

엘라스토머 사출성형시 CAE 유동해석과 실제 성형품의 비교

한성렬*(부경대 대학원), 김준형, 전승경, 이규호(㈜화승R&A기술연구소), 정영득(부경대 기계공학부)

Comparison of CAE Flow Analysis and Practical Molding on Elastomer Injection Molding

S. R. Han(Grad. Mecha. Eng. Dept. PKNU), J. H. Kim, S. G. Jeon, G. H. Lee(Rubber & Automotive Ltd.),
Y. D. Jeong(Mecha. Eng. Dept., PKNU)

ABSTRACT

Thermoplastic elastomer(TPE) can be molded by conventional injection molding. Therefore TPE injection molding could be analyzed by commercial flow analysis software. However there are a little of gaps on CAE simulation results and practical molding. In this study, the properties of TPE were measured and applied to CAE simulation for comparing the simulation flow pattern and real flow pattern. The pattern that was controlled by injection time was match. The pattern that was controlled by injection stroke and rate was not match.

Key Words : Thermoplastic elastomer(열가소성 엘라스토머), Flow pattern(유동패턴), Injection time(사출시간), Injection stroke(사출스트로크), Injection rate(사출률)

1. 서론

열가소성 엘라스토머(thermoplastic elastomer; TPE)는 양호한 기계적 물성과 재생성 때문에 적용범위가 한층 넓어지고 있는 재료이다^{1,2}. 특히 TPE는 부드럽고 유연하며, 높은 신장성과 복원력을 가지고, 압출과 사출성형 등과 같은 기존의 일반적인 공정에 의해서 성형이 가능하다.

TPE가 기존의 사출성형방법으로 성형이 가능하므로 일반 플라스틱 성형해석과 같이 컴퓨터 성형해석을 TPE에 적용하여 금형설계 및 성형과정에 사용하는 것도 가능할 것이다. 그러나 일반 플라스틱의 성형해석과 관련된 연구^{3,4}는 활발하게 진행되고 있는데 반하여 TPE 성형에 관련된 성형해석 연구는 찾기 힘든 실정이다. 그리고 성형해석 결과와 실제 성형품을 비교하면 약간의 차이가 발생하는데 이런 차이의 유동해석 프로그램상의 여러 가지 가정과 실제와는 다른 가장 이상적인 상태에서의 성형해석, 재료 메이커에서 공급한 부정확한 열적, 물리적 물성 등을 이유 꼽을 수 있다.

본 연구에서는 부정확한 열적, 물리적 물성에서 오는 성형해석 결과와 실제 성형품의 차이를 줄이고자 TPE의 제조사 자체에서 성형해석에 필요한 물성을 측정하여 유동해석을 수행한 후 그 결과를 실제 성형품과 비교하였다. 그리고 이 연구는 조성이 다른 TPE의 성형해석 연구를 위한 기초연구로 사용하고저 수행되었다.

2. TPE 와 사출성형해석

TPE는 스티렌계, 올레핀계, 우레탄계, 에스테르계 등으로 나눌 수 있다. 본 연구에서 사용된 TPE는 올레핀계 중에서 TPVs(thermoplastic vulcanizates)를 사용하였다. TPVs는 폴리프로필렌(polypropylene; PP)인 하드 세그먼트와 에틸렌프로필렌고무(ethylene propylene rubber; EPDM)인 소프트 세그먼트를 혼합하여 제조한다. 실험에 사용된 TPVs는 ㈜화승 R&A에서 개발한 L2K75BK로 PP와 EPDM의 조성이 각각 29%와 71%로 혼합된 것을 사용하였다.

L2K75BK의 성형해석을 위하여 상용유동해석 프로그램인 Moldflow MPI를 사용하였다. Fig. 1은 성형해석모델과 메쉬상태를 나타낸 것으로 모델은 자동차 전기배선 파넬용 커버를 사용하였다.

본 연구에서는 실제 성형품의 사출시간(injection time)에 따른 유동패턴과 유동해석상의 시간별 유동패턴을 비교하였고, 그리고 사출 스트로크(injection stroke)와 사출률(injection rate)의 제어를 통한 유동패턴도 조사하였다.

Moldflow의 유동해석을 위하여 L2K75BK의 점도(viscosity)와 수정 2-domain Tait PVT 모델에 사용될 계수들이 측정되었다. Fig. 2는 점도측정 결과를 나타낸 것이다. 점도측정은 Rheometrics RDA-III을 사용하여 측정하였다. 그리고 L2K75BK의 유동지수는 측정 없이 프로그램내에서 점도변화가 가장 유사한 Solvay Engineered Polymers사의 TPV D21243의 용융지수를 동일하게 사용하였다.

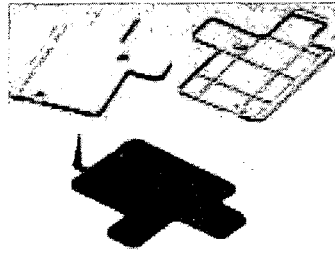


Fig. 1 Model and mesh for analysis

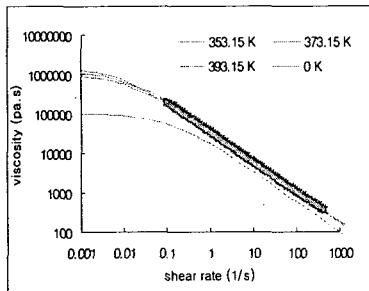


Fig. 2 Measured viscosity of L2K75BK

3. 실험결과 및 분석

Fig. 3 은 1 초에서 3 초 동안 사출시간을 제어하면서 성형한 성형품을 시간별로 나타낸 것이다.

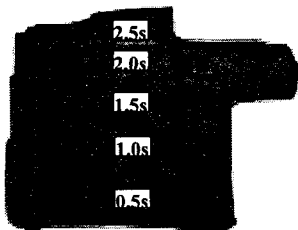


Fig. 3 Experimental moldings according to injection time

Fig. 4 는 유동해석 결과를 시간별로 나타낸 것이다. 유동해석 결과를 실제 성형품의 시간별 성형품과 비교하면 2.0 초까지의 유동은 실제와 매우 유사한 결과를 보였다. 그러나 2.5 초부터 유동해석 결과가 실제 유동보다 약간 느려지는 차이를 나타내었으나, 전체적인 경향은 실제와 거의 유사한 결과를 보였다. 사출 스트로크와 사출률의 제어를 통한 유동해석 결과와의 비교에서는 유동해석 결과가 실제의 유동과는 상당히 다른 유동패턴의 결과가 나타났다.

실제 유동패턴과 성형해석상의 유동패턴 사이에 차이가 발생하는 원인은 여러 가지 원인이 있겠지만, 측정되지 못한 L2K75BK의 실제 유동지수(melt index)가 D21243 의 유동지수 보다 크기 때문에 나타난 현상으로 생각된다.

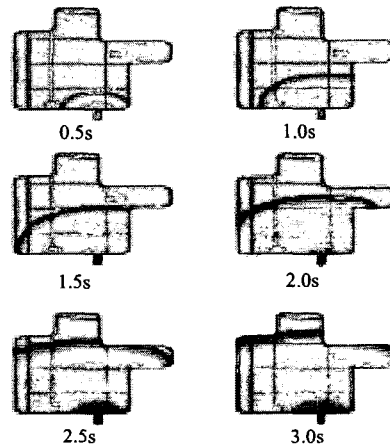


Fig. 4 Flow analysis results according to injection time

4. 결론

현재 ㈜화승 R&A 에서 생산중인 TPV 1 종에 대하여 여러 물성치를 실제로 측정후 그 물성을 유동해석에 적용하여 실제 유동패턴과 유동해석상의 성형패턴을 비교하였다. 사출시간에 대한 유동패턴은 유사하나, 사출 스트로크와 사출률에 대한 유동패턴은 상당한 차이를 보였다. 유동패턴의 차이는 실제 TPV의 유동지수와 대체된 TPV의 유동지수의 차에 의한 것이다. 유동지수의 정확한 측정이 이루어지면 PP와 EPDM의 조성이 다른 TPV에 대한 정확한 유동패턴을 예측할 수 있을 것이다.

후 기

실험용 재료 및 여러 물성 데이터를 제공해 주신 ㈜화승 R&A 기술연구소에 감사드립니다.

참고문헌

1. Curu S. Rajan, Yen T. Vu, James E. Mark and Charles L. Myers, "Thermal and mechanical properties of polypropylene in the thermoplastic elastomer state," European polymer journal, Vol. 40, pp. 63 - 71, 2004.
2. M.H.R. Ghoreishy, M. Razavi-Nouri and G. Naderi, "Finite element analysis of a thermoplastic elastomer melt flow in the metering region of a single screw extruder," Computational materials science Vol. 34, pp. 389-396, 2005.
3. 김옥래, 김무연, 이성희, 권창오, "모바일폰 커버의 휨특성 평가를 위한 사출성형에 관한 연구," 한국소성가공학회 제 15 권 제 1 호, pp. 76-81, 2006.
4. Louis G Reifschneider, "Reliability of mold filling simulation for part design," Jour. of injection molding technology, Vol.5, No. 1, pp. 38-48, 2001.