

## 美國에서 史上最惡의 原發事故

— 燃料損傷의 可能性도 原子力安全委등 美態把握에  
對策時急 —

미국 펜실바니아주 트리마일島 ( Three Mile Island ) 原子力發電  
所에서 3월 28일 오전 4시경 ( 미국동부시간 ) 二次系給水펌프가 고장  
난것을 발단으로 炉心内の 방사능이 밖으로 새어나온 史上最大의  
原發事故가 發生하였다. 機器가 充分하게 작동하지 않았음에 加해  
서 操作失手が 結된것이 原因이라고 보고있다.

4월 3일까지는 " 後遺症으로서 남아있던 炉心源部の 水素가스도  
대폭적으로 감하고 폭발등의 위험성은 없어졌다.

그러나 이번의 事故가 전혀 예측하기 어려운 経緯에서 일어났다는  
點, 大事を 막기위해서라고 하지만 一部住民의 避難권유를 하였  
다는 事實들은 이 기회에 原發機를 再點檢하는등 原發의 安全確保  
에 萬全을 期해야 할것이다.

NRC가 발표한 事故經過를 中心으로한 그 경위와 原因은 다음과  
같다.

事故發生 : 給水系故障, 加壓器의 壓力 relief valve ( 153 氣壓 )  
가 停止

1 分後 : 加壓器水壓 急激히 上昇, 蒸氣發生器 二次系水壓 내려가다

2 分後 : ECCS 의 高壓注水系가 作動 ( 109 系壓 )

4分30秒後：高圧注水펌프 1基를 手動으로 停止

7分30秒後：排水펌프 自動的으로 作動, 格納容器的 바닥에 모여진 冷却水를 補助建物 탱크로 排水

8分後：補助給水 탱크가 作動, (手動으로 閥를 열다)

10分10秒後：2基제의 高圧注入 펌프 手動으로 停止

11分後：加壓器 level 元來로 되돌아가다 (3基제의 高圧注入 펌프 運転員에 의해 再起動)

20分後：原子炉冷却系の 壓力 69 氣圧, 炉出口溫度 280℃에서 運転을 試圖

1時間15分後：蒸氣發生器의 原子炉冷却材펌프 (各2基)가 運転員에 의해 停止

1時間40分後：또하나의 蒸氣發生器의 冷却材펌프 (5基)도 運転員에 의해 停止

1時間45分後：原子炉冷却材過熱, 炉出口溫度 327℃

2時間18分後：壓力 relief valve 닫다.

3時間後：原子炉壓力 143 氣壓으로 上昇, relief valve 열다.

3時間48分後：drain tank 내에서 0.75 氣壓, 炉冷却材 119 氣壓, 格納容器壓力 0.068 에서 0.204 氣壓으로 急上昇

5時間後：格納容器壓力 0.3 氣壓에 達하다. (同容器는 0.27 氣壓에서 隔離)

7時間30分後：壓力 릴리프 밸브를 再開, 高圧注水系 注水始作

10 時間後：格納容器 1.9 氣圧으로 急上昇，同容器 스프레이 作動

13 時 3 分後：圧力 벨브 閉鎖， 原子炉圧力은 44 氣圧으로 156 氣圧의 範圍로

16 時間後：蒸氣發生器 1 基가 作動

이라는 經過를 겪은 후 發電所는 安全하게 停止하고 二次系 主給水 펌프의 故障으로 午前 4 時頃에 運転이 中止되었다.

Metropolitan-Edison 社 ( Three Mile Island 發電所의 運轉会社 ) 는 午前에 「 發電所의 運轉을 停止， 給水器와 加壓器 벨브의 点檢， 修復이 끝날 때까지 運轉을 中止한다 」， 「 給水問題가 原因이 되어 터빈이 停止됐다. 이어서 高圧狀態에서 原子炉가 中止하고 加壓器의 relief valve 가 作動， 原子炉建物內에 放射能을 띄운 물이 漏出되었다. 이로因해 비상상태제책이 發動되어 방사능의 外部누설을 monitoring 하는 팀이 부지内外에서 配置되었다.

처음에는 부지外에서는 이상이 없었으나 그후 발전소부지의 끝에 있는 展示館에서 1 時間당 數미리 램 ( m rem ) 增加하였다」 라고 聲明을 發表하였다.

다음날인 3 月 29 日에는 발전소내의 방사선 level의 상승이 중지되고 外部의 level를 내려가고 있다고 발표하였다.

NRC는 格納容器 建物천장에 있는 計器가 1 時間당 수천 R의 level를 檢知 하였다고 한다. NRC 스태프는， 漏出放射能은 主로 Xe<sup>133</sup> 이었고 이는 補助建物에 들어간 汚染冷却水로 부터며 방사능

level는 걱정할 정도가 아니다. 炉心損傷의 形跡은 없으나 冷却材는 炉心上部가 밖으로 나올 정도까지 水位가 내려갔으며 무엇인가의 損傷이 아마 Zircalloy 연료 피복관의 파피를 가지고 있는 모양이다. 라고 말하였다.

3月30日에는 NRC의 지시에 따라 運転員이 化学·體積制御系 탱크内の 壓力을 완화하기 위해 탱크에서 소량의 방사선가스를 排氣筒에 放出하였다. 地域 대피권고는 없었다. 부지경계의 外側에서의 測定値는 10~20 미리 렘 이었다.

NRC의 대변인은 「原子炉의 上部에 非凝縮性가스의 기포가 있어서 壓力을 내리지 아니하며는 팽창해서 冷却材의 흐름을 방해하여 炉心の 一部가 노출 할 우려가 있다」고 말하였다.

3월 31일에는 연료要素의 破損을 6~14%로 分析하였으며 一次 冷却材中の 가스濃度는 加壓器의 보조장치에서 묶여지고 있다.

또 小規模의 水素가스 폭발이 일어났었다고 인정하였다.

4月1日에는 午前 原子炉는 183℃, 68 atm를 유지, 부지밖의 방사선 level는 0.5 미리 렘 以下였다. 카터 대통령이 視察 하였고, 「住民의 건강과 安全이 최우선이다」라고 말하였다.

4月2日에는, 기포는 가스 除去作業의 결과, 거의 상실. 폭발의 가능성도 거의 없어졌다고 생각되었다. NRC는 「壓力容器内の 기포가 劇적으로 감소하였다」고 말하였다. 그러나 원자로를 어떻게 해서 冷態停止시키느냐하는 方法은 아직 정해지지 않았다.

格納容器內에 발생한 水素를 除去하는 再結合器는 곧 운전 시키

기로 하였다.

4月3日에는 3億弗의 財産保障이 내렸고 原子力責任保險에서 5億6千萬弗의 적용을 받았다. NRC는 個人的 最大피복선량은 100 미리 램 以下라고 하였다.

以上이 대체로의 經過였다.

原因에 대해서는 아직 正確한것은 잘 알려져있지 않으나, 事故의 主因은 ①증기발생기 給水系의 고장, ②증기발생기 보조급수계의 始動의 遲延 ③加壓器의 壓力 relief valve가 開放된채였다는 세가지로 보고있다.

3月28日 午前4時, 드리마일島 2号機는 約98% 出力으로 運轉하고 있었다.

空氣構内の 수증기가 원인이 되어 空氣作動 벨브가 고장, 2基의 증기발생기 2次側으로의 물의 공급이 방해되었다.

이때 自動적으로 作動을 해야 할 보조 給水系가 즉시 作動하지 않아 이로서 蒸氣發生機의 水位가 내려가기 시작하였다.

증기발생기의 熱除去매체가 많이 상실하였기 때문에 一次系測에서 원자로 冷却材의 溫度와 壓力이 上昇하기 시작하였다. 증기발생기의 2次側의 물이 말라버렸기 때문에 蒸氣의 흐름이 中止하여 터빈이 정지하였다. 이 현상은 正常的인 것이다. 원자로는 正常으로 緊急停止 하였다.

原子炉冷却材의 壓力增( 여기에 加해서 加壓器가 過剩加壓)은 약 160 atm으로서 加壓器의 壓力 relief valve가 열리는 要因이

되었다. (증기를 달아나게 하는 설계도 되어있는 벨브에서 冷却水가 流出한 의심이 있다) 이 压力 relief valve 排出口는 格納容器内の 水槽急冷 탱크의 rapture disc가 열려서 원자로冷却材系부터 格納容器 建物으로의 通路가 되었다.

加压器压力 relief valve는, 약 158 atm의 設定压力 時点에서 再閉鎖되지 않았다.

이것은 作動系列속의 重大한 事故였다.

压力 relief valve보다 高压에서 作動하는 設計의 코드 벨브는 열리지 않았다. 開放된채로의 压力 relief valve는 冷却材의 상실을 일으키고 加压器的 水位를 내리게하는 한편 一次系側의 压力을 내리게 하였다.

ECCS (高压注入系)가 자동적으로 作動하여 正常的인 기능을 발휘하였다.

作動은 약 109 気压의 低压이거나 加压器 level의 어느쪽에서 일어났다. 高压注水系는 開放상태의 压力 relief valve부터의 冷却材 누출보다 高速으로 原子炉冷却系에 冠水하여 加压器 level가 상승하기 시작하였다. 加压器的 压力制御가 손상되는 것을 막기위해 高压注入系가 手動停止되었다. 一次系の 压力은 原子炉冷却材가 開放상태의 relief valve를 통해 流失하였으므로 低下하기 시작하였다.

88.4 atm에서 펌프内の cavitation으로부터 펌프損傷이 생기는 것을 防止하기 위해서 主冷却水 펌프 2대가 手動으로 停止되었다.

다른 2대의 펌프가 그後 곧 手動으로 정지시켰다.

대체로 이 時点에서 非常用給水 valve (複數)가 手動에 의해 開放되어 다시 증기발생기에 給水가 시작하였다. 發電所側에서는 開放狀態의 relief valve가 壓力을 降下시킴과 同時에 冷却된 공급수가 보통때는 加压器頂部에서 나오게 하는 기포를 炉心에서 발생하게 한 것이 아닌가고 생각하고 있다. 格納容器内部의 放射線의 狀況으로부터 기포가 잠시동안 損傷을 받아 연료의 일부가 露出상태로 되어있는 원자로容器頂部に 存在하여 방사성의 核分裂生成物의 流出이 原子炉冷却系로, 다시 relief valve와 水槽急冷 탱크를 통해서 格納建物로 퍼져갔음을 알 수 있다.

ECCS는, 手動으로서 원상태로 되 돌리고 일정기간 炉心을 冷却하는데 사용되었으며 증기는 開口加压器 relief valve로부터 放出되었다. ( relief valve 制御機能이 回復하였다 )

보조給水系가 원래상태로 되돌아 갔으며 一次系로부터의 熱을 除去하는데 復水器로 증기를 통과시켜서, 증기발생기가 사용할 수 있게 되었다.

2基의 증기발생기 가운데 1基에서 1次系와 2次系の 사이의 leak가 想定되었으며 「B」 증기발생기에 發生源이 있음이 밝혀져 정지시켰다. 다른 하나의 증기발생기 「A」가 冷却을 도우는데 사용하였다.

格納容器建物内는 장치나 케이블이 물에 잠겨있을 정도의 水位에 달하여 있었다.

格納容器内の 排水펌프를 작동시켜 1만~1만5천 가론의 물을 格納容器 밖에있는 보조건물의 排水탱크로 옮기는 것이 결정되었다.

펌프의 密閉가 不完全했기 때문에 소량의 물이 보조건물内の 펌프실의 마루에 流出하였다. 이 유출한 물과 排水탱크内の 물은 보조건물에 기체핵분열생성물 ( I, Kr, Xe ) 을 서서히 방출하였다.

건물의 換氣계통은 汚素를 필터로서 除去한 후 소량의 기체방사성물질 ( 주로 Xe ) 을 大氣中에 방출하였다.

이결과 보조건물의 마루바닥에서 10렘/時的 線量率이 측정되었다.

氣體核분열생성물이 格納容器와 보조건물內에 存在하고 있다는 것, 및 格納容器内の 방사선 level로부터 燃料被覆材가 破損되어 있다는 것 ( 물론 炉心溶融은 아니다 ) 도 알려졌다.

格納容器内の 방사선 level은 10 rem/時~80 rem/時 ( 일시 젓혀졌던 높은 値는 검출기의 고장에 의한것이 였다고 보인다 ) 와의 사이라고 측정되어 있다.

格納容器内の 壓力은 ( 0.068~0.272 atm ) 로 減壓한 것이라고 추정한다. 3月29日 아침까지는 大氣壓以下가 되었다.

江을 건너서의 발전부지 밖에서는 7cm rem/時的 線量率이 측정되었으나 이것은 Xe과 Kr에 의한 것이었다. 종업원의 大量汚染은 현재로서는 確認되어 있지 않다.