

2 차원 보로노이 셀을 이용한 비등방성폼의 압축하중하의 변형거동에 대한 연구

A Study on the Deformation Behavior of Anisotropic Foam under Compression Load using 2-D Voronoi Cell

* 한원희¹, #최병호², 이정무³

*W. H. Han¹, #B.-H. Choi(bhchoi@korea.ac.kr)² and J.-M Lee³

¹고려대학교 대학원 ²고려대학교 기계공학부 ³LG 화학 테크센터

Key words : Anisotropic Foam, Voronoi Cell, Honeycomb

1. 서론

대표적인 다공성 구조인 폼(foam)은 매우 낮은 밀도와 독특한 기능적 특성 때문에 상당한 관심을 받고 있다. 에너지, 소리, 화염 등의 저항 및 흡수가 폼구조에 어떤 영향을 미치는지 여러연구가 진행중이다. 폼의 생산 특성과 사용의 이해를 고찰 하기 위해서 토폴로지(Topology, 열려있는 셀, 닫힌 셀), 상대밀도, 셀 크기, 셀 모양 등을 고려하여 생산 프로세스 개선에 집중하고 있고 예측 가능성을 높게 하기 위하여 좋은 균질성 및 구조 공정에 여러 연구가 진행되고 있다. 하지만 셀의 형상을 너무 단순화하여 해석한 연구가 많아 이에 대한 보다 현실적인 고려가 필요하다. 본 연구에서는 2 차원 보로노이(Voronoi) 셀을 이용한 비등방성 폼의 압축하중하의 변형거동에 대하여 FEM 모델링 및 해석을 수행하였다. 2 차원 보로노이 셀의 이상적인 형태인 Honeycomb 모델과 보로노이 모델의 압축 하중의 변형거동에서의 항복응력(Yield Stress) 과 탄성계수(E, young's modulus) 비교 및 고찰 을 연구하였으며, 보로노이 모델의 비등방성 특성을 알아보기 위하여 셀형상비가 1.0 인 모델과 2.0 인 압축하중하의 하중-변위 관계에 대한 해석을 수행하였다.

2. 변형거동 해석

Fig 1-1, 1-2, 1-3. 은 보로노이 폼의 이상적인 형태인 Honeycomb 모델과 Voronoi 모델의 압축하중 거동을 탄소성 해석한 결과이다.

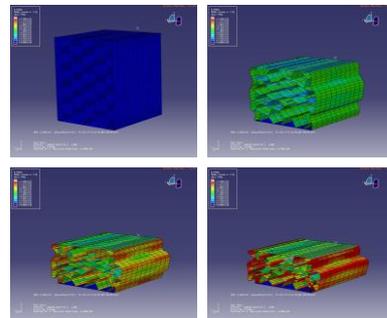


Fig. 1-1 Modeling of Voronoi foam (Honeycomb)

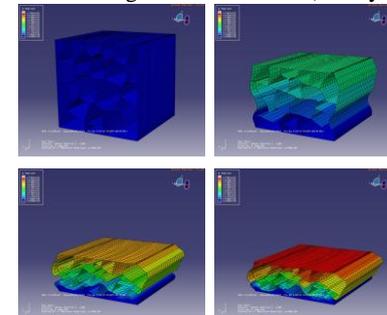


Fig. 1-2 Modeling of Voronoi foam (Random)

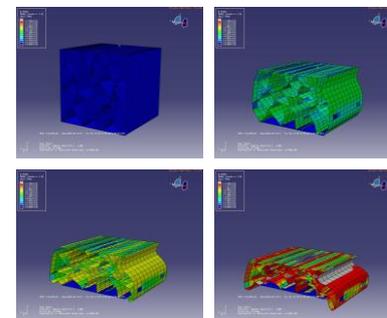


Fig. 1-3 Modeling of Voronoi foam (Anisotropic)

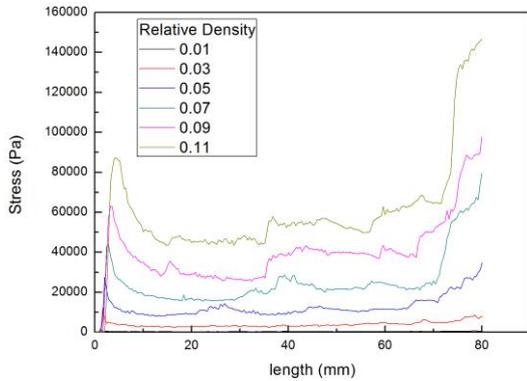


Fig. 2 Relationship between compressive stress and displacement of honeycomb cell under compression

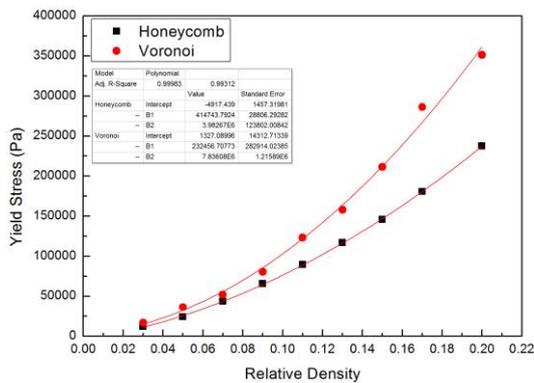


Fig. 3 Relationship between yield stress and relative density of honeycomb and random Voronoi cells

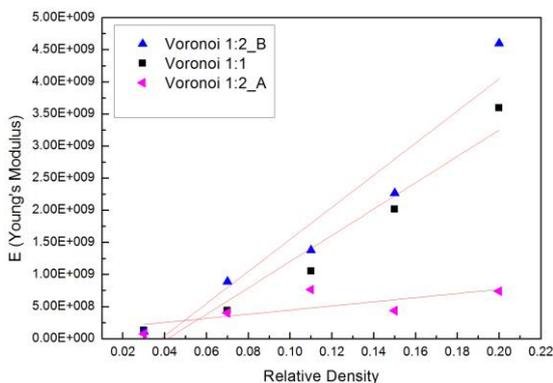


Fig. 4 Relationship between elastic modulus and relative density for isotropic/anisotropic Voronoi cells

Fig 2. 은 보로노이 폼의 이상적 모델인 Honeycomb 모델의 압축하중하의 상대밀도에 따른 변형거동을 해석한 결과이다 상대밀도가 증가할수록 전반적으로 폼에 가해지는 응력이 같은 변위에서 커짐을 관찰할 수 있다. 또한, Fig 3. 은 보로노이 폼의 모델에 대하여 상대밀도에 따른 항복응력을 해석한 결과이다. 이 그림에서 알 수 있는 것처럼 상대밀도가 증가하는 경우 항복강도가 비선형적으로 증가하는 것을 알 수 있으며, 동등한 상대밀도에서 random Voronoi 모델의 경우 Honeycomb 보다 높은 값을 나타내는데 이는 같은 밀도의 경우 random Voronoi 의 경우 상대적으로 큰 벽두께가 원인인 것을 판단된다. Fig 4 은 random (isotropic) Voronoi 모델과 비등방성(anisotropic) Voronoi 모델 (셀의 형상비 1:1 및 1:2 인 경우)의 탄성 계수를 해석한 결과이다. 이 결과를 통하여 이방성 셀의 구조를 갖는 폼의 탄성계수의 비선형적 변화를 관찰할 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 2 차원 보로노이 셀을 이용한 비등방성폼의 압축하중하의 변형거동에 대하여 FEM 모델링 및 해석을 연구하였다. 2 차원 보로노이 셀의 이상적인 형태인 Honeycomb 모델과 보로노이 모델의 압축하중의 변형거동은 상대밀도가 증가함에 따라서 항복응력 과 탄성계수가 증가함을 보였다. 이상적인 보로노이 모델의 탄성 계수는 비등방성 보로노이 모델의 항복 응력과 탄성 계수 사이에 존재하였다. 추후 본 논문의 해석 결과는 3 차원 모델링으로 확장하고, 추후 실험결과와 해석결과를 비교해 볼 것이다.

참고문헌

1. Kim, A., and Kim, I., " Effect of specimen aspect ratio on fatigue life of closed cell Al-Si-Ca alloy foam," *Acta Mechanica Solida Sinica*, **21**, 354-358, 2008
2. Gibson, L. J. and Ashby, M. F, *Cellular Solids-Structure and Properties*, 2nd edn., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1997