産業部門에서의 에너지管理対策

李 昌 龍
〈韓国종합에너지研究所 · 責任研究員〉

1. 머 리 말

생활의 現代化에 따르는 에너지의 慾求拡大는 不可避하면서도 確定的인 展望임에 틀림 없다. 現代化의 주체인 産業部門에서 기본적인 動力과 資源으로 이용되고 있는 에너지의 主宗인 石油의 消費拡大는, 不遠 직면하게 되는 天惠의 石油枯渴에 따르는, 史上初有의 사회적인 混乱招來時機를 촉구하게 된다는 사실 또한 確定的이고 不可避한 展望으로 凝視하여야 하며 또 賢明하게 대처해 나가야 함에 異論에 여지가 없다.

특히 産業部門의 지속적인 안정과 成長은 石油의 適期確保와 油価의 안정에 기인되고 있다는 経験을 우리는 이미 体得한 바 있으나 이의 희망은 모두 不透明한 展望속에서 浮遊되고 있는 실정이다.

2. 方案의 선택

石油資源의 枯渴에 따르는 문제점의 対処方案은 이미 工業先進国들의 에너지専門家와 為政者들에 의하여 수립되고 또 順次的으로 집행되고 있다.

이의 対処方案은 공통적으로 크게 세가지로 분류되어 있으며 각 나라의 実情에 따라 그의 実践은 선택적이라 하겠다. 분류되는 세가지 基本方案을 要約하면 다음과 같다.

① 新에너지의 開発 :

化石에너지資源이 아닌 太陽에너지 地熱, 潮力, 風力, 核力및 水素에너지等의 実用化이며, 일반적으로 利用時의 公害가 없고 거의 無盡蔵인 새로운 에너지源이라 하겠으나 이의 一般化단계까지는 상당한 時間이 소요되는 것이 問題라 하겠다. 이의 一般化까지에는 막대한 開発研究를 위한 高度의 頭脳와 研究費의 투입이 先行되어야 하기 때문이다. 따라서 이의 선택은 国力에 의하여 결정되기 때문에 우리로서는 不得已 次后로 돌리는 수 밖에 없는 방안의 하나이다.

② 転換 :

賦存의 短期限界性을 가진 石油의 利用에서 보다 長期性을 보유한 石炭, 石油가스 및 有機性物質 등으로 이미 알려진 에너지源種에의 代替및 転換利用方案을 들 수 있다.

이 方案은 현재 우리가 石油源을 사용함으로써 편리하게 운전되고 있는 産業設備의 代替없이 에너지源만 전환하고자 하는 것이기 때문에 転換対象인 石炭等의 수송, 가공, 및 저장에 관련된 기술적인 문제개발에 비교적 시간이 소요된다는 것이 일반적인 見解이다. 그러나 이 방안은 新에너지 利用方案에 비하여 短時間内의 実用化가 전망되는 利点을 갖고 있으나 転換対象인 石炭, 石油가스의 自体 保有国이 아닌 나라에서는 역시 根本的인 해결책이 못된다고 보아야 한다.

그러나 新에너지의 開発方案과 転換方案등은 모두 우리의 에너지需要拡大에 対処키 위한 적극적인 방안이며 窮極的으로는 실현이 致来되는 것이다. 특

히 이 方案은 현재의 石油価의 폭등과 需給의 不均衡현상의 深化등에 의해서 더욱 実現時機가 단축된다.

③ 合理的 利用 :

短期性을 가진 石油資源을 보다 유효하게 사용함으로써, 石油壽命을 보다 延長시켜 前述한 바 있는 新에너지와 転換方案등의 実用化로 混乱없이 에너지의 文明을 永續시켜 보자는 努力이며 이것은 消極的인 方案으로 취급하고 있으나 가장 実現性이 있고 또 그 効果는 意外로 크다는 利点을 갖고 있다.

따라서 어느 나라에서나 어느 부문을 不問하고 에너지의 合理的인 이용을 挙国的으로 挙社的으로 실천하여 많은 節約効果를 얻어 왔고 또 그 節約効果는 점차 확대일로에 있음을 共認하고 있는 실정에 있다.

특히 石油価의 폭등은 合理的인 利用技術의 開発과 関心度의 提高를 가속시키고 있으며 国家의 具体的인 지원와 行政的 制度等의 実現은 합리적인 利用効果를 계속 증대시킬 수 있다는 것이 에너지 専門家들의 共通된 判断이다.

3 . 合理的인 利用対策의 선택

石油에너지의 합리적인 利用対策은 에너지設備의 効率增大와 合理的인 使用抑制에 따르는 節約, 그리고 廃資源의 再生利用 또는 에너지化등이 이에 속하고 있으나 이 中에서 節約効果가 크면서 適用性이 확대될 수 있는 부문은 에너지設備의 高効率 利用分野이다.

에너지設備의 効率提高対策은 短期部門과 長期部門으로 분류할 수 있으며, 短期部門에 属하는 대책은 일반적으로 投資가 적든가 또는 전연 必要가 없으면서도 効率提高를 期待할 수 있는 사항이며 主로 에너지管理에 対한 関心度와 訓練등에서 造成될 수 있는 공통성을 갖고 있다.

長期部門에 해당되는 対策内容은 전반적으로 単位設備 또는 工程上의 개선을 위한 많은 投資가 先行되어야 하는 対象으로 구성되어 있으며, 에너지의 節約効果는 비교적 크게 示顯되나, 実現段階까지는 相当한 期間이 소요되는 것이 문제점의 하나라고 볼 수 있다.

에너지의 効率的인 이용을 위한 위의 長短期対策을 適用시킴에 있어서 반드시 기본적으로 공통적인 具体事項이 있다. (그림 - 1 참조)

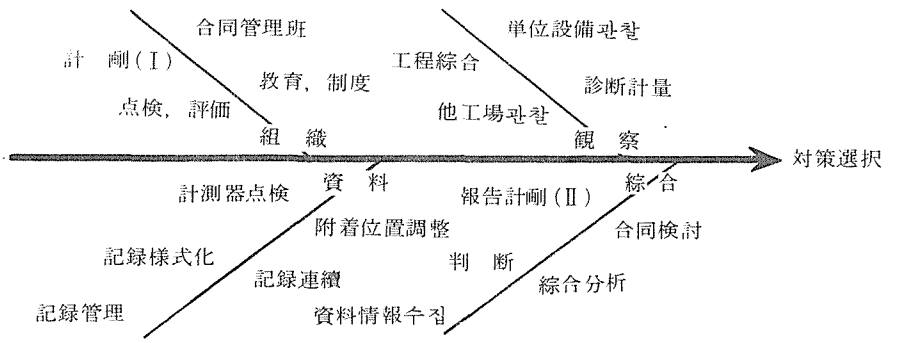
이의 중요부분을 요약하면 효율적인 에너지管理 専担部署의 설치와 기능의 発揮, 에너지管理에 관련된 各種데이터의 蒐集과 에너지使用実態에 対한 観察및 計量的인 診断, 그리고 이에 対한 종합적인 分析과 그 判断에 따르는 実践計画의 確定等 네가지 주요구성으로 되어 있다.

우리나라 主要産業体가 共通的으로 内包하고 있는 문제점중 특히 改善되어야 할 사항을 요약하면 다음과 같다.

첫째는 에너지管理에 필요한 各種데이터의 蒐集이 불충분하고 또 그 正確度가 매우 낮다는 것이 調査결과 나타났다.

各種에너지設備에 附着된 計測器는 대부분 生産과 品質管理를 목적하여 運転의 便利度를 위한 위치에 附着되어 있다. 에너지의 흐름과 전달에 따르는 정확한 定量的인 計測資料를 획득하려면 各種計

〈그림 - 1〉



測裝置의 Sensing Point의 전반적인 再調整을 하여 추가되는 목적도 동시에 성취될 수 있도록 하여야 한다.

이와 동시에 計測値의 精度를 유지키 위한 計測裝置의 点検, 補修를 반복시키수 있는 制度 그리고 計測된 各種資料의 綜合的이면서도 객관적인 분석과 판단의 持續등이 병행되어야 비로소 에너지効率을 增大시킬 수 있는 합리적인 技術的 対策을 선택하게 되는 것이다.

技術的対策을 구체적으로 선택함에 있어서 共通的으로 適用되어야 하는 基準은 에너지의 回収率과 経済性 그리고 技術的 妥当性과 安全性등을 들 수있다.

4. 短期技術対策

에너지節約을 위한 高効率化 活動은 主로 産業部門에서 현저하고 또 年次的으로 많은 成果를 거두고 있음이 調査에 의해서 파악되었으나 아직도 많은 節約対象이 残存하고 있는 실정이다.

지난 79年度 정부가 실시한 바 있는 全国主要産業体에 対한 『에너지節約特別調査事業』에서 導出된 결과로는 平均 21.5%의 에너지를 절약할 수 있다는 臣視的인 定量値와 対策等이 提示된 바 있다. 이中 14%에 해당되는 에너지節約量은 대부분 投資가 필요없는 에너지設備의 合理的인 運転과 管理여하에 따라 얻어질 수 있는 対策이며 이것은 매우 중요한 意味를 갖고 있다고 보아야 한다.

4 - 1) 運転의 合理化 :

이것은 運転條件의 最適化를 의미하는 것이며 에너지発生設備에서 使用設備에 이르기까지 全般에 걸쳐 해당되며, 生産工程에 필요로 하는 温度, 圧力 및 加工時間등의 선택을 最適化함으로써 期待되는 절약효과이다.

또한 에너지設備의 負荷率不足과 그 設備의 利用率不足 즉 断續的利用에 따르는 効率低下현상도 적지 않은 比重을 占有하고 있다.

일반적으로 우리나라의 産業用設備는 外国에서 石油波動前에 設計·導入된 것이 대부분이며 이 設備의 運転基準이 그들의 제시에 依하여 계속 伝受되어 왔다.

따라서 생산과 品質面에서 安全性을 보장하는 범위의 加工温度 및 加工時間等을 유지토록 標準化시킨 것이다. 다만 이의 安全率을 감안한 余裕의 調整선택은 設備의 供給先, 設備의 種類및 規模등에 따라 다르기 때문에 相当한 기간 計測検討를 한 후 집행되어야 한다.

蒸気発生用인 보일러에서나, 高温가스를 発生하는 窯炉에서도 모두, 発生과 利用되는 温度(蒸気에서는 圧力)가 저하될수록 効率이 提高되는 특성을 갖고 있기 때문에 가급적 熱媒의 温度低下에 노력하여야 한다.

工程에 사용되는 各種 流体의 圧力을 造成키 위한 Compressor Blower및 Pump의 所要圧力도 가급적 減縮시킬 수 있도록 선택과 運転이 개선되어야 하며 에너지에 의한 加工時間도 역시 감축시키도록 試図해 보아야 한다.

위와 같은 에너지선택기준의 下向조정에 따르는 節約率은 일률적으로 제시하기가 곤란하나 일반적으로 2～5%범위를 期待할 수 있다고 본다.

国内에 設置된 大部分의 産業用에너지設備는 필요이상의 容量을 가진 単位装置들로 구성되어 있는 것이 우리나라 産業部門의 공통된 浪費의 요인이 되고 있는 실정이다.

에너지의 転換, 수송및 伝達過程에서의 適正負荷의 運転은 에너지의 高効率을 期할 수 있다는 일반적인 사실에 別関心없이 過容量이 선택되고 있는 것이다.

특히 熱에너지의 기본적인 発生設備인 보일러에서의 高負荷운전과 低圧力蒸気의 発生운전등은 燃料의 효율적인 이용뿐 아니라 관련된 計測器와 装置設備등의 耐久性을 維持하는데도 도움을 주게 된다.

다음은 各種에너지設備의 断續的인 利用과 連續的인 이용에 수반되는 에너지의 効率変化를 要約키로 한다.

특히 熱에너지設備에서는 그 設備의 断續的인 運転에서 自招되는 에너지損失率은 連續的인 운전상태에 비하여 매우 크다.

熱発生設備인 보일러와 工業窯炉에서의 断續的운전과 負荷変動운전등은 연료의 燃焼過程에서 반드시 수반되는 損失率의 지배적인 役割을 하게 되나 이때에 초래되는 設備의 부식손실은, 때에 따라서

는 연료의 손실을 훨씬 능가하는 경우를 보이고 있기 때문에 生産工程의 에너지需要를 가급적 안정상태가 되도록 조업계획을 세워야 하고 또 주의를 촉구토록 하여야 한다.

熱設備에서 蓄熱量과 放熱損失이 큰 窯炉工程에서는 熱에너지利用을 가급적 継續化시키는 것은 必須的인 조건으로 지켜져야 하는 것이다.

위와 같은 熱設備의 運転利用기간에 따르는 에너지節約効果도 各工場의 生産조건과 設備등의 상태 및 성능에 따라 각기 다르나 일반적으로 1~3% 범위의 에너지節約이 기대되고 있다.

4 - 2) 合理的인 燃焼 :

石油는 대부분 熱源으로 이용하고 있으며, 石油의 燃焼과정을 通해서 비로서 有効한 熱을 우리는 얻어서 生産工程에 利用하게 된다. 이와 같은 연소과정은 보일러와 窯炉를 이용하나 연소시키는 方法에 따라 熱効率의 変動을 초래하게 된다. 특히 우리나라의 연소과정에서 현저하게 문제점으로 浮上되는 것은 燃焼用空気의 過剰使用이라 하겠다. 燃焼用 공기의 投入量조절은 조종자의 設備操作에 따라 이루어 지는 것이기 때문에 이것도 運転의 合理化범주에 해당되고 있으나, 매우 비중이 크고 따라서 강조되어야 할 사항이므로 別途로 취급하게 되었다.

우리나라의 産業用 燃焼設備 즉 熱発生設備는 전반적으로 過剰空気를 사용할 수 있도록 煙突, 煙道 및 送風装置등이 設置되어 있으며 燃焼操作者는 풍부한 空気의 逆効果에 대한 인식이 거의 없는 것이 基本的이면서 共通的인 문제점으로 되고 있는 실정이다.

燃焼用空気量의 調節을 自動化함으로써 얻어지는 경제적인 효과는 設備조건에 따라 달라지나 一般的으로 양호하다. 다만 自動化調節装備를 보유하였다 하더라도 이의 適正한 機能유지를 위한 管理여하에 따라 그 効果가 変動되고 있음을 摘発한 실례가 있다.

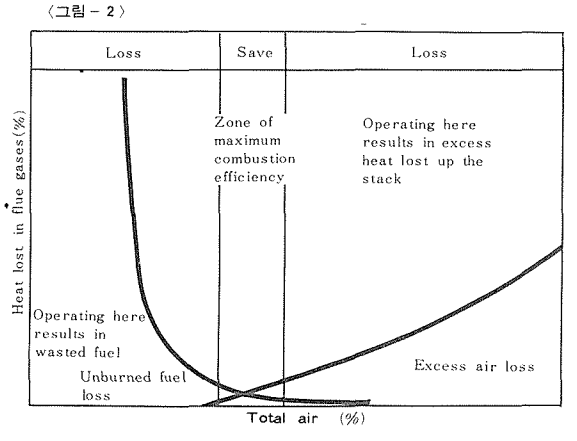
過剰空気사용을 手動으로 操作하는 工場에서는 大部分 適正基準보다 20~80%범위의 과잉공기를 사용하고 있는 것이 우리나라의 全般的인 実像이라는 것이 現場診断에서 밝혀진 바 있다. 이로 因한 연료의 損失은 약 1.5~6%의 높은 損失率에 이르게 되며 이의 간접적인 손실까지 고려한다면 거의10%에 근접될 것으로 推定한다.

(그림-2), (그림-3) 燃焼 과잉공기의 투입으로 因한 간접적인 손실이라는 것은 Blower의 電力消費, 火炎온도의 低下에 따르는 不完全연소와 伝熱効果의 감소 그리고 低温 부식등을 대표적으로 들 수 있다.

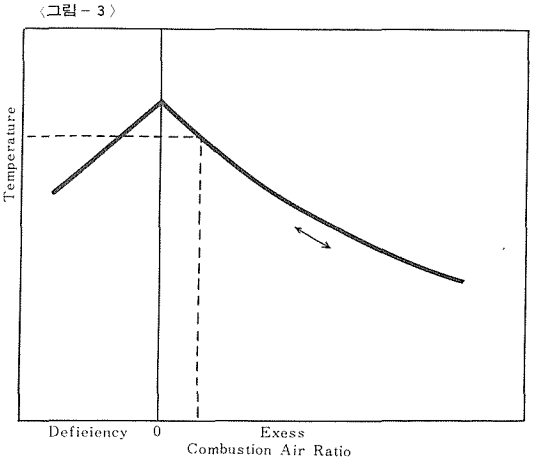
4 - 3) 熱設備의 放熱抑制 :

産業体에서 사용되는 모든 熱設備는 外気温度보다 높은 온도를 유지하고 있기 때문에, 設備自体의 保有熱이 外気에 계속 放散되는 것이다. 이와 같은 放熱을 방지키 위해 많은 保温断熱機를 設備表面에 被覆사용하고 있는 것은 断熱施工이 보다 경제적으로 유리하기 때문이다. 그러나 熱源인 石油価는 過

〈그림-2〉



〈그림-3〉



去数年間 계속 폭등 추세에 있었음에도 불구하고 우리나라 모든 産業体에서는 熱設備의 断熱機의 施工상태를 종전대로 방치하고 있는 경우가 많다. 즉 保温断熱方法에서는 특히 施工두께가 중요한 기능을 갖고 있으며 연료의 값과 施工費및 기타 要因등에 의해 정해지는 経済的인 두께를 나라마다 공장마다 그리고 設備마다 保有하고 있어야 한다.

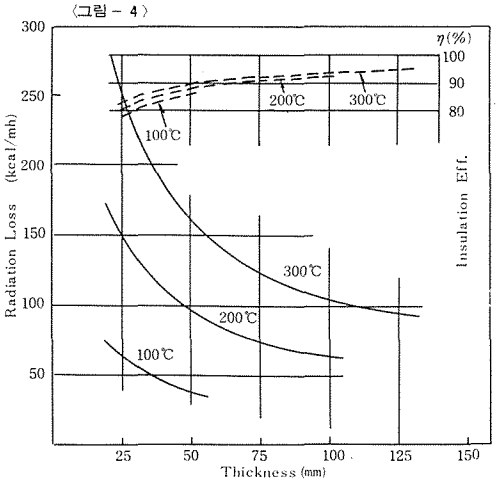
保温断熱施工에 의한 節約率과 투자효과는 각기 조건에 따라 모두 相異하나 우리나라의 평균적 기준에서는 0.3~0.5년의 매우 짧은 투자회수기를 기록하고 있으며 그의 投資費도 일반적으로 적은 규모이다.

특히 蒸気設備에서의 保温断熱効果는 이 外의 많은 간접적인 利点이 수반된다는 점을 유의하여야 한다.

石油조건이 우리보다 유리한 美国및 西欧諸国에서도 95%이상의 保温効果를 工場의 기준으로 目標하고 있으며 우리나라의 평균적인 보온효율은 79년을 기준하여 83%의 낮은 수준에서 머물고 있는 형편이다.

蒸気設備에서의 保温強化에 따르는 간접적인 효과의 중요사항은 使用蒸気의 乾度維持와 蒸気수송계통의 장치및 機器등의 壽命延長등을 들 수 있다. 특히 Steam Ejector, Reducing Valve, 및 Glove Valve의 耐久度延長에 많은 도움을 주게 된다.

〈그림 - 4〉



保温断熱機의 施工두께선정에서 특히 주의를 要하는 것은 경제적 두께 선정기준이 동일하더라도 放熱表面조건이 平面이냐 曲面인가에 따라 그 두께는 달라져야 한다는 것이다. 즉 平面인 放熱体는 曲面인 放熱体보다 많은 放熱量을 放散하게 된다. 따라서 曲管形인 熱수송관에서는 管経이 커질수록 保温断熱機의 두께는 계속 두꺼워져야 함에도 대부분의 공장에서는 그렇지가 않다.

4 - 4) 기타 :

熱에너지의 伝達効果는 일반적으로 熱設備의 使用経年에 따라 低下되기 때문에 伝熱効果를 減少시키는 要因의 발생을 抑制토록 하는 것이 先決管理事項이다. 그러나 모든 伝熱面은 사용에 따라 表面이 오염되기 때문에 이의 적기 除去作業은 매우 중요하다. 특히 보일러의 水管内外面 空気予熱器, 換熱器및 기타 各種 Heater類의 伝熱面被覆 누적은 적지않은 熱効率低下의 要因이 되는 것이다.

蒸気를 生産工程에서 사용하는 工場에서는 많은 数의 각종 Trap을 이용하고 있으나 一般的으로 이의 機能여하에 따라 에너지効率의 큰 변화가 있게 된다는 認識이 희박하다. Trap은 일종의 消耗性 装置이며, 機能低下에 의한 代替時의 投資効果는 특히 크기 때문에 Trap의 機能点検과 適期에 補修할 수 있는 制度의 実施가 要望된다.

특히 Trap의 設置位置와 設置方法에서 起因되는 Trap의 壽命短縮현상이 많이 있기 때문에 Trap에 대한 施工技術의 改善이 필요하다고 본다.

5. 長期技術対策

長期対策은 일반적으로 큰 규모의 投資가 先行되고, 生産操業의 일시적 中断이 있는 경우가 많으나 節約効果는 현저하다. 各에너지設備自体를 모두 高効率設備로 代替하면 보다 큰 효과를 기대할 수 있으나 여기에서는 現保有設備의 一部補完만으로 効率을 제고시킬수 있는 対策과 동시에 技術面에서도 이미 일반화된 것만을 要約 소개하겠다.

5 - 1) 廃熱回収의 拡大와 利用 :

廃熱回収의 대표적인 装置로서는 各種 熱交換装

置를 들 수 있으나 大部分의 工場에서 保有하고 있는 熱回收裝置들은 原油価가 저렴할 때 設計製作되었기 때문에 有効熱의 回收率이 만족스럽지 않다.

近來 製作되는 熱回收裝置의 回收能力은 一般的으로 在來能力보다 약10~20% 향상되어 있으며 특히 Heat Pipe의 利用으로 因한 回收能力의 拡大는 더욱 刮目할만하다.

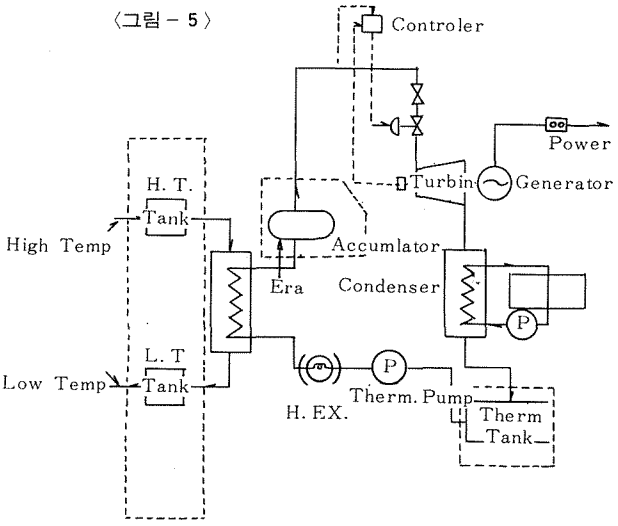
또한 低温廃熱에 의한 発電裝置의 도입도 早速히 검토되어야 할 時点에 도달되었다고 본다. 廃熱의 조건이 低温発電까지 未達된다면 여기에 새로운 熱源을 補充하는 방안도 동시에 고려되어야 한다.

廃熱中에서 低圧상태로 発生되는 Vapor 形증기등을 현재까지 大気에 버리고 있는 事例도 많으나 이와 같은 Vapor도 Steam Ejector등을 적절히 이용하여 有効하게 활용하면 많은 効率을 제고 시킬 수 있는 것이다(그림－6)

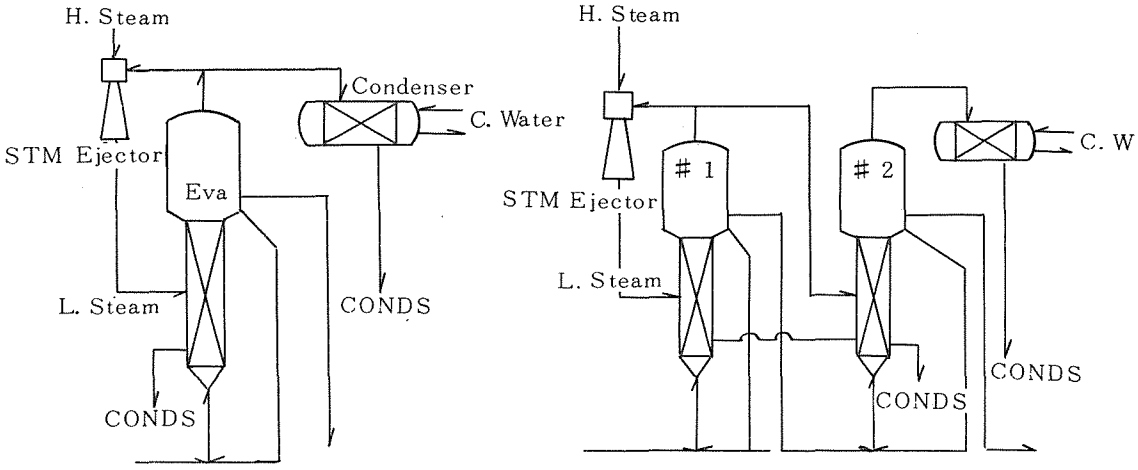
5－2) 送風機用電力의 節約 :

燃焼用空気의 送入에 많이 사용되고 있는 各種 Blower(Fan)를 사용함에 있어서 Damper로 그의 送入風量을 조절하고 있는 경우가 거의 대부분이다. 그러나 이와 같은 방법은 送風用電力의 損失도 크고 또 送風機의 壽命을 단축시키기 때문에 근래 外国에서 製作販売되는 Clutch型 動力調整裝置를 이용하게 되면 많은 投資効果를 期得할 수 있다고 본다.

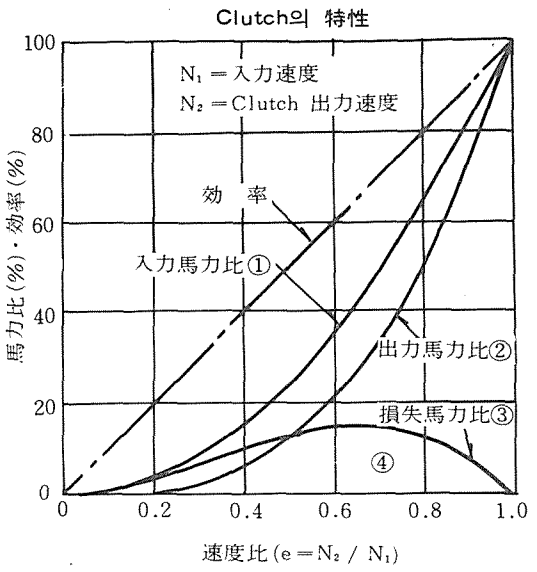
〈그림－5〉



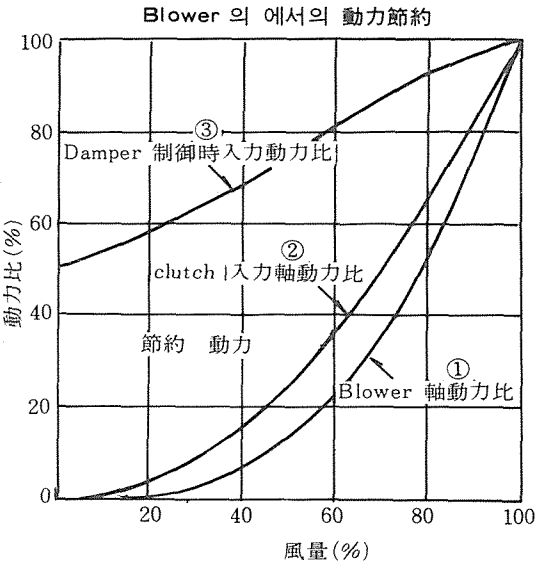
〈그림－6〉



〈그림 - 7〉



〈그림 - 8〉



6. 맺 는 말

紙面의 制限에 따라 不得已 우리 産業体가 共通的으로 通用하여야 할 対策만을 総括的으로 요약하게 됨을 양해해 주기 바란다.

다만 어떤 産業体를 불문하고, 에너지의 効率提高에 대한 可能対像은 앞으로 계속 발굴될 수 있다는 点에 인식을 같이 하여야 한다는 事実이다. 그것은 앞으로 에너지節約에 대한 기술과 장치등의 開発이 더욱 活発해 지고, 또 에너지問題는 더욱 深化되리라는 것이 모든 에너지専門家들의 共通된 見解이기 때문이다.

따라서 産業에 종사하는 経営者나 다른 従業員들은 에너지管理에 対한 반복되는 운동은 계속되어야 한다고 본다. *

石油輸出不振으로 인한 Oil money의 弱勢
— OPEC 6個国이 経常収支의 赤字 —

Oil money(産油国 剰餘資金)의 増勢가 갑자기 弱化되었다. 国際金融消息通에 의하면, 1981年은 OPEC 13個国중 이라크, 알제리등 6個国에서 経常収支가 赤字로 되고 OPEC会計의 黒字幅도 対前年比 약 30% 減少인 7백억弗 水準에 머물 것으로 내다보고 있다.

石油需要의 減退와 原油価格의 軟化에 의한 石油代金収入의 大幅減少가 그 主要因이라 하겠다. 이 때문에 産油国의 諸先進国에의 投資가 최근 沈滞하고 있을 뿐 아니라, 今後 産油国이 보다 金利를 追求하여 有利한 運用処를 찾아 Oil money를 移動시키는 일이 한층 激化될 憂慮도 있다.

또 北아프리카 産油国등의 工業化 計画도 늦출 것이 確実하며, 플랜트를 中心으로 先進国의 産油国을 向한 輸出이 차츰 衰退하게 될 展望등 世界経済에 대한 悪影響이 우려된다. *