

리액터 기동 운전시 콘덴서 전압 특성 해석

김종겸*, 박영진*, 이은웅**, 이동주**, 김일중***
 강릉대학*, 충남대학**, 호서대학***

Analysis of Power Condenser Voltage Characteristics by Reactor Starting-operation

Kim Jong-Gyeum*, Park Young-Jeen*, Eee Eun-Woong**, Lee Dong-Ju**, Kim Il-Jung***
 Kangnung Univ*, Chunnam Univ**, Hoseo Univ***

Abstract - Reactor starting method has the advantage of simplicity and closed transition in spite of lower starting torque per kVA. This method allows a smooth start with almost no observable disturbance on transition and is suitable for applications such as centrifugal pumps or fans. Starting power factor is specially low. Power factor application is needed to compensate for the lower power factor of induction motor. This power factor compensation systems is being hit by the effects of the starting reactor connection position.

This paper describes voltage and current stress affected by the installation position of power factor compensation application at the reactor starting method.

1. 서 론

전력용 콘덴서는 전압보상 및 유도성 부하에 필요한 무효전력을 제공하여 역률을 보상하며 전원용량의 여유를 증가시키는 것은 물론이고 고조파에 대해서는 리액터와 함께 사용할 경우 필터로서 작용할 수 있어 산업현장에 널리 적용되고 있다[1].

전력용 콘덴서를 필요로 하는 유도성 부하로서 고압 유도전동기는 제작, 가격, 유지보수 등의 여러 장점으로 인해 산업현장에서 가장 많이 이용되고 있다.

상하수도에 적용되고 있는 펌프는 대부분 용량이 커지만 빠른 속응성이 요구하지 않는 일정부하에 해당한다. 이 펌프 부하에 적용되는 고압 유도전동기는 기동시 큰 전류의 부담으로 인해 직접 기동보다는 리액터 기동방식으로 운전된다[2].

유도성 부하는 역률이 낮은 편이므로 높은 역률을 보장받기 위해 보상용 설비를 적용하고 있다. 역률 보상용 설비에는 커패시터와 리액터와 같이 이용되고 있다. 이 역률 보상용 설비에 종종 소손 사고가 발생하는 경우가 있다. 사고는 커패시터 또는 리액터로서 개별로 발생하는 경우와 함께 발생하는 경우도 있다.

본 연구에서는 고압 유도전동기를 이용하여 부하를 운전시 역률 보상용 커패시터 및 리액터에서 고장의 원인이 무엇인지 검증하기 위해 역률 보상장치를 기동용 리액터 전후에 설치할 때 전압 및 전류의 동작특성을 비교 분석하여 그 원인을 찾고자 한다.

2. 리액터 기동 및 역률 보상 설비

유도전동기의 경우 부하용량이 작을 경우 직접기동을 하지만 용량이 커짐에 따라 Y- Δ 기동, 단권변압기 기동, 콘돌파 기동 그리고 리액터 기동방식을 적용하고 있다. 대용량의 펌프 구동설비에는 주로 리액터 기동방식이 이용되고 있다.

역률보상장치를 부하측에 가까운 위치에 설치하는데 리액터 기동방식의 경우 리액터의 전단에 설치하는 경우가 일반적이지만, 현장 여건에 따라서 리액터 후단에 설치하는 경우도 있다. 역률보상장치에 개폐장치를 사용하지 않는 직결형과 개폐장치를 사용하는 분리형 두 가지가 있다. 본 연구에 사용된 펌프 구동용 6.6kV 유도전동기의 사양은 표 1과 같다.

<표 1> 해석 전동기의 사양

용량	3,900kW
역률	84%
효율	97.2%
회전수	592[rpm]

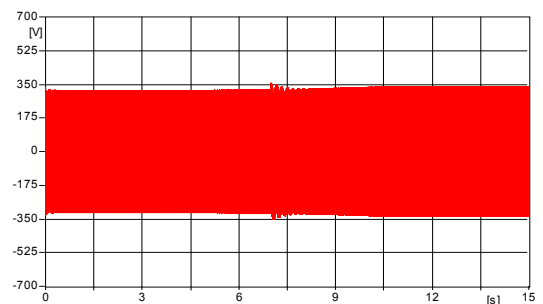
유도 전동기의 역률은 0.84이지만 보상용 콘덴서를 설치한 다 음 전동기를 운전할 경우의 역률은 0.96가 되도록 역률보상설비를 산출 적용하였다. 커패시터에는 리액터를 설치하는데 이론상

으로는 커패시터의 4%에 해당되는 리액터를 설치해야 하지만 여유 등을 고려하여 6%에 해당되는 리액터를 선정하고 있다.

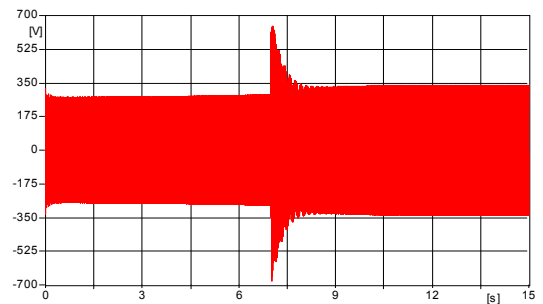
3. 특성 해석

리액터 기동방식에서 역률 보상용 설비의 경우 리액터 전단에 설치하는 것을 권장하고 있다. 그러나 현장에서는 전동기와 가까운 쪽에 설치하는 방식으로 리액터 후단에 연결 운전하고 있는 경우도 있다. 이들 두 가지 방식에 대한 특성변화의 해석을 하였다. 본 연구에 사용되고 있는 고압 유도전동기의 경우 기동에서 정상운전에 도달하는 시간은 약 13초로서 리액터 기동 후 약 7초에서 리액터를 이용하지 않고 전전압이 공급되는 것으로 설정하였다. 역률 보상설비는 처음부터 보상을 위해 전원이 인가 되도록 하였다. 역률 보상 설비의 위치에 따른 특성변화를 해석하기 위해 리액터 전단과 후단에서의 전압 및 전류의 동작변화를 확인하였다.

기동특성의 과도현상을 해석하기 위해 전자계과도해석 프로그램을 이용하였다[3].



(a) 전단 설치

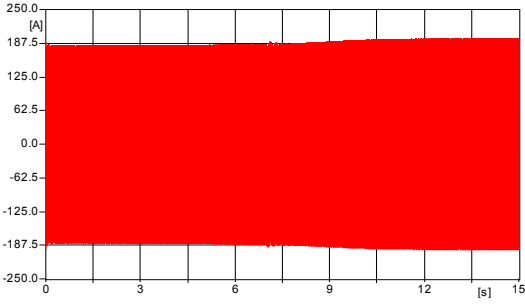


(b) 후단 설치

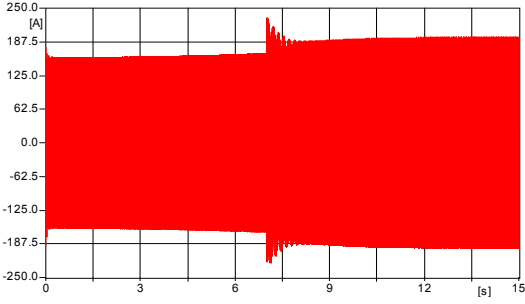
<그림 1> 리액터 전압

그림 1은 리액터에 나타나는 전압파형으로서 두 가지 모두 정격속도에서 전압의 크기는 동일하지만 정격토크를 얻기 위해 리액터 절체까지도 전압에는 약간의 차이가 존재한다. 즉 후단에 설치한 경우 기동에서 리액터 투입까지 전압은 낮게 걸리고, 절체시 순간적으로 전압이 높아지는 것을 확인할 수 있다. 이 높은 전압은 리액터에 전압스트레스로 작용할 수 있다.

그림 2는 역률 보상용 커패시터에 부착되어 있는 리액터에 흐르는 전류의 변화를 나타낸 것이다.



(a) 전단 설치

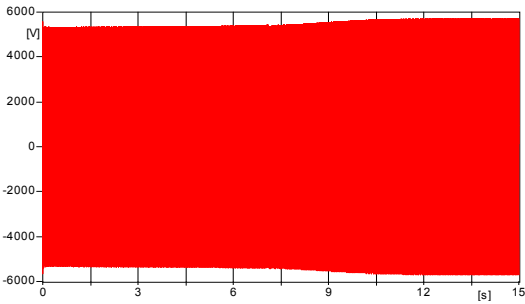


(b) 후단 설치

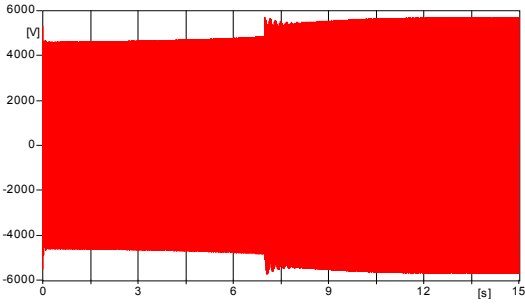
<그림 2> 리액터 전류

그림 2(a)에서와 같이 전단에 설치하고 운전하는 경우 기동시나 정상운전에도 전류 변화가 매우 작은 편이지만, 후단에 설치하고 운전하는 경우 그림 2(b)에서와 같이 기동시에 전류가 정상 운전시에 비해 약간 낮게 나타난다. 또한 리액터 투입시에 약간의 돌입전류가 흐르는 것을 확인할 수 있다.

그림 3은 콘덴서에 걸리는 전압의 변화를 나타낸 것이다.



(a) 전단 설치

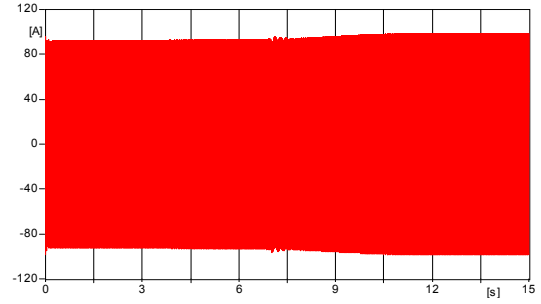


(b) 후단 설치

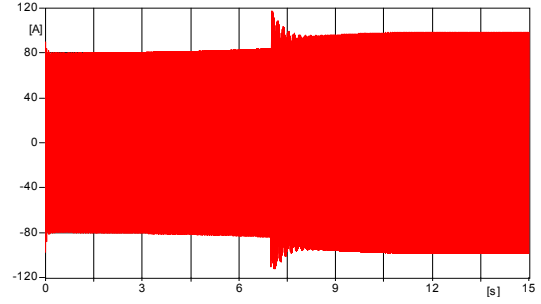
<그림 3> 콘덴서 전압

그림 3(a)에서와 같이 리액터 전단에 설치하여 운전하는 경우 콘덴서에 걸리는 전압의 크기는 기동시에 비해 정상운전시에는 약간 전압이 증가하고 있지만, 리액터 후단에 설비를 설치하고 운전하는 경우 그림 3(b)에서와 같이 기동용 리액터에 의해 기동시가 정상운전에 비해 낮은 전압이 나타남을 확인할 수 있다. 그러나 정상 운전시 두 가지 모두 전압의 크기는 동일함을 확인할 수 있다.

그림 4는 리액터 기동방식에서 역률 보상설비를 리액터의 전 후단에 설치하여 운전하는 경우 콘덴서 전류의 변화를 나타낸 것이다.



(a) 전단 설치



(b) 후단 설치

<그림 4> 콘덴서 전류

그림 4에서 알 수 있듯이 기동용 리액터 전단에 설치하여 운전하는 경우 콘덴서에 흐르는 전류에는 아주 미미한 변화를 나타내지만, 후단에 설치하여 운전하는 경우 리액터 절체 순간에 돌입전류가 흐르고 있음을 확인할 수 있다.

표 2는 기동용 리액터의 전 후단에 역률 보상 설비를 설치한 경우 전력 및 역률의 차이를 비교한 것이다. 전단보다는 후단에 설치하는 경우가 역률이 약간 높게 나타남을 확인할 수 있다.

<표 2> 기동용 리액터 전후 설치시 특성변화

구 분	리액터 전단	리액터 후단
P[W]	3.87E6	3.97E6
Q[Var]	9.967E5	1.015E6
S[VA]	3.9988E6	4.0992E6
PF	0.9604	0.9688

4. 결 론

고압 유도전동기의 리액터 기동방식에서 역률 보상설비를 리액터의 전단 및 후단에 설치할 때 리액터 및 콘덴서에서의 전압 및 전류의 변화를 해석하였다.

기동용 리액터 전단에 역률 보상설비를 설치하여 기동에서 정상운전까지는 역률보상용의 리액터 및 콘덴서에서 전압과 전류에는 기동시가 정상속도 운전에 비해 약간 낮은 값을 나타내지만, 리액터 후단에 보상설비를 설치하여 리액터 기동방식으로 운전할 경우 기동초기에는 전압 및 전류값이 정격속도로 운전하는 경우에 비해 낮은 값을 유지하지만 리액터에서 전환되는 순간에 전압 및 전류값이 높게 나타나 각 기기에 스트레스로 작용할 수 있음을 확인할 수 있다. 그러나 리액터 후단에 연결하여 운전하는 것이 전단에 비해 약간 높은 역률이 보장됨을 확인할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 전력산업연구개발사업의 지원에 의하여 수행된 과제임(과제번호 : R-2007-3-186)

[참 고 문 헌]

[1] Ramasamy Natarajan, "Power System Capacitor", Taylor & Francis, 2005
 [2] 이은춘외 6인, "고압 유도전동기의 역률 개선을 위한 콘덴서 위치 선정방안", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp.97-99, 2005. 7
 [3] H.W. Dommel, "Electromagnetic Transients Program. Reference Manual (EMTP Theory Book)", BPA 1986.