

페타이어 연료화와 대기공해 방지시설

이 치 선*

현재 미국 내에 야적되어 있는 페타이어 양은 약 20~30억개로 추산되고 있으며 매년 버려지는 약 2억 5천만개중 약 1억 7천만개의 페타이어가 추가로 야적되고 있는 실정이다. 이 야적 페타이어는 화재의 위험은 물론 환경, 국민건강 및 안전에 해가 되어 미국에서 근년에 페타이어를 대량으로 소모할 수 있는 방법을 모색, 실천하고 있다. 지금까지 알려진 대량소모방법으로는 페타이어로부터 열을 회수하는 방법이 가장 유망하며 석탄대체용으로의 사용이 증가되고 있다. 그리고 페타이어는 석탄에 비해 열량이 높을뿐만 아니라 tire-derived fuel (TDF)은 석탄에 비해 가격이 저렴한 잇점이 있다.

페타이어를 대량으로 소모할 수 있는 가장 유망한 방법은 시멘트 공장 킬른, 제지 공장 보일러, 석탄연료 화력발전소 그리고 100% 페타이어를 연료로 에너지를 회수하는 시설들이다. 물론 페타이어를 대체연료로 사용하는 첫째 목적은 연료비를 절약하는 데 있으며 석탄 외에 다른 연료와 비교해도 저렴하다. 지금까지 알려진 바로는 페타이어의 연료로서의 가격은 석탄을 1로 정했을 때 다른 연료와의 비교는 다음과 같다.

천연가스	2.5
벗짚	0.9
목재	0.7
코크스	0.6
페타이어(파쇄형)	0.6

그리고 석탄과 타이어의 열량을 비교해보면 석탄은 6,500kcal/kg에 비교 페타이어는 평균 8,000kcal/kg으로 월등히 높으며 페타이어의 열량을 휘발유와 비교해 보면 타이어 한 개의 에너지는 약 10ℓ의 휘발유와 맞먹는다. 이는 승용차가 1ℓ로 10km를 간다고 했을 때 한 개의 타이어는 약 100km를 갈 수 있는 에너지가 함유되어 있다는 계산이다. 물론 페타이어로 차를 움직일 수 없으나 페타이어를 최대한 에너지원으로 이용함으로써 석유수입을 크게 줄일 수 있다.

각종 타이어 열량비교

Tire Cord 종류	kcal/kg
Fiber glass	7,769
Steel-belted	6,382
Nylon	8,289
Polyester	8,202
Kevlar-belted	9,380

미국에서 페타이어를 기존시설에 연료로 사용하려 할 때 주정부로부터 약간의 보완 시설 허가와 대기배출검사 그리고 CEM (Continuos Emission Monitoring)시설이 요구된다. 미국 대기보존법은 국민의 건강

S.-AEP(United States Asia Environmental Partnership) 所長

과 안전을 해치는 criteria 배출물로부터 보호하는 데 목적을 두고 제정되었다. criteria 배출물에는 먼지, 아황산, 오존, 질소, 일산화탄소 그리고 납(lead) 등 여섯 가지가 있다.

그 외에도 non-criteria 대기오염물질로는 polynuclear aromatic hydrocarbons, volatile organic compounds (VOCs), dioxins, furans, total hydrocarbons, arsenic, cadmium, nickel, zinc, mercury, chromium, vanadium, hydrogen chloride, benzene, and PCBs 등이 있으며, 페타이어 소각시설에서 배출될 가능성이 있으나 아직은 이에 대한 세부적 배출검사는 많이 시행되지 못한 상태이다.

페타이어를 연료로 사용하는 시설에서 배출되는 대기공해 방지시설로는 사이클론, 백필터, 전기집진기 그리고 스크러버 등을 들 수 있다.

이 모든 방지기구들은 대기공해 배출가스 중에서 주로 먼지를 제거하는 역할을 하게 된다. 대기배출가스를 실험한 결과 페타이어를 연료로 사용할 때 미세먼지와 검댕이 형태로 배출이 증가하는 현상을 나타내고 있으나 고성능 백필터나 전기집진기로 거의 제거된다. 특히 전기집진기는 페타이어 소각, 대기오염 배출가스에서 탁월한 효과를 나타내고 있다고 알려졌다. 여기서 강조되는 것은 대기공해 방지시설의 선택은 환경, 에너지 그리고 경제영향을 검토해 결정하게 된다.

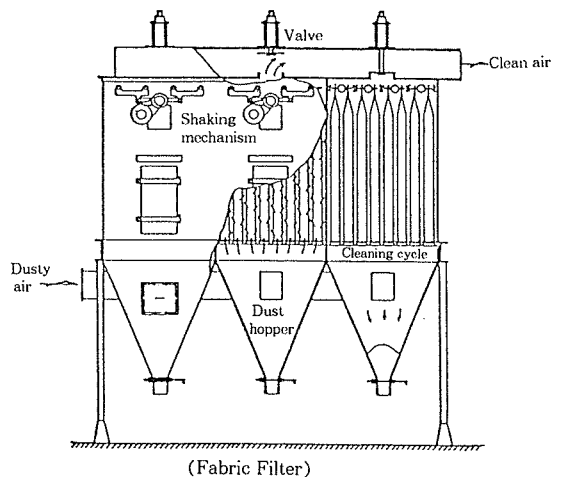
여과집진장치(Fabric Filter)

여과집진장치는 여과 백(bag)과 백을 유지하는 cage 그리고 먼지를 백으로부터 털

어내는 장치로 되어 있는데 원리는 배출가스를 여과 백으로 통과시켜 분리, 포집하는 장치로 가정에서 사용하는 진공청소기의 원리와 같다. 즉, 오염된 배출가스는 백의 안쪽으로 들어가서 밖으로 나오거나 백의 바깥쪽에서 안쪽으로 빠져나오도록 설계되었다. 일반적으로 가장 많이 사용되는 여과 백은 원통형으로 배출가스의 양에 따라 몇 개에서 수백 개의 백으로 여과집진장치가 되어 있다.

여과집진에서 중요한 부분은 백에 포집된 먼지를 털어내는 방법으로 pulse jet형, 진동형, 그리고 역기류형 등이 있다.

우선 pulse jet형은 백 상부에 장치한 venturi와 nozzle에서 압축공기를 일정시간마다 분사(500-100 millisecond)해서 백에 부착된 먼지를 제거한다. 그리고 진동형은 백을 기계적으로 진동하여 먼지를 털어내는 데 먼지의 크기가 작을수록 효력이 적어지는 단점이 있다. 그러나 진동수를 크게 하면 효과를 올릴 수 있다. 역기류형은 여과기류를 막고 반대방향으로 기류를 통과시킴으로써 백 표면이 변형되어 먼지가 떨어진



다. 특이한 점은 기계적인 자극이 적어 백의 손상이 적다.

여과집진장치는 건식 스크러버와 같이 결합하면 스크러버에서 배출된 흡수제가 백표면에 쌓여 효과적인 산 가스 중화역할을 동시에 하게 되고 비교적 낮은 온도에서 중금속 제거에도 효과적이며 여과집진장치는 일반적으로 99% 이상의 집진효율을 낼 수 있으나 단점으로는 시설투자가 적은 반면 운영비가 비교적 많이 든다.

전기집진기(Electrostatic precipitator)

전기집진기의 배출가스에 포함된 먼지 제거에 주목적을 두고 있는데 집진장치로 통과하는 먼지 입자에 대전을 일으켜 먼지를 집진극 쪽으로 끌어들이어 포집되도록 설계되어 있다. 전기집진장치는 corona방전을 일으키는 방전극(음극)과 충전된 입자를 집진하는 집진극(양극), 집진극에 부착된 먼지에 진동을 주어 떨어뜨리는 타봉과 먼지 퇴적에 사용되는 hopper로 구성되어 있다. 전기집진기는 건식과 습식으로 분류되는데 건식인 경우 평판형이고 습식인 경우에는 관형이 보편적이다. 전기집진기 효율에 가장 영향을 주는 것은 먼지 입자의 저항률(resistivity)로 이 저항률은 연료의 특질, 먼지의 배포 그리고 배출가스 특성에 따라 변화한다. 연료의 특질로는 재, 염화물, 그

리고 금속들이 검댕이 조성에 영향을 주게 되며 이런 요소들의 큰 변동은 먼지 입자의 저항률에 영향을 주어 집진기의 효력을 떨어뜨린다. 배출가스의 특성으로는 온도, 습도, 그리고 배출가스 양이 먼지의 저항률에 영향을 주게 되어 집진효율을 좌우한다. 그리고 전기집진기의 장점은 높은 집진률과 압력손실이 적으며 보수가 간편하고 보수비가 적게 들며 전력소비가 적고 대용량 가스 처리도 되나 시설투자비가 많이 드는 것이 단점이다.

Selective Non-Catalytic Reduction(SNCR)

SNCR은 산성비의 주범인 질소산화물 배출을 방지하는 데 주로 사용되고 있는데 원리는 배출가스에 포함된 질소산화물과 암모니아가 화학반응을 일으켜 무해한 질소와 물로 변화시킨다. 배출가스온도가 높을수록 질소산화물의 양이 많아지고 반대 온도가 낮아질 경우 화학반응이 급격히 저하된다. 가장 이상적인 반응온도는 960℃로 질소산화물 저감 반응온도 범위는 875℃에서 1100℃ 내이며 암모니아는 배출가스의 적정 반응온도와 residence시간을 선택해서 주입시킨다.

현재로는 두 가지 SNCR 방법이 실용되고 있는데 Thermal De-NOx와 NOx-Out Process 등이 있다.

우리 도로에는 우리나라 타이어