

技術基礎講座

建設現場における通信機器への ノイズ影響の事例とその対策

NTT東日本 ネットワーク事業推進本部 サービス運営部
技術協力センタ EMC技術担当

1. はじめに

近年、建設現場においては大容量、低遅延の無線通信を利用して遠隔地からの現場の映像監視、建設機械のリモート制御などが検討されています。その一方で、建設現場においては建設機械の動作や、その制御などでさまざまなモータが使用されています。その中で特にAC（交流）モータは、インバータにより交流電源の周波数を制御してその回転を制御しています。このインバータの内部では交流を直流に変換したのち、希望の周波数の交流電源に変換するために高速のスイッチング動作が行われており、これがノイズの発生源となり周囲の通信機器の動作に影響を与えることがあります。

本稿では、モータを制御するインバータにより発生した伝導ノイズによる通信機器の動作異常についての故障事例を紹介し、その原因追及と対策について解説します。

2. 大容量無線システムにおける通信機器の故障事例

建設現場において、作業エリアを広くカバーするように設置された大容量無線システムの無線装置が平日の特定時間帯に再起動を繰り返しているとの申告がありました。詳細な

原因が不明なため技術協力を依頼されました。

2.1 機器の構成と故障の状況

本無線システムの機器構成を図1に示します。建設現場内に設置された専用BOX内に制御装置が収容され、無線装置は事務所上部の屋外に設置されています。また無線装置へは、専用BOX内の無線制御装置からの通信線である光ケーブル、無停電電源装置（UPS）からの電源、およびアースバーからのアースがとられています。またUPSの電源は、建設現場の仮設動力盤から取られており、同じ仮設動力盤から、現場事務所、各種建設機械、屋外の照明などの電源がとられています。

故障の状況としては、無線装置が決まった時間帯において再起動を繰り返すとのことで、その時間帯は建設現場の土砂運搬用のベルトコンベアが稼働している時間帯と合致していました。

2.2 現地調査とその結果

通信機器に影響を与えるノイズの種類として、空間を伝わる放射ノイズと有線ケーブルを伝わる伝導ノイズがあります。今回は、ベルトコンベアによる機器への影響がより大きいと想定される伝導ノイズについてのみ測定を実施しました。無線装置に接続されている有線ケーブルのうち電源線とアース線について測定を行いました。なお、同じように無線

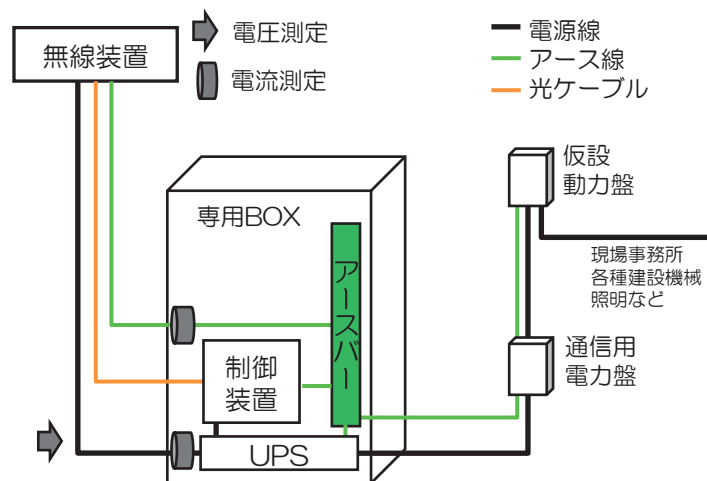


図1 無線システムの機器構成

入力端子	<ul style="list-style-type: none"> ・9741専用端子 ・BNC端子
最大入力電圧	5V PEAK
測定レンジ	<ul style="list-style-type: none"> ・×1レンジ：0dBV～-30dBV ・×10レンジ：-20dBV～-50dBV
周波数帯域幅	100Hz～30MHz、7帯域に分離
測定レンジ設定と測定周波数帯域（-3dB）（測定レンジ：周波数帯域）	<ul style="list-style-type: none"> ・1kHz：500Hz～3kHz ・15kHz：7.5kHz～22.5kHz ・70kHz：5kHz～105kHz ・250kHz：125kHz～375kHz ・1MHz：0.5MHz～1.5MHz ・3MHz：1.5MHz～4.5MHz ・20MHz：10MHz～30MHz



図2 ノイズサーチテスタの仕様と外観

装置に接続されている光ケーブルについては電気を通さないためノイズ測定の対象とはしていません。

初めに、対象のケーブルをプローブで挟み込むことにより現場で簡単に伝導ノイズを測定することができるノイズサーチテスタ（技術協力センタ開発品）[1]（図2）により測定を行いました。

測定結果を図3に示します。画面には1k, 15k, 70k, 250k, 1M, 3M, 20MHzの各周波帯のノイズの電圧レベルがグラフ表示されています。特に15kHz帯において測定レンジの上限である0 dBVを超える強いノイズが観測されました（図3白丸部分）。

次に、より詳細にノイズを測定し、ノイズ源を特定するためにオシロスコープ、電流プローブ、電圧プローブを使用して測定しました（図4）。また、無線装置の動作との関係を明らかにするため、無線装置の再起動が発生している時間帯（ベルトコンベアが動作している時間帯）と発生していない時間帯（ベルトコンベアが停止している時間帯）において測定を実施しました。

測定結果を図5に示します。再起動発生時間帯の電源線のコールドアース間（Cold-E）において電圧振幅は323V_{p-p}、電流振幅は2.7A_{p-p}でした（図5（1））。また同箇所の

測定レンジ	×1
測定周波数	15kHz（7.5kHz～22.5kHz）
測定値	0dBV以上



図3 伝導ノイズの測定結果（ノイズサーチテスタ）



（写真出典：横河電機社ホームページより）



（写真出典：東陽テクニカ社ホームページより）

図4 オシロスコープの外観と電流プローブ

再起動未発生時間帯では、それぞれ38V_{p-p}、25mA_{p-p}でした（図5（2））。この結果から再起動発生時に大きな電流および電圧振幅が発生していることが分かりました。また、電源線の電流（図5（b））とアース線の電流（図5（c））の測定結果を比較すると、伝導ノイズ電流は、アース線よりも電源線に多く流れていることを確認しました。

さらに、ノイズの周波数成分を明

らかにするため、再起動発生時間帯および再起動未発生時間帯における伝導ノイズ測定値（電流）の周波数解析（FFT解析）を実施しました。その結果を図6に示します。ノイズ成分として、2kHz～1MHzの広い帯域にわたる周波数成分を有していることを確認しました。

2.3 故障原因の推定

調査の結果から、無線装置の再起動が発生する時間帯とベルトコンベ

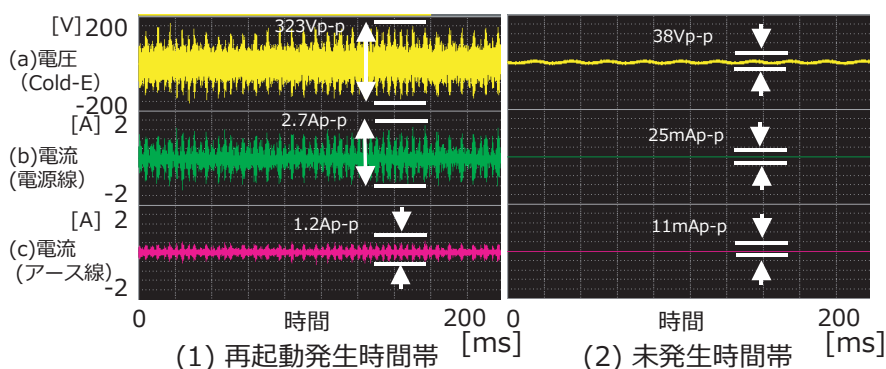


図5 伝導ノイズの測定結果（再起動発生時、未発生時）

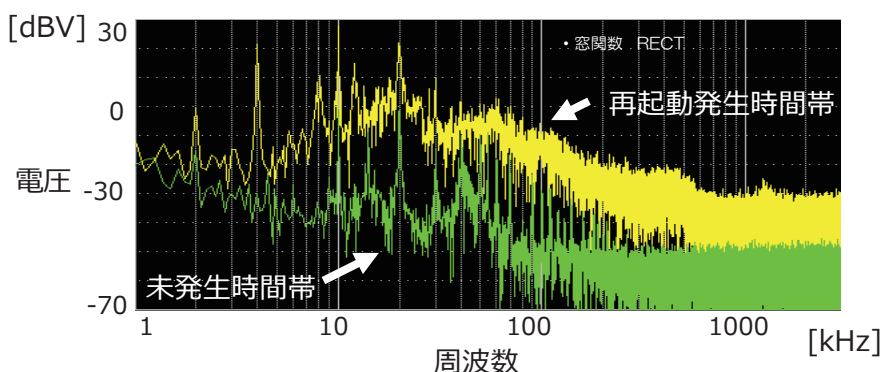
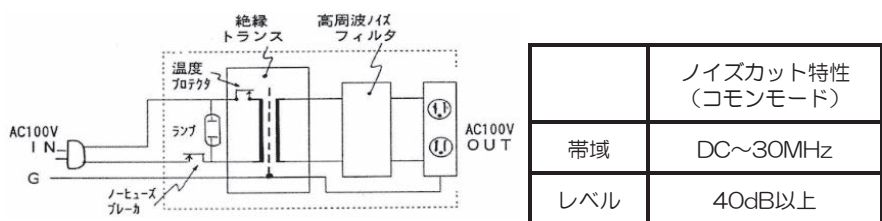


図6 電源線伝導ノイズのFFT解析結果



(図出典:NTT-AT社フィルタ付き絶縁トランスカタログより)

図7 ノイズカットトランスの構造と特性

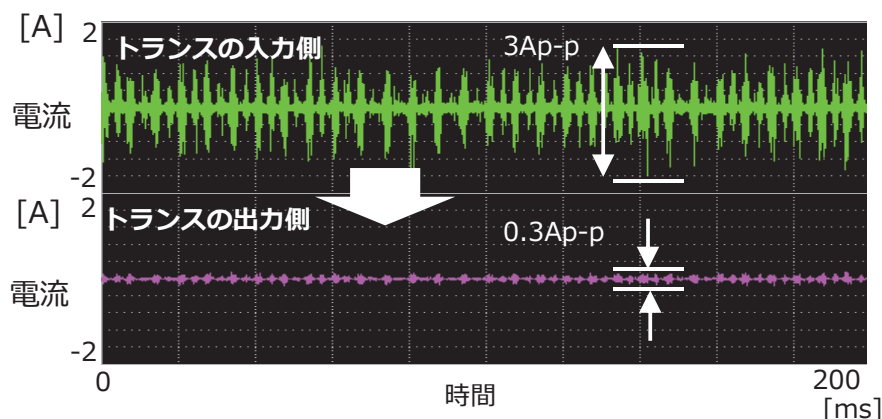


図8 トランス設置後の測定結果

ることにより、無線装置の再起動が発生したものと推定されます。

2.4 対策の結果

伝導ノイズが原因となる通信機器への影響の対策としては以下の3つの方法があります。

1) ノイズ源の切り離し、除去

ノイズ源となっている機器を電源線、アース線から切り離す。または、ノイズ源となっている機器に対して対策を行い、ノイズの発生そのものを抑える。

2) 途中経路において伝導ノイズをカットする

ノイズが混入している経路にそのノイズ成分をカットするフィルタ、絶縁トランス等を設置する。

3) 通信機器を交換する

ノイズに対して強い機器・機種と交換する。

本件においては、ベルトコンベア自体へのノイズ対策が困難であること、また通信機器が指定されており交換が不可能であることから、ノイズが混入している経路である無線装置につながる電源線にノイズカットトランス（機器の構成と特性を図7に示す）を設置することにしました。本件では、無線装置近くにトランスを設置することができなかったため、UPSの出力側に設置しました。

トランス設置後の測定結果を図8に示します。トランスの入力側と出力側におけるベルトコンベア動作時の電源線の伝導ノイズの電流が3Ap-pから0.3Ap-pへと大きく減衰したことを確認しました。それに伴い、無線装置の再起動も発生しなくなりました。

アの稼働時間が合致しており、ベルトコンベアの稼働時間帯において強い伝導ノイズが電源線とアース線に混入していることが確認されまし

た。したがって、ベルトコンベアのインバータもしくはモータから発生したノイズが、電源線を伝搬して無線装置に侵入しアース線へと伝搬す

3. 終わりに

本稿では、建設現場におけるノイズが原因となる無線装置の故障事例と故障対策について紹介しました。

建設現場や太陽光発電で使用されるインバータ装置については、通信機器に影響を与えるノイズ源となりうることから、事前によく調査を行い必要な対策をとることが重要です。

今後も技術協力センタに蓄積されたノウハウ、ナレッジを展開して現地保守者の稼働削減や通信サービスの安定提供に寄与できるよう努めてまいります。

技術協力センタEMC技術担当では、ノイズ、無線、誘導、雷等に起

因する故障低減や、通信設備の信頼性向上に向けて、引き続き技術協力・開発、および技術セミナー等による技術普及活動に積極的に取り組んでまいります。

【参考文献】

[1] Raisers 2022.3 技術基礎講座「アナログ専用線へのノイズ混入による故障事例とその対策」

お・知・ら・せ

【Pエリア・協業エリアの皆様へ：OJT募集について】

NTT東日本技術協力センタでは、Pエリア・協業エリアの保守に従事する協力会社の皆様に対し、OJTのコースをご用意し、広く人材の募集をしています。

OJTのコースでは、専任のアドバイザーの指導による基礎知識や各種測定器の使い方等の習得に加えて、技術協力センタが保有する故障現場での調査、分析、切り分け等のノウハウの習得を図るとともに、専門的な高い技術の習得に向けた指導を行っています。OJT期間や内容等については、ご要望に応える形で決めております。OJTについてのご質問・お問合せは、下記の連絡先までお気軽にご相談ください。

◆技術相談の問合せ先

NTT東日本 ネットワーク事業推進本部 サービス運営部 技術協力センタ
電話 03-5480-3711 メール gikyo-ml@east.ntt.co.jp