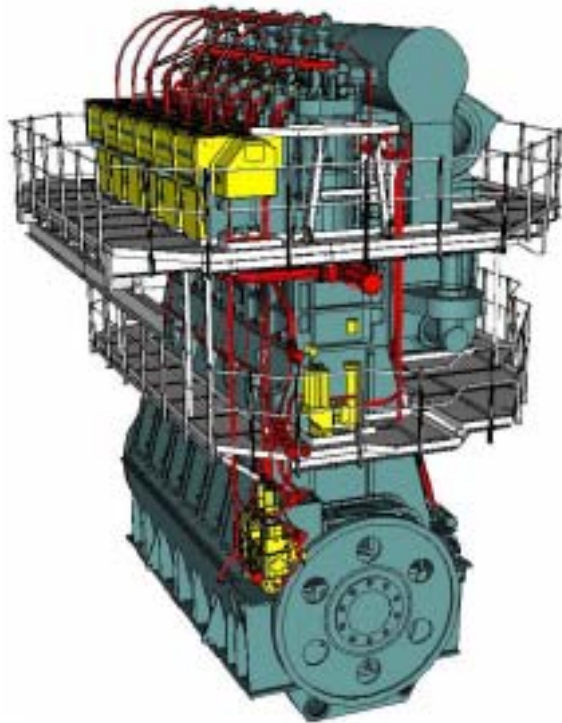


DU-WÄRTSILÄ RT-flex機関の紹介



2006年4月

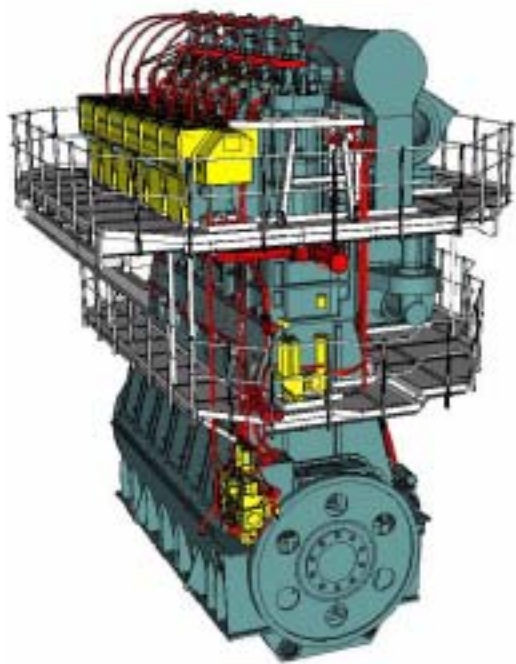
(株)ディーゼルユナイテッド
DIESEL UNITED, LTD.

RT-flex

Customer / File.PPT / 1 / Date



RT-flex機関のコンセプト



➤ より高い経済性

- ・低燃料消費率
- ・低メンテナンスコスト

➤ より高い操船性

- ・最低回転数の低減
- ・低負荷連続運転が可能
- ・機関始動性向上

- ・スムーズな前後進切替

➤ 操作性

- ・オペレーションは従来機種と同じ

RT-flex機関のコンセプト



- より高い信頼性・安全性
 - ・主要部品の二重化
 - ・モニタリング機能の装備
- より環境にやさしい
 - ・スモークレス運転
- 保守性
 - ・燃料ポンプの調整なし

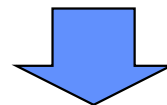
RT-flex機関の特徴



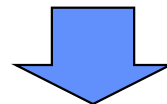
電子制御された 燃料噴射
排気弁駆動
始動空気

+

コモンレール技術



チューニングのフレキシビリティ
が広く、最適制御が可能



燃費改善
環境性能向上

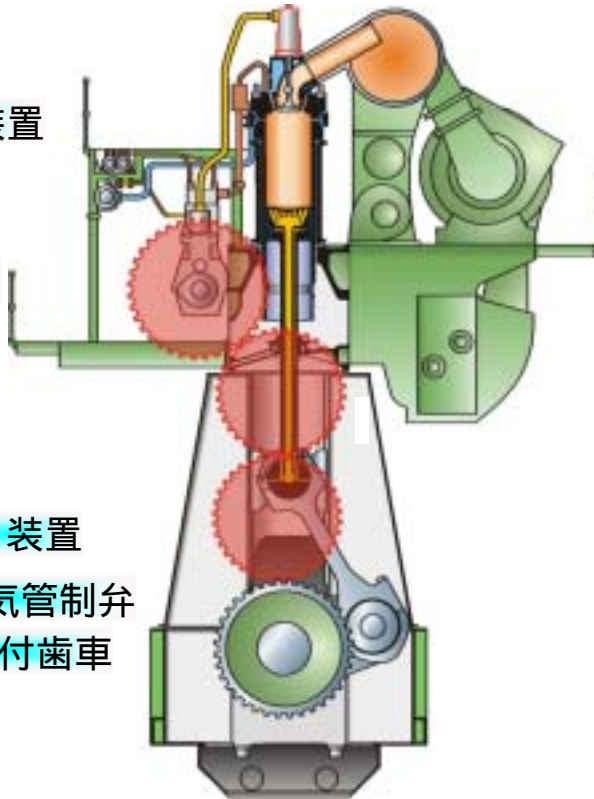
スルザーコモンレールシステム

RTA

VEC 装置
排気弁駆動装置
燃料ポンプ
カム軸
逆転サーボモータ

燃料連桿

VIT 装置
始動空気管制弁
カム軸付歯車

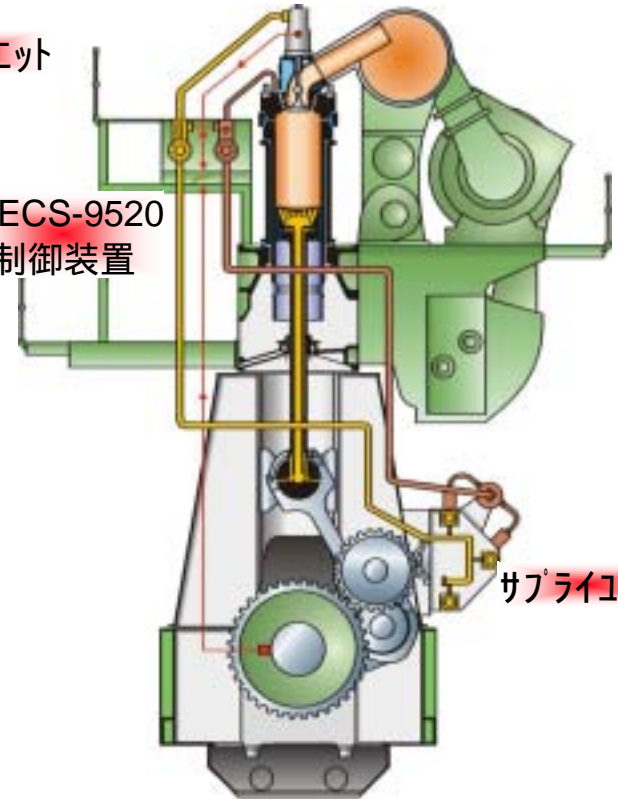


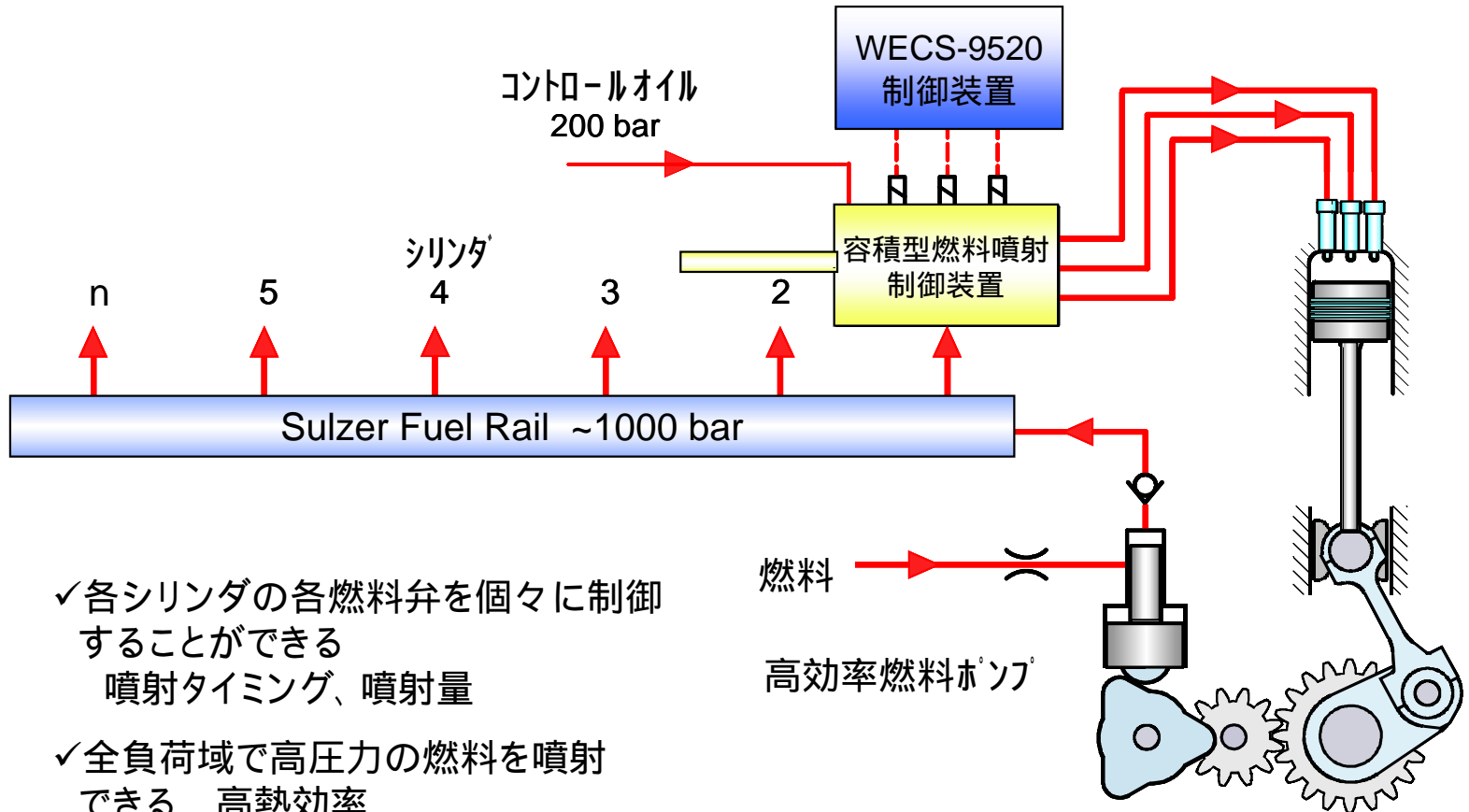
RT-flex

レールユニット

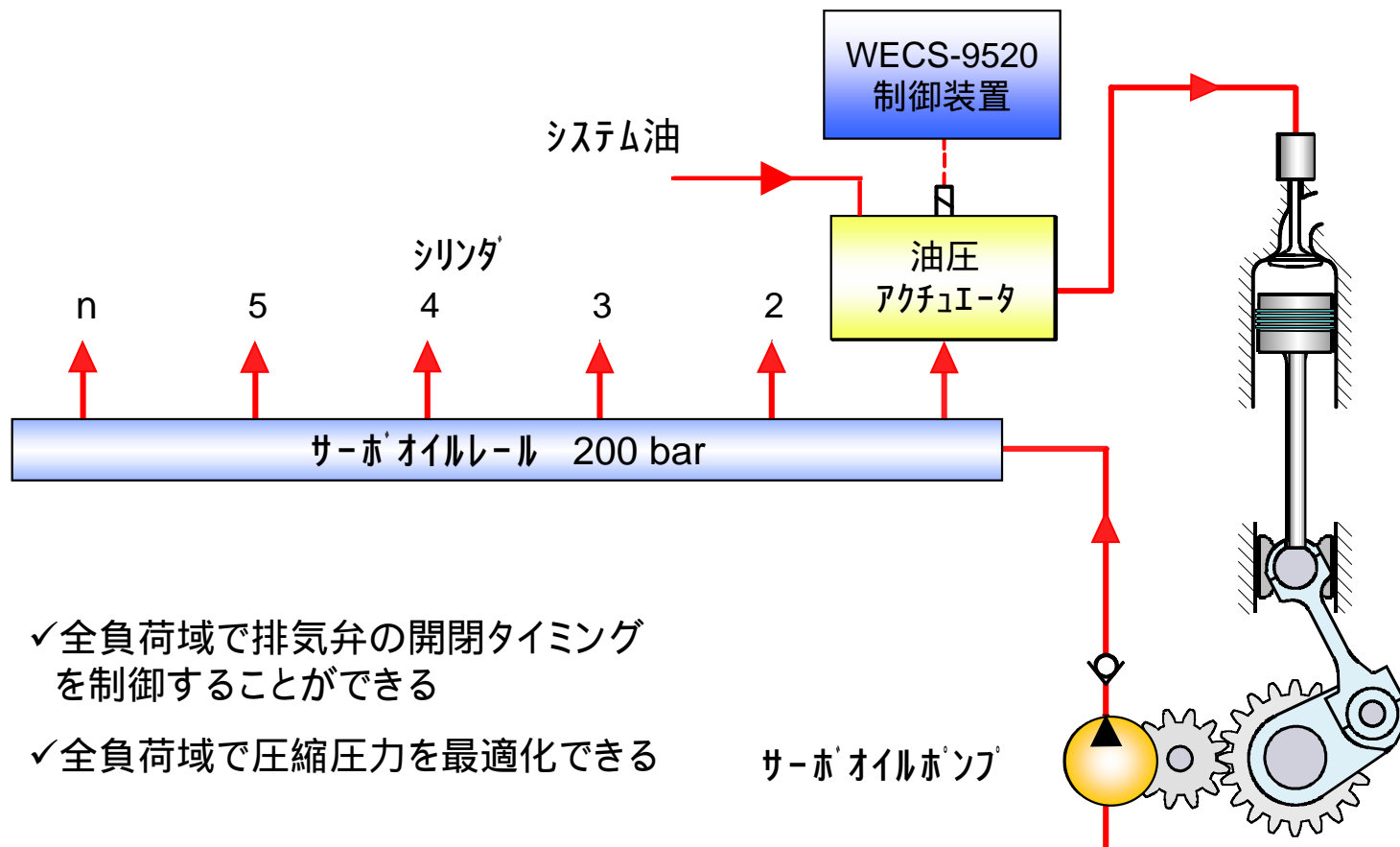
WECS-9520
制御装置

サプライユニット



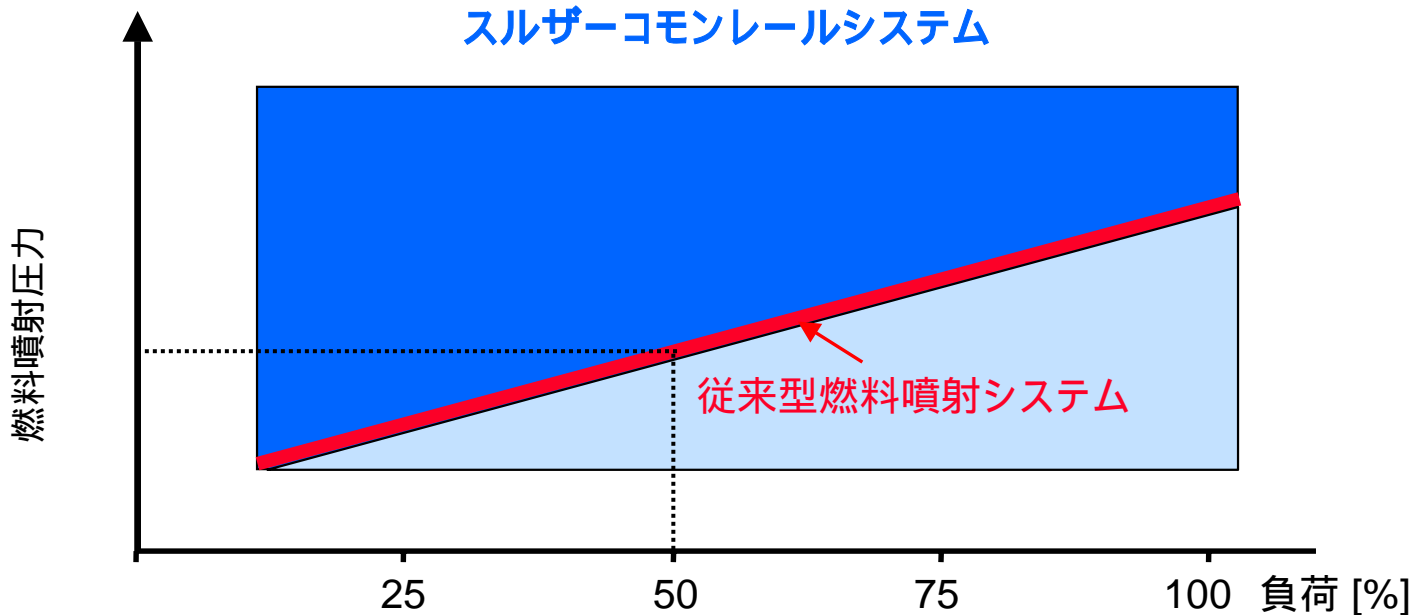


- ✓各シリンダの各燃料弁を個々に制御することができる
噴射タイミング、噴射量
- ✓全負荷域で高圧力の燃料を噴射できる 高熱効率

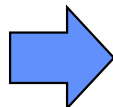


- ✓全負荷域で排気弁の開閉タイミングを制御することができる
- ✓全負荷域で圧縮圧力を最適化できる

コモンレールシステムの燃料噴射圧力 スルザーコモンレールシステム



選択自由な
燃料噴射圧力

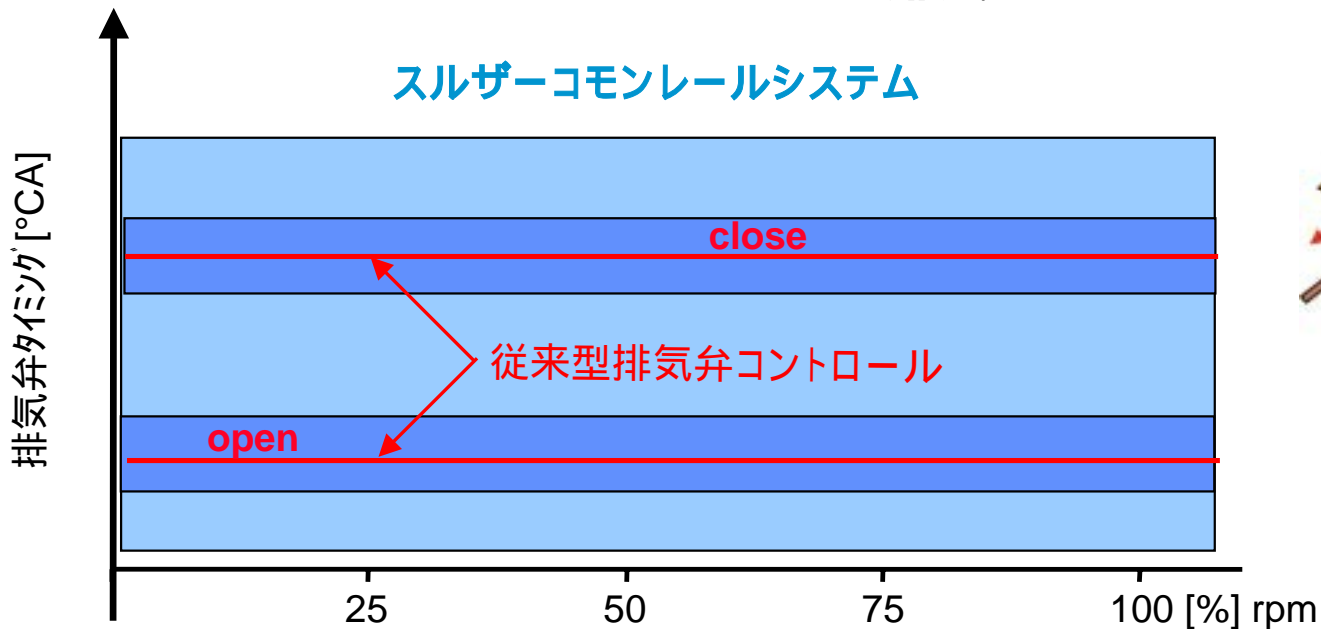


低燃料消費率
低 NOx
スモークレスオペレーション
低負荷連続運転

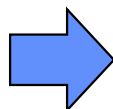
特徴

排気弁開閉タイミングの自由な選択

スルザーコモンレールシステムの排気弁タイミング



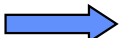
選択自由な
排気弁タイミング



低燃料消費率
低 NOx
スモークレスオペレーション
低負荷連続運転

燃料噴射弁のシーケンシャルオペレーション (スモークレスオペレーション及び低負荷連続運転)

シーケンシャルオペレーション:

低負荷時において燃料を噴射する弁の数を減らし、燃料弁1本当りの燃料噴射量を増加  **噴霧の改善**



標準噴射パターン
2-ノズルオペレーション

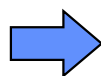


低負荷時:
1-ノズルオペレーション

スモークレスでR1回転数の10-12%まで可能
(RT-flex50にて13rpm)

RT-flex 機関のメリット

高圧燃料噴射
排気弁開閉タイミングの最適化



部分負荷時の燃料消費率の低減

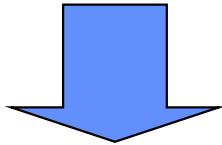
FLEX採用による燃料消費量の差

MCR: 8,890kW x 116rpm

主機形式	主機負荷 (%)	50%	70%	80%	年間合計
	稼動時間 / 年 (H)	500	3,000	2,500	6,000
6RTA50	燃費率 (g/kW-h)	174.7	169.6	167.8	-
	燃料消費量 (ton)	446	3,641	3,431	7,518
6RT-flex50 デルタチューニング	燃費率 (g/kW-h)	170.5	167.7	167.1	-
	燃料消費量 (ton)	436	3,600	3,416	7,452
	差 (ton/年)				-66
	差 (万円/年)				-190

高い操船性

高圧燃料噴射、排気弁開閉タイミングの最適化、燃料噴射弁のシーケンシャルオペレーションにより



- **最低回転数の低減** : R1回転数の10-12% (6RT-flex50:13rpm)
- 燃焼性改善により特別な対策なしで**低負荷連続運転が可能**
- 機械的な前後進切替装置が無い**ため前後進の切替がスムーズ**行われ
港湾内等での操船が容易となる

容易な保守性

- 燃料噴射タイミングの設定が極めて簡単。
- 万が一の損傷時は、モジュールを交換するのみ。

簡単な操作性

RT - flex58TB

機関制御室の制御卓 →

従来の制御盤
と同じ ←



簡単な操作性

機側操縦台 (RT-flex機関)



操縦パネルのみ (操縦ハンドルは無し)

機側操縦台 (RTA機関)



操縦ハンドルによる操作

1. テスト装置によるFlex部品の機能及び信頼性の確認
 - ・ 燃料噴射システム、排気弁駆動システム
 - ・ スルザーレールバルブ(3億回耐久テスト実施)
2. 容量に余裕を持った燃料ポンプ及びサーボオイルポンプの選定
それぞれのポンプを複数台装備している

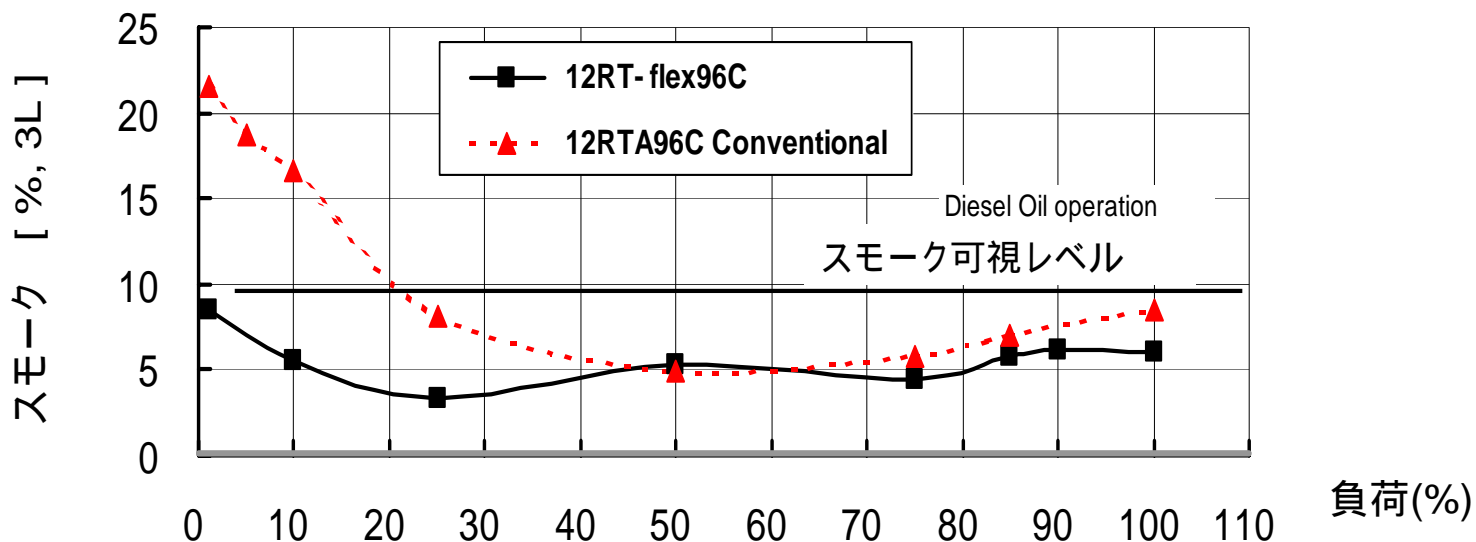
共通機能及びセンサーは二重化し、信頼性を高めている

- ・ 燃料油及びサーボオイル配管
- ・ クランク角度センサー、排気弁ストロークセンサー、
圧力伝送器等
- ・ 通信ケーブル
- ・ 主電源ユニット

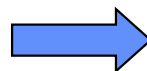
機関の状態をセンサーにより常時監視している

- ・ スルザーレールバルブの作動
- ・ 容積型燃料噴射装置からの噴射タイミング及び噴射量
- ・ 排気弁開閉タイミング
- ・ クランク角度センサーの状態
- ・ 燃料油及びサーボオイルの圧力

スモーク計測結果 12RT-flex96C

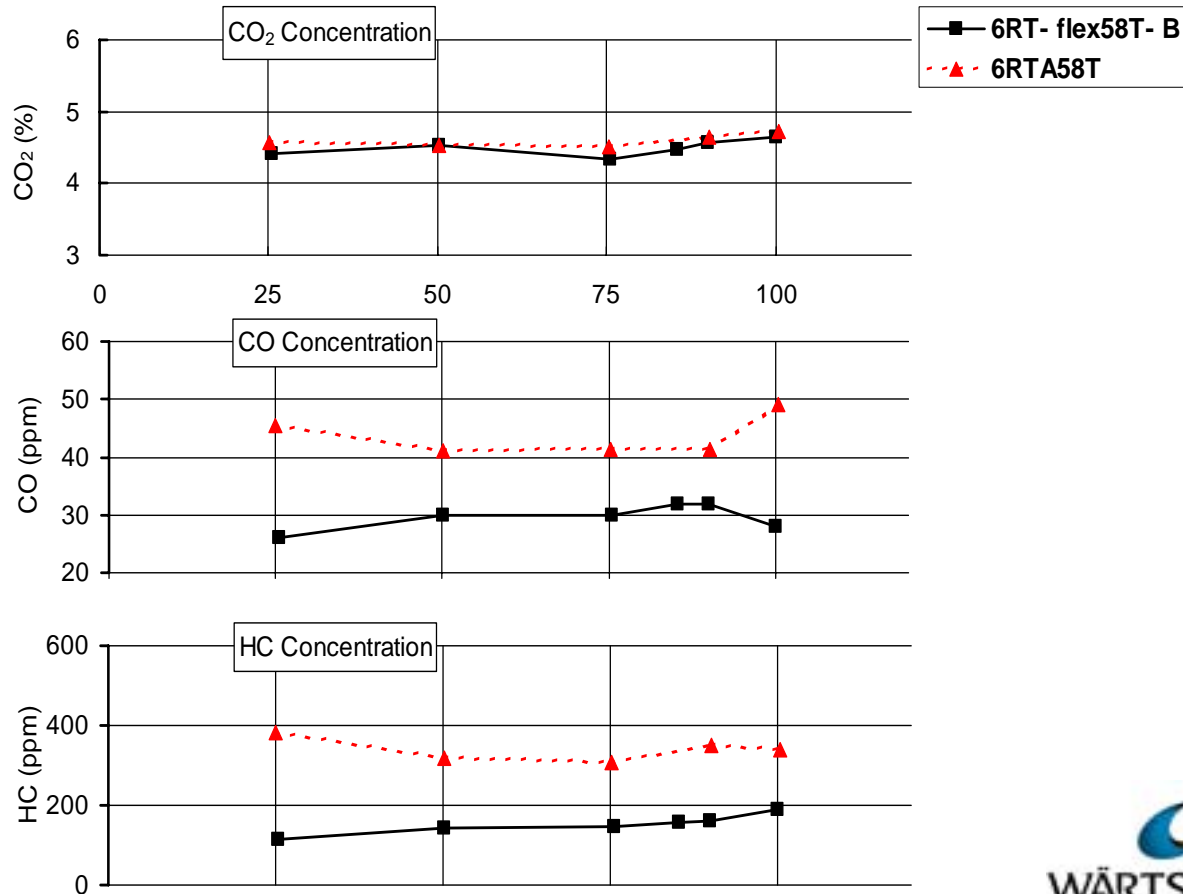


高圧燃料噴射
 排気弁開閉タイミングの最適化
 燃料噴射弁のシーケンシャルオペレーション



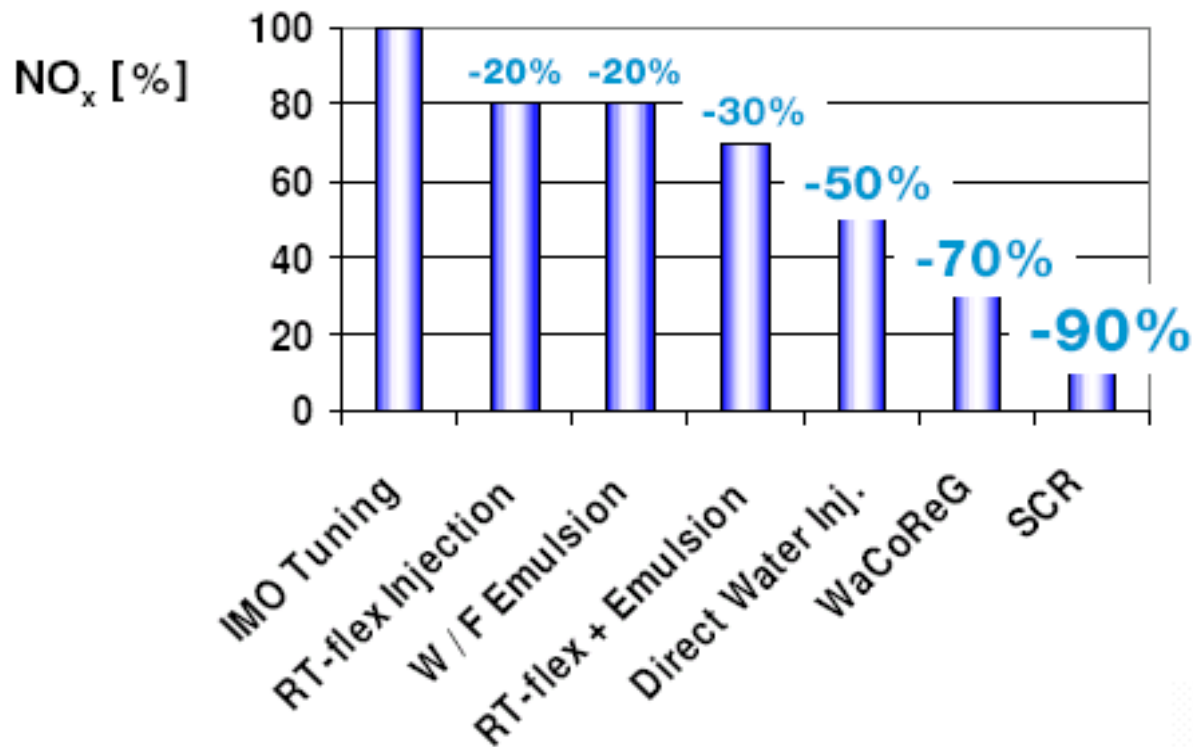
燃焼性改善
機関使用全域でスモークレス運転

排気エミッション計測結果 6RT- flex58T- B



削減量に応じた様々なNO_x削減技術

Different steps of NO_x reduction technologies



FLEXエンジンの世界初号機

6RT-flex58T-B

2001年9月就航

General Statements:

概要:

- **More than 8000 running hours**
8000時間以上の運転時間
- **Running behaviour exceeds all our expectations for a revolutionary engine**
運航実績は画期的なエンジンとしては我々の予想以上に良好である
- **No real down-time besides 2hrs**
2時間以上の不具合による機関停止は無し
- **Operators quickly got acquainted to the system**
乗組員はすぐにフレックスシステムに慣れた
- **Several non-concept troubles solved**
いくつかの予期せぬ不具合も解決した



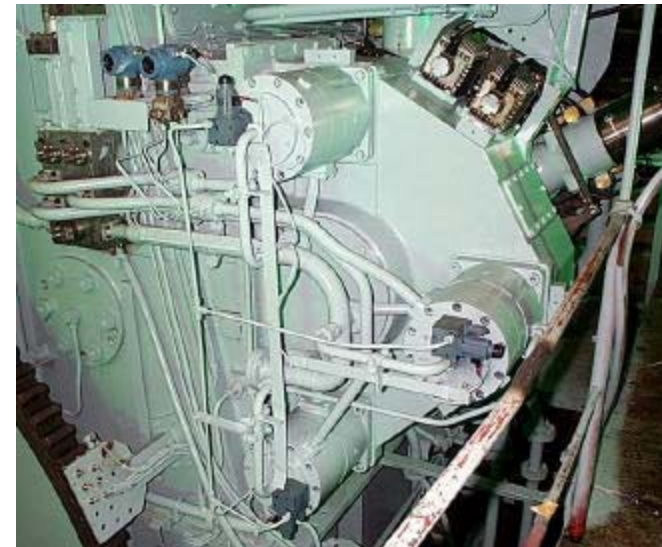
- Lubrication of rail pumps failed
 - ☞ Rail pumps replaced with correctly machined ones plus design changed**> solved**

燃料ポンプ潤滑ラインが正規に開けられていなかったためのポンプ損傷。 => 正規のものと交換

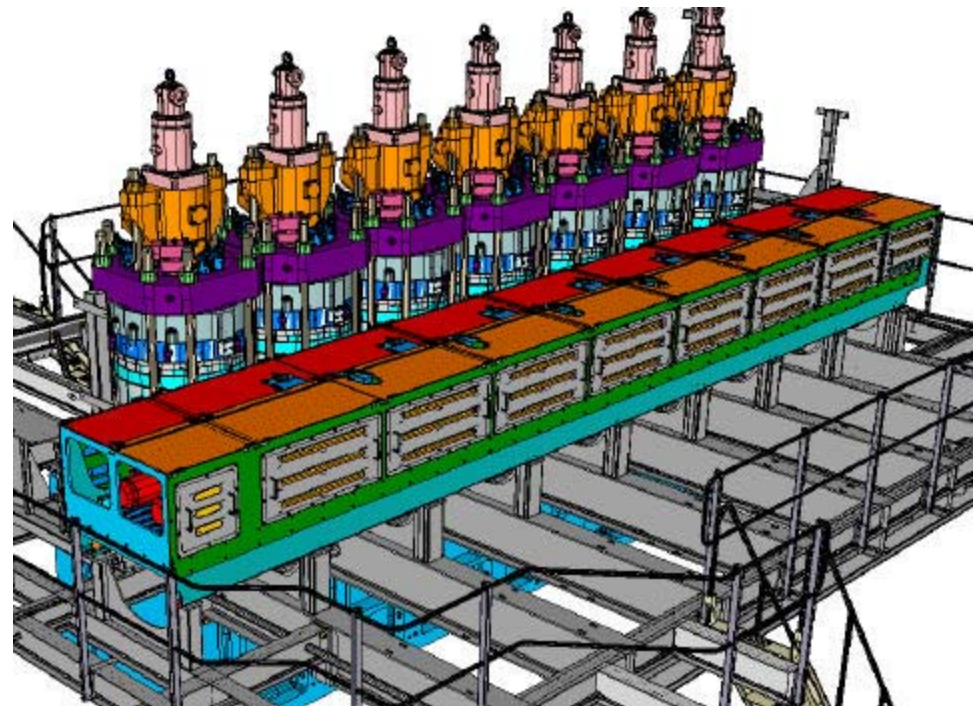
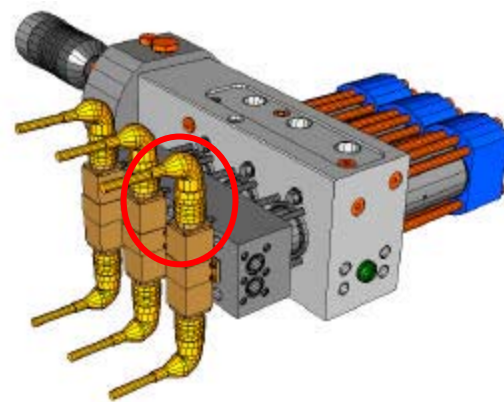


- Servo oil connecting pipes to collector block cracked
 - ☞ Connecting pipes replaced by flexible hoses**> solved**

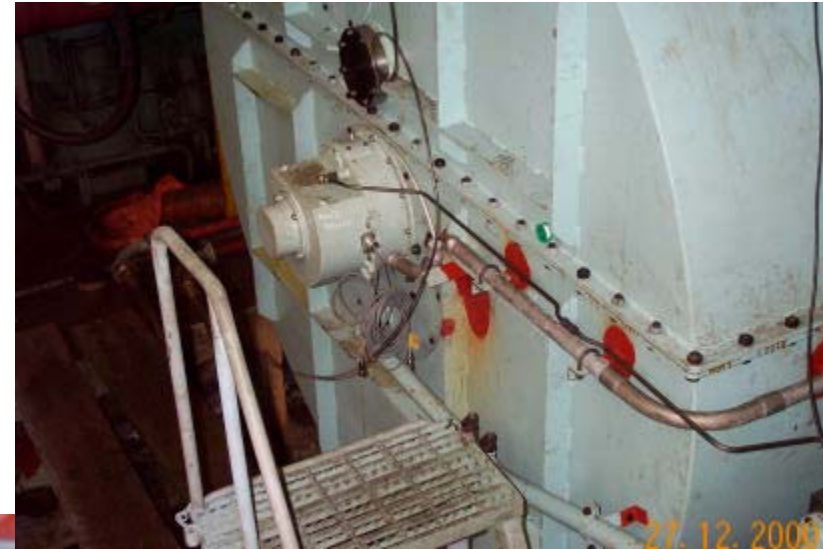
サーボオイル接続配管が振動で損傷 = > 可撓継手に交換して解決



- Vibrations on upper platform
 - ☞ Modified design for new engines
 - > **solved**
 - 上部格子の振動が発生 => 補強により対策。新機関はこれをフィードバックして設計変更
- Rail valve connections broken
 - ☞ Better quality assurance and slight modification on connectors
 - > **solved**
 - レールバルブの電線接続が断線 => 電線接続部を固定
- Insufficient accessibility of rail unit casing internals
 - ☞ Accessibility vastly improved by new design
 - > **solved**
 - レールユニットの内部へのアクセスに手間がかかる => 新設計の導入で解決



- Malfunction of some sensors
 - ☞ Sensors were defective or showed bad wiring
 - > solved
- センサーが誤動作 = > 配線が悪く、センサーが故障
- Valve drive module failures
 - ☞ new print set-up for lower thermal stress of components
 - > solved
- VDMが誤動作 = > 各製品の熱応力を下げるPCBの採用
- Regulating behaviour unsuitable for large swell and light ship
 - ☞ Software control loops modified for compatibility
 - > solved
- 載荷条件により機関制御に不安定性が出た = > ソフトウェアの変更



Conventional Parts



Very good results on liner wear
ライナ摩耗は良好



Very good result on piston ring wear
ピストンリング摩耗も良好



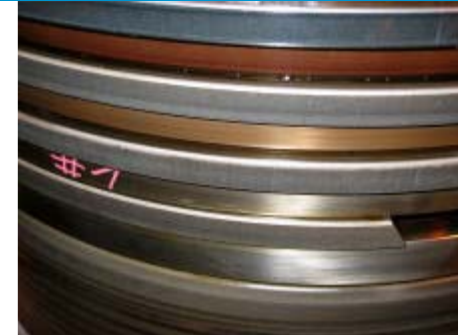
Very good load pattern on crankshaft gear wheel
クランク軸付歯車の歯当たり良好



Clean valve seat
排気弁座はきれいな状態を示す



Good injection nozzle shape
燃料弁ノズルチップも腐食や他の問題なく良好



RT-flex Specific Parts



Very good load pattern on gear wheels of supply unit

サプライユニットの歯車の当りは良好



No wear on fuel cams

燃料カムに摩耗なし



No wear on hydraulic actuator for ExVa

排気弁駆動部品にも摩耗なし



No wear on crank angle sensor assembly

クランク角度センサー組立にも摩耗なし



Electrically driven hydraulic pumps have been modified (couplings, vibs)

電動モーター駆動の油圧ポンプの接手に振動を原因とする問題があり、型式変更した。



Emergency pressure regulating valve has been modified (tightness)

圧力調整弁のシール性の問題が発生していたので、形式変更した。



燃料噴射制御ユニット部品の開放結果は新品テスト中とまったく同じ噴射パターンであった。

RT-flex Injection Control Unit



Shows absolutely same injection pattern as when tested new

No wear on sealing surface of injection

control valve

燃料噴射制御弁のシール座に摩耗なし



No wear on control oil piston

制御ピストンは摩耗なし



No wear on injection control valve slide

燃料噴射制御スライドにも摩耗なし



RT-flex Injection Control Unit

No wear on fuel quantity piston
燃料噴射量制御ピストンに摩耗なし

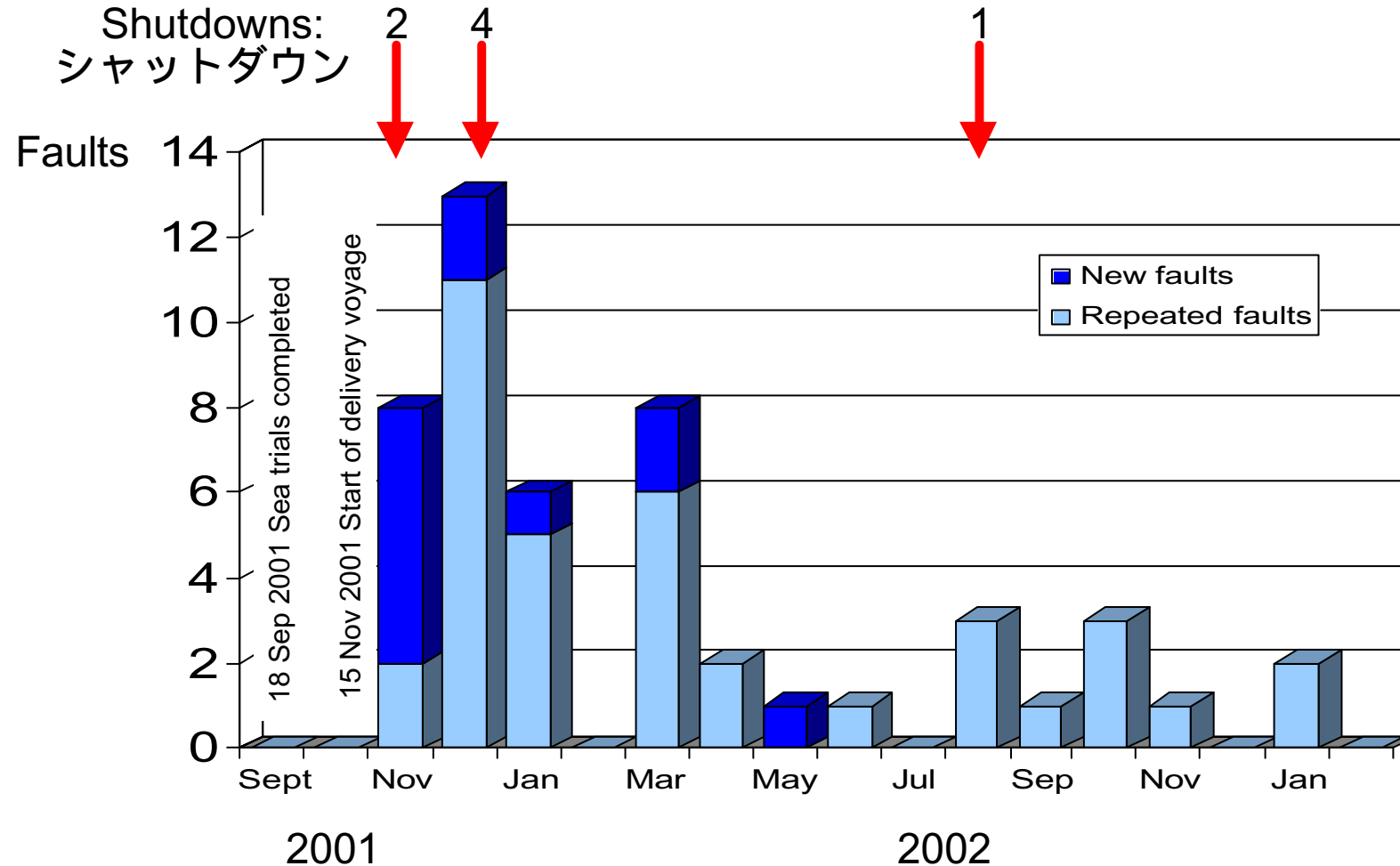


No change of wear on fuel quantity
sensor since beginning of operation
燃料噴射量検知センサーも連続使用中



Experience

Fault History



Note that faults are only recorded from start of delivery voyage

Repeated faults are owing to time taken to develop final solutions

Conclusions

- RT-flex system concept works fine
flexに当初意図した種々の性能が、予定通り実現していることを確認した。
- Some “teething” problems solved
幾らかの初期問題を経験した。
- Our feed-back concept for continuous product improvement paid off
連続生産にあたり、必要なフィードバックを行った。
- Crew is operating the engine without assistance since May 2002
乗組員は2002年5月以降Wartsilaエンジニアの助けなく問題ない運行を続けている。
- Complete inspection after 5300Rhrs showed very low wear figures on engine parts incl. RT-flex system
5300hrs後の開放検査によって、RT-flexだけでなく各部の摩耗も良好であることを確認した。
- Some components later adapted according to inspection
いくつかの部品は同開放検査の結果に鑑み、改善を図った。

就航実績2

M/T SEA LADY 6RT-flex58T-B

ディーゼルユナイテッド RT-flex機関 初号機

機関型式：6RT-flex 58T-B

連続最大出力：12,000kW x 103min⁻¹

船名：SEA LADY
(アフラマックスタンカー)

就航日：2003年8月28日

主機関運転時間：9,700時間
(2005年9月現在)





- 総運転時間: 9,700 Hr
(2005/4 現在)
- シリンダ注油率: 1.36 g/kW・hr
(85%Load時)
- 初期不具合対策後、重要な問題は発生していない。
- オペレータは既にflexシステムを熟知しており、問題なく運行している。

flex部品開放検査結果：問題なし (総運転時間:5,300hrs時)

- ✓ サプライユニットの歯車の歯当りは良好
- ✓ 燃料カムに磨耗は無し
- ✓ 排気弁駆動部品に磨耗は無し
- ✓ クランク角度センサ組立は異常無し
- ✓ 容積型燃料噴射装置も異常無し
噴射パターンは新品と同じであった



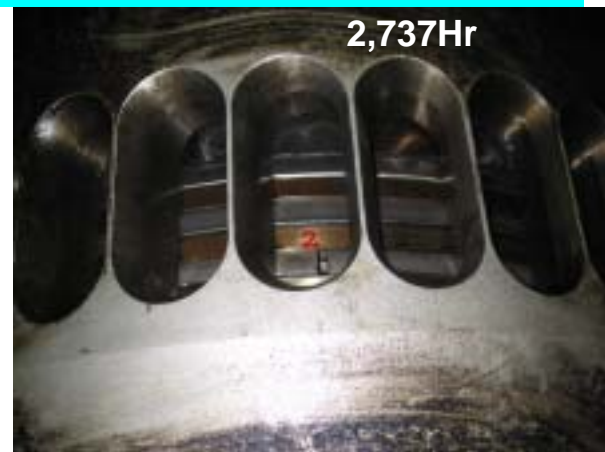
MV "Gypsum Centennial"
現代重工製造:6RT-flex58T-B

燃焼室部品等

➤ ピストンリング / シリンダライナ : 良好

クランクシャフト付ギア : 良好

➤ ピストンアンダーサイドの汚れ具合は
従来RTA機関と比べると
“Clean”、”Excellent” (本船殿の評価)
掃除メンテナンス期間の延長



就航実績の結論

- Flexシステムが当初意図した性能を達成していることを確認した
- 幾らかの初期問題を経験したが、対策するとともに必要なフィードバックを行った
- 乗組員は短期間にflexシステムを熟知し、問題なく運航ができる
- 開放検査によってflex部品の状態は良好であることを確認した
- ピストンアンダーサイドの汚れは“clean & excellent”

本船機関長のお話

Halifaxにて 2005.6.3

- flex機関を気に入っている。基本的に従来型より良い。
- 起動時およびslow halfへ移行時も。スモークなく良好。
- Easy handling. 基板交換は15分あればできる。
- 燃料噴射時期の設定が容易。
- 前後進の切り替えが簡単で早い。

主要部位の信頼性向上

- 主軸受け

Elasto Hydro Dynamic計算による最適設計。
バックリリーフ、レモンシェーブの適用。

- ガイドシュー

有限要素法による変形を考慮した最適設計。
下死点におけるガイドレール・ガイドシュー接触面積の増大。

- リング・ライナーの異常磨耗

トライボパックの採用。

- スタッフィングボックス

BICO タイプの採用。

RT-flex まとめ

● より高い経済性と信頼性

- イメージ1：RT-flex の運航費は高いのではないか。

- 燃費低減が図れます。

RT-flex の運航費は下がります。

- 保守点検時間が削減できます。

- TBOが長くなり、かつ部品点数が減少します。

RT-flexは操作が簡単です。

- イメージ2：RT-flex の運転操作は難しいのではないか。

- Flexシステムは熟練運転員を必要としません。実際に国際乗組員の手で運航されています。

- WECS システムはトラブルシューティングを容易にします。

- イメージ3：RT-flex は信頼性が低いのではないか。

- Flexシステムの信頼性は合計70,000時間以上の実績により実証されています。

RT-flex は従来の機械式エンジンに比べ、より信頼性があります。