
高速電力線通信(高速 PLC)の船舶への取組み

渦潮電機株式会社

経営本部 経営企画室 技術開発課 武智充司

1. はじめに

2006年10月の規制緩和以来、多くの高速電力線通信(Power-Line Communication, 以下 PLC と略称)モデムがメーカー各社から発売されました。高速 PLC は新規配線が不要な屋内ネットワーク構築手段として注目されています。

現在、国内において高速 PLC の利用は屋内に限定されていますが、今後有望な利用分野として、車、電車、飛行機、船舶といった移動体があります。近年では海洋ブロードバンドの機運の高まりにより、既存船においても船内 LAN の構築が必要とされています。しかしながら、大型貨物船の場合、その構造上の問題により無線 LAN の適用が難しく、高速 PLC のニーズが非常に高まっています[i]。

このようなニーズを受け当社では、総務省の戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)を活用し、2006年度からの3ヵ年計画で愛媛大学殿、(株)プレミネット殿と共同して大型貨物船における高速 PLC を用いた船内 LAN の構築に関する研究開発を行って参りました。本稿では、その成果である電磁環境適応型 PLC システムについてご紹介を致します。

2. PLC とは

PLC とは、電力線に通信信号を重畳(重ね合わせる)させて通信する技術です。電力線を通信として共用するため、通信線をわざわざ敷設しなくても通信できるという特長が有ります。高速という文字から察することが出来ますが、低速 PLC という技術も有ります。低速 PLC は 10k~450kHz の周波数帯を使用し、電力線に重畳することで通信を行う技術です。低速 PLC は高速 PLC の規制緩和が行われる 2006 年以前から実用化されており、電気メーターの遠隔検針、船舶においてはコンテナモニタなどに利用されています。高速 PLC は、低速 PLC よりも高い周波数である 2M~30MHz の帯域を用いて通信します。高速 PLC はその実効伝送速度が数 Mbps~数十 Mbps にもなるため、無線 LAN を適用し難い場所での高速な通信インフラとして注目されています。しかしながら、電力線に信号を注入すると、不要な電磁界が周辺に放射されてしまい、高速 PLC が使用している 2M~30MHz では短波放送やアマチュア無線に干渉する可能性があるという技術課題があります。

船舶の場合、船体が鉄で出来ているという点と、ケーブルがあじろがい装という船舶特有の電力線であるという点から、電力線から不要な電磁界が外部へ放射されにくいという利点があります[ii]。これにより、先述の技術課題を一般家屋に比べて容易に解決できると考えられますが、海上の電磁環境は極めて静かであり、わずかな漏洩が発生した場合でも自家中毒を引き起こしてしまう、つまり自船の無線業務に影響を及ぼすという懸念がこれまでの検討で明らかとなっています。

これらの PLC に関する基礎技術や船舶応用についての話は、本誌 No.167 [ii]により詳しく解説されていますのでそちらをご覧ください。

3. 電磁環境適応型船内高速 PLC システム

(1)背景

冒頭で挙げた屋内での高速 PLC の規制緩和のための技術基準は、“PLC モデムからの不要輻射を、周囲の電磁雑音レベル以下に抑制すること”を根拠として策定されています。つまり本来の趣旨からすると、現在の電磁雑音レベルを PLC によって上げないということと、電磁雑音レベルが変動したら PLC モデムからの送信電力も適応的に制御するという技術が求められています。しかし、従来からの EMI の規制では、周囲の電磁雑音レベルに対する適応性は考慮されていません。

船舶で PLC を利用した場合、船と船の距離は十分離れているため、PLC の漏洩電界が他の船

に影響を及ぼすことはまず考えられません。しかし、自身の無線業務に影響を及ぼす可能性があることは考えられます。前述しましたように、船舶の特性上、PLCからの漏洩電界は非常に漏れにくいのですが、万が一にも漏洩した場合に、自身の無線業務に影響を及ぼすことがないことを保証する技術が必要であると考えられます。そこで、その技術の一つとして、電磁環境適応型 PLC と称し、PLCの送信電力を周辺の雑音レベルに適応させて制御する方式を開発し、実船でその効果を検証しました。

(2)概要

図1に電磁環境適応型 PLCの概要を示します。本システムは、無線業務用アンテナ周辺の電磁雑音レベルを測定し、それ以上の漏洩を出さないように船内の様々な場所に設置された PLC モデムの送信電力を制御します。

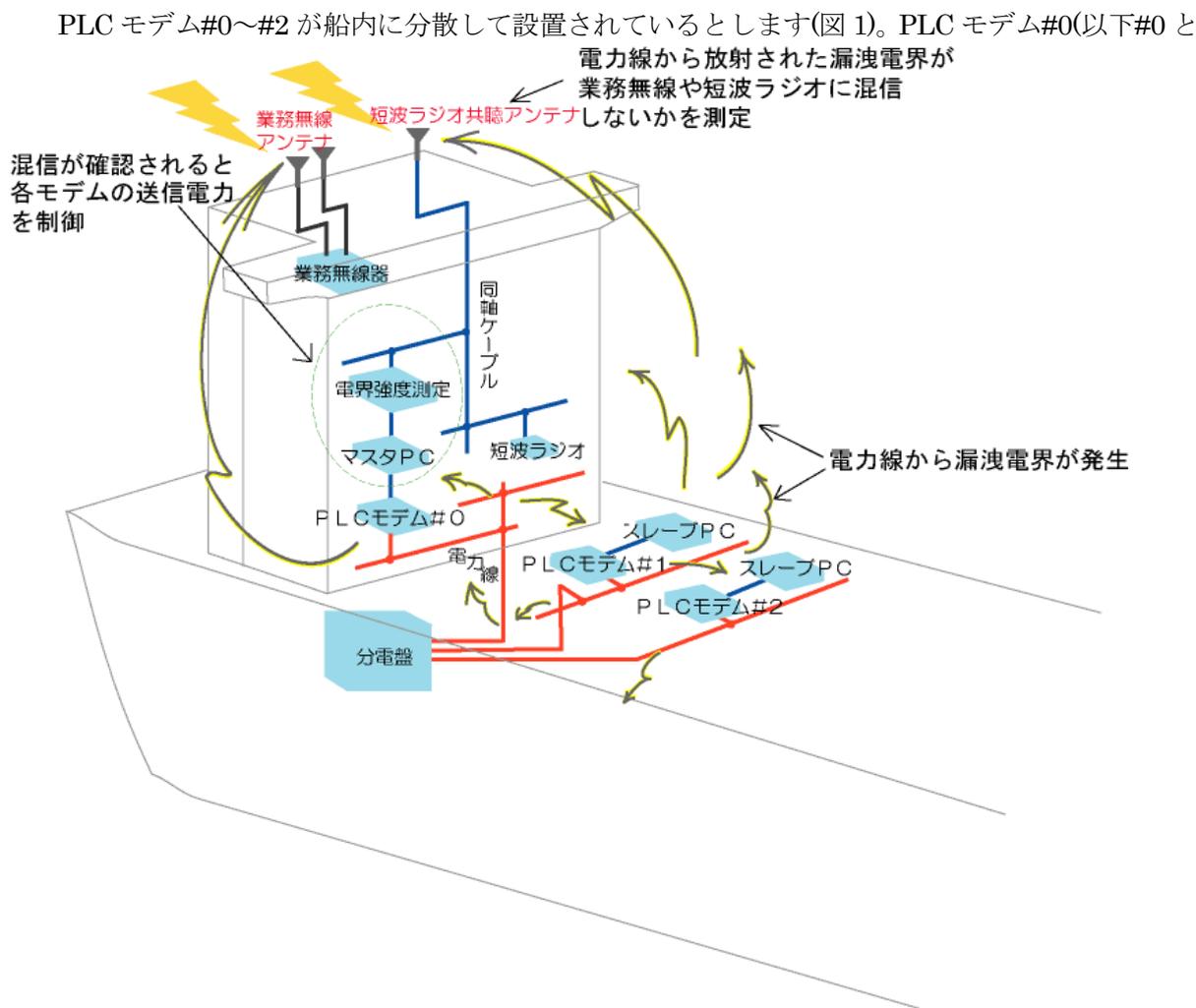


図 1 電磁環境適応型 PLC システムの概要

します)は親機であり、PLC モデム#1,#2(以下#1,#2 とします)は子機です。親機である#0 にはモデムの制御を行うマスタ PC と、電界強度測定装置が接続されています。一方、子機である#1,#2 にはマスタ PC と通信を行うためのスレーブ PC が接続されています。スレーブ PC はまた、マスタ PC から指令された通りの制御を PLC モデムに対して行います。電界強度は、コンパスデッキにある短波ラジオ共聴アンテナを用いて測定します。これは、業務無線器に隣接して設置されているため、電界強度を測定するのに好都合だからです。また、短波ラジオに対する影響も回避できます。

以下、システムがどのように動くかを示します。

- (a) まず、環境雑音を測定しなければなりません。環境雑音とは PLC モデムが通信をしていないときの電界強度ですので、マスタ PC は全ての子機モデムに対して送信電力を 0、つまりしばらく送信しないように通知します。
- (b) 全ての子機モデムが出力 0 となった段階で電界強度を測定し、これを環境雑音の値とします。一定時間の後、モデムの出力は自律的に元に戻ります。
- (c) 次に、一つの子機モデムに対して、親機モデムがパケットを連続して送信するように通知します。その後、子機モデムがパケットを送信している間に電界強度を測定し、その値が(b)で測定した環境雑音の値よりも高い/低いを判定します。
- (d) 判定の結果高ければ、漏洩が出る一步手前の送信電力になるまでモデムの送信電力を下げます。また、低かった場合は同じく漏洩の出る一步手前のレベルになるまで電力を上げます。
- (e) 全てのモデムに対して(c),(d)を行い、すべてのモデムで漏洩の出ない最大の送信電力に設定されて終了となります。

次に、電界強度の測定装置について説明します。通常、電界強度を測定する場合は専用測定器であるスペクトラムアナライザを使用します。しかし、スペクトラムアナライザは非常に高価（100万円以上）なため、PLC モデムの単価（数万円）と比較してコストが合いません。そこで、電界強度を測定するための装置としてワイドバンドレシーバー（広帯域受信機；WBR）を使用します。WBR は 3～7 万円程度で市販されており、電界強度を測定するための十分なパフォーマンスを安価に得ることができます。

(3)実船での評価

実船での評価は、国立弓削商船高等専門学校所有の実習船「弓削丸」にて行いました¹。弓削丸の電力線は、機関室に敷設されたもの以外はあじろがい装されていないため、大型貨物船に比べて PLC 信号が漏洩しやすいという特徴があります。

使用したモデムはプレミネット社製 PLAM5000 を使用しました。PLAM5000 は使用周波数帯として 4MHz～20MHz を使用し、変調方式はスペクトラム拡散方式となっています。最大スループットは 24Mbps です。

子機モデムは(a)(b) 2箇所のコンセントに設置しました。(a)漏洩電界が発生しやすいコンセント(NAV.デッキ)と、(b)漏洩電界が発生しにくいコンセント(CLE.デッキ;NAV.デッキの階下)です。一方、親機モデムはモデムの最大電力を最大にしても漏洩電界が漏れないコンセント(UPP.デッキ)に設置しました。また、子機モデムの最大送信電力はレベル 7、最小送信電力はレベル 1 です。(a),(b)両方の場合ともに、子機モデムのレベルを 7 からスタートさせました。さらに、WBR で受信した漏洩電界信号をスピーカーでモニタしました。

¹ 本実験は、高周波利用設備許可を得て実施しました（許可番号：四高第 10389 号）

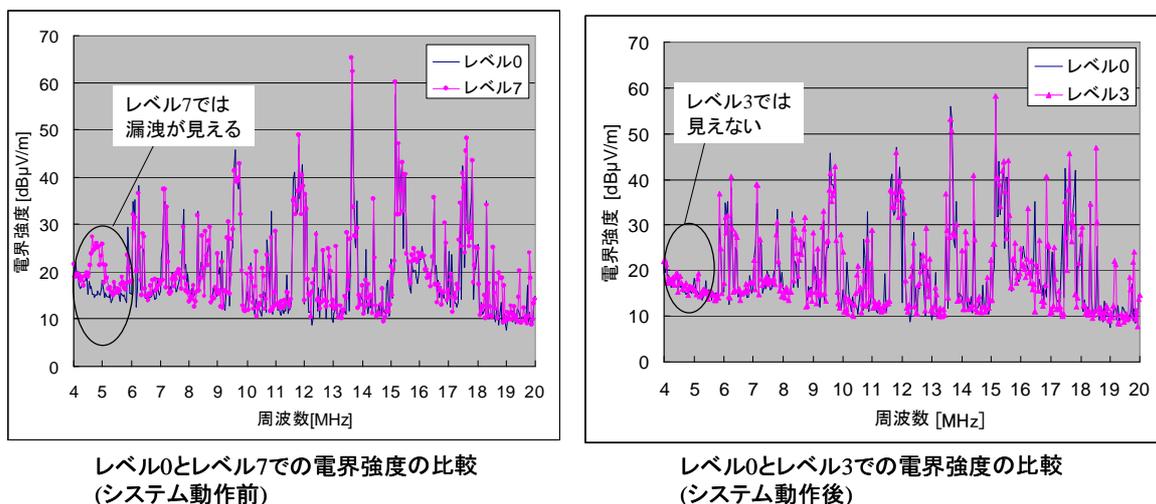


図 2 漏洩が発生しやすい(a)コンセントでの電界強度

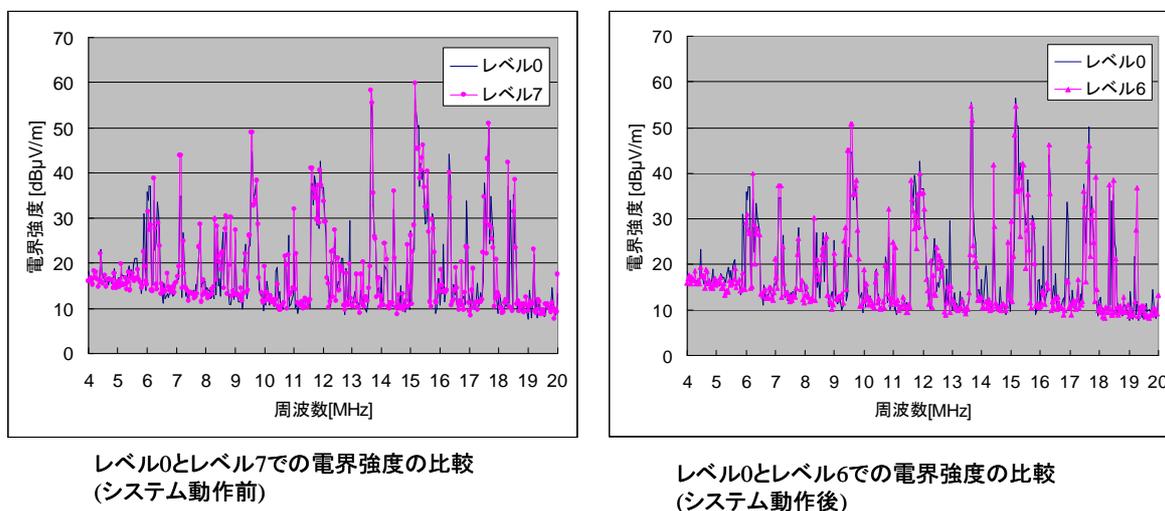


図 3 漏洩電界が発生しにくい(b)コンセントでの電界強度

(a)漏洩電界が発生しやすいコンセントに子機モデムを設置した場合の評価結果

漏れやすいコンセントであるため、スタートレベルの7では漏れていました。システムは送信電力を1レベルずつ下げて行き、最終的にモデムのレベルは3に落ち着きました。図2左にレベル0(環境雑音)・レベル7の時の電界強度、図2右にレベル0・レベル3の時の電界強度を示します。レベル7の時は4.5MHz~5MHz付近で漏洩電界が見えますが、レベル3になると見えなくなっています(図2円内)。測定と同時に、WBRの受信音を聞いてPLCモデムの漏洩電界強度をモニタしましたが、レベル7~4では聞こえ、レベル3では聞こえませんでした。なお、レベル3でのモデムのスループットは1.3Mbpsでした。

(b)漏洩電界が発生しにくいコンセントに子機モデムを設置した場合の評価結果

このコンセントでは、子機モデムの送信電力が最大のレベル7でもWBRの漏洩電界音は聞こえるか聞こえないかの境目となるようなレベルでした。開発したシステムを動作させたところ、レベル6で落ち着きました。図3左にレベル0(環境雑音)・レベル7の時の電界強度、図3右にレベル0・レベル6の電界強度を示します。レベル7・レベル6の電界強度の測定結果からも、漏洩が出にくいコンセントであるということがわかります。レベル6では漏洩電界の音が全く聞こ

えませんでした。レベル6でのスループットは1.5Mbpsでした。

上記の結果より、漏洩電界が発生し易いコンセント、発生しにくいコンセントであろうと、周辺の電磁環境に影響を与えず、かつ可能なかぎり最大の送信電力で PLC モデムを使用できることを示すことが出来ました。

4. おわりに

船舶で高速 PLC を使用する場合、船舶の構造上信号の漏洩が発生しにくく、他船の無線業務に影響を及ぼしにくいという特長を述べました。しかし、船舶には人命に関わる無線業務があり、特に自船の無線業務に対する影響には十分配慮しておく必要があります。この度開発したシステムは、万が一 PLC 信号が漏洩した場合でも、無線業務に影響を与えないレベルまで送信電力を自動的に下げるものであり、船舶で安全に使用できる PLC 装置の実用化に目途がついたと言えます。船舶の分野は近年、韓国や中国などの追い上げが激しく、日本の船舶に更なる高付加価値が求められています。この度得られた成果や知見をもとに、高速 PLC を様々なシチュエーションで船舶に応用し、船舶の価値を高められるような商品作りをしていきたいと考えます。

[参考文献]

- i) 都築伸二, 川崎裕之, “ホームロボットの高精度測位、大型船舶 LAN への活用を研究”, 「高速電力線通信のすべて」, 日経コミュニケーションズ, pp172-178, 2006.7.20
- ii) 古賀浩行, “電力線通信(Power Line Communication)のお話”, 「船舶電装 No167」, 社団法人 日本船舶電装協会, pp21-30, 200