



# 분산형전원의 배전계통 도입전망과 대책

김 호 용\*, 김 재 언\*, 김 용 상\*, 이 승 재\*\*  
(\*한국전기연구소, \*\*명지대 공대 전기공학과 교수)

## 1. 서 론

경제성장과 산업·사회생활의 고도화에 따라서 증대하는 전력수요에 대해서, 에너지자원량과 지구환경의 제약이 거론되고 있는 최근의 에너지를 둘러싼 심각한 상황인식을 고려하여 전력수급의 장기적 안정을 확보하기 위해서는, 전력수급양면에 걸친 대책이 강화되어야 한다는 것이 현재 관련 전문가들의 공통된 의견으로 수렴되고 있다. 따라서, 종래의 전력공급은 대규모전원의 개발을 중심으로 수요에 대응해 왔지만, 앞으로는 수요의 관리·제어를 고려한 부하관리(Load Management) 또는 수요측관리(Demand-Side Management)를 적극적으로 추진해가고, 나아가 다양한 에너지원의 효율적 활용을 목표로 한 분산형전원의 개발과 도입을 적극적으로 추진하는 등의 폭넓은 정책이 마련·시행될 필요가 있다.

이와 같은 상황하에 현재 배전계통에 소형열병합발전(Small Cogeneration), 태양광발전(Photovoltaic Generation), 풍력발전(Wind Power Generation), 연료전지발전(Fuel Cell Generation), 전지전력저장시스템(Battery Energy Storage System) 등 소용량의 분산배치가 가능한 발전설비(분산형전원: Dispersed Storage and Generation System)도입이 선진국을 중심으로 추진되고 있다. 이들의 전원은 그 소유와 운영주체의 관점에서 전기사업자발전설비(Utility Generation)와 비전기사업자발전설비(NUG:Non-Utility Generation)로 나뉘어 질 수 있으나, 현재 보급되고 있는 대부분은 NUG로 되어 있다. 특히, NUG의 경우는, 전기사업자가 그의 계획·관리·운용을 집중적으로 수행하는 기존의 전원과는 그 성격이 다르다는 점에 주의를 할 필요가 있다.

분산형전원의 개발과 도입에 대해서는, 에너지절약, 에너지 Security의 향상, CO<sub>2</sub>배출대책 등의 환경측면에서 태양광 등의 신재생에너지에 의한 발전, 폐기물처리의 배열을 이용하는 발전 및 열병합발전 등의 전원도입이 기대되고 있으며, 특히 대도시권에 있어서는 전력수급의 지역간불평형 및 전력수급의 꺾박을 완화하는 등 전력시스템으로서의 효과도 기대된다.

한편, 이들의 분산형전원은, 전력계통과 연계운전함에 의해 보다 안정한 전원을 얻을 수 있음과 동시에 그 잉여전

력을 계통에 공급함으로써 다양한 에너지원의 효율적 활용도 가능하다는 점에서 기존의 배전계통과 연계를 취하는 형태로 도입·보급되는 것이 바람직하다고 하는 견해가 지배적이다.

본 기술보고에서는 전술한 분산형전원의 배전계통연계와 관련하여, 분산형전원의 개발·도입에 대한 필요성, 배전계통연계·보급에 따른 제문제, 국내의 보급지원정책의 현황을 살펴보고, 이의 원활한 배전계통에의 도입·보급을 위한 국내의 전략과 해결과제를 분석해 본다. 끝으로, 기존의 배전계통에 상기의 분산형전원이 다수 분산적으로 도입된 차세대의 배전계통에 있어서 요구되는 기능과 그 기능에 부합되는 계통구성·운용 방안 및 연구개발분야 등에 대해 기술하기로 한다.

## 2. 분산형전원 ! 개발·도입되어야 하는가?

본 장에서는 분산형전원의 정확한 정의와 개념, 분산형전원의 배전계통도입에 대한 현재의 시각과 장래의 전망을 살펴보면서 과연 분산형전원이 배전계통에 연계하는 형태로 개발·도입되어야 할 필요성 내지는 타당성이 있는가를 생각해보기로 한다.

### 2.1 분산형전원의 개념 및 정의

분산형전원이란 기존의 전력회사의 대규모 집중형전원과는 달리 소규모로서 소비지 근방에 분산배치가 가능한 전원을 말한다. 이의 개념은 필자들이 조사한 바에 따르면 1972년 IEEE PES Winter Meeting에서 발표된 "Fuel Cells for Dispersed Power Generation" (저자: W.J. Lueckel 외 2인)의 논문에서 Dispersed Power Generation의 명칭으로, 1978년 7월 EPRI 보고서(RP-917-1) "The Impact on Transmission Requirements of Dispersed Storage and Generation" (저자: S.T. Lee외 2인)에서 Dispersed Storage and Generation의 명칭으로, 그리고 그 이후 현재까지 논문 등의 문헌에서는 Dispersed Storage, Dispersed Generation, Decentralized Generating Devices, Distribution System Generator, Distributed Generation, Local Generating

표 1. 분산형전원의 분류

분류기준	분산형전원의 형태
발전기술	가스터빈, 가스엔진, 디젤엔진, 소수력, 연료전지, 태양광, 풍력, 저장(2차전지, Fly-wheel, 초전도)
발전설비	회전기(동기기, 유도기), 정지기
이용형태	발전전용, 열병합발전, 저장 및 발전
소유 및 운용권한	전기사업자용, 비전기사업자용
계통과의 연계운전	연계운전형, 단독운전형
역조류의 유무	역송가능형, 역송불가능형

Facilities 등의 다양한 명칭으로 언급되고 있다. 한편, 일본에서는 分散型電源 또는 分散電源 등의 명칭을 사용하고 있다. 따라서 광의의 의미에서의 분산형전원은 저장설비를 포함하며, 그 종류는 발전기술, 발전설비의 형태, 이용형태, 소유 및 운용권한, 계통과의 연계운전, 역조류의 유무에 따라 표 1과 같이 분류될 수 있다.

## 2.2 분산형전원의 배전계통도입에 대한 현재의 시각과 장래의 전망

2.1항에서 그 개념 및 정의가 내려진 분산형전원이 그림 1과 같이 기존의 배전계통에 연계하는 형태로도입될 경우, 이에 대한 현재의 시각과 장래의 전망을 분석해 보기로 한다.

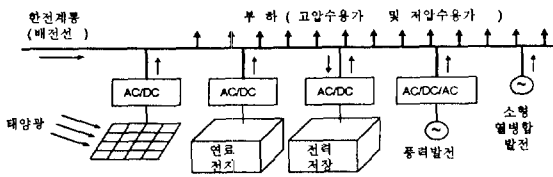


그림 1. 분산형전원이 도입된 배전계통

### 2.2.1 현재의 시각

종래, 전력시스템은 수요의 증가에 대해 전원의 대규모화로 대응해 왔지만, 최근 들어 에너지·환경문제와 더불어 대규모전원의 입지확보 및 송전선의 루우트확보가 어려워져 가고 있어 장기적 전력수급의 안정성 확보에 불확실성이 예상된다는 것이 일반론이다. 이러한 상황에서 분산형전원의 배전계통연계·도입에 대한 긍정적인 시각으로서는

- 대규모전원의 보완(전원계획상의 유연성)
- 비교적 환경부하가 적은 에너지원의 이용
- 다양한 에너지원의 효율적 이용
- 배열이용에 의한 에너지효율의 향상(열병합, 연료

전지 등)

등을 생각할 수 있으며, 다른 한편 부정적인 시각으로서는

- 소용량의 전원
- 불안정 전원(태양광, 풍력 등)
- 비경제성
- 기존 계통의 전력품질 및 신뢰도의 저하
- 계통운용상의 문제(보호협조, 안전, 보안)

등이 열거될 수 있다. 특히, 부정적인 시각의 비경제성을 일본의 예를 들어 설명을 하면, 일반용 발전의 발전단가(엔/kWh) (원자력 9엔, 화력 10~11엔, 수력13엔)에 대해 태양광 130~150엔, 풍력 43~46엔, 연료전지 100엔 등과 같다. 또한, 계통운용상의 문제에 대해서는 비전기사업자의 분산형전원의 도입시 그 도입계획, 운용, 제어에 대한 계통운영자의 권한이 없기 때문에 어떠한 기술로 대처해 나갈 것인가 하는 난제를 예로서 들 수 있다.

### 2.2.2 장래의 전망

비전기사업자의 분산형 전원이 주류를 이루고 있는 현재의 시점에서는 긍정적인 시각보다는 부정적인 시각이 더 강하게 어필될 수 있는 것 같이 보이지만, 전기사업자의 분산형전원을 자사의 배전계통에 전략적인 도입을 꾀한다면 대규모전원이 제공할 수 없는 장점 즉, 송배전설비의 강화 및 투자비용의 증가억제 및 지연, 계통의 신뢰성 개선, 효율적 설비운용, 수용가써비스의 향상 등을 얻을 수 있으며, 장차 전력시장의 개방에 대비한 발전시장부문에서의 경쟁력을 확보하는데 도움이 될 수 있다.

전략적 도입의 한 예로서, 자사의 어느 배전계통의 국부적 피크부하로 선로 신·증설이 예상되는 배전선로에 피크부하컷트용의 분산형전원을 도입·운용함으로써 송배전설비강화에 소요되는 투자비용의 절감과 지연이 가능하다는 점, 신설 송배전설비의 입지확보에 대한 어려움의 회피 등을 들 수 있다. 실제적으로, 대규모전원의 원격화에 따른 송배전설비의 강화에 투자되는 비용은 점차적으로 증가되고 있는 실정이다. 미국의 Pacific Gas and Electric Company의 경우, 발전설비 \$1에 대한 송배전설비의 투자비용이 종전에는 25센트 이었던 것이 현재(1993년) \$1.50으로 상승된 것으로 보고되고 있으며, 우리나라의 경우도 1970년대는 발전설비 100원에 대한 송배전설비의 투자비가 43원 이었던 것이 1980년대에는 평균 46원, 1990년대에는 59원으로 상승되어 가고 있다. 차후, 정보화사회에의 진진 등으로 인해 계통의 안정도 및 고품질의 전력써비스가 크게 요구됨에 따라 이 분야에 투자되는 비용은 계속 증가되어 갈 것으로 관련전문가들은 보고 있다.

한편, 교압수용가(상업용 또는 산업용 수용가)의 구내 등에 전력회사소유의 분산형전원을 설치하여 고도의 운용기술

을 적용함으로써 계통의 순간 및 사고정전시에도 신뢰성 있는 전력서비스를 제공할 수 있는 방법도 고려할 수 있다.

따라서, 분산형전원의 적용기술개발의 확립을 전제로하여 상기의 점들을 고려한다면, 주어진 수요에 대해 최소발전비용을 목적함수로 하는 기존의 전원계획의 관점에서 탈피하여 분산형전원의 송배전능력강화와 부하관리에 기여하는 비용효과를 정량화하는 bottom-up방식의 경제성평가기법을 개발할 필요가 있다. 미국의 EPRI에서는 이러한 평가기법을 개발하여 동일한 가스엔진(1.1MW)을 사용할 경우, 중앙집중식발전소는 발전원가가 약 \$70/MWh인데 비해, 분산형전원의 순원가(총비용-편익)는 약\$20/MWh(best case) 및 약\$40/MWh(worst case)인 것으로 보고되고 있으며, 또, 2000년에 실용화도입이 가능한 연료전지에 대해서도 분석을 수행하였는데, 전술의 결과와 거의 비슷한 결과를 얻었다고 한다.

그러므로, 다각적인 측면에서 볼 때, 전력회사가 다수의 분산형전원을 그 적용기술의 개발과 더불어 배전계통에 전략적으로 도입하게 될 가능성이 높으며, 그렇게 될 경우 장래의 배전계통은 기존과는 다른 새로운 모습으로 탈바꿈하여 등장하게 될 것이다.

### 3. 분산형전원의 배전계통도입 · 보급에 따른 문제

분산형전원이 배전계통에 도입되어 연계운전하는 데는 여러 가지의 해결해야할 문제가 있다. 여기에서는 배전계통과의 연계운전에 수반되는 제반문제들을 기술적 측면과 사회·경제적 측면으로 나누어 검토해 보기로 한다.

#### 3.1 기술적 측면에서의 문제점

종래의 배전계통에 있어서의 전력조류는 변전소에서 선로말단을 향한 단방향이었지만, 분산형전원이 연계된 배전계통의 경우에는 그 출력용량의 여부에 따라 양방향의 전력조류가 발생할 가능성이 있어, 계통운용상 여러 가지의 문제점이 야기될 수 있다. 분산형전원에 대규모 전원의 보완적 역할과 배전선로상의 국부적 부하 감당 역할을 부과하여 그의 적극적 활용을 꾀하기 위해서는, 분산형전원으로부터 배전계통에 전력을 공급하는 역조류의 기능을 허용할 필요가 있다. 이하에서는 역조류를 허용한 경우도 포함하여 발생될 수 있는 구체적인 문제점에 대해서 검토하여 보기로 한다.

**전압변동** 전기사업자에게는 저압의 공급전압을 전기사업법에서 정한 적정범위로 유지할 의무가 있어, 분산형 전원이 배전계통에 도입되더라도 공급전압이 이 규정범위내에서 유지되어야 한다. 현재의 배전계통의 전압관리는, 변전소에서 부하에 이르기까지의 전력조류가 단방향이라는 사실을 전제조건으로 하고 있다. 이와 같이 전력조류가 단방

향일 경우는 부하의 변동에 의해 배전선에 흐르는 전류가 변화해 전압이 변동하더라도, 전압은 변전소 인출부로부터 배전선말단을 향해 단조감소하기 때문에 선로의 전압조정 은 LDC(Line Drop Compensation)방식 및 주상변압기의 탭 선택 등에 의해 비교적 쉽게 수행될 수 있다. 그러나, 배전 선로의 도중에 분산형전원이 도입되어 계통으로의 역조류가 발생하게 되면 연계지점의 전압이 높아져 배전선로상의 전압분포는 단조감소의 형태대로는 되지 않는다. 이와 같은 상황에서는 기존의 전압제어방식으로는 적정전압조정능력을 상실하게 될 가능성이 높다. LDC전압조정방식 이외의 프로그램전압조정방식 및 (LDC+프로그램) 전압조정방식의 경우도 선로에 도입된 분산형전원 전체의 연계위치와 정확한 개별운전상태를 시시각각 파악하지 않고서는 적절한 전압조정을 수행할 수 없게 된다. 특히, 태양광발전이나 풍력 발전 등과 같은 분산형전원에서는 발전량의 변동을 미리 예측할 수 없기 때문에 더욱 전압조정이 어렵게 된다. 이와 같은 문제는 배전선로에 연계되는 분산형전원의 도입용량을 제한함으로써 어느 정도 대처가 가능하지만, 이는 분산형전원의 보급에 저해요인으로서 나타나기 때문에 규제를 완화할 수 있는 기술의 개발이 필요하다.

**고조파** 연료전지발전시스템, 태양광발전 등의 직류발전시스템은 인버터로 직류/교류변환을 하기 때문에 고조파가 발생하게 된다. 고조파의 발생량은 인버터의 방식에 따라 다르지만, 그것이 계통의 허용량을 초과하게 될 경우는 전력계통에 접속되어 있는 타 부하기기의 동작에 악영향을 초래할 우려가 있다. 따라서, 이러한 분산형전원의 경우에 대해서는 고조파 억제대책을 확실히 강구해 둘 필요가 있다.

**보호협조** 배전계통에 있어서, 낙뢰 및 수목접촉 등의 원인으로 지락사고 및 단락사고가 발생하였을 경우, 사고파급확대를 방지하기 위하여 사고전류를 공급하고 있는 전원을 신속하게 차단하도록 하고 있다. 이와 같은 목적으로 배전선에는 보호장치가 설치되어 사고를 정확히 검출하여 사고 구간 또는 사고선로를 계통으로부터 분리하게 된다. 그러나, 분산형전원이 기존의 어떤 보호협조체제의 배전선로에 도입될 경우는 분산형전원의 계통에 대한 역조류에 의해 사고시 고장구간의 분리 및 선로재구성에 따른 차단기 및 개폐기 제어알고리즘, 그리고 순시정전시 분산형전원의 기동정지, 개폐기의 기능, 차단용량 등에 악영향을 끼칠 우려가 다분히 있다. 또한, 사고시 일시적으로 분리된 구간내에 분산형전원이 존재하여 그 구간내의 부하와 평형을 이루며 운전되고 있는 경우가 있을 수 있는 데, 이 경우는 인체 및 전기설비에 위험을 초래하게 될 뿐만 아니라 사고의 신속한 복구에도 저해의 요인이 된다. 이 외에도, 지락 사고시 선로가 계통과 차단된 상태에서 분산형전원의 차단기가 늦게 동작하게 되면 선로의 커패시터와 부하가 분산형전원과 작용하여 공진으로 인한 과전압을 발생한다는 점, 차단기(리크로우저 또는 CB)와 퓨즈의 보호협조체제에서

순시사고시 휴즈의 불필요한 용단으로 인한 장시간정전사태가 발생한다는 점, CB 또는 리크로우저의 재폐로방식에 대한 분산형전원의 확실한 분리보장문제 등이 열거될 수 있다. 따라서, 상기에서 지적된 문제점들에 대해서 배전계통의 보호체제와 분산형전원의 보호장치가 서로 협조하여 대처할 수 있도록 전반적인 검토가 이루어져야 한다. 한편, 연료전지발전시스템 및 태양광발전의 경우, 전원의 특성이 종래의 발전시스템과 달리 직류전원에 인버터를 개입시켜 계통에 연계되기 때문에 그 특성을 충분히 파악하여 새로운 보호방식의 적용여부를 검토할 필요가 있다.

**고립운전의 방지** 배전계통측의 전원이 상실된 경우 배전선로상의 부하와 분산형전원의 출력이 어느 정도 평형을 유지한 상태라면 분산형전원이 부하에 전력을 공급하는 상태가 계속된다. 이를 고립운전(Islanding)상태라고 한다. 고립운전상태가 지속되는 가운데 배전계통측의 전원이 회복될 경우는 양측의 전압의 위상차에 의해 단락 및 탈조 등의 사고가 일어날 가능성이 있을 뿐만 아니라, 선로작업을 위해 선로를 차단한 상태에서 작업원의 선로작업시 전선접촉으로 감전사할 위험도 높다. 따라서, 분산형전원의 계통연계시 이러한 고립운전상태를 확실히 방지할 수 있는 대책을 수립해 놓지 않으면 안된다. 현재의 상태로서는 배전선에 분산형전원이 연계된 예가 적은 편이어서 개별적인 대응이 가능하다고 할 수 있지만, 소용량의 분산형전원이 다수 도입되는 상황이라면 전화연락 및 개별전송차단방법으로 대응하기란 그리 쉬운 일이 아닐 것이다. 그러므로, 분산형전원측에서 계통의 전원상실을 검출하여 자동적으로 계통분리하는 방법 등의 새로운 보안확보방안이 검토되어야 한다.

**역률** 배전계통에 있어서 역률유지는 선로의 전압변동, 전력손실 및 유효전력의 공급한계 등의 측면에서 대단히 중요하다. 따라서, 현재 우리 나라의 경우, 수용가의 역률유지규정을 0.9(지상)~1.0사이로 두고, 0.9이하의 경우는 전기요금 추가, 0.9이상은 전기요금감액 등의 규정을 전기공급규정 제43조, 제44조에 두고 있다. 이러한 상황에서 분산형전원이 배전계통에 도입되어 운전될 경우, 분산형전원의 운전역률은 선로의 역률에 영향을 미치게 된다. 먼저, 선로에 도입된 분산형전원이 운전역률(발전기기준)1.0으로 운전하게 될 경우를 생각해 보면, 계통에 유효전력만을 공급해주기 때문에 선로의 역률은 본래보다 악화되지만, 선로의 전력손실은 적어진다. 또, 지상운전의 경우 유효 및 무효전력을 모두 계통측에 공급하게 되어 선로의 전압변동에 커다란 영향을 미치게 된다. 하지만, 선로에 흐르는 무효전력의 감소로 상위 배전용변전소에서 배전선로에 공급해 주어야 할 무효전력공급량은 감소하게 되어 전압안정도에는 유리하다. 한편, 진상운전의 경우 유효전력은 계통에 공급하고 무효전력은 계통측으로부터 공급받아야 하기 때문에 선로의 전압변동에 미치는 영향은 작지만, 선로에 흐르는 무효전력의 증가로 역률은 악화되고, 배전용변전소측에서 공급해야할

무효전력량은 증가하게 되어 무효전력보상설비의 증가와 전압안정도의 악화가 예상된다. 따라서, 배전계통에 도입되는 분산형전원의 운전역률을 어떻게 설정할 것인가는 배전계통에 도입되는 그 규모의 크기에 따라 선로의 전압변동, 손실, 무효전력증가 등의 요소와 관련지어 결정해야 할 대단히 중요한 요소이다. 그것도, 분산형전원이 연계되는 위치에 따라 다르기 때문에 대용량의 분산형전원에 대해서는 역률조정기능을 의무적으로 갖추도록 하는 방법, 소용량의 경우는 도입시에 사전검토하여 운전역률을 고정시키는 방법 등의 다방면에 걸친 분석이 반드시 수행되어야 한다.

**상불평형** 우리 나라의 경우 배전계통은 22.9kV-공통중성선다중접지방식을 채택하고 있어 상불평형이 생기게 되면 중성선에 불평형전류가 흐르게 되어 중성선의 전위가 상승하게 되어 선로의 제어기에 오동작의 영향을 불러일으킬 가능성이 크다. 다른 한편으로는, 산업용 3상유도전동기의 과열과 소손, 전압의 과대한 상승과 저하에 의한 정보화기기의 오동작과 부동작, 가전제품의 수명손실 및 플리커장해 등의 피해가 발생할 수 있다. 따라서 배전계통의 저압계통에 연계되는 분산형전원, 대표적으로 태양광발전장치, 전지전력저장장치 등의 경우, 선로상에 분산도입되어 불규칙하게 운전되는 상황을 고려해서 이에 적합한 대책을 마련해야 할 것이다. 물론 이의 도입량이 작다고는 할 수 있지만, 상불평형요소의 부하기기와 부하관리전략 등과 합세될 경우는 결코 무시할 수 없는 요인으로 작용할 것이다.

**주파수** 전지역에 걸쳐 배전계통에 도입되어 운전하고 있는 다수의 분산형전원이 어떤 원인으로 동시에 출력이 0으로 되는 경우는 전력계통전체의 주파수가 흔들릴 가능성이 충분히 있다. 물론, 그런 가혹한 상황은 상당히 확률이 작지만, 만약 태양광발전설비가 어느 정도 상당량 보급된 경우를 상정한다면, 구름 등의 조건으로 태양광발전의 출력이 순시에 0으로 되는 상황은 충분히 일어날 수 있는 일이다. 이런 경우는 그 피해가 막대하므로 이런 분야에 대한 연구분석도 요구된다.

**단락용량** 분산형전원이 배전계통에 연계하여 운전하고 있을 경우, 계통의 사고시 발전기의 단락전류에 의해 계통의 단락용량이 증가하게 된다. 이 때문에 기존 차단기의 차단용량이 부족한 상황도 발생할 수 있어 계통의 구성의 재검토, 발전기리액턴스의 검토, 한류리액터 및 고압휴즈의 채용 등의 채용여부에 대한 검토도 필요하다.

**기존배전계통의 분산형전원의 수용한계** 기존의 배전계통의 구성 및 운용체제가 분산형전원을 어느 정도의 도입용량까지 수용이 가능한가를 보급에 앞서 다각적인 측면에서 검토해야 한다. 왜냐하면, 수용한계를 벗어나게 될 정도로 분산형전원이 배전계통에 도입되었을 경우는 기존의 배전계통의 구성과 운용체계를 개선 내지는 변경시킬 필요가 있기 때문이다. 그 수용한계량의 결정에는 여러 가지의 요

소들이 고려될 수 있는 데, 가령 예를 들면, 배전계통에 있어서 무엇보다도 중요한 것은 수용가에게 적정전압의 고품질의 전력을 써비스하는 것이다. 그렇다면, 그 수용한계를 결정하는 데 전압변동과 고조파 등이 분산형전원의 수용한계량의 결정요소로서 고려해야 할 것이다. 전압변동의 경우는, 선로에 도입된 분산형전원의 도입용량과 운전역률이 배전계통의 전압조정방식상에서의 선로전압조정능력한계에 미치는 영향을 분석하여 수용한계량을 도출해 가는 것이 하나의 접근방법이 될 수 있을 것이다.

### 3.2 사회·경제적 측면에서의 문제점

분산형전원의 계통연계에는 기술적인 문제뿐만 아니라 사회·경제적인 문제도 해결할 필요가 있다. 예를 들면, 열병합발전시스템은 총에너지효율이 이론상 약 70~80%에 달하지만, 단독운전(계통과 연계하지 않은 독립운전 형태)을 할 경우 열수요와 전력수요의 시간적 차이, 열전비 차이 등에 의해 이론적 효율을 전부 발휘할 수 없다. 그러나, 전력계통에 연계하여 운전할 경우 발전효율의 향상을 꾀할 수 있다. 이 경우 열병합발전시스템을 보유하고 있는 수용가의 입장에서는 전력판매에 따른 이익이 발생하고, 사회적 측면에서는, 분산형전원만의 단독운전보다 기존 전력계통과의 연계에 의한 복합적인 공급체계를 구성함으로써 시스템 운영상의 효과를 기대할 수 있다. 이 때에 분산형전원을 보유하고 있는 수용가와 보유하고 있지 않은 일반수용가와의 사이의 공정하고 합리적인 전기요금제도가 확립되어야 할 필요가 있다. 분산형전원을 배전계통에 연계하여 계통측에 전력을 공급하게 되는 경우에 관계되는 전기요금제도는 분산형전원의 도입형태에 따라서 다음의 3가지 유형이 있다.

**단독운전형** 이 경우는 전력계통과는 관계없이 단독으로 운전되는 상태이므로 전기요금구조와는 무관계하다.

**역송불가능 계통연계운전형** 전력계통과 연계되어 있으나 잉여전력을 계통으로 역송할 수는 없는 경우이다. 그러나 계통으로부터의 전력공급은 가능하다. 이 경우, 분산형전원을 소유한 수용가는 전력계통과 연계함으로써 인체 주파수 안정화 등 전력의 품질향상과, 분산형전원이 가동하고 있지 않을 때 전력계통을 백업전원으로 확보할 수 있다는 2가지 측면의 장점을 얻을 수 있다. 이때 계통연계에 따른 요금을 연계요금(access charge)이라고 불리우고 있다. 이 요금은 분산형전원의 보급을 촉진한다는 의미에서, 분산형전원을 소유하고 있는 수용가에게 혜택을 가급적 많이 주되, 일반수용가의 요금이 상승하지 않도록 전력회사의 비용증가분을 기준으로하여 연계요금을 결정하는 것이 바람직하다. 한편, 이 경우에 많은 산업용 및 업무용의 수용가는 전력을 전기사업자로부터 단순히 구입하는 과거의 방법에서 열병합발전 등의 자체분산형전원을 운전하여 자체기저부하를 감당시킬 가능성이 높아진다. 이렇게 되면, 전력계통전체의

입장에서는 기저부하의 수요를 잃게되어 분산형전원이 없는 일반수용가의 고정비부담을 과중하게 부과시키는 결과가 발생할 수 있다. 이 때문에 단위 수용가당의 전기요금은 상승하고, 이것은 다시 자가발전을 유인하게 되어 수용가의 계통이탈을 더욱 촉진시키게 된다. 이러한 현상에 대응할 수 있는 한 방법으로서, 계통이탈을 할 우려가 있는 수용가에게 인센티브를 적용하는 것이 고려될 수 있다. 실제로, 미국의 일부 전기사업자는 공통비배분율을 조정하여 경쟁적인 대전력수용가에 대해서는 부담을 상대적으로 경감하는 전기요금제도를 실시하고 있다. 그러나, 이와 같은 일종의 차별요금은 항상 수용가간의 공평성을 위협하게 되므로, 사회적 측면에서 바람직한 형태로 경쟁조건에 따른 개별요금설정의 이론적 기초를 명확히 할 필요가 있다.

**역송가능 계통연계운전형** 이 방식은 수용가가 전력회사로부터 전력을 구입할 수는 있고, 잉여전력이 있을 경우 역으로 판매도 가능하다. 경우에 따라서는 발전된 전력을 전량 전력회사에 판매하고 수용가는 전력회사로부터 과거와 같이 전력을 구입하는 경우도 많다. 우리 나라의 경우 후자의 방식이 일반적이며, 열병합발전 및 자가발전 등에 대한 잉여전력의 구입가격을 1984년1월1일부터 시행하여, 1995년 하계부터는 산업체열병합발전의 경우는 장려의 차원에서 회피비용에 근거를 두지 않고 산업(을) 고압A의 전기요금에 연동하여 적용하고 있으며(전량공급형의 경우는 전력량요금이 외에 기본요금을 추가지급하고 있음), 산업용자가발전(포항제철등)의 경우는 한전에서 정한 구입전력요금에 적용하는 시간대별전력량요금 단가를 적용하고 있다. 그러나, 대상으로 되는 역송의 계통연계운전형의 분산형전원은 비교적 소규모로 전력공급의 패턴에 따라 용량공급의 보장성이 있는 것과 보장성이 없는 전력으로 구분할 수 있다. 이러한 유형의 구입전력에 대해 회피비용(avoided cost)을 요금산정의 기준으로하여 요금제도를 개선하며, 특히 보장성 있는 설비용량제공에 대한 회피설비비용의 지불과 동시에 공급시간대별로 차등을 두는 전력량요금을 지불함으로써 전력사업자에 대한 공급자원의 안정적 확보에 기여하고, 아울러 공급자의 효율적인 생산에 대한 인센티브의 요인을 제공하여 공급자와 구입자간의 합리적인 전력거래와 전력의 가치를 반영할 수 있도록 구입전력요금제도를 개선해갈 필요가 있다. 한편, 장래 전력공급에 관한 규제완화가 진행되어 지역간 도소매탁송(Wholesale/Retail Wheeling)이 자율화된다면, 잉여전력의 판매는 현재와 같이 전기사업자만에 의한 구입거래뿐만 아니라 수용가의 공급자 선택여유가 생기게 되어, 분산형전원의 소유자가 설비규모 및 운용의 적정화를 꾀하기가 쉬워진다.

## 4. 국내외 보급지원정책의 현황

### 4.1 기술적 제도

미국, 일본, 유럽에서는 태양광발전 등 재생가능에너지의

표 2. 외국에 있어서의 분산형전원의 계통연계기술조건

	영 국	독일(RWE)	스위스(EWZ)	이탈리아	미국(NEPS)	미국(PG&E)	일 본
대상전원	주로 열병합.	태양광, 풍력, 소형열병합, 수력	열병합, 신에너지	제한없음	열병합. 신에너지는 시험단계로 개별협의	특별히 제한없음. 신에너지는 개별협의 대응	열병합, 신에너지
보수관리상의 요건	옥외개폐기 설치	옥외개폐기 설치, 릴레이제정값 제정		옥외개폐기 설치	태양광수용가표시, 옥외개폐기 설치	옥외개폐기 설치, 10kW 이상은 절연변압기 사용	옥외개폐기 설치, 릴레이 제정값 규정
전력품질관리상의 요건	상시전압변동 : 94~106%, 고조파: 별도가이드라인 G5/3으로 규정	상시전압변동 : 94~106%, 고조파, 플리커 대한 규정이 있음, 역률: 지상 80% ~ 진상 90%	상시전압변동 : 94~106%, 고조파: 3%이하	상시전압변동 : 94~106%, 역률: 지상 90% ~ 진상 90%	상시전압변동 : 94~106%, 고조파: 5% 이하, 역률: 지상 95% ~ 진상 95%	상시전압변동 : 94~106%(순시전압변동은 120%), 고조파, 전압계급, 단락전류에 대한 규정 있음. 역률: 지상 80% ~ 진상 90%	상시전압변동 : 94~106%, 고조파: 5% 이하, 역률: 지상 85% ~ 100%
필요한보호계전기	과전압, 부족전압, 파주파수, 부족주파수	과전압, 부족전압, 파주파수, 부족주파수 단, 인버터연계의 경우 양방향 주파수계전기는 불필요	과전압, 부족전압, 파주파수, 부족주파수 과전류	과전압, 부족전압, 파주파수, 부족주파수 과전류 지락과전압	과전압, 부족전압, 파주파수, 부족주파수 인버터연계의 경우 내장의 기능도 가능	과전압, 부족전압, 파주파수, 부족주파수	과전압, 부족전압, 파주파수, 부족주파수 인버터연계의 경우 내장의 기능도 가능
고립운전방지에 관한대책	가이드라인에 방지를 규정, 주파수 변화를 계전기를 권장함	소수력의 경험 때문에 문제는 없다.	중요한 연구개발 과제로 인식	중요한 과제로 하고 있으나 연구에 착수한 단계	경험이 없고 중요 과제로 고려되지 않는다.	off-peak 전력의 1/2이하의 용량에 연계를 제한	역조류유무에 따라 고립운전검출 기능부, 옥외개폐기, RPR, 역충선검출기능

보급촉진을 목적으로서, 보조금제도 등의 경제적 제도의 정비와 더불어 계통연계기술조건 등의 기술적 측면에도 가이드라인의 정비를 꾀하고 있다. 공통된 특징으로서는, 대상전원을 신에너지전원에 국한시키는 나라는 없고, 소수력 및 열병합 등 분산형전원 전체를 대상전원으로 하고 있다. 오히려, 신에너지전원에 대해, 경험이 풍부한 기존의 소수력 등에 적용되고 있던 기술조건을 개정 또는 추가한 형태의 규정을 적용하고 있는 실정이다. 계통연계에 관계되는 기술조건은 표 2와 같으며, 그 주요특징에 대해 다음과 같이 기술한다.

1) 연계기술조건의 제정기관 또는 적용범위는, 유럽과 일본에서는 거의가 국가레벨인 것에 대해서 미국은 전력회사레벨로 되어 있다. 또, 국가레벨, 사회레벨에 관계없이 법적인 명확한 강제력이 불명하지만, 기술조건을 준수하고 있지 않은 경우 어떤 말썽이 생겼을 때 재판상의 강력한 증거로 하는 곳도 있다(영국).

2) 전압변동, 고조파 등 전력품질에 대해서는, 해당규정 또는 다른 가이드라인을 적용하는 등 각국 모두 연계기술조건을 명확히 하고 있다. 그러나, 전압변동이 규정치를 벗어날 경우의 명확한 대책방법을 명시하고 있는 규정은 거의 없고, 일부 연계 가능한 최대용량을 검토하고 있는 정도에 지나지 않는다(독일). 전압변동은 현재의 시점에서 커다란 문제점으로는 생각지 않고 있다는 것을 엿볼 수 있다. 또, 고조파 및 플리커 등에 대해 상세한 규정을 정해 놓은 곳도 있다.

3) 설치를 의무화하고 있는 연계보호장치의 종류는, 독일의 일부에서 타어식인버터를 이용하고 있기 때문에 주파수관련계전기를 불필요로 하고 있는 곳도 있지만, 대부분의 나라와 전력회사에서는 과전압, 부족전압, 파주파수 및 부

족주파수의 각 계전기의 설치를 요구하고 있다.

4) 고립운전에 대해서는, 관계기술자의 대부분은 숙지하고 있지만, 발생확률이 적다는 이유로 현시점에서는 문제시되고 있는 곳은 적다. 그러나 고립운전방지에 대해 추천계전기를 명기한 경우(일본, 영국), 고립운전이 발생할 가능성이 있는 곳에는 전송차단장치를 의무적으로 설치하도록 한 경우(미국, 칸사스PC), off-peak 전력의 1/2이하밖에 분산형전원의 계통연계를 인정하지 않은 경우(미국, PG&E) 등의 대책을 명시하고 있는 곳도 있다. 또, 스위스, 이탈리아, 스페인 및 미국(일부전력회사)과 같이 중요한 문제로 인식하여 금후의 개발과제로 고려하고 있는 곳도 많다.

5) 소형의 태양광발전의 경우의 계통연계보호장치의 신뢰성에 대해서, 지금까지 문제를 제기한 일은 없고, 2중화의 예도 없고, 계통과의 연계점에 개폐스위치를 설치하여 고립운전상태로 된 경우라도 작업자의 안전이 확보될 수 있도록 한 곳이 많다(독일제외).

6) 절연변압기의 여부에 관해서, 특히 상용주파수의 변압기를 의무적으로 설치하도록 하는 곳이 적다. 단, 절연변압기를 설치하지 않은 경우, 교류측에서 직류분의 유출을 검출해서 인버터의 운전을 정지시키는 방법을 독일에서는 검토하고 있다.

7) 국내의 경우, 1986년 한전의 "타사발전기병렬운전연계선로 보호업무지침"을 제정하여 동기기나 유도기로 구성되는 자가용발전설비(열병합 등)에 대해 적용하고 있다. 신에너지전원인 태양광, 풍력, 연료전지 등에 대한 보호업무지침은 그 보급실적이 없는 관계로 아직 종합적으로 제시되어 있지 않은 상황이다. 특히, 고립운전에 대한 보호협조지침도 제정되어 있지 않으며, 보호협조이외에 고조파, 운전역률, 단락용량, 도입용량의 한계 등에 대한 구체적인 가이드라인이 마련되어 있지 않은 실정이다.

4.2 경제적 제도

외국의 경우, 에너지 및 자원의 절약을 실현하기 위해 자연에너지를 이용한 발전 및 고효율 발전방식의 보급을 촉진하기 위해서, 이들 발전장치의 기술개발을 추진함과 동시에, 건설비에 대한 국가의 보조, 발전된 전력에 대한 전력회사의 구입의무화 등을 제도화하고 있는 나라들이 많다. 이하에 주요 국가의 제도를 소개하기로 한다(표 3. 참조).

표 3. 외국의 태양광발전에 대한 지원정책

국명	지원 제도	구입 가격
미국	세계우대조치(현재는 폐지됨)	캘리포니아(12~15센트/kWh)
독일	1,000 roofs 계획 건설비의 70%를 연방· 주정부에서 보조	전기요금의 90%이상
이태리	원격지주택용에 최대자본 비의 80%를 보조	약20엔/kWh(전기요금의 약 1.3 배)
스위스	주에 따라서 다르나 건설 비의 70%정도 보조	전력회사에 따라서 다르나 취리히전력회사의 경우 약14 엔/kWh
일본	태양광모니터링사업(건설 비의 약50% 보조)	10개 전력회사의 잉여전력구 입단가(가정용전동요금: 종량 전동 병)

1) 미국 : 1978년에 석유대체에너지의 보급촉진을 위한 설비에 대해 투자액의 일정율이 과세대상으로부터 공제되는 우대제도를 실시했다. 또, 동년에 실시되었던 공익사업 규제정책법(PURPA)에 의해 전력회사는 연방에너지규제위원회의 자격인정을 받은 열 병합(QF) 및 소규모발전설비(SPP)의 발전전력을 구입하는 것을 의무로 규정하였다. 구입가격은 회피비용이 기본으로 되어 있으며, 구체적으로는 각주에 위임된 상황이며, 현재 세계우대제도는 폐지되었다.

2) 독일 : 통일독일로서 최초의 에너지정책이 1991년에 연방경제부로부터 발표되었다. 이 정책은 환경보호와 기후보호에 중점을 두고 있으며, 재생가능에너지의 구입제도 포함하고 있다. 이 구입법에서는 5,000kW이하의 수력발전, 바이오매스발전, 풍력발전, 태양광발전 등의 재생가능에너지로 발전된 전력의 전기사업에 의한 구입과, 그 보장가격에 대해서 규정하고 있다. 태양광발전의 경우의 구입가격은, 최종소비자의 전기요금의 90%가 보증된다. 또, 주택용의 태양광발전의 보급을 위해 1,000 roofs계획을 현재 추진하고 있다. 최종적으로는 2,250주택에 27,000마르크를 한도로, 태양광발전 설치비용의 70%(연방정부가 50%, 주정부가 20%)를 국가가 보조하는 것으로 하고 있다. 1992년4월 시점에서, 280시스템이 가동중에 있다.

3) 이탈리아 : 우리 나라와 같이 에너지자원이 적은 이탈리아에서는, 재생가능에너지의 촉진을 위해 평균적으로 투자액의 30%를 보조하고 있지만, 주택용의 태양광발전에 대해서는 80%를 보조하고 있다. 또, 1982년에 에너지절약법이 제정되어 3,000kW이하의 재생가능에너지전원 및 열병합발전의 전력을 의무적으로 구입하도록 했고, 이어서 1992년에는 3,000kW이상에 대해서도 적용되도록 하였다. 구입가격

의 결정방법은 기본적으로 회피원가에 인센티브를 추가하는 형태로 하고 있으며, 태양광발전의 경우는 높게 책정하여 그 가격은 전기요금의 약 1.3배에 달한다.

4) 스위스 : 1990년에 국민투표에 의해 금후 약10년간 원자력발전소의 건설을 중지함과 동시에 재생에너지촉진을 위해 “에너지2000”의 행동프로그램을 결정하였다. 여기에는 재생에너지전원으로 0.5%의 전력을 공급하도록(수력제외)하고 있으며, 연방정부와 주와 자치단체에 의한 보조제도가 실시되도록 하는 내용이 포함되어 있다. 연방정부와 자치단체의 경우, 보조율은 case by case로 되어 있고, 취리히전력청의 경우는 3,000스위스프랑/kW로 되어 있다. 전력구입의무에 대해서는 1991년부터 실시되어오고 있는 연방에너지법에 의해 규정되어 있고, 구입가격은 회피원가로 되어 있지만, 취리히전력청의 경우는 판매가격과 동일하게 설정하고 있다.

5) 일본 : 1980년 석유대체에너지의 개발 및 도입촉진에 관한 법률(대체에너지법)이 제정되어 기술개발 및 보급에 대한 지원이 실시되기 시작하였으며, 그 이후, 신에너지의 도입을 위한 신에너지도입강령이 1994년12월에 발표되었다. 여기에서 중점도입의 신에너지전원으로서 태양광발전, 폐기물발전, 열 병합, 연료전지 등이 언급되었다. 이중, 태양광발전의 보급을 위한 태양광모니터링사업의 경우, 설치비용의 약 50%가 지원되고 있고, Field Test사업의 경우 연료전지발전 및 풍력발전에 대해 각각 설치비용의 1/3, 1/2이 지원되고 있다. 전력구입단가에 대해서는 1994년2월 태양광, 풍력, 연료전지, 폐기물, 열 병합 등의 발전설비를 대상으로 10개 전력회사의 잉여전력 구입단가가 완비되었다. 태양광 및 풍력의 경우는 가정용전력요금, 그 이외의 발전설비의 경우는 회피비용에 근거를 둔 요금이 적용된다.

6) 국내 : 국내의 경우, 집단 및 산업체의 열병합발전, 소수력 등에 대해 금융지원 및 세제혜택이 석유사업법, 에너지이용합리화법 및 조세감면 규제법에 규정되어 있으나, 배전계통에 연계되는 소규모의 민수용 열병합발전, 신에너지전원(태양광발전 등)에 대해서는 아직 제도적인 지원책이 충분히 확립되어 있지 않다. 참고로 산업용열병합발전, 소수력 등의 전력요금은 회피비용을 상회하므로 상당한 수준의 인센티브를 주고 있다고 볼 수 있다. 태양광, 풍력, 연료전지 등은 아직 대상전원이 없으므로 요금제도가 수립되어 있지 않다.

5. 분산형전원의 배전계통도입 · 보급에 대한 국내의 전략과 해결과제

5.1 우리의 입장과 전략

현재 우리나라의 경우, 아직 배전계통에 분산형전원의 도입에 대한 의식은 약하고, 그 도입실적적으로는 소규모의 민수용열병합발전전으로서 약 50 MW (1993년)정도에 지나지 않는다 (우리나라 열병합발전설비의 큰부분을 차지하는 지역난방겸용 열병합발전은 총용량이 약 2,200MW에 해당하

나 전기사업자소유의 대규모 설비이므로 여기서는 포함하지 않음). 또, 태양광발전, 풍력발전, 연료전지발전 등의 계통연계형 신에너지전원의 경우는 없다. 그러나, 관련사업으로서 1988년도부터 통상산업부의 주관하에 대체에너지기술개발사업이 진행되고 있어, 1996년12월 계통연계형 태양광발전시스템의 개발완료 등의 결과로 그 보급이 점차적으로 진행되리라 예상된다. 다음에 이의 단계별 사업목표와 소요예산, 분야별투자실적을 표 4와 그림 2에 제시한다.

표 4. 대체에너지개발사업의 목표와 소요예산

구분	제1단계 (88-91)	제2단계 (92-96)	제3단계 (97-96)	제4단계 (02-06)
개발목표	연구기반 구축	실용화 기반구축	중점기술 개발	기술의 상용화
보급목표	실증시험 보급 (0.5%)	수요개발 시범보급 (0.6%)	시장형성 과 관리 (1.3%)	기술의 상용화 (2.0%)
소요예산 (억)	1011 (정부532+민간479)		3760 (정부2242+민간1518)	

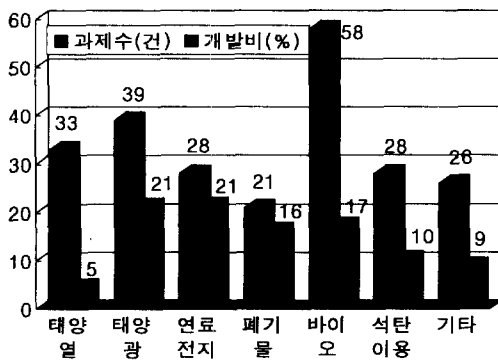


그림 2. 분야별투자실적('88-'95:233과제 약836억)

한편, 국내 유일의 일반전기사업자인 한전의 입장을 살펴보면, 대규모전원 및 송변전설비의 입지확보의 곤란으로 인한 전원계획의 지연, 충분한 예비율확보의 불확실성, 송변전설비의 강화에 소요되는 비용의 계속적인 증가, 하계피크부하증가 및 가전제품의 대용량화로 인한 일부 배전지역의 주상변압기사고증가 등이 최근 주요관심사로 되고 있다.

따라서, 상기의 대체에너지기술개발사업의 결과활용 및 전력사업상의 난제 등을 고려할 때, 분산형전원의 배전계통에의 전략적인 도입을 적극적으로 꾀할 필요가 있을 것으로 판단된다. 이의 전략적인 도입방법으로서, 문제의 대상이 되는 배전선로를 파악하여 그 근방에 공공시설물내 또는 고압수용가내의 적정한 설치장소를 선정하여 분산형전원을 도입하되(이때, 수변전설비를 공유하는 형태로 하여 공간의 효율적 활용 및 환경친화성을 꾀한다), 단기적으로는 열병합발전설비를 적극유인하고, 장기적으로는 신에

너지전원(태양광발전, 연료전지발전, 전지전력저장발전)을 도입해 가는 형태가 바람직할 것이다. 특히, 태양광발전의 출력특성은 에어컨수요와 거의 일치하기 때문에 앞으로 하계피크부하삭감에 상당한 역할이 기대된다.

## 5.2 계통연계형 신재생에너지전원의 표준화 및 보급체제정비를 위한 해결과제

2006년까지 국내 총에너지사용량의 2%를 대체에너지로 공급한다는 시나리오를 전제로 하여 통상산업부 주도하에 신재생에너지의 기술개발이 순조로이 진행되고 있어, 앞으로 4~5년 정도에 이의 보급과 시장창출이 활발히 전개될 것으로 예상된다.

특히, 신재생에너지중에서 전력생산이 가능한 전원, 즉 태양광발전, 풍력발전, 연료전지발전(여기서는 "신재생에너지전원"으로 명명함)의 경우는 단독운전보다는 기존의 한전의 저압 및 고압배전계통과 연계하여 운전하는 것이 경제적 및 자원의 효율적 이용 그리고 수용가의 공급전원의 안정성확보 등의 측면에서 유리하다. 그러나 이들이 기존의 배전계통에 연계하여 운전하게 될 경우, 신재생에너지전원에 의해 생산된 전력이 한전의 배전계통으로 흘러들어갈 경우로 인해 전기요금의 지불관계와 배전계통연계기술조건(전력품질, 기기보호, 신뢰도, 안전 등), 그리고 이들이 다수 도입되었을 경우를 대비한 계통운용관리기술 등이 해결되어야 할 과제이다. 이 외에도 경제성향상을 위한 기술개발, 시장확대가 매우 중요하며, 아울러 개발된 신재생에너지전원의 신뢰성과 안전성을 입증해 줄 수 있는 인증시험제도와 시험설비의 확립, 설치 및 유지관리에 필요한 전기설비관리 및 공사규정의 제정, 경제성이 열악한 초기보급단계에 있어서의 시장창출을 위한 보급촉진제도, 신재생에너지의 구입희망자가 그 도입용량 및 운용을 최적으로 할 수 있는 신재생에너지전원의 최적 도입/운용을 위한 평가프로그램의 개발 등도 보급실용화에 앞서 반드시 해결해야 할 과제이다.

## 6. 분산형전원이 도입된 차세대 배전계통의 구상

장래, 전력회사가 다수의 분산형전원을 그 적용기술의 개발과 더불어 배전계통에 전략적 도입을 꾀하게 되면, 소용량 및 대용량의 분산형전원이 배전계통에 상당한 정도로 보급될 것이다. 이와 같이 기존의 배전계통에 다수의 분산형전원을 도입하여 보다 고품질·고신뢰의 전력을 수용가에게 써서비스하기 위해서는 고기능 실현이 가능한 차세대 배전계통운용체제의 구축이 불가피하며, 여기에는 기존배전계통에 대해 설계, 구조 및 설비 변경, 그리고, 더욱 복잡한 제어/보호 기능들이 요구될 것이다. 이러한 고기능 실현이 가능한 체제중의 하나가 현재 연구개발중인 배전자동화시스템의 도입이라고 생각한다.

다종다양한 분산형전원이 배전계통에 다수 도입된 경우, 배전자동화시스템에서 수행되어야 할 기능으로서



- 감시제어: DSG Command and Control  
Display and Recording  
DSG Scheduling and Mode Control  
Distribution Volt/Var Control
- 전력조류제어 및 품질관리:  
DSG Power Control  
DSG Voltage Control  
Instrumentation
- 정상, 사고, 비상상태시 운전제어:  
DSG Control  
DSG Operating Mode Control  
Personnel Safety  
DSG Stability
- 사고 및 오동작검출: 계통과 DSG간 보호협조
- 특수기능: Start Capability  
Synchronization  
Stand-alone Capability  
UPS Function  
Active Filter Function  
Unbalanced Power Compensator  
(참고: 여기서 DSG는 분산형전원임)

- 5) "The Vision of Distributed Generation", EPRI Journal, Vol.18, Num.3 pp8-15, 1993.3.
- 6) "가정내 새로운 전력공급방식", 일본전기학회 기술보고 제 500호

등이 고려될 수 있다. 한편, 이의 Control Hierarchy 로서는 분산형전원의 제어방법에 따라 중앙집중제어방식과 분산제어방식으로 나눌 수 있으며, 용량이 작은 것에 대해서는 배전자동화시스템으로, 대용량의 경우는 SCADA에 의해 감시제어될 수 있는 분산제어방식이 바람직하다.

## 7. 결 언

본 보고에서는 배전계통에 분산형전원이 도입되는 경우에 대한 여러 가지 관련사항들을 검토하여 보았다. 특히, 대체에너지개발사업과 관련한 계통연계형 신재생에너지전원의 표준화 및 보급체제정비에 있어서 수행되어야 할 내용들에 대해서도 소개하였다. 앞으로 이 분야에 대한 연구개발과 사업들이 진행되리라 예상되며, 본 내용이 이 분야에 관련하시는 분들께 조그만 도움이 되길 기대한다.

### 참 고 문 헌

- 1) "대체에너지전원(연료전지)의 계통연계운전 실용화 기술개발", 한국전력공사, KRC-90G-T16, pp133-154, 1990.12.
- 2) "IMW급 전력저장전지시스템 개발", 통상산업부, pp85-150, 1995.3.
- 3) 김재언, "분산형전원이 도입된 배전계통의 운용에 관한 연구", 1995.12.
- 4) "Vision 21(판매사업단)", 한국전력공사, 1996.9.

## 저 자 소 개



**김호용(金豪溶)**

1952년 9월 1일생. 1979년 서울대 전기공학과 졸업. 1985년 텍사스 오스틴대 전기공학과 졸업(공학). 1986년 한국전기연구소 입소. 배전자동화, 전지전력저장, 분산형전원계통연계기술 등의 연구분야에 종사. 현재, 한국전기연구소 선임연구부장



**김재언(金在彦)**

1959년 7월 17일생. 1982년 한양대 전기공학과 졸업. 1984년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1984년 한국전기연구소 입소. 1996년 일본 교토대 전기공학과 졸업(공학). 배전계통운용, 전지전력저장시스템, 분산형전원의 계통연계기술, 에너지시스템 등의 연구분야에 종사. 1995년도 일본 전기학회전력·에너지부문대회 우수논문발표대상수상. 현재, 한국전기연구소 선임연구원.



**김응상(金應相)**

1962년 6월 21일생. 1988년 서울산업대 전기공학과 졸업. 1991년 숭실대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1991년 한국전기연구소 입소. 1995년 동 대학원 전기공학과 박사과정 수료. 전지전력저장시스템, 분산형전원계통연계기술 등의 연구분야에 종사. 현재, 한국전기연구소 선임연구원.



**이승재(李承宰)**

1955년 11월 30일생. 1979년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1981년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1988년 Univ. of Washington 전기공학과 졸업(공학). 1994년 Univ. of Washington 교환교수. 현재 명지대 공대 전기공학과 부교수