

# 등유 · 경유의 제조공정 및 품질문제

曹 在 秀  
(油公, 석유사업운영담당이사)

아래의 자료들은 지난 12월 1일 한국종합전시장에서 열린 한국석유품질검사소 주최의 제6회 석유제품 품질 관리세미나에서 발표된 주요 논문들을 옮긴 것이다. <편집자 註>

## I. 등유 · 경유 제품특성

### 1. 등유제품 특성

등유란 비점범위 150~280℃ 정도의 탄화수소 혼합물(탄소수 약 10~15개)로 주 용도는 가정난방용 또는 취사용 연료로 사용되며 이에 따라 특히 다음 품질에 대한 세심한 관리가 요구된다.

요 구 품 질	관련 규격항목
완전연소에 충분한 휘발성	○ 증류성상 - 특히 95% 증류점
취급상 안전성	○ 인화점
양호한 연소성	○ 연 점
부식방지 / 자극성 냄새 제거 / 공해방지	○ 유황함량 ○ 닥터시험 - 머캡탄함량

### 2. 경유제품 특성

경유는 비점범위 150~390℃ 정도의 탄화수소 혼합물로(탄소수 약 10~25개)로 주용도가 디젤엔진 연료인 관계로 디젤유로 많이 불리우며 일부는 가정 난방용 등으로 사용되며 주용도인 디젤엔진 연료유 관점에서 주요 요구 품질은 다음과 같다.

요 구 품 질	관련 규격항목
녹킹방지를 위한 적정수준의 착화성	○ 세탄가(세탄지수)
연소성과 발열량이 조화되는 휘발성	○ 증류성상 - 특히 90% 증류점
분사계통 설계기준에 적합한 점도	○ 점 도
공해방지 / 부식방지	○ 유황함량
적정수준의 저온 사용성능	○ 유동점 ○ CFPP

<註> CFPP : Cold Filter Plugging Point

## II. 제도 공정

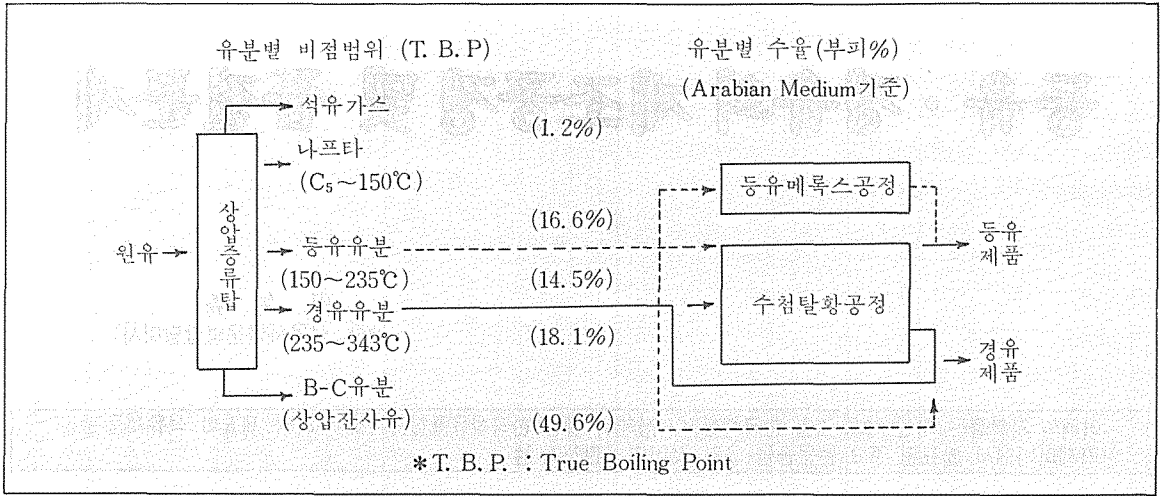
등유 · 경유 제조공정은 크게 상압증류공정과 분해공정으로 구분되며 각 공정 특성은 다음과 같다.

### 1. 상압증류 공정

상압증류 공정은 각종 탄화수소의 혼합물인 원유를 상압증류탑에서 가열, 등유 · 경유 제반규격을 충족시키는 비점 범위의 유분으로 분리한후 별도의 수첨처리 공정등을 거쳐 제품을 생산하는 공정이다.

#### • 상압증류탑

원유를 비점 범위에 따라 가스부터 B-C 유분까지의 각 유분으로 분리하나, 원유 유종별 특성인 각 유분별 수율, 구성성분 등에는 영향을 주지 않는다.



• 수첨 탈황공정

촉매 존재하에 수소를 첨가시켜 유황분을 주로 제거하고 이의 질소화합물, 금속류 등의 불순물을 제거하며 통상 등유와 경유유분을 동일 공정으로 처리할 수 있다.

• 등유 메록스공정

등유 유분중에 함유된 머캡탄 성분을 불활성으로 전환, 부식성 및 냄새 등을 제거하는 공정이다.

그러나 공정 특성상 유분중에 함유된 유황 함량을 감소시키지는 못하므로 저유황원유 선별처리에 의해 공정운전 효과를 최대로 얻을 수 있다.

2. 분해 공정

상압잔사유를 분해시켜 휘발유 유분, 등유·경유 유분등을 생산하는 공정으로 다양한 종류가 있으며 이중 등유·경유가 주요 생산제품이며 지속적인 국내 건설

이 예상되는 수소화분해 장치를 살펴보면 다음과 같다.

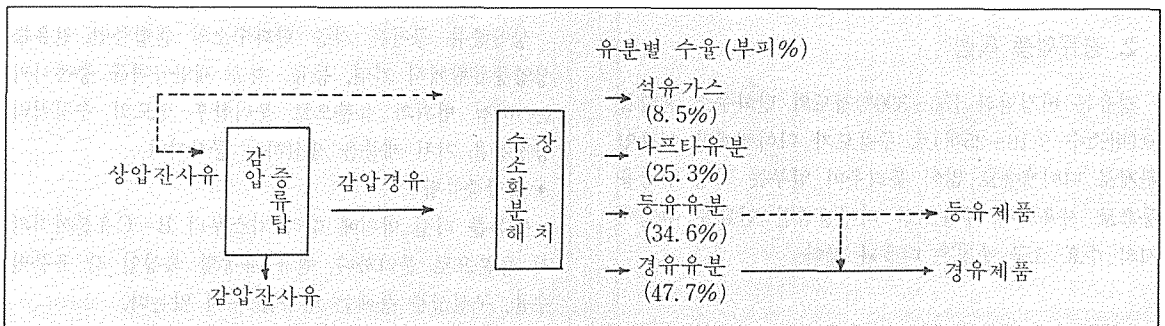
수소화분해 장치는 상압잔사유를 직접 투입하거나 감압증류시켜 감압경유를 분리 투입시킨다.

투입된 원료유는 수소첨가에 의한 불순물 제거와 경질유분으로의 분해가 동시에 일어나며 이에 따라 생산된 유분은 별도의 처리가 필요없는 완제품이다.

또한 수소화분해 장치에서는 수소화 반응이 수첨탈황공정보다 격렬하여 유황성분 등의 불순물 제거외에 방향족화합물의 수소포화반응 등이 일어나 등유·경유 유분의 품질이 양호하며 특히 등유의 연점, 경유의 세탄가가 높은 편이다.

Ⅲ. 규격 변천과정 및 국내외 규격비교

1. 규격 변천과정



가. 품질검사기준

\* JIS와 동일한 KS규격을 국내 여건에 맞게 일부 수정하여 기준으로 적용하여 왔음.

- '84. 3. 1 이전 : 공산품 품질관리법에 의거한 공업진흥청 고시
- '84. 3. 1 이후 : 석유사업법에 의거한 동력자원부 고시

나. KS규격 변화

제 품	년 도	변 경 사 항
등 유	1965	제 정
	1971	○ 유허함량규격 하향(1호 : 0.10% → 0.08% 이하)
	1974	○ 인화점규격 조정(1호 : 46℃ → 40℃ 이상)(2호 : 30℃ → 40℃ 이상) ○ 95% 증류점규격 하향(1호 : 280℃ → 270℃ 이하) (2호 : 320℃ → 300℃ 이하) ○ 유허함량규격 하향(1호 : 0.08% → 0.015% 이하) ○ 색상규격 상향(1호 : Saybolt +21 → +25 이상) ○ 반응규격 추가(1호, 2호)
	1981	○ 구입, 사용시 주의사항 추가
	1983	○ 인화점규격 하향(1호, 2호 : 40℃ → 38℃ 이상)
	1986	○ 인화점규격 하향 ○ 동점도규격 상향 ○ 세탄지수규격 하향 ○ 유허함량규격 하향
경 유	1965	○ 제 정
	1974	○ 90% 증류점규격 하향 ○ 회분함량규격 하향 ○ 세탄지수계산식 변경
	1978	○ 유동점규격 하향 ○ 운점규격 추가
	1983	○ 유종구분 확대 3종 → 5종 ○ 회분/동관부식/운점규격 삭제
	1986	○ 인화점규격 하향 ○ 동점도규격 상향 ○ 세탄지수규격 하향 ○ 유허함량규격 하향

다. 석유사업법 품질검사기준 변화

제 품	년 도	변 경 사 항
등 유	1983	제 정 - 공산품 품질관리법 검사기준과 동일
	1984	○ 인화점규격 하향 : 40℃ → 38℃ 이상 ○ 연점규격 하향 : 23mm → 21mm 이상 → 적정수준 운영으로 저유황원유 도입처리 등으로 인한 생산 제약 완화 및 증산

제 품	년 도	변 경 사 항
경 유	1983	제 정 - 공산품 품질관리법 검사기준과 동일
	1984	○ 90% 증류점 상향(1호 S, W) 290℃ → 330℃ 이하 ○ 종류 세분화 및 유동점 조정 2호 : -5℃ 이하 → 2호 S : 0℃ 이하, 2호선 : -5℃ 이하 → 적합수준 운영으로 경유 증산
	1989	○ 인화점규격 하향 및 1호 S, W 단일화 ◇ 2호 인화점 : 50℃ → 45℃ 이상 → 적정수준 운영으로 생산제약 완화 및 증산 ◇ 1호 S (유동점 -10℃ 이하) → 1호 W (유동점 -25℃ 이하) 1호 (-25℃ 이하) → 불필요 유종구분 삭제

## 2. 국내외 규격 비교

### 가. 등유규격비교

항 목	품질검사기준	K S	J I S	A S T M	국내제품수준
인화점, ℃	38이상	38이상	→	38이상	38 ~ 45
증류성상, ℃					
- 10% 증류점	-	-	-	205 이하	160~180
- 95% 증류점	270 이하	270 이하	→	-	190~250
- 증류점	-	-	-	300 이하	200~270
유황함량, %	0.08이하	0.015이하	→	0.04이하	0.01~0.05
연점, mm	21이상	23이상	*23이상	-	21 ~ 25
색상, Saybolt	+21이상	+25이상	→	+16이상	+28~+30
점도, cSt @40℃	-	-	-	1.0~1.9	1.2 ~ 1.5
닥터시험	-	-	-	음 성	음 성
혹은 머캡탄, %	-	-	-	0.003이하	0.001~0.003
석출점, %	-	-	-	-30이하	-55 ~ -50
연 소 시 험	-	-	-	합 격	합 격
동탄부식 @ 30℃, 3 시간	1 이하	1 이하	→	3 이하 (@ 100℃)	1 이하
반 응	-	중 성	→	-	중 성

(註) KS, JIS : 1호 기준, ASTM : No. 1-K 기준

\* 추운 기후에서는 21 이상

나. 경유 규격비교

항	단	품질검사기준				K S				J I S				ASTM			국내제품수준	
		1 호	* 2호S	* 2호W	특1호	1호	2호	3호	특3호	특1호	1호	2호	3호	특3호	No.1D	No.2D	No.4D	하절기
○ 인화점, °C		40이하 /	45이상	45이상	45이상	45이상	45이상	45이상	50이상	50이상	45이상	45이상	38이상 / 55이상 /				50~65	
○ 세탄가 혹은 세탄저수		45이상 45이상			45이상 45이상				50이상 / 50이상 /	45이상 45이상			40이상 / 30이상 40이상 / 30이상				50~60 50~60	
○ 증류성상, °C - 90% 증류점		330이하 / 360이하			360이하 / 350이하 / 330이하				↑				288이하 / 282 - 338 / -				320 ~ 350	
○ 온림, °C		-			-				-				(* 최저기온 + 6) 이하				-2~2 / -12~-4	
○ 유통점, °C		-25이하 / 0이하 / - 5 이하			+ 5 이하 / - / -10이하 / - 5이하 - 20이하				+ 5 이하 / -2.5이하	-7.5이하 / -20이하							~2.5~-17.5	
○ CFPP, °C		-			-				- / -1 이하 / - 5 이하 / -12이하 / -19이하								-4~-2 / -27~-12	
○ 점도, cSt @ 37.8°C		1.4-2.5 / 2.0-5.8			2.7이하 / 2.0이하 / 2.5이하 1.7이하				↑				1.3-2.4 / 1.9-4.1 / 5.5 -24.0 (@ 40°C)				2.3~3.2 (@ 40)	
○ 유황함량, %		0.5 이하 / 1.0 이하			0.4 이하				0.5 이하				0.50 이하 / 2.0이하				0.30~0.40	
○ 10% 산류탄소, %		0.15이하 / 0.20 이하			0.10이하				↑				0.15이하 / 0.35이하 / -				0.05~0.18	
○ 회분, %		0.01이하 / 0.02이하			-				-				0.01이하 / 0.1이하				0.001~0.005	
○ 동관부식 @ 100°C, 3시간		1이하			-				-				3 이하 (@ 50°C)				1 이하	
○ 반응		-			-				증 성				-				증 성	

\* 2호선S : 여름용      \* 최저기온 : the tenth  
2호W : 겨울용      Percentile

(註) 일부 정유회사는 CFPP 규격을 적용중이며 유통점 규격도 품질검사기준보다 훨씬 엄격함.

## IV. 바람직한 품질규격 방향

### 1. 목 표

요구 품질수준과 경제성의 조화

#### • 요구 품질수준

- 사용성능에 대한 만족도 : 사용시 이상을 느끼지 않는 정도

- 경유색상(생산공정차이에 기인)등과 같은 사용성능 무관항목에 대해서는 소비자의 올바른 인식 유도도 해결

- 환경보전을 위한 공해방지 정책 : 연료유 저유황화 계획

#### • 경제성

요구 품질수준 충족을 위해 필요한 생산원가(원유도입비용, 공정비용등) 변화에 따른 직접·간접적 소비자 부담.

### 2. 등유·경유 품질규격현황 및 향후 연구방향

#### 가. 등 유

규 격 항 목	현 황	향 후 연 구 방 향
◇ 연 소 성 - 연소시험 - 연 점	○ 등유의 연소성능 평가척도인 ASTM 연소시험과 연점 규격에 의해 관리되며 이는 JIS 가 연점만, SATM 규격이 연소시험만 규격화한데 비해 엄격한 수준임.	○ 최적 연점수준 설정 - 연점증가 영향 연소성 향상과 함께 연료소비율 증가
◇ 유황 함량 - 유황함량시험 - 닥터시험	○ 등유중의 유황분중 부식성 및 악취가 있는 머캡탄 성분은 닥터시험에 의해, 유황분 전체는 유황함량시험에 의해 관리되고 있음. (JIS 는 유황함량만, ASTM 규격은 두가지를 모두 규제함.)	○ 유황분 함량규격의 단계별 하향 (품질검사기준 : 0.08% 이하, ASTM 규격 : 0.04% 이하, KS/JIS 규격 : 0.015% 이하) → 생산원가 증가(원유도입비용, 공정비용등)와 공정신설 소요기간을 감안, 점진적으로 시행.

#### 나. 경 유

규 격 항 목	현 황	향 후 연 구 방 향
◇ 착 화 성	○ 연료의 착화성에 대해 세탄가/탄지수로 외국대비 우위내지 유사	○ 적정수준 설정 - 최저수준 변경여부 및 최고수

	<p>수준으로 관리되고 있음.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내규격: 45 이상</li> <li>- 외국규격:             <ul style="list-style-type: none"> <li>ASTM : 40 이상</li> <li>JIS : 45/50 이상</li> </ul> </li> </ul>	<p>준 제한여부 (과다하게 높일 경우는 오히려 불완전 연소 및 원유도입비용 증가등 초래)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 엔진개발시 세탄가 요구치 하향</li> <li>○ 디젤 엔진용과 일반연료용 규격 구분             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산/유통 이원화에 따른 경제적부담과 효과 동시 감안 추진</li> </ul> </li> </ul>
<p>◇ 저온 성능</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유동점</li> <li>- CFPP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유동점은 전체적으로 적용되나 CFPP는 부분적으로 적용됨.</li> <li>- JIS : '88부터 신규 적용</li> <li>○ 계절적/지역별로 일부 구분 적용 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ CFPP 확대적용 및 기타 실제 저온성능 연관척도 연구적용</li> <li>○ 계절별/지역별 적용기준의 최적 정립 및 국내 통일적용 방안             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 규격수준이 경유감산에 따른 경제 손실과 직결됨.</li> </ul> </li> </ul>
<p>◇ 유황 함량</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 저유황유 0.4% 이하로 규제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 환경오염 방지를 위해 필요한 저유황화 단계적 추진             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 생산원가 증가(원유도입비용, 공정비용등)와 공정신설 소요기간을 감안, 점진적으로 시행</li> </ul> </li> </ul>

상기의 항목들은 현 시점에서 우선적인 연구·검토가 필요한 것으로 판단되는 사항을 정리한 것이며 앞에서 제시한 바 있는 바람직한 품질규격 방향으로 품질관리를 효율적으로 추진하기 위해서는 상기항목을 포함한 등유·경유제품 주요특성별로 소비자, 사용설비 생산자, 정유회사, 기타 관련연구기관등이 국내 제

반여건을 감안, 공동으로 협의·추진해 나가야 할 것이다.

(별표 1) 경유 KS 변화

제정 또는 개	종 류	인화점 (°C)	세탄지수 세 탄 가	증류성상 °C -90% 증류점	온 점 (°C)	유 동 점 (°C)	유 황 분, %	점도, cSt @ 37.8 °C	잔류탄소 (10%), %	회 분, %	동 관 부 식 @ 100°C, 3hr	반 응
1965 개정	1호	40이상	50이상	290이하	-	-10이하 -25이하	0.5 이하	1.4~2.5	0.15이하	0.01이하	1이하	-
	2호	50이상	45이상	360이하	-	-5이하	1.0 이하	2.0~5.8	0.20이하	0.02이하	1이하	-
1974 개정	1호	40이상	50이상	290이하	-	-10이하 -25이하	0.5 이하	1.4~2.5	0.15이하	0.01이하	1이하	중 성
	2호	50이상	45이상	340이하	-	-5이하	1.0 이하	2.0~5.8	0.20이하	0.01이하	1이하	중 성
1978 개정	1호	40이상	50이상	290이하	-18이하	-10이하 -30이하	0.5 이하	1.4~2.5	0.15이하	0.01이하	1이하	중 성
	2호	50이상	45이상	340이하	-	-5이하	1.0 이하	2.0~5.8	0.20이하	0.01이하	1이하	중 성
1981 개정	1호	40이상	50이상	290이하	-18이하	-10이하 -30이하	0.5 이하	1.4~2.5	10%액계탄소 0.15이하	0.01이하	1이하	중 성
	2호	50이상	45이상	340이하	-	-5이하	1.0 이하	2.0~5.8	0.20이하	0.01이하	1이하	중 성
1983 개정	특1호		50이상	360이하		+5이하	0.50이하	(30°C) 2.7이상	(10% 잔류 의 잔류탄 소분)			
	1호		50이상	360이하		-5이하		2.7이상				
	2호	50이상	45이상	350이하	-	-10이하	* 고유황분일때 는 1.0% 이하	2.5이상				중 성
	3호		45이상	330이하		-20이하		2.0이상				
	특3호		45이상	330이하		-30이하	로 한다.	1.8이상	0.10이하			
1986 개정	특1호		45이상	360이하		+5이하	0.4 이하	2.7이상				
	1호		45이상	360이하		-5이하		2.7이상				
	2호	45이상	45이상	350이하	-	-10이하	* 고유황분일때 는 1.0% 이하	2.5이상	0.1 이하			중 성
	3호		45이상	330이하		-20이하		2.0이상				
	특3호		45이상	330이하		-30이하	이하로 한다.	1.7이상				