

RS-KIMM-2010-0062



팬 구동용 소형 BLDC 모터

RS-KIMM-2010-0062

신뢰성기술위원회 심의

2011년 5월 4일 개정

한국기계연구원 발행

신뢰성기술위원회 명단

	성 명	소 속	직 위
(위원장)	이순복	KAIST	교 수
(위 원)	강영선	동양물산(주)	부소장
	권영돈	선진정공(주)	부사장
	권영일	청주대학교	교 수
	고을석	현대자동차(주)	이 사
	김경욱	서울대학교	교 수
	김대은	연세대학교	교 수
	박준서	한국철도기술연구원	책 임
	서순근	동아대학교	교 수
	손득균	현대중공업(주)	부 장
	우성우	삼성전자(주)	박 사
	이성래	건양대학교	교 수
	장달식	두산인프라코어(주)	상 무
	장시열	국민대학교	교 수
	정인승	(주)만도	상 무
	정재천	한국전력기술(주)	차 장
	정태형	한양대학교	교 수
	조덕영	(주)솔지	박 사
	한철호	금오공과대학교	교 수
	홍예선	한국항공대학교	교 수
	김형의	한국기계연구원 신뢰성평가센터	센터장

워킹그룹위원회 명단

	성 명	소 속	직 위
(위원장)	민택기	충남대학교	교 수
(위 원)	권오민	충북대학교	교 수
	김상진	(주)준마엔지니어링	대 표
	김영달	한밭대학교	교 수
	김태환	삼성광주전자(주)	과 장
	박경수	뉴모텍(주)	차 장
	심상진	(주)디엔지	팀 장
	이기삼	포스콘(주)	차 장
	이승철	(주)화승전기	대 표
	이원호	(주)모터넷인터내셔널	부 장
	정병인	GGM(주)	이 사
(간 사)	이현주	한국기계연구원 신뢰성평가센터	연구원

제정자 : 한국기계연구원 신뢰성평가센터

제 정 : 2009년 7월 3일

개 정 : 2011년 5월 4일

지식경제부 공고 제 2011-241호

원안작성협력자 : 한국기계연구원

심의위원회 : 신뢰성기술위원회

신뢰성평가기준

RS-KIMM-2010-0062

팬 구동용 소형 BLDC 모터

Brushless DC motor for small fan operation

서 문 규격을 적용하는데 있어서는 그 규격 안에 인용하고 있는 규격도 동시에 참조하여야 하며, 같은 종류의 규격이라면 규격 사이에 비교 검토가 필요한 경우도 많다. 이러한 기준들의 시험 특성을 이해함으로써 팬 구동용 소형 BLDC 모터의 신뢰성을 높이기 위해 RS-KIMM-2010-0062 이(가) 제정되었다.

1. 적용 범위 이 기준은 소형 팬 구동에 사용되는 BLDC 모터(이하 모터라 한다.)에 대해서 적용되며, 성능 및 신뢰성 인증 시험 방법에 대하여 규정한다. 본 기준에서 적용될 수 있는 시험 대상 품의 범위는 표 1에 따른다.

표 1 적용 범위

항 목	범 위
운용 환경	실내 특수 환경[(-30~60) °C]
정격 출력	10 W 이하
정격 회전 속도	1 800 r/min 이하
정격 전압	DC 12 V 이하

2. 인용 규격 다음에 나타내는 규격은 이 기준에 인용됨으로써 이 기준의 규정일부를 구성한다. 이러한 인용 규격은 그 최신판을 적용한다.

KS A 0090 시험용 분체 및 시험용 입자

KS C 0225 환경 시험 방법 - 전기·전자 - 온도 변화 시험 방법

KS C 0704 제어 기기의 절연 거리·절연 저항 및 내전압

KS C 4202 일반용 저압 3상 유도 전동기

KS C 4214 브러시리스 모터

KS C IEC 61000-4-2 전기자기적합성(EMC) - 제4부 : 시험 및 측정 기술 - 정전기 방전 내성 시험

KS C IEC 61000-4-3 전기자기적합성(EMC) - 제4부: 시험 및 측정 기술 - 제3절: 전기 자기 방사 내성 시험

KS D 9502 염수 분무 시험 방법(중성, 아세트산 및 캐스 분무 시험)

KS M ISO 6353-2 화학 분석용 시약 - 제2부 : 규격 - 제1집

IEC 60034-1 Rotating electrical machines - Part 1 : rating and performance

IEC 60034-9 Rotating electrical machines - Part 9 : Noise limits

IEC 60335-2-24 Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-24 :

- Particular requirements for refrigerating appliances, ice-cream appliances and ice-makers
- IEC 60721-3-3 Classification of environmental conditions - Part 3 : Classification of groups of environmental parameters and their severities - Section 3 : Stationary use at weather protected locations
- IEC 60068-2-6 Environmental testing - Part 2-6 : Tests - Test Fc: Vibration (sinusoidal)
- IEC 60068-2-27 Environmental testing - Part 2-27 : Tests - Test Ea and guidance : Shock
- ISO 3744 Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure - Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane
- ISO 10289 Methods for corrosion testing of metallic and other inorganic coatings on metallic substrates - Rating of test specimens and manufactured articles subjected to corrosion tests
- EN 60034-1 Rotating Electrical Machines - Part 1 : Rating and Performance
- JIS C 4034-1 Rotating electrical machines Part 1: Rating and performance
- MIL-STD-810F Environmental Engineering Conditions and Laboratory Tests
- ES 7920 Engineering Specification for 12 Volt DC Brush Motor Delphi Part Number 25341851

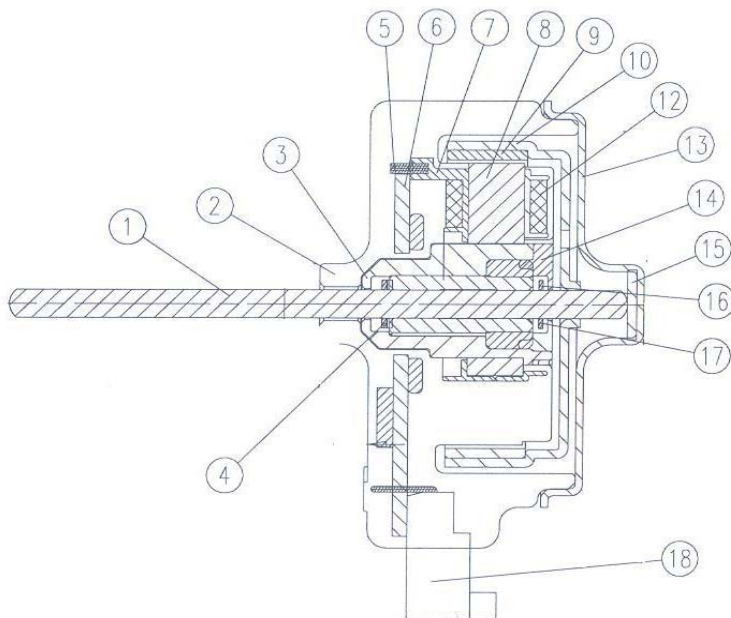
3. 정 의 이 기준에서 사용되는 주된 용어의 정의는 다음에 따른다.

- a) **BLDC 모터** 브러쉬를 사용하지 않고 비접촉의 위치검출기와 반도체 소자로서 통전 및 전류시키는 기능을 바꾸어 놓은 모터
- b) **정격전압** 열적 평형상태, 정격전류 및 정격주파수 하에서 모터의 구동전압을 뜻한다.
- c) **정격 전류** 정격 부하 인가 시 모터에 유입되는 전류를 의미함
- d) **정격부하** 실제 사용되는 부하의 장착을 정격부하로 한다.
- e) **무 부하** 출력이 영인 회전기기 상태
- f) **부하** 정격 출력에서 운전되는 가장 큰 출력의 값
- g) **무부하 회전수** 정격전압 및 외부 부하가 없는 상태에서 회전자의 속도를 뜻한다.
- h) **무부하 전류** 정격전압 및 무부하 상태의 입력단자 전류를 뜻한다.
- i) **정격부하 회전수** 정격부하, 정격전압 하에서의 회전자의 회전수를 뜻하며, 속도제어를 할 경우에는 변동범위를 명기한다.
- j) **정격부하 전류** 정격전압, 정격부하 상태의 입력단자 전류를 뜻한다.
- k) **기동 토크** 정격전압에서 회전자의 모든 위치에 대하여 정지 상태에서 기동 시 발생하는 최소 토크를 의미한다.
- l) **기동전류** 정지 상태에서 정격전압 인가 시 모터 입력 단에 흐르는 전류를 의미한다.
- m) **Run-out of Shaft** 모터 축(shaft)의 흔들림을 의미한다.
- n) **소음** 모터 회전 시 발생하는 noise를 의미하며, 고장자 변형에 의한 언밸런스, 베어링 열화, 조립 상태 등에 의하여 발생된다.
- o) **대표 성능 시험** 종합 성능 시험 항목 중에서 시험 대상품의 성능 변화를 확인할 수 있는 대표적인 시험 항목을 선정하여 수명 시험, 내환경성 시험, 안전성 시험 등의 수행과정에서

실시하는 시험

- p) **사전 시험** 내환경성 시험으로 인한 시험 대상품의 성능 변화를 확인하기 위하여 시험 시작 전에 실시하는 대표 성능 시험
- q) **중간 시험** 내환경성 시험으로 인한 시험 대상품의 성능 변화를 확인하기 위하여 시험 중간에 실시하는 대표 성능 시험
- r) **사후 시험** 내환경성 시험으로 인한 시험 대상품의 성능 변화를 확인하기 위하여 시험 완료 후에 실시하는 대표 성능 시험

4. 구조 모터는 아래의 그림 1과 같이 크게 전동기부, 하우징부로 구성되어 있다.



①	샤프트
②	하우징
③	베어링
④	와셔-플랜
⑤	PCB-핀
⑥	PCB-조립체
⑦	절연체
⑧	코어
⑨	자석
⑩	회전자
⑪	절연체
⑫	동선
⑬	덮개
⑭	펠트
⑮	피스-스태이
⑯	와셔-플랜
⑰	펠트-덮개
⑱	웨이퍼

그림 1 모터의 구조

5. **샘플링 방법** 가장 최근에 동일한 조건으로 생산된 양품 중 15개의 시료를 랜덤 샘플링하여, 5개는 내환경성 시험, 10개는 수명 시험에 활용한다.

6. 신뢰성 평가 기준

6.1 **종합 성능 평가 기준** 모든 시료는 7.2의 시험 방법에 따라 종합 성능 평가 시험을 실시하여 표 2의 평가 기준을 만족하여야 한다. 종합 성능 시험 중 대표 성능 시험은 정격부하 회전수 시험 및 정격부하 전류 시험으로 한다.

표 2 종합 성능 시험의 평가 기준

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
무부하 회전수 시험	7.2.1	· 모터를 무부하 상태로 정격전압을 인가 시 회 전자가 갖는 회전속도를 속도계를 사용하여 측정한다.	· (2 300±10 %) r/min 범위 이내이어야 한다.
무부하 전류시험	7.2.2	· 모터를 무부하 상태로 정격전압을 인가 시 모 터 입력단에 흐르는 전류를 전류계를 사용하여 측정한다.	· 200 mA 이하 이어야 한 다.
정격부하 회전수 시험	7.2.3	· 모터를 정격부하 상태로 정격전압을 인가 시 회 전자가 갖는 회전속도를 속도계를 사용하여 측정한다.	· (1 420±10 %) r/min 범 위 이내이어야 한다.
정격부하 전류시험	7.2.4	· 모터를 정격전압 상태에서 정격부하 회전 시 입력단에 흐르는 전류를 전류계를 사용하여 측정한다.	· 400 mA 이하이어야 한 다.
기동전류 시험	7.2.5	· 모터가 정지 상태에서 정격전압을 인가하여 기동 시 모터 입력단에 흐르는 전류를 측정한다.	· 500 mA 이하이어야 한 다.
런-아웃 오브 샤프트 시험	7.2.6	· 모터 샤프트를 360° 회전시키며 샤프트 래디 얼방향 끝 지점에서 다이얼게이지를 이용하여 샤프트의 흔들림을 측정한다.	· 20 μ m 이하이어야 한다.
부하소비전력 시험	7.2.7	· 모터의 코일에 정격 전압을 가했을 때의 전류 를 측정해서 소비 전력을 산출한다. · 코일의 온도는 20 °C를 기준으로 하며, 측정은 코일의 온도 상승이 무시되는 시간 내로 완료 해야 한다.	· 5 W를 초과하지 않아야 한다.
온도 상승 시험	7.2.8	· 모터에 정격전압을 인가한다. · 정격 출력으로 운전하여 온도상승이 일정하게 되었다고 인정될 때까지 연속 운전한다. · 온도 상승이 일정하게 된 것이 확인되면 온도 상승치를 저항 측정법을 사용한다.	· 권선의 절연종류에 따른 온도 상승 값 이하이어야 한다.
소음측정 시험	7.2.9	· A보정 음압 레벨로 측정한다. · 측정 지점의 높이는 축 중심을 포함하는 수평 면으로 한다. · 측정 지점의 수평면 내의 거리는 시험 대상품 표면에서 0.5 m로 한다. · 측정 지점의 수는 원칙적으로 시험 대상품의 전·후, 좌·우 4개소로 한다. · 모터를 정격 전압, 정격 주파수에서 정격 부하 운전하였을 때 소음을 측정한다.	· 소음은 60 dB(A) 이하이 어야 한다.

6.2 내환경성 평가 기준 내환경성 시험에서 앞선 시험 종료 후 72시간 이내에 다음 시험이 실시되는 경우는 앞선 시험 항목의 사후 시험을 다음 시험의 사전 시험으로 대체하며, 내환경성 시험의 항목별 평가 기준은 표 3을 따른다.

표 3 내환경성 시험의 평가 기준

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
수송가진 시험	7.3.1	<ul style="list-style-type: none"> · 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다. · 주파수 범위 : (1~500) Hz · 가진 형태 : 정현파 스위프 · 진동 가속도 : 20 m/s^2 이하 · 진폭 : 7.5 mm 이하 · 정현파 스위프 속도 : 1 octave/min · 3축($\pm X$, $\pm Y$, $\pm Z$) 방향에 대해 각각 10회 시험을 실시한 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 조립부의 풀림, 변형, 파손 등이 없어야 한다. · 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)의 평가 기준을 만족하여야 한다.
기계적 충격시험	7.3.2	<ul style="list-style-type: none"> · 사전 시험으로서 육안검사 및 대표 성능 시험을 실시한다. · 가속도는 50 m/s^2로 한다. · 충격방향은 $\pm X$, $\pm Y$, $\pm Z$ 한다. · 충격횟수는 각 방향 3회, 총 18회로 한다. · 충격시간은 6 ms로 한다. · 충격파형은 정현반파로 한다. · 시험을 실시한 후, 사후 시험으로서 육안검사 및 대표 성능 시험을 실시한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 조립부의 풀림, 변형, 파손 등이 없어야 한다. · 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)의 평가 기준을 만족하여야 한다.
저온 시험	7.3.3	<ul style="list-style-type: none"> · 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험 실시한다. · $(-40\pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ 4시간 저온 저장한다. · $(-33\pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ 4시간 유지 후, 중간 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험 실시한다. · $(25\pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ 2시간 안정화 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험 실시한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 외관 손상(파손, 균열, 변형 등)이 없어야 한다. · 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)의 평가 기준을 만족하여야 한다.
고온 시험	7.3.4	<ul style="list-style-type: none"> · 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험 실시한다. · $(60\pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ 4시간 고온 저장한다. · $(50\pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ 4시간 유지 후, 중간 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험 실시한다. · $(25\pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ 2시간 안정화 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험 실시한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 외관 손상(파손, 균열, 변형 등)이 없어야 한다. · 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)의 평가 기준을 만족하여야 한다.

표 3 내환경성 시험의 평가 기준(계속)

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
습도 시험	7.3.5	<ul style="list-style-type: none"> · 사전시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험 실시한다. · 온도 (50±2) °C, 상대 습도 (95±5) % 조건에서 6시간, 온도 (30±2) °C, 상대 습도 (85±5) % 조건에서 16시간을 1주기로 10주기 수행한다. · 표준 대기 조건에서 시험 대상물을 충분히 건조시킨 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험 실시한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 외관 손상(부식, 들뜸, 기포발생, 변형 등)이 없어야 한다. · 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)의 평가 기준을 만족하여야 한다.
열충격 시험	7.3.6	<ul style="list-style-type: none"> · 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다. · (90±2) °C 1시간 고온 저장, (-30±2) °C 1시간 저온 저장을 1주기로 하여 50주기 시험을 실시한다. · (25±2) °C 2시간 안정화 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 외관 손상(파손, 균열, 변형 등)이 없어야 한다. · 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)의 평가 기준을 만족하여야 한다.
염수분무 시험	7.3.7	<ul style="list-style-type: none"> · 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다. · 소금 농도 (50±5) g/L의 소금 용액을 온도 (35±2) °C로 유지하며 24시간 동안 분무한다. · 강하율은 수평 채취 면적 각 80 cm² 당 (1~3) mL/h, pH는 (6.5~7.2)로 유지한다. · 소금 용액의 분무를 중단하고 표준 주위 온도 및 상대습도 50 %이하에서 24시간 동안 건조시킨다. · 24시간 분무 24시간 건조를 1주기로 하여 2주기 동안 반복한 후, 사후 시험으로서 KS D 9502에서 규정한 레이팅 넘버법에 의한 판정 및 대표 성능 시험을 실시한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 레이팅 넘버 9 이상이어야 한다. · 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)의 평가 기준을 만족하여야 한다.
침전 먼지 시험	7.3.8	<ul style="list-style-type: none"> · 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다. · 시험조는 상대 습도 30 % 이하, 온도 (23±2) °C로 유지한다. · 먼지 크기 : 75 µm 이하 · 먼지 침전율 : 6 g/m²/day · 공기 속도 0.2 m/s 이하로 먼지를 (60±5)초간 주입하고 59분간 침전, 72시간 실시한다. · 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 시험 대상품 내부에 먼지 침투가 없어야 한다. · 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)의 평가 기준을 만족하여야 한다.

6.3 안전성 평가 기준 안전성 시험은 수명 시험 완료 후에 실시하며, 안전성 시험의 시험 항목 별 평가 기준은 표 4에 따른다.

표 4 안전성 시험의 평가 기준

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
절연 저항 시험	7.4.1	· 전원 충전부와 비 충전 금속 부분 사이에 DC 100 V의 시험 전압을 인가하고 절연 저항을 측정한다.	· 절연 저항값은 5 MΩ 이상이어야 한다.
내전압 시험	7.4.2	· 1차 권선과 철심 또는 비충전 금속 부분 사이에 내전압 시험계를 연결한다. · 상용 주파수(60 Hz), 사인파 250 V 시험 전압의 50 %에서 10초 이내에 규정 시험 전압까지 상승시킨 후 1분간 유지한다.	· 절연 파괴 현상이 발생하지 않아야 한다.
전자기 방사 내성 시험	7.4.3	· 전자기의 세기 3 V/m, 주파수 (80~1 000) MHz를 시험대상품에 인가한다.	· 시험 중 시험대상품은 오동작 없이 정상 동작하여야 한다.
정전기 방전 내성 시험	7.4.4	· 에너지 축적용 콘덴서 150 pF와 방전저항 330 Ω을 규정된 시험규격에 맞게 연결한다. · 시험대상품이 금속일 경우 접촉방전 4 kV, 비금속일 경우 기중방전 8 kV를 시험대상품에 인가한다.	· 시험 중 시험대상품은 오동작 없이 정상 동작하여야 한다.

6.4 수명 평가 기준 시료 10개를 9.4×10^4 사이클까지 가속 수명 시험하여 표 5의 평가기준을 만족하면, 신뢰수준 90 %에서 B_{10} 수명 1.5×10^5 사이클을 보장한다.

표 5 수명 시험의 평가 기준

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
수명 시험	7.5	· 온도 -30 ℃에서 모터에 정격 전압을 인가하여 작동시키고, 부하는 출력 토크 부하를 50 gf/cm로 가속하여 작동하며 시계 방향으로 35초간 작동, 35초 정지를 1사이클로 하여 시료 10개를 9.4×10^4 사이클까지 시험을 수행한다. · 수명 시험 전과 완료 후에 종합 성능 시험을 실시한다. · 총 수명 시험 사이클의 50 % 구간에서 대표 성능 시험을 실시한다.	· 종합 성능 시험 및 대표 성능 시험의 평가 기준을 모두 만족하여야 한다. · 시료 10개를 9.4×10^4 사이클까지 가속 수명시험한 후, 10개 모두 고장 없고 종합 성능 시험의 평가 기준을 만족하여야 한다.

7. 신뢰성 평가 방법

7.1 시험 장치 수명 시험 장비는 그림 2와 같이 구성한다.

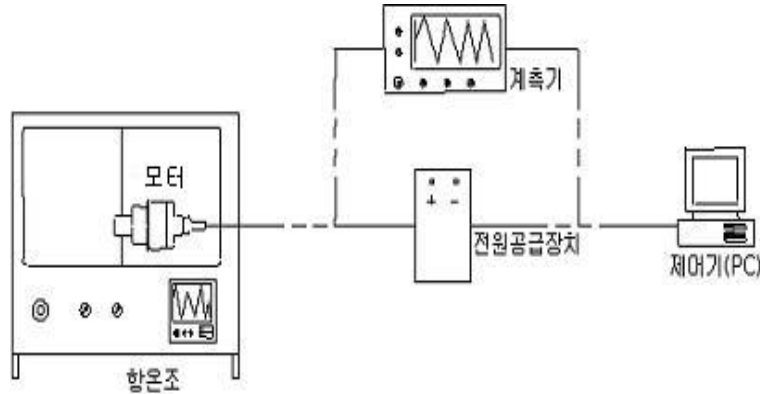


그림 2 모터 수명 시험 장비 구성도

7.2 종합 성능 시험 방법

7.2.1 무부하 회전수 시험

- a) 모터를 무부하 상태로 정격전압을 인가 시 회전자가 갖는 회전속도를 속도계를 사용하여 측정한다.
- b) $(2300 \pm 10 \%)$ r/min 범위 이내이어야 한다.

7.2.2 무부하 전류 시험

- a) 모터를 무부하 상태로 정격전압을 인가 시 모터 입력단에 흐르는 전류를 전류계를 사용하여 측정한다.
- b) 200 mA 이하이어야 한다.

7.2.3 정격부하 회전수 시험

- a) 모터를 정격부하 상태로 정격전압을 인가 시 회전자가 갖는 회전속도를 속도계를 사용하여 측정한다.
- b) $(1420 \pm 10 \%)$ r/min 범위 이내이어야 한다.

7.2.4 정격부하 전류 시험

- a) 모터를 정격전압 상태에서 정격부하 회전 시 입력단에 흐르는 전류를 전류계를 사용하여 측정한다.
- b) 400 mA 이하이어야 한다.

7.2.5 기동전류 시험

- a) 모터가 정지 상태에서 정격전압을 인가하여 기동 시 모터 입력단에 흐르는 전류를 측정한다.
- b) 500 mA 이하이어야 한다.

7.2.6 런-아웃 오브 샤프트 시험

- a) 모터 샤프트를 360° 회전시키며 샤프트 래디얼방향 표면 지점에서 다이얼게이지를 이용하여 샤프트의 흔들림을 측정한다.
- b) 20 μ m이하이어야 한다.

7.2.7 부하소비전력 시험

- a) 모터의 코일에 정격 전압을 가했을 때의 전류를 측정해서 소비 전력을 산출한다.
- b) 코일의 온도는 20 °C를 기준으로 하며, 측정은 코일의 온도 상승이 무시되는 시간 내로 완료해야 한다.
- c) 소비 전력은 5 W를 초과하지 않아야 한다.

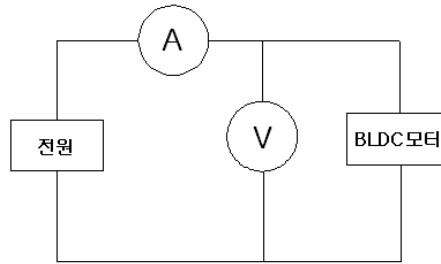


그림 3 소비 전력 측정 회로도

7.2.8 온도 상승 시험

- 시험 대상 모터를 시험대 위에 수평으로 고정한다.
- 코일 저항값과 주위 온도를 측정한다.
- 모터를 정격 속도로 운전한다.
- 정격 부하를 인가하고 온도 상승이 일정하게 유지 될 때 까지 운전한다.
- 모터를 정지 시킨 후 10초 이내에 코일의 저항값과 주위 온도를 측정한다.
- 코일의 온도 상승치는 저항법에 의해 다음 식으로 구한다.

$$\theta = \left(\frac{R_2}{R_1} - 1 \right) (234.5 + t_1) - (t_2 - t_1)$$

여기에서 θ : 온도 상승 (°C)

R_1 : 초기 코일 저항치 (Ω)

R_2 : 온도 포화시 코일 저항치 (Ω)

t_1 : 초기 주위 온도 (°C)

t_2 : 온도 포화시 주위 온도 (°C)

- 코일의 온도 상승값은 표 6에 따른다.

표 6 온도 상승 한도

단위 : °C

전동기의 부분	절연의 종류	온도상승값
고정자 권선	B	80
	F	105
	H	125

7.2.9 소음 측정 시험

a) 측정값

- 음압의 RMS(Root Mean Square) 레벨을 dB 값으로 계측하여, 다음과 같이 계산한다.

$$L_p = 20 \times \log_{10}(P/2 \times 10^{-5})$$

여기에서 L_p : 음압 레벨(dB)

P : 측정 음압(Pa)

- A보정 음압 레벨 (A-weighted sound pressure level)로 측정한다.

- 3) 합성소음과 암소음의 차가 10 dB(A) 이상이면, 보정이 필요치 않으나 10 dB(A) 미만이면 표 7에 따라 보정한다.

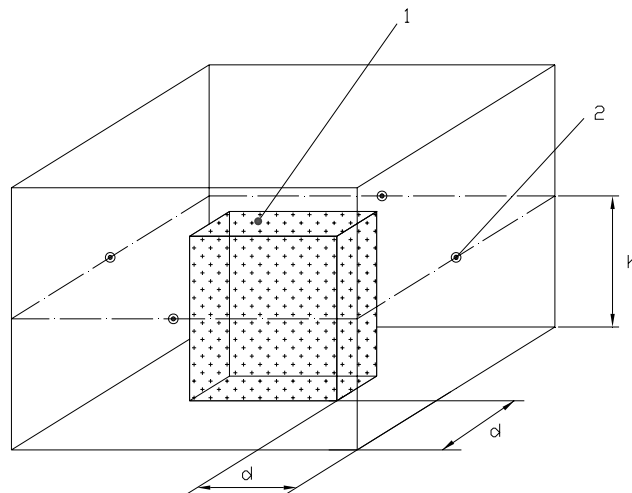
표 7 암 소음의 영향에 대한 보정

단위 : dB

합성소음과 암소음의 차	보정값
3	-3
4~5	-2
6~9	-1

b) 측정 위치

- 1) 마이크로폰은 단단한 구조물 또는 스탠드 등을 사용하여 측정 위치에 고정한다.
- 2) 측정 지점의 높이는 축 중심을 포함하는 수평면으로 한다.
- 3) 측정 지점의 수평면 내의 거리는 시험 대상품 표면에서 0.5 m로 한다.
- 4) 측정 지점의 수는 원칙적으로 시험 대상품의 전·후, 좌·우 4개소로 한다.
- 5) 또한 다음과 같은 경우에는 측정 지점을 추가하여야 한다.
 - 각각의 측정 지점에서 측정된 소음도의 범위(즉 소음도의 가장 높은 값과 낮은 값의 차이)가 측정 지점의 수보다 큰 경우 측정 지점을 추가하여야 한다.
 - 음원이 높은 지향성을 가진 소음을 방출하는 경우 높은 소음이 나오는 지역에 측정 지점을 추가하여야 한다.
 - 커다란 음원으로부터의 소음이 그 음원의 작은 부분에서만 방사되는 경우에도 측정 지점을 추가하여야 한다.



1 : 시험 대상품 2 : 측정 지점
 d : 측정 지점의 수평면 거리 h : 측정 지점의 높이

그림 4 측정 위치

c) 측정 방법

- 1) 디지털 자동 분석 소음 기록기를 사용하여 측정하며, 소음 측정 주기를 1초 이내에서 결정하고 5분 이상 측정하여 기록한다.
- 2) BLDC 모터를 정격 전압, 정격 주파수에서 정격 부하 운전하였을 때 소음을 측정한다.

d) 소음은 60 dB(A)이하이어야 한다.

7.3 내환경성 시험 방법

7.3.1 수송 가진 시험

- 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다.
- 시험 대상품을 실제 사용 조건 또는 이와 동등한 조건으로 장착한다.
- (1~500) Hz의 주파수 범위로 정현파 스위프 시험을 실시한다.
- 진동 가속도는 20 m/s^2 이하, 진폭은 7.5 mm 이하로 한다.
- 정현파 스위프 속도는 1 octave/min 으로 한다.
- 3축($\pm X$, $\pm Y$, $\pm Z$) 방향에 대해 각각 10회 시험을 실시한 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)을 실시하여, 표 3의 평가 기준을 만족하여야 한다.

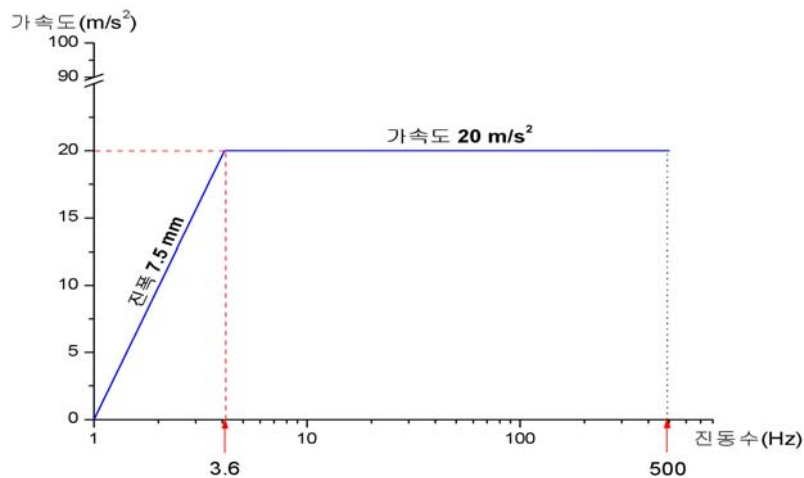


그림 5 시험 주파수 범위 그래프

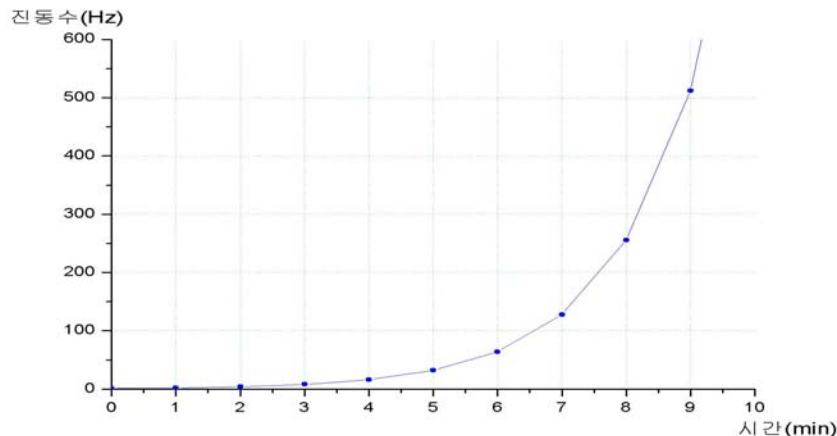


그림 6 정현파 스위프 속도 그래프

7.3.2 기계적 충격 시험

- 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다.
- 시험 대상품을 실제 사용 조건 또는 이와 동등한 조건으로 장착한다.
- 표 8의 충격시험 조건에서 규정한 조건으로 전기적 작동은 하지 않는 상태로 시험을 실시한다.
- 충격 시험 후 육안 검사 및 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)을 실시하여, 표 3의 평가 기준을 만족

하여야 한다.

표 8 충격 시험 조건

가속도 m/s ²	충격방향	충격횟수	시험시간 ms	충격파형
50	±X, ±Y, ±Z	각 방향 3회(총 18회)	6	정현반파 (half sine wave)

7.3.3 저온 시험

- a) 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다.
- b) 시험 대상품을 (-40±2) °C의 항온조에 연속 4시간 저장한다.
- c) 온도를 (-33±2) °C로 상승시켜 4시간 유지한 후, 2시간 이내에 중간시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)을 실시하여 표 3의 평가 기준을 만족하여야 한다.
- d) 온도를 (25±2) °C로 상승시켜 2시간 동안 안정화시킨 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)을 실시하여 표 3의 평가 기준을 만족하여야 한다.

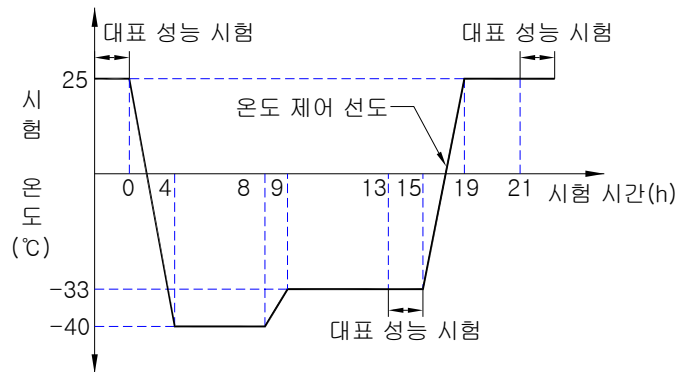


그림 7 저온 시험 주기 및 절차

7.3.4 고온 시험

- a) 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다.
- b) 시험 대상품을 (70±2) °C의 항온조에 연속 4시간 저장한다.
- c) (60±2) °C로 온도를 하강시켜 4시간 유지한 후, 2시간 이내에 중간시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)을 실시하여 표 3의 평가 기준을 만족하여야 한다.
- d) 온도를 (25±2) °C로 하강시켜 2시간 동안 안정화시킨 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)을 실시하여 표 3의 평가 기준을 만족하여야 한다.

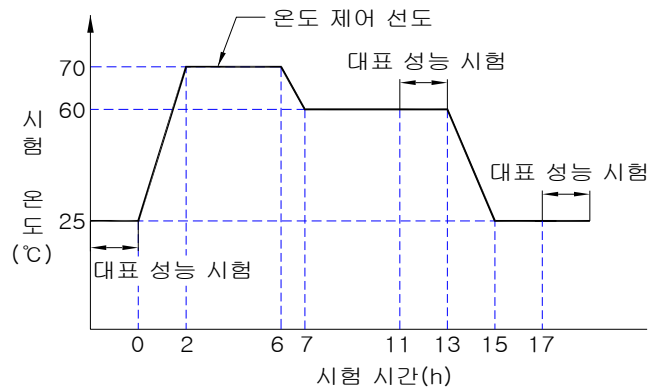


그림 8 고온 시험 주기 및 절차

7.3.5 습도 시험

- a) 사전 시험으로서 육안검사 및 대표 성능 시험을 실시한다.
- b) 시험 대상품을 시험조에 설치하고 온도 (25±2) °C, 상대습도 (50±5) %로 24시간 동안 유지한다.
- c) 온도 (30±2) °C, 상대 습도 (85±5) %로 환경 조건을 조정하고 4시간 유지한다.
- d) 온도 (50±2) °C, 상대 습도 (95±5) % 환경에 6시간 유지하고, 환경 조건을 온도 (30±2) °C, 상대 습도 (85±5) %로 낮추어 16시간 유지하는 것을 1주기로 하여, 10주기 동안 반복한다.
- e) 표준 대기 조건에서 시험 대상물을 충분히 건조시킨 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)을 실시하여 표 3의 평가 기준을 만족하여야 한다.

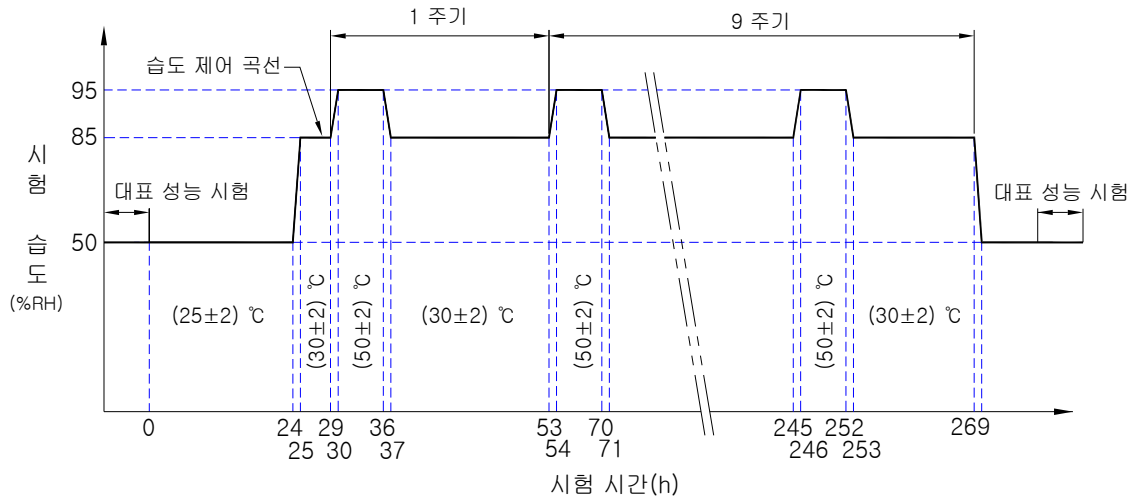


그림 9 습도 시험 주기 및 절차

7.3.6 열 충격 시험

- a) 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다.
- b) 전원을 인가하지 않은 상태에서 시험 대상품을 항온조에 설치한다.
- c) 온도 (90±2) °C에서 1시간 고온 저장, 온도 (-30±2) °C에서 1시간 저온 저장을 1주기로 하여 50 주기 시험을 실시한다.
- d) 온도 (25±2) °C에서 2시간 동안 안정화시킨 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험 (7.2.3, 7.2.4)을 실시하여 표 3의 평가 기준을 만족하여야 한다.

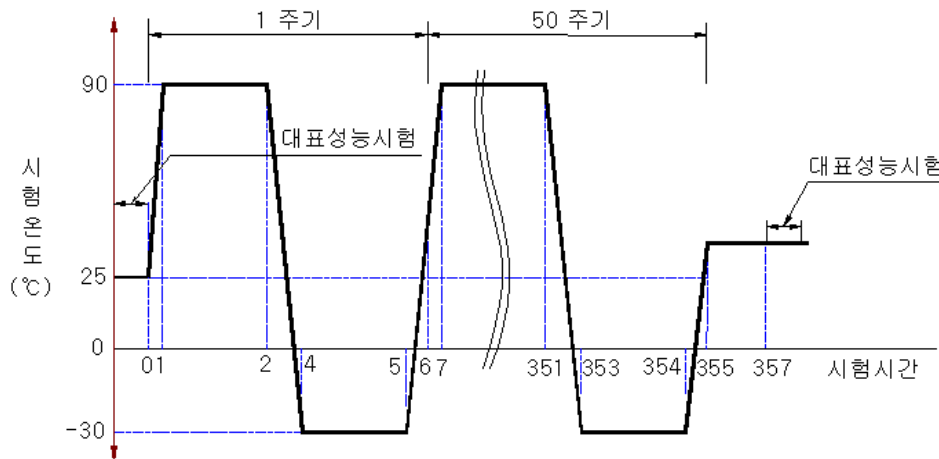


그림 10 온도변화 시험 주기 및 절차

7.3.7 염수 분무 시험

- a) 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다.
- b) 시험 대상품을 시험조에 설치하고, 온도를 (35±2) °C로 유지한다.
- c) 시험용 소금 용액의 조제 방법은 다음을 따른다.
 - 1) 소금은 KS M ISO 6353-2(R32)에 규정한 특급 염화나트륨 또는 동등 이상의 것으로 한다.
 - 2) 물은 (25±2) °C로 전도율 20 μS/cm 이하의 탈이온수 또는 증류수로 한다. 또한 전도율을 1 μS/cm 이하로 하는 것이 바람직하다.
 - 3) 1)의 소금을 2)의 물에 녹여서 소금 농도 (50±5) g/L로 조제한다.
- d) 소금 용액 온도를 (35±2) °C로 유지하며 24시간 동안 분무한다.
- e) 분무는 자유낙하를 원칙으로 하고 분무가 직접 시험편에 가해지지 않는 방향으로 분무 노즐을 향하도록 하여 분무의 직사를 차단하여야 한다.
- f) 소금 용액의 강하율은 수평 채취 면적 각 80 cm² 당 (1~3) mL/h, pH는 (6.5~7.2)로 유지하여야 한다.
- g) 소금 용액의 분무를 중단하고 시험 대상품을 시험조 내에서 표준 온도 및 습도 조건으로 24시간 동안 건조시킨다.
- h) d)~g)를 1주기로 하여 2주기 동안 반복한 후, 사후 시험으로서 KS D 9502에서 규정한 레이팅 넘버법에 의한 평가 및 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)을 실시하여 표 2의 평가 기준을 만족하여야 한다.
- i) 레이팅 넘버는 9 이상이어야 한다.

7.3.8 침전 먼지 시험

- a) 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다.
- b) 시험 대상품을 시험조에 가장 취약한 부분이 먼지에 노출되도록 설치하고, 상대 습도 30 % 이하, 온도 (23±2) °C로 유지한다.
- c) 시험용 먼지는 다음에 따른다.
 - 1) 먼지 크기는 75 μm 이하로 한다.
 - 2) 먼지 성분은 (97~99) % (질량 기준)의 이산화규소를 함유한 규사를 사용한다.
비 고 기타 다른 물질을 먼지로 사용할 경우에는 KS A 0090에서 규정하는 시험용 분체를 따른다.
- d) 공기 속도 0.2 m/s 이하, 먼지 침전율 6 g/m²/day로 먼지를 (60±5)초간 주입하고, 59분간 침전시킨다.
- e) d)의 과정을 72시간(3일) 동안 반복한 후, 불필요하게 먼지 침전물을 교란시키지 않고, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험(7.2.3, 7.2.4)을 실시하여 표 3의 평가 기준을 만족하여야 한다.

7.4 안전성 시험 방법

7.4.1 절연 저항 시험

- a) 비 충전 금속 부분을 접지한다.
- b) 전원 충전부와 비 충전 금속 부분 사이에 절연 저항계를 연결하고 DC 100 V의 시험 전압을 인가한다.
- c) 절연 저항값은 측정기가 안정된 상태에서 5 MΩ 이상이어야 한다.

7.4.2 내전압 시험

- a) 비 충전 금속 부분을 접지한다.

- b) 충전 부분과 비충전 금속 부분 사이에 내전압 시험계를 연결한다.
- c) 상용 주파수(60 Hz), 사인파 250 V 시험 전압의 50 %에서 10초 이내에 규정 시험 전압까지 상승시킨 후 1분간 유지한다.
- d) 절연 파괴 현상이 발생하지 않아야 한다.

7.4.3 전자기 방사내성 시험

- a) 전자기의 세기 3 V/m, 주파수 (80~1 000) MHz를 시험대상품에 인가한다.
- b) 시험 중 시험대상품은 오동작 없이 정상 동작하여야 한다.

7.4.4 정전기 방전내성 시험

- a) 에너지 축적용 콘덴서 150 pF와 방전저항 330 Ω을 규정된 시험규격에 맞게 연결한다.
- b) 시험대상품이 금속일 경우 접촉방전 4 kV, 비금속일 경우 기중방전 8 kV를 시험대상품에 인가한다.
- c) 시험 중 시험대상품은 오동작 없이 정상 동작하여야 한다.

7.5 수명 시험 방법

- a) 수명 시험 장비에 모터를 수평으로 장착한다.
- b) 시험 대상 모터 축에 부하공급 장치를 설치한다.
- c) 온도 -30 ℃에서 모터에 정격 전압을 인가하여 작동시키고, 부하는 출력 토크 부하를 50 gf/cm로 가속하여 작동하며 시계 방향으로 35초간 작동, 35초 정지를 1사이클로 하여 시료 10개를 9.4×10^4 사이클까지 시험을 수행한다.
- d) 수명 시험 중 성능 열화를 확인하기 위해서 **그림 12**와 같이 수명 시험 전과 완료 후에는 종합 성능 시험을 실시하여 **표 2**의 평가 기준을 모두 만족하여야 하고, 총 수명 시험 사이클의 50 % 구간에서는 대표 성능 시험(**7.2.3, 7.2.4**)을 실시하여 평가 기준을 만족하여야 한다.

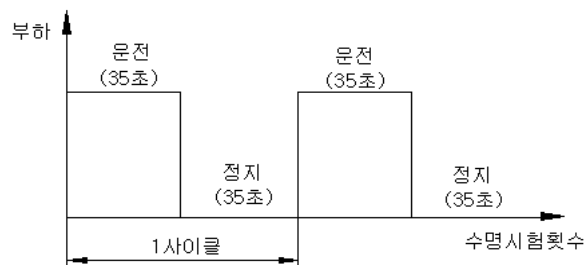


그림 11 수명 시험 사이클

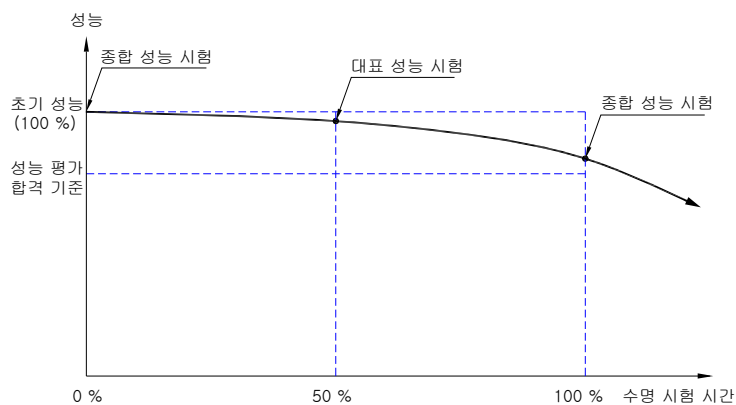


그림 12 모터의 수명 시험 개념도

신뢰성평가기준 팬 구동용 소형 BLDC 모터

2011년 5월 4일 발행

편 집 겸 한국기계연구원장
발 행 인
발 행 한국기계연구원 신뢰성평가센터
427-010 대전광역시 유성구 신성로 104
☎ (042) 868-7009
Fax (042) 868-7082
<http://rac.kimm.re.kr>

인쇄 · 제본 한국기계연구원

이 기준에 대한 의견 또는 질문은 한국기계연구원 신뢰성평가센터(☎ 042-868-7009)로 연락하여 주십시오. 또한 신뢰성 평가기준은 부품·소재 전문기업 등의 육성에 관한 특별조치법 제25조의 규정에 따라 신뢰성기술위원회에서 심의되어 확인, 개정 또는 폐지됩니다.

RS-KIMM-2010-0062



Brushless DC motor for
small fan operation

Korea Institute of Machinery & Materials
Reliability Assessment Center