

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6086527号  
(P6086527)

(45) 発行日 平成29年3月1日(2017.3.1)

(24) 登録日 平成29年2月10日(2017.2.10)

(51) Int. Cl.

G01M 15/10 (2006.01)

F 1

G01M 15/10

請求項の数 12 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-287055 (P2012-287055)	(73) 特許権者	501204525
(22) 出願日	平成24年12月28日(2012.12.28)		国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術 研究所
(65) 公開番号	特開2014-130043 (P2014-130043A)		東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(43) 公開日	平成26年7月10日(2014.7.10)	(74) 代理人	110001210
審査請求日	平成27年12月11日(2015.12.11)		特許業務法人Y K I 国際特許事務所
		(72) 発明者	福田 哲吾
			東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立 行政法人海上技術安全研究所内
		(72) 発明者	西尾 澄人
			東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立 行政法人海上技術安全研究所内
		(72) 発明者	ボンダレンコ オレクシー
			東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立 行政法人海上技術安全研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機関負荷試験装置及び機関負荷試験装置の制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

機関に負荷を与えるための機関負荷試験装置であって、  
前記機関からの回転力が伝達される回転体に流体制動力を加えて負荷を与える流体制動機と、

前記機関への給気又は前記機関からの排気を制御する気体調節手段と、

試験条件を設定する試験条件設定手段と、

前記試験条件設定手段において設定された試験条件に従って前記流体制動機及び前記気体調節手段を制御する負荷制御手段と

を備え、

前記負荷制御手段が、前記試験条件設定手段で前記流体制動機が追従できない短い周期の非定常運転としての負荷変動が設定された場合に、前記負荷変動から前記機関への給気又は前記機関からの排気の気体変動量を求め、前記気体変動量に従って前記気体調節手段を制御することを特徴とする機関負荷試験装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の機関負荷試験装置であって、

前記機関は過給機を備え、

前記気体調節手段は、前記過給機から前記機関への給気又は前記機関からの排気を抽気する抽気手段であることを特徴とする機関負荷試験装置。

【請求項 3】

10

20

請求項 2 に記載の機関負荷試験装置であって、

前記負荷制御手段は、前記試験条件設定手段において設定された定常運転の設定に従って前記抽気手段を制御して前記抽気を一定量に維持することを特徴とする機関負荷試験装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の機関負荷試験装置であって、

前記負荷制御手段は、前記流体制動機を制御して前記流体制動力を時間的に変化させるとともに、前記流体制動力の変動周期を前記非定常運転時の前記抽気の変動周期よりも長くすることを特徴とする機関負荷試験装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の機関負荷試験装置であって、

前記流体制動機は、内部の流体量を調整する流体量調節手段を備えることを特徴とする機関負荷試験装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の機関負荷試験装置であって、

前記負荷制御手段は、前記試験条件設定手段において設定された前記機関の前記負荷に相当する前記流体制動機の制御条件を導出し、前記制御条件に応じて前記流体制動機を制御することを特徴とする機関負荷試験装置。

【請求項 7】

請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の機関負荷試験装置であって、

前記抽気手段は、抽気経路に設けた前記給気又は前記排気の量を調節する抽気弁であることを特徴とする機関負荷試験装置。

【請求項 8】

請求項 2 ~ 5 及び 7 のいずれか 1 項に記載の機関負荷試験装置であって、

前記給気又は前記排気の量を検出する抽気量検出手段を備え、

前記負荷制御手段は、前記抽気量検出手段における検出結果に応じて前記抽気手段を制御することを特徴とする機関負荷試験装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の機関負荷試験装置であって、

前記試験条件設定手段において前記機関の運転条件を設定することを特徴とする機関負荷試験装置。

【請求項 10】

コンピュータにより機関に負荷を与えるための機関負荷試験装置を制御するプログラムであって、

コンピュータに、

前記機関からの回転力が伝達される回転体に流体制動力を加えて負荷を与える流体制動機と、前記機関への給気又は前記機関からの排気を制御する気体調節手段の試験条件を試験条件設定手段から取得するステップ 1 と、

前記試験条件設定手段において設定された前記試験条件としての前記機関の負荷を取得するステップ 2 と、

前記試験条件設定手段において前記流体制動機が追従できない非定常運転としての短い周期の負荷変動が設定された場合に、前記負荷変動から前記機関への給気又は前記機関からの排気の気体変動量を前記負荷制御手段で導出するステップ 3 と、

前記試験条件設定手段において設定された試験条件に従って前記流体制動機を制御するとともに、前記負荷制御手段で導出した前記機関への給気又は前記機関からの排気の前記気体変動量を前記気体調節手段で制御するステップ 4 と

を実行させることを特徴とする機関負荷試験装置の制御プログラム。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の機関負荷試験装置の制御プログラムであって、

前記ステップ 3 では、前記機関の回転数と負荷から決められた空気量マップを参照して

10

20

30

40

50

前記負荷変動に相当する気体量を前記気体変動量として導出することを特徴とする機関負荷試験装置の制御プログラム。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の機関負荷試験装置の制御プログラムであって、

前記気体変動量は、前記過給機の伝達関数に応じて導出することを特徴とする機関負荷試験装置の制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、機関負荷試験装置及び機関負荷試験装置の制御プログラムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

ディーゼル機関等の動力機関に対して、負荷を変更した際の回転数やトルク等の応答性や燃費を測定する機関負荷試験が行われている。例えば、船舶用の大型ディーゼル機関では、実海域においてプロペラが受けるトルク変動を模擬した試験を行うことが望まれる。

【0003】

機関負荷試験の方法として、自動車のエンジン等の小型機関に対して、ダイナモメータを負荷として用いる方法が開示されている（特許文献 1）。

【0004】

また、機関負荷試験を行う際の負荷吸収装置として水制動機を用いる方法が知られている。水制動機では、水の量によって負荷を変動させるので、吸収トルクはゆっくりとしか変化させられない。これは、流体を用いた制動機に特有の問題であり、負荷吸収装置として水制動機に加えて、別の原理の負荷吸収装置を用いる方法が開示されている（特許文献 2）。具体的には、電気的に負荷を吸収するモータ/ジェネレータを水制動機に付設し、負荷変動の激しい非定常運転に対する試験を可能としている。

20

【0005】

また、内燃機関の過渡負荷特性を試験するために、過渡エンジンモデルとして n 次回帰モデルを生成し、これを用いてエンジンの過渡試験の時間を短縮する方法が開示されている（特許文献 3）。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2012 - 88188 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 237102 号公報

【特許文献 3】特開 2005 - 194977 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、船舶用の大型ディーゼル機関は大出力であり、負荷試験にはダイナモやモータ/ジェネレータ等の電気制動機のみでは対応が不可能である。また、負荷吸収装置として発電機と抵抗器を併用する方法が考えられるが、装置が大掛かりとなる問題がある。

40

【0008】

そこで、本発明は、大型機関におけるトルク変動に対する特性を正確に模擬する機関負荷試験装置及びその制御プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の機関負荷試験装置は、機関に負荷を与えるための機関負荷試験装置であって、前記機関からの回転力が伝達される回転体に流体制動力を加えて負荷を与える流体制動機と、前記機関への給気又は前記機関からの排気を制御する気体調節手段と、試験条件を設

50

定する試験条件設定手段と、前記試験条件設定手段において設定された試験条件に従って前記流体制動機及び前記気体調節手段を制御する負荷制御手段とを備え、前記負荷制御手段が、前記試験条件設定手段で前記流体制動機が追従できない短い周期の非定常運転としての負荷変動が設定された場合に、前記負荷変動から前記機関への給気又は前記機関からの排気の気体変動量を求め、前記気体変動量に従って前記気体調節手段を制御する。

【0010】

ここで、前記機関は過給機を備え、前記気体調節手段は、前記過給機から前記機関への給気又は前記機関からの排気を抽気する抽気手段であることが好ましい。例えば、前記抽気手段は、抽気経路に設けた前記給気又は前記排気の量を調節する抽気弁とする。これは、抽気経路により前記機関への給気又は前記機関からの排気を直接的に制御する方法である。より具体的には、給気（掃気）レシーバ又は排気レシーバから抽気を行う給気（掃気）バイパス弁又は排気バイパス弁を備えるようにすればよい。また、前記気体調節手段は、前記過給機の過給力を調整することによって前記機関への給気を間接的に制御する構成としてもよい。例えば、前記過給機に給気スロットル弁又は排気スロットル弁を設けてもよい。給気スロットル弁又は排気スロットル弁によって前記過給機を駆動する流体量を調整し、これによって前記機関への給気を制御する構成とすればよい。また、例えば、前記過給機に給気特性を可変とする可変ノズル（VTA：Variable Turbine Area）を設ける構成としてもよい。可変ノズルによって前記過給機の給気量を調整し、これによって前記機関への給気を制御する構成とすればよい。

【0012】

また、前記負荷制御手段は、前記試験条件設定手段において設定された定常運転の設定に従って前記抽気手段を制御して前記抽気を一定量に維持することが好ましい。例えば、抽気手段の開度を一定に制御したり、前記給気レシーバ又は前記排気レシーバからの抽気を停止又は開始しないように制御することによって実現できる。

【0013】

また、前記負荷制御手段は、前記流体制動機を制御して前記流体制動力を時間的に変化させるとともに、前記流体制動力の変動周期を前記非定常運転時の前記抽気の変動周期よりも長くすることが好ましい。例えば、定常運転とみなされる周期以上の時間での負荷変動を平均化した中心負荷の時間的変動として前記流体制動機により実現すればよい。

【0014】

また、前記流体制動機は、内部の流体量を調整する流体量調節手段を備えることが好ましい。例えば、流体を水とする水制動機、流体を油とする油制動機等とすればよいし、水量や油量を調節弁やポンプの回転数制御等で調整すればよい。

【0015】

また、前記負荷制御手段は、前記試験条件設定手段において設定された前記機関の前記負荷に相当する前記流体制動機の制御条件を導出し、前記制御条件に応じて前記流体制動機を制御することが好ましい。例えば、負荷変動量の入力を受けて、定常運転とみなされる周期以上の中心負荷の時間的変動を算出し、中心負荷を再現するように前記流体制動機を制御する。また、中心負荷と実際の負荷との差分を非定常な負荷変動量として算出し、非定常な負荷変動量が再現されるように前記気体調節手段を制御する。

【0016】

また、前記給気又は前記排気の量を検出する抽気量検出手段を備え、前記負荷制御手段は、前記抽気量検出手段における検出結果に応じて前記抽気手段を制御することが好ましい。例えば、前記給気バイパス弁又は前記排気バイパス弁に抽気量を測定するセンサを設け、実際に測定された抽気量が抽気指令で示された抽気量と一致するようにフィードバック制御するものとしてもよい。

【0017】

また、前記試験条件設定手段において前記機関の運転条件を設定することが好ましい。

【0018】

本発明の機関負荷試験装置の制御プログラムは、コンピュータにより機関に負荷を与え

10

20

30

40

50

るための機関負荷試験装置を制御するプログラムであって、コンピュータに、前記機関からの回転力が伝達される回転体に流体制動力を加えて負荷を与える流体制動機と、前記機関への給気又は前記機関からの排気を制御する気体調節手段の試験条件を試験条件設定手段から取得するステップ1と、前記試験条件設定手段において設定された前記試験条件としての前記機関の負荷を取得するステップ2と、前記試験条件設定手段において前記流体制動機が追従できない非定常運転としての短い周期の負荷変動が設定された場合に、前記負荷変動から前記機関への給気又は前記機関からの排気の気体変動量を前記負荷制御手段で導出するステップ3と、前記試験条件設定手段において設定された試験条件に従って前記流体制動機を制御するとともに、前記負荷制御手段で導出した前記機関への給気又は前記機関からの排気の前記気体変動量を前記気体調節手段で制御するステップ4とを実行させる。

【0020】

また、前記ステップ3では、前記機関の回転数と負荷から決められた空気量マップを参照して前記負荷変動に相当する気体量を前記気体変動量として導出することが好ましい。

【0021】

また、前記気体変動量は、前記過給機の伝達関数に応じて導出することが好ましい。例えば、負荷変動量の時間的な変化に対して前記過給機の時定数が十分に大きい場合、負荷変動量と気体量の変化が同じとなるように抽気を行う。一方、負荷変動量の時間的な変化に対して前記過給機の時定数が十分に小さい場合、負荷変動量によらず気体量を一定に維持する。

【発明の効果】

【0022】

本発明の機関負荷試験装置は、機関に負荷を与えるための機関負荷試験装置であって、前記機関からの回転力が伝達される回転体に流体制動力を加えて負荷を与える流体制動機と、前記機関への給気又は前記機関からの排気を制御する気体調節手段と、試験条件を設定する試験条件設定手段と、前記試験条件設定手段において設定された試験条件に従って前記流体制動機及び前記気体調節手段を制御する負荷制御手段とを備え、前記負荷制御手段が、前記試験条件設定手段で前記流体制動機が追従できない短い周期の非定常運転としての負荷変動が設定された場合に、前記負荷変動から前記機関への給気又は前記機関からの排気の気体変動量を求め、前記気体変動量に従って前記気体調節手段を制御する。機関負荷試験では、比較的長い周期の負荷（出力トルク）の変化のみを有する定常運転と、定常運転に比べて短い周期の負荷の変化を含む非定常運転における試験が行われる。例えば、流体制動機によって追従可能な周期の負荷の変動のみを有する場合を定常運転とし、追従不可能な短い周期の負荷の変動を含む場合を非定常状態とすることによって、比較的短い周期で負荷変動が生ずる非定常運転における負荷試験を正確に行うことができる。また、負荷として大型化が困難なダイナモメータやモータ/ジェネレータのような電気機器を用いることなく非定常運転における負荷試験を実現することができ、装置のコストを低減でき、また装置を小型化することができる。

【0023】

ここで、前記機関は過給機を備え、前記気体調節手段は、前記過給機から前記機関への給気又は前記機関からの排気を抽気する抽気手段であることが好ましい。これにより、前記流体制動機により再現できない短い周期の負荷変動による機関負荷試験を適切に行うことができる。例えば、給気（掃気）レシーバ又は排気レシーバから抽気を行う給気（掃気）バイパス弁又は排気バイパス弁を備えることにより、前記流体制動機よりも速い応答性を得ることができる。また、例えば、前記過給機に給気スロットル弁又は排気スロットル弁を設けることによって、前記流体制動機よりも速い応答性を得ることができる。さらに、例えば、前記過給機に給気特性を可変とする可変ノズル（VTA：Variable Turbine Area）を設けることによって、前記流体制動機よりも速い応答性を得ることができる。

【0024】

また、前記負荷制御手段は、前記試験条件設定手段において設定された定常運転の設定

に従って前記抽気手段を制御して前記抽気を一定量に維持することによって、定常運転を容易に実現でき、定常運転と非定常運転との負荷試験の切り替えも迅速かつ簡易に行うことができる。

【0025】

また、前記負荷制御手段は、前記流体制動機を制御して前記流体制動力を時間的に変化させるとともに、前記流体制動力の変動周期を前記非定常運転時の前記抽気の変動周期よりも長くすることによって、定常状態における負荷変動は前記流体制動機により再現し、より短周期の細かい負荷変動は前記気体調節手段において再現することができる。負荷変動を2つの手段で分担することにより、それぞれの応答性を生かした機関負荷試験装置が実現できるとともに前記気体調節手段により非定常運転を小型の手段で実現することができる。

10

【0026】

また、前記流体制動機は、内部の流体量を調整する流体量調節手段を備えることによって、比較的小型な装置構成によって負荷変動を制御することができる。

【0027】

また、前記負荷制御手段は、前記試験条件設定手段において設定された前記機関の前記負荷に相当する前記流体制動機の制御条件を導出し、前記制御条件に応じて前記流体制動機を制御することによって、定常運転と非定常運転における負荷変動を正確に再現して負荷試験を行うことができる。特に、前記流体制動機及び前記気体調節手段に負荷を割り振って、長い周期の負荷変動は前記流体制動機により再現し、短い周期の負荷変動は前記気体調節手段により再現することができる。

20

【0028】

また、前記給気又は前記排気量を検出する抽気量検出手段を備え、前記負荷制御手段は、前記抽気量検出手段における検出結果に応じて前記抽気手段を制御することによって、負荷変動に応じた抽気量の制御を実際の測定値に応じて正確かつ迅速に行うことができる。

【0029】

また、前記試験条件設定手段において前記機関の運転条件を設定することによって、様々な運転条件における機関負荷試験を実現することができる。

【0030】

本発明の機関負荷試験装置の制御プログラムは、コンピュータにより機関に負荷を与えるための機関負荷試験装置を制御するプログラムであって、コンピュータに、前記機関からの回転力が伝達される回転体に流体制動力を加えて負荷を与える流体制動機と、前記機関への給気又は前記機関からの排気を制御する気体調節手段の試験条件を試験条件設定手段から取得するステップ1と、前記試験条件設定手段において設定された前記試験条件としての前記機関の負荷を取得するステップ2と、前記試験条件設定手段において前記流体制動機が追従できない非定常運転としての短い周期の負荷変動が設定された場合に、前記負荷変動から前記機関への給気又は前記機関からの排気の気体変動量を前記負荷制御手段で導出するステップ3と、前記試験条件設定手段において設定された試験条件に従って前記流体制動機を制御するとともに、前記負荷制御手段で導出した前記機関への給気又は前記機関からの排気の前記気体変動量を前記気体調節手段で制御するステップ4とを実行させることによって、比較的短い周期で負荷変動が生ずる非定常運転における負荷試験を正確に行うことができる。

30

40

【0033】

また、前記ステップ3では、前記機関の回転数と負荷から決められた空気量マップを参照して前記負荷変動に相当する気体量を前記気体変動量として導出することによって、事前に設定された空気量マップに基づいて負荷に応じた気体量を前記機関に供給することが可能となる。これにより、非定常運転における負荷の変動を前記機関へ供給される気体量により再現することができる。

【0034】

50

また、前記気体変動量は、前記過給機の伝達関数に応じて導出することによって、負荷変動量の時間的な変化に対して前記過給機の応答特性を考慮して負荷試験を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の実施の形態における機関負荷試験装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態における機関負荷試験方法を示すフローチャートである。

【図3】本発明の実施の形態における定常運転及び非定常運転での負荷の時間変動例を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態における機関負荷試験装置の構成の変形例を示す図である。

10

【図5】本発明の実施の形態における可変バルブの構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

<機関負荷試験装置>

本実施の形態における機関負荷試験装置100は、図1に示すように、機関10、ガバナー12、燃料ポンプ14、給気（掃気）レシーバ16、排気レシーバ18、過給機20、回転検出器22、水制動機24、ロードセル26、給水弁28、排水弁30、回転検出器32、給気（掃気）バイパス弁34及び排気バイパス弁36を含んで構成される。また、これらの構成要素を制御する機関制御部40、水制動機制御部42、抽気制御部44及び試験条件設定部54を含んで構成される。

20

【0037】

機関負荷試験装置100は、機関10の定常運転状態及び非定常運転状態における出力や燃費等の特性を計測するために用いられる。

【0038】

機関10は、燃料を燃焼させることによって動力を発生させ、外部へ動力を出力する装置である。機関10は、これに限定されるものではないが、ディーゼル機関等の内燃機関とすることができる。機関10の出力は、例えば、船舶等のスクリューを回転させる駆動力として利用される。なお、船舶等の場合、ディーゼル機関等の内燃機関は、自動車用の場合と異なり全品を機関負荷試験装置100で試験をする必要があるため、機関負荷試験装置の合理化は重要である。

30

【0039】

機関10には、給気レシーバ16を介して供給される空気と燃料ポンプ14から供給される燃料を混合して燃焼させる。機関10の回転数は回転検出器22により検出され、ガバナー12に入力される。ガバナー12は、入力された回転数と機関制御部40から入力される回転数指令とが一致するように燃料ポンプ14から機関10に供給される燃料の量を調整する。これにより、機関10の回転数が機関制御部40から入力される回転数指令に応じた値に制御される。過給機20は、内燃機関へ空気を強制的に送り込む装置である。過給機20は、これに限定されるものではないが、機関10からの排気のエネルギーを回転力に変換し、その回転力を利用して空気を圧縮して機関10へ送り込むターボチャージャーとすることができる。給気（掃気）レシーバ16は、過給機20から供給される空気を機関10に導入する前に一時的に保持する。排気レシーバ18は、機関10において燃焼された燃料及び空気の排ガスを過給機20へ送り込む前に一時的に保持する。

40

【0040】

水制動機24は、機関10に接続され、機関10に対する負荷を与える流体制動機として機能する装置である。水制動機24は、制動力を与える流体として水を用いる。ただし、流体は水に限定されるものではなく、水とは粘度の異なる油等を用いてもよい。水制動機24は、回転シャフト等を介して機関10に接続されたタービンを含むケーシング内に給水弁28から水を供給し、排水弁30から排出することにより機関10に負荷を与える。ロードセル26は、水制動機24で与えられる負荷（トルク）を計測し、水制動機制御

50

部 4 2 に出力する。また、回転検出器 3 2 は、水制動機 2 4 の回転数を計測し、水制動機制御部 4 2 に出力する。

【 0 0 4 1 】

機関負荷試験装置 1 0 0 では、機関 1 0 を定常状態で運転する際には水制動機 2 4 の負荷を一定に保ち、ロードセル 2 6 及び回転検出器 3 2 等で出力状態を測定する。また、燃料ポンプ 1 4 から機関 1 0 へ供給される燃料量が測定される。

【 0 0 4 2 】

一方、機関 1 0 を船舶等に適用した場合、実際の使用状況下において負荷（出力トルク）の時間的な変動が生ずる非定常状態で運転されることがある。例えば、機関 1 0 を船舶に適用した場合、海洋での負荷の変動は数秒～十秒程度の周期となる。

【 0 0 4 3 】

水制動機 2 4 は、供給される流体の流量を制御することにより、数十秒以上の長い周期の負荷変動を再現することができるが、数秒～十秒程度の短い周期の負荷変動には対応できない。そこで、機関負荷試験装置 1 0 0 では、機関 1 0 への給気及び機関 1 0 からの排気の少なくとも一方を制御する気体調整手段が設けられている。本実施の形態では、給気レシーバ 1 6 に給気（掃気）バイパス弁 3 4 及び排気レシーバ 1 8 に排気バイパス弁 3 6 を設けて、機関 1 0 への給気又は機関 1 0 からの排気から抽気することにより負荷変動を模擬することを可能としている。

【 0 0 4 4 】

機関制御部 4 0、水制動機制御部 4 2 及び抽気制御部 4 4 は、機関負荷試験装置 1 0 0 を制御する。すなわち、機関制御部 4 0、水制動機制御部 4 2 及び抽気制御部 4 4 は、互いに協働し合って、試験条件の設定を受けて機関負荷試験装置 1 0 0 を制御する流体制動機及び気体調節手段として機能する。試験条件は、試験条件設定部 5 4 から機関制御部 4 0、水制動機制御部 4 2 及び抽気制御部 4 4 へ入力される。入力は、ユーザからの直接の入力に限定されず、外部に接続されたコンピュータからの試験条件の取得であってもよい。機関制御部 4 0、水制動機制御部 4 2 及び抽気制御部 4 4 は、プログラムで制御可能なコンピュータやロジック回路により構成することができる。機関制御部 4 0、水制動機制御部 4 2 及び抽気制御部 4 4 は、単一の構成要素としてもよいし、互いに情報伝達可能に接続された複数の構成要素を含むものとしてもよい。

【 0 0 4 5 】

機関制御部 4 0 は、外部からの試験条件の入力を受けて、又は、予め設定された試験条件を取得して機関 1 0 を制御する。具体的には、機関制御部 4 0 は、試験条件設定部 5 4 から指定された試験条件に含まれる機関 1 0 の回転数に応じた回転数指令をガバナー 1 2 に対して出力する。また、指定された試験条件に含まれる出力トルクに応じた出力トルク指令を水制動機制御部 4 2 及び抽気指令を抽気制御部 4 4 に対して出力する。また、機関制御部 4 0 は、機関負荷試験装置 1 0 0 における負荷試験での試験結果を取得する。例えば、機関制御部 4 0 は、燃料ポンプ 1 4 に設けられたセンサ（図示しない）から機関 1 0 に供給される燃料量、水制動機制御部 4 2 から入力される負荷（トルク）や回転数の測定値を取得する。

【 0 0 4 6 】

水制動機制御部 4 2 は、機関制御部 4 0 から入力された出力トルク指令に応じて給水弁 2 8 及び排水弁 3 0 の弁開度を制御する。これにより、水制動機 2 4 が機関 1 0 に与える制動トルクが制御される。水制動機制御部 4 2 は、ロードセル 2 6 で測定された負荷（トルク）及び回転検出器 3 2 で測定された回転数の入力を受け、これらの値を機関制御部 4 0 へ出力する。

【 0 0 4 7 】

抽気制御部 4 4 は、機関制御部 4 0 から入力された抽気指令に応じて給気バイパス弁 3 4 及び排気バイパス弁 3 6 の弁開度を制御する。これにより、機関 1 0 により出力されるトルクが制御される。抽気制御部 4 4 では、水制動機制御部 4 2 によるトルク制御よりも短い周期のトルク変動の制御が行われる。



## 【 0 0 4 8 】

## &lt; 機関負荷試験 &gt;

以下、機関負荷試験装置 1 0 0 を用いた機関 1 0 の負荷試験での処理について説明する。機関負荷試験は、機関制御部 4 0、水制動機制御部 4 2 及び抽気制御部 4 4 によって実行される機関負荷試験装置の制御プログラムによって実現される。本実施の形態における機関負荷試験は、図 2 のフローチャートに沿って実行される。

## 【 0 0 4 9 】

ステップ S 1 0 では、機関 1 0 が無負荷状態にて運転される。機関制御部 4 0 は、負荷試験開始の指令を受けると、機関 1 0 に対して起動信号を出力し、機関 1 0 を起動する。このとき、機関制御部 4 0 は、水制動機制御部 4 2 に対して水制動機 2 4 を無負荷とする出力トルク指令を出力し、水制動機 2 4 の水量をゼロとして無負荷状態で駆動させる。

10

## 【 0 0 5 0 】

ステップ S 1 2 では、水制動機 2 4 の制御モードが選択される。制御モードは、水制動機 2 4 の給水弁 2 8 及び排水弁 3 0 を電動で遠隔操作する電動遠隔操作モード、自動的に一定のトルクに制御する定トルク制御、及び回転数の 3 乗に比例する出力を得る船用特性（3 乗特性）に制御する船用特性制御モードのいずれかを選択可能とする。機関制御部 4 0 は、制御モードの選択を受けるとステップ S 1 4 へ処理を移行させる。

## 【 0 0 5 1 】

ステップ S 1 4 では、定常運転か非定常運転かが選択される。機関制御部 4 0 は、定常運転での試験を行うか非定常運転での試験を行うかの入力を受け、定常運転の場合にはステップ S 1 6 に処理を移行させ、非定常運転の場合にはステップ S 1 8 に処理を移行させる。

20

## 【 0 0 5 2 】

なお、定常運転とは、図 3 ( a ) に示すように、比較的長い周期の負荷（出力トルク）の変化のみを有する運転モードを意味する。一方、非定常運転とは、図 3 ( b ) に示すように、定常運転に比べて短い周期の負荷の変化を含む運転モードを意味する。ここでは、水制動機 2 4 によって追従可能な周期の負荷の変動のみを有する場合を定常運転とし、追従不可能な周期の負荷の変動を含む場合を非定常状態とする。例えば、負荷の時間的な変動が 1 0 秒以上の周期であれば定常運転とし、1 0 秒未満の周期であれば非定常運転とする。

30

## 【 0 0 5 3 】

ステップ S 1 6 では、定常状態での試験条件に合わせて負荷試験を行う。機関制御部 4 0 は、試験条件設定部 5 4 から入力された定常状態の試験条件に応じて、ガバナー 1 2 に回転数指令、水制動機制御部 4 2 に出力トルク指令及び抽気制御部 4 4 に抽気指令を出力する。定常状態における試験条件は、予め試験条件設定部 5 4 に設定しておく、又は、試験開始前に試験条件設定部 5 4 に入力するものとすればよい。

## 【 0 0 5 4 】

ガバナー 1 2 は、回転検出器 2 2 からの回転数を受けて、燃料ポンプ 1 4 から機関 1 0 へ供給される燃料量や噴射タイミングを指定された回転数に応じてフィードバック制御する。また、水制動機制御部 4 2 は、出力トルク指令を受けて、給水弁 2 8 及び排水弁 3 0 の弁開度を調整して、機関 1 0 に対する負荷（出力トルク）を制御する。このとき、定常運転に含まれる程度の長周期の負荷変動であれば給水弁 2 8 及び排水弁 3 0 の弁開度を時間的に調整することにより対応させる。

40

## 【 0 0 5 5 】

一方、抽気制御部 4 4 は、抽気指令に応じて、給気バイパス弁 3 4 及び排気バイパス弁 3 6 の弁開度を制御して、抽気による機関 1 0 の出力の時間的な変動が生じないようにする。抽気による機関 1 0 の出力の時間的な変動が生じないようにするには、例えば給気バイパス弁 3 4 及び排気バイパス弁 3 6 の弁開度を一定に維持すればよい。制御をより簡易化する観点からは、給気バイパス弁 3 4 及び排気バイパス弁 3 6 の閉状態として、抽気を停止させることが好ましい。

50

## 【 0 0 5 6 】

機関制御部 40 は、定常運転における機関 10 の負荷試験として必要な特性を取得する。例えば、機関制御部 40 は、ロードセル 26 から出力トルク、回転検出器 32 から回転数、燃料ポンプ 14 に付設されたセンサから供給燃料量、給気レシーバ 16 に付設されたセンサから供給空気量等の情報を取得する。このようにして、定常運転時における機関負荷試験が実行される。

## 【 0 0 5 7 】

ステップ S18 では、非定常運転での試験条件に合わせて負荷（出力トルク）の変動量を設定する。機関制御部 40 は、試験条件設定部 54 から負荷の変動量についての入力を受けて、入力に応じて負荷変動を設定する。例えば、図 3（b）に示したように、具体的な負荷 T の時間的な変動のデータが入力された場合、定常運転とみなされる周期以上の時間で負荷変動を平均化した中心負荷 T0 の時間的な変動（図 3（b）における破線）を算出し、中心負荷 T0 との実際の負荷 T との差分を非定常な負荷変動量 T とする。また、負荷変動量が周期及び中心負荷に対する変動割合として入力された場合、中心負荷に対して入力された周期で入力された変動割合だけ負荷が時間的に変動するものとする。例えば、周期が 5 秒及び変動割合が ± 5 % と入力された場合、中心負荷 T0 に対して周期 5 秒で ± 5 % の負荷変動量 T が生ずるように設定を行う。

## 【 0 0 5 8 】

このように、ステップ S18 では、非定常運転における各時刻 t における負荷、すなわち負荷の時間的な変動が設定される。以下のステップ S20 ~ S28 では、ステップ S18 における設定に応じて負荷を時間的に変動させつつ機関 10 の特性を取得する。

## 【 0 0 5 9 】

ステップ S20 では、時刻 t における中心負荷における空気量を求める。機関 10 で必要とされる空気量は出力トルク及び回転数とによって決定される。そこで、機関制御部 40 は、出力トルク及び回転数の条件の組み合わせに対して最適な空気量が登録された空気量マップを用いて、ステップ S18 で設定された負荷変動における時刻 t での中心負荷に対応する空気量を求める。

## 【 0 0 6 0 】

なお、空気量マップを用いず、事前の測定に基づいて空気量を出力トルク及び回転数の関数として設定しておき、関数を用いて空気量を算出してもよい。

## 【 0 0 6 1 】

ステップ S22 では、非定常な負荷変動量 T に応じた抽気量を求める。機関制御部 40 は、ステップ S18 で設定された負荷変動における時刻 t での負荷変動 T に相当する空気量を給気レシーバ 16 又は排気レシーバ 18 からの抽気量として求める。すなわち、機関負荷試験装置 100 では、非定常運転時の負荷変動量 T を機関 10 に供給される空気量を調整することによって模擬する。

## 【 0 0 6 2 】

このとき、過給機 20 の応答の時定数に応じて抽気量を設定することが好ましい。すなわち、負荷変動量 T の時間的な変化に対して過給機 20 の時定数が十分に大きい場合、負荷が変動しても過給機 20 の追従が遅く、空気量は変動しない。すなわち、機関 10 に供給される空気量と燃料量との比である空燃比は出力トルクの変動割合 T と同じとなる。したがって、負荷変動量 T と空気量の変化が同じとなるように抽気を行えば、負荷変動量 T に合った機関 10 の負荷試験を行うことができる。

## 【 0 0 6 3 】

一方、負荷変動量 T の時間的な変化に対して過給機 20 の時定数が十分に小さい場合、負荷が変動すると過給機 20 から供給される空気量もすぐに追従するので、空燃比は出力トルクが変動しても変わらない。したがって、負荷変動量 T によらず空気量を一定に維持することで負荷変動量 T に合った機関 10 の負荷試験を行うことができる。

## 【 0 0 6 4 】

このように、過給機 20 の時定数が大きくなるほど負荷変動量 T に時間的な変化に合

10

20

30

40

50

わせて機関 10 への空気量の変化、すなわち抽気量を大きく設定し、過給機 20 の時定数が小さくなるほど機関 10 への空気量の変化、すなわち抽気量を小さく設定する。

【0065】

ステップ S 24 では、負荷及び抽気量の制御が行われる。機関制御部 40 は、時刻  $t$  における中心負荷  $T_0$  を示す出力トルク指令を水制動機制御部 42 に出力する。水制動機制御部 42 は、出力トルク指令を受けて、給水弁 28 及び排水弁 30 の弁開度を調整して、機関 10 に対する負荷が中心負荷  $T_0$  となるように制御する。また、機関制御部 40 は、ステップ S 22 で求められた抽気量を示す抽気指令を抽気制御部 44 へ出力する。抽気制御部 44 は、抽気指令を受けて、抽気指令で示された抽気量となる給気バイパス弁 34 又は排気バイパス弁 36 の弁開度を求め、給気バイパス弁 34 又は排気バイパス弁 36 の弁開度を制御する。このとき、給気バイパス弁 34 及び排気バイパス弁 36 の少なくとも一方を制御すればよい。抽気量と給気バイパス弁 34 又は排気バイパス弁 36 の弁開度との関係は予め測定しておき、抽気制御部 44 に記憶させておけばよい。これにより、時刻  $t$  における負荷変動量  $T$  に応じた空気量が機関 10 へ供給又は機関 10 から排気されるように抽気の制御が行われる。

【0066】

なお、抽気量の制御は、給気バイパス弁 34 又は排気バイパス弁 36 による抽気量を測定するセンサ（図示しない）を設け、実際に測定された抽気量が抽気指令で示された抽気量と一致するようにフィードバック制御するものとしてもよい。

【0067】

また、機関制御部 40 は、ガバナ 12 に回転数指令を出力し、試験条件設定部 54 から入力された試験条件にあった回転数となるように機関 10 を制御する。

【0068】

ステップ S 26 では、機関制御部 40 は、非定常運転における機関 10 の負荷試験として必要な特性を取得する。例えば、機関制御部 40 は、ロードセル 26 から出力トルク、回転検出器 32 から回転数、燃料ポンプ 14 に付設されたセンサから供給燃料量、給気レシーバ 16 に付設されたセンサから供給空気量等の情報を取得する。

【0069】

なお、この機関負荷試験装置 100 でトルク変動に対する特性の模擬を、燃料の調整で行わずに、給気、排気の調整や抽気の調整により空気量を調整して行う理由は、燃料を調整すると回転数も変わり、これによる空気量も変わり、空燃比は必要以上に変動して非定常運転の代表とはならないからである。空気量を変える方が、燃料も水制動機 24 の水量も一定で、運転点がほぼ一定で空燃比が変わり、非定常運転を正確に模擬できるからである。

【0070】

ステップ S 28 では、非定常運転における全期間の負荷試験が終了したか否かを判定する。機関制御部 40 は、全期間の試験が終わっていれば負荷試験を終了し、終わっていない場合はステップ S 20 へ処理を戻し、時刻  $t$  を進めて次の時刻の負荷試験を行う。

【0071】

<変形例>

上記実施の形態における機関負荷試験装置 100 では、給気レシーバ 16 に給気バイパス弁 34 及び排気レシーバ 18 に排気バイパス弁 36 を設けて機関 10 への給気量又は機関 10 からの排気量を制御する構成とした。

【0072】

本変形例における機関負荷試験装置 102 は、図 4 に示すように、過給機 20 の近傍に給気（掃気）スロットル弁 50 及び排気スロットル弁 52 を設ける構成とする。また、給気スロットル弁 50 及び排気スロットル弁 52 を制御するためのスロットル弁制御部 46 を設ける。

【0073】

機関負荷試験装置 102 では、給気バイパス弁 34 又は排気バイパス弁 36 による抽気

の代わりに、又は、それに加えて、給気スロットル弁 50 及び排気スロットル弁 52 の弁開度を制御することにより機関 10 への給気又は機関 10 からの排気の量を調整することが可能である。上記ステップ S24 において、スロットル弁制御部 46 に負荷変動量 T に応じた空気の調整量を示す制御信号を入力する。スロットル弁制御部 46 は、制御信号を受けて、機関 10 へ供給される又は機関 10 から排出される空気が指示された空気量だけ増減されるように給気スロットル弁 50 及び排気スロットル弁 52 の弁開度を制御する。このように、給気スロットル弁 50 及び排気スロットル弁 52 の弁開度を制御することにより、過給機 20 を介して機関 10 に供給される空気量が調整され、非定常運転における負荷（出力トルク）の変動の影響を模擬することができる。

【0074】

機関 10 へ供給される空気量と給気スロットル弁 50 及び排気スロットル弁 52 の弁開度との関係は予め測定しておき、スロットル弁制御部 46 に制御用マップや関数として記憶させておけばよい。また、抽気量の制御は、機関 10 へ供給される空気量を測定するセンサ（図示しない）を設け、実際に測定された空気量が負荷変動量 T に応じた空気量だけ調整されるようにフィードバック制御するものとしてもよい。

【0075】

このとき、給気スロットル弁 50 及び排気スロットル弁 52 の少なくとも一方を制御すればよい。また、さらに給気バイパス弁 34 及び排気バイパス弁 36 が設けられている場合には、給気バイパス弁 34、排気バイパス弁 36、給気スロットル弁 50 及び排気スロットル弁 52 の少なくとも一つを制御して機関 10 へ供給される空気量が負荷変動量 T に応じた量だけ調整されればよい。

【0076】

また、過給機 20 に排気特性又は給気特性を可変とする可変ノズル（VTA：Variable Turbine Area）を設ける構成としてもよい。可変ノズルとは、例えば図 5 に示すように、円弧状の外郭 60 と羽根状のベーン 62（数に限定はない。）で構成される。ベーン 62 は気体の流路を最適化する形状で、抵抗を最小限にできることが好ましい。ベーン 62 の角度を変えて排気ガスがタービンに集中してあたるように制御することができる。

【0077】

図 5（a）は開度が小さい状態、図 5（b）は開度が大きい状態の可変ノズルを示す。図 5（a）では、ベーン 62 同士によって形成される空間が少ないため、排気ガスの流路が狭められる。したがって、流入する排気ガスの流入量が少ないときに絞られた状態で排気ガスが可変ノズルを通過し、集中してタービンに排気ガスを衝突させることができる。一方、図 5（b）では、ベーン 62 同士によって形成される空間が広いので、圧力損失が低い状態に排気ガスの流路が確保される。このように、開度を制御することにより、過給機 20 から機関 10 へ供給される空気量が負荷変動量 T に応じた空気量だけ調整されるように制御してもよい。

【0078】

以上のように、本実施の形態によれば、負荷（出力トルク）の変動に対する特性を正確に模擬する機関負荷試験装置及びその制御プログラムを提供することができる。特に、船舶用の大型ディーゼル機関のように大出力の機関においてダイナモやモータ/ジェネレータ等の電気制動機を用いることなく短周期の負荷変動を再現することができる。これにより、正確な機関負荷試験を行うことを可能とすると共に、装置構成を簡素化することができる。

【0079】

<産業上の利用可能性>

本発明は、ディーゼル機関等の動力機関に対して短周期の負荷変動を考慮した機関負荷試験を実現することができる。本発明の適用範囲は、あらゆる動力機関とすることができるが、特に船用機関等の大きな負荷（出力トルク）を有する機関において有効である。

【符号の説明】

【0080】

10

20

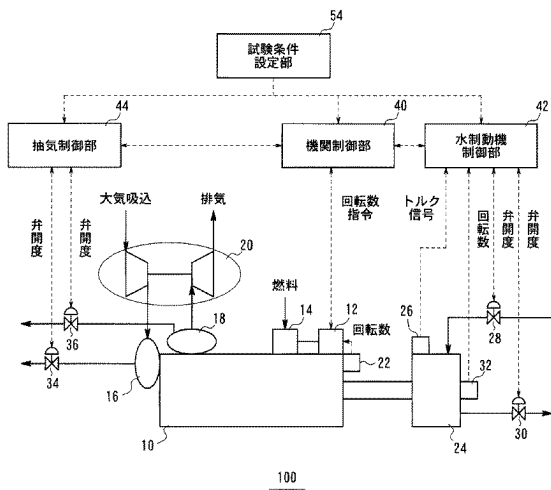
30

40

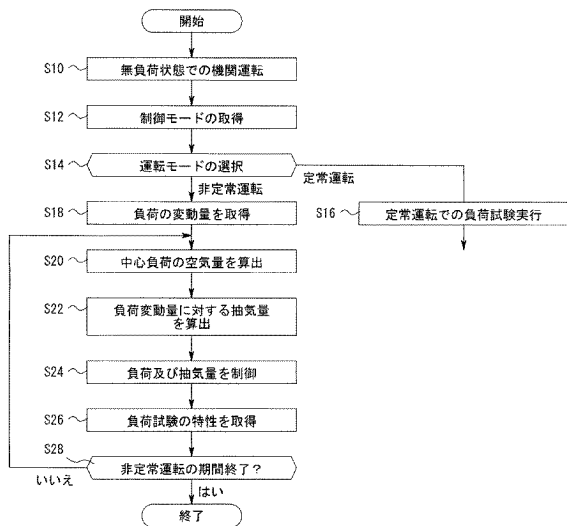
50

10 機関、16 給気レシーバ、18 排気レシーバ、20 過給機、24 水制動機、28 給水弁、30 排水弁、34 給気バイパス弁、36 排気バイパス弁、40 機関制御部、42 水制動機制御部、44 抽気制御部、50 給気スロットル弁、52 排気スロットル弁、54 試験条件設定部、100、102 機関負荷試験装置。

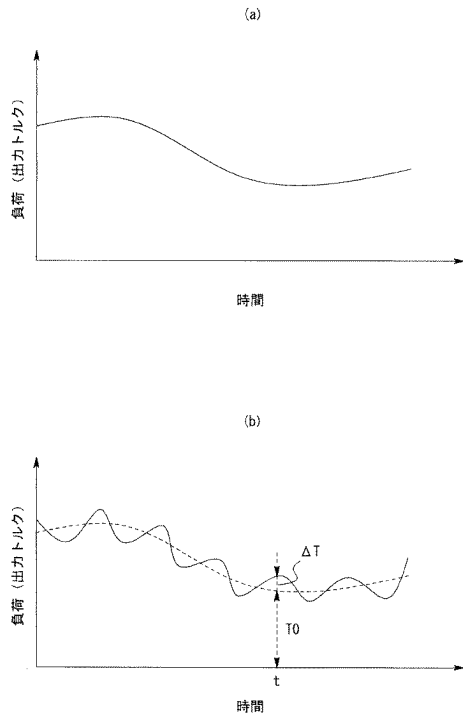
【図1】



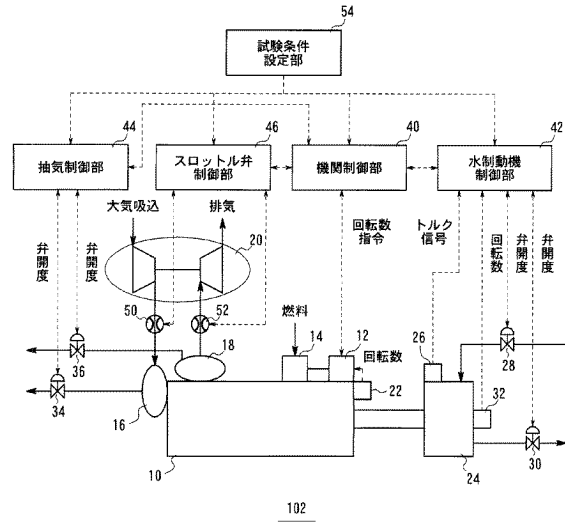
【図2】



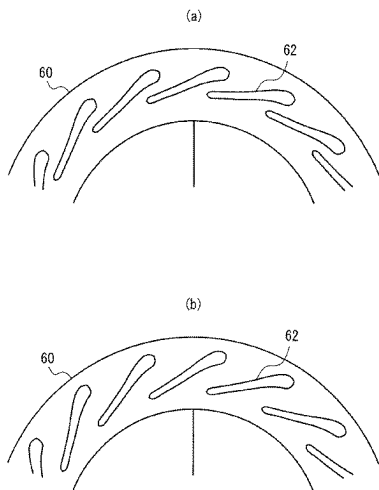
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

審査官 北川 創

- (56)参考文献 特開2010-237102(JP,A)  
特開2009-299474(JP,A)  
特開昭62-121326(JP,A)  
特表2005-532536(JP,A)  
特開2000-039381(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01M 15/00  
G01L 3/00