

매질수위에 따라 부유하는 초음파 세정장비 설계 Design of the ultrasonic cleaning system floating according to the level of liquid medium

*#김석태¹, 정우태¹, 변민숙¹, 이호원²

*#K. D. Hong¹ (dimbar@kepc.co.kr)², W. T. Jeong¹, M. S. Byeon¹, H. W. Lee²

¹한전전력연구원, ²세안기술㈜

Key words : ultrasonic cleaning, steam generator, nuclear power plant

1. 서론

원자력발전소의 증기발생기는 열교환기의 일종으로 원자로에서 발생된 열을 이용해 증기를 만들어 터빈을 돌려 발전하게 된다.

하지만 증기발생기 내부에는 금속성 슬러지가 침적되어 열교환을 방해하여 원자력발전소의 출력을 감소시키므로 본 논문에서는 유체 매질의 수위에 따라 부유하면서 초음파를 이용하여 전열관에 침적된 슬러지를 제거하는 초음파 세정장비의 설계를 소개하고자 한다.

2. 초음파 세정장비의 설계

일반적으로 초음파 세정은 공동현상에 의하는데, 수심이 깊어져 압력이 높아지면 공동현상이 상대적으로 일어나기 힘든 조건이 된다. 그러므로 본 논문에서 소개하는 초음파 세정장비는 유체매질의 수위가 변하더라도 초음파소자의 수심을 일정하게 유지하도록 설계하였다

본 논문에서 사용하는 초음파소자는 박스형으로 Fig.1 과 같이 안쪽에 초음파 진동자(vibrator)를 전후 양쪽으로 배치하여 양쪽으로 초음파를 발생시키도록 설계되어 있다. 또한, 초음파소자는 부유통(floating tank)이 있어 유체매질이 채워지면 부력에 의해 수면으로부터 일정한 거리를 유지하면서 부유하게 되어 있다. 증기발생기 내부의 공간이 제한된 반면에 초음파소자의 무게가 무거워 보조통(auxiliary tank)을 추가하여 부력을 보완하였다.

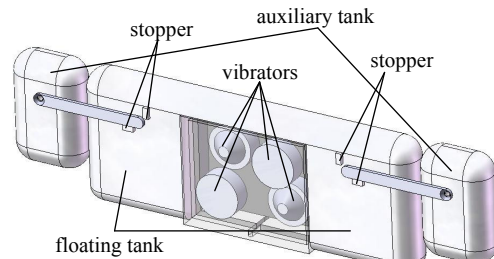


Fig. 1 The ultrasonic transducer and floating tank

초음파소자는 증기발생기 외부에 설치된 신호발생기(generators)로부터 초음파 신호 및 전원공급을 받을 수 있는 고강도 케이블을 안내할 레일장치가 Fig. 2 와 같이 증기발생기에 설치가 편리하도록 분절형태로 설계되었다.

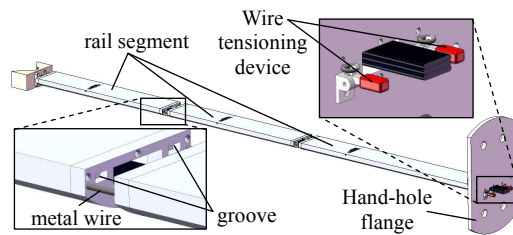


Fig. 2 The rail device of the ultrasonic cleaning system

레일장치는 금속와이어와 레일분절의 홈을 이용하여 연결하고 조임장치로 금속와이어를 조인 후 고정시켜 하나의 레일처럼 결합된 상태에서 증기발생기 수작업구에 설치한다.

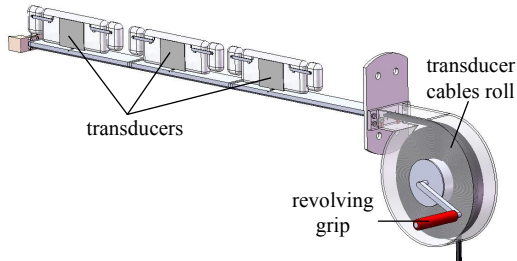


Fig. 3 Main device of the ultrasonic cleaning system

레일장치로부터 밖으로 배출된 케이블들은 Fig.3 과 같이 케이블 롤 형태로 감겨 있다. 유체매질을 채워 증기발생기 상부의 전열관다발을 세정하기 위해 케이블 롤을 조금씩 풀어서 초음파소자를 상부로 올려 보낼 수 있다.

3. 초음파 세정장비의 설치

본 논문에서 소개된 초음파 세정장비는 원자력발전소의 증기발생기 중에서도 모델 F형 증기발생기를 적용대상으로 설계하였으며 전열관 하부에서부터 상부까지 전열관 표면에 침적된 슬러지를 제거할 목적으로 설계하였다. Fig. 4 와 같이 증기발생기 수작업구를 통해 초음파 세정장비를 설치하고 누수가 되는 곳이 없는지 밀봉된 부분을 확인하고 화학세정제 또는 물을 채운다.

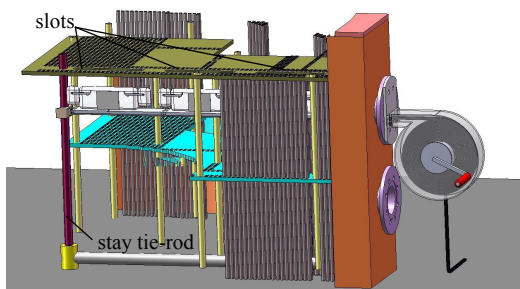


Fig. 4 Installation of the ultrasonic cleaning system

초음파 세정장비가 설치되고 난 후 케이블을 풀지 않은 상태에서 유체를 채우면 Fig. 5 와 초음파소자는 케이블에 의해

고정되고 보조통은 부력으로 힌지에 의해 위로 꺾어지게 되고 Fig. 6 과 같이 증기발생기 슬롯을 통해 초음파소자를 상부로 전송하여 침적된 슬러지를 제거할 수 있다.

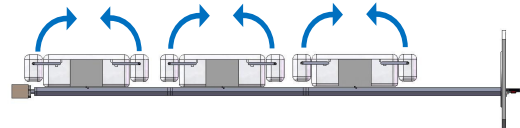


Fig. 5 Transformation of the ultrasonic device by buoyancy

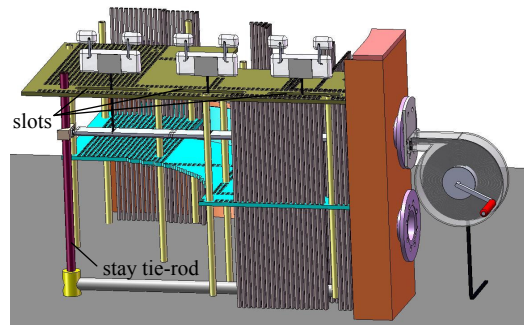


Fig. 6 Transferring ultrasonic transducers to upper tube bundle

4. 결론

초음파소자를 별도의 구동력 없이 부력을 이용하여 상부로 전송하므로 시스템이 간단하고 한번의 설치로 증기발생기 내부 상하부 모두를 초음파 세정할 수 있어 매우 효율적으로 설계되었다.

참고문헌

1. 김석태, 정우태, 김진연, "Design of ultrasonic waveguide device for approaching to narrow space," 2010 한국원자력학회 추계학술대회지.
2. 김석태, 정우태, 변민숙, 이호원, "Design of segmental ultrasonic cleaning equipment for removing the sludge in a steam generator ," 2010 한국원자력학회 추계학술대회지.