

해외 전문가 칼럼 | 2023년 9월

인도네시아 원자력산업 시장현황 및 진출방안

들어가며

인도네시아는 1950년대부터 원자력 에너지를 연구해 왔으나 다양한 사회, 정치적 장애물로 인해 실질적인 원전 건설은 이루어지지 않았다. 그러나 최근에는 재생에너지 도입 지연과 정부 지원의 확대로 원자력 에너지에 대한 관심이 높아지고 있으며, 여러 국가와 기업들의 인도네시아 원전 시장 제안 활동이 진행되고 있다.



인도네시아의 원자력 에너지 역사는 1950년대에 미국의 태평양 핵실험에 따른 우려로 시작됐다. 당시 대통령 소카르노(Soekarno)는 인도네시아 해양에서의 방사능 수준을 조사하라고 지시했고, 이를 계기로 '인도네시아 원자력청(BATAN)'이 설립됐다.

1970년대부터 인도네시아는 전력망에 원자력을 도입할 계획을 적극적으로 검토했으며, 이를 BATAN

이 주도했다. 그러나 당시 정부 체제에서는 원자력 도입 계획이 성사되지 않았다. 일부 원자로 설계와 기술은 검토되었으나, 정부의 미흡한 지원으로 인해 원자력 연구와 개발은 정체 상태에 머물렀다.

이후 원자력 에너지에 대한 정부 지원은 미미했다. 중부자바 지역에서 원자력 발전소 건설 계획이 수립되었으나, 2007년에 비정부기구(NGO)와 현지 주민들의 반대로 인해 계획은 전면 중단됐다.

R. Adkika Putra Dwijayanto

·인도네시아 국가연구혁신청(BRIN)¹⁾
원자로기술연구센터 선임연구원

1) 국가연구혁신청(BRIN): 인도네시아 대통령 직속 연구기술 총괄 독립기구로, 인도네시아 국가 R&D 기획 및 집행을 총괄

그러나 2020년대 이후로는 재생에너지 도입이 더디게 진행되는 상황에서 원자력 에너지에 대한 관심이 다시 높아지고 있다. 특히 소형모듈원전(SMR)과 4세대 원전(Gen IV) 개발에 대한 기업들의 활발한 연구 개발이 이루어지면서, 인도네시아 정책 입안자들은 원자력 에너지를 다시 주목하기 시작했다.

인도네시아의 원전 도입 논의 상황

인도네시아에서 원자력 발전 도입에 필요한 대중과 정부의 신뢰를 얻는 것은 길고도 지난한 과정이었다. 특히 안전성에 대한 대중의 의구심과 인도네시아의 기술 역량에 대한 불신을 극복하기 위한 노력이 지속됐다.

2014년에는 BATAN이 10MWt 실험로(RDE) 프로젝트를 시작했다. 이 설치는 당시 인도네시아가 독자적으로 개발한 것으로 평가받았으나, 사실은 중국의 HRT-10을 기반으로 했다. 그럼에도 불구하고, 이 RDE 프로젝트는 원자력 발전소의 설계, 제조, 가동 등에 대한 인도네시아의 기술 역량을 증명하는 데 일조했다. 이 프로젝트는 2019년에 미공개된 이유로 중단되었지만, 그동안 쌓인 기술적 기반은 현재까지도 영향을 끼치고 있다.

대중의 신뢰 증대와 정부 지원의 개선 덕분에 인도네시아의 국가 에너지 마스터플랜(National Energy Masterplan)에서 원자력 에너지에 대한 정책은 점점 더 수용적으로 변화했다.

이러한 변화는 원자력 에너지 기업들에게 SMR과 4세대 원전을 중심으로 인도네시아 시장에 진출할 수 있는 새로운 기회를 제공했다. 인도네시아는 여러 국가의 원자력 에너지 기업의 참여를 환영하고 있다.

예를 들어 러시아의 국영 원전 기업 로사톰(Rosatom)은 인도네시아 정부에 원자력 발전소 건설을 여러 번 제안했다. 초기에는 대형 VVER 원전이 주된 제안사항이었으나, 이후에는 인도네시아 수도 이전 계획에 따라 부유식 원자력 발전소로 제안을 수정했다. 그러나 현재까지 인도네시아 정부가 이에 대해 긍정적인 결정을 내린 적은 없다.

2000년대에 인도네시아는 한국전력공사(KEPCO)와 한국수력원자력(KHNP) 등 두 개의 한국 기업과 양해각서(MOU)를 체결하여 한국의 OPR-1000 원전 건설의 타당성을 조사하려고 했다. 그러나 이 계획은 결국 실행되지 않았다.

2016년부터 토르콘(ThorCon) 컨소시엄은 인도네시아 정부에 자사가 개발한 토륨 용융염 원자로(TMSR) 설계의 프로토타입 건설을 제안했다. 하지만 이 용융염 원자로(MSR) 설계는 아직 검증되지 않은 4세대 기술이라는 점에서 문제가 발생했다. 이에 따라 인도네시아 원자력규제청(BAPETEN)은 안전성 측면에서의 추가 입증을 요구했다. 토르콘은 이러한 세부 설계 요구사항에 신속하게 대응하지 못해, MSR 설계의 미숙함이 드러났고 초기 일정에 따른 TMSR 설계 도입은 이루어지지 않았다. 토르콘이 언제 첫 TMSR을 건설할 준비가 완료될지 알 수 없는 상황이다.

미국의 뉴스케일(NuScale)도 인도네시아의 소형 모듈형 원자로(SMR) 시장에 진출하기 위한 움직임을 보였다. 초기에는 인도네시아 전력공사(PLN)와 접촉을 시도했으며, 이후에는 BATAN 산하의 국가연구혁신청(BRIN)에 기술 협력을 위한 제안을 했다. 현재로서는 뉴스케일이 인도네시아 시장 진출을 위해 가장 적극적인 전략을 세우고 있는 것으로 판단된다.

현재 다수의 국가와 기업이 인도네시아 정부에 접근하고 있는 상황이다. 그러나 이러한 기업이나 정부가 인도네시아 원자력 시장에 본격적으로 진출할 의향이 있는지에 대해서는 아직 불확실성이 남아있다.

따라서 현재 시점에서 인도네시아 원자력 시장에 본격적으로 진출을 원하는 기업은 뉴스케일과 토르콘으로 추정된다. 두 기업 모두 SMR을 통한 시장 진출을 계획하고 있으며, 특히 큰 규모의 부유식 원전 구축을 제안하고 있다. 두 기업이 공통적으로 보이는 특징은, 원자력 발전소 건설에 있어서 한국 중공업계를 중심으로 의존하고 있다는 점이다.

한국 원전 진출시 고려사항

한국은 이전에 인도네시아 원자력 발전 시장에 진출을 시도했으나 성공하지 못했다. 그럼에도 불구하고 한국은 인도네시아 진출에 대한 경험을 보유하고 있으며, 인도네시아 역시 한국이 강점을 가진 대형 원전 분야에 시장을 개방하고 있다. 따라서 현재 한국은 인도네시아 원자력 시장에 진출할 큰

기회를 마주하고 있다. 이러한 상황에서 한국 기업들이 고려해야 할 주요 요소는 다음과 같다.

▲ 첫째, 탄탄한 제안과 명확한 계획

수많은 원자력 에너지 기업들의 이전 제안들은 대부분 실제 원전 건설을 위한 세부 계획이 미흡했다. 구체적인 타임라인, 예상 건설 일정, 자금 조달 방안 등 세부적인 요소가 명확히 제시되어야 한다. 인도네시아 정부에게 한국이 원전 건설을 본격적으로 추진하고자 한다는 점을 설득력 있게 전달하기 위해서는 신빙성 있는 구체적인 제안이 필수적이다.

▲ 둘째, 정해진 기한과 예산 내 완공의 중요성

인도네시아 역시 다른 나라들처럼 기한과 예산 초과에 대해 민감하게 반응한다. 인도네시아 내에서는 이미 몇몇 대형 프로젝트가 기한과 예산을 상당히 초과했기 때문에 대중의 시선이 부정적이다. 한국은 중공업 분야에서 세계적으로 앞서 있고, 전 세계 최대의 조선소도 한국에 위치하고 있다. 이러한 중공업 역량 덕분에 여러 외국 원자력 기업들은 원자로 부품이나 부유식 원자력 발전소의 선박 제작을 한국에서 이루어지길 희망하고 있다. 이 사실만으로도 한국이 다양한 중공업 프로세스를 효율적으로 수행할 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

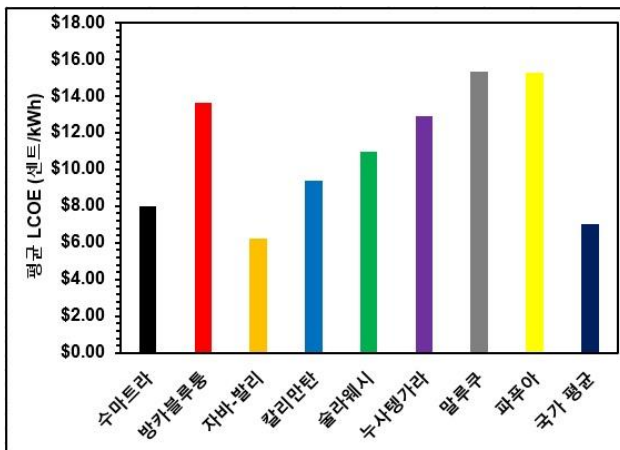
따라서 한국이 인도네시아 원자력 시장에 성공적으로 진출하려면, 정해진 기한과 예산 내에서 원전을 완성해야 한다. 인도네시아 대중의 원자력 에너지에 대한 신뢰도가 약하다는 점을 감안할 때 더욱 중요하다. 실제로 인도네시아 정부는 2050년 즈음

원자력 발전이 상당한 역할을 할 것으로 예상하고 있다. 그러나 원자력 발전소 프로젝트가 정해진 기한과 예산을 준수하지 못한다면, 에너지원의 중심이 다른 곳으로 옮겨질 위험이 있다.

▲셋째, 경쟁력 있는 비용

한국이 OPR-1000을 제안했을 때, 가격 경쟁력이 뛰어났다. 이러한 가격 경쟁력 덕분에 한국은 UAE의 첫 원전 사업을 수주할 수 있었다. 인도네시아에서는 전기요금 문제로 종종 시위가 발생하고 있으므로, 석탄 발전과 비교해 더 경쟁력 있는 가격을 제시해야 한다.

[그림 1] 인도네시아 지역 전력망의 평균 LCOE (균등화발전원가)



PLN(인도네시아 전력공사)은 지역에 따라 다른 전력 구매 기준을 적용하고 있다. 자바섬을 제외한 지역에서는 균등화발전 원가(LCOE)의 수용률이 높다. 이는 해당 지역의 전력 수요가 적어서 발전량도 적어야 하기 때문이다. 이로 인해 규모의 경제를 봤을 때, 작은 전력 규모는 높은 비용을 수반한다. 자바섬에서는 전력 발전소 위치가 주로 집중돼 있고, 기준이 더 엄격하다. 따라서 한국은 이러한 변수를 고려하여 가격 경쟁력을 분석해야 한다.

만약 한국이 LCOE 이하의 가격으로 제공할 수 있다면, 상황은 더욱 유리해질 것이다.

또한 현재 대규모 원자력 발전소는 자바-발리와 수마트라를 제외한 지역에서 건설되어야 한다는 점도 고려해야 한다. 이는 전력 수요가 부족하기 때문이며, 이러한 지역에서는 SMR(Small Modular Reactor)이 더 선호된다.

▲넷째, 지리적 조건에 따른 안전성 확보

인도네시아는 지진, 화산 폭발, 쓰나미 등의 자연재해 위험이 높은 국가다. 일부 지역은 재해 위험이 상대적으로 낮다고 분석되지만, 일반적인 우려는 여전히 존재한다. 그러므로 한국은 제안하는 원자력 발전소가 방사능 누출 없이 자연재해를 견딜 수 있는 안전성을 보증해야 한다.

한국 원전 진출시 주의사항

▲ 첫째, 기존 시장에 대한 개입

뉴스케일과 토르콘은 부유식 원자력발전소를 활용한 SMR(Small Modular Reactor) 시장에서 경쟁 중이다. 인도네시아의 지형적 특성을 고려하면 부유식 원자력발전소는 이점이 있지만, 규제 문제를 먼저 해결해야 한다. 또한 정부 기관은 첫 원자력 발전소로 육상 원전을 선호하는 경향이 있다.

뉴스케일과 토르콘과 같은 시장에서 경쟁하려는 한국 기업들의 접근은 부정적으로 평가될 가능성이 높다. 이는 불필요한 경쟁과 문제 발생을 초래할 수 있기 때문이다.

대규모 원자력 발전소 시장은 사실상 미개척 상태로, 자바 섬의 대규모 석탄 발전소가 곧 폐쇄될 예정이므로, 대체 발전소가 필요하다. 이에 원자력 발전소가 적절히 대응할 수 있다.

SMR 시장을 목표로 한다면, 해상 SMR 대신 육상 SMR에 집중하는 것이 바람직하다. 이렇게 하면 불필요한 경쟁과 마찰을 회피하면서도 시장의 다른 부분에서 발생하는 수요를 만족시킬 수 있다.

▲ 둘째, 확신할 수 없는 제안

인도네시아 정부는 이미 여러 차례 공허한 약속과 불확실한 제안을 경험했다. 따라서 현실적이고 입증된 기술로 인도네시아 정부를 설득하는 것이 중요하다. 한국은 UAE에서의 APR-1400 4기와 국내에서의 2기 원전 건설을 성공적으로 마친 실적이 있다. 이런 실적은 한국이 실현 가능하고 신뢰성 있는 제안을 할 수 있다는 점을 인도네시아 정부에게 강조할 수 있다.

▲ 셋째, 현지인 참여 배제

한국 원자력 기업들은 일반적으로 비용 효율성을 높이기 위해 동일한 인력을 여러 프로젝트에 활용한다. 이로 인해 현지 인력의 건설 참여가 적거나 전혀 없을 수 있다. 산업적인 측면에서 보면 이는 품질 저하 없이 빠르고 경제적인 작업 수행을 가능하게 한다. 그러나 이런 접근법은 인도네시아의 사회문화적 관점에서 문제를 일으킬 수 있다. 현지인 중 일부는 외국 기업이 건설 단계에 현지 인력을 배제하는 것에 부정적으로 볼 수 있다.

현지 인력이 숙련되지 않았다 하더라도, 그들의 참여가 제한적일 경우 문제를 일으킬 수 있다.

따라서 현지 인력의 참여 문제에 대한 타협점을 찾아야 한다. 예를 들어, 건설 단계에는 현지 인력을 적게 활용하되, 발전소 완공 후에는 일반 근로자로 활용할 수 있다. 이 경우, 안전과 기술 훈련은 필수적이며, 인력 선발 과정은 객관적 기준을 바탕으로 공정하게 이뤄져야 한다.

마치며

인도네시아 같은 신흥국의 원자력 시장 진출은 여러 어려움이 따른다. 원자력 안전에 대한 대중의 의구심과 사업 신뢰도가 낮기 때문에 정부의 승인을 얻는 것은 쉽지 않을 것이다. 그러나 첫 번째 원전을 성공적으로 건설하면, 그 이후로는 추가 도입이 수월해질 가능성이 높다.

한국의 원전 산업은 과거 건설 경험을 통해 인도네시아가 원하는 안전하고, 경쟁력 있는, 그리고 신뢰할 수 있는 에너지 공급 능력을 충분히 보유하고 있다고 판단된다. 만약 한국 기업들이 이러한 문제와 고려사항을 세심하게 다룬다면, 인도네시아에서 첫 원전을 건설하는 것은 놀랍지 않은 일이 될 것이다.

해당 원고에 대해 사전 동의 없이 상업 상 또는 다른 목적으로 무단 전재·변경·제 3자 배포 등을 금합니다.
또한 본 원고를 인용하시거나 활용하실 경우 △출처 표기 △원본 변경 불가 등의 이용 규칙을 지켜셔야 합니다.
해당 원고의 내용은 집필자 개인의 의견으로 한국원전수출산업협회의 공식견해가 아님을 밝힙니다.