

procon.co.kr

계장기술

<http://procon.co.kr>

5~6분

기획특집 수도관망에 적용되는 수질센서의 기술적 특징

페이지 정보

작성자 최고관리자 댓글 [0건](#) 조회 1,577회 작성일 20-08-14 11:18

본문

1. 머리말

상수관망의 배관에 저전력(혹은 독립적인 솔라, 자가발전 전원 등)을 활용하여 구역에 최적화된 수질센서(탁도, 잔류염소, pH, 온도, 전기전도도)를 측정할 수 있도록 플랜지 형태나 혹은 부단수 직접 시공으로 다항목 센서를 설치하여 부단수 조건으로 유지보수할 수 있는 관망 전용의 다항목 센서 플랫폼 도입이 필요한 시기에 각국에서 개발되어 사용 중인 기술과 제품들을 설명하고, 우리나라 기준에 적합한 기술적 사양과 활용 방안을 고민할 수 있도록 정보를 제공한다.

2. 핵심 기술 요소

측정 매질에 대하여 유동 상태에 따른 능동적 측정 간격 진단과 판단의 활용 및 필요한 측정 기술로서, 절전을 위해 측정값의 변화가 거의 없거나(일정 범위 이내), 데이터 중요도가 낮아서 해당 시간을 회피하여 측정 간격을 늘리거나, 반대로 중요도가 높아져서 빠르게 하는 경

우 등을 포함하여 전체적으로 다항목 센서의 특정 변수 등을 활용하여 사용 전원의 소모를 현저하게 줄이거나, 측정 시간을 단축할 수 있는 기술이 적용되고 있다.

또한 유체가 고압이거나 고유속에 내구성을 갖는 센서 기술이자 관로 내 수질을 측정할 수 있는 Probe형 센서로 높은 압력 및 유속 환경에서도 데이터의 정밀성을 유지하면서 장기간 안정성을 확보하기 위하여 광신호 처리 기술, 전극 신호처리 기술 등과 같은 계측 알고리즘 및 신호처리 기술개발이 함께 요구된다.

특히 탁도센서 소형화를 위하여 기존의 탁도센서는 외경 35mm 정도의 Probe 형태인데, 기존 정수장에서 탁도를 측정하는 데 문제가 없으나, 관로 수질 측정의 경우 소형화가 필수적이므로 외경을 줄여야 한다. 발광부 및 수광부의 거리, 각도, 광로 등을 최적화와 함께 전기 전자 부품 변경 및 광량 디지털 제어 기술, 광신호 A/D 변환 처리 기술, SN비 향상 등 소형화 기술이 적용되어야 한다. 또한 기존의 탁도센서는 와이퍼가 부착되어 있어 기포 및 이물질이 부착될 경우 와이퍼로 세정하게 되어 있으나, 영향을 최소화할 수 있는 기포 영향 감소 기술이 적용되는 추세이다.

가혹 조건 사용 가능한 센서 및 모듈로서 기존의 정수장용 센서들은 대부분 상압 수준에서 사용되고 있다. 본 개발의 센서들은 최대 5 bar의 압력 및 최대 < 1m/s의 유속 조건에서 사용되어야 하므로 방수 처리와 함께 신호 취득 및 신호처리 적용 기술이 적용된다. 이러한 센서들은 기구물 최소 최적화 기술 및 설치 기술로서 좁은 장소에 설치 가능하게 하기 위한 센서 소형화, 고압 조건에서 사용할 수 있도록 하기 위한 기구물의 방수와 무단수 설치 및 유지보수, 기밀화 기술 개발이 필요하다.

다항목 수질센서의 측정값을 활용한 상호 진단 및 판단 기술로서 개별 센서의 데이터 값을 동시, 동일한 공간에서 얻어지므로 시계열 및 공간 계열로 대비하여 관망의 능동적 상태 및 환경 그리고 이벤트의 전개 구조를 해석하고, 판단할 수 있게 도와줄 수 있도록 새로운 플랫폼 활용 기술 개발이 필요하다. 궁극적으로는 상수관망에서의 복합 데이터를 이용한 상태, 판단, 진단, 해석 등을 통해 관망 진단 기술 적용이

필요하다.

다항목(모델)	가격대(천원)	상대적 깊이(%)	항목수
6 Cense	11,700	100	12
Manta	4,550	33.33	0
CS304	19,500	33.33	4
PipeSonde	11,700	33.33	10
W-20XD(호리바)	26,000	33.33	10
MS-5	13,000	33.33	8
Quanta G	13,000	33.33	0
Trol 9500	5,200	33.33	10
IntelliSonde	7,800	66.67	18
MESM 3000	1,950	100	9
YSI 6920	11,700	33.33	12

[표 1] 해외 in-line형 다항목 수질센서의 현황¹⁾

Parameter	Range	Accuracy
Chlorine	0 to 2 mg/L	0.01
Pressure	0 to 10 bars	0.05 bar
Temperature	0 to 40°C	0.1°C
Conductivity	100 to 600 µS/cm	5 µS/cm

[표 2] 해외 다항목 수질센서 Kappa 3000(베올리아)의 사양 현황

1) Deliverable 2.1.1(December 2009). State of the art on chemical sensors for early warning systems. Dissemination level : PUBLIC WP2 Early warning systems for rapid detection of deliberate intrusion. Project Acronym : Widesens

3. 활용 및 시장 현황

주로 상수관망의 구역 전용에 가장 활용 시장이 커질 것으로 생각하며, 국내외 시장 현황을 살펴보면 다음과 같다.


국내 수질센서 기술은 먹는물용으로 발전되어 있는 편으로 형식승인이 있는 탁도, 잔류염소 및 pH 위주로 개발되어 판매되고 있다. 탁도의 경우 챔버식과 인라인으로 이용할 수 있는 형태인 침적식으로 구분되어 있으며, 과거부터 챔버식인 미국의 Hach사 및 HF사, 일본의 Yoko gawa사의 제품이 주로 사용되어 왔다. 그러나 5~6년 전부터 유지관리가 용이한 침적식도 관심을 받고 있으며, 침적식 탁도센서의 형식승인을 보유하고 있는 업체는 5개사가 있고, 일부 제품만이 정수장에 이용되고 있는 상황이다. 그러나 수압이 높고 유속이 빠른 관로에

사용될 수 있는 탁도센서는 아직은 없는 상태다. 특히 음용수 기준의 매우 낮은 저탁도를 위주로 분해능과 측정 범위를 선정하여 저탁도에 특화된 제품이 매우 중요하다. 유지보수를 위하여 오염을 최소화할 수 있도록 렌즈 부위를 세척하거나, 유속을 활용하여 자가 세정을 할 수 있는 기술 제품이 이용되고 있다.

잔류염소 측정의 경우 주로 전극식 센서가 이용되고 있으며, 형식승인을 받은 국내외 업체의 제품이 판매되고 있다. 예를 들어 잔류염소의 농도를 측정하고 유지하기 위해 3극식 전극, Si 웨이퍼 위에 Pt 박막을 도포한 후 Ag/AgCl 전극을 박막증착하여 전극법을 활용하여 사용하고 있으며, 잔류염소 센서의 경우 무시약의 전극식으로 유지보수 기간이 길어야 하며, 압력과 유속이 있는 조건에서도 안정적으로 측정이 가능하여야 한다. 정수장 여과지별로 설치되는 탁도센서와 달리, 정수장 1개소에 1~2개의 잔류염소 센서가 부착되고 있어 기술의 적용 및 발전 속도가 늦은 편이다. 탁도와 마찬가지로 고압, 고유속, 온도변화, 경년변화(Drift 등) 환경에 사용되는 잔류염소 센서가 필요하다.

pH 센서의 경우 가장 일반적인 센서로, 아날로그 시그널을 내보내는 전극센서는 보편적인 기술로서 센서를 이용하여 신호처리 및 디지털화하는 기술을 개발하여 판매하고 있다. 탁도 및 잔류염소 센서와 마찬가지로 고압, 고유속 환경에서 사용할 수 있는 센서가 거의 없는 상태이고, 관로에서 유지보수 기간을 길게 유지하기 위하여 유리전극의 크기와 전극에 따라 전해질의 소모 시간을 길게 하는 기술의 적용이 요구된다.

다항목화 기술은 이러한 센서를 조합하여 여러 연구기관에서 수행되어 왔으며, 다항목 센서를 이용하여 관로의 수질을 측정하는 사례는 극히 적다.

 <p>Intellisonde(Intellect)</p>	Parameter	Range	Accuracy
	pH	0 - 14	0.1
	ORP	-1.4 V to 1.4 V	1 mV
	Conductivity	0 to 100 mS/cm	0.001 mS/cm
	Turbidity	0 to 100 NTU	0.1 NTU
	Dissolved Oxygen	0 to 20 mg/L	0.2 mg/L
	Line Pressure	0 to 30 bar	0.03 bar
	Temperature	-5 to 50°C	0.1°C
	Chlorine	0 to 5 mg/L	5%
	Monochloramine	0 to 5 mg/L	0.2 mg/L
	Color	0 to 50 Hazen	0.2 Hazen
	Flow	0 to 2 m/s	5%

[표 3] 해외 다항목 수질센서 Intellisonde(Intellect)의 사양 현황

항목	측정 범위	최소 검출 한계	정확도(%)
수온	0~50	N/A	<2%
pH	4.5~10.5	N/A	<5%
ECD	0~5,000 μS/cm at 20	50 S/cm at 20	<5%
진류염소	0~5 mg/L	0.01 mg/L	<10%
탁도	0~100 NTU	0.1 NTU	<5%
압력	0~20 bar	0.01 bar	<0.5%

[표 4] 관로용 다항목 수질측정기 최소 요구 규격²⁾

2) 환경부 수질측정기 형식승인 기준

국내 상수도 배관망의 블록 규모는 8,669개(2013년) 수준이다. 구체적으로 환경부의 스마트 관망관리 시스템 구축 사업으로 구체화되어 실행이 시작되었다.

국외의 경우 오래전부터 기업 위주로 챔버식과 전극식 센서를 조합하여 다항목 센서를 개발하여 판매하고 있으며, 최근 SCAN사는 센서를 다항목으로 모듈화하여 관로의 수질을 모니터링할 수 있는 제품을 출시하였다. 아직까지 관로를 직접 모니터링할 수 있는 기술은 그리 많지 않은 상황임을 알 수 있다.

국외 기술 수준 및 시장 현황으로서 유럽의 세 가지 주요 지침은, 생태환경의 보호와 소비를 통해 물의 순도와 건강을 보장할 수 있도록 정부의 강제적인 의무 규제에 대한 것으로서, Directive 2000/60/EC European Water Framework는 환경보호 및 관리를 위한 사회구성

원의 프레임워크를 설정하고, 지침 91/271/CE는 도시 폐수의 수집, 처리 및 배출 및 특정 산업 부문의 폐수 처리 및 배출에 관한 것으로, 방류로 인한 부작용으로부터 환경을 보호하는 것을 목표로 하고 있다. Directive 98/83/CE는 사람이 섭취하는 물이 충족해야 하는 필수 품질 표준을 설정하고 있다.



[그림 1] 수질센서 세계시장 규모 현황

먹는물의 급수 체계에서 수질관리, 규정 준수, 경제성 확보, 환경 보전 측면에서 수원부터 급배수지까지 수질을 측정하고 있고, 유럽 미국 일본 등에서는 오래전부터 판매 중인 이러한 On-line 다항목 수질측정기는 정수장에서 널리 이용되어 왔으나, 관로 체계에 다양하게 이용되기는 어려운 점이 있었다. 다양한 관로, 급배수 체계에 직접 설치하여 측정할 때 효율성을 높이기 위하여 In-line 다항목 수질측정기(Multi parametric probe)가 활용되고 있다. 먹는물의 기본적인 수질을 측정하기 위하여 수온, E CD, pH, 탁도, 압력 등이 측정되고 있다. 여러 종류의 In-line 수질측정기가 개발되어 판매되고 있으나 아직까지 상수관로에는 널리 이용되지는 못하고 있는데, 기술 제약뿐만 아니라 적용시장의 부족으로 파악되고 있다. 특히 Mems, IsFET 등 센서의 크기를 최소화하려는 노력이 계속되어 왔으나 아직까지는 재현성 및 안정성이 낮아 널리 이용되지 못하고 있는데, 각 센서가 관로에 사용되기 위해 필요로 하는 최소한의 규격은 먹는물 기준에 부합하여야 하며, 복합화하기 위하여 최대한 Probe의 구경을 작게 해야 한다.

pH, ECD(전기전도도), 탁도, 용존산소, 이온전극 등으로 구성되는 프로세스 수질분석기 시장규모는 2013년 약 7,000억 수준이었으며, 연평균 4.3%의 성장률을 보이고 있다. 시장 구성을 보면 pH, ECD, 용존산소, 탁도의 순서로 규모가 큰 것을 알 수 있다.3)

3) Global Process Analyzer Market 2019-2023, technavio

envata@naver.com

- [목록](#)
- [답변](#)
- [이전글\(연재\)급부상하는 태풍의 눈 'APL' <2회>](#) 20.08.14
- [다음글폐수처리장에서의 총유기탄소\(TOC\) 분석](#) 20.08.14