

3章

A-Dコンバータ応用回路 Q & A

Q 3-1 種類が多すぎて、選び方がさっぱりわかりません

1 Hz～20 kHzの振動解析システム用のA-Dコンバータ(ADC)を選定したいのですが、あまりにも種

類が多く、どれを選定してよいかわかりません。

A 必要な分解能と変換速度、接続するマイコン/FPGAとのインターフェースで決まります。

振動解析では、さまざまな強度と周波数の波形が重なり合ったものをFFT演算などで分離します。したがって、ADCには、

- (1)大振動に隠れた小さな信号を見逃さないように、ダイナミック・レンジが広いこと
- (2)相関演算の邪魔にならないように、微分直線性が良く、ひずみが小さいこと

に加えて、

- (3)100 ksps以上の変換レートをもつことが選択時のポイントになります。

● 変換方式の決定

図1-1は変換方式ごとの分解能と変換レートとの相関図です。

質問の振動解析の用途には $\Delta\Sigma$ 型が適していることがわかります。この場合はダイナミック・レンジが十分に広い24ビット分解能のデバイスを使うことにしましょう。 $\Delta\Sigma$ 型は微分直線性にも優れています。

● 計測信号の伝送方式

被測定物と解析装置間の信号伝送は常に頭を悩ます

問題です。 $\Delta\Sigma$ 型の高分解能を生かすには可能な限り外部からのノイズ混入を排除しなければなりません。

伝送距離が比較的短く、しかもチャージ・アンプや増幅器をセンサに内蔵しているか、これらをセンサの近くに置ける場合は、接続が容易な図1-2(a)のアナログ伝送が可能です。このとき、

- (1)なるべく高レベルで伝送する
- (2)2芯シールド・ケーブルを使って差動伝送するなどの手法を使えば、外部ノイズの影響を最小化できます。その際は、

- (1)信号レベルに見合った入力レンジ
- (2)低域のコモン・モード・ノイズを数十dB以上低減可能な差動入力をもつADCを選択します。

構造物の振動解析など、多少の質量増加は許容できるけれど伝送距離が長いという場合は、図1-2(b)のようにシリアル出力のADCをセンサ近くに置き、変換後のデジタル信号を伝送するほうがノイズに強くなります。この場合には、プログラマブル・ゲイン・アンプ(PGA)を内蔵したADCを使用すれば、センサ用増幅器の一部を省略することができますし、レ

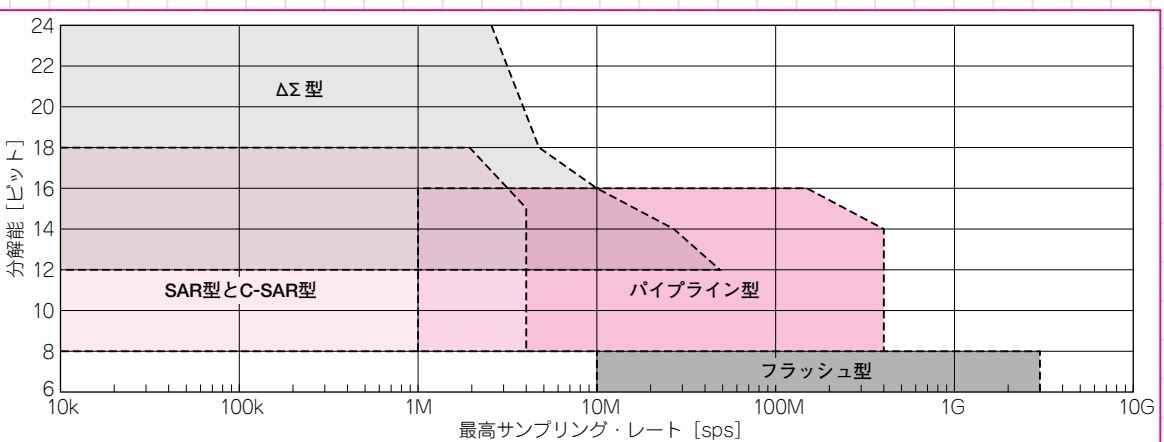


図1-1 主なA-D変換方式の分解能とサンプリング・レートによる分類(2008年1月現在)

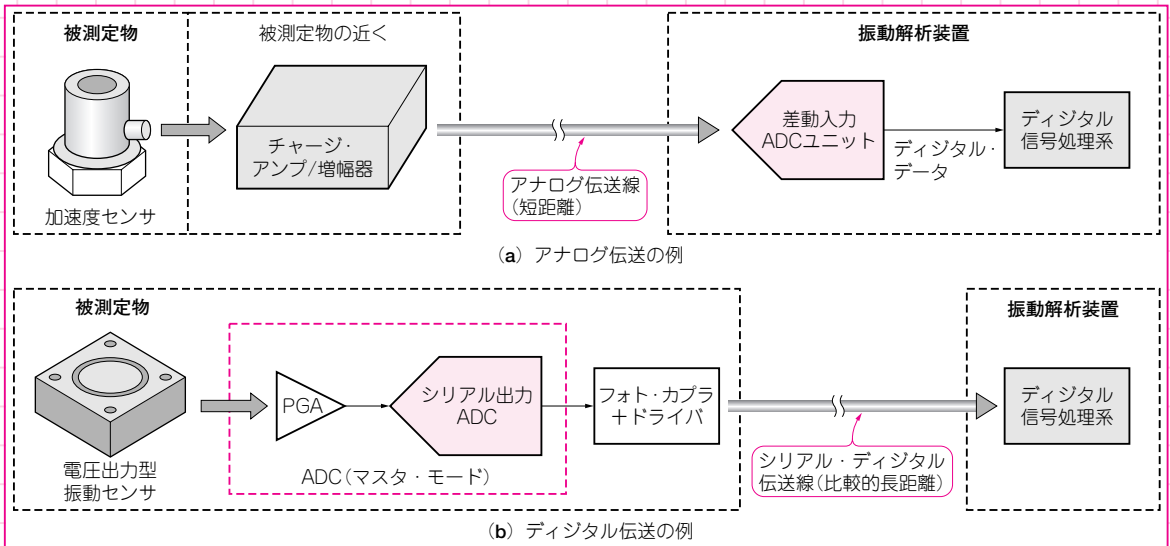


図1-2 アナログ伝送とデジタル伝送

被測定物の状況やセンサの種類、伝送距離によって回路構成やA-Dコンバータを選択する。

(a) 被測定物への影響をなるべく小さくするために小形の加速度センサ単体を使い、そのすぐそばにチャージ・アンプやバッファ・アンプを置いて、十分大きな信号レベルと十分低い出力インピーダンスとした後、2芯シールド線で解析装置にアナログ伝送する方法。受信側に差動入力型ADCを使えば、部品数を増やさずに重畳した共通モード・ノイズを除去できる。

(b) 鉄塔などの大きい構造物にセンサとADCと一緒に設置して、外来ノイズに強いデジタル信号で離れた場所に伝送する場合の例。伝送線の本数を少なくするため、シリアル出力方式のADCを使う。またレジスタ選択式のPGA(Programmable Gain Amp)を内蔵したADCを使えば遠隔操作で入力レンジを選択できる。ADCはマスタ・モードで使わないと伝送遅延によるタイミングずれに悩まされる。デジタル信号といえど、長距離ではノイズや電位差、信号反射が無視できないので、フォト・カプラによる絶縁や、伝送線のインピーダンスに合ったドライバ、受信側での終端処置が必要。

ジスタで増幅度を設定できるタイプを使用すれば、離れた場所から入力レンジを選択することもできます。

● 出力形式

解析に複数のセンサとADCを使う場合を考えると、ADCごとに24本のデータ線が必要な全パラレル形式は現実的ではなく、バス形式かシリアル型になります。

シリアル型では1データの伝送に最低でも26クロックぶんの時間が必要ですから、100 ksp/sの場合でも2.6 MHz以上と高速のクロックになります。したがって、DSPかFPGAで受信するのがよいでしょう。

図1-2(b)の例のように、被測定物が離れた場所にあつて解析装置との間をデジタル伝送する場合には、MicroWire準拠などのシリアル形式が適しています。

ただし比較的距離が長い場合は、特別な考慮が必要です。ケーブル中の電気信号は光速に近い(例えば75%)スピードで伝わりますが、それでも10 mあたり往復で90 ns弱の遅延が起きます。従ってADCをマスタ・モードで使わないとシリアル・クロックとデータとのタイミングのずれに悩まされることになります。

またデジタル信号といえど、送信側と受信側でケーブルのインピーダンスに合った整合を行わないと信号反射によって正常な伝送ができなくなります。

● 具体的な品種の選定

条件がかなり絞り込まれたので、主なメーカーのサイトで検索を行って候補をリストアップします。この作業と同時に、メーカーごとの得意/不得意なジャンルもわかるでしょう。

また通販サイトを利用して在庫を確認すれば、入手性や価格、売れ筋などの情報が得られます。最終的に迷ったら、データシート上の情報やアプリケーション情報が多いほうを選択するとよいでしょう。

*

振動解析用以外のADCの選定はどうでしょうか。

ADCの用途はたいへん広く、それぞれに重視すべき仕様項目がありますが、そのすべてについて説明することは不可能です。ここでは一般的なADC選定の指針を示すことにします。

● 変換方式の選定

まず、図1-3で変換方式を選定します。

▶ エイリアシングを積極的に利用する場合

通信用途やオシロスコープの等価サンプリングなど、サンプリング速度より高い周波数の信号を入力し、エイリアシングを利用する用途には、パイプライン型が適しています。ただし、400 Mspsを越える場合やレイテンシ(サンプリングからデータ出力までの遅延)が