

## 論文作成時の図およびグラフの挿入方法

- 「ツール」→「ユーザー設定」→「コマンド」タブ→「挿入」→「横書きレイアウト枠の挿入」アイコンをドラッグ&ドロップで表示する。

ドラッグ&ドロップ

図 2 Relationship am rotation speed

| Parameter                   | Value |
|-----------------------------|-------|
| Inverter DC-bus voltage (V) | 270   |
| Rated power (W)             | 200   |
| Rated torque (Nm)           | 9.55  |
| Rated speed (r/min)         | 200   |

図 3 アウターロータ形 PM モータの概観

Table 2 Motors with three permeance coefficients

| Motor type                      | #1    | #2    | #3   |
|---------------------------------|-------|-------|------|
| Permanent magnet thickness (mm) | 4     | 5     | 6    |
| Air-gap length (mm)             | 6     | 5     | 4    |
| Permeance coefficient           | 0.557 | 0.818 | 1.19 |

パーミアンス係数である。これは永久磁石の B-H 曲線上で動作点を決定する数値であり、一般にパーミアンス係数  $\mu_h$  は次式で与えられる<sup>(2)</sup>。

$$\mu_h = \frac{m}{am} \frac{a_g}{K_c l_g} \quad (2)$$

ここで、 $m$  は磁束（半径）方向の磁石厚み、 $l_g$  はギャップ長、 $am$  は磁石平均断面積、 $a_g$  はギャップ平均断面積、 $K_c$  はカータ係数である。基本的に  $\mu_h$  と誘起電圧はほぼ比例関係にあり、 $\mu_h$  を大きくすると巻線に鎖交する有効磁束が増えるため、アンペアターンを小さくして銅損を低減するこ

- 横書きレイアウト枠の挿入アイコンをクリックして、文章中にレイアウト枠を作成。

定した。

(2) アウターロータ形 PM モータの構成

アウターロータ形 PM モータの構成を図 3 に示す。本モータは既設建造物の柱に設置することを想定しているので、固定子を中空、直径を約 1 m としている。前述のように大きなトルクを必要とせず、パワー密度の向上を考慮した結果、鉛直方向の鉄心積厚は 50 mm と決定し、扁平構造となる。消費電力の観点から考えると、効率の良い PM モータが有利となる。映像装置としては、コギングトルクに起因する画像のブレが懸念されるが、これはアウターロータとすることでインナーシャを大きくし、速度脈動の低減を図っている。本モータは、前述のようにほぼ無負荷運転であるため大きなトルクを必要としない。そこで、固定子を磁性材料と非磁性材料で構成することにより、必要な出力を確保しつつも軽量化を試み、パワー密度を高めた。磁性材料は電磁鋼板を使用し、非磁性材料はプラスチックなどの軽量な材料を使用する。この構成により、固定子を分割構造にでき、既設の柱に設置することが可能である。また、回転子も同様に分割構造とするが、インバータを 1 台にするためには固定子側から見て回転子側を全周にわたって同じ構造にしなければならない。よって、全周に電磁鋼板を使用し、永久磁石は、安価なフェライトを使用する。

3. FEM 電磁界解析に基づくモータ設計

パーミアンス係数である。これは永久磁石の B-H 曲線上で動作点を決定する数値であり、一般にパーミアンス係数  $\mu_h$  は次式で与えられる<sup>(2)</sup>。

$$\mu_h = \frac{m}{am} \frac{a_g}{K_c l_g} \quad (2)$$

ここで、 $m$  は磁束（半径）方向の磁石厚み、 $l_g$  はギャップ長、 $am$  は磁石平均断面積、 $a_g$  はギャップ平均断面積、 $K_c$  はカータ係数である。基本的に  $\mu_h$  と誘起電圧はほぼ比例関係にあり、 $\mu_h$  を大きくすると巻線に鎖交する有効磁束が増えるため、アンペアターンを小さくして銅損を低減することができる。しかし、鉄心内の磁束変化が大きくなるので、鉄損は逆に増加する傾向となる。このようなトレードオフを考慮して、パーミアンス係数を最適な値に決定することが必要である。そこで、表 2 に示したように  $\mu_h$  が異なる 3 形状のモータを想定し、FEM 電磁界解析に基づいて、

3. 作成したレイアウトに図（表）および図（表）の説明をいれる。図（表）の説明が 1 行の場合は中央揃え、複数行になる場合は両端揃え（左詰め）する。また、1つのレイアウト枠に対して、複数の図（表）をいれる場合は、フォントサイズ 9pt で 1 行あける。

(2.2) → アウターロータ形 PM モータの構成  
 アウターロータ形 PM モータの構成を図3に示す。本モータは既設建造物の柱に設置することを想定しているので、固定子を中空、直径を約 1 m としている。前述のように大きなトルクを必要とせず、パワー密度の向上を考慮した結果、鉛直方向の鉄心積厚は 50 mm と決定し、扁平構造となる。消費電力の観点から考えると、効率の良い PM モータが有利となる。映像装置としては、コギングトルクに起因する画像のブレが懸念されるが、これはアウターロータとすることでイナーシャを大きくし、速度変動の低減を図っている。本モータは、前述のようにほぼ無負荷運転であるため大きなトルクを必要としない。そこで、固定子を磁性材料と非磁性材料で構成することにより、必要な出力を確保しつつも軽量化を試み、パワー密度を高めた。磁性材料は電磁鋼板を使用し、非磁性材料はプラスチックなどの軽量な材料を使用する。この構成により、固定子を分割構造にでき、既設の柱に設置することが可能である。また、回転子も同様に分割構造とするが、インバータを 1 台にするためには固定子側から見て回転子側を全周にわたって同じ構造にしなければならない。よって、全周に電磁鋼板を使用し、永久磁石は、安価なフェライトを使用する。

3. FEM 電磁界解析に基づくモータ設計

前述した構成のアウターロータ形 PM モータの電氣的パ

平均点を決定する範囲での、一般にハーミティアン係数  $p_u$  は次式で与えられる<sup>(2)</sup>。

$$p_u = \frac{\ell_m a_g}{a_m K_c \ell_g} \quad (2)$$

ここで、 $\ell_m$  は磁束（半径）方向の磁石厚み、 $\ell_g$  はギャップ長、 $a_m$  は磁石平均断面積、 $a_g$  はギャップ平均断面積、 $K_c$

表1 アウターロータ形 PM モータドライブの目標仕様  
 Table 1. Design specifications of outer-rotor PM motor drive.

| Parameter                   | Value |
|-----------------------------|-------|
| Inverter DC-bus voltage (V) | 370   |
| Rated power (W)             | 200   |
| Rated torque (Nm)           | 9.55  |
| Rated speed (r/min)         | 200   |

Fig. 2 Relationship among frame rate, LED array count and rotation speed.

Fig. 2 Relationship among frame rate, LED array count and rotation speed.

はカータ係数である。基本的に  $p_u$  と誘起電圧はほぼ比例関係にあり、 $p_u$  を大きくすると巻線に鎖交する有効磁束が増えるため、アンペアターンを小さくして銅損を低減するこ

4. レイアウト枠の罫線を消したい場合は、レイアウト枠上で右クリック→「線種とページ罫線と網かけの設定」→「罫線」タブの種類：罫線なしを選択

(2.2) → アウターロータ形 PM モータの構成  
 アウターロータ形 PM モータの構成を図3に示す。本モータは既設建造物の柱に設置することを想定しているので、固定子を中空、直径を約 1 m としている。前述のように大きなトルクを必要とせず、パワー密度の向上を考慮した結果、鉛直方向の鉄心積厚は 50 mm と決定し、扁平構造となる。消費電力の観点から考えると、効率の良い PM モータが有利となる。映像装置としては、コギングトルクに起因する画像のブレが懸念されるが、これはアウターロータとすることでイナーシャを大きくし、速度変動の低減を図っている。本モータは、前述のようにほぼ無負荷運転であるため大きなトルクを必要としない。そこで、固定子を磁性材料と非磁性材料で構成することにより、必要な出力を確保しつつも軽量化を試み、パワー密度を高めた。磁性材料は電磁鋼板を使用し、非磁性材料はプラスチックなどの軽量な材料を使用する。この構成により、固定子を分割構造にでき、既設の柱に設置することが可能である。また、回転子も同様に分割構造とするが、インバータを 1 台にするためには固定子側から見て回転子側を全周にわたって同じ構造にしなければならない。よって、全周に電磁鋼板を使用し、永久磁石は、安価なフェライトを使用する。

3. FEM 電磁界解析に基づくモータ設計

前述した構成のアウターロータ形 PM モータの電氣的パ

平均点を決定する範囲での、一般にハーミティアン係数  $p_u$  は次式で与えられる<sup>(2)</sup>。

$$p_u = \frac{\ell_m a_g}{a_m K_c \ell_g} \quad (2)$$

ここで、 $\ell_m$  は磁束（半径）方向の磁石厚み、 $\ell_g$  はギャップ長、 $a_m$  は磁石平均断面積、 $a_g$  はギャップ平均断面積、 $K_c$

アウターロータ形 PM モータの構成

この枠上をクリック!!

はカータ係数である。基本的に  $p_u$  と誘起電圧はほぼ比例関係にあり、 $p_u$  を大きくすると巻線に鎖交する有効磁束が増えるため、アンペアターンを小さくして銅損を低減することができる。しかし、鉄心内の磁束変化が大きくなるので、鉄損は逆に増加する傾向となる。このようなトレードオフを考慮して、パーミアンス係数を最適な値に決定することが必要である。そこで、表 2 に示したように  $p_u$  が異なる 3

5. レイアウト枠を選択しておき、「書式」→「段落」→「インデントと行間隔」タブのインデント→「1行の文字数を指定時に右のインデント幅を調整する」のチェックをはずす

図3は、調査対象の外转子PMモータの概観を示しています。図3に示すように、このモータは既設建築物の柱に設置することを想定しているため、固定子を中空、直径を約1 mとしている。前述のように大きなトルクを必要とせず、パワー密度の向上を考慮した結果、鉛直方向の鉄心厚は50 mmと決定し、扁平構造となる。消費電力の観点から考える。映像装置としてブレが懸念されるが、インナーシャを大きくモータは、前述の上トルクを必要としない材料で構成すること、軽量化を図み、非磁性材料を使用し、非磁性材料を使用する。この既設の柱に設置する様に分割構造とする固定子側から見て回らなければならない。よって、全周に電磁鋼板を使用し、永久磁石は、安価なフェライトを使用する。

3. FEM 電磁界解析に基づくモータ設計

前述した構成の外转子形 PM モータの電氣的な

動作点を決定する数値であり、一般にパーミアンス係数  $\mu$  は次式で与えられる。

$$P_m = \frac{l_m \cdot a_g}{a_m \cdot K_c l_g} \quad (2)$$

ここで、 $l_m$  は磁束（半径）方向の磁石厚み、 $l_g$  はギャップ長、 $a_m$  は磁石平均断面積、 $a_g$  はギャップ平均断面積、 $K_c$

図3 外转子形 PM モータの概観

Fig. 3. Overview of investigated outer-rotor PM motor.

はカータ係数である。基本的に  $\mu$  と誘起電圧はほぼ比例関係にあり、 $\mu$  を大きくすると巻線に鎖交する有効磁束が増えるため、アンペアターンを小さくして銅損を低減することができる。しかし、鉄心内の磁束変化が大きくなるので、鉄損は逆に増加する傾向となる。このようなトレードオフを考慮して、パーミアンス係数を最適な値に決定することが必要である。そこで、表2に示したように  $\mu$  が異なる3

6. レイアウト枠の位置を左上に決める場合、レイアウト枠上で右クリック→「レイアウト枠の書式設定」で図のような設定にする。

レイアウト枠

文字列の折り返し  
 しない(N)  する(U)

サイズ  
 幅(W): 固定値 設定値(A): 82 mm  
 高さ(H): 自動 設定値(T):

水平方向  
 位置(O): 左 基準(L): 余白  
 文字列との間隔(O): 0 mm

垂直方向  
 位置(O): 上 基準(E): 余白  
 文字列との間隔(O): 2.5 mm

文字列と一緒に移動する(M)  
 アンカーを段落に固定する(L)

レイアウト枠の削除(R) OK キャンセル

Table 1: Design parameters for the motor drive.

|                      |          |
|----------------------|----------|
| Target specification | 7000 rpm |
| Power                | 1000 W   |
| Current              | 15 A     |
| Voltage              | 100 V    |

図2は、フレームレート、LEDアレイ数、回転速度の関係を示しています。

図2 Relationship among frame rate, LED array count and rotation speed.

図2 フレームレート、LEDアレイ数、回転速度の関係

7. ぴったりと左上に位置決めされる。

表 1 □ アウターロータ形 PM モータドライブの目標仕様  
 Table 1. Design specifications of outer-rotor PM motor drive.

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| Inverter DC-bus voltage (V) | 270  |
| Rated power (W)             | 200  |
| Rated torque (Nm)           | 9.55 |
| Rated speed (r/min)         | 200  |

図 2 □ フレームレート、LED アレイ数、回転速度の関係  
 Fig. 2. Relationship among frame rate, LED array count and rotation speed.

図 3 □ アウターロータ形 PM モータの概観  
 Fig. 3. Overview of investigated outer-rotor PM motor.

表 2 □ 3 種類のパーミアンス係数をもつモータ  
 Table 2. Motors with three permeance coefficients.

| Motor type                      | #1    | #2    | #3   |
|---------------------------------|-------|-------|------|
| Permanent magnet thickness (mm) | 4     | 5     | 6    |
| Air-gap length (mm)             | 6     | 5     | 4    |
| Permeance coefficient           | 0.557 | 0.818 | 1.19 |

パーミアンス係数である。これは永久磁石の B-H 曲線上で動作点を決定する数値であり、一般にパーミアンス係数  $\mu_s$  は次式で与えられる<sup>(9)</sup>。

$$\mu_s = \frac{l_m}{a_g}$$

8. レイアウト枠の右下に位置決めする場合図のように設定。

ここで、 $l_m$  は磁束（半径）方向の磁石厚み、 $l_g$  はギャップ長、 $a_m$  は磁石平均断面積、 $a_g$  はギャップ平均断面積、 $K_c$

レイアウト枠

文字列の折り返し  
 しない(N)  する(U)

サイズ  
 幅(W): 固定値 設定値(A): 82 mm  
 高さ(G): 自動 設定値(H):

水平方向  
 位置(S): 右 基準(L): 余白  
 文字列との間隔(O): 0 mm

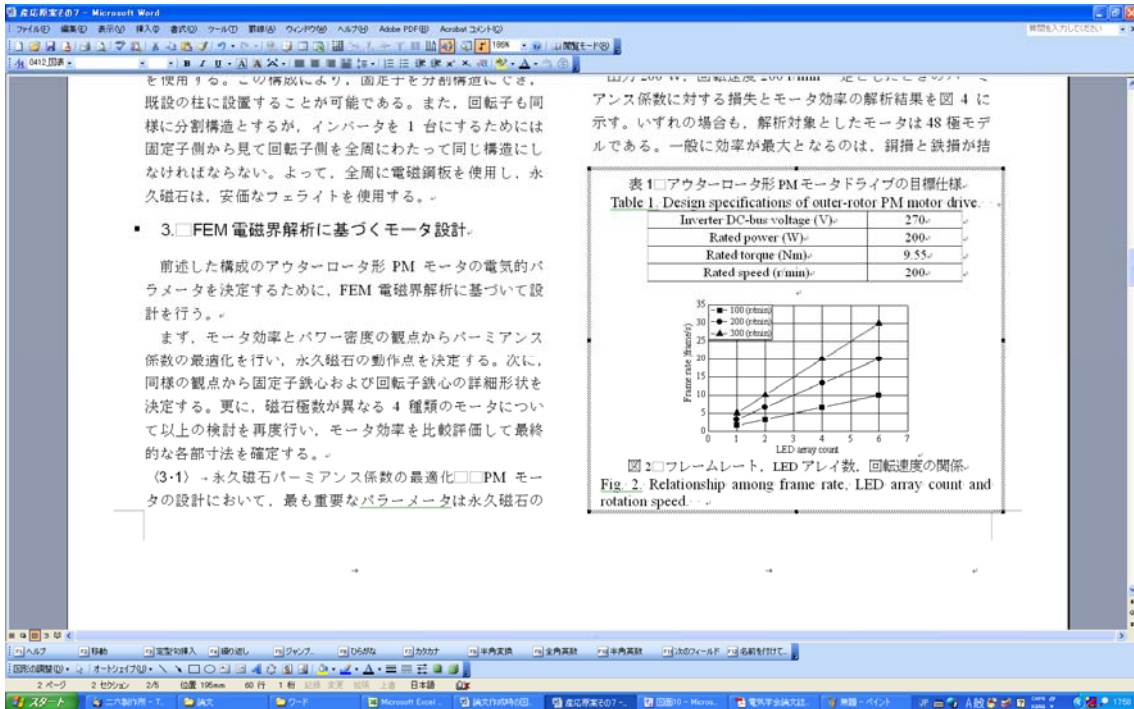
垂直方向  
 位置(D): 下 基準(E): 余白  
 文字列との間隔(F): 25 mm

文字列と一緒に移動する(M)  
 アンカーを段落に固定する(K)

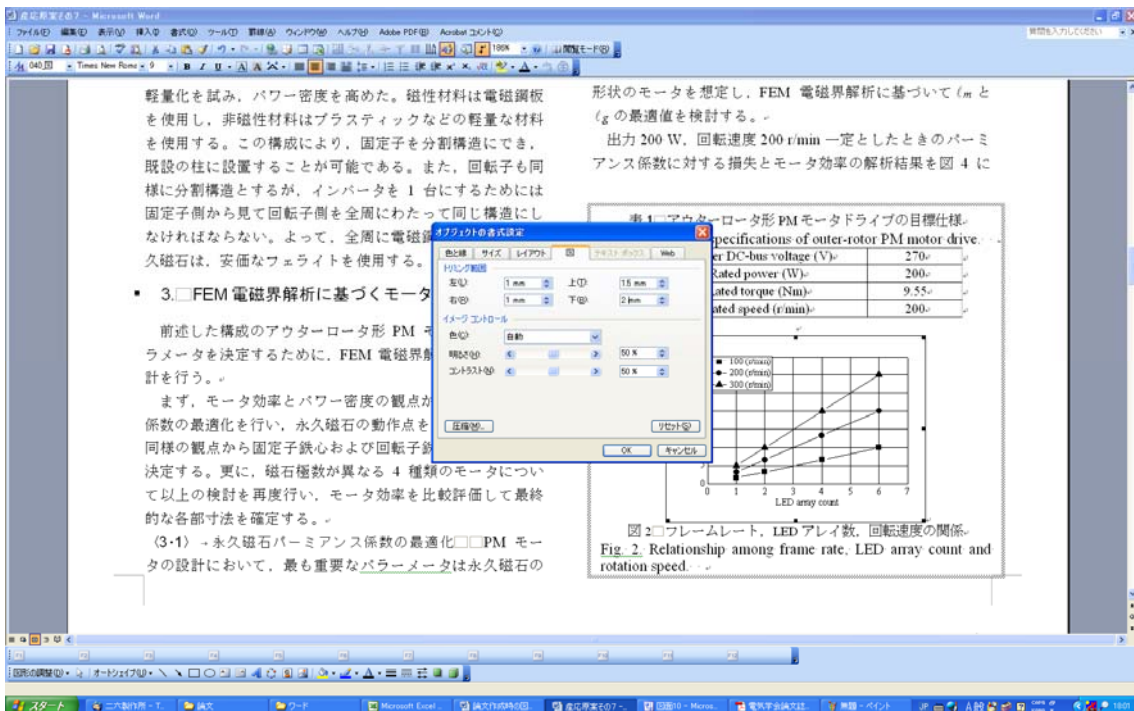
レイアウト枠の削除(R) OK キャンセル

図 2 □ フレームレート、LED アレイ数、回転速度の関係

9. ぴったりと右下に位置決めされる。



10. また、挿入した図の余白が大きい場合、対象の図上で右クリック→「オブジェクトの書式設定」→「図」タブのトリミング範囲でトリミングを行う。



以上のようにレイアウト枠を使えば、位置を綺麗に指定できる。