

# 전기전철기용 전자클러치의 온도 변화에 따른 물리적 특성에 대한 연구

## A study on physical characteristics by temperature changes of electro-magnetic clutch installed in electric point machine

심재복\*  
Shim, Jae-bock

온정근\*\*  
Ohn, Jung-guen

권기진\*  
Ki Jin Kwon

최영하\*  
Choi, Yeng-ha

---

### ABSTRACT

Electro-magnetic clutch which is affected by elements of electric, magnetic and mechanical friction is important that it has a characteristic changes by environmental impact. Expecially, it is equipped in railroad sideway which is bleak external environment.

Therefore, this paper investigated affections by temperature changes, which can make out through physical characteristics such as friction torque, minimum slipping torque, rated slipping torque of electro-magnetic clutch.

---

### 1. 서론

전자클러치는 현재 철도의 전기 전철기 뿐만 아니라 자동차의 에어컨 컴프레서, 공작기계 등 광범위하게 사용되고 있다. 철도분야에서는 열차의 전로를 바꾸기 위한 설비인 전기 전철기에 사용되고 있다. 전기 전철기의 구성품 중 외부에 의한 부하 또는 동작 중 방해물 등에 의해 전기전철기의 모터를 보호하는 중요한 역할을 하는 부품이 클러치이다. 현재 클러치에는 기계적 특성을 이용한 마찰 클러치와 자기의 특성을 이용한 전자클러치가 많이 사용되고 있다. 본 논문에서는 전기 전철기에 사용되고 있는 클러치 중에서 전자클러치에 대한 물리적 특성을 알아보았다. 전자 클러치는 장애물에 의한 방해시 마그네틱 클러치에서 슬립하면서 모터가 공회전하여 부하를 흡수한다. 또한 진환 종료시의 충격을 흡수하며, 역방향으로의 이동을 억제한다. 전자클러치는 전기, 자기 및 기계적 마찰 요소가 결합된 것으로 외부 환경에 의해 어느 정도의 영향을 받는가를 파악할 필요성이 있다. 특히, 가혹한 외부 환경인 선로 옆에 설치되어 있으므로 외부 온도에 의해 클러치의 특성이 어떤 영향을 받는지가 중요하다.

따라서, 본 논문에서는 온도변화에 의해 전자클러치의 특성을 파악할 수 있는 마찰토크, 최저 슬립토크, 정적 슬립토크 등을 측정하여 온도변화에 의한 영향을 알아보았다.

### 2. 본론

---

\* 한국철도기술연구원 연구원, 정희원

\*\* 한국철도기술연구원 실험연구원, 정희원

전기전철기는 전환 장치와 쇄정 장치로 구성되며 분기기를 전환제어하고, 열차가 안전하게 통과하도록 하는 설비이다. 즉, 열차의 운행방향을 변경할 필요가 있는 경우 동력에 의해 선로의 방향을 전환하며, 전환 후 열차가 통과할 때까지 움직이지 못하도록 쇄정(잠금장치)하는 안전장치이다. 한편, 작동 중 동작방해가 생기면 운전장해 및 탈선에까지 영향을 미칠 수 있는 중요한 설비이다.



Fig. 1 Appearance of switch point

기본적인 동작시스템은 Fig. 2에 나타나 있다. 신호취급소에서 조작버튼을 취급하면 전철제어계전기가 원격으로 동작되어 전동기 제어전원(AC 105V)이 콘덴서 기동 단상유도 전동기에 입력되면 전동기가 회전하게 된다. 이때 치차에 무리한 힘을 주지 않도록 전자 클러치가 관성을 흡수하며, 동작간을 이동시켜 못드와 연결된 철단레일을 전환시킨다. 이 때 전환이 완료되면 쇄정자가 쇄정되며 동작간의 이동에 따라 회로 제어기의 가동 접점이 구성되어 신호취급소에 전철기 전환상태를 표시하게 된다.

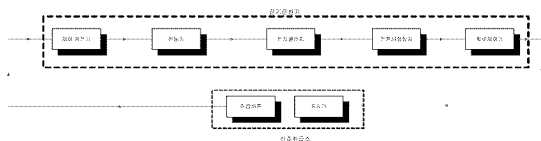


Fig. 2 Operation system of switch point

## 2.2 전자 클러치

전기 전철기에 사용되고 있는 전자 클러치는 과부하 또는 동작 중 방해물 등에 의해 전기전철기의 모터를 보호하는 중요한 부분이다. 장애물에 의한 방해시 마그네틱 클러치부에서 슬립하면서 모터는 공회전 한다. 또한 전기 전철기의 클러치는 전환종료시의 충격을 흡수하며 역방향으로 이동하려는 것을 억제한다. 전철 제어용 영구자석은 자기간 사용하여도 변화가 극히 적은 특성을 가지고 있다.

전자클러치는 전기, 자기 및 기계적 마찰 요소가 결합된 것으로 이의 성능해석을 위해서는 전기, 자기 및 기계적 마찰부분에 대한 동특성 해석이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 전자 클러치의 물리적 특성을 파악하여 성능 향상을 위한 자료를 얻고자 한다.

전자 클러치는 동작전압에 의해 전위토크가 변한다. 하지만, 방향전환시 장애물에 방해가 일어날 경우 클러치부가 슬립하면서 모터는 공회전한다. 클러치 자체는 영구자석으로 되어 있고 페

라이트케이다.

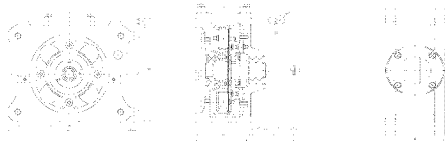


Fig. 3 Appearance of Electro magnetic clutch

전자 클리치는 슬립하면서 모터는 공회전하여 보호하는 역할을 한다. 하지만, 슬립이 일어나면서 클리치 내부에는 상당한 온도 변화가 일어난다. 내부 전자석이 슬립하면서 온도가 상승하여 내부적 특성이 변화하게 된다. 출력축이 장애물로 인하여 정지하게 되었을 경우, 슬립토크의 변화 특성을 알아보았다.

전체적인 시험 개략도는 Fig. 4와 같다. 1차축은 전동기와 연결하고, 2차축 토크를 측정하였다. 전자클리치 초기 공극은 원통레 90° 간격으로 4개소를 측정하였다. (초기공극 0.9 mm)

전자클리치의 시험 방법은 다음과 같다. 전자클리치 슬립시험은 클리치 2차 축을 고정하고 전동기의 회전 속도를 600rpm으로 하여 30분간 연속슬립 시킨다.

최저슬립토크는 전자클리치의 1차 축을 정지상태로 고정시킨 후, 2차축에 토크렌치를 체결하여 서서히 전환하였을 때의 토크를 측정한다.

경계슬립토크는 전동기와 전자클리치를 연결하고 전자클리치의 2차 축에 토크메타를 체결한 후 전동기를 600rpm으로 회전시켰을 때의 토크를 측정한다.

마찰토크는 전자클리치의 1차 축을 고정하지 않은 상태로 2차 축에 토크렌치를 체결하여 서서히 전환하여 이때의 토크를 측정한다.

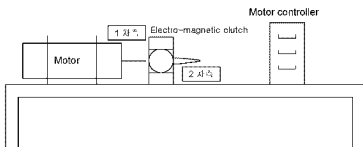


Fig. 4 Test system of Electro-magnetic clutch

### 3. 시험 결과

온도 변화시 마찰토크의 결과는 Fig. 5에 잘 나타나 있다. 저온에서 고온으로 온도가 상승함에 따라서 클러치의 마찰토크가 비례적으로 감소함을 알 수 있다.

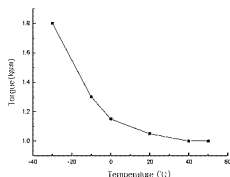


Fig. 5 Minimum slipping torque when temperature of clutch is changing

Fig. 6은 최저슬립토크의 온도 변화 곡선이다. 저온시 마찰토크가 32 kgcm로 높게 나타나고 온도가 하강할수록 토크 역시 하강함을 알 수 있다.

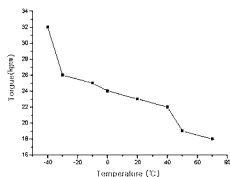


Fig. 6 Friction torque when internal temperature of clutch is changing

Fig. 7은 정격슬립토크의 온도 변화 곡선이다. 1분동안 전기 전철기를 슬립시킨 다음 슬립토크를 측정할 결과이다.

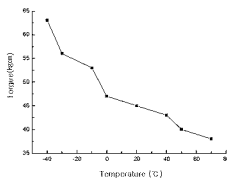


Fig. 7 Rated slipping torque when internal temperature of clutch is changing

Fig. 8은 600rpm으로 슬립하였을 경우 클러치 표면의 온도변화, 클러치 합체 내부의 온도변화를 측정된 그래프이다. 초기 슬립시기에는 표면의 온도가 급상승하여 시간이 지날수록 포화상태가 되어 온도변화가 둔해진다. 클러치 합체 내부온도는 급격한 변화는 일어나지 않으며 서서히 비례적으로 증가함을 알 수 있다.

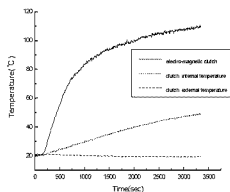


Fig. 8 Temperature change while clutch is slipping at 600rpm

Fig. 9는 클러치의 회전속도가 0 rpm부터 600 rpm까지 서서히 증가함에 따라서 토크변화 결과이다. 회전속도 변화에 따라서 토크 역시 비례적으로 증가함을 알 수 있다.

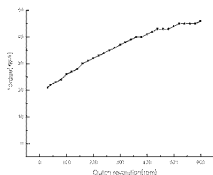


Fig. 9 Torque change while a clutch is changing 0 to 600 rpm

Fig. 10, 11, 12는 회전수를 변화하여 연속으로 슬립 시켰을 경우, 내부온도 변화와 토크 변화를 나타낸다. 600, 400, 200 rpm으로 슬립 시 모두 온도 상승과 함께 토크가 감소함을 알 수가 있다. 온도 상승이 어느 시점에 도달하면 토크는 더 이상 감소하지 않고 유지됨을 알 수 있다.

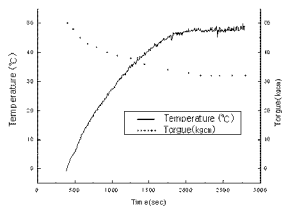


Fig. 10 Torque change while clutch is slipping at 600rpm

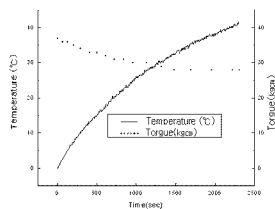


Fig. 11 Torque change while clutch is slipping at 400rpm

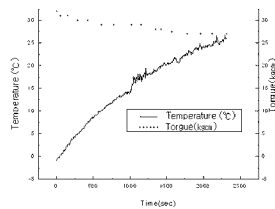


Fig. 12 Torque change while clutch is slipping at 300rpm

#### 4. 결론

전기전철기에 사용되는 전자클러치의 특성을 시험을 통해서 알아보았다. 온도 변화시 클러치의 토크 역시 변화함을 알 수 있다. 외부적인 방해에 의해 클러치가 슬립하면 온도는 상승하게 되고 토크 역시 변화하게 된다. 하지만, 온도가 하강하면 클러치 특성 역시 초기 상태로 되돌아온다. 30분의 슬립이 진행되어도 클러치의 특성이 사용에 문제가 없음을 알 수 있다. 그리고 슬립이 일어났을 경우 전자클러치의 특성을 마찰토크, 최저정격슬립토크, 정격슬립토크등으로 보던 알 수 있듯이 온도 상승에 민감한 반응을 보임을 알 수 있다.

따라서, 제작시 내부온도를 낮출 수 있는 구조와 슬립이 일어났을 경우 특성값이 변화하지 않는 재질과 온도상승을 억제할 수 있는 구조를 갖추어야 한다.

#### 참고문헌

1. 김연호, 김현수, "전자클러치의 동특성 해석", 한국자동차공학회는문집, 제1권 제1호, 1993.
2. 김선호, "철도시스템의 이해", 자작아카데미, 1997.
3. 철도청, "NS-AM형 전기전철기", KRS 6330-3293바, 2002.
4. 日本鉄道技術総研研究所, "分離形転てつ機の開発", 鉄道総研報告, No. 15-1, 2001.