

エンジン油—ホットチューブ試験方法

(2024年4月30日追補)

この追補は、1999年9月14日に制定された“ホットチューブ試験方法”の追補である。したがって、今後、JPI-5S-55-99とは、この追補を含むものとする。
なお、この追補は該当箇所のみを示す。2024年4月30日の追補は次の2箇所である。

追補 1

ホットチューブ試験方法「項 6.4 試験終了 a)」に「なお、タイマー機能により加熱炉の電源を 16 時間で自動的に遮断し、空気のみ流したまま電源遮断から最大 24 時間経過した後にテストチューブを取り出してもよい。」と追加する。

追補 2

ホットチューブ試験方法「項 6.2 試料の準備 d)」に「なお、試料送り込み装置を本体にセットした後に気泡が入らないよう注意して a) の作業を実施してもよい。」と追加する。

追補-2024 の解説

追補 1 について

<ホットチューブ試験のタイマー機能の検証結果>>

本規格では、項 6.4 に 16 時間の試験が終了して加熱炉の電源を落とした直後にテストチューブを取り外すと規定されているが、近年はタイマー機能により加熱炉の電源を自動的に遮断することが出来るホットチューブ試験機が市販されている。このタイマー機能を使用した場合、試験後のテストチューブは加熱炉内に残り続けるため、現行の JPI 規格とは異なる試験操作となり、炉内の余熱により評点が変わる懸念が予想された。そこで、現行の JPI 規格の試験操作法での試験結果とタイマー機能を使用した時の試験結果とを比較する検証試験を行った結果、両方で試験結果は変わらず同等の評点となることを確認した。

<実験方法>

表 1 に示す 2 水準の試験操作法で各々 n=2 評価を実施した。即ち、水準①は現行 JPI 法に従い加熱炉の電源を落として直ぐにテストチューブを取り出し、水準②は加熱炉の電源を落として 24 時間後にテストチューブを取り出した。その他の試験操作は現行 JPI 法に従って実施した。

表 1 テストチューブの取り外し時の操作法

	試験操作法
水準①	目標温度に到達して16時間経過後、加熱炉とモーターの電源を切る。 その直後に、テストチューブを取り外す。
水準②	目標温度に到達して16時間経過後、加熱炉とモーターの電源を切る。 その24時間後に、テストチューブを取り外す。 ※Airは流しっぱなし。

<試験条件>

表 2 に示す 4 種類の試験条件で検証した。試験法の違いによる評点変化を確認することが出来るよう、条件(A)~(C)については評点が 7 以上になる加熱炉温度と供試油の組合せを設定した。条件(D)については比較として評点が 7 以下の条件にて検証した。

表 2 検討した試験条件

条件(A)	・ 供試油:DV4 (JASO M354標準油) ・ 加熱炉の温度:280℃
条件(B)	・ 供試油:JPI-5S-55-99標準油 ・ 加熱炉の温度:300℃
条件(C)	・ 供試油:DD8 (JASO M336標準油) ・ 加熱炉の温度:290℃
条件(D)	・ 供試油:DD8 (JASO M336標準油) ・ 加熱炉の温度:300℃

<検証結果>

表 3 に 6~7 カ所の試験機関で検証した結果を示した。検証の結果、いずれの条件においても、評点に大きな違いは見られないことが確認された。

表 3 タイマー機能の検証試験結果

試験機関		A	B	C	D	E	F	G
条件(A)	水準① ^{a)}	7.0	7.0	7.5	7.0	6.5	7.0	
	水準② ^{a)}	7.0	7.0	7.5	7.0	6.5	7.0	
	Δ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
条件(B)	水準① ^{a)}	8.0	7.5	7.0	6.3	7.5	6.5	6.5
	水準② ^{a)}	7.8	7.5	7.0	5.8	7.5	6.5	6.5
	Δ	0.3	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
条件(C)	水準① ^{a)}	8.0	7.5	8.0		7.5	8.0	
	水準② ^{a)}	8.0	7.5	8.0		7.0	8.0	
	Δ	0.0	0.0	0.0		0.5	0.0	
条件(D)	水準① ^{a)}	3.0	2.8	3.5		2.3	4.8	
	水準② ^{a)}	2.8	2.8	3.5		1.5	4.5	
	Δ	0.3	0.0	0.0		0.8	0.3	

a)n2試験の平均評点

追補 2 について

広く使い易い試験法とすることを目的としてホットチューブ試験の実際の操作方法と JPI 規格記載の操作方法の細かな差異の解消について検討した。項 6.2 に試験油の注射器への充填、本体へのセットが記載されている。先にオイルを充填してからセットする指示となっているが、注射器を引いて試験油が入った状態で試料送り込み装置をセットしようとする装置のスペースの関係でピストンガイドが邪魔となるため、ピストンガイドを外した状態でセットすることになる。注射器は縦置きなのでピストンガイドを外した状態では落下する危険がある。注射器をピストンガイドに固定して試料送り込み装置を本体にセットしてから、ピストンを引いて試験油を充填の方が、落下の懸念なく試験油の充填ができるため、d) 項に、「なお、試料送り込み装置を本体にセットした後に気泡が入らないよう注意して a) の作業を実施してもよい。」と追加する。

以上

ホットチューブ試験方法の評価方法審議会

構 成 表

製 品 部 会	委員 7 名 (所属、氏名略)
(部会長)	坂 本 清 美 ENEOS 株式会社
潤滑油分科会	委員 5 名
(委員長)	赤 松 篤 コスモ石油ルブリカンツ株式会社
(幹事)	渡 部 裕 太 シェルルブリカンツジャパン株式会社
(幹事)	堀 田 順 人 出光興産株式会社
	松 田 裕 充 ENEOS 株式会社
	小 熊 辰 昇 一般社団法人潤滑油協会
(事務局)	青 山 竜 公益社団法人石油学会

エンジン油－ホットチューブ試験法

(2019年3月26日確認)

この確認は、1999年9月14日に制定された“エンジン油－ホットチューブ試験法”の確認である。

なお、この確認は、2017年12月から2018年2月にかけて実施したホットチューブ試験の照合試験の結果、本試験法が精度良く保たれていることを確認できた記録として残すため、追加するものである。

確認

2017年度に11機関の参加協力を得て、15台の装置によるホットチューブ試験(5S-55-99)A法の照合試験を実施した。供試油は、JPI-5S-55-99で定める標準油、およびJASO M354:2015(自動車用ディーゼル機関潤滑油－動弁系摩耗試験方法)で定める標準油(DV4:照合試験では“JASO ボーダーライン油”としたため、以後、JASO ボーダーライン油とする)とした。

結果は、いずれも室間再現精度(2.0点)の範囲内であり、各参加機関とも精度が保たれており、規格が正しく有効に運用されていると判断される結果を得た。

結果の詳細を以下に報告する。

1. JPI-5S-55-99 標準油

標準油の照合試験は290℃で実施した。各機関の試験結果および統計値を表1に示す。

すべての結果が室間再現精度(2.0点)の範囲内であった。また、中央値と平均値がほぼ一致し、標準偏差の小さい結果となった。

表1 参加各機関のJPI-5S-55-99標準油の試験結果

標準油						
機関番号	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
1	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
2	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
3-1	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
3-2	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
4-1	—	—	8.5	8.5	—	—
4-2	—	—	8.5	8.5	—	—
5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
6	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
7-1	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
7-2	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
8	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
9-1	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
9-2	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
10	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
11	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
最高値	8.5		中央値	8.0		
最低値	7.5		平均	8.1		
			標準偏差	0.386		

度数分布の集計値を表 2 および図 1 に示す。評点は 7.5~8.5 点の範囲に偏り無く分布した結果となった。

表 2 標準油ホットチューブ試験の
度数分布

データ区間	頻度
6.5	0
7.0	0
7.5	18
8.0	30
8.5	34
9.0	0
9.5	0

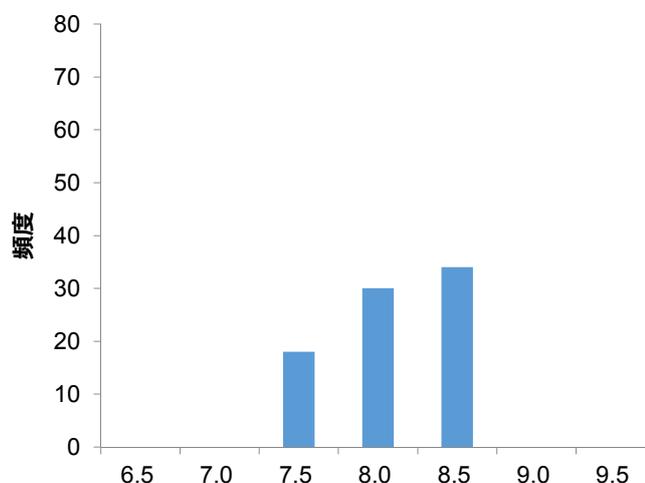


図 1 標準油のホットチューブ試験(290°C)ヒストグラム

2. JASO ボーダーライン油

JASO ボーダーライン油の照合試験は 280°C で実施した。各機関の試験結果および統計値を表 3 に示す。中央値と平均値が一致し、標準偏差の小さい結果が得られた。

表 3 参加各機関の JASO ボーダーライン油の試験結果

JASO ボーダーライン油						
機関番号	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
1	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
2	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
3-1	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
3-2	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
4-1	—	—	7.0	7.0	—	—
4-2	—	—	7.0	7.0	—	—
5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
6	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
7-1	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
7-2	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
8	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
9-1	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
9-2	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
10	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
11	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
最高値	7.5		中央値	7.0		
最低値	6.5		平均	7.0		
			標準偏差	0.231		

(2019年3月26日確認)

度数分布の集計値を表4および図2に示す。全ての結果が室間再現精度(2.0点)の範囲内にあること、また、評点7.0点に80%の結果が集中していることから、JASO ボーダーライン油の280℃における実力は、7.0点近傍と推測される。

表4 JASO ボーダーライン油ホットチューブ試験の度数分布

データ区間	頻度
5.5	0
6.0	0
6.5	12
7.0	64
7.5	6
8.0	0
8.5	0

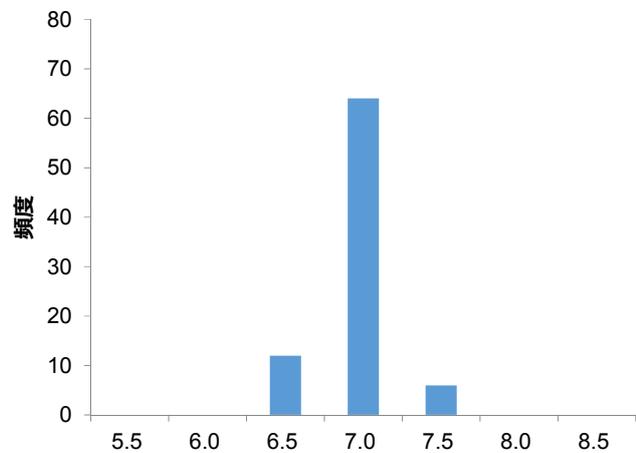


図2 JASO ボーダーライン油のホットチューブ試験(280℃) ヒストグラム

3. まとめ

- 5S-55-99で規定される標準油による参加各機関の全ての結果は、室間再現精度(2.0点)の範囲内に含まれており、各機関の精度が保たれていることが確認できた。
- 参加各機関の試験装置の精度が保たれていることが確認できた上で、JASO ボーダーライン油は280℃で7.0点近傍の性能を有することを確認した。

確認-2019 の解説

2016 年に実施した潤滑油に関する石油学会試験方法の照合試験実施の必要性のアンケートにおいて、「JPI 5S-55-99 (ホットチューブ試験)」の照合試験実施の要望が強かった。JPI 5S-55-99 の照合試験は、試験規格制定前に実施して以来行われていなかったため、試験法の運用状況を確認する上でも照合試験の実施は意義あることとして、2017 年度に照合試験を実施した。

照合試験においては、JPI 5S-55-99 に定める標準油に加えて、JASO M355 規格に定められているホットチューブ試験の規格値 (280℃において 7.0 点以上) のボーダーライン上の性能を有する試料も評価に加えた。これは、潤滑油分科会において、以下の 2 点が指摘されたことに基づく。

- ① JPI 5S-55-99 の標準油の性能が良すぎるため、試験装置の小さな不具合を反映できない可能性がある。
- ② JASO M355 規格で定める規格値付近の性能を有する試料で、各試験装置の状態判断をする方が妥当である。

照合試験の結果、参加各機関の試験装置は精度良く管理されていることが確認できた。また、JASO M354:2015 (自動車用ディーゼル機関潤滑油—動弁系摩耗試験方法) で定める標準油 (DV4) が 280℃で 7.0 点近傍の性能を有することを確認できた。

今回の照合試験の結果を広く試験実施者の参考とするため、JPI 5S-55-99 の試験精度の確認として記録に残すこととした。

エンジン油－ホットチューブ試験方法

(2016年3月30日追補)

この追補は、1999年9月14日に制定された“エンジン油－ホットチューブ試験方法”の追補である。

したがって、今後、JPI-5S-55-1999とは、この追補を含むものとする。

なお、この追補は該当箇所のみを示す。2016年3月30日の追補は次の2箇所である。

追補 1

2.3 「コマツエンジニアリング株式会社」を、「株式会社ニッコークリエート」に置き換える。

追補 2

2.3 及び 2.4 「コマツ評価限度見本」を、「評価限度見本」に置き換える。

追補-2016 の解説

追補 1, 追補 2 について

評点見本の作成会社変更に伴い、作成会社名の記載を「コマツエンジニアリング株式会社」から「株式会社ニッコークリエート」へ修正した。合わせて、評点見本の名称を「コマツ評価限度見本」から「評価限度見本」へ修正した。

潤滑油ホットチューブ試験方法審議会

構 成 表

製 品 部 会	委員 10 名 (所属、氏名略)
(部会長)	松 岡 徹 JX エネルギー株式会社
潤滑油分科会	委員 6 名 (所属、氏名)
(委員長)	田 谷 隆 裕 コスモ石油ルブリカンツ株式会社
	宇 高 俊 匡 出光興産株式会社
	羽生田 清 志 昭和シェル石油株式会社
	岩 井 雄 俊 一般社団法人潤滑油協会
	宮 島 誠 JX エネルギー株式会社
	加 藤 智 浩 東燃ゼネラル石油株式会社
(事務局)	青 山 竜 公益社団法人石油学会