

大規模、広域、長期災害時の産業用電気設備の迅速な復旧への留意点

2022年2月16日

一般社団法人 日本電機工業会

まえがき

近年、台風や線状降水帯による豪雨災害が各地に甚大な被害をもたらしている。2021年7月には青森県や三重県などで1時間降水量の観測史上1位の値を更新する記録的な大雨となるなど、災害対策の必要性が増している。

2011年の東日本大震災では、日本電機工業会の会員各社は顧客からの緊急支援要請に対応すべく、それぞれ体制を構築した。しかし、交通手段の途絶、車の燃料の不足から連絡を受けても駆けつけることが出来ない事もあった。その状況がある程度は解消されても、物流の混乱や素材から部品、製品の製造にいたる複雑な産業構造から一部のものの供給が枯渇し、復旧に遅れをきたしたものもあった。また、長期間にわたる計画停電により産業のみならず、社会の営みの停滞があった。大災害時には、分厚い取扱説明書のどこかに書いてある内容などは、資料の散逸などから意味をなさないことがある。多種多様な緊急支援要請のなかから、次の災害に備えるために教えとなることを纏めた。

目次

- 1：冠水した設備の応急処置
- 2：地震の対応
 - 1) 自家用発電設備
 - 2) 受配電設備
 - 3) PLC・計装機器
 - 4) 機械設備・自動機械
- 3：長期停電時の対応
 - 1) 自家用発電設備
 - 2) 受配電設備
 - 3) 無停電電源設備 (UPS)
- 4：ユーザメンテナンス
 - 1) 自家用発電設備
 - 2) 受配電設備
 - 3) PLC・計装機器
- 5：被災の体験談(現場や修理での苦労話、常総市の防水壁など)
- 6：まとめ

【1】 冠水した設備の応急処置

津波・洪水による冠水は、海水、淡水の違いはあるが、清水ではなく黒く濁った水ということが、共通して設備全般に悪影響をもたらす。また海水は塩分を含むため、大敵である。

目視ではよく分からないような小さな隙間があると、毛細管現象で、奥まで汚濁した水（塩水）が浸入し、洗浄・乾燥処理でも除去しきれない。一旦、復旧できたように思えても長期使用はできないので更新計画が必要である。

番号	事 例		応 急 処 置 及 び 注 意 事 項
1	PLC・ コントローラ類	装置の電源部	メーカ、専門業者による洗浄（薬品洗浄）・乾燥処理で一部復旧可 バッテリー搭載のプリント基板は腐食が早い
		プリント基板類	
2	電動機	ベアリング	分解してベアリング交換
		ステータ ロータ	洗浄・乾燥処理で応急復旧可であるが長期使用はできない
3	配電盤筐体、母線（ブスバ）		洗浄・乾燥で復旧可 ※他の内部構成機器および盤内配線などは長期使用できない
4	遮断器・開閉器		真空バルブやメカ機構以外に操作コイル、電動機構、補助接点、リミットスイッチ等があり 現実的には交換となる
5	油入変圧器・コンデンサ類		多くが密閉式であり、目視で油漏れ等がなければ洗浄・乾燥で復旧可 ※内部浸水無しの場合、恒久処置になり得る
6	乾式・モールド式変圧器		洗浄・乾燥で仮復旧できても長期使用不可
7	計器用変成器		洗浄・乾燥で仮復旧できても長期使用不可
8	保護継電器・補助継電器類 計器・スイッチ類		交換
9	電線・ケーブル		端末部が冠水した場合は交換

※ユーザの自己責任の範疇となります。

【2】：地震の対応

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、大地震ということ以外にも大津波、広域、長期という特徴を持ったものであった。南海トラフの巨大地震も含め、今後いつ大きな地震が起こるかわからない。耐震基準に準拠したアンカボルトでの据付などの対策が必要である。

1) 自家用発電設備

自家用発電設備が停止してしまった

番号	事 例	対 処	注 意 事 項
1	燃料フィルタの目詰	燃料フィルタ交換、清掃、エア抜き、スカム除去	地震の揺れで、燃料小出し槽・貯油槽のスカムが舞い上がり、燃料フィルタを詰まらせた。

2) 受配電設備

番号	事 例	対 処	注 意 事 項
1	遮断器の連結が外れてしまった	1) 主回路断路部、補助接点の健全性確認 2) 遮断器の操作確認	引き出し型遮断器の場合。
2	遮断器の連結リミットスイッチ外れ	断路・接続操作で揺り動かしてリミットスイッチの動作音確認	
3	盤内収納の変圧器が故障（破損）した。 （配電盤内に収納された変圧器の故障は大半が設備導入時からの課題が多く見られ、殆どは既存設備に対策が必要）	1) 変圧器が倒れて破損した。 設置環境を考慮したアンカボルトによる固定が必要。 防振ゴム付の場合は、ストッパを適切に取付けることも必要。 2) 変圧器の接続部が破損した。 変圧器へ直接ケーブル接続した場合に破損した例もある。 端子への結線はフレキシブル導体（可とう導体：導線にて網目状にしたもの）で、かつ余裕をもった接続であることが望ましい。	アンカボルトで固定していない、又はボルトの強度不足から、転倒。建物の上層階になるほど、地震による振動は大きくなる。 変圧器自体の揺れで、狭い盤の側面に触れて、破損した例もある。 配電盤に変圧器を収納する場合、構造も重心も異なる配電盤（筐体）と変圧器は震災時、異なった振動をする。

3) PLC・計装機器

番号	事 例	対 処	注 意 事 項
1	流量計などの指示がおかしい	センサ取付け部の配管目詰まりチェック 信号ケーブルの断線チェック	
2	部品の故障・制御電線の断線	製造元への手配	

4) 機械設備・自動機械

番号	事 例	対 処	注 意 事 項
1	ロボットの動作がおかしい	原点（ゼロ点）の再設定	
2	設備がずれてしまった	アンカボルトによる固定	レイアウト変更がよくある設備は、固定がされていないことがある。 設備の転倒・破損や配管・ケーブル等の破損が想定される。
3	ホイスト・クレーン設備の電気品等が脱落・破損した	再稼動するには、全ての機能の健全性を確認。	駆動モータ等電源遮断により、荷吊りの状態にあると、停電時も落下の恐れがあり危険である。 補足：クレーン等安全規則第37条で、震度4以上の地震後クレーン作業を行うときには、あらかじめクレーンの点検を実施することが義務づけられている。

【3】 長期停電時の対応

日本の電力会社の電気はよほどのことが無いと停電しないものの、普段からの保守点検で蓄電池の性能低下が無いか確認しておくことが必要である。

設備別対応事例

1) 自家用発電設備

災害後、燃料切れで停止していた。地下燃料タンクに補充できたが、自家発が運転できない

番号	事 例	対 処	注 意 事 項
1	燃料小出し槽が空	燃料小出し槽にポリタンクなどで燃料を補充する。	原動機よりも高い位置に燃料小出し槽があり、地下燃料タンクから燃料移送ポンプで供給するものだが、停電時はこのポンプが動かず、燃料が小出し槽に供給されない。 尚、タンクローリからのホースは燃料小出し槽に届かないことが多い。
2	燃料配管へのエア混入	原動機までの燃料配管にエアが入り、燃料が行かないのでエアを抜く。	方法・個所は原動機毎に異なる。多くは燃料フィルタ部などで抜くが、具体的なやり方はエンジンメーカーの点検時等に確認しておくこと。 阪神淡路大震災後に、燃料切れ直前に原動機を停止するように設備基準が変更されたが、それ以前からの設備はエアが入る。

2) 受配電設備

番号	事 例	対 処	注 意 事 項
1	復電したが、バッテリーがあがってしまっているため、受電遮断器が操作できない	復電まで直流電源OFF ①電磁操作式：手動ハンドルで投入 ②電動ばね式：手動蓄勢ハンドルで蓄勢後、投入ボタン操作	この手法で復電した場合、直流電源が復帰するまでは無保護状態になり、短絡事故などが起きた場合のアークによる二次災害を防ぐために、事前の絶縁抵抗測定等の確認は必須である。 最良は、小容量の可搬型の発電機から直流電源盤に給電して、直流制御回路を復帰させて、通常の盤面スイッチの操作が望ましい。

3) 無停電電源設備 (UPS)

番号	事 例	対 処	注 意 事 項
1	長期停電のため、仮設発電機で給電しているが、UPS から警報が頻発する。	仮設発電機が不安定な運転のため、周波数が一定の追従範囲の逸脱警報なので、そのまま待機。	緊急で入手した仮設発電機の場合、自家発と UPS の容量の整合の考慮を要する。 具体的には、専門家による計算を要するが、目安として自家発容量は、UPS の 5 倍程度必要である。
2	電力が回復したが、UPS の運転開始手順がわからない。	停止状態により手順が変わるので、メーカー等に支援を依頼する。	不用意に蓄電池接続用 MCCB を投入すると、コンデンサへの突入電流で直流主回路のヒューズが溶断する可能性がある。
3	再起動できたが、バイパス運転からインバータ運転に切り替わらない。	蓄電池の充電が完了すると自動で切り替わる。	充電完了までは停電時のバックアップは機能しない。

【4】 ユーザメンテナンス

近年は在庫を極力少なくする傾向にあり、いざという時に必要なものが手に入らないという不測の事態も考えられる。日頃の保守をはじめ、緊急時の対応に人財、物とその手段及び普段からの適切な保全（グリース、定期交換部品の交換など）の考慮が必要である。

設備別対応事例

1) 自家用発電設備

番号	事 例	対 処	注 意 事 項
1	始動用空気タンクが空	タンクに付属している手動弁を操作して予備のタンクに切り替える。	常用タンクは 7 回始動できるように設計されているが、圧縮空気を使いきった時は、予備タンクに手で切り替えを要する。
2	冷却水フィルタの目詰	冷却水フィルタ交換、清掃、エア抜き	日常保守の徹底
3	潤滑油フィルタの目詰	潤滑油フィルタ交換、清掃、エア抜き	
4	燃料フィルタの目詰	燃料フィルタ交換、清掃、エア抜き	
5	冷却水配管エア混入	エア抜きと不足冷却水の補充	クーラントの予備品在庫
6	潤滑油漏れによる、油制御ガバナの動作不良	潤滑油漏れの復旧と油の補充	潤滑油の予備品在庫

2) 受配電設備

番号	事 例	対 処	注 意 事 項
1	復電し、バッテリーも問題ないが、受電遮断器が操作できない	適切な保守 不急用途の遮断器と交換	適切な保守をしていれば、防げた事例である。 遮断器のグリースが固化していたため、操作コイルが焼損してしまった事例である。

3) PLC・計装機器

番号	事 例	対 処	注 意 事 項
1	内蔵バッテリーの放電	バッテリーの交換	適切な交換により防げた。

【5】台風や大雨などによる被災の体験談

大規模災害時には、連絡が付かない、連絡が付いても移動が出来ない、あの人がここにいない、あの資料が見つからない、簡単に入手できていたものが入手できない等々、いろいろなことが複合的に発生してしまう。過去の被災事例を今後の対策に生かすことが重要である。

番号	事 例	対 策
1	2019年9月の台風により工場が数日間停電となった際、蓄電池が完全放電した。直流電源がない状態で復電する必要があり、断路器や遮断器などを手動操作して工場に送電した。	簡易型発電機を準備する。
2	沿岸部の処理場において、水害による浸水が発生した。	高潮が懸念される場合、海側に窓を設けない。
3	半導体基板製造メーカーにおいて、コントローラがピット部にあり水没した。	設備は基本的にコントローラ用架台上に置くなど、低い場所に設置しない。場合によっては設備レイアウト検討時点で上方向に設置できるかを検討する。
4	大雨により配電盤の中に置いていた図面が流出した。全面更新や部分改修を行う際、納入当時と現行では負荷容量や機器が変わっていた。	図面、特に改修履歴を明確にする。改修は基本的にメーカーに依頼し、最終図面はメーカーと共有する。また、顧客でもバックアップを保管する。
5	大雨により全停状態と交通網の寸断が発生した。電気室内は真っ暗で湿度も高く、熱中症に注意した。携帯電話の電波状況も悪く、関係各所との連絡が取りにくかった。	懐中電灯やヘッドライト、簡易型発電機を準備する。

・2015年9月の関東・東北豪雨による常総市役所被害の概要と水害後の対応の事例

番号	事 例	対 策
1	堤防決壊などに伴う氾濫により、常総市の約3分の1に相当する約40平方キロメートルが浸水し、常総市役所が孤立した。	地上に設置されていたキュービクルや非常用発電機が浸水により使用不可となったことを受け、高さ2メートルの防水壁を設置した。

【6】まとめ

大規模災害時には、次のような色々なことが複合的に発生してしまう。

- 連絡がつかない
- 連絡がついても、移動できない
- あの人が今、ここにいない
- あの資料が見つからない
- 簡単に入手できていたものが、入手できない

近年は、在庫を極力少なくする傾向にあり、いざというときに必要なものが手に入らないという不測の事態がありえる。緊急時の対応に人財（知識&技量）、物（必須設備の復旧に）と移動・移送手段（交通の途絶対策）の確保が重要である。又、普段からの適切な保全や電気設備の有る地区のさまざまなハザードマップの確認が必須である。

参考：[重ねるハザードマップ \(gsi.go.jp\)](http://gsi.go.jp)

出典：ハザードマップポータルサイト

以上 作成 フィールドサービス専門委員会