

高出力エンジン用低熱容量 4-2集合エキゾーストマニホールドの開発

Development of the 4-into-2 Low Heat Capacity Exhaust Manifold for High Power Engine

橋 本 宏* 石 井 和 夫* 三 部 敏 宏*
Hiroshi HASHIMOTO Kazuo ISHII Toshihiro MIBE

要 旨

近年、地球環境問題の深刻化に伴い、世界中で自動車の排出ガス中の汚染物質(以下、エミッション)低減と燃費向上に対する法規が施行あるいは提案されている。こうした中、今回、燃焼、空燃比制御の改善や、触媒コンバータの性能向上と合わせて、エキゾーストマニホールド、エキゾーストパイプなどの排気系を改良することで、従来エンジンの有する高出力を維持しつつ、エミッション低減を図ったエンジンを開発した。特に排気干渉の面で出力的に有利な4-2集合エキゾーストマニホールドの低熱容量化技術の寄与は大きく、本技術により触媒コンバータ入り口の排気温度を上昇させ、活性化時間短縮を図り、更に出力的に有利な触媒コンバータの床下配置を可能とした。

このように高出力とエミッション低減(欧州地区のEU2000規制クリア)の両立という高い目標を、薄板インナ部を有する二重構造と、インナ部とアウト部に生ずる熱伸び差を吸収する目的で二箇所配されたスライド構造を特徴とする、低熱容量4-2集合エキゾーストマニホールドというオリジナルな技術を織り込んで達成した。

ABSTRACT

Earth environmental problems cause regulations to enforce or propose emission reduction and fuel economy improvement in many countries. Under such conditions, authors developed a new engine for reducing emission and maintaining high power output by improving the exhaust system as well as the combustion, A/F control and the catalytic converter.

The exhaust system comprises the 4-into-2 exhaust manifold of low heat capacity, which is preferable to high power engine due to exhaust pulsation, shortens the time necessary to activate the catalytic converter and can make the catalytic converter to be installed under floor.

Developed exhaust manifold is characterized by a double wall structure with an inner thin wall and a slide structure for absorbing heat expansion difference between both walls.

1. はじめに

近年、地球環境問題の深刻化に伴い、自動車の排出ガス中の汚染物質低減(以下、エミッション低減)と燃費向上の要求がますます高まっている。その結果、米国においてはLEV's(Low Emission Vehicle)規制、LEV-II規制やCAFE(Corporate Average Fuel Economy)規制が、また欧州においてはEU2000規制、EU2005規制やCO₂排出量(1 km当たり140gの排出量)規制などの法規が施行あるいは提案されている。ホンダはこれらの要求に呼応すべく'98モデルの米国向けアコードでULEV(Ultra Low Emission Vehicle)を商品化¹⁾し、更にホンダ独自のZLEV(Zero Level Emission Vehicle)システム²⁾の実用化に見通しをつけた。

こうした情勢の下で、自動車技術は不可欠な商品魅力の一つであるエンジンの出力性能を犠牲にすることなく、前述の要求を満足させる道を模索しており、今回、出力とエ

ミッションを両立させたエンジンを開発し、'99モデルの欧州向けアコード(EU2000仕様)および米国向けシビック(LEV仕様)に搭載した。これらのエンジンには、燃焼、空燃比制御の改善や、触媒コンバータの性能向上と合わせて、エキゾーストマニホールド、エキゾーストマニホールド出口～触媒コンバータ入り口間のエキゾーストパイプ(以下、ダウンパイプ)などの排気系における改良技術が盛り込まれている。本稿では、これら一連の開発技術のうち、低熱容量4-2集合エキゾーストマニホールドについて、欧州向けアコードの2.2リットルDOHC VTEC(可変バルブタイミング・リフト機構)エンジン搭載仕様を例に報告する。

2. 開発の狙い

エンジンの冷間始動時には、触媒コンバータは活性化温度に達していないために浄化性能が低く、エミッション排

出力は大きい。特にエミッション中の炭化水素(以下、HC)割合は、触媒コンバータが活性化する途上の数十秒間において顕著である。エンジンの暖機が進み、触媒コンバータが排気で加熱され活性化温度に達すると高い浄化率を示す。このことから、エミッション低減技術は、触媒コンバータの活性化に要する時間短縮と触媒が活性化した状態での浄化率向上の二つに分けられる。このうち後者については著しい進化があり、現在では活性化温度に達していれば非常に高い浄化効率を得ることができるので、最近のエミッション低減技術として、前者が非常に重要な位置を占めてきている。

触媒コンバータの活性化時間短縮方法としては、触媒コンバータの活性化温度の低下、電熱による触媒コンバータの加熱³⁾⁴⁾、エンジン始動直後に触媒コンバータに流入する排気の温度低下の抑制などがある。これらの三案のうち、活性化温度の低下は難度が高く、今のところ研究段階である。二番目の触媒コンバータの電気加熱は新たなディバイスを必要とすることからシステムの複雑化を招くなどの問題が潜在する。したがって本開発では、三番目の排気温度低下を抑制する案を採った。

一般に、エンジン始動直後に触媒コンバータに流入する排気の温度低下は、触媒コンバータまでの距離と触媒コンバータ上流の排気系部品の熱容量で決まってくる。したがって改善策としては、前者についてはエキゾーストマニホールドに触媒コンバータを直接配し(以下、直下配置)、ダウンパイプを省略する方法が、また後者についてはエキゾーストマニホールドやダウンパイプの低熱容量化という方法が知られている。

本開発ではエミッション低減を図りつつエンジン出力を維持する、ことを目標としている。この観点に立ち触媒コンバータの直下配置を検討すると、出力の低下を誘発する背圧の増加という困難な問題が潜在しており、本開発の目標と相反することになる。したがって触媒コンバータの配置は直下ではなく床下とした。また同じ観点から、排気の集合方法は、排気干渉の面で出力的に有利な4-2集合とした。一般的に4-2集合は4-1集合に比べて、エキゾーストマニホールドの重量が大きくなることやダウンパイプが二本になることから、熱容量的には不利になる。これにより必然的にエキゾーストマニホールドなどの低熱容量化が主たる開発課題となった。なおダウンパイプも同様の手法で低熱容量化している。また4-1集合の低熱容量エキゾーストマニホールドは前述の'98モデルの米国向けアコード⁵⁾に装着されていることを付記しておく。

3. 構造

通常、自動車用エンジンのエキゾーストマニホールドは、鋳造で成形されるが、最近になってステンレス鋼製の

パイプやプレスで成形した部品を組み合わせた構造(以下、ファブリケート(Fabricate)構造)のものも増えてきている。ファブリケート構造のエキゾーストマニホールドは鋳造エキゾーストマニホールドに比べて重量が小さく、したがって熱容量も小さいので、本開発ではファブリケート構造を採用した。

この構造の場合、管壁が薄いため排気熱の大気への放熱量が大きく、本開発のように触媒コンバータを床下配置とした場合、排気の温度低下量が大きくなるので改善が必要となる。

今回開発したエキゾーストマニホールドの構造をFig.1に示す。インナ部とアウト部を有するファブリケート二重構造を採っている。排気通路はインナチューブとインナチャンバで構成されており、断熱のため空気層を介してアウト部で包まれている。直接排気に接するインナ部は、熱容量をできるだけ小さくするために板厚は0.6mmとしている。したがってインナ部だけでは必要な強度と剛性を得ることができないため、強度を受け持つ構造体としてアウト部が設けられている。

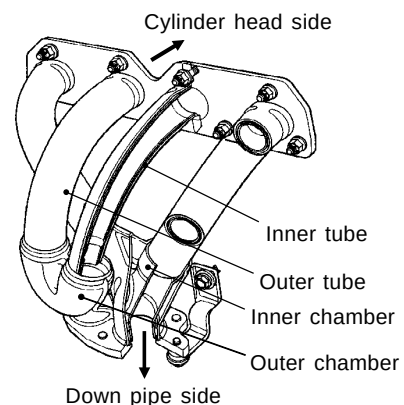


Fig.1 Cutaway of the developed exhaust manifold

インナ部とアウト部の間はFig.2に示すようにスライド構造としている。インナ部は前述したように熱容量が小さいため、エンジン始動後、短時間で排気温度と同程度となる。しかしアウト部は空気層を介在させていることから、その温度上昇は緩慢となる。そのためインナ部とアウト部で熱膨張量(以下、熱伸び)に差が生じ、特にエンジン始動直後はこの差が大きい。したがって、インナ部とアウト部の熱伸び差を吸収する構造を具備しない限り、インナ部は薄板構造であることから変形や、甚だしい場合は破壊に至る。このインナ部の熱伸びを吸収するため、インナチューブとアウトチューブとの間およびインナチャンバとアウトチャンバとの間に各々独立したスライドを可能とする構造を設けた。

インナチューブは、固定端はシリンダヘッド側フランジに溶接されており、自由端は拡張されてアウトチューブと接触して支持されつつ熱伸縮をする。インナチャンバの固

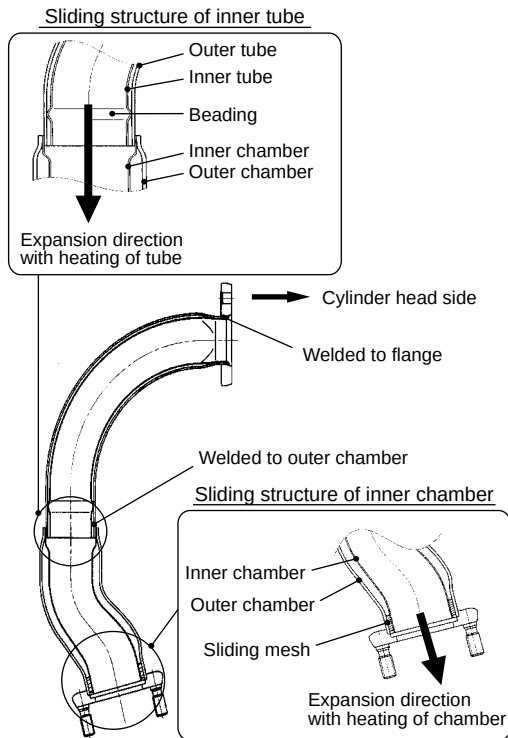


Fig.2 Sliding structure of inner section

定端はアウトチャンバに溶接され、自由端はスライドメッシュを介してアウトチャンバに支持され、熱伸縮をする。

アウト部はアウトチューブとアウトチャンバとに分割され、アウトチューブの上端はシリンダヘッド側フランジに、下端はアウトチャンバに溶接され、アウトチャンバは上端をアウトチューブに、下端はダウンパイプ側フランジに溶接されることにより、強度を受け持つ構造体を形成している。Table 1に、各部の材料および板厚を示す。

Table 1 Material for principal parts

Part	Material	Thickness
Inner tube	JIS SUS430J1L	0.6mm
Inner chamber	JIS SUS444	0.6mm
Outer tube	JIS SUS430J1L	1.5mm
Outer chamber	JIS SUS430J1L	2.0mm

4. 熱伸び吸収構造

本エキゾーストマニホールドはインナの板厚を薄くすることによる熱容量低減と二重構造による伝熱抑制の両効果から、インナは排気温度と同等温度まで上昇すると考えられる。したがって、通常の一重構造エキゾーストマニホールドよりもインナに発生する熱伸びと、これに伴う熱応力は大きいと考えられ、これらにより引き起こされる機能障害を防止することが重要である。本開発では初めに構造解析を行い基本的構造を設定した。次に各部の詳細仕様を要素機能の解析により設定した。

4. 1. 構造解析

熱伸びによりアウトチューブとインナチューブの隙間(以下、エアギャップ)以上の変位を生じると、アウトチューブとインナチューブとが接触し、所期の目的である二重構造による断熱効果とインナの低熱容量化が損なわれることになる。そこで、両チューブの熱伸びに伴う変位量を解析し、最適なチューブ取り回し形状を求めた。解析に際しては、チューブの曲げ半径とスライド部の位置を変化させ、高温時のインナチューブ変位量を有限要素法によりシミュレートした。Fig.3に解析モデルとパラメータを示す。

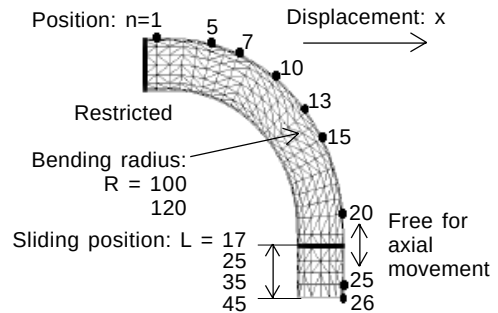


Fig.3 Model to analyze displacement of inner tube with heating

設定温度条件は、エンジン始動直後をシミュレートした例としてインナチューブを820℃、アウトチューブを20℃とした条件と、エンジン定常運転時をシミュレートした例としてインナチューブを820℃、アウトチューブを620℃とした例で解析した。エンジン始動直後の結果をFig.4に、エンジン定常運転時の結果をFig.5に示す。解析の結果、インナ

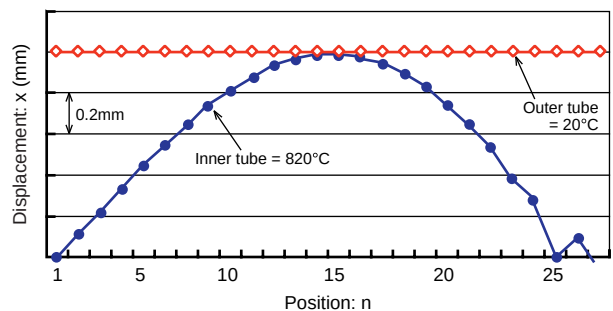


Fig.4 Calculated displacement of tubes in a supposed case of directly after engine starting

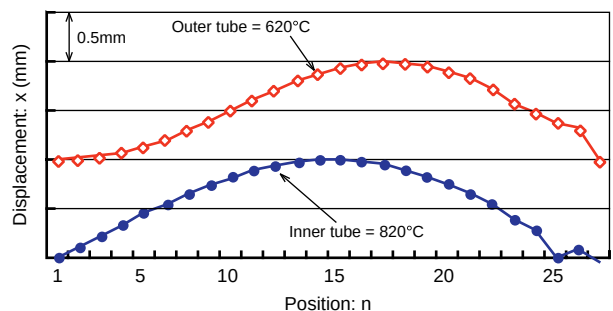


Fig.5 Calculated displacement of tubes in a supposed case of engine running constantly

チューブとアウトチューブの相対変位によりエアギャップが最も小さくなるのは、エンジン始動直後ではFig.3に示すNo.13の位置であり、エンジン定常運転時ではNo.7の位置である。

以上の熱変位から、チューブ曲げ半径とスライド位置が最大相対変位に及ぼす影響について、Fig.6にエンジン始動直後の例を、Fig.7にエンジン定常運転時の例を示す。ここで負の値はエアギャップが減少することを示す。これらの結果から、エアギャップはエンジン始動直後、エンジン定常時ともに減少するが、その量はエンジン始動直後のほうが大きい。このことからエンジン始動直後の相対変位量により、設定する最小エアギャップが決まることになる。図より、曲げ半径が100mmの場合と120mmの場合は相対変位が0.08mm異なり、エアギャップの減少を防止するには曲げ半径120mmとすることが望ましく、本開発でも120mmとした。一方スライド位置は固定端に近い方が有利となるが、曲げ部にかかると生産時の成形方法や成形品質管理などが困難になることから本開発においてはLを25mmに設定した。

以上の結果から、インナチューブとアウトチューブの相対変位は、エンジン始動直後を想定した最悪の条件下（インナチューブ：820℃、アウトチューブ：20℃）であっても、-0.986mmでありエアギャップの最小値を1mm確保すればインナチューブとアウトチューブの接触を回避できると判断した。

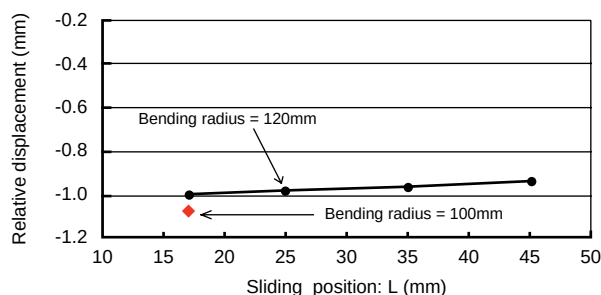


Fig.6 Relative displacement of inner tube to outer tube directly after engine starting

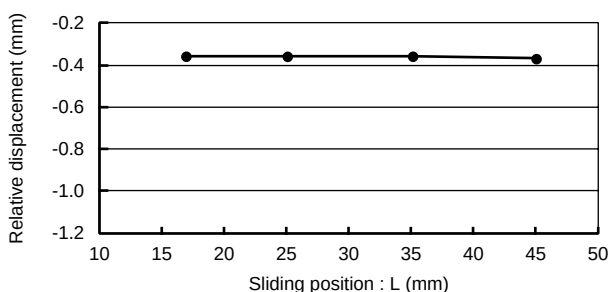


Fig.7 Relative displacement of inner tube to outer tube in a supposed case of engine running constantly

4.2. スライド構造

4.2.1. スライド構造の考え方

スライド構造は、下記の要求を満たす必要がある。

- ①低強度のインナ部をアウト部に支持させるため接触させ、この状態で伸縮を可能とする。
- ②伝熱を抑制する観点から、接触面積を最小限にし、更にアウト部とインナ部間のエアギャップを維持するために、アウト部に対してインナ部を常に適切な位置に保持する。

一般に二重構造排気系のスライド構造を形成する方法としてはスライドメッシュなどを介在させてスライド構造とする方法(以下、スライドメッシュ方式)と、アウト部とインナ部とを直接接触させてスライド構造とする方法(以下、接触方式)とがある。スライドメッシュ方式は保持力、スライド特性が安定する反面、構造が複雑となる。一方、接触方式は構造が単純であるが、スライド特性の管理がやや難しいという特徴を有する。

チューブのスライド部は、二重管構造なので形状が単純で接触部の成形における寸法管理が比較的容易であり、製造時のスライド特性を安定的に管理できる。

一方、チャンバはプレス成形した部品を溶接することによって形成しているため、スライド特性の管理が難しいことから、チャンバの下流部のスライド構造はスライドメッシュ方式とすることで製造上の管理を容易にしている。

4.2.2. スライド荷重の設定

本項では二重管のスライド構造として接触方式を採用にあたり、耐振性の観点からの保持形状の検討およびスライド荷重の管理方法などについて検討した結果を述べる。

接触方式においては、インナチューブの熱伸縮を阻害しないスライド荷重を設定することが重要である。そこで、本開発においては締め代を管理項目とし、スライド荷重を管理することを検討した。Fig.8に締め代とスライド荷重の関係を示す。図に示すように、締め代とスライド荷重はよい相関を示し、締め代を管理することでスライド荷重の管理が可能である。ここで管理すべきスライド荷重の上限は、エキゾーストマニホールドの耐久試験によって締め代とインナチューブの変形発生の実績より1.2kNをスライド荷重の許容値とし、そこから締め代許容値の0.43mmを求めた。量産工程における可能締め代管理幅は0.1mm以下であるため、スライド荷重の上限値以下に管理することが可能である。

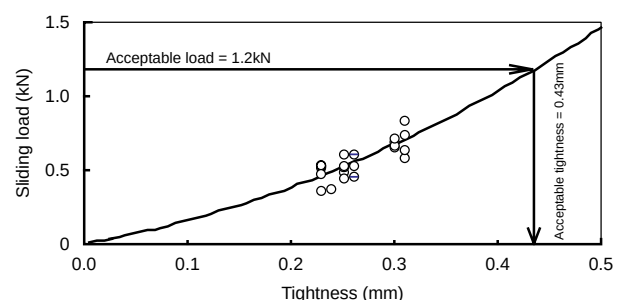


Fig.8 Relation between sliding load and initial tightness

5. 材料選定と生産技術

5. 1. 材料

各部位の適用材料は線膨張係数が小さいことからフェライト系ステンレス鋼の採用を前提に開発を進めた。材料仕様は、プロトタイプのエキゾーストマニホールドにおいてエンジンを使用して各部の温度を測定し、その温度をもとに材料仕様を設定した。

インナチューブの最高温度は約820℃である。この部分はスライドを許容した構造を採用することにより過大な応力は発生しない。したがって、耐酸化性を満足することが重要であり、この観点からSUS430J1Lを適用している。またインナチャンバの最高温度は約780℃である。この部分はスライドを許容した構造を適用しているが、形状が複雑であり、局所的な応力が発生することが考えられるため、高温強度の高いフェライト系ステンレス鋼であるNb系のSUS444を採用した。

アウト部の最高温度は約620℃で、温度的にはSUS409Lであっても強度、耐酸化性ともに問題ないが、本開発においてはエキゾーストマニホールドカバーを廃止することを目指したため、外観錆を極力低減するために耐赤錆性に優れたSUS430J1Lを採用した。

5. 2. 生産技術

本エキゾーストマニホールドにおける、特徴的な生産技術について述べる。

5. 2. 1. 二重管の成形技術

本エキゾーストマニホールドで特徴的な構造の一つは、高出力を実現するためのロングポート大口径二重管を適用している点である。インナチューブの口径を大きくし、かつインナチューブの外径は設計上の制約を満足するために、アウトチューブとインナチューブ間のエアギャップを必要最小限とし、安定的に管理することが生産技術上の課題である。この成形についてはショット充填によるロールベンドを適用している。Fig.9にショット充填量とインナチューブのしわ高さの関係を示す。ショット充填量を7.2g/cm³以上にする事でインナチューブのしわ高さ目標値

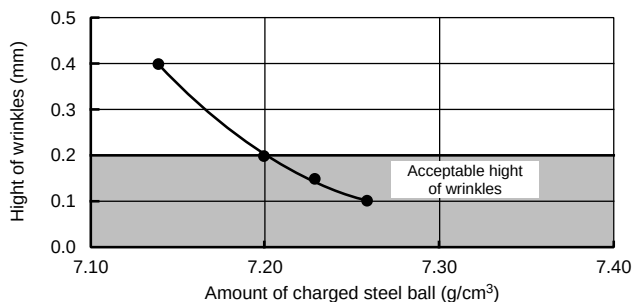


Fig.9 Relation between wrinkles of inner tube and charged steel ball

0.2mm以下を満足する。この条件にてアウトチューブとインナチューブ間のエアギャップ測定結果をFig.10に示す。このようにショット充填重量の管理によりエアギャップを1mm以上確保することが可能である。

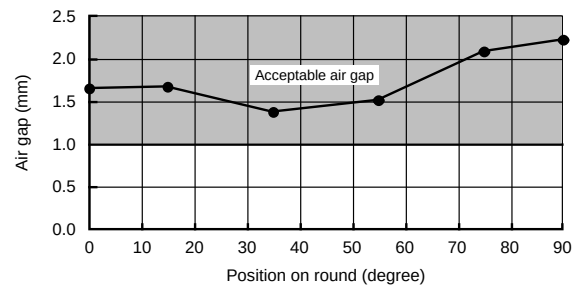


Fig.10 Air gap between inner tube and outer tube after bending

5. 2. 2. 薄板溶接技術

本エキゾーストマニホールドのインナチャンバは板厚0.6mmのステンレス鋼プレス部品で構成されており、これらを溶接にて接合している。このような薄板の溶接において問題となるのは溶接時の穴明きと溶接ビード近傍のアンダカットである。エキゾーストマニホールドの溶接には生産性の観点から一般的にはMIG(Metal inert gas)溶接またはMAG(Metal active gas)溶接が用いられている。しかし、これらの電極消耗型溶接は溶接金属の移行に伴う母材へのアタックが強く、穴明きやアンダカットが発生しやすい傾向にある。一方、TIG(Tungsten inert gas)溶接は溶接スピードが遅いために生産性で劣るが、アークのアタックが弱く、薄板の溶接に適する。この様な理由から、本エキゾーストマニホールドにはTIG溶接を用いることとした。またプレス部品を溶接するためには溶接時のギャップを埋めることが必要であるためフィラワイヤを採用している。

TIG溶接を用いる上での課題は、溶接スピードが遅いこととともに入熱が大きく、ワークの変形が発生しやすいことがある。この点に関しては溶接時のジグによる拘束点数を増やすことで、ワークの変形を最小限に抑えている。

6. 耐久信頼性

耐久信頼性の評価に当たって、先ず振動試験による二次振動と共振の確認を行った。その後、耐久信頼性を実証するための台上、実車の各濃縮耐久試験を実施した。

6. 1. 二次振動と共振

L4エンジン用エキゾーストマニホールドでは、常用回転速度域で二次の振動が共振すると甚だしい場合破壊に到ることが経験的に得られている。本エキゾーストマニホールドは薄板で形成したインナチューブの下端をアウトチューブに接触支持させている構造であるので、共振による破壊を防止することが耐久信頼性上の重要な課題となる。

本開発では、ファイアリング状態でインナチューブの加速度を測定することが困難であるため、下記の手法で推定を行った。なお、測定はオーバハング量が大きいため、振動加速度が大きいと考えられるNo.2ポートチューブで行った。加速度センサの取付け部位をFig.11に示す。

- ①ファイアリング状態でアウトチューブの加速度を測定する。
- ②モータリング状態でアウトチューブの加速度を測定し二次の振動についてファイアリング状態との相関を求める。
- ③モータリング状態でインナチューブの加速度を測定して二次の振動についてアウトチューブの振動との相関を求め、ファイアリング時のインナチューブの振動レベルを推定する。

ファイアリングとモータリングでのアウトチューブにおける二次の振動測定結果をFig.12に示す。7200rpmまでの常用回転速度域では、二次の振動が急激に立ち上がることはなく、したがって常用回転速度域での共振は無いと判断した。また、ファイアリングとモータリングにおけるアウトチューブの二次の振動特性は同等であり、モータリングによる評価が可能と判断した。

次にモータリングでのアウトチューブとインナチューブにおける二次の振動測定結果をFig.13に示す。アウトチューブとインナチューブの二次の振動特性は同等であり、したがってインナチューブの常用回転速度域での共振は無いと判断した。これによりアウトチューブによるインナチューブの支持が確認された。

なお、インナチューブ拡張部の摩耗等でアウトチューブによるインナチューブの支持状態が変化するため、台上、実車の両耐久試験で最終的な確認を実施している。

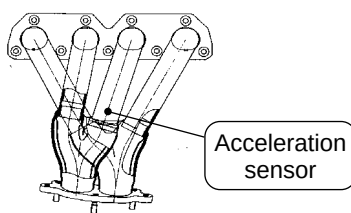


Fig.11 Measurement part of acceleration

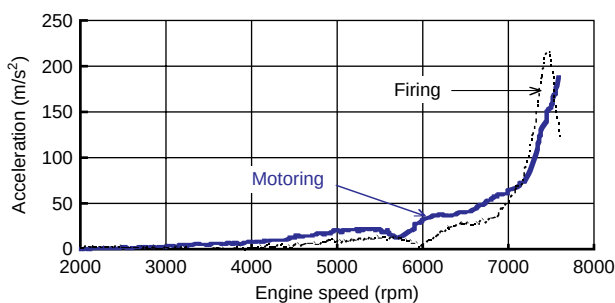


Fig.12 Comparison of second order acceleration for firing and motoring at outer tube

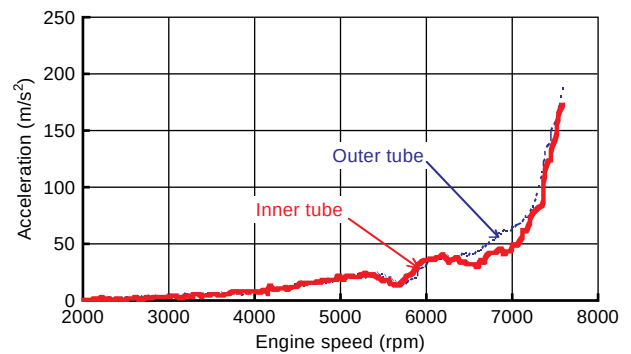


Fig.13 Comparison of second order acceleration for inner tube and outer tube on motoring

6. 2. インナ部の酸化による板厚減少

酸化による板厚減少を評価するために、実車耐久試験を実施した。その結果をFig.14に示す。これらの試験で板厚減少は走行距離に対して比例せず、走行距離が増しても約0.09mm程度で飽和する。これは酸化によってバリヤ被膜が生成し、ステンレス鋼が放物線則酸化挙動を示すことに起因すると考えられる。このような特性から、走行距離15万kmを考慮しても、酸化による板厚減少は0.09mm程度であるため車両寿命を十分に保証可能と判断した。

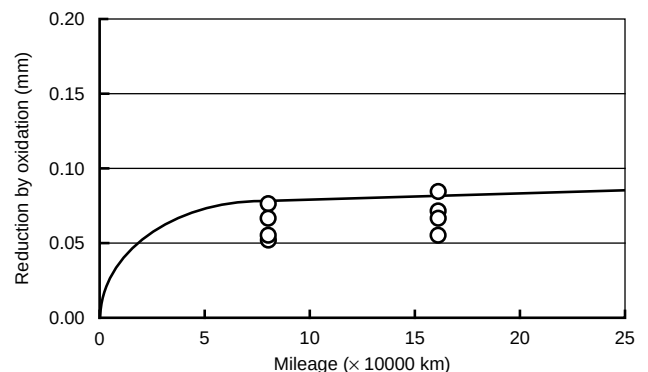


Fig.14 Reduction in sheet thickness due to oxidation after severe condition endurance vehicle tests

6. 3. スライド部の摩耗

薄板のインナ部は、スライド構造を有しているため、耐久信頼性の上でスライドに起因する摩耗形態を把握することが重要である。特にインナチューブのスライド部は曝露する温度と熱伸び量が多いことから摩耗量も大きくなると予想されるので、Fig.15に示す部位で摩耗量の測定を実施した。Fig.16にスライド部の摩耗量を示す。走行距離が大きくなっても摩耗は進行せず、0.05mm程度で飽和状態となる。Fig.17にはヒートサイクルを考慮した過酷台上耐久試験における摩耗量を示す。ヒートサイクル数が大きくなっても摩耗は進行せず、0.08mm程度で飽和状態となる。なお供試したエキゾーストマニホールドのアウトチューブによるインナチューブの締め代設定値は公差の上限値とした。

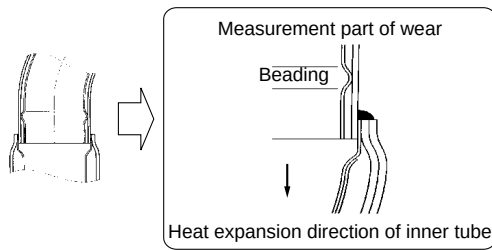


Fig.15 Sliding structure and wear amount measurement position

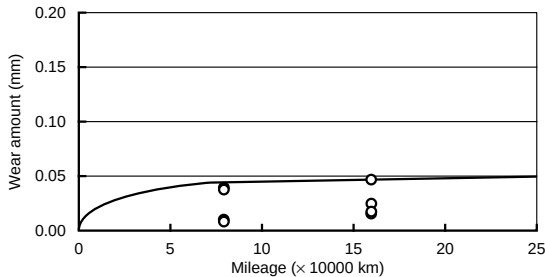


Fig.16 Inner tube beading wear amount during severe condition endurance vehicle tests

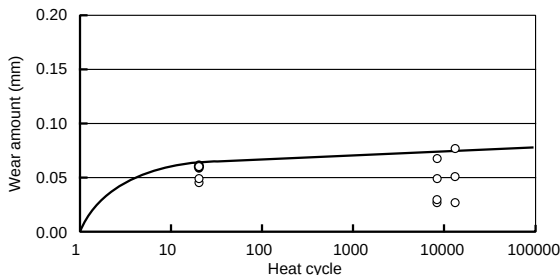


Fig.17 Inner tube beading wear amount during severe condition endurance bench tests

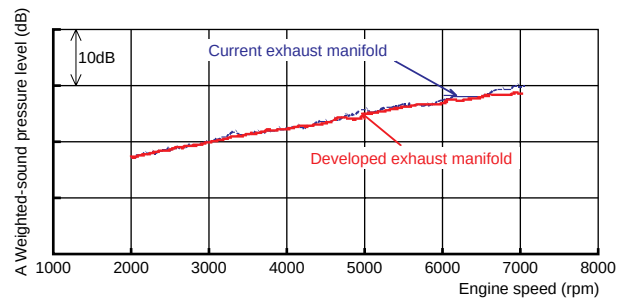
本結果を踏まえ、5万サイクルのヒートサイクルを考慮しても摩耗量は、0.08mm以下であると推定できる。

以上の実車および台上耐久試験結果を合わせて考慮すると、0.6mmの板厚でも充分な耐久信頼性を確保していると判断した。また6.2.で述べた酸化層の生成による板厚の減少と摩耗による板厚の減少は同一個所に生ずることは無い。

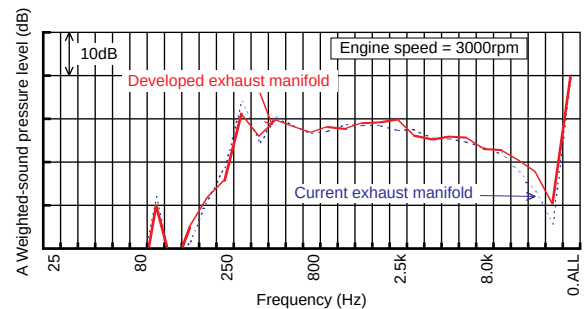
7. 音響放射

本エキゾーストマニホールドを採用した2.2リットルDOHC VTECエンジンの原型となったエンジンには、ステンレス鋼製のチューブを使用したファブリケートー重構造の4-2集合エキゾーストマニホールド(以下、従来品)が装着されている。今回開発したエキゾーストマニホールドの騒音レベルの目標を前述の従来品と同等レベルに設定して、特性の評価を実施した。Fig.18(a)に示すように各エンジン回転速度下での比較では、全領域で従来品と同等であり、またFig.18(b)に示すようにエンジン回転速度3000rpmにおける周波数比較でも同等であることが確認できた。

なお、従来品ではカバーを採用しているが、本エキゾーストマニホールドでは二重構造であるため採用していない。



(a) Dependence of overall sound pressure level from engine speed



(b) 1/3 Octave frequency characteristics

Fig.18 Comparison of sound pressure level for the developed exhaust manifold and current exhaust manifold

8. 本エキゾーストマニホールドの効果

Fig.19に、欧州地区のエミッションテストモードにおける本エキゾーストマニホールドと従来品との触媒コンバータの昇温特性の差を、Fig.20に始動時からのHCの累積算出量を示す。始動後徐々に触媒温度に差が現われ、活性温度付近(350℃)の到達時間で見ると20sec.程度短縮されている。

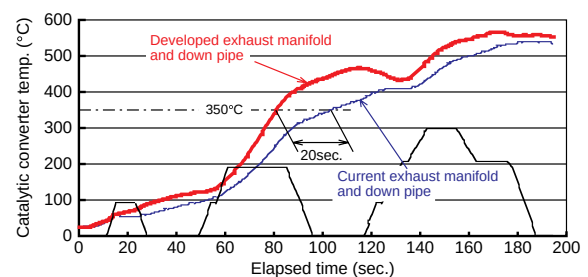


Fig.19 Catalytic converter heat-up time up to 350°C during European emission test mode (On urban driving cycle without extra idle)

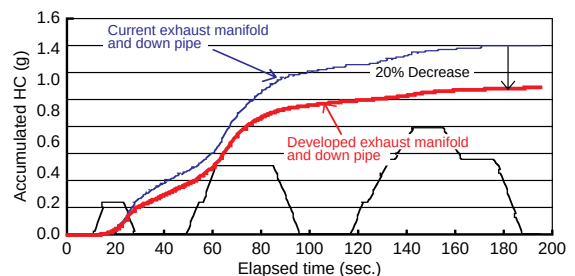
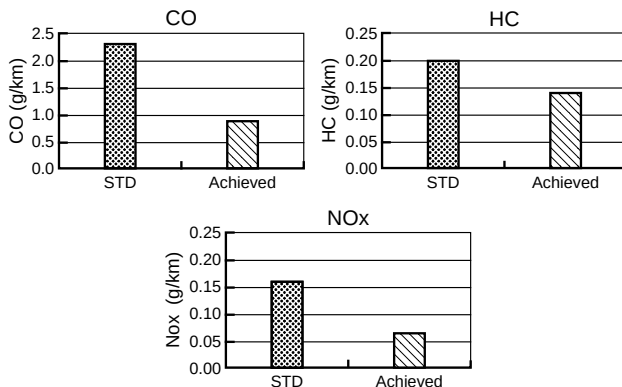


Fig.20 Accumulated HC emission with the same catalytic converter in European emission test mode (On urban driving cycle without extra idle)

触媒温度上昇に伴ないHCの浄化性能も向上し、始動から3山目終わりまででHCを20%程度低減している。

Fig.21に2.2リットルDOHC VTECエンジンに本エキゾーストマニホールドを適用した時の欧州EU2000規制に対するエミッション達成値を示す。床下触媒コンバータのレイアウトにて、エミッション三成分共、規制値を大きく下回っている。

Table 2に本エキゾーストマニホールドと従来品とを装着した場合の、新開発エンジンでの出力特性を示す。従来品と同等の出力特性を維持できている。



STD : Emission level of EU2000
Achieved : Emission level of a 80000km aged catalytic converter

Fig.21 Emission level of 2.2 liter DOHC VTEC engine with a 80000km aged catalytic converter

Table 2 Engine performance

	Developed exhaust manifold	Current exhaust manifold
Maximum power	156.0kW/7200rpm (212PS/7200rpm)	155.2kW/7200rpm (211PS/7200rpm)
Maximum torque	215.0N・m/6700rpm (21.9kgf・m/6700rpm)	215.0N・m/6700rpm (21.9kgf・m/6700rpm)

9. まとめ

新開発の42集合エキゾーストマニホールドにより触媒コンバータの床下配置を可能とし、ベースとなったエンジンの出力を維持しつつ、排出ガス規制をクリアすることができた。

- (1) インナ部の低熱容量化と、インナ部とアウト部に熱伝導率の低い空気層を介在させる構造の本開発品により、排気からアウト部(大気)への伝熱を抑え、触媒コンバータ入り口の排気温度を上昇させ、触媒コンバータの活性化時間短縮を図ることができた。
- (2) 本構造を採ることで、インナ部とアウト部に熱伸び差が生ずる。この熱伸び差を吸収するために二箇所スライド構造を具備し、更に各構成要素に対する最適

な材料設定、薄板構造を成立させるための製造技術の改良などにより、充分な耐久信頼性を確保した。

- (3) 本エキゾーストマニホールドにより、エンジン始動直後における触媒コンバータ入り口の排気温度を上昇させることができたため、触媒コンバータ、エンジンの燃焼および空燃比制御技術の改良と併せることで、床下配置触媒コンバータのみで、高出力の2.2リットルDOHC VTECエンジンで欧州地区のEU2000規制に適合することができた。

謝 辞

本開発では、本エキゾーストマニホールドの共同開発者である(株)ユタカ技研をはじめ関係各位より多大なご協力を戴きました。深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Kishi, N., et. al. : Development of the High Performance L-4 Engine ULEV System, SAE Paper, 980415 (1998)
- 2) 岸則行ほか：ガソリンエンジンの超低エミッション化技術, 自動車技術, Vol.52, No.9, p.11-17(1998)
- 3) Shimasaki, Y., et. al. : Study on Conformity Technology with ULEV Using EHC System, SAE Paper, 960342 (1996)
- 4) Shimasaki, Y., et. al. : Development of Extruded Electrical Heated Catalyst System for ULEV Standards, SAE Paper, 971031 (1997)
- 5) Kishi, N., et. al. : Development of the Ultra Low Heat Capacity Exhaust Manifold for ULEV, SAE Paper, 980937 (1998)

■ 著 者 ■



橋本 宏



石井 和夫



三部 敏 宏