



Sasakura 전해 오존 처리기의 효과와 코로나 방전 오존 처리기와의 비교

(주)뉴스엔지니어링 자료제공

1. 서론

오존은 화학식 O_3 로 표기되며 산소 분자에 원자상 산소가 작용해서 생성되는 산화력이 강한 가스로 태양광에 의해 대기 중에 발생하며 강한 산화력을 갖고 있다. [표 1]에 그 측정치를 나타낸다.

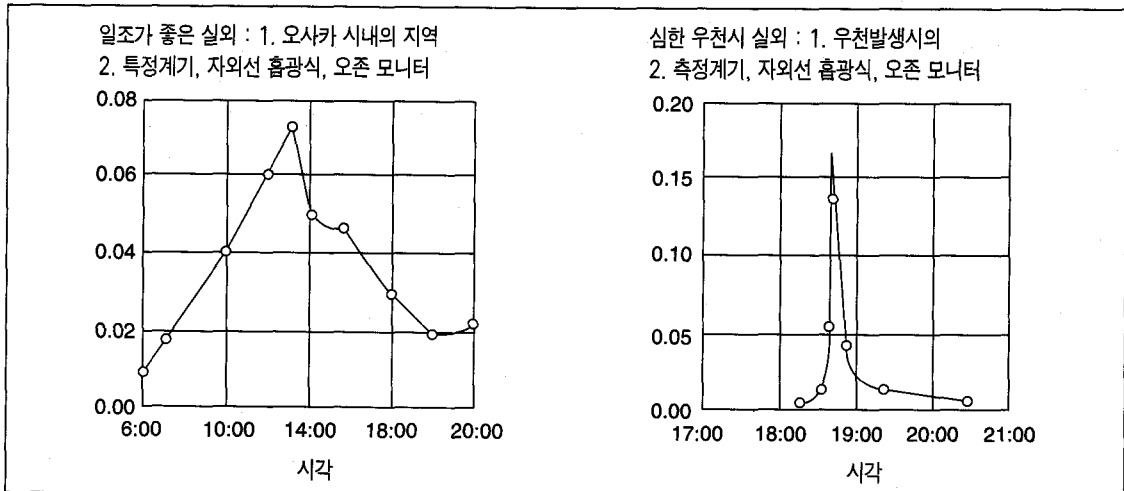
노동성에 의해 정해진 작업환경상의 억제 농

도는 0.1ppm이지만 번개 그리고 비오는 날 단기간에 이 기준을 초과한다. 오존은 이 기준보다 낮은 정도(약 0.05ppm)에서도 특유의 냄새가 있다.

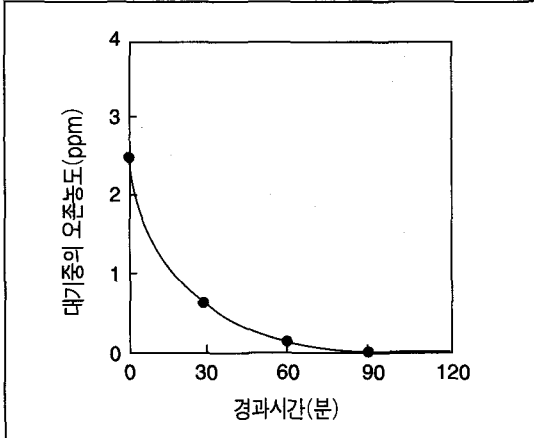
0.2~0.5ppm 정도면 인체의 호흡 시에 영향이 있는 불쾌감, 목의 자극, 기침, 두통 등의 증상이 있다.

따라서 오존의 출구 부근은 효과적인 강제 흡

[표 1] 오존 농도 측정 예



[표 2] 오존 농도 경시 변화



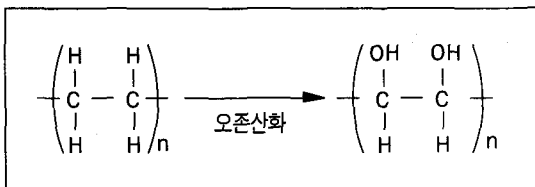
입에 의해 옥외에 배출해서 작업 환경에 오존 냄새가 나지 않도록 하지 않으면 안된다. 실내에 남아 있는 오존은 [표 2]에 보여지는 것과 같이 자연히 자기 분해 해서 산소가 되어 완전히 소멸된다.

오존의 사용은 폐수처리, 정수처리, 식품 공정, 의학 분야, 라미네이팅 공정 등에서 사용되고 있다.

2. 오존 에어 효과

폴리에틸렌 등의 필름 표면은 오존에 의해 산화되어 [표 3]과 같이 친수기가 생겨 종이의 셀

[표 3] 오존에 의한 산화



루로이스와 친화성이 좋아져서 접착강도를 향상하는 것이 가능하며 PE 수지의 온도를 저하시키며 PE 수지의 냄새 제거 등의 효과가 있다. 품질 면에서는 필름 층간의 접착 강도, Heat seal성, Hot tack성, PE 수지 냄새 제거, 투명성, 광택 등이 있다. 접착 강도의 향상 배합은 오존량과 농도, 접촉시간(라미네이트 처리 속도), 용해 수지의 온도, T-die와 님롤 및 냉각롤 사이에 접촉하는 에어 갭, 님압, 수지의 종류 등 많은 조건이 있다.

특히 중요한 습윤상태에서 라미네이트 필름의 접착 강도는 2배 이상으로 향상시킨다.

3. 전해법 오존 발생장치의 원리

고체 고분자 전해질 막을 다공질의 양극과 다공질의 음극으로 좁혀서 양극에 순수한 물을 공급해서 직류 전압을 공급하면 양극에 있는 순수한 물은 전해된 산소가 발생한다.

수소 이온은 고체 고분자 전해질 막의 중앙을 이동해서 음극에 도달해서 수소 가스가 된다.

이 때 양극에 오존 전해 합성에 우수한 촉매 전극을 이용하면 수소와 함께 오존이 발생한다.

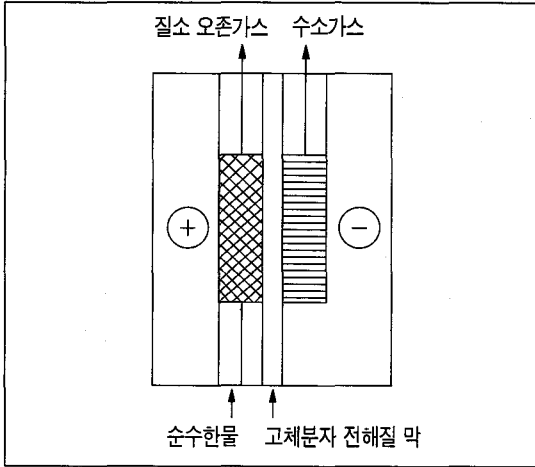
이러한 새로운 전해 기술의 개발에 의해 순수한 물에서 오존이 발생하게 된다. [표 4]에 전해조의 모식도를 보여 준다.

전해조에서 발생한 오존 가스는 적당한 기체액 분리 탱크에 도달해서 원료 순수와 분리해서 인출해서 콤프레셔 또는 공장 설비의 공기와 혼합해서 소정의 오존에어 농도에 조정 후 공급한다.

오존에서의 농도는 기체 상태의 오존 모니터



[표 4] 전해도(모식도)

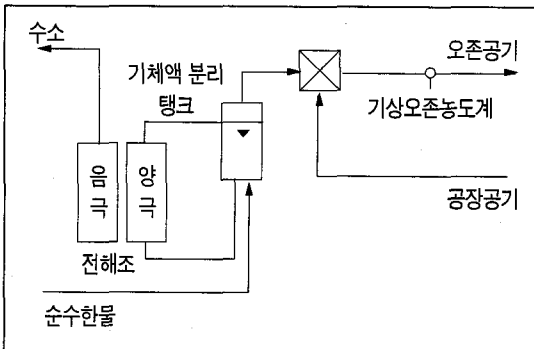


를 이용해 검출해서 오존가스 발생량을 직접 증감해서 일정치로 제어한다.

전해조의 음극에서 수소가 발생하지만 전용 파이프를 통해 실외에 방출한다. [표 5]에 개략의 계층을 보여 준다.

오존 발생량은 라미네이트 필름 장치의 크기에 의해 여러 종류 모델이 있지만 100,120,160,240,320g/h가 일반 모델이다.

[표 5] 오존에어 공급계층도



4. Sasakura 전해법 오존 처리기

4-1. 오존에어농도

오존 에어의 오존 농도를 자유롭게 선택 가능하다. 오존 마스터에서 발생하는 오존 가스는 특별히 조작할 필요가 없고 200~250g/Nm³ 이라고 하는 고농도로 만드는 것이 가능하다.

이 농도는 통상의 공기에 무성방전(코로나)에 의해 생성된 오존(10~20g/Nm³)의 약 10배이다.

따라서 금후는 공기의 유량비를 변화시켜서 요구하는 오존에어의 농도를 조정하는 것이 가능하다.

오존 농도와 접촉 시간과 용융필름 표면의 산화도합은 일정한 관계가 있다고 생각된다. 농도가 낮은 오존에어를 다량으로 불공급하는 것은 주위에 오존이 손실되기도 하고 용융필름에 동압이 변해서 좋지 않다.

이 점 전압 오존은 비교적 농도가 높은 소량의 오존 에어를 만들어 필요한 부분에 작용시키는 것이 가능하기 때문에 이점이 평가되는 것은 아닌지 생각된다. 그러나 200~250g/Nm³의 고농도 오존 가스를 그 농도까지 용융필름에 접촉시키면 자연 발화하기 때문에 이점에 대해서 특별한 주의가 필요하다.

4-2. 무질소

질소(NOx)가 없다.

공기의 무성방전에 의한 오존에는 방전 시 공기 중의 질소로 산화되어 질소(NOx)가 발생한다.

그 양은 공기의 질에 의해 큰 차가 있지만 이

[표 6] Sasakura 순수 전해법과 코로나 방전법 비교

구분	순수 전해법	코로나방 전법
원료 및 전처리	순도수가 원료, 오존교환식 순수기	공기가원료, 압축기, 냉각제습기, 흡착건조기
오존순도	순수에서 저전압으로 발생하므로 불순물이 없음	공기에서 고전압으로 발생하므로 전극의 먼지와 질소가 발생하여 기계와 냉각물의 부식 원인이 되어 냉각물의 부식 방지 대책이 필요
오존농도	200~250g/m ³ (15~18wt%) 고농도 오존수가 용이	20~30g/m ³ (수천 PPM~수 wt%) 고농도 오존수는 곤란
오존발생전극	수중에서 안정된 오존발생 소모가 없기에 장수명	공기중에서 불안정한 경향이 있음, 소모형으로 단수명
장치전원	DC 10~20volts	AC 5,000~10,000volts
장치의 크기	물이 원료, 고농도로 크기가 1/3정도로 작음	공기를 흡입하므로 크기가 3배 큼
소음	회전기가 없어 조용함	압축기는 소음이 큼

상적인 상태에서 약 500ppm정도이다.

이 오존 가스를 공기와 혼합해서 또 공기에 불어 공급하며 공기 중의 수분과 반응해서 초산(HNO₃)를 생성해서 금속의 부식을 촉진시키며 냉각 물의 손상과 기계 부식의 원인이 된다.

전해 오존은 방전 부분이 없고 오존과 질소를 혼합해서 질소(NO_x)가 생성되는 것이 아니고 질소(NO_x)가 없는 오존 에어를 공급하는 것이 가능하다.

4-3. 설치 공간

이 장치는 콤프레셔가 필요없고 오존 발생량 120g/h의 모델로 그 장치의 크기는 1150mm 폭 × 1300mm 높이이다.

면적은 같은 용량의 코로나 타입의 오존 처리기의 1/2이다.

4-4. 소음

이 점에 있어서도 콤프레셔를 필요로 하지 않아 당연히 소음이 없는 장치이다.

4-5. 유지보수

코로나 방전은 공기 필터의 교환이 필요하며 전해법 오존은 순수한 물 중에서 전극 면적에서 전기 화학적으로 코로나 방전과 비교해서 조용히 오존이 발생한다.

다시 말해서 순수한 물 중에서 작동하기 때문에 스케일의 발생과 부식 오염의 축적과 같은 것이 없는 내구성 유지보수에서 우수한 장점이 있다.

순수한 물 장치는 정기적으로 재생품과 교환하지만 통산 1년에 1회 전도, 전해질 막도 통산 2~3년에 한번 교화하는 것이 좋다.

콤프레셔의 회전기가 없고 공기 필터의 유지보수성에서 장점이 있다.

5. 사용 예

5-1. 오존을 이용해서 PE 수지 온도를 내리는 것이 가능한가?

1) PE 수지 온도 320℃에서 280~300℃를 떨어뜨리는 것이 가능하고 사용 예가 있다.



[표 7] 압출 라미네이트 가공에서 개선 사례 1

(주)뉴스엔지니어링실적자료 제공

라미네이트 구성	기존 기계 속도	기존 수지 온도	오존처리시 기계 속도	오존처리시 수지 온도
1. PET + PE resin(12~25micron) (20micron)	80M/Min	320℃	120M/Min	280℃
2. OPP (20micron) +PE resin (15micron) +Aluminum foil(60micron)	100M/Min	320~330℃	150M/Min	300℃

[표 8] 압출 라미네이트 가공에서 개선 사례 2

일본 무즈미 화학 제공

라미네이트 구성	종래(오존 처리 없는 경우)	오존 처리 사용시
1. 종이 + 폴리에틸렌	200/m분	300/m분(50%UP) (기계의 한계 속도)(50% 속도 상승)
2. 흡수지 + 폴리에틸렌 + 부직포	210/m분	280/m분(33%UP) (33% 속도 상승)
3. 세로판 + 폴리에틸렌	120/m분	160/m분(33%UP) (33% 속도 상승)
4. OP, PET + 폴리에틸렌	140/m분	200/m분(43%UP) (43% 속도 상승)

LDPE와 같이 고온 압출 수지의 경우 오존을 사용하지 않으면 접착력이 나빠져서 기계 속도를 저하시켜 운전하지 않으면 안된다.

오존을 사용해서 기계속도를 저하시키지 않고 운전이 가능하다.

저온수지를 이용하고자 하는 경우 오존이 필요하다.

2) 라미네이트 품질은 용융수지의 산화도를 어떻게 산화시키는가에 달려 있다.

① 냄새

압출 코팅은 충분한 접착력을 보유하고자 통상 300℃ 이상의 가공이 이루어지는데 이를 위해 저분자 물이 발생해서 냄새의 원인이 된다.

② 접착성

압출코팅용 수지는 접착성이 나빠 각종 처리가 필요하다.

LDPE와 같이 극성을 가지고 있지 않은 수지의 경우 산화작용에 의해 칼보닐기 등의 극성을 용융상의 제품수지 접착 면에 형성이 필요하다.

이 방법으로서 LDPE의 경우 수지를 300℃ 이상의 고온에서 압출해서 공기 산화시키는 것이 일반적이다.

③ 히트실링성

기재에 코팅재가 충분히 접착하는 것이 전체되어야 한다.

이를 위해 압출 수지의 표면이 적당히 산화하지 않으면 안된다.

저온 히트실링성은 가공온도가 낮은 쪽이 좋은

결과를 얻습니다.

히트실링성의 향상을 위해 기재와의 접촉에 필요한 최소한의 산화를 압출 수지와 필름에 부여하는 가공조건이 필요하다.

④ 열간 실링성

히트 실링 후 내용물이 충전 후 실링부의 내용물의 중력이 분리력에 의한 움직임에 대해 히트실링 강도가 된다.

열간 실링성은 고정도의 수지에 의해 좋아지지만 실제 가공시의 압출 필름의 산화에 의해 압출 장력의 증대에 의해 영향을 받는다.

⑤ 용융상의 산화도를 결정하는 조건은 수지 온도, 에어 갭, 가공속도이다.

수지온도가 높을수록 에어 갭이 길수록 산화도가 커진다.

에어 갭이 길수록 가공속도가 길어져서 산화도가 커진다.

하지만 수지의 온도가 높을수록 PE특유의 냄새가 나는 문제점이 있다.

⑥ 수지의 온도를 내리면 접착력이 나빠진다.

오존을 사용해서 수지를 강력히 산화하기 위해 용융수지의 형성막이 가능한 온도까지 떨어뜨리는 것이 가능하다(이 때 냄새가 없어진다).

⑦ 오존은 대단히 강력한 산화작용을 하는 물질이 있어 고온환경에서 쉽게 산소에 분해하는 성질을 가지고 있다.

T-die에 의해 압출 된 필름에 오존을 공급하면 고온화에서 오존은 대단히 불안정상태가 되고 압출 필름과 반응해서 산화작용이 쉽게 이루어진다.

⑧ 오존에 의한 강제 산화의 경우 에어 갭에

의한 공기산화가 필요없다(필름온도가 저하되지만 접착력은 증가한다).

산화도의 상태에 의해서 칼보닐기의 생성량으로 볼 수가 있다.

PE를 오존에 의한 강제산화와 통상의 공기산화를 비교하면 명확히 오존을 사용하는 것이 칼보닐기가 다량으로 생성된다.

이것이 저온실링과 접착성을 향상시키게 된다.

⑨ 개선 효과

- PE 수지온도 저하, PE 수지의 취기가 없어짐, 접착력 증가, 생산속도 향상

5-2. OPP와 일루미늄 호일의 오존 처리시 접착 강도 개선과 생산 속도 향상이 가능한가?

개선 효과 다음과 같다.

- 접착력 증가
- 생산 속도 향상
- PE 수지온도 저하

6. 결론

상기의 자료와 같이 압출 라미네이팅의 경우 오존을 사용해서 품질 향상과 생산성 향상의 효과가 있어 오존 사용 후 사용 업체에서 기대 이익 이상의 효과를 얻고 있는 것으로 알려지고 있다.

또한 압출 라미네이팅의 품질 향상과 생산 속도를 높이기 위해 냉각 성능의 개선을 위한 히트 파이프 냉각 롤, 파우더 스프레이의 개선을 위한 논 파우더 NP 냉각롤 등의 설비 개선을 통해 품질 향상과 생산성 향상의 극대화가 필요하다. ☐