

윤 활 연 구

# 초고점도 윤활기유와 제조시설 현황

SK(주) 대덕기술원 조용래 선임연구원  
SK(주) 윤활유사업팀 윤춘배 대리

## 1. 서 론

최근 수년간 미국과 유럽의 자동차용 엔진유의 기술동향을 살펴보면 저점도의 다급점도 오일로 변화하는 경향을 보여왔으며 여러 자동차 제작사의 요구규격도 매우 엄격해지고 있어 높은 점도지수(점도지수 120이상), 낮은 휘발성, 우수한 산화안정성을 지닌 고도의 수첨 분해 윤활기유(VHVI Base Oils), 포리알파올레핀(PAOs), 에스테르(Esters)등과 같은 특수한 윤활기유의 필요성이 강조되고 있다.

## 2. 고성능 윤활기유의 필요성

과거 10여년 동안 각국의 자동차용 엔진유는 저점도의 다급점도 오일로 발전하는 경향을 보여왔다.

특히 미국에서는 연료절감을 충족하기 위해 강력하게 추진되어 왔으며 따라서 오늘날 미국 자동차 제작사들은 대부분 두 점도 등급 SAE 5W-30과 10W-30등급 점도 오일을 가솔린엔진에 추천하고 있다.

미국 자동차 제작사들은 SAE 5W-30 엔

진 오일이 저온시동성 용이, 엔진 마모 감소, 시동모터 및 배터리의 부하감소 등에 유리하여 결국 연료절감 효과를 볼수 있다는 시각이지만 일반적인 저점도의 광유계 윤활기유로 SAE 5W-30을 제조하는 경우에 엔진내부에서 휘발이 많아 퇴적물 형성이 문제가 되며, 또한 많은 양의 폴리머(점도지수 향상제)가 소요되어 전단안정성이 저하되고 고온고전단 하에서 일시 및 영구점도 저하가 더 커지게 되어 결국 베어링 손상을 유발할 가능성이 높은 문제점 등이 발생할 가능성이 있다.

이에 따라 1993년에 미국 자동차 제조사협회(AAMA)와 일본 자동차 제조사협회(JAMA)가 공동으로 구성한 국제 윤활유 표준화 인증위원회(International Lubricant Standardization and Approval Committee, ILSAC)에서 5W-30제품에 대해 노약 증발감량 25%이하, 고온고전단점도의 최소값 설정 등의 내용을 포함하는 GF-1 규격을 제정하였고, 1996년에 시행된 GF-2 규격에서는 노약 증발 감량을 22%이하로 규정하는 등 규제가 강화되었다.

향후 2000년에 시행 예정인 GF-3규격에서는 노약 증발감량 15%이하로 더욱 강화할 예정이다.

이러한 변화는 기존의 일반 윤활기유만을 사용하여 고성능 엔진유를 제조하기 어렵게 만들고 있다.

유럽 역시 가장 널리 선택되는 점도등급이 SAE 20W-50에서 10W-40으로 변화하고 있으며 엔진 윤활유 시장은 고속이면서 소형인 엔진이 보편적이므로 엔진제조사들은 SAE 10W-30 점도등급으로 이동하는 것에는 여전히 부담을 느끼고 있다.

그럼에도 불구하고 휘발성과 고온고전단

점도에 대한 규제가 매우 엄격하여 SAE 10W-40은 물론 10W-30제품을 제조시에 윤활기유 선택에 많은 제한을 받고 있다.

〈표 1〉은 전세계 지역별 엔진 윤활유 기술동향으로 이러한 추세는 더욱더 엄격해질 것으로 전망되며 이에 따라 고도의 수첨 분해 윤활기유(Severe Hydrocracked Base Oils, HC Oils), 조왁스 이성화 반응 윤활기유(Slack Wax Isomerized Base Oils, SWI Oils), 포리알파올레핀(PAOs), 에스테르(Esters)같은 특수한 윤활기유가 이들 요구 성능을 만족하기 위해 향후 점차적으로 사용량이 증가할 것이다.

〈표 1〉 전세계 지역별 엔진윤활유 요구성능

북미지역	저오일 소모(낮은 휘발성) 저온성능 향상(고 점도지수, 우수한 저온유동성) 연료 절감(우수한마찰특성, 고 점도지수)
유럽지역	저오일 소모(낮은 휘발성) 우수한 전단안정성 오일내구성 향상(우수한 산화안정성)
공통 요구사항	환경친화적 안전성

### 3. VHVI윤활기유 제조시설 현황

VHVI 윤활기유는 1970년 후반에 최초로 출현하였으나 1980년에 이르러 영국국영 석유회사인 BP에 의해 최고급 다급점도의 엔진유에 적용되며 상업화가 본격적으로 시작 되었다.

이후 〈표 2〉에서와 같이 많은 회사들이 VHVI 윤활기유를 상업화 하였으며 국내는 1995년에 처음으로 등장하였다.

VHVI 윤활기유는 초기에 VHVI 윤활기

유 제조사들이 초기에는 자사의 윤활유제품 품질차별화에 활용하고 일부는 틈새시장(Niche Market)을 형성하여 거래되었으나 현재는 미국, 유럽, 호주, 국내 등을 중심으로 공개시장(Open Market)을 형성하고 있다.

Petro-Canada의 경우 '96. 10월에 5,500BPCD 규모의 VHVI 윤활기유공장을 건설하였고 향후 점차적으로 이러한 상업 생산공장은 급격히 증가될 전망이다.

〈표 2〉주요 VHVI 기유 제조사(생산량, B/D)

회사명	제품명	위치	생산규모
BP/ELF35%	HC	Lavera/Dunkirt, France	1,535
BP	HC	Australia	300
Shell	XHVI	PetitCouronne, France	1,023
KPC		France	300
Total		LeHavre, France	510
DEA	MC	Wesseling, Germany	300
Addinol		Germany	600
Esso	EXXSYN	Fawley, U. K	610*
Japan Energy	VHVI	Japan	1,000
Showa Shell	XHVI	Japan	
Nippon Oil	VHDC	Japan	570
Mitsubishi	SHVI	Japan	630*
SK Corporation	YUBASE	Korea	4,500

주. \*수치는 추정치임.

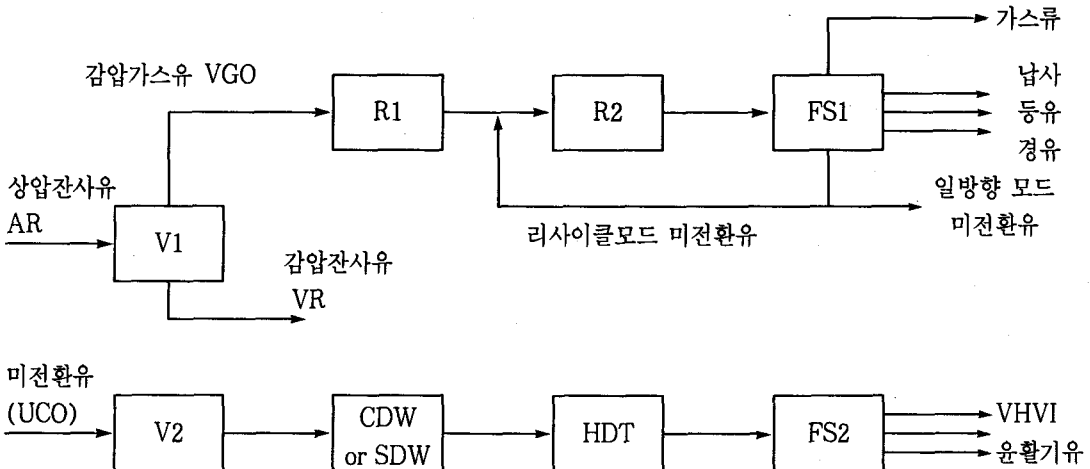
Shell, Exxon, Japan Energy 등은 조왁스를 이성화반응 시켜 점도지수 140 이상의 VHVI 윤활기유를 제조하고 있으며 그외 대부분은 연료유 수소화 분해 공정을 통한 고도의 수첨분해반응을 통해 점도지수 120 이상의 VHVI 윤활기유를 제조하고 있다.

가. 고도의 수첨 분해반응에 의한 VHVI 윤활기유 제조

〈그림 1〉에서와 같이 일반적으로 연료유

수소화 분해공정(Fuel Hydrocracker)은 상압 잔사유 즉, 증질 탄화수소 혼합물을 감압 증류(V1)하여 얻은 감압 가스유를 수소첨가 분해하는 공정으로서 주반응 공정인 수소화 분해반응 공정(R2)의 촉매를 보호하기 위해 먼저 감압 가스유에 포함된 불순물인 황, 질소, 산소 등이 포함된 헤테로 화합물과 금속성분을 제거하는 전처리 공정인 수소화 처리 반응공정(R1)을 거치게 된다.

〈그림 1〉 고도의 수첨 분해반응 공정을 통한 VHVI 윤활기유 제조 공정도(1)



그 다음 주반응 공정인 수소화 분해 반응 공정(R2)을 거치는데 감압 가스유 중의 방향족 화합물이나 올레핀 화합물과 같은 불포화 탄화수소는 수소가 첨가되어 포화 탄화수소인 나프텐 화합물이나 파라핀 화합물로 변하고 고리형 포화 탄화수소인 나프텐 화합물의 일부는 고리가 깨져 직쇄형 탄화수소인 파라핀 화합물로 변하기도 한다.

또한 이들 화합물들은 수첨 분해 반응(Hydrocracking)에서 보다 작은 화합물로 깨져 경질 탄화수소 혼합물 즉, 경질 연료유 분으로 전환 되기도 한다.

상기 두개의 반응공정을 거친 오일 및 수소는 분리기를 거쳐 수소를 제거하여 재순환 시키고 분별증류공정(FS1)을 거치면서 전환된 각종 경질 연료유분 및 가스를 분리하여 연료유를 얻는다.

여기서 중질 유분인 감압가스유가 경질 연료유분으로 전환되는 전환율은 일반적으로 패스당 반응전환율(Reactor per Pass)로 100%로 운전하는 것은 현실적으로 불가능하므로 40-70% 정도로 설계되고 마지막 분별증류 공정에서는 항상 미전환유(Unconverted Oil, UCO)가 발생된다.

미전환유는 그대로 중질 연료유 탱크로 보내는 일방향 모드(Once-through Mode)나 수소화 분해반응공정으로 재순환시켜 총괄 전환율을 높이는 리사이클 모드(Recycle Mode)에 의해 처리된다.

수소화 처리 및 수소화 분해반응 공정은 높은 온도와 수소 분압하에서 촉매가 충전된 반응기에서 진행된다.

따라서 공급원료인 감압가스유에 포함된

대부분의 방향족화합물과 황, 질소, 산소 원소를 포함하는 헤테로 고리 화합물들이 수소에 의해 포화되어 결과적으로 방향족 및 황, 질소, 산소화합물 함량이 매우 적어지게 된다.

수첨 분해반응 과정에서 경질 연료유분으로 전화되지 않은 미전환유는 윤활기유로서 바람직하지 못한 성분인 방향족 및 헤테로 화합물이 적은 것은 물론 윤활기유로서 적합한 점도를 갖는 유분이므로 이러한 미전환유에 적절한 유동성과 안정성을 부여하면 품질이 우수한 윤활기유가 된다.

결국 미전환유가 VHVI 윤활기유 제조를 위한 공급원료가 된다.

BP의 경우는 연료유 수소화 분해공장에서 전환율 90% 및 일방향 모드로 운전하여 얻은 미전환유를 별도의 원료 저장탱크에 받은 후 기존의 윤활기유 제조공정에 블록 오퍼레이션(Block Operation)으로 감압증류(V2), 용제탈랍(SDW), 수소화 마무리(HDT), 분별증류(FS2)등의 일련의 공정을 거쳐 점도지수 130이상의 VHVI 윤활기유를 제조하고 있다.

이와 같이 다양한 방법으로 VHVI 윤활기유의 요건인 점도지수 120이상을 얻기위해 노력하고 있는데 윤활기유의 유동성을 저해하는 왁스 즉, 상온에서 고체인 탄소수 20이상의 노말파라핀은 점도지수 측면에서는 유용하므로 이를 제거하는 공정인 탈랍공정의 선택은 중요하다.

BP와 같이 용제탈랍을 하는 이유는 기존 공장의 활용 측면 이외에 동일한 목표 유동점에서 일반적인 촉매탈랍에 비하여 점도지

수 감소가 적어 상대적으로 점도지수가 약 10정도 높은 제품을 얻을 수 있기 때문이다.

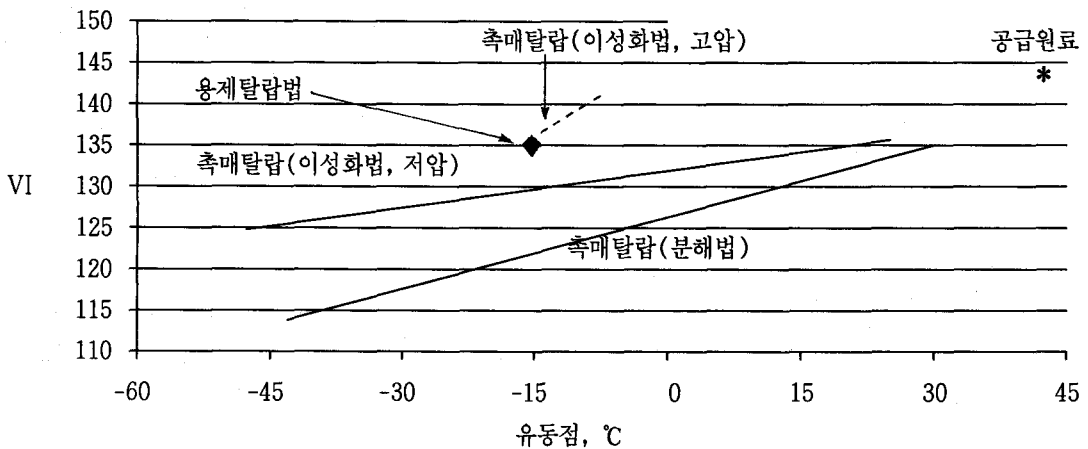
촉매탈랍법에 의해 왁스를 제거하는 경우는 점도지수 감소로 인해 특히 100N등급 이하의 저점도는 점도지수 120이상을 유지하기 어려우므로 과거 미쓰비시의 경우에는 수첨 분해반응 공정에 점도지수가 높은 조왁스(Slack Wax)를 약간 혼합 투입하여 저점도유의 점도지수를 높이고 있다.

그러나 최근에는 촉매 탈랍법에 있어서 왁스(노말 파라핀)를 보다 작은 탄소수의 탄화수소로 쪼개는 반응을 수행하는 종전의

크래킹(Cracking)촉매 대신에 이성화반응(Isomerization)을 수행하여 긴사슬 탄화수소를 측쇄 탄화수소인 이소파라핀으로 전환하는 촉매를 적용하여 수율과 점도지수를 높이고 있다. 후자의 예로는 이미 상업적용 중인 Chevron사의 IDW(Iso-Dewaxing) 촉매와 Mobil사의 MSDW(Mobil Selective Dewaxing)촉매가 있다.

150N 점도등급 윤활기유의 목표 유동점에서 용제탈랍, 촉매탈랍, 이성화반응 촉매탈랍에 대한 각각의 점도지수를 <그림 2>에 비교하여 나타내었다.

<그림 2> 탈랍공정과 점도지수와의 관계 예(150N 윤활기유)



연료유 수소화 분해공정에서 고도로 수첨 분해반응된 미전환유를 이용하여 VHVI 윤활기유를 제조하는 방법에 있어서 또 하나는 <그림 3>과 같이 고급 경질 연료유분과 병산하는 것이 있다.

<그림 3>은 미전환유를 등·경유 유분의 유동점 강하를 목표로하는 탈랍촉매, 이성

화 반응에 의한 탈랍을 수행하는 촉매를 적용하여 탈랍공정(CDW)을 먼저 수행하는데 이러한 목적의 촉매로는 Mobil사의 MIDW (Mobil Isomerization Dewaxing)등이 있다.

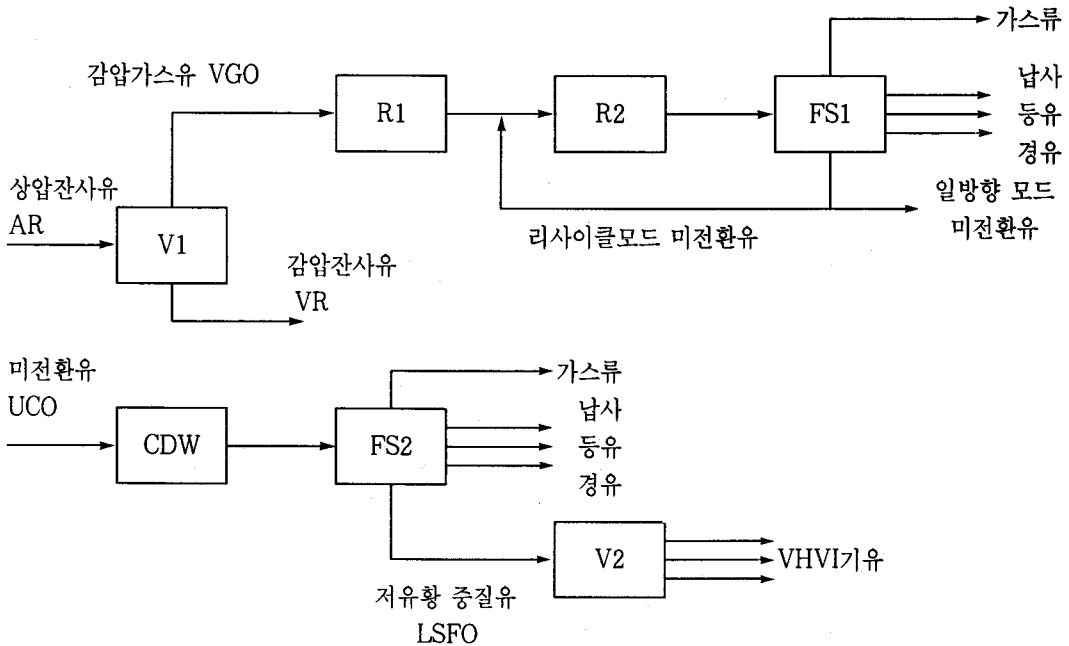
목표 유동점에 도달하도록 탈랍한 다음 분별증류(FS2)를 하면 고급 경질 연료유를 얻을 수 있는데 이들 연료유들은 미량의 황

화합물 및 질소화합물을 포함하고 있으며 등유의 연점 및 등·경유의 세탄가가 높고 유동점이 매우 낮은 특징을 지닌다.

이때 연료유분으로 전환되지 않고 남은 잔사유는 저유동점을 지닌 저유황의 중질유

분인데 이는 윤활기유로서 적당한 점도를 지닌 유분이므로, 윤활기유 제조의 공급원료로 이용할 수 있는데 이를 감압증류(V2)하여 원하는 점도등급의 VHVI윤활기유를 얻을 수 있다.

〈그림 3〉 고도의 수첨 분해반응 공정을 통한 VHVI 윤활기유제조 공정도(2)



또한 제2분별증류(FS2) 대신에 분리기(Splitter)를 설치하여 380℃ 이하의 컷트비점범위를 지닌 유분 즉, 경질 연료유분을 연료유 수소화 분해공정의 분별증류(FS1) 공정으로 보내어 연료유 수소화 분해공정에서 생성된 경질 연료유분과 함께 분별증류하기도 한다.

이때 380℃이상의 컷트 비점범위를 지닌 유분은 마찬가지로 감압증류하여 윤활기유를 얻게 된다.

어느 경우 이던지 필요시 감압증류공정 이

전에 수소화 마무리공정을 포함하기도 한다.

#### 나. 조왁스 이성화반응에 의한 VHVI 기유 제조

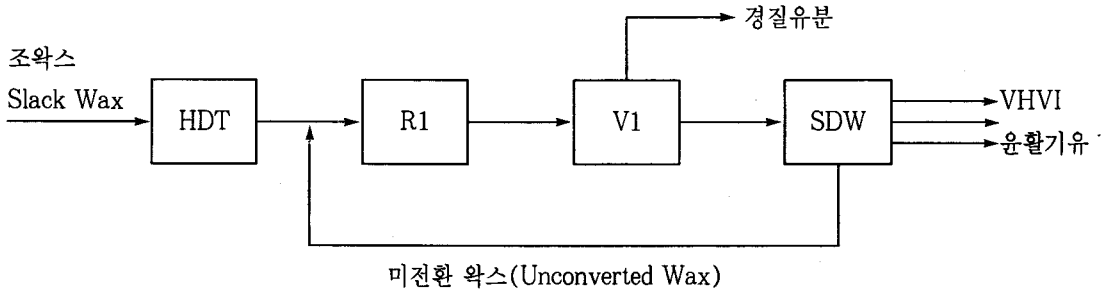
Shell, Exxon, Japan Energy등은 〈그림 4〉와 같은 방법으로 조왁스(Slack Wax)를 공급원료로 하여 촉매독을 제거하기위한 전처리 수소화 반응공정(HDT)을 거친후 노말파라핀인 왁스를 이소파라핀으로 전환하는 수소첨가 이성화 반응공정(Hydro-Isomerization, R1), 경질유분을 분리하는 분별증류공정(Vacuum Stripper, V1), 용제탈랍

공정(SDW)을 통하여 점도지수 140이상의 VHVI 윤활기유를 얻게된다.

수첨 이성화 반응공정에서 왁스가 이소파

라핀으로 전환되는 전환율은 약 80-85% 정도이므로 이를 제거하여 유동성을 향상시키고자 용제탈랍을 하게된다.

〈그림 4〉 수첨 이성화반응 공정을 통한 VHVI 윤활기유 제조 공정도



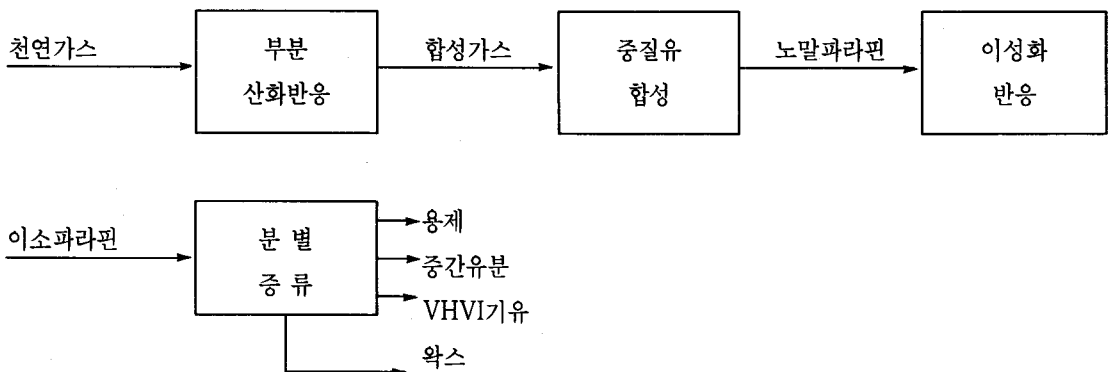
이렇게 얻은 윤활기유는 점도지수가 매우 높으며 화학적 조성이 PAOs와 매우 유사하여 고도의 수첨 분해반응공정을 통해 제조한 VHVI 윤활기유와 구분하고자 UHVI (Ultra High Viscosity Index) 윤활기유라고 부르기도 한다.

다. 합성법에 의한 VHVI 윤활기유 제조 대표적인 합성기유는 PAOs나 Esters이다. Showa Shell은 메탄가스를 출발물질로

하는 새로운 합성법을 개발하여 VHVI 윤활기유를 제조하고 있는데 XHVI(Extra High Viscosity Index)라는 독자상표를 적용하여 자사 윤활유제품 차별화를 위해 주로 산업용 윤활유에 적용하고 있다.

〈그림 5〉와 같이 메탄이 주성분인 천연가스를 부분적 산화반응, 중질유합성반응, 분별증류등의 일련의 과정을 통해 점도지수 140이상의 기유를 얻고 있다.

〈그림 5〉 합성법에 의한 VHVI 윤활기유 제조 공정도



VHVI 윤활기유 제조법은 몇 가지로 요약되나 세부적으로는 각각의 제조사가 독특한 기술을 확보하여 특허를 내는 등 상세기술은 매우 다양하여 각사의 VHVI 윤활기유 제조법은 약간씩 다르다고 볼 수 있으며 점차적으로 경제적인 제조법이 연구되고 상업화 되고 있다.

#### 4. 초고점도지수 윤활기유 (VHVI 윤활기유)

HC Base Oils, SWI Base Oils, PAOs, Esters같은 특수한 윤활기유 중에 합성법에

의해 제조되는 고가의 PAOs, Esters나 공급원료의 제약이 많은 SWI Oils에 비하여 HC Oils는 경제적으로 확보가 가능하다.

이러한 광유계 HC Oils VHVI 윤활기유의 특성에 대하여 알아보기로 하자.

##### 가. 윤활기유의 일반성상 및 성능

##### 1) 윤활기유의 일반성상 비교

윤활기유는 정제 정도 및 정제 공정의 차이에 따라서도 그 품질을 달리하지만 사용된 원유가 나프텐계 또는 파라핀계에 따라 <표 3>같은 매우 대조적인 특성을 지닌다.

<표 3> 원유의 종류에 따른 윤활기유의 특성 비교

	파라핀계 윤활기유	나프텐계 윤활기유
유동점	높다	낮다
점도지수	높다	낮다
비중	낮다	높다
인화점	높다	낮다
색상	밝다	어둡다
잔류탄소분	많다	적다
아닐린점	높다	낮다

<표 3>에서 보는 바와 같이 고가인 나프텐계의 윤활기유는 파라핀계 윤활기유 대비 점도지수가 낮은 반면에 유동점이 낮아 저온 유동성이 좋기 때문에 냉동기유 등의 저온 성능이 요구되는 특수용도에 국한되어 사용되어지고 있다.

세계적으로 나프텐계 원유의 생산이 급격히 줄어들고 있기 때문에 근래에는 거의 모든 종류의 윤활기유 제조에 대해 파라핀계의 원유가 사용되고 있는 실정이다.

윤활기유는 동일한 파라핀계 원유를 사용하더라도 정제방법에 따라 성상과 성능이 매우 차이가 나는데 <표 4>은 정제방법에 따른 150N점도급 윤활기유들의 성상을 나타낸 것이다.

윤활기유의 품질을 결정하는 대표적인 인자들을 중심으로 살펴볼 때 VHVI 윤활기유의 경우 일반 물리적 특성은 유동점을 제외하고는 PAO에 가까우며 용제추출 또는 수첨 개질 윤활기유와는 상당히 다른 것을 알 수 있다.



〈표 4〉 150N급 윤활기유의 성상비교

	SR 150N	HT 150N	VHVI-6	PAO-6
비중 15/15℃	0.874	0.851	0.841	0.827
동점도 40℃, cSt	30.3	31.0	32.8	31.0
동점도 100℃, cSt	5.01	5.28	6.02	5.90
점도지수	95	101	130	135
인화점, ℃	222	226	238	240
유동점, ℃	-12.5	-12.5	-15.0	-60.0
색상 ASTM	L1.0	L0.5	L0.5	L0.5
전산가, mg KOH/g	0.03	0.01	<0.01	<0.01
아닐린점, ℃	99.8	100.4	122.5	129.0
Noack 휘발성, wt%	17.0	16.5	7.0	6.5
황함량, ppm	5800	42	<3	<3
질소함량, ppm	26	9	<3	<3
탄화수소 조성				
파라핀, wt%	27.6	33.4	55.5	>95
나프텐 wt%	49.9	63.1	43.7	<5
아로마틱 wt%	22.5	3.5	0.8	0

주) SR : 용제추출 윤활기유  
 HT : 수첨개질 윤활기유  
 VHVI : 고도의 수첨 분해반응 VHVI 윤활기유  
 PAO : 합성탄화수소 윤활기유

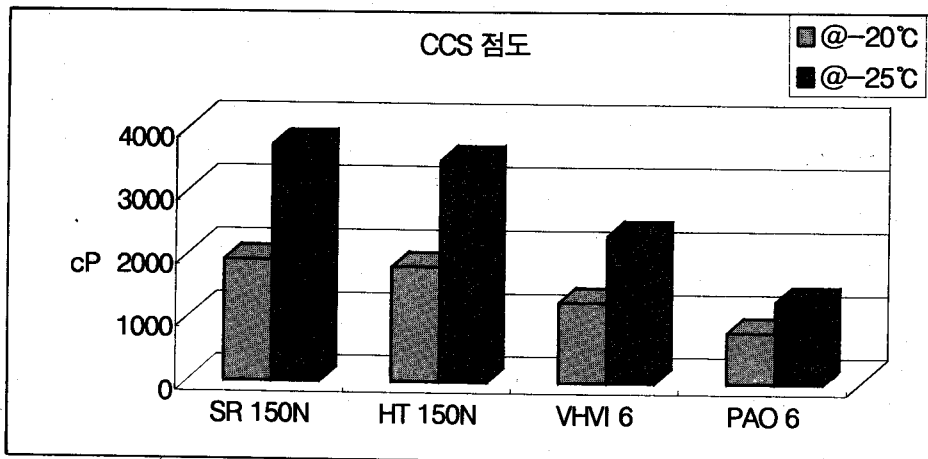
2) 윤활기유의 일반성능 비교

다음은 실험실적 성능시험을 통하여 윤활기유의 주요 성능영역을 중심으로 150N급 윤활기유의 일반성능을 비교한 결과이다.

a) 점도 및 저온특성

〈그림 6〉은 150N급 윤활기유의 저온점도 특성을 CCS(Cold Cracking Simulator) 점도 값으로 표현한 것이다.

〈그림 6〉 150N급 윤활기유의 저온점도 특성



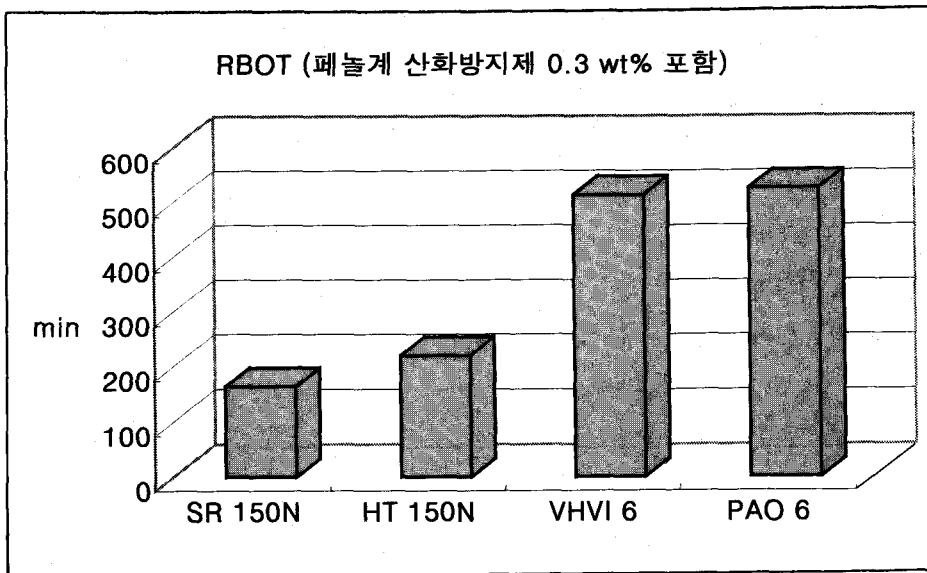
합성 윤활기유인 PAO는 균일한 조성으로 인하여 우수한 저온성능을 나타내고 있고 자체의 높은 점도지수를 가진 VHVI 윤활기유도 저온에서 우수한 유동성을 제공할 수 있다.

b) 산화안정성

대부분의 윤활유에 있어서 산화안정성과 산화방지제 응답성은 매우 중요한데 이에

대한 평가로써 <그림 7>과 같이 150N 등급 윤활기유에 대하여 RBOT(Rotary Bomb Oxidation Test)를 실시한 결과 VHVI 윤활기유는 PAO와 유사한 성능을 나타내고 있다. 높은 포화탄화수소 함량과 적은 황함량을 가진 VHVI 윤활기유나 PAO의 경우 산화방지성, 산화방지제 응답성에 있어서 유리하게 작용하기 때문이다.

<그림 7> 150N등급 윤활기유의 산화안정성



산화안정성에 있어서 수첨 개질 윤활기유의 경우 방향족 함량과 황함량이 적음에도 불구하고 용제추출 윤활기유 대비 현격한 차이를 보이지 못하는 주원인은 질량 분광 분석법(Mass Spectroscopy)에 의한 상세 조성분석결과 나타나는 삼환(3-ring) 이상의 다환 나프텐 함량이 많기 때문인 것으로 예측되어 진다.

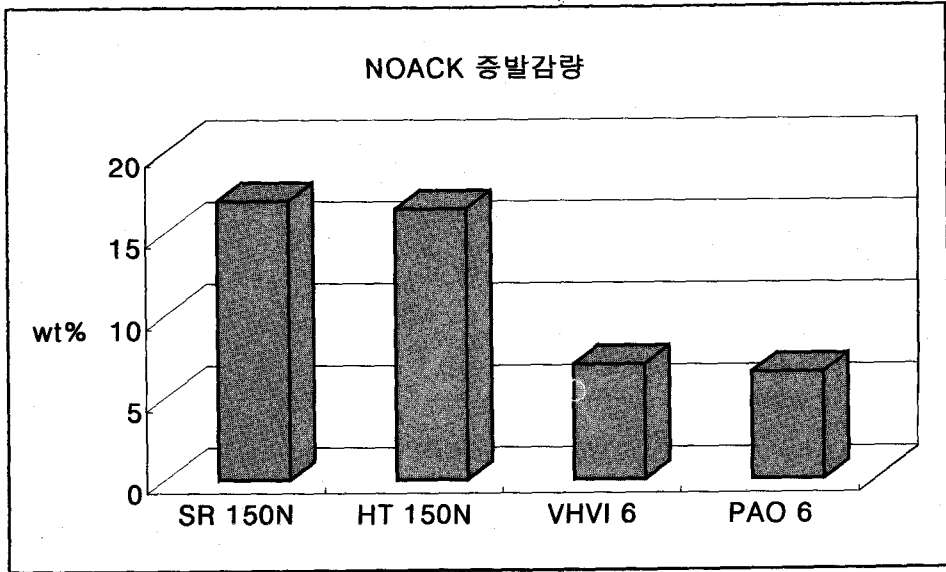
c) 휘발성

<그림 8>는 전술한 일반물성 비교에서의 휘발성 결과를 표현한 것이다.

VHVI 윤활기유는 PAO와 거의 유사한 수준의 휘발성을 지니는 것으로 나타났는데, 이는 상대적으로 좁은 비점범위를 지니고 보다 더 파라핀계 성향을 나타내기 때문이다.

즉 VHVI 윤활기유와 PAO는 증류시 초류점과 종류점 차이가 용제추출 윤활기유와 수첨개질 윤활기유 대비 상대적으로 적으며 휘발성을 결정짓는 비점범위인 399℃ 이하의 Light한 유분 함량이 매우 적다.

〈그림 8〉 150N등급 윤활기유의 휘발성



윤활기유의 요구성능에서 서술한 바와 같이 윤활기유의 일반성상 및 성능은 그것을 이루는 탄화수소 조성과의 관련이 깊다는 것

을 알 수 있으며 일반적으로 윤활기유의 주요 성능은 다음 〈표 5〉같이 표현할 수 있다.

〈표 5〉 각종 윤활기유의 특성비교

	SR기유	HT기유	VHVI기유	PAO
점도-온도 특성	*	+	+++	+++
산화안정성	*	+	++	+++
저휘발성	-	+	+++	+++
저온유동성	-	+	++	+++
첨가제 용해성	+++	++	+	*

주) \* : 기준점 (Fair), - : 열세 (Poor), + : 우수 (Good)

나. VHVI 윤활기유 특성

일반 광유계 윤활기유중에 용제 추출법에 의해 제조된 것은 주로 API 그룹 I에 해당되고 수침 개질법에 의해 제조된 것은 그룹 II에 해당된다. 고도의 수침 분해반응에

의해 제조된 VHVI 윤활기유는 주로 그룹 III에 속한다. 윤활기유의 화학적 조성은 성능과 특성에 매우 큰 영향을 미친다.

〈표 6〉는 윤활기유의 화학적 유형과 그에 따른 특성을 나타낸 것이다.

〈표 6〉 윤활기유의 화학적유형과 특성

	점도지수	유동점	산화안정성
노말파라핀(N-Paraffins)	Very High	High	Very Good
이소파라핀(Iso-Paraffins)	High	Medium	Very Good
나프텐(Naphthenes)	Medium	Low	Poor
아로마틱(Aromatics)	Low	Low	Poor

윤활기유의 품질은 점도특성과 대체적인 탄화수소 분포를 반영하는 점도지수를 활용하여 판단하기도 한다. VHVI 윤활기유의 주된 조성은 이소파라핀과 단고리나프텐(Mono-Naphthenes)으로 이루어져 있고 〈표 7〉에서와 같이 상대적으로 방향족 및 다환나프텐을 많이 포함하고 있는 일반 광유계 윤활기유에 비하여 점도지수가 높다.

〈표 7〉 각종 탄화수소의 점도지수

탄화수소의 화학적 유형	점도지수
노말파라핀(N-Paraffins)	175
이소파라핀(Iso-Paraffins)	155
모노나프텐(Mono-Naphthenes)	142
다환나프텐(Di-Naphthenes+)	70
아로마틱(Aromatics)	50

그리고 VHVI 윤활기유는 상대적으로 포화 탄화수소 함량이 많으므로 산화안정성도 우수하며 고유의 높은 점도지수로 인하여 우수한 저온점도 특성과 마찰 특성을 보이고 좁은 비점범위로 탄화수소가 분포하고 있기 때문에 매우 낮은 휘발성을 지니다.

또한 황 화합물과 같은 해테로 화합물이 극히 적어 산화 방지제에 대한 응답효과가 우수하다.

〈표 8〉에 나타낸 바와 같이 VHVI 윤활기유는 일반 광유계 윤활기유와는 특성이 매우 다르며 오히려 합성유인 PAO와 유사하다.

〈표 8〉 VHVI 윤활기유와 다른 윤활기유과의 특성 비교

	용제 추출	수침 개질	VHVI	PAO
점도-온도 특성	Fair	Good	Excellent	Excellent
산화안정성	Fair	Good	Very Good	Very Good
저휘발성(저점도유)	Poor	Good	Very Good	Very Good
저온유동성	Poor	Good	Excellent	Excellent
첨가제 상용성	Excellent	Very Good	Very Good	Fair

결론적으로 VHVI 윤활기유의 특성은 〈표 9〉과 같이 나타내어진다.

〈표 9〉 VHVI 윤활기유의 특성

- 온도-점도특성 우수
- 우수한 저온 유동성
- 우수한 열안정성 및 산화안정성
- 매우 낮은 휘발성
- 우수한 마찰특성
- 일반 광유계 윤활기유 및 합성 윤활기유와의 혼화성
- 저독성(적은 방향족화합물)
- 우수한 가수분해 안정성

5. 초고점도지수 윤활기유

VHVI 윤활기유의 수요는 그 유용성으로 인하여 향후 연간 10-17%이상 증가 될것으로 예측하고 있다.

VHVI 윤활기유 자체의 성장도 있겠지만 5W-XX등의 저점도 엔진오일의 향후 동향에 따라 그 이상의 성장도 내다 볼수 있다.

특히 POAs와 같은 합성 윤활기유의 성능을 보유하며 가장 경제적인 고도의 수첨 분해반응 윤활기유인 HC Oils(Severe Hydro-Cracked Oils)의 성장이 주목된다.

VHVI 윤활기유의 등장은 향후 0W-30과 같은 연비절감효과가 뛰어난 엔진오일의 출현도 기대할 수 있게 하는 등 지금까지의 기술로는 매우 까다로운 영역의 적용도 달성할 수 있을 것으로 보여진다.

Chevron사에서 자체적으로 실시한 시장 조사에 따르면 2000년 이후 약 10년간 VHVI 윤활기유를 포함한 고성능 윤활기유의 연간 수요증가율을 30%로 추정하고 있다.

향후 고성능 윤활기유의 수요증가에 따라 PAOs의 가격도 점진적으로 증가하는 모습이며 PAOs와 유사한 성능과 성상을 지닌 VI 140 이상의 VHVI 윤활기유는 PAOs와는 어느정도의 가격차이를 유지하며 역시 가격이 상승할 것으로 예상되고 VI 120 정도의 VHVI 기유는 기존의 일반 광유계 윤활기유 보다는 약 2배 정도의 가격차이를 유지하는 모습으로 시장이 형성될 전망이다.

다음기고에는 이러한 VHVI 윤활기유의 제품적용에 관하여 알아보기로 하겠다.

〈〈참 고 문헌〉〉

1. G. R Dobson, N. P. Wilkinson and N. C. Yates, BP International, "Hydrocracked Base Oils, An Important Class of Synthetics", 1992
2. Exxon Chemical Co., "Base Stock Properties and Lubricant Performance", 1989
3. John R Bales, Neil C Yates & Thomas E Kiovsky, BP Research, "Fuel Efficient Lubricants and The Effect of Special Base Oils", 1992
4. Refining Process Services, Inc, "Lube Oil and Wax Processing Technology", 1995
5. Gary L. Everett, Lyondell Petroleum Co., "Lubricant Oil Production, The Proper Marriage of Process and Catalyst Technology", NPRA, 1996
6. F. A. Smith, Mobil R&D Co., "Catalytic Dewaxing, Pour Point, Viscosity and VI Relationships", National Scientific Technical Conference, 1990
7. M. Ushio, K. Kamiya, T. Yoshida and I. Honjou, Nippon Oil, "Production of High VI Base Oil by VGO Deep Hydrocracking", ACS, Aug., 1992