100 MW × 0.005 = 0.5 MW의 추가 전력이 생산되며, 8,000시간 가동하면 0.5 MW × 8,000hrs = 4,000,000 kwh의 총 전력 생산이 증가됨을 알 수 있다.

3. 결 론

일반적으로 합성섬유 여재를 사용한 Depth Loading Cartridge를 사용할 경우 이점은 아래와 같다.

- 대기중 먼지가 Sticky하거나, 또는 먼지의 농도가 많지 않아 Pulse-Jet Cleaning의 효과가 없는 경우에도 그 효과가 탁월하다.
- 합성섬유를 사용한 부직포 원단은 높은 습기에 침해 받지 않으며, 그 강도를 영속적으로 유지한다.
- 다습한 지역(해빙기, 해안가) 또는 고농도의 점도가 있는 경우(황사철)의 장착 시에도 압력 손실의 염려가 없다.
- 강한 기계적 강도의 부직포 Media를 사용하여 Filter Element에 Outer 지지 철망이 필요 없이 장착 및 사용 편리성이 극대화 되어 있다.
- Depth Filtration용 Filter를 장착할 경우, 평균 압력 손실은 Surface Filtration Filter 사용시 보다 약 1/2의 감소를 보이며, 이는 전력 생산 증가로 생산성 향상을 이룰 수 있다.

Microgrid를 이용한 신에너지 지역집중 실증연구

*** 본 자료는 일본 열병합발전센터 자료에서 발췌 · 번역한 것임**

1. 머리말

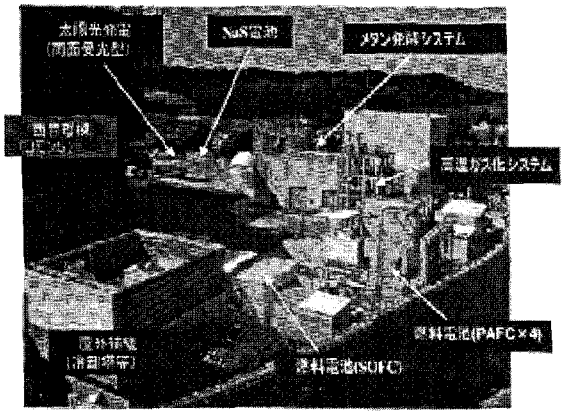
근년 지구온난화문제, 에너지문제, 환경문제가 일본뿐 아니라 지구 전체의 큰 과제로 되었다. 그러나 일본의 지구온난화에 대한 대처는 순조롭다고 할 수 없고 금후 온실가스의 배출삭감을 규정한 국제공약, 더구나 2008년 7월의 북해도 정상회담이 닥아 올수록 대처의 중요성이 증가되고 있다.

지구의 온난화나 에너지문제의 해결책으로 화석연료를 사용하지않는 신에너지가 기대되고있다. 그러나 풍력발전이나 태양광발전 등의 자연변동 전원은 발전량이 안정되지 않으므로 계통측에 영향을 줄 가능성이 지적되고 금후 대규모의 도입 보급을 위해서는 이 과제의 극복이 큰 열쇠가 된다. 이 과제 극복기술로 연구하고 있는것이 Microgrid 기술이다. Microgrid는 한정된 Area를 대상으로 자연변동 전원과 기타 연료전지나 바이오매스발전, 전력 저장장치 등을 조합하여 IT기술 등을 활용하고 이들을 효과적으로 제어함으로서 계통측에 영향을 억제하면서 환경성, 경제성, 에너지의 공급 신뢰성 등을 향상시킬 분산형 에너지공급시스템이다.

2. 신에너지 실증연구의 개요

2-1 Aichi Expo의 실증연구(2003~2005년도)

Aichi Expo.의 실증연구에서는 박람회의 Thema인「자연의 叡智」「순환형사회」를 구현화하는 시스템으로서 지구규모의 과제인 CO_2 배출삭감이나 고효율화, 지역순환형 에너지를 추구하는 실증연구를 실시하여 환경부하 저감 · 순환형 사회의 구축에 공헌하고 박람회를 통하여 본 실증연구의 대처에 관한 정보를 발신하는 등, 하나의 이벤트로 개최하였다. 참가자는 기간 중 3만인을 초과하였다. 박람회 회장에 구축한 신에너지 Plant의 개관을 [그림-1]에 표시하였다.



[그림-1] 박람회 회장의 신에너지프랜트

2-2 Aichi臨空 신에너지연구발전소(中部臨空都市)의 실증연구 (2005~2007년도)

박람회 종료 후에는 중부 국제공항 近接部 中部臨空都市인 「Aichi 임공 신에너지연구발전소」에 설비를 이설하고 실증연구를 계속하였다. 이 中部臨空都市는 지방자치체의 협력을 얻어 지역의 폐기물을 이용하는 순환형 사회구축의 일익을 담당하고 Microgrid의 실증연구 이외에 지역의 폐기물처리비용·에너지비용 삭감에도 기여하는 시스템 검증도 테마의 하나로서 실증연구를 실시하고 있다.

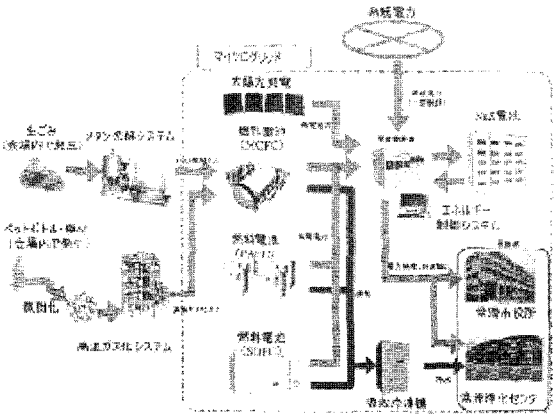
2-3 Plant System 기기구성

본 실증연구에서는 지역 내에서 발생하는 쓰레기·伐採木 등을 메탄발효시스템 또는 고온가스화 시스템에 공급, 이들을 원료로 생성한 메탄발효가스, 고온가스화가스를 연료로 하는 연료전지 (MCFC) 에 의하여 발전을 한다. 또한 연료전지는 도시가스를 연료로 하는 SOFC, PAFC가 도입되었고 이들 연료전지와 자연변동 전원인 태양광발전의 복수 신에너지에 변동조정용 전원인 NaS 전지를 조합하여 이들을 에너지 제어시스템에 의하여 제어하고 Microgrid에 전력공급을 실시하였다.

연료전지에서 발생된 열을 회수, 온수를 제조하고 공장 내의 흡수식 냉동기에 의하여 냉수도 제조하여 회장 내의 냉열수요에 공급하였다. [표-1]에 Plant system 기기구성을, [그림-2]에 시스템 Flow (中部臨空都市)를 표시하였다.

[표-1] 신에너지프랜트의 시스템 기기구성

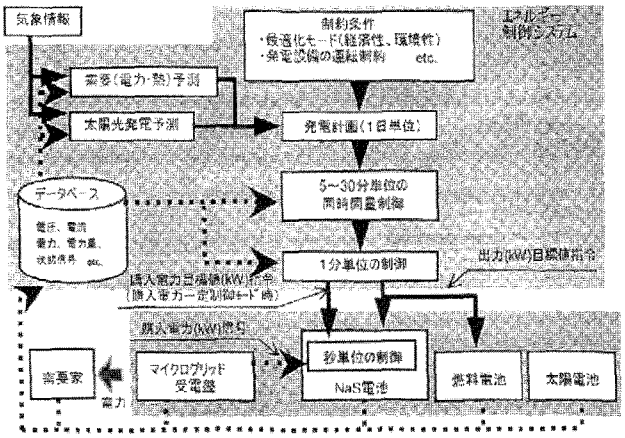
시스템 구축개요	
메탄발효가스이용 연료전지(MCFC)	발전용량 270kW
고온가스화가스이용 연료전지(MCFC)	발전용량 300kW
인산형 연료전지 (PAFC)	발전용량 800kW (200kW×4기)
고체산화물형 연료전지 (SOFC)	발전용량 25kW
NaS전지 (축전지) 시스템	입출력용량 500kW
태양광발전시스템1 (PV1)	발전용량 100kW (아몰파스형)
태양광발전시스템2 (PV2)	발전용량 200kW (단결정실리콘형)
태양광발전시스템3 (PV3)	발전용량 30kW (단결정실리콘형 양면수광)
메탄발효시스템 처리능력	4.8t/일 (원재료 생쓰레기)
고온가스화시스템 처리능력	20kg/h (원재료 목질·폐프라스틱)



[그림-2] System Flow (Aichi 臨空신에너지연구발전소)

2-4 에너지 제어시스템의 개요

[그림-3]에 에너지 제어시스템의 기능개요를 표시하였다. 에너지 제어시스템은 익일의 수요예측과 발전계획을 하는 발전계획기능과 그 발전계획과 발전전력, 수요전력의 실측데이타를 기초로 발전설비의 출력을 제어하는 同時同量 제어기능으로 대별된다.



[그림-3] 에너지제어시스템의 기능개요

발전계획기능에서는 氣象情報나 과거의 계측데이타를 기초로 전력·열의 수요예측 및 태양광발전을 예측하여 이들 예측치와 각 발전설비의 특성이나 제어조건 등을 고려하여 환경성이나 경제성의 최적화를 目的關數

로 하여 익일의 발전계획을 산출한다.

同時同量 제어기능에서는 전력수요나 태양광발전전력의 예측치와 실측치의 乖離를 보정하기 위하여 각 발전설비에 대하여 1分周期 로 발전전력을 指令하고 30분간의 수요전력량과 공급전력량의 편차를 목표치 (±3%)로 받아드릴 수 있도록 (이하 30분 同時同量) 발전설비의 출력을 제어한다. NaS전지에의 지령은 1분주기로 充放電 전력을 지령하는 모드 (定電力제어모드)와 Microgrid 연계점潮流 (이하 연계점 조류) 의 목표치를 지령하여 NaS전지가 로칼 제어에 의하여 秒 Order로 변동에 추종하는 모드 (구입전력 일정제어모드) 의 2종류를 갖고있다. 통상시에는 연계점조류 변동제어의 관점에서 후자의 구입전력 일정제어모드로 운용한다.

30분 동시전력량은 특정규모 전기사업자 (PPS) 에게 주어진 운용제약으로서 본 실증연구에 있어서도 계통에 주어진 영향을 평가 할 시의 지표로 채택하고 있다. 구체적으로는 (1)식으로 계산되는 단위시간당 전력량 편차εT [%]에 의하여 평가하고 있다. Microgrid 내의 피크로드가 약 1,000kW 이므로 PPS 로의 계약전력에 해당하는 평가기준 Pd는 1,000kW 로 한다.

$$\varepsilon T = \frac{P_{sh} - P_{so} \times T}{P_d \times T} \qquad (1)$$

여기서 Psh는 평가시간의 수전전력량 [kWh], P_{so}는 수전목표치 [kW], T는 평가시간 0.5[hour]이다.

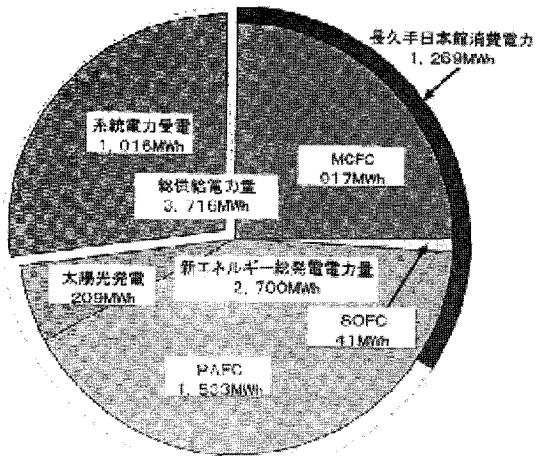
3. 실증연구의 운용상황

3-1 운용실적 (박람회 회장)

박람회 회장의 운용으로 그의 Concept 인 순화형 에너지시스템의 구현화에 공헌하기위해 회장내의 사업용 생쓰레기의 약 6할, 나무 부스러기 13톤, 펫병 13만개 상당의 폐기물을 처리, 에너지를 재 자원화하는 조치를 취했다. 박람회 개최기간 중의 신에너지설비에 의한 총 발전전력량은 약 270MW로 그 소비전력분은 상시 신에너지에 의하여 공급되었다. (신에너지의 정비기간 제외) ([그림-4] 참조)

3-2 각 발전설비의 운용상황

Plant의 발전설비시스템 운용 중의 역할분담은 아래와 같다.



[그림-4] 각 발전설비의 운용상황

(1) 태양광발전 : 대규모 태양광발전은 주간에 자연변동 되면서 발전.

(2) NaS 전지 : NaS 전지는 1일의 발전계획 중에서 야간에 연료전지에 발전전력을 충전하고 주간에 방전함에 따라 주야간의 부하 평준화에 기여한다. 또한 초단위의 Microgrid 내의 전력변동에 대하여도 충방전제어를 하여 Microgrid 내의 구입전력 일정제어를 한다.

(3) PAFC : PAFC는 비교적 부하추종성이 있는 연료전지로서 완만하게 출력변동제어를 하고 예로 태양광발전량이 감소하는 저녁때부터 밤중에 걸쳐 출력을 증가하는 등 Microgrid 내의 수급균형의 유지에 공헌한다.

(4) MCFC, SOFC : 고효율 발전운용이 기대되는 차세대형 연료전지인 MCFC, SOFC는 가능한 한 일정한 운전을 하면서 고효율로 운영하여 시스템의 환경성 향상에 공헌한다.

이상 (1)~(4)의 각 발전설비의 역할분담에 근거하여 Microgrid 내의 구입전력이 일정하게 되도록 제어하여 운용하였다. 1일의 각 발전설비의 운용상황의 일례를 [그림-5]에 표시하였다.

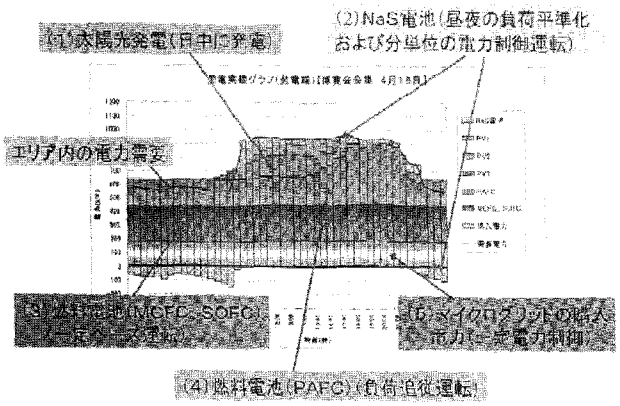
3-3 연계시의 에너지 제어와 자립운전 시험결과에 관하여

(1) 연계시의 에너지제어의 평가방법과 실증연구 결과

상용계통과 한점에서 연계되는 Microgrid 내의 수급바란스를 유지, 태양광발전의 출력과 부하설비의 변동에

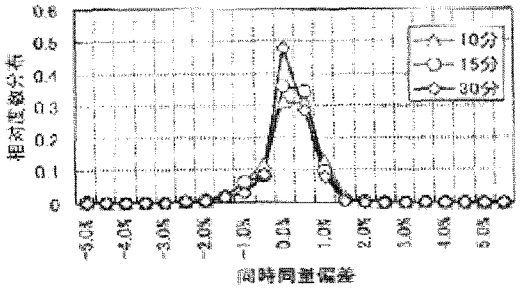
기인하는 연계점 조류의 변동을 억제하는것을 목적으로 하여 분산형전원의 출력을 제어하였다. 전력수급바란스의 평가지표인 동시동량 편차의 목표치(± 3% 이내)의 달성 상황과 연계점 조류의 변동 억제효과 관한 중부임공도시의 운용결과를 보고한다. 동시동량은 30분 이외에도 10분, 15분으로 단축할 경우에 관해서도 평가하였다.

동시동량의 달성현황 전 기간 487일간 중 Plant 법정점검에 수반하여 정전이나 자립운전 시험준비를 위하여 발전설비 정지 등의 特殊日을 제외한 446일간에 있어서 데이터를 집계하였다. 동시동량 평가시간을 30분, 15분, 10분으로 할 시의 전력량 편차 상대도수분포를 [그림-6]에, 각각의 기본통계량과 滯在率을 [그림-7]에 표시하였다. 평가시간 30분에 대하여 10분, 15분으로 평가시간을 단축하면 편차의 분표범위는 확대되지만 어떠한 분포도 0%를 중심으로 ± 3%로 모아진다. 또한 동시동량이 목표치의 ± 3% 로 모아지는 비율을 표시하는 滯在율은 평가시간을 짧게하면 저하는 경향을 확인하였고 어떤 평가시간에 있어서도 99.0%를 상회하였다. 이상으로 동시동량 평가는 10분, 15분, 30분에 있어서 각각 양호한 결과를 얻었고 동시동량 제어의 유효성을 확인하였다.

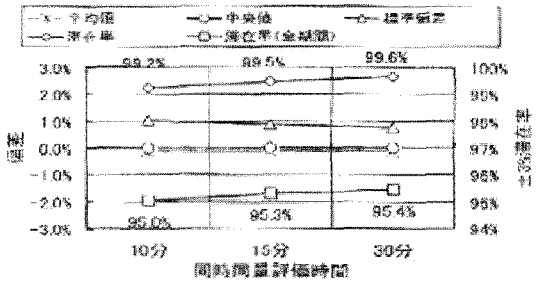


[그림-5] 1일의 각 발전설비의 운용상황 (박람회 회장)

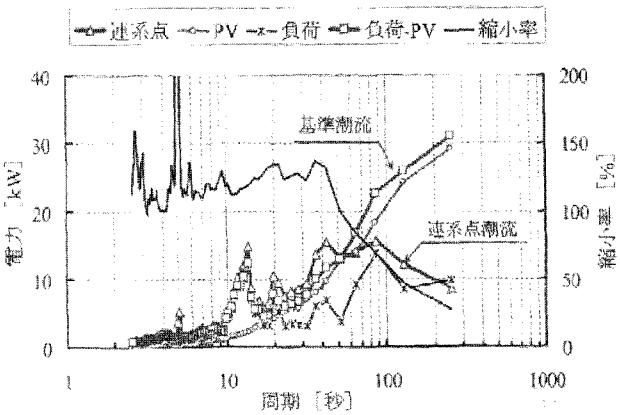
연계점 조류의 변동억제효과 통상 태양광발전이 需要家 敷地 내에 설치되었을 경우 태양광발전의 출력은 수요가에 의하여 자가 소비되므로 상용계통과의 연계점에는 수요전력으로부터 태양광발전 출력을 감한 조류가 변동으로 나타난다. (이하 기준조류라 한다). Microgrid의 연계점 조류의 변동이 부하변동과 태양광발전 출력변동을 重疊한 기준조류의 변동 보다 작으면 태양광발전의 출력변동이 상용계통에 주어진 영향의 억제라는 관점에서 Microgrid는 효과적이라고 말 할 수 있다. 여기서



[그림-6] 동시동량편차의 상대도수분포



[그림-7] 동시동량편차에 관한 기본 통계량과 체재율



[그림-8] 변동주기와 축소율

태양광발전의 출력변동이 큰 9:00 ~ 17:00의 시간대에서 계측주기 1초의 데이타를 사용하여 Microgrid의 연계점 조류, 수요전력, 태양광 발전출력, 기준조류 각각의 변동을 스펙터 해석에 의하여 변동주기마다의 성분으로 분해하여 변동량을 비교하였다. 이 결과를 [그림-8]에 표시하였다.

그림 중의 축소율이란 기준조류에 대하여 연계점조류의 변동이 어느정도 축소되어있는가를 나타내는 지표이고 축소율 100% 미만의 변동주기에 있어서는 변동억제에 대한 Micro grid 화의 효과가 있다고 판단한다.

같은 그림에서 변동주기 약 60초 이상의 시간영역에서 축소율이 100% 미만으로 되어있다. 즉 Microgrid 화에 의하여 변동주기 약 60초 이상의 변동이 주어진 상용계통에의 영향을 억제하고 있다는것을 확인하였다. 이것은 상용계통에 있어서 不等性에 의한 변동의 緩和

가 기대되는 數炒로부터 數分의 Governer Free (GF)의 시간영역이 아니라 수분~수십분의 부하주파수 억제(LFC)의 시간영역에 해당한다. 따라서 태양광발전과 수요가에 연료전지나 축전지를 조합하여 Microgrid 화하고 에너지 제어시스템이 그들의 발전설비의 출력을 제어하여 상용계통의 LFC 용량확보에 공헌할것이라고 생각된다. 변동주기 약 60초 미만의 시간영역에서 확인한 기준조류에 대하여 연계점 조류의 변동 확대는 에너지 제어시스템의 지령치 산출을 위한 시간지체나 PAFC나 NaS 전지의 변동에의 추종 지체에 기인되어 있다고 생각된다.

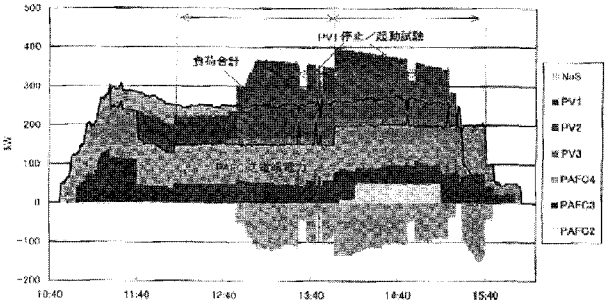
(2) 자립운전시험의 목적과 실증연구결과

北美 大停電 (2003.8.14) 수도권 광역정전(2006.8.14) 등의 사고를 배경으로 계통연계를 전제로 한 Microgrid 에 있어서도 계통에 의지하지 않은 자립운전에 관한 연구가 요청되고 있다. 본 실증연구도 박람회 회장과 아이찌 임공 신에너지연구발전소에서 자립운전시험을 실시하였다.

여기서 Aichi 임공 신에너지연구발전소에서의 자립운전시험에 관하여 소개한다.

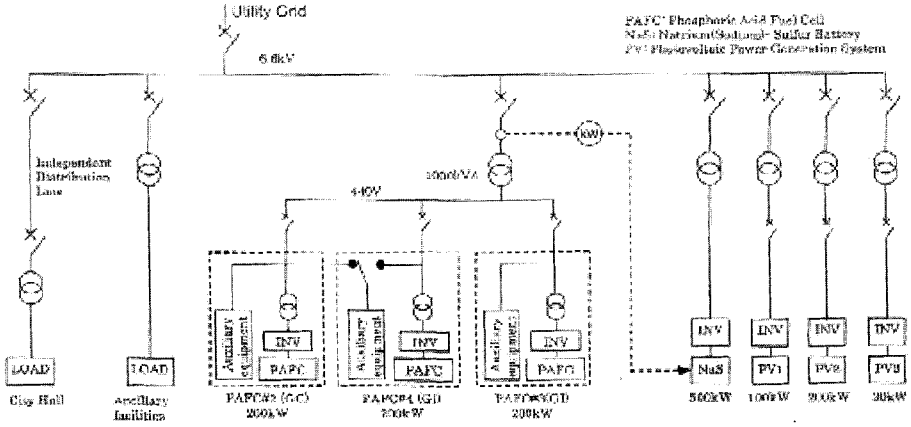
자립운전시의 시스템 구성 [그림-9]에 자립운전시의 시스템 구성을 표시하였다. PAFC #3, PAFC #4와 자립운전모드 (GI:Grid Independent)로 된 전압제어에 의하여 병렬운전하고 자립계통의 전압 및 주파수의 기준으로 되어있다. PAFC #2는 계통연계시와 같은 계통연계 모드 (GC:Grid Connect) 로 연계, 역율을 조정하여 6.6kV 전압의 조정시험을 실시하였다. 또한 PAFC #4 기동시에는 대기운전 중의 PAFC #2로부터 PAFC #4의 補機로 전원을 공급하고 기동용에 외부전원 등은 사용되지 않았다. 태양광발전은 全설비(330kW) 를 연계하였다. NaS 전지는 부하나 태양광발전의 출력변동에 기인하는 PAFC의 출력변동을 억제하기 위하여 PAFC 송전단 전력이 일정하게 되도록 충방전을 행하는 PAFC 송전단 전력변동 억제제어를 실시하였다. 이 Microgrid와 같이 인버터제어의 발전설비만으로 구축된 자립운전으로서는 국내외에서 최대규모의 발전용량이다. 아직 市役所 負荷에는 自營線 900m로 급전하고 있다.

자립운전시험결과 [그림-10]에 자립운전 중의 신에너지발전설비의 부하 전체 트렌드 그라프를 표시하였다. 10시 40분에 PAFC #4를 기동, 그 후 각 부하설비나 발전설비를 순차 연계하였다. 13시를 지난 후 전설비를 연계하였다. 12시 5분부터 15시 45분 사이에는 NaS 전지에 의한 PAFC 송전단 전력변동 억제제어를 실시한 효과에 의하여 PV1의 정지 및 기동시를 제외하고 PAFC 송전단의 전력은 목표치 (150kW, 200kW) 로 제어되고 있다.



[그림-10] 자립운전 시험결과

또한 14시 20분부터 14시 40분에 걸쳐 PAFC #2의 역률 조정에 의한 모선전압조정시험을 실시하였다. 태양광발전의 출력변동에 관해서는 시험당일의 일기가 쾌청하였으므로 의도적으로 PV1의 정지와 기동을 반복하여 변동시험을 실시하였다.



[그림-9] 자립운전시의 시스템 구성

자립운전 중의 시역소端의 전압은 정격 6.6kV에 대하여 −2.3% ~ +3.5 정도의 변화폭으로 억제할 수 있었다. 주파수에 관해서는 정격 60Hz에 대하여 59.50Hz ~ 59.73Hz로 낮아졌으나 주파수 변동폭은 0.2Hz 정도를 작었다. 부하나 전원장치의 기동·정지 등으로 수십kW 수준의 外亂을 Microgrid에 주어졌으나 전 시험기간을 통하여 전원장치나 부하장치의 운전에 영향을 주는 Trouble은 없었다.

4. 맺는 말

본 실증연구는 2007년도 말 연구기간 종료를 임박하여 Aichi 임공신에너지연구발전소의 운용을 2007년 12월 끝내고 현재는 운용Data의 수집과 해석, 평가 작업을 하고있다.

Microgrid 를 활용하여 세계최초 규모인 신에너지를 집중으로 도입한 실증연구를 통하여 각종 지식과 과제를 얻을 수 있게되고 그 결과는 실증연구의 委託元인 신에너지·산업기술종합개발기구의 보고서와 가이드북 등으로 공표할 예정이다.

5년이라는 기간에 본 실증연구에 참여한 수많은 관계자에 깊이 감사드리고 본 실증연구의 성과가 금후 신에너지를 집중 도입하는데 일조가 되어 지구환경문제에 공헌할 수 있게 되기를 바란다.

회원사 동정

(The State of Major Affairs in Membership Companies)

1. 회원가입을 축하합니다.

(주)에프앤이가 2009년 1월 7일, (주)메인테크가 2009년 2월 20일 특별회원으로 가입하였음.

상호(업체명)	(주)에프앤이	(주)메인테크
설립일자	2008. 1. 2	2005. 1. 1
주 소	경기도 안산시 단원구 목내동 399-2(6B-18)	전라남도 광양시 금호동 623 제철회관 A동 209호
종업원수	10명	132명
대표자	임 훈	이 민 수
담당자	박 재 용 차장	지 명 진 대외사업 본부장
TEL	(031) 491-0271	(061) 792-7072
FAX	(031) 491-0274	(061) 792-7071
특기사항	• 특수버너 설계, 제작 • 산업플랜트설비(소각설비, 폐열회수설비) 설계, 제작	• 포스코 광양제철소 정비협력회사로 선정 (1992. 4) • 기화력/복합발전설비 및 원료 하역설비의 책임정비 • 한국전력 및 자가발전 설비의 터빈, 회전기기 정비

2. 한국지역난방공사, 태양광발전 CDM사업 UN등록

한국지역난방공사는 지난 1월 14일 대구 및 신안증도의 태양광 발전시설을 UNFCCC(기후변화에 관한 기본 협약) 사무국에 CDM사업으로 공식 등록하였다.

이번에 등록된 CDM사업은 한국지역난방공사 대구지사내에 설치한 태양광발전 설비와 전남신안에 설치한 태양광발전설비를 일괄 등록한 사업으로, 이사업을 통해서 매년 827톤(대구 : 77톤, 신안 : 750톤)씩 10년간 8,270톤의 이산화탄소를 감축할것으로 예상된다.