

日本語

設置手順書



FSOEM-1701

パンタグラフ監視ソリューション

Hottinger Brüel & Kjaer GmbH
Im Tiefen See 45
64293 Darmstadt
Germany
Tel. +49 6151 803-0
Fax +49 6151 803-9100
info@hbkworld.com
www.hbkworld.com

HBK FiberSensing, S.A.
Rua Vasconcelos Costa, 277
4470-640 Maia
Portugal
Tel. +351 229 613 010
Fax +351 229 613 020
info.fs@hbkworld.com
www.hbkworld.com

Mat.:
DVS: A05986 02 J00 00
03.2024

© Hottinger Brüel & Kjaer GmbH

本書の内容は変更される場合があります。
本書に記載のすべての内容は製品説明のための一般
情報です。品質や耐久性を保証するものではありません。

目次

1	一般情報	5
1.1	システム構成	5
1.1.1	構成部品	5
1.1.2	システム概要	7
2	規制および認定に関する考慮事項	8
2.1	環境に関する考慮事項	8
2.1.1	古い製品の廃棄	8
2.1.2	パッケージの廃棄	8
2.2	EN45545認証済み	11
2.2.1	火災安全性	11
2.3	本書で使用する記号	11
3	設置手順	13
3.1	材料一覧	13
3.1.1	品目番号ごとに含まれる資材	13
3.1.2	必要となる追加の機器	13
3.1.3	必要となる追加の材料	13
3.2	基本的な注意事項	14
3.3	コンポーネントのインストール	16
3.3.1	耐環境性力センサ FS66HDL	16
3.3.2	耐環境性加速度計 FS65HDA	19
3.3.3	相互接続ボックス	21
3.3.4	接続ケーブル	24
3.3.5	光学式インテロゲータ MXFS	24
4	接続	26
4.1	センサ	26
4.2	相互接続ボックス	27
4.2.1	メインコネクタ	27
4.2.2	スペアコネクタ	27
4.3	接続ケーブル	27
4.4	クリーナーキット	28
4.5	MXFS QuantumX BraggMETERインテロゲータ	29
5	測定の実行	30
5.1	catmanで測定を開始	30
5.2	システム評価	31
5.3	センサ構成	32

5.4	接触力と位置	37
5.4.1	接触力 (Contact Force)	37
5.4.2	位置:	38

1 一般情報

パンタグラフと懸垂式架線の予知保全のためのHBK/パンタグラフ監視ソリューションは、パンタグラフに直接設置する包括的光学式測定ソリューションです。

このソリューションは、次のアプリケーションに使用できます：

- 定期運行の列車からのデータ連続取得に基づいた懸垂式架線の予知保全；
- EN50317に準拠したパンタグラフ制御ための接触力演算；
- パンタグラフの試験および認証。

HBKパンタグラフ監視ソリューションは、架空送電線の周囲に見られるような高電圧環境で安全に動作できる完全にパッシブなソリューションです。HBKは、センサからソフトウェアまでお客様のニーズに合わせた設定を行い、さらに車両バス信号と統合するシステム設定を提供し、損傷の範囲、位置、頻度の完全なマッピングを可能にします。これにより、不要なメンテナンスを防止し合理的な計画的に基づくメンテナンスを実施しコスト削減が可能になります。

1.1 システム構成

このFSOEM-1701 パンタグラフ測定ソリューションは、高電圧環境で正確な測定を行うためのパッシブで安全な光学式センサを力及び加速度計測に使用しています。

1.1.1 構成部品

標準的なシステムには次のものが含まれます：

- 耐環境性加速度計 FS65HDA x4
- 耐環境性力センサ FS66HDL x4
- 相互接続ボックス x1
- 接続ケーブル（または冗長性を持たせる場合 x2） x 1
- MXFS QuantumX BraggMETERモジュール x 1

受動部品(光学式インテロゲータを含まない)は、パッケージとして注文することも、個別に注文することもできます。インテロゲータは別途注文する必要があります。

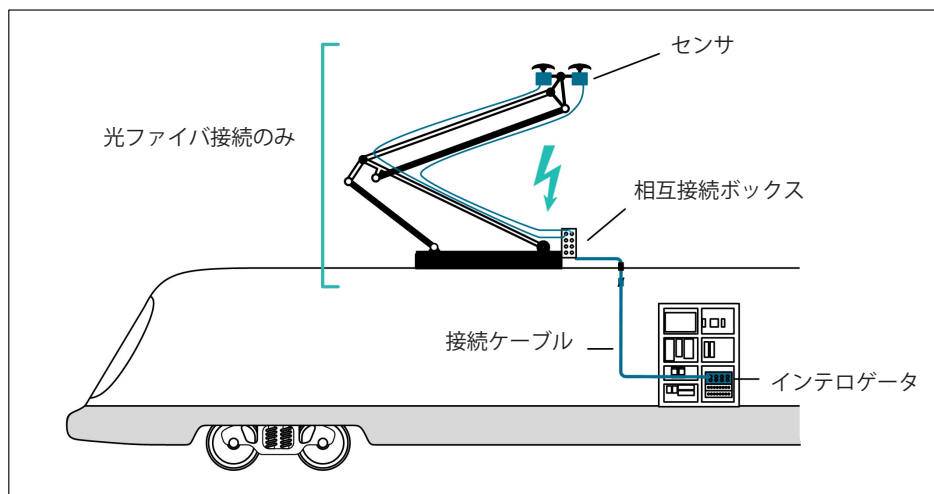


図1.1 標準的なシステム構成

車両信号とGPSからの情報は、インフラとそのメンテナンス計画のグラフィカルマップを構築するためにも使用できます。このハイブリッド統合システムを使用することで、定期メンテナンスのために車両運行を休止する代わりに、架線の状態を継続的に評価し、必要に応じてメンテナンスの計画を立てることができます。

パンタグラフ上に設置される測定システム重量

タイプ	重量の単位	数量	総重量	注記
加速度センサ	34 g	4	136 g	
取り付けネジとワッシャ型加速度計	特注	12	特注	選択したねじの種類に依存
力センサ	90 g	4	360 g	
マウントプレート型力センサ	特注	4	特注	取り付けプレートは、パンタグラフの管理者が設計および製造することが望ましい
取付けボルトとワッシャ型力センサ	特注	16	特注	選択したボルトのタイプに依存
センサケーブル	55 g/m	8	440 g	概算 ¹⁾
プラスチック製のケーブルタイ			<10 g	概算 ¹⁾

¹⁾ パンタグラフに固定されているケーブルの正確な量は、設置時に決定されます。

メモ

相互接続ボックスと接続ケーブルはパンタグラフ上ではなく屋根に取り付けられているため、これらの重量はパンタグラフのシステム重量に含まれません。

1.1.2 システム概要

上記のような標準的なシステムでは、以下を測定できます：

- 垂直接触力
- 垂直方向の加速
- コンタクトラインの位置(ジグザグ移動)

2 規制および認定に関する考慮事項

2.1 環境に関する考慮事項

2.1.1 古い製品の廃棄



バツ印が付いた車輪付きごみ箱と実線の横棒記号を組み合わせたマークが製品に添付されている場合は、製品が欧州指令 2002/96/EC の対象であり、欧州連合および他の国々で特定の回収システムが適用されることを意味します。すべての電気製品および電子製品は、自治体や家庭の一般廃棄物処理手順とは別に、政府または地方自治体が指定した収集施設を経由して廃棄する必要があります。使用期限が過ぎた古い製品を適切に廃棄することで、環境や人間の健康に悪影響を及ぼす可能性を防止できます。

使用期限が過ぎた古い製品の廃棄方法の詳細については、製品を購入した都市オフィス、廃棄物処理サービス、または販売店にお問い合わせください。HBKファイバーセンシングは、ANREEE に登録されているメーカーです。「Associação Nacional para o Registo de Equipamentos Electricos e Electricos」(PT001434) に登録されています。HBK FiberSensing 社は、Amb3E 社と「Utente」タイプの契約を締結しました。この契約により、「廃棄電気電子機器管理のためのポルトガル協会」の規定に基づき、メーカーの HBK FiberSensing 社から EEE 社への電子機器および電子機器の廃棄物管理（電気機器および電子機器の配置など）をポルトガルにおいて確実に実施します。

2.1.2 パッケージの廃棄

この装置のパッケージは、輸送および保管中の損傷から保護するように設計されています。また、環境への影響を最小限に抑えるために、EU の廃棄物管理規制に従って、リサイクルまたは再利用できる材料で作られています。

機器を別の場所に移動する予定がある場合は、元のパッケージを再利用できるように保管しておくことをお勧めします。これにより、輸送を適切に保護するだけでなく、廃棄物の発生を確実に減らすことができます。

梱包用の箱には、それぞれのパッケージで使用されている材料に関する情報が記載されたラベルが含まれています。



図2.1 梱包ラベルの例

以下の指示に従って、責任を持って適切に梱包を廃棄し、地球の環境保全に貢献してください。ご協力ありがとうございます。

パッケージを廃棄するには、次の手順を実行します：

- ラベル、接着剤、釘、ホッチキスの金具、キャップなど、パッケージと異なる材質の付属物はすべて取り除きます。
- パッケージを水で洗い流し、残留物や汚れを取り除きます。
- パッケージを平らにするか折りたたんで、容量を減らし、スペースを節約します(ガラスは破碎しないでください)。
- 梱包材を種類別に分離し、適切にリサイクル用コンテナまたは袋に入れます。

私たちの梱包のほとんどは紙とプラスチックで作られており、再利用またはリサイクルを目的としています。食品ノ包装には適していません。お客様にお届けする各製品の梱包ラベルに記載されている、HBKファイバーセンシングで使用される梱包材の詳細については、「梱包記号」の章を参照してください。

パッケージ記号

梱包材には、ガイダンスのために対応する記号が付いています。



食品には適していない



リサイクル可能

さまざまな材料のリサイクルシンボルには、材料タイプを識別する数字と文字が含まれています。例えば、PET(ポリエチレンテレフタレート)も番号1でマークされ、PE-HD(高密度ポリエチレン)は番号2でマークされています。紙(PAP)の場合、20は段ボールに対応し、22は紙に対応します。これは新聞、書籍などに使用されているような紙です。

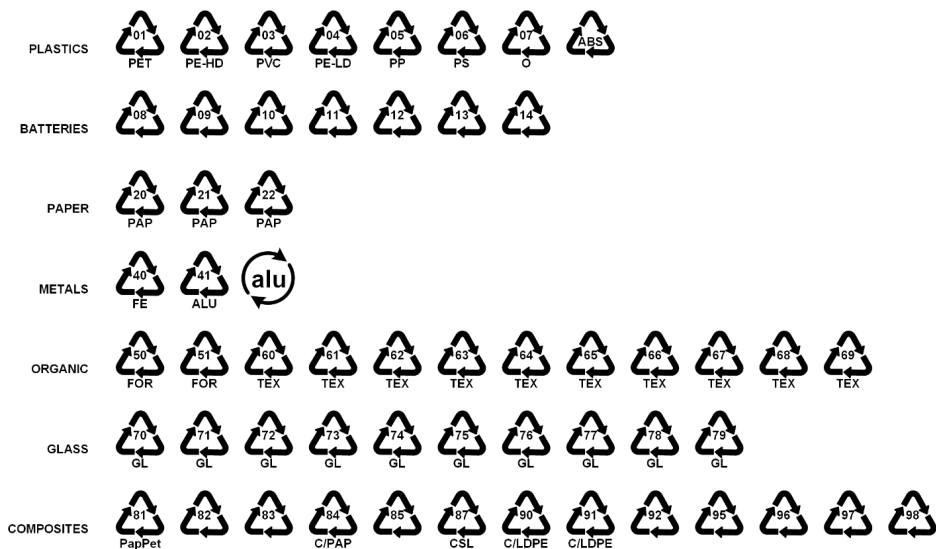


図2.2 リサイクル記号

プラスチック

プラスチック包装材料は、一般的にバッグ、フィルム、トレイ、プラスチック成形品、または容器です。

バッテリー

バッテリーはパッケージには含まれていませんが、装置またはアクセサリに同梱されている場合があります。詳細については、セクション2.1.1古いアプライアンスの廃棄を参照してください。

紙

紙の梱包材は、通常、箱、カートン、封筒、またはラベルです。

金属

金属包装材料は、一般的に缶、箱、キャップ、またはワイヤです。

有機材料

有機質の包装材料は、木材、コルク、または綿であり、堆肥化または再利用できる天然または生分解性材料でできています。

ガラス

ガラス包装材料は、ボトル、瓶、または小瓶です。

コンポジット（複合材）

複合包装材料は、紙、プラスチック、アルミニウムなどのさまざまな材料の層でできています。それらはリサイクルシンボルと包装の組成を示す文字を表示してあります。たとえば、PAPは紙とプラスチック用、Aluはアルミニウムを示します。

2.2 EN45545認証済み

お知らせ





この製品の認証および規制情報の詳細については、MXFS QuantumX BraggMETERモジュールのユーザーマニュアルを参照してください。

2.2.1 火災安全性

パンタグラフ監視ソリューションの受動部品は、EN 45545-2:2020のハザードレベルHL3（鉄道車両の種類を問わず）の試験仕様で確立された基準に従った火災要件に準拠しています。

2.3 本書で使用している記号

ユーザーの安全に関する重要な指示事項は、特に強調して記載されています。事故や設備の損傷を防止するは、これらの指示に従うことが重要です。

シンボル	意味
 注意	この記号は、安全要求事項の順守を怠ると、軽微な、あるいは中程度の負傷事故につながる可能性を警告しています。
注意	この記号は、この安全要求事項の順守を怠ると、器物破損につながる可能性について、ユーザーの注意を促すものです。
 重要	この記号は、本製品またはその取り扱いに関する重要な情報に際してユーザーの注意を促すものです。
 ヒント	この記号は、ユーザーに役立つアプリケーションに関するヒントなどの情報を示しています。
 情報	この記号は、本製品またはその取り扱いに関する情報に対してユーザーの注意を促すものです。

シンボル	意味
強調する部分 参照 ...	文章内のテキストを強調するには、太字を使用しています。これにより、外部の文献やファイル、図、章への関連付けをしています。
▶	このマーキングは、手順内のアクションを示します。

3 設置手順

3.1 材料一覧

3.1.1 品目番号ごとに含まれる資材

部品番号	材質
1-FSOEM-1701	耐環境性力センサ FS66HDL x4 耐環境性加速度計 FS65HDA x4 相互接続ボックス x1 接続ケーブル x1 クリーナキット x1 (クリーナAおよびB)
1-FSOEM-1701-01-01	耐環境性力センサ FS66HDL x1
1-FSOEM-1701-02-01	耐環境性加速度計 FS65HDA x1
1-FSOEM-1701-03-01	相互接続ボックス x1
1-FSOEM-1701-04-01	接続ケーブル x1
1-FSOEM-1701-05-01	クリーナキット (クリーナAおよびB) x1
1-MXFS8DI1/FC	MXFS QuantumX BraggMETERモジュールcatmanEasyライセンス付き x1

3.1.2 必要となる追加の機器

選択したネジおよび、それに対する推奨トルクに従って、取付作業を行うためのレンチ/スクリュードライバ
PC (例：1-CX22B)

3.1.3 必要となる追加の材料

M8ボルト、ねじの噛み合い長さの最小12 mmを考慮した長さを持つボルト (FS66HDLごとに4本)
M3ボルト、最小ねじ噛み合い長さ6 mmを考慮した長さ、および平ワッシャ (FS65HDAごとに3個)
M4皿穴ボルト、ねじの最小噛み合い長さ8 mmを考慮した長さを持つボルト (カスタム設計ブラケットの穴の深さに依存、接続ボックス1個あたり4本)
FS66HDL用取り付けブラケット (カスタム設計)
相互接続ボックス用取り付けブラケット (カスタム設計)

ケーブルを固定するための耐紫外線性能を持つケーブルタイ
(例：HellermannTyton 111-05400)

MXFS用電源 (例：1-NTX001)

Ethernetケーブル (例：1-KAB239-2)

3.2 基本的な注意事項

センサは通常、力+加速度を測定するために4箇所に設置されます。

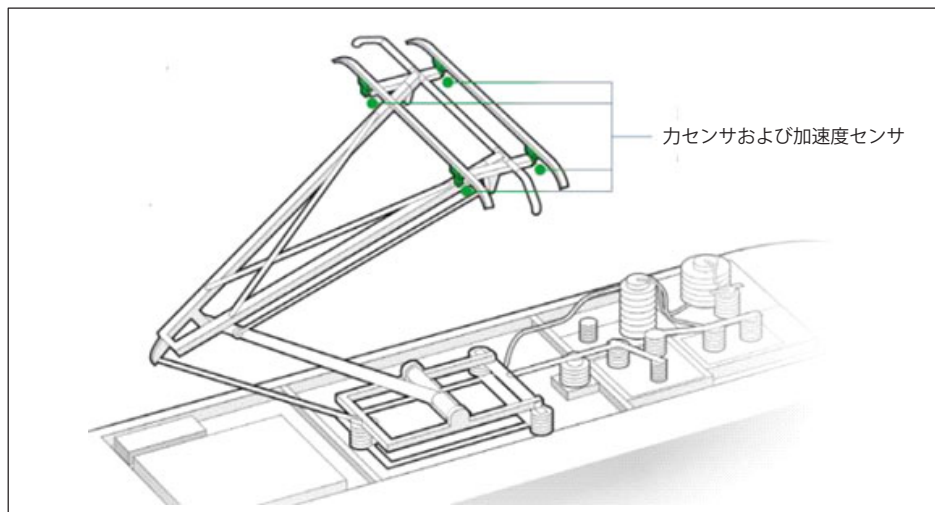


図3.1 一般的なセンサの位置



重要

事前に次のような準備作業を行う必要があります：

- カセンサおよび接続ボックス用の取り付けブラケットの設計と制作。
- 接続ボックスからM40のグラウンドに使用できる通過穴が天井にあることを確認。

HBKでは把握できていないパンタグラフや規制が数多く存在するため、これらの手配はお客様の責任で行う必要があります。



ヒント

電車のパンタグラフに取り付ける前に、試験用のパンタグラフにセンサを取り付けてテストすることをお勧めします。

注意

必要なアース接続をすべて実施してください。パンタグラフのモデルや列車の運行者によって要件が異なる場合があるため、これ以上の指示はありません。

パンタグラフセンサを取り付ける際は、以下の点に注意してください：

- 取り扱いには十分ご注意ください。
- パンタグラフセンサは精密センサであるため、センサの精度は正しい取り付けに大きく依存します。
- センサに過負荷をかけないでください。
- 横方向の力やトルクを避けてください。
- センサはケーブルと比較して非常に軽量です。ケーブルを固定する前に、損傷を避けるために注意して取り扱ってください。
- センサから出ているケーブルのナットはセンサ本体の一部であるため、締めてはいけません。

メモ

パンタグラフ監視システム用のセンサは精密部品であり、慎重に取り扱う必要があります。センサを落としたり、叩いたりすると、回復不能な損傷を引き起こすおそれがあります。センサ設置時を含め、常に過負荷にならないようにしてください。

3.3 コンポーネントのインストール

3.3.1 耐環境性力センサFS66HDL

FS66HDL力センサは、下図のようにボルトで取り付けます。

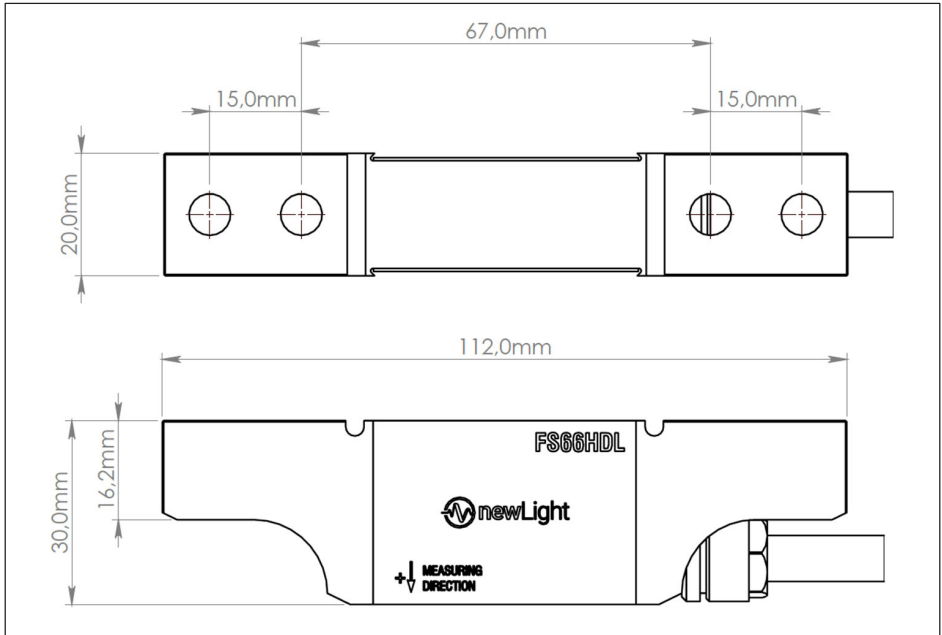


図3.2 FS66HDL耐環境性力センサの技術図面（寸法mm）

特注のブラケット

パンタグラフのモデルに依存、これらのセンサを取り付けるためのブラケットは使用者によるカスタムメイドでなければなりません。

ブラケットは、負荷ベクトルがセンサの中央に配置されるようにする必要があります。図3.3に示すブラケットの図解では、荷重位置が提示されています。

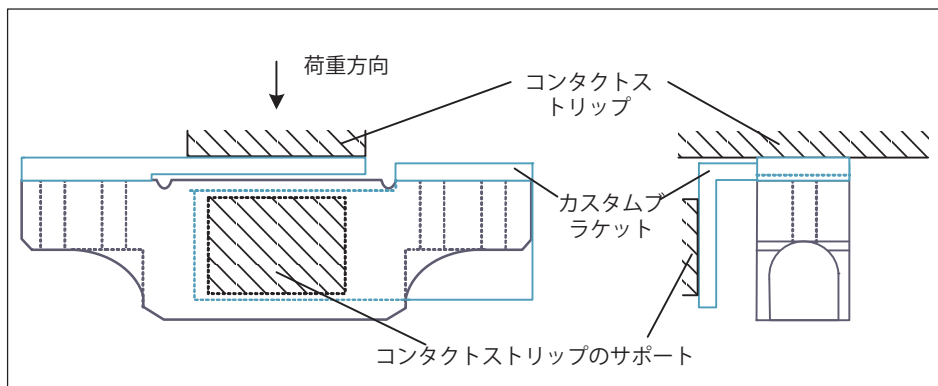


図3.3 FS66HDLフォースセンサの取り付けブラケットの概略図

パンタグラフ構造に設置された力センサの例を示します。

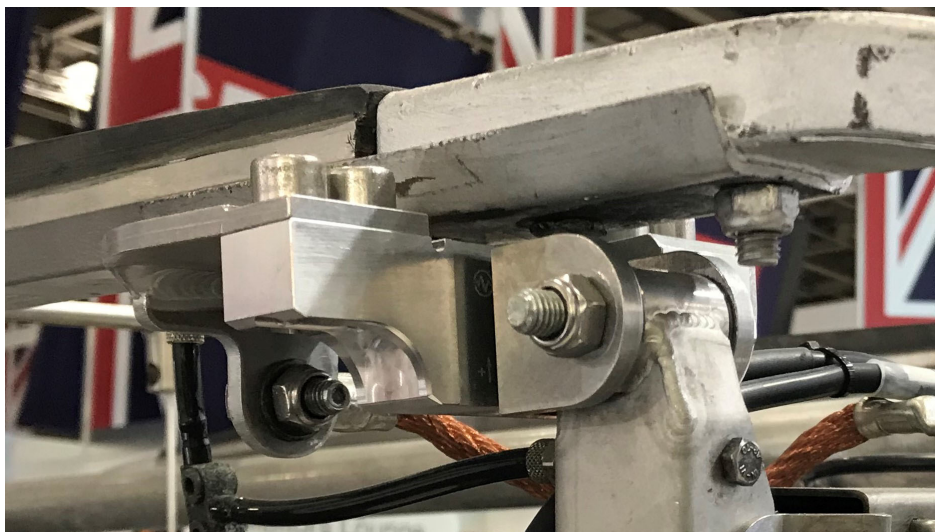


図3.4 FS66HDLフォースセンサは、カスタム設計のブラケットで取り付けられています

重要

パンタグラフの管理者がこの作業を実行することを強くお勧めします。この部分はパンタグラフ構造を十分に理解していることが必要となるためです。このようにして、設置不良、誤解、作業遅延のリスクを最小限に抑えます。

設置

力センサは、前述のようにブラケットを使用して4 PC M8ボルトでパンタグラフに取り付けられています。強度10.9、締め付けトルク30～35NmのM8ボルトを使用することをお勧めします。ボルトは垂鉛メッキの鋼鉄製を使用してください。

ねじの噛み合い長さは12 mm以上である必要があります。高振動が想定される箇所への設置や恒久的な設置の場合は、Loctite 243または同等のスレッドロッカーを使用することをお勧めします。



図3.5 パンタグラフにFS66HDLフォースセンサを取り付けたところ

ケーブル配線

センサからのケーブルは、相互接続ボックスに配線する必要があります。ケーブルは、UV耐性ケーブルタイ（例：HellermannTyton 111-05400など）を使用してパンタグラフに取り付ける必要があります。



ヒント

パンタグラフの自然な動作を可能にし、損傷や測定値への干渉を避けるために、ケーブルの正確な経路は、十分な余裕を持たせるために、パンタグラフの管理責任者と一緒に決定する必要があります。

3.3.2 耐環境性加速度計 FS65HDA

設置

FS65HDA加速度計も、下図のようにボルトで取り付ける必要があります。各加速度計は、適切な平ワッシャを備えた3本のM3ねじでパンタグラフに取り付けられ、ねじの噛み合い長さは6 mm以上です。クラス10.9、締め付けトルク1.5~2NmのM3ネジを使用することをお勧めします。ネジは亜鉛メッキ鋼鉄製を使用してください。高振動が想定される箇所への設置やまたは恒久的な設置の場合は、Loctite 243または同等のネジ緩み止め接着剤を使用することをお勧めします。



お知らせ

誤差を避けるために、加速度計の正確な設置位置をパンタグラフの管理者に確認する必要があります。

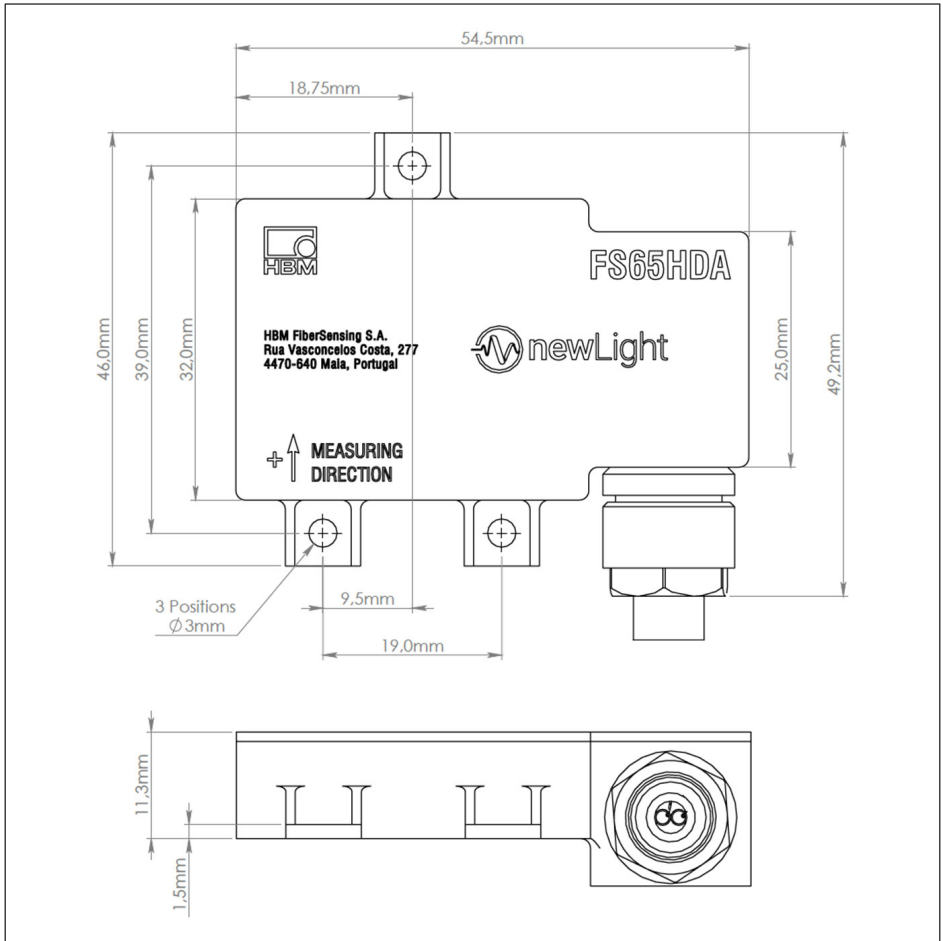


図3.6 FS65HDAへ耐環境性加速度計の技術図面 (mm単位の寸法)

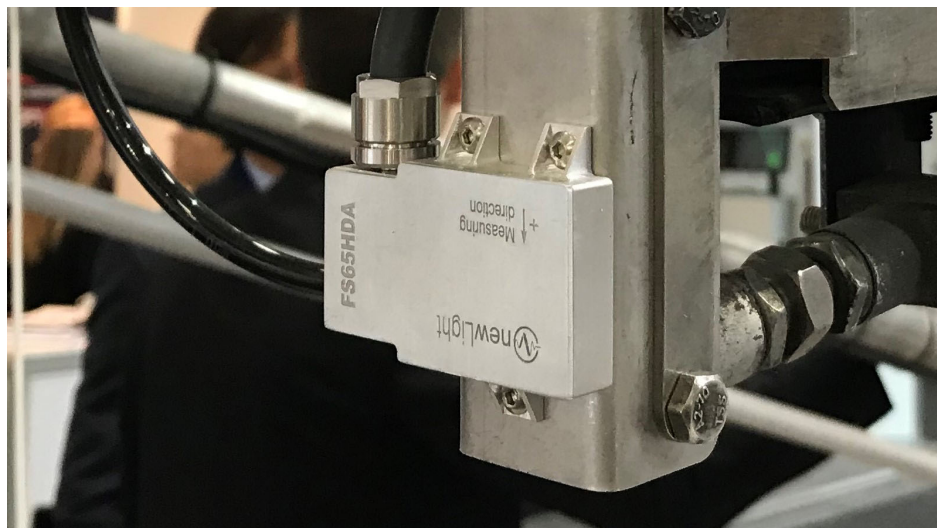


図3.7 パンタグラフにFS65HDA加速度計を取り付けたところ

ケーブル配線

センサからのケーブルは、相互接続ボックスに配線する必要があります。ケーブルは、UV耐性ケーブルタイ（例：HellermannTyton 111-05400など）を使用してパンタグラフに取り付ける必要があります。



ヒント

パンタグラフの自然な運動を可能にし、損傷や測定値への干渉を避けるために、ケーブルの正確な経路は、十分な余裕を持たせるために、パンタグラフの管理責任者と一緒に決定する必要があります。

3.3.3 相互接続ボックス

相互接続ボックスは、すべてのセンサからの信号を1本のケーブルに結合し、列車内部への信号の絶縁を保証します。この目的のために、列車の外側、ボックスとグラウンドの間にあるケーブル経路は、厚いPTFEチューブで保護されています。

冗長性を確保するため、ケーブル側には2つのコネクタが用意されています。システムにファイバ障害が発生しない場合は、これらのコネクタのうち1つだけを接続してください。

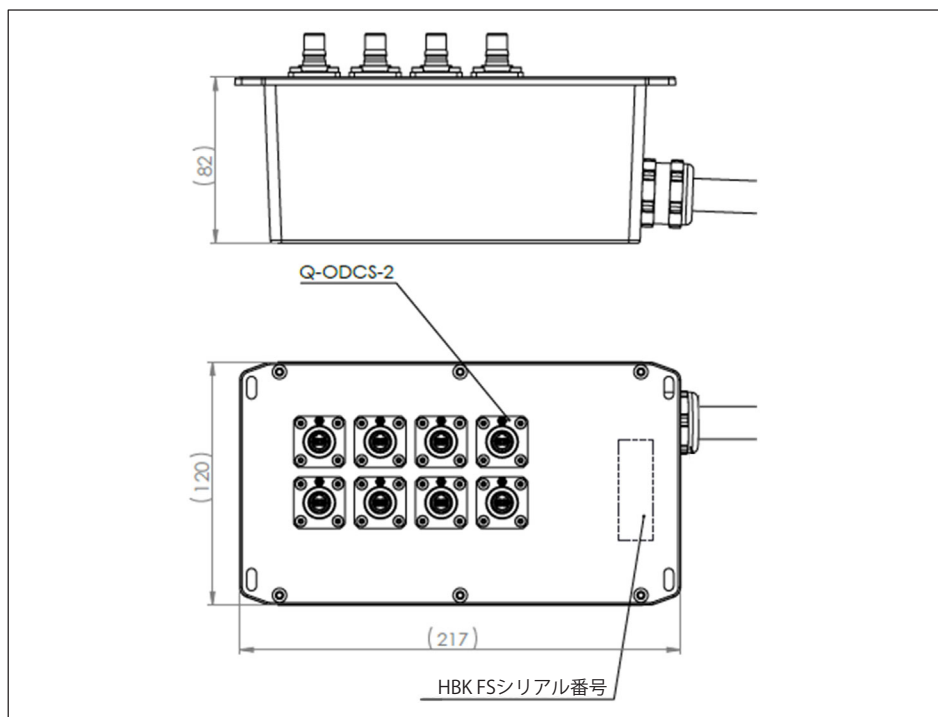


図3.8 相互接続ボックス-ボックス側の技術図面 (mm単位の寸法)

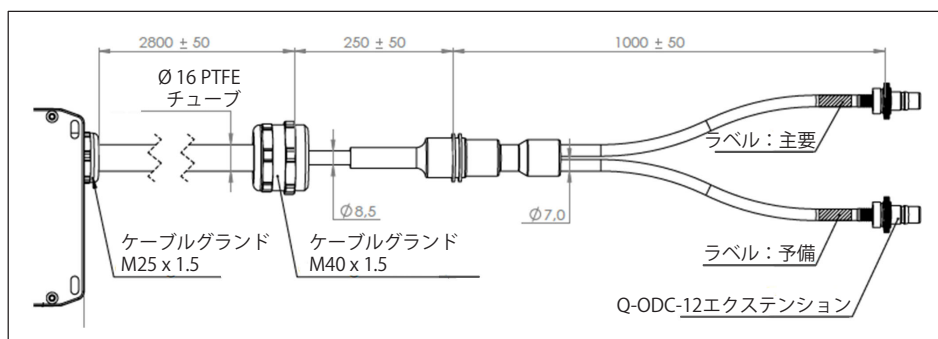


図3.9 相互接続ボックス-ケーブル側の技術図面 (mm単位の寸法)

特注のブラケット(取付金具)

パンタグラフのモデルにより設計が異なるため、ボックスを取り付けるための標準的なブラケットはありません。カスタムメイドする必要があります。



お知らせ

パンタグラフの管理者がこの作業を実行することを強くお勧めします。この部分はパンタグラフ構造を十分に理解していることが必要となるためです。このようにして、設置不良、誤解、作業遅延のリスクを最小限に抑えます。

設置

ボックスは、上記のようにブラケットを使用して4本のM4ボルトで取り付けられています。最小長さ12mmのM4皿ボルトを使用することをお勧めしますが、この値はブラケットの穴の深さによって異なります。等級10.9のM4ボルトを使用し、締付けトルクは4Nmをお勧めします。ボルトは亜鉛メッキの鋼鉄製を使用してください。高振動または恒久的な設置の場合は、Loctite 243または同等のネジ緩み止め接着剤を使用することをお勧めします。

屋根のケーブルグランド

列車の管理者と屋根グランド（下図3.10の1）を手配する必要があります。この作業を行う人は、正しいサイズのグランドが使用されていることを確認するために、実際のケーブルグランドを確認することをお勧めします。



お知らせ

屋根のケーブルグランドは、設置前に列車の管理者と調整する必要があります。

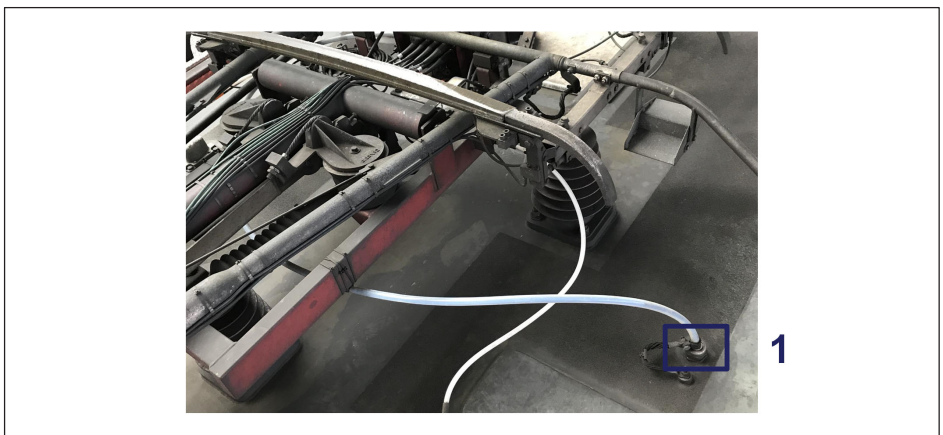


図3.10 屋根のケーブルグランド

ケーブル配線

ボックスからのケーブルは屋根のケーブルグラウンドに配線する必要があります。ケーブルは、UV耐性のあるケーブルタイ（例：HellermannTyton 111-05400など）を使用して適切に固定する必要があります。

ケーブルブレイクアウト側は、列車内のケーブルグラウンドを通して、M4x1.5ケーブルグラウンドで固定されたPTFEアウターチューブを使用して固定されます。

列車内では、データ収集システムの位置までケーブルを通す必要があります。

3.3.4 接続ケーブル

接続ケーブルは、センサ信号を光学式インテロゲータに確実に接続するために使用されます。テクニカルラックまたは測定システムの設置場所への合理的な経路に沿って配置し、固定する必要があります。

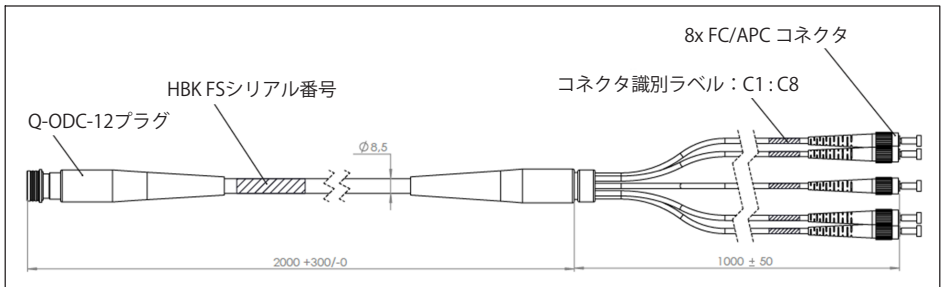


図3.11 接続ケーブルの技術図面 (mm単位)

3.3.5 光学式インテロゲータ MXFS

パンタグラフ監視システムに取り付けられている光学式インテロゲータは、MXFS DIです。これは、FBGベースセンサの動的信号収集用 QuantumXファミリーのモジュールの一部です。100S/sまたは2000S/sで動作し、最大128個のFBGからデータを同時に取得します。

詳細については、装置のユーザーマニュアルを参照してください。

最も単純な構成では、catmanEasyがインストールされ実行されているPCにイーサネット経由で接続されたインテロゲータを想定しています。



図3.12 MXFSとcatmanソフトウェア



重要

MXFS DI EN45545認定は、Xフレームなしの検査装置に有効です。フレームの取り外しの詳細については、QuantumXユーザーマニュアルを参照してください(A03031はこちらから[入手できます](#))。

4 接続

システムは、各センサがインテロゲータの1つの光学コネクタに接続される設計になっています。また、接続が切断された場合に備えて、システムに冗長性を追加するセンサ用の予備のファイバー接続を提供します。一方の側からセンサ信号が到達しない場合は、もう一方からセンサを取得できます。

4.1 センサ

図4.1上に、接続のレイアウトが表示されます。

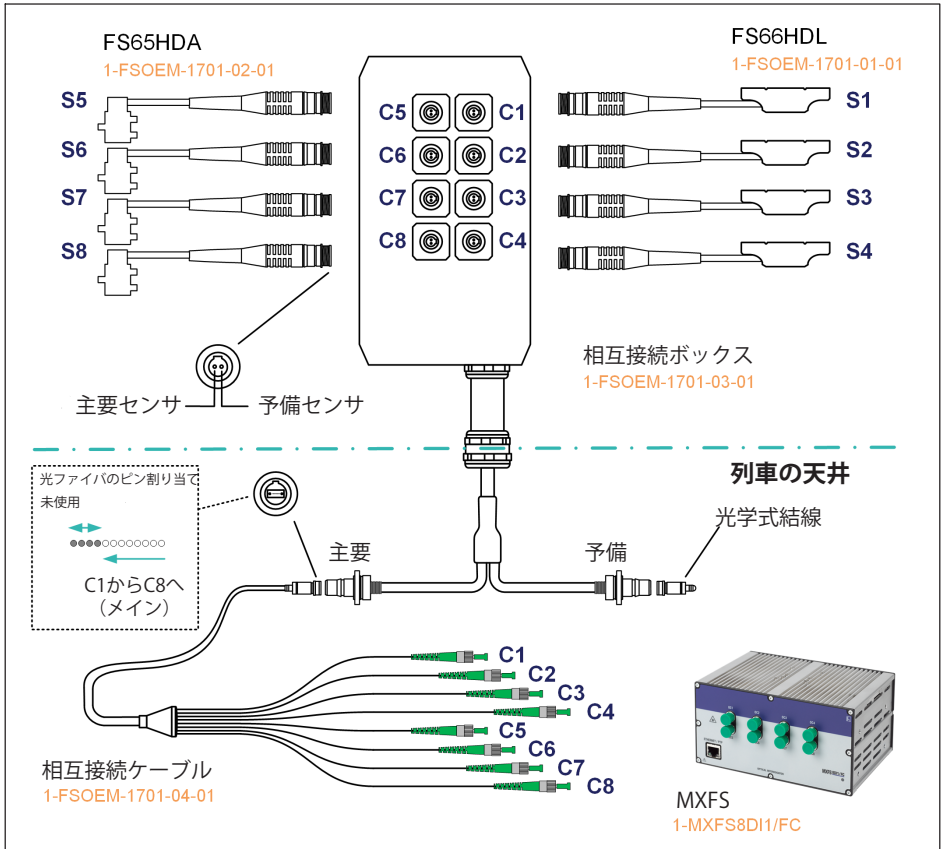


図4.1 接続図

センサを取り付けたら、接続ボックスに接続する必要があります。センサがボックスに接続される順序は任意です。



ヒント

接続ケーブルのブレイクアウトケーブルコネクタとの関係がわかるように、どのセンサがどのポートに接続されているかを書き留めておくことをお勧めします。ただし、センサへのアクセスがある場合、測定中にセンサ観察することにより、各センサに対応するコネクタを簡単に識別できるため、これは必須ではありません。

4.2 相互接続ボックス

4.2.1 メインコネクタ

メインコネクタは、すべての信号を光学式インテロゲータに確実に接続するのに十分である必要があります。

メインコネクタからの接続が失われた場合は、スペアコネクタの対応する接続を使用して回復できます。

4.2.2 スペアコネクタ

接続ボックスのスペアコネクタには光終端が付属しており、この端の後方散乱反射を防止します。



重要

後方散乱は、センサのシステムの可視性を低下させ、測定値を低下させる可能性があります。

スペアコネクタが必要な場合は、端子を取り外し、追加接続ケーブル（別途注文、1-FSOEM-1701-04-01）を接続します。

4.3 接続ケーブル

接続ケーブルを相互接続ボックスからメインコネクタに接続します。



ヒント

なお、列車に取り付けられていないパンタグラフに取り付けた場合は、接続ケーブルを使用して取り付けを確認することができます。その後、パンタグラフが最終的な場所に取り付けるときに接続ケーブルを取り外し、再度接続できます。

ブレイクアウト側で、各FC/APCコネクタをMXFS DIインテロゲータの光ポートに接続します。

4.4 クリーナーキット

2つのクリーナーとアクセサリで構成されたクリーナーキットがシステムに付属しています。

- クリーナーAは、センサボックスの接続に使用されるQ-ODC-2コネクタ（プラグおよびソケット）に使用します。



図4.2 センサコネクタおよび相互接続ボックスのセンサプラグ用クリーナーA

- クリーナーBは、相互接続ボックスのメインケーブルまたはスペアケーブルと接続ケーブルの間の接続を実現するQ-ODC-12コネクタ(プラグおよびソケット)に使用します。



図4.3 プラグ&ソケットアダプタを使用した相互接続ボックスケーブルおよび接続ケーブルコネクタ用クリーナーB

コネクタは、ほこりが接続品質を妨げるのを防ぐために、着脱のたびに清掃することが非常に重要です。使用しない場合は、コネクタを保護キャップで覆う必要があります。

これらのアクセサリを使用してコネクタをクリーニングする方法の詳細については、コネクタの供給元の説明書：[_\(https://www.hubersuhner.com/fr-fr/documents-repository/installation-manuals/gen-handling-insp-cleaning/cleaning-instruction-fo-connectors\)_](https://www.hubersuhner.com/fr-fr/documents-repository/installation-manuals/gen-handling-insp-cleaning/cleaning-instruction-fo-connectors) を参照してください。



ヒント

接続ケーブルまたはインテロゲータのFC/APC光コネクタをクリーニングする場合は、標準のFSクリーナーを使用してください。

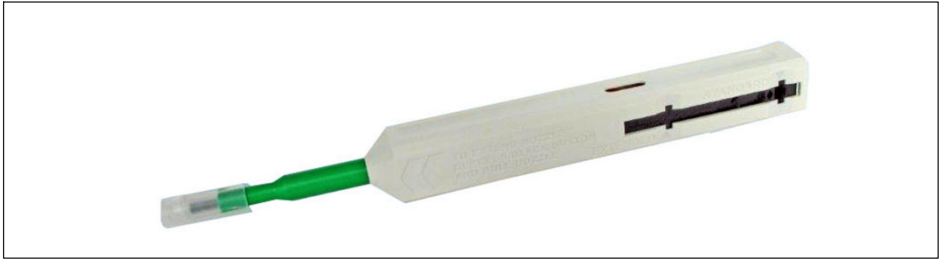


図4.4 標準HBKコネクタクリーナ (注文番号1 - FS-CLEANER)

4.5 MXFS QuantumX BraggMETERインテロゲータ

光学式インテロゲータは、(例えば1-NTX001を介して)電源を供給され、catmanEasyソフトウェアを使用してPC (例えばEthernet)に接続する必要があります。

5 測定の実行

5.1 catmanで測定を開始

測定を開始するプロセスの詳細については、デバイスのユーザーマニュアル(A05566)を[ここから参照してください](#)。

- [Configure ranges]ボタンを押して範囲を設定します。

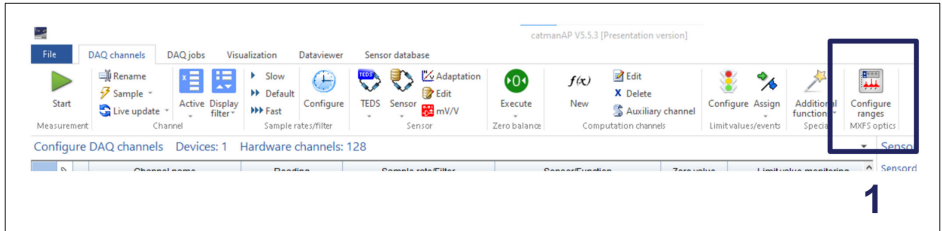


図5.1 [範囲の設定] ボタン

- 9nmのバンド自動作成の幅値を定義します (図5.2の1を使用)。
- 「Create(作成)」ボタンを押して、バンドの自動作成を実行 (図5.2の2を使用)。

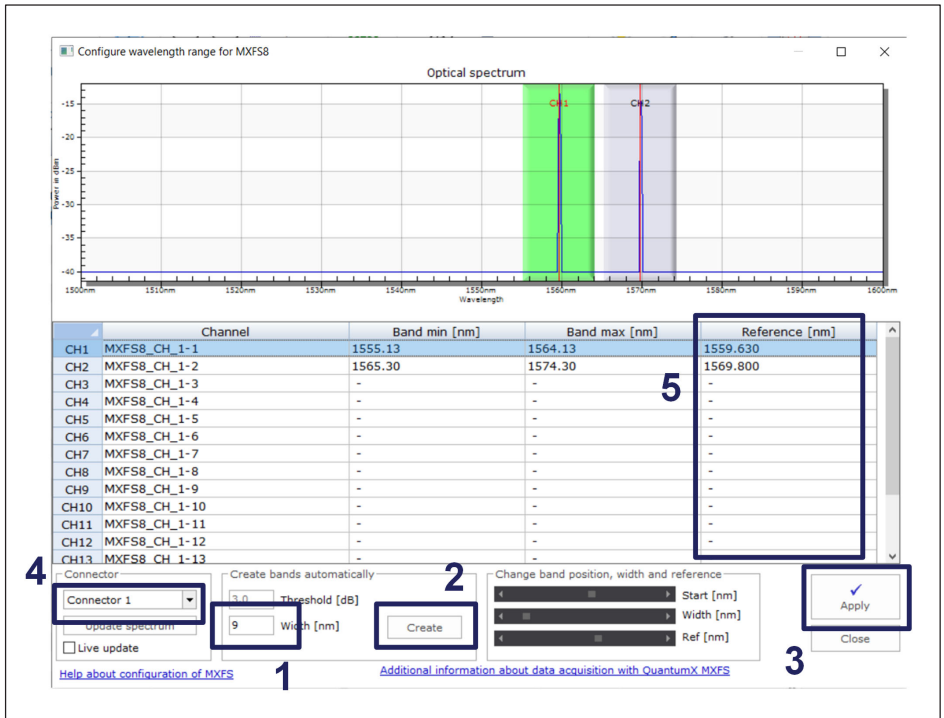


図5.2 Create ranges(範囲を作成)します

- 「Apply(適用)」ボタン(3)を押して、選択したコネクタの設定範囲をデバイスに適用します (図5.2の3を使用)。
- コネクタの選択 (4) を変更して、すべてのコネクタに対して同じ手順を繰り返します(図5.2の4を使用)。

5.2 システム評価

正しいband definition (バンド定義)が完了すると、システムはセンサを測定し、システムの接続性をテストできます。

各センサに手で小さな力を加え、DAQソフトウェアから測定結果を読み取ることで、センサを確認できます。このようにして、各「チャンネル番号とセンサの組合わせ」が識別され、センサの機能が検証されます (図5.3の1を使用) 。

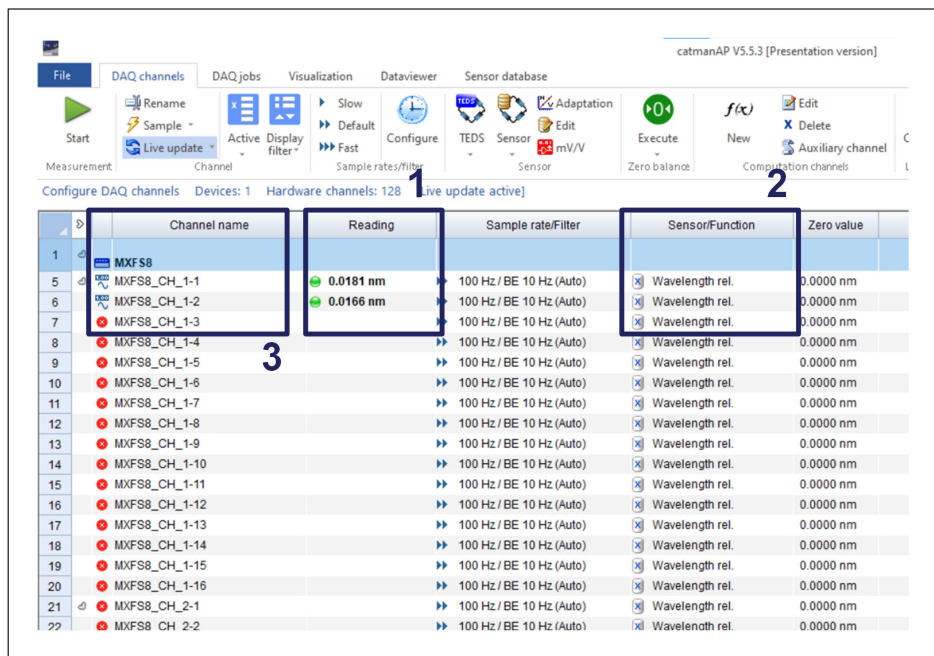


図5.3 システムチェックおよびセンサ識別



ヒント

システム評価後、接続ケーブルを取り外し、パンタグラフを列車に取り付ける準備ができます。

5.3 センサ構成

FS66HDLおよびFS65HDAセンサは、測定への温度影響をキャンセルするために、プッシュプル構成でFBGを2個使用しています。MXFS DIおよびcatmanソフトウェアは、デュアルFBGを備えた光センサを直接サポートしていないため、catmanインターフェースでは計算チャンネルを使用する必要があります。

各センサには、設定に必要なパラメータと関連する式が記載されたキャリブレーションシートが付属しています。

FS66HDLとFS65HDAの両方には絶対キャリブレーション値があります。つまり、各FBGの基準波長はキャリブレーションシートに記載されているものでなければなりません。キャリブレーション式は、これらの基準波長に対する両方のFBGの波長の変化の関数です。

Calibration Data		Configuration Equation
Reference wavelength @ 0g, λ_0 [nm]		$A = S \times [(\lambda_2 - \lambda_{02})_{FBG2} - (\lambda_1 - \lambda_{01})_{FBG1}]$
FBG1	1560.603	
FBG2	1570.512	Legend: A: Acceleration [g _{0-μk}] λ_{01} : Reference wavelength FBG ₁ of the accelerometer [nm] @ RT = Wavelength FBG ₁ at zero instant (after installation) λ_{02} : Reference wavelength FBG ₂ of the accelerometer [nm] @ RT = Wavelength FBG ₂ at zero instant (after installation) λ_1 : Measured wavelength FBG ₁ of the accelerometer [nm] λ_2 : Measured wavelength FBG ₂ of the accelerometer [nm] 0g position: direction perpendicular to accelerometer main axis RT: Room temperature 1g = 9.80665 m/s ²
Calibration factor @100Hz, S [g/nm]		
Sensor Data		
Acceleration range [g]	[-20;20]	
Frequency range [Hz]	[0; 200]	
Maximum full scale error [%]	0.5	

図5.4 FS65HDAキャリブレーションデータの例

Calibration Data		Configuration Equation
Reference wavelength @ 0N, λ_0 [nm]		$F = S \times [(\lambda_2 - \lambda_{02})_{FBG2} - (\lambda_1 - \lambda_{01})_{FBG1}]$
FBG1	1579.342	
FBG2	1589.545	Legend: F: Force [N] λ_{01} : Reference wavelength FBG ₁ of the force sensor [nm] @ RT = Wavelength FBG ₁ at zero instant (after installation) λ_{02} : Reference wavelength FBG ₂ of the force sensor [nm] @ RT = Wavelength FBG ₂ at zero instant (after installation) λ_1 : Measured wavelength FBG ₁ of the force sensor [nm] λ_2 : Measured wavelength FBG ₂ of the force sensor [nm] 0 N: zero load on force sensor positioned with arrow down RT: Room temperature
Calibration factor, S [N/nm]		
Sensor Data		
Measurement range [N]	[0;500]	
Operation wavelength range [nm]		
FBG1	[1579.3 , 1580]	
FBG2	[1589.5 , 1590.2]	
Dependence of sensitivity coefficient on temperature [%/10°C]		0.5

図5.5 FS66HDLキャリブレーションデータの例

基準波長値は、「範囲の設定」インターフェースで更新する必要があります

- キャリブレーションシートに記載されているFBGの基準波長を定義します (図5.2の5を使用)。
- 設定をApply (適用) します (図5.2の3を使用)
- 選択したコネクタを変更して、すべてのコネクタに対して同じ手順を繰り返します (図5.2の4を使用)

DAQチャンネルの表示に切り替えます

- インテロゲータのすべてのチャンネルが「波長 (相対)」として定義されていることを確認します (図5.3の2を参照)

センサタイプ	説明	出力
波長（相対）	波長センサの出力は、波長の 変動値 です。これは FBG のピーク値で測定される値です。	$\lambda - \lambda_0$

- チャンネル名の上をダブルクリックして、センサの名前を変更します（図5.3の3を使用）。
- 各センサには2つの信号が必要です。推奨事項として、センサ名に「_1」と「_2」を追加し、キャリブレーションシートとの対応を確認してください。

FBGピークごとのこれらの個々の測定値は、キャリブレーション基準波長に対する波長の変化に対応しています。

各センサの2つのFBGの測定値を組み合わせるには、計算センサを作成する必要があります

- 「新規」計算チャンネルボタンをクリックします（図5.6の1を使用）。

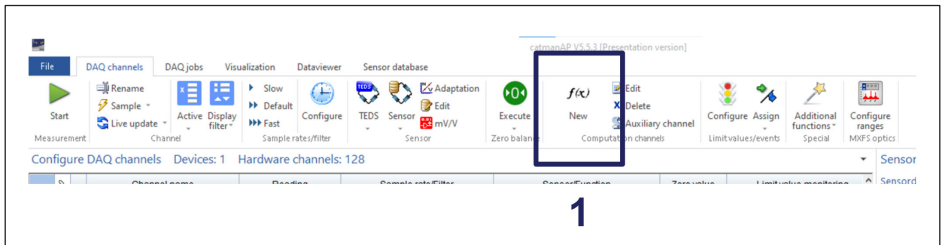


図5.6 新規計算チャンネルボタン

各FBGは相対波長を測定するように構成されているため、区画($\lambda - \lambda_0$)はチャンネル値です。

- 各センサに対応する感度値で計算チャンネルを設定します。FS66HDLの構成例を 図5.7に示します。
- センサの名前を書き込みます（1参照）。
- 対応する出力単位を定義します（2参照）。
- センサキャリブレーションシートに記載されている代数式を記入します(3を参照)。
- 「計算式作成 (create computation)」 ボタンを押します(図5.7の4を使用)。

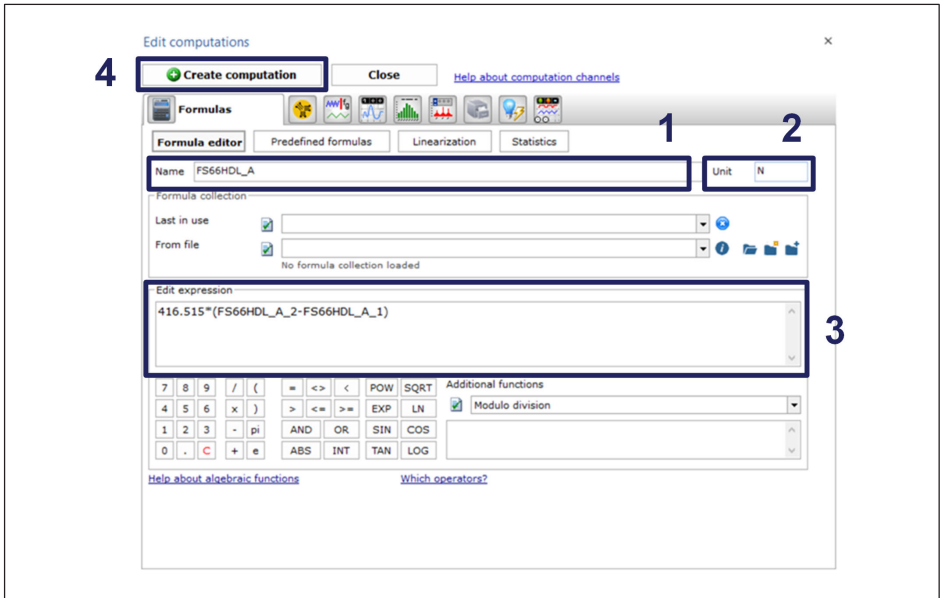


図5.7 センサを構成するための計算チャンネルを作成します

完全な構成が完了したら、計算チャンネルを8個作成する必要があります（4個は加速度用、4個は力測定用）。

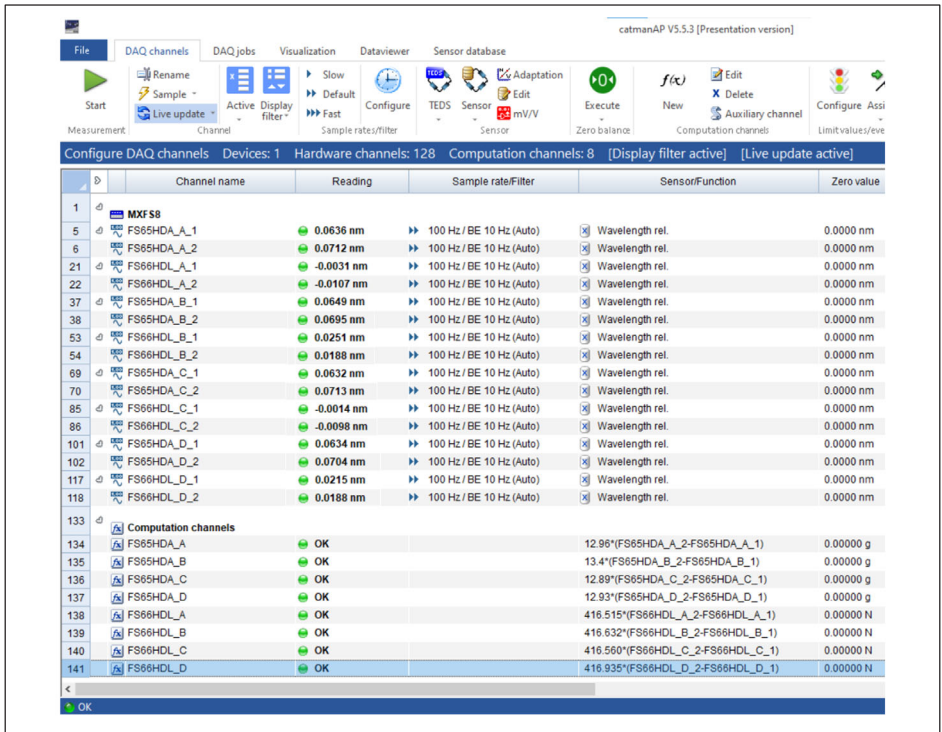


図5.8 4xFS65HDAおよび4xFS66HDLの完全なシステム構成

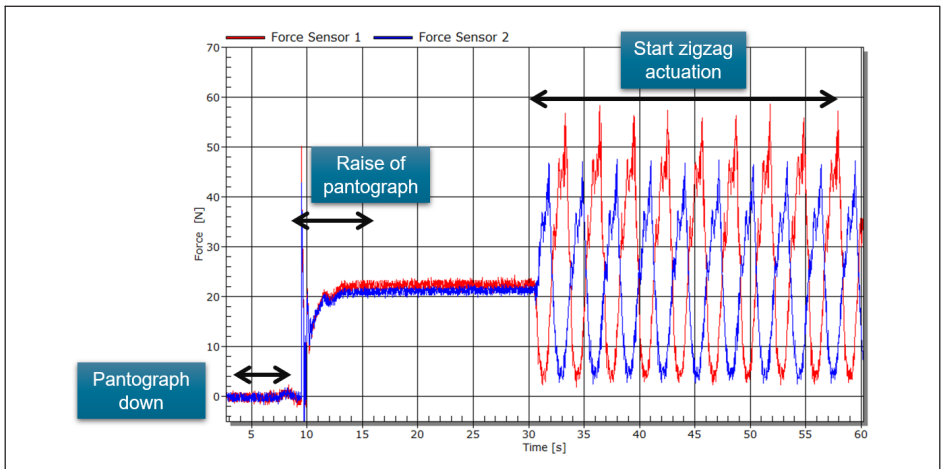


図5.9 catmanでの力測定の例

5.4 接触力と位置

パンタグラフ監視ソリューションは、EN50317規格に準拠した接触力と横方向の位置計算を可能にします。

接触力は、FS66HDLセンサの力測定とFS65HDAセンサからの加速度を考慮して、以下の式を使用して計算できます。さらに、パンタグラフの空力による補正(列車速度に依存)が必要です。

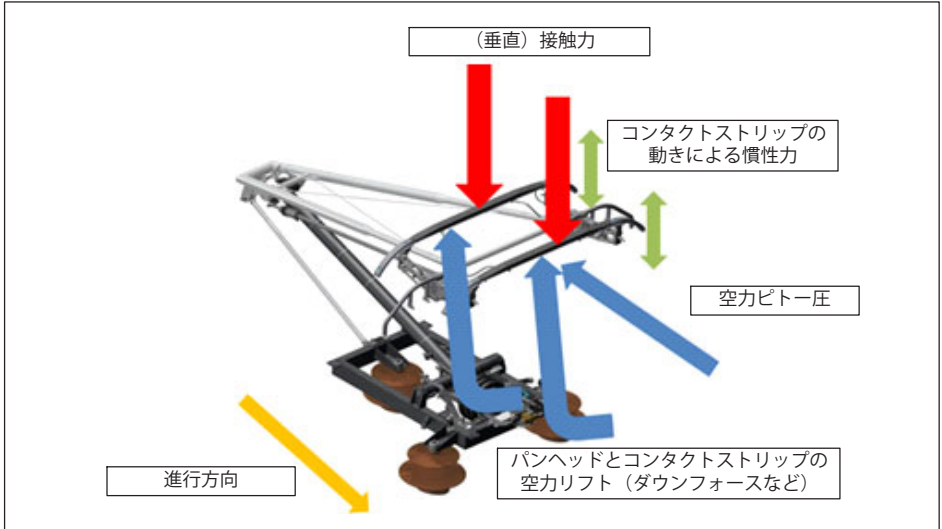


図5.10 パンタグラフ構造に対する力と効果

5.4.1 接触力 (ContactForce)

$$F_c = \sum_{i=1}^{k_f} F_{\text{Sensor},i} + \frac{m_{\text{above}}}{k_a} \sum_{i=1}^{k_a} a_{\text{Sensor},i} + F_{\text{corr,aero}}$$

図5.11 EN50317に基づく接触力計算式

ここで：

- F_c はN単位の接触力です
- $F_{\text{センサ}i}$ はセンサiでの測定された力 (N) です
- $a_{\text{センサ}i}$ はセンサiでの測定加速度 (単位g) です
- k_f は力センサの数です
- k_a は加速度センサの数です
- m_{above} は、力センサの上にあるパンヘッドの質量です

- $F_{\text{corr;aero}}$ は空力補正值 (N単位) 。速度に依存し、ルックアップテーブルから取得できます

5.4.2 位置：

各コンタクトストリップ上の架空電力線への接点の位置は、図5.12の式を使用して決定できます。

$$x = \frac{F_2}{F_1 + F_2} L - L/2$$

図5.12 接触線計算の位置

ここで：

- x は、接触ストリップの中央の原点($x=0$)を考慮した接触位置(mm単位)です
- F_1 および F_2 は、接触ストリップ上のセンサ1および2からの測定された力(N単位) です
- L は力センサ間の距離(mm単位)です

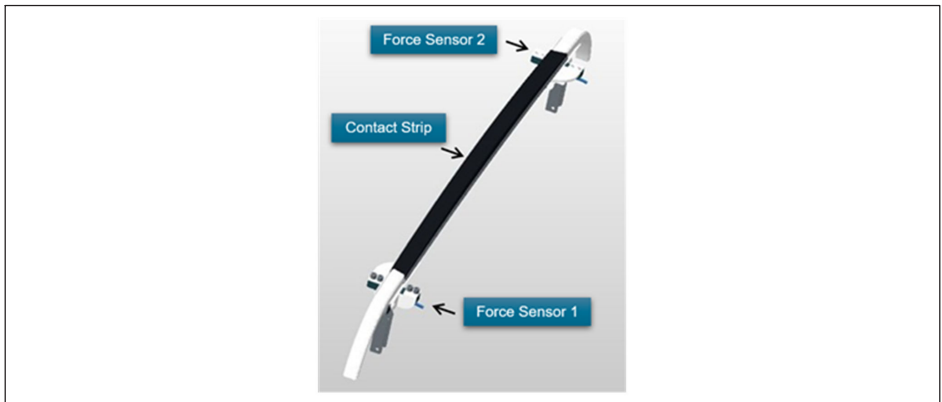


図5.13 コンタクトストリップ上のセンサの位置

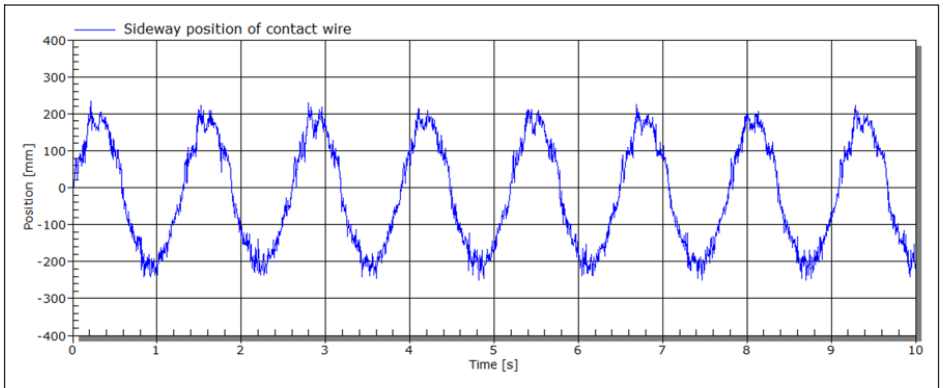


図5.14 コンタクトワイヤのジグザグ移動を表す位置測定の例

接触力と位置の計算は、計算チャンネルを使用してcatmanでシームレスに構成することもできます。

Channel name	Sample rate/Filter	Type	Sensor/Function	Zero value	Limit value monitoring
145 Fsum			FS66HDL_A+FS66HDL_B+FS66HDL_C+FS66HDL_D	0.00000 N	
146 Asum			FS65HDA_A+FS65HDA_B+FS65HDA_C+FS65HDA_D	0.00000 g	
147 Contact Force			Fsum+(5/4)*Asum	0.00000 N	
148 Position A-B			FS66HDL_A/(FS66HDL_B+FS66HDL_A)*1.2-1.2/2	0.00000 m	
149 Position C-D			FS66HDL_C/(FS66HDL_D+FS66HDL_C)*1.2-1.2/2	0.00000 m	

図5.15 catmanでの接触力と接触位置の計算

