

平成 2 2 年度
コンテナ型常用発電機装置の技術開発
成果報告書

平成 2 3 年 3 月

社団法人 日本船用工業会

はしがき

本報告書は、競艇の交付金による日本財団の助成金を受けて、平成 21 年度および 22 年度に社団法人日本船用工業会が実施した「コンテナ型常用発電機装置の技術開発」の成果をとりまとめたものである。

近年、国内における冷凍コンテナの輸送需要が著しく増加し、現存の内航コンテナ船では建造時の積載可能な冷凍コンテナ数予測を大幅に越え、船内の供給電力不足が原因で市場要求の冷凍コンテナをすべて搬送できず、積み残すことが増えてきている。そのため、船内供給電力の増強が要求されている状況にある。

そこで、船内供給電力を増やす方法としてデッキ上に搭載可能な、コンテナと同様な大きさの常用発電機装置を開発し、内航コンテナ船の積載貨物の変化に応じた効率的な運航及びモーダルシフトの推進等に寄与することを目的として開発するものである。

本開発は、平成 21 年度、22 年度の 2 年計画で、ヤンマー株式会社に委託して実施しており、その 2 カ年分の報告書としてここにまとめたものである。

また、本開発においては、「コンテナ型常用発電機装置研究委員会」を設け、実施内容の審議等の支援を得て行った。

ここに、貴重な開発資金を助成いただいた日本財団、並びに本研究会等、関係者の皆様に厚く御礼申し上げる次第である。

平成 23 年 3 月
(社)日本船用工業会

目 次

1	事業の目的等	
1.1	事業の目的	1
1.2	事業の目標	2
1.3	事業の推進方法	3
2	平成21年度事業の内容と成果	4
2.1	開発基本計画	4
2.1.1	発電機容量及び基本仕様の検討	4
2.1.2	発電機装置に装備する所要機器の検討	6
2.1.3	搭載場所の検討	9
2.1.4	発電機装置の筐体構造と機器配置の検討	9
2.1.5	消防、防火等の安全対策の検討	11
2.1.6	内部機器の運転許容温度条件に対する検討	11
2.1.7	動揺に対する検討	13
2.1.8	既存発電機と並列運転するためのシステムの検討	14
2.1.9	船体との配管及び電路の取合の検討	16
2.2	装置の詳細設計	19
2.3	装置の製作	19
3	平成22年度事業の内容と成果	20
3.1	陸上試験実施内容	20
3.1.1	陸上試験基本計画作成	20
3.1.2	陸上試験に関わる詳細設計	20
3.1.3	陸上試験に関わる製作	20
3.1.4	陸上試験項目	20
3.2	陸上試験内容と結果	21
3.2.1	風雨密（射水）試験、強度（たわみ）試験	21
3.2.2	保護回路確認試験	23
3.2.3	負荷運転試験	23

3.2.4	振動・騒音計測	25
3.2.5	傾斜運転試験	28
3.2.6	並列運転試験	30
3.2.7	温度上昇試験	32
3.3	実船試験	34
3.3.1	搭載用工事内容	34
3.3.2	搭載後の発電装置立会検査	35
3.3.3	実船試験内容と結果	36
4	本事業の成果	47
5	添付資料	
1)	添付資料1 コンテナ型常用発電機装置搭載場所	48
2)	添付資料2 コンテナ型常用発電装置 外形図	49
3)	添付資料3 コンテナ型常用発電機装置運用計画	50
4)	添付資料4 コンテナ型常用発電機装置 完成写真集	51
5)	添付資料5 保護回路確認試験記録	55
6)	添付資料6 負荷運転試験記録	59
7)	添付資料7 並列運転試験記録	61
8)	添付資料8 温度上昇試験記録	64
9)	添付資料9 搭載用工事写真集	66

1 事業の目的等

1.1 事業の目的

近年、中国をはじめとする BRICs の急激な経済発展により、世界のコンテナ貨物取扱量は増加の一途をたどっている。それと共に冷凍コンテナ数も増加しており、今後 6 年間で 50% 増加すると予測され、国際的な増加に伴い、国内においても冷凍コンテナの輸送需要が著しく増加してきている。

この急激な増加のため、現存の内航コンテナ船では建造時に計画した積載可能な冷凍コンテナ数予測を大幅に越え、船内供給電力不足が原因で市場要求の冷凍コンテナをすべて搬送できず、積み残すことが増えてきている。そのため、冷凍コンテナの搬送が 1 日から 2 日程度遅れるケースも発生しており、船内供給電力増強が要求されている。

既存のコンテナ船における船内供給電力増強の方策として、
複数の発電機のうち一台を必要とされる容量の発電機に交換する。
現在ある発電機に不足分を補う容量の発電機を増設する

等が考えられるが、改造が困難、もしくは改装費用がかかり過ぎ実現は難しい。また、現在トラック搬送で使用されているエンジン駆動冷凍機付きコンテナを使用することは、連続常用仕様でないためコンテナ船での長時間搬送は不可能である。

そこで、船内供給電力増強の方法としてデッキ搭載可能なコンテナ型常用発電機装置を開発し、内航コンテナ船の積載貨物の変化に応じた効率的な運航とモーダルシフトの推進等に寄与することを目的として実施するものである。

本開発の成果は、国内内航コンテナ船の他に、同様な状況にある中国、韓国、台湾におけるコンテナ船などにおいて発電容量増加対策として活用が期待できる。

1.2 事業の目標

本開発にあたって、目標を以下のように設定した。

- 1) コンテナに収納可能なコンパクトな装置とすること。
船舶での大きな改造を必要とせずに発電容量を増やせるコンテナサイズのコンパクトなコンテナ型常用発電機装置を開発する。
- 2) 安全性、信頼性の高い装置とすること。
今までにはない新しい装置であるため、船舶安全法と諸法規、規則を満足するとともに、安全性・信頼性を確保すること。

上記の目標の下で、本コンテナ型常用発電機装置の開発においては
デッキ上の厳しい外気温度でも、装置内は0 ~ 45 に保持される空調システム(海水利用クーラ、発電機関の冷却水の熱を利用したヒータなど)及びデッキ上での動揺に対応する技術の開発
機関室の既存の発電機装置と増設するコンテナ型常用発電機装置との並列運転方法の開発
コンテナ型常用発電機装置の遠隔制御及び遠隔監視、さらに無人化運転を可能とする装置の開発
等に取り組む必要がある。

1.3 事業の推進方法

学識経験者、設計・製作の実務者及び関係官庁職員で構成する委員会を設置し、その指導のもとに事業を推進した。また、委員会にはオブザ - バとして実船試験に協力いただく船会社に参加戴いた。

< 委員 >

北海道大学名誉教授	烏野慶一
国土交通省 海事局 検査測度課 課長	秋田 務
海上技術安全研究所 運航・システム部門 上席研究員	沼野正義
木戸浦造船(株) 取締役技術部長	中居荘二
大洋電機(株) 執行役員 技術部 部長	森 茂雄
ヤンマ - (株) システム開発部 部長	廣瀬 勝

< オブザ - バ >

井本商運(株) 代表取締役社長	井本隆之
(株)イコ - ズ 取締役会長	蔵本由紀夫

本事業を推進するに当たり、まず1年目で設計から製作まで、2年目に陸上試験及び実船搭載試験を実施する2年事業とした。

最初の1年目には、コンテナ型常用発電機装置の基本計画と詳細設計を行い実機製作をすることとし、2年目では試験使用の検討と陸上試験の実施及びこれを搭載するコンテナ船の改造計画と実船搭載用工事及び航海中での運転状態のデータ収集を行うこととした。これら試験結果よりコンテナ型常用発電機装置としての安全性・利便性の確認を行い、利用する船会社の要望に沿える商品としての初号機となりえることを確認する。

2 平成21年度事業の内容と成果

平成21年度は、コンテナ型常用発電機装置について、開発基本計画、装置の詳細設計、及び装置の製作を実施したが、その内容を以下に記す。

2.1 開発基本計画

コンテナ型常用発電機装置の基本設計、詳細設計に先立って、次に示す各種の検討を行い、基本計画を作成した。

2.1.1 発電機容量及び基本仕様の検討

本技術開発の実船試験を行う予定の船舶(749GT コンテナ船)は、主発電機を2台搭載しており各発電機容量は220kWである。本船は、冷凍コンテナを搭載出来るようになっているが、訪船調査の結果、現状の発電機容量では電力供給不足により荷主要求の冷凍コンテナ全数の搭載が不可能なケースが発生していた。本船の電力調査表を確認すると、冷凍コンテナに必要な電力はおよそ340kWであり、適度な負荷率75~85%から勘案すると、コンテナ型常用発電機装置の発電機容量は、400~450kW程度となる。

また、本発電機装置が将来にわたり長く利用されることを目指し、幅広い発電機容量を有するラインアップも重要である。

ラインアップを行う場合、900kW級、400kW級、150kW級の3種類が想定され、これらの3種類の発電機装置を選択して電力需要に応じて使用すれば、あらゆる電力需要の状況変化に対応することが可能であると考えられる。

ラインアップ化については、中容量である400kW級の技術開発を行うことで、大容量化、小容量化の技術開発に目途をつけられることから、本技術開発の発電機容量を400kW級とすることは適切であると考えられる。

次に、一般的な海上コンテナサイズとして、20フィートと40フィートのコンテナがあるが、本発電機装置の形状や寸法から、40フィートサイズを採用した。

発電機関及び発電機の選定において、一般的な船舶の電源周波数は60Hzであることから、発電機関及び発電機の回転数は、720min⁻¹、900min⁻¹、1,200min⁻¹及び1,800min⁻¹が選択候補となる。発電機容量400kW級における当社の発電機関ラインアップ、主要据付寸法及び質量を下表に示す。

表．発電機関ラインアップ（発電機容量 400kW 級）

回転数	720min ⁻¹	900min ⁻¹
機種	6EY18L	6EY18AL
セット全長 [mm]	4,545	4,595
セット全高 [mm]	2,255	2,255
セット質量 [kg]	11,200	10,900

回転数	1,200min ⁻¹		1,800min ⁻¹
機種	6N165L	6NY16L	6AYL
セット全長 [mm]	3,230	2,991	3,043
セット全高 [mm]	1,964	1,613	1,498
セット質量 [kg]	6,410	5,500	4,120

注) セット全長、全高及び質量は、標準的な仕様における数値を示すカタログ値である。従って、空冷発電機との組合せ、防振装置を搭載していないなど、最終的な本研究開発の数値と異なる。

コンテナと言う制限されたスペースに搭載しなければならないことから、コンパクトかつ軽量であることを条件として選定を行うと 1,800min⁻¹ 高速発電機関である 6AYL 型機関が最も適している。

発電機容量は選定された 6AYL 型機関に対応する容量として、440kW に決定した。発電機の軸受として、軸受がひとつの片軸方式とふたつの両軸方式があるが、コンパクト化を図るため軸受は片軸方式を採用することとした。

基本仕様として、コンテナ型常用発電機装置内は狭く、機器からの放熱量を減らすべく発電機は水冷式（全閉型水冷空気冷却器付）を採用した。なお、コンテナ型常用発電機装置全体の冷却方式として、セントラルクーリングシステムの採用も検討したが、コンテナ型常用発電機装置を陸上輸送する際に 22.8 トンのコンテナの重量制限があることを考慮し、全体の軽量化、また、配管の簡素化及びコンパクト化を考慮し、発電機関付冷却器（空気、ジャケット冷却水）及び発電機付冷却器の冷却方式を海水冷却方式に決定した。

2.1.2 発電機装置に装備する所要機器の検討

コンテナ型常用発電機装置に装備する所要機器を以下の検討を行って決定した。

1) 発電機関

開発基本計画の通り、 $1,800\text{min}^{-1}$ 高速発電機関である 6AYL 型機関を選定した。配管の簡素化及びコンパクト化を考慮し、発電機関付冷却器（空気、ジャケット冷却水）の冷却方式を海水冷却方式とした。

コンテナ型常用発電機装置に設置する機器において、振動を発生する起振源となる機器は発電機関である。よって、発電機関と発電機の据付方式として防振ゴムによる防振支持とすることとした。防振ゴムの選定については、機器の重量などから防振ゴムタワミ量なども検討し、最適な防振ゴムバネ定数と個数を以下に決定した。

防振ゴムのバネ定数 : 1,962 N/mm
防振ゴムの個数 : 18 個

なお、振動についての評価は陸上試験にて行った。

2) 発電機

開発基本計画の通り、発電機容量を 440kW とし、軽量化及びコンパクト化を図ることから片軸受方式とし、また、配管の簡素化も考慮して、発電機関の冷却器同様、発電機付冷却器の冷却方式を海水冷却方式とした。

3) 排気消音器

排気騒音の低減を最重要視し、大形の排気消音器を発電機装置本体と別置に設置する方法も可能ではあるが、本開発では海上コンテナサイズにて完結させることから、排気消音器は本発電機装置内に装備することとした。低騒音型を採用することとし、外形寸法は、圧力損失を考慮しながら可能な限りコンパクトとすることとした。

4) 発電機盤

コンテナ型常用発電機装置にて発電機関及び発電機の始動、停止及び制御を行うことが可能なものとした。

また、本発電機装置が一般船舶等に追加搭載・撤去されるものであることから、将来、既存発電機との並列運転が必要となった場合の技術構築として、

システムに必要な電子ガバナのコントローラと自動同期投入装置が発電機装置に搭載されている方が望ましいので、これらの装置を発電機盤内に組み込むこととした。

5) 給気及び排気通風機

狭いコンテナ型常用発電機装置内で発電機を運転するにはその燃焼空気量および関連する機器からの放熱を考慮した換気が必要で、給気及び排気通風機を各1台装備することとした。詳細は後述による。

6) バッテリー

発電機の始動方式として、空気始動及び電気始動がある。

空気始動の場合、圧力2.94MPa程度の始動用空気が必要となり、発電機装置と船体との接続配管本数を少なくすることを考えると、発電機装置内に空気圧縮機、空気槽及びそれに付随する配管を持たなければならない。これらの装備は、重量及びスペースの増加となる。一方、電気始動方式の場合は、始動用バッテリーとそれを充電するための回路および始動用モータだけで済ませられるので発電機の始動方式は、電気始動方式とした。

よって、本発電機装置には始動用バッテリーを搭載することとする。

本研究開発では発電機に小型発電機(オルタネータ)を取付け、これにより始動用バッテリーを充電することに加えて、長期間の休止中に保守電源により始動用バッテリーを充電できるよう充電回路も装備した。

また、陸上保管時などの照明を確保するため、非常用バッテリーも合わせて搭載する。

7) 燃料油サービスタンク

本発電機装置は、常用運転が可能なことを前提としている。よって、船体機関室側に専用の燃料油供給ポンプを設け、本発電機装置の運転に必要な燃料油を供給する必要がある。基本的な考え方として、本発電機装置内に燃料油サービスタンクを設置し、発電機へ燃料油を供給する。発電機の運転により燃料油が消費され、燃料油サービスタンクの燃料油量が規定量以下になれば船体から燃料を自動供給、また、規定量以上になれば自動で供給停止することとする。

万一、自動供給回路に不具合が発生した場合、高液面警報、低液面警報が発報し、機関部乗組員が常時監視を行っている本船機関室の監視室にて可視可聴にて警報を確認出来るようにしている。

さらに、安全上、燃料サービスタンクに専用のオーバーフロー管を設け、オーバーフロー分は本船機関室に戻すようにした。

安全性の観点から本タンク燃料出口には、燃料油非常遮断弁を設け、非常時にはコンテナ型常用発電機装置の外側から発電機関への燃料供給を強制停止することが出来るようにしている。

8) 火災警報装置 (熱探知器)

消防、防火等の安全対策の検討の詳細は後述するが、コンテナ型常用発電機装置内に火災警報装置 (熱探知器) を 1 台装備する。火災探知装置には、煙探知式と熱探知式の 2 種類があるが、コンテナ型常用発電機装置の場合、給気及び排気通風機の運転によって、万一の火災時に発生する煙が滞留しにくい構造であると思われる。よって、熱探知式を採用することとした。

なお、この火災警報探知装置の可視可聴警報は、安全を考慮し、常時乗組員が監視を行っている本船機関室の監視室で発報するものとした。

9) 海水冷却ユニット

コンテナ型常用発電機装置に、給気及び排気通風機を装備するが、局部的に温度上昇した場合の補助的な冷却装置として、2 台の海水冷却ユニットを備えることとした。このユニットには送風用フレキシブルダクトを持たせ、局部的に高温部が発生した箇所に対応して使用する。

10) 燃料油供給ポンプ

燃料油については、コンテナ型常用発電機装置内に燃料油サービスタンクを設け、船体から燃料油を供給することとした。燃料油サービスタンクへの供給については、コンテナ型常用発電機装置の設置される位置が船体側の燃料タンクよりかなり上方となり、吸い込み揚程が満足出来ないため、船体機関室から圧送する方法を採用する。

よって、本船機関室に専用の燃料供給ポンプを設けることとする。

11) 海水供給ポンプ

コンテナ型常用発電機装置内の機器として、発電機関、発電機および冷却ユニットに冷却水としての海水が必要である。この海水ポンプについても、燃料油供給ポンプ同様、本船機関室から圧送する方法を採用する。

よって、本船機関室に海水ポンプを設けることとする。

12) 気圧発信器箱

発電機関は、周囲の気圧の状態により性能が変わる。よって、コンテナ型常用発電機装置内の気圧を監視する気圧発信器箱を設けた。気圧の状態は、本船機関室の監視室にて遠隔にて監視出来るようにする。

13) ローカルボックス

いわゆる電装品接続箱の一種であるが、通常の電装品接続箱では、電線の本数が多く配線の接続工数がかかる。コンテナ型常用発電機装置内機器類の温度や圧力などの信号線を一旦、ローカルボックスに集め、遠隔監視のために、通信線にて本船機関室の監視室へ送るために設置した。

2.1.3 搭載場所の検討

コンテナ型常用発電機装置の船舶への搭載場所は、右舷側や左舷側設置など対象船舶によって詳細が異なることが考えられるが、コンテナ船において、下記の理由から船尾岸壁側であることが望ましいと考える。

- (1) コンテナ型常用発電機装置は、常用運転を可能とするために本船機関室から、燃料と海水を供給する。従って、コンテナ型常用発電機装置の設置は本船機関室に近いことが望ましい。
- (2) 発電機装置からの排気ガス排出口の位置は、居住区より後方が望ましい。

本開発の実船試験を予定している船舶は、井本商運株式会社所有の749GTコンテナ船“いくた”で、コンテナ型常用発電機装置の設置場所確認のため訪船調査を行った。“いくた”は岸壁への左舷付け着岸作業が多いとのことであり、乗組員との打合せの上、コンテナ埠頭での本発電機装置搭載及び撤去の作業性のやりやすさから、コンテナ型常用発電機装置搭載位置を、船尾左舷側（岸壁側）と決定した。

以上から、コンテナ型常用発電機装置の搭載位置は、船尾左舷 A DECK 上と決定した。具体的な搭載場所を「添付資料1 コンテナ型常用発電機装置搭載場所」に示す。

2.1.4 発電機装置の筐体構造と機器配置の検討

1) 発電機装置の筐体構造の検討

開発のスタートとして、市販の海上コンテナがコンテナ型常用発電機装置として、使用に耐えうるかどうかの検討を行った。現物調査の結果、市販のコンテナでは発電機を運転するため、機関台としての強度がなく、また、補強した場合は、スペースを犠牲にすることと構造が複雑になるため、新たに専用の筐体を製作する必要があると判断した。

本発電機装置は、積み込み及び積み下ろし時の作業性を考慮し、基本的には市販のコンテナと同じくツイストロック方式にて固定することとし、固定する箇所として、実船試験を行う予定の船舶に、40 フィートコンテナ用に装備されているツイストロック固定部に加え、20 フィート用の固定部も利用し、

計 8 箇所とする。

また、コンテナ型常用発電機装置は型式承認された「コンテナ」ではないため、他のコンテナを上部に載せるなどの仕様ではない。よって、通常のコンテナ輸送の場合、航行中の気象海象の状況によりコンテナ同士をラッシングバー、フィッティングブロック等で固定するが、コンテナ型常用発電機装置は他のコンテナとの固定がないため、また、発電機運転時に船体に繰り返し荷重が作用するため、ツイストロック方式に加え、船体と 8 箇所のボルトで固定することとした。

8 本のボルト径に関しては、本装置に 2G の加速度が加わっても耐えうるものとした。

2) 発電機装置の機器配置の検討

機器の配置としては、重量バランスをとるため、各機器のうち最も重量物である発電機および発電機を、40 フィートコンテナサイズ筐体のほぼ中心付近に配置した。

発電機から排出される排気ガスは、船尾方向に向けて排出するよう、排気消音器は発電機の船尾方向に配置することとし、発電機装置内の空間スペースを有効活用するために、上方に取付けを行った。海水や雨水が外部から排気煙道を通り、排気消音器内部に浸入しないように、排気ガスの最終的な出口は、排気消音器に比べ、一段下げた構造としている。

発電機からの排気ガスを船尾方向へ導くため、本発電機装置自体の排気通風機も同方向へ排気する。よって、給気通風機は、反対方向の船首方向に設置した。

海水や雨水の流入を防ぐため、給気及び排気通風機の入口及び出口側には庇を設けている。しかしながら、気象海象の状態により、海水の飛沫などが給気通風機から吸い込まれる可能性がある。そこで、給気入口及び排気出口から通風機本体までの通風路に仕切り板を複数設置し、飛沫が入った場合でも、仕切り板にあたりそれ以上内部に侵入しない構造とした。

冷却海水ユニットは、2 台装備することとし、1 台を電気部品の集合体である発電機盤近傍に設置し、必要に応じ、ダクトを用い冷却することが可能なようにした。もう 1 台は、高温となることが考えられる船尾方向にある排気消音器直下に設置しているが、ダクトを用い、発電機に向けて冷風を送ることも可能となる配置とした。

2.1.5 消防、防火等の安全対策の検討

本装置に対応した、消防、防火等の安全対策について検討を行った。検討に当たっては、前例のない装置であるために本装置が使用される状況等を踏まえ、船舶安全法の関係規則の要件等について、具体的な対策の評価を行った。

1) コンテナ型常用発電機装置の消防設備計画

火災探知装置を1個装備して装置内部の火災を初期段階で探知し、発電装置に装備の固定式粉末消火器(薬剤にACB粉末を用い、約15mのホースを備えたもの。薬剤重量は40kg。)1個及び持運び式の粉末消火器2個で消火を行う計画とした。

2) コンテナ型常用発電機装置の仕切り

コンテナ型常用発電機装置の仕切りについては、船舶防火構造規則において要求されている「鋼」とした。なお、仕切りとは、コンテナ型常用発電機装置の内外を仕切る構造を指す。

2.1.6 内部機器の運転許容温度条件に対する検討

1) 給気及び排気通風機

船用における発電機関、発電機、発電機盤などの機器は、一部例外があるものの周囲温度45以下の条件下で円滑に作動することが求められる。機関区域の通風装置の検討を行う際、JIS F 0407(船舶-ディーゼル船における機関室通風-設計要件及び計算基準)における温度上昇は最大12.5として検討を行うが、本開発ではコンテナ型常用発電機装置がデッキ上に設置されることを考慮し、より厳しい条件として温度上昇10を設計条件とした。

この設計条件での計算により、

給気側にて必要な換気量：303 (m³/min)

排気側にて必要な換気量：260 (m³/min)

が得られ、

本発電機装置への配置上可能な寸法を考慮し、

給気通風機：350 (m³/min)

排気通風機：300 (m³/min)

を選定した。

2) その他の機器検討

計算により、本発電機装置の周囲温度を 45 以下に抑えることが出来ると考えられるが、局部的に温度上昇した場合の補助的な冷却装置として、2 台の海水冷却ユニットを備えることとした。このユニットには送風用フレキシブルダクトを持たせ、局部的に高温部が発生した場合に対応して使用する。

また、省エネを考慮し、排気通風機は発電機装置内の温度を検知することにより自動発停を可能とした。排気通風機を作動させる温度検知場所、具体的には排気通風機発停用温度スイッチ感温部の最適な取付け位置は、陸上運転試験にて決定した。

一方、冬季における本発電機装置の船舶への積込直後など、発電機運転前に本発電機装置内温度が 0 近い低温域となることも想定し、発電機に冷却清水プレヒータを装備した。発電機冷却清水が 10 以下であれば、本プレヒータが自動作動するようにした。

3) コンテナ型常用発電機装置内温度センサー取付位置

陸上試験にて、コンテナ型常用発電機装置内の温度計測試験を行い、局所的な高温部の発生有無などを確認した。

特に局所的な高温部として避けたい場所が、電気機器である発電機盤であり、この周囲温度を重点的に確認した。

陸上試験のために、コンテナ型常用発電機装置の製作の段階から、温度センサーを各部に設置し、発電機装置内の温度を計測出来るようにした。

温度センサーの設置による温度計測可能な箇所は以下の通りである。

発電機盤内部温度

発電機盤周囲温度

給気温度

排気温度

発電機周囲温度 1

発電機周囲温度 2

発電機周囲温度 3

発電機周囲温度 4

過給機空気入口温度

発電機周囲温度 1

発電機周囲温度 2

発電機周囲温度 3

これらの内部温度の測定以外にも、コンテナ型常用発電機装置の外部状況を確認しておくため、外板温度を測定出来るように温度センサーを設置した。外板温度は、下記のように6箇所とし、コンテナ型常用発電機装置の上部2箇所、側面4箇所を測定することが可能である。これら外板温度は、コンテナ型常用発電機装置が直射日光を受けた場合の外板温度を測定するために設置をしたものであり、直射日光を受けた場合でもコンテナ型常用発電機装置内の温度が異常値を示さないことを確認するためのものである。

内部温度測定センサーは、コンテナ型常用発電機装置の断熱材より内側に設置しているが、これら外板温度測定センサーは、断熱材の外側に設置することとした。なお、外板外側へのセンサー設置では、発電機装置の外形寸法に影響を与えてしまうため、センサーは外板と断熱材の間に設置した。

- 外板温度 1
- 外板温度 2
- 外板温度 3
- 外板温度 4
- 外板温度 5
- 外板温度 6

2.1.7 動揺に対する検討

実証実験で実船搭載する場合、本発電機装置は、コンテナ船船尾 A デッキに搭載される予定である。この搭載位置は船内の機関室より上層階であり、船体のローリング角度が同じであっても、ローリング方向への振れ幅が船内機関室の場合に比べ大きくなる。

コンテナ型常用発電機装置内機器のうち、この動揺に対して最も影響を受けやすいものとして発電機関の潤滑油油面が挙げられる。

一方、機関潤滑油システムとして、潤滑油の交換時間は陸上メンテナンス作業を考慮し720時間以上(24時間連続運転×30日)を前提とした下記の検討を行った。

- 方式 標準型オイルパンによるウエットサンプ方式
- 方式 セミドライ方式

検討の結果、上記方式はいずれも本発電機装置に対しては、好ましくなく採用すべきでないと判断した。理由を下記に示す。

- 方式 最もシンプルであり高さ方向も低くコンパクトであるが、潤滑油保有量が少なく、およそ250時間毎の交換が必要となる。設備が

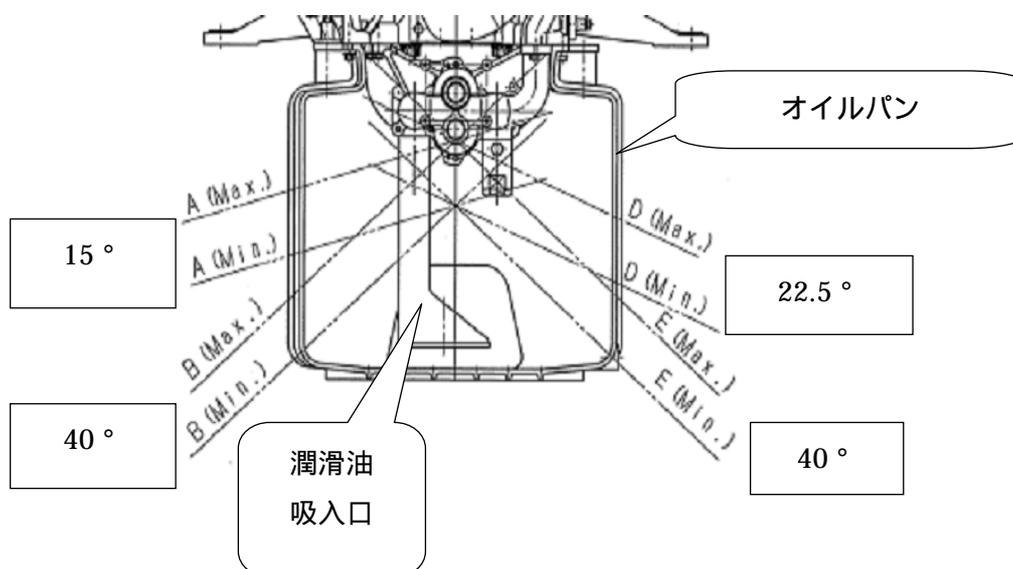
満足と言えない港湾でのメンテナンスを考慮すると、交換回数が多いことは好ましくない。

方式 潤滑油保有量を増やすことが出来るが、発電機のみで系統を完結することが出来ず、配管が複雑、設置スペースが必要かつ重量が増加する。

そこで、本発電機装置においては、次の構造を有するウェットサンプ方式を採用することとした。

即ち、前提の交換時間以上を満足する油量を有し、且つ動揺に対しても問題のない構造とするために、発電機は通常ローリング方向に対して静的傾斜角度 15° 、動的傾斜 22.5° にて作動しうるということが求められることから、この状態にて発電機の潤滑油系統が潤滑油吸入口からエアを吸い込まないようにする。

本発電機装置では、油面自体は 22.5° を越えることも想定しなければならないため、動揺した油面がオイルパンから溢れ機関上部側へ回りこまないよう、オイルパンを壺型の形状とした。これにより動揺した油面はオイルパン内を回るように挙動する。さらに、油面が 40° 傾斜すると想定した場合でも潤滑油吸入口はエアを吸わない位置とした。



2.1.8 既存発電機と並列運転するためのシステムの検討

コンテナ型常用発電機装置における開発テーマとして、既存発電機と新規に追装する発電機との並列運転を容易に可能とする新技術の開発がある。すなわち既存発電機関の特性を変更せずに、コンテナ型常用発電機装置のドループ(垂下)特性を、既存発電機関のドループ特性に合わせるようシステムを構築する

ことが必要である。そのためにパソコン（以下、PC という）からのデジタル入力により本発電機装置のドループ特性の設定で並列運転が可能なシステムを開発することとした。

そのシステム開発に当って、

コンテナ型常用発電機装置の発電機関に搭載した電子ガバナ（アクチュエータ）の制御を行う。

そのコントローラをコンテナ型常用発電機装置の発電機盤に設置する。

コントローラには、既存発電機と同一のドループ特性を簡単な PC 入力
でデジタル入力するにとどめる。

等の基本方針をもとに、既存発電機の特性を調整せずに、また、特性を選ばずに、既存発電機とコンテナ型常用発電機装置との並列運転を可能とするシステムを構築した。

2.1.9 船体との配管及び電路の取合の検討

1) 配管取合について

コンテナ型常用発電機装置の積み込み及び積み下ろしはコンテナ埠頭で行う。コンテナ船がコンテナ埠頭に接岸できる時間は荷役時間だけであり、運航スケジュールに極力影響を与えないためには、コンテナ型用発電機装置の積み込み、積み下ろしに時間をかけることが出来ない。

そこで、コンテナ型常用発電機装置と船体との全ての配管取合には、取合面の平行度、芯ずれなどを気にせず接続作業が可能なように、フレキシブルホースを採用することとした。

取合を行う配管は、下記の6本である。

- A 重油入口（船体側からの供給配管）
- A 重油オーバーフロー（船体側への戻り配管）
- A 重油ドレン（船体側への戻り配管）
- 海水入口（船体側からの供給配管）
- 海水出口（船体側への戻り配管）
- ビルジ（船体側への配管）

流体として A 重油やビルジということもあり、取合部分からの漏洩は海洋汚染につながる。したがって、配管取合部は、特に信頼性を考慮しフランジ方式を採用した。作業性については、単なるフレキシブルホースの採用ではなく、フレキシブルホースの片側フランジ部に、ルーズフランジ（円周方向に回転するフランジ）を採用することにより、ボルト穴合わせの煩わしさを解消した。

また、配管取合位置は、コンテナ型常用発電機装置の長手方向端面に集中配置することとし、配管接続作業の工数低減を図った。但し、ビルジの取合のみは、実船試験を行う予定の船舶のトリムを考慮し、別途、独立した箇所に設けている。

2) 電路取合について

電路も配管に同じく、限られた時間内にコンテナ型常用発電機装置から給電できるように準備できなければならない。

そこで、電線を短時間で接続するために主回路（大電流回路）を除く制御電源や制御線についてはプラグをレセプタクル（ソケット）に差し込む方式を採用して接続時間の短縮を図った。コンテナ型常用発電機装置内に長さ 10 m のキャプタイヤケ - ブルを持ち、その先にプラグを取り付けることとし、このプラグを船体側に設置されたレセプタクルに差し込むことのみで接続完了となる。

主回路に付いては大電流回路であり接触が悪ければ事故につながるのでプラグ方式は採用せず、安全性を重視し、圧着端子を端子台に接続する方法とした。

また、プラグは5箇所接続が必要である。プラグの差し間違いを防止し作業時間のロスを低減するために目的のレセプタクル以外には差し込めないようにそれぞれ別個の形状を採用した。

主回路は1相当り 95mm² - 4本の接続であり、電線がクロスしないように4箇所端子台を準備しておくことで作業性の向上を図った。

3) 搭載、配管、配線の接続に要する時間について

対象船の運航スケジュールに与える影響を少なくするため、全てを合わせて2時間以内となるように配管、配線方法を上記1) 2)のとおり決定した。

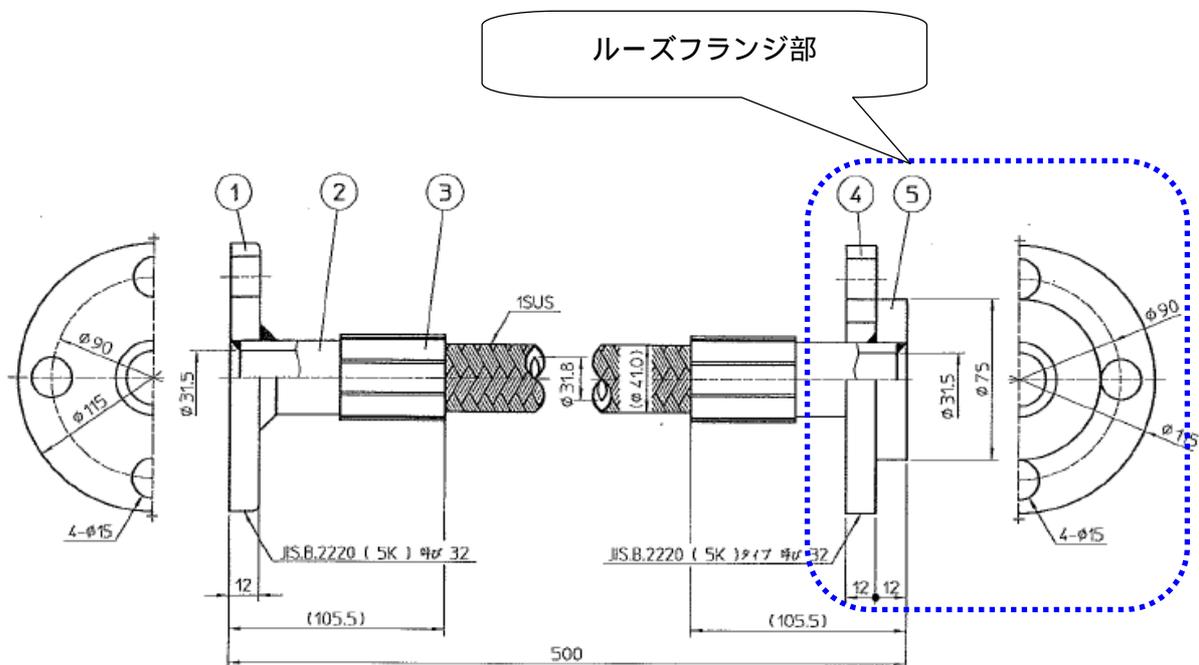
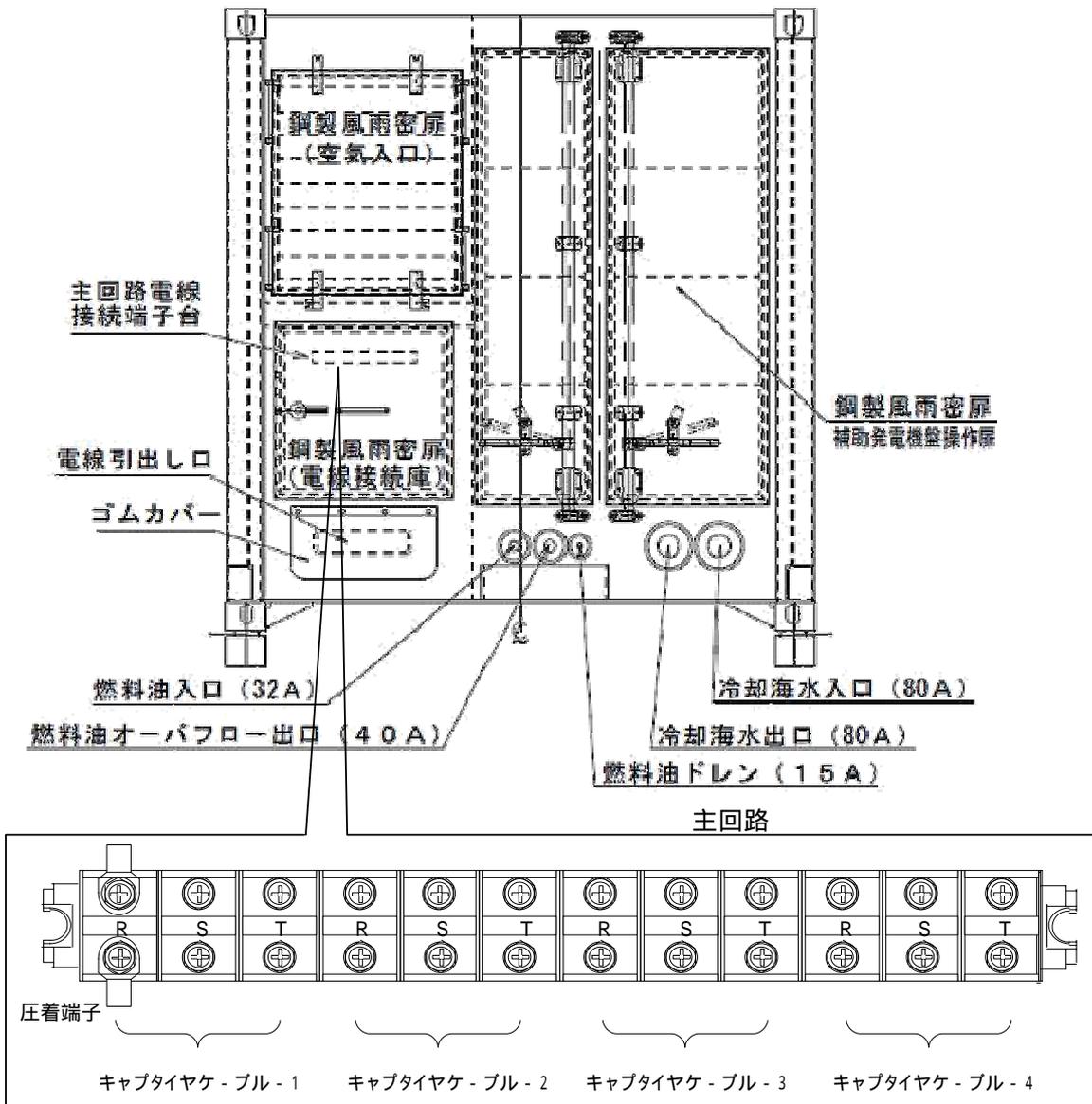


図 2.1.9-1 フレキシブルホース外形図 (A 重油入口用)

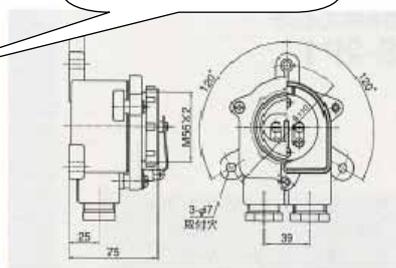


その他電線の接続要領 (一例) DC24V 電源の場合

レセプタクル (ソケット)

防水形ソケットアウトレット
1形M-2P (2P)

定 格	24V 20A
体の材質	PBT
締付グランド	#20×2 (PC)
保護形式	IP56
質 量	0.35kg



防水形プラグ
1形B-2P (2P)

定 格	24V 20A
体の材質	ポリカーボネート
締付グランド	#15 (PC)
保護形式	IP56
質 量	0.10kg

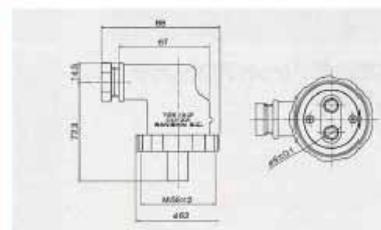


図 2.1.9-2 電線つなぎ込み要領

2.2 装置の詳細設計

上記の検討結果を踏まえて発電機関、発電機を含む電気機器類の設計を行い、同時にコンテナ本体設計及び内部配置設計を平行して進め、コンテナ型常用発電機装置としての詳細設計を行った。

詳細設計の内容については、

添付資料2 コンテナ型常用発電機装置外形図

添付資料3 コンテナ型常用発電機装置運用計画
を参照。

2.3 装置の製作

コンテナ型常用発電機装置一式、船内搭載の継電器盤及び電気回路取り合い用のコネクタ接続箱等の製作が完了した。

詳細については、

添付資料4 コンテナ型常用発電機装置 完成写真集
を参照。

3 平成22年度事業の内容と成果

3.1 陸上試験実施内容

21年度のコンテナ型常用発電機装置製作により、22年度は各種試験を実施した。主な内容として、上期に陸上試験、下期にコンテナ型常用発電機装置を既存船「いくた」に実船搭載し、実船試験を行った。

3.1.1 陸上試験基本計画作成

実船試験を行う前に陸上で行っておくべき試験内容を検討し、詳細な陸上試験方案を作成した。また、陸上試験としての機器配置、傾斜架台、試験用設備の取り付け方法の検討を行った。併せて、諸管および電路系統の検討を行った。

3.1.2 陸上試験に関わる詳細設計

陸上試験基本計画に基づく詳細設計を行う。

仕様書作成後に、架台、陸上試験用機器配置、取り付け、諸管および電路系統の詳細設計を行った。

3.1.3 陸上試験に関わる製作

陸上試験に関わる詳細設計に基づく陸上試験設備の製作を行った。

製作は、陸上試験用架台工事、試験設備用架台などの一般工事、電気工事、配管工事および塗装工事から成る。

3.1.4 陸上試験項目

製作した陸上試験用設備を使用し、陸上試験を行った。

試験項目は下記の通りである。

風雨密試験（射水試験）、強度（たわみ）試験

保護回路確認試験

負荷運転試験

振動・騒音計測

傾斜運転試験

並列運転試験

温度上昇試験

3.2 陸上試験内容と結果

3.2.1 風雨密（射水）試験、強度（たわみ）試験

コンテナ型常用発電機装置は、コンテナ船のデッキ上など船舶の暴露部に搭載されるため防水構造が、また、吊り上げて搭載されるため本体の強度が必要である。

これらの確認を行う試験として、下記試験を実施した。

- 1) 風雨密（射水）試験
- 2) 強度（たわみ）試験

本発電機装置は海上コンテナとして扱うものではないが、船舶のデッキ上に搭載されることを考慮し、試験方法および評価基準として、「JIS Z 1627 国内一般貨物コンテナ」を参考とした。

1) 風雨密（射水）試験

「JIS Z 1627 国内一般貨物コンテナ」によると、風雨密試験として、「コンテナの風雨密試験は、コンテナの全継目及び扉の部分に対して、外部から射水を行う。」とあり、

-) 筒先の口径は、12.5mm とする。
-) 筒先の圧力は、0.1MPa（水頭 10m 相当）とする。
-) 筒先の移動速さは、0.1m/s 以下とする。

などの条件がある。また、評価基準は、「風雨密性が保持されているものとする。」となっている。

発電機盤扉、点検口などにチョーク粉を付けておき、風雨密（射水）試験を実施、水の浸入がないことを確認、また、発電機装置本体内部にも水の浸入がないことを確認し、結果良好であった。



図 3.2.1-1 . 風雨密（射水）試験



図 3.2.1-2 . 発電機盤扉の状況
（試験実施後）

2) 強度（たわみ）試験

強度（たわみ）試験は、「JIS Z 1627 国内一般貨物コンテナ」のつり上げ試験を参考とした。

「JIS Z 1627 国内一般貨物コンテナ」つり上げ試験の試験方法は、供試コンテナの床に規定の質量を均一に積み込み、つり上げた状態で5分間保持することとなっており、また、評価基準は、最大積載量にて床構造の最下部が下部すみ金具の下面から出てはならないことになっている。

本発電機装置は、内部に貨物を積載するコンテナではないため、完成最終状態にて、同評価基準を満足すればよいと考えられる。

結果：床面が下部すみ金具の下面から出ることなく、判定は良であった。

また、本発電機装置は発電機装置中央部分にもすみ金具を付けているため、つり上げによる中央部のすみ金具の変位量を計測した。結果、つり上げ前とつり上げ後の変位量は変わらず、端部すみ金具に対し3mm上方であったため、JIS つり上げ試験の評価基準を満足し、判定は良である。



図 3.2.1-3 . 強度（たわみ）試験

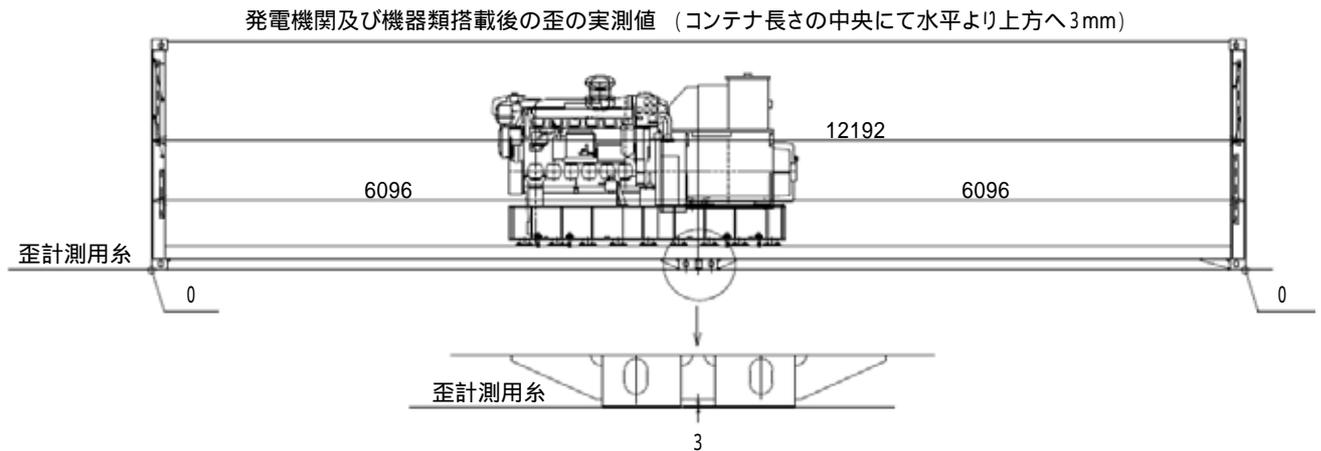


図 3.2.1-4 . 強度（たわみ）試験結果

なお、コンテナ型常用発電機装置は上部へのコンテナ積み重ねを行わない仕様であるため、積み重ね試験は省略している。

3.2.2 保護回路確認試験

コンテナ型常用発電機装置は、船内機関制御室にて運転、停止、ACB 投入および遮断の他、運転状態の監視を行う。よって、これらの操作が問題なく出来ること、発電機関の潤滑油圧力低下停止などの安全装置および警報装置の保護回路が正常に作動することを確認した。

結果：良好であった。

詳細については、

添付資料 5 保護回路確認試験記録
を参照。

3.2.3 負荷運転試験

発電機関および発電機など、陸上工場試験において負荷運転試験を行い、各部圧力、温度等に異常がないことを確認している。

本年度陸上試験では、コンテナ型常用発電機装置の完成状態にて、無負荷および負荷運転（0%、25%、50%、75%、100%および 110%）を行い、各部圧力、温度等に異常がなく負荷運転出来ることを確認した。

負荷運転試験は、海上での運転を想定し、点検口、発電機盤の扉は全て閉鎖し、発電機装置の給気通風機および排気通風機を運転した状態にて行った。

試験結果の一例として、発電機関 排気ガス過給機入口温度の計測結果を図 3.2.3 に示す。図中 No.1～3（4～6）とは、発電機関の No.1～3（4～6）シリンダ集合出口（過給機入口）を示している。

警報点は 630 であるが、これに達することなく負荷運転を行えており、また、工場運転結果（周囲温度 19 ）とも近似しており、結果良好であった。

なお、100%負荷運転時の温度は以下の通りであった。

計測項目	温度（ ）
発電機装置給気温度	31
発電機装置排気温度	34
発電機関過給機入口空気温度	36

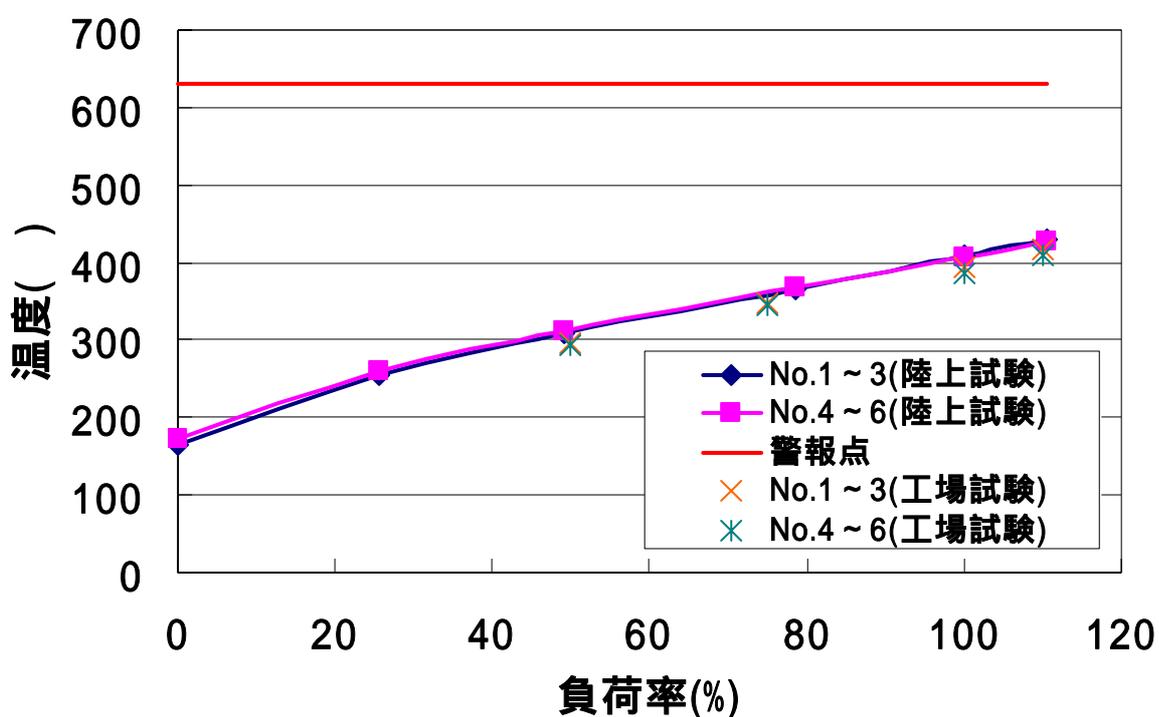


図 3.2.3 発電機関 排気ガス過給機入口温度

詳細については、

添付資料 6 負荷運転試験記録
を参照。

3.2.4 振動・騒音計測

コンテナ型常用発電機装置から発生する騒音、および各部の振動を計測し、異常な騒音や振動を発生していないことを確認した。

1) 騒音について

コンテナ型常用発電機装置としての規制は存在しないが、本装置がデッキ上に搭載されることから、船内環境に対して、また頻繁に港湾へ寄港することも考慮すると、騒音値は低い方が望ましい。しかしながら、騒音値を際限なく低減することは、排気消音器や通風機の大形化を招き、好ましくない。

低騒音化を図る上で、コンテナ型常用発電機装置の機器が配置可能であること、また陸上用パッケージ発電機などの例も参考に、コンテナ型常用発電機装置からの騒音値は目標値を A 特性音圧レベル 85dB と定め、機器選定を行っている。

コンテナ型常用発電機装置を運転した際の騒音計測場所を図 3.2.4-1 に、また、計測結果を表 3.2.4-1 に示す。

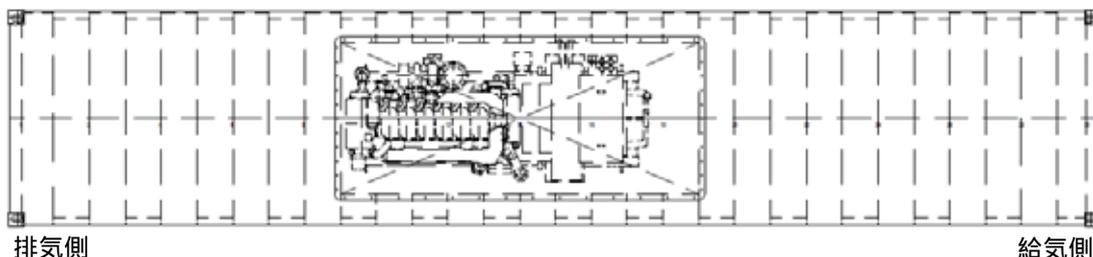


図 3.2.4-1 . 騒音計測場所

No.	負荷 %	A-weighted Sound Pressure Level dB					
1	0	75.8	70.7	70.2	76.6	71.3	70.5
2	25	75.9	72.6	71.8	77.4	72.6	72.1
3	50	76.2	72.5	74.5	78.1	73.7	72.2
4	75	75.8	73.7	76.8	82.0	74.8	72.3
5	100	76.3	76.3	78.7	85.0	75.8	74.8
6	110	76.5	77.3	79.7	86.6	76.1	75.2

注1: コンテナ高さ中央、表面から1m位置にて計測

注2: 暗騒音補正済み

表 3.2.4-1 . 騒音計測結果

結果：

-) 設計目標値である A 特性音圧レベル 85dB(100%負荷時)を満足していた。
-) 排気出口側 () の騒音レベルが最大であった。
-) 給気側 () は発電機関から最も離れた位置であるため発電機負荷の影響が小さく、発電機負荷と騒音レベルの相関が低かった。その他の位置 (~) では発電機負荷上昇と共に騒音レベルも増加した。

2) 振動について

振動も騒音と同じく、コンテナ型常用発電機装置としての規制は存在しないが、本装置から搭載船舶への過大な振動がない方がよい。

本発電機装置では、発電機関および発電機を防振ゴムで支持する仕様としており、陸上試験におけるコンテナ型常用発電機装置完成状態での振動レベルを計測した。

発電機関防振ゴム上、ゴム下および発電機装置外板部の計測結果を表 3.2.4-2 に示す。

表 3.2.4-2 振動計測結果

計測位置	計測条件			規格値 (rms)	振動値(rms)
					100%負荷
コンテナ外板	X 前後	加速度	m/s ²		0.4
		速度	mm/s		0.3
		変位	mm		0.00
	Y 左右	加速度	m/s ²		2.0
		速度	mm/s		4.2
		変位	mm		0.01
	Z 上下	加速度	m/s ²		0.6
		速度	mm/s		0.6
		変位	mm		0.00
機関据付 足 防振ゴム上	X 前後	加速度	m/s ²	< 27.9	13.8
		速度	mm/s	< 44.3	4.7
		変位	mm	< 0.283	0.02
	Y 左右	加速度	m/s ²	< 27.9	11.6
		速度	mm/s	< 44.3	9.1
		変位	mm	< 0.283	0.03
	Z 上下	加速度	m/s ²	< 27.9	8.4
		速度	mm/s	< 44.3	5.3
		変位	mm	< 0.283	0.01
機関据付 足 防振ゴム下	X 前後	加速度	m/s ²		1.5
		速度	mm/s		0.5
		変位	mm		0.02
	Y 左右	加速度	m/s ²		0.9
		速度	mm/s		1.2
		変位	mm		0.01
	Z 上下	加速度	m/s ²		1.2
		速度	mm/s		1.5
		変位	mm		0.01

規格値：ヤンマー社内規格（ISO 10816-6:1995 に準拠）による

結果：コンテナ型常用発電機装置における最大の起振源である発電機関の振動値レベルは、規格値を十分に満足している。

また発電機装置外板で最も振動が大きい部分を計測したが、外板 Z（上下）方向の変位は 0.00mm であり、計測不能なレベルであった。振動は十分に小さく、船体に搭載した場合においても振動により船体に悪影響を与えるレベルにないと考えられる。



図 3.2.4-3 コンテナ型常用発電機装置外板振動計測

3.2.5 傾斜運転試験

コンテナ型常用発電機装置の動揺に対する検討として、発電機関の L0 がエアを吸い込まないようにオイルパンの構造を検討している。

陸上試験において、ローリング方向におけるルール要求最大の静的傾斜である 15° の傾斜架台を作成し、コンテナ型常用発電機装置を本架台の上に設置し、運転を行った。

通常、L0 がエア噛みを起こした場合には、L0 の圧力が変動を繰り返し、L0 圧力低下警報が発報する。本試験では、運転中、L0 の圧力低下警報が発報せず、L0 圧力の状態がほぼ一定であることを確認した。



図 3.2.5-1 傾斜架台



図 3.2.5-2 傾斜運転

結果：発電機関の L0 圧力、その他警報が発報されることなく運転でき、L0 圧力も変動することなく、結果良好であった。

また、傾斜運転後に、本発電機装置内部の油漏れ、その他異常がないことを確認し、結果良好であった。



図 3.2.5-3 発電機関



図 3.2.5-4 発電機

3.2.6 並列運転試験

H22 年度実施予定の実船試験において、船内発電機とコンテナ型常用発電機装置の並列運転は行わない。また、並列運転が出来ない電路である。しかしながら、本開発では、将来に向け船内既存発電機とコンテナ型常用発電機装置とで容易に並列運転を行うことが出来るよう技術の構築を行ってきた。

通常、船内発電機のドループ特性は、完成図書（発電機関メーカー工場試験出荷時の試験成績書）を確認すればよいが、本開発では、レンタルした発電機を船内発電機と仮定したために、ドループ特性を計測した。

負荷投入は乾式負荷装置にて行い、無負荷から 100%負荷まで投入、各負荷における周波数を計測し、ドループ特性を求めた。

計測の結果、船内発電機のドループ特性は 2.9%であった。

コンテナ型常用発電機装置は、機関製造工場におけるドループ特性とガバナコントローラのパラメータ設定の関係により、PC を用い、ガバナコントローラにパラメータを入力するのみで、ドループ特性の設定が可能である。

したがって、コンテナ型常用発電機装置のドループ特性も 2.9%となるよう PC による設定を行い、また、特性をおよそ 2 倍に外した場合として 6%の設定とし、それぞれの場合において並列運転試験を実施した。

コンテナ型常用発電機装置のドループ特性を 6%に設定した場合の並列運転試験結果を図 3.2.6-1 に示す。

本図は、周波数 60Hz にてコンテナ型常用発電機装置と船内発電機との負荷分担率をそれぞれ 67%に合わせ、ガバナを操作せずに負荷だけを減じた時の挙動を示している。

負荷を減じていくと、ドループの大きな発電機の方が負荷を背負い、負荷分担に不均衡を生じていることが分かる。

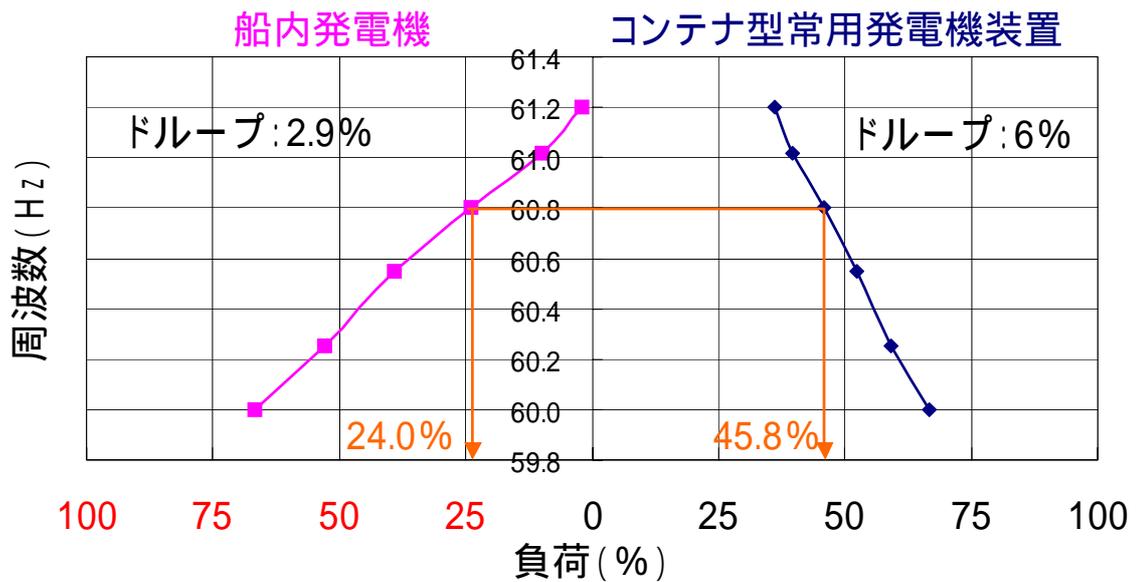


図 3.2.6-1 並列運転試験結果 (ドロップ 6%)

この状態から PC による簡単な設定変更により、船内発電機と負荷平衡がとれた並列運転を行うことが可能であることの確認が必要である。

ドロップの設定変更は、パラメータを変更するのみで行えるようにしている。

次に、PC によりコンテナ型常用発電機装置のドロップを 2.9% に設定変更し、並列運転を行った場合の試験結果を図 3.2.6-2 に示す。

試験の結果、船内発電機と、平衡のとれた負荷分担を行っており、PC による設定変更の有効性が確認出来た。

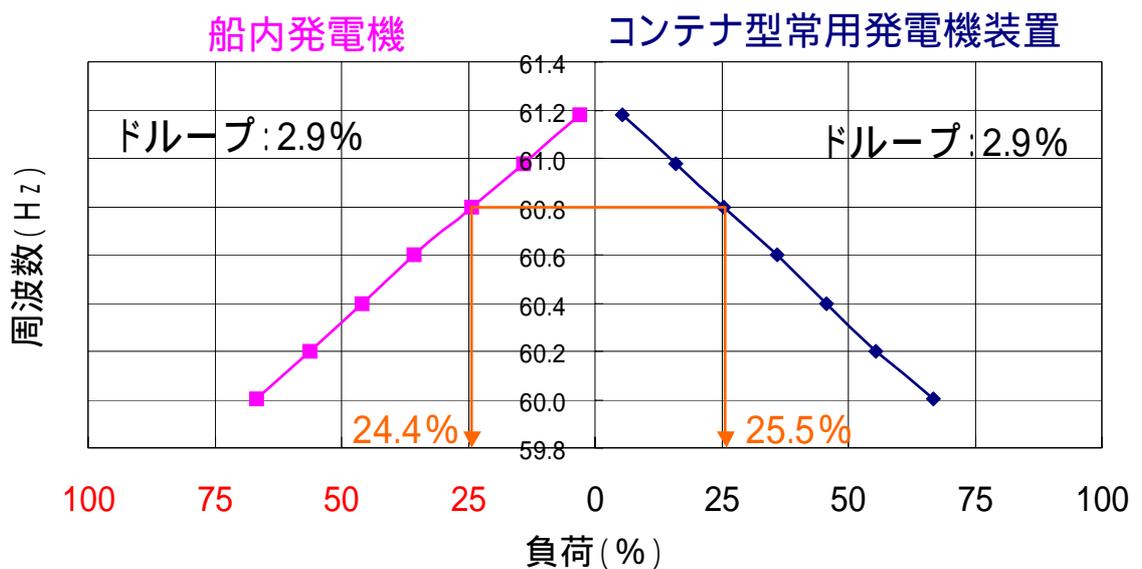


図 3.2.6-2 並列運転試験結果 (ドロップ 2.9%)

なお、並列運転の評価基準としては、NK 鋼船規則 H 編 2.4.14 交流発電機が挙げられる。

これによると、

-4.「交流発電機を並列運転する場合、各機の有効電力の不均衡は、各機の定格出力の総和の 20%と 100%の間のすべての負荷において、各機の定格出力による比例配分の負荷と各機の出力との差がそれぞれ最大機の定格有効電力の 15%又は各機の 25%を越えることなく、安定運転できるものでなければならない。」とある。

コンテナ型常用発電機装置と今回使用した船内発電機（レンタル発電機）の発電機容量は、下記の通りである。

コンテナ型常用発電機装置	: 440kW
船内発電機（レンタル発電機）	: 400kW

60.8Hz の場合を例に取ると、総負荷率 25.0%（440kW+400kW に対する）に対し各発電機の負荷率は 24.4%と 25.5%となっており、電力の不均衡はそれぞれの発電装置で 2kW 程度となる。

（コンテナ型常用発電機装置	: 440kW × 0.5% = 2.2kW）
（船内発電機（レンタル発電機）	: 400kW × 0.6% = 2.4kW）

一方、最大機（コンテナ型常用発電機装置）の定格有効電力の 15%は 66kW である。

（コンテナ型常用発電機装置	: 440kW × 15% = 66kW）
---------------	-----------------------

また、各機の定格有効電力の 25%は、

コンテナ型常用発電機装置	: 440kW × 25% = 110kW
船内発電機（レンタル発電機）	: 400kW × 25% = 100kW

であることから、電力の不均衡は極めて小さく、問題なく並列運転を行っていることが分かる。

3.2.7 温度上昇試験

コンテナ型常用発電機装置は、デッキ上に搭載されるため温度条件が厳しいと考えられる。

よって、運転状態にてコンテナ型常用発電機装置内部温度に、問題となる高温部が発生していないかを確認する必要がある。

温度計測箇所は、下記の 18 箇所で計測を行った。

発電機盤内部温度
発電機盤周囲温度
給気温度
排気温度
発電機関周囲温度 1
発電機関周囲温度 2
発電機関周囲温度 3
発電機関周囲温度 4
過給機空気入口温度
発電機周囲温度 1
発電機周囲温度 2
発電機周囲温度 3
外板温度 1
外板温度 2
外板温度 3
外板温度 4
外板温度 5
外板温度 6

試験結果：

発電機周囲温度、発電機盤周囲温度、発電機盤内部温度など機器の連続運転に支障をきたす部分での温度上昇が基準値を超えることは無かった。

添付資料 8 温度上昇試験記録 を参照。

3.3 実船試験

実船試験で行った内容は下記の通りである。

- 1) 陸上試験終了後、コンテナ型常用発電機装置を搭載可能とするための既存船への搭載用工事を実施する。
- 2) 搭載用工事終了後、コンテナ型常用発電機装置を搭載、国土交通省の立会を受ける。
- 3) さらに、実運航にてコンテナ型常用発電機装置を運転し、問題なく稼動することを確認する。

3.3.1 搭載用工事内容

1) 実験対象船「いくた」について

コンテナ型常用発電機装置を試験搭載して実際の使用状態に於ける運転が異常無く稼動することを確認するための実験対象船として井本商運(株)所属の内航コンテナ船「いくた」を提供いただいた。「いくた」は平成 18 年に大旺造機(株)にて建造された 749 総トンのコンテナ専用船である。現在、(株)イコ - ズ乗組員にて国内各所へのコンテナフィ - ダとして運航されている。平成 22 年 10 月 1 日より 5 日の間で搭載用工事が行われた。搭載用工事は広島県尾道市の向島ドック(株)にて行われた。

2) 搭載用工事内容

コンテナ型常用発電機装置を搭載するにあたり、「いくた」には下記の工事が行われた。

(1) コンテナ型常用発電機装置搭載部分の架台設置工事

元々本船には 40 フィ - ト及び 20 フィ - トコンテナを搭載する為のツイストロック用の座は準備されている。それに加えて固定用ボルト (M36) 座を 8 箇所甲板上に追加装備した。

(2) 既設主配電盤の冷凍コンテナ給電盤の改造

既設主配電盤の冷凍コンテナ給電盤は発電機盤と 440 V 給電盤の間に装備されており発電機盤から 440 V 給電盤へ横母線が貫通している。コンテナ型常用発電機装置は冷凍コンテナにのみ給電しなければならないので冷凍コンテナ給電盤内部での母線構成を変更する改造が必要となった。そこで冷凍コンテナ給電盤には新しく専用の母線を装備し、これにコンテナ型常用発電機装置からの電力が供給できるようにした。

(3) 継電器盤増設工事

コンテナ型常用発電機装置は遠隔操作で運転停止が可能である。しかし、実際の給電操作では電圧・周波数を確認してから給電を開始する。給電開始操作は本船の監視室内で行われなければならない。コンテナ型常用発電機装置と冷凍コンテナ給電盤とを連結するための継電器盤を新たに増設

した。この継電器盤にてコンテナ型常用発電機装置の遠隔操作および警報監視を行う。

(4) 冷却海水ポンプ及び始動器追装工事

コンテナ型常用発電機装置には本船側から冷却海水の供給が必要である。そのため、冷却海水ポンプ(含む駆動電動機)及び始動器追装工事を行った。

(5) 燃料移送ポンプ及び始動器追装工事

コンテナ型常用発電機装置には本船側から燃料油の供給が必要である。そのため、燃料油移送ポンプ(含む駆動電動機)及び始動器追装工事を行った。

(6) 主電路接続用接続箱追装工事

コンテナ型常用発電機装置の電力を冷凍コンテナ給電盤へ供給するにあたりコンテナ型常用発電機装置から取り出された電力を船体側へ受け渡しをする電力用接続箱が必要である。そのための主電路接続用接続箱の増設工事を行った。

(7) コネクタ接続箱追装工事

供給電力以外に、制御電源・制御信号及び監視用信号を中継するためのコネクタ接続箱の増設工事を行った。

(8) コンテナ型常用発電機装置との取り合い配管工事

コンテナ型常用発電機装置への燃料及び冷却海水は機関室内から搭載するデッキまで固定配管で供給ル - トを確保する。そのための配管工事を行った。

(9) コンテナ型常用発電機装置から監視室までの電装工事

コンテナ型常用発電機装置の電力及び各種インタ - フェイス信号などを搭載デッキ付近から監視室まで繋ぎ込む必要がある。そのための電装工事を行った。

詳細については添付資料 9 搭載用工事写真集を参照。

3.2.2 搭載後の発電装置立会検査

発電装置が船舶に搭載され実稼動する前に国土交通省立会のもとに各種確認試験を行わなければならない。コンテナ型常用発電機装置についても初めての試みであり搭載用工事直後の試験が必要となる。

全負荷試験に関しては、工事期間等の関係で国土交通省尾道海事事務所より気仙沼海事事務所へ委嘱検査依頼が行われ、陸上試験後に別途気仙沼海事事務所立会のもとに全負荷試験を実施し事前の検査が終了している。

搭載用工事完了時においても、各種確認試験が行われ検査を終了している。

3.3.3 実船試験内容と結果

1) 実船試験の方法

多忙を極め、そのため予定変更が多く、国内各地を回る本船にタイミングよく乗船することは困難であるので、あらかじめ継電器盤内に組み込まれた監視装置に運転中の電力・温度・圧力などのデータを蓄積してそれを取り出せるように機能を持たせている。

冷凍コンテナを搭載し、コンテナ型常用発電機装置から給電した時の各種データを別途回収して解析を行うこととした。

2) 試験結果

平成 22 年 11 月 3 日～4 日及び 11 月 24 日～25 日にかけての運転データが入手できた。

(1) 航海状態での連続運転における潤滑油へのエア噛みの有無

機関の連続運転に必要な不可欠な潤滑機能が船舶の揺れにより潤滑油吸い込み口よりタンク内の空気を噛み込むと圧力低下を招き安全装置が作動して機関が危急停止に至る。検討段階で船舶の揺れを考慮して対策を講じているが、実際の運転状態で問題ないかの確認が重要な検証項目であった。

航海中の潤滑油圧力変動を確認した結果、エア噛みによる圧力低下は発生しておらず問題が無いことが確認された。

(2) 内部機器及び機器周辺の温度上昇について

コンテナ型常用発電機装置は A デッキ甲板上に設置されているので日中は直射日光にさらされる。明け方から直射日光が当たるとコンテナ外板の温度は上昇するが、内部の空気温度は、45 を超えることなく推移している。

機関、発電機及び発電機盤などの機器の周囲温度は 45 以下であることが性能の条件であるが、内部空気温度が 45 以下のため問題が無いことが確認された。

3) 実船試験データ

コンテナ型常用発電機装置を実船に搭載し、計測した詳細なデータを以下に示す。なお、この試験では、冷凍コンテナは全てホールド内にあり、コンテナ型常用発電機装置は、全ての冷凍コンテナへの給電を行っている。

実船試験は、下記の日程にて実施した。

実船試験 1

日程 : 平成 22 年 11 月 3 日 ~ 4 日
航路 : 横浜本牧港 ~ 神戸港
天候 : 晴
風力 : 3 ~ 5
風向 : NE ~ E
外気温 : 18 ~ 26 度 (発電機装置給気側にて計測)
冷凍コンテナ搭載数 : 32 本

実船試験 2

日程 : 平成 22 年 11 月 24 日 ~ 25 日
航路 : 横浜本牧港 ~ 青森県八戸港
天候 : 晴
風力 : 5 ~ 3
風向 : NE ~ N
外気温 : 14 ~ 20 度 (発電機装置給気側にて計測)
冷凍コンテナ搭載数 : 30 本

(参考)

ビューフォート風力階級表

風力

3 : 大きい小波ができる。波がしらが砕けはじめる。あわはガラスのように見える。

ところどころに白波が現われることがある。

4 : 小さい波ができる。波長はやや長い。白波がかなり多くなる。

5 : 中ぐらいの波ができる。波長はずっと長くなる。

白波がたくさん現われる。(しぶきのできることがある)

(1) 実船試験 1 の計測結果

平成 22 年 11 月 3 日の実船試験結果

[図 3.3.3 (1) -1] コンテナ型常用発電機装置運転データ

横軸に時間経過を示し、縦軸に、発電機装置内気圧 (hPa)、発電機電力 (kW)、電圧 (V)、周波数 (Hz) 及び発電機潤滑油圧力 (MPa) を示す。各データは 5 秒ごとに採取しており、横軸のカウント 720 が 60 分 (=1 時間) に相当する。

発電機潤滑油がエア噛みを起こした場合、潤滑油圧力が低下し、最悪の場合、機関の異常停止に至るが、運転データより潤滑油圧力は工場試運転時と同じく 0.5MPa 近傍にて安定推移しており、エア噛みの様子は見られない。

発電機の電力はおよそ 140kW で安定しており、冷凍コンテナによる大きな負荷変動は見られない。

また、発電機装置内の気圧が断続的にわずかに上下を繰り返している。これは、発電機装置内温度により排気通風機が自動運転を行っているためであり、排気通風機が運転、発電機装置内気圧がわずかに低下し、逆に排気通風機が停止し、発電機装置内気圧が元に戻っていることが分かる。発電機装置内気圧の変化はわずか 1hPa であり運転性能になんら問題ないことが確認出来る。

[図 3.3.3 (1) -2] 給気温度、排気温度、発電機盤周囲温度、発電機盤内部温度、バッテリー室温度及び燃料油温度の温度推移

給気温度は最大 25、発電機装置からの排気温度も 28 程度であり、温度的になんら問題ないことが確認出来る。給気温度は、ほぼ発電機装置本体の外気温度に相当する。

[図 3.3.3 (1) -3] 発電機周囲温度 3 箇所 (発電機上方 1 箇所、左右各 1 箇所)、発電機潤滑油温度 4 箇所 (発電機潤滑油上方 2 箇所、左右各 1 箇所) の温度推移

図中、発電機潤滑油温度 4 (発電機潤滑油上方、発電機反直結側) が測定位置の関係上、最も高い温度となっているが、35 近傍で推移しておりなんら問題はない。

発電機潤滑油温度 4、及び発電機潤滑油温度 2 (発電機潤滑油上方、発電機直結側) の温度が時間経過とともにノコギリ状の温度推移をしている。発電機装置の排気通風機は、消費電力削減のため、発電機装置内の温度条件により自動発停するためであり、排気通風機が発電機装置内の温度を感知し、正常に作動していることが分かる。

[図 3.3.3 (1) - 4] 発電機装置外板温度 6 箇所の温度推移

外板温度は、発電機装置の運転（通風機の運転）と同時に冷却され、温度が下がっている。

(2) 実船試験 2 の計測結果

平成 2 2 年 1 1 月 2 4 日午後の実船試験結果

[図 3.3.3 (2) - 1] コンテナ型常用発電機装置運転データ

これまでと同じように、発電機潤滑油圧力は 0.5MPa 近傍にて安定推移しており、エア噛みなく運転を継続していることが分かる。

発電機の電力はおよそ 70 ~ 150kW 程度であり、時間により冷凍コンテナの負荷が変動している。

[図 3.3.3 (2) - 2] 給気温度、排気温度、発電機盤周囲温度、発電機盤内部温度、バッテリー室温度及び燃料油温度の温度推移

給気温度は 20 以下、発電機装置からの排気温度も 25 以下で推移しており、異常な値を示すことなく推移している。

[図 3.3.3 (2) - 3] 発電機周囲温度 3 箇所（発電機上方 1 箇所、左右各 1 箇所）、発電機潤滑油温度 4 箇所（発電機潤滑油上方 2 箇所、左右各 1 箇所）の温度推移

配置上、これまでのデータと同じく発電機潤滑油温度 4（発電機潤滑油上方、発電機反直結側）が最も高い温度となっており、時間の経過、発電機負荷の上昇に伴い温度上昇を示しているが、40 未満で推移しておりなんら問題はない。

[図 3.3.3 (2) - 4] 発電機装置外板温度 6 箇所の温度推移

同日は晴れであるが、本データは、午後 4 時半以降の夕方から夜間を示しており、外板温度は 20 未満の低い値を示している。いずれにしても、前述までのデータ通り、外板温度が何度であっても発電機装置内が異常な温度でないため問題はない。

コンテナ型常用発電機装置 運転データ

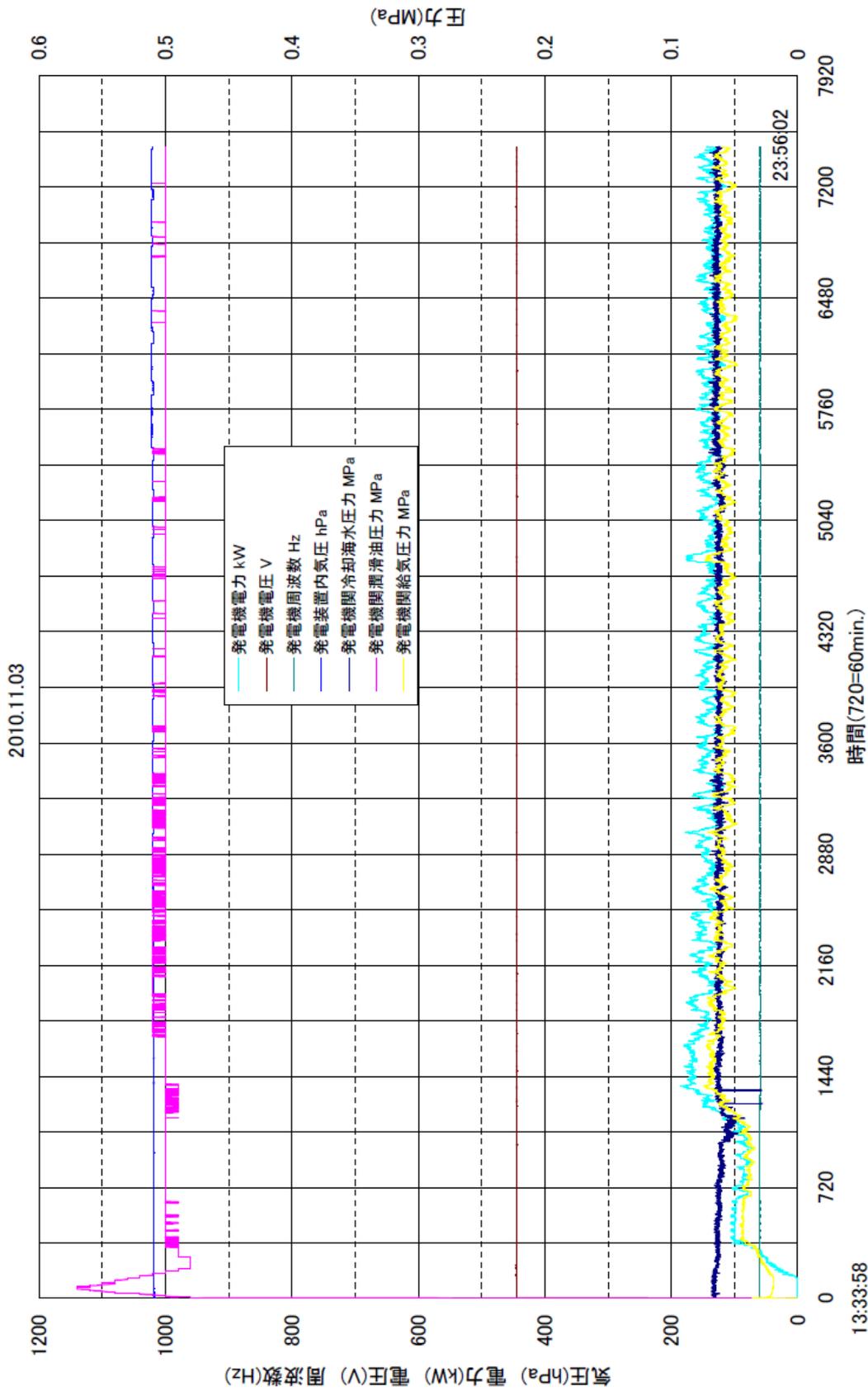


図 3.3.3 (1) -1 コンテナ型常用発電機装置運転データ

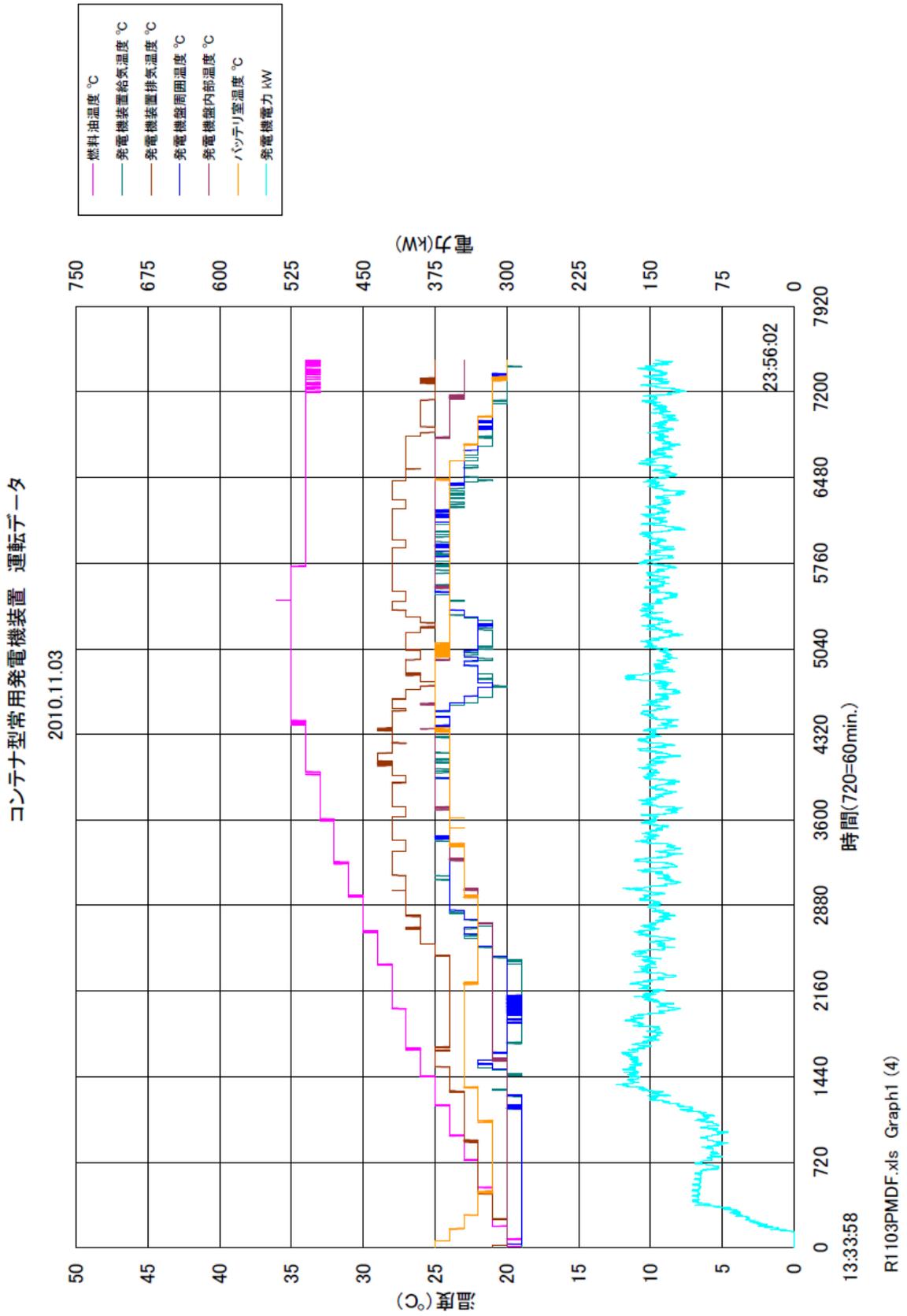


図 3.3.3 (1) -2 給気温度、排気温度、発電機盤周囲温度、発電機盤内部温度、バッテリー室温度及び燃料油温度の温度推移

コンテナ型常用発電機装置 運転データ

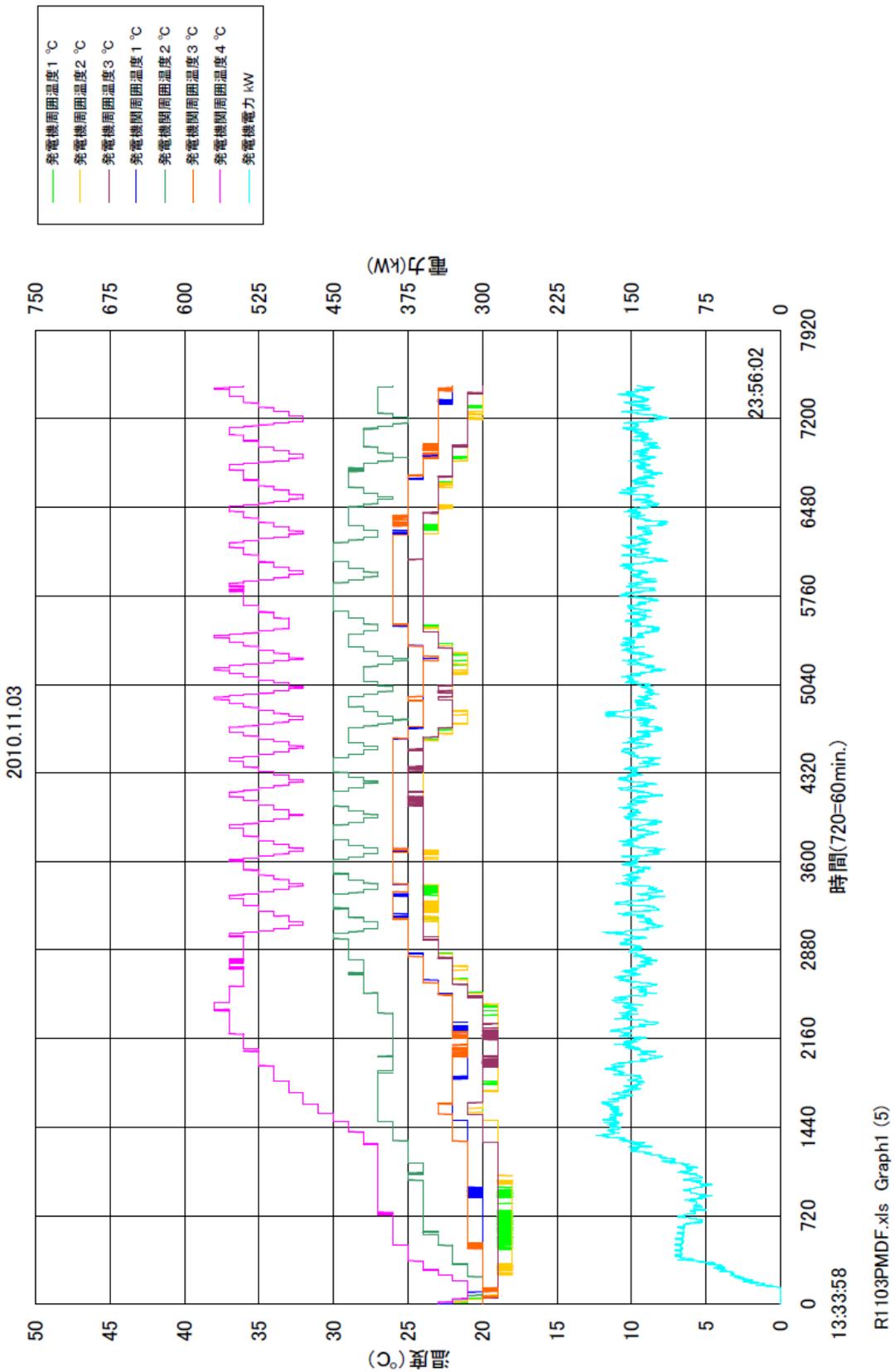
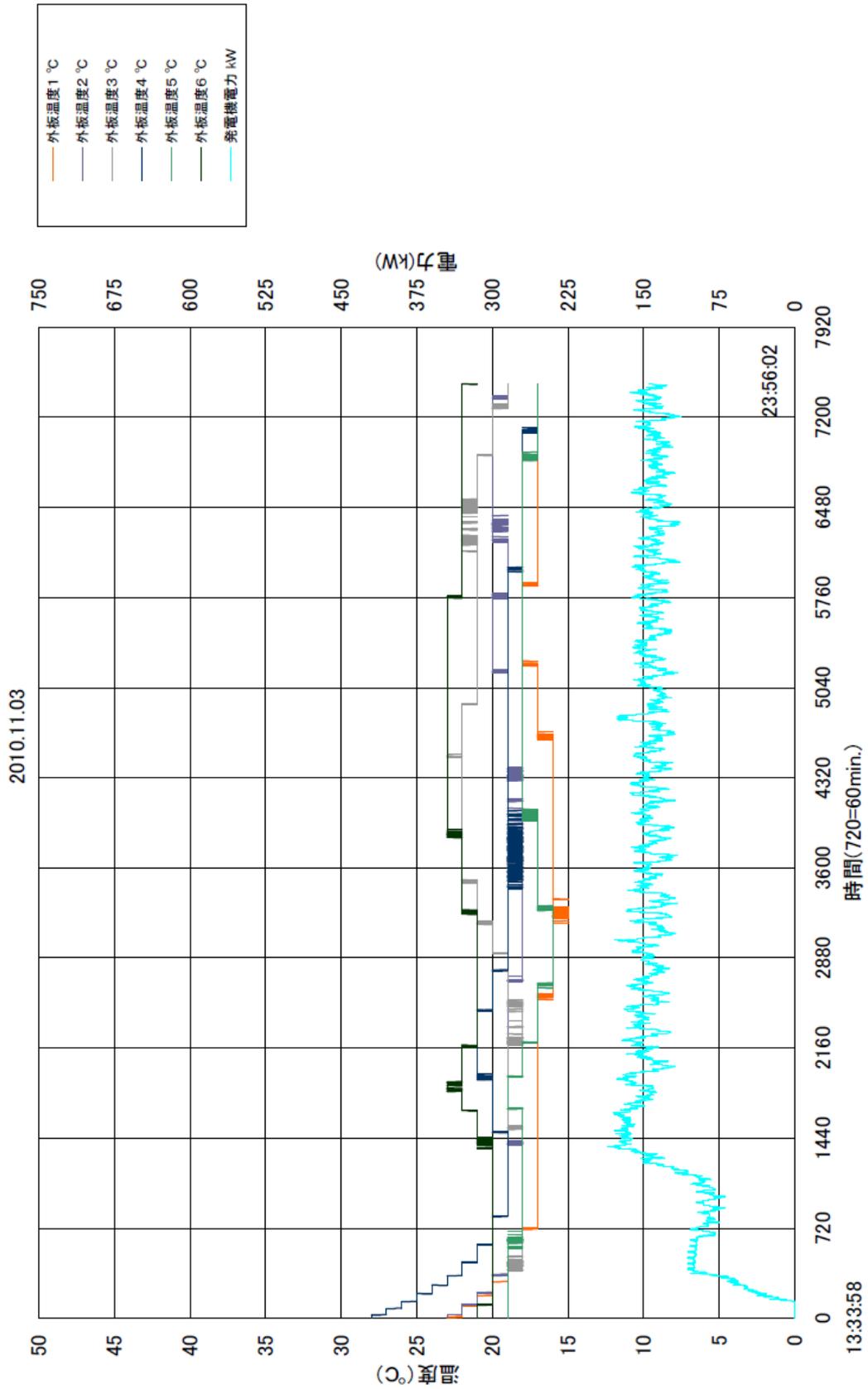


図 3.3.3 (1) -3 発電機周囲温度 3 箇所（発電機上方 1 箇所、左右各 1 箇所）
 発電機関周囲温度 4 箇所（発電機関上方 2 箇所、左右各 1 箇所）
 の温度推移

コンテナ型常用発電機装置 運転データ



R1103PMDF.xls Graph1 (6)

図 3.3.3 (1) -4 発電機装置外板温度 6 箇所の温度推移

コンテナ型常用発電機装置 運転データ

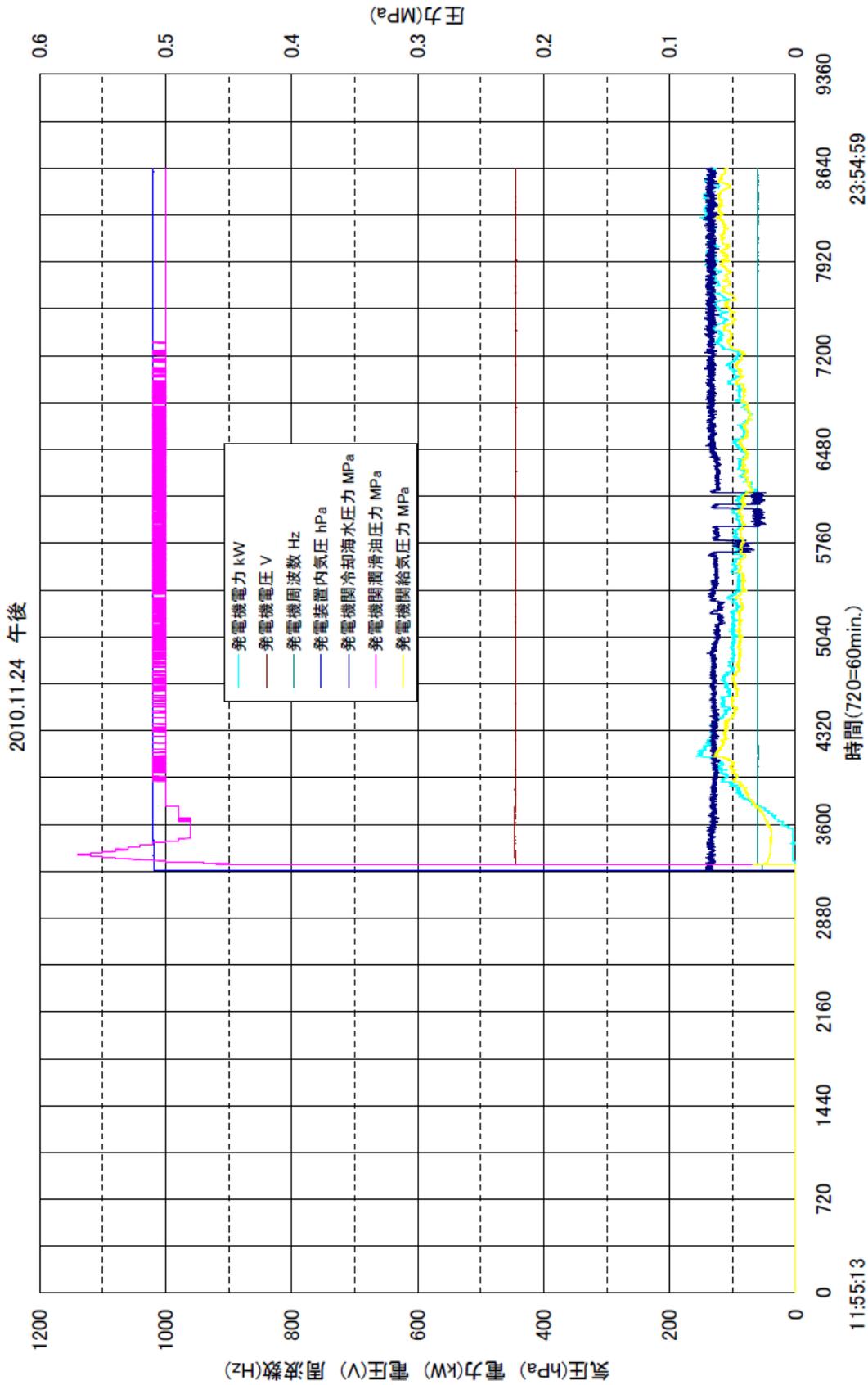


図 3.3.3 (2) -1 コンテナ型常用発電機装置運転データ

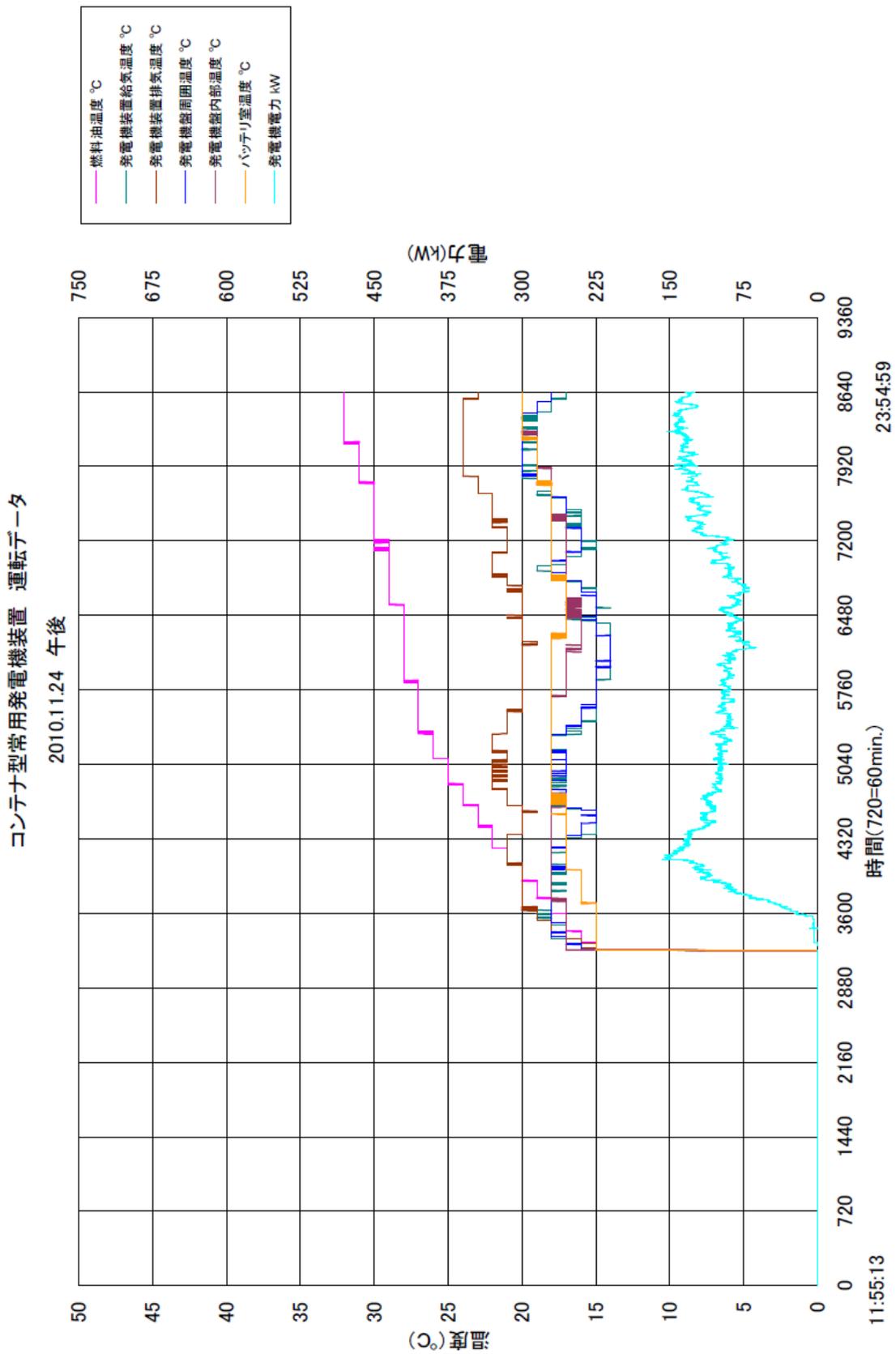


図 3.3.3 (2) -2 給気温度、排気温度、発電機盤周囲温度、発電機盤内部温度、バッテリー室温度及び燃料油温度の温度推移

コンテナ型常用発電機装置 運転データ

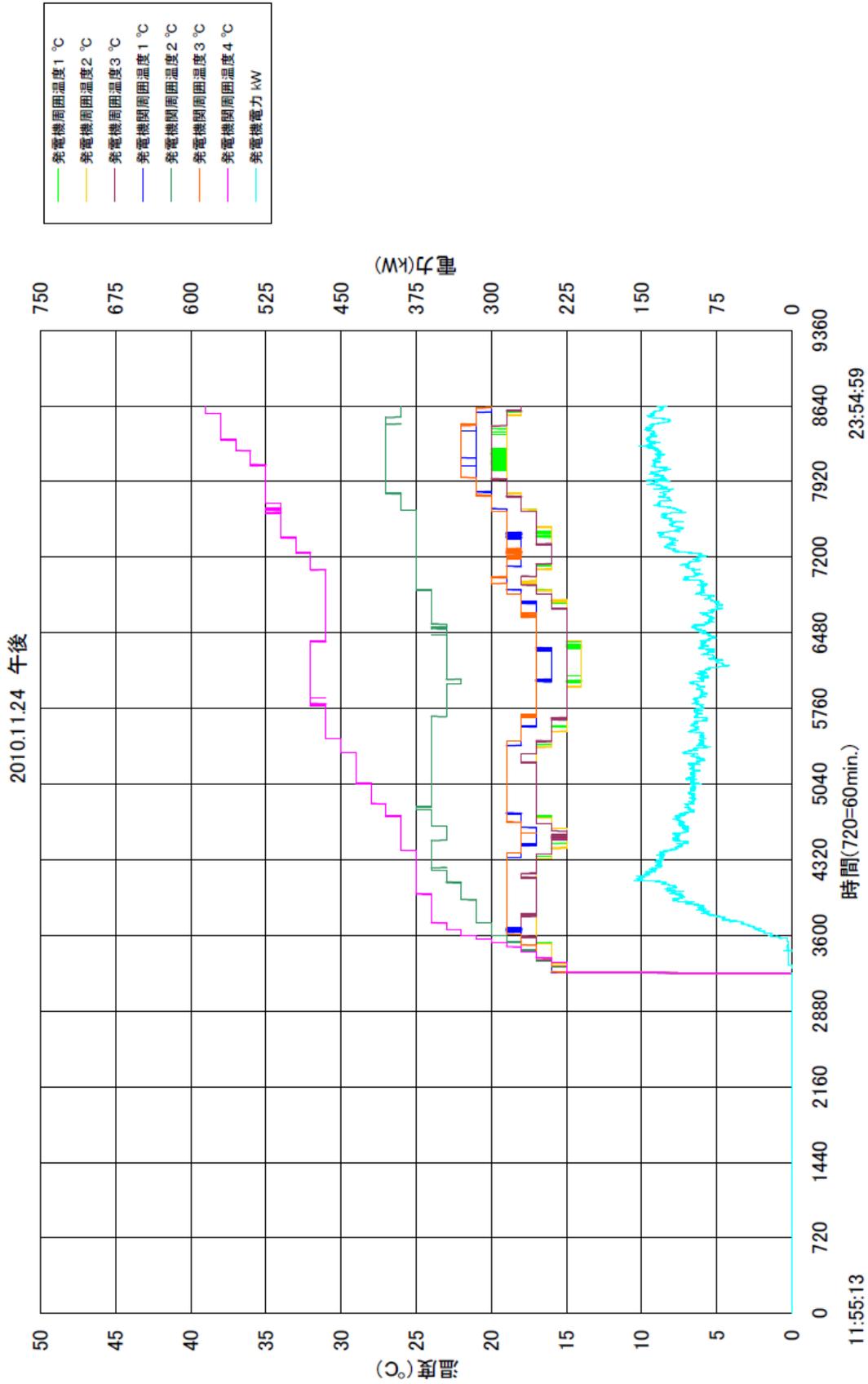


図 3.3.3 (2) -4 発電機装置外板温度 6 箇所の温度推移

4 本事業の成果

4.1 目標の達成

2年間に及ぶ本技術開発では、下記の2つの目標を掲げたが、いずれも達成することができた。

1) コンテナサイズの常用発電機装置とする。

40フィートコンテナサイズと同一寸法とし、関連規格を適用し、連続運転が可能な発電機装置として完成することが出来た。

構造面では、飛沫に対する風雨密構造、搭載時の吊り上げに対する強度、運用面では、運搬時のトレイへの搭載と積み下ろし等から一般のコンテナと同様に扱えることを実証した。

なお、今回は初号機のため、安全を考慮して8箇所のボルトによる固定を行っているが、貨物コンテナと同様に4隅のツイストロック装置でも問題ないことを今後の搭載実績で示すことができれば、更に利用しやすいものとなる。

2) 安全性と信頼性

今までにない新しい装置であることから、船内機関室の諸規則を適用ながら、消防、防火等の安全対策、動揺に対する対策、既存の船内発電機との並列運転等、の対応をはかった装置として完成させた。

短い実証試験期間ではあるが問題なく稼動しており、今後も運転実績を重ねていく予定である。

4.2 開発項目

本報告書2ページに記載のように、今回、開発すべき項目として、

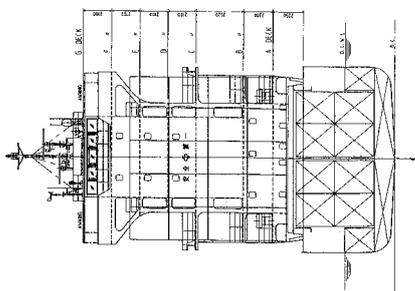
- 1) デッキ上の厳しい外気温度でも、装置内は0～45℃に保持される空調システム(海水利用クーラ、発電機関の冷却水の熱を利用したヒータなど)及びデッキ上での動揺に対応する技術の開発
- 2) 機関室の既存の発電機と増設するコンテナ型常用発電機との並列運転方法の開発
- 3) コンテナ型常用発電機装置の遠隔制御及び遠隔監視、さらに無人化運転を可能とする装置の開発

を挙げたが、いずれも完了することができた。

4.3 今後の展望

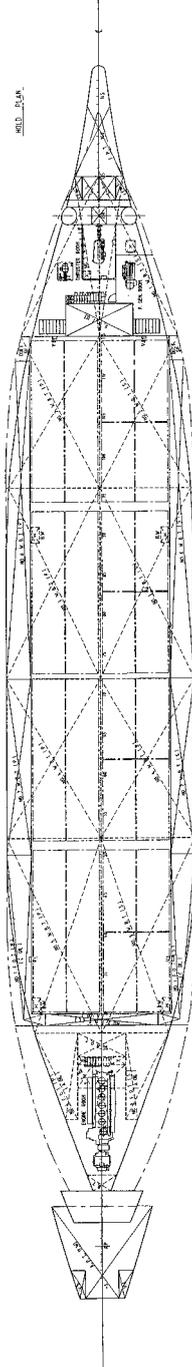
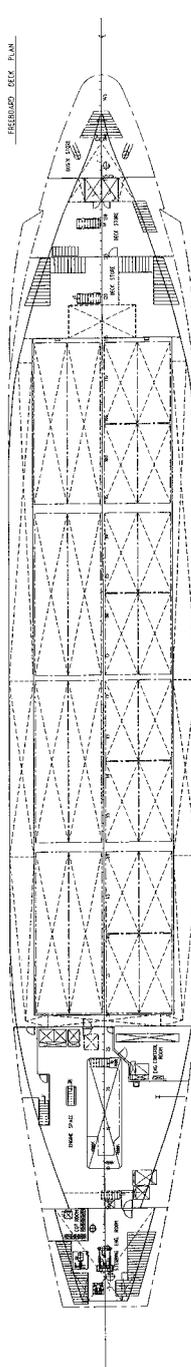
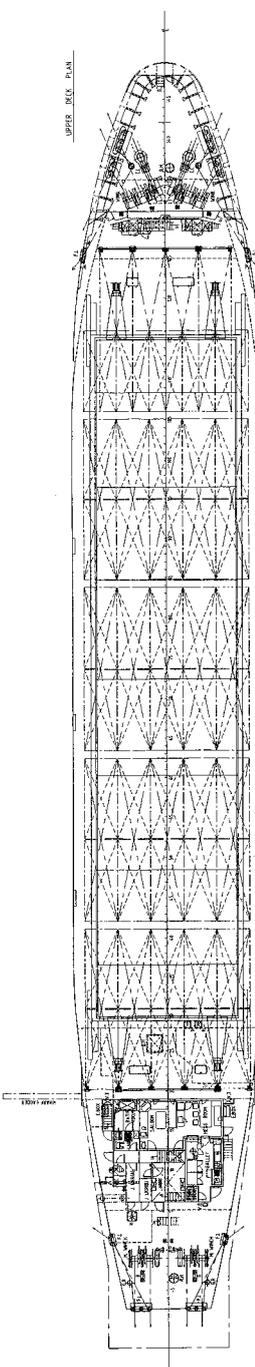
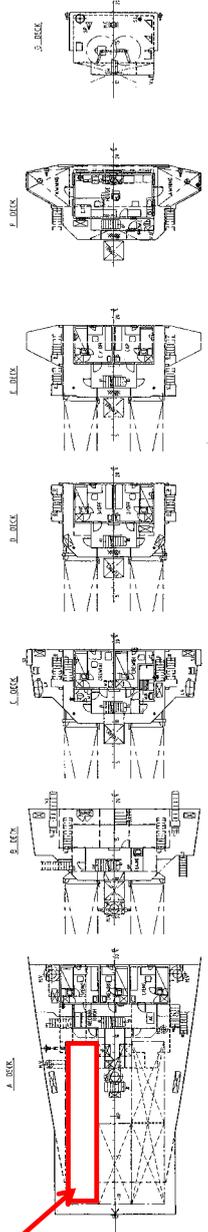
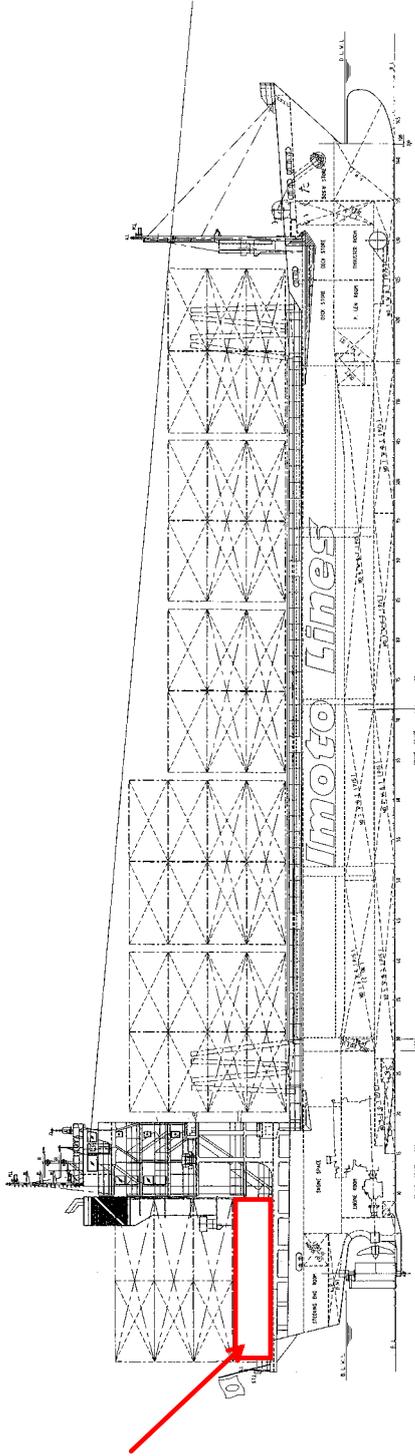
今後、さらに運転を継続し、長時間の実績を重ねて、商品化へと進めていく予定であり、内航コンテナ船の積載貨物の変化に応じた効率的な運航とモーダルシフトの推進等に寄与するものとしたい。

添付資料 1



PRINCIPAL DIMENSIONS

LENGTH (O.A.)	96.81 M
LENGTH (P.P.)	85.00 M
BREADTH (M.D.)	16.00 M
DEPTH (M.D.)	6.85 / 3.73 M
DRAFT (M.D.)	3.57 M
GROSS TONNAGE	749 T
MAIN ENGINE	2059 KW
SPEED (I TRIAL, MAX.)	15.18 KT
COMPLEMENT	9 P.
CLASS	JG R.O.C.C.S.



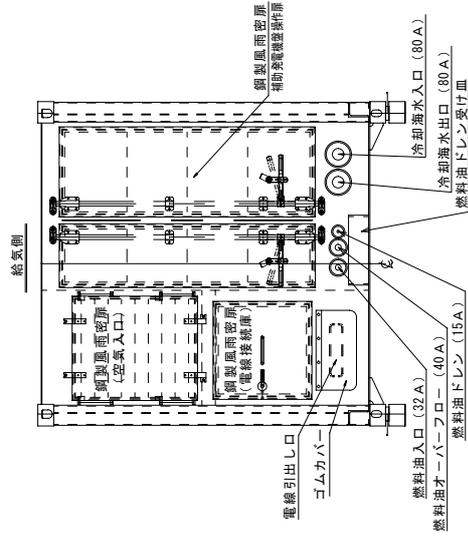
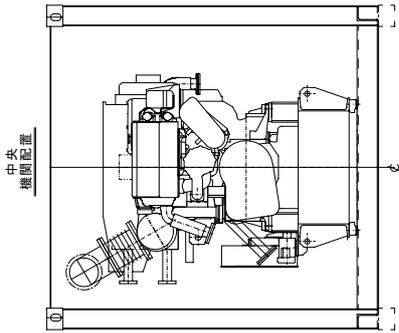
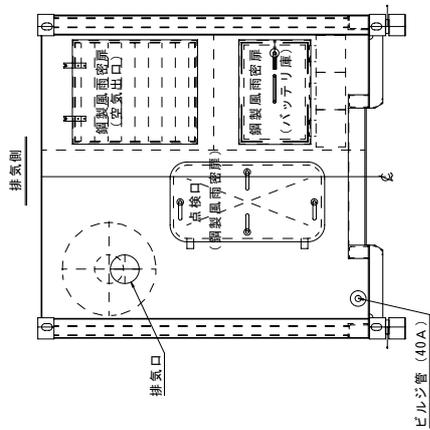
< 搭載場所 >
左舷船尾 A DECK 上
コンテナ型常用発電機装置の上には
他のコンテナを積まない。



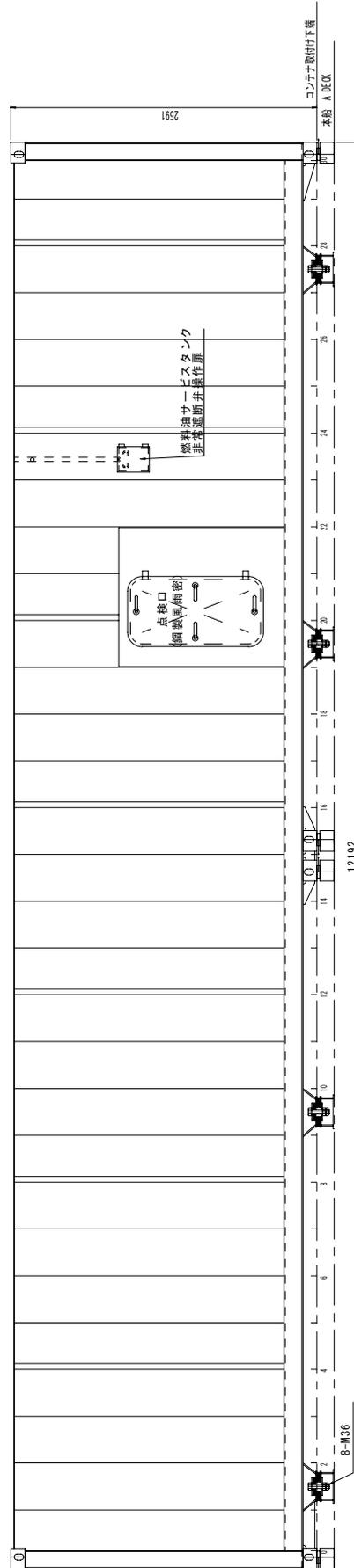
コンテナ型常用発電機装置搭載場所

船名	17705
船種	一般貨物船
船主	日本郵船株式会社
設計	丸山設計
建造	m.ohg
竣工	昭和 18 年 5 月 15 日
尺度	17200
船籍	5-N0 702

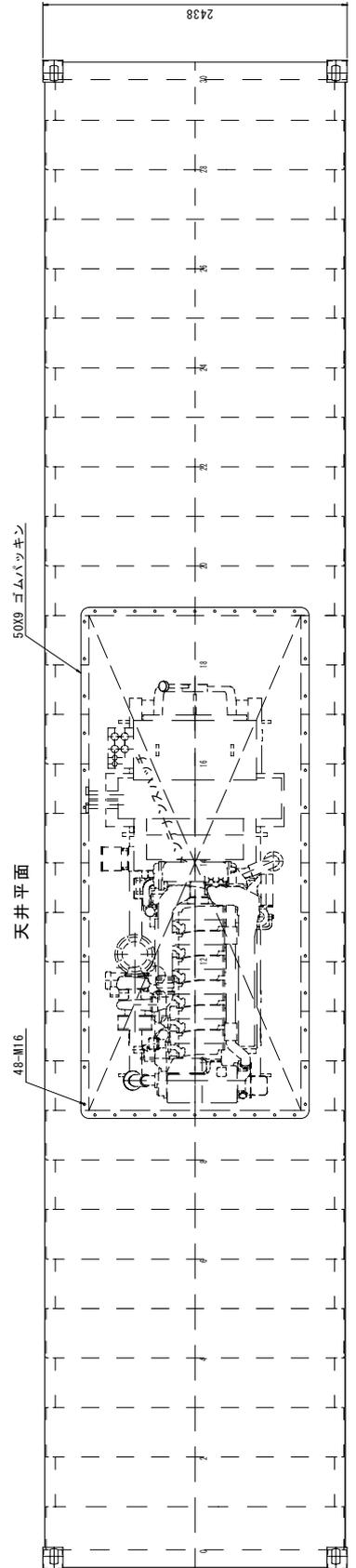
コンテナ型常用発電機装置 外形寸法



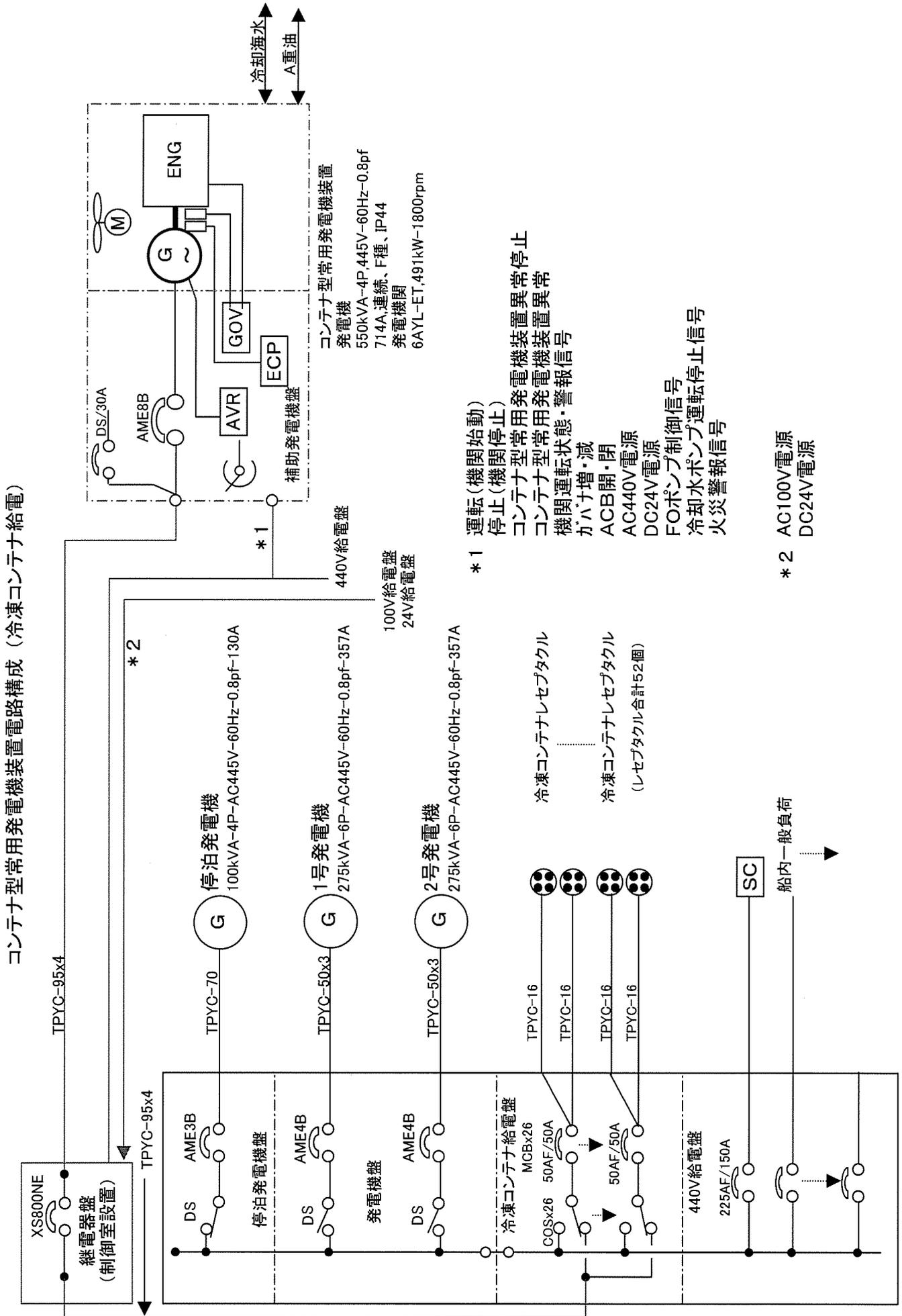
右舷側面



天井平面



添付資料 3 コンテナ型常用発電機装置運用計画



- * 1 運転(機関始動)
- 停止(機関停止)
- コンテナ型常用発電機装置異常停止
- コンテナ型常用発電機装置異常
- 機関運転状態・警報信号
- ガバナ増・減
- ACB開・閉
- AC440V電源
- DC24V電源
- FOポンプ制御信号
- 冷却水ポンプ運転停止信号
- 火災警報信号

- * 2 AC100V電源
- DC24V電源

添付資料 4 コンテナ型常用発電機装置 完成写真集



全 景



排気側



船体取り合い側



発電機関



発電機



気圧発信器



燃料油サ - ビスタンク



消化装置



ロ - カル B O X



発電機盤



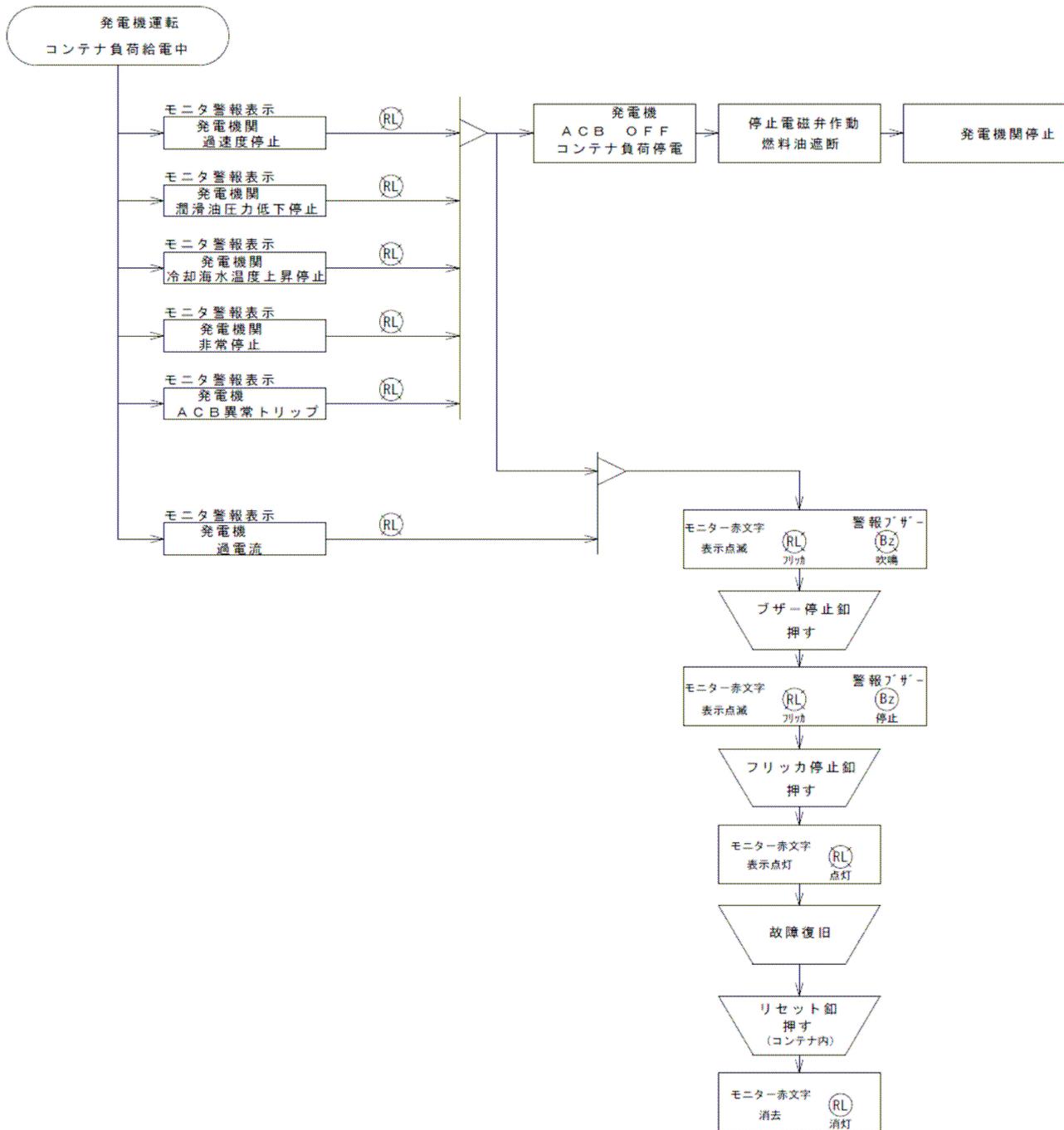
船内搭載する継電器盤



コネクタ接続箱及びレセプタクル

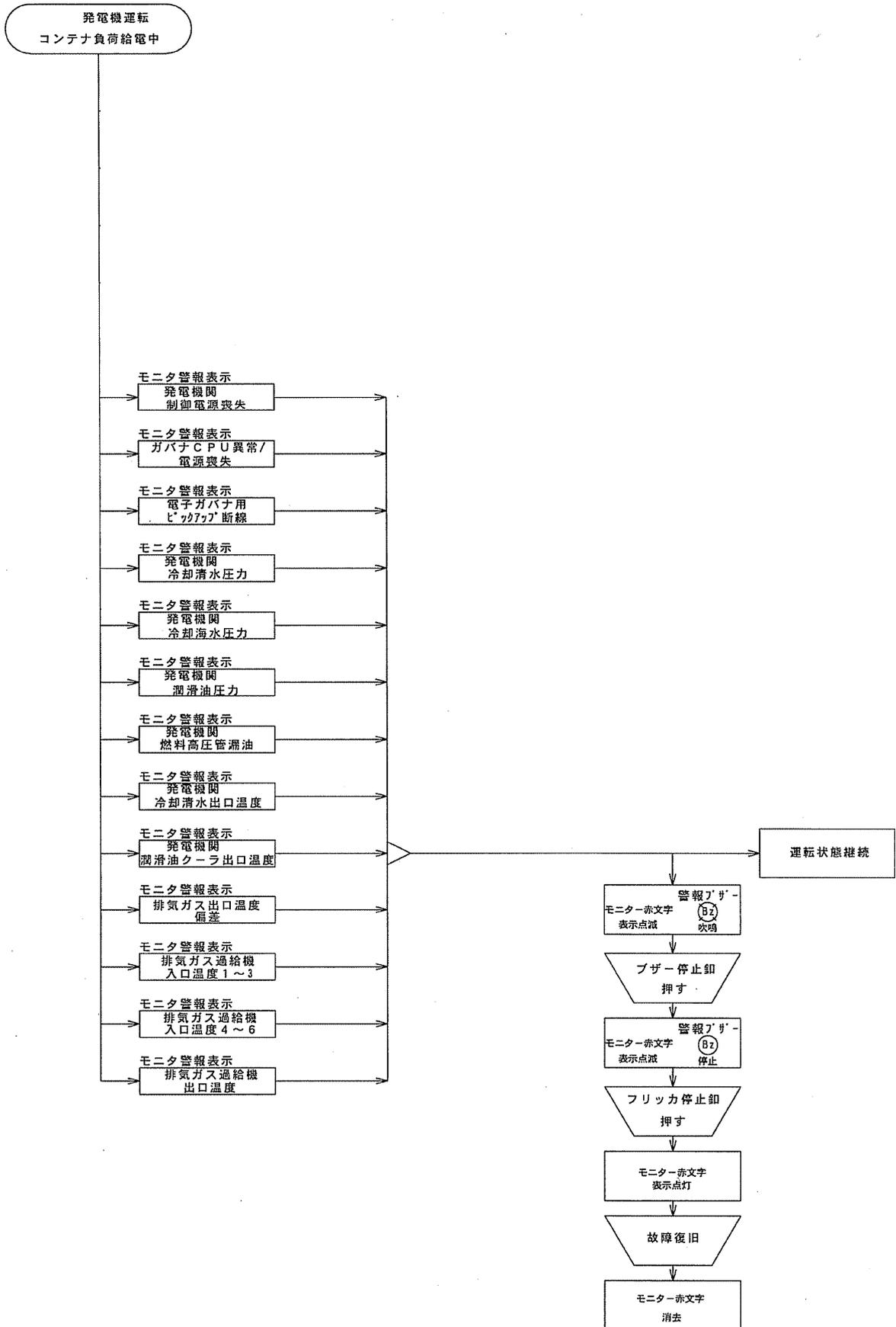
試験方法: 各異常項目について模擬信号を入力して動作フローを確認する。

遠隔運転 給電中の発電機装置安全装置動作フロー

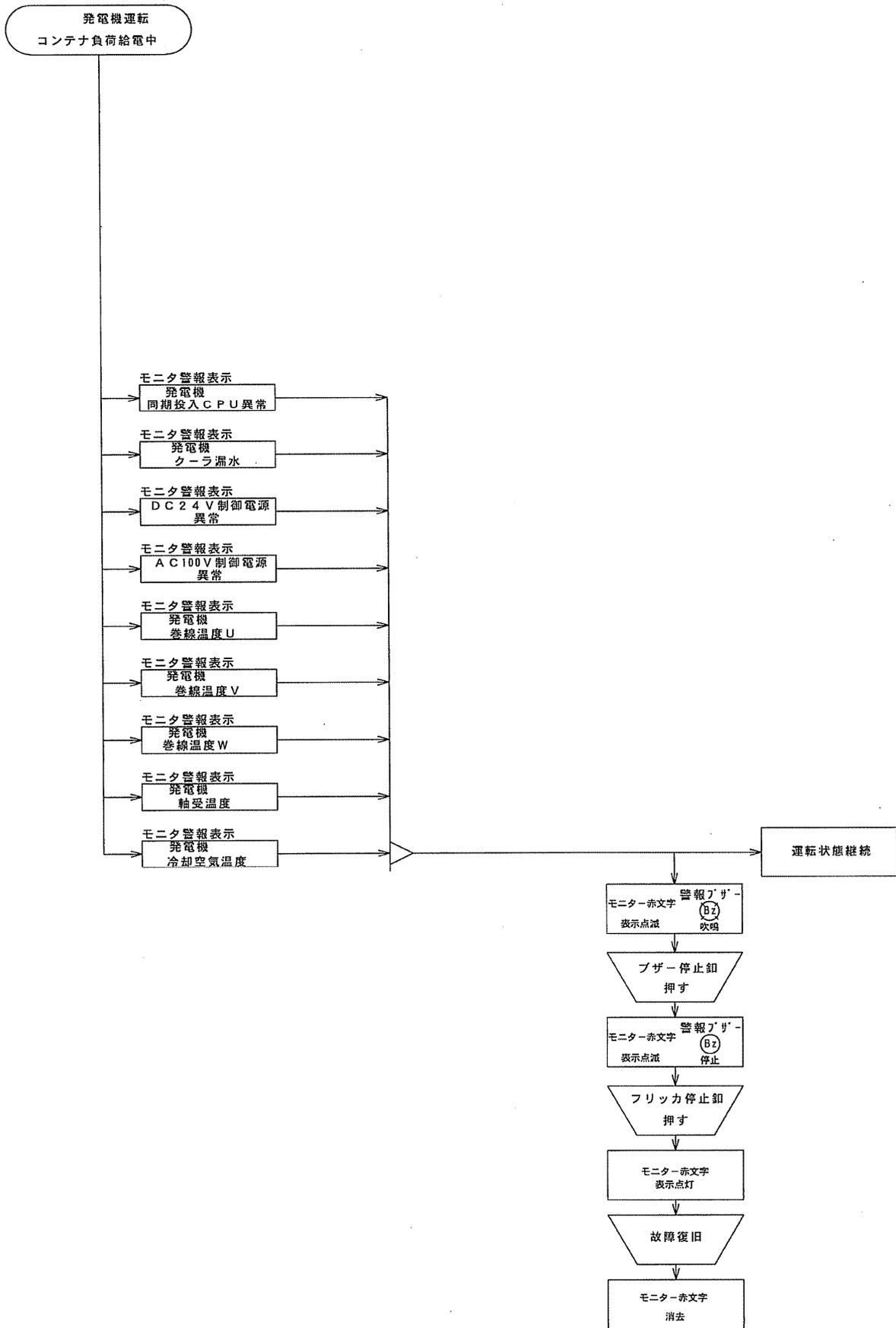


結果: 良

遠隔運転 給電中の 発電機異常発生時の動作フロー



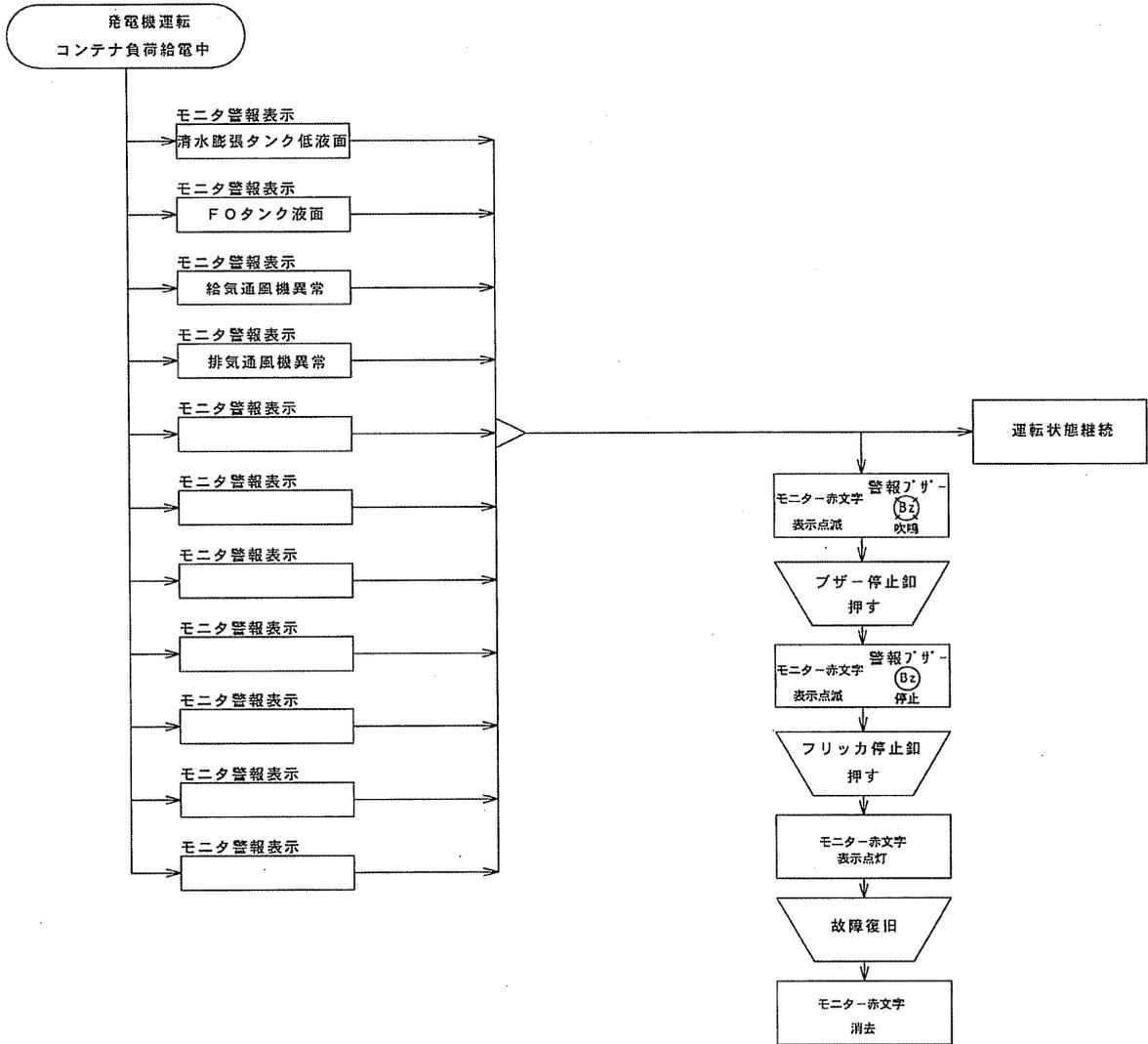
各異常項目について模擬信号を入力して動作フローを確認する結果: 良



各異常項目について模擬信号を入力して動作フローを確認する結果:

良

遠隔運転 給電中のその他異常発生時の動作フロー



各異常項目について模擬信号を入力して動作フローを確認する結果:

良

添付資料 6 負荷運転試験記録

試験方法

コンテナ型常用発電機装置を単独運転する。給気・排気通風機は運転。
 その他、点検口、扉は全て塞いだ状態。
 電圧・周波数を定格電圧・定格周波数に調整する。

負荷を増やしていく。その時の電圧、周波数、電流、電力を記録する。
 各負荷での運転時間は各20分とする。但し、100%のみ1時間運転とする。

各負荷時に機関及び発電機各部の温度、圧力を計測する。
 計測はコンテナ型常用発電機装置の中に入らずモニタリング装置により行う。
 計測項目は下記の通りとする。

注意事項 負荷の増減については445V-516kWの抵抗器負荷をステップ式に調整するので微調整出来ない。
 その為、適当なステップで負荷を調整し、その負荷を基準として計測する。

試験日時: 2010.06.25

負荷 (%)	25.5	49.1	78.6	100.2	110.5	0	
電圧 (V)	446	446	446	445	445	447	
周波数 (Hz)	59.65	59.2	58.8	58.3	58.2	60.1	
電流 (A)	150	282	454	573	634	0	
電力 (kW)	112	216	346	441	486	0	
機関圧力							常用値
冷却清水圧力 (Mpa)	0.188	0.189	0.188	0.18	0.179	0.154	0.1~0.25
冷却海水圧力 (Mpa)	0.045	0.045	0.045	0.044	0.044	0.047	≦0.2
潤滑油圧力 (Mpa)	0.5	0.5	0.49	0.49	0.48	0.53	0.44~0.54
機関給気圧力 (Mpa)	0.044	0.082	0.139	0.177	0.197	0.015	≦0.22
機関温度							
冷却清水出口温度 (°C)	73	74	74	74	74	73	75~85
冷却海水入口温度 (°C)	19	19	19	19	19	19	≦32
冷却海水出口温度 (°C)	24	26	29	31	33	24	-
潤滑油クーラ入口温度 (°C)	83	87	89	91	91	85	≦99
潤滑油クーラ出口温度 (°C)	79	82	83	83	83	80	≦92
機関給気入口温度 (°C)	24	26	31	35	37	23	-
過給機入口空気温度 (°C)	36	35	34	36	35	38	≦45
排ガス出口温度 1cyl (°C)	248	299	353	403	430	151	≦530
排ガス出口温度 2cyl (°C)	260	318	377	428	453	165	≦530
排ガス出口温度 3cyl (°C)	244	298	351	401	427	153	≦530
排ガス出口温度 4cyl (°C)	262	311	365	414	438	174	≦530
排ガス出口温度 5cyl (°C)	267	320	376	428	452	176	≦530
排ガス出口温度 6cyl (°C)	266	315	372	420	445	176	≦530
排ガス過給機入口温度 1-3 (°C)	255	310	365	409	431	164	≦570
排ガス過給機入口温度 4-6 (°C)	260	311	367	407	428	172	≦570
排ガス過給機出口温度 (°C)	260	314	320	342	354	174	≦425
発電機温度							
発電機巻線温度 U (°C)	34	37	41	48	51	38	
発電機巻線温度 V (°C)	35	38	42	49	51	40	
発電機巻線温度 W (°C)	35	37	41	48	50	39	
発電機軸受温度 (°C)	33	34	35	40	40	39	

上記の負荷試験結果より100%負荷運転時の機関各部の圧力及び温度が常用値範囲に納まっており問題無いことが確認された。

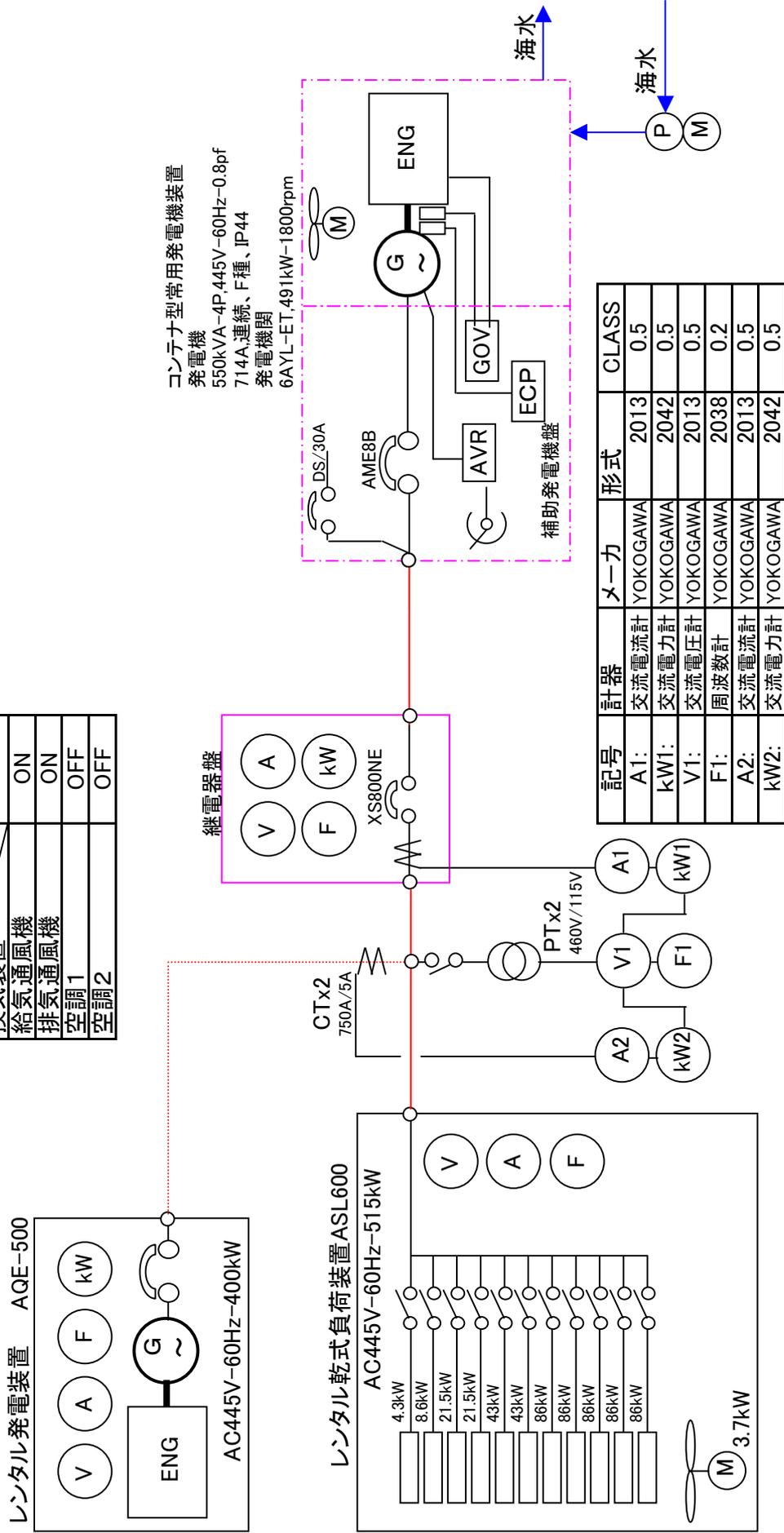
負荷運転試験回路構成

目的 コンテナ型常用発電機装置として完成状態での運転状態を各分力ごとに確認する。

試験回路 回路構成は下図の通りとし、レンタル発電装置は使用しない。

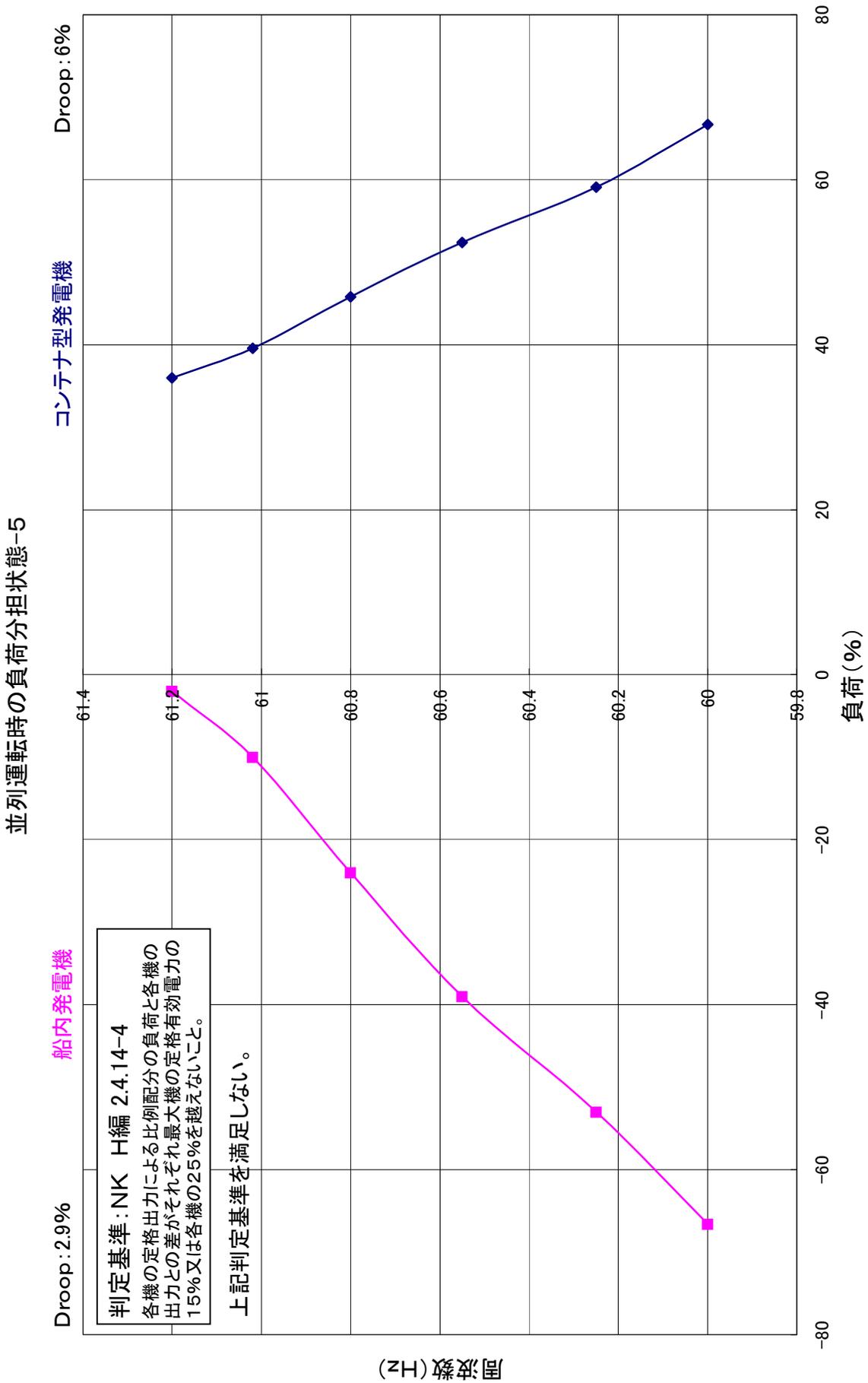
試験条件 コンテナ内に装備された換気装置などは下表の通りとする。

天気条件	
換気装置	ON
給気通風機	ON
排気通風機	OFF
空調1	OFF
空調2	OFF

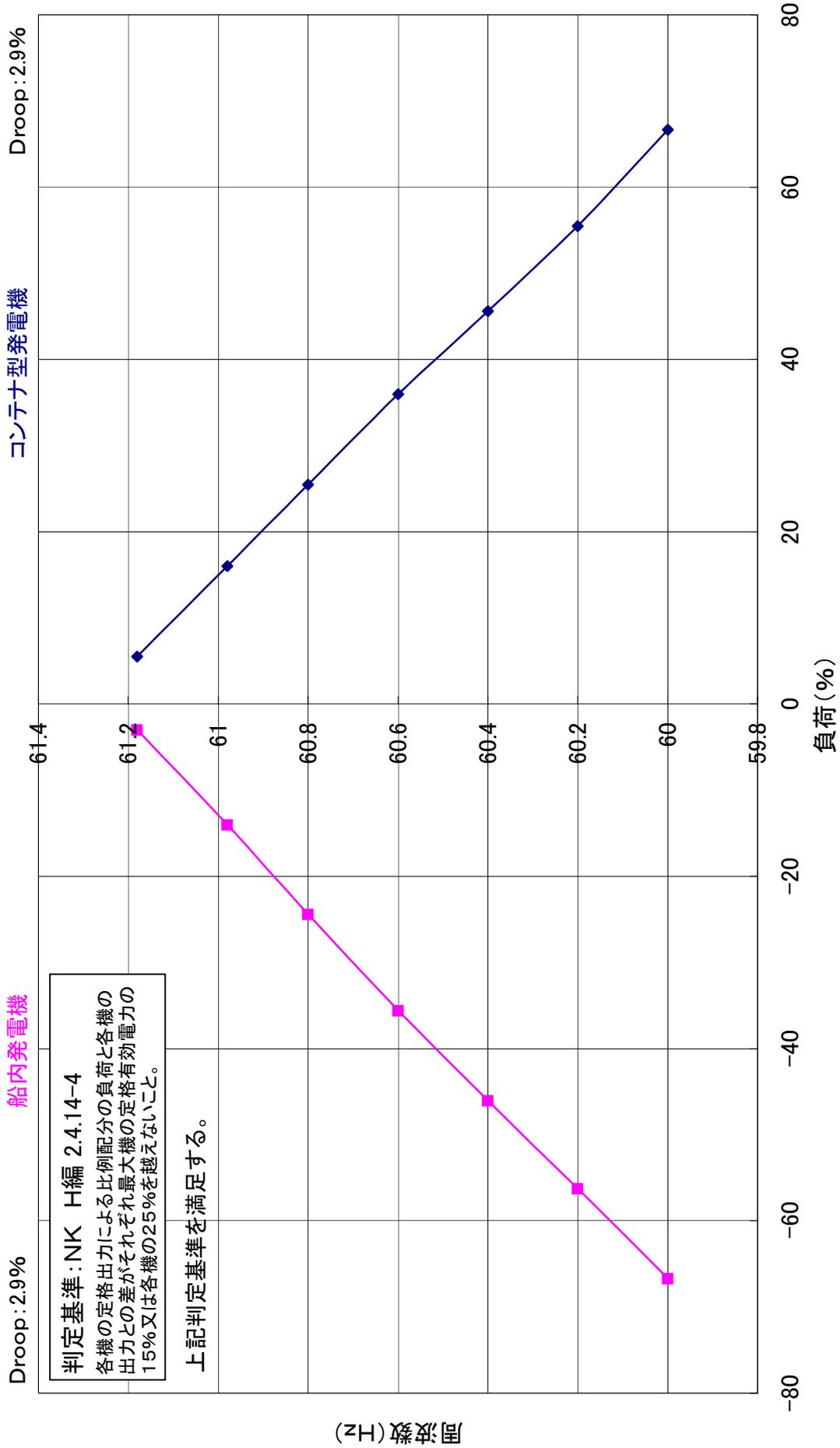


コンテナ型常用発電機装置
 発電機
 550kVA-4P, 445V-60Hz-0.8pf
 714A, 連続、F種、IP44
 発電機開
 6AYL-ET, 491kW-1800rpm

記号	計器	メーカー	形式	CLASS
A1:	交流電流計	YOKOGAWA	2013	0.5
kW1:	交流電力計	YOKOGAWA	2042	0.5
V1:	交流電圧計	YOKOGAWA	2013	0.5
F1:	周波数計	YOKOGAWA	2038	0.2
A2:	交流電流計	YOKOGAWA	2013	0.5
kW2:	交流電力計	YOKOGAWA	2042	0.5



並列運転時の負荷分担状態-6



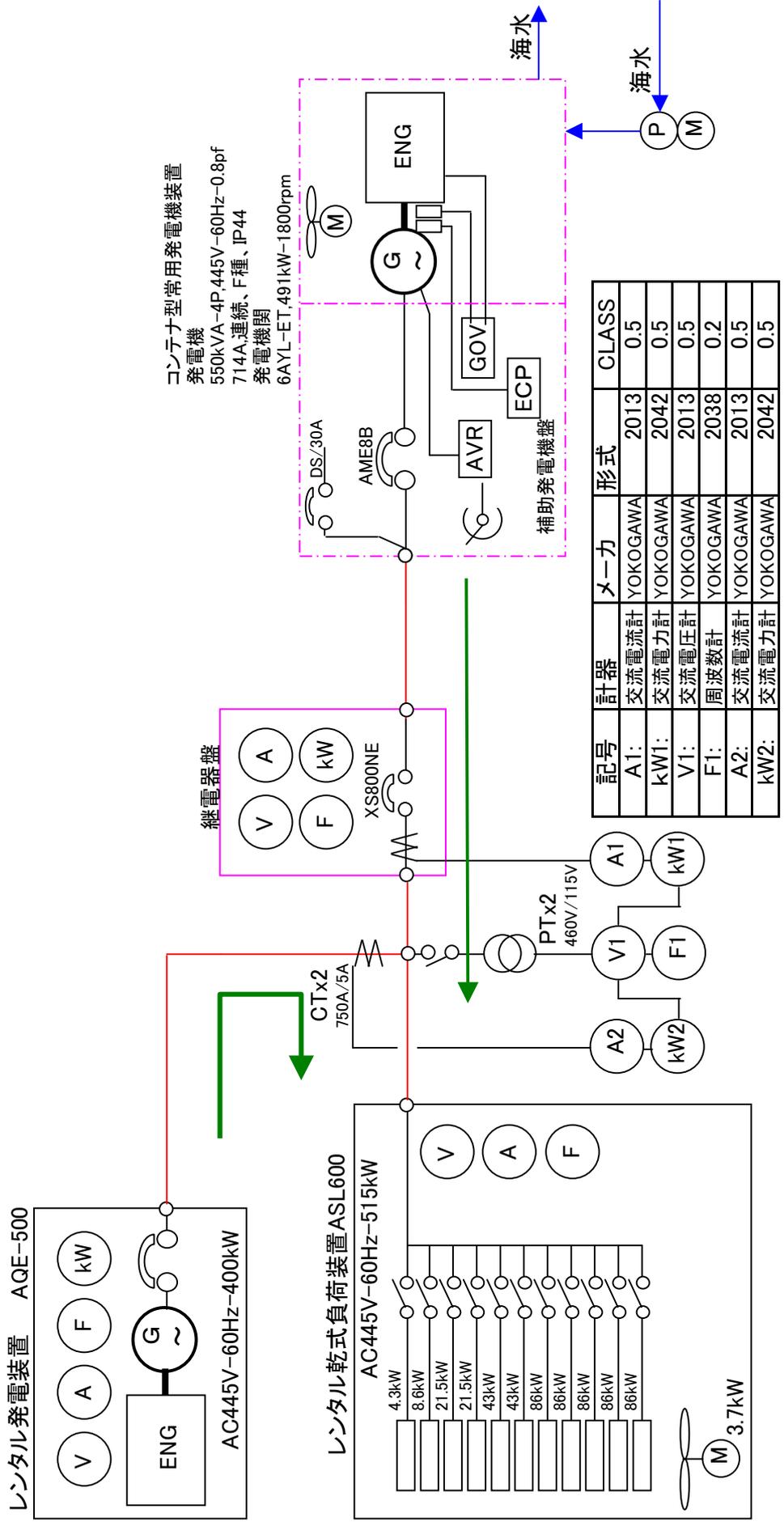
周波数 (Hz)

並列運転試験回路構成

目的 船内主発電機では賄い切れない電力分をコンテナ型常用発電機装置により補充する為には、コンテナ型常用発電機装置と船内主発電機との並列運転が必要となる。新たに搭載したコンテナ型常用発電機装置を運転後に船内主発電機に自動同期投入し、その後並列運転となり負荷の変動に対して負荷バランスを取りながら運転されることを確認する。

試験回路 回路構成は下図の通り。

但し、陸上試験では船内主発電機の代わりにレンタル発電機の使用によって模擬的試験を行う。負荷移行及び負荷平衡制御機能はレンタル発電装置及びコンテナ型常用発電機装置の何れにも装備されていないので、ここでは手動操作にて負荷移行及び負荷バランスを調整する。負荷変動に対する負荷バランスは両機のガバナドレップ特性によるものとする。



	運転前	60分後	120分後	180分後	240分後	温度上昇	常用値
計測点	9:20	10:20	11:20	12:20	13:20	K	°C
1 潤滑油クーラ入口温度	37	92	92	92	92	(Δt=8)	≦99
2 潤滑油クーラ出口温度	36	84	84	84	84		≦92
3 冷却清水機関出口温度	36	75	74	74	74	-	75~85
4 冷却海水機関入口温度	25	27	28	26	26	(Δt=16)	≦32
5 冷却海水機関出口温度	25	41	43	42	42		-
6 機関給気温度	35	43	44	43	43	-	-
7 燃料油温度	30	35	39	42	45	-	-
8 排ガス出口温度 CYL1	37	423	427	426	427	-	≦530
9 排ガス出口温度 CYL2	37	439	443	443	445	-	≦530
10 排ガス出口温度 CYL3	38	424	427	426	427	-	≦530
11 排ガス出口温度 CYL4	37	424	427	427	426	-	≦530
12 排ガス出口温度 CYL5	37	441	444	443	446	-	≦530
13 排ガス出口温度 CYL6	37	429	434	435	434	-	≦530
14 排ガス過給機 Cyl.1-3	37	419	422	422	422	-	≦570
15 入口温度 Cyl.4-6	38	417	427	421	421	-	≦570
16 排ガス過給機出口温度	39	347	350	350	350	-	≦425
17 過給機入口空気温度	36	37	39	38	39	-	≦45
18 発電機装置給気温度	32	31	33	32	33	(Δt=3)	≦45
19 発電機装置排気温度	32	34	36	36	36		-
20 補助発電機盤周囲温度	32	32	33	33	33	-	≦45
21 補助発電機盤内温度	32	34	35	34	35	2	-
22 発電機軸受温度	35	40	42	43	43	10/40	≦85
23 発電機冷却空気温度	35	34	36	35	34	-	≦45
24 発電機冷却水入口温度	24	27	27	25	25	(Δt=3)	≦32
25 発電機冷却水出口温度	25	28	29	28	28		-
26 発電機巻線温度 U相	35	55	58	57	56	22/105	≦140
27 発電機巻線温度 V相	35	56	58	57	56	22/105	≦140
28 発電機巻線温度 W相	35	54	57	56	55	21/105	≦140
29 機関周囲温度-1	33	34	35	35	36	3	≦45
30 機関周囲温度-2	39	36	37	37	38	5	≦45
31 機関周囲温度-3	32	33	35	34	35	2	≦45
32 機関周囲温度-4	39	41	45	46	47	14	-
33 発電機周囲温度-1	32	32	33	32	33	0	≦45
34 発電機周囲温度-2	38	32	33	32	33	0	≦45
35 発電機周囲温度-3	32	32	33	33	33	0	≦45
36 バッテリー室温度	29	34	36	37	38	5	≦45
37 外板温度-1	49	57	58	51	57	-	-
38 外板温度-2	49	57	58	52	58	-	-
39 外板温度-3	39	38	35	33	34	-	-
40 外板温度-4	35	40	42	41	43	-	-
41 外板温度-5	29	33	38	37	38	-	-
42 外板温度-6	31	37	42	45	49	-	-
43 外部周囲温度平均値	30	32	32	33	33	-	≦45
44 冷却水入口温度	25	26	29	27	27	-	≦32
45 冷却水出口温度	25	36	36	35	35	-	-
補助発電機盤							
46 ACB接続部 U相	35	44	49	49	50	17/45	-
47 ACB接続部 V相	36	47	51	51	52	19/45	-
48 ACB接続部 W相	36	43	47	47	49	16/45	-
継電器盤							
49 MCB接続部 U相	27	48	59	61	62	29/45	-
50 MCB接続部 V相	27	49	59	62	64	31/45	-
51 MCB接続部 W相	27	47	56	59	59	26/45	-

- 1) 温度上昇記録の/□の値は規格上の上限値を示す。
- 2) 右端の欄に温度の常用範囲を示す。
- 3) Δtで示されている値は入口と出口の温度差を参考に示したものの。
- 4) 運転開始後25分後に排気通風機が自動運転を開始した。

温度上昇試験回路

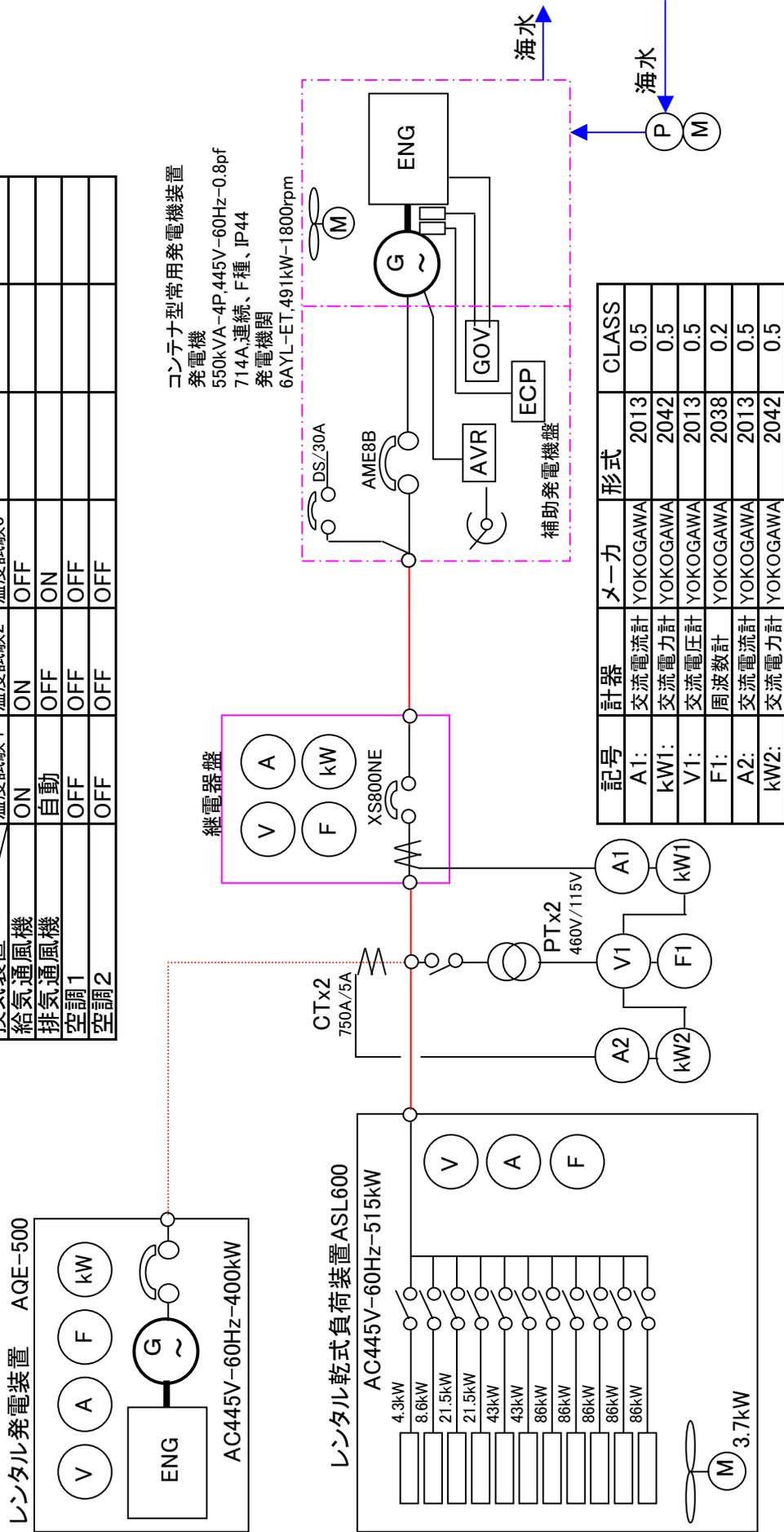
目的

閉鎖された空間にディーゼル機関と発電機が搭載され、且つ直射日光の影響を受けるコンテナ型常用発電機装置において連続運転を継続するには内部搭載機器類が使用環境温度内で運転されることが必要となる。そこで、コンテナ型常用発電機装置に乾式負荷装置を接続して100%負荷で連続運転させて各部の温度上昇を計測して目的とする連続運転仕様を満足することを確認する。

試験回路 回路構成は下図の通りとし、レンタル発電装置は使用しない。

試験条件 コンテナ内に装備された換気装置などの効果を見極めや日光の影響を考慮して下記の条件での温度上昇試験を行いました。

換気装置	天気		
	温度試験1	温度試験2	温度試験3
給気通風機	ON	ON	OFF
排気通風機	自動	OFF	ON
空調1	OFF	OFF	OFF
空調2	OFF	OFF	OFF





継電器盤の船内搬入



設置された継電器盤



主電路接続箱



接続箱内部の結線



制御電源、制御線接続用コネクタ箱



火災警報装置盤



コンテナ型常用発電機装置と船体との配管取り合い部



デッキ下からの配管立上り部



船内に増設された燃料油移送ポンプ



燃料油移送ポンプ用始動器

船内に増設された
冷却海水ポンプと
始動器



440V給電盤に追加された
燃料移送ポンプ用給電MCB、
冷却海水ポンプ用給電MCB及び
コンテナ型常用発電機装置用制御電源給電用
MCB

搭載用工事完了





「この報告書は BOAT RACE の交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました」

(社)日本船用工業会

〒105-0001

東京都港区虎ノ門一丁目15番16号(海洋船舶ビル)

電話：03-3502-2041 FAX:03-3591-2206

<http://www.jsmea.or.jp>