

# 스마트 배전시스템의 최적 구성 방안에 관한 연구

지성호\*, 손준호\*, 송석환\*, 노대석\*  
\*한국기술교육대학교  
e-mail: dsrho@kut.ac.kr

## A Study on the Optimal Design for Smart Distribution System

Seongho Ji\*, Junho Son\*, Seokhwan Song\*, Daeseok Rho\*  
\*Korea University of Technology and Education

### 요 약

The authors have been discussed the optimal voltage regulation method and on-line real time method using artificial neural networks in the distribution system interconnected with Distributed Generation and Storage(DSG) systems. However, these methods have difficulty in dealing with the random load variations and operation characteristics of a number of DSG systems. To overcome these problems, this paper shows the basic concepts of smart grid system which is considered as one of the power delivery system in the near future and presents an evaluation method on the impacts of customer voltages by the operation of smart grid system. The smart grid system can change the system configuration in a flexible manner by using the static switches and offer the different power qualities in power services through the power quality control centers.

### 1. 서 론

최근, 정보·통신 산업의 발전 및 생활수준의 향상에 따라 일상생활의 전기 의존도 및 양질의 전력 공급에 대한 수용가 측의 요구가 증가하고 있으며, 또한 전력사업의 규제완화 및 지구규모의 환경문제 등에 대한 영향으로 소규모 분산전원(분산형 전력저장시스템 포함)이 배전계통을 중심으로 많은 수용가에 접속될 것이 예상되고 있다. 이와 같이, 수용가에 밀접한 관계에 있는 배전계통은 전력계통 가운데에서도 사회변화에 가장 민감한 부분에 위치하고 있으므로, 현시대의 동향을 정확히 파악하고 요청에 부응하는 설비형성과 기술개발을 하는 것이 중요하다. 즉, 배전계통은 전력의 안정공급이라는 기본적인 역할뿐만 아니라, 수용가의 다양한 요구에 대응하지 않으면 안 되는 어려운 상황에 처해있다. 그러나, 현재의 배전계통 설비구성과 운용수법으로서는 끊임없이 변화하는 상황에 대처하여, 각종 문제점을 해결하기에는 한계점을 가지고 있다<sup>[1]</sup>.

본 연구에서는 유연하게 계통구성을 변화시킬 수 있고, 수용가에 멀티메뉴 서비스를 제공할 수 있는

며, 각종 설비의 고효율운전을 가능하게 하는 고유연·고신뢰·고효율 전기에너지 유통시스템(스마트 배전시스템)의 모델을 제안하여, 기존계통에의 도입 적용에 대한 구체적인 방안을 제시한다.

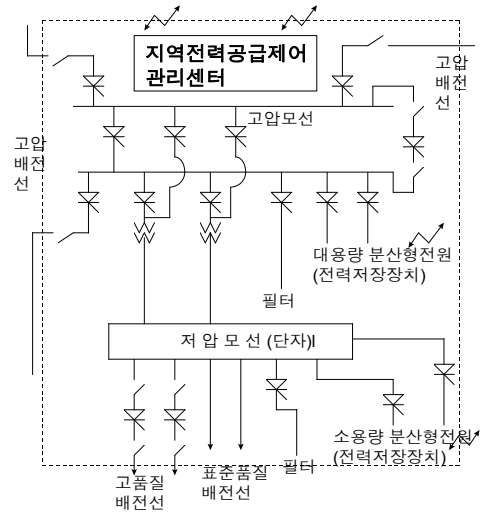
### 2. 스마트 배전시스템의 기본 구성

#### 2.1 스마트 배전시스템의 기본개념

세계적인 추세에 있는 전력산업의 규제완화의 영향으로 배전계통에 도입이 예상되는 여러 장치를 이용하여, 유연하게 계통구성을 바꾸면서, 높은 신뢰성의 전력을 효율적으로 수송할 수 있고, 또한 규제완화 후에 수용가로부터의 여러 요구사항에 신속하게 대응할 수 있는 새로운 전기에너지 유통시스템(스마트배전시스템)이 일본을 중심으로 활발하게 연구·개발되고 있다. 이 새로운 시스템은 국내 및 세계 각국에서 연구, 개발되어 온 배전시스템의 자동화, 근대화에 관한 과제를 통합하고, 더욱이 배전시스템에 고유연성, 고신뢰성을 가지게 한 새로운 개념의 시스템이다. 이 시스템의 특징적인 점은, 그림

1과 같이 수용가 가까운 곳에 현재의 고압배전선의 한 구간에 해당하는 것으로서, 복수의 고압배전선에서 공급 가능한 “스마트제어센터(지역전력공급 제어 관리센터의 역할을 수행함)” 를 설치하는 것이다(그림 2 참조). 스마트제어센터 내에서는 다양한 품질의 전력을 만들수 있을 뿐만 아니라, 정지형 개폐기에 의해 고압측과 저압배전선과의 유연한 접속변경이 가능하다. 물론, 고신뢰화, 에너지이용 합리화, 부하평준화 등의 목적으로 분산전원과 전력저장장치도 설치되어 있다[2].

한편, 스마트제어센터는 센터자체의 제어와 담당 지역의 각종 고객정보서비스를 위한 정보처리 및 정보교환센터의 역할도 수행한다. 개질센터내의 개폐기와 장치의 조작·수용가측 제어 등은 각 지사에 설치되어 있는 제어용 계산기와 배전용변전소나 스마트제어센터, 수용가의 소규모계산기의 연계에 의하여 글로벌한 관점에서 이루어진다. 물론, 동시에 이들 계산기의 연계에 의한 보호·제어도 이루어지며, 이들의 용도에 이용되는 데이터는 운용·보수·맵핑·요금계산 등 전력유통시스템의 관리·운용·제어를 통합한 데이터베이스로서 일원적인 관리가 이루어져야 한다.



[그림 2] 스마트 제어센터의 구성도

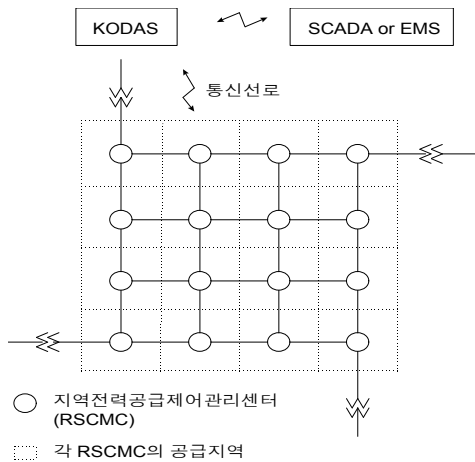
○ 현재, 연구되고 있는 배전자동화에 의하여 정전시간(신뢰성)을 어느 정도 단축할 수 있으나, 운용지역 전체를 대상으로 하기 때문에, 각 수용가의 개별특성(정전시간의 요구도)을 만족할 수 없다. 따라서, 수용가 특성에 따른 다양한 요구를 만족시키기 위하여, 멀티메뉴 서비스 기능(정전시간, 전압레벨, 주파수 등)을 가진 계통구성이 요구된다.

○ 수용가 전압을 콘트롤할 수 있는 요소로서는 배전용변전소(154kV/22.9kV)내의 M.Tr 조정과 고압선로상의 주상변압기(100kVA이하)의 탭 조정만이다. 따라서, 광범위한 공급지역의 수용가를 만족스럽게 제어하기에는 현재의 계통구성으로서는 어려운 실정이다. 더구나 분산형전원이 불특정다수로 무질서하게 도입되는 경우, 수용가 전압에 대한 콘트롤은 더욱더 어렵다. 따라서 분산형 계통구성과 제어방식이 요구된다.

○ 부하관리 기능을 가진 분산형 전력저장시스템이 배전계통에 도입되는 경우, 전체 계통의 최적운용(경제성관점 : 전원베스트믹스)을 위해, 상호간의 적절한 협조운용이 요구된다. 현 계통구성으로서는 개별적인 최적운용은 가능하지만, 상호간의 종합적인 최적운용은 어렵다. 따라서 유연하게 계통구성을 변화시킬 수 있고, 종합관리가 가능한 장소가 요구된다.

상기의 기존 배전계통의 여러 문제점을 해결하기 위하여, 스마트배전시스템을 도입·운용하면, 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

○ 스마트배전시스템은 일정한 간격의 선로구간에 스마트제어센터로 구성되고, 그 내부에 설치된 정지형 개폐기에 의하여, 계통구성을 유연하게 바꿀 수



[그림 1] 스마트 배전시스템의 구성도

## 2.2 스마트 배전시스템의 기대효과

기존 배전계통의 운용측면에 있어서 대표적인 문제점을 요약하면 다음과 같다.

○ 배전계통의 손실은 약 2~3% 정도로 추정되고 있으며, 기존 배전계통의 구성방식(3분할 3연계)과 기계식 개폐기(정격전류 차단 : 200회 내외)에 의한 운용방법으로서는 손실을 더욱더 저감시키기에는 한계성이 있다. 따라서 정지형 개폐기의 개발과 유연한 계통구성 방안이 요구된다.

있기 때문에, 시시각각 변화하는 선로조류를 파악하여, 선로손실을 최소로 하는 계통을 유연하게 구성할 수 있다.

○ 스마트배전시스템의 스마트제어센터 내의 분산전원과 전력저장시스템의 적절한 운용에 의하여, 수용가의 요구도에 따른 멀티메뉴 서비스의 기능이 가능하다.

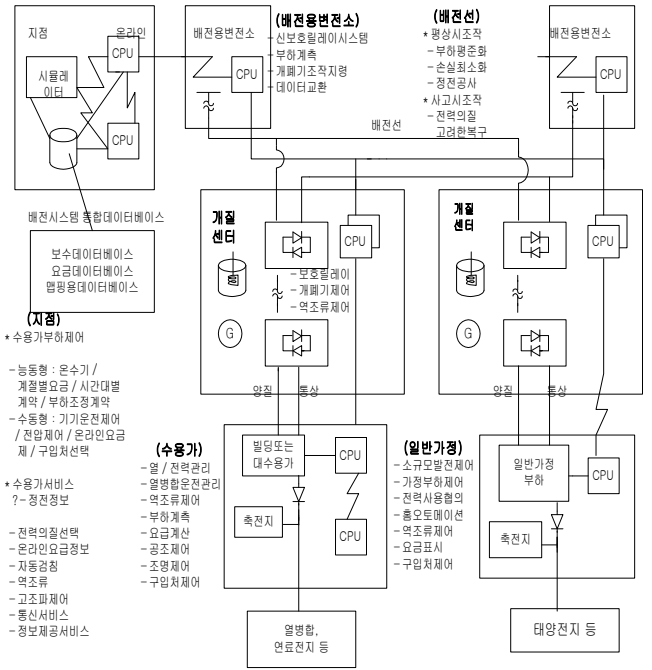
○ 스마트배전시스템의 스마트제어센터는 일정구간마다 설치되며 기능적으로 미니변전소의 역할을 가지므로, 분산적인 계통운용 및 제어가 가능한 계통구성 방식이다. 따라서, 기존 계통의 배전용변전소가 담당하는 광범위한 공급지역에 의한 여러 문제점(수용가의 요구조건, 전압문제 등)을 해결할 수 있다. 즉, 스마트제어센터의 개입에 의해, 고압측의 최적운용을 위한 유연한 계통구성이 가능하고, 또한 자기가 담당하는 저압측의 공급지역을 최적으로 운용함으로써, 고압측과 저압측의 계통운용을 분산적이고 독립적으로 수행할 수 있다.

○ 스마트배전시스템의 스마트제어센터는 상호간의 협조운용이 가능하므로, 각 센터내의 분산형전원 및 전력저장시스템을 적절하게 운용하여, 상호간의 최적 협조운용이 가능하며, 계통 전체의 부하관리에 도 최적으로 기여할 수 있다.

### 2.3 스마트배전시스템의 실현형태

스마트배전시스템의 구체적인 실현형태는 그림 3과 같이 나타낼 수 있으며, 다양한 기능을 실현하기 위한 기술적인 과제는 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 새로운 전력유통 네트워크 방식의 개발
- 정지형 구간개폐기의 개발
- 새로운 보호릴레이 시스템의 개발
- 새로운 고기능 통신방식의 개발
- 전력의 품질과 부하평준화, 손실 최소화를 고려한 사고시 복구수법과 평상시 시스템구성 결정수법
- 배전통합 데이터베이스의 기능과 구축방법 및 현 시스템에서의 원활한 이행방식
- 디맨드사이드 매니지먼트의 방식과 효과
- 온라인 요금제와 효과
- 최적구입처 선택기준과 그 효과 및 최적 전력 공급가격 결정방식
- 소규모 발전설비의 최적 경제운용방식
- 소규모 발전설비를 고려한 전원 베스트믹스
- 소규모 전력저장장치의 최적운용
- 열병합의 열·전력관리와 열저장, 전력저장을 고려한 최적 경제운용



[그림 3] 스마트배전시스템의 구체적인 실현형태

### 3. 결 론

본 연구에서는 차세대 배전계통의 하나로 간주되고 있는 스마트배전시스템의 기본개념과 실계통의 적용방안을 소개하였다. 앞으로는 구체적인 스마트제어센터의 규모와 구성방법, 운용방법에 대한 검토를 수행하고자 한다.

### 참 고 문 헌

- [1] Daeseok Rho, Horiyuki Kita, Kenichi Nishiya and Hasegawa Jun, "Voltage Regulation Methods Based on an Extended Approach and Neural Networks for Distribution System interconnected with DSG systems", 일본전기학회지B, 117권 3호, 2006년3월
- [2] Daeseok Rho, Hiroyuki Kita and Hasegawa Jun, "Basic Studies on the Impacts of Customer Voltages by the Operation of FRIENDS", 일본전기학회 전국대회 No.1486, 2007년3월
- [3] 노 대석 외, 3인 "신재생에너지전원이 연계된 배전 계통에서 보호협조방안에 관한 연구", 한국산학기술학회, 춘계학술회 논문집, 2008. 5.
- [4] 노 대석 외 2인, "배전계통에 있어서 전압변동이 일반 수용가에 미치는 영향에 대한 분석", 한국산학기술학회, 추계학술회 논문집, 2008. 11.