

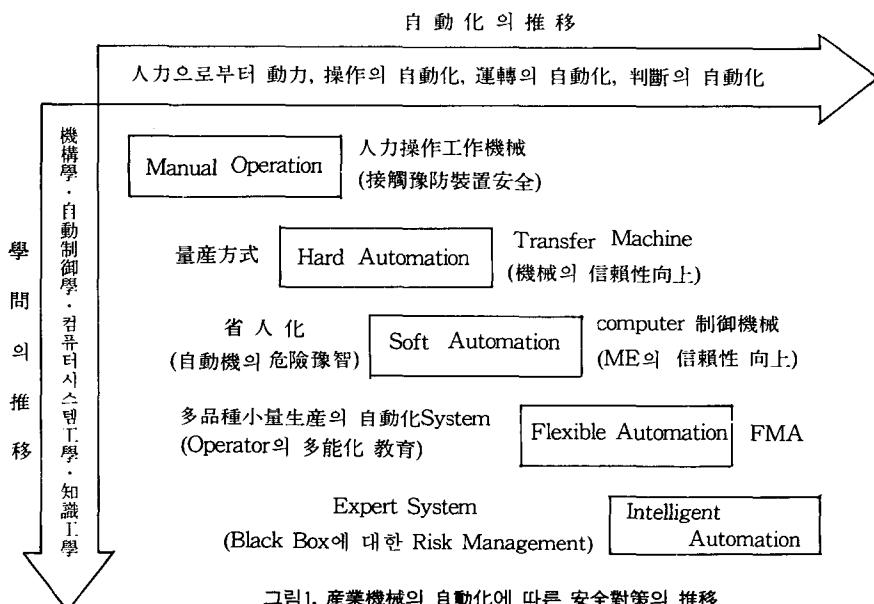
危險性評價의 技法에 대해서

金 紘 鑑*

1. 初음

化學工場에 있어서 防災시스템이라 하면, 警報設備와 消火設備를 作動하게 하는 制御시스템을 聯想하게 되나, 이런 시스템을 作動하게 될때는 이미 늦은 狀態라 할수 있다. 특히, 化學콤비나트에 있어서는 석유를 위시로 하여 危險物을 대량으로 貯藏하고, 取扱하고 있기 때문에 만일 事故가 발생하여 初期鎮壓에 실패하게 되면, 대단히

큰 被害로 發展할 可能성이 있기 때문에 事故後의 對策보다는 事前에 危險性을 評價하여 事故를 막는 것이 실로 중요하다고 할수 있겠다. 『豫防에 이기는 安全은 없다.』는 말과 같이 火災와 爆發과 같은 사고를 일어나지 않게 하는 것처럼 最善의 安全對策은 없다. 또한, 영국의 슬로건中 『Don't learn safety by accident!』라는 말도 事前評價의 重要性을 잘 表現하고 있다고 하겠다.



* 韓國火災保險協會附設 防災試驗所 先任研究員, 正會員

2. 危險性評價의 必要性

제임스 워트가 蒸氣機關을 발명함에 따라 18世紀의 產業革命이 일어나고 그結果로 그림1과 같이 人力에서 動力으로 產業機械는 人力制御에서 自動制御로 變化되어 졌다.

그림1에서는 自動化의 推移에 따라 Backup하여 본 學問體系도 变하여 온것, 技術革新에 의한 새로운 形態의 災害事故가 發生하여 온 것이 象徵的으로 나타나고 있다. 표1은 製品에 대한 現在의 社會的 Need와 이것에 應하여 生產하는 側의 技術的傾向과 그것에 따른 安全上의 問題點을 나타낸 것이다.

그림1과 표1에서 技術革新過程에서의 安全位置와 要望을 要約해 보면 다음과 같다.

- (1) 機械設備의 複雜化에 따라 故障에서 災害에 連鎖反應하는 두려움이 出現하였기 때문에 機械部品과 ME(Micro Electronics)의 信賴性向上이 강하게 要望되고 있다.
- (2) 로봇을 포함한 自動機에 의한 災害事故가 多發하는 徵候가 나타나고 있다. 自動化에 대한 危險性의 事前評價가 중요하게 되었다.
- (3) 新技術, 新素材가 導入에 의해 豫想도 하지 못했던 事故가 發生하고 있으므로 對應할 수 있는 Risk Analysis 手法을 開發할 필요가 있다.
- (4) Black Boxes가 증가하였기 때문에 Risk

表1. 製品에 대한 社會的 Needs와 安全上 問題點

社會的 Needs	技術的 傾向	安全上 問題點
(A) 新舊製品의 早期交替	(1) 新技術, 新材料의 開發 (未知에의 挑戰) (2) 多品種, 少量生產 (3) FMA 多品種 少量生產自動化 system	(1) Risk Assessment 가 重要하게 된 (2) 非正常作業의 增大 (3) Unit의 本質安全
(B) 附加價值가 高品質화	(1) ME(Micro Electronics)及 内藏製品의 生產技術 (2) 超高壓, 超低溫, Clean Room等의 特殊設備	(1) 技術의 多能化 (2) 精密な 生產設備 (3) 設備保全이 重要視됨.
(C) 國際的 賦資競爭 Low Cost	(1) 省人化(CAD, CAM, 机器人의 採用) (2) 生產의 合理化(生產支援業務), 協力社會에 轉移)	(1) ME의 信賴性向上 (2) 自動機의 安全 (3) 協力社會와의 情報連絡의 圓滑化
(D) 貿易의 自由化 海外의 進出	(1) 製品規格의 國際化 (ISO) (2) 外國人勞動者의 受入 (3) 技能에 影響 받지 않는 設備	(1) 檢查의 合理化 (2) Product Liability (3) Risk Management

Management의 觀點에서의 防災體制를 再整備할 필요가 있다.

(5) 製品責任事故가 多發하고 있는 傾向이 있기 때문에 品質保全은 물론, 檢查를 合理化하여 Products Liability에 對應할 필요가 있다.

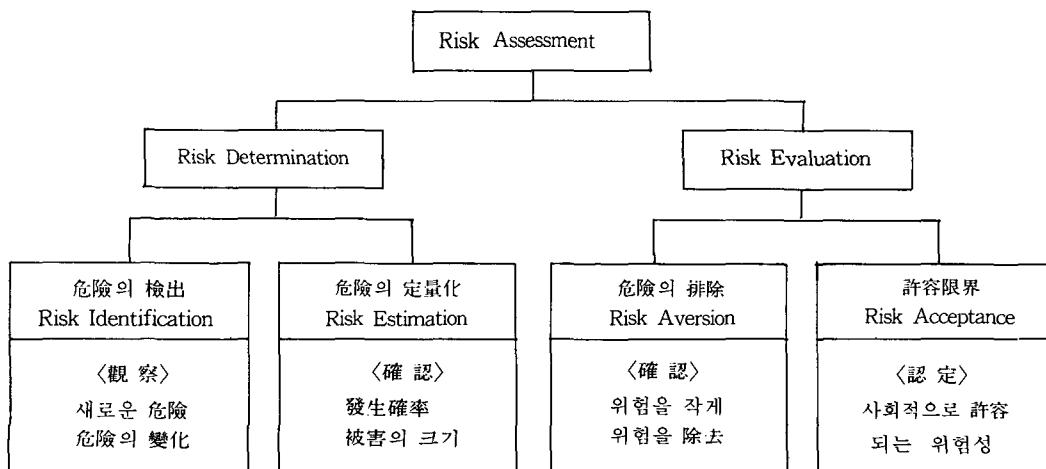


그림2. 安全性評價의 方法

(6) 產業構造의 轉換에 따라 協力會社에의 依存度가 增大하였다. 協力會社와 一體가 되는 情報 Nets Work을 構築하여 情報連結을 圓滑히 할 필요가 있다.

(7) 設備는 高度化하고 있지만 Operator의 機能에는 限界가 있다. 또한, 技術의 多能化가 要望하여 왔기 때문에 過去의 時代와 같이 教育訓練에 時間을 投與할 餘裕가 없는 실정이다. 이런 情勢에 對應하기 위해서는 操作이 가단한 設備, 간단 명료한 Manual, 教育訓練用의 Simulator가 필요하다.

3. 危險性評價의 方法

一般的으로 安全性評價는 그림2에 표현한 内容으로 行하여 지고 있다(Rowe, 1977).

4. Risk의 意味

1) 美國의 原子力委員會

$$\text{Risk} = \left(\frac{\text{影響}}{\text{單位時間}} \right) = \text{頻度} \left(\frac{\text{事故件數}}{\text{單位時間}} \right) \times \left(\frac{\text{影響}}{\text{單位事故}} \right)$$

2) MIT

$$\text{Risk} = \frac{\text{Hazards}}{\text{Safety Guard}} = \frac{\text{潛在危險性}}{\text{安全防護對策}}$$

3) Heinrich의 產業災害防止論

$$\text{Risk} = (1) \times (2) \times (3)$$

(1) : 潛在危險性이 事故로 될 確率

(2) : 事故에 遭遇할 可能性

(3) : 事故에 따른 被害의 크기

注: Risk는 損害가 發행할지도 모른다는 不確定한 危險性이다.

Risks는 完全히 제거 할수는 없고, 현재의 지식을 적절히 활용하면, 사고의 잠재적 원인을 低減하는 것이 가능하다. 사고의 잠재적 원인이 작게되면 費用對 効果의 效率은 커진다.

4) 井上(니오우에)式

$$\text{Risk} = \frac{\text{潛在危險性}}{\text{安全防護對策}} \times \text{Humanfactor}$$

5. 危險性評價의 手法

事前評價를 행하여 工場이 建設되어 操業이 시작된다고 하여도 維持面에서의 끊임없는 安全對策이 必要하다. 表2에 安全性評價의 手法과 適用例를 열거하였다.

表2. 安全性評價의 手法과 適用例

	適用 例 手 法	危險 分析 審査	工場 安全 診斷	設備 點檢	安全 診斷	防災 評價 研究	技術 現象 評價 研究	現象 評價 研究	危險 評價 研究	生產 信賴 分析	災害 性
定性的 評價	Check List MORT	○ ○									
定量的 評價	危險指數評價 FEA FMEA FMECA PRA FAFR	○ ○ ○ ○ ○ ○									
Tree 解析	漁骨圖 Decision T. FTA ETA CCA or, CTA Success T.	○ ○ ○ ○ ○ ○									
問題 發見型	What if HAZOP or, Operability study	○ ○ ○									

* 註釋: MORT(Management Oversight and Risk Tree)

FEA(Failure Effect Analysis)

FMEA & FMECA(Failure Mode Effect Analysis & Failure Mode Effect Criticality Analysis)

PRA(Probabilistic Risk Analysis)

FAFR(Fatal Accident Frequency Rate)

FTA(Fault Tree Analysis)

ETA(Event Tree Analysis)

CCA(Cause Consequence Analysis) or, CTA(Causal Tree Analysis)

Success T.

HAZOP(Hazard and Operability Study) or, Operability Study

6. 맷 음

以上 化學工場에 있어서의 危險性評價의 概念과

方法, 手法에 대해서 簡略하게 소개하였다. 各工程別, 各프랜트에 따라 여러가지의 危險性評價手法이 應用될수 있으리라 생각된다. 그러나, 그 工程에 맞는 手法의 선택과 計劃, 實施等이 중요하겠으나, 그보다도 反省에 의한 Feed Back의 結果를 實行하는 것이 더욱더 중요하다고 하겠다.

現代는 技術革新이 눈부시게 발전하고 있다. Technology Assessment을 위시로 해서 各種의 事前危險性評價가 행하여지고 있으나, 지금까지 생각하지 못했던 새로운 形態의 災害가 일어날 가능성을 否定할 수는 없다. 우리들은 이러한 先端의 技術을 評價하여 安全에 관한 技術을 끊임없이 開發하고 實行하지 않으면 아니된다. 그러한 意味로서 과거의 막대한 技術的 資料를 Data Base化하여 이것을 廣義安全性平價 즉, 安全設計, 安全操業,

故障, 異常診斷等에 人工知能을 導入하여 Expert System의 構築을 하여야할 時期라고 생각된다.

參 考 文 獻

1. 上原 陽一, 콤비나트의 防災Assessment, Chemical Eng.9(1983).
2. 上原 陽一, 石油化學콤비나트에 있어서 防災시스템, 火災, Vol.40 No.1(1990).
3. 井上 威恭, 事故例에서 본 Risk Management의 方法, 安全工學協會(1990).
4. 井上 威恭, 安全診斷의 方法論, 安全工學, Vol.24 No.1(1985).
5. 野中 治, Operability Study와 그 응용, 安全工學協會(1987).