



동북아 Super Grid 구축 및 에너지협력 실현



정 규 원
한국전력공사 계통기획실 계통기술팀 차장

1. 개요

슈퍼그리드(Supergrid)는 '대전력 융통을 위하여 구축하는 대륙 규모의 광역 전력망'으로 메가그리드(Mega-

grid) 혹은 대륙망(Continental-grid)이라고도 한다.

슈퍼그리드란 용어는 1960년대 미국 케네디 대통령이 지원한 미 북서부의 수력발전 전력을 초고압 직류로 원거리 전송하여 남캘리포니아에 공급하는 프로젝트에서 처음 사용되었다.

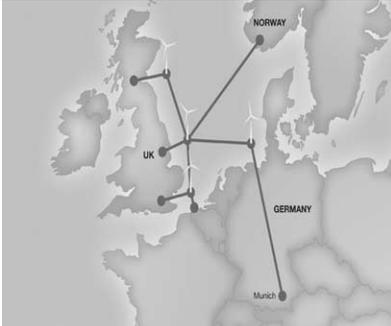
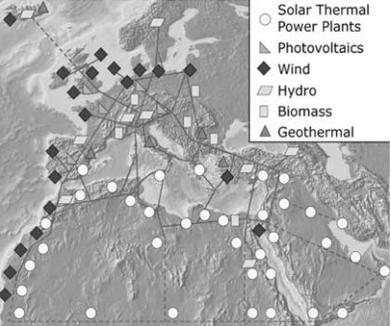
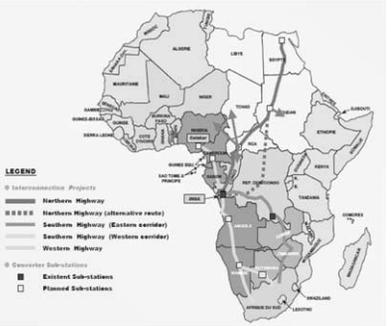
실제적으로 슈퍼그리드란 명칭에는 다음의 두 가지 의미가 포함된다. 첫 번째로 대륙 규모의 광역 전력망을 구축하고 다양한 에너지원(신재생에너지 및 수력, 원자력 등)을 하이브리드 체계로 통합 운영하여, 에너지의 지속 가능성과 저탄소화, 안정성, 경제성을 확보하는 대륙망(Continental Grid) 혹은 메가그리드(Mega-Grid) 개념이다. 두 번째로는 고도화된 전력망이라는 의미의 Superior Grid의 의미로 이는 현재 추진되고 있는 스마트그리드(Smart Grid)가 마이크로그리드(Micro Grid)에 중점을 두고 추진되어 일정한 한계를 가지는데, 이를 극복할 수 있는 보다 진화된 슈퍼 스마트그리드(Super Smart Grid)라는 의미를 뜻한다.

슈퍼그리드는 대륙 규모의 지정학적 공간에서 원자력, 수력, 태양/풍력 에너지, 석탄/석유/가스 발전 등을

하이브리드 그리드 형태로 결합해 구축하는 다국적, 다에너지원적 그리드이다. 따라서 슈퍼그리드란 기존의 전력망에 신재생에너지원 등이 대규모로 통합되고, 고도화된 전력망을 의미한다.

대표적인 슈퍼그리드 추진 사례는 그림 1에서와 같이 슈퍼그리드 친구들(Friends of the Supergrid)이라는 명칭으로 북유럽에서 추진 중인 북유럽 그리드(Nordic PP), 남유럽과 북아프리카-중동 그리드(Desertec Grid), 남부 아프리카 그리드(SAPP), 미국-캐나다 그리드 등이 대표적인 슈퍼그리드에 해당한다.

그리고 슈퍼그리드의 핵심 기술은 HVDC, 초고압 고성능의 송변전설비, WAMS와 같은 광역 통합망 관리 기술, 관련 EPC 역량 등이다. 표 1 해외 슈퍼그리드

북유럽 (Nord-EU Supergrid)	남유럽-마그레브 (Sud EU-Maghreb Supergrid)	그랜드 잉가 프로젝트 (Grand Inga Project)
 <ul style="list-style-type: none"> ◎ 서유럽의 신재생발전 <ul style="list-style-type: none"> - 해상풍력(영/독/벨기에) - 수력(노르웨이) - 지상풍력(독일 북부) ◎ 유럽지역 전력시장에 공급 ◎ 용량 : 25~30GW (1단계) ◎ 약 500GW (최종) 	 <ul style="list-style-type: none"> ◎ 사하라 사막의 태양열/태양광 발전 (Desertec Project) ◎ 지중해 연안국에 공급 ◎ 용량 : 470GW(2050년) ◎ 사하라 사막면적 1%로 태양열 발전시 지중해 연안국, 북아프리카 전체 전력 공급가능 	 <ul style="list-style-type: none"> ◎ 콩고의 수력발전자원(Inga댐) ◎ 북으로 이집트 카이로에 공급, 남으로 남아공 요하네스버그에 공급 ◎ 용량 : 100GW ◎ 아프리카 전체 전력수요 3배 용량

[그림 1] 해외 슈퍼그리드 추진 현황

[표 1] 해외 슈퍼그리드 투자규모

(단위 : 백만 달러)

구 분	1단계 (2020년)	2단계 (2030년)	3단계 (2050년)
북유럽	38.8	134.3	326.0
남유럽-중동-북아프리카 (Desertec Project)	65.1	225.7	547.0
그랜드 잉가, 남부아프리카	27.0	93.6	226.9
총 투자비	130.9	453.6	1,099.9

투자규모에서처럼 우리나라의 입장에서는 수익모델이 확실하고 국제적인 경쟁력 또한 높은 시장이다. 그러므로 슈퍼그리드 시장을 목표로 하는 기술 및 사업 역량을 시급히 고도화해서 대응하여야 한다. 본고에서는 동북아 국가 간 전력계통 연계 추진현황, 동북아 슈퍼그리드 구상, 향후 추진방향 등을 제시하고자 한다.

2. 현 황

동북아 4국(한-러-일-중)은 인구, 면적, GDP, 교역 측면에서 전 세계 20% 이상을 점유하고, 지속적으로 경제가 성장하는 등 세계 최고 수준의 글로벌 시장으로 부상하고 있으며, 글로벌 경제리더로서 역할이 점진적으로

[표 2] 동북아 주요국가 전력계통 현황

국 가	면 적 (천km ²)	인 구 (만명)	발전용량 (MW)	소비전력량 (백만kWh)	부하특성 (Peak)	송전전압 (kV)	주파수 (Hz)	전기요금 (\$/kWh)	
								가정	산업
한 국	100	4,875	76,078	394,474 (2009년)	하계, 동계	765 345 154	60	0.083 (2009년)	0.058 (2009년)
북 한	123	2,450	6,928	-	동계	220 110 66	60	-	-
러시아	17,075	14,286	225,508	913,600 (2008년)	동계	1,150 750 500 330	50	0.045 (2007년)	0.03 (2007년)
일 본	378	12,792	280,020	896,668 (2009년)	하계, 동계	500 275 220	50 60	0.232	0.154
중 국	9,600	134,100	950,000	3,437,919 (2008년)	동계	1,000 750 500 330	50	0.076 (2008년 추정)	-

증가할 것으로 기대된다. 하지만, 동북아 국가들은 그동안 정치 이데올로기 문제, 역사적인 미묘한 감정 등으로 공동 협력 보다는 반목과 갈등이 우선하였다.

그러나 이제는 가스관, TSR 등 철도연계, 자원개발 및 전력계통 연계 등 경제적인 협력을 위한 움직임이 활발히 진행되고 있다. 특히, 표 2에서 보는바와 같이 동북아 국가는 주파수가 상이하고 계통규모도 차이가 크지만 전력계통이 하나로 연계되는 동북아 슈퍼그리드가 구현된다면 상호 공동발전의 계기를 전력분야가 선도할 것으로 전망된다.

북한은 설비규모가 약 7GW로 남한의 1/11규모이다. 주로 석탄 화력과 수력이 주요 발전원이다.

그리고 대부분의 전력설비가 노후화되었으며, 발전 원료가 극도로 부족하여 전력공급이 원활하지 못한 실정이다. 이러한 상황을 해결하기 위해 김정일 국방위원장 사망 이후 경제난 해결과 부족한 전력상황을 타개하기 위한 국면전환이 전망되고 있다.

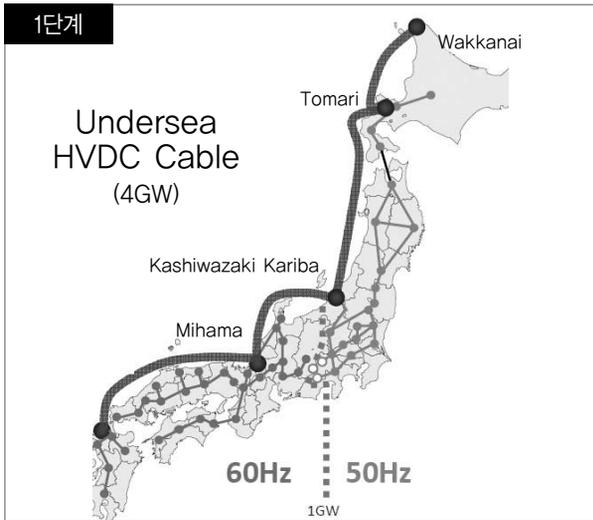
러시아는 극동지역의 인구감소로 인해 극동지역 지배력 공백이 우려되면서 인구와 소득을 늘리기 위한 정책을 추진 중에 있고, 풍부한 에너지 및 자원을 활용하는 지역 경제 활성화가 최우선 전략이고 그 중심에 전력계통 연계가 있다. 러시아 극동지역의 전력계통은 모스크바 등 서쪽지역과 분리되어 운전 중에 있으며 설비규모가 약 9GW 정도이다. 대부분의 전력설비가 노후화 되었고, 장거리 송전선로이다. 석탄, 가스 등 발전원은 풍부하지만, 도로, 철도 등 주변 인프라가 부족한 실정이다. 러시아의 전기요금은 남한의 50~60% 수준으로 전력계통 연계 시 경제적인 효과가 클 것으로 전망된다.

일본은 남한과 같이 대부분의 발전 연료를 수입하고 있고, 설비 규모가 약 280GW 이다. 10개의 전력회사가

독립적으로 운영 중에 있다. 주파수는 동경전력 등 동쪽 지역이 50Hz, 규슈전력 등 서쪽지역은 60Hz이다. 이러한 문제로 전력계통 융통 등 운영에 있어 많은 문제가 발생한다. 또한, 전기요금이 남한에 비해 2.6배 이상 비싼 실정으로 남한과 전력계통 연계 시 경제적인 효과가 클 것으로 전망된다. 후쿠시마 원전 사고 이후 발·송전 분리를 추진 중에 있고, 2012년 1월 기준 원전 사고 및 안전 점검 등에 따라 전 54기 중 48기가 운전 정지 중이며, 향후 나머지 원자력발전소도 정지가 전망되는 등 탈 원자력정책을 모색 중이다. 이에 따라 당분간 전력 부족이 불가피하여 전력수요 조절, 신재생에너지원 개발 등 신규 전원개발과 인접국가와의 전력계통 연계 등 다각적인 검토가 추진되고 있다.

중국은 2011년 6월 기준 설비 규모가 약 950GW 이다. 설비 증가가 매년 80~100GW씩 연평균 약 15%씩 전력 수요가 폭발적으로 증가하고 있으며, 이러한 상황을 해결하기 위해 전원확보가 시급한 상황이다. 삼협댐 및 내몽고 등 서북지역의 발전원에서 북경, 상해 등 동남지역으로의 효율적인 전력공급을 위해 1,000~3,000km 규모의 대용량 장거리 송전이 불가피하여, 13개의 HVDC 송전 선로를 건설하였고, 향후 5년내 12개가 추가 건설될 전망이다. HVDC 송전기술 분야에서는 세계 최고 기술 수준에 도달하였고, 현재 1,100kV급 HVDC기술이 개발 중에 있다.

동북아 슈퍼그리드 구축에 있어 가장 활발히 움직이고 있는 나라는 러시아와 일본이다. 특히, 재일교포 3세인 소프트뱅크사 손정의 회장은 후쿠시마 대지진 이후 원자력을 대신하는 자연에너지원 개발과 국가 간 계통 연계로 Peak Share 및 전력거래로 수익을 창출하고자 SoftBank Energy사를 2011년 설립하여 전력에너지 사업에 적극적으로 투자할 계획을 가지고 있다.



[그림 2] 일본의 동북아 슈퍼그리드 구상도

손정의 회장의 구상은 그림 2에서와 같이 1단계로 일본 홋카이도-혼슈-큐슈까지 2000km를 4GW HVDC 해저케이블로 연계하여 일본 내부 전력망 상호간의 전력 용통량을 증대시키고, 2단계로는 한국-중국-러시아 등 인근 국가와 약 3800km HVDC로 연계하는 계획이다. 3단계로는 대만, 인도네시아, 인도 등 서남아시아권과 고비사막에서 풍력, 태양광 등 대규모 신재생에너지를 개발하여 송전하는 선로길이 36,000km 규모로 대폭 확대하는 계획을 가지고 있다.

하지만, 손정의 회장의 구상은 막대한 투자비가 소요 되는 대규모 플랜트 사업으로 자본조달방안이 불확실 하고, 일본 전력업계의 기득권과 독점체제로 정부 및 전력 회사의 추진 의지가 부족한 상황이다. 특히, SoftBank는 통신사업 기반 회사로 전력에 대한 경험이 부족하며, 동북아 주요국가의 동북아 슈퍼그리드에 대한 각국의 입장도 다양하여 앞으로 해결해야할 문제는 많다.

3. 향후 계획

앞으로 동북아 슈퍼그리드가 성공적으로 구축된다면 동북아 전체의 번영과 긴장완화에 큰 도움이 될 것으로 전망된다. 그러나 사업의 장기성과 불확실성을 감안해 볼때 단계별로 현실적인 접근이 필요하다. 무엇보다 중요한 것은 동북아 국가 정부 및 전력회사 등이 참여하는 동북아 에너지 협의체 구축이다. 이를 위한 기초적인 노력이 부분적으로 진행 중이다.

동북아 에너지 협의체 구축을 위한 우리나라의 역할은 한층 중요해질 전망이다. 그 이유는 우리나라가 동북아 슈퍼그리드 허브에 위치하여 다양한 수익모델을 창출할 수 있기 때문이다. 앞으로 동북아 슈퍼그리드가 현실화 되기를 기대한다. KEA