

FDM 방식으로 제작된 ABS 재료의 피로 특성 평가

설경수*, 신병철*, 장성욱**.#

*동의대학교 신소재공학과, **동의대학교 자동차공학과

Fatigue Test of 3D-printed ABS Parts Fabricated by Fused Deposition Modeling

Kyoung-Su Seol*, Byoung-Chul Shin*, Sung-Uk Zhang**.#

* Advanced Materials Engineering, Dong-Eui University

** Automotive Engineering, Dong-Eui University

(Received 3 April 2018; received in revised form 7 April 2018; accepted 14 April 2018)

ABSTRACT

FDM is one of the popular 3D printing technologies because of an inexpensive extrusion machine and multi-material printing. FDM can use thermoplastics such as ABS and PLA. The 3D-printed ABS parts fabricated by FDM are attractive in the automotive industry because of their weight. A 10% reduction in weight can increase the fuel economy by approximately 7%. To use 3D-printed ABS parts as automotive parts, we should evaluate the 3D-printed parts in terms of automotive reliability. In this study, 3D-printed ABS samples were evaluated using Ono's rotary bending fatigue test. We obtained an S-N curve for the 3D-printed ABS specimen from the finite-element analysis. The S-N curve can be useful in early-stage design decisions for 3D-printed ABS parts.

Key Words : Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Copolymer(ABS), Fatigue Test(피로실험), Fused Deposition Modeling (FDM), 3D Printing(3D 프린팅)

1. 서 론

자동차 산업에서의 3D 프린터 사용은 녹색화, 경량화, 소형화를 중점으로 최근 주목 받고 있는 친환경 자동차 생산 공정에서 차지하는 비중이 상대적으로 빠르게 증가하고 있다. 특히 보수용 부품 시장, 자동차 튜닝 부품 시장과 탄소 섬유 등 경량 초강도 소재를 사용하는 부품 분야에서 지대한 영향을 미치고 있다.

경량화 측면에서 차체의 중량을 줄이는 방법으로 크게 세 가지로 나뉜다. 첫 번째로 효율적으로 차체구조를 설계하여 부품의 크기와 수를 최소화하는 방법, 두 번째로 기존 소재를 경량화하기 위한 제작, 가공기술 개선 및 개발을 통한 방법, 세 번째로 기존의 자동차 제조를 위해 사용되는 철강재료를 대체하는 경량소재의 개발 및 응용 방법이다. 특히 두 번째와 세 번째 방법의 적극적인 적용을 위해 수많은 업체들이 고분자 소재를 기반으로 한 가공 기술 및 새로운 고분자 소재 개발에 큰 노력을 하고 있다^[1,2].

현재 자동차에 사용되는 고분자 소재는 내부, 외

Corresponding Author : zsunguk@deu.ac.kr

Tel: 051-890-1645, Fax: 0505-182-6891

Copyright © The Korean Society of Manufacturing Process Engineers. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 License (CC BY-NC 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

장 부품 그리고 엔진과 기능, EP를 적용하여 전체 차량의 중량 중 약 15~20%는 고분자 소재를 사용하고 있다. 자동차 산업에서 고분자 소재는 설계와 기능의 조합 면에서 우수한 특성을 가지고 있기 때문에 고분자 소재의 사용량이 계속해서 증가하고 있다. 고분자 소재는 복잡한 자동차 부품을 간소화시키는 모듈화에 유리한 성형성을 가지고, 금속재료에 비해 조립비용을 절감할 수 있어 자동차 생산에서 발생하는 비용을 줄일 수 있는 소재이다.

자동차 생산에 사용되는 고분자 소재는 차체 전체 무게에 약 15~20% 정도로 차지하지만, 부피비중으로 보면 약 26%로 철강 소재 30%에 거의 비슷한 부품 비중을 차지하고 있다^[4].

이러한 자동차 부품의 경량화는 엔진효율을 높여 자동차의 성능향상을 극대화시켜 연비 향상을 도모한다. 실제 자동차의 중량을 100kg 감소 경량화했을 경우, 하루에 사용되는 평균 연료가 160만 리터 절감을 발생시키고, 온실 가스는 2백만 kg 절감시켜 녹색화를 위한 지구온난화 방지, 배출가스 감소를 통하여 환경 개선에도 효과적이다^[3].

자동차의 고분자 소재의 적용은 Handle, Cover류, Tank, Instrument Panel, Fascia 등 내·외장재가 주종을 이루고 나아가 고분자 복합재료는 Hood, Door, Trunk, Lid Roof 등 차체 외판에 사용되고 있다. 자동차에 고분자 소재적용 연구 및 관련 연구가 지속적으로 진행되고 있다. 플라스틱 베젤^[8], 자동차충돌 해석^[9]에 대한 연구들이 진행되고 있다.

특히, 3D 프린팅 기술인 FDM(Fused Deposition Modeling) 방식은 필라멘트 형태의 열가소성물질을 노즐 안에서 녹여 얇은 필름 형태로 출력하여 용융된 열가소성수지를 바닥부터 적층과 경화를 반복하며 최종적으로 제품을 제작하는 방식이다. FDM 방식은 타 3D 프린팅 기술에 비해 장치의 구조와 프로그램이 간단하고 다양한 소재 적용과 단순한 구조로 인해 대형화에 용이하다. 2009년 10월 FDM 방식의 특허권이 만료됨에 자동차 산업뿐만 아닌 다양한 산업분야에서 적극 활용되고

있다^[5]. 3D 프린팅 기술은 공학적 특성에 의해 제품의 구조 혁신이 가능하고, 기존의 제조기술로 구현하기 힘든 복잡한 구조의 제품을 손쉽게 제조가 가능하기 때문에 제품의 경량화와 여러 개의 부품을 만들어 조립하지 않고 일체형으로 설계하여 제조 공정을 단축할 수 있다^[6]. 그러나 현재의 FDM 방식의 3D 프린팅 기술로 제작 가능한 재료는 ABS, PLA, ULTEM 등의 고분자 수지로 한정 지을 수 있으며, 이 경우 기존의 가공으로 제작되는 금속 재료에 비해 내구 한도가 낮고 변형이 심해 고분자 복합 재료는 피로 파괴로 인한 문제가 빈번히 발생하고 있다. 특히, 자동차용 고분자 재료는 안전과 직결됨에 자동차의 수명과 동등 또는 그 이상의 내구 수명이 요구된다. 그러므로 신뢰성 평가는 필수적인 자료이다.

피로파괴(fatigue fracture)란 구조물에 반복 응력 및 변형을 받으면 점진적인 영구변형이 발생하고 이후 계속적인 반복 응력을 받는다면 균열이 생기거나 파괴에 도달하는 현상이다. 즉, 자동차부품 및 구조물은 사용 시 변동하중에 의해 응력을 지속적으로 받게 되고 그 재료의 정적 강도(static strength) 보다 상당히 작은 값이라도 오랫동안 반복되어 하중을 받는다면 결국에는 피로 파괴가 발생하게 된다.

특히 자동차부품 및 구조물의 경우는 다양한 외부 경제조건과 혹독한 환경에 노출될 확률이 높으므로 자동차 부품 및 구조물의 피로에 대한 신뢰성과 건전성을 부여하기 위해서는 그 부품 및 구조물이 구성하는 재료의 실제 사용되는 조건과 같은 기계적 물성치를 정확히 알고 있어야 한다^[7].

따라서 본 연구는 자동차 산업의 핵심 목표인 차체 경량화의 방법으로 기존 자동차 부품에 사용되는 철강 재료를 고분자 재료로 대체하기 위하여 고분자 재료의 피로수명 평가를 수행하여 재료의 특성을 확인하고 이를 바탕으로 자동차 부품의 신뢰성을 예측하는데 기여하고자 한다.

2. 방법론

2.1 재료 및 시험편

본 피로 실험에 사용된 시험편의 기자재로는 ABS(Acryloniteile-Butadiene-Styren copolymer) 수지를 사용하였다. ABS 수지는 Acrylonitrile(아크릴로니트릴), Butadiene(부타디엔), Styrene(스티렌) 등 3종의 단량체가 공중합한 형태로 결합된 재료이다. 시험편 제작은 3D프린팅 기술인 FDM 방식을 이용하였으며, 제작시 사용된 3D 프린터는 Stratasys사의 Mojo 장비를 사용하였다. Mojo 장비의 경우 제작 가능 제품의 최대 사이즈가 127 × 127 × 127mm로 본 실험에서 사용하는 Ono's 회전 굽힘 피로 시험기에서 요구하는 사이즈의 시편 제작에 한계가 있어 일체형 시편을 대신하여 조립형 시편을 제작하여 출력하였다. Ono's 회전 굽힘 피로 시험기에서 요구하는 시편의 규격을 Fig. 1에 나타내었다.

조립형 시험편의 설계는 시험편을 3 등분으로 분할하여 제작하였다. 시험편 양쪽의 길이를 늘리기 위해 시험편 양쪽에 캡(cap)을 제작하여 조립시켰고, 이때 캡의 홈은 열 십(十)형태로 제작하여 시편의 일체성을 향상시켰다. 설계된 조립형 시험편의 3D 모델을 Fig. 2에 나타내었다.

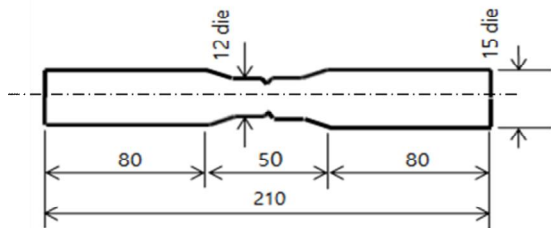


Fig. 1 Standard specimen (in 1mm)

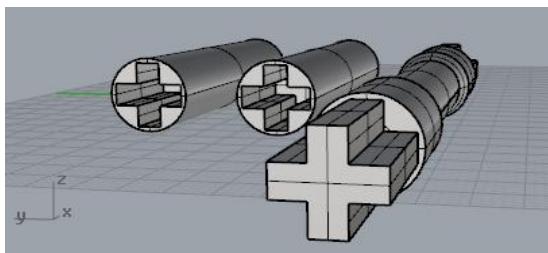


Fig. 2 Prefabricated specimen created by 3D rhinoceros

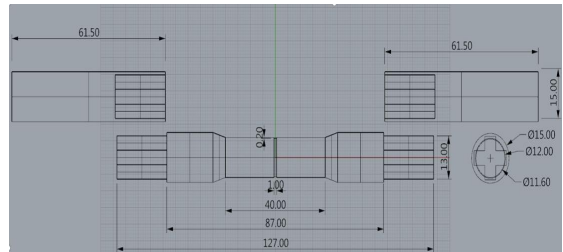


Fig. 3 Shape and dimension of 0.2mm(R) specimen

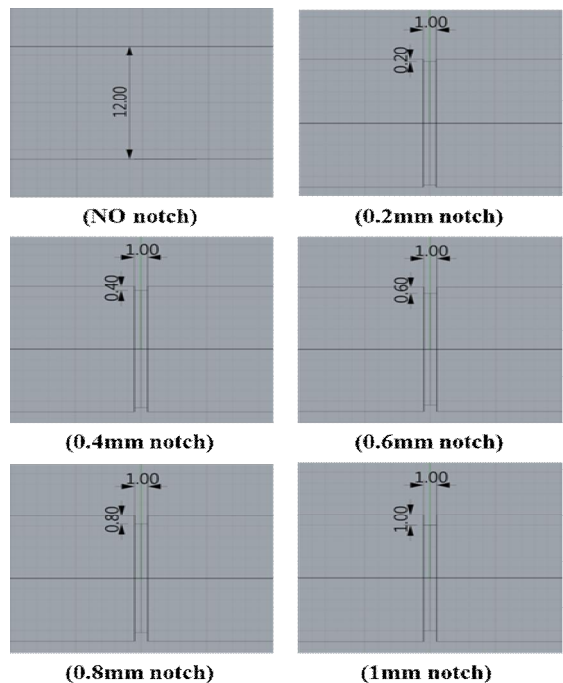


Fig. 4 Prefabricated specimen notch

Ono's 회전 굽힘 피로 시험기는 KSB B ISO 1143 규격에 따라 시험을 진행하였을 때 관리 표준이 금속을 주로 시험편으로 제작하여 시험하는 장비이다. 그러므로 KSB B ISO 1143에 따라 피로 시험을 진행하였을 때, 시험편은 노치 없는 상태에 볼 베어링 사이의 표면부에 균일한 굽힘 응력이 적용된다. 하지만 위 기준으로 시험편을 제작을 하여 실험을 수행한 결과 고분자 시험편의 경우 반복성을 보장하지 못하고 결과의 표준 편차가 너무 커서 피로실험 결과가 불확실 한 경향을 나

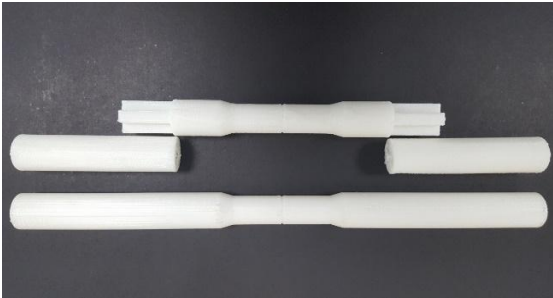


Fig. 5 Modified specimens

타내었다. 이를 극복하기 위하여 본 실험의 경우는 노치 간격 1mm 선단에 반경(R) 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0mm로 라운드를 주어 3D 프로그래밍 후, 3D 프린터로 제작 하였다. 노치 선단은 1mm로 일정하며 노치의 라운드 깊이가 줄어들수록 중심부의 단면적 줄어들게 된다. 노치 제작의 이해를 돕기 위해 시험편의 모식도를 Fig. 3, 4에 나타내었고, 완성된 시험편을 Fig. 5에 실물 사진으로 나타내었다.

2.2 피로 시험 장비

본 시험 장비로는 Fig. 6에서 보여주듯이 Ono's 회전 굽힘 피로 시험기를 사용하였다. 본 피로 시험에서 사용한 장비는 상온에서 탄성 한도보다 작은 응력을 지속적으로 가하여 피로 현상에 도달하게 하여 파괴되는 현상을 시험하는 장비이다. 시험편이 파괴되기까지 축 방향의 수직으로 반복 하중을 가하는 상태에서 시험편의 네 곳을 지지 시



Fig. 6 Rotary bending fatigue test

켜 순수 굽힘 상태가 되도록 한다. 이후 시험편을 180 도 회전시킴으로써 재료의 내구 한도를 결정할 수 있다.

2.3 피로 시험

FDM 방식의 3D 프린팅 기술로 제작된 ABS 수지의 시험편을 상온 환경에서 시험편의 피로 특성을 평가하기 위해 3D 설계를 통하여 노치 간격 1mm 선단에 반경(R)을 0.2mm, 0.4mm, 0.6mm, 0.8mm, 1.0mm 로 라운드를 주어 시험편을 제작하여 실험을 진행 하였다. 시험편에 적용되는 수직의 반복하중은 모든 시험편에 동일하게 7 kg을 가하였고 시험 회전속도는 분당 3450 회를 적하여 피로 시험을 하였다.

그러므로 시험편의 노치부 직경은 각 10mm, 10.4mm, 10.8mm, 11.2mm, 11.6mm, 12mm 이고, 각 시험편에 작용되는 굽힘 모멘트와 굽힘 응력은 다음의 수식으로 표현 할 수 있다.

$$M = \frac{(P \times L)}{2} \quad (1)$$

M 은 굽힘 모멘트, P 는 하중 그리고 L 은 부하레버의 길이를 의미한다. 이 굽힘 모멘트가 시험편의 부하레버의 길이 사이게 균일하게 가해지며, 시험편의 직경을 d라 하면 굽힘 응력은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3} \quad (2)$$

σ 는 굽힘 응력, d 는 시험편의 직경을 의미한다.

2.3 피로 시험

본 연구에서는 ABS 피로 시험편의 공정 변수 조건인 노치부 깊이 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1mm 경우를 고려하여 피로 시험편의 집중 하중을 의도적으로 계획하였다. 이에 대한 집중 하중을 유한요소법을 이용하여 계산하였다. 유한요소 해석시 사

용한 프로그램은 유한요소법 소프트웨어인 ANSYS를 이용하였다. ANSYS로 해석 시 필요한 피로 시험편의 모델링을 Fig. 7에 나타내었다. 모델의 수치적 계산의 효율을 위하여 대칭성을 이용하였고 아래의 그림에서와 같이 파란 부분을 Frictionless Support 로 적용하였다.

경계 조건은 Fig. 8의 파란 화살 표시에 Fixed support 로 설정하였고, 하중 조건으로 Fig 10 에는 구속 조건으로 고정된 면에 103.1 N·mm 의 굽힘 모멘트를 나타내었다 굽힘 모멘트는 표준 시험편상 식 (2)를 통하여 얻어지는 응력값에 대응되는 굽힘 모멘트를 구하여 정해졌다. Mesh metric 에서 피로 시험편의 Mesh 형상을 Fig 10에 나타내었고, 유한요소의 결점과 요소의 개수를 Table 1에 표시하였다.

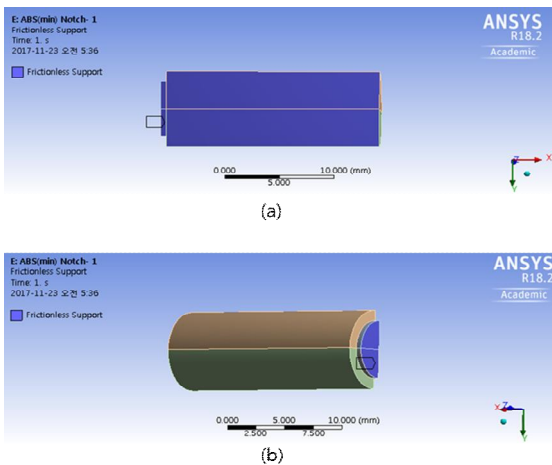


Fig. 7 Frictionless supports for the FEM model

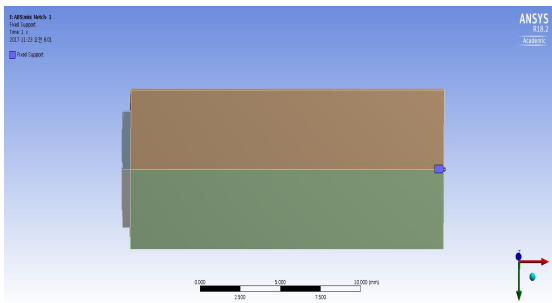


Fig. 8 Fixed support for the FEM model

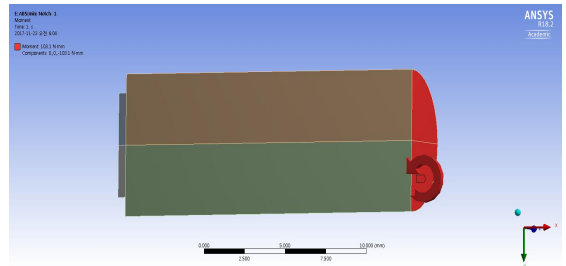


Fig. 9 Moment boundary condition for the FEM model

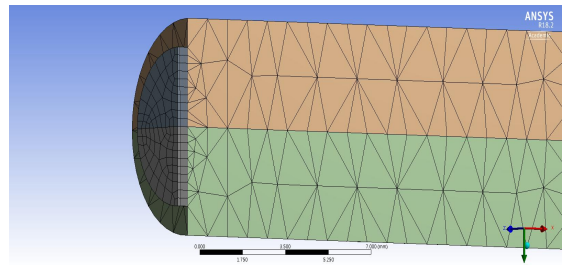


Fig. 10 Mesh generation for the FEM model

Table 1 Node and element number

Node No.	7946
Element No.	2910
Mesh	Auto

3. 실험결과 및 고찰

3.1 노치형상에 따른 피로 파괴

Fig. 11 은 3D 프린팅 기술의 공학적 특성을 이용하여 다양한 노치 형상 변화를 보여 준다. 본 피로 파괴 시험은 관리 표준 KSB B ISO 1143은 금속 시험편을 위한 기준이다. 이 기준을 적용하여 고분자 시험편을 적용할 때 매 시험의 결과의 표준편차 너무 커서 시험편의 개선이 필요하였다. 표준편차를 적게 하기 위해서 3D 프린팅으로 다양한 형상의 노치를 제작하였다.

3D 프린팅 기술로 인해 기존의 제조기술로 구현하기 힘든 복잡한 노치의 형상을 손쉽게 제조가 가능하였고, 여러 개의 부품을 만들어 설계 및 조

립하여 제조 공정을 단축할 수 있었다. 현하기 힘든 복잡한 노치의 형상을 손쉽게 제조가 가능하였고, 여러 개의 부품을 만들어 설계 및 조립하여 제조 공정을 단축할 수 있었다.

Fig. 11 와 같이 변화된 노치에 따른 피로 파괴 형상을 Fig. 12 에 나타내었다. Fig. 11 하단 그림과 같은 형상의 노치일 경우 Fig. 12 하단 그림과 같은 노치 형상 위치에 피로 파괴가 일어나 길이 방향에 수직하게 잘려나간 형상을 보여준다. 그러나 홀 형상으로 노치를 제작하였을 때 목적으로 하는 부위에 응력 집중을 유도가 되지 않는 모습을 보여준다.

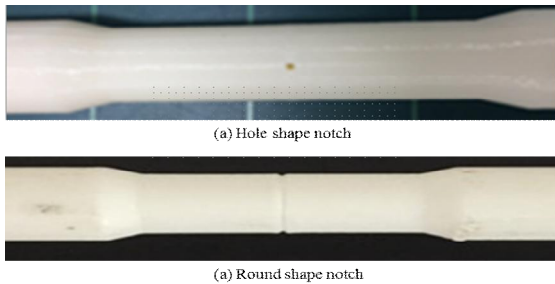


Fig. 11 Notch shape change using 3D printing technology

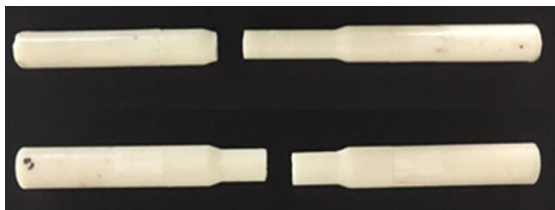


Fig. 12 Change of fatigue fracture part affected by notch shape

Table 2 Summary of fatigue test result

Notch Deep (mm)	Rev count (N)	Bending stress (MPa)
0	1742250	10.114
0.2	555450	No Analytical Solutions (KSB ISO 1143)
0.4	448500	
0.6	386400	
0.8	303600	
1	200100	

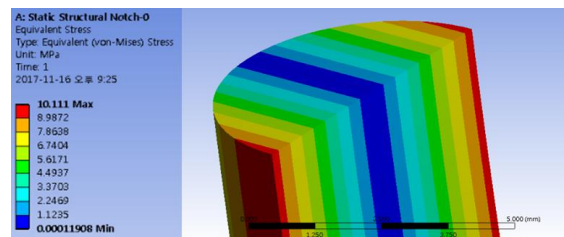
3.2 노치형상에 따른 피로 파괴

노치 깊이 0mm, 0.2mm, 0.4mm, 0.6mm 0.8mm, 1mm 의 각 시험편에 파괴되기까지 축 방향의 수직으로 반복 하중 7kg을 가하고, 시험편의 네 곳을 지지시켜 순수 굽힘 상태가 되도록 한 후 시험편을 분 당 3450회 회전시켜 Table 2과 같은 평균 결과를 얻었다.

본 피로 시험의 시험기로 사용된 One's 회전 굽힘 피로 시험기는 관리 표준이 노치가 없는 금속 시험편을 요구한다.(KSB ISO 1143). 그러므로 본 피로 시험의 공정 변수인 노치 깊이를 변경하여 피로 시험을 진행하였을 때 노치로 인하여 수직 하중 7kg의 굽힘 모멘트의 값이 노치가 없는 시험편의 경우와 차이가 발생하게 된다. 따라서 노치에 따른 ABS 시험편의 수명 예측 평가를 위해 노치가 없는 지름 12mm ABS 시험편의 굽힘 응력은 시뮬레이션을 위한 표준 데이터로 사용되었다.

3.3 유한 요소 해석법을 이용한 ABS 시험편의 피로 평가

FDM 방식의 3D 프린팅 기술로 제작된 ABS 시험편의 피로 시험에서 얻은 데이터를 이용하여 ABS 시험편의 집중 응력을 예측하기 위한 유한 요소 해석법을 수행하였다. FDM 방식으로 출력된 ABS 피로 시험편의 노치 깊이 별 유한 요소 해석 모델 형상 및 응력 집중부를 Fig 13에 나타내었다. ABS 표준 피로 시험편의 탄성 계수는 1~2.65 (GPa) 이며, 포아송 비는 0.3 이다. 굽힘 모멘트의 경우 노치가 없는 기본 시험편(노치 깊이 0mm)의 피로 시험을 수행하여 얻은 굽힘 응력을 이용하여 얻은 103.1N/mm의 굽힘 모멘트 값을 모든 ABS 시험편에 적용하였다.



(a) Notch 0mm

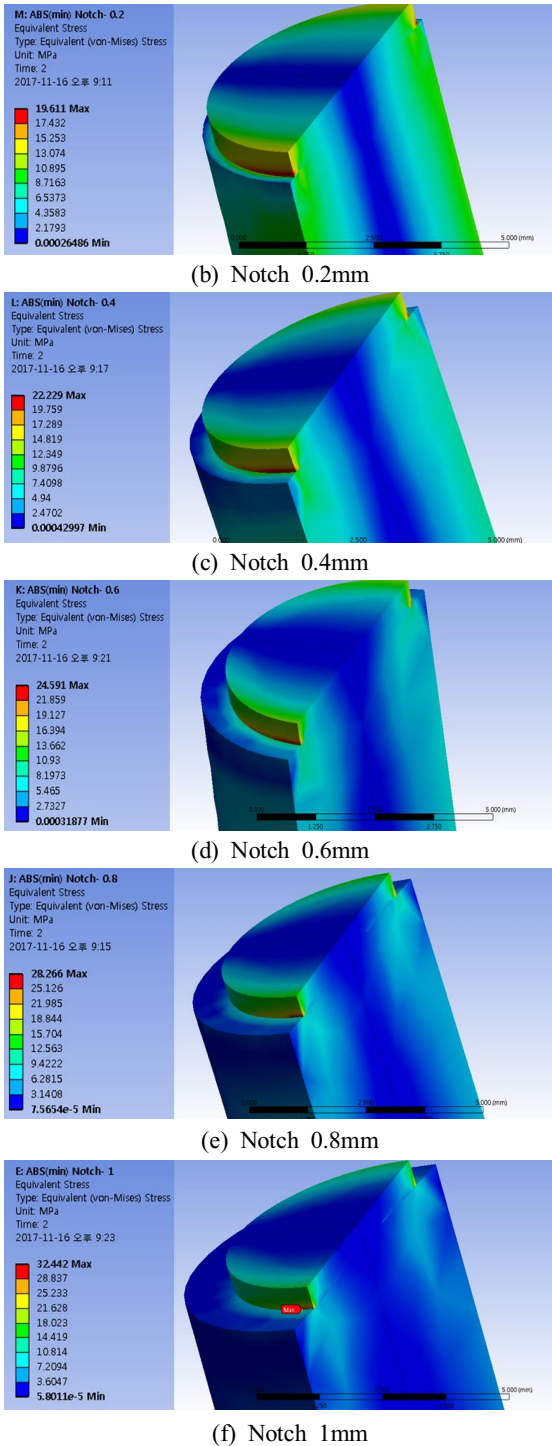


Fig. 13 Stress concentration for the FEM model

Fig. 13의 노치 없는 지름 12mm 시험편 (a)의 경우 굽힘 응력이 표면에 균일하게 적용되는 것을 확인할 수 있었다. 반면에 노치가 생김으로써 노치부에 응력이 집중되는데 이는 노치로 인하여 굽힘 모멘트가 노치 없는 시험편과 달리 노치부에 집중되어 굽힘 응력이 집중적으로 발생한 것으로 예상된다, 그러므로 ABS 피로 시험편이 노치가 존재 할 경우 실제 회전 굽힘 피로 시험기를 통해 피로 시험을 진행한다면 굽힘 모멘트가 피로 시험편의 표면에 균일하게 적용되지 않기 때문에 굽힘 응력을 측정하기에는 제한이 발생한다. 따라서 본 시험은 ABS 시험편의 피로 시뮬레이션 과정을 수행함으로 7kg 수직 하중으로 발생하는 굽힘 모멘트를 측정하여 노치부에 적용하여 노치에 집중되는 굽힘 응력을 구할 수 있었다. Table 3에는 유한 요소 해석법을 이용하여 FDM 방식의 3D 프린팅 기술로 제작된 ABS 시험편의 피로 시뮬레이션 결과값을 나타내었다. Fig 14에는 유한 요소 해석법을 이용하여 얻은 ABS 피로 시험편의 피로 데이터를 그래프로 나타내었다.

FDM 3D 프린팅 기술로 제작된 ABS 시험편의 피로 시뮬레이션을 수행한 결과 노치부의 지름이 늘어날수록 굽힘 응력 집중은 감소하고 수명이 증가함을 알 수 있었다. 그리고 피로 시험편의 노치부 지름이 10mm에서 11.6mm 까지는 피로 수명이 선형적으로 증가하는 것을 확인 할 수 있는데 이는 ABS 시험편의 노치부에 걸리는 굽힘 응력 집중의 일정한 감소의 영향이라 판단된다. 11.6mm에서 12mm 까지는 급격한 굽힘 응력의 감소로 피로 수명의 큰 차이의 증가율을 보였다. 이는 ABS 피로 시험편의 노치 존재의 유/무에 따라 측정된 차이로 판단된다.

Table 3 Average of fatigue test result by FEM

Notch Deep (mm)	Notch Bending stress (MPa)	Rev count (N)	Rev count error bar (N)
0	10.114	1742250	211269
0.2	19.611	555450	187528
0.4	22.229	448500	100559
0.6	24.591	386400	46677
0.8	28.226	303600	15180
1	32.442	200100	24342

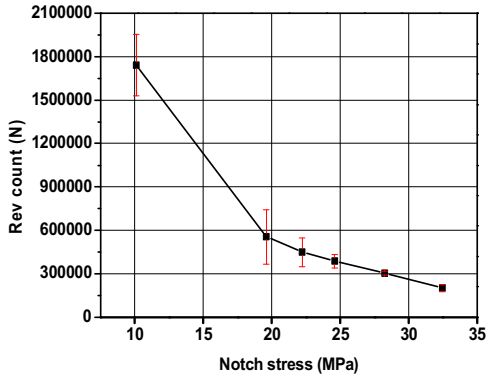


Fig. 14 S-N curve of ABS specimen fabricated by 3D printer

그러므로 본 시험에 3D 프린팅 기술로 제작된 ABS 시험편은 노치의 깊이가 1mm 일 때 노치부에 32 MPa의 집중 응력을 받아 회전수의 경수는 200100 cycle이 측정되었다. 하지만 노치가 존재하지 않을 때의 ABS 시험편의 경우는 집중 응력 없이 시편 표면에 동등한 굽힘 응력

10.11 MPa이 가해져 회전수 1742250 cycle이 측정되었다. 따라서 본 시험의 결과값을 통해 FDM 방식으로 제작된 ABS 시험편의 피로 시뮬레이션의 과정을 수행함으로써 3D 프린팅 기술로 제작된 ABS 시편의 피로 파괴에 대한 신뢰성을 검증하는데 중요한 자료가 될 것이라 판단된다.

4. 결론

ABS 수지는 최근 자동차 부품 업계에 연료 절감을 이유로 플라스틱 부품이 많은 부분을 차지하면서 ABS 수지는 자동차 부품 산업의 다양한 측면에서 사용되고 있다. 그러므로 ABS 수지를 주된 소재로 사용하는 FDM 3D 프린팅 기술 역시 많은 관심이 집중 된다. 따라서 본 연구는 자동차 산업에서 FDM 3D 프린팅 기술로 제작된 ABS 부품의 도입에 지장이 되고자 FDM 방식으로 제작된 ABS 시험편의 회전 굽힘 피로 시험을 진행하였다.

본 피로 시험에서 피로 시험 장비가 금속 시험을 표준으로 사용하기 때문에 ABS 시험편을 사용하기에는 피로 시험 맞춤 제작과 소재 특성에 따른 제약이 발생하였다. 피로 시험편의 맞춤 제작은 3D 프린터의 사이즈 제한으로 문제가 있었지만, 3D 프린팅 기술의 공학적 특성을 이용하여 ABS 피로 시험편의 3차원 설계 시 시험편을 조립식으로 제작하여 문제를 해결하였다. 그리고 소재 특성에 따른 제약은 고분자 물질의 불균일성으로 인한 피로 시험 시 파단 부위가 무작위하게 발생하였다. 이를 해결하기 위해 ABS 피로 시험편에 노치 제작 과정을 수행하게 되었다. 그러나 노치 제작을 수행하게 되면서 피로 시험의 공정 조건이 틀어져 본래 금속 시험편일 경우 균일하게 응력이 분포되던 것이 노치 존재에 따른 노치부에 응력 집중 현상이 발생하였다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서 3D 프린팅 기술을 이용하여 여러 가지 형상의 노치를 가진 ABS 피로 시험편을 제작하였고, 이를 통해서 피로 파괴가 발생하는 위치를 조절하였다. 그리고 노치 제작으로 인한 응력 집중 문제를 해결하기 위한 방법으로 기존의 금속 시험편의 형상과 같은 ABS 시험편을 제작하여 피로 시험기에서 걸어주는 굽힘 모멘트를 측정함으로써 유한 요소 해석법을 이용한 ABS 시험편의 피로 수명 평가를 수행하는데 필요한 데이터 값을 구할 수 있었다. 그러므로 ABS 피로 시험편의 노치 깊이에 따른 ABS 시험편의 피로 수명 평가의 진행을 시뮬레이션으로 수행하여 노치 깊이에 따른 노치부 집중 응력값을 구하여 FDM 방식으로 제작된 ABS 시험편의 피로 수명 예측이 가능하였다. 따라서 본 시험에서 구한 노치부 집중 응력 데이터값은 자동차 산업에서 사용되는 ABS 부품의 제작 방법으로 3D 프린팅 기술의 적용하는데 도움이 되는 중요한 자료가 될 것이다.

후 기

이 성과는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2017R1C1B5074219)

REFERENCES

1. Lyu, M. Y., Choi, T. G., "Research Trends in Polymer Materials for Use in Lightweight Vehicles", International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Vol. 16, No.1, pp. 213-220, 2014.
2. Choi, B. H., "Development of Innovative Polymer Technologies for Automobiles", AUTO JOURNAL : Journal of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 38, No. 5, pp. 15-19, 2016.
3. Park, Y. S., Choi, S. B., Kim, S. W., "A Study on the Trend and Development Strategy of Automobile Lightweight Technology" Information Analysis Laboratory on Korea institute science and technology information, 2013.
4. Kang, W. G., Yoo, S. E., Jeong, S. K., "Plastic Material Development Trends for Automobile," AUTO JOURNAL: Journal of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 31, No. 6, pp. 15-19, 2009.
5. Park, J. S., Gang, H. J., Lee, M. O., Park, K. J., Hwang, D., O., Go, S. B., Lee, J. H., Jeon, E. J., Yang, H. W., "Strategies Roadmap for International Patent Dispute Resolution(3D Printing)," Korea Intellectual Property Protection Association and Intellectual Property Protection Policy Division on Intellectual Property Office, 2015.
6. Choi, B. S., "Changes in new technologies and industrial topography 3D printing," SCIENCE & TECHNOLOGY POLICY, Vol. 26, No. 5, pp. 24-31, 2016.
7. Lee, O. S., Kim, D. H., "Reliability Estimation and Dynamic Deformation of Polymeric Material Using SHPB Technique and Probability Theory," Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers A, Vol. 32, No. 9, pp. 740-753, 2008.
8. Han, S. Y., "A Study on the Deformation Optimization of a Plastic Bezel Assembled on the Steering Wheel of an Automobiles", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 16, No. 5, pp. 105-112, 2017.
9. Cho, J. W., Min, B. S., Han, M. S., "Basic Study on Impact Analysis of Automobile," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 8, No. 1, pp. 64-70, 2017.