



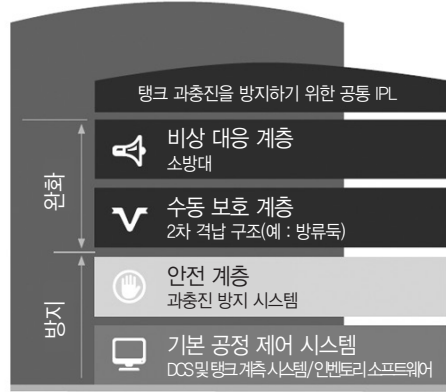
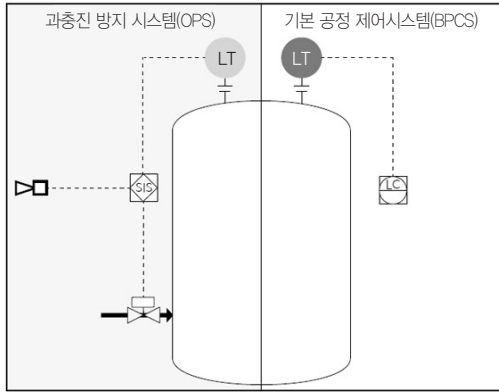
과충진(Overfill) 방지 어플리케이션을 위한 올바른 레벨측정 기술 선택

탱크와 베셀(Vessel)의 과충진은 오래 전부터 공정 및 대용량 액체 화물 저장 산업에서 심각한 사건의 주요 원인으로, 우려스럽게도 여전히 매일 수백 건의 과충진이 발생하고 있다(미국 환경보호국, 2014년). 관련 물질이 주로 위험하고 가연성이며 폭발성을 띠는 경우마저 있기에, 과충진이 발생한다는 것은 부상 및 사망 위험성, 막대한 자산 손실, 환경 문제를 의미한다. 이러한 사건으로 소요되는 비용은 때때로 수십억 달러로 환산될 정도이며, 이어지는 역풍과 법적 분쟁으로 기업의 명성이 심각하게 훼손될 수 있다.

위험 물질을 저장하는 기업들은 강력한 과충진 방지 시스템(OPS : Overfill Prevention System)에 투자하고, 현재의 안전 규정을 준수하는 것이 필수이다. IEC 61511은 공정 업계에서 현대적인 OPS를 시행하기 위한 최선의 모범 사례를 제시한다. 또한, API 2350 표준은 비가압식(Non-pressurised) 육상 대용량 석유 저장 탱크의 특정 용도에서 현대식 모범 사례를 준수하는 최소 요구사항을 제공한다.

Christoffer Widahl, Senior
Strategic Product Manager,
Emerson

출처 : Control Engineering



독립 방호 계층

과충진 위험을 최소화하려면 다수의 독립 방호 계층을 구축해야 한다. 1차 계층은 기본 공정 제어 시스템(Basic Process Control System, BPCS)으로, 생산 공정을 모니터링하고 제어한다. BPCS가 정상적으로 작동하면 다른 계층들이 활성화되지 않는다. 두 번째 계층은 안전 계층(일반적으로 OPS)인데, BPCS와 분리, 독립적으로 운용되어 이중화를 제공한다. 안전 계층은 BPCS가 오작동하거나 문제가 발생한 경우, 과충진 사고의 발생을 방지하는 안전 시스템이다. 다음 계층은 수동 방호 계층으로, 다이크 또는 콘크리트 벽과 같은 2차 봉쇄이다. 마지막으로 비상 대응 계층은 응급 서비스에 알리는 역할을 한다.

수동 및 자동 방지시스템

안전 계층 내에는 두 가지의 기본 유형이 있다. 바로, 수동 과충진 방지 시스템(Manual Overfill Prevention Systems, MOPS)과 자동 과충진 방지 시스템(Automatic

Overfill Prevention Systems, AOPS)이다. MOPS는 구현하기 쉽고 덜 복잡하며 초기 비용이 낮다. 일반적으로 시청각 알람을 운영자에게 전송하는 레벨 센서 또는 스위치로 구성되어, 해당 알람을 받은 운영자가 직접 과충진 방지를 위한 밸브의 수동 개방 또는 차단과 같은 적절한 조치를 취한다.

사람이 하는 일이라 신뢰성이 떨어지기 때문에 MOPS의 위험성 완화 요소는 제한적이며, 상당한 이점을 지닌 AOPS로 교체하는 경향이 있다. AOPS의 장점으로 높은 위험성 완화 요소, 짧은 응답시간, 운영자의 업무량 감소 등이 있다. AOPS는 일반적으로 레벨 센서, Logic solver, 자동화 밸브 기술 형태의 최종 제어 요소로 구성되어 있다.

과충진 방지 솔루션 중에도, '어디에나 꼭 맞는 전천후' 레벨 측정 기술과 시스템은 존재하지 않는다. 어플리케이션은 고유의 문제점과 기준이 있으므로 다음에 소개하는 기술 중에서 적절한 기술을 선택하는 것이 중요하다.

전자 기계식 플로트(Float) 및 디스플레이서(Displacer) 스위치

포인트 레벨, 인터페이스, 밀도 어플리케이션에 사용되며, 유체의 디스플레이서 부력이 주요 측정 원리이다. 디스플레이서의 유동적인 부품들은 자주 세정 및 교체해야 한다. 기계적인 진동과 난류의 영향을 받아 기계 부품들이 잘못된 리딩을 나타낼 수 있고, 유지보수 비용이 높을 수 있다. 디스플레이서는 더 정확한 진단 기술을 제공하고 신뢰성이 높으며, 유지보수 비용이 낮은 현대적인 전자 기술로 점차 대체되고 있다.

진동 포크 스위치

음차(Tuning fork) 개념을 사용하는 포인트 레벨 기술이다. 포크 모양의 소리굽쇠(Prong) 두 개를 공정 베셀에 담그면 내부 압전 크리스탈 오실레이터(Piezoelectric crystal oscillates)는 고유 주파수대로 진동하게 한다. 소리굽쇠를 중간 매체(Medium)에 담그면 이 주파수가 다양하게 나타난다. 변화가 나타나면 전자적으로 감지하여 효과적으로 유체의 유무를 감지할 수 있다. 움직이는 부품이 마모되거나 영겨 붙을 위험이 없으므로, 진동 포크 기술은 다른 기술에 비해 고장을 일으킬 가능성이 매우 낮다. 유체, 난류, 기포, 거품, 진동 및 밀도 변화 등에 거의 영향을 받지 않으므로 신뢰성이 높다.

유도파 레이더(GWR)

이 기술에서는, 저에너지 마이크로파 펄스가 공정 매질 안에 잠긴 프로브(Probe)를 따라간다. 마이크로파가

제품 표면에서 트랜스미터로 반사되면 레벨이 측정된다. 방출된 펄스의 일정 비율은 계속 프로브를 따라가므로 계면(Interface) 또한 감지된다. 유도파 레이더 트랜스미터는 설치가 간단하고 매체의 밀도나 절연성, 전도성 변화에 따른 보상이 필요하지 않다. 압력, 온도, 그리고 대부분의 증기 공간 조건 변화는 측정 정확도에 영향을 주지 않는다. 이 기술은 심한 난류나 진동에 영향을 받지 않고 빌드업(Build-up) 역시 영향을 끼치지 않으므로 재보정이 필요하지 않다. 움직이는 부품이 없으므로 유지보수 필요성도 매우 적다.

비접촉식 레이더(NCR)

NCR 레벨 게이지는 펄스 레이더 또는 주파수 변조 연속파(Frequency Modulated Continuous Wave, FMCW) 기술로 측정을 한다. 펄스 레이더는 마이크로파를 공정 매질 방향으로 방출하여 센서로 반사되게 하는데, 레벨은 마이크로파 신호 송신과 수신 사이에 걸린 시간에 정비례한다. FMCW를 이용하면, 레이더가 계속해서 바뀌는 주파수로 연속적인 신호 소인(Sweep)을 전송한다. 반사된 신호의 주파수는 전송한 신호의 주파수와 비교한다. 송신과 수신의 주파수 사이의 차이는 레이더에서 표면까지 거리에 비례하므로, 레벨이 측정된다. 이 기술은 밀도, 점도, 전도도와 같은 공정 조건에 영향을 받지 않고 코팅과 증기에도 거의 영향을 받지 않는다. 설치와 운전이 쉽고 매질과 접촉하지 않고 레이더에 움직이는 부품이 없어 유지보수가 거의 필요 없다.

투인원 기술

투인원 기술을 탑재한 비접촉식 레이더 레벨 게이지는

BPCS와 OPS에서 동시에 사용될 수 있다. 이 기술은 에머슨의 Rosemount™ 5900S 투인원 레이더 레벨 게이지에 적용되었는데, 두 개의 분리되고 독립된 전자 유닛과 공통의 안테나로 구성되어 있다. 각각의 케이블 트레이에 케이블로 연결하면 레벨 측정 및 OPS에도 하나의 게이지를 사용할 수 있으며, IEC 61511과 API 2350 두 가지 기준에 모두 부합한다. 이 솔루션을 이용하면 하나의 BPCS 또는 AOPS 센서를 두 개의 연속적 레벨 측정기로 대체해 기존 탱크의 안전성을 비용 효율적으로 개선할 수 있으며, 하나의 오프닝만 필요하기 때문에 탱크 수정(Modification)도 거의 필요하지 않다.

진단 및 검증 시험(Proof-testing)

진동 포크 스위치, 유도파 레이더, 비접촉식 레이더들은 모두 막강한 자체 진단 기술을 탑재하고, 원격으로 부분적인 검증 시험(Proof-testing)을 수행 가능하기 때문에 기존의 오래된 기계식 기술에 비해 큰 장점이 있다. 장비 상태를 모니터링하면 과충진 발생 시 제대로 작동할 것임이 보장되고, 부분적인 검증 시험을 원격으로 시행하면 시간을 아끼고 작업 효율을 증진할 수 있다.

일반적인 어플리케이션

과충진 방지 계측이 도입된 공정 및 대량 액체 화물 저장 업계에는 일반적으로 세 가지 어플리케이션 형태가 있다. 공정 어플리케이션 내의 공정 베셀과 저장 탱크, 그리고 대량 유체 취급 업계에서 사용하는 저장 탱크이다. 각각 서로 다른 문제점을 직면하고 있으며, 가장 적합한 과충진 방지 기술 역시 저마다 다르다.

• 공정 베셀(Process vessels)

공정 베셀은 유체의 준비, 혼합, 분리, 증류, 반응, 냉각 및 정제 등을 포함하여 특정 산업 공정 또는 전체 공정의 일부가 이루어지는 장소다. AOPS에 어떤 기술을 사용할 것인지는 베셀의 모양, 크기, 설계에 따라 달라진다. 예를 들어, 원뿔형 탱크 레벨 센서는 꼭대기에 설치하는데, 유도파 레이더 트랜스미터나 비접촉식 레이더 게이지, 진동 포크 스위치 중에 선택할 수 있다. 교반기(Agitator), 열교환기 및 챔버를 이용하는 다른 내부 구조물들의 경우, 레벨 측정 면에서 제한적이다. 이러한 어플리케이션에는 유도파 레이더 트랜스미터를 추천한다. 측면에 설치하는 솔루션을 이용해야 한다면 진동 포크 스위치가 이상적이다.

고온의 증기가 탑을 통해 솟아오르는 증류탑의 경우 각기 다른 온도에서 여러 가지 성분이 응축하고 축적물을 회수해야 한다. 여러 개의 챔버가 필요하며, AOPS에는 유도파 레이더 트랜스미터가 흔히 쓰인다. 블렌딩(혼합) 탱크에는 교반기가 있으며, 탱크 내에 삽입하는 센서에 제약을 가한다. 이 경우, 상단에 장착하는 NCR이 일반적으로 AOPS 센서를 위한 적절한 솔루션이다. 이런 어플리케이션에서는 유체가 튀고 레벨이 빠르게 변하며, 불텍스와 거품이 흔히 일어나기 때문에 현대적인 고성능의 레이더 장비를 선택하는 것이 중요하다. 일반적으로 3단계 중복성을 갖춘(Triple redundancy) 보일러 드럼 어플리케이션에서는 AOPS에 SIL 3 유도파 레이더 트랜스미터(공정 상태 변화에 영향을 받지 않음)가 요구된다.

• 탱크 모니터링 시스템

탱크 모니터링 시스템 어플리케이션에는 다수의 소형 또는 중형 베셀로 구성된 어플리케이션이나 5~20개의 탱크가 있는 소형 탱크팜이 포함되며, 레벨 모니터링을 위한 자동화 시스템이 필요하지만 자동화 제어

시스템까지 필요하지는 않다. 이러한 시스템들은 수동 계측을 없애서 업무량을 줄여주고, 작업자가 탱크에 직접 갈 필요성도 줄여 작업자의 안전성을 증진한다. 탱크 모니터링은 일반적으로 총 부피 계산을 포함하지만 재정적 측정(Fiscal measurement)은 들어가지 않는다. 이러한 어플리케이션을 위해 추천되는 과충진 센서는 단독 베셀 어플리케이션에 쓰이는 센서와 같은 것이다. 알맞은 센서를 선택하려면 탱크와 오프닝, 저장된 유체 등에 따라 결정해야 한다.

• 대용량 유체 보관

대용량 유체 보관 어플리케이션에서는 레벨을 측정하고 재고를 측량하는 목적으로 자동 탱크 게이지(ATG : Automatic Tank Gauging) 시스템이 BPCS로 많이 사용된다. 이 시스템들은 측정되는 유체의 가치 때문에 이례적으로 정확한 레벨 계측을 위해 레이더 기술을 사용한다. 레벨에 작은 오차만 있어도 유체의 양에서 수천 갤런의 오차가 생기게 된다. 대용량 유체 저장 탱크를 위한 AOPS는 대체로 비접촉식 레이더 게이지와 Logic solver, 액추에이터로 구성되어 있다. 비접촉식 레이더 대신 진동 포크 스위치 또는 유도파 레이더 트랜스미터를 사용할 수도 있다. 대용량 저장 탱크들

중에는 플로팅 루프(Floating roof) 탱크가 많은데, 이에 따라 레벨 측정과 과충진 방지 솔루션에 특정한 기준이 생기게 된다. 최선의 방법은 높은 정확도를 요구하는 스틸(Still) 파이프를 통해 계측하는 것으로 정확성을 위해 비접촉식 레이더를 사용하는 것이다. 탱크에 스틸 파이프가 없다면 지붕 관통(Shoot the roof) 옵션을 사용하는데, 루프 꼭대기에 반사 금속 타깃을 설치하여 레이더 빔을 포착하는 것이다.

지원 및 안내

효과적인 과충진 방지 시스템은 리스크를 확실히 줄이고, 안전 규정 준수를 보장하지만 ‘어디에나 꼭 맞는 전천후’ 레벨 측정 기술은 없으므로 어플리케이션과 고유의 문제점을 이해하는 것이 필수적이다. 광범위한 레벨 측정 솔루션을 제공하는 자동화 솔루션 공급자들은 사용자가 알맞은 기술을 선택, 설치 및 시행하는 것을 돕기 위해 기다리고 있다. 과충진 방지 솔루션에 대해 더 많은 정보를 얻고 싶다면 아래 링크를 방문하기 바란다.

www.Emerson.com/OverfillPrevention