

폐자동차엔진윤활유의 재활용에 관한 연구

최연석, 최갑석, 김한석, 김관태
한국기계연구원 연소환경그룹

Reuse of Wasted Automotive Lubricating Oil

Yeon Seok Choi, Kab Seok Choi, Han seok Kim, Kwan Tae Kim
Korea Institute of Machinery & Metals
Combustion & Environmental Eng. Group

서론

우리나라의 연간 폐자동차엔진윤활유 발생량은 약 20만톤정도이며 이 중에서 약 40%정도만 회수되어 재생연료유로 재활용되고 나머지는 불법으로 유통되거나 무단방류되므로 심각한 환경문제를 발생시키고 있다. 현재 우리나라의 폐윤활유 처리에 관한 규정은 '90년 제 90-12호의 환경처 공고[1]에 의해 폐윤활유의 발생원인제공자인 자동차윤활유제조 및 수입업자들에게 회수·처리책임을 부여시켰다. 윤활유 제조 및 수입업자들은 윤활유공업협회에 폐윤활유 회수처리에 관한 위임계약을 체결하고 동협회는 회수처리업체를 지정하므로 회수가 될수 있도록 하였다. 또한 폐기물 관리법에서는 윤활유의 65%에 대하여 폐기물회수처리 비용을 미리 예치토록 하고 처리업자의 폐윤활유 회수·처리량에 따라 예치금을 반환청구할수 있게끔 정하므로 폐윤활유에 의한 환경오염을 막고자 하고 있다.

그러나 기본적으로 35%의 폐윤활유는 임의로 사용될수 있음을 법적으로도 인정하고 있을뿐만 아니라 실제로 회수되지 않는 양은 이를 훨씬 초과하고 있다. 현실적으로 전량 회수가 불가능하고 취급자의 인식이 부족한 현상에서는 불법유통이나 무단방류등의 폐단을 막을수 없기때문에 새로운 대책이 마련되어야 한다. 미국 및 캐나다의 경우 이런점을 인정하고 불법유통이나 무단방류에 의한 환경오염을 막기위해 500,000Btu/h급까지의 난방기에는 배연가스의 외부배기 및 자가교환(DIY)에 의해 배출된 폐윤활유에 국한한다는 전제하에서 폐윤활유를 사용할수 있도록 허용하고있다.[2] 국내에서도 대기배출허용기준을 준수할수 있도록 유도하면서 적정량의 사용을 허용하는 방안을 검토해볼 필요가 있는것으로 사료된다.

본 연구는 자동차 폐윤활유의 직접사용연료로서의 가능성조사를 위해 폐윤활유내의 금속함유성분, 실제 연소시 배출가스성분, 발열량, 분무특성을 연구하였다.

자동차폐윤활유의 성상 및 연소실험

일반적으로 자동차폐윤활유의 연소시 가장 우려되는 것은 배출가스중의 금속성분이며 다음으로 SOx, NOx, CO와 같은 유해가스와 분진인데 Hg,As를 제외한 금속성분의 대부분은 flyash속에 함유되어 배출되게된다. 다음은 수거상태에서의 폐윤활유속에 함유된 금속성분을 ICP/AES로 분석한 것이다.

표1. 자동차 폐윤활유 함유 금속성분분석

단위 : $\mu\text{g/g}$

구분	Mg	Cr	Fe	Cu	Pb	Zn	Ca	As	Hg	Cd
필터전	520	3.9	34.2	17.3	25.5	590	1400	-	-	0.5이하
필터후	530	4.1	35.1	17.1	25.2	580	1300	-	-	0.5이하

표1을 보면 인체에 유독한 중금속성분인 Cr, As, Hg, Cd는 미량만 함유되어있음을 알수있다. 표2는 캐나다의 SRC에서 분석한 자동차폐윤활유의 배출가스중에 함유된 금속성분을 분석한 것이다.

표2. 자동차 폐윤활유 연소배출가스 함유 금속성분(캐나다 SRC 자료)[3]

구분	배출총량기준(mg/h)	배출농도기준	우리나라기준
As	0.5	0.6 ppb	3 ppm
Cd	2	$8 \mu\text{g/m}^3$	$1000 \mu\text{g/m}^3$
Cr	6	$25 \mu\text{g/m}^3$	$1000 \mu\text{g/m}^3$
Hg	-	0.01 ppb이하	5 ppm
Pb	234	$946 \mu\text{g/m}^3$	$10000 \mu\text{g/m}^3$

주성분이 C20의 파라핀계오일로 구성되어있는 윤활유를 Bomb Calorimeter로 측정한 발열량은 10,500Kcal/Kg로서 일반 경유나 중유와 비슷한 값을 나타내었다. 연소성능 및 배연가스분석실험을 위해 사용한 캐나다 Reznor사 heater장치의 구성은 그림1과 같으며 배출가스의 분석결과는 SO₂ 50ppm, CO 500ppm, NO_x 75ppm으로 대기배출기준을 만족하였다.

연소성능을 좋게하기 위해서는 약 70°C 정도의 예열을 하였으며 이류체노즐을 이용한 Air Atomizing으로 양호한 분무상태와 화염대를 형성하였고 연소실내부온도는 최고 900°C까지 측정되었다.

자동차폐윤활유용 분무노즐은 이물질에 의한 막힘을 방지하기위해 filter설치가 필수적이고 또한 노즐직경은 양호한 화염상태를 유지하는 범위내에서 가능한 한 크게 하는것이 좋다. 노즐의 막힘현상때문에 노즐이 없는 방식인 표면증발에 의

한 연소를 하는 증기포트(vapor pot)방식이나 rotary cup버너형식의 소각로도 고려할수있지만 이들은 연소효율이 낮다는 단점이 있다. 또 불완전연소에 따른 연소 효율저하로 공해성가스의 배출도 많아지게된다.

본 연구에서는 연소효율이 가장높은 노즐분무형으로 개발대상을 정하고, 직경 1 ∅의 외부혼합식 이류체 노즐형, 처리용량 10 l/h소각로를 설계사양으로 정하고 예열 및 분무실험, Malvern을 이용한 SMD(Sauter Mean Diamter)측정실험을 하였다.

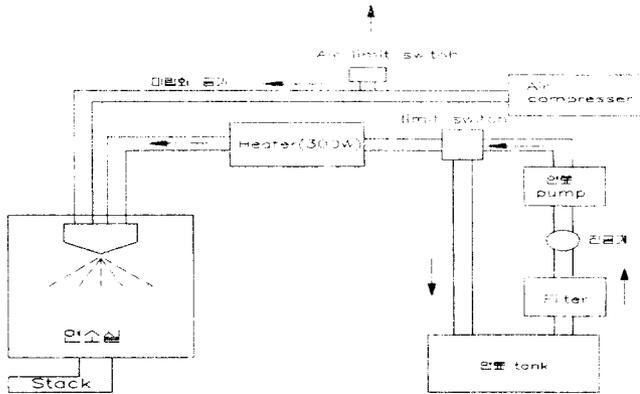


그림 1 연소장치 구성도

예열온도는 벵커 C유의 예열온도를 참고로 하여 70°C로 정하고 최적인전조건도 출을 위한 실험을 수행하였다.

설계유량에 맞는 폐유공급압력은 0.3kgf/cm²였으며, 또한 일반적으로 액적연소가 가능한 SMD가 60이하임을 감안해서 설계치를 40 - 50 정도로 하였고 그때의 분무공기 압력은 0.5Kgf/cm²로 나타났다.

폐기물의 조성 및 공급공기비에 의해서 발생하는 연소가스의 부피는 다음과 같으며, 가스의 연소실내 체류시간을 증가하므로서 연소효율을 높일수 있다.

$$Gw = (m-1)A_o + 8.867C + 32.3H = 3.33S + 0.8N + 1.244W - 2.63O \quad (Sm^3/Kg)$$

Ao : 이론공기량

m : 공연비

C,H,O,N,S,W : 폐기물조성원소량

연소실 용적은 공연비 m=1.2로 하고 계산된 연소가스량과 폐기물소각로설치기준에 의한 체류시간을 고려하여 0.5m³으로 하였다.[4,5]

결과 및 고찰

자동차폐윤활유를 연소전 조성과 연소배출가스분석 실험을 한 결과 대기배출기준범위를 만족할수 있음을 확인하였다. 외국의 경우 일정량에 한하여 heater연료로 사용할수 있도록 허용하여 불법유통이나 무단방류에 의한 환경오염방지효과를 얻고있음을 고려해볼때 국내에서도 에너지절약 및 환경보전의 측면에서 직접 연료로서의 사용방안을 검토해볼 가치가 있는것으로 판단된다. 이를 위해서는 적절한 여과장치나 분무노즐및 예열기등의 적절한 연소장치의 개발이 필요하다.

참고문헌

1. 환경처고시 제91-90호(1991.12.31)
2. Harry M. Freeman, "Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment & Disposal", McGraw-Hill(1988)
3. Wallace K., SRC Publication No. E-2800-4-C-94, Saskatchewan Research Council(1994)
4. 日本環境整備研究會, "廢棄物焼却爐 - 計劃の設計", 明現社(1981)
5. 전국환경관리인연합회, "환경관련법규-2", 홍문관(1994)