108 エタノール燃料対応型内燃機関を適用した教育プログラム

Education Program with the Internal-Combustion Engine Using Ethanol Fuel

○正 内海 能重 (埼玉大) 中村格芳 (広国学院大) 渡邊真彦 (広国学院大)

Noah UTSUMI: Saitama University, 255 Shimo-okubo Sakura-ku, Saitama,

Masayoshi NAKAMURA · Mahiko WATANABE: Hiroshima Kokusai Gakuin University,

6-20-1 Nakano, Aki-ku, Hiroshima

We applied a commercial motorcycle and remodeled it into the motorcycle which could run using ethanol fuel of E100. In this report, this remodeling method is described, and the influence of the engine ignition using the density of the ethanol is examined. Furthermore, various densities of the engine exhaust emission with the ethanol of E100 and the gasoline of E0 are investigated. Based on these results, we developed the technical education program for the students.

Key Words: E100, Technology Utilizing, Education Program, Teaching Materials

1. 緒言

自動車に適用されるバイオ燃料において、近年、E3 燃料(3%バイオエタノール、97%ガソリン)の混合燃料の使用が認められた。日本ではガソリンに ETBE (Ethyl Tertiary-Butyl Ether) を添加した燃料が普及し、一部のガソリンスタンドで販売されている。一方、バイオディーゼル燃料については B20 燃料(20%バイオディーゼル燃料、80%軽油)を使用した集塵車や市営バスに利用している地域もある。したがって、バイオディーゼル燃料の製造・利活用や国内産バイオマス原料によるバイオエタノールの製造法に関する研究は多くなされている^{1),2)}。しかしながら、E100 (100%バイオエタノール) などの高濃度エタノールの利活用に関する報告は少なく、特に教育機関で教育に適用している報告例は見当たらない。

そこで本報ではエタノールを適用した乗り物、すなわち、市販されている原動機付き自転車を適用し、E100 で可動する二酸化炭素排出ゼロを目的とした“E100 バイク”の開発を試みた。次に、アルコール濃度によるバイクの実走実験や E100 の燃焼排気ガスを調査し、ガソリン燃料の場合と比較検討した。さらに、市販されているバイクだけでなく、廉価な汎用エンジンも適用して、実際にエタノール燃料を利活用した教育プログラムの開発を行ったのでここに報告する。

2. 実験

2. 1 燃料

燃料は市販されているレギュラーガソリン、甘糟化学製試薬一級 99.5%エタノール、飲料用のウオッカ“スピリタス”アルコール度数 96%のお酒、試薬エタノールを蒸留水で薄めたエタノール濃度 80~99.5%のエタノールを適用した。ガソリンとエタノールの性質の相違は、発熱量はガソリンが大きく、エタノール場合およそ 1.7 倍燃費が悪くなる。また、エタノールの場合引火点が高く、気温が低い冬にエンジンがかかりにくくなることがわかっている。

2. 2 内燃機関

本研究で適用した内燃機関は 4 ストロークサイクルエンジンのみに限定した。4 サイクルのエンジンオイルはエンジン下部のオイルパンに溜まっており燃料噴射部分と分離しているため、エンジンオイルの劣化が抑えられる。また、キャブレター方式による燃料噴射する単気筒の内燃機関を採用した。インジェクション方式ではコンピュータ制御に

より、空気と燃料の比を調整するが、気化器の構造を理解させる教材には、メカニカルなものが最適であると考えたため、単気筒のキャブレター方式の内燃機関を選択した。燃料を噴射するジェットにはアイドル低回転時はスタータジェット・パイロットジェット、中高速回転時のメインジェットがある。これらのジェット口の面積によって、燃料と空気の比、空燃比が調整されている。ガソリン燃料では空燃比がおおよそ 15 となっている。しかしながら、E100 燃料となればガソリン燃料用ジェットではエンジンが点火しない。E100 の空燃比はおおよそ 9 であるので、ジェット口の面積を大きくしなければならない。ここでは 15/9 倍を目安に拡大させた。ガソリン用の燃料ホースは一般的にゴム製のチューブが適用されているが、本実験ではエタノールに強いシリコンチューブを適用した。燃料タンクもシリコン製の容器に変更し、燃料フィルター、燃料コック(シリコン製)を新しく取り付けた。

図 1 は本実験で適用した SUZUKI 製のチョイノリ 50cc 原動機付き自転車である。また、汎用エンジンは SUBARU 製のロビンエンジン EY-08(78cc)、EY-15(143cc)、EY-20(183cc)を適用した。汎用エンジンはジェット口径の修正のみでエンジン点火できる。バイクはエアスクリーンやアイドル回転調整用スクリーンなどの調整が必要である。チョークも適宜調整が必要である。これらの調整は気候やジェット口径にも影響し、経験が必要とする。本実験で適用した汎用エンジンでは、パイロット・メインジェットの 2 つとなっており、ジェット口の拡大調整が比較的簡単である。授業時間にゆとりのない場合は、汎用のエンジンを用いた方が無難である。

図 1 SUZUKI チョイノリ 50cc

2. 3 排気ガス測定

大気汚染に係る環境基準として、環境省では SO_2 、 CO 、 SPM （浮遊粒子状物質）、 NO_x 、 O_x について基準を設けている。一方、自動車の排気ガスでは CO 、 HC 、 NO_x 、 SPM を規制している。ここでは、 SO_2 、 CO 、 HC 、 NO_x を測定対象として取り上げ、測定器はガス検知器・検知管（ガステック社製）を適用した。

3. 結果および考察

実際の燃料タンクには雨水などの水分が入り込むことが予測できる。そこで、エタノール濃度の違いによる SUZUKI 製のチョイノリ 50cc のエンジンの実走実験を行った。エタノール濃度 95% までは問題なく走行可能であった。93% 以下になると、エンジンがかかり難くなり、走行ができなくなった。これらの作業はエタノール濃度の選択・調製とエンジンの始動確認で、比較的簡単な作業でかつ安全であり、指導する側にとっては、作業時間の予測や調整が可能であるので、本実験は教育用のプログラムとして妥当であると考えられる。

各種排気ガスの測定は、測定位置を一定にし、バイクのエンジンの回転数は 2400～2500rpm で行った。図 2 はガソリン燃料と高濃度エタノール燃料の排気ガスを比較したものの一例である。窒素酸化物については、エタノール燃料の方が少なく、一酸化炭素や二酸化硫黄については、ガソリン燃料の方が少なくなった。また、ハイドロカーボンは、エタノールが減少し、スピリタスは高くなった。これらより、エタノール燃料による排気ガスでは窒素酸化物は減少することがわかったが、他の排気ガスについては、ジェットやスクリー調整の具合によって不完全燃焼が起こりやすく、排気ガス濃度が高くなったものと判断できる。硫黄については、燃料の製造過程で硫酸が使われ微量に残存していること、あるいは、土壌に硫黄が含まれ、バイオ燃料となる原料そのものに含有されている可能性もある。

図 2 排気ガス濃度（窒素酸化物の場合）

4. 教育プログラムの開発

広島国際学院大学工学部において、エタノール対応型内燃機関を適用した授業科目を表 2 に、授業内容を表 3 にまとめる。各科目のこれまでの受講者は毎年 5～12 名程度であった。学生らがエタノール対応型エンジンに変更している様子やガス検知管を用いて排気ガス測定している様子を図 3 に示す。機械系以外の学生も対象とする“技術と産業化Ⅱ”において、機械の取り扱いが苦手な学生らには、汎用エンジンを適用することもある。

近年では工具を扱ったことがない学生も見られ、工具の

使い方などの説明も必要なる場合がある。また、エタノール濃度の影響によるエンジンのかかり具合の調査やガソリンとエタノールの燃費の違いなども実験することができる。さらに、ゴム製のチューブを使ってエタノールによる浸漬実験も半期の期間で調査ができる。安全への注意も重要で、排気ガス中毒や火災が発生することも予測されるので、換気や消火器の常設について十分説明すればよい。最後に実験のまとめやプレゼンテーションなど追加し、半期 15 回の講義に十分対応することができる。

表 1 開講科目

履修年次	科目名	開講年度	単位数	対象
1	機械工学基礎ゼミナール	H18～20	2(半期必修)	機械
2	技術と産業化Ⅱ	H19	2(半期選択)	工学部
3	機械工学ゼミナール	H18～20	2(半期必修)	機械
4	卒業論文	H17～20	4(通年必修)	機械

表 2 授業内容

	主な授業内容	方式・教材等
1回目	環境問題、温室効果ガス、日本の現状	講義・パワーポイント・小テスト
2回目	バイオ燃料、世界と日本の状況	講義・パワーポイント・小テスト
3回目	ガソリンエンジンの始動と排気ガス測定	実習・バイク・汎用エンジン・自動車・ガス検知器
4回目	エンジンの分解・組立	実習・汎用エンジン・工具
5回目	気化器の仕組みと改造方法について	講義・サービスマニュアル・ジェット穴径に関する資料
6回目	気化器・燃料系の改造	実習・バイク・汎用エンジン・精密ドリル・走行顕微鏡
7回目	エタノール燃料による排気ガス測定	実習・バイク・汎用エンジン・ガス検知器
宿題	レポート作成	成績評価: レポート・取組み姿勢

(a)エンジンの分解・組立 (b)排気ガス測定

図 3 実習の様子

5. まとめ

本研究により、E100 が利活用できる内燃機関の教材を開発することができた。また、機械工学の導入教育や環境問題への関心を高める技術教育プログラムを開発することができた。

エタノール対応型自動二輪車の開発や実験は、当時、広島国際学院大学の竹重寛之・嶺尾篤史の学生諸君およびエナジーファーム（株）稲田雄二氏の協力によって行われたことを記し謝意を表します。

参考文献

- 1) Bio Fuels World 協議委員会：Bio Fuels World ビジネステクニカルセミナー予稿集，(2007)。
- 2) 国信・内海・土生・中村：第 20 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集，(2009)，281～282。