

제10장

고효율 전동기

- 10. 1 고효율 전동기의 정의
- 10. 2 전동기의 손실 및 종류
- 10. 3 **HiEEN** 고효율 전동기의 특징점
- 10. 4 고효율 전동기의 절전요금 계산법
- 10. 5 고효율 전동기의 효율 규격 비교표
- 10. 6 하이젠 고효율 전폐형 전동기 특성

10. 고효율 전동기

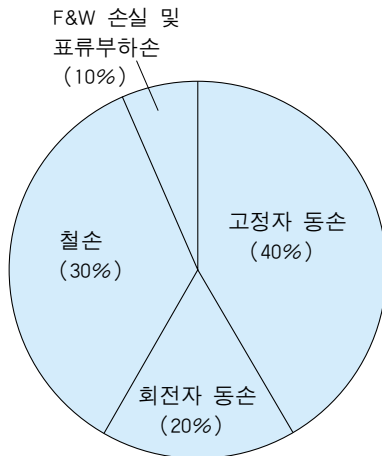
10.1 고효율 전동기의 정의

고효율 전동기라 함은 전동기의 효율을 극대화시켜 운전손실을 저감시키는 전동기로써 2가지 종류로 대별된다.

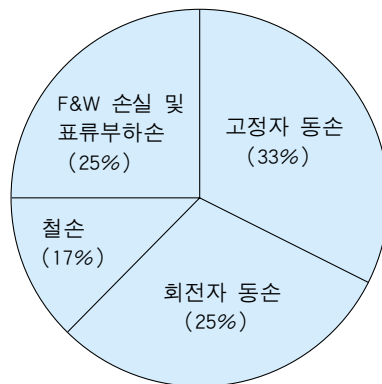
- a) 정격효율 자체가 종래 전동기보다 높게 설계 제작된 전동기
- b) 기존 전동기로 부하상태에 적합하게 가변속 운전을 행하여 운전효율을 높이는 경우
두번째 경우의 가변속운전 전동기는 근래에 상당히 발달된 사이리스터를 응용하여 입력 전원의 전압, 주파수를 변화시켜서 운전중 부하변동이 크게 변할 수 있는 Pump, Blower, Fan 등의 부하를 종래의 Damper Control 또는 Valve Control 방식에서 부하의 변동에 따른 가변속운전을 하여 전동기가 최대의 효율을 낼수 있도록 하는 전압 제어(VV) 또는 인버터제어(VVVF)방식이다. 그러므로 고효율 전동기라 함은 a)항의 전동기와 같이 기존 전동기와 달리 정격효율 자체가 높게 설계된 전동기를 말한다.

10.2 전동기의 손실 및 종류

10.2.1 표준전동기의 각 손실 구성비



a) 소용량 전동기의 손실 구성



b) 중용량 전동기의 손실 구성

10. 2. 2 전동기의 손실

· 전동기의 출력 = 입력 - 전손실

$$\cdot \text{전동기의 효율} = \frac{\text{출력}}{\text{입력}} \times 100 = \frac{\text{입력} - \text{전손실}}{\text{입력}} \times 100$$

$$\cdot \text{전손실}(W) = W_s + W_r + W_c + W_l + W_m$$

$$\begin{cases} W_s (\text{고정자동손}) = 3 \times I_1^2 \times R_1 \\ W_r (\text{회전자동손}) = 3 \times I_2^2 \times R_2 \\ W_c (\text{철손}) = W_h + W_e = K_1 f B_m^2 + K_2 f^2 B_m^2 \\ = K_1' \frac{V^2}{f} + K_2' V^2 \end{cases}$$

$$\cdot W_l (\text{표류부하손}) = W - (W_s + W_r + W_c + W_m)$$

W_m (풍손 및 마찰손)

여기서 I_1 = 고정자전류

I_2 = 회전자전류

R_1 = 고정자 1상 저항

R_2 = 회전자 1상 저항

W_h = 히스테리시스손

W_e = 와전류손

V = 단자전압

f = 주파수

B_m = 최대자속밀도

$K_1, K_2, K_1', K_2' =$ 계수

10. 2. 3 효율을 증가시키는 주요방법 및 효과

방 법	효 과	주요 문제점
1. 슬롯 단면적 감소 및 점적률(Fill Factor)의 증대	철손 감소 동손 감소	점적율 증대시 권선삽입작업의 난이성으로 제작시간 증대
2. 철심길이의 증대 〈표준전동기×1.2배〉	철손 감소 동손 감소	최대출력 및 토크의 감소를 고려한 철심 길이 증가 및 고정자권선의 Turn수 감소
3. 고등급의 철심 및 강판두께의 감소	철손 감소 표류부하손 감소	높은 자속밀도에서 낮은손실의 고등급 강판 사용으로 재료비 증가 및 강판두께 감소에 따른 Punching 수량증가로 제작시간 증대
4. 인산염 피막처리 및 회전자도체의 절연	표류부하손 감소	작업의 난이성, 대량생산의 어려움
5. 고정자의 자성 웨지	표류부하손 감소	재료비 증가 및 대량생산의 어려움 토크 감소를 고려한 설계
6. 최적 냉각팬 사용	기계손 감소 소음 감소	최적 팬 설계 온도상승에 대한 고려
7. 고정자권선 결선부 길이의 감소	동손 감소	작업의 정밀성 요구
8. 회전자도체의 크기 증가 및 고도전을 재료 (동 Bar) 사용	동손 감소	대량생산이 어렵다.

10.3 HI²GEN 고효율 전동기의 특징점

a) 효율의 극대화로 우수한 절전효과

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

b) 낮은 온도상승 및 고절연재료 사용으로 권선수명 연장

H종 절연코일 및 바니쉬 사용, Service Factor 1.15 채택으로 전동기 온도상승이 낮게 되어 권선의 절연수명이 연장되었습니다.

c) 높은 경제성

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

d) 저소음화

최적 팬(내열성 및 내식성에 우수한 재료사용) 및 팬카바 설계로 냉각공기의 흐름을 최적화하여 공명음을 최소화 했습니다. 슬롯고조파 및 포화고조파를 최소화하여 전자소음을 감소시켜 표준전동기 대비 약 3~8dB(A) 낮습니다.

e) 높은 신뢰성

HI²GEN의 뛰어난 기술력을 바탕으로 철저한 품질관리(부품 및 제품의 전수검사 시스템적용)를 행함으로 전동기 한대, 한대마다 우수한 특성을 발휘합니다.

f) 각종규격획득 및 고효율 전동기의 수출

F종 UL절연 System 및 캐나다 규격(CSA)를 획득하여 고효율 전동기를 국내 판매 이전부터 미주지역으로 수출하여 그 품질을 인정받고 있습니다.

g) 풍부한 기종

전폐외선형 및 방적보호형 2가지 Type을 기본으로 하여 수평, 수직형 및 옥외형, 방폭형, 선박용등 다양한 기종을 생산하므로 어떠한 용도 및 장소에도 적합한 전동기의 선택이 가능합니다.

h) 적용시 효과가 높은 사용장소

- 기동율이 높고 연속운전이 되는 곳
- 정속운전이 필요한 곳(저진동, 저소음)
- 고부하시 및 공조용등 전력소모가 Peak시 사용되는 곳
- 전원용량의 여유가 적어 설비증설이 제한 되는 곳
- 전체 소비전력대비 전동기의 소비전력이 큰 비중을 차지하는 곳
- Pump, Blower, Fan, Conveyor, Compressor, 방직기, 사출기 등

10.4 고효율 전동기의 절전요금 계산법

10.4.1 절전요금계산

$$W = C \times P \times N \times \left(\frac{100}{Ef(B)} - \frac{100}{Ef(A)} \right)$$

여기서 W = 연간 절전요금(원/년)
C = 전력요금 단가(원/kWh)
P = 부하의 소요동력(kW)
N = 연간운전시간(Hr/년)
Ef(A) = 고효율 전동기의 효율(%)
Ef(B) = 표준전동기의 효율(%)

10.4.2 초기 투자 증가분에 대한 회수기간

$$T_1 = \frac{P_1 - P_2}{S}$$

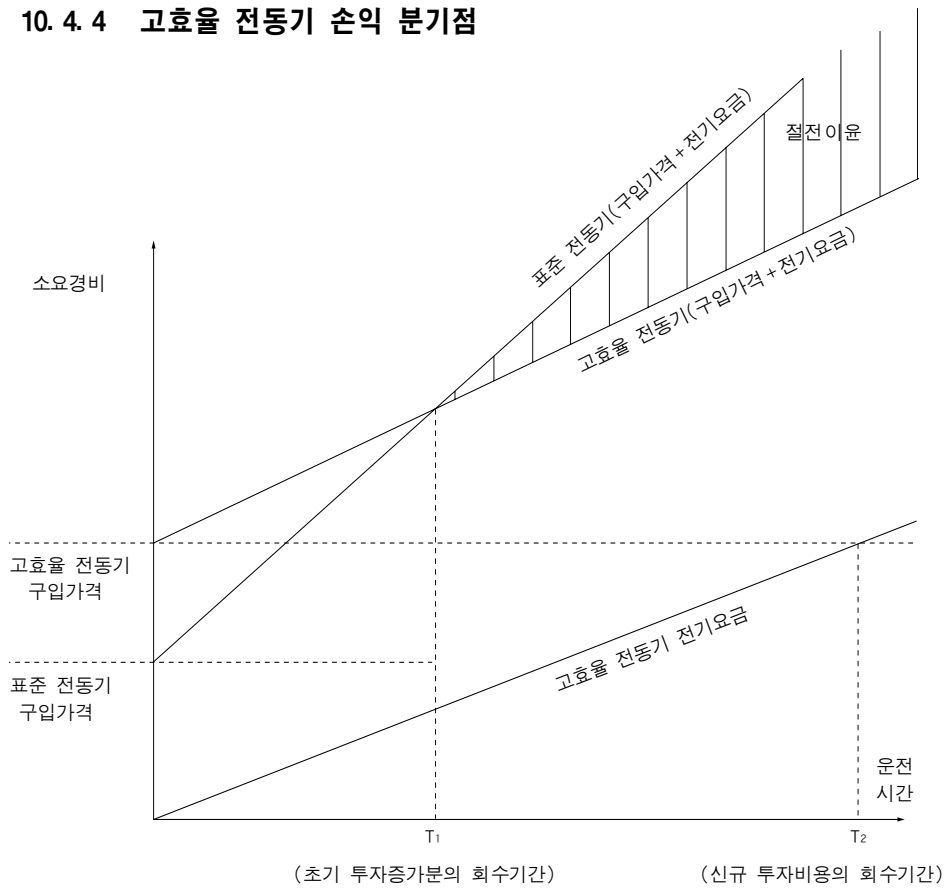
여기서 T₁ = 고효율 전동기 구입가격 증가분의 회수기간(년)
P₁ = 고효율 전동기 구입가격(원)
P₂ = 표준 전동기 구입가격(원)
S = 연간 절전요금(원/년)

10.4.3 신규 투자비용의 회수기간

$$T_2 = \frac{P_1}{S}$$

여기서 T₂ = 고효율 전동기 구입비용 회수기간(년)
P₁ = 고효율 전동기 구입가격(원)
S = 연간 절전요금(원/년)

10. 4. 4 고효율 전동기 손익 분기점



10.5 고효율 전동기의 효율 비교표

10.5.1 전폐외선형 2극 (60Hz 기준)

단위:(%)

출력 (kW)	규격				비고
	표준	고효율			
	KS	KS	JIS	EPACT	
0.75	70.0 이상	75.5 이상	78.5 이상	75.5 이상	
1.5	76.0 "	84.0 "	84.0 "	84.0 "	
2.2	79.5 "	85.5 "	85.5 "	85.5 "	
3.7	82.5 "	87.5 "	87.5 "	87.5 "	
5.5	84.5 "	88.5 "	88.5 "	88.5 "	
7.5	85.5 "	89.5 "	89.0 "	89.5 "	
11	86.5 "	90.2 "	90.2 "	90.2 "	
15	88.0 "	90.2 "	90.2 "	90.2 "	
18.5	88.0 "	91.0 "	91.0 "	91.0 "	
22	89.0 "	91.0 "	91.0 "	91.0 "	
30	89.0 "	91.7 "	91.7 "	91.7 "	
37	90.0 "	92.4 "	92.4 "	92.4 "	
45	90.2 "	93.0 "	92.7 "	93.0 "	
55	90.2 "	93.0 "	93.0 "	93.0 "	
75	90.5 "	93.6 "	93.6 "	93.6 "	
90	90.7 "	94.5 "	94.5 "	94.5 "	
110	91.0 "	94.5 "	94.5 "	94.5 "	
132	91.2 "	94.5 "	95.0 "	-	
160	91.5 "	95.0 "	95.0 "	95.0 "	
200	91.7 "	95.0 "			

10. 5. 2 전폐외선형 4극 (60Hz 기준)

단위(%)

출력 (kW)	규격				비고
	표준	고효율			
		KS	KS	JIS	
0.75	71.5 이상	82.5 이상	82.5 이상	82.5 이상	
1.5	78.0 "	84.0 "	84.0 "	84.0 "	
2.2	81.0 "	87.5 "	87.0 "	87.5 "	
3.7	83.0 "	87.5 "	87.5 "	87.5 "	
5.5	85.0 "	89.5 "	89.5 "	89.5 "	
7.5	86.0 "	89.5 "	89.5 "	89.5 "	
11	87.0 "	91.0 "	91.0 "	91.0 "	
15	88.0 "	91.0 "	91.0 "	91.0 "	
18.5	88.5 "	92.4 "	92.4 "	92.4 "	
22	89.0 "	92.4 "	92.4 "	92.4 "	
30	89.5 "	93.0 "	93.0 "	93.0 "	
37	90.0 "	93.0 "	93.0 "	93.0 "	
45	90.5 "	93.6 "	93.0 "	93.6 "	
55	90.5 "	94.1 "	93.6 "	94.1 "	
75	90.7 "	94.5 "	94.5 "	94.5 "	
90	91.2 "	94.5 "	94.5 "	94.5 "	
110	91.5 "	95.0 "	94.5 "	95.0 "	
132	91.7 "	95.0 "	95.0 "	-	
160	92.0 "	95.0 "	95.0 "	95.0 "	
200	92.4 "	95.0 "			

10. 5. 3 전폐외선형 6극 (60Hz 기준)

단위(%)

출력 (kW)	규격				비고
	표준	고효율			
		KS	KS	JIS	
0.75	70.0 이상	80.0 이상	80.0 이상	80.0 이상	
1.5	76.5 "	86.5 "	84.5 "	86.5 "	
2.2	79.5 "	87.5 "	86.0 "	87.5 "	
3.7	82.5 "	87.5 "	87.0 "	87.5 "	
5.5	84.5 "	89.5 "	89.0 "	89.5 "	
7.5	85.5 "	89.5 "	89.5 "	89.5 "	
11	86.5 "	90.2 "	90.2 "	90.2 "	
15	87.5 "	90.2 "	90.2 "	90.2 "	
18.5	88.0 "	91.7 "	91.7 "	91.7 "	
22	88.5 "	91.7 "	91.7 "	91.7 "	
30	89.0 "	93.0 "	92.4 "	93.0 "	
37	90.0 "	93.0 "	92.4 "	93.0 "	
45	90.0 "	93.6 "	93.0 "	93.6 "	
55	90.5 "	93.6 "	93.6 "	93.6 "	
75	90.7 "	94.1 "	94.1 "	94.1 "	
90	91.0 "	94.1 "	94.1 "	94.1 "	
110	91.0 "	95.0 "	95.0 "	95.0 "	
132	91.5 "	95.0 "	95.0 "	-	
160	91.5 "	95.0 "	95.0 "	95.0 "	

10.6 HIGEN 고효율 전폐형 전동기 특성

2 극

출 력 (kW)	회전수 (rpm)	전 류(380V)		효 율 (%)	역 률 (%)	정격토크 (kg · m)
		기 동	정 격			
0.75	3450	10.4	1.6	81.9	85.8	0.21
1.5	3500	21.5	3.3	84.9	79.9	0.42
2.2	3500	28.6	4.4	87.5	85.7	0.61
3.7	3500	46.2	7.1	87.8	89.9	1.03
5.5	3520	68.3	10.5	89.9	88.2	1.52
7.5	3530	90.4	13.9	90.6	90.5	2.07
11	3550	183.5	21.8	90.3	85.0	3.02
15	3559	225.8	29.1	90.8	86.2	4.10
18.5	3555	295.3	35.7	91.5	86.0	5.07
22	3570	332.9	42.0	91.4	87.0	6.00
30	3555	463.2	54.8	93.5	89.0	8.22
37	3550	550.0	65.6	93.1	92.0	10.15
45	3548	613.7	79.7	93.3	92.0	12.35
55	3556	760.2	98.3	93.4	91.0	15.06
75	3544	900.3	129.1	94.6	93.3	20.61

4 극

출 력 (kW)	회전수 (rpm)	전 류(380V)		효 율 (%)	역 률 (%)	정격토크 (kg · m)
		기 동	정 격			
0.75	1730	12.4	1.9	82.6	72.2	0.42
1.5	1730	22.1	3.4	84.7	78.8	0.84
2.2	1740	29.9	4.6	88.3	82.8	1.23
3.7	1750	49.4	7.6	89.6	82.1	2.06
5.5	1750	72.8	11.2	91.2	82.0	3.06
7.5	1750	96.9	14.9	91.7	83.2	4.17
11	1750	181.2	21.8	92.4	83.0	6.12
15	1755	237.9	29.0	92.9	84.5	8.32
18.5	1776	280.8	34.6	93.9	86.6	10.14
22	1773	370.5	41.6	94.0	85.5	12.08
30	1770	347.7	56.4	94.1	85.9	16.50
37	1773	463.2	69.2	94.1	86.3	20.32
45	1770	544.2	83.4	94.2	87.0	24.76
55	1780	706.3	106.9	94.3	82.9	30.09
75	1768	868.4	135.1	94.8	89.0	41.31

6 극

출 력 (kW)	회전수 (rpm)	전 류(380V)		효 율 (%)	역 물 (%)	정격토크 (kg · m)
		기 동	정 격			
0.75	1145	13.7	2.1	82.5	66.3	0.64
1.5	1140	25.4	3.9	86.9	66.6	1.28
2.2	1150	35.1	5.4	88.1	70.5	1.86
3.7	1140	52.7	8.1	87.6	79.2	3.16
5.5	1150	80.6	12.4	89.6	75.3	4.66
7.5	1144	121.0	16.0	90.1	79.0	6.38
11	1143	141.8	22.3	90.7	82.5	9.37
15	1175	185.3	30.0	91.8	82.7	12.43
18.5	1173	237.4	36.2	92.5	84.0	15.36
22	1175	289.5	43.6	91.8	83.5	18.23
30	1175	422.6	58.4	93.3	83.6	24.86
37	1182	468.9	70.8	93.9	84.5	30.48
45	1180	605.0	88.4	93.9	82.4	37.13
55	1175	509.5	103.3	94.7	85.4	45.58
75	1176	723.7	143.6	94.5	84.0	62.10

