

지하유류저장탱크의 관리 강화 방안

김미정

지하유류저장탱크의 관리강화방안

2003.12.

김미정

연구진

연구책임자 김미정

산·학·연·정 연구자문위원

박재우 (한양대 토목공학과 교수)

홍 현 중 (엘지-칼텍스정유(주) 환경안전기획부부장)

정남일 (엘지-칼텍스정유(주) 환경안전기획부문
품질기획팀 팀장)

조종수 ((주)이엔쓰리 대표이사)

박응렬 (환경부 토양보전과 과장)

박종록 (환경부 토양보전과 사무관)

홍동곤 (환경부 수도정책과 사무관)

박용하 (KEI 정책연구부 연구위원)

방상원 (KEI 정책연구부 책임연구원)

이수재 (KEI 환경영향평가부 책임연구원)

정승우 (KEI 환경영향평가부 초빙연구원)

© 2003 한국환경정책·평가연구원

발행인 윤서성

발행처 한국환경정책·평가연구원

서울시 은평구 불광동 613-2

우편번호 122-706

전화 380-7777 팩스 380-7799

<http://www.kei.re.kr>

인쇄 2003년 12월

발행 2003년 12월

출판등록 제17-254호

ISBN 89-8464-078-6 93530

값 5,000원

서 언

토양은 일단 그 기능을 상실하게 되면 되돌릴 수 없거나 또는 상실정도에 따라 어느 정도 회복이 가능한 곳일지라도 그 회복에는 매우 긴 시간이 소요됩니다. 또한, 오염물질로 오염된 토양을 정화하는 데에도 엄청난 비용과 노력이 요구되기 때문에 평소에 이에 대한 관리가 철저히 요청됩니다. 산업발전에 따라 토양오염물질이 점차 다양화하고 오염도가 심화되며, 오염지역이 확산되는 등 더 이상 방치할 경우 돌이킬 수 없는 환경상의 문제가 야기될 것이 우려되기 때문에 토양오염에 대한 관리는 더 이상 미룰 수 없는 문제입니다.

특히 최근 수년동안 지하유류저장탱크의 부식 및 파손 등으로 인근 토양과 지하수를 오염시키는 사례가 빈번히 발생하고 있고 전국적으로 분포하고 있는 주유소가 만여개에 달하고 있어, 주유소에 매설된 지하유류저장탱크 관리에 대한 대책이 시급한 실정입니다. 이에 본 연구는 주유소 지하유류저장탱크가 제작되어 설치되고 최종적으로 용도폐지되기까지의 과정 중에 관련되는 법령 및 제도를 중심으로 관리현황을 종합적으로 검토하였습니다. 현행관리의 미흡한 점 및 문제점을 파악하였고 이에 대한 보완 및 개선방안을 제시하였습니다.

연구의 목적을 최대화하기 위해서 국내 다양한 분야의 전문가의 의견을 수렴하였습니다. 본 연구를 맡아 수행해 주신 본 원의 김미정 박사, 자문해 주신 산·학·연 전문가 및 정부 부서의 담당자들 모두에게 깊은 감사를 드립니다. 아울러 본 연구의 내용은 본 연구원의 공식견해가 아닌 연구자 개인의 견해를 밝혀둡니다.

2003년 12월

한국환경정책·평가연구원

원장 윤 서 성

국 문 요 약

본 연구의 목표는 현행 지하유류저장탱크 관리가 지하유류저장탱크 누유에 의한 토양 및 지하수의 오염을 사전에 예방하고 최소화하는 측면에서 미흡한 점이 무엇인지 파악하고 이에 따른 개선방안을 제시하는 것이다. 국내에서 탱크가 제작, 설치, 관리, 그리고 용도폐지되는 전 과정에 관련한 규정 및 제도를 고찰하였고, 미국 및 유럽 국가들의 관리내용을 검토하였다.

연구는 토양환경보전법에 의하여 지정되고 관리되는 특정토양오염유발시설 중 석유류의 제조 및 저장시설, 그 중에서도 주유소를 주요 대상으로 수행되었다. 국내 주유소 지하유류저장탱크는 기본적으로 소방법상의 '위험물 제조소 등'으로 관리되나, 소방법에서 다룰 수 없는 동 시설로 인한 토양오염 관리의 필요성으로 토양오염토양환경보전법에서도 동 시설을 '특정토양오염유발시설'로서 관리하고 있다.

지하유류저장탱크관리의 현황 및 문제점은 다음과 같이 요약된다.

첫째, 지하유류저장탱크의 현행 시설기준은 미국 및 다수의 EC회원국가들과 대동소이하게 부식 및 산화방지시설, 누유감지 시설, 넘침 및 흘림방지 시설에 대한 규정을 포함하고 있지만 세부적인 내용은 이들 국가에 비하여 미흡하다. i) 우리나라는 누유감지시설 설치를 의무화하고 있을 뿐 모니터링 실시에 관한 규정이 전혀 없으며, 누유감지 시설은 물론 탱크 및 배관에 대한 검사에 대한 규정이 없다. 외국 선진국가들이 secondary containment와 누유감지 모니터링 중 한가지 이상을 엄격히 규정하고 있는 것에 비해 우리나라는 두 가지 측면에서 모두 미흡한 기준을 두고 있다. ii) 배관의 부식 및 접합부분에 의한 누유가 가장 빈번한 것으로 알려지고 있는 상황임에도 불구하고 우리나라는 배관에 관한 규정이 매우 부족하다. iii) 이미 설치된 기존의 지하유류저장탱크에 적용할 수 있는 개선조치 등의 규정이 없다.

둘째, 토양환경보전법상으로 정하여 시행하고 있는 토양오염검사는 검사방법 자체가 지니고 있는 한계로 인하여 지하유류저장탱크의 누유 등에 의한 토양오염 예방에

효과가 낮은 것으로 나타난다.

셋째, 탱크가 제대로 제작되고 설치되는지를 확인할 수 있는 관련법이나 제도가 미흡하다. 탱크 매설시에 실시하는 탱크안전성능시험이 탱크의 결함 및 하자를 확인하는 유일한 검사이자 동시에 시공 중에 실시되는 유일한 현장감독에 해당한다.

넷째, 2002년도에 환경부와 5대 정유회사간에 체결한 자발적 협약의 내용 및 정유회사의 이행을 점검하기 위한 구체적 계획이 구체적으로 수립되어 있지 않다. 한편, 자영주유소 및 수입석유를 판매하는 소수의 주유소의 지하유류저장탱크 관리는 자체 역량이 상대적으로 부족한 실정이다.

이상 지적된 현행 지하유류저장탱크 관리의 문제점을 해결하기 위한 개선방향을 크게 4가지로 제안하였다. 첫째, 현행 오염방지조치 등 시설기준을 강화하는 것이다. 둘째, 지하유류저장탱크의 제작에서부터 설치까지 과정에 관련된 제도를 강화하는 것이다. 셋째, 주유소가 지하유류저장탱크로 인한 오염위험을 제대로 관리할 수 있는 제도를 마련하는 것이다. 넷째, 지하유류저장탱크 관리를 강화하기 위한 기타 개선방안들이다.

이에 따른 개선방안은 다음과 같이 제안하였다.

첫째, 오염방지조치 등 시설기준 강화 - 신규시설의 시설기준을 강화하고, 기존시설에 대한 개선조치를 수립하여야 하며, 토양오염검사를 탱크 및 배관 검사로 대체한다.

둘째, 탱크제작 및 시공 관리강화 - 최근에 실시되기 시작한 형식승인시험을 의무화하거나 기타 방법을 통하여 탱크품질을 보장하는 제도를 마련한다. 또한, 지하유류저장탱크의 올바른 설치 및 유지·관리도 오염방지 향상에 중요한 요소이므로 시공감독을 현재보다 훨씬 강화한다.

셋째, 주유소의 오염위험관리 향상을 위한 제도 마련 - 현재 실시중인 환경부와 정유회사간의 자발적협약의 내용 및 정유회사의 협약 이행여부를 파악하기 위한 계획을 구체적으로 수립한다. 한편, 자영주유소의 토양오염위험 관리를 지원하기 위하여 정유회사에 의한 주유소관리, 그리고 정부(또는 지자체)와 비직영주유소간의 자발적 협약 등을 포함하여 가능한 방안을 수립한다.

넷째, 기타 관리강화 방향 - i) 담당부처의 상호협조 및 관련법령의 상호보완이 필요하다. 소방기관이 시설의 허가, 감독, 검사 등의 실무를 담당하도록 하고, 환경부는 소방법상 환경오염 측면에서 미비한 점을 토양환경보전법에서 보완하며 제반 업무를 총괄하는 식의 공조가 바람직하다. ii) 주유소 소유·운영자에 대한 토양오염관리 교육이 필요하다. iii) 현황자료의 구축이 필요하다. 지하유류저장탱크 관리 프로그램을 개발하고 실시하기 위해서는 전국의 지하유류저장시설의 누유감지 및 방지시설의 설치유무와 시설운영 현황을 즉시 파악할 수 있는 시스템을 가지는 것이 우선이다.

차 례

서 언 국문요약

제1장 서론	1
1. 연구배경 및 필요성	2
2. 국내 선행연구 내용	3
3. 연구목표 및 내용	5
제2장 국내 지하유류저장탱크 관리에 관한 규정 및 제도	7
1. 지하유류저장탱크시설 현황 및 관리에 관한 법령	7
2. 시설기준 및 토양환경보전법상 관련 규정	15
가. 지하유류저장탱크 시설기준	15
나. 토양오염검사	21
3. 소방법상의 기타 규정 및 제도	26
가. 탱크제작과 품질보장	27
나. 탱크안전성능검사	27
다. 형식시험	28
라. 시공감독	29
마. 오염예방을 위한 탱크관리	29
바. 시설변경 및 용도폐지	31
제3장 국내 지하유류저장탱크 관리 현황	32
1. 오염방지시설 설치	32
가. 부식산화방지시설	32
나. 흘림/넘침 방지시설	34
다. 확산방지를 위한 누출감지 시설	34
2. 주유소의 탱크관리	35

가. 직영주유소와 자영주유소	35
나. 정유회사와 환경부간의 자발적 협약	38
3. 지하유류저장탱크의 누유발생과 누유감지	39
가. 토양오염감사에 의한 누유감지	39
나. 실제 누유발생 현황	43

제4장 미국의 지하유류저장탱크 관리

1. 관련규정 및 제도	49
가. 업그레이드 프로그램에 의한 오염방지시설의 종류와 설치기준	49
나. 업그레이드 프로그램에 의한 기타 요건	58
다. 기타 제도	61
2. 관리현황	64
가. UST Upgrade Program 이행과 집행	64
나. 주유소의 참여	67
다. 지하유류저장탱크의 누유발생과 누유감지	68

제5장 유럽의 지하유류저장탱크 관리

1. 각국의 시설기준	78
가. 오스트리아	78
나. 벨기에	79
다. 덴마크	81
라. 핀란드	81
마. 프랑스	82
바. 독일	83
사. 그리스	83
아. 이탈리아	83
자. 룩셈부르크	85
차. 네덜란드	85
카. 스페인	86

2. 지하유류저장탱크에 의한 지하수 오염 현황	89
가. 덴마크	89
나. 핀란드	90
다. 프랑스	90
라. 독일	90
마. 스웨덴	91
바. 영국	91
3. 유럽과 미국의 비교	92
제6장 현행 지하유류저장탱크 관리의 문제점 및 개선방향	95
1. 현행 지하유류저장탱크 관리 문제점	95
가. 시설 기준	95
나. 토양오염검사	100
다. 탱크제작부터 용도폐지까지 관련제도	104
라. 주유소의 환경오염관리	107
2. 개선방향 및 세부개선방안	109
가. 오염방지조치 등의 시설기준 강화	109
나. 탱크제작 및 시공 관리강화	113
다. 주유소의 오염위험관리 향상을 위한 제도 마련	115
라. 기타 관리강화 방향	118
제7장 요약 및 결론	124
1. 지하유류저장탱크관리 현황 및 문제점	124
2. 개선방향 및 세부개선방안	126
3. 연구내용의 한계와 향후과제	129
참고문헌	130
Abstract	135

표 차 례

<표 2-1> 특정토양오염유발시설	9
<표 2-2> 제4류 위험물	10
<표 2-3> 제4류 위험물의 물품 및 성상	11
<표 2-4> 제4류 위험물 지하저장탱크시설	12
<표 2-5> 지하저장탱크시설의 용량 및 년수별 현황	12
<표 2-6> 특정토양오염유발시설 신고업소 현황	13
<표 2-7> 영업주유소 현황(2003년 9월 말 기준)	13
<표 2-8> 지하저장탱크의 년수별 현황	14
<표 3-1> 1996-1998년도 토양오염검사결과	39
<표 3-2> 1999-2001년도 토양오염검사결과	41
<표 3-3> 2002년도 토양오염검사결과	42
<표 3-4> 탱크연령별 누유율	43
<표 3-5> 탱크시설의 불량유형	44
<표 3-6> 주유소 설치년한별 오염발생율	45
<표 3-7> 탱크시설의 원인별 불합격률	45
<표 3-8> UST Upgrade Program 시행 전 미국내의 누유발생 현황	46
<표 3-9> 부식으로 인한 홀(hole) 발생 원인	47
<표 4-1> 미국과 국내의 오염방지시설기준 비교	55
<표 4-2> 재무지불능력증명 요건	62
<표 4-3> 미국에서 최근 실시된 누유조사 사례의 내용	74
<표 5-1> 유럽국가의 지하저장탱크 관련규정의 제정 및 개정	79
<표 5-2> 미국과 유럽의 지하유류저장탱크 시설기준 요약	88
<표 5-3> 유럽과 미국의 비교	94
<표 6-1> 탱크검사를 통하여 조사한 강철재탱크의 연령별 누유발생 현황	99
<표 6-2> 누유탱크로부터 조사된 강철재탱크의 연령과 누유발생율과의 관계 ..	100

<표 6-3> 현행 지하유류저장탱크 관리의 문제점	108
<표 6-4> 탱크연령별 보수율과 보수비용	111
<표 6-5> 개선방향 및 개선방안	123

그림 차례

<그림 2-1> 1)주유소 구조 및 시설과 2) 주유소 지하유류저장탱크에 의한 토양 및 지하수 오염의 예시(주유소협회; University of Nevada, Reno, 1998)	8
<그림 2-2> 희생양극법(EPA, 1995a)	18
<그림 2-3> 외부전원법(EPA, 1995a)	17
<그림 2-4> 외부누출 측정기기(EPA, 1990)	19
<그림 2-5> 지하매설저장시설의 조사지점 위치도 예시(환경부, 2002a)	24
<그림 2-6> 지하매설저장시설의 토양시료채취지점 깊이 예시(환경부, 2002a)	25
<그림 4-1> 주유소 시설별 방지시설의 종류	50
<그림 4-2> 넘침방비장치. 1)자동공급차단장치, 2)자동경보장치, 3)부유공밸브(EPA, 1990)	51
<그림 4-3> 누유감지 방법(EPA, 1995a)	52

제1장 서론

토양은 일단 그 기능을 상실하게 되면 되돌릴 수 없거나 또는 상실정도에 따라 어느 정도 회복이 가능한 곳일지라도 그 회복에는 매우 긴 시간이 소요된다. 또한, 토양 오염물질의 확산을 방지하는 데에도 엄청난 비용과 노력이 요구되기 때문에 평소에 이에 대한 관리가 철저히 요청된다. 그동안 토양오염의 문제가 소홀히 다루어진 것은 토양오염은 대기나 수질오염과는 달리 그 영향이 서서히 나타나며, 그 피해가 식량, 사료, 지하수 등을 통하여 간접적으로 나타나기 때문이라고 볼 수 있다. 그러나 산업발전에 따라 토양오염물질이 점차 다양화하고 오염도가 심화되며, 오염지역이 확산되는 등 더 이상 방치할 경우 돌이킬 수 없는 환경상의 문제가 야기될 것이 우려되기 때문에 토양오염에 대한 관리는 더 이상 미룰 수 없는 문제인 것이다.

토양오염 자체가 인간의 건강 및 생태계에 영향을 미치기도 하지만 토양오염을 적극적으로 방지해야 하는 또 다른 이유는 토양오염이 지하수오염을 유발할 수 있기 때문인데, 오염된 지하수는 이동하는 중에 강수현상과 결합하여 대수층 위의 토양을 오염시킬 수도 있다. 이렇듯 토양과 지하수는 밀접한 관계를 가지고 서로 영향을 주게 되는데, 지하수 오염이 토양 오염보다 심각한 문제로 다루어지는 이유는 지하수는 일단 오염되면 정화하는 것이 토양에 비해 훨씬 어려워 결국 지하수 자원의 손실을 초래하기 때문이다. 우리나라에는 충적층이 비교적 광범위하게 분포하고 있고 오랜 지질시대를 거치면서 지층내부에 폭넓게 발달된 이차 공극 내에 지하수가 형성되어 있는 암반층이 분포하고 있다. 암반대수층의 지하수는 오랜 시간이 걸려 만들어지고 순환이 잘되지 않으므로 일단 오염이 되면 정화가 불가능하다. 사전에 오염을 예방하는 것만이 지하수보존을 위해 우리가 할 수 있는 최선이며 유일한 방법인 것이다. 오염원 관리를 강화하며 이미 발생한 오염사고에 대해서 적극적으로 대처하여야 하는 것이다. 더욱이 토양과 지하수의 오염사태가 빈번히 발생하는 실정므로 이에 대한 대책을 세워 훗날 막대한 정화비용을 감당해야 하거나 지하수 자원의 손실을 맞게 될 가능성을 줄여야 할 것이다.

1. 연구배경 및 필요성

우리나라는 토양오염에 대한 강력한 조치가 없는 채로 도로주변에 주유소가 급증하여 현재 좁은 국토에 1만여 주유소들이 과당경쟁체제로 영업을 하고 있다. 정유회사들의 자사 영역 확대 및 시장 형성을 위한 주유소 설치, 주유소의 거리제한 폐지 이후 더욱 급속화하였다. 이러한 주유소 확충은 지하유류저장탱크에서 새어나오는 유류로 인한 토양오염의 위험을 증가시키고 있다. 최근 오염사례로는 2002년 6월 경기도 남양주시 모주유소의 지하유류저장탱크에서 기름이 누출되어 인접한 미꾸라지양식장에 피해를 발생시킨 것을 들 수 있다. 이에 대하여 중앙환경분쟁조정위원회는 1,390만원의 배상과 토양복원을 명령하였다. 국내 최초로 알려진 오염사례는 98년 H 화학공장 부지내의 유류저장탱크로부터 새어나온 기름으로 주변 1만 3천여평의 토양 및 지하수가 오염된 것으로서, 오염된 부지를 완전히 복원하는데 1천억원 이상의 비용이 소요될 것으로 추정되었다.

이외에도 지하유류저장탱크에 의한 토양 및 지하수 오염이 종종 발생하고 있으나 현재 국내에는 관련법과 담당인력이 부족하여 실질적인 대책이 부족한 형편이다. 오래 전에 지하에 매설되어 그동안 부식환경에 노출되어 왔던 수많은 강철재 저장탱크는 매우 높은 누유 발생의 가능성을 안고 있다. 한편, 토양환경보전법에 의해 전국의 주유소가 정기적으로 토양오염검사를 전문기관에 의뢰해 시행하고 있으나 형식적인 수준에 머물고 있어 실질적으로 누유발생 및 토양오염을 확인하기 어려운 실정이다. 이러한 문제는 토양환경보전법이 주유소를 특정토양오염유발시설로 지정하여 관리를 시작한 이후로 그동안 산학연 전문가 및 정책 관계자들에 의해 인식되어 왔다. 그럼에도 불구하고 현행 제도의 문제점을 면밀히 검토하고 구체적으로 개선방안을 제시하고자 하였던 연구는 문헌상으로는 확인되지 않고 있다. 한편, 지하유류저장탱크 관리강화의 필요성은, 세계적으로 논란이 되고 있는 휘발유 첨가제 MTBE의 위해성과 관리에 관한 연구에서 제시된 바 있다¹⁾.

1) 박용하 외. 2002a. 「연료첨가제 MTBE의 위해성과 관리필요성에 관한 연구」

2. 국내 선행연구 내용

국내의 지하유류저장탱크 관련한 대표적인 연구로는 오염토양복원기술 및 제도발전에 관한 연구용역(국립환경연구원, 1997; 환경부, 1998)의 일부분으로서 수행된 것을 들 수 있다. 각 보고서의 해당연구 내용을 간략히 살펴보면 다음과 같다.

국립환경연구원(1997)은 '토양오염물질 저장탱크의 관리방법 조사연구'라는 장에서 지하저장탱크와 관련한 연구내용을 다루고 있다. 주요내용은 다음과 같이 크게 6 부문이다.

첫째, 미국이 법으로 정하고 있는 지하저장탱크의 부식방지시설과 누출검사의 내용과 함께 수십여개에 달하는 다양한 누출검사법의 내용을 간단히 소개하고 있다. 각 누출검사의 검사시 주의사항을 포함한 기술별 특성을 다루고 있다.

둘째, (주)트래비스엔지니어링과 대학 연구팀이 수행한 국내토양오염유발시설의 누출검사결과를 실었다. 초음파를 이용한 검사결과에 의하면 지하유류저장탱크의 누유율은 36.1%가 되며 오래된 탱크일수록 누유빈도가 증가한다.

셋째, 국내 지하저장탱크 시설현황을 분석하기 위하여 1996년 경기도 5개시, 군포, 용인, 의왕, 파주, 하남시를 대상으로 수집된 오염유발시설 설치현황 자료를 분석하였다. 약 2,000개의 조사대상을 가지고 탱크의 크기, 두께, 매설깊이, 연령, 저장물질, 누출측정장치, 누출시 오염방지대책별 분포를 조사하였다.

다섯째, 토양오염도 조사결과 분석에서는 1996년도에 환경부에서 전국의 1만여개소의 지하저장탱크 시설에 설치되어있는 5만여개의 지하저장탱크를 대상으로 수행한 전국 토양 오염도 조사결과를 이용하여 오염도와 오염유발시설현황과의 상관관계를 찾으려고 하였다. 분석에는 시설현황과 오염도 자료를 연결시킬 수 있는 자료들을 이용하여야 했으므로 실제 분석에 사용된 자료는 1천여개였다. 탱크 연령별로 오염발생 상대빈도수를 구한 결과 연령이 높을수록 오염발생빈도가 증가하였으며, 용량이 1만리터 이상 2만리터 미만인 탱크에서 오염발생빈도가 가장 높았다.

여섯째, 탱크 부식의 원리, 탱크의 재질, 지하저장탱크의 종류와 특성 등이 고찰되었고, 저장탱크의 재질 및 공법에 따른 내구년한 추정에 관한 논의가 있었다.

환경부(1998)는 다음의 내용들을 포함하고 있다.

첫째, 국내외의 토양오염유발시설에 대한 토양오염 방지조치의 종류를 조사하고, 국내외 관련법규정을 조사하였다. 방지조치시설 설치제작업체를 통하여 실제 현장에서 적용되는 방지조치를 조사하였다.

둘째, 국내외의 오염방지조치시설을 부식산화방지시설, 흘림/넘침 방지시설, 그리고 확산방지를 위한 모니터링 시설로 크게 나누어 비교 분석하였다. 개선되어야 할 사항을 제시하였고, 국내 기술여건과 경제성을 고려하여 국내에서 적용 가능한 시설들을 선정하였다.

셋째, 미국의 누유감지 모니터링 내용과 국내에서 사용중인 모니터링 방법을 조사하고, 이들을 비교 분석하였다. 한편, 국내여건에 맞는 모니터링 방법에 대한 기준안을 제시하였다.

이외에 총석유계탄화수소(TPH) 분석법의 도입에 따른 토양오염조사 등이 검토되었다.

두 연구 이전에 지하저장탱크와 관련하여 수행되었던 작업으로는 1996년도에 환경부가 지하저장탱크의 관리와 오염된 토양의 복원 등과 관련하여 미국 EPA에서 관리하고 있는 내용을 번역하여 자료집을 낸 바가 있다²⁾. 한편, 윤상은(2002)은 주유소 토양오염관리를 위한 방안으로서 정유회사와 주유소의 공급망관리 방안의 도입을 위한 방향을 제시한 바 있다. 도입방안의 방향설정을 위해 주유소의 소유·운영자를 대상으로 주유소 지하저장탱크 관리에 있어서의 문제점과 원인, 공급망 관리의 도입에 관한 설문조사를 실시하였다.

이 외에 김무훈(1997)과 김무훈 등(1998)은 실제 특정 주유소를 대상으로 기름 누출의 원인 및 발생지점과 토양오염현황을 조사한 바 있으며, 황상일 등(1997)은 GIS를 이용하여 지하유류저장탱크의 위해성을 평가하고 이를 토대로 위해성이 높은 탱크를 우선 관리하는 것을 제안한 바 있다. 기타 유류에 의한 오염과 관련하여서는

2) 환경부. 1996b. 「미국의 토양오염관리-지하저장탱크 관리를 중심으로」

NAPL(Non Aqueous Phase Liquid)의 지하에서의 거동특성, 유류오염확인을 위한 토양정밀조사 방법, 부지의 복원방법 등의 연구가 수행되어 오고 있으나, 이러한 연구는 본 연구의 방향 및 범위를 벗어나므로 고찰에서 제외한다.

3. 연구목표 및 내용

본 연구의 목표는 현행 지하유류저장탱크 관리에 있어서 토양 및 지하수의 오염을 사전에 예방하고 최소화하는 측면에서의 미흡한 점을 파악하고 이에 따른 개선방안을 제시하는 것이다. 관리방안에는 탱크의 재질, 구조, 시공 등에 관한 기준을 개선하거나, 토양오염검사방법 중의 시료보관법이나 분석방법이 가지고 있는 문제점을 개선하는 것 등이 포함될 수 있겠으나 이러한 기술적인 내용은 본 연구에서 세부적으로 다루기에는 방대한 양이다. 한편, 지하유류저장탱크 관리에 관한 선행연구 중에는 탱크 및 배관 시설의 시설기준, 누유감지장치의 종류 및 특성 등 기술적인 점에 초점을 두어 수행된 것이 있어 이와 같이 세부적이고 기술적인 내용에 대한 연구는 제외하기로 한다. 따라서, 본 연구는 거시적인 관점에서 현행 제도 및 규정의 문제점을 파악하고 개선방안을 제시하고자 한다.

본 연구는 모든 지하유류저장탱크를 대상으로 하고 있지 않으며 토양환경보전법에 의하여 지정되고 관리되는 특정토양오염유발시설 중 석유류의 제조 및 저장시설을 대상으로 하며, 그 중에서도 특히 주유소를 주요 대상으로 한다. 토양환경보전법 시행규칙 별표2의 제1호에 의하면 특정토양오염유발시설 중 석유류의 제조 및 저장시설은 등유, 경유, 휘발유 등 인화성액체의 제조·저장 및 취급을 목적으로 설치한 저장시설로서 총 용량이 2만리터 이상인 시설(이동탱크저장시설 제외)로 규정되어 있다. 석유류 저장시설로서 저장시설 또는 배관이 지하에 매설되어 있거나 지표면(토양)과 접지되어 누출여부를 육안으로 식별할 수 없는 시설이 이에 해당한다.

연구내용은 크게 국내의 지하유류저장탱크 관련 법령 및 제도, 국외의 지하유류저장탱크 관리 현황, 국내 관리의 현황과 문제점, 그리고 개선방향 및 개선방안으로 구분된다.

제1장에서 연구의 필요성 및 연구 목표, 선행연구의 검토, 보고서의 체계 등을 다루고 있다. 제 2장에서 국내의 지하유류저장탱크 관리에 관한 규정 및 제도를 고찰하였다. 오염방지시설의 종류와 설치기준, 토양환경보전법상의 토양오염도 검사, 그리고 지하유류저장탱크 제작에서부터 용도폐지에 이르기까지 주로 관련되는 소방법상의 규정이나 제도가 해당된다.

제3장에서는 이러한 규정 및 제도가 이행되고 있는 현황을 살펴보았다. 오염방지시설 설치현황, 정유회사의 직영 주유소와 비직영 주유소의 관리현황을 검토하였고, 누유발생 현황의 파악을 위해 국내에서 실시되는 토양오염검사 결과와 국내 지하유류저장탱크의 누유발생에 관한 자료를 실었다.

제4장과 5장에서는 국내에서의 관리현황과의 비교 및 참고를 위해 외국의 관리현황을 살펴보았다. 4장은 미국, 5장은 유럽연합의 회원국가들을 대상으로 하고 있다. 제4장에서 미국의 지하유류저장탱크 시설의 시설기준을 포함하여 지하유류저장탱크와 관련된 기금운영, UST Upgrade Program의 시행 후 결과, 독립주유소협회의 역할 등을 살펴보았다. 제5장에서는 유럽연합 회원국가들의 지하저장탱크 관리는 시설기준면에서 미국과 대동소이하므로 각 국에서 적용되는 기준을 간략히 언급하고 일부 회원국가가 가지고 있는 지하저장탱크의 누유에 의한 지하수오염 모니터링 결과를 포함시켰다. 한편, 일본은 우리나라 소방법이 일본의 소방법을 참고하고 있어 일본의 관리 내용이 우리나라의 관리내용과 대동소이하다는 이유로 국외 관리현황 조사대상에서 제외하였다.

이상 고찰한 내용에 근거하여 제6장에서 현행 국내 지하유류저장탱크관리의 문제점을 지적하고 이에 따른 개선방향 및 세부개선방안을 제시하였다. 제7장에서는 본 연구의 내용을 요약하고 결론을 도출하였다.

제2장 국내 지하유류저장탱크 관리에 관한 규정 및 제도

현재 국내에서는 공기나 물, 폐기물 등을 매개로 하여 간접적으로 토양을 오염시키는 물질의 관리는 ‘대기환경보전법’, ‘수질환경보전법’, ‘폐기물관리법’ 등에서 1차 관리하고 있고, 토양환경보전법에서는 저장시설의 누출 등 직접적으로 토양을 오염시키는 경우와 간접오염의 결과로 오염된 토양의 개선에 비중을 두어 관리하고 있다¹⁾. 특히 직접오염원 중에서도 석유류 저장시설 등 오염의 개연성이 높은 일부 시설을 특정토양오염유발시설로 등록하여 상시 관리하고 있다.

지하유류저장탱크는¹⁾ 일차적으로는 소방법에 의거 전국의 소방서(와 파출소)의 지하저장시설의 허가 및 관리 대장을 통하여 관리되고 있다. 주유소 설치 신청허가 신청서와 설계도, 주요구조에 대하여 설명한 구조설비명세표 등을 제출하여 소방서에서 심사 후 기준에 부합할 경우 허가를 내주면 가능하다<그림2-1>. 이리하여 설치 신고가 된 시설 중 토양환경보전법상의 특정토양오염유발시설에 해당하는 시설에 관한 자료를 시·군·구청장에게 통보해 주고 있다.

1. 지하유류저장탱크시설 현황 및 관리에 관한 법령

토양환경보전법 시행규칙(2002.8.17) 별표2에 <표2-1>과 같이 특정토양오염유발시설을 정하고 있다.

0) 환경부. 1996c. 「토양환경보전업무편람」

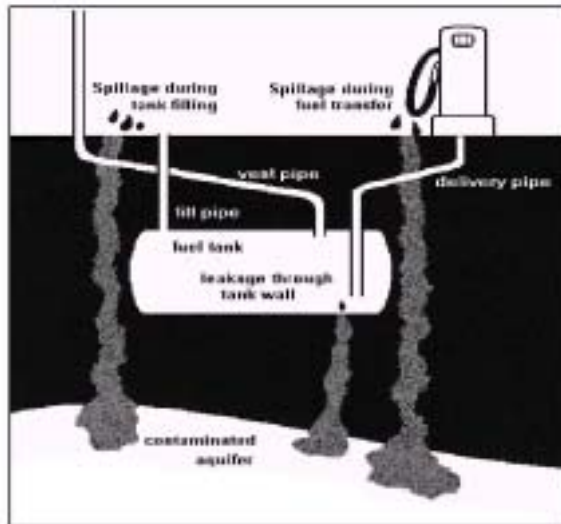
1) 본 보고서의 “지하유류저장탱크”는 저장탱크만을 지칭하는 것이 아니라 탱크 및 배관을 포함한 시설을 가리킨다. 미국의 UST(Underground Storage Tank)가 지하저장탱크와 부속 배관을 포함한 시설을 가리키는 키는 것과 같다. 참고로 본 보고서에서 “이중벽탱크” 혹은 “단일벽탱크”는 탱크만을 지칭한다.

8 지하유류저장탱크의 관리강화방안

1)



2)



<그림2-1> 1)주유소 구조 및 시설과 2) 주유소 지하유류저장탱크에 의한 토양 및 지하수 오염의 예시(주유소협회; University of Nevada, Reno, 1998)

<표 2-1> 특정토양오염유발시설

종 류	대 상 범 위
1. 석유류의 제조 및 저장시설	○소방법시행령 별표 3의 제4류 위험물중 제1·제2·제3·제4 석유류에 해당하는 인화성액체의 제조·저장 및 취급을 목적으로 설치한 저장시설로서 총 용량이 2만리터 이상인 시설(이동탱크저장시설을 제외한다)
2. 유독물의 제조 및 저장시설	○유해화학물질관리법 제15조제1항의 규정에 의한 유독물제조업, 유독물관매업, 유독물보관·저장업, 유독물사용업의 등록을 한 자 또는 동법 제20조의 규정에 의한 취급제한유독물영업의 허가를 받은 자가 설치한 저장시설중 별표 1에 의한 토양오염물질을 저장하는 시설(유기용제류의 경우는 트리클로로에틸렌(TCE), 테트라클로로에틸렌(PCE) 저장시설에 한한다)
3. 송유관시설	○송유관안전관리법 제2조제2호의 규정에 의한 송유관시설중 송유용 배관 및 탱크
4. 기타 위 유발시설과 유사한 시설로서 특별히 관리할 필요가 있다고 인정되어 환경부장관이 관계중앙행정기관의 장과 협의하여 고시하는 시설	

자료 : 환경부. 2003c. 토양환경보전법 시행규칙

소방법시행령(2003.11.29) 별표3의 제4류 위험물은 인화성액체로서 <표 2-2>와 같이 지정된다.

<표 2-2> 제4류 위험물

품명	지정수량
특수인화물류	50리터
제1석유류	100리터
알코올류	200리터
제2석유류	1,000리터
제3석유류	2,000리터
제4석유류	6,000리터
동식물유류	10,000리터

자료 : 행자부. 2003b. 소방법시행령

"제1석유류", "제2석유류", "제3석유류" 및 "제4석유류"라 함은 각각 <표 2-3>의 물품 및 성상(1기압에 있어서의 성상을 말한다)을 가지는 것을 말한다.

소방법상 제4류 위험물에 해당하는 석유류를 제조 및 저장하는 시설이라 하더라도 수량에 따라 관리내용이 달라진다. 주택용 난방용 기름탱크와 같이 소규모의 지하저장탱크는 관리대상이 안되어 소방서장의 허가를 받을 필요 없이 설치 가능하다. 소방법에서 정하고 있는 일정수량 이상인 탱크는 설치 시 소방서장의 허가를 받아야 하는 등 관리대상이 된다. 이러한 관리대상 중 총량이 2만리터 이상인 시설은 토양환경보전법의 관리도 받게 된다.

<표 2-3> 제4류 위험물의 물품 및 성상

제1석유류	아세톤 및 휘발유 그 밖의 액체로서 인화점이 섭씨 21도미만인 것
제2석유류	등유·경유 그 밖의 액체로서 인화점이 섭씨 21도이상 70도미만인 것. 다만, 도료류 그밖의 물품에 있어서는 인화성 액체량이 40용량퍼센트 이하이고 인화점이 섭씨 40도이상, 연소점이 섭씨 60도이상인 것은 제외한다.
제3석유류	중류, 클레오소오트유 그 밖의 액체로서 인화점이 섭씨 70도이상 200도미만인 것. 다만, 도료류 그 밖의 물품에 있어서는 인화성 액체량이 40용량퍼센트이하인 것은 제외한다.
제4석유류	기계유·실린더유 그 밖의 액체로서 인화점이 섭씨 200도이상 300도미만인 것. 다만, 20리터이하의 불연성용기에 수납밀전하여 지정수량미만의 양을 저장·취급하고 있는 것과 도료류 그밖의 물품으로서 인화성액체량이 40용량퍼센트이하인 것은 제외한다.

자료 : 행자부. 2003b. 소방법시행령

소방법상 제4류 위험물 지하저장탱크시설의 최근 현황자료로는 1998년도 조사에 의한 것으로 <표 2-4>가 있다. 지하유류저장탱크는 총 86,920개에 달함을 알 수 있다. 제1, 2, 3, 5, 6류 위험물 저장탱크는 10여개, 그리고 제4류 위험물 중 석유류를 제외한 특수인화물, 알콜류, 동식물유류의 저장탱크는 2,000여개에 달하는 것으로 나타나, 대부분의 지하저장탱크는 석유류저장탱크임을 알 수 있다.

<표 2-4> 제4류 위험물 지하저장탱크시설

구분	제1석유류	제2석유류	제3석유류	제4석유류
탱크수	17,928	55,197	9,604	4,191

자료 : 행자부. 1998b. 예방소방행정 통계자료

동년도의 지하저장탱크시설의 용량 및 년수별 현황은 <표 2-5>와 같다. 2만리터 미만과 이상을 통틀어 총 지하저장탱크는 89,199개에 달하는데, 이 중 2,000여개를 제외한 나머지가 유류저장탱크에 해당된다.

<표 2-5> 지하저장탱크시설의 용량 및 년수별 현황

단위: 개

	총계	5년미만	5~10년 미만	10~20년 미만	20~30년 미만	30~35년 미만	35년 이상
2만리터 미만	48,032	13,628	17,468	15,015	1,760	125	36
2만리터 이상	41,167	22,604	13,303	4,771	451	28	10

자료: 행자부. 1998b. 예방소방행정 통계자료

한편, 토양환경보전법상 특정토양오염유발시설로 신고된 업소 현황은 <표 2-6>과 같다. 오염유발시설의 대부분이 석유류 저장시설인 것을 알 수 있다(60%가 주유소, 40%가 산업시설 중 석유류 저장시설과 난방시설 등 기타에 해당). 참고로 소방법과 토양환경보전법은 관리대상을 각각 탱크와 사업장으로 하고 있어 행자부와 환경부의 통계자료를 일대일 비교할 수 없다.

특정토양오염유발시설의 약 60%를 차지하는 주유소의 현황을 보면 2003년 9월말 현재 직영주유소 1,858개소, 자영주유소 8,940개소 등 총10,798개 주유소가 영업중인

것으로 나타난다<표 2-7>.

<표 2-6> 특정토양오염유발시설 신고업소 현황

구분	신고업소수	주유소	산업시설			기타(난방시설등)
			소계	석유류	유독물	
96년	16,764	9,769	4,045	3,957	88	2,950
97년	17,979	10,634	4,333	4,240	93	3,012
98년	18,762	11,231	4,329	4,207	122	3,202
99년	19,625	12,007	4,513	4,404	109	3,105
00년	20,412	12,472	4,742	4,631	112	3,197
01년	21,138	12,967	4,998	4,810	188	3,173
02년	21,537	12,922	5,167	4,895	272	3,448

자료: 환경부. 2003e. 내부자료

<표 2-7> 영업주유소 현황(2003년 9월 말 기준)

	계	SK	LG	현대	S-OIL	무상표	수입사
직영	1,858	804	568	364	122		
자영	8,940	3,035	2,314	1,843	1,314	389	45
계	10,798	3,839	2,882	2,207	1,436	389	45

자료: 주유소협회. 2003. 통계자료

2002년 12월 31일 현재 지하저장탱크의 년수별 현황은 행자부 통계자료에 의하면 다음과 같다. 이 자료를 앞의 1998년도 자료와 비교하면, 10년 미만 연령의 탱크 56,520기 중 4년 미만된 탱크와 9~10년 미만된 탱크가 약 20,000기에 달할 것으로 대략 추정된다<표 2-8>.

<표 2-8> 지하저장탱크의 년수별 현황 단위: 기(개)

계	10년 미만	10~20년미만	20~30년미만	30~40년미만	40년 이상
88,004	56,520	26,837	3,822	761	64

자료: 행자부. 2003c. 예방소방행정 통계자료

한편, 일부 토양오염유발시설은 개정된 지하수법(지하수의수질보전등에관한규칙)에 의하여 지하수오염유발시설로 관리하도록 되어 있다. 지하수법(2002.2.4) 제16조의 2제1항의 규정에 의한 지하수오염유발시설의 종류는 최근 개정된 지하수의수질보전등에관한규칙(전문개정 2003.6.18)에서 정하고 있는데, 토양환경보전법(2001.3.28)상의 특정토양오염유발시설 중 다음이 포함되어 있다. 첫째, 지하수보전구역에 설치된 특정토양오염유발시설이며, 둘째, 지하수보전구역외의 지역에 설치된 특정토양오염유발시설(석유사업법 제9조의 규정에 의한 석유판매업의 시설을 제외한다) 중 토양환경보전법 제12조의 규정에 의하여 오염된 토양의 정화조치명령을 받게 된 시설이다.

지하수법시행령(2001.12.19) 제26조의2제5항의 규정에 의한 지하수오염관측정의 설치방법, 수질측정의 주기 및 방법 등은 동 규칙 별표3에서 정하고 있다. 지하수오염관측정은 지하수오염유발시설의 경계선에서 지하수 주흐름의 상류방향으로 오염발생 이전의 대표적인 지하수의 수질을 채취 분석할 수 있는 지점 1곳, 지하수오염유발시설의 경계선에서 지하수 주흐름의 하류방향으로 오염물질성분이 주위 지하수층으로 이동하는 것을 즉시 탐지할 수 있는 지점 3곳에 설치하도록 하고 있다. 동 규칙 시행전(2003년 6월 18일 이전)에 설치된 지하수오염유발시설은 2003년 12월 31일까지 지하수오염관측정을 설치하여야 한다.

지하수의수질보전등에관한규칙(2003.6.18)에 의하여 지하수오염유발시설로 관리되는 주유소는 현재 없는 것으로 추정된다. 지하수보전구역은 지하수보전지구와 개발제한지구로 구분되어 있는데, 지하수 개발 제한지구로 지정되어 있는 지역은 2002년 4월에 고시된 전남 무안군 무안읍 성남리 등 일대 10만여평(0.32km²)이 유일하다. 아울러 지하수보전구역 외의 지역에 설치된 특정토양오염유발시설 중 토양 정화조치 명령을 받게 된 시설을 지하수오염유발시설로 관리한다고 하나, 석유사업법(2002.1.26) 제9조의 규정에 의한 석유판매업의 시설을 제외하고 있어 대리점, 주유소 등이 제외된다(석유사업법 시행령 별표1). 지하수보전구역이 계속 지정되면 지하수오염관측정을 설치하고 주기적으로 수질측정을 실시하여야 하는 주유소가 증가하게 될 것이지만 현재로서는 해당업소가 없다.

2. 시설기준 및 토양환경보전법상 관련 규정

가. 지하유류저장탱크 시설기준

토양환경보전법(2003.5.29)에 의하면 지하유류저장탱크의 시설기준은 소방기술기준에관한규칙(제200~207조)에서 정한 바를 준용하되 부식 및 산화방지시설과 같은 추가기준을 준수하도록 되어있다. 토양환경보전법 시행령(2002.12.26) 제7조제1항은 특정토양오염유발시설의 설치시 3가지의 토양오염방지시설을 하도록 정하고 있으며³⁾ 이에 따른 시설기준은 특정토양오염유발시설의방지시설등에관한고시(환경부 고

2) 무분별한 채수(採水)로 지반이 함몰하고 일부 주택과 건물이 균열되는 등 이상 징후를 보여 지하수 개발 제한지구로 지정되었다. 이로써 공장 입지와 지하굴착 행위 등이 전면 금지되었다.

3) 시행령 제7조

법 제11조 제2항의 규정에 의하여 토양오염유발시설의 설치자(그 시설을 운영하는 자를 포함한다. 이하 같다)는 토양오염유발시설별로 다음 각호에 해당하는 토양오염방지조치를 하여야 한다.

1. 토양오염유발시설의 부식·산화방지를 위한 처리를 하거나 토양오염물질이 누출되지 아니하도록 하기 위한 재질의 사용 또는 이중벽탱크등 누출방지시설을 설치할 것
2. 토양오염유발시설중 지하에 매설되는 저장시설의 경우에는 토양오염물질이 누출되는 것을 감지하거나 누출여부를 확인할 수 있는 측정기기등의 시설을 설치할 것
3. 토양오염유발시설로부터 토양오염물질이 누출될 경우에 대비하여 오염확산방지 또는 독성저감등

시 제2002-1호)의 별표1에서 정하고 있다. 동 시행령의 내용을 보면, 첫째, 부식산화방지처리를 하거나 토양오염물질이 방출되지 않도록 누출방지시설을 설치하고, 둘째, 누출감지시설을 설치하고, 셋째, 오염확산방지시설을 설치하도록 하고 있다. 이와 관련하여 고시(환경부고시 제2002-1호)에는 토양오염방지시설을 부식 및 산화방지시설, 누출방지시설, 누출감지시설, 오염확산방지시설 등 4가지로 구분하여 설명하고 있다. 이 중 오염확산방지시설은 옥외저장탱크나 유독물저장탱크의 경우에 적용되므로 결국 토양환경보전법은 지하유류저장탱크에 대하여 누출방지시설과 누출감지시설의 설치만을 규정하고 있는 것임을 알 수 있다.

1) 누출방지시설

환경부의 특정토양오염유발시설의방지시설등에관한고시(2002.1.2)의 누출방지시설 기준을 보면 소방기술기준에관한규칙 제202조에서 정한 바를 준용한다고 명시되어 있으며 이와 더불어 강철관 탱크와 기타재질의 탱크에 관한 기준이 제시되어 있다.

가) 탱크실내에 설치하는 강철관 탱크⁴⁾

탱크실에 설치하는 탱크의 외면에는 방청도장을 하여야 함.

나) 탱크실 없이 설치하는 경우 - 강철탱크 외벽에 다음 각목과 같은 처리를 하여야 함.

- 강철관 탱크의 외면에 방청 및 아스팔트도장을 한 후 아스팔트루핑[K.S.F 4902(35kg) 이상의 성능] 및 철망[K.S.F 4551 이상의 성능]으로 피복하고 그 위에 두께 2센티미터 이상의 방수 혼합몰탈을 도장

- 강철관 탱크의 외면에 두께 1센티미터이상이 되도록 방청 및 아스팔트도장과 아스팔트루핑[K.S.F 4902(35kg)이상의 성능]에 의한 피복

- 강철관 탱크의 외면에 방청도장 또는 부식방지처리를 한후 두께 3밀리미터 이상의 유리섬유강화플라스틱[FRP ; K.S.L 2327의 표3이상의 성능] 또는 고밀도폴리에틸렌[HDPE ; K.S.M 3353 중 3종1류 이상의 성능]으로 피복하여 이중벽 구조로 함.

의 조치에 필요한 시설을 설치할 것

4) 강철관 탱크는 두께 3.2밀리미터 이상의 강철관으로 틈이 없도록 제작 한 것이어야 함

기타재질의 탱크에 관한 기준은 '위에서 열거한 이외의 재질로서 강철판과 동등이상의 강도·내식성 및 내열성이 있다고 인정되거나, 코팅·라이닝 등 탱크의 수명을 연장시키기 위하여 처리를 한 경우' 라고 명시되어 있다. 한편, 탱크실 없이 설치하는 경우에 적용되는 상기의 세 가지 처리방법은 소방기술기준에관한규칙(제200조)에서 정하고 있는 내용의 일부에 해당하는 것으로, 소방기술기준에관한규칙에는 상기의 강철-FRP(또는 HDPE) 이중벽 탱크 외에 FRP-FRP 이중벽 탱크와 강철-강철 이중벽 탱크도 포함시키고 있다. 이상 살펴본 바와 같이 토양환경보전법상의 누출방지시설 기준은 소방기술기준에관한규칙에서 정하고 있는 내용을 요약하고 있다.

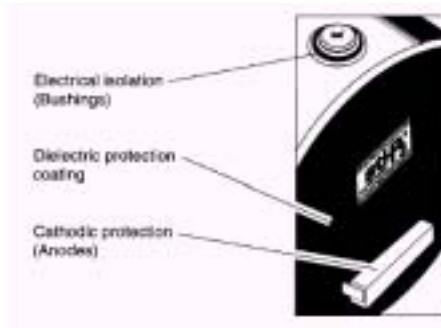
2) 부식 및 산화방지시설

부식은 금속이 해수 또는 토양과 같은 전해질 속에 있을 때 양극->전해질->음극이란 전류회로가 형성되어 양극부위에서 금속이온이 용출되는 현상으로서 일종의 전기화학적 반응이다. 탱크내부 및 외부는 공기중 산소와 물과의 접촉으로 인하여 끊임 없이 rust 및 stain이 발생된다. 이 때 탱크재질의 성분분포 및 밀도 등의 차이에 의하여 일부분에 집중적으로 또는 전체적으로 부식이 진행되는 것이다. 이러한 부식을 방지하기 위하여 저장시설에 전기방식법(음극보호장치)과 도장법 등을 적용할 수 있다.

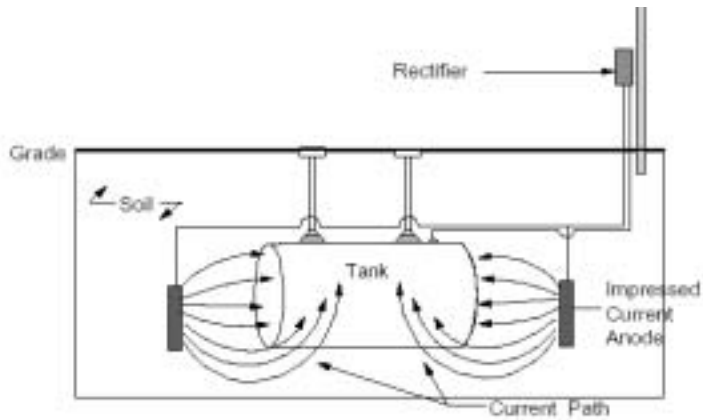
- 전기방식(防蝕)법 - 외면에 전류를 유입시켜 양극반응을 저지함으로써 저장시설의 전기적 부식을 방지하는 것으로서, 직류전기를 강제로 철구조물에 공급해주는 외부전원법 또는 철보다 전기화학적인 전위가 높은 금속을 연결시켜주는 희생양극법을 적용<그림2-2, 2-3>

- 도장(塗裝)법 - 저장시설의 외벽에 산소차단 등을 목적으로 유리섬유강화 플라스틱(FRP), 고밀도 폴리에틸렌(HDPE), 강화 에폭시수지 등 내식성(耐蝕性)재료로 피복

상기의 부식 및 산화방지시설은 소방기술기준에관한규칙에는 없는 내용이다.



<그림 2-2> 희생양극법(EPA, 1995a)



<그림 2-3> 외부전원법(EPA, 1995a)

3) 누출감지시설

누출감지시설은 탱크내부에 탐침(Probe)을 주입하여 누출여부를 검사할 수 있는 자동누출 측정기와 탱크외부 또는 이중벽 탱크의 틈새에 센서를 주입하여 누출여부만을 점검하는 외부누출 측정기기로 나누어진다.

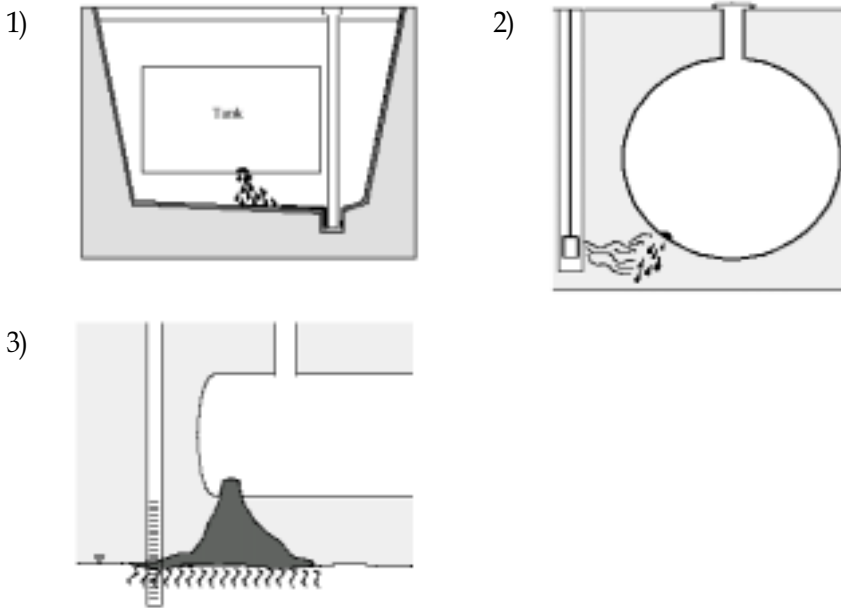
가) 자동누출 측정기기

자동누출 측정기기는 95%이상의 감지확률을 갖고 저장시설의 모든 부분으로부터

최소한 0.8리터/시간 정도의 낮은 누출율을 감지할 수 있어야 한다. 압력 측정식, 기포식, 부표식, 레이저식, 초음파 측정식, 전자식 탐침식 등이 있다.

나) 외부누출 측정기기<그림2-4>

- 이중벽 틈새 감지법 - 이중벽내의 검지관을 통하여 센서를 투입하여 이중벽 틈새내에서 내용물의 누출여부를 확인
- 증기 감지법, 지하수 감지법 -누출시설과의 인과관계를 분명히 규명할 수 있어야 한다.
- 탱크자체에 설치하는 누출검사관에 의한 감지 - 이중벽탱크자체에 누출검사관을 설치
- 탱크실에 설치하는 누출검사관 - 탱크실 1개소마다 검사관을 4개이상 설치



<그림 2-4> 외부누출 측정기기. 1)이중벽 탱크의 틈새 또는 탱크조실 등 secondary containment내에 설치하는 외부누출 측정기 2) 증기 감지법 3) 지하수 감지법(EPA, 1990)

4) 흘림 및 넘침방지시설

토양환경보전법에서 명시하고 있지는 않지만 소방기술기준에관한규칙(1998.5.12) 제202조4항에 “지하탱크에는 허가용량을 초과하는 위험물이 주입될 때 자동으로 그 주입구가 폐쇄되는 자동폐쇄장치를 설치하여야 한다.” 라는 넘침방지시설에 관한 규정이 있다. 다음 두가지 장치가 지하저장탱크의 과충전을 방지하는 장치로서 제시되어 있다.

- 자동차단장치 - 탱크용량을 초과하는 위험물이 주입될 때 자동으로 그 주입구를 폐쇄하거나 위험물의 공급을 자동으로 차단

- 경보장치 - 탱크용량의 90%가 찰 때 경보음을 울림

5) 배관에 관한 규정

토양환경보전법은 지하저장시설의 배관에 관해서는 특별한 규정을 두고 있지 않다. 소방기술기준에관한규칙 제162조 ‘위험물제조소의 배관’에서 배관의 재질 및 부식방지처리에 관하여 정하고 있을 뿐이다. 동 조항에 의하면 다음의 각 기준에 적합한 경우를 제외하고는 강관 또는 이와 유사한 금속성으로 배관을 설치하도록 하고 있다.

- 재질이 유리섬유강화 플라스틱(FRP), 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 또는 폴리우레탄인 배관

- 구조가 내관 및 외관의 이중으로 되어 있고 틈새감지를 할 수 있도록 되어 있는 배관

- 국내 또는 국외의 공인시험기관으로부터 안전성에 대한 시험 또는 인증을 받은 배관

동 조항은 강관이나 금속성 배관을 설치할 경우에는 배관의 외면에 방청도장이나 음극보호조치 등의 부식방지처리를 하고 배관의 접합부분(용접에 의한 접합부는 제외)에는 누설 점검구를 설치하도록 하고 있다. 이상의 내용에 의하면 지하유류저장탱크 배관으로 강관(또는 금속성 배관)이 사용될 수 있으며, 사용 시에는 방청도장 또는 음극보호조치를 하여야 하고, 용접을 하지 않고 배관을 접합할 경우에는 접합부분에

누출감지기를 설치해야 한다.

나. 토양오염검사

토양오염검사는 토양오염원으로부터 오염물질이 누출되어 주변의 토양을 오염시킨 상태를 오염물질별, 오염정도 등으로 확인하는 수단이다⁵⁾. 토양환경보전법 제11조의2제1항, 동 법 시행령 제8조에서 특정토양오염유발시설의 설치자는 토양오염검사를 받아야 한다라고 규정하고 있다. 토양오염검사는 토양오염도검사와 누출검사(지하매설 저장시설에 한함)로 구분하여 실시한다.

1) 토양오염도검사

토양오염도검사는 설치연도에 따라 1~3년 주기로 받는 정기검사와 시설의 사용종료 및 폐쇄시, 양도 및 임대 등의 경우에 받는 수시검사가 있다(토양환경보전법 시행령 제8조). 검사결과 토양오염우려기준 초과시 시장·군수·구청장이 시설 설치자에게 시설개선 및 오염토양정화 등 시정조치토록 규정하고 있다(동법 제12조)

가) 검사주기

석유류의 제조 및 저장시설은 소방법 제17조제2항의 규정에 의한 완공검사를 받은 날부터 6월 이내에 환경부령이 정하는 토양관련전문기관으로부터 토양오염도검사를 받아야 한다. 매년 1회 정기적으로 검사를 받아야 하나 토양환경보전법 제11조제3항과 관련 동법 시행령 제7조의 규정에 의한 토양오염방지조치를 한 경우에는 환경부장관이 정하는 기준에 의하여 검사주기를 3년의 범위내에서 조정할 수 있다.

동법 시행령 제8조제1항제1호의 단서에서 "토양오염방지시설을 설치한 경우"란 시행령 제7조제1항 및 특정토양오염유발시설의방지시설등에관한고시(환경부고시 제2002-1호) 제2조에 의거 동 고시의 별표1에서 정한 바에 따라 토양오염물질 누출방지시설(부식 및 산화방지시설을 포함), 누출감지시설 및 오염확산방지(독성저감)시설

5) 환경부. 1996c. 「토양환경보전업무편람」

등을 각각 한가지 이상 갖춘 경우를 말한다⁶⁾. 시행령 제8조제1항제1호(동 규칙 제12조제2항) 단서의 규정에 의하여 토양오염방지시설을 설치한 경우 토양오염검사주기는 동 고시 별표4에 의하면 다음과 같다.

- 저장시설 설치 후 5년까지는 최초 검사 후 3년 및 5년이 되는 해에 각각 1회
- 저장시설 설치 후 5년에서 15년까지의 기간중에는 매 2년에 1회
- 저장시설 설치 후 15년이 지난 때에는 매년 1회

한편 다음에 해당하는 시설은 매년 토양오염도검사를 받아야 한다.

첫째, 최종 토양오염도검사결과 오염물질이 제13조제1항의 규정에 의한 기준⁷⁾ 이상으로 검출된 시설이다. 다만, 최종 누출검사 결과 누출이 확인되어 누출방지조치를 완료하였거나 누출이 확인되지 아니한 시설로서 토양오염도검사결과가 토양오염우려기준 미만이며 직전 토양오염도검사결과와 비교하여 오염도가 내려간 경우에는 그러하지 아니하다.

둘째, 국토이용관리법 제6조제5호의 규정에 의한 자연환경보전지역, 지하수법 제12조의 규정에 의한 지하수보전구역, 수도법 제5조의 규정에 의한 상수원보호구역, 환경정책기본법 제22조의 규정에 의한 특별대책지역(대기보전대책지역을 제외한다)에 설치되어 있는 시설, 유발시설의 사용을 종료하거나 오염물질이 누출되는 등 시행령 제8조2항에 규정된 경우에 상기한 정기검사 외에 별도로 토양오염검사를 받아야 한다.

나) 검사항목

시행령 제8조4항과 관련, 시행규칙 제14조에 의하여 토양오염검사항목은 규칙 별표5에서 정하고 있다.

- 석유류의 제조 및 저장시설 - BTEX(벤젠 · 톨루엔 · 에틸벤젠 · 크실렌)와 TPH (석유계총탄화수소)⁸⁾

6) 본 장의 1절 참고

7) 토양오염우려기준 중 나지역에 적용되는 기준의 40퍼센트로 정하고 있다. BTEX의 경우 32ppm에 해당한다.

8) 법 제 12조의 규정에 의하여 조치명령을 받은 경우 또는 시행령 제8조 제3항 제4호의 경우(오염물질

- 납사, 휘발유, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌 등을 저장하고 있는 시설 - BTEX
- 항공유, 등유, 경유, 중유, 윤활유, 원유 등을 저장하고 있는 시설 - TPH

기타의 유종으로서 한가지 검사항목만으로도 오염도검사가 가능한 경우에는 당해 검사항목만을 적용할 수 있다. 토양관련전문기관이 토양시료의 채취가 불가능하다고 인정하거나 저장시설에 1년 이상 토양오염물질을 저장하지 아니한 시설 등 토양오염 검사가 필요하지 아니하다고 인정하는 토양오염유발시설의 경우 토양오염검사항목의 검사를 면제받을 수 있다(시행규칙 제15조제1항).

다) 시료채취

시료채취방법. 토양환경보전법 제11조의 2제5항에서 규정하고 있는 토양오염검사를 위한 시료채취는 동법 시행규칙 별표6에서 다음과 같이 정하고 있다. 다만, 종류가 다른 토양오염물질(유류로서 종류가 다른 것은 동일물질로 본다)을 개별 저장시설에 저장하는 경우에는 개별 시설별로 2개 지점에서 시료를 채취한다.

- 저장시설 용량이 50만리터 이하인 저장시설이 1개 이상 있는 경우에는 2개 지점에서 시료채취. 다만, 개별 저장시설간의 거리가 100미터 이상 떨어진 경우에는 2개 지점을 추가하여 시료채취를 한다.

- 개별 저장시설 용량이 50만리터를 초과하는 경우에는 개별 저장시설별로 2개 지점에서 시료를 채취한다.

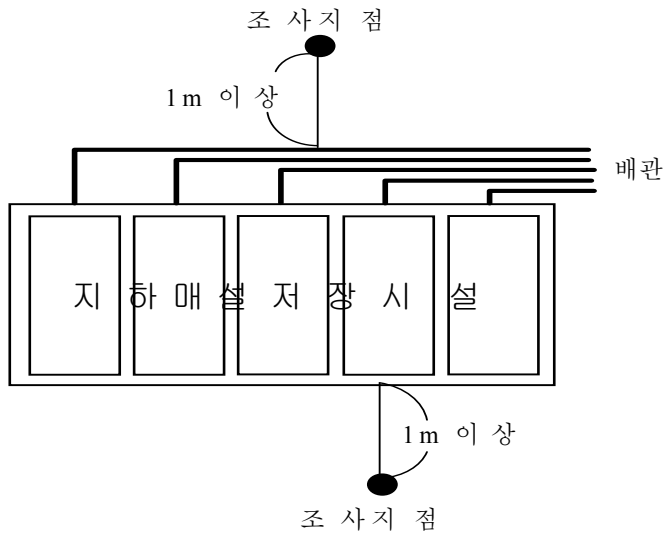
- 50만리터 초과시설과 그 미만인 시설이 혼재되어 있는 경우에는 50만리터 초과 시설은 개별 저장시설별로 각각 2개 지점에서 시료를 채취하고, 나머지 50만리터 미만 저장시설은 그 용량합계가 50만리터를 초과하는 경우에 한하여 누출우려가 높은 저장시설에서 2개 지점을 추가하여 시료를 채취한다.

특정토양오염유발시설 주변지역에서의 시료채취는 제7조의2에서 규정하고 있는 주변지역 내에서 1개 지점을 선정하여 실시한다.

시료채취점 선정. 토양오염유발시설 중 지하매설저장시설의 경우 부지내에서는

이 누출되는 경우)

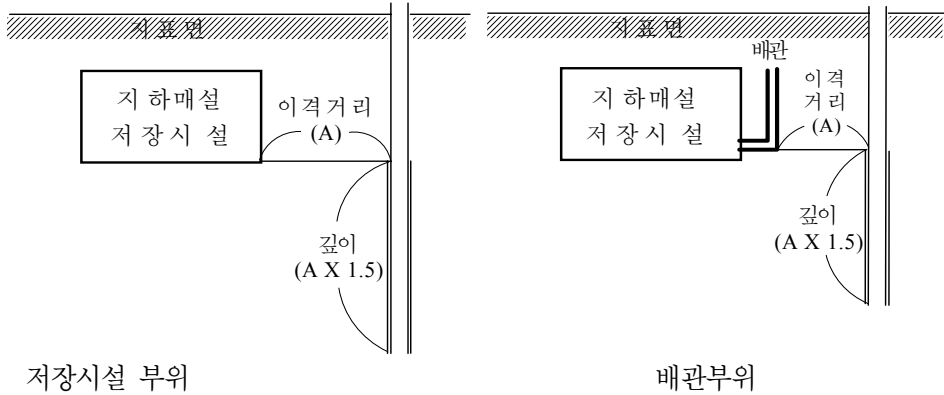
그림과 같이 저장시설을 중심으로 각각 서로 반대방향에 있는 배관부위와 저장시설 부위(저장탱크 또는 탱크조실)에서 누출 개연성이 높은 곳 각각 1개 지점씩 2개 지점을 선정한다<그림 2-5>. 즉, <그림 2-6>와 같이 배관부위에서 채취하는 1개 지점은 저장시설로부터 가장 멀리 떨어진 배관에서 수평방향으로 1m 이상 떨어진 지점에서 이격거리(A)보다 1.5배 더 깊은 위치까지로 하며, 저장시설 부위에서 채취하는 1개 지점은 저장시설 아랫면의 끝단에서 수평방향으로 1m 이상 떨어진 지점에서 이격거리(A)보다 1.5배 더 깊은 위치까지로 한다.



<그림 2-5> 지하매설저장시설의 조사지점 위치도 예시(환경부, 2002b)

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. 단, 판매시설 등의 경우에는 부지의 경계선에서 부지내 시료채취지점의 방향 등을 고려하여 선정한다. 또한, 시료채취지점의 토질이 모래

등으로 시료를 채취할 수 없거나 암반 등으로 시료로 사용할 수 없을 경우에는 그 깊이를 조정할 수 있다.



<그림 2-6> 지하매설저장시설의 토양시료채취지점 깊이 예시(환경부, 2002b)

시료의 채취 및 보관. 세부적인 사항은 법 제10조의 규정에 의하여 토양오염공정시험방법에 따른다.

라) 분석

세부적인 사항은 법 제10조의 규정에 의하여 토양오염공정시험방법에 따른다.

2) 누출검사

토양환경보전법 시행령 제8조제1항은 토양오염도검사결과 환경부장관이 정하는 기준이상으로 토양이 오염된 사실이 확인되는 경우에는 지체 없이 토양관련전문기관 으로부터 누출검사를 받아야 한다라고 명시하고 있다. 현재 누출검사를 받아야하는 기준은 토양오염우려기준 중 나지역에 적용되는 기준의 40퍼센트 이상으로 하고 있다(시행규칙 별표3). 누출검사에 관한 자세한 사항은 토양오염공정시험방법에 따른다. 토양오염공정시험방법에 의하면 저장물질이 있는 지하매설저장시설에 대한 누출

검사는 기상부 및 부속배관의 누출시험과 액상부의 누출시험을 각각 실시하여야 한다⁹⁾).

가) 기상부의 누출검사

지하매설저장시설의 기상부 및 상부에 접속되어 있는 부속배관의 누출여부를 판단하는 기밀시험이다. 미감압 및 미가압시험 두가지가 있으며, 지하매설시설과 연결된 부속배관의 개구부 및 부속배관을 밸브 또는 막음판 등으로 폐쇄하여 지하매설저장시설의 기상부 및 부속배관을 동시에 측정한다¹⁰⁾.

나) 액상부의 누출검사

지하매설저장시설에 덩겨있는 액상부의 누출량을 측정하기 위한 것으로 지하매설저장시설의 액량이 저장시설 높이의 60~90% 범위인 경우에 적용한다. ‘액면레벨법’이라고도 불리우는 이 검사는 탱크를 비우지 않고 시험할 수 있으나 기름이 차있는 부분만 시험할 수 있으며 온도의 안정 및 시험에 약 6시간 이상 소요된다.

3. 소방법상의 기타 규정 및 제도

이 절에서는 상기의 시설기준 및 토양오염검사 이외에도 주유소 지하유류저장탱크가 제작되어 용도폐지되기까지 어떠한 절차 및 관리를 받는지 전반적으로 살펴보고자 한다.

9) 토양오염공정시험방법은 저장물질이 없는 지하매설저장시설에 대해서는 비파괴시험과 가압시험 두가지를 누출검사로 제시하고 있다.

10) 가압법 : 탱크를 완전히 비우고 개구부를 완전히 폐쇄한 다음 탱크에 압력을 가하고 시삭경과에 따른 압력변화를 측정하여 누설여부를 확인한다. 기상부의 완전폐쇄가 어렵고 마세한 누설의 경우 식별이 난해하다.

감압법 : 탱크의 기름이 차있지 않은 부분에 대하여 개구부를 완전히 폐쇄한 다음 탱크에 압력을 가하고 시삭경과에 따른 압력변화를 측정하여 누설여부를 확인한다. 개구부 등의 폐쇄가 어렵다.

가. 탱크제작과 품질보장

누구든지 탱크제작을 할 수 있으며 제작된 탱크의 품질을 인증하는 제도도 없다. 단, 현장에서 탱크를 매설하기 전 탱크의 누설과 변형여부를 확인하는 탱크안전성능검사가 있는데 이 검사에 합격해야 탱크를 매설할 수 있다. 탱크의 누설여부는 탱크 내부에 물을 채워 확인하며 토압에 의한 탱크의 변형여부는 탱크외부에 물을 채우는 수압시험에서 확인하는 것이다. 그러나 단일벽탱크가 아닌 이중벽탱크의 경우 탱크 안전성능검사만으로는 이중벽탱크의 구조 및 결함여부를 실질적으로 확인할 수 없다. 2001년 11월 제정되어 고시된 이중벽탱크의구조등에관한기준에서 이중벽탱크의 형식을 승인하는 형식시험이 도입되어, 이중벽탱크의 품질을 제대로 확인하는 것이 가능해졌다. 그러나 동 시험은 의무사항은 아니며 시험을 원하는 경우 받을 있다. 형식 승인시험에의 합격 사실을 자사 탱크에 대한 이미지 제고 및 홍보의 수단으로 이용하기를 원하는 탱크 제작업체가 동 시험을 받는 실정이다.

나. 탱크안전성능검사

주유소 설치허가가 난 후 공사 진행 중 탱크매설 단계에 이르면 소방서 담당공무원이 현장에 나가 탱크본체에 대하여 탱크안전성능검사를 실시하여 탱크의 누설상태나 변형여부 등을 검사한다. 탱크안전성능검사로는 수압시험을 실시하거나 비파괴시험 및 기밀시험을 실시할 수 있다¹¹⁾. 단일벽탱크를 주로 사용하던 과거에는 수압시험

11) 수압시험은 탱크의 만수위까지 물을 채우고 탱크의 사용용도에 따라 수압을 설계압력이상으로 충분한 시간을 가압하여 탱크의 누설, 이상팽창, 변형등 탱크의 이상 유무를 확인하는 시험방법이다.

기밀시험은 탱크등을 완전히 밀폐시켜 공기 또는 질소등의 불활성기체로 압력을 가하여 발포제에 의해 발생하는 현상을 이용하여 위험물탱크의 누수여부를 확인하는 시험이다.

비파괴시험은 누설여부외에 탱크내부의 부식상황, 구조적인 안전성을 확인할 수 있고, 결함등의 발견시 즉시 보완이 가능하다. 사용중 탱크의 비파괴시험을 위해서는 탱크의 사용이 일시정지되어야 한다.
- 방사선투과시험 : 탱크측판 등의 용접부 한쪽에 필름을 대고 다른 한쪽에서 방사선을 투과하여 투과한 방사선의 흡수량에 의한 농도차에 의하여 결함을 검출하는 방법으로서 용접부등의 안전성 여부를 시험하는 방법으로 가장 많이 사용하는 비파괴 시험방법이다.

이 실시되었으나 폐수처리와 동절기시 작업의 불편 때문에 현재는 비용을 더 들이더라도 편리한 비파괴시험 및 기밀시험이 주로 실시되고 있다. 수압시험은 소방서장이, 비파괴 시험 및 기밀시험은 일반적으로 법인 형태로 존재하는 30여개의 탱크안전성능시험자가 하도록 되어있다. 기밀시험에는 가압과 감압 두가지가 있고, 비파괴시험은 용접부에 대한 것으로 방사선투과시험, 자기탐상시험, 침투탐상시험 등이 있다. 이러한 비파괴 시험 및 기밀시험은 민간시험기관에 의하여 실시되므로 감독이 어렵다는 점이 있다.

다. 형식시험

이중벽탱크가 도입된 후에도 탱크를 매설하기 전에 결함여부를 확인하는 방법은 탱크안전성능검사가 유일하였는데 이 검사로는 이중벽탱크가 이중벽으로서의 요건을 만족하고 있는지 실질적으로 확인할 수 없었다. 이를 보완하기 위해 최근에 소방기술기준에관한규칙에 의한 고시로 형식시험을 도입하였다. 형식시험은 제조된 이중벽탱크의 표본을 대상으로 이중벽탱크의 재질 및 구조가 기준에 부합하는지를 검사하는 것으로 한국소방검정공사가 검사자가 된다. 이 형식시험은 의무사항이 아니고 동 시험에 대한 확인을 받은 경우에 탱크안전성능검사 중 수압시험과 기밀시험 외의 시험을 면제해주는 것으로 되어있다. 제작업체는 자사의 이미지 제고를 위해 형식시험을 선호하는 것으로 나타났다. 타 제작회사에 의한 부실탱크 양산으로 자사가 피해를 입고 있다라는 의식이 있어서 제작업체의 등록제도의 도입도 오히려 선호하는 것

- 초음파탐상시험 : 탱크측판등의 용접부에 초음파를 전달하여 용접부에 존재하는 결함으로 부터 반사한 초음파의 에너지량, 초음파의 진행시간등을 분석하여 위치 및 크기등을 정확하게 알아내는 비파괴시험방법으로 고도의 기술이 요구되지만 시험결과와 객관적 기록이 어렵다.

- 자기탐상시험 : 강자성체인 탱크용접부의 표면과 표면 바로 밑의 결함을 검출하기 위하여 시험체에 자장을 걸어 자화시킨후 자분을 적용시키고, 누설자장으로 인해 형성된 자분지시를 관찰하여 그 지시의 크기, 위치 및 형상등을 검사하는 비파괴 시험방법이다.

- 침투탐상시험 : 탱크용접부의 표면에 침투액을 적용시켜 표면에 열려있는 균열 등의 결함 부에 침투하면 표면에 남아있는 침투제를 제거하고 그위에 현상제를 뿌려 결함부에 들어있는 침투제를 빨아 올려 결함의 위치, 크기등을 검출하는 비파괴 시험 방법이다.

으로 나타난다.

라. 시공감독

주유소 설치허가 신청시 신청서와 설계도, 주요구조에 대하여 설명한 구조설비명세표 등을 제출하면 소방서에서 이를 심사하여 기준에 부합하면 허가를 내어준다. 시공중에 있어서, 탱크성능시험자제도가 도입되기 전에는(90년대 초) 탱크매설 전단계에서 소방서 담당자가 현장에 나가 탱크안전성능검사(수압검사)를 실시하여 탱크의 누설상태나 변형여부 등을 검사하였으나, 현재에는 탱크안전성능시험자가 실시한 탱크안전성능시험(비파괴시험 및 기밀시험)으로 수압검사를 갈음하게 되어 대부분 따로 검사를 하지 않고 있다. 특히, 이중벽탱크의 경우에는 탱크안전성능시험자가 시험을 도맡아 하고 있는 것으로 파악되었다. 탱크안전성능검사 합격후 공사가 완료되면 담당공무원이 현장을 방문해 확인을 하며 이상 없다고 판단되면 설치허가증을 교부한다. 과거에는 현장지도라는 이름으로 공사 중에 한번 이상 현장을 방문하였으나 이러한 현장감독이 자칫 부조리를 유발할 소지가 있다고 하여 어느 시점부터 사라지게 되었다고 한다.

마. 오염예방을 위한 탱크관리

매설된 탱크가 용도폐지 되기 전까지는 탱크에 의한 주변오염을 최소화하기 위하여 탱크의 누유 가능성 및 사실 여부를 사전에 혹은 신속히 파악하는 것이 필요하다. 현재 이와 관련하여 법률로 정하고 있는 것으로는 토양환경보전법상의 토양오염검사가 있다.

토양오염검사가 수년 전에 도입될 당시 소방법에 의한 정기적인 누설검사도 도입되었으나 이중규제에 걸려 현재 토양오염검사만이 시행되고 있는 것이다. 1993년도에 내무부(현 행자부)는 개정된 소방법(1993.12.27)에 탱크의 정기점검에 관한 조항(제17조의2)을 신설하였고 이 후 1995년 소방법 시행규칙을 개정하면서(1995.12.29) 검사

방법 및 절차 등을 정하였다(시행규칙 별표 2의2). 난방용으로 사용되는 2만리터 미만인 경우를 제외한 지하저장탱크시설은 5년에 1회 주기로 위험물탱크안전성능시험자 또는 한국소방검정공사로부터 누설점검을 받도록 하는 것이 내용 중에 포함되어 있었다.

한편, 환경부는 1995년 1월 5일 제정된 토양환경보전법에 토양오염검사 실시에 관한 조항을 신설하였고 동법 시행령을 제정하면서(1995.12.29) 토양오염유발시설의 설치자는 매년 1회 토양관련전문기관으로부터 토양오염검사를 받아야 한다라고 규정하였다¹²⁾. 그리고 토양오염검사 중 누출검사는 다른 법령의 규정에 의한 안전성능시험등을 거친 경우에는 누출검사를 면제해 주는 것으로 하였다¹³⁾.

소방법상의 누설검사는 탱크를 비워야 하고 영업을 중단해야 하는 번거로움과 일회 검사비용이 부담스러운 반면 토양오염검사는 탱크를 비우거나 영업을 중지해야 하는 불편함이 없고 검사비용이 상대적으로 저렴하다는 장점에서 후자가 선호되었다. 한편, 토양환경보전법상의 토양오염검사와 소방법상의 누설검사가 이중규제이므로 일원화하라는 행정쇄신위원회(현 규제개혁위원회)의 지적에 따라 누설검사는 이 후 시행되지 않게 되었다.

12) 토양환경보전법(95.1.5)의 제11조 제3항 '토양오염유발시설의 설치자는 대통령이 정하는 바에 따라 정기적으로 총리령이 정하는 토양관련 전문기관으로부터 당해 시설의 부지 및 그 주변지역에 대한 토양오염검사를 받아야 한다.' 라고 규정하고 있다. 한편, 시행령 제7조의 규정에 의한 토양오염방지조치를 한 경우에는 환경부장관이 정하는 기준에 의하여 검사주기를 3년의 범위 내에서 조정할 수 있도록 하였다. 토양오염검사는 토양오염도검사와 누출검사로 구분하여 실시한다.

13) 토양오염검사는 토양오염도검사와 누출검사로 구분된다. 당시 토양환경보전법 시행령 제8조제2항은 "1. 토양오염검사는 법 11조제1항의 규정에 의하여 매년 1회 신고일을 기준으로 6월 이내에 환경부령이 정하는 토양관련전문기관으로부터 받아야 한다."와 "2. 누출검사는 다른 법령의 규정에 의한 안전성능시험등을 거친 경우에는 이 영에 의한 누출검사를 받지 아니할 수 있다." 라고 명시하여 이 조항의 해석을 두고 많은 논란이 있었다. 다른 법령의 규정에 의한 안전성능시험이라 함은 소방법상의 안전성능시험을 가리키는 것인데, 이 시험은 탱크가 지하에 설치되려면 합격하여야 하는 시험이므로 매설된 모든 탱크는 이 시험을 거친 것이 된다. 따라서, 모든 탱크가 누출검사를 면제받게 되는 것이다. 이 후 해석을 소방법상의 누설점검으로 하였으나, 누설점검을 받은 경우 당해년도의 누출검사만을 면제해주기로 한 것에 대하여 주기가 5년인 누설점검을 실시한 경우 5년을 면제해야 한다는 주장이 제기되었고 이를 둘러싼 논란이 있었다.

바. 시설변경 및 용도폐지

소방법에 의하면 개·보수 등으로 시설을 변경할 경우에도 시설을 설치할 때와 동일한 절차를 적용하고 있으므로 소방서장에게 허가를 받아야 한다(소방법 제16조, 동법 시행령 제18조, 동법 시행규칙 제6조). 용도 폐지 시에는 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 폐지 시에 토양오염검사를 하도록 하고 있다.

제3장 국내 지하유류저장탱크 관리 현황

1. 오염방지시설 설치

가. 부식산화방지시설

1) 탱크관련시설

본 연구에서 조사한 바에 의하면 직영주유소는 이중벽탱크를 사용하지만 자영주유소는 기존의 강철탱크를 많이 사용하고 일부만 이중벽탱크를 사용하고 있는 것으로 나타난다¹⁾. 이러한 사실은 1998년도 조사에서 이중벽탱크가 신규탱크 중 약 30-40% 정도를 차지하는 것으로 나타난 것과 크게 다르지 않다²⁾.

강철재탱크. 강철재탱크를 설치할 경우 탱크외벽에 방청도장을 하고 탱크조실내에 설치하거나 탱크외벽에 부식방지처리를 하고 탱크조실 없이 설치하는 두 가지 경우가 가능하다. 토양환경보전법 시행령 제7조제1항에 의하면 부식산화방지시설과 누출방지 시설 중 한가지를 설치하는 것이 가능하므로³⁾ 탱크전용실 내에 설치하는 경우 페인트와 에나멜 등 방청도장만을 실시하고 별도의 음극보호시스템을 설치할 필요가 없다. 그러나 탱크전용실 내에 물이 침투할 경우 강철탱크는 심한 부식환경에

1) 탱크검사 및 청소 대행회사의 내부자료

2) 환경부, 1998. 「오염토양 복원기술 및 제도발전에 관한 연구용역」

3) 제7조제1항은 다음 각호에 해당하는 토양오염방지시설을 설치하도록 하고 있다. 각호의 내용은 다음과 같다.

- ① 특정토양오염유발시설의 부식산화방지를 위한 처리를 하거나 토양오염물질이 누출되거나 아니하도록 하기 위하여 누출방지성능을 가진 재질을 사용하거나 이중벽탱크 등 누출방지시설을 설치할 것
- ② 특정토양오염유발시설중 지하에 매설되는 저장시설의 경우에는 토양오염물질이 누출되는 것을 감지하거나 누출여부를 확인할 수 있는 측정기기등의 시설을 설치할 것
- ③ 특정토양오염유발시설로부터 토양오염물질이 누출될 경우에 대비하여 오염확산방지 또는 독성저감 등의 조치에 필요한 시설을 설치할 것

농이다. 실제로 탱크전용실의 균열 및 완전히 메워지지 않은 배관 통과 구멍 등을 통하여 탱크 전용실 내부로 물이 침투하는 경우가 많은 것으로 조사되고 있으며 심지어 침투된 물의 부력에 의해 탱크가 상층부 콘크리트를 뚫고 나온 경우도 있다고 한다.

방청도장에 의한 부식보호 방법은 도장표면이 얇기 때문에 시공 중 날카로운 물체에 의해 표면이 벗겨질 경우 오히려 심각한 국부부식을 가져올 가능성이 있다. 한편 강철탱크외벽을 아스팔트 루핑과 아스팔트 철망 그리고 이 위에 몰타르 등으로 피복하는 형태의 강철클래드 탱크의 경우에는 아스팔트가 균열에 약하며 제작하는 기술이 어렵고 또한 시공비가 높아 비경제적이라서 98년도 조사에 의하면 제작하는 경우가 거의 없다고 한다⁴⁾.

이중벽 탱크. 이중벽탱크의 경우 법상으로는 탱크조실 내에 설치할 필요가 없으므로 조실 설치비용을 절감할 수 있다라는 경제적 이유로 선호되기도 한다. 그러나 토양의 침하나 토압 등으로 외부FRP 보호벽이 손상될 경우에는 기중탱크와 별로 차이가 없을 뿐만 아니라, 탱크조실이 설치되어 있지 않기 때문에 누유발생 즉시 토양오염이 발생할 우려가 있다. 이러한 이유로 일부 주유소에서는 이중벽탱크를 사용하더라도 탱크조실을 설치하고 있다.

2) 배관관련시설

배관 재질 및 부식방지 조치. 소방기술기준에관한규칙 제162조는 배관재질은 유리섬유강화플라스틱(FRP)·고밀도폴리에틸렌(HDPE) 또는 폴리우레탄으로 만들어진 배관, 내관과 외관의 사이에 틈새공간을 두어 누설여부를 외부에서 쉽게 확인할 수 있는 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 이중배관을 설치하고 있는 것을 제외하고는 대부분 강관이 사용되는 실정이다.

이러한 강철 및 금속 배관은 부식에 취약하므로 동규칙 동조항은 지하배관의 외면에 도장 또는 음극보호조치 등 부식방지를 할 것을 명시하고 있는데, 강관의 부식방

4) 환경부. 1998. 「오염토양 복원기술 및 제도발전에 관한 연구용역」

지를 위하여 주로 도장처리를 하고 있기 때문에 도장표면이 벗겨질 경우 부식에 취약한 강철이 드러나 매우 빠른 국부부식이 발생할 수 있는 문제점을 안고 있다.

배관 모니터링. 부식방지조치 이외에 강관 및 금속배관의 경우 용접을 하지 않은 배관의 접합부분에 누유 점검구를 설치할 것을 명시하고 있으나, 구체적으로 설치깊이 등 세부규정이 없어서 유명무실하다고 한다⁵⁾.

나. 흘림/넘침 방지시설

흘림넘침방지시설. 과거 대부분의 흘림방지시설은 벽돌을 쌓아 만든 것이었으며 현재는 주입구 밑에 주로 흘림방지시설을 설치하고 있다고 한다. 최근 직영주유소에는 주유기 하부에 sump가 설치되고 있는 것으로 조사되었다.

넘침방지시설. 넘침방지시설의 경우 1998년도에 소방기술기준에관한규칙이 개정되면서 동시설을 의무적으로 설치하도록 하였으므로 전체 설치비율은 20%미만으로 추정된다⁶⁾. 동설비는 탱크용량을 차지하고 탱크에 유류를 주입할 때 하역시간이 지연된다는 이유로 준공허가를 득한 후에 철거하는 경우가 많다고 한다.

다. 확산방지를 위한 누출감지 시설

토양환경보전법 시행령 고시 상에 누출감지시설은 탱크내부에 탐침을 주입하여 점검하는 자동누출 측정기와 탱크외부 또는 이중벽탱크의 틈새에 센서를 주입하여

5) 동규칙 동조항은 지하배관의 외면에 부식방지를 위하여 도복장·코팅 또는 전기방식 등의 필요한 조치를 할 것, 배관의 접합부분(용접에 의한 접합부를 제외한다)에는 위험물의 누설여부를 점검할 수 있는 점검구를 설치할 것, 지면에 미치는 중량이 당해 배관에 미치지 아니하도록 보호할 것을 명시하고 있다. 그러나 누유 점검구에 대한 설치 깊이, 크기 등의 세부규정이 없다.

6) 소방기술기준에관한규칙(1998.5.12)에 신설된 제202조제4항은 '지하탱크에는 허가용량을 초과하는 위험물이 주입될 때 자동으로 그 주입구가 폐쇄되는 자동폐쇄장치를 설치하여야 한다'라고 규정하고 있다. 이후에 동규칙이 2001년 1월 19일 개정되면서 제202조제5항에서 지하저장탱크에는 과충전을 방지하는 장치를 설치하여야 한다고 규정하였다. 해당장치로는 탱크용량을 초과하는 위험물이 주입될 때 자동으로 그 주입구를 폐쇄하거나 위험물의 공급을 자동으로 차단하는 방법, 혹은 탱크용량의 90%가 찼 때 경보음을 울리는 방법 두가지가 명시되어 있다.

검사하는 외부누출 측정기기로 제시되어 있다. 외부 누출 측정기로는 단일벽탱크의 경우 탱크조실에 설치하는 누유검지관⁷⁾, 그리고 이중벽탱크의 경우 틈새감지장치가 있다. 현재는 시설 운영자가 누출측정시설을 이용하여 누유여부를 확인하여야 하는 외부누출측정기가 대부분 설치되고 있는데, 주유소 업주와 설비업자들의 환경의식 결여로 누유검지관의 구멍을 아예 봉한 채 탱크조실에 매설하는 경우도 많다고 한다⁸⁾. 아울러 현행규정이 탱크에 대한 누출측정시설 설치를 의무화하고 있을 뿐 모니터링 실시에 관한 규정을 따로 두고 있지 않으므로 모니터링이 어떻게 이루어지고 있는지 알 수 없다. 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.

2. 주유소의 탱크관리

가. 직영주유소와 자영주유소

주유소 형태는 크게 직영주유소와 자영주유소 두 가지로 분류할 수 있다⁹⁾. 직영주유소는 정유사가 소유 또는 임차하여 운영에 일부 관여하는 주유소를, 자영주유소는 석유제품 대리점 소유의 주유소와 일반 개인 소유의 주유소를 지칭하도록 한다. 직영주유소는 소유형태에 있어서는 소유와 임차 두 가지로, 운영 형태에 있어서는 정유회사 직원이 운영하는 직영, 용역인이 운영하는 직영화, 독립적 개인이 운영하는 임대 3 가지로 세분할 수 있어 총 6가지 형태의 직영주유소가 존재한다. 본 연구에서는 정

7) 누유검지관은 관 밑부분에 여러개의 구멍을 뚫고 마른 미세모래를 채워 넣어 만약 기름이 썰 경우 자연히 기름이 스며들기 때문에 모래만 확인하면 곧바로 누유상태를 확인할 수 있게 한 시설이다.

8) 환경부. 1998. 「오염토양 복원기술 및 제도발전에 관한 연구용역」

9) 2003년 9월말 현재 직영주유소 1,858개소, 자영주유소 8,940개소 등 총10,798개 주유소가 영업중인 것으로 나타난다. 참고로 미국은 정유회사가 운영하는 주유소가 전체의 30%를 차지한다.

유회사가 주유소의 운영 및 시설 개·보수에 일부라도 관여하는 주유소를 직영주유소로, 나머지를 비직영주유소(혹은 자영주유소)로 분류하여 탱크의 시설기준이나 기타 오염위험관리 면에 있어서 직영주유소와 비직영주유소간에 어떠한 차이가 있는지 조사하였다. 자영주유소의 관리실태는 직접 조사가 불가능하였으므로 각 정유회사와 주유소협회, 그리고 주유소에서 탱크청소 및 검사 등을 수행하는 회사 등과의 면담을 통해 간접적으로 파악할 수 밖에 없었다.

시설기준. 먼저, 시설기준 면에서 정유회사의 직영주유소의 경우 최소한 현재 법률이 정하는 시설기준으로 시설을 설치하고 있는 것으로 조사되었다. 정유회사A의 경우 95년도에 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 직영주유소(강철재탱크 주유소와 이중벽탱크 주유소)에 콘크리트로 제작된 조실을 설치하고 있다. 타 정유회사의 경우 토양 및 지하수 오염 발생에 대한 부담감으로 최소한 현행기준은 준수하여 시설을 설치하고 있는 것으로 파악되었다.

한 설문조사에 의하면 토양오염예방시설을 설치하는데 있어서 직영주유소의 경우 장애사항이 없거나 적음이 63%, 자영주유소의 경우 장애사항이 있거나 많음이 65%로 조사되어 자영주유소는 토양오염예방시설을 설치하는데 직영주유소에 비해 어려움이 많은 것으로 나타난다¹⁰⁾. 또한, 직영주유소의 61%가 지원부족에 의한 장애가 없거나 거의 없음에 답한 반면, 자영주유소는 62%가 지원부족에 의한 장애가 있거나 많음에 답하였다. 설치비용, 정보부족, 지원조직부족 등이 장애요소로 작용하고 있으며 그 중에서 지원조직의 부족은 토양오염예방시설을 설치하는 데에 가장 큰 장애요소로 나타나고 있는 것이다.

탱크청소. 대부분의 주유소에서 탱크청소는 주기적으로 실시되고 있는 것으로 나타났다. 모든 정유회사가 석유품질관리를 위하여 자사 제품을 판매하는 주유소(직영

10) 윤상은. 2002. 「정유회사와 주유소의 환경위험관리를 위한 공급망 관리 도입방안」

및 자영)로 하여금 정기적으로(2~3년 주기) 탱크내부에 쌓인 슬러지를 제거하고 청소하도록 하고 있다. 정유회사A의 경우 탱크청소를 2년에 1회 실시하고 있는데 직영주유소만 실시하는 것이 아니라 자사상표를 내건 자영주유소에서도 실시하도록 정유회사가 청소비용을 제공하고 있다. 다른 정유회사의 경우에도 자사 상표를 내건 자영주유소에 청소비용을 제공하면서 2~3년마다 1회 탱크청소를 실시하도록 하는 것으로 나타났다. 과거에는 주로 기계식 청소를 하였으나, 최근에는 사람이 직접 탱크 안으로 들어가서 탱크내부에 쌓인 슬러지를 제거하고 청소하는 완전식도 실시되고 있다고 한다. 완전식의 경우 청소 과정 중에 탱크의 큰 결함이나 하자를 발견할 수도 있어서 부분적으로는 탱크검사의 역할도 할 수 있다.

탱크검사. 현재 토양오염검사가 의무적으로 시행되고 있어서 주유소 탱크에 대한 검사는 따로 법적으로 의무화되어 있지 않은 상황이다. 한편 자발적으로 탱크 및 배관 검사를 실시하는 경우도 많지 않는 것으로 나타난다. 모 정유회사의 경우 품질관리 및 오염예방의 차원에서 실시하고 있는 것으로 조사되었다. 탱크검사(비파괴검사)는 주기적으로, 그리고 문제가 발생한 경우, 혹은 주유소 매입시 실시하고 있는데 향후에는 사람이 탱크내부로 들어가서 하는 완전식 탱크청소 시에 병행하여 실시할 계획으로 있다. 그러나 대부분의 주유소는 탱크청소 혹은 재고관리에서 문제를 발견하거나 토양오염도검사 결과가 일정기준 이상이어서 누출검사를 받아야 하는 경우 등 불가피한 상황이 아니면 검사를 실시하지 않는 것으로 나타났다.

조사결과 직영주유소는 자영주유소에 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. 직영주유소 탱크청소의 경우도 사각지대에 놓인 일부 자영주유소에 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 주유소의

경우 탱크 결함이 발견되어도 비용의 부담으로 인하여 보수를 하지 않는 경우도 있다고 한다. 앞서 인용된 설문조사에서 토양오염예방을 위한 시설의 유지관리에 있어서의 장애요소를 조사한 바에 의하면 직영주유소는 정책변화(35%), 관련비용(33%)이, 자영주유소는 관련비용(57%), 정보부족(28%)이 장애요소라고 응답하고 있다.

나. 정유회사와 환경부간의 자발적 협약

2002년 12월 환경부는 (주)SK, 엘지-칼텍스(주), (주)현대오일뱅크, (주)S-오일, (주)인천정유 등 5대 정유사와 향후 10년간 저유소와 주유소 등에 대한 토양오염검사와 복원을 자율 실시하는 것을 골자로 한 자발적 협약을 체결하였다. 이 협약에 따라 정유사는 2003년도 중에 정유공장과 저유소, 주유소 등 사업장 부지에 대한 토양오염 여부를 전문기관에 의뢰해 조사해야 하며 그 뒤 3년마다 한번씩 토양오염검사를 실시해야 한다. 정유사는 검사결과 토양오염우려기준¹¹⁾을 초과한 사업장을 대상으로 1년 내에 정밀조사를 실시하고 복원계획을 수립해 매년 오염도 개선 정도를 환경부 장관 등 관할 행정기관에 보고해야 한다. 자발적 협약에 따른 토양오염검사가 실시되는 해와 복원사업이 추진되는 기간에는 토양환경보전법 시행령에 따른 정기검사가 면제된다.

5대 정유사가 보유하고 있는 저유소는 총 49개, 직영주유소는 1,817개로 총유류 유통량의 90%이상을 차지하고 있어 토양오염예방 및 복원에 큰 효과가 있을 것으로 기대된다. 하지만 2003년 9월말 현재 영업 중인 총10,798개 주유소 중 직영주유소는 1,858개소에 지나지 않아 이의 수 배에 달하는 자영주유소 8,940개소와 특정토양오염 유발시설 중 주유소를 제외한 약 40%에 달하는 산업시설 및 기타시설은 자발적 협약의 적용을 받지 않아 지하저장탱크 누유로 인한 토양오염문제는 여전히 남아있다 하겠다. 지하유류저장탱크의 누유에 의한 주변환경 오염은 다량의 누출보다는 소량의 장기간 누출이 원인일 경우가 많을 것이다. 다량의 누출은 채고관리나 주유과정 등에서 그 징후를 발견할 가능성이 높기 때문이다. 이런 점에서는 자발적협약의 대상이

11) BTEX는 80ppm, TPH는 2,000ppm

아닌, 총유류 유통량의 10%에 해당하는 다수의 저장탱크 시설의 관리가 더욱 중요할 수도 있다. 미국에서도 영세한 자영주유소와 지방정부기관의 경우에 지하유류저장탱크의 누유가 많이 발생하는 것으로 조사되고 있다.

3. 지하유류저장탱크의 누유발생과 누유감지

가. 토양오염감사에 의한 누유감지

토양환경보전법이 1995년 1월에 제정, 1996년 1월에 동법의 시행령 및 시행규칙이 마련되면서 1996년부터 전국의 유류저장탱크를 대상으로 토양오염검사가 시행되어 오고 있다. 다음 <표 3-1>는 1996-1998년도 토양오염검사(BTEX검사)결과이다.

<표 3-1> 1996-1998년도 토양오염검사결과

구분	토양오염도검사결과 (ppm)			누출검사결과	
	검사업소수	1 ²⁾ ~80 미만	80 이상	검사업소수	누출확인
1996년	14,849	5,584	92	752 ¹⁾	21 ¹⁾
1997년	7,202	790	64	790	24
1998년	9,461	420	38	-	-

1) 자료: 장순웅. 1999. "유류오염의 문제와 대책방안"

2) 토양오염도검사결과 1ppm 이상이면 매년 1회 토양오염검사를 받아야 함

자료 : 환경부. 특정토양오염유발시설설치신고·검사실적

1996년도에 처음으로 14,849개 업소가 검사를 받았으며, 1ppm 이상 우려기준

(80ppm)미만의 검사결과가 나온 업소는 37.6%, 우려기준이상의 검사결과가 나온 업소는 0.6%이었다. 토양오염도검사에서 BTEX가 32ppm(토양오염우려기준 중 나지역에 적용되는 기준의 40퍼센트에 해당) 이상으로 검출된 752건(토양오염도검사 대상의 5%)에 대하여 누출검사가 실시되어 최종적으로 21개소에서 누출이 확인되었다. 1997년도에는 전년도에 누출개연성이 있는 시설(1~80ppm)에 해당하는 업소를 포함 7,202개 업소를 대상으로 토양오염도검사를 실시하였고 이 중 11%가 누출검사를 받았다¹²⁾. 1998년도에는 1997년도 검사결과가 1~80ppm 인 업소들 790개 업소가 포함되었다. 1996, 1997년도 누출검사 결과, 32ppm 이상 1,542개 업소 중 실제 탱크 또는 배관 등에서의 누출이 확인된 시설은 45개(약 3%)에 불과하였다.

<표 3-2>은 1999-2001년도의 토양오염검사결과이다. 1996-1998년도와 비교하면 토양오염도검사를 받은 업소 중 누출검사를 받아야 하는 업소의 비율은 감소하였지만 누출검사결과 누출이 확인되는 경우의 비율은 증가하였다. <표 3-3>은 2002년도 주유소에 대한 토양오염검사결과이다.

현행 토양오염검사는 여러 조사자료나 보도자료 등이 제시하듯 많은 문제점을 안고 있다. 1997년 토양오염검사에는 1996년도 검사에서 누출개연성이 있는 시설(1~80ppm)로 판정된 업소가 포함되었고¹³⁾ 또한 누출개연성이 높은 15년 이상 시설 등이 포함되었으나, 검사결과 1ppm이상 우려기준(80ppm)이하의 업소는 11%로 전년도에 비해 오히려 반 이하로 줄었다. 1998년도에는 1997년도 검사결과가 1ppm이상

12) 현재는 토양오염도검사에서 토양오염우려기준 중 나지역에 적용되는 기준의 40퍼센트 이상 오염물질이 검출될 경우, 즉 BTEX의 농도가 32ppm 이상일 경우, 매년 토양오염검사를 받도록 되어 있지만 당시에는 BTEX가 1ppm 이상 검출되면 매년 검사를 받도록 되어 있었다.

13) 환경부 예규 제166호(1997.11.12)에 의하면 매년 토양오염검사를 받아야 하는 시설은 다음과 같음.

1. 최종 토양오염도 검사결과 오염물질이 검출(유류의 경우 오염도가 1mg/kg)된 시설. 다만, 최종 누출검사결과 저자물질의 누출이 확인되지 아니한 시설로서 최종 토양오염도 검사결과가 토양오염 우려기준의 40%이하이며 직전 토양오염도 검사결과에 비하여 토양오염도가 내려간 경우는 매 2년마다 1회.
2. 당해 저장시설이 설치된 후 15년 이상 경과된 시설.
3. 법 제15조의 규정에 의한 토양오염방지조치를 하지 않은 시설.
4. 국토이용관리법 제6조의 규정에 의한 자연환경보전구역, 수도법 제5조의 규정에 의한 상수원보호구역, 환경정책기본법 제2조의 규정에 의한 특별대책지역안에 설치되어 있는 시설.

<표 3-2> 1999-2001년도 토양오염검사결과

년도	토양오염도검사 결과(ppm)				누출검사 결과	
	검사업소	32 ¹⁾ 미만	32~80미만	80이상	검사업소수	누출확인
1999	주유소	4,905	30	39	139	10
	산업시설	1,735	5	4		
	기타	1,127	4	4		
2000	주유소	6,497	27	54	86	7
	산업시설	2,343	3	8		
	기타	1,550	9	7		
2001	주유소	6,558	15	64	103	22 ²⁾
	산업시설	2,371	1	6		
	기타	1,439	3	11		

¹⁾ 1999년도부터는 매년 토양오염검사를 받아야 하는 기준이 1ppm에서 32ppm으로 변경

²⁾ 103건 중 1건은 자료 입수시 검사진행중

자료 : 환경부. 특정토양오염유발시설설치신고·검사실적

우려기준 이하인 업소들 790개 업소가 포함되어 당해년도 검사대상의 8.4%를 차지하였으나 검사결과 5%만이 1ppm이상의 농도를 보였다. 이러한 결과가 의미하는 것은 1ppm이상의 오염도를 보인 업소를 1년 후에 다시 검사해보니 대부분 1ppm 미만의 오염도를 보인다는 것이다. 이러한 결과는 자연정화 또는 부정확한 오염도검사가 원인이 될 수 있으나 전자의 경우는 가능성이 낮아 보인다. 한편 1996, 1997년도 누출검사 결과, 1ppm 이상 1,542개 업소 중 실제 탱크 또는 배관 등에서의 누출이 확인된 시설은 45개(약 3%)에 불과하다는 것은 97%는 탱크 또는 배관에 의한 것이 아니라 지표로부터 오염되어 확산되었다고 볼 수 있는데 이 또한 가능성이 희박하다¹⁴⁾.

<표 3-3> 2002년도 토양오염검사결과

검사업소	토양오염도검사 결과					
	BTEX(ppm)			TPH(ppm)		
	32미만	3~80미만	80이상	800미만	800~2,000미만	2,000이상
주유소	6,425	19	31	6,211	31	65
산업시설	1,255	9	12	2,256	21	20
기타	853	0	6	1,613	12	10

검사업소수	누출검사결과	
	적 합	부 적 합
172	156	16

자료: 환경부. 특정토양오염유발시설설치신고·검사실적

1995년도에 소방법에 의하여 누설검사가 도입되어 1996년도에 300여기의 탱크를 대상으로 누설검사를 실시한 바가 있는데, 검사결과 탱크의 32.4%가 불량인 것으로 나타났다. 이는 동년에 토양환경보전법에 의한 토양오염검사를 14,849개 업소에 대하여 실시한 결과 최종 누출검사에서 21개소가 불합격한 것과 비교되는 결과이다.

14) 장순웅 1999. "유류오염의 문제와 대책방안"

나. 실제 누유발생 현황

국내에서는 아직 표본조사를 실시한다든가하여 지하유류저장탱크의 누유발생율을 조사한 적은 없다. 더욱이 누유가 발생할 경우 누유사실을 공개하는 것을 꺼리는 사회적 분위기 때문에 실제 누유발생 현황을 파악하는 것이 쉽지 않다. 조사에 의하면 주유소 부지의 복원이 실제 종종 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

1) 조사 사례 1

토양환경보전법이 제정되기 전에 (주)트래비스엔지니어링과 대학 연구팀이 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. 한편 탱크별 누유발생율이 36.1%인데 반해 주유소별 누유발생율은 75%로 나타났다¹⁵⁾<표 12>.

<표 3-4> 탱크연령별 누유율

구분(탱크연령)	5년 미만	6~10년 미만	11~15년 미만	16년 이상
누유율	11%	16.2%	27.7%	35.6%

자료 : 국립환경연구원. 1997. 「오염토양 복원기술 및 제도발전에 관한 연구용역 제2권」

2) 조사 사례 2

한편 1995년에 소방법상 누설검사가 도입되어 경과조치로 10년 이상 탱크는 1997년6월30일까지, 5~10년 경과된 탱크는 1997년12월31일까지 누설점검을 실시하도록 하였다. 이에 1996년도에 312개 탱크가 누설점검을 받은 바가 있다. 101개(32.4%)가 불량인 것으로 나타났는데, 불량탱크 101개중 92개는 보수후 합격판정을 받았고 나머

15) 국립환경연구원. 1997. 「오염토양 복원기술 및 제도발전에 관한 연구용역 제2권」

지 9개는 폐기되었다. 불량 탱크의 결함 유형별 분포는 <표 3-5>와 같다.

<표 3-5> 탱크시설의 불량유형

불량탱크수	결함의 유형				
	미용접	기공	균열	탱크변형	배관 등
101	16(15.8%)	35(34.6%)	34(33.7%)	12(11.9%)	4(4.0%)

자료: 행자부. 2003. 예방소방행정 통계자료

312개 탱크 중 101개가 불합격으로 판정된 누설검사 결과는 동년에 실시된 토양환경보전법상의 토양오염검사에서 14,849개 업소 중 최종 누출검사에서도 불합격한 업소가 21개소인 것과 비교된다.

3) 조사 사례 3

한편, 정유회사의 직영주유소 지하유류저장시설 내부청소를 수행하면서 파악한 바에 의하면 161개 주유소 중 79개, 약 49%가 오염되어 있는 것으로 나타난다<표 3-6>. 이 결과는 탱크로부터의 누유에 의한 토양오염의 경우에는 직접 토양을 통해서 확인할 수가 없으므로 탱크가 새고 있는 것이 확인된 경우와, 토양오염이 발생할 수 있는 배관, 주입관, 주유기 하부 등의 주변지역 오염을 직접 토양으로 사실 확인한 경우를 포함한 것이다. 동 자료에 의하면 5년 미만의 주유소가 5-10년 된 주유소보다 오염발생율이 높는데 이는 이중탱크 및 공사의 문제에 기인하는 것으로 추측된다.

<표 3-6> 주유소 설치년한별 오염발생율

구분	5년 미만	5~10년 미만	10년 이상
주유소수	60	67	34
오염발생율(%)	46.6	34.3	82.3

자료: 김주영, 1999. 「토양오염에 관한 합리적 정책-현 유류오염에 관한 오염토양복원기술과 경제적 대체복원 방안」

4) 조사 사례 4

주유소 탱크검사를 수행하는 모회사의 최근 자료에 의하면 직영주유소는 정기적인 검사와 청소로 자영주유소에 비해 상대적으로 탱크상태가 양호한 편으로 <표 3-7>와 같이 불합격률을 보인다. 5년 미만 시설이 약 5%, 5~10년 미만 시설이 10%, 10년 이상 탱크시설의 경우 17~18%가 누유문제를 안고 있는 것으로 나타난다. 이에 비해 자영주유소의 경우 불합격률이 약 40% 수준에 이른다고 한다.

<표 3-7> 탱크시설의 원인별 불합격률

	탱크용접불량(%)	탱크모재부식 (%)	배관불량(%)
5년 미만	1.6	1	2
5~10년 미만	3.0	3	4
10년 이상	8.3	8	1~2

자료: 주유소 검사 및 청소대행 회사 내부자료, 2003

미국 EPA의 한 조사는 미국내 강철재탱크의 25%정도가 누출현상을 보이고 있으며¹⁶⁾, 다른 EPA 보고서는 특히 12~13년생 탱크의 누출 발생율이 10~11%로 나타나며,

누출발생 탱크 중 10~15년생 탱크가 30%, 15~20년생 탱크가 42%를 차지하는 것으로 보고한 바 있다¹⁷⁾. API(American Petroleum Institute)는 강철재탱크의 50%가 매설된 지 15년 이내에 누유를 경험할 것으로 예상한다¹⁸⁾. 세계적으로도 지하저장탱크의 부식에 의한 유류의 누출사고가 전체 유류누출사고의 23%를 차지하고 있다¹⁹⁾. 미국이 UST Upgrade Program을 수립하면서 참고하였던 대표적인 지하유류저장탱크 누유발생에 관한 조사 결과도 비슷한 수치를 보여준다<표 3-8>.

<표 3-8> UST Upgrade Program 시행 전 미국내의 누유발생 현황

조사 내용	조사 결과
EPA의 'Underground Motor Fuel Tanks: A National Survey'	전국에 산재한 450여 탱크시스템의 기밀시험을 한 결과 35%가 불합격
뉴욕의 Suffolk County의 지하저장 탱크 프로그램 자료	6,000여개의 탱크시스템에 대하여 기밀검사를 실시한 결과 26%가 불합격
정유회사 Chevron의 자체조사	조사된 3,000여개의 탱크시스템의 10%가 불합격
EPA 보고서 'Causes of Releases from UST Systems'	현존하는 지하저장탱크 시스템의 25%가 새머그 원인의 84%가 느슨한 탱크접합 또는 잘못된 배관에 기인

자료: EPA, OUST. 1988

16) 국립환경연구원. 1997. 「오염토양 복원기술 및 제도발전에 관한 연구」
 17) EPA. 1987. "Causes of Release from UST Systems"
 18) Michigan Office of the Audit General Report 76-135-98. 2002
 19) 박용하 외. 2002b. 「토양오염지역의 관리 및 복원방안 연구」

1995년도에 수행된 조사에 의하면 당시에는 10년 미만 탱크는 35,000여개, 10년 이상 경과된 탱크는 15,000여개에 이르는 것으로 나타났으나²⁰⁾, 2003년도 행자부 통계 자료에 의하면 현재에는 10년 미만 탱크는 50,000여개, 10년 이상된 탱크는 30,000여개에 이른다. 진성기 외(1994)에 의하면 탱크 외부에 모래나 탱크조실을 갖추고 있지 않은 경우가 조사 당시 전체 주유소의 30-40%를 차지하는 것으로 나타나는데, 이에 해당하는 탱크는 강철재탱크의 내구년한을 10년으로 가정할 경우 현재 최소한 15,000여개는 심각한 부식상태에 있는 것으로 추정할 수 있다²¹⁾. 탱크조실을 갖춘 경우에도 부실하게 조실이 시공된 경우가 있으므로 실제로는 이보다 더 많은 탱크가 높은 누유 가능성을 가지고 있다<표 3-9>.

<표 3-9> 부식으로 인한 홀(hole) 발생 원인

부식유형	평균 탱크연령	부식발생율(%)
내부	10~20 년	6~10
외부	10~20 년	70~80
병행(내부+외부)	10~20 년	15~19

주: 전문가 의견에 의하면 홀의 50%정도는 녹으로 막혀 있어 새지는 않는다고 한다.

자료: EPA. 1987. "Causes of Release from UST Systems"

20) 박용하 외. 1995. 「토양환경보전을 위한 오염방지기준 및 관리대책」

21) 1986년 EPA 보고서에 의하면, 10년 이하의 탱크에서는 부식, 느슨한 조립, 구조적 결함 및 부적절한 설치가 비슷한 비율로 누출원인이 되지만, 11-20년 사이의 탱크는 부식이 가장 중요한 원인이 된다. 따라서, 부식은 10년이 지난 후 누출의 주원인이 되는 것을 알 수 있다. 박용하 외(1995)에 의하면 당시 지하유류저장탱크가 50,000여개에 달하는데, 이들 탱크가 현재까지 사용되고 있다고 가정하면 탱크외부에 모래를 채우지 않거나 아예 조실이 없는 경우는 15,000~20,000여개에 이를 것이다.

제4장 미국의 지하유류저장탱크 관리

1984년 이전에는 연방정부 및 주정부 또는 지방정부 차원에서의 규정이 거의 없었다. 1972년도에 Clean Water Act(CWA)가 42,000갤론 이상의 지하저장탱크 소유자로 하여금 부식방지조치를 하고 탱크를 정기적으로 검사하도록 하였고 1976년도의 Resource Conservation and Recovery Act(RCRA)가 유해폐기물을 저장하는 탱크를 규제한 바가 있었으나, 이들 규정은 지하수가 아닌 지표수 등을 오염시킬 가능성이 있는 탱크에 적용되었다. 그러던 중 1980년대 초반 지하저장탱크의 누설이 지하수 오염의 주원인이라는 사실이 주정부를 통해서 계속 보고되었고 또한 석유류와 유해물질을 저장한 미국 전역의 많은 지하저장탱크가 내구년한에 도달하고 있는 상황이었으므로 이에 대한 대책마련이 요구되었다. 80년도에 제정되어 일명 Superfund(수퍼펀드)라고도 불리는 Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act(CERCLA)에 의하면 EPA는 유해물질의 유출에 대응하도록 되어 있었으나 석유류가 CERCLA가 지정하고 있는 유해물질에 포함되지 않았으므로 지하수 오염의 주원인인 석유류의 유출과 관련한 새 규정이 필요하였다.

이에 1984년도에 Resource Conservation and Recovery Act(RCRA)의 수정조항인 Hazardous and Solid Waste Amendments(HSWA)에 석유 및 유해물질을 저장한 지하저장탱크에 관한 subtitle I이 추가되었다. RCRA subtitle I 이라고 불리는 subtitle I 는 미국 환경청(EPA)으로 하여금 지하저장탱크의 설비기준 및 설치, 누유감지, 흘림 및 넘침 방지, 오염부지정화, 그리고 용도폐지 등에 관한 운영요건과 기술적 기준을 수립하도록 하였다. 새로운 포괄적인 지하저장탱크 규제 프로그램을 개발하고 이행하기 위해 1985년도에 Office of Underground Storage Tank(OUST)가 EPA의 Office of Solid Waste and Emergency Response(OSWER)의 일부로 신설되었다. 1986년도에는 지하저장탱크에 의하여 오염된 부지의 정화에 연방정부의 기금을 지원하기 위한, Subtitle I를 수정한 Superfund Amendments Reauthorization Act(SARA)가 통과되어

Leaking Underground Storage Tank(LUST) Trust Fund가 조성되게 되었다. 1988년 9월 23일 EPA는 지하저장탱크 시스템에 관한 시설기준을, 10월 26일 채무지불능력증명에 관한 규정을 공포하였다. 수립된 규정은 88년부터 단계적으로 도입되어, 모든 탱크를 업그레이드하거나 교체 또는 폐쇄조치 하도록 하는 규정이 1998년 12월 22일을 기한으로 최종적으로 적용되었다.

1. 관련규정 및 제도

가. 업그레이드 프로그램에 의한 오염방지시설의 종류와 설치기준

1988년 시작된 UST Upgrade Program은 체적의 10% 이상이 지하에 묻혀있는 저장탱크를 규제대상으로 하고 있으나 이 중 용량이 100갤론 이하인 탱크, 지하실바닥과 같이 지하 바닥위에 설치되는 탱크, 자가사용이 목적인 난방유저장탱크, 농장 및 주택용 탱크 등은 대상이 아니다. 동 프로그램은 1988년 12월 이후의 신규지하저장탱크는 누유감지, 흘림 및 넘침 방지를 의무적으로 설치하도록 하고(40 CFR 280.20) 기존 시설은 1998년 12월 22일 까지 동기준에 적합하도록 업그레이드하거나(40 CFR 280.21(b)~(d))¹⁾ 주유소를 폐쇄 및 복원조치 하도록 하였다(40 CFR 280, subparts G and F)²⁾. 주유소 시설별로 의무적으로 설치하도록 하는 방지시설을 <그림 4-1>에 나타내었다.

1) 신규탱크

가) 부식 및 산화방지시설(아래의 3가지 중 택일)

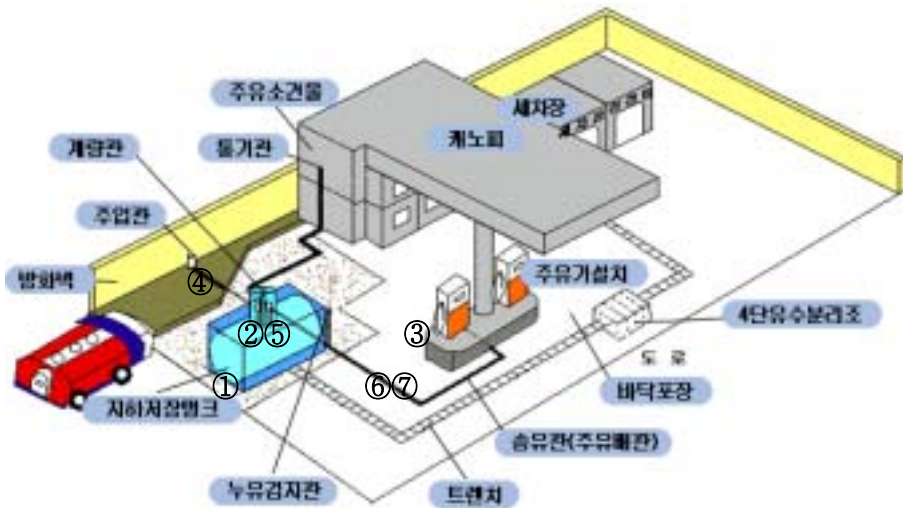
- 방청도장되고 음극보호조치되는 강철탱크 - 압축전류시스템과 전기도금 양극 시스템. 압축전류시스템은 직류와 탱크에 전류를 전달하는 양극을 일체화하는 시스

1) 누출감지시설의 경우는 1993년 12월 22일까지 설치하도록 하였다.

2) 40 CFR part 280, "Technical Standards and Corrective Action Requirements for Owners and Operators of Underground Storage Tanks"

템으로 코팅이 되어있지 않은 기존의 탱크를 보호하는데 사용하며, 전기도금 양극시스템은 금속희생양극기와 강철 탱크간의 자연적인 전위차에 의존하는 시스템으로 적용범위는 신설탱크로 제한

- 내부식성 탱크(FRP 탱크) - 섬유유리강화 플라스틱(FRP)등의 내부식성 재질로 제작된 탱크
- FRP로 코팅된 강철탱크(혼합탱크) - 강철표면위를 부식에 강한 재료(FRP)로 코팅한 탱크



<그림 4-1> 주유소 시설별 방지시설의 종류.

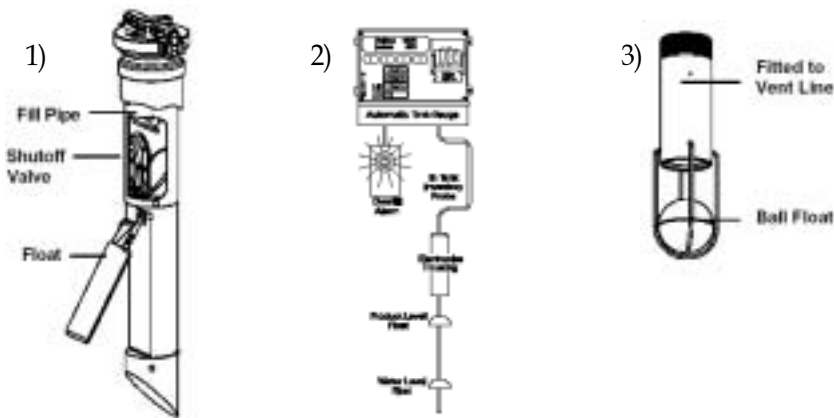
- ① 부식 및 산화방지시설(탱크), ② 흘림방지장치(탱크 맨홀 하부), ③ 흘림방지장치(주유기 하부), ④ 넘침방지장치-자동공급차단장치 (공급배관), ⑤ 넘침방지장치-부유공 밸브(탱크 vent line 하부), ⑥ 부식방지(배관), ⑦ 자동라인누출감지기(배관)

나) 흘림 및 넘침방지시설

저장물질의 입출고시 발생하는 흘림현상은 일시적이고 그 양이 적다하더라도 그 양이 누적되면 토양오염에 심각한 영향을 줄 수 있으므로 모든 탱크에 채집용기(Catchment Basin)와 같은 흘림방지시설의 설치가 요구된다. 채집용기는 주입구를 둘러싸고 있는 밀봉용 통을 말하며 각 주유기 밑부분과 주입구(탱크 맨홀 밑부분)에 설치된다. 용기 내에 모아진 액체를 제거할 수 있도록 별도의 펌프나 배수관을 설치한다.

저장물질을 탱크에 주입할 때 과도한 주입으로 인한 넘침 현상을 방지하는 시설은 다음 중에서 택일한다<그림 4-2>.

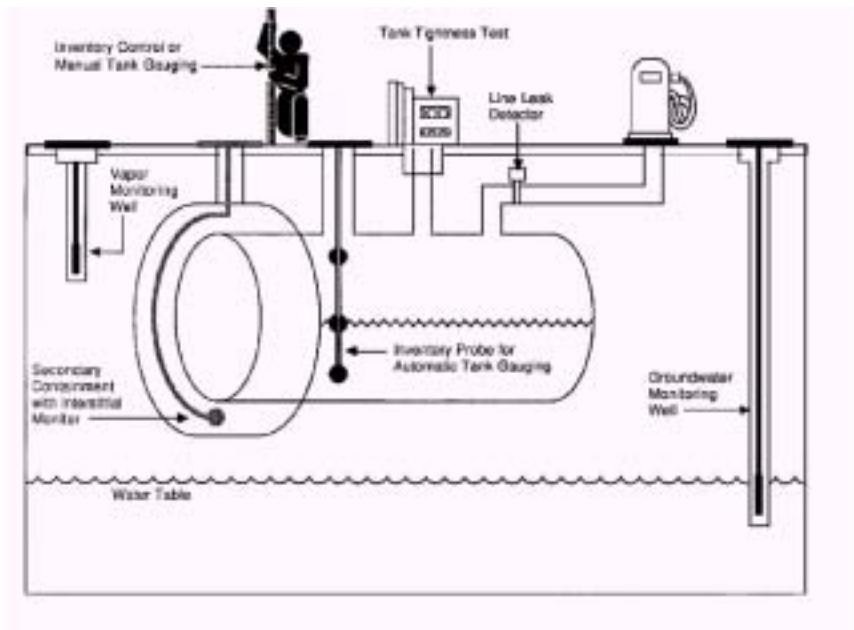
- 자동공급차단장치(Automatic Shutoff Devices) - 부유 메카니즘에 의하여 저장물질이 일정량에 도달하면 자동으로 공급을 중지
- 넘침경보장치(Overfill Alarms) - 저장탱크내에 설치된 탐침을 이용하여 저장물질이 일정량에 도달하면 경보 울림
- 부유공 밸브(Ball Float Valve) - 부유공을 vent line 아래에 설치된 부유공은 저장물질이 어느 정도 채워지면 vent line을 막음으로 해서 공급을 제어



<그림 4-2> 넘침방지장치. 1)자동공급차단장치, 2)자동경보장치, 3)부유공 밸브
(EPA, 1990)

다) 누출감지시설(아래 둘 중 한가지 택일)

- 월간 모니터링 - 이중벽틈새감지(Interstitial monitoring)³⁾, 자동탱크계측(Automatic tank Gauging)⁴⁾, 증기감지(Vapor Monitoring)⁵⁾, 지하수감지(Groundwater monitoring)⁶⁾, 통계적재고조정(Statistical Inventory reconciliation)⁷⁾, 기타 EPA에서 승인한 방법 중 1가지를 선택<그림 4-3>



<그림 4-3> 누유감지 방법 (EPA, 1995a)

- 3) 이중벽의 공간을 이용한 검사방법. 이중벽 틈새에 고인 액체를 감지.
- 4) 탱크내 주입되는 센서를 이용하여 재고관리/누유검사를 병행 실시하는 방법. 0.2gallon/h 이상의 누유검사 성능을 가질 것.
- 5) 누유시 발생하는 증기성분을 감지하는 방법. 1개 감지구로 20-0ft까지 관리할 수 있음.
- 6) 지표면에서 약 6m이내의 하부에 지하수가 존재할 때 사용. 감지구의 직경 5~10cm. 탱크 1기당 1-4개의 감지구 설치.
- 7) 일정기간동안의 급유와 판매 데이터를 컴퓨터로 분석하여 누출여부를 확인하는 시스템으로서 월간 모니터링에 대한 연방정부의 기준을 만족하기 위해서는 0.2gallon/h 누출검사를 할 수 있어야 하며, 탱크 내밀성 시험과 같은 조건을 만족하기 위해서는 0.1gallon/h 누출검사를 할 수 있어야 한다.

- 재고관리(Inventory Control)와 탱크정밀검사⁸⁾ - 월간재고관리 및 5년 1회 탱크 정밀검사. 설치 후 10년 동안만 실시

2) 기존탱크

가) 부식방지(신규탱크 및 배관에 적용되는 시설, 혹은 아래 3가지 중 택일)

- 음극보호조치된 강철탱크
- 내부라이닝-내유성과 내부식성 물질로 탱크내부를 코팅
- 음극보호시스템과 내부라이닝 시설 병행

나) 홀림 및 넘침방지시설

신규설비의 경우와 동일하다.

다) 누유감지(아래 둘 중 한가지 택일) - 25년 이상된 시설의 경우 설치시한을 1989년 12월로, 10년 이하의 시설의 경우 1993년 12월을 설치시한으로 하는 등 매설연령에 따라 설치시한이 다르나 1993년 12월 22일까지는 모든 탱크에 누유감지시설이 설치되어야 한다.

- 월간 모니터링 - 틱새감지, 자동탱크계측, 증기감지, 지하수감지, 통계적재고조정, 기타 EPA에서 승인한 방법 중 1개 이상을 설치

- 월간재고관리 및 기밀시험(탱크정밀검사)

- 부식보호조치 및 넘침/홀림 방지장치를 하지 않은 경우 - 월간재고관리 및 연간 탱크정밀검사 실시(1998년까지만 실시 허용)

- 부식보호조치 및 넘침/홀림 방지장치를 한 경우 - 월간재고관리 및 5년 1회 탱크정밀검사 실시(방지장치 후 10년 동안만 실시 허용)

8) 탱크정밀검사는 전문기관을 통한 검사를 말함. 대부분의 정밀검사방법은 탱크의 유량변화를 측정하는 체적방법에 의한 것임. 0.1gallon/h의 정밀도를 가져야 함. 재고관리는 Manual Tank Gauging과 비슷한 방법으로 스틱게이지를 이용한 일일검사 및 월간 대조검사방법을 병행 실시한다.

2,000갤론 이하 탱크는 수동탱크계측(Manual Tank Gauging)을 실시할 수 있다. 수동탱크계측은 모니터링 시설을 설치하기 전에 일시적으로 사용할 수 있는 모니터링 방법. 2,000ℓ 미만의 탱크는 통계적 재고관리방법으로 관리 가능. 2,000-7,500ℓ 탱크는 통계적 재고관리방법과 탱크정밀검사를 병행 실시 하여야 한다. 7,500ℓ 이상의 탱크에 대해서는 사용이 불가능. 주1회 이상 검사

3) 신규배관

가) 부식방지(아래의 것 중 택일)

- 방청도장되고 음극보호조치된 강철배관
- 내부식성 배관(FRP 배관) - 섬유유리강화 플라스틱(FRP)등의 내부식성 재질로

제작된 배관

나) 누유감지(가압식 배관의 경우 시공시 아래의 조치 중 1개씩 선택)

- 자동라인 누출감지기(Automatic Line Leak Detector) - 다음 중 택일
- 자동흐름제어기(Automatic Flow Restrictor)
- 자동흐름차단기(Automatic Flow Shutoff)
- 연속경보시스템(Continuous Alarm System)
- 연간 배관정밀검사 혹은 월간 모니터링(증기모니터링, 지하수모니터링, 이중벽

틈새감지 등)

다) 누유감지(흡입배관의 경우 다음 중 택일)

- 월간모니터링
- 3년 1회 배관 정밀검사
- 면제(요구기준을 모두 만족시)⁹⁾

4) 기존배관

가) 부식방지(아래 중 택일)

- 신규배관에 적용되는 시설
- 음극보호조치된 강철배관

나) 누유감지

신규배관의 경우와 동일

9) 주유기 정지 후 배관 내 잔류 유류가 탱크로 흘러 들어갈 수 있는 충분한 기울기를 가지며, 각 흡입배관당 하나의 체크밸브가 흡입펌프 바로 아래에 위치하는 조건을 만족할 경우 누유감지장치 설치가 면제된다.

<표 4-1> 미국과 국내의 오염방지시설기준 비교

		미국	국내 ¹⁾
부식 및 산화 방 지	신규탱크	<ul style="list-style-type: none"> • 방청도장되고 음극보호조치된 강철탱크 • 내부식성 탱크(FRP 탱크) • FRP로 코팅된 강철탱크(혼합탱크) 	<ul style="list-style-type: none"> • 방청도장하고 탱크실내에 설치하는 강철탱크 • 방청 및 아스팔트도장+아스팔트루핑에 의한 피복 • 이중벽 탱크²⁾ • 음극보호장치 또는 내부식성 재료(FRP, HDPE 등)로 피복
	기존탱크	<ul style="list-style-type: none"> • 신규탱크에 적용되는 시설 • 음극보호조치된 강철탱크 • 내부라이닝 • 음극보호시스템+내부라이닝 	해당기준 없음
	신규배관	<ul style="list-style-type: none"> • 방청도장되고 음극보호조치된 강철배관 • 내부식성 배관(FRP 배관) 	<ul style="list-style-type: none"> • 도장 또는 음극보호조치 등이 된 강철 또는 금속 배관³⁾ • 내부식성 배관(FRP 또는HDPE 배관)³⁾ • 이중배관³⁾
	기존배관	<ul style="list-style-type: none"> • 신규배관에 적용되는 시설 • 음극보호조치된 강철배관 	해당기준 없음

¹⁾ 토양환경보전법 또는 소방법에서 정하고 있는 내용이 해당됨.

<표 4-1> 미국과 국내의 오염방지시설기준 비교(계속)

		미국	국내 ¹⁾
홀림 및 넘침 방지	신규탱크	홀림: • 주유기 밑부분과 주입구에 채집용기 설치 넘침: • 자동공급차단장치 • 넘침경보장치 • 부유공 밸브	홀림: 해당기준 없음 넘침: • 자동공급차단장치 ⁴⁾ • 넘침경보장치 ⁴⁾
	기존탱크	• 신규탱크에 적용되는 시설	해당기준 없음

²⁾ 토양환경보기종배관전법상은 강철-FRP(또는 HDPE) 이중벽 탱크만을 언급하고 있으나 소방기술기준에의한규칙에는 이외에 강철-FRP(또는 HDPE) 이중벽탱크, 강철-강철 이중벽 탱크도 포함시키고 있다.

^{3), 4)} 해당내용은 소방법(소방기술기준에관한규칙)상에서 정하고 있는 것으로서, 토양환경보전법상에는 관련규정이 없다.

⁵⁾ 이중벽틈새감지, 자동탱크계측, 증기감지, 지하수감지, 통계적재고조정, 기타 EPA에서 승인한 방법

⁶⁾ 이중벽틈새감지, 증기감지법, 지하수감지법, 탱크자체에 설치하는 누출검사관, 탱크실에 설치하는 누출검사관

<표 4-1> 미국과 국내의 오염방지시설기준 비교(계속)

		미국	국내 ¹⁾
누 유 감 지	신규탱크	<ul style="list-style-type: none"> • 월간 모니터링⁵⁾ • 월간재고관리와 5년 1회 탱크정밀검사 	<ul style="list-style-type: none"> • 자동누출 측정기기 • 외부누출 측정기기⁶⁾
	기존탱크	<ul style="list-style-type: none"> • 월간 모니터링⁵⁾ • 월간재고관리와 탱크정밀검사 • 부식보호조치 및 넘침/흘림 방지장치를 하지 않은 경우 연간 탱크정밀검사 실시(98년까지만 실시 허용) • 부식보호조치 및 넘침/흘림 방지장치를 한 경우 5년 1회 탱크정밀검사 실시(방지장치 후 10년 동안만 실시 허용) 	해당기준 없음
	신규배관	가압배관: <ul style="list-style-type: none"> • 자동라인 누출감지기 • 연간 배관정밀검사 혹은 월간 모니터링 흡입배관: <ul style="list-style-type: none"> • 월간모니터링 • 3년 1회 배관 정밀검사 • 면제(특정조건 만족시) 	<ul style="list-style-type: none"> • 강관 또는 금속배관을 용접하지 않고 접합한 경우접합부분에 누출검지구 설치
	기존배관	<ul style="list-style-type: none"> • 신규배관에 적용되는 시설 	해당기준 없음

이상 미국의 UST Program이 정하고 있는 시설기준을 살펴보면 누유방지 보다는 누유감지 프로그램의 성격이 강하다. 부식방지에 관한 규정 등이 있어 누유방지 측면이 강조되지 않는 것은 아니지만, 누유방지에 더 효과적이라고 판단되는 secondary containment의 사용이 권장 내지 의무화되지 않고 있기 때문이다¹⁰⁾. <표 4-1>은 미국의 오염방지시설기준을 국내의 기준과 비교 정리한 것이다.

나. 업그레이드 프로그램에 의한 기타 요건

UST Upgrade Program은 지하저장탱크에 누유감지, 흘림 및 넘침 방지 시설을 설치하도록 한 시설기준 이외에 신고, 설치, 오염시 복원, 시설 설치시 제시해야 할 채무 지불능력증명, 그리고 기록의 의무에 관한 규정 등을 포함하고 있다.

1) 보고와 기록

소유자와 운영자는 행정기관에 다음 사항을 보고해야 한다.

- 지하저장탱크 시스템의 신고(40 CFR 280.22) - 신규 지하저장탱크 시스템의 설치에 관한 certification이 포함(40 CFR 280.20(e))
- 의심되는 누출(40 CFR 280.50), 흘림과 넘침(40 CFR 280.53), 확인된 누출(40 CFR 280.61) 등 모든 누출 - 누출이 의심되면 행정기관에 신고하며, 누출이 확인된 경우는 계획하고 있거나 이미 실행중인 사후대책의 내용도 보고
- 현재 추진중이거나 향후 추진할 복원대책의 내용 - 초기저감대책(initial

10) Secondary containment에는 이중벽탱크, 방수처리된 excavation liner, 콘크리트실 등이 포함된다. Secondary containment는 탱크로부터 누출된 저장물질이 환경으로 방출되는 것을 지연시키는 차단벽의 역할을 하며 아울러 누출된 저장물질이 환경으로 방출되기 전에 이를 감지할 수 있는 공간을 마련해줌으로써 환경으로 방출되는 저장물질의 양을 감소시킬 수 있다는 장점이 있다. 이러한 장점에도 불구하고 보호조치된 단일벽탱크를 설치하고 누유감지를 병행하도록 하는 방법이 선택된 이유는 크게 두 가지였다. 첫째, secondary containment라 하더라도 여전히 누유발생의 가능성을 지니고 있으므로 상대적으로 높은 비용을 투자하여 동 시설을 설치할 당위성이 불확실하다는 점이었다. 둘째, 보호조치는 강철제탱크의 누유발생의 주 원인인 부식을 방지하는 것이므로 이러한 보호조치를 한 신규 단일벽탱크에서는 누유 문제가 실질적으로 개선된다는 점이었다. 미국에서도 유독물질 지하저장탱크의 경우에는 secondary containment 및 틸새감지가 요구되고 있다.

abatement measure)(40 CFR 280.62), 초기부지조사(initial site characterization)(40 CFR 280.63), 자유상 오염물질 제거(free product removal)(40 CFR 280.64), 토양 및 지하수 정화의 검토(40 CFR 280.65), 복원계획(40 CFR 280.66)을 포함

- 영구폐쇄조치 혹은 용도변경 전 해당사실을 해당조치 30일 전에 신고

한편, 소유자와 운영자는 다음의 기록을 보관해야 한다(40 CFR 280.34).

- 부식방지장치가 사용되고 있지 않는 경우, 부식전문가가 부식 가능성에 대하여 분석한 자료
- 부식방지장치의 운영에 관한 기록, 즉 부식방지시스템에 필요한 검사 (inspection)와 테스트에 관한 기록
- 지하저장탱크 시스템의 수리에 관한 기록
- 최근의 누출감지규정 이행에 관한 기록 - 최근 모니터링 결과와 정밀검사 결과, 누유감지장치 제조회사가 작성한 이행청구 사본, 최근유지관리, 수리, 누유감지장치의 calibration 등에 관한 기록
- 영구폐쇄조치시 수행한 부지조사의 결과를 저장탱크 폐쇄후 최소한 3년간 보관

2) 탱크와 배관의 설치

신규 탱크와 배관 설치에 관한 연방규정(40 CFR 280.20(d) and (e))은 다음과 같다.

(d) 모든 탱크와 배관은 독립검사기관협회(nationally recognized association of independent testing laboratory)가 제시하는 실행지침(code of practice)과 제조업체의 지침(instruction)을 준수하여 설치한다.

(e) 다음 중 한 개 이상이 만족되었음을 신고서에 증명해야 한다.

- 설치자가 탱크와 배관 제작업체로부터 인증받은 자임¹¹⁾
- 설치자가 수행기관으로부터 인증 혹은 면허를 받은 자임

11) 탱크 및 부대장치는 독립시험기관의 인증을 받도록 하고 있으므로 제작회사는 잘못된 설치로 인한 탱크 결함에 대해서는 책임을 지지 않으려 할 것이다. 제작회사는 자사의 지침을 준수하여 탱크를 설치하는 경우에만 품질보증을 하고 있다.

- 설치공정이 지하저장탱크 시스템의 설치에 관한 교육과 경험이 있는 등록된 기술사(registered professional engineer)로부터 검사 혹은 인증을 받았음

- 설치공정이 수행기관에 의해 검사 혹은 승인하였음
- 제작업체의 설치점검목록에 있는 모든 단계를 완수하였음

3) 폐쇄 및 복원

임시 및 영구적으로 지하저장탱크 시스템을 폐쇄할 경우 40 CFR Part 280 Subpart G, 'Out-of-Service UST Systems and Closure.'의 규정을 준수하도록 되어 있다. 임시로 폐쇄할 경우 일반적으로 누유감지장치를 그대로 두거나 탱크를 비우는데, 이때 부식방지장치는 그대로 둔다. 1년 이상 사용을 중지할 경우에는 특정요건을 만족하지 않는 한 영구적으로 폐쇄시켜야 한다. 폐쇄 혹은 용도변경시 소유자와 운영자는 다음을 이행해야 한다.

- 주 혹은 지방의 담당기관에 신고
- 탱크를 비우고 청소
- 탱크를 땅속으로부터 제거하든지 탱크를 불활성 물질로 채움
- 굴착지역에 누출이 있는지 확인하는 부지평가를 실시하고 관련기록을 폐쇄후 최소한 3년간 보관

4) 재무지불능력증명(Financial Responsibility)

연방규정(40 CFR Part 280 Subpart H, 'Financial Responsibility')에 의하면 규제대상인 탱크의 소유자와 운영자는 오염발생시의 복원비용과 제3자가 입은 손해에 대한 배상금을 지불할 능력이 있음을 증명하여야 한다. 지불능력증명의 보상액은 사업의 종류와 크기에 따라 다르다. 지불능력증명의 방법은 다음과 같이 여러 가지가 있다.

- 환경배상책임보험(Environmental Impairment Liability Insurance)
- 자가보험(self insurance)
- 보증, 지급보장증권(surety bond), 혹은 신용장
- 제 3자가 운영하는 신탁기금에 일정액을 투자

- 주의 재정보장기금(Financial Assurance Fund)

증명해야 할 보상액의 범위는 <표 4-2>와 같다.

다. 기타 제도

1) 연방정부의 LUST(Leaking Underground Storage Tank) Trust Fund

1986년 미국의회는 탱크소유 및 운영자가 복원비용을 지불할 능력이 없거나 지불하려고 하지 않을 경우 EPA와 주정부가 복원비용으로 사용할 수 있도록 하기 위하여 신탁기금(Trust Fund)을 조성하기로 하였다. 이 기금은 EPA 및 주정부가 복원을 실시하는 데 우선 사용되며 이후에 탱크소유 및 운영자 등 오염의 책임자로 하여금 해당비용을 상환하도록 한다. 주정부는 상환액을 가지고 있다가 후에 복원비용으로 사용할 수 있다. 이 기금은 연료 갤런당 0.1센트로 부과되는 세금으로 조성되는데, 1987년도부터 조성된 기금이 2002년 말 현재 19억 달러 이상의 잔고에 연간 이자가 1억 달러 이상 된다. EPA의 이 기금의 연간 사용액은 약 7천만 달러 수준인데 이 중 80%가 행정집행, 감독, 복원에 필요한 비용으로 사용된다.

50개 주가 EPA와 협력협정(cooperative agreement)을 맺고 동 협정에 의하여 LUST 프로그램 운영경비를 보조받고 있다. 주는 LUST 프로그램 보조금을 책임당사자가 실시하는 복원사업을 감독하거나 방치된 오염부지를 복원하는데 사용하게 된다¹²⁾. 지금까지 행정업무, 감독 및 주정부가 주도하는 행정집행, 그리고 복원을 위해 각각 사용된 기금액의 규모는 비슷하다. 미국의회는 주정부가 탱크검사 수행 및 연방 규정집행을 좀 더 충실히 할 수 있도록 몇 법안을 제출하고 있는데, 한 예로 S.2962는 주정부가 주유소를 대상으로 검사를 수행하고 이행여부를 조사하는 등 규정을 집행하는데 복원기금의 일부를 사용하는 것을 허용하도록 하는 내용을 포함하였다¹³⁾.

12) 전체 오염건수의 4%만이 오염책임자를 알 수 없는 경우다. 자료: EPA. 2003. "LUST Trust Fund" [online] <http://www.epa.gov/swerst1>

13) GAO. 2001. "Environmental Protection-Improved Inspections and Enforcement Would Better Ensure the Safety of Underground Storage Tanks"

<표 4-2> 재무지불능력증명 요건

구분	증명 최종기한	건당 보상액	총 보상액
그룹1: 지하저장탱크 1,000기 이상을 소유한 석유 판매업자 또는 2,000만 달러 이상의 순수자산(net worth)을 소유한 비판매업자	89년 1월	100만달러	100만달러 (소유한 탱크가 100기 이하일 경우) 또는 200만달러 (소유한 탱크가 100기를 초과할 경우)
그룹2: 100~999기 탱크를 소유한 석유 판매업자	89년 10월		
그룹3: 13~99기 탱크를 소유한 석유 판매업자	91년 4월		
그룹4-A: 1~12기 탱크를 소유한 석유 판매업자	93년 12월		
그룹4-B: 2,000만달러 이하의 순수자산을 소유한 비판매업자	93년 12월		
그룹4-C: 지방정부(그룹5에 해당하지 않는 인디안 부족을 포함)	94년 2월	50만 달러 (매달 취급량이 1 0,000갤론 이하일 경우) 또는 100만 달러	
그룹5: 인디안 구역에 탱크를 소유하고 있는 인디안 부족	98년 12월	(매달 취급량이 1 0,000갤론 초과일 경우)	

자료 : EPA. 1995a. "Musts for USTs"

2) 주정부의 Financial Assurance Fund¹⁴⁾

47개 주에서 State Financial Assurance Fund(주재정보장기금)을 조성하여 지하저장탱크를 업그레이드하거나 오염된 부지를 복원하는데 필요한 비용으로 사용하고 있다. 이러한 기금은 개인보험(private insurance)의 보완 내지 대체의 수단으로서 중소형 석유유통기관에 특히 유용하게 사용되고 있다. 일반적으로 주유소 소유자와 운영자가 지하저장탱크로 인한 오염 발생에 대비하여 복원비용이 있음을 증명하는 채무지불능력증명의 수단으로 사용되기도 한다. 매년 미국 전역에서 약 1억달러가 조성되는데 청구금액이 2억 달러 이상이 되기도 한다¹⁵⁾. 이 기금의 특징은 다음과 같다¹⁶⁾.

- 기금은 주 법령에 의하여 조성되는데 기금을 사용하기 위해서는 EPA의 허가를 사전에 받아야 한다.
- 대부분의 경우 탱크 등록비와 유류세를 가지고 기금을 조성한다.
- 대부분의 주기금은 소유자 및 운영자가 지불해야 하는 공제금액이 있다.
- 종종 복원비용을 대기 어려운 영세사업장에게 혜택을 주기도 하지만, 연방정부의 LUST Trust Fund와는 달리 재정적으로 지불능력이 있는 사업장에 복원비용의 전부 혹은 일부를 보상해주기도 한다.

뉴욕주의 주기금을 사례로 들어 내용을 소개하면 다음과 같다. 뉴욕주는 EPA 분류에¹⁷⁾ 의하여 3과 4 그룹으로 분류되는 탱크 소유자의 경우 State Oil Spill Fund로써 채무지불능력증명을 할 수 있도록 하고 있다. Oil Spill Fund는 오염 책임자가 미상이

14) State LUST Trust Fund 라고도 한다.

15) Vermont Department of Environmental Conservation. 1997. "Summary of State Fund Survey Results"

16) CRS Report for Congress. 1999. "Leaking Underground Storage Tank Cleanup Issues"

17) 1그룹: 지하저장탱크가 1,000개 이상이거나 유형자기자본(tangible net worth)이 2천만달러 이상인 석유유통기관(petroleum marketing firm), 2그룹: 100-999개의 지하저장탱크를 소유한 석유유통기관, 3그룹: 13-99개의 지하저장탱크가 1개 이상인 석유유통시설(petroleum marketing facility)¹⁾에 설치되어 있는 석유유통기관, 4그룹: 모든 지방 정부기관을 포함, 그룹1-3에 해당되지 않는 모든 지하저장탱크 소유자.

석유유통기관 : 석유유통시설을 소유한 사업장. 석유유통시설 : 석유제품이 제조 및 정제되는 시설, 또는 석유제품이 타유통기관이나 소비자에게 판매 및 이송하는 시설.

거나, 책임자가 시기 적절하게 복원을 하려하지 않거나 할 능력이 없는 경우에 복원 비용으로 사용한다. 기금을 사용한 경우에는 비용과 이자와 벌금을 합한 금액을 변제 받기 위해 담보권(lien)의 설정을 포함하여 모든 노력을 기울인다¹⁸⁾.

3) 주정부의 Financial Assistance Program

몇 주는 영세사업장과 지자체 기관을 지원하기 위한 경제지원프로그램을 운영하고 있다. 95년도 EPA 보고서에 의하면 14개 주가 탱크를 업그레이드 혹은 폐쇄하거나 오염부지를 복원하는 사업장과 지자체를 지원해주기 위한 대출 또는 증여 프로그램을 도입한 것으로 나타난다. 몇 주는 특히 외곽지역에 대한 연료공급을 원활히 유지하기 위하여 이 곳의 영세주유소에 초점을 두고 운영하고 있다¹⁹⁾.

4) 주정부 프로그램

RCRA subtitle I에 의하면 주프로그램이 EPA의 승인을 받으면 주정부 규정이 연방정부 규정을 대신할 수 있다. 그러나 주프로그램이 승인 받지 않은 경우에는 연방규정과 함께 주 및 지방의 규정을 다같이 준수해야 한다. 주 및 지방 정부의 규정은 일반적으로 연방정부의 규정보다 엄격하다. 예를 들어, 승인된 주프로그램이 없는 캘리포니아주의 경우 연방규정과는 달리 용량이 1,100갤론 이하로서 농장이나 주택에 설치된 탱크만을 지하저장탱크 규제대상에서 제외하고 있다.

2. 관리현황

가. UST Upgrade Program 이행과 집행

2001년도 GAO(General Accounting Office) 보고서에 의하면 UST Upgrade

18) New York Department of Environmental Conservation. 2003.

19) EPA. 1995b. "Financial Assistance programs for UST Owners and Operators: Federal and State Funding Programs"

Program의 유예기한이 지난 2000년 현재 일부 지하저장탱크의 경우 업그레이드 및 유지관리가 제대로 이루어지지 않는 것으로 나타난다. UST Upgrade Program을 수립하던 1984년도 당시 미국전역의 주유소에서 사용 중이던 탱크 200만개 중 영구폐쇄된 150만개를 제외하고 2000년 9월 현재 사용중인 탱크의 89%가 업그레이드 요건을 충족하고 있으며 사용중인 탱크의 29%는 제대로 운영되거나 유지되지 못하는 것으로 나타난다. 전문가들과 산업체는 이러한 문제가 발생한 원인을 탱크소유자, 시공업자(설치자), 운영자, 탱크 제거업자들의 미흡한 교육 때문인 것으로 보고 있다.

주정부와 EPA지방환경청은 인력이 부족하여 규제대상인 지하저장탱크를 모두 검사하고 이행여부를 제대로 확인하는 것이 어려운 것으로 나타난다. EPA의 권고에 의하면 최소한 3년에 1회 모든 지하저장탱크를 검사하도록 되어 있으나, 절반에 가까운 수의 주와 일부 EPA지방환경청에서는 추출된 탱크에 대해서 실시한 검사결과와 탱크소유자의 자율인증(self-certification)을 토대로 전 지하저장탱크의 이행 현황을 파악하고 있었다. 19개 주 및 면담에 응한 EPA지방환경청의 2/3만이 모든 탱크에 대해서 최소한 3년에 한번씩 직접 검사를 하고 있었으며, 22개 주와 나머지 EPA지방환경청에서는 모든 탱크를 검사하지 않는 대신 식수원에 인접한 탱크 등 오염개연성이 있는 탱크를 주 대상으로 검사를 실시하였던 것으로 나타났다. 이렇듯 일부 탱크만을 검사할 수밖에 없었던 것은 투입할 인원이 부족한 것에 원인이 있다²⁰⁾.

대부분의 주는 자체인력을 투입하여 검사를 수행하고 있으며 일부 주는 소방국에 위임하고 있는 것으로 나타난다. 3개 주는 탱크 소유자와 운영자가 면허소지 혹은 주 정부로부터 자격을 인정받은 개인 검사자(private inspector)에게 검사를 의뢰하는 것을 허용하고 있는데, EPA는 이러한 제 3자에 의한 검사에 관해서 지침서를 발행하고 있다. 그러나 피검사자가 다음 검사용역을 수주하지 못하게 될 것을 우려하여 위반사실을 제대로 검사하려 하지 않을 가능성이 있다.

한편, 주정부와 EPA 지방환경청의 인력부족 뿐만 아니라 미약한 집행권한도 문제점으로 지적되고 있다. 즉, 주정부와 EPA 지방환경청은 규정을 불이행하는 지하저장

20) 현재 인력으로 3년마다 검사를 실시하려면 11개 주의 경우에는 1년에 300개 이상의 시설을 검사해야 하는 실정이다.

탱크에 연료의 공급을 금지시키는 것과 같은 강력한 집행수단을 사용할 수 있는 권한이 없다. 45개 주와 EPA지방환경청은 위반업소에 주로 벌금을 부과하며, 19개 주와 EPA지방환경청이 심각성이 덜한 위반사항에 대해서 traffic ticket(교통위반티켓)과 유사한 field citation을 발행할 수 있는 실정이다.

이상 기술된 문제점들을 해결하기 위하여 GAO는 의회에 다음사항을 제안하였다.

- 연방정부의 신탁기금(LUST Trust Fund)으로부터 주정부에 제공하는 지원금을 증가
- 주정부가 연방정부로부터 받는 지원금을 담당인력을 교육하고 검사를 실시하며 행정집행을 수행하는데 사용할 수 있도록 하는 권한을 부여
- EPA가 모든 탱크의 주기적인 physical inspection(manned entry inspection)을 의무화하는 규정을 정하도록 권한을 부여
- 탱크운영자와 탱크검사자를 대상으로 한 교육프로그램의 실시, 담당공무원(tank staff)과 검사자(inspector)에게 면허를 부여
- EPA에게 규정을 불이행한 사업장으로 유류공급을 금지시킬 수 있는 권한을 부여, 또한 주정부 차원에서도 유류공급의 차단을 집행할 수 있도록 EPA가 연방규정을 정할 수 있는 권한을 부여

한편, 캘리포니아주는 EPA와 주정부에 발생시기를 알 수 없는 수많은 누출 사례가 보고되며(2000년도 기준으로 14,500개 이상의 사례가 보고됨) 캘리포니아주의 지하수가 지하유류저장탱크에 의해 MTBE로 오염되는 사례가 증가하자 위원단을 구성하여 실태조사를 실시하였다. 현행 지하저장탱크 관리 프로그램을 점검하기 위한 이 조사 결과 오염발생의 주원인은 현행 시설 기준이 미흡하거나 시설 자체에 결함이 있어서가 아니라 부적절한 설치 및 운영 때문인 것으로 파악되었다.

나. 주유소의 참여²¹⁾

편의점과 자영주유소는 각각 협회를 결성하여 자신들의 권익옹호 뿐만 아니라 환경오염 문제에 대해서도 관심을 갖고 오염방지를 위해 노력하고 있는 것으로 나타난다. 편의점협회인 NACS(National Association of Convenience Stores)와 자영주유소 협회인 SIGMA(Society of Independent Gasoline Marketers of America)²²⁾는 지하저장탱크 규정 준수를 공고히 하기 위한 법률 제정을 지지하는 등 지하저장탱크관리에 적극적으로 참여하고 있다.

NACS와 SIGMA가 지지하는 새 법안은 다음의 내용을 포함하고 있다.

- LUST Trust Fund를 복원비용 뿐만 아니라 규제를 집행하는데 필요한 경비로 사용할 수 있다.
- 모든 지하저장탱크가 정기적으로 검사를 받도록 한다.
- 지하저장탱크의 올바른 운영과 유지를 위한 훈련에 관한 지침서를 EPA가 발행하도록 한다.
- EPA와 주정부가 불이행 사업장의 명단을 발표한다.
- 우선순위의 누유발생 지역에 복원비용을 지원한다.
- 주정부 프로그램에 의해 복원을 신속히 추진할 수 있도록 지원비용을 추가한다.

NACS와 SIGMA는 상기 법안에 주정부가 EPA로부터 받는 LUST Trust Fund 일부를 Remediation Compensation Program의 기금으로 사용할 수 있도록 하는 조항을 추가해주시기를 요구하고 있다. Remediation Compensation Program은 오염책임자에 의해서 실시되고 주의 감독을 받는 대부분의 지하저장탱크부지 복원이 신속히 이루어지도록 복원측에게 복원비용의 일부를 지원해주는 프로그램이다. 46개 주가 주정부의 specific assessment의 지원을 받아 Remediation Compensation Program을 실시

21) NACS. 2003.

22) SIGMA는 미국의 독립형 주유소 경영자들이 모여 설립한 단체로서 58년 개인 폴을 가진 주유소의 이익을 대변하기 위해 창립되었지만 그동안 가입 주유소가 늘어나면서 현재 독립형 주유소는 물론이고 메이저 폴을 달고 있는 주유소도 회원으로 가입되어 있다.

하고 있다. 동 프로그램은 지난 10년간 50억 달러 이상의 배상기금(compensation fund)을 사용하였는데, 청구액에 비하여 기금이 부족하여 복원사업이 중지되는 경우가 발생하곤 하였다. 따라서 연방정부로부터 받는 LUST Trust Fund를 복원비용으로 사용할 수 있게 하면 부족한 복원비용을 충당할 수 있어 지하저장탱크 소유자와 운영자가 복원을 실시하고 완료하는데 도움이 될 것이라고 보는 것이다.

NACS와 SIGMA가 지하저장탱크 관리를 강화하는 법안을 지지하는 이유는 몇 가지가 있다. 첫째, 규정을 준수하는 것은 환경적으로 바람직한 방향이며, 환경을 보호하면서 사업을 하는 것이 사업자의 책임이기 때문이다. 둘째, EPA가 1988년 UST Upgrade Program을 공표한 이후 NACS와 SIGMA회원들은 대형 및 영세사업장을 불문하고 수억달러를 들여 업그레이드 기준에 맞추거나 또는 탱크를 폐쇄하였다. 그러나 이러한 조치를 전혀 하지 않고 불법으로 유류 판매를 계속하고 있는 일부 불법 사업장이 규정을 충실히 따르는 선의의 사업장에 비해 경쟁우위를 점하여 이득을 보고 있기 때문이다. 셋째, 현행 규정을 제대로 집행하지 못하면 불이행 사업장이 늘고 따라서 누유에 의한 환경오염의 가능성이 커지면 새로운 규정의 필요성이 대두될 것이다. 그러나 새로 규정을 만드는 것은 현 시점에서 불필요하고 성급한 것이며 아울러 주유소에게도 부담을 주기 때문이다.

다. 지하유류저장탱크의 누유발생과 누유감지

지하저장탱크 프로그램은 1981년 캘리포니아주의 Santa Clara County 지하수 관정이 폐용매로 오염된 것이 발견되면서 그 필요성이 대두되었다. 이 오염은 기존의 Silicon Valley 마이크로칩 제조회사에서 폐용매를 저장하는데 사용하였던 강철재 지하저장탱크가 심하게 부식되면서 발생한 것이었다. 당시에는 지하저장탱크에 대한 누유 측정의 의무가 없었으나 이 사건으로 말미암아 지하저장탱크의 식수 위협의 가능성이 제기되면서 1983년에 관련법률이 제정되었고 지하저장탱크 프로그램이 발전하기 시작하였다. 이후 수년간 탱크 소유자는 지하수모니터링정과 누유감지장치를 설치하기 시작하였고, 주와 연방정부의 지하저장탱크 규정은 1998년 12월 22일까지

누유감지와 오염예방 장치의 단계적 도입을 요구하게 되었다. 많은 누유발생이 지하수 모니터링정을 통하여, 혹은 지하저장탱크를 제거 및 대체할 때 채취하는 토양과 지하수시료를 통하여 확인되었다. 한편 지하저장탱크 프로그램이 발전하면서 통계적 재고정리(SIR, Statistical Inventory Reconciliation), 탱크내밀성검사(Tightness Test), 자동라인누유감지(MLLD, Mechanical Line Leak Detection), 틈새감지(Interstitial Monitoring) 등의 누유감지가 증가하고 지하수 모니터링정을 이용한 누유감지는 감소하게 되었다²³⁾.

지하수를 주요 식수원으로 이용하는 캘리포니아주에서는 지하수 오염의 우려 때문에 지하유류저장탱크 누유에 관한 조사가 다른 주에 비하여 많이 실시되고 있다. 업그레이트된 시설에서도 누유가 많이 발생하는지, 누유발생의 원인은 무엇인지, 누유감지시설은 누유를 제대로 감지하는지 등 업그레이트 프로그램의 실효성에 대한 검토가 이루어지고 있다.

가. 조사사례 A - SWRCB에 의한 조사²⁴⁾

캘리포니아의 SWRCB(State Water Resources Control Board)는 현행 누유감지시설이 지하유류저장탱크의 누유를 효과적으로 감지하는지 알아보기 위해 345개 누출사례를 대상으로 조사를 수행한 바 있다. 자료의 부족으로 각각의 누유감지법의 효율성에 대한 분석은 이루어지지 않았으나, 누유발견의 대부분(84%)이 탱크의 폐쇄 및 제거시에 이루어졌으며 4.8%만이 누유감지 모니터링에 의해서 발견되었다는 것을 발견하였다. 이러한 원인으로는 누유를 감지하기 위한 모니터링이 지속적으로 이루어지지 않았기 때문인 것으로 드러났다. 53%는 모니터링이 실시되지 않았거나 모니터링 기록이 없었고, 모니터링 기록이 있는 경우를 보면 유출 사실을 발견하기 20개월~5년 전에 모니터링을 실시한 것으로 나타났다.

23) Tulloch and Crowley. 2002. "California's UST Program: Have we Come Full Circle?"

24) Farahnak and Drewry. 1998. "Are leak Detection Methods Effective in Finding Leaks in Underground Storage Tank"

나. 조사사례 B - 캘리포니아주 자문단에 의한 조사 125)

캘리포니아주는 지하수가 지하유류저장탱크에 의해 MTBE로 오염되는 사례가 증가하자 이에 대한 대책으로 1997년에 SB521, SB1189, 그리고 AB 592를 공포하였다. 이에 SWRCB는 위원단을 구성하여 UST에 의한 오염사례 중 업그레이트 기준을 만족하는 시스템이 존재하는지 조사하고, 만일 존재한다면 누출을 감지하여 사전에 오염을 예방할 수 있는 방안을 마련하여야 했다.

자문단의 임무 중 하나는 지하저장탱크의 누유사례를 저장탱크 유형, 누출 원인, 누유감지방법 등을 고려하여 분석하는 것이었다. 조사대상은 1996년 6월-1998년 6월 동안 보고된 1,691개의 누출사례 중 자료가 불충분한 사례를 제외한 1,072개가 검토되었다. 동조사 결과 대부분의 누유발견이 탱크의 폐쇄 및 제거, 혹은 현장 굴착시에 이루어지며 정기적인 누유감지 실시에 의한 것은 약 5%에 불과하였다. 이는 부적절하게 누유감지방법을 선택하고, 규정대로 누유감지 모니터링을 실시하지 않는 것에 기인하다. 한편, 대부분의 누유는 강철재로 만들어진 탱크 및 배관, 즉 기준에 미흡한 시설에서 발생한 것으로 나타났다.

다. 조사사례C - 캘리포니아주 자문단에 의한 조사 226)

상기조사는 누유가 보고된 사례만을 대상으로 하고 있어, 누유가 발생한 지하유류 저장탱크 시설과 발생하지 않은 시설을 비교 분석할 수 없다는 단점이 있다. 이러한 점을 보완하기 위해 조사단은 지방환경청의 검사자(local agency inspector)로 하여금 지하저장탱크 폐쇄 혹은 업그레이트 등으로 굴착 현장을 감독할 때 필요한 자료를 수집해주도록 요청하여 두 번째 조사를 수행하였다. 총 235개 현장의 자료가 수집되

25) Advisory Panel on the Leak History of New and Upgraded UST systems. 1999. "Leak Source and Leak Detection Data Collection and Analysis(UST team3 report)

26) FFarahnak and Drewry. 1998. "Are leak Detection Methods Effective in Finding Leaks in Underground Storage Tank"

었는데 138개에서 누유가 확인되었으며 97개에서 누유가 없는 것으로 나타났다.

누유를 확인한 138건을 분석한 결과 탱크로부터 발생하는 누유는 오래된 강철재로서 전혀 업그레이드되지 않은 탱크에서 압도적으로 발생하고 있는 것으로 나타났다. 이외에도 누유발생 그룹을 조사하여 발견한 사실은 <표 4-3>과 같다. 이 표를 보면 자문단이 실시한 두 건의 조사와 앞에서 기술한 SWRCB에 의한 조사에서 공통적인 사실이 발견된다. 즉, 누유는 노후되고 기준에 부합하지 않는 시설에서 주로 발생하고 있다는 것이다.

자문단의 두 번째 조사에서 누유발생 그룹과 미발생 그룹을 비교 분석한 결과, 규정에 못 미치는 시설이 누출발생 그룹에, 이중벽 시설이 누출 미발생 그룹에서 높은 비율을 보이고 있는 점을 제외하고는 두 그룹간에 유형별 분포는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 사용하고 있는 누유감지방법도 유형별로 살펴보았을 때 큰 차이가 없다. 다만, 누출 미발생 그룹에서 틈새감지 및 sump와 같은 secondary containment를 사용한 누유감지방법이 누출 발생 그룹에 비하여 많이 사용되는 것으로 나타난다²⁷⁾.

라. 조사사례 D - EPA 용역 조사²⁸⁾

누유를 예방하는 중요한 수단으로서 누유감지 모니터링을 선택한 것은 탱크 소유자, 행정기관, 누유감지 시스템 제작업체가 누유감지 시스템이 누유예방에 효과적임을 현장경험에서 터득하였으며 실험실 결과에서 이를 확인하였기 때문이었다. 그러나 다소 이상적인 조건하에서 수행한 연구에서는 누유감지 시스템이 효과적으로 작동하는 것으로 나타나지만 실제로는 제대로 작동하지 못하는 경우가 종종 발생하면서 누유감지 시스템의 성능을 비교하고 오작동 가능성과 그 원인을 파악하는 조사가 실시되었다.

27) 캘리포니아주는 87년 7월 이후의 신규시설은 배관에 under-dispenser containment를 설치하도록 하고 있다.

28) EPA. 2001. "Field Verification of the Performance of Release Detection Methods for Underground Storage Tank Systems"

<표 4-3> 미국에서 최근 실시된 누유조사 사례의 내용

조사 사례	조사 대상	누유 발견
A	<ul style="list-style-type: none"> • LUSTIS 중 95년 10월 ~ 96년 5월 동안 보고된 345개 누출사례 • 116개의 탱크연령: 7년~38년 대부분 10~40년 미만의 단일벽탱크, 10여 개만이 10년 이하인 이중벽탱크(84년 이후 단일벽탱크는 금지되었음) 	<ul style="list-style-type: none"> • 전체 누출의 84%가 탱크의 폐쇄 및 제거, 혹은 현장작업시에 발견 • 4.8%가 누유감지 모니터링에 의하여 발견
B	<ul style="list-style-type: none"> • LUSTIS 중 96년 6월 ~ 98년 6월 동안 보고된 1,691개 누출사례 	<ul style="list-style-type: none"> • 탱크누출의 77.4%, 배관 누출의 49.1%가 탱크의 폐쇄 및 제거시에 발견 • 탱크 누출의 4.5%, 배관누출의 6.5%가 누유감지 모니터링에 의하여 발견
C	<ul style="list-style-type: none"> • 폐쇄 혹은 업그레이드 등으로 굴착하였던 주유소 235개에서 굴착현장 감독 중에 수집한 자료 • 굴착현장 235개 중 138개에서 누출발견 	
D	<ul style="list-style-type: none"> • 탱크검사 자료 1,600여개. 이 중 83.4%는 폐쇄하면서 검사를 받은 시설 • 전형적인 유형: 15년 경과된 강철재탱크와 단일벽배관 • 탱크의 33.5%가 부식방지시설. 배관의 21.4%가 부식방지시설 	<ul style="list-style-type: none"> • 유출감지의 80%이상이 탱크시설을 폐쇄시 이루어짐 • 누유감지실시에 의한 것은 누유감지는 4%에 불과

<표 4-3> 미국에서 최근 실시된 누유조사 사례의 내용(계속)

조사 사례	누유발생지점 및 누유발생원인
A	<ul style="list-style-type: none"> • 유출의 50%가 탱크, 34%가 배관, 16%가 주유기 • 유출의 10%가 흘림/넘침과 관련 • 대부분의 누유는 10년 이상의 단일벽 탱크에서 발생 • 10년 이하 탱크 10여개의 경우 탱크 rupture, 주유기, turbine connection, a day leak, 과거오염
B	<ul style="list-style-type: none"> • 유출의 50%가 탱크, 36%가 배관 • 탱크누유의 80%가 기준에 부합하지 않는 강철재탱크, 12%가 부식방재소재 탱크, 7%가 이중벽탱크에서 발생. • 누유탱크의 89%가 15년 이상되거나 연령미상, 11%이하가 15년 이하 • 누유배관 중 11년 이상된 배관이 87%를 차지. 배관누유의 50%가 강철재배관, 30%가 부식방지소재배관, 20%가 이중벽배관에서 발생 • 배관누유의 91%가 turbine 및 주유기에 containment를 갖추지 않았거나 containment에 관련된 자료가 없음.
C	<ul style="list-style-type: none"> • 유출의 36%가 탱크, 24%가 배관, 36%가 주유기 - 단일벽 시스템의 91.7%에서 배관이, 80%에서 주유기가 누유발생 지점 중의 하나로 포함됨 • 탱크누유는 업그레이드되지 않은 강철재탱크에서 압도적으로 발생 • 누유는 주유기 혹은 turbine에 containment를 갖추지 않은 단일벽 가압배관에서 가장 많이 발생, 15년 이하의 배관에서 최소로 발생
	<ul style="list-style-type: none"> • 유출발생의 약 50%에서 탱크, 배관, 주유기 주변의 굴착지역(excavation zone)만 오염 • 유출의 주원인은 흘림 및 넘침, 그리고 부식방지의 미흡에 기인

<표 4-3> 미국에서 최근 실시된 누유조사 사례의 내용(계속)

조사 사례	누유감지 모니터링
A	<ul style="list-style-type: none"> • 281 사례중 53%가 모니터링이 실시되지 않았거나 기록이 없음 • 모니터링 기록이 있는 132 경우 최근 모니터링과 누유발견간의 시간 간격은 20개월에서 5년
B	<ul style="list-style-type: none"> • 최근 실시된 모니터링과 누유발견까지 시간 간격은 평균 600일 • 부적합한 누유감지시설 사용 - 40%이상이 탱크전용방법을, 56.7%가 배관전용방법을 사용하지 않음
C	<ul style="list-style-type: none"> • 누유발생 그룹과 미발생 그룹간에 누유감지방법의 유형별 분포에 큰 차이 없음 - 단, 틈새감지 및 sump 같이 secondary containment를 이용하는 방법이 미발생 그룹에서 더 많이 사용되고 있음
D	<ul style="list-style-type: none"> • 191개에서만 탱크와 배관 모두 누유감지시설 규정에 적합함 것으로 나타남 • 누유감지시설 규정에 적합한 시설도 일부만이 규정을 따라 정기적으로 모니터링 실시 - 예를 들어 업그레이드 시스템의 조건에 부합하지 않는 49개의 강철제탱크시스템 중 15개만이 규정대로 매년 누유감지를 실시하고 있었으며 나머지는 평균 4년 전에 테스트 한 것으로 나타남

동 조사는 참여의사를 밝힌 29개 주로부터 수집한 탱크검사 관련 자료를 가지고 실시되었다. 최종자료의 약 75%가 Kansas, California, South Carolina, 그리고 Michigan주로부터 수집되었는데, 조사대상의 83.4%는 1998년 UST Upgrade

Program 유예기한을 전후하여 폐쇄조치를 하면서 검사를 받았던 시설들이었다. 조사된 탱크의 전형적인 유형은 15년 경과된 단일벽 강철재탱크로서 흘림 혹은 넘침 방지 시설이 설치되지 않은 탱크인 것으로 나타났다. 전체 탱크의 33.5%만이 음극보호시스템을 갖춘 강철재, FRP, 또는 composite 탱크들로서 부식방지가 되어 있었다. 배관시스템도 15년 이상의 부식방지가 제대로 안 되는 단일벽 배관이 주를 이루며, 전체 배관의 21.4%가 부식방지시설을 갖추고 있었다.

누유감지의 80% 이상이 탱크시설을 폐쇄하면서 이루어졌고 누유감지 모니터에 의한 것은 4%에 불과하였다. 전 대상의 84.3%가 누유감지를 실시하는 것으로 보고하고 있으나 약 20%가 독립적으로 수행될 수 없는 누유감지방법을 단독으로 실시하고 있었고, 191개에서만 탱크와 배관 모두에서 규정에 부합하는 누유감지 시설이 설치된 것으로 나타났다. 결국, 토양오염예방을 위한 규정을 모두 준수하여 부식방지, 흘림 및 넘침 방지, 그리고 정기적인 누유모니터링을 실시하고 있는 경우는 4.8%에 불과하였다. 한편, 동 조사는 자료가 부족하거나 불완전하여 누유감지 시스템의 성능과 오작동 가능성에 관한 결론을 도출하기는 불가능하였다²⁹⁾.

마. 조사사례E - 캘리포니아주 자문단에 의한 조사 330)

자문단의 임무 중 하나는 업그레이드된 시설에서 발생한 누유의 원인을 규명하는 것이었다. 이를 위하여 MTBE가 유출된 현장 26개소를 대상으로(22개소는 직접 방문) 각 현장에서 MTBE가 유출된 원인을 조사한 결과, 규정에서 정하고 있는 새 탱크 시스템은 적합한 것으로 평가되었다. 반면, 기존 시설을 업그레이드하도록 하는 규정은 토양오염예방에 덜 효율적인 탱크 시스템을 계속 사용토록 할 가능성이 있는 것으로 문제점이 지적되었다. 이중벽 시스템의 문제점으로는 Turbine sump가 지적되었다. Turbine sump는 주배관으로부터의 누유를 감지하기 위함인데 sump가 내밀하지 않

29) 단일 그룹에 의하여 정리된 자료가 아니라서 자료가 불완전하고, 누유감지 모니터링 결과가 부족하며, 유출(release) 발생시점을 추정하거나 누유와 유출을 구분하는 것이 현실적으로 어렵다.

30) SWRCB's Panel on the Leak History of New and Upgraded UST Systems. 1999. "Upgrade UST Release Site Evaluation Case Studies(UST Team 2 Report)

거나 제대로 설치되지 않아 오경보(false alarm)를 유발하거나 모니터링 시스템의 작동을 방해할 수 있는 것으로 나타났기 때문이다. Sump가 설치된 13개소 중 9개가 잘못 설치된 것으로 나타나 이의 해결을 위해 시공감독의 강화, 엄격하고 꼼꼼한 가이드라인의 제공, 설치기술자들의 자격 검증 등이 필요한 것으로 판단되었다.

이상 미국내에서 실시된 조사에 의하면 미국 UST Upgrade Program에서 정하고 있는 새 탱크 시스템은 적합한 것으로 평가되며 누출은 노후 되고 규정에 부합하지 않는 시스템에서 주로 발생하는 것으로 나타난다. 시설 기준을 따르는 탱크 시스템의 경우에도 누출이 발생하는 것은 부적절한 설치 때문인 것으로 나타났다. 누출감지는 대부분 탱크의 제거 및 대체 시에 이루어졌으며 누유감지 모니터링에 의한 것은 소수에 불과한 것으로 조사되었다. 누유감지 시스템이 제대로 역할을 하지 못하는 원인으로서는 누유감지 시스템이 규정된 조건을 만족하지 않기 때문이거나, 많은 경우 모니터링이 제대로 시행되지 않거나 전혀 시행되지 않기 때문인 것으로 나타났다³¹⁾.

31) 누유감지시스템이 누유감지에 실패하는 기타 이유로

- ① 유출(release)이 탱크시스템에서 초래된 것이 아니라 운반중, 혹은 주유기로부터 발생한 경우
 - ② 누유양이 누유감지기로 감지될 수 없을 만큼 적은 경우
 - ③ 누유감지기로 감지할 수 없는 증기누출의 경우
 - ④ 누유감지기에 문제가 있을 경우
- 등이 있을 수 있다.

제5장 유럽의 지하유류저장탱크 관리

미국은 UST Upgrade Program을 통하여 지하저장탱크의 누유에 의한 토양 및 지하수 오염의 방지에 노력을 기울여 왔으나 1990년대 중반 캘리포니아주내의 식수원으로 사용하는 지하수가 MTBE로 오염되는 사고가 발생하자 MTBE의 위해성 및 MTBE 사용에 대한 논란을 시작하게 되었다. 노스캐롤라이나, 버지니아, 캘리포니아, 텍사스 주의 시민단체들이 정유회사를 상대로 소송을 제기하였고 01년 기준으로 한 건은 합의가 된 상태이다. 캘리포니아주가 2003년 12월부터 MTBE의 사용을 중지할 예정이며, Chevron과 같은 정유회사는 이미 자발적으로 개질휘발유에 MTBE를 사용하는 것을 중단하기로 결정하였다.

현재 유럽의 에테르 함산소제의 허용농도는 미국의 개질휘발유의 그것과 유사하지만 아직까지 일반적으로 5% vol 미만의(1%까지도 가능) 훨씬 낮은 농도로 첨가되고 있다. 이것은 현재 benzene, aromatics, sulphur의 허용한계 내에서는 비싼 에테르 함산소제를 첨가하지 않고도 규정된 옥탄가를 만족할 수 있기 때문이다¹⁾. 미국과는 대조적으로 연료첨가제 MTBE에 의한 지하수 오염에 관한 보고도 거의 없다.

그러나 EU는 미국내에서 지하저장탱크의 누유에 의한 지하수 오염이 심각한 문제로 대두되자 이 문제를 심각하게 검토해야 할 필요성을 느끼게 되었다. 이에 미국의 지하저장탱크 시스템과 지하수 보호에 관한 규제 내용을 검토하고 이를 EU 회원국가의 해당규제들과 비교하여 유럽의 국가들이 같은 문제에 직면하게 될 가능성을 파악하기 위한 대대적인 조사가 실시되었다. Environment Agencies, Directorates of Energy 그리고 기타 관련 기관으로부터 다음사항이 조사되었다.

- 현재 지하저장탱크 시스템의 제조와 운영 기준요건, 그리고 이러한 기준이 최근 5년 동안 현저하게 바뀐 적이 있었는가

1) Directive 98/70/EC에 의하여 2005년부터 sulphur 와 aromatics의 허용량이 각각 50 ppm과 35%로 낮아지면 옥탄가 유지를 위해 함산소제의 사용이 증가할 것으로 예상된다.

- 지하저장탱크 시스템에 관한 조사가 실시된 적이 있는지, 있다면 공개된 자료가 있는가
- 지하수의 MTBE 오염과 관련하여 모니터링 프로그램이 있었는지, 있다면 공개된 모니터링 결과가 있는가

1. 각국의 시설기준

조사를 실시한 결과 많은 회원국가들이 최근 5년간 새 기준을 채택하였거나 상당 부분 수정한 것으로 나타났다<표 5-1>. MTBE 모니터링 프로그램과 관련하여서는 한정된 자료만이 존재하였는데 이 모니터링 자료들에서는 MTBE에 의한 광범위한 지하수 오염은 나타나지 않았다.

다음은 조사된 내용을 각 국가별로 요약한 것이다²⁾.

가. 오스트리아

지하저장탱크의 시공 및 운영은 Work and Social Regulations on the Storage and Filling of Combustible Liquids(혹은 Regulations on Combustible Liquids : 인화성액체에 관한 규정)의 적용을 받는다. 사업면허를 부여받기 위해서는 휘발유저장시설에 대한 정기검사를 실시하여 시스템의 결함여부와 모니터링 및 누유감지장치가 제대로 작동하는지를 점검하여야 한다.

2) 본 절에서 소개하고 있는 유럽국가들의 지하저장탱크시설기준과 다음 절의 지하수오염조사 자료는 Arthur D. Little Limited(2001)에서 발췌 요약한 것이다.

나. 벨기에

Brussels, Flanders - 유류공급과정(Filling process)은 훈련된 작동자가 지켜 보아야 하며 만일 흘림이 발생할 경우 보고해야 한다. 넘침사고는 넘침방지장치를 설치함으로써 발생을 방지하도록 하고 있다.

Wallonia - 누출발생시 탱크는 즉시 비워야하며 오염정도를 조사하여야 한다. 복구 후 지하저장탱크 시스템은 누출테스트를 통과한 후에만 이용이 가능하다. 최소한 10년에 1회 모든 탱크 및 배관은 정밀검사를 받아야 하며, 누유감지장치는 담당기관으로부터 인정받은 전문가에 의해서 매년 점검 받아야 한다.

<표 5-1> 유럽국가의 지하저장탱크 관련규정의 제정 및 개정

국가	규정	제정 년도	최근5 년간개 정여부	적용시 기
미국	Code of Federal Regulations, Title 40	1988	No	a
오스트리아	Regulations on Inflammable Liquids	1991	Yes	a
벨기에, Brussels	Regulations for Petrol Filling Stations	1999	Yes	b
벨기에, Flanders	General and Specific Considerations for Environmental Hygiene	1995	Yes	b
벨기에, Wollonne	General Regulations for the Protection of Work	1999	Yes	c
덴마크	Petrol Station Order	2000	Yes	b
핀란드	Department of Trade and Industry and Industry Decision regarding the Handling of Storage of Dangerous Chemicals at Distribution stations	1998	Yes	b

<표 5-1> 유럽국가의 지하저장탱크 관련규정의 제정 및 개정(계속)

국가	규정	제정 년도	최근5 년간개 정여부	적용시 기
프랑스	Decision of 22nd June 1998	1998	Yes	c
독일	Federal Water Act	1991	No	a
그리스	Ministerial Decision 34458	1990	No	a
아일랜드	Dangerous Substances (Retail and Private Petroleum Stores) Regulations	1999	Yes	b
이탈리아	Ministerial Decree, 246	1999	Yes	c
룩셈부르크	Act on Classified Establishments	1999	Yes	a
네덜란드	Decree for the storage of fluid fuel products in underground storage tanks	1998	Yes	b
포르투갈	Ministerial Act on Petrol Filling Stations	1992	No	b
스페인	Royal Decree 1523	1999	Yes	a
스웨덴	National Inspectionorate of Explosives and Flammables rules regarding tanks and pipes for flammable liquids	1997	Yes	a
영국	The Petroleum (Consolidation) Act	1928	No	a

a : 2000년 이전, b : 2000년 이후, c : 2005년 이후

자료 : Arthur D. Little Limited. 2001. "MTBE and the Requirements for Underground Storage Tank Construction and Operation in Member States"

다. 덴마크

지하수에의 높은 의존도를 가지고 있으며 MTBE에 의한 지하수 오염사례가 보고된 바 있는 덴마크는 지하저장탱크의 구조와 운영에 있어 엄격한 규정을 도입하였다. Environment Protection Act의 수정안으로서 도입된 Order on the Prevention of Soil and Groundwater Pollution from Petrol Sales Outlets (혹은 the Petrol Station Order)는 2001년 3월부터 발효되었는데 내용은 다음과 같다.

- 2001년 2월 28일 이후의 신규주유소의 경우 탱크는 넘침방지장치(electronic or mechanical)를 설치하여 넘침을 방지하여야 한다.
- 탱크의 누유상황을 매주 수동으로 점검하거나(manual check), 자동누유감지장치의 경우에는 제대로 작동하는지를 매년 점검하여야 한다.
- 탱크로부터 주유기까지 연결되는 배관은 이중벽이어야 하고 leak control을 설치해야 한다.
- 주유공급지역(filling area)의 배수관은 sand catcher와 storage well을 경유하여 유수분리기로 연결되도록 한다.
- 기존시설의 경우 이중벽 탱크가 아닌 경우에는 넘침방지장치를 설치하여야 하며, 넘침과 점성 경보장치를 모든 유수분리기에 설치하여야 한다. 강철재 같은 부식성 소재의 배관은 도금처리 하여야 한다.

라. 핀란드

지하저장탱크 시스템의 구조와 운영은 1985년 4월 Department of Trade and Industry의 인화성액체의저장에관한규정에서 다루었으나 1998년 7월에 Department of Trade and Industry Decision regarding the Handling and Storage of Dangerous Chemicals at Distribution Stations가 동규정을 대체하였다. 새 규정에 의하면 배관은 물리적 손상으로부터 보호되어야 하고, 가압배관은 이차보호배관(second protective pipe) 혹은 canal안에 설치되어야 하며 최소한 1개 이상의 검사정(inspection well) 혹은 누유감지시스템을 설치하여야 한다. 기존의 탱크는 새 규정을 2002년 12월 31일까

지는 준수하도록 하였다.

마. 프랑스

지하저장탱크의 시공 및 운영에 관한 규정이 1998년 6월 22일 개정되어 1998년 7월 18일 이전 설치된 지하저장탱크 시스템과 이후에 설치된 시스템에 각각 다른 기준을 적용하고 있다. 한편, 기존 시설이 새 규정을 준수하는데 필요한 유예기한을 2010년까지 주고 있다.

- 신규 탱크는 이중벽탱크여야 하고, 틈새누유감지장치 혹은 경보장치를 설치하여야 한다. 또한, secondary containment에 추가로 누출감지장치를 설치하여 containment로 액체가 유입되는 것을 모니터링하여야 한다.

- 강철재 단일벽 연결배관은 사용할 수 없으며 외부벽이 플라스틱인 이중벽 배관을 사용하여야 한다. 단, 중력이나 흡입으로 휘발유를 회전시키는 경우에는 단일벽 배관도 허용된다. 새 탱크에 연결된 지하배관은 탱크를 향해 경사져야하고 이중배관을 최저점에 배수관과 함께 설치하여 누출발생 시 기름을 수거할 수 있도록 하여야 한다.

- 모든 유류공급(filling operation)은 자동넘침방지장치를 설치하여 관리하여야 한다.

- 신규와 기존의 탱크 모두 5년마다 관계기관에 의해 실시되는 정밀검사를 통과하여야 하며, 최초의 검사는 늦어도 설치한 후 15년이 경과하기 전에 실시하여야 한다.

- 배관도 설치시점에 따라 정밀검사를 실시하여야 한다. 1998년 7월 17일 이전에 설치되었고 새 규정에 부합하지 않는 경우 10년마다 검사를 실시하여야 하고, 1977년 12월 31일 이전에 설치된 시스템과, 단일벽 탱크에 연결된 배관의 경우 최초의 검사는 2002년 12월 31일 이전에 실시하여야 한다.

바. 독일

Federal Water Act에 의하여 지표수, 연안수, 혹은 지하수의 수질에 영향을 미치는 거의 모든 활동은 승인(authorization)이나 동의(consent)가 필요하다. 따라서, 지하수에 있어서 최대 위험 중 하나인 휘발유 지하저장탱크 시스템의 요건은 엄격하고 포괄적이다. 지자체는 연방규정을 자체적으로 채택하여 최소한 연방규정만큼 엄격한 자체규정을 만드는데 세부규정은 지하저장탱크가 위치한 지역에 따라 달라진다. 예를 들어, 오염에 취약한 지하수 지역에 설치되는 지하저장탱크의 경우 지방환경청에 해당시설을 등록하고, 지역에 대한 위해성평가를 실시하고, 특별한 유지관리를 하며, 공인검사원이 탱크 및 부대시설을 매년 검사하도록 하는 것 등이다.

‘Standard Ordinance in Facilities for Handling Substances Constituting a Hazard to Water ad on Specialist Firms of the Länder Working Group on Water’ 이라는 칙령은 지하저장탱크의 시공 및 운영에 필요한 요건을 정한 건본에 해당한다. 각 Bundesland는 동 칙령을 지역에 맞게 해석하여 적용하도록 하고 있다. 칙령에 의하면 단일벽 탱크는 금지되고 있다.

사. 그리스

지하저장탱크의 시공 및 운영은 석유정제소 시설과 유류산업시설의 시공 및 운영에 관한 규정에서 다루고 있다. 동 규정은 화재나 폭발의 위험을 최소화하는 안전한 시공에 초점을 두고 있어 누유의 방지 및 감지를 위한 시설기준이 미흡한 편이다. 즉, 주유소 운영자가 화재나 폭발의 위험을 최소화하면서 시설을 운영하는 것을 증명해 보일 수 있으면 준수해야 할 다른 의무규정이 없다.

아. 이탈리아

연료저장탱크 관리규정은 1999년 5월 24일 Ministerial Decree number 246에서 수

립되어 지상저장탱크와 지하저장탱크의 construction 및 관리에 적용되었다. 동 규정 이전에는 저장탱크관련 규정이 LPG에 관련된 것이 유일하여 연료저장탱크로 인한 토양 및 지하수 오염이 많은 산업시설에서 발생하였다.

Decree 246은 신규 지하저장탱크 시스템의 경우 이중벽탱크를 설치하거나, 또는 단일벽탱크의 경우 secondary containment안에 설치하도록 하고 있다. 한편, 오염사고 발견 후 48시간 이내 지자체의 환경기관에 보고하며 부지소유자는 복원계획서를 제출하도록 하고 있다. 기존시설에 대한 개선조치는 탱크벽 두께에 대한 검사, 부식방지 소재로 탱크내부를 2.5mm 이상의 두께로 도장처리, 이행증명서 제시, 제조회사의 10년 보증 등을 포함한다. Decree 246는 기존시설에 대한 기밀검사 시행시기와 개선조치 기한을 시스템의 설치시점에 따라 다음과 같이 다르게 정하고 있다.

- 1963년 이전 설치된 단일벽탱크, 혹은 설치시점 미상의 탱크의 경우 정밀검사를 2001년부터 시작하여 2003까지 매년 실시하도록 하고, 2004년 7월까지 시설을 개선요건에 맞게 개선하지 않으면 사용을 하지 못하도록 한다.

- 1963년과 1983년 사이 설치된 단일벽탱크 시스템은 2002년 7월까지 기밀검사를 실시하여야 하며 2004년 7월까지 시설개선을 하여야 한다.

- 1973년과 1978년 사이 설치된 단일벽탱크 시스템은 2002년 7월까지 최초의 기밀검사를 실시하고 이후 2년마다 실시하도록 한다. 설치한지 30년째 되는 해까지(즉 2008년 7월이 최종기한이 됨) 시설을 개선해야 한다.

- 1978년 이후 설치된 단일벽탱크 시스템은 설치하고 25년이 지난 후부터 매년 기밀검사를 실시하며, 설치한지 30년째 되는 해까지 시설을 개선해야 한다.

- 시설이 개선된 지하저장탱크 시스템의 경우 개선조치이후 5년 내에 최초의 기밀검사를 실시하고 이후 3년마다 실시하여야 한다. 모든 탱크는 개선조치 후 10년이 경과하면 용도폐지하여야 한다.

누출방지장치와 관련된 규정을 보면 1999년 7월 이전 설치된 시스템은 매년 누출방지장치를 검사하도록 하고 있으며, 1999년 7월 이전 설치되어 누출방지장치가 없는 시스템은 1990년 7월까지 누출방지장치를 설치하고 1990년 7월까지 동 장치를 매년 점검하여야 한다.

자. 룩셈부르크

1999년도에 수립된 신규 및 기존의 주유소에 관한 기준을 요약하면 다음과 같다.

- 단일벽 지하저장탱크 시스템은 금지된다. 모든 지하저장탱크 시스템은 원통형의 이중벽 탱크여야 하고, 탱크벽 사이 틈새는 반부식성의 가스나 부동액으로 채워야 한다.
- 모든 지하저장탱크 시스템은 탱크가 최고레벨까지 채워지면 자동적으로 주입이 중지되도록 자동넘침방지장치와 전자안전장치를 설치하여야 한다.
- 모든 저장탱크는 누유가 발생하면 빛이나 소리로 경보를 발생하는 경보장치를 설치하여야 한다.
- 모든 연결부위와 주입구는 탱크의 액면보다 높게 위치하여야 한다.
- 인화성 액체를 공급하는 배관은 이음새가 없는 이중벽 배관이어야 하고 누유감지장치를 갖추어야 한다. 흡입배관의 경우 단일벽 배관도 허용된다.
- 모든 vent와 맨홀에는 유류공급이 끝나면 자동적으로 닫히게 하는 장치를 설치하여야 한다.
- 이중벽 지하저장탱크 시스템의 누유감지 장치는 5년마다 검사하여야 한다.
- 유류공급지점(filling area)의 분리기, 배관, 그리고 연결부위는 5년마다 검사하여야 한다.
- 용도폐지된 지하저장탱크 시스템은 완전히 비운 후 제거하도록 한다.

차. 네덜란드

지하저장탱크의 시공 및 운영은 1993년도에 제정되어 1998년도에 개정된 지하저장탱크의 액체연료저장에 관한 Decree와 94년도에 제정된 주유소에 관한 Decree에서 다루고 있다. Decree에 준하여 두 개의 가이드라인이 신규 및 기존 시설이 이행해야 할 기준을 다음과 같이 정하고 있다. 기존 시스템은 2001년 12월 3일까지 이행하도록

하고 있다.

- 탱크는 틈새에 누유감지경보장치를 설치한 이중벽탱크, 또는 secondary containment내에 누유모니터링장치와 함께 설치된 단일벽탱크이어야 한다.
- 넘침방지장치를 설치하여 탱크의 용량에 도달하면 자동적으로 액체의 주입이 중지되도록 하여야 한다.
- 부식성 소재로 만들어진 배관은 도금처리를 하거나 희생양극에 연결하여야 한다.
- 경보장치를 모든 유수분리기에 설치하여야 한다.
- 정기적으로 탱크의 누유상태를 수동으로 검사하고, 누유감지장치가 제대로 작동하는지 점검하여야 한다.

카. 스페인

Royal Decree 1523/1999는 개인용 휘발유 저장시설과 영업용 휘발유 저장시설에 적용되던 이전의 두 Decree를 대체하는 것으로서, 신규 및 기존 시설에 대한 주요 규정은 다음과 같다.

- 지하저장탱크는 강철재, HDPE(High Density Polyethylene), FRP(Fiberglass Reinforced Plastics) 이외에도 탱크의 기밀성과 무결성을 유지하는 소재로 제작할 수 있다.
- 3,000리터 이상 용량의 탱크는 넘침방지장치를 설치하여야 한다.
- 모든 지하저장탱크 시스템은 누유감지시스템을 설치하여야 한다.
- 철재나 강철재 배관은 부식방지를 위해 도장처리하거나 희생양극을 설치하는 등 부식방지를 하여야 한다.

한편, 지하저장탱크 검사에 관한 내용을 보면, 매년 탱크를 비우지 않아도 되는 검사를, 그리고 5년에 1회 탱크를 비워야 하는 검사를 실시하도록 하고 있다. 그러나 누유감지장치가 있는 이중벽탱크, 누유감지장치와 함께 secondary containment내에 설치된 단일벽탱크는 검사의 의무가 없다. 개인용도의 지하저장탱크는 5년마다 기밀검

사를, 10년마다 탱크를 비워야 하는 검사를 실시하도록 하고 있다.

기존시설에 대한 기밀검사는 설치년도에 따라 실시기한을 달리 주고 있다. 예를 들어 1979년 이전에 설치된 시설은 2001년 10월 이전에, 93년 이후에 설치된 시설은 2009년 10월 이전까지 기밀검사를 실시하도록 하고 있다. 개인용 저장시설의 경우 1992년 이전에 설치된 시설은 2001년 10월까지, 1997년 이전에 설치된 시설은 2002년 10월까지 검사를 실시하도록 하고 있다.

이상의 각 국별 기준 내용을 다음과 같은 4가지 측면에서 비교할 때, 유럽연합 회원 국가의 지하저장탱크 시스템에 관한 기준은 미국의 연방정부 및 주정부 규정을 대체로 만족하거나 보다 엄격한 것으로 나타난다.

첫째, 대부분의 국가에서 이중벽탱크만을 허용하거나, 혹은 이중벽탱크와 secondary containment에 누유감지장치와 함께 설치된 단일벽탱크를 허용하고 있는 것으로 나타난다.

둘째, 부식방지 소재의 사용, 혹은 부식의 위험이 있는 소재의 경우 음극보호장치를 설치하도록 하고 있다.

셋째, 누유감지시스템을 설치하도록 하고 있으며, 누유감지시스템과 탱크에 대한 정기 검사를 의무화하고 있다. 오스트리아, 벨기에, 그리스 등에서 탱크에 대한 검사를, 프랑스에서 탱크와 배관에 대한 검사를, 오스트리아, 벨기에, 덴마크, 그리스, 룩셈부르크, 네덜란드 등에서 누유감지장치가 제대로 작동하는지 검사할 것을 요구하고 있다.

넷째, 홀림으로부터 토양 및 지하수오염을 막도록 응집조가 설치된 부식 및 누유 방지 배관을 사용하도록 한다.

미국과 유럽국가들의 지하유류저장탱크에 관한 시설기준을 상기 4가지 분야로 나누어 정리하면 <표 5-2>와 같다.

<표 5-2> 미국과 유럽의 지하유류저장탱크 시설기준 요약

	이중벽탱크 혹은 단 일 벽 탱 크 +containment	부식방지에 관 한 규정(부식방 지소재 및 음극 보호장치 등)	누유감지시스 템에 관한 규정 (설치 및 정기 점검 등)	배관에 관한 규 정(부식방지 및 응집조 설치 등)
미국	S	S	S	S
오스트리아	S	S	S	S
벨기에, Brussels	S	S	S	S
벨기에, Flanders	S	S	S	S
벨기에, Wollonne	S	S	S	S
덴마크	R	S	S	S
핀란드	R	S	R	S
프랑스	S	S	S	S
독일	S	S	S	S
그리스	N	R	R	N
아일랜드	S	S	G	G
이탈리아	S	S	S	N
룩셈부르크	S	S	S	S
네덜란드	S	S	S	S
포르투갈	S	S	R	R
스페인	S	S	S	S
스웨덴	R	S	R	N
영국	G	G	G	G

S: 법으로 규정(primary or statutory requirement under national legislation for all systems), R: 특별한 경우에 요구되거나 권고(required for specific situations or recommended wherever practicable by national legislation), G: 모범관행으로 제시(good practice cited by competent authorities), N: 관련자료의 부재로 알 수 없음(no information

available at the time of study)

자료 : Arthur D. Little Limited. 2001. "MTBE and the Requirements for Underground Storage Tank Construction and Operation in Member States"

한편, EC에 제출된 보고서는 미국이 1988년 UST Upgrade Program을 실시하기 이전에 지하저장탱크 시스템을 제대로 관리하지 않은 것이 1990년대의 MTBE에 의한 지하수 오염을 초래한 것으로 파악하고 있다. 잘못된 소재를 사용하거나 관리를 부실하게 하여 탱크 시스템의 구조상 결함(structural failure)이 발생하도록 하였고, 미흡하게 코팅처리를 하거나 또는 음극보호장치를 설치하지 않아 탱크가 부식되도록 하였으며, 탱크의 넘침을 제대로 관리하지 않아 넘침이 빈번히 발생하게 하였는데, 이는 결국 부실한 경영(bad management practices)에 관한 것이기 때문이다.

2. 지하유류저장탱크에 의한 지하수 오염 현황

유럽연합(EU)의 경우 MTBE에 의한 지하수 오염에 관한 공식적인 연구는 거의 없으며 최근에 실시된 조사와 관련된 자료가 있을 뿐이다. 대부분의 회원국가들은 지하수의 MTBE에 의한 오염을 현재 모니터링하고 있거나 가까운 장래에 실시할 것으로 알려져 있으나 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 스웨덴, 영국 등 6개국의 지하수 모니터링 자료만을 참고할 수 있는 실정이다.

가. 덴마크

1998년 16개 카운티의 20개 지하수 취수정에 대해서 조사한 결과 19개 취수정에서 MTBE가 검출되었으며 이 중 1개 만이 0.03ppm³)을 초과하였다. 동 조사 이후 전국에 걸쳐 지하수 모니터링을 실시하였으나 더 이상 MTBE는 발견되지 않았다. 하지만 영

3) 덴마크가 정하는 식수의 preliminary threshold에 해당

업을 중단한 주유소를 대상으로 한 조사에서는 MTBE에 의한 오염이 만연되어 있음을 확인하였다. 이 결과는 Danish Oil Industry's Association for Remediation of Retail Sites라는 협회가 MTBE가 도입된 85년 이후에 영업을 시작하여 이후 휘발유로 오염된 주유소 479개소를 대상으로 1997년부터 2000년까지 실시한 조사에 의한 것이다. 조사 결과 조사대상의 21%에서 MTBE가 발견되었으며 7%가 허용농도 0.03ppm을 초과하며 최고농도는 100ppm을 기록한 것으로 나타났다. 2000년 4월 덴마크 환경청은 MTBE를 list of undesirable substances에 등재하였는데, 이는 덴마크 환경청이 MTBE의 사용을 가능한 한 제한하여야 하고 대체안이 필요하다고 보고 있음을 의미하는 것이다.

나. 핀란드

정부와 산업체가 주체가 되어 영업을 중단한 주유소 1,800개 사이트의 토양 및 지하수 오염현황 조사를 시작하여 현재까지 약 11%(200 사이트)에 대한 조사를 마친 상태이며, 이 중 90개소가 심각한 오염을 보여 복원이 필요한 것으로 나타났다.

다. 프랑스

아직 휘발유에 의한 지하수 오염 사례는 알려진 게 없으나 식수의 처리전후에 MTBE 농도를 재는 등 종합적인 MTBE 모니터링을 실시하고 있다.

라. 독일

MTBE에 의한 지하수 오염 현황을 알려주는 자료는 별로 없으며 단지 지하저장탱크의 누유에 의한 심각한 오염사례 3건이 보고되었을 뿐이다.

마. 스웨덴

현재 주유소의 휘발유에 의한 토양 및 지하수 오염을 파악하기 위한 종합적인 조사가 진행 중에 있다.

바. 영국

1990년대 공공상수 취수정에서 이취미 역치(taste and odor threshold)를 초과하여 MTBE가 검출되는 2건의 사례가 발생한 후 지하수의 MTBE 오염에 대한 관심이 높아졌으며 이에 지하수 모니터링이 확대되었다. 1999년 11월부터 2000년 6월까지 National Groundwater and Contaminated Land Centre, Environment Agency, 그리고 Institute of Petroleum's Soil, Waste and Groundwater Workig Group이 공동으로 잉글랜드와 웨일즈에서의 MTBE 오염현황을 조사한 바 있다. 8개의 주요 정유회사가 주유소 등 2,069개 사이트에 대한 자료를 제공하였고, Environment Agency 와 Regional Water Authority가 MTBE 모니터링 자료와 공공상수 취수정에서 채취한 시료 2,864개를 제공하였다.

정유회사가 제시한 2,069개 사이트에 대한 자료중 MTBE가 첨가된 제품을 판매하지 않은 곳 등 MTBE의 미검출이 예상되는 사이트를 제외하고 나머지 837개(40%)에 대하여 MTBE에 의한 오염 여부를 조사하였다. 그 결과 837 사이트 중 29%는 지하수에서, 25%는 부유지하수(perched water)에서 MTBE가 발견되었다. MTBE가 발견된 지역의 14%는 오염에 매우 취약한 대수층 위에 위치한 것으로 나타났다. 잉글랜드와 웨일즈의 940개 장소에서 채취된 2,864개의 지하수 시료를 분석한 결과 13%에서 MTBE가 검출되었고 이 중 19%는 이취미 역치인 5ppb를 초과한 것으로 나타났다. MTBE가 검출된 시료의 69%는 오염에 매우 취약한 주요 대수층에 가까이 위치한 사이트에서 채취한 것이었다.

3. 유럽과 미국의 비교

지하유류저장탱크의 관리는 누유에 의한 지하수오염 방지라는 동일한 취지에서 출발하더라도 탱크 및 주유 시스템의 특성, 지하수 이용도, 대수층의 특성 등 제반 여건에 따라 그 내용이 달라질 수 밖에 없다. 미국이 MTBE 사용중지 가능성을 고려하는데 반해, 유럽은 지하유류저장탱크의 관리를 강화하는 것에 더 무게를 두고 있는 것은 두 지역이 처한 상황이 다르기 때문이다⁴⁾.

우선, 두 지역의 주유시스템이 다르다. 미국의 대부분의 주유소의 주유시스템은 저장탱크로부터 분사노즐까지 양압을 받으므로 주유시스템이 고장나면 분사하려는 물질이 지하로 유출되게 된다. 반면, 유럽의 주유시스템은 주유기로부터의 흡입에 의하여 작동되므로 시스템에 문제가 발생하면 오히려 공기나 지하수가 분사물질에 빨려들어 오게되어 문제가 발생했음을 알려주게 되고 따라서 주위환경의 오염을 막는다. 최소한의 비용으로써 배관으로 인한 누유를 감소시키는 흡입배관은 고지대, 더운 기후 후 또는 대량의 공급 상황에서는 사용하기에 적합하지 않다는 단점이 있다⁵⁾.

미국은 탱크의 업그레이드, 누출측정장치의 설치, 그리고 주기적인 검사를 의무화하는 규정을 두고 있다. 행정기관은 탱크 매설시 굴착지역을 뒤채움(backfilling)하기 전에 기준에 맞게 제대로 탱크를 설치하는지를 확인하고, 설치 후에는 시스템에 문제가 있는지, 또한 모니터링과 경보 시스템은 제대로 작동하는지를 정기적으로 검사하도록 되어 있다. 그러나 주는 예산 부족으로 정기적인 검사에 투입할 충분한 인력을 고용하지 못하는 실정이다.

대부분의 EU 회원국가들은 미국보다 훨씬 전에 엄격한 규정을 적용하였고 미국의 기준과 유사한 기준으로 지하저장탱크를 업그레이드하였다. EU가 미국과 크게 다른 점은 불침투성의 barrier를 지표에 설치한다는 것과 지표에서의 흘림을 복구하도록 하는 규정이 있다는 것이다. EU의 회원국들은 입지규정(siting regulation)을 적용함

4) Woodward. 2001. "Management of Oxygenated Fuels in the United States(US) and the European Union(EU)"

5) EPA. 1987. "Causes of Release from UST Systems"

으로써 자원을 사전에 예방하고 있다. 예를 들어, 독일은 수질보존지역내에서 휘발유 같은 특정유해물질(priority pollutant)의 저장 및 심지어 운송도 금지하고 있다.

미국과 유럽 둘 다 다양한 지질구조와 수리지질구조를 가지고 있어 한마디로 특징 지을 수는 없지만, 식수원으로서의 대수층 이용은 보편적인 특징을 가지고 있다. 유럽에서는 깊은 대수층이나 지표저류시설(surface impoundment)로부터 음용수를 공급하며 얇은 대수층은 일반적으로 이용되지 않는다. 미국에 비해 함양률(recharge rate)이 높고 수두경사가 급격하다. 이에 반해 미국에서는 얇은 대수층을 음용수 공급원으로서 더욱 의존하고 있는 실정이다.

유럽의 법은 자원의 보존과 신속한 대책에 중점을 두고 있는 반면 미국의 징벌적책임소송(punitive liability litigation)과 불법행위법(system of torts)⁶⁾은 신속한 대응을 불가능하게 하고 오염원제거를 지연시키며 자발적인 조치를 저해한다. 유럽의 많은 국가에서 지방의 관할권이 우선이고 지방이 자원보존의 권한을 부여받고 있어 신속한 대응과 효과적인 오염원 처리가 가능하다. 사전 조치가 유죄를 인정하는 것으로 간주되지는 않으므로 책임소재나 불법행위 등의 법률적 사안은 복원을 실시한 후 다루어지게 된다.

현행 규정을 비교하면 미국의 경우 이중벽탱크나 탱크조실과 같은 secondary containment의 필요성을 강조하는 대신 누유감지장치 설치와 정기 모니터링 실시에 중점을 두고 있는 것으로 나타난다. 이에 반해 EC 회원국가의 대부분이 이중벽탱크만을 허용하거나, 혹은 secondary containment내에 누유감지시설과 함께 설치할 경우에 한하여 단일벽탱크를 허용하는 상황이다. 유럽국가들은 배관의 경우도 가압배관에 한해서는 이중배관을 설치하도록 의무규정을 두고 있는데, 미국은 이중배관을 의무화하지 않는 대신 자동라인누출감지기 설치를 의무화하고 있다<표 5-3>.

6) 불법행위(tort)란 계약의 파기를 제외하고 민사소송의 대상이 될 수 있는 잘못된 행위를 일컫는다.

<표 5-3> 유럽과 미국의 비교

	유럽	미국
주유시스템 (주유기-탱크간 배관에 걸리는 압력)	흡입배관(음압이 걸림) - 시스템에 문제가 발생하면 배관 주위의 공기나 지하수가 빨려 들 어옴	가압배관(양압이 걸림) - 시스템에 문제가 발생하면 배관 주위로 저장물질이 흘러 나감
지하수 이용	깊은 대수층이나 지표저류시설로 부터 음용수를 공급	얕은 대수층을 음용수 공급원 으로서 더욱 의존
오염사고에의 대응	신속한 대책에 중점 - 지방이 자원보존의 권한 소유하 고 있고, 사전조치가 유죄를 인정 하는 것으로 간주되지 않음	징벌적책임소송과 불법행위법 에 기초 - 신속한 대응을 불가능하게 하고 오염원제거를 지연시키 며 자발적인 조치를 저해
기타	지표에 불침투성의 barrier 설치, 홀림 발생시 복구 의무, 입지규정 - 환경오염의 사전 예방 측면이 강함	

제6장 현행 지하유류저장탱크 관리의 문제점 및 개선 방향

제 2장과 3장에서 토양오염유발시설 관리 현황을 고찰한 바에 의하면 현행규정 및 제도는 지하유류저장탱크의 누유에 의한 토양 및 지하수 오염을 예방하는 측면에서 미흡할 뿐만 아니라 이행 주체들의 의식결여로 제대로 이행되고 있지 않을 가능성이 큰 것으로 나타난다. 토양오염검사 대상의 1% 미만만이 최종 누출검사를 통하여 누출사실이 확인되고 있지만 이는 지하유류저장탱크의 관리가 잘 되고 있다는 고무적인 메시지가 아니다. 토양오염검사결과와 현저한 차이를 보여주는 실제 현장에서 확인되는 누유발생률은 현재 토양오염검사와 관련된 제반 사항을 검토할 필요가 있음을 시사한다. 또한, 현장에서 높은 누유율이 확인되고 있다는 것은 지하유류저장탱크의 설치기준 및 운영과 관리에 관한 사항을 검토해야 할 필요성을 시사하는 것이기도 하다.

1. 현행 지하유류저장탱크 관리의 문제점

현행 지하유류저장탱크 관리의 문제점을 크게 시설기준, 토양환경보존법상의 토양오염검사, 소방법에 의한 기타규정 및 제도, 그리고 직영과 자영 주유소의 지하유류저장탱크 관리 등 4가지 측면에서 고찰하였다.

가. 시설 기준

1) 신규시설 기준

가) 탱크관련

강철제 탱크 - 현행 규정에 의하면 강철제탱크를 설치할 경우 탱크외벽에 방청도장

을 하고 탱크조실내에 설치하거나 탱크외벽에 부식방지처리를 하고 탱크조실 없이 설치하는 두 가지 경우가 가능하다. 현재 국내에는 강철재탱크가 아직 주로 사용되고 있는데, 미국 EPA의 보고에 의하면 강철재탱크는 25%가 유출되며 12~13년된 탱크에서 10%정도 누출되고, 15년생 탱크는 30%, 20년생은 42%가 누출되는 것으로 나타나고 있다. 현행 규정은 강철재탱크의 두께를 3.2mm 이상 되도록 하고 있는데, 국내 모 회사가 주유소 저장탱크청소를 수행하면서 탱크의 부식현황을 파악한 것에 의하면 휘발유의 경우 최대 부식률이 0.22mm/년이고 등유와 경유의 경우 0.4mm/년 인 것으로 나타난다. 미국의 경우 85년도에 강철재탱크를 법으로 금지하였으며, 현재 기존탱크와 신규탱크 모두에 부식산화방지시설을 의무화하고 있다. 대부분의 EC 회원 국가들은 이중벽 탱크만을 허용하거나, 또는 이중벽탱크 외에 secondary containment에 누유감지장치와 함께 설치되는 경우 단일벽탱크를 허용하고 있는 것으로 나타난다.

이중벽 탱크 - 이중벽탱크는 현재 정유회사 직영주유소를 중심으로 설치되고 있는 상황이지만, 국내의 어느 조사에서 나타난 바에 의하면 5년 미만의 주유소가 5~10년 된 주유소보다 오히려 오염도가 높게 나와 이중벽 탱크 및 공사의 문제점을 시사하고 있다. 따라서 FRP(Fiberglass Reinforced Plastics, 유리섬유강화플라스틱)나 HDPE(High Density Polyethylene, 고밀도폴리에틸렌) 재질로 만들어지는 이중벽탱크는 외부충격에 약하므로 철저한 시공이 이루어질 수 있도록 이에 대한 법적 기준을 세우거나, 탱크조실내에 설치하는 방법도 고려할 필요가 있다고 사료된다.

나) 배관관련

배관 재질 및 부식방지 조치 - 현재 주로 사용되는 강철 및 금속 배관은 부식에 취약하므로 지하배관의 외면에 도장 또는 음극보호조치 등 부식방지를 하도록 되어 있는데, 주로 도장처리를 하고 있기 때문에 도장표면이 벗겨질 경우 부식에 취약한 강철이 드러나 매우 빠른 국부부식이 발생할 수 있는 문제점을 안고 있다.

배관 모니터링 - 배관시설에 대한 모니터링과 관련하여서는 강철 및 금속배관의 경우 용접을 하지 않은 배관의 접합부분에 누유 점검구를 설치하도록 하는 규정이 유일

하다. 그러나 관련 세부규정이 없어 배관 모니터링은 거의 이루어지지 않고 있다고 한다. 배관의 부식과 접합부분이 주요 누유 발생원인임에도 불구하고 이렇듯 누유방지 및 누유감지에 관한 규정이 미흡하여 배관에 의한 누유발생에 대한 대책이 시급하다.

국내 누출검사기관의 경험에 의하면 토양오염유발시설의 누유현상 중 지하배관이 차지하는 비율이 50-60%라고 하는데, 이처럼 배관시설에서 누유 가능성이 높은 것은 우선 부식방지 시설에 관한 기준이 미흡하기 때문이다. 이에 반해 미국과 유럽국가들은 배관관련시설의 경우에도 기존과 신규 모두에 부식산화방지시설을 의무화하고 있다. 미국의 경우 누출발생 시 자동으로 흐름 차단하거나 경보를 울리는 자동라인누출 감지기를 설치하도록 하고 있고 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.

다) 홀림 방지시설

미국의 경우 기존탱크와 신규탱크 모두 홀림방지를 위한 홀림방지통(ump)을 탱크 주입구와 주유기 밑에 각각 설치하도록 하고 있으나, 현재 국내에서는 주입구 밑에 주로 홀림방지시설을 설치하고 있다. 한편, 주유기는 탱크에서 발생된 녹, 슬러지 등 이물질에 의하여 필터가 막혀 수리를 자주 하게 되는데 주유기 수리를 할 경우 주유기 내부에 남는 2~3 리터의 유류를 그대로 주유기 하부로 흘리는 경우가 대부분이라고 한다. 이러한 점들을 고려할 때 주유기 하부에 sump를 설치하여 누출된 유류가 토양으로 흘러들어가지 못하게 차단할 필요가 있다.

라) 넘침방지시설

토양오염사고의 50% 이상이 넘침사고에 의해서 발생하는 것으로 조사되고 있지만 주유소 업자와 주유공급업자의 인식결여로 넘침방지시설을 제거하는 경우가 많다.

미국 캘리포니아주에서 최근 수행한 조사에 의하면 대부분의 유출이 탱크(50%)와 배관(34%)으로부터 발생하고 16%가 주유기, 10%가 홀림/넘침과 관련되는 것으로 나타난다¹⁾. 이러한 결과는 과거에 대부분의 유출이 배관과 홀림/넘침으로 인하여 발생한 것으로 조사되었던 것과 대조되는 것으로, 이는 홀림/넘침 방지 장치 설치가 증가하였기 때문인 것으로 여겨진다. 따라서, 우리나라도 이와 관련하여 철저한 관리방안을 마련하여야 한다.

마) 누출감지 시설

현행 규정이 탱크에 대한 누출측정시설 설치를 의무화하고 있으나 모니터링 실시에 관한 규정을 따로 두고 있지 않고 있어서 누출측정시설을 제대로 설치하고 있는지, 모니터링은 실시되고 있는지를 확인할 방법이 없다. 미국과 유럽국가들은 누출감지 모니터링은 물론 누출감지시설에 대한 정기검사도 의무화하고 있다.

2) 기존시설 기준

현행 규정에 의하면 과거의 시설기준에 따라 설치된 유류저장시설에 대한 환경적 개선을 위한 규제가 없어 이들의 관리가 이루어지지 않는 실정이다. 오래된 탱크에 대해서는 정기토양오염검사의 주기를 줄여 검사를 실시하는 것이 규정되어 있을 뿐이다. 그러나 주유소 시설이 거의 포화상태이며 기존의 강철재 지하저장탱크의 부식이 심각히 진행되고 있는 것으로 예상되므로 기존 시설에 대한 개선이나 조치 등에 관한 규정을 신설하는 것이 시급하다. 미국에서 UST Upgrade Program이 시작되었던 1998년에 앞서 캘리포니아주에서 자문단을 구성하여 강철재 지하저장탱크에서 발생한 누유사고를 조사한 바에 의하면 강철재탱크의 나이가 누유의 가능성을 증가시키는 중요한 요소이다<표 6-1, 표 6-2>. 따라서, 노후된 탱크가 용도폐지 되거나 새 탱크로 대체될 때까지 오염예방을 위한 추가조치를 취하는 것이 필요하다.

미국의 UST Upgrade Program을 수립하면서 참고하였던 대표적인 지하유류저장

1) SWRCB. 1998. "Are Leaking Detection Methods Effective in Finding Leaks in Underground Storage Tank Systems?"

탱크 누유발생에 관한 조사 결과 <표 3-8>을 참고하더라도 시설기준의 강화가 필요함을 알 수 있다.

<표 6-1> 탱크검사를 통하여 조사한 강철재탱크의 연령별 누유발생 현황

탱크연령	탱크수	누유탱크수
6년	190	2
6~11년	145	4
12년	38	5
13년	30	3
14년	55	1
15년	80	5
16~20년 미만	252	11
20년	190	11

주: 980개의 탱크를 대상으로 실시한 검사에 의한 결과임.

자료: EPA. 1987. "Causes of Release from UST Systems"

<표 6-2> 누유탱크로부터 조사된 강철재탱크의 연령과 누유발생율과의 관계

탱크연령	탱크수	탱크비율(%)
5년 미만	232	0.9
5~10년 미만	1,204	4.9
10~15년 미만	7,391	30.2
15~20년 미만	10,336	42.3
20~30년 미만	4,478	18.3
30년 이상	811	3.4

주: 총 24,452개의 누유 강철탱크를 연령별로 구분한 것임.

자료: EPA. 1987. "Causes of Release from UST Systems"

나. 토양오염검사

국내토양오염검사에 의한 1%미만의 누유발생율은 1993년 (주)트래비스엔지니어링과 대학 연구팀이 확인한 누유발생율, 1996년도의 누설검사결과, 1995년부터 5년간 수행된 모 정유회사의 직영주유소 지하유류저장시설 내부청소 과정에서 확인한 누유발생율, 최근 수년사이 주유소의 탱크 및 배관검사에서 나타나는 불합격률, 그리고 최근 미국에서 조사된 누유발생율 등을 참고할 때 신뢰할 수 없는 수치라 하겠다. 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. BTEX가 휘발성 물질로 60%가 공기 중에 존재하므로 토양공기 중의 농도를 쟀 필요가 있고, 시료채취 수가 너무 적고 채취장비에 대한 규정 및 검사 방법에 대한 기술적인 설명이 부족하며, 분석방법에 이행하기 불가능하거나 의미 없이 추가되거나 잘못 기술된 부분이 있다고 지적된 바 있다²⁾. 이외에도 환경부는 현재 기준초과율이 낮은 것을 해결하기 위해 BTEX와 02년도부터 새로 추가된 TPH 시험 방법을 개선한 바 있다³⁾. 현행 검사방법이 문제점을 안고 있음은 널리 인식되고 있는 사실이나, 시료채취 및 보관이라든가 분석방법 등 기술적인 문제점들은 본 연구에서는 검토하지 않도록 한다. 구체적으로 기술적인 사항을 검토하지 않더라도 현재 토양 오염검사는 본래 취지를 살리기에는 근본적으로 한계를 지니고 있음을 알 수 있다.

현행 검사는 누유에 의한 토양오염을 발견함을 목적으로 하고 있지만 그 실효성이 낮아 형식적으로 실시되고 있다고 보여진다. 토양환경보전업무편람(1996)을 보면 “토양오염은 국지적으로 영향을 미치기 때문에 정확한 오염여부를 확인하기 위하여는 부지내 여러곳에서 토양시료를 채취하여 검사하여야 하나 시료채취를 위하여 여러곳을 굴착하게 되면 유발시설의 일상업무에 과다한 지장을 주게되고 검사 및 관리능력도 미흡하므로 검사의 의의를 살릴 수 있는 최소한의 조치로 부지내와 주변지역중에서 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 부지내와 주변지역중에서 비교적 오염의 개연성이 높다고 판단되는 위치에서 시료를 채취”한다는 것은 근본적으로 달성하기 어려운 목표이다. 일률적으로 정해진 지점과 수로써 토양 시료를 채취하도록 하고 있는 현행 방법은 누출 가능성이 높을 것으로 판단되는 위치에서 시료를 채취하

2) 장순웅. 1999. “유류오염의 문제와 대책방안”

3) 환경부. 2002a. 「토양오염공정시험방법」

고자 하였던 본래 의도와는 오히려 거리가 있다⁴⁾. 더욱이 현장에서는 주유소 도면이 없는 경우 탱크 및 부대시설의 파손 가능성을 우려하여 파손 가능성이 낮다고 판단되는 안전한 장소에서 시료를 채취하기도 한다. 즉, 현행 토양오염검사는 본래 규정상, 그리고 실제 실시되는 현장여건상 본래 취지를 살리지 못하는 형식적인 검사가 되고 있는 것이다.

2) 집행상의 문제

토양오염검사의 부적절성은 그동안 많이 보도되어 왔다. 검사기관의 과다 수주경쟁 등으로 인해 검사수수료를 턱없이 내리거나 일부정유회사 및 주유소 등 검사외업체에서 합격을 조건으로 검사를 맡기는 등 오염검사가 엉터리로 이뤄지고 있다는 의혹도 제기되었다. 토양법이 강화되던 시점만해도 검사수수료가 200만원정도 소요되었던 것에 비해 검사기관간의 과열경쟁으로 인해 1997년 45만~55만원 수준이던 굴착 및 시료채취 대행비용이 1998년 한때 8만원선으로까지 떨어지고 2000년에는 출장비, 인건비, 굴착시공비의 합이 9만으로 떨어졌다고 한다⁵⁾.

주유소업자의 말에 따르면 정기적으로 이뤄지는 누유검사가 대부분 형식적이며, 게다가 검사자와 검사대상자가 지역사회에서 서로 알고 지내는 상황이라 제대로 된 누유검사나 관리가 이뤄지기 어렵다는 것이다⁶⁾. 한편, 전문가가 본 유출가능성이 높은 지점보다 검사대상자가 지정하는 위치에서 조사할 수밖에 없는 실정에서도 검사의 본래 취지를 살리기 어렵다⁷⁾.

환경부는 2003년도에 토양오염이 우려되는 특정토양오염유발시설, 즉 1960년대 이전에 설치되어 현재까지 운영중인 주유소 및 대리점 총 54개소 중 폐쇄 및 행정명령 등을 이행중인 8개 업소 제외한 46개소를 대상으로 토양오염도 등을 조사한 바 있다. 46개소 중 4개소가 정기 토양오염도검사를 실시하지 않은 것으로 확인되었으며, 46개

4) 미국 주유소에서 지하수 모니터링정을 누출감지시설로서 설치할 때에 전문가가 지하수 흐름 등을 고려하여 오염개연성이 높은 지점들을 정하고 있으며, 국내 지하수법에서도 지하수 흐름을 고려하여 오염개연성이 높은 몇 곳에 수질측정을 위한 관측정을 설치하도록 하고 있다.

5) 수자원환경. 2000. "주유소 토양오염조사 형식적"

6) 권태윤. 2002. "주유소 지하유류저장탱크 누유관리 엉터리"

7) 수자원환경. 2000. "주유소 토양오염조사 형식적"

소에 대하여 토양오염도검사를 실시한 결과 5개 업소에서 TPH 우려기준(2,000 ppm)을 초과한 것으로 나타났으며 이 중 2개소는 정기검사시 TPH가 불검출되었던 주유소인 것으로 드러났다. 동 조사결과에서 두 가지 사실을 발견할 수 있다. 첫째, 2002년도 정기검사결과만을 참고하더라도 조사대상의 약 6%(3개 업소)가 TPH 우려기준을 초과한 것은 정기검사 수치 1%를 웃도는 것으로서 이는 시설규정에 부합하고 있다는 조사와는 달리 실제로는 노후시설로 인한 결과일 수 있다⁸⁾. 둘째, TPH 우려기준 초과율이 10%로 정기검사결과 1%보다 높게 나온 것은 정기검사가 제대로 실시되고 있지 않음을 시사한다고도 볼 수 있다.

3) 시설관리와 오염검사 주관기관의 이원화 문제

현재 지하유류저장탱크는 크게 소방법과 토양환경보전법의 적용을 받는데, 주유소 등 위험물시설의 설치허가 및 안전관리의 지도·감독기관과 동 시설에 대한 토양오염검사의 주관기관이 이원화되어 있어 업무의 전문성 및 연계성이 떨어진다. 위험물시설의 설치허가를 관장하는 소방서에서 각 위험물시설의 허가현황(저장시설의 종류, 위험물의 저장량 등)을 관리하고 있으므로, 지하탱크의 설치현황에 대한 신고사항만을 근거로 환경부에서 검사를 할 경우에는 소방서 또는 사업장에 직접 관련자료를 요구하여야 하는 상황이 발생한다. 한 예로, 방지사설을 한 특정토양오염유발시설의 검사주기를 3년 이내의 범위 내에서 조정하는 경우, 방지사설, 탱크재질 등에 관한 자료가 필요하나 소방서에서 관련자료를 보유하고 있기 때문에 소방서에 자료를 요구하여야 하는 상황이 발생한다. 한편, 토양오염검사 결과 누유가 확인될 경우에는 소방서에 탱크교체 등의 행정처분을 하도록 통보해야 하는 상황도 발생한다. 특정토양오염유발시설의 감독기관을 동 시설의 설치허가에서부터 안전관리를 지도·감독하고 있는 소방기관으로 일원화하는 것이 업무의 전문성이나 연계성 제고를 위해 바람직할 것이다.

8) 전 시설이 도장벽, 누출검사관, 방호벽, 누출측정기 등 방지사설을 설치한 것은 직접 시설 확인이 불가능한데다 시설에 관한 기록도 없어서 면담에 의하여 확인한 것이다.

다. 탱크제작부터 용도폐지까지 관련제도

1) 탱크품질

탱크가 제대로 제작되고 설치되는지를 확인할 수 있는 관련법이나 제도가 미흡한 실정이다. 현재 탱크제작은 원하면 누구든지 할 수 있으며 이렇게 제작된 탱크의 품질을 확인하는 검사로는 탱크안전성능검사가 유일하다. 그러나 탱크를 설치하기 전에 탱크의 누설과 변형여부를 확인하는 탱크안전성능검사도 이중벽 탱크의 결함여부를 실질적으로 확인하기에는 한계를 안고 있다. 이중벽 탱크의 내부벽과 외부벽의 결함을 함께 점검할 수 없기 때문이다. 한편, 탱크안전성능검사 중 비파괴 시험 및 기밀 시험은 민간기관인 탱크안전성능시험자에 의하여 실시되므로 검사가 제대로 이루어지는지를 감독하는 것이 어렵다. 미국의 경우 제작된 탱크 및 부속장치는 독립시험기관의 인증을 받도록 하고 있으며, 또한 제작회사는 자사의 지침을 준수하여 탱크를 설치하는 경우에 한하여 품질보증을 하고 있다.

탱크제작. 탱크품질을 엄격히 관리하는 제도가 없는 현 상황에서는, 주유소 소유자는 시공가격을 낮추고 시공기간을 단축하는 데에 주로 관심이 있고 시공업자들도 이윤을 최대한 남기려고 하기 때문에 기준미달인 이중벽 탱크가 설치될 가능성이 있다. 국내에 제품가격이 600~700만원 하는 이중벽 탱크가 유통되고 있으나 이 가격으로는 이중벽탱크 규격에 맞추어 생산할 수 없다고 한다. 완벽한 이중벽 탱크의 제품가격은 1기당(200D/M기준) 1,300만원 이상 되어야 외국 품질기준에 적합한 제품을 제작할 수 있다는 것이다. 실제로 국내 이중벽탱크의 경우 탱크철판의 두께가 미달이거나 접착 및 검수 불량⁹⁾이 많다고 한다⁹⁾.

형식승인시험. 탱크안전성능검사만으로는 이중벽탱크의 품질을 실질적으로 확인할 수 없었던 점을 보완하기 위해 최근에 소방기술기준에관한규칙 고시에서 형식시험이라는 제도를 도입하였다. 이 형식시험은 제작된 이중벽 탱크의 재질 및 구조가 기준에 부합하는지를 검사하는 것으로 의무사항은 아니다. 하지만 동 검사에 합격하

9) 김주영. 1999. 「토양오염에 관한 합리적 정책-현 유류오염에 관한 오염토양복원기술과 경제적 대체복원 방안」

면 그 자체가 제작업체의 이미지 제고에 기여하므로 제작업체들은 동검사를 선호한다고 한다. 주유소 소유자가 형식시험에 합격한 제품을 선호하여 사용하고 형식시험을 받는 탱크 제작업체가 증가하면 기준미달 탱크의 제작 및 사용은 감소될 것이다. 그러나 혹시라도 제조업체가 이를 악용할 경우에는 동 시험에 합격한 탱크모델이라 하더라도 생산되는 모든 탱크의 품질을 보장할 수는 없다.

2) 시공감독

현재는 주유소 공사 중에 담당공무원은 두 번, 즉 탱크매설 단계에서 탱크안전성능 검사를 실시할 때와 공사가 완료된 후 이상 없음을 확인할 때, 공사 현장에 나가 검사 혹은 확인을 한다. 이렇듯 현장감독이 극히 일부 단계에서만 이루어지는 것은 과거에 현장지도라는 이름으로 담당공무원이 현장감독을 수행하였으나 과도한 현장감독이 자칫 부조리를 유발할 소지가 있다는 우려가 제기되어 이후 축소되었기 때문이라고 한다. 한편, 시공과 관련하여 문제가 발생할 경우에 현장감독자는 책임추궁을 면하기 어려웠으므로 담당공무원들도 현장지도를 기피하였다고 한다.

그러나 실제로 탱크 및 배관 자체의 품질보다는 설치 시 시공이 제대로 이루어지지 않아 후에 누유 문제를 일으키는 경우도 많으므로 시공현장을 감독하는 것이 절대적으로 필요하다. 탱크조실을 설치하는 경우 탱크본체와 연결되는 배관이 콘크리트 조실을 뚫고 조실 밖으로 나가게 되는 이음새부분이 내밀하도록 하는 등 철저한 시공이 요구되지만, 부실 공사로 인하여 조실 내에 설치된 강철재탱크가 부식에 그대로 노출되는 상황이 빈번히 발생한다. 저렴한 가격으로 공급 및 설치되는 이중벽탱크는 탱크 자체가 규격에 못 미치는 문제 외에도 공사가 부실할 가능성도 안고 있다. 실제로 이중벽탱크 시공시 운반, 되메우기 및 기타충격으로 인한 탱크외벽 손상으로 급속한 부식이 발생하고, 받침대(*bed*), 울림방지기 및 받침지주의 하자로 인한 탱크외형 변형으로 정상사용이 어려운 사례가 잇따르고 있다고 한다. 참고로 외국의 경우 이중벽탱크 제품 및 공사비용이 일반탱크의 2~3배에 달하는 수준이다.

미국의 경우도 업그레이드된 시설에서 누유가 적지않게 발생하는 것의 상당부분은 표준산업코드(*standard industry code*)를 준수하지 않고 부주의하게 설치하였기 때문

인 것으로 보고되고 있다. 최근 올바른 시공의 중요성이 강조되어 이와 관련하여 입법안이 제출되었고, 캘리포니아주는 시공업자에게 교육과정을 요구하고 있다¹⁰⁾.

3) 탱크검사

주유소 지하저장탱크의 누유에 의한 토양 및 지하수 오염을 줄이기 위한 방안으로 소방법에 의한 누설검사와 토양환경보전법에 의한 토양오염검사는 거의 동시에 시작되었지만 현재는 토양오염검사만 실시되고 있다. 토양오염검사는 누설검사가 번거롭고 일회 검사비용이 높은 데 비하여 상대적으로 간편하고 저렴하다는 장점이 있다. 그러나 토양(엄밀히 표현하면 시료채취지점의 토양)이 오염될 때까지는 아무런 대처를 할 수 없다는 단점이 있다.

토양오염검사에 비해 탱크를 직접 검사하는 누설검사는 사전예방의 측면이 강하다. 용접불량 혹은 부식 등 탱크의 결함을 미리 발견하여 보수를 할 수 있어 장차 누유가 발생할 가능성을 줄일 수 있다. 이미 탱크에서 기름이 새고 있다면 이러한 예방의 기능은 하지 못하더라도 누유사실을 발견할 수 있으므로 오염사고에 보다 신속히 대처할 수 있다는 장점이 있다. 1996년도에 실시된 두 검사의 결과를 보면 토양오염검사가 검사대상의 1% 미만에서 토양오염을 발견한 데 비하여 누설검사는 검사대상의 30% 이상에서 탱크의 결함을 발견하고 있어 후자가 오염위험 관리면에서 훨씬 효과적임을 알 수 있다.

외국의 사례를 보더라도 정기적인 탱크검사를 실시하고 있으며 우리나라의 토양오염도검사와 같은 제도를 시행하고 있는 경우는 찾아볼 수 없다. 미국의 UST Upgrade Program은 월간 누유감지 모니터링을 의무화하고 있다. 재고관리로써 누유감지 모니터링을 할 경우에는 정기적으로 탱크검사를 하도록 하고 있다. 유럽의 많은 국가가 누유감지시스템과 탱크에 대한 정기 검사를 의무화하고 있다. 오스트리아, 벨기에, 프랑스, 그리스 등에서 탱크에 대한 검사를, 오스트리아, 벨기에, 덴마크, 그리스, 룩셈부르크, 네덜란드 등에서 누유감지장치가 제대로 작동하는지 검사할 것을 요구하고 있

10) GAO. 2001. "Environmental Protection-Improved Inspections and Enforcement Would Better Ensure the Safety of Underground Storage Tanks"

다.

국내에서는 토양오염검사결과 오염물질이 기준이상 검출된다거나, 재고관리에서 누유가능성을 감지한다든가 또는 탱크청소 중에 문제를 발견하는 경우에 탱크검사를 실시하고 있는 실정이다. 정기적인 검사로는 최근에 모 정유회사가 직영주유소의 탱크 및 배관에 대하여 검사를 실시하고 있는 것이 유일하다.

4) 시설 변경 및 탱크 용도폐지

현행 제도에서는 주유소 시설의 개·보수 시 주유소 신축의 경우와 동일한 절차를 적용하고 있으므로 시설변경을 소방서장에게 신고를 하고 허가를 받아야 한다. 그러나 시설 개·보수는 주로 시설이 노후되었을 때 실시하므로 부지가 기름으로 오염되어 있을 가능성이 상대적으로 높을 뿐만 아니라 노후시설을 제거하는 과정에 토양오염을 직접 확인하는 것이 가능하다. 따라서, 시설 개·보수 시에 소방서장으로부터 허가를 받는 것 외에, 토양오염 발견 시에는 정화조치를 하도록 토양환경보전법에 이에 관한 규정을 추가하는 것이 바람직하다.

용도폐지 시 소방서장에게 신고하여야 하고, 매립된 탱크를 제거하거나 또는 탱크를 비우고 물이나 모래 같은 불활성 물질로 채우는 조치를 취해야 한다. 한편, 토양환경보전법은 용도폐지 시 토양오염검사를 하도록 하고 있다. 이러한 조치는 현행 토양오염검사가 부지오염을 확인하기에 미흡하다는 점을 제외하고는 미국의 경우와 유사하다. 미국에서 Superfund 법이 제정되었던 배경이나, 방치된 주유소나 산업시설인 brownfield가 해결해야 할 문제로 남아있는 것을 상기하면 우리도 용도폐지되는 지하유류저장탱크에 대한 조치가 제대로 이루어질 수 있도록 제도 및 감독의 보완이 필요하다.

라. 주유소의 환경오염관리

1) 직영주유소

2002년도에 환경부와 5대 정유회사간에 향후 10년간 저유소와 주유소 등에 대한

토양오염검사와 복원을 자율 실시하는 것을 골자로 한 자발적 협약을 체결하여 우선 2003년도 중에 정유공장과 저유소, 주유소 등 사업장 부지에 대한 토양오염 여부를 전문기관에 의뢰해 조사하도록 되어 있다. 시작 된지 1년여 정도 되어 협약 이행에 대한 평가를 하기에는 이르지만 협약의 세부내용은 보완이 필요한 것으로 사료된다.

동 협약에 따르면 정유회사는 직영주유소의 오염에 대해 책임지고 정화조치를 취하도록 되어 있으나 직영주유소의 범주에 관하여 따로 명시하고 있지 않고 있어 협약상의 직영주유소가 “직영주유소”라는 간판을 내건 주유소를 지칭하는 것인지 확실하지 않다. 이 경우 정유회사는 자사가 소유 및 경영하는 주유소만을, 반면에 환경부는 경영에 일부라도 참여하는 모든 주유소를 직영주유소로 각각 간주할 수 있어 상호간에 기대에 못 미치는 결과를 얻게될 수도 있다. 한편, 매년 오염도 개선 정도를 환경부 장관 등 관할 행정기관에 보고하도록 하고 있지만 환경부가 정유회사의 협약 이행 여부를 어떻게 파악할 것인지에 대하여 구체적으로 정하여진 것이 없다.

<표 6-3> 현행 지하유류저장탱크 관리의 문제점

구분	주요내용
시설기준	- 누유감지 모니터링 및 secondary containment에 대한 미흡한 규정 - 배관에 대한 미흡한 시설기준 - 기존시설에 대한 개선조치의 부재
토양오염검사	오염의 사전예방 및 오염발견의 측면에서 낮은 실효성
탱크제작부터 용도폐지까지	- 탱크품질을 보장하는 제도 미흡 - 설치 시 현장감독 미흡
주유소의 환 경오염 관리	- 직영주유소의 자발적 협약의 보완 필요 - 자영주유소의 환경오염관리 시급

2) 자영주유소

5대 정유회사가 보유하고 있는 저유소는 총 49개, 직영주유소는 1,817개로 총유류

유통량의 90%이상을 차지하고 있어 상기의 자발적 협약이 토양오염예방 및 복원에 큰 효과가 있을 것으로 기대하고 있다¹¹⁾. 하지만 직영 주유소의 수 배에 달하는 비직영 주유소는 자발적 협약의 적용을 받지 않아 지하저장탱크 누유로 인한 토양오염문제는 여전히 남아있다. 특히 자영주유소는 직영주유소에 비해 열악한 여건에 처해 있고 국외 사례를 보더라도 영세한 자영주유소에서 누유 사고가 많이 발생하고 있으므로 자영주유소의 지하유류저장탱크 관리는 특히 관심을 가지고 대책을 세워야 할 부분이다.

이상 1절에서 지적한 현행 지하유류저장탱크 관리의 문제점의 내용을 요약하면 <표 6-3>과 같다.

2. 개선방향 및 세부개선방안

1절에서 현행 지하유류저장탱크 관리의 문제점을 지적한 데 이어 본 절에서는 이를 해결하기 위한 개선방향을 크게 4가지로 요약하였다. 첫째, 현행 오염방지조치 등 시설기준을 강화하는 것이다. 둘째, 지하유류저장탱크의 제작에서부터 설치까지 과정에 관련된 제도를 강화하는 것이다. 셋째, 주유소가 지하유류저장탱크로 인한 오염위험을 제대로 관리할 수 있는 체계를 구축하는 것이다. 넷째, 지하유류저장탱크의 관리를 강화하기 위한 기타 개선방안들이다.

가. 오염방지조치 등의 시설기준 강화

1) 신규시설의 시설기준 강화

현행 시설기준은 미국 및 다수의 EC회원국가들과 같이 부식 및 산화방지시설, 누

11) 환경부. 2002c. "토양복원을 위한 자발적 협약 체결"

유감지 시설, 넘침 및 흘림방지 시설에 대한 규정을 포함하고 있지만 실제 내용을 살펴보면 이들 국가에 비하여 미흡한 편이다. 외국 선진국가에 비해 우리나라 기준이 미흡한 이유는 특정시설 관련기준이 전혀 없거나, 있더라도 구체적인 세부규정이 없기 때문이다. 따라서 현행 시설기준에 따른 세부규정을 보완할 필요가 있으며 국외의 누유발생 조사자료와 국내 정유회사, 탱크검사 회사, 관련기관의 전문가들의 의견을 참고하여 외국 선진국가와 동일한 기준을 수립하지는 않더라도 누유발생을 최소화하는 효율적 시설기준을 찾는 것이 절실히 필요하다. 지하유류저장탱크의 재질 및 설치공법 등 시설 기준을 정하거나 검토하기 위해서는 토양학, 재료공학, 화학공학, 토목공학 등의 다양한 분야의 전문가의 참여가 필요하지만, 한편으로는 지하저장탱크 관련연구가 미흡한 국내에서는 미국 및 유럽국가들의 기술과 선례를 최대한 검토하고 참고하면 실행상의 착오를 줄일 수 있을 것이다.

2) 기존시설에 대한 개선조치

이미 설치된 기존의 지하유류저장탱크에 대해서도 오염위험을 감소시킬 수 있는 개선조치가 필요하다. 미국과 유럽연합 회원국가들의 경우를 참고하더라도 이들 국가는 시설기준 강화를 신규시설에만 적용하지 않고 기존시설도 새 기준에 맞추어 부분적으로 업그레이드하도록 하고 있다. 시설의 업그레이드에 필요한 유예기한을 시설의 설치년한에 따라 다르게 주고 있으며, 유예기한을 길게 주는 경우에는 누유감지 모니터링만이라도 빠른 시일 내에 실시되도록 하고 있다.

모든 기존시설을 새 규정에 맞도록 완전히 교체하는 것은 유예기한을 주더라도 경제적으로 큰 부담을 줄 수 있다. 이 경우 누출감지기 설치 및 모니터링 실시를 의무화하거나, 탱크 및 배관을 정기적으로 검사하도록 하는 것을 고려 할 수 있다. 모니터링을 실시할 경우 이를 제대로 이행하고 있는지에 대한 점검이 중요하다. 정기 시설검사를 실시할 경우 탱크시설 연령별로 다른 검사 주기를 적용하며 검사결과 탱크의 노후 및 이상 부위가 발견되면 사전에 보수하도록 한다. 이 경우 피규제자는 탱크의 내구년한과 보수비용, 기타 제반사항을 고려하여 정기적인 검사 및 보수의 방법과 시설 교체 중 택일하게 될 것이다. 참고로 이중벽 탱크 교체시 비용은 약 1억500만원이

며 탱크연령별 보수율과 비용은 <표 6-4>과 같다.

<표 6-4> 탱크연령별 보수율과 보수비용

구분	하자 및 보수율(%)	평균 보수비용(원)	비고 ¹⁾
1~5년 미만 탱크	0.5	750만	점검주기 3년
5~10년 미만 탱크	2	1천5백만	점검주기 2년
10년 이상 탱크	5	2천만	점검주기 1년

¹⁾ 탱크연령뿐만 아니라 점검주기에 의해서도 하자 및 보수율은 달라지게 될 것이다.

자료: 김주영, 1999. 「토양오염에 관한 합리적 정책-현 유류오염에 관한 오염토양복원기술과 경제적 대체복원 방안」

3) 토양오염검사를 탱크 및 배관 검사로 대체

현재 탱크검사 대신 실시되고 있는 토양오염검사의 위법사례는 감시 및 처벌을 강화하면 어느 정도 줄일 수는 있을 것이다. 그러나 현 시점에서 감시와 처벌을 강화하여 검사가 제대로 실시된다 하더라도 현행 검사방법은 누유 및 흘림 등에 의한 토양오염을 효과적으로 감지하기에는 근본적으로 한계가 있다. 한 설문조사가 주유소를 대상으로 토양오염검사의 실효성에 대하여 조사한 바에 의하면 57%가 검사의 효과에 대해서 잘 모르겠다고 응답하였고, 22%가 효과적이지 못하다고 응답하고 있어, 조사대상인 주유소의 대부분이 동검사의 실효성을 인정하지 않고 있다. 직영주유소와 자영주유소간 유의한 차이는 없는 것으로 나타난다.

• 대안 1 - 현행 토양오염검사의 방법의 개선

정기적인 오염검사를 계속 실시할 경우 현행 방법은 반드시 개선되어야 한다. 토양오염도검사의 경우 각 부지의 특성을 고려하여 누출 가능성이 높은 지점에서 시료를 채취하도록 하는 것이 바람직하다. 그러나 이것이 현실적으로 가능한지는 검토해 보

아야 한다.

- 대안 2 - 오염개연성이 높은 시설에 대한 오염현황 조사

인적·물적 자원이 부족한 현실에서는 오래된 강철재탱크와 같이 누출 가능성이 높은 시설들, 혹은 누출 가능성 뿐만 아니라 토양 및 지하수의 오염 취약성이 높은 지역의 주유소 탱크들을 우선적으로 그리고 중점적으로 오염현황을 조사하는 것이 효율적일 수 있다. 오염 취약성은 누유 발생 시 근처의 지하수가 얼마나 쉽게 오염이 되는가를 해당 지역의 토양 및 수리·지질 특성에 관한 자료로부터 추정하는 것으로서, 누출 가능성이 높더라도 오염 취약성에 따라 오염 가능성은 달라지게 된다. 그러나 이러한 오염 가능성의 개념을 도입하면 과정이 어렵고 복잡해지는 게 사실이다. 미국의 UST Upgrade Program도 누출 가능성과 오염 취약성을 모두 고려하여 시설 기준을 정하는 것을 고려하였으나 최종적으로는 탱크의 누출 가능성만을 고려한 현재의 프로그램으로 개발되었다¹²⁾.

- 대안 3 - 주유소 내의 지하수 관정을 이용한 지하수 모니터링

토양오염검사의 다른 대안으로는 주유소 내의 지하수 관정을 이용하여 지하수 수질을 측정하는 것을 생각할 수 있다. 주유소에서는 세차 및 기타 용도로 지하수를 사용하기 때문에 대부분의 주유소가 지하수관정을 가지고 있다고 한다. 새로 관정을 시추할 필요 없이 지하수를 채취할 수 있고 오염여부를 확실하게 알 수 있는 장점은 있지만, 지하수가 오염된 이후에야 발견할 수 있으므로 사전예방에 있어서는 부족한 면이 있다. 그러나 향후 실태조사를 실시할 필요가 있을 때 이러한 지하수관정을 이용하는 것은 고려해볼 만 하다.

- 대안 4 (권고안) - 탱크 및 배관 검사

탱크 및 배관 검사를 먼저 실시하고 이상이 있을 경우 토양오염검사를 실시하는

12) 오염에 취약한 지역의 지하저장탱크에는 상대적으로 엄격한 규정을 적용시키자는 제안이 있었으나, 불필요하고 복잡한 내용을 제거하는 것이 신속하고 자발적인 이행을 도모함으로써 모든 지역의 환경을 제대로 보호할 수 있고, 연방정부차원에서 이를 정하기에는 부적절하다는 판단 하에 이러한 지역별 접근은 하지 않기로 결정하였다. 현행제도는 기존시설의 경우 규정내용과 시기를 탱크연령별로 달리 적용하고 있다. 한편 EPA는 지방정부가 원할 경우 지역에 따라 차등규정을 적용할 수 있도록 하고 있다(EPA, OUST, 1988).

것이 오염의 사전예방 측면이나 오염발견의 효율면에 있어서도 타당할 것이다. 외국의 경우를 참고하더라도 미국, 유럽, 일본 등 대부분의 국가에서 사전에 누설을 확인한 후에 토양오염도검사를 실시하여 강력한 행정조치를 취하고 있다.

탱크검사(누설검사)¹³⁾에 합격한 것이 곧 토양의 비오염을 의미하는 것은 아니다. 흘림 및 넘침을 방지할 수 없는 실정에서는 이로 인한 토양오염의 경우가 빈번하기 때문이다. 따라서 누설검사 결과 누설이 확인된 경우 소방서에서 탱크교체 또는 보수를 명령하고, 지자체와의 협력체계를 통하여 토양오염도검사를 실시하는 등의 후속 조치를 취하는 것이 바람직할 것이다. 기존시설에 대한 개선규정이 없는 상황에서는 노후시설은 주기를 짧게 하는 등 시설의 연령별로 주기를 달리하여 탱크 및 배관을 정기적으로 검사하면 기준에 미흡한 기존시설에 대한 관리 강화가 동시에 이루어질 수 있을 것이라 기대 된다.

한편, 현행 토양오염도검사의 경우 현재의 수시검사¹⁴⁾ 제도는 유지하되, 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 전제가 되어야 할 것이다.

나. 탱크제작 및 시공 관리강화

1) 탱크제작 관리강화

탱크가 제대로 제작되고 설치되는지를 확인할 수 있는 관련법이나 제도가 미흡하

13) 토양환경보전법상의 누출검사는 간접법이며 과거 소방법상의 누설검사(비파괴검사)는 직접법으로서 정확도가 높다. 여기서는 소방법상의 누설검사를 가리킨다.

14) 토양환경보전법 시행령은 정기검사 외에 별도로 토양오염검사를 받아야 하는 경우를 다음과 같이 정하고 있다.

- ① 특정토양오염유발시설의 설치자가 그 시설의 사용을 종료하거나 폐쇄하고자 할 경우
- ② 특정토양오염유발시설의 양도임대 등으로 인하여 유발시설의 운영자가 달라지는 경우
- ③ 특정토양오염유발시설의 설치자가 그 시설, 시설의 부지 또는 그 주변지역안의 토양을 교체하거나 그 시설에 저장하는 토양오염물질의 종류를 변경하고자 할 경우
- ④ 특정토양오염유발시설에서 토양오염물질이 누출되는 경우

므로 이를 보완할 필요가 있다. 탱크안전성능검사가 이중벽 탱크의 결함여부를 실질적으로 확인하기 어려운 점을 보완하기 위해 최근에 형식승인시험이 도입되었지만 의무규정이 아니기 때문에 근본적으로 한계를 지닐 수 있다. 또한, 동 시험에 합격한 탱크모델이라 하더라도 이후 생산되는 모든 탱크의 품질을 보장하기 위해 검사 후 담당공무원이 임의로 제작업체를 방문하여 검사를 실시할 수 있도록 하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 따라서, 동 시험의 보완 또는 기타 방안의 모색이 필요하다. 한편 탱크안전성능검사 중 비파괴 시험 및 기밀시험은 민간기관인 탱크안전성능 시험자에 의하여 실시되는데 검사가 제대로 이루어지는지를 감독하는 것이 필요하다.

2) 시공 관리강화

탱크 시스템의 설치 및 유지관리가 지하저장탱크 관리의 성공 여부에 중요한 요소가 된다는 사실을 주목할 필요가 있다. 미국에서 지하유류저장탱크 누유건을 조사한 바에 의하면, UST Upgrade Program에서 정하고 있는 새 탱크 시스템은 적합한 것으로 평가되며, 누유는 노후 되고 규정에 부합하지 않는 시스템과, 규정에는 부합하지만 제대로 설치되지 않은 시스템에서 주로 발생하는 것으로 나타난다. 누유감지 시스템이 누유감지에 실패하는 원인도 규정된 조건을 만족하지 않는 누유감지 시스템을 사용하거나, 누유감지를 위한 모니터링이 많은 경우 제대로 시행되지 않거나 전혀 시행되지 않기 때문인 것으로 나타난다.

같은 탱크 시스템이더라도 주유소별로 누유발생율이 현저한 차이를 보이는 국외의 한 사례는 탱크의 설치 및 유지가 얼마나 중요한가를 보여준다¹⁵⁾. 국내의 어느 조사에서도 5년 미만의 주유소가 5~10년 된 주유소보다 오히려 오염도가 높게 나와 이중벽 탱크 및 공사의 문제점을 시사하고 있다. 따라서, 시설기준 강화 이외에, 탱크 시스템 설치 시와 설치 후 손상 및 변형을 방지하기 위해서 시공현장에서의 감독을 강화하는 것이 필요하다. 부조리예방 또는 민원인의 편의 측면에서 현재 공사현장에 대한 확인검사를 금지하고 있으나 탱크의 누출은 시설기준의 미비보다는 기준미달의 자재 사용과 시공잘못에서 야기되므로 소방공무원의 입회 하에 공사가 진행되도록 하는

15) Young, 2002. "Underground Storage Tank System Field-Based Research Project Report"

것이 바람직하다.

아울러 탱크 설치 시공업자들의 자격을 검증하기 위하여 시공기술자의 자격증제도 및 정기 교육의 의무 등이 필요하다. 이렇듯 감독 및 시공업자 자격요건 강화의 필요성은 미국 내에서도 최근에 제기되어 이에 필요한 법률작업을 하고 있다.

다. 주유소의 오염위험관리 향상을 위한 제도 마련

1) 직영주유소

2002년도에 환경부와 5대 정유회사간에 향후 10년간 정유회사가 저유소와 주유소 등에 대한 토양오염검사와 복원을 자율 실시하는 것을 골자로 한 자발적 협약이 체결되어 현재 실시 중이다. 자발적협약이란 일종의 계약으로서 협약의 내용을 이행하지 않을 경우 형사처벌의 대상은 되지 않지만 계약위반에 관한 민사소송이 가능하다. 따라서 차후 논란이 없도록 협약의 내용을 좀 더 명확하고 구체적으로 정하여 할 필요가 있다. 예를 들어 동 협약에 따르면 정유회사는 직영주유소의 오염에 대해 책임지고 정화조치를 취하도록 되어 있는데, 어떤 주유소를 직영주유소로 간주할 것인가에 대한 명시가 없다. 다음으로는 자발적 협약을 제대로 이행하는지 점검할 수 있는 구체적인 제도 마련이 필요하다. 매년 오염도 개선 정도를 환경부 장관 등 관할 행정기관에 보고하도록 하고 있지만 이것으로는 정유회사가 협약내용을 제대로 이행하는지 여부를 파악하기 어렵다. 이 경우 정유회사의 충실한 이행을 보장할 수 없게 되므로 환경부는 정유회사의 협약 이행여부를 어떻게 파악할 것인지에 대한 구체적인 계획을 정할 필요가 있다.

2) 자영주유소

국제적으로 직접규제(command & control) 방식에서 경제적 유인방식으로, 최근에는 자율환경관리체제로 전환되고 있는 가운데 우리나라도 2002년도에 정유회사와 환경부간에 자발적 협약이 맺어졌다. 그러나 토양오염관리를 위한 자체역량이 상대적으로 부족한 자영주유소 및 수입석유를 판매하는 소수의 주유소는 정작 이 협약의

대상이 되지 않으므로 이의 보완대책이 요구된다. 미국내의 실태조사에서도 영세한 자영주유소에서 누유발생율이 높은 것이 확인되고 있는 등 이러한 영세 자영주유소를 위한 지원 및 제도의 필요성은 우리나라만의 문제는 아니다.

미국의 경우 지하유류저장탱크 규제에 순응하기 위해 주유소 소매상과 석유판매상들이 정부 규제 수준에 부응하기 위한 각종 정보와 자원의 지원을 위한 조직을 구성하고 있다¹⁶⁾. 그러나 우리나라 주유소는 토양오염관리를 위한 자체역량이 부족하며, 한국주유소협회나 대한석유협회는 주유소 토양오염관리를 위한 조직이나 자원이 준비되어 있지 않은 상황이다. 따라서, 비직영주유소의 토양오염위험 관리를 지원하는 방안으로는 정유회사에 의한 주유소관리, 그리고 정부(또는 지자체)와 비직영주유소간의 자율적협약을 고려할 수 있겠다.

가) 정유사에 의한 관리

토양오염의 경우 간접적이고, 만성적이며, 시간적으로나 경제적으로 개선이 어렵다는 세 가지 특성으로 인해 효과적인 관리가 매우 어렵다¹⁷⁾. 특히, 주유소에서 발생하는 토양오염은 소규모로 전국에 걸쳐 산재해 있는 주유소의 유류저장탱크의 특성으로 더욱 어려운 실정이다. 지하유류저장탱크 관리를 정부규제에만 의존하기에는 정부의 인력과 예산, 그리고 오염현황에 대한 정보가 부족한 상황이다. 반면, 전국의 수많은 주유소와 거래하고 있는 정유사는 정부보다 많은 정보와 조직, 자금을 가지고 있으며, 주유소는 누구보다도 토양오염의 여부와 정도, 장소를 잘 알고 있다.

토양오염관리에 있어서 자영주유소는 직영주유소에 비하여 많이 어려움을 겪고 있는 것으로 나타난다. 이는 직영주유소는 토양오염예방시설의 설치 및 유지관리에서 정유사에 의한 자금이나 조직적 측면에서의 지원이 있는 반면 자영주유소는 경영악화와 토양오염관리를 위한 지원조직이 부족하기 때문이다. 한편, 정유업계에서는 자체적인 조사를 통한 오염정도를 파악하여 복원하고 있으며 근본적인 오염원 제거를 위한 시설개선을 꾸준히 진행하는 등 법 규제보다도 앞서 대처하고 있다¹⁸⁾. 더욱이

16) National Petroleum News. 1999

17) 환경부. 2000. 「환경백서」

18) 유광수. 1999. "정유산업의 환경대책 현황과 제언"

환경부와 체결한 자발적 협약으로 인해 직영주유소의 토양오염위험관리는 더 강화될 것으로 기대된다. 최근에 실시된 설문조사에 의하면 설문에 응한 주유소의 84%가 공급망 관리에 찬성하며 다수가 정유사가 공급망 관리의 주요 역할자가 되어야 한다고 생각하는 것으로 나타났다¹⁹⁾.

공급망 관리를 통한 정유사와 주유소의 환경위험관리는 자체 관리 능력이 부족한 주유소의 효과적인 토양 오염 제어를 가능하게 하고, 환경책임을 공유하는 정유사는 환경위험을 효과적으로 관리할 수 있다. 또한, 정부는 직접적으로 주유소 토양 오염을 관리하는 것보다 효과적으로 주유소 토양오염을 관리할 수 있다. 정부는 환경책임을 부여함으로써 공급망 관리를 추진하도록 하는 역할을 하지만, 이와 더불어 환경문제 해결에 정유회사와 주유소의 공급망이 적극적으로 나설 수 있도록 제도정비와 인적·물적 지원의 역할도 수행해야 한다.

나) 비직영주유소의 자발적협약

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

미국의 경우 주유소 소매상과 석유판매상들이 정부의 지하유류저장탱크 규제 수준에 부응하기 위한 각종 정보와 자원의 지원을 위한 조직을 구성하고 있는데 반해, 우리나라의 한국주유소협회나 대한석유협회는 주유소 토양오염관리를 위한 조직이나 자원이 현재 준비되어 있지 않은 상황이다. 심각한 오염의 발생을 사전에 방지하여 막대한 경제적 손실을 예방하는 것은 정유사 또는 주유소의 이익을 대변하고 증진시키고자 하는 협회의 존립목적에도 부합하므로, 회원들로 하여금 환경오염의 감소 및 방지를 위한 노력을 실천할 수 있도록 적극적인 운영이 필요하다.

19) “공급망 관리”란 ‘공급망 내의 관계를 개선함으로써 이들 활동을 통합하여 지속적인 경쟁우위를 달성하는 것’, 또는 ‘공급망내의 자원이용을 최적화하는 것’으로 정의할 수 있다(윤상은, 2002. 「정유사와 주유소의 환경위험관리를 위한 공급망 관리 도입방안」).

라. 기타 관리강화 방향

1) 담당부처의 상호협조 및 관련법령의 상호보완

현재 지하유류저장탱크는 크게 소방법과 토양환경보전법의 적용을 받아 담당부처가 이원화되어 있는데, 주관기관을 하나로 일원화하는 것은 현실적으로 불가능하므로 두 부처간에 협조체제를 유지하는 것이 필요하다. 미국의 경우 연방정부차원에서 EPA를 비롯하여 NAFA, ASTM 등 공공단체나 기타 협회 등에서 정한 기준을 준거로 대부분 지방정부의 경우 소방기관(Fire Department)에서 지도·감독하고 있다. 우리나라는 일본의 소방법 체계를 따르고 있는데, 일본의 경우도 자치성 소방청이 제정한 소방법령에 의거 자치단체별로 전부 소방기관에서 누설점검 및 구조안전점검 등의 위험물 안전관리를 하고 있다.

우리나라는 현재 주유소 등 위험물시설의 설치허가 및 안전관리의 지도·감독기관과 동 시설에 대한 토양오염검사의 주관기관이 이원화되어 있어 업무의 전문성 및 연계성이 떨어진다. 위험물시설의 설치허가를 관장하는 소방서에서 각 위험물시설의 허가현황(저장시설의 종류, 위험물의 저장량 등)을 관리하고 있으므로, 지하탱크의 설치현황에 대한 신고사항만을 근거로 환경부에서 검사를 할 경우에는 소방서 또는 사업장에 직접 관련자료를 요구하여야 하는 상황이 발생한다. 한 예로 방지시설을 한 특정토양오염유발시설의 검사주기를 3년 이내의 범위 내에서 조정하는 경우, 방지시설, 탱크재질 등에 관한 자료가 필요하나 소방서에서 관련자료를 보유하고 있기 때문에 소방서에 자료를 요구하여야 하는 상황을 들 수 있다. 한편, 토양오염검사 결과 누유가 확인될 경우에는 소방서에 탱크교체 등의 행정처분을 하도록 통보해야 하는 상황도 발생한다.

대부분의 국가에서 소방기관과 환경기관이 공조관계를 잘 유지하면서 환경오염을 관리하고 있다. 우리나라도 특정토양오염유발시설의 감독기관을 동 시설의 설치허가에서부터 안전관리를 지도·감독하고 있는 소방기관으로 일원화하는 것이 타당하다. 앞에서 언급하였듯이 토양오염검사 대신 누설검사를 실시하도록 하고, 소방기관이 누설검사를 포함하여 가능한 제반 실무를 담당하며 환경부는 환경오염과 관련한

제도를 수립하고 제반 업무를 총괄하는 식의 공조가 바람직하다. 지하유류저장탱크에 대한 현행 규정이 소방법을 근간으로 하고 있어서 환경오염 측면에서 미비한 점이 있으므로, 이러한 미비점을 토양환경보전법 또는 소방법에서 보완할 수 있도록 하는 것이 환경부의 역할중의 하나이다²⁰⁾.

2) 교육의 필요성

주유소 소유·운영자에 대한 토양오염관리 교육을 통한 환경인식의 전환이 필요하다. 현재 주유소 소유·운영자를 대상으로 하는 정부의 토양오염관리 교육프로그램이 없는 상황이다. 정유사의 경우 자사 상표를 달고 있는 주유소에 대하여 자체적인 환경관련 교육을 하고 있으나 직영주유소 운영자는 어느 정도 강제성으로 참여율이 높지만 자영주유소의 경우는 참여율이 낮은 상황이다. 일부 지자체의 경우 소방교육과 병행하여 위험시설 관리 차원에서의 환경관련 교육이 있으나 토양오염관련 법령 개정소식을 전해주는 수준이고 주유소 운영자의 참여도 활발하지 않다고 한다. 한 설문조사에 의하면 직영주유소의 59%가 정유사로부터, 자영주유소의 41%가 정부기관으로부터 교육을 받았으며, 전체 주유소의 24%는 전혀 교육을 받지 않은 것으로 나타났다²¹⁾.

동 설문조사에 의하면 자체 주유소의 토양오염 가능성에 대하여 74%가 낮거나 매우 낮다고 응답한 반면 타 주유소의 토양오염 가능성에 대하여 매우 높거나 높다가 42%, 잘 모른다가 23%, 낮다와 매우 낮다는 응답은 34%를 차지하고 있어 자체 주유소의 토양오염가능성에 대해서는 심각하게 인식하지 않는 것으로 나타난다. 따라서, 주유소 관계자에 대한 교육과 홍보가 필요한 것으로 보인다. 주유소 운영자의 환경인식 부족은 지하유류저장탱크의 설치 및 관리 뿐만 아니라, 종업원에 대한 교육 부족으로 이어져 주유 및 적하시 주의부족으로 인한 흘림, 넘침 등의 사고를 유발하게 되는 것이다.

20) 현재 토양환경보전법은 소방법에서 미비한 점을 보완하여 규정하고 있다. 한편 1998년도에 소방법(소방기술기준에관한규칙)에서 넘침방지시설 설치에 관한 조항을 신설한 바 있는데, 이는 넘침에 의한 토양오염을 방지할 필요성을 인식하였기 때문이다.

21) 윤상은. 2002. 「정유사와 주유소의 환경위험관리를 위한 공급망 관리 도입방안」

미국에서도 자문단을 구성하여 지하유류저장탱크 누유발생에 관한 조사를 실시한 결과, 누유감지 실시를 증진시키기 위한 홍보 및 교육프로그램의 개발이 필요하다는 권고가 있었다. 이에 캘리포니아주는 모든 탱크 소유자, 운영자, 설치자, 검사자들에게 교육과정을 요구하고 있으며, API(American Petroleum Institute)도 회원을 위한 교육과정을 준비하고 있다²²⁾.

3) 현황자료 구축시스템

지하유류저장탱크 관리 프로그램을 개발하고 실시하기 위해서는 전국의 지하유류 저장시설의 누유감지 및 방지시설의 설치유무와 시설운용 현황 파악이 전제되어야 한다. 그러나 현재는 특정토양오염유발시설 신고부터 토양오염검사까지 모든 자료를 해당 지자체가 가지고 있으며 환경부는 특정토양오염유발시설로 신고된 시설의 수 및 토양오염검사결과 일정기준을 초과하는 시설의 수에 대한 통계자료만을 가지고 있을 뿐이다. 한편, 특정토양오염유발시설도 시설 내에 설비구조명세표 등 관련 자료를 배치하여 운영자가 시설을 관리하거나 담당공무원이 점검시 참고할 수 있도록 하여야 할 것이다²³⁾.

4) 기타

아래에 제시하는 이행유인책, 복원기금조성, 환경배상보험은 지하유류저장탱크 관리에만 국한되는 내용은 아니며, 복원기금조성, 환경배상보험은 다른 환경관련 연구 및 보고서에서도 제시되고 있다²⁴⁾.

22) GAO. 2001. "Environmental Protection-Improved Inspections and Enforcement Would Better Ensure the Safety of Underground Storage Tanks"

23) 토양오염검사를 위한 시료채취시 시설을 손상시키거나, 혹은 반대로 이를 우려하여 시설손상이 없을 만한 지점에서 시료를 채취하는 사례는 주유소 내에 시설도면 및 구조설비에 대한 기록이 배치되어 있지 않기 때문이다. 금년에 환경부에서 실시한 실태조사에서 시설의 규정준수 여부를 문서로 확인할 수 없었던 것도 같은 이유에서이다. 주유소를 운영하고 관리하기 위해서는 기본적으로 주유소 도면 및 부지 내에 설치된 시설에 대한 명세표 등을 갖추어야 할 것이다.

24) 강만옥 외. 2000. 「환경피해 보상제도 개선 방안 연구」; 강순기. 2002. "지하저장탱크의 환경위험 관리방안"

1) 이행유인책(Compliance Incentive)

규정이행을 유인하기 위한 방법으로는 규제를 강화하는 것과 인센티브를 제공하는 것 두 가지가 있다. 지하유류저장탱크로부터 야기되는 오염위험을 정부규제만으로 관리하기에는 인력과 예산 등이 매우 부족하므로, 자발적으로 오염을 발견하여 이를 신고하고 신속히 대처 수습하는 주유소에 대해서 일종의 인센티브를 주는 제도의 도입을 고려할 수 있다. 이 경우 처벌을 완화 또는 면제해준다는가, 복원비용의 일부를 지원해주는 인센티브를 주는 것이다. 정유회사가 자사 상표를 내건 자영주유소의 오염위험관리를 해 줄 경우, 또는 자영주유소가 자발적 협약에 의하거나 기타 자발적으로 관리하는 경우에도 부분적으로 경제적 지원을 해주는 것을 고려할 수 있을 것이다.

2) 기금조성

토양복원비용의 조달은 오염자부담원칙에 따라 오염원인자나 토지소유자에게 부담시키는 것이 원칙이다. 그러나 오염자의 규명이 어렵거나 현실적으로 오염자나 토지소유자의 재정능력 부족으로 복원사업 수행이 불가능한 경우에는 정부가 우선 복원을 수행하기 위한 자금을 마련하여야 한다. 이러한 기금은 토양오염유발시설사업자로 하여금 비용의 일부를 부담하게 하는 것이 필요하고 타당하며, 정부도 피해자인 일반국민을 대신하여 우선 복구에 필요한 비용의 일부를 부담하게 하는 것이 필요하다.

미국의 경우 기금은 지하저장탱크의 개수별로 등록비를 부과하거나 유류에 세금을 부과하여 조성된다. 조성된 기금은 탱크소유자를 지하저장탱크의 크기, 개수, 용도에 따라 분류하고 분류에 따라 배상금액, 우선순위, 공제금액 등을 정한다.

우리나라에도 이러한 기금을 조성하기 위해서는 전국에 분포하고 있는 지하저장탱크의 개수와 규모를 먼저 파악하여야 한다²⁵⁾. 그리고 이러한 시설들에 의하여 토양과 지하수가 오염되었을 경우 필요한 평균복원비용을 추정해야 한다. 이렇게 되면 유류

25) 조종수. 2003. "유류저장시설 주변토양의 오염과 복원기금"

리터당 수수료나 운송료, 또는 탱크 등록비의 액수를 결정할 수 있다. 조성된 기금은 복원비용으로만 사용하는 것으로 한정할 필요가 없으며 가능하다면 지하저장탱크 관리에도 사용할 수 있도록 한다. 이러한 기금제도는 긴급복원이 완료되고 보험제도가 완비되는 여건이 형성될 때까지 한시적으로 운영하도록 하므로 기금을 위한 수수료도 한시적으로 부과하게 된다²⁶⁾.

3) 환경오염배상보험

지하유류저장탱크의 누유에 의하여 발생하는 토양 및 지하수 오염은 다른 환경오염에 비하여 눈에 보이지 않는 축적성 오염으로 심각성이 발견되었을 때는 막대한 복원비용 등 재산상의 피해와 사회적 지탄의 대상이 된다. 미국의 경우 평균복원비용이 약 12.5만 달러인데, 오염정도가 미약하면 1만 달러까지 낮아지나 지하수까지 오염된 경우에는 100만 달러 이상이 요구된다. 따라서, 이러한 피해를 사전에 막기 위해서는 저장탱크관리를 강화하는 것 외에도 지하저장탱크를 소유한 사업주가 안심하고 사업을 영위할 수 있도록 환경오염배상보험을 도입할 필요가 있을 것으로 사료된다.

이상 2절에서 제시한 개선방향 및 개선방안을 요약하면 <표 6-5>과 같다.

26) 박준우, 1999. "토양환경보전을 위한 복원비용조달방안"

<표 6-5> 개선방향 및 개선방안

개선방향	주요 개선방안
오염방지조치 등 시설기준 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 신규시설의 시설기준 강화 - 기존시설에 대한 개선조치 수립 - 토양오염검사를 탱크 및 배관검사로 대체
탱크제작 및 시공의 관리강화	<ul style="list-style-type: none"> - 탱크품질 보장 제도 마련 - 시공 감독의 강화
주유소의 오염위험관리 향상을 위한 제도 마련	<ul style="list-style-type: none"> - 구체적이고 명확한 자발적 협약 내용과 협약 이행 점검안 마련 - 정부(혹은 지자체)와 자영 주유소(혹은 대표기관)간의 자발적 협약 또는 정유회사의 자영주유소 관리
기타 관리강화 방향	<ul style="list-style-type: none"> - 소방법과 토양환경보전법, 환경부와 소방기관의 상호협조 및 보완 - 주유소 소유자 및 운영자에 대한 교육 - 현황자료 구축 - 기금조성, 환경배상보험 등의 도입

제7장 요약 및 결론

국내 주유소 지하유류저장탱크는 기본적으로 소방법상의 '위험물 제조소 등'으로 관리되며, 소방법에서 다룰 수 없는 동 시설로 인한 토양오염 관리의 필요성으로 토양오염토양환경보전법에서도 동 시설을 '특정토양오염유발시설'로서 관리하고 있다. 한편, 일부 토양오염유발시설은 최근 개정된 지하수법에 의하여 '지하수오염유발시설'로 관리하도록 되어 있으나 현재까지 지하수오염유발시설로 지정된 특정토양오염유발시설은 없는 것으로 조사되었다.

1. 지하유류저장탱크관리 현황 및 문제점

시설기준. 지하유류저장탱크의 현행 시설기준은 미국 및 다수의 EC회원국가들과 대동소이하게 부식 및 산화방지시설, 누유감지 시설, 넘침 및 흘림방지 시설에 대한 규정을 포함하고 있다. 하지만 세부적인 내용을 검토하여 보면 이들 국가에 비하여 미흡한 것으로 나타난다.

첫째, 우리나라는 누유감지시설 설치를 의무화하고 있을 뿐 모니터링 실시에 관한 규정이 전혀 없으며, 누유감지 시설은 물론 탱크 및 배관에 대한 검사에 대한 규정이 없다. 이에 반해 미국과 유럽의 다수 국가에서는 누유감지 모니터링을 실시하도록 하고 탱크 및 배관과 누유감지 시설을 정기적으로 점검하도록 하고 있다.

외국 선진국가들이 secondary containment와 누유감지 모니터링 중 한가지 이상을 엄격히 규정하고 있는 것에 비해 우리나라는 두 가지 측면에서 모두 미흡한 기준을 두고 있다. 미국의 경우 이중벽탱크나 탱크조실과 같은 secondary containment의 설치를 의무화하지 않고 대신 누유감지장치 설치와 정기 모니터링 실시에 중점을 두고 있는 것으로 나타난다. 이에 반해 EC 회원국가의 대부분이 이중벽탱크만을 허용하거나, 혹은 secondary containment내에 누유감지시설과 함께 설치할 경우에 한하여 단

일벽탱크를 허용하는 상황이다.

둘째, 배관의 부식 및 접합부분에 의한 누유가 가장 빈번한 것으로 알려지고 있는 상황임에도 불구하고 우리나라는 배관에 관한 규정이 매우 부족한 실정이다. 유럽국가들은 배관의 경우도 가압배관에 한해서는 이중배관을 설치하도록 의무규정을 두고 있으며, 미국은 이중배관을 의무화하지 않는 대신 자동라인누출감지기 설치를 의무화하고 있어 우리나라의 시설기준보다 훨씬 엄격하다.

셋째, 기존시설에 대한 현행 시설기준을 들 수 있는데 이는 외국 선진국가들의 시설기준과 비교하였을 때 가장 큰 차이를 보이는 점이다. 현재 우리나라는 이미 설치된 기존의 지하유류저장탱크에 적용할 수 있는 개선조치 등의 규정이 없다. 미국과 유럽연합 회원국가들의 경우를 참고하더라도 이들 국가는 시설기준 강화를 신규시설에만 적용하지 않고 기존시설도 새 기준에 맞추어 부분적으로 업그레이드하도록 하고 있다. 시설의 업그레이드에 필요한 유예기한을 시설의 설치년한에 따라 다르게 주고 있으며, 유예기한을 길게 주는 경우에는 누유감지 모니터링만이라도 빠른 시일 내에 실시되도록 하고 있어 우리나라와는 대조적이다.

토양오염검사. 토양환경보전법상으로 정하여 시행하고 있는 토양오염검사는 검사방법 자체가 지니고 있는 한계로 인하여 지하유류저장탱크의 누유 등에 의한 토양오염 예방에 효과가 낮은 것으로 나타난다. 탱크 및 배관 검사를 먼저 실시하고 이상이 있을 경우 토양오염검사를 실시하는 것이 오염의 사전예방 측면이나 오염발견의 효율면에 있어서도 타당하기 때문이다. 외국의 경우를 참고하더라도 미국, 유럽, 일본 등 대부분의 국가에서 사전에 누설을 확인한 후에 토양오염도검사를 실시하여 강력한 행정조치를 취하고 있다.

탱크제작부터 용도폐지까지 관련. 탱크가 제대로 제작되고 설치되는지를 확인할 수 있는 관련법이나 제도가 미흡하다. 탱크 매설시에 실시하는 탱크안전성능시험이 탱크의 결함 및 하자를 확인하는 유일한 검사이며 동시에 시공 중에 실시되는 유일한 현장감독에 해당한다. 탱크 설치 시공업자들의 자격을 검증하기 위한 시공기술자의 자격증제도 또는 정기 교육 등이 없다.

주유소의 환경오염관리. 2002년도에 환경부와 5대 정유회사간에 향후 10년간 저유소와 주유소 등에 대한 토양오염검사와 복원을 자율 실시하는 것을 골자로 한 자발적 협약을 체결하여 실시 중이다. 아직 협약 이행에 대한 평가를 하기는 이르지만 협약의 세부내용을 보완하여 제대로 협약내용이 실천될 수 있도록 하는 것이 필요하다. 한편 토양오염관리를 위한 자체역량이 상대적으로 부족한 자영주유소 및 수입석유를 판매하는 소수의 주유소는 정작 이 협약의 대상이 되지 않으므로 이들의 효과적인 지하유류저장탱크 관리를 도모할 수 있는 제도 마련이 요구된다.

2. 개선방향 및 세부개선방안

이상 지적된 현행 지하유류저장탱크 관리의 문제점을 해결하기 위한 개선방향을 크게 4가지로 제안하였다. 첫째, 현행 오염방지조치 등 시설기준을 강화하는 것이다. 둘째, 지하유류저장탱크의 제작에서부터 설치까지 과정에 관련된 제도를 강화하는 것이다. 셋째, 주유소가 지하유류저장탱크로 인한 오염위험을 제대로 관리할 수 있는 제도를 마련하는 것이다. 넷째, 지하유류저장탱크 관리를 강화하기 위한 기타 개선방안들이다.

오염방지조치 등의 시설기준 강화. 오염방지조치 등의 시설기준 강화는 신규시설의 시설기준 강화, 기존시설에 대한 개선조치 수립, 그리고 토양오염검사를 탱크 및 배관 검사로 대체하는 방안으로 나누어진다.

외국 선진국가에 비해 우리나라 기준이 미흡한 이유중의 하나가 해당규정이 있더라도 구체적인 세부규정이 없기 때문이므로 현행 시설기준에 따른 세부규정을 보완할 필요가 있다. 아울러 국외의 누유발생 조사자료와 국내 정유회사, 탱크검사 회사, 관련기관의 전문가들의 의견을 참고하여 외국 선진국가와 동일한 기준을 수립하지는 않더라도 누유발생을 최소화하는 효율적 시설기준을 찾는 것이 필요하다.

기존시설을 새 규정에 맞도록 완전히 교체하는 것은 유예기한이 주어지더라도 경

제적으로 큰 부담을 줄 수 있으므로 이 경우 누출감지기 설치 및 모니터링 실시를 의무화하거나, 탱크 및 배관을 정기적으로 검사하도록 하는 것을 고려 할 수 있다. 모니터링을 실시할 경우 이를 제대로 이행하고 있는지에 대한 점검이 중요하다.

탱크 및 배관 검사를 먼저 실시하고 이상이 있을 경우 토양오염검사를 실시하는 것이 오염의 사전예방 측면이나 오염발견의 효율면에 있어서 바람직하므로 현행 토양오염검사를 탱크 및 배관 검사로 대체하는 것을 제안한다. 이러한 누설검사 결과 누설이 확인된 경우 소방서에서 탱크교체 또는 보수를 명령하고, 지자체와의 협력체계를 통하여 토양오염도검사를 실시하는 등의 후속조치를 취하는 것이 바람직할 것이다. 기존시설에 대한 개선조치의 하나로 노후시설은 주기를 짧게 하는 등 시설의 연령별로 주기를 달리하는 것을 적용할 수 있다.

탱크제작 및 시공 관리강화. 최근에 실시되기 시작한 형식승인시험을 의무화하거나 기타 방법을 통하여 탱크품질을 보장하는 제도가 필요하다. 지하유류저장탱크의 올바른 설치 및 유지·관리도 오염방지 향상에 중요한 요소이므로 탱크 설치 시공업자들의 자격을 검증하기 위하여 시공기술자의 자격증제도 및 정기 교육의 의무화하거나 시공감독을 현재보다 훨씬 강화할 필요가 있다.

주유소의 오염위험관리 향상을 위한 제도 마련. 현재 실시중인 환경부와 정유회사간의 자발적협약의 내용을 정유회사가 충실히 이행할 수 있도록 협약내용을 보다 구체적이고 명확하게 하는 것과 정유회사의 협약 이행여부를 어떻게 파악할 것인지에 대한 구체적인 계획을 정하는 것이 필요하다. 한편, 자영주유소의 토양오염위험관리를 지원하는 방안으로는 정유회사에 의한 주유소관리, 그리고 정부(또는 지자체)와 비직영주유소간의 자발적협약을 고려할 수 있다.

기타 관리강화 방향. 첫째, 담당부처의 상호협조 및 관련법령의 상호보완이 필요하다. 소방기관이 시설의 허가, 감독, 검사 등의 실무를 담당하도록 하고, 환경부는 소방법상 환경오염 측면에서 미비한 점을 토양환경보전법에서 보완하며 제반 업무를

총괄하는 식의 공조가 바람직하다.

둘째, 주유소 소유·운영자에 대한 토양오염관리 교육이 필요하다. 주유소 운영자의 환경인식 부족은 지하유류저장탱크의 설치 및 관리뿐만 아니라, 종업원에 대한 교육 부족으로 이어져 주유 및 적하시 주의부족으로 인한 흘림, 넘침 등의 사고를 유발하게 되므로 주유소 소유·운영자에 대한 토양오염관리 교육을 통하여 환경인식의 전환이 필요하다.

셋째, 현황자료의 구축이 필요하다. 지하유류저장탱크 관리 프로그램을 개발하고 실시하기 위해서는 전국의 지하유류저장시설의 누유감지 및 방지시설의 설치유무와 시설운용 현황을 즉시 파악할 수 있는 시스템을 가지는 것이 우선이다.

지하저장탱크 규제는 대상이 상당한 수에 달하고, 규제 범위가 매우 포괄적이며, 대상 집단이 대부분 영세사업장이라는 특성이 있다. 따라서, 지하유류저장탱크 관리 강화 방안은 아래에 기술된 이러한 특성을 고려하여 마련되어야 할 것이다.

첫째, 전국에 분포되어 있는 지하저장탱크의 수가 상당하므로 기존 지하저장탱크에 어떤 규정을 적용하려면 일정기간을 두어 점진적으로 실시해야 한다. 예를 들어, 어느 특정장치가 단시간내에 모든 시설에 공급 및 설치되는 것은 불가능하다.

둘째, 지하저장탱크에 관한 규정은 오염위험을 최소화하기 위하여 누출방지에서부터 누출감지, 부지 정화에 이르기까지 포괄적인 규정을 수립한다. 따라서 이러한 규정은 탱크에 관련된 전 과정(탱크재질 및 구조라든가, 설치, 관리, 폐쇄 등)에 영향을 미치게 된다.

셋째, 지하유류저장탱크는 대부분 영세업자가 소유하고 있어 규정을 수립할 때는 이들 영세업자에게 미치는 충격을 가능한 한 최소화 할 수 있도록 하여야 하며, 또한 이들이 이행할 수 있도록 기준을 간단 명료하게 정하는 것이 필요하다.

3. 연구내용의 한계와 향후과제

앞서 서론에서 밝혔듯이 본 연구의 목적은 토양 및 지하수 오염 위험을 최소화하는데 보다 효과적인 탱크시설 관리방안을 제시하는 것에 있으나, 탱크의 재질, 구조, 시공 등에 관한 기술적인 내용은 제외하고 지하유류저장탱크의 제작, 설치, 관리, 용도 폐지 등의 과정에 관련되는 현행 제도 및 규정의 문제점을 파악하고 개선방안을 제시하고자 하였다. 또한, 본 연구의 대상은 모든 지하유류저장탱크를 대상으로 하고 있지 않으며 토양환경보전법에 의하여 지정되고 관리되는 특정토양오염유발시설(총 용량이 2만리터 이상인 시설) 중 석유류 저장시설, 그 중에서도 주유소의 지하유류저장탱크를 대상으로 하고 있다. 이에 본 연구의 한계가 있다.

제6장에서 기존 및 신규 지하유류저장탱크의 시설기준 개선 및 강화를 개선방향 중의 하나로 제시하였는데, 향후에 지하유류저장탱크의 누유발생을 최소화하는 효율적 시설기준을 정하기 위해서는 토양학, 재료공학, 화학공학, 토목공학 등의 다양한 분야의 전문가의 참여가 필요할 것이다. 한편, 외국의 선례와 기술을 참고하면 착오를 줄일 수 있을 것이다.

본 연구의 주요 대상인 주유소 저장탱크 이외에도 특정토양오염유발시설에는 산업시설의 저장탱크와 기타 난방시설 등이 포함되므로 향후 이들에 대한 연구도 수행될 필요가 있다. 아울러 총 용량 2만리터 미만이며 지정수량 이상으로 소방법에서 설치시에 허가를 받도록 하고 있는 지하유류저장탱크, 그리고 지정수량 미만이어서 설치현황조차 파악이 되지 않고 있는 지하유류저장탱크 등에 대한 실태파악 및 이들의 효율적 관리 방안을 찾는 연구도 향후과제가 될 것이다.

참 고 문 헌

- 강만옥, 민동기, 임현정. 2000. 「환경피해 보상제도 개선 방안 연구」. 한국환경정책·평가연구원
- 강순기. 2002. “지하저장탱크의 환경위험 관리방안” 「위험관리지」 2002년 여름호
- 권태운. 2002. “주유소 지하유류저장탱크 누유관리 엉터리” [online]
<http://column.net/winnersmaker>
- 국립환경연구원. 1997. 「오염토양 복원기술 및 제도발전에 관한 연구용역 제2권」. (사)한국토양환경학회
- 김무훈. 1997. “국내 토양오염유발시설별 오염현황조사 I” 「한국토양환경공학회지」 2(3), 81-88
- 김무훈, 강순기, 곽무영. 1998. “국내 토양오염유발시설별 오염현황조사” 「한국토양환경공학회지」 3(1), 21-30
- 김주영. 1999. 「토양오염에 관한 합리적 정책-현 유류오염에 관한 오염토양복원기술과 경제적 대체복원 방안」. 전주대학교 석사학위논문
- 내무부. 1993. 소방법(1993.12.27, 법률 제4612호)
- 내무부. 1995. 소방법시행규칙(1995.12.29, 내무부령 제667호)
- 박용하, 이승희. 1995. 「토양환경보전을 위한 오염방지기준 및 관리대책」. 한국환경기술개발원
- 박용하, 조종수, 김미정, 공성호, 박정규, 정충섭, 2002a. 「연료첨가제 MTBE의 위해성 및 관리필요성에 관한 연구」. 한국환경정책·평가연구원
- 박용하, 윤서성, 방상원, 김미정, 양재의, 이양희, 2002b. 「토양오염지역의 관리 및 복원방안 연구 I」. 한국환경정책·평가연구원
- 박준우. 1999. “토양환경보전을 위한 복원비용조달방안” 「토양학회 발표집」

- 산자부. 2003. 석유사업법(2002.1.26, 법률 제6627호), 석유사업법시행령(2003.10.17, 대통령령 제4587호)
- 수자원환경. 2000. “주유소 토양오염조사 형식적”. 2000년 3월호(135호)
- 유광수. 1999. “정유산업의 환경대책 현황과 제언”. 「석유협회보」 1999년 7·8월호
- 윤상은. 2002. 「정유사와 주유소의 환경위험관리를 위한 공급망 관리 도입방안」
서울대학교 환경대학원 석사학위논문
- 장순웅. 1999. “유류오염의 문제와 대책방안” [online]
<http://www.kyonggi.ac.kr/~swchang/>
- 조종수. 2003. “유류저장시설 주변토양의 오염과 복원기금”. 「환경기술정보」 2003년 7·8월호
- 주유소검사 및 청소대행 회사 내부자료. 2003.
- 주유소협회. 주유소 시설 예시 [online] <http://www.kosanet.or.kr>
- 주유소협회. 2003. 통계자료
- 진성기, 도덕현, 최규홍. 1994. “오일의 누출이 토양오염, 식생 및 지하수에 주는 영향에 관한 연구” 「한국농공학회지」 36권 1호
- 행자부. 1998a. 소방기술기준에관한규칙(1998.5.12, 행정자치부령 제6호)
- 행자부. 1998b. 예방소방행정 통계자료
- 행자부. 2003a. 소방기술기준에관한규칙(2002.11.16, 행정자치부령 제185호)
- 행자부. 2003b. 소방법시행령(2003.11.29, 대통령령 제18146호), 소방법시행규칙(2002.10.16, 행정자치부령 제182호)
- 행자부. 2003c. 예방소방행정 통계자료
- 행자부. 2003d. 이중벽탱크의 구조 등에 관한 기준(행정자치부고시 제2001-23호)
- 환경부. 1996a. 토양환경보전법, 토양환경보전법시행령, 토양환경보전법시행규칙

- 환경부. 1996b. 「미국의 토양오염관리-지하저장탱크 관리를 중심으로」. 토양보전과
- 환경부. 1996c. 「토양환경보전업무편람」 (행정간행물등록번호 12000-67630-67-9613)
- 환경부. 「1996~2002 특정토양오염유발시설 설치신고·검사실적」
- 환경부. 1997. 예규 제166호(1997.11.12)
- 환경부. 1998. 「오염토양 복원기술 및 제도발전에 관한 연구용역」. (사)한국토양환경학회
- 환경부, 2000. 「환경백서」
- 환경부, 2002a. 「토양오염공정시험방법」 (2002.7.24, 고시 제2002-122호)
- 환경부, 2002b. 「토양오염공정시험방법」 (2002.9.10)
- 환경부, 2002c. "토양복원을 위한 자발적 협약 체결"
- 환경부. 2003a. 지하수법(2002.2.4, 법률 제6656호), 지하수법시행령(2001.12.19, 대통령령 제17433호)
- 환경부. 2003b. 지하수의수질보전등에관한규칙(2003.6.18, 환경부령 제140호)
- 환경부. 2003c. 토양환경보전법(2003.5.29, 법률 제6893호), 토양환경보전법시행령(2002.12.26, 대통령령 제17816호), 토양환경보전법시행규칙(2002.8.17, 환경부령 제128호)
- 환경부. 2003d. 특정토양오염유발시설의방지시설등에관한고시(2002.1.2, 환경부고시 제2002-1호)
- 환경부. 2003e. 내부자료
- 황상일, 이상훈, 이동수, 1997. "GIS를 이용한 지하어장탱크의 위해성 예비평가체계 개발" 「대한지하수환경학회지」 4(3), 122-129

- Advisory Panel on the Leak History of New and Upgraded UST systems. 1999. "Leak Source and Leak Detection Data Collection and Analysis(UST team3 report)"
- Arthur D. Little Limited. 2001. A Report to European Commission "MTBE and the Requirements for Underground Storage Tank Construction and Operation in Member States"
- CRS Report for Congress. 1999. "Leaking Underground Storage Tank Cleanup Issues"
- EPA. 2003. "LUST Trust Fund" [online] <http://www.epa.gov/swerust1>
- EPA. 1987. "Causes of Release from UST Systems"
- EPA, OUST. 1988. 53 FR 37082-37247 Friday, Sept.23, 1988 40 CFR Parts 280 and 281, Underground Storage Tanks; Technical Requirements and State Program Approval; Final Rules-Preamble Section III. Today's Final Rule
- EPA. 1990. "Straight Talk on Tanks"
- EPA. 1995a. "Musts For USTs : A Summary of Feeral Regulations for Underground Storage Tank Systems"
- EPA. 1995b. "Financial Assistance Programs for UST Owners and Operators: Federal and State Funding Programs" July 26, 1995. p. 2.35-2.39
- EPA. 2001. "Field Verification of the Performance of Release Detection Methods for Underground Storage Tank Systems", Final Report, Assistance Agreement #GX826393-01-0
- Farahnak and Drewry. 1998. "Are Leak Detection Methods Effective in Finding Leaks in Underground Storage Tank Systems?"
- GAO(General Accounting Office). 2001. Report to Congressional Requesters "Environmental Protection - Improved Inseptions and Enforcment Would Better Ensure the Safety of Underground Storage Tanks'

40 CFR part 280, "Technical Standards and Corrective Action Requirements for Owners and Operators of Underground Storage Tanks"

Michigan Office of the Audit General Report 76-135-98. 2002.

NACS(National Association of Convenience Stores). 2003. NACS ONLINE [online] <http://www.nacsonline.com>

National Petroleum News. 1999

New York Department of Environmental Conservation. [online] <http://www.dec.state.ny.us/>

SWRCB(State Water Resources Control Board). 1998. "Are Leak Detection Methods Effective in Finding Leaks in Underground Storage Tank Systems? (Leaking Site Survey Report)"

SWRCB(State Water Resources Control Board)'s Panel on the Leak History of New and Upgraded UST Systems, 1999. "Upgradee UST Release Site Evaluation Case Studies (UST Team 2 Report)"

Tulloch, C. and Crowley, J. 2002. "California's UST Program : Have We Come Full Circle?" Santa Clara Valley Water District, Groundwater Cleanup Oversight Programs - Publications

University of Nevada, Reno. 1998. Special Publication SP98-03c(1)

Vermont Department of Environmental Conservation. 1997. "Summary of State Fund Survey Results", Waste Management Division

Woodward, R. E. 2001. "Management of Oxygenated Fuels in the United States(US) and the European Union(EU)", *Contaminated Soil Sediment and Water*

Young, T.M. 2002. "Underground Storage Tank System Field-Based Research Project Report"

Abstract

This study aims to assess whether the risk of soil and groundwater contamination is mitigated by the current Oil UST management in Korea, and suggests some improvement measures for the UST management, if necessary. Current regulations and programs relevant through the whole life cycle of the UST, such as construction, installation, operation, and disclosure in Korea were reviewed. Also, regulation of the UST systems in advanced countries, such as the United States and European nations, were evaluated.

The objective of this study is the petroleum manufacturing and storage facilities among the 'Primary Soil Contamination Facilities', which is mainly gas stations. The USTs of gas stations are regulated basically by the 'Fire Protection Act', in which they are classified into the category of the 'hazardous material manufacturers'. In addition, these facilities are placed on the list of the 'Primary Soil Contamination Facility' by the 'Soil Environment Conservation Act' in order to control the soil contamination due to oil release.

Regarding the status and problems of the current UST management, following findings were revealed.

First, although Korea provides requirements for new USTs concerning corrosion, spill, overfill protection, and leak detection seemingly equivalent to those in the United States and EU member states, the detailed provisions are still at an insufficient level. i) Only installation of the leak detection system, excluding the leak detection monitoring, is required. There is no requirement for the regular tests

for the leak detection system, even for tank and piping. Our country has unsatisfactory requirements for both secondary containment and leak detection monitoring, although many foreign countries reviewed in this study emphasize at least one of them. ii) Requirements for piping is unsatisfactory although most leaks come from it. iii) There are no requirements for the existing USTs, such as upgrading or leak monitoring.

Second, soil tests established by the Soil Environment Conservation Act is not effective enough to prevent soil contamination caused by fuel release.

Third, there is no adequate management program ensuring that tank construction and installations are performing properly.

Fourth, the contents of the voluntary agreement signed by the Ministry of Environment and 5 oil refinery companies are not very clear, and supervision process to check the companies' compliance with the agreement has not been established. Meanwhile, independent gas stations and a few gas stations selling imported oil are not capable of managing the USTs properly.

The suggestions for improved UST management can be summarized into the following four categories. First of all, strengthen the UST requirements such as contamination prevention equipment; secondly, reinforce programs for supervision of the tank construction and installation; thirdly, prepare a system in which gas stations can manage contamination caused by the USTs; and finally, promote education programs for the UST owners and operators, and formulate integrated data on UST facilities.

For each category, following possible improvements can be included.

First, to strengthen the UST requirements such as contamination prevention equipment, more stringent standards for new UST system should be established, regulatory requirements for existing UST system should be added, and current soil tests should be replaced with the tank and piping tightness tests.

Secondly, to reinforce programs for supervising the tank construction and installation, a program ensuring the tank quality should be provided either by reinforcing the current inspection called a tank safety test, or by introducing a new inspection. In addition, training and certification requirements for all personnel involved in the UST system installation activities, or qualified oversight, should be introduced to avoid a poorly conducted UST system installation.

Third, to prepare a system in which gas stations can manage contamination caused by the USTs - the contents of the voluntary agreement signed by the Ministry of Environment and oil refinery companies need to be more specific, and supervision process to check the companies' compliance with the agreement should be established. Meanwhile, a program allowing independent gas stations to properly manage the USTs should be introduced.

Fourth, miscellaneous things, such as effective division of responsibility and cooperation of regulatory agencies, education of UST owners and operators, construction of data on UST facilities, also should be implemented.

집필자 약력

김미정

서울대 천문학 학사 (1988)

서울대 천문학 석사 (1991)

미국 Texas A&M University 환경공학 박사 (1999)

한국환경정책·평가연구원 초빙연구원(현)

E-mail : mjkim@kei.re.kr