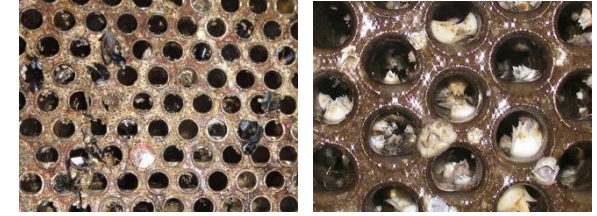
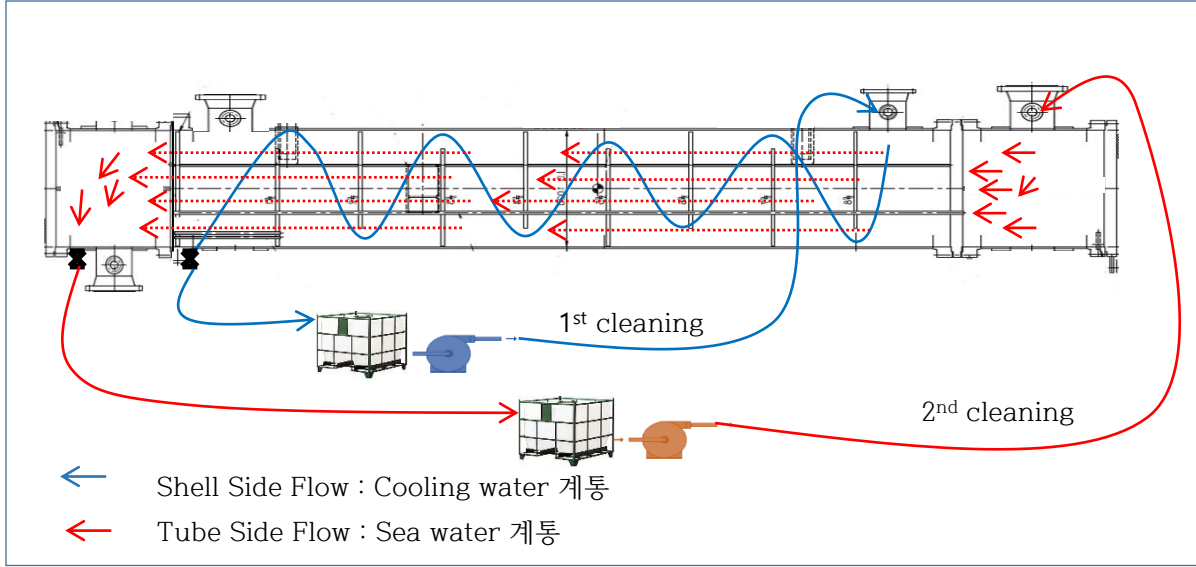


## CCW & CVP Chemical cleaning (해수 기기 냉각 열교환기의 화학 세정)

### ❖ 목 차

01. CCW HE 화학 세정 개요 및 어패류 용해
02. CCW 화학 세정 결과
03. CCW 세정 방법 비교 및 결과
04. CCW 세정 공법의 비교
05. CCW 화학 세정 절차
06. CVP 열교환기의 화학 세정

# 01 CCW HE 화학 세정 개요 및 어패류 용해



✓ Tube side 내부에 어패류 및 해수 스케일로 Fouling 된 상태



✓ Shell side의 튜브 외벽에 청수(냉각수) 스케일이 deposition 된 상태



## <어패류 용해 test>



Tube side의 어패류



어패류



용해 모습

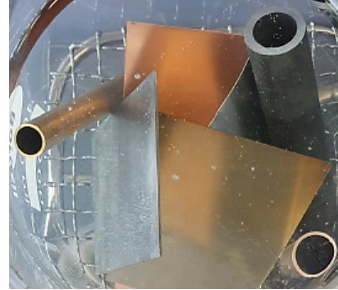
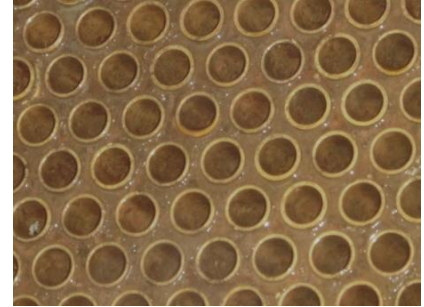
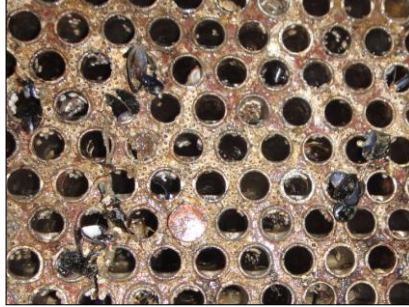
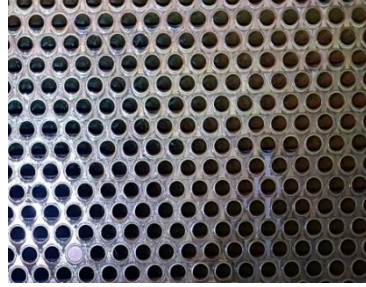


용해 완료

✳ 침적 순환 세정 방법 ✳

발전소의 대형 냉각수 열교환기는 해수를 사용하며, 열교환기 내부에 어패류 및 해수 스케일로 fouling 됩니다. tube pigging 및 고압 분사 튜브 노즐을 사용하는 물리적인 방법으로 세척하고 있으나, Hard 한 Scale은 제거되지 않고, 균일한 세정이 불가능 하며, 대형이며 tube bundle을 취외 할 수 없는 형식이어서 shell side 스케일은 제거가 불가능합니다. SKP의 ECOS-S 세정제를 적용하면, 모재에 전혀 손상없이 tube 및 shell side 스케일을 동시에 세정 할 수 있습니다.

02 CCW 화학 세정 결과



- Aluminum Brass (tubes) : C68700
- Carbon steel (shell) : A516-70

동일한 재질의 copper alloy, Carbon steel 시편으로 침적 test 한 결과 모재의 손상이 없음이 검증되었습니다.

세정 전: tube side의 해수 스케일

세정 후: 스케일이 제거된 모습



50%-ECOS-S480 침적 Test (24hr) 결과

A516-70 @35°C : 모재 감량 : 0.0001g/cm<sup>2</sup>/hr    두께 감량 : <0.012um/hr

A516-70 @35°C : 모재 감량 : 0.0003g/cm<sup>2</sup>/hr    두께 감량 : <0.040um/hr

\*\* 열교환기 구성 소재의 손상이 없음



세정 전: shell side의 청수 스케일

세정 후: deposits 이 제거된 모습

\*참고 사항\*

산세정에 의한 모재감량 허용 범위

(일본) - 공업용수편람 (일본) : 0.6 (mg/cm/hr)이하

- 울전 공업연구소 자료 (일본) : 0.8 (mg/cm/hr)이하

통상적으로 한국의 산업계에서는 산세정의 경우 모재 손상

허용 기준을 1.0~0.8 mg/cm/hr 이하로 규정하고 있음

03 CCW 세정 방법 비교 및 결과

피깅 (pigging flushing) 방법



- 단단한 고형 부착물은 제거 되지 않음
- Soft scale 만 제거되므로 효과가 매우 미흡함
- shell side 냉각수 계통은 세정 불가



해수 스케일이 축적된 모습

고압 분사 (jet water spray) 방법



- 단단한 고형 부착물은 제거 되지 않음
- 내벽 스케일이 잔류되고, 동튜브 내벽 손상 발생됨
- shell side 냉각수 계통은 세정 불가



Tube pigging 후 스케일이 잔류된 모습

Fill & soaking 화학 세정 방법



- Fill & soaking 화학 세정 방법
- 모재의 손상 없이 tube 내, 외벽의 스케일 이 균일하고 완벽하게 세정 됨.
- Shell side의 청수 스케일 동시 제거



ECOS-S480으로 화학 세정 후 상태



Vs

## 04 CCW 세정 공법의 비교

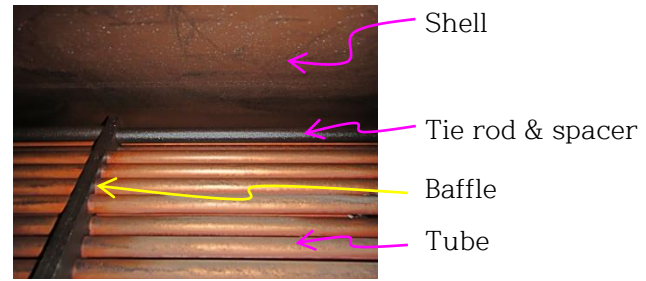
구분	고압 노즐 세척 방법	피깅 세척 공법	정밀 화학 세정
튜브 내벽 손상	스틸 노즐을 주입하며 스케일 틈으로 밀어 넣어 동 튜브 내벽이 물리적 손상을 입음	내벽 손상은 없으나, hard scale은 제거되지 않고 soft 스케일만 제거됨(효과 미흡)	정밀 화학 약품의 적용으로 소재의 손상이 없음
작업 시간	수천개(2,300EA)의 튜브를 일일이 수작업으로 시행함. 단단히 막힌 부위는 건너뛴	수천개(2,300EA)의 튜브를 일일이 수작업으로 시행함.	세정제를 Filling 하는 것으로 작업시간 단축 및 작업 용이
Shell Side 세정	불가	불가	가능 Shell side (청수)



고압 노즐에 의한 tube 의 물리적 손상



Pig blushing 의 스케일 제거 효과의 미흡



유, 무기산 적용 침적 적용시 carbon steel(A516-70) 의 심각한 부식

- ✓ CCW H/E 의 튜브는 열전달 효율이 높은 Copper alloy (AlBrass)재질이며, 이는 기계적 강도가 약하여 물리적 세척 방법에 의해 손상되어 Leakage가 발생하기 쉬우므로, 소재의 손상 없는 화학 세정제로 Scale을 용해 시키는 것이 가장 효과적입니다.
- ✓ 튜브 내벽에 물리적 힘이 가하여 스크래치가 일어나면 열교환기의 수명이 단축되고, Leakage로 인해 plugging 하여야 합니다.
- ✓ 세척작업으로 거칠어지거나 스케일이 잔류되면 쉽게 어패류가 쉽게 재 부착하게 되어 열교환기 효율이 단기간 내에 저하됨
- ✓ **ECOS-S840 을 선택해야 하는 이유** : 일반적인 유기산 용액을 적용 할 경우 열교환기 구성 요소에 심각한 부식 손상 초래

## 05 CCW 화학 세정 절차

## &lt; 세정 절차 &gt;

1. CCW HE 내부의 해수 및 냉각수를 배출한다.
2. Tube channel Cover Open 후 쌓여있는 어패류 및 Sludge 배출 한다. (이때, Block valve leakage 상태점검)  
(Tube Box 내의 다량 쌓여있는 어패류 및 슬러지를 제거하고, 튜브 내부의 해수 스케일 부착상태를 점검한다)
3. Shell Side 의 플랜지를 통하여 가설 배관 및 호스를 연결하여 25~35°C로 가온된 세정액을 주입한다.  
(Open 된 열교환기 내부의 세정액 속에 스팀을 공급하여 세정액 온도를 25~35°C로 유지한다)
4. 세정액 주입 후 Shell Side 를 12~24시간 순환세정을 실시한다. (세정액이 Tube 외면에 균일하게 작용)  
(세정액의 온도에 따라 Scale의 용해 및 제거 시간이 상이하며, 25°C 기준 24시간 이상 유지, 35°C기준 12hr이상 유지)
5. Shell Side 측의 순환세정이 완료되면, 사용된 세정액을 Tube side 로 옮기고, Shell side에 수세 용 용수를 채운 후 드레인 하여 수세를 완료한다.
6. 순환 세정 완료 후 Shell Side 세정액을 Tube Side로 pumping 하여 Tube Side로 세정액을 옮겨 12~24시간동안 순환 세정을 실시한다. (Shell Side 세정액을 재사용 한다)
7. Tube Side 세정이 완료되면, 세정 폐액을 배출한다.(폐액은 자체 처리 또는 위탁 처리 할 수 있다)
8. Tube channel cover의 플랜지를 Open하여 세정 상태를 점검하고 필요하면 고압수세를 시행한다.
9. 세정이 완료되고 비어진 Tube Side 측은 용수를 채운 후 Drain하여 수세를 완료한다.
10. 규정에 따라, 세정 상태를 검사한다. ( ETC 검사 등 )

## &lt; 화학 세정 적용 &gt;

보령화력 3,4,5,6호기 / 당진 2호기

\* CCW HE 2기 및 CVP 3기 세정제 (ECOS-S840)소요량 (14ton + 1 ton)= 15ton (보령화력기준)

06 CVP 열교환기의 화학 세정

CVP H/E(condensate vacuum pump : 응축수 계통 진공펌프의 해수 Cooling Exchanger (620mmbar유지)



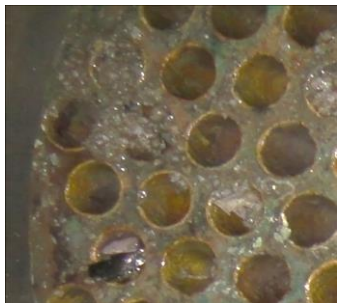
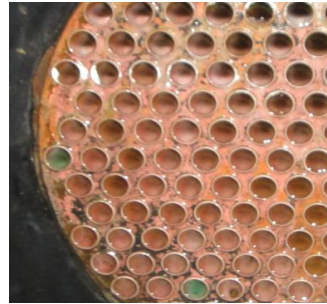
△ 해수 측 Tube side 내의 모습



△ 세정 대상 CVP Exchangers 화학 순환 세정



△ 용해된 어패류



▲ 세정 전 , 후 모습



△CVP 해수 공급 배관(보령 화력)  
내부의 해수 스케일 부착상태



△ Chemical cleaning 시행 후 Image