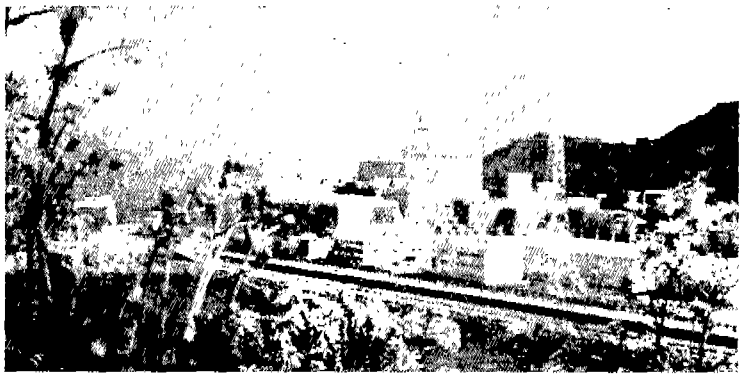
원자력발전 어느정도 안전한가

How Safety is Nuclear Power Generation ?



④

한국전력공사 원자력안전실 제공

Ⅵ. 원자력발전소 사고사례와 안전성

1. 윈스캐일 원자로 사고

이 원자로는 흑연감속 공기냉각식이었으므로 비교적 낮은 온도에서 운전되고 있었다. 운전이 계속됨에 따라 흑연 원자핵에 고속 중성자와의 지속적인 충돌로 위그너 에너지가 쌓이게 되자 1957년 10월 10일 이 위그너 에너지를 없애는 작업을 하게 되었는데, 그때의 작업방법이 부적절하였기 때문에 원자로 온도가 급격히 상승하여 제어 불능의 상태에 빠지게 되었다. 이 사고로 핵연료가 파손되어 다량의 방사성 물질이 새어 나왔으며 그중 옥소-131은 25,000큐리, 세시움-137은 600큐리가 대기권에 방출된 것으로 추산되어 주변 200평방마일 지역에서는 우유의 출하가 금지되었다.

그때 원자로 근무자 14명이 3렘 이상 피폭되었지만 다행히 인근 주민에게의 피폭량은 거의 없었던 것으로 나타났다. 그 당시의 원자로를 현재의 기술기준으로 비추어 보면 안전대책이 매우 빈약했었다. 만일 오늘날 그와 같은 사고가 발생했더라면 그렇게 많은 양의 방사능 방출이 있을 것으로는 보지 않는다.

2. SL-1 원자로 사고

이것은 미국 아이다호 주의 원자로 시험소(현재의 아이다호 국립기술연구소)에 설치된 미육군소유의 군사목적 원자로였다. 1961년 1월 3일 정초 바로 다음날 갑자기 원자로 폭주사고가 일어나 원자로 건물 안에서 일하던 수리요원 3명이 즉사했다. 그때 원자로는 정지중이었으나 작업자중 한사람이 제어봉을 억지로 뽑아낸 것으로 보인다. 그 사고원인에 대해선 여러가지 억

측이 있으나 가장 믿을만한 것은 제어봉이 노심 부안에 들어가 아무리 빼내려 해도 빠지지 않기 때문에 완력을 이용해서 강제로 뽑아냈더니 원자로가 즉각 초임계상태에 도달하여 폭주하였을 것이라는 추측과, 또 하나로 원자로가 그렇게 될 줄 알고 자살하기 위해 제어봉을 강제인출했을 것이라는 이야기도 있다. 하여간 원자로 건물안에 있던 3명 모두 죽었으니 누구의 이야기가 옳은지 알 수 없는 노릇이다. 그때 노심은 완전히 파괴되었고 13톤 무게의 원자로압력용기가 약 3미터 날아 갔고 원자로 남쪽 5킬로미터지점에서는 $3.5\times10^{-11}\mu ci/ml$의 옥소 농도를 탐지했으나 그 곳은 워낙 광활한 지역이고 주민이 전혀 살지 않는 벽지라 주민에게 피해는 전혀 없었다.

3. 드리마일 아일랜드 원전 사고

가. 사고개요

1979년 3월28일 드리마일 아일랜드 원자력발전소 2호기는 미국 상업원전 역사상 최악의 사고를 겪었다. 운전원의 실수와 기계적 고장으로 인해, 핵연료 집합체를 냉각시키는 냉각수가 상실되고 그 결과 연료를 둘러싸고 있는 피복재와 연료 일부가 용융되어 밀폐된 격납용기내에 대량의 방사성 물질이 방출되는 사고가 일어난 것이다.

설계시 가상 사고를 대비한 대응설비와 예방조치들이 충분히 고려되었음에도 어찌하여 이런 사고가 발생될 수 있었을까? 원자력발전소는 다중 안전계통과 충분한 운전 제한치를 갖도록 설계되어 있다. 발전소 보호계통은 운전원이 이런 제한치를 초과하지 못하도록 함으로써 운전원의 실수를 감소시킬 수 있다. 운전원 또한 설비나 계통에 오동작이 발생했을 경우 발전소를 수동으로 정지시키고 안전한 상태로 유지시킬 수 있는 능력을 갖추고 있다.

TMI에서는 4명의 유자격 운전원이 연속되는 상황들을 오판하고, 이러한 사건들에 대응하도록 설치되어 있는 안전계통을 무시해 버렸기 때문에 계통이 마비되었다.

그들은 연속된 상황들이 1차 냉각계통의 과압 현상(1차계통 냉각수가 과다하게 많아 체적밀도가 높아져 압력이 높아지는 것)으로 잘못 해석했다. 이로 인해 그들은 냉각재 상실사고시, 연료가 냉각수에 잠기지 않고 노출되어 버리는 것을 방지하기 위해 냉각수를 1차 계통내에 공급하는 역할을 하는 비상 냉각수 계통을 작동 불능상태로 만드는 결정적인 실수를 저질렀다.

이런 상황은 마치 짙은 안개가 낀 산악지대를 밤중에 비행하는 비행사의 행동과 유사한데, 비행사는 여러 비행계통들을 적절히 조절하는 데에 어려움을 겪게 된다. 다른 지시 계기들이 고도계 지시치는 엉터리라고 경고를 하더라도 그것을 무시하고 20,000피트의 고도 지시는 정확하다고 확신하게 되면, 산 위를 비행해야 할 때 비행기는 계속 지면 고도로 비행하게 되어 결국 산등성이와 충돌하게 된다.

가압기는 원자로 냉각계통의 압력과 수위를 조절하며, 하부에는 물이, 상부에는 증기가 채워진 공기와 물의 공존 형태로 되어 있다.

압력이 떨어지면 내부에 설치된 히터가 켜져서 물의 온도를 올려 증기를 만들며, 이 증기는 계통의 압력을 높이게 된다. 압력이 규정치 이상 올라가게 되면 살수 밸브가 개방되면서 찬물을 뿌려주어 증기를 응축함으로써 압력을 내린다. 가압기 상부에는 또한 압력이 급격히 상승하면 개방되는 전자식 방출 밸브가 설치되어 있다.

1979년 3월28일 오전 4시경, 연속된 사소한 오동작이 발생하여 증기발생기에 물이 들어가지도 못하고 증기가 나오지도 않는 사고가 발생했다.

원자로 냉각재의 온도가 증가하며 냉각재를 팽창시키고 그 결과 압력이 상승되었으며 이 압력을 완화시키기 위해 가압기의 전자식 방출 밸브가 개방되었는데, 이는 충분한 냉각재를 방출시

킴으로써 계통의 압력을 정상적으로 복구시키기 위해서였다.

계통압력 조절을 위해 냉각재가 개방된 방출 밸브를 통해 유출되는 동안 원자로는 자동으로 정지되었다. 약 13초후 원자로 냉각계통 압력은 정상으로 환원되고, 밸브가 닫힌 것을 지시하는 지시 등이 켜졌다.

그러나 그 신호는 밸브에 닫힘 신호가 주어졌다는 것을 나타낼 뿐 밸브가 실제 닫혔는지 열렸는지를 보여주는 신호는 아니었으며 그때 밸브는 개방되어 고착상태에 있었다. 2시간 이상 냉각재의 상실이 계속되었고 결국 냉각재부족으로 인해 핵연료가 노출, 부분적인 연료 용융과 격납용기내 방사성 물질 누출이 발생하였다.

TMI사고는 운전원의 겹친 판단 착오로 확대되었는데, 비록 방출 밸브 닫힘 지시등이 켜지긴 했지만 밸브가 개방상태로 있다는 것을 다른 지시등이 나타내고 있었고, 이 신호에 의해 운전원은 얼마든지 수동으로 고착된 밸브를 닫을 수 있었다. 하지만 운전원들은 다른 지시등의 신호들을 무시해 버렸다.

냉각재 상실 사고에 대비하기 위해 모든 원자로는 비상 노심 냉각 계통을 갖고 있다. 방출 밸브 개방으로 인하여 계통 수위와 압력이 떨어지면 비상노심 냉각계통이 자동으로 압력 용기내에 물을 분사하여 계통 수위 및 압력을 조절하게 되는데 이때에도 이 비상계통은 설계된 대로 작동하였다.

이 비상 냉각계통을 작동시키는 펌프는 계통에 물을 운반하기 시작했고 냉각재 압력은 다시 상승하기 시작했다. 만일 운전원들이 펌프가 작동하도록 두었더라면 TMI사고는 피할 수 있었다.

비상계통이 작동을 시작한지 약 4분 후, 운전원들은 그야말로 결정적인 판단착오를 범했다. 그들은 비상 펌프 1대를 감속시키기 시작했으며 나머지 1대는 완전히 정지시켜버린 것이다.

설계된 기능을 잘 수행하고 있는 비상계통을 왜 운전원들이 정지시키고 감속했을까? 이 질문에 대한 해답은 복잡하다. 앞에서 설명했듯이 이 가압기는 하부에는 물이 그리고 상부에는 증기가 채워진 상태로 되어 있다. 방출 밸브가 열렸을 때 가압기 상부 증기는 먼저 방출되었고 원자로 용기내의 압력이 떨어지며, 용기 헤드 아래에 기포가 형성되어 용기로부터 가압기로 물이 대신 들어가게 되었다. 이것이 가압기 수위를 증가시켰으며 사건 발생후 6분경에는 수위가 눈금을 초과해서 가압기가 물로 꽉 채워져 있는 것처럼 지시했다.

TMI 발전소의 운전원들은 분사 유량을 줄여서 가압기의 만수(가압기가 완전히 물로 채워져 있는 것을 뜻함)를 피하도록 훈련을 받았는데 가압기가 만수 상태일 때 계통으로 물을 펌프하는 것은 설계 압력을 규정치 이상 초과시키고 결과적으로 계통을 파열시킬 수 있기 때문이었다.

TMI운전원들은 계통이 결코 냉각재로 채워져 있지 않았다는 것을 깨닫지 못했다. 가압기의 수위가 아주 높은 동안 냉각재는 증기와 물의 혼합 상태였으며, 물의 양은 급격히 감소되어 있었다.

엎친데 덮친 격으로 운전원은 또 다른 실수를 저질렀는데 사고발생 74분 후 원자로 냉각재 펌프 4대중 2대를 정지시킨 것이었다. 101분 후에는 나머지 2대의 펌프도 정지시켰다.

나. 사고의 영향

이 사고로 노심이 크게 손상되고 많은 핵분열 생성물질을 방출하였다. 그래도 주변환경으로 유출된 것은 그리 많지 않았다. 사태가 수습된 이후에도 핵분열 생성물은 오염된 원자로의 보조계통을 통해 거의 한달 동안 남모르게 새어나갔으나 그런것을 모두 합해도 희유가스는 200만 큐리, 옥소는 15큐리만이 유출된 것으로 추정된다. 희유가스에 비해 옥소유출량이 그렇게 적은 것을 보고 학계에서는 지금까지 설정하고 있던 사고시의 옥소의 가상유출량이 지나치게 보수적으로 과다책정되었다는 여론과 함께 앞으로는 보다 실제적인 옥소 유출량 설정을 바탕으

료 하여 새로운 핵분열 생성물의 움직임 연구를 시도해야 할 것이라는 의견이 강하게 제시되고 있다.

TMI사고때 인근주민의 방사선 피폭량은 극히 적었다. 사람이 TMI의 섬과 육지를 연결하는 다리부근에서 사고 기간중 계속해서 옷을 벗고 머물러 있었다고 가정해도 방사선 피폭량은 100 밀리렘 정도로 밖엔 추정되지 않으므로 주민이 받은 실제의 방사선 피폭량은 이보다 훨씬 적었을 것임에 틀림없다. 또 주변 50마일 안에 사는 200만명의 주민에 대한 집단선량을 산출해 보면 2000맨렘 (man-rem) 정도이었을 것으로 짐작된다. 이 200만명의 주민이 이 정도의 선량에 피폭되어 일생동안 암에 걸려 죽을지도 모를 확률은 한명 이하로 산출되지만, 실제로는 TMI 사고가 없었다 해도 200만명중 자연발생 암으로 사망할 가능성을 지닌 사람 수는 325,000명에 이르는 것이다. 다만 발전소 근무자중에는 3렘 이상의 피폭자가 몇명 있었을 것으로 추측된다.

이런 모든 사실을 보아도 TMI사고는 노심손상이라는 중대사고에 비해 인근주민들과 종사자에게는 방사선 영향은 무시할만큼 근소하였음을 알 수 있다. 주민들에게의 영향은 방사능장해라기보다는 정신적인 점이 많았다는 것은 사고 직후 정신과 의사를 찾은 환자가 급격히 늘어난 것으로도 입증된다. 그래서 이 사고에 의한 실제적인 영향을 정확하게 파악하기 위하여 당국에서는 인근주민에 대한 역학조사를 오랜 기간에 걸쳐 꾸준히 추진하고 있다.

다. 사고교훈

이런 사고가 어느 발전소를 막론하고 다시는 일어나지 않도록 사고 원인을 조사분석, 교훈을 도출하여, 원자로의 안정성 향상에 기하자는 의견이 각계에서 강력하게 일어 났으며 당사국인 미국에서 뿐만이 아니라 다른 나라에서도 공통관심사가 되어 각국의 의견과 경험을 상호 교류하자는 국제적인 운동이 자생적으로 일어나게 되었다.

미국에서는 카터 대통령 직속으로 사고조사위원회를 설치하였고 이와는 별도로 원자력 규제위원회 (NRC : Nuclear Regulatory Commission)도 독자적인 조사위원회를 구성하였다. 이 밖에도 전력그룹, 학회, 원자력 산업계 및 관련기관에서도 조사분석 특별위원회를 만들어 많은 검토 분석보고서와 권고사항을 제출하였다. 특히 전력회사가 공동출자하여 원자력발전소의 운전실적과 사고기록 정보를 수집 배포하는 INPO (The Institute of Nuclear Power Operations)는 규제당국과 긴밀한 협조하에 독자적인 활동을 개시했다

일본에서는 TMI사고의 중대성을 인식, 원자력안전위원회 산하에 「미국원자력발전소 사고조사특별위원회」를 설치하여 사고조사 분석과 그로부터의 권고사항을 작성했으며 거기서 도출된 권고사항이 소위 「52개 항목의 권고사항」에 달했다. 또 TMI사고시에 선포되었던 주변 주민 소개 권고를 참작하여 원자력 안전위원회에서는 방제대책의 실시주체인 지방자치단체가 참고하여야 할 원자력발전소주변의 방재대책안을 작성하기로 하였고 이에 앞서 만일의 사고 발생시에 필요한 것으로 보이는 기술권고사항으로서의 긴급기술권고조직을 만들었다.

두번째는 TMI사고의 영향은 크지 않았으나 노심 손상은 종래에 생각했던 설계한계를 훨씬 초과했기 때문에 각각의 구조물, 계통, 기기가 갖는 안전기능상의 주요도를 재검토해야 할 필요가 생겨나게 되었다. 또한 설계한계를 넘는 사고발생을 참작하여 이에 대한 방어대책이 충분하도록 만반의 준비를 마련해 놓아야 한다는 점도 강조되고 있다.

세번째로 원자로 안전이라는 것은 분야별 또는 부품별 안전사항을 묶어서 집대성한 것이어서는 안되고 부지선정에서부터 운전에 이르기까지의 전수명기간을 통하여 설비기능과 인간행동과의 연계관계를 포함한 종합적이고 상호종속관계로서의 발전소 안전을 염두에 두고 이에 대한 대책과 목표를 수립해야 한다는 사실이다.

4. 체르노빌 원전 사고

가. 사고개요

소련 우크라이나공화국 수도는 인구 250만명의 키에프시이고 이 도시 북쪽에는 아래위로 길쭉한 모양의 호수가 있는데 이 호수 북쪽 끝, 즉 키에프 북방 130km 지점에 체르노빌이라는 인구 25,000명의 소도시가 있다. 소련은 이 체르노빌 근처에 1978년부터 84년까지 100만kW급 원자로 4기를 건설하였고, 현재 이 자리에 똑같은 형의 원자로 2기를 더 짓고 있었다. 그중 84년도에 준공된 제 4호기가 86. 4. 26(토) 새벽 1시23분에 사고를 일으켰는데 여기에서 서북방 1,200km에 위치한 스웨덴 원자력발전소에서 이틀후인 4월28일 아침 분명히 원자로 사고시에 누출한 것으로 추측되는 핵종의 방사선을 검출하였다. 그때의 기상조건으로 보아 틀림없이 소련에서 방사성 물질이 날아온 것으로 짐작한 스웨덴은 모스크바 주재 대사관을 통해 소련당국에 문의해 보았으나 소련측은 아는바 없다고 했다. 이무렵 전세계 특히 유럽지역의 각국들은 온통 야단법석이었다. 그날 저녁(4월28일 21시 02분) 소련은 국영 TV로 체르노빌 원자로에서 사고가 발생했음을 처음으로 보도하는 한편 타스통신을 통해 공식적으로 시인하기에 이르렀다.

1987년초 현재 소련에는 모두 44기, 2,825만kW의 원자력발전소가 운전중에 있었고 건설중인 것은 33기, 3,432만kW, 그리고 계획중인 것이 28기, 2,744만kW이었다. 사고를 일으킨 원자로는 소련이 독자적으로 개발한 흑연감속 경수냉각로형으로서 이것은 동구권에도 수출한 바 없는 독특한 형식의 것이고, 이 노형의 원자로는 운전중인 것이 22기, 건설 및 계획중인 것이 각각 8기와 7기가 되므로 소련에서는 우리나라의 주종기종과 동형인 가압경수로형(PWR)과 더불어 쌍벽을 이루는 노형이다.

이 사고로 한사람은 증기에 의한 심한 화상으로, 또 한 사람은 낙하물에 맞아 현장에서 숨졌고, 얼마후 방사선장해로 4명이 더 사망했는데 거의가 소화작업을 하다 희생되었다고 한다. 입원한 사람은 299명, 그중 퇴원한 사람은 89명인데, 사망자수는 17명이라는 보도도 있었는가 하면 처음 2명까지 포함하여 26명이라는 말도 있었다. 입원환자 299명 중에는 발전소 직원, 의료관계자 및 발전소에서 3km 떨어진 곳에서 걸어가고 있었던 민간인 2명도 포함된다. 86년 8월 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency : IAEA)에 보고된 소련대표의 이야기로는 그간의 사망자는 31명이고 입원환자는 200명에 이른다고 했다. 발전소에서 30km이내의 방사선준위 최고치는 10~15mrem/hr였고, 5월 5일에는 2~3mrem/hr로 떨어졌으며, 5월 8일에는 0.15로 내려가 키에프시 수원지는 기준내의 값이었다. 이밖에 이웃나라는 모두 허용한계 이내의 값이었고 일본과 우리나라에서도 비속에서 방사성물질을 탐지했으나 그것은 중공에서 핵실험했을 때에 비해 월등히 낮은 값이었다.

나. 사고경위

열출력 320만kW, 전기출력 약 100만kW인 체르노빌 제 4호 원전은 정기실험과 보수작업을 하게 되었다. 그래서 운전원들은 예정된 원자로실험과 터빈의 감속운전 실험을 위해 원자로출력을 20만kW로 낮추려 하였으나 운전 잘못으로 7만kW로 내려가고 말았다. 그래서 20만kW로 다시 끌어 올리려 하였으나 시간이 오래 걸릴 것 같아 자동제어 대신 수동으로 작동키로 하였다. 이때 또 하나의 장해물은 중성자증가를 억제하는 30여개의 제어봉이었는데 이 제어봉이 노심안에 꽂혀 있어 출력을 빨리 올릴 수 없으므로 7~8개만 남겨 놓고 모두 뽑아 버렸다. 물론 이것은 규정위반이지만 그들은 빠르고 손쉬운 방법을 택했던 것이다.

이런 위험한 상태에서 실험을 강행한 결과 이번엔 비상계통(Engineered Safety Features : 공학적안전설비)이 작동하여 노심안으로 찬물이 주입되어 장기간에 걸쳐 동일조건하에서의 실험

치를 얻을 수 없게 되자 비상계통마저도 끊어 버렸다. 이는 마치 안전 벨트도 매지 않고 기어(gear)도 빼놓고 브레이크도 채우지 않은 상태에서 급경사인 내리막길을 차를 몰고 가는 격이었다. 실험도중 출력이 급격히 증가하여 원자로의 폭주(runaway)와 화학적인 연소폭발에까지 이르게 되었다. 유럽 각지에서는 체르노빌 사고로 우유등의 축산물과 채소를 비롯한 농작물의 피해가 280억 $에 이른다고 하였으나 소련은 이를 부인하면서 자기네들은 사고이후에도 방사능 오염의 염려가 없으므로 모든 축산물과 농작물을 먹고 마신다고 했다.

한편 유럽측에 의하면 사고후 방사능 낙진이 떨어진 지역의 목장에서는 젖소의 방목을 금했으나 목장주인들이 목초를 베어다가 먹였으니 꼭 같은 영향을 받게 되었으며 또 오염된 우유를 유통하지 못하게 했으나 치즈와 버터를 만들어 팔았다는 것이다.

그래서 유럽 여러나라에서는 IAEA에서의 소련측 발표는 손해배상을 준비중인 여러나라의 분노를 무마하려는 계획적인 허위발표인 것 같다고 비난하였다.

소련측의 발표내용을 토대로 원자로 운전원들의 잘못을 찾아보면 다음과 같은 것으로 된다.

1) 실험하기 위해 원자로 열출력을 20만kW에 맞추려다가 7만kW로 내려 갔으면 마땅히 20만kW로 올릴 수 있을 때까지 기다리는 것이 원칙인데 조급하게 출력을 올리려 서둘렀다는 점

2) 운전절차서에서는 20만 내지 70만kW 범위에서 실험하도록 되어 있으나 무리하게 저출력에서의 실험을 실시했다는 점, 즉 운전절차를 무시한 운전강행

3) 필요한 때는 수동으로 작동할 수도 있으나, 이번 경우는 급하다고 해서 무리하게 자동제어에 의존치 않고 수동작동을 하게 되었다는 점

4) 규정을 위반하면서 까지 임의대로 제어봉을 뽑아 버림으로써 반응도 여유(reactivity margin)를 허용치 이하로 내린 점

5) 멋대로 공학적 안전설비인 노심냉각계통을 차단한 점

6) 멋대로 터빈으로부터의 정지 신호를 함부로 끊은 것

7) 보수팀이 운전팀에게 실험을 독촉했을 것이고 운전팀은 이에 동조하여 실험을 무리하게 강행했다는 점

8) 실험요원과 운전요원간의 이해상반과 협조가 부족한 점

9) 발전소의 특성과 운전조건을 고려치 않고 작성한 설계자의 운전절차서와 실험절차서 그리고 내용의 미비한 점

이렇듯 사고조건들이 많았음에도 불구하고 원자로실험을 강행했으니 핵사고가 발생한 것은 당연한 일이었고, 연이어 그것이 확대되어 화학폭발과 화재로까지 발전하였다. 초기의 사망자중에 소방관들이 많았다는 것은 화재가 대규모였다는 사실을 시사하고 있으며 그 불은 원자로에 몇천톤이나 쌓여있는 흑연으로 번져 끄기 어려웠을 것으로 짐작된다. 우리나라 원자로는 설계개념부터가 달라 원자로내에서의 화재는 구조적으로도 발생하기 어렵도록 되어 있다.

순수한 흑연은 일종의 탄소인데, 이것은 고급 석탄과 같다. 그러나 우리 원자로는 흑연 대신 물을 사용하고 있으므로 물에 불이 붙을리가 없는 것이다. 국제원자력기구의 직원중 중립국 출신들은 소련정부가 발표한 성명서를 그대로 인용하여 사고내용을 설명했으나 미국인들은 좀 다른 의견을 갖고 있었다. 즉 사고의 원자로는 핵무기원료인 플루토늄 생산도 겸하고 있는 특수한 노형이며, 지금까지 발표한 기술적인 내용은 발전부분만을 나타내고 있을 뿐 무기생산부분은 숨겨 놓았다고 주장했다. 소련인들이 자유진영 인사들에게 아직까지 그 원자로에의 접근을 금하여 왔고, 사고수습을 지원하겠다는 제의조차도 거절한 것은 바로 그것 때문이라고 볼 수 있다. 원자로의 흑연찬넬 수는 2,300개에 이르고 핵연료는 1,660찬넬, 제어봉은 230찬넬이 들어가 있다고 전해지고 있는데 나머지 310찬넬에 대

대한 설명이 전혀 없다. 이것만 봐도 무언가 평화적 이용목적이 아닌 다른 용도가 있지 않나 하는 의구심을 일으키기에 충분하다. 자유진영 원자로는 방사성물질이 새어 나가지 못하도록 하는 6㎜ 두께의 철판과 그 외부를 둘러싼 75cm ~122cm 두께의 철근 콘크리트 격납건물 내에 내장되어 있으나 소련설계에서는 보통건물 안에 원자로가 들어 있다. 물론 원자로 외부를 콘크리트로 감싸긴 했으나 콘크리트의 부피가 얇아 이번에 그것이 제구실을 하지 못하였다고 본다.

격납용기(Containment Vessel)가 없기 때문에 핀란드에서 소련원자로를 도입할 때는 격납용기를 미국에 의뢰하여 설치하기로 하였다. 즉 일반적인 개념으로 정의하면 서방진영에서 만든 원자로는 방사성물질이 새지 못하게 하는 역할을 담당하는 격납용기 안에 들어 있으므로 사고가 나도 안전하나 소련 원자로는 보통 건물내에 있으므로 유사시에 생기는 높은 압력과 온도를 견디지 못하여 방사성물질이 새어 나갈 수 밖에 없었다. 격납용기만 있었던들 사고난 후에 그렇게 많은 양의 방사성물질이 방출되지는 않았을 것이다. 소련설계에 격납용기가 없는 것은 바로 그들의 비밀주의 때문이라고 말한다. 소련을 방문했던 미국인사는 소련에서는 시멘트가 귀하기 때문에 격납용기를 만들 생각을 못하고 보통건물안에 원자로 계통을 넣고 있다는 설명이었다. 몇년 전부터 소련측에서도 서방측 기술진에게서 격납용기의 중요성을 배워 최근의 설계에서는 그들도 격납용기를 넣기로 하였는데, 불행히도 84년에 준공된 체르노빌 4호기는 그 이전에 설계한 것이라 그것이 없었다. 한가지 계통에서 사고가 나면 다음 방벽이 이를 차단하는 심층방호개념(defensein – depth – concept)에 입각하여 설계되는 서방식 원자로가 아니었다는 것이 사고의 결정적 요인이라 할 수 있다. 모든 것이 비밀의 베일속에 가려 있어 관계기관과의 협조가 제대로 안되며 특히 보고경로가 많아 사고수습이 어려웠다는 점도 짐작할 수 있다.

체르노빌 사고에서 보았듯이 모든 사고의 공통점, 특히 대형사고의 공통점은 거의가 깊은 밤에 일어난다는 사실이다. 그리고 그것은 흔히 주말에 발생한다는 점을 경계해야 할 것이다.

다. 체르노빌 사고 직후의 각국의 반응

소련 : 원자력의 평화이용은 인류에게 상당한 이익이 된다. 이 사고를 계기로 과학적, 기술적 혁신을 기하는 한편 안정성확보, 규제와 조직상의 문제를 중요시한다. 원자력의 평화적 이용을 진작시키기 위하여 국제협력의 증진을 촉구하며 핵무기와 관련 인류의 장래문제를 다루기 위해 미국과의 정보교환을 제안키로 한다.

미국 : 체르노빌 원자로에는 격납용기가 없는 등 소련의 안전기준은 애매하다. 미국과 소련의 원자력산업을 비교하는 것은 사과와 오렌지를 비교하는 것과 같다.

격납용기가 없는 원자로는 새로운 안전해석을 할 때까지 운전을 중지해야 할 것이다.

프랑스 : 프랑스의 원자력발전 추진계획은 소련의 사고에 의해 아무런 영향도 없다. 소련 노형과 프랑스 노형은 근본적으로 다르다.

벨기에 : 총 발전량의 60%를 원자력으로 메우고 있는 벨기에는 현재 계획중인 8번째의 원자력발전소 건설에 다소 차질이 생길 것 같다. 원자력 발전을 하지 않으면 전기값이 현재보다 40% 비싸게 된다.

이탈리아 : 운전중의 원자로에 대한 가동중지나 신규사업에 대한 아무런 영향도 없다. 원자력발전은 국가발전을 위해 필요불가결하다.

일본 : 일본의 원자로형은 소련 것과 다르다. 앞으로의 발전소 건설은 지역주민들의 염려로 착공이 다소 지연될 것이 예상되나 전반적인 원자력발전 계획추진은 순조롭게 진행될 것이다.

영국 : 원자력개발은 계속 지지한다(수상과 에너지장관). 원자력발전소 설계와 계획에는 영향을 미치지 않을 것이나 장해요소는 될 수 있다.

– 폴란드 : 계획대로 추진할 것이다.

– 스위스 : 원자력발전정책을 계속 밀고 나가겠다.

〈다음호에 계속〉