

再精製基油を用いた自動車用低粘度省燃費エンジン油の検討

Study of Fuel-Efficient Engine Oil for Automobiles Using Re-Refined Base Oil (RRBO)

シェルルブリカンツジャパン（正）*渡部 裕太 （正）大塚 彩乃 （正）羽生田 清志 （正）佐川 琢円

Yuta Watanobe* Ayano Otsuka Kiyoshi Hanyuda Takumaru Sagawa

*Shell Lubricants Japan

1. はじめに

潤滑油のライフサイクル全体で排出される CO₂ の削減や基油の安定供給を達成するために、再精製基油 (Re-Refined Base Oils (以下、RRBO)) が近年注目されている。RRBO の品質は、市場から回収した潤滑油の性状や、その精製工程によって異なるものの、精製技術の進歩により鉱物油と同等の RRBO を供給することが可能になってきている。こうした背景を踏まえて、世界では潤滑油製品への RRBO 使用に関する法規制の検討が始まっている。RRBO 配合の潤滑油が既に市場に供給されている地域も存在するが、日本では市場から回収した潤滑油の大部分が燃料として活用されており、事業化に向けた検討段階にある。先行研究では、API 基油分類の Gr. I や Gr. II の RRBO を配合した API SL 10W-30, JASO DH-2 10W-30 を想定した高粘度の自動車用エンジン油の蒸発損失や酸化安定性が調査され、RRBO によって性能差が生じることが明らかとなっている^{1), 2), 3)}。しかしながら、日本国内の乗用車向け潤滑油の市場動向に目を向けると、ガソリンエンジン油では、ILSAC GF-6、粘度グレードは 0W-16 や 0W-20 といった低粘度かつ省燃費エンジンオイルがユーザーに広く使用されている。これらのエンジンオイルには Gr. III 基油が使用されているケースが多いことから、Gr. III RRBO 配合処方についても検証が必要であった。そこで、本研究では、市場で広く使われている 0W-20 省燃費エンジンオイルに Gr. III RRBO を使用しても、従来油と同等の酸化安定性や省燃費性能を有することが可能なのか検証した結果を報告する。

2. 試験油の代表性状

本検討に用いた基油の代表性状を Table 1 に示す。入手した RRBO (③) は、他の Gr. III 基油同様に Table 2 に示す API 基油分類は Gr. III に該当していることがわかる。Table 1 に記載の基油を配合した試験油処方とその代表性状を Table 3, Table 4 に示す。試験油には API SP / ILSAC GF-6 相当の同一の添加剤技術を適用し、粘度指数向上剤と MoDTC についても同一のタイプを用いて、HTHS 150°C が 2.6 mPa·s になるように調整した。Table 1 に記載した GTL (①) を配合した Option 1、市場で一般的に入手可能な Gr. III 水素化精製油 (②) と Gr. III RRBO (③) に置き換えた処方をそれぞれ Option 2, Option 3 として 3 処方設定した。Option 3 の低温粘度や蒸発損失 (NOACK) は SAE J300 と API SP 規格の要求値を満たしており、Gr. III RRBO 処方においても Gr. III 水素化精製油処方と同等レベルの性状を有することが確認された。

Table 1 General properties of Base Oils

	GTL (①)	Virgin BO (②)	RRBO (③)
API category	Group III		
KV40	18.5	19.1	20.1
KV100	4.1	4.2	4.3
VI	128	123	122
Surfur, mass%	< 0.01		
Saturate, %	100.0	99.8	99.9

Table 2 API Base stock categories

Category	Surfur, mass%		Saturate, %	VI
Group I	>0.03	and/or	<90	80 - 119
Group II	≤0.03	and	≥90	80 - 119
Group III	≤0.03	and	≥90	≥120

Table 3 Formulations used in this study

	Option 1	Option 2	Option 3
0W-20			
Viscosity Grade	Gr.III GTL (①) 100%	Gr.III Virgin BO (②) 100%	Gr.III RRBO (③) 100%
Base Oil	API SP / ILSAC GF-6		
Additive	900		
Mo, ppm			

Table 4 General properties of test samples

	0W-20 SP Spec.	Option 1	Option 2	Option 3
KV40, mm ² /s	-	27.8	28.5	28.7
KV100, mm ² /s	6.9 - 9.3	7.2	7.4	7.3
HTHS 150°C, mPa·s	2.6 min	2.6	2.6	2.6
CCS -35°C, mPa·s	6,200 max	3,278	5,000	5,000
MRV -40°C, mPa·s	60,000 max	6,900	21,600	11,500
NOACK 250°C × 1hr, mass%	15 max	13.0	14.6	12.8

3. 酸化安定度試験 (ISOT)

一般に、同一の添加剤を配合した潤滑油の酸化安定性は、基油の飽和分含有量が寄与することが知られている。先行研究では、Gr. I や Gr. II RRBO 配合エンジンオイルの酸化安定性が鉱物油処方と比較して悪化したと報告されている¹⁾ことから、Gr. III RRBO についても酸化安定性の評価を行った。潤滑油の酸化安定性を評価する代表的なラボ試験の一つである ISOT (Indiana Stirring Oxidation Test) の試験法 JIS K2514 をベースとし、試験条件を通常より厳しくするため試験油量を通常の 300cm³ から 150cm³ に減らし、油温 165.5°C 条件で合計 168 時間実施した。試験油には、Option 1, 2, 3 と、Gr. II RRBO 処方を比較油として追加した。尚、Gr. II RRBO 処方も Option 1~3 と同一の添加剤を用いて調製している。試験油の中和値（酸価）と 40°C 動粘度 (KV40) 増加の経時変化を Fig. 1, Fig. 2 に示す。Gr. II RRBO 配合量増加に伴い、酸価と KV40 の増加が確認された。これは、Gr. II RRBO の飽和分含有量が少ないことが起因し、オイルの劣化が進行したためと考えられる。一方、Gr. III RRBO 100% 配合の Option 3 の酸価と KV40 の増加については、Option 1, Option 2 と同等レベルであった。なお、本検討の評価油にはすべて同一の添加剤を使用していることから、塩基価の経時変化に大きな差異は確認されなかった。

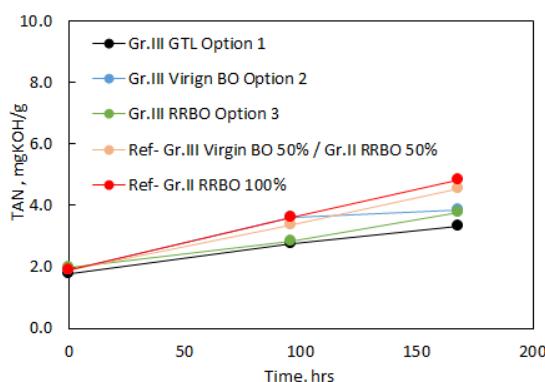


Fig. 1 TAN change after ISOT

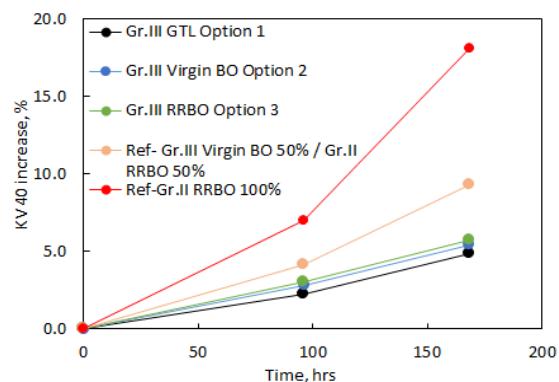


Fig. 2 KV40 change after ISOT

4. 省燃費性試験 (JASO M365)

Option 2 と Option 3 の KV40 は同程度であり、さらに、低温粘度については Option 3 の方が低いことから、RRBO を配合した Option 3 は Option 2 並みの省燃費性が期待される。このことを検証するために、JASO M365 モータリングエンジン試験による省燃費性評価を実施し、市場で広く使われている水素化精製基油による Option 2 と RRBO を配合した Option 3 が同等以上であることを確認した (Fig. 3)。

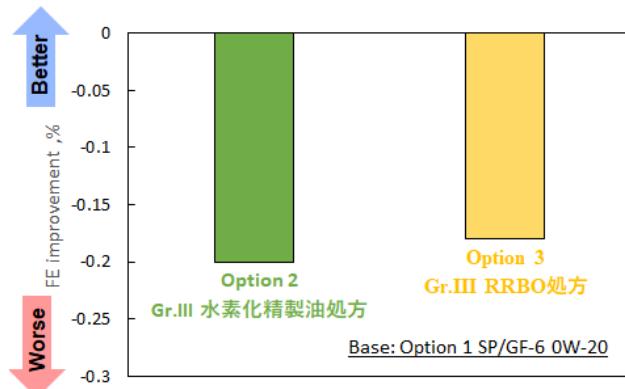


Fig. 3 JASO M365 FE performance

5. まとめ

Gr. III RRBO 配合の自動車用低粘度省燃費エンジンオイルについて性状・性能評価を行った。Gr. III RRBO 配合処方でも省燃費エンジン油に要求される API で要求される粘度特性に関する規格値を満たしており、酸化安定性や燃費試験についても市場で一般的に入手できる Gr. III 水素化精製油処方と同等レベル以上の性能を実現できることが明らかになった。

文献

- 潤滑油協会：令和 2 年度燃料安定供給対策に関する調査等事業（潤滑油の安定供給に向けた原料確保の多様化に関する調査・分析事業）調査報告書、2021 年 3 月
- 潤滑油協会：令和 3 年度燃料安定供給対策に関する調査等事業（潤滑油の安定供給に向けた原料確保の多様化に関する調査・分析事業）調査報告書、2022 年 3 月
- 内藤：使用済み潤滑油からの基油再生の動向（第二報）- 再生基油の品質評価とエンジン油への適用 -、トライボロジー会議 2023 春 東京 予稿集