英国 石炭庁研究陣의 凱歌 — 石炭에서 디젤油를 뽑아낸다

石油코스트의 상승 및 세계에너지資源의 有限性으로 말미암아 燃燒엔진用의 적절한 代替燃料를 발견하는 일이 중요한 과제로 제기되고 있다.

세계 각처에서 石油보다 훨씬 많은 量이 매장되어 있는 石炭은 분명히 石油에 대신할만한 연료임에 틀림없다. 사실 2차大戰 중 英国과 独逸은 수백만톤의 石炭을 수송연료로 썼으나, 그 뒤 값싼 石油가 液体연료시장에서 石炭을 몰아내 버린 것이다. 그러나 南阿共和国은 例外이다. 여기서는 1955년 이래 가스化合成工法을 써서 날마다 石炭 3만톤을 가공, 여기서 수송용 연료를 만들어내고 있다.

水素化反応

石炭의 보다 효율적인 液化法은 水素化反応에 의한 것인데, 이 목적을 위해 英国 石炭庁의 石炭研究所(CRE)에서는 液体溶媒抽出(LSE)工法을 개발하고 있다. 瀝青炭 또는 半瀝青炭을 溶媒抽出法으로 액화하고 精油해서 촉매 하이드로크래킹에 의해 그 맑은 抽出液을 휘발성 증류액으로 바꾸는 것이다. 이 技法은 石炭에서 순수한 炭素를 만드는 옛날식 工法에 기초를 두고 개발된 것.

이 工法을 통해 1次的으로 얻는 증류액은 비등범위에 있어서 수송용 石油연료와 맞먹지만, 프레미엄 개솔린 및 디젤油를 위한 현재 규격에 맞게 하기 위해서는 2차적인 精製가 필요하다. 이런 디젤油를 石炭으로부터 얻는 작업이 石炭研究所의 조그만 工程工場에서 행해졌고, 한편 리카도 컨설팅 엔지니어즈社의 연구소에서는 高速디젤엔진에 관한 테스트가 실시되어 왔다.

石炭液化에는 石炭의 큰 分子구조의 파괴, 鉱物質 기타 불순물질의 제거, 水素의 対炭素率의 改善등이 필요하다. 연구소 실험으로 나타난 바에 따르면, 瀝青炭 및 半瀝青炭은 모두 LSE工法처리로 액화될 수 있다. 다만 최종적으로 얻을 수 있는 증류액의 質은 石炭에 따라 각각 다르다. 실험에 쓰인 英国석탄은 高휘발성의 약한 粘結炭으로서 미들란드 地方의 대규모 생산지역에서 나온 것들이다.

熱거르기

약 6%내외의 灰分을 포함한 石炭 한 조각을 깨끗이 씻어 液化工程에 넣고 하이드로크래킹 過程에서 抽出한 非휘발성油를 가지고 이것을 슬러리로 만든다. 이것을 予備加熱機를 통해 浸漬機로 펌프질해서 보낸다. 약 400℃의 온도에서 30분 내지 90

〈表－1〉 LSE工程에서 나온 中間蒸溜液成分

基礎分析(%)	피이드	175－200℃	4.9
炭素	89.2	200－250℃	33.6
水素	10.6	250－300℃	22.5
H:C(原子)	1.43	300－350℃	6.0
窒素(ppm)	1300	**物理性**	
酸素	0.6	中央비등점(℃)	264
硫黄(ppm)	45	15℃에서의SG	0.950
물		15℃에서의API	17.5
페놀		아닐린点(℃)	－12.2
OH	0.04	칼로리·세탄값	12
合 計		디젤系数	1.6
蒸溜(W/O)		屈折率	1.5280
80－175℃	1.7		

분간 두면 90%까지의 石炭質이 용해된다. 용해되지 않은 炭質과 그밖의 鉱物質은 熱겨르기로 분리시킨다.

거른 액으로서 이렇게 만들어진 맑은 石炭抽出溶液은 灰分이 0.1%미만밖에 안되어 펌프를 써서 직접 하이드로크래커로 보낼 수 있다. 하이드로크래커는 바닥에 細粒化된 촉매를 가지고 있으며, 420℃ 내지 450℃의 온도에서 公稱圧力 17MPa로 작동한다. 그리고 商業品級의 石油水素処理촉매를 써서 石炭抽出液을 비등점 500℃ 이하의 증류액으로 만든다.

보다 낮은 동작압력下에서 보다 높은 転換水準을 이루어 촉매작용을 개선해서 加工코스트를 줄여보기 위해 아직도 CRE에서는 연구가 계속되고 있다. 또한 보다 값싸고 보다 壽命이 긴 촉매가 필요하기도 하다.

하이드로크래커機에서 나오는 流出物전체는 먼저 液体와 개스로 분리된다. 주로 水素로 된 개스는 高圧下에 있으며, 再循環되기 전에 물로 세척된다. 한편 液体는 圧力排出시스팀을 통해 증류실로 보내진다. 여기서 액체内에 高圧으로 녹아들어가 있는 가스가 첫칸에서 제거되고 C5+액체는 둘째칸에 보내져, 高架증류액칸(320℃ 이하)및 밑바닥의 溶剤부분칸(320℃ 이상)으로 분리 수용된다. 高架증류액은 2차精製를 위해 보관하고 溶剤는 石炭浸漬機로 다시 보내진다.

정확한 分離作業

2차精製는 정확한 분리작업부터 시작된다. 먼저 개솔린을 만들기 위한 나프타(초기비등점을 200℃로)製品과 디젤油 및 가스 터빈油를 만들기 위한 중간증류액(200℃ 내지 320℃)으로 분리하는 것이다.

直溜중간증류액으로 분류된 물질의 성분은 〈表-1〉과 같다. 芳香성분이 많은 이 물질의 세탄값은 극히 낮다. 그러나 石炭油 3과 가스油 1의 비율로 섞은 기름은 덤프 트럭의 디젤 엔진을 움직일 수 있다.

초기의 연구소 실험에 나타난 바에 따르면, 二環 및 三環芳香성분은 쉽게 硬化되어 直溜중간증류액의 것보다 훨씬 높은 계산된 세탄값을 가진 나프텐 또는 시클로파라핀類型의 製品을 만들어 냈다. 엔진試験에 쓸만한 製品分量이 改造된 2리터짜리 튜브式 하이드로크래커内에 준비되었다. 그리고 硬化製品의 산출량은 최대로 늘리고 나프타 및 가스의 산출량은 최소로 줄일 목적으로 크래킹을 되도록 줄일 수 있는 식으로 반응기의 與件을 조절했다. 이 때문에 촉매를 신중히 골라야 했고, 하이드로크래킹 때보다 낮은 온도에서 작동을 해야 되었다.

그 결과 나온 것이 中間증류액피이드의 101%에 해당하는 硬化製品의 産出物이었다. 또한 水素가 보다 경제적으로 사용된 사실도 이 결과에 나타났다. 무게로 따져 水素消費는 피이드의 겨우 2%내지 3%에 불과했고, 消費된 水素의 97%는 液体제품중에 나타난 것이다.

말썽스런 왁스는 없어

石炭에서 빼낸 이 燃料는 英国표준규격BS2869를 만족시키는 製品이며, 石油가스油에 비해 몇 가지

〈表-2〉 石炭油디젤燃料의 調査資料
(比較를 위해 BS 2869 資料포함)

		石炭油	BS2869	
		디젤연료	A 1級	A 2級
37.8℃ (센티스토크)에 있어서의 動的粘性度	最小	3.5	1.6	1.6
	最大		6.0	6.0
세탄값	最小	46	50	45
炭素찌끼, 램즈버럼10%찌끼에 대한 質量%	最大	0.11	0.2	0.2
증류, 357℃에서 回収分量을%로	最小	98	90	90
引火点 (閉鎖된 펜스키마틴)	最小	39℃ (77℃스트림)	55℃	55℃
물含量% (分量)	最大	0.01	0.05	0.05
沈澱物%	最大	맑음	0.01	0.01
灰分% (質量)	最大	未定	0.01	0.01
硫黄%	最大	10ppm	0.5	0.8
銅腐蝕실험	最大	1		1
常温거르개플러깅・포인트(℃)	最大 여름		0 3月/9月	0 3月/11月
	겨울	−53°	− 9℃ 10月/2月	− 9℃ 12月/2月

장점들을 가지고 있다(表—2를 참조). 극히 낮은 凝結点과 낮은 常温거르개플러깅 포인트로 짐작할 수 있듯 말썽스런 왁스類가 전혀 안들어 있는 것이다. 밀도가 높기 때문에 単位質量当 出力이 크며 硫黄含率도 극히 낮다. 투명하고 물처럼 보이는 기름이지만 약간 푸른 빛을 띠고 있고, 개스 오일과 완전히 혼합될 수 있으며 시일이 지나도 変色이 조금밖에 되지 않는다.

실험에는 150×128㎜의 리카아도 프로테우스単軸 연구용엔진이 쓰였다. 이 엔진은 古典的인 디이프 바울 燃焼장치를 가지고 있고, 비교적 높은 선회 나사선吸入口가 있어 大型'프리미엄'식 트럭 엔진의 전형적인 것이다. 秒当 15내지 37회전의 負荷속도에서 1.4MPa까지의 性能을 外部부우스트의 空気공급으로 낼 수 있다. 실험은 自然吸気 조작에만 국한되었다.

좁게 자른 硬化연료 少量을 가지고 해 본 制限된 실험으로 만족할만한 性能을 얻을 수 있다는 사실이 곧 드러나, 이번에는 넓게 자른 연료 50kg을 가지고 평가해 보기로 한 것이다. 이 프그그램은 3가지 실험속도에서 負荷범위의 消費曲線을 그리게 함으로써, 세탄값基準価를 얻고 性能수준을 수립해 보자는 것이었다. 다음과 같은 汚染排気가 있었음이 또한 확인되었다. ▶酸化窒素 ▶타지 않은 炭化水素 ▶一酸化炭素 ▶微粒物質

「온 荷重」의 경우

모든 실험은 최소브래이크의 특정연료소비라는 최적성능으로 시간적으로는 「온荷重」여건 下에서 행해졌다. 制御실험은 道路차량용의 개스油로 실시했다.

発火性이 알려진 여러가지 石油系연료를 써가지고, 이 石炭抽出연료의 基準세탄값이 46임이 판명되었다. 따라서 현재의 商業연료들보다 밀도가 5% 더 높은 이 石炭基調연료가 보다 경제적인 것으로 나타난 것이다.

이 실험연료의 排気가 대체로 깨끗했던 것은 在來연료에 비해서 비교적 낮은 증류곡선 때문이었을 것이다. 연기 및 타지 않은 炭化水素에 관해 특히 중점을 두고 성능媒介変数에 대한 증류의 효과를 규명하기 위해 추가적인 실험을 해 볼 예정이다.

실험에 나타난 排気의 경향은 予想한 바대로였다. 두가지 연료가 경쟁적인 성능을 나타내 산화질소의 배출량은 비슷했으나, 연기와 微粒子(먼지) 수준은 石炭에서 빼낸 연료쪽이 낮았다. "온荷重"에서 一酸化炭素量이 줄어들었다는 면으로 연기水準이 낮다는 사실이 확인된 것이다.

아직 調査할 일 많아

실험연료의 높은 炭化水素水準은 그 속의 극히 가벼운 부분이 증발되어 연소를 받들기에는 너무 약한 混合気帯를 형성했기 때문이었다. 이 연료의 세탄값이 비교적 낮다는 사실 역시 연소시작 때에 予備配合한 연료의 量을 늘리게 되어 이로 말미암아 炭化水素의 수준이 더욱 늘어나게 된다. 이 중요한 영역은 앞으로 더 조사해 봐야 할 것이다.

이렇듯 이 실험들은 石炭庁이 개발한 LSE 工法이 65%의 전체 熱効率로써 만족스러운 중간증류연료를 만들어낸다는 사실을 보여주었다. 무게로 따져 抽出단계에 들어가는 석탄의 40%까지가 제트가스 오일범위内의 증류액으로서 얻어진다. 실험으로 계산되는 디젤부분의 세탄값으로 어떠한 在来식 디젤 엔진도 움직일 수 있고, 그 소비량도 보통의 디젤油의 그것과 견줄만하다. 排気容量수준은 대체로 낮은 증류곡선으로 말미암아 비교적 낮다.

마지막으로 타지 않은 炭化水素의 경우를 빼고는 개스排気量은 石油基의 연료의 경우와 비슷하다. 이것은 아마도 石炭基연료의 가벼운 프런트엔드 때문일 것이며 이 점은 앞으로의 연구과제로 남는다.*

〈駐韓英国大使館 제공〉

● 照会処 :

① Coal Research Establishment,
Stoke Orchard, Cheltenham,
Gloucestershire GL42 4RZ,
England.

② Ricardo Consulting Engineers Ltd,
Bridge Work, Old Storeham Road,
Shoreham-by-Sea, West Sussex,
England.