150W MF/HF無線装置の開発
Development of 150W MF/HF radio equipment

奥出　健　Takeshi Okude
今田吉彦　Yoshihiko Imada
古田秀次　Shuji Furuta
岡元広峰　Hirotaka Okamoto
内藤保彦　Yasuhiko Naitoh

要　旨

MF/HF無線装置はGMDSS（全世界的な海上遭難安全システム）に対応した無線装置であり，一般通信をはじめ遭難や安全のための通信を船舶局や海岸局と行うための重要な設備として，SOLAS条約の対象船舶に搭載が義務付けられている。大型船舶はもとよりワークボートなど中小型船舶にも容易に装備できるような構造とし，無線部の主要回路をデジタル化した無線装置を開発したので紹介する。

Abstract

MF/HF radio equipment is required to install to the SOLAS Convention ships as the important equipment of the Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS), and is used for communication such as routine, distress and safety purposes with ship stations and/or coast stations. To design for easy installation not only in the SOLAS Convention ships but also in work boats, JRC has developed the MF/HF radio equipment digitalized.

1. まえがき

GMDSSは，遭難事故の際に陸上の救助機関（RCC）や付近を航行中の船舶が遭難警報を受信後，速やかに捜索救助することが目的である。無線装置により通信可能な範囲が異なるため，下記の様に航行する海域に応じて船舶に備える無線設備が定められている。

- A1海域:　VHF海岸局の通信可能範囲（20～30海里）内の海域
- A2海域:　MF海岸局の通信可能範囲（100海里）内の海域
- A3海域:　Inmarsat通信衛星の通信可能範囲（北緯70度～南緯70度）内の海域
- A4海域:　上記A1～A3以外の海域

DSC（デジタル選択呼出）を搭載したMF/HF無線装置は，主にA2，A3及びA4海域を国際航海する300トン以上の大型船舶が対象となるが，欧州ではワークボートなど中小型船舶にも需要がある。そこでこれらの船舶にも搭載できるような構造と高性能・高信頼性を実現するために，無線部の主要回路をデジタル化した無線装置を開発したので報告する。

2. 装置概要

JSS-2150は無線電話やデジタル選択呼出（DSC）及び無線電信（モールス通信）による通信機能を備えた150W MF/HF帯無線装置である。無線部（トランシーバ）と操作部（コントローラ）を分離して装備性の自由度を高め，近年多様化しているブリッジレイアウトに対応した。

コントローラは専門知識がなくても容易に無線電話やDSC通信ができる操作手順とし，またすでに開発済みの国際VHF無線電話装置（JHS-770S/ 780D）と並べた装備を考慮して，共通の外観デザインとした（図1）。

図1　コントローラ外観図（上：MF/HF，下：VHF）
Fig.1　Controller outline (Upper: MF/HF, Lower: VHF)

2.1 主な仕様

周波数範囲	
送信周波数	：1605.0 ~ 27500.0kHz
受信周波数	：90.0 ~ 29999.9kHz
周波数偏差	：±10Hz以内
電波型式	：J3E/ F1B/ A1A/ H3E/ H2B
チャネル	
ユーザチャネル	：最大400 ch
ITUチャネル	：831ch
通信方式	：プレストーク方式
空中線インピーダンス	：50Ω不平衡

周波数切換時間　：15秒以内
コンパス安全距離　：1.9m
主な操作項目　：DSC呼出の送受信，通信周波数・チャネル設定，送信電力設定，受信感度調整，音量調整，画面調整
性能基準
IMO A.806（19），A.694（17），MSC68（68），MSC/Circ.862，IEC 60945 Ed.4 2002-08
電源電圧　：DC24V（DC21.6~31.2V）
消費電流
150W送信時　：最大30A
受信時　：最大5A
動作保証温度
-15 ~ +55℃（暴露部は -25 ~ +55℃）
外形寸法，質量
トランシーバ
349(W)×391(H)×143(D)mm，約12.3kg
アンテナチューナ部
256(W)×430(H)×100(D)mm，約3.3kg
コントローラ部
230(W)×142(H)×89(D)mm，約1.3kg

2.2 システム構成

システム系統図を図2に示す。

標準構成は，NCM-2150 MF/HFコントローラとNQW-261ハンドセット，NTD-2150 MF/HFトランシーバおよびNFC-2150アンテナチューナが各１式である。NCM-2150 MF/HFコントローラは接続筐を使用することによりさらに1台の追加接続ができる。

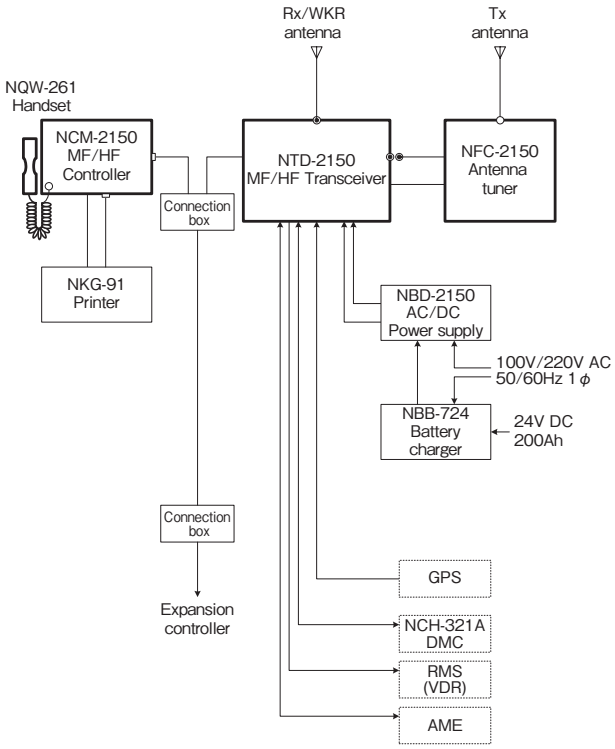

図2　システム系統図
Fig.2　System diagram

(1) NCM-2150 MF/HFコントローラ

本装置の表示・操作部であり，各種表示および設定を行う機器である（図3）。大型のLCD（液晶ディスプレイ）を採用することによりチャネル表示の視認性を向上させ，DSCのメッセージ編集を容易にした。

音量つまみ（VOL）とジョグダイヤルは操作性を追求してサイズおよび配置を決定し，オーディオアンプには省電力化のためにデジタルアンプを採用した。またパネルに配置したキーのうち，ユーザキー（USER）は頻繁に使用するメニューや機能を登録することができるプログラマブルキーである。

装備の際は，デスクトップやフラッシュマウント，コンソール組込など，多様な設置場所に対応できる。

図3　MF/HFコントローラとハンドセット
Fig.3　MF/HF Controller and Handset

(2) NTD-2150 MF/HFトランシーバ

無線通信回路とその制御回路，DC/DC電源部，各種インタフェースおよび端子台を内蔵した本装置の無線部となる機器である（図4）。

連続送信時の放熱を考慮したアルミダイカスト製の筐体を使用して信頼性の高い設計とした。また狭い場所や壁面設置を考慮して，配線作業の際は端子台部（下部）と無線部（上部）に分離可能な構造とした。

図4　MF/HFトランシーバ
Fig.4　MF/HF Transceiver

MF/HFトランシーバにはWKRモデム部，送受信部（TRX UNIT），送信電力増幅部（PA UNIT）などのユニットを内蔵している。

各ユニットとMF/HFコントローラとは汎用のRS-485インタフェースで接続され，57.6kbpsの通信速度でコマンドやメ

ッセージの通信を行う。RS-485はツイストペア線を用いた差動伝送のため，他の機器からの電磁気的影響に強く，かつ長距離の伝送ができ，またマルチポイント接続により，各ユニット間のマルチキャスト送信が可能になっている。通信の際は，MF/HFトランシーバのPA UNITから各ユニットに対してポーリング方式による通信制御を行い，ユニット間の同期をとり通信の競合を回避している。

図5にポーリングの基本シーケンスを示す。PA UNITがマスタ（●印）として通信タイミングを割当て，割り当てられたユニット（○印）は一定時間内に情報の配信を行う（実線矢印）。

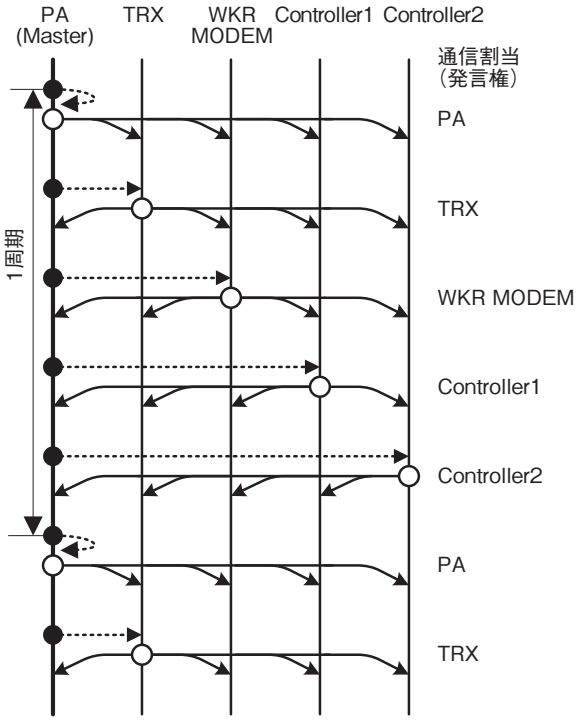

図5　基本シーケンス
Fig.5　Primitive sequence

（3）NFC-2150 アンテナチューナ

本装置のアンテナチューナ（図6）は屋外設置型で防水構造になっている。無線部から入力した送信RF信号（50Ω）とアンテナのインピーダンスマッチングをLC回路の組合せにより行う。

図6　アンテナチューナ
Fig.6　Antenna tuner

（4）NBD-2150 AC/DC電源

本装置のAC/DC電源（図7）は，GMDSSで要求される電源の二重化に対応するために設置する。通常はAC入力で動作するが，AC入力断の際は出力を瞬時にDC入力動作に自動切換可能である。

図7　AC/DC電源
Fig.7　AC/DC Power supply

3.　デジタル処理

3.1 WKRモデム部のデジタル処理

従来のMF/HF無線装置におけるWKRモデム部は主にアナログ回路を使用していた。本装置では当社独自のベースバンドSoC（BB-SoC）によるフルデジタル化（図8）を行い，以下を実現した。

- BB-SoCに搭載のCPUと2つのDSPにより，従来機に対して部品点数を削減し信頼性を向上するとともに，調整による特性のばらつきを改善。
- 従来機からの大幅なダウンサイジング（面積比約1/4）とコストダウン。
- 従来機に対して感度特性を2dB以上改善。

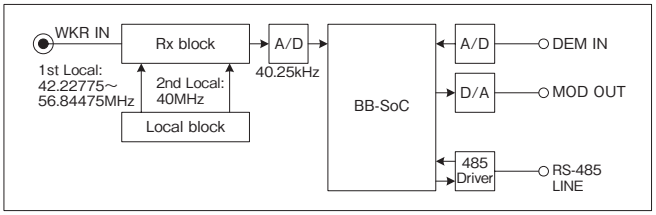

図8　WKRモデム部ブロック図
Fig.8　WKR MODEM block diagram

なおBB-SoCのブロック図を図9に示す。

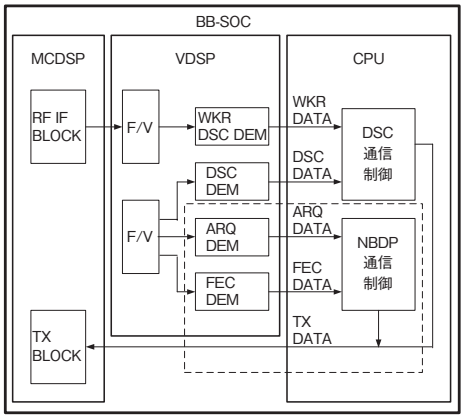

図9　BB-SoCブロック図
Fig.9　BB-SoC block diagram

3.2 送受信部のデジタル処理

送受信部において，受信部フロントエンド以外をフルデジタル化（図10）して性能向上を図り，下表1に示す主要特性を得た。

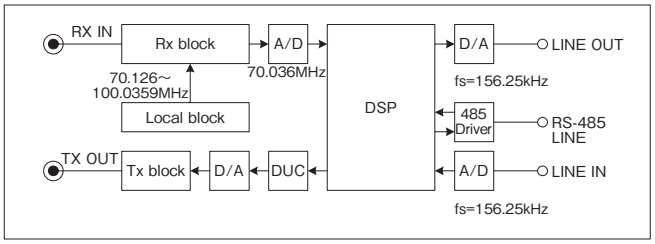

図10　送受信部ブロック図
Fig.10　Tx/Rx block diagram

表1　送受信部の主要特性比較
Table 1　Comparison of Tx/Rx characteristics

項目	旧モデル又は規格	JSS-2150 注：( )はPA入力特性
スプリアス領域における不要発射	43dB以上	43dB（70dB）以上
感度 （SINAD 20dB）	J3E：3.5uV以下 F1B：1uV以下	2.5uV以下 0.7uV以下
不要発射の周波数ごとの減衰量 （電波形式：J3E）	1.5-4.5kHz：31dB 4.5-7.5kHz：38dB 7.5kHz -　：43dB	31dB (56dB) 38dB (63dB) 73dB
総合歪み及び雑音 （電波形式：J3E）	SINAD 20dB以上	SINAD 30dB以上

4．その他の特長

4.1 DSCユーザインタフェース

GMDSS対応のMF/HF無線装置は，DSCで相手局を直接呼出しができるにもかかわらず，ほとんど使用されていない。従来よりも操作性を向上することで，この機能がより有効に利用されるようになると思われる。

本装置ではDSCユーザインタフェースを見直し，これまではユーザが考えてメッセージを作成していた手順を装置側でガイドすることでユーザの負担を減らし，相手局の呼出しや応答をメニューまたはダイアログから容易にできるようにした。これにより，DSCを使用した無線通信全体の操作性向上が期待できる。

また1999年2月のGMDSS完全施行後に定常的に問題になっている誤操作による遭難呼出しの送信（誤発射）についても，日常的にDSC通信を運用することで操作への理解が深まり誤操作が減少することが考えられ，誤発射対策としても効果が期待できる。

4.2 RMS（リモートメンテナンスシステム）対応

遠隔地より機器の状態を知るためのリモートメンテナンスシステムに対応している。リモートメンテナンスシステムにより，船舶が運航中でも機器の状態を陸上から知ることができるため，効率的な保守および迅速なサポートが可能になる。

5．あとがき

デジタル信号処理技術により，ワークボートなど中小型船舶にも搭載できるような構造と高性能・高信頼性が実現できた。また，DSCユーザインタフェースの見直しでDSC通信が有効に利用され，誤操作による遭難呼出しの誤発射防止に役立ち，船舶の安全航行に貢献できれば幸いである。

最後に，本装置開発にあたりご指導・ご協力いただいた関係各位に深く感謝致します。

用　語　一　覧

BB: Base Band（変調前または復調後の情報信号の帯域）
DSC: Digital Selective Calling（デジタル選択呼出）
GMDSS: Global Maritime Distress and Safety System（全世界的な海上遭難安全システム）
LCD: Liquid Crystal Display（液晶ディスプレイ）
MF/HF: Medium Frequency/ High Frequency（船用無線通信用中短波及び短波1.605～27.5MHzの周波数帯）
RCC: Rescue Coordination Center（救難調整本部）
RMS: Remote Maintenance System（リモートメンテナンスシステム）
SINAD: Signal-to-Noise and Distortion Ratio（信号対雑音及び歪比）
SoC: System on a Chip（CPUやDSPなど必要な機能をすべて搭載した大規模な集積回路）
SOLAS条 約: International Convention for the Safety of Life at Sea（国際海上人命安全条約）
WKR: Watchkeeping Receiver（DSC聴守受信機）