

# 조류 다근해 및 전압 안정성 Multisolutions of Load Flow and Voltage Stability

박 종 근\*  
(서울工大)

関根 泰次  
(日本 京大工学部)

전압 불안정 현상의 특징은 전력계통이 과부하 상태에서 운전할때 일어난다는 것과 전압저하에 따른 과부하 선로의 개량, 보호장치의 오동작 등이 발생하여 계통의 대부분의 전력공급이 중단된다는 것이다.

전압 불안정 현상은 부하전력의 전압특성의 예 계통간의 부하전력 공급 기기의 동작특성에도 큰 영향을 받게된다.

전압 불안정이 일어나기 쉬운 것은 계통이 극히 중 부하로 운전되고 있을때이기 때문에 조류 다근문제 하기도 밀접한 관계가 있다.

본 연구는 조류 다근해를 구하는 해법을 개발하고 그 해법을 사용하여 구해지는 전압근의 특성과 유도전동기 부하를 갖는 계통의 전압 불안정 현상 및 그 안정화 제어에 관하여 검토한 것이다.

여기에서 제안된 해법은 한 노드에 두 모드 (mode) 가 존재하는데 추후하여 전 노드의 조합에 대하여 해를 구하는 방법으로서, 바꾸어 말하면 종래의 뉴턴토슨 (Newton - Raphson) 법에 가우스 시달 (Gauss - Seidal) 법을 첨가한 방법이라고 할수있다. 본 해법을 여러 모뎀 시스템에 적용하여 얻은 결과들 분석하면 본 해법은 다음과 같은 특징이 있다.

- (1) 모드 개념의 도입으로 구해지는 조류 다근해의 성질이 명확해졌다.
- (2) 모드 지정 조건식을 설정하여 놓음으로서 지정된 모드에 대응하는 해가 계산도중에서 지정된 모드로부터 이탈하는 일이 없게 구해진다.
- (3) 부하의 전압특성을 고려할 필요성이 있을 경우에도 본 해법은 유효하게 적용될수 있다.

(+)모드 전압과(-)모드 전압과의 큰 차이중의 하나는 그러한 전압들에서 운전되고 있는 전력계통이 전력콘덴서의 증가에 대하여 서로 역반응을 보인다는 것이다. (+)모드와 전압에서 운전되고 있는 경우에는 전력콘덴서의 어드미턴스 증가에 따라서 전압은 상승하지만, (-)모드와 전압에서 운전되고 있는 경우에는 전력콘덴서의 어드미턴스가 증가해도 전압은 떨어진다.

(+)모드와 전압은 설치 전력콘덴서의 어드미턴스가  $1/X$  ( $X$ 는 전력콘덴서가 설치되어 있는 노드에서 본 계통의 동가 인덕턴스)의 값을 가질때에 공진한다.

설치 전력콘덴서의 어드미턴스가 상기한  $1/X$ 보다 크게되면, 상술한 현상과 거의 반대된 현상이 일어난다. 즉 (+)모드에서 운전되어 지고 있는 경우에는 전력콘덴서의 어드미턴스가 증가하면 전압은 떨어진다. 그러나 (-)모드에서 운전되고 있는 경우에는 전력콘덴서의 어드미턴스가  $1/X$ 보다 큰 어떤 값(이 값은 부하의 역률과 크기에 따라서 정해짐)을 넘을때까지 전압이 떨어지나, 이 값을 넘어서면 상승한다.

부하가 정임피던스 특성을 갖는다고 가정하고 각 조류 다근해 근방에 있어서의 계통 안정성을 조사하면, (+)모드 전압, (-)모드 전압 모두 안정하다고 판별된다. 따라서 조류 다근해의 성질과 종래의 전력안정성 및 전압안정성을 동시에 포함하는 전력계통의 동적 안정성과의 관계를 명확히 하기 위하여서는 부하의 동특성 및 부하단의 각 제어기의 동특성등을 고려할 필요가 있다.

유도전동기는 본래 불안정성을 갖는 비선형 부하이기 때문에, 유도전동기가 부하단에 접속되었을 때는, 그 계통은 피연계적으로 불안정 영역을 가지게 된다. (-)모드 전압영역이 이 불안정 영역에 상당한다. 이 영역은 통상의 운전영역으로는 생각하기 어렵으나 전원의 전압 조정능력 부족에 의한 전압전압의 저하나 전원의 일부 막막된 송전선의 일부 계량과 같은 큰 외란이 발생했을 경우엔 운전점이 과도적으로 (-)모드 전압영역에 이동할 가능성이 있다. 이 영역에서는 유도전동기 부하단 전압은 불안정하기 때문에 어떤 방법 이든지 간에 제어를 하지 않으면 붕괴해 버리게 된다.

본 연구에서는 전력콘덴서의 연속, 불연속 제어 및 부하식 전압조정기의 연속 제어로서 (-)모드 전압에서도 안정 운전이 가능한 것을 보였다.

전력콘덴서 및 부하식 전압조정기의 연속 제어시에 전압이 안정을 유지하기 위해서는 각 제어파라미터에 임계치가 존재한다.

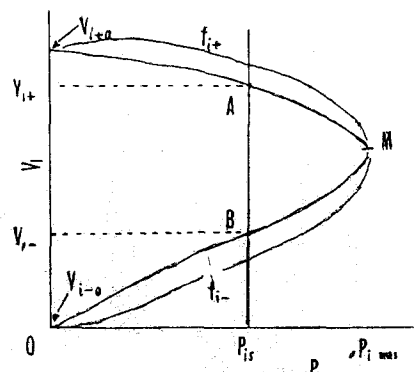
부하식 전압조정기의 제어에서는 전력콘덴서가 부하식 전압조정기의 1차속에 설치되는 것보다 2차속에 설치되는 것이 효과적이다.

유도전동기 부하와 병렬로 연결된 임피던스 부하가 많으면 많을수록 전압은 안정화 하기 쉽다. 그때에 나온 임피던스 임피던스 부하가 높은 임피던스 부하보다 전압 안정화에는 효과가 크다.

참고 문헌

1. Jong Keun Park and Yasuji Sekine, "A Method for Analyzing Multisolution Problem", National Convention of IEE of Japan, Vol. 10, No.840, P1084, 1979(In Japanese)
2. Jong Keun Park and Yasuji Sekine "A Method for analyzing Multisolution in Power Flow Analysis" Trans. of IEE of Japan, 99-B,245, Apr., 1979(In Japanese)
3. Jong Keun Park and Yasuji Sekine "Prevention of Voltage Collapse in System with induction motor load" National Convention of IEE of Japan, Vol.10 No.859, P1084, 1981(In Japanese)

4. Jong Keun Park and Yasuji Sekine "Properties of Multiple Load Flow Solutions" National Convention of IEE of Japan, Vol. 10, 1982

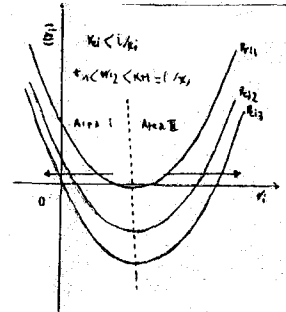


$V_{i+0}$  : Initial value of  $V_i$  when node  $i$  is (+) node

$V_{i-0}$  : Initial value of  $V_i$  when node  $i$  is (-) mode

$P_{1s}$  ; Specified active power

$P_{imax}$ ; Maximum suppliable power from node  $i$



$f(x)$  when  $\xi_1 < 1/x_1$

