

# Dynamic Load 에 의한 박막소재의 미세채널 가공기술 Forming Process of Metallic Micro Channel Plate by Dynamic Load

\*구자윤<sup>1</sup>, #강충길<sup>2</sup>

\*J. Y. Koo<sup>1</sup>, #C. G. Kang(cgkang@pusan.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 정밀가공시스템, <sup>2</sup>부산대학교 기계공학부

Key words : Bipolar plate, Fuel cell, Dynamic load, Aluminum plate

## 1. 서론

최근 전 세계적으로 화석연료의 사용으로 인한 환경오염문제 때문에 신재생에너지 분야가 주목 받고 있다. 그 중 연료전지는 수소를 기반으로 하는 경제체제에서 가장 효율적이고 친환경적인 동력발생 장치 이다[1, 2].

현재 연료전지에 사용 되고 있는 분리판은 높은 내식성과 전기전도성을 갖는 그래파이트(graphite) 분리판을 적용 하고 있다. 그러나 그래파이트 소재는 가공성이 좋지 않고, 외부 충격이나 진동에 약한 특성 때문에 새로운 금속분리판이 요구되고 있다. 그 중 알루미늄 소재는 낮은 밀도, 분리판에 적합한 강도, 우수한 내산화성, 전기전도성을 가진다[3]. 특히, Al 5052 는 내식성과 열·전기 전도성이 높고 다른 알루미늄 합금에 비해 성형가공성이 우수하여 분리판 소재로 적합하다.

연료전지 분리판은 스탬핑(stamping), 밀링, 압출, 하이드로포밍, 러버포밍등이 있으며[4, 5]. 본 연구에서는 동적 하중을 이용한 스탬핑 공정으로 기존의 스탬핑 공정에 비하여 연료전지 분리판을 정밀하게 가공할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

## 2. 실험장치 및 조건

MTS(동적 재료시험기) 장비는 미세속도 및 하중제어가 쉽고, Sine, Square, Ramp 등 다양한 진동의 구현이 가능해서 정밀한 하중이 요구되는 동적 하중을 이용한 스탬핑 실험에 적합하다.

**Table 1 Die dimensions of serpentine type stamping core-die**

Dimensions of Part-I, Part-II (unit: mm)	
Part-I	Part-II
H = 0.6	H = 0.6
S = 0.8	S = 0.8
W = 1.4	W = 1.4
R <sub>0</sub> = 0.3	R <sub>0</sub> = 0.1

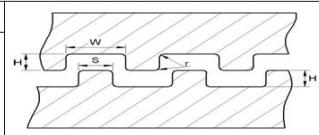
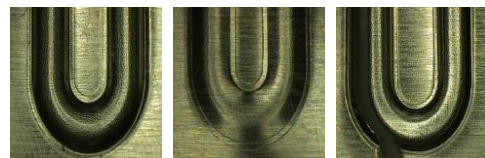


Table 1 은 분리판 스탬핑 성형에 사용된 core-die 단면도를 나타낸 것이다. 채널의 어깨부 곡률에 따라 Part-1 과 Part-2 로 나눠 실험 했고, 실험 시편은 두께 0.3mm 의 Al5052 알루미늄 판재로부터 가로(압연방향) 55mm X 세로 50mm 의 크기로 가공하여 사용하였다.

기존의 스탬핑 공정과 동적 하중에 의한 스탬핑 공정을 비교하기 위해 스탬핑 공정의 하중(70, 80, 90, 100kN)과, 속도(rate) 1kN/s 에 따라 실험했고, 동적 하중 Sine, Square, Ramp 의 Min, Max(50~70kN, 50~80kN, 50~90kN)와, Cycles(2, 3, 4, 5)의 횟수에 따라 0.5Hz 로 각각 실험했다.

## 3. 실험결과



(a) Non-crack (b) un-filling (c) Crack  
**Fig. 1 The specimens of criterion for the stamping process.**

Fig 1 은 스탬핑으로 제조된 분리판에 나타난 미크랙(Non-crack), 미성형(un-filling), 크랙(crack)의 형상을 보여주는 마이크로 사진이다. (a)는 미크랙을 나타낸 것으로 분리판이 결합 없이 성형이 잘된 것이고, (b)는 미성형을 나타낸 것으로 펀치의 하중이 부족하여 분리판의 성형성이 떨어진 것을 보여주고 있다. (c)는 크랙을 나타낸 것으로 분리판의 곡률 부분에서 응력을 견디지 못하고 파단이 일어난 것을 보여주고 있다.

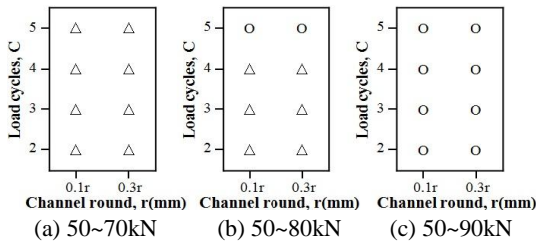
**Table 2 The facture diagrams at different punch pressure(70kN, 80kN, 90kN, 100kN)and die rounds(0.1r, 0.3r)**

	70kN	80kN	90kN	100kN
0.1r	△	△	X	X
0.3r	△	△	○	○

(○ : Noncrack, △ : un-filling, X : Crack)

기존의 스탬핑 공정에서 펀치의 하중과 곡률 반경이 분리판의 성형에 미치는 결과는 Table 2 와 같다.

분리판의 곡률 반경이 0.3 인 경우 스탬핑 성형 시 크랙(crack)이 발생하지 않았지만, 0.1 의 경우는 채널 어깨부 곡률이 직각에 가까워 성형 시 크랙이 발생하였다.



**Fig. 2 The fracture diagrams according to dynamic load(Sine) 0.5Hz.**

(○ : Noncrack, △ : un-filling, X : Crack)

Fig. 2 은 동적 하중(Sine)에 따라 Min, Max 의 하중을 가하여 분리판을 성형한 결과이다.

하중 50~90kN 구간에서는 성형조건이 잘 수립되어 분리판의 곡률반경에 관계없이 크랙이 발생하지 않고 성형이 잘되었다. 반면 동적

하중 Square 는 하중의 Min, Max 가 급격한 변화를 보이는 특성 때문에 곡률 반경이 작은 0.1r 에서 크랙이 발생했다. 또한 곡률반경 0.1 인 경우 기존의 스탬핑 성형시 90kN 에서 크랙이 발생했지만 다이내믹 로드 (Sine, Ramp)로 성형할 때는 크랙이 발생하지 않았다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 동적 하중에 의한 스탬핑 공정을 이용하여 연료전지 분리판의 미세 채널을 성형하였고, 이 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 동적 하중에 의한 스탬핑 성형 시 최적의 조건은 Sine 0.5Hz 로 50~90kN, Cycles 2 회 이상 성형해야 함을 알 수 있었다.

(2) 분리판 곡률반경 0.1 은 스탬핑 성형 시 하중 90kN 에서 크랙이 발생했지만, 동적 하중(Sine, Ramp)로 성형 시 크랙이 발생하지 않았다.

#### 후기

“본 논문은 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2009-0081077).”

#### 참고문헌

1. Barbir, F., 2005, PEM Fuel Cells Theory and
2. H. Tawfika, Y. Hung, D. Mahajan, J. Power Sources 163 (2007) 755-767.
3. G.O. Mepsted, J.M. Moore, Handbook of Fuel Cell, vol. 3, pp.289-290, 2003, John Wiley & Sons Ltd, England.
4. J. P. Allen (GenCell Corporation, US), US Patent No. 6,777,126(2004. 08. 17) Fuel Cell Bipolar Separator Plate and Current Collector Assembly and Method of Manufacture.
5. P. E. Krajewski (General Motor Corporation, US), US Patent 2005/0164070 A1(2005. 07. 28)Extruded Bipolar Plates.