

はじめに

本書は、DTSX 製品で温度測定システムを構築するにあたり、光ファイバセンサケーブル（以下、光ファイバケーブル）敷設のための一般的な方法について記載しています。したがって、実際の敷設場面において、各現場に合った最適な方法を工夫することが必要な場合があります。

■ 対象製品

光ファイバ温度センサ DTSX3000、DTSX200
線形熱感知器 DTSX1

■ ご注意

- ・ 本書は、DTSX の光ファイバケーブル敷設を実施する、または敷設に関係する方を対象に記載しています。
- ・ 本書の内容は、性能／機能の向上などにより将来予告なしに変更することがあります。
- ・ 本書の内容に関しては万全を期していますが、万一ご不審の点や誤りなど、お気づきのことがありましたら、お手数ですが弊社営業窓口までご連絡ください。
電話：0422-52-6248
E-mail：OFS_Inquiry@cs.jp.yokogawa.com
- ・ 本書の内容の全部、または一部を無断で転載、複製することは禁止されています。

■ 商標

- ・ DTSX は、横河電機株式会社の登録商標です。
- ・ 本書で使用している会社名、製品名は横河電機株式会社、および各社の登録商標、または商標です。

安全に使用するための注意事項

■ 本書中のシンボルマーク

本書で記載しているシンボルマークの内容について、次に示します。



感電事故など、取扱者の生命や身体に危険がおよぶ恐れがある場合に、その危険な状態を回避するための注意事項を記載しています。

注 意

ソフトウェアやハードウェアの損傷、システムトラブルを招く可能性がある場合に、注意すべき事項を記載しています。

重 要

操作や機能を知る上で、注意すべき事項を記載しています。

補足

説明を補足するためのことがらを記述しています。

参照

参照先を示します。

目次

1. 光ファイバケーブル敷設.....	6
1.1 敷設時の注意.....	6
1.2 光ファイバケーブルタイプ.....	7
1.3 光ファイバケーブルの配線／温度測定位置.....	8
1.4 光ファイバケーブルの接続.....	8
1.5 光ファイバケーブルの終端処理.....	9
1.6 光ファイバケーブルの余長.....	10
1.7 光ファイバケーブルの位置特定箇所の確保.....	11
2. アプリケーション別の敷設方法.....	13
2.1 ベルトコンベア火災検知.....	13
2.2 ケーブル（電線）異常温度検知.....	15
2.3 パイプライン漏れ検知.....	17
2.4 炉壁面温度検知.....	18
技術資料 改訂情報.....	22

1. 光ファイバケーブル敷設

DTSX は、光ファイバケーブル自体が温度センサとして温度測定を行います。そのため、以下に示す内容に留意して光ファイバケーブルを敷設する必要があります。

1.1 敷設時の注意

光ファイバケーブルを敷設する場合、取扱者の身体に危険がおよぶ恐れがあるため、取扱いには注意が必要です。



警告

光ファイバケーブルに光が通っている状態で、光を見る（確認する）ことはできません。
光ファイバケーブルに光が通っている状態で、光ファイバケーブル端面、および光コネクタ端面を絶対に覗き込まないでください。
万一、光が目に入った場合は、目の損傷を起こし、ひどく視力を損なう場合があります。

光ファイバケーブルは、ねじれ、側圧、張力、曲げなどの応力を極力与えないように取り扱った上で敷設してください。

注意

- ・ 光ファイバケーブルに応力がかかると、光の損失が生じ DTSX の性能の低下や、断線を招く場合があります。
- ・ 結束バンドなどで光ファイバケーブルを固定する場合は、締め付けによる損失が発生しないように注意してください。
- ・ 曲げる場合は、光ファイバケーブルの最小曲げ径の仕様を確認し、許容する曲げ半径以上の曲げ径を確保してください。
- ・ 光ファイバケーブルの先端は、配線作業時の破損や汚れを防止する保護をしてください。

1.2 光ファイバケーブルタイプ

光ファイバケーブルを敷設する場合、使用温度範囲、屋内、または屋外など 周囲の環境を考慮する必要があります。使用する環境を確認して、そこに合致した光ファイバケーブルを選択します。

なお、高温に対応したアプリケーションの場合は、適応性の高い、特定の光ファイバケーブルを用意する必要があります。

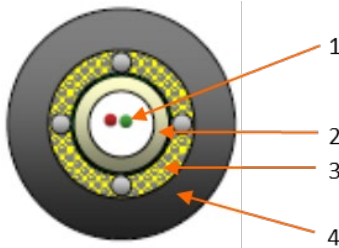
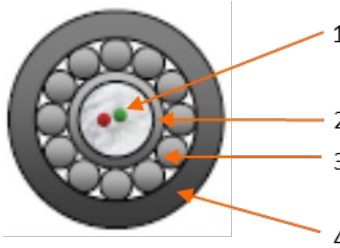
注 意

金属コーティングの光ファイバケーブルを使用する場合は、弊社 DTSX 製品の営業窓口へお問い合わせください。

なお、DTSX1 で使用できる光ファイバケーブルの詳細は、一般仕様書（GS 39J06B35-01）を参照してください。

同一般仕様書（GS）から DTSX1 で使用できる光ファイバケーブルの仕様を抜粋し、次に示します。

表 光ファイバケーブルの仕様 -- 一般仕様書（GS 39J06B35-01）から抜粋

項 目	標準タイプ	堅牢タイプ
断面構造	 1 光ファイバ 2 ルースチューブ 3 抗張力繊維 4 外被覆	 1 光ファイバ 2 ステンレス管 3 抗張力ステンレス線 4 外被覆
光ファイバ	50/125 μ m GI、2 芯	50/125 μ m GI、2 芯
外被覆	FRNC、難燃性非腐食性	FRNC、難燃性非腐食性
標準外形	4.5 mm	4.0mm
使用温度範囲	-40～85℃	-25～70℃
許容張力（短時間／長時間）	700N／200N	1000N／500N
最小曲げ半径（静的／動的）	60mm／80mm	60mm／80mm
質量	21 kg/km	46 kg/km
使用環境／状況	屋内／屋外	屋内／屋外 押しつぶし／機械的応力などを伴う
タイプ番号	S9550TK	S9560TK

注 意

DTSX 本体の設置場所が、DTSX の監視対象から離れている場合は、アプローチケーブルとして汎用ケーブルを使用することで光ファイバケーブルのコストが抑制できます。

ご相談については、弊社 DTSX 製品の営業窓口へお問い合わせください。

1.3 光ファイバケーブルの配線／温度測定位置

アプリケーションにより、光ファイバケーブルの配線方法が異なります。

温度測定対象物の温度、大きさ、設置する現場の状況、雰囲気などに応じて、光ファイバケーブルの設置位置を決めます。その際、できるだけ温度測定対象物に近づけて敷設します。

詳細は「2. アプリケーション別の敷設方法」を参照してください。

1.4 光ファイバケーブルの接続

● 光コネクタ端面の確認

DTSX の光出力コネクタなど光コネクタによる接続において、光コネクタ端面にキズや、ゴミ、ホコリ、粉塵、油膜などの付着が無いかどうかを確認してから接続します。

光コネクタ端面にキズや付着物があると、光の損失や反射が生じ DTSX の性能が低下する場合や、接続先の光コネクタ端面が損傷する場合があります。

接続前には、かならず光コネクタ端面用顕微鏡で確認し、専用クリーナで清掃をしてください。

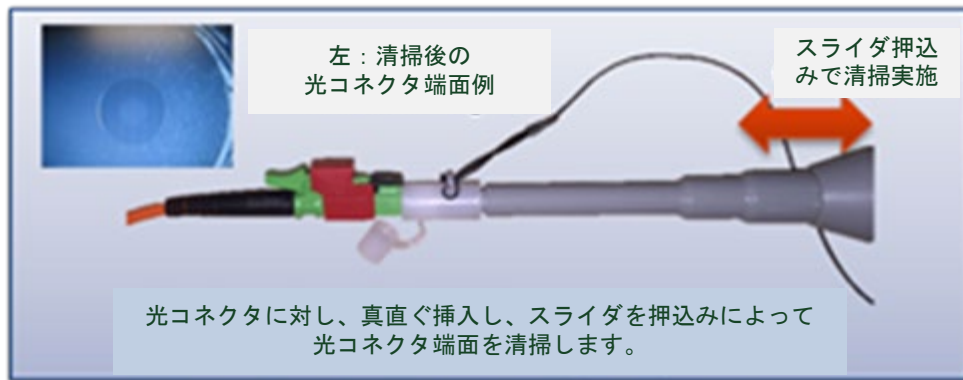


図 コネクタ端面清掃例



図 専用クリーナ例（NEOCLEAN-E3）

光接続する場合は、成端箱などを用いて接続箇所の保護が必要です。

● 光損失の対応

DTSX は、光損失が増加すると温度測定性能が低下します。また、光ファイバケーブル全長のトータル損失は、敷設仕様により異なるため、できるだけ光損失を抑えるように光ファイバケーブル接続します。

損失増加を抑えるためには、融着接続を推奨しています。この場合、光ファイバケーブルの融着接続箇所の光損失は、0.3 dB 以下、光コネクタ接続箇所の光損失は、0.5 dB 以下が望ましい状態です。

● 接続区間の設定数

DTSX を光ファイバケーブルで接続する区間の設定数には、上限があります。そのため接続数は、区間設定の最大数以下になるように光ファイバケーブルの敷設を設計します。

表 光ファイバケーブル接続区間の設定数

製品形名	区間最大設定数
DTSX1	20
DTSX200	10
DTSX3000	20

重 要

光ファイバケーブルの接続後は、OTDR（光パルス試験器）、あるいは DTSX で大きな光損失や反射がないことを確認してください。

光損失が大きい場合は、融着や光コネクタの接続をやり直してください。

DTSX で接続状態の損失を確認する場合は、DTAP3000（DTSX3000 用設定 & 結果表示ソフトウェア）のトレース波形（ST Signal Level）機能を使って確認できます。

下図のように、赤い丸の箇所において各接続点の損失の確認が可能です。

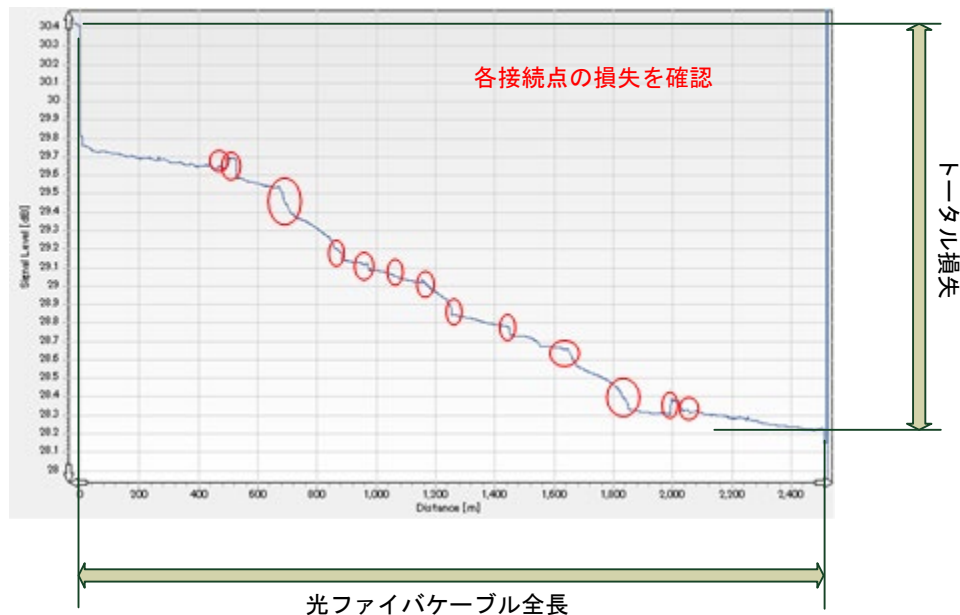


図 DTAP3000 ST 波形例

1.5 光ファイバケーブルの終端処理

● 片方向測定

片方向の測定を行う場合、光ファイバケーブルの終端において光反射が無いように無反射処理を行います。

無反射処理方法は、アングルコネクタ（E2000）付きピグテールの融着や、光ファイバケーブル端についての斜め研磨などを施します。また、簡易的方法としては、光ファイバケーブルが直径 5 mm 以下の場合、5 回以上巻くことでも対応できます。

- 双方向測定

双方向の測定（ループ配線）を行う場合、光ファイバケーブルの終端は DTSX の光コネクタ（E2000）であることから、終端処理は不要です。

1.6 光ファイバケーブルの余長

光ファイバケーブルの接続箇所において、次に示す各要因に基づき余長の確保が必要です。

- 接続点の影響

接続点の付近は、接続による影響を受け易いことから正しい測定ができない場合があります。接続点の影響を受けないために、余長は 5 m 以上を確保します。（必須）

- 温度の設定

温度測定対象物の温度が安定した箇所（温度設定箇所）において、1 区間 あたり 1～2 箇所を正常温度として DTSX に設定し、光ファイバケーブルを設置します。温度設定箇所の余長は、10 m 以上を確保します。（必須）

注 意

- ・ 断線時の対応

断線時における対応の方法によっては、光ファイバケーブルの長さに十分余裕を持つ必要があるので、断線時を考慮して光ファイバケーブルの余長を確保してください。

たとえば、融着接続で対応する場合は、10 m 以上の余長が必要であり、その余長を確保するために、接続箱の準備を適宜行ってください。

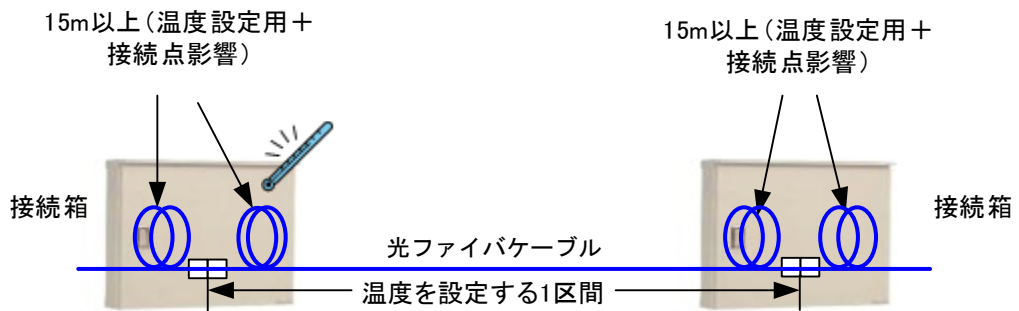


図 接続箱内のファイバ余長例

1.7 光ファイバケーブルの位置特定箇所の確保

DTSX で温度測定位置を特定するために、光ファイバケーブルに温度測定位置を特定する箇所を設けます。

● 位置の設定

DTSX に温度測定対象の正しい位置を設定するために、光ファイバケーブルの一部を使用して加熱、もしくは冷却を行い、温度測定状況を探りながら位置を特定します。

したがって、温度測定位置の特定箇所として、光ファイバケーブルの一部に直接アクセスできる長さとして約 1 m を確保します。

● マーキング

必要に応じて、光ファイバケーブルの温度測定位置の特定箇所にマーキングを行います。

マーキングは、作業を簡便にするために、位置を特定する作業時や設定位置の確認の際に有効です。

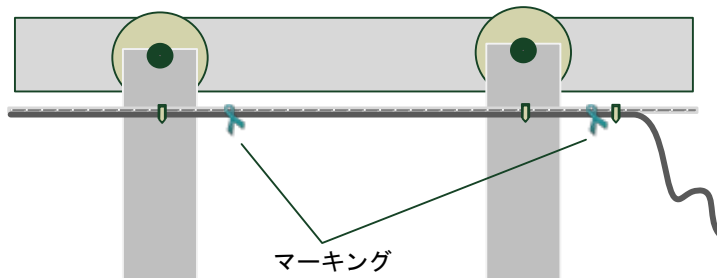


図 位置特定箇所のマーキング例

● 位置特定箇所

位置特定箇所は、温度測定対象の両端に設けます。

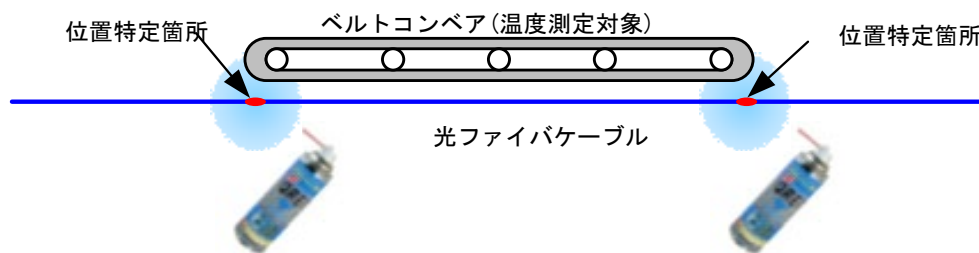


図 ベルトコンベアの位置特定箇所の例

1.8 双方向測定を用いる場合の留意点

双方向測定を行う場合は、光ファイバケーブル損失の経年変化を補正する機能を使用して、次のことに留意します。

- ・ 双方向の光ファイバケーブルが同じ温度になる箇所について、かつ DTSX 製品に極力近い部分にそれぞれ 15 m 以上確保する。
- ・ 双方向の光ファイバケーブルを同じ温度にするために、双方向のケーブルを結束する、また、多心ケーブルを使用することで実現可能。
- ・ この（15 m 以上）区間の光ファイバケーブルは、DTSX 収納盤内、あるいは室内など温度が比較的安定している所で確保する。

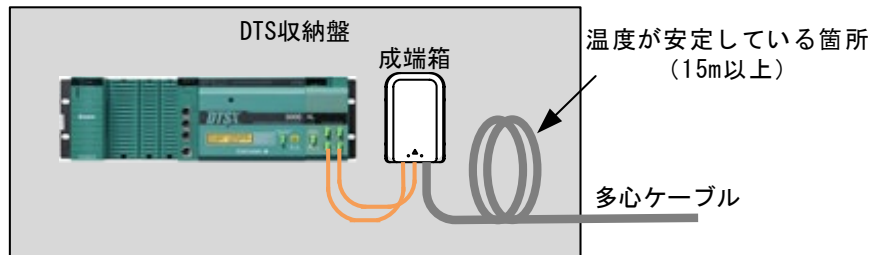


図 多心ケーブルを使用した双方向測定の例

2. アプリケーション別の敷設方法

DTSXは、光ファイバケーブル自身を温度センサとして使用します。

そのため 光ファイバケーブルを敷設の際は、アプリケーションに最適な形で実施することで、目的に合致した温度監視が可能です。

本章では、アプリケーション別に一般的な光ファイバケーブル敷設方法を記します。

2.1 ベルトコンベア火災検知

石炭やパルプチップなどを、運搬するベルトコンベアで発生する火災を検知するアプリケーションにおける光ファイバケーブルのタイプや敷設／配線方法について記します。



図 ベルトコンベアの火災検知イメージ

● 測定／配線／敷設

ベルトコンベアの敷設、および保守作業などの際は、断線の可能性が高くなるため、双方向測定を推奨します。この場合、DTSXに近端と遠端を接続する双方向用の配線が必要です。光ファイバケーブルに接続箇所がある場合は、内部に成端箱を有した接続箱を使用して接続箇所を保護します。

下図に、3台のベルトコンベアを温度監視するために、3本の光ファイバケーブル配線する例を示します。

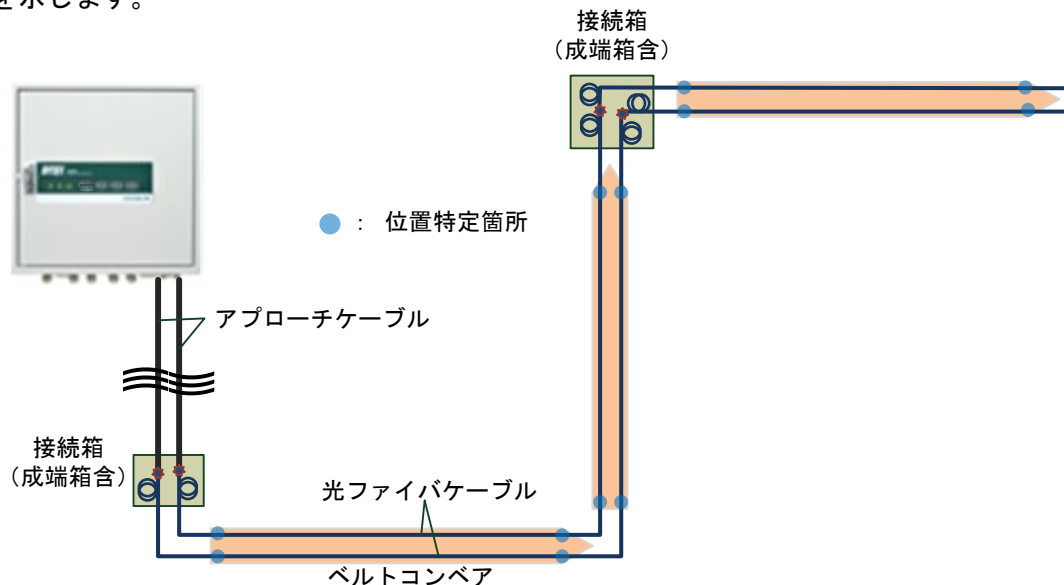


図 ケーブル配線敷設全体像

光ファイバケーブルは温度監視を行うベルトコンベアに沿って敷設します。

火災が発生したときに温度が高くなる箇所を検討し、光ファイバケーブルの敷設位置を決定し、その位置に敷設します。

ただし、光ファイバケーブルが、ベルトコンベアのローラ（アイドラ）に巻き込まれる可能性がある箇所への敷設は回避してください。

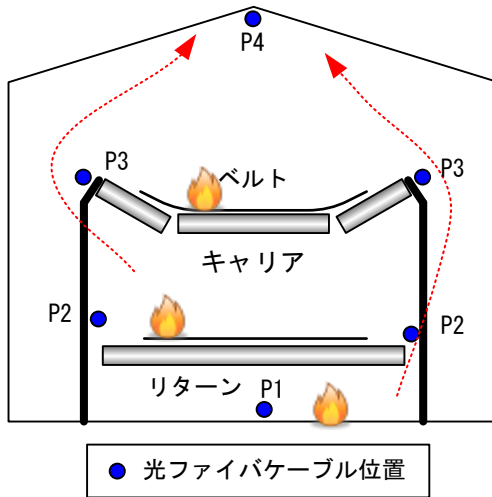


図 光ファイバケーブル敷設位置

ベルトコンベアの発火原因内容と、それを監視するために最適な光ファイバケーブル敷設位置について下表に示します。

上図「光ファイバケーブル敷設位置」を参照の上、確認してください。

表 光ファイバケーブル接続区間の設定数

発火原因	敷設推奨ポジション
落下堆積した運搬物（石炭）の自然発火火災	P1、P2
リターンローラ故障による運搬物の発火火災	P2、P3
キャリアローラ故障による運搬物の発火火災	P3、P4
火災の広がりによるベルト延焼	P3、P4

● 光ファイバケーブル敷設例

敷設位置を決定した光ファイバケーブルの敷設箇所において、あらかじめ支持線を張ることを推奨します。

また、同箇所において、最大 1 m 間隔（推奨）で結束バンドなどを取り付けることで、光ファイバケーブルが敷設できます。

これにより、光ファイバケーブルの可視化が向上すると同時に、弛みなどにより起きるベルトコンベアへの巻き込みが防止でき、ケーブル断線のリスク軽減を図ることが可能です。

注 意

結束バンドの材質は、耐環境性、耐熱などに優れたポリエーテルエーテルケトン（PEEK）樹脂などを選定してください。

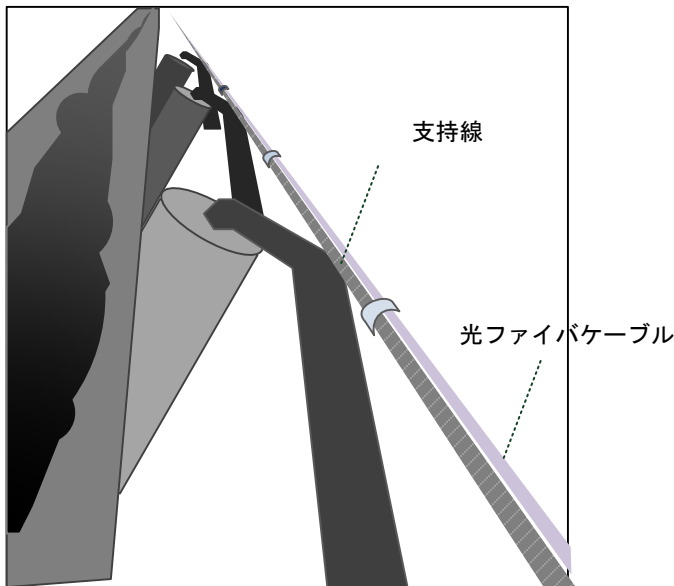


図 光ファイバケーブル敷設例

2.2 ケーブル（電線）異常温度検知

電力系のインフラ周りや、洞道内のケーブル（電線）異常温度検知アプリケーションにおける光ファイバケーブルのタイプや敷設／配線方法について記します。

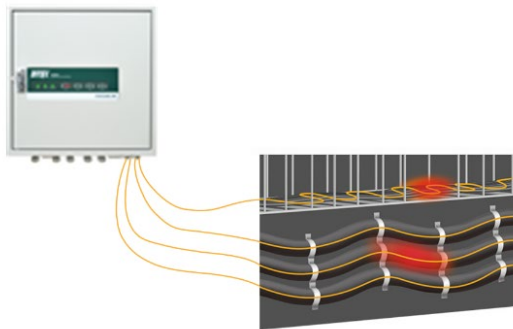


図 ケーブル異常温度検知イメージ

● 測定／配線／敷設

断線の可能性がある場合は、双方向測定を推奨します。この場合、DTSXに近端と遠端を接続する双方向用の配線が必要です。

断線の可能性が無いと判断した場合は、単方向測定でも可能です。

ケーブル（電線）の異常温度検知を行うために、光ファイバケーブルを配線するには2つの方法（Case1、Case2）があるので、以下に記します。

なお、配線に際して使用する留め具の材質は、耐環境性、耐熱などに優れたポリエーテルエーテルケトン（PEEK）樹脂などを選定してください。

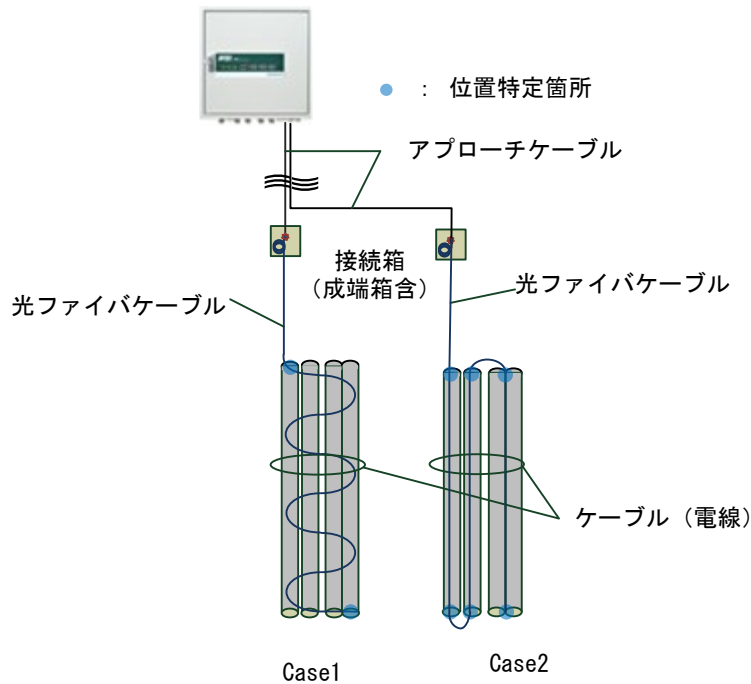


図 ケーブル配線敷設全体像

- ・ Case1 複数のケーブル（電線）を1本の光ファイバケーブルで監視
ケーブル（電線）トレイなどに、留め具（結束バンド、ケーブル固定サドル など）で湾曲部を固定します。その際、振動などによるケーブル（電線）移動を回避することを目的としているので、圧迫しないように緩めに固定します。
この配線方法は、ケーブル（電線）火災検知に有効です。

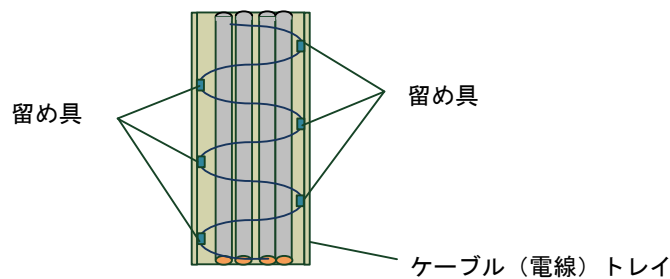


図 Case1 ケーブル（電線）敷設

注 意

圧迫してケーブル（電線）を固定すると光損失が大きくなり、測定ノイズが増える可能性があります。

- ・ Case2 1本のケーブル（電線）を1本の光ファイバケーブルで監視
ケーブル（電線）に、留め具（結束バンド、ケーブル固定サドル など）で固定します。固定する際、ケーブル（電線）を圧迫しないようにします。
この配線方法は、ケーブル（電線）毎の運転監視に有効です。

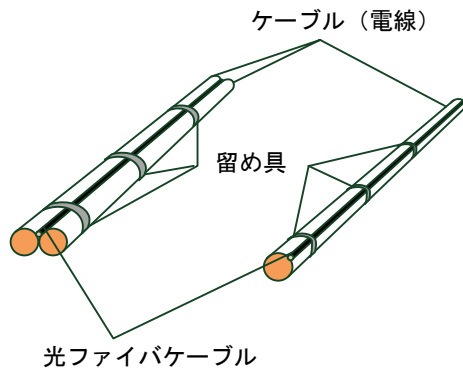


図 Case2 ケーブル敷設

注 意

圧迫してケーブル（電線）を固定すると光損失が大きくなり、測定ノイズが増える可能性があります。

2.3 パイプライン漏れ検知

LNG や液体アンモニアなどの長距離パイプラインの液体漏れ検知アプリケーションにおける、光ファイバケーブルのタイプや敷設／配線方法について記します。

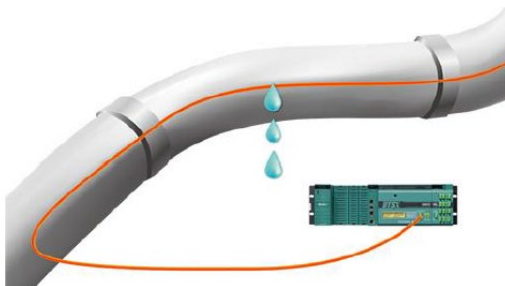


図 パイプライン漏れ検知イメージ

● 測定／配線／敷設

断線の可能性がある場合は、双方向測定を推奨します。この場合、DTSX に近端と遠端を接続する双方向用の配線が必要です。そうでない場合は、単方向測定でも可能です。断線の可能性が無いと判断した場合は、単方向測定でも可能です。

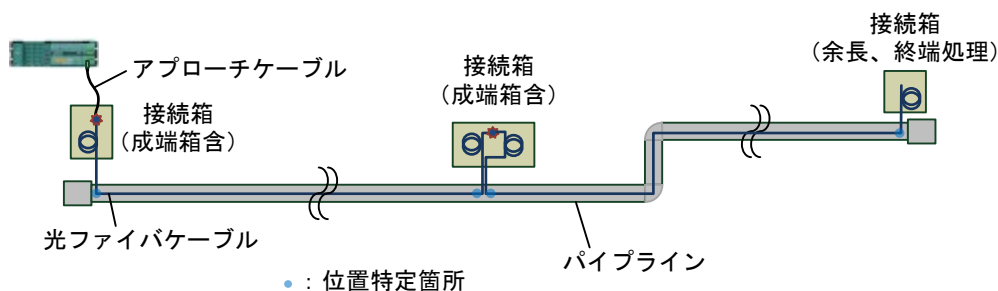


図 ケーブル配線敷設全体像

光ファイバケーブルは、基本的にパイプラインの下方（底部）に配置するように敷設します。漏れの状態が発生した場合、光ファイバケーブルがパイプラインから液体などの漏れ（流出）対象と熱接触するように、光ファイバケーブルを配置することが重要です。

ただし、アンモニアのような揮発性が高く、漏れる（流出する）と蒸発し空気よりも軽く上昇するような対象物については、下図のようにパイプラインの上方に光ファイバケーブルを設置する必要があります。

したがって、光ファイバケーブルの敷設位置は、パイプラインから漏れる（流出する）対象物に応じて決める必要があります。

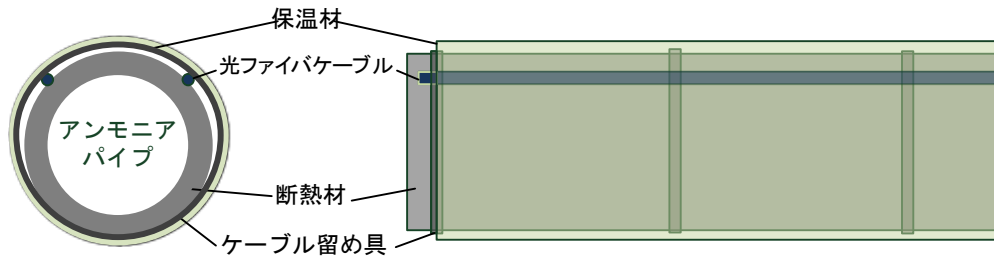


図 ケーブル敷設イメージ

2.4 炉壁面温度検知

高温炉（リアクタなど）の壁面の温度検知アプリケーションにおける、光ファイバケーブルのタイプや敷設／配線方法について記します。

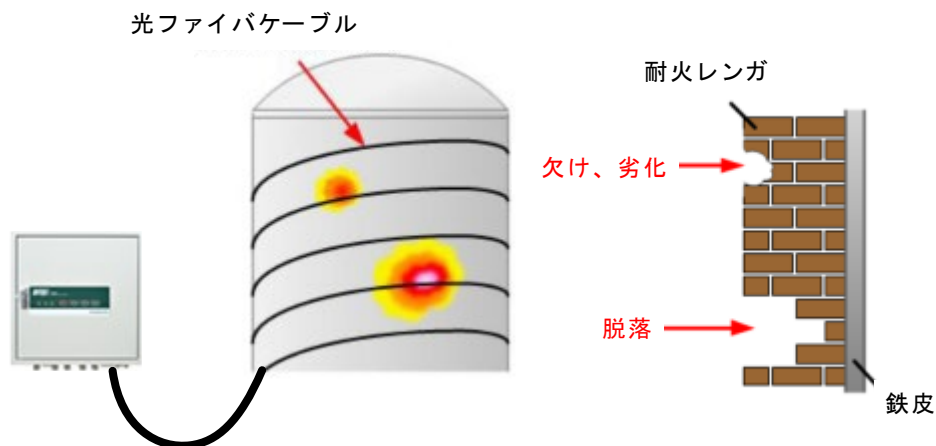


図 高温炉温度検知イメージ

● 測定／配線／敷設

高温監視の場合は、双方向測定を推奨します。この場合、DTSXに近端と遠端を接続する双方向用の配線が必要です。

光ファイバケーブルに接続箇所がある場合は、内部に成端箱を有した接続箱を使用して接続箇所を保護します。

下図に、1本の光ファイバケーブルを用いてリアクタを温度検知する配線例を示します。

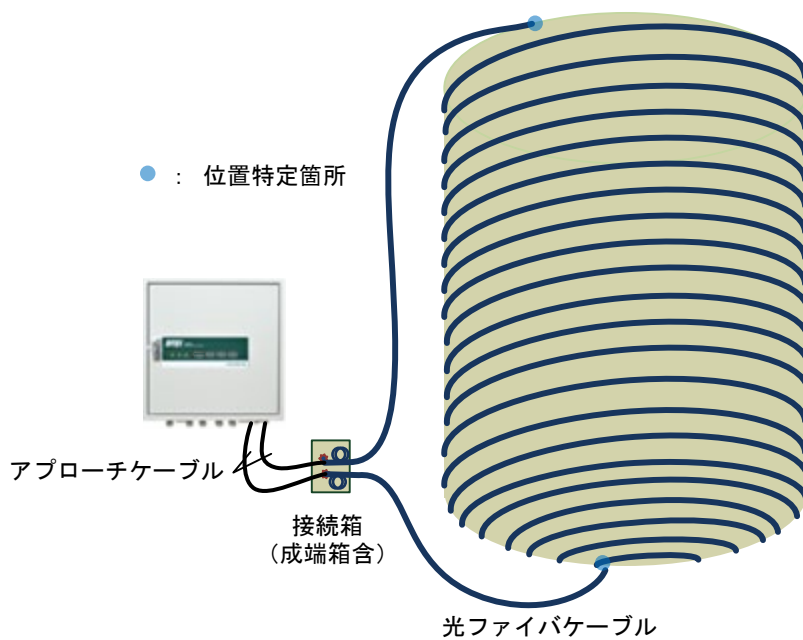


図 ケーブル配線敷設全体像

光ファイバケーブルの敷設方法は、検知対象がどのような状態のホットスポットになるか想定した上で決定する必要があります。

たとえば下図のように、イメージA、およびイメージBの2つのホットスポット（赤箇所）がある場合、イメージAは光ファイバケーブル1mのうち約0.3m分の温度上昇、イメージBは約1m分の温度上昇を示しています。

つまり、イメージBの敷設方法は、イメージAの敷設方法に比べて温度上昇が検出し易いことを意味しています。

ただし、イメージBの敷設方法は、イメージAの敷設方法に比べて光ファイバケーブルの長さを要します。

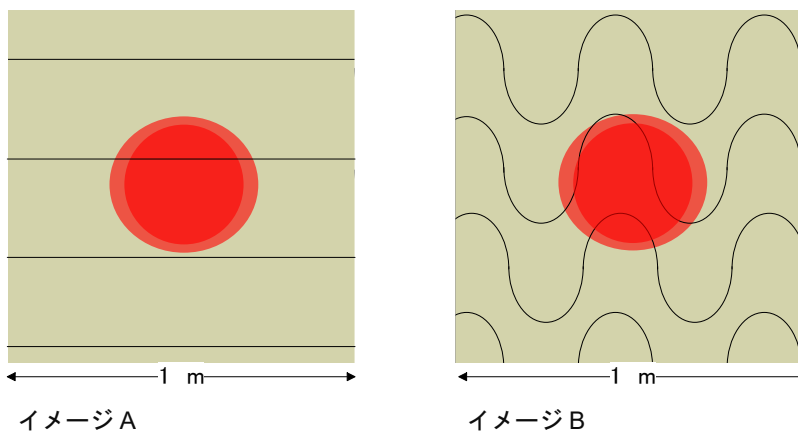


図 光ファイバケーブル敷設方法イメージ（A、B）

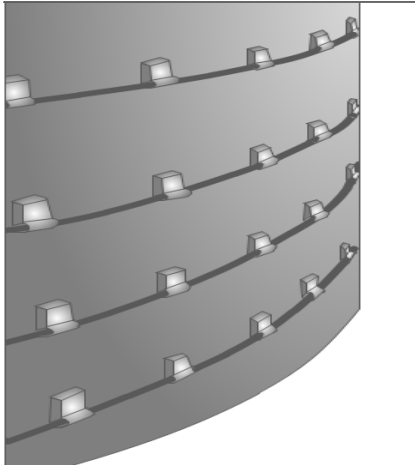
光ファイバケーブルは、それ自体が周囲温度の影響を受けて伸縮します。

高温の温度検知の場合、光ファイバケーブルの曲げ半径は 150 mm 以上確保することを推奨します。

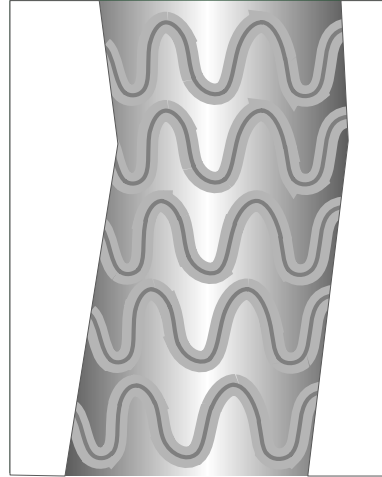
また、光ファイバケーブルの曲げ部分で固定すると、伸縮時のケーブルロス招くので、できる限り直線に近い箇所において、金属サドルなどの固定具を使って固定します。

金属サドルの材質は、SUS316、SUS316Lなどを推奨します。

保温剤で、光ファイバケーブル全体を覆う場合は、アルミテープでの固定が可能です。



・ サドルによる固定



・ アルミテープによる固定

図 ケーブル敷設例

技術資料 改訂情報

資料名称 : 光ファイバセンサケーブル敷設ガイド
資料番号 : TI 39J00C20-01

2020 年 1 月／初版

新規発行

■お問い合わせ

電話 : 0422-52-6248

E-mail : OFS_Inquiry@cs.jp.yokogawa.com

■著作者 横河電機株式会社

■発行者 横河電機株式会社

〒180-8750 東京都武蔵野市中町 2-9-32
