

정밀고속 PRESS 하사점 변위량에 영향을 최소화 하는 금형 EMBO 장치에 관한 구조 연구

김승수[†]
(주)비엠씨[†]

A structural study on mold EMBO equipment to minimize the influence on the bottom dead center displacement of precision high-speed press

Seung-Soo Kim[†]

BEST MOTOR HOUSING & CORE Co.,Ltd.[†]

(Received July 29, 2016 / Revised August 31, 2016 / Accepted September 02, 2016)

Abstract: Laminate products for motor core are developed with a structure in which the importance of quality level and clamping force is influenced by the recent performance and safety of the product. It has been confirmed that the accuracy of the mold is emphasized, and that the accuracy of the tightening force produced by the stacked product for the motor core is greatly influenced by the change in the bottom dead center displacement of the aged high speed press. The reason why setting the mold, and test the effect of bottom dead center of high speed press is to improve product pull force in embossing process at mold. We have applied the system to minimize the effect on the damping displacement under the dynamical degree of the equipment by applying the emboss complement device which can test the influence and complement in the process.

Key Words: High-speed press, Dynamic-elastic deformation, Positional accuracy, Motor core, Spring shock absorber, Progressive Die

1. 서 론

지금은 일반화 된 적층코어(core)는 현대 제조공정의 핵심 부품이며 기능적으로 제품의 작동에 대한 유동리티에 적용되는 아주 중요한 부품이다.

특히 자동차의 모터는 정밀성과 안전에 영향을 받아 최근에는 성능에 영향을 미치는 형상 및 연비로 인한 중량을 최소화하는 초정밀 모터 및 높은 수준의 품질을 요구하고 있는 추세이다. 이와 관련하여 자동차에 조립되는 모터코어(motor core)를 생산하는 공정의 프레스와 금형의 정밀도를 요구하고 있다.

Kim, Jung, Cho 등이 동적 탄성 변형 해석을 통한 고속 프레스 정밀도 분석을 통하여 고속 프레스는

작동 속도 증가에 따라 슬라이드의 반복위치 정밀도가 저하되고 프레스 구조 부품의 파손 위험성이 증가한다고 하였으며, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 동적 탄성 변형을 유한요소 해석과 실험을 통하여 분석하였다^[1-3].

본 연구에서는 프레스의 속도에 따른 하사점의 변위량 분석결과를 토대로 모터코어용 금형을 이용하여 프레스 하사점의 변위량에 의한 엠보싱(embossing) 높이의 변화에 미치는 영향이 제품의 체결력에 미치는 결과를 분석하여 모터코어의 체결력을 보완할 수 있는 금형 엠보싱 보완장치를 실험하였다.

이 장치는 프로그래시브 금형 내 중요 적층 부위의 프레스 하사점 변위량에 따라 변화할 수 있는 변화와 적층 편지 높이 변화량을 설비의 정도 및 하사점 변위량에 영향을 받지 않고 정상적인 적층이 될 수 있도록 보안 적용된 기술이며 구조적으로 일부

[†] 교신저자: (주)비엠씨
E-mail: kss7587@hanmail.net

정밀성 금형에 사용하고 있다, 국내 고속 press 제조의 정밀성 및 기술이 선진국인 독일이나 일본 제조 기술 보다 원천기술 및 구조적 조립성 과 동적유동성이 아직까지는 정밀성 있는 고속프레스 제조를 하기에는 기술적인 부분들이 부족하다는 것이 사실이며, 프레스로 양산하는 제조기업들이 중고기계를 많이 사용하고, 오버홀을 통한 개조를 많이 하는 형편이다. 이와 관련하여 초 정밀성 제품을 양산하기 위해 설비를 교체 하지 못하고 제품품질의 경쟁력이 많이 떨어지는 경향을 볼수 있다, 모터코어 제조 시장은 정밀성뿐만 아니라 다열 구조인 열수가 많은 금형을 제작 하고 있고, 점점 금형도 대형화가 됨으로써 고속프레스의 정도 영향을 많이 받아 프레스의 슬라이드의 동적, 정적 정밀도에 금형이 영향을 많이 받는 경향을 보이고 있다. 이와 관련하여 고속프레스 설비의 정밀도를 보완 할 수 있는 모터코어 적층 시 안정화 될 수 있는 프로그래시브 금형의 엠보싱 완충 장치를 실험하고자 한다.

2. 실험 방법

고속 프레스는 현 제조공정에서 모터코어의 경우 일반적으로 300-400spm 정도의 속도로 생산을 하고 있다. 금형을 셋팅 후 고속으로 생산 시 하사점에서 프레스의 속도변화에 따라 프레스의 구조적 공차와 종합 틈새, 동적 정도 및 사용에 따른 마모 등에 따라 상측 슬라이드의 변화를 가져오게 된다³⁾.

이러한 노후화된 프레스의 하사점 변화를 최소화 하는 금형내 엠보싱 보완장치를 금형개조 후 적용하여 프레스의 하사점 변화에 영향을 흡수하는 금형 엠보싱 보완장치를 실험하고자 한다.

먼저 실험 전 Fig. 1에 나타낸 것과 같이 금형을 설치하여 프레스에 부하를 적용하고, 프레스의 하사점 변화가 체결력에 미치는 영향을 검증하였고, Fig. 2, 3의 결과와 같이 이 실험을 통해 금형의 모터코어의 엠보싱 높이 변화량과 체결력의 상관관계를 실험을 통해 검증하였다.

모타코어의 적층공법은 Fig. 1 상단에 공법처럼 0.5t의 재료를 사용하여 각장을 엠보싱으로 적층하는 형태의 공법으로 이루어진다. 금형의 실험조건으로 제품의 재료는 0.5t를 적용하였고 0.5t의 적층 공법에서 드로잉된 엠보싱의 변화량을 실험하였다.

실험에는 300톤(ton) 고속 프레스를 사용하였으며, 5열 금형을 적용, 프레스 하사점 변화에 대한 체

결력의 영향을 먼저 검증하고, 금형의 엠보싱 보완 장치를 현 금형 내에 개조하여 실험을 진행하였다.

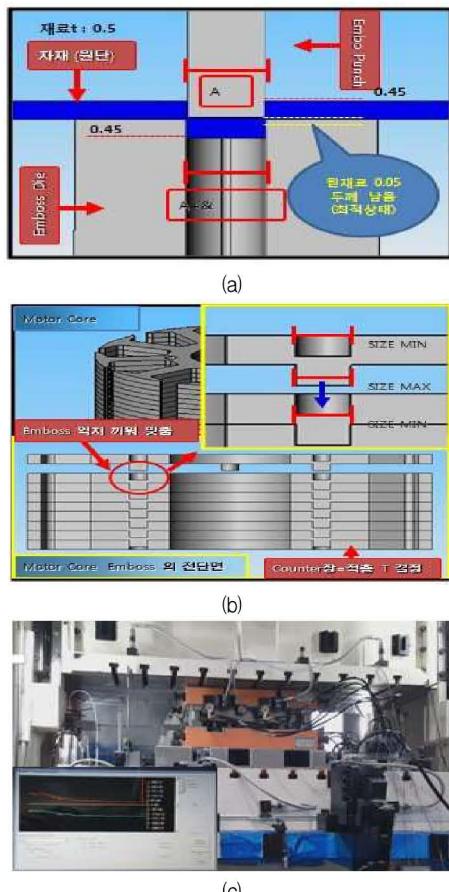


Fig. 1 Measurement of displacement of bottom dead center and measurement of core of motor

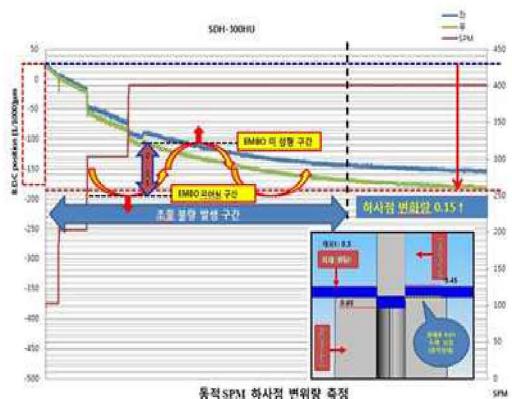


Fig. 2 Dead point change amount according to press speed

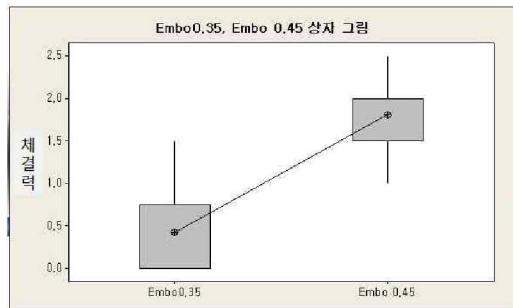


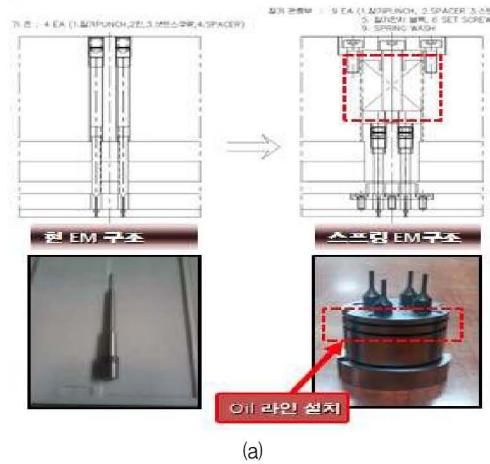
Fig. 3 Change in pull force due to bottom dead center displacement

현재 보편적으로 Fig. 4의 구조도처럼 금형내 엠보싱 공정은 편치 고정판에 고정시키고 상 홀더에서 세트스크루로 고정시키는 타입으로 금형을 제작하고 있다.

이런 형태의 금형구조는 편치가 고정타입으로 금형내 조립되고 규칙적으로 나와야 하는 편치 높이가 고속프레스의 정도 및 하사점 변위량에 대한 부분에 직접적으로 금형에 영향을 받을 수 있다.



Fig. 4 The set screw fixing type structure in the mold



(b)



(c)

Fig. 5 Embossed mold in the mold Spring type structure

본 연구의 실험은 금형공정 중 프레스 하사점에 영향을 많이 받는 엠보싱 공정에 스프링 완충장치의 개조를 진행하였고, 프레스 하사점 변위량에 의해 금형을 이용한 제품 양산시 프레스의 정도로 인하여 위와 같이 제품이 적층이 되지 않고 엠보싱 이드로잉 형태에서 피어싱 형태로 관통되어 제품의 품질에 영향을 미치므로 그 문제점을 보완하고자 금형의 공정 중 고정 엠보싱 편치 형태에서 엠보싱의 공정에 스프링 형태의 구조로 변경하여 프레스 하사점의 변화를 금형 내에서 완충 할 수 있게 구조 변경하여 실험을 진행하였다. 금형 내 엠보싱 공정에서 편치 고정타입이 아닌 일체형으로 변경하였으며, 일체형 엠보싱 편치 구조 타입의 유동성을 확보하고자 오일라인(oil line)을 배치 구조를 변경하였다. Fig. 4, 5의 구조는 기본 고정타입 구조와 스프링

완충장치의 구조도의 차이를 변형하여 보여준다. 위의 구조로 금형을 개조 엠보싱 편치가 더 이상 내려오지 않고 고정적으로 그 높이를 유지할 수 있도록 구조를 변경하였다. 기능상 현재 금형의 구조는 편치가 편치 플레이트와 상 홀더(holder)에 세트스크루(set screw)로 고정하여 프레스 슬라이드램(slide ram) 세팅(setting)시 프레스 정도영향을 그대로 금형에 영향을 미칠 수밖에 없으며 프레스의 크기 및 금형의 크기, 다 열수에 따라 제품 별로 위와 같은 현상을 그대로 프레스 제품 양산시 프레스 spm에 따라 변화 될 수밖에 없는 조건이다. 이와 관련하여 금형내에 엠보싱 공정에 편치를 가동식으로 구조를 변경하여 스프링(spring) 유동이 발생하는 엠보싱공정의 밸런스(balance)를 잡아줘 밀어주는 역할을 하는 기능의 엠보싱 완충 장치를 금형공정에 삽입하였다. 이 기능은 금형내 spm에 따라 유동성이 있는 상축 슬라이드램 쪽으로 스프링을 금형 내 장착하고, 편치가 더 이상 설정된 값에 내려올 수 없도록 스트리퍼 홀더(stripiper holder)에 스톱바(stop bar) 역할을 하는 블록(block)을 삽입하여 편치가 내려 올수 없도록 구조상 지지 기반을 만들어주는 구조로 변경하여 실험하였다.

3. 결과 및 고찰

금형구조변경을 통해 실험결과 및 분석을 진행하였으며, 내용은 아래와 같다.



Fig. 6 Embossing height

제품의 엠보싱 높이는 프레스하사점 변위량에 영향을 받지 않고 일정하게 유지되었으며, 기준은 프레스 하사점 변위량에 영향을 받는 엠보싱 변화에 따라 영향을 받는 체결력으로 공정능력을 평가하여 진행하였다.

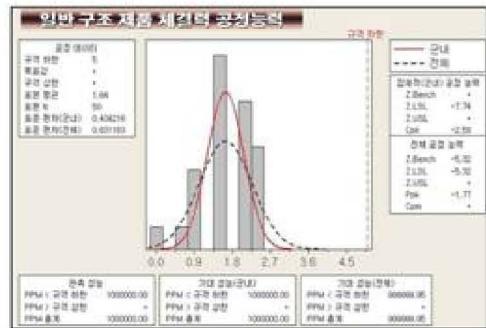


Fig. 7 Process capability of general set screw application pulforce

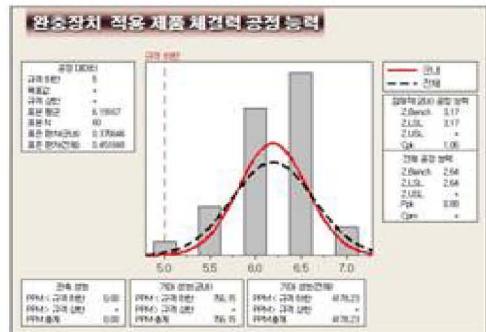


Fig. 8 Applicable to embossed spring device Capacity of pulforce

Fig. 7, 8에서 볼 수 있듯이 제품의 엠보싱 드로잉에 대한 검증으로 나타 낼 수 있는 제품의 체결력 공정능력을 평가한 결과 일반적인 구조로 되어 있는 제품은 엠보싱 드로잉의 변화로 제품의 체결력이 스펙(spec) 규정범위 아래로 형성되어 있는 것을 볼 수 있으며, 평균스펙 이하로 결과가 나타난다.

반대로 엠보싱 완충장치를 적용한 금형에서는 스펙 규정범위 상위 군으로 형성되며, 제품 스펙을 상위한 제품의 결과를 얻을 수 있었다.

4. 결론

프레스의 동적상태에서 하사점 변위 및 엠보싱의 높이 변형 단차에 의한 변화된 제품의 체결력 실험을 하였고, 또한 금형 내의 엠보싱 완충장치를 적용하고 하사점 변위의 변화량을 통한 실험에서 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

- 1) 프레스에 금형장착 후 동적상태에서 속도를 증가시키면서 프레스의 하사점 변위량에 따라 엠보싱의 높이 단차가 발생하였고, 그 영향으로 금형의

엠보싱 높이도 프레스의 속도에 따라 그 값이 같이 증가 및 변화 하는 것으로 나타났다.

2) 프레스의 변화의 요인으로 엠보싱 단차 변화에 의해서 제품의 체결력이 저하 현상이 발생하였으며, 체결력에 영향을 주는 금형의 엠보싱은 프레스의 정도 및 하사점 변위량에 의해 엠보싱이 드로잉 형태가 아닌 피어싱(piercing)이나 드로잉 형성이 최적상태인 0.45가 아닌, 미 성형된 0.3~0.5(성형의 한계치) 치수로 변화가 발생되었으며 변화로 인한 체결력의 변화도 같이 동반되는 것으로 나타났다.

3) 엠보싱 변화량을 보안하기 위해 금형내 엠보(EMBO)공정에 완충장치를 적용하여 프레스의 하사점 및 정도변화량을 보완하여 체결력의 일률적인 데이터를 형성하였으며 엠보싱의 단차도 프레스의 정도변화를 흡수하는 금형 내 완충장치를 통하여 엠보싱의 변화량을 0.01 내외의 단차 형성이 안정적으로 적용되었다.

4) 실험한 프레스의 전단속도가 높아짐에 따라 프레스의 하사점 변위량이 변동하고, 이 영향으로 모터코어의 체결력에 영향을 주는 엠보싱의 높이 변화가 생겨 체결력 공정능력이 5 kgf 보다 저하 되는 0~2 kgf로 시키는 것으로 나타났다.

5) 금형 내 엠보싱 완충장치를 적용한 상태에서 프레스의 하사점 변위량 변화에 대한 영향이 보완되어 엠보싱 높이가 일정하게 0.45 mm 유지되고, 체결력이 적용 전 0~2 kgf 나타났으나 적용 후 공정능력이 5~7 kgf으로 항상 유지시키는 것으로 나타났다.

본 연구에서 실험한 프레스의 하사점 변위량 변화로 인한 금형 엠보싱 편치의 단차 변화량이 제품의 체결력을 저하시키는 원인으로 나타났고, 그 미세한 부분의 변화량을 보완 할 수 있는 금형 엠보싱 완충장치의 실험 결과로 엠보싱 편치가 일률적으로 높이가 형성되어 체결력이 향상되고 유지되는 것으로 고찰되었다.

참고문헌

- 1) Heung Kyu Kim, Chul Jae Jung, Chong du Cho, "Dynamic-elastic deformation analysis for precise design of high speed press machine", Transactions of the Korean Society of mechanical engineers. A, v.38 no.1, pp. 79-88, 2014.
- 2) Jin Hak-Kim, "A Numerical Study on the Effect of Material Properties for the Surface Deflection in Rectangular Embossing Process", Seoul National University, 2014.
- 3) Seung-Soo Kim, Yang-Jin Kim, Bon-Bin Goo, Wan-Sub Kim, Chun-Kyu Lee. "A study on the embossing Height displacement of high speed press bottom point accordance", journal of the korea society of die&mold engineering 10th V2, pp. 29~33, 2016.