

재료이용을 향상을 위한 피스톤 크라운 성형공정 연구

최호준¹, 최석우¹, 윤덕재¹, 정한수¹, 최익준¹, 백동규², 최성규², 박용복³, 임성주[#]

Study on Forming Process of Piston Crown Using Near Net Shaping Technology

H. J. Choi, S. Choi, D. J. Yoon, H. S. Jung, I. J. Choi, D. K. Baek, S. K. Choi, Y. B. Park, S. J. Lim

Abstract

The forging process produces complicated and designed components in a die at high productivity for mass production and minimizes the machining amount for favorable material utilization; the forging products used at highly stressed sections are well accepted at a wide range of industry such as automobile, aerospace, electric appliance and et cetera. Accordingly, recent R&D activities have been emphasized on improvement of forging die-life and near net shaping technology for cost effectiveness and better performance. Usually closing and consolidation of internal void defects in a ingot is a vital matter when utilized as large forged products. It is important to develop cogging process for improvement of internal soundness without a void defect and cost reduction by solid forging alone with limited press capacity. For experiments of cogging process, hydraulic press with a capacity of 800 ton was used together with a small manipulator which was made for rotation and overlapping of a billet. Size of a void was categorized into two types; \varnothing 6.0 mm and \varnothing 9.0 mm to investigate the change of closing and consolidation of void defects existed in the large ingot during the cogging process. In addition for forming experiment of piston crown air drop hammer with a capacity of 16 ton was used. The experiment with piston crown was carried out to show the formability and void closing status. In this paper systematic configuration for closing process of void defects were expressed based on this experiment results in the cogging process. Also forging defects through forming process for piston crown was improved using the experiment results and FE analysis. Consequently this paper deals with the effect of radial parameters in cogging process on a void closure for large forged products and formability of piston crown.

Key Words : Free Forging, Cogging Process, Radial Parameters, Void Closure, Manipulator

1. 서 론

피스톤크라운(Piston crown)은 단조강으로 제조되며 원주방향으로 크롬도금이 되어 있는 4개의 홈이 있어 여기에 피스톤 링(Piston Ring)이 조립되어 연소실의 공기압축 및 폭발열을 라이너(liner)로 전달하여 냉각시키는 역할을 한다. 특히 가스를 압출하여 연소실에서 열에너지를 운동에너지로 바꿔주는 역할을 수행한다.

레이디얼 포징(radial forging, RF) [1]은 열간 또는 냉간에서 주로 긴 소재(cast billet, ingot etc)의 단면 직경을 줄이기 위하여 이용하며, 전체 소재 길이를 따라서 변형순서가 정해지고 이에 따라 단면감소를 단계적으로 얻어내는 점진 성형공정(incremental process) 중에 하나이다. 레이디얼 포징 중에서 스웨이징 공정(swaging process) 이나 코깅공정(cogging process) 등이 대표적 공정이라고 하겠다.

코깅공정은 스트레칭 공정(stretch process)이라고

1. 한국생산기술연구원

2. ㈜케이에스피

3. 공주대학교

교신저자: 한국생산기술연구원, E-mail: lim@kitech.re.kr

도 불리며 소재를 반경 또는 반지름방향(radial direction)으로 성형시키는 단조공정(forging process) 중에 하나로써 단면형상을 줄이고 길이는 증가시키는 공정이다. 특히 코깅공정은 단조제품들의 크기, 형상 및 재질 등의 다양한 특성에 따라 많은 공정변수들이 복합적으로 작용하고 있어 연구[2-3]에 어려움이 존재한다. 피스톤크라운 제품은 기존의 경우 재료의 손실이 많아 원가 상승에 원인이 되어왔다. 따라서 본 논문에서는 준정형 가공(Near net shape) 기법을 이용하여 일체형으로 열간 단조를 수행하였다.

피스톤크라운 열간단조 공정은 성형량이 크고 단조품의 사이즈가 크기 때문에 핸들링이 어렵고 성형 시 재료유동성 향상을 위한 공정설계 및 실제 현장적 경험을 통한 고도의 성형기술 확보가 중요하며 이를 위한 성형해석 결과와 많은 실험적 결과의 축적이 매우 중요하다.

본 연구에서는 선박엔진부 고열원 조건에서 열과 관련하여 피스톤 기능을 수행하는 피스톤크라운의 열간 단조 Near net shape 성형공정을, 실험과 해석을 이용하여 그 성형 가능성을 검토하였으며, 피스톤 크라운에 존재하는 기공의 형태를 달리하여 성형공정 중에 기공의 압착성 변화와 기공의 형태 변화 등을 고찰하고자 하였다.

2. 실험 준비

Fig. 1 에는 피스톤 크라운 제품을 나타내고 있다. 그림에서와 같이 최종 형상의 피스톤 크라운은 제품의 정밀도와 표면조도가 우수한 고부가가치의 일체화 부품을 생산하기 위해 열간성형기술을 적용하였다. 형단조 공정의 효율적 적용을 위해 피스톤 크라운은 1차 업세팅공정과 2차 블로커(Blocker) 공정, 그리고 피니셔(finisher)공정과 마지막으로 트리밍 공정으로 하여 제품이 완성된다.

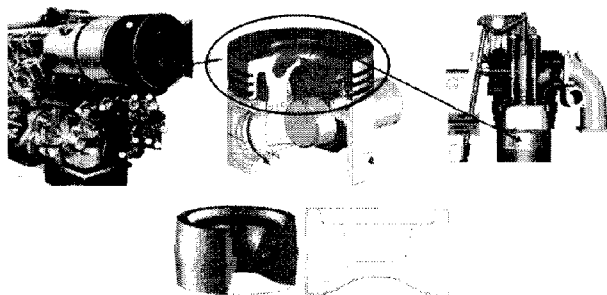


Fig. 1 Assembly for piston crown part

3. 결과분석

Fig. 2 에서는 피스톤 크라운 제품을 성형실험한 후 단류선(metal flow line)을 보기 위해 약품 처리한 결과이다. 동그라미 안쪽을 살펴보면 소재의 흐름을 확인할 수 있으며 결함없는 조직이 형성되었음을 관찰할 수 있다. Fig. 에서는 성형실험 전에 빌렛의 크기를 결정하기 위해 유한요소 해석을 수행한 결과를 보여주고 있다.

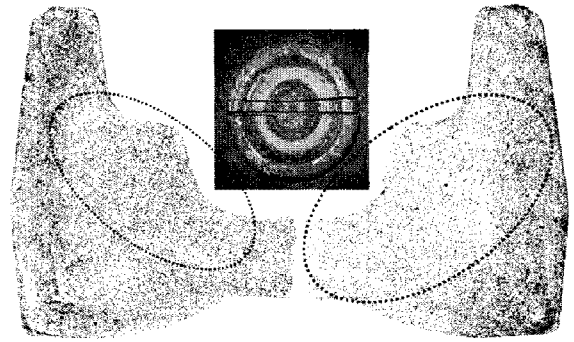


Fig. 2 Metal flow line in final shape of piston crown

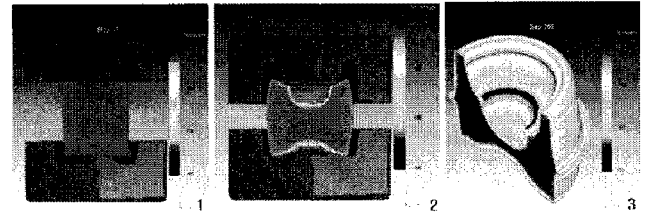


Fig. 3 FE Analysis of piston crown

후 기

본 연구는 지식경제부 청정생산기술개발사업 "대형 잉곳의 단조합리화를 위한 Near Net Shape 성형기술 개발" 사업의 지원에 의해 수행된 연구 결과의 일부임.

참 고 문 헌

- [1] C. Y. Park, J. R. Cho and D. Y. Yang, 1990, Two-dimensional finite element analysis of hot radial forging, KSME, Vol. 14, No. 5, pp. 1166~1180.
- [2] M. Tanaka, S. Ono and M. Tsuneno, 1986, Factors Contributing to Crushing of Voids during Forging, JSTP, Vol. 27, No. 306, pp. 852~859.
- [3] M. Tateno and S. Shikano, 1966, Study on Closing of Internal Cavities in Heavy Forgings by Hot Free Forging, JSTP, Vol. 7, No. 65, pp. 299~308.