

미세성형품의 치수변화에 미치는 공정변수의 영향 Effect of process parameters on dimensional changes of micro forged part

*#이영선¹, 이지은¹, 이정환¹

*#Y. S. Lee(lys1668@kims.re.kr)¹, J.E. Lee¹, J.H. Lee¹

¹ 한국기계연구원 부설 재료연구소

Key words : SUS, Dimensional changes, Formability, Parameter's influence, Fine molding

1. 서론

냉간 단조는 소재의 절감, 정밀한 가공, 재료의 기계적특성 향상 등의 이점이 있다. 냉간 단조로 품질이 좋은 제품을 생산하기 위해서는 타당한 치수와 형상으로 제품 설계를 하는 것이다. 소재에 작용하는 응력이 큰 냉간 단조의 특성상 응력집중을 피하는 형상으로 금형을 설계하고 가공에 적당한 소재를 선택하는 방법 등으로 안정적인 제품의 생산이 가능해진다. 냉간 단조품의 치수차이는 단조 공정과정과 금형의 탄성 변형에 의해 발생한다.

본 연구는 유한요소해석 프로그램을 이용하여 Pin hinge와 같은 미세 성형품의 단조 공정 동안에 치수변화에 미치는 변수의 영향에 대하여 그 결과를 분석 하였다

2. 유한요소해석

Pin hinge 냉간 단조 공정 동안에 발생하는 치수의 변화를 분석하기 위해 단조품의 탄성변형과 단조 금형의 탄성회복을 고려할 수 있도록 금형은 탄성체, 단조품은 탄소성체로 간주하여 탄소성 유한요소해석(DEFORM-2D)을 수행하였다.

단조품의 치수변화에 영향을 미치는 소재 내 잔류응력을 고려하기 위해 가압(loading), 제하(unloading), 취출(ejecting) 공정의 순서로 해석을 진행하였다.

Table.1 Chemical composition of SUS XM-7

단위(wt.%)					
Fe	Cr	C	Mn	Ni	P
69	18	0.15	2	9	0.2

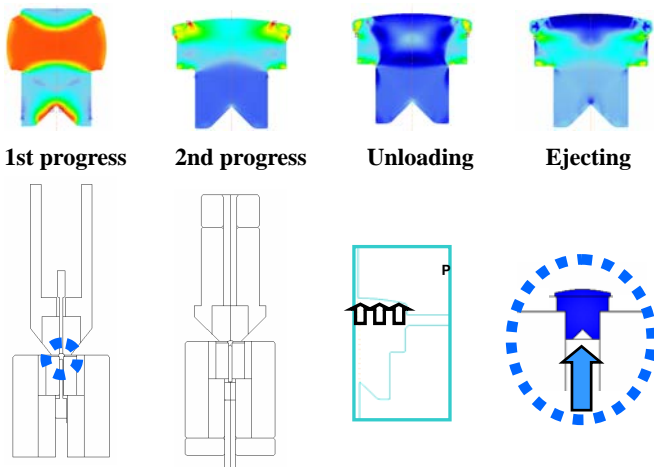


Fig. 1 pin hinge cold forging of Progress

Table.2 Material properties of SUS XM-7

Tensile Strength	Yield Strength
1125.9~1128Mpa	1090~1093.5 Mpa

Table.3 Pin hinge multi cold forging analysis - 1st

1st	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Stress	361	1061	1130	1175	411	1169	1166
Strain	0.1	1.08	0.69	1.32	0.13	0.85	0.87

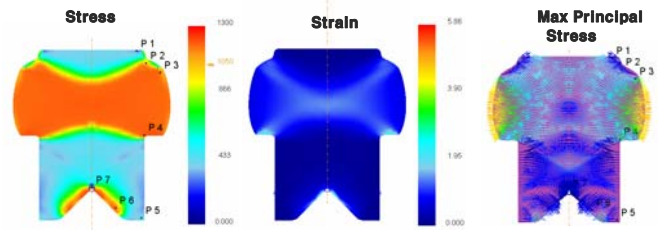


Fig. 2 pin hinge multi cold forging analysis - 1st

Table.4 The FE model for Dimensional analysis of cold forged pin hinge

Progress	Loading	Unloading	Ejecting
Workpiece	Elasto-Plastic	Elasto-Plastic	Elasto-Plastic
Die	Elastic	Elastic	Elastic

금형 설계 시 펀치(punch)와 펀치홀더(punch holder), 다이(die)와 다이홀더(die holder)를 분할구조로 설계하였다. 다이(die)에서는 플레이트(plate)와 인서트 플레이트(Insert plate)를 분할 설계하여 하중의 분할을 고려하였고 부품별 열박음을 한 조건으로 해석을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Die stress analysis

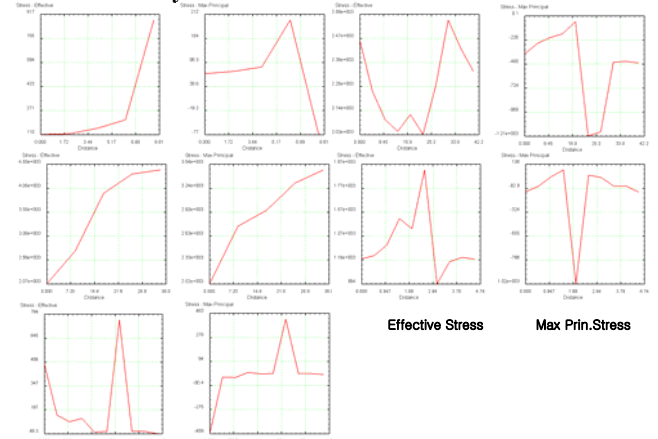


Fig. 3 Die stress analysis: die by parts

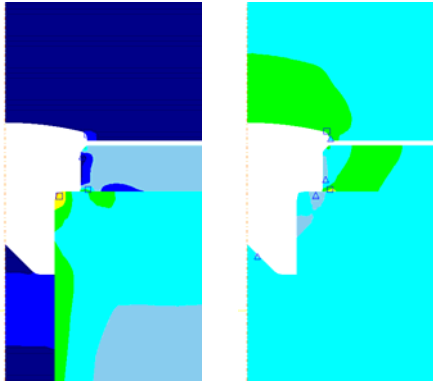


Fig. 4 Die stress analysis: die by point

Pin hinge 의 금형응력해석을 실시하여 얻은 금형의 부품별 유효응력 및 주응력의 분포를 point 별로 분석하였다.

3.2 Forged tool volume changes

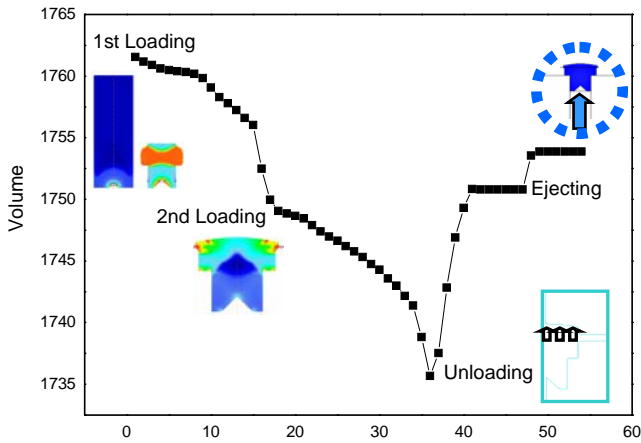


Fig. 5 Forged tool volume by progress

Fig.4 에서는 ejecting 후 단조품의 탄성회복이 발생하고 있음을 알 수 있다.

3.3 Die Dimensional changes

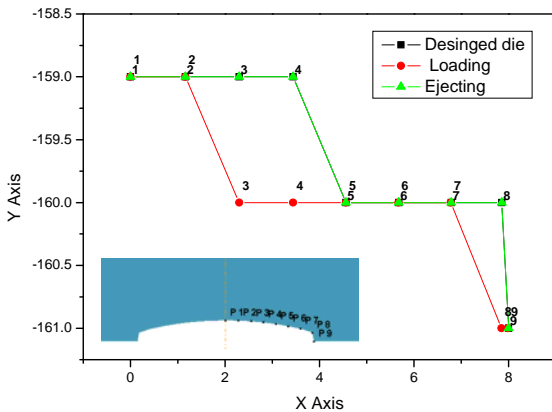


Fig. 6 Punch Dimensional changes

Designed 금형과 loading, unloading, ejecting 의 경우를 유한 요소 해석법으로 수행한 후 금형의 치수변화를 살펴보니 응력이 집중 되는 곳에서 치수변화가 더 크게 발생했다.

변형의 정도를 좌표로 분석한 결과 가압 후 X 축으로 40 μm 정도 팽창되었고, 제하, 취출 후 수축하여 금형에서도 탄성회복이 발생됨을 알 수 있다.

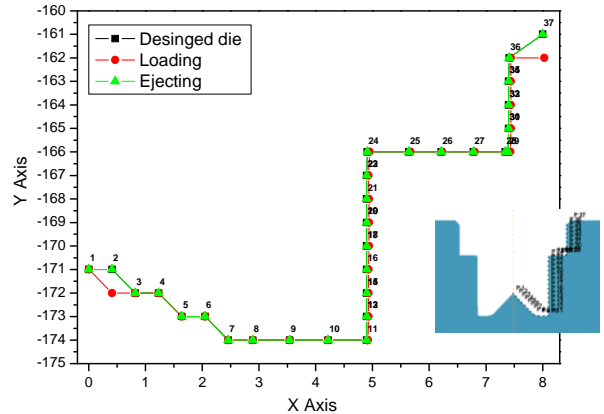


Fig. 7 Die Dimensional changes

4. 결론

냉간단조에서 금형과 단조품은 탄성변형을 반복한다. 따라서, 마이크로미터단위의 미세성형품의 치수변화의 변수는 단조 공정의 변화에 의한 금형의 응력의 증가와 감소, 금형의 구조설계, 연속공정시 발생하는 금형의 열팽창에 따른 치수변화, 금형의 탄성변형 등 복합적으로 발생되므로 정밀 분석을 통해 실제 현상을 보다 정밀하게 규명해야 한다.

후기

본 연구는 부품소재기술지원 사업의 일환으로 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 이영선 외, “냉간단조용 금형 수명에 미치는 공정변수의 영향”, 한국소성가공학회 2005 춘계학술대회 논문집, pp215-218
2. John Walters, Wei-Tsu Wu, Anand Arvind, Guoji Li, Dave Lambert Tang, 2000, “Recent development of process simulation for industrial applications”, J. of Materials Processing Technology 98, pp205-211
3. Y.S.Lee, J.H.Lee, Y.N.Kwon, T.Ishikawa, 2004, “Experimental and FE analysis to predict the dimensional changes of workpiece and tool in cold forging”, Proc. of Int. Conf. NUMIFORM2004, pp.504-509
4. J.R.Cho, W.J.Kang, M.G.Kim, J.H.Lee, Y.S.Lee, W.B.Bae, 2004, “Distortion induced by heat treatment of automotive bevel gears”, J. of Materials Processing Technology, Vol.153-154, pp.476-481
5. Y.S.Lee, J.H.Lee, Y.N.Kwon, T.Ishikawa, 2004, “FE-modeling approaches to accurate dimension prediction for the cold forged part”, J. of Engineering Manufacture B, Vol. 218, pp.1709-1722