

＞ 技術報告 ＜

## 초음파를 이용한 스케일 방지기술

### Scale Preventing Technology by Ultrasonic Vibration

이동휘·배성열\*

한국기술진흥금융(주)

\*세보산업(주)

#### 1. 서론

보일러의 열교환 튜브, 냉각탑의 열교환기 및 일반 용수배관 설비 등에는 사용하는 용수에 따라 다소의 차이는 있으나 물속의 용존산소와 중금속 이온 및 소량의 고형 침전물로 인해 관벽에 스케일이 형성되며 특히 보일러와 같은 고온 열교환기 등에서는 용수중에 불순물 함량이 많을 경우 스케일 발생속도가 빨라 보일러의 열효율을 저하는 물론 이를 제거하기 위한 정기적인 청관작업을 위해 가동을 중지하거나 연속적인 청관제(화학약품)를 첨가하는 등의 문제점이 야기되고 있다. 따라서 특수한 공장조업을 할 경우는 효율적인 보일러가동을 위해 순수(conductivity water)를 사용하는 경우도 있다. 이와같이 물을 사용하는 모든 배관설비에는 관벽에 생성되는 스케일이 배관설비의 수명뿐만 아니라 공장조업에 많은 지장을 주고 있다.

현재 이러한 스케일의 처리기술에 관하여는 대부분 정기적인 산세정 등의 청관작업이나 용수중에 약품을 투입하여 스케일의 발생을 억제 시키는 방법이 적용되고 있으며 이 방법은 관벽의 파모나 부식 등의 문제점과 청관작업시 까지 점진적인 스케일의 침적으로 열효율의 저하로 인한 에너지 손실이 수반된다. 따라서 물을 사용하는 배관 시스템에 발생하는 스케일 생성문제는 모든 관련산업에 근원적인 문제점으로 오랫동안 이를 해결하기

위한 여러가지 기술들이 개발 시행되어 왔다. 본고에서 소개하려는 기술도 이중의 하나로 초음파를 이용하여 화학 약품을 사용하지 않고 관벽의 스케일 형성을 방지하는 방법으로 그 기술내용을 간략하게 소개하고자 한다.

#### 2. 기술내용

본 기술은 초음파의 비교적 높은 에너지를 이용한 동력학적 응용의 하나로 음향진동(초음파)의 발생방법과 그 근원에 관한 특히(Australian Pat AU-AI 70308/8, 1982)에 근거하여 이를 여러 산업 분야에 적용하는 방법들(초음파 절단, 용접, 기계 가공, 열교환기 스케일방지, 유화, 수중입자의 응집 및 분산, 의료용 수술 및 치료기 등)중에서 발췌한 것으로 실제 응용 장치는 구소련의 INVAC사가 개발한 것이다(USSR Pat. 1,189,186, 1,205,383, 1,058,408, 1,075,508). 그 원리는 열교환 튜브등에 음향진동(Acoustic Vibration)을 부여하여 관벽에 생성되는 스케일 발생을 억제하는 방법으로 음향진동은 전기 펄스시그널로 자기 변형 변환기(Magnetostriction Transducer)에 충격을 가하여 발생 시키는 것이다. 장치는 Photo 1에 나타난 것과 같이 초음파 발생장치와 변환기로 구성되어 있으며 변환기를 열교환 튜브에 부착하는 방법은 Photo 2와 같이 관외부에 수직으로 가볍게 용접시

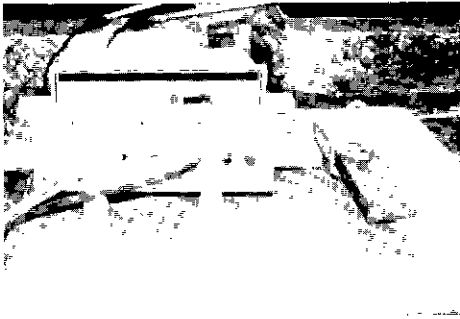


Photo 1. 보일러 스케일 방지기

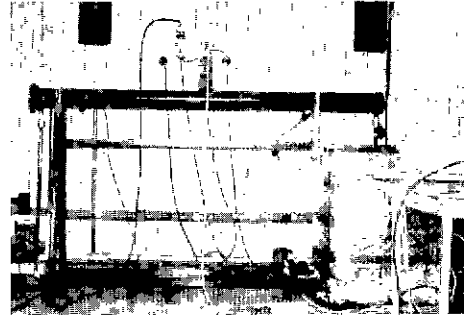


Photo 2. 변환기 부착방법

켜 사용한다. Photo 3 은 이 장치를 부착하여 비교 실험한 결과로 초음파 진동이 관벽의 스케일 부착을 방지하는데 효과가 있음을 증명한 경우이며 실제 보일러 등에 적용한 실험자료는 Table 1 과 같다.

본 장치의 사용 주파수 및 출력은 음향 에너지 (Acoustic Energy)가 적용 부분을 벗어나는 높은 영역이나 혹은 발생진동이 장치자체의 공명 주파수 수준보다 낮은 영역이 되지 않게 적절히 조절

하여야 하며 관벽의 스케일 입자의 방사 진동 운동 (Radial Vibration Movement)에 최적 수준이 되도록 선정한다. 사용전력은 처리 대상 관의 전체 내부 표면적에 따라 차이가 있으며 대략 200-300 m<sup>2</sup> 표면적 처리에 약 1.0 kwh 가 소요되는 것으로 알려져 있다.

Table 1. 구소련에서의 보일러 스케일 방지기 성능 시험 결과

No	No. in literature	Energetic equipment	Number of devices used	Region of equipment installation	Quantity of Scale layer of thickness		Temperature thrust	
					No device	Install	No device	Install
1	1	Local net water heater	2	Cheliabinsk Ural	present	absent	20°C	8-10°C
2	3	Local net water heater	6	Cheboksary Chuvashia	150-300 gr/m <sup>2</sup>	absent	-	-
3	4	Local net water heater	2	Cheboksary Chuvashia	600 gr/m <sup>2</sup>	absent	-	-
4	5	Local net peak water heater	1	Krasnoyarsk Syberia	1-2 mm	0.1-0.2 mm	40°C	10°C
5	7	Water heater	8	Kuznetsk Syberia	2 mm	absent	-	-
6	2	Boiler DKVp-4-13	2	Cheboksary Chuvashia	0.5-1.5 mm	absent	-	-
7	6	Turbine condenser	1	Cheboksary Chuvashia	595.6 gr/m <sup>2</sup>	13.6-14.2 gr/m <sup>2</sup>	-	-

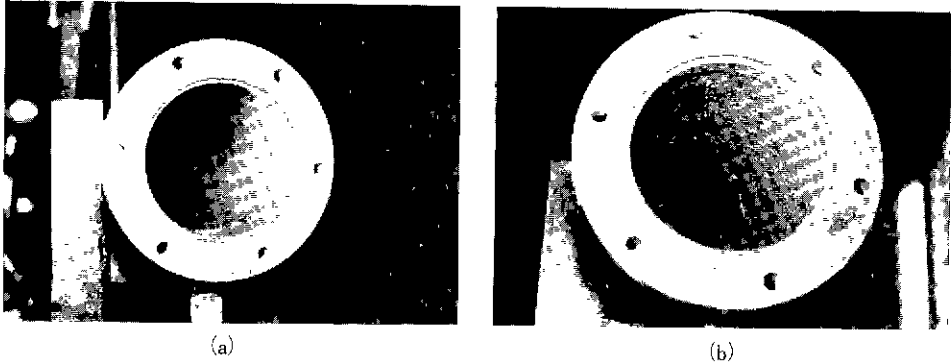


Photo 3. 초음파 스케일 방지기의 성능시험 결과

(a) 방지기를 부착한 경우, (b) 방지기를 부착하지 않은 경우

### 대기오염측정강화 & 산성비측정도

#### —대기오염측정체제 대폭 강화—

환경처는 24 일 급속한 산업발전 및 자동차보급에 따른 대기오염을 줄이기 위해 현재 운영중인 대기오염자동측정망의 설치대상지역을 확대하고 장거리 이동감시망, 자동차배출가스측정망을 신설하는 등 대기오염측정체제를 대폭 강화키로 했다.

이에 따라 환경처는 대기오염측정망 확충계획기간을 당초 95년에서 96년으로 1년간 연장하고 ▲대기질측정망의 경우 52 개시 92 개소에서 47 개시 102 개소로 ▲산성우측정망은 39 개시 49 개소에서 45 개시 58 개소로 ▲중급속측정망은 10 개시 32 개소에서 10 개시 45 개소로 각각 확충하고 장거리이동물질측정망(3 개소), 배정농도 측정망(1 개소), 자동차배출가스측정망(13 개소)을 신설키로 했다. 대기질측정망은 인구 10 만이상의 도시와 대규모공단지역의 아황산가스, 오존, 이산화질소 등 대기오염상태를 측정키 위한 것으로 현재 서울 10 개소 등 전국에 74 개소가 설치돼 있는데 환경처는 내년부터 96년까지 매년 7 개소씩 모두 28 개소를 신설할 계획이다. 내년에 신설될 대기질측정망에는 진주, 진해, 제주, 목포, 경주, 안동, 서산군 등이 대상지역으로 꼽히고 있다.

또 산성비측정망의 경우 기존의 40 개소 외에 내년에 안양, 부천, 목포등 3 개소에 설치하는 것을 시발로 94년부터 96년까지 매년 5 개소씩 모두 18 개소에 새로 설치한다.

이와함께 적할시이상 대도시와 대규모 공단지역의 납, 카드뮴 등 중급속을 측정키 위한 중급속측정망은 기존의 32 개소에 덧붙여 오는 94년 서울 3 개소, 부산 2 개소등 모두 5 개소와 95년, 96년 각각 4 개소씩을 설치할 것을 검토중이다.

환경처는 이같은 기존의 대기오염측정망을 확충하는 것과 아울러 인접국가간 대기오염물질의 이동상태를 파악키 위한 대기오염물질 장거리이동 감시망을 서해안 2 곳, 남해안 1 곳 등 모두 3 곳에 설치키로 하고 내년부터 95년까지 매년 1 개소씩 신설할 계획이다.