

하이브리드(HEV) 구동 모터용 모터-코어 금형 개발에 관한 실험적 연구

홍경일¹ · 김세환¹ · 최계광¹ · 정현석¹ · 임세종[†]
국립공주대학교 테크노전략대학원 금형공학부^{1,†}

An Experimental Study on the Motor-Core Die Development of HEV Traction Motor

Kyeong-Il Hong¹ · Se-Hwan Kim¹ · Kyeo-Gwang Choi¹ · Hyun-Suk Jung¹ · Se-Jong Lim[†]

School of Mechatronics Engineering, Korea University of Technology Education^{1,†}

(Accepted May 28, 2015)

Abstract : The HEV Traction Motor Core manufacturing technology is a core component of HEV Traction Motor Core (Iron Core) is a key technology for the manufacture of eco-friendly automotive industry is essential for the competitiveness of the country must obtain the technology. In this study, the HEV Motor Core of the Rotor manufacturing technology, the Stator manufacturing technology applied to Press Lamination Die and Core(Iron Core) was developed and the results are discussed.

Key Words : HEV Traction Motor, Iron Core, Press Lamination Die

1. 서 론

최근 세계 각국 정부는 글로벌 수효확대에 부응한 미래경쟁력 확보 및 에너지 소비절감을 위해 전력의 발전, 송배전에 사용되는 변압기 및 중전기와 가전제품 등에 대해 에너지 효율 등급 규제 제도를 운영하고 있으며, 점차 등급 기준도 상향 조정해 적용하는 추세다.

단적으로 일본에서는 탑 러너(top runner) 방식을 통해 1999년 대비 에너지 소비 효율이 30% 이상 개선된 변압기만을 사용하도록 규제하고 있다. 이처럼 세계 각국은 지구환경 문제에 대한 적극적인 대응과도 맞물려 있으며, 모터 코어의 기능성은 앞으로 점점 중요해질 것으로 예상된다. 소재 개발은 물론 이용기술 연구도 더욱 진전을 보일 전망이다. 뿐만 아니라 자동차업계에서도 친환경차의 급부상으로

에너지효율을 향상시킬 수 있는 소재인 전자 강판 개발에 대한 요구가 끊임없이 늘고 있다.

하이브리드 자동차(HEV)는 내연기관과 전기구동 시스템의 장점과 그린정책을 조절한 친환경 자동차로써 연료전지 자동차나 전기 자동차와 같은 무공해자동차는 아니지만 향상된 에너지 효율과 현재의 기술을 바탕으로 실용화 및 기술의 발전이 가능하다는 점에서 어느 친환경 자동차 보다 현실성(시장성)을 확보하고 있다.

HEV(hybrid electric vehicle)란, 하이브리드(hybrid)는 사전적 의미로 "잡종, 혼성" 등을 의미하고 일렉트릭(electric)은 "전기, 전자" 등을 뜻하며 비히클(vehicle)은 "운반기구, 수단"을 의미하여 결과적으로 혼용의 전기적 운송수단을 일컫는다. 트랙션 모터(traction motor)는 "견인모터"를 의미한다. 이렇듯 하이브리드(HEV) 자동차는 각각 가지고 있는 단점을 보완하여 기존의 내연기관 자동차와 전기 자동차의 장점만을 모아 만든 차량이다. 국제 유가의 지속적인 상승세와 날이 갈수록 심해지는 환경오염, 자원

1. 국립공주대학교 테크노전략대학원 금형공학부
† 교신저자 : 국립공주대학교 테크노전략대학원 금형공학부
E-mail : frenzy7@naver.com

고갈 등의 문제 속에서 하이브리드 자동차 산업은 점차 중요하게 인식되었다. 그러므로 하이브리드 자동차의 개발 경쟁은 기술 발전과 차종의 다양화를 이끌어내고 있으며 소비자들에게는 그만큼 폭넓은 선택이 주어지고 있다. 기존 하이브리드 자동차 시장에서 경쟁력이 필요하다고 판단한 국내 자동차 회사가 내수 시장 공략을 목표로 2009년부터 LPI 이반테 하이브리드 차량 개발에 성공, 본격적으로 시판함으로써 우리나라에서도 하이브리드 자동차의 치열한 경쟁이 진행되고 있다. Kim과 Kim¹⁾은 자동차 도어 래치를 성형하기 위하여 사용한 파인 블랭킹 금형의 다이에 여러 가지 편을 제작하여 실험한 후 다이 챔퍼 형상에 따른 다이 롤 크기를 측정 분석하였다. 또한 Son과 Hur²⁾은 도어의 개폐필링에 영향을 주는 주요 설계인자를 도출하고, 계산 및 동역학 해석프로그램을 이용한 도어 래치 릴리즈 메커니즘을 분석하여 개폐 필링 향상을 위한 설계인자들을 최적화하였다. 본 논문에서는 Fig. 1과 같이 자동차의 구동모터에 사용되는 철심(core), 즉 회전자(rotor)와 고정자(stator)를 하나의 금형에서 공용으로 생산하도록 스트립 레이아웃을 거쳐 설계된 모터를 해석함으로써 원하는 설계가 이루어 졌는지 검증하였다. 또한 설계된 모터의 취약점이나 문제점의 발생 등을 사전에 시뮬레이션을 통해서 예측하고자 한다.



Fig. 1 Hybrid(HEV) Traction Motor Core

2. 본론

2.1 금형 설계

서론에서 언급한 바와 같이 개발하여야 하는 하이브리드 구동 모터코어 금형은 0.3 mm 박판 소재를 사용하였다. 회전자와 고정자를 하나의 금형에서 공용으로 생산하도록 개발하여야 하였으며, 고정자의 집중권선 형태의 조건으로 분할코어로서 최대한의 소재 이용률 고려 및 제품변형을 방지하고자 금형의 내구성 증대, 박판 이용기술을 반영하였다. 구

동 모터코어 설계 시 금형의 크기와 프레스와의 상관관계, 전단력의 균형, 원단의 이송 피치, 소재 이송 장치 상관관계, 원단 폭 적용 등에 대한 부분을 사전에 파악하여 이를 적절하게 반영함으로써 박판 소재 금형의 기능을 극대화할 수 있다. 베이스 부분을 제외한 인선부는 인서트 타입의 교환 가능한 방식을 적용하였다.

박판소재의 이송 간섭과 처짐을 방지하기 위하여 하부밀핀 위치 및 사이즈를 개선하여 적용하였다. 상측 가동 부 무게를 줄이기 위한 적용 및 정밀 가이드를 위한 서브 가이드 방식을 추가하였다. 내부에서의 잔여스크랩 배출 및 커팅이 어려우므로 금형외측에 스크랩 전용 커팅 날을 장착하여 스크랩 사이즈를 줄이는 기술도 적용하였다.

Fig. 2에 프레스 금형의 중요부품 구조와 명칭을 나타내었다.

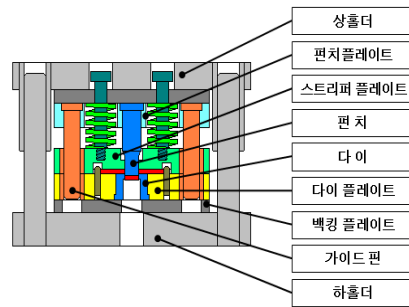


Fig. 2 Assembly drawing of the press die

Fig. 3은 프레스 금형의 스트립 레이아웃도이며, Fig. 4와 Fig. 5는 프레스 금형의 스트립 레이아웃도와 금형 상/하형 설계도를 나타내었다.

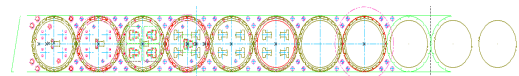


Fig. 3 Strip layout of press die

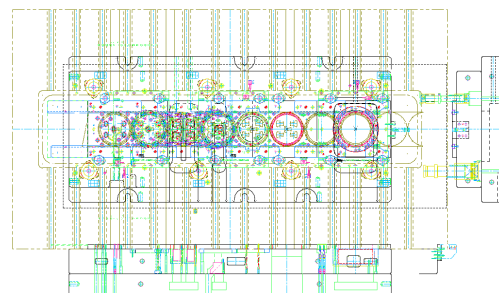


Fig. 4 The lower die assembly drawing

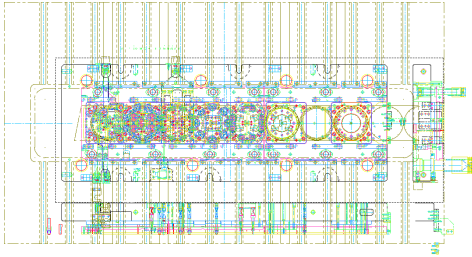


Fig. 5 The top die assembly drawing

2.2 소재 및 프레스

구동 모터코어를 제작하기 위한 스탬핑 재료의 기계적 성질은 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Space factor and mechanical properties of materials

Specifications	30PNF1600
Thickness(mm)	0.3
Tensile Strength(MPa)	523
Yield Strength(MPa)	416
Elongation(%)	20
Space factor(%)	98.5
Magnetic density(B50, T)	1.66
Loss(W10/400, W/kg)	14.76

금형을 제작하여 프레스에 장착하고 스탬핑을 실시한 프레스는 민스터사의 PM3-450 기종이다. 프레스 사양은 Table 2와 같다.

Table 2 Important notes of PM3-450

Drive type	Flywheel
Die capacity(ton)	415
Bolster size (mm)	2550 x 1400
Bed size(mm)	2300 x 520
Weight(kg)	120000
Shut height(mm)	375~575
Slide stroke(mm)	30
Speed(SPM)	max. 450

2.3 금형 제작

금형의 적용 구조는 Fig. 6과 같이 펀치와 다이교체가 용이한 구조로 적용 하였으며 펀치/다이 인선

길이는 10mm를 적용하였다. 인선의 구조는 분해 조립이 편리하도록 인서트 방식을 적용하였으며, 소재 가이드와 소재 이송을 원활하게 하기 위한 가이드 리프터를 적용하였다. 이와 같이 제작함으로써 제작 비용은 증가하나, 소재 이용률, 내구성, 품질 향상 등 구조적이고 품질적인 특징을 가지고 있다.



Fig. 6 Assemble photo of press die

3. 결과 및 고찰

하이브리드 구동 모터코어금형을 이용한 시제품 생산 테스트 결과는 Fig. 7에서 Fig. 9와 같다. 에너지 효율이 높은 구동 모터 코어를 디자인하여 시제품으로 양산하였고 이것을 바탕으로 국내 자동차 업체에서 효율을 테스트하여 그 결과를 인정받았다. 고객사 요구사항과 비교해본 결과 제품을 3차원 측정기로 측정된 값이 외경 200.004mm, 내경 172.004mm, 외경 진원도 0.025mm, 동심도 \varnothing 0.026mm, 두께 56.472mm, 직각도 0.372mm로 고객사의 사양수준을 만족시키는 결과로 나타났다. 하이브리드 구동 모터코어 박판 금형의 주요 성능은 정량적 목표는 Table. 3과 같다. 본 금형 개발을 통하여 시제품 코어 제품이 구동 모터 제작 시 효율의 저해요인이 될 수 없을 것이라는 것을 검증하였다.



Fig. 7 Prototype photo of rotor core

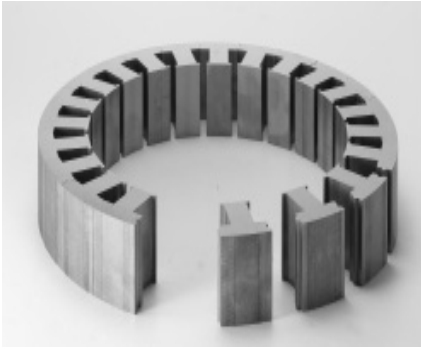


Fig. 8 Prototype photo of stator core

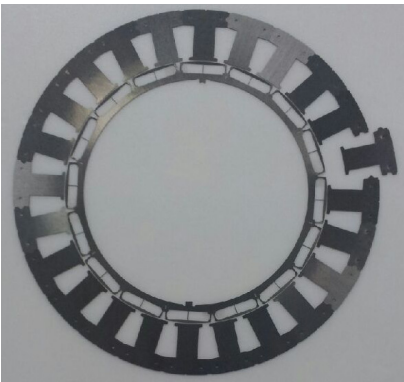


Fig. 9 Photo of core sheet

Table 3 Quantitative target of principal performance

Principal performance	Size	Value
Diameter(mm)	199.97 ~ 200.03	200.004
Inner diameter(mm)	171.98 ~ 172.02	172.004
Roundness(mm)	0.05	0.025
Concentricity(mm)	∅0.05	∅0.026
Thickness(mm)	56.2 ~ 56.8	56.472
Squareness(mm)	0.5	0.327

하이브리드 구동 모터 코어의 박판금형이 상기와 같은 개발 목표를 달성함으로써 기술에 따른 개발 결과를 나타내었다. 실험을 통하여 국내 자동차 업체에 현재 양산단계의 개발과정을 거쳐 납품을 진행하고 있으며 개발 결과로 인해 충분한 대응을 보여주고 있다.

4. 결론

하이브리드 구동 모터용 코어 금형을 설계하고 제작하므로 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

- 1) 하이브리드 자동차 시장이 본격화 되는 시기에 신차에 적용되는 구동 모터용 모터코어 금형개발을 완료하였다.
- 2) 고객의 주요성능에 대한 정량적 목표 및 양산성 확보를 달성하였다.
- 3) 구동 모터용 모터 코어 금형개발을 박판기술을 적용하여 금형개발 실적을 달성하였다.
- 4) 모터 코어의 회전자와 고정자를 공용으로 생산할 수 있도록 소재 이용률을 향상시켜 금형을 제작함으로써 개발 비용과 시간을 단축할 수 있었다.

참고문헌

- 1) 김종덕, 김홍규, “자동차 도어 래치 성형용 파인 블랭킹 금형의 다이 챔퍼 형상에 따른 다이 롤 크기 변화에 대한 연구” 한국산학기술학회논문지, Vol.12 No.2, 2011.
- 2) 손중호, 허상범, 오종철, 변성근, 조현덕, “도어 개폐필링 개선을 위한 도어래치 설계인자 및 최적화” 한국자동차공학회 지부 학술대회 논문집, Vol. 2013 No.11, 2013.