

B-C油와는 달리 통상 가열이나 보온시설없이 저장· 사용하는 경유제품에서는 대기온도가 낮은 동절기에 응고점이 높은 파라핀성분이 왁스로 결정화되어 자동차나 가열용설비 연료계통을 막는 현상이 발생할 가능성이 많으며 이 경우 연료공급이 원활치 못해지거나

# 겨울철 경유사용 안내

경유에 따라서는 완전히 중단되어 사용상 문제가 초래되므로 이를 방지하기 위한 철저한 저온사용성능 관리가 매우 중요하다.

## 1. 관리기준

경유의 사용처는 크게 자동차와 가열용설비로 구분되나, 이중 자동차연료계통이 배관, 필터등 측면에서 경유 저온성능에 훨씬 예민하므로 정유사에서는 자동차 저온사용성능 추측을 경유 저온성능 관리의 목표로 함으로써 경유제품 저온사용성능 관리에 만전을 기하고 있다.

이러한 자동차용 경유 저온사용성능 관리기준으로는 실제와 동일한 조건하에서 평가하는 Field Test나 저온Chassis Dynamometer Test가 가장 적합하나 이 시험에는 상당한 시간이 필요하므로 실제 제품의 계속적인 생산 단계에서는 적용이 불가능하다.

따라서 실제 조건하에서의 저온 사용성능과 상관관계를 갖는 실험실적 시험방법이 많이 연구되어 왔으며, 현재 각국에서 관련규격으로 적용되고 있는 중요한 시험방법별 특징은 다음과 같다.

### ● 운점(Cloud Point)

경유 성분중 파라핀 성분이 왁스로 결정화되기 시작하는 온도이며, 경유가 냉각되어 운점에 도달하면 외관상 구름모양으로 뿌옇게 변하므로 알 수 있다.

이 단계에서는 석출된 왁스의 크기도 작고 양도 매

우 적으므로 실제 저온 사용성능에는 영향을 거의 주지 않으나, 다만 대기기온이 지속적으로 운점 이하이며, 제품순환이 활발치 못한 경우 왁스분이 저장 탱크 밑 바닥에 계속 축적되어 연료 공급계통에 장애를 초래할 가능성이 있다.

● 유동점(Pour Point)

왁스분이 다량 석출되어 경유의 유동이 완전히 멈추기 직전의 온도로 이 온도 이하(Solidification Point, 응고점)가 되면 완전히 굳어서 송유가 불가능해진다.

● CFPP(Cold Filter Plugging Point)

경유수요의 대부분을 차지하는 자동차의 연료공급계통에는 중간에 미세한 필터가 설치되어 있으므로 실제 저온 사용성능에 영향을 주는 Wax분에 의한 막힘 현상이 일반적으로 유동점보다는 높고 운점보다는 낮은 온도에서 나타난다.

따라서 이 기준으로 적용할 시험방법이 필요해져 연구개발된 것중의 하나가 CFPP이다.

시험방법은 특정한 조건에서 시료가 미세한 필터(45 μm)를 통과할 수 있는 최저 온도를 측정, 표시하며 실제 조건시험인 Field Test와 잘 일치하는 것으로 알려져 현재 유럽 및 日本 전체, 북미 일부등에서 광범위하게 규격으로 적용되고 있으며, 정유사에서도 기준 규격으로 적용하고 있다.

● LTFT(Low Temperature Flow Test)

CFPP와 마찬가지로 실제 자동차 저온 사용성능을 평가하기 위한 실험실적 시험방법으로 북미지역에서 많이 적용되고 있다.

대략적인 시험방법에 있어서는 CFPP와 유사하나 필터의 크기(17μm)등에서 차이를 나타내며, 북미지역에서의 연료 및 자동차 특성에 적합한 것으로 평가되어 이 지역에서 사용되고 있다.

이외에도 경유 저온사용성능 관리기준으로 여러가지 시험방법이 제시되고 있으나 Cloud Point와 Pour Point 사이에 존재하는 실제 자동차 저온운행가능 온도와의 상관관계가 입증되어 현재까지 규격으로 적용되고 있는 시험방법은 CFPP와 LTFT 뿐이다.

이중에서도 CFPP가 국내 경유등의 특성에 적합한

것으로 평가되어 현재 유공에서 규격으로 활용중이나 경유 성상변화, 자동차 및 가열용 설비 특성차이 등의 측면에서는 미흡한 점이 있으므로 관련 해외 동향의 지속적 파악 및 당사 자체연구와 해외 위탁연구의 병행 실시로 지속적인 개선을 추진하고 있다.

## 2. 저온성능 향상방법

경유의 저온성능 향상방법은 크게 두가지로 분류된다.

첫째는 경유 구성성분을 변화시키는 방법으로 경질 탄화수소 함량을 증가시키거나 중질 탄화수소분을 제거시킴으로써 응고점이 높은 중질 파라핀 성분의 왁스 결정화 온도를 낮추는 것이며,

둘째는 유동성 향상제를 사용하여 왁스결정 성장속도를 지연시키거나 결정모양을 조정하는 방법이다.

두가지 방법을 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

### (1) 경유 구성성분 변화

경유 구성성분 변화방법으로는 등유 유분 배합비율 변경이나 상압증류탑 운전조건 변경방법이 일반적으로 적용된다.

상압증류탑에서 원유가 비점범위별로 분리되어 석유가스, 납사유분, 등유유분, 경유유분, 잔사유의 순서로 나온후 등유 유분중 일부는 2차 처리되어 등유/항공유 등의 등유계열 제품으로 생산되고 나머지는 경유 유분에 배합되어 경유 제품이 된다.

이 과정 중에서 왁스용해도가 높은 경질 탄화수소 함량은 통상 등유유분배합비 상향에 의해 증가시키나 이는 등유계열 제품감산에 따른 경제적 손실을 초래할 뿐만 아니라 인화점, 점도, 세탄값, 발열량등의 적정수준 유지관계로 일정비율 이상의 상향은 어렵다.

한편, 응고점이 높은 중질 파라핀계 탄화수소분 제거를 위해서는 상압증류탑에서의 경유유분 분리온도를 낮추어야 하며, 이 경우 경유 유분이 잔사유(B-C유분)로 품위저하되어 경유 감산에 따른 제조원가 증가가 큰 제약이 된다.

이러한 경유 구성성분 변화방법은 운점, CFPP, 유동점을 모두 낮출 수 있다.

(2) 유동성 향상제 사용

유동성 향상제는 현재 경유 저온성능 향상에 가장 큰 역할을 하고 있으며, 0.05% 이하 정도의 소량 사용으로 저온 성능을 효과적으로 향상시킬 수 있는 경제적인 첨가제이다.

이러한 유동성향상제의 종류 및 작용원리를 알아보면 다음과 같다.

● MDFI(Middle Distillate Flow Improver)

최근까지 가장 많이 사용되어온 유동성 향상제로 <그림-1>과 같이 CFPP/Pour Point를 낮추어 저온 사용성능을 개선하는 첨가제이며, Cloud Point에는 영향을 거의 주지 않는다.

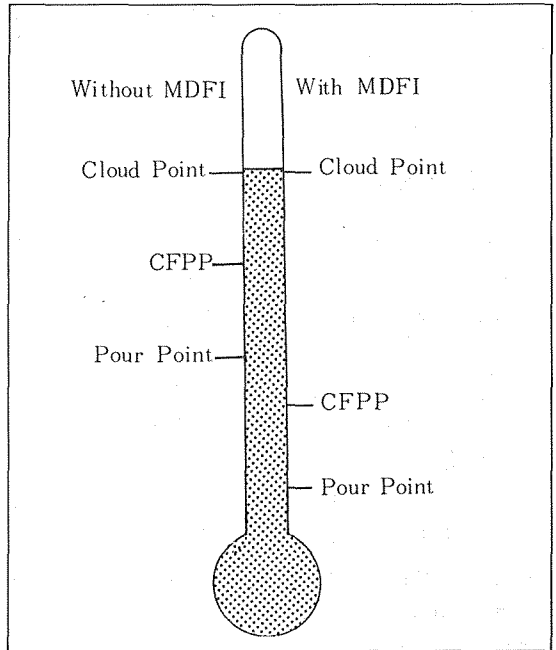
• 작용원리

경유제품의 온도강하에 따른 정상변화는 대략 세 단계로 구분된다.

첫번째는 운점에 도달하여 파라핀 성분이 왁스로 결정화되기 시작하는 단계이며, 육안관찰시 경유가 뿌옇게 변하는 것으로 알 수 있다.

두번째 단계에서는 결정화된 왁스가 상호 응집을 통해 계속 성장해나간다. CFPP는 이 단계에 포함되어

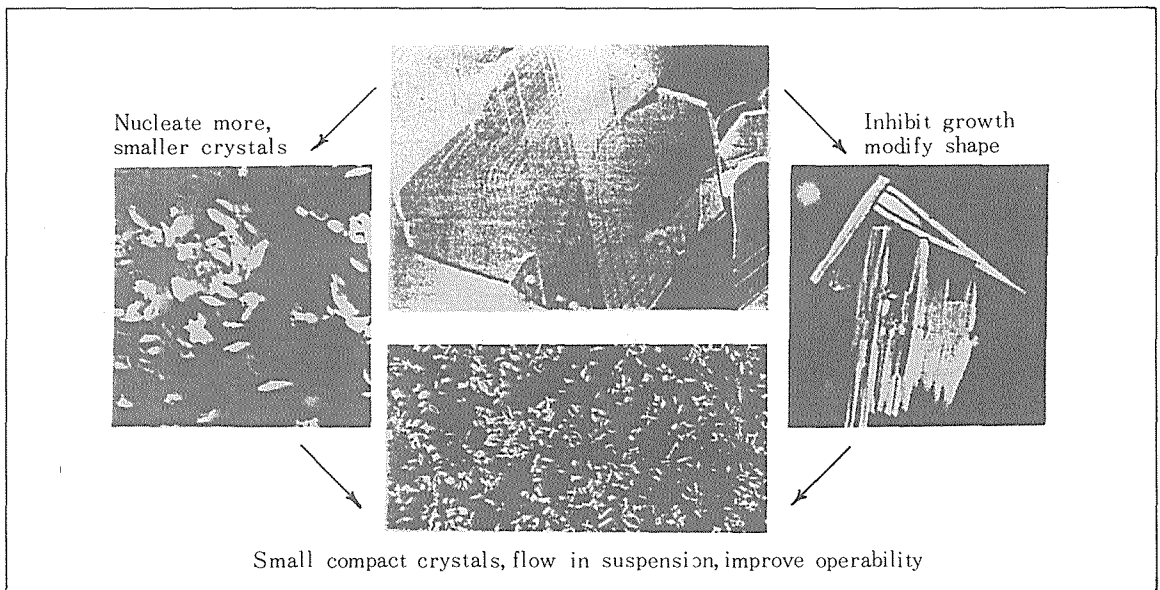
<그림-1> MDFI 사용효과



있다.

마지막 단계에서는 왁스 결정들이 크게 성장, 응집하여 경유의 흐름을 완전히 막게 되는데 흐름이 있는 최

<그림-2> MDFI 사용에 의한 왁스 결정 변화



저온도가 유동점으로 표시된다.

이 과정에서 MDFI는 왁스분의 초기결정화 단계에서부터 작용하여 <그림-2>와 같이 결정의 숫자를 늘려 크기를 줄이고, 응집 방해, 성장 억제등의 원리로 CFPP/Pour Point를 낮추게 된다.

● 운점 강하제

MDFI는 통상 운점에는 영향을 주지 않는다.

따라서 운점을 낮출 필요가 있을때는 특별한 운점 강하제를 사용해야 한다.

운점 강하제의 원리는 결정화되는 왁스의 크기, 수등을 조정하는 MDFI와는 달리 중질 파라핀 성분이 왁스로 결정화되어 나타나지 않도록 흡착성이 높은 고분자 물질을 사용하여 용해도를 높이는 것이다.

운점 강하제도 CFPP/Pour Point를 낮추기는 하나, MDFI에 비해 그 효과가 매우 작다.

따라서 운점을 규격으로 적용하는 특수한 경우만 사용하며 일반적인 저온사용성능 향상목적으로는 거의 사용되지 않는다.

● WASA(Wax Anti Settling Additive)

저온에 노출, 저장되어 있는 경유제품 온도가 대기온도 강하에 따라 운점이하에 도달하면 왁스가 결정화되어 나타나나 MDFI 사용시 운점보다 상당히 낮은온도(자동차의경우 CFPP 근처)까지 저온사용성능에는 별

영향을 주지는 않는다.

그러나 운점이하의 온도가 상당기간 지속될 때는 많은양의 왁스가 생성되어 저장 Tank 바닥에 침전·축적되어 연료공급 장애등의 문제를 일으키는 경우가 많다.

WASA는 이러한 왁스의 축적으로 인한 문제를 방지 위해 왁스결정의 크기를 MDFI보다 훨씬 미세화 된 첨가제(그림-3 참조)로 최근에 개발·사용되고 있으며 다음과 같은 기능으로 저온사용 성능을 향상시킨다.

- 왁스결정 크기의 감소로 침전방지
- 대기온도 상승시 기 생성 왁스결정의 조기 용해

● WAFI(Wax Anti Settling Flow Improver)

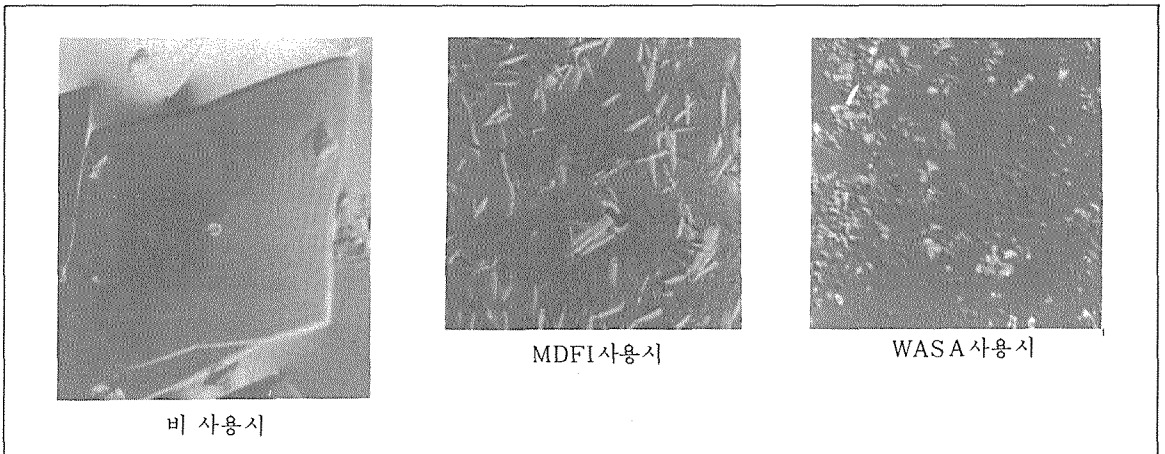
WASA와 MDFI를 혼합하여 두기능을 동시에 발휘하도록 한 가장 이상적인 유동성 향상제로 MDFI 단독 사용시보다 저온사용 성능을 <그림-4>와 같이 훨씬 향상(동일한 CFPP에서 실제 저온사용가능 온도를 더 낮춤)시키는 효과로 최근에 사용량이 급증하고 있으며, 油公에서도 금년 겨울부터 사용중이다.

지금까지 언급한 경유 저온사용성능 향상과 관련하여 주목해야할 사항이 몇가지 있다.

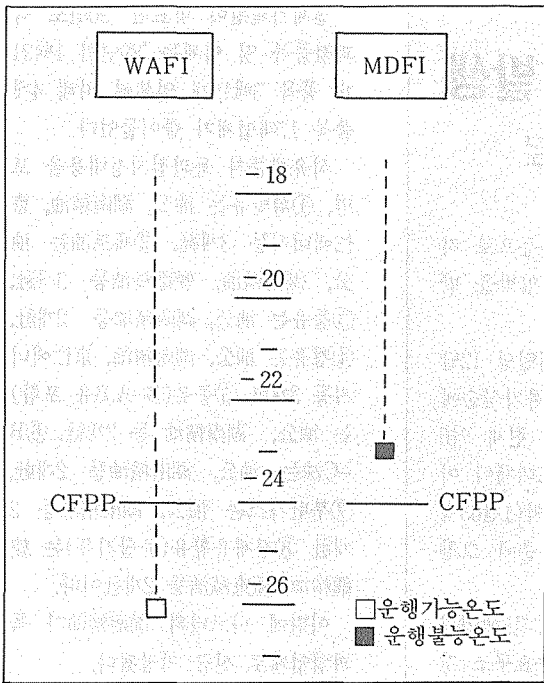
첫째는 경유 저온성능은 원유의 특성에 따라 차이가 많으므로 처리원유 유종 영향을 크게 받는 점이다.

둘째는 원유유종, 구성성분등과 관련이 있는 경유특

<그림-3> 왁스 결정 비교



〈그림-4〉



성에 따라 유동성향상제 사용효과 차이가 매우 커서 심한 경우는 효과가 전혀 없는 경우도 있는 점이며,

셋째는 종류와 상관없이 유동성향상제 단독에 의한 경유 저온사용성능향상 가능범위는 제한되어 있으므로 적정량 이상의 다량 사용시 추가 향상 효과는 없으므로 이 범위이상의 상향을 위해서는 경유 구성성분을 변화시켜야만 한다는 점이다.

### 3. 관련 유의사항

경유 저온사용시 문제가 없도록 하기 위해서는 정유회사가 제품생산시 적용하는 저온성능 규격의 수준을 높이는 것이 물론 가장 중요하다.

그러나 이 수준을 지나치게 높게 설정할 경우 경유 구성성분의 경질화로 인한 제조원가 증가(소비자 부담 초래)와 타 성상 과도변화 문제를 초래한다.

그러므로 월별/지역별 최저기온과 발생빈도를 기준으로 제조원가 증가와 타 성상 영향을 감안한 월별/지역별 적정수준의 설정·운영이 바람직하며 극단적인 혹한으로 인한 특정지역 문제 발생시는 국부적 임시

조치에 의한 해결이 불가피하다.

아울러 경유제품 저온사용 성능의 효율적 관리를 위해서는 정유회사 규격관리 기준에 부합될 뿐만 아니라 더 나아가 이를 보완할 수 있는 수준의 유통 및 저장관리가 필요하며 이를 위해 다음사항의 철저한 관리가 요구된다.

#### ● 제품 적기 순환

정유회사에서는 경유제품을 기온추이에 따라 계절별로 구분, 생산하고 있으므로 사용제품의 재고관리도 가능한한 이에 맞게 운영해야 하고 특히 하절기/변동기 제품들이 동절기로 이월되지 않도록 유의해야 한다.

- 油公 제품구분 생산현황

구 분	해 당 월
하절기	6~8월
변동기	4, 5, 9, 10월
동절기	
- 일반	11, 3월
- 혹한	12~2월

#### ● 지역별 적합제품 사용

또한 경유제품의 효율적 저온사용성능 관리를 위해 지역별로도 구분생산되고 있으므로 정유회사의 운영체계에 맞도록 사용지역에 적합한 제품의 구입, 사용이 요망된다.

예로 혹한기에 남부지방 구입경유를 이용한 江原지역으로의 자동차운행 등은 가급적 피해야 한다.

- 油公 지역별 구분 출하현황(12~2월중 적용)

- 혹한지역 : 강원, 경북 북부
- 저온지역 : 중부지방
- 일반지역 : 남부지방

#### ● 보온시설 설치

경유 저온성능이 우수해도 예외적인 혹한 및 저온에서의 장기노출 경우등에는 문제 발생의 우려가 있으므로 노출된 저장탱크 및 배관등에는 가능한한 보온설비를 갖추는 것이 도움이 되며 특히 소량·장기 사용시에는 큰 도움이 된다. ♣