

# 발전 신기술을 적용한 북한 발전설비 현대화 남북협력 방안\*

신정수 | 에너지경제연구원 연구위원 | jsshin2@keei.re.kr

## I. 연구개요

현재 북한경제가 처해 있는 총체적인 기능 저하는 일차적으로 전력 공급의 부족에서 기인한다. 이러한 측면에서 북한이 개혁·개방을 통해 정상국가화할 경우, 북한경제를 복구하고 중장기적 성장기반을 갖추기 위해 가장 먼저 고민해야 할 분야는 바로 ‘전력공급능력 확충’일 것이다. 북한 발전부문의 확충 방안은 기존설비 개보수와 신규설비 건설로 구분될 수 있는데, 신규설비 건설의 경우 비용적인 측면뿐만 아니라 장시간의 공사기간 소요로 인해 북한의 정상국가화 이후 경제복구 개시를 위한 시의적 전력공급이 어렵다는 문제가 있다. 한편, 기존 설비 개보수는 현존 설비를 현대화하여 활용도를 제고하고 신규 설비가 본격적으로 도입되는 시기까지의 전력 공급능력 확충을 담당할 수 있다는 점에서 유력한 수단이라 할 수 있다.

이에 본 연구는 북한 발전설비 현대화와 관련하여 북한의 기존 설비들이 본원적으로 가지고 있는 결정적 약점인 매우 오래된 기술로 건설된 비효율적이며, 환경 비친화적 설비라는 점에 주목하여 이를 개선할 수 있는 기술적 대안을 적용하는 남북협력 시범 프로젝트 구상 차원에서, 현대화 대상 발전소를 선정하고 구체적인 기술적, 경제적 협력방안을 설계하였다.

화력발전설비 개보수 방안으로는 북한의 현존 노후 미분탄 발전소를 고효율, 친환경 발전기술인 순환유동층(Circulating Fluidized Bed Combustion: CFBC)발전 설비로 현대화하는

\* 본고는 「에너지경제연구원, 한국수력원자력(주), 한국전력기술(주), KDB산업은행, 북한자원연구소」의 공동연구로 수행된 「남북협력을 위한 발전 신기술 활용방안 연구」, 에너지경제연구원, 2018. 9의 내용을 요약한 것임.

방안을 검토하였으며, 수력발전의 경우 우리나라가 신규 개발한 국산수차를 활용하여 북한의 노후 수력설비를 현대화하는 방안을 검토하였다. 북한 화력발전 설비 현대화 협력사업은 청진화력발전소를 대상으로 하였으며, 수력발전 설비 현대화 협력사업은 장진강수력발전소를 대상으로 하였다. 또한 투자 원리금 상환 방안으로는 북한의 갈탄을 활용하는 방안을 설계하였으며, 상환 방식은 북한 당국이 투자 원리금을 합의된 기간에 걸쳐 분할 상환하는 투자상환계약 방식을 제시하였다.

## II. 북한 화력발전 리파워링(Repowering) 협력사업 방안

본 연구에서는 발전 연료인 석탄 조달이 용이한 발전소의 지리적 위치와, 개보수 협력사업의 투자원리금 상환 수단인 석탄(갈탄)의 남한 반입이 용이한 부두에 대한 접근성을 고려하여, 갈탄이 폭넓게 매장되어 있고 부두로의 접근성이 비교적 용이한 함경북도 지역의 발전소 중에서 설비가 가장 노후화된 청진화력 1, 2호기를 대상으로 순환유동층 발전기술을 적용한 리파워링 방안을 검토하였다.

리파워링 효과 분석 결과, 신규 순환유동층 보일러의 추가와 터빈사이클의 개보수를 통한 열효율 상승분은 약 3.5~6.5%p 수준으로 추정되었으며, 발전소 종합열효율은 발전단 기준 25.2%(보일러 효율 70%, 터빈사이클 효율 36%로 가정)에서 31.7%(보일러 효율 82.3%, 터빈사이클 효율 38.5%)로 6.5%p 개선이 가능한 것으로 추정되어 연료사용량(석탄사용량)은 이용률을 80%로 가정할 경우 500,371ton/년(2개 호기)에 이를 것으로 추정되었다. 건설공사비는 국내의 유사사례 공사비를 기준으로 물가상승률 및 용량보정을 고려하여 산정하였으며, 물가상승률은 연 2%, 환율 1,150원/USD, 연간 이자율 4.5%/년, 차입률은 총 공사비의 70%로 가정하였으며, 건설공정은 1호기와 2호기의 단계별 착수 및 준공을 전제로 하여 총 24개월을 기준으로 하였다. 이상의 전제로 청진화력 1호기와 2호기 대상 리파워링 비용을 추정한 결과, 리파워링 단가는 1,310천원/kw~1,800천원/kw, 총 비용은 1,310억원~1,730억 원에 이를 것으로 추정되었다. 또한 투자비용에 대한 대가로서 갈탄 상환량을 추정한 결과, 전체 투자비용에 대해 상환기간 20년, 연간고정비 15,503백만원/년, 연간발전량616,704MWh, 할인율 7%/년 적용시, 갈탄 상환량은 373천톤/년에 이를 것으로 추정되었다.

### III. 북한 수력발전 개보수 협력사업 방안

수력발전용 국산수차 기술개발은 민·관 협력 형태로 사업기간 52개월(2012. 6~2016. 9), 사업비 266억원을 투입하여 15MW급 프란시스 수차에 대한 독자기술을 확보한 바 있다. 이에 본 연구의 북한 수력발전 개보수를 위한 적용기술로서 15MW급 국산 프란시스 수차기술의 적용을 전제로 하였다.

북한 수력발전소 중 노후 프란시스 수차발전소를 운영중인 발전소(7개소 총 61개 호기) 중에서 장진강수력 3호기(14.5MW×3기, 1937년 준공)는 운전경과 연수가 80년 이상 된 노후 발전소로서 개보수의 필요성이 크고, 단위 발전기당 용량이 14.5MW로서 국산 프란시스 수차(15MW)와 발전기 및 제어시스템 적용이 용이하다는 측면에서 북한 수력발전 개보수 대상 발전소로 선정·검토하였다. 개보수 효과 분석 결과, 수차를 국내개발 15MW 수차로 교체하고, 발전기, 전기설비 및 제어설비를 개보수함으로써, 설비용량 1.5MW 증가와 종합효율 4.3%p 상승을 통하여 발전량은 5%p 증가(1,275만kWh)할 것으로 추정되었다. 건설공사비는 최근 수차국산화 사업이 완료된 섬진강수력발전소와 개보수사업을 완료한 의암수력발전소의 세부 공사비 자료를 기초로 하여 추정한 결과, 총 기자재비는 29,384,330천원, 설비용역비 1,064,152천원, 시공비 1,956,667천원, 기타경비 1,922,339천원으로 추정되었다. 이에 총 비용은 343.3억원, 호기당 전체 비용은 114.4억원으로 추정되었다. 투자비용 회수를 위한 갈탄 상환량 추정 결과, 상환기간 20년, 연간고정비 3,727백만원/년, 연간발전량 258,832MWh, 할인율 7% 적용 시, 갈탄 상환량은 90천톤/년에 이를 것으로 추정되었다.

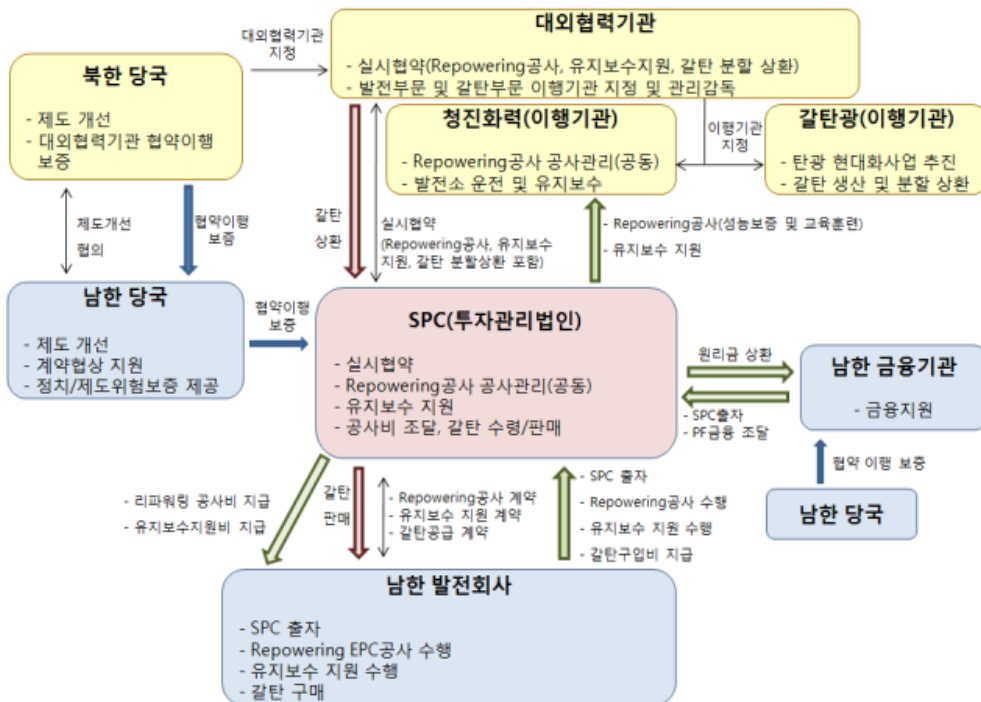
### IV. 북한 발전설비 현대화의 남북협력 사업구조

본 연구에서는 북한 발전설비 현대화사업의 투자(공사·비용 부담)를 남한이 추진하고 그에 대한 비용회수 방안으로 북한의 갈탄을 분할 상환하는 방식을 제시함으로써, 남북 에너지협력 사업에서 비즈니스 차원의 지속가능성을 확보하고자 하였다. 구체적인 사업구조를 살펴보면, 남한의 민간 금융기관과 투자자들로 구성·설립된 SPC(특수목적법인)가 프로젝트 파이낸싱을 통해 북한 발전설비 현대화사업을 추진하고, 남한 발전회사에서 현대화공사와

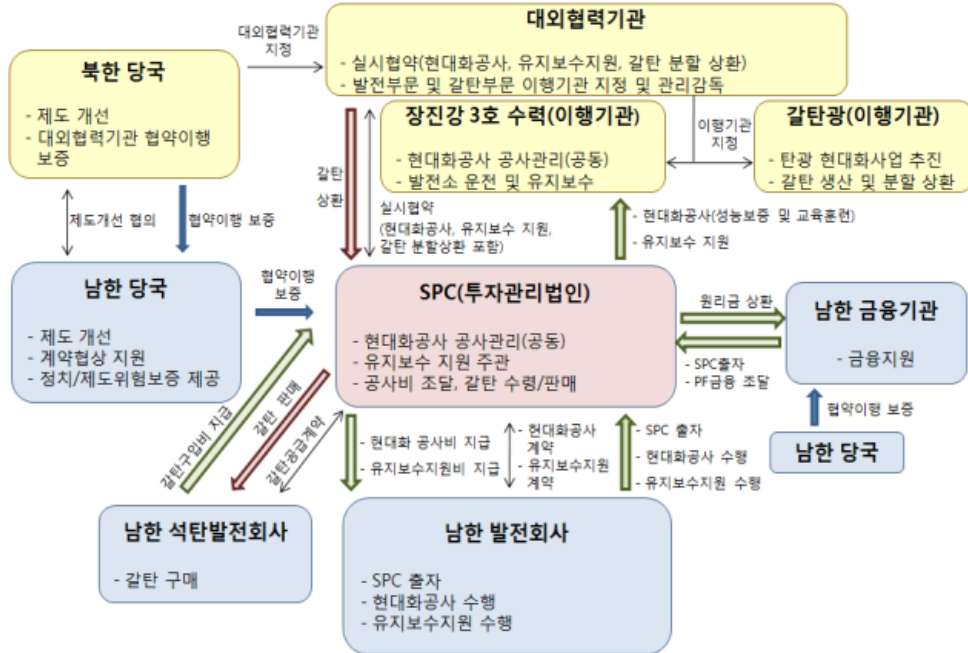
유지보수지원을, 북한에서 발전소 운영을 담당하며, 상환재원인 갈탄은 SPC를 거쳐 수령 및 판매되어 차입자금을 상환하는 방식을 기본 골격으로 하고 있다.

그러나 남북 협력사업 추진의 가장 큰 걸림돌은 기존의 개성공단과 금강산 관광사업의 경우처럼 ‘북한 리스크’라는 변동성 때문에 안정적 투자회수에 대한 불확실성이 매우 크다는 것이다. 이에 본 연구에서는 ‘북한 리스크’의 저감을 위하여, SPC와 북한 당국이 지정하는 대외협력기관 간의 투자비상환계약(실시협약)과 함께, 남북한 당국 간의 협약이행 보증을 실시하고 다시 남한 당국에서 SPC에 협약이행 보증을 제공하는 형식의 사업구조를 제시하였다. 본 절의 그림들은 이상의 사업 구조를 청진화력 리파워링 사업과 장진강수력 현대화 사업에 적용한 사업구조 방식을 보여주고 있다.

[그림 1] 청진화력 리파워링 협력 사업구조



[그림 2] 장진강수력 3호발전소 개보수 협력 사업구조



## V. 결론

본 연구는 북한의 비핵화 진전과 UN의 대북제재 해제를 전제로 하여, 북한의 전력공급능력 확충을 위한 북한 발전설비 현대화 남북협력사업 방안을 제시하고 있다. 특히 사업 이행 SPC(특수목적법인) 설립, 남북한 당국의 역할, 갈탄 상환을 통한 투자비 회수 등 실제 남북 에너지협력 프로젝트가 실행될 경우 예상되는 비즈니스 모델을 구체적으로 제시하고 있다.

그러나 이러한 비즈니스 모델이 성공적으로 추진되기 위해서는 무엇보다 정부의 적극적인 역할이 요구되는데, 특히 북한에는 우리 기업의 협력 파트너로서 의사결정권을 갖는 기업이 없기 때문에 협력사업 추진에 관한 북한 당국과의 사업추진 합의에 대한 우리 정부의 역할이 필요하다. 또한 ‘북한 리스크’의 경감을 위하여 남북 정부 당국이 합의한 협력사업의 이행을 보증하는 ‘협약이행 보증’을 SPC에 제공함으로써, ‘북한 리스크’로 인한 사업 중단 시 정부의 보상이라는 안전장치 확보와 함께, 동 이행보증을 금융기관에도 제공함으로써 SPC의 프로젝트

파이낸싱이 용이하도록 하여 남북 협력사업에 대한 민간 참여 유인을 확대할 수 있어야 한다. 이러한 정부의 역할을 통해 시범적인 남북협력 사업들이 성공적으로 전개되어야 보다 많은 협력 사업들이 민간부문에서 설계될 수 있을 것이다.