

고압콘덴서 개폐시 발생하는 썬지의 특성 분석

홍성택*, 이은춘, 신강욱
한국수자원공사

Property Analysis for On/Off Surge of High-Voltage Condenser

Hong, Sung-Taek, Lee, Eun-Chun, Shin, Gang-Wook
Korea Water Resources Corporation

Abstract - Whenever the large-capacitor and high-voltage pump motor is opened and closed, the power factor improvement condenser and the low-voltage equipment are often damaged by the sparking and the on-off power surge.

In order to find the reason and resolve the problem, we have installed a transition wave recorder for obtaining the transient on-off power surge wave and a power disturbance analyzer for long-time monitoring. In this way we measured and analysed the condition of the high-voltage pump motor whenever it is opened and closed.

1. 서 론

수도사업을 목적으로 하는 취수장 및 가압장의 경우 대부분 대용량, 고압모터를 사용하고 있으며, 계통의 역률을 보상하기 위하여 고압모터와 병렬로 고압콘덴서를 연결하여 사용하고 있다. 이러한 고압콘덴서는 기동시 발생하는 과도현상과 정지시 고전압과 대전류의 강제 차단으로 인한 전압 불안정, Surge, 고조파 발생 등으로 전력계통에 연결된 전력전자 설비, 컴퓨터 및 기타 주변 설비에 악영향 주고 있다.

따라서 본 연구에서는 고압콘덴서의 개·폐시에 발생하는 Surge특성을 분석하여, 콘덴서 연결위치 및 최적 운전방안을 제시코자 한다.

제 2 장 본 론

2.1 측정 사무소 현황

고압콘덴서의 개폐썬지는 부여취수장을 대상으로 하여 측정하였다.

본 부여취수장은 금강의 용수를 취수하기 위하여 1,500Hp, 3.3kV 대형 유도전동기로 7대로 구성되어 있다. 펌프의 기동, 정지 등의 운전시 개폐썬지로 추정되는 과전압으로 인해 역률 개선용 콘덴서의 소손이 자주 발생하였다. 따라서 이들의 발생원인을 파악하여 대책 방안을 마련하기 위해 순간적인 개폐썬지 파형을 포착하기 위한 과도파형 기록계와 장기간의 모니터링을 위한 전원 교란 분석기를 설치하여 펌프 기동시의 제 현상을 측정 기록하였다.

부여취수장의 주요 취수 및 전기시설은 표 1과 같다.

표 1 부여취수장의 취수펌프 및 전동기 현황

구분	내 용
형식	Double suction volute pump
펌프	45.83m ³ /min × 9.1mH × 7대 (2대예비)
전동기	- 기동방식 : 리액터 기동방식
	- 3φ, 3.3kV, 1125kW × 7대 (2대예비)
	- 콘덴서 정격 : 3상 3.3kV, 400kVA

2.2 콘덴서 투입시의 썬지 측정

2.2.1 측정장비의 구성

취수장의 3.3kV 전원을 대상으로 사용된 측정장치는 순간적인 과도파형 측정을 위한 DSO와 전원 교란 분석기(DWA)로 구성하였다. DSO는 기저의 차단기 조작시 과도파형 측정에 사용하였으며, DWA는 장기간 동안 썬지성 이상전압을 모니터링 하는데 사용하였다.

가. DSO(Digital Storage Oscilloscope)

- LeCroy 9354A 500 MHz, 4ch, 10bit resolution, Sampling rate : Max 2G Sample/sec DSO : 1 대
- Tek P6015A 1000:1 전압 Probe : 2대
- Tek A6303 DC100 Amax 전류 Probe with Current Probe Amplifier : 1대

나. DWA(Disturbance Waveform Analyzer)

: Drannetz 656A

2.2.2 측정개요

가. 측정일시 : 1999. 11월 2일 ~ 11월 3일

나. 측정장소 : 부여취수장 배전반

다. 측정장치 Setup

- Ch 1 : 3.3kV T상 상전압 실효치(1.905kV)
- Ch 2 : 3.3kV R상 상전압 실효치(1.905kV)
- Ch 3 : 콘덴서 전력케이블 차폐선 외함 접지선 전류

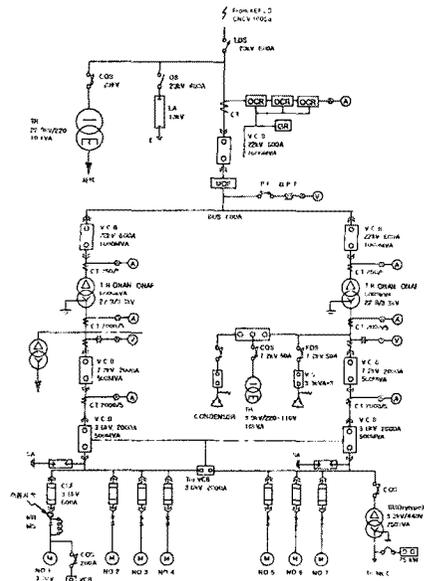


그림 1 개폐썬지 측정위치

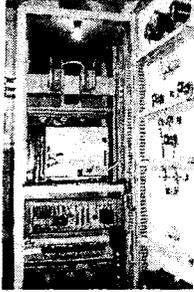


그림 2 전면부 내측



그림 3 후면부 내측 하단

2.3 과도현상 측정 분석

시험대상 센서의 설치 위치는 R, T상의 전압파형 및 T상 케이블의 금속시스 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.

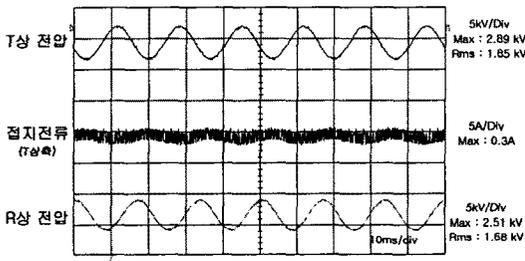


그림 4 정상적인 운전상태

그림 5와 그림 6은 기동반 On후 5분후 콘덴서 On시의 케이블 차폐접지선의 과도전류 발생양상으로 콘덴서 On 직후에 많은 찌지가 발생됨을 알 수 있다. 그림 6의 경우에서 보듯이 콘덴서 On시 접지전류가 보통 때의 2A 정도보다 약 40배가 높은 80A가 되는 것을 볼 수 있다.

그림 7은 기동반 On후 5분후 콘덴서 On시 과도전압 발생 양상으로 순간적인 찌지가 발생되는 것을 볼 수 있다.

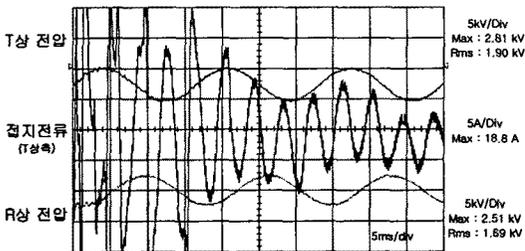


그림 5 기동반 On후 5분후 콘덴서 On시의 케이블 차폐접지선의 과도전류 발생양상

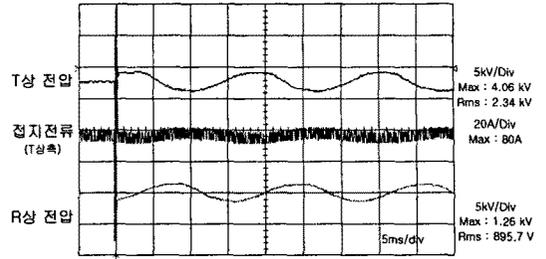


그림 6 기동반 On후 5분후 콘덴서 On시 과도전류 발생양상(케이블 차폐접지선의 과도전류 발생양상)

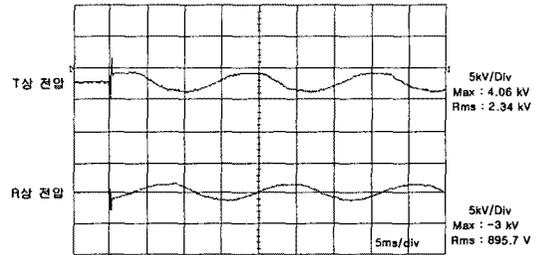


그림 7 기동반 On후 5분후 콘덴서 On시 과도전압 발생 양상

그림 8은 콘덴서 On 시 약 12 μ s 동안의 파형으로 순간적으로 찌지가 발생되는 것을 볼 수 있으며, 그림 9는 4호기 기동반 On 시 수 μ s 동안 찌지가 발생된 것을 알 수가 있다.

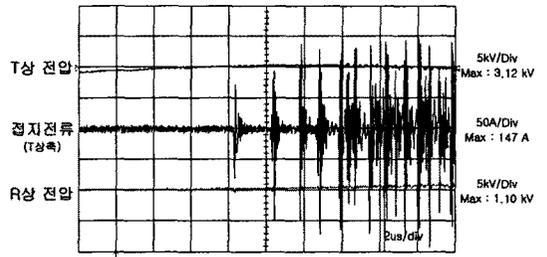


그림 8 콘덴서 On 시

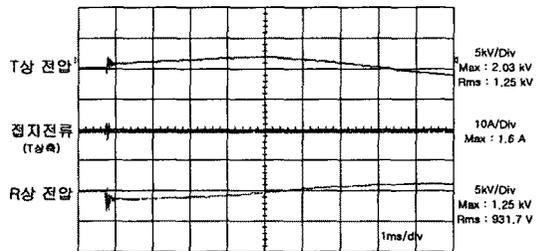


그림 9 4호기 기동반 On 시

그림 10, 그림 11, 그림 12는 콘덴서 On 시의 써지가 발생된 파형이다.

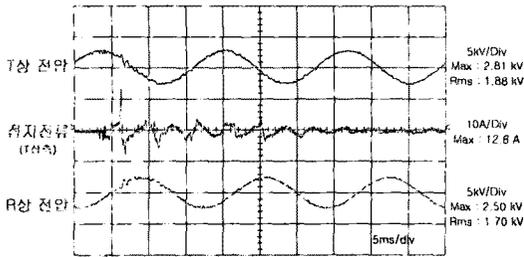


그림 10 콘덴서 On 시

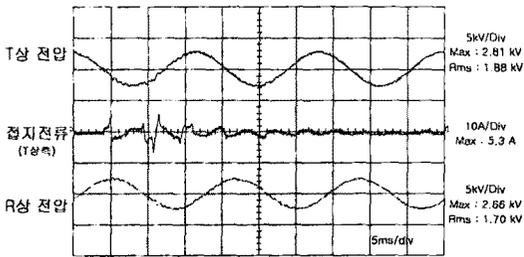


그림 11 콘덴서 On 시

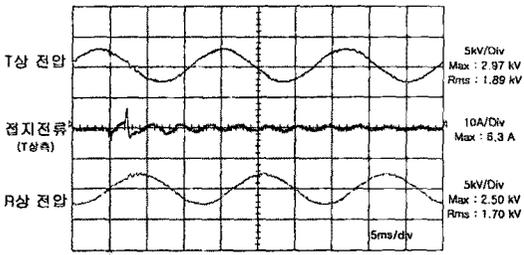


그림 12 콘덴서 On 시(Pump Motor 기동상태)

제 3 장 결 론

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

전반적으로 상전압의 변화 중 가장 큰 변화 양상은 그림 7의 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 8과 같이 점지측의 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.

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 후속되

는 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", 새림사, 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.