

安全科學과 技術革新

The Safety Sciences and Technical Innovation

工學博士 李

根 喆

(2)

韓國產業安全公團 產業安全保健研究院

3. 安全의 定義

사전에 의하면 안전이란 위험하지 않은 것이라고 되어 있는데, 실제로는 인간의 주관에 의하여 안전한지 불안정한지가 判定되고 있는 경우가 많다.

하버드 대학의 로렌스 교수는 「안전이란 許容限度를 초과하지 않을 것으로 판단된 위험성이고, 위험이란 허용한도를 초과한다고 판단된 사람에 대한 危害의 發生確率 및 有害性이다」고 정의하고 있다.

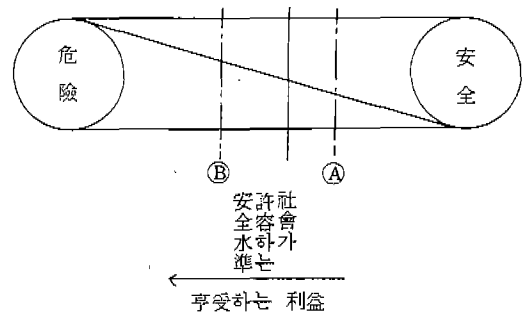
한편 네브라스카 대학의 스미스 교수는 일본 기계학회 주체 국제대회에서 「안전이란 그 사람의 마음의 상태이다」라는 논문을 발표하였다.

예를 들면 그림 15와 같이 LNG나 LPG의 基地安全性을 지역 주민들에게 설명하는 경우 절대 안전한 시설은 존재하지 않으며 모든 장치에는 약간의 위험이 존재한다는 것이다.

즉 ㉠이면 안전하다는 사람도 있지만 享受하는 이익에 따라서는 ㉡도 안전하다는 사람도 있

다. 國民의 대다수가 안전하다고 인정하는 위험성이 사회적으로 허용되는 안전수준으로서 안전하지, 위험한지는 지역주민의 판단에 달렸다고 이해를 촉구해 왔다.

이와 같은 사실은 위험성이 定量的으로 평가할 수 있게 되었기 때문이며 안전하지, 위험한지는 사람의 판단에 따라서 다르나 어느 쪽이 어느 정도 안전한지를 客觀적으로 比較하는 것은 가능하다.



〈그림 15〉 社會가 허용하는 安全水準

최근 미국이나 일본에서 안전관리의 위험성에 관한 類似語가 많이 나오고 있으므로 이를 정리해 본다.

• 잠재적 위험: 人的 또는 物的損傷을 주는 잠재적 원인으로서 事象의 發生이 阻止될 가능성이 있는 것, 즉 화재, 폭발을 일으킬 위험성이 있는 위험물을 취급하고 있는 화학공장, 고속회전체, 高圧電力, 고압 가스를 취급하고 있는 직장, 高所作業 등에서 만일 無防備상태에서 작업을 하고 있다면 중대한 사고가 발생할 가능성이 있다. 이와 같이 직장에 존재하고 있는 위험한 상태가 潛在的 危險이다.

• 危險: 잠재적 위험으로서 재해발생의 가능성이 높을 것

• 安全: 위험의 反對語로, 위험하지 않은 상태의 상식적 표현.

• 損失: 人的 또는 物的 손해의 정도로서 重大 災害에서 無傷害事故에 이르기까지 千差萬別인데, 최근 歐美에서는 물적 손해사고 방지도 포함한 安全對策을 損失防止라고 하여 구별하는 사람도 있다.

• 危險性 또는 리스크: 위험의 정도를 定量的으로 표현한 것으로서, 재해 포텐셜인데, 일정 기간내에 발생하는 손실의 가능성으로서 發生의 확률과 손실의 크기와의 積으로 표시된다.

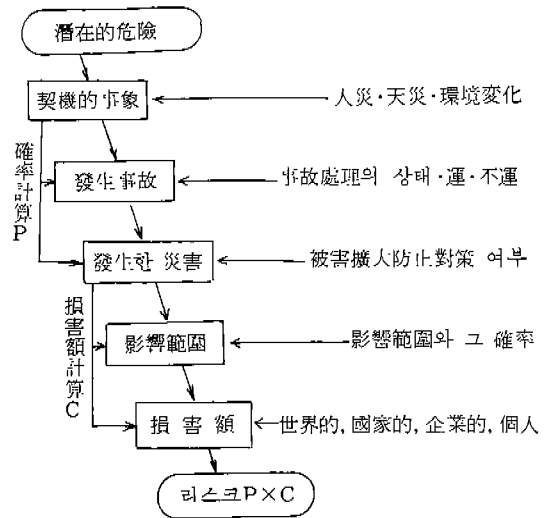
따라서 위험성 벡터 또는 위험 指數라고 하는 사람도 있다. 위험성은 리스크를 번역한 말이며, 안전하지, 위험한지는 리스크의 大小로서 판단된다. 따라서 안전성은 위험성의 반대어이다.

그림 16은 잠재적 위험성과 리스크의 因果關係를 나타낸 것이다.

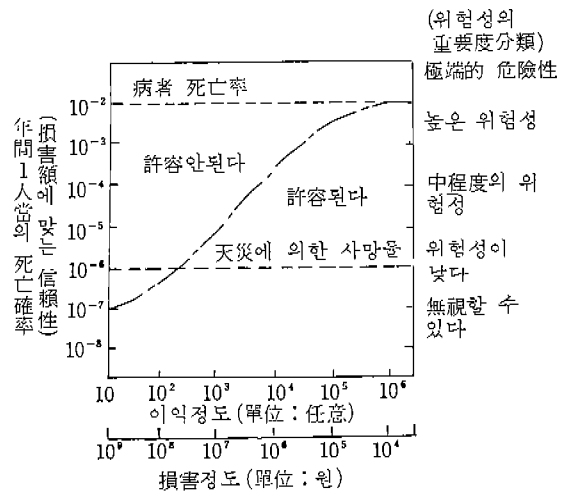
3.1 危險에 대한 感情

그림 17은 미국의 원자력위원회 보고에 인용되었던 「이익과 리스크의 圖表」에서 推定한 손해와 리스크의 관계를 적용한 것이다.

그림 17에서 리스크가 1인당 사망확률로 표시되고 있는데, 이 그림에 관련하여 다음과 같이 말할 수 있다.



〈그림 16〉 잠재적 위험과 리스크의 因果關係



〈그림 17〉 利益(損害額)과 危險率의 妥協

每年 1인당 사망률 1,000분의 1과 같은 위험한 職場은 매우 적고, 만일 있다면 즉시 대책이 강구될 것이다. 매년 1인당 사망률 10,000분의 1과 같은 직장에서는 일반국민은 기꺼이 개선을 위하여 費用을 낼 것이다.

또한 이와 같은 종류의 직장에 있어서 安全을 호소하는 슬로건은 「당신의 生命은 당신이 지키시오」라는 강력한 표현이 사용될 것이다.

그러나 교통사고에 의한 국민 1인당의 年間 死亡率은 미국에서는 10,000분의 2.5명이고 일본에서는 10,000분의 1.2명이라고 하므로 文明의 혜택을 받기 위해서는 상당한 리스크의 부담이 따른다는 것을 알 수 있다.

每年 1인당 사망률 100,000분의 1과 같은 직장의 리스크는 水泳에서의 溺死事故와 같은 것으로 어린이가 수영을 갈 때에는 부모가 반드시 주의를 시키듯이 豫防에 대해서는 국민들은 적극적인 관심을 나타낸다.

일반적으로 인간은 리스크에 대하여 다음과 같은 감정을 갖고 있다.

첫째 스스로의 意志로 행하는 경우에는 높은 리스크도 사양하지 않는다. 가령 프로복서나 美式축구의 프로선수의 사망률은 연간 200분의 1이라고 한다.

둘째 스스로의 意志로 피할 수 없는 위험에 대해서 공포감을 갖는다. 가령 지하철 내의 사고에 대해서는 神經過敏이 된다.

셋째 리스크가 같아도 頻度는 적은데 한번에 많은 死傷者를 내는 경우가, 빈도는 많은데 한번에 약간의 사상자 밖에 내지 않는 경우보다 중시된다.

따라서 원자력발전소라든지 LNG基地에 대해서는 비정상적 공포감을 갖는다.

3·2 技術開發과 潛在的 危險의 增大

석유 콤비나트, 고속도로, 메커트로닉스 등의 출현으로 문화생활을 즐기게 되는 반면에 자연 환경은 파괴되고 空氣나 물은 오염되었으며 교통재해는 증가하여 잠재적 위험이 集積되어 가고 있다.

과연 技術開發은 人類에게 이익만을 가져다 주는 것일까 하는 反省을 하는 테크놀로지 어세스먼트의 사고방식이 구미에서 동양등지로 도입된 것은 1971년경이었다.

한편 1973년, 1974년에는 석유 콤비나트에서의 화재사고, 석유 탱크의 파손에 의하여 오염사고 등의 災害事故에 의하여 化學 플랜트의 세

이프티 어세스먼트로 대표되는 안전성의 事前評價의 時代를 맞이하게 되었다.

최근에는 생산 시스템 중에서 많은 새로운 技術, 工法이 도입되고 있는데, 이같은 新技術과 新工法이 도입된 공장, 건설공사 등은 인간 에러에 基因하여 대규모의 재해와 연결되는 잠재적인 위험성이 높아지고 있다.

특히 도시의 過密化에 의하여 化學 플랜트, 건설공사 등에서 만일 사고가 발생하는 경우에는 지역주민들도 피해를 입게 되는 대규모의 재해로 발전될 위험성이 있다

따라서 신기술, 신공법 도입시에는 설계, 제조 및 사용의 각 단계에서 각각의 事業者가 自主적으로 세이프티 어세스먼트를 실시할 필요성이 생기고 있다.

세이프티 어세스먼트에는 여러가지 방법이 사용되고 있는데 어세스먼트 시대의 기원이 된 테크놀로지 어세스먼트의 방법에서 많은 것을 배울 수 있다.

3·3 테크놀로지 어세스먼트와 技術開發의 종합 평가

테크놀로지 어세스먼트란 「技術이 가져오는 플러스面的 효율과 마이너스面的 효율을 종합적, 다각적으로 파악, 판단하고 代替手段의 利害得失을 평가하여 意思決定을 위한 包括的인 資料를 정비하는 조직적인 계획과 예측의 프로세스이다」라고 정의되고 있으며 기본적으로는 ① 事實認識 ② 評價 ③ 컨트롤의 3단계로 되는 소프트웨어(理論的)한 기술이라고 정의되고 있다.

1966년 美國에서 환경문제, 도시문제, 자원문제 등이 시끄럽게 거론되고 있을 때 우주·군사·원자력 개발 등 巨大科學에 막대한 국가예산을 투입할 필요성이 과연 있는 것인가에 대한 토론이 미국회에서 격렬하게 전개되어 技術開發에 대한 플러스 면과 마이너스 면을 종합적으로 평가하는 이른바 테크놀로지 어세스먼트가 실시되게 되었다.

일본에 있어서의 테크놀로지 어세스먼트는

1971년경부터 시작되었는데, 당시의 과학기술회의에 의하면 '90년대에는 科學技術이 사회에 미치는 영향을 반성하고 인간존중의 입장에서 과학기술정책을 전개하여야 하는데, 이를 위해서는 과학기술을 좋은 방향으로 유도 또는 전환할 수 있도록 과학기술의 효과나 진정한 영향을 事前에 豫測하여 評價하는 것이 중요하다고 논의되었다.

技術을 개발하는 전문가는 그 기술의 플러스 면은 비교적 쉽게 알지만 마이너스 면은 의외로 알지 못하고 있는 경향이 있으며, 테크놀로지 어세스먼트의 근본 목적은 기술개발의 플러스 면과 마이너스 면을 종합 평가하여 개발할 것인지의 여부를 판단하는 데 있다.

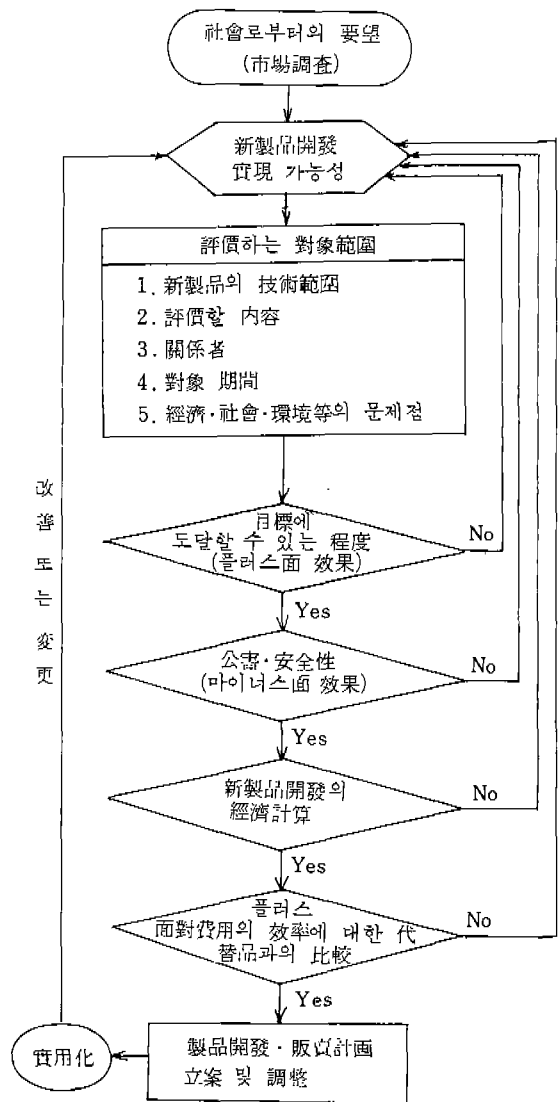
그러나 이러한 사고방식은 철저한 시스템 엔지니어링으로서 복잡한 프로젝트를 평가하는 경우의 기본법칙과 같은 것이며, 따라서 安全性的 평가나 안전정책을 수립하는 경우에 극히 편리한 방법이다.

3.4 테크놀로지 어세스먼트를 위한 조직 구성

일반적으로 技術開發을 하는 경우 기술개발담당 전문가는 專門이 깊을수록 閉鎖社會的이 되기 쉽다. 그러나 테크놀로지 어세스먼트는 문화, 국제관계, 정치, 사회, 개인, 자연, 경제, 자원, 조직 기타 영향을 받을 것으로 생각되는 多方面의 요인에서 평가하여 종합적으로 판단해야 되므로 各方面의 전문가, 그룹의 協力을 구하고 우선 그 技術에 관련되는 문헌정보의 수집부터 시작하여 폭 넓게 조직적으로 검토하게 된다.

따라서 테크놀로지 어세스먼트를 행하는 경우의 가장 重要的 것은 이와 같은 어세스먼트를 할 수 있는 조직을 만드는 것으로서, 企業에서는 社長을 비롯하여 총무, 경리, 노무, 제조, 자재, 영업, 환경, 안전담당의 각부서로부터 協力을 얻을 수 있는 體制로 되어 있어야 할 것이다.

이와 같은 체제하에서 실행되는 테크놀로지 어세스먼트의 전형적인 플로우차트를 그림 18에



〈그림 18〉 新製品の 안전성 평가

든다.

그림에서는 제 1 단계에서 사회적으로 공헌할 목적을 갖고 있는지의 여부를 심사하고 다음에 目的을 수행할 수 있는지의 여부, 實現性에 대해서 심사하고 제 3 단계에서 환경을 汚染시키거나 災害事故가 발생할 마이너스 면이 없는지의 여부를 심사하고 제 4 단계에서는 경제적으로 採算이 맞는지의 여부를 심사하고, 끝으로 以上の

심사결과를 종합하여 평가하도록 되어 있다.

마지막의 종합평가는 기술 이외의 모든分野에서 協力を 받아야 한다.

3.5 테크놀로지 어세스먼트 方法

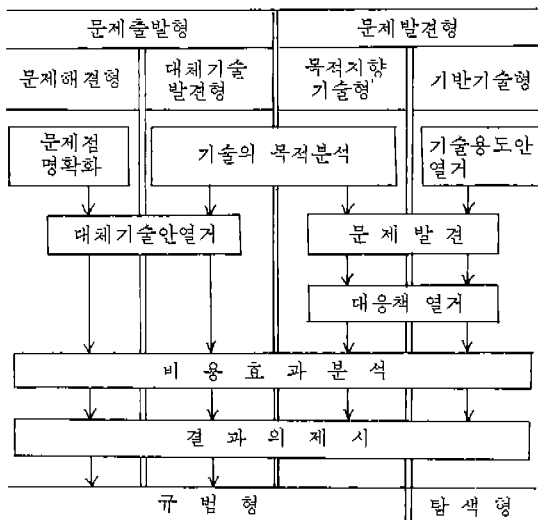
테크놀로지 어세스먼트는 현재 단계에서는 컴퓨터 프로그램과 같이 完全히 組織化되고 定型化된 것이 아니고 定石과 같이 세밀한 테크닉이 많이 개발되어 있으므로 이들의 테크닉을 경우에 따라서 응용하여야 하는데, 다음에 典型的인 테크놀로지 어세스먼트의 方法을 소개하기로 한다.

3.5.1 問題出發形과 問題發見形

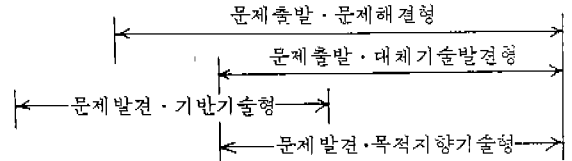
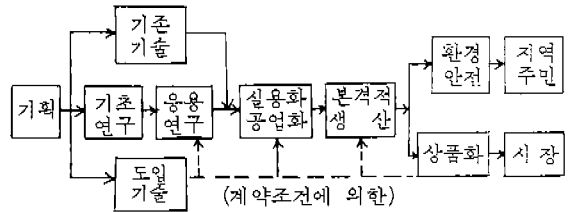
미국에서 下院의 위탁을 받아 최초로 어세스먼트를 연구한 全美國工學技術院의 方法을 분류하면 두가지가 된다.

첫째 문제출발형과 두번째 기술출발형으로 나눌 수 있다. 이들의 提案을 받아서 일본의 테크놀로지 어세스먼트의 연구그룹은 그림 19와 같이 테크놀로지 어세스먼트의 方法을 類型化하고 있다.

문제출발형이란 해결을 구하고 있는 문제점,



〈그림 19〉 어세스먼트의 分類와 方法論



〈그림 20〉 테크놀로지-어세스먼트 實施段階의 方法

즉 社會的 要請을 명백히 하고 이에 대응하는 대체기술을 검토하는 것이다.

反面에 문제발견형이란 어떤 技術에 대한 개발계획을 진행시킬 때 그 성과가 보급 또는 이전되는 것으로 어떤 문제가 발생하는지를 예측하여 그 對應策을 검토하는 것이다.

그림 20은 테크놀로지 어세스먼트를 하는 대상을 구체화한 것으로서 方法론에 따라서 詮釋을 한다면 그림 20의 下段과 같이 된다.

이 그림 20에서도 問題發見, 問題出發型의 사고방식은 언제나 상호 보완적으로 生贖을 정리해 가는 과정에서 반복되고 있는데 매우 상세하게 문제를 파악하여 對策을 講究하고 있는 것을 알 수 있으며 運用 如何에 따라서 테크놀로지 어세스먼트는 計劃實行단계에서 마이너스 효과를 가급적 적게 하고 플러스 효과를 크게 해가는 시스템 엔지니어링이라고 말할 수 있다.

3.5.2 플러스 효과와 마이너스 효과의 比較

테크놀로지 어세스먼트를 행할 때에는 技術에 따라서 발생할 영향을 모든 面에서 누락없이 검토해야 하는데, 한 例로서 체크리스트에 의하여 체크포인트를 빠짐없이 평가해가는 方法이 있다. 다음에 체크포인트로서의 체크리스트를 소개한다.

(가) 주로 플러스 面의 체크 포인트

(1) 勞動 및 社會環境의 整備(노동재해의 감소, 공해의 감소, 생산품에 의한 사고의 감소, 自然災害의 防止, 醫療保健의 向上, 公共事業活動의 效率化)

(2) 生活의 高度化(생활의 효율화, 다양화, 생활권의 확대, 상품의 고도화, 지식교양의 고도화)

(3) 生産性의 向上(생산규모의 확대, 他分野에의 경제파급효과의 증대, 코스트의 저감, 생산화, 가공도의 고도화)

(4) 商品의 국제화(외국의 수요에 적합)

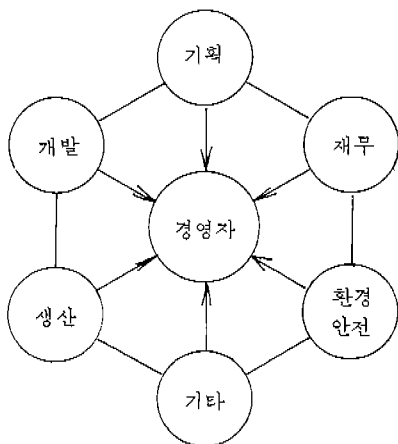
(5) 資源의 확대(資源의 유효이용, 자원개발, 산업입지 공간의 확대)

(6) 技術水準의 향상(국제적인 기술수준, 기술 파급 효과)

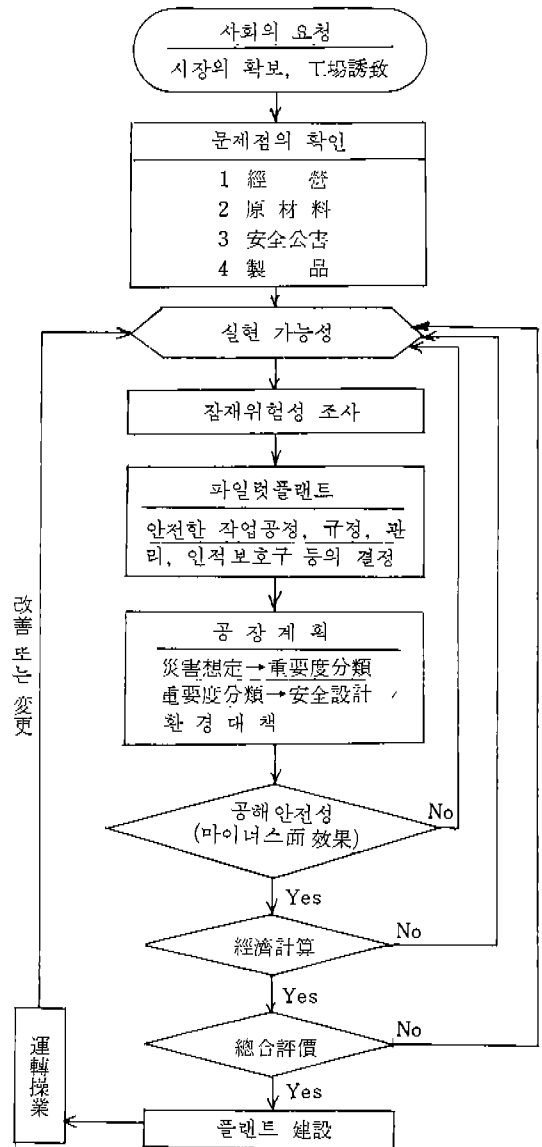
(나) 주로 마이너스 面의 체크포인트

(1) 人體의 건강과 安全에 관계가 있는 것(대기오염, 수질오염, 토양오염, 소음, 악취, 日照不足, 의약품, 화장품, 농약품, 식품첨가물, 식품 등의 장애, 교통사고, 폭발, 화재, 중독, 노동재해)

(2) 자연의 유지 및 保全에 관계가 있는 것(하



〈그림 21〉 테크놀로지·어세스먼트에 있어서의 스태프 방법



〈그림 22〉 化學 플랜트 建設時의 테크놀로지·어세스먼트

천파괴, 地盤沈下, 환경파괴, 동식물의 異常變化, 기후변화)

(3) 사회기능에 관한 것(교통혼잡, 통신장애, 교육문제)

(4) 자원소비의 증대(물, 電力, 사람, 에너지)

(5) 심리적 악영향(프라이버시 침해, 인간소외,

노동의 단조화)

(6) 문화, 풍속의 악영향(情緒의 喪失, 思考의 增大)

(7) 산업, 직업에의 악영향(타산업에의 타격, 실업의 증대)

이상의 체크리스트와 같이 검토할 평가 범위는 매우 넓으며 하나라도 누락이 없도록 연구되고 있다.

그러나 일반 체크포인트와 같이 판정기준이 되어 있지 않기 때문에 메이커 측과 수요자측 또는 기업측과 지역주민측, 단속관청측과 같이 立場에 따라 같은 체크포인트에 대하여 평가는 당연히 달라지는데, 이와 같은 기준치에 대해서는 상당한 研究가 필요할 것이다.

일반적으로 기업측은 플러스 효과를 과대평가하고 마이너스 효과를 과소평가하기 쉬운데 반하여 주민측은 마이너스 효과를 과대평가하고 플러스 효과를 과소평가하기 쉽기 때문에 공정한 제 3자의 어세스먼트가 필요하다.

3·5·3 多段階의 필터 방식

그림 18은 5단계에 의한 필터 방식으로 社會에서의 要求 또는 社會에의 공헌도 및 目的을 수행할 수 있는 정도, 재해공해에 의한 마이너스 효과의 정도, 경제성에서 본 이익의 정도 등으로 종합평가를 하도록 되어 있다. 이와 같은 다단계의 필터법의 長點으로는 다음과 같은 점을 들고 있다.

(1) 평가의 순서가 合理的이고 무리없이 이해할 수 있다.

(2) 평가의 대상이 기술자체에 구애되지 않고 공평하게 판단할 수 있다.

(3) 각단계의 평가목표가 명확하다.

(4) 각 단계별로 不適格部分은 피드백하여 改定해 나갈 수 있다.

단, 그림 18의 다단계는 크게 분류하면 플러스 효과와 마이너스 효과, 경제성의 3단계 필터인데 工程順에 따라서 3단계의 필터를 합성하여 어세스먼트해 가는 방법도 생각할 수 있다.

3·5·4 企業內 어세스먼트

그림 23은 企業內 테크놀로지 어세스먼트의 의미를 도표화한 것인데, 예를 들면 컴비너트와 같이 기술이 巨大化, 多樣化되면 당연히 플러스面과 함께 마이너스面이 나타나 테크놀로지 어세스먼트가 필요해진다.

예를 들어 마이너스 효과에 대하여 주민과 매스컴은 예민하며 정부의 어세스먼트는 언제나 늦어지고 있다.

정부의 관리규제가 나온 후에 처리한다는 것은 화재가 발생한 후에 消防火裝置를 설비하려는 것과 같은 것으로 이미 늦은 것이며 기업내 어세스먼트에 의하여 마이너스 效果를 예측하고 이에 대한 대응책을 事前에 실시하여야 될 것이다. 기업내 어세스먼트에 대해서는 다음과 같은 效果를 들 수 있다.

(1) 톱 매니지먼트의 意志決定이 容易하다.

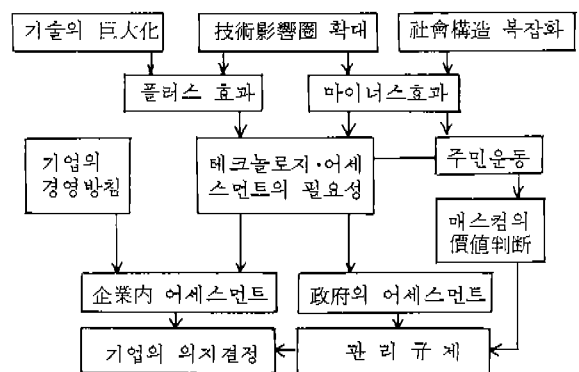
(2) 新製品 또는 설비확장에 대하여 프라이드를 가질 수 있고 企業의 이미지가 향상된다.

(3) 분쟁도 없어지고 주민의 이해와 信用을 얻게 된다.

(4) 製品의 판매금지, 사용규제, 소비자의 불매운동 등이 없어진다.

(5) 가령 마이너스 面의 效果가 나타나도 대응책을 타이밍에 맞춰 강구할 수 있다.

이상과 같이 테크놀로지 어세스먼트가 어떤 것



<그림 23> 企業內 테크놀로지 어세스먼트

인지에 대해서 설명하였으나 테크놀로지 어세스먼트의 근본목적은 플러스 효과와 마이너스 효과를 비교하여 채용 여부를 판단하게 될 것이다.

그러나 企業例로서는 테크놀로지 어세스먼트의 방법에 따라 마이너스 효과와 플러스 효과를 정확히 평가하고 마이너스 효과를 최소화하고 플러스 효과를 최대한으로 하는 테크놀로지를 이용해야 할 것이다.

3·6 세이프티 어세스먼트와 리스크 어세스먼트

동양에서 말하는 세이프티 어세스먼트는 구미에서 말하는 리스크어세스먼트와 同意語이며 구미에서는 세이프티 어세스먼트라는 말은 별로 사용하지 않고 있다. 그러나 듀폰社만은 安全性의 事前評價를 세이프티 어세스먼트 (Safety Assessment) 라고 하고 있다.

한편, 미국의 대규모 화학회사인 듀폰社만은 일찍부터 安全管理과 安全教育에 대해서 세계적인 리더쉽을 갖고 있으며 業務로서 세이프티 어세스먼트의 콘트롤도 하고 있다.

傷害事故를 수반하는 災害事故의 경우에는 物的損失도 입게되므로 人的損失과 物的損失의 양쪽을 합친 全損失防止를 목적으로 하여 안전성의 事例評價를 하는 경우가 많다. 이와 같은 어세스먼트를 타회사에는 리스크 어세스먼트라고 한다.

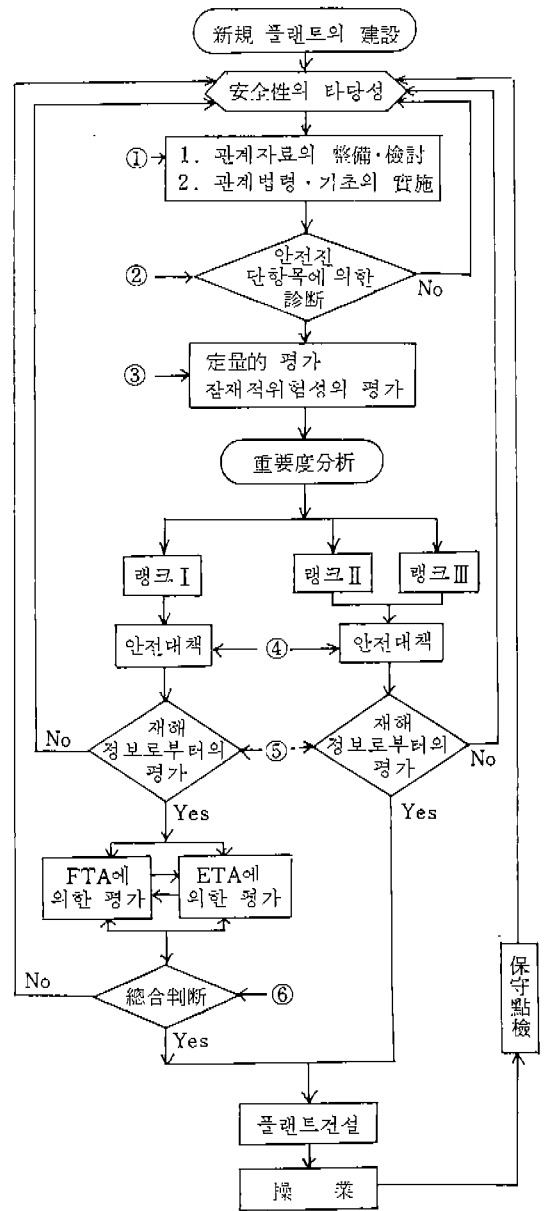
다음에는 상해사고를 목적으로 한 듀폰社와 일본 노동성의 플랜트에 대한 세이프티 어세스먼트에 대해서 설명하기로 한다.

(가) 듀폰사의 세이프티 어세스먼트

듀폰社는 안전활동에 100년의 歷史를 갖고 있으며 安全成績에 있어서도 항상 世界 제 1를 유지하고 있다.

듀폰社의 세이프티 어세스먼트는 다음과 같이 5가지의 안전이념에 의거하고 있다.

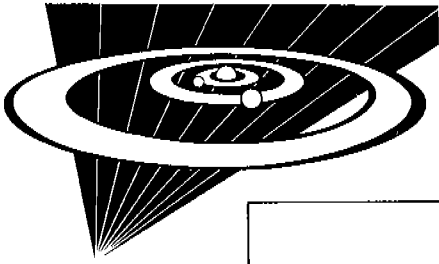
- (1) 傷害防止는 가능하다고 確信한다.
- (2) 관리자는 일을 하는 사람들의 傷害防止에 책임을 진다.



〈그림 24〉 日本勞動省의 化學 플랜트의 安全性 평가

(3) 傷害가 발생할 수 있는 곳에는 모두 보호장치를 한다.

(4) 安全한 작업은 작업자에게도 회사에게도 이익을 가져오므로 安全에 대하여 責任을 지도록 교육훈련을 하여야 한다.



용어해설

메카트로닉스 기초 이해를 위한

용장성(redundancy : 冗長性)

규정된 기능을 수행하기 위한 요소 또는 수단을 여분으로 부가해서 그 일부가 고장 나도 전체로 고장이 되지 않는 성질을 말한다.

직렬 시스템은 기능적으로 낭비가 없지만 신뢰도가 낮아지므로 병렬 시스템의 부분을 만들어서 용장성을 가지게 하여 비용은 들지만 신뢰도를 높이는 경우가 자주 있다. 용장 시스템에는 여러가지 방식이 있지만 기본적인 것은 다음 3종류다.

(1) 상용 용장(active redundancy) : 규정의 기능을 수행하도록 한 구성

(2) 대기 용장 또는 예비 용장(stand by redundancy) : 어떤 요소 또는 수단이 규정된 기능을 수행하는 동안, 다른 요소 또는 수단은 고장 시에 전환되는 상태에서 대기 상태에 있는 용장성.

(3) 병렬 용장(parallel redundancy) : 2개 이상의 요소 또는 수단에 의해 부하를 분담하여 동작하는 용장성.

일반적으로 복잡한 시스템에서는 고장의 정도도 몇 단계로 나누어져 중요한 기능이 중단되지 않도록 운용 형태를 바꾸는 폴백(fallback)을 하게 된다.

(5) 負傷에 의한 손해는 본인, 회사 및 가족에 대해서도 매우 큰 영향을 미친다.

이와 같은 理念에 의해서 세이프티 어세스먼트는 공장건설전, 공장건설중, 공장건설후, 조업개시전, 조업개시후의 5단계로 나누어 실시되고 있다.

한편, 듀폰사의 세이프티 어세스먼트를 보면 다음 4가지로 되어 있다.

첫째, What of (어떤 것이 예상되는가) : 危險豫知訓練과 유사하며 또한 被害擴大防止를 포함한 事故의 先取활동과 같다.

둘째, 체크리스트에 의한 安全點檢 : 듀폰사에서는 완벽한 체크리스트를 자랑했으나 1965년에 대형사고가 발생하여 체크리스트의 문제점을 개선한 바 체크포인트가 너무 많아서 重點이 埋沒되고 누락될 염려가 있어 표2와 같이 요령있게

종합적으로 개정하였다고 한다.

셋째, 故障 모드 영향해석(FMEA-Failure mode effect Analysis) : 1970년부터 세이프티 어세스먼트의 방법에 FMEA를 도입하고 있다. FMEA는 製品責任事故防止에도 널리 이용되고 있다.

넷째, 폴트 트리 애널리시스(FTA: 缺陷樹法) : 듀폰사에서는 1974년부터 他會社보다 먼저 FTA를 세이프티 어세스먼트의 방법으로 채용하였다.

(나) 防災 어세스먼트

일본에서는 1973년과 '74년의 석유 컴비나트의 事故多發에 비추어 石油 컴비나트 등 방제법이 시행되었고 이에 의하여 安全性이 평가되었다.

〈표 2〉 듀폰사의 체크리스트 예

품명	항 목	잠재위험성의 체크 포인트	管理的	工學的	技術的
人 体 防 護	防 護 施 設	바리케이드, 사위, 避難道	○		
	換 氣	일반, 局部的, 引入口, 환기율	○		
	暴 露 性	他施設, 公衆, 환경	○		
	用 役	독립성, 공기, 물, 증기, 不活性 가스		○	
	위 험 물 취급	독성, 可燃性, 反應性, 부식성			○
運 轉 制 御	환 경	샘플링 가스, 분진, 소음			○
	制 御	범위, 冗長性, 경보, 케일세이프	○		
	測 定	周期, 適性, 예비	○		
	警 報	적성, 한도, 화재	○		
	인 터 록	試驗檢査, 바이패스	○		
	安 全 裝 置	적성, 용량, 치수, 드레인	○		
	긴 급 장 치	배출, 水漬, 정지, 希薄	○		
御	프로세스의 孤立	밸브, 버징, 火災安全	○		
	計 測 裝 置	시간지연, 空氣, 豫備		○	
	潛 在 危 險	火災, 避難			○
	컴 퓨 터	機能阻害, 防護			○
廢 棄	흙, 水 路	炎, 反應性, 暴露性, 固体	○		
	벤 트 能	배출, 放射熱, 미스트, 位置 슬러지, 殘滓, 악성물질	○		○

英國에서는 폴릭스보로 나이프로社의 大爆發 事故를 계기로 하여 政府의 위생안전청(HSE) 지도하에 石油 컴비나트의 안전성이 평가되었다.

특히 일본에서는 대규모 지진이 발생하였을 경우 어느 정도의 피해를 입게 될 것인지 또한 어떤 대책을 사전에 강구해야 되는지의 調査를

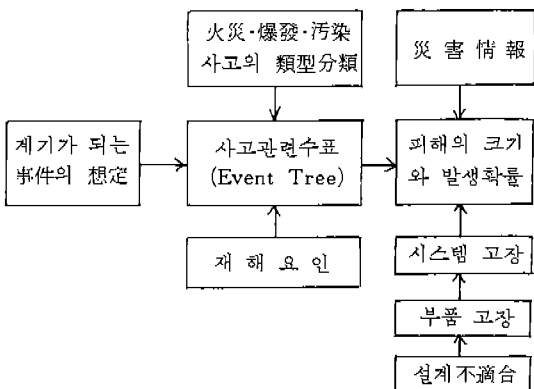
방재 어세스먼트라고 하고 앞으로 건설될 공업 기지 등에 대해서 실시하고 있다.

재해확대 프로세스의 검토에는 一般的으로 이 폰트리애널리시스(ETA)가 사용되고 있는데, 이것은 어떤 중대한 事像에서 事故로 확대해가는 결과를 예상하는 논리로서 피해 想定을 하는 하나의 방법이다.

그림25은 事故關連樹表로 피해의 크기 및 그 확률을 예측하는 프로세스를 블록다이어그램으로 표시한 것이다.

한편 미국의 원자력위원회 보고에 의하면 2次災害를 예상하는 경우의 절차를 다음과 같이 제안하고 있다.

- (1) 事故關連樹表(ETA)의 구성
- (2) 缺陷關連樹表(FTA)의 구성
- (3) 缺陷關連樹表(FTA)의 定量化
- (4) 事故關連樹表(ETA)의 定量化
- (5) 技術的 總合判斷



〈그림 25〉 피해발생의 시퀀스의 고찰

〈다음 號에 계속〉