의 배관 구간에 장착하여 30일 동안 실험을 진행하였으며, 철농도 분석과 육안 식별을 통해 실험을 진행하였다.

실험조건은 방지실험에서 가장 우수한 성능을 보인 테플론 코팅을 한 장치와 토르말린 양을 1,500 g 으로 하여 진행하였다. 그 결과는 **그림 10, 그림 11** 과 같다.

실험 결과, 배관 상태를 육안으로 보면 장치를 설치하지 않을 경우 녹 발생이 더욱 심한 걸로 보였으며 수처리를 장치를 설치했을 경우 녹이 상당 부분 제거되어 색이 검정색으로 변화하였다.

이는 반응관 내부의 토르말린 촉매 효과로 촉



[그림 10] 녹 제거 실험 결과 그래프

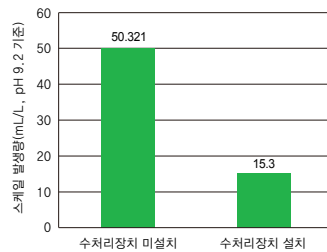
매에서 강한 전자를 발생시켜 산화철과 결합하여 더 이상 녹이 부식되지 않는 검정색의 자철석으로 변화했기 때문이라고 판단된다.

수치를 보면 미설치 시, 철 농도가 최고 15 mg/L 에서 21 mg/L 증가하였으며 설치했을 경우 최고 16 mg/L에서 7 mg/L로 2배 이상 감소하였다. 이는 녹 제거율이 초기 대비 60% 이상으로 나타났다.

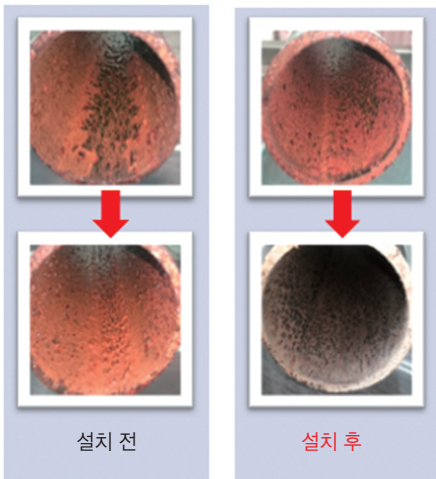
따라서 수처리 장치를 설치하면 기존 노후된 관의 사용연장에 도움이 될 것으로 판단된다.

### 스케일 방지 실험결과

스케일 방지 실험은 배관을 125 L 실험장치의 배관 구간에 장착하여 30일 동안 실험을 진행하였으며, 스케일 발생 원인 물질인 탄산칼슘, 산화마



[그림 12] 스케일 방지 실험 결과 그래프



[그림 11] 다기능 수처리 장치 전 후 배관 녹 제거 상태



[그림 13] 다기능 수처리 장치 전 후 배관 스케일 방지 상태

그네슘 등의 시약을 첨가하여 발생하는 스케일량과 육안 식별을 통해 실험을 진행하였다.

실험조건은 방지실험에서 가장 우수한 성능을 보인 테플론 코팅을 한 장치와 토르말린 양을 1,500 g으로 하여 진행하였다. 그 결과 **그림 12, 그림 13**과 같이 나타났다.

실험결과, 육안으로 보면 스케일 발생이 다기능 수처리 장치를 설치했을 때 현저히 준 것을 확인할 수 있었다. 이는 전기적인 토르말린 촉매에 의해 스케일 발생 물질의 구조가 배관 벽에 잘 부착될 수 있는 침상 구조 상태에서 잘 부착되지 않

는 구상 구조 상태로 변환하여 방지할 수 있었을 거라고 판단된다.

수치를 보면 미설치 시, 스케일량이 50 mg/L로 증가하였으며 설치했을 경우 15.3 mg/L로 2배 이상 감소하였다. 이는 부식방지율이 초기 대비 60% 이상으로 나타났다.

따라서 실험결과를 종합하여 그 결과를 기준 장치 결과들과 비교하면 **표 3**에서와같이 개발목표 세계 최고 수준을 상회하는 것으로 나타났으며, **표 4**에서 기존 제품들과 비교하여 보면 구입 유지보수에 대한 경제성뿐만 아니라 편리성까지 우수한

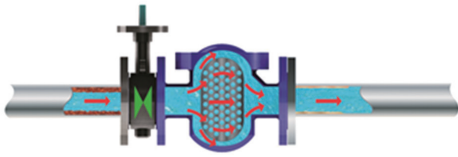
(표 3) 세계 최고 수준에 대한 개발 다기능 수처리 장치의 성능 결과 비교

주요 성능지표	단위	개발목표 세계 최고 수준	개발결과 (150% 달성)	객관적 측정방법
				시험규격
1. 부식 방지 시험(사용유체 : 상수도)	%	40/Month	80	수질분석(공인기관)
2. 부식 제거 시험(사용유체 : 상수도)	Fe3O4	40/Month	75	수질분석(공인기관)
3. 진동 소음	db	55	32.5	소음계측정(공인기관입회검사)
4. 내부식성 유효거리(4")	m	80	100	수질분석(공인기관)
5. 설계검증(구조 및 유동해석)	m/s l/h	0.2/250	0.2/300	전산유체해석(CFD)
6. 내압시험(시험유체 : 물, 공기)	kg/cm <sup>2</sup>	20	20	수압시험(공인기관 입회검사)
7. 누설량	L/Min	0	누설 없음	수압시험(공인기관 입회검사)
8. 테플론 접착시험	Mpa/Min	6.0	10.6	ASTMD 6862-11(공인기관)
9. 테플론 코팅시험	Pin Hole	0	이상 없음	KS D 4317(공인기관)
□ 측정결과의 증빙방법 제시				
한국화학융합시험원, (주)위트랩생활환경연구원(공인인증기관) 입회/시험보고서 및 CFD 설계 검증(구조 및 유체, 유동해석)				

(표 4) 기존 장치와 개발 다기능 수처리 장치의 세부 비교

기존제품	수처리 장치	세척장치구	경제성	편리성
기존제품			개별 장치에 따른 구입비용, 설치 비용 증가 : 수처리 장치(4,500만 원)+세척장치구(300만 원)+약4,800만 원	개별 장치에 따른 많은 설치 공간 필요 및 개별 관리 비용 증가
문제점	유지관리가 불편한 구조에 의한 이온 활성화 기능 저하	설치 공간에 따른 사용 가능 효과 매우 미흡(30% 활용)		
개발제품			다기능 통합 장치에 따른 구입 및 설치비용 절감(약 40% 절감) 약 2,800만 원	다기능 일체형 장치에 따른 설치 공간 및 관리 비용 절감 (약 30% 절감)
기능 및 성능	적용 가능한 차단용 밸브+수처리 장치+세척장치구의 기능을 통합한 다기능 수처리 장치			





희생양극원리 및 이온결정화에 의한 수처리 기능



세척용 Poly Pig에 의한 물리적 세척 기능

[그림 14] pH 중화 실험 결과 그래프

것을 알 수 있다.

### 개발 제품 적용

기존 제품의 경우 수처리 장치, 세척 장치를 개별로 구입 및 설치가 필요하기 때문에 넓은 공간이 확보되어야 하고 유지관리가 불편하였다. 그러나 본 개발 제품의 경우 기능 및 구조를 통합하여 설치 공간 및 비용을 절감하고 유지관리가 편리하게 이용할 수 있다.

다기능 수처리 장치의 사용 예를 살펴보면 그림 14에서처럼 유체가 흐를 때와 유체를 차단하였을 때로 나누어 사용할 수 있다. 밸브를 열어 유체의 정상 흐름 시, 수처리 기능을 수행하게 되며 배관 내의 부식 및 스케일을 방지하고 녹을 제거한다.

밸브를 닫아 유체 흐름 차단 시, 다기능 수처리 장치의 커버를 분리하고 내부 반응관 및 부품을 분리하여 배관 및 장치 내부를 점검할 수 있고 세척용 Poly Pig를 투입하여 수압에 의해 내부 오염물질을 제거할 수 있다.

### 결론

위의 실험 결과로 수처리 장치를 설치하여 배관을 사용했을 경우, 아래와 같이 3가지 효과를 얻을 수 있다고 판단된다.

첫째, 수질관리 측면에서 배관 부식이나 오염 등의 원인을 제거함으로써 상수처리된 수질을 유지할 수 있을 것이라고 기대되며, 특히 잔류이온을 결정

화하고 수소 이온농도를 안정화할 수 있을 것이다.

둘째, 에너지절감 측면에서 배관막힘을 방지하여 보일러 같은 경우 연료비 절감을 얻을 수 있고 또한 열교환기의 열효율 증대로 스팀 손실을 감소시킬 수 있으며, 고온 및 냉각수에 대한 수질 안정화에 소요되는 약품 및 수질 교체 비용을 절감할 수 있을 것이다.

셋째, 비용절감 측면에서 배관 및 유체수송시스템 내부의 노후화를 방지하여 고장감소 및 설비의 수명연장을 기대할 수 있고, 설비 고장 시, 운전 정지로 인한 설비관리 손실비용을 절감할 수 있을 것이다.

또한, 관로 내 1 km 마다 의무적으로 설치해야 하는 점검구와 500 m~1 km 마다 설치되는 밸브를 통합함으로써 구입 비용 절감(개별 구입가격 대비 80%), 설치 비용 절감(개별 설치 비용 대비 60%), 수리 비용 절감(밸브 수리 시 점검구를 통한 신속, 편리한 수리) 유지 비용 절감을 얻을 수 있다. 그리고 밸브와 점검구를 한 번에 설치함으로써 설치 편의성이 확보되며 점검 시 밸브를 잠그고 점검하고, 밸브 이상시 점검구를 통한 점검 및 보수 가능하여 “점검구+이온 결정화 촉매장치”를 통한 이득을 얻을 있을 것이라고 판단된다.

향후 5년이 지난 후에는 전 세계적으로 물 부족 사태가 심각하게 발생할 것을 세계 환경 전문가들이 예측하고 있듯이, 우리나라와 유사한 중국을 비롯하여 동남아시아에도 예외는 아니라고 보며 따라서 본 개발 제품인 다기능 수처리 장치를 상수도 시

설에 사용함으로써 인한 효과가 기대된다.

제품에 대한 개발의 성공결과는 제품의 국산화 개발을 넘어 세계적인 최고의 제품을 개발하여 수출로서의 기술 강국의 입지를 높일 수 있을 뿐만 아니라, 국가 간 기술 경쟁력 차원에서 활용의 가치가 매우 크다고 볼 수 있다.

또한, 대부분의 상수도시설은 오래전에 설치되어 현재 관로 등이 노후화가 진행되어 여러 가지 문제들이 조금씩 발생되고 있다. 특히 극심한 노후화와 파손 등으로 보수 등이 거의 불가능한 지경이다.

이로 인한 관로 교체 비용은 천문학적 수준에 달할 것이라 예측되며 또한 상수의 누설은 자원의 낭비뿐만 아니라 국민의 안전을 위협할 것이다.

따라서 관로 교체 시 본 개발 제품을 설치하게 된다면 이러한 문제들을 해결할 수 있고, 장기적으로 보게 되면 국가 차원이 아니라 지구 환경 차원에서 큰 발전이 이루어질 수 있을 것이라 기대하고 있다.

그리고 수처리, 세척 기능을 지닌 다기능 수처리 장치로 인하여 수출 및 수입 대체로 인한 많은 경제적 이득은 물론이고, 삶의 질이 향상됨에 따라 녹색환경 보존과 청정 에너지에 대한 유지관리 기술의 중요성이 국가 간의 경쟁력 차원에서 확보될 것이라 생각된다.

매년 2배 이상의 잠재적 사업 성장률을 지닌 수처리 장치 시장에서 본 개발제품이야말로 오늘의 대한민국이 추구하는 중소기업 일자리를 창출할 수 있는 진정한 창조산업, 창조 경제의 밑거름이라고 할 수 있을 것이다.

이는 향후 세계가 공동으로 추구하는 신성장 동력과 신규 일자리를 창출할 수 있는 진정한 국가간 신창조 경제의 중요한 밑거름이 될 것이라고 확신할 수 있다.

특히, 통합 수처리 밸브가 적용될 수 있는 산업

을 알아보면 발전소, 보일러 시설, 반도체 공정, 병원 등이 있다. 개발된 기술 및 제품에 대한 지속적인 개발과 발전을 위해서는 수자원공사를 비롯 전국 14개 지자체 상하수도 본부, 상하수도 협회 및 대학의 환경 및 유체학과들과의 주기적인 교류를 통하여 보다 폭넓은 기술을 개발해야 한다. 그리고 이를 통해 여러 종류의 환경 조건 및 변화에 따라 적용할 수 있는 여러 가지 모델들을 지속해서 개발함으로써 기술 개발의 가치와 국가 친환경기술 발전에 도움이 될 수 있을 것이다. 발전소의 경우, 필수적으로 냉각수가 쓰이며, 대부분 바닷물을 이용한다. 여기서 바닷물의 성분과 높은 온도의 냉각수로 인해 냉각수 라인에 부식, 녹 및 스케일이 발생하게 되며 이로 인해 냉각효율이 낮아져 설비 부하가 발생하고 결국은 발전단가가 높아질 뿐만 아니라 냉각시설 유지비용 및 교체비용이 많이 발생하게 된다.

본 개발 제품을 설치하여 부식방지 및 녹, 스케일 제거가 지속해서 유지가 되면 유지관리도 용이할 뿐만 아니라 발전단가를 낮추어 이익을 도모할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

1. Denny A, Jones, 2011, Principles and Prevention of Corrosion, Pearson.
2. Chris Binnie, 2013, Basic Water Treatment, Royal Society of Chemistry.
3. Treloar, R.D., 2011, Plumbing, Wiley-Blackwell.
4. McGraw-Hill Book Company, 2004, Standard handbook of Machine Design, McGraw Hill/Osborne.
5. 후지타겐지 저, 김상배, 김일복 공역, 2015, 실무자를 위한 수처리 약품 기술, 씨아이알 출판. 