

수치해석을 이용한 플럭스 자동 도포 장치의 혼합 탱크 및 분사 노즐에 관한 연구

황순호*, 이영림*

*공주대학교 기계자동차공학부
e-mail:ylee@kongju.ac.kr

A Study on the Mixed-Tank and Injection Nozzle of an Automatic Spreading System of Flux using Numerical Analysis

Soon ho Hwang*, Young Lim Lee*

*Division of Mechanical and Automotive Engineering, Kongju National University

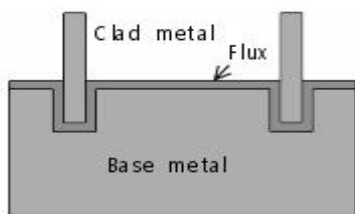
요 약

Nocolok 브레이징을 이용할 경우 저농도 플럭스와는 달리 고농도 플럭스를 이용해 필요한 부분만 도포해야 한다. 일반적으로 고농도 플럭스 도포의 경우 인력을 이용한 수작업을 실시하므로 작업이 비효율적일 뿐만 아니라 플럭스 분진 날림 및 열 등으로 인해 기피하고 있는 실정이다. 그러므로 경제적이고 효율적인 고농도 플럭스 자동 도포 장치의 개발을 통한 품질 향상 및 생산 단가 저감 등이 절실한 실정이다. 본 연구에서는 고농도 플럭스 자동 도포 시스템을 제작을 위해 수치해석을 이용한 고농도 플럭스 혼합 탱크의 혼합 효율성 및 정수압력을 이용한 유량 분배 해석을 실시하였다.

1. 서론

Nocolok 브레이징은 플럭스(flux) 용액을 접합부 전면에 도포하여 질소 가스를 충전한 불활성 분위기에서 가열하여 접합하는 방법이다. 일반적으로 저농도 플럭스 용액은 인젝터를 이용하여 브레이징할 열교환기에 고르게 도포해야 하는 반면에 고농도 플럭스 용액은 필요한 부분만 도포해야 한다. 고농도 플럭스가 필요한 부분 이외에 도포된다면 리크(leak)로 인한 제품의 불량률 초래하게 된다.

그림 1은 전형적인 클래드(clad) 금속, 플럭스 및 베이스 금속이 브레이징되는 공법과 열교환기에서 고농도 플럭스 도포가 필요한 곳을 보여준다.

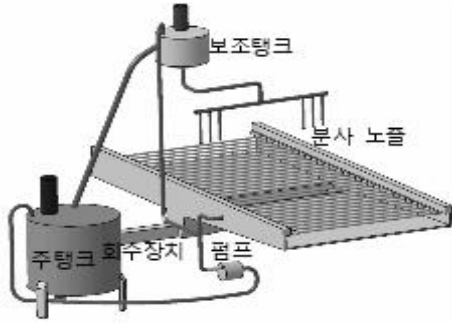


[그림 1] Nocolok 브레이징 공법

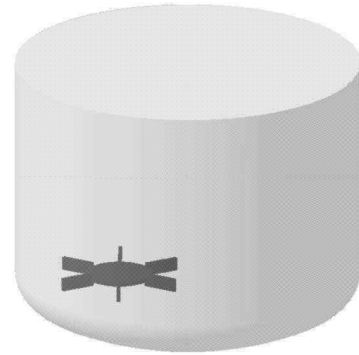
보통 고농도 플럭스 자동 도포에 필요한 이송장치와 분사 시스템의 경우 고가이기 때문에 기업에서는 인력을 이용하여 수작업으로 도포하고 있는 실정이다. 하지만 수작업을 이용한 플럭스 도포는 플럭스 분진 날림 및 건조로 열 등으로 인해 기피 대상으로 여겨진다. 그러므로 경제적이고 효율적인 고농도 플럭스 자동 도포 장치 개발을 통한 품질 향상 및 생산 단가 저감 등이 절실한 실정이다. 연간 예상 생산량을 300,000대로 가정할 때 약 1 억원 이상의 비용 절감 효과가 있다.

Nocolok 브레이징에 관해서는 방대한 연구가 지금까지 이루어졌으나 실용적인 고농도 플럭스 자동 도포 장치에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

먼저, Shin[1]은 브레이징로를 사용하여 브레이징 플럭스의 종류에 따른 도포법 등에 대한 연구를 실시하였고 Lee[2] 등은 Nocolok 브레이징을 이용하여 대용량 알루미늄 히트싱크 제작에 필요한 배치로(batch furnace)를 성공적으로 개발하였다.



[그림 2] 고농도 플릭스 자동 도포 장치 개략도



[그림 3] 고농도 플릭스 혼합 탱크 개략도

한편, Kemen[3-4] 등은 교반기의 혼합 현상을 실험적으로 규명하였고 Delafosse 등은 혼합 탱크내의 유동을 LES(large eddy simulation)와 RANS(Reynolds-averaged Navier Stokes) 기법을 이용하여 수치적으로 해석하였다. 그림 2에 본 연구에서 개발할 자동 도포 장치의 구성도를 나타내었다. 자동 도포 장치는 코어(core)위치 정렬장치, 혼합 탱크, 분사 노즐 및 플릭스 회수 장치 등으로 구성되어 있다.

본 연구에서는 저가형 고농도 플릭스 자동 도포 장치 개발을 통한 열교환기의 품질 향상 및 생산 단가 저감을 실현하기 위한 혼합 탱크의 고농도 플릭스 침착 확인 및 정수 압력을 이용한 유량 분배 해석을 실시하였다.

2. 자동 도포 장치 설계

2.1. 고농도 플릭스 혼합 탱크

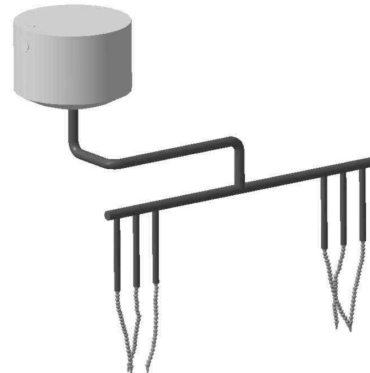
그림 3에 고농도 플릭스 저장 탱크의 개략도를 나타냈다.

고농도 플릭스는 저장 탱크로부터 침전 없이 노즐까지 균일하게 혼합된 상태로 이송되어야 한다. 따라서 저장 용기에 균일한 혼합 상태를 유지하기 위한 장치가 필요하다. 이를 위해 저장 탱크 내부에 플릭스 혼합을 위한 stirrer를 장착하고 충분히 혼합된 고농도 플릭스는 펌프를 통하여 보조탱크로 이송된다. 보조 탱크는 정수 압력을 이용하여 노즐까지 플릭스를 이송시킬 정도의 충분한 높이에 설치되어야 한다.

본 연구에서는 탱크 회전수 200rpm 일 때 Rotating Reference Frame 기법을 이용해 상용 소프트웨어인 Fluent[5]로 수치해석을 수행하였다.

2.2. 정수압력을 이용한 분사 시스템

그림 4는 보조 탱크에서 노즐까지의 분사 시스템을 보여준다. 주탱크 보다 높은 곳에 위치한 보조 탱크는 정수압력이 충분히 커서 원하는 플릭스 유량을 노즐에서 분사시킬 수 있고 일정한 정수압력을 유지하기 위해서 플릭스 수면 높이를 유지해야만 한다. 또한 장착된 총 6개의 노즐에서 유량이 일정하게 배분되도록 배관 시스템을 구성해야만 한다.

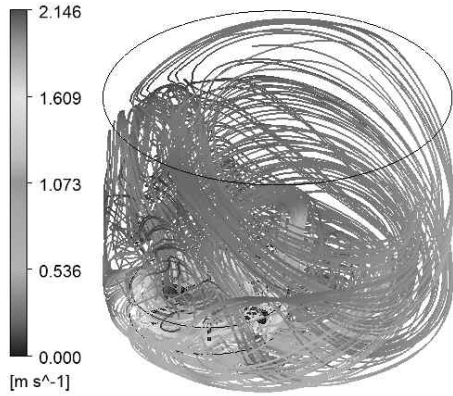


[그림 4] 정수압력을 이용한 분사 시스템

3. 결과 및 고찰

3.1. 주탱크의 플릭스 혼합 해석

그림 5는 200rpm일 때 혼합 탱크내의 플릭스 유동이다. 200rpm에 의해 회전하는 stirrer로 인해 비교적 큰 유속을 만들 수 있으며 교반기 전체 구역에서 고른 혼합이 가능한 것을 볼 수 있다. 즉, 침전 현상을 방지하기에 적합하다고 할 수 있다.

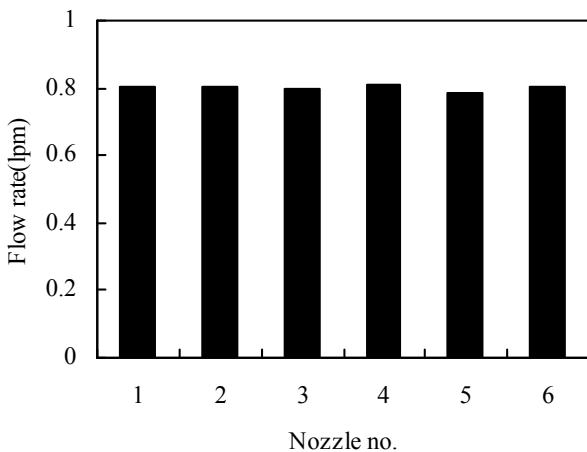


[그림 5] 200rpm의 회전수에 따른 플렉스 경로 패턴

3.2. 정수압력을 이용한 분사 시스템

노즐 출구의 목표유량을 0.4~0.8 lpm으로 결정하였으며 관로의 부차적인 손실을 감안하여 최대 두 배 이상의 속도로 분출시킬 수 있는 혼합 탱크의 높이를 선정하였다.

그림 6에 각 노즐로의 유량 배분 최적화 결과를 나타냈다. 입구 전체 유량은 4.8 lpm으로 가정하였고 각 노즐로 균일하게 배분된다면 각 노즐의 출구 유량은 0.8 lpm이 될 것이다. 수치해석은 노즐이 부착되어 있는 압력 레일(pressure rail)의 지름을 변화시켜 가며 최적화하였는데 지름 32.4 mm인 경우에 각 노즐에서의 출구 유량은 평균값 기준으로 최대 2%미만이였다.



[그림 6] 각 노즐 출구에서 유량 해석 결과

4. 결론

본 연구에서는 고농도 플렉스 자동 도포 시스템을 제작을 위해 수치해석을 이용한 고농도 플렉스 혼합 탱크의 침전 확인 및 정수압력을 이용한 유량 분배

해석을 실시하였으며 이를 통해 얻어진 결론은 다음과 같다.

- 1) 혼합 탱크의 경우 약 200rpm에서 비교적 원활한 혼합이 형성되어 침전 현상 방지가 가능하다.
- 2) 노즐 분사시스템은 펌프를 이용하여 가압하는 방법 대신에 정수압력을 활용하는 경제적인 가압 시스템을 개발하고자 하였고 유량배분 해석 결과 각 노즐 출구에서 2% 미만의 유량 변화를 나타내어 효율적인 유량 배분 시스템으로 판명되었다.

참고문헌

- [1] Y. S. Shin, "Selection Technology for Brazing Fluxes", Journal of KWS, Vol. 22. No. 5. pp. 412-419, October, 2004.
- [2] 이영림, 황순호, 전의식, "대용량 알루미늄 브레이징 히트싱크 개발에 관한 연구", 산학기술학회 논문지, 10권, 2호, pp.11-22, 2009.
- [3] A. Kemen, F. Lusseyran, J. Mallet and M. Mahoust, "Experimental Scanning for Simplifying the Model of a Stirred-take Flow", Experiments in Fluids, Vol. 25, No. 1, pp. 23-36, 1998.
- [4] A. Delafosse, A. Line, J. Morchain and P. Guiraud, "LES and URANS Simulations of Hydrodynamics in Mixing Tank: Comparison to PIV Experiments", Chemical Engineering Research and Design, Vol. 86, pp. 1322-1330, 2008.
- [5] Fluent, Version 6.1, Fluent, Inc., Lebanon, NH 2005.