

インホイールモータの開発

インホイールモータ開発の経緯

当社が、インホイールモータ (IWM) の開発に着手したのは2000 (平成12) 年に、タイヤメーカーのブリヂストンから、アウターロータ型のインホイールモータの製作を依頼されたことによる。要求仕様は、モータ1台当たり最大500Nm以上で、モータ本体に大径のベアリングを有するものであった。その後、当社は車の車輪中央部にあるハブベアリングを利用してモータを支える方式を独自に開発し、2003年の「システムコントロールフェア」に出展した。これを機に三菱自動車からも連絡があり、同社との共同で4輪にインホイールモータを搭載したEV試作車の製作に取り組むこととなった。

性能は、1輪当たり最大で518Nm・50kWで、4輪で200kW (271馬力) であった。この試作車はナンバーを取得して公道走行を可能とし、2005年に徳島で開催された電気自動車のEVラリーに出場、見事クラス優勝を果たした (左上写真)。

2004年からはNEDO補助事業を活用して、モータ1台当たり2,000Nmクラスのインホイールモータを試作。このモータを4輪に搭載した中型EVバスの試験走行にも成功した (左中写真)。その後、このモータを2機ずつ搭載した小型ハイブリッドバス2台を試作 (左下写真)。2009年ごろからは350Nmクラスのインホイールモータを試作し、このモータは横浜国立大学や東京大学のEV実験車に搭載された。4輪を独立して制御できる利点を生かし、車体姿勢制御や空転制御などの研究に活用されている。

インホイールモータの構造

次項左上図は、インホイールモータの構造図である。インホイールモータのステータとロータは、それぞれのブラケットを介してハブベアリングに固定され、ブレーキロータとキャリパーは、モータ内側の空間に収められている。この構造のメリットは、既存のディスクブレーキを変更することなく構成できる点にある。また、モータをホイール内に搭載できるため、車体設計の自由度が飛躍的に向上した。

寸法制約の克服

難点は、ブレーキキャリパーとホイール内径との空間がわずかしく、幅方向の制約も非常に厳しいこと。大径のホイールを採用したとしても、この空間にモータを構成することは容易ではなかつ



EVラリー参加車両

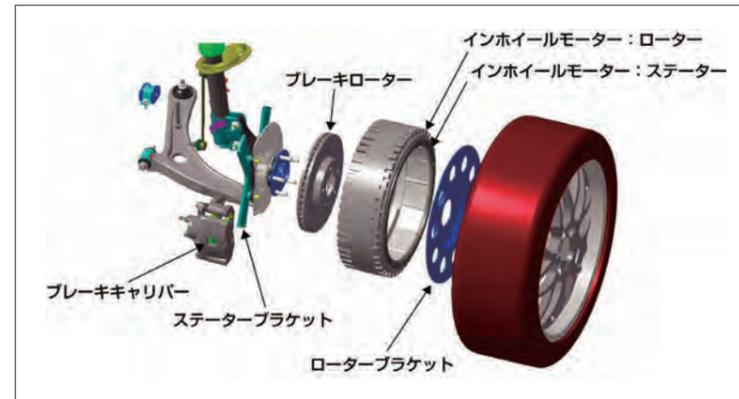


EVバス初走行



ハイブリッドバス

■ IWM構造図



た。そのため、以下の手法を試みることにした。

1. 集中巻コイルの採用による幅方向の寸法短縮
2. 磁気回路設計の最適化による鉄心断面の薄肉化
3. アルミフレーム採用による軽量化

試行錯誤の結果、右上写真のようなコンパクトなステータが完成した。これによって寸法の制約は克服され、モータをホイール内に搭載する可能性が開けた。右中2枚の写真はモータを組み込んだ状態とホイールを装着した状態である。

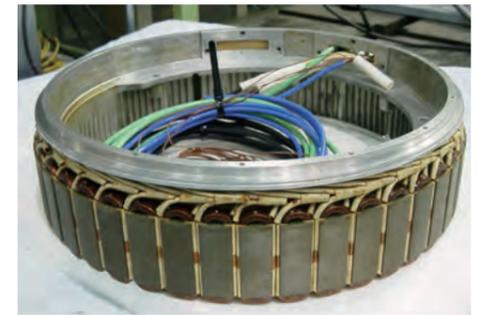
さらなる改良

こうして、ようやく完成したインホイールモータであったが、走行テストを繰り返す中で新たな問題点が明らかとなった。それは、モータの発熱とトルク脈動である。発熱によって、最大出力を発生している時間に制約を受け、十分な性能が発揮できないことであった。また、永久磁石モータ特有のトルク脈動が振動となって車体に伝わり、快適性を損なうのである。これらの課題を克服するため、さらに以下の手法を試みることにした。

1. ミリ単位の調整による寸法見直し
2. ステータスキューによるトルク脈動の低減
3. 放熱材モールドによるステータ温度の低減

この試作に際して最も難しかったのは、ステータ鉄心のスキューであった。スキューとは、鉄心一枚一枚の角度をずらしながら積層する方法であるが、集中巻コイルでの試みは初めてであった。右下写真は、改良型のステータで、鉄心を傾斜させながら積層しているのが分かる。白く見えるのはモールドされた放熱材である。

こうした改良により、着実に基本性能を高めてきたインホイールモータであるが、防水・防塵対策への信頼性の確立や耐久性の向上などの課題を解決すべく今後も開発を続けていく。



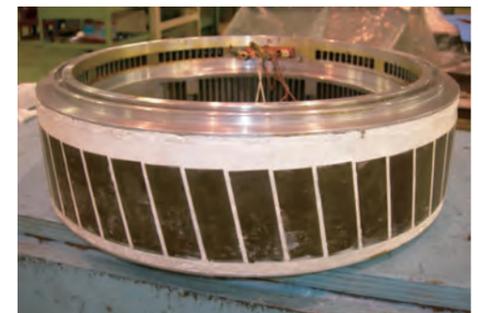
IWMステータ



IWM装着



タイヤ装着



改良型ステータ