

國產 中型同期發電機의 最近 開發動向

金 邦 光*

■ 차 례 ■

- 1. 서 론
- 2. 中型同期發電機의 특징과 그 문제점
- 3. 國產同期發電機의 信賴性 增大
- 4. 결 론

① 서론

플레밍이 그의 오른손法則을 발표한지 100여년이 지났으나 우리나라에서는 수년전까지만 하더라도 대부분의 同期發電機를 日本이나 구미선진국의 重電機 製造業체로부터의 수입에 의존하고 있던 실정이었다.

특히 檢査와 試驗規程이 매우 까다로운 300 KVA ~ 2000 KVA 容量의 船舶用發電機는 최근 국내의 H社가 제품생산을 개시하기 이전에는 일본과 서독 등에서 전량 수입되어왔으며, 아직도 國產發電機는 國內수요의 일부분만을 충당하고 있을 뿐이다.

따라서 同期發電機의 設計 및 製作技術의 문제점을 충분히 검토해보고 우리가 技術開發을 위한 노력만 한다면 가까운 시일내에 완전한 國產化가 가능 하리 라고 보며 또한 이를 바탕으로 국제적인 수요에도 응할 수 있을 것이라고 보여진다.

② 中型同期發電機의 특징과 그 문제점

일반적으로 中型同期發電機의 범위에 관해서 명확히 규정된 것은 없으나 여기서는 國內 發電機需要 (특히 船舶用)의 주류를 이루고 있는 300 KVA ~ 2000 KVA(4, 6, 8, 10 극)용량으로 한정하였다.

이 범위에 속하는 發電機들을 한마디로 低電壓 大

容量化로 특징지워 질 수 있을 것으로 생각된다.

이들 中型發電機들은 주로 船舶의 主發電機, 고층 건물이나 공장내의 非常用發電機, 건설공사장의 장비를 가동시키기 위한 電源등으로 사용되고 있으므로 發電機의 端子電壓이 負荷電壓과 같고 내게 220 V 내지는 440 V 정도의 低電壓으로 제작되어치고 있다.

한편 다른 기계와 마찬가지로 同期發電機로 出力이 증가할 수록 單位出力當의 무게(즉 제작비)가 감소된다. 즉 1000 KVA 發電機 1臺는 500 KVA 發電機 2臺의 가격보다 훨씬 싸다. 따라서 低電壓에 로 불구하고 大容量化의 요구가 增大하여졌으며 이러한 大出力 低電壓에 따르는 문제점은 여러가지가 있겠으나 다음의 두가지를 생각해 보기로 한다.

가. 大電流에 의한 문제점

發電機의 相電流는 $I = KVA / (\sqrt{3} \times V)$ 이므로 V가 작고 KVA가 크면 電流 I의 값은 커진다. 예를 들면 1200 KVA 440 V인 發電機의 出力電流는 1575 Amp 나 되어 發電機內部 捲線 相互間에 작용하는 힘이 매우 클 뿐만 아니라 導體의 구조물에 미치는 漏洩磁束에 의한 영향도 무시할 수 없게 된다.

특히 過渡電流가 흐를때에 非對稱的으로 흐르는 電流에 의해서 발생한 큰토크는 捲線의 절연물과 구조물의 強度에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 捲線의 技待와 절연물의 強度를 크게 해야함은 물론이고 구

*正會員：現代重電機(株) 回轉機工場長

조물의 연결에까지 세심한 주의를 요한다.

뿐만아니라 勵磁電流가 커지면 탄소브러쉬와 슬립 링을 통한 勵磁電流의 공급이 어렵게 되고 이 부분에서 각종 短絡事故나 스파크를 발생시켜 심각한 문제점으로 대두되므로 최근에는 發電機內에 勵磁機 (EXCITER)를 설치하여 아예 브러쉬가 없는 형 (BRUSHLESS)으로 제작되는 추세에 있다.

나. 大磁束에 의한 문제점

發電機의 空際誘起電壓은 $E = 4.44 f N \phi$ 로 나타내진다.

容量이 커지면 磁束 ϕ 가 증가하므로 大容量 低電壓 일 수록 相當 直列 導體數 N의 값이 감소되고 이 이는 곧 固定子 SLOT 當 導體數의 감소를 뜻한다.

예를들어 1000 KVA 4極 50 Hz 440V인 同期發電機의 並列回路數를 2로 하고 極磁束을 0.09Wb로 하고 空際磁束密度를 9700 GAUSS 로 하면 SLOT 當 導體數는 대략 2가 된다. 2層捲일 경우 固定子 SLOT 當 導體數가 2라는 것은 SLOT 上下層에 각각 1개씩의 BAR로서 捲線된다는 뜻이며 電壓이나 容量이 약간 변화하여도 SLOT 當 導體의 捲回數를 변경시키기는 어렵게 된다.

그러므로 電壓이 10%를 변화하여 相當直列導體數를 10% 변화시킬 필요가 있을 경우에는 固定子 SLOT 數를 10% 변화시켜야 하는데 이 경우에는 1, 2次 SLOT 數가 空際高調波를 심각하게 발생시키는 조합이 아닌지 꼭 확인할 필요가 있게 된다.

또한 SLOT 數와 SLOT의 크기를 변화시키게 되면 표준설계의 응용이 어렵게 되고 결과적으로 제작비의 증가를 가져오게 된다.

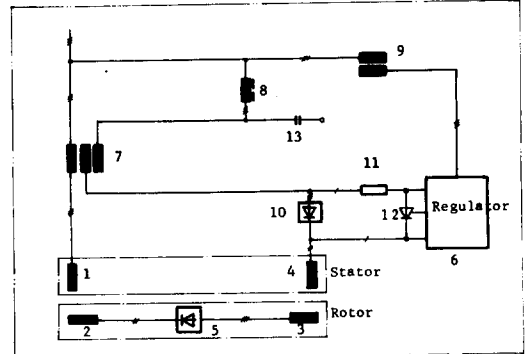
③ 國產同期發電機의 信賴性 增大

가. BRUSHLESS TYPE

同期發電機는 直流로 勵磁되는 交流機械이기 때문에 그 勵磁回路에 直流電流를 연속적으로 공급하여 주면서 負荷의 변동에 따라 이 直流電流를 자동으로 조절할 수 있는 電壓調整回路가 있어야 한다.

종래 發電機事故의 중요한 원인이 되어왔던 슬립링과 탄소브러쉬를 통하여 외부에서 勵磁電流를 공급하여 주는 대신 그림 1에서와 같이 主發電機內에 설치된 回轉電機子型의 小型 同期發電機 (EXCITER)를 主發電機와 같은 軸에 의하여 회전시키고 여기에서 발생하는 電流를 整流시켜 主發電機의 勵磁電流로 공급하여 주는 방식을 채택하는 것이 세계적인

추세이며, 國內에서는 H社가 최근 수출용 船舶의 主發電機에 이 BRUSHLESS TYPE을 적용함으로써 信賴性을 크게 향상시킬 수가 있었다.



BLOCK DIAGRAM OF BRUSHLESS ALTERNATOR

1. ARMATURE OF MAIN MACHINE
2. ROTATING FIELD OF MAIN MACHINE
3. ARMATURE OF EXCITER
4. FIELD OF EXCITER
5. ROTATING RECTIFIER
6. ELECTRONIC VOLTAGE REGULATOR
7. CURRENT TRANSFORMER & RECTIFIER TRANSFORMER
8. REACTOR
9. VOLTAGE TRANSFORMER
10. STEADY STATE RECTIFIER
11. SERIES RESISTOR
12. THYRISTOR
13. INTERFERENCE ELIMINATION CAPACITOR

이 BRUSHLESS TYPE은 탄소브러쉬를 주기적으로 갈아끼워야 하는 종래의 형식에 비해서 보수가 거의 필요없게 되고 사고나 고장이 거의 없다.

또한 勵磁機의 작은 勵磁電流만 조정하면 主發電機의 勵磁電流가 조정되므로 自動電壓調整回路의 容量이 감소하여 THYRISTER 등의 半導體部品을 쉽게 적용할 수 있게 되었다.

다만 이러한 電力制御用的 半導體나 計器類에 있어서 국제적인 공인을 받고 있는 국내제조업체가 거의 없기 때문에 中型發電機의 완전한 國產化가 지연되고 있음은 유감이 아닐 수 없다.

나. RESIN-RICH TYPE의 絶緣

1950년대 이후 좋은 絶緣物의 크기가 꾸준히 小型 輕量化되어 왔으며 絶緣物의 材質이나 그 加工

方法은 各제품의 要求되는 特性에 따라 다르지만 電氣機械의 수명에 결정적인 영향을 미친다.

앞서 언급한 바와 같이 BAR 형태의 捲線사이에 작용하는 큰 힘은 絶緣物의 耐電壓性 이외에도 絶緣物과 그 支持物의 높은 強度를 요구하게 되어 捲線製作時 眞空습浸이나 加熱成型등의 加工이 필요하다. 특히 加熱成型은 高電壓回轉機에서의 絶緣物加工과 유사한 점이 많으며 SHEET 나 TAPE 로 된 絶緣物을 角銅線에 감은 후 높은 압력하에서 加熱할때 합성수지가 흘러나와 導體주위에서 딱딱하게 굳음으로서 耐電壓性 뿐만 아니라 높은 機械的인 強度를 갖게 한 것으로 흔히 RESIN-RICH TYPE 絶緣이라고 불려지고 있다.

이러한 종류의 絶緣物은 합성수지를 많이 포함하고 있기때문에 보관중 쉽게 변질되므로 필요할 때 마다 적정량만큼 구매할 필요가 있으며 이러한 관점에서 볼때 MICA, POLYESTER, EPOXY, POLYIMIDE 등으로 가공한 절연물을 수입에만 의존하지 않고 國產化시켜야 함은 매우 시급한 과제라

하겠다.

④ 결 론

선진국 여러나라에서는 發電機産業이 사양화되어 가고 있다고 하나 현재 그들의 製作單價및 販賣價格은 아직 초기 開發단계에 있는 國內製造業체들에게 많은 원가절감과 설계제작부문에서의 개선을 촉구하고 있다.

최근 船舶用 發電機의 수요에 힘입어 中型同期發電機의 제작분야에 각 제조업체별로 많은 연구개발 투자가 이루어지고 있음을 매우 다행한 일이라 하겠다.

그러나 대학이나 전문연구기관을 통한 상호 기술 정보의 교환이나 국제적인 경쟁력을 갖는 제품의 개발에 적극적인 투자가 이루어져야 한다고 본다.

또한 電壓調整用的 電力用半導體回路의 조속한 國產化와 信賴性 향상은 國產發電機 産業의 발전을 위하여는 빼놓을 수 없는 중요한 과제라고 생각한다.