

氏 名	山 崎 正 悟 やま ざき しょうご
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 728 号
学位授与の日付	昭 和 49 年 11 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	車 両 用 主 電 動 機 の 電 機 子 温 度 特 性 計 算 法

論文調査委員 (主 査)
教授 林 千 博 教授 大 谷 泰 之 教授 卯 本 重 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は車両用電動機の各種運転条件における電機子温度上昇を、設計の段階で予測するため、電機子中の熱の流れを電氣的等価回路を用いて解析し、熱電対を埋め込んだ電動機の温度測定および模型実験などの結果を用いて、温度上昇の計算式を導いたものである。その内容を大別すると次の8項目よりなる。

(1) 電機子発生熱の流れを表わす電氣的等価回路

電機子における発生熱量とその流れを集中定数の電氣的等価回路で表わし、電機子各部の温度上昇に関する連立微分方程式を導いた。温度上昇は各部の発生熱量、熱伝達率および熱容量が判れば、この方程式を解くことによって求められる。

(2) 熱伝達率の算定

著者は冷却空気の放熱作用、電機子鉄心表面の熱伝達、スロット中のコイルと鉄心間の熱伝導、エンドコイルの熱伝達、整流子表面の熱伝達などについて検討し、それぞれの場合の熱伝達率の計算式を与えている。特に電機子鉄心表面より空気中への熱伝達に関しては、回転子模型装置を用いて回転体表面からの熱伝達率を求めた。

(3) 電動機内部の風量配分

電機子を冷却する風量とその配分は温度上昇に大きい影響を持つが、電動機内部の流体力学的考察を正確に行なうことは極めて困難である。著者は既製の電動機についてその空隙、鉄心内通風孔などの風量配分を実験的に調べ、実効的な電機子冷却風量を算定している。

(4) 電機子発生熱量

発生熱量としては比較的計算の容易な主電流による銅損、鉄損以外に算定が困難である均圧結線における循環電流損、整流子における電気損および摩擦損、うず電流による漂遊負荷損などがあり、著者はこれらの損失計算について実測データを参考にして詳細な検討を加えた。

(5) 電機子熱容量の決定

主要電機子材料としてコイル、鉄心、整流子の熱容量を考え、これに絶縁物の存在による補正を行なっている。

(6) 電機子温度上昇の計算

著者は最初に述べた電氣的等価回路を表わす連立微分方程式を電子計算機を用いて解く計算のプログラムを作成し、これより得た電機子各部の温度上昇曲線を示している。さらに計算法の実用性を確めるために、自己通風式および強制通風式の車両用電動機数種を選び、その温度上昇の実測値と上記の計算値を比較したところ何れも良好な一致を得た。

(7) 脈流運転時の温度上昇

交流電化区間の整流器型電車に用いられる電動機は、両波整流された脈流で運転される。脈流では完全な直流電流に比べてその実効値が増加するので、温度上昇も増大する。著者は脈流率と温度上昇増加の関係について論じている。

(8) 電機子温度上昇に影響する因子

最後に著者は温度上昇に関係する諸因子のうち、特にコイル絶縁の熱伝導率、整流子損失、コイルエンドに設けられる径方向通風孔、鉄心内部の軸方向通風孔などの影響について詳細に検討した。

論文審査の結果の要旨

車両用電動機は、レールゲージによる寸法制限がある上に、定格を超過する負荷電流および回転速度などのきびしい運転状態で使用されるので、その温度上昇は出力を左右する重要な因子となる。本論文は、最近ますます高速化される列車運転から要求されている電動機を対象として、その温度上昇を検討したものであり、その主なる研究成果は次の通りである。

(1) 電機子温度上昇を計算するために、発生熱およびその流れに対する電氣的等価回路を導いた。その基本的な考え方は新しいものではないが、著者はより精密な等価回路を、最近の電動機の構造および使用絶縁材料に対して求めている。

(2) 上記の等価回路の各要素を決定するため、まず発生熱となる電機子損失について考察し、従来よく知られていた主電流による銅損、鉄損以外の算定困難な漂遊負荷損、均圧結線中の循環電流損等について検討した。著者はこれらの損失を算出する実験式を電動機の種々の関係因子の関数として与えている。

(3) 次に著者は発生熱の流れについて考察した。まず電機子鉄心を軸方向に空気が流れている同心空隙中の回転体と考え、回転子模型装置による実験から、回転体表面の熱伝達率を定める実験式を導いている。さらにこの実験式に鉄心端面および回転軸部分の熱流に対する補正を行い、これらを総合した鉄心全体の熱伝達率を算定した。

(4) 電機子コイルに発生した熱の流れに関しては、コイルおよび鉄心に熱電対を埋め込んで温度上昇を測定し、その結果より電機子コイル絶縁の実際的な熱伝導率を決定した。鉄心の外にあるコイルに対しては、コイル素線から絶縁物表面までの熱伝導と、表面から空気への熱伝達との合成熱的コンダクタンスを考え、その総合した熱伝達率を決定した。

(5) 整流子表面熱伝達率は、熱電対を埋め込んだ電動機の実験結果を基にして、電動機空気入口の風速

と整流子回転表面速度の関数で表わした実験式で与えた。

(6) 交流電化方式では、電動機は交流を整流した脈流で運転されるので、著者はこの場合の脈流実効電流をあらかじめ算定し、その値を用いて電機子温度上昇の増加分を計算した。これより脈流率と温度上昇増加分の定量的な関係が明らかになった。

(7) 電機子温度上昇は、各部の発生熱量、熱伝達率および熱容量が判れば、最初に述べた電氣的等価回路を用いて計算されるが、著者はこの温度上昇計算法の実用性を確めるために、出力、通風方式などの異なる新幹線用電動機数種を選んで、電機子各部の温度上昇曲線を求めたところ、計算値は実測値とよく一致する結果を得た。

以上のように、本研究は車両用電動機の温度上昇を設計の段階で算出できるように、電機子の発生熱、各種材料の熱伝達および熱容量について詳細に検討し、温度上昇の計算式を与えたものであって、その研究結果は学術的にも工学的にも寄与するところが少くない。よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。