

# 환경물질 분류에 따른 기업의 신뢰성기술 적용방법에 관한 연구

## A useful application method of reliability technology for the environmental material classification

이 중 범 · 조 재 립

경희대학교 산업공학과

Jong-Beom Lee · Jai-Rip Cho

Dept. of Industrial Engineering, Kyung Hee University

### Abstract

When we include environment side safety, environmental material's reliability technology and study for the application method, the evidence supporting the investment of R&D person and financial.

Clearly, the most important task in electrical and electronics company's product soldering process the probability of heavy metals exclude is to identify the mechanisms by which they may take place. Therefore, this study emphasis on the application environmental material classification and reliability technology.

### I. 서 론

2003년 이후 국내의 각 분야별로 환경측면의 안전성 확보에 대한 일반인들의 관심은 과거에 비해 대단히 높아지고 있으며, 특정분야에 있어서는 환경물질에 관한 신뢰성기술의 개발 및 적용방법을 연구하는데 막대한 투자와 기술 인력을 투입하고 있는 실정이다. 이러한 이유로는 세계 각국의 환경문제에 기인하는 자국내 각종 질병과 환경파괴 현상으로 인한 자율적인 환경규제가 점점 심각한 상황으로 진전됨에 따라, 유럽연합을 중심으로 하는 유해물질사용제한(RoHS: Restriction on the use of Certain Hazardous Substances)지침 등이 가시화 됨으로써 무역규제의 Hot issue로 대두되고 있으며, 유해물질사용제한지침에 적합하지 못할 경우 사실상 수출이 전면 중단되는 중대한 상황에 직면 할 수밖에 없는 심각한 위협에 노출되어 있는 것이 현실이다.

위험물질 사용금지 지침의 주요내용으로는 2006년 7월 1일부터 EU시장에 판매되는 가전제품에서 1)납, 2)수은, 3)카드뮴, 4)6가 크롬, 5)폴리브로미네이티드 비페닐(PBB), 6)폴리브로미네이티드 디페닐 에테르(PBDE)등의 6개 주요 규제대상 물질의 적용이 금지될 예정으로 있다.

현재 유럽에서 규제되는 6개 주요 규제대상 물질이 노출될 수 있는 제품군과 제품의 분류로는 대형 가전기기, 소형 가전기기, IT 및 통신장비, 소비가전, 조명기기, 전기 및 전자공구, 완구/레저/스포츠용품, 자동차 판매기 등이 있다. 그러나 이러한 분류체계로는 미시적이고도 한시적인 분류일수 밖에 없으며, 소극적인 조치사항에 불과하다고 볼 수 있다. 따라서 적극적인 개념에서 환경물질을 취급하고 환경선진국으로 거듭나기 위해서는 환경물질을 Macro적인 관점에서 접근해야 할 필요성이 있으며, 거시적인 관점에서 현재의 환경물질 형태를 재분류 하여야 한다.

예를 들면 대표적으로 전기·전자 업계에 있어서 Soldering공정 중에 적용되는 Pb(납) 및 중금속 물질의 제거를 위한 노력에 집중하고 있으나, 실질적으로 건축업계에 있어서 건축자재로 인한 환경물질 유출은 더욱 심각하고 발생량이 많다는 것이며, 방사능 물질 및 고분자 물질 등의 인체유해성분으로 인한 자연 환경 파괴는 가전제품 수준의 파괴량 보다도 몇배 혹은 몇 십배 더 위험한 수준으로 노출되어 있다는 것이다.

따라서 본 연구를 통하여 반드시 관리대상으로 분류해야 할 환경물질과 당해 해당분야의 신뢰성기술에 관한 적용방법을 연구하고자 한다.

### II. 이론적 배경

일반적인 환경물질에 대한 분류체계는 인체유해성에 기초한 분류체계를 가지고 있으나, 본 연구에서는 물질기능에 근거하는 분류체계를 전개하고자 한다.

즉, 전자재료, 바이오 메디컬재료, 항공소재, 구조분야 재료, 신소재 재료, 광학소재, 화학 재료, 에너지기술

및 환경소제 등으로 대별 할 수 있으며, 구조분야의 경우는 다음과 같이 재분류 할 수 있다.<sup>1)</sup>

구조분야의 세부 분류로는 건축물의 내부환경물질, 공기의 질과 관련 있는 물질, 습도유지에 치명적인 문제를 유발하는 물질, 조명에 따른 환경물질, 음향 및 소음 물질 등으로 대별 할 수 있다.<sup>2)</sup>

그러나, 보편적인 환경물질의 분류체계로는 잔류성유기오염물질(Persistent Organic Pollutants): [ i) 생물학적·화학적으로 분해가 잘 되지 않고 긴 반감기를 가져 높은 잔류성을 보이고, ii) 먹이사슬을 통해 동식물의 생체내, 특히 지방(脂肪)에 쉽게 축적되며, iii) 대기와 해류(海流) 등을 통하여 최초 발생지에서 멀리 떨어진 곳까지 장거리 이동하며, iv) 강한 독성 또는 생태독성을 가져 인체나 환경에 심각한 영향을 미치는 물질 ] 에 해당하는 1)알드린, 2)디엘드린, 3)엔드린, 4)클로르단, 5)미렉스, 6)톡사펜, 7)헥사클로로벤젠, 8)헵타클로르, 9)DDT, 10)PCBs, 11)다이옥신, 12)퓨란 등으로 분류하는 화학물질에 근거한 분류가 대부분이며, 이것은 EU 혹은 UN의 분류체계에 근거하고 있다.(1995년 UNEP 집행이사회 분류에 근거)

스톡홀름협약의 대상물질 분류를 살펴보면 대부분이 고분자 화합물질에 근거하고 있다는 것을 잘 알 수 있다. 분류 형태는 다음과 같다.

<표 1> 스톡홀름협약의 대상물질 및 국내 규제현황

물 질 명 (CAS번호)	주요 사용용도	규제현황
Aldrin (309-00-2)	흰개미, 애벌레, 메뚜기 등의 해충 방제를 위한 살충제	유해화학물질관리법:취급제한(91)→금지(99년) 농약관리법:등록취소(69년)
Chlordane (57-74-9)	흰개미와 농작물 해충 방제를 위한 살충제	유해화학물질관리법:취급제한(91)→금지(99년) 농약관리법:등록취소(69년)
DDT (50-29-3)	말라리아, 발진티푸스 등의 병원 매체와 농작물해충 방제를 위한 살충제	유해화학물질관리법:금지(91년) 농약관리법:등록취소(69년)
Dieldrin (60-57-1)	나무좀, 흰개미, 병원매체 및 농작물해충 방제를 위한 살충제	유해화학물질관리법:취급제한(91)→금지(99년) 농약관리법:등록취소(70년)
Endrin (72-20-8)	농작물해충 방제를 위한 살충제 이며 살서제	유해화학물질관리법:취급제한(91)→금지(99년) 농약관리법:등록취소(69년)
Hexachlorobenzene (118-74-1)	씨앗처리를 위한 살균제이며, 사염화탄소(CCl4), PCE, TCE, Pentachlorobenzene의 제조과정에서 부산물로 발생, 또한 Pentachlorobenzene, Dicloram 등의 농약제제에 불순물로 존재	국내에서 의도적으로 제조 또는 수입된 적이 없는 신규물질이며 부산물에 대한 규제는 아직 없음
Heptachlor (76-44-8)	흰개미, 메뚜기 등의 농작물해충 및 말라리아 병원매체의 방제를 위한 살충제	유해화학물질관리법:취급제한(91)→금지(99년) 농약관리법:등록취소(79년)
Mirex (2385-85-5)	개미, 진딧물 등의 방제를 위한 살충제이며, 플라스틱, 고무, 전기제품 등에 방염제로 사용	국내에 도입되지 않은 신규물질
PCB(1336-36-3)	화학적으로 비휘성이며 높은 내열성과 절연률, 낮은 증기압, 비가연성 등의 특징을 가져 변압기와 콘덴서 내 절연유, 열교환액, 페인트나 플라스틱 등의 첨가물로 사용	유해화학물질관리법:금지(96년) 전기사업법: 79.8.30 이전에 설치된 변압기내 사용만 허용
Toxaphene (8001-35-2)	진드기 등의 농작물과 가축의 해충 방제를 위한 살충제	유해화학물질관리법:금지(91년) 농약관리법:등록취소(82년)
Dioxins	각종 화학물질의 생산과정에서 부산물로 발생하며, 석탄, 목재 및 각종 폐기물 소각과 자동차 배출가스 등에서 부산물로 발생	폐기물관리법:배출제한(97년)
Furans	각종 화학물질의 생산과정에서 부산물로 발생하며, 석탄, 목재 및 각종 폐기물 소각과 자동차 배출가스 등에서 부산물로 발생	폐기물관리법:배출제한(97년)

따라서 이들 화학물질들이 어떠한 제품과 구조물 혹은 건축재에 사용되고 있으며, 인류공동체의 삶에 있어서 어떤 요소에 적용되는지의 여부를 명확하게 규명하고 정의한다는 것은 사실상 어려운 것이 현실이며, 이론적인 바탕은 주로 화학분야에 근거하거나 생체의학 분야에 근거하고 있다.

### Ⅲ. 현업적용을 위한 PATTERN연구

#### 1. 현업적용을 위한 분류

본 연구에서 중요하게 논의하고자 하는 현업적용 형태는 12개 화학물질과 6개의 증금속 규제물질을 포괄하는 물질기능에 근거하여 환경물질 재분류함으로써 환경물질의 사용 및 제조신뢰성을 평가하기 위한 기초자료로 활용할 수 있는 기반을 구축하고자 한다.

물질기능에 근거하는 분류체계는 전자재료, 바이오 메디컬재료, 항공소재, 구조 및 건축분야 재료, 신소재 재료, 광학소재, 화학 재료, 에너지기술 및 환경소재 등으로 대별 할 수 있으며, 다음과 같이 세부적인 분류를 진행 할 수 있다.

##### 1.1. 전자재료 분야의 분류

- 1) Soldering 재료: Pb Solder 및 Pb-Less Solder
- 2) 브롬계 화합물질이 혼합된 난연성 플라스틱 전반
- 3) 전선 피복재
- 4) PCB 및 PWB를 구성하는 기판소재
- 5) 에폭시 전반
- 6) 6가 크롬류 함유 부품류
- 7) 전자파 장애물질 함유 부품류 및 제품재료
- 8) 습기 및 방수용 에폭시 재료 등 다수

##### 1.2. 바이오 메디컬재료 분야의 분류

- 1) 나노기술에 근거하는 초미립자 세라믹 소재
- 2) 납성분이 포함된 아말감 등의 치과용 재료
- 3) 치과용도의 각종 플라스틱 재료
- 4) 성형용도의 각종 실리콘 재료
- 5) 세라믹 기술에 근거하는 각종 인공 골격 재료 등 다수

##### 1.3. 항공소재 분야의 분류

- 1) 세라믹 소재
- 2) 페인트 소재
- 3) 각종 플라스틱 소재
- 4) 경량 구조물 소재 등 다수

##### 1.4. 구조 및 건축분야 재료분야의 분류

- 1) 건축내장 판재: 석고보드, 합판가공보드
- 2) 시멘트 재료
- 3) 건축용 페인트
- 4) 바닥재: 무늬목, 장판
- 5) 벽지: 일반벽지, 방수용 벽지 등 다수

##### 1.5. 신소재 재료의 분류

- 1) 나노기술에 근거하는 각종 신소재
- 2) 환경호르몬 및 내분비계 문제에 대한 미검 정 물질
- 3) CD 및 휴대용 장치에 적용되는 각종 신물질재료
- 4) 컴퓨터 등에 장착되는 신물질 등 다수

##### 1.6. 광학소재의 분류

- 1) 플라스틱 렌즈 및 유사제품의 재료
- 2) 안경테와 관련된 각종 플라스틱 및 금속류
- 3) 휴대용장치에 장착되는 광학기기의 신물질 등 다수

##### 1.7. 화학 재료의 분류

- 1) 에폭시 재료
- 2) 난연 플라스틱 재료
- 3) Engineering Plastic 재료
- 4) 유기물 재료
- 5) 무기물 재료 등 다수

1.8. 에너지기술관련 재료의 분류

- 1)가스용기 재료
- 2)각종 엔진 장치용 재료
- 3)Asbestos(석면)관련 재료
- 4)각종 보온재료
- 5)냉방 및 난방 재료 전반  
등 다수

1.9. 환경소재의 분류

- 1)공기청정기 재료
- 2)정수기 재료
- 3)주방용 세척제  
등 다수

2. 환경물질 분류에 따른 기업의 신뢰성기술 적용방법

No	물질기능분류	신뢰성요구항목	신뢰성 평가기법 적용형태	비 고
1	전자재료분야 1)Soldering 재료 2)브롬계 난연성 플라스틱 3)전선 피복재 4)PCB 및 PWB기판소재 5)에폭시 전반 6)6가 크롬류 함유 부품류 7)전자파 장애물질 함유 부품류 및 제품재료 8)습기 및 방수용 에폭시 재료	1)Pb Less 및 Soldering 특성 2)Non Bromide Plastic 의 난연 특성 유지 3)피복재의 신뢰성 4)Migration 신뢰성 5)저흡습성의 신뢰성 6)Strength 및 수명특성 7)EMS 특성유지 8)저흡습 특성의 유지 및 신뢰성	1)무기재료의 신뢰성 평가기법 및 Arrhenius's Model 2)고분자재료의 신뢰성 평가기법 및 Eyring Model 3), 4), 5) "2)번" 항목과 동일 6)무기재료의 신뢰성 평가기법 및 Creep특성과 PSA 7)EMI 및 EMC 평가기법 전반 8)"2)번" 항목과 동일	
2	바이오 메디컬재료 분야 1)나노기술에 근거하는 초미립자 세라믹 소재 2)납성분이 포함된 아말감 등의 치과용 재료 3)치과용도의 각종Plastic 재료 4)성형용도의 각종 실리콘 재료 5)세라믹 기술에 근거하는 각종 인공 활력 재료	1)인체무해 신뢰성 2)Pb Less 신뢰성 3)Non Bromide특성 4)인체무해 신뢰성 5)Strength 및 신뢰성	1)고분자 및 무기물 신뢰성 2)무기물 신뢰성 3)고분자 재료의 신뢰성 및 Eyring Model 4)고분자 재료의 신뢰성 및 Lason Miller Model 5)복합재료의 신뢰성 및 Eyring Model	
3	항공소재 분야 1)세라믹 소재 2)페인트 소재 3)각종 플라스틱 소재 4)경량 구조물 소재	1)Strength 및 신뢰성 2)공기오염 및 신뢰성 3)인체무해 신뢰성 4)Strength 및 신뢰성	1)복합재료의 신뢰성 및 Eyring Model 2)고분자 재료의 신뢰성 및 Eyring Model 3)유기물 재료의 신뢰성 평가기법 및 Arrhenius's Model 4)복합재료의 신뢰성 및 Eyring Model	
4	구조 및 건축분야 재료 1)건축내장 판재: 석고보드, 합 판가공보드 2)시멘트 재료 3)건축용 페인트 4)바닥재: 부늬목, 장판 5)벽지: 일반벽지, 방수용 벽지	1)Strength 및 인체무해 신뢰성 2)Strength 및 인체무해 신뢰성 3)인체무해 신뢰성 4)인체무해 신뢰성 5)인체무해 신뢰성	1)복합재료의 신뢰성 평가기법 및 Creep 특성 2)복합재료의 신뢰성 평가기법 및 Eyring Model 3)유기물 재료의 신뢰성 평가기법 4)유기물 재료의 신뢰성 평가기법 및 Creep특성과 PSA 5)유기물 재료의 신뢰성 평가기법	
5	신소재 재료 1)나노기술에 근거하는 각종 신소재 2)환경호르몬 및 내분비계 문 제에 대한 미검정 물질 3)CD 및 휴대용 장치에 적용 되는 각종 신물질 재료 4)컴퓨터 등에 장착되는 신물 질	1)인체무해 신뢰성 2)인체무해 신뢰성 3)인체무해 신뢰성 4)인체무해 신뢰성	1)고분자 및 무기물 신뢰성 2)무기물 신뢰성 3)고분자 재료의 신뢰성 및 Eyring Model 4)고분자 재료의 신뢰성 및 Arrhenius's Model	

No	물질기능분류	신뢰성요구항목	신뢰성 평가기법 적용형태	비 고
6	광학소재분야 1)프라스틱 렌즈 및 유사 제품의 재료 2)안경테와 관련된 각종 프라스틱 및 금속류 3)휴대용장치에 장착되는 광학기기의 신물질	1)Non Bromide 및 인체무해 신뢰성 2)인체무해 신뢰성 3)인체무해 신뢰성	1)고분자 재료의 신뢰성 및 Eyring Model 2)유기물 및 무기물 재료의 신뢰성 평가기법 및 Arrhenius's Model 3)복합재료의 신뢰성 및 Eyring Model	
7	화학 재료 분야 1)에폭시 재료 2)난연 프라스틱 재료 3)Engineering Plastic재료 4)유기물 재료 5)무기물 재료	1)저 흡습성 및 정전기 대체특성과 신뢰성 2)Non Bromide 특성 및 Strength 신뢰성 3), 4). "2)번" 과 동일 5)인체무해 신뢰성	1)ESD신뢰성 및 Eyring Model 2)고분자 재료의 신뢰성 및 Lason Miller Model, Eyring Model 5)무기물 신뢰성 및 Strength Model	
8	에너지기술관련 재료 1)가스용기 재료 2)각종 엔진 장치용 재료 3)Asbestos(석면)관련 재료 4)각종 보온재료 5)냉방 및 난방 재료 전반	1)Strength 및 수명특성 2)Strength 및 수명특성 3)인체무해 신뢰성 4)인체무해 신뢰성 5)인체무해 신뢰성	1)무기재료의 신뢰성 평가기법 및 Strength Model 2)무기재료의 신뢰성 평가기법 및 Creep특성과 PSA 3), 4), 5). 복합재료의 신뢰성평가 기법 및 Eyring Model	
9	환경소재 분야 1)공기청정기 재료 2)정수기 재료 3)주방용 세척제	1)인체무해 신뢰성 2)인체무해 신뢰성 3)인체무해 신뢰성	1)고분자 및 무기물 신뢰성 평가 기법, EMI & EMC신뢰성 기법 2)유기물 및 무기물 신뢰성 평가 기법 3)고분자 재료의 신뢰성 및 Lason Miller Model	

#### IV. 결 론

유럽연합 가맹국에서 06년 7월까지 전기, 전자기기를 대상으로 사용이 금지된 6가지의 특정 환경물질인 유해물질에 대해 대부분의 선진국들이 05년 3월말까지 산업용기기를 포함한 전제품에 사용하는 것을 금지하는 방침을 밝히고 있으며, 사용이 금지되는 시기를 종착점으로 하는 각종 환경물질의 신뢰성 평가기법의 개발 및 연구에 전력을 기울이고 있는 것이 국제적인 경향이다. 특히, 유럽연합은 컴퓨터나 가전제품 등의 전기, 전자기기를 대상으로 하여 수은, 납, 카드뮴, 육가크롬, 폴리비페닐, 폴리지페닐에틸의 6가지 유해 물질의 사용금지를 결정한 상태이고, 선진 Maker들을 선두로 이러한 사용금지 물질에 대한 사용 신뢰성 평가가 본격적으로 평가되고 있는 실정이다. 그러므로 국내 각 기업들 역시 환경물질분류에 근거하는 신뢰성기술 적용방법론을 제품의 안전성 측면에서 검토 및 적용하여, 세계적인 환경물질 규제에 적극 대응하는 한편, 기업 이미지를 강화함과 동시에 환경대응을 포함한 세계적인 경쟁력 확보를 목표로 하여야 하겠다.

#### 참고문헌

- [1] Safeware ; system safety and computers : ADDISON-WELSLEY Nancy G. Leveson , University of Washington, 2003
- [2] Accelerated Stress Testing Handbook : Edited by H.Anthony Chan and Paul J.Englert, IEEE PRESS, 2003
- [3] 환경백서 : 환경부 2003년 6월
- [4] E.Tsunashima : IEEE Trans. CHMT, Vol. CHMT-1, No.2, pp.182 - 186, 1978
- [5] K.Sato, Y.Ogata, K.Ohano and H.Ikeo: 18th Reliability Physics, pp. 205 - 212, 1980
- [6] IBM :IEEE Trans 1989
- [7] Three Caps : Environment Reliability Test for Electronic Parts and Electronic Equipment, 1992
- [8] Tree Caps : 고분자 물질의 가속수명시험 방법론, 1997
- [9] Beyond Total Quality Management : toward the emerging paradigm, 1994
- [10] MIL-S- 19500
- [11] Reliability and Degradation of Semiconductor Laser and Leds, 1991
- [12] The vision of Six Sigma : A Roadmap for Breakthrough, 1994
- [13] AT & T Reliability Handbook, 1999
- [14] Introduction to Reliability Engineering, E. Lewis, 1997
- [15] 유럽국가의 다이옥신류 규제기준
- [16] 1) Donald R. Askeland & Pradeep P. Phule의 분류체계 참조, 2003 Brooks/Cole Publishing/ Thomson Learning
- [17] 2) Timo Rintala / Ilari Aho, JP Building Engineering / Motiva Oy의 분류체계 참조, 2003.6