

過負荷/三相不平衡/高調波

電気エネルギーの品質の良し悪しは、生産及び生活の正常な秩序に直接影響し、過負荷/三相不平衡/高調波は送電網の電気エネルギーの品質を低下させ、深刻な場合には設備の損傷及び送電網の事故が引き起こされる可能性がある。赤外線サーモグラフィによる検査は、停電せず、遠距離で、安全で信頼性が高く、正確で高効率である等の通常の試験にはない利点がある。



過負荷、三相不平衡及び高調波とは何か？それらにはどのような危害があるか？

過負荷とは、負荷が大きすぎて、設備そのものの定格負荷を超えることであり、発生する現象は、電流の過大とそれに伴う電気設備の発熱である。回路の長期的な過負荷により、回路の絶縁レベルが低下し、さらには設備又は回路が焼損することもある。

三相不平衡：電力系統における三相電流（又は電圧）の振幅の値が一致せず、且つ振幅の差が規定された範囲を超えることを意味する。変圧器内に環流（及び過熱）が発生し、且つモータの効率を低下させることができる。

電力系統に非線形（時変又は時不変）負荷がある時、たとえ電源が商用電源周波数50Hzで供給されたとしても、商用電源周波数電圧又は電流が非線形負荷に作用する時、商用電源周波数とは異なる他の周波数の正弦波電圧又は電流が発生し、これらの商用電源周波数とは異なる正弦波電圧又は電流には、フーリエ級数展開が使用され、電力高調波と呼ばれている。高調波は電気エネルギーの生産、伝送及び利用の効率を低下させ、電気設備を過熱させ、振動及び騒音を発生させ、且つ断熱材を劣化させ、耐用年数を短くし、さらには故障又は焼損も引き起こす。高調波は電力系統の局所的な並列共振又は直列共振を引き起こすことができ、高調波の含有量を増幅させ、コンデンサ等の設備に焼損をもたらす。高調波はさらにリレー保護及び自動装置誤動作も引き起こす可能性があり、電気エネルギー計量に混乱を出現させる。電力系統の外部については、高調波は通信設備及び電子機器に対し深刻な干渉を引き起こす可能性がある。

過負荷、三相不平衡及び高調波はなぜ過熱を引き起こすのか？

高圧電気設備は、正常運転の状況下で、一部の電気エネルギーを異なる損失形態で熱エネルギーに変換され、設備の温度を上昇させる。これらの電気エネルギーの損失には、主に以下のいくつかが含まれる：

- 1 抵抗損 $P=I^2R$ であり、発熱電力は電流の二乗に比例し、この発熱は電流効果により発生する発熱と呼ばれる。
- 2 誘電損失 $P=U^2\omega C \tan \delta$ であり、発熱電力は主に電圧に依存するが、この発熱は電圧効果により発生する発熱と呼ばれる。
- 3 鉄損とは、鉄心の磁気ヒステリシス、渦電流現象により発生する電気エネルギーの損失であり、この発熱は電磁効果により発生する発熱と呼ばれる。

過負荷/三相不平衡/高調波は、過電流又は過電圧を引き起こす可能性があり、また過負荷、高調波は、変圧器鉄心の渦電流をさらに引き起こす可能性があり、これにより設備の局所的過熱が引き起こされ、サーモグラフィによって設備の過熱箇所が捕えられ、且つ直観的な表示ができる。

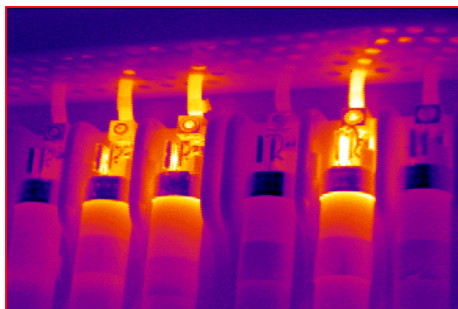
典型的な顧客

電力会社、プロセス業界（石油化学、冶金、セメント等）

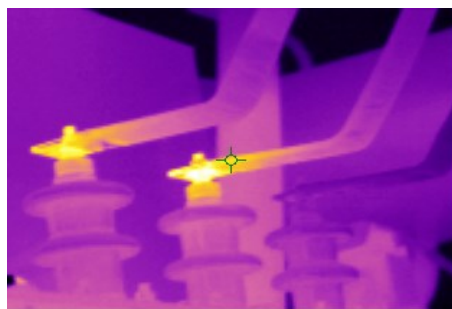
赤外線サーモグラフィの応用

1 赤外線画像形成技術を採用して、以下の電力設備状態の検査と故障診断の作業を行うことができる。

- a)ヒューズボックス b)ケーブル接続 c)リレー/スイッチ d)絶縁器 e)コンデンサ
f)回路遮断器 g)変圧器 h)モータ i)電池 j)三相電力設備



ヒューズの過負荷により発生した過熱



変圧器の三相不平衡

2 Flukeが既に特許出願したIR-Fusion技術は、赤外線画像を撮影する以外に、一枚のデジタル画像を同時に取得し、これらを融合させると、故障の識別及び位置決め役に立ち、それによりすぐに正確に故障を修理することができる。

3 Fluke Tiシリーズのサーモグラフィには、強力な機能のソフトウェアが搭載されており、サーモグラフィ画像を保存及び分析し、且つ専門的なレポートを作成するために用いられる。当該ソフトウェアによって、サーモグラフィからダウンロードした画像の中に保存されている放射率、反射温度補正及びパレット等の主要なパラメータに対し調整を行うことができ、そしてこれらは全てオフィスで行うことができ、検査の安全性及び利便性を向上させる。

現場ではどのような問題に遭遇する可能性があるか？

1 負荷がかからない場合又は負荷が低い場合には、設備の故障を引き起こす発熱が明らかにはならず、より重大な故障が存在するとしても、それが特徴的な熱異常の形で現れる可能性もない。設備が定格電圧だけで運転し、且つ負荷がより大きい時ほど、発熱及び温度上昇も深刻になり、故障箇所の特徴的な熱異常もよりはっきりと現れるようになる。このため、赤外線検査を行う時、信頼性の高い検査効果を得るためには、設備が定格電圧と全負荷で運転されることをできるだけ保証する必要がある。たとえ連続的な全負荷運転ができないとしても、運転計画を作成しなければならず、検査前及び検査過程において、設備に一定時間（例えば4～6h）全負荷運転を可能にさせ、設備の故障部位に十分な発熱時間を持たせ、且つその表面が安定した温度上昇に達することを保証する。

2 設備内部の故障は電気設備の内部に現れ、このため反映される設備外面の温度上昇は小さく、通常はわずか1℃未満である。このような故障の検査では、サーモグラフィの感度に対する要件が比較的高い。

どのようにしてはっきりとしたサーモグラフィを撮影できるか？

電気設備は通常周囲温度下にあり、はっきりとした赤外線ヒートマップを得るために、私たちは次のように提案する：

- 1 温度差が小さい場合に適用する時には、できるだけ熱感度の比較的高いサーモグラフィを選択する。
- 2 屋外の電気設備の現場での赤外線検査については、できるだけもりの日又は日没の頃の夕方のような光照射のない時間を選んで行う。
- 3 反射率の高い設備の表面に対しては、適切な措置を講じることによって、太陽照射及び周囲の高温物体の照射に対する影響を減少させなければならない。或いは、検査角度を変更し、反射を避けられる最良の角度を探してから検査を行う。
- 4 まず自動モードを使用して設備の温度範囲を測定する。その後手動でレベル及びスパンを設定し、温度範囲を最小に設定し、且つ以前に設定した温度範囲（各計器の最小温度範囲は異なる）も含まれる。
- 5 スイッチキャビネット等の内部故障の試験を必要とする電気設備については、一般的なアクリルガラス窓に代えて、フッ化カルシウム等の特殊材料で作られた赤外線窓を使用することができ、これにより正確な温度データを得ることができる。