

# 새로운 발전용 연료로서의

# 오 리 멀 전

김 남 하

한국전력기술(주) 전력기술개발연구소 처장

## 1. 개 요

1935년 남미 베네수엘라의 오리노코(ORINOCO)강 유역에서 타르(TAR) 형태의 연소가능물질이 발견되었으며, 이것을 오리노코타르(ORINOCO-TAR)라命名하였다. 오리노코타르는 굳은 아스팔트 형태의 물질이기 때문에 채광, 운반 및 취급의 문제가 결림돌이 되어 연료로 사용되지 못하고 1980년대 중반까지는 거의 사장되어 있었다. 그러나 1970년대의 2차례에 걸친 오일쇼크 후에 각국은 석유의 대체 연료의 개발과 이용에 박차를 가하게 되었는데 베네수엘라는 오리노코타르를 대체연료로서 실용화하기 위하여 많은 투자를 한 결과 1985년에 그 방법론 개발에 성공하였다. 그것의 실용화 방법은 타르에 고온 증기를 주입하여 녹인 다음 약 30% 정도의 물과 약간의 첨가제를 섞어서 유상액(Emulsion)을 만들어서 채광에서부터 운반, 취급 및 연소방법을 개발한 것이다. 따라서 ORINOCO-TAR을 EMULSION화 하였다고 하여 오리멀전(Orimulsion)이라고命名하고 석유의 대체연료로 시장에 내어 놓은 것이다.

베네수엘라 정부는 1988년 오리멀전을 석유 제품이 아닌 「비석유(非石油)」계의 새로운 발전용 연료로 판매할 계획을 세우고, 베네수엘라 석유

공사의 산하에 있는 BITOR사로 하여금 석탄과 결합한다는 전략하에 북미, 유럽 및 아시아 지역에 판매회사를 설립하여 영업 활동을 한 결과 현재 일본 및 영국에서는 오리멀전을 발전용 연료로 도입을 하고 있는 실정이다. 이 새로운 연료를 금년 4월에 개최된 국제 관세협력이사회(Customs Cooperation Council) 산하의 통일 시스템 위원회(Harmonized System Committee)에서 역청질혼합물(관세코드 HS 27.15)이 아닌 천연 Bitumen(HS 27.14)으로 분류할 것을 결정하였다. 천연 Bitumen으로 분류가 된다는 것은 관세 면제품이 된다는 것으로 석유제품이 관세품인 것에 반하여 경제성 측면이 유리하게 되어 앞으로는 발전용 연료로서 유럽에서 오리멀전 도입이 가속화될 것으로 전망된다.

따라서 본고에서는 새로운 발전용 연료로서의 오리멀전에 대한 특성, 건설 타당성 및 각국의 현황을 살펴본 후 우리의 대처방안을 제시하고자 한다.

## 2. 오리멀전

### 가. 성질과 특성

오리멀전은 초중질 탄화수소계인 천연 오리노

〈표 1〉 연료의 성질과 특성 비교

성분	오리멸전	석탄	C중유
유황분(wt%)	2.4~2.9	0.5~0.9	0.2~3.0
회분(wt%)	0.04~0.25	10.0~17.0	0.02
바나듐(ppm)	280~360	-	2~40
발열량(kcal/kg)	7,050	6,300	10,500

코가 70%, 물 약 30% 및 界面活性劑 0.3%를 첨가하여 乳狀液으로 만든 것이다. 오리멸전의 점도는 C중유 정도이며 운반·취급은 중유 정도로 용이하다. 硫黃分은 대체로 석탄의 4배, 중유의 10배 정도이고 灰分은 석탄의 0.01배, 중유의 5배이고 발열량은 석탄보다 10% 정도 높다(표 1 참조). 따라서 중유에 비하여 먼지, SO<sub>x</sub>의 발생량이 많기 때문에 전기 집진기, 탈질(脫窒), 탈황(脫黃)설비 등 환경설비의 설치가 반드시 필요한 것으로 판단된다.

#### 나. 부존량

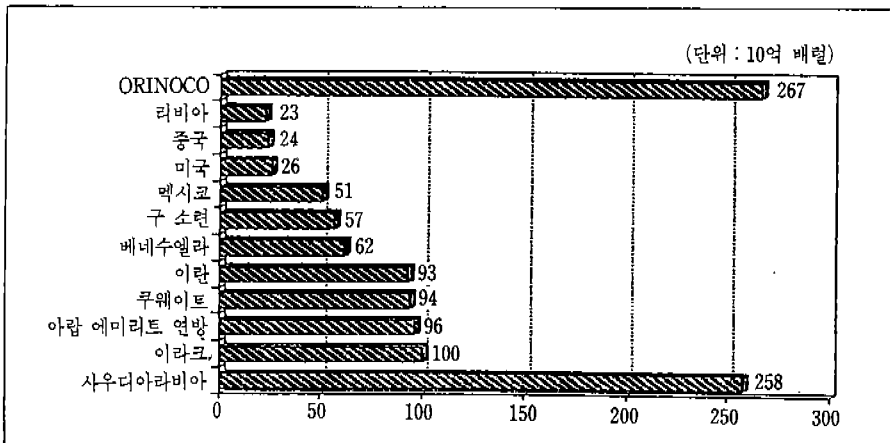
천연 오리노코는 오리노코강 유역의 약 54,000 km<sup>2</sup>의 부지에 1조 2천억배럴 정도 매장되어 있는 것으로 알려져 있으며 베네수엘라의 中部를 흐르는 오리노코강 北岸에 폭 50~100km 길이 700

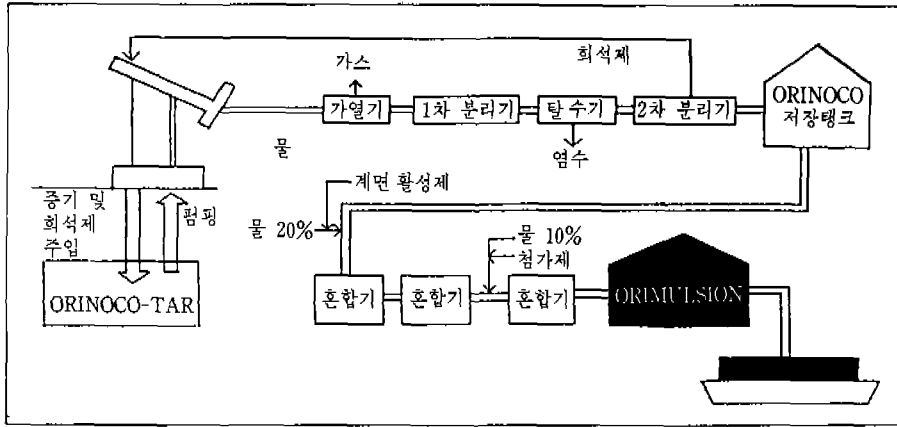
km의 광활한 늪지대에 벨트를 형성하고 있다. 현재까지의 可採매장량은 전체 매장량의 22% 정도인 2,670억배럴(424억톤)을 상회할 것으로 추정하고 있다. 이 가채 매장량은 1,000MW급 화력발전소 100기에 250년간의 연료를 공급할 수 있는 엄청난 양이다. 이것을 석유생산국의 원유 매장량과 비교한 것이 표 2이다.

#### 다. 제조방법

천연 오리노코의 채광 基地에서 관정(管井)을 뚫고 그 가운데로 증기를 注入한 후 점도를 낮추기 위하여 희석제를 주입하여 펌프로 지상으로 끌어올린다. 지상으로 올려진 액체 상태의 천연 오리노코는 가열기에서 가열한 후 1차 분리기로 보내어서 가스를 제거한 다음 탈수기에서 염분 및 불순물을 제거하고, 2차 분리기에서 희석제를 분리하여 천연 오리노코 저장탱크로 보낸다. 그 후 혼합기에서 계면활성제, 물 및 약간의 첨가제를 섞어서 오리노코 저장탱크로 보낸다. 그 후 혼합기에서 계면활성제, 물 및 약간의 첨가제를 섞어서 오리멸전을 만든 후 저장탱크에 저장을 한 다음 운반선까지 파이프 라인을 통하여 선적하게 된다. 현재 70% 정도의 천연 오리노코의 함유량

〈표 2〉 각국의 원유 매장량과 오리노코 매장량





〈그림 1〉 오리멀전의 제조공정

을 수송효율과 연소효율의 향상을 위하여 80% 정도로 올리는 방안에 대한 연구가 진행중이다. 제조 공정을 도표화하면 그림 1과 같다.

### 라. 생산체제

베네수엘라 석유공사(PDVSA) 산하의 BITOR (BITUMENES ORINOCO)사가 오리멀전의 생산에서 공급까지의 일체를 담당하고 있다. 오리노코 벨트는 베네수엘라 석유공사 산하의 LAGOVEN, CORPOVEN, MARAVEN 등 3회사의 광구로 나누어지고 매 광구의 생산과 판매는 BITOR사에 위탁하고 있다. 현재 천연 오리노코가 채광되고 있는 장소는 Cerro Negro 광구로 지하 약 900m에 두께 수십 미터의 천연 오리노코층을 형성하고 있는 것으로 알려져 있다. 채광 장소 부근에 오리멀전 생산기지가 있고 1993년말 기준으로 생산능력은 연간 약 600만톤(ton) 정도이다. 생산기지에서 약 70km 떨어진 오리노코강 하류의 Punta Cuchillo 선적항까지 24인치짜리 파이프 라인으로 수송된다. 이 항구는 오리노코강 하구로부터 약 300km의 상류에 위치하는데 수십의 제약 때문에 선적 가능한 운반선은 6만톤 규모로 제한되고 있다. 이 때문에 카리

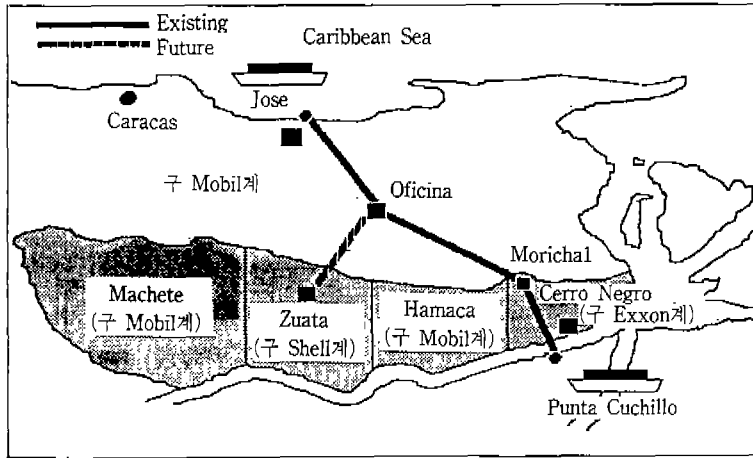
브해에 연한 Jose항까지 300km에 걸친 파이프 라인을 금년에 완성시켜 25만톤의 초대형 선박에 선적이 가능하도록 할 계획인데 이렇게 되면 출하능력의 증가와 함께 수송비 절감이 기대된다 (그림 2 참조).

### 마. 오리멀전의 판매전략

#### (1) 석유의 대체연료

베네수엘라는 주지하는 바와 같이 석유수출국 기구(OPEC)의 회원국가이다. 현재 OPEC에는 국가별로 원유 생산량이 할당되어 있는데 베네수엘라의 생산 할당량은 1일 기준으로 1990년 190만 배럴로 책정되어 있다. 이 할당량의 범주내에서는 원유의 생산 및 판매의 증가를 도모할 수 없기 때문에 「오리멀전은 석유가 아니다」라는 전략을 수립하여 오리멀전을 별도 범주로 하여 생산 및 판매를 계획하고 있다.

오리멀전의 용도를 화력발전용 연료의 측면에서 보면 이것과 경쟁할 수 있는 연료는 석탄이 될 수 있기 때문에 오리멀전의 가격을 석탄의 가격과 連動시키기로 하였다. 이렇게 함으로써 오리멀전은 공급자인 베네수엘라와 실수요자가 量



〈그림 2〉 오리노코의 생산 및 수출라인도

및 가격의 측면에서 原油市況의 변동에 좌우되지 않는 상품이 되도록 전략을 수립하였다. 결국 오리멀전은 석유의 대체 연료가 되어 이것의 생산 및 판매에 대한 자유권한을 갖게 되기 때문에 원유의 가격변동의 위험을 피할 수 있는 상품이 되는 것이다. 향후 석유 및 천연가스의 상승이 예상되기 때문에 베네수엘라는 화력발전소의 연료로 오리멀전의 수요가 대폭 증대될 것으로 기대하고 있다.

## (2) 타 연료와의 세급 대응

오리멀전은 지금까지 국제상품 통일분류 HS 27.15의 역청질 혼합물로 취급되었기 때문에 잠정적으로 무관세 품목으로 취급이 되어 왔다. 그러나 역청질 혼합물이라고 하는 분류는 유럽국가연합(EU)에서는 Mineral Oil의 범주에 포함되기 때문에 EU 각국에서는 오리멀전에 소비세(物品稅)를 부과할 수 있었다. 오리멀전의 과세 문제는 그것의 판매전략에 큰 영향을 주기 때문에 베네수엘라는 관세코드를 HS 27.14의 「천연 역청(Natural Bitumen)」으로 변경을 요구하게 되었다. HS 27.14로 분류되면 유럽연합국내에서는 無관세 품목으로 분류되어 소비세의 과세대상에서 제외되는 것을 뜻하며, 과세를 피할 수 있게 되고

석탄과의 경쟁에서 오리멀전의 보다 유리한 입장이 될 수 있기 때문이다. 그러나 석탄 보호정책을 펴고 있는 영국정부는 자국의 석탄 산업에 대해 오리멀전이 위협이 되기 때문에 「1994년 6월 1일부터 오리멀전을 Mineral Oil로 분류하고 톤당 13ECU(약 16.5달러)을 과세한다」라고 발표하였다. 한편 영국을 제외한 다른 유럽연합국들은 92년부터 많은 논란을 거듭하여 오리멀전을 HS 27.14로 분류하는 것이 타당하다고 인정하여 1994년에 EU의 命名위원회(EU Nomenclature Committee)에서 HS 27.14로 변경하기로 방침을 굳혔었다.

국제기관인 관세협력이사회(Customs Cooperation Council)는 '94년 4월 통일 시스템 위원회(Harmonized System Committee)를 개최하여 오리멀전의 상품분류를 HS 27.14인 천연 역청으로 분류한다고 결정하였다. 따라서 유럽국가연합을 포함한 관세협력이사회 가맹국들이 위의 결정에 따르게 될 것으로 예상된다.

## 3. 각국의 오리멀전 도입현황

1994년 6월 현재 오리멀전을 발전용 연료도 도입하고 있는 국가는 영국과 일본뿐이지만 연내로

캐나다가 추가될 예정이고 미국도 베네수엘라와 오리멸전 도입계약을 금년 4월에 체결하였다.

한편 선진 각국은 오리멸전을 가스화하여 복합 사이클 발전용 연료로 이용할 계획하여 가스화기술에 성공을 하였지만 경제성이 입증되지 못하였기 때문에 상용화하기에는 아직도 많은 시간이 걸릴 것으로 예상하고 있다. 지금까지의 오리멸전에 대한 각국의 도입현황과 향후의 도입계획은 표 3과 같다.

### 가. 영국

영국의 전기사업자들은 가동률이 낮고 가격이 비싼 석유 화력발전소에 오리멸전을 대체연료로 사용하고 나아가서 비싼 국내탄을 사용하고 있는 석탄 화력발전소에도 사용하여 기저 부하용의 화력발전소로 이용할 것을 계획하고 있다. 영국 최대의 전기사업자인 National Power는 웨일즈 Pembroke 발전소의 최대출력 500MW 4기(합계 2,000MW)에 오리멸전을 연료로 사용할 계획이다. 이 발전소는 현재 석유 전소용 화력발전소로 가동률은 10~15% 정도로 극히 낮다. 그러나 오염 검사국(Her Majesty's Inspection of Pollu-

tion)이 탈황설비의 설치를 요구하였기 때문에 Pembroke 발전소와 240MW 용량의 Padiham 발전소에 오리멸전을 사용하는 계획을 연기하여 왔다. Padiham 발전소는 석탄전소용이나 현재는 가동하지 않고 있다.

한편 PowerGen은 Ince와 Richborough의 두 개의 발전소에서 이미 오리멸전을 사용하고 있다. Ince 발전소에서는 1992년부터 최대 출력 500MW의 2기에서, Richborough 발전소에서는 1991년부터 최대출력 120MW의 3기에서 오리멸전을 발전연료로서 사용하고 있다. 앞에서 언급한 National Power와는 달리 이들 화력발전소에서의 오리멸전의 연소는 국영기업에서 인계받는 것이기 때문에 오염검사국의 환경설비 설치에 대한 요구는 1998년까지 유예된 상태에서 운전허가를 받은 것이다.

### 나. 미국

미국에서 오리멸전을 발전용 연료로 사용하기 위한 시도를 한 회사는 Florida Power & Light Company(FPL)였다. 오리멸전의 시험연소를 위하여 Sanford 발전소 4호기를 선택하였다.

〈표 3〉 오리멸전에 대한 각국의 도입현황 및 향후의 도입계획

국명	회사명	발전소명	발전용량	도입	연간 계약량
영 국	PowerGen	Ince	500MW×2	'92년	100만톤
		Richborough	120MW×3	'91년	50만톤
	National Power	Pembroke	500MW×4		400만톤
		Padiham	240MW		
스 페 인	Union Fenosa	Sabon	350MW, 120MW		100만톤
이탈리아	Enel	가스화발전	100MW		20만톤
미 국	Florida P&L	Manatee	1,580MW	'98년	400만톤
	Puerto Rice	가스화발전	240MW		
캐 나 다	N B P	Dalhousie	200MW, 210MW	'94년	80만톤
일 본	鹿島北共	鹿 島	95MW, 125MW	'91년	25만톤
	三菱化成	水 島	70MW	'92년	30만톤
	關西電力	大 阪	156MW	'94년	20만톤
	北海道電力	知 内	350MW	'97년	

Sanford 4호기는 발전용량 400MW급의 Foster-Wheeler제의 보일러로, 사용연료는 석유와 천연가스를 연소시킬 수 있는 구조로 되어 있으며 1972년에 상업운전을 개시하였다.

시험연소의 목적은 대용량의 발전소에 실제로 오리멸전을 연소시켜 봄으로써 공기배출 제어기기의 성능을 평가하여 FPL 소유의 다른 대형 발전소에 오리멸전을 연료로 사용하기 위한 설계 및 엔지니어링 기술자료의 Data Base를 구축하는데 있었다.

시험연소의 결과 연료의 취급, 저장 및 연소, 배출가스의 성질, 가스 및 입자 오염제거장치의 제거효율, 고체 폐기물 취급 및 처분 그리고 기기의 성능과 운전 특성에 대한 Data Base를 구축하였다. 또한 오리멸전 연소시의 방출물들이 입자상물질 SO<sub>2</sub> 및 불투명도를 제외하고는 중유 연소시의 방출물과 크게 차이가 없음이 실증되었다. 그러나 규제기관의 오염 허용 기준치를 유지하기 위하여는 환경설비의 설치가 필요한 것으로 판명되었다. 유독성 오염물 방출수준은 시험한 15개의 유독성 오염물질 가운데 니켈과 바나듐만이 허용치 이상으로 나타났기 때문에 환경설비만 보완이 된다면 오리멸전을 대체연료로 사용할 수 있다는 결론을 얻었다.

이 시험연소의 결론을 토대로 베네수엘라의 미국내 판매회사인 Bitor America Corporation (BAC)와 FPL 사이에는 금년 4월, 향후 20년간 매년 400만 톤의 오리멸전을 공급한다는 장기 공급계약을 체결하였다. 이것은 FPL 소유의 최대 출력 1,580MW의 Manatee 발전소에 1998년부터 오리멸전을 연료로 사용하려고 하는 것으로 이렇게 될 경우 향후 20년간 약 25억 달러의 연료비 절감효과를 가져올 것으로 FPL은 예상하고 있다.

## 다. 캐나다

캐나다에서 오리멸전을 발전용 연료로 사용하

기 위하여 시도한 회사는 캐나다 동부해안에 위치한 New Brunswick Electric Power (NBP)사로 Dalhousie의 100MW급 발전설비에 1988년부터 2년간 약 20만 톤의 오리멸전을 시험적으로 연소를 하였다.

시험연소의 기본 목적은 장차 사용하게 될 발전소에 대한 설계 및 운전전에 필요한 자료를 얻을 목적으로 연료취급 및 연소의 최소기준을 설정하는 것이며, 다음과 같은 시험결과를 취득하였다.

○3개월간의 저장기간중 유동학적인 특성의 저하현상은 없었음

○중유와 동일한 연료 취급 방법과 제어가 가능

○상업용으로 사용할 시방의 확정

○Emulsion에 대한 유해한 영향을 배제하는 운전조건의 확립

이에 따라서 NBP는 금년부터 최소한 10년 이상 매년 80만톤의 오리멸전을 공급받는 조건으로 계약을 체결하였다. Dalhousie 발전소는 1억 4천만달러를 투입하여 탈황설비를 설치하고 '94년 10월부터 상업운전을 목표로 준비하고 있다.

## 라. 일본

일본에서의 오리멸전 가격은 오스트레일리아산 석탄의 가격과 연동시키는 정책을 펴고 있으며, 처음부터 관세 및 석유세도 부과하지 않고 있다. 1991년 처음 오리멸전 수입가가 톤당 7,101엔이던 것이 1994년 3월에는 5,065엔으로 낮아졌다. 일본도 발전용 연료로 사용하기 위한 시험연소가 발전사업자를 중심으로 진행중이다. 미쓰비시 상사가 아시아지역의 판매권을 BITOR사와 계약하여 도쿄에 BITOR의 아시아지역 현지법인인 MC (MITSUBISHI CORPORATION) BITOR를 설립하여 운영하고 있다.

### (1) 가시마기타(鹿島北) 공동발전

일본에서 가장 먼저 화력발전용 연료로서 오리멸전을 도입한 곳은 가시마기타 공동발전소이다.

이 발전소는 가시마 임해공업지대의 동부지구 콤비나트 각사가 공동출자한 것으로 대주주는 미쓰비시(三菱)석유(약 44%), 가시마(鹿島)석유(약 21%), 가시마 전해(약 16%)이다. 주변의 공장에 전기 및 증기를 공급하고 있으나 전력 다소비형 콤비나트이기 때문에 발전 비용의 절감을 목적으로 값이 저렴한 연료로의 전환이 오랫동안 검토되어 왔다. 1991년부터 오리멸전의 시험연소를 시작하여, 1994년부터는 3개의 호기 중 2개의 호기(최대 출력 95MW, 125MW)에서 오리멸전과 중유의 혼소를 행하고 있다. 오리멸전은 약 6만톤 적재선박으로 베네수엘라로부터 가시마에 직접 입하되고 있다. 이 발전소에서는 재(Ash)로부터 탄소, 암모니아 및 바나듐을 회수하고 있다. 석유 연소에 비하여 재의 체적이 크며, 연간 3회의 청정을 필요로 하고 있으나 환경설비를 설치하여 환경규제치를 만족하고 취급성, 연소성 모두 특별한 문제가 없는 것으로 알려져 있다.

## (2) 간사이(關西) 전력

간사이전력에서는 연료 다양화의 관점에서 1994년 여름부터 오사카 발전소의 4호기에 오리멸전의 실증시험을 개시하였다. 이 4호기는 인가출력이 156MW이며, 연간 20만톤의 오리멸전 사용이 계획되고 있다. 5년간의 실증시험 기간에는 오리멸전의 발전용 연료로서의 취급성과 탈황장치 등 환경 대책설비의 성능점검과 신뢰성의 확인이 중점적으로 검토될 것이다. 일본에서 전기사업자가 상업용 발전소에 오리멸전 연소를 시도하는 최초의 케이스이다. 간사이전력이 오리멸전의 시험연소를 위하여 계획하고 있는 설비개조내용을 보면 다음과 같다.

- 오리멸전은 중유 등 다른 유류와 혼합시 고체화되는 성질이 있기 때문에 인수에서부터 탱크, 배관, 펌프 및 버너에 이르기까지 전용의 설비를 설치
- 탱크에 대하여는 기존설비를 일부 개조하여 오리멸전 전용으로 사용

○ 오리멸전은 기존 사용 연료인 중유에 비하여 질소분, 유황분, 회분 등의 함유량이 많기 때문에

- 저 NO<sub>x</sub> 버너의 채용과 탈질장치의 교환
- 탈황설비의 추가 설비
- 수트 블로어(Soot Blower)의 증설과 기존의 전기 집지기를 대응량으로 교체

실증시험시에는

- NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, 먼지대책설비로서 고성능 탈황장치, 고성능 탈질장치 및 전기집진기 등의 성능 확인
- 배기 가스 중의 바나듐 및 유황성분에 의한 보일러 및 공기예열기의 영향 파악
- 오리멸전은 천연 오리노코와 물을 예멸전화한 연료이므로 취급방법에 따라서는 천연 오리노코와 물이 분리될 우려가 있기 때문에 이송성 및 저장성 확인
- 오리멸전용 버너에 의한 착화성 및 연소특성 파악
- 보일러의 수열 밸런스 파악 등이다.

1993년 1월에 설비개조공사에 착수하였고 1994년 9월에 시운전을 거쳐 12월부터 1999년 9월까지의 실증시험기간에 모든 기술자료와 설비의 성능점검을 마칠 계획이다.

## (3) 도쿄(東京) 전력

도쿄전력에서는 오리멸전을 직접 연소시키는 것이 아니라 오리멸전을 가스화하여 가스터빈용 연료로서 이용하는 연구를 진행시키고 있다. 이시가와지마하리마(石川島播磨) 중공업과의 공동연구의 일환으로서 이시가와지마하리마 중공업 가스화 플랜트에서 1993년 8월부터 9월에 걸쳐서 가스화 테스트를 실시하였다. 그 결과 산소 블로어에 의한 발생가스 性狀은 수소 45%, 일산화탄소 44%, 기타는 이산화탄소로서 탄소전환물 100%, 발생가스의 발열량(HHV) 약 2,700 kcal/m<sup>3</sup>이라는 결과를 얻었다. 공기 블로어로는

공기중의 질소의 영향에 의하여 수소나 일산화탄소 농도는 낮으며 발생가스의 발열량(HHV)은 약 800kcal/m<sup>3</sup>정도로 낮지만 안정된 가스화가 가능하다는 전망이다. 이와 같은 결과로부터 가스화 및 발전까지의 종합 효율은 40%를 초과하는 것으로 기대된다. 그러나 공기분리 및 가스화 플랜트의 건설비 등을 감안하면 현 시점에서 경제성이 있다는 결론은 얻을 수 없으며, 당분간 석탄과의 경쟁을 고려하여 테스트가 계속될 전망이다. 기술적으로 특별한 문제는 없으나 오리멸전에 포함되어 있는 바나듐 등이 플랜트 기기에 주는 영향이나 그 제거방법에 대한 연구도 계속 추진되고 있다.

따라서 도쿄 전력은 현재로서는 오리멸전 가스화 화력발전소 건설에 대한 구체적인 계획은 없으며 기술적, 경제적인 가능성을 탐색하기 위한 기술연구를 진행시키고 있는 단계이다.

#### 4. 오리멸전 발전소로의 개조 및 건설 비용

##### 가. 기존 석유발전소의 개조

오리멸전을 사용하기 위하여 현재까지 검토되고 있는 방법은 석탄 및 석유 전소용 발전소를 오리멸전 전소용으로 개조하는 것으로 이에 대한 타당성 검토가 진행되고 있다. 베네수엘라 석유공사가 컨설팅 회사에 용역을 주어 수행한 타당성 조사에서 550MW급 발전소를 대상으로 하여 얻은 수치에 기초하여 기존의 석유발전소를 석탄 및 오리멸전 발전소로 개조할 경우에 소요되는 비용을 비교한 것이 표 4이다.

이 표에서 보면 석유발전소를 석탄 발전소로 개조하는 것보다는 오리멸전으로 개조하는 것이 훨씬 비용이 절감되는 것으로 나타나 있다. 그러나 유황함유물의 방출량이 많기(2.4~2.8%) 때문에 반드시 탈황설비가 필요한 단점이 있는 반면, 재(Ash)의 방출량이 석탄의 1% 정도밖에 되

〈표 4〉 기설 석유연소발전소(500MW)의 개조 비용  
(1986년 기준 100만 달러)

구분	내역	석탄(저유황)으로 개조	오리멸전으로 개조	
자본비용	FGD 포함			
	보일러 개조	47	1	
	연료저장 및 취급	13	1	
	회처리	9	-	
	집진장치	12	-	
	탈황 설비	44	51	
	토목, 구조 등 (기기 소제)	20	-	
	(기기 소제)	(145)	(53)	
	간접 비용 등	36	13	
	예비비 15%	22	8	
총 비용	203	74		
FGD 제외				
총비용	141	3		
운전 및 유지보수	FGD 포함			
	노동	1.8	0.8	
	유지보수	4.0	2.2	
	회처리	2.6	-	
	용수처리	1.3	1.3	
	석회석공급	0.6	1.5	
	석고처분	1.1	2.8	
	총비용	11.4	8.6	
	FGD 제외			
	총비용	6.7	1.2	

지 않으므로 부지 확보에 상당한 장점으로 작용할 수 있다. Green Round에 입각하여 구미 선진국을 비롯한 모든 국가들이 발전용 연료의 연소시에 발생하는 방출물의 환경규제치를 대폭 강화하고 있기 때문에 기존의 석유나 석탄 발전소에도 탈황설비를 설치하여야 할 것으로 예상되므로 이는 오리멸전만의 특별한 단점이 아닐 것으로 보인다.

한편 베네수엘라 석유공사를 위하여 주로 영국, 아일랜드, 이탈리아, 포르투갈 및 스페인의 기존 발전소를 오리멸전으로 개조하는 타당성 조사를 수행한 바 있는 Babcock Energy Limited의 엔지니어링 컨설턴트는 결과에 의하여 오리멸



〈표 5〉 신규발전소(500MWe) 건설비  
(미국 동부해안·서유럽)  
(1986년 기준 100만 달러)

구분	내역	석탄	석유	오리멸전
자본비용	FGD 포함			
	총비용	498	416	422
	kW당 단가(달러/kW)	996	832	844
	FGD 제외			
운전 및 유지보수	총비용(연간)	20.3	16.9	18.1
	FGD 제외			
	총비용(연간)	15.4	10.5	10.5

전 연소로 개조하는데 타당성이 없는 경우의 발전소는 한 건도 없었던 것으로 알려졌다.

#### 나. 신규 발전소의 건설비용

500MW급 화력발전소를 건설하는데 석탄, 석유 그리고 오리멸전을 연료원으로 할 때에 관련되는 비용을 표 5에 비교하였다.

이 표에서 볼 수 있듯이 탈황설비 설치의 유무에 관계없이 오리멸전은 석탄에 비하여는 훨씬 저렴하지만 석유에 비하여는 약간 높은 것으로 나타났다. 그러나 석탄화력의 석탄 및 회처리 설비(Coal and Ash Handling System)를 설치하는 부지 소요, 운전 비용을 감안하면 표 5에 나타난 수치 이상의 장점이 있을 것으로 추정된다. 또한 석유 연소 발전소에 비하여 건설단가가 약간 높은 것으로 나타났지만 운전시에 연료의 단가와 공급의 측면에서 보면 석유보다는 훨씬 저렴하고 안정적인 공급이 될 것으로 기대된다.

### 5. 결론

발전연료 에너지 공급원을 대부분 외국에 의존하고 있는 우리나라의 경우는 에너지 수입원의

다변화가 필수적인 것으로 인식되고 있다. 석유 자원의 고갈과 가격상승에 대비하여 석탄화력발전과 원자력발전소에 주로 의존하는 현재의 발전소 건설계획에 비추어 볼 때 오리멸전은 석탄에 비하여

○석탄과 비슷하게 매장량이 풍부하여 가격변동의 소지가 적다.

○발열량이 석탄보다 10% 정도 높다.

○재(Ash)가 석탄연소의 1% 정도이다.

○석유와 같이 운전, 취급이 편리하다.

등이 장점이 있는 반면 유황분이 많아서 탈황설비 등 환경보전장치가 반드시 구비되어야 하는 단점도 발견되었다. 그러나 어차피 모든 화력발전소에는 환경보전설비가 구비되어야 하므로 오리멸전을 발전연료로 한다고 해서 특별히 추가해야 하는 비용과 설비는 아닐 것이다.

따라서 발전연료의 안정적 공급을 위한 연료 다변화정책의 원칙하에서 이제 막 발전용 연료로 부상하는 오리멸전에 관하여 우리도 앞서 살펴본 선진국의 동향을 참고로 할 때 운반, 저장 및

취급 등이 비슷하여 투자비가 저렴할 것으로

예견되는 바 유류전소용 발전소의 하나를 선정하여

○연소 결과물에 대한 환경 규제치 초과 여부

○향후 발전소 건설계획의 반영여부

○기술 및 경제성 검토

등의 기술자료를 취득하여 급변하는 연료 수급 및 환경 규제에 적극 대처하여야 될 것이다.

#### ●참고문헌

1. MC BITOR Ltd., "ORIMULSION, A New Energy Source for the 21st Century", 1992.
2. MIRI ZLATNER, "ORIMULSION, The Revolutionary New Fuel for Power and Industry", 1989.
3. 마쓰모토세이이찌, "오리멸전 도입의 상황과 기타 비재래형 탄화수소에 대하여", 국제에너지 동향분석, 일본에너지경제연구소, 1994.7.