UDC 621.313.322.045.6:537.312.62

超電導同期発電機の電磁シールドコイル制御法

正員 牟田 一弥(佐賀大)・准員 外園 一夫(佐賀大)

研究開発
ノート
56-B16

超電導同期発電機において、電機子反作用による非同期磁界から超電導界磁巻線を保護しゃへいするため、回転子振動の制動機能も持合せた導電性の単一または二重以上の電磁シールド円筒を用いるのが構造として定着しつつある。しかし、この円筒シールドではしゃへいおよび制動機能が受動的で、運転状態に対応したそれら機能の達成が十分でない。従って、筆者はこれに代って巻線形のシールドを用い、その制御によってしゃへいおよび制動機能の改善並びに制動性能の向上を計った。

本稿では、超電導巻線の保護しゃへいの立場から、巻線領域の急激な磁界変化即ち界磁電流変化が生じない巻線形電磁シールドの制御法の原理を示し、これを採用した過渡特性のシミュレーション結果から、従来の界磁制御のみの場合と諸特性を比較検討して、制御法の効用を確かめた。

図1は、単一シールドを有する場合の d 軸等価回路で⁽¹⁾、シールド回路に補償電源 V_{sd} を入れる。端子 AB 間のエアギャップ励磁電圧を V_g として、

$$\begin{aligned} V_g &= V_{sd} - R_{11d} I_{1d} - (X_{11d} - X_{f1d}) \dot{I}_{1d} / \omega_0 \\ &\quad - (X_{f1d} - X_{ad}) (\dot{I}_{1d} + \dot{I}_{fd}) / \omega_0 \\ &= V_{fd} - R_{f1d} I_{fd} - (X_{f1d} - X_{f1d}) \dot{I}_{fd} / \omega_0 \\ &\quad - (X_{f1d} - X_{ad}) (\dot{I}_{1d} + \dot{I}_{fd}) / \omega_0 \end{aligned}$$

よって、 $R_{f1d} \ll X_{f1d}$ であるため、上式より

$$\begin{aligned} \dot{I}_{fd} &= \omega_0 \{ V_{fd} - V_{sd} + R_{11d} I_{1d} \\ &\quad + (X_{11d} - X_{f1d}) \dot{I}_{1d} / \omega_0 \} / (X_{f1d} - X_{f1d}) \end{aligned}$$

ここで、“shell constraints”として知られる $X_{11d} = X_{f1d}$ が成立するから⁽²⁾、 $V_{sd} = V_{fd} + R_{11d} I_{1d}$ なる関係で制御を行えば $\dot{I}_{fd} = 0$ となり、いかなる過渡的变化があっても、超電導界磁巻線には交流電流が流れず、従って巻線での磁界変化はなく、クエンチの危険性は避けられる。

次に筆者らの概念設計した2GVA機⁽²⁾⁽³⁾を、定格出力(遅れ力率0.8)で2回線を通し無限大母線に連結した場合、その1回線が三相短絡し、それを0.15秒後にクリアして他の1回線で再投入する過渡特性のシミュレーション結果を図2、図3に示した。

図2は、シールドコイル制御の効果を界磁制御のみの場合と比較例示したもので、シールドコイル制御により界磁電流の変化は完全に零であり、更に回転子振動の制動の悪化が認められるものの回転子変位は小さ

図1 d 軸等価回路

Fig. 1. Direct-axis equivalent circuit.

図2 電磁シールドコイル制御の効果

Fig. 2. Effects of shielding coil control.

図3 電磁シールド回路時定数の影響

Fig. 3. Influences of shield circuit's time constant on angular displacement.

くなり、電圧応答も改善されることが分る。図2の場合シールド回路の時定数は d, q 軸とも0.462秒であるが、 q 軸時定数を最適値に近い0.1秒⁽³⁾に選ぶと図3の結果となり、制動も良好で電圧応答も更に改善される。

以上、提案した電磁シールドコイルの制御法により懸念される過渡時の界磁電流の交流成分発生を排除でき、更に過渡応答特性を改善できることが判明した。

(昭和56年8月31日受付)

文 献

- (1) 牟田：電学誌B, 97, 733 (昭52-12)
- (2) 牟田・曲堀：電学誌B, 100, 585 (昭55-10)
- (3) 牟田・稲富：電学誌B, 100, 739 (昭55-12)

A Control Method for Superconducting Synchronous Generator with Electromagnetic Shielding Winding. By Itsuya Muta, Member & Kazuo Hokazono, Associate (Department of Electrical Engineering, Saga University).

牟田一弥：正員，佐賀大学理工学部電気工学科

外園一夫：准員，佐賀大学大学院工学研究科電気工学専攻