

MAN ディーゼル発電機の仕様概要と特徴

独 MAN 社の中速ディーゼルエンジン（中国 CSSC Marine Power 社、MAN 社 OEM 先製品）と仏 Leroy Somer 社のエンジン用発電機（Leroy-Somer Elec-Tech. Fuzhou 社、中国工場製）の仕様概要とその特徴等を以下に紹介します。併せて、売電可能電力量と使用燃料発電効率を最大化をさせる為、他に未利用のエンジン排気ガス熱を利用した排熱蒸気ボイラ（HRSG, ミウラボイラ製）及び蒸気タービン発電機（新日本造機/西芝電機製）の仕様概要とその特徴を紹介します。

これら主要設備構成により、極めて高効率の大型ディーゼル複合（DCC：Diesel Combined Cycle）発電所が出来ます。

1. ディーゼル発電機の主な仕様

下記テーブルに導入エンジン発電機の主な仕様を示します。

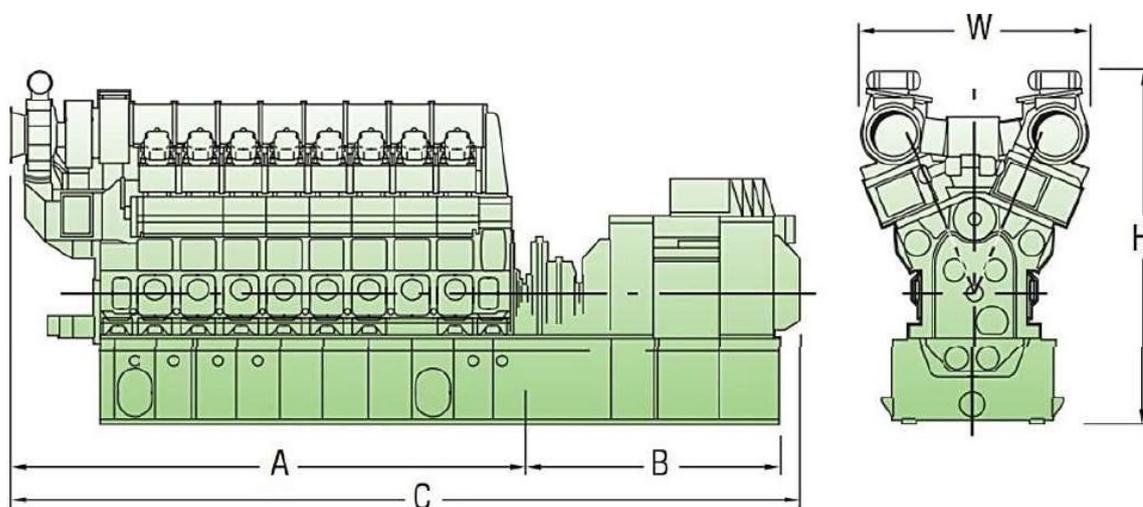
MAN-CSSC ディーゼル エンジン発電機仕様

1)エンジン・メーカー		MAN-CSSC		
エンジン型式		14V32/40		
使用燃料油		バイオ油、軽油、重油		
エンジン気筒数(-)	14	回転数(RPM)	750/720	
エンジンタイプ	V型	周波数(Hz)	50/60	
シリンダー径(mm)	320	圧縮圧 (bar)	24.9/25.9	
ストローク長 (mm)	400	ピストン速度(m/s)	10.0/9.6	
エンジン重量(t)	68			
消費量(100%ロード時)				
エンジン出力(KWm)	7,000	オイル消費 (Kg/h)	3.5	
燃料消費(KJ/KWm)	7,643			
: (g/KWm@100%)	179.0	(@燃料42.7MJ/Kg)		
: (g/KWm@85%)	177.1			
2)発電機メーカー		Leroy-Somer Elec-Tech.		
発電機型式		LSA58 90/8p,90/10p		
発電機軸入力(KWm)	7,000	回転数(rpm)	750/720	

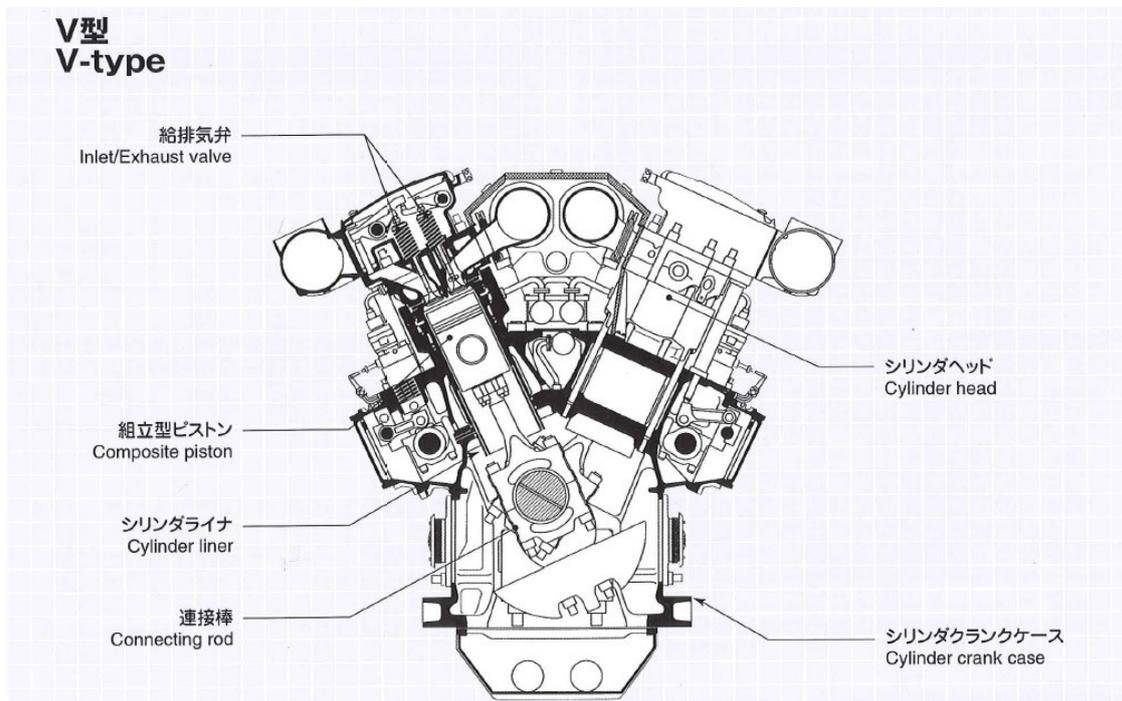
発電機出力(KWe)	6,790	結線方式	スター接続
電圧(V)	6,600	発電出力(KVA)	8,488
電流(A)	743	極数(-)	8/10
燃料消費(KJ/KWe)	6,79	力率(-)	0.8
: (g/KWe@100%)	184.5	周波数(Hz)	50/60
: (g/KWe@85%)	182.5	回転方向	時計周り
3)エンジン発電機サイズ、重量			
A(mm)	7,105	W(mm)	3,370
B(mm)	4,215	H(mm)	4,795
C(mm)	12,320	重量(トン)	112

2.ディーゼル発電機の外形図

下記はエンジン発電機の外形図とその寸法です。表示記号に対応した数字は、前のテーブルの最下段値を参照下さい。



下記はV型エンジンの内部構造図を示します。



3.導入ディーゼル発電機の特徴

下記に、導入予定の中速 MAN ディーゼル発電機の特徴を示します。

1) 導入予定の大型ディーゼル・エンジンは、ディーゼル・エンジン・メーカーとして世界で最も長い歴史（120年以上）を誇るドイツMAN社のライセンス保証製品であり、CSSC Marine Power 社（中国）が、MAN社の管理・監督のもと製造・販売している正規認定製品です。独MAN社は現在、技術開発を中心に行い、エンジン製造・販売は世界中のOEM提携先企業が主に担当するビジネス戦略です。日本国内でも川崎重工/三井造船、JFEエンジニアリング、新潟原動機、ディーゼル・ユナイテッド（IHI）、三菱重工（MHI）の5社が、韓国でも斗山（Doosan）、STX重工の2社がOEM製造・販売をしています。中速船用・陸上ディーゼル・エンジンの製造・販売では、中国内ライセンス先企業（9社）でも、特に同CSSC社の製品は圧倒的な製造・販売シェア（90%）を持ち、他MAN社ライセンス先企業（世界で22社）を含めると圧倒的な世界製造・販売シェアを誇る優れたディーゼル・エンジン製品です。

2) 特に、中速(750回転/50Hz, 720回転/60Hz)の本タイプの32/40型エンジンは、L型(直列)、V型が販売され、6気筒(6L)~18気筒(18V)型まで、エンジン出力は3,000KWm~9,000KWm迄の機種が製造・販売されています。導入機は本シリーズの14気筒、14V 32/40型であり、7,000KWmのエンジン出力(500KWmx14=7,000KWm)です。

3) 燃料油は通常軽油、重油 A、低重質油等ですが、植物油・動物油脂(バイオ油)等を直接燃料として全機種で使用でき、導入例も多くメーカー側も使用を保証しています。このようなエンジンメーカーは国内は元より、海外でも稀です。特に、パーム油(ステアリン)単独、パーム・カシュナツ(加工)油等を燃料油と直接使用(SVO)し、後述エンジン発電機との組み合わせによりカーボン・ニュートラル、環境に優しい発電設備を目指すと共に、固定買取制度(FIT)に基づき全量売電を行います。

4) CSSC 社は国営最大手造船会社グループ企業でもあることから、当然船舶用エンジンとしての利用例が圧倒的に多いのですが、同社の発電用の導入実績だけでも、現在まで 123 セットもある模様です。

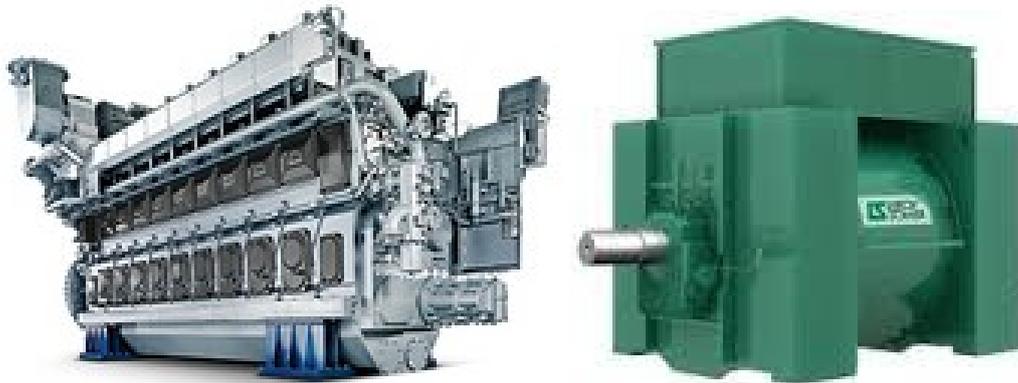
5) 燃料消費率(高エネルギー・動力変換効率 47.1%)に優れ、高い排熱回収率(低排熱温度 330°C)を誇ります。同時に環境負荷(NO_x値)が低く設計されています。使用する燃料の仕様にもよりますが、NO_x値は通常 1,000PPM(Max)程度であり、脱硝(De-NO_x/SCR)装置付加により規制値(規制値 110~600PPM,設置地域による)をクリアできます。

6) 発電機は、MAN 社お薦めの米国 Emerson 社の Leroy-Somer ブランドの高効率発電機(LSA58 90/8p@50Hz,90/10p@60Hz)を使用します。本発電機の製造元は,Leroy Somer Electro-Technique(Fuzhou)社が行います。エンジン(MAN14V32/40)とベストの組み合わせと考えます。高燃料エネルギー・発電効率は、エンジン発電機単体で 45.85%を誇ります。導入予定の大型の発電機(LSA58)は、最近までは、フランス製の輸入製品でしたが、現在は中国内で、MAN 社の品質管理・監督の下、製造・販売されています。

7) 廃熱ボイラー発電(後述)を含めたコンバインド・サイクル発電(DCC:Diesel Combined Cycle)発電を行えば、更に 7~8%の発電効率が向上します。

4. ディーゼル発電機の写真添付

下記にMAN社ディーゼルエンジン及び Leroy Somer 社の発電機の写真例を添付します。



下記はMANディーゼル発電機に基づく発電所の内部写真例です。
写真例はエンジン発電機6基構成 (MAN 18V32/40x6 Units) ですが、今回20MW
の場合、やや小型機(18ではなく14シリンダー)の3基構成(MAN 14V32/40x3
Units)となります。

更に、MANディーゼル・エンジンの排気ガスの排熱を排熱ボイラー (HRSG)で
排熱蒸気を発生させ、蒸気タービン発電を加えると1,440KW前後の電力が、何ら
追加燃料油を加えなくて発電できます。いわゆるディーゼル・エンジン発電+
排熱蒸気タービン発電の複合ディーゼル・コンバインド・サイクル (DCC)発電
を行います (後述参照)。結果として、高価・有用なバイオ燃料の持つエネルギ
ーの49.08%迄を電力に直接変換できます。



5. 排熱回収ボイラ・蒸気タービン発電機の主な仕様(オプション仕様)

これ以降は全て**オプション仕様**です。但し、下記に説明の様に、高価な燃料費の削減からも、オプション仕様を含めた発電所が望ましくお薦めです。前述の標準ディーゼル・エンジン発電機の付帯(オプション) 設備として高温排熱ガス熱を有効利用した蒸気ボイラ(HRSG)とその蒸気タービン発電機の主な仕様を示します。

この設備の導入により、通常は大気に放出される未利用の高温エンジン排気ガスから熱回収により水蒸気を発生させます。これが排熱回収蒸気ボイラ (HRSG)です。更に、この発生蒸気を使い小型蒸気タービン駆動させ、更にその駆動力で発電機を回し発電を行う仕組みです。追加油燃料を一切使わず(同じ燃料で) ディーゼル発電量に対し、更に7~8%程度の発電量増が可能です。

下記は**概算値**です。詳細設計で仕様値は変わります。

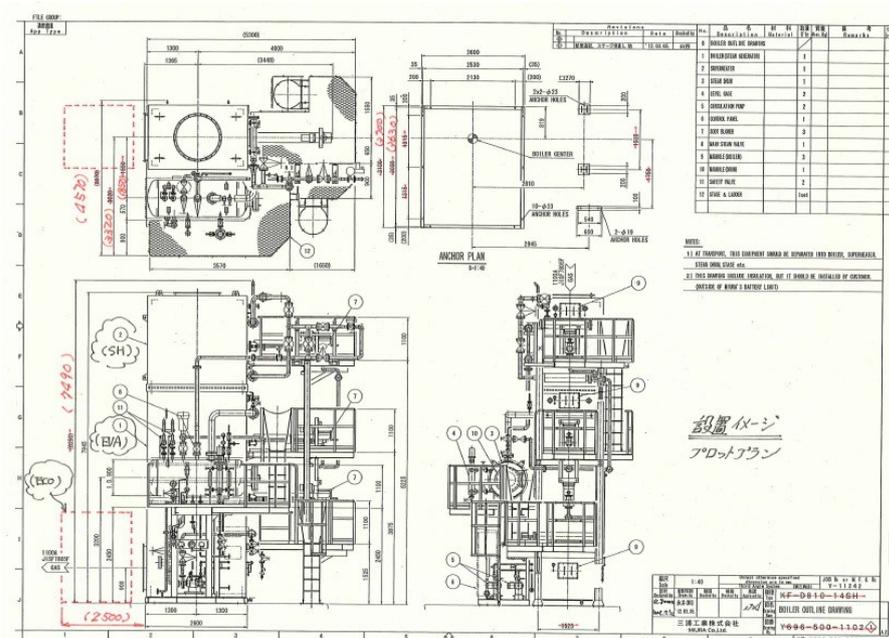
三浦・排熱ボイラ新日本造 機タービン発電機仕様

1) 排熱ボイラメーカー		三浦工業	
ボイラ型式(右記18V32/40用,基本は同一)	KF-D1310 -20E+SH	強制循環式水管ボイラ(KFD特注)	
		(節炭器付)	
エンジン排ガス流量(Nm ³ /h)	40,538	エンジン排ガス温度(°C)	335
: 合計排ガス流量(Nm ³ /h)	121,614	ボイラ数(—)	3
排熱ボイラ入口温度(°C)	327	蒸気発生量 (t _h /h)	2.987
: 節炭器出口温度(°C)	200	過熱蒸気 (t _h /h)	2.987
		合計蒸気量(t _h /h)	8.96
蒸気圧力(MPaG)	1.37	過熱蒸気圧力(MPaG)	1.27
蒸気温度(°C)	197.4	過熱蒸気温度(°C)	250
給水温度(°C)	60		
2) 排熱蒸気タービン・発電機		新日本造機/西芝電機	
タービン型式(18V32/40用、14V32/40用も類似)		衝動式復水蒸気タービン	C6-R7-R
回転数(タービン)(RPM)	7,800	蒸気量(t _h /h)	8.96
: (発電機)(RPM)	1,500/1800	タービン発電機数(—)	1

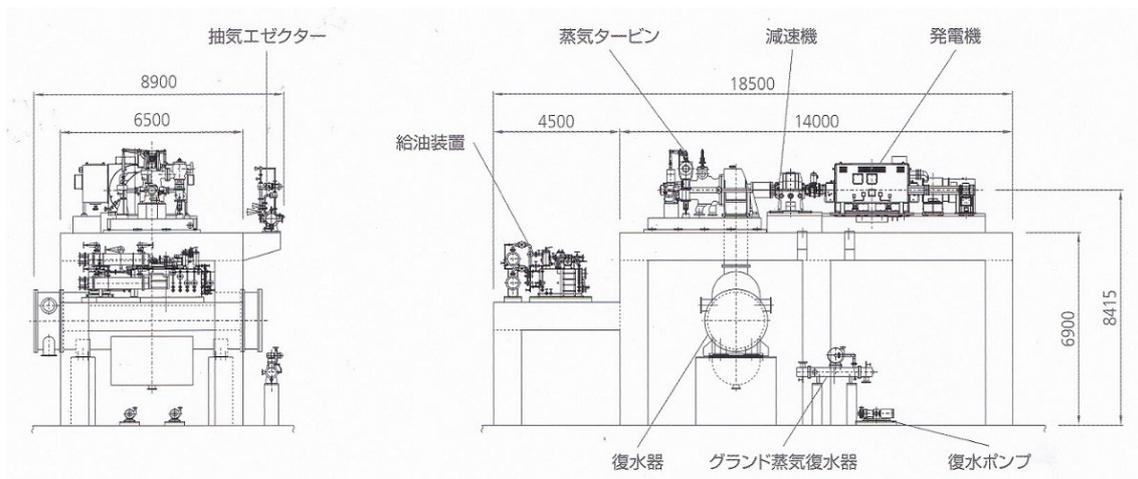
蒸気圧力 (MPaG)	1.27	蒸気温度 (°C)	250
発電機型式			NTAKL -RCP
定格出力 (KW)	1,440	排気圧力 (KPaA)	10
電圧 (V)	6,600	排気温度 (°C)	45.81
周波数 (Hz)	50/60		
燃料消費 (KJ/KWe)	7,359	(@コンバインドサイクル)	
: (g/KWe@100%)	172.3	(@燃料42.7MJ/Kg)	
: (g/KWe@85%)	170.5		

6.排熱回収ボイラ・蒸気タービン発電機の外形図(オプション仕様)

下記に排熱回収ボイラの外形図(見本)を示します。各ボイラは、エンジン排気ガス量、温度、及び性状により特注であり、導入される機器サイズ等は変わり得ます。



下記は、排熱回収ボイラ発生蒸気を使う蒸気タービン発電機の外形図です。タービン発電機も同様に、特注生産品の為、添付はイメージ図です。



7. 導入排熱ボイラ・蒸気発電機の特徴(オプション仕様)

導入する排熱蒸気ボイラと蒸気タービン発電機の特徴を下記に示します。

1) 類似のバイナリー発電 (ORC) 設備を含め高性能・低価格の海外製品も多いのですが、電気事業法の制限から導入機器は、法定認定済の国産メーカー製品を使わざるを得ません。検討の結果、排熱ボイラは三浦工業を、蒸気タービンは新日本造機を、また発電機は西芝電機の特注製品の最適組み合わせを、標準で選択します。何れも、電気事業法の認定を受け、導入実績も (多々) 存在します。

2) 特に、排熱発電では高価なバイオ燃料を一切使わず、大気放出される排気ガスの熱エネルギーを有効利用し、固定買取制度 (FIT) 向け売電増が可能です。従って、可能な限り高効率化を狙った仕様としてあります。この結果、燃料を一切使わずに 1,440KWe 程度という発電量増が可能な見込です。この部分の投資回収年は 2 年程度の見込です。

3) 因みに、同一条件の排熱蒸気を使う前提でも、他社製品に比べ選定品はより高効率蒸気タービンと言えます。排熱ボイラ (HRSG) も、蒸気タービン発電機も全て受注特注設計の製品であり、今後詳細仕様の詰めが必要です。従って、今後性能値は多少変わり得ると思います。

4) 従って、排熱蒸気タービン発電量 1,440KWe が、前述のディーゼル発電量 20,370KWe に加わり、最大合計発電量は 21.8MWe 程度の発電装置となります。尚、発電所内必要電力は、詳細設計が完了後迄不確かですが、概略 0.7~0.8MWe 前後 (想定値) と考えると、連続 100% 出力稼働なら **最大電力 21.0MWe** を FIT 向けに販売出来うと思われま

勿論、**最高の発電効率は、負荷率 88~90% 程度**での運転ですから、18.5~19.0MWe 程度を売電量とする方が、燃料の使用効率面で、採算上から得策の場合もあります。

8. 導入排熱ボイラ・蒸気発電機写真添付（オプション仕様）

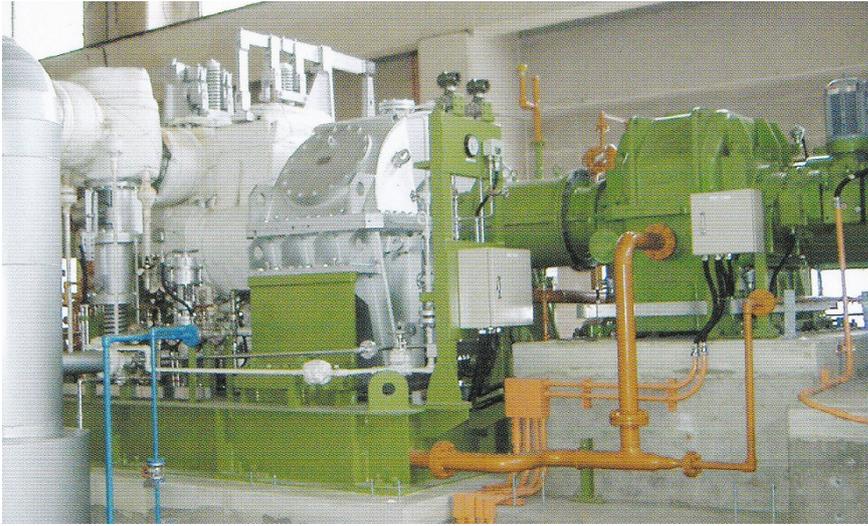
下記は、導入予定と同じタイプの三浦工業製（ミウラ）の排熱ボイラ写真例(別の装置規模)です。各 MAN ディーゼル・エンジンの排気ガス出口毎に 1 基、合計 3 基設置されます。



続いて、下記添付は、同じタイプの新日本造機製の蒸気タービン+西芝電機製の発電機のイメージ写真例です。

各排熱ボイラで生成した蒸気は 1 ヶ所に纏められ蒸気タービンの駆動動力として使われ、その動力を使い発電が行われます。





以 上

Ver.1.02

平成 29 年 02 月 23 日

合同会社バイオ燃料