

内 容	目次	1頁
	本文	13頁
	圖面	2葉

秘

研究實驗成績報告

(秘) 第 5 號

航空機用潤滑油としての白綾油に 關する實驗報告

昭和六年二月二十六日

法分處
要
通
報

海 軍 燃 料 廠

研究實驗成績報告(秘)第五號目次

1. 目 的	77
2. 成 果	77
3. 緒 言	78
4. 實 驗 方 法	79
5. 實驗試料及其の性狀に對する考察	79
6. 實 驗 結 果	83
(1) 機械の運轉狀況及運轉後に於ける機械各部の狀況	83
(2) 機 械 損 失	83
(3) 潤 滑 油 消 費 量	84
(4) 潤滑油溫度及壓力	86
(5) 氣 筭 內 遊 離 炭 素	87
(6) 使用後に於ける潤滑油性狀の變化	88
7. 結 論	89

航空機用潤滑油としての白綾油に関する實驗報告

海軍燃料廠研究部部員兼製油部部員

海軍機關中佐 別 府 良 三

海 軍 燃 料 廠

嘱 託 景 平 一 雄

海 軍 燃 料 廠 研 究 部 附

海軍技手 中 西 卓

1. 目 的

本邦に於ける航空機用潤滑油としては主として「カストル」油を使用するも其の資源極めて貧弱なるを以て之が代用品としての白綾油の實用價值を判定せんとす

2. 成 果

白綾油は航空機用潤滑油として單獨にても使用し得べきことを認めたるも其の性能上より見る時或程度「カストル」油の混合を必要とし50%混合のものは「カストル」油に比し遜色なきものと認めたり 但し本實驗は「リカード」式機關によりし成果なるを以て實際の航空機用内火式機械により更に之を確認するを要す

3. 緒 言

本邦に於て「カストル」油の資源極めて貧弱にして且其の値も高價^(註)なるが故に此が適當なる代用品を得ることは極めて緊要の問題なり 近年に至り其の代用品に關する研究の起りたるは斯かる理由によるものと考へらるゝが今本邦産植物油中に求むるならば其の産額及價格の点よりして白絞油を得べし 而して白絞油は半乾燥性油に屬し酸化作用に對し抵抗性大ならず主として混合材料として用ひられ單獨のものは精密機械の潤滑油として適當ならずとせられたり 然れども白絞油使用に於ける不適の程度或は之が使用に對する處置方法等に關しては未だ不明なる点あるを以て此が闡明は資源乏しき本邦航空機潤滑油問題に對する一參考

(註) 本邦に於ける蓖麻子油の産出は朝鮮に於て少しくあるのみにして内地にはなく台灣は未だ試験時代にして大部分輸入によりて其の需要を満す 昭和三年度に於ける統計を示せば次の如し

	蓖麻子輸入額	蓖麻子油産額
内地	3,643,504 貫	—
朝鮮	—	4,360 石
台灣	—	—

備考 蓖麻子の含油量は約 50% なれば 總輸入蓖麻子より 39,000 石の油を得べし

蓖麻子油の價格を他の植物油及礦物油に比較すれば次の如し

	一罐 (18 立入) に付き	
蓖麻子油	〃	6.3 円
白絞油	〃	5.5
大豆油	〃	4.6
二號外部礦油	〃	5.5
「シリンダー」油	〃	5.3

(昭和五年十二月化學工業新聞記載)

資料と考へられ本實驗を行へり

4. 實 驗 方 法

先づ「カストル」油並白絞油單獨のもの及其等の種々の割合の混合物を作り其の物理的並化學的性狀を考察し次に「リカード」式内燃機關 (E. 35型) に實用し其の價値を判定せんとせり

實用實驗の方法としては 25 立の試料を用ひ燃料として同一性狀の航空三號揮發油を使用し壓縮比 5:1 回轉數毎分 1,500 となし冷却水出口溫度及吸入空氣溫度を夫々 40°C 及 30°C に保ち「カストル」油並白絞油の單獨試料に對しては 24 時間其の他の混合試料に對しては 16 時間全力にて運轉を行ひ起動後に於ける潤滑油の溫度及壓力の變化潤滑油消費量・機械損失・運轉中に於ける狀況・停止後に於ける氣筒内附着炭素の量及使用後に於ける潤滑油性狀の變化等を調査し之を「カストル」油と比較し以て白絞油の實用價値を判定せんとせり

5. 實驗試料及其の性狀に對する考察

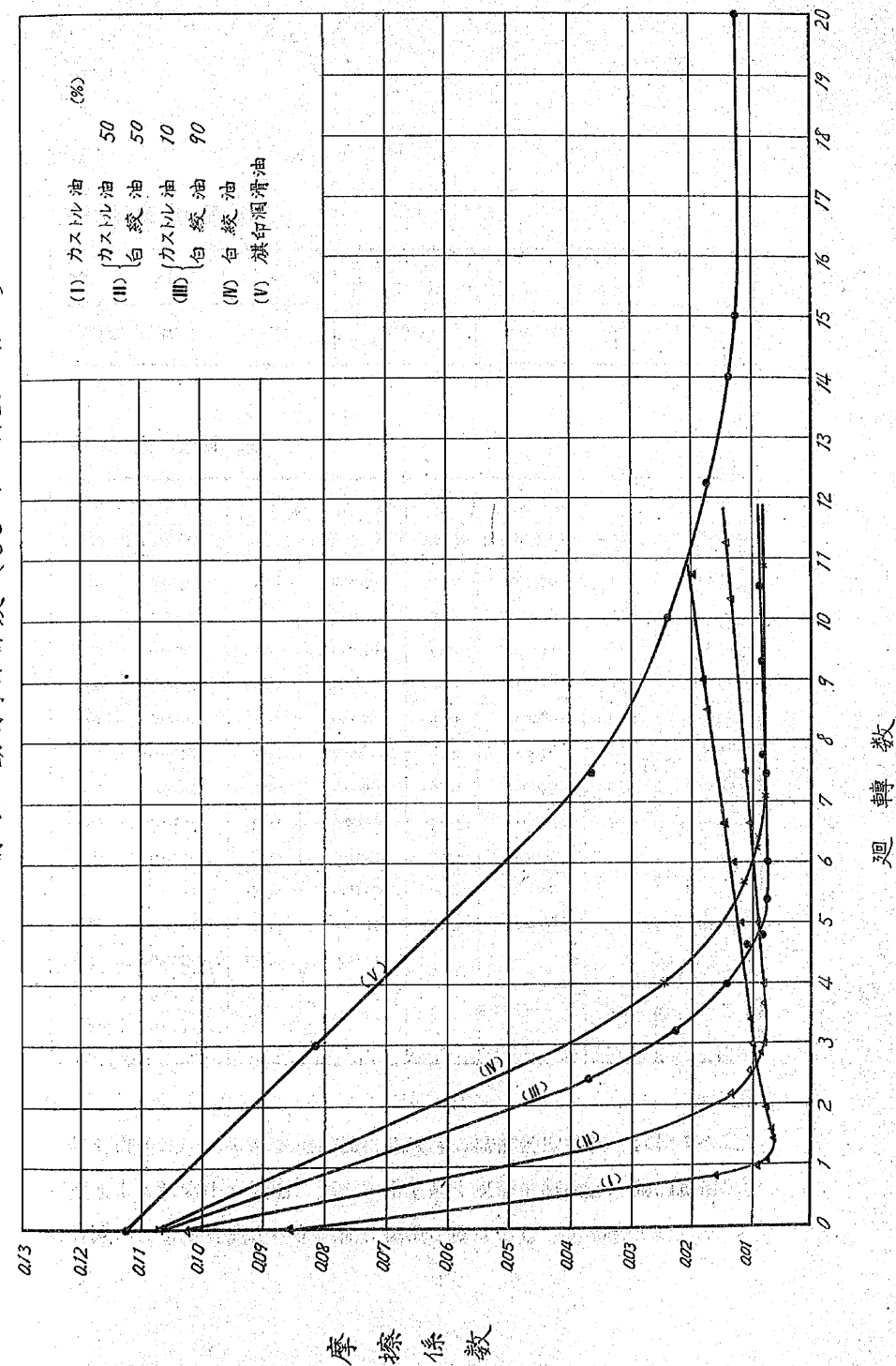
白絞油は半乾燥性油に屬し主成分は Rapic acid ($C_{17}H_{33}COOH$) 及 Erucic acid ($C_{21}H_{41}COOH$) の Glycerin ester よりなり酸化作用に對し抵抗性大ならず 「カストル」油は Ricinoleic acid ($C_{17}H_{32}(OH)COOH$) の Glycerin ester よりなり酸化に對し比較的安定なり 此等は次の各單獨試料及各種割合の混合試料の分析結果より明かなるべし 而して「カストル」油の安定度に於て優れるは他の植物油と異り其の構造中に OH 基の存在する点にありとせらるべし

第一表 試料の性状

	「カスト ル」油	カストル油 90	カストル油 70	カストル油 50	カストル油 30	カストル油 10	白綾油	旗印 潤滑油
反 應	中 性	中 性	中 性	中 性	中 性	中 性	中 性	酸 性
比 重 (15/4°C)	0.9628	0.9552	0.9457	0.9356	0.9264	0.9167	0.9126	0.9154
引 火 点 (°C)	241	237	234	228	227	217	222	211
凝 固 点 (°C)	-10以下	-10以下	-10以下	-10以下	-10以下	-10以下	-10以下	-10以下
粘 度 30°C (レッドウッドNo.1秒数)	1,933	1,571	1,027	711	445	322	292	207
50°C	557	473	352	267	194	151	143	107
80°C	153	139	114	97	83	73	72	59
沃 度 價	84.8	85.1	89.7	92.6	94.4	98.7	100.2	110
鹼 化 價	180.3	179.1	178.1	178.5	176.8	175.9	172.8	164
遊離有機酸(%)	0.86	0.80	0.62	0.56	0.38	0.18	0.14	0.49
炭 化 分 (%)	0.142	0.135	0.137	0.157	0.175	0.216	0.262	—
酸 化 試 験 (170°Cに 於て60時 間空気に 暴露せし る後の性状)	比 重 (15/4°C) 沃 度 價 鹼 化 價	0.9904 69.4 214.1	— — —	— — —	— — —	— — —	0.9428 76.2 195.0	0.9568 73.0 189.5

茲に考慮すべき白綾油と「カストル」油との相違は粘度炭化分及酸化試験成績なり 一般に發動機筒内の潤滑に於て筒壁に相當の厚さある油膜を形成せしむるためには適當なる粘度を必要とす 他方不完全減摩より完全減摩に移りたる後の摩擦抵抗は主として油の粘度に左右せらるゝを以て若し油が充分に潤滑膜を形成し得る性質を有するならば粘度は可及的小なるを良しとす 又機械の起動時に於ける不完全減摩より完全減摩に移行する速度は可及的速かにして且不完全減摩に於ては摩擦係數小にして油膜の安定なることが最も必要なり 此等の諸点を見るために Deeley's Machine により靜的並動的摩擦係數を測定するに次の結果を

靜的並動的摩擦係數 (50%荷重、場合)



得たり

靜的摩擦係數

種 別	「カストル」油	「カストル」油 50 白 絞 油 50	「カストル」油 10 白 絞 油 90	白 絞 油
靜的摩擦係數	0.08707	0.10278	0.10751	0.10796

動的摩擦係數

「カストル」油		「カストル」油 50 白 絞 油 50		「カストル」油 10 白 絞 油 90		白 絞 油	
回轉數	動的摩擦係數	回轉數	動的摩擦係數	回轉數	動的摩擦係數	回轉數	動的摩擦係數
0.88	0.01564	2.18	0.0140	2.50	0.0370	4.00	0.0247
1.00	0.00906	2.55	0.0107	3.24	0.0226	5.70	0.0119
1.15	0.00720	2.67	0.0099	4.00	0.0144	6.17	0.0099
1.50	0.00659	2.86	0.0086	4.62	0.0111	6.38	0.0091
1.67	0.00700	3.08	0.0078	4.80	0.0086	7.12	0.0078
2.00	0.00782	3.64	0.0082	5.45	0.0078	9.35	0.0082
3.00	0.00947	4.00	0.0086	6.00	0.0078	10.90	0.0082
3.43	0.01010	5.03	0.0091	7.50	0.0078		
5.00	0.01255	6.66	0.0103	7.79	0.0082		
6.00	0.01399	7.50	0.0115	9.38	0.0086		
6.67	0.01482	10.35	0.0134	10.53	0.0088		
8.57	0.01729	11.35	0.0144				
9.09	0.01873						
10.71	0.01935						

即ち白絞油を「カストル」油に比較する時靜的摩擦係數は少々大なる程度なるも測定中摩擦面に傷痕を附し易く又靜的摩擦より動的摩擦への移行速ならず且測定中金屬面に傷痕を附すること前場合と同じく

(「カストル」油の場合は然らず)「カストル」油に比し潤滑膜生成能力の劣ることは明かなり 只動的摩擦に移りたる後は其の粘度小なるより考へらるゝ如く摩擦係数は小となる 其の結果機械損失は「カストル」油よりも當然小なるべし 今更に此を旗印潤滑油の場合と比較するに第一圖に見る如く良好にして其の曲線は「カストル」油との中間に位す 旗印潤滑油に就きては既に報告せる如く「リカード」式機械にて實用運轉の際潤滑膜生成の不良に基く笛内焼着の徴候を認めたり 故に潤滑膜生成能力の劣れる白絞油單獨の使用に於ては充分の注意を要するものと思考せらる 然し乍ら潤滑膜生成の原因として他に摩擦面にかゝる荷重及供給せらるゝ油量が關係するが故に實際機械の運轉に於ては此等種々の素因の結果が現れ従つて機械及運轉状況の相違と油の性状との間に一定の關係あるべきことが推定せらる 換言すれば「リカード」式機械に於ては Deeley's Machine の測定値が或る程度「カストル」油に劣ることも充分潤滑作用を行ひ得る限度が存在するなるべし

斯る白絞油の缺点も「カストル」油を混合する割合大なるに従ひ減少するを以て(第一圖参照)より安全なる使用には或程度「カストル」油を添加する要あることが想像せらる

次に白絞油の安定度なるが之は酸化試験結果に於て見らるゝ如く「カストル」油に比し不安定なるが故に使用中に於ける變質度は大なるべく又此は油の消費量及笛内沈積炭素の量にも關係すべし 沈積炭素の推定は一般に炭化分の測定により行ふが白絞油のそれは「カストル」の二倍餘なり 此等白絞油の缺陷とする所も「カストル」油の混合により補はれ「カストル」油 50% のものは炭化分に於て略「カストル」油單獨のものに相等し即ち或程度「カストル」油を混合して使用するが適當なることを示すものと謂ふべし

6. 實 驗 結 果

(1) 機械の運轉状況及運轉後に於ける機械各部の状況

「カストル」油及白絞油の單獨試料並其の混合試料何れの場合に於ても運轉は圓滑にして白絞油混合割合の大なる時「クランク・ケース」よりの發煙稍々多量なりし外機械の抵抗音響・振動排氣瓦斯等の運轉状況に於て何等異なる所あるを認めざりき

運轉終了後分解し各摩擦部を檢査するに何等の損傷なく又潤滑油の種類による相違を認め難し 即ち Deeley's Machine に於ける白絞油と「カストル」油の潤滑膜生成能力の相違が現はれざるなり 然れども旗印潤滑油の場合と比較考察する時は實際使用の際に影響の現はるゝ潤滑膜生成能力の限度の存在することが推定せられ注意すべき事項なりと考へらる

(2) 機 械 損 失

機械損失は運轉直前及運轉開始後 8 時間 16 時間及 24 時間目に附屬電氣動力計により運轉の場合と全く相等しき状態に於て測定せり

機械の運轉状態は實驗中常に同一に保てるが故に各潤滑油に於ける機械損失の變化は主として各潤滑油の性能の差異に起因すべく油膜面の破損せざる範圍内に於ては粘度小なる白絞油が機械損失少なき理なり 各混合割合による機械損失を表示せば次の如し

第二表 機械損失

混合比	「カストル」油	100	90	70	50	30	10	0
	白 絞 油	0	10	30	50	70	90	100
機械損失(馬力)運轉直前		6.3	—	6.1	5.6	5.5	5.1	4.8
8時間後		4.3	4.3	4.2	4.0	3.9	3.8	3.6
16 〃		4.5	4.4	4.1	4.0	3.9	3.8	3.6
24 〃		4.5	—	—	—	—	—	3.7
8 時間以後に於ける平均		4.4	4.4	4.2	4.0	3.9	3.8	3.6

白絞油の混合割合の大となるに従ひその機械損失は減少す。

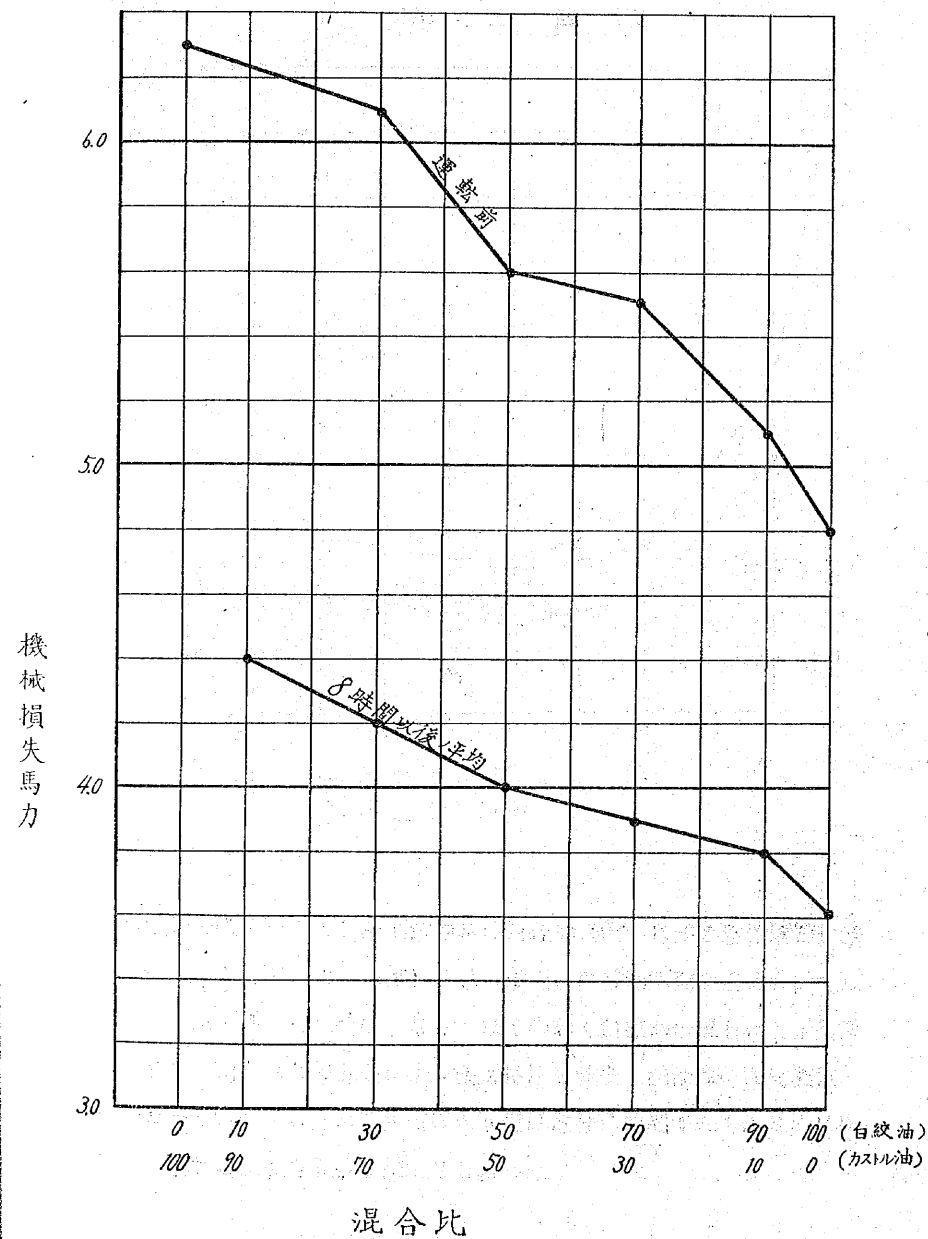
(3) 潤滑油消費量

各實驗開始に當り潤滑油 25 立を採りて試料とし實驗終了後に於ける減量を測定し之を以て潤滑油消費量とせり 毎時消費量及毎時馬力消費量は運轉時間及發生馬力より算出せり

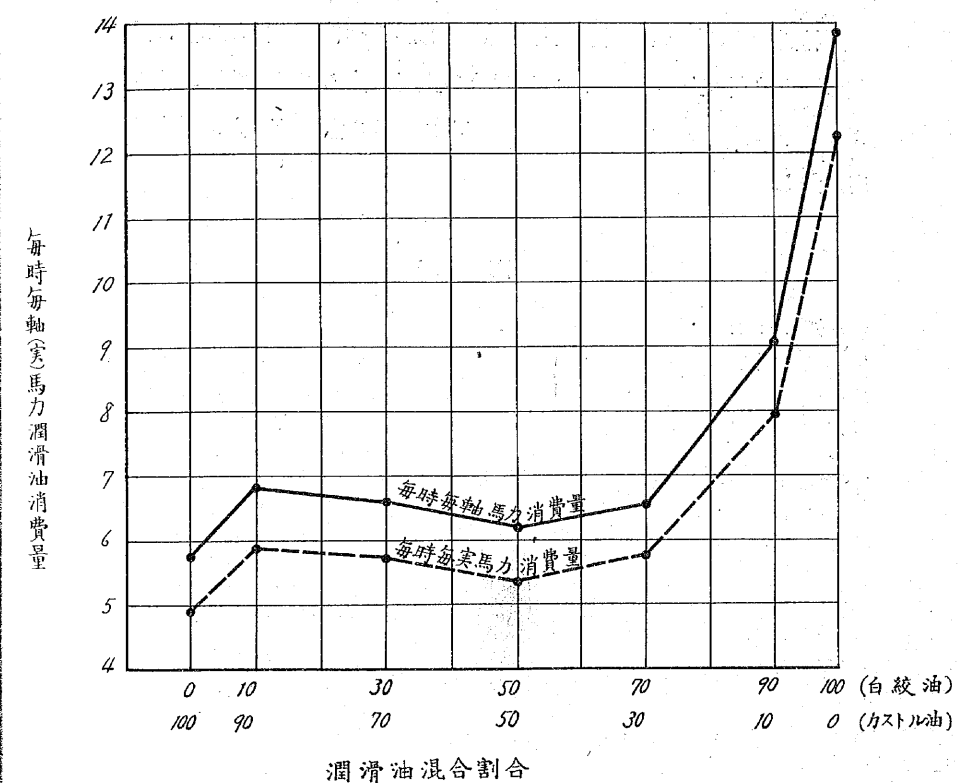
第三表 潤滑油消費量

混合比	「カストル」油	100	90	70	50	30	10	0
	白 絞 油	0	10	30	50	70	90	100
毎時潤滑油消費量 (純)		157.4	204.3	203.4	193.5	203.7	282.6	429.0
(瓦)		151.7	195.7	192.8	181.4	189.2	259.5	392.1
毎時毎軸馬力潤滑油消費量 (純)		6.11	7.19	7.01	6.62	7.10	9.84	15.13
(瓦)		5.88	6.89	6.65	6.21	6.59	9.05	13.84
毎時毎實馬力潤滑油消費量 (純)		5.19	6.21	6.10	5.79	6.24	8.66	13.37
(瓦)		5.00	5.95	5.79	5.43	5.80	7.96	12.23

第二圖



第三圖



白絞油の混合による潤滑油消費量は白絞油 50% に至る迄は増加比較的緩慢なるも 70% 以上に至れば急に増大し白絞油單獨の場合に於ては「カストル」油の約二倍餘となる。斯くの如く白絞油の混合による潤滑油消費量の増大は其の混合により漸次粘度を減少し潤滑油の吸鑄環側の浸潤通過を容易ならしめ筒内壁に至り燃焼部分に接觸するもの多く且變質し易き性質によるものと推定せらる。

(4) 潤滑油温度及壓力

運轉開始前に於ては潤滑油は室温に等しかるべきも運轉の繼續に従ひ其の温度は漸次上昇し給油壓力は温度の上昇に伴ふ潤滑油粘度の減少により低下の傾向を示す 始動後8時間中に於ける温度及壓力の變化は次表の如し

第 四 表

運轉時間 時 分	混合比 (%)		カストル油 100		90		70		50		30		10		0	
	カストル油 100		90		70		50		30		10		0		0	
	温度 (°C)	壓力 (Lbs)	温度 (°C)	壓力 (Lbs)	温度 (°C)	壓力 (Lbs)	温度 (°C)	壓力 (Lbs)	温度 (°C)	壓力 (Lbs)	温度 (°C)	壓力 (Lbs)	温度 (°C)	壓力 (Lbs)	温度 (°C)	壓力 (Lbs)
0~30	47.0	67.3	46.3	65.6	49.5	63.2	47.5	61.7	47.0	59.2	43.5	57.5	41.2	56.5		
1~0	53.5	64.8	51.0	64.2	54.0	61.2	52.2	60.1	51.5	57.9	50.5	55.5	47.5	56.0		
1~30	57.2	63.0	54.5	62.6	56.3	60.1	55.5	58.7	54.7	57.0	54.0	55.5	50.7	55.2		
2~0	59.1	62.5	57.5	61.8	58.5	59.5	57.5	58.0	56.7	56.0	56.0	54.6	53.5	55.0		
2~30	60.3	62.0	59.2	61.1	60.0	59.0	58.3	57.6	58.1	55.7	56.6	54.6	54.5	54.7		
3~0	61.2	61.6	60.0	60.8	60.5	58.6	59.5	57.5	59.0	55.6	57.5	54.5	55.5	54.5		
3~30	61.7	61.5	60.4	60.5	60.7	58.6	60.1	57.5	59.0	55.6	58.5	54.5	56.0	54.5		
4~0	61.8	61.4	60.7	60.5	61.5	58.5	60.5	57.4	59.0	55.6	58.5	54.5	56.2	54.5		
4~30	62.0	61.5	61.0	60.5	61.6	58.5	61.1	57.2	59.0	55.6	58.5	54.5	56.8	54.2		
5~0	63.0	61.5	61.2	60.5	61.8	58.4	61.6	57.2	59.1	55.6	58.7	54.5	56.8	54.2		
5~30	63.0	61.2	61.4	60.5	62.0	58.3	62.1	57.0	59.8	55.6	59.5	54.5	57.0	54.2		
6~0	63.2	61.2	61.6	60.5	62.1	58.3	62.6	56.9	59.8	55.6	59.5	54.5	57.0	54.2		
6~30	63.2	61.2	62.0	60.4	62.2	58.3	63.6	56.6	59.8	55.6	59.5	54.5	57.0	54.2		
7~0	63.5	61.0	62.2	60.4	62.3	58.3	63.6	56.6	59.8	55.6	59.8	54.5	57.0	54.2		
7~30	63.3	61.0	62.6	60.3	62.4	58.3	63.6	56.6	60.0	55.6	60.3	54.5	57.0	54.2		
8~0	63.7	61.0	62.6	60.2	62.7	58.3	63.6	56.6	60.0	55.6	60.7	54.4	57.5	54.2		

潤滑油温度の上昇は外温及潤滑油の比熱等により幾分左右せらるゝは

明かなるも本實驗に於ては白絞油の混合割合の大なる程其の温度上昇は少なく且其の平均温度も小にして又給油壓力は白絞油の混合量大なるに従ひ減少す

(5) 箱内遊離炭素

遊離炭素量は運轉後吸鑄及吸排氣弁を揮發油にて洗滌し附着せる油脂分を完全に除去せる後之を秤量し運轉前に於ける重量との差を以てせり又磨滅及焼損による重量の減少は極めて小にして測定誤差の範囲内にあるものと考へらるゝを以て之を省略せり

混合比	「カストル」油		100	90	70	50	30	10	0
	白絞油		0	10	30	50	70	90	100
遊離炭素量(瓦)	吸鑄頭		2.00	1.30	2.50	3.00	3.00	4.20	5.33
〃	吸氣弁		0.784	0.807	0.743	0.909	1.237	1.585	1.056
〃	排氣弁		0.029	0.023	0.010	0.019	0	0	0.034
合	計		2.813	2.130	3.253	3.928	4.237	5.785	6.420

吸鑄頭及吸氣弁、排氣弁等に固着せる遊離炭素量は白絞油の増加と共に増大し白絞油單獨に於ては「カストル」油に比し約 2.3 倍餘なり。これ試油の項に於て述べたるが如くその分析結果に於て白絞油の混合割合の増加に伴ふ炭化分の増大により豫想せる所と良く一致せり。今箱内に於ける遊離炭素が「ノッキング」の一原因と認めらるゝ限り遊離炭素量の少なきもの程内燃機關用潤滑油として良好なるものと考へ得べきを以て白絞油混合割合 50% に至る迄は内燃機關用潤滑油として適當なるものと認め得べし。

(6) 使用後に於ける潤滑油性状の變化

運轉前後に於ける各潤滑油の性状の變化を示せば次の如し

混合比	「カストル」油		100		90		70		50		30		10		0	
	白絞油		0		10		30		50		70		90		100	
使 用	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
比 重 (15/4°C)	0.9628	0.9604	0.9552	0.9545	0.9457	0.9375	0.9356	0.9369	0.9264	0.9270	0.9167	0.9185	0.9126	0.9193		
反 應	中性	微酸性	中性	微酸性	中性	微酸性	中性	微酸性	中性	微酸性	中性	微酸性	中性	微酸性	中性	微酸性
引 失 点 (°C)	241	194	237	163	234	151	228	144	227	132	217	123	222	114		
凝 固 点 (°C)	<-10	<-10	<-10	<-10	<-10	<-10	<-10	<-10	<-10	<-10	<-10	<-10	<-10	<-10		
沃 度 價	84.8	86.4	85.1	87.7	89.7	89.9	92.6	91.5	94.4	94.2	98.7	96.1	100.2	93.7		
鹼 化 價	180.3	182.6	179.1	180.9	178.1	180.1	175.5	180.6	176.8	177.3	175.9	177.8	172.8	178.6		
遊離有機酸(%)	0.86	0.88	0.80	0.86	0.62	0.70	0.56	0.60	0.38	0.52	0.18	0.40	0.14	0.48		
炭 化 分 (%)	0.142	0.166	0.135	0.140	0.137	0.192	0.157	0.181	0.175	0.495	0.216	0.546	0.262	0.750		
粘 度 30°C (レッドウッドNo.1秒間)	1,933	2,054	1,571	1,674	1,027	1,052	711	690	445	469	322	350	292	394		
50°C	557	591	473	513	352	357	267	257	194	195	151	162	143	168		
80°C	153	162	139	142	114	116	97	99	83	85	73	77	72	78		

上表より之を見るに比重・粘度は白絞油の混合割合の大なる程使用による増加率大にして使用中に變化生成せる重合物質の多きことを示す
其の然る所以は沃度價の減少度大なる所よりも知り得べし 其の他鹼化價・遊離有機酸・炭化分の變化等より白絞油の安定度の「カストル」油に比して劣れること明かなり 殊に白絞油の單獨の場合使用後のものが炭化分著しく増加することは長時間の使用に堪へざることを指示するものと謂ひ得べく又白絞油が 50% を超ゆる時は急に炭化分を増加する事實は安全なる使用に於ける白絞油の混合割合の限度を示すものにあらざるかと思考す

7. 結 論

以上各實驗結果を綜合考察するに白絞油は機械的損失小にして運轉狀況亦良好なれども其の消費量多く笛内に於ける遊離炭素大にして且變質し易きが故に航空機用潤滑油としては良好なるものとは認め難し 然れども「カストル」油と白絞油の混合物は白絞油の混和量 50% に至る迄のものは其の消費量少なく又變質度も大ならざるが故に適當なる高速内火式機械用潤滑油と稱し得べく且粘度小なるが故に始動初期に於ける潤滑作用困難なる寒地及寒冷期に於て一層適當なるものと認めらるゝも之等につきては更に實用實驗を行ひ確認するを要す

(昭和五年十月二十二日稿)