

# CFD를 이용한 고분자 압출기 Dies 최적설계에 관한 연구

김재열\*, 최진호<sup>+</sup>

(논문접수일 2009. 10. 25, 심사완료일 2009. 11. 30)

## A Study on Optimal Design of Polymer Extruder Dies by CFD

Jea-yoel Kim\*, Jin-ho Choi<sup>+</sup>

### Abstract

Extruder is divided to greatly three part at extrusion process. First, by hopper(Hopper) second, barrel(Barrel) with Screw that is point of extruder and third that is raw material supply wealth extrusion into dies(DIES) part that decide shape of do product greatly divide. Hopper is role that distribute in raw material supply wealth (Feeding zone) of Screw preserving raw material in state of high quality how at extrusion process, and make distributed raw material as Screw in barrel rotates and 3 stage and inflicting heat and pressure raw material melting(Melting) state. And raw material of melting state Screw's measuring stoker(Metering zone) whereabouts anaphora do and product is completed through pipe channel of dies. Dies that is the most important as Screw in extrusion is part that is last part of melting state process of raw material and causes huge effect in quality of product. If more than design of dies happens, manufacture itself of dies is hard, but there are a lot of amount of losses accordingly. In this research, make pipe channel that raw material of melting state flows in dies can present dies basic design method through flow analysis of ideal pipe channel using CFdesign.

**Key Words** : Extrusion process(압출공정), Feeding zone(원료공급부), Metering zone(계량화부), Manufacture(제조), Basic design method(기초설계방법), Flow analysis(유동해석)

## 1. 서론

압출기를 원리적으로 크게 구분하면 비스크류 압출기와 스크류 압출기로 나눌 수 있다. 물과 기름을 운반하는 펌프

에 이용하는 것은 플라스틱 비스크류 압출용으로서 이용의 간이성은 있으나 요즘 가장 많이 사용되고 있는 것은 스크류 압출기이다. 스크류 사용은 많은 압출공정에서 사용되어 지고 있으며, 플라스틱재료, 의약품재료, 식품재료, 고분자복

\* 조선대학교 메카트로닉스공학과 (jykim@chosun.ac.kr)  
주소: 539-710 광주시 동구 서석동 375

+ 조선대학교 대학원 첨단부품소재공학과

합재료, 철 및 세라믹 분말재료 등과 같이 다양한 재료의 복합적인 가공과 성형 공정으로 많은 사용이 되어 지고 있다. 압출공정에서 압출기는 크게 세가지의 부분으로 나누어진다. 첫째, 원료공급부인 호퍼(Hopper) 둘째, 압출기의 핵심인 Screw가 있는 베럴(Barrel) 그리고 세 번째로 압출되는 제품의 모양을 정해주는 다이스(Dies) 부분으로 크게 나누어진다. 압출공정에서 호퍼는 원재료를 얼마나 고품질의 상태로 보존하면서 Screw의 원료공급부(Feeding Zone)에 배급하는 역할이고, 베럴 안의 Screw는 회전을 하면서 배급된 원료를 3가지의 단계를 열과 압력 가하여 원료를 용융(Melting) 상태로 만든다. 압출가공에서 Screw만큼 가장 중요한 다이스는 원료의 용융상태 과정의 마지막부분이고 제품의 품질에 막대한 영향을 끼치는 부분이다. 다이스의 설계 이상이 발생하면 다이스의 제작자체도 힘들지만 그에 따른 손실액도 많다. 본 연구에서는 다이스에서 용융상태의 원재료가 흘러가는 관로를 CFDdesign을 사용하여 이상적인 관로의 유동 해석을 통해 다이스 기초적인 설계 방법을 제시할 수 있도록 한다.

## 2. 해석대상 및 조건

본 연구에서 해석대상의 다이스는 단축압출기에 장착되어지는 고분자 튜브용 다이스의 관로를 해석하였다. Fig. 1은 다이스의 전체적인 모델링을 나타내었다.

Fig. 1의 다이스는 전체적으로 24개의 부품들의 조립으로 이루어져있다. 그리고 본 연구에서는 압출성형용 Melting-Single Screw의 CFD해석으로 고분자 재료의 Screw 출구해석데이터를 바탕으로 다이스의 관로 해석을 수행하였다. 그리고 다이스의 관로 해석을 위해 관로를 제외한 모든 부분은 제거

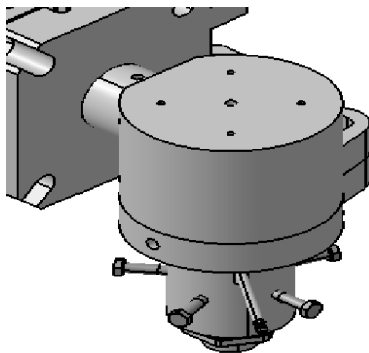


Fig. 1 Drawing of Dies part

었다.

Fig. 2는 다이스의 관로 해석을 위해 다이스를 CATIA를 사용하여 간단하게 모델링하였다.

Fig. 2를 바탕으로 다이스의 관로 해석을 수행하였다.

일반적으로 단축 스크류 압출기의 압출에 있어서 압출 성능의 기반이 되는 기본적인 요소로 스크류의 압축비(C/R)와 유효길이(L/D)가 중요하다. 압축비(Compression ratio)는 스크류의 공급부(Feed zone)와 계량화부(Metering zone)의 나선 길이의 1피치당 체적비에 따라 나타내며 계산식은 다음 식 (1) 과 같다.

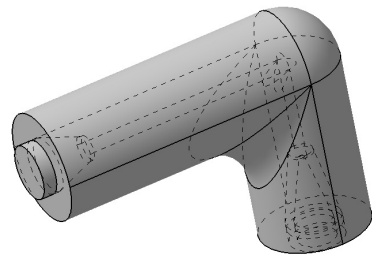
$$C/R = \frac{(\frac{1}{4})(D^2 - (D - 2L_f)^2)}{(\frac{1}{4})(D^2 - (D - 2L_m)^2)} \quad (1)$$

C/R : 압축비

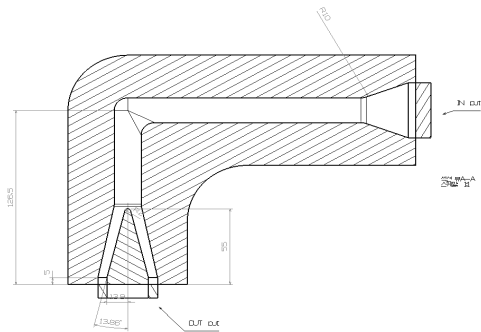
$L_f$  : 공급부 스크류 길이

$L_m$  : 계량화부 스크류 길이

D : 스크류 지름



(a) 3D-Modeling of Simple Dies



(b) 2D Drawing of Dies pipe

Fig. 2 Simple Drawing of Dies pipe

### 3. 해석조건

#### 3.1 Screw 모델링 조건

Table 1 Dimensions of the screw

	D(mm)	H(mm)	L(mm)
Standard	40.0	1.6	240
1			
2			
3			
4			
5			
6			

	Helix pitch (mm)	Helix angle (mm)	Front helix round (mm)	Back helix round (mm)
Standard	42	30	1.6	2.5
1	42		0.7	2.1
2	42		1.4	2.8
3	24		1.6	2.5
4	44		1.6	2.5
5	24		0.7	2.1
6	36	1.3	2.7	

#### 3.2 다이스 입·출구 해석조건 값

Table 2 Analysis condition value of Dies In·Out put

	IN-put			OUT-put		Material properties
	V (m/s)	P (MPa)	T (°C)	V (m/s)	T (°C)	
Standard	4.07E-05	118	350	4.07E-05	350	Table 3
1	0.00011	118	350	0.00011	350	Table 3
2	7.18E-05	118	350	7.18E-05	350	Table 3
3	0.000204	118	350	0.000204	350	Table 3
4	0.000474	118	350	0.000474	350	Table 3
5	3.12E-05	118	350	3.12E-05	350	Table 3
6	0.000172	118	350	0.000172	350	Table 3

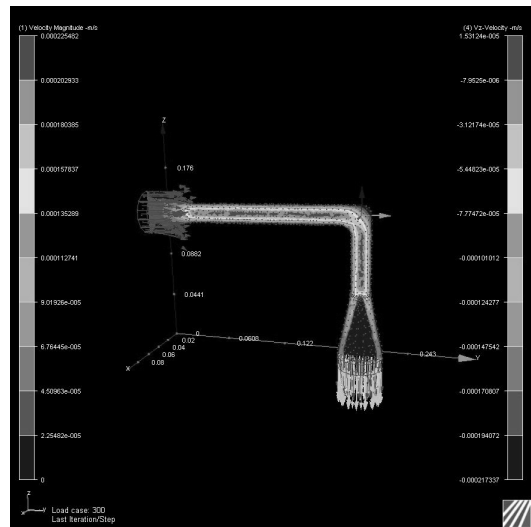
### 3.3 고분자 재료 물성 값(PEEK)

Table 3 Material properties of matter

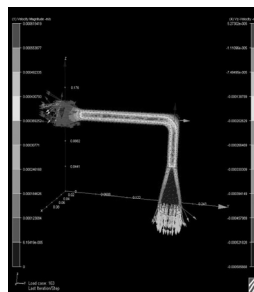
Density	1.3g/cm <sup>3</sup>
Viscosity	0.001003 Ps-s
Conductivity	237.4 W/m-K
Specific Heat	0.27531 J/kg-K
Melting Temperature	350°C
Pressure	118MPa

### 4. 해석 및 고찰

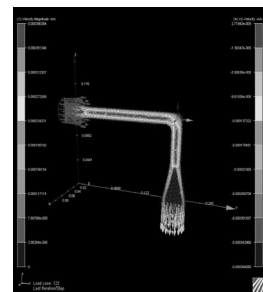
본 연구에서 압출기에서 Screw 다음으로 제품 생산에



(a) Standard Dies



(b) Number 1 Dies



(c) Number 2 Dies

Fig. 3 CFdesign analysis (Continued)

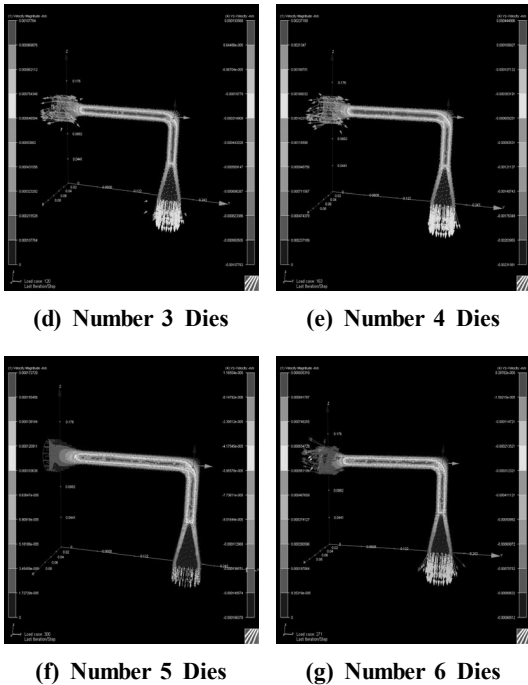


Fig. 3 CFdesign analysis

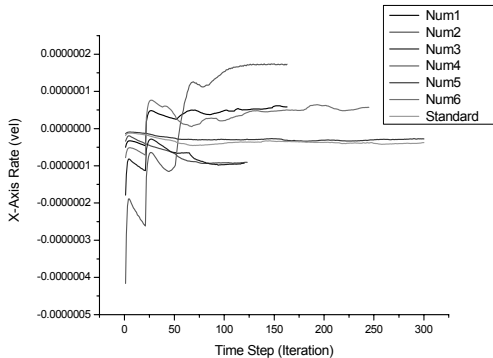


Fig. 4 CFdesign analysis result

서 가장 중요한 다이스 부분의 고분자 유동해석을 실시하였다.

CFdesign해석은 Table1, 2, 3을 기준으로 수행하였고 모델링은 Fig. 2를 사용하였다.

Fig. 3 CFdesign 해석에서 출력된 결과 값을 Fig. 4에 그래프로 나타내었다.

## 5. 결론

본 연구결과 압출기의 Screw의 토출에 비례하여 압출다이스에 해석 값이 모두 다르고 그에 따른 결과 값 또한 이상 차이를 보이고 있다.

- (1) 이상적인 유동성을 보인 Standard 다이스와 Number 5의 다이스는 Table 1, 2, 3 압출 Screw의 고분자 압출 성형 데이터와의 적합성을 보여주고 있다.
- (2) Standard 다이스와 Number 5 다이스를 제외한 다이스의 결과 값은 CFdesign 해석 도중 중도되는 결과를 보인다.
- (3) 향후 압출Screw와 본 연구에서 사용한 다이스의 동시 CFdesign을 수행하여 보다 정확한 결과 값을 찾아 압출 성형에서의 균일한 제품생산에 적용 데이터를 찾아낼 것이다.

## 후기

본 연구는 산업자원부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

## 참고 문헌

- (1) Varady, T., Ralph, R., and Jordan, C., 1997, "Reverse engineering of geometric models an introduction," *Computer-Aided Design*, Vol. 29 No. 4, pp. 255~268.
- (2) Piegl, L. and Tiller, W., 1996, "Algorithm for approximate NURBS skinning," *Computer-Aided Design*, Vol. 28, No. 9, pp. 699~706.
- (3) Werner, A., Skalski, K., Piszczatowski, S., Swieszkowski, W., and Lechmiak, Z., 1998, "Reverse engineering of free-form surfaces," *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 76, pp. 128~132.
- (4) Liu, S. and MA, W. 1999, "seep-growing segmentation of 3-D surfaces from CT-contour data," *Computer-Aided Design*, Vol. pp. 517~536.
- (5) Yoon, J. B., 2000, "Simulation of Heat and Fluid Flow in the Single Screw Extruder with Coupling of the Metering Section and Die". Graduate School, Hanyang Univ..

- (6) Yoon, J. Y., Hwang, Y. K., Park, J. S., Ko, T. J. and Park, J. W., 2002, "An Integrated CAD System for Design of Extruder Screw," *Journal of Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 19, No. 8., p. 100.
- (7) Kim, C. K., Cho, S. H. , 2002, "Numerical Study on the Behavior Characteristics of a Screw in Injection Molding Machine," *J. of KSMTE*, Vol. 11, No. 5, pp. 30~37.