廃棄プラスチック再生残さ混合油における 着火性評価*

—第2報 セタン指数についての考察—

近 藤 博 美** 河 野 高 秀**
増 田 和 彦**

Evaluation of Ignition Characteristics on Blended Residual Oil Reclaimed from Waste Plastics:
Part 2, Cetane Index Consideration

By Hiromi Kondoh, Takahide Kawano, and Kazuhiko Masuda

In Part 1, to clarify the usability of residual oil reclaimed from waste plastics as diesel fuel, the authors evaluated the correlation between the result of FIA ignition test and the calculation result of JIS K2204 Cetane Index.

In this report, furthermore, referring to also the fuel density and the distillation characteristics of marine diesel oil, the authors considered the JIS K2204 and the JIS K2280 Cetane Index from ignition characteristics standpoint.

1. まえがき

廃棄プラスチックリサイクル技術の一つとして、廃棄プラスチック油化技術がある。現在、廃棄プラスチック再生残さ油を燃料油として活用する上で、再生残さ油とA重油の混合油の着火性指標は明らかではない。著者らは、ディーゼル燃料油として廃プラスチック再生残さ油を有効に活用することを目的とし、再生残さ油とA重油の混合油のFIA着火性試験(FIAセタン価)および中速ディーゼルエンジンを用いての燃焼実験を行った。^{1) 前報²⁾}において、再生残さ混合油は、非常に良い着火特性を持つことがわかった。またセタン指数(JIS K2204)との比較を行い、その結果良い相関性があることがわかった。本報では、各燃料油性状の分析結果と、JIS K2204およびJIS K2280セタン指数の計算結果との相関性について調べた。

2. 燃料油規格の現状

廃棄プラスチック再生油の燃料油規格は現在ない。表1はディーゼル燃料油の国内規格と国際規格の概要を比較したものである。国内のディーゼルエンジンの燃料油についての品質規格として、JIS K2204とJIS K2205がある。主として、自動車用を使用する軽油について規定しているのがJIS K2204である。重油について規定しているのがJIS K2205である。ディーゼル燃料油の着火性指標(自己着火性)を表す数値としてセタン価がある。軽油における規格のJIS K2204では、セタン指数で規定されており、「セタン指数はセタン価を用いることもできる」ことが記載されている。JIS規定のセタン指数の計算式はJIS K2204(1992)からISO規格の計算式に改定され、JIS K2280(1996)において規定されている。重油規格のJIS K2205には、セタン指数の規格がない。ディーゼルエンジン用途の推奨規格として、(社)日本陸用内燃機関協会(陸内協)と全国漁業共同組合連合会(全漁連)などがあり、これらの推奨規格のセタン指数はJIS K2204(1992)により求められている。

*原稿受付 平成15年4月16日

**正 会 員 ダイハツディーゼル株式会社
(滋賀県守山市阿村町45)

表1 ディーゼル燃料油の国内規格と国際規格

		国内規格				国際規格
		JIS K 2204	JIS K 2205	陸内協推奨	全漁連規格	ISO 8217
適用		主に自動車用		陸用エンジン	漁船用	船用エンジン
油種		2号	1種1号		A重油	DMA
項目	単位					
密度	g/cm ³			0.83-0.87		
@15℃	kg/m ³					890以下
動粘度	50℃ mm ² /s		20以下	2.0-5.5	5.5以下	
	40℃					1.5-6.0
	30℃	2.5以上				
流動点	℃	-7.5以下	5以下	-7.5以下		
寒候用			0以下			-6以下
暖候用			10以下			0以下
目詰り点	℃	-5以下		-5.0以下	(4グレード)	
セタン価(セタン指数)		45以上				40以上
セタン指数				45以上	45以上	
硫黄分	質量%	0.05以下	0.5以下	1.0以下	1.0以下	1.5以下
90%蒸留温度	℃	350以下		380以下		

セタン価(セタン指数):JIS K 2280 (1996)、セタン指数:JIS K 2204 (1992)

上記比較表は一部の項目を省略。

3. 試験燃料油(廃プラスチック混合油)の性状

図1に、試験に用いた燃料油の分析結果を示す。横軸に、廃棄プラスチック再生残さ油(RRO)とA重油(MDO)の混合比率を表している。試験燃料油は7種類で、MDOおよび、RROとMDOの混合比率を20、40、50、60、80質量%にした混合油(B20、B40、B50、B60、B80)である。このRROの特徴として、燃料密度は、MDOの密度よりも小さい。一方、RROの流動点は高く、常温においては流動しない。B80の動粘度

は、100℃において2.6mm²/sであり、MDOの動粘度に比較してもそれほど大きくない。また、発熱量においては、B80の方がMDOよりも若干高かった。

4. 船用ディーゼル油燃料物性の検討

4.1 密度と動粘度 図2に、密度と動粘度(50℃)の関係を示す。RRO混合油に用いた試験用船用ディーゼル油MDO(■)、および著者が年間入手した市販A重油のサンプル燃料を分析した結

図1 RRO混合油の分析結果

図2 密度と動粘度(A重油)

果(○)をプロットしている。サンプル燃料(○)において、密度は、約 $0.85\sim 0.87\text{g/cm}^3$ の範囲で分布している。動粘度(50°C)は、 $2.2\sim 2.8\text{mm}^2/\text{s}$ の範囲内で分布しており、密度に対する動粘度のばらつきは少ない。MDO(■)については、密度は 0.864g/cm^3 でサンプル燃料(○)と同等であるが、動粘度は $4.36\text{mm}^2/\text{s}$ と高く、共にA重油相当の燃料油であるにもかかわらず、サンプル燃料(○)の密度、動粘度の相関の傾向から大きく外れている。

4.2 セタン指数(JIS K2204)と蒸留温度(50%)

図3に、セタン指数(JIS K2204)と50%蒸留温度の相関を示す。サンプル燃料(○)においては、セタン指数(JIS K2204)は約42～52の範囲に、50%蒸留温度は $270\sim 290^\circ\text{C}$ の範囲に分布している。セタン指数(JIS K2204)においては50%蒸留温度が計算に用いられているが、セタン指数(JIS K2204)計算結果とのはっきりした相関はみられない。MDO(■)については、セタン指数(JIS K2204)は58.5、50%蒸留温度は 328.5°C で、サンプル燃料(○)の分布範囲から大きく外れている。

図3 セタン指数(JIS K2204)と50%蒸留温度

4.3 セタン指数(JIS K2280)と蒸留温度(10, 50, 90%) 図4～図6に、セタン指数(JIS K2280)と10%, 50%, 90%蒸留温度の相関をそれぞれ示す。サンプル燃料(○)において、セタン指数(JIS K2280)は約40～50の範囲で分布している。ま

たセタン指数(JIS K2280)では、10, 50, 90%蒸留温度が計算式に用いられているが、前述のJIS K2204の場合と同様、セタン指数(JIS K2280)計算結果とのばらつきが大きい。MDO(■)は、セタン指数(JIS K2280)は48.8で、サンプル燃料(○)の分布範囲内にある。蒸留温度については10%の場合はサンプル燃料(○)の範囲内にある。しかし、50%および90%では $40^\circ\text{C}\sim 50^\circ\text{C}$ も高く、サンプル燃料(○)との間において蒸留特性が大きく異なっていることを示している。また、MDO(■)の90%蒸留温度は 400°C で、表1の陸内協推奨の燃料油性状

図4 セタン指数(JIS K2280)と10%蒸留温度

図5 セタン指数(JIS K2280)と50%蒸留温度

図6 セタン指数 (JIS K2280) と 90% 蒸留温度

図8 セタン指数 (JIS K2280) と密度

条件380℃以下を満たしていない。しかしながら、他の性状（密度、動粘度、流動点、目詰まり点、セタン指数、硫黄分）については満足している。

4.4 セタン指数と密度 図7と図8に、セタン指数 (JIS K2204およびJIS K2280) と密度の相関を示す。サンプル燃料 (○) において、JIS K2204、JIS K2280とも、燃料密度とセタン指数において高い相関性が示されている。最小自乗法による結果では、JIS K2204、JIS K2280とも、密度0.01g/cm³の低下で、セタン指数は約5程度の増加を示している。MDO (■) のセタン指数は、サンプル燃料

(○) の相関線に対して、JIS K2204の場合は10程度も高い。一方、セタン指数 (JIS K2280) の場合は、5程度高いだけである。

5. 廃プラスチック混合油の着火性

5.1 セタン指数JIS K2204とJIS K2280 図9に、セタン指数JIS K2204とJIS K2280の相関を示す。サンプル燃料 (○) のセタン指数は、JIS K2280はJIS K2204よりも約3高い程度で、比較的良好な相関性を示している。一方、MDO (■) のセタン指数は、JIS K2204よりもJIS K2280の方が、約10程

図7 セタン指数 (JIS K2204) と密度

図9 セタン指数JIS K2204とJIS K2280

度も低い。しかし、MDOとRROとの混合比率が増加するにともない、わずかだがJIS K2204とJIS K2280との差は少なくなる傾向にある。

5.2 セタン指数とFIAセタン価 図10に、MDOとRRO各混合油における、セタン指数(JIS K2204およびJIS K 2280)とFIAセタン価の相関を示す。本来、FIAセタン価は、JIS K2280セタン指数と近い傾向を示すはずであるが、本試験の範囲内においては、FIAセタン価は、JIS K2204セタン指数との間に、高い相関性が現れている。一方、

図10 セタン指数とFIAセタン価

JIS K2280セタン指数は、FIAセタン価と比較して、10～15程度低い。尚、RRO混合油の90%蒸留温度は計測不可であった。本解析では、50%、70%の蒸留温度から外挿により90%蒸留温度を想定し、JIS K2280セタン指数計算を行った。

6. まとめ

本研究の範囲内において得られた知見を以下に示す。

- 1) 燃料油密度とセタン指数の間には、良い相関性がある。
- 2) 年間サンプルした市販A重油および廃プラスチック混合油試験で用いたA重油の間で、燃料性状およびJIS K2204, JIS K2280セタン指数との相関性において、異なる傾向が示された。
- 3) 本試験で用いた廃プラスチック混合油においては、FIAセタン価は、傾向は異なるが、JIS K2280, JIS K2204セタン指数ともに、良い相関性があった。

参考文献

- 1) H.Kondoh et al.,23rd CIMAC Hamburg 2001, "Ignition and Combustion Characteristics of New Residual Oil Reclaimed from Waste Plastics", May 2001
- 2) 近藤ほか2名, 日マリ学誌, 37-11 (平14-11)