

**남-북 수도권과 영남지역의 전력연계를 위한 가설 시나리오 및 조류 계산**

\*이상성 \*\*박종근 \*\*문승일  
\*기초전력공학공동연구실 책임연구원 \*\*서울대학교 전기 및 컴퓨터공학부 교수

**Assumed Interconnection Scenario and Power Flow Analysis for S.K & N.K Metropolitan Areas and YoungNam Region**

\*Sang-Seung Lee \*\*Jong-Keun Park \*\*Seung Il Moon  
\*EESRI \*\*Seoul National University

**Abstract** - 본 논문에서는 남-북한의 수도권 및 영남 지역의 장기 전력 부족을 해결하기 위한 가설 방안을 제시한다. 이러한 방안은 첫째로 현재 건설중인 신포 원자력발전소에서 765kV로 송압하여 북한의 일부 부하집중 지역 (특히 평양주변)에 공급하면서 동시에 남한의 수도권 지역 (서울주변)에 전력을 공급하는 것이며, 두 번째 방안으로 일본 최남단 규슈와의 HVDC 전력연계를 시도하여 영남지역에 전력을 공급하는 것이다. 특히 남한은 향후 지속적인 전력 수요의 증가로 인한 발전력의 부족을 해결하는데 많은 어려움이 있으리라 예상된다. 본 논문은 가설 시나리오에 의하여 일본의 규슈와 남한의 영남 부산지역을 HVDC로, 한반도의 두 수도권은 765kV HVAC로 연계하는 가설 시나리오를 구성한 후 PTI사의 PSS/E Tool을 사용하여 조류계산을 실시한 다음 전력 분포도를 살펴보는 것이다.

**1. 서 론**

남한의 경우 경인의 수도권지역(서울을 중심으로)에 전체 전력수요의 42%가 수도권에 집중되어 있으며, 영남지역에 33%의 전력부하가 있다.

더욱이, 전력수요에 있어 증가 잠재량은 다른 어떤 나라의 경우보다도 높다고 할 수 있다. 2001년 1월에 수립된 제5차 장기 전력공급-수요에 의한 최대수요는 41,007MW로 기록되었으며, 2010년에는 60,718MW로 증가할 것으로 예측하고 있다. 이런 전력 수요의 증가추세를 유지하기 위한 발전소는 많이 증설되어야 할 것이며, 2010년에는 총 74,611MW로 현재의 1.5배로 증가하게 될 것으로 추정된다. 2020-2030년의 전력부하는 80,000MW를 넘어서, 현재 수준의 2배로 될 것으로 추정하고 있다.

역시 북한의 경우에 지금까지 국외·내에서 조사 되어 온 여러 문헌 및 논문에 의하면, 전력수요는 평양을 중심으로 한 수도권에 전력부하가 집중되어 있는 것으로 추정되고 있다. 게다가 북한 전력시스템은 매우 노후화 되어 취약한 상태에 있는 것으로 알려져 있다. 이런 상황을 대처하기 위한 하나의 대안으로 북한 수도권에 이르는 송전선로를 765kV로 보강하는 방법이 있을 것이다. 그 다음에 향후 건설예정인 신포 2,000MW의 원자력 발전소로부터 전력을 공급하여 평양을 주변으로 하는 수도권 지역과 서울을 중심으로 하는 경인 수도권으로 전력을 공급하는 방안이 있을 것이다.[1],[2]

남한과 일본의 규슈 지역의 연결방법은 해저를 통하여 선로를 구성해야 하므로 HVDC를 사용하여야 한다. 규슈지역에서 남한의 부산지역으로 전력을 흐르도록 하여야 하기 때문에 규슈측을 컨버터로 부산측을 인버터로

사용하여 구성하였다. 규슈지역은 주요 송전망을 구성한 다음 발전량과 부하량을 조사하여 PSS/E에 필요한 입력 자료를 만들었다.[3]

본 논문에서는 미국 PTI사의 PSS/E 상용 프로그램을 이용하여 조류계산을 실시하였다. 부하량의 변화는 2단계로 나누어서 실시하였다. 분석 지역은 일본의 규슈 지역과 한반도의 남한과 북한의 전지역이다.

**2. 남한-북한-일본의 전력계통 현황**

**2.1 남한의 전력계통**

남한지역의 전체 계통은 상당히 큰 시스템이므로 지역을 크게 전력관리처에 의한 지역과 행정구역에 의한 지역을 고려하여 크게 7개의 영역으로 분할하였다. 남한의 경우 주요 송전선의 모선전압은 345kV, 154kV, 66kV로 구성되어 있으며, 66kV의 선로는 점차 철거되어지는 추세에 있다. 765kV는 현재 건설된 것과 건설 중에 있다. 경인 지역과 영남지역은 부하 밀도가 높은 지역에 속한다. 특히 경인지역은 상당히 많은 양의 전력이 호남-중부와 영동으로부터 유입되는 북상 조류 현상이 나타난다.

제주지역은 HVDC를 이용해 호남지역에 속하는 해남과 연결이 되어 있다. HVDC계통은 12펄스, ±180kV, 300MW(150×2pole)용량이며, 길이는 96 km이고, 쌍극 1회선의 해저케이블로 전남의 해남변전소와 제주의 남창변전소를 연결하고 있다.

**2.2 북한의 전력계통**

북한지역의 계통은 본 논문에서 5개 지역으로 분할하였다. 북한 송전 계통도는 지금까지 밝혀진 자료에 의해 추정할 수 있다. 추정 자료에 의하면 북한은 북부 지역의 고지대에 풍부한 수력을 바탕으로 평안북도와 자강도에 수력 발전소가 집중되어 있고, 함경북도 지역을 중심으로 수력발전소가 집중되어 있다. 또한, 평양을 중심으로 화력발전소가 집중되어 있다. 북한의 발전량은 현재까지 약 7,000MW로 추정하고 있다. 송전계통도는 110kV와 220kV선로로 구성되어 있다.

**2.3 일본 전력계통**

일본은 북해도전력, 동북전력, 동경전력, 중부전력, 북육전력, 관서전력, 중국전력, 서국전력, 규슈전력의 총 9개의 전력회사로 구성되어 있다. 일본 9개 전력회사의

최대출력 순위는 동경전력, 관서전력, 중부전력, 규슈전력, 동북전력, 중국전력, 북육전력, 서국전력, 북해도전력으로 되어 있다. 송전전압은 500kV, 220kV, 110kV와 DC250kV로 구성되어 있으며, 주파수는 서부가 60Hz이고 동부가 50Hz로 되어 있다.

해외전력통계 '01에서 2000년 기준으로 볼때, 9개 전력사의 발전소출력은 수력이 33,765MW, 화력이 118,112MW, 원자력이 42,300MW로 총 194,177MW이다. 송전설비는 가공선의 경우 110kV 미만이 46,692km, 110kV 이상이 16,048km, 187kV 이상이 19,324km로 총 82,065km 이고, 지중선의 경우 110kV 미만이 9,333km, 110kV 이상이 909km, 187kV 이상이 624km로 총 10,865km 이다.

이중 규슈지역은 42,163 평방km의 면적을 지니고 있으며, 일본의 최남단에 위치하고 있다. 규슈전력의 발전량은 약 30,200MW이다. 송전선로는 주전압이 500kV와 220kV로 일부 110kV로 구성되어 있다. 발전소는 원자력, 화력, 수력 그리고 지열로 구성되어 있다.

원자력발전소는 규슈지역의 남서해안과 북서해안 끝에 위치하고 있다. 화력발전소는 북동해안과 북서해안에 주로 분포되어 있다. 수력발전소는 규슈의 중심하부와 상부 일부지역에 산발적으로 분포되어 있다. 지열발전소는 중앙북부에 일부 중앙남부에 위치하고 있다.

### 3. 전력계통 연계 및 조류계산

그림1은 조류계산을 위한 가상연결 시나리오를 나타내고 있다. 조류계산 시에 기준으로 잡는 슬랙모션은 일본의 경우 규슈지역의 Genkai, 북한지역은 신포, 남한의 경우 영남지역의 삼천포, 제주지역은 한림을 슬랙모션으로 정하였다. [4],[5],[6],[7],[8] 그림2는 남한-북한-일본에 대하여 연계가 되지 않은 경우(고립운전의 경우) 조류계산의 흐름도이다.

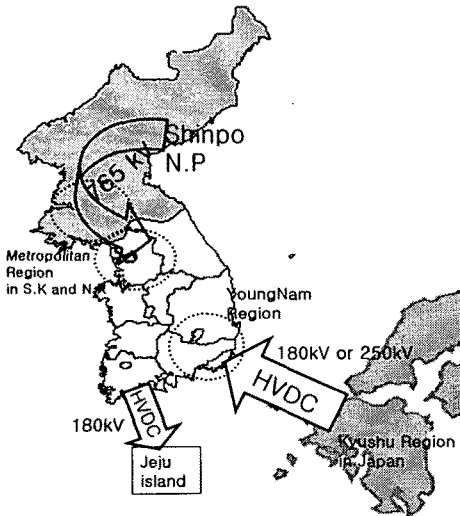


그림 1 남한-북한-일본간의 연계 가설 시나리오

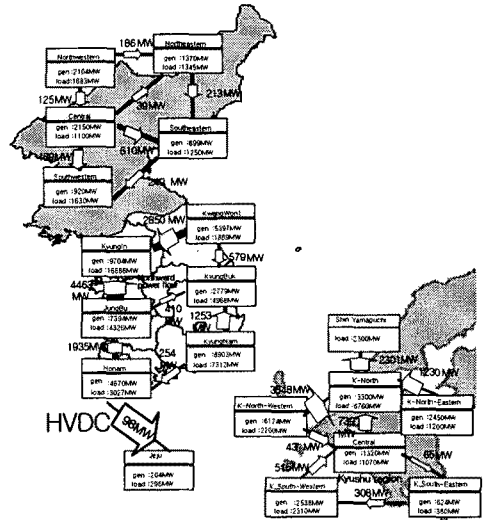


그림 2 남-북-일 연계하지 않는 경우(고립운전)

#### A. 시나리오 1 - 남한부하 1%증가 및 HVDC 50MW

그림3은 신포-양주-규슈간의 전력연계시 가설 시나리오에 의한 조류계산의 결과로 작성된 흐름도이다. 전력공급의 방향은 HVDC의 경우 일본지역에서 한반도의 영남지역으로 50MW의 전력이 흘러 들어오도록 하고, HVAC(765kV)의 경우 신포와 양주를 연결하여 남한의 전체부하를 1%증가시켜 조류계산을 실시하였다.

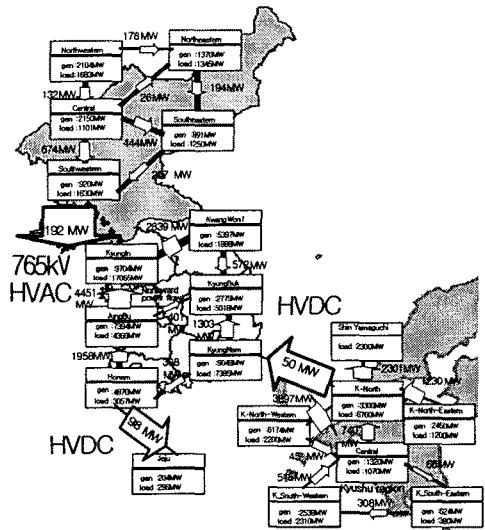


그림 3 신포-양주-규슈간의 전력연계 (남한부하의 1%증가와 규슈 HVDC 50MW)

그림3에서 나타난 바와 같이, 남한 경우의 일부지역의 적은 량을 제외하고는 영남-호남-중부-경인과 영동-경인으로 복잡조류형태를 보이고 있다. 역시 일본의 규

슈의 경우 대부분이 남쪽에서 북쪽으로 흐르는 북상조류의 형태를 나타내고 있다. 북한의 경우는 대부분 남하조류의 형태를 보이고 있다.

**B. 시나리오 2 - 남한부하 5%증가 및 HVDC 200MW**

그림4에서와 같이 전력공급의 방향은 HVDC의 경우 일본지역에서 한반도의 영남지역으로 200MW의 전력이 흘러 들어오도록 하고, HVAC(765kV)의 경우 신호와 양주를 연결하여 남한의 전체부하를 5%증가시켜 조류계산을 실시하였다. 이 경우 그림 4에서와 같이 북한의 일부 지역은 조류흐름의 방향이 바뀌어 나타나고 있다.

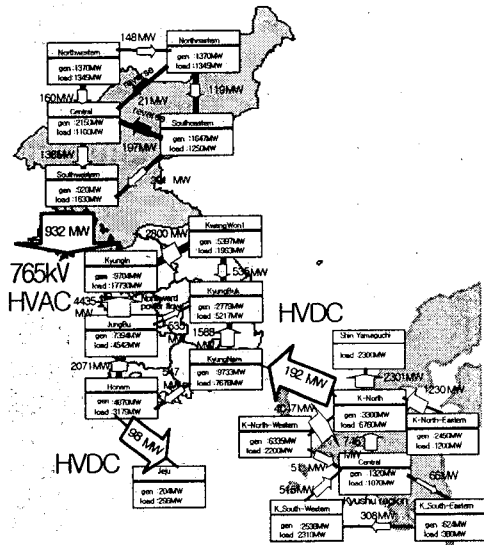


그림 4 신호-양주-규슈간의 전력연계 (남한부하의 5%증가와 규슈 HVDC 200MW)

**4. 시나리오별 조류 흐름 분석**

표1과 2에서는 각 시나리오 별로 조류 계산을 하였을 때, 신호에서 양주, 일본 규슈에서 남한 부산지역으로 유통되는 전력량을 나타낸 것이다.

표 5. 신호⇒양주 765kV HVAC에 의한 전력 흐름

남한의 부하량 1% 증가 남하조류 (38,391.6MW→38,775.55MW)	남한의 부하량 5% 증가 남하조류 (38,391.6MW→40,311.22MW)
<b>192MW</b>	<b>932MW</b>

표 6. 규슈⇒부산 HVDC에 의한 전력 흐름

규슈에서 전력공급량	50MW	200MW
조류계산결과 (규슈⇒부산)	50MW	192MW

**5. 결 론**

본 논문에서는 남-북 수도권 및 영남지역의 장기 전력 부족을 해결하기 위한 가설 방안이 제시되었다. 이 방안은 한반도 일부 지역에 전력을 공급하여 예비율을 증가시키는 것이 목적이었다.

제안된 가설 시나리오에서 나타난 바와 같이 남-북한 수도권 및 남한의 영남 지역을 주변으로 전력량이 증가됨을 알 수 있었다. 남한 경우 전체 조류의 흐름은 경인 수도권 주변의 전력량증가를 보이면서 북상조류형태를 보였다. 역시 일본 규슈의 경우 대부분이 남쪽에서 북쪽으로 흐르는 북상조류의 형태를 나타내었다. 북한의 경우는 대부분 남하조류의 형태를 보였다.

본 연구는 동북아 지역(러시아-중국-몽고-북한-한국-일본)의 전력연계방안의 일부분으로서 연구되었다.

본 연구는 한국과학기술기획평가원(KISTEP)의 특장 연구개발 과제로 이루어진 연구입니다.

**[참 고 문 헌]**

- [1] 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", pp. 1910-1914, Vol. 3, ICEE, 2001, 7
- [2] J. I. Nahm, "Electric Power Supply in Korea & The KEDO Project", 2002
- [3] 이상성, 장광수, 박종근, "한반도와 일본의 전력연계 시나리오 및 조류계산", pp. 316-319, Vol. 1, 대한전기학회 하계 학술대회, 2002, 7
- [4] 장용진, 이상성, 이상호, 박종근, 김광호, "시나리오에 의한 한반도 전력연계 조류계산", 2001년도 대한전기학회 춘계 학술대회 논문집, 원광대, 2001년 5월, pp.206-209
- [5] 장광수, 이상성, 박종근, "한반도 765kV 전력시스템 연계 시나리오 및 조류계산", pp. 63-66, Vol. 1, 대한전기학회 하계 학술대회, 2002, 7
- [6] 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", pp. 385-388, Vol. 1, Proceedings of ICEE 2001, Xian, China, 2001, 7
- [7] S. S. Lee, G. S. Jang, J. K. Park, T. Honma, and T. Minakawa, "Scenario and Power Flow Analysis for 765kV Interconnection between South and North Korea", pp. 292-295, Vol. 1, Proceedings of ICEE 2002, Jeju, Korea, 2002, 7
- [8] S. S. Lee and J. K. Park, "765kV Interconnection Scenarios and Power Flow Analysis in Korean Peninsular", Irkutsk, 3rd International Conference ECNEA-2002, Sep. Russia, pp. 191-197, 2002, 9