

후쿠시마 원전 사고 관련 국내 전문가회의 개최 결과

1. 목적 : 후쿠시마 원전 사고 현황 이해 및 시사점 논의
2. 주최 : 원자력학회 열수력 및 안전연구부회
3. 일시 : 4월 5일(화) 15:00-18:00
4. 장소 : KAERI 아토피아관 중강의실(한국원자력연구원 정문 앞 위치)
5. 참석자 : 42명 (KAERI, KINS, 한수원, KEPCO E&C, KNF, 두산중, 포항공대, 해양대, 동국대 등 13개 기관)
6. 세부프로그램(진행: 백원필, 한국원자력연구원 원자력안전연구 본부장)
 - o. 자료 발표
 - 발표 1 (KAERI, 송진호) : 후쿠시마 원전 사고 전개/전망
 - 발표 2 (KAERI, 박수용) : 후쿠시마 사고개요 (사고모의-제 1원전 3호기)
 - 발표 3 (KAERI, 김태운) : MECLOR Simulation for BWR
 - 발표 4 (해양대, 방광현) : Characterization of Accident and Lessons Learned
 - o. 참석자 자유토론
 - 사고원인, 경과, 향후진행 및 종결 방향
 - 시사점, 국내대책(안), 전문가 활동 방향
 - o. 논의 내용 : 일본 후쿠시마 원전 사고와 관련한 기술적 논의 부분 만을 기록함

[장순홍] : 일본 후쿠시마 원전 적색발령, 핵분열생성물이 많이 외부로 누출. 일본은 vessel failure 인정 그러면 약 30-90 %의 용융물이 Vessel 안에 있을 수 있고 밖으로도 나올 수 있음. 원자로용기 내에 물을 어떻게 주입하고 발생 증기를 어떻게 방출하는지 설명할 수 있어야 함. 1호기에는 물 4-5톤, 2,3호기에는 물 7-8톤을 넣고 압력을 조절하는 방안에 대한 설명이 필요함.

[백원필] : 주입 냉각수가 파손부를 통해 누출되는 것 같음. 증기를 정상적으로 빼내지는 않은 것 같음. 수소폭발 방지를 위해 질소를 넣을 필요성 있음.

[심석구] : 고압사고시 장비작동이 어려워 초기대응이 어려움. feed & bleed 운전으로 발생한 증기를 이용하여 증기발생기가 heat sink 역할을 하도록 함.

[장순홍] : 수소와 증기의 방출경로 중요함.

[홍성완] : ADS를 통하여 수소와 증기가 방출됨.

[장순홍] : 물을 많이 넣었으나 손상부를 통해 누출되기 때문에 원자로용기 내에 물의 축적이 어려움.

[백원필] : 물을 노심으로 꾸준히 넣었으나 수위가 변화 없는 것은 원자로도 손

상가능성이 있음. 격납건물 Suppression 풀 주변의 배관이 문제일 수 있어 물이 누출될 수 있음. PWR은 SBO시 RCP seal LOCA로 냉각수 누출될 수 있음.

[양준언] : Steam Line 배관이 가장 취약하여 이 배관이 파손되었을 것으로 추측.

[정법동] : Sea water 주입하여 노심수위를 반으로 유지. 어딘 가에서 누출이 있음.

[김무환] : 수위의 변화가 있다는 것은 믿을 수 없을 수 있으나 의도적으로 잘 조절할 수도 있음.

[김태운] : 수위 지시계는 믿을 수 없을 것 같음.

[송진호] : 물을 넣으나 수위가 올라가지 않아 물이 새고 있어 closed cooling이 아님. 1호기는 4-5기압을 유지하여 구멍이 나지 않은 것으로 판단됨.

[백원필] : 격납건물로 많은 penetration이 있어 이를 통해 물이 빠져나가는 것으로 추측됨 계측기 결과가 조금씩 변화함. Collapsed 수위는 차압으로 측정. 물을 많이 넣으나 수위는 거의 변화 없으나 Vessel의 온도가 올라감.

[김무환] : Core uncover가 있고 Penetration 손상이 있어 누설이 있는 것으로 판단함.

[양준언] : 볼트 손상에 의해 수소가 어디로 빠질 수 있음.

[박종운] : 물과 steam이 누설되는 것 인정함. 원자로용기에 penetration이 많음 특히 SRV가 11개 있는데 수십번 열고 닫히는 것을 반복하다 보면 stuck open될 가능성이 있음. 또한 파이프가 비틀어져서 생길 수 있음.

[김무환] : 제어봉 물질인 것 같은 은이 국내에서 검출되었음.

[백원필] : 은 검출은 불확실성이 있음. BWR은 B₄C 제어봉을 사용하고 PWR은 Ag-In-Cd 제어봉을 사용함. KINS는 제어봉 물질로 의심하고 있음.

[김무환] : 제어봉은 용융온도 낮음.

[조성원] : Ag 제어봉은 용융점이 낮음. 원자로용기와 격납건물 압력 차이가 없어 열려 있을 수 있음.

[백원필] : 미국과 프랑스는 방사선 측정치나 코드사용 등으로 1호기는 약 70% 용융되었다고 생각함. 미국은 보수적인 평가 결과에 따라 80km 대피가 나온 것 같음.

[인용호] : 미국은 후쿠시마 원전에 대해 기본적인 해석 수행함. 지진과 쓰나미를 따로 분석함, 쓰나미 Impact가 큼. 미국도 이와 같은 쓰나미에는 힘들었을 것임, SBO시는 전기 복구 길을 열어야 하는데 전략이 있었는지 궁금함, 미국은 지진과 화재에 대한 정성적 분석에서 정량적 분석으로 이동함, 항공기 충돌에 의한 화재도 고려함. NEI에서 이직 상세한 것

이 나온 것이 없음.

[백원필] : 핵분열 생성물이 외부로 많이 빠져 나오지 않은 것 같음. 4호기의 수소 폭발과 화재로 핵연료 저장조의 핵연료에서 핵분열 생성물이 많이 대기로 방출된 것으로 생각할 수 있음. 핵연료는 공기에 노출되면 급격하게 사고가 진행되어 핵분열생성물이 방출될 수 있음. 1, 2호기는 아직도 위험한 상태로 있을 것 같음.

[김태운] : 사용 후 핵연료의 핵분열생성물 inventory가 많고 파손부가 윗부분임.

[조성원] : 노심이 노출되더라도 핵연료봉은 열전도로 용융되지 않을 수 있음.

[장순홍] : 4-8시간동안 아무런 조치를 하지 않은 것이 중요하나 정보가 없어 확인을 할 수 없음.

[양준언] : TEPCO 자체가 정보를 잘 제공하지 않음.

[백원필] : 미국은 사고초기에 바닷물을 주입하라고 제안한 것 같음.

[장순홍] : 미국은 911 테러 이후 많은 노력을 하였음. 현재 원자로냉각에 대한 정보가 명확하지 않음.

[송진호] : 계측하는 계측기 정보가 없음. Fire line으로 물을 주입하는 데 어떻게 빠져 나가는지에 대한 설명이 없음.

[김태운] : SAMG는 전원회복조치 밖에 없음. SBO 진단시 EOP에는 배터리를 이용함. SAMG에는 2차측 급수를 증기발생기 64%까지 채움. ADV를 개방하여 창의적 방법 찾을 수 있음.

[김무환] : TEPCO는 매뉴얼을 따라서 하는 것으로 보임.

[백원필] : 물을 빨리 주입하지 않은 원인이 무엇인지? 현장은 보완할 점이 많음. 일본 사고를 어떻게 종결해야 할 것인지?

[심석구] : 국제적 협력으로 자료를 공유하여 문제를 해결할 수 있음.

[장순홍] : 여론에 의해 사고를 종결하지 말고 기술적으로 해결해야 함. IAEA의 Nuclear Network 정보는 언론보도보다 늦음. 일본이 정보를 잘 주지 않음. 일본에 정보를 요구해야 함.

[정법동] : 현 상태에서 냉각능력 만 확보하면 사고를 종결할 수 있는 지?

[방광현] : 현재 일본이 다양한 방안을 강구하나 공개하지 않고 있음. 방사선 준위로 보아 아직 용융물이 격납용기로 나오지는 않은 것 같음. 바닥이 걱정되나 더 severe하게 가지는 않을 것 같음.

[백원필] : 수소 폭발이 4개 원전에서 모두 생김. 상식선에서 생각할 수 없음

[김병구] : NRC에서 1호기 수소 폭발 가능성이 있다고 하는 근거가 무엇인지?

[김희동] : 1호기는 압력이 올라가 있는 것으로 보아 원자로용기 내 반응이 있는 것 같음. 수소가 생성되어 격납건물로 빠져 나와 수소폭발이 발생할

수 있음.

[이상종] : 후쿠시마 원전은 더 이상 심각하게 가지 않을 것 같음.

[김한철] : 우리가 너무 안일하게 생각하는 것이 아닌가 생각됨. 핵연료가 damage를 많이 입었고 방사능이 너무 많이 나왔음.

[백원필] : 원전 한 호기만 놓고 보아도 심각한 사고임.

[장순홍] : 다음의 두 제안을 함.

1. 일본에 정보를 요구하여야 함.
2. 용기 파손을 포함한 보수적 가정이 필요하고 다양한 시나리오에 대한 대비책을 세우는 것이 필요함. - 끝 -