

# 분사되는 냉각수 노즐의 주수상태 평가시스템 설계 Design of Water Condition Evaluation System for Cooling Nozzles

\*#강종훈<sup>1</sup>, 이필종<sup>1</sup>, 이성진<sup>1</sup>

\*J. H. Kang(engdr@posco.com)<sup>1</sup>, P. J. Lee<sup>1</sup>, S. J. Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>포스코 기술연구원 엔지니어링센터

Key words : Multi-jet nozzle, Liquid column, impact pressure sensor, water evaluation

## 1. 서론

압연기를 통과한 강판은 가속냉각장치를 통과하며 냉각된다. 냉각은 주로 냉각수를 이용하며 노즐을 통해 강판에 분사하는 방식이 주를 이루고 있다. 이 중에서 노즐을 통해 냉각수를 분사하는 장치에 따라 멀티제트(multi-jet)방식, 슬릿제트(slit jet)방식 및 커튼(curtain jet)방식 등으로 나뉘고, 냉각수의 분사형태에 따라서는 난류식, 스프레이식, 및 층류식으로 나뉘어진다.

위와 같이 다양한 냉각장치는 일정기간이 지나면, 냉각수의 오염 및 냉각장치의 부식 등으로 냉각장치의 냉각수 분사 입구가 막히거나 좁아진다. 이로 인해, 냉각장치의 내부압력이 증가하여 냉각장치에 연결된 배관, 계측기 및 펌프의 고장 원인이 된다. 또한 주수상태가 고르지 못하게 되고 이러한 불균일 주수상태는 열연강판의 판내 균일냉각에 영향을 미쳐 판변형을 일으키는 원인이 된다. 그리고 종래에는 냉각헤더에 적용할 노즐을 선정하기 위해 노즐의 주수상태를 카메라와 자를 이용하여 촬영하여 노즐의 연속길이를 측정하였다. 이렇게 측정한 연속길이가 노즐의 주수상태를 판정하는 자료로 사용하였다. 이 경우 장치의 제약조건이 많고 정확한 결과를 얻기 힘들며, 현장적용이 불가능하다는 단점이 있다.

본 연구에서는 냉각장치에 설치된 노즐의 주수상태를 자동으로 판정할 수 있는 시스템을 설계하였다. 이 시스템을 통해 냉각장치의 주수상태를 주기적으로 모니터링 하여 정비시간 및 비용을 최소화하고, 열연강판의 균일냉각을 위해 냉각헤더의 성능을 일정하게

유지하고자 한다.

## 2. 실험방법

멀티제트방식의 냉각헤더는 헤더에 설치된 노즐의 상태에 따라 분사형태가 달라진다. Fig.1 에서 보듯이 노즐상태에 따른 분사되는 주수형태가 크게 3 가지로 구분 될 수 있다. 노즐에 이물질이 부착되거나 노즐가공이 잘 못 되면 주수되는 액주(liquid column)가 비스듬히 기울어져서 분사가 된다. 또는 좌우로 심하게 흔들리면서 주수가 되기도 한다. 마지막으로 노즐이 막히면 냉각수가 분사되지 않는다. Fig.2 는 실제 냉각헤더에서 노즐 상태에 따라 주수되는 냉각수 액주의 상태를 보여주고 있다.

본 연구에 앞서 사전테스트를 통해 정상적으로 주수되지 않는 노즐액주의 충돌압이 정상노즐의 액주보다 충돌압이 낮다는 것을 확인하였다. 본 연구에서는 이러한 현상과 원리를 이용하여 주수평가 시스템을 구성하였다. 그리고 현장에서

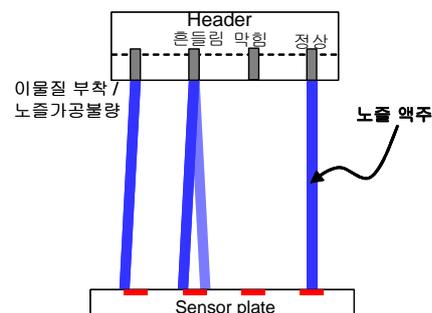


Fig. 1 Schematic diagram of liquid column according to nozzle condition of multi-jet cooling header

사용하는 냉각헤더에 적용하여 개발된 시스템의 효용성 및 정확도를 판정하였다.

본 시스템은 냉각헤더의 폭방향으로 자동으로 이동하면서 헤더의 전체 노즐의 상태를 자동으로 평가한다. 측정된 데이터의 전송 및 이송신호는 무선송수신을 이용하였다.

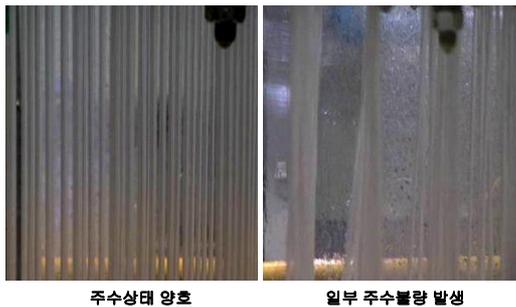


Fig. 2 Comparative photographs of water condition

### 3. 결과

주수평가장치에 사용되는 충돌압센서 (impact pressure sensor)의 원리는 +/-전극으로 구성된 센서판(sensor plate)을 주수되는 냉각수의 액주가 정상으로 나오면 +/- 전극이 접합되면서 신호가 나오게 된다. 반면에 비정상 상태의 노즐일 경우 센서에 정확히 충돌되지 않아 신호가 나오지 않는다. Fig.3 은

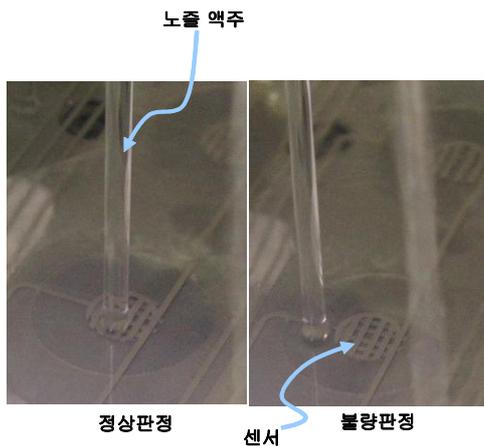


Fig. 3 Evaluation condition of impact pressure sensor according to varying nozzle condition



Fig. 4 Result of water evaluation at real cooling header

분사되는 냉각수의 액주가 센서에 충돌되는 상황을 보여준다.

현장에서 사용하는 실제 냉각헤더의 노즐상태를 측정한 결과를 Fig.4 에 나타내었다. Fig.4 에서 보듯이 노즐의 주수상태는 센서에서 보내오는 전압신호를 분석하여 현재 노즐상태를 실시간으로 정상/불량으로 판정해준다. 반복 테스트를 통해 본 시스템의 측정 정확도는 약 94.5% 였다.

### 4. 결론

본 연구를 통해 멀티제트 타입 냉각헤더에 사용되는 노즐의 주수상태를 자동으로 측정하고 판정하는 시스템을 개발하였다. 그리고 실제 냉각헤더에 적용하여 평가정확도가 약 94.5%정도 인 것을 확인하였다.