# TURBU-FLOW

## Anti-scale and Soft-water Conditioning systems

## 1. 터브플로 스케일 제거 시스템

터브플로의 기본원리는 물의 제타전위(ZETA Potential)을 낮추어 주는 장치입니다. 터브플로는 전위차를 이용한 스케일 제거 및 방지와 수질개선 장치로 그 성능과 신뢰성이 충분히 입증된 제품입니다.

공기 또는 물속의 미네랄이온은 입자마다 일정한 기전력(포텐셜, Potential)을 가지고 있어서 입자끼리 또는 배관 등에 달라붙어서 커다란 결정으로 자랍니다. 이것이 스케일입니다.

따라서 입자의 전하를 제거하거나 낮추어 주면 결합하고 결정으로 성장하는 현상이 저지되므로 스케일 또한 만들어지지 않게 됩니다.

또한 그와 같은 물의 변화가 미생물막(Bio-Film)을 막고 물의 연수화 성능이 생기는 등 물이 변하게 됩니다.

터브플로는 제품 내부에 설치된 12종 합금코어로부터 얻어지는 갈바닉(갈바닉 전류)의 작용으로 인해 통과하는 물속에 녹아있는 미네랄이온의 표면전하를 제거하여 배관과 설비 표면에 미네랄이 달라 붙는 현상을 막고, 또 제품내부의 복잡한 크랭크 구조의 디스크 합금코어에 의해 통과하는 물은 저압 및 고압 영역이 난류를 일으키고 격렬한 소용돌이(난류와 와류)와 수백회의 전진과 후진을 하도록 설계되어 있어서 합금코어와의 접촉비율을 증가시키며, 이 과정에서 미네랄이온은 모두 합금표면에 접촉을 하여 표면전하가 제거되고 물리적 충격으로 더 매우 작은 입자로 파괴되며 이때 수질은 경수(Hard Water)에서 연수(Soft Water)로 바뀌게 된다.

## 2. 전위차(Electric Potential Difference)란 무엇인가?

시간에 따라 변하지 않는 전기장에서 단위 전하에 대한 전기적 위치에너지를 전위라고 한다. 전기장에서 전하의 위치에너지는 전기장 안에서의 위치와 전하량, 전하의 종류에 따라 다르다. 전위는 양전하를 기준으로 하고 기준점에 대해서 상대적인 크기로 나타낸다. 전위는 절대적인 값이 아니라 상대적인 값이다. 전위차란 전압을 뜻하는 말이다. 두 점 사이의 전위의 차이를 말한다.

## 3. 스케일(Scale)이 형성되는 이유?

### 3.1 스케일(Scale)의 형성

모든 용수에는 철(Fe), 칼슘(Ca), 망간(Mn), 마그네슘(Mg) 등의 금속 성분과 질소, 염류 등의 비금속 성분이 용해되어 있는데 금속류의 양이온과 비금속류의 음이온이 냉각, 가열 등의 온도 변화에 따라 결합하고 결정체가 되어 파이프나 밸브 등의 내면에 부착한 것을 스케일(Scale) 이라 한다.

배관 내벽에는 녹이나 물 때 (Slime) 등이 먼저 형성되고, 그 위에 스케일이 달라 붙어 생성되는 것이다. 스케일이 형성되는 원인에는 전기적인 이유와 물리적인 이유 두 가지가 있다.

물속에 녹아있는 미네랄이온은 음 또는 양의 표면전기를 띄고 있어 입자간에 서로 결합하기도 하고 또 배관이나 설비의 표면에 달라 붙으려는 성질을 가지게 된다. 이와 같은 현상은 자석의 N극과 S극이 서로 결합하려는 성질을 가지는 것과 같은 현상이며 이것이 전기적인 이유이다.

물리적인 이유로는 미네랄이온은 물보다 높은 질량을 가지고 있어서 추락 또는 침전하려는 성질을 가지고 있어서 스케일의 원인이 된다.

### 3.2 녹(Rust)의 생성

철(Fe) 이 산소와 화합하여 형성된 갈색의 물질로 학술용어는 산화철(Fe2O3)입니다.

철이 이온화 되면서 빠져 나온 전자가 파이프 내의 물과 산소가 결합하여 수산화이온(OH-)을 발생시킵니다. 발생된 수산화 이온(OH-)은 Fe2+ 이온과 결합하여 Fe(OH)2를 형성하며 Fe(OH)2는 Fe(OH)3를 생성합니다.

Fe(OH)3가 가수분해(加水分解)는 화학 반응 시 물과 반응하여 원래 하나였던 큰 분자가 몇 개의 이온이나 분자로 분해되는 반응을 말한다.)하여 Fe2O3를 생성시킵니다. Fe(OH)3가 물을 잃으면 붉은색의 녹인 Fe2O3×(H2O)이 됩니다.

H2O가 물인 관계로 녹(Rust)인 Fe2O3만 남습니다. 녹의 발생으로 인해 점부식의 원인이 되고 누수를 발생시킵니다.

### 3.3 마찰 부식(friction corrosion)

통상 부식이 되지 않는 금속으로 알려진 금, 백금, 스테인레스와 같은 금속들은 표면에서 부식 생성물이 얇고 치밀한 막(Film)을 형성하여 부식 인자인 공기나 물의 접촉을 차단하기 때문에 부식 진행이 멈추는 즉 부동태 상태를 만들기 때문에 마치 부식이 일어나지 않는 금속으로 오인되고 있는 것이다.

만약 마찰 등으로 표면의 부동태 피막을 제거하면 극히 짧은 시간에 표면에서 다시 부식되어 새로운 녹의 피막을 형성 하게 된다.

이와 같이 반복되는 마찰에 의해 부식 피막이 제거되고, 다시 부식되어 새로운 피막이 형성되며 마모되는 것을 마찰 부식(Friction corrosion)이라 한다.

## 4. 터브플로의 작용

위의 두 가지 스케일의 형성원인을 제거하면 스케일 문제를 해결할 수 있을 것이라는데 착안하여 터브플로가 개발되었다.

우선 물속에 녹아있는 미네랄이온의 표면전하를 제거하면 미네랄입자 상호간 또는 미네랄입자와 배관설비가 서로 결합하려는 현상을 막을 수 있다.

따라서 터브플로에 장착된 12종 합금코어와 미네랄이온이 접촉하면 전기화학적 작용이 일어나 미네랄이온이 본래 가지고 있는 전하의 전위를 제거하거나 감소시켜 전기적 결합을 막도록 고안되어 있는데, 실제로 물속에 녹아서 존재하는 미네랄이온은 제타전위(또는 전위)가 보통의 경우에 14 정도를 가지고 있으나 터브플로를 한번 통과하면 제타전위가 7 정도로 낮아질 뿐만 아니라 미네랄이온(물속에서 전하를 가진 마이크론크기의 미네랄입자)은 그 크기가 마이크론 크기에서 옹스트롬(Angstrom, $10^{-10}$)크기의 극도로 미세한 단결정 콜로이드(Colloid)로 형상이 변화 된다. 이처럼 나노미터 크기로 바뀐 단결정 미네랄은 전하가 상실되어 입자 상호간 또는 설비의 표면에 달라 붙는 성질이 없어지므로 물속에 분산되어 부유한다.

이 현상을 전위차 하나로 설명할 수 있으며, 제타전위(Zeta Potential)변화를 일으켜 미네랄을 극미립자단결정으로 형상학적, 전기화학적 변화를 발생시키는 기술은 터브플로만의 독보적이며 획기적인 노하우이다.

이와 같이 콜로이드 상태로 변화된 미네랄입자는 전하를 상실했을 뿐만 아니라 물속에서 중력도 작용할 수 없는 크기로 변환되어 추락 또는 침전이 되지 않으므로 침전에 의한 스케일의 발생도 없게 된다.

미네랄이 전하를 가지고 있어서 미네랄이온입자 간 또는 배관 등 설비의 표면에 달라 붙게 되고, 따라서 그 결과 스케일이 형성된다. 터브플로는 미네랄이온의 표면전하를 제거하여 주변의 다른 물질과 결합하려는 성질을 막을 뿐만 아니라 그 미네랄이온입자의 크기도 나노미터크기의 단결정 미립자로 바꾸어 터브플로를 통과한 물은 완벽한 품질의 연수로 바뀌고 따라서 원거리에도 스케일은 형성되지 않는다.

## 5. 터브플로의 특징 및 장점

- 유지보수가 전혀 필요 없으며, 설치 위치의 제한이 없다.
- 전기, 접지, 필터, 소금 등 일체의 부자재 또는 설비가 필요 없다. (경제성 매우 높음)
- 일체의 화학약품을 사용하지 않는다 (Chemical Free Solution)
  - ✓ 인체 및 동식물에 무해 (식수로 안전)
  - ✓ 무공해 100% 친환경 방식
- 음용수 설비에도 적합하며, 한번 처리된 물은 장기간 부패하지 않는다. (박테리아, 세균 등 미생물의 군집체인 바이오필름의 형성을 방지하며, 세균의 증식을 억제한다.)
- 미네랄 등이 콜로이드화 되는 연수(Soft Water) 기능
  - ✓ 아토피 개선 및 부드러운 머릿결과 기타 피부 미용에 효과.
  - ✓ 상온에서도 강력한 살균력 보유
  - ✓ 수온이 70 ℃ 이상일 때 10 초 이내에 모든 세균 99.99999 % 살균
- 동식물의 성장촉진 및 품질개선 (물속에 영양분입자가 초미세화 되어 동, 식물의 흡수율이 높아짐)
- 수질 개선제로 적합하다.
  - ✓ 냉수 및 온수 모두에 효과를 발휘한다.
  - ✓ 유해 화학물질이 제거 (염소, 질소, 암모니아, 황화수소, 불소 등)
  - ✓ 오염된 수질개선 (반복 순환의 경우 효과 상승)
- 표면장력(Surface Tension)이 낮아진다.
  - ✓ 냉수가 80 ℃로 가열한 물과 같은 수준으로 변화
  - ✓ 세척력, 침투력, 분해력이 크게 증가 (예: 냉수세탁 시에도 높은 세척력, 세제 투입량 ½ 이하로 절감)
- 에어레이터(Aerator) 장치와 조합하면 녹조류 제거에 완벽한 성능을 발휘한다.

- 설비의 스케일 등 금속의 부식을 방지하며, 기존에 생성된 스케일 및 녹을 제거한다.
  - ✓ 탄산칼슘(Calcium carbonate) 스케일(Scale)이 방지된다. 기존의 탄산칼슘 스케일이 용해되어 제거된다.
  - ✓ 황화철(Iron sulfide)과 산화철(Iron oxide)의 부식 작용을 저지한다.
  - ✓ 황화물(Free sulfide)의 부착을 정지시키고, 이를 물로 되돌려서 분산 배출시킨다.
  - ✓ 황화수소(Hydrogen sulfide)의 철의 부식작용을 저지한다.
  - ✓ 소금(염분)의 부착을 막고 물로 분산시켜 되돌린다.
  - ✓ 노후되어 녹물이 나오는 배관이라면 터브플로 설치 후 수 일 내에 녹물이 완전하게 제거된다. (스케일은 점진적으로 제거된다)

## 6. 경수(Hard Water)란?

경수란 주로 칼슘과 마그네슘 이온 등 미네랄 함유량이 높은 물로 분류되며 철, 망간, 나트륨과 중탄산염 및 황산염과 같은 기타 용해화합물을 포함할 수 있다. 이러한 미네랄은 파이프나 관련 장비에 침전되고 칼슘이나 철 산화물은 배관설비의 수명 단축을 야기시킨다.

식수 배관에 스케일이 발생할 경우에는 인체에도 매우 해롭다.

**미네랄 함유량의 증가와 함께 경수(Hard Water)는 다음의 문제를 발생시킨다.**

- 배관(Pipe) 및 펌프 등 관련 장비의 스케일 발생으로 손상 및 고장발생
- 각종 가전제품 및 산업기계 장치의 물, 스팀 등의 분출구가 철 및 칼슘 성분으로 막힌다.
- 보일러 등 급탕 시설, 식기세척기, 주전자 등의 히팅 엘라먼트에 스케일 축적으로 인한 효율 감소로 물을 가열하는 에너지 비용 증가
- 보일러 난방배관 및 라디에이터 내부 스케일 축적으로 난방 효율 저하.

- 관개 용수, 식수 등의 철 성분 (Iron)으로 인한 피해 발생
- 토양의 소금기 형성으로 농축산물 피해 발생
- 식기(접시), 유리 샤워칸막이, 유리문, 자동차 표면 등에 얼룩 발생
- 샤워 후에도 모공에 끼어있는 비누 찌꺼기의 세균으로부터 피부 감염 발생, 아토피 악화 및 거친 머릿결
- 고 산도 물에 의한 주방, 세탁 & 욕실 비품 (블루 워터 증후군)의 파란 얼룩 발생
- 수영장 벽면(Swimming Pool)에 백악질의 백색 파우더(칼륨) 형성
- 세면대와 욕조, 수영장, 스파 등에서 세제 찌꺼기 태 발생
- 세탁 세제의 거품 및 세척력 감소 및 헹굼 시간으로 장 시간 세탁 운전으로 시간 지연 및 에너지 비용 증가
- 추가의 린스가 요구되는 세제의 잔류로 거무스름하고 노랗게 물든 세탁물 피해 발생
- 대형 굴착장비나 각종 광산장비 등의 O-링과 변속기의 실링 손상으로 조기 고장 발생

## 참고자료


1) 호주주택청규격서 39 페이지 (P7.02 cold Water Piping)에 보시면 모든 온수기로 공급되는 물 또는 수도꼭지로 이어지는 물 공급 배관에 정부가 승인한 자재인 Turbu-Flow를 설치하도록 명시된 것을 보실 수 있습니다.

2) 프랑스(France)의 제타전위 측정기 제조사 CAD Instrument사의 Dr. Bernard Daigle이 작성한 TUF CAD Test report 시험결과를 보면,

- Page 4/17~5/17, 2.1 ZETA Potential에 제타전위가 터브플로 처리 전과 후에 어떻게 달라지는지 그래프로 보여 줍니다.

- Page 9/17, Figure 3. Calcium carbonate crystals from the raw water 칼슘카보네이트 전자현미경 시진을 보면, 다면결정구조의 입자 사진을

볼 수 있는데 이 경우는 스케일이 쉽게 만들어 집니다. 이 사진은 보통의 물에 존재하는 스케일원인 물질 중하나인 Calcium Carbonate (탄산칼슘) 이고, 이때를 학명으로는 Calcite라고 합니다.

이 상태 일때는, 물속의 본드라는 별명을 가진 것에서 알 수 있듯이 입자 상호간 또는 배관 등 설비의 벽에 달라 붙어 더 큰 스케일결정으로 굳어지고 커집니다.

- Page 10/17, Figure 4. Calcium carbonate crystals from the treated water 국화꽃처럼 변화한 사진은 위의 결정체가 터브플로를 통과하자 형상학적인 변화가 일어났고 입자의 크기도 작아진 것을 확인 할 수 있습니다. 이 사진은 터브플로를 통과한 물속의 탄산칼슘이 나노 또는 옹스트롬 크기로 분해되면서 그 형상이 마치 활짝 핀 꽃처럼 극적으로 변화한 것을 볼 수 있으며, 이 상태의 탄산칼슘은 전하를 상실해서 Colloidal Dispersion 현상으로 물속에 분산, 배출되어 스케일이 만들어지지 않습니다. 이 상태를 Aragonite 라고 부릅니다.

- Page 13/17, 2.4 Destruction of Biofilm 을 보면,

  미생물막, 즉 바이오필름 (Biofilm)이 생기지 않는다고 시험 결과를 나타내고 있습니다.

  수영장 바닥 타일에 미생물막이 생기면 미끈거리고 불쾌하기도 하겠지만 태양광을 받아 녹색의 물 때가 끼어서 불결하고 세균이 증식됩니다. 터브플로를 설치하면 수영장 물은 수정처럼 맑아지고 바이오필름이 제거되고 다시 생기지 않습니다.

3) 보건복지부 산하기관 한국보건산업진흥원 (Korea Health Industry Development Institute)의 '터브플로로 처리된 지하수의 살균소독력 평가보고서'에 터브플로의 성능과 상온에서의 살균 능력과 살진균 능력을 상세하게 평가함