

製造ラインのさらなる信頼性アップのために デジタル指示計を使ったリアルタイム「力」制御

1. はじめに

近年、製造ラインの自動化には、多品種少量・多頻度納入などに配慮したフレキシビリティが強く求められるようになってきた。しかも無駄を排除した効率的な生産活動を行ない、高品質な商品を生み出す事が求められている。本稿では、そのような生産システムに欠かすことの出来ない「力」計測・制御について記述する。

2. 「力」を計るとは？

「力」を計測し、その信号を PLC やコンピュータで管理・制御するような場合には、一般的に電気式の「力」センサ、いわゆるロードセルが使用される。ロードセルは、金属に歪みを加えることにより電気抵抗が変わる原理を利用しており、第二次世界大戦中に開発された、古典的な「力」センサであるストレングージを応用した商品である。ストレングージを使ったセンサは物理的な歪みが伴う現象、圧力・張力・トルク測定などに広く利用されている。「力」の大きさや用途によって、形や材質などいろいろな種類のセンサが開発されており、目的に応じたものを選択できる。

さて、ロードセルは金属の歪み量によって変化する電気抵抗の値で「力」を計測しているのであるから、電気抵抗の変化を計る装置がなければならない。これがいわゆるデジタル指示計と呼ばれている機器である。デジタル指示計は、ロードセルに何も「力」がかかっていない状態、これを「ゼロ」の状態とし、ロードセルに「力」が加わった状態とゼロの状態との抵抗差が加わった「力」になるようあらかじめ校正されている。因みに一般的なロードセルのゼロ点と定格荷重を加えたときの抵抗変化は0.3~0.7Ω程度である。定格荷重10kgを1/2000の細かさで扱うためには0.2mΩ(1/5000Ω)を安定に読み取る高度な技術が必要になる。

ロードセルを構成するゲージの抵抗変化は、ホイートストンブリッジ回路により電圧変化に変換されるが、フルスケール(最大)でも数十 mV オーダーである。この小さな電圧を正確に計測するのだから、デジタル指示計にはかなりの精度が要求される。また、力計測の現場での事象は高速であり、細かな値の変化も見逃さないため、1秒間に数千回もの速さで計測・制御を行う事が求められる。しかも、一般的にこのような産業機器が置かれる環境は高温やノイズなど、電氣的に劣悪なことが多い。

また、セットアップ時の操作性や計測値の視認性、経年変化による精度の低下など、単純なカタログスペックだけでは判断できない部分も重要なファクターになってくる。また、計測値を使ってい

ろいろな制御を行ったり、合否判定を行うような場合には、デジタル指示計自体にどの程度の制御能力が備わっているかがポイントだ。

3. 「力」は見える

(波形表示による品質管理システム)

ロードセルと組み合わせて「力」を正確に素早く計測することは前述のとおりだが、デジタル指示計の最も重要な役割の一つは品質管理である。力の変化を数値化し、傾き変化点(変曲値)やピーク値などの特定ポイントを検出し、その数値があらかじめ設定された数値と比較して正しいか否かをチェックする。製造ラインの「力」工程にデジタル指示計を組み込むことで、工程中にその場で良否判定ができるようになる。製品が出来上がってからチェックをするのでは、不良が生じた後の工程は無駄になるし、見つけることが難しくなる場合もある。また、不良が発生したまま次の工程に進むことで無理な力が加わり設備が破損するような場合もある。工程ごとのすばやいチェックをすることで、無駄をなくし、かつ、高品質な製品を効率よく生産することができるのだ。

「力」計測による品質管理の重要性が認められ、製造ラインへの急速な普及が広まる中、デジタル指示計に求められるチェック機能は年々多様化している。ポイントだけのチェックでは良否判定することができないアプリケーションが着実に増え、専門の知識を持たなくても扱える利便性も兼ね備えた機器が求められるようになってきた。そうした要望に応えるため開発されたのが、物理量の変化を目に見えるようにして視覚的にとらえて比較判定できるようにした商品、波形表示タイプのデジタル指示計である。計測値の変化を波形表示することにより様々なメリットが生まれた。

- ・ 時系列で計測値を確認
力の変化を時系列で確認できる。
点だけではとらえにくい物理量の変化を連続した波形として目で確認できる
- ・ 設備立上げ時の調整時間を大幅に短縮
初期設定時に波形を見ながら調整することにより、調整負担を大幅に軽減することができる
- ・ 設備稼働中の動作確認により、信頼性の大幅アップ
実稼働中の波形、ホールドポイントを確認することで設備の動作を常に監視し、不良の原因を素早く特定し解決することができる。
- ・ 計測した波形を比較判定対象にできる
計測波形全体を判定対象として上下限比較したり、計測波形を分割し、複数ポイントを良否判定したりすることができる。(ユニパルスではそれぞれ波形比較機能、マルチホールド機能と呼んでいる)

波形比較機能・マルチホールド機能についてさらに解説すると、波形比較機能では、あらかじめ設定した上下限の基準波形と実際の計測波形を比較し、上下限判定することができる。つまり計測波形全体を上下限判定対象とすることができるのだ。これにより、判定対象ポイントの絞れない場合も確実に良否判定することができる。また、この機能の優れた点は、時間だけではなく、変位センサやパルス入力により変位（移動距離）とともに変化する力に対しても制御することができることだ。力と変位の2入力による管理が行えることで、あらゆるアプリケーションに対応できるようになった。例えば、プレス機による加圧時間のブレや、ワークのバラつきによる組付時間のブレなど、時間の管理だけでは対応できなかったアプリケーションに大変有効である。

マルチホールド機能では、1回の計測波形に対して、計測区間を分割して、サンプル・ピーク・極大・変曲点などのホールドモードを任意に切替えながら上下限比較が行える。圧入開始直後のかじり検出をピークホールドにより行ない、胴突き手前の荷重を変曲点ホールドにより良否判定するといった一工程で複数ポイントの良否判定が可能だ。

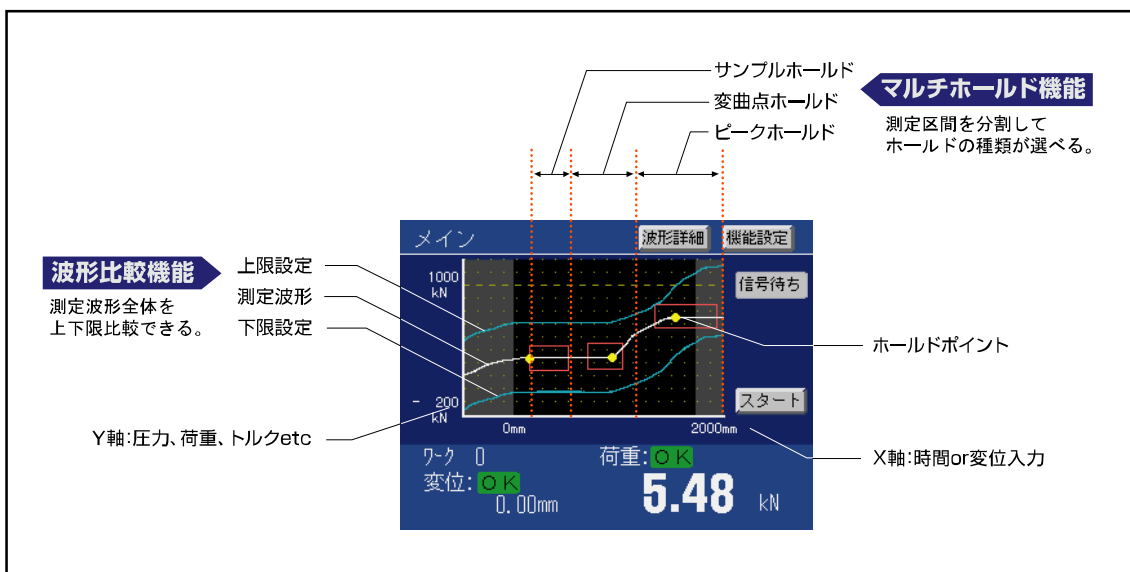


図 1. 波形比較機能とマルチホールド機能

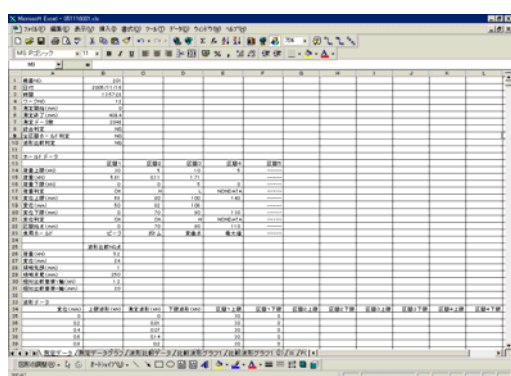
4. 最近の FA 分野の動向に対応するためには

4-1. トレーサビリティ強化

FA 業界においてトレーサビリティ強化に向けた動きが活発化して久しい。トレーサビリティとは、製品を個別またはロットごとに識別して、調達・製造・流通・販売・廃棄などにわたって履歴情報を参照できるようにすることだが、履歴情報の追跡をするためには、記録に残すことが実現のキーとなる。トレーサビリティ実現においてはデジタル指示計にも記録を残せることが不可欠となる。

自動車業界においては不具合発生時、対象になった「履歴情報開示までのリミット時間」は「一時間」とも言われている。

万一、リコールが発生したときの対象物の特定化は企業の生命を左右することになりうる。記録を残したデータをすぐに解析できなければ意味がないのだ。デジタル指示計の計測値や設定値を SD カードや CF カードに記録し、しかも記録されたデータは CSV 形式など、汎用性のあるかたちである事も重要だ。



No.	項目	値	単位	基準値	公差	状態
1	設定値	1000.0	mm			
2	目標値	1000.0	mm			
3	公差	±0.05	mm			
4	実測値 (mm)	1000.0				
5	公差 (mm)	±0.05				
6	偏差値 (mm)	0.00				
7	標準偏差 (mm)	0.01				
8	最大偏差値 (mm)	0.02				
9	最小偏差値 (mm)	-0.02				
10	平均値 (mm)	1000.0				
11	標準偏差 (mm)	0.01				
12	最大偏差値 (mm)	0.02				
13	最小偏差値 (mm)	-0.02				
14	平均値 (mm)	1000.0				
15	標準偏差 (mm)	0.01				
16	最大偏差値 (mm)	0.02				
17	最小偏差値 (mm)	-0.02				
18	平均値 (mm)	1000.0				
19	標準偏差 (mm)	0.01				
20	最大偏差値 (mm)	0.02				
21	最小偏差値 (mm)	-0.02				
22	平均値 (mm)	1000.0				
23	標準偏差 (mm)	0.01				
24	最大偏差値 (mm)	0.02				
25	最小偏差値 (mm)	-0.02				
26	平均値 (mm)	1000.0				
27	標準偏差 (mm)	0.01				
28	最大偏差値 (mm)	0.02				
29	最小偏差値 (mm)	-0.02				
30	平均値 (mm)	1000.0				
31	標準偏差 (mm)	0.01				
32	最大偏差値 (mm)	0.02				
33	最小偏差値 (mm)	-0.02				
34	平均値 (mm)	1000.0				
35	標準偏差 (mm)	0.01				
36	最大偏差値 (mm)	0.02				
37	最小偏差値 (mm)	-0.02				
38	平均値 (mm)	1000.0				
39	標準偏差 (mm)	0.01				
40	最大偏差値 (mm)	0.02				
41	最小偏差値 (mm)	-0.02				
42	平均値 (mm)	1000.0				
43	標準偏差 (mm)	0.01				
44	最大偏差値 (mm)	0.02				
45	最小偏差値 (mm)	-0.02				
46	平均値 (mm)	1000.0				
47	標準偏差 (mm)	0.01				
48	最大偏差値 (mm)	0.02				
49	最小偏差値 (mm)	-0.02				
50	平均値 (mm)	1000.0				



図 2. デジタル指示計「F381」記録例

4-2. 環境への取組み

本題とは少し離れてしまうが、これからは計測・制御機器そのものにも環境保全に配慮した物づくりが求められている。どの企業も鉛フリー化、グリーン調達、製品の設計における省電力仕様、廃棄物の削減など、環境保護への取組みを実施し、製品を送り出すことに取組んできている。そんななか、欧州連合 (EU) 域内で取り扱われる電気電子機器について、製品に含有する 6 物質—鉛 (Pb)、カドミウム (Cd)、水銀 (Hg)、六価クロム (Cr+6)、ポリ臭化ビフェニール類 (PBB)、ポリ臭化ジフェニールエーテル類 (PBDE)—の使用を禁止する指令 (RoHS 指令) が 2006 年 7 月 1 日に施行される。今後も設計の段階から廃棄に至るまで、環境に配慮した製品づくりをしていくことが必要となっていこう。

5. さいごに

ユニパルスは1970年の創立以来、計測・制御やコンピュータのデータ通信、試験器などのエレクトロニクス機器の開発・製造・販売を行ってきており、その中でも特に計量・計測・制御技術やセンサ(ロードセル)アンプの技術には長い実績に裏打ちされた信頼をいただいている。高精度アンプの開発や様々なフィルタリング処理で力や重量を瞬時に表示させるオリジナル技術を強みとする弊社は、数値だけではとらえにくい物理量の変化を目に見える波形としてとらえることにいち早く着目し、F390、F395をはじめとする物理量を波形表現するデジタル指示計を開発し、市場に投入してきた。ポイントだけの比較ではなく、波形全体を比較対象にすることで、より精度の高い制御を実現したこれらの製品は同社のベストセラー機となり、高い評価を得てきた。新製品「F381」は、これまで開発してきた製品のノウハウをもとに操作性や機能を徹底追求し、さらにSDカードに生産ログを残すことができるデジタル指示計だ。前述のRoHS指令にも対応しており、また、各社のPLCともシームレスに接続することが可能である。

「F381」は、初心者も扱いやすい操作性と、専門家のニーズに応える高度な機能を兼ね備えた優れた機器であり、あらゆるアプリケーションに対応できる実力機器だと言える。



図 3. 波形表示タイプデジタル指示計ラインナップ(左から F390、F395)

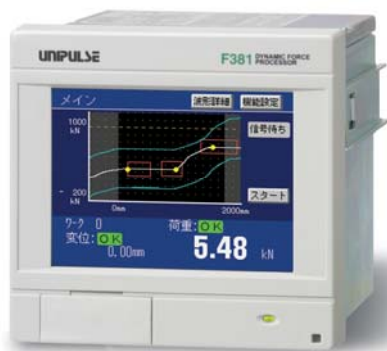


図 4. 波形表示タイプデジタル指示計 新製品 F381