

방 적 기 술

방적일반편-14

10. 전기일반

10.2 전동기

전동기(모터)는 전기에너지를 쉽게 기계에너지로 변환할 수 있는 것으로 각종 기계의 원동기로서 널리 사용되고 있다.

전동기는 크게 나누어 직류 전동기와 교류전동기로 구별된다. 직류전동기는 전동기의 전원이 직류인 것을 총칭한 것이며 교류전동기는 전원이 교류인 것을 총칭한 것이다.

이들 중 주요한 것을 들면 다음과 같다.

○직류전동기

직권형(直捲型)전동기

분권형(分捲型)전동기

복권형(複捲型)전동기

○교류전동기

농형유도전동기(籠型誘導電動機)

권선형(捲線型)유도전동기

정류자(整流子)전동기

(1) 직류 전동기(DC motor)

일반적으로 속도 조절이 용이하여 옛날부터 가변속 모터로서 많이 사용된다. 직권형은 기동시의 회전력이 크므로 전차, 전기 자동차, 기증기에 많이 사용된다. 분권형은 부하가 변하더라도 속도 변화가 전혀 없어 각종 기계,

펌프, 송풍기 등에 사용되고 있으나 속도조절이 거의 필요없다면 다음에 설명하는 삼상유도전동기가 더 많이 사용된다. 복권형은 직권형과 분권형의 장점을 잘 조합한 것이지만 값이 비싸 거의 사용되지 않는다.

최근에는 섬유기계도 속도조절이 필요하게 되어 전보다 직류전동기의 사용이 많아졌다.

(2) 유도 전동기(induction motor)

구조가 견고하고 값이 싸며, 취급이 용이하여 전동기라고 하며 유도전동기를 말할 정도로 많이 사용되고 있으며 일반 공장에서도 이것이 설비되어 있지 않은 곳이 없을 정도이다. 그러나, 속도제어가 간단하지 않고, 부하가 변하면 속도가 변하기 쉬우므로 속도를 일정하게 유지해야 할 경우에는 다음의 동기전동기를 많이 사용한다.

(3) 동기 전동기(synchronous motor)

동기전동기(同期電動機)는 교류 전원의 주파수에 동기하여 회전하므로 이 명칭이 붙은 것이다.

전원의 주파수를 f , 전동기의 극수(極數 : pole數)를 P 라고 하면, 회전수는

$$N_s = \frac{120 \times f}{P} (\text{rpm})$$

N_s 를 이 때의 동기 회전수(동기 속도)라고 한다. 즉, 동기 전동기는 동기 회전수로 회전한다.

(예) 주파수가 60Hz(=60), 극수가 2P(P=2)일 때,

$$N_s = 120 \times 60 / 2 = 3,600 (\text{rpm})$$

이다.

이와 같이 전원의 주파수에 완전히 비례하는 회전수로 회전하므로 정밀도가 높은 주파수변환장치(주파수변화장치 : 최근에는 반도체를 응용한 싸이리스터 인버터)와 조합하여 매우 정밀도가 높은 속도제어방식으로 채용되고 있

다. 특히 합섬방사의 권취기에는 거의 모두 이것이 사용된다.

(4) 정류자 전동기(commutator motor)

구조는 직류전동기와 비슷하며 특성도 직권, 분권의 장점을 갖추고 있으며 역률도 좋고 속도조절이 용이하다. 교류전원으로 직류전동기와 마찬가지로 사용될 수 있는 것으로 유도전동기가 적합하지 않은데 많이 사용된다. 다만 직류전동기와 마찬가지로 브러쉬, 정류자(commutator)를 가지고 있기 때문에 보전에 손이 많이 가며 속도제어의 정밀도도 직류전동기보다는 떨어진다. 최근에는 반도체를 응용한 각종 가변속전동기가 출현하여 그 사용범위가 줄어들고 있다.

단상용의 정류자전동기도 있는데 이것은 소형 모터로서 단상유도 전동기보다 우수한 점이 있어 전동공구(전기 드릴, 그라인더 등)나 가정용 전기기구(믹서, 클리너 등)에 특히 많이 사용된다.

(5) 유도전동기의 원리와 구조

유도전동기는 공장용, 가정용 모두 (2)항에서 설명한 이유로 매우 많이 사용되고 있다. 공장용에는 전원으로 삼상교류를 사용하는 삼상유도전동기가, 가정용에는 단상교류를 사용하는 단상유도전동기가 주로 사용된다. 삼상유도전동기 중에도 구조, 특성, 통풍방식, 보호방식 등에 따라 여러 가지 종류가 있다. 그러나 원리는 마찬가지로 다음에 개략적으로 설명한다.

유도전동기는 전자유도 현상을 응용한 것으로 여기에서 그 이름이 붙은 것이다. 즉, 권선(권선 : coil)에 전류를 보내면 자력선(磁力線 : 磁石)이 생기고 이 자력선을 가로질러 도체가 움직이면 이 도체에 유도전류가 발생한다. 이 때 자력선과 유도전류의 작용에 의하여 도체가 움직이는 것을 방해하려는 힘이 생긴다. 따라서 위의 설명과 반대로 도체를 움직이는 대신에 자력선을 공간적으로 이동시키면 도체는 자력선의 이동 방향으로 움직이게 된다.

이 이동하는 자력선을 만들기 위하여서는 그림 10-6의 삼성교류가 일정주기로 시간적으로 변화하는 것을 이용한다. 그림 10-10은 원리적인 구조도로써 이에 대하여 설명한다.

그림 10-10의 고정자(固定子 : stator)는 철심과 권선으로 되어 있고 전술한 이동하는 자력선(이 자력선은 반경 방향으로 발생하고, 이동하는 방향은 원주방향으로 마치 화살통이 회전하는 것과 같은 움직임을 보이는 것으로 이것을 회전자계(回轉磁界)라고 한다)을 만들어 낸다. 또 회전자(rotor)는 전술한 도체에 상당하는 것으로 회전자계에 의하여 그 원주 표면부분에 유도전류가 흘러 회전자계에 인장되어 회전력이 발생하여 그림의 회전축을 중심으로 회전하게 된다.

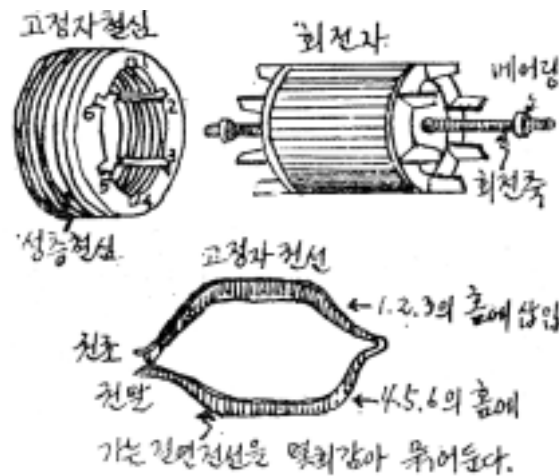


그림 10-10

고정자는 얇은 강판의 원통형으로 층을 이룬 철심에 그림과 같이 1, 2, 3, 4, 5, 6의 홈이 파진 모양으로 코일을 1과 4, 2와 5, 3과 6에 끼워넣어 이 3개 코일의 끝을 서로 결속하고 처음 부분을 삼상교류에 연결한다. 이와 같이 삼상으로 권선하고 있는 고정자에 외부에서 삼상교류를 흘려보내면 고정자의 내

부에 회전자계가 발생한다. 만약 코일 1~4에 그림 10-12의 R상의 전류를 2~5에 S상의 전류를, 3~6에 T상의 전류를 각각 보낸다고 하면 전류는 R, S, T의 순서로 강했다 약했다, 다음에는 반대 방향으로 강했다 약했다 하는 것을 반복한다. 따라서 이 전류에 의하여 만들어지는 자력선도 마찬가지로 변화해서 코일 1~4→2~5→3~6의 순서로 강해지고(그림 10-12의 ①→②→③) 다음에는 ④→⑤→⑥의 순서로 변화한다. 즉, 그림 10-12의 경우 오른쪽으로 회전하는 회전자계가 만들어지게 된다. 이 회전자계에 의하여 회전자도 오른쪽으로 회전한다.

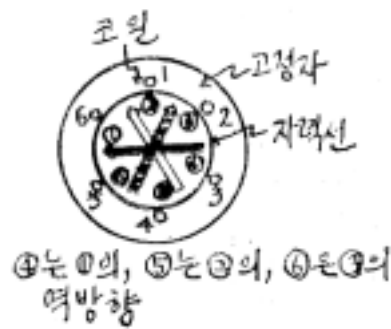


그림 10-11

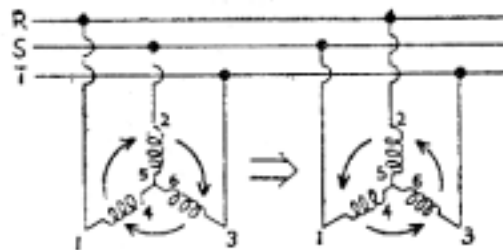


그림 10-12

이 회전방향을 위와 반대로 왼쪽으로 하기 위하여서는 R, S, T의 전원의 접

속을 바꾸어 주면 된다. 예를 들면, R와 S를 교체하여 코일 1~4에 S상을, 코일 2~5에 R상을 바꾸어 연결하면 그 변화 순서는 코일 2~5→1~4→3~6의 순으로 되어 반복하게 되는데 이것은 교체전과는 반대로 된 것이다. 그림 10-11에 이것을 알기 쉽게 보여준다. 그림 10-11의 ①~⑥은 ③→②→①→⑥→⑤→④의 순서로 역회전한다. 즉, 회전자의 회전 방향도 거꾸로 되어 결국 모터의 회전 방향을 역회전시키게 된다.

이 회전 방향을 역회전시키기 위하여서는 3상 R, S, T 중 어떤 2상을 바꾸어 주면 된다. (위의 설명에서는 R과 S를 교체했지만, R과 T, 또는 S와 T를 바꾸어도 좋다.) 즉, 삼상 모터의 회전 방향을 역회전시키기 위하여서는 3상 전원의 3개 전선의 접속을 어떤 것이라도 2개를 바꾸어 연결하면 된다.

◎ 유도동전기의 회전수

유도전동기는 동기전동기항에서 설명한 동기회전수에 거의 가까운 회전수로 회전한다. 동기회전수 N_s 보다 약간 늦은 회전수로 된다. 식으로 나타내면,

$$N = N_s(1 - S)$$

S를 슬리프(slip)라고 부른다.

N_s 는

$$N_s = \frac{120 \times f}{P} (\text{rpm})$$

이므로, 이것을 바꾸어 보면

$$N = \frac{120 \times f}{P} (1 - S), (\text{rpm})$$

S는 보통 0.03~0.05이다.

그림 10-13은 유도전동기의 특성을 나타내는 곡선이다. 정격(定格)회전수는 동기회전수보다 약간 작다.

예컨대, $S=0.03$, $f=60$, $P=4$ 라면,

$$N = \frac{120 \times 60}{4} (1 - 0.03) = 1,746(\text{rpm})$$

이 된다.

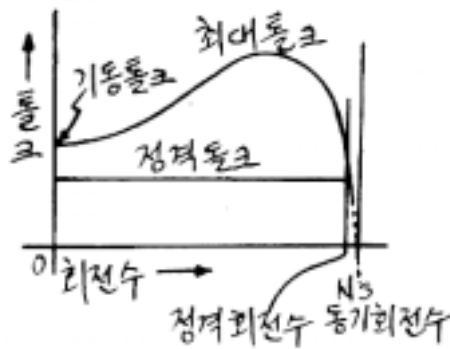


그림 10-13

10.3 스위치(swich : 개폐기)와 퓨즈(fuse)

스위치는 전류를 연결, 단절하는(개폐하는) 것이다. 여기서 특히 주의를 환기시키고 싶은 것은 개폐란 용어의 뜻으로 전기의 경우, 흐르는가 흐르지않는가의 뜻으로 물, 공기 등에 사용하는 밸브(valve)의 개폐와는 반대이다.

단순히 스위치라고 하면 비교적 큰 전류를 개폐하는 것이 많지만, 스위치에는 다만 회로를 개폐하는 것과 여기에 퓨즈 등을 연결하여 보안장치를 겸한 것이 있는데 그 종류도 용도, 구조에 따라 각양각색이다. 여기서는 공장의 생산기계 주위에 사용되는 주요한 것들에 대하여 간단히 설명한다.

표 10-2

	열렸음(開)	닫혔음(閉)
전기(전류)	흐르지 않는 상태	흐르는 상태
물, 공기 등	흐르는 상태	흐르지 않는 상태

(1) 나이프 스위치

그림 10-14와 같은 것을 나이프 스위치라고 한다. 퓨즈를 넣어서 과도한 전류가 흐를 때 보호할 수 있게 만든 것이다. 퓨즈 대신에 매우 가는 철사를 넣는 것을 볼 수 있는데 이것은 절대 금물이다.

(2) 회로 차단기(circuit breaker)

모터 등 상당히 큰 전류가 흐르는 회로의 전원스위치로서 많이 사용되며 특히 모터의 기동, 정지에 이것만을 사용할 수 있는 모터 차단기(motor breaker)라는 것도 있다. 스위치라고 부르지 않고 차단기라고 부를 수 있게 이것 자신이 퓨즈 역할도 겸하고 있다.

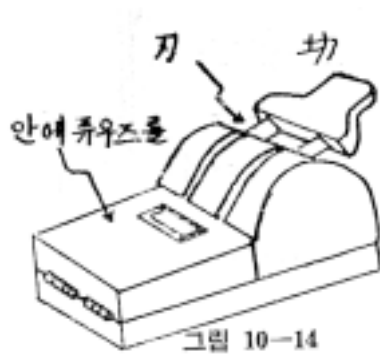


그림 10-14

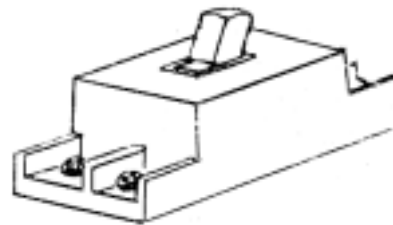


그림 10-15

(3) 마그네트 스위치

전자개폐기(電磁開閉器)라고도 하며, 다만 전류를 개폐하는 역할의 전자접촉기(電磁接觸器 : magnet conductor)와 모터 등의 과부하 전류(과부하시에 흐르는 전류)를 검지하는 역할의 과부하 계전기(over load relay)를 조합한 것을 말한다.

과부하 계전기로는 일동계전기(thermal relay)가 많이 사용된다.

모터의 기동, 정지에 많이 사용되고 특히 자동 운전장치가 필요한 경우 다

른 제어기기와 조합하여 자동화에 기여한다. 예를 들면, 펌프의 경우에는 액면 스위치라든가 압력 스위치와 조합해서 또 섬유기계등에서는 광전 스위치라든가 리미트 스위치(limit switch) 등과 조합해서 장치의 자동 운전에 이용한다.

그림 10-16는 전자 접촉기의 원리적 구조를 보이는 그림이다. 코일에 전류를 흘려보내면 철심이 끌어당겨져 그림의 아랫쪽으로 움직이므로 절연체를 사이에 두고 철심에 연결된 가동편도 아래로 움직여 접점이 접촉한다.(단자 1-2 사이가 닫힌다)전류가 흘러 철심이 전자석으로 되면 용수철의 힘을 이겨내어 용수철이 압축된 상태로 유지된다. 전류를 끊으면 용수철에 의하여 철심과 가동편이 위로 움직여 접점이 떨어지므로 단자 1-2 사이가 열린다.

코일에 흐르는 전류는 적은 양으로, 이 전류를 앞에서 설명한 제어용의 각종 스위치로 개폐하여 전자 접촉기를 동작시킨다.

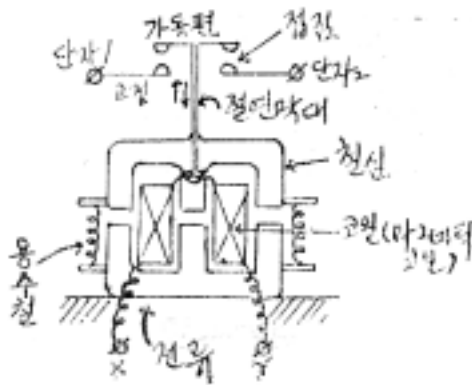


그림 10-16

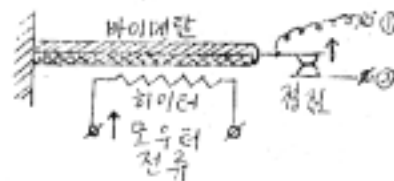


그림 10-17

열동 계전기는 그림 10-17에 보이는 바와 같이 바이메탈(bimetal : 열 팽창도가 다른 2장의 금속판을 한데 붙인 것) 근처에 히터를 설치하여 모터·전류가 증가하여 히터의 온도가 올라가면 바이메탈이 위로 구부러져 접점

이 떨어지므로 단자 1-2사이가 열린다. 이 접점에 의하여, 전술한 코일전류를 끊어주면 전자 접촉기를 동작시켜 모터 전류를 끊을 수 있다. 열동계전기에는 바이메탈이 가열되어 접점이 열린 후, 바이메탈이 냉각하여 동작전의 상태로 돌아갔을 때 접점도 동시에 자동적으로 닫히는 자동 리세트(reset)식과 손으로 닫아주는 수동 리세트식의 2종류가 있다.

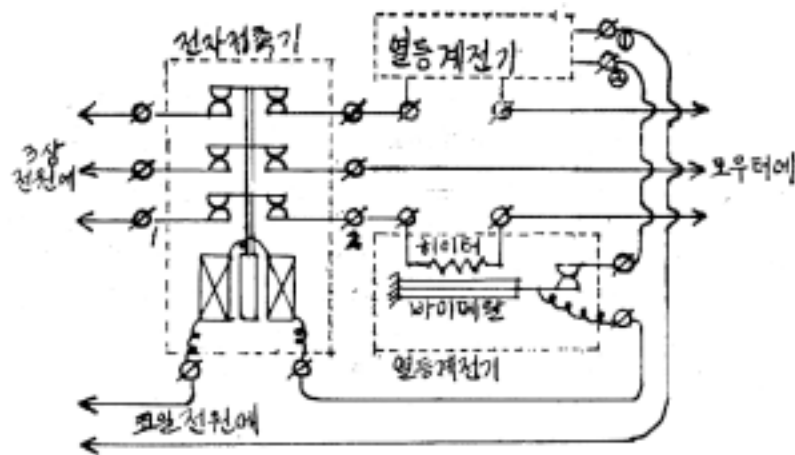


그림 10-18

그림 10-18은 그림 10-16과 그림 10-17을 조합하여 마그네트를 구성했을 때의 접속 모양을 보인다. 열동계전기 중 어딘가가 열리면 코일 전류가 끊어져 전자 접촉기의 접점은 모두 열리므로 모터 전류는 3상이 함께 끊어진다. 열동계전기의 접점과 전자 접촉기의 코일은 반드시 직렬로 접속되어야 한다.

(4) 퓨즈

퓨즈는 차단기의 가장 간단한 것으로 과도 전류가 흘렀을 때 녹아 끊어져 전기회로를 확실하고 신속하게 절단하여 사고를 방지하는 보안장치이다. 차단기와 같이 매우 큰 이상 전류를 단절(차단)하는 것이 목적으로 개폐기와 같이 정상시의 부하전류를 반복해서 연결, 절단하는 작용을 하지 못한다. 따

라서 퓨즈를 끼웠다 뺐다 하여 모터의 전류를 보냈다 끊었다 하는 것은 절대로 안된다. (무리하면 아아크에 실명(失明)할 위험이 있다.)



그림 10-19

그림 10-19에 여러 가지 퓨즈를 보인다. 개방형과 포장형이 있는데 개방형은 퓨즈가 노출되어 있기 때문에 차단시에 아아크가 밖으로 방출될 위험성이 있으므로 차단전류에 한계를 가져 매우 큰 전류에는 적합하지 않다.

병마개형 퓨즈는 공장 등에서 많이 사용되고 있는 것으로 도기로 된 통에 퓨즈를 밀폐해 놓은 것으로 차단시의 아아크에 대하여 걱정할 필요가 없다.