

# 필리핀 일리한 복합화력 프로젝트

김 광 중

한국전력공사 해외사업처 일리한사업팀장

유리알 같은 푸른 바다의 잔물결 아래로 형형색색의 물고기가 떼지어 다니고 산호초가 금방 잡힐 것 같이 아름다운 필리핀 루손섬 남부의 바탄가스 해안을 따라 코코넛과 버나나 나무가 울창한 비포장 해안도로를 1시간 이상 달려가면 필리핀 근세기에 길이 남을 만한 역사의 현상이 나타난다. 그 역사의 주인공인 일리한 프로젝트에 대해 소개한다.

필리핀은 7,109개의 섬으로 이루어진 섬나라이며 국토는 한반도의 약 1.3배인 30만km<sup>2</sup>, 인구는 약 7500만명(2000년 5월 기준)이며 말레이계와 중국계, 스페인 혼혈계가 대부분이다. 언어는 타갈로그어와 영어를 공용으로 사용하고 있으며 아열대성 기후에 연평균 기온은 약 27°C인 무더운 나라이다.

필리핀의 전력사정은 1999년말 기준 전력설비 용량이 12,686MW로 우리 나라 전력설비 용량의 약 28%에 해당하며 전력수요는 지속적으로 증가하는 추세에 있다.

## 1. 일리한 사업의 참여배경

일리한 복합화력은 필리핀정부가 최우선 국책사업으로 추진하고 있는 필리핀 남서부에 위치한 팔라완 천연가스 개발 연계사업의 하나로 발전소 건설을 추진하였다. 팔라완에 매장된 천연가스량은 약 3조ft<sup>3</sup> 정도이며 3,000MW급 발전소에 20년간 공급이 가능한 양으로 일리한 및 산타리타 발전소에서 발전연료로 사용될 예정이며, 1995년부터 필리핀 말라야 발전소 성능복구 및 운전 사업을 성공적으로 수행하여 왔던 한전은 그 기술력을 인정받아 필리핀 정부의 참여권유로 일리한 사업에 참여하게 되었다.

한전은 '96년 12월 필리핀전력공사(National Power Corporation, NPC)가 발주한 일리한 복합화력 건설

및 운영사업에 입찰하여 우선 협상대상자로 선정되었으며, 이후 약 4년에 걸쳐 순조로운 건설을 진행하고 있다.

본 사업은 건설-운영-양도(Build-Operate-Transfer) 형태의 사업으로 약 3년의 건설기간을 거쳐 2002년 1월에 준공예정이며 준공후 20년간 운영하고 필리핀전력공사(NPC)에 양도하게 된다.

## 2. 일리한 사업의 의미 및 중요성

일리한 사업은 우리 나라 전력산업의 해외시장 개척에 있어서 새 지평을 열었다 할 수 있을 것이며 우리 전력산업의 현위치를 세계전력시장에 증명시킨 하나의 쾌거라 할 수 있을 것이다.

이 사업이 우리 전력산업에 기여하는 의미를 살펴보면

첫째, 국제수준의 경쟁력을 입증하는 계기가 되었다. 당시 일리한 사업에 대한 입찰에서 미국, 영국, 일본, 독일, 싱가포르, 홍콩 등 세계 유수의 전력사업자간 수주경쟁이 치열하였으며 상위 4개 업체간의 제시금액 차이가 3% 이내로서 박빙의 차이로 낙찰되어 국제수준의 한전 기술력 및 경제성 평가능력을 입증하게 되었다.

둘째, 장기적이고 안정적인 외화 수익사업이라는 점이다. 일리한 사업은 필리핀 정부가 전 사업 기간중 연료 및 부지의 무상제공, 판매전력량 및 판매가격 보장, 외화대환 및 송금보증 등 사업성 및 투자수익을 보장받는 사업으로 '99년 6월 한국-필리핀 정상 회담시 정부차원의 지원사업으로 약속하여 양국 우호증진에도 기여하는 계기가 되었다.

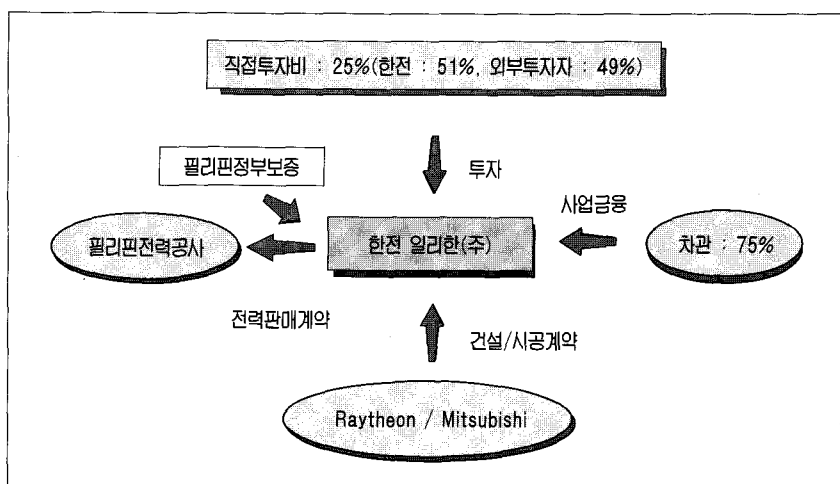
셋째, 국내 최초로 사업금융(Project Financing)을 통해 투자재원을 조달하였다.

사업금융이란 국가나 한전의 지급보증 없이 Project 자체의 미래 사업수익을 담보로 하는 방법으로서 이렇게 하여 직접투자비를 최소화하는 동시에 사업위험을 분산시켜 사업 안정성을 확보하는 일거양득의 효과를 거두었다. 본 사업의 총투자비는 약 7억 1천만불로 이중 한전이 전

체 금액의 약 13%인 9천만불을, 외국기업이 8천 7백만불을 자본금으로 출자하였으며 나머지 차입금은 현지법인인 한전 일리한 주식회사(KEPCO Ilijan Corporation, KEILCO)가 차주가 되어 미국, 일본, 한국의 수출입은행 차관과 국제상업은행 등의 상업차관을 도입하여 2000년 11월 필리핀 마닐라에서 차관계약 체결을 완료하였다. 이러한 대규모의 사업금융 방식의 차관계약은 BOT 사업 분야에서 국내 처음이고 해외 투자사업에 대한 재원조달의 좋은 사례가 되었으며, 파이낸싱의 적합성을 평가하는 국제 금융기관들의 까다로운 사업심사를 모두 통과함으로써, 일리한 사업 전반에 대해 경제적, 기술적 타당성과 사업성을 국제적으로 검증받게 되는 계기가 되었다.

### 3. 일리한 사업구조 및 설비구성

일리한 사업은 한전이 사업주로서 필리핀 NPC, 국제 차관단, 설계 및 시공사들과 긴밀한 협조하에 수행되고 있으며 그 사업구조는 그림 1과 같고, 사업형태 및 발전용량을 살펴보면 표 1과 같다.

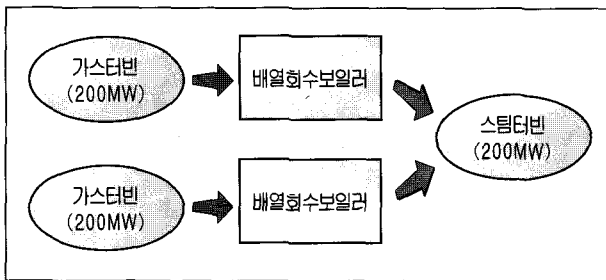


〈그림 1〉 일리한 복합화력 프로젝트 사업구조

**전력사업**

〈표 1〉 일리한 복합화력 사업형태 및 발전용량

사업명	일리한 가스복합화력 건설 및 운영사업
발주자	필리핀 전력공사 (National Power Corporation)
사업형태	건설 운영-양도(BOT) 방식
운영기간	준공후 20년(2002. 1 ~ 2022. 1)
건설기간	1999. 3 ~ 2002. 1(3년)
설비용량	1,200MW(가스터빈: 200MW × 4, 스팀터빈: 200MW × 2)
사용연료	주연료 : 천연가스, 보조연료 : 경유



〈그림 2〉 일리한 발전소의 구성

일리한 발전소는 복합발전형식(Combined Cycle)으로 2개의 Block으로 구성되었으며 각 Block은 600MW의 발전용량으로 그 구성은 그림 2와 같다.

또한 일리한 발전소는 기저부하(Base Load)용으로 설계되었으며, 복합효율은 천연가스 연소시 56.4%, 경유 연소시 49.9%로 최신형 설비이다.

발전소의 주요 설계조건은 다음과 같다.

설계조건	설계수명 : 25년	상대습도 : 85%
	냉각수온도 : 28℃	대기온도 : 32℃
	주냉각수 : 해수	대기압 : 1,013 mbar
공업용수	해수 담수화 (Desalination)	
운영방식	기저부하 운전	
효 율	천연가스 : 56.4%	경 유 : 49.9%
설비 이용률	천연가스 : 90% / 년	경 유 : 88% / 년

발전소의 주기는 MHI(Mitsubishi Heavy Industries)가 공급하며 건설 및 시공은 REOL(Reytheon Ebasco Overseas Limited)이며 대림, 효성, 현대중공업, 한국전

〈표 2〉 일리한 발전소의 주요 규격

가스터빈	Model	M501G		
	제작사	MHI		
배열회수 보일러 (HRSG)	효율	38.5%		
	형식	수직, 3압 드럼형, 자연 순환형		
	제작사	Babcock-Hitachi		
	증기발생량 (Ton/hr)	490.8/547.9/66.9 (HP/IP/LP)		
증기터빈	연돌(Stack)	61.14m		
	형식	재열 Cycle, 3압 터빈		
	제작사	MHI		
	복합효율	56.4%		
	단수	10/9/4(HP/IP/LP)		
	증기 구분	HP	IP	LP
	압력(kg/cm <sup>2</sup> )	150	45	5.5
온도(℃)	537.9	566	250	
발전기	주파수/속도	60Hz/3,600rpm		
	출력	305MVA		
	전압	19kV		
	역률	0.85		

력기술(KOPEC) 등 다수의 국내업체가 참여하고 있다.

주요기기 사양을 살펴보면, 가스터빈은 압축기, 연소실, 터빈 및 발전기 등으로 구성되어 있으며 천연가스가 주연료이고 주연료의 공급중단을 대비 비상연료로 경유를 사용한다. 복합계통은 배열회수 보일러(HRSG), 스팀터빈, 발전기 등으로 구성되어 있으며 주요 규격은 표 2와 같다.

### 4. 건설현황 및 특징

1999년 3월 착공한 이래 2001년 2월말 현재 공정은 약 87%로 Gas Turbine과 배열회수 보일러(HRSG), 경유공급 설비 공사는 거의 완료되어 시운전 중에 있고 2001년 4월 최초 점화를 목표로 마무리 건설을 추진하고 있다.

일리한 발전소의 중요한 특징 중의 하나는 설계에서부터 건설, 운영에 이르기까지 최신 기술을 충분한 검증절차를 거쳐 적용한 고효율의 환경친화적인 발전소라 할 수 있겠다.



▲ 일리한 복합화력프로젝트 현장

기술적인 면에서 가스터빈 주요부위에 최신기술을 채택하였다. 복합화력의 최대장점인 효율향상을 위해 연소기 출구온도를 약 1500°C까지 높이고자 고온부 부품이 열에 견딜수 있도록 연소기 냉각방식을 공기에서 증기로, 터빈날개 코팅을 FCFC(Full Coverage Film Coating) 방식과 특수단열 코팅(Thermal Barrier Coating)방식을 병행하였다. 기계적 특성(Thermal Stress 등) 향상을 위해 Directionally Solidified Casting Blade(일방향주조날개)의 신재질을 채택하였고 압축기 성능개선을 통한 공기유량 증가로 압축기 효율을 향상시켰다. 또한 변압기 운전신뢰성 향상을 위해 변압기유 가스 감시설비가 새로 도입 설치되었으며 Plant 운전은 분산제어시스템(Distributed Control System)을 채용하는 등 기동에서 100% 부하까지 전자동으로 운전되는, 품질 및 신뢰성 확보에 역점을 둔 최신 설비이다.

환경적인 면에서는 대기 및 폐수, 소음 배출기준의 설계가 현재 적용가능한 최선의 기술(Best Available Control Technology)을 적용하여 시공되었다. 환경기준에 있어서 필리핀 기준뿐만 아니라 세계 공통으로 환경기준이 되는 World Bank 및 미국 수출입은행 규제치를

모두 만족하도록 설계, 건설되고 있으며 환경업무에 관해서는 정부, 비정부 기구를 포함 다자간감시팀에 의해 실시, 조사토록 함으로써 환경관리의 투명성을 확보하였다. 황산화물이나 질소산화물, 먼지(Particulate Matter) 등의 배출농도를 필리핀 배출 규제치의 1/4 수준으로 낮추었다.

또한 운전시 폐수발생을 거의 없애 무방류 System에 가까운 설계를 하였으며 각종 기기나 건물 등에는 철저한 방음설계를 통하여 기기소음 발생을 최소화하고 발전소 건물 및 구조물을 과

학적으로 배치하여 소음 전파경로를 차단함으로써 외부 소음영향을 최소화하였다.

자연과 어우러진 일리한 발전소는 환경, 성능, 기술 등 어느 면으로 보나 세계 어디에 내놓아도 손색이 없을 만한 발전소가 되도록 최선을 다하여 건설하고 있다.

일리한 사업은 필리핀 말라야 화력에 이어, 그 동안 한전이 전력사업에서 쌓은 기술경험과 경영능력을 바탕으로 세계유수의 전력회사들과 겨루어 승전고를 울린 또 하나의 이정표적인 사업이라 할 수 있을 것이다. 그러나 이 사업이 2002년 1월에 준공되고 또 20년간 잘 운영되어 필리핀측으로 양도되기까지는 갖가지 어려움이 도사리고 있는 것도 사실이다. 한국전력공사는 필리핀전력공사, EPC Turnkey 계약자, 다국적차관단 등이 연계된 복잡 다단한 사업구조 속에서 우리의 위상과 이익을 지키며 사업을 주도하기 위해 불철주야 노력하고 있으며, 필자도 이 사업에 참여한 한사람으로서 가까이는 준공, 그리고 나아가 20년간 잘 운영되어 이 사업이 필리핀 전력산업에 기여하고, 또 다르게는 한전과 우리 나라의 우수한 기술력을 세계전력시장에 실현한 좋은 사례로 남겨지기를 간절히 희망하는 마음으로 사업추진에 진력하고 있다. ■