

고무성형 공법의 채널 구배각이 연료전지용 분리판 제조 특성에 미치는 영향

Effect of Channel Draft Angle in Rubber-Forming on the Fabrication Characteristic of Fuel Cell Bipolar Plate

*정민근¹, 장창현¹, 강충길²

*M. G. Jeong¹, C. H. Jang¹, #C. G. Kang(cgkang@pusan.ac.kr)²

¹부산대학교 정밀가공시스템, ²부산대학교 기계공학부

Key words : Rubber forming, Fuel cell, Bipolar plate, Draft angle, Forming depth

1. 서론

수소와 산소를 연료로 사용하는 연료전지인 Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC)는 높은 효율, 높은 전류밀도, 낮은 동작온도, 시스템의 경고함 등의 장점 때문에 수송분야, 발전시스템, 휴대용 장치 등 여러 분야에 적용되고 있다.^{1,2}

분리판의 미세채널 성형을 본 연구에서는 고무성형공법(Rubber forming)을 이용하여 금속 분리판의 미세채널을 성형하는 새로운 기법을 소개하고자 한다.

2. 실험 조건

고무성형공법의 성형 단계를 Fig. 1 에 도식적으로 나타내었다.

금형은 조인트, 상부다이, 펀치, 고무패드, 컨테이너 박스 등 5 개 요소로 구성되어 있으며 200 톤 유압프레스를 이용하여 상부다이를 하강시켜 고무패드를 가압하는 방식으로 실험하였다.

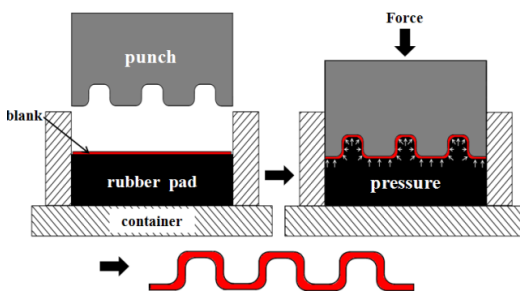


Fig. 1 Sketch of rubber-pad forming process

실험에 사용 된 소재는 두께 0.1mm 의 ST S304 를 사용하였으며, Fig. 2 는 실험에 사용된 금형의 형상을 나타낸 것이다.

Table 1 은 본 연구에 사용된 실험 변수들을 보여주는 것이다. 채널 구배각에 따라 펀치속도, 고무경도, 고무두께, 플레이트압력을 변화시켜가며 실험을 진행하였고, 실험 후 디지털 현미경으로 소재의 미세채널을 관찰하고 성형 깊이를 측정하였다.

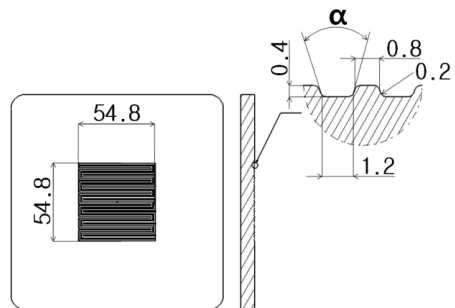


Fig. 2 Die dimensions of stamping die (unit: mm)

Table 1 The conditions of the stamping process

Properties	Symbol	Value
Draft angle (°)	α	10, 20, 30
Punch velocity (mm/s)	V_p	5, 10, 15, 20, 25, 30
Rubber Hardness (shore A)	-	20, 25, 30, 35
Rubber Thickness (mm)	t_R	10, 20, 30, 40, 50, 60
Plate pressure (MPa)	P_p	15, 25, 35, 45, 55

3. 실험결과

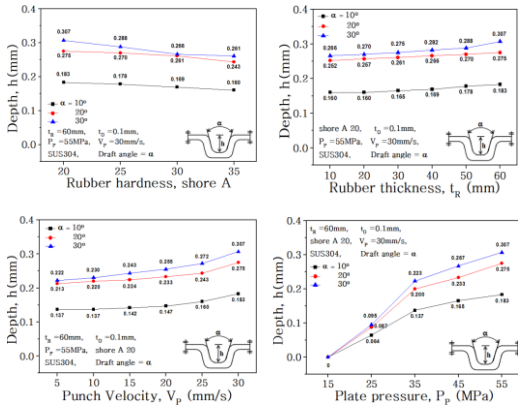


Fig. 3 Stamping depth for conditions in various STS304

소재두께 0.1mm 의 STS304 를 이용하여 미세채널을 갖는 연료전지용 금속 분리판을 제작하였다.

Fig.3 은 채널 구배각에 의한 실험조건에 따른 분리판의 성형깊이를 평가한 것으로서, 고무경도 shore A 20, 25, 30, 35 의 4 가지 종류의 고무패드의 실험결과는 경도가 낮을수록 성형깊이는 증가하였고, 고무두께의 경우는 두께가 두꺼워질수록 성형깊이가 증가하였으며, 펀치속도 증가에 따른 실험결과는 속도가 증가할수록 성형깊이 또한 증가하였다. 그리고 플레이트 압력증가에 따른 분리판의 성형깊이는 압력이 증가할수록 성형깊이가 증가하였는데 다른 실험변수에 비하여 압력변화에 따른 성형깊이는 많은 영향을 끼치는 것을 알 수 있다.

Fig. 4 는 채널 구배각이 10°, 20°, 30° 일 때의 최대 성형깊이를 가지는 미세채널의 단면사진을 나타낸 것이다. 채널 구배각에 따른 성형깊이는 각각 0.183mm, 0.275mm, 0.307mm 로 목표치 0.4mm 대비 46%, 69%, 77%의 성형률을 나타냄을 알 수 있다.

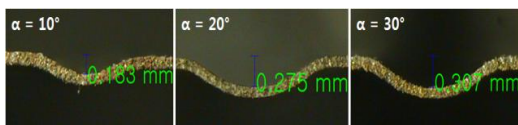


Fig. 4 Evaluation of formability results of; draft angle 10°, 20° and 30°

4. 결론

본 연구에서는 고무성형공법으로 STS304 소재를 사용하여 미세채널을 가지는 연료전지용 금속 분리판을 제작하였다. 채널 구배각에 따른 연료전지 분리판 성형 실험 결과는 다음과 같다.

1) 고무성형공법을 이용해 금속 분리판을 제작하기 위해서는 고무두께, 펀치속도, 플레이트압력이 높을수록 분리판 성형에 효과적이었으며, 고무경도는 낮을수록 분리판 성형이 잘 이루어짐을 알 수 있었다. 또한, 채널의 구배각은 10° ~ 30° 로 커질수록 성형성이 우수하였다.

2) 고무성형공법을 균일한 형상의 주름구조를 갖는 S 자 나선형 미세채널을 성형할 수 있었다. 이처럼 대변형의 특성을 가지는 고무패드를 이용해서도 복잡한 구조의 미세채널을 균일하게 성형할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

3) 분리판 제작에 적합한 실험 조건은 고무두께가 60mm, 고무경도가 shore A 20, 펀치속도와 플레이트압력은 각각 30mm/s 와 55MPa 이다. 이 조건에서 분리판의 성형깊이는 구배각이 10°, 20°, 30° 일 때 각각 0.183mm, 0.275mm, 0.307mm 였으며, 본 연구의 목표치인 0.4mm 를 성형하기 위해서는 미세채널 성형에 가장 크게 영향을 미치는 플레이트압력을 증가시키면 큰 문제없이 목표치 0.4mm 의 성형이 가능할 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012-0000172). 그리고 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다(No. 20104010100540).

참고문헌

1. I. Bar-On, R. Kirchain, R. Roth, J. Power Sources 109 (2002) 71-75.
2. P. Costamagna, S. Srinivasan, J. Power Sources 102 (2001) 253-269.