

터어빈 發電機의 勵磁系統에 關한 最近의 技術動向

鄭 在 吉
(中央大 電氣工學科 教授)

1. 序 言

火力發電所의 터어빈發電機의 勵磁機의 容量은 發電機容量의 약 0.4~0.5% 정도를 必要로 한다. 터어빈發電機의 勵磁方式은 發電機 容量이 점차 增大하여 감에 따라 이에 對應되는 勵磁機 容量도 增大하게 되어 勵磁方式도 점차 變遷되게 되었다. 터어빈 發電機의 勵磁機로는 發電機 容量이 약 75MW 程度까지는 發電機 直結式 直流勵磁機가 使用되어 왔으나 75MW 以上에서는 直流勵磁方式의 경우 勵磁機 電流의 円滑한 整流의 困難性 때문에 發電機直結 減速式 또는 別置 電動機 驅動式 直流勵磁機를 使用하게 되었다.

그러나 이 方式도 發電機 容量 200MW 程度까지는 適用可能하나 그 以上の 大容量일 경우에는 勵磁制御의 應答速度가 느리기 때문에 發電機 直結式 交流勵磁機方式이 開發되었다. 이 方式에는 靜止整流器式과 回轉整流器式(Brushless)이 있다.

靜止整流器式은 發電機軸에 直結된 回轉界磁形 交流勵磁機와 靜止形 整流器로 構成되며 交流勵磁機의 出力을 外部에 設置된 실리콘 整流器로 整流하여 直流勵磁電流를 Slip Ring을 통

하여 主發電機 界磁에 供給하는 方式이다. 이 方式에 있어서는 Slip Ring에서의 많은 電流를 收集(collection)하는 問題가 남아 있다.

그래서 이 問題를 解決하기 위하여 發電機軸에 直結된 回轉電機子形 交流勵磁機를 使用 그 出力을 外部로 끌어내지 않고 回轉子軸 위에 裝置한 실리콘 整流器에서 整流하여 直接 主發電機 界磁에 供給하는 方式이 開發되었다. 이 方式은 Brushless勵磁方式이라고 하는 것으로서 現在 大容量 터어빈 發電機에 가장 널리 利用되고 있는 方式이다.

이와 같은 勵磁方式의 改善과 함께 勵磁裝置 즉 發電機 界磁을 自動적으로 制御하는 自動電壓調整器(AVR)도 다음과 같이 開發 發展되어 왔다. 즉 (1)초기의 電氣-機械形 AVR (Electro mechanical AVR)로 부터 (2)回轉 增幅機(즉 Amplidyne, metadyne 등)를 갖는 AVR, (3)磁器增幅機(magnetic Amplifier)를 갖는 AVR (4)thyristor를 갖는 AVR 등으로 發展되어 왔다.

從來 勵磁裝置는 發電機의 端子電壓을 制御하는 單純한 役割을 하는 것에 지나지 않았으나 最近의 高速 應答을 갖는 勵磁裝置는 電力系統의 過渡安定度 向上에 크게 기여하게 되

고 電力系統에 있어서 重要的 裝置의 하나가 되었다.

2. 勵磁方式의 變遷

[1] 發電機直結 直流勵磁機에 의한

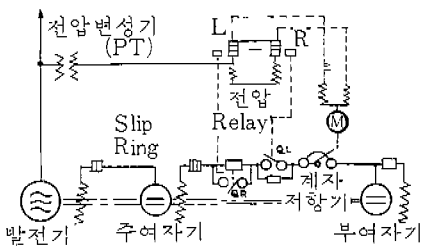
勵磁方式

[그림 1]은 發電機直結 直流勵磁機方式을 表示한다. 當時의 터빈發電機의 定格은 75MW가 最大로서 必要한 勵磁容量도 300KW 미만이 었다. 直流勵磁機는 副勵磁機와 함께 터빈發電機에 直結되어 있다.

主發電機의 端子電壓을 一定하게 制御하기 위하여 發電機의 負荷에 應해서 主勵磁機의 端子電壓이 調整되도록 되어 있으나 이 目的을 위하여 主勵磁機의 界磁回路에 插入되어 있는 界磁抵抗值를 다음과 같이 自動調整되도록 되어 있다.

즉 發電機의 端子電壓을 電壓檢出繼電器로서 檢出해서 電壓이 規定值로 부터 약간 上昇한 경우에는 接點L이 閉路해서 界磁抵抗器 驅動用 電動機를 主勵磁機의 電壓이 降下하는 方向으로 間歇적으로 操作하고 電壓이 規定值보다 大幅으로 變動한 경우에는 [그림 1]에 QR, QL로 表示된 接點이 閉路 또는 開路해서 主勵磁機 電壓을 急激히 增加 또는 減少시킨다.

이 方式은 容量 75MW 程度의 發電機에 대해서는 適用이 可能하나 그 以上の 容量의 發電機에는 다음과 같은 理由 때문에 適用이 困難하게 되었다.



[그림 1] 直流勵磁機에 의한 勵磁方式

즉 發電機軸에 直結되어서 高速度(3600rpm, 또는 3000rpm)로서 回轉하는 大形勵磁機의 整流子(commutator)의 周邊速度가 너무 빠르기 때문에 勵磁器 電流의 整流가 円滑하지 못하고 勵磁電壓의 脈動, 整流子의 심각한 消耗等의 問題가 생기기 때문이다.

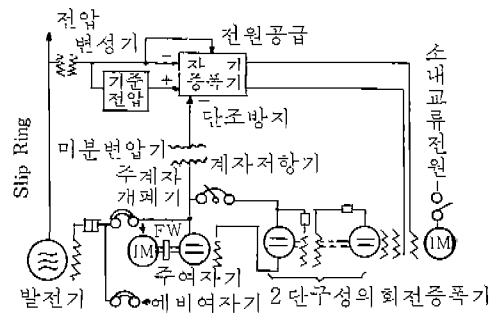
또 自動電壓調整器(AVR)는 接點形이기 때문에 電壓制御에 不感帶을 生하고 保守가 번잡한 것 등의 問題點도 있다.

[2] 別置 電動機驅動 直流勵磁方式

[그림 2]는 上記의 問題點을 解決하기 위하여 開發된 別置 電動機驅動 直流勵磁 方式을 表示한 것이다. 發電機 直結 減速式 直流勵磁方式의 原理도 前者와 同一하므로 前者에 關하여만 記述하기로 한다.

1950年頃の 發電機 單位容量은 125MW~200MW로 增大하고 勵磁機의 定格도 500KW, 375V로 增大하였다. [그림 2]에 表示한 바와 같이 勵磁器는 發電機軸에 直結되지 않고 發電所 所內 電源을 使用 誘導電動機에 依해서 驅動되도록 되어 있다.

安定한 勵磁를 行하기 위하여 誘導電動機 一勵磁器 set에는 Fly wheel을 設置하였다. 또 回轉數도 自由로이 選擇할 수 있는 것으로서 1000rpm 前後의 回轉數를 選定해서 整流子의 消耗 防止에 努力하고 다시 主發電機가 運轉中에 勵磁機의 保守가 可能하도록 豫備勵磁機 및 兩者間에 on-line 切換 操作回路를 設備하였다. AVR는 連續制御形의 것이 實用化되었다.



[그림 2] 別置 電動機驅動 直流勵磁方式

이것은 磁性材料의 性能의 向上에 힘입은바 큰 것으로서 大容量 磁器增幅器 및 回轉增幅器 次次로 採用되었다.

[그림 2]에서는 磁氣增幅器 1段, 回轉增幅器 2段 構成의 AVR가 使用되고 最終端의 回轉增幅器는 勵磁機 自動卷線에 直列로 插入되어 있다.

이 方式의 경우에는 AVR의 最終端增幅器의 근소한 出力電壓에 의해서 自動卷線에 制御電流가 흐르면 일단 電機子電壓이 變化하고 이 電壓變化에 의해서 自動卷線에 다시 勵磁電流가 增加한다. 이와같은 動作이 몇번 반복되어 最終的으로 勵磁機 電壓이 安定될 때에는 큰 電壓의 變化분이 없어진다.

勵磁機를 增幅器로 본 때 一種의 正歸還增幅器(positive feed back amplifier)로서 큰 制御利得을 얻을 수 있으나 上記와 같은 電壓變化, 勵磁電流의 變化가 몇번 반복되기 때문에 應答速度는 늦어진다.

[그림 2]의 方式은 美國의 G.E社 日本의 東芝, 日立社가 採用하였고, 美國의 W.H社 및 日本의 三菱社는 回轉變流器를 使用하지 않고 大形の 磁氣增幅器의 出力에 의해서 直接 勵磁機 界磁卷線을 他勵磁하는 方式을 採用하였다.

上述한 바와같이 本方式은 勵磁系가 縱續接續의 增幅器 및 直流通磁器에 의해서 構成되어 있으므로 應答速度가 充分하지 못하고 發電機 全負荷 遮斷時 發電機의 電壓上昇値가 問題視된다. 이 直流通磁方式도 容量 200MW 程度까지의 터빈發電機에 대하여는 適用이 可能하나 容量이 200MW 以上으로 되면 다음과 같은 이유로 適用하지 못하다.

① 勵磁機는 比較的 낮은 電壓에서 큰 勵磁電流를 必要로 하므로 勵磁機 整流子에서 運轉될 많은 Brush를 수반하게 되어 만족할만한 運轉을 達成하기 어렵고, ② 發電機의 正常狀態

下에서는 만족할만한 整流가 行하여진다 할지라도 強力한 界磁를 必要로 하는 負荷가 急變하는 경우에 있어서는 高應答系統에 있어서 整流子의 內絡이 일어날 수 있다.

③ 또 發電機 勵磁系統의 主要한 要求중의 하나는 信賴度로서 이 信賴度에도 問題點이 있고 應答速度가 느리다.

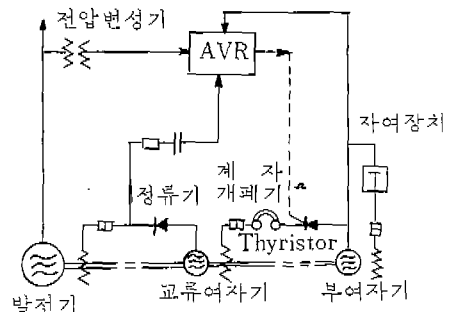
따라서 容量 200MW 以上の 터빈發電機에 대하여는 直流通磁方式은 適用하지 못하므로 上記의 整流子를 除去한 發電機直結 交流勵磁機方式이 1965年頃 開發되어 採用하게 되었다.

[3] 交流勵磁機方式

① 靜止整流器式

本勵磁方式은 前述한 바와 같이 直流通磁機의 Brush나 整流子의 保守上의 問題點을 解決하기 爲한 目的으로 主發電機軸과 直結된 回轉界磁形 交流勵磁機와 靜止形 整流器를 組合해서 構成한 것이다.

[그림 3]은 靜止整流器式 交流勵磁機에 의한 勵磁方式을 表示한 것으로 여기의 交流勵磁機는 主發電機와 形式과 構造가 同一하게 되어 있다. 다만 경우에 따라서 回轉子(즉 界磁) 鐵心に 成層鐵心을 使用한 것만이 다르다. 界磁系統에 成層鐵心을 使用함으로써 比較적 낮은 短絡比를 갖는 主發電機의 安定度에 必要한 要求에 더욱 精確하게 應答할 수 있도록 勵磁機의 應答을 改善하였다.



[그림 3] 交流勵磁機勵磁方式(靜止整流器式)

交流勵磁方式에 있어서 交流整流器는 필수적인 部分으로서 個個의 diode의 定格을 增加시키는 것이 急先務였다.

初期에는 Germanium diode가 使用되었으나 diode가 阻止할 수 있는 最大逆方向電壓은 600 V로서 너무 낮기 때문에 보다 큰 發電機의 要求에 應할 수 없었으나, 곧 silicon diode의 開發에 의하여 이 問題는 解決되었다. silicon diode의 尖頭逆方向 電壓은 1500V이고, 再起逆方向電壓(recurrent inverse voltage)은 1200 V가 되도록 만들 수 있게 되었다. 또 silicon diode는 120°C의 基準溫度에서 diode當 200A 까지 定格化할 수 있게 되었고, 곧 보다 큰 定格電流를 갖는 diode가 有用될 수 있으리라 生覺된다.

silicon diode의 크기는 그의 定格容量에 比하여 적으며 溫度-時間定數는 大端히 짧기 때문에 過負荷電流는 극히 短時間만 許用되도록 하여야 하며 더욱 그 diode는 過電壓이 걸리지 않도록 이를 적극 피하지 않으면 안된다.

整流器를 保護하기 위하여는 整流器를 0.1秒以內에 回路로부터 分離시킬 수 있는 高速度 界磁遮斷器가 必要하며 高速度 遮斷器에 대한 一次 過電流保護 또는 後備保護로서 높은 破壞容量(High Rupturing Capacity)를 갖는 Fuse가 開發되었다.

이 Fuse는 過負荷인 경우에 diode가 손상하기 전에 Fuse가 먼저 動作될 수 있도록 diode의 電流特性에 match할 수 있도록 할 수 있다. 이 交流勵磁機方式의 應答性能을 直流勵磁機方式의 性能과 比較하면 다음과 같다.

直流勵磁方式의 應答特性은 縱續接續의 AVR, 止歸還特性의 直流勵磁機이기 때문에 高次 지연특성인 것에 대하여 交流勵磁機方式의 應答特性은 AVR의 制御지연을 無視할 수 있어 交流勵磁機의 勵磁卷線만에 起因하는 一次 지연特性이다. 交流勵磁機는 制御의 安全性, 應答

速度의 點에 있어서도 상당히 進歩된 方法이다.

이 靜止形 整流器式 交流勵磁機方式에서는 [그림 3]에 表示한 바와 같이 直流勵磁機의 整流子나 Brush를 除去한 關係上 整流子의 問題는 없는 것으로서 發電機에 直結되어 高速 回轉될 수 있다.

그러나 이 方式에서는 發電機 界磁卷線과 整流器間에 slip ring를 必要로 하며, 이 slip ring에서의 勵磁電流의 收集(Collection) 및 slip ring의 保守問題가 아직 남아 있다. 이 問題를 解決하기 위하여 回轉整流器式 交流勵磁機方式(Brushless 勵磁方式)이 開發되었다.

② 回轉整流器 交流勵磁機方式(Brushless 勵磁方式)

이 方式은 上述한 Slip Ring을 除去하기 위하여 主發電機軸에 直結된 回轉電機子形 交流勵磁機를 使用, 그 出力을 外部로 끌어내지 않고 回轉子軸 위에 裝設한 실리콘整流器에서 整流하여 이것을 直接 主發電界에 供給하는 方式이다. 즉 整流器와 交流勵磁機의 電機子를 함께 回轉시키는 方式이다. 이 Slip Ring을 除去시킴에 의하여 從前보다 훨씬 더 큰 發電機의 回轉子電流(勵磁電流)를 取하기 容易하게 되고 그 結果 回轉子の 界磁卷線에 必要한 卷回數를 輕減시킴에 의하여 界磁卷線의 占積率(space factor)을 良好하게 할 수 있게 되었다. 그러나 이 方式에 있어서는 터빈發電機系統의 全長 및 베어링의 Journal의 數가 增加하며 또 整流子素子나 保護裝置가 큰 遠心力을 받기 때문에 이것에 대한 構造를 고려할 것과 整流素子の 故障短絡의 保護를 確實히 行할 것이 重要하다.

이 Brushless 勵磁方式은 現在의 大容量 터빈發電機에서 標準적으로 分理 採用되고 있는 方式이다.

[4] 複卷自勵式勵磁方式

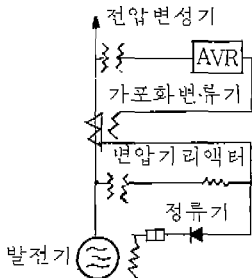
直流勵磁機의 整流子를 除去하기 위하여 上述한 交流勵磁機方式과는 全然 다른 새로운 交流勵磁機方式인 複卷勵磁方式이 1965年頃에 開發되었다. [그림 4]는 本複卷 自勵磁方式의 簡單한 原理圖를 表示한 것으로 主 또는 補助勵磁機가 必要없다는 것이 特徵이다.

本方式은 發電機端子로부터 勵磁用 變壓器를 通하여 主勵磁電力을 取하고 發電機端子電壓에 比例하는 電壓成分과 發電機 電流에 比例 하는 電流成分을 벡터의 으로 合成해서 外部에 設置된 整流器로 整流해서 이것을 Slip Ring을 통해 發電機의 界磁卷線을 勵磁하는 方式이다. 勵磁制御는 閉 loop 勵磁系에 아주 밀접하게 統合되고 整流器(즉 Thyristor)의 點弧時間(firing time)과 點弧順序를 制御함에 의하여 達成되고 電壓制御系統은 完全히 Transistor 化되었다.

따라서 本方式의 特徵은 前述한 回轉勵磁機와 같은 時間 지연이 存在하지 않는 速應勵磁式이고 主回路 電流가 바로 勵磁成分으로 되는 自己制御特性을 갖고 있어 安定度向上을 기대할 수 있으며 總體的으로 發電機의 全길이를 短縮시킬 可能性이 있다는 點이다. 또한 大電力 整流器를 發電機 界磁回路에 처음으로 使用하였다는 點이 特徵이다.

그러나 本方式은 많은 勵磁電流를 收集하기 위한 Slip Ring의 問題點이 아직 남아 있다.

本勵磁方式은 아직 開發의 初期段階에 不過하여 負荷가 急激히 印加되는 發電所內 非常用



[그림 4] 複卷自勵式勵磁方式

Diesel 發電機 等에만 使用되고 大容量 發電機에는 아직까지 適用된 적은 없으나 앞으로의 開發이 有望時 되고 있다.

3. 自動電壓 調整器

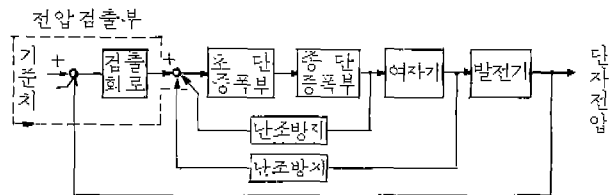
交流發電機는 直流發電機에 比해서 内部임피던스가 크므로 그 電壓變動率은 非常히 크다. 이 때문에 發電機 端子電壓을 一定히 하기 위하여는 大幅的인 勵磁의 調整이 必要하게 되었다.

이것을 自動的으로 行하기 위한 것이 自動電壓調整器(A. V. R)로서 從來에는 接點과 抵抗器를 使用하는 方式이 使用되었으나 最近에는 增幅發電機(즉 Amplidyne 등) 나 磁氣增幅器 및 시리콘制御素子(SCR) 등의 電力用 增幅器를 使用한 無接點形으로서 더욱 不感帶를 갖지 않는 比例連續制御方式의 AVR가 수의으로 使用되고 있다.

여기서는 이 새로운 AVR의 動作原理를 簡單히 記述하고자 한다. 代表的인 比例連續制御方式의 AVR를 使用한 發電機 勵磁制御系의 block 線圖는 [그림 5]와 같이 表示된다.

이 系統의 動作原理를 設明하면 어떤 外亂에 變化된 發電機 電壓은 基準値와 比較해서 差電壓을 檢出해서 이 誤差信號가 初段增幅器로서 增幅되고 다시 增幅部에서 제어하는 레벨까지 電力增幅해서 勵磁機 界磁에 印加하고 勵磁機 電壓을 制御해서 發電機 電壓을 規準値와 같게 되도록 調整動作을 行한다.

이와같은 閉回路制御系에 있어서는 系全體의



[그림 5] AVR의 BLOCK 線圖

總合增幅率(總合增幅率)이 클수록 制御偏差는 적고 더욱 應答도 빠르게 되나, 制御信號의 傳達에는 반드시 時間的 지연을 수반하므로 너무 增幅率(增幅率)이 크게 되면 亂調(亂調)를 일으킨다.

이것을 防止하기 위하여 設置한 것이 亂調防止部로서 勵磁機의 出力電壓 혹은 必要에 따라서 絡端增幅部의 出力의 變化速度를 檢出해서 初端增幅部에 負歸還(Negative feed back)해서 制動效果를 준다. 亂調防止 回路에는 damping, Trans. 나 CR에 의한 微分回路가 使用된다.

AVR에는 여러가지 方式의 것이 있으나 電壓檢出部, 初端·終端增幅部 및 亂調防止部로부터 構成되는 裝置를 總稱해서 AVR라고 부르는 것으로 最終端增幅部에 使用되고 있는 增幅要素에 依해 增幅發電機式, 磁氣增幅器式 및 SCR式 AVR로 區別하고 있다.

이중 SCR式은 印加된 交流電壓에 대해서 gate에 加해지는 點弧pulse의 位相角을 變化시켜 SCR에 흐르는 電流를 制御하므로 微小한 gate入力에 의해 大電流制御가 可能하고 더욱 素子의 順方向 電壓降下가 적어 制御效率가 높고 裝置의 小形化가 可能하기 때문에 最近에는 AVR에 SCR가 널리 使用되고 있다.

4. 勵磁系統에 대한 最近의 技術動向

現在 回轉整流器式 交流勵磁方式에서는 整流器 및 그 保護裝置는 큰 遠心力을 받으므로 整流器 組立體를 cylinder形으로 하여 發電機軸中心에 適當한 구멍을 뚫어서 그 안에 이것을 插入하는 理想的인 方案이 研究中에 있다.

整流器組立體를 이와같은 構造로 하기 위하여는 보다 높은 電流定格을 갖는 整流器diode의 開發과 尖頭逆方向耐電壓 能力의 改良을 통해 使用될 diode數를 輕減시킴으로서 發電機에 必要한 定格을 갖는 勵磁整流器의 크기를 減少시킴과 同時에 現在는 必要하다고 생각되는 保護裝

置를 除去함으로써 可能하다고 生覺하고 있다.

한편으로는 [3]節에서 記述한 바와같이 回轉整流器式의 勵磁機를 除去하고 主勵磁機에서 發生되는 勵磁系統內的 時間지연(time delay)을 除去함으로써 速應勵磁方式으로 할 수 있는 複卷自動磁子式의 性能向上을 繼續 研究中에 있다.

이 方式은 自動勵磁制御系統—특히 發電機의 動的 運轉領域에 있어서—을 簡單히 할 수 있다.

앞으로는 格子狀(또는 網狀)系統에 連結된 大容量 發電機는 進力率領域을 包含한 應範圍한 力率에 걸쳐 全負荷로 運轉될 것이 豫想되며 따라서 勵磁界의 自動制御는 最上의 質이 要求된다.

이미 指摘한 바와 같이 發電機를 動的 領域內 또는 이에 가까운 回轉子角(Rotor angle)을 갖는 狀態下에서 安定한 運轉을 하게 하기 위한 勵磁系統 즉 AVR의 能力은 發電機의 勵磁要求에 대한 制御系統의 應答, 勵磁變化에 대한 發電機의 應答에 左右된다. 따라서 가장 重要한 問題는 勵磁의 應答을 改善하는 일이며 이 目的을 위하여 AVR내의 磁氣增幅器는 Silicon Thyristor와 함께 時定數를 無視할 수 있는 Transistor화된 系統으로 代替시켜 가고 있다.

이와같이 勵磁裝置는 터빈發電機의 容量의 增大에 對應해서 勵磁驅動方式의 改良, 整流器 및 Transistor의 大幅的인 採用과 함께 高性能 AVR의 適用에 의하여 交流勵磁機의 勵磁方式의 경우에는 發電機 負荷遮斷時의 發電機 電壓 上昇値는 問題視되지 않는다. 그러나 發電機는 複雜한 大電力 系統網을 통해서 他的 發電機 및 負荷와 接續되어 運用되고 있고 특히 最近에는 立地 求得難 때문에 發電所는 需用端으로부터 멀리 떨어진 地點에 建設되므로 大電力을 長距離 送電하지 않으면 안되게 되었다.

大容量 長距離 送電을 행할 경우에 큰 問題

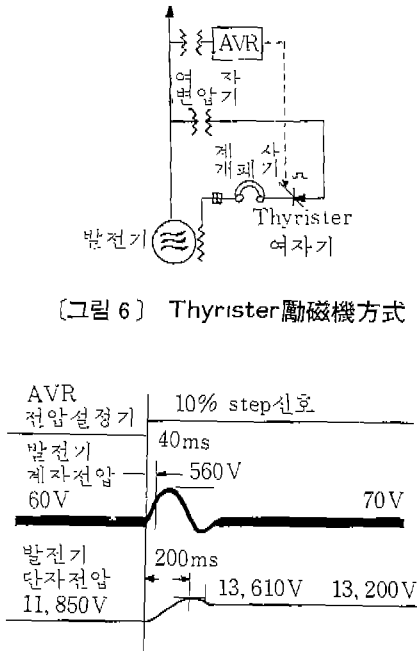
의 하나는 過渡安定度問題로서 安定度 向上을 위한 各種의 檢討가 行하여지고 있다.

[1] 電力系統 過渡安定度에 대한 速應 勵磁 制御의 效果

電力系統의 過渡安定度が 問題로 되는 時間幅은 故障發生後 1秒前後로서 [그림 1] 및 [그림 2]에 表示한 直流勵磁機가 使用되던 時代에는 過渡安定도는 發電機 内部 誘起電壓을 一定히 하여 AVR의 效果를 고려하지 않고 解析하였다. 그러나 digital 計算機에 依한 解析技法의 進歩에 의해 高速速應勵磁裝置가 過渡安定度 向上에 有効하다는 것이 發表되었다.

이와같은 理論을 토대로 해서 長距離 送電을 行하는 캐나다에서는 현재 [그림 6]에 表示한 Thyristor 勵磁機가 一般化되고 있다. 이 方式에서는 發電機 端子로부터 電源을 供給받는 Thyristor가 勵磁機로서 使用되고 thyristor의 導通位相角은 AVR로부터 Thyristor의 gate의 點弧信號에 의하여 制御된다.

이 勵磁系統의 應答性能은 [그림 7]에 表示한 바와 같이 發電機 電壓의 偏差로부터 40ms



[그림 6] Thyristor 勵磁機方式

[그림 7] Thyristor 勵磁器에 의한 勵磁系應答試驗

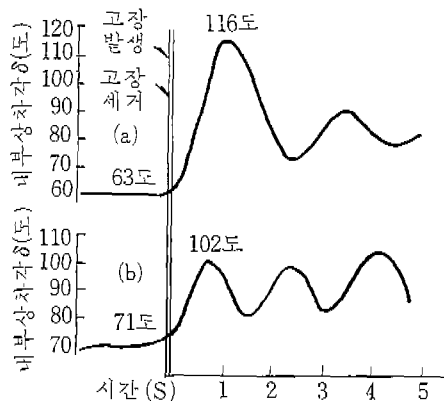
程度의 時間內에 發電機 界磁電壓이 頂上值에 達하는 極히 優秀한 것이다.

過渡安定度에 대한 thyristor 勵磁器의 效果를 從來의 直流勵磁機와 比較한 實驗裝置에 의한 試驗例를 表示하면 [그림 8]과 같다.

直流勵磁의 경우 δ 의 動搖는 最大 116°에 達해서 安定을 保持할 수 있는 狀態인 것이나, thyristor 勵磁器의 경우는 δ 의 動搖의 最大値는 102°로서 아직 送電電力에 余裕가 있는 것을 表示한다.

단 後者の 경우 이 試驗 結果에서는 第二波以後의 動搖가 收束하지 않고 不安定하다. 이와 같이 thyristor를 使用한 高速應答裝置는 적어도 電力動搖의 第一波에 대하여는 有効하나 電力系統 事故 前後의 發電機의 運轉狀態 및 電力系統의 임피던스의 如何에 따라서 第二波以後의 動搖에 대해서 制御能力이 不足한 경우가 있다.

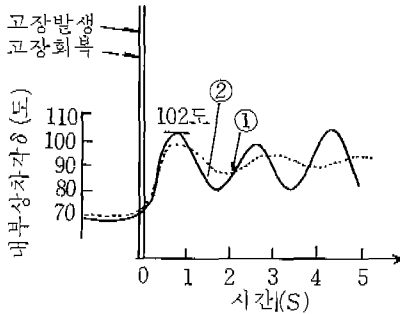
이와같은 問題點은 thyristor 勵磁器에 電力系統 安定化裝置 PSS (Power System Stabilizer)를 設置함으로써 解決할 수 있다. PSS란 電力動搖를 制御하기 위하여 發電機의 相差角 動搖로부터 信號를 檢出하고 位相과 利得을 調整해서 勵磁制御系統에 加하여 正의 制動 torque가 發生하도록 制御하는 裝置이다.



(a) 직류여자기방식 (b) Thyristor여자기방식

[그림 8] 勵磁方式과 系統事故時의 發電機 相差角動搖

[그림 9]는 速應勵磁裝置에 ① PSS를 附加한 경우와, ② 附加하지 않은 경우의 應答特性의 比較例를 表示한 것으로 系統事故時의 內部相差角의 動搖의 安定性を 比較한 것이다. 이와 같이 高速應答勵磁裝置에 PSS를 併用함으로써 系統事故時 過渡動搖의 抑制는 물론 그 以後의 相差角 動搖의 抑制의 效果를 거둘 수 있다.



[그림 9] Thyristor勵磁器의 PSS의 效果例

5. 結 言

過去 勵磁裝置는 發電機 端子電壓을 一定하게 維持하기 위한 單純한 制御役割을 하는 裝置에 不過하였으나, 最近에는 過渡安定度 向上에 寄與하는 등 系統 運用上 매우 重要한 機能을 갖는 裝置로서 대두됨에 따라 많은 制御方式의 改良이 이루어지게 될 것이며 勵磁裝置에 여러가지 非線形 自動制御理論을 適用해서 다시 電力系統의 安定度を 더욱 向上시키려고 試圖하리라 生覺된다.

한편 Hardware面으로부터는 發電機의 形態가 變하지 않는限 前節에서 記述한 Thyristor 勵磁方式으로부터 큰 變革은 없겠으나 裝置의 故障에 대한 早期發見 등 信賴度 向上에 繼續 努力한 것으로 生覺된다.

參考文獻

- 1) 東敏彦: "터어빈 發電機의 勵磁系統에 關한 最近의 技術動向" 日本電氣學會誌 98卷 9號 1978. 9.

- 2) Central Electricity Generating Board: "Excitation System Development and Future Development," Modern Power Station Practice Vol. 4, 1971

大電力短絡發電機 (3相 180MVA)

