

三井 造船 技報

平成 30 年 2 月 ■ 第 220 号

MITSUI ZOSEN TECHNICAL REVIEW No. 220 2018





表紙説明

世界最大級 310 000 トン型 neoVLCC 1 番船 “KIRISHIMA”

三井造船は、310 000 重量トン型 VLCC “KIRISHIMA” を千葉事業所にて建造し、2017 年 11 月 28 日に引き渡した。

本船は、VLCC として最大級の載貨重量 310 000 トンを確保しつつ、様々な省エネ技術を駆使することで推進性能を向上させるとともに、最新型主機関及び排ガス熱エネルギー回収装置を搭載し、機関システム全体での最適化を図ることにより、輸送効率の向上を図った。

輸送効率の向上による CO₂ 排出量低減に加え、低硫黄燃料油専用タンクの配備、就航後の SO_x スクラバ搭載を考慮した機関室配置並びに原油気化ガス排出防止システム (VECS) を搭載することにより、更なる環境性能の向上を図っている。

また、バラスタタンク及び貨物油タンク構造の腐食への耐性 (PSPC 適用)、運航支援機能 (運航モニタリングサービス搭載等)、船員の労働環境 (船内騒音コード及び MLC2006 適用) といった運用面での性能向上も図っている。

(本誌 p.12 の製品・技術ニュース参照)

Cover

First neoVLCC, “KIRISHIMA” , World Largest Class VLCC of 310 000 DWT

Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd. delivered a VLCC “KIRISHIMA” with 310 000 dwt in its Chiba Works on November 28, 2017.

This vessel is one of the largest class VLCCs with the deadweight of 310 000 m.t. (metric tonne) and has achieved a higher transport efficiency by an improved propulsion performance with the state-of-the-art energy saving technology and by an optimized machinery system with the latest main engine and a waste heat recovery system.

In addition to the reduction of CO₂ emission by the improved transport efficiency, the arrangement of low sulphur fuel oil tanks and proactive design for future installation of exhaust gas cleaning system (SO_x scrubber) to meet new SO_x regulations as well as Vapor Emission Control System (VECS) have produced environment-friendliness of higher level.

The operational performance is also substantially improved by an application of enhanced corrosion resistance to ballast tanks and cargo oil tanks in accordance with PSPC, navigation support system (ship operation monitoring system) and by improvement in working environment for ship crew in accordance with IMO Noise Code and ILO/MLC 2006.

(See page 12 “Products and Technology News”)

三井造船技報

2018年(平成30年)2月・第220号

目次

製品・技術解説

- NOx 三次規制対応技術 EGR の就航船試験
- NOx 及び CO₂ 排出量削減の実海域における実証 - 1
機械・システム事業本部 機械工場技術開発部 宮地 健
- 中小規模都市ごみ焼却炉用発電システムの開発
- 短期間の改良工事で稼働中の中規模焼却施設に適用 - 7
三井造船環境エンジニアリング株式会社 奥村 泰一
三井造船マシナリー・サービス株式会社 河合 雅之

製品・技術ニュース

- 世界最大級 310 000 トン型 VLCC の 1 番船“ KIRISHIMA ”竣工
- 「neo シリーズ」第 5 弾 エコシップタンカー「neoVLCC」 - 12
- プレテンション方式単純床版桁を用いた PC 栈橋の施工
- 塩害に対する高耐久桁の使用 - 13
- 東京消防庁へ消火訓練用排煙処理・泡消火排水処理設備を納入..... 14

編集雑感

- 三井造船技報 65 年を振り返って 15
三井造船技報編集委員長 技術開発本部 技術理事 木戸口 晃

MITSUI ZOSEN TECHNICAL REVIEW

No. 220 February 2018

CONTENTS

Products and Technology Explanation

Service Test of the Exhaust Gas Recirculation System (EGR) for Tier Regulation ... 1

Ken MIYACHI

Development of Power Generation System for Small-scale Solid Waste Incinerator ... 7

Taiichi OKUMURA

Masayuki KAWAI

Products and Technology News 12, 13, 14

Editor's Miscellaneous Impressions 15

Published by

MITSUI ENGINEERING & SHIPBUILDING CO., LTD.

6-4, Tsukiji 5-chome, Chuo-ku, Tokyo 104-8439, JAPAN

NOx 三次規制対応技術 EGR の就航船試験

- NOx 及び CO₂ 排出量削減の実海域における実証 -

機械・システム事業本部 機械工場技術開発部 宮地 健

Service Test of the Exhaust Gas Recirculation System (EGR) for Tier Regulation

Ken MIYACHI

1. はじめに

船用機関への環境規制は、ますます厳しさを増しており、NOx 三次規制 (Tier 規制) 海域では Tier 規制値の 80% 減という大幅な削減が求められている。三井造船はこの規制強化への対応技術として、過給機を通過する前の高圧に維持された燃焼排ガスを掃気に再循環させる高圧 EGR (Exhaust Gas Recirculation)¹⁾ を標準としている。図 1 に示された C 重油にも対応できる高圧 EGR 付き船用大型ディーゼル機関を実船に搭載し、平成 27 年 5 月 19 日から約 2 年間かけて、実海域で高圧 EGR の実証運転を行ったのでその結果を報告する。

地球環境保全への意識の高まりから、国際海事機関 (International Maritime Organization : IMO) は、船用機関から排出される環境有害物質を段階的に低減させることを決めた。NOx と SOx の段階的排出規制のスケジュールを

図 2 に示す。ここで、NOx については、定格回転数が毎分 130 未満の機関に対する制限値を示したものである。現状では NOx の三次規制が適用される排出規制海域 (NOx-ECA) は北米海域に限られるが、第 71 回海洋環境保護委員会 (MEPC71) において、バルト海・北海周辺も NOx-ECA に追加指定するための規則の改正が採択された。これは 2021 年 1 月 1 日以降に起工した船舶に適用され、NOx-ECA はこれからも増加すると予想される。図 3 に 2017 年 7 月現在の NOx-ECA を、図 4 に MEPC71 で追加指定された新たな NOx-ECA を示す²⁾。

また、地球温暖化対策の一環として、船舶から排出される CO₂ 量を規定するエネルギー効率設計指標 (Energy Efficiency Design Index : EEDI) については、一部の船種を除いて 2020 年から予定通り 20% 削減まで強化されることになった³⁾。主機関が CO₂ 削減に寄与する方法の一つは燃料消費率を改善することである。そのため、就航船にて EGR

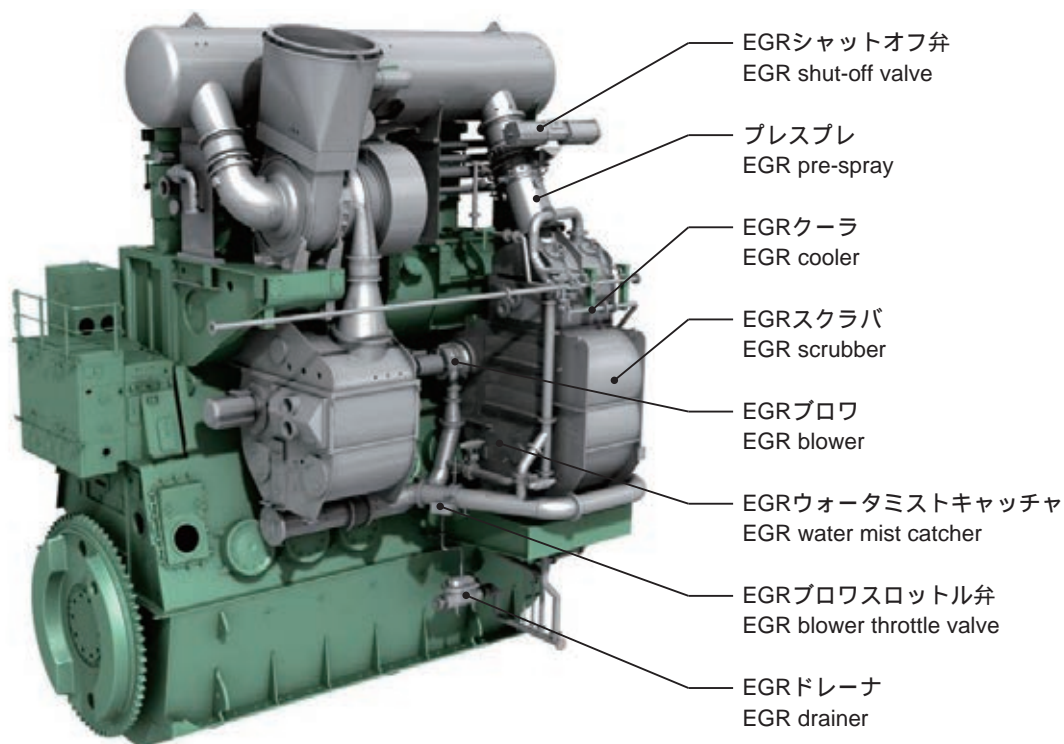


図 1 高圧 EGR 付き船用大型ディーゼル機関と EGR 主要機器

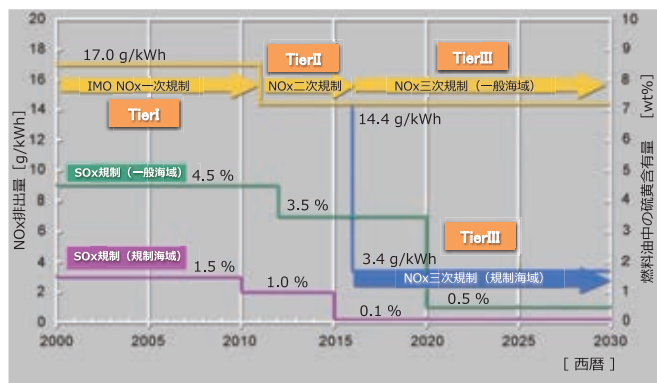


図2 IMOによるNOx, SOx規制スケジュール

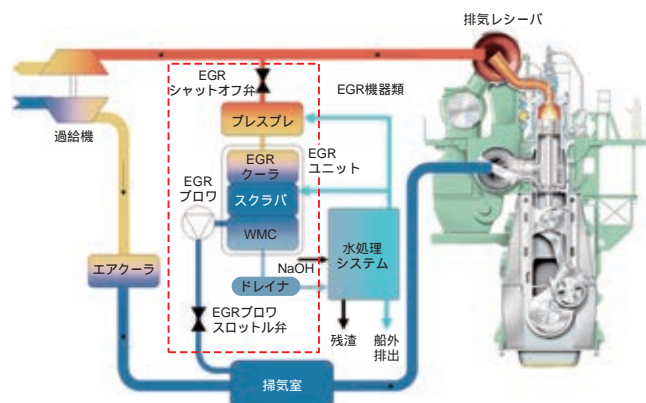


図5 高圧EGRプロセスフロー

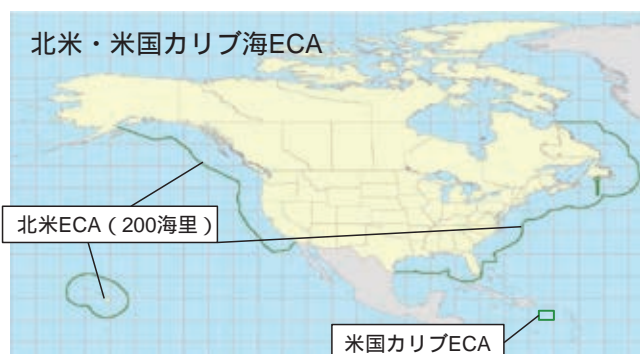


図3 IMOによるNOx-ECA海域(2017年7月現在)



図4 MEPC71で追加指定された新たなNOx-ECA海域

試験を行うに当たり、単にNOx排出量削減技術の実証を行うだけでなく、EGRを使用した燃料消費率改善によるCO₂削減の有効性の実証も目指した。

2. 排ガス再循環(EGR)システムとNOx低減性能

2.1 高圧EGRシステム概要

EGRは、主機関からの燃焼排ガスの一部を再循環させて掃気へ戻すことで、掃気中の酸素濃度の低減(17 vol%程度)等によってシリンダ内の燃焼温度ピークを下げてNOxの生成そのものを抑制するもので、高圧タイプと低圧タイプの2種類が存在する。三井造船は、過給機を通過する前の燃焼排ガスを再循環する高圧EGRを標準としている。高圧EGR

表1 主機関の諸元

Mitsui-MAN B&W 6S60ME-C8.2	
シリンダ数	6
ボア径	600 mm
回転数	89 rpm
最高出力	9 660 kW

の特長は、燃焼排ガスが加圧(およそ0.3 MPa)されたままの状態であるため、装置容積が小さくてコンパクトにまとまった主機関付き装置となり、船舶への搭載時に機関室を拡張することなく従来と同様の建造が行える。

図5に高圧EGRシステムのプロセスフローを示す⁴⁾。排気レシーバからの燃焼排ガスの一部をEGRシャットオフ弁を介して引き込み、プレスプレ、EGRクーラ、スクラバ、ミストキャッチャ(Water Mist Catcher: WMC)を通過した後、EGRブロワで昇圧しEGRブロワスロットル弁を介して掃気室へ再循環させる。燃焼排ガスに含まれるSO_xや粒子状物質(Particulate Matter: PM)は、プレスプレで噴霧される洗浄水に吸収されるため、再循環される燃焼排ガスはSO_xやPMを含まないクリーンなガスとなり、機関に対する悪影響を回避できる。SO_xやPMを含んだ洗浄水はWMCで捕捉され、遠心分離機を主要機器とする水処理システムにて固液分離され、洗浄水は再利用される。再利用される際、SO_xの吸収を高めるためアルカリ剤(NaOH: 苛性ソーダ)が添加され、その投入量はWMC出口の洗浄水pH値がほぼ中性となるように制御される。一方、固液分離された固形分を含む残渣(スート凝集水)はIMOの規定で船上での焼却処理が認められていないため、一旦タンクに溜められ、寄港時に廃棄物として陸揚げされる。

2.2 EGRによるNOx低減性能

就航船に搭載したEGR付き主機関の諸元を表1に示す。陸上試験で行ったIMOのNOxテクニカルコード⁵⁾で規定されたE3テストサイクルの試験結果を図6に示す。EGRを使用しないTier (青色の実線)、及びEGRを使用するTier (紫色の破線)それぞれの規制に対応した運転について、機関負荷ごとにNOx排出量を測定し、E3テストサイク

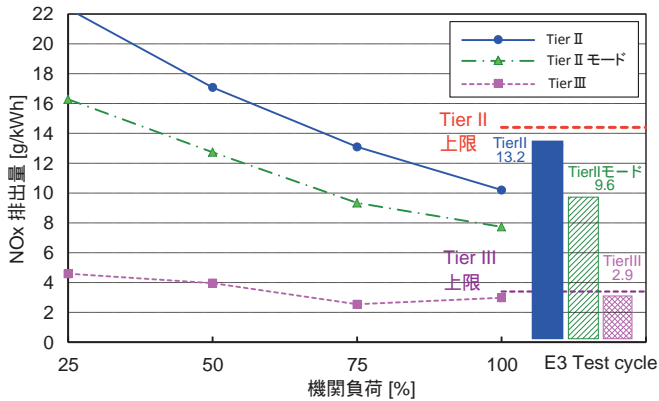


図6 陸上試験時のNOx計測結果

表2 各運転モードの呼称

呼称	運転モード	特徴
No-EGR	Tier 規制対応	EGR 不使用
ECA-EGR	Tier 規制対応	EGR 使用
ECO-EGR	Tier モード	EGR 使用 + 燃費改善

ルの評価手法によって、いずれも規定のNOx排出量を下回ることを確認した。

2.3 EGRを用いた燃料消費率改善手法

ここで、EGRの使用の有無で定めた運転モードと呼称の関係を表2に示す。EGRを使用しないTier 規制対応運転をNo-EGR、EGRを使用するTier 規制対応運転をECA-EGRと称する。また図6に示された「Tier モード(緑色の1点鎖線)」とは、EGRの排ガス再循環量を少量に調整した運転方法で、これをECO-EGRと称する。ECO-EGRで運転することによって、掃気室の酸素濃度は19 vol%程度に調整され、NOxの生成が抑制される。図6に示されるように、ECO-EGR運転である「Tier モード」は、EGRを運転しないNo-EGR(Tier)よりも、NOx生成量は少なくなっている。

NOx生成量が少なく規制値に対して余裕が生まれたことから、本来であれば筒内最高圧力(Pmax)などの機関制御パラメータを調整して燃料消費率改善を行うところであるが、本機関はNo-EGR運転状態においても最大限の燃料消費率最適を狙った機関調整を行ったため、ECO-EGR運転でのPmaxを大きく上げる設定にすることができなかった。そこでISO基準燃料消費率⁶⁾の改善効果を比較するため、No-EGR(Tier)、ECO-EGR(Tier モード)の陸上試験での実測燃料消費率と、Pmaxを5%アップした場合のECO-EGRの予測燃料消費率を合わせて図7に示す。縦軸は、No-EGR(Tier)100%機関負荷時の燃料消費率を基準にその差を示した。青色の実線で示されたNo-EGR(Tier)と比較して緑色の1点鎖線のECO-EGR(Tier モード)は低負荷域において燃費の大きな改善は見られないが、緑色の破線で示されたPmaxを5%アップさせた場合は、全ての機関負荷領域においてNo-EGRを下回っており、1.5~2.0%の燃料消費率改善が見込まれる。

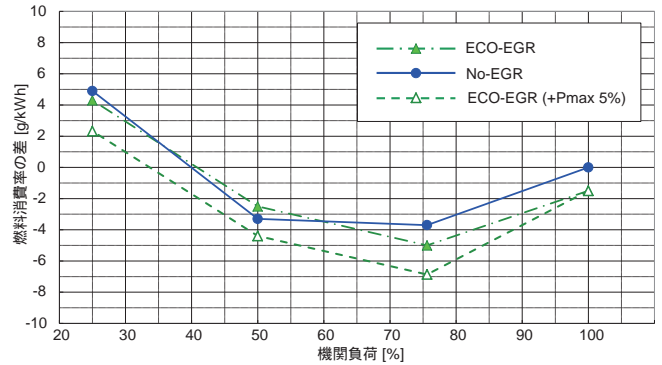


図7 運転モード毎の燃料消費率比較



写真1 EGR就航船(同型船)

3. 就航船での実証試験

表1に示された主機関を常石造船株式会社建造の81600MT型(メトリックトン型)バルクキャリア(バルカー)(写真1)に搭載し、商用運転を行いながらEGRシステムの実証試験を行った。EGRシステムの起動は、水処理システムをスタンバイ状態にした後、コントロールルームにある操作パネルの画面(図8)から、運転モードを選択するだけで、それぞれの運転モードが自動で確立される。EGR実証運転は、当社の技師は常駐せずに船員のみで実施した。

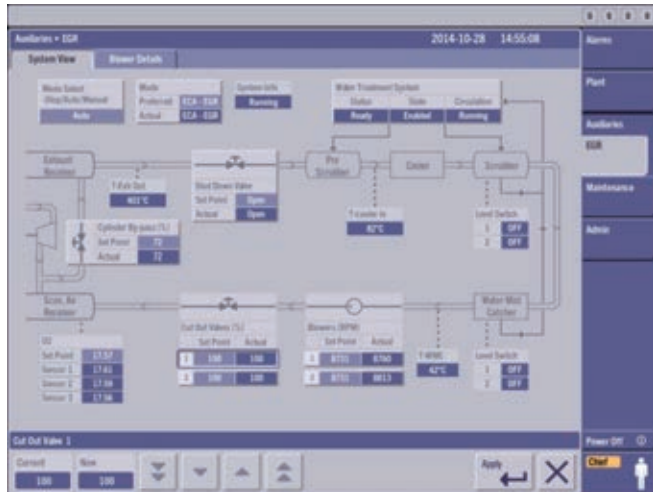
3.1 EGRシステムの安定運転

EGRシステム運転中の同時刻における機関回転速度、洗浄水pH値などの取得データを図9に示す。

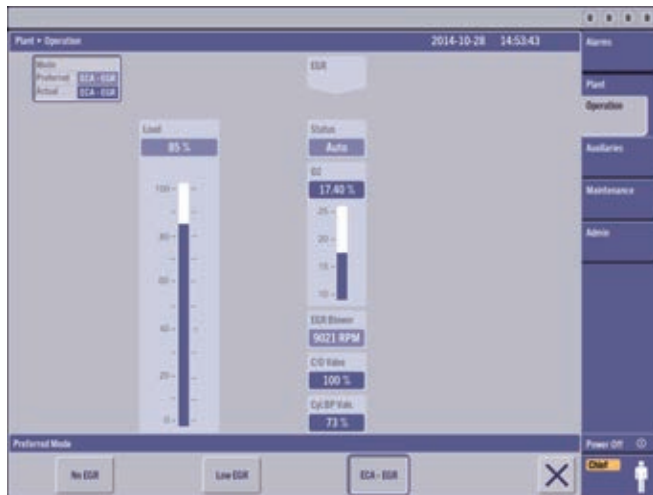
図9(a)は主機関回転速度と掃気室の酸素濃度である。前半はECO-EGR、後半をECA-EGRで運転しており、それぞれ目標とする酸素濃度の設定値に安定に制御されている。

図9(b)は洗浄水のpH値を示したものである。燃焼排ガス中のSOxが洗浄水に溶解することで酸性へ偏るところを、苛性ソーダを投入して、所定のpH値に自動で調整されている。

また、洗浄水を再利用するための水処理装置のタンク水位とバルブ開閉状態を図9(c)示す。高圧EGRでは、EGRクーラで燃焼排ガス中の水蒸気が凝縮するため洗浄水が徐々に増加する。洗浄水の増加をタンクの水位レベルで検知して、増



(a) EGR システム画面



(b) 運転モード選択画面

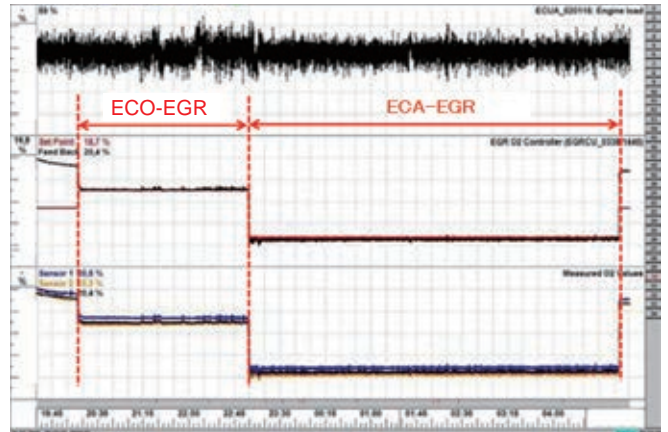
図 8 EGR 用操作パネル

加分を定期的に船外へ排出する。排出の際は、IMO で規定された EGCS ガイドライン⁷⁾の船外排出基準(pH 値、濁度値、PAH 値)を下回っていることを連続監視した。このように高圧 EGR では洗浄水が徐々に増加するため、低圧 EGR のようにあえて清水を追加することなく定期的に余剰の洗浄水を船外排出できる。そして洗浄水に溶解している塩類も同時に船外に排出されるため、洗浄水中の塩類濃縮が防止できるという特長もある。

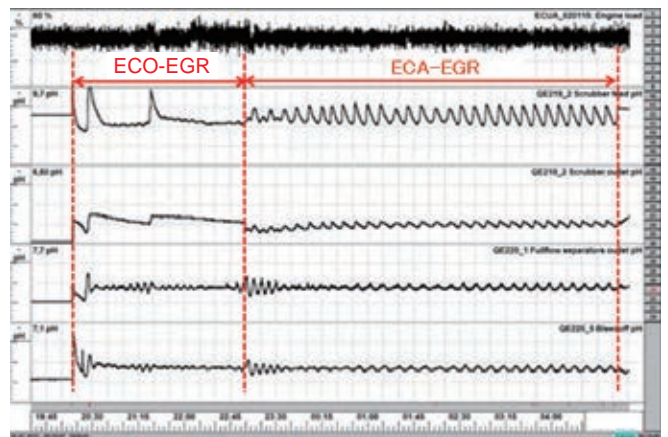
また、水処理システムで洗浄水から分離され一旦タンクに溜められた残渣(EGR スート凝集水)については、中国、マレーシア、ブラジル、トルコ、アルゼンチン寄港した際に問題なく陸揚げができることを確認した。

3.2 内部点検結果

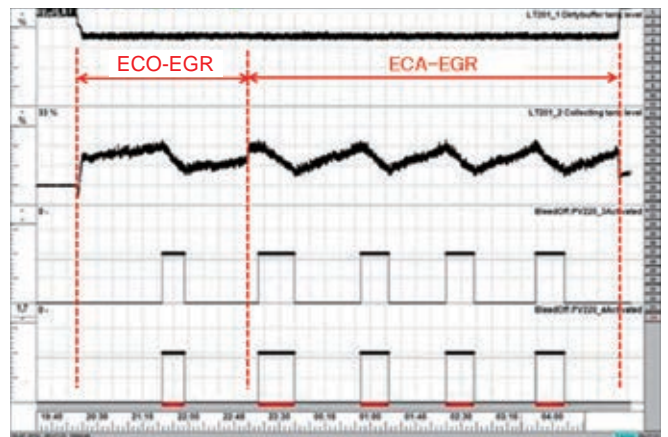
EGR システムの各機器について、EGR の運転時間が 300 時間を経過した時点で内部点検を行った。写真 2 は、プレスの内部に突き出した洗浄水スプレーノズルを示す。上段のスプレーノズルに堆積物が見られる。これは、洗浄水に含まれる塩類が析出したものである。スプレーからの飛沫が



(a) 機関回転速度、酸素濃度



(b) 洗浄水 pH 値



(c) 洗浄水タンク水位、バルブ開閉状態

図 9 就航船試験データ

高温の燃焼排ガスによって蒸発し、溶解していた塩類が析出して堆積したと推測する。一方、下段のスプレーノズルや壁面には堆積物は見られない。これは、上段のスプレーから洗浄水が噴霧され、塩類が洗浄水に容易に溶解するためである。設計どおりの洗浄水が流れることで、プレスプレでの閉塞の心配はないことが確認できた。

写真 3 は、循環される燃焼排ガスと過給された空気が混合するミキシングチャンバの内部状態である。ミキシングチャンバ内の目立った汚れ等は確認されていない。



写真2 プレスプレ内のスプレーノズル



(a)ピストリリング



写真3 ミキシングチャンバ



(b)シリンダライナ

写真4 ポート点検時の No.1 シリンダ内部状況

写真4は、シリンダのピストンリングとライナのポート点検時の状態である。どちらも異常はなく健全な状態であった。また、シリンダ油の最適注油量を迅速に求めるスweepテストを通常運転中とEGR運転中の両者で実施し、どちらの場合も最適注油量は同じであったことから、排ガス再循環がシリンダコンデションへ与える影響はないと判断した。

3.3 燃料消費率改善効果

2.3で示された燃料消費率改善手法の効果を、就航船試験を通して確認した。図10にその比較結果を示す。機関回転速度がほぼ同じ運転を行っている時間帯に、No-EGR, ECO-EGR, ECA-EGRを数時間運転し、単位時間当たりの燃料消費量を計測し、通常運転時の燃料消費量を基準に各運転モードの燃料消費量の比を示した。複数回の試験を、いずれも機関負荷は40～50%の範囲で実施した。

Tier 運転(ECA-EGR)では燃料消費量は最大約5%の増加、平均して約3%の増加となった。一方燃費改善運転(ECO-EGR)では、最大約3%の減少、平均して1.6%の減少となった。

4. 低硫黄燃料対応型 EGR の商品化

NOxの三次規制が適用されるNOx-ECAは、SOxの規制(SOx-ECA)も適用されており、船舶は排ガス処理装置を搭載するか、又は低硫黄(S分含有量が0.1wt%以下)の燃料を使用する必要がある。NOx-ECAが限定的であることから、SOx規制を満たす低硫黄燃料が選択されるケースが多いと見込み、船舶の建造への影響を更に最小化できる低硫黄燃料に限定したEGRの開発も進めた。

低硫黄燃料を使用した場合、燃焼排ガス中のSOx濃度が低減されるほかに、PMの発生量も低減するため、燃焼排ガスを洗浄する設備を簡素にすることができる。そのため、図1に示す就航船に搭載したEGRからスクラバを除いた、よりコンパクトな装置を開発し、当社所有のテスト機関にて燃焼排ガス洗浄性能を確認した。燃焼排ガス洗浄が簡易となることで、洗浄水を再利用するための水処理システムも簡素化できた。

図11に、低硫黄燃料対応型EGRが付いたボア径60cmの7シリンダ機関の例を示す。コンパクトになったEGR装置を船首側に配置することで、従来の機関室配置から大きな変更のない設計を可能としている。低硫黄燃料対応型

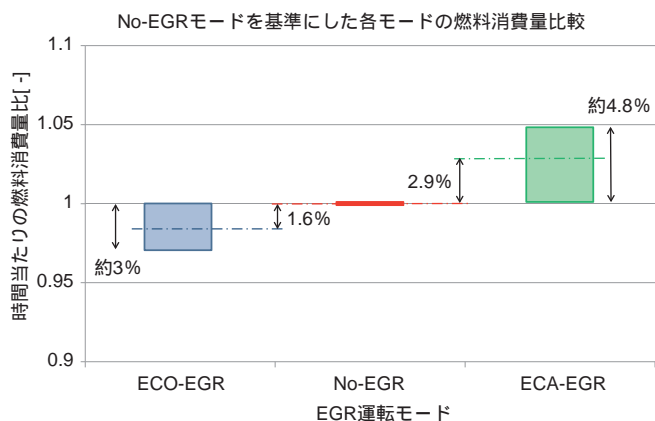


図10 各運転モードの燃料消費量比較

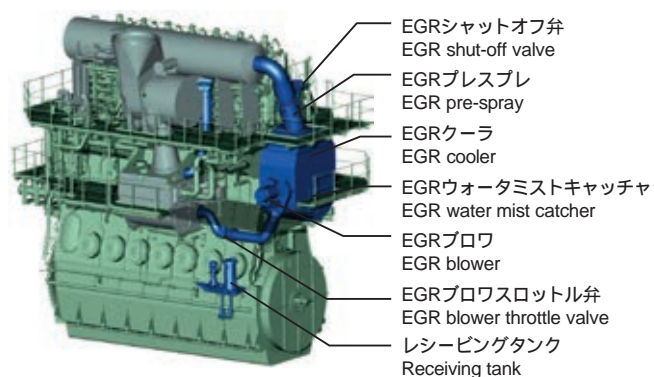


図11 低硫黄燃料対応型 EGR

EGRの初号機を既に受注しており、平成30年度に納入予定である。

5. おわりに

NOx三次規制に対応するため、既存燃料であるC重油に適用できる高圧EGRを実船に搭載し、商用運転を行いながらNOx低減性能を確認した。合わせて、EGRを活用したCO₂削減のための運転方法についても実証し、燃料消費率改善効果を確認することができた。三井造船ではこれらの知見も生かして、新規の低硫黄燃料対応型のEGRも製品化を完了し営業を開始した。今後も環境規制を満足できる最適な設備を備えた船用ディーゼル機関を提供していく。

なお、本EGR就航船試験は、国土交通省の「次世代海洋環境関連技術開発支援事業」及び一般財団法人日本海事協会の共同研究テーマに採択され、日本郵船株式会社、株式会社MTIと共同で実施したものである。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 田中:ディーゼルエンジン - 環境対応関連の技術開発 - , 三井造船技報 No.200 (2010-6), p.35
- 2) 国土交通省: SOx 排出の国際規制(燃料油の硫黄分濃度規制)の概要, <https://www.mlit.go.jp/common/001169715.pdf>, (2017-11-8)
- 3) 国土交通省: 国際海事機関(IMO)第68回海洋環境保護委員会(MEPC68)の開催結果, <http://www.mlit.go.jp/common/001104182.pdf>, (2015-5-18)
- 4) MAN Diesel & Turbo: MAN B&W Two-stroke Marine Engines Emission Project Guide for Marpol Annex Regulations, 4th Edition, https://marine.man.eu/applications/projectguides/2stroke/content/special_pg/7020-0145_uk.pdf, (2017-11-8), p.13
- 5) MEPC 58/23/Add.1: ANNEX 14 RESOLUTION MEPC. 177 (58), [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Air%20pollution/Resolution%20MEPC.177\(58\)%20NOx%20Technical%20code%202008.pdf](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Air%20pollution/Resolution%20MEPC.177(58)%20NOx%20Technical%20code%202008.pdf), (2017-11-20), p.20
- 6) ISO: Internal combustion engines-Determination and Method for the measurement of engine power-General requirements, ISO 15550:2016(en), P.17
- 7) MEPC 68/21/Add.1: ANNEX 1 RESOLUTION MEPC. 259 (68), <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/MEPC.259%2868%29.pdf>, (2018-1-31), p.14

共同執筆者:

技術開発本部 技術開発センター
茨木 彰一

〔問い合わせ先〕

機械・システム事業本部 機械工場技術開発部
TEL 0863 - 23 - 2524 宮地 健

中小規模都市ごみ焼却炉用発電システムの開発

- 短期間の改良工事で稼働中の中規模焼却施設に適用 -

三井造船環境エンジニアリング株式会社 奥村 泰一
三井造船マシナリー・サービス株式会社 河合 雅之

Development of Power Generation System for Small-scale Solid Waste Incinerator

Taiichi OKUMURA

Masayuki KAWAI

1. はじめに

三井造船環境エンジニアリング株式会社(MKE)は、1985年に設立された三井造船の完全子会社であり、ごみ焼却施設、バイオマス利活用施設、汚泥再生処理施設を中心として、地球環境の保全や地域の資源循環・エネルギー利活用を第一に考えた施設を提供するとともに、これらの施設の能力を最大限に発揮するための運転・保守を事業としている。一方、三井造船マシナリー・サービス株式会社(MZM)は、1974年に設立された三井造船の完全子会社であり、ディーゼルエンジン分野及び産業機械分野の製品とサービスの提供を事業としている。両社は共に、CO₂排出量削減に寄与する事業の展開を行っており、MKEはバイオマスの再利用施設の建設等を、MZMはバイオエタノール製造に重要な脱水膜の供給などを行っている。

今回、MKE及びMZMは両社の製品と技術を融合し、佐賀県唐津市から受注した『唐津市清掃センター長寿命化事業基幹的設備改良工事』(工期：2014年8月～2019年3月、請負者MKE)において、既設の水噴霧式ガス冷却塔の下流側にボイラ設備及び小型蒸気発電設備を設置することにより、20%以上のCO₂(電力)削減を達成することができる発電システムを構築し同センターに設置した。これにより唐津市清掃センター(50トン/日×3炉、全連炉)では、環境省の二酸化炭素排出抑制対策事業費交付金(先進的設備導入推

進事業)¹⁾の事業採択を受けることができた。

これまで発電設備の導入が困難であった中規模ごみ焼却施設での発電を可能にするだけでなく、他の同様の改造工事に比べ、工事量を軽減化でき、それによる工事期間の短縮など多くのメリットがある画期的なシステムとして、本報にてその内容を紹介する。

2. 中小規模焼却施設での発電の現状と課題

環境省が取りまとめた平成27年度版の統計²⁾では、ごみ焼却施設の処理能力別の熱利用状況が図1に示すとおりまとめられている。

これによると、ごみ処理施設の数は一、千二百余りであり、ごみ処理能力が300トン/日未満の施設の割合は80%以上である。余熱利用を行わない施設の割合は、ごみ処理能力が減少するにつれて増加する。例えば、ごみ処理能力が中規模の50トン/日以上100トン/日未満の施設でもその割合は30%を超えており、100トン/日未満の施設合計552のうち約57%は全く余熱利用をしていないことになる。

ごみ処理施設の発電状況について注目すると、ごみ処理能力が300トン/日以上いわゆる大規模施設では、余熱利用としてごみ発電が採用されているのに対し、100トン/日未満でごみ発電が採用されている施設は僅か3.5%にとどまっている。また、図2に示すごみ焼却施設の発電能力別の施設

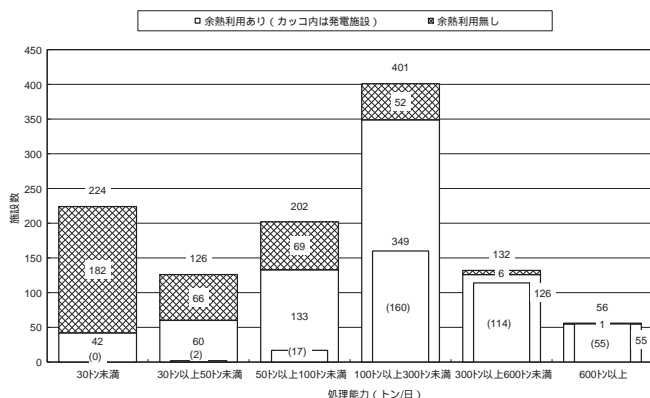


図1 ごみ焼却施設の処理能力別余熱利用状況(平成27年度実績)²⁾

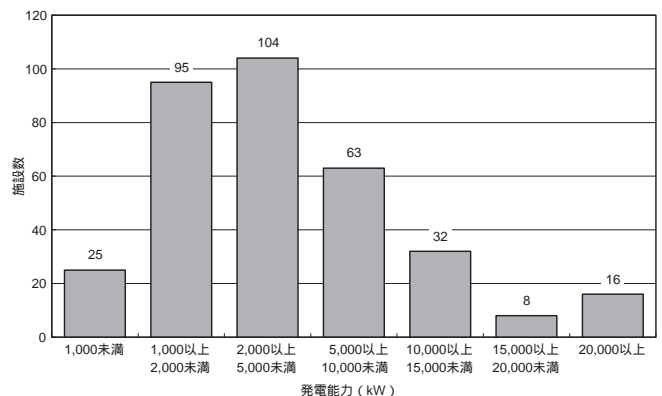


図2 ごみ焼却施設の発電能力別の施設数(平成27年度実績)²⁾

数から分かるように、1 MW 以下の施設数は全発電施設中の 8% 以下となっており、現状はメガワットクラスの施設が大半である。

このように、中小規模のごみ焼却施設では、施設で発生する熱エネルギーの活用が十分でないことが分かり、これを活用することにより、CO₂ 排出量削減に寄与することが期待される。しかしながら、既存の施設に対して熱利用を検討するとき、新たな建屋などの大型構築物を敷地内に建設することは困難と考えられる。そこで、既存の施設内に僅かな改造で導入可能な発電設備の開発が求められている。

一方、中小規模のごみ焼却施設で発電を実施しているところが少ない現状を考えると、ボイラ及び発電設備を付帯させても十分な発電量を確保できないことを同時に解決することが重要な課題として挙げられる。特に国内には間欠運転式の焼却炉も多く、焼却炉の立上げ・立下げに時間を要するため、短い運転時間の発電量では設備投資の回収が困難である。このため、中小規模のごみ焼却施設では、給湯設備等の簡易的な余熱利用設備にとどまり、発電によるエネルギー回収は行われてこなかった。加えて、電気事業法に対応した有資格者の確保も大きな負担となっている。

3. 開発目標

ここで、既存のごみ焼却施設に新たに発電設備を追加するシステムを開発するに当たり、2. で示した課題を解決するため、以下の目標を設定した。

- 焼却炉の処理能力を変更せずに、限られたスペースに新たに発電設備が設置可能
- ボイラ、発電設備を運転するための資格を容易に取得可能
- ごみ焼却を継続しながらの短期間で改造工事が可能
- 間欠式焼却炉の場合でも、発電ロス時間が短いため、効率の良いボイラの運転が可能

4. 中小規模都市ごみ焼却炉用発電システムの特長

開発したごみ焼却施設のための発電システムの特長を表 1 に示す。

コンパクトな設置面積の貫流式ボイラを採用することで、流動床炉やストーカ炉に限らず、種々の炉形式のごみ焼却炉にも適用でき、既設の焼却炉に追加してボイラを設置することが可能である。また、大量の保有水量を必要とする従来の循環式ボイラに比べ、短時間での立上げ、立下げが可能となり、連続炉のみならず間欠炉での発電が可能である。伝熱面積を 250 m² 未満とした貫流ボイラを採用したことで、受験資格が不要な 2 級ボイラ技士の資格でボイラ取扱作業主任者となることができる。なお、本発電システムは、電気事業法の規制緩和対象条件を満足するため、発電所の設置に必要な工事計画書の提出や、安全管理審査が不要となり、維持管理も容易である。さらに、三井造船マシナリー・サービス製の「マイクロスチームタービン」を採用することで、蒸気流量や蒸気圧力の変動、飽和蒸気によるドレンアタックにも強く、安定した発電が可能である。なお、延命化工事等においては大幅な CO₂ 削減が達成できるため、交付金の申請条件¹⁾を満足する。

5. 適用事例

本システムは、佐賀県唐津市のごみ焼却施設に採用された。この焼却施設は焼却炉を 3 基有するが、常用 2 基で 220 kW を発電できる蒸気を確保する設計とした。

今回の改良工事では、既設の施設にあった白煙防止熱交及び空気予熱器を撤去し、この空いた箇所にボイラと排ガスの冷却を補助する水スプレー式の減温塔を設置した。改造後の焼却炉のフローを図 3 に示す。

表 1 中小規模都市ごみ焼却施設用発電システムの特長

1	排ガス経路を一体としたコンパクトなボイラの採用
2	ボイラ型式に貫流型を採用し、伝熱面積を 250m ² 未満とすることにより、2 級ボイラ技士の資格で運転が可能
3	電気事業法の規制緩和対象条件を満足する 300 kW 未満の発電システム
4	三井造船マシナリー・サービス製の“マイクロスチームタービン ³⁾ ”の採用

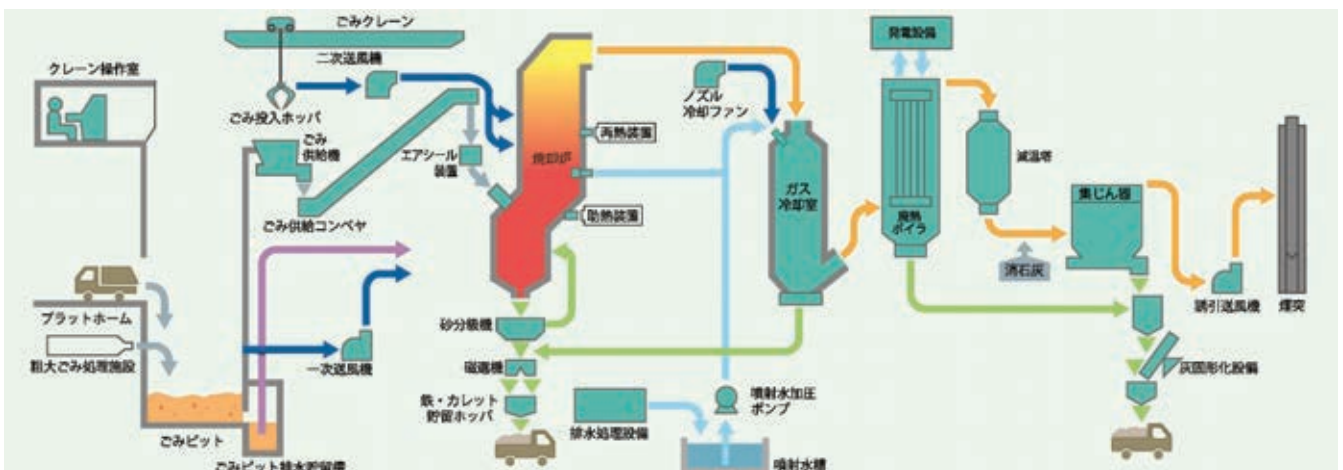


図 3 焼却炉改造後のフロー

施設の改造は、図4に示した工程のとおりを実施した。これは、2016年度に実施した焼却炉1基に関する工程を示したものであり、設計開始から試運転完了までの期間は20カ月であった。現地工事期間は6カ月であったが、本体工事は焼却炉の停止期間3カ月以内に完了した。

5.1 主用設備

5.1.1 貫流ボイラ

図5に示す貫流型ボイラは、ごみ焼却炉からの排ガスの熱を利用して蒸気を発生させる。ボイラ内部に配置された下部ヘッダ管に導入された水は、複数本の伝熱管内を低温部、中温部、高温部を経由して、上部ヘッダ管に向けてワンパスで通過し、その過程で飽和状態の蒸気となり排出される。なお、復水器から供給される水の温度はおよそ90℃であるため、そのままボイラに供給すると、伝熱管の表面が結露して表面が腐食するおそれがある。そのため、給水予熱器で給水温度を硫酸が結露する温度(酸露点：通常130℃～140℃)よりも高温に設定することで腐食を防止している。

高温部を水が上昇する過程で蒸気の生成を実現するワンパス構造であるため、従来の循環水を加熱する循環型ボイラと異なって加熱対象となる水の量が少なく、ボイラ内の保有水量が少ないので、間欠式のごみ焼却炉でも短時間で蒸気を発

生させることが可能である。

5.1.2 小型蒸気発電機(マイクロsteamタービン)

本発電機は、省エネルギーによるCO₂削減及び環境負荷低減を目的とし、米国エナージェント社よりタービン主要部を導入し、MZMにて製作販売を開始しているものである。平成24年度経済産業省告示第100号に適合するように製作された、250℃未満の水蒸気を利用して最大275kWの発電端出力を有するラジアルタービンである。これまで捨てられていた蒸気の有効活用や減圧弁の代替などの用途が考えられている。

本機は図6に示すようにタービン、減速機、発電機の主要機器を縦型に配置することにより、1156(L)×864(W)×1984(H)mmという範囲内でのユニット化を実現し、狭いスペースにも設置ができるようになっている。施設内に設置した設備の外観を写真1に示す。本機のタービンロータは、チタン合金の削出し加工をしているため、耐食性及び耐久性に優れている。また、タービン内の蒸気の流れは図7に示したように、給気蒸気はタービン軸方向より流入するため、粒子状の異物は遠心力によりロータ外に吹き飛ばされ、ロータ内に残留することがない。このため、タービン翼を損傷する可能性が低く、堅牢性に優れている。さらに、単純構造と

月数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
焼却炉停止期間																								
設計期間																								
製作期間																								
現地工事期間																								
許認可																								

図4 ボイラ・発電設備設置工事概略工程

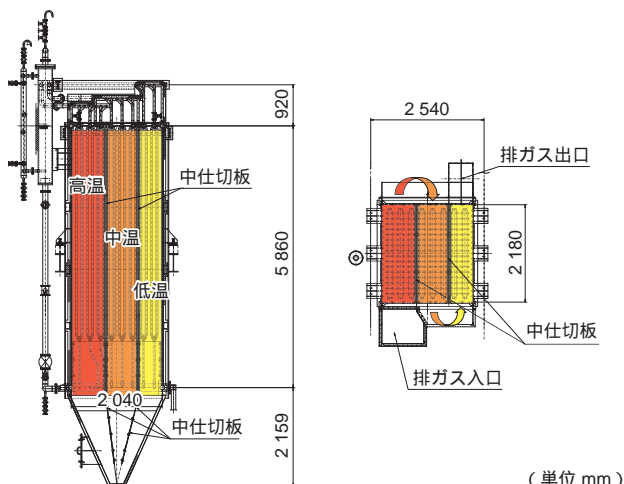


図5 貫流ボイラの構造

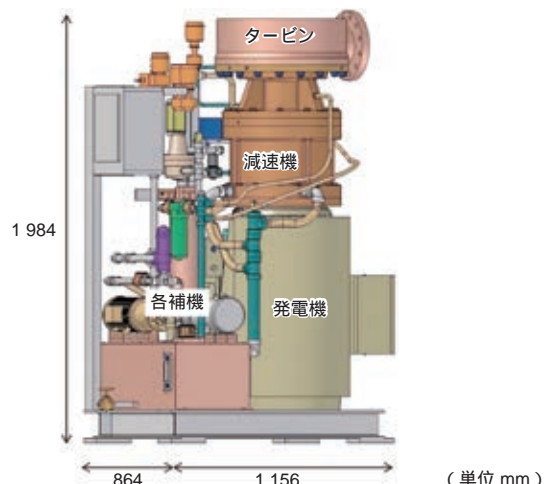


図6 発電機構成



写真1 マイクロスチームタービンユニットの外観

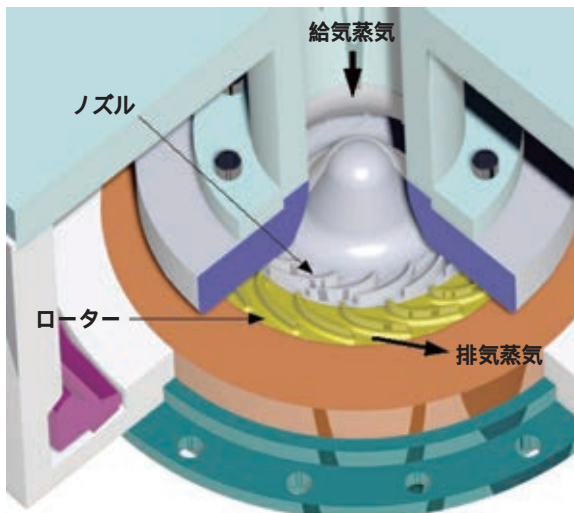


図7 タービン構造図

なっているため、定期メンテナンスやオーバーホールの作業時間が短縮できる。

本事例における蒸気条件での性能曲線を図8に示す。蒸気流量に対してほぼ直線的に発電量が変化するため、蒸気量に追従して発電を行うことが可能である。

5.2 性能確認

5.2.1 再起動試験

准連運転(16時間運転, 8時間停止)を想定して、発電開始に要する時間を再起動試験時に測定した。試験時の運転状況を図9に示す。試験の結果、8時間停止後の立ち上げではボイラ蒸気発生までに21分、その後20分でタービンが運転を開始し発電を始めた。

ここに示したとおり、ごみを焼却炉へ投入開始してから約40分で発電できることが確認できた。流動炉の場合、炉内に高温の流動媒体を保有しているので系内の温度低下が小さいことが有効に働いている。他形式の焼却炉(ストーカ炉)については、今後調査を行う予定である。

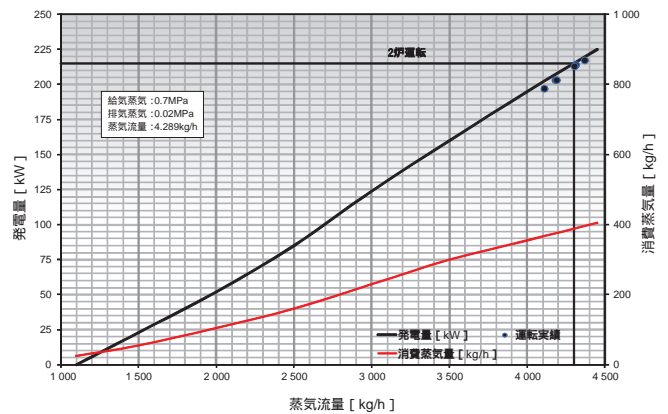


図8 性能曲線

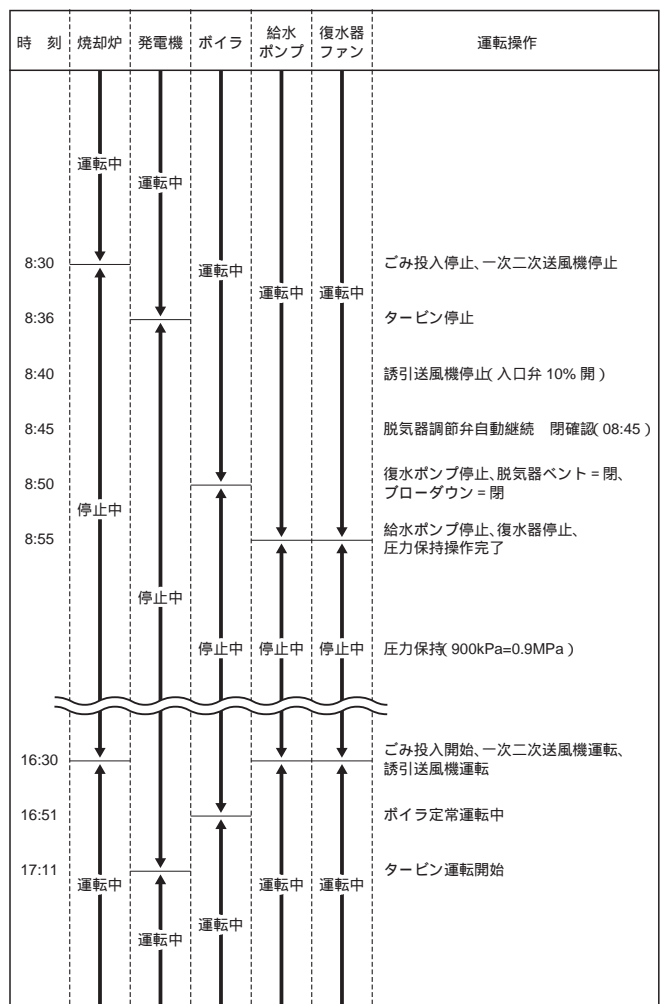
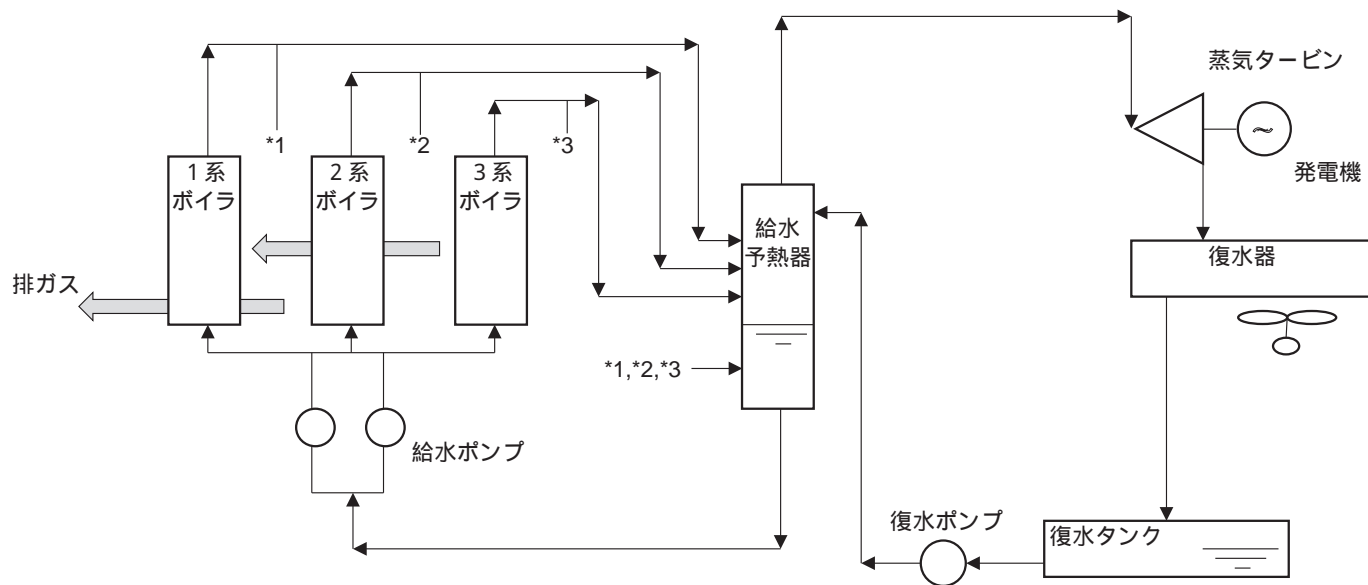


図9 再起動試験中の各部の運転状態

5.2.2 改造後の運転状況

改良工事を行っている焼却施設にはボイラが3基あり、2016年度より1基ずつ設置して、2018年度に3基全てが設置される。

2018年2月現在では、第2期改良工事が終了し、計画どおりの発電性能を達成した。運転時の発電システムの主な



*1*2*3 は気液分離後の戻り液の流れを表す。

No.														
P	(kPaG)	786	790	760	640	20.1	-	-	-	-	-	-	-	-
T	()	-	-	170	-	-	65	-	-	-	509	302	511	287
G	(kg/h)	2 870	3 370	-	4 640	4 640	4 640	3 690	3 810	-	-	-	-	-
	(kW)	-	-	-	-	-	-	-	-	233	-	-	-	-
	(m³N/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14 100	14 100

図 10 焼却炉 2 系統運転時における発電システム各部の状態量

部位における蒸気や液体などの圧力，温度，熱量，流量を図 10 に示す。2018 年度の工事が終了した時点では，常時 2 基のボイラにより安定的な蒸気が供給され，発電設備も計画通りの性能を発揮し，より効果的に CO₂ 削減が可能となる見通しが示された。

6. おわりに

三井造船環境エンジニアリング株式会社 (MKE) と三井造船マシナリー・サービス株式会社 (MZM) が今回開発したシステムは，焼却炉の処理能力を変更せずに既存施設の限られたスペースに新たに発電設備が設置でき，ボイラ技士 2 級の資格で発電設備を運転できるものである。また，ごみ焼却を継続しながらの短期間で改造工事を行い，間欠式焼却炉の場合でも発電ロス時間のない効率良いボイラの運転が可能であることを確認した。これらにより当初設定した目標を達成したと考えている。

現在，環境省やその外部団体を中心に，中小規模焼却施設からのエネルギー回収率の向上に関し政策検討がなされている。業界各社も発電効率向上やバイオガスとのコンバインド技術の開発などにしのぎを削っている。このような状況下において，唐津市の事例は，現状の自治体や地域性も配慮された現実的な良好案件として注目されている。MKE 及び

MZM は，地球の温暖化抑制に少しでも貢献できるように本システムの普及に努めていく所存である。

参考文献

- 1) 環境省：二酸化炭素排出抑制対策事業費交付金(先進的設備導入推進事業)交付要綱, https://www.env.go.jp/recycle/waste/3r_network/2_koufu_sen/2koufu_youkou.pdf, (2018-2-7)
- 2) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部：日本の廃棄物処理平成 27 年度版, http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h27/data/disposal.pdf, (2018-2-7)
- 3) 三井造船マシナリー・サービス株式会社：小型蒸気発電装置 Microsteam® の販売事業を開始, 三井造船技報, 214 (2015-3), p.27

〔問い合わせ先〕

三井造船環境エンジニアリング株式会社
環境施設本部 設計部
TEL 043 - 351 - 9167 奥村 泰一

世界最大級 310 000 トン型 VLCC の 1 番船「KIRISHIMA」竣工
- 「neo シリーズ」第 5 弾 エコシップタンカー「neoVLCC」 -



写真 1 試運転中の neoVLCC「KIRISHIMA」



写真 2 主機関(三井-MAN B&W 7G80ME-C9.5)

三井造船は、310 000 重量トン型 VLCC「KIRISHIMA」を千葉事業所にて建造し、2017 年 11 月 28 日に引き渡した。

本船は、日本の主要港への入港を考慮した VLCC として、最大級の載貨重量と貨物油タンク容積を持つタンカーである。次世代型エコシップとして燃費性能に優れた「neoVLCC」の 1 番船で、66 000 重量トン型ばら積み貨物運搬船「neo66BC」に始まる当社エコシップタイプのラインナップ「neo シリーズ」の第 5 弾の建造船である。

特 長

- (1)日本の主要港への入港を考慮した主要目を満たす VLCC として、最大級の載貨重量 310 000 トン以上を確保するとともに、様々な省エネルギー技術を駆使することで推進性能を向上させ、輸送効率向上を図っている。
- (2)新開発の省エネ船型を採用しており、更に高効率プロペラ、省エネ装置装備により、省エネルギー化及び環境性能を向上させている。
- (3)SOx 排出規制強化に対応する低硫黄燃料油タンクを配備し、更に就航後の排ガス浄化システム(SOx スクラバ)搭載を考慮した機関室配置としている。また、原油気化ガスの大気放出を防止するシステム(VECS)を搭載し、環境保護に配慮している。
- (4)主機関には最新の G 型電子制御エンジンである三井-MAN B&W 7G80ME-C9.5 ディーゼル機関を搭載し、幅広い出力域において低燃費を実現している。
- (5)主機関からの排ガス熱エネルギーを回収するターボ発電機システムを採用し、補機関も含めた船全体の運航コスト低減を図っている。

- (6)貨物油タンクには SOLAS 条約の PSPC に適合した塗装を施すことにより、貨物油タンク構造の腐食への耐性向上を図っている。
- (7)統合型ブリッジコンソールレイアウトや最新の省エネ型オートパイロット、運航モニタリングサービスを搭載し、運航支援機能の向上を図っている。
- (8)SOLAS 条約の新騒音コード及び ILO (国際労働機関)の MLC2006 に対応し、船員の労働環境向上を図っている。
- (9)訓練生(6名)の乗船を考慮し、36名の居住区設備を確保している。

主要目

全 長：339.5 m
幅 (型)：60.00 m
深 さ (型)：28.50 m
総 ト ン 数：159 793
載貨重量トン数：312 539 トン
主 機 関：三井-MAN B&W 7G80ME-C9.5
ディーゼル機関 1 基
最大搭載人員：36 人
船 級：NK
船 籍：パナマ

(船舶・艦艇事業本部)

〔問い合わせ先〕

基本設計部
TEL 03 - 3544 - 3522 萱嶋 孝一

プレテンション方式単純床版桁を用いた PC 栈橋の施工 - 塩害に対する高耐久桁の使用 -



写真1 主桁架設状況



写真2 主桁架設完了

本工事は、日本軽金属株式会社 清水工場の西栈橋の既設受梁上に PC 部材を床版に用いる PC 栈橋設置工事である。経年劣化が進んでいる既設 RC 床版を、プレテンション方式 PC 単純床版桁を用いた PC 栈橋に架け替えるものである。

PC 栈橋は、我が国では 1962 年より建造され、以来半世紀にわたり数百件の実績を重ね、大型の客船バース、コンテナ栈橋や耐震強化岸壁にも適用されている。近年、この技術を導入している事例は増加傾向にある。

PC 栈橋は、国土交通省が推進する i Construction の取り組み適合するものでもあり、生産性と安全性の向上を図るためにプレキャスト PC 桁を用い、間詰めコンクリートと横方向プレストレスによって一体版構造とし、これを基礎杭で支持された受梁上で連結した構造とした。

主桁を PC 部材とすることで受梁間隔を長くでき、既設の受梁上にも床版を構築することが可能となる。また、設備の整った工場での製作により高い品質を確保でき、プレストレスの効果とコンクリートの水結合材比が小さいことにより耐久性に優れた桁の製作が可能となるとともに、海上施工に要する工程が短縮できるなどの多くのメリットがある。

特長

(1)主桁構造

栈橋下面に作用する波の揚圧力及び栈橋上で作業する 75 t 吊りラフタークレーンのアウトリガー荷重を考慮し、かつ、舗装天端高を既設と同じ高さで施工する必要がある。これを満足するため、PC 鋼材は軸力配置とし、主桁コンクリート強度を 70 N/mm^2 、間詰めコンクリート強度 40 N/mm^2 と高強度のコンクリートを使用することで、十分な強度を有する床版を設計した。

(2)支承工

支承部は鉛直荷重と桁の伸縮・回転変形を受け持つゴム支承(滑動防止ソケット付)と、揚圧力に抵抗するヘッド付アンカー装置を採用した。

(3)架設工

主桁架設クレーン及び主桁運搬トレーラーの施工ヤード確保が困難であったため、トレーラーが搬入可能な近隣工場へ主桁を運搬・仮置きし、200 t 吊全旋回起重機船(積載能力 1000 t)により架設現場への運搬・架設を行った。

主要目

工 事 名：日本軽金属株式会社 清水工場
西栈橋補修工事

工事場所：静岡県静岡市清水区三保

発 注 者：日軽産業株式会社 / 東洋建設株式会社

工 期：自)平成 28 年 10 月 1 日

至)平成 29 年 1 月 31 日

種 別：プレストレストコンクリート道路橋

構造形式：プレテンション方式 PC 単純床版橋

支 間：10.190 m + 10.240 m

有効幅員：9.990 m, 斜 角：90°00'00"

横断勾配：LEVEL, 縦断勾配：LEVEL

(ドービー建設工業株式会社)

[問い合わせ先]

生産統括部

TEL 03 - 5806 - 5415 立神 久雄

東京消防庁へ消火訓練用排煙処理・泡消火排水処理設備を納入



写真1 中層訓練棟と訓練状況



写真2 排煙処理設備

近年、火災発生件数は漸減の傾向にあるものの、災害は多様化・複雑化している。一方で、消防隊員の世代交代により、現場経験が不足している若年隊員が増加しており、技術伝承が危惧されている。特に、油火災の消火訓練には黒煙の発生、泡消火剤による排水を伴うため、環境への影響から屋外での訓練実施が難しく、消防隊員が安全に効果的な泡消火訓練活動を行うことのできる訓練施設が必要とされていた。

今般、東京消防庁では、東日本大震災で大規模な震災複合災害が発生したことを教訓に、地域特性に対応し、震災・大規模災害とNBC災害(核、生物、化学物質による特殊災害)の両方に対応するため2013年に新たに発隊した第九消防方面本部消防救助機動部隊(ハイパーレスキュー)の敷地内に、消防隊員専用の訓練施設、災害時の備蓄倉庫等を備えた最新消防防災施設を建設した。その一環で、三井造船プラントエンジニアリングは中層訓練棟向けに排煙処理設備及び泡消火排水処理設備を2016年4月に受注し、2017年6月に納入した。運用開始に伴い「東京消防庁南多摩総合防災施設」として、関係者・地域住民及び報道機関に向けた施設披露式典が2017年12月3日に実施された。

特長

排煙処理設備(LPGバルクタンク地上設備含む)

- (1) 屋上設置可能な小型設備の採用
従来の電気集塵機方式、バグフィルター方式で必要となる敷地が不要となった。
- (2) 高温排煙処理方式の採用
訓練で発生した排煙を800以上で燃焼させることにより無煙・無害化・無臭化して大気へ放出。従来の方式では必要となる脱臭設備が不要となった。
- (3) 産業廃棄物の処理不要
従来方式で発生する集じんダスト及び使用済みフィルターの処理が不要となった。
- (4) 排煙をバーナー燃焼用空気として利用
特殊バーナーを使用することで、排煙を燃焼用空気と



写真3 LPGバルクタンク設備(左)及び泡消火排水処理設備(中央)

して利用でき、バーナー用空気ブロワが不要となった。
泡消火排水処理設備

(1) 建設費、運転コストの低減

訓練にたん白泡消火剤を用いるため、排水処理に生物処理方式を採用し、建設費、運転コストを低減させた。

主要目

排煙処理設備

主要構成機器：排煙処理設備本体、排煙ブロワ、排煙及び燃焼処理制御装置一式、排気筒及びダクト、排気口電動ダンパー

LPGバルクタンク設備

主要構成機器：2.9トンバルク貯槽、強制気化装置、制御装置一式、他

泡消火排水処理設備

主要構成機器：曝気槽、沈殿槽、制御装置一式、他

(三井造船プラントエンジニアリング株式会社)

〔問い合わせ先〕

エンジニアリング部

TEL 043 - 351 - 9137 関根 孝夫

三井造船技報 65 年を振り返って

三井造船技報編集委員長

技術開発本部 技術理事 木戸口 晃

1. はじめに

三井造船技報は 1952 年(昭和 27 年)10 月に創刊され、以来今日まで 65 年間に 220 号を重ね、三井造船の技術力を広く世に知らしめる役割を果たしてきた。本報では第 1 号から最終号である本号(220)号までの掲載論文・記事の変遷を紹介し、当社の技術開発の歴史を振り返ってみたい。なお、以下の文中に記載された部署名並びに個人の肩書及び所属は、いずれも当該技報発行当時のものである。

2. 創刊号

三井造船技報が創刊された 1952 年 4 月には、サンフランシスコ平和条約が発効し、日本の主権が回復している。経済的には、戦後のハイパーインフレが終息し混乱期を脱した後、1950 年からの朝鮮戦争特需によって好景気が続いていた。当社自身も 1952 年には新造船 6 隻 47 336 総トンを引き渡している。また、ディーゼル機関の需要も拡大しており同年には主機・補機合計 32 台を製造している。このような生産拡大を背景として、同年 4 月には玉野造船所の組織として研究部が発足し、全社的な研究開発工事を管理するようになった。新たに創刊された三井造船技報の編集発行もこの研究部が担当した。

三井造船技報第 1 号巻頭に掲載された田中繁松専務取締役玉野造船所長の創刊の辞には、「吾々事業場に於ける技術がともすれば上滑りに走り、十分な基礎付が出来て居ない儘に看過されて居り、一旦つまづいた場合に本当に立直すだけの足場もなく、或いはそれを一段と飛躍発展せしめる手掛かりも無いと言う事は、極めて短日月の間に外国の技術を導入することによって、急速に伸びて来た吾国工業界の共通の弱点」であり、「吾国の技術者或は同じ事業者が、技術的面に於て相互に接触し刺戟し合い研鑽すると共に、又共通の問題について相協力し補足し合って行く事」が必要であって、そのために「社内は勿論広く社外に対しても、吾々の技術的活動の一斑をご紹介申しあげ、御参考に資すると共に忌憚のない御批判を仰ぎ度い」との創刊の志が述べられている。

第 1 号には造船、造機、化工機、研究部の論文が掲載され、表紙を飾ったのは溶接構造を採用した主機の 1 番機である藤永田造船所向け 774VTF-160 型(6 450 HP)主機関であった(図 1)。

3. 編集発行体制の変遷

1953 年以後、三井造船技報は年 4 回の発行となり、1984 年に年 3 回発行となるまで 30 年間ほぼこのペースで発行されている(1957 年のみ 3 回発行)。奥付の編集・発行担当部署は第 55 号までは玉野造船所であったが、1966 年 10 月発

行の第 56 号では日本橋室町の当社の本社となった。なお、この年には技術部と研究部が統合されて研究開発部となり、現在の技術開発本部の原型が形作られた。編集発行部署が本社に移行したのはこのためと思われる。その直後の 12 月に本社は日本橋室町から築地の現住所に移転しており、57 号以降は編集発行部署の住所は築地になっている。

1968 年に研究開発部が技術本部となり、1968 年 7 月発行の第 63 号からは編集発行部署名が技術本部となった。1978 年には技術本部が技術開発本部と改称されたが、編集発行部署はそのまま技術開発本部に引き継がれており、編集発行体制や内容に大きな変化はなかった。しかしながら 1973 年のオイルショック以降、当社を取り巻く事業環境は激変した。それに対応すべく当社自身の事業構造や会社組織も変わっていかざるを得ず、三井造船技報もまた変革の時を迎えることとなる。

1980 年 10 月発行の第 108 号から技術論文に加えて製品・技術解説や新製品ニュースといった記事を毎号掲載するようになった。さらに、三井造船技報編集委員会が設置され、編集は編集委員会が担当し、発行は技術開発本部が担当するという、現在まで続く編集発行体制に移行した。なお、第 108 号から 165 号までは奥付の表記は編集三井造船技報編集委員会、発行三井造船株式会社技術開発本部となっていたが、



図 1 三井造船技報第 1 号表紙

1999年2月発行の第166号より発行人として技報編集委員会委員長名、発行所として三井造船株式会社技術本部(1992年改称)が記載されるようになり、さらに2002年10月発行の第177号以降は発行人が技術本部長名に変更されている。また1984年からは発行回数が年3回となり、2015年からは年2回となった。

4. 記念特集号

三井造船技報は、創刊10周年(1962年10月)、第50号(1965年4月)、第100号(1977年10月)、創刊30周年(1982年10月)、創刊50周年(2003年2月)、200号(2010年6月)など、何らかの区切りの号で記念特集号を発行してきた。

最初の特集号である創刊10周年記念号(第40号)は、三井造船技報としては初の製品紹介記事のみで構成されている。自動化船第一号となった金華山丸や、パッケージボイラ、モンサント式接触硫酸製造装置等と並んで、立体駐車場や1250KV 船用自励式交流発電機が紹介されているのが興味深い。ちなみに、製品特集号となったのは編集者が「当社の技報は少しアカデミックすぎる」(第40号編集後記)という社内外の声を多少意識したためかもしれない。本号の表紙は製品ではなく玉野造船所全景である。

第50号もやはり製品特集号となり、超大型油槽船“TEXACO COLOMBIA”, 三井B&W4 サイクルV型ディーゼル機関、各種産業用クレーン、三井・プレイヨン式リン酸濃縮装置等が紹介されている。表紙は千葉造船所建造第1船となったポルスタ号である(図2)。

第100号も新製品特集号となった。非対称カタマラン型高速艇“三井スーパーウエスタマラン”, 泉大津大橋、三井42型

中速ディーゼル機関、多目的船用ガントリークレーン、三井オレフィンプラント用熱分解装置、乾式脱硝プロセス等が紹介されている中で、システム本部が開発した総合病院予約システムが異彩を放っている。入江常務取締役技術本部長が巻頭言を執筆し、表紙は大型自航式石油掘削船“セドコ472”である(図3)。なお、第100号は創刊25周年記念にもあたる。

創刊30周年記念号(第116号)は、前田社長の「三井造船技報創刊30周年にあたって」との巻頭言を掲載した以外は通常の技報と内容は変わらない。次節で紹介するように、記念号以外でも製品や技術の特集号が度々発行されるようになっている。さらに、第108号以降は技術論文に加えて製品・技術解説や製品ニュースといった記事を掲載するようになり、記念号以外にも製品を紹介する場が生じたため、記念号を特集号とする必要性が薄れたためと思われる。表紙は大阪商船三井船舶向け大型鉄鉱運搬船“はりえっと丸”。

創刊50周年記念号は、本来なら2002年10月発行の第177号のはずだが、1号遅れて2003年2月発行の第178号が記念号となった。算常務取締役、橋本技術本部長の巻頭言と岡野会長の特別寄稿が掲載され、「主力製品を支える技術」というテーマで造船、橋梁、運搬機、ディーゼル、プラント、環境等の主力製品とメカトロ、ITといった新製品に係る技術が紹介されている。またこの号は通常の通り技術論文や製品・技術ニュースも掲載したため全144ページとなり、第172号に次ぐ三井造船技報中第2位のページ数となった。なお表紙は過去の技報表紙のカラーズである。

第200号は新製品・新技術特集号と銘打って、船舶構造設計、特機・水中機器、環境対応型コンテナ荷役機器、ディーゼルエンジン環境対応、硫酸プラント等の主力製品に係る



図2 三井造船技報第50号表紙



図3 三井造船技報第100号表紙

新技術や、リチウムイオン電池正極材、FPD 向け成膜技術、バイオ技術等の新製品・新技術を紹介している。巻頭言は入江技術本部長、表紙は掲載論文で取り上げた新製品のカラーズ、裏表紙は「100 隻目の竣工となった 56 000 重量トン型バラ積貨物運搬船「三井の 56」シリーズ」である。

5. 製品・技術特集号

4. で述べた記念特集号とは別に、三井造船技報では製品紹介や特定分野の製品・技術の特集号を適宜発行してきた。特集号は紹介すべき製品・技術が揃ったタイミングで発行されており、発行時期や間隔はまちまちであるが、それだけにその時点での当社の製品・技術開発の注力分野を色濃く反映しているため、振り返ってみると感慨深いものがある。

三井造船技報の最初の特集号は 1970 年 4 月発行の第 70 号である。製品特集号と銘打って、船舶、産業機械、化工機、原動機、橋梁、建設機械各事業部の製品 18 件が紹介されている。VLCC、アンローダー、軸流圧縮機、化学プラント、ディーゼル主機、橋梁といった現在も当社の主力製品となっている製品に交じって、ホバークラフト、押し出しプレス、ホイール式トラクションショベルといった今は扱われていない製品名も散見される。表紙は千葉造船所における 300 ton グライアスクレーンによる 181 881 DWT タンカー天倉丸丸のブリッジ搭載作業。

次の特集号は 1974 年 1 月発行の第 85 号で、環境汚染防止特集号として環境装置製品とそれに関連する技術が掲載されている。環境汚染の深刻化によって排ガス、排水等の排出規制が厳しさを増していった時期であり、拡大する公害防止機器の新市場に向けて、当社の公害防止製品や技術をアピールする狙いがあったものと思われる。執筆者所属部署の中に藤永田研究所の名前があるのが感慨深い。表紙はトヨタ自動車工業株式会社(当時)向け廃棄物総合処理センターである。

1976 年 4 月発行の 94 号では溶接技術が特集されている。特にモス型 LNG 船の球形アルミタンクに係る溶接技術が目玉を引く。表紙は泉北連絡橋である。

1980 年 7 月発行の第 107 号は、昭島研究所特集号(昭島研究所建設について)である。昭島研究所は、大水槽や風洞といった流体関連の大型試験設備を有する研究所として 1977 年春に着工され、1978 年 6 月に開所式を行い各種試験設備の機器据え付け、調整運転を経て本格稼働に移行した。1979 年 3 月には社内外への完成披露が執り行われている。研究所開所から 2 年を経て、基本計画から建設工事に至る経過と試験設備の概要、設備の運用状況等を取りまとめたのが本特集号である。本号以外の三井造船技報では編集が技術開発本部であったのに対して本特集号のみは編集が昭島研究所となっており、昭島研究所が自らの存在を世に知らしめるべく満を持して製作した技報であったと思われる。技報は 2 部構成となっており、第 1 部は試験水槽について、第 2 部は構造物用風洞について、それぞれ詳細な説明が述べられている。巻頭言は浜野専務取締役、荒瀬常務取締役技術開発本部長、まえがきは山内昭島研究所長、表紙は昭島研究所の大水槽である(図 4)。

1981 年 7 月発行の第 111 号は省エネルギー特集号と銘打って船舶、産業機械、化学プラント向けの省エネルギー技術と省エネルギー製品が紹介されている。1973 年の第 1 次オイルショック、1979 年の第 2 次オイルショックにより原油価格が高騰し、「大型の省エネルギー設備投資が、今や十分な企業メリットをもって迎えられるに至った」(荒瀬常務取締役技術開発本部長の巻頭言)ため、当社もこの新規市場に投入する新製品、新技術を鋭意開発し本特集号にて社内外にアピールしたものである。表紙は 250 000 DWT タンカー“エッソコペンハーゲン”に搭載された Mitsui Integrated Duct Propeller (MIDP)(図 5)。

1983 年 10 月発行の第 120 号は、コンピュータシステム特集号である。当社のシステム部門は 1974 年にシステム本部として発足し、社内の業務用コンピュータシステムの開発・保守及び製品に組み込まれるコンピュータシステムの開発・保守を行ってきた。1981 年にはシステムエンジニアリング事業部、1984 年にはシステム事業本部となり、1986 年には三井造船システム技研株式会社として分離独立している。この特集号ではプラントエンジニアリングオフィスオートメーションシステム、資材管理業務総合システムといった自社向け業務用システムと自動船位保持装置、省エネルギー型自動操舵システム等の自社製品に組み込むシステム、更には理化学研究所、東京大学と当社が共同で開発した数式処理計算機 FLAT などが紹介されている。表紙はプラント配置・配管計画設計システムである(図 6)。

次の特集号は、少し間隔が空いて 1988 年 10 月発行の第 135 号、橋梁水門特集号となった。同年 3 月には当社が建設に参加した本四連絡橋児島坂出ルートの下津井瀬戸大橋が完



図 4 三井造船技報第 107 号表紙



図5 三井造船技報第111号表紙

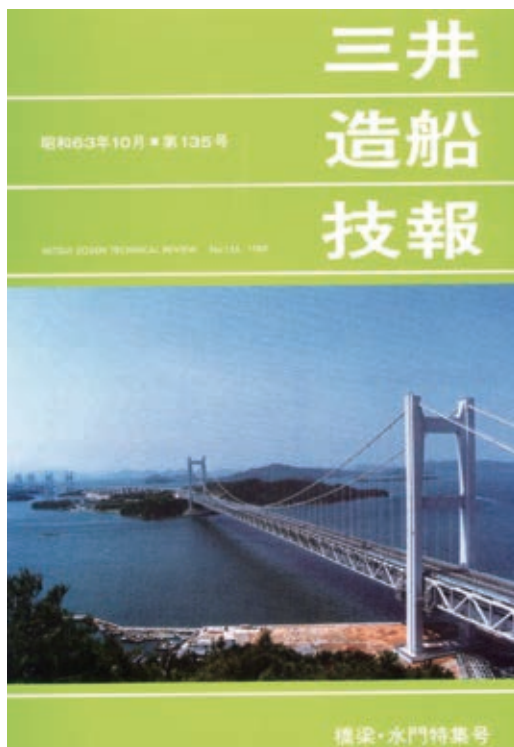


図7 三井造船技報第135号表紙

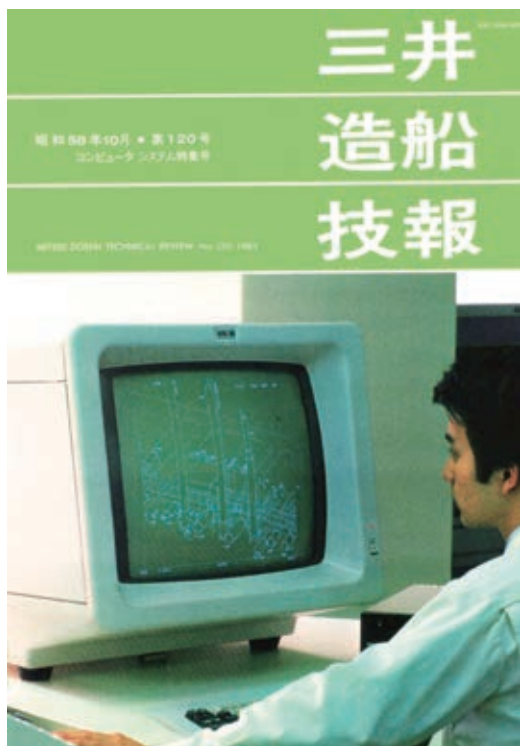


図6 三井造船技報第120号表紙

成しており、4月には児島坂出ルートが全線開通し本州と四国が陸路で結ばれている。本特集号では、長大吊橋の設計、製作、施工に係る各種技術が述べられており、またトラス橋やアーチ橋、河口堰ゲート等の施工例が紹介されている。巻頭言は廣川専務取締役鉄構土木事業本部長、表紙は本州四国

連絡橋下津井瀬戸大橋である(図7)。

1989年10月発行の138号は船舶小特集号となった。小特集号とは、特集テーマ以外の論文や技術解説も併載する場合の呼称であって、本号は特集関連論文7報に加えて論文1件、製品技術解説6件が掲載されている。星野専務取締役は本号巻頭言で「ソフトを含めた広い意味での将来の造船技術は、新しい時代の長期的展望に立って、総合的な経済社会を含めた物流システムの中で、新しい付加価値を持ったものにしていく必要があります。」と述べているが、「三井造船グループ2025ビジョン」にも通じる提言ではないかと思える。特集論文では船型開発や構造設計にCFDやFEMといった手法を用いた事例が紹介されており、これらの手法が開発や設計に一般的に使われるようになってきたことが伺える。表紙は三井スーパーマランCP15型アクアジェット(図8)。

次の特集は少し間隔が空いて1994年2月発行の151号での環境技術小特集号となった。本号には環境技術関連論文、解説8件が掲載され、「光合成微生物を利用したCO₂固定化技術の研究」論文や「生態系を利用した湖沼浄化システム - 三井クリンフロ・システム -」の紹介記事と並んで、「廃棄物熱分解・溶融・有価物回収システム(三井・シーメンスリサイクリング21)」と題するドイツ・ウルム市のリサイクリング21(R21)パイロットプラントの構造と運転状況の報告が掲載されている。R21関連の論文は本報が初出である。

R21はその後横浜に24t/day実証プラントを建設して実証試験が行われ、更にその実証プラントを千葉事業所内に移設して各種の試験運転が継続されたが、R21関連の報文は7年後の2001年3月発行の第172号まで技報に掲載されなかった。7年ぶりの特集号となった第172号は、R21第1号機となつ



図8 三井造船技報第138号表紙



図10 三井造船技報第194号表紙

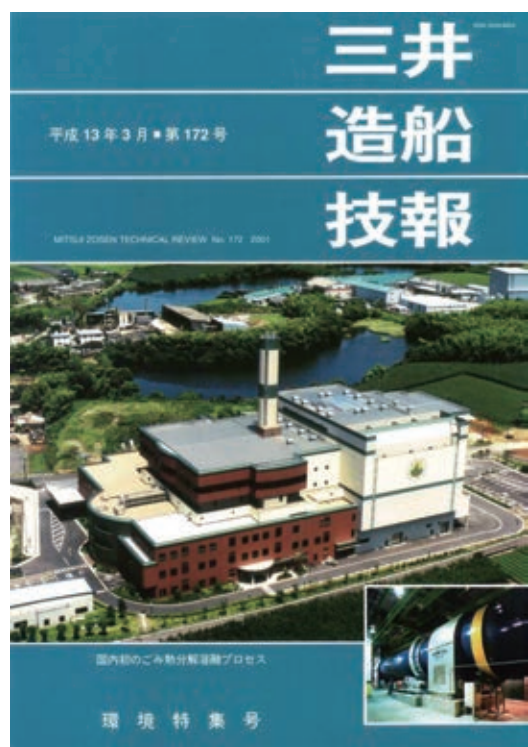


図9 三井造船技報第172号表紙

た八女西部クリーンセンターの運転状況を始めとする R21 関連論文に加えて『廃棄物リサイクル 大気汚染防止技術 水・土壌汚染防止技術等当時の当社の環境技術を集大成した環境特集号となった。掲載された技術論文 22 報，製品・技術紹介 22 件，150 ページに及ぶ大特集号である。表紙は国内初

のごみ熱分解溶融プロセス - 「三井リサイクリング 21」八女西部クリーンセンター (図9)。

2004 年 11 月発行の第 183 号も環境小特集号だったが，特集関連論文が 3 報のみのこじんまりした特集号となった。その後も矢継ぎ早に小特集号が組まれているが，第 185 号の環境リサイクル小特集号，第 186 号の地球深部探査船「ちきゅう」小特集号，第 187 号のエネルギーソリューション小特集号も同様に特集関連論文は 3 報ずつ，第 189 号の FPD 製造装置小特集号は 4 報，第 190 号の CAE 小特集号，第 191 号のディーゼルエンジン・ガスエンジン小特集号が 5 報，第 192 号のエネルギー関連の新技术小特集号が 4 報と報文数が少なくなり，かつてのような特集関連報文数を集めるのが難しくなっていた様子が見て取れる。

それでも特集テーマを見ていると，その時代時代の特色が垣間見える。2008 年 6 月発行の第 194 号の液晶・半導体関連技術小特集号では当時関連会社で開発していた大面積 ALD 成膜装置についての論文が掲載されている。表紙は FPD 用次世代イオン注入装置である(図10)。第 195 号の海洋関連技術小特集，第 199 号のディーゼルエンジン・ガスエンジンの環境対応技術小特集が続いた後，2010 年 10 月発行の第 201 号の新製品・新技术小特集では「近年の船型開発における最新省エネ技術 - CO₂ 排出量 30 % 削減を目指して - 」と題する論文で，当社が総力を挙げて取り組んだ省エネ船開発の成果が紹介されている。また 2004 年からサービスを提供してきた主機関リモート診断システム e-GICS や，運航モニタリングサービス Fleet Monitor の機能強化についても紹介している。

2011 年 7 月発行の第 203 号は，ハイドレート技術小特集

号として、当社が2001年から取り組んできたNatural Gas Hydrate (NGH)関連技術やCO₂分離回収へのハイドレート技術の適用が紹介されている。NGH関連技術は本号以前にも多数の報文が三井造船技報に掲載されているが、ハイドレート特集と銘打ったのは本号が最初で最後であった。

三井造船技報最後の小特集は2012年7月発行の第206号、再生可能エネルギー小特集号である。当時開発されていた帆走船舶や太陽熱発電システムなどの再生可能エネルギー利用技術が紹介されている。

6. 歴代社長の三井造船技報投稿歴

創刊号からの三井造船技報の投稿者名を眺めると、後に当社の要職に就任した方々が若き日に投稿した報文が散見される。後日社長に就任した方だけでも6人の報文が掲載されている。

山下勇氏(社長在任1970～1979)は造機設計部在職中に「950VBU型機関-2サイクルターボチャージャ方式による世界最初の大出力艦艇用ディーゼル機関-」という技術論文を筆頭執筆者として執筆し、その報文は1955年12月発行の第13号に掲載されている。前書きの「当社の総力を結集して本機関と取り組みこの種新型機関に当然付随する幾多の困難を克服して成功を勝ち得ることができたことは、戦後の吾が国ディーゼル技術の水準の高さを内外に示すと共に、これが完成は今後の艦艇用ディーゼル機関の在り方に幾多の示唆を与えるものと思われる。」という一文から、日本のディーゼル技術を牽引する技術者の矜持を感じるのは筆者だけであろうか。

山下社長に続き社長に就いた前田和雄氏(社長在任1979～1986)は、第1執筆者で3報、第2執筆者で7報、第3執筆者で1報、計11報と、歴代社長No.1の掲載数を誇っている。初投稿は1953年4月発行の第3号に掲載された「船体溶接部のX線検査」と題する報文で、第3執筆者に名を連ねていた。最後の投稿となった報文2報を掲載した第55号が1966年7月に発行された時は既に造船工場長に就任しており、工場長就任直前まで技報の執筆にあっていたものと推察される。誠に敬服すべき技術者魂と申し上げるしかない。

前田社長を継いで社長に就任した末長一志氏(社長在任1986～1988)は、第1執筆者で2報、第2執筆者で2報の計4報が掲載されている。歴代社長で複数報が掲載されているのは前田氏、末長氏のお二人のみである。特筆すべきは1952年10月発行の創刊号に「波型隔壁の強度-1-」と題する報文の第2執筆者として名を残していることであろう。末長氏の最後の投稿は1961年10月発行の第36号に掲載された「溶接製シューピースの強度に関する実船試験」と題する論文であった。

岡野利通氏(社長在任1997～2001)は1962年4月発行の第39号に掲載された技術論文「コンテナ船のねじり強度(第1報)」の第2執筆者に名を連ねている。残念ながらこの報文は第2報がなく、岡野氏の投稿論文はこの1報のみである。

前田氏の1966年の投稿から約18年間、後の社長による投稿は途絶えていたが、1984年10月発行の第123号に加藤泰彦氏(社長在任2007～2013)が筆頭執筆者となった「モス方

式LNG船の各種実船試験」という表題の技術論文が掲載された。当社初のLNG船となった「泉州丸」は1984年2月に船主に引き渡されたが、この論文はその建造過程と第一次航行で行われたLNGタンク周りの試験及び計測結果を取りまとめたものである。論文ではタンクシステムの設計に用いられた計算値と実験での実測値が良好な一致を示したことが淡々と述べられているが、結言の「当社では、研究開発当初より、タンクシステムの設計手法の確立には多大の努力を払ってきた。今回得られた計測結果は、いままで述べてきたように、計算値に良く一致しており、当社の設計の妥当性が証明された。」という文章からは、積み重ねてきた努力とそれが報われた喜びがにじみ出ているように感じられる。ちなみに、第123号の表紙は「シンガポールメルパウ島石油化学コンビナート」だったが、前号の第122号の表紙が「三井・モス方式125,000m³LNG船“泉州丸”」であった(図11)。

現社長の田中孝雄氏は2003年2月発行の第178号に筆頭執筆者として「ディーゼル機関における技術開発」と題する技術解説論文を投稿している。この号は先に述べた通り三井造船技報創刊50周年記念特集号であって、「主力製品を支える技術」というテーマで主力製品と新製品に係る技術が特集された。「ディーゼル機関における技術開発」はその特集報文の一つとして執筆されたものである。

7. 製品分野別の掲載報文数の推移

図12に1952年から2017年までの65年間で10年間毎に区切った場合の製品分野別の技術論文と製品技術解説の掲載報文数の割合の推移を示す。ただし、2003年2月から2017



図11 三井造船技報第122号表紙

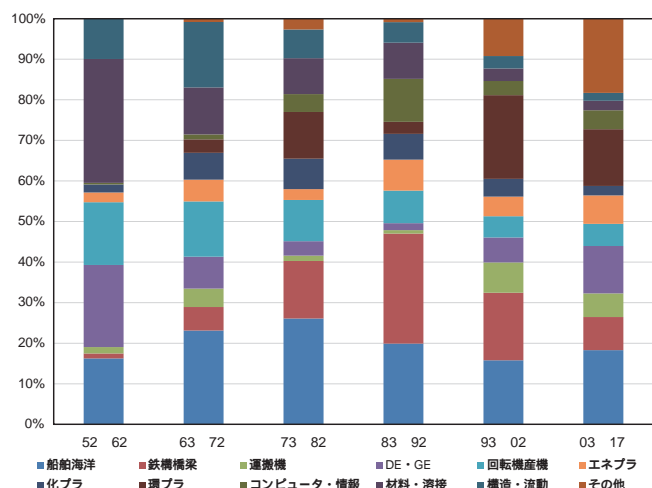


図 12 技術論文と製品技術解説の分野別比率の推移

年 7 月までは 15 年間で集計した。各期間での報文数はおおむね 230 件から 250 件程度である。また、製品分野は船舶・艦艇・海洋構造物関連、鉄構・橋梁関連、運搬機関連、ディーゼル・ガスエンジン関連、回転機・産業機械関連、エネルギープラント関連、化学プラント関連、環境プラント関連、コンピュータ・情報関連、溶接・材料関連基盤技術、構造強度・伝熱流体関連基盤技術、その他製品・技術の 12 分野に分類した。

図 12 に示した比率はあくまで技報掲載報文の比率であって、各分野の当時の研究開発リソースの配分比率と正確に対応するものではない。ましてや当時の各事業分野の構成比率を示すものでもない。とは言え、技報掲載報文の比率には時代毎に明らかな特徴があり、そこから各時代での当社の状況が垣間見られる。

1952 年 10 月の創刊号から 1962 年 10 月の 40 号まではディーゼルエンジン関連(20.2%)と溶接・材料技術関連(30.6%)で半数を占めている。材料関連では特に鋳鉄関連の投稿が多いのが目を引く。また溶接・材料関連(30.6%)と構造強度・伝熱流体関連(9.9%)を合わせた基盤技術分野での報文数が 40% を超えており、創刊号巻頭言で述べている「吾々事業場に於ける技術がともすれば上滑りに走り、十分な基礎付が出来て居ない儘に看過されて居り」という問題意識を反映して基盤技術の研究開発に注力していたことが伺える。

1963 年 1 月の第 41 号から 1972 年 10 月の 80 号まででは、船舶・艦艇・海洋構造物関連が 23.1% を占め、次いで構造強度・伝熱流体関連が 16.1%、回転機・産業機械関連が 13.6% となった。一方、ディーゼルエンジン関連は 7.9%、溶接・材料関連は 11.6% といずれも前の 10 年間に比べ 3 分の 1 程度に減少している。

1973 年 1 月の第 81 号から 1982 年 10 月の第 116 号までの 10 年では船舶・艦艇・海洋構造物関連の比率が 26.1% に達し、次いで鉄構・橋梁関連が 14.2% で 2 位、3 位は環境プラント

関連(11.5%)となった。鉄構・橋梁関連と環境プラント関連はいずれも前の 10 年間に比べほぼ 3 倍増の比率となった。1983 年 1 月の第 117 号から 1992 年 10 月の 147 号までの 10 年間は鉄構・橋梁関連が 27.1% で首位となった。2 位は船舶・艦艇・海洋構造物関連の 19.9%、3 位には 10.6% でコンピュータ・情報関連が躍り出た。前述の通り 120 号はコンピュータシステム特集、第 135 号では橋梁水門特集が組まれており、この期間に両分野で精力的な研究開発が行われたと察せられる。一方、この期間のディーゼルエンジン関連の報文は 1.7% を占めるのみであった。

1993 年 2 月の第 148 号から 2002 年 10 月の第 177 号までの 10 年間は環境プラント関連が 20.6% で首位となった。2001 年 3 月発行の第 172 号は環境技術特集号として 32 件の環境プラント関連の報文が掲載されている。2 位は鉄構・橋梁関連で 16.7%、3 位は船舶・艦艇・海洋構造物関連で 15.8% である。9.2% で 4 位となったその他には半導体関連成膜機器やメタンハイドレート関連が含まれている。

2003 年 2 月の第 178 号から 2017 年 7 月の第 219 号までの 15 年間では船舶・艦艇・海洋構造物関連と同率でその他が首位となった。この期間のその他には半導体関連成膜機器、メタンハイドレート関連に加えてリチウムイオン電池正極材関連が含まれており、新規事業開拓に注力した時期であったことが伺える。3 位は R21 に加えてバイオエタノール技術、バイオガス技術の開発が行われた環境プラント関連である。また、ディーゼルエンジンの燃料多様化と燃費向上を反映してディーゼルエンジン関連が 12.1% と 50 年ぶりに 10% を超えて 4 位となった。

8. おわりに

創刊号から第 220 号までに三井造船技報に掲載された技術論文は 1123 報、製品技術解説 320 報、製品・技術ニュース 568 件に上る。技術論文や製品・技術解説の執筆者は延べ 3254 人、製品・技術ニュース等部署名で投稿された記事は 870 件である。多忙な業務の傍らでこれほど多数の研究者・技術者が論文・記事を執筆し技報に投稿し続けてきたのは、創刊の辞に述べられた「吾国の技術者或は同じ事業者が、技術的面に於て相互に接触し刺戟し合い研鑽すると共に、又共通の問題について相協力し補足し合って行く事」が必要であって、そのために「社内は勿論広く社外に対しても、吾々の技術的活動の一斑をご紹介申しあげ、御参考に資すると共に忌憚のない御批判を仰ぎ度い」という志が引き継がれてきたゆえであろう。更に付け加えるならば、自らの技術や製品に対する誇りと愛情がこれらの論文・記事を書かせたのだと言えないだろうか。

三井造船技報は本号で一旦その歴史を閉じ、新たに三井 E&S 技報として生まれ変わるが、三井造船技報の創刊の志と自らの技術や製品に対する誇りと愛情はそのまま引き継がれるものと信じたい。

お詫びと訂正

三井造船技報 第 219 号 (2017-7) P.7 の表 1 の係留方式の行に誤りがありましたので、お詫びして訂正いたします。

(誤)

表 1 浮体形式比較
Characteristics of Three Floater Types

	TLP	SPAR	セミサブ
適用水深	50 ~ 200 m	80 ~ 300 m	60 ~ 300 m
係留方式	カテナリ	カテナリ	緊張
占有面積	小	大	大
動揺	小	大	中
設置コスト	大	中	中
アンカー荷重方向	垂直	水平	水平
浮体構造複雑性	中	低	中

(正)

表 1 浮体形式比較
Characteristics of Three Floater Types

	TLP	SPAR	セミサブ
適用水深	50 ~ 200 m	80 ~ 300 m	60 ~ 300 m
係留方式	緊張	カテナリ	カテナリ
占有面積	小	大	大
動揺	小	大	中
設置コスト	大	中	中
アンカー荷重方向	垂直	水平	水平
浮体構造複雑性	中	低	中

三井造船技報編集委員会

委員長 木戸口 晃
委員 高岡 正宏
田中 茂
難波 浩一
中嶋 幸子
穴倉 進
村田 和俊
兼本 浩

三井造船技報

第 220 号

2018 年(平成 30 年)2 月 28 日発行

発行人 西畑 彰
発行所 三井造船株式会社 技術開発本部
〒104 - 8439 東京都中央区築地 5 丁目 6 番 4 号
TEL 03 - 3544 - 3266
<http://www.mes.co.jp>
印刷 株式会社 MES ファシリティーズ
〒261 - 7128 千葉県千葉市美浜区中瀬 2 - 6 - 1

三井造船技報に関するお問い合わせは、e-mail : gihojim@mes.co.jp まで。

万一、落丁・乱丁がありました節は、お取り替えます。

(非売品、無断転載を禁ず)

三井造船技報 第 220 号の発行に当たって

「三井造船技報」を長い間ご高覧いただき、ありがとうございました。

本誌は、本号をもちまして発行を終了することになりました。

2018年4月1日からの当社のホールディングス制移行に伴い、新たに三井E&S技報を創刊し三井E&Sホールディングス内各社の新製品や、それを支える技術についてご紹介する予定です。

つきましては、送付先の貴組織名、ご担当部署、所在地などにつきましては正確を期しておりますが、変更などがございましたら、以下にご記入の上、FAX又はe-mailでお知らせ頂きたいようお願い申し上げます。

敬具

キ リ ト リ 線

FAX : 03 - 3544 - 3086

e-mail : gihojim@mes.co.jp

三井造船株式会社 技報編集委員会 事務局 行(TEL. 03 - 3544 - 3266)

三井造船技報 送付先の確認と第 220 号へのご意見等について

1. 送 付 先 : 従来通り 変更 削除 (いずれかにVを付けてください)

a) 旧送付先

所在地 〒 _____

組織名称 _____

担当部署 _____

旧送付先は、現在の宛先ラベルのコピーをここに貼付して
頂いても構いません。

b) 新送付先

所在地 〒 _____

組織名称 _____

担当部署 _____

ご担当者 _____

TEL No. _____

FAX No. _____

2. 今後の編集に反映させていただくため、下記アンケートにご協力をお願いします。

(1) 本号で興味のある記事をお知らせください。(最初のページ No. で可。複数回答可)

技術論文・報告では

製品・技術ニュースでは

その他の記事では

(2) その他、ご意見・ご要望あれば、お聞かせください。

キ
リ
ト
リ
線

三井造船株式会社

<http://www.mes.co.jp/>

本社	〒104-8439	東京都中央区築地5丁目6番4号	TEL 03-3544-3147
幕張センター	〒261-7128	千葉県千葉市美浜区中瀬2丁目6番1	TEL 043-351-8000
北海道支社	〒060-0807	札幌市北区北七条西4丁目5番地1(伊藤110ビル)	TEL 011-736-0036
東北支社	〒980-0811	仙台市青葉区一番町2丁目7番17号(朝日生命仙台一番町ビル)	TEL 022-262-3481
中部支社	〒460-0008	名古屋市中区栄2丁目10番19号	TEL 052-218-3071
関西支社	〒550-0004	大阪市西区靱本町1丁目11番7号(信濃橋三井ビル)	TEL 06-6447-2001
中国支社	〒730-0051	広島市中区大手町2丁目7番10号(広島三井ビル)	TEL 082-248-0311
呉営業所	〒737-0045	広島県呉市本通3丁目5番18号(メゾンロイヤル)	TEL 0823-25-7837
九州支社	〒812-0036	福岡市博多区上呉服町10番1号(博多三井ビルディング)	TEL 092-291-0092
東九州支店	〒870-0027	大分県大分市末広町1丁目1番18号(ニッセイ大分駅前ビル)	TEL 097-537-9260
沖縄支店	〒900-0033	沖縄県那覇市久米2丁目4番16号(三井生命那覇ビル)	TEL 098-869-3135
玉野事業所	〒706-8651	岡山県玉野市玉3丁目1番1号	TEL 0863-23-2010
千葉事業所	〒290-8531	千葉県市原市八幡海岸通1番地	TEL 0436-41-1112
大分事業所	〒870-0395	大分県大分市日吉原3番地	TEL 097-593-3111
技術開発本部			
技術開発センター	〒706-0014	岡山県玉野市玉原3丁目16番1号	TEL 0863-23-3001
昭島研究センター	〒196-0012	東京都昭島市つつじが丘1丁目1番50号	TEL 042-545-3111
海外事務所	釜山, 北京, ハノイ, ジャカルタ		
海外現地法人	三井造船ヨーロッパ株式会社(ロンドン)		
	三井造船(中国)投資有限公司(上海)		
	MES タイ(バンコク)		
	三井造船アジア株式会社(シンガポール)		

