

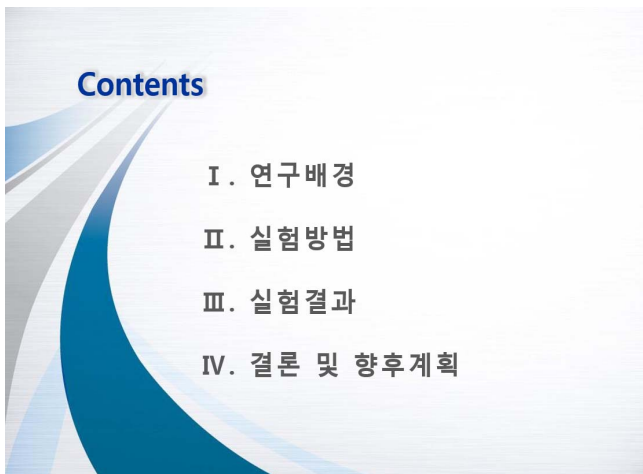
연료 혼입량에 따른 가동시간별 윤활유 열화특성 고찰

강유미* · 서정목* · † 이희진

*, † 해양경찰청 해양경찰교육원 해양경찰연구센터

요약 : 열화된 윤활유의 물리적, 화학적 성질이 변하면서 성능이 저하되는 현상을 말합니다. 물리적 변화는 연료유, 수분, 금속 등 이물질 혼입으로 발생되며 화학적 변화는 산화 현상이 대표적이며 슬러지 등을 발생합니다. 해경 경비함정은 장시간 항해, 해상조건등에 따라 엔진의 부하변동이 많습니다. 따라서 윤활유의 역할이 매우 중요합니다. 그러나 연료혼입 등으로 윤활유가 열화되면서 수명이 단축되게 됩니다. 따라서 본 연구에서는 대표적 물리적 변화의 요인인 연료혼입을 실험적으로 고찰하고자 윤활유에 연료를 일정비율로 혼합하여 물성시험 등을 수행하였습니다. 실험결과 동점도는 윤활유에 점도가 낮은 연료유 혼입량이 증가함에 따라 점진적으로 감소하는 경향을 보였습니다.

핵심용어 : 윤활유, 열화, 경유혼입율, 동점도, 산화안정도



I. 연구배경

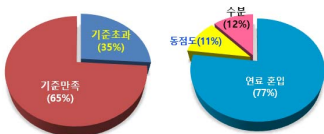
윤활유의 열화(Deterioration)

- 윤활유는 사용시간이 증가함에 따라 성능이 저하됨.
 - 우수한 제품이라 할지라도 사용할수록 물리적, 화학적 성질이 변화함.
 - 특히 고온조건에서 사용되는 엔진오일의 경우 산화되거나 이물질이 혼입되기 쉬움.
- 윤활유의 열화란 윤활유의 물리적, 화학적 성질이 변화하면서 성능이 저하되는 현상을 의미함.
 - 열화 요인에는 내부요인(화학적 변화) 및 외부요인(물리적 변화)이 있음.

I. 연구배경

최근 3년간 경비함정 윤활유 분석 현황

- 3개년 분석시료 총 507점 중 179점(22%) 경유 혼입율 등 항목 준 값 초과

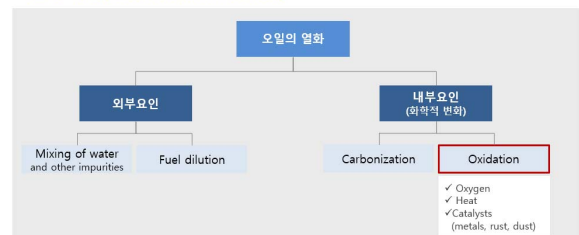


항목	기준
연료 혼입	3.0% 이하
수분	0.2% 이하
동점도	SAE30 : 9.0~15.0 mm ² /s SAE40 : 10.5~19.0 mm ² /s
TBN	신유 값 50% 이상

년도	분석시료 수	기준초과 시료 수 [점]			
		연료 혼입	수분	동점도	전일카리값
2019	113	24	3	2	0
2020	166	26	12	4	0
2021	228	88	5	15	0
합계	507	138	20	21	0

I. 연구배경

열화 과정(Deterioration Process)



- 물리적 열화 : 금속, 녹, 수분 등의 이물질 혼입으로 인하여 발생
- 화학적 열화 : 산화 현상이 대표적이며, 오일이 산화되면 산, 바니쉬, 슬러지 등을 형성함.

† 교신저자 : heejinlee0608@korea.kr
* 정희원, kongsila25@korea.kr

I. 연구배경

연구목적

- 경비함정 윤활유 교체시기 지연에 따른 주기관 엔진손상 및 비상정지로 인한 해상경비 공백 발생
- 사용 윤활유에 대한 모니터링을 통해 성능저하 원인을 추정
- 일반적인 분석기법에서 벗어나, 윤활유 성능시험의 강화 계기 마련
 - 현장 압지테스트 및 경유혼입량 등 기본적인 물리적 특성 비교
 - * 함정 가동시간에 따른 금속분 함유량 비교 실시
 - 열중량분석기(TGA)를 이용하여 열화 모니터링 실시

II. 실험방법

재료 및 분석방법

- 경유혼입율, 수분, 전알칼리값, 동점도

항목	경유혼입율	수분	전알칼리값	동점도
분석장비				
방법	해당환경공정시험기준	ASTM D 6304 KSM ISO 6296	ASTM D 2896 KSM ISO 3771	ASTM D 445 KSM ISO 3104

II. 실험방법

재료 및 분석방법

- 재료(Materials) : 총 4점
 - Reference Sample : 신유 (SAE 30)
 - Test Sample : 해경 경비함정 주기관 엔진 사용윤활유 3점 (SAE 30)
- 3000톤급 경비함정의 No.4 주기관 엔진 윤활유를 가동 시간별로 확보함
(윤활유 교환 후 100시간, 200시간, 300시간 기준 시료 확보)



II. 실험방법

재료 및 분석방법

성능규격

- MTU, SEMT Pielstick 제공

검사항목	성능규격	확인사항	조치사항
경유혼입율	• 3.0% 이하*		
수분	• 0.2% 이하	• 규격만족여부	• 규격 초과시 윤활유 교체
전알칼리값	• 신유값에 50% 이상		
동점도	• SAE30: 9.0~15.0 mm ² /s • SAE40: 10.5~19.0 mm ² /s		

* 연구센터 권장사항

II. 실험방법

재료 및 분석방법

- 분석기기 및 방법
 - 압지테스트 : 사용윤활유의 물성 변화를 정성적으로 확인
- * 시험 용지 : Watman Filter paper (11cm 직경, 면(Cotton) 및 셀룰로이스 재질)
- 물성테스트 : 사용윤활유의 물성 변화 확인
- * 경유혼입량, 동점도, 인화점, 유동점, 전염기가, 비중, 수분, 금속함유량
- * RDE Atomic Emission Spectrometer, Spectroil Q100(Spectro Scientific)
- 열분해분석 : 열중량분석기(TGA)를 이용하여 열적 안정성 시험
- * TGA N-1000(SCINCO, Korea), 25~500 °C, 15 °C/min with N₂

III. 실험결과

물성 측정결과

항목	단위	시료명				시험방법
		FRESH	100hr	200hr	300hr	
경유혼입율	%	0	5.5	7.0	11.3	해당환경공정 시험기준
동점도(100°C)	mm ² /s	10.99	8.148	7.103	6.260	KS M ISO 3104
인화점	°C	255	204	195	180	KS M ISO 2592
유동점	°C	-41	-26	-19	-6	KS M ISO 3016
전염기가	mgKOH/g	12.98	10.94	10.22	9.57	KS M ISO 3771
비중	-	0.881	0.883	0.881	0.879	KS M ISO 12185
수분	%	0.002	0.01	0.01	0.01	KS M ISO 6296