

## 해외 기술정보 1. 대형공장에 분산된 소규모 열병합발전 도입사례 (영국)

많은 회사들은 자본지출의 제약때문에 많은 경제성이 있는 에너지 절약계획들을 뒤로 미루거나 아예 하지 아니하게 된다. 그런데 현재 선도적인 영국 자동차 제조업체가 분산된 소형 열병합발전 또는 복수의 열병합발전이 자체 투자없이 얼마나 에너지를 절약하고 비용을 절감하는가를 보여주고 있다.

이 혁신적인 사업결과로 Land Rover 사는 자기자본 투자없이 매년 450,000 GBP(영국파운드)가 넘는 에너지비용 절감을 달성하고 있다. 최근 영국의 EEBPP(Energy Efficiency Best Practice Program)에 의한 사례 연구에서 공개된 대형 공장에 설치된 분산형 소형열병합발전이 Land Rover사에 어떻게 많은 에너지와 비용절감을 달성하게 되었는가를 보여준다. 이 회사는 솔리힐에 120헥타의 부지면적을 가지고 연간 약 500,000대의 자동차를 생산하는 영국 최대 자동차 생산 그룹인 Rover그룹의 계열사이다.

1993년에 이 공장의 에너지비용은 8,2백만 GBP였으며 이중 수전전력요금인 5,5백만 GBP였다. 열병합발전 설치전에는 모든 고압온수와 저압온수를 현장 패키지 보일러에서 공급받았다.

에너지절약과 환경개선에 대한 장기계획으로 Rover사는 에너지사용 감소에 열중하여 공장서 열과 전기를 생산하는 가스터빈 방식의 열병합발전을 검토하였다.

이것은 초기단계 검토에서 실현가능한 해결책이 아니라는 것이 나타났으나 그후 필요한 장소에 분산된 복수의 열병합발전 도입이 해결책이 될 수 있다는 것이 입증되었다.

결과적으로 이 회사는 설비공급자 재원조달계획(ESFS) 또는 에너지관리계약(CEM)으로 알려진 최적에너지계획으로 영국 Nedalo Ltd사와 공장열병합발전에 대한 설계, 공급, 설치, 위탁 및 운전하는 계약을 결정하기 전에 여러가지 재원조달 방안을 검토하였다.

이들 융통성있는 협약들은 에너지공급자들에게 고객(공장소유자)들의 에너지요구와 재정적인 사정을 충족시키는 자체시스템으로 계획하는 것을 가

능하게 하고 있다. 그리하여 10년 계약으로 에너지 공급자는 모든 설비의 구매, 설치, 정비유지의 책임을 지게 되었고 설비의 소유권을 보유하게 되었다. 그 대신에 고객(공장소유주)은 연료(천연가스)를 공급하고 상호협의를된 요금으로 발전한 전력을 에너지 공급자로부터 구입하게 된다. 그런데 이와 같은 형태의 협약이 융통성이 있다는 것은 여기에 관하여 정해진 규칙이 없다는 것을 의미한다. 설비 소유권, 연료공급, 정비유지 등에 관한 결정은 시스템 계획을 결정하는 실질적인 열과 전력의 수요를 가지고 고객(에너지수요자)의 개별 사정에 의하게 된다.

이번 경우는 온수 생산을 위하여 가스엔진의 배기열과 엔진자켓 열을 회수하는 시스템으로 설계하도록 요구가 있었다. 추가적인 보너스로 무상으로 온수를 얻게 된 것이다. 이 사업은 영국제품인 회박연소 천연가스 연소엔진(lean burn natural gas-fired engines)에 의한 800kWe 패키지형 열병합발전기 10기를 각각 분리 사용하였다.

8기는 3개소의 주공장지역에 지원되는 보일러실 내부와 근접하여 설치하였고 나머지 2기는 독립적으로 중저온열을 사용하는 지역에 근접하여 방수된 구내에 설치하였다. 10기의 열병합발전 설비들은 완전히 독립적으로 설치되어 있으며 415볼트의 전압으로 발전되기 때문에 공장의 주 환상망(Ring Main)에 공급하기 위하여 11kV로 변압되어진다.

엔진 배기열은 개별 패열보일러를 설치하여 고압 온수로 회수되어지며 이로 인하여 공장의 열전용 보일러인 패키지형 보일러 의존도를 감소시켜 추가적인 에너지절약을 실현하였다.

고압온수는 약 154°C ~ 160°C로 주로 세척, 자동차 부품에 그리스제거 자동차 도색의 정확한 온도유지와 같은 공정에 사용된다.

저압온수는 엔진자켓에서 약 78°C로 회수되어 난방 보충수로 사용된다. 이 사업은 확실히 보여주고 있는 바와 같이 가스터빈 방식의 열병합발전의 유용한 대안으로 다재다능에 주요인이 있는 개별적이며 독립적인 열병합발전 설비들로 되어있다.

분산된 열병합발전은 소규모의 사용자를 위하여

1기를 설치하는 것으로부터 대규모공장 더욱 야심적으로 복수로 설치하는데 이르기까지 절약의 기회를 확대한다.

에너지공급자와 고객(에너지수요자)간의 계약상의 협약도 그들이 에너지관리와 공급면에서 어떤 새로운 발견을 표현하는 바와같이 상당한 이익이 있다.

첫째로 그 계약은 고객(에너지수요자)에게 아무런 자본적 지출도 관련이 없으며 다만 에너지공급자로부터 전기를 구입하는 공약(통상 10년간)을 요구 받고 있다.

시스템 설계는 Land Rover사의 대규모의 에너지 사용 내역에 따라되며 설치된 열병합발전 시설의 기수가 회사의 연간 중·저온 열의 수요에 충분히 충족되도록 확보한다.

정밀한 운전제어가 빌딩에너지 관리시스템과 Off-Site 모니터링에 의하여 유지되어진다. 이와 같은 형태의 협약의 하나의 주요한 매력은 개별 고객들의 특수한 열과 전력의 수요를 충족시키도록 설계되어질 수 있다는 것이다. 결과적으로 개별적인 계약상 및 재정상 협약이 고객(에너지수요자)의 요구에 따라 다양화될 수 있다.

앞으로 이와 같은 협약을 하기전에 사용자는 열병합발전에 의한 현지공급이 재정적으로 가능하고 운용면에서 신뢰성이 있다는 것을 어느정도 확신하는 것이 필요할 것이다.

이 사업에서 얻은 경험이 앞으로 잠재적 고객(에너지수요자)들이 가지는 많은 의문점에 해답을 주는데 도움이 될 것이다.

1995년 2월에 완전 시운전을 끝낸 이후 이 시스템은 1996년 12월까지 열병합발전 10기가 120,000시간을 운전하여 신뢰성이 대단히 좋다는 것이 입증되었다.

원래의 계획은 초기 7개월의 여름기간동안과 토요일 정오부터 일요일 아침까지 Shut-Down하는 것으로 되어 있었으며 90%의 효율성에 근거하여 기당 연간 4,900시간의 운전하도록 되어 있다.

그런데 공장 어떤지역에서는 1일 24시간 동안 생산하는 실제 운전관례의 변화는 열병합발전기의 가동시간을 증가시키는 이점을 주었다.

1996년에는 각 열병합발전용 엔진의 평균가동시간이 6,643시간이었고 가동시간에 대한 평균전력생산도 시설용량 800kW의 92%에 해당하는 737kW였다.

표 1은 에너지사용량과 비용을 열병합발전 시스템사용 전후를 비교한 것이며 표 2는 투자비 관련 사항을 나타내었다.

이 표들은 회사가 직접 투자하였다면 투자비 회수기간은 5.5년을 조금 넘게 되었을 것이다. 이 사업들은 적절한 투자라고 생각될 지라도 많은 회사들은 이 정도의 투자비 회수기간이 걸리는 에너지 및 설비에 대한 투자사업은 고려하지 않으려고 한다.

표 1. Comparison of annual energy costs

	Unit Cost (p/unit)	Energy Usage ('000 units)	Annual Cost (GBP×1000)
Gas engine CHP system	0.409*	161,167	660
Natural gas(kWh)			
Total energy costs	-	-	660
No CHP system (additional costs)	0.409*	47,069	193
Natural gas(kWh)	3,9	47,646	1,858
Purchased electricity(kWh)			
Total energy costs	-	-	2,051
Annual energy cost saving versus no CHP	-	-	1,391
*Gas price: 0.409 p/kWh=12.0 p/therm			

표 2. Financial implications

Capital costs	GBP-
Installed cost of CHP project	6,500,000
Savings and payback for CHP system	GBP-
CHP annual energy cost saving	1,391,000
CHP lube oil&maintenance costs	(220,000)
Net annual saving	1,171,000
Simple payback period(years)	5.55

그래서 설비공급자가 재정적 위험부담을 안게 되고 반면에 고객(에너지수요자)은 상당한 이익을 얻

게 된다.

ESFS(에너지공급 재정조달계획)계약에 대한 결심은 Land Rover사가 지금 전력공급의 안전성 향상과 실질적인 비용절감을 가져다주는 6,500,000GBP 가격의 현대적인 열병합발전을 사용하고 있다는 것을 의미한다.

추가적인 극히 값어치있는 이익은 배출수준 감소에 있다. 166TJ의 에너지 절약은 매년 CO<sup>2</sup> 배출을 51%를 감소시키고 천연가스연소 희박연소엔진을 사용함으로써 Sulphur Dioxide 배출을 100% 삭감

하고 있다. 이 사업에 Land Rover사는 대단히 만족하고 있으며 이 사업의 성공후 추가로 5개의 열병합시스템을 Solihill에 설치하였고 투자를 하지 않고 절약되는 총절약금액은 연간 450,000GBP에 달한다. 이 시스템은 Cowley에 있는 Rover사의 대형 자동차공장에도 똑같이 설치하였다. 이 사업의 포인트는 제조업체 또는 다른 어느 곳이든 분산형 소형 가스엔진 열병합발전시설 설치에 있다는 것을 입증하고 있다.

## 해외 기술정보 2. 호텔에서의 열병합발전 도입 · 운용사례 (일본)

### 1. 서 언

이바라키 교토호텔은 오사카의 위성도시로 발전을 계속하고 있는 이바라키시에 1992년 7월에 시티호텔로 개점하였다. 이 호텔은 호텔로서의 기능이 지역환경에 주는 영향이나 입지조건에서 지역성이 풍부한 문화·건강·휴식과의 조화를 테마로 「물과 녹음과 빛」을 기본개념으로 계획되어 보다 양질로 다기능한 공간서비스를 제공함과 동시에 저공해 자원절약 에너지공급의 복합화를 위하여 가스열병합발전을 도입하였다.

### 2. 건축 개요

이바라키 교토호텔의 개요는 다음과 같다.  
건축장소 : 오사카부 이바라키시 나카보새기 1-1-10  
부지면적 : 7,168,67m<sup>2</sup>  
건축면적 : 4,201,29m<sup>2</sup>  
연 면 적 : 17,769,09m<sup>2</sup>  
층 수 : 지하 1층 지상 8층 옥탑 1층  
최고높이 : 30.95m  
구 조 : RC조·SRC조·S조  
건물내용 : 객실 103실, 대중소 연회장 6실, 스포츠센터

### 3. 열병합발전 도입경위

호텔에서는 24시간 전력·열부하가 있고 또한 설비의 정지가 허용되지 아니하기 때문에 에너지절

약도 되면서 에너지공급의 복합화를 도모하는 것이 요망되었다.

그리하여 1차에너지(도시가스)에서 효율이 양호한 2차에너지(전력+열)를 생산하는 열병합발전 시스템을 도입함으로써 에너지절약·비용절약과 전력·열에너지공급의 복합화를 도모하였다.

### 4. 설비 개요

#### 4-1. 전기 설비

수변전설비 : 변전기기는 몰드형을 사용하고 열병합발전기와 계통연계(열병합 발전기 200kW×2기)  
변압기용량 3,025KVA  
최대전력 1,000KW  
발전설비 : 비상용 디젤엔진 350KVA×3φ×210V  
상용 가스엔진(가스 열병합발전시스템) 250KVA×3φ×6,600V  
축전지설비 : 부하-수변전기기(차단기, 리레), 비상조명  
간선설비 : CV 케이블+케이블럭  
전등 1φ3W210/105V 동력3φ 3W210V  
조명설비 : 접객부분 백열등, 다운라이트, 형광등  
간접조명 뒷부분 형광등  
설계조도 : 로비- 150LX 연회장 300LX  
객실복도 150LX 사무실 500LX  
중앙감시설비 : 운전제어, 상태감시, 계측  
기타 : 호텔정보관리시스템(POS, 룸인디케이터,