

平成 1 8 年度

船用助燃式ターボ過給システムに関する技術開発

報告書

平成 1 9 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18年度に社団法人日本船用工業会が実施した「船用助燃式ターボ過給システムに関する技術開発」事業の成果をとりまとめたものである。

船用ターボ過給機関では加速性能や黒煙の発生が問題視されているが、これを解決する方法として、船用の助燃方式のターボ過給システムを開発し、加速性能が要求される高速巡視船、漁業取締船、さらには高速旅客船などに利用することを目的として、新潟原動機株が技術開発を行ったものである。

今回、貴重な開発資金を助成いただいた日本財団にここに御礼申し上げる次第である。

平成19年3月

社団法人 日本船用工業会



# 目 次

1. 技術開発の目的	1
2. 技術開発の目標	1
3. 実施経過	
3.1 実施項目	1
3.2 実施期間	2
3.3 実施場所	2
4. 実施内容	
4.1 助燃式ターボ過給システム	2
4.2 助燃式ターボ過給システムの設計・製作	2
4.3 助燃式ターボ過給システムの単体試験	3
4.4 助燃式ターボ過給システムのディーゼル機関による実証試験	4
4.4.1 実証試験条件	4
4.4.2 実証試験	7
5. 技術開発の成果	12
6. 今後の課題・検討項目	12
図 1 助燃式ターボ過給システムの全体構成図	13
図 2 CTC 単体試験装置諸管線図	14
図 3 CTC 実証試験装置諸管線図	14
図 4 CTC 搭載機関試験装置図	15
図 5 陸用機関と船用機関用の CTC 設置比較図	16
図 6 燃料制御装置比較図	17
図 7 CTC 制御装置図	18
図 8 過給機(NR20/R)写真	18
図 9～図 14 CTC 単体試験装置関係写真	19
図 15 CTC 単体試験排気色計測位置	22



図 16	ボッシュメータ(CTC 単体試験使用品)写真	22
図 17.1	CTC 単体試験運転各計測値比較図	23
図 17.2	CTC 単体試験 起動時の運転状態	23
図 17.3	CTC 単体試験排気色濃度比較図	24
図 18～図 21	CTC 実証試験装置関係写真	25
図 22	ボッシュメータ(CTC 実証試験使用品)写真	27
図 23	CTC 実証試験排気色計測位置及びオパシテメータ	27
図 24	CTC 実証試験煤塵計測位置及び計測機器	28
図 25	CTC 有無での各負荷の排気色濃度比較図	29
図 26	CTC 有無での各負荷の過給機回転速度比較図	29
図 27	CTC 有無での各負荷の過給機給気圧力比較図	30
図 28	CTC 有無での各負荷の過給機タービン入口温度比較図	30
図 29	CTC 有無での各負荷の機関シリンダ出口温度比較図	31
図 30	CTC 有無/CTC 単体での各負荷の燃料消費量比較図	31
図 31	CTC 有無による加速応答特性比較図	32
図 32	CTC 燃料ノズル写真	33
図 33	CTC 燃料ノズル閉塞対策写真	33
図 34	燃焼器入口弁写真	34
図 35	CTC 空気制御弁用ポジションナ振動対策写真	34
図 36	CTC 燃焼器用固定ピン写真	35
表 1	助燃式ターボ過給システム(CTC) 要目	36
表 2	供試機関及び過給機要目	36
表 3	排気色計測機器(ボッシュメータ)要目(CTC 単体試験使用品)	36
表 4	排気色計測機器(ボッシュメータ)要目(CTC 実証試験使用品)	36
表 5	排気色計測機器(オパシテメータ)要目	36
表 6	CTC 有無による起動時排気色濃度状況比較	37
表 7	CTC 有無での各負荷運転時の排気色状況比較	38
表 8	CTC 有無による加速時排気色濃度状況比較	39

## 1. 技術開発の目的

船用ターボ過給機関の過給機回転速度が出力レベルに比例するため、エンジン負荷の小さい場合や急に負荷が増加する場合には、過給機回転速度が上がらず給気圧力不足となり、加速性能の低下や黒煙の発生原因となっている。この現象は、過給機を駆動するエンジン排気パワーが不足するために起きることであって、不足パワーを補充することが根本的な対策となる。新潟原動機㈱では、燃焼器で高温ガスを発生させてエンジンの排気に合流させるという助燃方式を採用し、陸用の発電用エンジンに適用して排気黒煙の抑制に良好な成績を得ている。

本事業は、陸用の助燃式ターボ過給システム（以下 CTC 注）を船用エンジンに適用するための開発を行い、試験機の製作及び実証試験によって世界に先駆けて船用としての実用化を図り、優れた加速性が要求される海上保安庁の高速巡視船、漁業取締船、及び、ダイヤの短縮が要求される高速旅客船などの高速主機の性能向上に大きく寄与することを目的としたものである。

注) Combustion-supplemented Turbo-Charger

## 2. 技術開発の目標

試験設備である 6L22HLX 形ディーゼル機関（中速エンジン）を供試機関として、

- (1) 機関加速性能 : CTC を適用し、アイドリングから定格速度まで 15 秒以内
- (2) 煤塵低減率 : 上記(1)の運転において、CTC 無しに比べ 90%以上

## 3. 実施経過

### 3.1 実施項目

本開発では、以下の項目について実施した。

- ①CTC システムの設計 : 6L22HLX 用として設計
- ②CTC システムの製作 : ①の製作
- ③CTC システムの単体試験 : ②の動作確認試験
- ④CTC システムの実証試験 : 供試機関による効果確認試験

## 3.2 実施期間

開始：平成 18 年 4 月 1 日

終了：平成 19 年 2 月 28 日

## 3.3 実施場所

実施項目①～③ : 新潟原動機(株) 新潟ガスタービン工場、太田工場

実施項目 ④ : 新潟原動機(株) 太田工場

## 4. 実施内容

### 4.1 助燃式ターボ過給システム (CTC)

CTC システムの要目を表 1 に、構成図を図 1 に示す。また、CTC 単体試験装置及び CTC 実証試験装置の諸管線図を図 2、図 3 に示す。本システムは、通常のディーゼル機関と過給機のシステムに燃焼器を追加することにより、機関の負荷等に依らず、過給機の運転状態を調整することができるシステムである。

CTC システムの動作としては、始動用空気を過給機圧縮機より CTC 燃焼器へ送り燃料を噴射し点火栓により着火させた後、過給機及び燃焼器 (CTC 本体) より制御用の計測値を CTC 制御装置に取り込み、制御信号を燃料制御装置及び、燃焼器入口弁、A/C 入口弁、A/C バイパス弁へ送り、過給機の運転状態を調整する。

### 4.2 助燃式ターボ過給システム (CTC) の設計・製作

#### 4.2.1 CTC 本体 (燃焼器)

陸用機関では、過給機と CTC 本体組合せ装置は過給機の位置を自由端側に移動させる事が出来、大幅に機関よりはみ出す構造となるが、船用機関用としては機関室のスペースに制限がある。このため、過給機の位置はそのままだに固定し、CTC 本体を No. 5 シリンダと No. 6 シリンダ間に設置することにより省スペース構造とした。

CTC 搭載機関試験装置図を図 4 に示す。また、陸用機関と船用機関用の CTC 設置比較図を図 5 に示す。

#### 4.2.2 燃料制御装置

シンプルで安定した制御、燃料噴射圧力を上げ燃料の微粒化を図るため従来の燃料制御弁（噴射圧力 6MPa）から燃料ポンプの回転速度を制御するインバータ方式（噴射圧力 10MPa）を採用し燃焼の改善を図る。

燃料制御装置比較図を図 6 に示す。

#### 4.2.3 CTC 制御装置

船用機関の頻繁な加減速に自動的に追従でき、安全機能を有する制御プログラムを開発。CTC 制御装置図を図 7 に示す。

### 4.3 助燃式ターボ過給システムの単体試験

#### 4.3.1 NR20/R 型過給機内部組込仕様変更

船用試験用（736kW/1000min<sup>-1</sup>）に内部組込仕様を改造した。

改造後組込仕様：T68S-B43/78-B64 1E

過給機要目を表 2 に、また改造後過給機組立品の写真を図 8 に示す。

#### 4.3.2 CTC 単体試験装置組立

過給機と CTC 本体の組合せ試験用装置の組立を実施した。

CTC 単体試験装置を図 9～図 14 に示す。

CTC 単体試験排気色計測位置を図 15 に示す。

反射式スモークメータ（ボッシュメータ）要目を表 3 に、写真を図 16 に示す。

#### 4.3.3 CTC 単体試験の実施

起動確認試験を実施し、着火タイミング等を調整した。また、過給機回転速度 60%～80%で運転し、各計測温度等が許容値を超えないことを確認した。運転時に黒煙発生の無いことを確認した。

CTC 単体試験運転各計測値比較図を図 17.1 に示す。

CTC 起動時の運転状態を図 17.2 に示す。

CTC 単体試験の排気色濃度比較図を図 17.3 に示す。

#### 4.4 助燃式ターボ過給システムのディーゼル機関による実証試験

構築した CTC を用いて、その効果を確認したのでその結果について報告する。

##### 4.4.1 実証試験条件

###### (1) CTC 装置、供試機関

CTC 装置、供試機関の主要目を表 1、2 に示す。

本供試機関は、船用主機及び陸用発電装置などに多く採用されているニイガタ 6L22HLX 形ディーゼル機関である。

CTC 装置は、前述にもあるように船用機関搭載を目的とし、小型化・軽量化を行ったものである。本供試機関の定格出力は  $1324\text{kW}/1000\text{min}^{-1}$  であるが、本研究においては CTC 装置を全負荷域で動作させる為に  $736\text{kW}/1000\text{min}^{-1}$  を 100%負荷とした。

実際の CTC 実証試験装置を図 18～21 に示す。

###### (2) 排気色の評価

機関からの排気ガス黒煙の評価として、下記方式で行った。

###### ① 定常運転時の評価

反射式スモークメータ（ボッシュメータ）にて計測を行った。ボッシュメータを図 22、測定箇所を図 23 に、要目を表 4、に示す。

###### ② 過渡運転時（起動時、加速時）の評価

排気ガス黒煙は光透過式スモークメータ（オパシティメータ）を用いて、排気集合管の位置での排気色濃度（オパシティ値）で評価した。オパシティメータ及び測定箇所を図 23 に、要目を表 5 に示す。

###### ③ 煤塵計測

JIS Z8808（円筒ろ紙法）による定常運転時における煤塵計測を行った。

排気濃度の測定箇所及び計測機器を図 24 に示す。

- ・ 機関負荷 25%、100% 運転時の煤塵計測を行った。

### (3) CTC 制御及び機関負荷制御

CTC 制御及び機関負荷制御の構成図を図 1 に示す。主に下記のような制御を行い、最適かつ安全な自動制御を行っている。

- ① 過給機回転速度制御
- ② CTC 燃料制御
- ③ CTC 空気制御
- ④ 水動力計による機関負荷制御

### (4) 実証試験条件

下表に示す試験条件により、実証試験を実施した。

#### ① 定常運転

試験 No.	試験条件		
	機関負荷	機関回転速度	CTC
1-1	10% (74kW) 相当	注 1) 610min <sup>-1</sup>	無
1-2			有
1-3	25% (184kW)	630min <sup>-1</sup>	無
1-4			有
1-5	50% (368kW)	794min <sup>-1</sup>	無
1-6			有
1-7	75% (552kW)	909min <sup>-1</sup>	無
1-8			有
1-9	100% (736kW)	1000min <sup>-1</sup>	無
1-10			有

## ②加速運転

試験 No.	試験条件			
	機関負荷変化	機関回転速度変化	加速時間	CTC
2-1	注2) 25%相当⇒100%	580⇒1000min <sup>-1</sup>	15 秒	有
2-2	↑	↑	20 秒	無

## ③加速応答運転

試験 No.	試験条件			
	機関負荷変化	機関回転速度変化	加速周期	CTC
3-1	50⇔100%	794⇔1000min <sup>-1</sup>	25 秒	有
3-2	↑	↑	26 秒	無

### ※備考

1. 定常運転は、水動力計で計測できる最低負荷である機関負荷率 10% から 25%、50%、75%、100% とした。
2. 加速運転は、低負荷率時 25%（機関回転速度 580min<sup>-1</sup>）から、全負荷 100%（機関回転速度 1000min<sup>-1</sup>）まで急加速させた場合である。
3. 加速運転の加速時間は CTC 使用有時 15 秒とし、機関単体（CTC 使用無）時は過給機タービン入口の許容温度の関係上 20 秒とした。
4. 加速応答運転は、負荷率 50%（機関回転速度 794min<sup>-1</sup>）から、全負荷 100%（機関回転速度 1000min<sup>-1</sup>）までを連続的に急加速・急減速をさせた場合である。

注 1) 試験設備の都合により 10%負荷相当を維持できる回転速度に設定した。

注 2) 試験設備の都合により低速回転速度を維持できる負荷に設定した。

### 4.4.2 実証試験

#### (1) 起動時の排気色について

CTC 作動無しの機関起動時、CTC 起動時、CTC 作動有りの機関起動時における煙突からの排気色とトレンドを表 6 に示す。

#### ①CTC 作動無しの場合 (表 6 左)

機関起動直後にオパシティ値の最大値が 98%となっており、煙突からも非常に濃い排気色が認められた。アイドル回転速度到達後はオパシティ値が急減少しているが、オパシティ値が 30% 以上となった時限は 7 秒間であることがわかった。

#### ②CTC 作動有りの場合 (表 6 中央、右)

CTC 起動時は一時的にオパシティ値が 29%を示したが、目視による煙突からの排気色は認められなかった。CTC 起動時のトレンドより、CTC を作動させることで過給機回転速度、給気圧力を高回転化、高圧化できることがわかった。

CTC の作動を維持させながら機関起動した煙突からの排気色とトレンドを表右側に示す。CTC 作動ありの機関始動は、機関単体時と比較して十分な給気圧力を維持しながらの機関起動となるため、オパシティ値は最大 15%となっており、煙突からの排気色も大幅に低減できることがわかった。

### (2) 定常運転時の排気色について

CTC 作動の有無の比較資料として、各負荷率 10、25、50、75、100%運転時における煙突からの排気色とボッシュメータによる排気色濃度を表 7 に、状態量としてボッシュメータ、過給機回転速度、給気圧力、シリンダ出口温度、タービン入口温度、燃料消費量、をそれぞれ図 25～30 に示す。

#### ①排気色濃度の比較

CTC 作動無しと比較した場合、CTC 作動有りは目視による排気色の違いはあまり認められなかった。しかし、ボッシュメータによる排気色濃度 (図 25) は、全ての負荷率において 50%以上 (最大で 78%) 低減されていることがわかった。

#### ②状態量の比較

CTC 作動無しと比較した場合、CTC 作動有りの過給機回転速度 (図 26) 及び給気圧



力（図 27）は全ての負荷率において上回っていることがわかった。また、タービン入口温度（図 28）は負荷率 10～25%において上回っているが全ての負荷率において、ほぼ一定となっていることがわかった。さらに、シリンダ出口温度（図 29）は負荷率 25～75%において下回っており、高い給気圧力の影響によるものと考えられる。燃料消費量（図 30）は CTC 作動時に燃料を必要とするため、機関単体時の負荷率 10%で約 150%増加し、負荷 100% で約 15% 増加することがわかった。

### (3)加速運転時の排気色について

CTC 作動の有無による、加速運転時の煙突からの排気色とトレンドを表 8 に示す。

#### ①CTC 作動無しの排気色濃度とトレンド

加速開始の直後にオパシティ値は最大で 99%となり、煙突からは非常に濃い排気色が認められた。シリンダ出口温度は比較的安定しているが、タービン入口温度は加速と共に上昇し一時的に許容値を超過することがわかった。そのため、CTC 作動無しの機関単体での加速時間は 20 秒程度が適切であると判断した。

※通常の機関では機関加速時にはガバナに一定の制限を設けているので、今回の実証試験で実施した加速時間（20 秒）の試験が出来ない。そこで今回はガバナの制限を無くして試験を実施している。依って機関単体時に表 8 に示す様な排気色となっている。

#### ②CTC 作動有りの排気色濃度とトレンド

CTC を作動させることにより、加速開始前から高い給気圧力を維持でき、加速開始の直後にオパシティ値は最大で 23%となるが、CTC 作動無しの排気色濃度と比べ、煙突からは濃い排気色は認められず加速時の排気色を大幅に低減できることがわかった。また、燃焼器出口温度やタービン出口温度は、CTC 動作無しと比較して急激な温度上昇もなく安定していることがわかった。

CTC を作動させることで、安定した加速を得ることができ、排気色を良好に保ったま

ま目標である加速時間 15 秒を満足することがわかった。

#### (4)加速応答

CTC 作動の有無による、加速応答のトレンドを図 31 に示す。

CTC 作動無しと比較した場合、CTC 作動有りはオパシティ値が最大値 2%と 96% 以上低減されているとわかった。また CTC 動作無しでの加速応答時にタービン出口温度が大きく変動しているのに対して、CTC 動作有りでは比較的安定しているとわかった。

CTC を作動させることで、連続的な加速・減速においても十分な応答特性を得られ、最適且つ安定的に自動制御が実施できた。

#### (5)煤塵計測

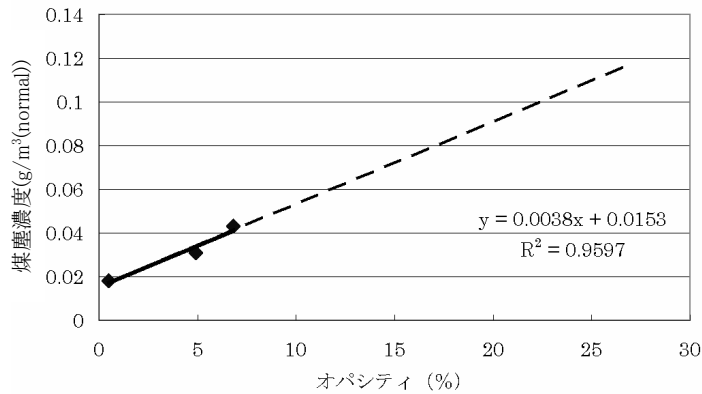
煤塵計測の結果は機関単体に比べ CTC 有りでは機関負荷 25%で煤塵濃度低減率 76.7%、また、機関負荷 100%で 41.9% の煤塵濃度低減率となり CTC の有用性がわかった。

運転条件	煤塵濃度 (g/m <sup>3</sup> (normal))		低減率 (%)
	CTC 無し	CTC 有り	
機関負荷 25%	0.043	0.010	76.7
機関負荷 100%	0.031	0.018	41.9

#### (6)加速時の煤塵低減

煤塵計測は JIS Z8808 の計測法を用いて行われるが、本計測方法は(5)項で計測したように定常運転での計測方法であるため、加速時の煤塵推定を以下の方法で行った。

(5)項の定常運転状態での煤塵及びオパシティの計測を行い相関関係があることを確認した。このオパシティと煤塵の相関関係を下図に示す。



オパシティと煤塵の相関関係図

この結果を踏まえて、加速時の煤塵低減の評価には連続して計測可能なオパシティを使用し、排気色濃度であるオパシティ値の面積積分値から算出した。表8のCTC有無による加速時排気色濃度状況比較図のオパシティ値は、CTC有りは23 (Max)、機関単体では99 (Max)となり。これを面積比とした場合、CTC有りの機関単体に対する煤塵低減率は95.1%となり、目標である90%を満足することができた。

(7) CTC 始動時の使用空気量

CTC 始動用として700Lの空気槽を使用し、このCTC 始動前後での空気槽圧力の低下量より、CTC 始動時に必要となる空気量は3m<sup>3</sup> (normal) であることがわかった。

	CTC 始動前	CTC 始動後
CTC 始動用空気槽圧力	2.23 MPa	1.75 MPa

(8) その他、CTC 実証試験での知見

今回CTC 実証試験を進めて行く過程において、種々の問題点が浮かび上がってきたのでこの事について以下に述べる。

①CTC 燃料ノズル、空気制御弁等のカーボン閉塞問題

CTC を使用している時は問題ないが、機関単体にて長時間運転する場合に、機関排気ガスがCTC 内へ逆流し、CTC 燃料ノズルの詰まりを起し、CTC 起動不良を引き起こ

した。(図 32 参照)

なお、CTC 燃料ノズル詰まりの対策として、CTC 燃料配管に空気ラインを追加し、CTC を使用しない時には空気を CTC 燃料ノズルに流し、機関排気ガスの CTC 燃料ノズル内への逆流を防いだ。(図 33 参照) また、実証試験後 CTC 分解点検した際に、CTC 空気制御弁の排気側にカーボンの付着が認められた。長期間の運転を考えると CTC 空気制御弁の作動不良を引き起こす可能性が考えられる。(図 34 参照)

## ②CTC 空気制御弁用ポジションナの振動問題

CTC システムを実証機関に装着し、機関単体にて調整運転を始めた所、機関負荷 60% より CTC 空気制御弁用ポジションナが機関振動により誤作動を起こし、作動指令を出していないにもかかわらず、燃焼器入口弁、A/C バイパス弁の弁開度が開き、これにより必要空気が機関へ行かず、排気温度が通常運転時よりも高くなってしまった。この振動対策として、サポート/ブラケット等を追加する必要があった。(図 35 参照)

## ③CTC 燃焼器の固定ピン磨耗問題

実証試験後、CTC 分解点検した際に、CTC 燃焼器の固定ピン先端部に磨耗が認められた。(図 36 参照) これは機関振動によるものと考えられるが、今回の短期間での実証試験で磨耗するというのでは長期の使用では問題であり構造を含め、対策が必要である。

## 5. 技術開発の成果

今回目標として掲げた項目はいずれも達成し、所期の成果を収めることができた。

すなわち、

- ①高い給気圧力を得ることができ、機関の加速性能を向上させることで目標値の加速時間15秒を達成した。
- ②加速時に排出される煤塵の低減率は、目標値の90%を上回る95.1%を達成した。

## 6. 今後の課題・検討項目

今回の助燃式ターボ過給システムは、船舶用の主機関に搭載することを目的としており、以下の課題に取り組みながら検討を重ねて商品化へと進めていきたい。

- ①CTC 燃料ノズルや CTC 空気制御弁等のカーボン閉塞対策
- ②機関付とした機器の振動対策
- ③長時間運用した場合の寿命評価（フィールド評価）

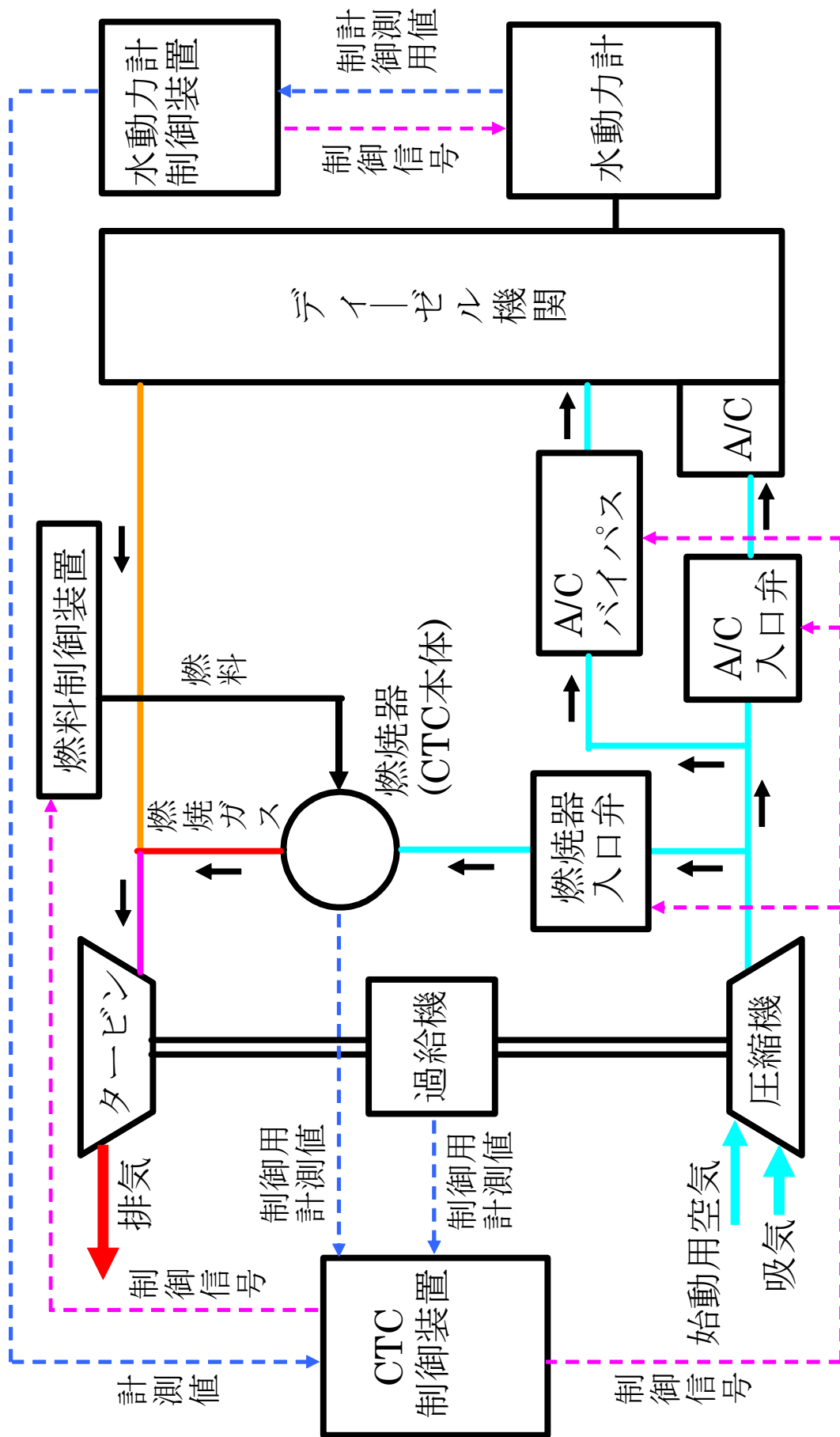


図1 助燃式ターボ過給システムの全体構成図

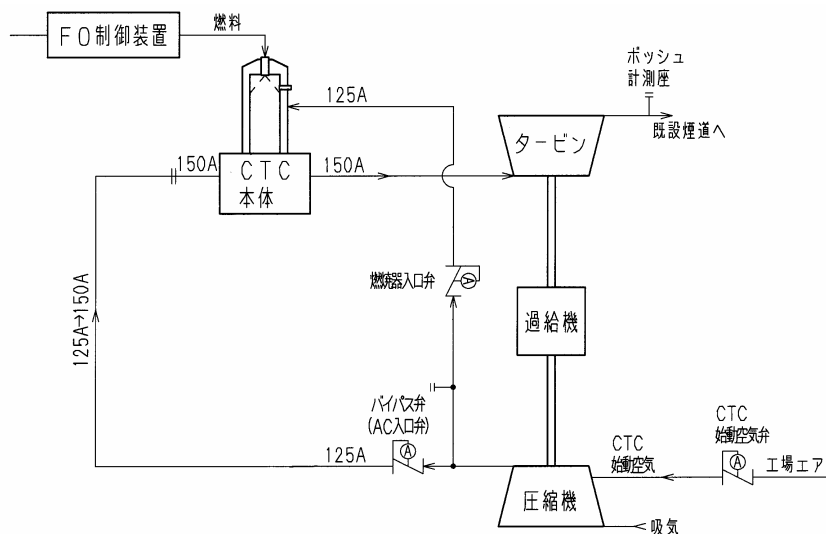


図 2 CTC 単体試験装置諸管線図

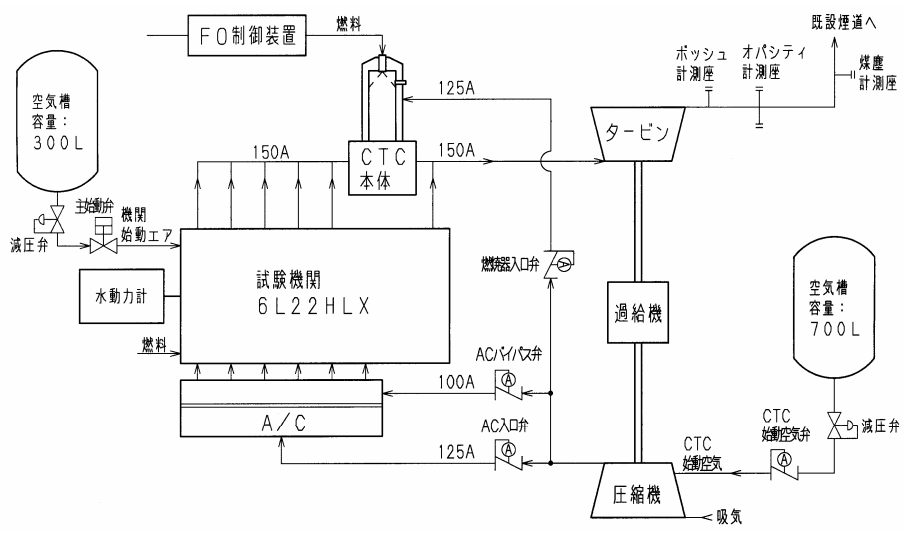


図 3 CTC 実証試験装置諸管線図

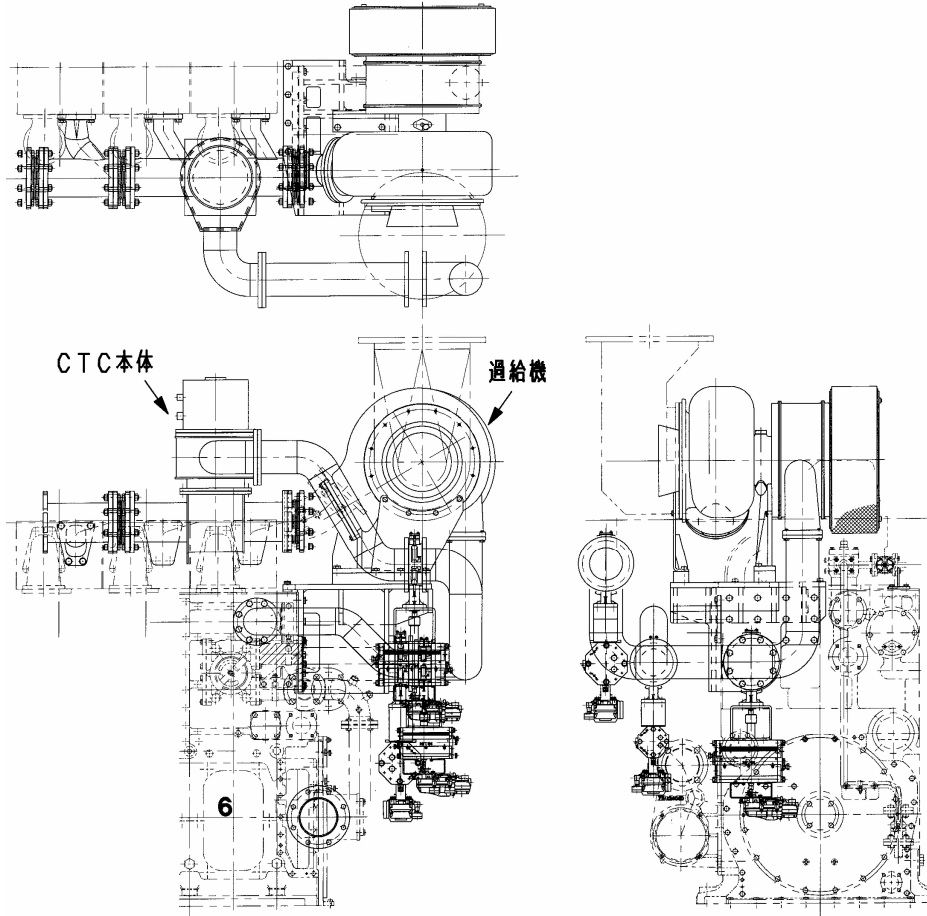
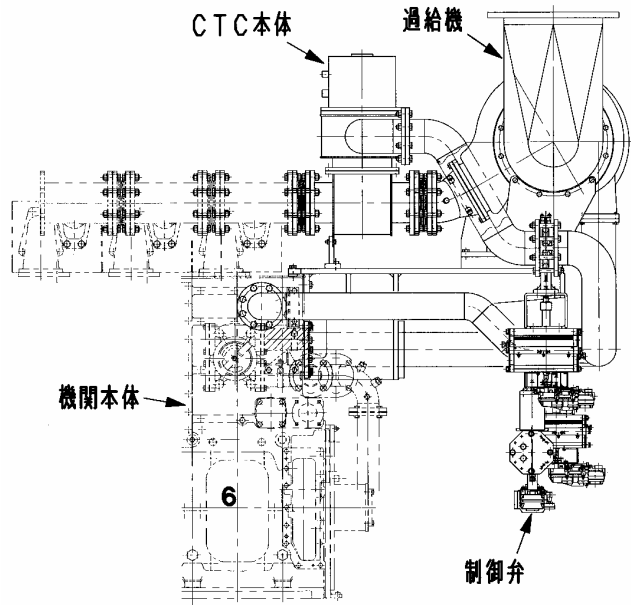
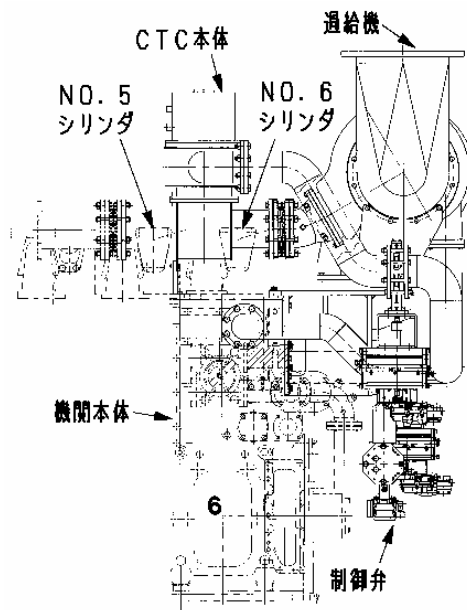


図 4 CTC 搭載機関試験装置図





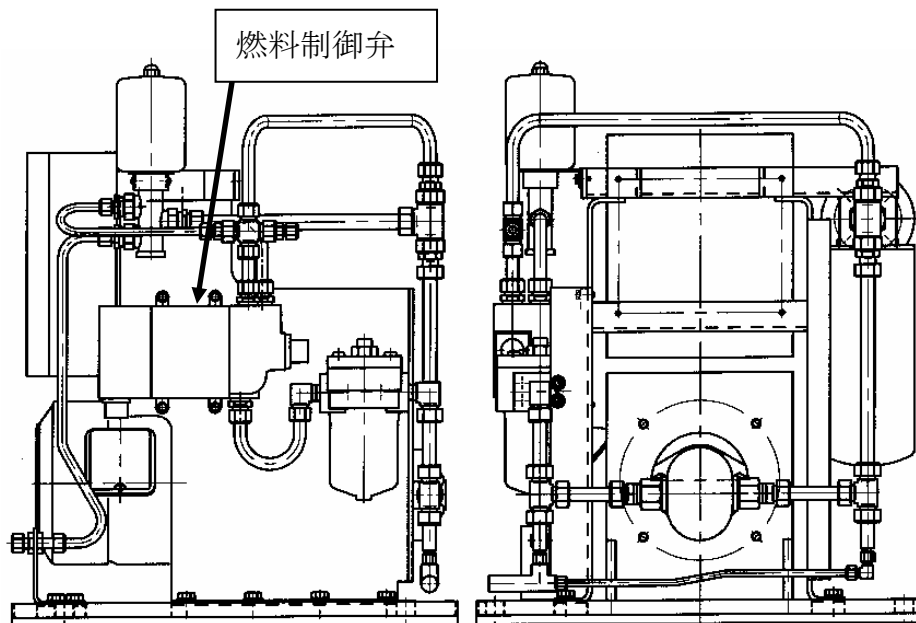
陸用機関 CTC 設置例



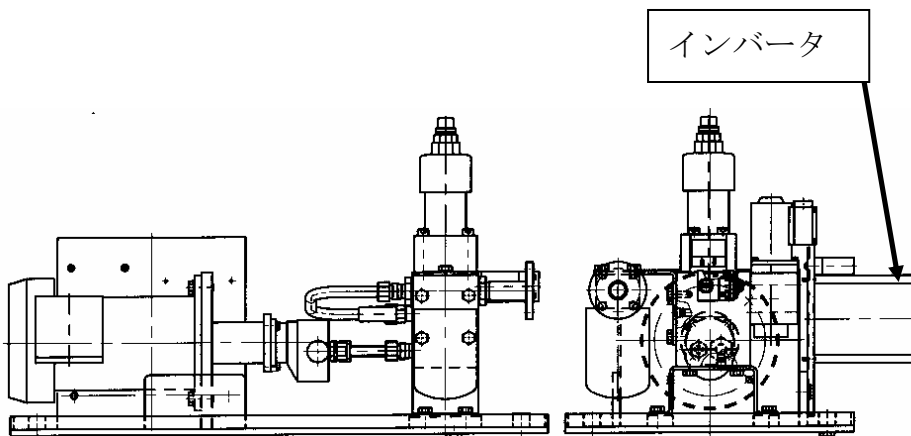
船用機関 CTC 設置例

(今回の試験用)

図 5 陸用機関と船用機関用の CTC 設置比較図



燃料制御弁方式  
(従来方式)



インバータ方式  
(今回の試験用)

図 6 燃料制御装置比較図

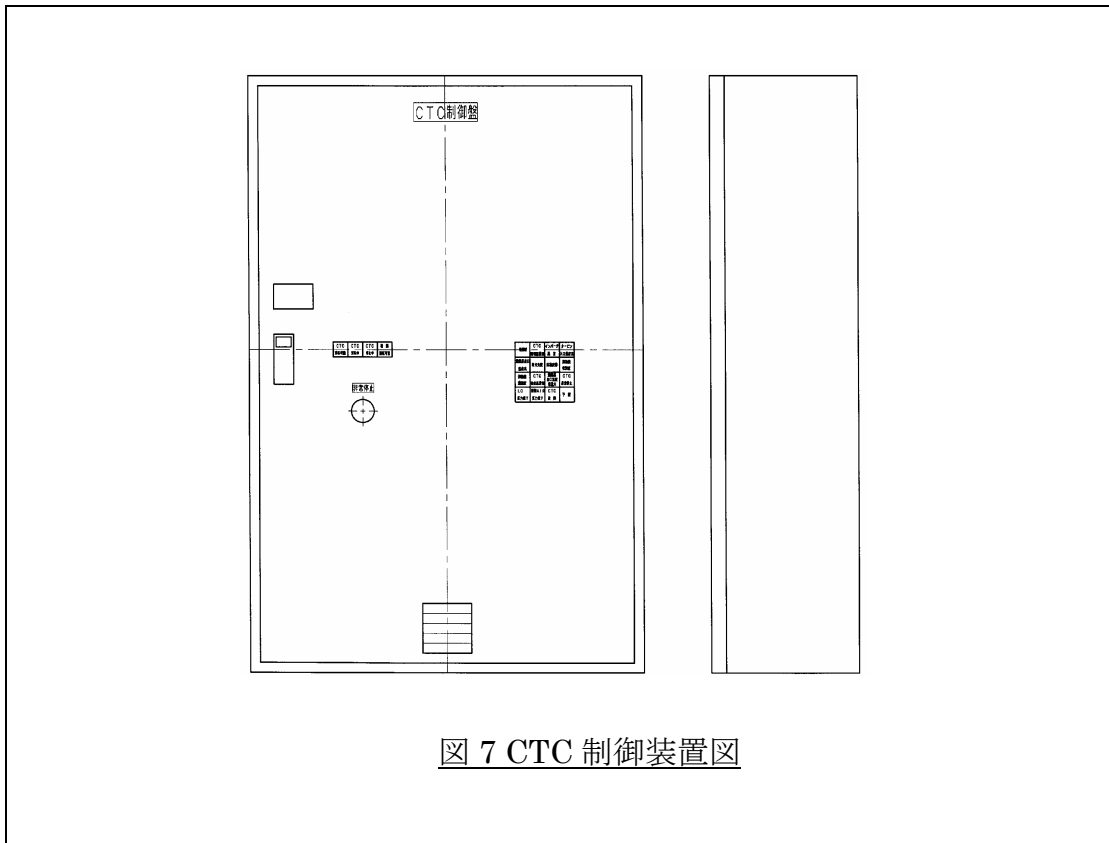


図 7 CTC 制御装置図



図 8 過給機(NR20/R)

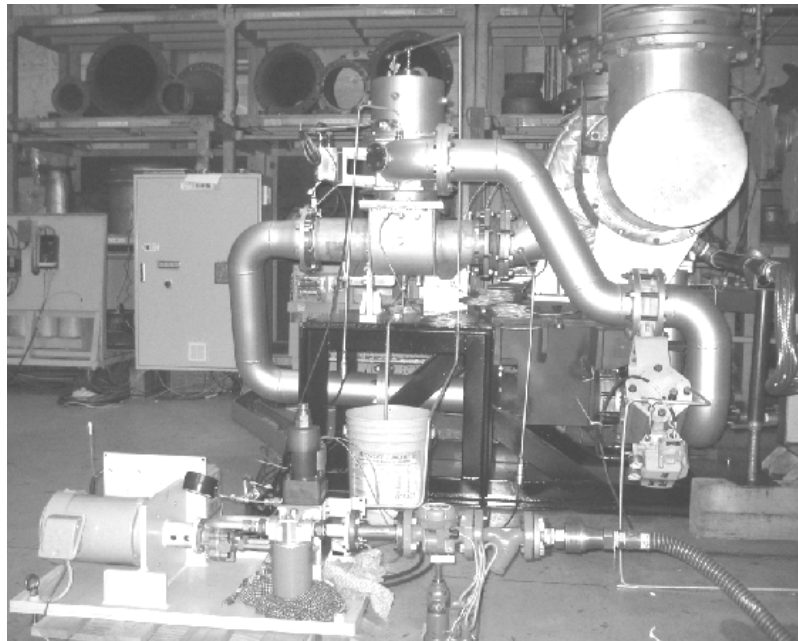


図 9 CTC 単体試験装置全体

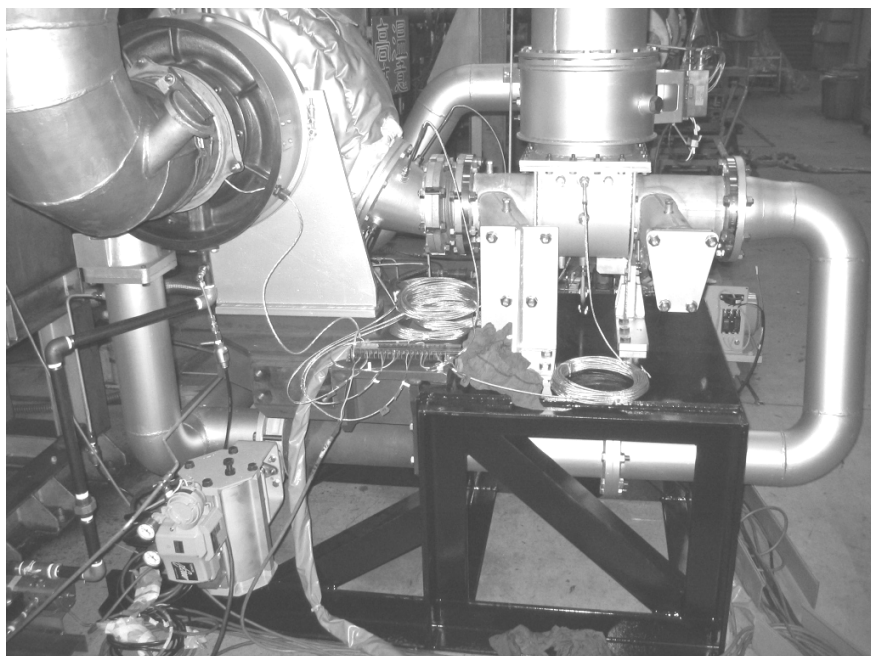


図 10 CTC 単体試験装置(右側 CTC 本体)

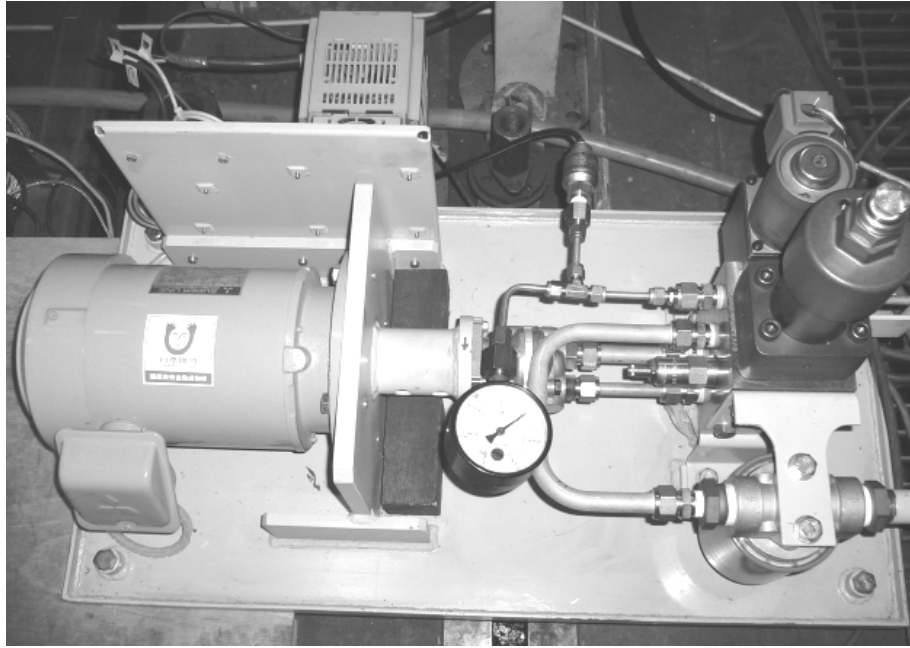


图 11 燃料制御装置

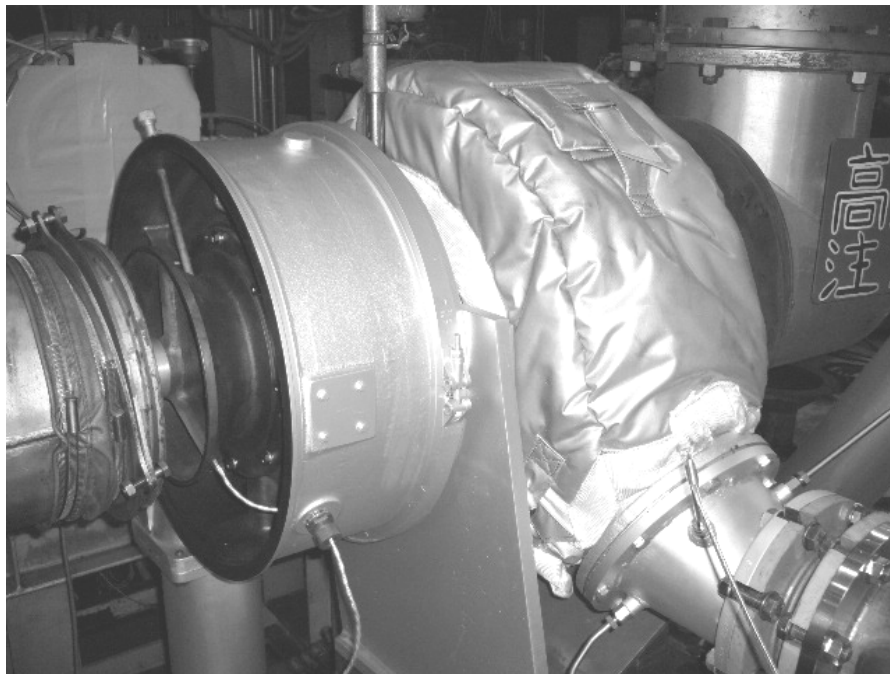


图 12 過給機



図 13 CTC 制御装置

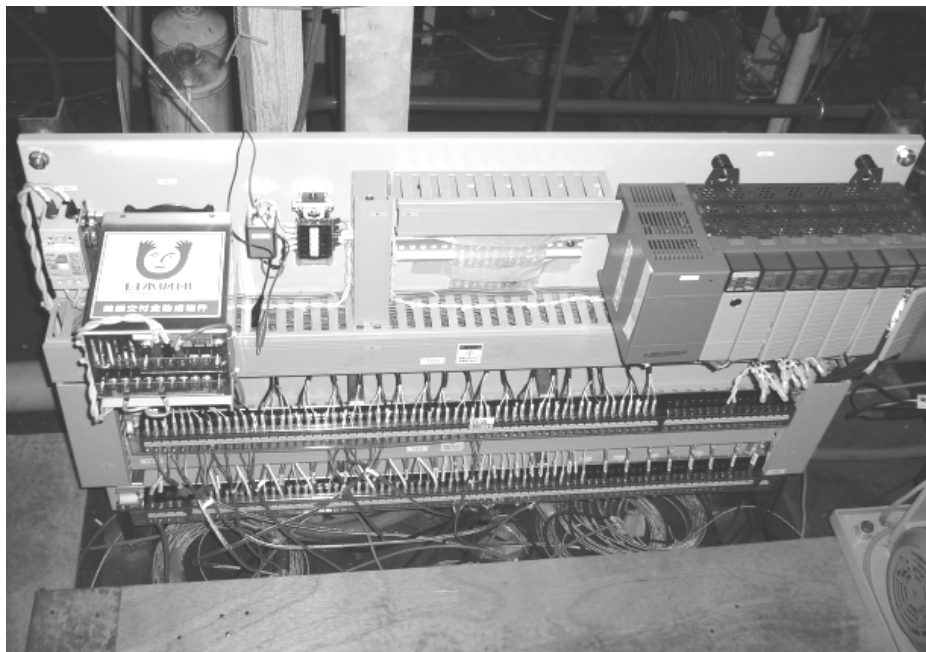
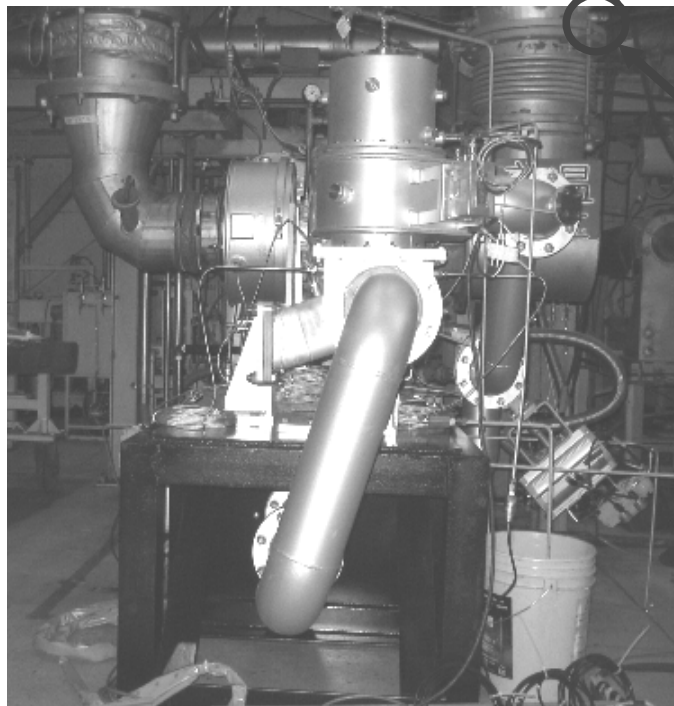


図 14 CTC 計測装置



ボッシュメータ  
計測位置

図15 CTC単体試験排気色計測位置



インジケータ



サクシヨンポンプ

図16 ボッシュメータ(CTC単体試験使用品)  
(サクシヨンポンプ、インジケータ)

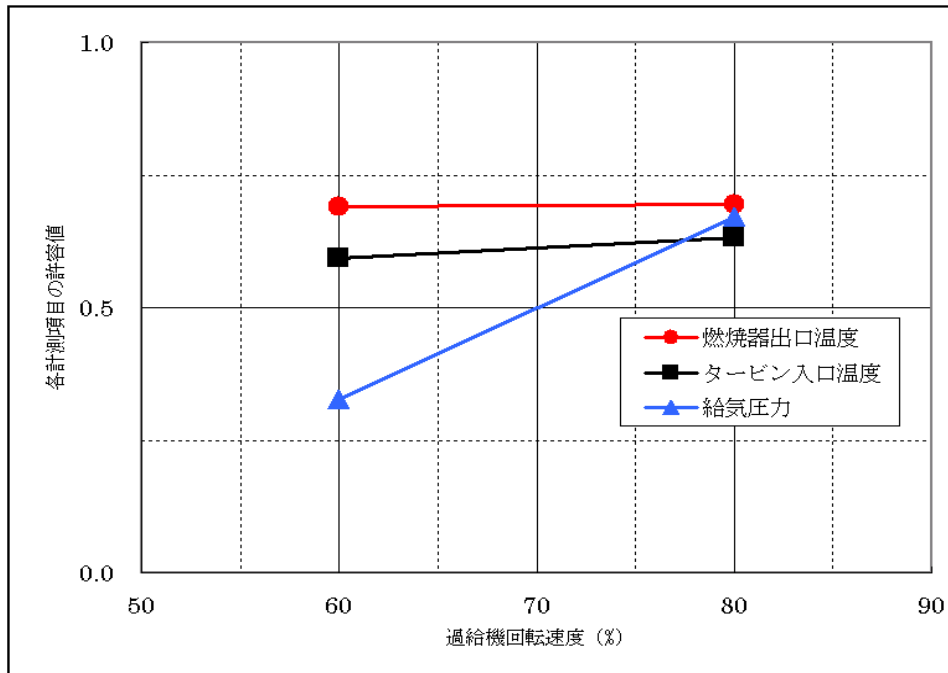


図17.1 CTC単体試験運転 各計測値比較図  
(許容値を1とした時の数値を示す)

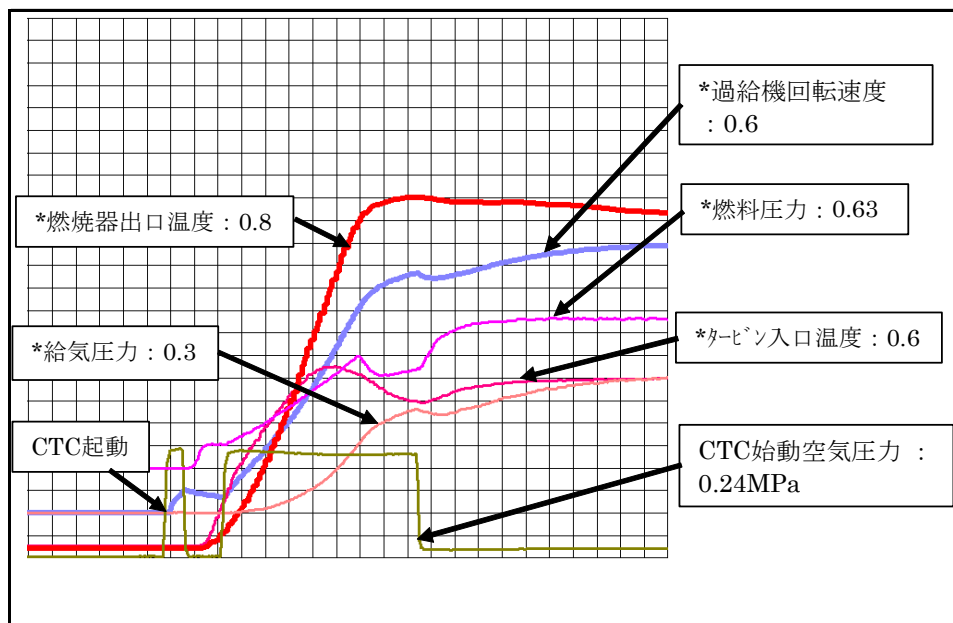


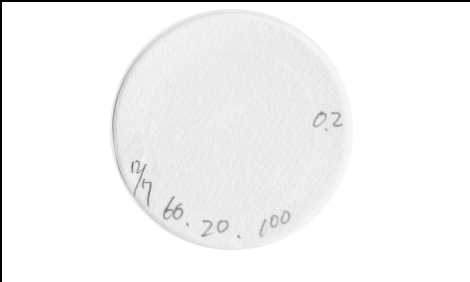



図17.2 起動時の運転状態  
(\* : 許容値を1とした時の数値を示す)



過給機回転数60%	過給機回転数80%
	
	
排気色濃度：2 (フル=100)	排気色濃度：5 (フル=100)

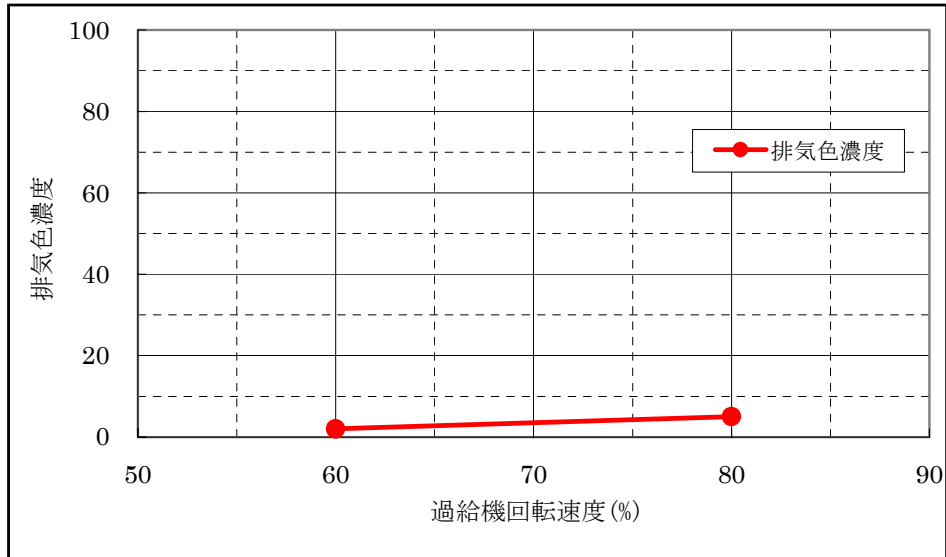


図17.3 CTC単体試験 排気色濃度比較図  
(ボッシュメータ：3回引、フル=100)

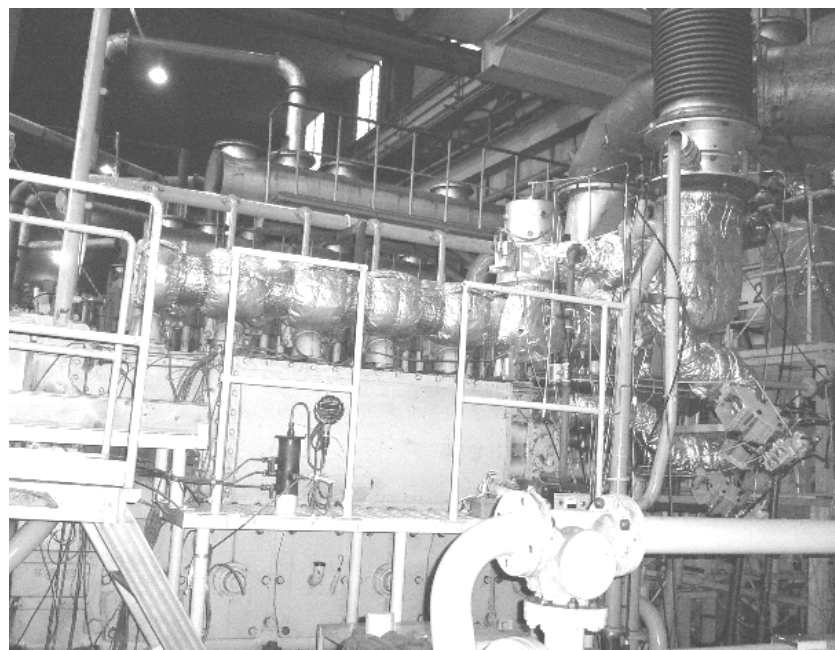


図 18 CTC 実証試験装置全体

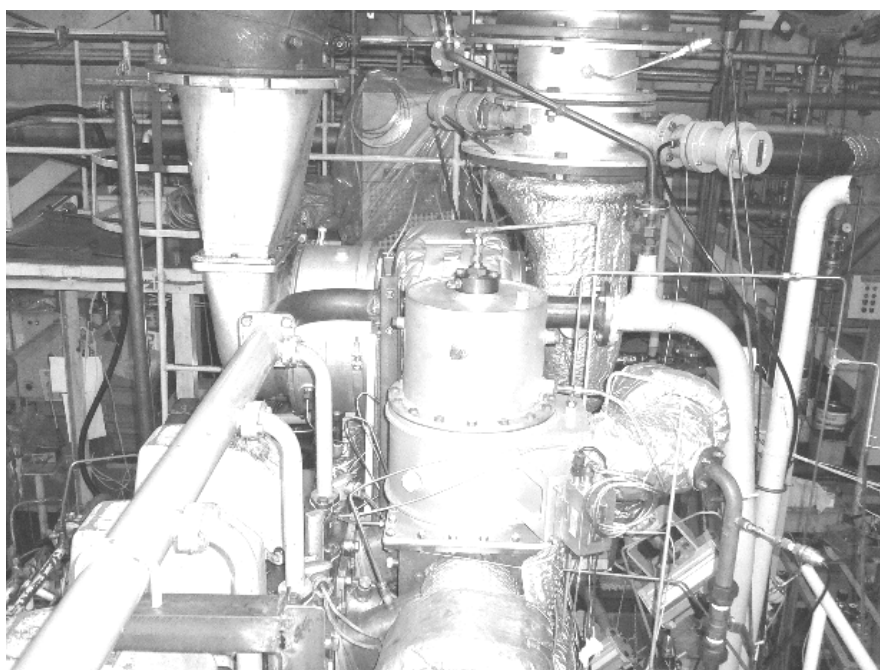
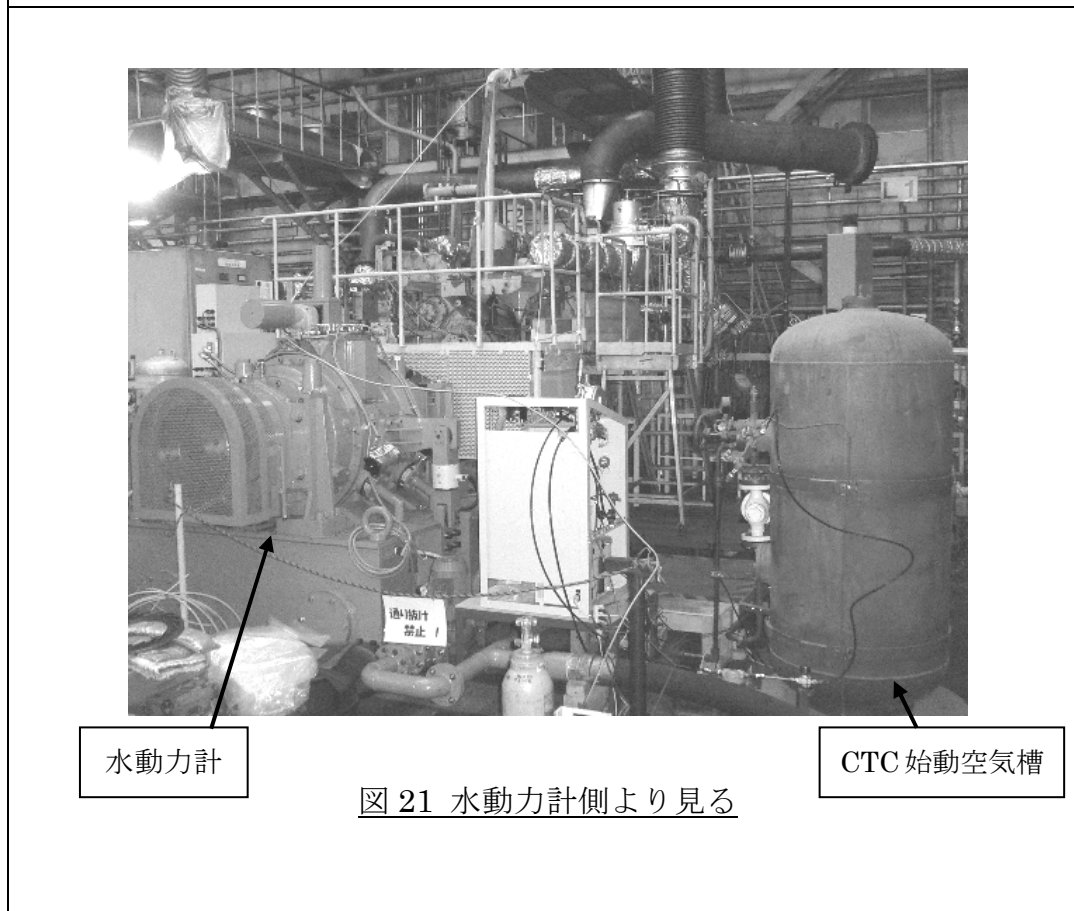
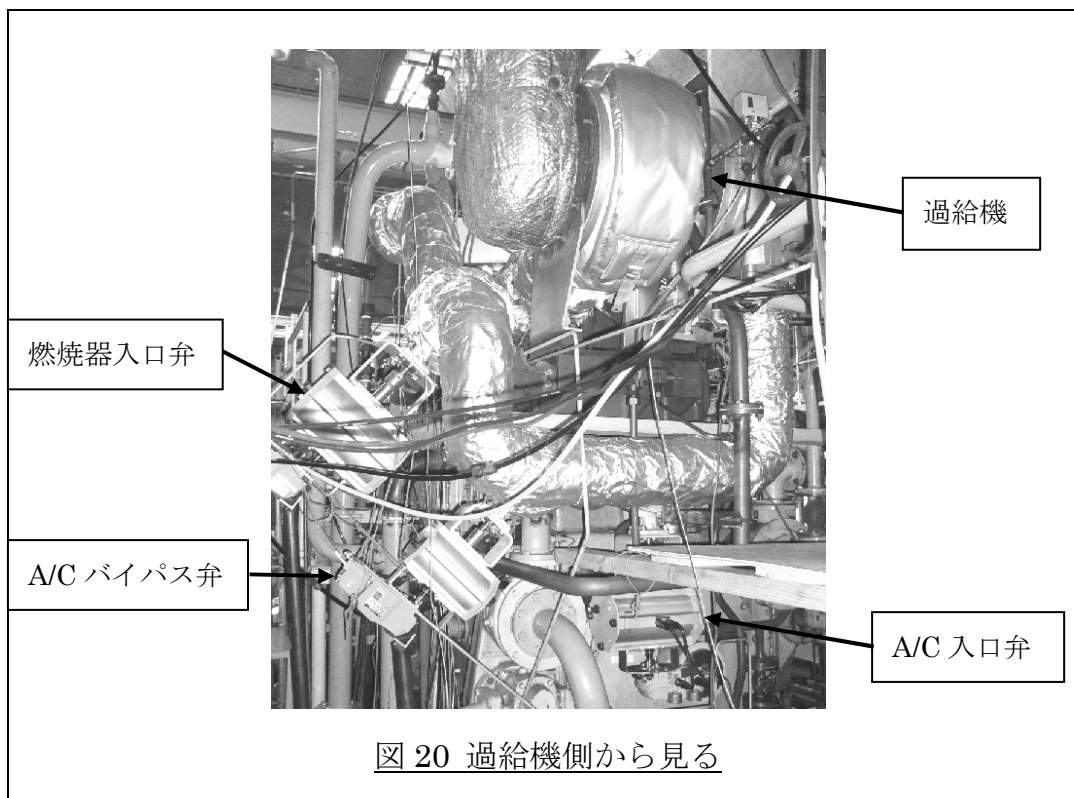
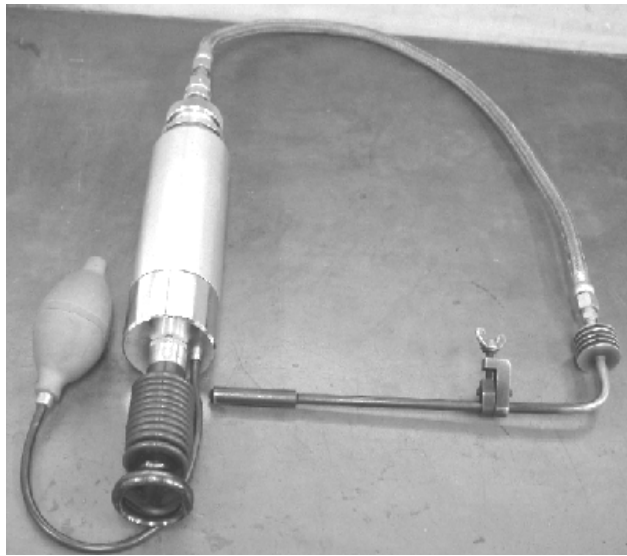


図 19 排気管上から見た CTC 本体





インジケータ



サクシヨンポンプ

図22 ボッシュメータ(CTC実証試験使用品)  
(サクシヨンポンプ、インジケータ)

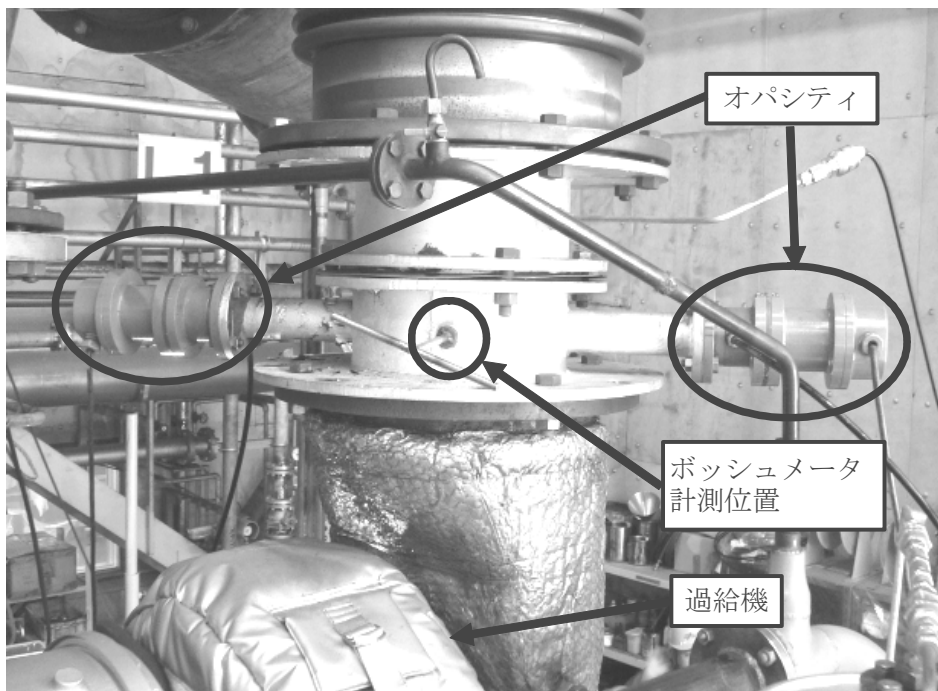
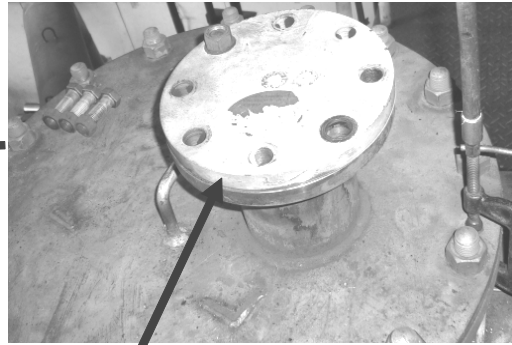
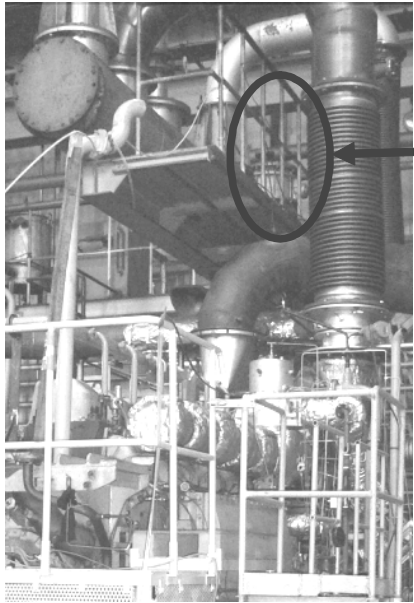


図23 CTC実証試験排気色計測位置及びオパシテイメータ



煤塵計測座



煤塵計測機器 1



煤塵計測機器 2



煤塵計測機器 3

図 24 CTC 実証試験煤塵計測位置及び計測機器

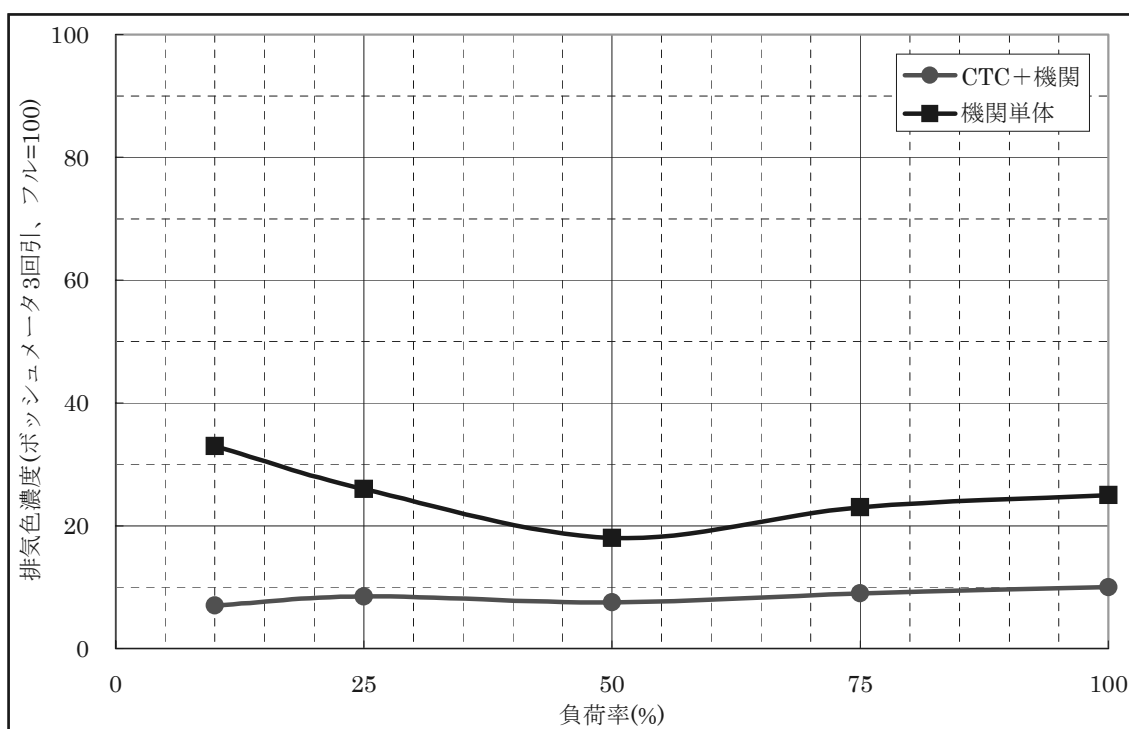


図25 CTC有無での各負荷の排気色濃度比較図

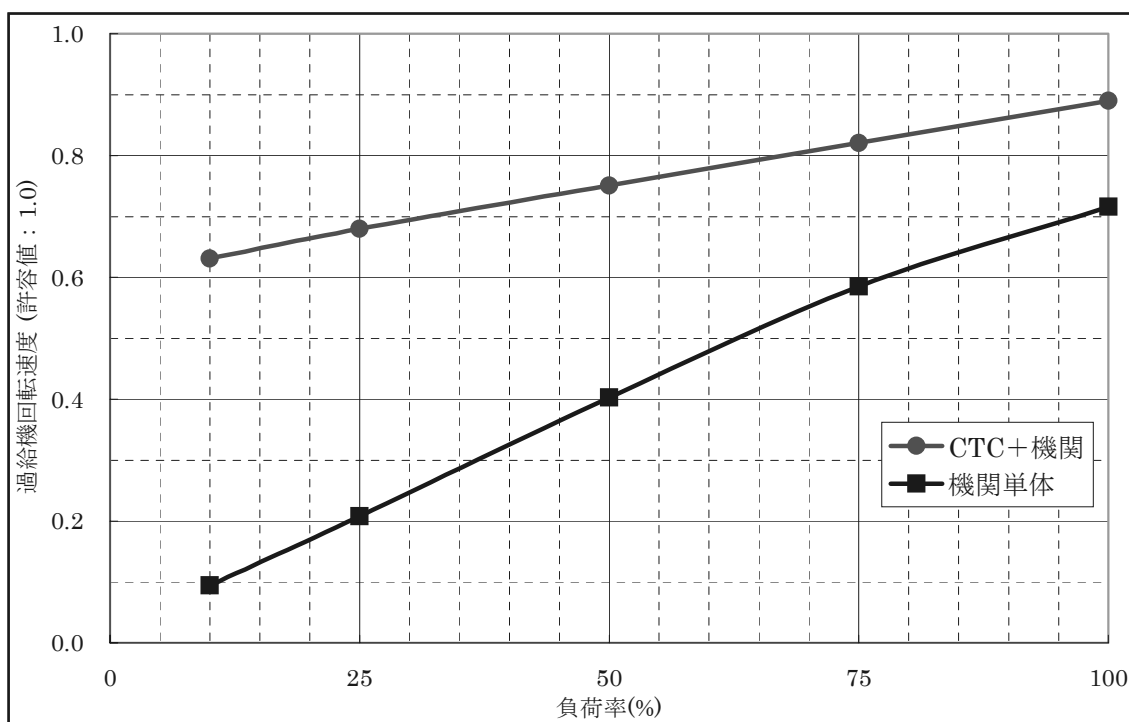


図26 CTC有無での各負荷の過給機回転速度比較図

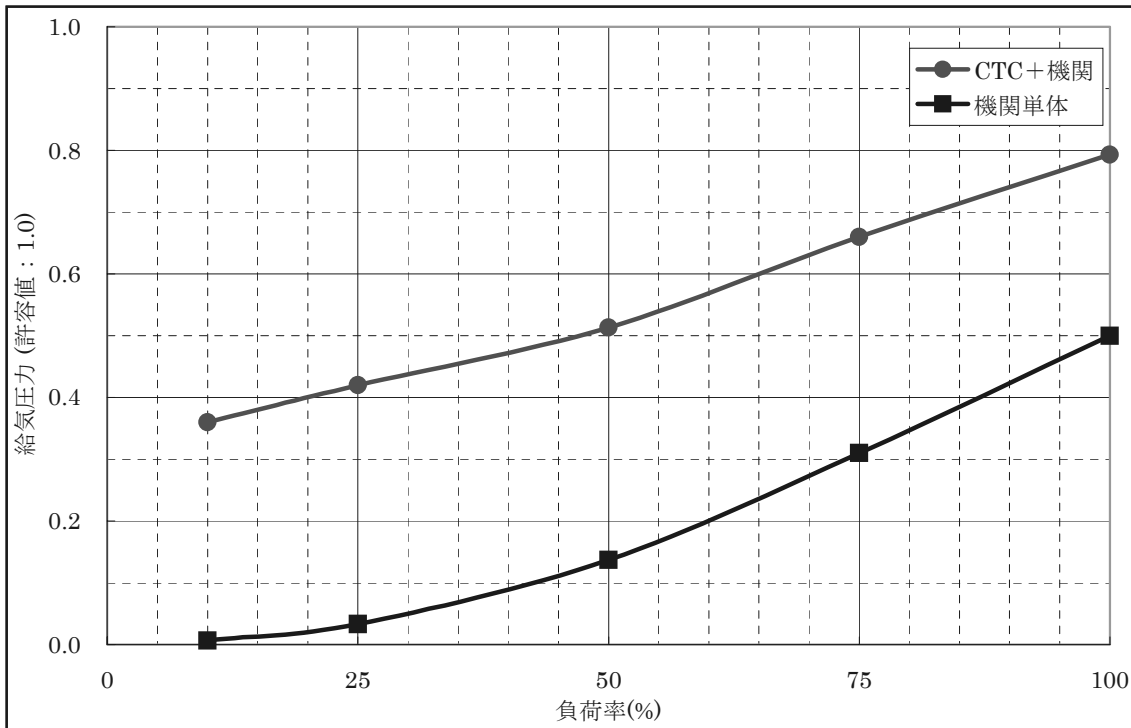


図27 CTC有無での各負荷の過給機給気圧力比較図

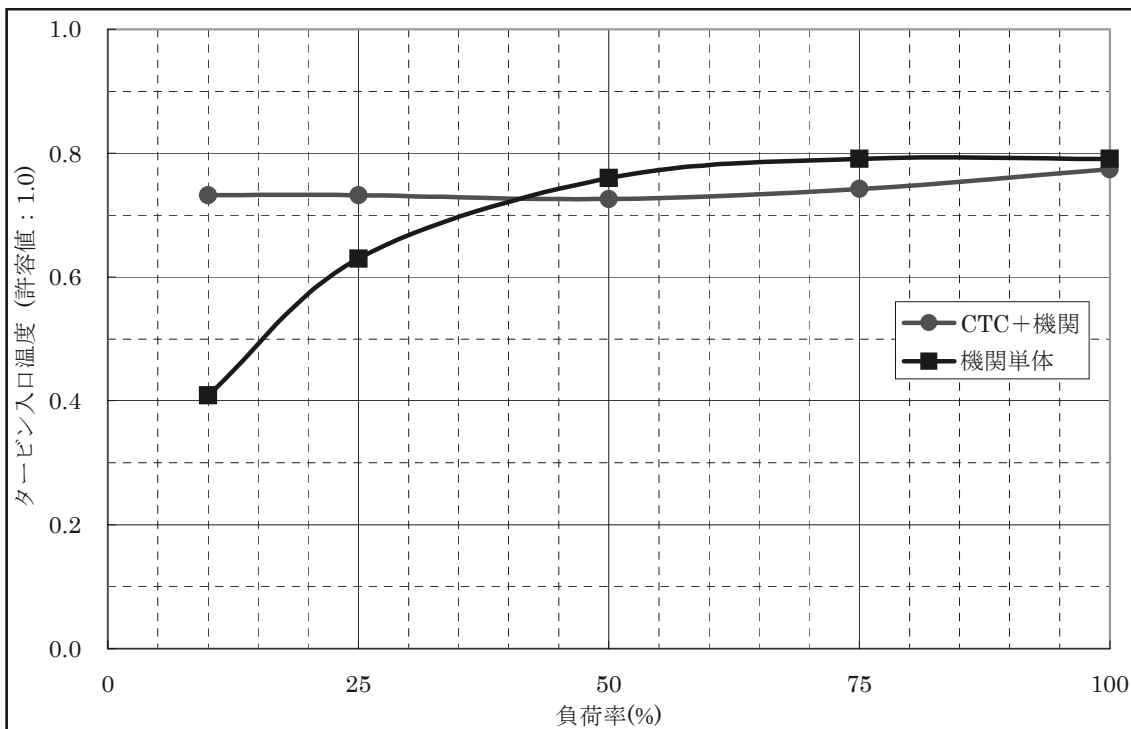


図28 CTC有無での各負荷の過給機タービン入口温度比較図

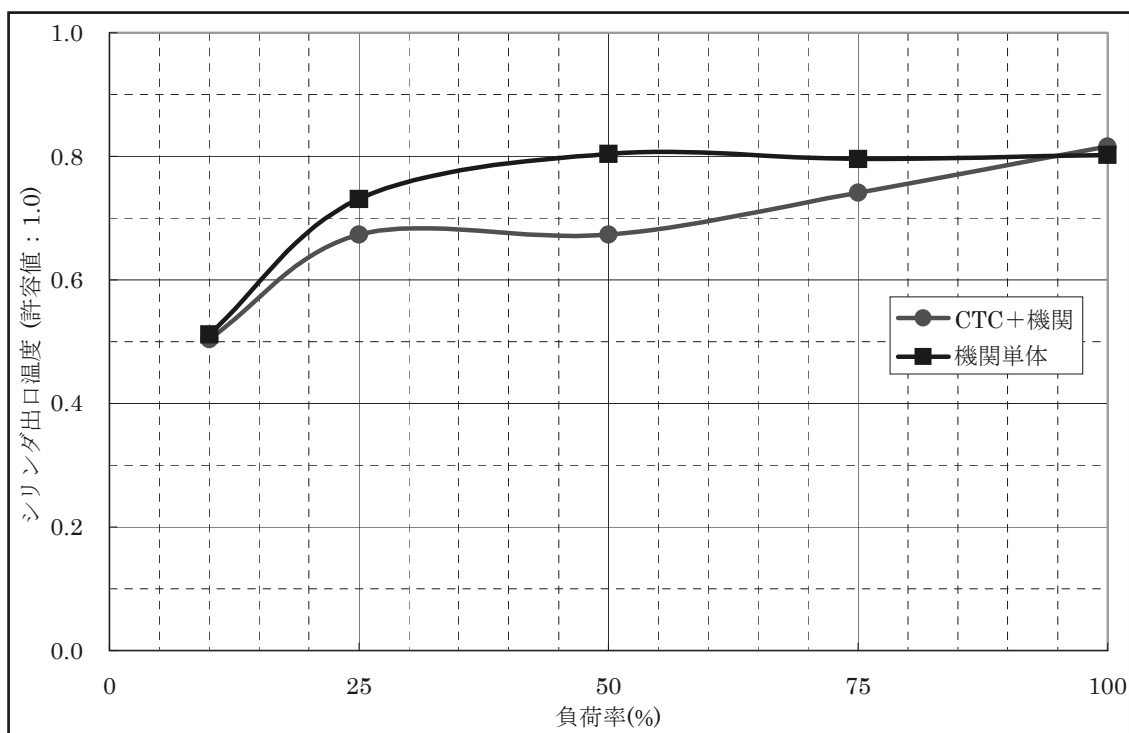


図29 CTC有無での各負荷の機関シリンダ出口温度比較図

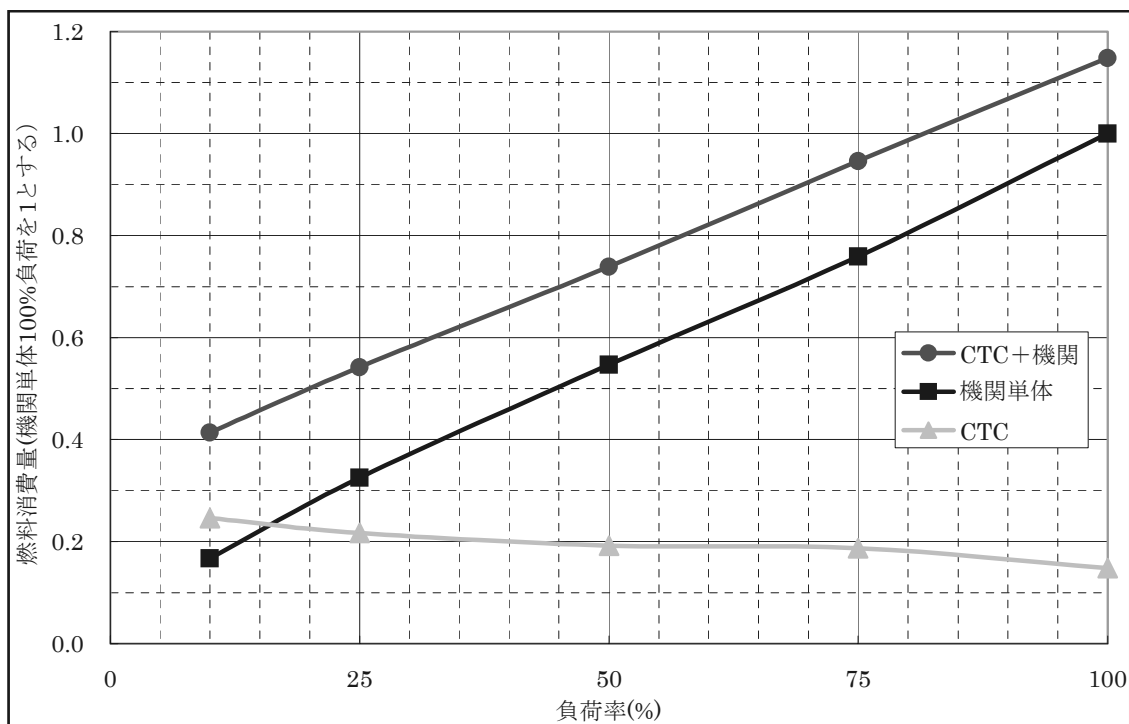


図30 CTC有無/CTC単体での各負荷の燃料消費量比較図







閉塞対策前 CTC 燃料ノズル



閉塞対策後 CTC 燃料ノズル

図 32 CTC 燃料ノズル

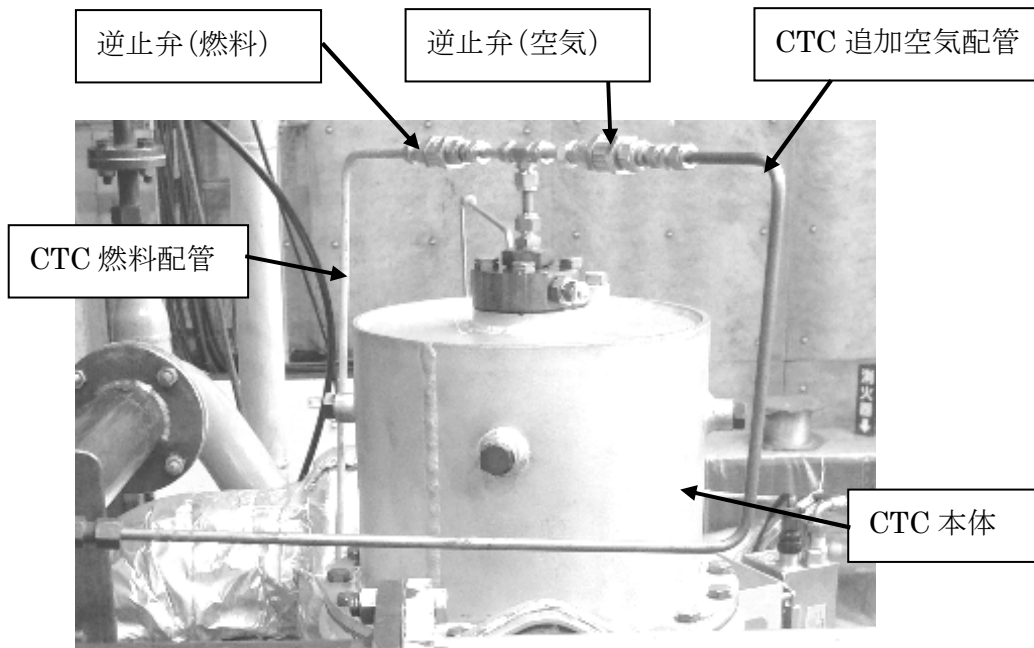
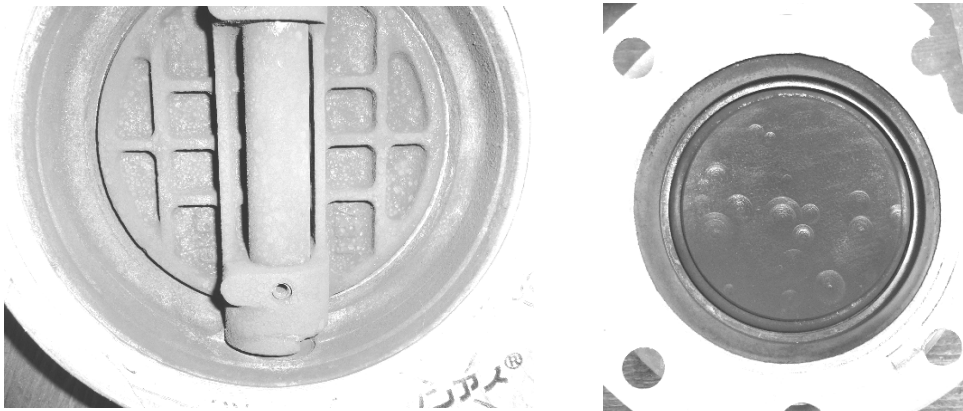


図 33 CTC 燃料ノズル閉塞対策



排気側より見る

給気側より見る

図 34 燃焼器入口弁

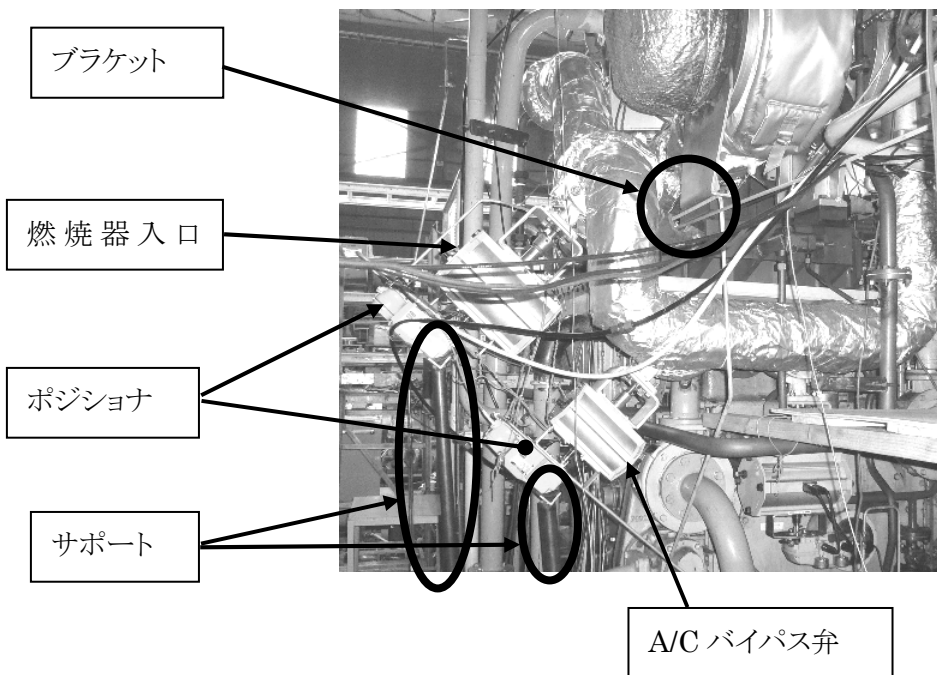


図 35 CTC 空気制御弁用ポジショナ振動対策

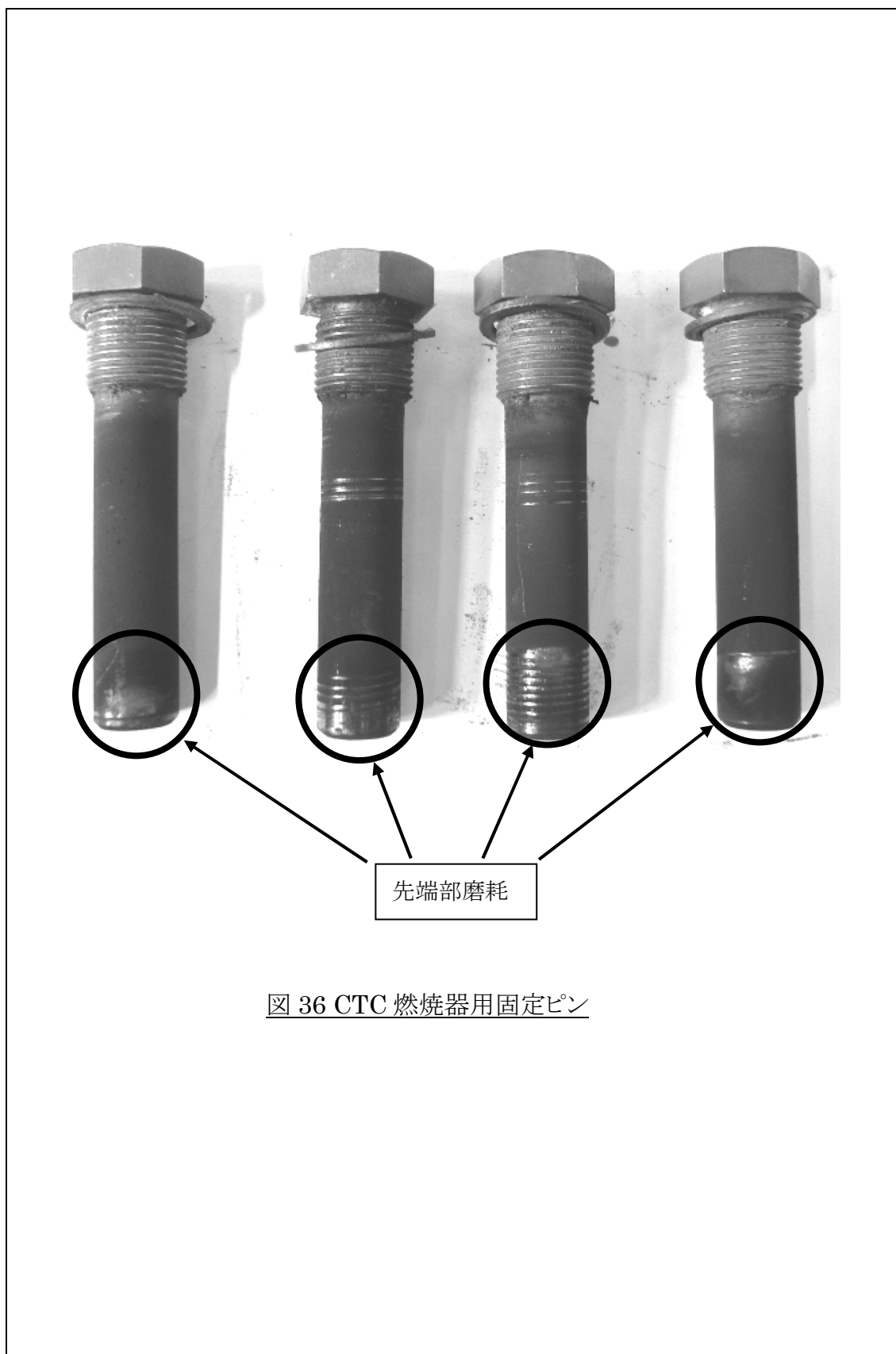


図 36 CTC 燃焼器用固定ピン

表1 助燃式ターボ過給システム(CTC) 要目

燃焼器	単筒缶式 燃焼器
燃料ノズル	汎用バーナノズル
燃料ポンプ	汎用ギヤポンプ
空気制御弁	汎用バタフライ弁
燃料制御方式	インバータ制御
空気制御方式	電空変換器による制御

表2 供試機関及び過給機要目

機関形式	ニイガタ 6L22HLX
シリンダ数	6
シリンダ径	220
行程	300
定格出力	1324kW (736kW)
定格回転速度	1000 min <sup>-1</sup>
正味平均有効圧力	1.29 MPa
出力特性	船用特性
過給機型式	ニイガタ-MAN NR20/R
圧力比	4.0
回転速度	44000 min <sup>-1</sup>
使用燃料油	A 重油

表3 排気色計測機器(ボッシュメータ)要目(CTC単体試験に使用)

名 称	反射式スモークメータ (JIS D 8004)
型 式	サクションポンプ : 0376217-0020 インジケータ : 105750-0350 (目盛フル=10)
メーカー名	ボッシュ
外 観	図16参照

表4 排気色計測機器(ボッシュメータ)要目(CTC実証試験に使用)

名 称	反射式スモークメータ (JIS D 8004)
型 式	サクションポンプ : 7617-002 インジケータ : 5750-035 (目盛フル=100)
メーカー名	ボッシュ
外 観	図22参照

表5 排気色計測機器(オパシテイメータ)要目(CTC実証試験に使用)

名 称	光透過式スモークメータ (JIS D 8005)
型 式	DSM-3100
メーカー名	大東計器株式会社
外 観	図23参照

表 6 CTC 有無による起動時排気色濃度状況比較

試験条件	CTC 有り								
	CTC 無し (機関単体)			- CTC 起動時の排気色濃度 -					
結果 (μ <sup>2</sup> /μ <sup>3</sup> 値)	- 機関起動時の排気色濃度 -								
	最大値	90%以上	60%以上	30%以上	最大値	90%以上の濃度	60%以上の濃度	30%以上の濃度	
	98%	1.5 秒	3 秒	7 秒	34%	0 秒	0 秒	0.5 秒	
	初期	最大	安定	初期	最大	安定	初期	最大	
機関起動時の状況	<p>                     * 燃焼器出口温度 : 0.77                      * 過給機回転速度 : 0.59                      慣性 : 29                      CTC 起動                      * 給気圧力 : 0.3                      * 給機入口温度 : 0.67                      * 過給機回転速度 : 0.67                 </p>			<p>                     * 燃焼器出口温度 : 0.61                      * 過給機回転速度 : 0.31                      機関起動                      慣性 : 34                      CTC 起動                      * 給機入口温度 : 0.68                      機関回転速度 : 618 min<sup>-1</sup>                      * 給機入口温度 : 0.71                      * 給機出口温度 : 0.16                 </p>			<p>                     * 燃焼器出口温度 : 0.77                      * 過給機回転速度 : 0.59                      慣性 : 98                      機関回転速度 : 622 min<sup>-1</sup>                      * 過給機回転速度 : 0.09                      * 給気圧力 : 0.003                      * 給機入口温度 : 0.3                      * 給機出口温度 : 0.3                 </p>		

\* : 許容値を 1 とした時の数値の最大値を示す。

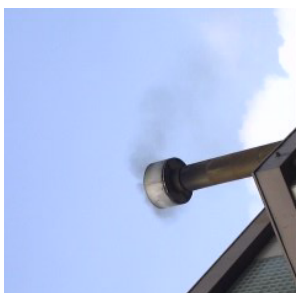






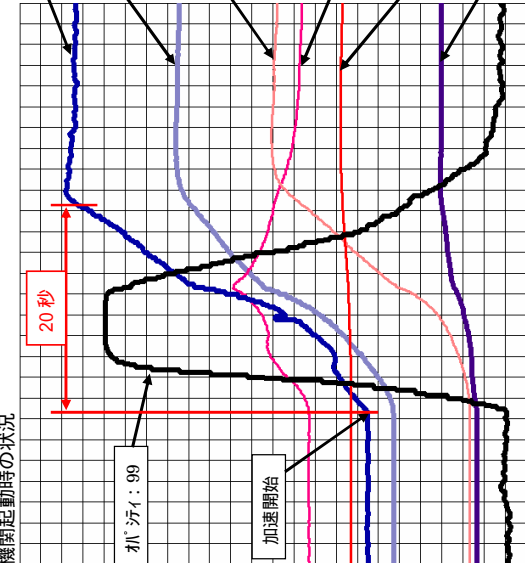
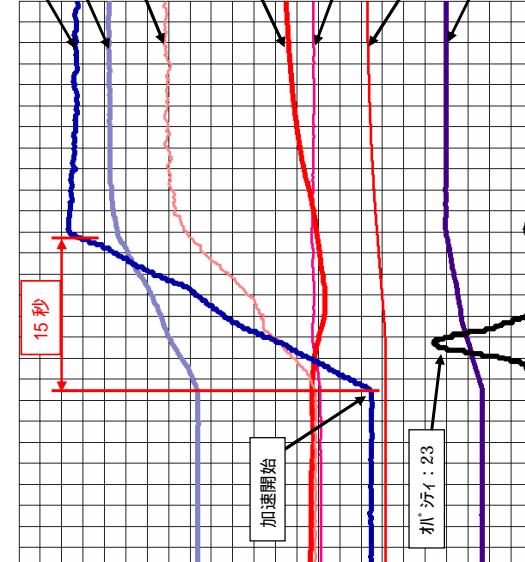
表7 CTC有無での各負荷運転時の排気色状況比較

排気色濃度計測：ボッシュメータ(3回引き、フル=100)

負荷率	CTC 無					CTC 有																			
	排気色濃度：33					排気色濃度：26					排気色濃度：18					排気色濃度：23					排気色濃度：25				
	排気色濃度：7					排気色濃度：8.5					排気色濃度：7.5					排気色濃度：9					排気色濃度：10				



表 8 CTC有無による加速時排気色濃度状況比較

試験条件	CTC 無し (機関単体) (機関負荷：25%相当 100% 機関回転速度：580 1000min <sup>-1</sup> )			CTC 有り (機関負荷：25%相当 100% 機関回転速度：580 1000min <sup>-1</sup> )			
	- 機関加速時の排気色濃度 -						
結果 (μ <sup>2</sup> /μ <sup>2</sup> )	最大値	90%以上	60%以上	30%以上	90%以上の濃度	60%以上の濃度	30%以上の濃度
		99%	8 秒	13 秒	18 秒	23%	0 秒
							
	初期	最大	初期	最大	初期	最大	整定
機関起動時の状況		 <p>機関負荷 *過給機回転速度：0.21 0.72 *給気圧力：0.03 0.50 *タービン入口温度：0.79 1.06 0.83 *シリンダ 出口温度：0.85 0.50 機関回転速度</p>		 <p>機関負荷 *過給機回転速度：0.68 0.89 *給気圧力：0.4 0.77 *燃焼器出口温度：0.51 0.58 *タービン入口温度：0.76 0.79 *シリンダ 出口温度：0.70 0.79 機関回転速度</p>			

\*：許容値を1とした時の数値を示す。





「この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作成しました」

社団法人 日本舶用工業会  
〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-15-16 海洋船舶ビル  
電話 03-3502-2041  
FAX 03-3591-2206  
<http://www.jsmea.or.jp>