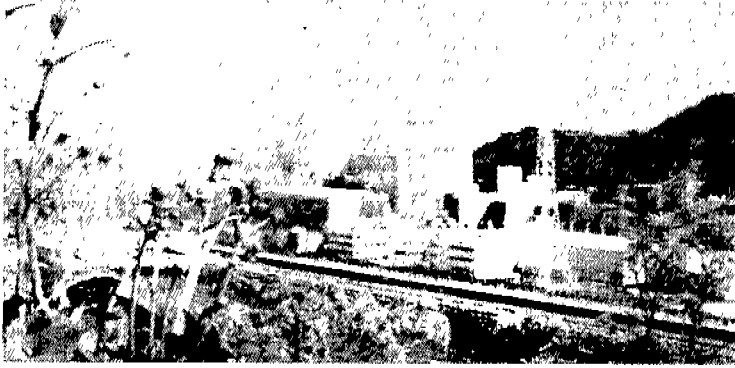


원자력발전 어느정도 안전한가

How Safety is Nuclear Power Generation ?



①

한국전력공사 원자력안전실 제공

I. 안정성이란 무엇인가

1. 원자력과 불안감

새로운 기술이 도입될 때마다 그것을 이용하는 사람과 지켜보는 사람 모두는 불안감과 우려를 갖는다.

기차가 처음 등장했을 때, 자동차와 비행기가 인간의 눈앞에 나타났을 때에 사람들이 놀라움과 함께 불안한 눈초리를 보냈던 것처럼, 전기가 발명되고 천연가스가 사용되기 시작했을 때에도 사람들은 불안감을 느낄 수밖에 없었다. 어쨌든 새로운 것과 이질적인 것에 대한 불안감은 사람들이 그것들을 자주 대하게 되고 그 신기술에 대해 익숙해 짐에 따라 자연히 해소된다.

이러한 인공적인 기술의 발달은 죽음이라든가 파괴를 수반하지만 그 인공적인 재난의 발생 빈도가 적고, 기술의 발달로 인해 인간이 누릴 수 있는 혜택이 클 때에 일반 대중들은 인공적인 재난을 별것 아닌 것으로 받아들이곤 한다.

미국에서는 연간 400명 이상이 전기 감전사고로 사망하지만 어느 누구도 전기 스위치 켜는 것을 위험스러운 행위로 생각하는 사람은 없을 것이다.

1979년 발생한 트리마일 아일랜드(TMI) 사고 시 죽거나 다친 사람은 아무도 없었다. 또한 기형아의 분만과 같은 2세대에 대한 악영향도 전혀 발견되지 않았다. 그러나 뉴스 매체는 큰 재난이 발생한 것처럼 보도함으로써 일반인들에게 심한 불안감을 안겨 주었다. 게다가 매스컴은 가상의 TMI 생존자들을 위한 기념회를 후원했는데, 이는 일어나지도 않았던 문제를 일어난 것처럼 꾸밈으로써 일반인들에게 불안감을 조성시키고 원자력 발전에 의한 비극은 언제나 일어날 수 있다는 것을 인식시키기 위해서였다.

반면에 기형아 출산의 주범이자 매년 350,000명이나 죽음으로 몰고가는 흡연이나 음주는 젊고 감수성이 예민한 젊은이들의 수명을 단축시키고 건강을 해치게 하지만 이 실제적인 재난은 별로 뉴스거리가 되지 않는다.

가. 공포는 사람들의 관심을 끈다

가능성이 아무리 적은 재해일지라도 재해가 임박했다고 보도하는 편이, 실제 위험은 적다고 안심시키는 것보다는 뉴스로서의 가치가 훨씬 높다.

심지어 재해가 발생할 것이라는 예상이 크게 빛나가더라도 여기서 생긴 두려움은 좀처럼 가지지 않는다. 더욱이 매스컴이 계속해서 그들의 예상이 왜 빛나갔는지에 대한 추측기사를 보도하고 이번에는 운 좋게 빛나갔지만 다음에는 그렇지 않을 것이라고 떠들게 되는 날이면 대중들의 불안감은 더욱 고조될 것이다.

미국내에서도 널리 알려진 정신과 의사인 로버트 L. 듀폰박사는 원자력에 대해 방송한 뉴스의 비디오 테이프를 분석했는데 (총 13시간) 방송뉴스의 제목을 분석한 결과, 그는 대다수의 방송국들이 이미 불안감에 휩싸여 있는 시청자들에게 고의적이든 아니든간에 불안감을 더해주고 있다는 사실을 알게 되었다.

듀폰박사는 원자력발전 반대론자들이 일반인들에게 불안감을 심어주고, 가상적인 위험에 대한 유일한 해결책은 원자력 발전을 완전히 없애 버리는 것임을 암시할 목적으로 원자력 발전에 대한 토론을 교묘하게도 발생할 가능성이 거의 없는 가상 위험에만 국한시킨다고 지적했다.

나. 교통사고가 무섭다고 자동차를 없앨 것인가

당신이 자동차에 대해 알고 있는 것이 단지 인명의 손실 뿐이라면 당신은 자동차를 없애 버릴 것이다. 또한 비행기 충돌사고로 인한 죽음이나 비행기를 타게 될 때 자신을 보호할 아무런 대책이 없다는 것 등이 비행기를 이용하는 전부라면 다시는 비행기를 타지 않을 것이다. 음식을 먹었을 때도 비만해져서 당뇨병과 심장병을 얻게 될 뿐이라면 아마도 음식을 먹는 사람은

아무도 없을 것이다.

이런 것이 반대론자들이 생각하는 원자력에 대한 납득하기 곤란한 관점이다. 원자력 에너지의 이용 대신에 물을 놓고 생각해 보면 반대론자들의 관점이 얼마나 뼈뿔어져 있는 것인가를 더 잘 알 수 있다.

텔레비전 화면에 수영 풀장이 방영되는 중에 “당신은 100,000명을 익사시킬 수 있는 충분한 물이 이 풀장에 있다는 것을 아십니까?” 라는 따위의 방송도 들을 수가 있을 것이기 때문이다.

이것이 바로 오늘날 우리가 원자력에 대해 들을 수 있는 표현 방법이며, 이러한 표현들은 바로 우리들의 불안감을 고조시키고 원자력이 발전할 수 있는 길을 막아 버리는 것이다.

원자력발전이, 우리 국민에게 경제를 발전시키고 기술수준을 향상시킨다는 만족감을 심어줄 수는 있다. 그러나 본능적으로 가지고 있는 이 불안감은 논리적인 설명에 의해서 해결될 수만은 없는 것이다.

왜 원자력을 이용해서 전력생산을 해야 하는가 하는 원자력발전의 필요성에 대해 국민들이 관심을 가지도록 하기 위해서는 국민들에게 더 큰 불안감 즉, 전기가 부족하다고 하는 실제적인 불안감을 심어 주는 것이 필요하다. 산업사회에 있어서 전기의 역할은 물과 공기의 존재와도 같다.

전기의 극심한 부족은 공장 가동률을 제한시켜 심한 실업현상을 낳고 식량공급마저도 어렵게 한다. 가정과 병원에 빛을 제공하고, 라디오, 텔레비전, 냉장고, 냉·난방 장치를 가동시키는 전기가 공급되지 않는다면 참으로 무시무시한 결과가 나타날 것이다. 물론 석탄발전소를 건설하여 이용하는 것도 임시 방편이 될 수는 있지만 석탄에 전적으로 의지하였을 때 일어날 수 있는 환경 훼손이 장래 원자력발전 계획의 부활을 위한 주요 동기가 될 것이다.

어내야 하는 것이다. 곧 앞에서 설명한 바 있는 논의를 위한 공통의 광장을 만들어 내는 것이다.

공통의 척도(계량의 표준)와 기준은 아무렇게나 만들지만 하면 그것으로 문제가 해결되는 것은 아니다. 만든 것이 척도나 기준으로서의 구실을 하려면 적어도 두가지 조건을 갖추어야 한다. 그 하나는 이 척도와 기준에 대하여 적어도 당사자가 이것이 적당하다고 합의할 수 있는 것으로 만들어져야 한다는 것이다. 다시 말하면 적어도 당사자 간에는 정당화할 수 있어야 하는 것이다.

다른 또 한가지의 조건은 만들어진 척도나 기준에 비추어서 지금 생각하고 있는 시설이 안전하다고 말할 수 있는지를 현재의 기술과 지식으로서 논증할 수 있는 것이어야 한다. 그렇게 하기 위하여서는 척도나 기준은 현재의 지식을 정확하게 반영한 것이어야 하며 경우에 따라서는 논증방법상 여러가지 조건을 붙이는 경우도 있다.

다. 누구를 위하여 생각하는 안전인가

일반 건설현장이나 공장내에 들어가면 녹십자의 표시나 「안전제일」 등의 표어가 많이 눈에 띈다. 이 경우의 안전은 거기서 작업하고 있는 사람들, 결국은 종사자의 안전인 경우가 대부분이다. 이에 대하여 산업활동의 결과로서 일반공중의 생활환경에 어떤 바람직하지 못한 변화가 생겨서 공중의 생명, 건강 또는 재산에 나쁜 영향을 주는 것을 보통 「공해」라 하고, 이를 방지하기 위한 것을 「안전」이라고 말하는 경우는 비교적 드물다고 본다. 원자력분야에서 말하는 「안전」은 일반산업의 안전과는 약간 취지가 다르다. 물론 원자력시설에서도 종사자의 안전, 곧 종사자의 생명, 건강 또는 재산을 적절히 보호하는 것이 매우 중요한 일이며 원자력안전에서 중요한 부분을 차지하고 있다. 그러나 우리들이 「원자력시설의 안전」이라할 경우 무엇보다 중요한

부분은 일반공중의 생명, 건강, 재산을 보호한다는 의미의 안전이다. 원자력에서 말하는 「안전」은 누구를 위한 「안전」인가의 질문에 대하여 한마디로 대답한다면, 그것은 「일반공중」이다.

안전상의 중요 당사자는 일반공중이라는 관점에서 일반산업의 안전과는 약간 다른 사고방법을 택하여야 한다. 이 점에 대하여서 우선 지적하여 두지 않으면 안되는 것은 안전을 판단하기 위한 공통의 척도나 기준은 당사자인 일반공중에 의해 합의되지 않으면 안된다는 것이다. 공중은 물론 더 나아가서 관련 사회의 합의를 어떻게 형성시켜는가 하는 문제는 원자력의 안전을 논할 경우 피할 수 없는 과제라고 본다.

형식적으로 말하면 공중의 자유선거로 선출된 의원으로 구성되는 국회가 공중의 합의를 형성하는 터전이 될 것이다. 그러나 원자력의 안전 문제에 대하여 지금까지의 여러가지 경위를 보면 단지 의회에서 의견을 말하였다고 해서 문제가 모두 해결되는 것이라고 단언할 수 없다. 공중이 어떠한 형태이건 합의형성 과정에 참가하여야 하며, 그 결실을 얻기 위하여서는 우선 공중 개개인이 문제의 가장 본질적인 부분은 무엇인가에 대하여, 이해하고 판단하는 능력을 체득하여 냉정하게 문제들을 직시하는 것이 중요하다. 여기서 말하는 이해와 판단력은 고도로 전문적이고 기술적인 지식을 말하는 것은 아니다.

위에서 설명한 바와 같이 안전의 기본적 성질은 원자력시설만이 아니라 다른 산업활동에도 일반적으로 잘 적용된다. 원자력도 일종의 산업활동이므로 많은 적든간에 일반 산업시설과 공통되는 문제를 가지고 있으며 역시 일반산업과 마찬가지로 규제를 받고 있다.

그러나 오늘날 원자력의 안전이 사회의 주목을 받고 있는 것은 이와 같은 공통적 일반적 문제를 원자력시설이 다른 시설보다도 많이 가지고 있기 때문인 것은 아니다. 원자력의 안전이 주목의 대상이 되는 것은 오로지 방사선 피폭과

관계되기 때문인 것이다. 이것은 원자력의 안전 문제를 어떤 면에서 매우 단순하게 하는 반면 어떤 면에서는 복잡하게 만들기도 한다.

문제를 단순하게 하는 면부터 설명하면 원자력안전에는 방사선 또는 방사선이 나오는 선원(Source)인 방사성물질에만 착안하면 된다고 할 경우 문제는 일원화되는 셈이다. 그러나 일반산업폐기물에서는 유황산화물(SOX), 질소산화물(NOX), 수은 등 몇가지 물질이 주목의 대상이 되어 규제를 받고 있기는 하지만 기타 고려되는 매우 다종다양한 물질에 대하여서는 무엇이 어느 정도 있는지 어떻게 측정하는지 등 불분명한 점도 많다. 이런 것들이 인체에 미치는 영향과 급성의 직접적 영향 등은 어찌됐든간에 장기적·축적적 영향에 대하여는 대부분 알지 못하고 있다해도 과언이 아니다. 이에 비하면 방사선 문제는 아직 더 연구해야 할 일들이 많이 있기는 해도 극히 미량의 방사성물질에 이

르기까지 그 측정 방법은 확립돼 있으며 인체에 미치는 영향에 대한 지식의 축적 정도는 일반산업폐기물과 비교되지 않을만큼 잘 알려져 있다.

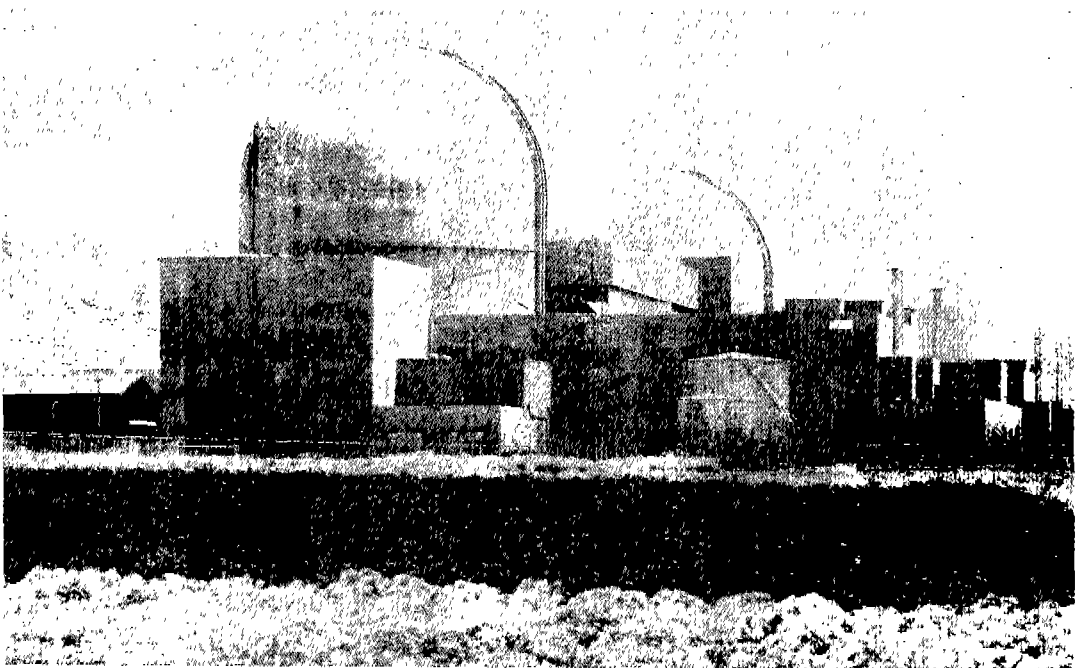
따라서 안전문제 곧 방사선에 국한된 상황일 경우 문제가 일원화됨으로써 우리들이 고려해야 하는 사항들도 매우 단순 명확해지므로 이에 대한 전망도 밝아지게 된다.

3. 원자력발전소의 보호체계

가. 첼린저호 사고의 총격

TMI사고 이후 대중은 「원자력발전은 안전한가?」 또는 달리 표현해서 「원자력 발전의 안전성은 충분한가」에 대한 답변을 듣기 원했다. 이런 질문에 답변하기 위해서는 대중이 안전성을 어떻게 바라보며, 사고에 대해 어떤 반응을 보이는지 잘 이해해야 한다.

6명의 우주인과 1명의 교사가 사망한 첼린



(그림 2) 영광 원자력 발전소 1·2 호기

저호의 폭발은 많은 사람들에게 큰 충격을 안겨 주었다.

유인 우주선의 발사는 거의 틀에 박힌 일이 되었기 때문에 우리들은 모든 우주 비행은 성공 하리라 낙관하게 되었다.

챌린저호의 사고 몇달전, 거의 250명에 이르는 미 공수부대원이 중동에서 임무를 수행하고 돌아오는 길에 충돌 사고로 숨졌다. 이 비극적인 사고도 챌린저호처럼 큰 관심을 끌지는 못했는데, 인명의 손상이 아무리 크더라도 비행기 충돌사고는 이제 일상적인 사건으로 받아들여지게 되었기 때문이다.

우리는 우주 비행의 사고, 특히 학교 교사가 숨진 사고가 발생하리라고는 전혀 생각하지 않았다. 몇명의 사람이 숨졌는가 하는 것은 우리가 챌린저호와 같은 형태의 사고가 결코 일어나지 않을거라고 확신하는 것과 비교했을 때 별로 중요하지 않다.

사실 우주선 발사에 거대한 연소물이 소요된다는 것을 생각했을 때 우주비행의 안전성 기록은 놀랄만한 것이다. 언제든지 인명의 손실을 포함한 사고가 발생할 수 있다는 사실을 우리 모두가 알아야 한다.

챌린저호 참사 조사결과, 교체 보조 로켓의 설계 결함이 결정적으로 사고를 유발한 것으로 나타났다. NASA (미 항공우주국)는 현재, 앞으로의 유인우주선 발사시 실패 가능성을 줄이기 위해 이 결함을 보완중에 있다.

나. 원전사고는 서서히 진행된다

안전성 논의에 있어서 원자력발전소를 비행기나 우주선에 비교해서는 안된다. 비행기나 우주선에 심한 사고를 일으킬 수 있는 오동작은 불과 수초내에 일어난다. 이와는 대조적으로 TMI 사고의 경우 온갖 오동작과 운전원 실수가 있었음에도, 연료 손상이 발생하는 데는 거의 2시간이 걸렸다. 원자력발전소도 다른 어떠한 대형

산업공장과 같이 사고가 있을 수 있으며, 따라서 제한치를 넘는 방사성 물질이 방출될 가능성이 전혀 없다고 할 수 없다.

가동중인 원자력발전소에서 운전원이 실수하는 경우도 있었으며, 전기계통이 제대로 작동하지 않거나, 펌프가 제 기능을 발휘치 않거나, 밸브가 제대로 닫히거나 열리지 않고, 일시적으로 기준치를 초과해서 방사성 물질을 방출하는 사례는 있다.

이러한 사고나 방사성 물질 방출 같은 것이 발전소를 정지하지 않고 비교적 간단한 보수나 운전절차의 개선 등으로 해결된 예도 있다. 또한 어떤 경우에는 설비의 큰 손상으로 인해 장기간 발전소가 정지되고, 많은 비용이 발생한 경우도 있었다.

그러나, TMI 사고 이전에 원자력발전소에서 발생한 모든 사고는 방사능 누출이 거의 없었기 때문에 대중에게는 아무런 위험도 없었다.

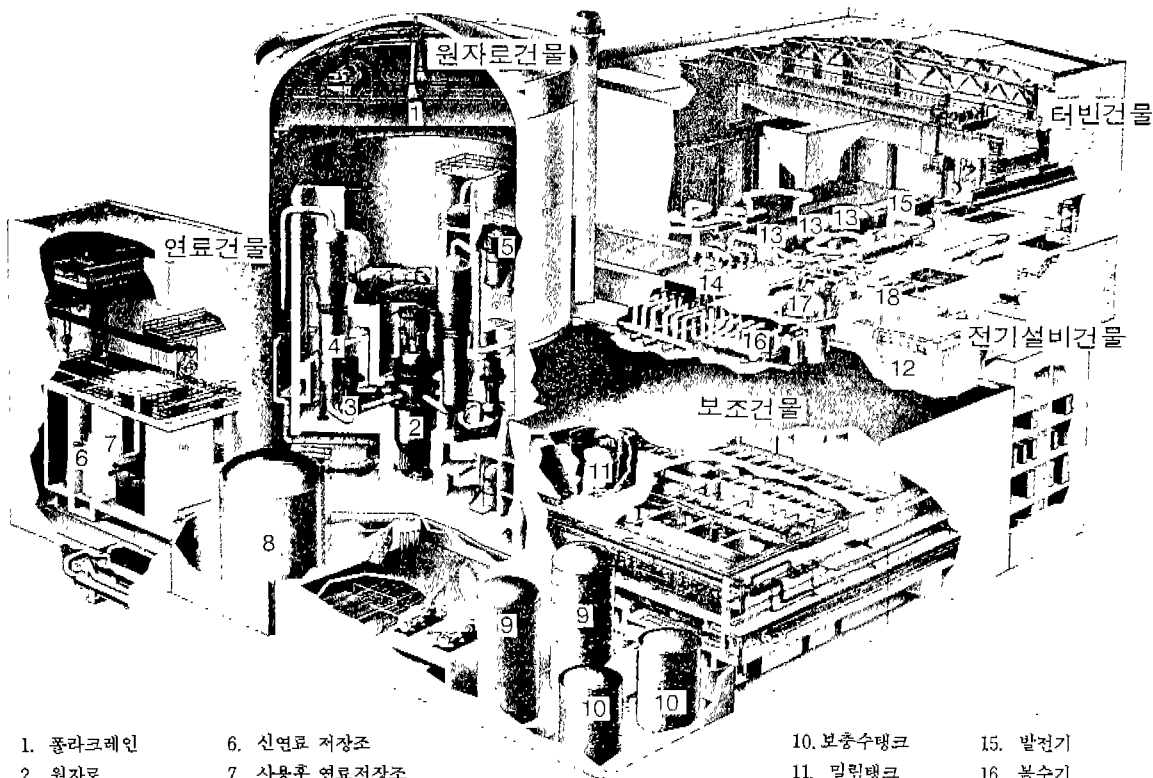
원자력발전소를 설계한 엔지니어와 과학자들은 다량의 방사성 물질 방출사고를 가져올 수 있는 모든 오동작이나 비정상 사건을 설계 분석에 포함시키는 것이 불가능하다는 것을 알았다.

그러므로 원자력발전소에 있어서 다중 고장에 의해 야기된, 발생 확률이 희박한 대형사고의 경우 격납용기는 필수적이다.

다. 격납용기는 방사성물질을 밀폐한다

격납용기의 유일한 목적은 최악의 가상 사고시 발생하는 모든 방사성 물질을 밀폐해서 인근 주민이 영향을 받지 않도록 하는 것이다. 그러므로 어떤 예상치 못한 사고(설계 개념에 고려되어 있지 않은 다량의 방사능이 방출되는 사고)로부터 발전소 종사자 및 주민을 보호하기 위해 거의 모든 상업용원자력발전소는 방사능이 대기로 누출되는 것을 방지하는 외부구조, 즉 격납용기 건물을 갖고 있다.

격납용기 건물은 TMI에서 일어난 것과 같은



- | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|-------------|----------|--------|------------|--------------|----------------|---------|-----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|------------|------------|
| 1. 폴라크레인 | 2. 원자로 | 3. 원자로냉각재펌프 | 4. 증기발생기 | 5. 가압기 | 6. 신연료 저장조 | 7. 사용후 연료저장조 | 8. 핵연료 재장전수 탱크 | 9. 수집탱크 | 10. 보충수탱크 | 11. 밀림탱크 | 12. 주계어실 | 13. 저압터빈 | 14. 고압터빈 | 15. 발전기 | 16. 복수기 | 17. 히터(저압) | 18. 히터(고압) |
|----------|--------|-------------|----------|--------|------------|--------------|----------------|---------|-----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|------------|------------|

(그림 3) 원자력 발전소 단면도

예상치 못한 사건으로부터 주민을 보호해 준다.

격납용기 건물은 하반부가 보통 땅속에 있기 때문에 외부에서 봤을 때 그리 인상깊게 느껴지진 않는다.

가압경수로의 표준 격납용기 건물은 높이 약 60m, 직경 40m, 철근 콘크리트 벽 두께 122cm, 돔 두께 97cm의 원통형 건물이다.

이 건물은 항상 밀폐되어 있으며, 출입은 특별히 설계된 문을 통해서만 가능하고, 모든 관통문들은 사고시 자동으로 닫히는 격납용기 격리 밸브를 갖고 있다. TMI 사고를 분석한 결과, 최악의 조건에서도 격납용기 건물은 틈이 가지

않으며, 발전소로부터의 유독한 방사성 물질의 방출 가능성은 없는 것으로 밝혀졌다.

그러나 TMI 사건 당시에는 모든 것이 분석되고 결론되지 않은 불확실한 상태였기 때문에 60여만 여명의 주민에 대한 대피를 경고했던 것이다.

격납용기는 설계된대로 작동했으며 연료 일부가 가열후 용융되어 방사성 물질을 방출했지만 이 모든 방사능은 격납용기내에 갇혀 있었다.

라. 인근 주민의 보건에는 아무런 영향도 없었다

TMI 사고는 원자로의 파괴로 인해 경제적으로 엄청난 손실을 준 재난이었지만 발전소 인근 주민의 보건에 대한 영향은 결코 없었다.

누군가가 「격납용기조차도 파괴되어, 인근 주민이 정상치 이상으로 방사선이 피폭될 사고의 확률은 얼마인가」라는 질문을 할 가능성이 높은데, 가능한 사고의 시나리오를 개발해서 이러한 사고가 일어날 확률을 분석함으로써 이런 유형의 질문에 답하기 위한 시도가 계속되어 왔다.

1973년 미국 원자력위원회는 원자력발전소의 위험도 평가를 수행하기 위하여 MIT의 노만 라스무센교수를 단장으로 하는 60명의 과학자로 된 위원단을 구성했다. 2년후 발간된 보고서에서 라스무센교수팀은 파국적인 사고의 위험은 무시할 정도라고 밝히면서 외계로부터 떨어지는 운석이, 통계적으로는 대형 원자력 사고보다 더 위험적이라고 결론지었다.

마. 원전보다 더 무서운 자연적, 인공적 재난

아마 자연적이고 인공적인 재난이 원자력발전소보다 많은 시민들의 복지에 더 큰 위험

각종 원인으로 인한 평균 수명 단축기간
(미국의 예)

원 인	수명단축 (일)	원 인	수명단축 (일)
흡연(남자)	2,250	당 노 병	95
심 장 병	2,100	약품남용	90
30%체중초과	1,300	방사선작업종사자	40
암	980	자연방사선	8
20%체중초과	900	X-선 촬영	6
흡연(여자)	800	커 피	6
폐암, 독감	141	경구 피임약	5
음 주	130	교통사고	5
		원자력발전소 방사선피해	0.02

(자료 : A Catalog of Risks. 1979. 미국 원자력협회)

이 될 것이다.

캘리포니아 인구 밀집지대의 지진, 대형 댐의 붕괴, 정원을 팹채운 점보 체트기가 이 착륙시에 5만명을 수용하는 시내 중심에 있는 운동장과 충돌하는 등의 사건이 우리가 살아가는 동안 겪게 될지도 모르는 사건인 것이다.

저지대 해안지역의 폭풍으로 인한 거대한 홍수, 인구 밀집지역을 휩쓰는 회오리 바람, 유독성 화학물질을 발생하는 산업공장지역의 폭발, 치명적일 수 있는 화물을 실은 운송기관의 사고들이 미국에서 비교적 자주 발생하는 생명에 위협을 주는 사고들인 것이다. 하지만 직접 피해를 당하지 않는 사람들은 이러한 사건들을 다른 세상의 일로 생각하는 경향이 있다.

TMI발전소에서 발생한 사고는 한마디로 표현하면 다중고장에 의한 소규모 냉각재 상실사고이다. 라스무센 보고서는 이러한 유형사고에 대해서는 거의 관심을 두지 않고, 갑작스런 대형 냉각재 배관의 파열과 이에 따른 전체 일차냉각재의 상실에만 중점을 두었다.

TMI사고 이전에 사용된 원자력발전소의 안전계통과 TMI사고로 얻은 교훈을 바탕으로 설치된 안전계통은 냉각수가 항상 연료를 덮고 있도록 설계되고 운전되도록 되어 있어 어떠한 중대한 사고도 일어나지 않을 것이다.

원자로 안전계통 설계의 주목적은 예상치 않은 사고가 발생 하더라도 연료의 손상이 발생하지 않고, 그리하여 방사능이 방출되지 못하도록 보장하는 것이다. 운전 절차시의 변경, 기존 안전계통의 개조, 그리고 새로운 안전계통의 추가 설치 등은 모두가 어떠한 조건하에서도 연료가 손상되지 않도록 방지하기 위한 것이다. 이 모든 예방조치에도 불구하고, 방사능 방출을 동반한 연료용융 사고가 발생할 경우에도 모든 방사능은 격납용기 건물내에서 차폐되며 주민들에 대한 영향은 결코 없을 것이다.

(다음호에 계속)