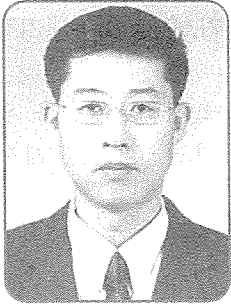


SK(주) 골뚝 자동측정기 운영사례



SK(주)
안전환경보건팀
과장 송방언
Tel : 052-270-2932

1. 골뚝자동측정기 운영사례 요약

제목: TMS 운영을 통한 친 환경경영

1. 개요

- 공정 조정실과 TMS통제센터 간 오염물질 Monitoring Data가 상이하여 방지시설 운전현황에 대한 상호 Communication 미흡으로 배출시설/방지시설의 사전 예방조치 및 이상 시 즉각적인 대응이 어려워 환경사고 위험성을 내포,
- TMS Data와 공정은 운전 Status가 연계되지 않아 방지시설의 효율성 진단 및 최적 운전조건 수립이 미흡하고,
- TMS관리/보수/운영에 대한 지식이 체계적으로 정립되지않아 개개인의 수준에 따라 정비/관리수준의 차이가 발생함에 따라 TMS기반의 오염물질관리, TMS운영/관리수준 향상을 도모하기 위하여 TMS 운영을 통한 친 환경경영을 추진하게 되었음.

2. 활용사례

- TMS 기반 종합 환경관리시스템 구축
 - 측정기 및 전송시스템 교체 및 신규 추가설치
 - 개인 PC 및 공정 Control Board에서 상호 Monitoring이 가능 하도록 대기/수질 및 대기질 Monitoring 시스템 개선 (쌍방향 Communication

Channel 확보)

- 실시간 Monitoring Data 분석 및 통계 등 Management를 위한 환경경영정보 시스템 개발(ENPEX 시스템)
 - 별도의 관리 시스템으로 산재되어 운영되는 실험Data, 환경비용, 배출시설/방지시설 운전 정보 등의 환경정보를 ENPEX시스템으로 통합 구축
- 오염물질 Real Time Monitoring을 통한 오염물질 배출 관리 및 방지시설 효율성 제고
 - 방지시설 개선 및 NOx 오염물질 저감 설비 설치
 - 배출시설 운전조건 개선을 통한 공정 에너지 비용절감
 - TMS운영/보수 및 관리 지식을 체계화한 TMS Solution Package구축(TMS 운영/보수/관리전문가 Tool로서 활용)

3. 투자비용

- TMS 개선/시스템개발 및 Solution Pack개발 : 17.6억원
- Low NOX Burner설치 : 10억원
- 가열로 Burner 개선 및 집진기 개선 : 12.9억
- TOTAL : 40.5억원

4. 기대효과

- 비계량적 효과
 - 배출Data 분석을 통한 Trend 관리로 오염물질 배출감량화 목표 설정, 개선항목 도출 및 Monitoring/평가 실시 등 체계적 오염물질 관리 실현
 - 공정 배출시설 운전현황 및 대기/수질 TMS와 대기질/기상정보를 통합한 환경 정보관리시스템을 운영하여 사내외 실시간 정보공유 및 환경경

영 구현

- 공정운전현황과 배출시설 및 방지시설 운전 경향 분석으로 배출시설/방지시설의 효율향상 및 개선, 에너지절감 및 환경오염사고 예방
 - 보일러 전기집진기 개선 및 저 NOx버너 설치
 - 가열로 공기비(O2)조정으로 Dust저감 및 연료비 절감
- TMS 전문지식 체계화(TMS Solution Package)로 표준화 및 고 품질의 정비/운영관리 수준을 확보하고 고객사에 TMS Trouble Shooting 수행 및 지원수준 도달

■ 비용절감효과

년 42 억원의 비용절감효과 달성

- 환경정보관리시스템구축 및 TMS Solution Package구축을 통한 비용절감 : 7 억원/년
- 에너지절감 등 공정운전비용 절감 : 35억원/년

■ 오염 물질 저감 효과

- 2000년 대비 2002년 오염물질 배출총량 SO2 30%, NOx 17%, Dust 30% 저감 달성

II. TMS 운영을 통한 친 환경경영

1. TMS기반 종합 환경관리시스템 구축

□ 개요

- 경영활동에 수반된 환경정보의 Real Time 계수화 및 분석/통계 기능이 미흡하여 오염물질 배출 Monitoring 기능을 보완하여 환경정보의 효율적 관리와 업무지원 Tool로서 활용하고,
- 기존의 시스템 구성방식은 개인 및 운전실의 PC에서 조회가 불가능하고 Monitoring Data가 상이(조정실 : 실시간 Data, TMS Control Center : 법적 기준에 의한 5분,30분 data)하며, 법적 Data는 TMS Control Center에서만 Data의 조회/출력이 가능하므로 시스템 개선이 요구되고 있으며,
- 대기/수질 오염물질 배출 Data 및 환경비용 등 환경관련 Data가 각기 다른 시스템으로 구성되어 있어 Data 취득에 많은 시간이 소요되며, Data 신뢰성 과 업무효율성이 미흡함에 따라,
- 대기/수질 및 대기질에 대한 실시간 Monitoring

을 구현하여 전 임직원 간의 신속/정확한 정보공유와 오염물질 원천관리 및 오염물질 저감 활동에 기여하고자 시스템을 구축함.

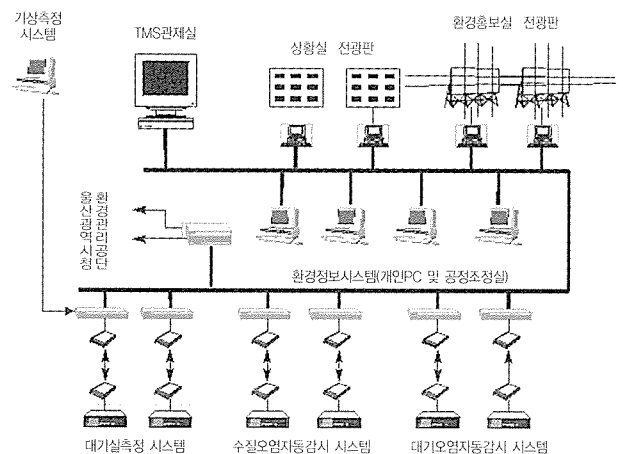
2. TMS 기반 종합환경관리시스템 추진 내용

- TMS Modem 및 Data Logger 교체
- 개인 PC 및 공정 운전 Control PC에서 Monitoring이 가능하도록 대기/수질 및 대기질 Monitoring System개선
- 환경 Data 실시간 Monitoring 및 Data 분석을 위한 환경 Monitoring 및 관리 프로그래밍 (ENPEX) 개발
- 각각의 System을 산재되어 있는 환경정보(실험 Data, 환경비용등)의 ENPEX로 Interface
- 오염물질 배출량 산정 및 Trend 관리 System 구축
- 배출시설 및 방지시설 운영관리 System 구축

가. 주요 시스템구축 내용

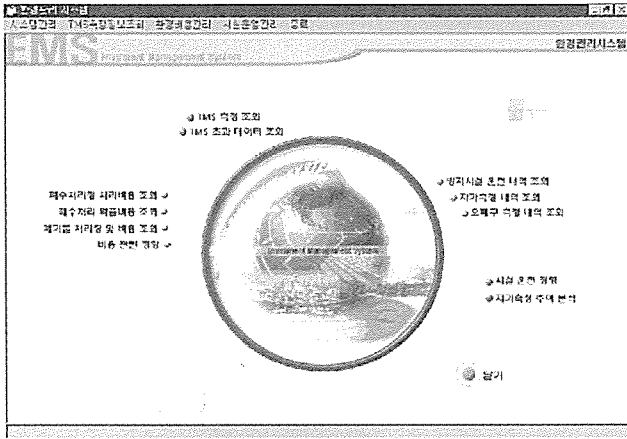
구 분	주 요 내 용
TMS측정정보	대기,수질,대기질 실시간 TMS 측정Data조회 법규 및 자체기준 초과시 Alarm 및 Data 조회 기능 TMS 운영 통계 자료 제공 실시간 울산지역 기상 측정 Data 제공
환경비용관리	폐수처리장 운영비용 정보 제공 폐기물처리비용 정보 제공 폐수처리 약품 사용량 및 소요비용 정보 제공 요소별 환경비용 사용내역 및 경향분석
시설운영관리	배출시설 및 방지시설 설비정보 및 운전 내역 조회 자가측정 내역 조회 환경시설 운전경향 분석

나. 개선 후 System 구성도

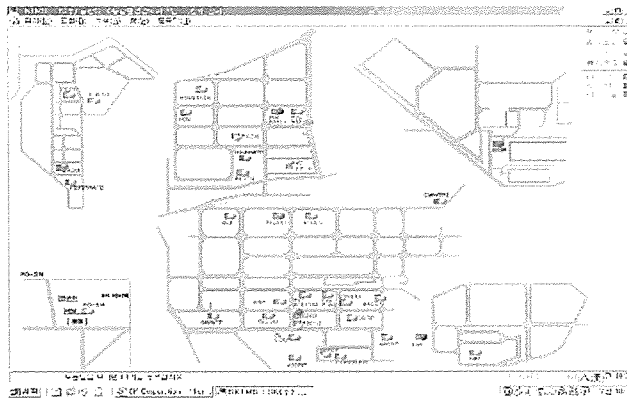


다. 프로그램 구성

o 종합 환경관리 System 초기화면



o TMS 가동현황 MAP 화면



o TMS Data Monitoring 화면

3. 활용사례 : TMS 운영을 통한 친 환경경영

TMS 기반 종합 환경관리시스템을 구축 운영함으로써 환경경영을 추진할 수 있었으며, 또한 적기에 배출시설 및 방지시설을 개선하여 환경사고를 예방하고 궁극적으로는 공정운전의 최적화를 통해 에너지

비용을 절감할 수 있었음.

또한 TMS 운영 Know How를 새로운 지식창출과 연계한 Solution Package를 개발하여 지식경영에 활용하고 있음.

- o 통계적 오염물질 발생Data 분석을 통하여 오염물질 저감목표 수립 및 Monitoring 실시 등 System을 통한 환경경영체제 운영
- o 종합 환경관리시스템 구축 운영을 통한 방지시설 개선 및 NOx 오염물질 저감 설비 설치
- o 배출시설 및 방지시설 최적 운영을 통한 공정 에너지 비용 절감
- o TMS운영/보수 및 관리사항을 체계화한 TMS Solution Package구축 (TMS 전문가 Tool로서 활용)

가. TMS 기반 친 환경경영

o 추진내용

TMS 기반 환경관리시스템을 활용하여 환경경영을 추진하고 있음.

- 통계적 오염물질 발생Data 분석을 통하여 오염물질 저감목표 수립 및 Monitoring 실시 등 System을 통한 환경경영체제 운영
- 오염물질 Data분석을 통한 공정 환경영향평가 실시 및 공정개선 추진
- System을 기반으로 한 ISO14001운영체제 확립
- 환경경영 및 환경관리 현황에 대한 공중대상 자료의 체계적, 객관적 Data제공 및 환경경영 투명성 제고

o TMS Data를 활용한 공정 환경영향평가 사례

• EMS 규정에 따른 환경영향 평가시 TMS 측정

Data를 활용하여 환경영향을 정확히 평가하여 반영하고 환경영향에 미치는 정도가 크다고 평가되는 시설에 대해서는 즉시 개선계획을 수립 시행하고 있음.

□ 대기 TMS Daily Monitoring 보고서 사례

- TMS 기반 종합환경관리시스템을 활용하여 매일 경영층에 각 공정별 운전현황 및 오염물질 배출 현황을 보고하여 경영층의 환경경영을 추진하고 있음.

대기 TMS Daily Monitoring Report
(환경관리그룹)

1. 공정별 배출현황 Date: 2003-5-31(목)

구분	Flue Gas 량 (S m ³ /hr)	배출농도 (PPM)			배출량 (TPD)		
		SO2	NOx	Dust	SO2	NOx	Dust
법기준		300	250	50			
정유공장	949,388	176	177	7.3	8.7	7.4	0.7
HOU/FCC공정	647,372	177	49	20.4	6.7	2.0	0.3
석화공장	231,588	29	88	4.5	0.3	0.6	0.02
합성수지공장	54,897	-	-	6.6	-	-	0.01
동력공장	780,165	151	193	14.7	8.1	7.5	0.2
CLX Total	2,663,410	118	89	10.7	73.1	17.3	0.55

2. 각 공정별 배출현황
가. 정유공장

구분	Flue Gas 량 (S m ³ /hr)	배출농도 (PPM)			배출량 (TPD)		
		SO2	NOx	Dust	SO2	NOx	Dust
법기준		300	250	50			
HO.1 CDU	40,867	-	-	72	-	-	0.07
HO.2 CDU	-	-	-	-	-	-	-
HO.3 CDU	142,700	135	181	9	1.3	1.3	0.03
HO.4 CDU	291,959	194	187	3	3.9	2.7	0.02
HO.5 CDU	200,585	83	153	4	1.1	1.5	0.02
HRP	251,620	100	150	7	1.7	1.9	0.07
HO.3 HCU	15,984	-	125	6	-	0.7	0.00

나. HOU/FCC공정

구분	Flue Gas 량 (S m ³ /hr)	배출농도 (PPM)			배출량 (TPD)		
		SO2	NOx	Dust	SO2	NOx	Dust
법기준		300(500 ^(*))	250(350 ^(*))	50(100 ^(*))			
HOU	397,805	74	66	4	2.0	1.3	0.03
SAR	5,539	216	-	-	0.7	-	-

다. 동력공정

구분	Flue Gas 량 (S m ³ /hr)	배출농도 (PPM)			배출량 (TPD)		
		SO2	NOx	Dust	SO2	NOx	Dust
법기준		180	250	100			
PWB1013	108,319	146	184	26	1.7	1.0	0.07
PWB102/4/5	245,573	155	200	8	2.6	2.4	0.05
PWB2012	259,030	149	212	5	2.6	2.7	0.03
PWB203	가동중지	-	-	-	-	-	-
PWB3503/4	167,243	156	173	21	1.8	1.4	0.08

나. DUST 배출 저감을 위한 전기집진기 개선

□ 추진배경

TMS 기반 환경관리시스템을 구축하고 환경경영을 추진하던 과정에서 1년 동안 실시간 측정된 TMS Monitoring Data를 분석결과 PW-B103 Boiler의 후단에 설치되어 있는 전기집진기 PW-EP103을 거쳐 Stack으로 배출되는 Flue Gas 중의 Dust 배출농도가 20~40 mg/Sm³ 수준으로 Peak시 법적 배출허용기준이 40 mg/Sm³ 에 근접되어 운전되어 자체관리기준 초과는 물론 배출허용기준 초과도 우려되고 있어

PW-B103 Boiler의 후단에 설치되어 있는 전기집진기를 개선하여 자체관리기준 및 배출허용기준을 충족시키고 안정적인 보일러 운전을 유지시킬 필요가 있음.

□ 추진범위

전기집진기 개선사업 수행을 위해 전기집진기 설계 및 공급 업체인 미국의 UNC사를 통하여 가장 효과적인 개선방안 설정을 위한 기술 용역을 실시하였으며, 용역결과 검토 및 현장조사를 실시하여 개선 타당성 검토 후 개선범위 결정 및 수행함.

전기집진기 집진능력 향상을 위한 개선 추진

- 집방전판 교체 : Plate Space 변경
- Module Rapping 시스템 재설계/변경
- Inlet Duct & Transition 보완 등
- Flow Distribution 개선
- 인가전압 향상을 위한 AVC Control 시스템 변경
- Pent House 설치 (우수 유입방지)
- 현설비를 수리/보완하고 Control 시스템을 개선하여 집진효율을 증대 시킴
- 설계 Margin 최대 활용으로 Work Scope 최소화

다. NOX 배출농도 저감을 위한 Low NOX 버너 설치

□ 추진배경

- Boiler 배출가스(NOx) 규제치 안정적 준수를 위해 고가 연료사용

종합동력에서 운전하는 Boiler(총 5기) 중 2기(PW-B101/2)는 Low NOx Burner를 기설치하여 현재 Fuel Oil(0.5 B-C)만 연소하여 운전중에 있으며, Boiler 배가스 Monitoring 결과 질소산화물 법적 규제치는 물론 자체관리기준치 이하인 200 ppm이하로 배출되고 있음.

그러나 Boiler 3기(PW-B103/4/5, '72/'76년 설치)는 공정에서 발생되는 Fuel Gas와 혼소(년 평균 4,000 Nm³/H, 연료의 약(10%) 하여 현재 Boiler배가스 NOx 농도는 230 ppm수준으로 운전중임.

- Fuel Gas Balance최적화에 의한 H2 Plant비용 절감

HOU/FCC공정의 H₂ Plant는 Light Naphtha 또는 Fuel Gas를 Feed로하여 수소를 생산하는 공정이며,

각 Feed별 수소 생산수율 차이 및 단가 측면에서 Fuel Gas가 Light Naphtha보다는 이익이 높음 .

(Fuel Gas사용시 Naphtha대비 H₂ 1 MSCF당 약 40%비용절감)

그러나 CLX내 Fuel Gas Balance상 H₂ Plant에서 Feed로 사용할수 있는 Fuel Gas가 제한적이므로, 중합동력 Boiler 3기에 Low NOx Burner를 설치하여 Fuel Gas사용량을 감소(약 4,000 NM³/H)시킬 경우, H₂ Plant 의 Fuel Gas Feed가 증가되어 H₂생산비용이 절감됨

구 분	Fuel Gas	Light Naphta
단위 H ₂ 생산량별 Feed사용량(Bbl/MSCF)	0.053	0.077
Feed별 H ₂ 생산단가(원/MSCF)	1,288	2,302

□ 추진범위

- Boiler 3기(PW-B103/4/5) Low NOx Burner설치
 - 기존 Burner철거 및 Low NOx Burner Package 설치

- Wind Box개조 및 일반공사(Burner Tile교체 /Stud Anchor설치포함)
- Supervising & NOx Guarantee Test

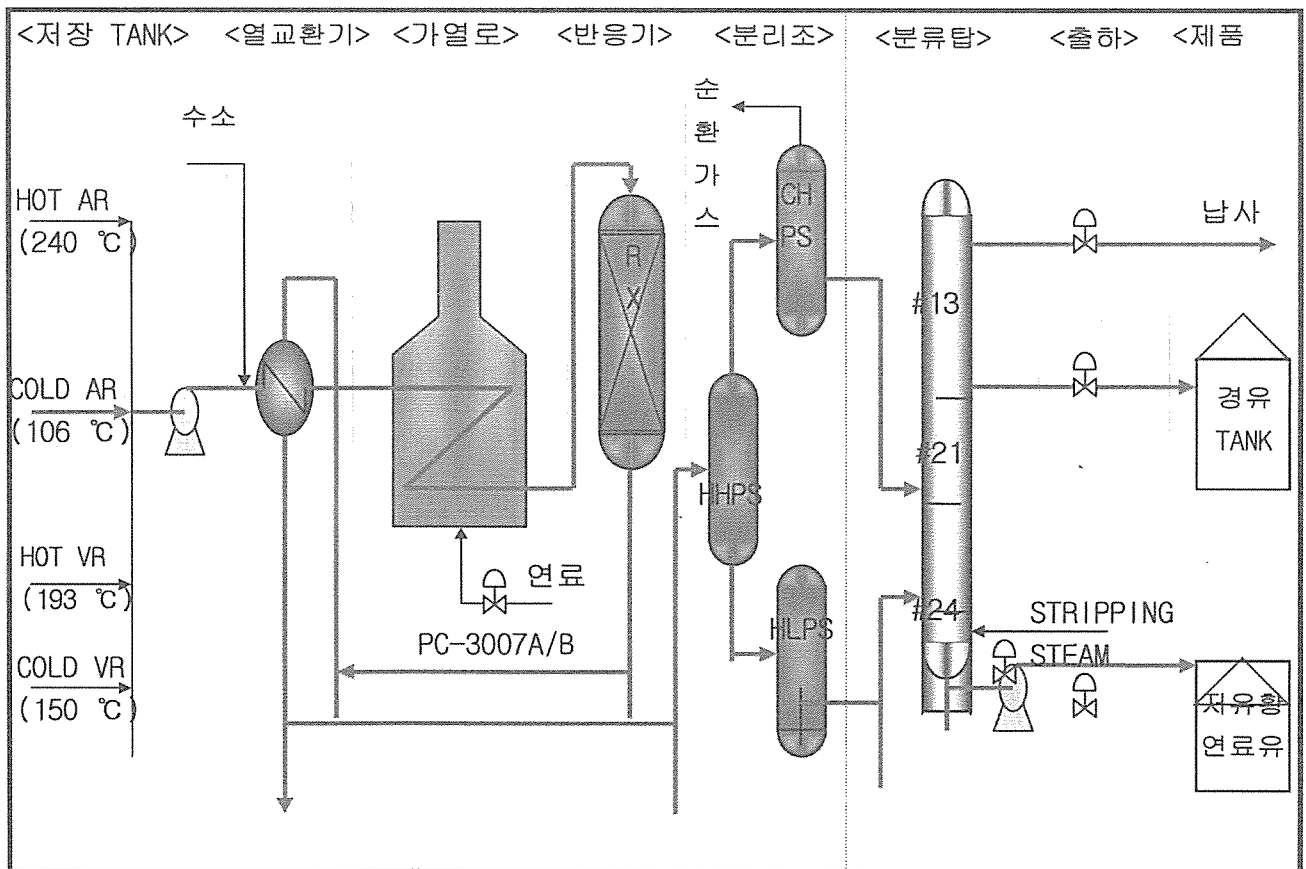
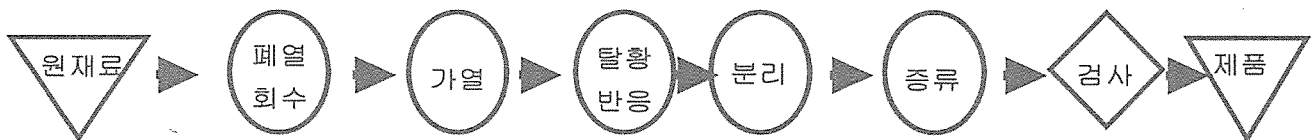
□ 투자비 : 1,000 백만원

라. 보일러 연소효율 개선을 통한 연료비 절감

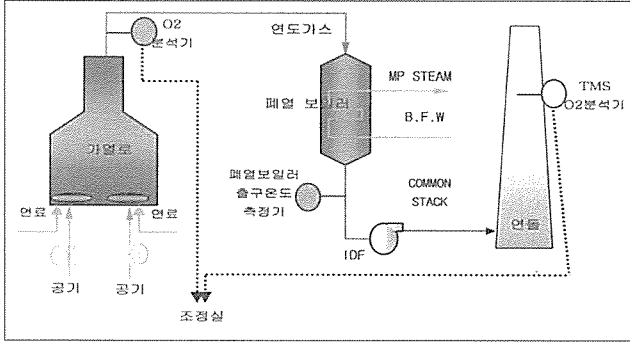
□ 추진배경

- 가열로 Coke생성으로 인한 공기량 과다 주입
 - 설계기준 완전연소조건 2%이나 4.5% 수준에서 운전되고 있음
- 공기량 과다 주입으로 인한 연료 사용량 증가 및 Burner 열화
- 연소조건에 따라 공기주입비가 달라짐으로 인하여 연돌에서의 O₂농도가 불안정해짐으로 인하여 오염물질농도 Hunting이 심해짐

○ 추진 공정도



○ TMS 활용 단위공정



□ 추진범위

가) 활동계획 수립

활동 단계	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
주제선정/계획수립	■						
현상 파악		■	■				
원인 분석			■				
목표 설정			■				
대책수립 및 실시			■	■	■	■	
효과 파악					■	■	

나) 원인분석 및 개선

○ 원인분석

- 연료가스와 공기량의 상관관계를 분석결과 연료 가스비중이 증가함에 따라 가열로 Coke생성을 방지하기 위해 공기비가 증가하고 이로 인해 가열로 연료 소비량이 증가되는 것으로 분석
- Burner별 공기유입량이 상이함에 따라 가열로 내부의 O₂불균형이 발생되고 불완전 연소가 됨에 따라 Coke가 생성되며 이로 인하여 가열로 부하가 증가되는 원인으로 분석
- 종합적으로 공기비를 조절하면 Coke 발생을 억제하고 가열로 효율을 높일 수 있는 결론이 도출됨

○ 개선실시

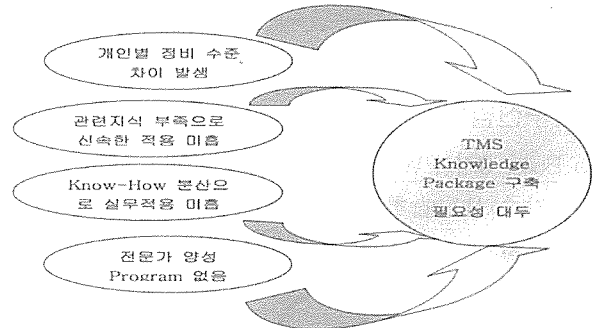
- 가열로 Coke 발생을 관찰하며 공기비 하향 조절
- Burner교체 및 분사각 조정

항 목	실 시 내 용
ALIGNMENT	BURNER 전체 실시
단열벽돌,TILE	벽돌 48개, TILE 38개 교체
BURNER	수리 27 개(열화 및 구부러진BURNER)

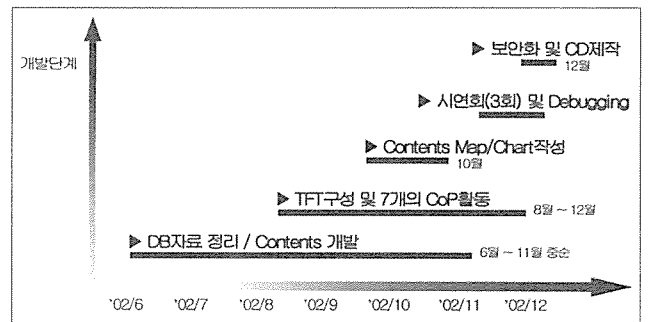
마. 굴뚝 TMS Solution Package 구축 및 활용

□ 추진배경

- TMS 운영 및 정비 업무 수행시 개인별 정비 업무 수준 차이가 있으며, 동일한 품질 보증이 안되고 있음
- TMS의 특성상 다양한 분야(물리,화학,전자통신,환경법규)의 지식이 필요하나 관련지식의 부재로 TMS 운영에 어려움이 있음.
- 축적된 전문 기술과 경험이 분산되어 있어 실무 적용이 어려움.
- TMS 전문가 양성 Program이 없어 사내 전문가 부족한 등의 문제점을 해결하고,
- TMS 정비관리 등 업무에 적용하고자 개발하였음.



□ 추진내용 및 일정



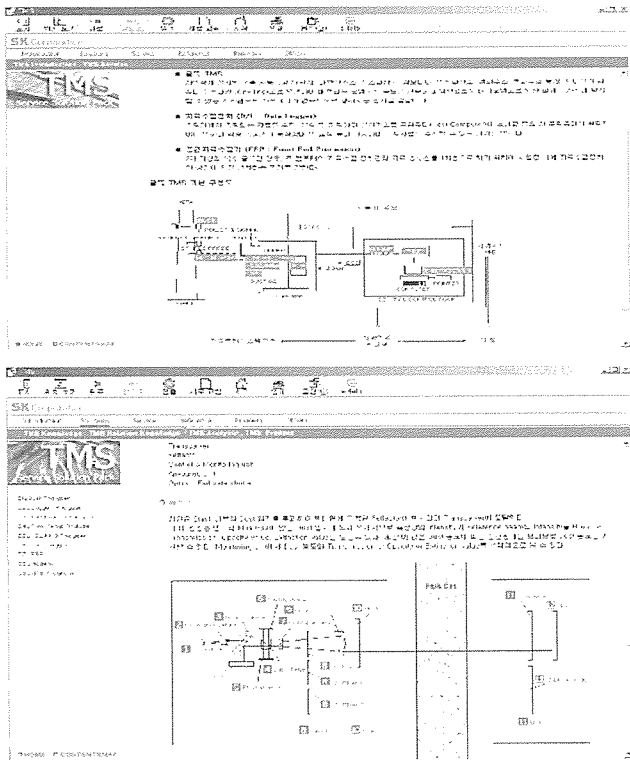
4. TMS Knowledge Package 적용 및 효과

□ TMS Solution Package Contents

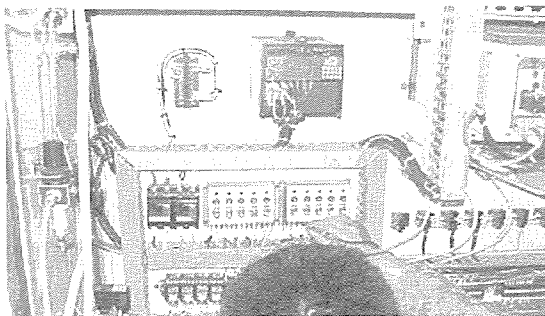
1) 초기화면



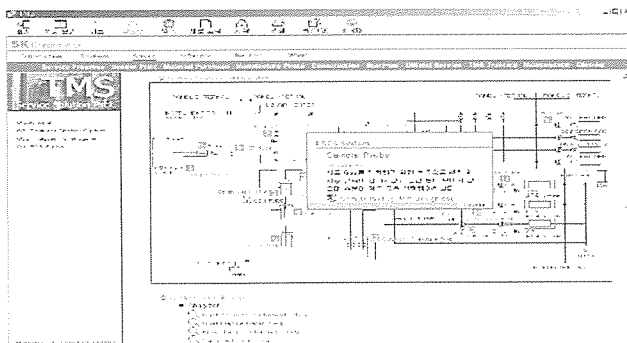
2) Solution Package를 통한 사내 전문가 양성 교육 교재로서 활용



3) 교육을 이수한 전문 인력의 TMS 운영 및 작업시 활용으로 작업품질 향상 및 TMS 신뢰도 향상



4) Engineering : Sample Probe, F/T System, Control회로, SCS, Cooler 등 주요 System들의 명확한 설계기준 확립



III. 기대효과

가. TMS기반 종합 환경관리시스템 구축 효과

- 배출Data 분석을 통한 Trend 관리로 오염물질 배출감량화 목표 설정, 개선항목 도출 및 Monitoring/평가 실시 등 체계적 오염물질 관리 실현
- 공정 배출시설 운전현황 및 대기/수질 TMS와 대기질/기상정보를 통합한 환경 정보관리시스템을 운영하여 사내외 실시간 정보공유 및 환경경영 구현
- 공정운전현황과 배출시설 및 방지시설 운전 경향 분석으로 배출시설/방지시설의 효율향상 및 개선, 에너지절감 및 환경오염사고 예방
 - 보일러 전기집진기 개선 및 저 NOx버너 설치
 - 가열로 공기비(O₂)조정으로 Dust저감 및 연료비 절감
- TMS 전문지식 체계화(TMS Solution Package)로 표준화 및 High Quality의 정비/운영관리 수준을 확보하고 고객사의 TMS Trouble Shooting 지원 수준 도달(TMS 전문가 Tool로서 활용)

나. DUST 배출 저감을 위한 전기집진기 개선 효과

DUST 배출농도의 안정적 운전 유지관리로(상시20 mg/Sm³ 이하 수준) 오염물질 저감 효과 및 환경 법적기준에 효과적으로 대처

<DUST 저감효과>

- 개선 전 : 평균농도 26 mg/Sm³ 로 연간 73.1톤 발생
- 개선 후 : 평균농도 7.25 mg/Sm³ 로 연간 20.3톤 발생으로 52.8톤/년의 DUST 저감

다. NOx 배출농도 저감을 위한 Low NOx 버너 설치 효과

- o 비용절감 : Fuel Gas사용량 감소 : 4,000 Nm³/H, Fuel Gas사용량 년 1,000 Nm³/H 감소시 Hydrogen생산비용 약800 백만원/년 절감 총 절감비용 : 32억원/년

- o NOx 배출농도의 안정적 유지로 환경오염물질 저감 효과 및 환경규제에 효과적으로 대처

라. 보일러 연소효율 개선을 통한 연료비 절감 효과

- o Dust 저감효과 : 18.3톤 저감
 - 개선전 : 평균농도 10.8 mg/Sm³ x 349,242 m³ /hr x 24hr x 300 day x 10⁻⁹ = 27.15톤
 - 개선후 : 평균농도 3.5 mg/Sm x 349,242 m³ /hr x 24hr x 300 day x 10⁻⁹ = 8.8톤
- o 비용절감
 - 과잉공기 1% 하향조절 시 FUEL 소모 감소량 : 12.53 FOEbl/ Day(FOEbl당 가격 : 32,700 원)
 - 12.53 * 2 * 300(일) * 32,700(원) = 245.8백만원

마. 굴뚝 TMS Solution Package 구축 및 활용 효과

- o TMS지식 Package를 통한 사내 전문가 양성 교육 교재로서 활용
- o 교육을 이수한 전문 인력의 TMS 운영 및 작업시 활용으로 작업품질 향상 및 TMS 신뢰도 향상
- o Engineering : Sample Probe, F/T System, Control 회로, SCS, Cooler 등 주요 System들의 명확한 설계기준 확립
- o 다양한 고객 Needs에 대한 One - Stop Service 지원시 활용
- o 비용절감효과
 - 분석기 자체점검 전환으로 외주인건비 절감 : 2 억원/년
 - 자체 교육 및 자재구매 표준화를 통한 잉여 자재 활용등 비용절감 : 5억원/년

업무용 소형 가스엔진 Cogeneration의 개발

* 본 자료는 일본 열병합발전센터 자료에서 발췌 · 번역한 것임

1. 머리말

Cogeneration System은 이미 수백kW 이상의 중 대형분야에서 실용화 되어 있으나 平成7년 12월에 전기사업법이 개정되어 10kW 미만의 발전기는 전기주임 기술자의 전임이 불필요하게됨에 따라 소형 가스엔진 Cogeneration System이 상품화되어 급속히 보급되고 있다.

10kW 정도로 연계협(連系協議)이 불필요한 계통분리형태로서 발전부하율을 높일 목적으로 고속 차단기가 사용된 시스템이 처음으로 상품화되어 효과를 올리고 있었으나 차단기의 비용과 접속부하의 선택에 과제가 있었다. 또한 에너지절약성을 높이기 위해서는 열수요를 어떻게 확보할 것인가도 과제였고 보다 소용량의 발전출력 5kW 수준의 Cogeneration 상품화를 기대하는 소리도 있었다.

여기에 새롭게 저압 수요가의 뉴스에 대응하여 작은 발전출력으로 배열의 유효이용과 연계운전이 가능한 6kW 소형가스엔진 Cogeneration을 개발하였다. 본 시스템은 높은 운전부하율이 확보되고 고효율, 정비 인터발이 장시간인것 등 특장을 갖고 있다. 본제품은 平成13년 10월에 분리형을 발매하고 平成14년 2월에 연계형의 발매를 개시하였다. 기술개발은 다음의 항목을 들 수 있다.

- ① 옥외 설치에도 성능 신뢰성을 확보하는 인버터 내장형으로서 기기가격 공사비를 저감하였다.
- ② 엔진에 최적의 회전수로 사용가능한 발전기 인버터의 선정에서 보다 높은 발전효율을 실현하였다.
- ③ GHP 의 엔진기술의 응용, 장수명 오일의 개발에 의하여 긴 보수인터발을 실현하였다.
- ④ Software의 개발에 의하여 계통보호기능, 수전전