

# 고효율 유도전동기 지원사업 현황

강 희 수

에너지관리공단 자금운용처 과장

## 1. 고효율 유도전동기 장려금 지원사업

### 가. 사업배경

우리 나라의 전력사용량 중 약 40%를 유도전동기가 소비하고 있다. 즉, 유도전동기는 단일기기로서 가장 많은 전력을 사용하고 있는 셈이다. 국내 산업체 및 건물 등 다양한 전동기 사용처에서의 전기절감을 위해 에너지관리공단에서는 고효율전동기 장려금지원 시범사업을 2002년 6월 1일부터 시행하고 있다. 본고에서는 고효율 유도전동기의 보급에 있어서 가장 큰 장애요인인 초기구입비 상승에 따른 소비자의 구매기피를 극복하기 위한 여러 방안 중 가장 효과적인 방법으로 알려진 장려금지원제도를 소개하고자 한다.

장려금지원제도는 현재 유통되고 있는 표준 유도전동기를 효율이 높고 동작특성이 우수하며 수명이 긴 고효율 유도전동기로 대체하도록 기기가격 상승분의 일부를 보조 지원함으로써 고효율기기의 보급을 확대하려는 경제적 보상제도이다. 이와 같은 고효율 유도전동기의 보급 확대는 고효율기기의 시장 창출 및 전동기산업의 국제경쟁력을 제고할 뿐만 아니라 합리적인 전력수요관리를 통하여 기후변화협약 등 국제적인 환경문제에 대응하고 효율적 국가에너지 사용의 기반이 된다.

### 나. 고효율 유도전동기 보급사업의 특징

① 고효율 유도전동기의 보급에 가장 큰 장애는 초기구

입비의 상승인데, 이는 9~18개월의 사용으로 그 차이가 전력절감액으로 환수되고, 전동기의 수명은 10~15년 정도이므로 나머지 기간은 사용자, 국가, 전력회사 등 모두에게 이익이 되는 사업이다.

② 강제적 성격이 강한 에너지환경 관련 규제정책적 접근(최저효율제)과 자연스런 시장구조 전환을 유도하기 위한 유인정책적 접근(장려금지원제)을 적절히 조화시켜야 한다.

③ 정부는 고효율전동기의 설비투자 및 기술개발에 적극적이지 않은 전동기 생산업체에게 시장수요를 확보하기 위한 시장구조 조정에 적극적으로 개입할 필요가 있고 전동기 사용자의 구매를 촉진하기 위한 정책 및 제도적 유인책을 수립해야 한다.

④ 유도전동기는 세트제품의 부품으로 사용될 경우가 상당히 많기 때문에 구매자(세트메이커: OEM)와 최종 사용자(전기요금 지불자)가 일치하지 않는 유통구조를 갖고 있다. 따라서 유통경로에서 고효율 유도전동기의 보급에 주요 인자로 작용하는 시장참여자(예, 도소매 판매상 등)를 고려하여야 한다.

⑤ 유예기간 없이 최저효율제와 같은 저효율 제품의 유통금지 등 강력한 규제 중심의 정책을 실시하면 가격경쟁 구조인 현 시장체계에서는 저가 저효율 제품의 암시장 형성 등으로 보급사업의 실패 위험성이 존재한다. 따라서 한시적인 장려금지원제를 시행하면서 점진적인 시장의 변화가 요구된다.

⑥ 고효율 전동기는 표준전동기보다 2~10% 정도 효율이 좋으며, 그중 소형전동기는 그 수요가 많고 대형 전동기는 수요가 적다. 고효율전동기의 제작에는 특성이 우수한 재료를 사용하고 재료의 사용량도 많기 때문에 고효율 기기의 가격은 표준형보다 15~30% 정도 비싸며 수명이 길다. 유도전동기에서의 몇 % 효율 향상은 적은 것이라고 생각될 수 있지만, 전동기의 수명(10년 이상)이 다하는 동안 엄청난 양의 에너지가 절약이 된다. 사용률이 높은 전동기는 매년 구입가격의 10배에 해당하는 전기요금을 지불하곤 한다. 자동차에 비유하면 1000만원짜리 자동차가 매년 1억원의 가솔린을 사용하는 것과 같다. 이러한 이유로 고효율전동기의 비용 증가에 대한 전기요금 절감에 의한 차액환수는 비용면에서 상당히 효과적이라 할 수 있다.

### 다. 고효율 유도전동기란?

고효율 유도전동기라 함은 일반전동기보다 손실을 20~30% 정도 감소시켜 효율이 4~10% 정도 상승되는 전동기를 말하며, 국내에서는 '96년 1월 KS 규격의 효율이 2~3% 정도 상승되었고, '92년 12월 한국산업규격(KS C-4202)에 일반용 저압 3상 유도전동기의 50HP 이하에 대하여 고효율 기준이 신설 됨에 따라 표준형과 고효율형으로 이원화하여 운영하고 있다. 전동기를 고효율로 사용하는 방법에는 고효율전동기 즉, 정격효율 자체가 종래 전동기보다 높게 설계 제작된 전동기를 채택하는 방법과 기존 전동기로 부하 상태에 적합하게 가변속 운전을 행하여 운전효율을 높이는 경우의 2가지로 구분할 수 있다. 후자인 전동기의 가변속운전은 입력전원의 전압, 주파수를 변화시켜서 운전중 부하 변동이 크게 변할 수 있는 Pump, Blower, Fan 등의 부하를 종래의 Damper Control 또는 Valve Control 방식에서 부하의 변동에 따른 가변속운전을 하여 전동기가 최대의 효율을 낼 수 있도록 하는 전압제어(VV) 또는 인버터제어(VVVF) 방식을 채용하게 된다.

### 라. 고효율 전동기의 특징점

#### (1) 효율의 극대화로 우수한 절전효과

고등급 및 최소두께의 철심 사용, 철심장의 증대 및 Fill Factor의 증대로 손실을 최소화하여 표준전동기 대비 약 20~30%의 손실 감소로 수전설비 및 전력소비량을 절약할 수 있다.

#### (2) 낮은 온도상승 및 고절연재료 사용으로 권선수명 연장

H중 절연코일 및 바니쉬 사용, Service Factor(과부하운전인자) 1.15 채택으로 전동기 온도상승이 낮게 되어 권선의 절연수명이 연장되었다.

#### (3) 높은 경제성

손실이 적은 절전형으로 표준전동기보다 제품 Cost는 높으나 운전 Cost가 낮기 때문에 초기 추가 Cost 증가분은 단기간에 회수가능하며 그 후 운전시간이 길수록 경제성이 뛰어나다.

#### (4) 저소음화

최적 팬(내열성 및 내식성에 우수한 재료 사용) 및 팬 커버 설계로 냉각공기의 흐름을 최적화하여 공명음의 최소화가 가능하다. 슬롯고조파 및 포화고조파를 최소화하여 전자소음을 감소시켜 표준전동기 대비 약 3~8dB(A) 낮다.

#### (5) 적용시 효과가 높은 사용장소

- 기동률이 높고 연속운전이 되는 곳
- 정속운전이 필요한 곳(저진동, 저소음)
- 고부하시 및 공조용 등 전력소모가 Peak시 사용되는 곳
- 전원용량의 여유가 적어 설비 증설이 제한되는 곳
- 전체 소비전력대비 전동기의 소비전력이 큰 비중을 차지하는 곳
- Pump, Blower, Fan, Conveyor, Compressor, 방직기, 사출기 등

### 마. 왜 고효율인가?

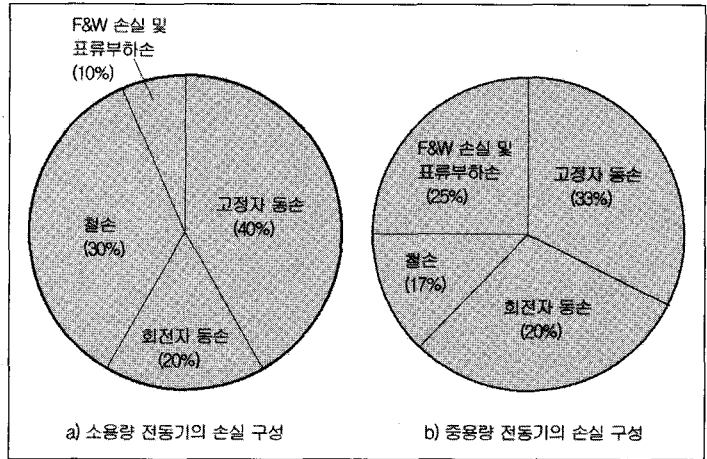
전동기 효율을 향상시키는 유일한 방법은 전동기 손실을 감소시키는 것이다. 일부 전동기 손실은 주위로 방출되지 못하고 전동기 내부를 가열하기 때문에 손실감소는 직접적인 에너지 절감뿐 아니라 공조시스템의 냉각부하를 감소시킬 수 있다.

전동기의 손실에는 크게 철손, 풍손 및 마찰손, 고정자 손실, 회전자 손실, 표류부하손의 5개 주요 요인이 있으며, 각 요인은 전동기 제작자의 설계와 제조과정에 의해서 영향을 받는다. 가령 설계시의 고려사항으로 회전자와 고정자 사이의 공극 크기가 있는데, 큰 공극은 역률을 희생시키는

대신 효율을 극대화하는 경향이 있는 반면 작은 공극은 역률을 상당히 향상시키지만 효율을 약간 떨어뜨린다. 전동기 손실은 고정손실과 가변손실로 분류될 수 있으며 고정손실은 전동기에 전원이 공급되기만 하면 발생하며 주어진 전압과 속도에 대해 일정하다. 가변손실은 보통 전동기 부하에 따라 증가한다. 철손, 풍손 및 마찰손은 고정손실이고 나머지는 가변손실로 분류할 수 있다(그림 1 참조).

① 철손(Core Loss)은 코어재료를 자화하기 위해 요구되는 에너지에 기인하고 코어에서 흐르는 와전류(Eddy Current)에 의한 손실도 포함된다. 철손은 향상된 투자율의 전기강판(Silicon) 사용과 자속밀도 저감을 위해 코어의 적층길이를 증가함으로써 감소시킬 수 있다. 와전류손실은 더 얇은 강판을 사용함으로써 감소된다. 철손은 고정손실이며, 전체 손실의 15%~20% 정도이다.

② 풍손(Windage Loss)과 마찰손(Friction Loss)은 공기저항과 베어링의 마찰에 기인한다. 공조기기의 설계시 공기흐름, 팬 설계와 베어링 선택에 대한 개선으로서 이런 손실을 감소시킬 수 있다. 고효율 전동기의 손실 감소는 냉각 필요량을 감소시켜 전동기 제조자는 감소된 크기의 팬을 사용할 수 있는 잇점이 있다. 풍손과 마찰손은 고정손실이며, 전체 손실의 5%~10% 정도이다.



〈그림 1〉 전동기의 손실 구성

③ 고정자 손실(Stator Loss)은 고정자 권선을 통해 흐르는 전류에 의한 가열로 나타난다. 이 손실은 도체에 흐르는 전류(I)와 저항(R)에 의한  $I^2R$  손실로 불린다.  $I^2R$  손실은 고정자 슬롯을 수정하거나, 고정자의 권선 체적을 증가하기 위해 절연두께를 감소시킴으로써 줄일 수 있다. 고정자 손실은 가변손실이며 전체 손실의 40%~45% 정도이다.

④ 회전자 손실(Rotor Loss)은 회전자 권선에서의  $I^2R$  가열로 나타난다. 회전자 손실은 저항을 감소하기 위해 도체(Conductive Bar)나 엔드링 크기를 증가시키거나 전류를 감소시킴으로써 줄일 수 있다. 회전자 손실은 가변손실이며 전체 손실의 20%~25% 정도이다.

⑤ 표류부하손(Stray Load Loss)은 부하전류에 의해 유기되는 누설 자속에 의한 결과이다. 표류부하손은 가변손실이며 전체 손실의 10%~15% 정도이다.

## 2. 고효율 유도전동기 장려금 지원 시범사업

### 가. 사업 목적

① 에너지소비 효율이 개선된 고효율 유도전동기를 일반 소비자가 경제적인 가격으로 구매할 수 있도록 제품가격

에 대해 적정규모로 장려금을 지원하여 보급을 확대한다.

② 전기소비 절약 및 최대전력을 억제함으로써 발전 및 송변전설비의 건설회피에 의한 투자비 절감 또는 투자가 지연되고 있다.

나. 2002년 사업 예산 : 13억 1700만원

**다. 장려금 지원대상**

에너지관리공단이 고효율 에너지기자재로 인증하여 e-마크가 부착된 고효율 유도전동기(3상 교류전압 600V 이하의 0.75~200kW)를 절전용량 0.5kW 이상으로 신규 설치 또는 교체 설치하는 소비자

**라. 장려금 지원금액**

절전용량 1kW당 16만 7000원

**마. 장려금 지원금액 산정방법**

장려금 지원액(천원) = 용량별 장려금(천원) × 신청 설치 대수

[참고] 지원금액 계산(예)

- 0.75kW 5대, 7.5kW 2대, 30kW 5대 설치시 지원금액  
 • 지원금액 = ∑(용량별 장려금) × (용량별 설치대수)  
 = 14 × 5 + 45 × 2 + 175 × 5 = 103만 5000원

**바. 장려금 지원범위**

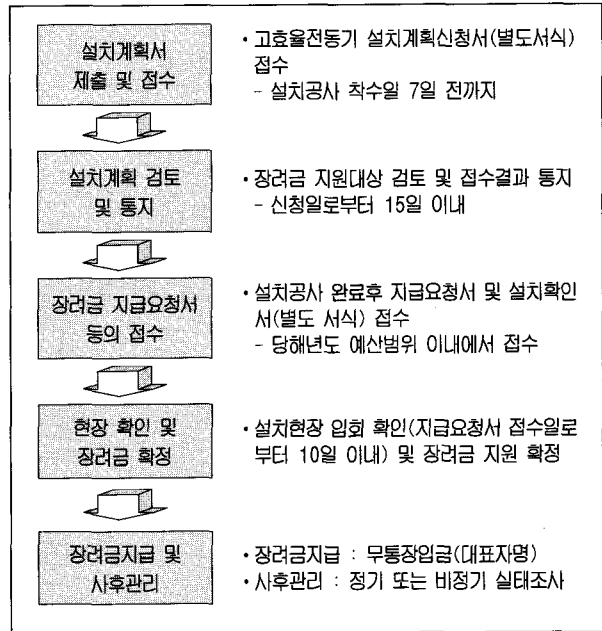
사업장당 최소지원액	사업장당 최대지원액
8만 4000원	5000만원

**사. 장려금 지원기간**

2002. 6. 1~2002. 12. 31(7개월)

- 설치계획 신청서 접수순으로 예산범위 내에서 지원
- 설치계획서 접수 결과 통지서 유효기간 내에 고효율 전동기를 설치 완료하고 당 공단에 “장려금 지급요청서”를 제출한 자에 한함

**아. 장려금지원사업 업무처리절차**



**자. 고효율 유도전동기 절전용량 및 장려금 산정표**

○ 절전용량 및 장려금(1대당)

고효율전동기용량(kW)	절전용량(kW)	장려금액(천원)
0.75	0.0825	14
1.5	0.0945	16
2.2	0.1386	23
3.7	0.1702	28
5.5	0.2310	39
7.5	0.2700	45
11.0	0.4400	73
15.0	0.4500	75
18.5	0.6660	111
22.0	0.7260	121
30.0	1.0500	175
37.0	1.1100	185
45.0	1.4400	240
55.0	2.0350	340
75.0	2.7775	463
90.0	3.0600	511

110.0	3.9600	661
132.0	4.3560	727
160.0	4.8000	802
200.0	5.2000	868

### 3. 맺음말

유도전동기의 고효율화는 국내산업의 에너지 효율화에 따른 국제경쟁력 제고, 기후협약 등에 따른 에너지절약사업의 국가적 시행, 발전소건설 입지안 및 건설비 부담 증대 등 전력수급체계의 불안정성에 대한 대처, 고효율기기 개발에 따른 국내 전기기기 제조업의 경쟁력 강화, 중국산 저가 저효율 전동기의 국내 유입에 따른 국내 산업 보호 등을 위한 시급한 국가적 과제이다.

고효율 전동기기의 보급은 시장전환을 목적으로 하는 것이고 이는 기본적으로 자율적인 시장기능에 맡기는 것이 부작용이 가장 적을 것이다. 하지만 현실적인 장애요인에 의해서 시장의 자율기능만으로는 보급이 원활히 되지 않으므로 한시적인 시장관여가 필요하다. 따라서 고효율 유도전동기의 초기구입비 상승에 따른 구매기피를 극복하고 보급 확대를 위해서는 장려금지원제도와 같은 경제적인 보상제도의 시행이 불가피하다. 장려금지원에 의해서 시장전환이 완성된 후에는 장려금지원제도를 폐지하고 전환된 시장을 유지하고 저효율기기의 시장침투를 막기 위한 제도적 장치로서 최저효율제와 같은 강제규정을 도입하는 것이 시장관여를 최소화하면서 시장전환을 완성하는 최선의 방법으로 판단된다.

장려금은 고효율전동기의 가격상승분을 기준으로 일정 정도의 비율을 지급하며 가격상승분의 결정은 시장에서 판매되는 고효율전동기와 일반효율 전동기의 가격 차이를 산출하여 표준화된 전동기 크기(용량)에 따라 일률적으로 일정액을 지불한다. 그리고 리베이트 지급의 대상이 되는 전동기는 KS 고효율 규정을 만족하는 0.25~270HP까

지의 모든 2, 4, 6, 8극 전폐형 및 보호형의 비주문형 3상 유도전동기를 원칙으로 한다. 단 시범사업 기간 중이나 초기에 보급 확대를 촉진하기 위하여 우선 가장 판매가 많은 1~200HP에 집중 지원하고 나머지 용량은 점차 확대 적용할 수 있을 것이다.

최저효율제는 장려금지원제도 시행 이후 일정 정도 시장전환이 이루어지면 시행할 수 있는 여건이 갖추어진다 고 보고 있으며, 2010년경부터 본격적인 최저효율제를 시행할 수 있을 것으로 예상하고 있다.

최저효율제의 적용효율 기준은 에너지관리공단의 고효율인증을 받은 KS 고효율규정을 만족하는 전동기로 하 면 될 것으로 판단된다. 전동기효율 표준의 수치만을 비교하면 KS의 고효율규격이 상당히 높은 것으로 보이나 실제 국내의 효율 시험방법과 NEMA의 효율 시험방법에 어느 정도 차이가 있는 것을 고려하면 별 문제는 없는 것으로 판단된다.

수요의 자발적 창출을 위해서는 소비자의 에너지절감 의식과 그에 따른 경제적 이득을 소비자 스스로 인식하는 것이 가장 중요하다. 실제 고효율유도기기의 보급에 성공한 나라의 사례를 살펴보면 여러 매체를 통하여 시범사업의 성공사례를 홍보하여, 국가와 사용자의 이익을 적극적으로 인식케 하며, 고효율기기의 도입에 따른 경제적 이득을 사용자 스스로 평가하는 S/W를 보급하는 등 사회적 인 에너지절감 의식의 확산을 기초로 하고 있다. 따라서 리베이트 사업의 홍보, 최저효율제의 시행 예고, 기술전수 및 정보프로그램, 홈페이지 및 데이터 베이스 구축, 고효율전동기 사용의 이득 계산도구 개발 및 보급 등의 소비자의 인식전환을 위한 여러 가지 방안을 다각적으로 모색해야 한다.

**\* 고효율 유도전동기 장려금 지원사업에 관해 궁금한 사항은 ...**

에너지관리공단 자금운용처 전화 031-2604-342~5  
에너지관리공단 홈페이지 www.kemco.or.kr 공개자료실