

慢心과 조급한 개선은 말아야 - 소련 체르노빌사고 最終 報告 -

제2차 보고서(最終 報告書)는 日本의 현행 안전규칙과 방재대책에 대해 재평가한 결과 「급하게 고칠 점은 발견할 수 없다」는 결론을 내리고 있으며, 안전위원회는 「보고서의 결과는 타당한 것」이라는 결정을 발표했다.

관리상의 문제를 강조 사고원인 “인간과 기계”가 과제로

소련의 체르노빌 원자력발전소 사고에 대해 조사 검토해 온 원자력안전위원회의 소련 원자력발전소 사고조사 특별위원회(위원장·都甲泰正 東大教授)는 5월 28일, 제 2 차 보고서(최종보고서)를 정리하여 동위원회에 제출했다. 보고서는 日本의 현행 안전규칙과 방재대책에 대해 재평가한 결과 「급하게 고칠 점은 발견할 수 없다」는 결론을 내리고 있으며, 안전위원회는 「보고서의 결과는 타당한 것」이라는 위원회 결정을 발표했다.

동조사특별위원회에서는 작년 9월 소련이 국제 원자력기구(IAEA)에 제출한 보고내용을 근거로 제 1 차 보고서를 종합하여 「日本에서는 생각할 수 없는 어려운 사고였다」는 견해를 취하고 있다. 그 후 「배워야 할 점이 있다면 교훈으로 삼는다」는 방침에서 조사를 계속하여 사고의 상황 등을 日本이 해온 연구 데이터와 대조하는 등 定量的인 해석·평가를 하는 한편, 현행 안전규제나 방재대책에 대해 재평가를 하여 왔다.

제 2 차 보고에서는 1次系の 초기파손 원인은 反應度사고에 의해 연료의 미세화가 발생하고, 급격한 수증기의 발생에 의한 “加壓破損”에 의한 것이며 수증기폭발에 의한 파손이 아니라고 추정하고 있고, 「爐心內에서 폭발이 발생했다고는 생각하기 어렵다」고 하는 한편, 건물의 파괴는 고온의 질카로이被覆管과 물이 반응하여 발생한 수소가 폭발한 결과라는 가능성이 높다고 지적했다.

급격한 출력상승 뒤, 원자로가 왜 정지했는지의 의문에 대해서는 爐心の 下部 30%가 파괴되었기 때문이라는 소련의 시사에 대해 日本의 해석으로는 爐心中心의 40% 이상이 파괴되고, 또 똑같이 분산되지 않으면 未臨界는 되지 않기 때문에, 「적어도 일부의 制御棒이 下落하여 이것이 爐心の 파괴와 함께 원자로 정지에 영향을 미친 가능성이 높다」는 견해를 나타내고 있다.

또 사고에 수반하여 발생한 화재에 의해 방사성물질이 상공에 飛散, 보다 먼 지점에 방사능 영향을 주었다고 하고 있다.

안전관리상의 평가에 대해 보고서는 금번 사고의 계기가 된 시험절차서에 대해 가령 「不備한 것이 있었다 해도 이 시험절차서가 충실히 지켜졌다면 사고는 일어나지 않았다」고 한데다, 문제가

되는 것은 실험을 진행하는 과정에서 의식적으로 스크램신호를 바이패스시키는 등 중대한 시험절차의 변경이 制御室 운전원의 판단만으로 이루어진 점에 있다고 하고 전체적인 「관리상의 문제가 이 사고의 배경에 있었다」고 지적하고 있다.

그리고 보고서는 사고원인에 대해 고찰을 하고 「금번의 사고는 설계에서 多重防護의 적용에서 취약성을 배경으로 하면서 다수 운전원의 중대한 규칙위반에 의해 설계자가 예상하지 않았던 위험한 상태로 원자로를 이끈 결과가 발생했던 것」이라고 결론지우고 있다.

더욱 보고서는 同 4號爐가 개발된 이래 설계의

개량개선이 겹친 원자로인 점을 지적하고 「장점을 신장시키는 것에 치우치고 단점을 보완하는 점에 대해 노력이 부족했다」고 하고 日本의 금후 연구개발에 대해서도 「개개 설계의 개량에 따른 적절한 안전평가 및 그를 위한 연구가 확실히 실시되는 것이 필요하다」고 강조하고 있다.

〈御園生圭輔 원자력안전위원장의 얘기〉

금번 사고에서 일본의 안전확보체제에 새롭게 부가되는 것은 나오지 않았지만 정신적으로는 큰 문제가 있다. 원자로개량 때에 안전면보다 능률이 중시된 점이나 습관이나 오만 등 人的인 문제이다.

報告要約

안전성에 관한 國際協力 강조

이 보고서는 제Ⅰ부가 日本독자의 평가도 첨가한 「사고의 상황」, 제Ⅱ부가 사고평가에 입각하여 체크했던 「日本의 현상」, 제Ⅲ부가 사고로부터의 교훈을 모은 「결론-안전성의 한층 향상을 목표로 하여」로 구성되어 있다. 여기서는 同 보고서의 제Ⅲ부 「결론」을 중심으로 체르노빌 사고에 대해 日本 독자의 평가한 부분에 대해 요약을 소개한다.

신뢰할 수 있는 소련보고

독자(獨自) 解析과 거의 일치

〔사고경과의 解析〕

사고경과에 관한 日本 독자의 解析 등에 의해 사고경과에 관한 주요항목에 대해 이하의 것이 판명되었다.

事故前의 상황에 대해서는 爐設計定數 등을 기초로 운전파라미터의 시간적 변화를 예측한 결과 소련보고의 데이터가 전체적으로 설명가능한 점에서 소련보고에 있는 설명은 대체로 신뢰할 수 있는 것이라고 생각한다.

爐設計定數에 관해서는 소련발표値와 日本의 解析値가 거의 일치하는 점에서 거의 타당한 것으로 생각한다. 또, 이들 爐設計定數를 사용한 解析에 의해 금번의 사고가 출력보이드 불안정성에

기인하는 反應度事故인 점 및 최고연료엔탈피의 평가치에서 연료가 溶融破損된 점은 분명하다.

그 결과, 압력관을 포함한 1次系배관의 파손은 반응도사고에 수반하는 급격한 물의 과열에 의한 加壓破損에 의한 것이며 소위 수증기폭발에 의한 파손이 아니라고 추정된다. 이 때문에 압력관은 상부 및 하부가 內壓破裂되고 또 방출된 1차냉각수의 파괴를 초래한 것으로 추정할 수 있다. 건물의 파괴는 상부배관室內 등에서 수소폭발에 의한 가능성이 높다고 생각한다.

후연의 연소는 붕괴열 및 사고초기의 지르코늄-水反應熱에 기인하는, 후연-공기반응열에 의한 온도상승에 기인하는 것으로 생각한다. 또 후연의 온도가 1000도 이상 되면 소련보고대로 후연은 전체의 약 10%, 약 250t이 수일간에 소실될 수 있다고 생각한다.

【考 察】

금번의 사건은 설계에 있어서 多重防護의 적용에서 취약성을 배경으로 하면서 많은 운전원의 중대한 규칙위반에 의해 설계자가 예상하지 못했던 위험한 상태로 원자로를 이끈 결과가 발생했다.

이것은 원자력발전소와 같은 복잡하고 거대한 시스템에서 인간과 기계가 어떻게 역할을 분담해야 하는가, 각자 상대의 영역을 침범하지 않도록 어떤 방벽을 준비해야 하는가 하는 기본적인 문제의 중요성을 새롭게 표출한 것으로 생각된다.

더욱 운전원은 많은 규칙위반을 범하면서 원자로가 얼마만큼 위험한 상태에 놓여 있는가에 대한 인식이 없었던가, 혹은 지극히 불충분했다고 생각된다.

이 점에서 운전원의 선정, 교육훈련 등에 문제가 있었던 것이 아닌가 생각되지만 이에 첨가하여 거대한 시스템의 상황파악을 돕기 위해 어떤 대책을 강구해 두어야 하는가에 대해서도 TMI 사고 때와 같은 문제를 지적했다고 할 수 있다.

이 爐에서는 불가결한 안전기능의 유지가 운전원에 대한 규칙이란 형태로밖에 擔保되어 있지 않는 등 多重防護思想의 적용에 의문이 있는 점이다. 운전원의 규칙위반은 설계자의 예상도 미치지 못할 정도의 것이었지만 이와같은 운전원의 행위를 방지하고 제한하고 또는 그 영향을 완화시키기 위한 대책은 소련이 스스로도 인정했듯이 그 정도의 기술적 곤란 없이 취할 수 있었던 것이다.

이 사고는 多重防護思想의 올바름과 중요함을 보인 것이라 해도 좋을 것이다. 금번의 사고에서 특징적인 것은 운전원의 규칙위반 거의가 단순한 착오라고 말하기보다는 의식적인 것이었다는 점이다. 이 배경에는 만약 금번 시험을 하지 않으면 1년 이상 기다려야 한다는 사정도 있었던 것 같지만, 그렇다고 해도 운전원뿐 아니라 시험계획자 나아가서는 발전소의 관리체제 전반에 안

전을 최우선으로 한다는 의식이 희박했던 것이 아닌가 생각된다.

소련은 이 점에 대해 체르노빌발전소의 운전성적이 지극히 우수했기 때문에 오히려 원자로가 갖는 잠재적 위험에 대한 감각이 약해져 있었던 것이 아닌가하고 말하고 있다. 원자로의 안전을 확보하기 위해서는 종사자의 한 사람 한 사람이 안전의식을 높이고 안전우선의 기풍을 유지향상시키는 것이 불가결하다.

IAEA의 INSAG는 그 보고서에서 「Safety Culture」라는 말로 이것을 지적하고 있지만, 이 점은 동감하는 바이다.

이 사고는 設計基準事故의 범위를 넘어 가혹한 돌발사고에 이르렀던 것은 명백하다.

「종사자의 안전의식이 중요」

본보고서에서는 제 I 부에서 사고가 발생한 체르노빌원자력발전소 4호 爐의 특성, 사고의 경과, 원인, 피폭, 긴급시에 취해진 조치 등을 상세히 검토하고 평가하며 원자력발전소의 원자로시설 관련사항 및 환경·방재관련사항에서 특히 주목해야 할 것을 지적했다. 또한 제 II 부에서 日本에서의 원자력발전소의 안전확보대책의 현상태에 대해 조사검토하고 평가했다.

日本의 안전확보대책의 현상태를 조사한 결과 日本 원자력발전소의 안전성이 그 설계, 건설, 운전 등의 각 단계에서 진지한 노력에 의해 현상태에서도 충분히 확보되고 있는 점에서 금번의 사고에 관련하여 현행 안전규제와 그 관행을 조속히 개정할 필요성은 찾지 못하고 또 방재대책에 대해서도 일본의 원자력발전소의 특징 등을 고려하여 정한 원자력방재체제 및 제대책을 변경해야 할 필요성은 발견되지 않는다는 결론을 얻었다.

日本은 지금까지 1979년에 발생한 TMI 사고에 입각하여 그 반영사항을 기초로 이미 일본의 원자로시설의 안전성향상대책을 강구해 왔다. 금번

의 조사검토 결과는 오늘날까지의 이들 노력에는 기본적으로 다름없다는 것을 보이고 있다. 이것은 日本 원자력의 연구개발이용이 착실히 그 성과를 올리고 세계적으로도 높은 수준에 도달해 있다는 사실로도 나타나고 있다.

그러나 종래부터 인식하고 실행하고 있긴 하지만 새삼 명심해야 할 사항이 이 조사검토의 결과에서 몇 가지 抽出된다. 금번에 얻어진 以下の 사항에 대해서는 그 중요성을 재인식하는 바에 의해 금후 日本에서의 안전성향상에 한층 이바지해 가는 것이 중요하다고 생각한다.

(1) 체르노빌원자력발전소 4호爐는 개발이래 설계의 개량개선이 반복된 원자로였지만 原型이 되는 爐의 안정된 실적을 기초로 장점을 신장시키는 데에 치우치고 단점을 보완하는 점에 노력이 부족했다고 생각한다. 日本의 원자력발전소에서 이와같은 전철을 밟는 것은 있을 수 없다. 개개 설계의 개량에 따른 적절한 안전평가 및 그를 위한 연구가 확실히 실시되는 것이 필요하다.

(2) 금번의 사고는 운전원이 많은 규칙위반을 범하고 설계자가 예상도 하지 못했던 위험한 상태로 원자로를 이끌었고 더구나 그 중대성을 운전원이 알아차리지 못한 것에서 발단했다. 이것을 감안하여 원자로 설계범위내의 이상사태에 대해서는 물론이며 만일 그 범위를 넘는 사태가 되어도 적절한 대응이 가능하도록 안전상의 정확한 지식을 파악·정비하고 그것을 운전관리면에 適宜反映해 갈 필요가 있다.

(3) 금번의 사고는 운전원에 의한 수많은 규칙위반이 중요한 요인이었던 점을 감안하면 운전관리에서 규율유지는 안전상 극히 중요하다고 할 수 있다. 즉, 원자력발전소의 종사자 한 사람 한 사람의 높은 안전의식이 중요하다. 이 의미에서 운전관리의 현상은 양호한 상태에 있지만 이에 자만, 만심하지 말고 한층 노력을 기울이는 것이 중요하다.

(4) 금번의 사건은 안전성 유지에 불가결한 기능이 안전원에 대한 규칙이라는 형태로밖에 擔保

되지 않는 점이 중요한 원인의 하나로서 들어지며 설계상의 다중방호 및 원자력발전소에서 인간과 기계의 역할분담의 중요성을 재확인시킨 것이었다. 日本의 원자로시설에 있어서는 다중방호사상에 기인한 설계가 되어 있고, 그에 대응한 운전관리가 시행되고 기계와 인간의 역할분담은 현 상태에서는 양호한 것으로 생각하지만 이에 대해서는 종래부터 안전성향상의 관점에서 人的因子, 맨·머신·인터페이스에 관한 연구가 계속되고 있는 바이며 금후에도 그 연구의 확충이 필요하다.

(5) 가혹한 돌발사고에 대해서는 오늘날 더욱 국제적으로 연구가 진행되고 있는 단계에 있다. 오늘날까지의 검토에 의하면 원자로시설은 큰 안전상의 여유가 있으며 설사 설계범위를 벗어난 상태가 되어도 상당한 범위에서 안전기능이 유지되는 점 및 사고시에 적절한 조작을 함으로써 異常事故를 안전한 범위이며 또는 가령 이것을 넘어도 재해의 정도를 현저히 저하시키는 점 등이 분명해지고 있다.

가혹한 돌발사고에 관한 연구에 대해 日本에서 지금까지 거듭해 온 노력을 한층 추진시키는 것이 필요하다.

(6) 日本의 원자력방재체제 및 제대책은 이미 정비되어 있다. 이것을 기초로 금후 금번의 소련의 사고에 즈음하여 취해진 방재활동 등을 참고로 하면서 각종 방재대책에 관해 제Ⅱ부에서 기술한 바에 따라 그 내용을 충실히 하고 보다 실효성있는 대책으로 하는 것이 중요하다.

또 금번의 사고에서는 그 방사성물질의 영향이 세계각국에 미쳤기 때문에 긴급시 대책을 위한 국제적인 활동이 활발해진다고 생각되므로 이 면의 국제협력도 충실히 해 갈 필요가 있다.

(7) 日本에서는 안전성에 관한 정보교환, 연구 등이 국제협력을 추진하고 그 성과를 適宜안전확보를 위한 제대책에 반영하는 노력을 계속해 왔다. 금번의 사고를 계기로 하여 국제협력을 금후에도 추진해 가는 것이 필요하다.