

국가간 전력계통 연계와 아시아 전력계통 (하)

황 중 영

한국전력공사 전원계획처 계통계획부장

3. 세계의 전력계통

라. 동북아시아의 전력계통

동북아시아는 전력밀도가 높을 뿐만 아니라 전력수요의 지속적인 성장으로 전원설비의 증강이 예상되는 곳으로서 이 지역 전력계통 연계시 일어질 기회비용이 막대할 것으로 추정하고 있으나, 타지역과는 달리 남북한 관계 등 정치적 여건이 불안정할 뿐 아니라, 경제협력도 미진한 관계로 각국의 전력계통이 고립되어 운전되고 있다.

(1) 중국 전력계통

현재 전력경영을 정부의 관리기능으로부터 분리하여 민영화하는 정책이 추진되고 있으며, 전력설비의 중복건설을 방지하기 위하여 전력망의 건설과 관리에 있어 통일기획, 통일건설, 통일지령, 통일관리의 방침을 취하고 있다. 이의 실행을 위하여 현재 건설중인 三峽댐 송전사업과 전국적인 송전망 건설사업을 전담할 국가전력망건설공사(SPG: State Power Grid Development Co.

Ltd)를 1996년 설립하였으며, 1997년 1월에 설립된 국가전력총공사 산하에 5개 지방전력집단공사를 두어 각각 수개의 성, 자치구에 걸친 지역전력망의 계획, 건설, 운용을 담당하고 있다. 1996년 현재 각 전력망의 현황은 표 2와 같으며, 화북, 동북, 화중, 화동, 서북의 5개 대전력망과 1993년부터 화남지방의 광둥성, 광서자치구, 귀주성, 운남성은 화남 연합전력망을 구성하여 연계운전하고 있다. 또한, 이것을 합한 6개의 지역전력망 외에 산둥, 사천(1997년에 직할시로 된 중경시를 포함), 복건, 해남의 4성은 각각 독립된 성전력망으로 되어 있어 모두 10개의 주요 전력망이 형성되어 있으며, 이 10개의 전력망 발전설비 용량 합계는 2억 2000만 kW로 전국의 93.2%를 점하고 있지만 전력망 상호간의 연계는 아직 이루어지지 않았다. 이들 전력망이 보유 및 운전하고 있는 교류 송전계통은 1996년 말 시점으로 초고압 송전선의 총연장은 500kV 계통이 13,635km, 330kV 계통이 6,218km, 220kV 계통이 102,417km로 합계 122,270km이며 이는 일본의 약 7배에 달한다. 직류송전의 경우는 장강중류의 葛洲수력에서 上海市

〈표 2〉 중국 전력망별 구성 현황(1996년말 현재)

전력망의 명칭	호 칭	발전설비		연간 발전량		송전선(km)	
		총설비(만kW)	수력비(%)	총발전량(억kWh)	수력비(%)	500kV	200kV
東北전력망	NEPN	2,949	15.5	1,383	7.9	1,711	18,547
華北전력망	NCPN	3,293	4.9	1,654	1.8	2,137	16,062
華東전력망	ECPN	3,822	6.5	1,939	2.5	2,802	16,219
華中전력망	CCPN	3,373	35.3	1,529	29.5	2,585	17,493
西北전력망	NWPN	1,370	38.4	664	23.4	(6,147)	3,261
華南연합전력망	SJPN	3,841	29.0	1,452	27.7	1,932	13,186
山東省전력망	SDPG	1,360	0.4	790	0.1	739	6,646
福建省전력망	FJPG	700	57.3	272	48.9	0	3,357
四川省전력망	SCPG	1,190	42.0	553	38.5	148	5,813
海南省전력망	HNPG	156	32.6	33	37.1	0	569
新疆자치구전력망	XJAR	330	21.8	136	18.0	0	1,178
티벳자치구전력망	XZAR	19	69.9	5	71.5	0	0

주 : 1. 西北은 330kV 이외에 華中에 330kV가 71km 있음. 2. 華南연합은 광둥, 광서, 귀주, 운남의 4성 자치구로 구성됨.

남교까지 송전거리 1,046km, ±500kV는 송전용량 120만kW가 운전중에 있으며, 화남지구에 귀주성 천생교수력에서 광둥성 광주시까지 960km의 ±500kV, 180만kW 직류송전건설 계획이 결정단계에 와 있다.

중국은 동서와 남북으로 각각 3,000km 이상 되어, 남북의 기온차와 동서의 시차를 크게 활용할 수 있다. 또한, 화력발전연료의 대부분을 점유하는 석탄은 전국 매장량 9544억톤의 77.4%를 점유하는 산서성, 陝西省과 내몽고, 寧夏, 新疆의 3자치구가 서북지역에 편재하여 있으며, 개발 가능한 수력자원의 경우 서남지역 즉, 사천성, 귀주성, 운남성, 티벳 자치구가 3억 8000만kW 중에 67.8%를 점유하고 있으나, 이와는 반대로 에너지 자원이 적은 동·남부지역과 에너지 자원이 특히 부족한 상태로 경제발전이 빠른 화남, 화동 및 중부지역에 부하의 중심이 위치하고 있어, 편중된 에너지 자원을 합리적으로 이용하는 수단으로 전력망의 전국적인 연계가 기대되고 있다.

중국은 전국규모의 대전력 계통연계에 대한 장기구상

을 추진중에 있으며, 그 첫단계로 2000년까지는 순차적으로 전력망을 정비 및 강화하되, 주로 각 지역전력망 혹은 독립성 전력망 내부의 500kV 간선송전선 건설에 의한 계통강화에 중점을 두고 있다. 省단위의 전력망 연계는 필요에 따라 차례로 추진할 계획이나, 220kV 이상의 초고압 송전선은 17만 1000km에 달할 것으로 추정된다. 전원구성의 경우 수력 6900만kW, 화력 2억 2900만kW, 원자력 210만kW로 총 3억kW가 계획되어 있고, 발전량은 1,400TWh에 달할 것으로 전망된다. 한편, 2000년에 운전을 개시하는 210만kW 용량의 산서성 남부의 양성화력발전소 출력을 화동지구의 강소성까지 500kV, 700km 장거리 전력전송을 계획하면서 이에 따른 문제점을 해결하기 위하여 중국 최초로 500kV 직렬콘덴서를 설치하였다.

다음 단계는 2000년부터 2010년까지 전원개발에 보조를 맞추어 주로 동·서 방향의 송전연계를 선행하면서 기존 전력망의 기간부분을 다시 정비한 후에 省단위의 6대전력망(남방을 포함)을 기초로 하여 초기단계의 전국

적인 연계를 시행하여, 중국의 전력계통을 북부, 중부, 남부의 3대 전력계통(그림 5 참조)으로 통합하는 것이다. 한편, 북부전력계통은 동북, 화북 및 산둥성 전력망을 통합하는 것으로 계통망 구성시 삼서의 석탄화력개발을 진전시켜 동부의 산둥성 동북지역에 확대 송전하고, 서북지역 전력망과 연계하여 황하상류의 수력과 발전조정력을 하는 방안도 검토되고 있다. 또한, 2003년에 운전을 시작하여 2009년 완성에정인 三峽댐 발전소는 발전기 26대를 4개 발전소로 그룹분할하여 500kV 교류 및 직류 송전선을 건설 화동, 화중, 사천의 각 계통을 연계시킴으로써 중부전력망을 구성코자 하고 있다. 화동지역과는 기설 상해시 남교까지의 ±500kV 직류 송전선과 병행하여 三峽좌안~강소성 상주 890km와 三峽우안~상해시 練塘 1,100km의 2개 루트에 각각 ±500kV, 송전용량 300만kW의 직류 송전선을 건설 총 720만kW 송전용량 규모로 연계하며, 화중과 사천성지역과는 ±500kV 교류송전선을 신설하고 각각 1100~1200만kW, 200만kW를 송전코자 하고 있다. 또한, 개발가능수력이 7000만kW에 이르는 장강 상류의 金沙江의 전원개발을 추진할 경우 西電東送이 확대될 것으로 전망된다. 남부전력망의 경우 화남연합전력망을 발전시

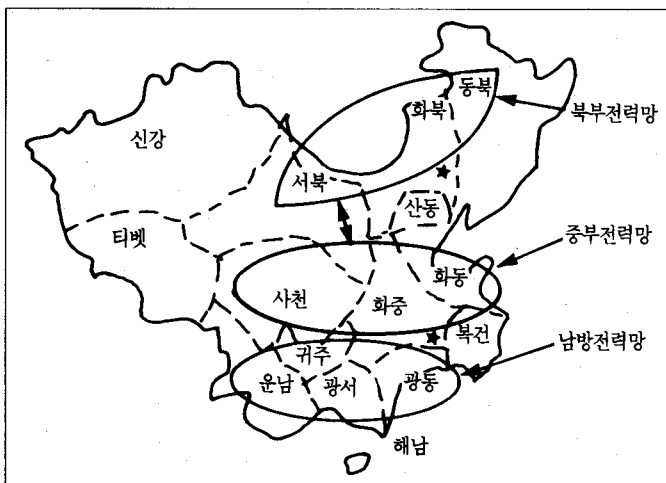
켜 운남성, 귀주성, 광서자치구로부터 수요지대에 있는 광둥성에 송전을 확대하고, 개발가능수력 2300만kW의 운남성 난창강 개발이 추진되면 동쪽방향의 전력조류가 증대될 것이다. 따라서, 사천성의 수력개발이 추진될 경우 사천성과 운남, 귀주성과의 남북연계 가능성이 있다.

또한, 2010년부터 2020년까지는 최종단계로 전국규모의 연계를 통하여 북부, 중부 및 남방의 전력망을 접속하여 전력시장을 육성도모함과 아울러 예비전력, 피크조정전력 등 계통연계에 의한 효과가 극대화되길 기대하고 있다.

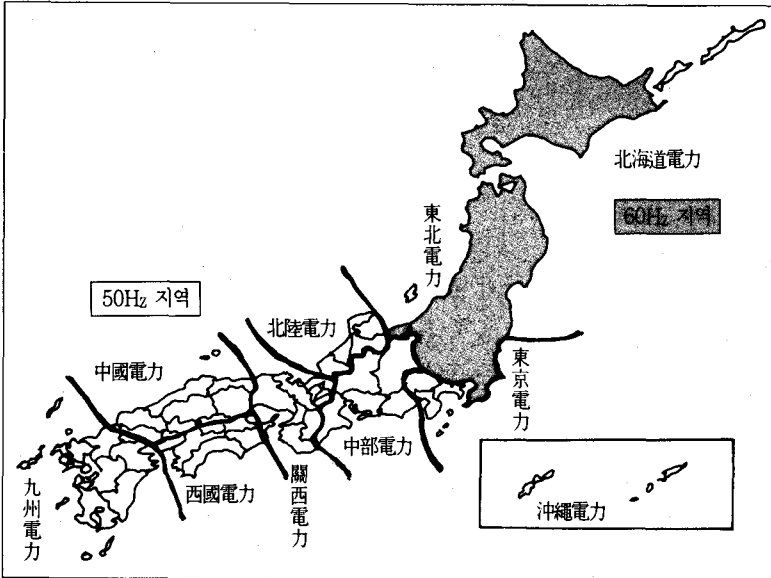
추정통계에 의하면 중국전력계통의 전국적인 연계시 수력발전의 경우 약 39%의 출력향상과 1일 피크 조정효과로 발전출력의 3% 증가, 발전설비의 연간 이용시간은 5.5%의 증가가 예상되고 있다.

(2) 일본의 전력 계통

일본은 미국, 소련 다음가는 세계 3위의 전력생산국이며 9개 전력회사(北海島, 東北, 中部, 東京, 北陸, 關西, 中國, 四國, 九州)와 전원개발(주) 그리고 일본원자력(주)가 주요한 전기사업자이다. 일본의 1997년 기준 일반전기사업자 발전설비용량은 178,081MW이며, 전원설비별로는 수력 32,032MW, 화력 106,285MW, 원자력 발전소는 39,764MW로 분포되어 있다. 또한, 9개사 최대전력은 166,310MW이며, 송전설비는 187kV 이상 선로공장 가공 17,813km, 지중 489km이며, 변전설비는 500kV 이상 변전소 62개 설비용량 170,490MVA, 275kV 변전소 128개 설비용량 132,829MVA, 220kV 변전소 50개 설비용량 29,140MVA, 187kV 변전소 36개 설비용량 13,431MVA이다. 또한, 송전계통은 교류 1,000kV UHV 송전선로가 1988년부터 건설을 시작하였으며 500kV로 운전중에 있으며, 그림 6과 같이 계통 주파수의 경우 본주의 동부는 50Hz, 서부는 60Hz로 운전되고 있다.



(그림 5) 중국의 주요 전력망 전국연계



〈그림 6〉 일본의 전력계통

4개의 주섬으로 구성된 일본은 전력계통의 연계환경이 어려운 실정에 있으나 초고압 교류계통과 주파수 변환소 및 HVDC 송전선 등으로 인접한 전력계통을 연계하여 운전하고 있으며, 주요설비로는 북해도와 본주간 HVDC 250kV 30만kW 설비에 의한 연계('79.12), 본주와 사국간 교류 500kV 연계선('97.1)이 있으며, 동경전력 동부와 중부전력 서부간을 연결하는 용량 30만kW 左久間 주파수 변환설비(수은 정류기 사용, 1965년), 동경전력의 용량 30만kW의 新信濃 주파수변환설비(사이리스터 밸브 사용, 1997년)를 건설하고 동변환소의 60만kW로 용량을 증설(1992.5)하였으며, 중부전력은 東清水 주파수변환소를 1996년에 건설하였다.

(3) 한국 전력계통

우리나라의 전력산업은 1997년말 기준 설비용량 41GW로, 해방후 1948년 북한의 일방적인 5.14 단전과 6.25 사변으로 인한 극심한 전력수급 불균형을 극복하고 전원개발사업에 주력하여 경제개발의 견인차 역할을 하였다.

2010년 우리나라의 최대수요는 1995년 최대수요의 약 2배 이상이 될 것으로 추정되며, 장기적으로는 대북한 전력협력에 대비하여 18~20% 수준의 설비에 비율을 확보할 계획이다. 전력수송을 위한 송전설비는 66kV급 이상 1997년말 기준 총연장 24,254C-km이며, 현재 전력 수송전압은 154kV 및 345kV 전압이 주종을 이루고 있으나, 수도권지역의 수요급증과 대용량 전력의 경제적이고 안정적인 전력공급을 위하여 765kV 격상사업이 진행되고 있다.

또한, 독립계통으로 운전중인 제주지역을 해저케이블을 이용한 직류송전방식(HVDC)으로 연계하여 1998년 운전을 개시하였으며, 1996년 한국, 미국, 일본을 중심으로 하는 한반도 에너지개발기구(KEDO)의 주계약자로 한전이 선정되어 북한원전프로젝트에 우리나라가 중심적 역할을 담당할 기반을 확고히 함으로써 동북아지역의 안정에 기여할 것이 기대된다.

(4) 북한 전력계통

북한은 압록강의 풍부한 수력자원을 중심으로 발전설비를 확충하였으나, 1960년대 들어서서 압록강 수계만의 편향성을 극복하기 위하여 두만강 수계의 개발을 촉진하였으며, 아울러 구소련의 지원을 받아 수화력발전설비의 균형을 위해 화력발전소의 건설을 도모하였다.

단일계통으로 구성된 북한의 송전계통은 크게 동·서계통으로 구성되어 있으며, 장진강 발전소와 강계 발전소간 및 220kV 기간계통으로 동서계통이 연결되어 있으나, 연료부족으로 인한 만성적인 전력부족으로 계통 주파수 불안정 및 전압저하와 발전설비 및 송배전망의 노후화 등으로 국지적인 계통으로 나누어 운전중에 있다. 1996년 발전시설용량은 총 630만kW로서 수력

320만kW, 화력 310만kW로 구성된 것으로 알려지고 있다.

북한의 송전계통은 중국으로 연결된 60kV선로 이외에는 이웃나라와 연결되어 있지 않으며, 송전계통전압은 220kV 및 110kV로 구성되어 있다.

마. 아세안 전력계통

브루나이, 인도네시아, 말레이시아, 필리핀, 싱가포르, 태국 등 아세안 6개국은 1982년 아세안Grid 계획을 수립하여 8개에 달하는 계통연결계획을 수립하였으나, 계통연계 프로젝트는 시급한 사안이 아니었으며, 재정적인 부담과 장거리 송전건설 등 지리적 장애요인으로 2개 계통만이 연결되어 가동중이다.

아세안 국가들의 전력현황을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 브루나이

브루나이의 전력공급은 전력부(Department of Electrical Services)가 담당하고 있으며, '94년 설비용량은 344.5MW로서 98%가 천연가스를 사용하는 G/T설비이고 나머지는 디젤엔진설비이다. '94년 최대수요는 242.8MW, 부하율은 69.1%이며, 2006년까지 전력수요는 연간 7~8%가 성장할 것으로 예상된다. 송전전압은 69kV이며 동브루나이와 서브루나이간의 송전을 위하여 275kV 송압공사를 계획중에 있다.

(2) 인도네시아

인도네시아의 공급전력의 대부분은 PLN(The Perusahaan Umum Listrik Negara)이 담당하고 있으며 2004년 예상 최대전력수요는 32.332MW이다. 민간의 전력사업 참여가 활발히 진행중에 있고, 송전전압은 70kV, 150kV, 500kV이다.

(3) 말레이시아

말레이반도의 전력공급은 TNB(Tenaga Nasional Berhad)가 담당하고 있으며, 말레이반도 외에 사바(Sabah)와 사라와크주가 있으며 각각 SEB(Sabah

Electricity Board)와 SESCO(Sarawak Electricity Supply Cooperation)가 전력을 공급하고 있다.

사바주의 경우 '90년 설비용량은 321.1MW이며 대부분의 설비는 디젤엔진이다. 동년도 최대수요는 212MW이며, '90~2000년 기간중 연간 최대전력 예상증가율은 9.6%로 예상되고 있다. 송전전압은 66kV, 132kV이며 대수요지와 송전선 연결을 위하여 장기적으로 275kV 송압을 계획중에 있다.

한편, 사라와크주는 '94년 설비용량이 593.1MW로서 화력 23.7%, G/T 39.6%, 수력 18.6% 디젤엔진 18.1%로 전원이 구성되어 있다. 동년도 최대수요는 311.6MW이며 '92~2000년 기간중 연간 최대전력수요의 예상증가율은 10.5%이다. 송전전압은 132kV, 275kV이며 500kV HVDC 송전이 계획중인데 이것은 바쿰발전소에서 말레이반도 주계통으로 전력을 공급하기 위한 것이다

(4) 필리핀

필리핀의 전력은 NPC(The National Power Coperation)가 공급하고 있으며, '94년 설비용량은 9,609MW로서 수력 24.9%, 화력 58.2%, 지열 11.8% 석탄 5.1%로 구성되어 있다. '94년 최대수요는 4.814MW이며 부하율은 72.6%이다. '96~2000년 기간중 연간 최대전력수요의 예상증가율은 8.2%이다. 송전전압이 다양하여 69kV, 115kV, 138kV, 230kV, 500kV 등 교류 송전계통 외에 ±200kV와 ±300kV의 직류 HVDC 송전시스템을 운영하고 있다. 주요 섬들간의 연계에 있어서는 HVAC와 HVDC로 조합되는 송전시스템을 계획하고 있다.

(5) 싱가포르

싱가포르의 전력사업은 PUB(The Public Utility Board)가 담당하고 있으며, '94년 설비용량은 4,553MW로서 이중 화력이 78.8%, G/T 21.2%로 구성되어 있다. '92~2000년 기간중 2,000MW의 신규설

비가 필요하며, '94년도 최대수요는 3,311MW이며 부하율 71.3%이고, 송전전압은 66kV, 230kV로 지중 및 해저케이블로 구성되어 있으며 말레이시아와 두 개의 230kV 케이블로 연계되어 있다.

(6) 태 국

태국의 전력 공급은 EGAT(Electricity Generating Authority of Thailand)가 담당하고 있다. 태국의 전력사업은 '95년 설비용량은 총 14,685.9MW로서 수력 2,690.1MW(18.3%), 화력(석유, 가스, 갈탄) 6,701.5MW(21.1%), C/C 3,093MW(21.1%), G/T와 디젤엔진 955.6MW(6.5%), 자회사 1,245.1MW(8.5%)로 구성되어 있다. '95년 최대수요는 12,267.9MW이며 부하율이 73.4%이고, '97~2001년, 2002~2006년, 2007~2011년 기간중 연간 최대 전력수요의 예상증가율은 각각 7.9%, 5.9%, 5.7%이며 2011년의 예상 최대수요는 33,532.0MW이다. 송전전압은 69kV, 115kV, 230kV, 500kV이며 말레이시아의 300MW 규모의 HVDC 송전에 의한 계통연계를 계획중에 있다.

한편, 이 지역 경제의 고도성장과 사라와크 바쿰수력의 개발, 인도네시아, 말레이시아, 태국의 성장 삼각지대(Indonesia-Malaysia-Thailand Growth Triangle: IMT-GT)와 메콩강 지역(Greater Mekong Subregional : GMS)의 경제협력 촉진 및 민간부문의 전력사업(Electric Supply Industry : ESI) 참여 확대 등은 조만간 아세안 국가간의 계통연계를 구체화할 것으로 예상되고 있으며, 아세안 전력계통 연계 프로젝트의 내용은 다음과 같다.

- 말레이시아 - 싱가포르 계통
 - TNB의 Pasir Gudang 발전소와 PUB의 Senoko 발전소간 230kV, 2회선으로 1985년 연계
- 말레이시아 - 태국계통
 - EGAT와 TBN간 132kV 단일회선으로 1981년 연

결되었으나, 상업성이 인정되어 현재 HVDC로 확장연결프로젝트를 수행하여 1998년 완공 예정임

- 사라와크 - 말레이반도 계통
 - 사라와크의 대규모 수력자원 이용가능
- 수마트라 - 말레이반도 계통
 - 북수마트라의 수력자원 이용가능
- 싱가포르 - 바탐섬 계통
 - 인도네시아 바탐섬의 가스와 석탄 분배센터 계획에 따른 석탄 발전소를 건설하여 전력을 생산
- 사라와크 - 서킬리만탄 계통
 - 말레이시아와 인도네시아의 예비력 공유와 최대수요 발생 시각차를 이용 가능
- 사라와크 - 사바 - 브루나이
 - 전력수요가 적어 송전선 건설비용 등 경제성이 매우 저조함
- 사라와크 - 사바 - 필리핀 계통
 - 사라와크 발전력 이용이 가능하며, 경제성 문제로 아세안 계통망 중 최종적으로 수행될 과제임.

바. 지중해지역의 전력계통

현재 이 지역은 AC계통으로 모로코와 스페인이 연계되어 있고, DC계통으로 그리이스와 이탈리아간이 연계되어 있으며, 과거 몇년 동안 지중해지역은 연안국가들의 균형있는 사회·경제적 발전을 이루려는 노력이 있어왔다.

이러한 배경하에 에너지 및 전력분야에의 중요성이 대두됨에 따라, 1991년 MEDELEC(a Mediterranean Liasion Committee, consisting of Electricity Supply Industry associations)를 설립하였다. 이 위원회의 목적은 지중해지역의 전력관련 분야를 대표하며, 관련 협의회의 공동 관심사를 의논키 위한 것이다. 1992년 첫 회의후 MEDELEC는 UNIPEDE의 대전력 시스템과 국제 계통연계 연구위원회간 전문가 그룹을 발족시켜, 지중해지역의 국제간 전력연계 연구업무를 위임하였다.

주요목표는 지중해지역의 2010년까지 계획된 전력환상망의 통일된 구조를 준비하는 것이다. 이 준비작업의 중요성은 이미 계획된 수많은 전력연계계획들이 장·단기적으로 일관성있게 추진되고 있지 못하고 있는 반면에, 이 환상망은 3개 대륙(유럽, 아프리카, 아시아)의 4억 인구에게 전력을 공급할 것이기 때문이다.

이 계획의 핵심은 지중해지역의 터키, 시리아, 레바논, 요르단, 이스라엘, 이집트, 리비아, 튀니지, 알제리, 모로코 등 남동쪽에 위치한 지역과 스페인, 프랑스, 이탈리아, 슬로베니아, 크로아티아, 유고슬라비아, 마케도니아, 보스니아, 알바니아, 그리스 등 북쪽에 위치한 나라들과의 연계망 구축이다. 그 1단계로 2000년까지 AC계통으로 모로코와 스페인간, 리비아와 튀니지간, 이집트와 요르단간, 요르단과 시리아간 및 시리아와 터키간을 연결하고, DC계통으로 그리스와 이탈리아간을 연결할 계획이며, 2단계로 2000년후 이라크와 터키간 및 그리스와 터키간의 계통연계도 고려하고 있다.

각 연계 조건별 연료와 전력계통 운영비 및 절감액은 표 3과 같다.

〈표 3〉 계통연계 운영비

단위 : billion ECUs

연 계 조 건	운 영 비	절 감 액
비 연 계	39.16	-
3블록으로 연계	37.64	1.52
완전 연계에 의한 환상망 구성	36.88	2.28

사. 아프리카지역의 전력계통

아프리카는 약 40개국으로 이루어져 있으며, 이중 남아프리카는 경제·기술의 선진국이고 동·서냉전시대에도 아프리카제국의 발전에 공헌하였다. 아프리카 전체 발전설비는 1991년 기준 8450만kW이며, 이중 남아프리카가 4049만kW로서 전체의 48%를 차지하고 있다.

북아프리카의 경우 모로코-알제리-튀니지간 전력계통이 연계되어 운전중이며, 튀니지와 리비아간, 리비아와

이집트간 연계가 2000년 이전에 가능할 것으로 예견되고 있다.

또한, 남아프리카(사하라 남부 13개국)는 남아프리카의 근접국으로서 관계가 깊고 표 4의 예와 같이 전력에 관해서도 상호간의 전력유통으로 서로를 돕고 있다. 남아프리카 전력자원은 각각 그 특징이 있어 크게 수력발전국과 화력발전국으로 대별할 수 있다. 수력발전 점유가 많은 나라는 자이레, 잠비아, 짐바브웨, 케냐, 탄자니아, 나미비아, 말라위, 앙골라이고, 화력발전 점유가 많은 나라는 남아프리카, 짐바보에, 보츠와나이다. 주된 전력 수출국은 선탄발전이 주인 남아프리카와 수력발전이 주인 자이레이며, 자이레 서부의 수력발전력은 사바를 거쳐 인접국인 잠비아로 수출되고 있다.

〈표 4〉 남아프리카의 전력 수출입 현황(1993년 기준)

단위 : GWh

국 명	발 전 량	수 입 량	수 출 량
앙 골 라	935	-	-
보 츠 와 나	1,015	226	-
케냐	3,599	-	-
레스토 왕국	1	289	-
말 라 위	781	-	-
모 잠 비 크	284	636	-
나 미 비 아	1,002	752	134
남아프리카	155,812	101	2,589
스와질랜드	84	555	-
탄 자 니 아	1,879	-	74
자 이 레	5,581	36	1,230
잠 비 아	6,461	1,412	11
짐 바 브 웨	7,468	1,412	22
계	184,904	5,424	4,061

종래 아프리카의 전력수출은 주로 인접국간의 수출입이었으나, 남아프리카의 신생을 계기로 남아프리카 전력권 구상이 부상하고 있다. 이 지역은 아직 수력 개발률이 낮고 남아프리카의 경우 석탄자원이 풍부하여 남아프리카에서 모잠비크, 탄자니아, 케냐 방면으로의 송전선 연계와 남아프리카에서 짐바브웨, 잠비아, 앙골라 방면

으로의 송전선 연계가 구상되고 있으며, 그 1단계로 생각할 수 있는 것이 남아프리카-보츠와나-짐바브웨를 잇는 400kV 송전선 건설 프로젝트이다. 이중, 짐바브웨는 인접국 잠비아와의 국경 하천에 건설된 카리바 수력이 잦은 갈수 문제를 일으켜 남아프리카의 전력유통지원을 기대하고 있으며 송전선 연계강화에 힘을 기울이고 있다. 모잠비크는 1979년 운전을 개시한 카호라 밧사 발전소의 전력이 직류연계선을 통하여 남아프리카에 송전되고 있었으나, 남아프리카의 정치분쟁으로 송전선이 파괴되어 최근 10년간 운전이 정지되어 있는 상태이며 현재 카호라 밧사 발전소의 기능 저하로 남아프리카로부터 연간 약 6억kWh를 수입하고 있다.

아. 범세계 전력계통 구축전망

유럽, 아시아 및 아프리카 전력계통 연계가 이미 터키와 불가리아간 연계(아시아-유럽), 요르단과 이집트간 연계(아시아-아프리카), 스페인과 모로코간 연계(유럽-아프리카)로 이루어지고 있으며, 콩고 하류지역의 수력 단계에서 유럽까지 모로코-스페인간, 튀니지-이탈리아 및 이집트와 근동을 경유하는 대전력 송전선을 구축하는 방안을 연구중이다.

또한, 베링해협을 거쳐 미국과 캐나다의 전력망과 러시아의 전력계통을 연결하는 방안도 제시되고 있다. 이 연계 송전선은 총연장 7,000~9,000km에 달할 것으로 예상되며, 막대한 자금을 필요로 할 것으로 예상되지만 이 송전망 구축은 베링해협 밑으로 터널을 건설하여 러시아와 미국을 연결하는 대륙간 철도 건설제안과 함께 추진될 경우 가능성이 있다.

한편, 범세계적인 전력계통망의 구축안을 살펴보면, 향후 15~20년에 걸쳐 주된 전력사적 성과가 유럽과 아시아 대륙에서 국제적인 전력통합시장의 발달과 더불어 일어날 것으로 예견하고 있으며, 이러한 가능성은 다음 두 가지 측면에 기초하고 있다.

○ 세계전력의 60% 정도가 유라시안 대륙에 편재해 있

으며, 이러한 전력분포 수준은 계속 유지될 것이다.

○ 러시아 전력계통, 구소련의 서부계통, 유럽의 북동 서부 계통간 전력연계가 이루어져 있을 뿐 아니라, 새로운 국제 및 지역간 연계가 독립국가들과 국제 기구간에 시험되고 있다.

따라서 총 2,000GW에 달하는 유라시안 대륙의 거대한 설비용량과 중국 베이징과 마드리드간 전력계통 연계 시 총연장 10,000km에 달할 것으로 추정되는 연계망 구축은 거대한 범세계적 전력망을 구축하는 대사업의 근간이 될 것이며, 이중 가장 중요한 사안은 그 크기와 설비면에서 지역별로 주요 계통이 될 서유럽(약 500GW), 러시아(약 220GW) 및 중국(약 175GW)계통의 연계망 건설일 것이다(1993년 기준).

특히, 러시아는 유라시아 대륙의 중앙부에 위치해 있으며, 지리적으로도 광범위한 지역에 걸쳐 있으므로, 서유럽과 동북아(한국, 중국, 일본) 전력계통의 연계, 흑해, 카스피해와 중앙아시아 지역의 전력계통 연계 및 베링해협을 넘어 러시아의 전력계통을 북아메리카의 캐나다와 미국의 전력망에 연계하는 사업에서 러시아 UPS의 역할을 기대하고 있다.

4. 결 론

세계의 전력시장은 개방과 경쟁시장 체제로 나아가고 있으며, 국가간 전력계통 연계에 의한 상호이익을 달성코자 노력하고 있다.

우리나라가 위치한 동북아시아는 경제성장 잠재력이 무한하여 향후 전력수요증대가 기대되고 있으며, 지리적으로 남북 및 동서로 광대한 지역에 펼쳐져 있어 계절적인 에너지 유통 및 시차에 의한 첨두부하용 설비예비율의 절감효과를 기대할 수 있고, 러시아 극동지역 에너지원의 효율적 이용과 국가간 연계에 의한 예비력 확보 및 공동전원개발 가능성 등 막대한 정치·경제적 기회비용이 기대되고 있다. 현재는 남북한 대치상황 등 제반여건

이 미성숙되어 전력계통이 고립되어 운전되고 있으나, 정치적인 여건이 성숙되면 국가간 전력계통연계가 활발히 추진될 것으로 전망된다.

특히, 우리나라는 지정학적으로 러시아, 중국, 일본을 잇는 동북아시아 전력계통망의 중심적 역할을 할 것으로 기대되나, 아직 연계계통 운전경험이 없고 이 지역 계통 여건상 송전계통연계에 필요한 HVDC 제작기술 축적이 미미한 상황이므로 유럽 등 선진국과의 기술교류를 활성화하여 계통운전기술 및 제작기술개발을 위한 전문인력

을 양성할 필요가 있으며, 1997년 하반기에 HVDC에 의한 제주-육지간 계통연계운전이 개시됨에 따라 관련 자료를 면밀히 분석하고 관리함으로써 동북아시아의 전력계통연계에 대비하여야 할 것이다.

또한, 향후 동북아시아 전력계통의 연계방식, 연계지점, 유통전력량 등을 면밀히 검토하고, 이 지역 연계계통 운전에 적합한 운영체계를 연구함과 아울러 관련 산업기술 및 운영기술의 자립을 위한 일관성 있는 계획의 수립과 추진이 절실히 요청된다. ■

● 참고문헌 ●

1. M.Swidan, I.Yassin Mahmoud, A.Hegazy, V.Aziz-Egyptian Electricity Authority(EG) "Energy transfer over very long distance : Zaire/Egypt/Euope Electrical interconnection"
2. J.-P.Waha-C.P.T.E.S.C.(BE),on behalf of UCPTÉ, "The role and responsibilities of the network operators in interconnections"
3. H.Persoz-Electricite de Frabce, on behalf of the UNIPEDE STSTECH Group of experts, "Technical coordination between electricity companies in a very extensive interconnected network"
4. P.Dusseiller-Electricite de Laufenbourg S.A.(CH), on behalf of UCPTÉ, "The quality of frequency in an interconnected system"
5. G.Ripper, N.Dupal, H.Erven-Osterreichische Elektrizitatzwirtschaft AG(Verbund)(AT), "The Austrain high-voltage grid on its way from the periphery to the inner part of a large coordinated system : measures for governing dangerous system situations"
6. H.Brumshagen-PreussenElektraAG(DE) on behalf of the PHARE-Tacis Project Team, "Technical study of the interface between the extended West-European power system and its Eastern neighbours"
7. V.Djanguirov-Electric Power Council of the CIS,V.Barinov- Power Engineering Institute(RU), on behalf of the Executive Committee of EPC/CIS,"Developing the interconnected Power systems of the Commonwealth of Independent States"
8. Nautilus Institute,"Light Water Reactor Technology Transfer to North Korea : Does It Make Sense?, '93.9"
9. L.Vergelli-ENEL Spa(IT) on behalf of the Group of Experts "Interconnection around the Meediterranean", "Interconnection of Mediteranean power systems : development trends"
10. I.Smirnov,V.Ershevich,V.Chemodanov-Design and Research Institute Energosetprojeckt(RU), "Completion of the UPS of Russia as part of Global Power Grid"
11. 해외전력,"バルティック諸國の系統運營と國際電力融通, '96.12"
12. 해외전력,"스웨덴における電力市場自由化, '96.10"
13. 해외전력,"舊東·西獨의 電力系統 連系, '95"
14. 해외전력,"러시아의 電氣事業 民營化, '94.10"
15. 해외전력통계,"韓國電力公社 '96, '96.12"
16. 해외전력,"アルゼンチン電氣事業構造改編後の動向, '96.8"
17. 해외전력,"中國で全國的送電網整備會社設立, '96.10"
18. 해외전력뉴스 제772호,"韓國電力公社, '96.6.27"
19. 전기평론,"世界의 直流送電 現況과 將來展望, '95.7"
20. 전기년감 1997,"사단법인대한전기학회, '96.11"
21. Independent Energy,"中남美 國家의 電力事業 民營化, '94.1"
22. 제38회 전력그룹협력회 WORKSHOP,"21세기 전력 계통의 나아갈 방향, 한국전기연구소, '97."
23. 공무국의여행 귀국보고서,"UNIPEDE 제2차 대륙간 전력계통 연계 Conference 참석,한국전력공사, '97.1"