

체르노빌 原電事故와 安全基準의 再檢討

소련 체르노빌 原電事故는 미국 TMI원전 사고를 훨씬 잇도는, 원전에서는 생각할 수 있는 최대급의 사고였다. 이 사고는 새삼스레 원전의 安全性을 묻는 계기가 되었으며 앞으로의 세계 원자력 개발에 다소 영향을 미칠 것으로 예상된다.

일본의 원자력 관계자는 이와같은 사고가 일본에서는 일어날 수 없다고 강조하고 있는데, 그 근거로서 ① 爐型이 다르다는 것, ② 緊急爐心冷却裝置의 優位, ③ 格納容器的 존재를 들고 있다. 그러나, 이 주장의 근거에서 보다 근본적인 분석이 필요할 것 같다.

1. 蘇聯의 原子爐

서방측의 原電은 대부분이 PWR이거나 BWR인데, 소련의 것은 VVER이거나 RBMK이다. VVER가 서방측의 PWR, RBMK가 BWR에 상당한다고 생각해도 좋다. VVER와 PWR과는 거의 같은데, RBMK와 BWR과는 구조가 약간 다르다. RBMK는 중성자의 減速材로 黑鉛을 사용하고 있으며, 그 속을 수직으로 다수의 壓力管이 통과하고 있다. 壓力管은 內徑 9cm이며 그 폭에 직경 1cm의 燃料棒 16개로 구성된 燃料集合體가 수납되어 있다.

체르노빌 원전은 100만KW으로 最新의 것이

며 1,700개의 壓力管으로서 구성되어 있다. 壓力管 속에는 冷却材인 물이 흐르고 있으며, 이것은 마치 BWR과 같이 끓어서 수증기를 만들고 있다. 이로 인해 壓力管의 1개 1개는 소형의 BWR이라 생각해도 될 것이다. 또 감속재의 차이는 있으나 構造的으로는 ATR에 가까운 것도 있다.

체르노빌 원전에는 확실히 格納容器가 붙어 있지는 않으나, 緊急爐心冷却裝置(ECCS)는 장비되어 있다. 소련형의 ECCS의 세부가 발표되어 있지 않기 때문에 추정할 수밖에 없으나 ATR과의 類推에서 냉각수는 蒸氣 드림과 下部 플레넘의 2개소에 주입된다고 예상된다. 이번 사고에서는 이 ECCS계가 잘 작동되지 않았음이 밝혀졌다. ECCS의 근본적인 결함에 의한 것인지 혹은 사고의 초기 단계에서 ECCS의 배관이 破斷한 것인지는 명백치 않으나, 어떠한 경우에도 ECCS가 작동한다는 安全基準이 무너진 결과가 되었다.

2. 事故의 原因

사고의 원인에 대해서는 당초 여러 가지 경위가 추정되었으나, 그 중에서 미국에서 발표한 停電說이 유력하다. 이에 따르면, 체르노빌 原子力發電所에서는 4기의 100만KW 原電이

운전중에 있었다. 그런데 무엇인가의 원인에 의해 4호기의 外部電原이 상실되었고 또한 비상용 전원의 機動에도 실패해 버렸다. 이렇게 되니 최악의 사고로 발전하게 되는 것이다. 냉각펌프는 천천히 정지하고 1,700개의 압력관속의 냉각재는 自然循環 상태가 된다. 崩壞熱로 인해 냉각재의 온도가 높아지며 그 결과 壓力도 높아진다. 그래서 壓力관의 1개에 균열이 생기고 불과 수분내에 냉각재는 없어지고 정지했다. 이때 ECCS는 작동하지 않았다. 연료는 高溫이 되고, 질카로이-水蒸氣 反應에 의해 대량의 수소가 발생했다. 이 수소가 폭발해서 건물의 지붕을 부순다. 또 放出된 冷却水와 黑鉛의 반응에 의해 대량의 수소가 발생하고 이것도 폭발을 되풀이해서 건물과 爐心을 파괴한다. 연료는 溶融하고 爐心은 완전히 멜트다운이 되며 内部放射能中 希가스와 요소는 방출되고 말았다.

그런데 최근 소련 당국에 의해서 발표된 원인은 이것과는 약간 다른데, 소련의 발표에 의하면 4호기를 계획대로 정지시키려고 조작하고 있었는데 出力이 7%가 되었을 때 10~20개의 制御棒을 잘못해서 급하게 빼버렸다. 이로 인해 出力이 定格의 50%로 급상승하고 燃料溫度도 올라 대량의 수증기가 발생했다. 化學爆發에 의해 原子爐가 파괴되고 이에 따라 연료가 溶融했다는 것이다.

어느 것이든간에 앞으로의 사고 조사에 의해 원인이 밝혀질 것이다. 事故爐를 콘크리트로 굳히고 앞으로 몇백년을 관리한다고 하는데, 굳히기 전에 명확한 사고 조사를 하여 이와같은 사고가 두번 다시 일어나지 않게 해야 할 것이다.

3. 各國에 대한 影響

미국에서는 원전의 安全審査에 假想事故를

들고 있으며 일본에서는 重大事故를 상정하고 있다. 중대사고란 工學的으로 일어날 수 있는 사고이고, 가상사고란 工學的으로 일어날 수 없는 사고이다. 미국이나 일본에서는 심사상 爐心의 용융을 생각하고 있지 않다. 즉, 冷却材喪失事故에 ECCS가 작동하여 爐心은 건전 상태를 유지한다는 것이다. 그러나 미국의 트리마일 아일랜드 원전사고에서는 로심의 반 이상이 용융하고 있으며, 완전 벨트 다운 일보 직전의 아찔한 사고였다. 또 이번 소련의 체르노빌 원전사고도 工學的으로는 일어날 수 없는 가상사고의 범위에 있으며, 중대사고 또는 가상사고의 정의를 뿌리채 뒤엎는 결과를 초래했다. 이와같은 뜻에서 소련의 원전사고는 세계 각국의 安全審査에 주는 영향이 극히 크다고 하겠다.

일본의 원전 안전심사에는 중대사고이든 가상사고이든 主冷却管의 기로틴破斷을 상정하고 있는데, 이때 ECCS가 작동해서 爐心은 완전히 냉각된다고 하고 있다. 연료는 물론 파괴되지 않으며 건전성이 유지된다. 그러나 중대사고에서는 希가스의 2%, 요소의 1%가 격납용기 속에 방출된다고 가정한다. 또 가상사고에서는 希가스의 100%, 요소의 50%가 격납용기 속에 방출된다고 가정한다. 격납용기는 건전하기 때문에 이들 放射能의 대부분은 密閉된다고 하고 있다.

이때까지의 사고에서 확실하게 말할 수 있는 것은 사고란 安全系統이 작동하지 않을 때 일어나는 것이다. 原電의 현실적인 안전심사에서도 모든 安全系統이 작동하지 않는다고 상정해서 사고 평가를 해야 할 것이다. 공학의 상식으로서도 트리마일섬 원전이나 체르노빌 원전 사고는 일어날 수 있는 사고이다. 그것이 일어날 수 없다고 하는 것은 工學的判斷보다는 오히려 政治的判斷이다. 미국이나 소련은 국토가 넓고 原電의 立地도 그렇게 곤란한 것 같지는

않다. 그러나 우리나라 일본은 인구 밀도가 높아 그 입지를 보다 엄격하게 하지 않을 수 없다.

4. 重要な 것은 인간의 信頼性

소련 체르노빌 원전 사고는 이미 歐洲 전체에 큰 정책 변경을 야기시키고 있다. 이와같은 영향은 유럽에만 그치는 것이 아니고 미국이나 일본에서도 나타날 것이다. 미국에서는 오랜 겨울의 시대가 끝나려 하고 있던 시기인 만큼 原子力産業界의 쇼크는 엄청난 것이라 할 수

있다. 또 일본에서도 能登原電計劃이나 下北核燃料싸이클 기지의 건설 등이 구체화되어 가고 있는 시기인 만큼 그 영향 역시 크다.

미·소 모두 原子力技術의 축적이 높으며 다른 나라들을 훨씬 능가하고 있다. 트리마일섬 사고에서도 이번의 소련의 체르노빌 원전 사고에서도 인간의 지나친 熟練이 오히려 원인이 되어 사고를 일으켰다고도 해석할 수가 있다. 원전을 운전하는 한 보다 엄격한 安全基準과 인간의 信頼性이 무엇보다도 중요하다 할 것이다.

美, NRC 소스텀 規則檢討 延期示唆

미국에서는 원자력발전소의 사고시에 방출되는 소스텀에 대한 정확한 概算値를 유도해내기 위해 이때까지 NRC와 산업계가 5년 이상의 세월과 5억달러나 되는 금액을 투자하여 소스텀評價作業을 해왔다. 그 결과 소스텀의 계산치가 이전의 것은 과대평가되었음을 판명하고 이전의 계산치에 따라서 만들어진 NRC의 安全關聯規則의 재검토 작업을 개시하도록 産業界는 NRC에 기대하고 있었으나 소련사고의 영향으로 재검토작업의 스케줄이 지연될 가능성이 나타났다.

산업계가 가장 기대하고 있는 NRC規則의 완화항목은 現行의 原子力發電所의 緊急時 統制區域이 반경 10마일이내로 되어있는 것을 반경 2마일이내로 축소하는 것인데, 6월초에 열린 美國電力研究所(EPRI)주최의 소스텀과 緊急時 統制區域에 관한 회의에서 NRC의 H·덴톤 원자로 규제국장이 강연하여 체르노빌 원자력발전소 사고에서 배우는 교훈에서 미국의 원자력발전소의 규칙에 반영시킬 것이 있는가에 대한 검토가 완료될 때까지 낮은 소스텀 概

算値에 따른 NRC規則의 재검토 및 긴급시 통제구역의 축소를 위한 검토작업은 당분간 연기한다고 발언했다. 또 NRC의 소스텀研究를 담당하고 있는 미국물리학회와 의 검토그룹 위원장인 R·윌슨씨는 이 전에 관한 결론을 내리는 것은 시기상조라고 말했다.

특히 체르노빌 원자력발전소 사고에 의해 환경에 방출된 I-131은 스웨덴의 데이터에 의하면 그 75~85%가 氣體였음에 대해 미국의 소스텀研究에서는 원자력발전소의 중대사고시에 나오는 I-131이 粒子狀이기 때문에 格納容器內에 머물게하는 것이 용이해서 환경으로 방출되기 어려운 것으로 되어있으며, 이점에 대해서는 보다 신중한 검토가 필요하다고 하고 있다. 한편, 이들의 의견과는 대조적으로 산업계의 지도자, DOE의 담당관 및 OECD·NEA의 소스텀테스크포스위원장은 낮은 소스텀계산치에 따른 NRC의 재검토작업은 소련의 사고와는 관계없이 추진되어야 한다는 의견도 있고해서 소스텀에 관한 논쟁은 당분간 계속될 것으로 전망되고 있다.