

火災予防의 基本對策과 經濟性分析法

李 相 鎔
〈建國大學校 工科大学 教授〉

1 産業災害의 種類와 火災

産業의 規模가 擴大되고 生産의 機械化가 推進됨에 따라 從業員이나 施設에 對한 災害가 漸次로 增大하고 있다 産業災害는 勞動災害와 施設災害로 大別된다 이兩者는 各己 獨立的으로 發生하는 경우도 있으나 隣쪽의 災害가 다른 災害를 發生시키는 경우도 있다 따라서 災害對策을 樹立함에 있어서는 兩者의 關係를 잘 檢討하지 않으면 안된다

가 勞動災害

勞動災害는 人命의 死傷을 發生시키는 것으로서 其의 原因은 여러가지 方法으로 分類하고 있으나 이것을 人的原因과 物的原因으로 나누어 그 內容을 살펴보면 다음과 같다

(1) 人的原因

- (가) 體力이나 性格에 不適合한 作業
- (나) 疲勞
- (다) 技能 知識 經驗등의 不足
- (라) 不注意
- (마) 命令違反 및 命令履行의 不徹底
- (바) 作業方法의 不適當

(2) 物的原因

- (가) 施設과 設備의 不整備 特히 安全裝置의 不備
- (나) 階段 마루 通路등의 不備와 不完全
- (다) 坑및 其他 危險한 開口部와 突出部
- (라) 採光 照明 溫湿度, 音響및 其他環境條件의 不適當
- (마) 整理 整頓의 不良과 機械등의 過密配置
- (바) 防護具(眼鏡 장갑 帽子등)의 不備

以上の 災害原因中 特히 疲勞나 不注意에 對해서는 더욱 細分하여 其의 原因을 追究할 必要가 있다

即 疲勞에 對해서는 其의 原因으로서 業務量의 過重 環境條件의 不良 睡眠不足 私生活의 不規律등이며 또한 不注意에 對해서는 性格 環境 生活態度등이며 細分하여 調査하고 其의 對策을 講究할 必要가 있다

勞動災害의 原因은 直接原因과 間接原因으로도 分類하는 경우가 있는데 이 경우 直接原因은 物的 飛來 轉倒 墜落 切斷 衝突등 災害가 發生한 直接的原因이 되며 間接原因은 直接原因을 誘發시킨 原因이 된다

나 施設災害

施設災害는 工場建物, 設備 機械 製品 原料 備品등 工場施設이 震災 風水害 火災등에 의하여 損傷되는 것으로서 施設災害中 가장 普遍的이며 件數가 많은 것은 火災라 하겠다

工場에서의 火災는 施設災害와 勞動災害를 同時に 發生시킬 뿐 아니라 生産活動의 中斷, 이로 인한 市場에의 製品供給의 中斷, 從業員의 失職 및 失職에 의한 家族扶養力의 喪失등 國家産業과 經濟에 미치는 影響이 크다 더구나 工場에서의 火災는 原料 資材 工程(process) 및 作業의 特殊性 때문에 더욱 細密한 調査研究와 對策의 樹立이 要求된다

우리나라에도 最近의 急速한 經濟發展과 産業施設의 擴充에 따라 大型의 産業災害가 빈번히 發生하고 있는 바 이와 같은 産業災害의 豫防을 위하여 勞動廳에서는 (1) 從業員에 對한 安全保健意識의 鼓吹 (2) 作業環境의 點檢改善 (3) 安全保健要員의 配置強化등 産災豫防을 위한 主要施策을 強力하게 推進하고 있다

그런데 이러한 政府의 産災豫防을 위한 主要施策中 78年度에 實施한 作業環境의 點檢과 改善實績을 보면 (表 1)과 같으며 이 表에서도 알 수 있는 바와 같이 産業災害中 火災가 차지하고 있는 比重은 매우 크다

(表 1) 作業環境의 點檢改善實績

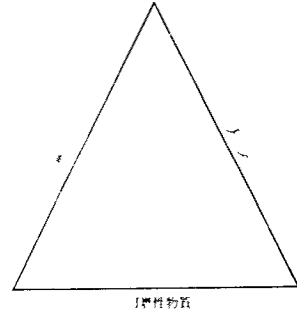
구분	計	切斷	爆發 火災	騒音 粉塵	衝突	感電	墜落	有機 溶劑
對 象	11,825	6,424	772	1,178	213	2,585	378	280
改 善	7,487	4,135	454	776	79	1,590	256	197
改善中	4,338	2,289	318	397	134	995	122	83

資料 勞動廳

2 火災의 原因과 原因別對策

火災는 (그림 1)과 같이 空氣(oxygen), 可燃性物質(fuel) 및 火氣(fire)의 3가지 要素에 의하

여 發生하기 때문에 一般的으로 이것을 火災의 三角形(fire triangle)이라고 부르고 있다



(그림 1) Fire triangle

여기의 可燃性物質은 종이 木材 纖維등과 같은 物質, 揮發油 石油, 케인트 등과 같은 引火性物質 및 電氣器機등으로 나눌수 있기 때문에 이에 의거 火災는 普通 다음과 같이 3가지 等級(class)으로 分類하고 있다

A 級火災—종이, 木材 纖維등의 物質이 燃焼하는 火災

B 級火災—揮發油 石油, 케인트등의 引火性 物質이 燃焼하는 火災

C 級火災—電氣器機에서 發生하는 火災

以上的 3가지 等級(Class)으로 分類되는 火災는 一般的으로 다음과 같은 6大發火源에서 發生한다고 한다

- 가 성냥과 喫煙
- 나 加熱器와 炊事器具
- 다 쓰레기와 廢物
- 라 電氣配線과 電氣器機
- 마 불꽃과 불뚱
- 바 引火性液體

따라서 이 6大發火源別로 一般的인 防火의 對策을 檢討해 보기로 하겠다

가 성냥과 喫煙

火災의 4分之 1 以上은 성냥의 不注意한 使用과 담배불 및 이의 불뚱에 起因한다고 한다 따라서 이에 의한 火災를 豫防하기 위해서는 무엇보다 從業員 特別히 喫煙者에게 安全意識(safety

mindedness)과 火災豫防意識(fire prevention mindedness)을 鼓吹하므로써 不注意와 失手에 의한 火災를 豫防하여야 한다

그리고 精油 페인트 에나멜 바니쉬등 引火性物質의 製造工程이나 作業場에 對해서는 關係者以外의 出入制限과 出入時 성냥과 라이타등의 持參은 禁止하는 것과 같은 措置가 必要하다 또한 喫煙이 危險한 區域을 選別하고 禁煙標識를 담은 勿論이 區域에서의 禁煙이 잘 지켜지도록 喫煙者를 위해 安全한 곳에나 喫煙場所를 만든 指定된 場所 以外에서의 吸煙을 禁止하도록 하여야 한다

나 加熱器와 炊事器具

加熱器와 炊事器具도 重대한 發火源이 되고 있다 따라서 이에 의한 發火를 豫防하기 위해서는 먼저 使用目的에 適合하며 公認된 檢査機關의 試驗에 合格한 것을 選定하여야 한다 그리고 可燃性物質과의 安全距離의 維持 安全한 使用方法的 遵守 器具의 整備保全의 徹底 使用하는 燃料의 安全한 取扱과 貯藏등 安全基準을 遵守한 器具의 設置와 使用이 必須的이다

다 쓰레기와 廢物

作業場 倉庫 事務室등의 環境整理를 소홀히 하거나 기름질레 油紙 스크랩(scrap)등 쓰레기와 廢物의 不注意한 處理도 火災의 重要한 原因이 되고 있다

따라서 工場建物內의 모든 可燃性쓰레기와 廢物 및 먼지는 恒常 깨끗이 지우고 作業區域內에 있는 모든 可燃性物質도 整理 整頓을 잘 해 두어야 한다 그리고 可燃性쓰레기와 廢物은 뚜껑이 있는 安全容器를 使用하는등 適切한 處理手段을 講究하여 保管및 處分하여야 한다

라 電氣配線과 電氣器機

美國防火協會(National Fire Protection Association)에서 發表한 電氣로 因한 火災의 細部原

因을 보면 다음과 같다

- (1) 絶緣物の 破損
- (2) 回路의 部分的인 接地
- (3) 스위치의 接觸不良
- (4) 結線不良
- (5) 過負荷에 의한 器機의 過熱
- (6) 不適切한 設置와 配線
- (7) 規格外의 퓨우즈(fuse)使用
- (8) 其他 使用上의 誤

以上の 原因을 살펴 보면 電氣器機自體의 缺陷에 의한 것도 있지만 器機의 設置와 使用에 있어서 安全規則을 遵守하지 않은 데에서 온 것이 더 많다

따라서 電氣配線이나 電氣器機로 因한 火災의 豫防을 위해서는 製品에 表示된 使用上의 遵守事項과 設置方法에 따라 電氣器機를 設置하고 使用하는 마음가짐(mindedness)이 무엇보다 重要하다

마 불꽃과 불뚱

熔接(welding)이나 熔斷(cutting)作業은 불꽃과 불뚱이 튀는 作業이다 따라서 이와같이 불꽃이나 불뚱이 튀는 作業場 周圍에 可燃性物質이 있게 되면 發火하게 된다 그러므로 이러한 火災를 豫防하기 위해서는 불꽃과 불뚱이 튀는 作業場 近處에 可燃性物質을 두지 않도록 하거나 또는 칸막이 등 絶緣裝置를 하고 安全距離를 維持케 함은 勿論 消火器를 作業場에 備置하는 것이 바람직하다

그리고 이와같이 火災의 危險성이 큰 作業場에서 作業하는 從業員에게는 作業上의 安全守則을 制定하여 教育하므로써 火災豫防意識은 높이는 것도 效果的이다

바 引火性液體

火災의 危險성이 가장 큰 것은 引火性液體이다 引火性液體는 낮은 溫度에서도 點火되지만 높은 溫度에서는 蒸發하여 點火되기 때문에 더

욱 危險하다 따라서 이에 의한 火災를 豫防하기 위해서는 다음과 같이 이의 貯藏과 取扱에 格別히 注意를 하여야 한다

- (1) 모든 引火性液體는 密閉된 容器나 安全容器에 保管할 것
- (2) 引火性液體의 作業現場에의 補給은 最大로 1個作業組의 使用分만으로 制限할 것
- (3) 引火性液體의 蒸氣가 累積되지 않도록 適切한 換氣裝置를 달 것
- (4) 引火性液體의 周圍에는 모래나 其他 非燃燒性消火物質을 常備해 둘 것
- (5) 引火性液體가 있는 곳의 照明은 特殊電氣裝置를 하고 電氣를 遮斷하기 前에는 電球의 交換등 裝置의 修理를 하지 말 것
- (6) 安全守則과 作業節次를 制定하고 作業現場에 備置할 것

3, 火災豫防과 防火의 基本對策

工場에서의 防火의 目的은 火災로 因한 産業災害 即 從業員의 人命의 傷害 및 建物 設備, 機械 製品 原材料 備品등 工場施設의 損害를 最少限으로 減少시키고 安全操業의 前提下에 生産能率은 極大化하고자 하는 것이다

이러한 防火目的을 達成하기 위한 火災豫防과 防火의 基本對策을 美國防火協會(NFPA)에서 發行한 防火 핸드북(Fire Protection Handbook)과 美國의 工場相互火災保險(Factory Mutual Fire Insurance)에서 發行한 産業災害損失防止 핸드북(Handbook of Industrial Loss Prevention)을 基礎로 紹介하면 다음과 같다

- 가 火災發生(또는 發火)의 豫防對策樹立
 - 나 火災의 早期探知 및 警報體制確立
 - 다 火災의 擴散防止策 樹立
 - 라 適切한 消火施設의 準備
 - 마 適切하고 秩序있는 待避方法의 講究
- 따라서 以上の 各項目에 따라 各項目의 內容

과 重要性 및 이에 對한 具體的인 對策을 살피 보기로 하겠다

가 火災發生의 豫防

火災發生의 豫防은 發火의 可能往을 極少化하는 것으로서 이것은 防火의 基本이 되는 것이다 火災의 發生은 前述한 바와 같이 可燃性物質과 火氣가 空氣와 結合될 때 發生한다 그리고 이들 發火의 要素의 結合은 大部分이 人間의 失手나 不注意에 의거 한다 그러므로 火災豫防의 첫째 對策은 全從業員에게 安全意識(safety mindedness)과 火災豫防意識(fire prevention mindedness)을 鼓吹하므로서 人間의 不注意와 失手로 火氣와 可燃性物質이 空氣와 組合되지 않도록 하는 것이다 即 火氣와 可燃性物質이 接近하면 火災가 發生한다는 事實을 恒常 念頭에 두고 注意하여 行動하도록 하는 것이다

그런데 이러한 意識鼓吹의 方法으로 가장 좋은 것은 全社的인 캠페인(campaign)이다 따라서 各企業體에서는 火災豫防과 安全에 對한 敎育과 啓蒙을 끊임없이 계속하여 實施함은 물론 火災豫防策에 對한 提案制度의 實施 事例發表會의 開催등 各種行事를 可及的 年中 繼續하여 實施하므로서 全從業員이 恒時 火災豫防意識과 安全意識을 가지고 作業에 臨하도록 하여야 한다

둘째 모든 火災는 前述한 6大發火源에서 發生한다 그러므로 이 6大發火源에 對하여는 特別한 關心을 가지고 組織的인 分析과 研究를 行하므로서 適切한 豫防對策을 樹立하여야 한다

물론 이들 6大發火源에 對한 火災豫防對策은 이미 앞節에서도 說明한바 있으나 이것은 一般的인 경우의 對策이기 때문에 産業體나 工場의 特殊性을 考慮하여 좀더 具體的인 調査分析과 研究를 行하므로서 狀況에 適合한 對策을 樹立함이 더욱 바람직하다

예를 들면 호텔과 같은 宿泊業體는 성냥과 喫煙에 對한 對策에 料食業體에 있어서는 炊事器具에 對한 對策에 電氣를 많이 使用하는 工場에

있어서는 電氣配線과 電氣器機에 精油나 케인 트 工場에 있어서는 引火性液體에 對하여 各各 더욱 細密한 對策의 講究가 要望된다

以上과 같이 火災發生을 效果的으로 豫防하기 위해서는 從業員에 對한 끊임없는 火災豫防意識의 鼓吹는 물론 重要火災發生源에 對한 細密한 分析과 研究로서 이에 適切한 豫防對策을 樹立하는 것이 必要하다 따라서 이러한 일을 組織的이고도 繼敍的인 事業으로 實施하기 위해서는 이 일을 專擔하여 遂行하는 사람이 組織(또는 企業)內에 있어야 한다

그러므로 火災發生의 豫防을 위하여 세번째로 重要한 것은 安全管理要員을 組織內에 두고 다음과 같은 業務를 遂行하도록 하는 것이다

- (1) 施設과 設備에 對한 安全計劃과 그의 實施統制
- (2) 安全作業의 指導와 監督
- (3) 安全裝置 保護具 및 消火設備의 整備와 點檢
- (4) 發生한 災害原因의 調査와 對策의 樹立
- (5) 安全教育 및 安全關係인의 計劃과 實施
- (6) 安全에 關한 重要記錄 및 統計의 作成과 整理 및 保存
- (7) 防災(主로 消防) 및 待避에 關한 計劃과 訓練

參考로 産業災害의 豫防을 위하여 勞動廳에서 78年度에 實施한 安全保健管理要員의 配置強化 實績을 보면 (表 2)와 같다

(表 2) 安全保健管理要員의 配置實績

區 分	配置對象	配置實績	比 率
安全 管理者	6,385(個所)	6,106(個所)	95.6(%)
保健 管理者	6,826	6,317	92.5
保健管理要員	6,826	6,389	93.5

資料 勞動廳

나 火災의 早期探知 및 警報

迅速한 消火活動을 展開하므로써 火災로 因한

産業災害를 極少化하기 위해서는 火災發生 即時 火災를 探知하고 모든 사람에게 알릴 수 있는 火災의 早期探知 및 警報體制를 確立하는 것이다 왜냐하면 火災를 早期에 發見하면 消火作業도 容易할 뿐 아니라 火災의 擴散도 쉽게 防止할 수 있으므로 火災로 因한 災害損失을 極少化할 수 있기 때문이다

火災의 早期探知와 警報를 위한 裝置로서는 自動火災警報器가 開發되어 있다

自動火災警報器는 그의 作動原理에 따라

- (1) 一定溫度型(fixed-temperature type)과
- (2) 溫度上昇率型(rate-of-rise type)으로 大分 된다

前者는 自動火災警報器가 設置된 場所의 溫度가 一定溫度에 到達하면 自動的으로 警報가 發令되도록 設計된 警報裝置이고 後者는 自動火災警報器가 設置된 場所의 溫度가 火災등의 原因에 의거 單位時間當 一定率以上으로 急速히 上昇하게 되면 自動的으로 警報가 發令되도록 設計된 警報裝置이다

따라서 이러한 自動火災警報器의 作動原理와 이를 設置할 場所의 特性을 考慮하여 設置할 場所의 特性에 適合한 自動火災警報器를 選定하고 이를 要所에 設置하는 것이 火災發生의 早期探知와 警報에 效果的이라 하겠다

火災의 早期探知와 警報體制의 確立에 더욱 效果的인 方法은 自動火災警報裝置와 自動撒水裝置(sprinkler) 또는 其他의 自動消火裝置를 連結하여 設置하는 方法이다 왜냐하면 이것은 火災의 自動探知와 함께 警報의 發令과 消火를 同時에 實施할 수 있기 때문이다

끝으로 火災의 早期探知와 警報體制의 確立을 위한 方法으로 잊어서는 안될것은 모든 從業員에게 火災警報器의 設置位置와 이의 操作方法 및 火災發見時의 警報要領과 非常措置方法등에 對한 訓練을 平素에 充分히 하여 怠으로서 失手 없이 모든 從業員에게 警報를 알릴 수 있도록 하는 것이다

다 火災의 擴散防止

火災는 一般的으로 (1) 밑에서 위로 (2) 옆의 房 또는 옆의 建物로 (3) 強風 또는 爆發등에 의해 멀리 떨어진 建物로等 3가지 經路로 擴散된다고 한다 따라서 이러한 經路에 따르는 火災의 擴散을 防止하기 위해서 防火門(fire door)이나 防火壁의 設置 및 防火材를 使用한 建物の 建築등의 對策이 講究되고 있다

라 適切한 消火方法

火災로 因한 産業災害를 줄이기 위한 對策中 가장 重要한 것은 前述한 火災의 早期探知 및 警報體制의 確立과 더불어 適切한 消火施設을 準備하는 것이다 흔히 使用되는 消火施設에는 撒水裝置(sprinkler system) 消火栓(fire hose system) 및 其他의 救急消火裝備등 여러가지가 있으나 이것들을 工場의 特性과 發火源을 考慮하여 適切한 것을 選擇하고 必要한 量만큼을 確保하여 要所에 備置해 두는 것이 무엇보다 重要하다

그런데 消火施設을 準備함에 있어서는 以上과 같은 裝置的인 消火施設만을 생각하는 것이 普通인데 職場消防隊의 編成 從業員에 對한 消防訓練 建物 및 重要施設物에의 接近路(access way) 標識 및 該工場의 採業上特徵과 이로 因한 消火上의 特別注意事項등에 對한 情報의 提供 등 非常時의 節次와 方法에 對한 것도 반드시 準備해 두도록 하여야 한다 그리고 職場消防隊와 市 또는 地域消防署와의 緊密한 協助體制를 마련해 두는 것도 亦是 重要한 準備事項이라 하겠다

마 適切하고 秩序있는 待避方法

火災는 다른 産業災害와는 달리 施設物뿐 아니라 人命에게도 被害를 주는 災害이기 때문에 火災로 因한 損失을 줄이기 위해서는 火災現場의

從業員이 迅速하고 秩序 있는 待避를 할수 있도록 對策이 樹立되어 있어야 한다

따라서 이를 위해서는 사다리와 로프(rope)와 같은 緊急待避器具를 要所에 準備하여 두는 동시에 이에 對한 使用方法을 事前에 充分히 訓練시켜 능어야 한다 그리고 建物内部의 要所要所에 緊急待避路의 標識를 함은 勿論 非常待避를 위한 出口가 마련되어 있어야 한다

4 火災豫防의 經濟性分析法

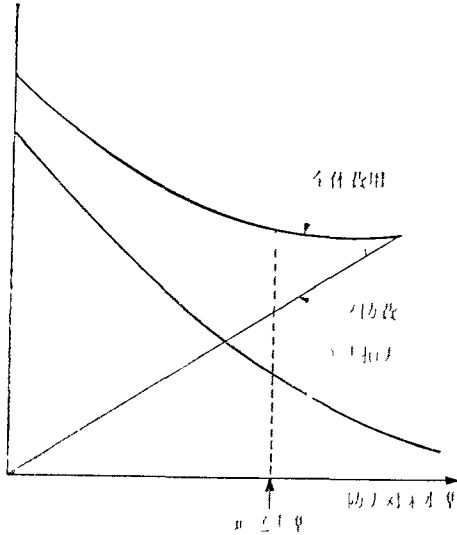
前節에서는 火災로 因한 産業災害를 極少化하기 위한 火災豫防과 防火의 基本對策을 여러가지面에서 檢討하여 보았으나 이의 要諦는 한마디로 말하여 소 잃고 오양간 고치는 格이 되지 않도록 豫防對策을 講究하므로써 災害損失을 極少化하자는 것이다

그런데 火災豫防과 防火를 위한 豫防對策을 마련하기 위해서는 앞에서도 살피 본바와 같이 여러가지로 많은 費用이 所要된다 그리고 이러한 豫防對策에 所要되는 費用 即 豫防費(preventive cost)는 그것을 投資하므로써 얻게 되는 利得(gain)을 考慮하여 支出하는 것이 經濟性的 觀點에서 볼때 合理的이다 다시 말하면 火災로 因한 災害損失(accident loss cost)이 그다지 크지 않을 것이라고 豫想되는데 이보다 많은 豫防費를 投入하여 豫防對策을 마련하였다면 이것은 經濟的이 되지 못한다

따라서 經濟性的 觀點에서 防火對策을 樹立하기 위해서는 防火對策의 程度(또는 水準)에 따른 豫防費와 災害損失과의 關係를 分析하고 이들 費用의 和인 全體費用(total cost)을 極少化하는 最適의 防火對策水準(optimal level of fire prevention)을 決定하여 防火對策을 講究하는 것이 合理的이라 할수 있다

이를 위하여 먼저 防火對策의 水準(即 어느 程度로 防火施設을 準備하고 對策을 세우느냐)

과 豫防費와의 關係를 살펴보면 (그림 2)에 表示한 바와 같이 豫防費는 防火對策의 水準의 函數가 되며 이것은 防火對策의 水準을 增加할 수록 (即 防火施設과 對策을 많이 講究할수록) 이에 比例하여 增加하게 된다



(그림 2) 防火對策의 水準과 費用과의 關係

한편 防火對策의 水準과 災害損失과의 關係를 살펴 보면 災害損失도 防火對策의 水準의 函數가 되며 이것은 防火對策의 水準이 增加할수록 이에 反比例하여 減少하게 된다 即 火災豫防과 防火對策을 많이 하면 그만큼 火災發生의 危險도 減少하고 만일 火災가 發生하였다 하더라도 消火를 迅速히 하게 되므로 災害損失은 減少된

다는 것을 豫想할 수 있다

그러므로 經濟性的 觀點에서 볼때에는 以上과 같은 火災의 豫防과 火災로 因한 損失의 和 即 豫防費와 災害損失의 和로 構成되는 全體費用函數를 求하고 이것을 最少로 하는 防火對策의 水準을 求하여 防火對策을 講究하는 것이 合理的이라 하겠다

이와 같은 分析方法을 經濟性工學(engineering economy) 에서는 最少費用分析(minimum cost analysis)法이라고 부르고 있는데 産業災害의 豫防과 이로 因한 損失을 極少化하므로서 利益(profit)을 極大化하고자 하는 企業의 立場에서는 이러한 經濟性分析法을 導入하여 適用해 볼지도 하다고 본다

왜냐하면 災害損失은 豫想外로 커질수도 있고 또한 豫測하기가 어려운 것이기 때문에 어떤 면에서는 이러한 概念의 接近方式이 不適合하다고 말할수도 있겠으나 反面에 大部分의 企業의 經營者들은 小額의 投資에도 投資의 經濟性을 매우 따지고 있기 때문이다

따라서 이러한 方法을 實務에 適用해 볼 價値는 充分히 있다고 보지만 이 方法은 適用함에 있어서의 어려움 即 어떻게 費用函數를 正確하게 定立(formulate)하느냐 하는 것이 問題라 하겠다 그러나 有備無患을 經濟性을 考慮하여 實現하겠다고 하는 以上과 같은 思考 및 接近方法은 安全管理業務遂行에 있어서 恒常念頭에 두어야 할 重要한 概念이라 하겠다

<끝>