

국제환경규제 동향과 아스팔트혼합물의 아스팔트 추출용제의 문제점

차순만* · 김기병**

1. 기후변화협약과 토쿄의정서

1980년대 이후 이상 기온상승에 의한 지구온난화(global warming)는 이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 대류권 오존, 프레온가스, 이산화질소라는 온실 효과가스에 의해 일어나는 현상으로 지표면의 온도상승과 그에 따르는 해면상승, 그리고 생태계로의 영향, 툰드라(tundra)의 용해와 허리케인의 증가 등 여러 자연재해를 일으키고 있다.

1988년 11월 UN 주관 하에 “기후변화협약에 관한 국제 패널 위원회 (ICPP: International Panel on Climate Change)”가 설립되어 기후변화의 원인, 영향 및 대응에 관한 종합적인 연구를 진행하기 시작하였다. 또한 1992년 6월 리우에서 열린 “UN환경개발회의”에서 이산화탄소 등 온실가스 증가에 따른 지구온난화에 대처하기 위해 “기후변화협약”을 채택하였다. 리우협약에서는 지구온난화에 역사적 책임이 있는 선진국(Annex I 국가: 1992년 당시 경제협력개발기구(OECD) 가입 24개국 및 동구권 11개국)들에 대해 온실가스 배출량을 2000년까지 1990년 수준으로 감축할 것을 권고하고 있다. 우리나라에서도 1993년 12월에 동 협약에 가입하였으며, 2000년까지 세계 181개 국이 가입하고 있다.

1997년 12월에 개최된 제3차 당사국 총회에서 선진국(Annex I 국가)들의 2000년 이후 강제적인 온실가스 감축목표 설정에 합의하여 “교토의정서”를 채택하였다. 주요 내용을 보면 2008년부터 2012년까지 Annex I 국가 전체(터키 제외)의 온실가스 배출총량을 1990년 대비 평균 5.2%를 감축하되, 국가별로 -8~-10% 까지 차별화하였다.

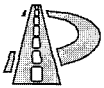
우리나라는 협약상 개도국의 지위를 유지하고 있어 현재는 국가보고서 작성 이외의 구체적 온실가스 감축의무는 없으나, 궁극적으로 개도국에도 온실가스 감축목표를 설정, 이의 달성을 의무화하는 것이 선진국의 기본입장이며, 특히 우리나라를 포함한 선발개도국의 우선적 의무부담을 위한 외교적 압력이 가속화 될 전망이다.

교토의정서에서 채택된 감축대상 물질로서는 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O) 등으로 하였으며, 한편 미국은 2001년 3월에 경기 침체를 우려하여 동 의정서 불이행을 선언하였다.

2. 비엔나협약과 몬트리올의정서

인공 화학물질인 프레온가스(일명 염화불화탄소: CFCs)나 할론가스는 대기로의 배출 후 10년 경과시 성층권에 이르러 오존층을 파괴한다는 이

* 정회원 · SK(주) 대덕기술원 수석연구원
** 정회원 · SK(주) 대덕기술원 주임연구원



론이 1974년에 처음 발표되었다. 실제 남극 오존층이 계속 파괴되어 1984년에는 1950년대 후반(오존층 측정초기)의 60% 수준에 불과한 것으로 밝혀졌으며, 1987년에는 지상 10~15km의 고도에서 약 95%가 상실되었음이 관측되었다.

오존층은 일반적으로 지상의 대기권을 구성하는 성층권 중의 오존(O₃) 밀집층(지상 25km 부근)을 가리키는데, 이는 태양으로부터 방출되는 유해 자외선(ultra-violet B)을 차단하여 지상의 동식물을 보호해 주는 역할을 하고있다. 오존층량은 지상 1기압으로 압축하면 두께가 0.3cm 정도에 불과하며 재생과정이 수십 년에 이르고 파괴에 취약하다고 하겠다. 오존층 파괴에 의해 유해 자외선에 노출 시에는 인체에는 피부암이나 백내장 등을 유발시키고 식물 및 해양 플랑크톤에게도 염색소 파괴 등의 영향을 미칠 수 있다. 따라서 1985년 3월에 "오존층 보호를 위한 비엔나 협약"이 채택되어 오존층 파괴 예방을 위한 법적·행정적 조치를 실시하고 오존층 보호를 위한 조사연구 및 관찰, 정보교환 등 추상적 의무만 당사국에 부과하도록 하였다.

1987년 9월에 채택되어 1989년 1월1일부터 발표된 "오존층 파괴물질에 관한 몬트리올 의정서"에서는 구체적인 규제물질 선정 및 규제일정 등을 채택하였으며, 비당사국과의 무역규제 등을 명시하고 있다. 규제대상 물질을 보면 오존을 파괴하는 정도를 나타내는 ODP(Ozone Depletion Potential : 오존파괴에 기여하는 정도를 수치로 나타낸 것으로 동일한 양의 CFC-11에 의한 오존 파괴 정도를 1.0으로 기준함)값을 기준으로 0.2 이상을 Class I, 0.2 이하를 Class II로 구분하여 단계적인 감축계획을 수립하고 있다. 참고로 Class I로 분류된 오존 파괴물질을 표 1에 나타내었다.

표 1. 오존 파괴 물질 (Class 1)

구분	Chemical Name	Lifetime [yrs]	ODP	GWP*
Group I	염화불화탄소(CCl ₃ F, CCl ₂ F ₂ , C ₂ F ₃ Cl ₃ 등 5종)	45 ~ 1700	0.6 ~ 1	4600 ~ 10300
Group II	할론가스(Halons)	Max. 65	3 ~ 10	1300 ~ 6900
Group III	염화불화탄소 (CF ₃ Cl, C ₂ FCl ₅ , C ₂ F ₂ Cl ₄ 등 10종)	Max. 640	1.0	Max. 14000
Group IV	사염화탄소(CCl ₄)	35	1.1	1400
Group V	삼염화에탄(CH ₃ CCl ₃)	4.8	0.1	140
Group VI	브롬화메탄(CH ₃ Br)	0.7	ND	5

* GWP (Global Warming Potential) : 지구온난화에 기여하는 정도를 수치로 나타낸 것으로 동일한 양의 CO₂에 의한 지구온난화 정도를 1.0으로 기준으로 함. (물론 0)

3. 아스팔트혼합물의 아스팔트 추출

용제의 문제점

아스팔트혼합물에서 아스팔트함량 및 골재합성 입도를 평가하기 위한 방법으로는 용제추출법 및 오븐연소법 등의 방법들이 사용되고 있다. 국내에서는 아직까지 용제추출법을 대부분 사용하고 있으며 대표적인 추출용제로는 삼염화에틸렌과 삼염화에탄을 주로 사용 중이며, 일부 규정에서는 벤젠, 탄산암모늄 용액, 톨루엔 등도 포함되어있다. 과거 또는 현재까지 아스팔트 추출용제로 사용 중인 대표적인 화학물질들에 대한 인체 유해성을 요약 정리하면 아래 표 2와 같다.

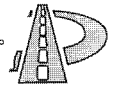


표 2. 아스팔트 추출용 용제의 인체 유해성

구 분	삼염화에탄	삼염화에틸렌	사염화탄소	벤젠	톨루엔	탄산암모늄
명칭	1,1,1-trichloroethane	1,1,2-trichloroethylene	Carbon tetrachloride	Benzen	Toluene	Ammonium Carbonate
화학식	CH ₂ CCl ₃	C ₂ HCl ₃	CCl ₄	C ₆ H ₆	C ₆ H ₅ CH ₃	(NH ₄) ₂ CO ₃
유해성 분류	유해물질 (발암성물질) 제2종 유기용제	유독성물질 발암성물질 돌연변이성물질 생식성물질	유해물질 발암물질 돌연변이물질 환경유해물질	유해물질 극산화성 (발암성물질)	발암성물질 생식변이성물질 돌연변이성물질 변이원성 물질	유해물질
용도	금속표면의 세정 염화비닐의 원료 용제	냉동제, 세정용매, 용매추출시, 농약	가솔린 첨가제 제조 냉각제, 화학중간제 용제	염료, 합성고무, 방부제, 방충제, 농약, 페인트, 용매 등	폭약, 염료, 인조가죽 제조, 공업용 용매, 가솔린 첨가제 등	베이킹파우더, 고무산업 등
눈에 대한 영향	심한자극(발진, 따가움)	심한자극(충혈, 통증)	심한자극(화상)	가벼운 자극	심한자극(충혈, 통증)	심한자극(충혈, 화상)
피부에 대한 영향	-피부발진 -피부건조 및 벗겨짐	-자극, 홍집, 통증유발 -피부물집 유발	-피부염 -피부흡수	-가벼운 피부 자극 -피부흡수	-화상, 피부염 유발 -피부흡수	-피부발진, 가려움 피부화상 및 통증
흡입시의 영향	-두통, 메스꺼움 -호흡기 자극 -고농도 흡입시 사망	-급성노출시 혼수상태 및 간, 신장질환으로 사망	-두통, 현기증 -고농도 흡입시 사망	-기침, 호흡곤란 -혈액장애 -두통, 의식불명	-기침, 호흡곤란 유발 -기관지염, 폐렴	-분진이 코, 목 자극 -구토, 코 점막발진 고농도 흡입시 폐수종 및 청색증 유발
만성 노출시 영향	-발암위험성 -피부, 눈, 호흡기염증 -주신경계, 간, 신장, 심장질환	-암 유발 -졸음, 기억력 저하 -간과 신장 손상	-암 유발 -심장, 간, 콩팥 손상 -시신경계 손상 -시청기능 손상 -간경화	-발암위험성 -생식력 저하 -기관지, 간, 면역계통 이상	-암 유발 -중추신경 장애 -간, 신장 손상 -탈지방, 피부염 유발	-자료없음

* 화학연구정보센터 제공 MSDS참고

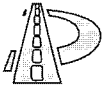


표2에서 보는 바와 같이 국내에서 추출용제로 많이 사용 중인 삼염화에틸렌과 삼염화에탄이 인체에 매우 유해할 뿐 아니라, 사염화탄소와 삼염화에탄의 경우 몬트리올의정서에 의해 오존파괴 물질로 규정되어 감축계획에 따라 이미 선진국에서는 사용이 금지된 물질이라 하겠다. 현재 선진국에서는 용제를 사용하는 아스팔트 추출방법이 가열오븐을 사용하는 연소법으로 많이 대체되어 가고 있으며, 국내에서도 일부 오븐연소법을 사용하여 아스팔트를 추출하고 있다. 따라서 앞서 설명한 국제환경규제 움직임에 대응하고 또한 현재 사용 중인 대부분의 아스팔트 추출용제들의 인체 유해성을 고려해 볼 때 국내에서도 염소(Cl)가

함유된 용제를 사용하는 것 보다는 연소법에 의한 아스팔트 추출방법을 적극 확대할 필요가 있다고 보겠다.

한편 오븐연소에 영향을 많이 받는 일부 골재를 사용하는 혼합물의 경우에는 용제를 사용한 아스팔트 추출방법이 필요할 경우도 있다. 현재 일부 선진국에서는 이런 점을 고려하여 기존의 삼염화에탄 및 삼염화에틸렌의 대체물로 다양한 노말프로필브로마이드(nPB : normal Propyl Bromide)계통의 용제를 시범 사용하기 시작하였으나, 아직 이러한 할로겐 화합물의 적용 가능성에 대해서는 좀 더 많은 연구가 진행되어야 하겠다.

회비 납입 안내

회원 여러분께서 납부하시는 회비는 학회 운영의 소중한 재원으로 쓰이고 있습니다.

회원 제위께서는 회비를 납부하시어 원활한 학회운영에 협조하여 주시기 바랍니다.

회비납부는 한미은행 : 102-53510-243 (본인이름으로 입금요망)

찬조금은 한미은행 : 102-53512-249

(예금주(사)/한국도로포장공학회)

지로번호 : 6970529

- 학회 사무국 -