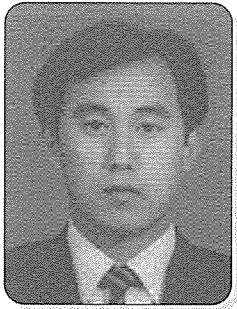


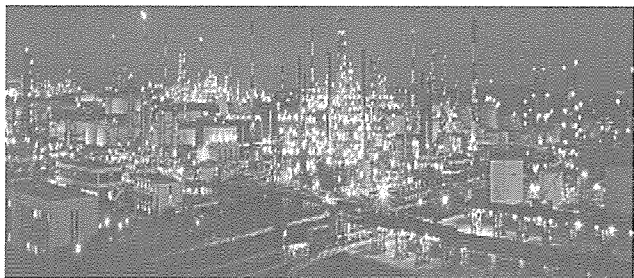
열병합발전 동력 Optimizer System 사례소개



SK(주)
동력팀/동력사업팀장
과장 박주동
Tel : (052)270-2971



SK 울산 COMPLEX의 전경



SK 울산 COMPLEX의 야경

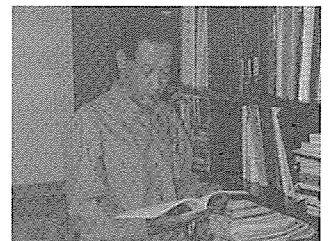
여의도 면적의 2.5배인 250만평의 공장부지를 가지고 있는 SK 울산 COMPLEX는 1964년 국내 최초의 정유공장으로 지어진 이래 계속되는 확장을 거쳐 오늘날 60여개가 넘는 단위공장의 규모를 갖췄다. 하루 80만 배럴의 원유처리능력을 갖춰 국내 부동의 1위 자리를 차지하고 있는 SK는 오랫동안 사내에서 추진해 온 공정개선 작업을 통해 다양한 에너지절감 기법을 개발하고 공장내의 적용은 물론 타사에 전파할 정도로 세계적 수준의 기술력을 자랑하고 있다.

울산광역시 남구 고사동에 위치한 SK(주)의 울산

COMPLEX공장은 규모면에서 국내 최대는 물론 세계적인 규모를 자랑하고 있으며, 또한 각종 시설의 에너지관리 및 절약기법 개발에 있어서 세계적인 수준의 노하우와 경험을 축적하고 있다. SK의 정유공장 및 석유화학공장의 핵심시설인 에너지시설을 관리하고 운영하는 주무부서인 동력팀(총174명)은 4조 3교대로 일하면서 COMPLEX전 분야에 걸쳐 안정적인 에너지공급을 실현하기 위해 노력하고 있다. 이러한 동력팀의 노력은 이제 자사 내 시설에 대한 적용을 뛰어 넘어 협력관계사 및 동종업계의 시설에 대한 개선으로까지 이어져 국가 경쟁력 제고에 크게 기여하고 있다.

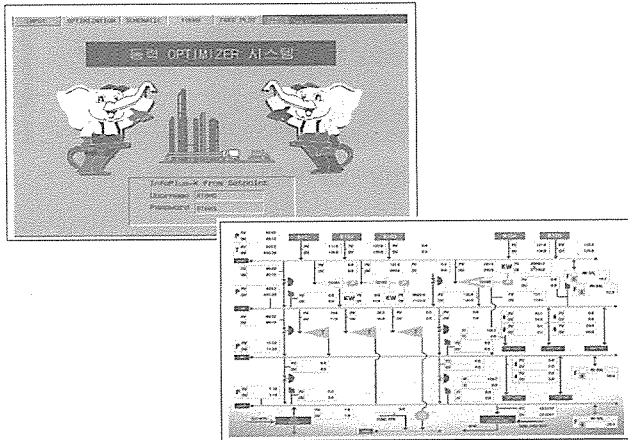
SK가 96년도부터 2000년까지 5년간 에너지절감을 위해 투자한 금액만도 2,601억에 달할 정도이며, 다양한 에너지절감활동을 통해 동 기간의 누적 총에너지 사용량 16,228,163 TOE중 793,175 TOE를 절감하는 성과를 올려 이를 금액으로 환산하면 모두 1,097억 8천 만원에 달한다. 이와같은 성과에 힘입어 SK울산 COMPLEX는 에너지관리공단으로부터 97,98,99년도 3년 연속 에너지절약 우수사업장으로 선정되었을 뿐만 아니라 2000 년도에는 에너지절약 유공자 포상식에서 단체대상(대통령상)을 수상하기도 하였다.

“에너지 절감에 대한 경영진의 꾸준한 관심과 투자 때문에 시설 및 신기술의 도입은 물론 조직자체도 많이 변했습니다. 국내 관련 사례들은 이미 모두 벤치마킹하여 SK에 적용을 완료하였으며, 이제는 KM (Knowledge management, 지식경영) 활동을 통해 SK가 보유하고 있는 기술력 체계화하고 상품화하여 이를 활용한 에너지 절감 활동은 물론 지역 에너지 절감사업, 대체에너지사업등에 적극 활용할 계획입니다” 동력팀을 담당하고 있는 김완식상무는 SK에너지효율(Solmon Index EII) 수준이 이미 “World Leader”수준에 올라있기 때문에 SK의 에너지절감 활동은 국가의 에너지 절약정책에도 크게 이바지할 것이라고 말했다.



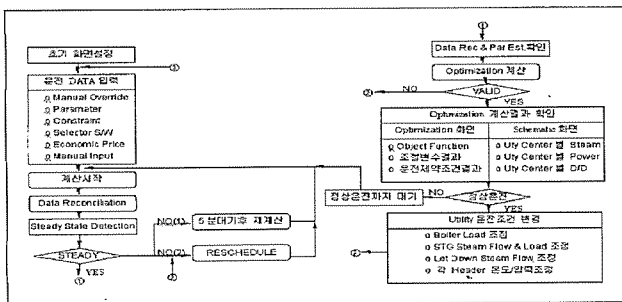
SK(주) 에너지절감업무를 총괄하는 김완식 상무의 직무모습

SK 울산 COMPLEX의 자랑거리는 무엇보다도 자체 개발능력이 뛰어나다는데 있다. 다양한 에너지절감기법의 개발 및 운용을 통해 원가절감을 실현, 제품의 품질향상 및 경쟁력을 제고시키고 있는 것이다. 그 중 98년 8월에 개발한 “동력Optimizer System”은 국내는 물론 세계적으로도 사례가 없는 동력설비의 Optimization Program으로 당초 미국의 한 전문회사에 용역을 의뢰했던 것으로 SK 동력설비가 대규모이고, 여러 단위공장이 복잡한 연관성을 가지고 있어 최적화를 위한 문제점해결을 용역회사가 실패함에 따라 SK자체 인력으로 개발하였다.



Optimizer System Overview 화면

SK COMPLEX는 국내에서 한국전력 다음으로 큰 열병합발전시스템을 갖추고 있는데, 설치되어 가동되는 보일러만해도 모두 15대로 스팀생산능력이 총 1,750 T/H에 달하며 스팀 터빈발전기 7기, 가스터빈발전기 1기로 총 134 MW의 용량의 시스템을 운영중에 있다. “동력 Optimizer System”을 한마디로 설명하면 보일러와 스팀 터빈발전기의 경제적인 운전을 위한 실시간 운전 최적화 프로그램이다. 약 1,000여개의 운전 Data가 입력되어 2시간 간격으로 연료단가 및 수전단가 변화를 고려, 최적의 운전 가이드를 운전원에게 알려 주고 있으며 운전원은 컴퓨터에서 금액으로까지 환산되어 제시되는 최적의 경로로 운전할 수 있어 완벽한 관리업무를 수행할 수 있게 된다.



동력 OPTIMIZER 운전업무 흐름도

“Optimizer System”은 94년 6월에 사업을 착수하여 Phase I (타당성조사, 94.6~95.12), Phase II (Optimizer 개발, 96.1~98.8) 단계로 추진하였으며 완료이후 나머지 APC/PMS 개발&DS/EMS/ES 개발등을 보완함으로써 본격적인 Service에 착수하게 되었다. 개발 당시만 해도 Optimizer라는 개념이 생소하였으며, 실제 개발되어 성공적으로 사용중인 Plant는 전 세계적으로도 사례가 거의 없는 실정이었으므로 Benchmarking대상이 없어, 현장운전 및 Engineering경험을 통한 확신만으로 Project를 이끌어 나갔으며, 결과적으로 가장 성공적으로 적용한 사례로 평가받고 있으며 개발사에서 홍보에 활용하고 있다.

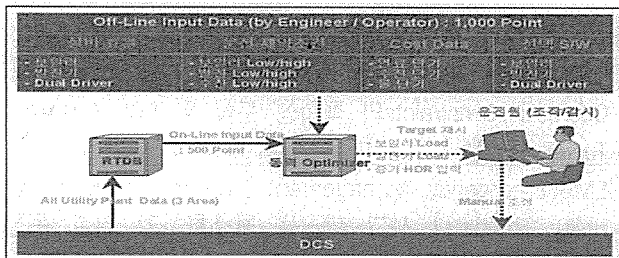
- *Optimizer : 전체 에너지 생산/분배 비용 최소화 시스템
- *APC(Advanced Process Control) : Steam 생산/분배계통의 안정성 증대 및 보일러 연소공정의 최적제어 시스템
- *PMS(Performance Monitoring System) : 보일러/발전기의 실시간 효율 계산 및 Monitoring 시스템
- *DS(Dynamic Simulation) : Steam 계통의 안정도 분석, Operation Constraints의 적합성 분석 및 DCS Controller Tuning 시스템
- *EMS(Emergency Management System) : Process 및 Utility Trouble시 사고 파급을 최소화하기 위한 운전 Mode 결정 시스템
- *ES(Expert System) : 보일러/발전기 이상상태 조기진단 시스템

“Optimizer System”은 동력 System의 각 단위설비 (Boiler, Steam Turbine Generator, Pump, Compressor, 각종 Driver류등)뿐만 아니라, 동력비를 결정 짓는 연료비, 발전단가, 순수동 동력단가 및 한전의 수전전기 요금체계까지 Modeling을 하기 위해서는 운전경험 및 Engineering이 기본적으로 요구되었으며, 많은 토론과 시행착오를 거쳐 전체 System을 Modeling하였다.(약 800개 정도의 단위 Model로 구성) 외부도입 동력단가 (한국전력 수전전력 단가, 연료단가)의 변동과 운전하는 보일러 및 발전기의 효율차이, COMPLEX내 동력설비의 지역별 산재 및 연계운전, 스팀수요의 변동에 따른 스팀터빈 열병합발전기의 발전량 변동요인등을 복합적으로 판단하여 최적의 운전 가이드를 제시하고자 개발하게 된 “Optimizer System”은 이러한 설비의 통합효율을 정의하여 최적운전 판단 기준을 마련하는데에만도 많은 시간과 인력들이 투입되었고 그 과정에서 흩어져있던 관련자료를 집대성할 수 있었다.

“Optimizer System”에 현 동력 System 전체를 Modeling하기에는 Boiler 및 발전기의 Field 특성(갱년

변화에 효율변화, 호기별 Design 효율차이등)에 따른 실제 현장에서의 운영경험을 Model에 반영하기 위하여 Plant의 Performance를 수 차례에 걸쳐 실시하였고, Actual Field 운전상황을 오차없이 Modeling하기 위하여 Site에서 장기간 실증 Test를 실시하였으며, 이과정에서 CIM개발 담당자와 Local Engineer에 의해서 거의 대부분의 Model이 수정/보완되었다. 즉 수학적인 Model이 하나 하나 Site에서 수정/보완과정을 거쳐 검증받았고, 이론을 실제 운전상황으로 접목시키는 과정을 필수적으로 거쳤다.

전체적인 System의 구성은 RTDB(Real Time Data Base) Server에서 DCS로 들어오는 현장의 운전 Data 저장하고, 설비효율, 운전 제약조건, 가격정보등이 Logic화 된 “동력 Optimizer” Server에서 Simulation작업후 각 PC로 결과를 제시하게끔 구성되어 있다.



“동력 Optimizer System”의 주요 기능을 살펴보면 먼저 아래의 “INPUT”화면에서는 설비현장에서 On-Line으로 DCS에 들어오는 운전 Data를 보는 창(Process ON-LINE DATA)과, 파악한 설비의 부하별 효율특성을 Logic화한 창(PARAMETER), 설비의 운전 범위에 대한 운전 제약조건 입력창(CONSTRAINT), 외부단가 입력창(ECONOMIC PRICE)등이 있다.

구분	통보 주기	비고
Electric Price	○ Demand Rate:매월 1일 ○ 계절별/시간대별단가: 변경시 마다	한전에서 제시하는 계절별, 시간대별 전력요금단가체계 및 기본요금
Fuel Price	매월 1일, 15일	Fuel Oil 및 PFO의 리터당 가격(Fuel Gas단가 제외)
Water Price	매월 15일	변동비기준의 Demi, & Cooling Water단가

Optimizer-Input 창

구분	통보 주기	비고
Electric Price	○ Demand Rate:매월 1일 ○ 계절별/시간대별단가: 변경시 마다	한전에서 제시하는 계절별, 시간대별 전력요금단가체계 및 기본요금
Fuel Price	매월 1일, 15일	Fuel Oil 및 PFO의 리터당 가격(Fuel Gas단가 제외)
Water Price	매월 15일	변동비기준의 Demi, & Cooling Water단가

[자료입력 주기]

두번째 “OPTIMIZATION”화면은 현 운전 Data창 (STEADY STATE DETECTION), 운전 Data와 Guide의 차이를 보정하는 창(DATA REC & PRAR EST), 최적화계산결과를 보여주는 창(OPTIMIZATION)등으로 구성되어 있다.

구분	Process Variable	Unit	Target	Optimized
OVERALL	Overall Fuel Cost	MON/HR	12076.0	12072.2
	Overall Fuel Cost	MON/HR	7757.6	7749.7
	Overall Fuel Cost	MON/HR	0.0	0.0
COMBCH	Overall Fuel Cost	MON/HR	619.1	619.1
	Overall Fuel Cost	MON/HR	0.1	0.1
	Overall Fuel Cost	MON/HR	28474.8	28461.2
FCC	Overall Fuel Cost	MON/HR	7328.3	7263.4
	Overall Fuel Cost	MON/HR	394.0	391.1
	Overall Fuel Cost	MON/HR	0.0	0.0
FCC	Overall Fuel Cost	MON/HR	7722.4	7654.4
	Overall Fuel Cost	MON/HR	2015.9	2077.2
	Overall Fuel Cost	MON/HR	4526.6	4517.4
FCC	Overall Fuel Cost	MON/HR	0.0	0.0
	Overall Fuel Cost	MON/HR	68.4	71.4
	Overall Fuel Cost	MON/HR	0.1	0.1
FCC	Overall Fuel Cost	MON/HR	6610.9	6666.0
	Overall Fuel Cost	MON/HR		
	Overall Fuel Cost	MON/HR		

Optimizer-OPTIMIZATION 창

세번째 “SCHMATIC”화면은 적용결과에 대한 운전 상황을 Schematic상으로 나타낸다.

Optimizer-SCHMATIC 창

세번째 화면에서 나오는 운전 가이드를 기준으로 운전원은 설비를 운전하여 적용 전/후의 운전상황을 볼수 있고, 관리자는 또 재점검하여 최종적으로 “Optimizer System”적용여부를 판단하게 된다.

위에서 보는바와 같이 “Optimizer System” 적용후의 운전 가이드를 현 운전 Data들이 따라가는 것을 볼수 있다.(파란색:운전 가이드, 빨간색:현 운전 Data)

이 “Optimizer System” 도입으로 유형효과 측면에서 연료비 1%와 수전전력 도입비 3%절감이라는 효과를 얻고 있으며, 금액으로 환산하면 약 년32억원의 절감 효과를 누리고 있다. 무형효과로는 실시간 운전비용 제공으로 모든 운전원의 에너지절감 Mind제고와 Off-Line Study Tool로 활용하여 운전 Mode변경 및 설비개선시 효과 등을 검증함으로써 업무생산성을 향상시키수 있게 되었다. 또한 지역별로 떨어져 있는 동력 Center 의 통합개념의 운전개념으로 개개인의 운전능력을 향상시킬수 있는 데 많은 도움이 되었다.

실제로 이 System의 성공적 도입은 현장의 운전 Data가 조정실(Control Room)까지 들어와야 되는 Infra가 이미 SK COMPLEX에는 구현이 되어 있기 때문에 수행될수 있었고, 만약 모든 계기들을 새로 설치하고, 그 계기값들을 조정실 DCS(Distribution Control System)까지 연결하는 작업부터 시작한다면 투자비나 사업기간의 측면에서 아주 어려움이 많을것 이라고 예상한다. SK COMPLEX는 운전 Monitoring System인 RTOMS(Real Time Operation Monitoring System)을 이미 7년전부터 개발완료하여 COMPLEX 근무자 전원이 개인의 PC에서 모든 운전현황들을 조회할수 있고, 그 기능을 발전시켜 과거 History Data까지 사용하여 효율적이고 구체적인 경영활동에 적극적으로 활용하고 있다. 이 Infra야 말로 “Optimizer System”을 개발완료하는데에 가장 기본적인 요소라고 할 수 있다.

COMPLEX의 동력팀에서는 요즘 에너지설비의 운영에 있어 진단, 자가진단, 설비별 테크니컬 부분, 국내의 사고사례에 대한 Data등이 총망라한 “유틸리티 솔루션 팩키지(Utilities Solution Package)” 개발에 마지막 심혈을 기울이고 있다. 63년부터 유틸리티를 운영하면서 축적된 기술과 노하우를 고객사 및 타 업체에 전수하고 더 나아가 이를 활용하여 기술사업을 추진하는데 적극 활용할 예정이다.

이외에도 SK COMPLEX에서는 일본으로부터 SAVE(Systematic Approach For Valuable Energy)를 영국으로부터는 Pinch Technology를, 미국으로부터는 TOP(Total Operational Performance)를 도입하여 활용 중에 있으며, 이를 통한 World Best수준의 에너지 효율을 달성한다는 것이 SK COMPLEX의 목표이다.

또한, KMS(Knowledge Management System)라는 지식 Data Base를 구축, 활용하여 전임직원이 자발적으로 등록하는 에너지 절감 아이디어 최적실행등을 통하여 모든사원이 정보를 공유함으로써 구성원 전체가 에너지 절약 마인드를 고취할 뿐 아니라 곧바로 전사업장에 빠르게 확산될 수 있도록 하고 있다. SK(주)는 에너지 절감 활동을 통하여 최근 3년간 평균 200억원 이상의 제조원가 절감 효과를 거두었으며 외부의 전문 컨설팅기관(Solomon社)의 진단결과에서도 볼 수 있듯이 당사 에너지 원단위 수준이 세계일류 수준에 도달 하였음이 입증되었다.

이렇듯 다양한 에너지절약의 경험을 바탕으로 작년부터 ESCO(에너지절약 전문기업)사업과 에너지진단사업을 시작하여 타사에도 Know-how와 기술을 전수하고 있다. 이는 국가에너지 절약 정책에 크게 이바지 할 뿐 아니라, 국가경쟁력 향상에도 기여하는 것이다. 향후에도 SK COMPLEX는 현재 진행중인 TOP (Total Operational Performance)프로젝트에서 각 공정별로 도출되는 에너지절감 아이디어를 적용해 향후 2년내에 세계최고 수준의 에너지 경쟁력을 달성할 것이며, 국내 최대의 종합에너지 회사로서 책임감을 다하기 위해 당사에 축적된 기술과 노하우를 타사로 전파하는 노력을 지속할 계획이다. 또한 에너지 경쟁력을 바탕으로 인근 타사업장에 에너지를 값싸게 공급함으로써 타사의 제조원가 경쟁력을 향상시키는 사업도 계속 추진해 나아갈 것이다.

그리고, SK(주)는 에너지 절감 노력에만 그치지 않고 국내 에너지 선두업체로서 대체에너지 개발사업도 적극적으로 추진중이다. 쓰레기 매립장에서 발생하는 CO2와 CH4가스를 회수하여 LNG 대체연료, CNG, 산업용 CO2등을 제조하는 사업을 울산시 성암 매립장에 대해서 추진중이며, 수도권 매립지와 난지도 매립지등 전국 10여개 광역 매립지에 대해서 적극 참여할 예정이고, 중국 및 동남아시아 시장 진출도 모색중이다.

또한, 고효율 연료 개질기를 개발하여 자동차 제조 회사와 함께 국내연료전지 자동차의 실용화를 앞당기기 위해 지속적으로 노력하고 있다.

동력 Optimizer, 에너지진단등 Utility전반에 대한 문의사항은 052-270-2971 (Fax 052-270-2738) 또는 www.skpowertech.com 게시판의 묻고답하기를 이용해 주시기 바랍니다