



# 합성수지 제조공정의 스팀 사용 최소화로 에너지 절감

- 제일모직 여수사업장 -

## 1. 사례 설명

### ○ 회사 개요

- 생산품목 : 합성수지 (ABS, PS, SAN, EPS, 인조대리석)
- 종업원수 : 390명
- 에너지 연간 사용량 : 2003 년도 75,848toe (석유환산톤)
- 연료 : 21,014toe, 전기 : 54,834toe (219,337MWh)

### ○ PS 합성수지공정 스팀사용 최소화

- 열교환기를 설치하여 압출기 냉각수조 (Stranding) 공정의 냉각폐수열(55~65℃)을 이용하여 고무용해조에 공급하는 SM (Styrene Monomer)을 가열시켜 스팀사용을 최소화한 개선 사례임.

### ○ C-SAN 합성수지공정 스팀사용 최소화

- C-SAN 합성수지 제조공정 특성상 주 원료 인 SM과 AN 중합시 발생하는 반응열 제어 및 응축을 위하여 반응조 Jacket 모노머 증기 라인에 냉각수를 공급하고 있으며, 이 과정에서 75 의 냉각열수 (Hot Water)가 발생하는데 이 열수는 냉각탑으로 회수되어 냉각탑 부하를 증가시키는 원인이

되고 있으며, Reactor 상부에 설치되어 있는 Monomer Pre-heater에는 스팀을 사용 하여 Reactor Feed 온도를 40℃ 까지 승온하고 있는 문제점을 개선하기 위하여 열교환기를 설치, 공정 내 폐열을 회수하여 재활용한 결과 공정내 스팀 사용을 최소화 하였음.

## 2. 추진 사례

### 가. PS 합성수지공정 스팀사용 최소화

#### ① 추진 배경

○ PS (Poly Styrene)공정의 마지막 단계인 제품냉각 공정 (Stranding)에서 생산된 제품을 냉각시키기 위하여 20℃ 순수 (PW)를 공급하여 리사이클링을 실시하고 있는데, 이 과정에서 순수의 온도가 55~65℃ 까지 상승하여 냉각기능을 상실하기 때문에 열교환기를 설치하여 냉각수 (CW)와 열교환 실시후, 재사용되고, 냉각수는 냉각탑으로 회수되는데 냉각탑 부하상승 원인이 되고 있음.

○ 원료인 고무용해조 (Rubber Solution)에 투입되는 SM은 스팀을 이용하여 상온의 SM을 50℃ 까지 승온하여 고무를 용해시키게 되므로

Stranding 공정에서는 냉각수 부하요인이 되고 있으나 고무용해조 공정에서는 스팀을 사용하는 불합리한 에너지사용 구조 시스템을 운영하고 있었음.

- 열교환기를 설치하여 Stranding 공정에서 발생하는 고온냉각수의 폐열과 고무용해조에 공급되는 SM을 열교환하여 고무용해조에 공급되는 스팀 공급을 중단함으로써 PS합성수지 공정의 스팀사용을 최소화 하였음.

② 추진 내용

○ 열교환기 2대를 설치하여 고무용해조에 공급하는 차가운SM 을 고온의 Strand 잉여열로 예열시켜서 공정에 투입되는 스팀량을 최소화 하였음.

- Rubber 용액 제조공정의 SM 라인과 R-SM 라인의 열교환기 2대 설치

③ 추진 결과

○ 유형 효과

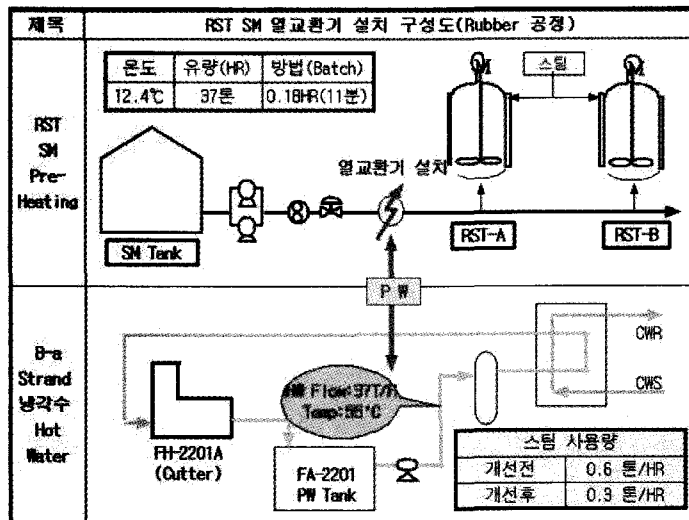
- 스팀 절감량 : 7,665톤/년 (21톤/일)
- 에너지 절감량 : 413toe/년
- 절감금액 : 1.9억원 (21.3톤/일 × 360일 × 25,000원/톤)
- 투자비 : 0.5억원

〈표 12-1〉 설비 구성 및 투자 내역

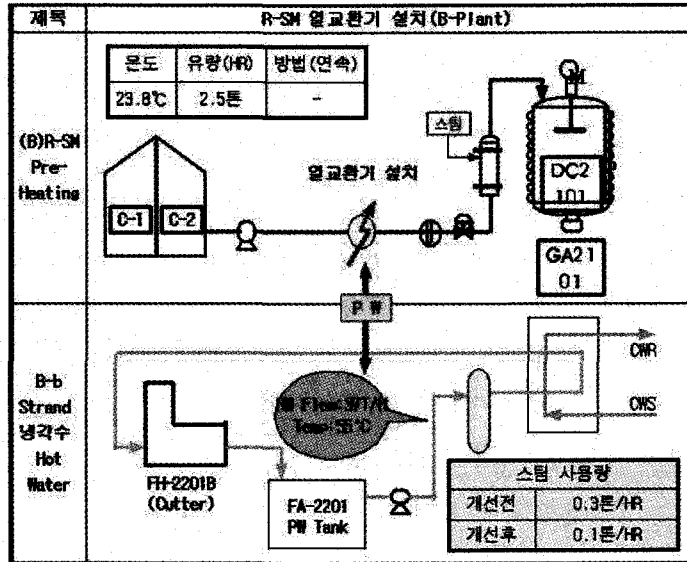
구분	투자금액 (만원)	비고
관형 열교환기 (94-Plate)	2,500	PST SM (Rubber)
관형 열교환기 (24-Plate)	280	R-SM (B-Plant)
자재비	900	Pipe, V/V, Fitting
공사비	1,000	노무비, 장비, 경비등
합계	4,680	

개선 전 · 후 공정도 1부

(그림 12-1) Rubber 공정의 RST SM 열교환기 설치 구성도



(그림 12-2) B-Plant의 R-SM 열교환기 설치



나. C-SAN 합성수지공정 스팀 사용 최소화

① 추진 배경

○ 2004년도 여수사업장 원가절감 500억원 달성 및 국제유가 상승에 의한 스팀 생산단가의 지속적인 상승으로 공장 전 사원이 추진하고 있는 에너지 절감 차원에서 C-SAN 생산부서에서 발굴한 개선과제로 추진함.

○ C-SAN 합성수지 제조공정의 특성상 주 원료인 SM과 AN 중합시 발생하는 반응열 제어 및 응축을 위하여 반응조 Jacket 모노머 증기 라인에 냉각수를 공급하고 있으며, 이 과정에서 75℃의 냉각열수(Hot Water)가 발생하는데 이 열수는 냉각탑으로 회수되어 냉각탑 부하를 증가시키는 원인이 되고 있음.

○ 한편, Reactor 상부에 설치되어 있는 Monomer Pre-heater에는 스팀을 사용하여 Reactor Feed 온도를 40℃까지 승온하고 있었음.

② 추진 내용

○ C-Plant Monomer Pre-Heater 스팀 공급 중지

- C-SAN 공정 특성상 SM + AN 중합시 반응열 발생

- Reactor 온도 일부 제열하기 위하여 Reactor 상부, 경부 Jacket과 상·하부 Vapor 가스 라인에 Cooling Water 공급(폐열 발생)

- Vapor 가스 라인 온도 75℃ 이상 운전 → C-Plant MonomerPre-heater 열원으로 공급하여 스팀 사용 최소화

○ C-Plant Reactor 반응열 회수 DMF Tower 스팀 공급 중지

- Solvent Cleaning시 Scale 제거 목적 DMF 사용

- DMF 재 사용을 위하여 DMF Tower에서 재 정제 실시 → 스팀 사용

- C-Plant Reactor Jacket Cooling을 위하여 Hot Oil 공급

· 발열반응 제열 목적

· Furnace Main 공급 열량 Zero, Reactor 중합 열에 의하여 Hot Oil Heating

- C-Plant Hot Oil Cooling Process → DMF Tower Re-Boiler Heating Process 대체

○ A,B-Plant Reactor 반응열 회수 Recovery Tower 스팀 공급중지

- C-SAN Recovery Tower에서 전 공정 Steam 사용 중 78%를 사용함.

- Reactor 중합열 제거 목적으로 Reactor 중·하부 Jacket에 125℃ 열매 공급하여 Reactor 경유 Heating된 Hot Oil을 열교환기를 이용 Cooling을 실시함으로써 Furnace Main 공급 열량을 최소화 하였고 Reactor 중합열에 의하여 Hot Oil Heating함.

- A,B-Plant Hot Oil Cooling Process → Recovery Tower Re-Boiler Heating Process로 대체함.

○ Monomer Pre-heater의 예열 방법 변경

- Reactor 1,2의 Monomer Pre-heater(예열기) 승온은 스팀을 이용하였으나 열교환기를 설치하여 Reactor Vapor Line Cooling Water(75℃) 변경함.

○ C-Plant 반응열 회수 DMF Tower 시스템 사용 최소화

- C-Plant Reactor 반응온도 155℃ 운전

- Reactor 상,하부 Jacket에 Cooling 목적으로 125℃ Hot Oil 공급함.

- Reactor 반응열 Hot Oil Heating → Recovery Tower 공정에서 발생하는 CWR(냉각수 회수열)을 이용하여 Oil Cooler Heating하여 스팀을 대체함.

### 3. 추진 효과

○ 유형 효과

- 스팀 절감량 : 13,600톤/년

- 에너지 절감량 : 733toe/년

- 절감금액 : 3.4억원 (37.3톤/일 × 365일 × 25,000원)

- 투자비 : 0.3억원

○ 무형 효과

- Cooling Water Return 온도 Down으로 Cooling Tower Load 감소

- Cooling Water 온도 Down으로 NO-1,2,3 Chiller 온도 조정 가능 ◀