



THCs 규제강화에 대응한 포장업계 전략

The strategy of packaging industry for response to THCs regulations at low carbon and green growth times

정 태 섭 / 전북대학교 환경공학과 교수

1. 서론

최근 국가발전 전략의 새로운 비전의 축, 신 국가발전 패러다임으로 “저탄소 녹색성장”이란 용어가 온 나라에 물결치고 있다.

녹색성장은 온실가스와 환경오염을 줄이는 지속 가능한 성장을 의미하고, 환경보전 기술과 청정 에너지 기술로 국가의 신성장동력과 산업발전을 이루려는 현정부의 신국가발전 패러다임이다.

정부는 중장기적으로 녹색성장 구현을 위한 에너지 마스터 플랜인 제1차 국가에너지기본계획을 수립하고, 고유가와 기후변화에 대응하기 위해 저탄소·경제사회체제로의 전환을 추진하고 있다.

이와 관련, 청정에너지, 녹색기술에 대한 총력투자 계획을 수립하였다.

현재 정부의 차세대 녹색기술(Green Technology)은 주로 에너지 분야에 집중되고 있어 에너지 자립 및 탈(脫)석유 사회 실현을 위해 화석에너지 의존도를 낮추고 신재생에너지와 원자력의 비중을 지속적으로 확대하여 에

너지의 자립 및 탈(脫)석유 사회 실현을 위해 화석에너지 의존도를 낮추어 에너지 독립국의 꿈을 실현하고자 한다. 그러나 에너지 분야의 녹색성장 정책에 뒤이어 산업계로의 녹색성장 정책이 추진될 것으로 생각된다.

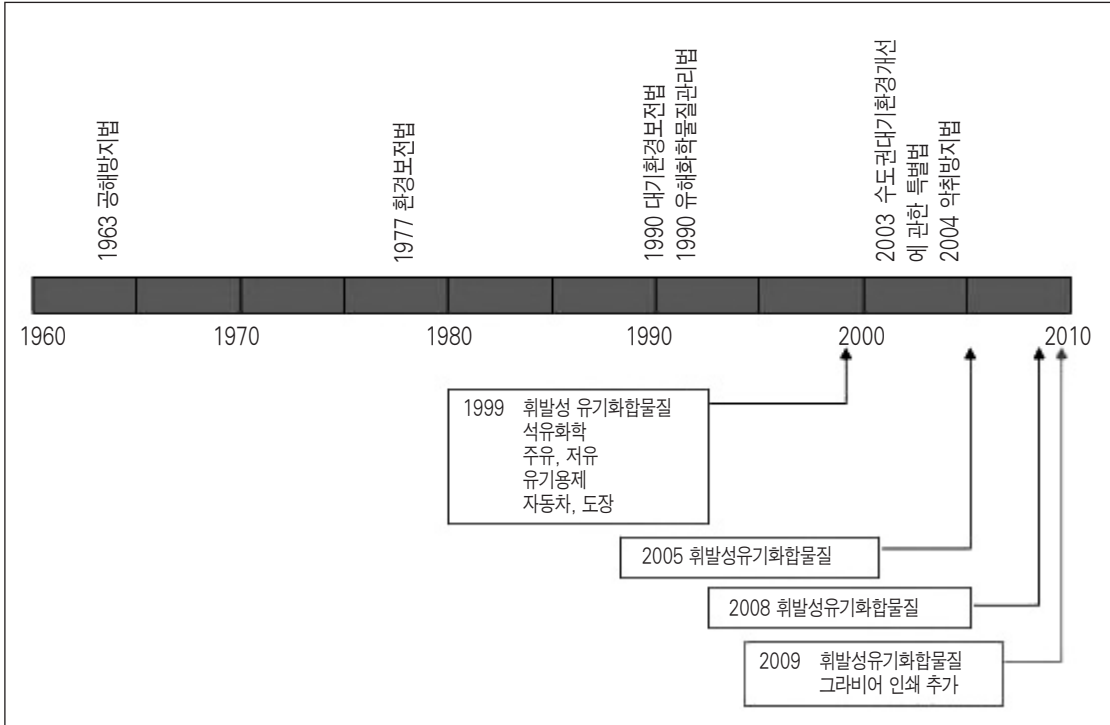
이미 수년전부터 산업계를 대상으로 추진되어 오고 있던 에너지 전략 및 자원전략 정책이 녹색성장이란 신종어로 변신한 것으로 보는 것이 타당하리라 생각된다.

1. 저탄소정책과 녹색성장

1960년대 공해방지법이 제정되어 1977년 환경보전법으로 확대 개정되면서 ‘공해’에서 ‘환경’이라는 공간적 확대를 한후 현재까지 너무도 많은 변화를 겪어 왔다.

현재는 수 많은 환경부 공포 법령이 존재하고 있어 산업계에서는 많은 신경을 쓰고 있다. 과거에 비교해서 환경이란 말이 거부감 없이 일상 용어처럼 받아들여지고 있고, 이제는 모든 사람들이 지구의 환경문제를 생각하며 생활하고 있다고 해도 지나친 비약이 아니라고 생

[그림 1] 환경관련법의 시대적 변화



각할 것이다. 다시말해서 환경과 인간, 환경과 산업을 동일한 범주에 넣고 생각하는 시대가 되었다.

[그림 1]의 환경법령변화를 보면 과거와 비교해서 오염물질에 따라 법령을 세분화하고 규제물질도 다양해지고 있으며, 그 규제대상도 점차 확대 되고 있음을 알 수 있다. 과거에는 규제 물질이 아니었던 것이 새로운 오염물질로 탄생하고 또한 새로운 규제 대상 사업종목이 추가 되고 있음을 알 수 있다. 그 중 하나가 포장산업계를 규제 대상 산업에 편입시킨 작년 개정된 대기환경보전법이다.

산업체의 어려운 경제 환경에서 점차 강화되

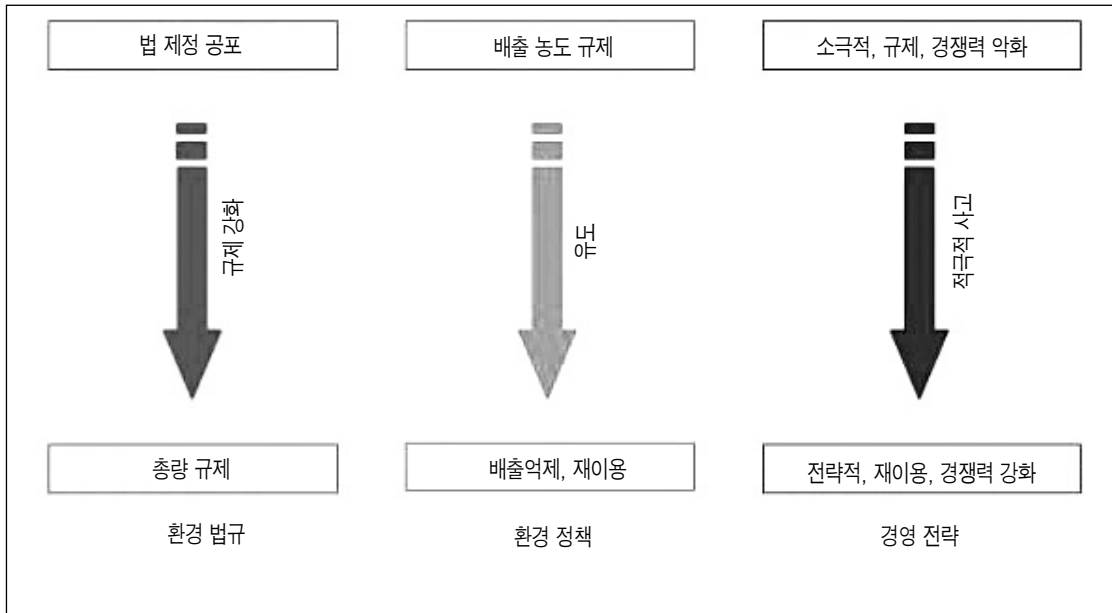
는 환경 관련법에 대응한다는 것이 쉬운 일은 아니다.

이런 상황을 극복하기 위해서 필요한 것은 과감한 사고의 전환이 요구된다. 우리는 모든 분야에서 미래를 내다보면서 오늘을 살아가고 있다. 특히 기업에서는 업계의 미래를 내다 보지 못한다면 낙오되어 기업의 생존이 위협받게 된다는 것을 모르는 사람은 없을 것이다. 환경 분야도 이와 같은 안목으로 판단한다면 결코 어렵다고만 할 수는 없을 것이다.

환경부에서는 나름대로의 계획에 의해 법령 제정을 추진하고 있다. 환경부의 최종 목표는 녹색성장 즉 지구의 환경을 고려한 국내의 정책



[그림 2] 변화하는 환경법규에 대항하는 산업계 전략



수립에 있는 것이다. 과거 지역적 공해의 개념에서 지구 환경의 개념을 추구하고 있는 것이다. 이는 산업계에 불어 닥치고 있는 세계자유무역과 동일한 개념인 것이다.

[그림 2]에서 알 수 있듯이 배출 농도 규제에서 총량 규제로, 단속에서 자율적 배출억제로 유도하려는 것이 환경부의 정책인 것이다. 최대한 절약하고 재이용함으로써 단순한 규제에 대응하는 것이 아닌 제품의 생산성 확보에 기초한 환경경영을 추진함이 녹색 성장의 개념이라고 생각한다.

2. 대기환경보전법과 탄화수소규제

환경부는 1999년 대기환경보전법을 개정하여 휘발성유기화합물질의 배출억제 정책을 시

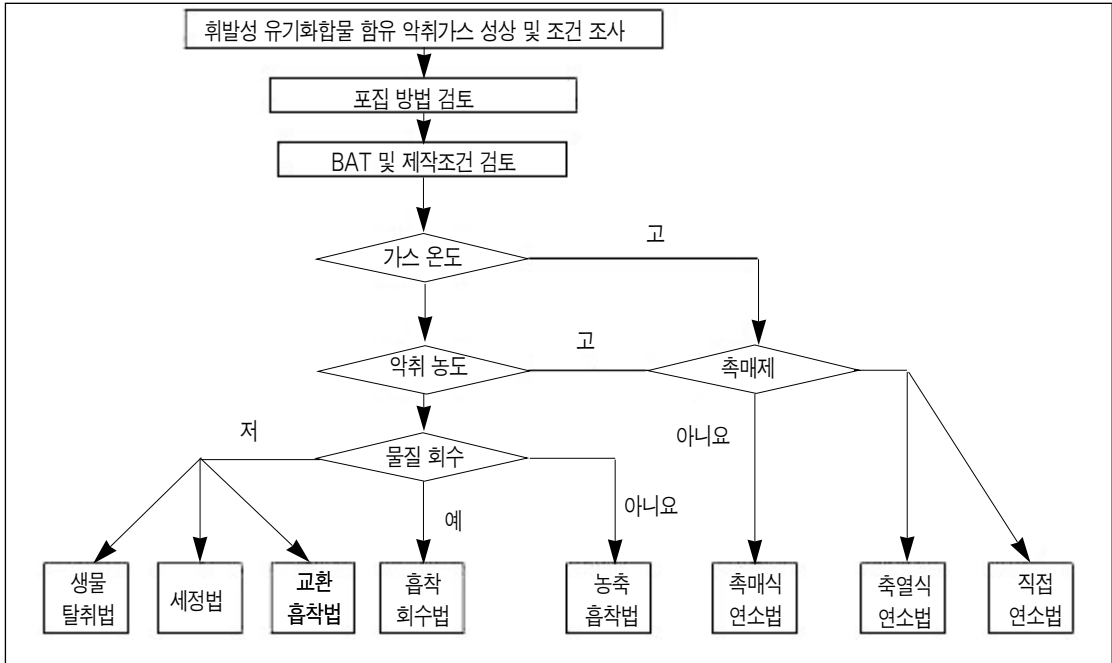
작하였다.

초기에는 대규모 석유화학공장을 대상으로 시작하여, 자동차 배기가스 및 유기용제 생산, 저장시설 등 대규모 배출 산업을 대상으로 하였다.

그 후 자동차 도장시설과 세탁업에까지 강화하였고, 2007년 하반기부터 대기환경규제지역 및 특별대책 지역 내 신규시설 주유소의 주유과정에서 발생하는 휘발성유기화합물질을 회수할 수 있도록 유증기 회수장치 설치(Stage II)를 의무화하도록 하였다.

과거 배출 농도 규제에서 배출 억제 및 재이용으로 환경부의 정책이 바뀌고 있음을 잘 알 수 있는 법개정이었다. 그리고 환경부는 2009년 대기환경보전법을 개정하여 그라비아인쇄 등 포장산업계에 대해서도 규제를 시작하기 시

[그림 3] 휘발성유기화합물질의 방지기술 선정 계통도



작했다. 유기용제와 같은 휘발성유기화합물질을 다량 배출하는 업종에 대해 규제를 확대해 나간 것으로 생각된다.

비록 현시점에서는 일부 특정지역의 특정설비에서 휘발성유기화합물질 회수를 계획하고 있지만 멀지 않아 모든 산업체에서 배출하는 휘발성유기화합물질에 대하여 가능한 회수를 하여 자원화 하는 방향으로 환경정책을 추진할 것이다.

그러므로 포장산업계에서는 휘발성유기화합물질의 처리 문제를 해결하는 것도 중요하지만, 우선 회수할 수 있는 모든 휘발성유기화합물질을 회수하여 자원화하고 미회수분에 대한 처리에 주안점을 두어야 할 것이다.

따라서 현재 많이 사용하고 있는 단순한 처리가 아닌 휘발성유기화합물질의 회수 및 처리를 연계한 새로운 개념의 방법이 요구된다.

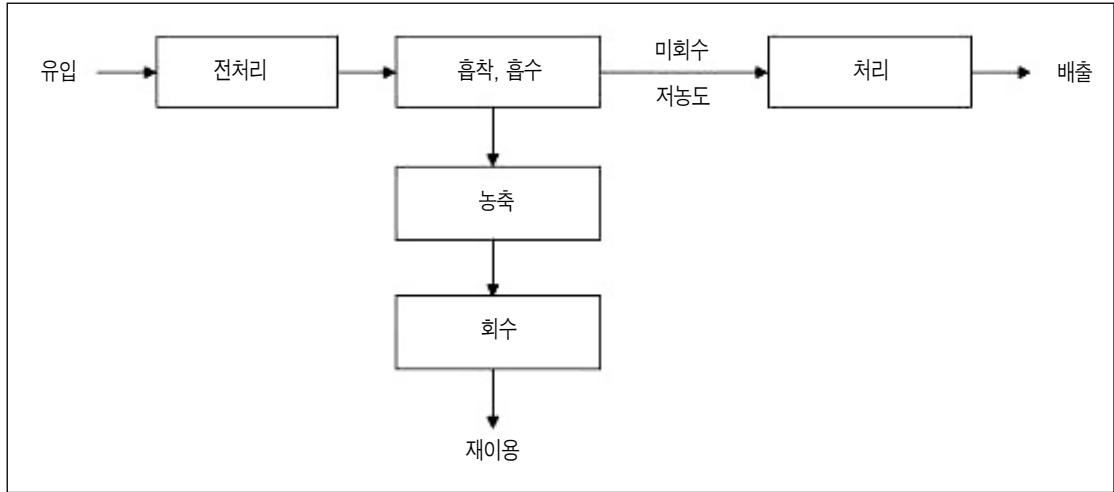
3. 탄화수소 저감 대책과 저감방법

휘발성유기화합물질은 대부분 여러 성분이 혼합되어 있고, 특정 화합물이 집중적으로 배출되기 때문에 효율적인 방지설비를 위해서는 물질의 특성을 잘 이해하고 문제점과 처리목표수준을 정확히 파악해야 한다. 즉, 배출가스의 상태(습도, 온도, 농도, 먼지 유무 등) 및 휘발성유기화합물질 발생원의 조건(풍량, 풍속 등)과 방지시설 설치시 시설의 제반 사항(설치비, 운



특 집

[그림 4] 미래 지향적인 저탄소, 저에너지 처리 방법



영비, 면적, 소음 등) 등을 고려해 방지기술을 선정해야 한다.

[그림 3]은 휘발성유기화합물질 저감시설 선정에 참고할 수 있는 선정 순서를 설명하고 있

다. 기존의 휘발성유기화합물질의 처리에는 연소와 흡착기술에 의한 것으로 나눌수 있다. 촉매산화를 비롯한 연소산화방식은 추가적인 보조연료가 필요하다는 단점이 있는 반면에 처리

[표 1] 기존의 VOCs 처리기술의 특징

처리기술	장 점	단 점
열 산 화	<ul style="list-style-type: none"> - 높은 처리효율 및 쉬운 운전 - 긴 수명과 폐열 회수 가능 - 검증된 기술 	<ul style="list-style-type: none"> - 높은 초기시설 및 운전비 - 고농도에 적용 - 처리가스 변동시 효율 변화 - 보조연료 사용
촉매 산화	<ul style="list-style-type: none"> - 높은 처리효율 - 중온 운전(200~400℃) 	<ul style="list-style-type: none"> - 높은 초기시설 및 운전비 - 촉매 피독 가능 - 촉매 교체비용, 보조연료 사용
흡 착	<ul style="list-style-type: none"> - 저렴한 설치비 - 축적된 자료 풍부 - 재생기술 접목 	<ul style="list-style-type: none"> - 고온 및 고습도 적용 어려움 - 활성탄 교체비용 및 운전 중단
응 축	<ul style="list-style-type: none"> - 고가 화합물 회수 - 고농도 유리 - 소요공간 적음 	<ul style="list-style-type: none"> - 높은 초기 시설비 - 낮은 처리효율(처리목적 불가) - 고 에너지 요구

[표 2] 여러 가지 산화제의 산화환원전위의 크기비교

Oxidant	OR Potential(eV)
$F_2 + 2e^- \longrightarrow 2F^-$	2.87
$OH \cdot + H^+ + e^- \longrightarrow H_2O$	2.85
$O_3 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow O_2 + H_2O$	2.07
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow 2H_2O$	1.77
$HO_2 + H^+ + e^- \longrightarrow H_2O_2$	1.50
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$	1.23

효율은 매우 우수하다. 따라서 처리대상 가스의 온도가 높고 처리물질의 농도가 높아 자체 발열량에 의한 보조 연료비 절감이 가능한 경우에 적용할 수 있는 방법이다. 그러나 추후 자원회수를 위해 용제회수 설비 설치를 고려한다면 적용할 수 없는 방법이라고 할 수 있다.

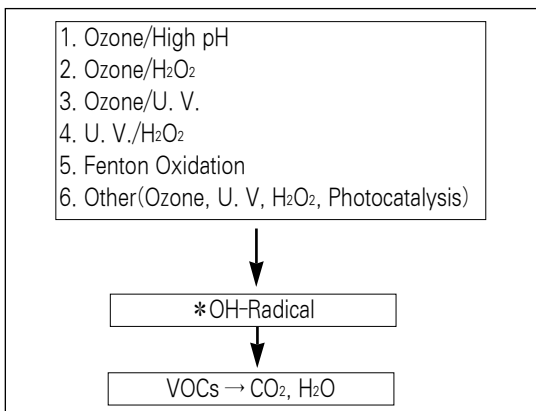
다시 말하면 과거 처리만을 생각했던 시대의 처리방법이라고 할 수 있는 것이다. 또 활성탄 흡착으로 대표되는 흡착에 의한 처리방법은 저농도 가스에 적합하고 함유물질의 발열량이 적어 연소할수 없는 경우에 주로 사용하는 방법이라고 말할 수 있다.

즉 휘발성유기화합물보다 황화수소나 암모니아와 같은 악취물질의 처리에 적합하다고 할 수 있다.

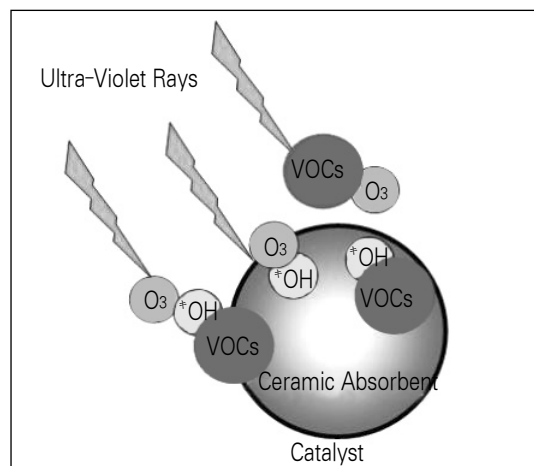
따라서 포장산업에서 주로 발생하는 휘발성 유기화합물질의 처리에는 현재까지 개발되어 적용되고 있는 촉매연소, 축열식연소(RTO), 활성탄흡착 등을 적용하기에는 어려움이 있다고 생각할 수 있다.

미래 지향적인 저탄소, 저에너지 처리방법은 먼저 가능한한 최대로 유기용제를 회수하고 미회수 물질을 처리하는 방법이 제안되어야 한다.

[그림 5] OH 생성방법



[그림 6] 휘발성유기화합물질 촉매 산화 반응 메커니즘





특 집

[표 3] 대표적인 휘발성유기화합물질의 OH라디칼과의 반응식

물질명	분자식	OH라디칼과의 반응식
메틸알코올	(CH ₃ OH)	CH ₃ OH + 2OH → CO ₂ + 3H ₂ O
에틸알코올	(C ₂ H ₅ OH)	C ₂ H ₅ OH + 3OH + 2O ₂ → 2CO ₂ + 4H ₂ O
톨루엔	(C ₆ H ₅ CH ₃)	C ₆ H ₅ CH ₃ + 8OH + 7O ₂ → 7CO ₂ + 8H ₂ O
MEK	(C ₂ H ₅ COCH ₃)	2C ₂ H ₅ COCH ₃ + 16OH + 7O ₂ → 8CO ₂ + 16H ₂ O
EA	(C ₄ H ₈ O ₂)	C ₄ H ₈ O ₂ + 3OH + 3O ₂ → 4CO ₂ + 3H ₂ O
시크로hex산	(C ₆ H ₁₂)	C ₆ H ₁₂ + 12OH + 6O ₂ → 6CO ₂ + 12H ₂ O

[사진 1] (주)삼성인크와 (주)아이팩에 설치된 ASOP



이를 위해서는 먼저 저렴하고 운전이 쉬운 회수공법의 개발이 필요하고 저농도 비연속적 처리에 적합한 저렴한 방법이 요구된다.

과거와 같은 촉매연소, 활성탄흡착 등과 같은 단일 공법에 의해서는 불가능하고 흡착(흡수)에 의한 농축설비, 농축 후 회수설비, 저농도의 미회수 물질처리설비가 하나의 시스템으로 구성된 새로운 개념의 방법이 요구된다고 할 수 있다.

4. 탄화수소저감장치 포장업계 적용

환경부의 차세대 핵심환경기술개발사업에 의해 휘발성유기화합물질 처리를 위한 UV/오

존/촉매 산화설비 실용화연구(2005~2006)의 결과 환경부로부터 성공 판정을 받은 처리 방법이다.

ASOP 시스템의 특징은 OH라디칼(Radical)을 이용하는 방법으로 OH라디칼은 [표 2]에서 보는바와 같이 물질의 산화력의 세기가 오존보다도 강한 산화력을 나타내는 물질이다.

OH라디칼의 생성방법은 [그림 5]와 같이 여러 가지 방법이 있다.

OH라디칼 생성방법 중 ASOP시스템에서는 UV, 오존, 촉매의 상호 반응에 의해 발생시키는 방법으로 기존의 OH라디칼을 이용한 기술의 문제점을 제거하여 휘발성유기화합물질과

OH라디칼간의 반응을 극대화하기위해 휘발성 유기화합물질이 촉매에 의해 산화되는 시스템을 개발하여 실용화에 성공하였다.

이와 같은 반응 메카니즘의 모식도는 [그림 6]과 같다.

ASOP 시스템은 실용화에 성공하여 안산 반월공단의 (주)삼성잉크(2007. 700m³/min)와 (주)아이팩(안산 반월공단, 2008. 3,000m³/min)에 시설을 설치 운영 중에 있으며 설치된 ASOP의 전경사진은 [사진 1]과 같다.

1단계 개발을 마치고 유기용제 회수시스템과 ASOP를 연계한 회수및 처리시스템개발을 위해 환경부의 차세대 핵심환경기술개발사업으로 휘발성유기화합물 처리를 위한 하이브리드 고도산화시스템 개발(2008~2009)을 한·중공동연구로 수행하고 있다.

현 연구가 종료되고 현장적용 테스트가 완료되면 기존 ASOP 설치 사업장에 적용 확대하여 저탄소 녹색성장시대에 맞는 휘발성유기화합물 질 처리시스템이 완성될것으로 생각된다.

II. 맺은말

포장산업에서는 많은 휘발성유기 화합물질이 사용되고 있어 환경부의 규제에 사업장의 어려움이 가중되어 가고 있다.

과거 60, 70년대의 공해라는 말로 표현되기 시작한 환경문제가 이제는 제품생산의 발목을 잡고 있는 제일 중요한 문제가 되어 버렸다.

이럴 때 일수록 환경 규제를 제품 생산에 장애가 되는 요인으로 생각하지 말고 오히려 제품

생산성 형상을 위한 기회로 생각할 때가 온 것 같다.

기업의 이익을 위해 모든 부분에서 원가를 절감해야하는 무한 경쟁의 시대에 환경을 위한 투자를 원가절감의 투자로 생각할 수 있는 사고의 전환이 요구되는 시점이라고 생각된다.

본격적으로 촉매연구를 시작한지 15년이 되어 작은 결실이 이루어져가고 있다. 그동안 현장에서 많은 것을 배웠고 그것을 시스템개발에 적용하는 과정에 이루 말할 수 없는 시행착오를 경험하였다.

본 연구 결과가 성공적으로 현장에서 사용되기를 바라는 마음이다.

앞으로도 해결해야 할 많은 숙제가 남아 있고 이를 하나하나 해결하여 우리나라 포장산업계에 작은 보탬이 될 수 있기를 바라는 마음이다. [ko]

기술원고를 모집합니다.

**포장과 관련된 신기술을
발표할 업체와 개인은
'월간 포장계' 편집실로
연락주시기 바랍니다.**

**편집실 : (02)2026-8655~9
E-mail : kopac@chollian.net**