

Readout

HORIBA Technical Reports

特集 自動車をはかる

January 1993 ■ No.6

メタノールエンジン最近の動向

Trends in Development of Methanol Engines

堀 政彦
Masahiko HORI

(Pages 17-21)

株式会社 堀場製作所

メタノールエンジン最近の動向

Trends in Development of Methanol Engines

堀 政彦*

Masahiko Hori

要旨

メタノールは常温で液体であり、自動車用石油代替燃料としては高いポテンシャルを有しているが、燃料系部品、材料に対する磨耗、腐食などがガソリン、軽油と比べて厳しく、実用化するためには、これらの問題を解決しなければならない。一方、メタノールは黒煙を発生しにくく、NO_xも半減することからディーゼルエンジン用低公害燃料として着目されているが、オットータイプエンジンと同様に低温始動時に人体に有害なホルムアルデヒドが排出される。そのため、メタノールエンジンを実用化するためには電気ヒーター付排気触媒などの開発が必要になる。また、三元触媒の採用によってすでに低公害化がすすんでいるガソリンエンジンと比べてオットータイプエンジン用メタノールは低公害燃料としてよりも、むしろ石油代替燃料として注目されている。

Abstract

Methanol is a liquid fuel and has a high potential as an alternative fuel. However, wear and corrosion on the engine components and materials used in the fuel systems and much more severe than that caused by conventional gasoline and diesel fuel. These problems have to be solved to practical use as an automotive fuel. The level of NO_x emitted from methanol diesel engine is about a half of conventional diesel engine, and particulate emission is zero level. Diesel type methanol engine, therefore, is considered as a candidate to diesel engine in urban area. On the other hand, the level of formaldehyde is higher at cold start conditions both otto and diesel type. Improvement technology such as exhaust catalyst with electrically heater has been developed to reduce formaldehyde and unburned methanol.

1. はじめに

欧米でメタノール自動車のフリート試験を開始して以来10年以上経過したが、メタノール自動車に対する社会の認識も10年前とは大きく異なってきた。メタノール導入に関するフィージビリティ調査がオイルショックを契機に開始されたことからわかるように、メタノール自動車に関する研究、開発は石油代替エネルギーの開発の一貫として始められた。しかし、石油事情の逼迫化が減少するとともに、石油代替エネルギーに関する関心は薄れてきた。その中で、

* 財団法人 日本自動車研究所

米国カリフォルニア州はメタノールを大気汚染対策の切り札として、積極的に導入を図ってきた。

我が国においても、石油代替エネルギーのフィージビリティ調査として、主としてオートタイプ自動車を対象に開始した政策が、最近では大都市域における大気汚染改善のために、ディーゼルタイプを対象とした調査に移行してきた。本稿ではこれらの経緯について述べてみたい。

2. 石油代替燃料か低公害燃料か

メタノール燃料に関する歴史は古く、1940～50年代には高オクタン価燃料であることと、無煙燃料であることを利用したエンジンの研究が行われている。1970年代前期には、メタノールが水と混合しやすい性質を利用して、メタノール-水混合燃料を用いてNO_xを低減するための基礎的研究が行われた。したがって、メタノール燃料の研究は低公害燃料としての可能性を調査することから始まったと言っても過言ではないであろう。しかし、ガソリンエンジンの排気触媒技術の進歩とともに、低公害燃料としてのメタノールの研究は衰退した。ところが、二度のオイルショックを契機に1980年から石油代替燃料としてのフィージビリティ調査が開始された。当初は、バイオマス燃料としてのエタノールが有望であるとの観測から、エタノールに関する研究も行われたが、その後は経済的理由から研究、開発の対象はメタノールに絞られた。

石油代替燃料としては、石油に完全に取って代わることが理想的であるが、エネルギー行政の立場からは石油の消費量を低減することの方が現実的であり、ガソリンに15%程度のメタノールを混入する混合方式が検討された。しかし、この方式はエンジン改造を必要とする割りには、経済的メリットが少ないことから、エンジンの改造を必要としない3%程度のメタノールをガソリンに混入する低濃度メタノールのフィージビリティ調査が開始された。

低公害燃料としてのメタノールに関しては、米国における環境行政の最大の課題である大気中のオゾン濃度を低減するための方策としてメタノールの利用が考えられた。最近ではNMOG低減のための有望な対策として検討されている。そのため、対象となるエンジンはガソリンエンジンが中心になる。

一方、我が国の大気汚染に関する最大の課題はNO_x低減であるが、三元触媒によってガソリン車のNO_x低減対策が施されたことから、その対象はディーゼルエンジンに向けられた。しかし、一般的にはメタノールは低公害燃料であり、技術的に容易なガソリン車から導入すべきだとする意見が多かった。最近では、メタノールに対する認識もほぼ間違いのないものになりつつあり、黒煙ならびにNO_x低減の観点からディーゼルエンジンに適用することは有効であるが、NO_xに関してガソリン車と同等で、アルデヒドの問題が解決していないオートタイプ車に適用することは必ずしも有効ではないとする評価が定着してきた。すなわち、オートタイプメタノールエンジンは石油代替エンジンとしてのポテンシャルは高いが、米国と異なり我が国においては低公害エンジンとしてのポテンシャルはそれほど高くはない。

3. メタノールエンジンの技術動向

3.1 オットータイプ自動車技術

メタノールのオクタン価はガソリンより高く、圧縮比を高めることが可能で

あるが、その反面、ガソリンと比べて蒸気圧が低いことと、気化温度が高いために、低温始動性が著しく低下する。また、メタノールは金属に対する腐食性が強く、プラスチック、ゴムなどを膨潤させるために、燃料系統部品の改良、変更などが要求される。図1にガソリン車からメタノール車へ変換する際の変更部位を示す。また、燃料の発熱量がガソリンの約1/2であることから、同一容量の燃料タンクを使用した際の後続距離は半減する。さらに、メタノールを使用した際のエンジンオイルの劣化割合が多く、メタノールエンジン用エンジンオイルの開発が必要である。なお、最近欧米ではFFV (Flexible Fuel Vehicle) に関する開発が積極的に行われているが、これは、メタノール導入の過渡期における燃料供給体制の不備を補うための方策であり、配給網が確立した後にメタノールを導入する際、あるいは限定された地域で使用する際には不要な技術である。

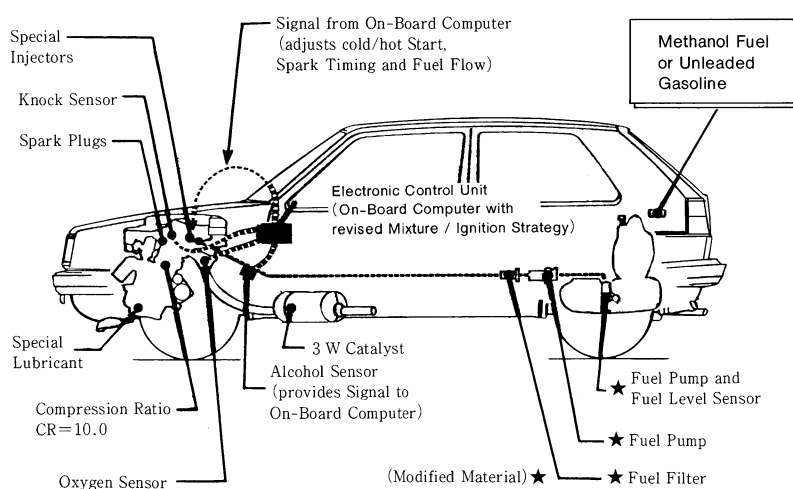


図1 メタノール自動車へ変換する際の部品の変更
Components modification for use with methanol

米国および我が国において、自動車メーカーが試作したメタノール自動車(米国ではFFV)を用いたフリートテストが行われている。図2に排ガス特性の経年変化を示すが、低温始動時のホルムアルデヒドの生成、インジェクタの機能低下による排ガスレベルの悪化など、実用上の問題が多数指摘されており、メタノール自動車を実用化するためには、解決しなければならない多くの課題が残されている。

しかし、これまでに開発されてきたメタノールエンジンは現行エンジンを改造したものがほとんどであり、メタノールの特性を考慮したメタノールに最適の専用エンジンの開発は少なく、今後は、これらを考慮した研究、開発が期待される。表1にFEV(ドイツ)が開発した筒内直接噴射エンジンの排ガス性能を示すが、アルデヒドの排出基準を大きく下回っている。このエンジンはディーゼルタイプに使用されているシステムと同一であり、ジャンルとしてオートタイプとすることの問題はあるが、小型自動車用エンジンとしては特筆されるであろう。

なお、メタノールエンジンの排ガスには未燃メタノールならびにホルムアルデヒドが含まれるが、これらのガスを連続的に精度よく測定できる技術は完成していない。メタノール自動車を実用化するためには、これらの排ガス測定技術の開発も必要になる。

Exhaust Gas Component	Emissions		
	1993 Cal. Emission Standard	ULEV	DI Methanol VW Jetta
HC (NMHC) [g/mi]	0.25	0.04	0.10-0.15
CO [g/mi]	3.40	1.70	0.10-0.15
NOx [g/mi]	0.40	0.20	0.16-0.30
Part [g/mi]	0.08	0.04	0.03-0.04
Aldehydes [mg/mi]	15.00	8.00	2.30-2.90

Fuel Economy				
		FTP	HFET	Combined
CO	[g/mi]	250	167	
FE	[mpg]	38.3	57.5	45.00

FE Fuel Economy-Diesel Equivalent

表1 筒内噴射火花点火メタノールエンジンの性能
FTP test results with DI methanol engine

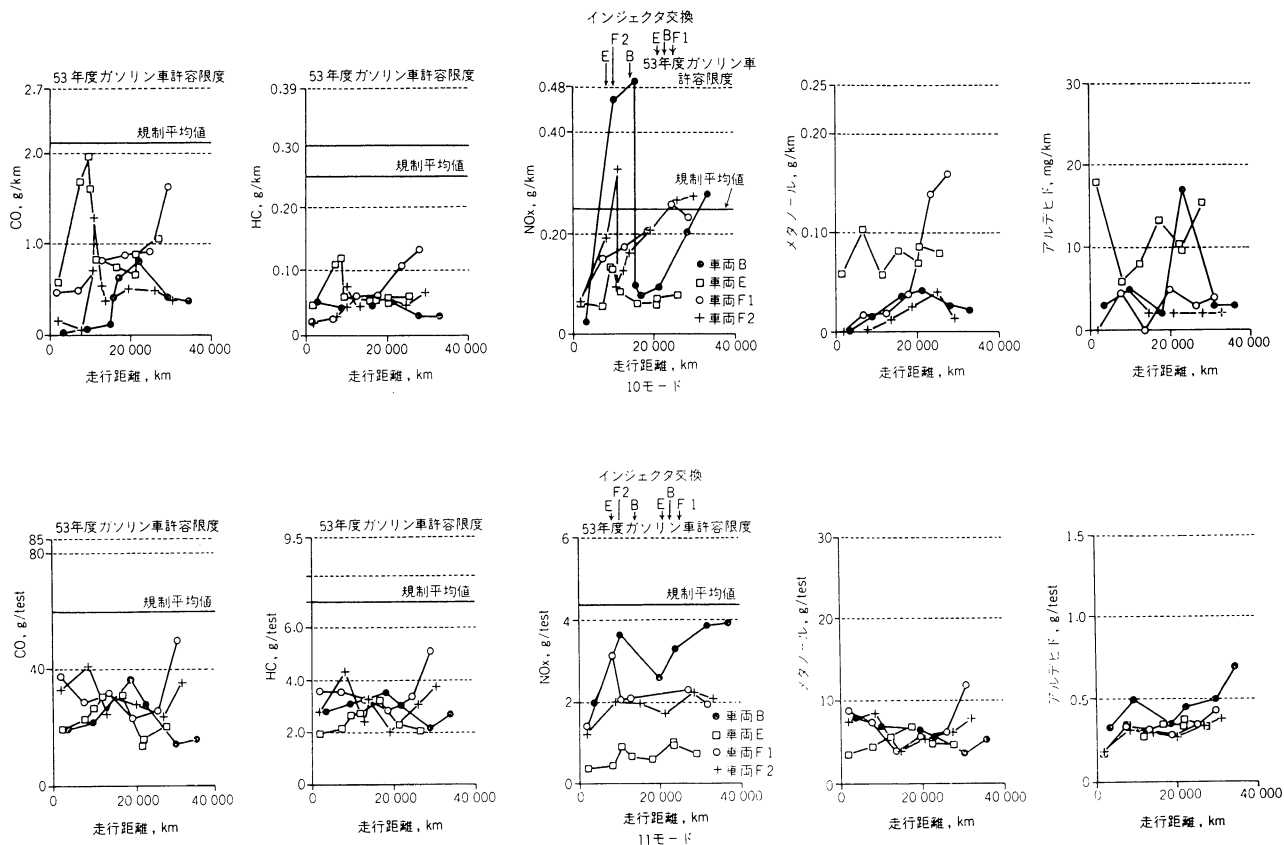


図2 排ガス特性の経時変化
Changes in exhaust gas characteristics

3.2 ディーゼルタイプ自動車技術

ディーゼルエンジンに圧縮着火性の悪いメタノールを適用するためには、パークプラグ、グロープラグなどの着火補助装置が必要になるが、最近では圧縮比を高めることと、EGRを併用することによって着火補助装置なしのメタノール利用技術が開発されている。もちろん、エンジン始動時などは着火補助装置を必要とする。ディーゼルタイプメタノールエンジンは排気黒煙が全く排出されず、ディーゼルエンジンと比べてNO_xは半減するが、低負荷運転時の未燃分が高くなることが知られている。これは、筒内直接噴射方式の欠点であり、その対策として排気触媒の使用が必須である。しかし、低温始動時に排気触媒が機能するまでの間に排出される未燃分が多く、これを低減するために電気ヒーター付触媒が検討されている。図3にホルムアルデヒドの排出におよぼす電気ヒーター付触媒の効果を示すが、ヒーターなしの場合と比べてホルムアルデヒドの排出量が大幅に低減することがわかる。しかし、この方式は大容量のヒーター電源を必要とするために、実用性を確認するためにはさらに検討が必要である。

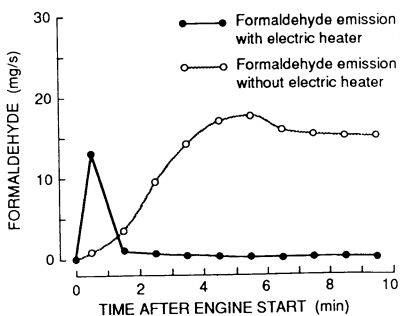


図3 電気ヒーター付排気触媒によるホルムアルデヒドの低減
Formaldehyde emission with and without electric heater at idling speed

図4に示す軽油とメタノールの二燃料を併用する方式は、メタノール噴霧に先立って噴射する軽油によって形成される火炎を火種とするために、低負荷運転時も確実に着火できる。そのため、排気触媒なしで、現行排ガス規制値をクリアできる。この方式は二燃料を使用するために、燃料の管理が複雑になることが欠点の一つである。

なお、ディーゼルタイプメタノールエンジンについては、各種の燃焼方式が提案されている段階であり、技術的完成度はオートタイプと比べて低く、実

用性に関する評価は十分には行われていない。しかし、着火補助装置を使用する際にはスパークプラグあるいはグロープラグの耐久性が著しく低いこと、噴射ポンプの磨耗が大きいこと、低温活性の良好な排気触媒が開発されていないことなど多くの課題が残されている。

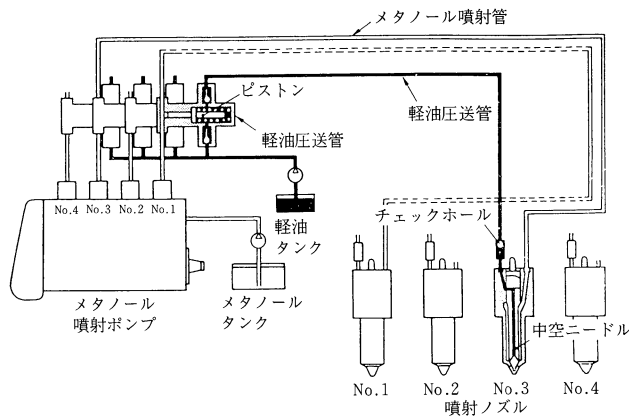


図4 メタノール・軽油二燃料エンジン(SNDF)
Schematic diagram of dual fuel injection system

また、メタノールディーゼルエンジンの排ガスを評価する際には、ディーゼルエンジンの試験法を適用することになると考えられるが、低温始動性を評価する試験法が存在しないために、測定法を含めた試験法の検討が必要である。

4. まとめ

最近、米国を始めとして我が国においても、低公害燃料としての評価はメタノールよりCNGの方が高くなりつつあるが、自動車用燃料としての利便性を考慮すると常温で液体であるメタノールの特長は依然として高く、石油代替燃料としてのポテンシャルは高い。しかし、ホルムアルデヒドの生成、燃料系部品材料の改善など実用性に関する未解決の課題は残されており、エネルギーの多様化の要求と合わせて今後のエンジン開発に期待したい。

参考文献

- 1) G.Decker, et al, 9th ISAF, (1991)
- 2) N.Iwai, et al, 9th ISAF, (1991)
- 3) U.Hilger, et al, 9th ISAF, (1991)
- 4) K.Hikino, et al, 9th ISAF, (1991)
- 5) H.Nohira, et al, 9th ISAF, (1991)



堀 政彦
Masahiko Hori
財団法人自動車研究所
第一研究部 部長
工学博士

