

AZ シリーズ モーターのケーブル 1 本化技術

浅野 知奈美 長尾 英和

これまで **AZ** シリーズのモーター¹は、モーターケーブル、エンコーダケーブル、電磁ブレーキケーブルがそれぞれに分かれており、かつケーブルを中継することが前提の構造でした。今回、ラインアップを追加した **AZ** シリーズコネクタタイプは、これら 3 本のケーブルを 1 本化し、かつモーターに直接コネクタを搭載することで、配線の工数やスペースの削減に貢献しています。

ステッピングモーターは PWM 制御で駆動するため、モーター線から放射ノイズが発生します。そのため、モーター線からセンサ線や電磁ブレーキ線にノイズが伝搬することが、ケーブルを 1 本化するにあたっての技術的課題でした。

本稿では、ケーブル 1 本でモーターとドライバの直結を可能にした技術について説明します。

1. はじめに

「**AZ** シリーズ」は、**αSTEP**の「チューニングレス」「高効率」などの特長を継承しつつ、バッテリー不要で多回転アプリケーションを実現できる **ABZO** センサを搭載したモーターとして、FA や半導体製造装置の業界を中心に多くの使用実績があります。

近年、世界的な労働力人口の減少や人件費高騰により、自動化が急激に進んでいます。それにともない、モーター軸数が増加し、配線の工数や、装置内の配線スペースの削減要望につながっています。

図 1 に **AZ** モーターケーブルタイプ (従来品) の接続例を示します。モーターケーブル、エンコーダケーブル、電磁ブレーキケーブルが 3 本に分かれており、それぞれにモーターから引き出されたケーブルと中継コネクタを介し配線する構成のため、ケーブル引き回しや中継処理などの配線工数や、配線スペースの削減への対応が求められていました。図 2 の **AZ** モーターコネクタタイプは、これらの要望に対応するため、配線のしやすさを考慮した、小径でしなやかなケーブル 1 本で、ドライバと直結可能なモーターをラインアップしました。

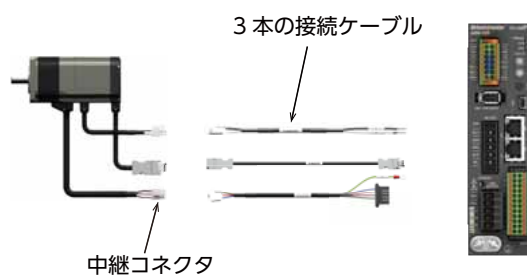


図 1 AZ モーター ケーブルタイプ



図 2 AZ モーター コネクタタイプ

¹ 本稿では、電磁ブレーキ付きモーターを対象に説明しています。標準モーターの場合ケーブルは 2 本です。

2. 配線の比較

2.1. 従来品の配線

従来品は、中継コネクタから引き出されたリード線の断線や圧着端子の接触不良を防ぐため、モーターから引き出されたケーブルをモーターに巻き付けて固定したり、装置内に固定できる箇所をあえて設けて処理をする必要がありました。ケーブルは許容される曲げ半径が決まっているため、そのスペースの確保も必要です。

結果として、モーターの設置以外にもスペースが必要となっていました。また、最大3本のケーブルがモーターから引き回されるため、軸数の増加にともなって、引き回しの工数とスペースが増えていきます。(図3参照)

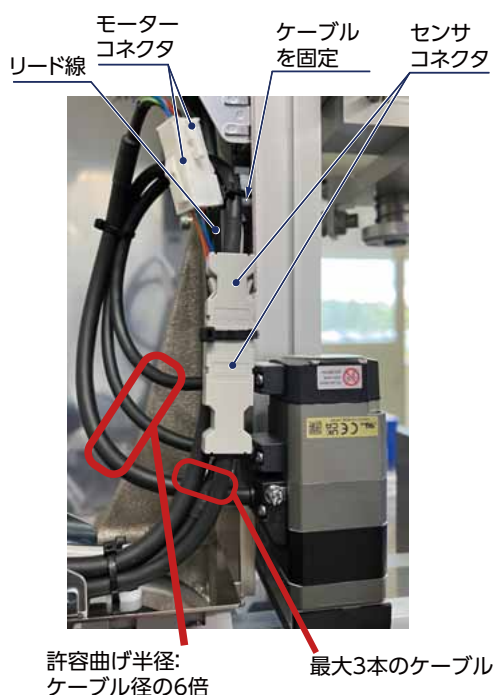


図3 従来品の配線例

また、ロボットの用途では、配線スペースがロボットのサイズや可動範囲に影響します。たとえば、多関節ロボットでは、特に各モーター軸のケーブルが集約されるロボットの根元にあたる1軸目付近では多くのスペースが必要となり、軸数の増加にともなって、配線が複雑になります。(図4、5参照)

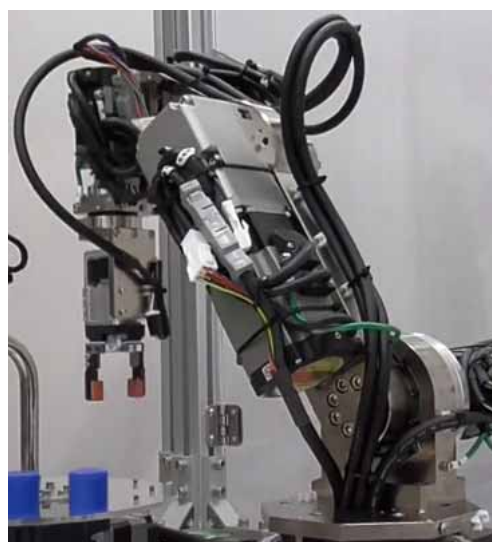


図4 従来品を搭載した多関節ロボット



図5 コネクタタイプを搭載した多関節ロボット

直交ロボットでは、ケーブル本数が多いほど、内のり寸法の大きいケーブルホルダーを選定する必要があり、それによってロボットのサイズも大きくなります。(図6、7参照)

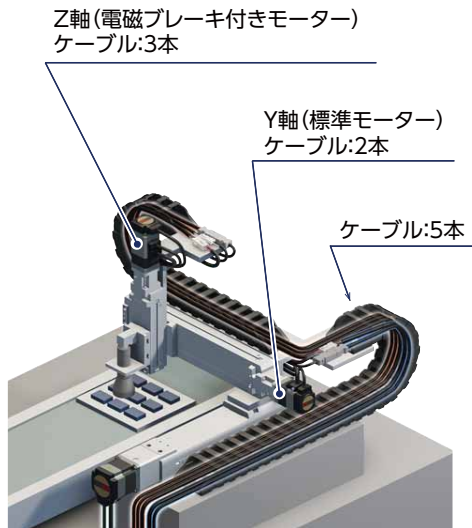


図6 従来品を搭載した直交ロボットの配線

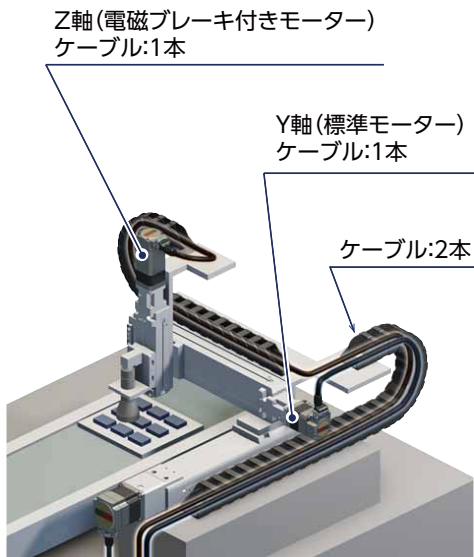


図7 コネクタタイプを搭載した直交ロボットの配線

2.2. コネクタタイプの配線

モーターに直接コネクタを搭載したことで、ケーブル中継が不要となり、ドライバに直結できるようになりました。また、最大3本のケーブルを1本にまとめたことで、ケーブルを引き回すための作業時間やメンテナンス時間の削減、配線スペース削減にもつながりました。

さらに、引き出し方向が3方向から選べるケーブルラインアップのため、設計の自由度も向上します(図8参照)。

ケーブルは、ロックレバー式コネクタを採用し、ねじ止めが不要のため簡単に接続できます(図9参照)。装置の配線時やメンテナンス時の工数削減に貢献します。



図8 ケーブル引き出し方向



図9 コネクタ接続方法

3. ケーブル1本化の技術

3.1. ケーブル1本化における課題

ステッピングモーターはPWM制御で駆動するため、スイッチングによりモーター線から放射ノイズが発生します。

従来品のケーブルはモーターケーブルからのノイズの伝搬による誤動作を防ぐため、エンコーダケーブルと電磁ブレーキケーブルを分離する設計でした。それらのケーブルを1本化するにあたり、このノイズの伝搬を防ぐことが課題となります。

モーター構造を図10に示します。ケーブルを1本化したことによって、モーター内部でも、モーターリード線、ABZOセンサリード線、電磁ブレーキリード線を、一つのコネクタに集約する必要があります。これにより、モーター内部でもノイズの伝搬を防ぐことが課題となります。また、モーター部に、電磁ブレーキ、ABZOセンサを順に組み立てていくため、コネクタはABZOセンサ近傍に配置しています。

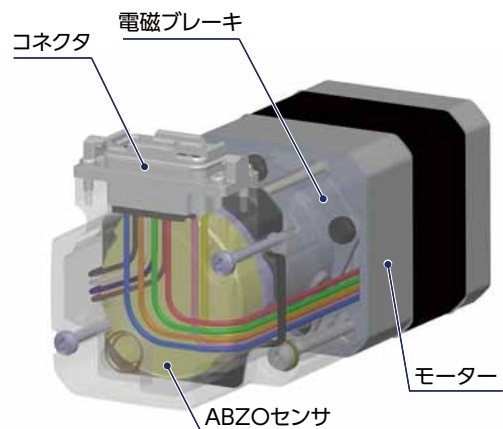


図10 モーター内部の構造(配線の集約)

さらに、ケーブルの引き回しやすさの向上や、配線スペースを削減するため、1本化しつつ、より小径に収めることも課題となりました。

3.2. モーター内部のノイズ対策

AZシリーズに搭載しているABZOセンサは、永久磁石を使用した磁気式のセンサです。外部磁界による影響を防ぐため、センサ全体をカップ形状の鋼板で磁氣的に遮蔽しています(以下、シールドカップと呼ぶ)。

従来品は、モーターリード線をABZOセンサから離れた場所で引き出していたため、シールドカップには電磁ノイズに対する遮蔽としての機能は不要であり、電気的に接地していませんでした。

一方で、コネクタタイプは前述のとおり、モーターリード線がABZOセンサの近傍を通るため、モーターリード線から発生する電磁ノイズがシールドカップを介してABZOセンサに伝搬してしまうことが課題となりました。

図11、12にABZOセンサ周辺の構造を示します。モーターリード線からの放射ノイズを遮蔽するため、シールドカップとモーターの筐体を金属性のスプリングで機械的に接触させることで接地し、ノイズを逃す構造にしました。シールドカップとモーター筐体を同電位にして、放射ノイズを吸収する機能を持たせることで、ABZOセンサへのノイズ伝搬を排除しています。スプリングは、アルミニウム合金のカバーに組み込まれており、モーターを組み立てたときにシールドカップと接する設計となっています。図13に、スプリング接地によるノイズ対策の効果を示します。

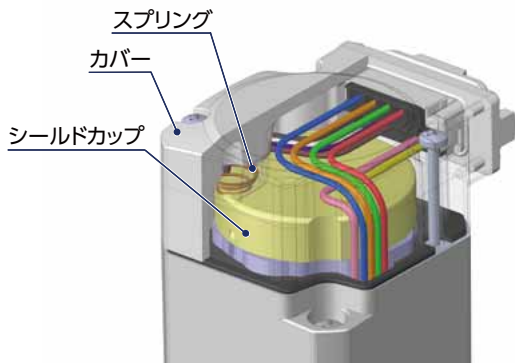


図11 モーター内部の構造 (ABZO センサ周辺)

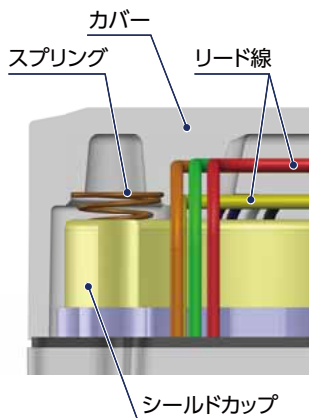
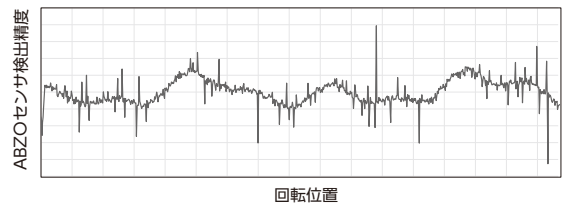
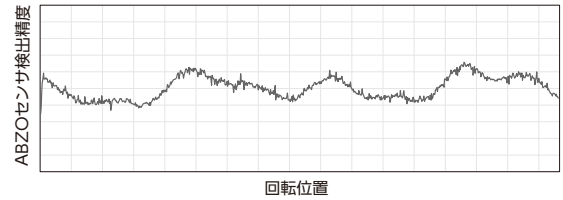


図12 モーター内部の構造 (スプリングによる接地)



(a) スプリング接地なし



(b) スプリング接地あり

図13 ノイズ伝搬の比較 (スプリング接地の有無)

また、ABZOセンサのコネクタを接続する部分はシールドカップを開口する必要があるため、開口部にモーターリード線が近接するとABZOセンサにノイズが伝搬してしまいます。

内部のリード線は、長さに余裕を持たせており、モーター内部で固定することが難しいため、ABZOセンサの開口部に近づく可能性がありました。

そのため、センサカバー内部に隔壁を形成して、モーターリード線がABZOセンサの開口部に近接しない構造にしました(図14参照)。この隔壁は、物理的にモーターリード線が近づかないようにするだけでなく、前述のとおりシールドカップと同電位であるため、ノイズを吸収する役割も果たしています。図15に、開口部近接有無のノイズ伝搬の違いを示します。これらの構造は、特許出願中の技術です。

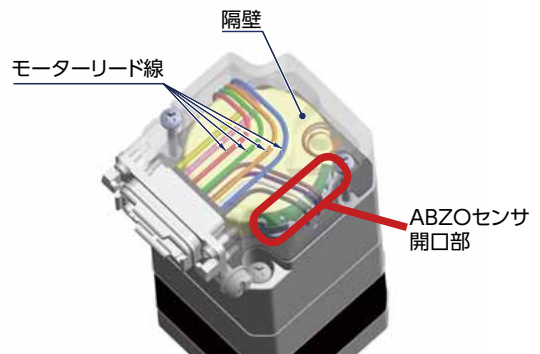
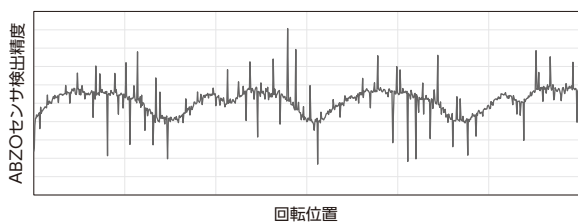
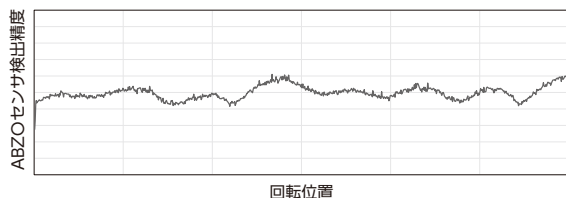


図14 モーターの内部構造 (隔壁およびABZOセンサ開口部)



(a) 隔壁対策前



(b) 隔壁対策後

図 15 ノイズ伝搬の比較（隔壁による対策前後）

3.3. ケーブルのノイズ対策

前述のとおり、モーター線、エンコーダ線、電磁ブレーキ線を1本のケーブルにまとめると、モーター線から電磁ブレーキ線やエンコーダ線へのノイズ伝搬を防ぐことが課題でした。

その課題に対し、モーター線からセンサ線へのノイズ伝搬は、センサ線を編組シールドとシールドテープで2重に遮蔽する対策をとりました。また、電磁ブレーキ線への伝搬は、モーター線と電磁ブレーキ線の間に接地線をモーター線からのノイズを遮蔽する位置に配置することで、シールド構造など追加せずに、電磁ブレーキ線にノイズが伝搬しない構造を実現しました。これによって、より小径で引き回しのしやすいケーブルになりました(図16参照)。

ケーブル内の配列についても、特許出願中の技術です。

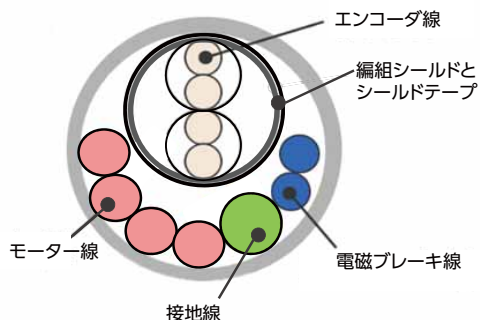


図 16 ケーブル内部の配置

3.4. 小径で引き回しのしやすいケーブル

ケーブルを極力コンパクトにし、配線スペース削減に貢献するため、薄肉耐摩耗シースを採用しています。可動ケーブルと固定ケーブルどちらも選択でき、ラインアップを豊富に取り揃えています。

可動ケーブルはU字曲げ試験、左右屈曲試験、捻回試験の3種類の試験を実施の上、既存品と同等の耐久性を確認

しています。

従来品のケーブルの直径は、モーターケーブル：8 mm、エンコーダケーブル：6.5 mm、電磁ブレーキケーブル：6 mmであるのに対し、コネクタタイプでは、直径8.9 mmのケーブル1本のみで接続が可能となりました。表1に従来品とのケーブル断面積と質量の比較を示します。狙いでもあった配線スペースの削減に加えて、質量も大きく低減しているため装置の軽量化が期待できます。

また、サーボモーターのケーブルは一般的に太く固い傾向ですが、コネクタタイプは小径で屈曲しやすいケーブルのため、配線のしやすさが向上しています。

表 1 ケーブル比較

	コネクタタイプ	ケーブルタイプ		
		モーターケーブル	電磁ブレーキケーブル	エンコーダケーブル
直径 [mm]	8.9	8	6	6.5
断面積 [mm ²]	62.2	43.3 % 削減	117 *	
質量 [kg]	0.5	55.5 % 削減	1.19 *	

*3本の合計
質量は5 m の場合

4. まとめ

AZ シリーズコネクタタイプは、お客様の装置設計や組み立ての工数削減に貢献する製品です。ケーブル構造やモーター内部のノイズ対策などを経て、ケーブル1本化を実現しました。その結果、配線によるスペース削減、メンテナンスの工数削減などにつながる、使い勝手の良い製品となっています。

また、ケーブル1本化の技術は、**AZ** シリーズだけでなく今後の製品にも応用できる技術です。これからも、お客様にとって使いやすい製品を開発していきます。

筆者



浅野 知奈美

制御モーター事業部 開発部

筆者



長尾 英和

制御モーター事業部 開発部