



동북아 전력계통연계 고려사항

김 경 식

한국전력기술인협회 선임연구원 겸 에이스기술단 연구소장, 기술사

1. 머리말

전기에너지가 가지고 있는 기본적인 특성을 고려한 일반적인 전기에너지의 특징은 대용량 저장의 어려움이다. 즉, 전기에너지는 타 에너지에 비해 사용상 편이성과 고급 에너지로서의 장점을 지니고 있지만, 동시에 석유, 가스, 수력 등의 타 에너지와 달리 대용량 저장이 불가능하다는 가장 큰 특징을 가지고 있다. 또한 전기에너지는 대용량 저장이 불가능한 특징을 가지고 있지만, 수요는 항상 변동하기 때문에 공급 또한 실시간 적으로 수요를 충족시켜야 한다. 만약, 수요와 공급 간에 불균형이 발생하면 전압과 주파수가 변동하고 이에 따라 전력계통의 안정성이 위협 받으므로 전력계통에서는 매 시점마다 수요-공급의 균형이 요구된다.

전력계통은 상시적으로 수요예측 오차의 발생과 고장 등으로 인한 공급력 차질이 발생할 수 있다. 따라서 전력계통 운영 시에는 이러한 경우에 대비하여 항상 공급 예비력 확보 등의 긴급상황에 대비한 조치가 요망된다. 전력계통에서 수요와 공급력은 항상 변동하는데, 이는 주파수와 전압 등의 전기품질은 물론이고 계통 안정도에도 영향을 미친다. 따라서 일정 수준 이상의 전기품질 유지와 전력계통의 안정성 확보를 위하여 전력계통 운영 시에 주파수, 전압변동 및 정전시간 등의 전기품질은 일정 범위 이내로 유지되어야 한다.

이와 같은 전기에너지의 공급과 관련된 장기적인 수급 계획을 수립할 때에는 최소비용으로 경제적인 공급, 전원 구성의 다양화 및 설비 공급의 예비력 확보, 기후협약에 따른 환경문제 해결, 국내 전력산업 문제 극복 등을 고려하여야 한다.

이러한 사항을 고려한 가장 합리적인 대안 중의 하나가 국가간 전력계통연계라고 할 수 있다.

최근 몇 년 동안 동북아지역 전력계통연계의 문제가 점점 더 관심과 활동 속에 연구되고 있으며 동북아에서 에너지 통합과 관련한 여러 국제회의에서 제안되고 있다. 러시아, 북한, 한국, 그리고 중국에서도 많은 연구기관과 단체들이 이 지역에서의 국가간 전력연계에 대한 연구를 수행하고 있다.

2. 최근 수행되는 연구

국가간 전력연계 효율성의 추정에 대한 일반적인 방법론적 접근과 각 문제점들을 해결할 수 있는 방법의 개발, 그리고 이에 필요한 수학적 모델이 강조되고 있으며 이러한 연구는 특정한 국가간 전력연계의 효율성을 추정할 때 얻어지는 경험에 기초를 둔다.

국가간 전력연계의 효과를 추정하는 문제는 아주 복잡하고 다양하다. 국가간 전력연계를 이룸으로써 얻게 되는 설비용량의 감소 및 경제적, 환경적, 재정적인 이점을 추

정할 필요가 있다. 이러한 이점은 국가간 전력연계의 건설에 소요되는 비용과 비교가 되어야 하며 또한 각 참여 국가들에 돌아가는 비용과 이점들을 결정할 필요가 있다.

국가간 전력연계는 전체적으로 혜택을 받는 이점이 국가간 전력연계에 참여한 각 국가에서 부담한 총 비용을 상회하면 효과가 있는 것으로 생각할 수 있다. 동시에 각 국가 전력이 상호 연계된 후에 각각에 서로 의존하게 되는 소비자들에게는 전력 공급으로 참여국에 에너지 안보를 제공할 필요가 생기게 된다.

국가간 전력연계의 효과를 추정하는 방법론적인 접근은 연구와 상호 토론의 과정에서 형성되며, 이는 수학적 모델의 도움으로 상호 연관된 문제에 대한 솔루션을 상징하게 되며, 이 과정에서 가장 중요한 문제는 다음과 같은 것이다.

- 상호 연계될 전력계통의 발전용량 믹스와 국가간 전력연계로 송전할 수 있는 송전용량의 최적화
- 국가간 전력연계로 발전소와 조류의 관점에서 단독계통의 일일 운전조건 분석
- 국가간 전력연계 내 비상 정지율을 고려한 연계 단독망의 신뢰도 지수의 결정
- 각국에 대한 국가간 전력연계로 얻어지는 이점 및 전력거래 가격의 결정
- 참여 국가간 전력연계 건설비용의 할당

문제의 대부분은 두 가지 경우로 해법을 내야 하는데 각 전력계통 단독운전의 경우와 연계운전의 경우이고, 이러한 두 가지 대안에서 얻어진 결과를 비교함으로써 평가하고자 하는 국가간 전력연계 건설의 이점을 찾을 수 있다.

전반적으로 얘기하면, 동북아지역에서 국가간 전력연계에 대한 평가와 타당성 연구를 위한 방법론은 다른 지역과 비교하여 더욱욱 개발이 되고 새로워져야 한다는 것이다. 그 이유는 이 지역의 특이한 현상들 즉, 서로 다른 경제규모, 전력산업, 연중 최대부하가 계절에 따라 다르

다는 점, 다양한 전력계통에 다양한 주파수, 장거리 선로, 경과지의 어려움 등이 국가간 전력연계를 어렵게 한다는 점이다. 따라서 이 지역에서의 전력연계와 국가간 상호 전력을 연구하기 위해서는 새로운 접근법, 방법론 및 수학적 모델이 개발되어야 한다.

3. 동북아지역에서의 전력망 연계 장애

동북아지역에서 전력계통연계를 연구함에 있어 방법론이 부족하다는 점 이외에 다른 장애 요인들이 있는데, 이들은 서로 다른 특징과 극복해야 할 여러 가지 방법이 필요하다. 주요 장애는 다음과 같다.

▶수입국의 외부 전력공급에의 의존

전력 상호 연계는 각 나라 수입국들의 국가 에너지 안보 수위를 낮춘다. 왜냐하면 그들로 하여금 외부 전력공급에 의존하도록 하기 때문이다. 이는 전력공급과 거래를 함에 있어 조건과 보장성의 측면에서 참여국 간에 양자간, 다자간 협약이 결론적으로 필요하게 되는 이유이다.

▶다양한 국가간 전력산업에서 다른 기술기준

교류 주파수가 동북아지역 각 전력계통에서 서로 다르다는 점이다. 러시아, 중국, 몽고, 일본의 북쪽은 50Hz이고 북한, 한국, 일본 남쪽은 60Hz이다. 그러므로 그러한 전력계통을 상호 연결하기 위해서는 직류 송전선로가 필요하다. 주파수가 같아 하더라도 동북아 각국의 다양한 전력계통을 제어하고 품질을 유지하기 위해서는 서로 다른 접근 방법이 필요하다. 이 또한 직류 연결을 함이 더 바람직하다는 것이다.

▶각국의 에너지 관련 법

동북아 제국간 에너지 입법은 상호 일치되어야 하며, 국제법이 동북아지역에도 적용되어야 한다. 특별 실무구

를 이루어 이러한 도전에 맞서야 하며 동북아 국가간 특별한 전력연계에 대한 정치적인 결정이 이루어질 때에는 그러한 실무그룹은 반드시 필요할 것이다.

▶장거리, 경과지의 어려움 및 국가간 전력연계에 고비용 소요

예를 들어 극동에서 폭이 넓은 강을 건너야 하는 일본, 러시아 간의 해협횡단 등이 이 지역에서의 국가간 전력연계를 매우 어렵게 하며, 직류연계가 실질적으로 전력손실을 줄이게 될 것이며 광폭의 강이나 바다를 건너는 데에는 해저케이블이 사용될 것이다.

▶재원 조달

동북아지역에 있는 몇 나라에서는 자금 조달이 문제가 된다. 특히 러시아이다. 희망적으로 장차, 국가 경제가 회복되면 러시아에서 전력연계 프로젝트의 재원조달 문제는 완화가 될 것이며 일본, 한국 및 동북아 외에 몇 나라들이 동북아 국가간 전력연계에 투자를 할지도 모른다. 그렇지만 먼저 투자를 유치케 하는 조건들이 이 지역에서 형성되어야 한다.

▶국가 간의 정치적 긴장

이 장애가 또한 동북아지역에서 발생되지만 전력연계 자체는 이 지역의 정치적 분위기를 개선하는데 하나의 도구가 될 수 있을 것이다.

▶정부간 기구

이 지역에는 국가간 전력연계를 증진시킬 만한 그리고 지원할 수 있는 정부급 기구체가 없다. 만일 지금까지는 존재해 오지 않았던 경제산업 협력분야의 동북아 정부간 조직체가 결성되고 조직체의 영향권 하에서 프로젝트의 개발이 수행 된다면 프로젝트는 더 성공적으로 나아갈 수 있다.

4. 장래의 연구 방향

가장 시급하고 예견되는 문제에 대한 동북아 각국 연구자들의 노력을 결집시키고 협조하는 것이 매우 중요하다. 국제회의, 모임 등을 통한 토론뿐만 아니라 연구의 경험과 현재의 상황이 앞으로의 연구방향을 가늠하게 한다.

- 동북아에서 전력연계의 예비 타당성 검토를 위한 방법론의 수용과 합동 토론 및 검토
- 동북아에서 국가간 전력망 연계 건설에 장애요인을 극복할 수 있는 방법의 확인
- 이 는 아마도 특별한 국제 워크숍이나 회의를 통해서 가능할 것이다.
- 가장 유력한 우선적 국가간 전력계통망 연계의 예비 타당성 검토
- 러시아, 한국 및 노틸러스 워크숍 등에서 진행되고 있는 극동러시아-북한-한국 연계이며, 북한 일본 망을 확장 연결할 수 있는 안이다.
- 예비 타당성 검토를 위해 필요한 국가전력계통에 대한 정보의 수집과 준비
- 모든 나라로 하여금 필요한 정보를 준비하고 협력하고 확인하는 일들이 아주 중요하며 특별한 주의가 요구되는 아주 힘든 일이다.

5. 극동러시아-북한-일본-한국 전력연계 예비 타당성 검토 범위

- ▶상호 연계 전력계통의 용량 믹스와 국가간 연계망의 전송능력 최적화
- 최적화를 위해서는 각 전력계통의 운용비뿐만 아니라 연계망을 포함한 새로운 발전소와 전력을 고려하여야 한다.
- ▶각 전력계통의 일일 운전조건의 분석과 최적화
- 이 과제는 연중 사계절의 전형적인 평일과 주말의 각

전력계통의 단독 및 연계운전 해법이며 서로 다른 발전소의 운전 시방을 만들어 내는 등 여러 가지 결과를 낳게 될 것이다.

▶국제간 전력거래의 가격 결정

이는 각국에 대한 국가간 전력계통연계 효과를 평가할 때 전력의 수입, 수출비용을 추정하는데 있어 중요하다. 수출가격이 상승하면 수출국에는 효과가 증가하겠지만 상대적으로 수입국에는 효과가 감소한다. 여기서, 가격을 변화시킴으로써 전체 효과를 재분배하는 것을 가능케 하며 전체적으로 전력연계 효과를 성취할 수 있고 각 국가에는 효과가 긍정적이 되도록 한다. 전력거래 가격을 결정할 때에는 국가간 전력연계에 의한 전력조류의 모드를 고려하여야 한다.

▶각 전력계통의 신뢰도 지수의 결정

전력계통의 신뢰성이 부족하면 각 전력계통 연계 구조를 변경하거나 예비력을 증가시켜야 할 필요가 있을 수 있다.

▶환경 이점 및 영향의 추정

화력발전소에서 배출하는 유해 물질, 즉 황화물, 질소산화물, 탄산가스, 분진 및 기타 배출 유해물질의 양을 경감함으로써 환경적인 이익을 가져다주는데 동시에 부정적 측면의 환경적 영향도 있다. 국가간 전력연계가 가져다주는 환경적 이점과 영향을 비교 평가하고 연료 사이클을 고려한 여러 종류의 발전소 형태도 연계망의 효과를 평가하기 위해 고려해야 할 사항이다.

▶연계의 주요 요소와 전체적인 비용 결정요인으로서의 국가간 전력계통연계

보장할 부분이 있을 경우 교류 전력계통의 추가 보상장치나 필터 등 추가사항까지를 고려한 전반적인 비용을 고려한다.

▶재정적인 효과의 추정

전력을 수출할 목적으로 건설되는 경우 그러한 평가는 표준적인 방법에 의하여 수행이 되어야 한다.

구조물의 개발과 주요 파라메타 선택 시 기술적 경제적 특성의 최적화 및 신뢰성 고려, 즉 변환소 용량 및 각 변환기 블록 전압 레벨, 도체 직경 등이며, 최적의 송전선로 설계 결정시 전압 레벨, 도체 직경, 기후 영향, 선로 경과지의 지리적 특징, 선로 경과지상 산악 높이, 참여국 영토 내 송전선로 루트 선정 및 직류 전력계통에 연결을 위한 각국 변환소 부지 선정 및 개발, 제어 시스템의 개발, 변환소 연결지점 선정 목적의 운전조건 조사 수행을 한다.

각 국가에 대해 국가간 연계망이 미치는 복합적인 이익의 확인 작업, 참여 국가간에 국가간 전력연계 건설비용의 분담, 원칙적으로 비용은 협상을 포함하여 여러 방법에 의해 배분될 수 있으며 합리적으로 보이는 방법 중 하나는 연계 되는 효과에 비례하여 비용을 분담하는 방법일 것이다.

6. 맺음말

동북아에서 가능성이 보이는 국가간 전력연계에 대해 심도 있는 논의가 여러 국제회의 및 워크숍을 통하여 이루어지고 있다. 동북아지역에서의 전력계통연계에는 적지 않은 장애가 있으나 참여국가간 협력과 노력으로 극복되어야 한다. 동북아지역에서의 전력망 연계를 검토하는데 이미 방법론과 수학적 모델이 있지만 이들은 더욱 개발이 되어야 할 것이다. 국제적인 타당성 검토가 복합적으로 이루어져야 할 것으로 보이며 극동러시아-북한-한국을 잇는 계통망에 향후 중국과 일본이 가세하여 전력경제와 청정환경을 실현시키는 이른바 평화망(PEACE; Power Economy and Clean Environment Network)의 시나리오를 가지고 기술적, 경제적, 신뢰성, 환경적인 그리고 체계적인 문제들이 논의 되어야 하고 또 이루어지기를 기대해 본다. ■