

高温超電導コイル製作のための巻線機の試作と コイル基礎特性の測定

学生証番号 47106061 氏名 中西 泰章
(指導教員 大崎 博之 教授)

Key Words : YBCO Coil, Winding Machine, $I-E$ characteristics,

1. 背景

YBCO線を始めとして、高温超電導線(HTS)は機械的、電磁気的な特性が、低温超電導線(LTS)よりも優れている。しかし積層構造であるため、伝熱特性や電磁気特性の詳細な把握が難しく、HTSコイルの設計においては明確な基準が確立されていないのが現状である。HTSコイルの設計指針の確立には、解析は勿論のこと、実験による評価が重要であると考えられる。

そこで本研究では、HTSコイルの特性を評価するためにはYBCO線でコイルを製作できる環境を整える必要があると考え、コイル巻線機の製作を行ってきた。巻線機の性能の確認と、試作コイルの通電試験結果から、巻線機の評価を行ってきた。

2. 巻線機概要

巻線機の主たる構成部品は、2つのモータである。一つがYBCO線に張力を印加するモータ、もう一つがYBCO線をボビンに巻き取るモータである。

YBCO線は歪みに弱いため、巻線作業の間、コントローラからの指令通りの張力が変化せずに印加されているのかが重要な評価項目の1つとなる。パソコンから出力指令電圧をコントローラに与え、その指令電圧に対応するトルクが出力される。

歪みゲージを用いた測定結果から、公称値通りの出力トルクを出すことが可能であることが分かった。指令電圧と出力トルクとがカタログ通りに1対1に対応するのが分かり、運用上困ることがないことを確認した。

また巻線作業は数十分かかることもあるため、出力の時間変化も把握しておく必要がある。測定の結果、連続運転は10分程度が限界であり、その後は出力が上昇することが分かったが、30分の連続運転でも急激な出力変化はないことを確認した。

3. 試作コイルの通電試験による評価

巻線機の運転は問題がなさそうであるが、コイルがきちんと製作できるかは別の問題である。そこで試作コイルの通電試験を行い、その測定結果から、コイルが問題なく製作できたのかを確認した。

2ターンコイルと5ターンコイルについて測定を行った結果、各々のコイルとも臨界電流は、短尺での臨界電流よりも小さい値となってしまった。臨界電流が低下する原因には幾つか考えられるが、様々な原因を検討してみたところ、コイル自身が発生する磁場が原因で臨界電流が低下したことを確認した。従って、巻線機に起因して臨界電流が低下したのではないことが分かった。

また2ターンコイルについては、コイル内部に等間隔に測定端子を5つ付けた。 $I-E$ 特性にばらつきがないかを確認するためである。測定結果からは、4分の3までは $I-E$ 特性にばらつきがないことを確認したが、最後の区間のみ $I-E$ 特性が異なっていた。これは他の測定端子が自分の真下に来ることにより、局所的に形状が異なってしまうことが原因ではないかと考えている。測定端子の付け方には注意が必要である。そのことを除けば、コイルはムラなく巻線がなされたと言えます、局所的に特性が異なる部分はないことが分かった。

4. 結論

以上から、今回の巻線機で製作した試作コイルには、製作上の課題や問題は特になく、HTSコイルの特性評価をする上で不都合な要因がないということが言える。