

電磁波による船用機器の誤作動の防止に関する調査研究（10～12年度） （10年度事業）（抄）

1. 事業の内容

近年、電子機器の普及により、他の電気、電子機器から発生する電磁波による電子機器の誤作動が問題となっている。

船舶においても多数の電気、電子機器が搭載されており、船内における電磁環境は確実に悪化しているものと見られ、航海計器や無線設備をはじめ、各種機器の制御装置等の電子機器について、船舶の安全及び海洋環境の保全を図るうえで、電磁波による誤作動の防止対策を的確に講じていく必要がある。国際的にも欧州では、船舶に搭載する電気、電子機器について、こうした観点からの規制が導入されようとしている。

このため、電磁環境の適正化に関する国際的な規制の動向や、電磁波による誤作動の実態を把握するとともに、船用電気、電子機器の電磁環境特性を調査し、各種機器の電磁環境要件や、電磁波による誤作動等の防止対策の検討に資することを事業目的として、次のとおり実施した。

（1）事業の実施

船舶に搭載している電気、電子機器について、電磁波放出レベルの測定及び電磁環境内で救命、航海、無線電信及び各種制御機器等の電子機器が受ける影響を調査し、その誤作動防止対策を検討した。

なお、調査研究を行うに当たっては（社）日本船舶品質管理協会に「電磁波による船用機器の誤作動の防止に関する調査研究委員会」を設置して実施した。（調査研究期間3年間）

（2）計測及び調査

本調査研究の供試品は、代表的な4種類の機種（ナビテックス受信機、電力制御装置、スピードコントローラ、油分濃度計）を選定し、イミュニティ対策及びエミッション対策として下記の試験及び船舶資料の調査を行った。

イミュニティ試験（静電気、放射電磁界、バースト）

複合環境における影響の調査（供試品を同一環境に設置）

オープンサイトにおける電磁放射レベルの測定

イミュニティ対策の検討及び実施

計測データの解析・利用（誤作動の要因分析）

エミッション対策の検討及び実施

船舶搭載電気機器の資料調査

（3）供試品の選定

欧州連合体(EU: European Union)の加盟各国における製品の安全性に関する法律に対応して、EU 加盟国は、技術的な調和と標準化のためのニューアプローチ（決議 85/C136/01）を 1985 年に採択し、この同意の下に製品安全に関する指令（EC 指令）を出し、製品そのものの安全性を求めて行くこととなった。その結果、EC 指令によって示される基準に適合した製品のみ、安全を示す CE マークを貼ることが出来ることとなった。更に、1997 年 2 月 17 日より船用機器指令が施行され、1999 年 1 月 1 日より強制化されることとなった。この指令の対象となる製品は、国際海事機関（IMO）の海上人命安全条約（SOLAS）や海洋汚染防止条約（MARPOL）に関連する機器であり、これには CE マークの対象となる機器のほか、救命関係 26 品目、海洋汚染防止関係 6 品目、防火・消火関係 2 品目、航海計器関係 12 品目、無線通信関係 16 品目の機器が含まれている。

こ

この指令による CE マークは他の指令と異なり独特の舵輪マークとなっている。

ここに至り、ヨーロッパに製品を輸出している域外の製造者、即ち、本邦の関係機器の製造者はその対応が急務となり、CE マーク・舵輪マーク対象後器の全てを供試品として採用試験することが本来であるが、そのためには、経費・時間的にも無理があるところから、とりあえず必要最小限の試験範囲を考慮し、製品グループの代表として 4 機種（ナプテックス受信機、電力制御装置、スピードコントローラ、油分濃度計）を選定採用し、3 ヶ年の間に EC 指令に対応するために規格が最も整備されている「IEC60945 第 3 版」に基づいて所定の調査研究を行った。

(4) 試験結果のまとめ

今回行ったイミュニティ試験の結果を表 1 に、電磁放射レベル（エミッション）測定の結果を表 2 にまとめた。

表 1 イミュニティ試験の結果

試験項目	供試品	評価 注 1)	
		対策前	対策後
放射無線周波数電磁界イミュニティ	ナプテックス受信機	誤字率は基準内	基準内
	電力制御装置	基準内	基準内
	スピードコントローラ	基準外	対策検討中
	油分濃度計	基準外	基準内
ファーストトランジェント/バーストイミュニティ	ナプテックス受信機	基準内	基準内
	電力制御装置	基準内	基準内
	スピードコントローラ	基準外	基準内
	油分濃度計	基準内	基準内
静電気放電イミュニティ	ナプテックス受信機	基準外	基準内
	電力制御装置	基準内	基準内

	スピードコントローラ	基準内	基準内
	油分濃度計	基準内	基準内

注 1) 各供試品の仕様に基づいて、性能基準 A によって評価を行った。

性能基準 A とは「EUT(試験体)は試験中とその後において、その目的とするとおり動作を継続しなければならないこと、試験体の規格及び製造者が発行した技術仕様書に定められるとおり、性能劣化も機能の喪失もしないこと」をいう。

表 2 電磁放射能レベル(エミッション)測定の結果

試験項目	供試品	評価注 1)	
		対策前	対策後
電磁放射レベル(エミッション)	ナプテックス受信機	基準内	基準内
	電力制御装置	基準外	対策検討中
	スピードコントローラ	基準外	対策検討中
	油分濃度計	基準外	対策検討中

注 2) 評価は IEC60945 の基準に基づいて行った。供試品から 3m の距離における放射の限度値を超えていない場合、「基準内」と表現した。

(5) 対策等

イミュニティ対策

a 放射無線周波数電磁界イミュニティ

(a) ナプテックス受信機

誤字率に関して基準内であったが、BK 線を 1m にして試験を行った時、154MHz 付近で紙切れランプが点滅する現象が見られた。これは BK 線が共振して、アンテナとして作用し、紙切れ警報回路の電線が接近していたために BK 線から電磁波が誘導されて紙切れ警報回路が作動したものと考えられる。しかし、BK 線を 0.47 μ F のコンデンサでバイパスするだけで簡単に改善することが出来た。

(b) 電力制御装置

誤作動はなかった。

(c) スピードコントローラ

アクチュエータ出力、アナログ出力が放射電磁界の影響を大きく受け、最大でアクチュエータ出力が 30mA 変動した。160MHz ~ 220MHz 付近が強く変動するため、それ以下のローパスフィルタ型の EMI フィルタを入出力線に挿入したところ改善は見られたが、それまで無かった 900MHz 付近で変動が見られた。EMI フィルタを挿入することで、正常な周波数が影響を受けたようである。

(d) 油分濃度計

対策前は放射無線周波数電磁界イミュニティ試験において2 V/m の電界強度で誤作動を起こした。電磁波の侵入経路として警報線からの誘導、正面の開口部への侵入、蓋部と本体の透間からの侵入、試料水用銅配管からの誘導等が考えられた。そこで開口部や蓋と本体の電氣的な接続を密にして筐体のシールドを高め、試料水用銅配管を筐体入り口でアースしたことにより、10V/m の電界強度であっても誤作動は認められなかった。

b ファーストランジェント/バーストイミュニティ

(a) ナプテックス受信機

誤作動はなかった。

(b) 電力制御装置

電源ポートに印加した時に誤作動を起こしたが、電源フィルタを挿入することにより改善され、影響を受けなくなった。

(c) スピードコントローラ

接点入力に印加するとアクチュエータ出力、アナログ出力が影響を受けたが、EMI フィルタを挿入することにより改善され、影響を受けなくなった。

(d) 油分濃度計

誤作動はなかった。

C 静電気放電イミュニティ

(a) ナプテックス受信機

間接放電の時、誤作動が起きたが、取り付け台と本体が塗装のために絶縁されていたことが原因で、塗装を剥がし導通させることにより改善され、影響を受けなくなった。

(b) 電力制御装置

誤作動はなかった。

(c) スピードコントローラ

誤作動はなかった。

(d) 油分濃度計

誤作動はなかった。

電磁放射レベル(エミッション)の低減

オープンサイトで測定する場合、放送等の暗雑音が大きく測定は大変困難であった。特に 156MHz ~ 165MHz は基準値が低いために正確な測定は無理と考えら

れ、電波暗室で測定することが必要であることが判明した。

(a) ナブテックス受信機

482MHz で電磁放射が確認できたが、47d μ V/m であり基準内であった。他の周波数では暗雑音以下であった。

(b) 電力制御装置

28～30MHz 付近と160MHz で基準外であった。電源フィルタやEMI フィルタを挿入することによりいくらか改善されたが、十分な効果は得られなかった。次年度以降、対策を検討していくこととしている。

(c) スピードコントローラ

この供試品は電力制御装置と同じような機器であるため、電力制御装置の対策案で改善されると考えられる。

(d) 油分濃度計

すでに放射無線周波数電磁界イミュニティ対策等を試みた供試品であるため、筐体のシールドの強化等が施されていた。そのため、電磁放射レベル(エミッション)の低減対策として、警報線の端子に3種類のEMI フィルタを使用した。十分な効果は得られなかった。

これについても、次年度以降対策を検討していくこととしている。

EMC に体する基本的な解決策、いわゆる「定石」に相当するものは、この中間報告でも、いくつか実施し改書されたものもあるが、来年度は、これらの EMC 対策について、できるだけ体系的にまとめることとしている。

2 . 本事業の成果

本委員会は、当座の対象機器として4機種について EMC の妨害波排除能力(イミュニティ)と電波妨害(EMI)の測定を行った。

EMC の測定は、認証された規格を持つ測定施設において規定された測定器と測定法によるデータでないと国際的な承認が取れないので、製造会社が自分の設備で得たデータでは国際的に通用しない。

本委員会では、代表的な4機種についての EMC の妨害波排除能力(イミュニティ)と電波妨害(EMI)について、船用機器の国際 EMC 規格とされている IEC60945 による測定を行い、IEC60945 の基準に対応出来るかの検証を行った。

測定結果は、EMC 対策前では全機種とも何らかの影響を受けており、全試験項目の基準を満たす装置は無かった。特に EMI に対しては影響が大きいことが判明した。

回路にコンデンサを挿入したり、機器の筐体を金属箔でシールドする等の簡単な対策によりある程度の効果があり、改善が見られた。

まだ、対策が必要な機種が残された。本年度の試験項目は、イミュニティが3項目と

電磁放射妨害(EMI)が1項目だけなので、残りの項目についても継続して検討する必要がある。

また、EMC環境は近くにある機器が相互に影響を与える可能性があるため、特に船橋のような狭い閉ざされた環境下で航海機器等に与える影響の実態調査をし、影響を与えないような機器の配置等の調査検討が今後の課題となる。