

유류 저장소에 적용되는 SMART 액량 측정기

박수리*, 한상욱, 김병직
 송실대학교 화학공학과
 (babsool@ssu.ac.kr*)

Smart Liquid Measuring Instrument for Oil Storage

Su-Ri Park*, Sang-Woog Han, Byung-jick Kim
 Dept. of Chemical Eng., Soongsil University
 (babsool@ssu.ac.kr*)

서론

현대사회의 산업화 가운데 빼놓을 수 없는 사항이 바로 유류이다. 현대생활에 있어서 석유는 다양한 용도와 유용성으로 인해 인간생활 및 산업에 기초 원료이자 필수불가결한 에너지 원이다. 석유로 재배한 음식을 먹고, 만들어진 의복을 입고, 움직이는 교통기관을 이용한다. 농산물 재배에는 석유로부터 만들어진 비료, 농약, 살충제를 사용한다. 경제발전과 기술이 발전함에 따라 그 사용량과 범위도 더욱더 다양해지고 있다.

우리나라의 원유수입은 두 가지 형태로 진행되고 있다. 먼저 국내 정유사와 산유국 정부나 국영석유회사와 매매계약을 체결하고 국내 정유사와 국내 종합상사가 대행계약서를 체결하여 종합상사가 원유를 수입하는 경우가 있으며, 국내 종합상사가 산유국 정부나 국영회사와 계약을 체결하고 국내에 원유를 도입하여 정유사에 판매하는 형태가 있다. 부문별로 석유소비에 있어서 수송 부문은 차량 대수 증가 및 물동량 증가에 따라 지속적으로 비중이 확대되고 있다.[5]

우리나라 석유소비는 2,371(천b/d)로 세계 7번째 석유소비 국가이다(지식경제부 2007년 기준). 현재 우리나라에는 4개의 정유사(정제 업소 15개)가 있고, 석유 정제업자나 석유 수출입자로부터 석유제품(용제)을 공급받아 이를 주유소, 일반 판매소 또는 실소비자에게 판매하는 도매업인 석유 판매소는 약 1700여개가 있다. 그 다음 유통 단계인 주유소는 대략 2만3000여개가 있는데 본사에서 직접 관리하는 주유소에는 유류저장고의 유류재고량을 확인할 수 있는 시스템이 대부분 갖추어져 있는 것으로 파악된다. 하지만 최근 시공된 주유소를 제외한 기존의 운영 중인 주유소에서의 유류재고량 측정은 측정기의 부재로 어렵다고 할 수 있다. 들어온 양이 들어온 그대로 빠져나간다면 손실 없이 정확한 유통을 할 수 있지만, 손실의 유무조차 파악하지 못한다면 새어나가는 손해는 점점 커지게 된다. 그래서 그것에 대한 보완책을 강구하고자 한다.

본론

액량측정기의 설치 목적은 유류저장고의 재고량을 파악하기 위함이다. 저장된 유류의 양을 확인하기 위해 가장 많이 사용하는 가장 쉬운 방법은 막대식 측정계를 이용하여 유류재고량을 측정하는 것이다. 긴 막대를 통해 저장고에 담가두었다가 묻어 있는 유류를 보고 막대식 측정계에 나누어져 있는 칸을 세어 잔여 유류량을 확인할 수 있다. 그러나 이 방법은 막대식 측정계의 오랜 사용으로 끝부분의 마모로 인한 수치의 부정확성과 유

유류저장고 바닥의 변형이 문제 될 수 있다. 또 다른 간단한 방법으로 부유물을 띄워 재고 유류의 높이를 확인하는 방법이 있다. 높이를 확인 후 탱크내의 면적을 계산하여 유류재고량을 확인할 수 있다. 다른 방법으로는 마이크로파 신호를 액체 표면으로 송신하는 송신기와 상기 액체 표면에 반사된 마이크로파 신호를 수신하여, 상기 송수신된 마이크로파 신호의 전파시간으로부터 컨테이너 내의 액위를 계산하는 방법도 있다. 그 외에도 센서를 통해 유류재고량의 변동사항을 파악하는 방법도 있다.

이중에 보완하고자 하는 것은 floating type의 액량 측정기이다. 원리를 자세히 살펴보면, 눈금을 확인할 수 있는 하우스징 내에 축이 지지되어 있고 제자리 회전 롤러의 외주면에 측정피자를 걸어 그 양단을 하방으로 내려뜨린 후 부유측정물을 설치한다. 반대쪽엔 부유측정물보다 조금 가벼운 무게추를 장착한다. 유류저장고 내의 높낮이 변화에 따라 부유측정물이 같이 상승/하강 할 때 반대쪽의 무게추는 반대로 하강/상승 하면서 결과적으로 이들이 띠자(줄자)를 잡아당기게 되는 원리이다.[9]

여기서 종래 기술의 문제점을 살펴보면, 기존의 액량측정기는 띠자에 부유측정물과 무게추로 연결되어 있다. 이는 띠자가 부유측정물과 무게추의 무게를 모두 받고 있음을 뜻한다. 때문에 장시간 사용으로 인한 띠자의 변형이 우려되고 그로인해 눈금 수치의 정확성도 떨어진다고 생각한다. 또한 유류저장고내에 유류주입 시 띠자의 회전으로 왜곡된 값의 변화도 예상된다. 또한 유류재고량을 단순히 높이 눈금을 읽는 정도이고 실시간으로 유류재고량의 확인이 어렵다.

따라서 이런 문제점을 해결하고자 몇 가지 보완대책을 마련해 보았다. 첫 번째, 띠자의 오랜 사용 시 늘어남으로 인한 오차와 유류저장고 내 유류 주입 시 띠자의 회전으로 인한 값의 변화는, 띠자 대신에 지름 2mm~10mm의 줄로 변경하고 줄에 눈금마킹을 통해 눈금을 표시하여 치수를 확인 할 수 있도록 한다. 줄의 지름으로 기존의 얇은 띠자가 늘어나는 치수의 변화를 막을 수 있다고 생각한다. 역시 넓직한 면적이 없는 줄로 변경한다면 유류저장고 내 기름을 유입할 때 유속과 압력으로 인해 부유측정물과 무게추의 회전으로 인한 눈금의 왜곡됨을 방지할 수 있다고 생각한다. 둘째, 기존의 측정기는 유류의 잔량을 설치장소에 가서 단순히 띠자의 눈금을 읽어야만 유류저장고의 액위를 확인할 수 있다. 이를 보완하기 위해 A/D변환기를 사용하여 아날로그 값을 디지털 정보로 변환하도록 한다.(Figure 1.참고)

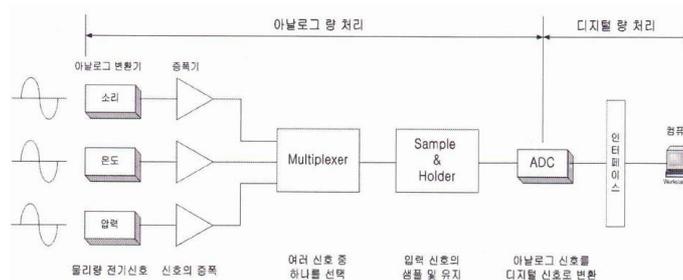


Figure 1. A/D변환 시스템의 원리

변환된 정보를 컴퓨터와 온라인을 통해 어디서든 쉽게 확인할 수 있다. 그리고 응용 프로그램을 개발하여, 무선 휴대기기에서도 유류저장고의 정보를 확인할 수도 있다. 그리고 더 나아가 유류저장고의 하역량과 입·출량을 파악하여 값을 자동 계산해 경제적인 면에서 순이익을 바로 확인할 하는 것도 가능하다고 생각한다.

SMART 액량측정기의 설치 목적은 첫 번째, 일반적으로 유류저장고는 그 내부에 저유

되는 하역량을 정확히 측정하여야 한다. 모든 사업이 경제성을 내놓을 수 없고 상품을 덜 받거나 혹은 값을 더 주는 일은 없어야 한다. Engineering은 실제 생활에서 경제성을 높이기 위한 학문으로 한 번의 작은 오차는 큰 손해가 없다고 하여도 그것이 쌓이다 보면 큰 경제적 손실이 생기게 되는데 이를 제어해 나가기 위함이다. 두 번째, 판매량과 재고량을 정확히 측정, 파악하기 위함이다. 위와 비슷한 내용으로 손실을 줄이기 위해서이다. 세 번째, A/D변환기를 통해서 정보를 디지털로 변환하여 컴퓨터로 확인, 빠르고 손쉽고 편안하게 정보를 얻기 위함이다. 그리고 네 번째, 디지털화된 신호 정보와 Application을 이용하여 실시간으로 입·출량을 확인 가능하도록 하고, 이를 통한 정확하고 빠르게 순이익 계산, 당일 정산 등을 목적으로 한다.

본 연구에서 제안하는 측정법은 초음파를 통한 거리측정이다. 이는 기존에 많은 제품들이 출시되어 있는데 원리를 설명하자면 초음파를 이용한 레벨미터로 transducer(전기에너지-전기신호 변환기: 초음파 발사와 반사파 수신)에서 송신된 초음파가 유류 표면에서 반사되어 되돌아오는 시간을 측정 하여 거리를 산출한다. 이를 송신기를 통해 반사파를 수신할 때 까지 걸린 시간과 음속 등 다른 인수를 고려하여 측정값을 디스플레이에 표시한다. 초음파 거리측정기를 통한 측정은 기존의 아날로그방식의 측정에 필요했던 A/D변환 방식 적용 없이 바로 디스플레이를 통한 디지털신호로 정보를 확인 할 수 있다.

이 중에서 우리가 보완하고자 하는 내용은, 이 역시 앞에서 말한 디지털신호를 무선장치를 통한 실시간 재고량 확인에 대한 점이다. 다음으로 무선장치를 통한 실시간 재고량 확인 후, 응용 프로그램을 이용해 기존에 복잡했던 입·출량, 순이익 및 재고량을 보다 손쉽게 파악, 확인 할 수 있다고 생각한다. 추가적으로 온도에 따라 유류저장고 속에 유류의 부피와 밀도가 변할 것이라고 생각된다. 일정량일 때 겨울과 여름의 다른 온도로 인해 유류저장고의 유류에 영향이 생길 것이라고 본다. 이를 정확히 확인하기 위해 Aspen Plus 프로그램을 통해 유류의 변화량을 확인 하여 계산을 추가적으로 보완할 수 있다.(Figure 2.참고)



Figure 2. 유류저장고 저유량 확인 순서도

결론

현대는 석유문명의 시대라고 한다. 자동차 연료를 비롯하여 일상에서 쓰이는 각종 화학 제품, 의약품 전기 및 난방을 위해서도 꼭 필요한 에너지원의 역할을 하고 있다. 그러나 석유는 한정된 자원으로 언젠가는 고갈될 화석원료이기에 소비의 효율성을 높이는 노력은 계속되어야 한다. 비슷한 뜻으로 공학은 일반 학문과 달리 경제성을 고려해야 한다. 그렇기 때문에 사업에 있어서도 작은 손실이 쌓이다 보면 경제적이 못 한 상황이 발생하게 된다. 유류저장 판매업에서도 그렇다. 처음에 1Drum의 차이를 가볍게 여기고 개선 없이 그대로 사업을 진행한다면 하루하루 한 달, 두 달 차이가 쌓여 나중에는 엄청난 경제적 손실을 입힐 것이다.

정확도 측면에서 제안된 SMART 액량측정기는 기존의 막대식 측정계의 측정 오차를

대폭 줄일 수 있다. (1Drum(200L)에서 10L 미만으로). 내구성 역시 기존의 수동적인 방법의 측정보다 훨씬 오래 사용 가능하다(3년에서 10년) Figure 3.은 서울 소재 유류도매소의 맨홀위치와 유류관 파이프 및 무선기기 화면을 나타낸 그림이다. 제안 기술 적용시 유류재고량 확인 시간을 줄일 수 있다. 종전 기술(막대식 측정계를 통한 측정)이 14기가 70분의 시간이 소요된다고 생각할 때, 디지털 변환장치를 통한 컴퓨터나 휴대용 무선기기에서 확인한다면 유류저장고의 수량(기준 14기)에 관계없이 유류저장고 1기를 확인하는 시간(5분 이내)보다 적게 걸린다. 종합적으로 Smart 액량측정 system 은 종전 장치에 비하여 경제성, 편리성이 탁월하다.

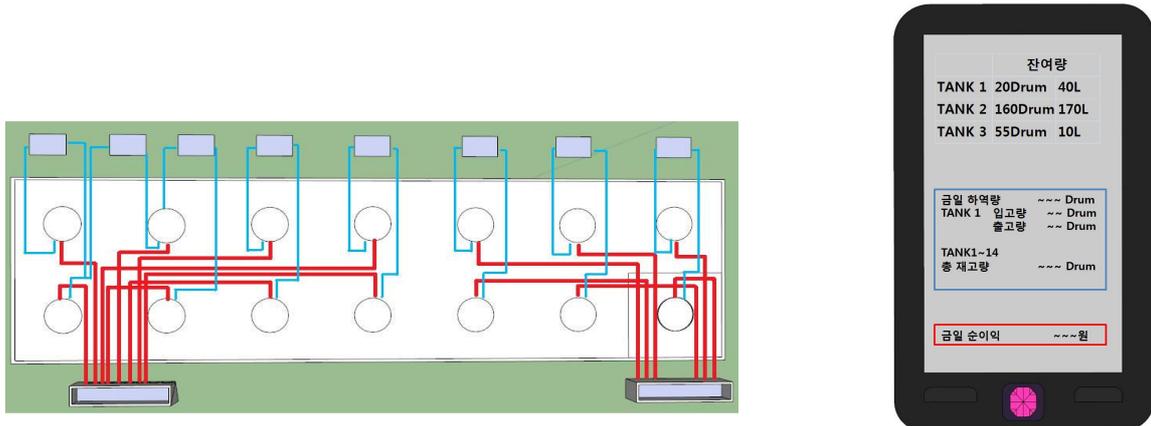


Figure 3. 유류관 배치도 및 무선기기 화면

또한 Application을 통해 더 편리하게 휴대기기에서도 유류재고의 변화를 확인 가능하여 출장이나 사무실 부재중에도 사업장의 운영모습을 파악할 수 있다. 입·출량을 바로바로 확인하여 그동안 한 달, 두 달 자료가 모여야 계산이 가능했던 일들이 이를 통해, 당일 정산을 통한 쉽고 빠른 정리까지 가능 할 것이다. 여럿이 나누어 하던 일, 혼자서는 오랜 시간을 통해서 해야 했던 일들을 발전해 가는 기기와 프로그램의 개발로 손쉽고 낭비없는 빠른 일처리가 가능하다.

참고문헌

1. Hoyol Kim. A study on Accuray Improvement Measuring Liquid Level inside Pressurized Vessele. 2010
2. SooHo Lim. Development of A portable Multi-purpose Measurement System using Pressure sensor. 2010
3. SukJoon ji. JooTark Lee. FMCW Rader type Level Transmitter. 2010
4. JunHo Lee. Water Level Measurement Han River Using GPS Carrier Phase. 1997
5. 박정환, <석유화학공업>, 동화기술, 2010년
6. 박준식, <디지털회로 기초실험>, 한국학술정보(주), 2009년, P245~259
7. Hideo Kinami 외 2명, <애플리케이션 개발자, 안드로이드 매력에 빠지다>, 영진닷컴, 2009년
8. Chet Haase 외 2명, <자바로 만드는 애니메이션& 그래픽스>, 에이콘, 2009년
9. 최기봉, <액량계-공개특허 10-2008-0111870>, 대한민국특허청, 2008년
10. 심재범, <유류탱크의 액위측정장치>, 대한민국특허청, 1998년