

Source Term과 非常計劃

申 載 仁
(韓國電力技術株式會社)

1. 序 論

原子力發電所의 最大假想事故시 방사성 물질의 環境으로의 누출에 의한 사고결과를 평가하기 위해 source term이 개발되었다. Source term의 평가기술이 확립되어 있지 않았던 개발 초기에는 保守的인 가정에 의해 사고결과가 過大評價되었으나 source term 평가기술의 발달로 保守的 가정은 수정되어 왔다.

최근의 진전현황으로서 TMI-2사고 분석결과 기존 source term의 과대평가가 재확인되었고 이를 계기로 實質的이고 正確性이 향상된 source term 평가연구들이 수행되어 그 결과가 최근에 발표되었다. 이들 연구의 結論은 아직 最終적인 것은 아니지만 전반적인 결과로서 source term이 기존 source term보다 감소하는 것으로 분석되고 있어 원자력계의 관심을 불러 일으키고 있다.

Source term은 全般的인 危險度評價, 敷地選定, 非常計劃, 安全性關聯器機 性能 등의 규제 근거가 되고 있기 때문에 최근의 source term 재평가 결과가 규제기준 설정에 반영된다면 원자력발전소의 위험도 감소효과뿐만 아니라, 규제완화에 의한 발전소 건설 및 운영경비 절감이 예상되고 있다.

물론 source term 재평가 결과는 모든 기술적 불확실성이 해결된 후, 규제정책과 시행에 반영되어야 할 것이다. 특히 source term의 감소를 발전소 특성과 관계없이 一括的으로 一般化(sweeping generalization) 시키는 것은 부당하다는 의견이 있고, source term감소에 중대한 기여를 했던 요오드 화합물의 沈積에 문제를 제기할 수 있는 실험 결과가 최근에 발표되어 있는 실정이기 때문에 source term 재평가 결과에 따른 관련규제의 변경에는 많은 과제가 남아 있다.

非常計劃은 방사성물질의 環境으로의 누출사고시 일반대중을 방사능피폭으로부터 보호하기 위해, 非常計劃區域(emergency planning zone) 내에서 비상대응조치를 취하도록 요구하는 규제요건으로서, 사고시 방사성물질의 漏出特性, 즉 source term은 비상계획의 기술적 근거가 되어 있다. 현재 비상계획 규제요건의 기술적 기준이

되고 있는 NUREG-0396은 WASH-1400의 source term에 근거하고 있다.

따라서 WASH-1400의 source term이 過大評價되었음을 지적하고 있는 최근의 source term 재평가 결과를 규제기관이 인정하게 되면 현 비상계획 규제요건의 변경은 충분한 가능성이 있는 것으로 분석된다. 이미 미국의 일부 電力會社는 source term 재평가 결과를 반영한 자체의 추가 연구결과를 근거로 비상계획구역 반경을 縮小시킨 비상계획서를 규제기관에 제출하고 있으며 U.S.NRC도 source term 연구결과를 규제에 반영키 위한 계획을 시행중에 있다.

이러한 관점에서 가동 원자력발전소 數가 증가하고 좁은 국토를 갖고 있는 우리나라의 현실을 감안, 安全性確保 및 실질적인 비상계획 수립을 위해 source term과 비상계획의 관계를論해 보고자 한다.

2. 非常計劃의 概念

가. 一般 概念

원자력발전소는 技術的, 構造的으로 이미 그 안전성이 충분히 입증되어있어 방사능재해 발생은 거의 불가능시되고 있으나, 不可抗力의 엄청난 자연재난이나 인위적인 원인 등으로 인해, 대형 방사능재해 사고가 발생하여 방사성물질이 환경으로 누출되는 경우에는, 발전소주변 주민에 대한 人命 및 財產피해를 불러 일으키게 될 것이다. 따라서 원자력발전소 방사능사고에 의한 주민의 피해를 감소시키기 위해 적절한 조치가 필요불가결하며, 이와같은 일련의 安全管理對策을 非常計劃이라 한다.

非常計劃을 수립함에 있어 주요 고려사항은 주민이 안전하게 보호될 수 있음을 보장하는 개인당의 피폭선량과 신체기관과 피폭경로에 따라 비상행동을 요구하는 피폭선량기준지침이다. 사고발생시 주민을 방사선피폭으로부터 보호하기 위하여, 신속하고 효과적인 비상조치를 수행해야 할 非常計劃區域(EPZ)은 放射能雲에 의한 피폭경로상과 음식물섭취에 의한 피폭경로상의 비상계획구역으로 구분·설정된다.

방사성물질이 누출된 후 취하여야 할 방어조치위 결정기준은 방사선피폭감소로 인한 건강상

의 利得과 방어조치에 의한 정신적, 경제적 損害와의 균형에 근거를 두어야 한다 防禦措置基準(Protective Action Guide, PAG)은 격납건물 사고후 방어조치가 요구되는 일반 주민 각 개인의 예상피폭선량으로 정의된다. 방사능누출로 피폭량이 PAG값을 초과할 것으로 예상되는 지역에는 방어조치가 취해져야 한다. 방어조치에 의해 직접적으로 받는 건강상의 利得은 비상대응조치수행에 따른 損害보다 커야 한다. 방어조치에 의해 발생하는 손해란

- 주민의 精神的 影響
- 생산시기 상실에 의한 經濟的 影響
- 주민행동으로부터 직접 발생하는 事故結果 등 이다.

나. 背景

미국의 非常計劃背景은 다음과 같다. 1970년 대 초반까지 원자력발전소 사고를 대비한 비상계획은 중요하게 취급되지 않았다. 원자력설비는 방사성물질을 인간과 환경으로부터 격리시키기 위하여 다중장벽(multi-barrier) 및 심층방어(defence-in-depth)개념으로 설계되므로 소위 방사능피해는 거의 없을 것으로 판단되었고 이에 따라 2~3마일 정도의 低人口區域(LPZ)을 포함하는 所內非常計劃을 수립하도록 요구되었다.

1973년 소외비상계획 수립을 위한 聯邦指針이 공포되었고 1974년 WASH-1293 Rev. 1으로 수정보완되었다. 그 후 이 지침은 1977년 NUREG-75/111로 재발표되었는데 U.S. NRC는 이 지침에 소외비상계획이 갖추어야 할 70가지 필수사항을 추가시켰다. 그러나 이 지침은 法的인 규제요구사항이 아니었기 때문에 1979년 TMI-2사고당시 원자력 발전소를 보유하고 있는 34개州중 11개州만이 U.S. NRC가 승인한 소외비상계획을 갖추고 있었다. TMI-2사고와 그 이전의 사고(예: Browns Ferry 발전소 火災事故)들에 의하여 연방정부는 非常計劃의 중요성을 재고하기 시작하였다. Kemeny위원회*는 대통령에게 제출한 TMI사고最終報告書에서 非常계획에 대한 규제사항의 변경을 권고하였다.

*美 대통령명에 의해 TMI-2사고 조사를 위해 Kemeny를 위원장으로 구성된 12인 조사위원회.

1980년 8월 발전소 運營許可를 받기 위한 사전요건으로서, 주와 지방정부의 非常計劃은 연방정부의 승인을 득하도록 하는 개정된 指針이 10CFR50에 반영되었으며, 현재 비상계획에 대한 規制根據로 되어 있다. 또한 이 규제근거에 따라 FEMA(Federal Emergency Management Agency)가 소의방사능비상계획의 主 책임기관이 되었다. 1980년 FEMA와 U.S. NRC는 개정된 규제요건에 따라 비상계획의 준비와 평가기준을 제시한 NUREG-0654를 발표하였다. 이 보고서에는 비상계획구역을 10마일 放射能雲 被曝經路 區域과 50마일 攝取 被曝經路區域으로 구분한 후 방사능사고피해는 실제적으로 10마일 이내 지역에서 발생된다고 판단하여 U.S. NRC는 住民 疏開 등 대부분의 방호수단을 포함하는 상세계획을 放射能雲 피폭경로 구역에 대해서만 요구하는 것으로 결정하였다.

다. 技術的 根據

비상계획은 事故結果와 事故確率을 고려하여 수립된다. 비상계획에 근거가 되는 사고는 設計 基準LOCA와 WASH-1400에서 분석된 사고들이다. 설계기준LOCA는 가장 많은 所外線量을 招來한다는 점에서 가장 심각한 설계기준사고로 고려되고 있다.

이 설계기준사고시 保守的인 계산을 하여도 10마일 이상의 거리에서 放射能雲에 의한 피폭량은 25rem(갑상선), 5rem(전신)을 초과하지 않아야 한다. 또한 섭취에 의한 피폭경로 분석 결과에서는 50마일에서의 피폭량이 1.5rem(갑상선)을 초과해서는 안된다.

비상계획에 고려되는 사고확률은 대응책이 요구되는 다른 비상사고와 비교됨으로써 비상계획 立案子에게 비상계획 수립을 위한 기준을 제공하는데 이용된다. 원자로 안전성연구에서는 LOCA발생확률을 1×10^{-4} /원자로·년, 노심용융빈도수를 5×10^{-5} /원자로·년으로 평가하였다.

사고결과는 氣象條件에 따라 크게 좌우되므로 기상모델 또한 비상계획 수립시 고려된다. 비상계획 수립시 대기로의 누출은 부지선정지침인 Reg. Guide 1.4의 가정에 따라 擴散이 잘 되지

않는 지표에서 일어난다고 가정한다. 또한 방사선량 계산에는 가장 保守的인 放射能雲中央線上의 선량이 사용된다. 비상계획 수립을 위한 사고초기 선량계산에는 간단하고 이론적인 Gaussian plume model이 사용된다. 대기안정도, 풍속, 풍향자료가 初期 非常對應 行動을 위해서 필요한데 이는 사고시에 放射能雲이 도달하는데 걸리는 시간내에 경고를 발하고 확산정도에 따라 대피할 수 있어야 하기 때문이다.

비상계획이 요구되는 지역 및 거리를 알기 위해서는 각 사고에 대한 臨界線量의 거리별 상대적 확률을 알 필요가 있다. 미국內에서 운전 및 건설중인 129개 발전소의 설계기준사고를 분석한 NUREG-0396에 의하면 원자로안전성연구의 source term에 근거한 거리에 따른 臨界線量 超過確率は 그림 1과 같다

비상계획 입안자들이 고려하는 중요한 임계선량으로 전신선량 5rem은 PAG의 低準位제한치, 전신선량 50 rem은 즉각적인 증세가 나타나는

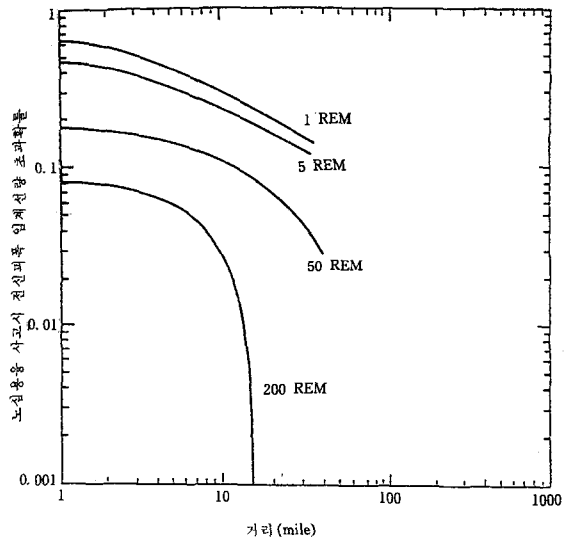


그림1. 거리에 따른 전신피폭 임계선량 초과확률 분포 (NUREG-0396인용)

- 전신선량에는 방사능운과 지표에 침적된 방사성 핵종에 의한 체외피폭과 호흡에 의한 체내피폭을 고려
- 선량계산시 아무런 방어조치가 취해지지 않았다고 가정
- 기상조건은 방사능운이 일정한 방향으로 진행한다고 가정

선량이며 전신선량 200rem은 致死가 가능한 선량이다. 그림 1에서 알 수 있는 바와 같이 다량 피폭가능성은 10마일 부근에서 급격히 감소하는데, 2마일에서 PAG선량을 초과할 가능성은 약 70%, 5마일에서는 40%, 10마일에서는 30%이다. WASH-1400의 노심용융사고확률 5×10^{-5} /원자로·년을 적용하면 10마일에서 PAG선량을 초과할 확률은 1.5×10^{-5} /원자로·년이다. (노심용융사고확률(5×10^{-5}) \times PAG초과확률(0.3)) 放射能雲에 의한 비상계획구역반경은 노심용융사고에 대한 상기 결과를 부분적으로 근거하여 10마일로 설정되었다.

노심용융사고에서 갑상선 섭취임계선량의 거리에 따른 확률분포는 그림 2와 같다.

우유섭취에 대한 PAG는 개인 갑상선 선량 30rem, 주민 표본추출에서는 10 rem이다. 노심용융사고시 1마일에서 10 rem 갑상선 PAG를 초과할 확률은 100%, 10마일에서는 80%, 25마일에서는 40%정도이다. 25마일 정도에서 우유섭취에 의한 PAG초과확률이 放射能雲에 의한 10마일에서의 PAG초과확률에 해당하나 누출방사성 핵종의 不確實性으로 섭취에 의한 비상계획구역은 50마일로 설정되었다.

3. Source Term 再評價가 非常計劃에 미치는 영향

가. Source Term과 非常計劃의 相關關係

非常計劃은 住民安全의 信賴性을 높이기 위하여 單一基準事故보다는 발생가능사고를 광범위하게 고려해서 수립하여야 한다. 사고에 따라 漏出될 수 있는 각 放射性 核種의 量, 物理-化學的 形態와 漏出時期, 漏出進行時間이 다르기 때문에 상이한 事故結果를 招來하므로 이러한 사항이 고려된 source term에 근거를 두고 비상방어조치가 수립된다. 따라서 source term은 非常計劃區域의 크기와 비상조치기준을 設定하는데 직접적인 근거가 되고 있다.

비상계획구역은 短期效果의 放射能雲에 의한 被曝經路(plume exposure pathway)에 대해서는 약 10마일, 보다 長期的인 攝取에 대한 피폭경로(ingestion exposure pathway)에 대해서는 약 50마일로 설정되어 있다.

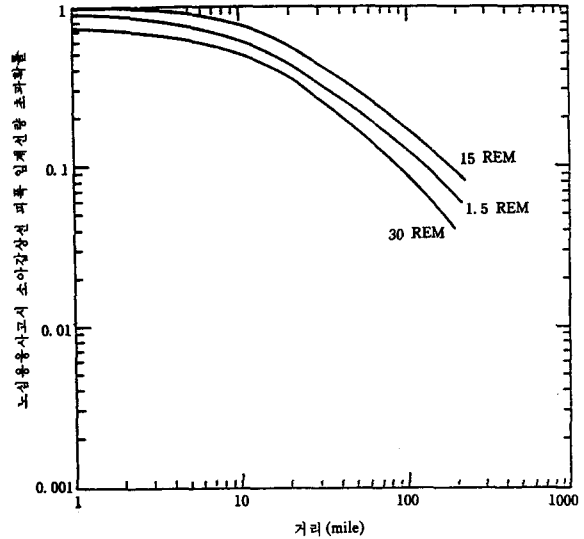


그림2. 거리에 따른 소아갑상선 피폭 임계선량 초과 확률분포(NUREG-0396 인용)

- 갑상선 선량계산시 우유섭취에 의한 피폭만을 고려하였으며 아무런 방어조치가 취해지지 않았다고 가정
- 기상조건은 방사능운이 일정한 방향으로만 진행된다고 가정

10마일 비상계획구역의 크기를 결정하기 위한 기준중 source term과 관련된 사항은 다음과 같다.

- 1) 부지선정 목적으로 사용된 설계기준사고에서 예상되는 선량이 약 10마일밖에서 PAG를 초과하지 않아야 한다.
- 2) 노심용융사고에서 예상되는 선량이 10마일 밖에서 PAG를 초과하지 않아야 한다.
- 3) 가장 심각한 노심용융사고에서조차도 즉각적으로 生命을 위협하는 선량이 10마일 밖에서 발생하지 않아야 한다.

50마일 비상계획구역의 크기를 결정하기 위한 기준중 source term과 관련된 사항은 다음과 같다.

- 1) 풍향의 변화에 의한 PAG이상의 오염은 약 50mile내로 제한되어야 한다.
- 2) 요오드의 화학적 형태와 상태는 불확실하므로 移動을 제한한다.

放射能雲 피폭경로에 대한 비상계획 구역 설정시에는 대표적인 사고과정과 不活性機體, 元素型요오드, 요오드화메틸, 에어로졸을 포함한 방사성 핵종의 화학적 형태가 고려된다. 10마일 비상계획 구역설정에 적용된 비상계획 기준은 사고의 심각성에 따라 다른 기준을 확립해야 한다. 누출량이 적은 경우 低準位の PAG(1 rem)가 비상계획의 근거를 위한 기준으로 사용되고 좀 더 누출량이 많은 경우에는 좀 더 높은 低準位の PAG(5rem)가, 중간수준의 누출이 있을 경우 初期傷害成量(50rem)이 비상계획구역 거리산정기준으로 사용된다. 심각한 사고시에는 初期致死線量이 비상계획구역거리의 산정기준이 된다. 10마일은 가장 심각한 사고조건하에서도 치명적으로 건강에 영향을 미치지 않도록 충분히 방사능이 감소될 수 있는 거리로 되어 있다.

50마일 攝取被曝經路에 대한 비상계획구역설정시 요오드나 에어로졸의 화학적 형태는 거리 결정에 중요한 요소가 아니나, 다른 핵종의 화학적 형태의 불확실성을 고려하여 섭취피폭경로에 대한 비상계획구역은 어떠한 상황에서도 對應措置를 취할 수 있는 여유를 고려하여 50마일로 설정되었다.

비상계획의 목적은 소외선량이 PAG를 초과하는 사고시에 주민피폭선량을 PAG이하로 줄이는 것이다. 이 계획의 중요한 요소인 사고의 시간에 따른 진행과정은 심각한 사고를 초래하는 初期誘發事故 발생시간과 방사성물질의 누출이 시작되는 시간까지 어떤 방어조치를 취하는 것이 타당한가를 결정하는데 중요하다. 이 시간이 짧으면 實効性있는 所外對應措置를 강구하기 어렵기 때문이다. 만약 격납건물이 파손되지 않는다면 방사성물질의 누출량은 상당히 감소될 수 있으며 파손이 된다하더라도 누출시간의 지연으로 그동안에 風向과 風速이 변하여 방사능이 희석됨으로써 피폭선량은 감소할 것이다. 시간에 따른 적절한 防禦措置를 취하기 위하여 사고진행과정을 감시, 추적하여 사고정도에 따라 비상대응조치를 결정하기 위한 非常措置基準(Emergency Action Level, EAL)을 설정한다. 이 非常措置基準設定値는 발전소운영자가 非常을 통보할지 여부를 결정할 근거가 된다. 非常

措置基準은 source term에 따라 그 값이 달라지며 source term은 사고에 따라 다르므로 非常措置基準에는 사고의 종류 및 방사능 누출물의 화학적 형태가 고려되어야 한다.

나. 非常計劃에 미치는 影響

비상계획의 10마일, 50마일 비상계획구역반경 및 기타 다른 기준은 WASH-1400의 危險度에 근거하고 있다. Source term 재평가 결과를 인정한다면 1978, 1980년 발표된 非常計劃報告書(NUREG-0396, 0654)에서 설정한 비상계획구역 반경 10마일은 여러 관점에서 說得力이 미흡한 점이 있다. 개선된 source term개념을 따른다면 현재 비상계획 개념에서 비상계획구역 半徑의 縮小, 비상훈련의 단순화, 원자로로부터 수 마일내의 주민에게만 對應措置를 집중시키도록 개선할 수 있다.

10마일의 비상계획구역 반경을 선택하게 된 가장 뚜렷한 기술적 근거중의 하나가 그림 1에 나타나 있다.

비록 不確實性이 있기는 하지만 새로운 source term의 개념과 같이 格納建物 性能의 改善, 漏出發生確率 減少에 의해 대부분의 사고진행과정에서 방사성 핵종 누출이 현재 평가된 결과보다 현저히 감소한다면 그림 1의 200rem 곡선은 전반적으로 낮아질 것이다. 만일 1/100로 감소된다면 PAG를 초과할 확률은 原子爐에 隣接해 있을 경우 최대로 약 10^{-7} 이 될 것이다. 이것은 비상계획구역 반경을 감소시킬 수 있는 요인이 된다. 다시 말해 대부분의 사고진행과정에서 핵분열 생성물이 소내에 殘留되면 누출되는 방사성물질의 양은 감소될 것이며 200rem피폭이 가능한 반경도 감소될 것이다. 따라서 그림 1의 곡선이 급하게 굽어지는 즉, 노심용융사고시 전신피폭 임계선량 초과확률이 급격히 감소하는 거리는 수 마일내에 있게 될 것이다.

4. 最近의 非常計劃 趨勢

가. 電力會社側面

미 Baltimore 전력회사(BG&E)는 1985년 11월 3일 850MWe급 가압경수로인 Calvert Cliffs원전의 비상계획구역을 현재의 반경 16km(10마

일)에서 3.2km(2마일)로 감소시켜줄 것을 U.S.NRC에 公式 요청하였다. 10 CFR 50의 例外條項으로 인정해 줄 것을 요구한 BG&E사의 요청은 原電事故時 방사능 물질의 누출량이 예상보다 훨씬 적은 것으로 밝혀진 1979년 3월 TMI-2 原電事故結果에 근거한 것으로 최근 수행된 source term 재평가 결과(NUREG-0956)를 최초로 적용하는 예가 된다.

Calvert Cliffs원전은 U.S. NRC의 IREP(Interim Reliability Evaluation Program) 대상 4기 원전중 하나였으므로 BG&E사는 이 프로그램에 의거하여 確率論的 危險度 評價(PRA)를 수행하고 동 프로그램 수행중에 발견된 안전성 문제를 모두 해결하였으며 U.S. NRC는 이에 대한 안전성평가보고서(SER)를 발행하였다.

BG&E사는 IREP의 PRA에서 사용된 사고진행과정과 U.S. NRC Benchmark Source Term 보고서(WASH-1400 및 NUREG-0956)의 사고진행과정간의 차이점을 해결하기 위한 작업을 수행하였으며 S&W(Stone & Webster)사를 통해 동 발전소의 격납건물 bypass사고를 분석하였다. 또한 자체연구 및 S&W사의 연구결과를 분석하고 U.S. NRC의 거리별 방사선 피폭량을 계산하는 CRAC-2 컴퓨터 코드를 사용하여 사고시 피폭량을 계산하였다. 이 계산에 따르면 동 原電으로부터 2마일 떨어진 지점에서 致死放射線量(200rem)에 이를 확률은 NUREG-0396에 지시된 지치치인 4×10^{-6} 보다 훨씬 적은 10^{-8} 으로 나타났다. BG&E사는 상기 분석결과를 근거로 하여 EPZ반경을 2마일로 축소하여 U.S. NRC 承認을 요청하게 된 것이다.

BG&E사 외에 Public Service Co.의 Seabrook원전에서도 비상계획구역의 縮小를 검토중에 있는 것으로 알려지고 있다.

만약 EPZ 반경축소 요구가 수락된다면 약간의 경제적 利得을 얻을 수 있을 것이나 보다 중요한 것은 이를 통해 원전의 실제 危險度에 대한 一般大衆의 認識을 現實化시키는데 있다고 볼 수 있다.

나. 規制機關側面

미국 原子力規制委員會(U.S. NRC)는 source

term 재평가로 발견된 사항을 規制政策樹立과 施行에 반영하는데 있어 신중을 기하고 있다. U.S. NRC는 source term 감소결과를 일괄적으로 一般化(sweeping generalization)하여 적용하는 것은 不當하다는 점에서 美物理學會와 의견을 같이하고 있다. 즉, 사고진행과정은 물론 원자로의 형태와 용량에 따라 다르게 평가되어야 하며 발전소별, 사고 진행과정별로 추가연구를 수행하여야 할 것이라는 의견이 제시되고 있다.

Source term이 감소한다면 原子爐 危險度, 敷地選定, 重大事故分析, 非常計劃, 格納建物性能, 機器의 設計·性能·品質 등에 관한 규제분야가 영향을 받게 될 것이나, 규제변경은 단순하게 제정될 수 없으며 발전소의 종류에 따라 다른 기준을 적용하여야 할 것으로 보인다.

美 原子力學會의 Charleston 회의에서, U.S. NRC는 이미 10마일 비상계획구역요건을 source term의 개정 없이도 완화 할 수 있는 근거를 갖고 있으며, New York의 Indian Point 부지에서 確率論的 危險度 評價結果, 강화된 비상대책 계획이 마련되면 주민의 위험성은 매우 희박한 것으로 판명되었다고 발표하였다.

強化된 非常對策(Graded Emergency Response)이란 2마일내 주민의 신속한 疏開(evacuation)와 2~10마일내 주민에 대한 防護施設 提供를 의미한다. 이 강화된 비상대책과 더불어 1/2 또는 1/3의 source term 감소가 가능하다면 U.S. NRC와 U.S. DOE의 연구결과 初期死傷者는 없을 것으로 판명되었다.

1985년 12월 현재, BG&E사는 Calvert Cliffs 원전의 비상계획구역반경을 2마일로 축소하여 U.S. NRC의 認可를 기다리고 있으며, Seabrook원전에서도 비상계획구역을 축소하고자 하고 있는데 U.S. NRC는 이러한 전력회사의 요청에 대해 입장을 명확히 밝히지 않고 있다. 특히 최근의 RES(Office of Nuclear Regulatory Research), INEL(Idaho National Engineering Laboratory), SNL(Sandia National Laboratory), BCL(Battelle Columbus Laboratory), ORNL 등에서 수행된 6종류의 실험결과에서 source term 감소의 주요 원인이었던 CsI 沈積 현상이 고방사선 구역에서는 CsI이 再分解되어

요오드가 移動함을 보여주고 있어 source term 재평가의 기존결과와의 不一致 가능성을 보여주고 있다.

현시점에서 source term 재평가 결과를 非常計劃 等の 규제변경 근거로서 早期에 반영하는 것은 “時期尙早”로 규제기관에서는 받아들이고 있다.

그런데 U.S. NRC는 Source term에 對한 現在까지의 研究結果와 계속진행되는 研究結果에 따라 可能한 한 早期에 有用한 技術的 事項을 규제변경에 반영하고자 變경가능분야를 短期 中期 長期의 3단계로 구분, 시행하고 있다. 비상계획의 규제변경은 6基의 基準發電所 分析이 1986년 6월에 完了되고 이 結果를 규제에 반영하기위한 分析과 並行으로 수행하는 中期變경 5分野中의 한 分野로서 1987년 2월까지 관련 各界의 검토를 받기위한 10CFR50.47과 10CFR50, Appendix E의 變경안을 發表하도록 計劃되어 있다. 비상계획 규제기준 變경사항으로는 放射能雲에 依한 비상계획구역 變경과 단계별 對應措置 등으로 豫想되고 있다.

5. 結 論

비상계획은 원자력 발전소 運營許可 申請時 필요한 규제요건으로 정상운전중에는 非常訓練이 요구되며, 사고시에는 대집단의 주민이 待避, 疎開되는 등 사업자 및 일반대중에 미치는 영향이 지대하므로, 현실적이고도 합리적인 근거에 따라 계획이 수립되어야 할 것이다. 비상계획의 근거는 source term인 바 최근 이 source term이 재평가되고 있으므로, 이 결과를 비상계획의 규제근거로 반영시켜야함은 당연하다 하겠다.

지금까지의 source term 재평가 결과는 일괄적 일반화의 不當성과 評價方法의 不確實性으로 이의 보완을 위한 추가연구가 필요하지만, 현재 미국에서는 발전소 특성을 고려한 비상계획구역 축소요청이 규제기관의 심사를 받고 있어 이 요청이 인정받을 경우 그 波及效果는 사업자의 外형적인 利得뿐만 아니라 원자력발전소의 安全信賴度增進이라는 값진 결과를 얻게 될 수 있다.

현재 원자력계는 원자력발전소의 危險度에 대

한 일반대중의 認識을 現實化시켜야 한다는 공통과제를 안고 있다. 원자력 발전소의 위험도에 대한 주민 過剩反應現象을 TMI-2 사고의 비상계획 시행에서 볼 수 있다. TMI-2 사고시 발전소 주변반경 5마일내의 妊産婦와 未就學兒童 약 2,500명은 疎開하고 10마일내의 다른 주민들은 건물내로 대피하도록 권고되었으나 실제적으로 15마일내 주민의 39%인 약 14,400명이 疎開하였다. 즉 지정된 위험지역보다 더 넓은 지역의 주민이 疎開되었으며 지정된 경로가 아닌 다른 경로로 더 멀리 疎開하였다. 이와 같이 원자력 발전소 사고에 대해 過剩反應을 보이고 있는 상황에서 最近의 source term 재평가 결과를 반영하여 過大評價에 근거한 비상계획을 수정·보완함으로써 원자력발전소의 危險度에 대한 일반대중의 認識을 更新시킬 수 있을 것이다.

현재 미국에서 source term 재평가 연구결과를 규제에 반영할 시점은 늦어질 展望이고, source term은 발전소 特性에 따른 평가결과이어야 하기때문에, 우리 나라도 自體의으로 비상계획 등 source term 相關분야에 재평가 결과를 適期에 반영하기 위한 技術的 基盤을 확고히 할 필요성이 있다. 이에 學界, 産業界뿐만 아니라 規制機關도 source term 평가 및 이의 적용에 同參하여 우리의 能力을 極大化시켜야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) Planning Basis for the Development of State and Local Government Radiological Emergency Response Plans in Support of Light Water Nuclear Power Plants, NUREG-0396, EPA 520/1-7S-016, December 1978.
- 2) Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants, NUREG-0654, FEMA-REP-1 Rev.1, November 1980.
- 3) In-Plant Considerations for Optimal Offsite Response to Reactor Accidents, NUREG/CR-2925, SAND 82-2004, November 1982.
- 4) Reactor Safety Study: An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants, WASH-1400 (NUREG-75/014), October 1975.
- 5) Title 10, Code of Federal Regulations, Part

- 50,50.57 & Appendix E
- 6) Reassessment of the Technical Bases for Estimating Source Terms, Draft Report for Comment, NUREG-0956, July 1985.
 - 7) 방사선원 재평가 현황분석(I), KOPEC/85-T-31, 1985. 12
 - 8) Regulatory Impact of Nuclear Reactor Accident Source Term Assumption, NUREG-0771, June 1981
 - 9) Robert M. Bernero, Source Terms an NRC Perspective, USNRC, March 1985.
 - 10) J.H. Johnson, Jr., Planning for Spontaneous Evacuation During a Radiological Emergency, Nuclear Safety Vol. 25 No. 2, March-April 1984.
 - 11) "Emergency Planning Zone Exemption to be Requested for Calvert Cliffs", INSIDE N.R.C., Nov. 11, 1985.
 - 12) "Staff Eyeing Severe Accident Fixes as Source Term Issues Reopened", INSIDE N.R.C., Nov. 11, 1985.
 - 13) "More Realistic Emergency Planning zones (EPZ)", NUCLEONICS WEEK, Nov. 21, 1985.
 - 14) "Putting the souce Term into Practice", NUCLEAR ENGINEERING INTERNATIONAL, May. 1985.
 - 15) Implementation Plan for the Severe Accident Policy Statement and the Regulatory Use of New Source-Term Information, Enclosure to commission Paper, NRC, Feb. 1986.