

# 台上モード運転装置 VSET-1000

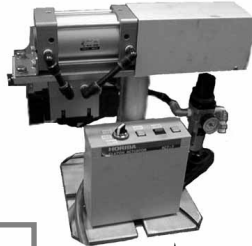
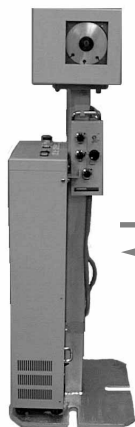
Vehicle Simulator for Engine Dynamometer VSET-1000

塩見 和広, 野口 進治

HORIBAシステム構成図

スロットルアクチュエータ

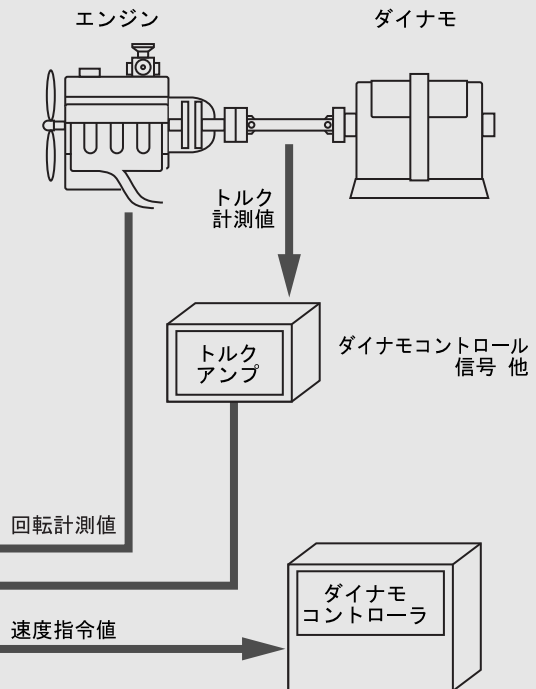
クラッチアクチュエータ



開度計測値

開度指令値

クラッチ指令



コントロールラック

## 要旨

製品開発期間の短縮がますます重要となっている。自動車業界では、各種のエンジン性能試験をエンジンダイナモメータ上で行うことにより新車開発期間を短縮している。台上モード運転装置 VSET-1000 は、所定の運転条件にしたがってエンジンやエンジンダイナモメータを自動的に運転制御する装置である。本稿では、VSET-1000 の動作や特長に合わせて、10・15 モードによる走行状態の再現性試験結果、排ガス試験結果などを紹介する。

## Abstract

It is becoming increasingly important to shorten the development time for products. In the automobile industry, new product development time is being shortened by the use of engine dynamometers for conducting engine performance tests of various kinds. The VSET-10000 Vehicle Simulator For Engine Dynamometer is a device that automatically controls the operation of an engine or engine dynamometer in accordance with prescribed operating conditions. This paper presents the operation and features of the VSET-1000, together with results of travel reproducibility tests in 10·15 mode and results of exhaust gas tests, etc.

## 1 はじめに

台上モード運転装置 VSET-1000 は、エンジンダイナモ上(以下、台上)で自動車の実車の走行状態を模擬的に再現させる自動運転装置である。本装置は、規制モードに準じた排ガス試験をはじめとする各種の実車での走行状態を模擬できるため、エンジン開発を効率的・迅速に行えるものと期待されている。この種の装置はすでにいくつか市販されているが、必要以上に多機能で、操作が複雑で、設備投資も過大になってしまう欠点があった。

そこで、ホリバは徹底した市場調査に基づき、ニーズの高い運転モードにおけるエンジン挙動を確実に再現できるように機能を絞りこみ、操作性が高く、かつコスト・パフォーマンス高い台上モード運転装置 VSET-1000 を開発した。

## 2 VSET-1000 の開発コンセプト

VSET-1000 は、エンジンダイナモや各種のアクチュエータを含めて統合的にコントロールする台上モード運転装置である。したがって、システム全体を考慮して、次のような基本コンセプトに基づき開発した。

### 2.1 実車模擬運転の基本原則

台上試験において実車走行を模擬できるとは、1)エンジンの回転挙動、2)負荷挙動(スロットル開度)、3)油・水温、吸気温度、触媒温度を再現し、コントロールできる状態にあることである。VSET-1000では、各部の温度は暖気終了後には通常のベンチが備えているコントローラで十分に制御できると考え、エンジンの回転および負荷の挙動を再現させることにした。

動作原理は極めて簡単で、1)エンジンには指定されたモードを追従できるようにスロットル開度を与え、一方、2)エンジンダイナモにはトルクセンサの実測値を演算して目標速度を与えている。なお、目標速度の演算には次の運動方程式を適用している。また、走行抵抗は一般的な2次近似式を適用している。

### 2.2 クラッチの適用

マニュアルトランスミッション車においては、ギアチェンジ時にエンジンの回転と負荷が急速に変化する。この状況を忠実に再現させようとする、高速応答のエンジンダイナモが必要となり、結果的に計測システム全体の価格を押し上げる大きな要因となっていた。

そこで、本システムでは、マニュアル車と同様、エンジンとダイナモの間にクラッチを設けるようにした。これにより、応答の遅いエンジンダイナモメータでも、ギアチェンジ時の挙動を十分に再現することが可能となった。当然ながら、アイドル時はクラッチを切っているため実車とまったく同じ運転状態となる。

## 3 システム構成

VSET-1000 は次の3種類のユニットで構成されている。

- (1)操作部と制御部を兼ねるコントロールラック(図1)
- (2)アクセルを制御するスロットルアクチュエータ(図2a)
- (3)クラッチを操作するクラッチアクチュエータ(図2b)



図1 VSET-1000 コントロールラック



図2a スロットルアクチュエータ

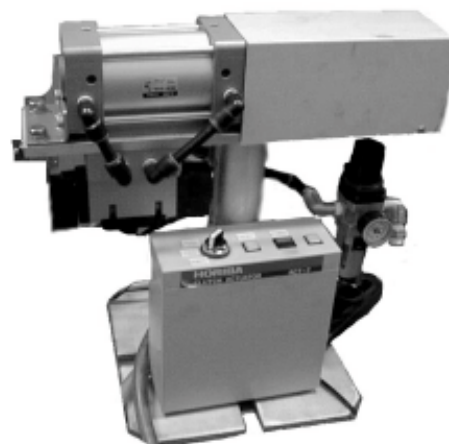


図2b クラッチアクチュエータ

### 3.1 コントロールラック

コントロールラックはVSET-1000の制御部を収めた19インチラックで、次のサブユニットから構成されている。

(1)グラフィックユーザインターフェース(GUI)

Windows®をベースとしたGUIを採用し、だれもが容易にシステムを操作できる。

(2)コントロールコンピュータ

GUI用とは独立のCPUを採用し、システム全体を高速制御する。

(3)インターフェースユニット

信号レベルを0-5Vに統一し、エンジン、ダイナモ、外部の計測装置の間を接続できる。

走行モード、エンジンや車種など、各種の測定条件はGUIにより直感的な操作で設定できる。設定すべきパラメータは約20個に絞り込み、さらに、エンジン特性は自動学習させるなど、オペレータの負荷を大幅に軽減した。また、試験中には、走行モードへの追従状態や各部の運転状態のリアルタイム表示に加え、エラーメッセージの表示もサポートしている。図3にGUIの表示例を示す。

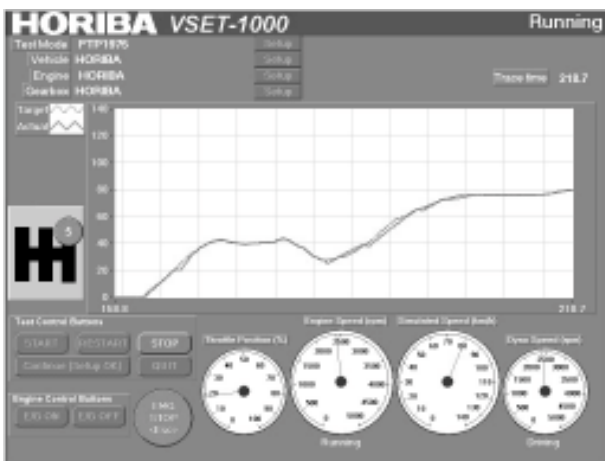


図3 VSET-1000の表示画面(対米モード運転中)

インターフェースユニットはシステムの制御用信号の入出力に加え、記録用出力も出力でき、外部の計測装置による走行解析も可能である。とくに、ホリバのエンジン計測制御システムHERTシリーズと組み合わせると、排ガス分析計や各部の温度データを含めて、台上試験を統合して解析することが容易にできる。

表1にインターフェースユニットの外部入出力を示す。

No.	Signal Name	Type
1	Logger Start	Pulse
2	Logger Stop	
3	Target Speed	Analog
4	Simulated Speed	
5	Clutch Status	
6	Selected Gear	
7	Vehicle Force	

表1 VSET-1000の外部信号

### 3.2 スロットルアクチュエータとクラッチアクチュエータ

スロットルアクチュエータはスロットルワイヤを介してスロットルバルブを直接駆動する。本アクチュエータは、運転中に異常が発生したときには、瞬間的にスロットを閉じることができる電磁クラッチを備えている。また、クラッチアクチュエータはクラッチワイヤを介してクラッチレバーを直接駆動する方式で、空圧シリンダにより駆動している。

なお、これらのアクチュエータは、いずれもホリバのエンジン計測制御システムHERTシリーズと共有できる。

## 4 VSET-1000の性能評価

VSET-1000の性能を実車運転の模擬と正確な走行再現という両面から評価した。なお、運転条件は、日本の代表的な排ガス試験に採用されている10・15モードに従った。

### 4.1 走行の再現性

VSET-1000により台上試験を5回繰り返したときのエンジン回転挙動の再現性(図4)、およびスロットル開度の再現性(図5)を示す。いずれも、±5%以内の再現性が得られており、自動運転装置としての性能は十分満足している。

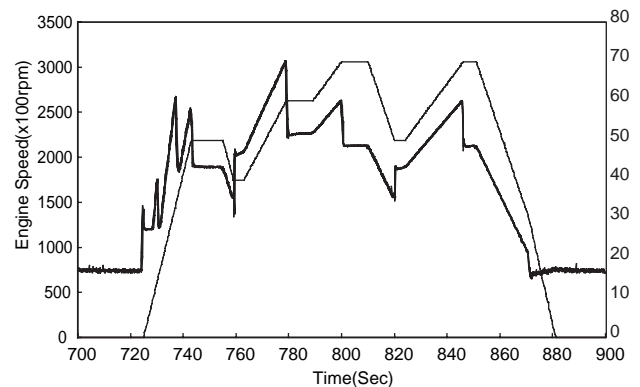


図4 エンジン回転挙動の再現性

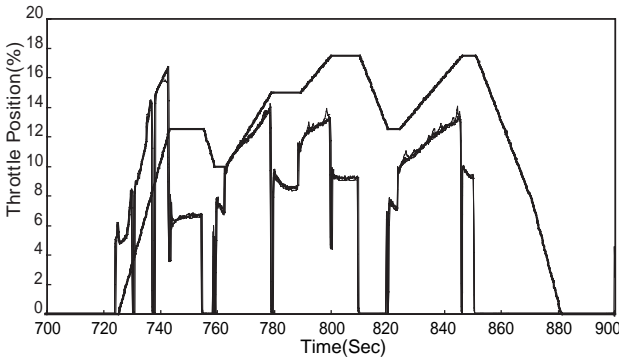


図5 スロットル開度挙動の再現性

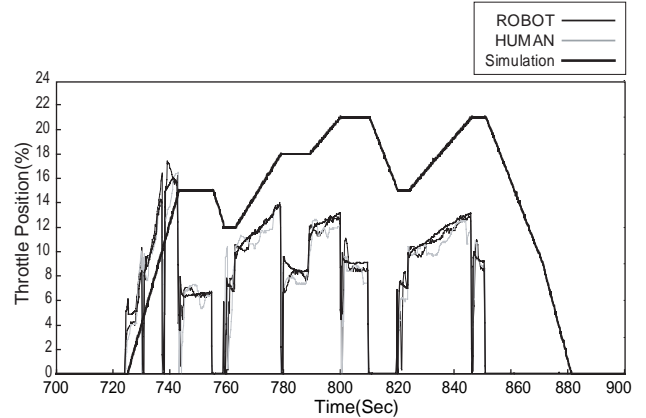


図8 スロットル開度挙動の比較

#### 4.2 実車走行試験との比較

実車走行の再現性と比較するため、シャシダイナモ上で1.8Lガソリン車をマニュアルモードで走らせ、車速(図6)、エンジン回転(図7)、スロットル開度(図8)について、VSET-1000による台上試験結果と比較した。各図において、1) Simulatorは台上でのVSET-1000による運転、2) ADSはシャシダイナモ上で自動運転ロボット(ホリバ製 ADS-7000)による運転、3) HUMANはシャシダイナモ上で慣れたドライバーによる運転の結果を示す。

試験結果から次のような所見が得られた。

- (1) 車速: 目標速度に対して三者ともよく一致しており、いずれも許容誤差の範囲内に対して十分な余裕がある。
- (2) エンジン回転: 実車走行の回転数とよく一致している。
- (3) スロットル開度: スロットルは実車走行と同様スムーズに開閉しており、排ガスの挙動に悪影響を及ぼす細かいハンティングが認められない。

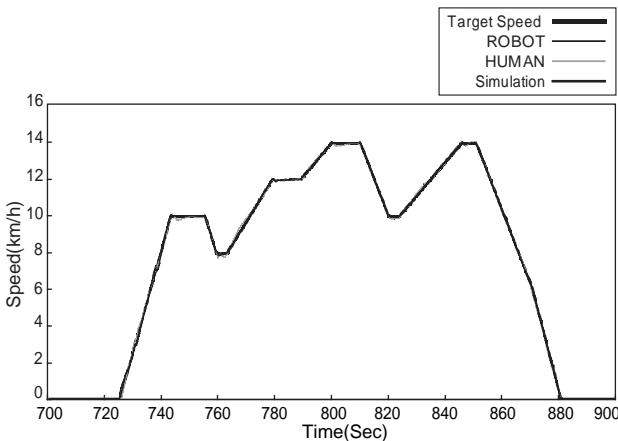


図6 車速挙動の比較

#### 4.3 排ガス試験結果

以上のように走行状態を十分に模擬できることを確認した上で、VSET-1000を使って排ガス試験を行った。VSET-1000で10・15モードで台上走行させたときの排ガス濃度変化と、実車による排ガスの濃度変化を図9に示す。

各成分ともに、ミッション変成時の瞬間的なピークを除くと、5%以内の精度で測定されている。また、走行状態の推移に応じて両者は同じようなパターンを描いており、VSET-1000が実車排ガス試験を十分に模擬できることを示唆している。なお、本実験では、吸気温度、油水温、燃料温度を実車の平均温度に合わせて一定温度にコントロールした。

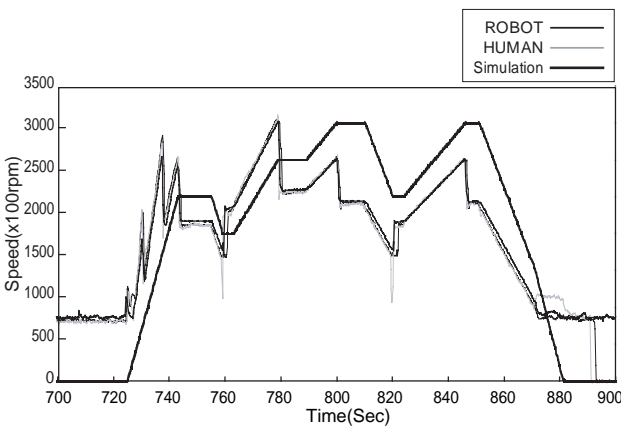


図7 エンジン回転挙動の比較

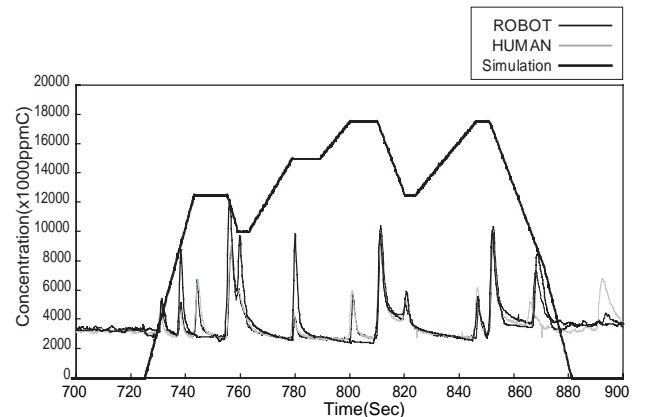


図9a HC 排出挙動の比較

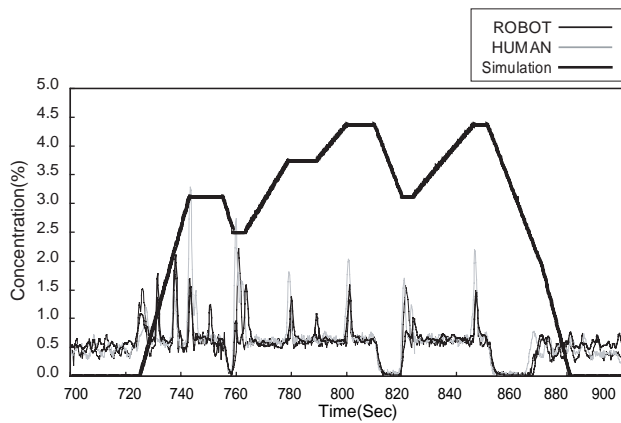


図 9b CO 排出挙動の比較

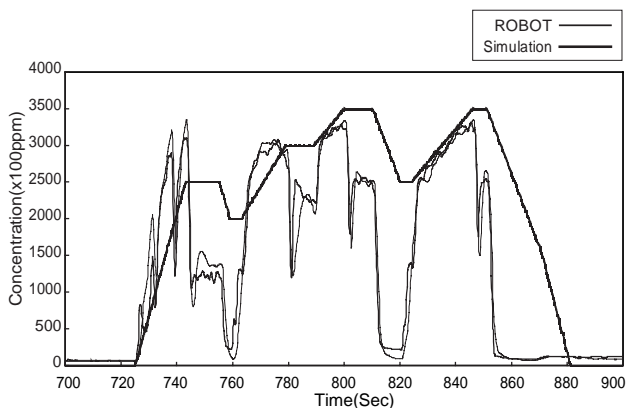


図 9c NOx 排出挙動の比較



塩見 和広

**Kazuhiro SHIOMI**

システムインテグレーター部



野口 進治

**Shinji NOGUCHI**

システムインテグレーター部  
チームリーダー

## 5 おわりに

以上、VSET-1000の原理、構成、特性試験結果を紹介した。ホリバは、エンジン研究開発研究の効率を高めたいとの市場ニーズを受けて、当社が永年培ってきた排ガス測定に関するノウハウをベースとしてVSET-1000を製品化した。本装置は、設定された運転条件、とくに過渡的な運転状態を確実に再現できる新しいツールとして期待されている。本装置は、現在はマニュアルトランスミッション車を対象としているが、近い将来にはオートマチック車にも対応する予定である。そのために、お客様のご要望を詳しく伺い、製品開発に反映していきたいと願っている。