



오나가와(女川) 원전의 재난 대응 방안

Junichi Endo

일본 도호쿠전력(東北電力) 원자력부장



저는 약 37년간 원자력발전소 관련 업무에 종사해오고 있으며 2011년 3월 11일 발생한 동일본 대지진 때에는 오나가와 원전의 부소장으로 근무하고 있었다. 오늘은 당시 재난 상황과 대응에 대해 생생하게 말씀드리겠다. 도호쿠전력은 히가시도리(東通) 원전과 오나가와(女川) 원전 두 곳을 운영하고 있는데 이 중 오나가와 원전은 진원지에서 가장 가까웠던 원전으로 당시 큰 진동을 겪었다.

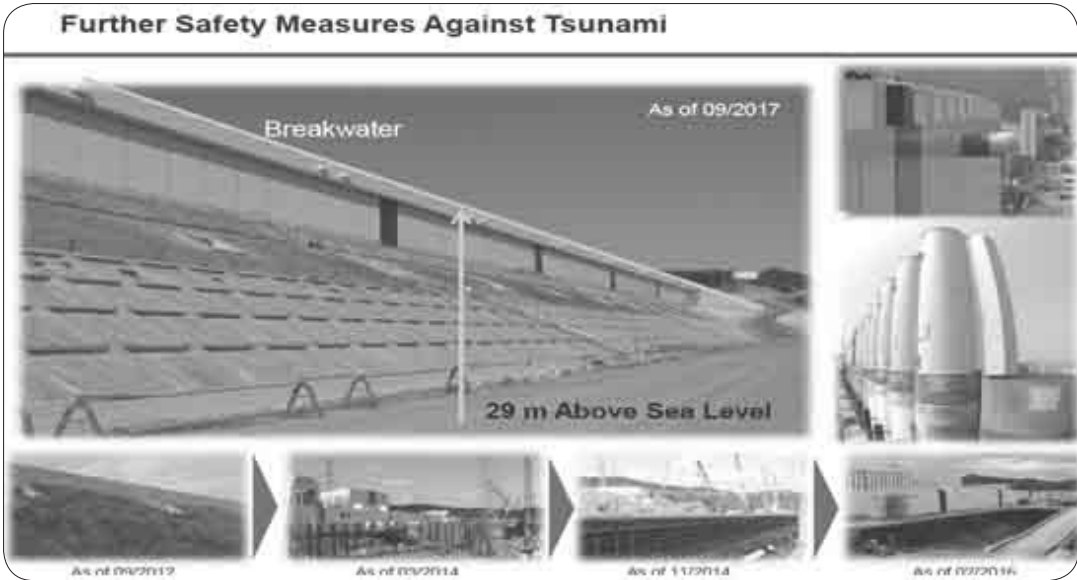
원전의 안전을 확보하기 위해선 사고 발생 직후 원전을 정지시키고, 원전 안의 연료를 냉각시키며, 방사성물질을 외부로 누출시키지 않는 격리 등 3요소가 가장 중요하다. 동일본 대지진 당시 오나가와 원전에는 이전에 겪지 못한 거대 지진과 13m의 쓰나미가 들이

닥쳤으나 원전의 정지, 냉각, 격리 3가지 중요 기능이 설계대로 작동하였다. 그래서 안정적으로 정지가 되어 현재까지도 안전한 상태를 유지하고 있다.

동일본 대지진 쓰나미 재난과 대처

일본에는 현재 10개의 전력회사가 있고, 이 중 도호쿠전력(東北電力)은 국토 전체의 약 21%, 전체 인구의 약 9%에 전력을 제공하고 있다. 지진이 발생하기 전, 원자력은 일본 전체 발전량의 26%를 차지했지만 지진 발생 후에는 모든 원전이 정지되어 화력발전소가 전력의 대부분을 생산하고 있다.

당시 지진 규모 9.0의 피해를 입은 오나가와 지역은



전체 인구의 약 10%에 달하는 800명 이상이 피해를 입었으며 전체 세대의 80%에 해당하는 주택이 파괴되었다. 후쿠시마와 오나가와에 발생한 지진은 진동 규모가 5.50, 5.67로 유사한 수준이었다. 이는 지금까지 일본에서 발생했던 여러 지진과 비교하더라도 2배 이상의 유례없는 큰 규모의 지진이었다.

지진이 발생하고 43분 후에 13m 높이의 쓰나미가 몰려왔다. 하지만 오나가와 원전은 지진 발생 후 자동으로 정지되었고 원전 부지가 14.8m 위치에 있었기 때문에 쓰나미가 넘어오지 않았다.

자동으로 정지된 후에는 연료의 열을 안정적으로 낮추기 위해 다른 원전에서 전력을 송전받는 작업이 이뤄졌다. 이를 외부 전원이라고 하는데 오나가와 원전은 외부 전원을 5개 보유하고 있다.

이 5개 가운데 하나의 송전선이라도 살아있다면 오

나가와 원전은 냉각시킬 수 있다. 실제 이번 지진에서도 4개의 송전선이 정지되었지만, 1개의 송전선이 살아있었기 때문에 원전을 안정적으로 냉각시킬 수 있었다. 만약 오나가와 원전으로 통하는 전기가 없다고 하더라도 비상용 디젤발전기가 8대가 있기 때문에 전기를 확보할 수 있는 상황이었다.

당시 1, 2, 3호기 상황을 살펴보면 1호기, 3호기는 100%의 출력으로 정상 운영 중이었으며 2호기는 정기 검사중이었습니다. 당시 3개 호기 모두 자동 정지되었고 방사성물질은 원자로 안에 완벽하게 가두어 격리에 성공할 수 있었다.

우리가 안전하게 관리 및 대비할 수 있었던 이유 중 하나는 방조제였다. 부지의 높기와 해수를 끌어들이 수 있는 해수펌프의 위치, 그리고 내진 설비를 정확하게 갖추었기 때문에 쓰나미 재난을 잘 견뎠다고 생

각한다. 오나가와 부지를 선정한 이유를 말씀드리겠다. 1968년 경 다양한 전문가로 구성된 부지선정위원회에서 혹시나 발생할 쓰나미의 예상 높이를 3m 정도로 평가했다. 그러나 경험적 판단을 추가적으로 검토해 15m까지의 쓰나미가 올 수 있다고 가정하고 콘크리트 보강 작업을 수행하였다. 이에 1차, 2차, 3차로 이어진 쓰나미에도 안전할 수 있었다. 다음은 해수를 끌어올릴 수 있는 펌프에 대해 설명하겠다. 부지보다 훨씬 아래쪽까지 내려가 있어 쓰나미가 밀려온다 하더라도 현재 부지의 높이를 넘지 않는다면 해수펌프실은 잠기지 않는다. 이번에도 이 높이를 넘기지 않아 해수 펌프는 피해를 입지 않았다.

그러나 후쿠시마 원전은 오나가와 원전과 설계 구조가 다르다. 해수펌프실이 쓰나미보다 아래에 위치하고 있어 13m 높이의 쓰나미가 몰려왔을 때 냉각에 실패한 것이다. 이에 가장 먼저 실시한 대책은 방조제를 3m 정도 높이고, 외부에 전원 공급을 위한 고지대 발전설비를 설치하는 것이었다.

오나가와 원전에서는 원자로에 물을 공급할 수 있는 펌프, 송수차, 급수차를 배치하고 있다. 우리는 방조제 추가 공사를 통해 해발 29m까지 높였다. 해발 17m의 기존 방조제를 29m까지 높여 쓰나미에 철저히 대응하고자 하는 것이다. 전원차는 추가로 설치하였고, 6,900V까지 공급 가능한 가스 터빈 발전기를 실은 트레일러를 2대 배치했다. 펌프가 제대로 작동하지 않을 경우를 대비해 비상용 외부 펌프 공급도 가능하게 되어 있다.

탱크를 통해 물을 공급하고 있는데 이 탱크에는 약 10,000m³의 물을 저장할 수 있다. 만약 이 탱크의 물이 부족하다면 펌프차를 활용해 해수를 끌어올릴 수

있다. 후쿠시마 제1원전에서 수소 폭발이 일어나면 수소를 다시 물로 환원시키는 장치도 필요해 설치하고 있다. 또한 내부 압력이 매우 높아졌을 경우를 대비해 방사능 물질이 외부로 유출되지 않도록 하는 필터장치를 설치하고 있다.

결어

동일본 대지진 당시 수많은 사람들이 쓰나미로 인해 집을 버리고 대피했다. 지진이 일어난 후 눈이 내리고 바닷물에 젖은 사람들이 오나가와 원전으로 많이 오셨다. 일반적으로 원전은 출입이 제한되어 있지만 인도적 관점에서 이재민을 받아들였다. 몸이 쇠약한 분과 임신부들은 헬리콥터를 이용해 가까운 도심 병원으로 수송하였다.

이렇게 지역민들과 함께 동일본 대지진의 재난·재해의 위기를 헤쳐 나갔다. IAEA는 지진이 일어나고 발전소 상황을 돌아보며, 커다란 지진이 있었음에도 불구하고 구조물이 놀랄 만큼 손상받지 않았다고 높이 평가했다. 오나가와 원전은 큰 지진과 쓰나미의 피해를 입었음에도 불구하고 3기 모두 안전하게 정지되었다. 그렇게 할 수 있었던 이유는 정지, 냉각, 격리라는 기능이 정확하게 움직였고, 자연재해에 대비한 다양한 안전 대책을 실시해왔기 때문이다.

끝으로, 일본에서 발생한 동일본 대지진으로 인해 후쿠시마 사고가 발생했고 한국을 비롯한 많은 분들에게 염려를 끼쳐드려 죄송하게 생각한다. 이번 사고를 통해 얻은 교훈을 세계 각국의 원자력 관련 종사자들과 공유하고 싶다는 말씀과 함께 원자력 안전을 위해 더욱 노력할 것을 다짐한다. 🌍