

메탈할라이드 램프 및 HID용 고조도 반사각의 고효율에너지기자재 인증기술기준 연구

(A Study on High Efficiency Certification Standards of Metal-Halide Lamps
and Reflectors using HID Lamps)

정학근* · 이선근*

(Hak-Geun Jeong · Sun-Keun Lee)

Abstract

The aim of this study is to make the technical standards for certificating a high efficiency metal-halide lamps and reflectors using the high intensity discharge lamps, to accomplish the practical energy saving effect. Metal-halide lamps are certificated by stablized and restarting time, lamp voltage, current, power and light output efficiency. The high illumination reflectors using HID lamps are certificated by testing reflective index, fading, the melting point, glare and install spacing factor.

1. 서 론

현재 정부에서는 에너지절약형 제품의 보급확대를 위해 에너지를 많이 소비하고 보급률이 높은 제품을 대상으로, 고효율기자재 보급을 활성화하기 위한 고효율에너지기자재 인증제도를 시행하고 있다. 고효율에너지기자재 인증제도는 1996년 12월부터 에너지이용합리화법에 근거하여 에너지 수급의 안정화, 에너지 이용의 합리화 및 에너지기술개발 촉진등을 위하여 에너지 절약 효과가 우수한 고효율 에너지기자재(고효율 유도전동기, 26mm 32W 형광램프, 26mm 32W 형광램프용 안경기, 전구식 형광램프, 형광램프용 고조도 반사각, 인체감지 조명기구 등)에 대해 사용권고에 관한 규정을 마련하여 보급을 유도하는 제도이다.

최근 삶의 질을 추구하는 경향에 따라 주로 방전등을 사용하는 공장, 대형 할인매장, 백화점 등의 장소에서도 쾌적한 조명 환경이 요구되고 이에 따라 조명 분야에 대한 관심이 날로 커지고 있다. 그러나 지금까지의 이런 장소에서의 조명 에너지절약의 방법은 조도를 낮추어 설계함으로써 건물 이용자의 시력보호, 작업능력 및 근무조건 등이 고려된 설계가 되지 못했다. 따라서 고효율에너지기자재 인증 기술기준에서는 에너지 절약의 본연의 취지에 부합할 수 있도록 에너지 절약에 더하여 시환경 개선 측면 등을 포함할 수 있어야 한다.

메탈할라이드 램프는 효율면에서는 수은램프에, 연색성 측면에서는 나트륨 램프에 비하여 우수하여, 다른 방전램프에 비하여 점유율이 높은 상황이다. 국내에서

사용되고 있는 고휘도 방전 램프의 사용현황은 수은 램프 15%, 나트륨 램프 35%, 메탈할라이드 램프가 50%를 점유하고 있으며, 메탈할라이드 램프의 점유율이 보다 확대되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 고압방전등과 산업용 반사각으로 가장 많이 사용되고 있는 메탈할라이드 램프와 HID 램프를 사용하는 고조도 반사각에 대하여 고효율에너지기자재 인증기술기준을 합리적으로 제정하고자 한다.

2. 메탈할라이드 램프의 기술기준

2.1. 종류 및 구조

메탈할라이드 램프 기술기준은 KS C 7607에서 정한 메탈할라이드 램프로서 정격 램프 전력이 150W, 200W, 350W인 제품에 대하여 규정한다. 램프의 종류는 <표 1>에 따르고, 구조는 [그림 1]과 같이 발광관과 유리구로 구성된다.

표 1. 램프의 종류

Table 1. Classification of Metal-Halide Lamps

구 분	종 류
보조 전극	- 보조 전극 시동형(Probe Type) - 직접 시동형(Pulse Type)
발광관 재질	- 석영(Quartz) 발광관 - 세라믹(Ceramic) 발광관
램프전력	150W, 200W, 350W

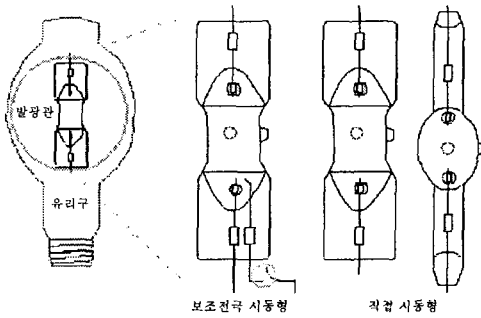
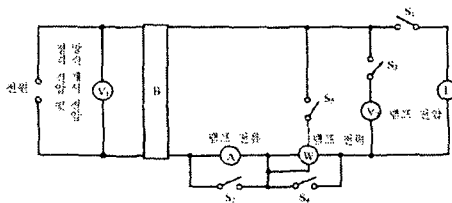


그림 1. 램프의 구조와 발광관의 종류
Fig. 1. The structure of Metal-Halide Lamp

2.2. 성능시험 및 기준

메탈할라이드 램프의 고효율기자재 인증시험은 아래의 조건에서 수행되어야 한다.

- 시험상태는 주위온도는 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 의 무풍에 가까운 상태로 유지하고, 점등 자세는 원칙적으로 베이스를 위로하여 점등한다.
- 시험용 전원은 주파수 60Hz의 정현파에 가까운 교류로 하고, 전압 변동은 $\pm 1\%$ 이내로 한다.
- 에이징 중의 전원 전압 변동은 그 안정기의 정격 입력 전압의 $\pm 6\%$ 이내로 하고 온도 및 습도는 특별히 규정하지 않는다.
- 시험 회로는 [그림 2]에 따르고, 시험 회로에 사용하는 시험용 안정기의 조건은 <표 2>에 따른다(KS C 8109).
- 램프 전압, 램프 전류, 램프 전력 및 전광속의 측정에는 원칙적으로 시험대에 사용하고 있지 않은 계기 중 램프와 직렬로 접속시킨 계기는 모두 단락한다.
- 초특성 이외의 시험은 100시간 에이징 전에 수행한다.



B: 시험용 안정기 및 시동기
V₁, V₂: 전압계
A: 전류계
S₁, S₂, S₃, S₄, S₅: 스위치
L: 램프
W: 전력계

그림 2. 시험회로
Fig. 2. Testing Circuit

표 2. 시험용 안정기의 조건
Table 2. The conditions of testing ballast

정격 전력 (W)	정격 전압 (V)	기준 전류 (A)	임피던스 (Ω)	역률
150	220	1.80	97 ± 1.06	0.075 ± 0.005
200		1.67	88.5 ± 1.06	
350		2.88	50.45 ± 1.06	

그리고, 고효율기자재로 인증되기 위한 다음의 주요 광학적, 전기적 조건을 만족하여야 한다.

- 램프의 시동 특성은 전압을 정격 입력 전압의 90%로 조정 한 후, [그림 2]의 스위치 S1을 폐로 시켰을 때 시동되어야 한다. 다만, 램프는 이 시험을 하기 전 5시간은 점등하지 않아야 한다.
- 시동 전압을 정격 입력 전압으로 조정하고, 램프 전압이 일정한 상태로 될 때까지의 안정 시간은 <표 3>에 적합하여야 한다.
- 램프를 안정된 점등 상태로 만든 다음, [그림 2]의 스위치 S1을 개로시켜 즉시 S1을 폐로시킨 다음 램프가 재시동될 때까지의 시간을 측정하였을 때 <표 3>에 적합하여야 한다.
- 초특성은 <표 3>에 규정된 적합 안정기를 사용하여 정격 입력 전압으로 100시간 에이징 하여 특성이 거의 일정하게 된 후 시험하였을 때, 램프 전압, 램프 전류, 램프 전력은 <표 3>의 값에 적합하여야 하고, 광효율은 <표 3>의 값 이상이어야 한다.

표 3. 램프의 성능
Table 3. The performance of Lamp

구분 전력	안정 시간 (분)	재시동 시간 (분)	초특성			광효율 (lm/W)
			램프 전압 (V)	램프 전류 (A)	램프 전력 (W)	
150W	8이하	10이하	100 ± 15	1.80	158 이하	90
200W	6이하	8이하	130 ± 15	1.67	210 이하	95
350W	6이하	8이하	135 ± 15	2.88	368 이하	100

3. HID용 고조도 반사갓의 기술기준

3.1. 종류 및 구조

산업용 고조도 반사갓 기술기준은 HID 램프 중에서 사용량이 가장 많은 정격 소비 전력이 400W 이하인 고 휘도 방전 램프(HID)를 광원으로 하는 1등용 등기구의

반사각에 대하여 적용한다. 반사각이 부착되는 등기구는 사용되는 용도에 따라 일반형과 투광형 조명기구로, 부착되는 기구 입구부의 개방 상태에 따라 개방형과 밀폐형으로, 사용하는 광원의 소비전력에 따라 50W, 70W, 100W, 150W, 175W, 200W, 250W, 300W, 350W, 400W로 구분한다.

표 4. 기구의 분류
Table 4. Classification of the luminaires

구분	종류
용도	일반형, 투광형
입구부 상태	개방형, 밀폐형
광원의 소비전력	50W, 70W, 100W, 150W, 175W, 200W, 250W, 300W, 350W, 400W

3.2. 성능시험 및 기준

HID용 고조도 반사각의 고효율기자재 인증시험은 아래의 조건에서 수행되어야 한다.

- a) 시험상태는 주위온도는 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 의 무풍에 가까운 상태로 유지한다.
- b) 광원은 표준 안정기로 점등한 경우 램프 전류, 램프 전력이 각 정격치의 $\pm 2.5\%$ 의 범위에 있는 것을 시험용 램프로 사용한다.
- c) 점등용 전원은 주파수 60Hz의 정현파에 가까운 교류를 사용하고, 측정 중의 전압 변동률은 정격치의 $\pm 0.5\%$ 이내로 한다. 파형의 변형률은 3% 이하가 바람직하다.
- d) 광원 및 조명기구의 점등자세는 지정한 사용상태로 지지한다. 또, 이것에 따르기 어려운 경우는 점등자세의 차이에 따른 오차를 보정한다.
- e) 기구 효율 측정 장소의 천장, 벽, 바닥 등은 흑색으로 하는 것이 바람직하다.

그리고, 조명기구의 분류에서 일반형 조명기구인 경우에는 다음의 광학적인 기술기준에 모두 적합하여야 하며, 투광형 조명기구의 경우에는 아래의 기술기준 중에서 d)의 기술기준은 제외된다.

- a) 반사율은 반사판을 가로, 세로를 각 5cm의 크기로 절단한 3개의 시료에 대해서 표준광을 이용하여 각각의 시각 반사율을 측정하여 2개의 시료는 반사율이 모두 80.0% 이상이어야 한다.
- b) 등기구 반사효율은 배광기를 이용하여 램프의 전광속과 동일 램프를 부착한 기구에서 방출되는 전광속의 비가 80.0% 이상이어야 한다.
- c) 퇴색성 시험은 반사판을 가로, 세로를 각 5cm의 크기로 절단한 3개의 시료를 1kW 자외선 램프로 0.5m 거리에서 50시간 조사하며, 이때 초기 반사율의 95.0% 이상 유지되어야 한다.

d) 기구가 설치되는 공간에서의 최저 조도와 평균 조도의 비(최저/평균)가 80% 이하가 되지 않는 조건으로 계산하였을 때 기구 설치 간격비(기구가 설치되는 높이에 대한 기구의 설치 간격의 비)는 1.0 이상이어야 한다.

e) 음점시험은 반사판을 가로, 세로를 각 5cm의 크기로 절단한 3개의 시료를 주위온도 200°C 로 10시간 유지하며, 이때 시료는 이상이 없어야 한다.

4. 결론

본 논문에서는 고압방전등 중에서는 사용량이 가장 많은 메탈할라이드 램프를, 산업용 반사각에 대해서는 400W 이하의 광원을 사용하는 고조도 반사각에 대하여 고효율 제품의 보급을 유도하기 위하여 고효율기자재 인증기술기준을 마련하였다. 다양한 용량의 램프중에서 250W의 램프가 가장 많이 사용되고 있으며, 400W 그리고 175W 순으로 사용량이 많으며, 그 외의 사용량은 미미한 수준이다. 따라서 현재 사용되고 있는 일반 제품을 고효율 인증기준에 적합한 제품으로 대체할 경우의 효과를 분석하면 다음과 같다.

고효율 HID 램프는 국내 전체 조명기기 설치대수의 2.6% 39,093천대가 설치되어 있고, 이중 메탈할라이드 램프가 54.4% 21,266천대가 설치되어 있는 것으로 조사된 바 기존 메탈할라이드 램프 대신 고효율 메탈할라이드 램프를 사용할 때(기존 175W \Rightarrow 고효율 150W, 기존 250W \Rightarrow 고효율 200W, 기존 400W \Rightarrow 고효율 350W) 전체 전력절감은 871MW에 달한다.

표 5. 램프 교체시의 전력절감 효과
Table 5. Saving Effect of Electric Power

기존램프	고효율 램프	전력절감(W)
MH175	MH150	25
MH250	MH200	50
MH400	MH350	50

또한 고조도 반사각의 경우에는 1KWH당 전력 생산 석유 소모 0.24L 절약효과를 기대할 수 있으며, 효율이 낮은 수은등을 사용하고 있는 등기구를 고효율 메탈할라이드 램프와 반사각을 일체로 하여 교체할 경우 최대 80%의 전력이 절감될 것으로 분석되었다.

표 6. 반사각 교체시의 전력절감 효과
Table 5. Electric power saving effect of reflector

기존 등기구 효율	고조도 반사각	전력절감
60%~70%	80% 이상	10% ~ 20%