

4ストローク低速ディーゼル機関用コモンレール式 電子制御燃料噴射装置 実船相当の試験機関用 装置設計および検証試験

三洋海運株式会社
株式会社赤阪鐵工所
ナブテスコ株式会社

1. 事業の目的・目標

事業の目的・目標

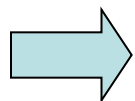
排ガス規制強化



更なる排ガス浄化のために

- 燃焼技術・・・水添加、EGR(排気再循環)等
- 後処理技術・・・SCR(選択還元触媒)等
- **電子制御燃料噴射技術・・・**

機関の全負荷域での燃焼最適化



燃焼制御の自由度が高く、NOx低減と燃費低減に繋がる技術として重要である

1. 事業の目的・目標

事業の目的・目標

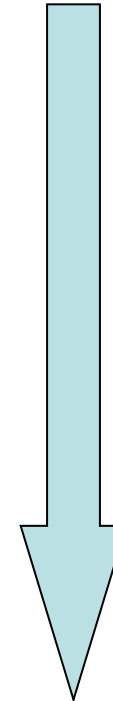
- ① 国産初となる4ストローク低速ディーゼル機関用コモンレール式電子制御燃料噴射装置(CRS装置)を設計・製作する。
- ② CRS装置を試験機関に搭載し、A重油・C重油で運転を行い、各機能・性能を確認する。
 - ・噴射制御の自由度
 - ・NOxと燃費の最適化
 - NOx削減目標：現状のNox排出率を維持した状態で燃費削減および黒煙排出削減の目標をクリアする
 - ・燃費削減目標：部分負荷において燃費を1~3%削減する
 - ・低負荷時の黒煙削減目標：50%以下の負荷においてボッシュスモークメータで黒煙を50%削減する
- ③ 実船搭載の為にクリアすべき課題の抽出・実用化の目処を立てる。
- ④ 船舶運航者による評価を行い、実船適用に当たってのアドバイスを得る。

2. 作業過程

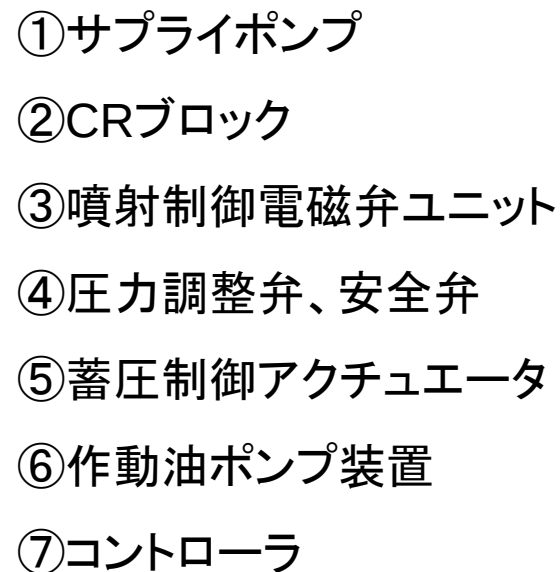
2012年		2013年									
11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
	基本設計				詳細設計・試験機関搭載計画						
←		←			予備試験品製作						→
					←			→	予備試験		
									←		→
2013年		2014年									
11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
		詳細設計・試験機関搭載計画									
←					実機搭載工事						
予備試験					←			→	実機試験		
←		→							←		→

作業フロー

- ・基本設計
- ・詳細設計、試験機関搭載計画
- ・予備試験品製作
- ・予備試験
- ・実機搭載工事
- ・実機試験

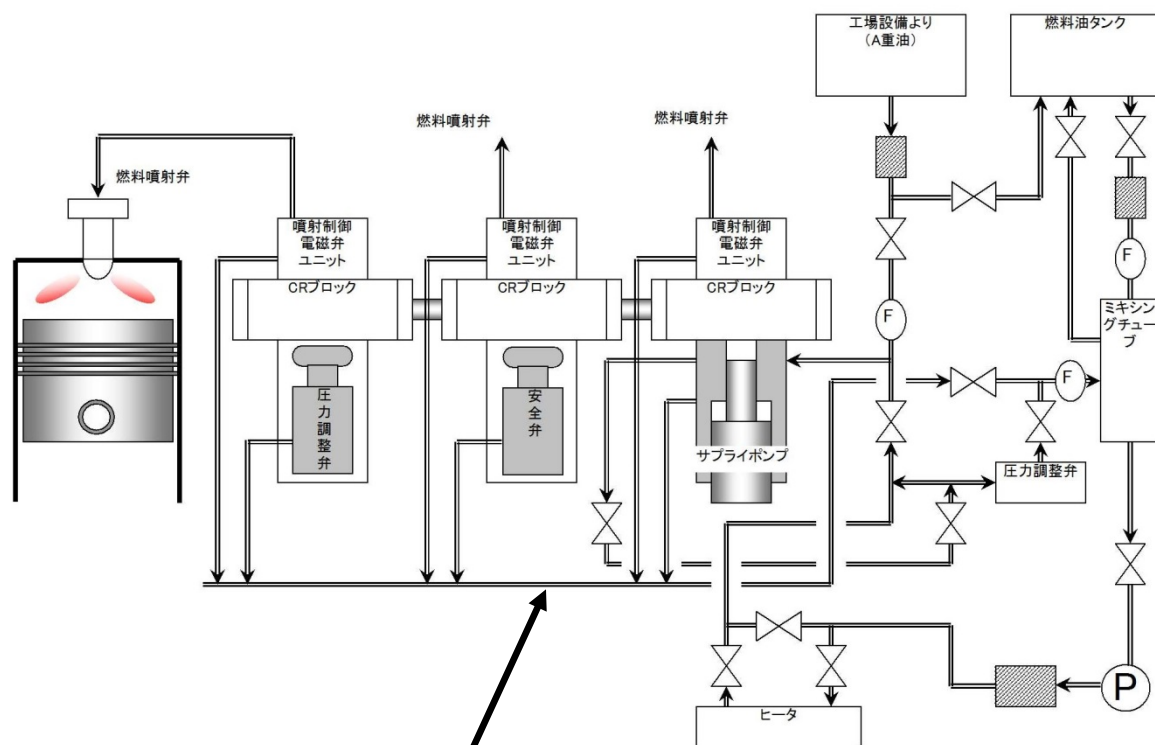


～システム構成～



3. 基本設計

～燃料油配管系統～

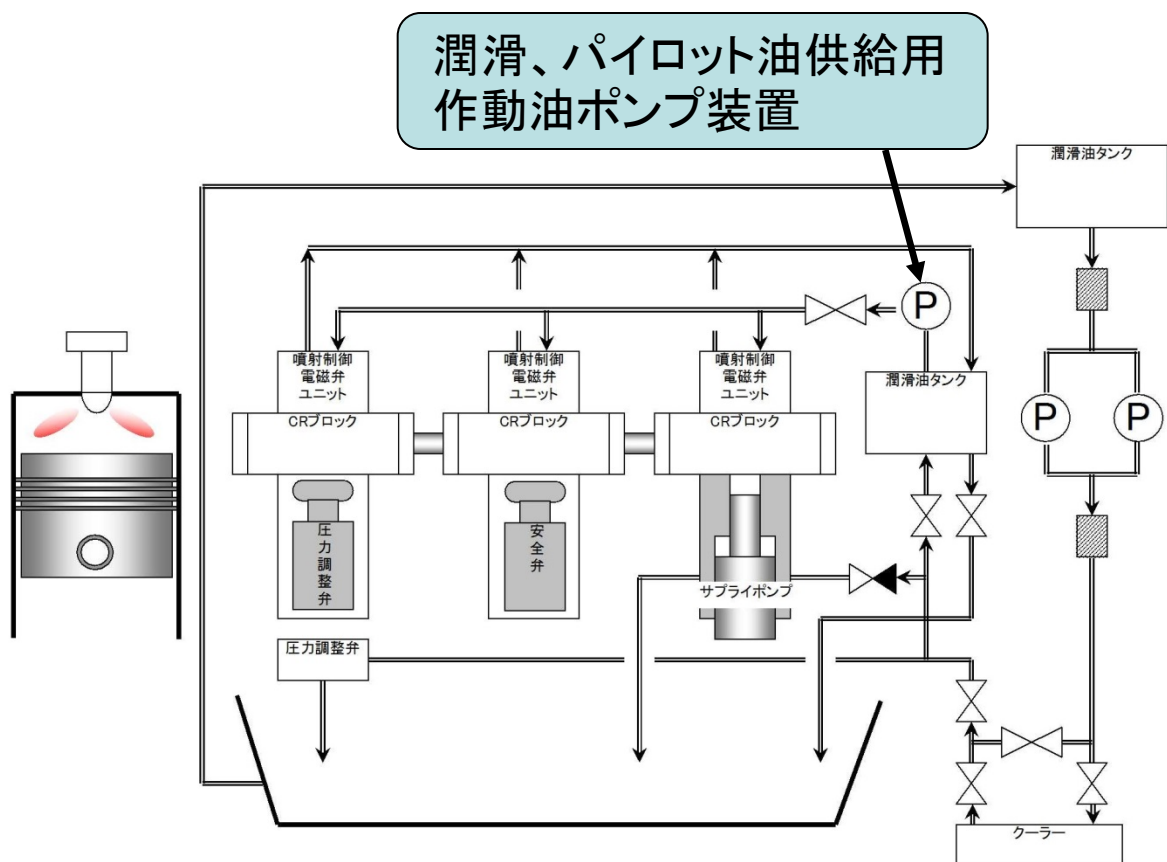


燃料油タンク等の燃料油の供給元からサプライポンプまでの燃料油配管系統は、既存の試験機関の設備配管と同一。

サプライポンプ、噴射制御電磁弁ユニットからの燃料漏油戻り管

3. 基本設計

～潤滑油配管系統～



以下の管、装置を有する

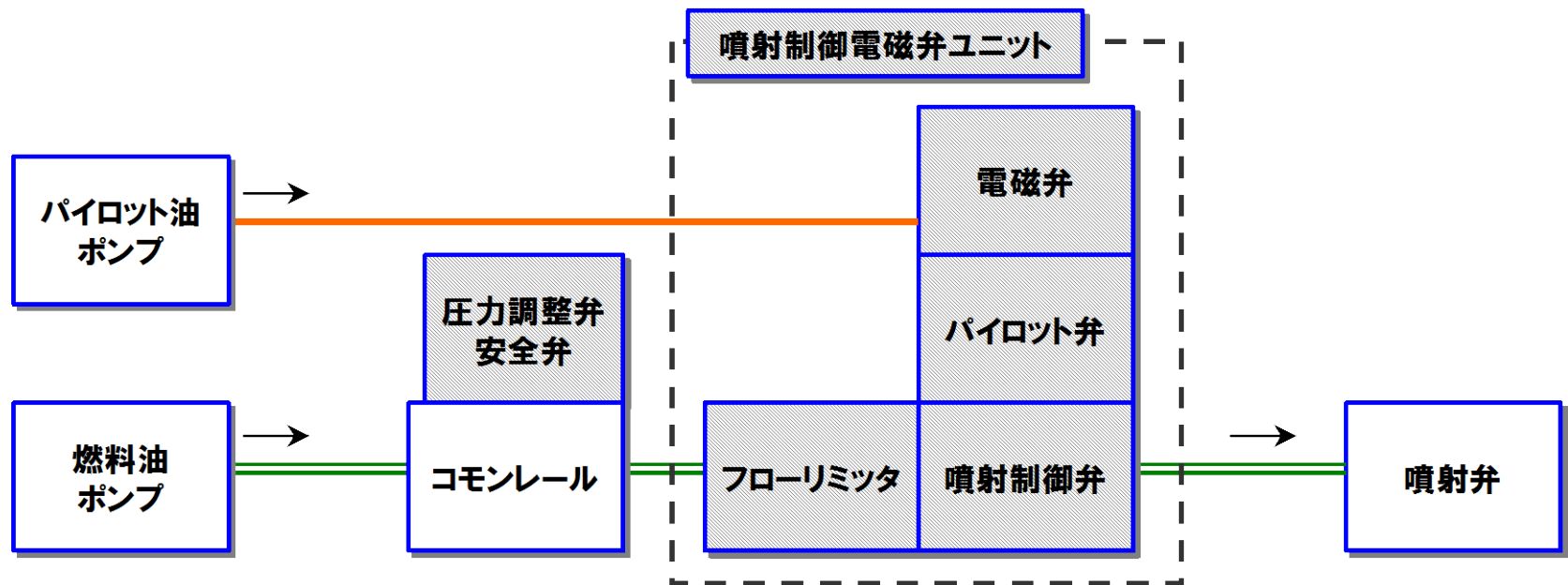
- ・噴射制御電磁弁ユニット用パイロット油の管
- ・噴射制御電磁弁ユニットにパイロット油を供給するための作動油ポンプ装置

(C重油運転を考慮してパイロット油は潤滑油を使用)

3. 基本設計

～燃料噴射制御系統～

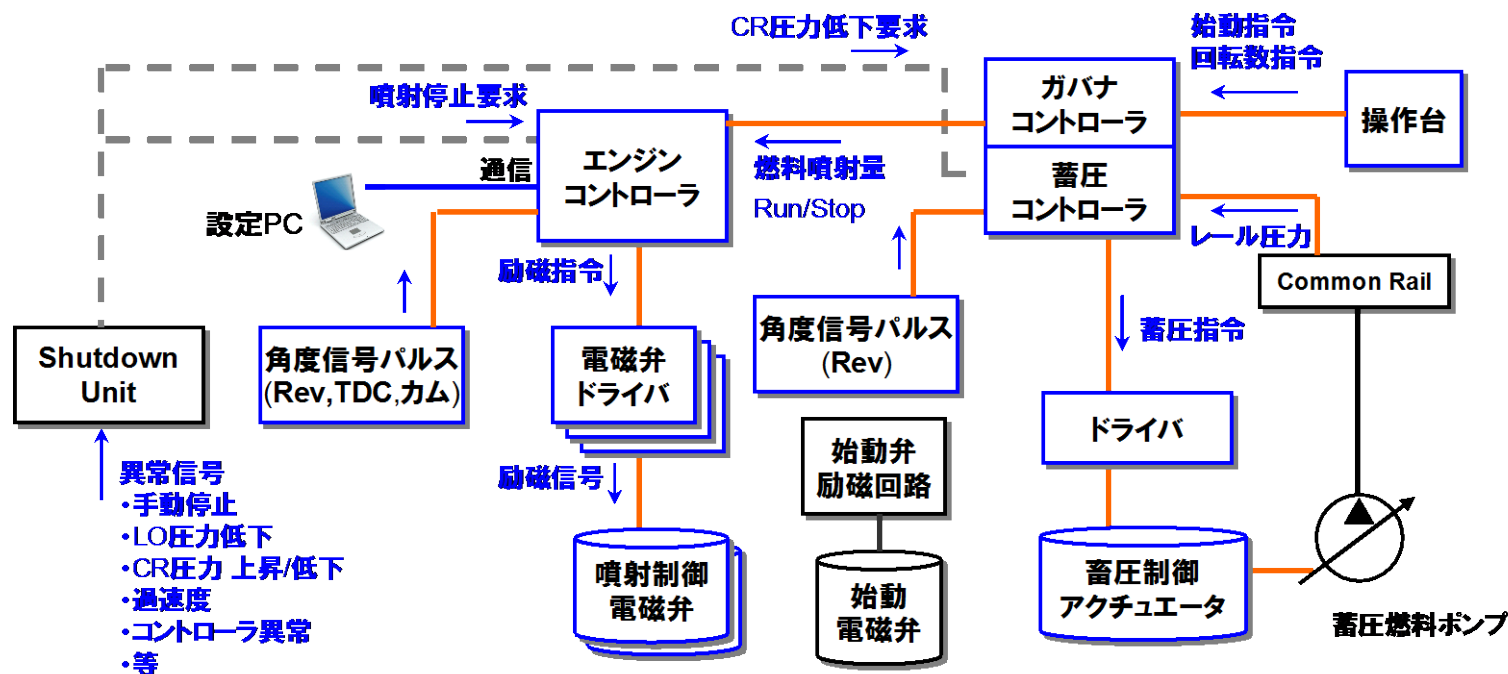
噴射制御電磁弁ユニットおよびその周辺機器の概略構成



3. 基本設計

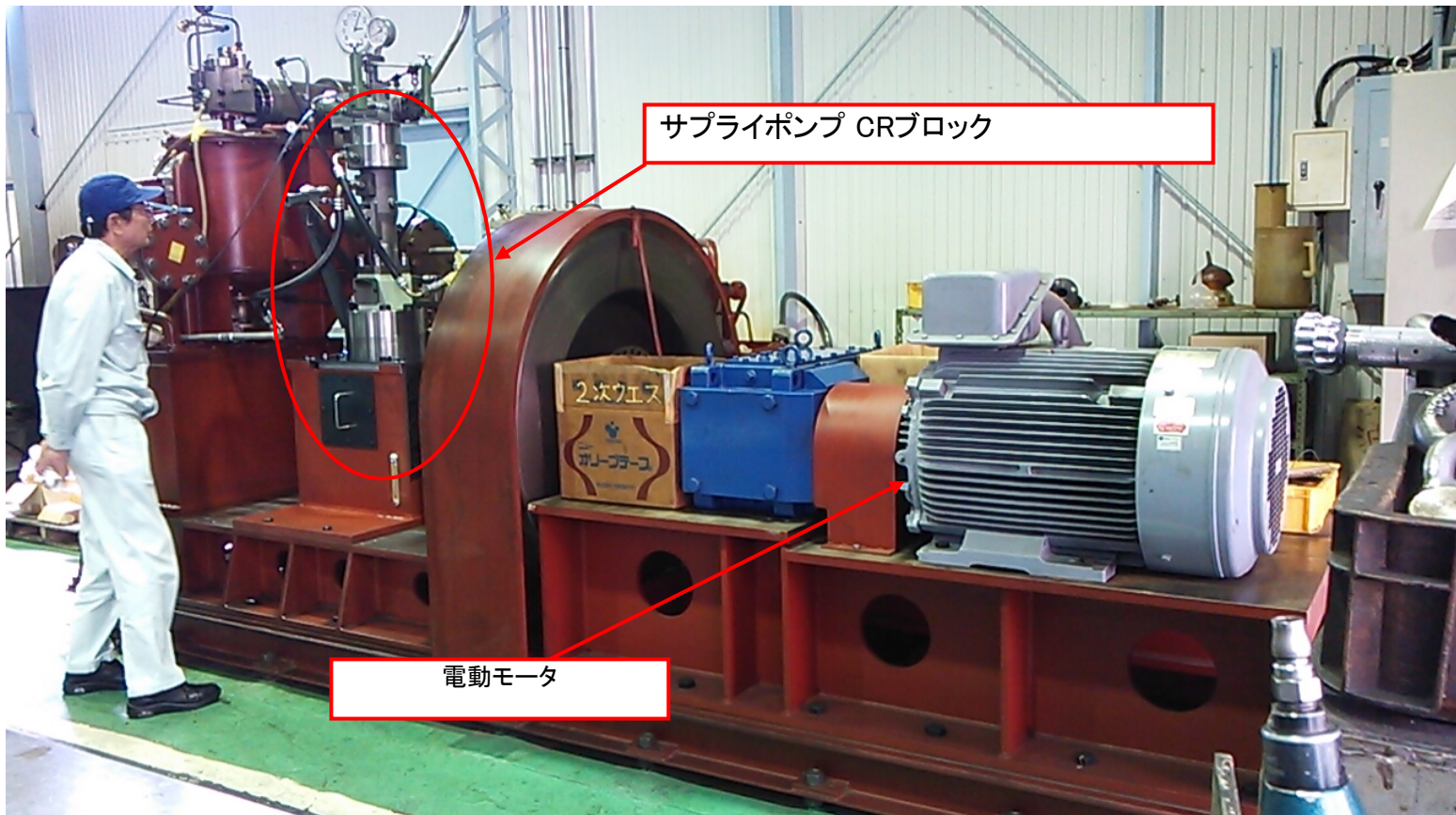
～燃料噴射制御系統～

システム全体の制御ブロック



5. 予備試験

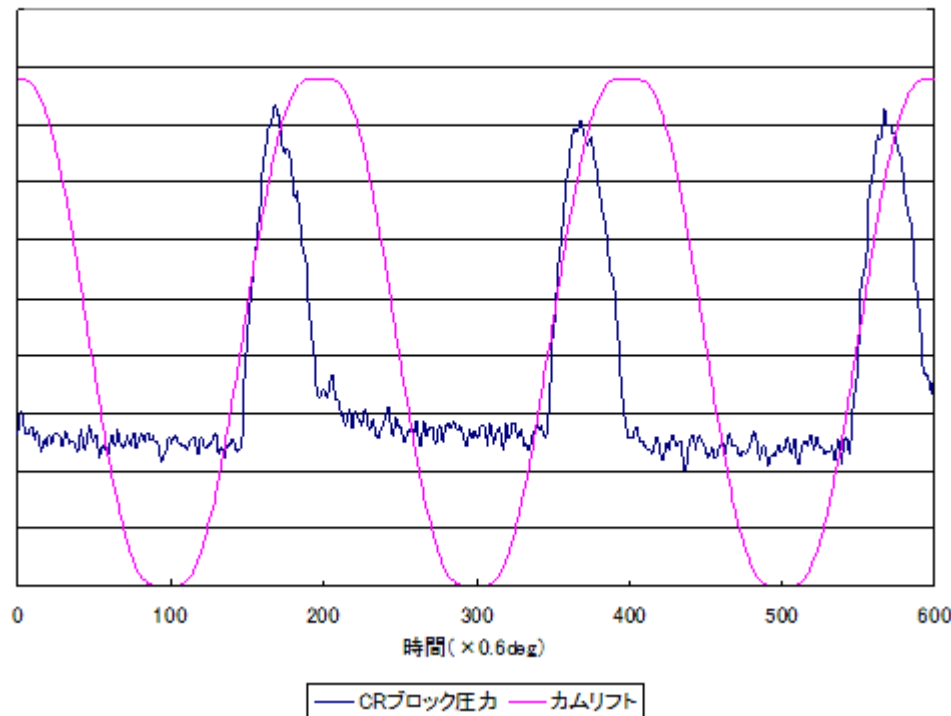
(1) サプライポンプの単体試験



5. 予備試験

(1) サプライポンプの単体試験

CRブロック圧力 回転速度:200rpm ハンドル:最大

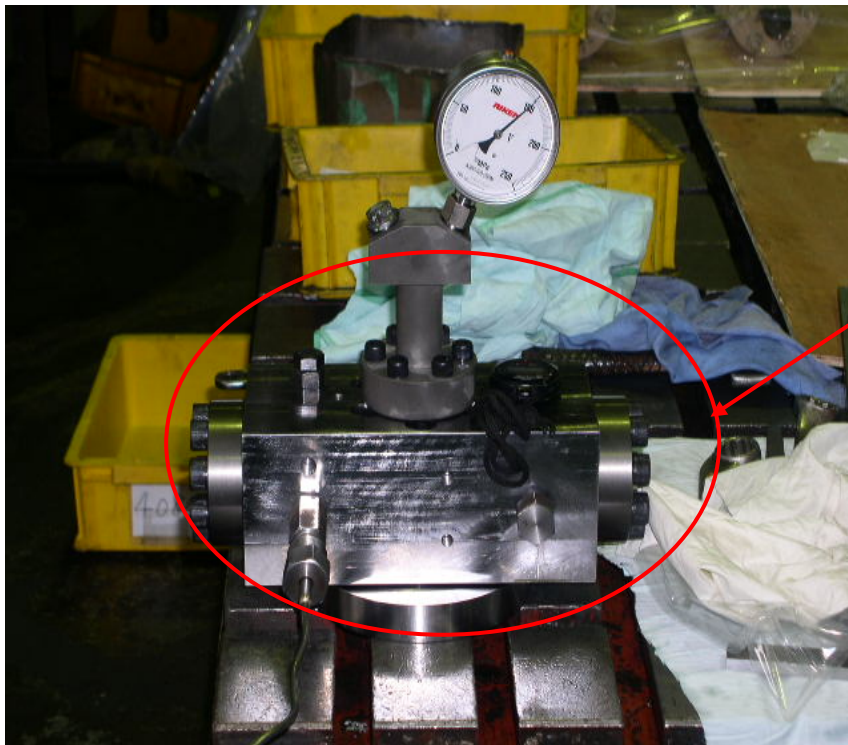


CRブロック内の燃料油圧力がカムのリフトに同期して上昇することを確認。

サプライポンプの動作を確認し、吐出量とCRブロック内の燃料油圧力は計画通りとなることを確認。

5. 予備試験

(2)CRブロック



CRブロック

CRブロックに150MPaの圧力を加えてから10分以上圧力を保持し漏れのないことを確認。

加圧と圧力の開放を繰り返し行った後、開放点検を行いCRブロックの構成部品に異常がないことを確認。

5. 予備試験

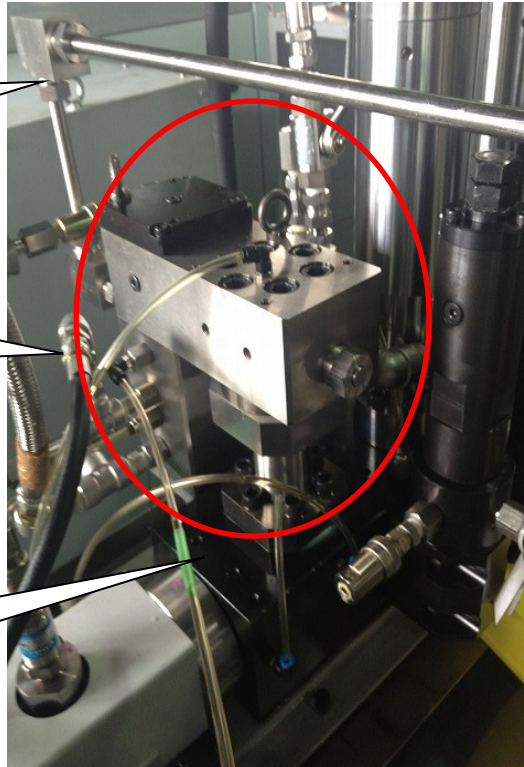
(3) 噴射制御電磁弁ユニット

試験用のバルブ及び電磁弁駆動用のドライバを製作。
試験ベンチにて動作確認を実施。

噴射弁への配管

噴射制御
電磁弁ユニット

CRブロック
(試験用)



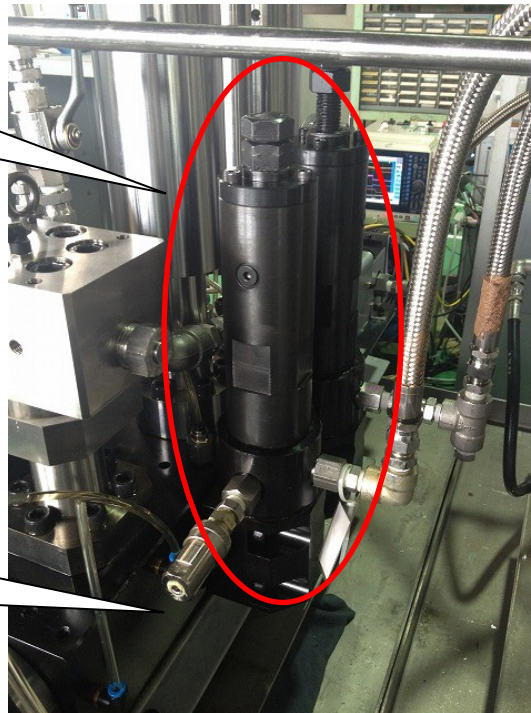
5. 予備試験

(4) 圧力調整弁・安全弁

試験品を製作し、試験ベンチにて動作確認を実施。

圧力調整弁
安全弁

CRブロック
(試験用)



6. 実機搭載工事

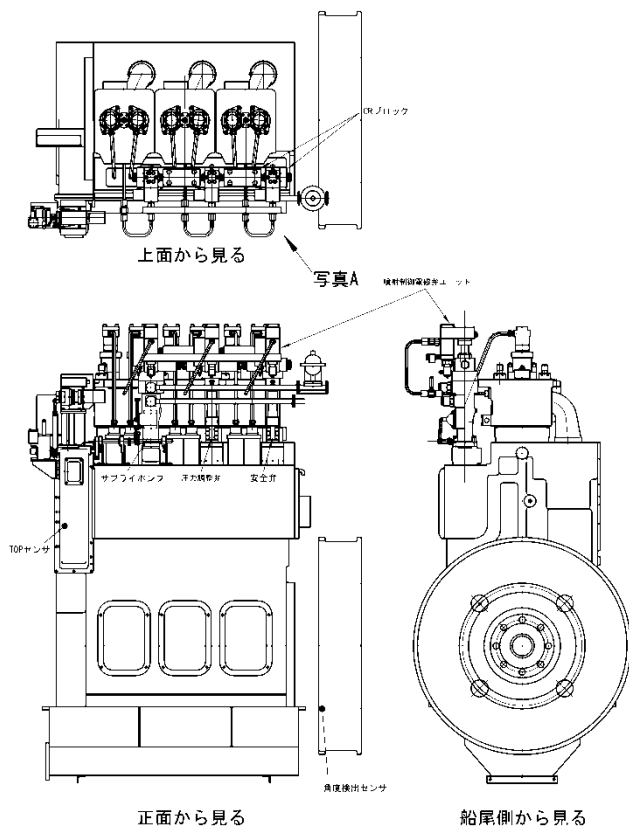
(1)試験機関諸元

実船で使用される機関と同等の機能を有する3シリンダ機関を改造してCRS装置を取り付けた。

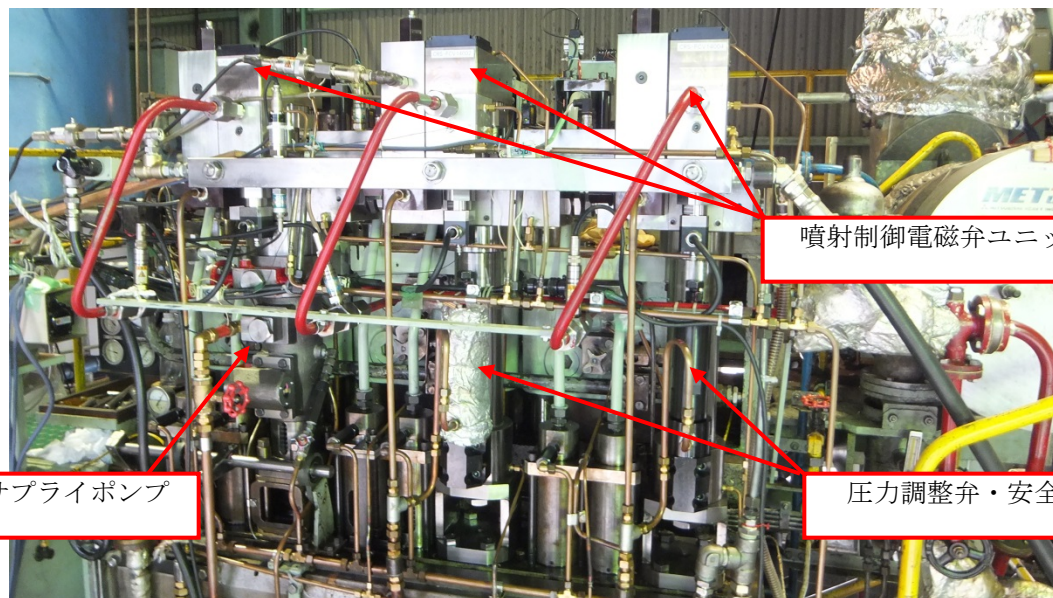
機関形式	: 4サイクル単動トランクピストン形排気ガスタービン 過給機および空気冷却器付きディーゼル機関
機関名称	: 3X28
機関出力	: 662kW
回転速度	: 400min-1
シリンダ数	: 3
シリンダ直径	: 280mm
ストローク	: 530mm
シリンダ内最高圧力	: 14.7MPa
ピストンスピード	: 7.07m/s

6. 実機搭載工事

(2) 実機搭載図及び搭載風景



搭載図

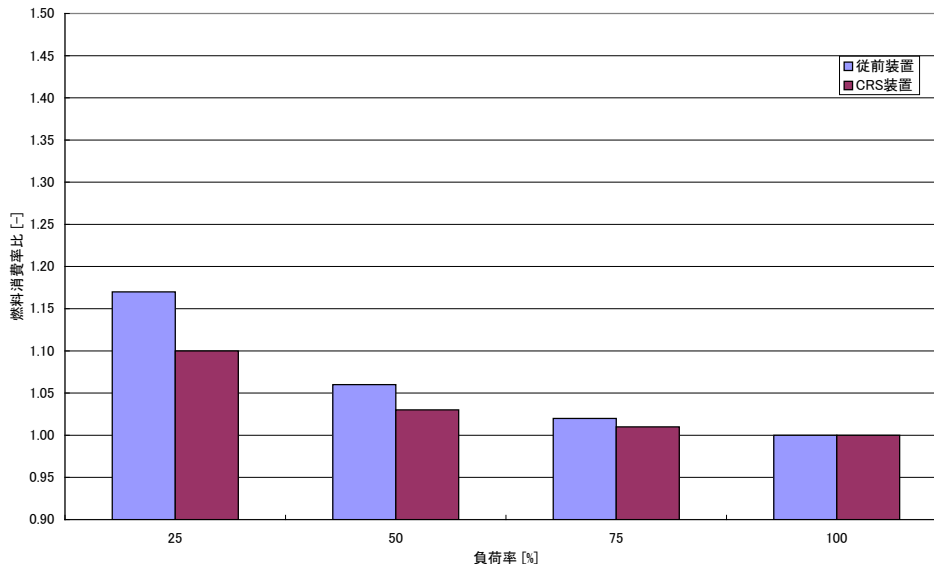


搭載風景

7. 実機試験

(1) 一般性能計測 ～燃料消費率～

各負荷において、従前装置とCRS装置の燃料消費率の比較。



負荷率	25%	50%	75%	100%
従前装置	1.17	1.06	1.02	1.00
CRS装置	1.10	1.03	1.01	1.00
削減割合	▲6%	▲3%	▲1%	0%

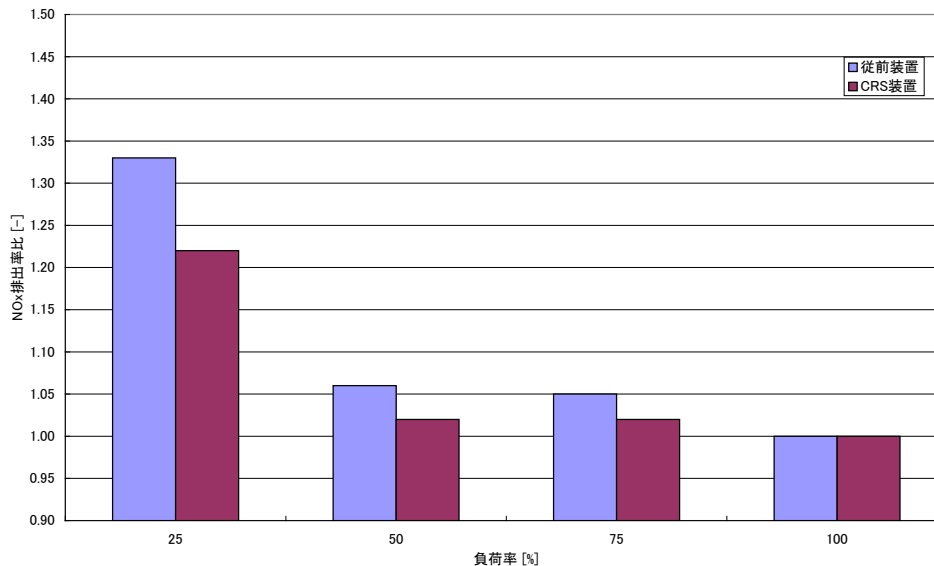
※従前装置の負荷率100%時の燃料消費率の値を1.00とする。

CRS化によって、従前装置のNOx排出量を維持したまま部分負荷で燃料消費率を1～6%削減。

7. 実機試験

(1) 一般性能計測 ～NO_x排出率～

従前装置のNO_x排出量を上回らないことを確認。



負荷率	25%	50%	75%	100%
従前装置	1.33	1.06	1.05	1.00
CRS装置	1.22	1.02	1.02	1.00
削減割合	▲8%	▲4%	▲3%	0%

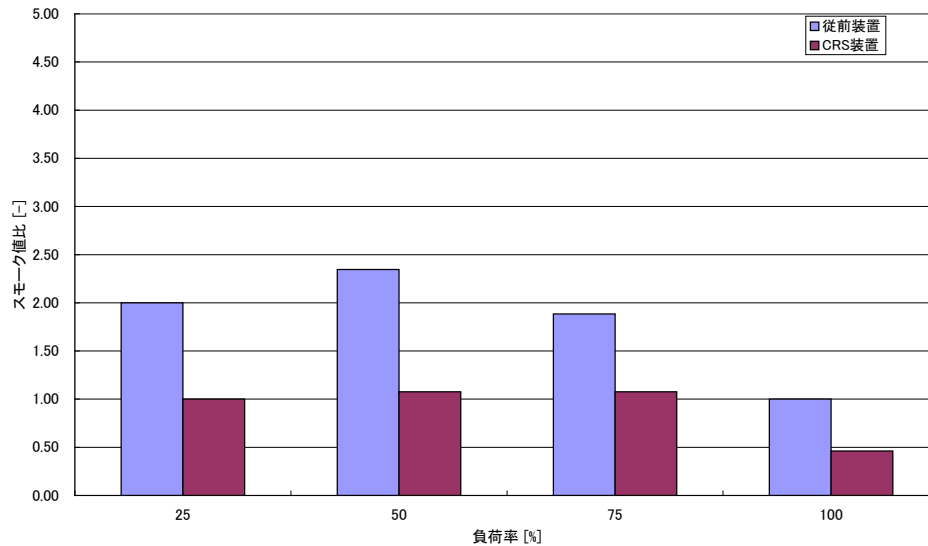
※従前装置の負荷率100%時のNO_x排出率の値を1.00とする。

燃料消費率の削減と同時にNO_x排出量も従前装置より削減。

7. 実機試験

(1) 一般性能計測 ～スモーク濃度～

各負荷において、従前装置とCRS装置のスモーク濃度の比較。



負荷率	25%	50%	75%	100%
従前装置	2.00	2.35	1.88	1.00
CRS装置	1.00	1.08	1.08	0.46

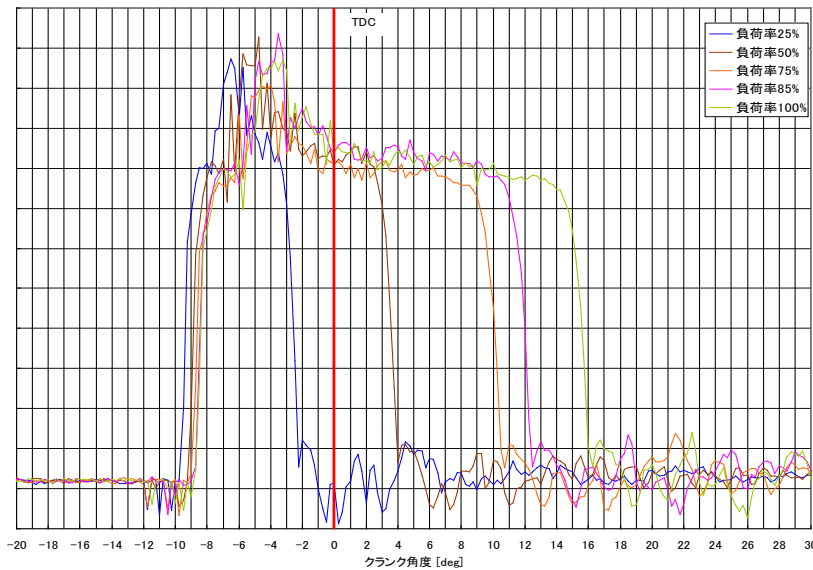
※従前装置の負荷率100%時のスモーク濃度値を1.00とする。

全ての負荷においてスモーク濃度が低減。

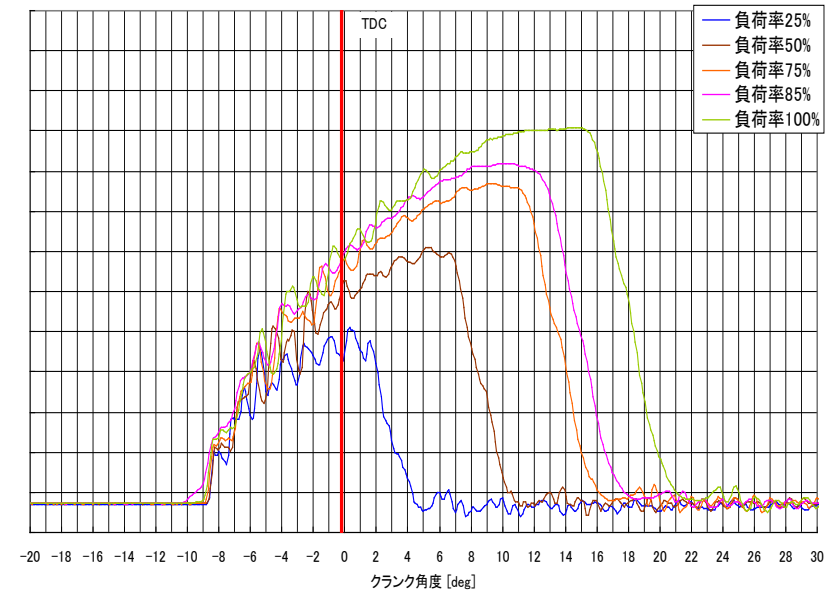
7. 実機試験

(2) 燃料噴射の自由度の確認試験

～燃料噴射波形比較～



CRS装置燃料噴射波形

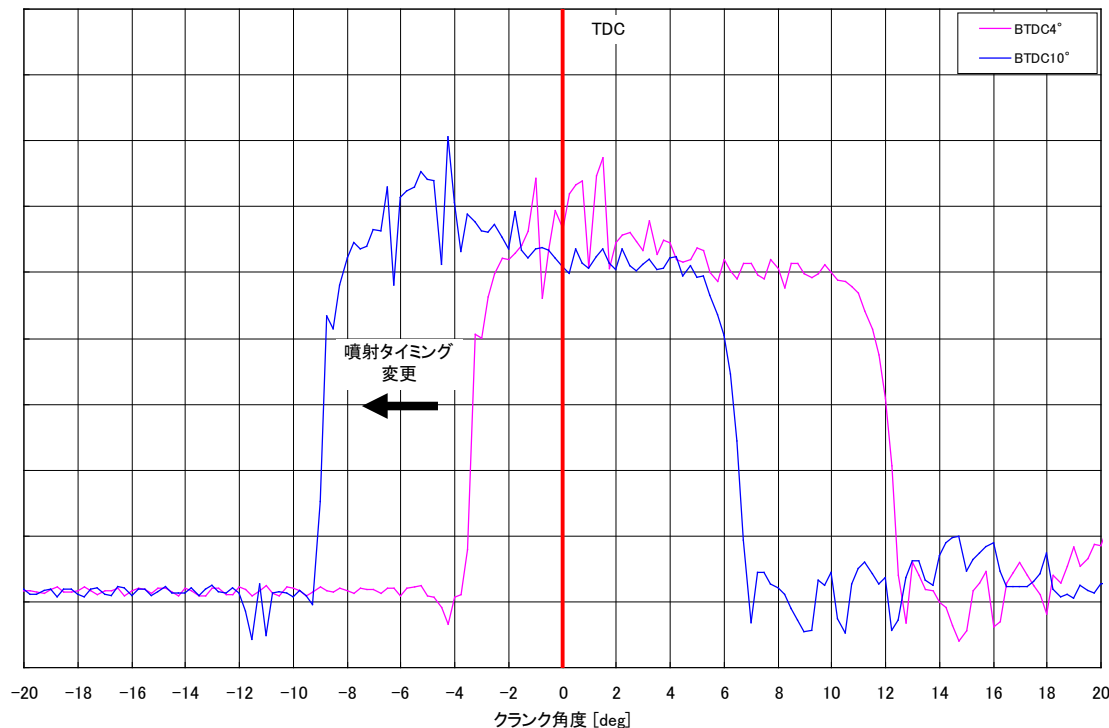


従前装置燃料噴射波形

7. 実機試験

(2) 燃料噴射の自由度の確認試験

～燃料噴射タイミング～

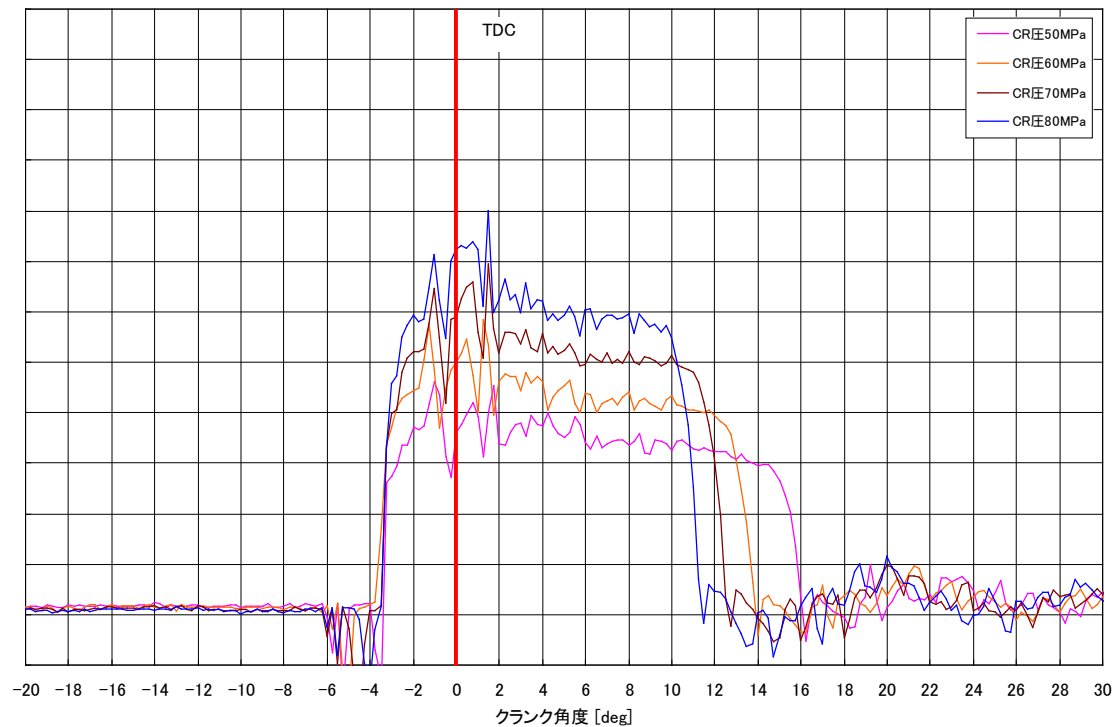


運転中でも燃料噴射タイミング変更指令に基づき、タイミングが変更できることを確認。

7. 実機試験

(2) 燃料噴射の自由度の確認試験

～燃料噴射圧力～



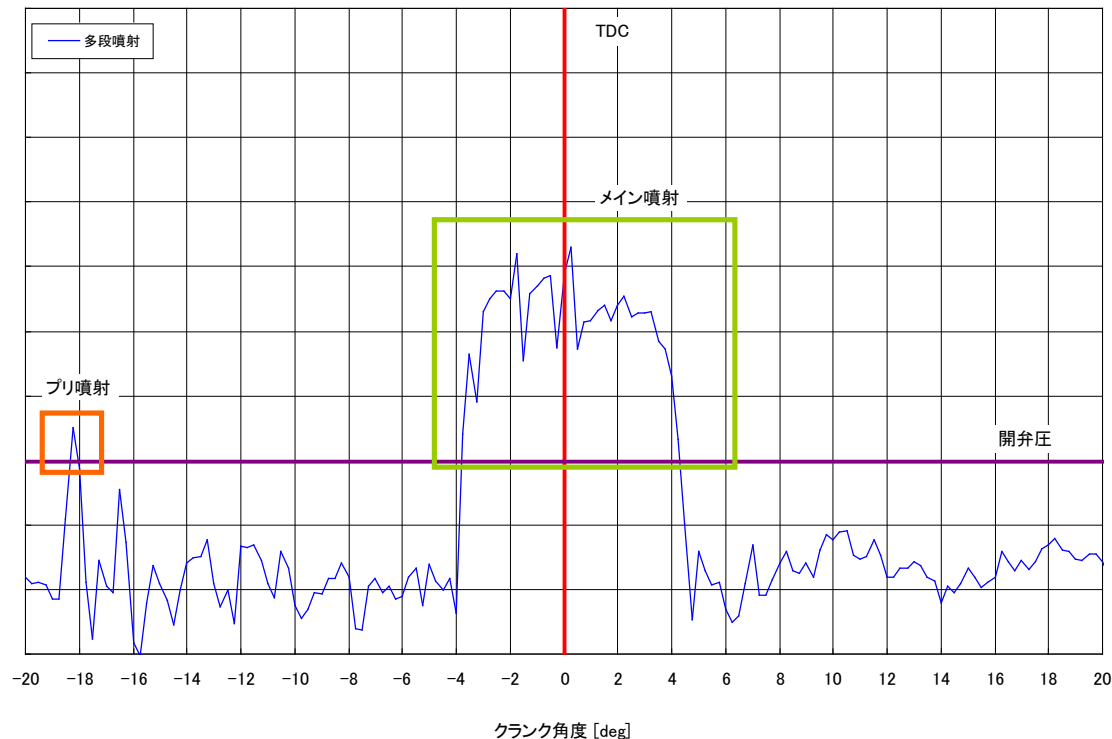
負荷率一定、燃料噴射圧力変更

運転中でも燃料噴射圧力変更指令に基づき、燃料噴射圧力が変更できることを確認。

7. 実機試験

(2) 燃料噴射の自由度の確認試験

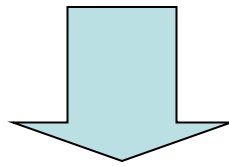
～多段噴射～



プリ噴射の指令を与えることにより、メイン噴射前に任意のタイミングで少量の燃料噴射が可能であることを確認。

8. 研究成果

燃料噴射タイミング変更、燃料噴射圧力の変更および燃料噴射多段噴射が可能であり、燃料噴射制御の自由度を確認。



◆成果

1. 燃料消費率を部分負荷で1～6%の削減。
2. NOx排出量が従前装置を上回らないことを確認。
3. 全負荷域においてスモーク濃度を削減。
4. C重油での実機運転を確認。

Thank you for your attention !

本研究開発は、三洋海運株式会社、株式会社赤阪鐵工所、ナブテスコ株式会社、日本海事協会との共同研究体制により研究を実施するとともに、日本海事協会の「業界要望による共同研究」のスキームにより研究支援を受けて実施しております。