

폐 LCD 해체 후 분리된 CCFL 내 수은의 건식 제거 공정 (한국자원리사이클링학회)

2015. 6. 09

연구개발팀

I 제목 및 저자

- 제목 : 폐 LCD 해체 후 분리된 CCFL 내 수은의 건식 제거 공정
- 저널 : 한국자원리싸이클링 학회
- 저자 : 박재량, 이성규, 강이승, 이찬기, 조성수, 홍명환, 홍현선
- 기관 : 고등기술연구원 신소재공정 센터

II 요약

- 2010년 기준 폐 LCD 발생량은 약 157만대로 추정되며, 폐냉음극관 폐기물은 약 1570만개, 수은 함유량은 31.4kg에 이룸(한국공업화학회,2010)
- LCD 스크린 해체/분리가 어려워, CCFL 해체 중 파손되어 수은이 대기 중에 방출될 가능성이 높으며, 소량 흡입 시 인체에 치명적인 영향을 미칠 수 있음
- 현재까지 연구된 기술들은 대부분 인듐, 유리 등의 유용 자원 회수에만 국한되어 왔으며, CCFL 유해성에 관한 규명은 제대로 이루어지지 않음
- 본 논문에서는 수은/형광체 혼합 분말의 회수 공정 최적화를 위한 lab scale 기초 실험과 pilot scale 시스템 설계를 위한 제반 고려사항과 CCFL 처리 시스템 공정도를 결정하였음

III 논문 내용

- Lab scale 기초실험
 - CCFL 분리 및 절단
 - 수작업으로 2종류(743mm, 904mm)의 CCFL을 회수함
 - CCFL 제거 시 LCD 패널의 제조 방법에 따라 해체 방식도 달라짐
 - 수작업 해체과정에서 CCFL이 파손되는 경우가 있음(노트북이 TV에 비해 파손이 잘됨)
 - 수은/형광체 혼합 분말 분리
 - 형광체 분말 내에 대부분의 고형수은이 존재함(90%이상)
 - CCFL이 파손되는 경우 고형 수은에 의해 환경 및 작업자가 오염될 수 있음

표 1. LCD BLU 내의 수은 분포

LCD BLU	743mm	904mm
	수은 농도[ppm]	수은 농도[ppm]
유리관	1.86 (0.18%)	7.21 (1.25%)
형광체	991.17 (95.97%)	540.32 (93.66%)
알루미늄	39.81 (3.85%)	8.64 (1.50%)
금속류(전선)	-	1.91 (0.33%)
피복	-	18.80 (3.26%)

□ Pilot-scale CCFL 무해화 처리 시스템의 제작 및 평가

- 중앙조절패널, 절단, 이송, 분쇄, 냉각, 분진 포집 및 전기로의 7개 기본단위로 구성
- Pilot-scale 설비를 이용한 CCFL 절단작업
 - 수작업으로 제거한 CCFL은 절단부로 이송되어 전극 부위를 절단함
 - 유리관 끝의 전극부 제거와 유리관의 절단을 위해서 커팅 부 유리관 블록을 설계/제작함



그림 1. CCFL 무해화 처리 시스템(부스) 및 절단 설비

- Pilot-scale 설비를 이용한 수은/형광체 혼합 분말 분리 작업
 - 절단 후 전극은 폐기, 유리관은 수은/형광체 분리부로 이송함
 - 수은의 함량은 $1.86\text{mg/g}_{\text{CCFL}} \sim 7.21\text{mg/g}_{\text{CCFL}}$ 임
 - CCFL 4ea/batch씩 분말 분리부에서 압축공기(0.2MPa)를 이용하여 분리함

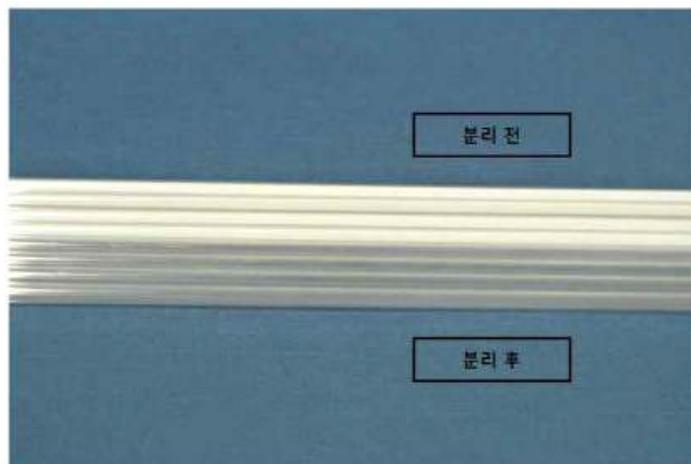


그림 2. 압축공기를 이용하여 CCFL 내 분말 제거 사진

- Pilot-scale 설비를 이용한 CCFL 유리관의 파쇄, 수은제거 및 포집
 - 수은/형광체 제거 후 남은 유리관은 파쇄 → 550℃ 열처리로 잔류수은 제거 → 열처리 된 수은 기체를 활성탄을 이용하여 흡착 포집
- Pilot-scale 설비 종합평가
 - 유리관 절단 : 4ea/10s, 이송 : 4ea/5s
 - CCFL 처리 용량 : 48kg/day(CCFL 평균무게 : 10g)
 - CCFL 내 수은 제거율(압축공기 + 열처리) : 99%이상(단, 참고문헌을 통해 측정함)

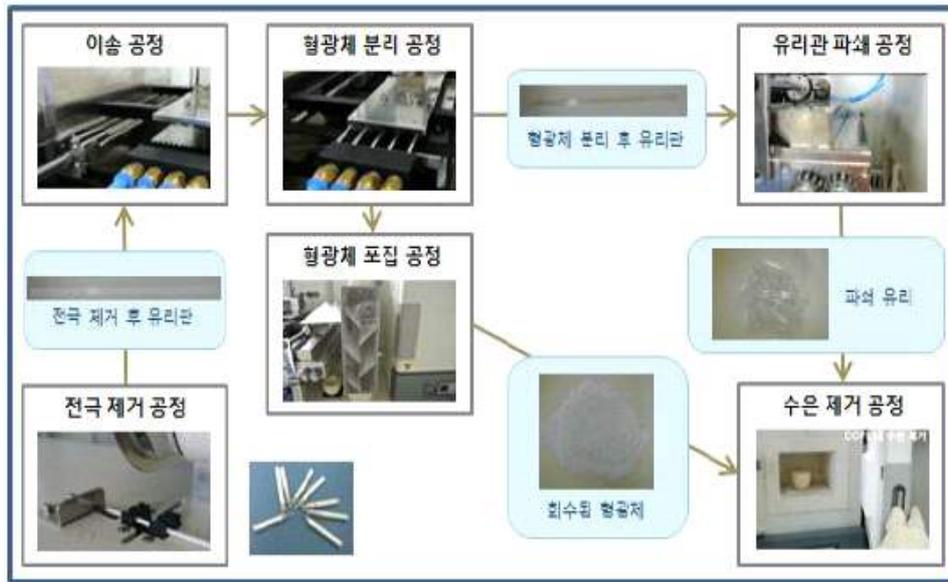


그림 3. CCFL 무해화 처리 공정 순서도

- ☞ CCFL 회수시간(수작업)을 tactime에 포함시킨다면 처리용량이 줄어들 것으로 보임
- ☞ 무해화 처리 시스템(부스)는 RC내 적용 가능할 것으로 보임
- ☞ 고온의 열과 활성탄이 지속적으로 필요하기 때문에 그에 대한 고려가 필요함
- ☞ 실제 공정을 본 다면 RC내에 제작시 도움이 될 것으로 간주됨

- 향후 폐 FPD 해체·처리 공정 개발시 LCD BLU로부터 CCFL 회수하는 연구에 대한 참고가 될 것으로 판단됨
 - 현재 진행 중인 ‘폐FPD 해체·처리 최적화 공정 방안 연구 및 경제성 분석 과제 추진 계획’ 용역과 함께 참고한다면 처리용량과 작업환경을 동시에 고려한 공정 설계 가능
 - 현장 적용시 LCD에서 CCFL을 회수하는 시간이 tactime 개선에 keypoint가 될 것으로 판단됨

- 물리적 공정 외에 필요한 화학적 공정(열처리, 활성화탄)에 대한 검토 필요
 - 전기로나 활성화탄 포집소의 구입 및 제작에 대한 검토가 필요함
 - 지속적으로 전기로나와 활성화탄에 대한 유지 및 연구에 대한 전문가가 필요할 것으로 보임

- 국외에서 개발한 수은제거 시스템과 기술적 비교 검토 필요
 - MRT, Blubox에서 개발한 수은 제거 시스템에 비해 가격 면이나 기술적 검토가 필요함
 - 국내 RC에 더 적합한 기술의 선정에 대한 검토가 필요함

- 국내 RC에 적용 할 경우 필요한 제반사항 등 추가 검토 필요
 - Pilot 단계의 공정이기 때문에 실제 RC에 적용할 경우 필요한 사항들의 재검토가 필요함(면적, 경제성분석 등)

- 수은 및 형광체를 유가물로 생산할 수 있는 가능성 검토 필요
 - 무해화 처리 시스템으로부터 얻은 수은과 형광체를 재활용 할 수 있는 가능성을 함께 검토한다면 RC의 이익을 도모할 수 있을 것으로 보임