

초음파를 이용한 유사석유 분석기법

Analysis Technique of Illegal Fuel using Ultrasonic Method

*김혜민¹, #이원¹, 선상원¹, 윤인식², 이길재³, 정의섭⁴, 이종대⁵, 박희동⁶, 황영탁⁷, 조명기⁸

*H. M. Kim¹, #W. Lee(wion@ssu.ac.kr)¹, S. W. Seon¹, Yun I. S. Yun², G. J. Lee³,

E. S. Jeong⁴, J. D. Lee⁵, H. D. Park⁶, Y. T. Hwang⁷, M. K. Cho⁸

¹승실대학교 기계공학과, ²경기과학기술대학교 메카트로닉스과, ³한국동서발전(주) 발전처, ⁴한국과학기술정보연구원, ⁵경기과학기술대학교 정밀기계과, ⁶한국건자재생활환경시험연구원, ⁷강원대학교 메카트로닉스과, ⁸엠케이씨코리아

Key words : Illegal fuel, Illegal diesel, Ultrasonic test

1. 서론

유사석유란 경유나 휘발유에 다른 석유화학제품 등을 일정 비율로 혼합해 만든 가짜 석유로 원유가격 상승에 따라 급격히 확산, 증가되고 있는 유사석유의 제조·유통은 석유유통질서 파괴, 경제적 손실 등의 사회적인 문제를 일으키고 있는 것뿐만 아니라, 유해오염물질의 과다 배출로 인한 환경문제가 발생되어 국민 건강에 악영향을 끼치고 있다. 유사석유제품의 경우 증류성상, 발열량 및 증기압 등이 품질기준에 부적합한 경우가 많아 저온에서의 시동성 저하 및 배출가스 악화 등 문제점이 제기되고 있는 실정이다.¹⁾

초음파는 음파물성론에 기초하여 음파와 결합파의 상호작용 및 미세조직과의 상호작용을 수학적으로 모델링하여, 음파의 산란(Scattering)현상 및 감쇠(Attenuation)현상의 기본적인 메커니즘을 통해 결합, 미세조직의 기하학적인 형상, 크기와 그 분산을 해석적, 수치적으로 구함으로써 명료하게 그 재료의 상태를 알아 낼 수가 있어 다른 비파괴방법에 비해 기술적 신뢰도면에서 우수한 방법이다.²⁾

Table 1에서 보는 것과 같이 등유와 경유는 겉보기 성능이 매우 비슷하지만, 경유사 가격을 기준으로 등유가 상대적으로 경유보다 28% 이상 저렴하므로 등유를 일정 비율 섞은 유사경유를 제조하여 불법 유통할 가능성이 상시 내재되어있다.³⁾

본 연구에서는 경유와, 그와 성질이 유사한 등유를 혼합하여 초음파탐상을 통해 이들의 차이점을 보고, 초음파탐상이 유사석유 근절에 기여할 수 있는 정확한 감식분석기법이 될 수 있는지 확인하고자 하였다.

Table 1 Performance comparison of similar appearance fuels

	Kerosene	Diesel
Flashing point(° C)	>40	≥ 50
Pour point(° C)	≤ -15	≤ -12.5
Kinematic of viscosity (40 ° C, mm ² /s)	1.4~3.0	1.5~6.0
Caloric value (kcal/kg)	11,000	10,000~11,000
Specific gravity	0.75~0.8	0.8
Price(won/L, 2013.02 price of refiner)	1,550	1,985

2. 실험 재료 및 실험 방법

본 연구에 사용된 주요 기기로는 IWATSU 사의 DS-5512 디지털 오실로스코프, MKC Korea 사의 XTR-2020 초음파펄스 발생 수신 장비, 두 개의 진동자를 유격을 두고 마주보도록 하우스 하여 유체에서도 측정이 가능하게 Fig. 1과 같이 제작한 센서 등이다.

실험에 있어서는 경유와, 등유가 10% 혼합된 유사경유 1형 그리고 등유가 20% 혼합된 유사경유 2형의 초음파 시계열 신호를 획득하였다.



Fig. 1 Ultrasonic sensor

3. 실험 결과 및 고찰

초음파 신호 획득 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 경유, 유사경유, 등유 순으로 첫 번째 지연에코와 두 번째 지연에코의 음속 차이가 선형적으로 증가함을 확인했다.

Fig. 2는 경유의 첫 번째 지연에코와 두 번째 지연에코 값으로 첫 번째 지연에코는 23.2 μ s에 시작되었고, 두 번째 지연에코는 46.2 μ s에 시작되어 이 음속의 차이인 23 μ s를 확인하였다. Fig. 3은 등유를 10%의 비율로 섞은 유사경유의 지연에코 값으로, 경유보다 음속 차이가 0.1 μ s 증가하였다. Fig. 4는 등유를 20%의 비율로 섞은 유사경유의 지연에코 값으로, 경유보다 음속 차이가 0.2 μ s 증가하였다. 이를 통해 경유에 혼합된 등유의 비율에 따른 초음파 음속의 선형적인 비례관계를 확인하였다. 음파 속도는 매개 물질의 Young modulus (E)에 비례하고, 밀도에 반비례하는 관계에 따른다. 또한 밀도는 온도에 따라 달라지므로 결국 음파속도는 온도의 영향을 받는다. 따라서 정확한 측정을 위해서는 추후 온도에 따른 음파속도 보정이 필요하며 이 실험은 상온(18° C)을 기준으로 이루어졌다.

Table 2 Comparison of fuel using ultrasonic velocity methods

	Difference of ultrasonic velocity(μ s)
Diesel	23
Similar diesel type 1 (Diesel 90% + Kerosene10%)	23.1
Similar diesel type 2 (Diesel 80% + Kerosene20%)	23.2
Kerosene	24

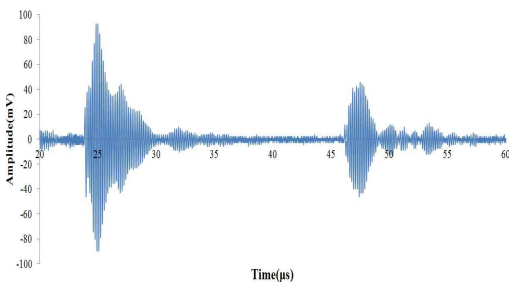


Fig. 2 Ultrasonic signal of diesel

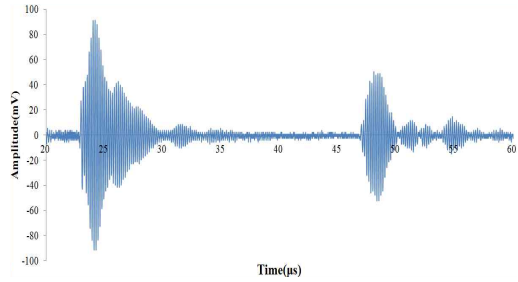


Fig. 3 Ultrasonic signal of similar diesel type 1

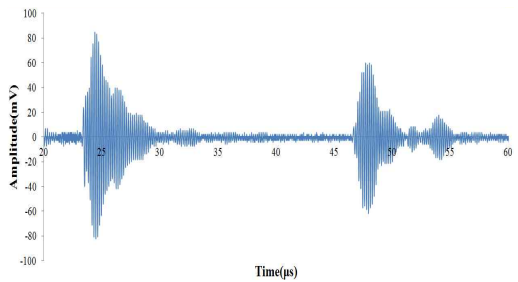


Fig. 4 Ultrasonic signal of similar diesel type 2

4. 결론

본 연구에서는 경유와, 등유가 혼합된 유사경유를 초음파의 음속을 이용해 감식하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

경유와 유사경유의 음속차가 다르고, 경유에 혼합된 등유의 비율이 일정하게 높아질수록 음속이 선형적으로 증가함을 확인하였다. 추후 온도 보정이 이루어진다면 초음파를 이용한 유사경유 분석기법이 실제 적용될 수 있음을 확인했다.

참고문헌

1. J. H. Kim, "A study on the effect normal gasoline and similar environmental conditions gas emissions and fuel consumption", Korean SAE Conference Kit, pp.909-914, 2010.
2. Sang-Guk Lee, "Creep damage evaluation of Cr-Mo steel high-temperature pipeline material for fossil power plant using ultrasonic test method ", Journal of the Korean SNT, pp.18-26, 2000
3. D.W.Kang, "The study for identification method of marine diesel oil by analysis of petrochemical components", Proceedings of KOSOMES, pp.9-12, 2009.