

유전 알고리즘을 이용한 단조공정중 중간 공정 최적설계

*정 제 숙, 황 상 무
포항공과대학교 기계공학과

Optimal Intermediate Process Design in Forging by Genetic Algorithm

Jea-Sook Chung and Sang-Moo Hwang
Department of Mechanical Engineering
Pohang University of Science and Technology (POSTECH)

ABSTRACT

The investigation deals with the design of a intermediate process condition having a bolt-shaped final product where it is required to extend tool-life in forging. In this study, optimization of the design variables is conducted by a genetic algorithm, where the fitness values are evaluated on the basis of FEM analysis model. The approach is applied to the determination of the intermediate process conditions which are optimal with regard to minimization of peak die pressure.

1. 서론

단조공정에 대한 연구는 그 적용범위가 넓은 만큼 많은 영역에서 연구가 이루어지고 있다. 주된 연구 내용은 현장에서 발생한 문제를 해결하는 연구와 경영자의 입장에서 경비절감과 품질향상을 위한 연구들이다. 단조 부품은 결함이 없어야 하며 기계적 성질이 우수해야 한다. 같은 최종형상을 가지는 같은 재료의 제품이라도 금속의 변형된 경로에 따라 그 제품이 가지는 기계적 성질은 크게 다르며 경우에 따라서는 결함의 유무가 결정될 수 있다. 한편 단조 공정은 전체 비용중 많은 부분이 금형과 관

련되어 있다. 금형의 형상은 금속의 흐름을 제어하므로 최종 제품의 품질과 프레스의 용량을 결정하는 가장 큰 변수이다.

유한요소법등의 컴퓨터를 이용한 해석방법의 개발로 실제로 단조공정을 거치지 않고도 시뮬레이션을 통하여 결과를 예측할 수 있게 되었다. 그러나 이러한 기술을 보유하고 있어도 단조공정의 주요인자들이 어떤 특정한 목적에 맞게 최적화 되도록 공정을 설계하는 것은 여전히 시행착오를 요구하는 어려운 작업이다. 본 연구에서는 금형 수명의 연장 측면에서 단조 공정에 사용되는 주요인자들을 최적화 하였다. 최적화 방법으로는 본 연구에서 개발한 수정 미세 유전 알고리즘(modified micro genetic algorithm)^[1]을 이용하였다.

2. 본 론

2.1 유전 알고리즘

이미 발표되어 널리 사용되고 있는 단순 유전 알고리즘(simple genetic algorithm)^[2], 미세 유전 알고리즘(micro genetic algorithm)^[3]과 마찬가지로 본 연구에서 개발한 수정 미세 유전 알고리즘도 재생산, 교배, 돌연변이 과정을 거친다. 재생산 과정은 한 세대가 구성하는 여러개체들중 목적에 적합한 개체일수록 다음 세대의 진화시에 살아남을 확률이 많은 적자생존의 법칙이 적용되는 부분이다. 최적화 문제와 연관시켜볼 때, 한 세대의 여러 가지 경우의 조건이 서로 경쟁하여 이들로부터 얻어진 목적함수의 값에 따라 다음세대로 진화될 확률이 결정되게 된다. 교배단계에서는 서로 다른 개체가 가진 각각의 변수들이 서로 형질을 교환하는 단계이다. John Holland^[4]에 의해 처음 소개된 유전 알고리즘은 변수 값들을 이진수로 암호화한다. 그 뒤 개발된 여러 종류의 유전 알고리즘에서도 대부분 변수 값을 이진수로 암호화한다. 본 연구에서는 그레이 코드(gray code)^[5]를 사용하였다. 형태는 이진수와 같이 0과 1의 조합이지만 십진수와 대응하는 방법이 다르다. 그레이 코드는 대응되는 십진수가 1만큼 바뀌면 그레이 코드도 단지 1비트만이 바뀌게된다. 교배는 이들 0과 1의 기호열이 난수 발생에 의해 결정된 적당한 위치에서 두변수가 서로 기호열의 일부분을 교환하는 작업을 한다. 돌연변이는 기호열의 각 비트에 대하여 난수를 발생시켜 어느 기준보다 작으면 0은 1로, 1은 0으로 바꾸는 단계이다. 돌연변이의 역할은 모든 개체가 전부 같은 값을 가지게 되면 더 이상 주변 값을 찾는 진화는 일어나지 않는데, 이때 단지 한 두 비트의 돌연변이로 새로운 개체가 나올 수 있는 가능성을 부여한다.

2.1 금형에 걸리는 최대 임계응력의 최소화

마모의 관점에서 볼 때 금형에 걸리는 압력은 금형수명에 큰 영향을 미친다. 본 연구에서는 나사를 단조공정으로 제작하는 경우에 대한 적용이다. 좌굴방지를 위해 보통 2개 이상의 금형을 사용하는데 상하 금형중 아래 금형의 곡선부위에 최대 응력이 작용하게 된다. 그 부위에 걸리는 최대 응력값을 최소화 시키므로써 마모에 의한 손상의 위험을 줄일 수 있다.이 값의 최소화를 위하여 다음과 같은 조건의 문제에 대하여 최적화 작업을 수행 하였다.

사용된 재료 : $\bar{\sigma} = 153.9 + 697.1 \bar{\epsilon}^{-0.226} \text{ MPa}$

설계변수 : • Fig. 1의 a, θ

• 금형교체시기

Fig. 2에는 예측된 모델의 성형과정을 나타내었다. 높이의 70% 까지 성형하였고 최종 금형하나만을 사용했을 때 보다 최적화된 모델의 경우 곡선부위에 걸린 최대 응력값이 약 36.4% 개선된 결과를 보였다.

3. 결 론

유전알고리즘은 미분치를 바탕으로 하는 방법과는 달리 목적함수이외의 어떠한 값도 요구되지 않는다. 따라서 목적함수의 선정에 있어서 별 어려움이 없다. 또 목적함수가 바뀌어도 유전 알고리즘과 관계된 부분은 많은 수정이 필요없이 그대로 사용할 수 있으므로 목적함수를 얻을수 있는 방법만 있으면 적용하기가 매우 용이하다. 단점으로는 본 연구와 같이 비정상상태에 대한 해석의 경우 한 경우에 대한 목적함수를 구하기 위해 소요되는 시간이 많은 경우 많은 반복계산에 따른 전체적인 컴퓨터 소모 시간이 문제가 될 수 있다. 그러나 나날이 발전해가는 컴퓨터 성능과 해결해야할 여러 문제들을 고려해 볼 때 본 방법은 훌륭한 해결책이라 생각한다.

4. 참고문헌

- [1] J. S. Chung and S. M. Hwang, " Application of Genetic Algorithm to Die Shape Optimal Design in Extrusion," Journal of Material Processing Technology, will be printed.
- [2] D. E. Goldberg, Genetic Algorithm in Search, Optimization, and Machine Learning, Addison Wesley Publishing Company, 1988.
- [3] K. Krishnakumar, " Micro Genetic Algorithm for Stationaty and Nonstationary Function Optimization", SPIE Proceedings, Vol. 1196, 1989, p. 289-296.
- [4] J. H. Holland, Adaptation in Natural and Artificial Systems, University of Michigan Press, Ann Arbor, 1975.
- [5] R. B. Hollstein, Artificial Genetic Adaptation in Computer Control System, Doctoral dissertation, University of Michigan, 1971.

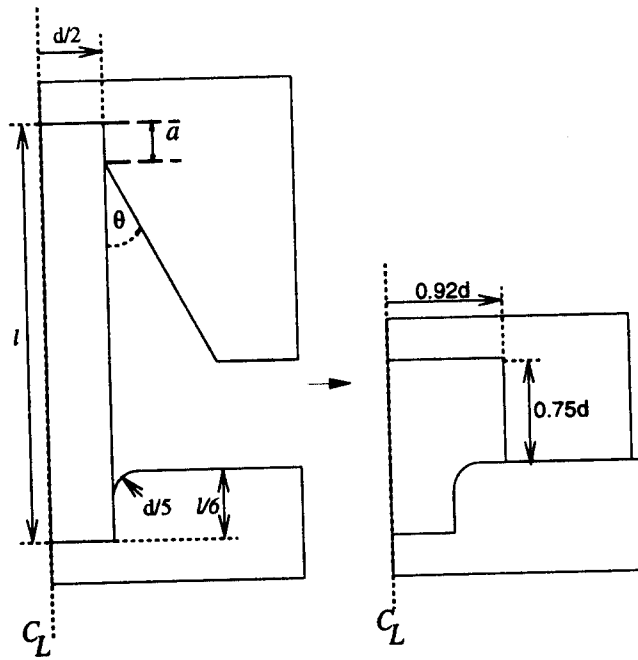


Fig. 1 Analysis model

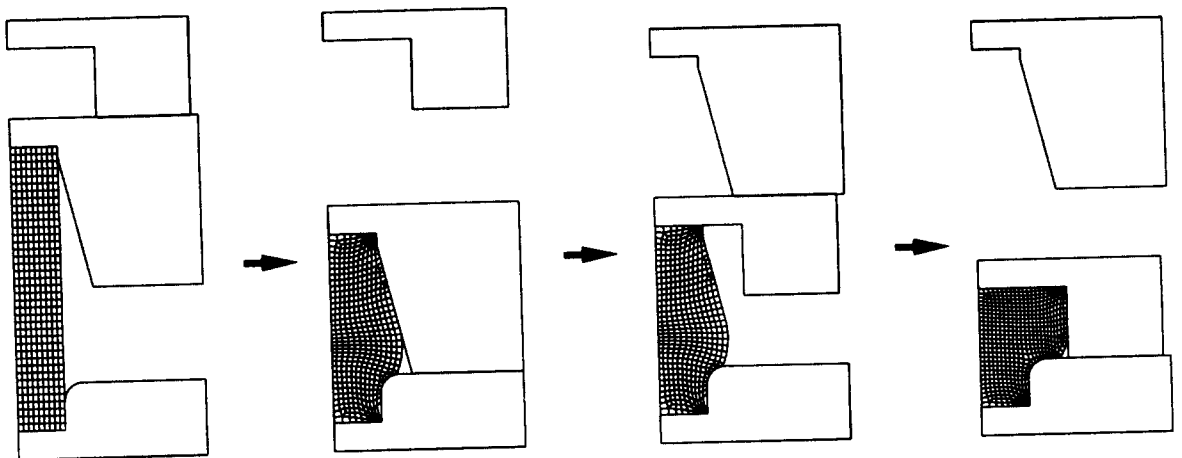


Fig. 2 Simulation of entire forging process using designed blocker die and stroke