

節電形可變速모터에 對하여

朴 光 炫

1. 머리말

近年 各種 産業分野에 있어서 生産性的 向上, 品質의 向上이 切實히 要求되어 生産設備의 自動化, 效率化가 相當히 進歩되고 있으며 그에 수반하여 定速運轉에서 可變速運轉을 必要로 하는 機械가 점차 增加되고 있다.

現在 可變速裝置로서는 機械的인 것, 電氣的인 것 등 많은 種類가 使用되고 있으나 그중에서 機械的인 方法은 단순한 可變速 用途에 限定되고 電氣的인 方法이 大部分이다.

그러나 昨今の 에너지波動에 對한 社會情勢는 節電化에서 한거름 더 나아가 電力政策이란 커다란 要素가 加味된 관계로 可變速 모터에도 에너지政策 부응할 수 있는 높은 效率이 要求되고 있다.

本稿에서는 交流電源을 直接 使用하여 손쉽게 變速할 수 있고 또 經濟的이고도 效率이 높은 可變速모터(交流 整流子 電力機)에 對하여 그 原理, 特性, 그리고 다른 모터와의 比較를 簡單히 記述하기로 하겠다.

2. 原 理

交流 整流子電動機의 原理는 誘導電動機의 2次抵抗 制御에 바탕을 둔 것이므로 理解를 돕기 위하여 그 原理를 簡單히 說明하고 넘어가겠다.

일반적으로 電動機의 토크는 다음 式으로

나타낼 수 있다.

$$T = K\phi I_2 \dots\dots\dots ①$$

단, K : 定數, ϕ : 磁束, I_2 : 2次電流

磁束 ϕ 는 電源이 變하지 않으면 거의 一定하기 때문에 토크는 2次電流 I_2 의 크기에 따라서 定해진다. 그림 1은 誘導電動機의 2次抵抗 制御의 接續圖이다. 지금 그림 1에서 固定子에 電源을 接續하면 2次回路에는 I_2 가 흘러 2次抵抗 R의 兩端에는 2次誘起電壓 SE_2 와 反對方向에 V_R 의 電壓이 發生한다. ①式에 의해 電動機에 負荷가 接續되어 있는 때는 그에 對應한 토크를 發生시키기 위하여 必要한 I_2 가 흘러 항상

$$I_2 = \frac{SE_2 - V_R}{Z} \dots\dots\dots ②$$

단, Z : 2次回路의 임피던스
의 關係를 維持하도록 回轉한다. 지금 2次抵抗 R을 增加하여 V_R 을 크게하면 ②式을 滿足시키기 위해 SE_2 가 增加한다. 卽 슬립 S가 커져서

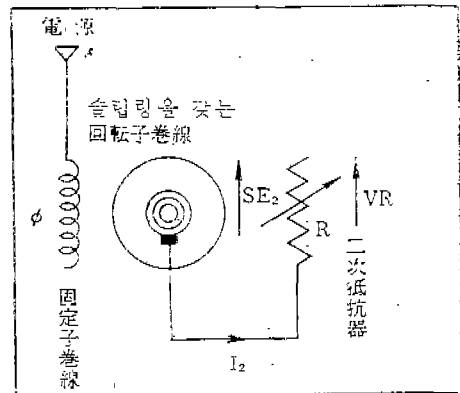


그림 1 卷線形誘導電動機 2次抵抗制御接續圖

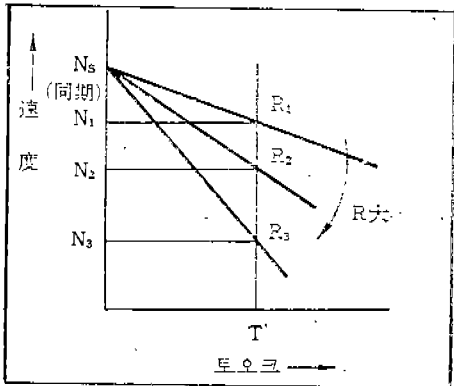


그림 2 巻線形誘導電動機 速度—토크特性

速度가 떨어지고 反對로 R을 주려서 V_R 을 작게 하면 速度가 上昇한다. 그림 2는 R을 變化시킨 때의 誘導電動機의 토크와 回轉速度의 關係를 보인 것이다.

이와 같이 誘導電動機는 2次抵抗 R을 變化시킴으로써 變速시킬 수는 있지만 抵抗의 熱損失을 수반하기 때문에 效率이 나쁘고 速度變動率도 크다.

또 變速은 同期速度 以下로 局限되고 더욱히 無負荷에서는 變速이 되지 않는 缺點이 있어 決코 우수한 變速方法이라고는 볼 수 없다. 要컨데 誘導變動機의 速度變化에 必要한 것은 抵抗이 아니라 反對方向의 電壓이므로 2次回路에 抵抗을 接續하는 대신에 다른 適當한 方法에 依해서 發生시킨 電壓을 印加하여 이것을 變化시키면 速度를 變化시킬 수 있다.

그림 3은 交流 整流子電動機의 接續圖이다. 그림 1과 比較할 때 電動機의 回轉子에 슬립링 대신에 整流子를, 또 2次抵抗 대신에 2次勵磁裝置를 代置시킨 것이다. 그리고 2次勵磁裝置에서 印加하는 電壓의 位相을 2次誘起電壓과 反對方向뿐만 아니라 同方向으로도 變化시키면 同期速度의 上下로 自由로 變速시킬 수 있다. 이 方法에 의하면 2次勵磁電壓을 獨立된 裝置로 만들었기 때문에 無負荷에서의 速度制御도 可能하여 그림 4로 表示하는바와 같은 分巻特性을 얻을 수 있다. 그리고 誘導電動機의 경우 熱損失에

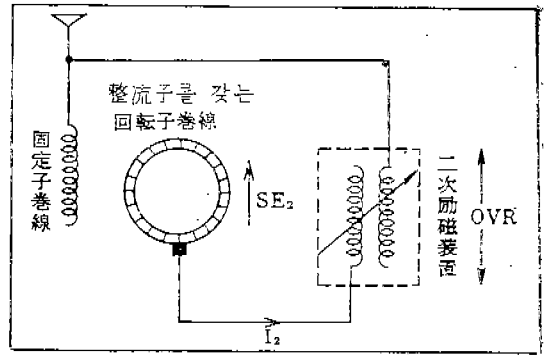


그림 3 交流整流子電動機의 接續圖

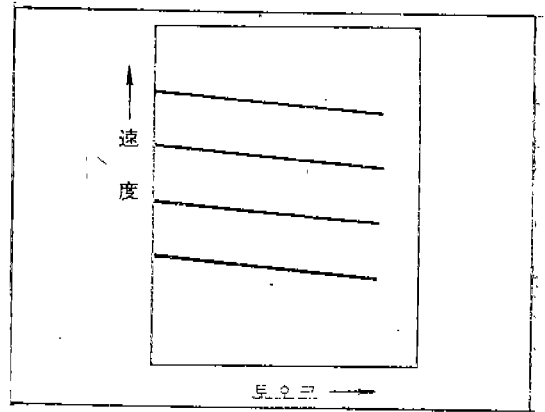


그림 4 交流整流子電動機의 特性(分巻特性)

消費된 電力은 다음에 記述하는바와 같이 同期速度 以下에서는 電源으로 返還되기 때문에 低速에서의 效率의 低下는 적어도 된다.

그림 5는 電力의 흐름을 原理적으로 表示한 圖面으로서, (a)는 同期速度의 경우이며 誘導電動機와 꼭 마찬가지로 電氣의 入力은 全部 固定子에서 回轉子로 傳達되어 機械出力이 된다. 그림의 (b)는 同期速度 以下の 경우이며 固定子에서 回轉子로 傳達되는 入力과 機械的 差에 相當한 電氣의 에너지가 勵磁裝置를 媒介해서 電源에 返還된다. 이 에너지의 移動量은 誘導電動機에 있어서 變速에 의해서 抵抗에 消費되는 에너지와 相等하게 된다.

또 그림의 (c)는 同期速度 以上の 경우로서 電源에서 取出된 에너지가 2次勵磁裝置를 매개해서 回轉子에 供給되어 電氣의 入力이 되고 이

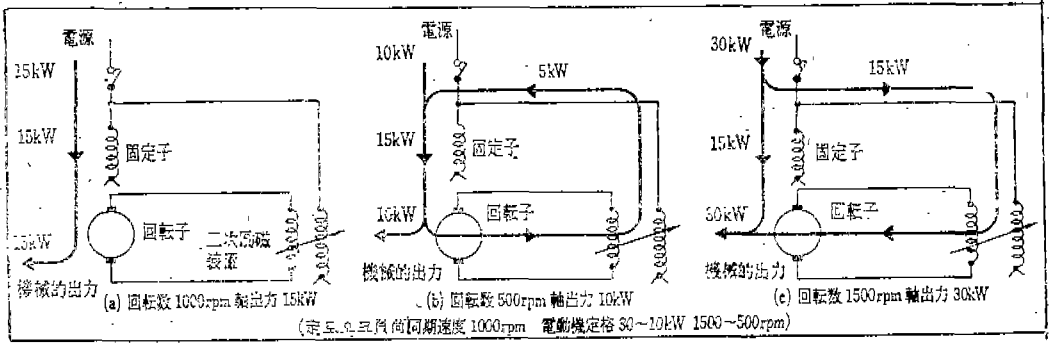


그림 5 整流子電動機의 電力의 흐름을 原理的으로 表示하는 圖面.

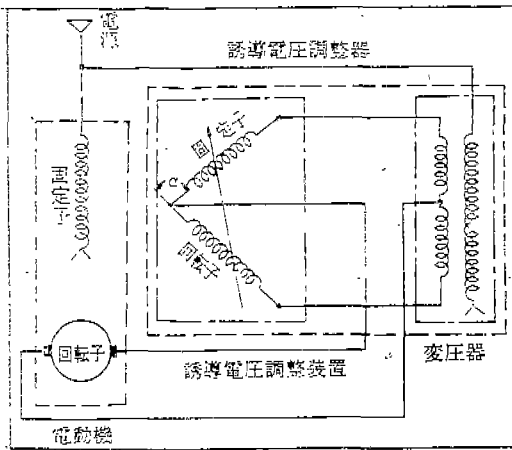


그림 6 NS모터의 接續圖

것이 固定子에서 回轉子로 傳達된 入力과 加合하여 機械的出力이 된다. 이와 같이 交流 整流子電動機에서는 에너지의 返還뿐만 아니라 電源에서 에너지를 取出할 수도 있기 때문에 眞正한 에너지의 交換이라 할 수 있다.

또 慣性이 큰 負荷를 運轉하고 있을때 急激히 減速시킨 경우에는 慣性體에 蓄積되어 있는 機械的에너지를 電力으로서 電源에 返還시켜 回生制動을 시킬 수 있다.

3. 分 類

交流 整流子電動機는 電源과의 接續方法에 따라 固定子給電形과 回轉子給電形으로 大別된다. 前者는 普通의 誘導電動機와 마찬가지로 固定子

例에 給電되는 것으로서의 原理는 옛부터 알려져 있었으나 우리나라의 製作實績은 없다(以下 NS모터라 한다).

그림 6은 NS모터의 接續圖로서, 2次勵磁裝廻로 誘導電壓調整裝置를 使用한 것이다. 速度는 誘導電壓調整器의 回轉子를 直接 轉動 또는 補助모터 등으로 回轉시켜서 行한다. 零度를 基準으로해서 電氣角으로 $\pm 90^\circ$ 變角시켜 速度를 變化하고 있다.

後者は, 1次卷線이 回轉子에 감겨져 있고 슬립링을 通해서 回轉子側에 給電되는 것으로서 슈리게形으로 알려져 있다(以下 AS모터라 한다).

그림 7 및 그림 8은 AS모터의 接續圖와 構造

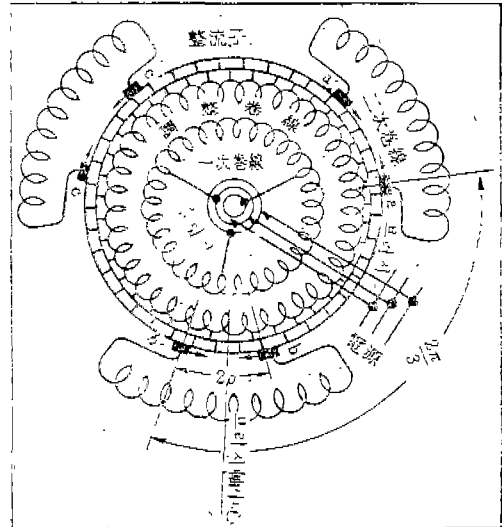


그림 7 AS모터 接續圖

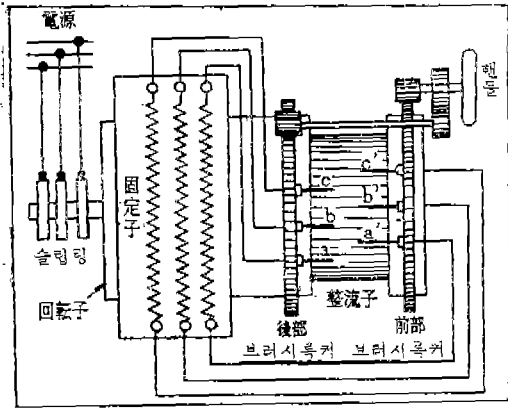


그림 8 AS모터略圖

의 略圖이다. AS모터는 따로 付屬되는 2次勵磁 裝置를 갖지 않고 回轉子에 감겨진 調整卷線으로 2次勵磁電壓을 만들어서 그것을 整流子上的 브러시에서 잡아내어 2次卷線에 印加하고 있다. 그리고 變速은 整流子の 브러시를 齒車機構로 外部로 잡아내어 핸들 또는 보조모터 등으로 NS모터의 경우와 마찬가지로 電氣角으로 $\pm 90^\circ$ 移動시켜 同期速度 上下로 連續적으로 速度를 바꾸고 있다.

4. 特 徵

交流 整流子電動機의 長點으로서는

- 1) 速度調整이 容易하고 取扱도 簡單하다.
- 2) 分卷特性으로 制御하기 쉽다.
- 3) 起動特性이 우수하다.
- 4) 效率, 力率 모두 良好하다.
- 5) 消費電力이 적다.
- 6) 電源公害가 全然 없다.

등을 들 수 있다.

또 AS모터는 回轉子에 給電하고 있으므로 高壓受電은 할 수 없다. 그에 對하여 NS모터는 普通의 誘導電動機와 마찬가지로 低壓, 高壓 任意로 設計할 수 있다. 또 AS모터는 變速을 위하여 아무런 特別한 付屬裝置를 必要로하지 않지만 NS모터는 誘導電壓調整裝置를 必要로하기 때문에 据付스페이스가 全體적으로 보아 AS모

터에 比較해서 커지고, 價格의으로도 高價가 된다. 따라서 AS모터는 小, 中容量에 適合하고 NS모터는 中, 大容量에 有利하다.

5. 特 性

(1) 토크 速度特性

籠形誘導電動機와 本質적으로 變化的인 것은 없지만 無負荷速度는 一般적으로 同期速度가 아니고 AS모터는 브러시時間의 電壓에 의해서, NS모터는 電壓調整器의 出力電壓에 의해서 決定된다. 그림 9는 AS모터의 速度토크 特性의 一例이다.

(2) 效 率

誘導電動機의 抵抗制御처럼 餘分の 熱損失은 隨伴하지 않을 뿐만 아니라 다른 變速모터에 比較해서 裝置 全體가 簡單하게 되기 때문에 當然히 그 全損失이 적고 效率는 全速度範圍에 걸쳐 良好하다. 그림 10은 AS모터의 速度效率特性의 一例이다.

(3) 力 率

NS모터는 速度制御 電壓에 力率補償電壓을 加하고 있기 때문에 高速度에서의 力率을 거의

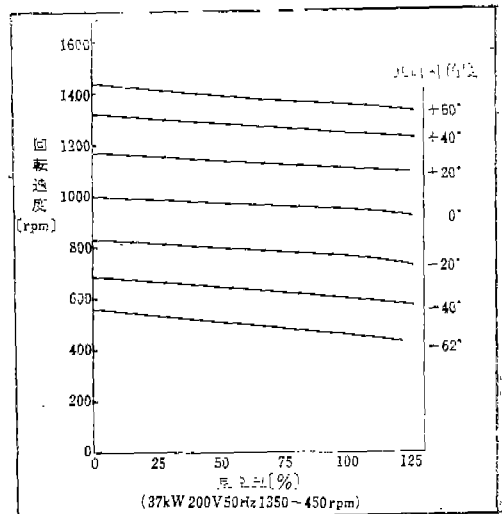


그림 9 AS모터토크-速度特性

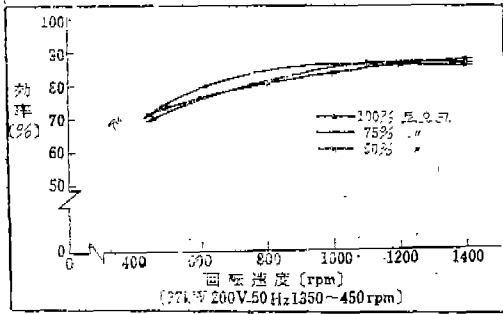


그림 10 AS모터 속도-효율 특성

100%로設計할 수가 있으며 또 AS모터도 同期速度 以上에서는 슬립이 負가 되기 때문에 高速域에서는 高力率이다. 또 中容量 以上の AS모터는 運轉中 力率을 改善할 수 있는 裝置가 付屬되어 있다. 그림 11은 AS모터의 速度-力率 특성의 一例이다.

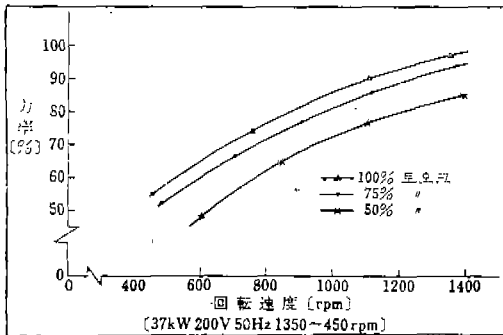


그림 11 AS모터 속도-力率 특성

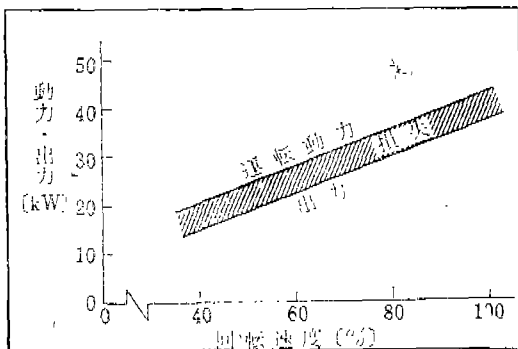


그림 12 37Kw AS모터의 定토크運轉時的 動力

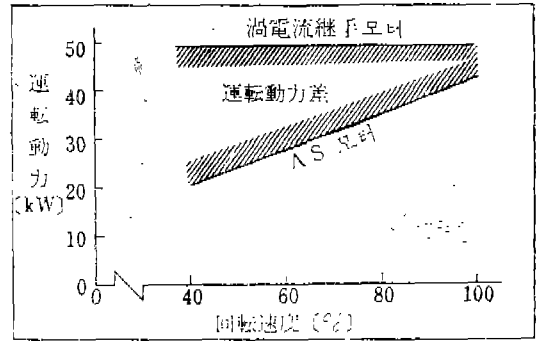


그림 13 37Kw 渦電流繼手모터의 定토크運轉時的 動力

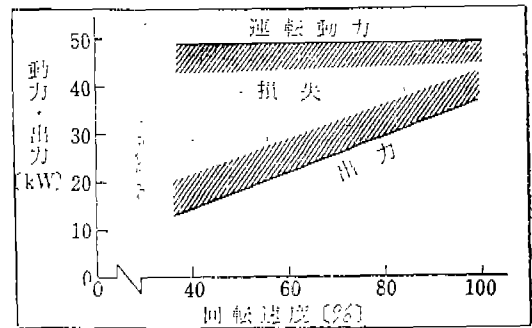


그림 14 37Kw 渦電流繼手모터와 AS모터의 定토크運轉時的 動力比較

6. 다른 變速모터와의 比較

交流電源으로 直接 驅動할 수 있는 모터로서 最近 渦電流斷手모터가 많이 使用되고 있는데 一例로서 그것과의 消費電力을 比較하여 본다. 그림 12와 그림 13은 各各 37Kw의 AS모터와 渦電流斷手모터와의 定토크 運轉時的 動力을 表示한 것이다. 兩者의 運轉動力을 比較하여 보면 그림 14가 된다.

至今 兩者를 1日 12時間 運轉한 경우의 1個年間 運轉動力差를 計算하여 보면 그림 15와 같이 되고, 年間平均 70%速度로 運轉하였다고 하면 約 65,000Kwh의 運轉動力量의 差가 생긴다. 誘導電動機의 2次抵抗制御의 경우도 거의 마찬가지로 傾向을 보인다.

이와 같이 變速에 의해서 抵抗損失이나 繼手

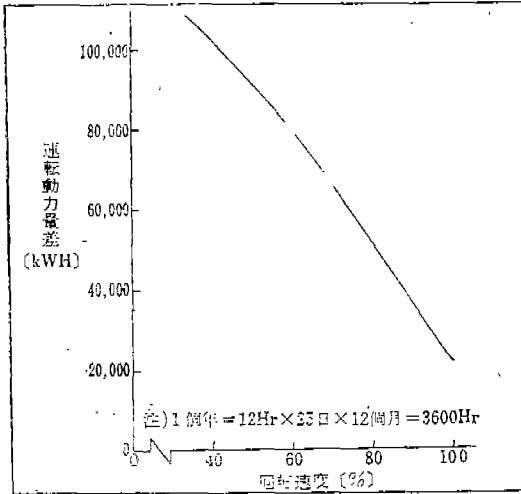


그림 15 37Kw 渦電流 繼手모터와 AS모터의 1個年間 運轉動力量差

損失 등의 熱發生을 隨伴하는 機種은 抵速에 이르면 運轉效率이 大端히 低下하여 運轉動力의

浪費를 免할 수 없다.

7. 結 論

以下 簡單이 交流 整流子電動機에 對하여 敘述하였는데 現在 變速모터로서는 大端히 많은 種類가 製作되고 있다. 그리고 各各 特徵이 있으므로 그 適用에 있어서는 用途, 使用條件, 負荷에 要求되는 特性 등에 따라서 選定하여야 할 것임에도 不拘하고 至今까지는 다만 이니셜코스트가 安價하다는 事實만으로 選擇, 使用된 경우가 없지 않았다. 그러나 今後에는 어느 것이 經濟性이 높은가를 檢討할 것은 勿論이고, 效率의 인 機器인가 아닌가도 選定基準의 重要 要素로서 考慮하지 않으면 안될 것으로 믿는다.

<三陟工業專門學校電氣科 敎授>

<P4에서 계속>

그리고 이와 併行하여 2次(154Kv以下設備)配電施設도 整備擴充하고 大都市 送配電施設은 그 建設上的 隘路 및 設備維持의 困難에 비추어 漸次 地中化를 期한다.

4) 電力事業 運營體制 改善

原子力發電의 集中的 開發管理과 韓電의 電力供給事業의 完定化를 期하도록 原子力發電의 專擔機構를 別途로 設立 運營토록 한다.

5. 消費節約

長期에너지 政策의 具顯過程에서 에너지 消費節約의 問題는 所要 에너지의 生産 및 供給面에 못지않게 重要하다.

특히 國內賦存에너지源이 不足한 가운데 에너지의 消費가 急激하게 增大되고 있는 現實의 狀況下에서는 더욱 그러하다. 여기에서 政府는 74年初부터 熱管理法를 制定 公布하여 熱管理事業의 制度化 推進을 展開하여 왔고, 특히 73年 以來 顯在化된 石油波動에 對應하여 政府는 汎國民的인 에너지消費節約對策을 마련하여 여러가지 形態의 關聯對策을 展開하여 왔으며 이에 따

라 에너지消費面에서 曠목할만한 節約效果를 가져 왔다.

이러한 一連의 施策이 長期間에 걸쳐 制度的으로 汎國民的으로 推進되어 질때 에너지消費節約의 效果는 더욱 極大化될 것이다.

現在 一般產業體에 對하여 強力히 推進하고 있는 熱管理事業은 1975年 10月末現在 1,329個業體가 熱管理對象業體로 指定되었고 熱管理上은 1級, 2級 合하여 3,799名이 이미 養成 配置되었으며 業種別 燃料使用原單位 適用, 業體別 熱管理 診斷등이 活潑히 實施되고 있다.

한편 汎國民的인 에너지消費節約運動에 있어서는 消燈徹底, T.V.放映時間調整, 奢侈性 「네은짜인」의 規制 등 各種事項이 強力히 推進되고 있다.

그러나 여기에는 全國民的인 積極的인 協助와 自發的인 努力이 絶대로 要請되는 것이며 이의 成功은 跳躍期的인 國民經濟 運營 및 成長 戰略에 크게 貢獻할 것이다.