

인버터 운전과 에너지 절감(Ⅱ)

글/구 형 모(현대중전기 산업전자영업부장)

목 차

- I. 인버터 원리
 1. 서 론
 2. 인버터에 의한 가변속시의 장단점
 3. 인버터의 원리
- II. 인버터의 용량 선정 및 적용 방법
 1. 용량 선정 및 가·감속 시간 선정
 2. 극수 변환 모터를 인버터로 운전하는 경우
 3. 진동 모터를 인버터로 운전하는 경우
 4. 기어 모터를 인버터로 운전하는 경우
- III. 인버터 설치시의 제반 유의점과 대책
 1. 외부 회로 검토
 2. 전원측에 변압기를 사용하는 경우
 3. 자가 발전기 전원을 사용하는 경우
 4. 고조파 전류
 5. 전원 역을 개선 방법
 6. 진동과 소음 대책
 7. 인버터로부터의 잡음 장애와 대책
 8. 주회로 배선거리
- IV. 에너지 절감 효과
 1. FAN, PUMP의 특성
 2. FAN, PUMP의 에너지 절감 효과
 3. 에너지 절감 효과 계산 예

II. 인버터의 용량선정 및 적용방법

1. 용량선정 및 가·감속 시간선정

(1) 정격용량(KVA)

출력측용량의 정격치로 정격출력전압과 정격출력전류의 곱에 의해 표시되는 피상전력은 표시한다.

3상회로 : 정격용량 = $\sqrt{3} \times$ 정격출력전압 \times 정격출력전류

(예) 인버터 출력 3 ϕ 220V 60Hz 정격출력 전류 16.5A로 하면,

$$\begin{aligned} \text{정격용량(KVA)} &= \frac{1}{1,000} \times \sqrt{3} \times 220 \times 16.5 \\ &\approx 6.3(\text{KVA}) \end{aligned}$$

(2) 정격출력전류

출력단자에 흐르는 전류로서 정격입력조건 및 정격출력조건에서 전실효치상당의 전류를 표시한다. 인버터를 선정할 때는 모터의 정격전류가 인버터의 정격출력전류(60Hz)를 넘지 않도록 하여야 한다.

(예) 3 ϕ 220V 60Hz 3.7W 전폐 모터의 경우, 그 정격전류를 아래 예로서 표시하였다.

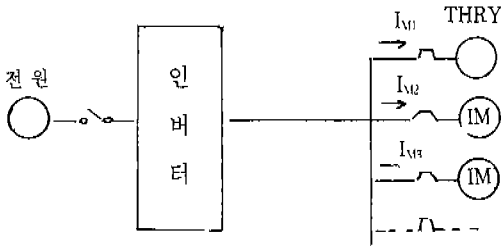
모터 정격 전류	인버터 정격전류
2극 14.5A	< 16.5A (5.5KVA를 사용한다.)
4극 14.5A	< 16.5A (5.5KVA를 사용한다.)
6극 14.5A	< 16.5A (5.5KVA를 사용한다.)
8극 19A	< 24A (8KVA를 사용한다.)

(3) 동시 시동의 경우

저주파수에서 서서히 가속하는 동시시동의 경우는 정격전류 I_N의 합계가 인버터 정격출력전류 I_I이하로 되도록 선정해 준다.

$$I_{M1} + I_{M2} + \dots < I$$

단, 가속전류가 인버터의 과부하전류정격을 초과하지 않도록 주의해야 한다.



(4) 가속시간의 설정

모터의 가속시간은 아래 식 t_a 로 되므로 인버터의 Soft Start 시간을 t_a 보다 크게 되도록 해야 한다.

$$\text{가속시간 } t_a = \frac{\Sigma GD^2 \times \Delta N}{375(T_M - T_L)} \text{ (초)}$$

ΣGD^2 : 모터 + 부하(모터축 환산)의 GD^2 [kg.m²]

ΔN : 모터의 운전속도차 ($N_1 - N_2$)

T_M : 가속 TORQUE(최고속도에서) = 모터의 정격 TORQUE $\times 1.2 - 1.3$ (소용량)
 1.0 - 1.1 (중·대용량)

T_L : 모터축 환산부하 TORQUE (kg.m)

가속시간을 짧게하고 싶을 때는 가속시간 t_a 의 식에서 T_M 을 크게할 필요가 있다. T_M 을 크게 한다는 것은 모터용량의 증가를 의미하고 이경우 인버터의 용량도 증가할 필요가 있다.

모터의 가속시간을 t_a 보다 짧게 인버터의 Soft Start 시간을 설정하면 과전류에 의해 TRIP 하는 수가 있다.

(5) 감속시간의 설정

모터의 감속시간은 아래식 t_b 로 되므로 인버터의 Soft Stop 시간을 t_b 보다 크게 되도록 해야 한다.

$$\text{감속시간 } t_b = \frac{\Sigma GD^2 \times \Delta N}{375(T_B + T_L)} \text{ (초)}$$

ΣGD^2 : 모터 + 부하(모터축 환산)의 GD^2 [kg.m²]

ΔN : 모터의 운전속도차 ($N_2 - N_1$)

T_B : BRAKING TORQUE = 모터 정격 TORQUE $\times a$ (kg.m) (주 1)

T_L : 모터축 환산부하 TORQUE (kg.m)

감속시간을 짧게할 경우 외부에 회생제동 UNIT를 설치 해야 한다. 이 경우 감속시간은 Soft Stop의 설정시간 t_b 보다 짧게 된다.

(주 1) 회생제동 UNIT를 사용하지 않은 경우의 T_B 를 인버터와 모터를 조합시켜 운전시의 손실을 TORQUE로 환산한 값이다. 11KW 이하의 소형기종에서 a 는 약 0.2이다(정격 TORQUE의 약 20%).

(주 2) 회생제동 UNIT를 사용한 경우의 T_B 는 회생제동 UNIT 방전저항치에 따라 결정 된다.

2. 극수변환 모터를 인버터로 운전하는 경우

(1) 용량선정

극수변환 모터에는 [정출력특성] [정 TORQUE 특성] 등이 있어 정격전류도 다르므로, 사용하는 극수변환 모터의 전류를 확인한 뒤 인버터의 정격출력 전류이하로 되도록 인버터의 용량을 선정해 준다.

(2) 운전방법

극수의 절환(예로는, 4극→8극→4극)은 반드시 모터가 정지하고 나서 행하여 준다. 회전중의 절환은 다음과 같은 상태가 발생한다.

- 고속(4극)→저속(8극) 절환시

모터로부터의 회생 에너지 과대로 과전압 혹은 과전류보호회로가 동작해서 인버터가 TRIP 되므로 모터는 TRIP 되고 모터는 FREE-RUN(자연정지) 된다.

- 저속(8극)→고속(4극) 절환시

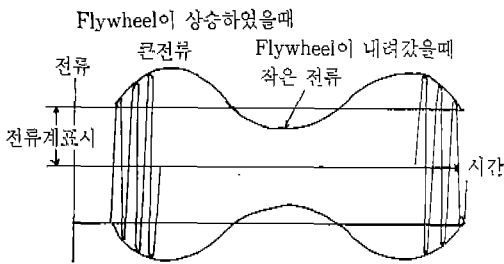
이 경우, 모터가 회전중에 직입하여 시동한 경우와 같은 상태로 되며 과전류 보호회로가 동작하여 인버터는 TRIP 되고 모터는 FREE-RUN 된다.

3. 진동 모터를 인버터로 운전하는 경우

(1) 진동 모터는 범용 모터에 비해 공칭출력(kW)이 동일해도 큰 시동 및 정격전류로 되어 있으므로 사용 진동모터의 정격전류를 확인해 주어야 한다.

(2) 진동 모터의 시동 및 정격전류는 모터에 취부되어 있는 진동용 FLYWHEEL이 UNBALANCE 하중으로 되어 있으므로 진동용 FLYWHEEL이 1회 전할 때 모터 부하전류도 UNBALANCE로 되며, 전류계로 표시되는 전류보다 큰 전류가 흐른다.

따라서, 인버터 정격출력전류(I)가 진동 모터 정격전류(I_f)의 2배 이상이 되도록 인버터를 선정해야 한다(I_f × 2 ≤ I).



4. 기어 모터를 인버터로 운전하는 경우

(1) 출력축 TORQUE 특성에 대한 주의사항

- GEAR 모터의 출력축 TORQUE는 모터의 TORQUE에 대해 다음 식으로 나타냈으며 GRARn에 비례한다.

GEAR 모터의 출력축 TORQUE(kg.m)

$$= \frac{974 \times \text{모터출력(kW)}}{\text{출력축회전수(rpm)}}$$

모터 출력축 TORQUE(kg.m)

$$= \frac{974 \times \text{모터출력(kW)}}{\text{모터 출력회전수(rpm)}}$$

GEAR 모터 출력축 TORQUE(kg.m)

$$= \frac{974 \times \text{모터출력(kW)}}{\text{모터 출력축회전수(rpm) \times \text{GEAR비(n)}}$$

$$= \text{GEAR비(n)} \times \text{모}$$

따라서 인버터 운전으로 회전수를 내려도 모터 출력축 TORQUE는 변환하지 않으므로 GEAR를 제거할 수 없다.

만약 GEAR을 제거할 경우는 GEAR비(n) 만큼의 모터 출력(KW)이 필요하게 된다.

(2) 유입방식에 의한 사용범위의 제한

GEAR의 윤활방식에 따라 사용범위에 제한이 있다.

- GREASE 윤활기종

GREASE 윤활능력은 모터의 회전수가 저하해도 변화하지 않으므로 사용에는 제한이 없다. 단 모터에 대해서는 모터의 주의사항을 참조해야 한다.

- OIL 윤활기종

OIL 윤활방식의 경우는 모터의 회전수가 저하하면 현저하게 윤활능력이 저하하므로 감속비, 변속범위를 참조하면 된다.

- BRAKE 부착 GEAR 모터의 경우

BRAKE 부착 모터를 운전하는 경우와 동일하다.

에너지는 힘 절약은 더 큰 힘