

# 연료교체로 인한 환경개선 (EXAMPLE) FUEL CONVERSION OF B-C OIL TO NATURAL GAS IN COGEN PLANT

팀장 김 경 구  
제일제당(주) 발전실  
TEL:(02)3660-0707



## 1. 회사 현황

제일제당(주) 김포공장은 1968년 2월 서울시 강서구 가양동에 준공하여 인간존중에 입각한 세계적인 환경친화적인 기업 구축이라는 환경비전 아래 지역주민과 함께하는 녹색공장으로 자리 매김하고 있다.

특히, 당 공장은 준공 당시의 공장부지 여건과는 맞지 않게 시간의 흐름과 비례적으로 주변에 아파트 단지 및 주택단지의 입주, 학교 설립등으로 환경에 관한 문제의식을 고취하게 되었으며 보다 적극적인 대응에 나서게 되었다.

대책의 일환으로 공장 주변의 주민들에게 회사를 개방하고 언제든지 환경설비를 견학시키는 등 환경친화적인 모범업체로서의 기반을 구축해 나갔으며 회사 차원의 적극적인 지원아래 폐수처리장 공정의 합리화 개선으로 냄새 발생을 억제하는 동시에 BOILER 연소용 AIR로 공급 소각하여 냄새 발생을 ZERO화 하는등 여러 가지 개선활동을 하였다.

1968년 준공이래 생산능력의 향상으로 인한 부대설비 증축으로 현재는 발전용 보일러 40t/h (압력: 73kg/cm<sup>2</sup>, 온도 473℃), 보조 보일러 15t/h 2기, 20 t/h 1기등 총 90t/h의 증기생산능력을 보유하고 시간당 13,500kW 정도의 전기를 소모하는 에너지 다소비용 공장이 되었다.

조미료 제조과정은 미생물의 발효, 정제, 농축, 포장으로 이루어져 있으며 사람이 하는 수작업보다 자동화 공정이 대부분이고 에너지사용이 타업종에 비해 많을 수밖에 없어 에너지 비용이 원가에 차지하는 비중이 크다.

## 2. 연료교체의 검토

1997년 검토 당시 공장 BOILER의 연료는 B-C

유 (황함유율 0.43%)를 사용하고 있었으나 원/\$ 환율인상으로 인한 원유값 인상 및 국가적인 OECD 가입 등으로 인한 향후 환경 기준치 강화 및 대외 이미지 개선을 위하여 청정연료 교체를 검토하게 되었다.

천연가스(LNG)는 분진, 유황등 불순물을 거의 함유하지 않는 청정연료로 연소시 타르(Tar) 성분을 거의 배출하지 않는 무공해 연료로 대도시의 환경보존용으로 인식되고 또 사용(서울 화력, 목동 열병합) 하고 있는 에너지원이다.

<연료별 공해물질 배출량>

연료별	연소 생성물	유황 산화물 (SOx)	질소 산화물 (NOx)	일산화탄소 (CO)	분진	비고
LNG		0.01	1.0	0.3	0	단위: g/만kcal
납사		0.01	1.2	0.3	0	
등유		0.2	1.9	0.6	0.5	
중유		4.1	4.0	0.6	1.2	자료:동자부
연탄		27.5	3.5	10.3	1.2	

출처 : 가스용 보일러 조종사 기본교육 (에너지관리공단 발행)

그러나, 이윤의 극대화를 기하는 기업으로서 연간 1,135 백만원의 연료비 추가부담 및 설비 투자비 증가 등의 어려움을 갖고 있었으나 연료교체 후 얻어지는 보일러 효율 증가, 부대동력 감소로 인한 에너지 절감효과 기대와 환경친화적 측면에서 대외이미지 개선 등의 무형효과 창출로 연료를 교체기로 결정하였다.

(참고) 검토 당시 당공장 연간연료비 사용금액 비교

구분	단가 (원/l, Nm <sup>3</sup> )	연료비 부담금(%)	비고
B-C 유	214.80	100	15% 추가부담
LNG	294.43	115	

### 3. 발전용 보일러의 기술검토

당공장의 전력 사용량은 시간당 년평균 약 13,500kW 정도 사용하는 에너지소비가 많은 편이다. 이중 8,500kW는 한전에서 공급받고 나머지 부족한 부분은 당공장의 열병합발전소에서 발생하는 전력으로 충당하고 있기 때문에 열병합발전소는 1년중 340일 정도는 가동하고 25일 정도의 보수기간을 갖고 있다.

1997년도 보조 보일러(저압) 3기는 BURNER 설계시부터 향후를 대비 B-C유&GAS 겸용으로 설치되어 연료 교체시 문제가 되지 않았으나 발전용 보일러는 1988년 준공시 COAL 전용으로 1년 후인 1989년에는 B-C유를 연료로 사용되어 왔기 때문에 연료 교체후 사용여부 및 문제점에 대해 기술적인 검토가 필요하게 되었다.

검토결과 발전용 보일러의 기술적인 문제는 전반적으로 발생되지 않았지만 보일러에서 발생된 증기가 과열기(SUPER-HEATER)를 거쳐 발전기 동력원인 TURBINE에 공급되는데 기존 연료의 연소시 보일러 화실의 온도는 약 1,000℃ 정도였으나 LNG 연소시의 온도는 약 1,132℃로 과열증기를 만드는 과열기의 재질이 문제가 되어 보일러 과열기 TUBE를 전량교체 하였다.

기존의 화실온도에서는 과열기가 3단으로 되어 있었으나 LNG 사용시는 온도가 132℃정도 상승하게 되므로 과열기의 재질 및 온도 때문에 2단으로 줄여 증기의 속도를 늘려야만 TUBE에 무리없는 운전이 가능하여 과열기 전량을 2단으로 설계 제작 교체하였다.

### 4. 청정연료 사용으로 인한 환경보호 및 에너지 비용 절감

#### 1) 환경보호적 측면

LNG 사용으로 인한 환경보호 측면은 앞서도 기술한 바와 같이 B-C유에 비해서 대단히 월등하다는 것을 알 수 있다. <표 1> LNG와 B-C유의 연료 성분 비교에서 알 수 있듯이 연료내에 공해를 유발시키는 성분이 B-C유에 비해 적게 들어 있으며, <표 2> 열병합발전시설의 연료교체 전.후 배출가스의 오염물질농도에서 Dust, NOx, SOx, CO 등 공해를 유발시키는 물질이 상

당이 줄어들음을 알 수 있다.

청정연료를 사용함에 따라서 김포공장은 열병합시설의 방진시설(Multy Cyclone, E/P)을 면제받는 사업장이 되었다.

1998년 6월에는 국제환경경영시스템인ISO-14001 인증을 획득하여 환경적인 측면에서 더욱 체계적인 관리를 추구하게 되었으며, 이러한 여러 가지 환경적인 공로가 인정되어 서울시로부터 “서울환경상(환경보전부문)”을 수상하는 영예도 안았다.

<표 1> LNG와 B-C유의 연료 성분 비교

구 분	L N G	B-C 유	비 고
성 상	기 체	액 체	
비 중	0.625	0.944	
유황(S)	-	0.43%	
탄소(C)	CH <sub>4</sub> : 88.9% C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> : 8.0%	86.4%	
수소(H <sub>2</sub> )	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> :2.9%	12.2%	
질소(N <sub>2</sub> )	-	0.2%	
기 타	0.2%	0.77%	

<표 2> 열병합발전시설의 연료교체 전.후 배출가스의 오염물질농도 비교

구 분		Dust (mg/Sm <sup>3</sup> )	SOx (ppm)	NOx (ppm)	CO (ppm)	배출가스 산소농도(%)
교체전 (B-C유)	법적기준	100	540	250	350	-
	배출농도	15	115	187	52.3	6%
교체후 (LNG)	법적기준	-	-	400	-	-
	배출농도	-	-	75	40	4%

#### 2) 에너지 비용 절감

기존의 액체연료 사용시에는 연료 저장용 TANK, 이송 PUMP, 가압 PUMP, 연료 예열기, 연소용 공기 예열기, 배출방진시설(M/C, E/P) 등의 부대설비 운전비용이 생산되는 증기와 전기의 상당량을 차지하고 있었다.

하지만 연료가 전환됨에 따라 상기 설비들이 불필요하게 되어 소내 사용 증기 사용과 전력 사용량의 절감효과를 얻게 되었다.

그리고 기존 B-C 연소시 공급되던 과잉 공기량이 LNG연소를 함으로 해서 이론 공기량에 가까이 줄어들고 또한, 공기예열기 등의 AIR FLOW

를 장애해 오던 설비들이 철거되면서 BOILER 송풍기의 DRAFT LOSS도 줄일 수 있었다.

<연료교체 전, 후 비교>

항 목	단위	교체 전	교체 후	증 감	
		B-C유 연소	LNG 연소		
소내사용열	STEAM	%	21.6	11.7	9.9↓
	전 력	%	11.65	10.12	1.5↓
연료 사용량	%	100	98.7	1.3↓	

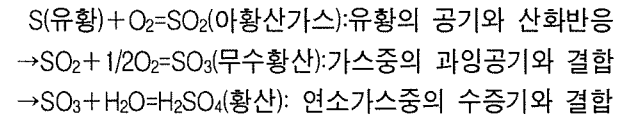
<연료교체 전, 후 비교>

### 5. 열교환기 설치로 인한 에너지 절감

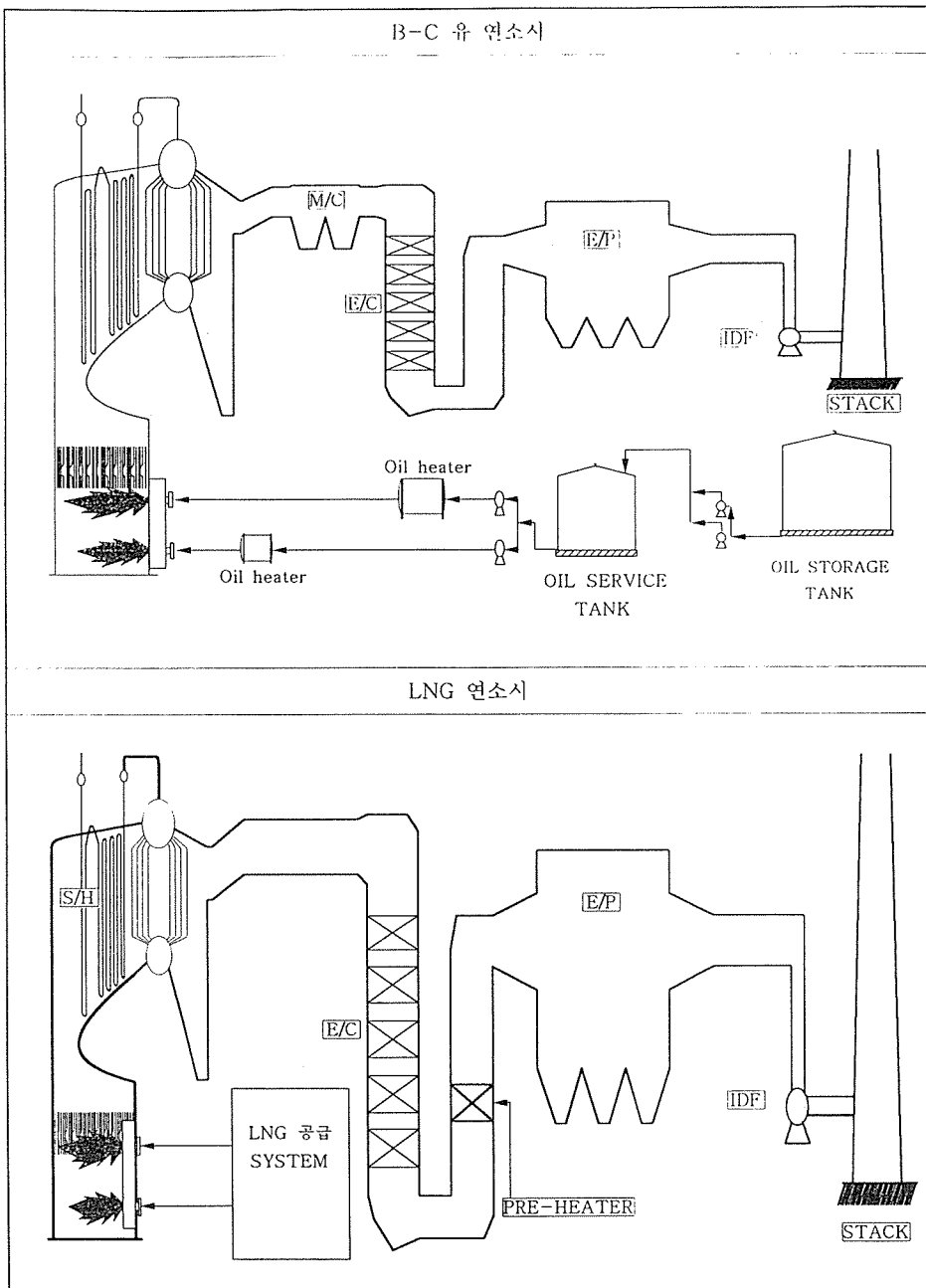
B-C유 연소시 저온부식으로 인한 문제점을 청정연료(LNG) 사용으로 해결되었다.

저온부식이란 연료중에 함유되어 있던 황성분(S)이 연소실 또는 연도내의 온도가 노점(150℃) 이하가 되면 온도 저하로 기체 황산이 액체로 응축하여 금속 판면에 부착할 때 생기는 부식으로 그 원인은 연료내의 유황성분이다.

저온부식을 화학식으로 표현하면 다음과 같다.



따라서 기존보일러는 COAL/B-C유 겸용으로 BURNER에서 B-C유를 연소, 연소된 GAS는 과열기를 거쳐 STARM온도를 상승시키고 집진용 MULTY CYCLONE (기계식 집진기)에서 1차 집진후 ECONOMIZER (절탄기)에서 BOILER 급수를 열교환하여 E/P(전기집진기)를 통해 유인 배풍기로 GAS를 STACK으로 배출시키고 있었으나, LNG 연소시 GAS온도상승으로 SUPER-HEATER 배열을 3단에서 2단으로 줄여 STEAM 통과속도를 빠르게 하여 과열기 온도 조절을 하고 LNG 연소로 인한(청정연료로 배출방지시설 불필요)M/C철거 및 E/P 가동을 중지하고 유인 배풍기를 통해 DRAFT LOSS를 줄여 ENERGY를 절감하고 저온부식에 대한 문제가 없어 지므로 후단에PRE-HEATER를 설치하여 BOILER의 손실열 중에서 가장 많은 부분을 차지하는 배기가스 손실열(폐열)을 회수함으로써 BOILER 효율을 향상시켰다.



## 6. 향후 추진방안

당 공장은 현재로서 만족하지 않고 앞으로도 공장에서 대기로 방출되고 있는 열손실을 최대한 회수하는 한편, 보이지 않는 에너지 LOSS를 발굴, 개선하여 공장장 경영방침인 에너지 10% 절

감에 전 사원이 적극 동참하고 제품생산 공정에서 발생하는 부산물의 재활용 가능한 기술개발에 노력하여 폐기물발생에 의한 환경파괴를 근원적으로 해소시키는 환경친화적인 기업상을 만들기 위해 계속 노력할 것이다.

## 이케시타 지역 냉난방(빙축열과 열병합발전) (EXAMPLE) DISTRICT HEATING AND COOLING SYSTEM IN IKESITA OF JAPAN

- 사무국에서 발췌·번역한 것임.-

### 1. 서 언

이케시타는 나고야의 동부에 있고 도심까지 지하철로 수분정도 걸리는 장소에 위치하며 주변에는 주택, 상업시설, 행정시설이 입지해 있어 지역의 핵이 되고 있는 지구이다.

이 지구를 통하는 통로는 나고야의 대표적인 간선도로이지만 로폭이 협소하고 교통정체가 심각하기 때문에 도로의 확장사업이 개시되었다. 이에 따라 공단주택의 이전이 부득이하게 되었으며 건설후 30년이상 경과하였기 때문에 재건축을 하게 되었다.

이러한 점에서 재개발 사업에 따라 지구전체를 일체적으로 정비하게 되었고 1996년 10월 주택·도시정비 공단에 의하여 건설된 재개발 빌딩인 “세인트 크레어 이케시타”가 완성되었다.

이케시타 지역냉난방은 동방가스(주)가 사업자가 되어 세인트 크레어 이케시타와 지쿠사구 청사에 열공급을 하는데, 열병합발전에 의한 발전 전력에 의하여 빙축열시스템을 운전하는 선구적인 시스템을 채용하고 있다.

관, 지쿠사구 청사의 각 시설부분이며 난방, 급탕용 온수의 공급은 “세인트크레어 이케시타” 동관의 주택부분이다.

또한, 지쿠사구 청사로 열공급개시는 1999년도 예정되어 있다.

<표 1> 열 공급 대상

건물 명칭	열 공급 대상
세인트크레어동관 지상26층(일부11층), 지하3층 연면적: 약 55,200m <sup>2</sup> 높이 : 89m	상업·업무시설: 약 16,200m <sup>2</sup> (지하 2층~지상 4층) 주택 316호(5층~26층, 주택·도시정비공단 세인트크레어 이케시타 1동, 2동)
세인트크레어이케시타 서관 지상 5층, 지하 2층 연면적: 약 4,000m <sup>2</sup>	업무시설 : 약 2,400m <sup>2</sup> (1층~5층)
지쿠사구 청사, 공단 이케시타 제2주택 (지상 12층, 지하 2층)	지쿠사구 청사(행정시설) : 약 7,800m <sup>2</sup> (지하 2층~지상 3층)

### 2. 시설 개요

#### 2-1. 공급 구역

아이찌현 나고야시 지쿠사구 각왕산로 7번가, 8번가의 일부(약 1.2ha)

#### 2-2. 열공급대상

열공급대상은 <표 1>과 같으며, 공조용 냉온수의 공급으로는 “세인트크레어 이케시타” 동관, 서

<표 2> 에너지 플랜트

명 칭	이케시타 지역에너지센터
소재지	나고야시 지쿠사구 각왕산로 8번가 70번지
설치장소	세인트크레어 이케시타 동관 지하 3층
면 적	824m <sup>2</sup>
공급개시	1996년 10월