

電力機器에 관한 技術進步의 展望

金 漢 星*



차 례

序 論	3. 交直變換裝置
1. 發電機	4. 結 論
2. 變壓器	

序 論

石油波動以後 強力히 浮上된 에너지問題는 化石에 에너지源이 有限인 關係로 節約에너지, 石油代身 새로운 에너지 및 電氣에너지를 有效하게 利用하는 問題로 생각할 수 있다.

이와같은 에너지의 中心問題중에는 電力機以外的 技術分野가 關여하는 部分도 크다. 그러나 에너지交換과 輸送을 취급하는 電力機器의 比重은 무시할 수 없다.

多樣化되는 電源 巨大化되는 系統, 環境問題 公共性의 重要性 이것들은 어느것이나 電力機器에 信賴性과 性能의 向上을 追求한다. 基礎技術의 向上 kw/원의 改善 電子化를 구사한 無保守 豫防保安의 完備 등으로 進歩하고 있다. 材料의 革新과 더불어 開發裝置의 縮小化뿐만 아니라 全般的으로 節約資源, 低損失 無公害 低騒音의 技術이 發展되어 갈 것이다.

1. 發電機

1.1 터어빈 發電機

터어빈發電機는 그 用途가 公共의 性格을 가지고 있으므로 信賴性, 經濟性이 恒常 追求되어 製造者는 實物크기의 모형과 實機를 利用한 各種試驗을 實施하고

이와같은 要求를 實現하기 위하여 꾸준히 研究되어 왔다. 이 基本的인 使命의 內容은 時代와 더불어 變化하고 經濟性의 面에서는 節約資源의 觀點에서 評價되는 傾向이 있다.

1.1.1 信賴性의 向上

[가] 高速再閉路時의 軸系強度의 檢討

送電線의 故障時에 系統의 過渡安全度를 유지하기 위하여 故障回線을 系統에서 分離하고 一定時間 (數 사이클) 후에 併入하는 高速閉路方式이 많이 採用되고 있다. 高速閉路時에 軸系에는 비꼬이는 振動이 發生하고 再閉路失敗時에는 軸系를 損傷할 염려가 있다. 따라서 모형시험 實機工場試驗 現地試驗등의 資料를 綜合하여 자세한 解析技法을 구사하여 이미 設置된 機器의 點檢, 新設計機에 反映活用할 必要가 있다.

[나] 不平衡負荷耐量의 增加

不平衡短絡事故나 不平衡負荷時에 發電機回軸子에 二倍周波數의 送相電流가 흐르고 回軸子表面을 過熱할 염려가 있기 때문에 適切한 制動回路를 回軸子에 設置할 必要가 있다. 금후의 超大容量機나 特殊用途機에서는 磁極部에 制動回路를 設置하게 될 것이다.

[다] 過渡安全度의 向上

터어빈發電機의 系統에 주는 영향은 大容量化할수록 크게되고 過渡安全度의 檢討結果에 의해서 發電機

* 正會員 : 韓國大 工大 電氣工學科 教授 · 工博

의 過渡리액턴스를 一定值以下로 하든가 速應勵磁方式을 指定하는 경우가 있다. 過渡리액턴스를 낮게 하던 過渡安全度는 增加하지만 大幅의인 改善에는 發電機本體를 크게할 必要가 있고 銘板定格을 상회하는 大形機의 適用도있을 것이다. 勵磁系의 應答을 빨리함과 同時에 頂上電壓을 높게하여 故障除去後의 內部誘起電壓 즉 電氣出力을 크게 하므로서 加速을 抑制하여 過渡安全度를 向上시키는 速應勵磁方式도 效果의인 對策이 된다. 直結形의 무브러시 勵磁機에서는 勵磁機容量을 크게하고 또 界磁를 積層하여인덕턴스를 적게함으로서 速應性이 높게 된다. 다이리스터 勵磁方式의 경우는 勵磁電源變壓器 및 付屬機器의 容量을 增加시킨다. 今후의 勵磁方式으로는 이 두가지가 많이 採用될 것이다.

1.1.2 經濟性的의 追求

[가] 小形化

金屬材料 絶緣材料의 進歩 解析技術의 向上 運轉實績의 經驗에 의해서 資材節約 또한 高信賴性的의 發電機가 製造할 수 있게 되었다. 空氣冷却式에서는 固定子 回轉子에 F種絶緣을 採用하고 回轉子를 直接冷却하여 本體를 大幅으로 적게 하는 경우도 있다. 또 磁氣裝荷를 높여서 銅材를 節約하고 또한 過度리액턴스를 減少시켜 發電機本體를 縮少하는 경우도 있다. 將來 冷却效果의 部分的改善이나 대대적인 變革이 資源節約에 공헌할 것이다.

[나] 高効率化

에너지節約의 觀點에서 高效率化하기 위한 改善이 實施되어 가고 있다. 大容量機에서는 漂遊負荷損의 비율이 크기 때문에 漏洩磁束의 영향을 輕減하든가 通風系統이나 軸受潤滑法의 改善에 의한 機械損을 低減하는등의 開發研究가 進行되고 있다. 比較的 小容量機에 對해서도 通風損을 減少시키고 高效率를 얻기 위하여 空氣冷却代身에 水受冷却을 採用하는 경우도 있을 것이다.

1.1.3 將來의 터빈 發電機

極低溫에서는 電氣抵抗이 零으로 되는 現象을 超傳導라 칭하고 超傳導材料의 進展과 더불어 發電機에 超傳導適用의 實現을 위하여 開發이 推進되고 있다.

超傳導發電機의 特徵은 다음과 같다.

- i) 磁氣裝荷 電氣裝荷를 높게 할 수 있어 小量輕量으로 된다.
- ii) 損失이 低減되어 效率이 向上한다.

iii) 短絡비가 크게되어 安全度向上에 기여한다.

超傳導 極低溫이라고 하는 極限技術을 適用하기 위한 技術의課題는 많으나 現在 外國에서 數千~數萬(KVA) 級の 試作實驗에 成功하고 있다. 1,000 ~ 2,000 (MVA) 級の 商用機製作까지는 長時間의 運轉實績을 포함해서 十年前後의 開發期間이 必要할 것이다.

1.2 水車發電機

深夜의 剩餘電力으로 揚水하고 첨두부하시에 發電하는 揚水發電所를 建設하기 위해서 더욱더 大容量化 高揚程(落差)化하는 傾向이 있다. 高揚程化는 主로 댐 기타의 土木建設費를 低減하기 위한 것이나 揚程(落差)의 平方根에 比例하여 速度水頭가 올라가는 것 및 水車나 發電機를 小形化하기 위해서 高速化할 必要가 있다.

1.2.1 冷却方式의 進歩

空冷機에서는 될 수 있는대로 通風損失을 적게하고 冷却風을 有效하게 發電機各部에 보내기 위해서 實機의 約 1/5 ~ 1/10 정도의 모형을 만들고 이것을 水中 또는 空中에서 回轉하여 實機의 特性을 研究하는 경우가 있다. 發熱源의 코일에 물을 통하여 冷却하는 直接水冷方式은 가장 效果的인 冷却方式이다. 固定子 코일 및 回轉子코일 양쪽을 水冷하는 방식은 海外에서 425 (MVA) 發電機등이 運轉하고 있다.

1.1.2 軸系的의 振動

數百톤이상도 있는 發電機의 回轉部를 高速으로또한 安全한 許容振動以內에서 運轉시키기 위해서는 發電機 및 펌프水車의 軸系를 強固하게 할뿐만 아니라 軸受 및 이것을 支持하는 建物基礎를 포함한 支持系全體의 剛性を 높일 必要가 있다.

2. 變壓機

電力系統의 高電壓化 大規模化에 따른 變壓器의 單器容量도 비약적으로 增大하고 同時에 높은 信賴性이 要求된다. 80年代의 變壓器에 要求되는 諸性能과 그것에 對應하는 開發改良에 대해서 소개한다.

2.1 高電壓 大容量化

2.1.1 超超高壓 大容量變壓器

500 (KV) 送電이 開始된후 뒤이어 500 (KV) 系統이 建設되어 送電系統이 500 (KV) 로 連系되어 왔

다. 이것에 對應하여 變壓器의 單器容量도 비약적으로 增大되어 있고 發電所에서는 1240 (MVA)變電所 用에서는 1,500 (MVA)器가 이미 運轉되고 있다.

이와같은 高電壓 超大容量變壓器가 信賴度있게 製作可能하게 된것은 電子計算機에 의한 電界 磁界解析 등이 可能하게 되어 合理的인 設計가 進步되고 實物 크기의 모형에 의한 各種 檢證試驗에 의한 徹底的인 性能確認을 할 수 있게 되었고 絕緣物의 加工 組立環境의 改善, 油處理 乾燥등의 工作法의 進步등이 基因된다.

2.2 環境에 調和된 變壓器

2.2.1 低騒音變壓器

都市 및 그 周邊에 設置된 變壓器에서 50~60 분級의 低騒音が 要求된다. 變壓器 自體의 防音對策을 強化함과 同時에 極低騒音送油風冷式冷却器를 開發이 程度의 騒音値에 대해서도 送油風冷式으로 製作할 수 있게 되었다.

2.2.2 密集化 및 縮小化

都心部の 變電所 揚水發電所등 取付面積의 縮小化가 要求되는 곳은 密集化된 變壓器가 要求된다. 近來 開閉裝置로서 가스絶緣密閉方式이 많이 採用되어 變壓器도 이것과 直結하고 全體의 面積이 最小로 되도록 構造가 採用된다. 또 變壓器自體도 絶緣의 合理化 등으로 해마다 小形輕量化 되어가고 있다.

2.3 新輸送方式

앞으로 高電壓 大容量化가 進步됨에 따라 輸送條件은 더욱더 어려워질 것으로 豫想된다. 이것에 대하여 設計의 合理化에 의한 變壓器自體의 小形輕量化를 도모하고 變壓器自體를 3分割하는 特別三相式 혹은 더욱 分割한 6分割 9分割式의 構造를 開發하여 現地組立이 容易하고 信賴性이 높은 방식이 있다. 輸送條件이 더욱 어려운곳은 工場試驗후 코일絶緣物部과 鐵心部로 分解하여 輸送하고 現地에서 再組立하는 分解輸送方式도 檢討되고 있다.

2.4 기 타

世界的인 資源節約 에너지節約化 추세중에서 變壓器도 設計의 合理化 新規材料의 採用등으로 小形輕量化 高效率化가 되어가고 있다. 더욱 變壓器의 保護 制御面에서는 電力電子工學의 發達과 더불어 應用이 進步되고 信賴度의 向上 無保守化등에 기여하고 있다.

기타 環境保護 資源節約面에서 더욱더 多方面인 要求가 豫想되지만 그것에 對應하는 새로운 技術開發이 되어갈 것으로 본다.

3. 交直變換裝置

電力需要의 增大와 電源立地難에 의한 大容量長距離送電의 必要性에서 直流送電의 實現性이 대두되고 있다. 將來의 交直變換所의 容量은 5~10 (GW)級으로 될것으로 推定되며 이와같은 大容量의 直流送電을 實現하기 위해서는 交直變換裝置에는 높은 信賴性 保守의 容易性 密集化 經濟性的 追求등 어려운 條件이 나온다. 이것들의 條件을 滿足하기 위해서 研究開發이 進行되고 있다.

3.1 다이리스터素子

素子數를 감소하고 信賴性과 經濟性을 높이기 위해서 素子の 大容量化 高電壓化가 切實히 要求되며 앞으로 5~6 (KV) 2000~4000 (A)인 것이 量産될 것으로 본다.

3.2 點弧方式

點弧回路의 簡素化에 의한 信賴性向上을 目標로 光直接點弧다이리스터밸브의 開發이 進行될 것으로 본다.

3.3 絶緣方式

酸化亞鉛形避雷器를 適用하여 低減絶緣을 可能하게 하고 變換裝置등 直流機器의 密集化가 研究되어 가고 있다. 또 絶緣媒體로서 SF₆ 가스를 使用한 가스밸브의 開發도 檢討되고 있다.

3.4 冷却方式

風冷 油冷 水冷의 各方式은 이미 實用되어 왔지만 絶緣媒體로서 優秀한 SF₆ 가스를 冷却媒體로도 活用하는 방식도 檢討되고 있다.

開閉裝置(가스차단기, 진공차단기, 피뢰기, 가스절연 개폐장치등)은 다음에 미루기로 한다.

4. 結 論

電力機器에 要求되는 여러가지 性能을 要約하면 다음과 같다.

즉 大容量化에 대하여 小形輕量이고 또한 效率과 信賴性이 높아야 한다. 또 大容量化와 더불어 電力系

(p.12에서 계속)