



Hydronix

ハイドロニクス水分センサ

構成およびキャリブレーションガイド



部品番号（再発注に必要）：

HD0679ja

改定番号：

1.11.0

発行日：

2026年2月

著作権

本書に記載された情報の全体もしくは一部、あるいは本書に記述した製品を、ハイドロニクス・リミテッド社 (Hydronix Limited) (以後「ハイドロニクス社」) の事前の書面による承諾がある場合を除き、いかなる材料形態においても改変または複製することを禁じます。

© 2026

Hydronix Limited
Units 11-12, Henley Business Park
Pirbright Road, Normandy
Guildford
Surrey
GU3 2DX, UK
United Kingdom

会社番号 01609365 | VAT 番号 : GB384155148

無断転載を禁ず

お客様の責任

お客様は、本書記載の製品を適用するに際して、本製品が本質的に複雑であり、また完全にエラーのない状態でない可能性をもつプログラマブル電子システムであることを受け入れます。したがって、本製品の適用に際して、お客様は、当該製品が有能かつ適切な訓練を受けた人員により、また指示内容または安全注意事項および優れた技術的手法に従って適切に設置、始動、運転、および保守を実施し、特定用途における当該製品の使用法を完全に検証する責任を引き受けるものとします。

文書内の誤り

本文書に記載された製品は、継続的に開発および改善されることがあります。本書に記載された情報と詳細を含む、製品の技術的性質および詳細、および製品の用途に関するすべての情報は、ハイドロニクス社が誠意をもって提供します。

ハイドロニクス社は、本製品と本書に関するご意見およびご提案を歓迎します。

確認

Hydronix、Hydro-Probe、Hydro-Mix、Hydro-Skid、Hydro-View、および Hydro-Control は、Hydronix Limited 社の登録商標です。

お客様の声

Hydronix は、製品はもちろんのこと、お客様に提供するサービスも絶えず改善していく考えです。もし、私たちにできること、何かご提案、またはその他、お役に立つようなご意見がある場合は、www.hydronix.com/contact/hydronix_feedback.php のショートフォームにご記入ください。

お客様のご意見が ATEX 認証製品または関連サービスに関するものである場合、可能であればお客様の連絡先、製品の型番およびシリアル番号をお知らせいただくと大変助かります。これにより、万が一安全に関するアドバイスが必要な場合、お客様にご連絡することが可能になります。お客様には連絡先を残す義務はなく、いかなる情報も機密情報として扱われます。

ハイドロニクス社事業所

英国本社

住所: Units 11-12 Henley Business Park
Pirbright Road
Normandy
Surrey
GU3 2DX

電話: +44 1483 468900

電子メール: support@hydronix.com
sales@hydronix.com

Web サイト: www.hydronix.com

北米事務所

北米、南米、米国領土、スペイン、ポルトガルを担当

住所: 692 West Conway Road
Suite 24, Harbor Springs
MI 47940
USA

電話: +1 888 887 4884 (通話料金無料)
+1 231 439 5000

FAX: +1 888 887 4822 (通話料金無料)
+1 231 439 5001

ヨーロッパ事務所

中欧、ロシア、南アフリカを担当

電話: +49 2563 4858
FAX: +49 2563 5016

フランス事務所

電話: +33 652 04 89 04

改定履歴

| 発行No | 日付 | 変更内容 |
|--------|----------|--|
| 1.2.0 | 2016年2月 | 最初のリリース |
| 1.3.0 | 2016年5月 | アラームモード設定を追加 |
| 1.3.1 | 2016年8月 | 軽微な更新 |
| 1.4.0 | 2016年9月 | キャリブレーション材料の取り扱いについて更新。ブリックスキャリブレーション訂正 |
| 1.5.0 | 2017年4月 | HMHTに関する温度出力目盛りについて更新 |
| 1.6.0 | 2017年12月 | 軽微な更新 |
| 1.7.0 | 2021年6月 | フィルタ主力値に含める値を追加しました。セカンダリプロトコルを追加 |
| 1.8.0 | 2023年2月 | Hydro-Probe BX と CA Moisture Probe を追加しました。 |
| 1.9.0 | 2024年9月 | 指定された診断セクションのセラミック製フェイスの清掃情報。 測定モード選択を明確化。 フィルタシーディングパラメーター情報を追加しました。 校正手順の説明を改訂。軽微な書式の変更 |
| 1.10.0 | 2024年11月 | 信号フィルタリング情報を明確化（HS0102ファームウェアバージョン3.2.0に基づく）。 |
| 1.11.0 | 2026年2月 | 第1.1項「使用目的」を追加。 |

目次

| | |
|--|----|
| 章 1 はじめに..... | 11 |
| 1 はじめに | 11 |
| 2 計測テクニック | 13 |
| 3 センサの接続と構成 | 13 |
| 章 2 構成..... | 15 |
| 1 センサの構成 | 15 |
| 2 アナログ出力設定 | 15 |
| 3 デジタル入力/出力設定 | 17 |
| 4 平均化パラメータ | 20 |
| 5 フィルタ処理 | 21 |
| 6 流れる材料の中に設置したハイドロニクス水分センサの一般的な水分トレース | 23 |
| 7 ミキサー用途における信号のフィルタ処理 | 24 |
| 8 計測モード | 26 |
| 9 センサデータの出力 | 28 |
| 10 セカンダリプロトコル..... | 30 |
| 章 3 センサの統合と材料キャリブレーション | 31 |
| 1 センサ統合 | 31 |
| 2 材料キャリブレーションの概要 | 31 |
| 3 SSD 係数と SSD 含水率 | 33 |
| 4 キャリブレーションデータの保存..... | 34 |
| 5 流れる材料向けのキャリブレーション手順（直線） | 35 |
| 6 直線キャリブレーション | 38 |
| 7 二次関数キャリブレーション | 39 |
| 8 ミキサー内のセンサのキャリブレーション | 40 |
| 9 ブリックスキャリブレーション | 42 |
| 章 4 ベストプラクティス..... | 45 |
| 1 すべての用途向けの共通事項..... | 45 |
| 章 5 センサの診断..... | 47 |
| 1 センサの診断 | 47 |
| 章 6 よくある質問..... | 53 |
| 付録 A 文書相互参照 | 55 |
| 1 文書相互参照 | 55 |

図表

| | |
|---|----|
| 図 1: センサの接続 (概要) | 14 |
| 図 2: 出力変数設定のガイダンス | 15 |
| 図 3: 流れる材料の中で計測した「元 スケールなし」トレースの例 | 23 |
| 図 4: フィルタ済み信号のグラフ | 23 |
| 図 5: 一般的な水分曲線の例 | 24 |
| 図 6: 混合サイクル中の元のシグナルを示すグラフ | 25 |
| 図 7: 「元 スケールなし」信号のフィルタ処理 (1) | 25 |
| 図 8: 元の信号のフィルタ処理 (2) | 26 |
| 図 9: スケールなし値と水分との関係 | 27 |
| 図 10: センサ内でのデータ生成順序 | 28 |
| 図 11: 指定なしの出力選択 | 29 |
| 図 12: レガシー出力選択 | 29 |
| 図 13: 3つの異なる材料のキャリブレーション | 32 |
| 図 14: 一般的なキャリブレーション結果の例 | 32 |
| 図 15: センサ内のキャリブレーション | 34 |
| 図 16: 制御システム内のキャリブレーション | 35 |
| 図 17: 良い材料キャリブレーションの例 | 38 |
| 図 18: 悪い材料キャリブレーション点の例 | 38 |
| 図 19: 良い二次関数キャリブレーションの例 | 39 |
| 図 20: 悪い二次関数キャリブレーションの例 | 40 |
| 図 21: 良いブリックスキャリブレーションの例 | 43 |
| 図 22: 悪いブリックスキャリブレーションの例 | 43 |

1 はじめに

この「構成およびキャリブレーションガイド」の対象となるハイドロニクスセンサ:

| | |
|---------------------|-------------------|
| Hydro-Probe | (モデル番号 HP04 以降) |
| Hydro-Probe XT | (モデル番号 HPXT02 以降) |
| Hydro-Probe Orbiter | (モデル番号 ORB3 以降) |
| Hydro-Probe SE | (モデル番号 SE03 以降) |
| Hydro-Mix | (モデル番号 HM08 以降) |
| Hydro-Mix HT | (モデル番号 HMHT01 以降) |
| Hydro-Mix XT | (モデル番号 HMXT01 以降) |
| Hydro-Probe BX | (モデル番号 HPBX01 以降) |
| CA Moisture Probe | (モデル番号 CA0022) |

他のモデル番号のユーザーガイドは www.hydronix.com で提供されています。



ハイドロニクスマイクロ波水分センサは、高速デジタル信号処理フィルタと高度な計測テクニックの採用により、計測対象の材料に含まれる水分量の変化を直線的に反映した信号を出力できます。センサは材料フロー内に設置される必要があります。そうすることによって、材料の水分の変化を示すオンライン出力が得られます。

代表的な用途は、砂、骨材、コンクリート、バイオマス材料、穀物、飼料、農業用材料などの水分の計測です。

これらのセンサは幅広い用途を想定して設計されており、材料がセンサを通過できる構造になっています。代表的な用途の例としては以下のようなものが挙げられます。

- ビン/ホッパー/サイロ
- コンベア
- 振動フィーダ
- ミキサー

センサには2つのアナログ出力があります。これらの出力は全面的に構成可能で、あらゆる制御システムと互換性のある直接的な水分出力を生成するように内部的にキャリブレーションできます。

デジタル入力は2つあり、それらを使用すると内部の平均化機能をコントロールできます。これにより、1秒間に25回行われるセンサ計測を使用して、平均化すべき水分量の変化を迅速に検出できます。この機能は制御システム内での使用を容易にするために役立ちます。

デジタル入力のうち1つは、読み取り値が高すぎるときや低すぎるときにアラーム信号を出すためのデジタル出力用として構成できます。これを使用すると、高水分アラームを発することや、ストレージビンの再充填が必要になったときオペレータに知らせることができます。

ハイドロニクスセンサは、適切な材料を使用して設計されており、非常に厳しい条件でも長年にわたって安定した機能を発揮します。しかし、他の敏感な電子デバイスと同様に、センサが不必要な衝撃を受けて損傷しないように注意する必要があります。特にセラミック製フェイスプレートは、非常に摩擦しにくい反面、砕けやすい性質があるため、直接的な衝撃を受けると損傷する場合があります。

警告 - セラミックに衝撃を加えないでください



センサが正しく取り付けられていること、対象となる材料の代表的なサンプルを採取できる形で設置されていることを確認してください。セラミック製フェイスプレートを完全に材料のメインフロー内に入れることが重要です。材料が流れない場所や、センサ上に材料が蓄積する場所には設置しないでください。

すべてのハイドロニクスセンサは、読み取り値が空気中で0、水中で100になるよう、工場出荷時に事前キャリブレーションが行われています。これは「スケールなしの読み取り値」と呼ばれ、計測対象の材料に対してセンサをキャリブレーションするとき、基本値として使用されます。このように各センサが標準化されているので、センサを交換しても、材料のキャリブレーションを再び行う必要はありません。

設置後、センサを材料に対してキャリブレーションします（詳細は章3を参照）。センサの設定は次の2つの方法で行うことができます。

- **センサ内のキャリブレーション:** センサは内部的にキャリブレーションされ、実際の水分を出力します。

- **制御システム内のキャリブレーション:** センサは、水分に比例するスケールなしの読み取り値を出力します。制御システム内のキャリブレーションデータによって、読み取り値が実際の水分に変換されます。

1.1 使用目的

Hydronix 機器は商取引に関わる計量を目的としたものではありません。これらは工程管理および産業監視の目的にのみ使用されます。

2 計測テクニック

このセンサは、アナログテクニックよりも高感度の計測ができる独自のハイドロニクスデジタルマイクロ波テクニックを採用しています。このことにより、計測モードの選択が可能です（選択機能は一部のセンサ製品に搭載されています。該当するセンサ設置ガイドで技術仕様を確認してください）。デフォルトのモードはFモードです。このモードはあらゆる材料に対応していますが、砂と骨材に特に適しています。適切なモード選択の詳細については、ハイドロニクス社までお問い合わせください（support@Hydronix.com）。

3 センサの接続と構成

この水分センサは、デジタルシリアル接続を使用し、Hydro-Com センサ構成/キャリブレーションソフトウェアを搭載した PC に接続してリモートで構成できます。PC との接続手段として、ハイドロニクス社では、RS232-485 コンバータまたは USB センサインタフェースモジュールを用意しています（ユーザーガイド (HD0303) を参照）。

注意: このユーザーガイドにおいて「Hydro-Com」とは、Hydro-Com ソフトウェアバージョン 2.0.0 以降を意味します。以前のバージョンの Hydro-Com でもセンサの構成作業は実行できますが、一部利用できない機能があります。詳細は、該当する『Hydro-Com ユーザーガイド』を参照してください。

センサとバッチ制御システムとの接続については、次に示す 2 種類の基本構成があります。

- アナログ出力 - DC 出力は以下のような構成が可能です。
 - 4-20 mA
 - 0-20 mA
 - センサケーブルに付属の 500 オーム抵抗器を使用して、0-10 V の出力を実現できます。
- デジタル - RS485 シリアルインタフェースを使用すると、センサとプラント制御コンピュータとの間でデータおよび制御情報を直接交換できます。また、USB およびイーサネットアダプタオプションも利用可能です。

材料キャリブレーションを制御システムで実行すると、スケールなし単位で 0-100 の直線値を出力するようにセンサを構成できます。また、内部的に構成して実際の水分値を出力させることも可能です。

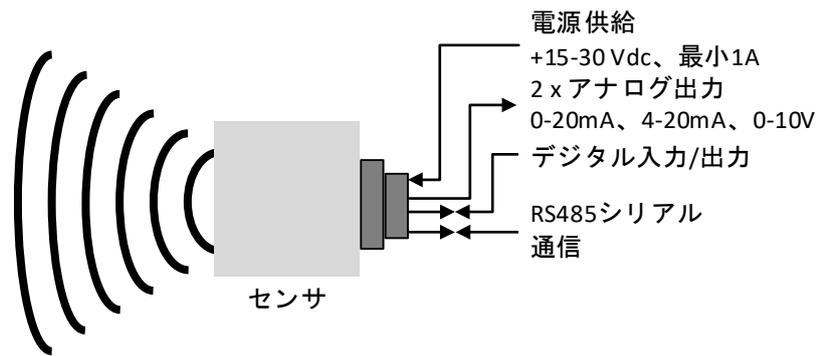


図1: センサの接続 (概要)

1 センサの構成

ハイドロニクスマイクロ波水分センサには多数の内部パラメータがあり、用途に応じてセンサを最適化するために使用できます。それらの設定は、Hydro-Com ソフトウェアを使用して表示および変更できます。すべての設定についての情報は、『Hydro-Com ユーザーガイド』（HD0682）を参照してください。

Hydro-Com ソフトウェアと Hydro-Com ユーザーガイドは、www.hydronix.com から無料でダウンロードできます。

動作方法および構成パラメータは、すべてのハイドロニクスセンサに共通です。ただし、センサの用途によっては一部の機能が使用されないことがあります（たとえば、平均化パラメータは主にバッチプロセスで使用されます）。

2 アナログ出力設定

2 つの電流ループ出力の動作範囲は、接続した機器に合わせて構成できます。たとえば、PLC には 4 - 20 mA または 0 - 10V DC が必要になる場合があります。出力は、センサが生成する異なる読み取り値を表すように構成することもできます（水分または温度など）。

図 2 は、特定のシステムに適したアナログ出力を選択する際に役立つガイドです。

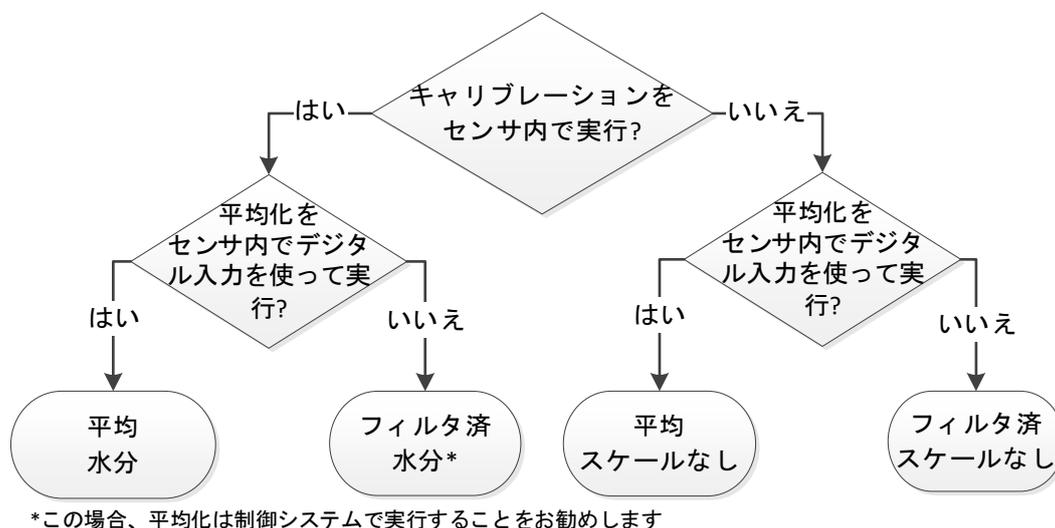


図2: 出力変数設定のガイダンス

2.1 出力種類

これは、アナログ出力の種類を定義します。3つのオプションがあります。

- 0 - 20mA: これは工場出荷時のデフォルト値です。高精度 500 オーム抵抗器を外部に追加して、0-20mA を 0 - 10V DC に変換します。

-
- 4 - 20mA

2.2 出力変数 1 および 2

これらは、アナログ出力がどのセンサ読み取り値を表すかを定義します。10 個のオプションがあります。

2.2.1 元 スケールなし

これは、フィルタなし、スケールなしの元の変数です。「元 スケールなし」の値は、空気中で読み取ると 0 になり、水中で読み取ると 100 になります。この変数にはフィルタが適用されないため、プロセス制御には使用しないでください。この出力は、最初にセンサを設置するときのログ記録に使用できます。

2.2.2 元 スケールなし 2

この設定では、そのセンサに構成されている代替の計測モードが出力されます（代替の計測モードの詳細は、第 2 章セクション 8 を参照）。フィルタは適用されません。

注意: このモードは一部のセンサ製品で使用できます。詳細については、該当する設置ガイドで技術仕様を確認してください。

2.2.3 フィルタ済 スケールなし

「フィルタ済 スケールなし」は水分に比例する読み取り値で、範囲は 0~100 です。スケールなしの値 0 が空気中の読み取り値、100 が水中の読み取り値を表します。

2.2.4 フィルタ済 スケールなし 2

「フィルタ済 スケールなし」で、そのセンサに構成されている 2 番目の計測モードを使用します。

注意: このモードは一部のセンサ製品で使用できます。詳細については、該当する設置ガイドで技術仕様を確認してください。

2.2.5 平均 スケールなし

これは、「元 スケールなし」変数を、平均化パラメータを使用してバッチ平均のために処理したものです。平均読み取り値を取得するには、デジタル入力を「平均/保持」に構成する必要があります。このデジタル入力をアクティブにすると、「元 スケールなし」の読み取り値の平均値が算出されます。デジタル入力「低」の場合は、この平均値は定数です。

2.2.6 フィルタ済 水分%

「フィルタ済 水分%」は、A、B、C、および SSD 係数を使用して「フィルタ済 スケールなし」変数から計算した値です。

$$\text{フィルタ済 水分\%} = A \times (\text{F.U/S})^2 + B \times (\text{F.U/S}) + C - \text{SSD}$$

これらの係数は、材料のキャリブレーションのみに由来します。したがって、水分出力の正確さはキャリブレーションの精度に依存します。

SSD 係数は、使われる材料の表面乾燥飽水状態オフセット（吸水値）です。これを使用すると水分%の読み取り値を表面水分（自由水分）のみで表示することができます。

2.2.7 元 水分%

これは、フィルタや平均化を適用する前の「元 水分%」変数です。フィルタが適用されていないため、この変数をプロセス制御に使用することは推奨されません。

2.2.8 平均 水分%

これは、平均化パラメータを使用してバッチ平均のために処理された「水分%」変数です。平均読み取り値を取得するには、デジタル入力を「平均/保持」に構成する必要があります。このデジタル入力を「高」に切り替えると、「元 水分%」の読み取り値の平均値が算出されます。デジタル入力が「低」の場合は、この平均値は定数です。

2.2.9 ブリックス

これは、材料のブリックス量に比例するようにキャリブレーションできる値です。その場合は実際の材料に対してセンサをキャリブレーションする必要があります。キャリブレーションを実行するには、センサの「スケールなし」読み取り値と、関連する材料のブリックス値との関係を定義する必要があります。

注意: この出力は一部のセンサ製品で使用できます。詳細については、該当する設置ガイドで技術仕様を確認してください。

2.2.10 温度

Hydro-Mix HT (HMHT)を除くすべてのセンサで、アナログ出力の温度目盛りは固定です。0 の目盛り (0 または 4mA) が 0°C、最大目盛り (20mA) が 100°C に対応します。

Hydro-Mix HT (HMHT)センサは 0~150°Cの固定出力で、0 の目盛り (0 または 4mA) が 0°C、最大目盛り (20mA) が 150°C に対応しています (ただし、ファームウェアバージョンが HS0102 v1.07 以上)。

2.3 低%と高%

これら 2 つの値は、出力変数が「フィルタ済 水分%」または「平均 水分%」に設定されたときの水分の範囲を設定します。デフォルト値は 0%と 20%です。

0 - 20mA 0mA は 0%、20mA は 20%を表します

4 - 20mA 4mA は 0%、20mA は 20%を表します

これらの限界値は水分の作業範囲に対して設定されます。これらは、バッチコントローラの水分変換の mA に一致しなければなりません。

3 デジタル入力/出力設定

3.1 入力/出力オプション

このセンサには 2 つのデジタル入力があります。第 2 のデジタル入力は、出力として構成することもできます。

接続の詳細については、『電気的な設置ガイド』を参照してください (HD0678)。

デジタル入力 1 は以下のように設定が可能：

| | |
|--------------|---|
| 未使用: | 入力ステータスは無視されます |
| 平均/保持 | これは、バッチ平均化の開始期間と停止期間を制御するために使用されます。入力信号がアクティブになると、「平均/保持遅延」パラメータで設定した遅延期間の経過後、「元」の値または「スケールなし」の値の平均化が開始されます（「平均化モード」セクション 4.3 を参照）。その後、入力が非アクティブになると、平均化が停止し、バッチコントローラ PLC で読み取れるように平均値が一定の値になります。入力信号が再びアクティブになり、「平均/保持遅延」パラメータで設定された遅延時間が経過すると、平均値はリセットされ、平均化が再開されます。 |
| 水分/温度: | これを使用すると、アナログ出力を「スケールなし」または「水分」（設定による）にするか、温度にするかをユーザーが切り替えられるようになります。1 つのアナログ出力だけで温度出力の必要性に対応する場合に使用します。入力が非アクティブのとき、アナログ出力は適切な水分変数（「スケールなし」または水分）を示します。入力がアクティブになると、アナログ出力は材料の温度を示します（摂氏）。 アナログ出力の温度目盛りは固定です。0 の目盛り（0 または 4mA）が 0° C、最大目盛り（20mA）が 100° C に対応します。 |
| フィルタ出力に含める値: | 信号フィルタが未加工信号に適用される場合、フィルタ出力に含める値を使用して制御します。入力が「高」になると、フィルタ出力に含める値ステータスがアクティブになり、信号フィルタが未加工信号に適用されます。入力が「低」の時、フィルタ出力に含める値ステータスは非アクティブになります（詳細はセクション 5.4 および 5.5 フィルタシーディングを参照してください）。 |
| ミキサー同期: | 入力がアクティブになると、新しい同期計測サイクルが開始されます。 |

Digital I/O 2 の入力/出力は、水分/温度の入力用として設定できますが、以下の出力用としても設定できます。

ビンが空: この出力は、「スケールなし」または「水分」の値が「平均」セクションで定義した「下限」を下回るとアクティブになります。センサが空気中にある、つまり、コンテナが空であることをオペレータに知らせる信号として使用できます（空気中ではセンサの値が 0 になります）。

| | |
|---------------|---|
| データ範囲外: | 水分の読み取り値が水分の許容範囲の上限または下限から外れるか、「スケールなし」が「スケールなし」許容範囲の上限または下限から外れると、出力がアクティブになります。 |
| センサ OK: | この出力は、以下の条件でアクティブになります。 <ul style="list-style-type: none"> • 周波数の読み取り値が、空気および水の定義済キャリブレーション点$\pm 3\%$の範囲内である • 振幅の読み取り値が、空気および水の定義済キャリブレーション点$\pm 3\%$の範囲内である • 内部の電子回路の温度が、安全作動の限界温度よりも低い • RF 共振回路の温度が、安全作動の限界温度よりも高い • 内部の電源電圧が正常範囲内である |
| 材料温度アラーム: | 材料温度が構成した上限/下限の範囲を外れると、アラームが作動します。 |
| 自動トラック安定: | 「自動トラック安定」は、センサの読み取りが安定しているかどうかを示す出力です。安定度は、所定の数のデータ点における偏差で表されます。偏差値、および使用するデータ量(秒数)は、いずれもセンサ内で構成可能です。「自動トラック偏差」が「自動トラック偏差しきい値」を下回っているときに出力がアクティブになります。 |
| キャリブレーション範囲外: | 計測モードを問わず、「スケールなし」の読み取り値が、キャリブレーションで使用された「スケールなし」値の範囲の上限または下限から外れると、出力がアクティブになります。キャリブレーション点の変更が必要な場合や、変更が望ましいと考えられる場合を示す目的で使用できます。 |
| 平均保持: | デジタル入力 1 のコピー |

3.2 入力/出力構成の設定

3.2.1 上限と下限 (アラーム)

上限と下限は、水分%とセンサの「スケールなし」値の両方に設定できます。2つのパラメータは、それぞれ独立的に動作します。「ビンが空」出力は、読み取り値が下限を下回った場合にアクティブになります。「データ無効」出力は、読み取り値が上限を上回った場合、または下限を下回った場合にアクティブになります。

3.2.2 材料温度の上限と下限 (アラーム)

「材料の上限/下限」は、材料温度アラームを構成する目的で使用されます。「デジタル入力/出力2」が材料温度アラームに設定されている場合、材料温度センサが上限を上回るか下限を下回ると、出力がアクティブになります。

3.2.3 自動トラック偏差しきい値

「自動トラック偏差しきい値」は、「自動トラック安定」アラームを構成する目的で使用されます。構成されている場合は、「フィルタ済 スケールなし」読み取り値がこの制限値を下回ると出力がアクティブになります。

3.2.4 自動トラック時間

「自動トラック時間」は、平均化して自動トラック偏差の計算に使用されるデータの量（秒数）です。

3.2.5 アラームモード

アラーム値を計算するためにどの計測モード(モード F、モード V、モード E、またはレガシー)を使用するのかを構成します。アラームモードは、複数の計測モードがあるセンサでのみ使用可能です。構成後は、センサは選択した計測モードのみを使用してアラーム値を計算します。アラームモードは、どのモードを自動トラック値の計算に使用するのかについても構成します。

4 平均化パラメータ

センサにおける平均化処理では、「元 スケールなし」値または「フィルタ済 スケールなし」値（構成による）が計算に使用されます。デジタル入力またはリモート平均化を使用するとき、バッチ平均化におけるデータの処理方法は、以下のパラメータによって決定されます。通常、これらは継続的な処理には使用されません。

4.1 上限と下限

上限と下限は、水分%と「スケールなし」値の両方に設定できます。2 つのパラメータは、それぞれ独立的に動作します。センサでの平均化処理時に、センサの読み取り値がこの範囲から外れた場合、そのデータは平均の計算から除外されます。

この設定は、入力/出力構成の上限/下限（セクション 3.2.1）を使用して構成されます。

4.2 平均/保持遅延

ビンやサイロから排出される材料の水分量を計測するためにセンサを使用する場合、バッチを開始するための制御信号が発せられてから、センサの上を材料が流れ始めるまでに、若干の遅延が発生することがよくあります。この遅延時間中の水分読み取り値は、無意味な静的計測値である場合が多いので、バッチ平均値の計算から除外することが望ましいと考えられます。「平均/保持遅延」値では、この最初の除外すべき時間を設定します。ほとんどの場合、0.5 秒で十分ですが、この値を増やした方がよい場合もあります。指定できるオプションは、0、0.5、1.0、1.5、2.0、5.0 秒です。

4.3 平均化モード

平均を計算するときの平均化モードを設定します。指定可能なモードは、「元」（スケールなし/水分）および「フィルタ済」（スケールなし/水分）です。用途によっては、ミキサーパドルやスクリーなどの機械装置がセンサの上を通過して読み取り値に影響を及ぼすことがあります。そのような場合は、「フィルタ済」の値を使用することで信号のピークや落ち込みを除去できます。サイロからの出力を計測する用途のように材料のフローが安定している場合は、平均化モードを「元」に設定します。

5 フィルタ処理

フィルタ処理のデフォルト設定の内容は、該当するセンサのデフォルト設定に関する *Engineering Note* に記載されています。詳細については付録 A 文書相互参照を参照してください。

「元 スケールなし」の読み取り値は1秒に25回測定され、材料が流れるときの信号の不規則性により、高レベルの「ノイズ」が含まれることがあります。その場合、この信号を水分の制御に使用するには、ある程度のフィルタ処理を施す必要があります。

デフォルトのフィルタ処理設定はほとんどの用途に適していますが、必要に応じて特定の用途に対してカスタマイズできます。

用途の特性はそれぞれ異なるので、すべての用途に理想的なデフォルトのフィルタ処理設定を用意することは不可能です。理想的なフィルタは、迅速な応答速度で滑らかな出力を提供するフィルタです。

「元 水分%」設定と「元 スケールなし」設定は、制御目的には使用しないでください。

「元 スケールなし」読み取り値は、次の順序でフィルタ処理されます。まず、スルーレートフィルタが信号の大きな変化を制限し、次にデジタル信号処理フィルタが高周波数ノイズを信号から取り除き、最後にスムーズ化フィルタ（フィルタ時間機能を使用するように設定）が周波数域全体をスムーズ化します。

それぞれのフィルタについて以下で説明します。

5.1 スルーレートフィルタ

スルーレートフィルタは、プロセス中の機械的な干渉によって発生したセンサ読み取り値の大きなピークや落ち込みを除去するのに役立ちます。

フィルタでは、元の信号の大幅な正と負の変化に関するレート制限を設定します。正と負の変化に対して個別の制限を設定することができます。指定できるオプションは、「なし」、「軽い」、「中」、「重い」です。設定を重くするほど、信号のピークが切り捨てられ、信号応答が遅くなります。

5.2 デジタル信号処理

デジタル信号処理フィルタ（DSP）は、高度なアルゴリズムを使用して信号からノイズを除去します。このフィルタは高周波数ノイズを減らします。このフィルタの利点は、意味のある周波数範囲内のすべての信号を有効として処理することです。これにより、スムーズ化信号は水分の反応に迅速に応答できます。

DSP フィルタは、混合環境など、ノイズの多い用途で特に役立ちます。ノイズの少ない環境での使用には適していません。

指定できるオプションは、「なし」、「非常に軽い」、「軽い」、「中」、「重い」、「非常に重い」です。

5.3 フィルタ時間（スムーズ化時間）

フィルタ時間は、スルーレートフィルタとデジタル信号処理フィルタを通過した信号をスムーズ化します。このフィルタは信号全体をスムーズ化するので、信号応答の速度が落ちます。フィルタ時間は秒で定義します。

指定できるオプションは、0、1、2.5、5、7.5、10秒、および100秒までのカスタム設定時間です。

5.4 フィルタ出力に含める設定値

デジタル入力 1 使用パラメータ (セクション **Error! Reference source not found.**) が「フィルタ出力に含める値」に設定されている場合、「フィルタ出力に含める値ステータス」はデジタル入力の状態によって制御されます。そうでない場合、「フィルタ出力に含める値ステータス」は、この「フィルタ出力に含める設定値」によって制御されます (表 1 を参照してください)。

未加工の値がフィルタ出力に含まれるのは、フィルタ出力に含める値ステータスがアクティブのときだけです。

| 入力 1 使用設定 | 状態 | フィルタ出力に含める値ステータス |
|-------------|-----------------------|------------------|
| フィルタ出力に含める値 | デジタル入力ステータス: 低 | 非アクティブ |
| フィルタ出力に含める値 | デジタル入力ステータス: High (高) | アクティブ |
| その他の設定 | 未加工の値が設定値を下回る | 非アクティブ |
| その他の設定 | 未加工の値が設定値を上回る | アクティブ |

表 1: フィルタ出力に含める値ステータス表

デジタル入力 1 がフィルタ出力に含める値以外のパラメータに設定され、フィルタシーディングパラメータが最後にフィルタされた値 (5.5 を参照してください) に設定されている場合、以下のような機能が有効になります:

未加工の値がフィルタ出力に含める値の設定値を下回ると、最後にフィルタされた値は一定に保たれます。未加工の値が設定値より再度高くなった場合、フィルタリングが前回保持された値から開始されます。

すべての計測値を含めるには、パラメータを低い値に設定することを推奨します。デフォルト値は-5 です。

5.5 フィルタシーディング

フィルタシーディングパラメータは、フィルタ出力に含める設定値 (セクション 5.4 を参照してください) およびフィルタに含まれるデジタル入力 1 のオプション (セクション **Error! Reference source not found.** を参照してください) と連動します。

この設定は、フィルタに含まれる値ステータスがアクティブになった後、フィルタ出力を最後に確認された値から再スタートするか、最後に確認された未加工の値から再スタートするかを決定するものです。

フィルタシーディングパラメータの設定に依存するフィルタ出力機能については、表 2 を参照してください。

| フィルタシーディング設定 | フィルタ出力に含める値ステータス | 機能 |
|--------------|------------------|----|
| | | |

| | | |
|-------------|--------|--------------------------------|
| 最後にフィルタされた値 | アクティブ | フィルタ済みスケールなしの値 |
| 最後にフィルタされた値 | 非アクティブ | 入力非アクティブ時にフィルタ済みスケールなしが表示されます。 |
| 最後の未加工値 | アクティブ | フィルタ済みスケールなし |
| 最後の未加工値 | 非アクティブ | 未加工スケールなし出力 |

表 2: フィルタ済みスケールなし出力機能

6 流れる材料の中に設置したハイドロニクス水分センサの一般的な水分トレース

図 3 は、流れる材料の中で計測した一般的な「元 スケールなし」トレースの例です。センサを通過して流れる材料の動きによって、信号が不安定になっています。

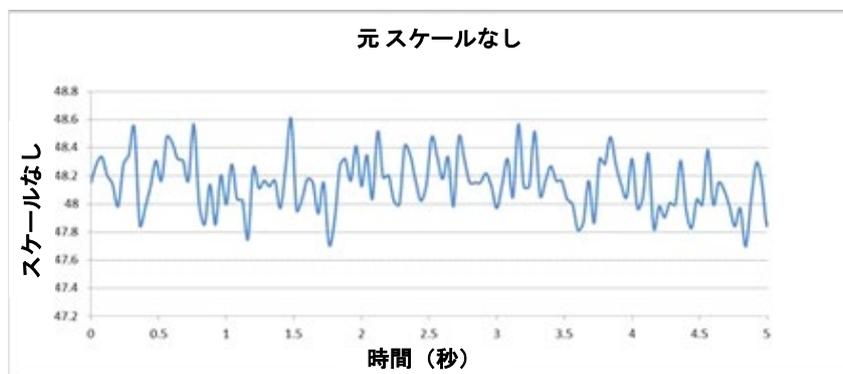


図 3: 流れる材料の中で計測した「元 スケールなし」トレースの例

スルーレートフィルタを使用すると、正のピークと負のピークを切り捨て、無用なノイズを減らすことができます。DSP フィルタが選択されている場合は、スルーレートフィルタを通過した後の信号に、フィルタ時間（スムーズ化時間）を使用してさらなるスムーズ化が適用されます。その結果、材料中の水分が さらにクリアに示されます（図 4）。

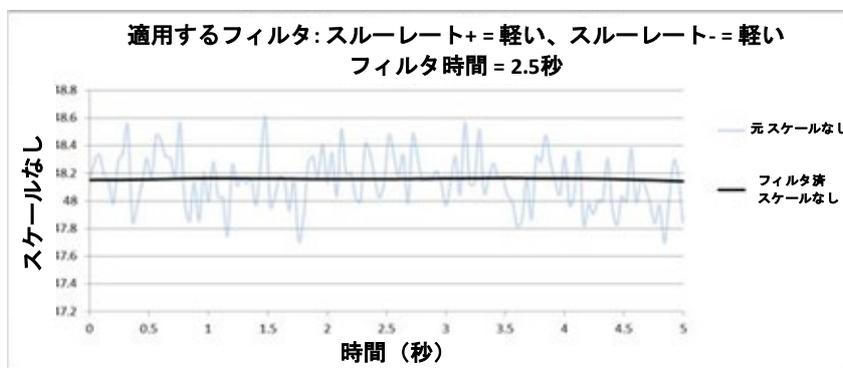


図 4: フィルタ済み信号のグラフ

7 ミキサー用途における信号のフィルタ処理

ミキサーの羽根から高レベルのノイズが発生するため、この信号を水分の制御に使用するには、ある程度のフィルタ処理を施す必要があります。デフォルト設定でほとんどの用途に対応できませんが、必要に応じてカスタマイズすることもできます。

ミキサーの混合アクションはそれぞれ異なるので、すべてのミキサーに理想的なデフォルトのフィルタ処理設定を用意することは不可能です。理想的なフィルタは、迅速な応答速度で滑らかな出力を提供するフィルタです。

図5は、コンクリートのバッチサイクルにおける一般的な水分曲線の例です。ミキサーが空の状態から開始し、材料が投入されると出力は安定値（ポイント A）にまで上昇します。水を追加すると信号は上昇し、ポイント B で再び安定します。バッチが完了すると、材料が排出されます。ポイント A およびポイント B で読み取り値が安定しているのは、ミキサー内の材料がすべて均一に混合したことを示しています。

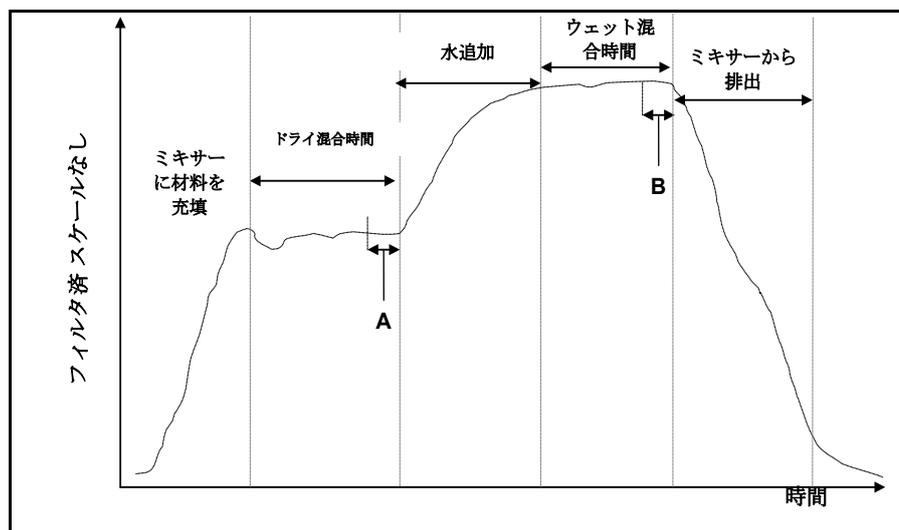


図 5: 一般的な水分曲線の例

ポイント A と B の安定化の度合いは、精度と反復性に大きな影響を与える場合があります。ほとんどの自動水量コントローラは、ドライ水分を測定し、特定のレシピに関する既知の最終参照に基づいて、混合物に追加する水の量を計算します。したがって、ポイント A においてサイクルのドライ混合フェーズの信号が安定することは非常に重要です。それによって水量コントローラは代表的な読み取り値を得ることができ、必要な追加水量を正確に計算できます。同じ理由から、ポイント B においてウェット混合の信号が安定することにより、レシピキャリブレーション時の適切な混合を示す代表的な最終参照を得ることができます。

図 6 は、実際の混合サイクルにおいてセンサが記録した「元 スケールなし」データの例です。羽根の動きに起因する大きなピークとスパイクがはっきりと現れています。

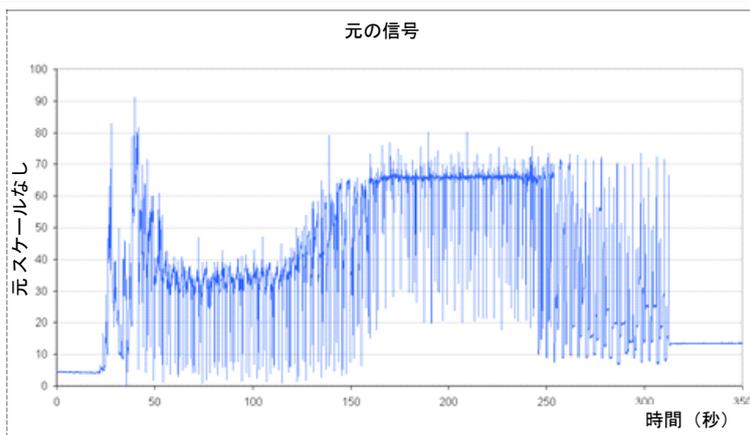


図 6: 混合サイクル中の元のシグナルを示すグラフ

次の 2 つのグラフは、上で示したのと同じ元データをフィルタ処理した際の効果を示します。図 7 は、次のフィルタ設定を使用した効果を示します。このフィルタ設定によりグラフの「フィルタ済 スケールなし」ラインが生成されます。

スルーレート + = 中
 スルーレート - = 軽い
 フィルタ時間 = 1 秒

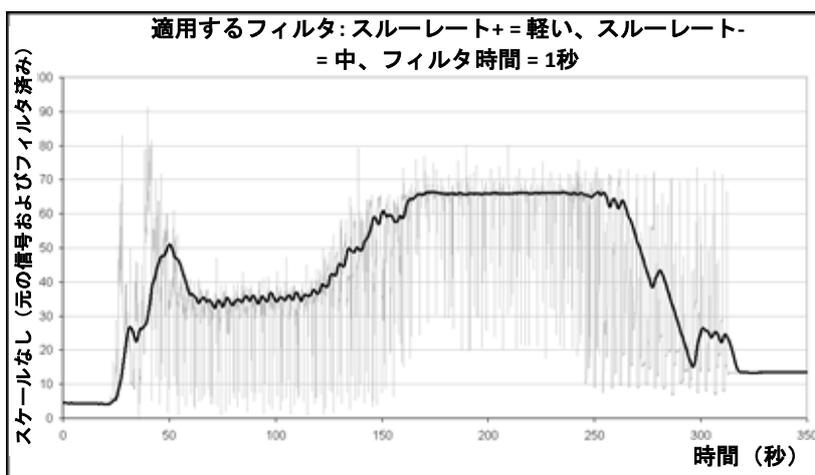


図7: 「元 スケールなし」信号のフィルタ処理 (1)

図 8 は、以下の設定の効果を示しています。

スルーレート + = 軽い
 スルーレート - = 軽い
 フィルタ時間 = 7.5 秒

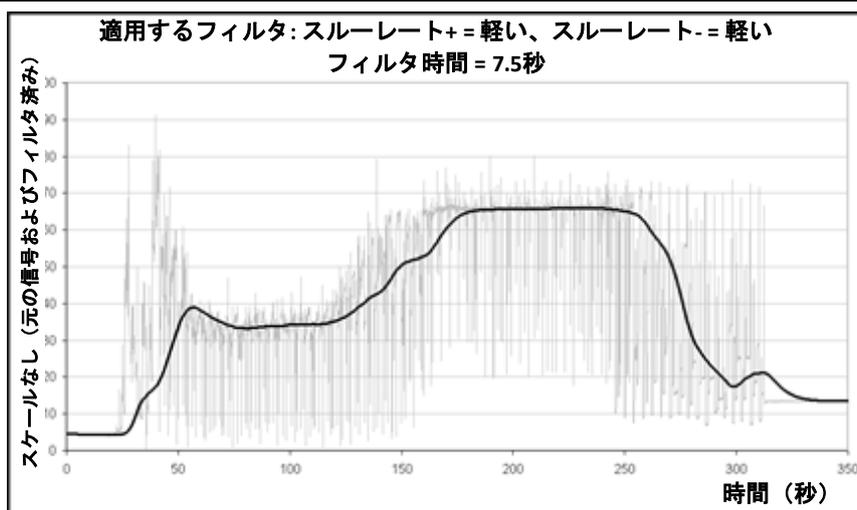


図8: 元の信号のフィルタ処理 (2)

図 8 を見ると、混合サイクルのドライフェーズにおいて信号の安定性が明らかに向上しています。これは、水キャリブレーションを行うときに有利です。

デフォルトのフィルタ設定は多くの用途に適していますが、設定を最適化する場合は、ノイズ除去と応答速度の適切なバランスをとるために、初回の試運転時に結果をモニタリングすることをお勧めします。

8 計測モード

計測モードを使用すると、センサの感度を特定の材料に最適化できます。

センサ製品によっては、計測モード選択機能が搭載されていないことがあります。また、デフォルトの計測モード設定の内容はモデルによって異なります。詳細については、該当するセンサ設置ガイドの技術仕様セクションを参照してください。

最も多くの計測モードを使用できるセンサの場合、モード F、モード V、モード E という 3 つの計測モードが用意されています。

最適なモードを選択すると読み取り精度が向上します。ただし、計測可能な水分の最大値が制限される場合があります。

センサにおいては、F/V/E の各モードでスケールなし値の計算が実行され続けます。つまり、センサはいずれか 1 つのモードで動作するわけではなく、常に全モードで動作しています。動作モードはオペレータが選択でき、最適な動作モードは、材料やプロセスごとに異なります。

8.1 使用する計測モードの選択

最も適切なモードは、ユーザー、用途、計測対象の材料の要件によって決まります。

精度、安定性、密度などの変化、作業水分範囲は、計測モードを選択するときに考慮すべき要素となります。

ほとんどの用途では、モード F が安定性と感度の適切なバランスを実現します。

スケールなし (US) の変化が水分に対する有効範囲にわたり小さい用途では、モード V またはモード E がより敏感な応答をすることがあります。モード V とモード E では、測定が安定しない可能性があり、フィルタ設定の変更が必要になる場合があることをご留意ください。

モード V とモード E は、より高い感度になるかもしれませんが、より低い水分レベルで飽和するため、水分含有量の高い用途には適さないことがあります。

ほとんどの用途で、モード F がすべてのモードの中で最も安定した測定をします。しかし、モードの分析によって、他のモードがより安定した測定ができること示される場合もあります。これは、未加工ログ・レートで各モードを記録し、各モードの安定性を比較することで判断できます。

8.2 異なるモードを選択することの効果

センサの 0-100 スケールなし値と水分パーセンテージの関係は、モードによって異なります。

どのような材料の計測でも、多くの場合は、スケールなしのセンサ読み取り値に生じる大きな変化を水分レベルの小さな変化と見なすのが好都合です。そうすることで、非常に正確にキャリブレーションされた水分計測結果を得ることができます（図 9 を参照）。ただし、必要な水分範囲全体をセンサが計測可能であることと、センサが実用に適さないほど過敏に構成されていないことが前提となります。

いずれのモードでも、得られる出力は安定した直線的な出力です。図9のラインBのような、できるだけ水平に近い水分キャリブレーション線を描くモードを選択することが目標となります。ただし、ライン B のほうが精度が高くなる反面、計測対象材料に含まれる水分の見込み最大値よりも小さい水分%で、スケールなし単位の最大値 100 に達してしまう場合があります。実際に到達し得る水分%の最大値は、材料キャリブレーションの勾配に基づく関数であり、ユーザーが確認する必要があります。

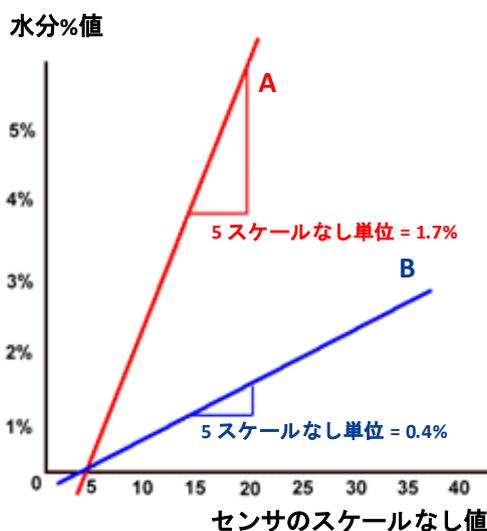


図9: スケールなし値と水分との関係

最も適切なモードを決定するには、特定の材料、ミキサーの種類、または用途でテストを実行することをお勧めします。また、テストを行う前に、その用途に適した推奨設定についてハイドロニクス社にご相談いただくことをお勧めします。

テストは、用途によって異なります。時間を追って記録する計測では、同じプロセスで異なる計測モードを使用し、それぞれのセンサの出力を記録することをお勧めします。PC と Hydronix Hydro-Com ソフトウェアを使用すると、データを簡単に記録して結果をグラフ化し、最適な計測モードを見極めることができます。

センサフィルタ処理分析などさらに詳細な分析を行う場合、経験豊かなユーザーがセンサを最適に設定できるように、ハイドロニクス社はアドバイスとソフトウェアも提供します。

Hydro-Com ソフトウェアとユーザーガイドは、www.hydronix.com からダウンロードできます。

水分（絶対水分計測）に対してキャリブレーションされた出力信号を取得するためにセンサを使用する場合は、複数の異なる計測モードを使用してキャリブレーションし、結果を比較することをお勧めします（詳細については章3を参照）。

詳細は、ハイドロニクス社サポートチームにお問い合わせください（support@hydronix.com）。

9 センサデータの出力

センサでは、選択可能な全モードのデータが常に生成されています。使用するモードの選択は出力する変数を選択する段階で行われます。現在、出力の選択作業は、計測対象材料向けにセンサ動作を最適化するプロセスの中で行われるようになっています。

次の図は、センサ内部におけるデータの生成順序を表しています。

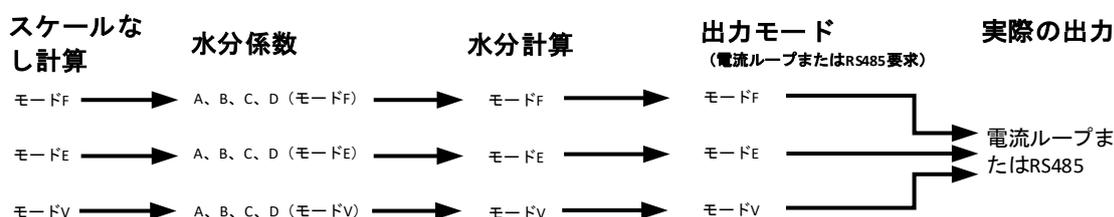


図10: センサ内でのデータ生成順序

9.1 アナログ電流ループ

データの出力にアナログ電流ループを使用する場合、ユーザーは「スケールなし」出力または「水分」出力を選択するのに加え、使用するモードも選択する必要があります。たとえば、アナログ出力1に対して「フィルタ済 スケールなしモードF」や「平均 水分モードE」を設定します。

9.2 RS485 プロトコル

ハイドロニクス Hydro-Link プロトコルは、異なるモードのデータを要求できるように拡張されています。拡張プロトコルを使用すると、ホストは、たとえば「平均 スケールなしモードV」や「フィルタ済 スケールなしモードE」のデータを要求することもできます。制御システムに Hydro-Link プロトコルをインプリメントしたいお客様には、プロトコルの完全な仕様書を提供しています。必要な場合はハイドロニクス社までご請求ください。

9.3 従来のホストシステムに対する後方互換性

新規にインプリメントするホストシステムでは、上記のスキーム（図10）を採用することで最適な性能と柔軟性を実現でき、あらゆる目的の材料に応じて、最適なモードを決定し、選択することができます。新規にインプリメントする場合は、このスキームを必ずサポートすることをお勧めします。

多くの場合は、センサを既存のレガシーシステムに接続するために、このスキームに加えて、レガシーシステムをサポートし互換性を確保するための手段が採用されます。従来のレガシーセンサは、「スケールなし種類1」パラメータで設定される、あらかじめ決められた1つのモードで動作していました。また、A、B、C、D キャリブレーション係数については1セットのみサポートしていました。

HS0102 ファームウェアを使用するセンサには、後方互換性の維持を目的とする若干の拡張を施したスキームがインプリメントされています。モード指定なしで（以前のホストシステムのように）、電流ループ出力変数または Hydro-Link プロトコル要求が実行された場合は、「スケールなし種類 1」設定が適用されます。出力に該当するモードは、「スケールなし種類 1」によって選択されます。したがって、図は次のように拡張されます。

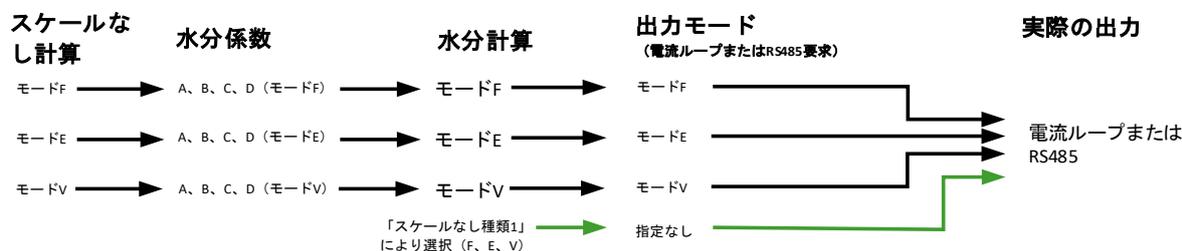


図11: 指定なしの出力選択

以前のホストアプリケーションでは、A、B、C、D 係数を各モード用に記述することができません。そのため、既存ホストシステムでサポートされている 1 セットのレガシーモード係数に対応するために、もう 1 つの拡張が施されています。それを加えた最終版の図を次に示します。

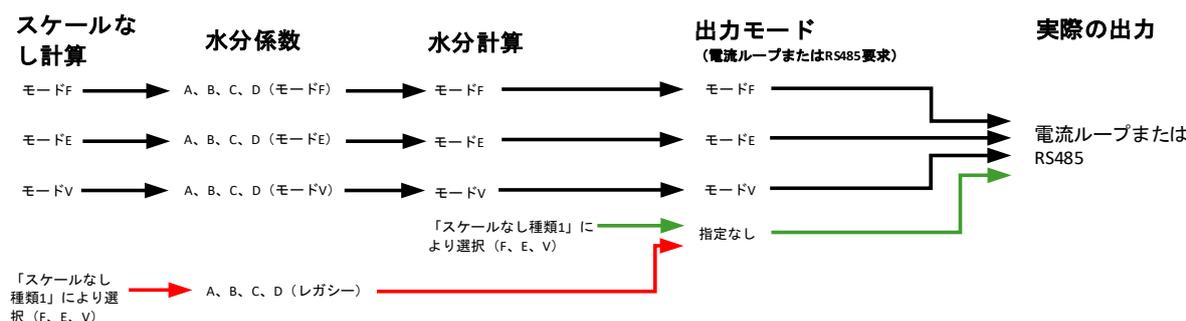


図 12: レガシー出力選択

モード指定なしで電流ループ出力が設定された場合や、モード指定なしで RS485 プロトコル要求が発行された場合（「水分」値に対して）、以下のプロセスが実行されます。

- レガシー係数が 0 ではない場合、「水分」値の計算にそれらの係数が使用されます（図中の赤色の矢印）。
- レガシー係数がすべて 0 である場合、該当する係数と「水分」を選択するために「スケールなし種類 1」が使用されます（緑色の矢印）。これにより、現行ホストシステム上の全モードでセンサを完全にキャリブレーションし、レガシーホストシステム上で動作させることができます。

9.4 スケールなし 2

レガシーセンサ製品には第 2 の「スケールなし」計算がインプリメントされており、2 つのモードを同時に比較可能でした。これにより、第 2 のモードで「水分」ではなく「スケールなし」読み取り値を出力することができました。最新のセンサには後方互換性を維持する目的で「スケールなし 2」がインプリメントされています。ただし、これらのセンサでは常に全モードの値が計算されているため、新規にインプリメントされるホストシステムでは「スケールなし 2」を使用しないでください。

最新のセンサでは、複数の RS485 プロトコル要求を発行してモード間の比較を行うことや、2つのアナログ電流ループ出力を異なるモード用に構成することができます。

10 セカンダリプロトコル

バージョン HS0102 v1.11.0 以上のファームウェアを使用しているセンサには、Modbus RTU プロトコルと通信するオプションがあります。デフォルトの Hydro-Link RS485 プロトコルに加えてのオプションです。同様の電子通信が Hydro-Link と Modbus RTU メッセージ両方に使用されていますが、一度に処理できるのは片方のタイプのプロトコルメッセージのみです。

セカンダリプロトコルを個別に設定でき、これにより、デフォルトのプロトコルと異なる通信設定を用意できます（アドレス、ボー、パリティ）。

Modbus 通信レジスタについて詳しくは、こちらをご覧ください。Hydronix Microwave Moisture Sensor Modbus RTU Protocol Register Mapping HD0881 (Hydronix マイクロ波水分センサ Modbus RTU プロトコルレジスタマッピング HD0881)

10.1 Modbus 設定

センサが Modbus RTU のコマンドを受け入れられるようにするには、セカンダリプロトコルを有効にし、通信設定をコントロールシステムの構成と一致させる必要があります。バージョン v1.11.0 以上のファームウェアをインストールしている Hydro-Com ソフトウェア HS0099 を使用して、Modbus RTU のセンサを設定する必要があります。

構成オプションとデフォルトの値は次のとおりです。

| 構成設定 | デフォルト | オプション |
|------------|--------|---|
| セカンダリプロトコル | Modbus | なし Modbus |
| ボー | 19200 | 2400 4800 9600 19200 38400 57600 115200 |
| アドレス | 1 | 1-247 |
| パリティ | なし | なし 1 ストップビット なし 2 ストップビット 奇数 偶数 |

表 1: Modbus 設定

1 センサ統合

センサは、3つの方法のいずれかを使ってプロセスに統合できます。

- 材料キャリブレーションを外部制御システムで実行し、スケールなし単位の直線値 0-100 を出力するようにセンサを構成する方法。

または

- Hydro-Com センサ構成/キャリブレーションソフトウェアを使用してセンサを内部的にキャリブレーションし、絶対水分%値を出力する方法。

または

- センサから目標値を出力させる方法。

ハイドロニクス社では、独自のインターフェースを開発するシステム設計者向けのソフトウェア開発ツールを用意しています。

センサを制御システムやプロセスに統合する方法の詳細については、『バッチ処理の水分制御方法』（EN0077）を参照してください。

2 材料キャリブレーションの概要

2.1 「スケールなし」値

製造段階において、すべてのセンサは管理された環境下で1つ1つキャリブレーションされ、空気中での計測値が 0、水中での計測値が 100 になるよう設定されます。この 0~100 の値は「スケールなし」値と呼ばれ、ハイドロニクスセンサの「元」出力として使用されます。

2.2 キャリブレーションが必要な理由

ハイドロニクスマイクロ波水分センサは、材料の電気的性質を計測します。電気的性質は材料によって異なるため、正確な水分/ブリックス値を出力するにはキャリブレーションプロセスを実行する必要があります。キャリブレーションを行うと、材料に含まれる水分量の違いがセンサに検出され、「スケールなし」値が適切に調整されます。電気的性質は材料ごとに必ず異なるため、ある特定の水分%に対応する「スケールなし」値も材料によって異なります。

図 13: 3つの異なる材料のキャリブレーションは、3つの異なる材料のキャリブレーション線を示しています。「スケールなし」値 20 に対応する水分%値が材料ごとに異なっているのがわかります。材料 A の場合、「スケールなし」値 20 は水分 15%を表しますが、材料 B の場合は、同じ「スケールなし」値が水分 10%を表します。

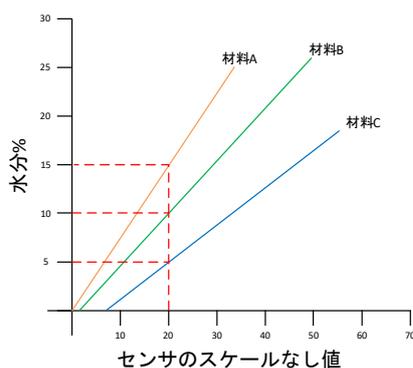


図 13: 3つの異なる材料のキャリブレーション

センサの材料キャリブレーションによって、「スケールなし」値と実際の水分量に関連づけられます (図 14)。この関係は、さまざまな水分やブリックス量において材料の「スケールなし」値を計測し、材料のサンプルを収集することにより決定されます。サンプルの水分は、精密なラボラトリプロセスに基づいて決定されます。推奨されるプロセスについては、このユーザーガイドで詳細に説明します。

| センサのスケールなし値 | ラボラトリ水分測定結果 |
|-------------|-------------|
| 10 | 5 |
| 20 | 10 |
| 30 | 15 |
| 40 | 20 |

図 14: 一般的なキャリブレーション結果の例

2.3 材料の変化

センサは、材料の流れ方が一定している場所に適切な形で設置することが重要です。混合比率、密度、固結状況などの違いによって材料の構成が変化すると、キャリブレーションの有効性が損なわれるおそれがあります。該当するセンサの設置ガイドに記載された取り付け方法のアドバイスを参照してください。

具体的な用途別の詳細なアドバイスについては、ハイドロニクス社サポートチームにお問い合わせください (support@hydronix.com)。

2.4 キャリブレーションの種類

ハイドロニクスマイクロ波水分センサをキャリブレーションする方法は数種類あります。

直線:

通常、水分については直線的な材料キャリブレーションが行われます。その方法については 35 ページで説明します。使用する式は以下のとおりです。

$$\text{水分\%} = B \times (\text{スケールなし読み取り値}) + C - \text{SSD}$$

二次式:

まれにしか発生しない状況ですが、材料の計測値が直線的な特性を示さない場合のために二次関数も用意されています。キャリブレーション式で使用できる二次項は以下のとおりです。

$$\text{水分\%} = A \times (\text{スケールなし読み取り値})^2 + B (\text{スケールなし読み取り値}) + C - \text{SSD}$$

二次係数を使用する必要が生じるのは、複雑な用途の場合に限られます。ほとんどの材料では、キャリブレーション線が直線になるため A が 0 に設定されます。

ブリックス:

一部のセンサには、ブリックス（溶解した個体）向けのキャリブレーションを行う機能があります。ブリックス用キャリブレーションでは、以下の式に基づいた異なる種類の線を使用します。

$$\text{Brix} = A - B \cdot e^{\left(\frac{C \cdot us}{1000000}\right)} + \frac{D \cdot us^2}{1000}$$

キャリブレーションの詳細と、正しいキャリブレーション方法の決め方については、ハイドロニクス社サポート部門にお問い合わせください (support@hydronix.com)。

3 SSD 係数と SSD 含水率

キャリブレーションのために実際に取得できる値は、オープン乾燥水分（全水分）の値のみです。表面水分（自由水分）が必要な場合は、表面乾燥飽水状態（SSD）係数を使用します。業界によっては、SSD ではなく吸水値（WAV）という用語も使われます。

$$\text{吸収された水分} + \text{自由水分} = \text{全水分}$$

ハイドロニクスの手順や機器で使用する SSD 係数は、表面乾燥飽水状態オフセット（材料の吸水値）です。SSD 値は、業界標準の手順によって決定するか、材料のサプライヤから得られる情報によって知ることができます。

表面水分量は、骨材の表面にある水分、つまり「自由水分」のみを表します。コンクリート生産など特定の用途では、この表面水分のみをプロセスで使用します。この値がコンクリート配合設計と呼ばれるのはそのためです。

$$\begin{array}{lcl} \text{オープン乾燥水分\%} & - & \text{吸水値\%} & = & \text{表面水分\%} \\ \text{(合計水分)} & & \text{(センサの SSD オフセット)} & & \text{(自由水分)} \end{array}$$

4 キャリブレーションデータの保存

キャリブレーションデータは、制御システム内またはセンサ内のどちらかに保存できます。以下では、これら 2 つの方法について説明します。

センサ内のキャリブレーションを実行すると、デジタル RS485 インタフェースを使用して係数値が更新されます。この場合、水分に比例した値が出力されます。ハイドロニクス社は、RS485 インタフェースでの通信に使用できる PC ユーティリティを多数提供しています。特に、Hydro-Com には材料キャリブレーション専用のページが用意されています。

センサ外のキャリブレーションを実行するには、制御システムがキャリブレーション機能を備えている必要があります。この場合、センサからのスケールなし直線出力を使って水分変換の計算を実行できます。出力の設定に関する詳細は、図 2 を参照してください。

4.1 センサ内のキャリブレーション

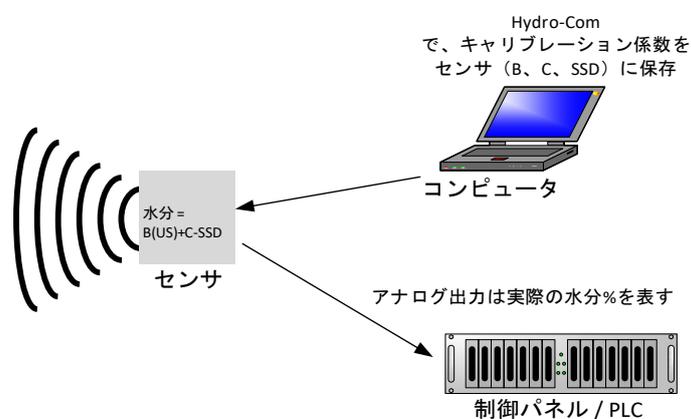


図 15: センサ内のキャリブレーション

最新バージョンの Hydro-Com または Hydro-View を使用してセンサのキャリブレーションを実行すると、個々の計測モードと個々のキャリブレーション点ごとに「スケールなし」値が保存されます。したがって、有効なキャリブレーションを 1 回実行した後は、各モードの正確な水分値を常に使用できるようになります。つまり、モードごとの A、B、C、D 係数セットがセンサに保存されます。

センサ内のキャリブレーションには以下の利点があります。

- 診断ソフトウェアなど、高度な無料ソフトウェアによってキャリブレーションの正確性を向上できます。
- センサをキャリブレーションするために制御システムを修正する必要がありません。
- キャリブレーション情報を別のセンサに転送できます。

4.2 制御システム内のキャリブレーション

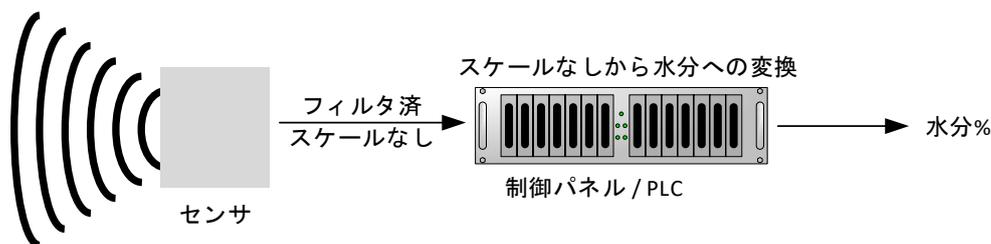


図 16: 制御システム内のキャリブレーション

制御システム内のキャリブレーションには以下の利点があります。

- 追加のコンピュータや RS485 アダプタを使用せずに直接キャリブレーションできます。
- 追加ソフトウェアの使用方法を学習する必要がありません。
- センサを交換する必要がある場合、交換用のハイドロニクスセンサを接続すれば、センサを PC に接続して材料のキャリブレーションを更新することなく、有効な結果を直ちに取得できます。
- キャリブレーション情報をセンサ間で簡単に切り替えることができます。

5 流れる材料向けのキャリブレーション手順（直線）

キャリブレーション線を決定するには、少なくとも 2 つの点が必要です。個々の点は、センサ上に材料を流し、センサの「スケールなし」読み取り値を調べることで取得できます。同時に、材料のサンプルを取得して乾燥させ、本来の含水量を調べます。そうすることで、「水分」とそれに対応する「スケールなし」値が判明し、グラフ上に点を打つことができます。最低 2 つの点があれば、キャリブレーションライン線を引くことができます。

材料に対してセンサをキャリブレーションする際の推奨手順は、以下に示すとおりです。この手順では Hydro-Com ユーティリティを使用し、キャリブレーション情報はセンサ内に保存されます。キャリブレーションプロセスの詳細については、『Hydro-Com ユーザーガイド』（HD0682）に記載されています。

キャリブレーションをセンサ内、制御システム内のどちらに保存する場合でも、プロセスは同じです。

テストとサンプル採取の方法については、材料の含水量を正確に表す代表的な値を導き出せるように設計された国際基準が存在します。それらの基準には、流れる材料の代表的なサンプルを採取するために必要な計量システム精度とサンプル採取テクニックが定義されています。サンプル採取の詳細については、実際に適用される基準の資料を参照するか、ハイドロニクス社にお問い合わせください (support@hydronix.com)。

5.1 ヒントと安全性

- 乾燥プロセスの実行中に材料が破裂した場合に備え、保護眼鏡と保護衣服を着用してください。
- センサの表面に材料を押しつけてセンサのキャリブレーションを行わないでください。そのような方法では、実際の使用時の読み取り値を代表する値を取得することはできません。
- センサの「スケールなし」出力を記録する際は、常に、センサの設置位置からサンプルを採取してください。

- 同じビンの異なる 2 つのゲートから流れ出る材料が、どちらも同じ水分量を含んでいると仮定しないでください。また、両方のゲートから流れ出るサンプルを採取して平均値を取ろうとせず、常に 2 つのセンサを使用してください。
- 可能であれば、デジタル入力を使用してセンサ内の読み取り値を平均化するか、制御システム内の読み取り値を平均化することをお勧めします。
- 材料の代表的なサンプルがセンサに触れるようにしてください。
- 水分テスト用には、材料の代表的なサンプルを確実に採取してください。

5.2 器具

- **重量計**：2kg まで測定可能で、誤差が 0.1g 以内
- **熱源**：サンプルを乾燥させるためのオープン、電子レンジ、モイスチャーバランスなど
- **コンテナ**：蓋を再密閉できるもの。サンプルの保存用
- **ポリエチレンの袋**：乾燥プロセス前のサンプルの保存用
- **スコップ**：サンプル収集用
- **安全器具**：眼鏡、耐熱手袋、保護衣服など

5.3 収集した材料サンプルの取り扱い

正確なキャリブレーションを作成するには、センサを通過した材料のサンプルを集めると同時に、材料収集中にセンサから得られたスケール無しの平均値を記録する必要があります。そして、収集された材料を正確に分析して水分含有量を判断するには、できるだけセンサに接近して材料を収集し、収集後は即座に密封コンテナ/バッグに封入することが不可欠です。材料を密封コンテナ/バッグに封入しないと、分析前に水分が失われてしまいます。コンテナ/バッグは、ラボラトリでの試験を行うときにのみ開封します。

温かい材料を収集（例：ドライヤーの出口からや温かい環境で）する場合、材料は**必ず**コンテナ/バッグに封入し、分析前にそのままにして室温まで冷やしてください。冷めたら、コンテナ/バッグを振って表面に付着した水分を材料に混ぜて戻してください。材料が冷める前に取り除くと、蒸発効果により水分が失われ、キャリブレーションに潜在的な誤差を取り込むこととなります。

注意：Hydro-Com の使用方法の詳細については、『Hydro-Com ユーザーガイド』(HD0682) を参照してください。誤りと思われる結果も破棄せず、キャリブレーションデータはすべて記録してください。

これらの原則は、キャリブレーションに Hydro-Com を使うかどうかにかかわらず常に適用されます。

5.4 手順

1. キャリブレーションを実行するには、その材料がセンサ上を通過し、平均化された「スケールなし」値が記録される必要があります。同時に、材料のサンプルを取得する必要があります。センサの計測対象となる材料を忠実に代表するサンプルとなるように、できるだけセンサに近い位置からサンプルを収集してください。
2. 校正を行うには、スケールなし平均値を取得する必要があります。これは、DC24V をデジタル入力に適用して平均/ホールド入力をトリガするか、Hydro-Com ソフトウェアまたは Hydro-View 画面のボタンを使用して手動で「平均化開始」を選択することによって行われます。
センサ平均化スイッチを材料サンプリングポートの近くに設置することで、センサの平均値と採取した材料サンプルの水分値との相関がより正確になります。

最適な設置は、デジタル入力制御システムに連携され、材料が排出されると同時に自動的にトリガーされるものです。

ビン/ホッパーを設置することは、ビン/ホッパーが開くと平均化が開始され、閉じると平均化が終了し、平均化が再度開始されるまで値は保持されることを意味します。必ず、材料の本来のフローによって平均化がトリガされるようにしてください。材料のジョギングではセンサのデジタル出力がアクティブになりません。

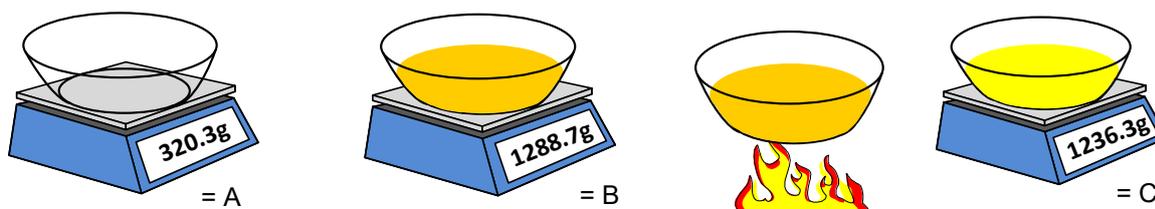
3. 材料が持続的に流れ始めると、平均化処理が開始されます。フローの中から、10 回以上に分けてサンプルを取り、材料のバルクサンプルをコンテナに 5kg^l 以上収集します。センサの読み取り値に対応する特定の材料バッチを取得できるよう、サンプルの収集はセンサに近い位置で行ってください。
4. 材料のフローを止めます。センサの「平均 スケールなし」値を記録します。
5. 収集したサンプルを十分に混ぜ合わせ、均一に混合させます。このサンプルは気密性の高い袋に密封しておき、分析の準備ができるまで、太陽光の当たらない場所に保管してください。サンプルに含まれる水分を決して逃がさないようにすることが特に重要です。
6. 収集した材料から 1kg のサンプルを 3 杯取り出し、それぞれにラボラトリテストを実施します。水分は完全に除去します。穀物、種子、豆類、ペレットなどの粒子が大きい有機材料は、乾燥する前に粉碎する必要がある場合があります。詳細については、材料の適切な工業規格を参照してください。
7. 3 つのサンプルをいずれも完全に乾燥させ、それらの結果を比較します。水分計算を使用して、水分%を算出します（セクション 5.5 を参照）。3 つの結果の間に水分 0.3%を超える差異が出た場合は、サンプルを破棄し、キャリブレーションプロセスをやり直してください。このような差異は、サンプル採取またはラボラトリテストにミスがあったことを示している可能性があります。
8. 3 つのサンプルの水分を平均化し、「平均 スケールなし」の値と関連づけます。
9. 他のキャリブレーション点についても同じプロセスを繰り返します。できるだけ、その材料の実際的な水分範囲全体を表現するようなキャリブレーション点群を収集してください。

Hydro-Com によるキャリブレーション実行方法の詳細については、『Hydro-Com ユーザーガイド』（HD0682）を参照してください。

注意 1) 骨材のテストに関する各種基準の推奨事項によると、代表的なサンプルを採取するためには 20kg 以上のバルク材料が必要です (0-4mm 材料)。

注意 2) 骨材のテストに関する各種基準の推奨事項によると、代表的なサンプル内の水分量の差異が 0.1%を超えることは望ましくありません。

5.5 含水率の計算



$$\text{含水率} = \frac{(B-C)}{(C-A)} \times 100\%$$

例

$$\text{含水率} = \frac{1288.7\text{g} - 1236.3\text{g}}{1236.2\text{g} - 320.3\text{g}} \times 100\% = 5.7\%$$

(注意: この例の水分はドライ重量に基づいて計算されています)

6 直線キャリブレーション

良いキャリブレーションは、サンプルを分析し、その材料の実際的な水分範囲全体にわたって読み取り値を取るにより実行できます。点が多ければ多いほど高い正確性が得られるので、できるだけ多くの点を取ることが必要です。下のグラフは、高い直線性を持つ、良いキャリブレーションを示しています。

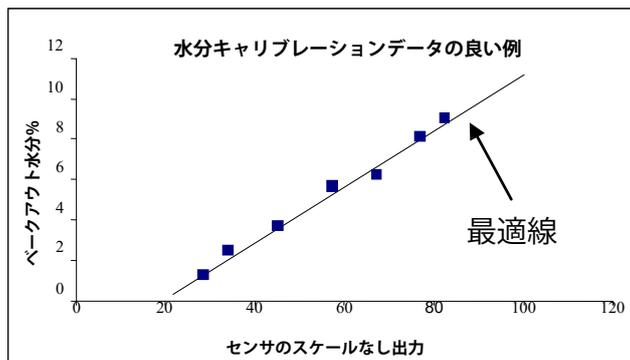


図17: 良い材料キャリブレーションの例

6.1 キャリブレーションが不正確になりがちな状況

- 含水量の計測に使用する材料のサンプル量が少なすぎる。
- 非常に少ないキャリブレーション点を使用している（特に、点の数が1つまたは2つの場合）。
- テストしたサブサンプルが、バルクサンプルを代表するものではない。
- ほぼ同じ含水率のサンプル群を取得している（図 18 の左）。広い範囲のサンプルを取る必要があります。
- 図 18（右）のキャリブレーショングラフのように、読み取り値に大きな開きがある。信頼性や一貫性がない方法でオープン乾燥用のサンプルを採取したか、センサの位置が悪く、センサの上を十分な量の材料が流れていなかったと考えられます。
- 平均化機能を使用しておらず、バッチ全体を表す代表的な水分読み取り値になっていない。

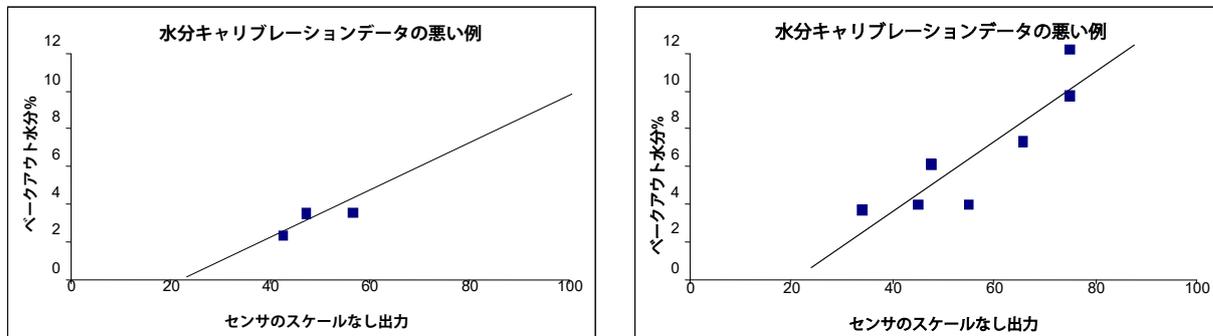


図 18: 悪い材料キャリブレーション点の例

7 二次関数キャリブレーション

まれに発生する、材料の特性が直線的でない状況のために、ハイドロニクスマイクロ波水分センサには二次キャリブレーション関数を使用する機能があります。キャリブレーション点群を直線で結ぶことができない二次関数キャリブレーションでは、「A」係数によって最適な曲線が生成されます（図 19）。使用する式は以下のとおりです。

$$\text{湿気\%} = A \times (\text{スケールなしの値})^2 + B (\text{スケールなしの値}) + C - D$$

直線キャリブレーションの場合も同じ手順が実行され（35 ページを参照）、その後、サンプルの収集と材料の水分%の確認が行われることとなります。

キャリブレーションプロセスの詳細については、『Hydro-Com ユーザーガイド』（HD0682）に記載されています。

7.1 良い/悪い二次関数キャリブレーション

良いキャリブレーションは、その材料の実際的な範囲全体にわたってサンプルを取ることでより実行できます。精度を上げるために、できるだけ多くの点を採用してください。良いキャリブレーションの例を

図 19 に示します。この材料の水分範囲全体にわたって適度な間隔の点群が分散しており、すべての点がほぼ曲線と重なっていることがわかります。

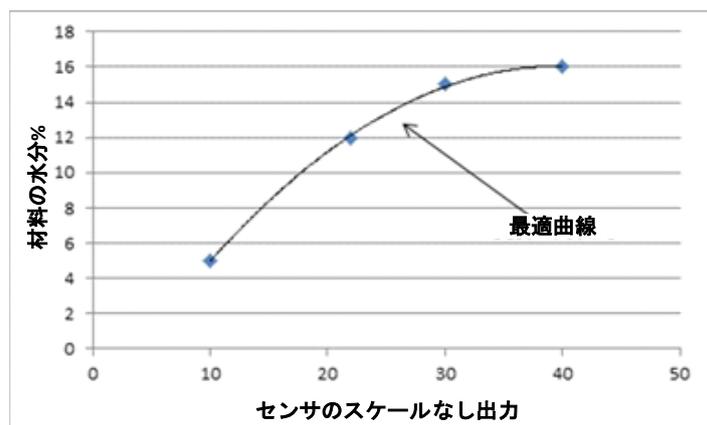


図 19: 良い二次関数キャリブレーションの例

図 20 は、悪いキャリブレーションの例です。キャリブレーション点の位置と曲線の形がかけ離れています。これは、サンプル採取またはラボラトリの作業にミスがあったことを示している可能性があります。このような場合は、キャリブレーションのやり直しが必要だと考えられます。

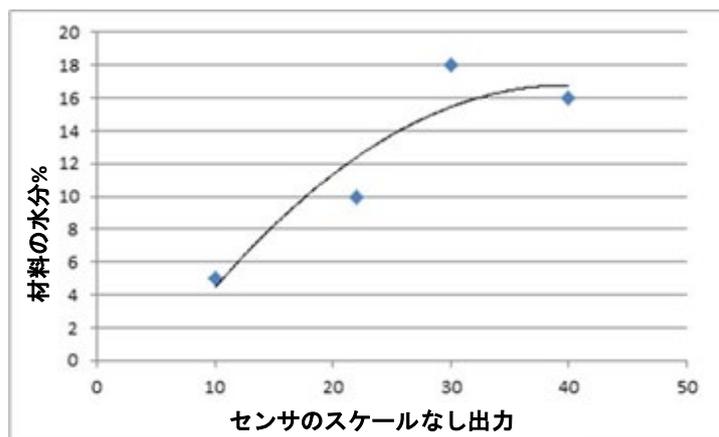


図 20: 悪い二次関数キャリブレーションの例

8 ミキサー内のセンサのキャリブレーション

複数の材料を扱うミキサーにセンサが取り付けられており、水分%を出力する必要がある場合、標準的なキャリブレーションプロセスを実行できないことがあります。これは、コンクリート生産に特に当てはまります。完成したウェットコンクリートからサンプルを採り、ベークアウトを行って水分%を測定する方法は、化学反応と安全性の問題があるため信頼できません。こうした状況では、次の方法を使用してキャリブレーションを行うことができます。

1. ミキサー内でキャリブレーションを行うには、適切にキャリブレーションされた水分センサまたは実験施設を使用して、すべてのドライ材料の水分%を計算する必要があります。この例では、ドライ混合材料の水分と重量は以下のとおりです。

砂 = 950kg、8%の水分

砂利 = 1040kg、2.5%の水分

セメント = 300kg、0%の水分（常に 0%である必要があります）

2. 材料内の水を測定するには、次の式を使用してドライ重量を計算する必要があります。

$$\text{ドライ重量} = \frac{\text{ウェット重量}}{(1+\text{水分}\%)}$$

$$\text{砂} \quad \frac{950}{1.08} = 879.63kg$$

$$\text{砂利} \quad \frac{1040}{1.025} = 1014.63kg$$

$$\text{セメント} \quad \frac{300}{1} = 300kg$$

$$\text{合計ドライ重量} = 879.63 + 1014.63 + 300 = 2194.26kg$$

3. 材料内の水分を計算します。

$$\text{水分} = \text{ウェット重量} - \text{ドライ重量}$$

$$\text{砂} = 950 - 879.63 = 70.37 \text{ kg}$$

$$\text{砂利} = 1040 - 1014.63 = 25.37 \text{ kg}$$

$$\text{セメント} = 300 - 300 = 0 \text{ kg}$$

$$\text{合計水} = 70.37 + 25.37 + 0 = 95.74\text{kg}$$

4. 次に、材料の水分%を計算するためにドライ重量と水分を使用します。

$$M\% = \frac{\text{合計水}}{\text{材料のドライ重量}} \times 100$$

$$M\% = \frac{95.74}{2194.26} \times 100 = 4.36\%$$

5. キャリブレーション点を作成するには、ドライ材料をミキサーに投入し、センサ信号が安定するまで完全に混合する必要があります。信号の安定は、混合が同質化したことを示します。信号が安定した後、センサのスケールなしの値を記録します。この例では、スケールなしの値は 35 です。
6. 第 2 のキャリブレーション点を作成するには、一定量の水をミキサーに追加します。この例では 35 リットルを追加します。センサの信号が再び安定するまで材料を完全に混合します。センサのスケールなしの値を記録します。この例では、スケールなしの値は 46 です。
7. 次の式を使用してウェット混合の水分%を計算します。

$$\text{合計水} = \text{ドライ材料の水} + \text{追加した水}$$

$$\text{合計水} = 95.74 + 35 = 130.74 \text{ リットル}$$

$$\text{水分\%} = \frac{\text{合計水}}{\text{材料のドライ重量}} \times 100$$

$$\text{水分\%} = \frac{130.74}{2194.26} \times 100 = 5.96\%$$

8. ドライ混合とウェット混合からスケールなしの値と水分%を使用して、キャリブレーションを行います。
混合内のキャリブレーションデータは以下のとおりです。

| 水分% | スケールなし |
|------|--------|
| 4.36 | 35 |
| 5.96 | 46 |

9. キャリブレーションデータを、キャリブレーション係数を計算するために、Hydro-Com または Excel に入力します。または、次の式を用いて手動で計算します。

$$B (\text{勾配}) = \frac{\text{水分(ウェット)} - \text{水分(ドライ)}}{\text{スケールなし(ウェット)} - \text{スケールなし(ドライ)}}$$

$$B = \frac{5.96 - 4.36}{46 - 35}$$

$$B = \frac{1.6}{11}$$

$$B = 0.145$$

$$\text{水分\%} = B \times \text{スケールなし} + C$$

$$\therefore C (\text{オフセット}) = \text{水分\%} - (B \times \text{スケールなし})$$

ウェット混合値の使用:

$$C = 5.96 - (0.145 \times 46)$$

$$C = 5.96 - 6.67$$

$$C = -0.71$$

10. B 値と C 値をセンサに読み込んだ場合、出力を水分%に構成することができます。スケールなしの値を 58 として、この例で B 値と C 値を使用します。

$$\text{水分\%} = 0.145 \times 58 - 0.71$$

$$\text{水分\%} = 7.7\%$$

レシピと材料の割合が同じ場合、このキャリブレーションは有効です。

9 ブリックスキャリブレーション

一部のセンサには、「スケールなし」値から液体のブリックス量を求めることができます（詳細については、該当するセンサの設置ガイドに記載された技術仕様を参照してください）。これは液体中に溶けた固体を計測するための機能であり、主に食品業界で使用されます。

ブリックスの計算方法は、水分の直線計算とは異なります。キャリブレーション線を作成するには次の式を使用します。

$$Brix = A - B \cdot e^{\left(\frac{C \cdot us}{100000}\right)} + \frac{D \cdot us^2}{1000}$$

「us」は、センサで読み取った「スケールなし」値を意味します。この式から指数曲線が得られます。

ブリックスを計測するためにセンサを使用するときも、モニタするプロセスに合わせてセンサをキャリブレーションする必要があります。そのプロセスを以下に詳述します。

1. センサのキャリブレーションを実行するには、多数の「スケールなし」値とそれらに対応するブリックス値を関連づける必要があります。
2. キャリブレーション作業では、「フィルタ済 スケールなし」値を記録し、それと同時に材料のサンプル採取も行います。このサンプルはできるだけセンサに近い位置から採取する必要があります。これは、センサの計測対象を忠実に代表する材料サンプルを確実に採取するためです。
3. キャリブレーションのサンプルが必要な場合は、必ず、材料がプロセス内を流れている状態で採取してください。センサの「フィルタ済 スケールなし」値を記録しながら、それと同時に、適切なサンプル採取方法で材料のサンプルを採取します。
4. サンプルには、ラボラトリ作業を数回実行できる程度の大きさが必要です。それらのラボラトリテストの結果を相互に比較してください。差異が出た場合は、サンプル採取またはラボラトリ作業にミスがあった可能性があります。
5. ラボラトリ作業の結果と「フィルタ済 スケールなし」値を平均化して、1つのキャリブレーション点を導きます。
6. 手順 3-5 を、他のキャリブレーション点についても繰り返します。できるだけ、その材料に発生し得るブリックス範囲全体をカバーするようなキャリブレーション点群を収集してください。

キャリブレーション係数を計算し、キャリブレーション結果を使用してセンサを更新するには、Hydro-Com ソフトウェアを使用してください。

9.1 良い/悪いブリックスキャリブレーション

良いブリックスキャリブレーションは、実際的な範囲全体にわたって材料を分析することにより実行できます。精度を上げるために、できるだけ多くの点を採取してください。

図 21 は、すべての点が最適な曲線にほぼ重なっている良いキャリブレーションの例です。

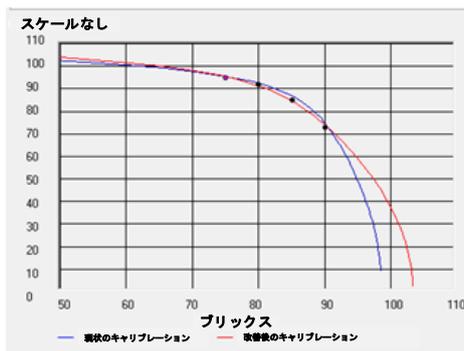


図21: 良いブリックスキャリブレーションの例

図 22 は悪いブリックスキャリブレーションの例です。キャリブレーション点の位置と最適な曲線の形がかけ離れています。

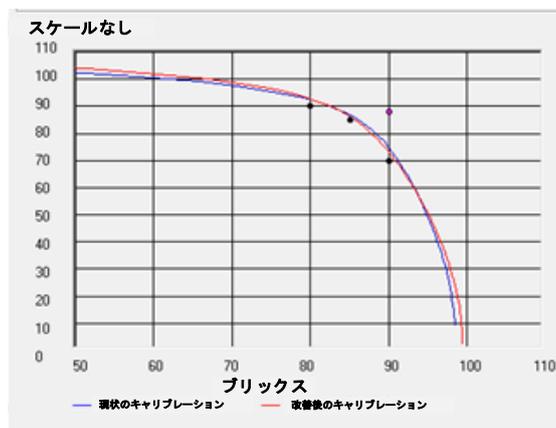


図 22: 悪いブリックスキャリブレーションの例

Hydro-Com の使用方法については、ユーザーガイド (HD0682) を参照してください。

センサは精密な機器であり、多くの場合、キャリブレーション目的で使用する他の機器やサンプル採取テクニックよりも高い精度を備えています。最高のパフォーマンスを得るために、必ず下記の基本的なガイドラインに沿ってセンサを設置し、適切なフィルタ処理パラメータを使用して構成してください。

また、さらに良い結果を得るために、第2章セクション5の説明に従ってセンサのフィルタ処理の調整や信号のスムーズ化パラメータの調整を行うことが役立つ場合があります。

代替の計測モードを選択すると（第2章セクション8を参照）、より望ましい信号応答が得られる場合があります。ただし、これを行う前にHydro-Comソフトウェアを使用して各モードのパフォーマンスをモニタしてください。

1 すべての用途向けの共通事項

- **電源投入:** センサを安定させるため、電源投入後に 15 分間待機してから使用を開始することをお勧めします。
- **位置:** 材料の代表的なサンプルにセンサが接触するようにしてください。
- **フロー:** 材料の流れ方が一定している場所にセンサが接触するようにしてください。
- **材料:** 材料の種類またはソースが変わると、水分読み取り値に影響が出る場合があります。
- **材料の粒子のサイズ:** 計測対象の材料の粒子サイズが変わると、同じ含水率でも材料の流動性に影響が出る場合があります。微細な材料が増加すると、同じ含水率でも材料が「固まる」ことがよくあります。材料が「固まった」からといって、水分が減少したと自動的に解釈すべきではありません。センサは水分の計測を継続します。
- **材料の蓄積:** セラミック製フェイスプレート上に材料が蓄積しないようにしてください。

2 定期的な保守

セラミック製計測フェイスプレート上に材料が蓄積していない状態を常に保ってください。

セラミック製フェイスプレートを検査し、表面に割れや欠けの兆候がないことを確認してください。



保守作業中にセラミック製フェイスプレートに衝撃を与えないでください。

次の表では、センサを使用するときに発生しがちな障害について説明します。この情報から問題を診断できない場合は、ハイドロニクス社テクニカルサポートにお問い合わせください。

1 センサの診断

1.1 症状：センサからの出力がない

| 問題の原因 | 確認事項 | 正常な状態 | 障害発生時にとるべきアクション |
|-----------------------------|--|---|--|
| 出力は動作しているが、正しくない | センサを手で覆って簡単なテストを行う | 正常範囲内のミリアンペア読み取り値 (0-20mA、 4-20mA) | 電源をいったん切つて、入れ直す |
| センサに電源が入っていない | 接続ボックスの DC 電源 | +15Vdc から+30Vdc | 電源/配線の障害を確認する |
| センサが一時的にフリーズしている | 電源をいったん切つて、入れ直す | センサが正しく動作する | 電源の点検 |
| センサ出力が制御システムに届いていない | 制御システムでセンサ出力の電流を計測する | 正常範囲内のミリアンペア読み取り値 (0-20mA、 4-20mA)。含水率によって異なる | 接続ボックスへの戻りケーブルを確認する |
| センサ出力が接続ボックスに届いていない | 接続ボックスの端末でセンサ出力電流を計測する | 正常範囲内のミリアンペア読み取り値 (0-20mA、 4-20mA)。含水率によって異なる | センサのコネクタピンを確認する |
| センサの MIL-Spec コネクタピンが損傷している | センサケーブルを取り外し、ピンが損傷していないか確認する | ピンが曲がっており、電氣的に接触するように通常位置まで曲げることができる | PC に接続してセンサ構成を確認する |
| 内部的な障害または間違った構成 | Hydro-Com ソフトウェアと適切な RS485 コンバータを使用してセンサを PC に接続する | デジタル RS485 接続が動作している。構成が適正である | デジタル RS485 接続が動作していない。センサをハイドロニクス社に送って修理する |

1.2 症状：アナログ出力が間違っている

| 問題の原因 | 確認事項 | 正常な状態 | 障害発生時にとるべきアクション |
|----------------------|---|--|---|
| 配線の問題 | 接続ボックスと PLC の配線 | センサから PLC までのツイストペアケーブルが、すべて正しく配線されている | 技術仕様で指定されたケーブルを使用し、適切に配線する |
| センサのアナログ出力にエラーがある | PLC からのアナログ出力の接続を取り外し、電流計で計測する | 正常範囲内のミリアンペア読み取り値 (0-20mA、4-20mA) | センサを PC に接続し、Hydro-Com を実行する。診断ページでアナログ出力を確認する。mA 出力を既知の値に強制し、電流計でこれを確認する |
| PLC アナログ入力カードにエラーがある | PLC からのアナログ出力の接続を取り外し、電流計を使用してセンサからのアナログ出力を計測する | 正常範囲内のミリアンペア読み取り値 (0-20mA、4-20mA) | アナログ出力カードを交換する |

1.3 症状：コンピュータがセンサと通信できない

| 問題の原因 | 確認事項 | 正常な状態 | 障害発生時にとるべきアクション |
|--------------------------------|--|--|---|
| センサに電源が入っていない | 接続ボックスの DC 電源 | +15Vdc から +30Vdc | 電源/配線の障害を確認する |
| RS485 がコンバータに正しく配線されていない | コンバータの配線方法の説明と、A 信号および B 信号の向きが正しいかどうか | RS485 コンバータが正しく配線されている | PC 通信ポート設定を確認する |
| Hydro-Com のシリアル通信ポートの選択が間違っている | Hydro-Com のシリアル通信ポートの選択が正しいかどうか | 正しい通信ポートに切り替える | PC デバイスマネージャを参照して、実際のポートに割り当てられている通信ポート番号を調べる |
| 複数のセンサに同じアドレス番号が割り当てられている | 各センサに個別に接続できるかどうか | あるアドレスでセンサが検出されたら、そのセンサの番号を変更し、ネットワーク上のすべてのセンサでこれを繰り返す | 可能であれば別の RS485-RS232/USB を試す |

1.4 症状：水分の読み取り値がほとんど変化しない

| 問題の原因 | 確認事項 | 正常な状態 | 障害発生時にとるべきアクション |
|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--|
| ビンが空になったか、センサが材料に覆われていない | センサが材料に覆われている | 材料の深さが 100mm 以上 | ビンに充填する |
| 材料がビン内で滞っている | 材料がセンサの上で滞っていないかどうか | ゲートが開いているとき、センサのフェイス上を材料が滑らかに通過する | 流れが不安定になっている原因を探す。問題が引き続き発生する場合はセンサの位置を変更する |
| センサフェイスに材料が蓄積する | セラミック製フェイス上の乾いた固形の蓄積物など、蓄積の兆候 | 材料の流れにより、セラミック製フェイスプレート上がクリーンに保たれる | セラミックの角度が 30 度と 60 度の間であることを確認する。問題が引き続き発生する場合はセンサの位置を変更する |
| 制御システム内の入力キャリブレーションが間違っている | 制御システム入力範囲 | 制御システムがセンサの出力範囲を受け入れる | 制御システムの修正、またはセンサの再構成 |
| センサがアラーム状態 - 0mA から 4-20mA の範囲 | 材料の含水量をオープン乾燥で検査 | センサが有効な範囲内で作動する | センサ範囲とキャリブレーションを調節する |
| 携帯電話からの干渉 | センサの近くで携帯電話が使われているか | センサの近くで RF 発生源が動作していない | センサから 5m 以内での使用を避ける |
| 平均/保持スイッチが作動しなかった | 信号をデジタル入力に適用する | 平均水分読み取り値が変化する | Hydro-Com 診断で検証する |
| センサに電源が入っていない | 接続ボックスの DC 電源 | +15Vdc から +30Vdc | 電源/ケーブルの障害を確認する |
| センサ出力が制御システムに届いていない | 制御システムでセンサ出力の電流を計測する | 含水率によって異なる | 接続ボックスへの戻りケーブルを確認する |
| センサ出力が接続ボックスに届いていない | 接続ボックスの端末でセンサ出力電流を計測する | 含水率によって異なる | センサの出力構成を確認する |
| センサが停止している | 電源を 30 秒間接続解除し、電源から供給される電流を再試行または計測する | 通常の作動は 70mA - 150 mA | 運転温度が指定した範囲内であることを確認する |
| 内部的な障害または | センサを取り外し、 | 読み取り値が合理的 | Hydro-Com 診断で動 |

| | | | |
|--------|---|----------|--------|
| 間違った構成 | セラミック製フェイスを水で清掃して乾燥させてから、(a) セラミック製フェイスが清潔な状態、および (b) 手をセラミック製フェイスに強く押し付けた状態で読み取り値を確認します。 | な範囲で変化する | 作を検証する |
|--------|---|----------|--------|

1.5 症状：読み取り値に一貫性や安定性がなく、含水量が反映されていない

| 問題の原因 | 確認事項 | 正常な状態 | 障害発生時にとるべきアクション |
|---------------------|--|---|---|
| センサ上の異物 | 清掃用の布などの異物でセンサのフェイスが覆われていないか | センサは常に異物の付着していない状態に保つ | 材料の貯蔵方法を改善する。ビンの上やミキサーの充填口に網を取り付ける |
| 材料がビン内で滞っている | 材料がセンサの上で滞っているかどうか | ゲートが開いているとき、センサのフェイス上を材料が滑らかに通過する | 流れが不安定になっている原因を探す。問題が引き続き発生する場合はセンサの位置を変更する |
| センサフェイスに材料が蓄積する | セラミック製フェイス上に、乾いた固形の蓄積物など蓄積の兆候があるか | 材料の流れにより、セラミック製フェイスプレート上が常にクリーンに保たれる | セラミックの角度を30度と60度の間に変更する。問題が引き続き発生する場合はセンサの位置を変更する |
| 不正確なキャリブレーション | キャリブレーション値が作業範囲に対して適切であることを確認する | 外挿を避けるため、キャリブレーション値を範囲全体に分散させる | キャリブレーション計測をやり直す |
| 材料内に結氷が発生している | 材料温度 | 材料内に氷が発生しない | 結氷しているとセンサの計測はできません |
| 平均/保持スイッチが使用されていない | 制御システムでバッチ平均読み取り値が計算されているかどうか | バッチ計量用途では必ず平均水分読み取り値を使用する | 必要な制御システムの修正またはセンサの再構成を行う |
| 平均/保持信号の使用方法が間違っている | ビンから材料のメインフローが流れるときに平均/保持入力が発動しているかどうか | 平均/保持はメインフローが流れている間のみアクティブになる - ジョギング期間 | メインフローを対象にするようタイミングを修正し、ジョギングを計測から除外 |

| | | | |
|-----------|------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| | か | は非アクティブ | する |
| 不適切なセンサ構成 | 平均/保持入力が作動するかどうか。センサの動作を観察する | 平均/保持入力が入力するとき出力は一定で、オンのとき変化する | センサ出力を用途に合わせて適切に構成する |
| 不十分な接地接続 | ネットワークとケーブルの接地接続 | 接地の電位の差異が最小化されている | 金属部品の等電位ボンディングを確認する |

1.6 センサ出力の特性

| | フィルタ済スケールなし出力 (概数値を示します) | | | |
|----------------|--------------------------|------------|----------|-----------|
| | RS485 | 4-20mA | 0-20 mA | 0-10 V |
| センサを空气中に露出した場合 | 0 | 4 mA | 0 mA | 0V |
| センサを手で覆った場合 | 75-85 | 16-17.6 mA | 15-17 mA | 7.5-8.5 V |

Q: Hydro-Com でセンサが検出されません。

A: 複数のセンサを RS485 ネットワークに接続している場合は、各センサに別のアドレスを割り当ててください。センサが正しく接続され、適切な 15-30Vdc から電源が供給され、RS485 の配線が適切な RS232-485 または USB-RS485 コンバータを介して PC に接続していることを確認してください。Hydro-Com で、正しい通信ポートが選択されていることを確認してください。

Q: センサをどれくらいの頻度でキャリブレーションするべきですか？

A: 材料の構成が大きく変更されたり、新しいソースが使用されたりしない限り、再キャリブレーションは必要ありません。ただし、キャリブレーションの有効性と精度が維持されていることを確認するために、サイトでサンプルを定期的に採取することをお勧めします（31 ページの材料キャリブレーションの概要を参照）。このデータをリストに記録し、センサの結果と比較してください。点がキャリブレーション線上または近くにある場合、キャリブレーションは良好です。差異が表れ続ける場合は、再キャリブレーションの必要があります。

Q: センサの交換が必要になった場合、新しいセンサをキャリブレーションする必要がありますか？

A: センサが同じ位置に設置する場合、通常は必要ありません。材料のキャリブレーションデータを新しいセンサにコピーすれば、水分の読み取り値は同じになります。31 ページの材料キャリブレーションの概要の指示に従ってサンプルを採取し、キャリブレーション点を確認して、キャリブレーションの有効性を検証することをお勧めします。点が線上または線の近くにある場合、キャリブレーションは良好です。

Q: キャリブレーションを行う日、材料の水分に変化の幅がほとんどない場合、どうすればいいですか？

A: 砂の場合のみ（HP04 のみ）

乾燥させた複数のサンプルの水分がほとんど同じ（1-2%）である場合は、スケールなしの読み取り値とオープン乾燥水分を平均化して、1 つの適切なキャリブレーション点を算出してください。それに基づいて Hydro-Com で有効なキャリブレーションを生成し、別の点を作成するまで使用できます。水分が 2%以上変化したら、もう一度サンプルを採取して点を追加し、キャリブレーションを改善してください。

Q: 使用する材料の種類を変更する場合、再キャリブレーションは必要ですか？

A: はい。材料の種類ごとにキャリブレーションを行う必要があります。

Q: どの出力変数を使用すべきですか？

A: これは、キャリブレーションの保存先をセンサとバッチコントローラのどちらにするか、また、バッチ平均化のためにデジタル入力を使用するかどうかによって異なります。詳細については、15 ページのアナログ出力設定を参照してください。

Q: キャリブレーション点群の値にばらつきがあります。これは問題ですか？ また、キャリブレーション結果を改善するために何かできることはありますか？

A: 直線的に並ぶはずの点が分散している場合は、サンプル採取テクニックに問題があります。センサがフロー内に適切に設置されていることを確認してください。センサの位置が正しく、35 ページの説明に沿ってサンプル採取が行われていれば、普通、この問題は発生しないと考えられます。キャリブレーションには「平均 スケールなし」値を使用してください。平均化期間は、「平均/保持」入力で、または「リモート平均化」を使用して設定できます。詳細については、『Hydro-Com ユーザーガイド』（HD0682）を参照してください。

Q: センサの読み取り値が不規則に変化し、材料の水分の変化との一貫性もありません。何が原因ですか？

A: フロー内で、センサのフェイス上に材料が蓄積している可能性があります。センサはフェイス上にある材料しか計測できないため、蓄積があると、水分が変化しても読み取り値があまり変化しないことがあります。読み取り値を一定に保っていた材料の蓄積が崩れ、センサのフェイス上に新しい材料が流れるようになると、読み取り値が突然変化する可能性があります。このような状況かどうかを調べるには、ビン/サイロの側面を叩き、正確な読み取りを阻害している材料が動いて読み取り値が変化するかどうか確認してください。また、センサの設置角度を確認してください。セラミックは、材料がフェイスプレート上を流れ続けるような角度で設置する必要があります。ビンに設置されたセンサのリアプレートラベルには、材料のフローに対するセンサの正しい設置角度を示す 2 本の線が表示されています。いずれか一方の線が材料のフローと平行になるようにアライメントを調整すると、セラミックが正しい角度で設置されます。

Q: センサの角度が読み取りに影響を与えますか？

A: センサの角度を変えると読み取り値に影響が出る可能性があります。これは、計測フェイスを通過して流れる材料の圧縮または密度が変化するからです。実際には、角度のわずかな変更による読み取り値への影響は無視できる範囲です。しかし、設置角度が大きく変わると（10 度以上）、読み取り値に影響が出て、キャリブレーションが無効になります。このため、センサを取り外したり交換したりする際は、同じ設置角度を維持することが重要です。

Q: ビンが空のとき、センサから出力される水分値がマイナスになるのはなぜですか？

A: 空気中で計測した「スケールなし」出力の値は、材料の水分 0%を表す「スケールなし」読み取り値より小さくなります。したがって、水分出力の読み取り値がマイナスになります。

Q: 使用できるケーブルの最長の長さは何メートルですか？

A: 該当するセンサ設置ガイドで、詳細な技術仕様を確認してください。

1 文書相互参照

このセクションは、このユーザーガイドで参照されている他の文書すべての一覧です。このガイドを読むときには、これらの文書が手元にあると役立つことがあります。

| 文書番号 | タイトル |
|--------|--|
| HD0682 | Hydro-Comユーザーガイド |
| HD0675 | Hydro-ProbeおよびHydro-Probe XT設置ガイド |
| HD0676 | Hydro-Mix設置ガイド |
| HD0677 | Hydro-Probe Orbiter設置ガイド |
| HD0678 | ハイドロニクス水分センサ電氣的な設置ガイド |
| EN0077 | バッチ処理の水分制御方法 |
| EN0078 | 穀類ダクトへのHydro-MixおよびHydro-Probeセンサの統合 |
| EN0079 | HP04センサの工場出荷時デフォルトパラメータ |
| EN0080 | XT02センサの工場出荷時デフォルトパラメータ |
| EN0081 | HM08センサの工場出荷時デフォルトパラメータ |
| EN0082 | ORB3センサの工場出荷時デフォルトパラメータ |
| HD0881 | Hydronix Microwave Moisture Sensor Modbus RTU Protocol Register Mapping (Hydronixマイクロ波水分センサModbus RTUプロトコルレジスタマッピング) |

索引

| | | | |
|--------------------------|--------|-----------------|-----------|
| Hydro-Com | 15, 53 | ビンが空 | 19 |
| SSD | 33 | フィルタ | |
| アナログ出力 | 13, 15 | スルーレート | 21 |
| アラーム | | フィルタ済み信号 | 25 |
| アラームモード | 20 | フィルタ時間 | 21 |
| 下限 | 19 | フィルタ処理 | 21 |
| 上限 | 19 | ブリックス | 42 |
| キャリブレーション | 53 | 下限 | 「アラーム」を参照 |
| センサ内 | 34 | 含水率 | 37 |
| データ保存 | 34 | 吸水値 | 33 |
| ブリックス | 42 | 計測テクニック | 13 |
| ミキサー内 | 40 | 計測モード | 26 |
| 手順 | 35 | 元 スケールなし | 21 |
| 制御システム内 | 34 | 元 水分 | 21 |
| 良い/悪い | 38 | 構成 | 13 |
| 良い/悪い二次関数キャリブレーション | 39 | 自動トラック | 19 |
| サンプル | | 自由水分 | 33 |
| 国際規格 | 37 | 出力 | 15 |
| スムーズ化時間 | 21 | 上限 | 「アラーム」を参照 |
| スルーレートフィルタ | 21 | 水分 | |
| セカンダリプロトコル | | マイナス | 54 |
| Modbus 設定 | 30 | 表面 | 33 |
| データ無効 | 19 | 水分/温度 | 18 |
| デジタル入力/出力 | 17 | 全水分 | 33 |
| パラメータ | | 表面乾燥飽水状態 | SSD を参照 |
| 平均化 | 20 | 平均 スケールなし | 16 |
| | | 平均/保持 | 17 |
| | | 平均化パラメータ | 20 |