

냉장고 컴프레서용 단상유도전동기의 고효율화에 관한 연구

김강원^{1,2}, 안현진¹, 임영철¹
전남대학교¹, (주)대우컴프레서²

Study on the High Efficiency of the Single-phase Induction Motor for Refrigerator Compressor

K. W. Kim^{1,2}, H. J. Ahn¹, Y. C. Lim¹
Chonnam National University¹, Daewoo Compressor Co. Ltd.

ABSTRACT

본 논문은 냉장고 컴프레서용 단상유도전동기의 고효율화를 위한 회전자 알루미늄 충전율 향상에 관한 설계적 기법에 관한 연구이다. 기존의 주조 방식과 제안한 주조 방식을 적용한 회전자의 FEM 해석과 이를 기반으로 하는 실제 회전자를 제작 및 비교 실험을 통하여 제안한 방식의 충전율이 향상된 회전자가 효율이 증가함을 확인함으로써 제안한 방식의 타당성을 입증하였다.

1. 서론

현대 사회의 발달과 더불어 제반설비에 사용되는 전기에너지의 사용량이 급증하고 있다. 국제에너지기구와 유엔공업개발 기구에 의하면 전 세계 전력 소비량의 최대 46%를 전동기 구동 시스템이 차지하고 있으며^[1], 국내의 경우 전체 전력 소비량의 약 60%정도를 전동기가 차지하고 있으며, 그 중에서도 유도전동기는 전동기 소비량의 70% 이상을 차지하고 있다^[3]. 따라서 선진국에서는 전기에너지의 효율적 사용의 일환으로 에너지 정책법(EPA), 효율 조례(EA) 등의 에너지 법률을 제정하여 고효율 전동기 사용을 의무화하고 있으며, 이러한 흐름에 맞추어 국내에서도 2008년부터 고효율 전동기에 대한 최저효율제를 시행 및 적용 대상의 확대로 인해 가전제품 또한 에너지소비효율 기준이 강화되면서 유도전동기의 고효율화에 대한 많은 관심과 연구가 이루어지고 있다.

본 논문은 냉장고 컴프레서용 단상유도전동기(SPIM, Single phase Induction Motor)의 고효율화를 위한 설계적 기법에 관한 연구로써, 회전자의 도체부(알루미늄) 충전율 향상을 통한 고밀도화를 구현하기 위해 유한요소해석(FEM, Finite Elements Method) 프로그램을 이용하여 기존의 주조 방식과 제안한 주조 방식의 회전자의 알루미늄 충전 정도 차이에 따른 모터 효율에 미치는 영향성을 평가하였으며, 이를 기반으로 실제 시작품을 제작하여 비교 실험 결과를 통해 본 연구의 타당성을 검증하였다.

2. FEM해석에 따른 비교

기존의 주조 방식과 제안한 주조 방식에 의한 유한요소해석을 수행하였다. 해석 모델의 2 D Model의 형상과 정격 사양은

그림 1과 표 1에 나타나 있다.

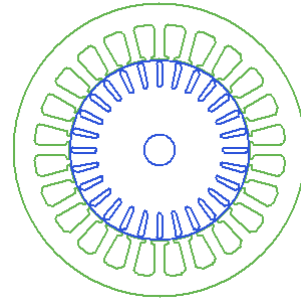
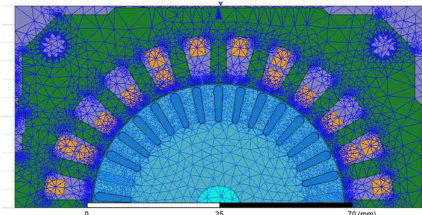


그림 1 FEM 해석을 위한 2D모델 설계
Fig. 1 2-D Model for FEM analysis

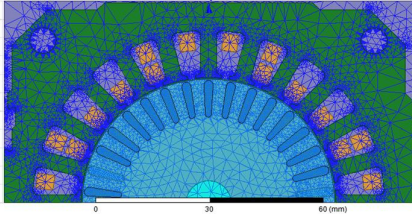
표 1 모델 사양
Table 1 Model Spec.

항 목	값	
Voltage(V)	220	
Speed(rpm)	3600	
Power(W)	108	
Torque(Nm)	6.4	
Line Current(A)	0.6	
Pole number	2	
적층 길이 (mm)	40	
공극길이 (mm)	0.2	
권선	주권선 Al Φ 0.65	116.116.90 90.60
	보조권선 Al Φ 0.47	120.50 30.30

기존의 방식과 제안한 방식의 차이는 가압주조 방식과 원심 주조 방식이다. 기존의 주조 방식에 의해 설계한 모델의 회전자의 충전율은 FEM 해석 결과 85 ~ 95%의 결과를 나타내며, 그림 2의 (a)에서 확인 할 수 있다. 또한 제안된 주조 방식에 의해 설계한 모델의 회전자의 충전율은 FEM 해석 결과 95 ~ 100%의 결과를 나타내며 이는 그림 2의 (b)와 같다.



(a) 기존의 주조 방식



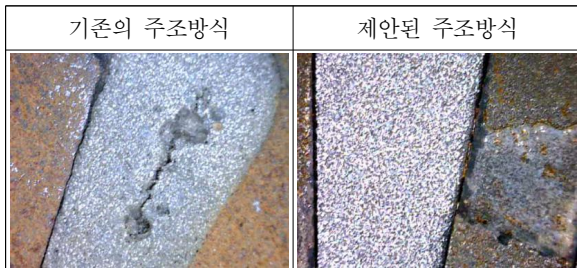
(b) 제안한 주조 방식

그림 2 충전율에 따른 FEM 해석 결과
Fig. 2 FEM analysis results on the filling ratio

3. FEM 해석 기반의 주조 방식에 따른 회전자 제작

앞 장의 FEM 해석 결과를 바탕으로 기존의 방식과 제안한 방식에 의해 회전자의 코어를 제작하였고, 표면의 모양은 표 2와 같다.

표 2 주조방식에 따른 회전자의 표면(50배율)
Table 2 Surface of rotor by the casting method



4. 제작한 회전자를 적용한 SPIM 효율 실험

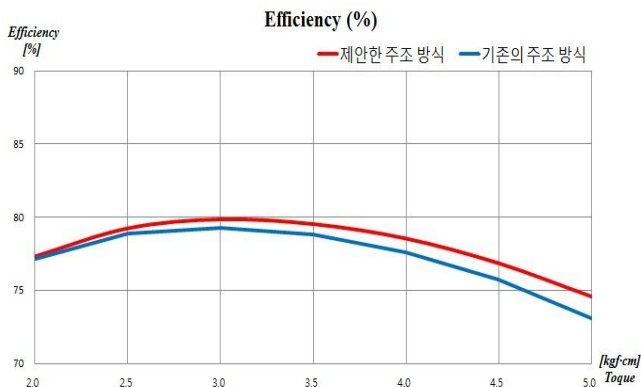


그림 3 효율 실험 결과
Fig. 3 Experiment results of Efficiency

표 3 기존의 방식과 제안한 방식의 비교

Table 3 A comparison of conventional method and proposed method

	기존의 주조 방식	제안한 주조 방식
충진율[%]	86	97
RPM	3500	3500
전압[V]	220V/60Hz	220V/60Hz
전류[A]	0.86	0.85
입력[W]	183.60	181.83
출력[W]	142.51	142.81
역률[%]	0.97	0.98
토크[Nm]	6.41	6.73
온도[°C]	30	29
효율[%]	77.62	78.54

그림 3은 제작한 SPIM의 효율 실험 결과를 나타내며, 표 3은 효율 실험시 입력과 출력 그리고 기준 RPM에 따른 특성을 나타낸다. 표 3에서 보는 바와 같이 제안한 방식이 적용된 SPIM이 기존의 방식에 비해 개선이 되었음을 확인 할 수 있다.

5. 결론

본 논문은 냉장고 컴프레셔용 단상유도전동기의 고효율화를 위한 회전자 설계에 관한 내용이다. 제안한 방법은 기존의 방법에 비해 충전율을 향상할 수 있도록 주조 방식을 개선한 방법이다. FEM에 의한 해석과 실제 실험의 결과 제안한 방법의 경우 약 1% 효율이 상승함을 실험의 결과 확인할 수 있었고, 이를 바탕으로 회전자의 충전율을 개선함으로써 효율을 높일 수 있는 타당성을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] P. Waide, C. Brunner, "Energy Efficiency policy opportunities for electric motor driven systems", *International Energy Agency, Working Paper, Energy Efficiency Series*. 2011,.
- [2] "Energy efficiency in electric motor systems: Technical potentials and policy approaches for developing countries", *United Nations Industrial Development Organization, 11/2011*
- [3] Yong, H.H., "Effect of the Revolution Speed on the Structure & Mechanical Properties of Cr-Mo Steel during Vertical Centrifugal Casting Using Investment Casting Mold", Master's Thesis, 2001