

2.2.3 펌프 기동시 과도현상 측정 분석

시험대상 센서의 설치 위치는 R, T상의 전압파형 및 T상 케이블의 급속시스 접지선의 전류파형을 대상으로 했으며, 정상 운전시 각 상의 전압 전류파형은 그림 4와 같이 정격 운전전압 1.905kV에 비해 R, T상의 부족전압이 나타나고 있음을 알 수 있다.

그림 5는 4호기 펌프 기동시의 각 상의 전압, 전류파형으로 T상의 접지 전류에 고주파 써지 전류가 흐르고, 최대 11.4A의 고주파 전류가 흐르고 있음을 알 수 있다. 이 전류는 케이블의 급속 시스의 전달 임피던스와 접지임피던스가 상호 연관되어 시스와 상도체에 과전압을 발생시킨다.

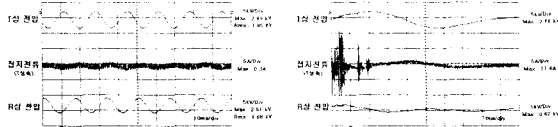


그림 4 정상상태 운전상태 그림 5 4호기 기동반 On

2.2.4 콘덴서 투입시 과도현상 측정 분석

그림 6부터 13까지는 펌프 기동후 약 5분이 지난 후 조작되는 콘덴서 On시의 케이블 차폐접지선의 과도전류 발생 양상으로, 그림 4와는 달리 기 운전중의 콘덴서와 이 시점에서 운전한 콘덴서 사이에 충전 전하의 교환이 이루어지면서 콘덴서에 과도 돌입전류와 과도 전압이 발생된 상황이다. 각각의 상황은 재현성은 없지만 전반적으로 상전압의 변화 중 가장 큰 변화 양상은 그림 8의 경우로 과전압이 최대 4.4kV(이때의 실효치는 2.34kV)로 정격 상대지전압 파고치(2.7kV)의 1.63배의 서어지가 발생하고 있어, 콘덴서에 상당한 전기적 충격을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 그림 9와 같이 접지축의 과도전류는 펌프 구동 때와는 달리 주파수가 훨씬 크며, 전류의 크기도 최대 147A로, 이로 인한 과전압은 고압 전기설비는 물론이고, 릴레이나 저압 제어회로에 유도되는 경우, 오동작이나 기기 파손의 원인이 될 수 있다.

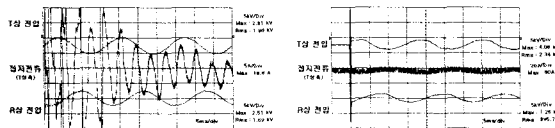


그림 6 기동반 On후 5분후 콘덴서 On시의 케이블 차폐접지선의 과도전류 발생양상 그림 7 기동반 On후 5분후 콘덴서 On시 과도 전류 발생양상

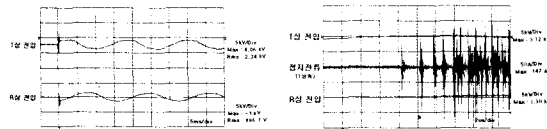


그림 8 기동반 On후 5분후 콘덴서 On시 과도 전압 발생 양상 그림 9 콘덴서 On 시

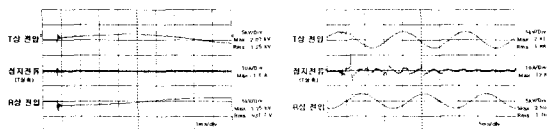


그림 10 4호기 기동반 On 시 그림 11 콘덴서 On 시

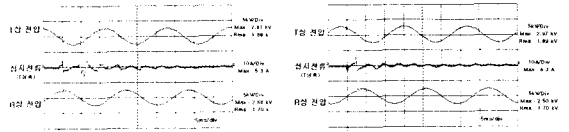


그림 12 콘덴서 On 시 그림 13 콘덴서 On 시 (Pump Motor 기동상태)

2.3 Power Quality Monitoring 측정

2.3.1 RMS/Impulse 측정데이터 요약

RMS/Impulse 측정데이터는 Monitoring 기간 중에서 발생한 실효전압(RMS)과 써지성 이상전압(Impulse)을 time chart로 요약한 그래프로써, 그림 14는 99년 11월 2일 17:17:24초에서 17:44:24초까지 약 27분간의 데이터를 나타내고 있다.

그림 14(a)를 예로 들면, 전압의 변화로 측정 개시후 14분 후 펌프기동을 위한 전원 투입이 있었음을 알 수 있고, 약 1분 30초 후 다시 전원공급이 중단된 후 다시 3분 후 전원이 투입된 상황으로 전반적으로 운전중의 전압 변동의 폭이 크지 않은 상황이며, 써지 이상전압은 발생하지 않고 있다. 그러나 그림 14(c)에 나타난 동일 시점의 T상 상전류의 양상을 보면, 펌프모터 기동시의 돌입전류는 860A로 (전류센서의 setting방법상의 이유로 측정된 값의 1/3이 실제 값임) 정상운전 전류의 5.2배가 흐르고 있으며, 1차 펌프모터 구동시에 83A의 써지 전류가 흐르고 있다.

콘덴서 전력케이블 차폐선접지전류는 운전 정지중에는 0A이지만, 2차 구동시에 3.5A의 실효전류가 흐르고, 이때의 써지 전류는 최대 -17.3A가 흐르고 있음을 알 수 있다.

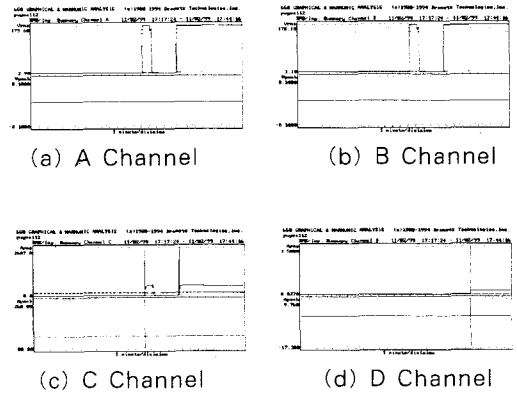
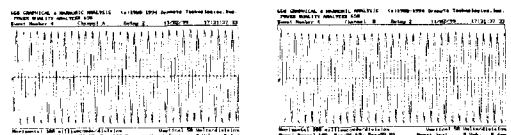


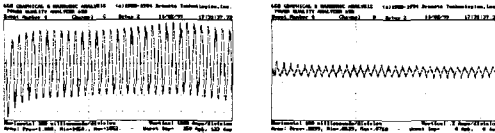
그림 14 RMS/Impulse 측정데이터 요약

2.3.2 측정파형

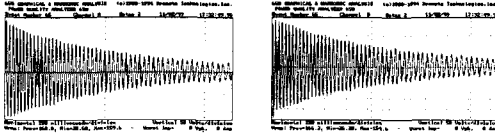
앞에서 기술한 RMS/Impulse 측정데이터 요약상황을 구체적으로 나타낸 측정 Event는 그림 15와 같다. 이들 Event는 다음의 시점에서 측정된 것이다.

- ① 1차 기동 및 운전시각 : 17:31:33(1999.11.2)
- ② 정지상태 시각 : 17:32:49(1999.11.2)
- ③ 2차 기동 및 운전시각 : 17:36:01(1999.11.2)

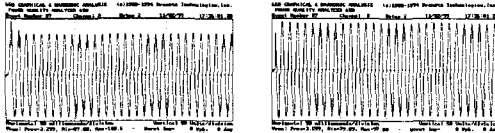




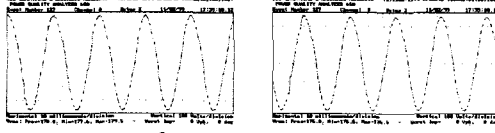
(a) 1차 기동 및 운전시 각 채널의 파형



(b) 1차 정지상태시 각 채널 파형



(c) 2차 기동 및 운전시 각 채널의 파형



(d) 2차 기동 및 운전시 파형의 고조파 및 썬지 전류 발생 양상

그림 15 Power Quality Monitoring 결과

제 3 장 결 론

부여취수장 Power Quality Monitoring 및 DSO를 이용한 썬지 측정 결과는 다음과 같다.

모터의 운전시의 발생되는 과전압은 차단기 투입 위상 및 접점의 상태에 따라 여러 가지 변동 인자가 있으므로, 동일한 상황이 재현되지 않지만 정상상태 운전전압보다 큰 썬지가 발생되고 있음이 측정되었다. 이와 같은 결과는 단기간의 측정 시험에서 얻어진 결과이지만, 년중 운전과 정지를 반복하는 펌프 가동, 정지시간을 고려하면, 다수의 과전압이 콘덴서에 가해져 누적되는 stress로 작용할 것으로 생각된다.

펌프모터 구동시의 5배 이상의 과도 돌입 전류는 장기적으로 모터 및 차단기류의 절연에 심각한 영향을 줄

수 있으나, 지금까지 운전 이력에는 문제는 발생하지 않은 것으로 확인되었다. 그러나 펌프 기동에 이어 후속되는 콘덴서의 투입시 나타나는 과도 돌입 전류는 콘덴서의 정상운전전류 보다 훨씬 커서 콘덴서의 수명에 심각한 영향을 끼칠 것이다. 이에 대한 대책으로는 콘덴서 기동시에 예비 삽입형 직렬리액터를 설치하여야 할 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] 이윤중, "전기기계", 동명사, 1994.
- [2] 박민호, "유도기기", 동명사, 1996.
- [3] 송길영, "전력계통공학", 동명사, 1988.
- [4] 교재편찬위원회, "교류회로이론", 세림사, 1982.
- [5] 이복희, "고전압대전류공학", 청문각, 1995.
- [6] 磯部直吉, "전기기기요론", 동경전기대학출판부, 소화 60년.
- [7] 한국전력공사, "고압전동기용 진공차단기의 스위칭써지 해석 및 저감대책 연구", 1993. 12.
- [8] B.K.Gupta et al., "Protection of Motors Against High Voltage Switching Surges", IEEE Trans on Energy Conversion, Vol.7, No.1, pp. 139-147, 1992.
- [9] David W.Jacson et al., "Analysis of Surge Capacitor Lead Connection for the Protection of Motors", IEEE Trans on PAS, Vol.PAS-103, No.9, pp. 2605-2609, 1994.
- [10] P.G.Mclauren et al., "Steep-Fronted Surges Applied to Large AC Motors-Effects of Surge Capacitor Value and Lead Length", IEEE Trans on Power Delivery, Vol.3, No.3, pp. 990-997, 1988.
- [11] Albert Paul Malvino, "Electronic Principles," Macmillan/ McGraw-Hill Inc, USA, 1996.