

## 현행 주유소 지하유류저장시설 관리의 문제점과 토양·지하수 오염 방지를 위한 개선방안 연구

김미정\*

### Current Issues on the Oil UST Management and Future Directions for the Prevention of the Subsurface Contamination

Meejeong Kim\*

Korea Environment Institute

#### ABSTRACT

The current status and problems of UST management in gas stations were reviewed, and suggestions were made for possible improvement of UST management. Regulations and programs relevant through the whole life cycle of the UST, such as construction, installation, operation, and disclosure are insufficient to prevent oil release. The UST requirements are less stringent compared to those of the U.S. and EU members. Current soil test does not seem to be practically effective in detecting soil contamination caused by oil release. The potential for subsurface contamination due to oil release from the UST is estimated from available data other than soil test results. Much higher following future directions and suggestions are made to improve current unsatisfactory UST management: Firstly, increasing the UST requirements - establishing more stringent standards for new UST facilities, and adding new regulatory requirements for existing UST facilities; secondly, replacing current soil test with the tank and piping tests; thirdly, reinforcing programs for supervising the tank construction and installation; fourthly, constructing a system in which independent gas stations can properly manage the USTs; and lastly, educating UST owners and operators, and constructing DB of UST facilities.

**Key words** : Oil UST (Underground Storage Tank), gas station, oil release, soil contamination

#### 요 약 문

본 연구에서는 주유소 지하유류저장탱크 관리 현황 및 문제점을 살펴보고 이의 개선방안을 제안하였다. 탱크가 제작, 설치, 관리, 그리고 용도폐지 되는 전 과정에 관련한 규정 및 제도, 그리고 시설기준을 검토한 결과, 탱크가 제작되어 용도폐지 될 때까지 미흡한 관리가 이루어지고 있으며, 현행 시설기준도 미국 및 다수의 EU 회원국가들에 비하여 미흡한 것으로 나타났다. 토양오염검사 결과 및 기타 자료들을 비교 분석하여 토양오염검사의 실효성을 검토하고, 지하유류저장탱크에 의한 실제 누유 가능성을 추정하였다. 개선방안으로는 첫째, 오염방지조치 등 시설기준 강화 - 신규시설의 시설기준 강화, 기존시설에 대한 개선조치 수립; 둘째, 토양오염검사의 탱크 및 배관 검사의 대체; 셋째, 탱크제작 및 사공관리 강화; 넷째, 비직영주유소의 토양오염위험 관리를 지원하기 위한 방안 마련; 기타, 주유소 소유·운영자에 대한 토양오염관리 교육과 전국 지하유류저장시설의 누유감지 및 방지시설의 설치유무와 시설운용 현황에 대한 자료구축을 제안하였다.

**주제어** : 지하유류저장탱크, 주유소, 누유, 토양오염

#### 1. 서 론

전국에 산재한 1만여 주유소에 매설되어 있는 지하유류

저장탱크 시설은 토양환경보전법, 소방법 등 여러 규정의 적용을 받고 있으나, 실질적으로는 관리 내용이 미흡하여 유류저장탱크 누유에 의한 토양 및 지하수 오염이 우려되

\*Corresponding author : mjkim@kei.re.kr

원고접수일 : 2004. 10. 21 게재승인일 : 2004. 12. 3

질의 및 토의 : 2005. 2. 28 까지

고 있는 상황이다. 오래 전에 지하에 매설되어 그동안 부식 환경에 노출되어 왔던 수많은 강철제 저장탱크에 의한 높은 누유 발생 가능성이려든가, 누유발생 및 토양오염 확인을 위하여 현재 실시하고 있는 정기 토양오염검사의 낮은 실효성 등을 포함하여 지하유류저장탱크 관리의 문제점은 그동안 산·학·연 전문가 및 정책 관계자들에 의해 꾸준히 지적되어 왔다. 그러나 이에 대한 정확한 실태조사 또는 개선의 노력이 거의 이루어지지 않는 상황이다.

이에 본 연구는 국내 현행 지하유류저장탱크 시설기준, 누유에 의한 토양오염 감지를 위한 토양오염검사의 내용 및 문제점을 살펴보았다. 이외에 탱크의 제작에서부터 용도폐지에 이르는 전 과정에 관련하여 전반적이고 종합적인 고찰을 수행하였다. 실제 주유소에서 이루어지는 오염 관리의 내용을 살펴보고, 여러 자료를 토대로 지하유류저장탱크 시설에 의한 토양오염 발생 가능성을 추정하였다. 검토내용과 미국, 유럽 등 외국 사례와 비교분석을 토대로 동 시설에 의한 환경오염의 방지 및 최소화에 필요한 방안을 제시하였다.

## 2. 현황 및 문제점

### 2.1. 시설 현황

주유소에 매설되어 있는 지하유류저장탱크는 일차적으로는 소방법에 의거 전국의 소방서(와 파출소)의 지하저장시설의 허가 및 관리 대장을 통하여 관리된다. 설치 신고가 된 시설 중 토양환경보전법상의 특정토양오염유발시설에 해당하는 시설에 관한 자료를 시·군·구청장에게 통보하고 있다.

특정토양오염유발시설은 토양환경보전법 시행규칙(2002. 8. 17) 별표2에서 정하고 있으며, 주유소 지하유류저장탱크는 대상 중 '소방법시행령 별표 3의 제4류 위험물중 제1·제2·제3·제4석유류에 해당하는 인화성액체의 제조·저장 및 취급을 목적으로 설치한 저장시설로서 총용량이 2만 리터 이상인 시설(이동탱크저장시설을 제외한다)'에 해당한다. 가용한 최근 자료<sup>1)</sup>에 의하면, 지하저장탱크시설의 용량 및 연수 별 현황은 Table 1과 같다. 2만 리터 미만과 이상을 통틀어 총 지하저장탱크는 89,199개에 달하며, 이 중 2,000여개를 제외한 나머지가 유류저장탱크에 해당된다.

한편, 토양환경보전법상 특정토양오염유발시설로 신고된 업소 현황<sup>2)</sup>에 의하면 오염유발시설의 60%가 주유소에 해당하며(Table 2), 2004년 8월말 주유소 현황자료<sup>3)</sup>에 의하면 유형별로는 직영주유소가 1,809개소, 자영주유소 9,184개소로 나타난다(Table 3). 2002년 12월 31일 현

**Table 1.** USTs Currently in Use (unit: number)

Total	Age (yrs)							
	< 5	5~10	10~20	20~30	30~35	≥ 35		
Capacity	<20,000	48,032	13,628	17,468	15,015	1,760	125	36
(l)	≥ 20,000	41,167	22,604	13,303	4,771	451	28	10

**Table 2.** Reported Primary Soil Contamination Facilities (2003)

Total	Gas station	Industrial facilities			Others (heating facility)
		Sub total	Petroleum oil	Hazardous material	
21,869	13,376	5,209	4,999	210	3,284

**Table 3.** Gas Stations in Operation (Sept. 2003)

	Total	SK	LG	Hyndai	S-OIL	No brand	Import
Oil company-operated	1,858	804	568	364	122		
Non-oil company-operated	8,940	3,035	2,314	1,843	1,314	389	45
Total	10,798	3,839	2,882	2,207	1,436	389	45

**Table 4.** Distributions of USTs Currently in Use (unit: number)

Total	Tank age				
	< 10 yrs	10~20 yrs	20~30 yrs	30~40 yrs	≥ 40 yrs
88,004	56,520	26,837	3,822	761	64

재 지하저장탱크의 연수별 현황<sup>4)</sup>은 Table 4와 같다.

소방법과 토양환경보전법 외에, 개정된 지하수법(지하수위수질보전등에관한규칙(2003. 6. 18))에 의하면 일부 특정토양오염유발시설을 지하수오염유발시설로 관리하도록 되어 있으나 실질적으로 관리된 사례는 없는 것으로 파악되었다.

### 2.2. 제작, 설치, 용도폐지 관련 현행 기준 및 문제점

지하유류저장탱크 시설은 토양환경보전법과 소방법에서 정하고 있는 오염방지시설 기준을 준수하도록 되어 있으며, 주유소 지하유류저장탱크가 제작되어 용도폐지 되는 과정은 다음과 같이 소방법의 적용을 받는다.

#### 2.2.1. 탱크제작과 품질보장

탱크제작은 누구나 할 수 있으며, 제작된 탱크의 품질을 인증하는 제도도 부재한 실정이다. 단, 현장에서 탱크를 매설하기 전 탱크의 누설과 변형여부를 확인하는 탱크 안전성능검사에 합격해야 탱크를 매설할 수 있도록 하고

있다. 그러나 탱크안전성능검사도 이중벽 탱크의 결함여부를 실질적으로 확인하는 데에는 한계를 안고 있으며, 동 검사 중 비파괴 시험 및 기밀시험은 민간기관이 제대로 수행하는지를 확인하는 것이 어렵다.

탱크품질을 엄격히 관리하는 제도가 없는 현 상황에서는 기준미달인 이중벽 탱크가 설치될 가능성이 높다. 실제 국내에는 이중벽탱크 규격에 맞추어 생산할 수 없는 비현실적인 가격(600~700만원)으로 이중벽 탱크가 유통되고 있으며, 따라서 국내 이중벽탱크의 경우 탱크철폐의 두께가 미달이거나 접착 및 검수 불량이라고 한다<sup>5)</sup>.

미국의 경우, 제작된 탱크 및 부속장치는 독립시험기관의 인증을 받도록 하고 있다. 또한 제작회사는 자사의 지침을 준수하여 탱크를 설치하는 경우에 한하여 품질보증을 해준다.

### 2.2.2. 탱크 안전성능검사

주유소 공사 진행 중 탱크매설 단계에 이르면 소방서 담당공무원이 현장에 나가 탱크본체에 대하여 탱크 안전성능검사를 실시하여 탱크의 누설상태나 변형여부 등을 검사한다. 단일벽 탱크를 주로 사용하던 과거에는 수압시험이 실시되었으나, 현재는 비파괴시험 및 기밀시험이 주로 실시되고 있다. 수압시험은 소방서장이, 비파괴 시험 및 기밀시험은 일반적으로 법인 형태로 존재하는 30여개의 탱크 안전성능시험자가 하도록 되어있다.

### 2.2.3. 형식시험

탱크 안전성능검사만으로는 이중벽 탱크의 품질을 실질적으로 확인할 수 없었던 점을 보완하기 위하여 최근 형식시험이 도입되었다. 형식시험은 제조된 탱크 표본을 대상으로 이중벽 탱크의 재질 및 구조의 기준에 부합하는지를 검사하는 것으로 한국소방검정공사가 검사자가 된다. 이 형식시험은 의무사항이 아니지만, 동 시험에 대한 확인을 받은 경우에 탱크 안전성능검사 중 수압시험과 기밀시험 외의 시험을 면제해주고 또한 자사 이미지를 제고할 수 있다는 이유로 탱크제작업체는 동 시험을 선호한다고 한다.

주유소 소유자가 형식시험에 합격한 제품을 선호하여 사용하고 형식시험을 받는 탱크 제작업체가 증가하면 기준미달 탱크의 제작 및 사용은 감소될 것이다. 그러나 혹시라도 제조업자가 이를 악용할 경우에는 동 시험에 합격한 탱크모델이라 하더라도 생산되는 모든 탱크의 품질을 보장할 수는 없다.

### 2.2.4. 시공감독

현재는 주유소 공사 중에 담당공무원은 두 번, 즉 탱크 매설 단계에서 탱크 안전성능검사를 실시할 때와 공사가

완료된 후 이상 없음을 확인할 때 공사 현장에 나가 검사 혹은 확인을 하고 있다. 현장감독이 극히 일부 단계에서만 이루어지는 것은 과도한 현장감독이 자칫 부조리를 유발할 소지가 있다는 우려로 축소되었기 때문이다.

그러나 실제로 탱크 및 배관 자체의 품질보다는 설치시 시공이 제대로 이루어지지 않아 후에 누유 문제를 일으키는 경우가 많으므로 시공현장 감독을 강화하여야 한다. 실제로 부실공사로 인하여 조실 내에 설치된 강철재 탱크가 부식에 그대로 노출 되거나, 운반, 되메우기 및 기타충격으로 인한 탱크외벽 손상으로 급속한 부식이 발생하고, 받침대(bed), 울림방지기 및 받침지주의 하자로 탱크 외형이 변형되는 사례가 잇따르고 있다.

미국의 경우에도, 업그레이드된 시설에서 누유가 적지 않게 발생하는 것의 상당부분은 표준산업코드(standard industry code)를 준수하지 않고 부주의하게 설치하였기 때문인 것으로 보고되고 있다. 최근 올바른 시공의 중요성이 강조되어 이와 관련하여 입법안이 제출되었고, 캘리포니아주는 시공업자에게 교육과정을 요구하고 있는 상황이다<sup>6)</sup>. 같은 탱크 시설이더라도 주유소별로 누유발생율이 현저한 차이를 보이는 국외의 한 사례는 탱크시설 설치 및 유지가 얼마나 중요한가를 보여 준다<sup>7)</sup>.

### 2.2.5. 시설변경 및 용도폐지

개·보수 등으로 시설을 변경할 경우에도 시설을 설치할 때와 동일한 절차를 거쳐 소방서장에게 허가를 받아야 한다. 용도 폐지시에는 소방서장에게 14일 이내에 이를 신고하여야 하고, 매립된 탱크를 제거하거나 그렇지 않을 경우에는 탱크를 비우고 물이나 모래 같은 불활성 물질로 채우는 조치를 취해야 한다. 탱크를 제거하지 않을 경우에 소방서장이 지도를 하도록 되어 있을 뿐, 용도폐지 시에 탱크검사와 같은 검사는 요구하지 않는다. 반면, 토양환경보전법은 용도 폐지시에 토양오염검사를 하도록 하고 있다.

## 2.3. 현행 시설기준 및 문제점

### 2.3.1. 신규시설의 오염방지시설

토양환경보전법에 의하면, 지하유류저장탱크는 소방기술기준에관한규칙(제200~207조)에서 정한 바를 준용하되 부식 및 산화방지시설과 같은 추가기준을 준수하도록 되어있다. 토양환경보전법상에서 지하유류저장탱크에 적용되는 토양오염방지시설은 부식 및 산화방지시설, 누출방지시설, 누출감지시설로 구분되어 있다. 토양환경보전법상의 누출방지시설기준은 소방법(기술기준에관한규칙)상의 내용을 요약하고 있는데 반하여, 부식 및 산화방지시설은

소방법에서는 다루고 있지 않다.

넘침방지시설의 경우, 소방기술기준에관한규칙(1998. 5. 12) 제202조4항에서 자동폐쇄장치를 설치하도록 하고 있다. 지하저장시설의 배관의 경우, 토양환경보전법은 이와 관련한 규정을 두고 있지 않으며, 소방기술기준에관한규칙 제162조 '위험물제조소의 배관'에서 배관의 재질 및 부식방지처리에 관하여 정하고 있을 뿐이다.

### 2.3.1.1. 부식산화방지시설

#### (1) 탱크관련시설

본 연구에서 조사한 바에 의하면, 직영주유소는 이중벽 탱크를 사용하지만 자영주유소는 기존의 강철탱크를 많이 사용하고 일부만 이중벽 탱크를 사용한다. 이는 1998년도 조사<sup>8)</sup>에서 이중벽 탱크가 신규탱크 중 약 30~40% 정도를 차지하는 것으로 나타난 것과 크게 다르지 않다.

**강철제 탱크** - 현행 규정에 의하면 탱크전용실 내에 설치하는 경우 방청도장만을 실시하고 별도의 음극보호시스템을 설치할 필요가 없다. 그러나 부실공사로 탱크조실 내로 물이 침투할 경우 강철탱크는 심한 부식 환경에 놓인다. 한편, 방청도장에 의한 부식보호 방법은 시공중 표면이 벗겨질 경우 오히려 심한 국부부식을 가져올 가능성이 있다.

미국의 경우 85년도에 강철제 탱크를 법으로 금지하였으며, 현재 기존탱크와 신규탱크 모두에 부식산화방지시설을 의무화하고 있다. 대부분의 EU 회원국들은 이중벽 탱크만을 허용하거나, 또는 secondary containment에 누유감지장치와 함께 설치되는 경우에 한하여 단일벽 탱크를 허용하고 있다.

**이중벽 탱크** - 조실 설치비용을 절감할 수 있다는 경제적 이유로 선호되기도 하나, 토양침하나 토압 등으로 외부벽이 손상될 경우 누유발생 즉시 토양오염이 발생될 우려가 있다. 이러한 이유로 일부 정유회사 주유소에서는 이중벽 탱크를 사용하더라도 탱크조실을 설치하고 있다. 국내 한 조사에 의하면 5년 미만의 주유소가 5~10년 된 주유소보다 오히려 토양오염도가 높은 것으로 파악되어 이중벽 탱크 및 공사의 문제점을 시사하고 있다.

#### (2) 배관관련시설

**배관 재질 및 부식방지 조치** - 소방기술기준에관한규칙 제162조는 배관재질은 유리섬유강화플라스틱(FRP)·고밀도폴리에틸렌(HDPE) 또는 폴리우레탄으로 만들어진 배관, 이중배관, 국내 또는 국외의 관련 공인시험기관으로부터 안전성에 대한 시험 또는 인증을 받은 배관을 제외하고는 강관 그밖에 이와 유사한 금속성으로 하도록 정하고 있다. 국내에는 최근 일부 정유회사가 직영주유소에 이

중배관을 설치하고 있는 것을 제외하고는 대부분 강관이 사용되는 실정이다. 현재 주로 사용되는 강철 및 금속 배관은 부식방지를 위하여 주로 도장처리를 하고 있는데, 도장표면이 벗겨질 경우 부식에 취약한 강철이 드러나 매우 빠른 국부부식이 발생할 수 있는 문제점을 안고 있다.

**배관 모니터링** - 배관의 부식과 접합부분이 주요 누유 발생원인임에도 불구하고 누유방지와 누유감지에 관한 규정이 미흡하다. 강관 및 금속배관의 경우 용접을 하지 않은 배관의 접합부분에 누유 점검구를 설치할 것을 명시하고 있으나, 구체적으로 설치깊이 등 세부규정이 없어 배관 모니터링은 거의 이루어지지 않고 있다. 국내 한 누출 검사기관이 현장 자료를 토대로 파악한 바에 의하면, 토양오염유발시설의 누유현상 중 지하배관이 차지하는 비율이 50~60%에 이른다. 이처럼 배관시설에서 누유 가능성이 높은 것은 우선 부식방지 시설에 관한 기준이 미흡하기 때문이다.

이에 반해 미국과 유럽 국가들은 배관관련시설의 경우에도 기존과 신규 모두에 부식산화방지시설을 의무화하고 있다. 미국의 경우 자동라인누출감지기를, 유럽의 경우 홀림으로부터 토양 및 지하수오염을 막는 응집조(trap)를 배관에 설치하도록 하고 있다. 몇몇 국가는 가압배관에 한하여 특별히 시설기준을 정하고 있다. 예를 들면, 덴마크, 프랑스, 룩셈부르크가 탱크와 주유기를 연결하는 배관을 이중배관으로 하도록 하고 있고, 핀란드가 배관 하부에 도랑(canal)을 설치하도록 하고 있다.

### 2.3.1.2. 홀림·넘침 방지시설

**홀림방지시설** - 주입구 밑에 주로 홀림방지시설을 설치하고 있고 최근 직영주유소가 주유기 하부에 sump(홀림 방지통)을 설치하고 있다. 미국의 경우 기존탱크와 신규탱크 모두 홀림방지를 위한 sump를 탱크 주입구와 주유기 밑에 각각 설치하도록 하고 있다. 한편, 주유기는 탱크에서 발생된 녹, 슬러지 등 이물질에 의하여 필터가 막혀 수리를 자주 하게 되는데, 수리시 주유기 내부에 남은 2~3 리터의 유류를 그대로 주유기 하부로 흘리는 경우가 대부분이라고 한다.

**넘침방지시설** - 1998년도에 소방기술기준에관한규칙이 개정되면서 동 시설을 의무적으로 설치하도록 하였으므로 전체 설치비용은 20%미만으로 추정된다. 그러나, 탱크용량을 차지하고 유류주입시 하역시간을 지연시킨다는 이유로 준공허가를 득한 후에 철거하는 경우도 많다고 한다.

토양오염사고의 50% 이상이 넘침 사고에 의해서 발생하는 것으로 보고 된 바 있고, 최근 미국 캘리포니아주에서 실시한 조사에 의하면 홀림·넘침 방지 장치 설치 중

가 후 배관과 홀림·넘침으로 인한 유출이 급격히 감소하는 것으로 나타나고 있어, 동 시설 설치의 중요성이 인식되어야 할 것이다.

2.3.1.3. 확산방지를 위한 누출감지 시설

토양환경보전법은 탱크내부에 탐침을 주입하여 점검하는 자동누출 측정기기, 또는 탱크외부 또는 이중벽탱크의 틈새에 센서를 주입하여 검사하는 외부누출 측정기기를 누출감지시설로 설치하도록 하고 있다. 현재 외부누출 측정기가 대부분 설치되고 있는데, 누유검지관의 구멍을 아예 봉한 채 탱크조실에 매설하는 경우도 많다고 한다. 자동누출 측정기기는 일부주유소에서 누출감지보다는 재고관리를 위한 목적으로 설치하고 있는데, 누출 발생시 이를 알려주는 자동누출 측정기기는 재고관리와 누출감지를 병행할 수 있지만 설비가 고가이므로 설치비율은 미비한 실정이다.

한편, 현행규정은 탱크에 대한 누출측정시설 설치의 의무화하고 있을 뿐, 모니터링 실시에 관한 규정을 따로 두고 있지 않다. 따라서 누출측정시설을 제대로 설치하고 있는지, 모니터링은 실시하고 있는지를 확인할 방법이 없다. 이에 반해 미국과 유럽 국가들은 누출감지 모니터링 뿐만 아니라, 누출감지시설에 대한 정기검사도 의무화하고 있다.

2.3.2. 기존시설에 대한 기준

현행 규정에는 과거의 시설기준에 따라 설치된 유류저장시설에 대한 환경적 개선을 위한 규제가 없어 이들에 대한 관리가 이루어지지 않는 실정이다. 오래된 탱크에 대해서는 정기토양오염검사 주기를 줄이도록 한 것이 유일하다.

그러나 주유소 시설이 거의 포화상태이어서 현행 시설기준이 적용되는 신규시설이 많지 않고 기존의 강철제 지하저장탱크의 부식이 심각히 진행되고 있는 것으로 예상되므로, 기존 시설에 대한 개선이나 조치가 더욱 중요할 것이다. 미국에서 UST Upgrade Program이 시작되었던 1998년에 앞서 캘리포니아주에서 강철제 지하저장탱크에서 발생한 누유사고를 조사한 바에 의하면, 강철제 탱크의 나이가 누유의 가능성을 증가시키는 중요한 요소로 나타난다. 따라서, 노후된 탱크가 용도폐지 되거나 새 탱크로 대체될 때까지 오염예방을 위한 추가조치를 취하는 것이 필요하다.

미국과 EU 회원국가들은 시설기준 강화를 신규시설에만 적용하지 않고 기존시설도 새 기준에 맞추어 부분적으로 그리고 점진적으로 개선하도록 하고 있다. 시설의 개선에 필요한 유예기한을 시설의 설치년한에 따라 다르게 주고 있으며, 유예기한을 길게 주는 경우에는 누유감지 모

니터링만이라도 빠른 시일 내에 실시되도록 하고 있다.

2.3.3. 토양오염검사 및 문제점

2.3.3.1. 토양오염검사

토양환경보전법상으로 특정토양오염유발시설의 설치자는 누유에 의한 토양 및 지하수 오염을 방지하는 차원에서 토양오염검사를 의무적으로 받아야 한다. 토양오염검사는 토양오염도검사와 누출검사로 구분하여 실시하고 있다.

(1) 토양오염도검사

설치년도에 따라 1~3년 주기로 받는 정기검사와 시설의 사용종료 및 폐쇄 시, 양도 및 임대 등의 경우에 받는 수시검사가 있다 (토양환경보전법 시행령 제8조). 검사결과 토양오염우려기준 초과 시 시장·군수·구청장이 시설 설치자에게 시설개선 및 오염토양정화 등 시정조치토록 하고 있다(동법 제12조).

검사항목은 BTEX와 TPH이며 저장유종에 따라 한 가지 검사항목만으로 오염도검사가 가능하다. 개별 저장시설의 용량에 따라 총 시료채취 방법에 차이가 있으나, 각 시료채취대상시설에 대한 시료채취점 선정 방법은 동일하다. 지하매설저장시설의 경우 부지 내에서는 Fig. 1과 Fig. 2와 같이 저장시설을 중심으로 각각 서로 반대방향에 있는 배관부위와 저장시설 부위(저장탱크 또는 탱크조실)에서 누출 개연성이 높은 곳 각각 1개 지점씩 2개 지점을 선정한다<sup>9)</sup>. 지하매설저장시설의 주변지역(시설 부지 경계선으로부터 100m 이내 지역) 중, 당해시설이 아닌 다른 오염원으로부터 오염되었을 개연성이 없다고 판단되는 1개 지점에서 부지내의 시료채취지점 중 깊이가 가장 깊은 곳을 기준으로 하고, 그 깊이는 표토에서 해당 깊이까지로 한다.

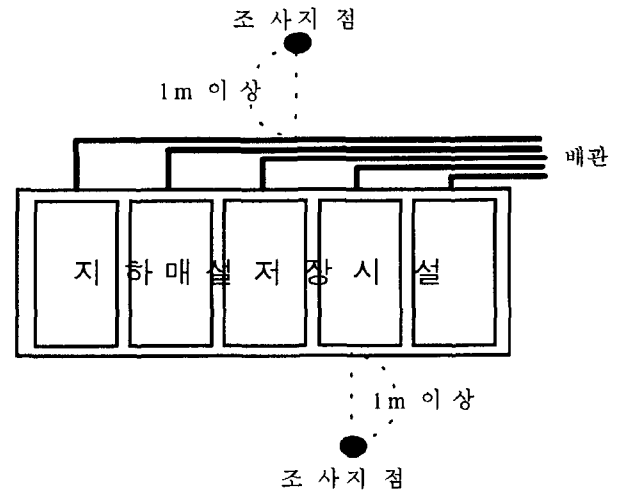


Fig. 1. Schematic diagram of the soil sample locations.

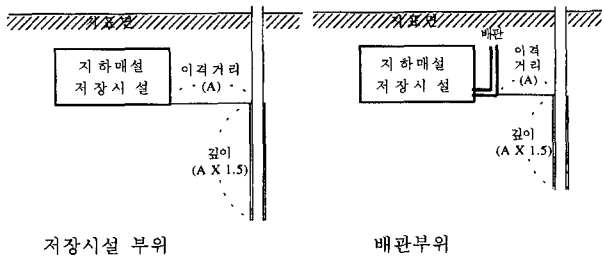


Fig. 2. Schematic diagram of the soil sample depth.

(2) 누출검사

현재 누출검사를 받아야하는 기준은 토양오염우려기준 중 나지역에 적용되는 기준의 40퍼센트(BTEX는 80 ppm, TPH는 2,000 ppm) 이상으로 하고 있다.

2.3.3.2. 문제점

현행 검사는 누유에 의한 토양오염을 발견함을 목적으로 하고 있지만 그 실효성이 낮다. 3절에서 인용하고 있는 자료를 참고할 때, 국내 토양오염검사에 의한 1% 미만의 누유발생율은 신뢰할 수 없는 수치라 하겠다. 2003년도에 환경부가 1960년대 이전에 설치되어 현재까지 운영중인 주유소 및 대리점 46개소를 대상으로 실시한 토양오염도 검사결과도 정기검사보다 훨씬 높은 기준초과율(10%)을 보이고 있다. 이는 정기검사가 제대로 실시되고 있지 않거나 오염 확인에 효과적이지 못하다는 사실을 다시 한번 확인시켜주는 것이다. 국내 한 설문조사<sup>10)</sup>에서도 응답주유소의 79%가 토양오염검사의 효과에 대해서 잘 모르겠다 또는 효과적이지 못하다고 응답하고 있어 주유소의 대부분이 동검사의 실효성을 인정하지 않고 있다.

이렇듯 신뢰할 수 없고 실효성이 없게 된 원인은 크게 두 가지 측면에서 생각할 수 있다. 첫째, 검사항목, 시료채취점 선정, 시료채취 및 보관과 분석방법 등 검사자체가 불합리하거나 부적절한 데에 원인이 있는 경우다. 둘째, 검사기관의 신뢰성, 검사기관의 과다경쟁으로 인하여 오염검사가 제대로 이뤄지지 않는 집행상의 문제에 기인하는 경우다.

(1) 검사 자체의 문제

검사항목이라든가, 시료채취점 선정, 토양오염공정시험법에서 정하고 있는 시료채취 및 보관, 그리고 분석방법 등에 근본적으로 문제가 있을 경우 신뢰할 수 있는 검사 결과를 얻을 수 없다. 장순웅<sup>11)</sup>은 BTEX가 휘발성 물질로 60%가 공기 중에 존재하므로 토양공기 중의 농도를 잴 필요가 있고, 채취규정 및 검사방법, 분석방법에 대한 기술적인 설명이 부족하거나 오류가 있다고 지적한 바 있다. 환경부도 현재 기준초과율이 낮은 것을 해결하기 위

해 BTEX와 2002년도부터 새로 추가된 TPH 시험방법을 개선한 바 있다<sup>9)</sup>. 그러나, 이러한 기술적인 사항들을 구체적으로 검토하지 않더라도 현재 토양오염검사가 본래 취지를 살리기에는 근본적으로 한계를 지니고 있음을 알 수 있다.

토양환경보전업무편람<sup>12)</sup>을 보면 “토양오염은 국지적으로 영향을 미치기 때문에 정확한 오염여부를 확인하기 위하여 부지 내 여러 곳에서 토양시료를 채취하여 검사하여야 하나 시료채취를 위하여 여러 곳을 굴착하게 되면 유발시설의 일상 업무에 과다한 지장을 주게 되고 검사 및 관리능력도 미흡하므로 검사의 의의를 살릴 수 있는 최소한의 조치로 부지 내와 주변지역 중에서 비교적 오염의 개연성이 높다고 판단되는 위치에서 시료를 채취하여 오염도검사를 하고, 보조적인 수단으로 저장시설의 누출여부를 확인한다.” 라고 되어있다. 그러나, “검사의 의의를 살릴 수 있는 최소한의 조치로 부지 내와 주변지역 중에서 비교적 오염의 개연성이 높다고 판단되는 위치에서 시료를 채취”한다는 것은 근본적으로 달성하기 어려운 목표이다. 아울러, “토양오염은 국지적으로 영향을 미치기 때문에 정확한 오염여부를 확인하기 위하여 부지 내 여러 곳에서 토양시료를 채취하여 검사하여야 하나” 라고 기술하고 있어, 현행 검사 도입 시에 동 검사가 근본적으로 가지고 있는 한계 및 문제점이 이미 인식되고 예견되었다는 점이 흥미롭다.

(2) 집행상의 문제

검사기관간의 과열경쟁으로 검사수수료가 비현실적으로 떨어지고, 합격을 조건으로 검사기관에 검사를 의뢰하는 등 토양오염검사의 부적절성은 그동안 많이 보도되어 왔다. 한편, 현장에서는 주유소 도면이 없는 경우 탱크 및 부대시설의 파손 가능성이 낮다고 판단되는 안전한 장소에서 시료를 채취하기도 한다. 즉, 현행 토양오염검사는 본래 취지를 살리지 못하는 형식적인 검사가 될 수 밖에 없는 것이다.

2.4. 주유소의 관리 현황

주유소 형태는 크게 직영주유소와 자영주유소 두 가지로 분류할 수 있으며, 소유와 운영 형태에 따라 여러 형태가 존재한다. 본 연구에서는 정유회사가 주유소의 운영 및 시설 개·보수에 일부라도 관여하는 주유소를 직영주유소로, 나머지를 자영주유소(혹은 비직영주유소)로 분류하여 탱크의 시설기준이나 기타 오염위험관리 면에서 직영주유소와 비직영주유소간에 어떠한 차이가 있는지 조사하였다. 자영주유소의 관리실태는 직접 조사가 불가

능하였으므로 각 정유회사와 주유소협회, 그리고 주유소에서 탱크청소 및 검사 등을 수행하는 회사 등과의 면담을 통해 간접적으로 파악할 수 밖에 없었다.

#### 2.4.1. 관리 내용별 현황

##### 2.4.1.1. 시설기준

직영주유소의 경우 최소한 현재 법률이 정하는 시설기준으로 시설을 설치하고 있는 것으로 조사되었다. 한 정유회사의 경우, 1995년도에 소방기술기준에관한규칙이 개정되고 토양환경보전법이 제정된 이후 주유소 재건축 및 시설 개·보수 시, 그리고 신축주유소 건축 시 모두 강철-FRP 이중벽 탱크를 설치하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 모든 직영주유소에 콘크리트로 제작된 조실을 설치하고 있다.

한 설문조사에 의하면, 토양오염예방시설을 설치하는데 있어서 직영주유소의 경우 63%가 장애사항이 없거나 적다고 느끼고 있고 자영주유소의 경우 65%가 장애사항이 있거나 많다고 느끼고 있다<sup>12)</sup>. 설치비용, 정보부족, 지원조각부족 등이 장애요소로 작용하고 있으며 그 중에서 지원조각의 부족은 토양오염예방시설을 설치하는 데에 가장 큰 장애요소로 나타나고 있다.

##### 2.4.1.2. 탱크청소

탱크청소는 대부분의 주유소에서 주기적으로 실시되고 있는 것으로 나타났다. 석유품질관리를 위하여 자사 제품을 판매하는 주유소로 하여금 정기적으로(2~3년 주기) 탱크내부에 쌓인 슬러지를 제거하고 청소하도록 하고 있다. 최근에는 기계식보다는 사람이 직접 탱크 안으로 들어가서 탱크내부에 쌓인 슬러지를 제거하고 청소하는 완전식청소를 실시하고 있어, 청소 과정 중에 탱크의 큰 결함이나 하자를 발견할 수 있다.

##### 2.4.1.3. 탱크검사

현재 토양오염검사가 의무적으로 시행되고 있어서 주유소 탱크에 대한 검사는 따로 법적으로 의무화되어 있지 않은 상황이다. 한 정유회사가 품질관리 및 오염예방의 차원에서 자발적으로 검사를 실시하고 있으나, 대부분의 주유소는 탱크청소 혹은 재고관리에서 문제를 발견하거나 토양오염도검사 결과가 일정기준 이상이어서 누출검사를 받아야 하는 경우 등 불가피한 상황이 아니면 검사를 실시하지 않는 것으로 나타났다.

#### 2.4.2. 직영주유소와 비직영주유소의 관리현황

조사결과를 종합하면, 직영주유소는 비직영주유소에 비해 시설기준이나 오염위험관리에 있어서 상대적으로 노력을 많이 기울이고 있는 것으로 나타난다. 직영주유소의 경우 정유회사가 시설 개·보수 및 운영에 최소한 일부 관여하므로 보다 엄격한 기준의 시설을 설치할 수 있다. 탱

크청소의 경우도 사각지대에 놓인 일부 비직영주유소에 비하면 충실히 실시되고 있는 것으로 판단된다. 주유소 탱크검사 및 청소를 수행하는 회사의 조사에 의하면, 직영주유소는 정기적인 검사와 청소로 탱크상태가 양호한 편이며 자영주유소의 시설은 훨씬 상태가 불량하다고 한다. 일부 영세 자영 주유소는 탱크 결함이 발견되어도 비용의 부담으로 인하여 보수를 하지 않는 경우도 있다고 한다.

2002년 12월 환경부는 (주)SK, 엘지·칼텍스(주), (주)현대오일뱅크, (주)S-오일, (주)인천정유 등 5대 정유회사와 향후 10년간 저유소와 주유소 등에 대한 토양오염검사와 복원을 자율 실시하는 것을 골자로 한 자발적 협약을 체결하였다. 이 협약에 따라 정유회사는 2003년도 중에 정유공장과 저유소, 주유소 등 사업장 부지에 대한 토양오염 여부를 전문기관에 의뢰해 조사해야 한다. 직영주유소의 범주에 관한 구체적인 명시가 없고, 매년 오염도 개선 정도를 환경부 장관 등 관할 행정기관에 보고하도록 하고 있지만 환경부가 정유회사의 협약 이행여부를 어떻게 파악할 것인지에 대한 구체적인 계획이 없는 점 등은 동 협약의 실효성을 감소시키는 요인으로 작용할 수 있다.

자발적 협약은 총유류 유통량의 90%를 차지하는 5대 정유회사 소속 정유공장, 저유소, 주유소 등을 대상으로 하고 있어 토양오염예방 및 복원에 큰 효과가 있을 것으로 기대된다. 하지만 동 협약의 적용을 받는 직영주유소의 수 배에 달하는 비직영주유소 8,940개소와 특정토양오염유발시설 중 주유소를 제외한 약 40%에 달하는 산업시설 및 기타시설은 자발적 협약의 적용을 받지 않아 지하저장탱크 누유로 인한 토양오염문제는 여전히 남아있다. 비직영주유소는 직영주유소에 비해 열악한 여건에 처해 있고 국외 사례를 보더라도 영세한 자영주유소에서 누유사고가 많이 발생하고 있으므로, 자영주유소의 지하유류저장탱크 관리에 대한 대책을 세워야 한다.

### 3. 지하유류저장탱크의 누유발생과 누유감지

#### 3.1. 토양오염검사에 의한 누유감지

##### 3.1.1. 정기 토양오염검사

토양환경보전법이 1995년 1월에 제정, 1996년 1월에 동법의 시행령 및 시행규칙이 마련되면서 1996년부터 전국의 유류저장탱크를 대상으로 토양오염검사가 시행되어 오고 있다. 토양오염검사 결과<sup>2)</sup>가 보여주는 바와 같이, 매년 토양오염검사에 의한 오염유리기준 초과율은 1% 내외이며 최종적으로 누출검사를 통하여 누출이 확인되는 비율은 총검사 대상의 1%에 훨씬 못 미친다 (Table 5). 그

**Table 5.** Soil Test Results (2000~2003) (unit: number)

yr	Soil Test Results(ppm)						Leak Test Results	
	BTEX			TPH			Number of tested facilities	Leak confirmed
	< 32 <sup>1)</sup>	32 ~80	≥ 80	< 800	800 ~2,000	≥ 2,000		
2003	7,453	37	68	10,342	78	183	-	-
2002	8,503	28	49	10,080	64	95	156	16
2001	10,368	19	81	-	-	-	103	22 <sup>2)</sup>
2000	10,390	39	69	-	-	-	86	7

<sup>1)</sup> Since 1999, the BTEX concentration in the soil test which requires annual soil test was changed from 1 ppm to 32 ppm.

<sup>2)</sup> 1 of 103 had not been completed at the time of data acquisition

러나 전년도 검사에서 누출개연성이 있는 시설로 판정된 업소가 1년 후의 검사결과에서는 누출 개연성이 없는것으로 나타나고, 누출개연성이 있는 시설 중 3%만이 누출검사에서 실제 탱크 및 배관으로부터의 누출이 확인되는 점 등은 오염도검사의 실효성에 의문을 갖게 한다<sup>11)</sup>.

3.1.2. 특정토양오염유발시설 실태조사

환경부는 2003년도에 토양오염이 우려되는 특정토양오염유발시설, 즉 1960년대 이전에 설치되어 현재까지 운영 중인 주유소 및 대리점 총 54개소 중 폐쇄 및 행정명령 등을 이행중인 8개 업소를 제외한 46개소를 대상으로 토양오염도 등을 조사한 바 있다. 46개소 중 4개소가 정기 토양오염도 검사를 실시하지 않은 것으로 확인되었으며, 46개소에 대하여 토양오염도 검사를 실시한 결과 5개 업소에서 TPH 우려기준(2,000 ppm)을 초과한 것으로 나타났다(기준 초과율 약 10%) 이 중 2개소는 정기검사 시 TPH가 불검출되었던 주유소인 것으로 드러났다.

3.2. 소방법상 누설검사

토양오염검사가 도입되었던 시기에 소방법상으로 누설검사가 도입되었고 이에 1996년도에 312개 탱크가 누설 점검을 받은 바가 있다. 101개(32.4%)가 불량인 것으로 나타났는데, 불량탱크 101개중 92개는 보수 후 합격판정을 받았고 나머지 9개는 폐기되었다. 불량 탱크의 결함 유형별 분포<sup>4)</sup>는 Table 6과 같다. 312개 탱크 중 101개가 불합격으로 판정된 누설검사 결과는, 동년에 실시된 토양환경보전법상의 토양오염검사에서도 14,849개 업소 중 최종 누출검사에서 불합격한 업소가 21개소인 것과 대조를 이룬다.

3.3. 기타자료에 의한 누유발생 현황

국내에서는 아직 표본조사 등을 통하여 지하유류저장탱크의 누유 발생율을 조사한 사례가 거의 없다. 더욱이 누

**Table 6.** USTs Failed in the Leak Test

Number	Type of Defect				
	No welding	Air hole	Crack	Structural deformation	Pipe line
101	16(15.8%)	35(34.6%)	34(33.7%)	12(11.9%)	4(4.0%)

**Table 7.** Distributions of the Leaking USTs

Tank age	≤ 5 yrs	6~10 yrs	11~15 yrs	≥ 16 yrs
Percentage	11%	16.2%	27.7%	35.6%

유가 발생할 경우 누유사실을 공개하는 것을 꺼리는 사회적 분위기 때문에 실제 누유발생 현황을 파악하는 것이 쉽지 않다. 그러나, 주유소 부지의 복원은 실제 종종 이루어지고 있는 것이 사실이다.

3.3.1. 자료 1

토양환경보전법이 제정되기 전에 (주)트래비스 엔지니어링과 대학 연구팀<sup>13)</sup>이 1993년부터 28개월 동안 전국 175개 주유소의 529개 지하저장탱크를 대상으로 초음파를 이용한 검사를 실시한 결과, 175개의 주유소중 75%인 129개소의 191개 탱크에서 누유가 확인된 바 있다. 이는 지하유류저장탱크의 누유율 36.1%에 해당하는 것인데, 특히 오래된 탱크일수록 누유율이 큰 것으로 나타났다(Table 7). 한편 탱크별 누유 발생율이 36.1%인데 반해 주유소별 누유 발생율은 75%로 나타나 시설 설치와 관리에 개별 주유소의 역할이 중요함을 시사한다.

3.3.2. 자료 2

직영주유소 지하유류저장시설 내부청소를 수행하면서 파악한 바에 의하면<sup>5)</sup>, Table 8과 같이 161개 주유소 중 79개, 약 49%가 오염되어 있는 것으로 나타난다. 이는 탱크가 사고 있는 것이 확인되었거나, 토양오염이 발생할 수 있는 배관, 주입관, 주유기 하부 등의 주변지역 토양의 오염을 확인한 경우를 포함한 것이다.



**Table 8.** Soil Contamination Occurrence

	Tank age		
	<5 yrs	5~10 yrs	≥10 yrs
Total number of gas stations	60	67	34
Percentage of contamination occurrence (%)	46.6	34.3	82.3

**Table 9.** Type of Defect

Tank age	Unsatisfactory welding (%)	Corrosion of tank material (%)	Pipe (%)
< 5 yrs	1.6	1	2
5~10 yrs	3.0	3	4
≥ 10 yrs	8.3	8	1~2

### 3.3.3. 자료 3

주유소 탱크검사를 수행하는 회사의 최근 자료에 의하면, 직영주유소는 정기적인 검사와 청소를 실시하여 비직영주유소에 비해 상대적으로 탱크상태가 양호한 편이고 탱크 연령별 불합격 유형은 Table 9와 같다. 5년 미만 시설의 약 5%, 5~10년 미만 시설의 10%, 10년 이상 시설의 17~18%가 누유문제를 안고 있는 것으로 나타난다. 이에 비해 비직영주유소의 경우 불합격률이 약 40% 수준에 이른다고 한다.

### 3.4. 누유발생 현황 추정

미국의 한 조사는 미국내 강철재탱크의 25%정도가 누출현상을 보이고 있다고 보고 한 바 있다<sup>13)</sup>. 다른 보고서는 특히 12~13년생 탱크의 누출 발생률이 10~11%이며, 누출발생 탱크 중 10~15년생 탱크가 30%, 15~20년생 탱크가 42%를 차지하는 것으로 보고한 바 있다<sup>14)</sup>. API(American Petroleum Institute)는 강철재탱크의 50%가 매설된 지 15년 이내에 누유를 경험할 것으로 예상한다<sup>15)</sup>. 세계적으로도 지하저장탱크의 부식에 의한 유류의 누출사고가 전체 유류누출사고의 23%를 차지하고 있다<sup>16)</sup>. 미국이 UST Upgrade Program을 수립하면서 참고하였던 대표적인 지하유류저장탱크 누유발생에 관한 조사 결과도 비슷한 수치를 보여준다.

1994년도 조사에<sup>17)</sup>에 의하면 탱크 외부에 모래나 탱크 조실을 갖추고 있지 않은 경우가 조사 당시 전체 주유소의 30~40%를 차지하는 것으로 나타났다. 강철재탱크의 내구 년한을 10년으로 가정하고 1994년도 조사결과를 2003년도 탱크의 연령별 분포<sup>4)</sup>에 적용한 결과, 현재 사용 중인 탱크의 13%가 누유 가능성이 있는 것으로 추정되었다. 시설 연령에 따라 탱크유형 및 조실설치 유무 분포가

달라서 탱크가 부식 환경에 처할 가능성을 30~40%로 볼 수 없는 경우와, 조실이 부실하게 시공되어 심각한 부식이 발생하는 경우를 고려하면, 누유탱크 비율은 상기 추정치와 달라 질 수 있다.

상기 탱크 누유율 13%는 한 주유소에서 사용 중인 지하유류탱크가 모두 새거나 새지 않는 두가지 경우만을 가정할 때 오염발생 주유소의 비율에 해당된다. 이 값은 최소 추정치로서 누유탱크의 분포가 다양한 실제 상황에서는 이보다 높은 값을 갖게 될 것이다. 한편, 누유배관을 비롯하여 기타시설에 관련한 누유 발생이 총 누유의 상당 부분을 차지하므로 지하저장탱크 시설에 의한 토양 및 지하수 오염 발생 가능성은 보다 높을 것으로 추정된다.

3절의 자료로부터 시설 연령별 오염발생율을 선택하고 2절의 시설분포 현황에 적용한 결과, 직영주유소와 비직영주유소를 통틀어 총 주유소의 평균 15~35%가 오염발생 가능성을 안고 있는 것으로 추정되었다. 추정값의 폭이 큰 것은 총 주유소의 83%를 차지하는 비직영주유소의 오염발생율을 달리 적용한 결과이다. 최소추정치인 15%는 Table 7을 참고하여 비직영주유소의 누유발생율을 10년이하 시설은 11%, 10년 이상 시설은 27.7%로 가능한 한 최소 누유발생율을 적용한 결과이며, 추정치 35%는 비직영주유소의 누유발생율이 40%가 된다는 현장증언을 토대로 계산한 결과이다. 이상 추정한 바에 의하면 총 주유소의 최소 15%에서 오염이 발생하고 있는 것으로 나타난다. 유형별로는 비직영주유소가 직영주유소의 약 5배에 달하고<sup>3)</sup> 연령별로는 10년 이하 시설이 10년 이상 시설의 약 2배에 달하므로<sup>4)</sup>, 전체 오염발생 가능성을 정확히 추정하기 위해서는 비직영주유소와 10년 이하 시설에서 발생하는 누유율을 정확히 파악하는 것이 필요하다.

## 4. 개선방향 및 세부개선방안

이상 현행 지하유류저장탱크 관리의 문제점을 살펴본 바에 의하면, 우리나라의 유류저장탱크는 제작에서부터 용도폐기되는 전 생애에 걸쳐 제작, 설치, 관리 어느 단계에서도 관리가 제대로 이루어지지 않고 있는 것으로 나타났다. 지하유류저장탱크의 현행 시설기준도 미국 및 다수의 EU 회원국가들과 대동소이하게 부식 및 산화방지시설, 누유감지 시설, 넘침 및 흘림방지 시설에 대한 규정을 포함하고 있지만, 세부적인 내용을 검토하여 보면 이들 국가에 비하여 미흡한 것으로 나타났다. 파악된 문제점을 개선하기 위한 개선방향과 방안을 다음과 같이 크게 5가지로 제안한다.

**4.1. 오염방지조치 등의 시설기준 강화**

**4.1.1. 신규시설의 시설기준 강화**

현행 시설기준의 세부규정을 보완할 필요가 있으며, 외국 선진국가와 동일한 기준을 수립하지는 않더라도 누유 발생 방지 또는 누유감지의 효율성을 높일 수 있도록 어느 정도 시설기준을 강화할 필요가 있다. 가령, 배관에 대한 시설기준을 강화한다거나, 누유모니터링 실시에 관한 규정을 추가하는 것 등을 고려하여야 한다.

**4.1.2. 기존시설에 대한 개선조치**

이미 설치된 기존의 지하유류저장탱크에 대해서도 오염 위험을 감소시킬 수 있는 개선조치가 필요하다. 유예기간을 주어 점진적으로 시설을 개선하도록 하거나, 노후시설 등 오염개연성이 높은 시설에 대해서는 누유모니터링이라도 우선 실시한다든가 하는 조치가 요구된다. 모든 기존 시설을 새 규정에 맞도록 완전히 교체하는 것은 유예기간이 주어지더라도 경제적으로 큰 부담을 줄 수 있으므로, 누출감지기 설치 및 모니터링 실시 의무화 또는 탱크 및 배관의 정기적 검사 등으로 대체하는 것을 고려할 수 있다.

**4.2. 토양오염검사를 탱크 및 배관 검사로 대체**

현행 검사방법은 감시와 처벌을 강화하여 제대로 실시된다 하더라도 누유 및 흘림 등에 의한 토양오염을 효과적으로 감지하기에는 근본적으로 한계가 있다. 탱크검사에 비하여 일회 검사비용이 상대적으로 저렴하고 간편하다는 장점 때문에 그동안 실시되었으나, 토양(엄밀히 표현하면 시료채취지점의 토양)이 오염될 때까지는 사전 대처를 할 수 없다는 단점이 있다.

이러한 한계를 극복하고 오염방지라는 목적에 부합하기 위하여 현행 토양오염검사 대신 탱크 및 배관 검사를 실시할 것을 제안 한다. 탱크 및 배관 검사를 먼저 실시하고 이상이 있을 경우 토양오염검사를 실시하는 것이 오염의 사전예방 측면이나 오염발견의 효율 면에 있어서도 타당할 것이다. 외국의 경우를 참고하더라도 미국, 유럽, 일본 등 대부분의 국가에서 사전에 누설을 확인한 후에 토양오염도검사를 실시하여 강력한 행정조치를 취하고 있다. 기존시설에 대한 개선규정이 없는 상황에서는 시설 연령별로 주기를 달리하여 탱크 및 배관을 정기적으로 검사하면 기준에 미흡한 기존시설에 대한 관리 강화가 동시에 이루어질 수 있을 것이다.

각 부지의 특성을 고려하여 누출 가능성이 높은 지점에서 시료를 채취하도록 현행 토양검사를 개선한다든가, 누출 가능성이 높고 토양 및 지하수의 오염 취약성이 높은

지역의 주유소 탱크들을 우선적으로 그리고 중점적으로 관리하는 것도 고려할 수 있다. 그러나 효율성 및 실현 가능성 면에서 탱크 및 배관에 대한 직접검사가 가장 바람직할 것으로 판단된다.

한편, 정기검사 외에 시설 종료 등의 경우에 별도로 실시하는 토양오염검사 제도는 현재와 같이 유지 하되, 검사방법은 좀 더 신뢰도를 높이는 방향으로 개선 및 강화되어야 한다. 시료채취지점 및 수를 일률적으로 적용하는 것이 아니라 토양오염조사 전문기관이 오염개연성이 높은 지점을 선택해서 오염현황을 파악하도록 맡기는 것이다. 이 경우 신뢰할 수 있는 전문기관을 지정하는 것이 전체가 되어야 할 것이다.

**4.3. 탱크제작 및 시공 관리강화**

**4.3.1. 탱크제작 관리강화**

탱크가 제대로 제작되고 설치되는지를 확인할 수 있는 관련법이나 제도를 보완 또는 도입한다. 탱크품질 인증제도를 도입하거나 최근에 도입된 양식시험을 강화하는 것을 고려할 수 있다. 한편, 민간기관에 의하여 실시되는 탱크안전성능검사 중 비파괴 시험 및 기밀시험의 경우 검사가 제대로 실시되는지 감독하는 것도 필요하다.

**4.3.2. 시공 관리강화**

탱크 시설의 설치가 지하저장탱크 관리의 성공 여부에 중요한 요소가 된다는 점에 주목하여 시공현장 감독을 강화하거나 시공업자의 자격을 강화하여 잘못된 시공으로 인한 누유발생 가능성을 줄인다. 미국의 탱크 설치 시공 기술자들의 자격증제도라든가, 탱크제작사가 자사 지침대로 시공할 경우에만 품질보증을 해주는 것 등은 참고할 만하다.

**4.4. 주유소의 오염위험관리 향상을 위한 제도 마련**

자영주유소 및 수입석유를 판매하는 소수의 주유소는 토양오염관리를 위한 자체역량이 상대적으로 부족하다. 한국주유소협회나 대한석유협회도 주유소 토양오염관리를 위한 조직이나 자원이 준비되어 있지 않은 상황이므로 다음과 같은 방안을 고려할 수 있겠다.

(1) 정유회사에 의한 관리

지하유류저장탱크 관리를 정부규제에만 의존하기에는 정부의 인력과 예산, 그리고 오염현황에 대한 정보가 부족한 상황이다. 반면, 전국의 수많은 주유소와 거래하고 있는 정유회사는 정부보다 많은 정보와 조직, 자금을 가지고 있으며, 주유소는 누구보다도 토양오염의 여부와 정도, 장소를 잘 알고 있다. 따라서, 정유회사가 관리의 주

제가 되면 자체 관리 능력이 부족한 주유소의 효과적인 토양 오염 제거가 가능하게 될 것이다. 최근에 실시된 국내 한 설문조사에서도 설문에 응한 주유소의 84%가 공급망 관리에 찬성하며 다수가 정유사가 공급망 관리의 주요 역할자가 되어야 한다고 생각하는 것으로 나타났다<sup>2)</sup>. 한편, 환경문제 해결에 정유회사와 주유소가 적극적으로 나설 수 있도록 정부는 제도정비와 인적·물적 지원의 역할을 수행해야 한다.

#### (2) 비직영주유소의 자발적 협약

정유회사와 환경부간에 자발적 협약을 체결한 것과 같이, 비직영주유소와 환경부(또는 지자체)간에 자발적 협약을 체결하여 자발적인 오염관리를 유도하는 것이다. 개별 비직영주유소가 일일이 주체가 되어 협약을 체결하는 것은 현실적으로 매우 어려우므로, 한국주유소협회와 같은 단체가 비직영주유소를 대표하여 자발적 협약을 체결하고 협약에 따른 이행사항을 책임지고 관리하는 것을 고려할 수 있다.

#### 4.5. 기타

교육을 통하여 환경오염에 대한 인식을 제고시킬 필요가 있다. 현재 주유소 소유·운영자를 대상으로 하는 정부의 토양오염관리 교육프로그램이 없는 상황이며, 주유소 운영자의 환경인식이 부족한 상황이다. 이는 지하유류 저장탱크의 설치 및 관리 뿐만 아니라, 종업원에 대한 교육 부족으로 이어져 주유 및 적하시 주의부족으로 인한 흘림, 넘침 등의 사고를 유발하게 된다.

전국의 지하유류저장시설의 누유감지 및 방지시설의 설치유무와 시설이용 현황을 DB화하고, 특정토양오염유발 시설 내에도 설비구조명세표 등 관련 자료를 배치하여 운영자가 시설을 관리하거나 담당공무원이 점검시 참고할 수 있도록 하여야 한다. 현재 환경부는 특정토양오염유발 시설로 신고된 시설의 수 및 토양오염검사결과 일정기준을 초과하는 시설의 수에 대한 통계자료만을 가지고 있어 효율적인 지하유류저장탱크 관리 프로그램을 수립 및 운영하는 것이 어려운 실정이다.

이외에, 자발적으로 오염을 발견하고 신속히 대처 수습하는 주유소에 대해서 일종의 인센티브를 주는 이행유인책과, 복원기금조성, 환경배상보험 등을 고려할 수 있다. 이는 지하유류저장탱크 관리에만 국한되는 내용은 아니며, 복원기금조성, 환경배상보험은 다른 환경관련 연구 및 보고서<sup>18-19)</sup>에서도 제시되고 있으므로 자세한 내용은 생략하기로 한다.

이상 제시한 개선방안들은 탱크가 제작되어 폐기되는

**Table 10.** Suggestions for Possible Improvement to UST Management

Category	Suggestions
UST requirements	- Establishing more stringent requirements for new USTs
	- Adding the requirements for existing USTs
	- Replacing the soil test with the tank and pipe tests
Construction and installation	- Introducing tank quality certification system
	- Reinforcing program to ensure correct installation
UST management by gas stations	- Making the contents of the voluntary agreement and supervision process more specific
	- Constructing a system in which independent gas stations can properly manage the USTs
Miscellany	- Educating UST owners and operators
	- Constructing data on USTs

모든 단계에 걸쳐 오염발생 가능성을 최소화할 수 있는 방안들로서 Table 10과 같이 요약된다. 전 단계에 걸친 관리강화를 당장에 또는 일시에 실천하는 것이 어렵다면, 일부 단계에서라도 관리를 우선 강화하여 토양 및 지하수의 오염을 최소화하는 노력이 필요하다.

## 5. 결 론

우리나라의 유류저장탱크는 제작에서부터 용도폐기되는 전 생애에 걸쳐 제작, 설치, 관리 어느 단계에서도 관리가 제대로 이루어지지 않고 있는 것으로 나타났다. 지하유류 저장탱크의 현행 시설기준도 미국 및 다수의 EU 회원국가들에 비하여 미흡한 것으로 나타났다.

첫째, 우리나라는 누유감지시설 설치를 의무화하고 있을 뿐 모니터링 실시에 관한 규정이 전혀 없으며, 누유감지 시설은 물론 탱크 및 배관에 대한 검사에 대한 규정이 없다. 둘째, 배관의 부식 및 접합부분에 의한 누유가 가장 빈번한 것으로 알려지고 있는 상황임에도 불구하고 배관에 관한 규정이 매우 부족한 실정이다. 셋째, 이미 설치된 기존의 지하유류저장탱크에 적용할 수 있는 개선조치 등의 규정이 없다. 이는 외국 선진국가들의 시설기준과 비교하였을 때 가장 큰 차이를 보이는 점이다.

과거에 실시되었던 누유발생에 관한 조사결과, 소방법에 의한 누설검사 결과, 그리고 누유 가능성에 대한 기타 자료 등을 종합할 때 총 주유소의 최소 15%가 오염발생

가능성이 있는 것으로 나타나, 환경보전법상으로 정하여 시행하고 있는 토양오염검사는 지하유류저장탱크의 누유 등에 의한 토양오염 예방에 실효성이 낮은 것으로 판단된다. 이외에, 탱크가 제대로 제작되고 설치되는지를 확인할 수 있는 관련법이나 제도가 미흡하고, 토양오염관리를 위한 자체역량이 상대적으로 부족한 비직영주유소를 지원하는 여건이 마련되어 있지 않는 실정이다. 이렇듯 지하유류저장탱크 시설에 의한 토양오염이 우려되고 있으나 현황파악조차 이루어지지 않고 있는 실정이다.

현재의 부실한 관리를 강화하기 위하여 개선방향과 방안을 다음과 같이 크게 5가지로 제안하였다. 첫째, 오염방지시설 기준을 강화한다. 배관에 대한 시설기준을 강화하거나 누유모니터링 실시에 관한 규정을 추가하는 것이다. 한편, 기존시설에 대한 개선조치를 신설한다. 둘째, 현행 토양오염검사를 탱크 및 배관검사로 전환한다. 셋째, 지하유류저장탱크의 제작에서부터 설치까지의 과정에 관련된 제도를 강화한다. 즉, 탱크 시설의 품질을 보장하는 인증제를 도입하거나, 품질을 검사하는 시험을 강화한다. 한편, 시공감독을 강화하거나 시공업자의 자격을 엄격히 한다. 넷째, 토양오염관리를 위한 자체역량이 상대적으로 부족한 비직영주유소의 지하유류저장탱크 관리가 제대로 수행될 수 있도록 제도를 마련한다. 정유회사가 관리하도록 하거나, 주유소협회가 자영주유소를 대표하여 자발적 협약을 체결하고 협약에 따른 이행사항을 책임지고 관리하는 것을 고려할 수 있다. 기타 사항으로는, 교육 및 시설현황 DB 구축이 필요하다.

### 참 고 문 헌

1. 행자부, “예방소방행정 통계자료” (1998).
2. 환경부, “특정토양오염유발시설 설치 및 관리 현황” (2004).
3. 주유소협회, “통계자료” (2004).
4. 행자부, “예방소방행정 통계자료” (2003).
5. 김주영, “토양오염에 관한 합리적 정책-현 유류오염에 관한 오염토양복원기술과 경제적 대체복원 방안”, 석사학위 논문, 전주대 (1999).
6. GAO, “Environmental Protection-Improved Inspections and Enforcement Would Better Ensure the Safety of Underground Storage Tanks”, GAO-01-464, United States General Accounting Office (2001).
7. Young, T.M., and Golding, R.D., “Underground Storage Tank System Field-Based Research Project Report”, California State Water Resources Control Board, U.S. (2002).
8. 한국토양환경학회, “오염토양 복원기술 및 제도발전에 관한 연구용역”, p. II-61, 환경부 (1998).
9. 환경부, “토양오염공정시험방법” (2002).
10. 윤상은, “정유사와 주유소의 환경위험관리를 위한 공급망 관리 도입방안”, 석사학위 논문, 서울대 (2002).
11. 장순용, “유류오염의 문제와 대책방안” [online] <http://www.kyonggi.ac.kr/~swchang/> (1999).
12. 환경부, “토양환경보전업무편람” (1996).
13. 한국토양환경학회, “오염토양 복원기술 및 제도발전에 관한 연구용역”, 제2권, pp. VI-28~30, 국립환경연구원 (1997)
14. EPA, “Causes of Release from UST Systems”, EPA510-R-92-702, Environmental Protection Agency, U.S. (1987).
15. Michigan Office of the Auditor General. “Performance Audit on the Storage Tank Division”, Report 76-135-98, Department of Environmental Quality, Michigan, U.S. (2002).
16. 박용하, 윤서성, 방상원, 김미정, 양재의, 이양희, “토양오염 지역의 관리 및 복원방안 연구 I”, 한국환경정책·평가연구원 (2002).
17. 진성기, 도덕현, 최규홍, “오일의 누출이 토양오염, 식생 및 지하수에 주는 영향에 관한 연구”, 한국농공학회지 **36**(1), pp. 141~152 (1994).
18. 강만옥, 민동기, 임현정, “환경피해 보상제도 개선 방안 연구”, 한국환경정책·평가연구원 (2002).
19. 조종수, “유류저장시설 주변토양의 오염과 복원기금”, 환경기술정보, 2003년 7·8월호 (2003).