

한반도 765kV 전력시스템 연계 시나리오 및 조류 계산

*장광수 **이상성 *박종근
*서울대학교 **기초전력공학공동연구소

Scenario and Power Flow Analysis for 765kV Power System Interconnection in Korea

*Gwang-Soo Jang **Sang-Seung Lee *Jong-Keun Park
*Seoul National Univ. **EESRI

Abstract - 본 논문에서는 북한 및 남한의 수도권 지역을 중심으로 한 부하집중지역들의 전력 부족을 해결하기 위한 대안으로서 신포에 세워질 2000MW의 원자력을 이용할 수 있는 방안을 검토하고자 한다. 특히 남한은 향후 계속적인 전력 수요의 증가로 인한 발전력의 부족을 해결할 마땅한 대책이 없으리라 여겨진다. 이러한 문제에 있어 해결책은 첫째로 북한의 2000MW KEDO 원전에서 북한의 일부 부하집중지역 (특히 평양주변)에 공급하면서 남한의 수도권지역에 전력을 공급하는 것이 가능한 대안 중의 하나로 여겨진다. 본 논문에서는 KEDO 원전의 전력을 돌려보내기 위한 시나리오 작성 및 전력 조류흐름을 파악하는 것을 목적으로 한다. 시뮬레이션은 미국 PTI사의 PSS/E 패키지를 사용하였으며, 조류 계산을 하여 그 결과를 전력흐름도로 작성하고 비교 검토하였다.

1. 서 론

최근 동북아시아의 전력계통연계는 계속적으로 거론되고 있고, 전력계통 연계에 대한 필요성이 점점 더 요구되고 있다. 하지만, 동북아시아의 전력계통연계는 정치적, 국가간 이해관계와 같은 복잡한 상황으로 인해 아직 풀리지 못하는 부분들이 많이 남아 있다. 이 중에 남북한의 연계문제는 머지 않은 시일 내에 이루어 질 지도 모른다. 동북아시아의 연계 (한국, 북한, 일본, 중국과 러시아) 역시 여러 가지 시대 상황적 환경과 맞물려 있다. 동북아시아의 연계를 위해 우선 가까운 북한이나 일본과의 연계상황을 파악한 후 중국과 러시아와 조사 연구가 계속되어야 할 것이다. 이 역시 남북연계가 이루어진 이후에 가능 할 것이다. 북한은 전력계통이 취약하여 일부 설비는 사용이 어려운 정도이다. 현재 북한의 송전 계통 구성현황이 체계적으로 정리되어 있는 자료는 없다 [1],[2],[3].

북한의 송전 계통은 북한 계통 단선도와 송전선로 임피던스, 길이, 연결 변전소 및 송전용 변압기 자료로 구성된 한전자료 (남북연계 검토 자료)를 토대로 하여 구성한 현황을 조류계산으로 파악하여 3가지 시나리오에 의한 분석을 논문으로 발표한 바 있다 [4],[5].

본 논문에서는 북한의 취약한 송전선로를 포함한 전력계통설비의 문제와 신포에 세워질 2000MW급 원자력발전소의 발전력을 이용하는 문제를 다루고 있다.

북한의 전계통은 취약하여 전력공급을 제대로 할 수 없는 상태에 놓여 있다. 이런 일부계통을 신포에 세워질 2000MW급 원자력발전소의 발전력을 765kV 선로로 보강하여 전력을 공급하고 남한의 수도권지역에 일부의 전력을 공급하여 부하집중지역의 전력사정을 다소 완화시키는 효과를 목적으로 한다.

이번 연구에서는 북한의 평산 모선과 남한의 양주, 의정부, 서인천 모선을 연결하여, 북한에서 남한의 경인북부 지역으로 전력을 공급하는 것을 목적으로 하고 있다. 가설 시나리오는 3모선을 선택하여 각 시나리오별로 미국 PTI사의 PSS/E 프로그램을 가지고 조류계산을 실시

하였다.

2. 남북한 전력시스템

본 절에서는 남한 전력계통과 북한 전력계통의 구성현황을 우선 거시적으로 파악하고자 한다.

2.1 남한의 송전 계통 구성현황

남한지역의 전체 계통은 상당히 큰 시스템이므로 지역을 크게 전력관리처에 의한 지역과 행정구역에 의한 지역을 고려하여 크게 7개의 영역으로 나누어서 표1에서와 같이 분류하였다.

표 1. 남한 계통의 지역분할

지역 구분	경인 지역	영동 지역	중부 지역	호남 지역	경북 지역	경남 지역	제주 지역
전력 관리처	서울북부 서울강남 인천지역 경인남부	영동 제천	중부 대전	호남 광주	영남 대구	부산전력 장원전력	제주

남한의 경우 주모선 전압은 345kV, 154kV, 66kV로 구성되어 있으며, 66kV 선로는 점차 철폐되어지는 추세에 있다.

경인 지역과 영남지역은 부하 밀도가 높은 지역에 속한다. 특히 경인지역은 상당히 많은 량의 전력이 호남-중부와 영동으로부터 유입되는 북상 조류 현상이 나타난다.

제주지역은 HVDC를 이용해 호남지역에 속하는 해남과 연결이 되어 있다. 해남-제주 HVDC계통은 12펄스, ±180kV, 300MW용량이며, 길이는 96 km이고, 쌍극 1회선의 해저케이블로 되어있다.

2.2 북한의 송전 계통 구성현황

북한지역의 계통 분할은 표2에서와 같이 5개 지역으로 하였다. 북한 송전 계통도는 여러 가지 자료에 의해 추정할 수 있다.

표 2. 북한 계통의 지역분할

지역 구분	1. 북서 지역	2. 북동지역	3. 중부지역	4. 중남부지역	5. 남동 지역
상세 지역	평안북도 자강도	함경북도 량강도	평안 남도	평양 황해도	함경남도 강원도 이북

추정 자료에 의하면 북한은 북부 지역의 고지대에 풍부한 수력을 바탕으로 평안북도와 자강도에 수력 발전소

가 집중되어 있고, 함경북도 지역을 중심으로 수력발전소가 집중되어 있다. 또, 수도 평양을 중심으로 화력발전소가 집중되어 있다. 북한의 발전량은 약 7000MW로 추정된다.

송전 계통도는 110kV와 220kV선로만으로 구성되어 있다. 이 계통도는 추정된 계통도이므로 실제 계통도보다 훨씬 단순화된 계통도이다. 또한 추정되는 발전량, 공업지역 그리고 제한되는 전력 수요를 고려하여 송전계통도의 지역에 해당하는 부하량을 산출하였다.

종합된 자료에 의해 북한의 발전 지역에 의한 발전량과 공업지역인 동북 지역의 공업지역과 평양, 함흥 지역이 부하를 많이 사용할 것이라는 추정 하에 지역별 발전량과 부하량을 추정하였다.

2.3 765 kV 남북 연계 시나리오에 의한 조류계

남한의 계통도를 살펴보면 발전량보다 부하량이 두 배 정도 많은 수도권을 향하여 영동 지역과 중부지역에서 북상하는 조류가 나타나는 것을 큰 특징으로 꼽을 수 있다. 그리고 제주지역과는 HVDC로 연계되어 있다.

북한 계통은 남한 계통에 비하여 전체적인 시스템의 크기는 작다. 그러나 남한과 닮은꼴로 남한의 북상 조류와 비슷하게 평양을 중심으로 하는 남하 조류가 있는 것을 지역 분할 방법에 의하여 쉽게 관측할 수 있다.

따라서 평양지역을 중심으로 하는 북한의 중남부 지역에서 많은 전력이 필요함을 알 수 있다. 이러한 상황에 따라 북한의 일부 송전선로를 765kV 선로로 교체한 다음 일부의 전력을 평양을 중심으로 한 부하집중지역에 공급하고, 나머지 일부를 남한의 양주, 의정부, 서인천 변전소와 연결한 후에 서울을 중심으로 한 경인지역에 전력을 공급하는 것으로 되어 있다.

본 연구에서는 북한의 계통이 안정적이라는 가정 하에 북한의 전 계통도에 765kV 선로를 일부 교체하여 보강, 남한과 교류 연계를 하는 시나리오를 모의하여 보았다. PSS/E TOOL을 이용한 교류 연계 방식의 3가지 시나리오에 따라 계통을 연계하여 모의해 보았다.

표 3. 연계 시나리오별 송전 용량

송전용량(MW)	50	100	500
시나리오 1 (평산→양주)	62	112	507
시나리오 2 (평산→의정부)	35	87	498
시나리오 3 (평산→서인천)	76	114	502

시나리오1은 남한의 부하를 50MW증가시 황해지역에서 경인지역으로 62MW, 100MW증가시에 황해지역에서 경인지역으로 112MW, 500MW 증가시에 황해지역에서 경인지역으로 507MW의 북남조류가 흐르도록 하였다. 시나리오2의 경우, 50MW증가시 35MW, 100MW증가시 87MW, 500MW 증가시 498MW가 흐른다. 시나리오3의 경우, 50MW증가시 76MW, 100MW증가시 114MW, 500MW 증가시 502MW의 북남조류가 흐르도록 하였다.

CASE I. 시나리오 1

시나리오1에서는 따른 신포 765kV와 양주 345kV 모선 연결시의 조류흐름을 파악하는 것이 목적이다. 양주는 수도권의 중앙지점에 위치한 곳으로서 전력공급의 중요한 위치를 차지하고 있다.

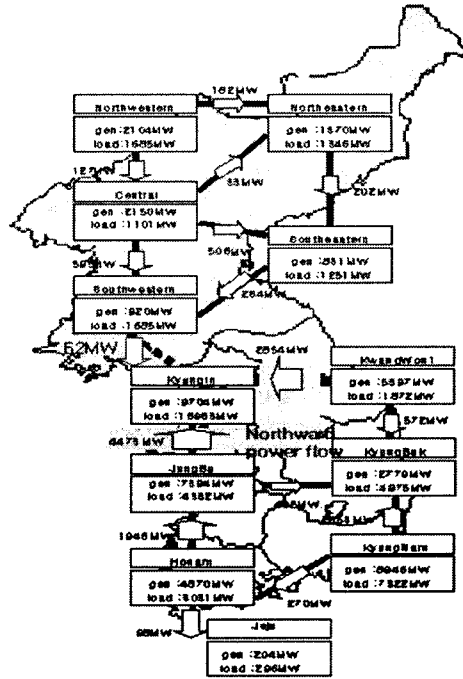


그림 1. 신포765kV와 양주345kV 모선 연결. (남한 50MW 부하 증가시)

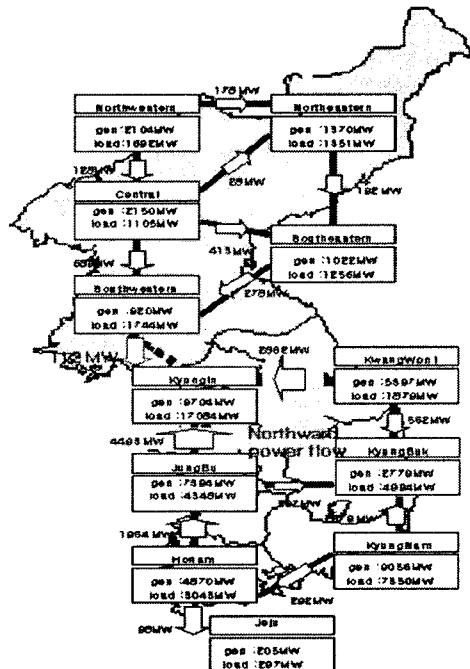


그림 2. 신포765kV와 양주345kV 모선 연결. (남한 100MW 부하 증가시)

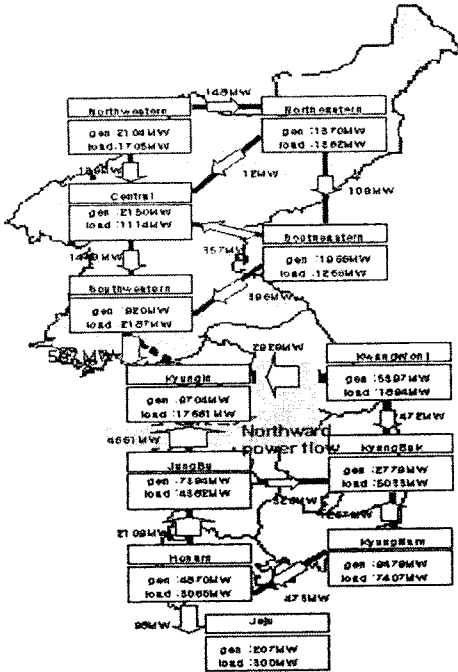


그림 3. 신포765kV와 양주345kV 모선 연결.
(남한 500MW 부하 증가시)

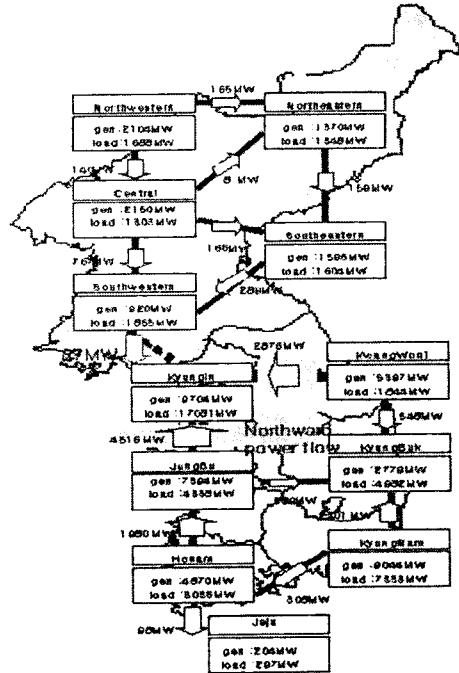


그림 5. 신포765kV와 의정부345kV 모선 연결.
(남한 100MW 부하 증가시)

CASE II. 시나리오 2

시나리오2에서는 다른 신포 765kV와 의정부 345kV 모선 연결시의 조류흐름을 파악하는 것이 목적이다.

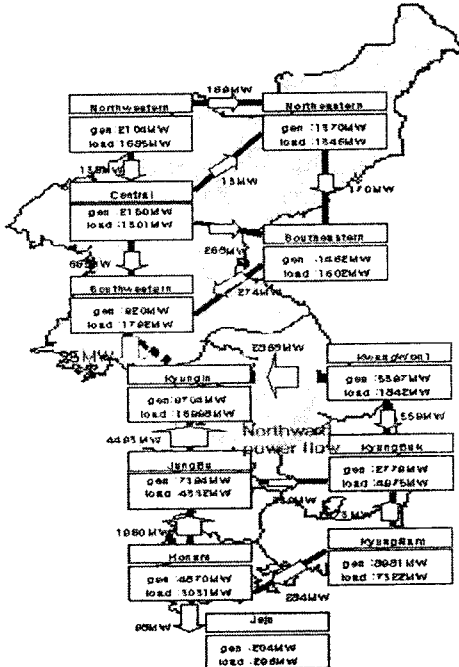


그림 4. 신포765kV와 의정부345kV 모선 연결.
(남한 50MW 부하 증가시)

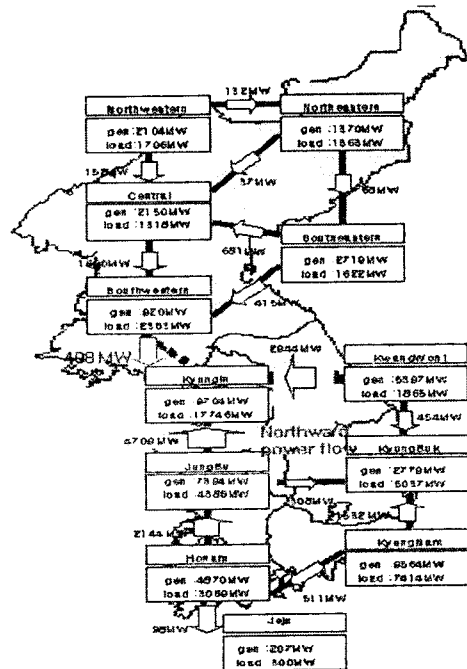


그림 6. 신포765kV와 의정부345kV 모선 연결.
(남한 500MW 부하 증가시)

CASE III. 시나리오 3

시나리오3에서는 신포 765kV와 서인천 345kV 모선 연

결시의 조류흐름을 파악하는 것이 목적이다.

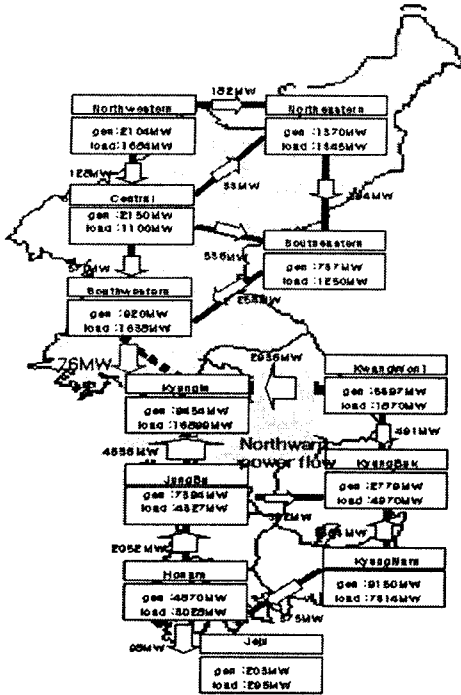


그림 7. 신포765kV와 서인천345kV 모선 연결. (남한 50MW 부하 증가시)

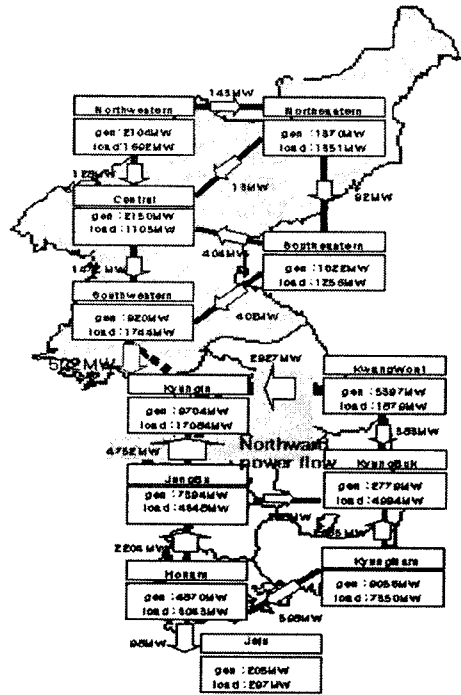


그림 9. 신포765kV와 서인천345kV 모선 연결. (남한 500MW 부하 증가시)

3. 결 론

본 논문에서는 KEDO 원전의 전력을 송전하기 위한 시나리오 작성 및 전력조류흐름을 파악하였다. 제시된 방안은 북한 및 남한의 수도권 지역을 중심으로 한 부하 집중지역들의 전력 부족을 해결하기 위한 대안으로 시도되었다. 시뮬레이션은 미국 PTI사의 PSS/E 패키지를 사용하였으며, 조류 계산을 하여 그 결과를 전력흐름도로 작성하고 비교 검토하였다.

본 연구는 한국 과학 기술 평가원(KISTEP)의 특기 연구 개발 과제로 이루어진 연구입니다.

(참 고 문 헌)

- [1] 신중린, “남북전력협력에 따른 기술적 논점과 대책”, 전력그물기술협력회 워크숍 논문집, 43권호, 38-49페이지, 2000
- [2] “남북한 전력계통 구성방향에 관한 연구”, 한국전력공사 전원계획처, 11-57페이지, 1997
- [3] “남북 전력 현황과 전망”, 대한 전기학회 기술 조사보고, 제13호, 1998
- [4] J. R. Shin, B. S. Kim and Y. J. Choi, Power System Linkage between South and North in Korean Peninsular A Proposal with Supposed Situation, ICEE, 2001, 7
- [5] Y. J. Jang, S. S. Lee, J. K. Park and K. H. Kim, Scenarios based Power Flow Analysis for the Interconnection of Power Systems between South and North Korea, ICEE, 2001, 7

그림 8. 신포765kV와 서인천345kV 모선 연결. (남한 100MW 부하 증가시)