

M-U(LPG)エンジン 一概要

M-U(LPG)エンジン

1. 概要

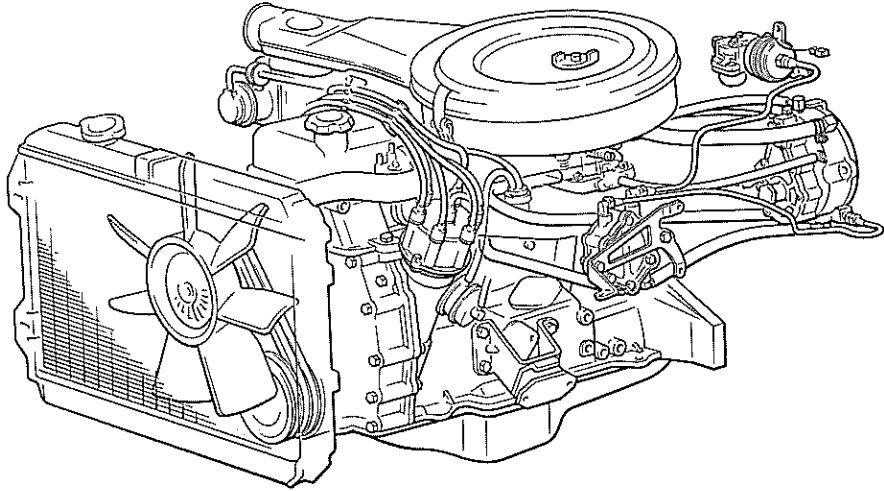
今回、MX60系に搭載したM-U(LPG)エンジンは54年2月に廃止された51年排出ガス規制適合の同型エンジンをベースにして53年排出ガス規制への適合および運転性能、燃費向上のための改良を加えたもので、旧エンジンに対し次の変更を行いました。

〔1〕主な変更点

- ① インテーク マニホールドの温水加熱装置の廃止
- ② デュアル エキゾースト マニホールドの採用
- ③ ラジエータの放熱容量の増加
- ④ スパーク プラグ電極形状の変更
- ⑤ デイストリビュータの進角特性の変更
- ⑥ LPG装置(キャブレタおよびレギュレータ)の変更
- ⑦ 三元触媒装置の採用
- ⑧ 二次空気供給装置の廃止および二次空気導入装置の新設
- ⑨ 排出ガス再循環装置の作動域の変更
- ⑩ 点火時期制御装置は低温時一定進角の廃止
- ⑪ 減速時制御装置はスロットル ポジショナ システムの廃止およびレギュレータの構造変更
- ⑫ 空燃比補償装置の採用
- ⑬ 補助制御装置の廃止
- ⑭ 触媒過熱防止装置を廃止し減速時制御装置に変更

M-U(LPG)エンジン 一概要

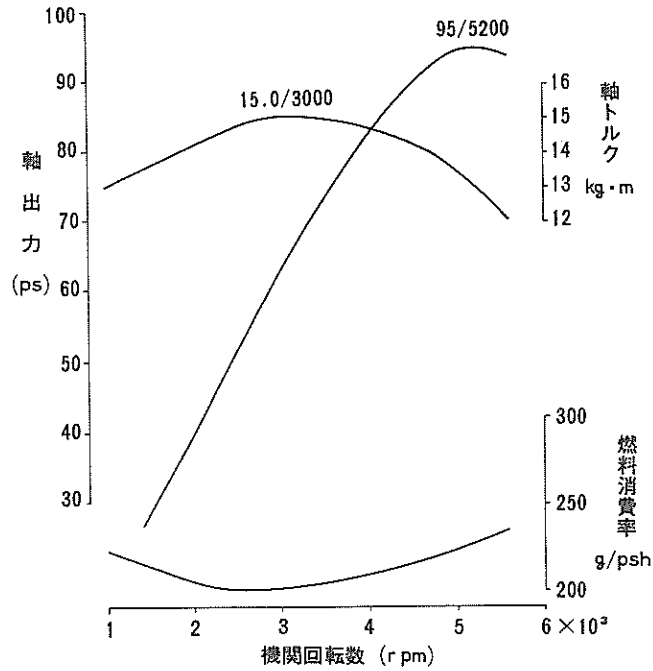
〔2〕 エンジン外観



エンジン外観

J0978

〔3〕 性能曲線



エンジン性能曲線

J0913

M-U (LPG) エンジン —排出ガス浄化装置—

2. 排出ガス浄化装置

〔1〕 装置概要

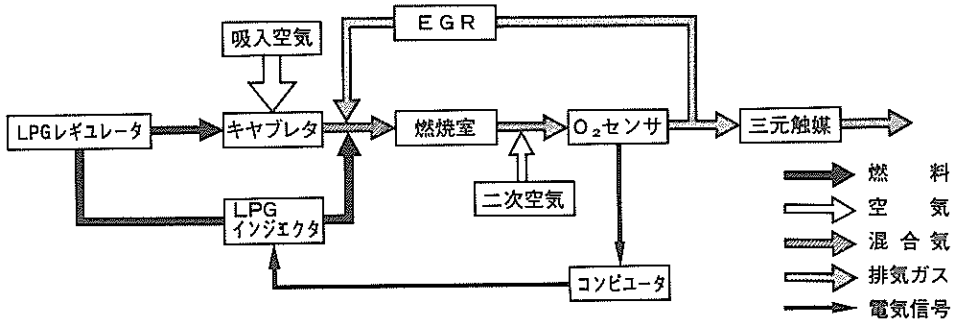
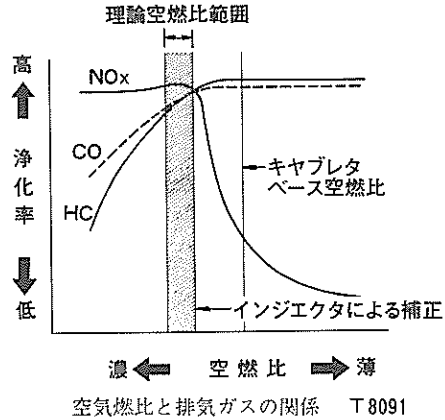
53年排出ガス規制に対応するため、二次空気導入装置（エア サクション方式）、排気ガス再循環装置（EGRシステム）との組み合わせによる三元触媒方式を採用しました。

三元触媒はCO、HC、NOxの3成分を同時に浄化しますが高い浄化率を得るために触媒に入る排気ガスの空燃比を理論空燃比に近づける必要があります。

このため、燃焼室内に入る燃料量を制御して理論空燃比に係空燃比制御方法が採用されています。

LPG車が吸気系での空燃比制御方法を採用した理由は以下のとおりです。

- (1) LPGは気体で供給されるため空燃比制御がしやすい。
- (2) 従来の排出ガス浄化装置技術をそのまま生かせる。
- (3) エンジン本体、キャブレタ等に大きな変更がない。



排出ガス浄化装置フローチャート

T 5282

M-U(LPG)エンジン ー排出ガス浄化装置ー

LPGはオクタン価が高く、かつ燃料の熱効率がよいという特性から薄い混合気でも安定して燃焼することができます。

このため、LPG車の空燃比は経済空燃比であるリーン側を用い、パワーを必要とする加速時のみリッチ側となるようにキャブレタをセットしています。

M-U(LPG)エンジンでは、この方式をベースに空燃比を理論空燃比となるように制御しています。

キャブレタのベース空燃比(経済空燃比)に対し、LPGインジェクタから供給される燃料により理論空燃比に制御します。

アイドリング時はアイドリング安定性を確保するために空燃比が若干リッチ側となっています。

このため、アイドリング時には排気ポートへ二次空気を導入し、未燃焼ガスを燃焼させやすくしてCO、HCの低減をはかっています。

減速時もアイドリング時と同様です。

なお、NOxの低減には三元触媒と排気ガス再循環装置を用いています。

排気空燃比	排気ガス中の残留酸素量	O ₂ センサ出力電圧	インジェクタ	燃料追加
リッチ	少ない	高い	OFF	なし
リーン	多い	低い	ON	あり

フィードバック制御サイクル図

なお、フィードバック制御はO₂センサからの信号のほかに次の2項目の条件をすべて満足したときのみ行なわれます。

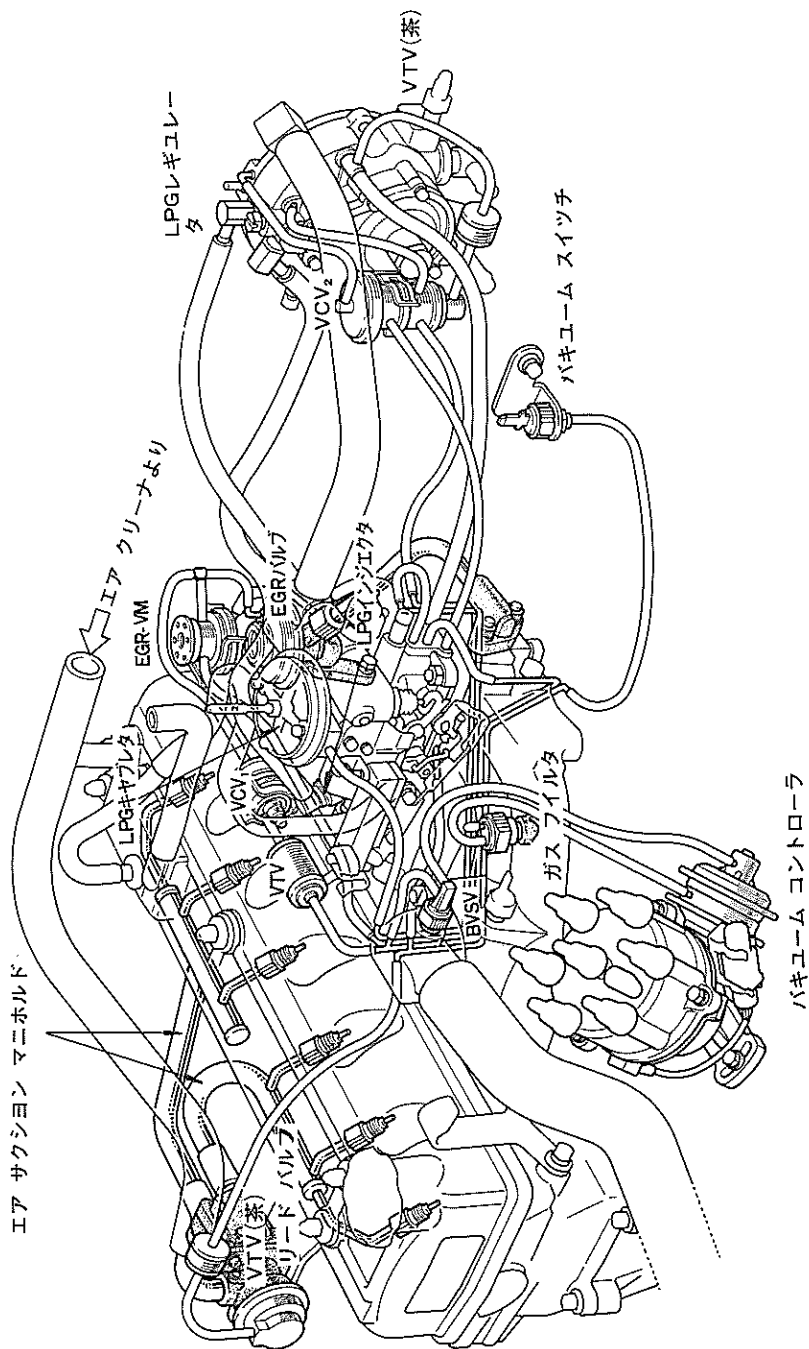
- ① アドバンス ポート負圧……………80mmHg以上
- ② スロットル バルブ開度……………全閉より53度以内

M-U(LPG)エンジン ー排出ガス浄化装置ー

浄化装置		装置部品の有無		51年との変更点	
		51年	53年		
点火時期制御装置	ディストリビュータ	○	⊗	進角特性の変更	低温時の一定クランク進角を廃止した。
	制御デバイス				
	水温感知弁(BVSV) チェックバルブ	○ ○	⊗ ×	作動温度の変更	
減速時制御装置	LPGレギュレータ	○	⊗	構造変更	メイン燃料カット系統の変更(エアポンプ廃止のため)
	制御デバイス エアポンプ 負圧制御弁(VCV ₂) 負圧遅延弁(VTV)	○ ○ ○	× ⊗ ○		
スロットルポジション装置(TPシステム)	キヤブレタ (スロットルポジション)	○	×		
	制御デバイス 負圧遅延弁(VTV)	○	×		
空燃比補償装置	O ₂ センサ	×	○		三元触媒の浄化率を高めるため理論空燃比に制御させる。
	LPGインジェクタ	×	○		
	制御デバイス				
	コンピュータ	×	○		
	バキュームスイッチ スロットルスイッチ	× ×	○ ○		
補助制御装置 (気化器出力弁) 制御装置 (CPVC)	キヤブレタ (気化器出力弁)	○	×		
	制御デバイス				
	シフトスイッチ	○	×		
	水温スイッチ 負圧切り替え弁(VSV)	○ ○	× ×		
ブローバイ ガス還元装置	PCVバルブ	○	⊗		ブローバイガス導入位置の変更 (M-Uエンジンと同じ)
触媒過熱警報装置	排気温度センサ	○	○		
	コンピュータ	○	○		
	排気温警告灯	○	○		

M-U(LPG)エンジン 一排出ガス浄化装置一

(2). 配 管 図

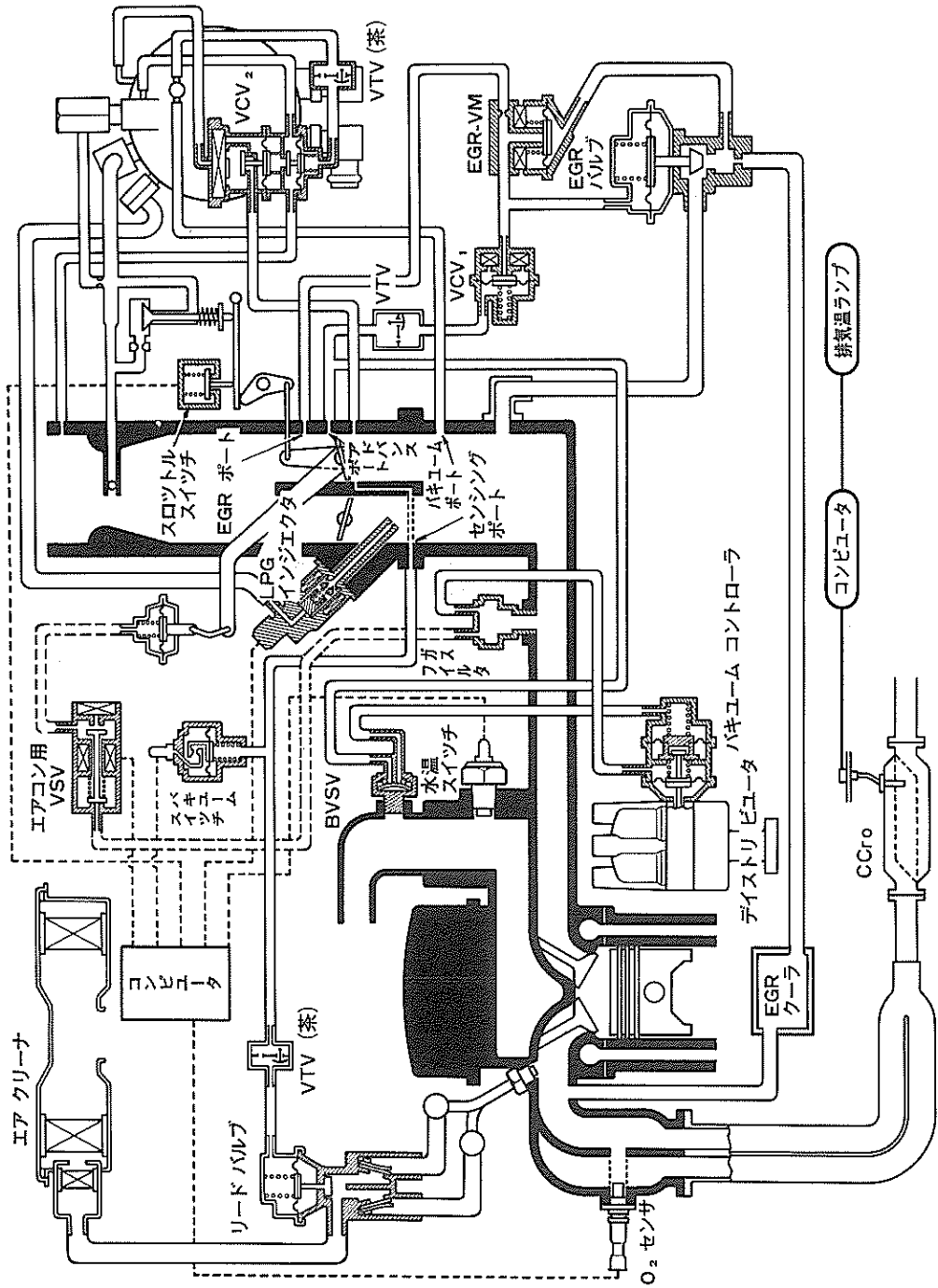


配 管 図

J0914

M-U (LPG) エンジン 一排出ガス浄化装置

(3) システム図

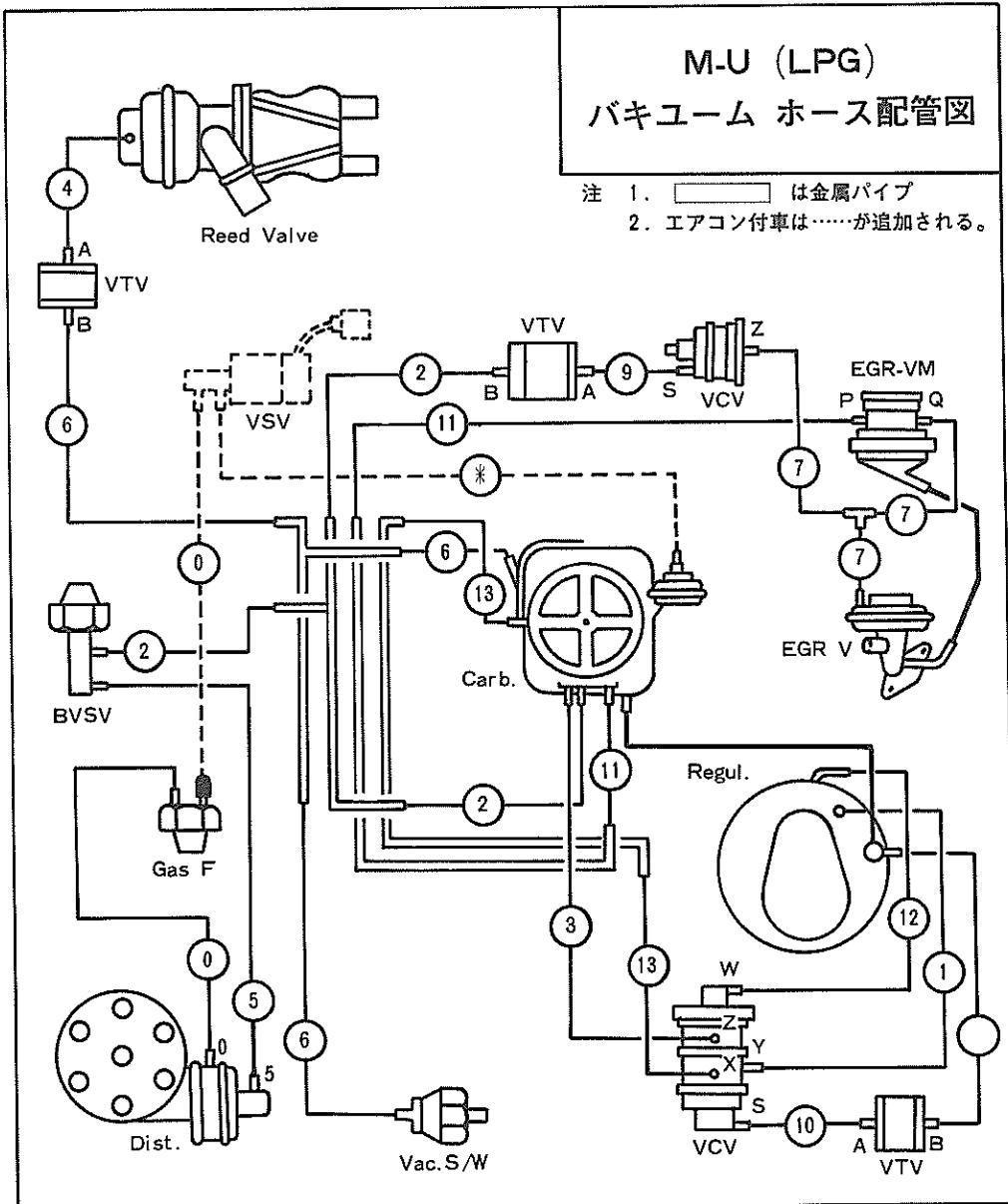


システム図

T 8097

M-U (LPG) エンジン 一排出ガス浄化装置一

(4) インフォメーション プレート図



インフォメーション プレート図

T 8092

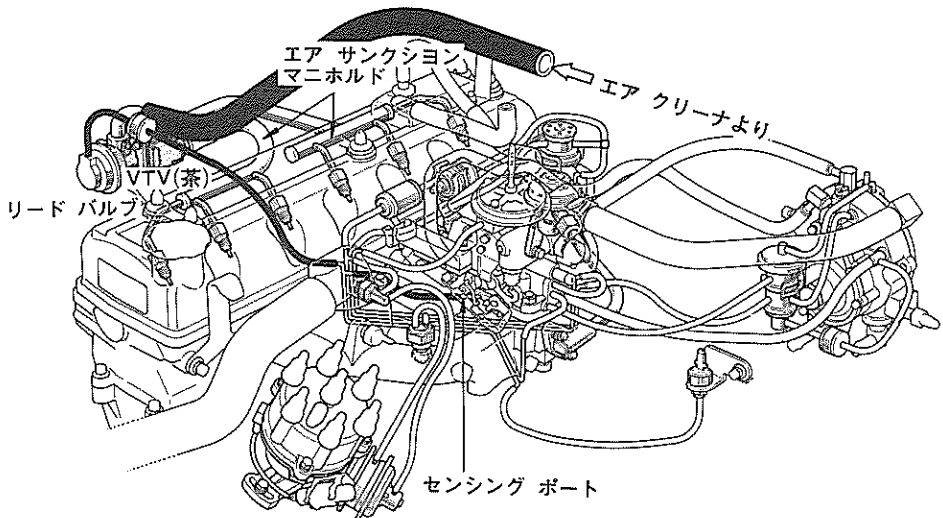
M-U(LPG)エンジン ー排出ガス浄化装置ー

〔2〕 二次空気導入装置 (ASシステム)

アイドリング安定性を確保するため吸入空燃比を理論空燃比より濃くしています。

しかし、このままではCO、HCの排出量が多くなりますので、アイドリング時および減速時のみ排気ポート内に二次空気を導入し、未燃焼ガスを再燃焼させてCO、HCを低減しています。

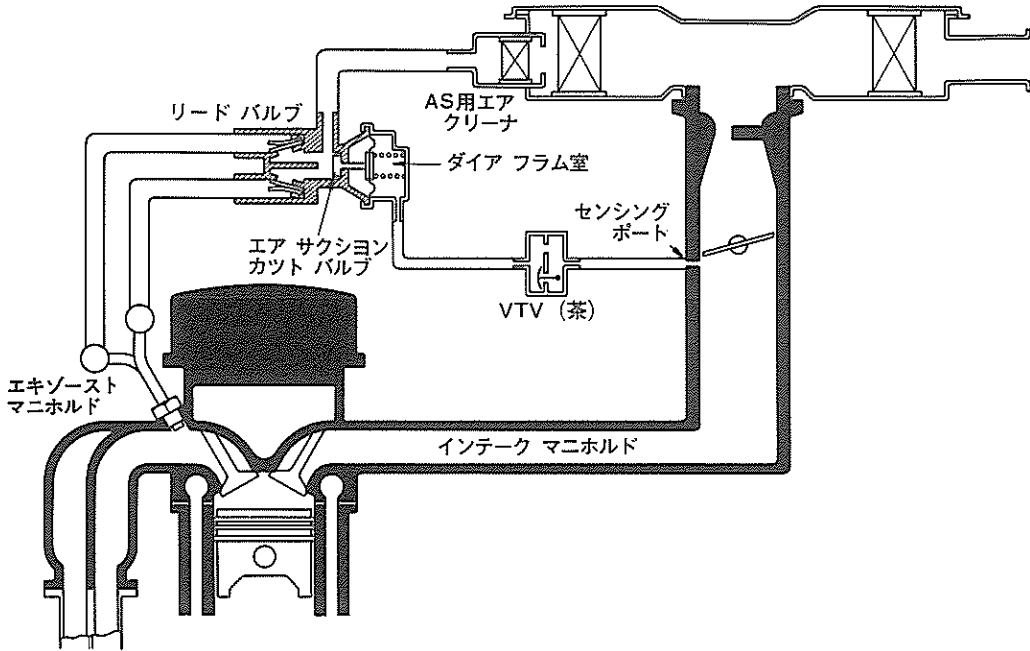
二次空気はエア クリーナ内に内蔵したエア サクション用フィルタからリード バルブを介してシリンダ ヘッド部のエア サクション ポートに導入します。



ASシステム配管図

J0915

M-U(LPG)エンジン 一排出ガス浄化装置一



ASシステム図

T8129

(1) 作 動

リードバルブのダイアフラム室はキャブレタのセンシングポートとつながっています。

アイドリング時および減速時にはセンシングポートは負圧となり、リードバルブのダイアフラム室に作用します。

ダイアフラム室のセンシングポート負圧が170mmHg以上になるとエアサクシヨンカットバルブが開きNo.1, 2, 3気筒とNo.4, 5, 6気筒に分かれ、それぞれエキゾーストポートに二次空気が導入されます。

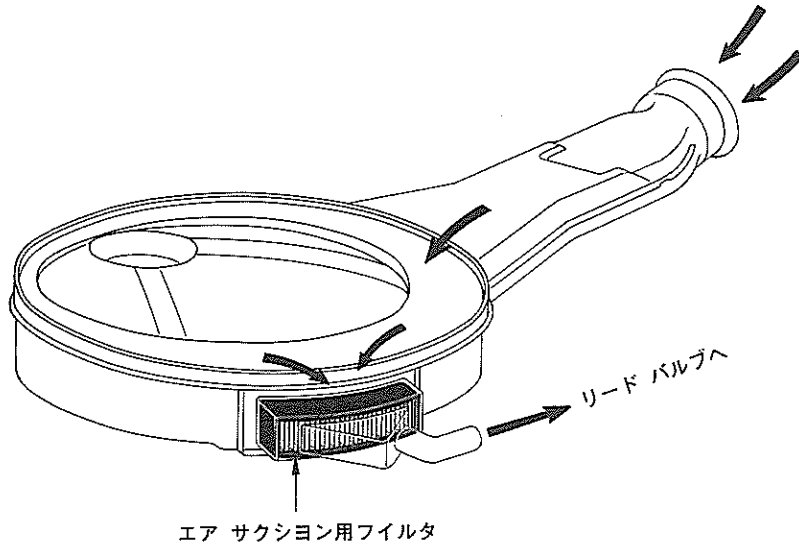
スロットルバルブが開かれるとセンシングポートがスロットルバルブの上流になるためリードバルブのダイアフラム室に作用する負圧がなくなり、エアサクシヨンカットバルブが閉じて二次空気の導入が停止されます。

M-U(LPG)エンジン 一排出ガス浄化装置

(2) 構成部品

① エア クリーナ

エア クリーナにエア サクシヨン用フィルタを内蔵しました。

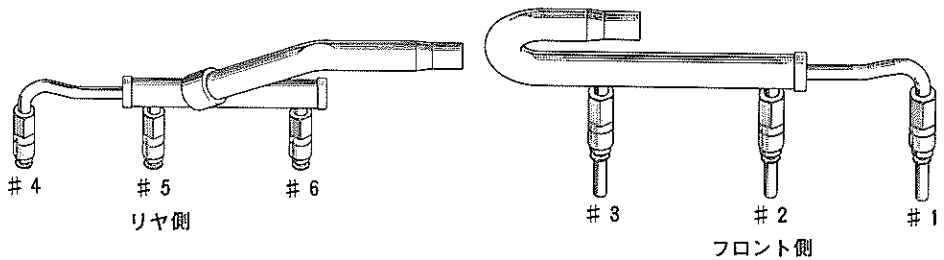


エア クリーナ関係図

J0916

② エア サクシヨン マニホルド

エア サクシヨン マニホルドは1, 2, 3気筒用と4, 5, 6気筒用の2本に分けて排気干渉による導入空気量低下を防いでいます。

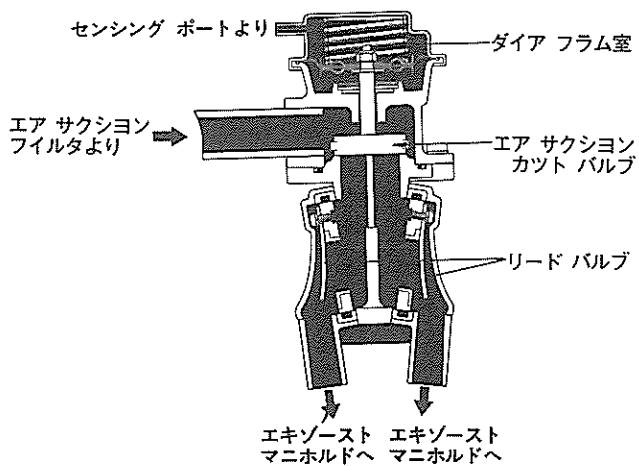


エア サクシヨン マニホルド

J0917, J0918

M-U (LPG) エンジン ー排出ガス浄化装置ー

③ リードバルブ

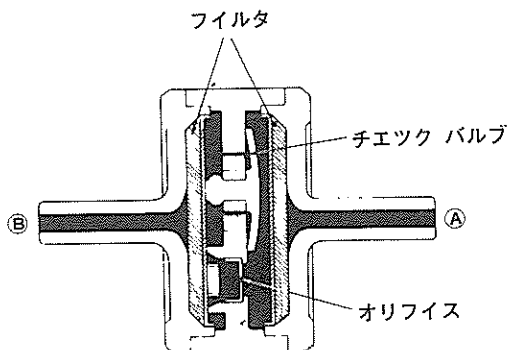


リードバルブ仕様

カットバルブ 作動負圧	170mmHg 以上
----------------	---------------

リードバルブ断面図 T 8130

④ 負圧遅延弁 (VTV)



VTV仕様

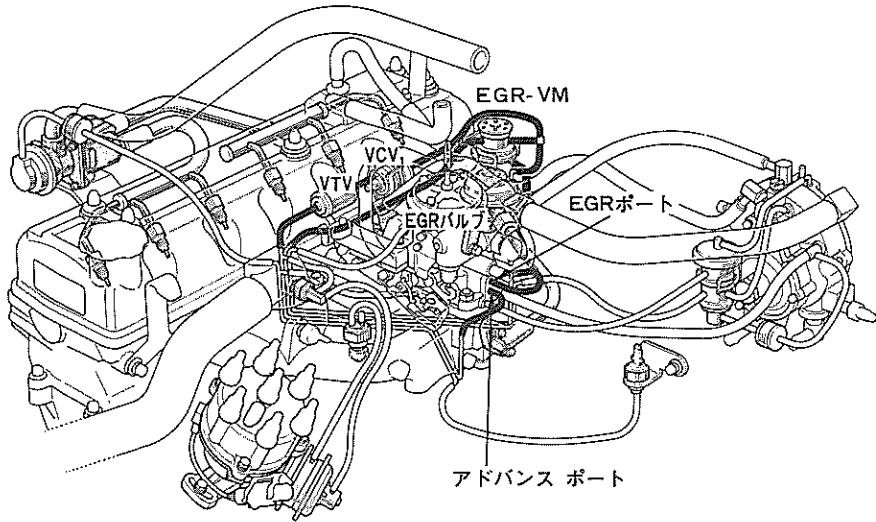
方向	流量
B→A	400cc/min

VTV断面図

M-U (LPG) エンジン 一排出ガス浄化装置一

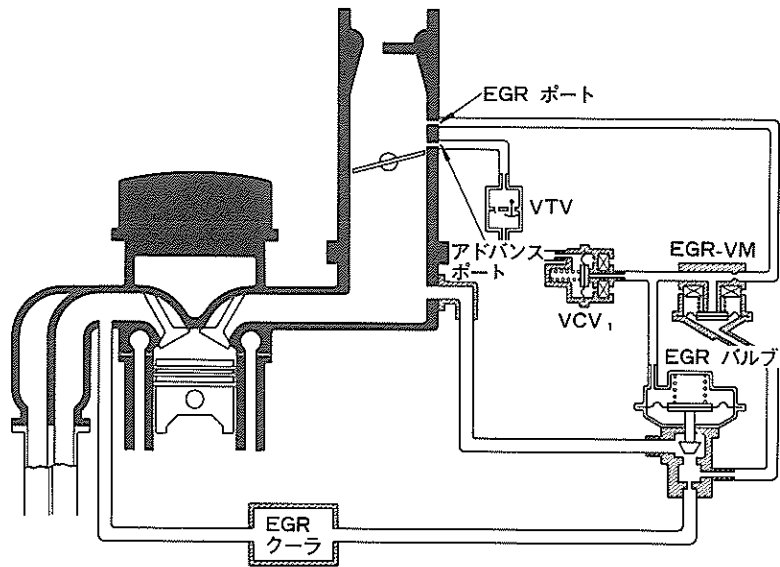
〔3〕 排出ガス再循環装置 (EGRシステム)

51年システムでは水温スイッチおよびシフト スイッチ等で制御しておりましたが、53年システムでは負圧制御弁 (VCV₁) と負圧遅延弁 (VTV) で制御して、定常走行になつた後ある時間経過するとカットさせるEGRカット作動を設定しました。



EGRシステム配管図

J0919



EGRシステム図

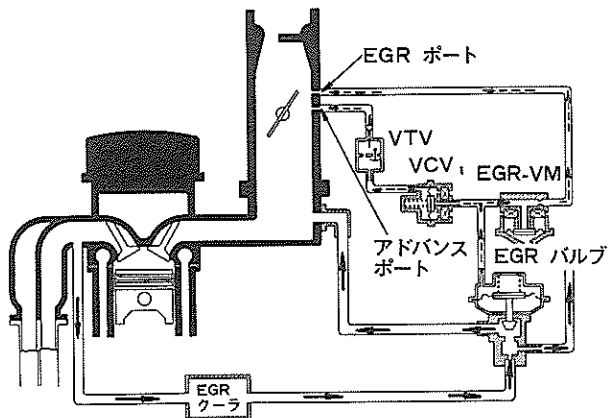
T8132

M-U (LPG) エンジン ー排出ガス浄化装置ー

(1) 作 動

① 定常走行時

定常走行の場合、EGR カット作動により、ある時間経過後EGR をカットするようになっています。



定常走行時EGR 作動図

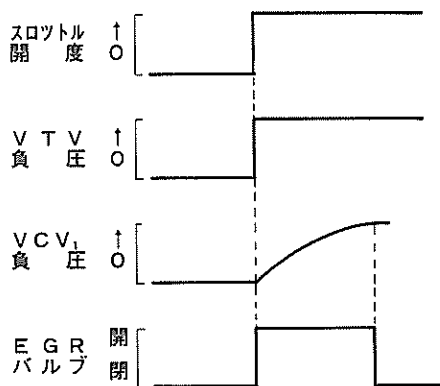
T 8135

EGR カット作動

定常走行時はEGR ポートおよびアドバンス ポート負圧が高くEGR ポート負圧はEGR-VM を介してEGR バルブのダイアフラム室に作用してEGR バルブを開きEGR を行ないます。

同時にアドバンス ポート負圧はVTV を介してVCV₁ に作用していますが、VTV を介しているためVCV₁ の開弁圧になるには時間がかかります。

そうしてVCV₁ の開弁圧になるとVCV₁ から大気がEGR バルブのダイアフラム室に導入されEGR はカットされます。



② アイドリング時および減速時

EGR カット タイム チャート T 8133

スロツトル バルブは閉じられているためEGR ポートに負圧は発生しないのでEGR は行なわれません。

③ 高 負 荷 時

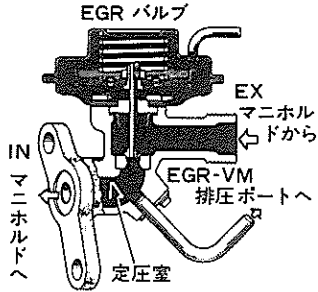
EGR バルブの作動負圧にならないのでEGR は行なわれません。

M-U(LPG)エンジン ー排出ガス浄化装置ー

(2) 構成部品

① EGRバルブ

マニュアル トランスミッション搭載車とオートマチック トランスミッション搭載車とではEGR量が異なります。なお、作動圧は同じです。

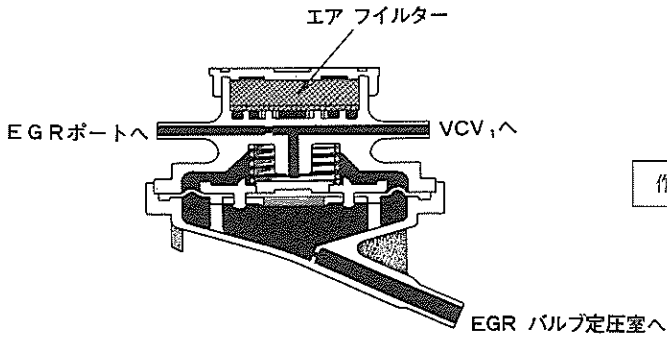


作動図	60mmHg
-----	--------

EGRバルブ断面図 T 7337

② EGRモジュレータ バルブ(EGR-VM)

作動圧を変更しました。

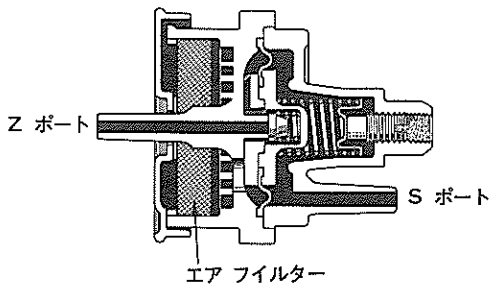


作動圧	50mmHg
-----	--------

EGR-VM断面図 T 6364

③ 負圧制御弁(VCV1)

EGRカット作動させるため新設しました。



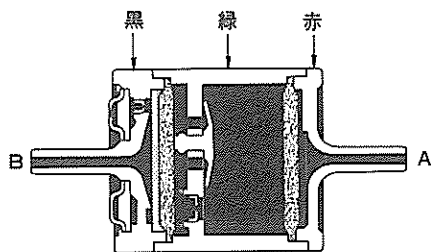
開弁圧	200mmHg
-----	---------

VCV1断面図 T 6365

M-U(LPG)エンジン 一排出ガス浄化装置一

④ 負圧遅延弁(VTV)

V C V₁に送る負圧を遅らせます。



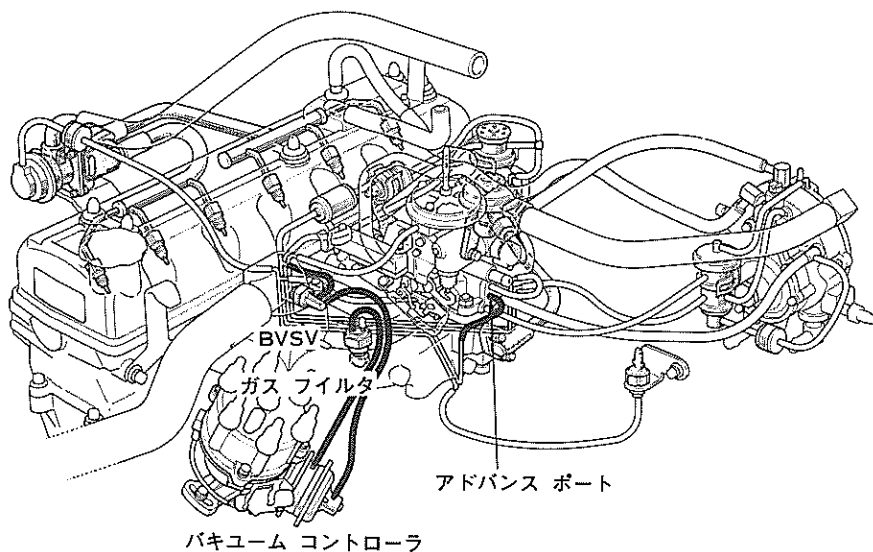
方向	流量
B→A	25cc/min

VTV断面図

T 8131

〔4〕 点火時期制御装置

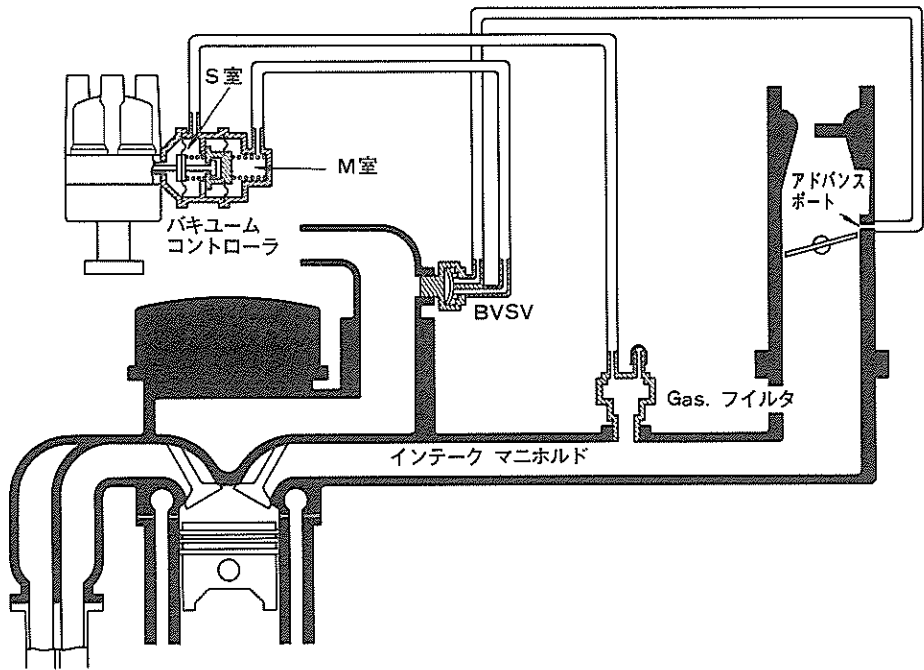
51年システムでは低温時M室により一定クランク進角をさせておりましたが、53年システムではこれを廃止し、水温感知弁(BVSV)の設定温度も60℃から50℃に変更しました。



点火時期制御装置配線図

J 0920

M-U(LPG)エンジン 一排气ガス浄化装置一



点火時期制御装置システム図

T 8134

(1) 作 動

① 低温時 (50℃以下)

冷却水温が低いときはBVS Vが閉じているためアドバンス ポートの負圧はバキューム コントローラM室には作用しないためS室進角のみになります。

アイドリング時でもバキューム コントローラS室にはインテーク マニホルド負圧が作用するので進角します。

② 温間時 (50℃以上)

冷却水温が50℃以上になるとBVS Vが開くので、アイドリング時、減速時および高負荷時を除きアドバンス ポート負圧が発生するのでバキューム コントローラのM室とS室の両方に作用します。

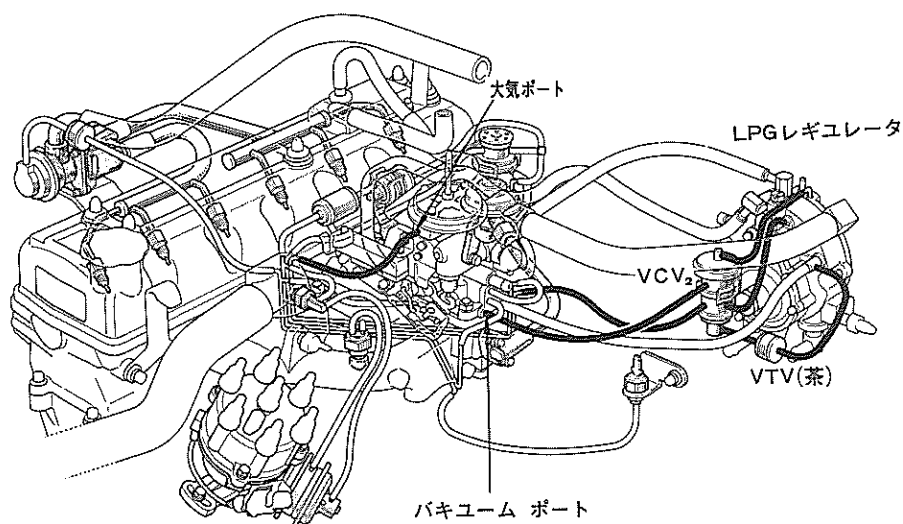
M-U(LPG)エンジン 一排出ガス浄化装置一

[5] 減速時制御装置(フューエル カット装置)

長降坂時のフューエル カット システムを採用し、CO、HCの低減をはかるとともに触媒の過熱防止と燃費の向上をはかっています。

メイン系燃料カットは、51年システムではキャブレタのベンチユリ部に空気を送り込んでいましたが、53年システムではレギュレータ内の2次ダイアフラムにマニホルド負圧を作動させてカットするようにしました。

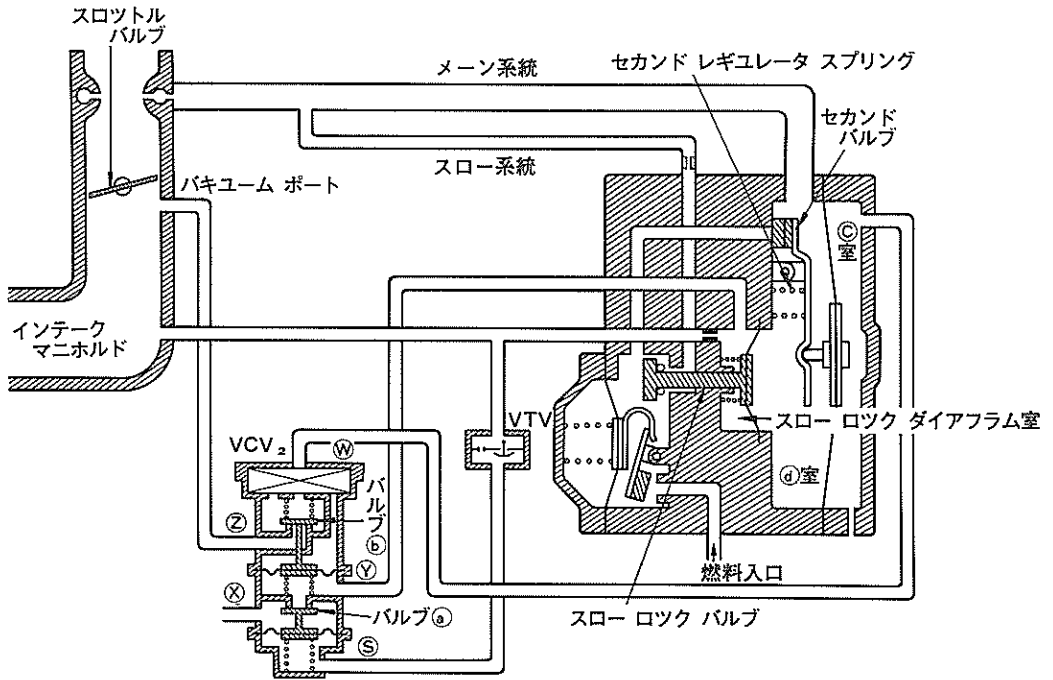
スロー系燃料カットは51年システムと同じです。



フューエル カット装置配管図

J0921

M-U(LPG)エンジン 一排出ガス浄化装置一



フューエル カット システム図

T 5239

(1) 作 動

メイン系燃料カットはLPGレギュレータ内のセカンドバルブを閉じるによりおこない、スロー系燃料カットはLPGレギュレータ内のスローロックバルブを閉じるにより行ないます。

また、短時間の減速時には燃料カットが行なわれないようにVTVを使用しています。

① スロー燃料カット系統

減速時、スロットルバルブが閉じられるとインテークマニホールド内に高い負圧が発生します。

この負圧はLPGレギュレータのスローロックダイヤフラム室と、VTVにより少し遅れてVCV₂の⑤ポートに作用します。

⑤ポートに負圧がかかるとバルブ④が下方に引かれ⑧と⑨ポートが導通し、エアクリーナからの大気がLPGレギュレータのスローロックダイヤフラム室に流入するため、スローロックバルブを閉じてスロー燃料をカットします。

M-U (LPG) エンジン 一排出ガス浄化装置一

② メイン燃料カット系統

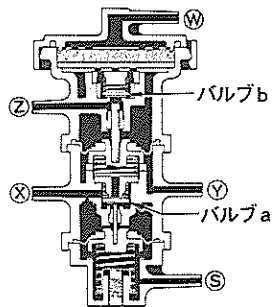
スロー ロック バルブが閉じられるときにはVCV₂の㉞ポートは大気圧となります。

このため、同時にバルブ㉞が上方に持ち上げられて㉚と㉞ポートが導通とします。

㉚と㉞ポートが導通するとキャブレタ バキューム ポート負圧 (= インテーク マニホールド負圧) がLPGレギュレータの二次調圧室㉚室に作用します。一方、二次減圧室㉚室にはキャブレタのベンチュリ負圧が作用しますがスロットル バルブより上にあるため、バキューム ポート負圧より小さな負圧です。したがってダイヤフラムは右に移動しセカンド レギュレータ スプリングが打ち勝ちセカンド バルブを閉じてメイン燃料をカットします。

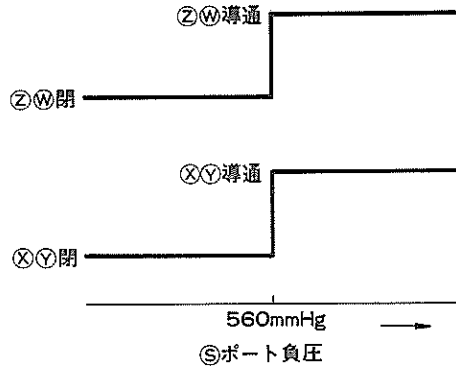
(2) 構成部品

① 負圧制御弁 (VCV₂)



VCV₂断面図

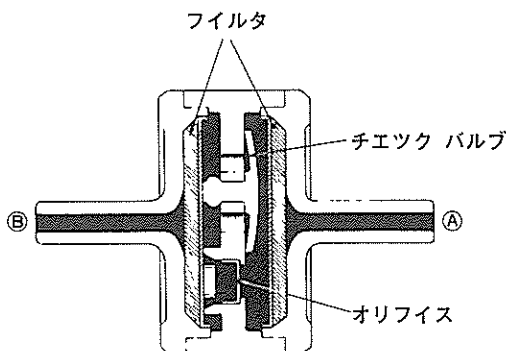
T 8136



VCV₂特性

T 5240

② 負圧遅延弁 (VTV)



VTV断面図

T 6359

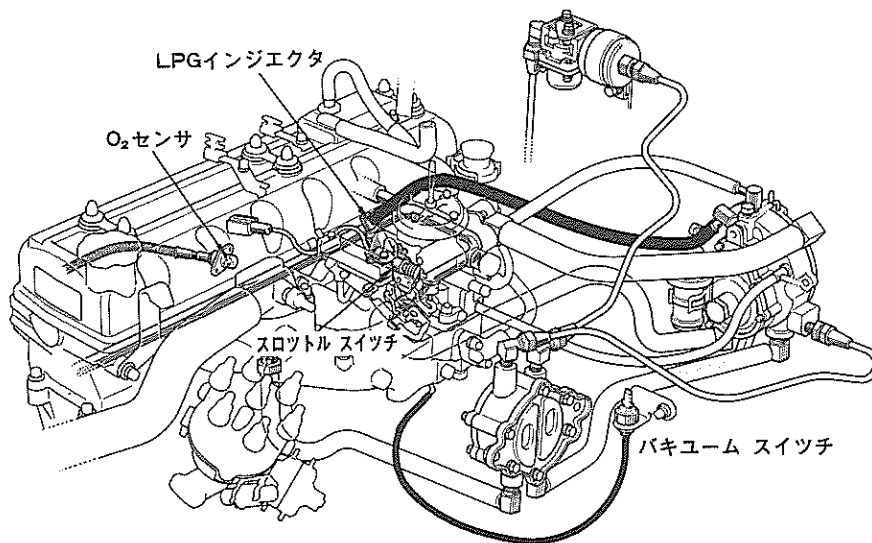
VTV仕様

方向	流量
B → A	400cc/min

M-U(LPG)エンジン ー排出ガス浄化装置ー

〔6〕 空燃比補償装置

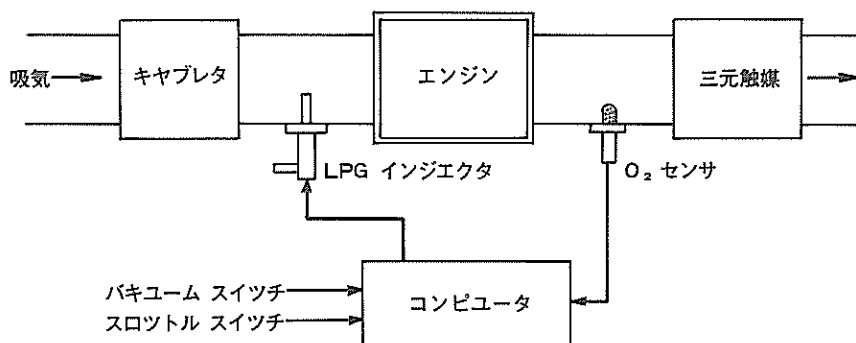
三元触媒が最も良い浄化性能を発揮する空燃比に補償するシステムで、O₂センサからのフィードバック信号により補助燃料量を制御し、理論空燃比にしてCO、HC、NO_xを低減します。



空燃比補償装置配管図

J 0922

(1) 作 動



T 8095

O₂センサから得る空燃比が理論空燃比となるようにコンピュータで制御するもので、リーン側にある空燃比をLPGインジェクタからの燃料増量により補正します。燃料増量の調整はLPGインジェクタへの通電時間によって決定されます。このシステムはアイドリング時、減速時および高負荷時には作動しません。

M-U(LPG)エンジン —排出ガス浄化装置—

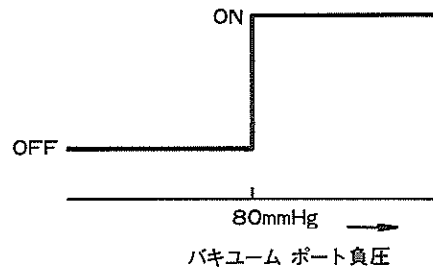
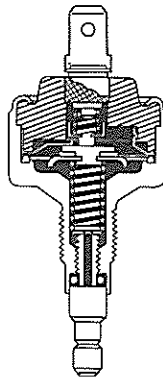
(2) 構成部品

① O₂センサ

エキゾースト マニホールドに取り付けられており、排気ガス中の酸素濃度(空燃比)を検出するためのセンサです。

② バキューム スイッチ

左フエンダ エブロン部に取り付けられており、LPGキャブレタのセンシングポート負圧によりコンピュータにON、OFF信号を送りコンピュータでそれを逆転させています。

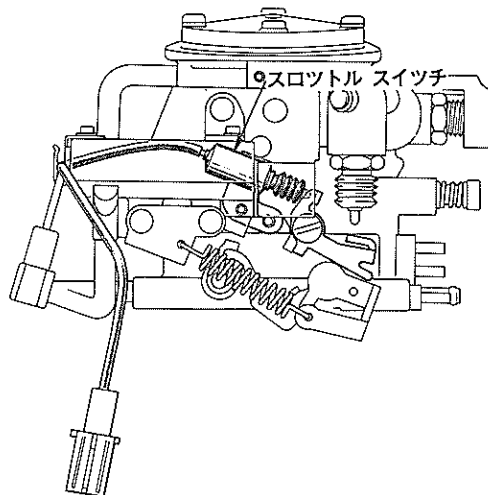


バキューム スイッチ断面図 T 5244

バキューム スイッチ特性図 T 5243

③ スロットル スイッチ

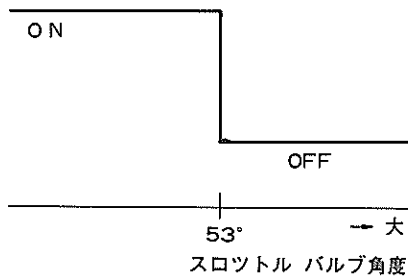
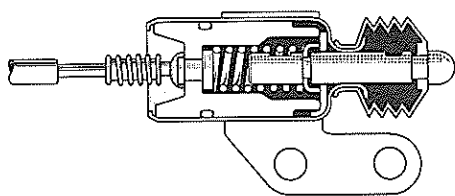
キャブレタに取り付けられておりスロットル バルブ開度を検知してコンピュータにON、OFF信号を送ります。



スロットル スイッチ位置図

T 8137

M-U(LPG)エンジン 一排出ガス浄化装置一



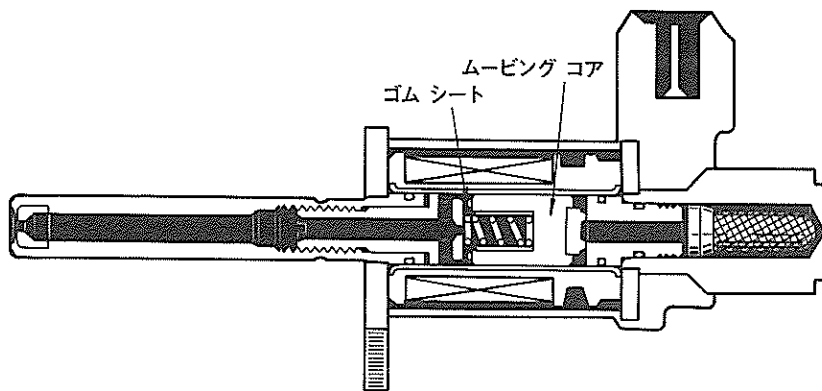
スロットル スイッチ断面図 J0923

スロットル スイッチ特性図 J0924

④ LPGインジェクタ

LPGインジェクタはEFI用コールド スタート インジェクタをもとに燃料および使用条件の違いによる改良を加えたものです。

特にバルブの開閉する頻度が多いためムービング コア端部にゴムを使用し、金属音を低減しています。



LPGインジェクタ断面図

T8138

M-U(LPG)エンジン —電気系統—

3. 電気系統

① イグナイタ

点火装置は21R-Uエンジンと同様、定電流、閉角度制御付フルトランジスタ式を採用し、点火性能を向上しました。

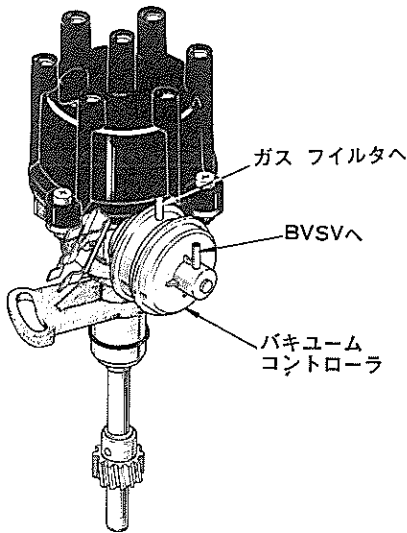
② 点火プラグ

点火プラグを希薄混合域でも十分点火するように下記のように変更しました。

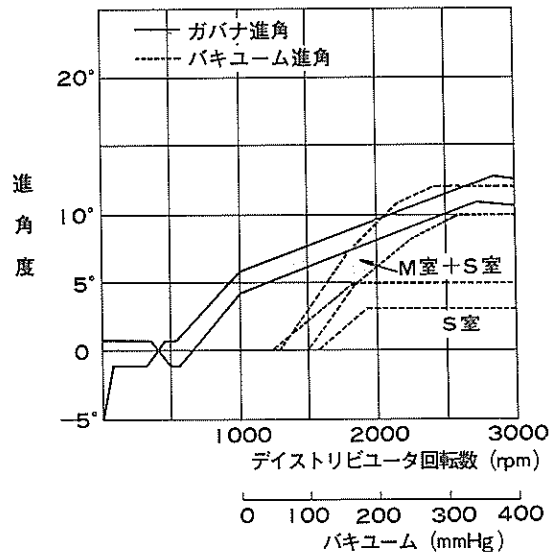
メーカー	新	旧
デンソー	W20EXR-U	W20EPR
NGK	BPR6EY	BPR6ES

③ デイストリビュータ

デイストリビュータは進角特性を変更しました。



デイストリビュータ J0925

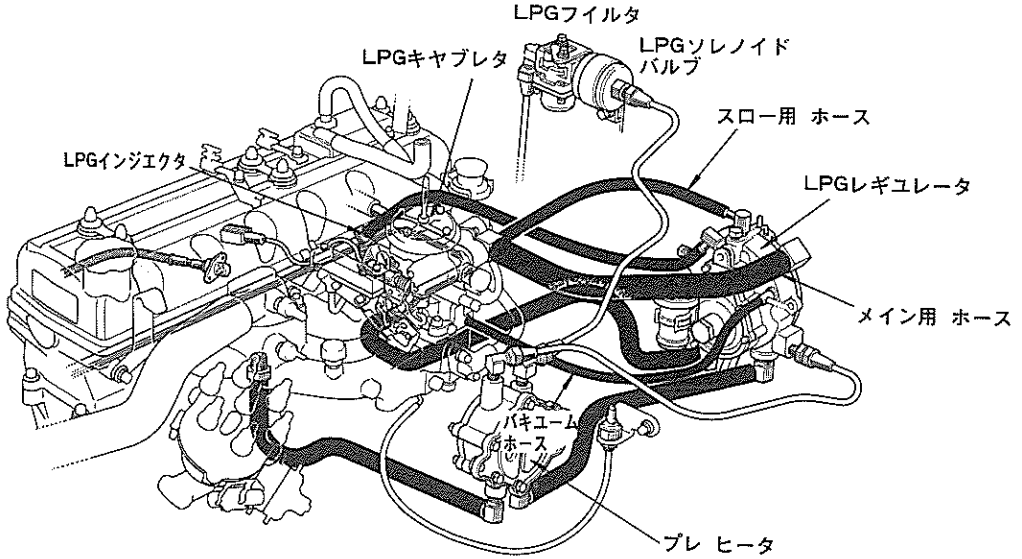


進角特性図 T 8139

M-U(LPG)エンジン —LPG装置—

4. LPG 装置

53年システムでは特に寒冷地における高負荷走行時での燃料供給の応答性を十分にするためプレヒータを設け、LPGレギュレータに入る燃料の気化を促進させています。

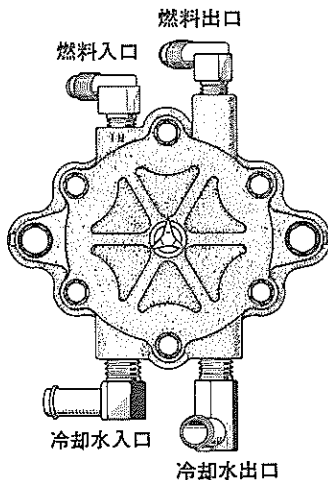


LPG装置配管図

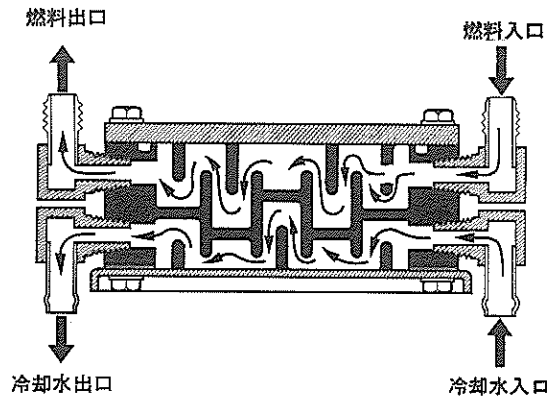
J0926

(1) プレヒータ

LPGレギュレータへの高圧配管の途中に取り付けられ燃料の減圧、気化を行ないLPGレギュレータでの減圧、気化作用が効果的に行なわれるようにしています。本体を境にして表側に燃料、裏側にエンジン冷却水を通してあります。



プレヒータ外観図 J0927



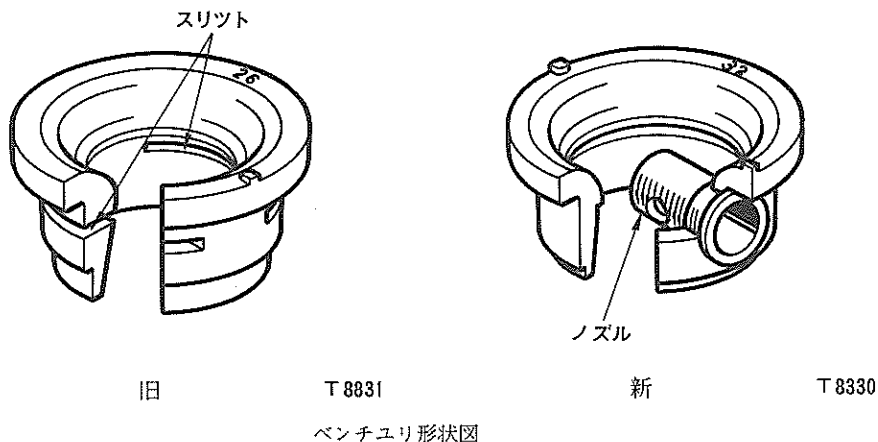
プレヒータ断面図 J1030

M-U (LPG) エンジン —LPG装置—

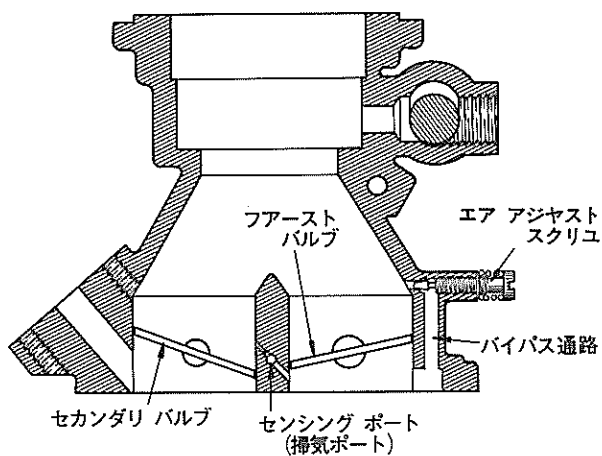
(2) LPGキャブレタ

排出ガス浄化装置の変更にともないLPGキャブレタを変更しました。

- ① ベンチュリ径を26φから32φに変更して形状もスリット方式からノズル方式に変更して燃料の供給性能の向上をはかりました。



- ② メイン燃料と合流する部分のスロー燃料通路を絞り、低速走行時の空燃比変化を少なくして運転性の向上をはかりました。
- ③ ファースト側にアイドリング時の混合気通路としてバイパス通路を設けアイドリングの安定性を向上するとともにアイドリング調整をさらに容易にしました。
- ④ センシングポートに掃気ポートを採用しファースト スロットルバルブが閉じた状態でもセカンダリ側から大気が流入し、カーボンが付着するのを防止しました。



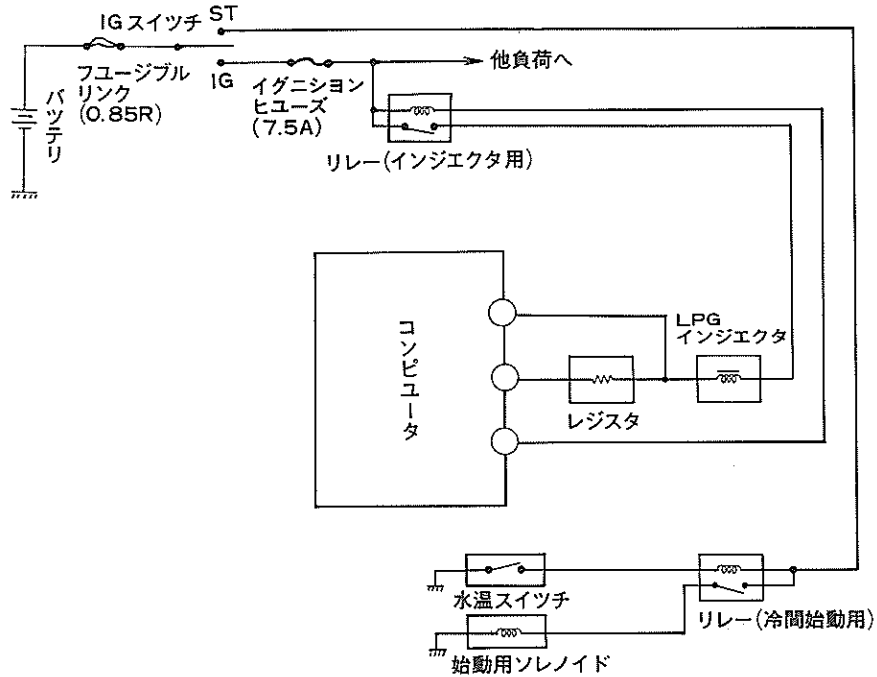
バイパス通路と掃気ポート

T 8142

M-U(LPG)エンジン —LPG装置—

- ⑤ 始動用ソレノイドバルブ(LPGキャブレタ側)の回路変更, 始動ポートの最適適合およびホットアイドルコンペンセータ(HIC)をキャブレタに取り付けることにより低温および高温時のエンジン始動性の向上をはかりました。

始動用ソレノイドバルブ回路



始動用ソレノイドバルブ回路図

T 8332

作 動

- ① 冷却水温 50°C 以下の時

エンジン冷却水温が 50°C 以下の時は水温スイッチがONになり従来と同じくIGスイッチをSTART位置にすると始動用ソレノイドが作動します。

- ② 冷却水温 50°C 以上の時

エンジン冷却水温が 50°C 以上の時は水温スイッチがOFFになるためIGスイッチをSTART位置にしても始動用ソレノイドは作動しません。

これにより温間始動時での空燃比がリッチになるのを防ぎ始動性が良くなります。

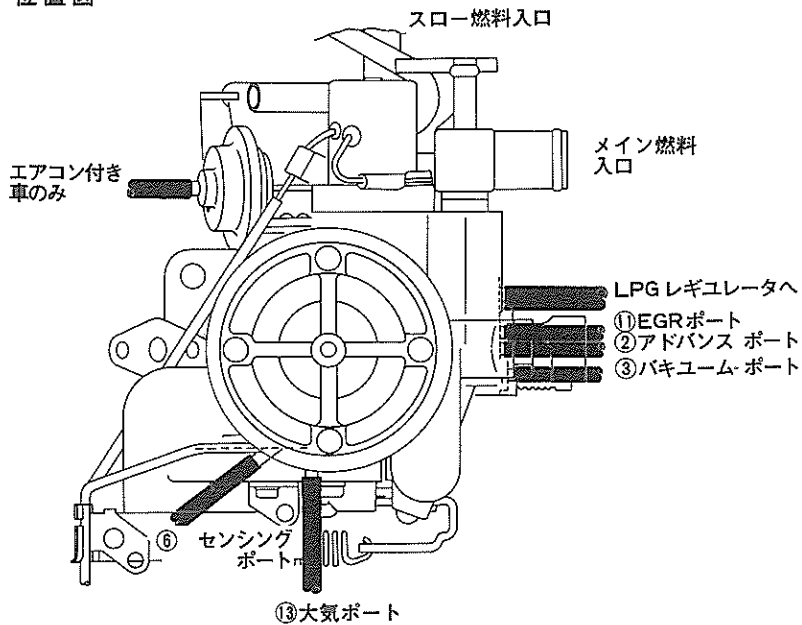
M-U(LPG)エンジン —LPG装置—

キャブレタ仕様

項 目		仕 様	
		51年	53年
ベ ン チ ュ リ 径(mm)		26	32(ノズル付き)
始 動 ポ ー ト 径(mm)		3.0	3.6
ア ド バ ン ス ポ ー ト 径(mm)		1.2	1.4
イ ジ エ ク タ ポ ー ト 径(mm)		4.0	1.8
パ ワ ー 系 統	ジ エ ッ ト 径(mm)	3.0	4.8
	タ ツ チ 角 度(度)	54	57
ス ロ ッ ト ル バ ル ブ	フ ァ ー ス ト	9	12
	セ カ ン ダ リ	20	←
ア イ ド リ ン グ 角 度(度)		13.5	15
セ コ . タ ツ チ 角 度(度)		57	62
H I C ポ ー ト(mm)		2.0	2.4
H I C 作 動 温 度(℃)		60~90	←
ス ロ ッ ト ル ス イ ッ チ タ ツ チ 角 度(度)		—	65

(注) バルブ角度はいずれも水平面からの角度を示す。

ポ ー ト 位 置 図



キャブレタ ポート位置図

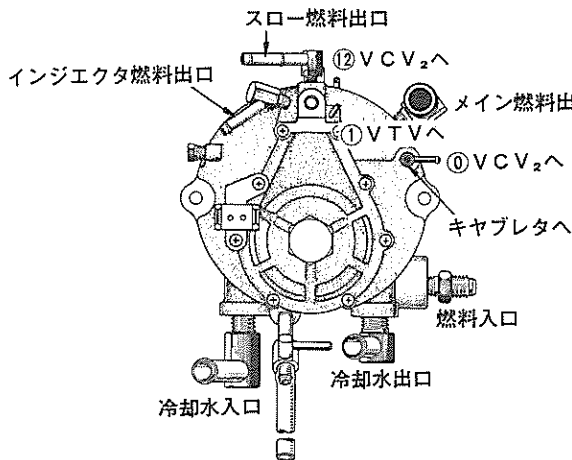
T 8141

M-U(LPG)エンジン —LPG装置—

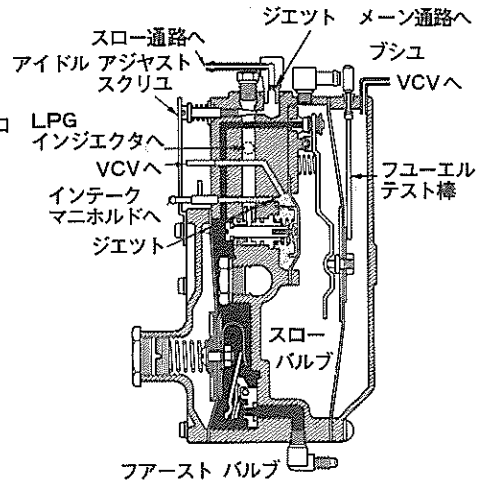
(3) LPGレギュレータ

排出ガス浄化装置の変更にともない、LPGレギュレータを変更しました。

- ① 空燃比補償装置用LPGインジェクタの燃料取り出し口をスロー ロック バルブ 出口に新設しました。
- ② 燃料カット装置用として2次調圧室にバキューム ポートを新設するとともにバキューム ロック室を廃止しました。
また、作動の応答性をよくするためスロー ロック ダイアフラム室の容積を減らすとともにバキューム ポートにジェットを取り付けました。
- ③ スロー通路の最大流量を規制するためユニオンにジェットを取り付けました。
これにより、アイドル アジャスト スクリュにリミッタ プレートを取り付けました。
- ④ ファースト バルブのバルブ形状を変更するとともに、バルブ シート径を変更(3.2φ~5φ)して流入量を増加しました。
- ⑤ 2次調圧室のフューエル テスト棒取り付け孔にブシュを取り付け、防水性を向上しました。



LPGレギュレータ外観図 T8144



LPGレギュレータ断面図 T4970

LPGレギュレータ仕様

項 目	仕 様	
	51年	53年
1 次 調 整 圧 力 (kg/cm ²)	0.33	←
1 次 シ ー ト 径 (mm)	3.2	5.0
2 次 シ ー ト 径 (mm)	6	←
スロー ロック 作動圧力 (mmHg)	25~30	←