

경인지역 전력불균형 대책 시나리오 및 조류계산

이세정*, 김태균, 김용학, 장경철
전력연구원

Scenario & Load Flow for Power Unbalance Resolution in Kyung-In Area

S.J.Lee*, T.K, Kim, Y.H. Kim, K.C. Jang
KEPRI

Abstract - Energy markets of the Northeast Asia countries and in particular South Korea are perspective enough from the standpoint of export of energy resources from Russia. South Korea Power System has been rapidly growing. However, recently it has been confronted with difficulties in regard to constructing new Power Stations and especially Hydro Power Plants. Therefore it is mutually beneficial to build electric tie to South Korea in order to use highly effective Power of Northeast Asia. In this paper, we describe the maximum available transmission power through interconnected line without loss of stability in power system. For this simulation, the AC transmission system is assumed appropriate for this preliminary study. The transmission system will pass through territory of North Korea and connect to 765 kV Network near Seoul with long distance.

기본개념, 송전계약 문제 그리고 송전선 비용산정, 송전 권리 및 용통전력의 가격결정 메커니즘 등 계통연계 측면에서 프론티어적인 특성을 갖추어줌으로써 전력산업 구조 개편과 국가간 전력계통 연계분야에서 전 세계의 탐구 대상이 되고 있다.

2. 본 론

2.1 국내 전력수급 여건

우리나라의 전력수급 여건을 전체적으로 살펴보면 전력수요는 경제성장에 따라 지속적으로 증가할 전망이다, 국민의 환경의식 향상 및 과도한 보상 요구 등으로 전력 설비의 입지를 확보하기 위한 여건이 악화되고 있으며 전력산업 구조개편 추진에 따라 분야별로 경쟁이 도입되고, 전력수급안정이 시장의 기능에 따라 결정될 전망이다. 또한 세계적으로 에너지 부존자원의 한계(석유 40년, 천연가스 60년, 석탄 217년, 우라늄 50년)와 지역적 편차에 따른 공급 불안요인이 상존하며 국내의 환경규제가 지속적으로 강화될 전망이며, 기후변화협약과 관련하여 선진국의 온실가스 의무감축 압력이 강화될 전망이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 제시되는 방법으로 대체 에너지연구와 지역간 전력 계통연계와 같은 연구가 진행 중에 있다.

다음 절에서는 전력계통 연계방법을 통하여 경인지역의 소비전력을 해결하기 위한 방법을 제시하고자 한다. 동북아의 전력계통은 경제적 전원확보, 환경보호 및 계통 신뢰도 측면에서 세계 각국에서 진행되고 있는 여타 계통연계 사업보다 훨씬 더 매력적인 요인을 가지고 있다. 동북아 각국은 자국의 이익 극대화를 위하여 계통연계와 관련된 기본 연구를 이미 수행하였으나, 국내의 경우에는 예비 사전연구만 진행되었을 뿐 이 연구에 대한 체계적인 연구가 아직은 부족하다.

본 논문에서는 전압안정도 측면에서 경인지역의 수요를 충당하고 장기적으로 국내의 전력 수급계획을 고려한 안정적인 전력원을 확보하는 차원에서 전력연계를 통하여 수도권에 공급할 수 있는 최대 용통전력량을 산출하고자 한다.

표1은 2001년 국내의 발전원별 발전량 데이터이다. 국내의 전력부하 소비가 최고일 때에는 여름이며 이때의 전력 소비가 4,300[MW]에 달한다. 국내의 수력자원, 화석연료 및 에너지자원의 부족으로 원자력발전이 40%를 담당하고 있으며, 향후 2015년에는 45%로 증가될 계획이다. 그림1은 국내의 전력시스템의 간략화한 매시간 부하 그래프이며 원자력발전과 화력발전은 기본부하에 속하고 석유와 가스발전설비는 주로 Off-Peak에 속하며, 수력발전설비는 On-Peak에 속한다. 전력발전설비기간은 오랜 기간동안 이루어지지만 매년 최대 부하시 전력요구량은 빠른 속도로 증가되고 있다.

1. 서 론

전력산업 구조개편 이후 발전설비 확충은 재원조달, 송전 이용계약, 인허가 여건 등의 불확실성의 문제를 야기시킬 수 있다. 향후 전력수용에 있어서 증가 잠재량은 다른 어느 나라 경우보다 높다고 볼 수 있으며, 수도권 지역의 전력부족과 지역별 전력수급 불균형이 심화될 것으로 수급안정 및 원활한 전력수송을 위하여 현재 전 세계적으로 진행되고 있는 전력 계통연계 방법을 통하여 경인지역의 전력불균형 문제를 해결하기 위한 방법을 제시하고자 한다. 현재 전력계통 연계를 통한 전력거래는 전 세계적인 추세로서 예를 들면, 북유럽지역은 1951년 세계 최초의 대규모 상업용 HVDC 송전을 시행한 지역으로서 풍부한 수력자원과 상이한 전원구성을 바탕으로 일찍부터 국가간 계통연계가 활발히 시행되어져 왔다. 이러한 배경 하에서 북유럽 전력계통(NORDEL)은 1963년 북유럽 5개국(덴마크, 핀란드, 노르웨이, 스웨덴, 아이슬란드)간의 전력산업협력 및 전력용통을 위하여 결성된 조직체로서 가맹국 상호간의 전력용통은 물론이고 서유럽계통(UCPTE) 및 중부유럽(CENTREL)계통과의 연계를 통하여 유럽 단일계통의 한 축을 형성하고 있다. 유럽의 타 지역은 화력발전이 주종인 반면, 북유럽 전력계통(NORDEL) 국가 특히 노르웨이, 스웨덴, 핀란드 등은 풍부한 수력자원을 배경으로 한 수력발전이 다수를 점하고 있다. 따라서 유럽 각국의 피크부하 발생시점과 계절별 유량차이에 따라서 인접국가간 전력용통을 하여 상호간의 계통안정화 및 경제이득을 취하고 있다. 최근에 들어 전력산업 특면에서 NORDEL이 주목받는 이유는 이 지역이 통합 전력시장 형성을 바탕으로 국가간 전력용통에서 새로운 이론개발과 유럽전력계통시장(NORDEL POOL)을 구성함으로써 국가간 전력용통을 촉진하는 계기가 됨은 물론이고 연계선로의 송전용량

표1. 국내 발전원별 발전량(2001년)

연료종류	설비용량 GW(%)	전력생산량 TWh(%)	시간당 수용량(MW)
수력	3.87(7.6)	4.15(1.5)	1,072
석유	4.87(9.6)	28.1(9.8)	5,770
가스	12.87(26.3)	30.48(10.7)	2,368
석탄	15.5(30.5)	110.3(38.7)	7,116
원자력	13.7(27.0)	112.1(39.3)	8,182
총계	50.86(100.)	285.2(100)	5,607

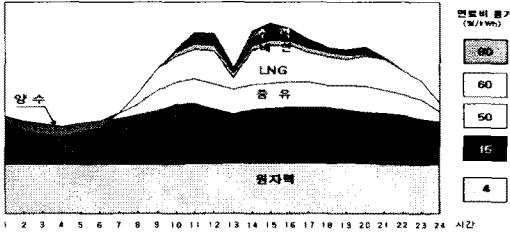


그림 1. 국내 전력 계통의 시간대별 부하그래프

2.2 전력계통 연계

전력 계통의 연계방법은 DC로 연계하는 방법과 AC로 연계하는 두가지 방법으로 대별된다. 일반적인 방법인 DC 연계는 AC 연계보다 설치비용이 비싸지만 연계시 주파수에 영향을 받지 않고 장거리 송전에 유리하다. 그러나 본 논문의 주요목적은 경인지역의 전력 불균형을 해소하기 위해서 경인지역으로 최대한 유입할 수 있는 조류량을 분석하기 위한 것으로 AC로 연계를 하였으며, AC로 전력계통 연계시 손실은 고려하지 않았다. 러시아-한국 연계시 두 개의 시나리오로 시뮬레이션을 수행하였다. 하나는 러시아와 신가평 연계시 또 다른 하나는 러시아와 신양주 연계시 그 결과를 연계하지 않았을 때의 계통과 함께 아래와 같이 비교 검토하였다.

- 모선의 전압변동
- 전력연계선로의 f-V 곡선

표2는 2015년 최대부하 계통의 구성을 나타내고 있으며 그림2는 2015년 최대 부하 계통의 조류계산의 결과로 작성된 흐름도이다.

표2. 2015년 최대 부하 계통

	조류량[MW]	설비 개수
발전량	68,656	278
경인지역	11,775(17%)	101
비경인지역	56,881(83%)	177
부하량	67,468	
경인지역	28,134(42%)	1,182
비경인지역	39,334(58%)	
모선/선로		1,967/3,423

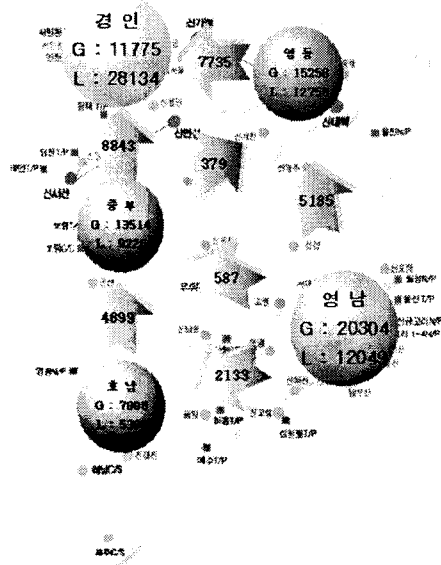


그림 2. 2015년 최대부하계통 조류 흐름도

2.2.1 신가평 모선과 연계시 조류 변화

러시아-한국(신가평) 전력계통 연계하였을 때 표3과 같이 조류량을 표시하였다. 남한으로 유입되는 전력계통 연계시 총 발전량이 약 6%로 정도 감소하였다. 그림4와 그림5는 러시아와 한국(신가평) 계통 연계시의 f-V곡선과 조류 흐름도를 나타내고 있다.

표3. 러시아-한국(신가평)전력계통 연계시 조류량

	최대부하계통[MW]		러시아-신가평 전력계통 연계시[MW]	
	발전량	전력계통 연계시	발전량	전력계통 연계시
경인지역	11,775	17%	8,600	12%
비경인지역	56,881	83%	56,571	82%
전력연계 계통시	-	-	3,500	6%

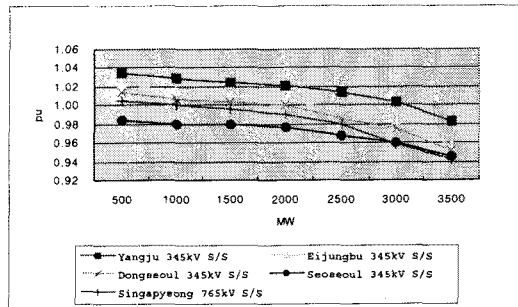


그림3. 러시아-한국(신가평)전력계통 연계시 f-V곡선

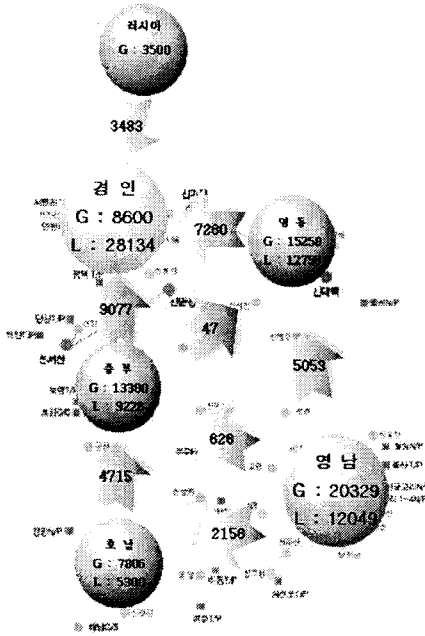


그림4. 러시아-한국(신가평) 전력계통 연계시 조류 흐름도

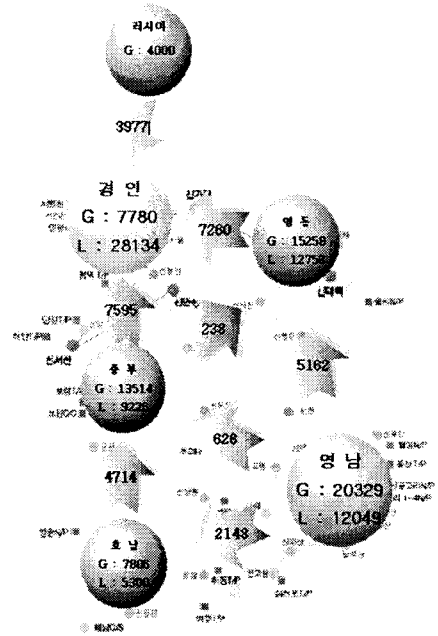


그림7. 러시아-한국(신양주) 전력계통 연계시 조류 흐름도

2.2.2 신양주 모선과 연계시 조류 변화

러시아-신양주 전력계통 연계 하였을 때 표4과 같이 조류량을 표시하였다. 남한으로 유입되는 전력계통 연계시 총 발전량이 약 6%로 정도 감소하였다. 그림6과 그림7는 러시아와 신양주 계통 연계시의 f-V곡선과 조류 흐름도를 나타내고 있다.

표4. 러시아-한국(신양주)전력계통 연계시 조류량

발전량 경인지역 비경인지역	최대부하계통[MW]		러시아-신가평 전력계통 연계시[MW]	
		68,656	17%	68,635
	11,775	83%	7,760	83%
전력연계 계통시	-	-	4,000	6%

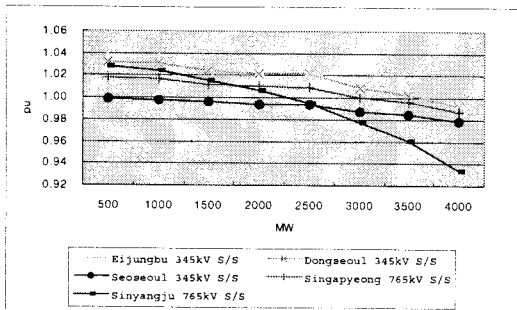


그림6. 러시아-한국(신양주)계통연계시 f-V곡선

3. 결 론

본 논문에서는 연계선로를 이용하여 국가간 전력계통연계를 한 경우 국가간 부하곡선 차이를 활용하여 예비력 공유효과를 발생시킬 수 있기 때문에 계통연계 하지 않는 경우보다 동일한 설비예비율 및 공급예비율을 보유할 수 있으며 전체 설비용량 규모를 감소시킬 수 있다. 따라서 신규전원에 대한 투자비를 절감할 수 있으며, 긴급상황 발생시에 연계선로를 통하여 긴급응동전력을 수수할 수 있는 장점을 가지고 있으므로 계통신뢰도 향상의 부가적인 효과도 얻을 수 있다. 향후 러시아와 국내 전력계통이 연계되어 운전하였을 경우 양방향의 안정화 방안 에 대한 추가적인 검토가 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] J.B. Choo, T. Kim, G. Samorodov, N. Lialek, A. Ognev, D. Nogovitsin, B. Feldman, "Prerequisites and Directions in Electricity Export from South-Yakutia Hydro Energy Complex to Korea", Proceeding of International Conference, Irkutsk, Russia, (2003)
- [2] 2002 Annul Report. KEPCO, (2003)
- [3] L.S. Belyaev, L.Y. Chudinova, O.V.Khamisov, S.V. Podkoyalnikov, V.A. Savelyev, "Power Integration in Northeast Asia: Studies and Prospects", Proceeding of International Conference, Irkutsk, Russia, (2000)
- [4] L.S. Belyaev, L.A. Koshcheev, S.V. Podkoyalnikov, "Studies on Northeast Asia Power System Interconnection: Recent Work and Priority Tasks", Proceeding of International Conference, Irkutsk, Russia, (2002)