

電動式パワー・ステアリングを使った実習教材の製作

成瀬俊哉

1. はじめに

近年、自動車の自動運転技術や運転支援機能の開発が進んでいる。それに伴い、多くの部品の電動化が進んでおり、正確な状況を把握するため、精度の高い制御やセンサが必要となっている。

2019年11月に静岡ダイハツ販売株式会社様より、ミライースに使われている、電動式パワー・ステアリング（以下、EPS という。）の、ステアリング・コラムおよびステアリング・ギヤが寄贈された。

このEPSに使用されているトルク・センサは、ホールICを用いたもので、現在の新型車両に多く搭載され、自動車整備士養成課程の教科書にも記載があるため、実習教材の製作に至った。

2. ホールIC式トルク・センサの測定

実習教材の製作に当たり、ホールICは検出した磁束の通過方向及び磁束密度の変化を電気信号に変換しECUに入力しているため、その電気信号を読み取ることができるか確認を行った。

ホールICのコネクタは4極で、①メインセンサ②5V電源③サブセンサ④アースとなっている。電源にデジタル安定化電源を使用し、メインセンサおよびサブセンサ電圧をデジタル・サーキット・テスタにて測定をした。測定方法を（図1）に測定結果を（表1）に示す。

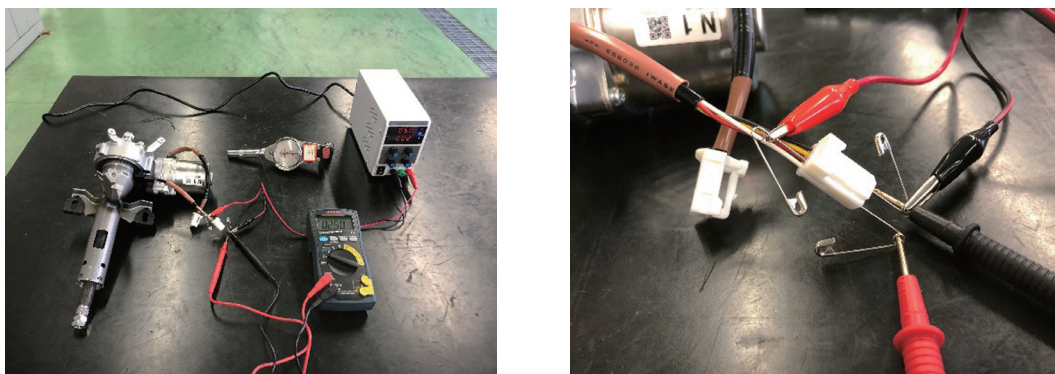


図1 ホールIC式トルク・センサの測定方法

表1 測定結果

	直進状態	右回転中	左回転中
メインセンサ	2.5V	2.7V	2.3V
サブセンサ	2.5V	2.3V	2.7V

測定結果は、自動車整備士養成課程の教科書に記載があるトルク・センサの出力電圧特性と同等であったが、直進状態と旋回中の電圧差が少なくステアリング・シャフトを回転速度によって電圧が変化した。しかし、測定条件等を設定すれば、教材として妥当と判断した。

3. EPS 教材の製作

教材を製作するにあたって、測定が容易であること、測定結果に差が生じないこと、などの点に留意した。

前述した通り、電圧測定ができることは分かったが、固定していない状態では数値が安定せず、測定も難しいため、まずはベース台の製作をすることにした。

ベース台は、構造上の繋がりがわかることも考慮して、ステアリング・コラムとステアリング・ギヤが組み合わせた状態で固定できるようにした。製作したベース台を（図2）に、ベース台にEPSを取り付けた状態を（図3）に示す。



図2 ベース台

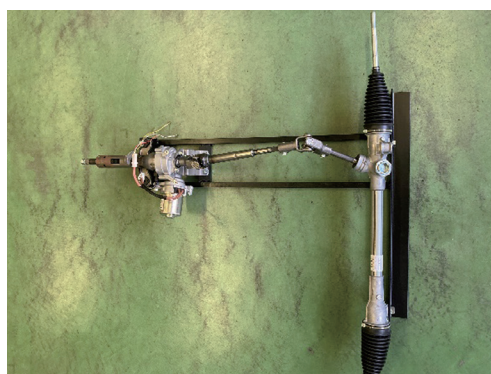


図3 EPSを取り付けた状態

固定することで操作は容易になったが、安定化電源やサーキット・テストの接続が難しいため、センサに接続できるコネクタを探したが見つからず、作り直すことにした。

新たに使用するコネクタは、プラグとキャップがセットのものを使用しキャップ側にも、配線を追加することで測定時の接続を容易にした。製作したコネクタを（図4）に示す。

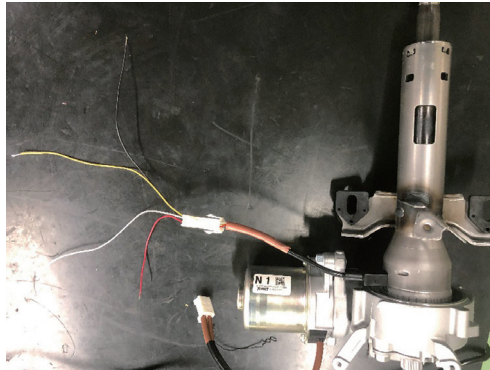


図4 製作したコネクタ

4. 測定条件の設定

ベース台、コネクタを製作することで、測定は容易になったが、修理書に記載されている信号基準値は、車両に搭載された状態での数値で、右または左に回転している事しかわからず、センサ単体の良否判定が困難であった。また、前述した通り、回転速度によって測定結果に差が生じるため、測定条件の検討をした。修理書に記載されている信号基準値を（表2）に示す。

表2 信号基準値

トルク・センサ電源入力	測定条件 IG “ON”		
	4.8~5.2V		
	直進状態	右回転	左回転
メインセンサ信号入力	2.35~2.65V	2.35~4.0V	1.0~2.65V
サブセンサ信号入力	2.35~2.65V	1.0~2.65V	2.35~4.0V

トルク・センサは操舵力と操舵方向を検出し、ECUに信号を入力しているため、ハンドルを右または左に一杯回した状態からトルクレンチを使用し、更にステアリング・シャフトを回転させることで、信号電圧の安定を試みた。

トルクレンチは、ダイヤル式で測定範囲0.5~6 N・mのものを使用した。使用したトルクレンチを（図5）に示す。

安定化電源を使用して電源電圧5.0Vで、メインセンサ出力信号を確認しながら、トルクをかけていき信号電圧の測定を行った。測定条件は、右にハンドルを一杯切った状態から、更に1~5 N・mまでトルクを掛けていき、メインセンサ及びサブセンサの信号電圧を測定した。（表3）にトルクと信号電圧の関係を示す。



図5 使用したトルクレンチ

表3 トルクと信号電圧（右回転時）

トルク	メインセンサ信号電圧	サブセンサ信号電圧
1 N・m	2.38V	2.67V
2 N・m	2.23V	2.78V
3 N・m	2.09V	2.92V
4 N・m	1.98V	3.06V
5 N・m	1.84V	3.17V

1～3 N・mでは測定誤差が大きく、5 N・m付近で数値が安定したことから、測定条件を5 N・mに設定することに決めた。左回転も同様に5 N・mで測定を行った結果、メインセンサ3.16V サブセンサ1.84V と同等の数値を示した。

以上のことから、右回転及び左回転方向に5 N・m掛けたときの信号電圧で問題を作成した。

問題 トルク・センサを点検し、良否を判定しなさい。

点検項目	判定
トルク・センサ	良 ・ 否



- 1. サブセンサ信号
- 2. 電源（5 V）
- 3. メインセンサ信号
- 4. アース

基準値

電源電圧	4.8～5.0V	
	メインセンサ信号電圧	サブセンサ信号電圧
中立時	2.45V～2.55V	2.45V～2.55V
右回転（5 N・m）	1.7～2.0V	3.0～3.3V
左回転（5 N・m）	3.0～3.3V	1.7～2.0V

5. ま と め

2020年度秋学期の1年生対象の講義で、配線接続後に測定を行ったが、概ね想定通りの数値で測定をすることができ、良否判定を行えた。

今後の課題としては、不具合現象の再現や1年生対象科目である自動車整備実習Ⅱにどのように組み込んでいくかなどがあげられる。学生が理解しやすいよう、教科書や教材の改良を行っていきたい。

参 考 文 献

- ・一般社団法人 日本自動車整備振興会連合会 二級自動車シャシ編
- ・ダイハツ ミライース：LA350系 サービスマニュアル

