

반건식세정기에 의한 유해가스 (SO_x, HCl) 제거기술(I)



전 금 하/보우환경(주)이사
대기관리기술사

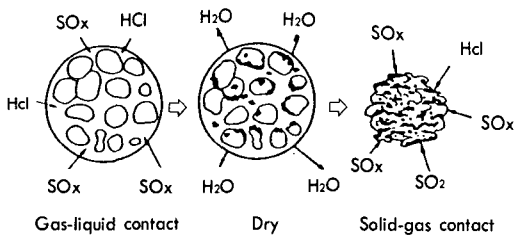
2-2 반응원리 및 공정 설명

(1) 반응원리

액체상태의 소석회는 배가스중의 유해가스와 기액접촉반응을 일으키며, 그후는 배가스가 보유하는 열에 의해 순간적으로 건조되어 고체·기체 접촉반응이 행하여 진다. 액체상태의 소석회입자내에 있는 수분은 대단히 순간적인 증발을 하여 수증기화된다. 스러리는 다공질의 입상형태를 형성하고 있어 유효접촉면적이 크다.

가스중의 유해가스와 액체상태의 소석회가 반응시 다공질형상의 스러리 속으로 흡수되어 높은 반응흡수효율을 나타낼 수가 있는 것이다.

다음의 그림은 유해가스제거과정을 표시하였다.



크게 반건식 세정에 의하여 오염물질이 제거되는 과정은 흡수, 흡착과 3계평형으로 이루어지는데 이를 처리공정으로 본다면

- (i) 중화흡착제 준비 (ADSORBENT PREPARATION)
- (ii) 분무 (ATOMIZATION)
- (iii) 건조 (DRYING)

(iv) 반응 생성물 포집 (SOLID COLLECTION)

(v) 반응 생성물 제거 (SOLID DISPOSAL)의 5 단계로 구성된다.

(2) 처리공정의 설명

1) 흡수제 공급 공정

시판중인 소석회는 탱크로리차에 운반되어 공기수동에 의해 소석회저장조로 공급, 저장된다. 소석회는 정량공급장치(TABLE FEEDER)에 의해 소석회교반조(LIME SLAKER)로 공급되어지며, 공급수는 처리후 가스농도치에 따라 가변적으로 공급되어 pH를 조절케된다. pH를 조절한 소석회액체는 스러리 펌프(SLURRY PUMP)에 의해 반응탑으로 분무된다. 이때 입구 유해가스농도에 따라 가변적으로 공급된다. 분무시키는 기기는 통상 분무기(ATOMIZER)나 리턴노즐(RETURN NOZZLE)을 사용한다.

2) 반응 및 건조공정

반응탑의 구조는 통상 가스의 흐름방향과 분무액의 방향을 동일하게 하는데 그 방향은 반응탑 상부에서 하부로 흐르는 구조로 한다. 분무후 수직하향으로 흐르는 가스를 따라 분무액이 따라가면서 반응하고 가스가 보유하는 열에 의해 수분은 증발되어 반응생성물만 반응탑 하부로 낙하된다.

통상적으로 보일러에서 배출되는 연소가스의 온도는 28°~240℃이므로 후처리 공정인 분진제거를 위하고 저온부식의 영역을 벗어나는 가스의 온도를 위해 가스의 냉각은 200℃로 배출가스의 온도를 자동제어시킨다.

(3) 중화제의 특징

유해가스 제거제인 중화제는 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 슬러리액이나 NaOH 수용액을 사용하는데, 대표적인 중화제인 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 슬러리액은 분체의 소석회보다 액체상태의 소석회는 가스와 유효접촉면적이 크며, 반응흡수효율이 분말상태의 소석회보다 효율적이다. 이는 다음의 그림에서와 같이 액체상태의 소석회는 평균입자경이 분체 평균입자경에 비해 상당히 미세하다.

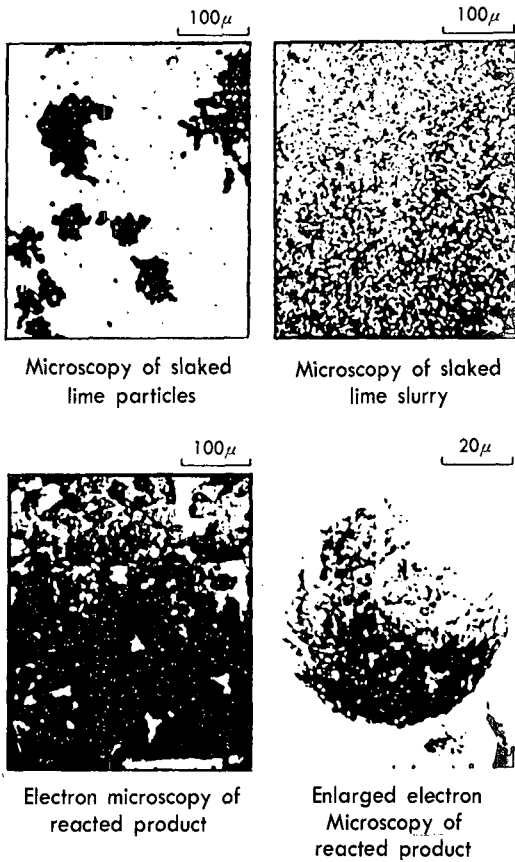


도표 2-1 중화제의 특징

Description	Name	CaCO_3	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	NaOH	Na_2CO_3	CaO
Formula weight		100	74.09	40	106	56.08
Mole weight		50	37	40	53	28
Specific gravity		2.93	2.24	2.13	2.53	3.37

Bulk density(ton/m^3)	1.11	-	-	2.08	-
Resolution temperature($^\circ\text{C}$)	898 $^\circ\text{C}$	580 $^\circ\text{C}$	-	-	-
Melting point($^\circ\text{C}$)	-	-	318.4 $^\circ\text{C}$	851 $^\circ\text{C}$	2,572 $^\circ\text{C}$
Size of particle(μ)	4~44	50~100	-	100이상	-
Solubility(at 20 $^\circ\text{C}$)	0.065g/mg	0.1779g/mg	52.2g/100g	18g/100g	-
Impact of human	low	low	large	low	low

2-3 분무기의 종류 및 특성

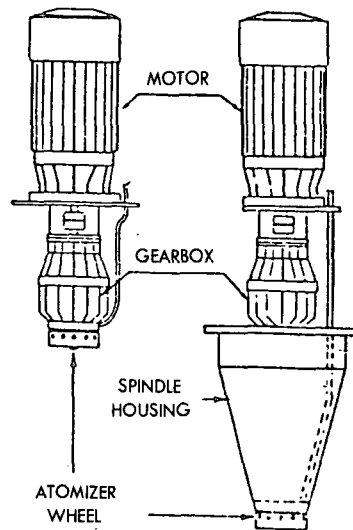
(1) 분무기의 종류

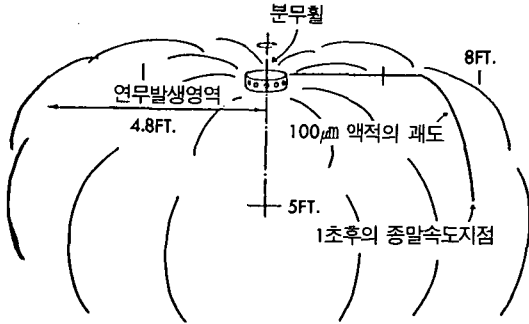
반건식 세정기에 의하여 유해가스를 제거하는 설비중 가장 중요한 설비는 분무기 (ATOMIZER)로서 크게 회전식 분무기나 압력식 2유체노즐을 사용하여 분무된다.

분무기에 의해 분무된 슬러리상태의 입자를 고온의 가스와 접촉하여 증발, 건조되어 입지-가스 분리상태에 의해 분리제거되는데 분무입자가 적을수록 수분의 증발 표면적을 크게하고 접촉면적을 늘려 제거효과가 높아진다.

1) 회전식 분무기 ()

이 분무기는 고속의 회전판을 이용하여 미세한 분무입자를 생성시키는 설비로 통상 2,000~3,600 rpm의 회전수를 이용한다. 이때 발생하는 분무입자경은 25~200 μm 정도가 생성된다. 다음은 회전식 분무기의 형태와 분무모양이다.

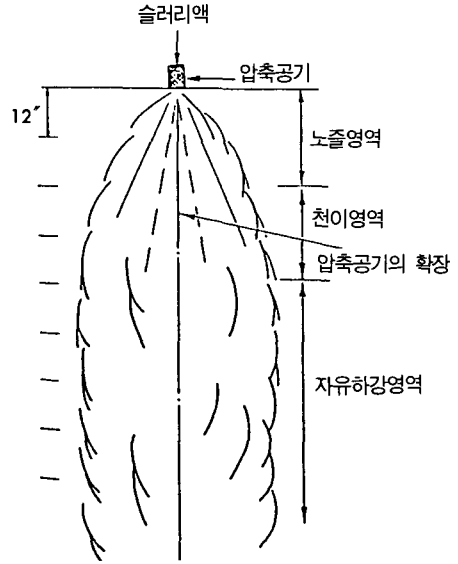
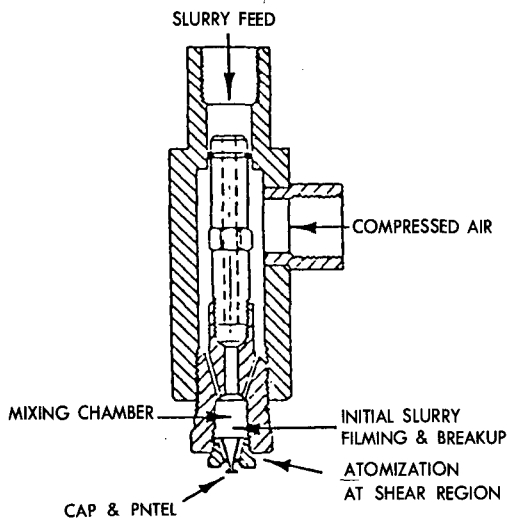




2) 압력식 2유체 노즐

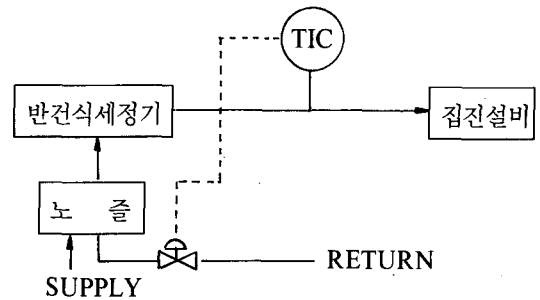
이 노즐은 압축공기를 이용하여 슬러리용액을 분무시키는 설비로 통상 5~7kg/cm²의 압축공기를 이용한다. 이때 압축공기는 노즐속의 회전력에 의해 추진력을 가속하게 되며 분무압력은 분무압축공기와 CASCADE 제어를 시켜 작동시켜야 한다.

다음은 이 노즐 및 분무형태이다.



3) 리턴 노즐

이 노즐은 물에 흡수가 강한 SO₂ 가스를 제거하는데 주로 사용되며, 전기 집진기의 가스 콘디셔닝 및 냉각용으로 사용된다. 즉, 냉각수를 20~25kg/cm²로 가압하여 분무시키는데 집진기 입구 가스온도에 따라 리턴측 밸브를 조작, 분무량을 제어케된다. 이때 분무되는 액적의 98%는 증발되는 것으로 나타났으며 2% 정도는 하부로 떨어진다. 다음은 제어계통도이다.



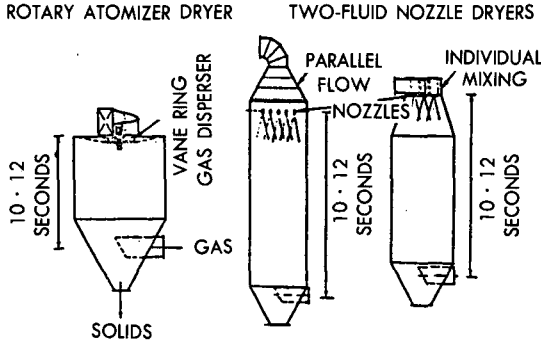
3. 반건식 세정기의 설계

3-1 분무실의 설계

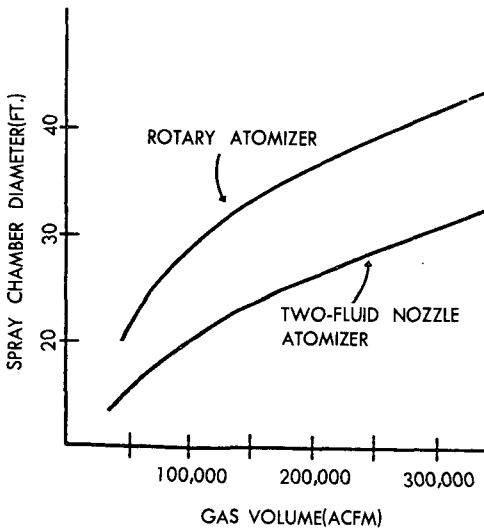
(1) 개요

분무실 설계는 채택분무기술에 따라 결정되는데,

회전식 분무기 및 압력식 2유체노즐을 사용한 분무실은 다음과 같다.



또한 산업용 유류보일러에 건식세정기를 적용할 때 분무실 직경과 처리가스 유량간의 관계는 다음의 도표와 같다.



(2) 액적의 증발효율과 가스 제거

세정액을 분무기를 통하여 분무할 때 미세한 입적이 생기는데, 액적의 입경이 미세할수록 증발효과가 크고 체류시간을 단축하여도 된다. 단, 중화제와 가스가 충분히 접촉반응할 수 있는 시간을 주어야 한다.

통상 분무압력, 분무속도, 평균액적의 입경 및 증발효율은 다음과 같다.

분무압력 (kg/cm ²)	분무속도 (m/sec)	평균액적의 입경(μ)	체류시간 (sec)	증발효율 (%)
5	30	198	1~3	30~50
10	40	156	5~6	95이상
20	60	114	3~4	97이상
30	70	102	2~3	98이상
50	90	86	1~2	99이상
100	130	69	1이상	
150	155	63	1이상	

회전식 분무기의 회전속도가 180~250m/sec이므로 이때 생성되는 분무입경은 25~200μ이다. 또한 5~7kg/cm²의 압축공기를 이용한 압력식 2유체노즐의 경우, 동일한 압력으로 중화스러리액을 분사시키는데 이때 압축공기에 의해 분무입경은 50~200μ정도 된다.

따라서, 충분한 체류시간을 줄 경우, 액적은 거의 100% 증발된다. 액적의 대부분이 대단히 미세하므로 이때 작용되는 영향력은 연소가스의 작용력에 의해 향류식의 경우 감소되고, 병류식의 경우 가속되는데 이때 어느 정도 자유운동을 한다.

병류식의 경우 통상 가스의 체류시간을 5~6초 정도 향류식의 경우 3~4초 정도 계상하여 설계한다. 또한 큰 액적의 경우, 분무방사력에 의해 가스 흐름에 따라 흐른다.

분무실 설계시 분무실벽에 큰 액적이 닿지 않도록 분사각도, 노즐취부 각도 및 체류시간 등을 충분히 고려하여야 한다.

통상 회전식 분무기를 사용하는 분무실 내부에서 대단히 복잡한 가스흐름형태가 나타나며, 분무액적을 따라 가스가 흘러가므로 부가적인 가스제거 효과를 얻을 수 있으므로 대용량의 가스처리용으로 회전식 분무기를 사용한다. 반면, 압력식 2유체노즐사용 분무실에서는 다수의 노즐이 분무실 단면에 설치되거나 분무각도가 넓은 1~2개의 노즐을 사용하는데 이때 고려사항은 분무분사범위, 압축공기 사용량, 액적의 크기 등을 고려하여야 한다.

또한 분무실내 가스정류를 위한 정류판을 설치하는 경우도 있는데, 이때 가스흐름의 속도 저하비율은 전체 가스속도의 15% 미만이 되게 설계하여야 한다. 가스정류판에 분진의 침적 및 퇴적에 유의하여야 한다. (다음호에 계속)

폐기물투기해역 정부관리 해양오염방지법 시행규칙 개정

앞으로 바다에 버릴 수 있는 폐기물의 종류는 늘어나는 대신 배출해역에 대한 관리는 크기 강화된다.

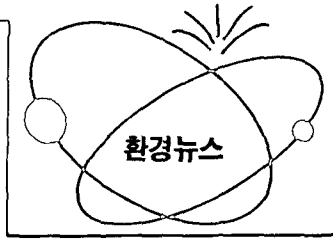
환경처는 23일 폐수처리오니(찌꺼기)와 폐산·폐알칼리등 현재 7개종류에 국한돼 있는 해양투기허용폐기물에 하수처리 오니와 정수오니를 추가하고 대신 폐기물 배출해역을 민간인이 선정하던 지금까지의 지정방법에서 국가가 직접 지정·관리토록하는 내용의 해양오염방지법시행규칙개정안을 확정, 입법예고했다. (58면 참조)

폐기물감량화및 재활용 촉진에 관한 대토론회



환경처는 7월16일 7층 회의실에서 「폐기물감량화및 재활용촉진에 관한 대토론회」를 개최하였다.

날로 심각해지는 폐기물문제를 해결하고자 마련된 이날 토론회에는 주부·소비자단체·



접객업소·유통업체·학자등 관련인들이 참석하여 폐기물 분리수거제의 문제점·폐기물 감량화및 재활용을 위한 국민과 기업및 정부의 역할과 재활용 관련업계의 애로사항등이 폭넓게 논의되었다.

한편 이날 환경처는 2001년까지 쓰레기발생량을 30% 감축시키고 재활용률을 40%(현재 7.4%)로 높이는등의 폐기물 감량화및 재활용대책의 기본방향을 제시하였다.

한국자원재생공사, 자원재활용 캠페인 전개

한국자원재생공사(사장 박효진)는 환경처, 본협회등의 후원으로 7월18일부터 7월25일까지 진로유통센터 이벤트 홀에서 「자원 재활용캠페인」을 벌였다. 자원재활용의 정착화를 위해 마련된 이번 캠페인은 분리수

거 과정의 사진 전시와 함께 재활용품 처리 과정및 재활용품 현황을 분리수거된 재활용품과 중간처리된 재활용재료, 재생제품등을 실물로 전시하여 재활용품에 대한 전반적인 이해를 쉽게 하도록 마련되었다.

이밖에도 △자원 재활용품 전시판매(부림제지, 삼광유리), △자원 재활용품 실연회(대한주부클럽연합회), △환경보호 사진전시회, △환경도서 전시회, △자원재활용품 관련 영상관람과 자원재활용품의 교환행사도 전개되었다.

환경개선비용 부담금제 대상 요율 최종확정돼

정부는 9일 국무회의를 열고 환경개선비용부담법시행령의 일부를 수정·통과시켜 환경개선비용부담금제의 대상·요율을 최종 확정했다.

확정된 환경개선부담금제에 따르면 당초 부과대상에서 제외됐던 시내버스·시외버스·고속버스·화물트럭 등 운송사업용 경유자동차를 비사업용과 마찬가지로 대상에 포함시키되 물가에 미치는 영향을 고려하여 오는 96년 7월 1일부터 적용토록 시행시기를 유예시켰다. 이와함께 원래 부과대상에서 면제됐던 외국인조단체소유의 시설물과 자동차도 유사기관에서 악용할 소지가 있다는 판단에 따라 부과대상에 포함시켰다.

이번 시행령은 또 사립학교소유의 자동차를 국공립학교소유차량과의 형평을 고려해

부과대상에서 빠도록 했다.
(33면 참조)

주요연안 블루벨트 설정 해양정책종합계획 수립키로

정부는 주요연안지역에 육지의 개발제한지역(그린벨트)처럼 블루벨트를 설정, 무분별한 개발을 통제해서 수산자원을 보호키로 했다.

정부는 연안지역관리법을 제정, 블루벨트로 지정된 지역을 개발할 경우에는 개발이익을 철저히 환수, 해양환경보전과 해양기술개발 재원으로 활용할 계획이다.

정부는 최근 정원식국무총리 주재로 관계장관회의를 열어 해양행정개선방안을 논의, 올 연말까지 중장기 해양정책과 연차별(93~97년) 투자계획을 담은 해양정책종합계획을 수립키로 했다.

또한 정부는 해양정책기능 활성화를 위해 국무총리를 위원장으로 하고 관계장관 및 민간전문가가 참여하는 「해양정책조정위원회」를 설치키로 했다.

녹색휴가보내기 시민단체 공동캠페인요원 발대식

자연환경을 보전하는데 적합한 바람직한 휴가문화의 정립을 위하여 녹색휴가실천시민운동은 7월23일 서울YMCA강당에서 「푸른산 맑은물, 즐거운 휴가를」이란 구호아래 녹색휴가 보내기 모니터 요원발대식을 가졌다.

서울YMCA, 서울YWCA, 한국불교사회교육원, 원불교서울청년회, 홍사단서울지부, 경제정의실천시민연합 등의 참가단체 100여명이 참석한 가운데 열린 이날 발대식에서는 △녹색휴가 보내기 시민실천수칙 및 시민모니터 내용과 모니터 요령의 교육 실시 △환경보전서약 및 결의 △시민 모니터 수첩의 배포를 하였다.

한편 6개단체 200여명의 시민모니터외에 전국 7개지역에서 선정된 현장모니터 120명은 7월 25일부터 8월 10일까지 도봉산, 오대산, 설악산, 지리산, 변산해수욕장, 해운대해수욕장에서 계몽·적발활동을 전개할 예정이다.

유엔·환경개발회의 이후 우리의 대응방향

대항상공회의소 산업환경문제연구회는 7월8일 상공회의소 중회의실에서 「유엔환경개발회의 이후 우리의 대응방향」세미나를 개최하였다.

이날 세미나에서는 △박원훈

한국과학기술원 환경복지연구단장(산업계의 대응방향을 중심으로) △한덕수 상공부 산업정책국장(산업정책을 중심으로)의 주제발표 후 UNCED이후의 산업계 대응방향과 특히 에너지 문제에 관하여 전문가들의 토론과 방청객과의 질의응답시간을 가졌다.

UNCED가 남북문제 및 한국 경제에 미치는 영향

전국대학원생 대표자협의회(의장 김환성)는 지난 21일 연세대 장기원기념관에서 「유엔환경개발회의가 남북문제 및 한국경제에 미치는 영향」이란 주제로 심포지움을 개최하였다. 환경문제 해결에 대한 국민적 관심을 높이고자 마련된 이번 심포지움에서는 △유엔환경개발회의의 결과 및 그린라운드 전망과 우리의 환경외교(정래권/외무부 과학환경과 과장) △유엔환경개발회의와 한국경제(이복춘/럭키엔지니어링 환경개발부 이사) △유엔환경개발회의가 우리 산업계에 주는 의미(이상



돈/중앙대학교 법대교수) △유엔환경개발회의를 통해서 본 우리 환경운동단체의 당면과제(최열/공해추방운동연합 의장) 등의 주제발표후 유엔환경개발회의에 나타난 선진·개도국의 입장과 우리산업계에 미치는 영향에 대하여 유재현 소장(경실련 경제정의연구소)의 사회로 발표자들간의 토론과 방청객과 발표자간의 토론시간을 가졌다.

기업의 환경행정규제완화 9개 경제부처 합동실시

환경처는 9개 경제부처 합동으로 실시된 개별기업체에 대한 각종 비능률적인 행정규제를 개선하기로 하였다.

수차에 걸친 각부처 관계관 회의 개최결과 확정된 환경행정규제완화 내용은 다음과 같다.

먼저, 배출시설설치허가제도에서 개선되는 점을 보면 △대기, 수질, 소음진동분야별 배출시설 설치허가를 동일사업장 복합허가시 종합허가방식으로 개선, △폐수배출시설 및 방지시설변경신고 범위상향 조정(20%→50%), △시험가동명령 및 오염도검사절차 생략, △소음·진동배출시설 대상규모이하인 시설로서 동력합계 50마력미만인 경우 주거, 녹지, 상업지역에서만 허가대상으로 규정하기로 하였다.

법정의무고용제도완화의 내용을 보면 △배출사업장중 4, 5종업소(중소규모)의 배출시설관리인은 대기, 수질, 소음·진동분야를 겸임하여 선임가능토록

하고(기반영), △대기오염물질 배출시설중 연료사용다량업체(1-3종)라도 보일러만 설치 운영하는 사업장은 5종사업장에 준하는 배출시설관리인을 둘 수 있도록 완화(기반영), △2종사업장의 관리인 자격기준을 현행 환경기사 1급에서 2급으로 완화, △소음분야 배출시설 관리인중 공업지역내의 사업장 및 중소규모사업장(동력합계 000마력미만)의 경우에는 대기, 수질분야의 관리인이 겸임가능토록 하였다.

자가방지시설 시공자격기준 완화는 △방지시설을 설치 변경할 경우 방지시설업을 등록한 자 이외의 자가 할 수 있는 범위를 확대(20%→30%) 하였고, △방지시설을 자가설계·시공하는 사업자의 승인요건완화·승인요건중 기술능력만 보유하도록 하고 장비보유의무를 면제기로 하였다.

그러나 이전조건부 등록공장에 대한 이전완료시까지의 위법행위에 대한 처벌유예 및 유해화학물질수입신고절차의 1년간 유예조치등 법적용의 형평성 유지와 환경에 미치는 영향 등을 감안할 때 수용이 곤란한

사항에 대해서는 이를 제도개선과제로 채택하지 않기로 하였다.

국제환경심포지엄 개최 9월 서울시 한과협 주관

지구환경문제와 관련한 국제환경심포지엄이 오는 9월2일부터 4일까지 3일간 호텔 롯데월드에서 한국환경과학연구협의회(회장 노재식)주관으로 『유엔환경개발회의와 21세기의 환경질서의 조망』이라는 주제아래 UNEP, UNDP등과 미국, 일본, 영국, 독일, 핀란드 등 세계 각국의 환경전문가가 참가한 가운데 개최될 예정이다.

국내에서 열리는 환경관련 국제행사로는 사상최대가 될 이번 심포지엄은 UNCED이후의 각종 국제환경문제에 대한 세계적 대응추세와 국제환경협약의 경제·사회적 파급효과를 전망하고 이에대한 국내산업의 경제적 대응방안을 모색하며 나아가 환경과학 및 기술의 증진·발전방안을 국내외 환경전문가 27명이 참가하여 제시하게 된다.

□ 사무실 이전 □

■ (주) 아세아 브라운 보베리
주소: 서울특별시 강남구 삼성동 157번지 옥산빌딩 9층
TEL: 528-3170
FAX: 528-3155, 3166

■ 키엠(KIEM)
주소: 서울시 성동구 성수1가 658-5
TEL: 498-0675/76
FAX: 498-0674