

공급기지 부취설비 운영에 의한 천연가스 부취 농도 최적화

이승호·송택용·백영순
한국가스공사 연구개발원 LNG기술연구센터
(2001년 5월 30일 접수, 2001년 9월 15일 채택)

Optimization of Odor Concentration by Operation of Small Station Odorizer

Seung-Ho Lee · Taek-Yong Song and Young-Soon Baek
LNG Technology Research Center, R&D Division, Korea Gas Corporation, Incheon,
406-130, Korea
(Received 30 May 2001 ; Accepted 15 September 2001)

요약

부취 농도가 낮을 경우 안전사고 발생의 우려가 있고, 과다 주입할 경우 주배관, 정압 설비 등의 수명 단축 및 환경오염의 문제를 야기 시킬 수 있다. 또한 부취제의 물성상 일정량이 배관 등에 물리·화학흡착 또는 반응을 통하여 손실되어 적정 농도 유지에 어려움이 있고 비경제적이다. 따라서 부취제의 농도를 적정하게 유지하는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 배관내 부취제 농도의 적정관리를 위해 국내외 부취 설비와 농도관리 현황, 소규모 설비의 특징과 장단점을 분석하였다. 또한 소규모 시스템의 적용시 운영방안과 타당성 분석을 제시하였다.

Abstract - In case of low odor level, accident probabilities are very high. Otherwise, when the odorant concentration is too high, the deterioration of pipeline and governor facilities and the environmental problems may occur. Odorants fade in the pipeline and other equipment due to physical and chemical adsorption and reactions with odorant and materials. So, it is very important to maintain odorant concentration properly. In this study, the current status of odorization technologies has been reviewed. And the characteristics of small odorant system have been analyzed. In case that the small odorant system is introduced in our country, this paper is proposed the feasible management plan and showed feasibility results through the analysis of current available technology.

Key words : natural gas, small station odorizer, odorant, odor concentration

I. 서론

최근 기술 패러다임의 변화로 기술개발이 점점 복잡화되고 대형화됨에 따라 개발에 대한 투자액의 규모가 크게 증가하고, 투자기간도 장기화되어 이에 따른 위험손실 또한

증대하고 있다. 더욱이 제2의 IMF라는 국가적 위기상황으로, 경제가 붕괴될 조짐을 보이면서 기업의 경영여건은 더욱 어려워져 설비 투자를 축소하고 불요불급한 곳에 자금지출을 줄이는 초긴축 기조를 유지하고 있다. 이에 따라 개발 투자 부문에서도 적게 투자하

여 않은 결과를 얻는 저비용, 고효율 구조를 추구하면서 투자의 효율성 제고에 관심이 집중되고 있다.

본 연구에서는 소규모 부취제 공급설비 운영에 의한 부취제 절감효과, 공급배관의 노후화 방지, 가정내 가스안전사고 방지 등의 효과에 관하여 제시하고자 한다.

부취제는 배관의 온도 변화, 배관 내부에의 흡착, 유량 변화에 따른 부취제 흡착성 변화, 배관내 이물질에 의한 취기 감소 현상 등 여러 가지 원인에 의하여 부취제의 농도가 변하게 되고 배관의 말단에서는 농도가 감소되는 현상이 발생한다.[1,2] 이러한 여러 가지 원인에 의하여 발생되는 부취제 농도 감소 현상으로 안전상에 심각한 문제를 초래할 위험성이 있다. 이런 문제를 해결하기 위해서 현재 부취제를 과량 첨가하여 안전에 만전을 기하고 있다. 그러나 도시가스사의 배관 특성에 따라서 부취제 농도 편차가 발생될 우려가 있으며, 이를 고려하면서 단일 부취 설비를 사용하여 최적의 농도를 유지하는 것은 불가능하다.

해외 가스회사의 경우 빈번히 발생하는 문제로서 가스 사고 발생시 부취제 농도에 따른 법적 소송과 책임 소재의 규명과 관련하여 부취제가 관심의 대상이 되고 있다.[3] 가스 사고 발생시 피해자가 부취제 적정 주입 여부로 가스회사를 상대로 손해배상을 청구한 사례가 있다. 현재 부취제 주입에 대한 의무와 책임은 한국가스공사가 가지고 있으므로 각 도시가스회사의 배관 노후화 정도, 사용량, 배관의 온도 변화에 따른 적정 농도의 부취제 주입관리를 해야 할 필요성이 있다. 그러나 주입 이후의 부취제 농도 모니터링 등 사후 관리에 대해서는 아직 명확한 책임 소재가 구분되어 있지 않다. 따라서 이에 대한 적절한 규정을 제정하여 관리할 필요가 있다.

현재 우리나라에서 소비되는 천연가스는 생산기지에서 부취제를 주입하여 공급하므로 모든 소비자들은 소비자의 요구와 관계없이 부취제가 주입된 천연가스를 공급받고 있다. 해외 가스회사의 경우 소비자의 요구와 법적으로 규정된 지역에 공급하는 천연가스에만 부취제를 주입하여 공급하고 있다. 따라서 부취제가 불필요하거나 설비에 나쁜 영향을 미쳐 소비자가 부취제의 혼합을 원하지 않을 경우에는 부취제가 포함되지 않은 가스를 공

급하고 있다. 우리의 경우도 발전소에 공급하는 천연가스의 경우 부취제를 주입할 필요가 없을 것으로 판단된다. 발전소에 공급하는 천연가스의 압력은 대개 30bar이고 부취제의 역할이 반드시 필요하지 않다. 따라서 부취제의 흡착성을 고려했을 때 부취제 농도의 균일화를 이루기 위한 최적 방안으로서 소규모 부취 주입 설비의 도입을 고려하는 것이 바람직할 것이다.

이에 따라서 천연가스 안전관리를 체계화 할 수 있고, 소비자들에게 적정 농도의 부취제가 함유된 천연가스를 공급할 수 있기 때문이다. 또한 발전소에 공급하는 물량과 직공급하는 물량에 대하여 부취제를 주입하지 않을 경우 현 주입량의 약 50%, 도시가스사에 공급하는 부취제의 양은 20~30% 정도 절감할 수 있을 것으로 기대된다. 이외에도 배관 및 정압 설비 등의 수명 연장의 효과를 얻을 수 있을 뿐 아니라 앞으로 도입될 파이프라인 천연가스에 부취제를 주입하는 데 매우 효과적인 수단이기도 하다. 따라서 본 연구에서는 국내외 부취 설비와 농도관리 현황, 소규모 설비의 특징과 장단점을 분석하였으며, 소규모 시스템의 적용시 운영방안 제시 및 경제성을 분석하였다.

II. 천연가스 부취 농도 관리

1. 국내 현황

1.1. 부취제 주입 설비

부취제 주입설비는 한국가스공사의 생산기지 관리하에 운영되고 있다. 부취제 주입설비는 패키지화되어 부취제 주입 시스템, 컨트롤 시스템, 소각탑, 분석기 등으로 구성되어 있다.[1]

부취제는 중기 계약을 맺고 수입되어 사용된다. 한국가스공사에서 사용한 99년도 소요량은 232톤, 소요 예산은 10억원이다. 부취제는 THT(tetrahydrothiophene)와 TBM(tertiary butylmercaptan)이 7:3으로 혼합된 것을 사용하고 있다. 천연가스 송출 유량에 비례하여 자동 또는 수동으로 부취제의 양을 조절하게 되어 있다. 컨트롤러에는 부취제 저장 드럼의 액위를 비롯하여, 부취제의 유량, 압력, 펌프의 이상 유무, 분석 결과 값 등을 접검하고 알람 신호를 주는 기능을 포함하고 있다. 관리자는 분석기에서 기록된 부취제 농도 값과 일일 가스 송출 유량과 부취제 사용 유량에 따른

부취제의 농도를 계산하여, 컨트롤러에서 부취제의 주입량을 교정하고 있다.

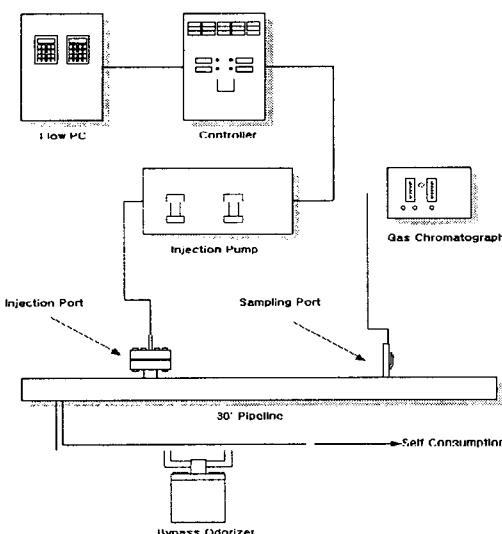


Fig. 1. Schematic diagram of odorization process.

부취제 주입 펌프에 의하여 저장 드럼에서 액체 상태로 이송된 부취제는 Fig. 1과 같이 부취제 주입 포트에서 고압 송출 배관에 주입된다.

생산기지에는 위와 같은 판매를 목적으로 한 천연가스 부취 주입 설비이외에 기지 내부에서 자체로 사용하는 천연가스를 위한 부취제 주입 설비를 따로 두고 있다. 자체 소비하는 천연가스는 주로 취사, 난방용으로 저압이기 때문에 생산기지에서 고압으로 승압하는 전단에서 따로 분기하여 사용하고 있다. 이 가스에는 부취제가 혼합되기 전이므로 부취제를 혼합할 필요가 있다. 바이패스(by-pass)식 소규모 설비가 평택 생산지기에 3기, 인천 생산지기에 2기가 운영되고 있다. 또한 인천 생산지의 경우 열병합 발전 설비를 운영하고 있는데 여기에 소요되는 천연가스는 부취제가 혼합되기 전 상태의 가스로서 부취제를 전혀 혼합하지 않고 사용하고 있다.

1. 2. 부취제 시료 채취 및 분석법

현재 한국가스공사는 평택, 인천생산기지에 부취제 주입설비를 설치하여 운영하고 있다. 부취제 주입 지점 약 20m 하류에 부취제

주입 농도 모니터링을 위한 샘플링 포트가 설치되어 있다(Fig. 1). 분석은 Medor 8000 (Gas de France, France)을 사용하고 있다. Medor는 황 성분을 분석할 수 있는 가스クロ마토그래프로써 표준가스는 필요로 따라 제조하여 사용한다.

1. 3. 부취제 농도 모니터링

1999년부터 한국가스안전공사의 지침으로 도시가스 부취제 농도를 모니터링하고 있다. 천연가스를 공급하는 도시가스사는 2000년 10월 현재 19개 회사로써 각 도시가스사의 정압기지 등에서 채취한 시료를 분석하고 있다. 시료의 채취는 한국가스공사 각 지사의 안전품질부에서 수행하고 있으며, 채취된 시료는 평택과 인천 실험과로 보내진다. 평택은 충무권, 호남권, 영남권 12개 도시가스사의 시료를, 인천 실험과는 경인지역 7개 도시가스사의 시료를 분석한다.

부취제의 농도 변화와 배관에서의 흡착성 등 변화의 원인을 알아보기 위하여 분석 초기인 1999년 2월부터 1년간의 자료를 분석하여 보았다. 먼저 평택생산기지에서 분석한 결과를 살펴보면 다음과 같다.

공급 지점별 THT 농도 평균값은 목포 8.3mg/m³, 경남 8.7mg/m³로 상대적으로 나타났으며, 표준편차는 청주가 가장 작은 1.4로, 신라 5.2로 가장 높게 나타났다. 부취제 주입 지점에서 비교적 먼 곳에 위치한 목포, 경남의 평균값이 가장 낮은 것으로 보아 거리에 따라 흡착량이 증가한 것을 알 수 있다. 또한 표준 편차도 배관 길이가 길어짐에 따라 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 2).

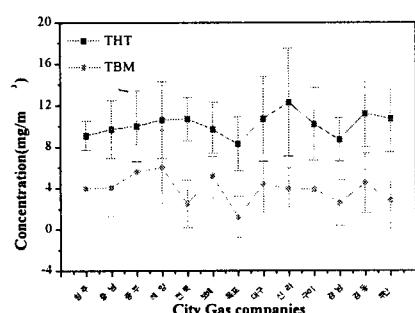


Fig. 2. Variation of the odorant concentration in the metropolitan area.

인천생산기지에서는 서울지사 관할인 강남, 극동, 대한, 서울, 한진도시가스와 경인지사 관할인 삼천리, 인천도시가스사의 7개 샘플을 분석하고 있다. 인천생산기지의 공급 물량이 주로 수도권에 공급됨에 따라 거리에 따른 흡착성이 상대적으로 적은 것으로 판단된다. 또한 발전소가 주로 수도권에 분포하고 있어 계절에 의한 영향도 비교적 적게 받는 것으로 추측된다. 공급 지점별 THT, TBM 농도 평균값은 공급 지점에 따른 편차가 크게 나타나지 않았다. 수도권 지역은 공급지점의 거리 편차가 상대적으로 크지 않아 지역에 따른 편차도 크지 않은 것으로 판단된다 (Fig. 3).

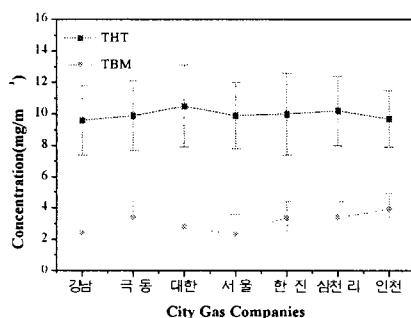


Fig. 3. Variation of the odorant concentration in the provincial city.

2. 국외 현황

외국 가스회사 연구소에서는 지속적으로 부취제의 주입, 운영관리에 대한 연구와 함께 부취농도 측정기의 성능향상 등에 관한 연구를 수행하고 있으며 대체 부취제 개발에 대해서도 연구하고 있다.

부취제의 주입시 주입량을 정확히 제어하고 연속적으로 주입하기 위한 설비개선에 관한 연구가 이루어지고 있으며, 배관내의 가스 흐름에 대하여 부취제의 농도가 항상 일정값 이상을 가져야 하므로 측정시 감응시간을 단축시켜 연속적인 측정에 가깝도록 하는 노력을 하고 있다. 공급 도중 부취 농도의 모니터링을 위해 샘플링의 정확성 향상 관련 연구도 수행하고 있다.

또한 부취제를 주입하는 것은 중간의 공급 배관이나 생산기지에서의 안전성보다는 각

수용가에서 사용시의 안전성 확보가 목적이기 때문에, 각 수용가에서의 부취농도를 간편하게 측정하기 위하여 가스 검출 투브를 사용하기도 하는데 이의 성능개선에 대한 연구도 하고 있다. 최근에는 부취제에 포함된 황성분이 장기적으로 설비 등에 놓죽되어 부식의 원인이 되기도 하고 그 자체로도 환경오염 물질이기 때문에 황성분이 포함되지 않은 대체 부취제 개발 및 테스트도 이루어지고 있다.

2.1 영국

트랜스코(Transco)사는 영국의 브리티쉬 가스(British Gas)사의 계열 회사로서 공동 배관망 (National Transmission System, NTS)의 운영을 통해 천연가스의 공급과 관련된 수급 조절, 계량, 부취 등의 업무를 수행하는 회사이다.

트랜스코는 7bar 이하의 압력으로 부취제 없이 가스를 공급할 수 없는 법적 의무를 가지고 있다. 현실적인 이유 때문에 트랜스코는 가스가 NTS에서 LDZ(Local Distribution Zone)로 공급되는 지점에서 가스에 부취제를 첨가한다. 이런 결과로 LDZ 시스템에 연결된 모든 소비자들은 가스가 공급되는 압력과 관계없이 부취제가 주입된 가스를 공급받는다. NTS 내의 가스는 부취제가 주입되지 않는다.

브리티쉬 가스는 국내로 수입되는 가스를 위하여 단일 대규모 부취 설비를 운영하고 있다. 그런데, 부취제의 농도가 지역 말단으로 갈수록 심각하게 낮은 수준으로 유지되었다. 브리티쉬 가스는 단일 대규모 부취 설비의 운영을 중단하고 소규모 시스템 140개를 설치하였다. 이 시스템은 1997년부터 운영되고 있다. 공급 배관의 여러 지점에서 부취제 농도가 매일 분석되고 있으며, 농도가 안정된 상태로 유지되고 있다고 보고된다.[4]

2.2 캐나다

Gaz Metropolitan사는 캐나다 퀘벡주에 가스를 공급하는 회사로, 매월 400곳 이상의 위치에서 부취 농도를 모니터링하고 있다. GC 및 가스 검출 투브(gas detector tube, stain tube)를 이용해 부취농도 분석을 하며 6개월에 한번씩 Sniff test를 병행 부취 농도를 모니터링하고 있다. 이곳에서는 부취제 시료를

채취한 후에 24시간 내에 분석하여 시료채취 과정에서의 손실로 인한 오차를 줄이고자 하고 있다. Gaz Metropolitan에서는 부취제의 농도 모니터링을 통하여 부취제 주입량을 감소시켰는데, 부취제의 농도가 안정적으로 일정하게 나오는 것이 아니고 여러 조건에 따라 부취 감소가 나타날 수 있는 영향이 있으며, 안전상의 문제로 쉽게 양을 줄이지는 못하기 때문에 94년부터 95년까지 아주 적은 양씩 감소시켜 가면서 문제를 기록했다. 도시 가스 사용지점에서 부취제의 냄새가 발생한 경우 그중 일부는 실제로 도시가스의 누출로 인한 것이 아닌 경우도 있어, 실제 가스 유출로 인한 신고를 분석하여 부취제 주입량을 1.0pounds/MMcf에서 0.5pounds/MMcf까지 감소시켰다.[5]

2.3 독일

천연가스에 주입하여 경고취로 사용하는 부취제는 대부분 황(Sulfur)을 포함한 화합물이다. 그런데 부취제 성분이 연소되어 발생하는 이산화황은 환경오염 측면에서 바람직하지 않으며 또한 부식성이 있어 그 양을 최소화하는 것이 바람직하다. 천연가스 산지에서 탈황과정을 거친 후의 천연가스는 대체로 $1\text{mg}/\text{Nm}^3$ 이하의 황농도를 가지지만 부취제를 주입하는 과정에서 다시 황 농도가 증가하게 된다. 천연가스의 확대보급에 따라 이러한 황 농도의 증가는 앞서 말한 대기오염 등의 문제와 결부시켜 생각할 때 결코 바람직한 방향이 아니므로 황성분이 포함되지 않은 부취제를 개발하려는 노력이 시도되고 있다. 독일의 DVGW-Forschungsstelle와 Ruhrgas AG에서 관련 연구를 수행하고 있다. 지금까지 이와 같은 Sulfur-free odorant를 적용하지 못한 것은 THT(Tetrahydrothiophene)와 같이 적은 양으로 강한 냄새를 내는 물질들은 대부분 황을 포함한 화합물이었기 때문이었으나 이 연구에서는 황성분이 포함되지 않은 물질로 기존의 부취제를 대체할 수 있는 물질을 선정하는데 중점을 두었다.[6]

III. 소규모 주입 설비

1. 설비의 종류

이상적인 부취 주입설비는 요구되는 속도 허용오차 범위 내에서 가스 유량에 비례하여

부취제가 주입될 수 있고, 유지 관리가 단순하여 신뢰성이 있어야 하며, 부취 농도가 일정하게 유지되는지 확인할 수 있는 모니터링 시스템을 포함하고 있으며, 혹독한 기후 조건에서도 운영될 수 있어야 한다.

부취제를 산지나 공급기지에서 주입하지 않고 공급도중 소규모 설비를 이용해 주입하는 경우에는 주입장치의 성능과 경제성을 고려하여 선택하여야 한다. 일반적으로 사용되는 소규모 주입장치는 심지식, 흡수 바이패스식, 액체 주입식의 세가지 방식이 있다.[7]

1.1. 심지식 부취 설비

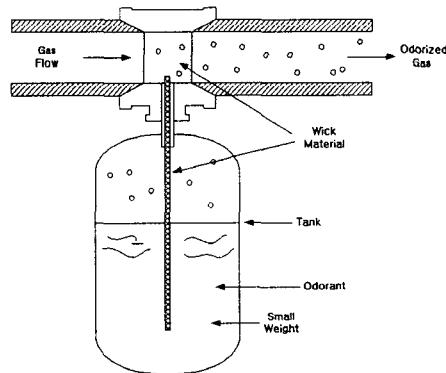


Fig. 4. Individual wick type odorizer.

심지식(wick-type) 설비는 일종의 심지 같은 것을 이용하는 것으로 등잔불과 유사한 원리이다. 부취제 저장탱크에 심지의 한 끝을 담가 놓고 한쪽 끝은 배관 내에 삽입하여 모세관 작용으로 심지를 통해 빨려 올라가는 액상의 부취제가 배관 내에서 기화하여 가스 흐름에 공급되는 원리이다. 기기 장치가 간단하고 안정적이긴 하나, 공급량의 조절이 어렵고 소량 주입에만 제한되고, 심지가 쉽게 손상되는 단점이 있다. 이 장치는 연간 10,000MCF 이하 하루 유량 100MCF 이하인 경우에 사용된다. 유속이 일정하지 않은 경우에 사용상의 문제가 있는데, 특히 유속이 아주 빨라지게 되면 심지 끝이 마르게 되어 부취제 공급량이 적어지게 되는 문제점이 있을 수도 있다. 이 주입장치는 적은 양의 부취제를 일정유속으로 공급되는 가스에 주입할 때 적당한 방식이다.

공급기지 부취설비 운영에 의한 천연가스 부취 농도 최적화

이런 종류의 설비는 노출되어 있기 때문에, 열기, 냉기, 유속의 변화, 가스 품질, 부취제의 휘발성 등이 부취 설비의 성능과 효율에 영향을 미친다. 따라서 소규모에 사용될 수 있지만 현재는 거의 사용되고 있지 않다.

1.2 흡수 바이패스식 부취 설비

대부분의 부취제가 휘발성이 크다는 점을 이용하여 부취제를 공급하는 장치이다. 상온에서 부취제는 적정주입농도 이상의 농도가 될 정도로 빠른 속도로 증발하기 때문에 가스배관에서 바이패스로 부취제 저장탱크를 통과시켜 부취 농도가 아주 높은 상태의 가스를 만든 다음 다시 가스배관에 연결하여 섞이게 하는 장치이다.

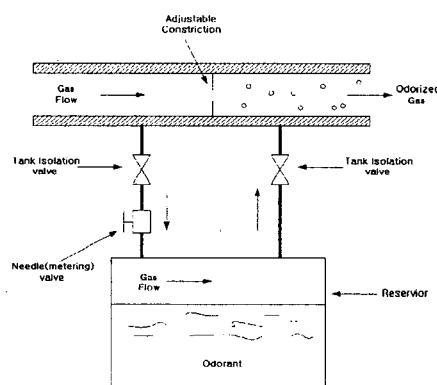


Fig. 5. Absorption bypass type odorizer.

밸브나 오리피스 판을 이용해서 배관내에 유입되는 부취제의 양을 조절한다. 이 방식의 부취 주입장치는 부취제의 종류에 따라서 유입되는 양이 다르므로 부취제의 휘발성을 고려하여 사용하여야 한다. 또한 부취제의 휘발되는 양은 온도에 의해 크게 좌우되므로 운전온도를 고려하여 주입량을 조절할 수 있는 기능이 있어야 한다. 이 방식의 부취주입 장치에서도 탄화수소류에 의해 부취제의 증발되는 비율이 달라지는 단점이 있다.

경제성을 고려할 때 연간 공급량이 많지 않은 중간 규모의 설비에 가장 적절하다. 일반적으로 부취 탱크의 규모를 결정할 때는 공급량이 가장 많을 때를 기준으로 약 3개월

의 분량이 적절하다. 적어도 1년에 한번은 부취제를 보충하는 것이 적당하다.

1.3 액체 주입식 부취 설비

위의 두 가지 방식의 설비가 가지는 가장 큰 단점은 배관내의 가스 유량 변화에 대하여 정확한 양의 부취제를 주입하기 어렵다는 점이다. 액체 주입 방식의 부취제 주입장치는 유량을 정확히 측정하여 부취농도가 일정하게 되도록 주입할 수 있다는 장점이 있다.

액체 주입 방식의 설비는 유량 측정부, 펌프 컨트롤러, 펌프, 백업 시스템 등으로 구성되어 있다. 액체 주입 시스템은 심지식이나 바이패스 방식보다 구성이 복잡하다. 정상적인 작동과 비례적으로 주입하기 위해서는 펌프, 유량 컴퓨터, 중요 측정 요소의 검교정과 정기적인 유지보수가 필요하다. 이 시스템의 유지보수를 수행할 때 공급가스에 부취제를 연속적으로 공급하기 위해서는 백업 펌프 또는 점적 (drip) 방식 시스템이 필요하다.

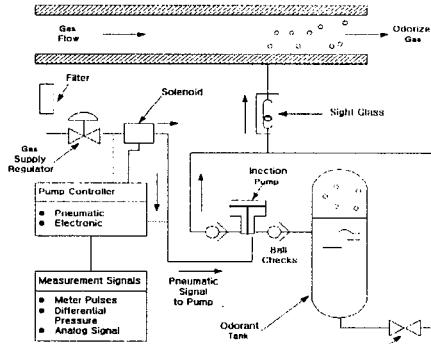


Fig. 6. Liquid injection type odorizer.

대규모 시스템에서는 만약 설비의 오류가 발생하였을 경우 대기 펌프가 자동으로 작동되도록 할 수 있다. 주입 시스템이 즉시 수리될 수 없을 경우에는 점적식 부취 설비가 사용될 수 있다. 액체 주입 시스템은 고가이고 일반적으로 규모가 큰 시스템에 사용되거나 부취제를 주입하기 어려울 때 사용된다.

액체 주입 시스템은 유량이 많고 유속의 변화가 심한 곳에서 부취제의 농도를 일정하게 주입해야 하는 곳에 적당하다. 이 시스템은 유량을 판별할 수 있기 때문에 일정 기간

동안에 부취제가 과량 주입되는 것을 방지할 수 있다. 따라서 적은 부취제로 원하는 농도의 가스를 공급할 수 있다.

IV. 운영 방안

위에 설명한 바와 같은 장단점을 가지고 있는 소규모 부취 설비를 운영하기 위해서는 고려하여 할 점이 몇 가지 있다. 첫째, 소규모 설비의 설치 위치이다. 국외 사례에서 보듯이 한국가스공사 주배관에는 부취제를 주입하지 않고, 도시가스 배관으로 공급되는 공급기지에서 주입하는 것이 타당하다. 부취제에 의한 주배관 및 정압 설비의 수명 단축을 방지하기 위해서는 하류 지점에 설치 운영하는 것이 적절하다.

현재 한국가스공사에서 도시가스사로 천연가스를 공급하는 공급관리소는 약 50여 곳이다. 따라서 공급 관리소의 수만큼의 설비가 필요하다. 공급관리소의 천연가스 공급규모에 따라 1~3개의 공급라인을 갖추고 있다. 예를 들어 합정 관리소의 경우 도시가스용으로 극동, 서울 도시가스에 공급하며, 서울 화력에 발전용으로 공급하고 있다. 발전용을 제외하고 두 개의 도시가스사에 공급하는 공급관리소는 10개소이다. 따라서 각 공급라인에 부취제 주입설비를 설치하는 경우 약 60여개가 소요된다.

각 공급관리소에서는 40~70kg/cm², 수도권 약 20kg/cm²의 압력을 약 8kg/cm²으로 감압하여 도시가스사에 공급하고 있다. 또한 발전용 천연가스를 공급받는 소비자의 선택에 따라 소규모 부취 주입 설비의 설치 여부를 결정하여야 할 것이다. 즉, 부취제가 주입된 천연가스를 공급받을지 아닌지를 소비자가 결정할 수 있도록 해 줄 수 있다.

둘째는 부취제 주입 설비의 모니터링과 관리에 관한 것이다. 각 공급관리소에서 운영되는 부취 주입설비의 운영 현황, 즉, 부취제 주입량, 오작동 여부 등을 공급관리소에서 중앙통제실로 전송하여 부취제 주입 현황을 모니터링 할 수 있게 해야 한다. 부취제의 교환 주기, 부취 설비의 보수, 부취제의 종류 등을 각 지사에서 관리하도록 하는 것이 타당하며 부취제의 구매 등은 일괄적으로 관리해도 무방할 것이다.

셋째는 부취 적정 농도의 점검이다. 각 공

급관리소는 부취 주입설비의 적정 운영 상태를 관리하여야 하며, 주기적인 점검에 의하여 공급망단에서의 부취 농도 적정성을 분석하여야 한다. 이에 대해서는 각 도시가스사, 한국가스공사, 한국가스안전공사 간의 협의에 따라 결정되어야 할 것이다. 부취제가 포함되어 있지 않은 천연가스를 공급받는 대규모 소비자들은 자체적으로 가스 누설 감지 장치, 안전 장치 등을 확보하고 안전관리를 수행해야 한다. 이에 대한 점검은 삼자의 감독을 받도록 하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

V. 타당성 분석

천연가스 공급량이 공급 초기보다 현저히 증가하여 부취제 사용량이 2000년 현재 약 250톤이고, 주배관의 길이가 2,500km에 달하고 있다. 또한 2008년경에는 약 800만톤의 LNG가 도입될 예정이다. LNG는 LNG에 비하여 품질관리에 어려움이 따를 것으로 보이며 부취제의 농도 감소현상은 더욱 커질 것으로 예상된다.

1. 투자규모 추정

산업자원부에서 2000년 3월에 발표한 제5차 천연가스 장기수급계획에 근거하여 경제성 분석을 실시하였다. 천연가스 수급계획을 아래 Table 1에 나타내었다. 도시가스 수요가 연평균 6%로 연평균 2.2%로 예상되는 발전용 수요보다 상대적으로 높은 증가세를 유지할 것으로 예측된다. 이에 따라 발전용 비중은 하락세 지속할 것으로 보인다.

Table 1. A supply and demand program of natural gas (unit : 10³ ton).

year	power plant	city gas	total
2002	6,495	10,155	16,650
2003	6,048	10,770	16,818
2004	6,400	11,432	17,832
2005	6,202	12,098	18,300
2006	6,531	12,609	19,140

Table 2에 천연가스 공급에 따른 부취제 공급 비용을 기준설비와 소규모 설비를 도입

공급기지 부취설비 운영에 의한 천연가스 부취 농도 최적화

하였을 때로 나누어 비교하였다.

Table 2. The change of supply cost of the odorants (unit : 10⁸ won).

year	large scale	small scale	cost saving
2002	15.9	6.8	9.1
2003	16.1	7.2	18.0
2004	17.1	7.6	27.5
2005	17.5	8.1	36.9
2006	18.3	8.4	46.8

기존 설비의 부취제 공급 비용은 부취제 주입량을 15mg/Nm³으로 하고, 현재 사용하고 있는 부취제의 가격 9천5백만원/18.25톤을 기준으로 산정하였다. 소규모 설비 적용시의 부취제 공급 비용은 발전용을 제외한 도시가스용 비용만 산정하였으며, 주배관의 흡착성을 고려하여 30% 감소된 10.5mg/Nm³을 기준으로 하여 계산하였다. 따라서 소규모 주입설비 설치시 발전용 및 도시가스용 부취제의 감소로 연간 약 9억원이 예산절감 효과가 나타난다.

Table 3에는 소규모 부취설비를 도입하기 위하여 소요되는 부취제 주입설비 투자비를 계산하였다. 2002년도에 66set가 필요할 것으로 예상되며 투자비는 5천만원/set로 계산하였다. 공급량의 증가에 따라 누적 투자비를 계산하였다.

Table 3. The investment cost for odorizer.

년도	부취설비(set)	누적투자비용(억원)
2002	66	33.0
2003	75	37.5
2004	77	38.5
2005	79	39.5
2006	81	40.5

2. 실용화 후 가치 추정

앞서 언급한 전제조건으로부터 소규모 부취제 설비의 경제성 분석 검토를 누적 현가흐름 분석을 통하여 투자 회수기간과 투자기간 내에 예상되는 이익을 분석하였다. Fig. 7

에서 보듯이 투자회수 기간은 약 4년이 소요될 것으로 보이며, 약 7년 후에는 약 20억원 정도의 이익을 창출할 것으로 보인다. 경제성 면에서는 약간 미약한 점은 있지만 부대적인 효과 측면에서 크기 때문에 소규모 부취제 운영은 매우 필요할 것으로 사료된다.

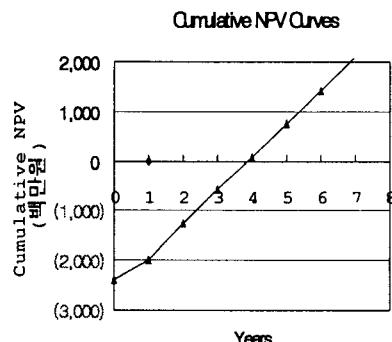


Fig. 7. Cumulative Cash Flow.

이외에도 현재 운영되고 있는 대규모 주입설비 시스템과 새로운 시스템인 소규모 주입설비 시스템의 장단점을 아래에 요약하였다.

소규모

- 최종 소비자에게 공급되는 부취제 농도를 일정하게 유지하기 쉬움
- 소비자의 필요에 따라 부취제의 공급이 가능
- 사용량 감소에 따른 부취제 비용 절감 및 환경오염 감소
- 주배관 및 설비의 수명 연장
- 부취제 다양화에 따른 안정적 공급
- 가스 누출 검지 방법의 다양화

대규모

- 유지 관리가 비교적 쉬움
- 초기 투자비 작음
- 부취제 누출에 의한 민원 발생 적음
- 부취제에 의한 주배관 및 발전용 공급 가스 누출 검지 가능

소규모 시스템 적용시 소비자에게 적정 농도의 부취제를 공급할 수 있고, 주배관 및 발전용에 부취제의 사용량 감소와 흡착량 감소로 인하여 원가 절감을 이룰 수 있다. 또한 주배관 및 설비의 수명 연장의 효과를 기대

할 수 있다. 부취제 누출에 의한 민원 발생이 문제점으로 나타날 수 있으나 현재 부취 설비의 기술 발전으로 기존의 설비에 필수 설비인 환풍 시설과 흡착탑 등을 갖출 필요가 없으며 시스템이 소형화, 자동화되어 문제점들은 극복될 것으로 보인다.

V. 결 론

현재 천연가스 공급량이 급격하게 증가됨에 따라 적절한 부취제를 주입하여 안전한 천연가스를 공급하기 위함 뿐만 아니라 다가올 파이프라인 천연가스를 맞이하기 위해 생산기지에서의 중앙 공급방식을 지역 공급방식으로 전환하면 부취제 농도관리의 효율성, 경제성, 환경친화성을 제고시킬 것으로 사료된다. 즉 기존 방식은 주배관 및 정압 설비 등에서의 부취제 물리·화학적 흡착 현상으로 약 30%의 부취제의 손실이 발생되고 공급거리에 따라 농도 변화가 생김으로 부취제 관리함에 있어서 어려운 점이 있다. 따라서 선진국에서 많이 활용되고 있는 공급관리소에서의 소규모 설비를 활용하는 것이 효과적인 것으로 알려져 있다. 이를 토대로 중앙공급 방식의 설비를 소규모 설비로 대체 사용할 때의 사업 타당성 검토한 결과투자회수 기간은 약 4년이 소요될 것으로 보이며, 약 7년 후에는 약 20억원 정도의 이익을 창출할 것으로 보인다. 경제성 측면에서는 미약한 점은 있지만 부대적인 효과 측면에서 크기 때문에 소규모 부취제 운영은 매우 필요할 것으로 사료된다.

감 사

부취제의 흡착성에 대하여 토론을 해주신 한국가스안전공사의 박교식 박사, 김영구 박사, 정찬진 연구원님과 경제성 분석에 도움을 주신 류제평님께 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- [1] Baek, Y.S., Song, T.Y., Lee, S.H., Park, K.S., Kim, Y.G., Jung, C.J. and Kim, J.Y., KOGAS Research Report, Korea (2000).
- [2] Kim, Y.G., Jung, C.J., Park, K.S., Baek, Y.S., Song, T.Y. and Lee, S.H., Proceedings of KIGAS Autumn Conference, (2000).
- [3] Wilson, G.G and Attari A.A., *Odorization III*, IGT, U.S.A. 633-644, (1993).
- [4] Attari, A. and Klass, D.L., *Transportation Ten year Statement 1998*, British Gas Plc, (1998).
- [5] Claude D.P.E. "Odorization Experience at Gaz Metropolitan", International Conference Natural Gas and LP Odorization, (1998).
- [6] Bernhart, M., Driesen, H.E., Kaesler, H. and Mansfeld, G. "Sulfur-free Odorant for Natural Gas", International Gas Research Conference, (1998).
- [7] Wilson, G.G and Attari A.A., *Odorization III*, IGT, U.S.A. 45-58, (1993).