

スマート化する設備管理
予知保全はどこまで可能なのか

工場火災を防ぐ汎用電線伝送を用いた過熱の監視

豊中計装 小谷勝也

1 開発の狙いと技術概要

1.1 開発した「過熱監視システム」の概要

今回紹介する「過熱監視システム」は工場等、広域の火災になる前に機械や設備等の過熱監視をするシステムである。できるだけ多く過熱のセンシングを行い、さらにその配線を大幅に減らすことのできる汎用電線伝送(ユニバーサルライン)を用いることで、既存の消防法の範疇では発見しにくい過熱の状態を緻密に監視するものである。

図1は火災になる前の過熱原因の一例で多くの要素があるが、これらの過熱の状態を的確に監視して、大きな損害をもたらしかねない過熱からの火災発生を未然に防ぐものである。

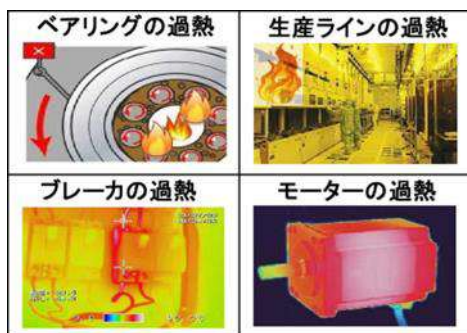


図1 火災の前の過熱監視の要因

1.2 工場の火災監視の一般的な現状

工場は一般の商業施設やホテル等の場合と異なり、発火しやすいエネルギー密度の高い機械や装置が各所にある。また危険物や着火物が多く、火災が発生した場合に大きな損失となる。さらに取引先も含めた周辺に被害を及ぼすと、莫大な損害等の責任を負う可能性がある。

1.3 工場の火災の原因

工場の火災の原因は多岐にわたり、中には原因不明の火災もある。問題は火災になる前の過度の温度上昇、

過度の発熱である。対策はこれらが何故過熱するかを詳細に調べる必要があるが、工場の機械設備は長期運転、過負荷運転、老朽化により金属疲労、摩耗、腐食、劣化、摩擦熱の増大等の原因で部分的に熱が発生しやすくなる。さらに粉じんの蓄積等による放熱の不良で熱が局所的に溜まり、その熱の温度上昇が要因で火災発生を引き金になる場合も多い。

また、これ以外にも生産設備のデジタル化、ネットワーク化に伴う予期せぬ外部からのネットワーク侵入、ハッキングによる制御盤やブレーカの過熱やシステムダウンも何かと耳にするようになりつつある。

1.4 「過熱監視システム」の技術概要

「火災の発生する過程は爆発を除いては、[温度上昇]→[過熱の継続]→[火災発生]となる。過熱監視において間違いなく言えることは、火災が発生する前に必ず温度が発火点近くまで上昇するということである。一般的に機械や設備の正常な運転で、機械のどの部分でも発火点温度まで上昇することはまずない。通常は運用時の最大温度と発火点温度においてはかなりの差がある。この温度差を正確に管理することで、火災が発生する前の異常の兆候を確実に管理することができる。

さらに「過熱監視システム」として重要なことは過熱、火災のセンシングに特化した確実な検出方法の確立と、長期スパンの経年劣化をも考慮した多点の緻密な監視である。さらに工場棟が複数ある場合、火災発生の詳細状況を全工場リアルタイムに共有する必要がある。

工場の火災発生を確実に防止する監視のポイントは大きく分けて次の3つになる。

① 可能な限り多くの温度監視ポイントの設定

監視する機械や設備は老朽化等により導入時には無かった場所での疲労、摩耗、錆付き等で発熱が多くな

り、さらに導入時の放熱能力も低減するため、主に機械の可動部のエネルギーポテンシャルが高い部分を中心に、**図 2** のように広いエリアを緻密に監視する必要がある。機械等の劣化発熱は使い方、設置環境により大きく異なるので、できるだけ余裕を持った広域多点の監視をすべきである。

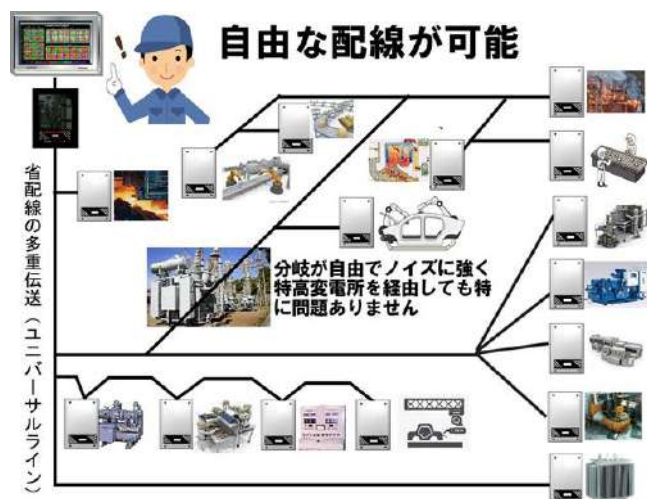


図 2 広域多点の過熱監視

万が一、火災となれば桁違いの大きな損失となる。長期的な管理からみると、安心のためのシステム構築は少し冗長過ぎるぐらいの構築が必須である。緻密な火災の前の過熱監視を効率良く行うためには、**図 2** のように広域多点で温度上昇の可能性がある場所をできるだけ多く網羅し、過熱監視を一元的に管理することで想定外の火災も未然に防止するシステムとすることができる。

② 個々の特殊な場所に応じた多様なセンシング

工場内の過熱が発生する可能性のある場所は作業により異なるがモータ、ベアリング、油圧ポンプ、チャンバー、加熱槽、送風機、鍛造機械、鋳造機、ボイラ、成形機等、無数に近いほどある。この劣化や過負荷で過熱しやすい場所は温度センシングから見ると個々に取付場所、監視位置、設置環境、監視温度範囲等を考え、それぞれの異なる発熱要因ごとに最適なセンサを選別し、故障しにくい堅牢なものを用いて緻密な温度監視を継続的に行うことが重要である。

このためのセンサは**写真 1** のようなものが各種あるが、場所や個々の状況に応じて確実に過熱の異常を監視できるものを選別する必要がある。エリアの広い監視の場合は、**写真 1** の右下のような一定の立体角内の温度を非接触で計測監視する放射温度センサや熱画像

センサがあり、中には 2000~3000℃の高温の計測監視までできるタイプのものもある。



写真 1 各種のセンサ

③ 他からの影響を受けない専用のシステムとする
最近の傾向を見ると、工場の制御システムはデジタル化やネットワークを利用した集中管理が可能で便利なシステムとなりつつある。しかし、このデジタル化された制御盤がネットワークとの絡みもあり、その脆弱性が問題になりつつある。2010 年頃から世界各地デジタル制御盤がハッキングを受けて機器の破壊攻撃等が多発している。日本でもシーケンサ等デジタル制御機器とネットワークの脆弱性が取りざたされ、デジタル制御盤のハッキングが火災のトリガーでは、という情報もある。これも世界標準の TCPIP 等の情報の規格化、共有化に起因する部分がある。

現在すべての情報伝送がインターネットプロトコルになりつつあり、高速大量のデータ伝送が可能になり非常に便利にはなっている。しかし冷静に考えれば仮に数千点の過熱監視を毎秒行っても、情報量は数十Kバイト/秒の情報である。これを流行りとは言え、1000倍以上のネットワークを使うメリットやサーバを共有して使うメリットはほとんどない。わずかなデータ量ではあるが長期間に渡って非常に重要な過熱や火災監視の情報伝送を、わざわざクラウドや外部に出す必要は皆無である。

したがって、工事が簡単な汎用のメタルケーブルを用いて他のシステムや情報とは完全に切り離し、データや処理装置の混用を避けた専用の過熱監視に特化した単純なシステムとすべきである。他の情報網と切り離すことで、未来永劫どのような高度なハッキングの心配もなく、自社のみの管理でいつまでも安心して使

えるものができる。

機器としては図3のような単独のシステム構成とすることが重要である。

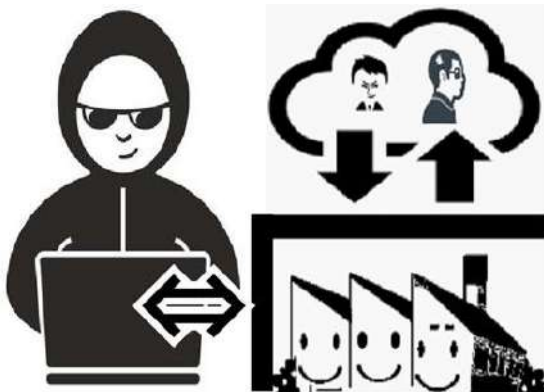


図3 外部と遮断したシステム

2 現場適用・運用法と施工例

2.1 過熱監視用の汎用電線伝送の内容

汎用電線伝送（ユニバーサルライン）とは、電気が通ればどのような電線でも信号伝送ができるもので、1対の電線で多くの信号を伝送することが可能なものである。ただし、この過熱監視は長期的に確実な情報伝送が必要となるので、当然ながら物理的に丈夫なケーブルで絶縁のしっかりしたものが必要となる。

この汎用電線伝送とは下記のような機能を持ったものである。

- ・1回線で2000点の温度計測が可能
- ・過熱等の監視接点は4096点の監視
- ・温度計測と接点監視が混在して伝送可能
- ・ノイズに非常に強く配線工事が簡単
- ・汎用電線2本の平行接続で動作可能
- ・シールドやツイストペアの計装工事は不要
- ・配線ルート不問で動力配線との混在配線可能
- ・中継なしで10km四方の信号伝送が可能
- ・分岐が自由で追加増設のコスト低減が可能
- ・専用部材不要で安価にシステム構築が可能

2.2 用途施工例

紹介の基本システムは、多点の温度監視システムとして古くから全国に多くの実績がある。新しいセンシングと過熱監視に特化したシステムとすることで、下記のような多くの場所での過熱監視に威力を発揮するものである。

- ・生産ラインの制御盤、分電盤の過熱監視
- ・ブレーカごとの過熱監視、過電流監視
- ・ベアリング、モータの温度異常の事前検出

- ・劣化による過熱発生が想定できる個所の監視
- ・常時エネルギーを多く使用している場所

3 活用メリットと今後の課題

3.1 既存火報設備との融合

既存の火報設備は人と建物の火災監視のために必要な設備であるので当然重要であるが、通常は各棟屋のみの監視で完結して工場全体で共有していない場合も多い。提案のシステムの特徴は広域多点監視が可能である。このためこれら既存の火報設備の移報接点等を取り込むことで、一層充実したリアルタイムな過熱と火災の一元的な監視が可能になる。

3.2 システム導入による安心感

紹介のシステムの考え方は、通常業務の中で明らかに正常時と異なる温度上昇を管理する計測監視を常に連続的に行い、従来の建物や人身を守る為の消防法では検出できない範疇の監視により、火災の前の過熱が起こらないように正常な状態の管理、「正常監視」を常時行うことである。さらにシステムの自己監視によるフェールセーフ機能を持っている。また、目まぐるしく変わるネットワーク関連の一時的に流行るトレンドの技術を使わないため、いつまでもバージョンアップなしで使うことができる。

この考え方でシステム構築することで、長期に渡って安心安全を得られるものである。

3.3 予知保全の二重化

過熱監視を行うということは、内容によっては機械などの劣化や摩耗などによる想定外の発熱の管理をすることができる。一般的にベアリングなどの発熱は当然そのベアリングの劣化が進んでいると考えられる。見方を変えると、ある部分の過熱の情報は機械の劣化、メンテナンス時期の報知にほかならない。

このシステムの目的は、火災の前の過熱の監視であるため他のシステムとの混用は避ける必要があるが、本システムと電氣的に独立した移報接点で過熱情報を外部に出力することは可能なので、予知保全のシステムに提供することで、重要な機械設備の予知保全の精度をさらに高めることが可能となる。

3.4 工場のデジタル化の問題、

工場の制御系の伝送は従来からRS485ベースの通信が主流であったが、現在は徐々にインターネットプロトコルのネットワークに変わりつつある。しかし、独自の長期間安定したシステムに採用する場合は問題が

多い。アメリカの国防省や最近の大型パイプラインや世界最大の食肉加工会社の工場がハッキングされた例を見ると、システムがネットワークに繋がっているとまずハッキングされると見てよい。見方によっては遠隔の火災制御も可能となるので、重要な機械設備は注意が必要である。

4. おわりに

有人工場の作業に関連する機械の過熱等は、規定のメンテナンスを施せば通常は起こりにくい。過熱による工場火災、あるいはその直前の状況は現実として多く発生している。これは熟練者の不足や情報伝送環境の変化も含めた、従来では考えられなかった想定外の各種の要因が多くあるためである。

元来過熱等の温度警報情報は、非常に簡単な 1 ビットの接点信号によるものが多い。この単純な ON/OFF 情報の長期管理が目的の過熱火災監視システムは、冗長なネットワークやデジタルな FA 機器を使わない方法で、さらに長期安定していつまでも使用できるシステムとして構築することが重要と考えられる。

コタニ・カツヤ

豊中計装株式会社 技術部

〒561-0841・大阪府豊中市名神口 3-7-13

電話(06)6336-1690

E-mail : tk@toyonakakeisou.com