

World Leader in Steam and Fluid Controls



spirax
/sarco
한국스파이렉스사코(주)

Steam People의 모든 내용은 인터넷 홈페이지
<http://www.spiraxsarco.com/kr>에서도 만나실 수 있습니다.
본문 내용에 대한 문의사항이 있을 경우 홈페이지 Q&A 코너를
이용하시기 바랍니다.

Spring. 2010

90
vol.

Cover Story

금호석유화학
이중찬 부장

After Service

버켓식 스팀트랩의 설치와
정비방법

Technical Support

열교환기의 전열면적
여유분이 미치는 영향 검토



Hot Water System, 도전의 연속!

한국스피렉스사코의 ESCO 사업을 통한 시스템 개선 프로젝트인 Hot Water System 개선공사! 다른 증설 프로젝트 공사와 중복되어 있고 정상 가동되는 생산현장에서 화기작업과 배관 설비작업이 이뤄져야 하는 위험성을 동반한 채 진행되어야 했기에 사실 심적으로 부담이 되긴 했습니다. 그러나, 7월부터 본격적으로 시작된 공사는 시간이 지날수록 정확한 공사 일정 준수와 무사고로 이어지면서 그 부담이 안심으로 바뀌기 시작했습니다. 마침내 12월 말 정상 시운전을 함으로써 프로젝트가 잘 마무리 되었고 2010년 올해는 그 효율을 측정하는 단계가 진행중입니다.

한국스피렉스사코와 ESCO 사업의 절묘한 만남

제가 20여 년을 여수공단을 지켜오면서 만난 대부분의 사람들은 한국스피렉스사코의 스팀분야 전문성을 높이 사고 또한 교육, 세미나 등을 통해 고객에게 환원하는 좋은 시스템을 가지고 있다고 말씀하셨습니다. 이번 ESCO 자금을 통한 시스템 개선 프로젝트를 진행하면서 무엇보다 부담감이 적었고 안심할 수 있었던 이유는 스팀분야의 전문업체가 제안하고 시공까지 한다는 점과 여러 단계를 통한 검증과 심사를 거친 후 국가가 지원해주는 ESCO 자금을 사용했다는 것입니다. 기술적으로 신뢰할 수 있고 자금 부담감도 없다는 점, 그것이 한국스피렉스사코가 진행하는 ESCO 사업에 대해 고객이 느끼는 매력이 아닌가 싶습니다.

이름다운 꽃을 활짝 피울 2010년

작년 2009년을 고생한 것에 비해 그 성과가 미진한 한 해였습니다. 하지만 올해는 6억 원의 원가절감과 “안전사고와 품질사고 제로”의 팀 목표를 공유하여 지금까지의 땀방울을 거름삼아 꽃을 활짝 피울 한 해로 정하였습니다. 그러기 위해서는 품질과 안전환경에 사고가 없어야 하고 기본으로 돌아가 현장 순찰도 강화할 예정입니다. 20여 년을 한 직장에 몸 담으면서 제 몸 세포 하나하나에 아로새겨진 것이 있다면 사명감과 책임감입니다. 함께 근무하는 동료들과 함께 여기 이곳 정밀화학공장을 거뜬히 이끌어 나가겠습니다.

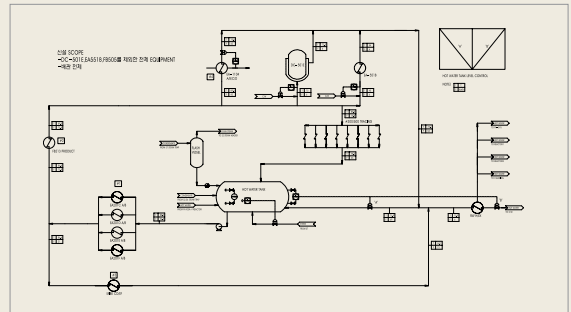
전국에 있는 동료가내 식구가 가족입니다

‘집념의 금호인은 열정으로 가득하다’ - 제가 참 좋아하는 말입니다. 열정이나 애정이 결코 강요나 억지로 생기지 않는다는 것을 다들 아실겁니다. 저도 돌이켜보면 직

시스템 개선공사 사례

기간 : 2009년 1월 ~ 12월

- 시스템 개선 목적
 - 1) 버려지는 냉각열 및 응축수를 활용하여 저온의 공정에 스팀 대신 사용함으로써 스팀사용량을 줄임
 - 2) 이와 동시에 냉각탑 부하와 폐수발생량 절감을 꾀함
- 시스템 개선 사항에 대한 상세 설계
 - 1) 현장 상황에 맞게 실제적인 방안 마련
 - 2) 투자비 회수기간을 최소화 시키기 위한 진단 결과 재검토
 - 3) 견적 산출 및 SPEC 확정 후 실제 설계 진행



• 상세 설계 결과 경제성검토

구분	개선 이익	투자비	회수기간 (ROI)
합계	532,470,000	1,340,000,000	30.2 개월

장생활 15년이 되기까지는 잘 몰랐던 것 같습니다. 이제 20년이 되다 보니 자연스런 애정이 쌓이고 쌓여 여수 공단에 근무하는 모든 근로자가 가족이라는 느낌을 가지며, 더 크게는 전국 현장에서 계신 분들에게까지 동료애를 느끼고 있습니다. 그런 차원에서 이번 한국스피렉스사코에서 이어준 스팀피플과의 인연에 참 감사드립니다. 책자를 통해서 만나지만 마치 옆 공장에서 근무하는 듯한 친밀감을 느낍니다. 동료 여러분, 올 한해 호랑이 같이 활기차고 힘있게, 그리고 건강하게 보내십시오. 특히 현장에서의 무사고와 가정에 행복이 깃들시길 기원합니다.

아래 <표 1, 2> 에는 압력 8 bar g 보일러에 프로그램 적용 후 변화된 에너지 절감 효과와 개선된 운전 상태를 나타내고 있습니다. 에너지 절감 효과는 1.5 ~ 6% 정도를 나타내고 있고 농축배수도 상당히 증가하였습니다. 제반 수질 분석 결과도 양호한 상태를 보여주고 있습니다.

<표 1>

	PLANT1	PLANT 2	PLANT 3
Type of boilers	2 firetubes	2 watertubes	2 watertubes / 1 firetube
Annual Steam Production	39 190 tonnes	17 636 tonnes	149 634 tonnes
Pressure	800 bar g	800 bar g	800 bar g
Energy source	Natural gas sometimes oil #6	Natural gas sometimes oil #6	Natural gas sometimes oil #6
Energy consumption reduction	6 %	3.7 %	1.4 %
Cost Saving	\$75,261	\$20,953	\$66,674
Cubic Meter of Natural Gas saved per year	135,052	37,601	119,643
Litres of make-up water saved per year	7,108,000	1,979,000	6,287,000
Tons of Greenhouse Gass not released	378	105	335

<표 2>

	Classical Chemical (Before)	New Program (After)
Conductivity	3,500 µs/cm	8,500 µs/cm
Chlorides Cl-	390 ppm	830 ppm
Blowdown rate	23 %	4.9 %
Dissolved iron Fe	0.25 ppm	0.08 ppm
Non stabilized hardness	12 ppm CaCO ₃	0 ppm
Condensate conductivity	45 µs/cm	20 µs/cm
Condensate pH	7.4	7.0
Condensate Dissolved iron Fe	0.15 ppm	0.04 ppm
Scale thickness	Between 1 and 2 cm	Between 0.3 and 0.5 cm
Phosphate		Between 0.3 and 0.8 ppm

**** 주2)**

- 1) 탄닌(Tannin) 계열 폴리머(Polymer)는 20 bar g이하 저압 보일러에 적용됩니다.
- 2) 폴리머(Polymer) 성분들은 약간의 부식 경향을 나타냅니다. 급수 중 경도 성분이 없을 경우 금속 표면과 반응하여 철을 녹여낼 수 있으므로 적절한 주입 농도 관리가 필요로 합니다.
- 3) 폴리머(Polymer)성분의 약품 처리 비용은 인산염에 비해 2배 이상 높습니다.

결론: 탄닌 프로그램은 원수를 보일러 급수로 사용하고 있는 저압 보일러 또는 연수기를 사용하고 있으나 대체로 관리가 잘 이루어지지 않아 경도 성분 유입이 불가피한 시스템에 적극적인 검토가 필요합니다.

3.5 bar g를 유지하지 못하고 떨어지게 됩니다. 그 이유는 안전율을 의해 커진 전열면적이 원인입니다.

여기서 컨트롤 밸브에 의한 압력 손실이 있지만 설명 목적상 무시합니다. 열전달량 $Q=U \cdot A \cdot \text{LMTD}$ 에서 $U=2,150$ 전열면적 $A=12.6$ 이고 만약 LMTD가 그대로 96.3°C 가 유지된다면 열전달량은 $2,601,017 \text{ kcal/h}$ 가 되어 계산이 맞지 않게 됩니다. 여기서 물의 온도 변화 즉 30°C 에서 70°C 까지의 가열에 변화가 없다면 LMTD 값이 작아지기 위해서는 스팀의 압력이 낮아져야 합니다. 따라서, 전열면적이 12.6 m^2 으로 여유가 있는 상태에서 열전달량 $2,000,000 \text{ kcal/h}$ 를 맞추기 위해서는 LMTD는 74.1°C 로 낮아져야 합니다.

이제 스팀온도는 125.9°C 가 되어야 하며 스팀압력은 약 1.4 bar g 가 되고 스팀잠열은 522.0 kcal/kg 이 되면서 스팀사용량은 $3,831 \text{ kg/h}$ 로 감소합니다.

이제 열교환기의 전열면적에 30 % 여유를 준 경우에 열교환기 내부의 스팀압력은 3.5 bar g 가 아니고 1.4 bar g 에서 운전되는 것을 알 수 있습니다. 다행히 열교환기 내부의 압력이 1.4 bar g 로 6m 높이에 있는 응축수 회수관으로 응축수를 배출하는 데는 문제가 없습니다.

고압의 조건에서도 마찬가지입니다

스팀압력이 10 bar g 인 스팀을 공급하여 공정유체를 90°C 에서 135°C 까지 가열하려고 열교환기를 설계하였습니다. 비열이 0.45 인 공정 유체 25 t/h 를 가열하는 경우에 U값이 $550 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$ 이라고 할 때 전열면적이 13.5 m^2 로 계산됩니다.

	유량 kg/h	공급온도 °C	출구온도 °C	비열/잠열	열교환량 kcal/h
공정유체	25,000	90.0	135.0	0.45	506,250
스팀량	1,059	183.3	183.3	478.0	506,250
LMTD	68.4	U	550	A	13.5

그런데 이 열교환기에 50 %의 여유가 있어 전열면적이 20.2 m^2 라고 하면 스팀온도는 어떻게 될 것인가 알아보겠습니다.

	유량 kg/h	공급온도 °C	출구온도 °C	비열/잠열	열교환량 kcal/h
공정유체	25,000	90.0	135.0	0.45	506,250
스팀량	1,021	161.7	161.7	495.8	506,250
LMTD	45.6	U	550	A	20.2

스팀온도는 161.7°C 이고 스팀압력은 약 5.6 bar g 가 됩니다.

스팀트랩 선정, 재증발증기 발생량 계산에 주의가 필요!

만약 10 bar g 의 응축수에서 3.5 bar g 의 재증발증기를 발생하도록 설계한 경우에 문제가 될 수 있습니다.

우선 스팀트랩의 선정에서 설계기준대로 선정한다면 구경선정을 위한 차압조건을 $10-3.5=6.5 \text{ bar}$ 로 하였을 것입니다. 그러나 실제 열교환기 내부의 스팀압력은 약 5.6 bar g 밖에 되지 않습니다. 따라서 실제로 트랩에 걸리는 차압조건은 $5.6-3.5=2.1 \text{ bar}$ 밖에 되지 않습니다. 이런 경우를 대비하여 스팀트랩의 안전율을 1.5~2배로 적용하지만 용량선정 시 여유가 없게 선정된 경우에는 응축수가 제대로 배출되지 않는 경우가 발생합니다. 그러므로 열교환기가 과대하게 선정되어 설치된 경우에는 스팀트랩의 구경도 그에 맞추어 큰 제품이 선정되어야 합니다.

재증발증기의 발생 압력과 발생량의 계산에 주의가 요구됩니다. 설계대로 10 bar g 의 응축수에서 3.5 bar g 의 스팀을 발생시키면 재증발증기 발생율이 약 7.4 %가 되고 재증발증기 발생량도 약 78.2 kg/h 가 됩니다. 그러나 위와 같이 변경되면 스팀사용량도 감소함은 물론 응축수 온도가 떨어지므로 재증발율은 2.9 %로 감소하며 재증발증기 발생량도 약 29.7 kg/h 로 감소하게 됩니다.

운전 조건의 변화가 있을 때 스팀 입력 변화

이제 에너지 절감노력으로 폐열을 회수하여 30°C 로 공급하던 물을 40°C 로 승온하여 공급하게 되었습니다. 이때의 스팀압력은 더 낮아지게 되는데 얼마나 낮아지게 될 것인가를 예측해 보겠습니다. 물의 유량이 변동하거나 응축수의 수위 변동에 의해 전열면적이 변동하는 경우가 아닌 경우에는 LMTD를 이용하지 않고 계산을 편하게 하기 위하여 TDC라는 값을 비교의 기준으로 계산합니다.

즉, 설계 기준에서
$$TDC = \frac{T_s - T_1}{T_2 - T_1}$$

를 계산하여 다른 계산에 반영하면 편리합니다. 원래 설계조건대로라면 $TDC = (147.7-30)/(147.7-70) = 1.5$ 가 되지만 전열면적의 여유분에 따라 $TDC=(125.9-30)/(125.9-70) = 1.7$ 이 됩니다.

이 TDC를 이용하면 공정 온도가 변경될 때 스팀온도는 다음과 같이 계산합니다.

$$T_s = (T_2 \times TDC - T_1) / (TDC - 1)$$

이제 입구온도가 40°C 이고 출구온도가 70°C 이므로

$$T_s = (70 \times 1.7 - 40) / (1.7 - 1) = 111.3^\circ\text{C}$$

스팀압력은 0.49 bar g 가 됩니다.

만약 공정온도가 50°C 로 공급되어 80°C 로 승온되는 경우에는 스팀온도와 압력은 다음과 같이 계산됩니다.

버킷트식 스팀트랩의 설치와 정비방법

1. 모델명: HM버킷트식 스팀트랩의 경우 배관연결방법, 구경 그리고 최대사용 차압에 따라 모델명이 각각 다름.

		최대사용차압(ΔPMX)				
구 경		4	8.5	10	12.5	14
나사식	1/2"	HM00/8	HM00/7	HM00/6	-	-
	3/4"	HM10/10	HM10/8	-	HM10/7	-
	1"	HM12/12	HM12/10	-	-	HM12/7
플랜지식	DN15	HM003/8	HM003/7	HM003/6	-	-
	DN20	HM103/10	HM103/8	-	HM103/7	-
	DN25	HM123/12	HM123/10	-	-	HM123/7A

예) 차압이 3 bar 이고 구경이 1/2", 나사식일 경우: HM00/8 로 선정할 수 있으며 용량도 검토해야 함.

2. 버킷트식 스팀트랩의 용도 및 설치방법

- 1) 스팀헤더 드레인 또는 관말, 입상드레인 트랩으로 많이 사용하고 있음.
- 2) 버킷트의 입구 주변에 워터실이 형성되어야 하며 실외에서 사용 시, 빙결에 의한 손상 가능성이 있기 때문에 반드시 보온을 해야 됨.
- 3) 과열증기에 사용 시에는 체크밸브를 표준으로 내장된 버킷트식 스팀트랩을 사용해야 함.
→ 체크밸브가 설치되지 않을 경우에는 워터실이 파괴되어 스팀이 누출되는 현상이 발생 됨.
- 4) 워터실이 형성되도록 트랩배관 구성이 필요함.

3. 정비부품

1) 몸체부분



2) 스트레너부분



4. 문제점 및 해결방법

- 1) 누출현상: 메인밸브 이물질, 메인밸브의 걸림, 워터실 파괴, 버킷트 찌그러짐 등
- 2) 배출불능: 메인밸브 스케일로 인한 막힘, 버킷트의 벤트홀 막힘, 스트레너 막힘, 스팀트랩 차압선정 잘못, 용량부족 등
- 3) 드리블링 현상 (스팀트랩 내부에서 '딸거락' 소리나는 현상): 메인밸브가 닫히는 힘이 부족하여 나타나는 현상

4) 해결방법

- ① 이물질 ⇒ 분해 후 청소
- ② 메인밸브의 걸림 ⇒ 메인밸브교체
- ③ 워터실 파괴 ⇒ 배관수정, 입구측에 체크밸브 설치
- ④ 버킷트 찌그러짐 ⇒ 분해 후 버킷트 교체
- ⑤ 메인밸브 스케일로 인한 막힘 ⇒ 분해 후 청소
- ⑥ 버킷트의 벤트홀 막힘 ⇒ 분해 후 청소 (구멍확장 시 증기누출의 문제 발생)
- ⑦ 스팀트랩 차압선정 잘못 ⇒ 차압에 맞게 트랩선정 또는 부품교체
- ⑧ 용량부족 ⇒ 카다로그를 참조하여 용량에 맞게 제품 또는 부품 선정
- ⑨ 드리블링 현상 ⇒ 트랩의 차압범위는 8 bar 인데 사용차압은 1 bar 일때 나타날 수 있으므로 트랩의 차압범위가 4 bar 용으로 변경하면 됨. 즉, 메인밸브의 오리피스를 작은 사이즈에서 큰 사이즈로 변경하는 것이며 이에 따라 용량도 증가하게 됨.

5. 조립방법



6. 스팀트랩을 확인하는 방법

- 1) HM00/8 : 트랩 모델명(모델명에 따라 배관연결방식, 구경, 최대사용차압을 알 수 있음)
- 2) PMA : 최대허용압력
- 3) TMA : 최대허용온도
- 4) PMO : 최대사용압력(차압범위임)
- 5) TMO : 최대사용온도
- 6) 예를들어 PMO가 4 bar 일때 사용압력은?
* 차압은 0.5 ~ 4 bar 까지 사용할 수 있음.
* 차압 = 1차 압력 - 2차 압력





인천공항~현장간 이동 모습



고객 입회 검사 완료 후 납품대기 중(핀란드 현지)

바트러스 열교환기는 한국스파이렉스사코에서 2007년부터 본격적으로 공급하기 시작한 Plate & Shell 타입 열교환기로서, 판형 열교환기와 다관식 열교환기의 장점만을 가진 비교적 새로운 타입의 열교환기입니다. 바트러스 열교환기는 뛰어난 열전달 효율, 다관식 열교환기 대비 약 1/6의 컴팩트한 크기, 낮은 오염도 등의 특징이 있습니다.

상기 바트러스 열교환기의 차별화된 특징과 함께, 설계 시점에서의 기술 자문을 비롯하여 다양한 고객분들(발주처, 건설사, 설계, 감리사 등)의 요구사항을 모두 만족시킬 수 있는 스팀시스템 관련한 스파이렉스사코의 축적된 기술력과 이에 대한 고객 신뢰의 결과라고 할 수 있습니다.

이러한 공급 과정에서 고객이 요구하는 납기를 만족시키기 위해 전체 27톤에 해당하는 열교환기 4기를 전부 항공 운송하여 고객의 시운전 일자에 차질이 발생되지 않도록 함으로써 스파이렉스사코가 고객 만족을 최우선 가치로 여기고 있음을 새삼 증명할 수 있었습니다.

이번에 공급한 열교환기는 총 4기로서 95 Gcal/h 2기와 48 Gcal/h 2기이며, 향후 청라지구 건설이 계속됨에 따라 관련 지역난방 공급 설비의 지속적인 신증축이 계획되어 있어 바트러스 열교환기의 공급도 계속 이어질 전망입니다.



현장 설치 모습



계산기 코너 2

배관 및 밸브에서 스팀 누출량 계산을 위한 유량계수와 오리피스 직경 계산하기

특정한 유량에 대해 필요로 하는 유량계수를 안다면 계산을 통해 적절한 오리피스 사이즈를 결정할 수 있습니다. 반대로 오리피스 직경을 알고 있다면 유량 계수를 결정할 수 있습니다.

① 주어진 오리피스 직경으로부터 유량계수 구하기

아래 그림과 같이 파란색 빈 칸에 원하는 값들을 넣고 단위를 맞춘 다음 계산을 누르면 간단히 유량계수가 구해집니다.



유량계수 K_v , C_v

“밸브의 단위 차압에서 밸브의 통과 유량”으로 나타내며 미터식과 영미식으로 나뉩니다.

미터식은 K_v 로 나타내고 이는 “차압이 1 bar일 때 밸브를 통과하는 유량을 m^3/h 로 나타낸 값”입니다. 영미식은 C_v 로 나타내고 “차압이 1 psi일 때 밸브를 통과하는 유량을 gal/min 으로 나타낸 값”입니다.

배출계수 C_d

운전자는 고려되는 오리피스의 유형에 따라 배출계수 값을

다르게 할 수 있습니다. C_d 값을 정확히 적용하기는 어렵습니다. 실험 및 경험에 의해 값들이 사용되어 왔고, 오리피스의 유형에 따라 값은 다릅니다. 심지어 이러한 값들은 오리피스 판의 두께, 홀 2차측 모서리의 각도와 같은 물리적인 변수에 따라 다릅니다. 실제로 다른 영향 즉, 구멍의 크기, 주위 몸체 또는 배관에 의해서도 영향을 받습니다.

일반적인 C_d 값은 아래 표와 같습니다.

타입	C_d 값
모서리가 날카로운 오리피스	0.60 ~ 0.65
모서리가 둥근 오리피스	0.55 ~ 0.60
글로브 밸브	0.20 ~ 0.50
스팀트랩	0.55 ~ 0.65
노즐	0.95 ~ 0.99

② 주어진 유량계수로부터 오리피스 직경 구하기

아래 그림과 같이 파란색 빈 칸에 원하는 값들을 넣고 단위를 맞춘 다음 계산을 누르면 간단히 오리피스 직경이 구해집니다.





수처리 분야의 좋은 정보지가 창간됩니다

스피렉스사코의 100년 기술 노하우를 독자님들께 20년째 꾸준히 전해드리고 있는 Steam People과 어깨를 나란히 할 또 하나의 전문 엔지니어링 매거진.
국내 최고의 수처리 분야 전문지가 상반기에 창간됩니다.
정기구독을 신청하시려면 아래 e-mail로 작성하여 보내주시거나
구독접수처로 전화주시면 됩니다.

- e-mail : wt@kr.spiraxsarco.com
- 구독접수처 : 032-820-3958 (정은숙 선임)
- e-mail 접수시 기재하실 내용
 - 회사명 • 담당자명 • 연락처 • 회사주소(부서명, 팀명까지 상세히 부탁드립니다)

[창간호에 담길 내용]

창간사 / 물의 역사 / 스케일이 보일러 운전에 미치는 영향 / 보일러 Trouble Shooting Guide / 냉각수 성공사례 *표지 이미지는 샘플이므로 실제와 다릅니다

2010년 증기실무연수교육 일정 안내

월별	교육과정		
5월	SUMC1004 일반과정 05. 12 (수) ~ 14 (금)	SUMC1005 수배관과정 05. 19 (목) ~ 20 (금)	
6월	SUMC1006 일반과정 06. 09 (수) ~ 11 (금)	SUMC1007 스팀시스템에서의 계장과정 06. 16 (수) ~ 18 (금)	SUMC1008 일반과정 06. 23 (수) ~ 25 (금) SUMC1009 정비과정 06. 30 (수) ~ 07. 02 (금)
8월	SUMC1010 증기실무기초종합과정 08. 23 (월) ~ 27 (금)		
9월	SUMC1011 석유화학과정 09. 02 (목) ~ 03 (금)	SUMC1012 일반과정 09. 08 (수) ~ 10 (금)	SUMC1013 정비과정 09. 29 (수) ~ 10. 01 (금)
10월	SUMC1014 일반과정 10. 06 (수) ~ 08 (금)	SUMC1015 수처리과정 10. 14 (목) ~ 15 (금)	SUMC1016 일반과정 10. 27 (수) ~ 29 (금)
11월	SUMC1017 보일러 컨트롤과정 11. 03 (수) ~ 05 (금)	SUMC1018 일반과정 11. 10 (수) ~ 12 (금)	SUMC1019 에너지절감과 유량 모니터링 시스템과정 11. 24 (수) ~ 26 (금)
12월	SUMC1020 일반과정 12. 01 (수) ~ 03 (금)		

1박 2일 2박 3일 4박 5일

교육 신청 방법

1. 홈페이지에 접속하여 교육일정 확인 및 선택 (<http://www.spiraxsarco.com/kr>)
2. 예약양식을 클릭하여 내려 받은 후 참가신청서 작성
3. Fax 및 e-mail 로 참가신청서 전달
4. 신청문의
한국스피렉스사코 기술연수원 교육담당자
Tel : 032-820-3080 Fax : 032-811-8855
e-mail : training@kr.spiraxsarco.com
5. 신청기간
2010년 1월 부터 선착순 마감
(과정별 2주 전까지 신청 요망)



◆ 6월 교육 일정이 변경되었습니다. 신청 시 유의해 주십시오.