

Online Cleaning 의 개요

온라인 크리닝 방법은 탄화수소상의 폐쇄 루프의 열 교환기 및 공정 장비 클리닝을 기반으로 합니다.

온라인 청소 기술에 따르면 생산 장치는 장비를 열지 않고도 인입 및 토출의 가설배관을 통한 순환 세정을 기준으로 24시간 이내에 Cleaning할 수 있습니다. Online Cleaning은 Overhaul 작업을 개선하고 공정운전의 효율을 개선하는 방법으로 활용됩니다.

SKP의 세척액은 고분자 Hydrocarbon을 용해하고 금속 표면에서 고착된 슬러지와 침전물(아스팔텐, 왁스성분 오일 및 무기염)을 용해하고 화학적으로 분해 및 개질 합니다. 순환된 세정액의 폐수처리에 있어서, 화학적 반응에 의해 개질된 오일 및 슬러지와 침전물은 분리가 용이합니다.

고객은 무엇보다도 다음을 모두 포함하는 전반적인 가치 측면에서 SKP 온라인 Cleaning chemical의 사용을 고려해야 합니다.

- 산업안전사고 감소
- 정비기간 감소
- 생산 증가, 운영비용 절감
- 기계적 세척 감소/생략
- 기계 작업 감소/회피(분해, 조립, 장치 취외)
- 예비 부품 구매/설치 회피(예; 가스켓, 볼트)
- 장비 손상 방지
- 인건비 절감
- 신뢰성 향상

에스케이피의 chemical을 사용하면 다운타임을 줄이고 생산성, 안전성 및 신뢰성을 향상할 뿐만 아니라 전체 비용을 절감할 수 있습니다.

Overhaul (turnaround) 개선

기존 방식에서는 일상적인 증기 제거 또는 오염 제거 작업 후 장비의 기계적 세척이 수행됩니다. 기계적 세척 시간은 제거할 침전물의 양과 물리적 상태에 따라 다릅니다. 따라서 유지 보수/점검/수리를 위한 장비 인도는 다음 누적 시간으로 구성됩니다.

정비시간 인계 = 안전진입 달성시간 + 기계세척시간

기계적 청소("유지보수"에 해당)는 당연시되고 표준으로 받아들여지지만 그 시기는 직접적으로(청소할 때까지 장비를 검사/수리할 수 없음) 간접적으로(다른 장비와의 청소 활동 방해) 전체 가동 중지 시간에 영향을 미칩니다.

에스케이피의 정밀화학약품에 의한 Online cleaning은 위의 누적 시간을 줄일 수 있습니다.

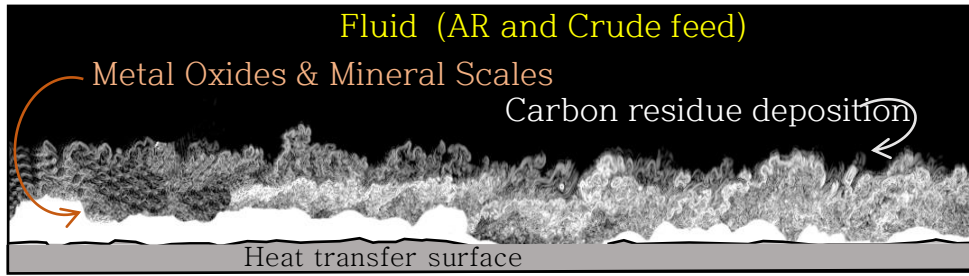
고객은 번들을 추출하지 않고 청소하고 기계적 청소의 필요성을 줄이거나 생략하여 비용절감 및 유해한 배출물 생성 없이 장비를 청소할 수 있습니다.

턴어라운드 일정이 크게 단축되어 생산량이 증가합니다. 이와 같은 온라인 청소는 정유, 석유 산업의 모든 공정에 적용할 수 있습니다.

정유공장 예열 열교환기의 퇴적물(sediments)의 특성

침전물 파울링(Sedimentation or deposits fouling)은 결정화(Crystallization) 파울 이라고도 합니다. AR 및 crude feed의 경우 산화철, 유화철, 칼슘과 규산염 등과 같은 불용성 금속산화물 및 염을 함유하고 있으며, 용존염에 대한 해당 포화 온도에서 스트림은 표면에 결정이 형성됩니다. 또한 타르, 아스팔텐, 왁스 성분과 카본 등의 유기물과 복합물을 형성하여 고형화 됩니다.

표면에 접근하는 염 및 금속이온은 전자기력으로 인해 끌리고 표면에 부착하여 응집하는 핵을 형성하고 점차적으로 오염층을 형성하는 데 시간이 지남에 따라 증식됩니다. 일부 유기 화합물은 가열되거나 뜨거운 표면과 접촉 할 때 분해되어 코크스 및 타르와 같은 탄소질 침전물을 형성합니다.



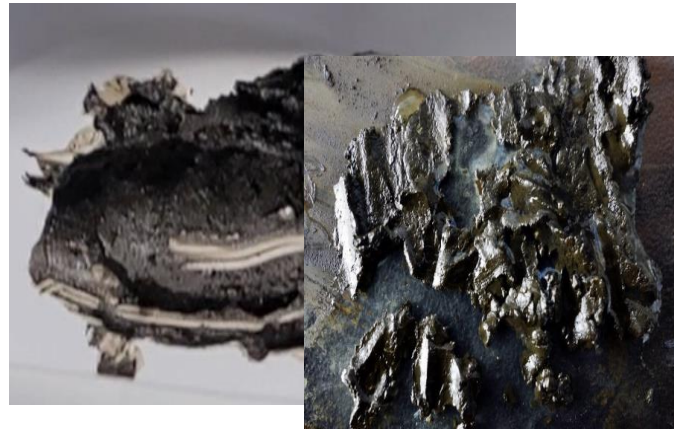
△ 열교환기의 전열면에 부착된 Deposits의 모식도



△ fouled heat exchanger

Element	Wt%	At%
C	28.04	38.33
O	45.55	46.74
Si	24.42	14.28
S	00.20	00.10
Cl	00.00	00.00
Ca	00.21	00.09
Fe	01.59	00.47

Composition of a sample of the crude oil deposit (Algiers refinery)

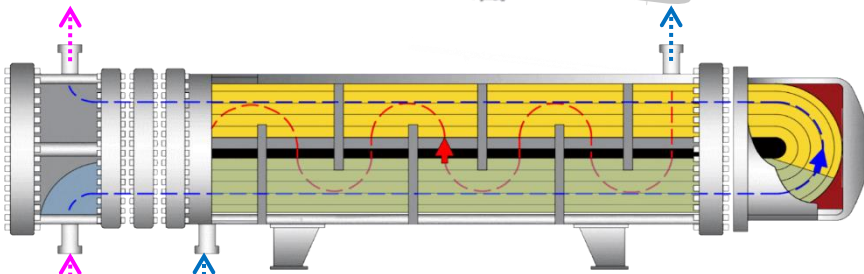
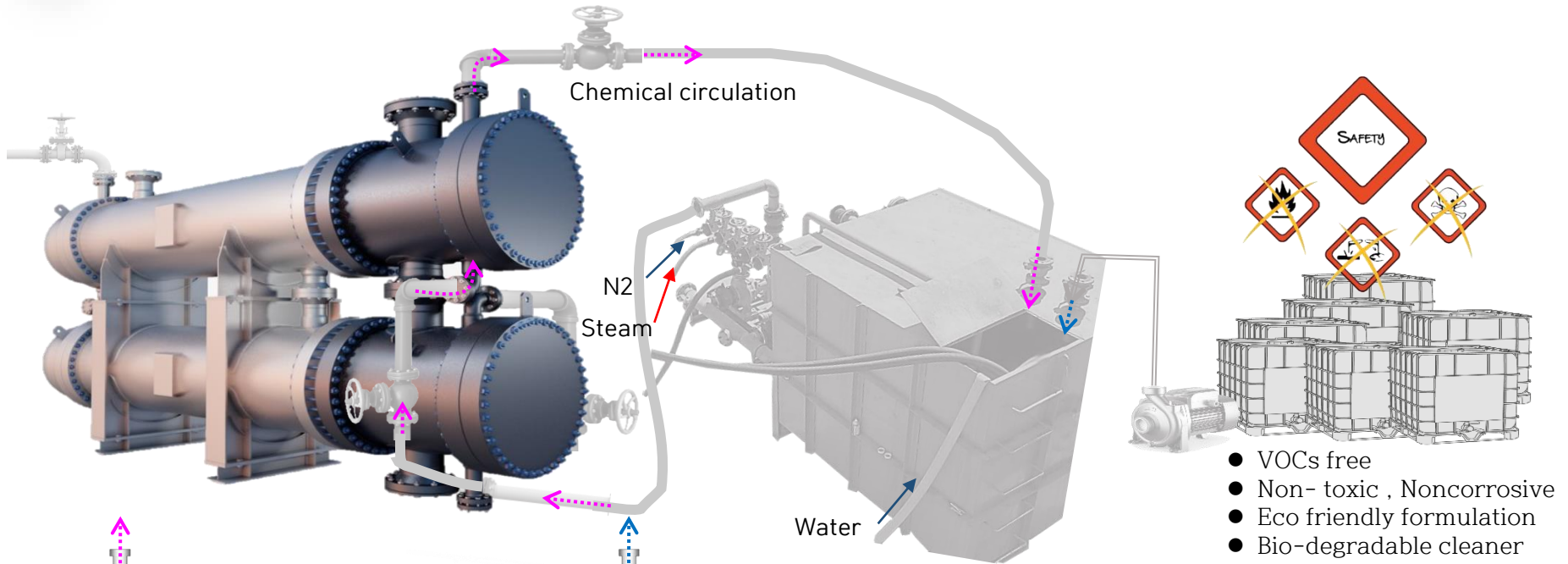


△ Sediments 샘플 외형
Sticky 한 Sludge



△ Sediments 현미경 사진
무, 유기물이 공존한 상태

Online Cleaning Methods for heat exchanger sediments removing



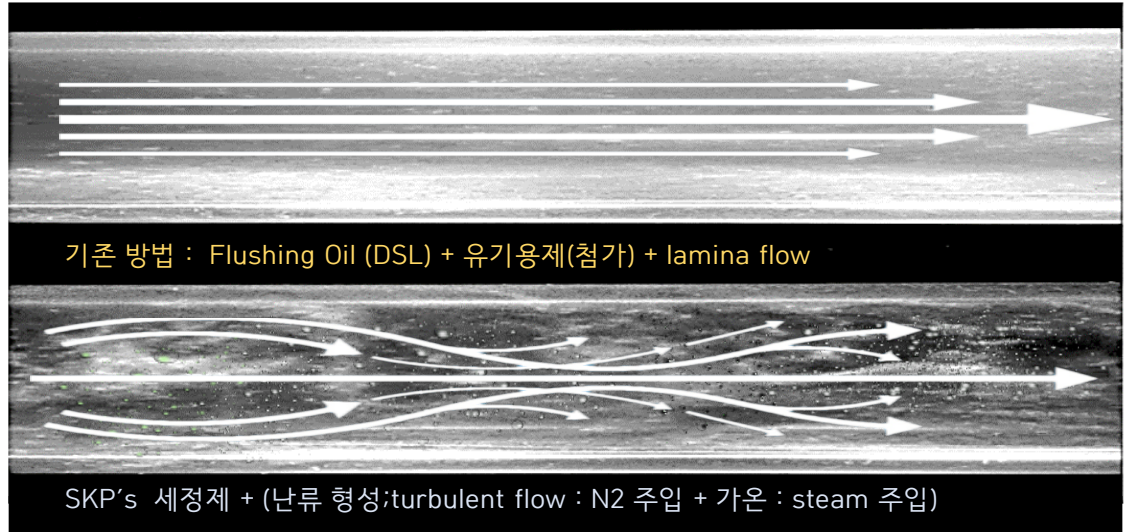
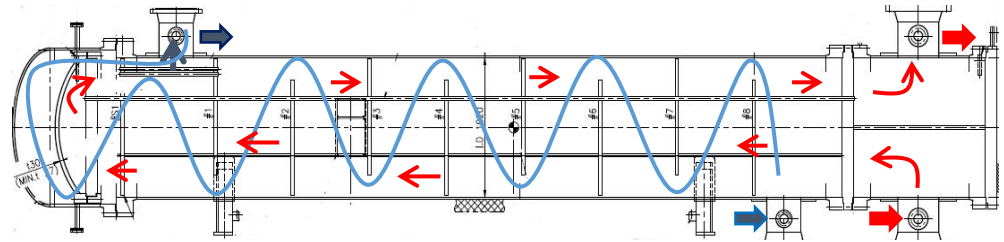
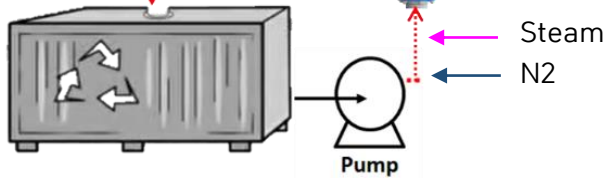
■ schematic drawing of online cleaning (CIP cleaning)



Online Cleaning step

1. 열교환기 내의 오일 drain 및 가설배관 설치
2. 용수로 희석된 세정제로 순환 세정
3. 승온을 위해 스팀 주입 및 난류형성을 위해 N2 주입
4. 폐액 drain 하여 세정 완료

에스케이피 Online Cleaning Solution



일반적으로 Fouling 된 열교환기의 sediments의 온라인 세척방법으로 Flushing Oil(diesel)의 효과를 증대하기 위해 Hydrocarbon 기반의 첨가제 (예; Nalco의 71700, ExxonMobil의 Exxsol D60)를 혼합하여 OLC를 시행합니다. 그러나, fouling sediments의 성분은 불용성 wax, tar, asphaltene의 유기물 뿐만 아니라, 금속산화물, 규소 및 칼슘등의 무기염이 혼합된 복합 부착물로써 유기용제 기반의 세척에는 한계가 있습니다. 따라서 유기물과 무기물의 복합물을 쉽게 용해시킬 수 있는 정밀화학 세정제가 요구됩니다. 에스케이피에서 개발한 무 유기 동시 용해 세척제의 적용이 추천됩니다.

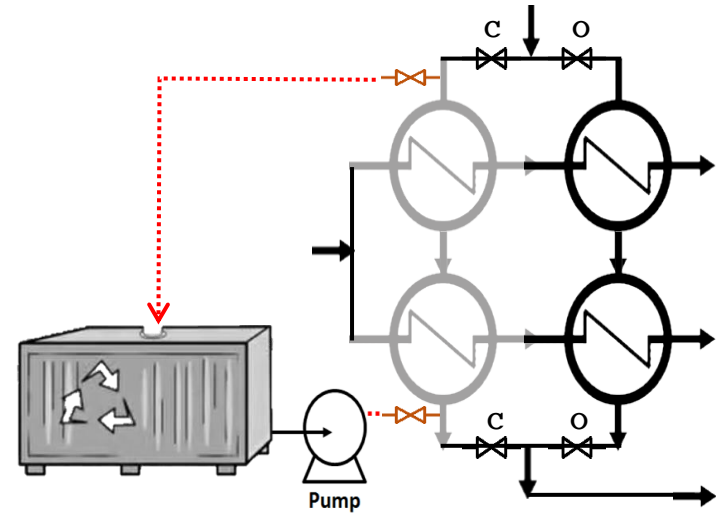
Online cleaning step: Drain to process sump → QuickClean-MXR Circulation flushing (steam & N2 injection)

Online Cleaning for crude oil preheats train exchanger

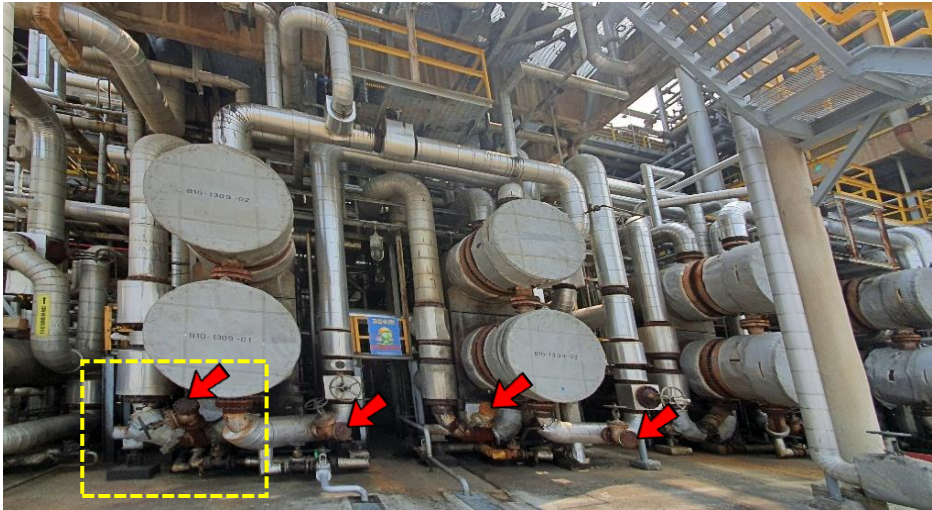
원유 증류 장치(CDU)의 예열 트레인 열 교환기는 뜨거운 원유에서 다양한 증류 컬럼으로 열을 전달하는 중요한 구성 요소입니다. 시간이 지남에 따라 이러한 열 교환기는 아스팔텐, 왁스 및 무기염과 같은 다양한 물질의 축적으로 **fouling** 됩니다. **fouling**은 열 전달 효율을 감소시키고 에너지 소비를 증가시키며 생산량 감소 및 장비의 고장으로 이어질 수 있습니다.

온라인 청소는 열교환기의 성능을 유지하고 수명을 연장하기 위한 사전 예방적 접근 방식입니다. CDU를 shutdown하지 않고 온라인 청소를 수행할 수 있으므로 가동 중지 시간과 생산 손실을 최소화할 수 있습니다.

중요한 이슈는 **fouling** 물질을 효과적으로 제거할 수 있는 세척액의 선택 및 세척 방법이 요구됩니다. 에스케이피는 유, 무기 복합물질로 **fouling** 된 열교환기의 온라인 세척에 적합한 정밀화학약품(fine chemical)을 개발하여 제공합니다.



Online cleaning for closed loop

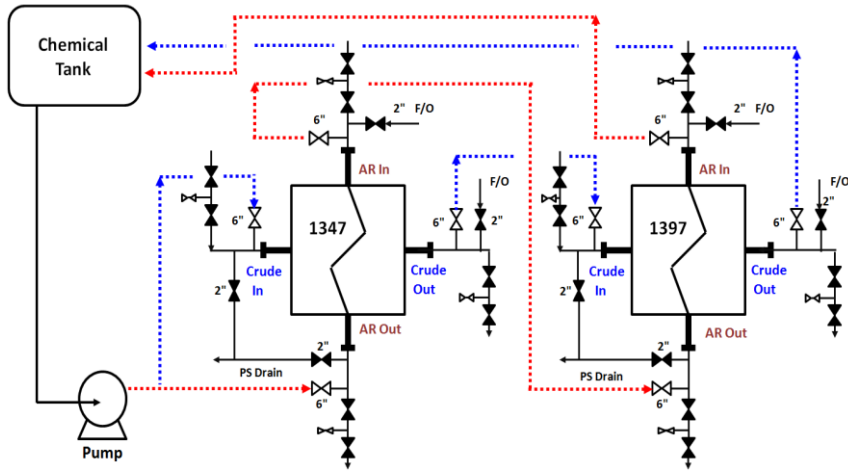
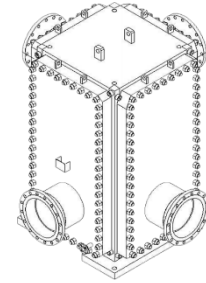
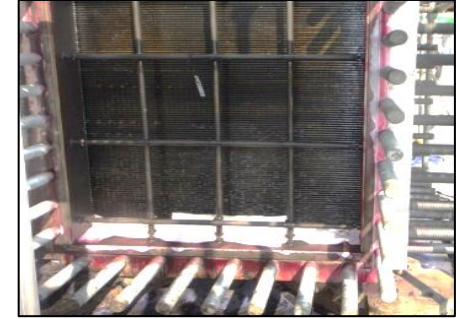
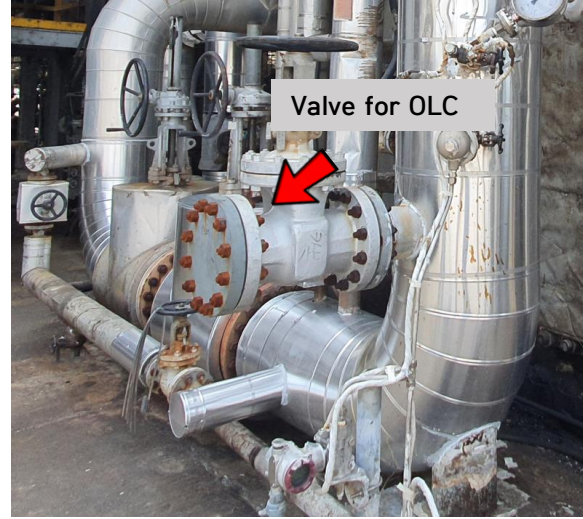


CDU preheats train



CDU ; crude distillation AR(ATR): atmospheric residue
OLC ; online cleaning CIP; cleaning in place
PS ; process sump

CDU Compabloc heat exchanger Online Cleaning



- ① Hot Side Cleaning
- ② Cold Side Cleaning

Alfa Laval Compabloc 열교환기는 작은 설치 공간에서 높은 열 효율을 가능하게 하는 콤팩트한 설계, 더 적은 부품으로 인한 낮은 유지 관리 비용, 오염 위험 감소 등 여러 가지 이점을 제공합니다. 또한 쉽게 확장 및 수정할 수 있는 모듈식 설계와 압력 강하가 낮아 에너지 소비가 적고 비용이 절감됩니다. 전반적으로 Alfa Laval Compabloc 열교환기는 다양한 열 전달 응용 분야를 위한 안정적이고 효율적이며 비용 효율적인 솔루션입니다.

그러나, Compabloc 열교환기의 온라인 세척은 고온 및 고압 응용 분야에 적용할 경우, Online 세척 후 고온 고압의 fluid를 service 할 때 기계적 구조의 한계로 인해 Leakage가 발생할 수 있습니다. 단, cold down 후 CIP 를 시행하는 경우는 문제가 없습니다.

crude unit 열교환기의 sediments 용해 실험 Test 결과 및 Video Clip



△ 불용성 residue



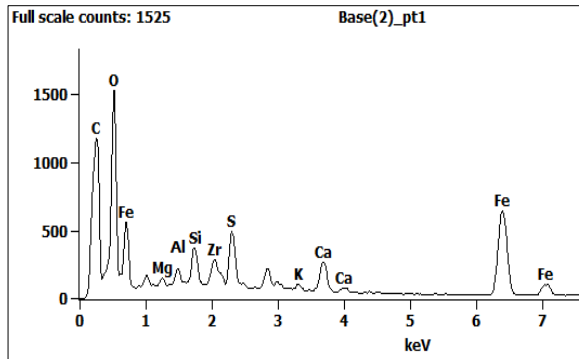
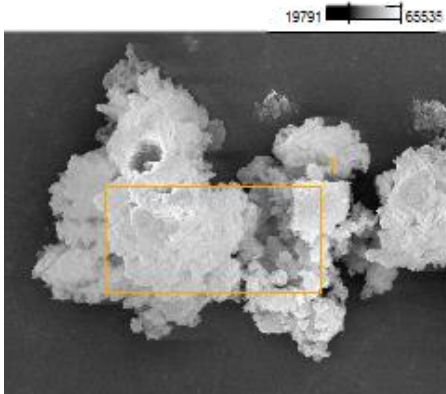
△ 용해된 sediments



△ 용해 후 filtering한 미립자



△ Drying for EDS Analysis



Element	Wt%	At%
C	33.07	53.74
O	27.36	29.71
Fe	30.88	10.79
Zr	3.28	0.7
Si	1.58	1.1
Al	0.58	0.42
Mg	0.43	0.34

△ CDU 불용성 sediments의 성분(Korea)

Weight %	C	O	K	Al	Si	Mg	S	Zr	Ca	Fe
Base(2)_pt1	33.07	24.36	0.42	0.58	1.58	0.43	2.86	3.28	2.55	30.88
Atom %	C	O	K	Al	Si	Mg	S	Zr	Ca	Fe
Base(2)_pt1	53.74	29.71	0.21	0.42	1.1	0.34	1.74	0.7	1.24	10.79

sediments 시료를 SKP의 세정제로 용해 한 후 미량 침전된 불용성 미립자의 분석 결과는 탄소질 및 무기 철염이며, 소량의 ZrO₂(희토류)이 검출되었음.

Sediments 용해 실험 Test Video Clip 은 아래의 URL 주소로 링크되어 있습니다..

<https://www.youtube.com/watch?v=leOOqVc3jNQ>