

直流機用オンライン絶縁監視装置「ハイメガー MHM-1」^{*1}田部井 邦夫^{*2}

On-line Insulation Monitor for DC Motor

Kunio Tabei

1 はじめに

直流機の絶縁劣化による事故は、復旧に長時間を要するため、保全費の増大のみならず操業への影響も大きい。これに対して、現状は停止時にメガーによる絶縁測定を行っているにすぎない。事故防止のためには、運転中の絶縁管理を精度よく行い、絶縁寿命を的確に把握する必要がある。

このニーズを満たすものとして、運転中の絶縁状態を直流機側と電源側とに分割監視できるオンライン絶縁監視装置「ハイメガー MHM-1」を開発し、実用化した。

本装置によれば、直流機の絶縁良否のみならず、湿度や巻線温度などとの相関から吸湿劣化を評価することもでき、精度の高い絶縁管理が可能となる。

2 直流機の絶縁抵抗値変化

直流機の巻線は、導電線をマイカやエポキシなどの絶縁材で覆ったものであるが、経年劣化により絶縁性能が低下し、ついには絶縁が破壊されて使用不能となる。

現状では、この絶縁性能の低下をメガー（絶縁抵抗測定器）による絶縁抵抗測定値のレベルや推移から総合的に判定している。

しかし、この方法では正確に絶縁劣化を把握しているとはいえない。なぜなら、絶縁抵抗は運転開始後数十分経過して最低値を示す特徴があり、吸湿の度合によりさらに顕著となることが明らかになってきた。

3 装置の構成と特徴

運転中の絶縁状態を直流機側と電源側とに分割監視できる装置「ハイメガー MHM-1」をオンライン絶縁監視装置として開発、商品化した。その外形図を Fig. 1 に示す。

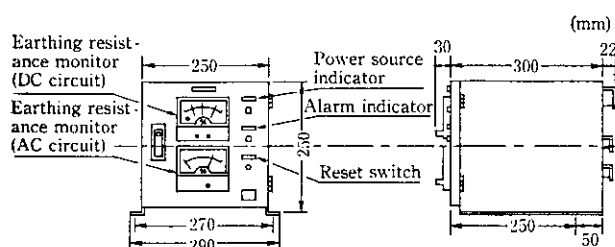


Fig. 1 Outline of on-line insulation monitor

3.1 装置の構成

装置の構成は、①地絡電流および回路電圧を入力する部分、②地絡電流の交直成分を弁別し絶縁抵抗値を演算する部分、③絶縁抵抗値や下限警報を出力する部分からなり、本体前面には、交直別々の地絡電流メーターおよび下限警報ランプなどが設置されている。

Table 1 に装置の仕様を示す。

Table 1 Specifications of on-line insulation monitor

Type	MHM
Rated voltage	750 VDC
Power source	100 V AC $\pm$ 10%, 50/60 Hz
Detection range	10 k Ω ~1 M Ω variable
Output ^{*1,*2}	
Analog output	0~10 V (corresponds to 1 M Ω ~10 k Ω)
Relay contact	1C (240 VAC 5 A, 30 VDC 5 A)
Withstand voltage	2 000 VAC 1 min
Accuracy	$\pm$ 10 V

^{*1} 64D circuit can be compensated.

^{*2} Output signal is cut off when the line voltage is lower than 350 VDC.

3.2 装置の特徴

本装置は、実際の地絡電流を検出して、その時の主回路電圧から絶縁抵抗値を算出する「実地絡電流検出方式」を採用している。Fig. 2 に絶縁測定の回路を示す。

本方式と同様な装置が数種類市販されているが、絶縁抵抗が直流機と電源回路の一括測定であったり、モニタ機能がないなどの問題があった。

本装置では、「直流機の電機子巻線部の地絡電流は、運転時、回転数に比例した交番電流となる」という理論を前提に確認実験を行い、地絡電流の交直成分を弁別することにより、これらの問題点を解決した。これにより、精度の高い絶縁劣化診断が可能となった。次に本装置の特徴を示す。

- (1) 運転中に、絶縁抵抗がモニターできる。
- (2) 絶縁抵抗が、①直流機の電機子巻線部、②電源回路の+側および③電源回路の-側の3部位に分けて測定できる。さらに、3部位の一括絶縁抵抗も測定できる。

^{*1} 平成2年2月8日原稿受付

^{*2} 千葉製鉄所 保全部熱延整備課 主任部員(掛長)

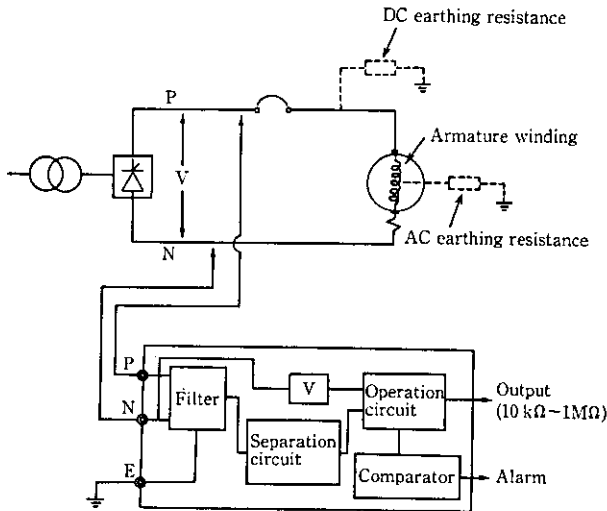


Fig. 2 Configuration of insulation measuring circuit

- (3) 絶縁管理値の設定ができ、警報出力や表示機能がある。
- (4) 既設の「64(地絡継電器)」による感度低下を防止する「64 補正回路」がある。

4 装置の機能

4.1 地絡電流の交直流成分の弁別

地絡電流は、電源回路の地絡抵抗を流れる直流成分と直流機の電機子巻線部の地絡抵抗を流れる交流成分とが重畳されたものとなっている。

本装置は、交直流成分の分離をCRの組み合わせにより行っているが、交流成分の分離精度を高めるために、巻線内の交番周波数を把握しフィルターをかける方式もある。

電機子巻線内に発生する電圧は、整流理論より「ブラシ位置において極性が変わる交番電圧」であり、その周波数は、極数と回転数と次の関係式にある。

$$\text{周波数} = \frac{\text{極数}}{2} \times \frac{\text{回転数 (rpm)}}{60} \quad (\text{Hz})$$

4.2 絶縁抵抗のモニター

電源回路の電圧に影響されずに、絶縁抵抗値をモニター出力する。すなわち、回路電圧を常時検出して、地絡電流で割り返す「割り算回路」を取り入れている。

4.3 既設の地絡継電器による感度低下の防止

既設の「64(地絡継電器)」の検出抵抗により、本装置に流れる地絡電流の分流比が決まってくる。すなわち、「64」がない場合に比較して、感度低下となるわけで、検出抵抗の値に合わせて、ゲインアップを図る補正回路を入れている。

5 本装置の絶縁測定精度

本装置の絶縁測定精度に関する検証実験の結果を Table 2 に示す。①は、電源回路の+側に 500 kΩ の地絡抵抗を取り付けた場合のモニター出力をみたもので、直流機側 5 MΩ 以上、電源回路 +520 kΩ という結果が得られた。②は、直流機の電機子巻線に 500 kΩ の地絡抵抗を取り付けた場合のモニター出力を見たもので、直流機側 460 kΩ、電源回路 ∞ という結果が得られた。

この結果、絶縁測定精度は ±10% であり、絶縁管理上十分な精度が得られることが確認された。

Table 2 Results of verification test for on-line insulation monitor

	Artificial earthing resistance (kΩ)			Monitor output (kΩ)			Detection error (%)		
	AC	DC	AC + DC	AC	DC	AC + DC	AC	DC	AC + DC
①	∞	+500	500	5 000	+520	460	—	4	- 8
②	500	∞	500	460	∞	440	-8	—	-12

6 おわりに

直流機の寿命は、巻線の絶縁により決定されるといわれており、絶縁状態を的確に把握することは、異常の早期発見のみならず、更新時期を見極めるうえからも重要なことである。

本装置によれば、絶縁劣化部位の判別や直流機の電機子巻線の劣化判定が可能となり、絶縁劣化による突発故障の防止や早期復旧、最適な劣化更新時期の決定などが的確にすすめられるものと確信している。

〈問い合わせ先〉

ミドリ安全株式会社

TEL 03 (442) 8281

川崎製鉄(株)千葉製鉄所 保全技術室

TEL 0472 (62) 2390