

# CASE 전력기술상담

본 칸은 전력 기술인 상호간의 기술교류현장에서의 기술적인 문제점을 상호연구 검토하여 해결하고자 새롭게 신설하였습니다. 현장 기술상의 문제 해결사례 또는 문제점을 보내주시면, 본 칸을 통하여 공개 토론이 될 수 있도록 하겠습니다.

6.6kV 850kW Boiler Feed Warter Pump 보호용 200A 파워 퓨즈의 용단으로 모터와 피더를 점검하였으나 이상이 없어 조치없이 송전하여 정상가동되었으나 이때마다 공장이 Shut Down되어 손실을 입은 사례내용과 대책을 소개한다



전 명 수  
발송배전기술사

## 2. 사고내용

### 1) CASE 1

F1점에 케이블 지락으로 CB①, CB② 트립한 후 CB⑤가 자동 투입되는 순간 퓨즈⑥이 용단됨. 해당 모터 및 공급선로를 점검한 결과 이상이 없으므로 아무 조치없이 가압하여 정상운전 상태로 됨.

### 2) CASE 2

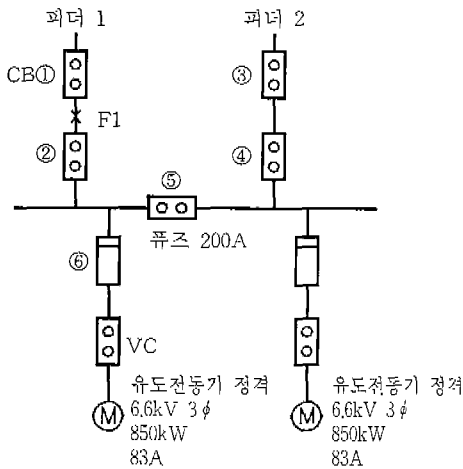
F1점의 사고를 보수 후 CB①을 투입하고 CB⑤를 개방한 후 CB② 자동 투입되는 순간 퓨즈⑥이 용단됨.

CASE 1과 같이 고장요인을 발견하지 못하고 아무 조치없이 가압하여 운전함.

### 3) CASE 3

F1점에 2차로 지락 사고가 발생하여 CASE 1과 같이 CB①, CB② 트립된 후 CB⑤가 자동 투입되었으나 CASE 1, CASE 2와 다르게 퓨즈⑥이 용단되지 않고 모터④로 절체되어 이상없이 운전됨.

## 1. 설비내용



<그림 1>

## 3. 원 인

유도 전동기는 전원을 끊어도 수초 동안은 자류자기에 의해 단자에 잔류 전압이 유지되며 이 잔류 전압의 크기 및 주파수(위상 변위)는 전동기의 관성용량 및 시간의 경과에 따라 변한다.

이에 따라 순시 재기동시 돌입전류 발생은 잔류 전압과 DC offset에 의해 발생하게 되며 그 크기는 아래와 같다.

1) 잔류전압 영향

$$\text{돌입전류} = \frac{\text{전원전압} + \text{잔류전압}}{\text{전원전압}}$$

최대순간: 잔류전압의 위상이 전원전압과 180° 차이가 있고 크기가 공급전압과 같을 때 2배에 달한다.

2) DC effect 영향

그림 5에서 알 수 있듯이 역률 0.5 가정 시 시동돌입전류 파고값은 시동전류 실효값의 1.7배가 된다.

3) 시동전류

시동전류는 보통 정격전류의 500~800%의 전류가 15초 이내로 지속되는 것이 보통이나 Blower Fan 같은 경우는 훨씬 오래 지속된다.

4) 재시동 돌입전류

위 1), 2), 3)의 영향으로 최대 돌입전류는

$$\text{시동 돌입전류(파고치)} = 8 \times 2 \times 1.7 = 27 \quad (\text{실효값})$$

$$\text{시동돌입전류(실효치)} = 27 / \sqrt{2} = 19\text{배}$$

5) 최소돌입전류

위 1)의 영향이 없을 때이며 이때는 2), 3)의 영향만으로

$$\text{시동돌입전류(파고치)} = 8 \times 1.7 = 14\text{배} \quad (\text{실효치})$$

$$\text{시동돌입전류(실효치)} = 14 / \sqrt{2} = 10\text{배로}$$

된다.

이같은 문제는 퓨즈의 용단 릴레이의 순시요소 트립으로 정전을 유발함은 물론 과전류에 의한 전선의 손상 및 과대한 토크에 의한 샤프트, 기초, 커플링 기어의 손상을 초래하는 원인이 된다.

4. 대책

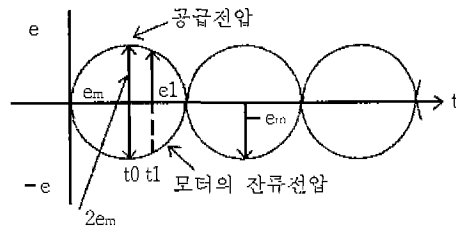
- 1) 재투입시간의 지연 잔류전압이 소멸될 때까지 지연시킨 1~2초후 재투입
- 2) 저전압 계전기에 의해 잔류전압의 크기가 정격전압의 25% 이하로 될 때 재투입
- 3) 보다 대형이거나 동기전동기 등의 재기동에는 고속도 저주파 계전기 파워 릴레이 등에 의한 세심한 검토가 추가로 필요하지만 일반적으로 위 1) 또는 2)의 방법중 하나를 선택하면 해결할 수 있을 것이다.

5. 이론적 배경

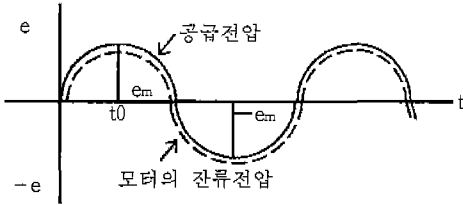
1) 모터의 잔류전압의 영향

○ 돌입전류가 최대로 되는 경우

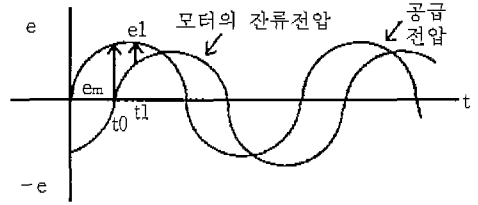
이 경우는 공급 전압과 모터의 잔류전압 위상이 180° 위상차가 발생되었을 경우 t0에 투입하면 이때는 정지상태의 시동전류의 2배에 돌입전류가 흐르게 된다. t1시에 투입하면 돌입전류는 감소한다(그



<그림 2>



<그림 3>



<그림 4>

림 2).

○ 돌입전류가 정지시 기동하는 것과 유사한 경우

가) 공급전압과 모터 잔류전압 위상이 통상일 때(그림 3)

나) 공급전압과 모터 잔류전압 위상이 90° 차이가 있을 때(그림 4)

공급전압과 모터 잔류전압 위상이 통상이거나 90°의 상차를 가질 때 t0의 순간에 투입하면 돌입전류의 영향이 거의없이 정지상태의 시동전류가 흐르게 되며 t1 순간에 투입되면 시동전류는 정지 상태에서 기동시 보다는 감소될 수 있다.

위의 설명에서 알 수 있듯이 돌입전류는 위상차와 투입 순간의 미세한 시간차에 따라 크기가 천차만별하므로

사고 CASE 1, 2와 같이 퓨즈가 용단될 수 있고 CASE 3과 같이 이상없이 절체될 수도 있다.

2) DC offset에 의한 영향

그림 5에서와 같이 초기 투입시는 DC 성분의 전류가 수 사이클 동안 흐르게 되며 이는 R과 L에 의한 시정수에 따라 감쇄속도가 달라지며 그림과 같은 특성을 가진다.

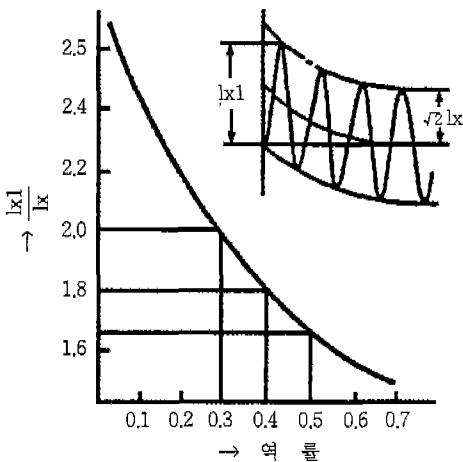
6. Y - Δ 기동시 돌입전류와의 협조

위 5항 1), 2)의 요인(역률 0.4로 가정)으로 기동 돌입전류의 파고값의 최대치는 전부하 전류 실효값의 23배  $[8 \times 1.8 \times (1 + \frac{1}{\sqrt{3}})]$ 로 되고 실효치는 전부하전류의 16배  $(23/\sqrt{3})$ 로 되므로 NFB의 순시요소 및 퓨즈의 용융점을 전동기 전부하 정격전류의 17배 이상으로 선정되어야 한다.

\* \* \*

다음호에는 2CT로 최근 사용되는 3φ(3CT용) 디지털 릴레이의 CT응용결선 및 CT의 오결선시 나타나는 현상을 벡터해석으로 소개합니다.

Is : 시동전류 실효값  
Is : 시동돌입 최대값



<그림 5>

