

전동기와 드라이브의 국제 규격 및 규제에 관한 현황 연구

A Study on the International Standard and Regulation for Electric Motor and Drives

우 경 일* · 박 한 석* · 김 대 경** · 최 한 석*** · 전 희 득†

(Kyung-Il Woo · Han-Seok Park · Dea-Kyong Kim · Han-Seok Choi · Hee-Deuk Jun)

Abstract - Electric motors and drives consume the largest amount of electricity more than 40% of global electricity consumption. In addition, motors, drives and its components are included in the global high-trade products and the main driving source for industrial equipment and house appliances. Thus, International standards and regulations for their safety and efficiency are internationally being discussed and created for the protection of its citizens and energy saving. So, understanding the international standards and the regulation of each country is essential to enhance overseas market and to develop product. In this paper, on the basis of this background, status and trends of international standards and regulations are introduced for safety and efficiency of motors and the drives. Safety and efficiency of the IEC (International Electrotechnical Commission) standards are introduced in the emphasis. Also, regulations are studied about the differences and trends in each county.

Key Words : IEC, Motors and drives, Standard, Regulation, Safety and energy saving

1. 서 론

전동기와 드라이브 시스템은 글로벌 전기의 40 % 이상의 거대 소비를 하고 있으며, 그 구성품은 전 세계적으로 높은 무역 제품에 포함되고 있다. 그리고 가정용 기기 및 산업기기의 주요 구동원은 전동기와 드라이브이며, 그에 대한 안전성 및 효율 관련 국제 규격 및 인증 규제들이 활발하게 논의 및 생성되고 있다[1].

소형 전동기 및 드라이브는 일반 대중이 주로 사용하기 때문에 감전, 화재 상해에 대한 사용자 안전이 중요하다. 따라서 소형 전동기에 대해서 국제적으로 효율 규제보다는 안전성 규제에 중점을 두고 있다. 특히 중국, 미국, 유럽 등의 나라에서는 자국의 산업 보호 및 국민의 보호를 위해서 전동기 및 드라이브에 대한 안전규격을 제정하고 안전승인 제도를 강제화 하고 있는 실정이다. 0.75 ~ 375 [kW]의 범위에 있는 중형전동기는 국제적으로 전동기에 의해서 소비되는 전력의 68%를 소비하고 있다[2][3]. 이에 국제에너지 관리국(IEA, International Energy Agency)에는 전동기 및 드라이브에 대한 에너지 정책 계획 수립하고, 국제적으로 호응을 이끌어 내기 위해 노력 중에 있다[1].

특히 미국, 캐나다에서는 90년대 초부터 고효율 전동기에

대한 규격 및 법률을 제정하여 최저효율제를 시행해 오고 있으며, 유럽은 자발적 협약에 의해 고효율 기준을 마련하여 전동기 보급 확대를 권장하고 있다. 이외에도 브라질, 호주, 캐나다, 일본, 중국 또한 고효율 기준을 제정하고 권장하고 있는 실정이다[3~6].

그러나, 전동기 관련 업체에서는 전동기 설계 및 제작 시 관련 국제 안전 및 효율에 대해서 어떤 지표를 통해서 제작 되어야 하는지에 대한 개념이 미비한 실정이다. 또한 전동기 및 드라이브를 이용하는 설비에 대해서 어떤 기준을 만족해야하고, 시스템이 안전적이고 효율적으로 구동되는지에 대한 기준이 부족한 실정이다. 또한 해외 수출을 위해서는 각 국가에 적합한 안전인증 및 규제를 해결해야만, 판매 및 유통을 진행 할 수 있다.

따라서 전동기 및 드라이브에 대해서 국제 안전기준, 시험방법 및 각 국가의 안전인증, 환경규제를 이해하는 것은 제품개발, 품질경영, 제품안전성 제고 및 해외 시장 개척에 필수적이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 배경을 바탕으로 전동기 및 드라이브의 안전과 효율에 대한 국제 규격, 규제의 현황 및 동향을 소개하고자 한다. 안전 및 효율에 대해서 IEC 규격을 중점적으로 소개하고, 규제 관련하여 각 국가의 차이점 및 동향을 연구 분석한다.

2. 국제 규격 현황

2.1 안전성에 관한 IEC 국제 규격

IEC 60335-1(가정용 및 이와 유사한 전기기기의 안전성)의 규격은 통상 가정용 기기 및 상업적으로 사용할 수 있는 것으로 일반 대중에게 위험의 소지가 있는 기기는 이 규격에 적용된다[7]. 이 규격은 전동기 및 드라이브를 사용하는 전기기기를 안전하게 설계하고 제조하기 위해서는 필수적이

* Dept. of Electrical Engineering, Pukyong National University, Korea

** Dept. of Electrical Control Engineering, Suncheon National University, Korea

*** Dept. of Rotating Machinery, Korea Testing Certification, Korea

† Corresponding Author : Dept. of Rotating Machinery, Korea Testing Certification, Korea

E-mail : jhdeuk@ktc.re.kr

Received : February 11, 2014; Accepted : February 26, 2014

다. 또한 이 규격은 전기기기의 안전성을 만족할 만한 수준을 이루기 위한 최소한의 필수 사항을 규격화 하여 제시하며, 전동기 및 드라이브가 가정용 기기에 사용될 경우 본 규격을 적용하여 안전성을 평가 하고 있다. 전동기 및 드라이브를 이용하는 전기 응용 기기 제품이 늘어남에 따라 생활은 편리해 지고 있으나, 감전, 화재, 발화, 상해 등이 증가함에 따라 안전 규격의 중요성이 증대되고 있다. 표 1과 같이, 이 규격에서는 기기의 위험요소로부터 사람과 재산을 보호하기 위해서, 위험요소 별로 방지책이 명확하게 제시되어 있다. 그리고 각 위험요소에 대해서 기기 설계 시 고려해야할 부분과 안전성 평가 시 적용되는 안전대책이 제시되고 있다.

표 1 IEC 60335-1규격에서 추구하는 위험요소 및 방지책

Table 1 Risk factors and preventive measures presented in the IEC 60335-1 standard

구분	위험요소	방지책
감전	- 충전부 접촉 - 도체 절연 파괴 - 누설전류 발생	- 충전부 접근 방지 - 커패시터 방전 - 도체에의 접지 수단 제공 - 이중 또는 강화절연 제공 - 누설전류 제한 설계
화재	- 과부하 - 부품 고장 - 절연파괴 - 접촉불안	- 고온부 제한 회로 설계 - 발화물질의 제한 적용 - 화재확산 격막 적용 - 내열 외곽 재질 적용 - 전기 접속 방법 제시
상해	- 위험한 가동부 - 날카로운 부위 - 안정성 결여	- 가동부에 대한 접근 보호 - 안전장치 - 라운드화로 가공 - 안정성 있게 설계
폭발	- 배터리 폭발 - 이상가스 발생	- 회로의 역구조 삽입 방지 - 경고문 - 안전장치, 유지 방법 등

IEC 60204-1(산업기기의 안전성)규격은 산업 분야에서 사용하는 전기기구나 설비의 안전성을 다루고 있다[8]. 이 규격은 정격 주파수 200 [Hz]이하의 교류 1000 [V] 또는 직류 1500 [V]이하인 전기 장비 또는 그 부품에 적용한다. 보다 높은 주파수 및 전압용 장비에는 특수 요구 사항을 필요로 할 수 있다. 전동기 및 드라이브가 가정용 보다는 산업분야에 적용되어 사용될 경우 본 규격을 적용하여 전기적 및 기계적 안전성을 평가하고 있다.

IEC 60034-1(회전기기 제1부: 정격 및 성능)의 규격은 건인용 전동기를 제외한 모든 회전기기의 정격과 성능에 대한 내용이 언급되어져 있다[9]. 제조자가 전동기 정격을 선언함에 있어서, 사용시간과 관련하여 정격을 지정할 수 있으며 제조 중에 조립되는 회전기기에 실시될 수 있는 일상 시험에 대해서 언급되고 있다. 제조 시 최초 시험 계획은 표 2에서 제시되고 있는 정격 출력이 20 [MW]이하인 기기에 대해서 적용된다.

표 2 일상 시험의 최초 계획

Table 2 The first plan of routine test

항목	시험	유도기	동기기	직류기
1	권선저항(냉각)	O	O	O
2	무부하 손실과 전류	O	-	-
3	단일 전력에서 무부하 손실	-	O	-
4	회전 방향	O	O	O
5	상방향	-	O	-
6	내전압	O	O	O

본 규격에서, 교류 전동기의 운전 중 전압 및 주파수 변동의 조합에 대해서는 그림 1과 같이 영역 A와 영역 B로 구분된다. A 영역에서 주요 기능을 실행할 수 있어야 하며, B영역에서의 사용은 권장하지 않으나, B영역에서는 대부분의 전동기는 수명 단축 및 손상 없이 간헐적인 상태에서 정상 동작해야 한다.

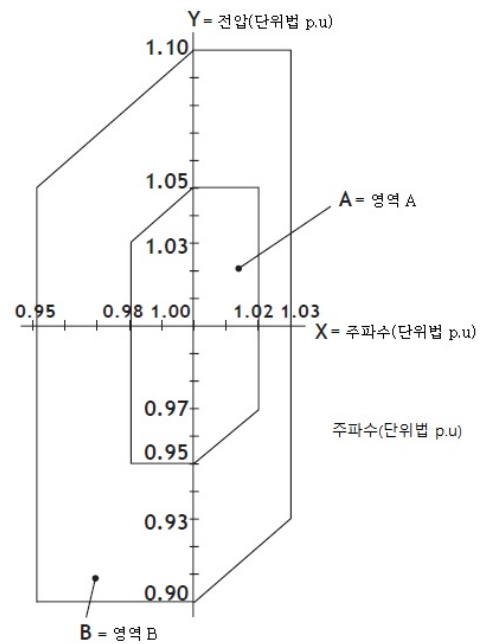


그림 1 전압 및 주파수 범위

Fig. 1 Voltage and frequency range

IEC 61800-5-1(가변속 전력 구동 시스템 5-1부: 안전 요구사항) 규격은 전동기의 가변속 전력 구동 시스템의 안전성과 관련된 내용으로서, 속도 조절용 전력 변환 장치와 부품에 대해서 전기, 열, 에너지 안전 요구사항에 대해서 규정하고 있다[10]. 이 규격은 기기를 구동하기 위한 인터페이스를 포함하지 않으나, 그림 2와 같이 PDS(Power Drive System) 하드웨어로 구성되어 있는 전력 변환, 드라이브 구동, 모터 또는 모터들을 포함하는 속도 조절용 전력 변환 장치에 적용한다. 다만 건인 및 전기적 수송 수단 드라이브는 제외한다.

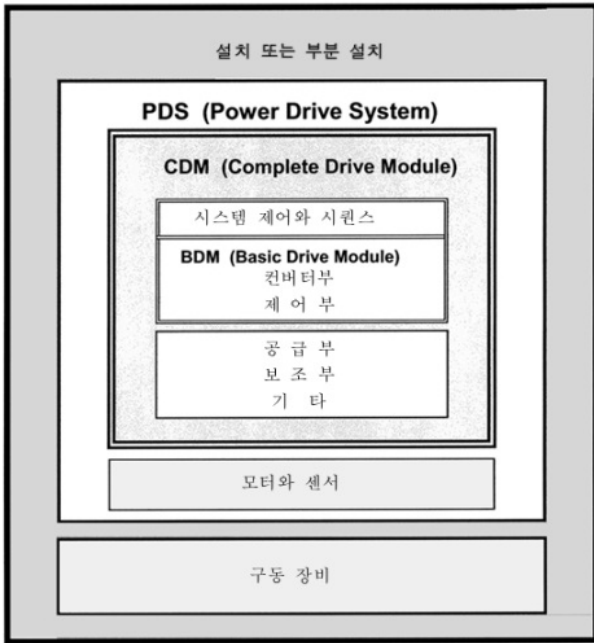


그림 2 PDS 하드웨어 구성
Fig. 2 PDS hardware configuration

PDS의 설계와 구성이 전기 충격에 대한 보호에 대해서, 정상 사용상태 뿐만 아니라 이상 조건(단일 파괴)에서 화재, 전기 충격 또는 다른 위험의 결과로 인한 전부 또는 일부의 파괴 없이 의도된 적용과 관련하여 합리적으로 예상 가능한 오용에 견디는지 확인한다. 모터 회전부, 변압기의 가연성, 커패시터 오일, 스위치 소자(IGBT, FEF 등), 커패시터류, 광절연 장치, 다이오드 모듈 등과 같은 PDS의 주요 부품과 관련된 잠재적인 안전 위험을 검증하게 된다.

2.2 효율에 관한 IEC국제 규격

대부분 각 국가에서는 전동기 효율과 관련하여 강제 혹은 자발적인 규제를 가지고 있다. 특히 유도전동기는 산업에서 가장 많이 사용되는 기술이기 때문에, 전동기 효율을 규제하기 위한 노력은 이 분야에 집중되어 있다. 따라서 각 주요 국가의 대부분은 고효율 전동기를 촉진하기 위해서, 판매되는 전동기에 대해서 NEMA, 미국의 EPAAct, 캐나다의 CSA, 유럽의 CEMEP-EU규정 640/2009, 남아메리카의 COPSNT, 오스트레리아와 뉴질랜드의 AS/NZS, 일본의 JIS, 중국의 GB, 한국의 KS등의 효율 규격을 가지고 있다. 과거에는 각 나라마다 효율 시험규격은 상당히 다른 결과를 도출하였으며, 효율 레벨은 간단하게 비교할 수 없었다. 이는 내적인 혼돈과 주요 무역 장벽의 요인이었다. 그러나 최근 효율 등급 및 각국의 시험 방법 규격을 일치시키기 위해서 NEMA, CEMEP, IEEE와 다른 국제기구와 함께 IEC를 주축으로 주요 규격 제정 및 개정을 진행하고 있다. 또한 가변속도 제어기에 대한 높은 에너지 절약의 가능성이 강력하게 요청되고 있고, 전동기와 드라이브(소프트웨어, 하드웨어)가 결합된 새로운 효율 측정 방법 규격이 제정 중에 있다[2].

IEC 60034-2-1(회전기기-2-1부 시험으로부터 효율 및 손실을 결정하기 위한 시험방법) 규격은 시험으로부터 전동기 효율을 결정하기 위한 방법들이 명기되어 있다[11]. 본 전동기 효율은 직접법과 간접법으로 결정될 수 있다. 직접적인 방법은 회전 속도와 토크로 산출된 출력과 공급되는 전압과 전류의 기본으로 한 입력에 의해서 도출한다. 간접적인 방법은 개별적인 손실 요소를 시험적으로 찾아낸 총 손실과 전기적 입력으로 효율을 계산하는 방식이다.

IEC 60034-2-2(회전기기-2-2부 대형 전동기의 손실을 시험으로 결정하기 위한 정형화된 방법)규격은 IEC 60034-2-1의 시험 방법을 보충하고, 대용량 기기에 대해서 교정기기 시험법(Calibrated-machine test), 감속 시험법(Retardation test), 열량계법(Calorimetric method) 등의 추가 시험방법에 대해서 2010년도에 제정되었다[12]. 교정기기 시험방법은 전기적 입출력에 의해서 기계적인 입출력이 결정되어 있는 교정기기를 시험기기에 기계적으로 연결하여 효율을 산정하는 방법이다. 감속 시험법은 마찰손이나 풍손 산출할 때 유용한 시험방법으로서, 전동기의 손실이 시험 장치 회전 요소의 감속도의 측정으로부터 도출되는 방법이다. 또한 열량계법은 기계적 손실을 동작 중에 발생하는 열을 측정하여 도출되는 방법이다.

IEC 60034-2-3 규격(2014년도 제정 예정)은 컨버터 구동용 유도전동기(Converter-fed induction motor)에 대한 부하 고조파 손실을 결정하기 위한 시험 방법을 규정하는데 있다[13]. 본 규격은 국제 회전기 기술위원회(IEC TC2)에서 규격 제정단계 중에 국가별 투표(CDV)을 진행하였으면, 현재 최종 국제규격안(FDIS)으로 승인단계에 있다. 제시된 고조파 손실은 IEC 60034-2-1의 방법에 따라서 정현파 전원 공급에 따른 추가 손실들이 나타난다. 이 규격에 의해서 결정되는 결과는 컨버터에 의해 구동되는 다른 AC 유도 전동기의 고조파 손실을 비교하기 위한 것이다.

일반적으로 그림 3과 같이 전동기가 컨버터에 의해 구동될 때, 손실은 정현파 구동 시스템에 동작되어질 때 보다 더 크게 나타난다. 추가 고조파 손실은 회로와 제어방법의 영향으로 컨버터 출력량(전압 혹은 전류)의 스펙트럼에 따라 나타난다. 시험을 통해 비정현 전원 공급으로부터 산출되는 추가 고조파 모터 손실을 평가하고, 결론적으로 컨버터 구동용 모터의 효율을 평가 할 수 있다.

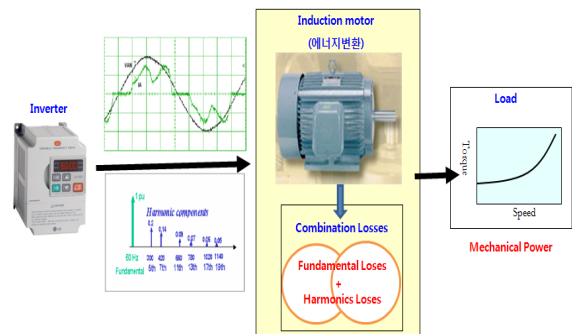


그림 3 인버터용 전동기의 전원 및 손실
Fig. 3 The power and loss of the drive motors

그림 4는 전동기와 드라이브와 관련된 현재 및 미래의 에너지 효율 규격의 개요를 나타낸다. 각 국가들은 IEC 규격, 환경 조약 등을 참조 하여 국가 규격을 제정하고 효율을 규제하고 있다[2].

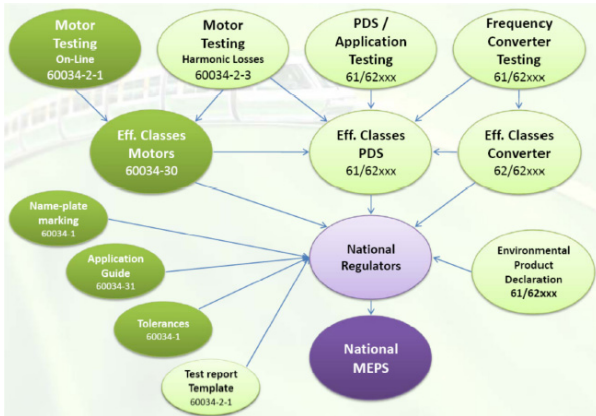


그림 4 전동기와 드라이브와 관련된 현재 및 미래의 에너지 효율 규격
 Fig. 4 Current and future energy efficiency standards associated with motor and drive

IEC 60034-31 규격은 회전기기-31부 : 변속 기기를 포함하는 에너지 효율 전동기의 선택-응용 가이드로서 그림 5와 같이 전동기 시스템의 전형적인 유형의 응용 기기에 대한 에너지 효율, 변속기기 및 전동기의 기술적 특성에 대해서 가이드를 제공한다[14]. 또한 본 규격은 제조자, OEM, 최종 사용자, 규제 담당자 등 유용한 가이드를 제공한다.

본 규격에서 제시된 전동기 응용 기기에 대한 효율성은 전원, 전동기, 속도제어, 기계적 전달과 최종 사용 디바이스 등과 같은 전체 시스템에서 고려되어야 한다. 또한 유지 보수, 부하의 운영 및 사용 빈도와 같은 디바이스 특성에 영향을 미치게 된다.

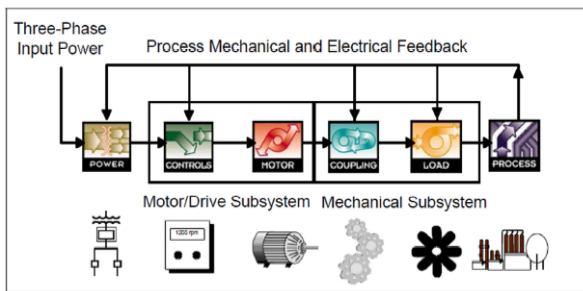


그림 5 전동기 시스템에서 전형적인 유형
 Fig. 5 A typical type of motor system

본 규격에서 제시된 전동기 응용 기기에 대한 효율성은 전원, 전동기, 속도제어, 기계적 전달과 최종 사용 디바이스 등과 같은 전체 시스템에서 고려되어야 한다. 또한 유지 보수, 부하의 운영 및 사용 빈도와 같은 디바이스 특성에 영향을 미치게 된다.

표 3은 IEC에서 2014년 현재 제정 및 개정 중인 규격들이다. 먼저 시험규격으로는 기존의 IEC 60034-2-1 규격을 보완한 두 번째 발행본이 2014년도에 발행될 예정이며, 인버터로 구동되는 유도전동기의 고조파 손실을 측정하여 효율을 측정하는 IEC 60034-2-3도 발행 예정이다. 또한 유도전동기 외에 인버터로 구동되는 전동기의 효율 측정방법을 다룬 IEC 60034-25가 2014년에 발행 예정이다. 효율기준 관련 내용을 다룬 규격으로는 기존의 산업용 유도전동기와 같이 라인스타트 방식의 전동기의 효율기준 내용을 포함하는 IEC 60034-30-1이 발행 준비 중이다. 이 규격에는 농형 삼상유도전동기 외에 권선형 유도전동기, 단상유도전동기, 유도기동형 동기전동기(line start permanent magnet motor)를 포함하고 있다. IEC 60034-30-2도 2014년에 발행예정으로 인버터 구동 방식 (Converter fed) 즉, 속도 가변형 전동기의 효율기준에 관한 내용을 담고 있다. 마지막으로 IEC 52800은 가변속 전동기의 구동에 사용되는 컨버터, 파워시스템, 구동 드라이브 등의 효율기준을 다룰 예정이다[15].

표 3 발행 준비 중인 IEC 규격
 Table 3 IEC standard being prepared for publication

구분	규격번호	내용	발행 예정
시험 규격	60034-2-1, 2판	전동기 효율의 결정 방법	'14년
	60034-2-3, 1판	추가 고조파 손실 결정 방법	'14년
	60034-25, 3판	컨버터 구동용 전동기의 성능 시험 방법	'14년
효율 기준 규격	60034-30-1 1판	전동기 효율 등급	'14년
	60034-30-2 1판	변속 전동기 효율 등급	'14년
	52800, 1판	가변 주파수 컨버터, 전원 시스템 및 드라이브의 효율 등급	미정

3. 국제 규제 현황

3.1 안전규제

최근 전기기기의 안전성을 향상시키기 위해서 사용되는 전동기 및 드라이브의 안전성 강화를 위해 각국(미국, 유럽, 중국 등)에서는 안전인증을 강화하는 추세에 있다. 해외 수출을 위한 대표적 지역으로는 미주, 유럽, 아시아로 구분할 수 있으며, 미주는 UL(미국)과 CSA(캐나다)인증, 유럽은 CE인증, 아시아 지역에서 CCC(중국)인증이 대표적이다. 제조업체에서는 이 세 가지 인증 분야에 대한 개념을 이해한다면, 해외 안전인증을 취득하고, 수출하는데 문제가 없을 것이다. 표 4는 각 국가의 전동기 안전 인증 적용 범위 및 규격에 대해서 제시하고 있다. 유럽 및 구주에서는 IEC 및 UL 규격으로 전동기 및 드라이브에 대한 전범위에서 안전인증을 채택하고 있다. 또한 중국의 경우 소형 전동기에 대해서 강제 안전인증을 시행하고 있다.

UL은 모든 제품, 부품 및 재료에 대해 시험과 인정을 하고 있으며, 미국 대부분의 주에서 사용이 허가되고 있는 안전인증이다. 캐나다에서는 CSA 인증이 법률로 규정되어 있

표 4 각 국가의 전동기 안전 인증 및 규격

Table 4 Motor safety certification and standards of each country

국가	적용 및 범위	관련 규격
유럽	전동기 및 드라이브	IEC/EN 60034 IEC/EN 60335 IEC/EN 61800 IEC/EN 60204
미국		UL 1004-1 ~ 8
캐나다		C22.2 NO. 77
일본	소형교류전동기	JISC - 4004 및 IEC 60034 series
중국	출력 1.1 [kw] 소형 전동기 강제 적용	IEC 60335
한국	삼상유도전동기 단상유도전동기 (임의인증)	KS C 4202 KS C 4204

으며, UL과 상호인증으로 CSA 인증기관으로서 인정되어 있으며, CSA 규격에 적합하다고 인정되면 'cUL' 마크의 표시를 허가한다. UL인증 진행 시, 동시에 'cUL' 마크를 표시하면 캐나다에서의 사용할 수 있다.

유럽으로 수출하는 기계 및 전기제품에는 반드시 CE 마킹이 반드시 필요하다. 이 CE 마킹을 하기 위해서는 EC 지령[Low Voltage Directive 73/23/EEC]에 대한 적합성이 의무화되어 있다. EC 지령에 대한 적합성을 증명하기 위해서는 유럽 EN 규격에 대한 적합성이 원칙이다[16].

중국에서는 세계무역기구(WTO) 가입을 계기로 국내 유통 제품의 인증제도를 통일하여, 중국 내에서 유통되는 대상 품목에 대해 CCC 마크의 표시를 의무화한 중국 강제인증제도(China Compulsory Certification)가 2003년 8월부터 운용되기 시작하였다. 전동기 용량 0.75kW 이하의 유도전동기 장착 제품을 대상으로 한다[17].

각 해외 지역에서 전동기 안전인증 진행시, 각 주요부품을 상호 인정해주는 경우와 인정되지 않는 경우가 많다. 따라서 전동기 제작 시 각 주요 부품에 대해서 수출하고자 하는 지역의 인증을 진행시 부품 선별에 주의를 기울여야 한다. 전동기의 주요 부품으로는 절연시스템, 동선 및 알루미늄선, 온도과승방지장치, 터미널 및 커넥터, 플라스틱 제질, 커패시터와 제어기 등이 있다. 다음 표 5에서는 전동기를 각 해외 지역에서 안전인증 진행시 주요 부품에 대한 상호 인정 분야를 정리하였다.

3.2 효율 규제

대부분 국가에서는 전동기 효율과 관련하여 강제 혹은 자발적인 규제를 가지고 있다. 특히 유도전동기는 산업에서 가장 많이 사용되는 기술이기 때문에, 전동기 효율을 규제하기 위한 노력은 이 분야에 집중되어 있다. 표 6은 AC 삼상 유도전동기 효율에 대한 각 나라별 에너지 효율 등급을 나타낸다[18].

표 5 전동기의 주요부품 상호 인정

Table 5 Mutual recognition of the major components for electric motors

부품명	지역		유럽	중국
	미국	캐나다		
절연시스템	단일 인증	UL 인정	별도 평가	IEC, UL 인정
동선 및 알루미늄선	별도 시험 진행	UL 인정		별도 시험 진행
온도과승방지장치	UL 인증품	UL, CAS 인증품	유럽 기관 인증품	CQC 인증품 및 단품 시험
터미널 및 커넥터	UL 인증품	UL, CAS 인증품		UL 인증품
플라스틱 제질	UL 인증품 (사용분야에 따라 추가 시험 있음)			
커패시터 (기동/운전, X또는 Y)	UL 인증품		유럽 기관 인증품	CQC 인증품 및 단품 시험
제어기	개별 규격으로 시험 진행(UL 508, EN 60730)			비대상

표 6 각 나라의 에너지 효율 등급(MEPS)

Table 6 Each country's energy efficiency rating (MEPS)

효율 수준	효율 등급	시행 국가
프리미엄급 효율	IE3	미국 유럽(2015) 캐나다 한국(2015)
고효율	IE2	미국, 멕시코, 캐나다, 오스트레일리아, 뉴질랜드, 브라질, 한국, 중국, 유럽
일반 효율	IE1	중국, 브라질, 이스라엘, 타이완

전동기 환경규제가 강화되면서, 효율 수준이 고효율에서 프리미엄급 효율로 규제를 강화하고 있는 추세에 있다. 유럽 위원회는 유럽시장에서 고효율 전동기의 판매를 증진시키기 위해서 유럽연합에서 판매되는 전동기에 대해서 강제적 법제화를 추진하였다. 최저 효율 요구사항은 위원회 규칙(EC) No 640/2009에서 2, 4, 6극 및 단일속도, 연속정격 및 1000 [V] 이하의 전동기에 대해서 2017년 1월부터 0.75 ~ 375 [kW] 출력 범위의 전동기에 대해서 IE3등급 이상이어야 하며, 인버터 구동용 전동기에 대해서는 IE2등급 이상 만족해야한다고 결정하였다[16].

미국에서는 중형 전동기(0.75 ~ 375 [kW])에 대하여 1997년부터 최저효율제(MEPS)를 본격 시작하였으며, 소형 전동기의 에너지 절약 규정에 대한 법안을 최근 발의 하였다.

이는 2015년도에 본격적으로 단상 및 다상 소형 유도전동기 1/4~3 [HP](0.18~2.2 [kW])범위에서 효율 규제를 실시할 예정에 있다[19].

중국 또한 소형 전동기 에너지 효율 법안이 개발 중에 있다. 이 법안은 가까운 미래에 중국 표준원에 의해서 승인될 예정이다. 이 법안은 MEPS, 대상 전동기, 효율 등급 및 시험방법에 대해서 언급될 예정이다. 이 효율 법안은 690 [V] 이하 50 [Hz]에서 동작되는 소형 삼상 비동기식 전동기(10 [W]~2.2 [kW]), 콘텐서 운전식 비동기 전동기(10 [W]~2.2 [kW]), 콘텐서 기동식 유도기(120 [W]~3.7 [kW]), 콘텐서 기동 운전식(250 [W]~3 [kW]) 전동기에 해당되며, 에어컨의 팬 전동기(6~550 W)에 또한 적용된다[17].

한국의 경우 고효율 규제는 산업자원부의 효율기자재 운영에 관한 규정에 2007년 5월에 고시되어, 2008년 7월 본격 시행하였다[3]. 프리미엄급 고효율 전동기는 현재 권장사항으로 효율기준을 제정, 2012년부터 3년 간 임의 인증 마크를 부여하고 있고, 2015년부터 단계적으로 강제로 전환할 예정이다. 프리미엄급 고효율 유도전동기의 최저효율제 적용은 용량별로 2015년부터 점진적으로 적용해 나가는 것으로 계획하고 있다. 우리나라는 최초 최저효율제 적용시점이 선진국들에 비해 늦어 빠르게 발맞추어 나아가야하는 입장이기 때문에 더 이상의 지체 없이 적용할 것이 확실시 되고 있다.

다른 나라들은 전동기에 대한 에너지 효율, 잠재적인 경제성과 환경적 영향에 대해서 중요성을 인지하고 있다. 그래서 표 7과 같이 범위 및 등급 등을 각 나라의 실정에 맞게 MEPS를 개발하고 실행하려는 작업 등이 진행 중에 있다.

표 7 각 나라의 MEPS 시행 계획

Table 7 MEPS implementation plan of each country

국가	범위	등급	실행 년도
일본	200/220/400/440 [V], 50/60 [Hz], 0.2~160 [kW], 2~6극	IE2	'12년
인도	415/690 [V], 50 [Hz], 0.37~315 [kW], 2~8극	IE2	'13년
이스라엘	400 [V], 50 [Hz], 0.75~375 [kW], 2~8극	IE3	'15년
아랍 에미레이트	400 [V], 50 [Hz], 0.75~375 [kW], 2~6극	IE2	'15년

4. 결 론

본 연구에서는 전동기 및 드라이브에 대한 안전 및 효율에 대해서 규격을 분석하고, 규제와 관련하여 각 국가의 차

이점 및 동향을 연구 분석하였다.

전 세계적으로 보호무역주의가 강화되는 상황에서 각국의 비관세장벽이 우리 무역에 큰 걸림돌로 부상하고 있다. 중국·미주·유럽연합(EU) 등 개별 국가마다 자국 산업 보호를 위해 관세 이외의 방법으로 각종 규제를 별도로 만들고 있기 때문이다. 특히 전동기 경우 유럽, 미주 및 중국에 수출하기 위해서는 관련 안전인증을 획득해야만 수출할 수 있다. 그러나 세계무역기구(WTO)체제에서 전동기 및 드라이브에 대해서 기술적 장벽 없이 중국 및 해외로부터 국내에 어떤 규제 조치 없이 수입되고 있는 실정이다. 해외에서는 전기적 안정성 대한 규제가 강화되는 반면, 국내에서는 단상 및 삼상유도전동기에 대해서는 임의인증(KS인증)이 있지만, 실효성을 거두지 못하고 있다. 따라서 정부에서는 전동기 및 드라이브에 대한 국내 제조자 및 국민의 보호 위해서 안정성 규제를 강화해야 한다.

효율 규제에 대해서, 세계적으로 온난화 방지 및 온실가스 저감을 위해서 각종 에너지 절약 정책은 현재보다 더욱 강화될 것이다. 산업분야에서 에너지 소비량이 많은 유도전동기를 중심으로 자발적인 혹은 강제적인 규제를 가지고 있다. 각 국가에서 사용되고 있는 전동기의 다른 효율 범률은 효율 등급을 프리미엄급으로 한 단계 높임으로써 더 엄중하게 규제하고 있는 형편이다. 따라서 국내에서도 삼상유도전동기 고효율제가 시행되고 있기는 하지만, 하루빨리 프리미엄급 정책을 미국이나 유럽에 맞추어 확대해야 할 것이다.

이에 따라 국내에서 회전기기 기술위원회(TC2)는 국제 수준으로 관련 규격 개·제정을 하고, 국제회의에 참석하여 국제 규격 현황 및 규제 현황을 파악하여 업계 및 학계에 전파하여 전동기 및 드라이브 발전에 도모해야 한다. 또한 정부에서는 수출 중소기업을 위해 다양한 지원책 및 국내 기술규제 대응 전문 인력을 늘리고 관련 정보가 부족한 중소기업 지원체제를 강화해야 할 것이다. 그리고 전동기 및 드라이브를 생산 판매하는 제조업자가 본 현황 연구에서 제시된 안전, 효율 관련 규격 및 규제 현황을 참조한다면, 수출 및 안전한 제품 생산에 도움이 될 수 있을 것이라 사료된다.

감사의 글

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2013년)에 의하여 연구되었음.

References

- [1] IEA(International Energy Agency), "Proposed work plan for energy-efficiency policy opportunities for electric motor-driven systems" 2011
- [2] ISR-University of Coimbra, "Eup Lot 30: Electric Motors and Drives" 2012
- [3] Korea Energy Standards & Labeling, MKE, KEMCO, 2011
- [4] Yun-Do Jun, Dea-Hyun Kyu, Pil-Wyon Han, "The technology trends of the Minimum Energy

Performance for High Efficiency Induction Motor”, KIPE Magazine vol. 11, P.32-39, 2006

- [5] Won-Gu Lee, "A Comparative Study on Domestic and International Trend of Minimum Energy Performance for High Efficiency Induction Motor", 2008
- [6] Anibal de Almeida, University of Coimbra, "Electric Motor MEPS Guide", 2009
- [7] IEC 60335-1 Ed.5.1b, "Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1: General requirements", 2013
- [8] IEC 60204-1 Ed.5.0. "Safety of machinery-Electrical equipment of machines- Part1: General requirements", 2008
- [9] IEC 60034-1 Ed. 12.0b, "Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance", 2010
- [10] IEC 61800-5-1 Ed. 2.0b, "Adjustable speed electrical power drive systems - Part 5-1: Safety requirements - Electrical, thermal and energy", 2007
- [11] IEC 60034-2-1 Ed. 1.0b, "Rotating electrical machines - Part 2-1:Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)", 2007
- [12] IEC 60034-2-2 Ed. 1.0b, "Rotating electrical machines - Part 2-2: Specific methods for determining separate losses of large machines from tests - Supplement to IEC 60034-2-1", 2010
- [13] IEC 60034-2-3 TS, "Rotating electrical machines - Part 2-3: Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC induction motors", 2013
- [14] IEC/TC 60034-31 Ed. 1.0b, "Rotating electrical machines - Part 31: Selection of energy-efficient motors including variable speed applications - Application guide", 2010
- [15] Alexandria, Testing Centres Workshop "EMSA(Electric Motor Systems Annex) Testing Centres Workshop Agenda", 2011
- [16] European Commission, Commission Regulation (EC) No 640/2009 of 22 July 2009 implementing Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements forelectric motors, Brussels, 2009
- [17] GB 18613-2006 Minimum Allowable Values of Energy Efficiency and the Energy Efficiency Grades for Small and Medium Three-phase Asynchronous Motors, GAQSIQ, SAC, 2006
- [18] P. Waide and C. Brunner, "Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor Systems," IEA, 2011.
- [19] "National Resources Canada - Energy Efficiency Regulations - Electric Motors," [Online]. Available:

저 자 소 개



우 경 일 (禹 景 一)

1969년 9월 6일생. 1995년 한양대 전기공학과 졸업(공학사). 1997년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사). 2001년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 2002년~현재 부경대학교 전기공학과 교수.



박 한 석 (朴 瀚 錫)

1955년 3월 23일생. 1981년 중앙대 전기공학과 졸업(공학사). 1983년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사). 1996년 한국해양대학교 전기공학과 졸업(공학박사). 1986년~현재 부경대학교 전기공학과 교수.



김 대 경 (金 大 慶)

1972년 9월 27일생. 2001년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2007년 동 대학원 전자전기제어계측공학과 졸업(박사). 2001~2005년 삼성전자 가전연구소 선임연구원. 2005~2011년 전자부품연구원 디지털컨버전스연구센터 센터장. 2011년~현재 순천대학교 전기제어공학과 조교수



최 한 석 (崔 埤 碩)

1958년 03월 03일생. 1980년 광운대학교 통신공학과 졸업, 1984~1987년 국립공업시험원 근무. 1987~현재 한국기계전기전자시험연구원 회전기기평가 센터장.



전 희 득 (田 熹 得)

1975년 05월 20일생. 2000년 한양대 전기전자공학과 졸업, 2002년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2002~2005년 중소기업진흥공단 전동기설계실 연구원. 2005년~현재 한국기계전기전자시험연구원 회전기기평가센터 선임연구원. 2009년~현재 기술표준원 지정 국제표준화 기구 IEC/TC 2(회전기) 간사. 2013년~현재 부경대학교 전기공학과 박사과정.