

열렬화활성화에네르기결정에 기초한 내연기관윤활유의 열안정성평가

송창진, 최연옥, 리명섭

윤활유의 열안정성은 산화유도기를 결정하는 방법으로 평가하고있다.[1] 산화유도기 값이 클수록 윤활유의 열안정성이 좋은것으로 인정하고있다. 일반적으로 윤활유의 산화유도기는 가압시차주사열량계(PDSC)를 리용하여 결정하고있다.[1, 2] 그러나 열무게분석을 리용하여 윤활유의 열안정성을 평가한 자료는 제기된것이 없다.

우리는 열분석기를 리용하여 윤활유의 열렬화활성화에네르기를 결정하고 내연기관윤활유들의 열안정성을 대비평가하였다.

실험 방법

장치로는 열무게분석기(《TGA-50》), 반미량전자천평(《LIBROAEH-40SM》)을, 시료로는 CD급의 수입산윤활유와 국내산윤활유들을 리용하였다.

열분석에서 시료의 가열속도 β 와 온도사이에는 $\lg \beta + 0.4567E/(RT) = \text{일정}$ 의 관계가 있다. 여기서 R 는 기체상수, T 는 설정한 분해점에서의 절대온도, E 는 활성화에네르기이다.

윤활유시료를 리용하여 가열속도에 따라 분해점이 높은 온도쪽으로 이동하는 현상이 없어지는 가열속도를 결정하였다. 또한 내연기관윤활유시료에 대하여 가열속도를 변화시키면서 해당한 분해점에서의 온도를 결정하였다.

이 가열속도보다 낮은 속도구간에서 3개의 가열속도를 설정하고 시료 (3.0 ± 0.2)mg에 대하여 가열속도를 변화시키면서 분해점에 대응되는 값들을 기록하였다. 분해점은 각각 1, 2, 3%로 설정하며 옷식에 기초하여 최소두제곱법으로 열렬화활성화에네르기를 결정하였다.

실험결과 및 해석

합리적인 가열속도구간결정 가열속도를 변화시키면서 시료의 분해률이 일정한 온도를 측정하여 그 변화를 무시할수 있을 때까지의 가열속도를 결정하였다. 실험결과는 그림과 같다.

그림에서 보는바와 같이 가열속도 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 이 상에서 분해점이 높은 온도쪽으로 이동하는 변화량이 작아진다는것을 알수 있다. 따라서 가열속도를 각각 2.5, 5, $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 으로 설정하고 실험하였다.

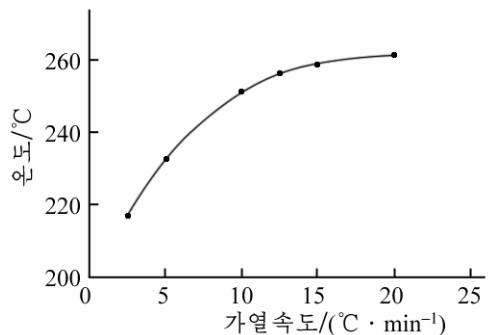


그림. 분해률이 10%일 때 가열속도에 따른 분해점변화

최소두제곱법에 의한 활성화에네르기계산 먼저 수입산내연기관윤활유의 TGA곡선을 측정하였다. 분해률이 각각 1, 2, 3%일 때 가열속도에 따르는 시료의 분해온도는 표 1과 같다.

표 1. 가열속도에 따르는 시료의 분해온도(°C)

가열속도 /(°C·min ⁻¹)	분해률/%		
	1	2	3
2.5	158.55	180.68	193.68
5	182.88	200.88	211.58
10	200.51	219.63	230.83

표 1의 값들로부터 최소두제곱법으로 활성화에네르기를 결정한 결과는 표 2와 같다.

표 2. 분해률에 따르는 활성화에네르기

분해률/%	1	2	3
$E/(J·mol^{-1})$	60 625.52	60 625.52	60 625.52

표 2로부터 계산한 수입산내연기관윤활유의 활성화에네르기평균값은 60 625.52J/mol이다.

다음으로 국내산내연기관윤활유의 TGA곡선을 측정하였다. 가열속도에 따르는 시료의 분해온도는 표 3과 같다.

표 3. 가열속도에 따르는 시료의 분해온도(°C)

가열속도 /(°C·min ⁻¹)	분해률/%		
	1	2	3
2.5	217.17	237.27	251.25
5	233.04	254.31	270.11
10	251.47	274.24	288.80

표 3의 값들로부터 계산한 분해률에 따르는 활성화에네르기값은 표 4와 같다.

표 4. 분해률에 따르는 활성화에네르기

분해률/%	1	2	3
$E/(J·mol^{-1})$	90 978.76	90 978.76	90 978.76

표 4로부터 계산한 국내산내연기관윤활유의 활성화에네르기평균값은 90 978.76J/mol이다.

분해률이 같은 경우 분해온도는 국내산윤활유가 더 높으며 활성화에네르기값도 더 크다. 즉 국내산윤활유가 수입산윤활유에 비하여 더 많은 열을 받아야 분해된다는것을 알수 있다.

맺 는 말

열분석으로 내연기관윤활유의 열렬화활성화에네르기를 결정한 결과 국내산윤활유의 열안정성이 더 좋다.

참 고 문 헌

- [1] G. C. Montanari et al.; IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 3, 3, 6, 1996.
- [2] 许斌 等; 润滑油, 29, 2, 2014.

주체105(2016)년 6월 5일 원고접수

Thermal Stability Estimation of Lubricating Oil of the Internal Combustion Engine based on Determination of Thermal Activation Energy

Song Chang Jin, Choe Yon Ok and Ri Myong Sop

We determine the thermal activation energy of lubricating oil of the internal combustion engine by thermal analysis. As the result, the native lubricating oil has better thermal stability than foreign one.

Key words: thermal activation energy, lubricating oil, thermal analysis