

土木研究所資料

ダム用ゲート開閉装置 油圧作動油に関する調査報告書

平成5年9月

建設省土木研究所
材料施工部機械研究室

Copyright © (1994) by P.W.R.I

All right reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部または一部の転載、複製は、土木研究所所長の文書による承認を得ずしてこれを行なうてはならない。

ダム用ゲート開閉装置 油圧作動油に関する調査報告書

機械研究室 室長 吉田 正

室長 杉山 篤*

研究員 茂木 正晴

部外研究員 佐藤 邦人**

部外研究員 賀谷 丈茂

* 現 日本道路公団 東京第二管理局 技術部 調査役

** 現 日立造船株式会社 鉄構設計部 設計一課

要 旨

ダム用ゲートの油圧式開閉装置の稼働の可否を大きく左右する要素として作動油がある。作動油の成分の良否によって油圧装置の稼働に支障を来すことがあるため、日頃の維持管理において注意を払う必要がある。また、水門用油圧装置の故障のうち作動油に起因するものは故障原因全体の約70%を占めるという調査報告もあり、適切な作動油の交換もしくは適切な保全管理が油圧装置の信頼性向上において不可欠となる。しかし、油圧式開閉装置の機能を低下させないための作動油の維持管理・更新の実施については、設備の仕様、環境条件、現場担当者の判断により実施されているものであるため、点検・整備の期間、手法等に統一された基準がないのが現状である。本報告書は、ダム用ゲート開閉装置（油圧式）点検・整備要領（案）に作動油の点検・整備手法、交換時期、維持管理における対応策等を反映させるため、調査・検討を行い作動油の考え方について取りまとめを行ったものである。

キーワード：作動油、油圧式開閉装置、維持管理・更新、作動油の汚染・劣化、作動油の性状、性状管理、鉱油系作動油、フィルタ

ま え が き

ゲートの開閉を円滑かつ確実にを行うためには、油圧式開閉装置の日頃の維持管理が重要である。なかでも作動油は、ゲートを開閉させる油圧装置の稼働の可否を大きく左右する要素であり、作動油成分の良否によっては油圧装置の稼働に支障が生じてしまう。そのため、日頃の維持管理において注意を払う必要がある。また、作動油に関連した油圧装置の故障は全体の約70%を占めており、適切な作動油の交換もしくは適切な保全管理が油圧装置の信頼性向上に不可欠である。

現在、油圧装置の機能を低下させないために、ダム用ゲート開閉装置の点検・整備時に併せて作動油を交換、目視により作動油が著しく劣化していると判断した場合に交換、また作動油の分析試験を実施し結果によっては作動油を交換する等により維持管理を行っている。保全管理については、点検・整備時に油タンクの水ぬき、フィルタによる水分・汚染物質等の除去を行い、作動油の管理を行っている。しかし、それらの実施については、設備の仕様、環境条件、現場担当者の判断により実施されているものであるため、点検・整備の期間、手法等に統一された基準がないのが現状である。

そこで、本報告書はこれらについてとりまとめ、ダム用ゲート開閉装置（油圧式）点検・整備要領（一次案）に適切な作動油の点検・整備手法、交換時期、維持管理における対応策等を反映させるため、以下に示すようなキーワードに沿って調査・検討を行い、作動油の維持管理、交換等の考え方について整理したものである。

<キーワード>

- ①作動油の分類と種類
- ②作動油の性状
- ③作動油の維持管理
- ④作動油の交換方法
- ⑤作動油の交換時期の考え方

なお、本報告書の作成にあたっては、（社）ダム・堰施設技術協会に委員会を設けダム用ゲート開閉装置の信頼性に関する調査を行い、その内容も含めたものである。

目 次

	頁
まえがき	
1. 目 的	1
2. 現 状	
2-1 作動油の使用実態	1
2-2 作動油汚染・劣化の傾向	3
2-3 作動油更新の実態	4
3. 考 察	
3-1 作動油の分類と種類	6
解説1：各種作動油の特徴	14
解説2：難燃性作動油（液）について	15
解説3：粘 度	17
解説4：粘度指数	18
参考資料1：各種作動油の銘柄	19
参考資料2：生分解性作動油について	19
3-2 作動油の性状変化	20
3-3 作動油の性状管理	23
3-4 作動油の保全管理	27
3-5 作動油の交換方法	28
3-6 作動油の更新	35
4. ま と め	36
あ と が き	38
付 録	
1 規格・基準	39
2 参 考 資 料	
(1) 地建等への実態調査結果	81
(2) 作動油の性状（例）	115
3 参 考 文 献	125
4 作成協力者一覧	129

1. 目 的

以前実施した調査（「機械設備診断システムの技術開発」平成2年4月、東北地方建設局）の結果によると、水門用油圧装置の故障のうち作動油に起因するものは全体の約70%を占めると報告されている。このため、適切な作動油の交換および保全管理が、油圧装置の信頼性向上に大きく関わってきている。また、現在作動油の維持管理手法や交換インターバルは、設備の環境・使用頻度等の各種条件によって大きく異なっている。

そこで、作動油の適切な維持管理手法、交換インターバルまたは無条件で交換する時期、作動油の性状維持のために必要な対応策等について調査・検討を行い、取りまとめることを目的とした。

2. 現 状

2-1 作動油の使用実態

直轄および水資源開発公団管理の11件のダムについて、油圧装置作動油の使用実態を調査した（平成5年1月）。

調査した範囲では、ゲート形式や規模にもよるが、油圧装置の作動油はダム1件につき 900ℓ～8800ℓ程度使用されており、3000ℓを超える作動油を使用しているダムが多い（表2.1 参照）。

表2.1 油圧作動油使用実態調査結果

ダム名	ゲート形式	門数	油圧ユニット台数	作動油規格	作動油量(ℓ)	
					機種別	合計
布目ダム	高压ラジアルゲート	1	1	ISO VG22	900	900
奈良俣ダム	リックネロワゲート	1	1	ISO VG22	1,840	1,840
	リックネロワゲート	1				
味噌川ダム	高压ラジアルゲート	1	1	ISO VG32	900	2,500
	リックネロワゲート	1	1	ISO VG22	1,600	
	リックネロワゲート	1				
七ヶ宿ダム	オリフィスラジアルゲート	2	2	ISO VG22	1,700	3,200
	高压スライトゲート	2	2	ISO VG22	1,500	
草木ダム	高压ラジアルゲート	2	2	ISO VG22	1,350	3,450
	リックネロワゲート	1	1	ISO VG32	2,100	
	ネロワゲートハーフ	1				
御所ダム	オリフィスラジアルゲート	3	3	ISO VG22	5,000	5,000
浅瀬石川ダム	高压ラジアルゲート	2	2	ISO VG22	2,800	5,000
	オリフィスラジアルゲート	1	1	ISO VG22	1,700	
	高压スライトゲート	1	1	ISO VG22	500	
	ネロワゲートハーフ	1				
玉川ダム	高压ラジアルゲート	2	2	ISO VG22	3,200	6,000
	オリフィスラジアルゲート	1	1	ISO VG22	1,600	
	リックネロワゲート	1	1	ISO VG22	1,200	
	シットフロゲート	1				
一庫ダム	高压ラジアルゲート	2	2	ISO VG22	5,720	7,310
	リックネロワゲート	1	1	ISO VG22	640	
	シットフロゲート	1	1	ISO VG22	950	
	高压スライトハーフ	1				
阿木川ダム	タムフラップゲート	2	2	ISO VG32	3,660	8,050
	オリフィスラジアルゲート	1	1	ISO VG32	2,760	
	高压スライトゲート	1	1	ISO VG22	810	
	高压スライトゲート	1	1	ISO VG22	820	
	リックネロワゲート	1				
寒河江ダム	タムフラップゲート	4	2	ISO VG22	4,800	8,800
	オリフィスラジアルゲート	2	2	ISO VG22	2,400	
	シットフロゲート	2	1	ISO VG22	800	
	高压スライトゲート	2	1	ISO VG22	800	

2-2 作動油汚染・劣化の傾向

全国の直轄管理ダム（沖縄を除く33件）を対象に、現在使用中の作動油のサンプリングを実施した汚染・劣化の傾向分析調査結果（「機械設備診断システムの技術開発」平成2年4月、東北地方建設局）によれば、サンプリング34件中、判定基準を超えるものは、粘度変化によるものが3件、水分あるいは汚染物質の混入によるものが2件報告されている。

サンプリング方法は、一定時間油圧ポンプをアイドリング運転したのち作動油を採取し、分析機関に汚染・劣化の判定要素となる全酸価・水分および汚染物質の分析を依頼した。

分析結果から次のことが確認できた。

①物理的性状の変化と使用時間および使用期間との相関は見られない。

〔使用時間：前回作動油交換後の油圧装置の実作動時間〕
〔使用期間：前回作動油交換後の経過期間〕

②粘度変化率は、90%以上のデータが合格判定基準内に収まっている。

③全酸価は全て合格判定基準内に収まっている。

④調査した中には、水分および汚染物質が使用時間や使用期間に関係なく異常に混入し、合格判定基準を大幅に超える事例が見受けられた。

表2.2 に、使用期間および使用時間の長いデータと判定基準を超過しているデータを示す。

表2.2 汚染・劣化の分析値（データ件数34件中6件を抜粋したもの）

No.	使用時間	使用期間	粘度変化率	全 酸 価	水 分	汚 染 度	判定
	(h)	(月)		(mg KOH/g)	(ppm)	(mg/100ml)	
5	不 明	66	0.89	0.12	193	0.6	×
12	1	10	0.99	0.07	1,563	33.9	×
15	74	131	0.92	0.14	64	2.6	○
21	1,247	82	0.96	0	2,870	8.1	×
23	175	75	1.17	-0.30	35	4.4	×
30	3,964	64	0.89	-0.07	139	0.9	×
合 格 判 定 基 準			0.90～1.10	+0.5以下	1,000以下	20以下	—

注) 1. 粘度変化率は新油の値に対する比率を表す。

2. 全酸価は新油の値に対する増減値を示す。

3. 汚染度はミリポアフィルタ法による。

4. 判定欄の○は異常なし、×は異常を示す。

2-3 作動油更新の実態

(1) 交換時期および判断基準

既設のダム33件について、作動油更新の実態調査を行った。そのうち、作動油の交換時期については18件、作動油交換の判断基準については30件の有効回答が得られた。

図2.3-1 に作動油の交換時期、図2.3-2 に作動油交換の判断基準を示す。

- ・最近の作動油交換時期はいつですか？（調査件数18件）

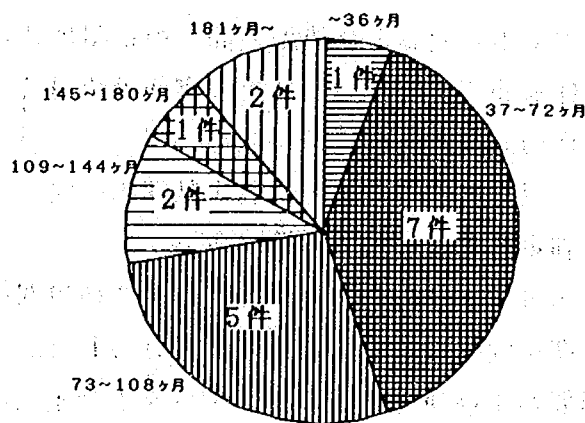


図2.3-1 作動油の交換時期実態調査結果

- ・作動油交換の判断基準はなんですか？（調査件数30件）

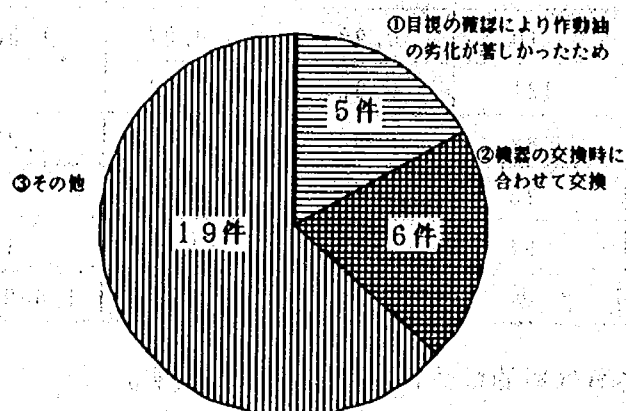


図2.3-2 作動油交換の判断基準実態調査結果

調査結果によると、作動油の交換時期は3年～9年が約7割を占めているが、全体としてはかなりばらついている。また、作動油交換の判断基準を見ると、劣化等による交換の事例が少ないことから、油圧装置の予防保全として設備の定期整備時に併せて作動油を交換してるのが実態であるといえる。

(2) 廃油処理

廃油処理の実態は、作動油交換業者が旧油を引き取る形で行われている。その後の処理は、石油精製業者が廃油処理を行っているとのことである。また、その方法や再利用の割合などについては調査不十分であるが、聞き取り調査したところ次の回答を得た。

- ①ハウス栽培などの暖房用として燃焼させる。
- ②再生利用（リサイクル）はほとんど行われていない。

3. 考 察

3-1 作動油の分類と種類

(1) 作動油に要求される性能

作動油は媒体液として圧力や動力を伝達する他に、摩擦部分の潤滑・密封・防錆・冷却等、油圧装置を円滑に働かせるためのさまざまな役割を果たす。そのため作動油には次のような性能が要求される。

ア. 動力伝達のための媒体液としての性能

①機器に対して適正な粘度を持ち、温度による粘度の変化が小さいこと。

作動油において最も重要な意義をもつもので、機械効率・漏洩・摩耗・圧力損失・キャビテーション・油膜などに影響を及ぼす。

ダム用ゲート開閉装置では、夏期・冬期とも同一の作動油が使用されており、粘度指数の高い作動油が要求される。

②気泡が発生しにくく、消泡性が良いこと。

油圧回路内ではどうしても気泡の発生は避けられないが、気泡が発生すると油圧力が正確に伝達できないため、気泡をできる限り早く消すことが大切である。

③圧縮されにくいこと。

作動油が圧縮されると油圧力を正確に伝達できない。元来、油は圧縮されにくいですが、高圧・高速で正確な油圧装置の停止精度が要求される場合は問題になる。

しかし、ダム用ゲート開閉装置（定格圧力70または140kgf/cm²）では建設機械等（ギヤポンプで140～210kgf/cm²、プランジャポンプで210～300kgf/cm²）と比較して定格圧力は低く、また開閉速度が遅いので、作動油の圧縮性が停止精度に影響することはほとんどない。

④流動性が良く、抵抗が少ないこと。

作動油は、低温の環境ではグリース状に凝固し、摩擦抵抗が大きくなる。低温環境下で利用される場合は、特に低温流動性が要求される。

ダム用ゲート開閉装置では冬期運転されることも多く、低温環境下での流動性が良く抵抗の少ない作動油が要求される。

イ. 機器の寿命を延ばすための潤滑油としての性能

①あらゆる運転条件で潤滑性が良いこと。

油圧機器にはすべて潤滑部が存在し、この部分の摺動抵抗が小さければ小さいほど潤滑性が良いことになる。

稼働率が低く、常時待機状態にあり、ウォーミングアップなしで即時稼働させるダム用ゲート開閉装置においては、潤滑性の影響は大きい。

②油膜が強く、耐摩耗性に優れていること。

特に高圧で使用される場合には重要である。

ダム用ゲート開閉装置は、建設機械等と比較して定格圧力は低く、作動油の耐摩耗性が問題とされることは少ない。

③防錆・防食性に優れていること。

錆は水と酸素による酸化反応で生じる。すなわち、錆は時間の経過とともに蓄積された水と、油の劣化により生成した酸による酸化反応で生じる。

油圧系統内に錆が発生すると、精密に仕上げられた油圧ポンプや電磁弁等の摩擦面を傷つけ、内部漏洩を激しくし、その機能を著しく低下させる。

④水分やゴミなどの不溶性の不純物を良く分離すること。

良く生成された作動油は水分を速やかに分離するが、劣化によって生成された有機酸は、ポンプのかくはんによって乳化油を生成し、油圧ポンプや弁等の機能を低下させるばかりでなく、錆の発生や機器の摩耗の原因となる。このため作動油は、乳化液に対する抵抗性が大きい必要があり、たとえ水分が混入しても分離性の良いことが望まれる。

設置環境が高湿度である場合が多いダム用ゲート開閉装置では、作動油への水分の混入の影響は大きい。

ウ. 作動油自身の寿命を延ばすための性能

①化学的安定性の良いこと。

化学的には、酸性でもアルカリ性でもなく、中性が望まれる。

②酸化安定性が良いこと。

油の重合・分解による劣化に対する抵抗性を示す性質で、作動油の寿命と大いに関係がある。酸化安定性は、作動油の成分（原油の種類・精製方法・添加剤の種類）、油圧装置の運転条件（温度・圧力・金属の触媒作用）の二つの要素に左右される。酸化機構としては油と酸素の反応によりアスファルトができ、さらにアルデヒドのケトン類ができて有機酸となり、これが重縮合してアスファルト性物質ができるといわれている。

稼働率が低く、常時待機状態にあるダム用ゲート開閉装置の作動油には、酸化安定性が良く性状が長期間安定していることが望まれる。

③熱安定性の良いこと。

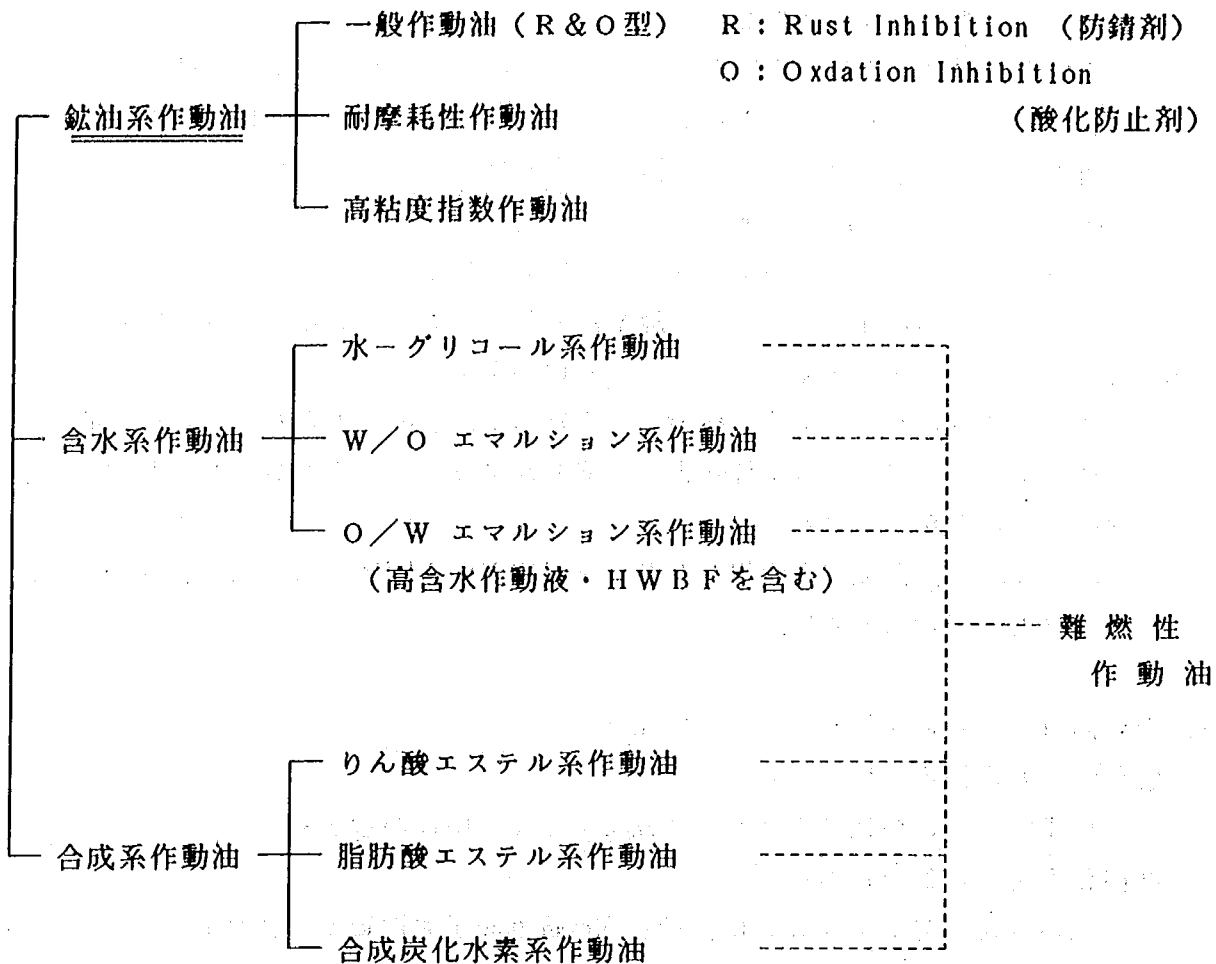
作動油は高温において酸化しやすい。またこの他に、熱分解されて炭素分のスラッジを生成する。これを防止するためにも耐熱性が必要である。

④せん断安定性が良いこと。

ポンプの摺動面やバルブの非常に狭いすき間を作動油が高速で流れるとき、作動油はせん断作用を受ける。このような高圧・高速状態でも、油の組成分子の破断が少ないことが必要である。

(2) 作動油の種類

作動油には多くの種類があるが、一般的に組成によって分類すると図3.1-1 のようになる。



注) = は、現在現場にて採用されているもの

図3.1-1 作動油の分類

これらのうち最も多く用いられているのは、鉱油系作動油である。

含水系作動油は、油漏れ等による火災の危険性のある装置に、難燃性作動油として用いられる。

合成系作動油は、航空機関係等、特殊な用途の作動油として開発されたもので、一部は含水系作動油と共に難燃性作動油として用いられる。

難燃性作動油のうち最も多く使用されているのは、含水系の水-グリコール系およびW/Oエマルジョン系作動油、合成系では脂肪酸エステル系作動油である。

(3) 作動油の特性

鉱油系作動油および難燃性作動油で最も多く使用されている作動油の特性を比較すると、表3.1-1 および表3.1-2 のようになる。

表3.1-1 各種作動油の特性表 (1)

種 類 特 性	鉱油系			含水系		合成系
	一 般 作 動 油	耐 摩 耗 性 作 動 油	高粘度指数 作 動 油	水 グ リ コ ー ル 系	W / O エ マ ル シ ョ ン 系	脂 肪 酸 エ ス テ ル 系
粘 度 指 数	○	○	◎	◎	○	◎
低 温 性	△	△	○	△	×	○
耐 摩 耗 性	○	◎	○	△	×	◎
酸 化 低 温	○	○	○または◎	○	×	○
安 定 性 高 温	○	○または◎	○	×	×	◎
気 泡 分 離 性	○	○	○	×	×	○
水 分 の 混 入	◎	○	○	△ 粘度低下	△ 安定性低下	△ 加水分解
防 錆 性	○	○	○	△	△	○
適 合 す る シ ー ル 材 材 質	N B R ウレタンゴム	N B R ウレタンゴム	N B R ウレタンゴム	N B R	N B R 特殊ゴム	N B R ウレタンゴム
適 合 す る 塗 料	エポキシ	エポキシ	エポキシ	×	×	エポキシ
耐 火 性 能	×	×	×	◎	○	△または×
廃 水 処 理 性	○	○	○	×	○	○

注) 1. ◎ : 優れている

○ : 良い

△ : やや劣る

× : 劣る

2. 廃水処理性の○印は、油と水を分離しやすいことを示す。

3. 鉱油系の廃油は、そのまま燃料として使用できる。

表3.1-2 各種作動油の特性表 (2)

種 類 特 性		鉱油系			含水系		合成系
		一般 作動油	耐摩耗性 作動油	高粘度指数 作動油	水グリコ ール系	W/Oエマ ルション系	脂肪酸 エステル系
密度(g/cm ³)		0.86~0.88	0.86~0.88	0.86~0.88	1.04~1.07	0.93	0.92~0.95
動 粘 度 (cSt, at 40°C)		—	—	—	32~50	79	45~56
粘 度 指 数		105~115	110~120	130~145	170~200	140~170	150~195
使用限 界温度 (°C)	高 温	70	100	100	50	50	130
	低 温	-10	-20	-30	-30	-5	-30
ポンプ 使 用 圧 力 (kgf /cm ²)	ハーツ	70以下	140以上	140以上	140以下	140以下	140以下
	キヤ	140以下	175以上	175以上	175以下	175以下	175以下
	ピストン	175以下	210以上	210以上	210以下	210以下	210以下
価 格 の 比 率		1.0	1.2	1.5	5.0	5.0	7.0
金属との適合		良	良	良	Al, Cd, Zn には不可	Al, Cd, Zn には不可	Al, Cd もの には要注意
使用油圧機器		工作機械 油圧プレス インジェクション 水門油圧	建設機械 産業車両 油圧プレス フォークリフト インジェクション 水門油圧	建設機械 水門油圧 船用油圧	ダイカストマシン 鑄造機械	鑄造機械 (低圧)	製鋼設備 圧延設備

(4) 作動油の選定

ア. 一般的な作動油の選定

作動油は、その使用環境・条件等により、最適なものを選ばなければならない。
作動油の選定に当たってのフローを、図3.1-2 に示す。

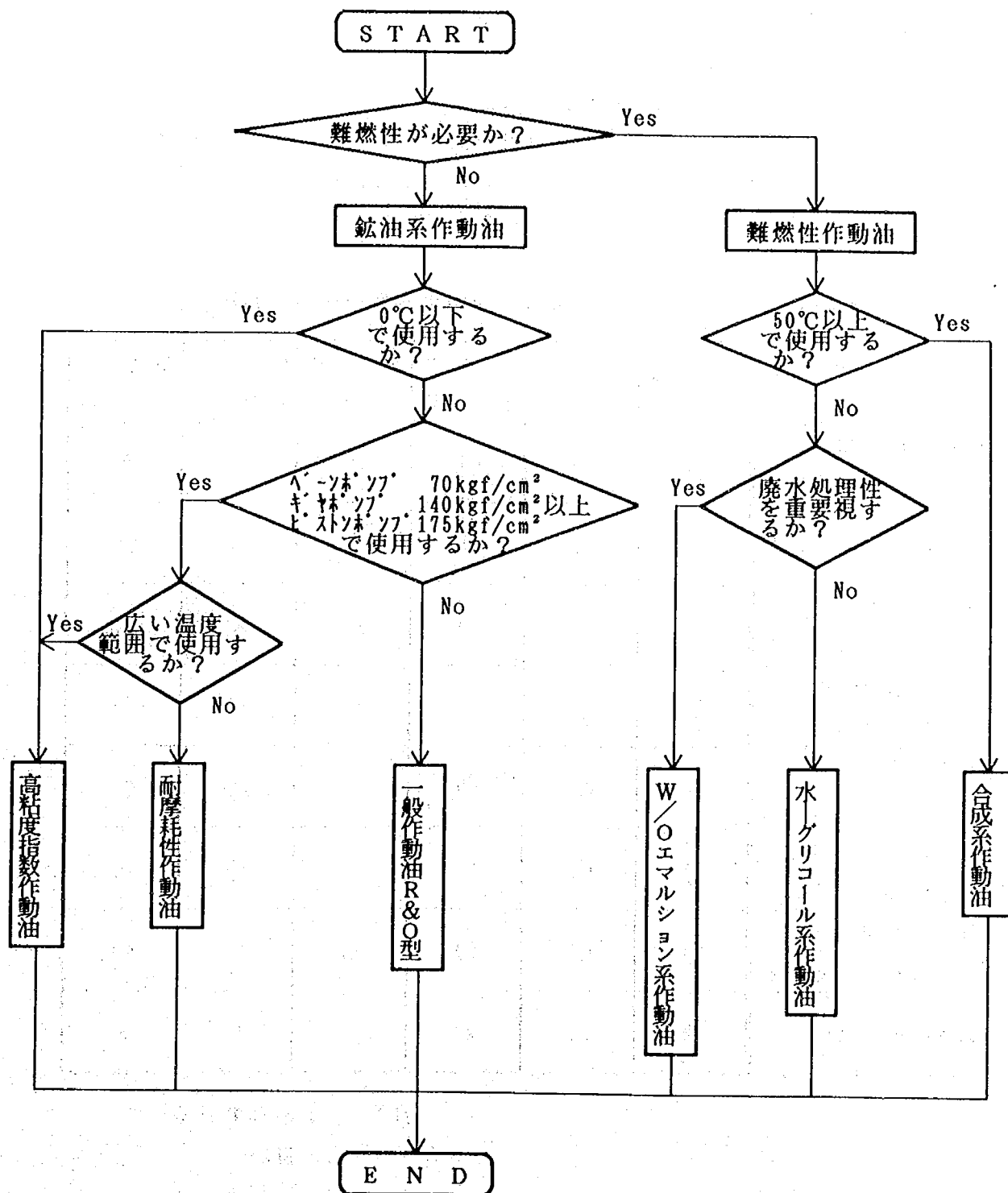


図3.1-2 作動油の選定フロー図

イ. ダム用ゲート開閉装置（油圧式）の作動油の選定

ダム用ゲート開閉装置（油圧式）の操作・環境条件は、次のとおりである。

- ①使用定格圧力は140kgf/cm²または70kgf/cm²が多い。
- ②設置環境が高湿度である場合が多い。
- ③稼働率が低く、常時待機状態にあり、ウォーミングアップなしで稼働させる。
- ④負荷変動が少ない。
- ⑤一回当りの運転時間が短い。
- ⑥夏期・冬期とも同一の作動油を使用する。

これらより、ダム用ゲート開閉装置（油圧式）に要求される作動油の特性と、各作動油の優劣を記号を用いて表すと、表3.1-3 のようになる。

表3.1-3 ダム用ゲート開閉装置に使用する作動油の必要特性表

種 類 必 要 特 性	一 般	耐摩耗性	高 粘 度 指 数	水－グリ コール	W/Oエマ ルション	脂 肪 酸 エステル
性状が長期間 安定していること	◎	○	○	×	×	△
粘度指数が高いこと	○	○	◎	◎	○	◎
低温流動性が 良いこと	△	△	○	△	×	○
防錆・防食性に 優れていること	○	○	○	△	△	○
潤滑性に 優れていること	◎	◎	◎	×	△	◎
水とごみの分離性 に優れていること	○	○	○	△	◎	△
耐摩耗性が 優れていること	○	◎	○	△	×	◎
価 格 が 安 い こ と	◎	○	△	×	×	×

注) ◎：優れている

○：良い

△：やや劣る

×：劣る

したがって、次の特性・理由から、ダム用ゲート開閉装置（油圧式）に適した作動油として、一般に高粘度指数作動油が使用されている。

・高粘度指数作動油

①粘度指数が高く、0℃以下での使用が可能。

②低温での流動性が良い。

③潤滑性に優れている。

また、特に次のような条件下では、性状が長期間安定しており潤滑性に優れている一般作動油（R & O型）も使用されている。

・温暖地にあり、0℃以下の環境下で運転しない。

・常用圧力が、ベーンポンプ：70 kgf/cm² 以下

ギヤポンプ：140 kgf/cm² 以下

ピストンポンプ：175 kgf/cm² 以下の設備

一般作動油 ----- 精製した鉱油に酸化防止剤・防錆剤・消泡剤を添加したもので、一般用として最も広く用いられている。

耐摩耗性作動油 ----- 摩耗防止剤・極圧剤等の添加によって潤滑性・耐摩耗性を高めたもので、一般作動油では摩耗や焼付のおそれのある高压の装置に用いられる。
極圧添加剤の種類によって、硫黄(S)系・磷(P)系・亜鉛(Zn)系等がある。

高粘度指数作動油 --- 温度が変わっても粘度変化が小さく、広い運転温度範囲で利用できる。

水-グリコール系 --- 水と、不凍液にも使われるグリコールを主体にしたもので、難燃性作動油の中では最も広く用いられている。
水分を約40%含むために、50℃以下の油温で使用する必要がある。

W/Oエマルジョン --- 油中に水滴を分散させた乳液タイプの作動油（油中水滴型）
（逆エマルジョン） で、比較的低压の油圧システム（70 kgf/cm²以下）で使用されている。

O/Wエマルジョン --- 水の中に油滴を分散させた乳液タイプの作動液（水中油滴型）
（H W B F） で、耐火性は優れているが防錆・潤滑性に劣る。また、0℃以下では使えない。

りん酸エステル系 --- 耐火性と共に潤滑性もあるが、ゴムや塗料に対する影響が大きく、また加水分解して金属を腐食させることもあるので、使用には注意が必要。

脂肪酸エステル系 --- 耐熱性及び潤滑性に優れており難燃性作動液の中では比較的長寿命である。
りん酸エステル系作動油より加水分解の影響は少ないが、水分の混入には注意が必要。

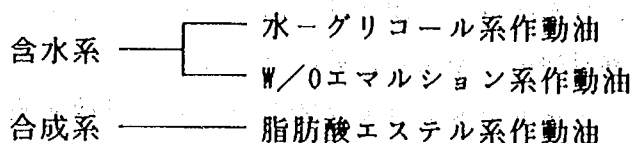
注) エマルジョン : 水と油の混合物

H W B F : High Water Basic Fluid

(水が95%以上のアルカリ水溶液)

鉱油系作動油は、周囲が高温であったり火気があるところでは、油漏れやパイプの損傷により油が噴き出した場合、火災の危険がある。（鉱油系作動油は消防法による危険物に指定されている。）

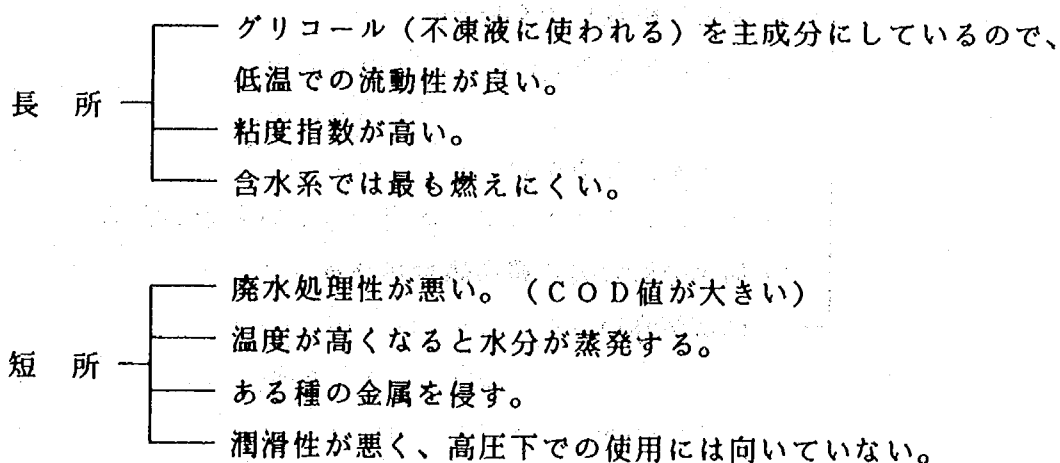
これに対応して開発されたのが、「燃えにくい油」の難燃性作動油である。難燃性作動油は、大きく分けて「含水系」と「合成系」があり、最も多く使われているのは次の3種である。



以下に、これら作動油の特徴を述べる。

[水—グリコール系作動油]

最も古くから開発された難燃性作動油で、約40%の水とグリコール・添加剤等からなっている。



注）グリコール： $\text{HO}-(\text{C}_2\text{H}_4-\text{O})_n-\text{H}$ または $\text{HO}-(\text{C}_2\text{H}_4-\text{O})_n-\text{H}$ の化学式を有するもので、水に添加することにより -40°C でも凍らなくなる。

[W/Oエマルション系作動油]

鉱油+水+乳化剤+添加剤からなる。油の中に水を直径 $7 \sim 4 \mu\text{m}$ （マイクロエマルションタイプは $1 \sim 0.1 \mu\text{m}$ ）の微小な水滴にして溶け込ませ、この水で燃えないようにしている。

長 所 — 難燃性作動油の中では比較的価格が安い。
— 廃水処理がしやすい。

短 所 — -5°C 以下では使えない。
— 安定性にやや劣り、使用条件によっては水と油が分離する。
— 一般に潤滑性にやや劣るため、高圧では使用しにくい。
— マイクロエマルションタイプでないものは腐敗する。

[脂肪酸エステル系作動油]

長 所 — 引火点が高い（ 300°C 前後）。
— 潤滑性、特に極圧性に優れている。
— 低温流動性が良い。
— 金属を腐食しにくい。
— 長寿命である。

短 所 — 塗料を侵しやすい。
— ゴムの種類によっては使用できないものがある。
— 加水分解して金属を腐食させる。
— 価格が高い。

流体の流れに速度こう配 $du/dy(s^{-1})$ があるときに、せん断力 $\tau (kgf/cm^2)$ が観測される。このとき、

$$\mu = \frac{\tau}{du/dy}$$

であり、 μ を粘性係数または粘度 ($kgf \cdot s/cm^2$) という。この μ の値が du/dy によって変わらない流体をニュートン流体と呼ぶ。油圧作動油として用いる鉱物油はニュートン流体であるが、不燃性油の多くのものはニュートン流体ではない。

次に μ/ρ を動粘度と呼び (ρ は流体の密度 ($kgf \cdot s^2/cm^4$))、記号 ν を用いる。すなわち、

$$\nu = \mu / \rho$$

ここに、 ν の単位は cm^2/s であって、 $1 cm^2/s$ を 1 ストークス (St)、 $0.01 cm^2/s$ を 1 センチストークス (cSt) と呼ぶ。油圧装置用の作動油は、使用状態で $10 \sim 300 (cSt)$ のものが多い。

国際標準化機構 (ISO) の制定した工業用潤滑油粘度分類 (ISO 3448) および JIS K 2001 の補助粘度グレードを、P. 51 (付録：1. 規格・基準) 表 2 に示す。

石油製品の、温度による動粘度の変化の度合を表す数値をいい、粘度指数が高いほど温度による動粘度変化が小さいことを意味する。その算出法は、粘度指数の大きさによって分けられ、次のA法またはB法による。

[A法] 粘度指数が100以下の石油製品に適用する。Viscosity Index (V.I.)

$$V.I. = \frac{L - U}{L - H} \times 100 \quad (\text{JIS K 2283 A 法})$$

[B法] 粘度指数が100以上の石油製品に適用する。Viscosity Index Extention (V.I.E.)

$$V.I.E. = \frac{10^N - 1}{0.00715} + 100 \quad N = \frac{\log H - \log U}{\log Y} \quad (\text{JIS K 2283 B 法})$$

L : 基準低粘度指数油 (VI=0) の40℃における動粘度 (cSt)

H : 基準高粘度指数油 (VI=100) の40℃における動粘度 (cSt)

U : 試料油の40℃における動粘度 (cSt)

Y : 試料油の100℃における動粘度 (cSt)

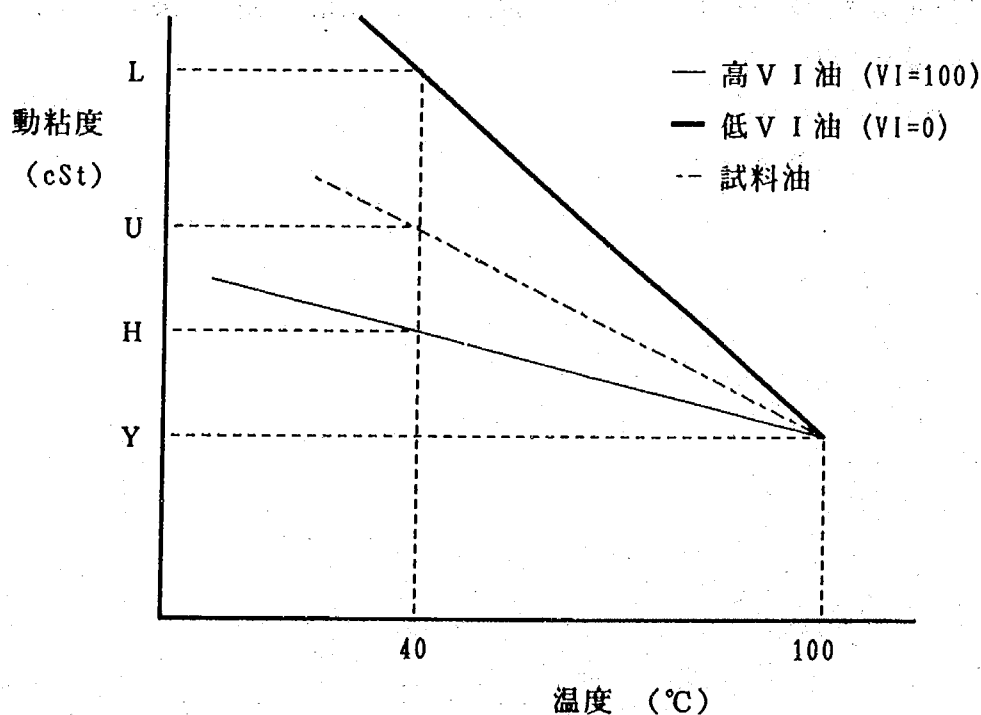


図3.1-3 粘度指数

参考資料 1

各種作動油の銘柄

表3.1-4 各種作動油の銘柄

種類 メーカー	鉱油系			含水系		合成系
	一般 作動油	耐摩耗性 作動油	高粘度指数 作動油	水グリコ ール系	W/Oエマ ルション系	脂肪酸 エステル系
出光興産 (タフニー)	・ハイトロリック フルイト ・ネオフルイト	・スーパ－ ハイトロリック フルイト	・スーパ－ ハイトロ WR	・フューズ G	・フューズ W0	・フューズ ES
コスモ石油	・コスモハス	・コスモハイトロ AW ・コスモエック ES	・コスモハイトロ HV	・コスモフルート HQ	—	・コスモフルート E
日本石油	・FBKオイル RO ・ハイラント	・スーパ－ ハイラント ・スーパ－ ハイラント Z	・ハイラント ワイト	・ニューハイラント FRG	—	・ハイラント SS
昭和シェル	・テラスオイル C	・テラスオイル K ・テラスオイル R	・テラスオイル T ・テラスオイル KT	・G-Wフルート	—	・ホーリオール エステルフルート
三菱石油 (ダイヤモンド)	・ルブ RO	・ハイトロ フルート EP ・ハイトロ フルート TS	・ハイトロ フルート W	・不燃性 作動油 G	—	—
日鉱共石	・レックス	・ハイトラックス	・ハイトラックス ES	・ハイトリア G	・ハイトリア G	・ハイトリア F

参考資料 2

生分解性作動油について

現在使用されている作動油の大半は、鉱油系作動油であるため、土壌や河川・湖沼に作動油が漏洩した場合、自然分解されにくく、長期的には土壌・水質汚染の原因となる可能性がある。

地球規模の環境汚染が問題となっている今日、北欧では生分解性作動油が使用され始めている。

生分解性作動油は、植物系基油を使用したもので、万一土壌・河川・湖沼に作動油が漏洩してもバクテリアで分解される。

我が国では、生分解性作動油は、まだ規格化されておらず、ゲート開閉装置の作動油にも使用された実績はないが、今後の使用が期待される。

3-2 作動油の性状変化

(1) 劣化

ア. 劣化のメカニズム

作動油の劣化とは、使用時間の増加とともに作動油の性質・性能が低下する方向で変化することをいう。劣化は、ベースオイルの質の低下と各種添加剤の消耗とに分けて考えられる。

ベースオイルの質の低下は、特に、酸化が問題である。酸化のメカニズムは、ベースオイル（炭化水素）と酸素が結合し、有機酸（カルボン酸）を生成し、重縮合していくものである。生成された重合物は、通常はベースオイルに溶解するが、限度を超えると不溶解分として発生する。この結果、スラッジを生じ、弁の目詰まりなどの原因となる。

各種添加剤は、特に、酸化防止剤の消耗が問題となる。酸化防止剤は、ベースオイルの酸化を抑えている。しかし、酸化防止材は、作動油の使用にしたがって消耗してしまう。これは、油圧装置の作動により油温が高くなることから、酸化防止剤の消耗速度が早くなるためである。そのため、一般的な作動油では、約60℃以下で使用することが望ましいと考えられている。

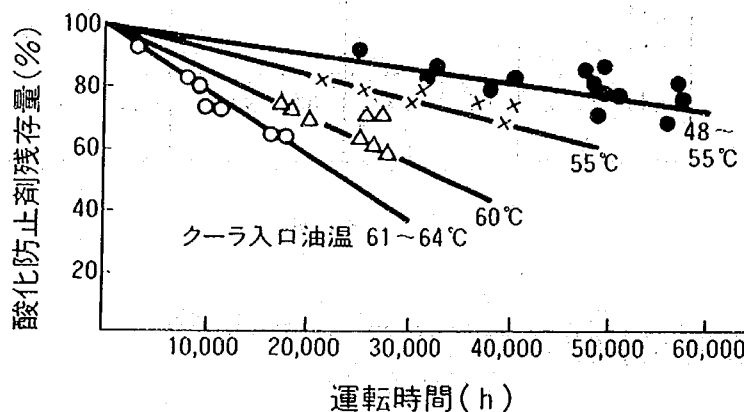


図3.2-1 油温と酸化防止剤消耗速度（出光興産）

イ. 劣化による機器への影響

劣化による機器への影響には、次のような事項が挙げられる。

- ① 摩耗の進行
- ② 腐食
- ③ フィルタやバルブのつまり
- ④ 泡立ち

- ⑤キャビテーション
- ⑥摩擦の増大
- ⑦発熱
- ⑧焼付き
- ⑨異常音の発生

(2) 汚染

ア. 汚染の原因

汚染物質としては、水・ゴミ・摩耗粉等が挙げられる。この発生原因としては、次のような事項が考えられる。(図3.2-2参照)

- ①機器の製造・組立時に残存
- ②エアブリーザ・シリンダロッドシール・給油口から侵入
- ③残留きょう雑物および侵入きょう雑物の相乗作用で機器本体から発生
(摩耗粉など)

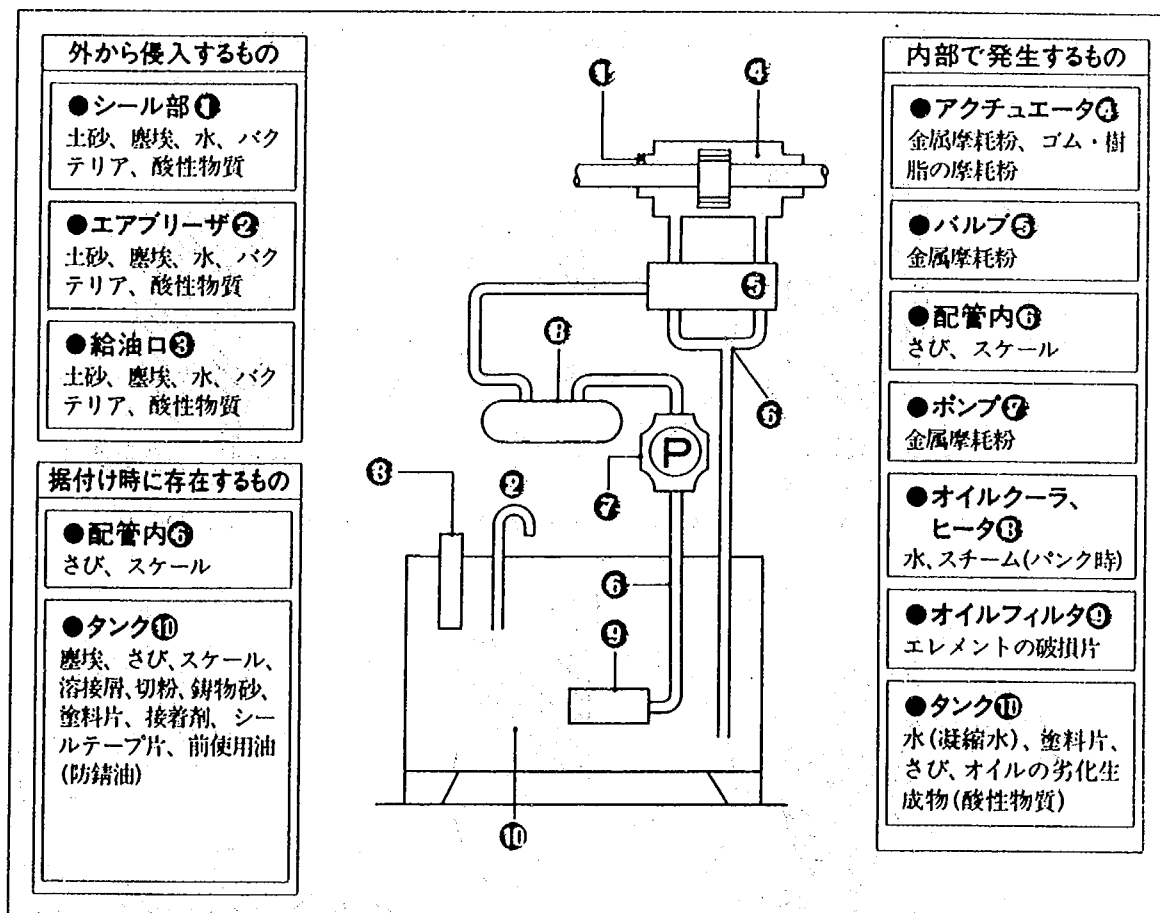


図3.2-2 汚染物質の種類と発生源（出光興産）

イ. 汚染による機器への影響

過去の調査によると、水門用油圧装置の故障原因の70%が作動油管理の不備によるものであると報告されている（図3.2-3 参照）。また、そのうち90%が、作動油中の汚染物質に起因すると言われている。

なお、一般油圧機器の場合の、作動油汚染に起因する故障比率を図3.2-4 に示す。

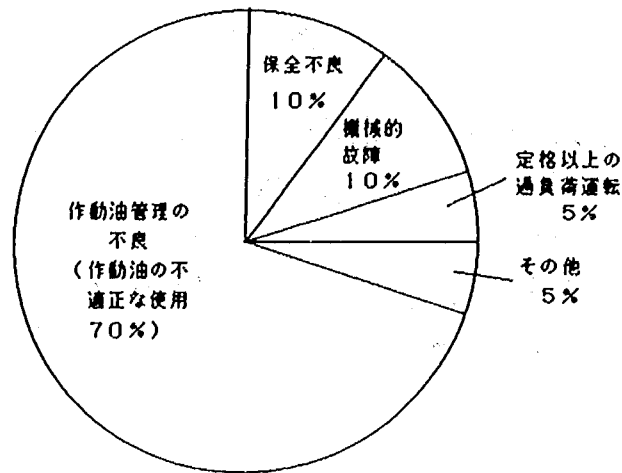


図3.2-3 水門用油圧装置の故障原因（東北地建）

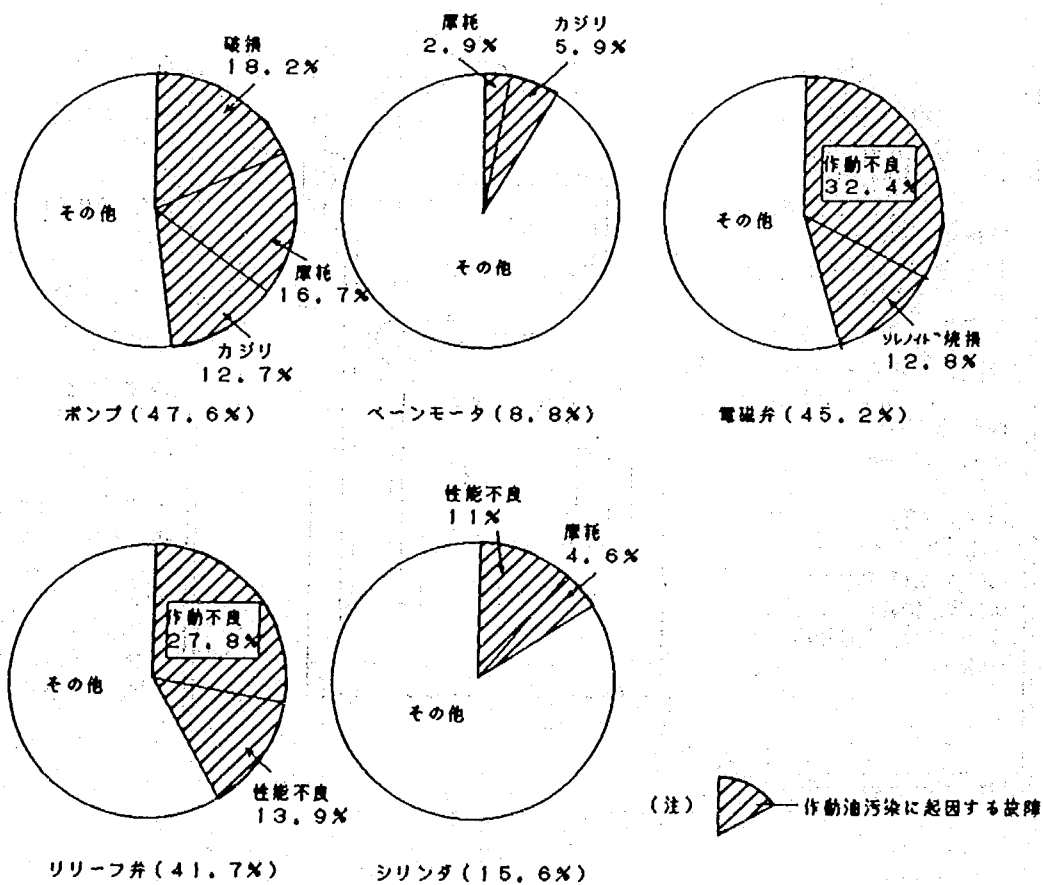


図3.2-4 作動油汚染に起因する一般油圧機器故障比率（油研工業）

3-3 作動油の性状管理

(1) 作動油の分析試験

ア. 作動油の分析項目と基準

表3.3-1 に、一般的に水門用油圧装置の作動油に対して実施されている分析試験項目とその分析基準を示す。

表3.3-1 作動油の分析基準

分 析 項 目	着 目 点	試 験 基 準
色	劣化（酸化）すると濃く変色する。よって、色の変化は劣化の判断材料となる。また、水分混入により濁ってくる。濁りを見ることによって水分混入を判断できる。	JIS K 2580 ASTM D 1500 ASTM D 156
粘 度	劣化すると粘度が上昇または低下する。よって粘度の変化は劣化の判断材料となる。	JIS K 2283 ASTM D 445
全 酸 価	劣化すると全酸価は上昇または低下する。よって全酸価の変化は劣化の判断材料となる。	JIS K 2501
水 分	水分は油圧機器の発錆、摩耗、キャビテーションの発生、作動油の劣化の原因となる。しかし、エアブリーザ等があり、水分混入の可能性をゼロにすることはできない。よって、許容値以内であることを定期的に確認しなければならない。	JIS K 2275
汚 染 度 （異物混入）	異物の混入は、油圧機器の摩耗、ユニット吐出量の低下等の原因となる。異物の混入の可能性をゼロにすることはできないので、異物の量および大きさが許容値以下であることを定期的に確認しなければならない。	ASTM F 313

注) ASTM: American Society for Testing and Material, 米国材料試験協会

イ. 作動油採取要領

油圧装置を最適な状態に保ち、緊急時の稼働への対応が円滑に行われることを目的に、定期的に作動油を採取し劣化等に関する調査を行う。

分析に共する作動油は油タンクから採取するものであるが、従来、採取位置および油圧ユニットの運転状態には表3.3-2のような組合せの考え方があり、その採取要領については統一されていなかった。

表3.3-2 採取位置および運転状態

採取位置 運転状態	上 層 (給油口から)	中 層	下 層 (排油口から)
運転前 (静穏状態)	○	○	○
運転後 (混濁状態)	○	○	○

そこで、某ダムにおいて表3.3-3のような作動油の採取および分析調査を実施した。

表3.3-3 油圧作動油分析試験結果
(タンク油量1200ℓ、作動油交換後5年9ヶ月経過したもの)

採取箇所 試験項目	動 粘 度 (at40℃) (cSt)	全 酸 価 (指示薬法) (mgKOH/g)	微 量 水 分 (ppm)	汚 染 度 (ミリポアフィルタ法) (0.8μm) (mg/100ml)
運転前 タンク上層	21.84	0.75	56	0.7
運転前 タンク排油口	21.84	0.73	55	6.2
30分アロート運転後タンク上層	21.84	0.75	58	1.0
オフラインフィルタ通過後	21.80	0.75	44	0.65
新油代表値	22.04	0.88	—	0.0
管理基準値	下 限	19.836	—	—
	上 限	24.244	1000	5.0

これらによると、運転前に排油口から採取した油の汚染度（ミリポアフィルタ法）は6.2(mg/100ml)であり管理基準値の5.0を超えているが、上層部では運転前および運転後の汚染度はそれぞれ0.7および1.0で大差なく、かつ管理基準値を十分下回っている。

このことから、次のことが推測される。

- ①タンク上層部の作動油は運転の前後で汚染度に大きな変化を示さないことから、タンク内全体でも運転前後の汚染度に大きな変化はないと推測される。
- ②排油口周辺の作動油は汚染物質が沈澱し、局部的に汚染が進んでいると考えられる。しかし、タンク内全体の汚染度にはあまり影響を及ぼさない。

以上から、タンク内の上層部の汚染度で作動油の汚染管理ができると考えられる。また、運転後の汚染度がやや高めであることから、「30分アンロード運転後タンク上層部から採取」が望ましいと考える。

したがって、作動油の採取方法は、次の要領で行うと良いと考えられる。

①油圧ユニットを30分以上アンロードで運転させる。

②油圧ユニットの運転を停止させ、油タンク内上層部から500ml以上を採取する。

ただし、今回実施した分析試験は1件のダムについてのみで、今後更にデータを収集し、本提案の妥当性を確認する必要がある。

(2) 作動油の劣化

ア. 劣化の抑制方法

作動油の劣化に対して最も注意しなければならないのは、温度管理である。そこで、作動時における油温が60℃を超えることのないようにしなければならない。

イ. 劣化の測定方法（測定機器）と管理基準値

一般に採用されている管理基準値を表3.3-4に示す。

表3.3-4 作動油の管理基準値

項 目		許 容 範 囲	備 考
色		4.0以下	ASTM色0.5～8.0のうち4.0以下であること
粘 度 変 化 率		新油代表値に対して ±10%以内	——
全 酸 価	一 般 作 動 油	0.25mgKOH/g以下	——
	耐摩耗性 作 動 油	新油代表値に対して ±0.4mgKOH/g以内	ただし、+0.4 以下にな ってはならない
水 分 (VOL%)		0.1%以下	——

(3) 作動油の汚染

ア. 汚染物質の除去および防止方法

表3.3-5 に、汚染物質の除去および防止方法を示す。

表3.3-5 作動油の汚染物質除去および防止方法

対 象 項 目		状 況	対 処 方 法
配管内残留物質	除去	製作時また使用中に配管内に異物が残留している	製作後および作動油交換時にフラッシングを実施
	防止	スラッジが生成し配管内に残留する	作動油使用温度を抑え酸化を防止しスラッジの生成を防ぐ
作動油内混入物質	除去	・ 作動油に異物が混入している ・ 非常に微細な異物（5 μ m程度以下）の混入	・ ラインフィルタにて除去 ・ マグネット式除去装置にて除去
	防止	エアブリーザなどを通じて外部から異物が侵入	性能の良いエアフィルタ、オイルシールなどにて防止
作動油混入水分	除去	作動油に水分が混入している（0.1%以上）	水分除去フィルタを使用
	防止	エアブリーザなどを通じて外部から水分が侵入	性能の良いエアフィルタ、オイルシールなどにて防止

イ. 汚染度の測定方法（測定機器）と管理基準値

汚染度の測定方法としては、一般的にミリポアフィルタ法が採用されている。その管理基準値（上限）としては、一般に次のような値が採用されている。

汚染度（ミリポアフィルタ法）： 5.0（mg/100ml）以下

(4) 密閉式油圧ユニットの検討

密閉式油圧ユニットは作動油の劣化・汚染の抑制を目的に、圧延機などの産業用油圧機器に対して、窒素などの不活性ガスを圧力ガスとして油タンクに封入し密閉した油圧ユニットである。しかし、水門用油圧装置においては、このような実績はない。したがって、今後密閉式油圧ユニットを水門に適用する際には十分な検討が必要となる。

3-4 作動油の保全管理

(1) 作動油の性状回復

色相、粘度変化および全酸価など作動油の劣化による性状変化はベースオイルの添加剤が消耗することであり、現在のところ添加剤等を現場で追加し性状の回復を図ることは研究開発されていない。これは主に、作動油自体の寿命が比較的長期であることと、価格が比較的安価であるためと考えられる。

したがって、現状では作動油の性状変化が判定基準を超過した場合は性状回復を図らず、作動油の寿命と考えて作動油を交換する。

(2) 作動油の浄化

作動油の性状変化（劣化および汚染）については、その大部分が汚染によるものであり、作動油管理の実態調査結果（「機械設備診断システムの技術開発」平成2年4月、東北地方建設局）から、サンプリング34件中、判定基準を超えるものは粘度変化によるものが3件、水分あるいは汚染物質の混入によるものが2件報告されている。その他の31件は使用時間および使用期間に関係なく正常であった。また、判定基準を超えるものも使用時間および使用期間との相関はみられない。

したがって、作動油の保全管理は主に浄化を主体として考え、基油の劣化については定期的に性状分析を行い、交換時期を判定すればよいものと考えられる。

(3) 汚染物質の除去方法

ア. ろ過法

ろ過法には、繊維や金網などで比較的大きめの粒子を分離するフィルタと、汚染物質の性質を利用する吸着フィルタとがある。前者はメッシュの大小により機械的に捕捉するもので、網目より小さな汚染物は通過してしまう。後者はろ過体の表面の物理的作用により汚染物を吸着するもので、汚染物の多い場合、急速に吸着性が低下する。

ダム用ゲート開閉装置（油圧式）設計要領（案）で述べられている標準回路図においては、回路内サクションフィルタおよびラインフィルタが配置されているが、

流量と損失圧力の点から細かなメッシュとすることにも無理がある。また、最近では水分を除去する機能を有するラインフィルタも出現しているが、通過油量に制約がある。そこで、専用のオフラインフィルタを設け、定期的に汚染物や水分をろ過することが好ましい。

前項の表3.3-3 に示した、オフラインフィルタを運転させたときの水分および汚染度（ミリポアフィルタ法）の分析結果によれば、水分は58ppmから44ppmに、汚染度は1.0から0.65に低減され、オフラインフィルタの効果が確認された。

イ. 遠心分離法

油と汚染物質の比重差を利用して強制的に分離させるもので、大粒の固形物や大量の混入水は分離できる。ただし、油の酸化生成物は超微小粒子であり、比重も油とほとんど変わらないため、効果的な分離除去は不可能である。

ウ. 静電浄油法

油中の汚染物質は軽微に帯電しており、この性質を利用して電極やコレクタに吸着除去する方法で、汚染物質の粒子の大小に関係なく、油に混入した汚染物質は除去可能である。

エ. 磁気フィルタ

磁石を用いて鉄などの磁性体の大粒混入物を吸着する。ただし、油の変質物などスラッジの除去は不可能である。

3-5 作動油の交換方法

(1) 作動油交換時のフラッシングの必要性

ア. フラッシングの目的

フラッシングは、配管系統内に始めから存在するものまたは使用中に混入あるいは生成したスラッジ・錆・その他こう着したきょう雑物を、洗浄運転によって除去するものである。

フラッシングは、油圧ユニット・油圧シリンダ・配管を対象に行われる。このうち、油圧ユニット・油圧シリンダは工場にて十分なフラッシングを行った後組立てるため、通常、現地では行わない。また配管は、現地で加工・組み立て・溶接が行われるので、溶接部のスケール・切削屑等を除去するために現地でフラッシングが行われる。現地では、配管を油圧ユニット・油圧シリンダから切り離しバイパス管を取り付け、配管だけのフラッシングを行う。フラッシングは通常24～48時間行い、10～100 μ m程度のペーパーフィルタに収集した異物の量・質・大きさによってフラッシングの良否（効果）を確認し終了する。

イ. 作動油交換時のフラッシングの必要性

作動油の交換時期の判定は、主として劣化（酸化）および水分の混入によって行われるが、以下の理由等により作動油交換時にはフラッシングを行うことが望ましいと考えられる。

- ①劣化により酸化生成物が配管・バルブ等に付着している。
- ②水分の混入により錆が発生している可能性がある。（ステンレス鋼を使用している場合は可能性が低い。）
- ③金属粉が混入していることも考えられる。

なお、フラッシングを行わない場合は、旧油が完全には除去できず新油と混ざることになるが、この場合、新油の寿命は多少短くなるものと思われる。

ウ. フラッシング実施の実態

表3.5-1 に、ダム用ゲート開閉装置の作動油交換時のフラッシング実施について、実態調査結果を示す。

表3.5-1 フラッシング実施の実態（調査件数：33件）

項 目		件 数
配管・油圧ユニット・油圧シリンダのすべてに行っている		0
部分的に行っている	油圧ユニットのみ	5
	油圧ユニット・配管のみ	24
	配管のみ	2
行っていない		2

表3.5-1 の実態調査では、フラッシングを行っていないのは2件のみで、ほとんどが油圧ユニット・配管についてフラッシングを行っているのが実態である。フラッシングを行っている箇所は現場の状況によって異なるようであるが、長年の使用によってスラッジ・きょう雑物がこ着していることが予想されるため、基本的には配管・油圧ユニットについてはフラッシングを行うことが望ましい。なお、油圧シリンダのフラッシングは一般に行うことが難しいため、通常は行われていない。しかし、油圧シリンダのヘッドカバーを取外し、洗油して洗浄することが望ましい。

(2) 作動油の交換

ア. 作動油の交換箇所とその方法の実態調査

作動油を交換する場合、どの範囲に対してどのように行っているのか、実態調査した結果を表3.5-2 に示す。

表3.5-2 作動油の交換箇所とその方法（調査件数：33件）

項 目		件 数
作 動 油 交 換 箇 所	油タンク内のみ	0
	油タンク・油圧シリ ンダのみ	1
	油タンク・配管のみ	3
	油タンク・配管・油 圧シリンダすべて	29
交 換 の 方 法	配管を外して給油	24
	配管を外さずに給油	9

この調査結果によると、作動油の交換は、油タンク・配管・油圧シリンダのすべての箇所について行われている例が多い。しかし、部分的に新油に交換すると旧油と混合され、その寿命は全くの新油と比べ短くなるものと予想できる。

よって機器の信頼性を高めるためには、作動油の交換は油タンク・配管・油圧シリンダのすべてについて行うことが必要である。また、旧油をすべて新油に交換することを考慮した場合、配管を外して作動油の交換をすることが望ましい。

イ. 作動油の交換手順

作動油の交換は、①排油作業、②フラッシング作業、③給油作業の順番で行われるが、それぞれの手順（例）は次の通りである。

①排油作業

- ・油圧シリンダヘッド側のバルブを全閉にし、エア抜き弁を全開にする。
- ・ピストンロッドの自重落下により、油圧シリンダ内の旧油を抜く。
- ・タンク内の旧油をドラム缶等に排出する。
- ・配管内に残った旧油を、配管に設けたドレン弁より排出する。

②フラッシング作業

- ・油圧シリンダヘッド側・ロッド側の配管を外し、配管をバイパスさせる。
- ・油圧ユニット接続部の配管を外し、フラッシングユニットに接続して配管のフラッシングを行う。
- ・油圧ユニット単体のフラッシングは、油圧シリンダへのポート部分をバイパスさせ、油圧ユニット本体の油圧ポンプにより行う。

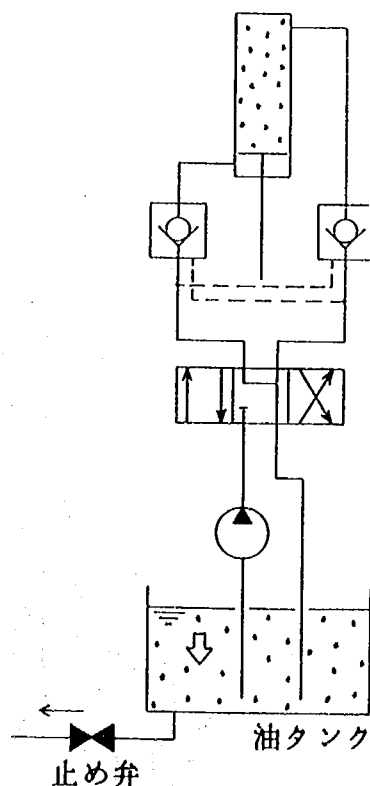
③給油作業

- ・配管・油圧ユニット内のフラッシング油を排出する。
- ・油圧ユニットタンク内に新油を入れ、油圧ポンプによりロッド側・ヘッド側の順に送油する。
- ・エア抜き作業を行い、正しく作動することを確認する。

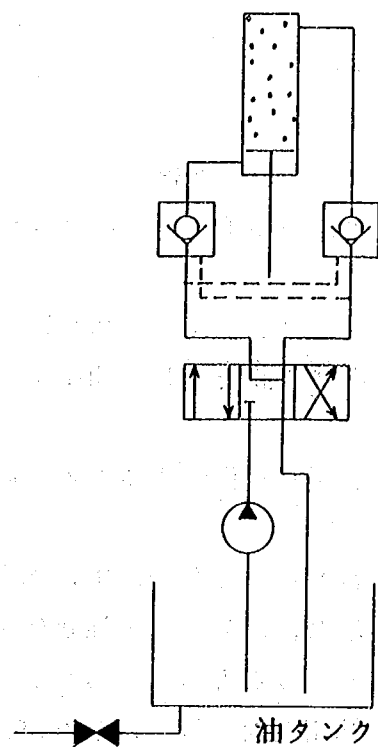
なお、フラッシングを行わない場合で簡単に作動油を交換する方法を、以下に原理的に示す。ただしこの場合、部分的に旧油が残ることは避けられず、設備によっては旧油が多量に残ってしまうことも考えられるので、事前に十分な検討が必要である。（以下の例では排油用の仮配管を施したが、仮配管せず油圧装置を繰り返し作動させることによって徐々に清浄する方法もある。）

< 作動油交換手順の一例 >

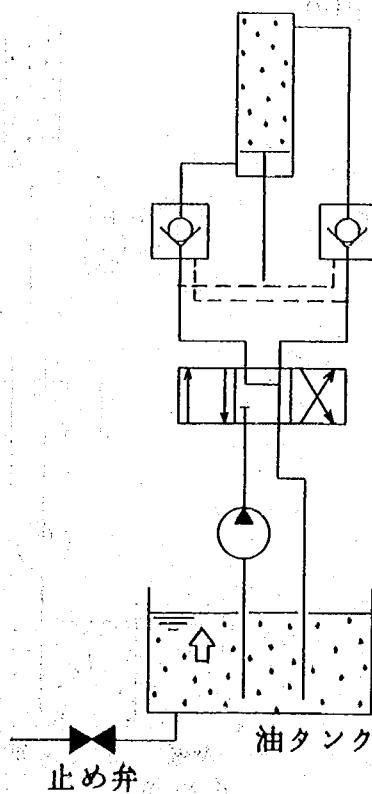
1. 止め弁を開き、油タンク内の旧油を抜取る。



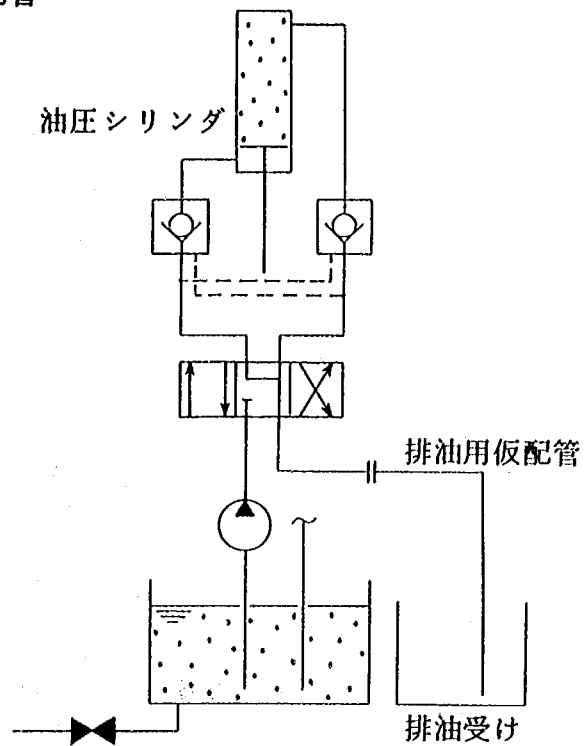
2. 油タンク内の清掃を行う。



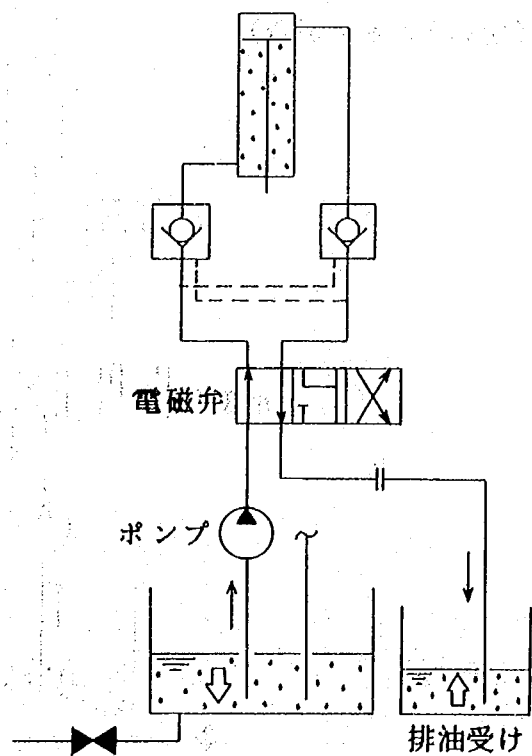
3. 止め弁を閉じ、油タンクに
新油を入れる。



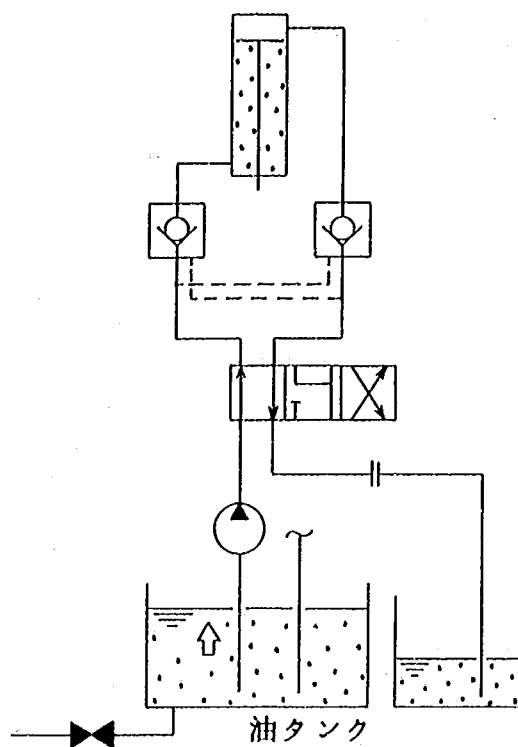
4. 油圧シリンダヘッド側からの戻り
ラインの一部に、排油用の仮配管
をする。



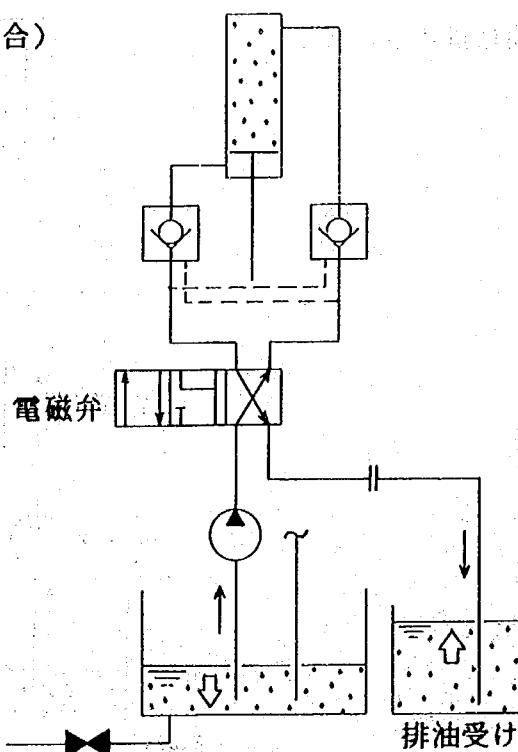
5. 電磁弁を切り換えてポンプを起動
させ、ロッド側へ新油を送る。
ヘッド側の旧油は排出される。



6. 油タンク内に新油を補給する。



7. 電磁弁を切り換えてポンプを起動
させ、ヘッド側に新油を送る。
ロッド側の油（新油と旧油の混合）
は排出される。



3-6 作動油の更新

(1) 交換時期

実態調査の結果によると、作動油の交換時期は3年～9年とかなりばらついているが、なかには10年を超えて使用可能な例も見受けられる。交換の理由については、作動油の劣化によるものは少なく、汚染によるものが以外と多い点が注目される。これらのことから、汚染等に対する維持管理をしっかりと行えば、作動油はかなりの長期にわたって使用が可能であると推測できる。

よって、作動油の交換は、適切な保全管理（作動油の浄化等）を実施した上で定期的（1回／年）な成分分析を行い、その結果が管理基準値を超えた場合、もしくは次回点検までに超えることが予想される場合に実施すれば良いと考えられる。

しかし、点検・整備等により油圧式開閉装置を分解する場合には、作動油中に異物等の混入が考えられることから、作動油を新油に交換することが望ましい。

(2) 生分解性作動油について

近年急速に高まりつつある地球環境保護を目的として、従来の鉱油系作動油に比べ優れた生分解性と生物に対する高い安全性を有した耐摩耗性作動油が開発・実現されている。

環境適合油として開発されているものは、植物性油をベースにするものと、合成油をベースにするものに二分される。いずれも高い生分解性（鉱物油の50～60％に比べ60～100％）を有し、油圧作動油としての特性も優れている。ただし、価格が高いことが普及の阻害要因であり、今後の開発研究が期待されている。

4. まとめ

(1) 作動油の使用実態

ダム用ゲートの油圧式開閉装置において、作動油はダム1件あたり数千リットル以上使用されており、およそ3～9年程度ごとに交換されている。交換理由としては、劣化・汚染など種々あるが、劣化を交換理由としている事例は少なく、汚染を理由としている事例が意外に多い点が注目される。

また、作動油の交換に至る期間が10年を超えるものもあり、汚染等に対する維持管理をしっかりと行えば、作動油の使用可能期間は今後長くなるものと予測される。

(2) 作動油の種類

作動油の種類は、鉱油系作動油と難燃性作動油に大別される。ダム用ゲート開閉装置では一般に鉱油系作動油が使用されており、難燃性作動油は非常に高価であるため、難燃性が強く要求される場合に限って使用されている。

鉱油系作動油は、一般作動油・高粘度指数作動油・耐摩耗性作動油に分類されるが、ダム用ゲート開閉装置では、一般作動油および高粘度指数作動油が使用されている。このうち、低温度（0℃以下）で使用する場合、または広い温度範囲で使用する場合には、高粘度指数作動油の使用が適当である。

(3) 作動油の汚染と劣化

過去の調査では、水門用油圧装置の故障原因の約70%が作動油の管理不備によるものである、という報告もある。（「機械設備診断システムの技術開発」平成2年4月、東北地方建設局）そして、その原因の約90%が汚染であるといわれている。

よって、作動油の汚染や劣化を定期的に検査し、管理基準値を超えたら作動油を交換するなどの対応をすることが重要である。また特に、汚染が進行しないようフィルタを完備し運用していくなど、設計・管理面での配慮も重要である。

(4) 作動油の浄化

オフラインフィルタの運転により、作動油の水分や汚染度を低減できることが明らかとなった。油タンクの容量等を勘案し、適切な仕様のオフラインフィルタを設置し、これを定期的に運転することにより、ある程度の浄化が期待できる。

(5) 作動油の交換時期の考え方

作動油の交換は、成分分析結果が不良であった場合に実施すべきである。ただし、予防保全として、定期的（1回／年）な作動油の成分分析、および適切な性状管理を行う必要がある。

しかし、点検・整備等により油圧式開閉装置を分解しなければならない場合には、異物等の混入が考えられることから新油への交換が望ましい。

また、作動油の交換時においては、旧油を完全に排出して新油と入れ換えることが、異物などを残さないという点で重要である。このため、作動油交換時にはタンク内の清掃・配管内のフラッシングを実施することが望ましい。

(6) 作動油の今後

廃油処理は、専門業者に一任しているのが現状である。廃油は、最終的には焼却処分されているが、これは環境破壊の一因ともなっている。

現在、微生物によって分解され得る作動油も開発されており、使用量はわずかではあるが商用化されたものもある。今後は、このような作動油の使用も期待される。

あ と が き

平成2年度から平成4年度までの3ヶ年、ダム用ゲート開閉装置（油圧式）の設計標準化に関する調査検討を行ってきた。本報告書は、設計標準化を進める中で重要な課題の一つである作動油について、今まで明らかにされていなかった、仕様に応じた選定・管理・交換・処分等について実態調査により明らかにし、取りまとめた結果である。

今後、これら作動油に関する調査・検討の結果に基づき、油圧式開閉装置をより合理的かつ信頼性の高い設備にしていく必要がある。

終わりに、本報告書の作成にあたりご協力ご指導いただいた建設経済局建設機械課、各地方建設局、水資源開発公団、（社）ダム・堰施設技術協会、ダム用ゲート開閉装置信頼性検討委員会幹事ならびに関係各位に心より感謝の意を表するとともに、本報告書がダム用ゲート設備の設計・施工・管理に携わられる方々の参考となれば幸いである。

1 . 規格・基準

規 格 等

1. 各国の規格

(1) 日本工業規格 (Japanese Industrial Standard. J I S)

戦後までは、旧日本標準規格 (旧 J I S) 臨時標準規格 (臨 J I S) 標準規格 (J I S) 等があったが、これらは逐次新しい日本工業規格 (J I S) に統合吸収され、あるいは改廃され現在に至っている。

石油製品は一般に化学工業関係 (K) に含まれ、2000番シリーズが当てられている。

(2) 米国規格

米国の石油製品および試験法規格には、次のようなものがある。

- A. S. T. M (American Society for Testing and Material)
- Federal Specification (米連邦規格)
- Military Specification (米軍用規格)
- 民間規格 (石油会社及び使用者規格)

前記各規格の石油試験法の項には、各試験法ごとに番号をつけて詳細な規定が記述されている。

(3) 英国規格

I P (Institute of Petroleum)

(4) ドイツ工業規格

D I N (Deutsche Industrie Normen)

以上に示した各国の規格の試験法はいずれも科学的に正確な絶対値を求めるものではなく、特定条件下での測定値を求めるものであるから、各々試験を行うときには上記のいずれかの規格に設けられた設備、器具、操作等すべての点に忠実に従うことが必要である。もしも規格に定められた事項に従わない時は、試験値が変わる場合が多いことを心すべきである。

2. 試験値の精度・許容差

ある一つの目的のために行う試験において、ただ一回の試験によって常に目的とする真の値が得られるとは限らない。むしろ一回で真の値が得られることはまれである。

この真の値と実験値との相異が生じる原因として考えられることは、試験方法 (手段) そのものの適否によるものであるが、一般に行われている石油製品試験法について言えば真の値が得られる試験法はむしろ少ない。逆に真の値なるものの実在が不明で、ある想定に基づくものであるので、測定値とはあくまである定められた方法に基づき実施して得られたいくつかの試料の測定結果であり、これは比較対照の基準として考えるべきものである。

我々が問題とすべきは、試験方法の適否もさることながら、測定値そのものの精度であり、許容差である。

いくつかの測定値相互の偏差の原因としては、次のことが考えられる。

- ① 測定機器に基づくもの
- ② 測定者の個人差に基づくもの
- ③ 測定値の外的条件に基づくもの

これらの諸原因による測定値の変動（バラツキ）をなくすために、規定された試験方法（設備機器、測定順）に忠実であることが絶対条件である。しかし、それでもなお測定値の変動はさげられない。

したがって、

- ① 同一装置、同一人による数回測定の後、平均値として報告する場合（繰返し性）
- ② 別装置、別人が同一目的で測定値を求める場合（再現性）

いずれも許容差が規定されている。

測定者の主観の入りやすい測定や、装置自体が同一測定条件に調整しがたい場合、あるいは測定手順で誤差の入りやすい場合などは、許容差は比較的大きなものとなっている。

色

可視光線の明暗と分光組成に対する視覚（色感覚）あるいは、この感覚を生じさせる光（色刺激）を生じる物体の特性をいう。明暗を測光的性質、分光組成を測色的性質とするが、後者は色相（色の種類）と彩度（あざやかさ）に分けられる。色感覚は心理的なものなので標準観測者の対応を規定して共通性を上げることになる。

(1) 試験法 J I S K 2580

① A S T M色 (A S T M D 1500)

② セイボルト色 (A S T M D 156)

(2) 方法概要 試料と標準色ガラスの色を比較し、標準色ガラスで決められた基準に従って数値で表わす。

① 製造品の品質確認に用いられる。

② 異種油混合確認に用いられる。

③ 劣化判定の目安に用いられる。

(3) 意義

・反射光は基による特徴がある。

パラフィン基…………赤緑色の蛍光色

ナフテン基…………青い蛍光色

混 合 基…………緑色、透過光線

・一般油の場合、精製度の確認に用いられる。

・同一系統では粘度の高いものほど濃色となる。

・同一系統では精製度の高いものほど淡色となる。

(4) 関 連

① A S T M

各種潤滑油、ペトロラタム等に適用（出光はA S T Mに統一）する。

0.5（淡い）～8（濃い）

イ 試料の色が8より濃い場合は、D8.0とする。

ロ 試料の色が6.5と7.0の間にある場合はL7.0とする。

ハ 試料を灯油で薄めて測定した場合は、A S T M色のあとにDilを付記する。

（例：7.5Dil）

② セイボルト (Saybolt)

軽油、灯油、ガソリン、流動パラフィン、固形パラフィン等淡色のものに使用する。

－16（最も暗い）～＋30（最も明るい）

色 Color

J I S K 2580 石油製品色試験方法

1. 適用範囲

この規格は、石油製品の色を試験する方法について規定しており、次の2種類がある。

- (1) セイボルト色 淡色の基油、燈油、流動パラフィン、パラフィンワックス等に適用する。
- (2) A S T M色 各種潤滑油、ペトロラタム、マイクロクリスタリンワックス等に適用する。

2. 装 置

- (1) セイボルト色は、図1に示すようなセイボルト色試験器を用いる。
- (2) A S T M色は、図2に示すようなA S T M色試験器を用いる。

3. 試験方法の概要 (A S T M色)

試料および水を別々の試料容器にそれぞれ深さ50mm以上とり、試験器の所定の場所（水を入れた試料容器を標準色ガラス側）におさめ、試料挿入ふたで覆って、外部からのすべての光を遮断する。

電源スイッチを入れて光源電球を点灯し標準色ガラスと試料の色を比較し、試料の色と一致する標準色ガラスの番号を読む。

正確に一致しない場合は暗い方の標準色ガラスの番号を読む。

試料が不透明なときは、曇り点より6℃高い温度に加熱して用いる。

試料のA S T M色が8を超える場合は必要に応じ燈油1号で容量比が試料15：燈油85になるようにうすめ、同上操作によって測定する。この場合はA S T M色番号のあとにD i lを付けて報告する。

ペトロラタムのような固形試料は、その融点の11～17℃高い温度に加熱して用いる。

4. 報 告

- (1) セイボルト色は、規定の標準色ガラスと試料との透過光を比較して、その明るさを符号で報告する。

+30（最も明るい）～-16（最も暗い）

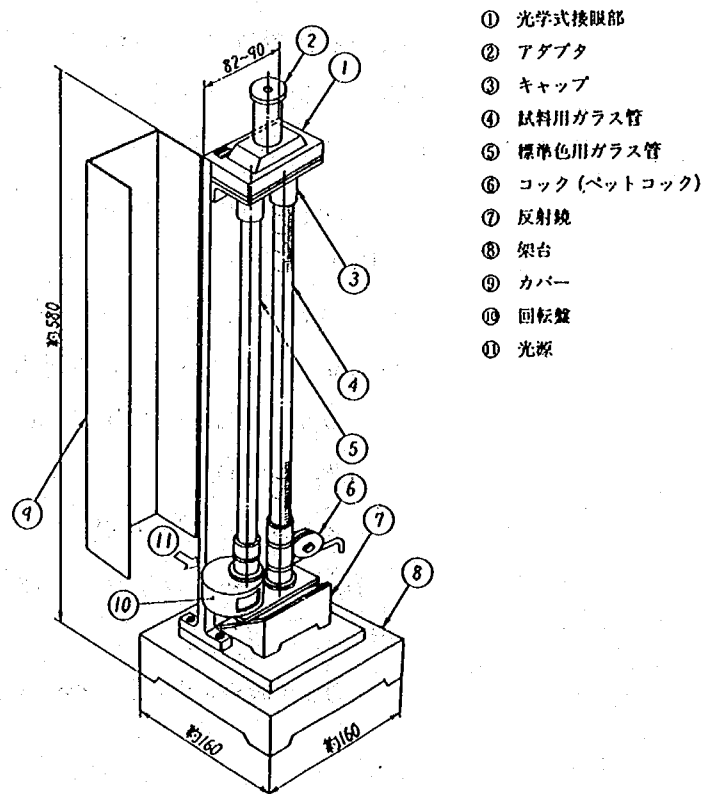


図1 セイボルト色試験器（一例）

(2) A S T M色は、試料の色が標準色ガラスの色と一致した場合は、その番号をA S T M色として報告する。

0.5 (淡い) ~8.0 (濃い)

試料の色が8.0より濃い場合はD8.0とする。

標準色ガラスの中間にある場合は暗い方の標準色ガラス番号にLをつけて、次の例のように報告する。

(例) 試料の色が6.5と7.0 の間にある場合は、L7.0と報告する。

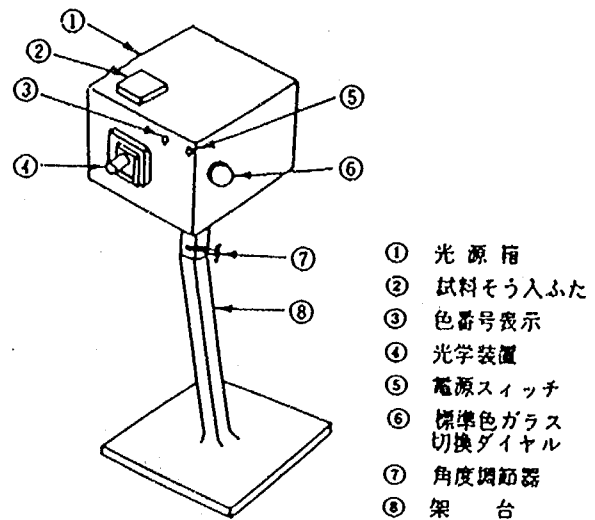


図2 A S T M色試験器 (一例)

5. 精 度

(1) 繰り返し精度：同一試験室において、同一人が同一試験器で日または時間を変えて同一試料を2回試験したとき、試験結果は次の容量差を超えてはならない。

許容差 ①セイボルト色 1

②A S T M色 0.5

(2) 再現精度：異なる2試験室において、別人が別の試験器で同一試料をそれぞれ1回ずつ試験して求めた2個の試験結果の差は、次の許容差を超えてはならない。

許容差 ①セイボルト色 2

②A S T M色 0.5

粘 度

一般に、流動している流体では、速度が流れの中の各点で異なると速度勾配をならして一様にするような向きの接線応力 τ が現われる（粘性）。これはニュートンの粘性法則と呼ばれる。

$$\tau = -\eta \, du/dy \quad (u : \text{速度}, y : \text{流れと垂直方向の距離})$$

η は流体によって定まる物質定数で粘度（又は粘性率）という。流体の密度を ρ とするとき η/ρ を動粘度（動粘性率）という。潤滑油の場合、粘性流体力学の取扱いと通常用いられる落差式毛細管粘度計によって得られる値から動粘度が主に使われる。

(1) 試 験 法 ① 動粘度：J I S K 2283 (A S T M D 445)

② 低温粘度

イ C. C. S. 粘度：J I S K 2215

(A S T M D 2602)

ロ ブルックフィールド粘度：(A S T M D 2602)

③ その他

イ セイボルトユニバーサル粘度：(A S T M D 2161)

ロ セイボルトフロール粘度：J I S K 2207, 2208

(A S T M D 2161)

ハ レッドウッド粘度（1号）：(I P 70)

(2) 粘度計の種類 ① 毛細管式粘度計（Ostwald粘度計）

Poiseuilleの法則に従って測定される。

イ 標準型（Ostwald）

ロ 改良型（Cannon—Fenske）

ハ 懸垂型（Ubbelohde）

ニ 逆流型（Cannon—Fenske）

② 工業用粘度計

毛細管が短く、乱流を生じるので、Poiseuilleの法則に従わない。ただし、工業的に簡単、迅速に粘度測定ができることが要望される。

次に示す工業用粘度計はいずれもこの目的のために作られたものであって、絶対粘度とは理論的關係はないが、実験的に相互換算ができる。

イ レッドウッド粘度計（I P 70）

○ 1号型……50ccの試料油が一定細孔を流出するに要する時間（秒）をもって表示する。主として潤滑油用で、測定温度は30℃、50℃、80℃、100℃等。

○ 2号型……50ccの試料油が50℃で流出するに要する時間（秒）をもって表示する。主として重質燃料用。

この粘度計は英国で発達し日本でも使用されていたが、現在ではあまり使用されていない。

ロ セイボルト粘度計 (A S T M D 88)

○ ユニバーサル型

60ccの試料油が流出するに要する時間(秒)をもって表示する。主として潤滑油用で、100°F, 130°F, 210°Fで測定される。

測定粘度は1,000~32秒程度。

○ フロール型

粘度1,000秒以上のものに採用され、122°F, 210°Fで測定される。

ユニバーサル型より流出口が大きく、流出時間はユニバーサル型の1/10程度である。

関連：石油アスファルト (J I S K 2207)

石油アスファルト乳剤 (J I S K 2208)

ハ エングラー粘度計

200ccの試料油の流出時間を20℃の水の流出時間で割った値をもって表示する。欧州で使用されている。

関連：エングラー度……石油アスファルト乳剤 (J I S K 2208)

③ 回転式粘度計

イ これに含まれるものとして、内燃機関用潤滑油の低温粘度に使用される Cold Cranking Simulator (C.C.S) 法 (J I S K 2215, A S T M D 2602) がある。

ロ また Brookfield 粘度計 (A S T M D 2983) を用いて、ギヤ油の規格が定められている。

(3) 単 位 ① 動 粘 度 : S t (ストークス), c S t (センチストークス)

$$S t = [cm^2 / s]$$

② 絶対粘度 : P = (ポアズ), c P (センチポアズ),

$$P = [g / cm \cdot s], [S t] = [P] / [\text{密度}]$$

③ セイボルトユニバーサル粘度 : S U S, 又は S S U

④ セイボルトフロール粘度 : セイボルトフロール秒

⑤ レッドウッド粘度 : レッドウッド秒

(4) 意 義 ① 適油選定の指針

② 使用油劣化の予測の一法

(5) 関 連 ① 各粘度の換算

② 粘度と温度の関係 (粘度指数)

温度：高→粘度：低

- ③ 粘度と圧力の関係……油圧油、圧延油 等

圧力：高→粘度：高

- ④ 粘度と比重の関係

粘度比重恒数 (V. G. C.) により基の判定。

- ⑤ 混合油の粘度はBlending Chartより求める。

- ⑥ 粘度による潤滑油の命名

- ⑦ 動粘度からセイボルトユニバーサル粘度への換算表 (表 1)

- ⑧ 工業用潤滑油の粘度分類について (ISO 3448 工業用潤滑油粘度分類)

イ ISOとは

ISOとはInternational Organization for Standardization—国際標準化機構—の略称で、物質および情報の国際的交流を促進し、知的、科学的、技術的および経済的業務範囲の相互協力を増進するため世界的規模において規格の制定を推進する目的で設立されたものである。

1947年に創立され、現在我国を含め62ヶ国が加盟している。

石油製品についての規格化検討は技術委員会TC28で行われ、下部機構にSC1～SC6の分科会がある。

工業用潤滑油のISO粘度分類はTC39 (工作機械)、TC123 (平軸受) およびTC131 (油圧システムとその部品) など潤滑油に関係しているISO技術委員会の至急の要求に応じて、ASLE (米国潤滑技術者協会)、ASTM (米国材料試験協会)、BSI (英国規格協会) およびDNA (西独規格協会) の協力により、TC28で検討され規格番号ISO 3448として1975年に制定された。

ロ ISO粘度分類方法

ISO 3448では軽質スピンドル油からシリング油までを18種の粘度段階に分類している。(工業用潤滑油粘度分類, JIS K 2001)

まず粘度を40℃で1～10cSt, 10～100cSt, 100～1,000cSt, 1,000～10,000cStの各レンジに分け、対数グラフ上でそれぞれ6等分し有効数字2桁に丸めたものを各粘度グレードの中心値とする。ISO 3448ではこうして得られた中心値のうち2.2～1,500の18点をISO粘度グレードの中心値としている。

この中心値の±10%が粘度範囲として許され、この範囲の粘度を有する潤滑油の粘度は中心値によって表示することが規定されている。

ただし中心値10未満のグレードはそれに最も近い整数によって表示を行う。

以上を図示すると図1のようになる。

表1 動粘度からセイボルトユニバーサル粘度への換算表

動粘度 センチステークス	セイボルトユニバーサル		動粘度 センチステークス	セイボルトユニバーサル		動粘度 センチステークス	セイボルトユニバーサル	
	37.8℃ (100°F)	98.9℃ (210°F)		37.8℃ (100°F)	98.9℃ (210°F)		37.8℃ (100°F)	98.9℃ (210°F)
2.00	32.62	32.85	32.0	150.2	151.2	80.0	370.8	373.4
2.50	34.43	34.67	33.0	154.7	155.8	81.0	375.4	378.0
3.00	36.03	36.28	34.0	159.2	160.3	82.0	380.0	382.7
3.50	37.63	37.90	35.0	163.7	164.9	83.0	384.7	387.4
4.00	39.14	39.41	36.0	168.2	169.4	84.0	389.3	392.0
4.50	40.75	41.03	37.0	172.7	173.9	85.0	393.9	396.7
5.00	42.35	42.65	38.0	177.3	178.5	86.0	398.6	401.4
5.50	43.96	44.26	39.0	181.8	183.0	87.0	403.2	406.0
6.00	45.56	45.88	40.0	186.3	187.6	88.0	407.9	410.7
6.50	47.17	47.50	41.0	190.8	192.1	89.0	412.5	415.4
7.00	48.77	49.11	42.0	195.3	196.7	90.0	417.1	420.0
7.50	50.43	50.78	43.0	199.8	201.2	91.0	421.8	424.7
8.00	52.09	52.45	44.0	204.4	205.9	92.0	426.4	429.4
8.50	53.79	54.17	45.0	209.1	210.5	93.0	431.0	434.0
9.00	55.50	55.89	46.0	213.7	215.2	94.0	435.7	438.7
9.50	57.21	57.61	47.0	218.3	219.8	95.0	440.3	443.4
10.00	58.91	59.32	48.0	222.9	224.5	96.0	444.9	448.0
10.50	60.67	61.09	49.0	227.5	229.1	97.0	449.6	452.7
11.00	62.43	62.86	50.0	232.1	233.8	98.0	454.2	457.4
11.50	64.23	64.88	51.0	236.7	238.4	99.0	458.8	462.0
12.00	66.04	66.50	52.0	241.4	243.0	100.0	463.5	466.7
12.50	67.90	68.37	53.0	246.0	247.7	101.0	468.1	471.4
13.00	69.76	70.25	54.0	250.6	252.3	102.0	472.7	476.0
13.50	71.66	72.17	55.0	255.2	257.0	103.0	477.4	480.7
14.00	73.57	74.09	56.0	259.8	261.6	104.0	482.0	485.4
14.50	75.48	76.01	57.0	264.4	266.3	105.0	486.6	490.0
15.00	77.39	77.93	58.0	269.1	270.9	106.0	491.3	494.7
15.50	79.34	79.90	59.0	273.7	275.6	107.0	495.9	499.4
16.00	81.30	81.87	60.0	278.3	280.2	108.0	500.5	504.0
16.50	83.31	83.90	61.0	282.9	284.9	109.0	505.2	508.7
17.00	85.32	85.92	62.0	287.5	289.5	110.0	509.8	513.4
17.50	87.38	87.99	63.0	292.1	294.2	111.0	514.5	518.1
18.00	89.44	90.06	64.0	296.7	298.8	112.0	519.1	522.7
18.50	91.50	92.14	65.0	301.4	303.5	113.0	523.7	527.4
19.00	93.55	94.21	66.0	306.0	308.1	114.0	528.4	532.1
19.50	95.66	96.33	67.0	310.6	312.8	115.0	533.0	536.7
20.0	97.77	98.45	68.0	315.2	317.4	116.0	537.6	541.4
21.0	102.0	102.8	69.0	319.8	322.1	117.0	542.3	546.1
22.0	106.4	107.1	70.0	324.4	326.7	118.0	546.9	550.7
23.0	110.7	111.4	71.0	329.1	331.4	119.0	551.5	555.4
24.0	115.0	115.8	72.0	333.7	336.0	120.0	556.2	560.1
25.0	119.3	120.1	73.0	338.3	340.7	121.0	560.8	564.7
26.0	123.7	124.5	74.0	343.0	345.4	122.0	565.4	569.4
27.0	128.1	129.0	75.0	347.6	350.0	123.0	570.1	574.1
28.0	132.5	133.4	76.0	352.2	354.7	124.0	574.7	578.7
29.0	136.9	137.9	77.0	356.9	359.4	125.0	579.3	583.4
30.0	141.3	142.3	78.0	361.5	364.0			
31.0	145.7	146.8	79.0	366.1	368.7			

注・125cSt以上の場合は下記の換算係数による。

@37.8℃ K=4.6347

@98.9℃ K=4.6673

$$cSt = \frac{SBU}{K}$$

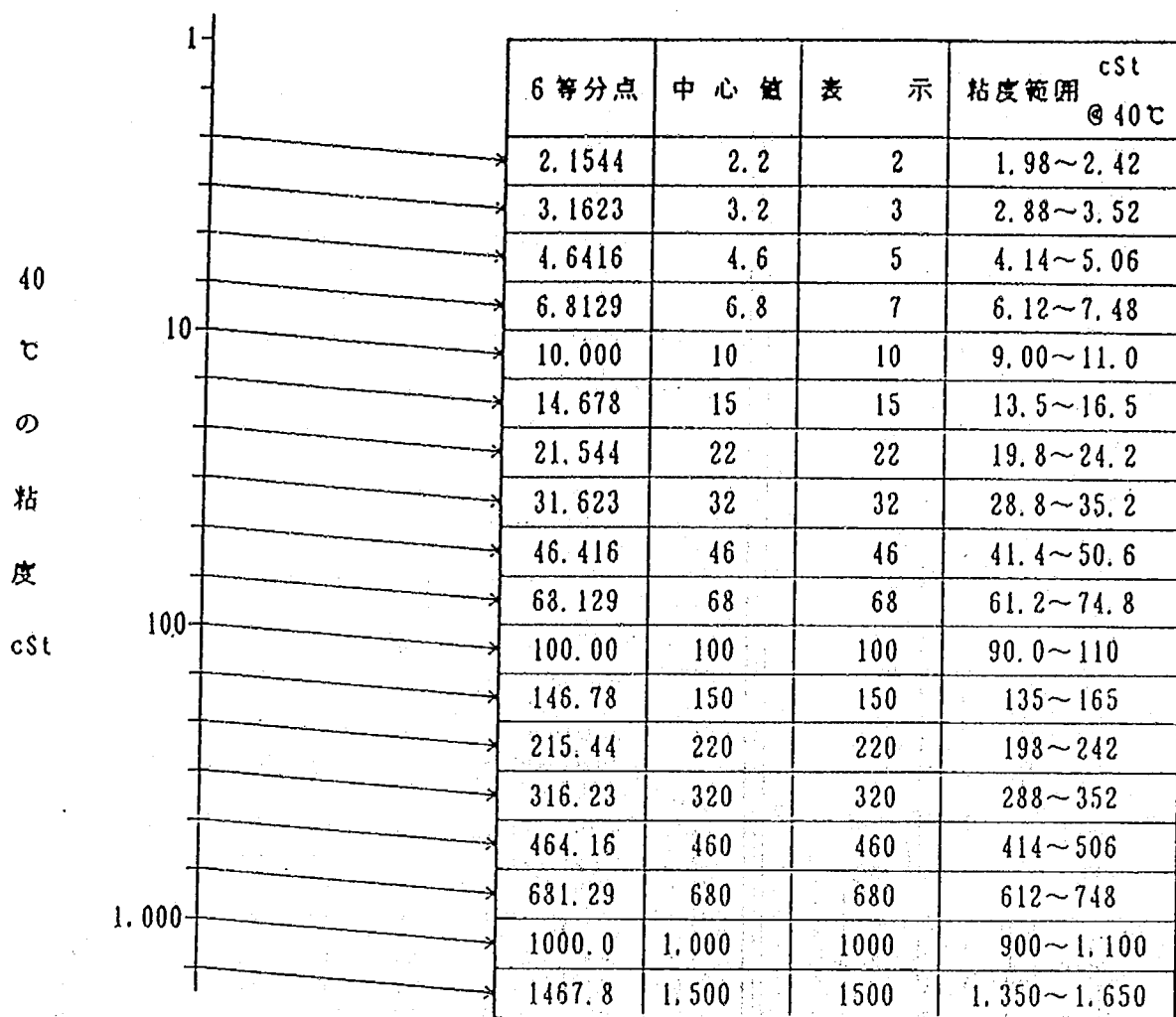


図1 ISO粘度分類方法

ハ 補助粘度グレード

図1に示したようにISO粘度グレードは連続しておらず、とびとびの値をとっている。このことは粘度グレードを間引いて整理するというこの規格の目的の一つでもあるが、現在の日本では一気にISOグレードへの移向は一部に無理がありJISでも暫定処置として補助粘度グレードを設けている。

(JIS K 2001)

補助粘度グレードの中心値は、40℃の粘度1~10cSt, 10~100cSt, 100~1,000cSt, 1,000~10,000cStの各レンジを12等分することによって求める。

そしてその粘度範囲はISO3448に規定された範囲を補完するものとし、表示もISO3448に準ずるが、中心値1.5, 2.6を有するグレードはそれぞれ2L, 2Hとする。

ISO粘度グレード、補助粘度グレードを表2に示す。

表2 ISO粘度分類と補助粘度グレード

ISO 粘度グレード			補助粘度グレード		
粘度グレード	中心値 cSt @40℃	粘度範囲 cSt @40℃	粘度グレード	中心値 cSt @40℃	粘度範囲 cSt @40℃
			2L	1.5	1<~1.98>
ISO VG 2	2.2	1.98~2.42			
			2H	2.6	2.42<~2.88>
ISO VG 3	3.2	2.88~3.52			
			4	3.8	3.52<~4.14>
ISO VG 5	4.6	4.14~5.06			
			6	5.6	5.06<~6.12>
ISO VG 7	6.8	6.12~7.48			
			8	8.3	7.48<~9.00>
ISO VG 10	10	9.00~11.0			
			12	12	11.0<~13.5>
ISO VG 15	15	13.5~16.5			
			18	18	16.5<~19.8>
ISO VG 22	22	19.8~24.2			
			26	26	24.2<~28.8>
ISO VG 32	32	28.8~35.2			
			38	38	35.2<~41.4>
ISO VG 46	46	41.4~50.6			
			56	56	50.6<~61.2>
ISO VG 68	68	61.2~74.8			
			83	83	74.8<~90.0>
ISO VG 100	100	90.0~110			
			120	120	110<~135>
ISO VG 150	150	135~165			
			180	180	165<~198>
ISO VG 220	220	198~242			
			260	260	242<~288>
ISO VG 320	320	288~352			
			380	380	352<~414>
ISO VG 460	460	414~506			
			560	560	506<~612>
ISO VG 680	680	612~748			
			830	830	748<~900>
ISO VG 1000	1,000	900~1,100			
			1,200	1,200	1,000<~1,350>
ISO VG 1500	1,500	1,350~1,650			
			1,800	1,800	1,650<~1,980>
			2,200	2,200	1,980~2,420
			2,600	2,600	2,420<~2,880>
			3,200	3,200	2,880~3,520
			3,800	3,800	3,520<~4,140>
			4,600	4,600	4,140~5,060

※ VG=Viscosity Grade

ニ 粘度測定温度

I S Oは国際単位系を用いるため、従来多く使用されている100°F(37.8℃)・210°F(98.9℃)の粘度測定温度もI S O粘度分類採用と同時に40℃、100℃に変更となる。

なおエンジン油で使用されている0°F(-17.8℃)も-18℃に変更となっている。

ホ 換算方法

粘度測定温度の変更により既存の粘度値の換算が必要となる。

方法として計算による方法とノモグラフによるものがあるが、どちらも

$$\log \log (\nu_t + 0.7) = a \log (t + 273) + b \quad \cdots \cdots (1)$$

ν_t : t ℃による粘度cSt

t : 温度℃

の式によるものである。

(1) 計算による方法

既知の37.8℃、98.9℃の粘度を(1)式に代入することにより(2)、(3)式を得、これにより求める。

$$\begin{aligned} \nu_{40} = 10 \{ \log (\nu_{37.8} + 0.7) \}^{0.959} \\ \times \{ \log (\nu_{98.9} + 0.7) \}^{0.011} \} - 0.7 \quad \cdots \cdots (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \nu_{100} = 10 \{ \log (\nu_{37.8} + 0.7) \}^{-0.02} \\ \times \{ \log (\nu_{98.9} + 0.7) \}^{1.02} \} - 0.7 \quad \cdots \cdots (3) \end{aligned}$$

(2) ノモグラフ

(2)、(3)式を変形し次の(4)、(5)式を得る。

$$\begin{aligned} \log (\nu_{40} + 0.7) = \{ \log (\nu_{98.9} + 0.7) \}^{0.011} \\ \times \{ \log (\nu_{37.8} + 0.7) \}^{0.959} \quad \cdots \cdots (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log (\nu_{100} + 0.7) = \{ \log (\nu_{37.8} + 0.7) \}^{-0.02} \\ \times \{ \log (\nu_{98.9} + 0.7) \}^{1.02} \quad \cdots \cdots (5) \end{aligned}$$

37.8℃の粘度を40℃の粘度に変更する場合、たて軸にlog目盛、横軸に $(\log)^{0.959}$ 目盛をとると、(4)式は傾き $\{ \log (\nu_{98.9} + 0.7) \}^{0.011}$ の直線となる。(図2)

粘度換算ノモグラフ

10~100cSt用

(37.8℃→40℃)

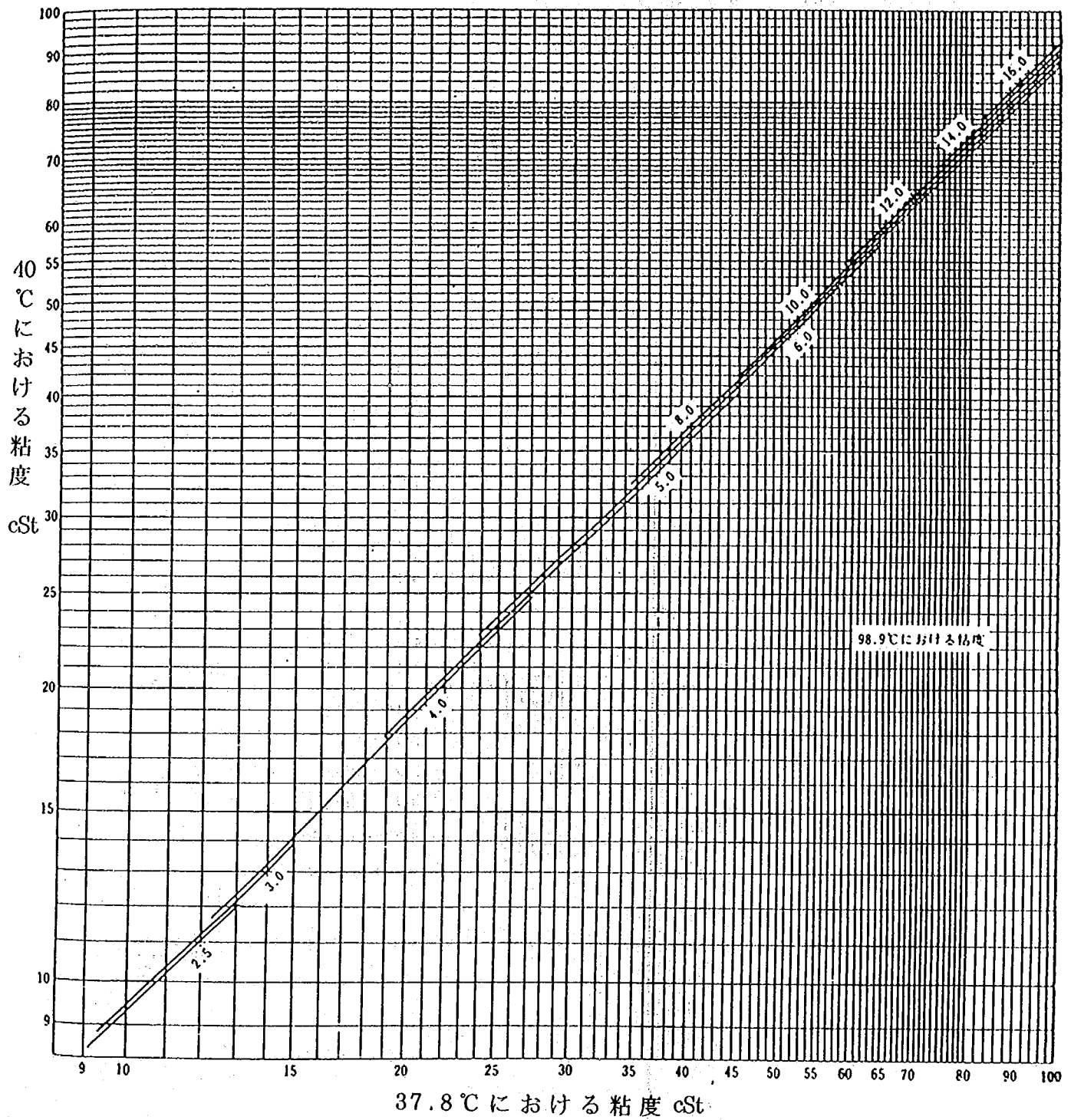


図2 粘度換算ノモグラフ

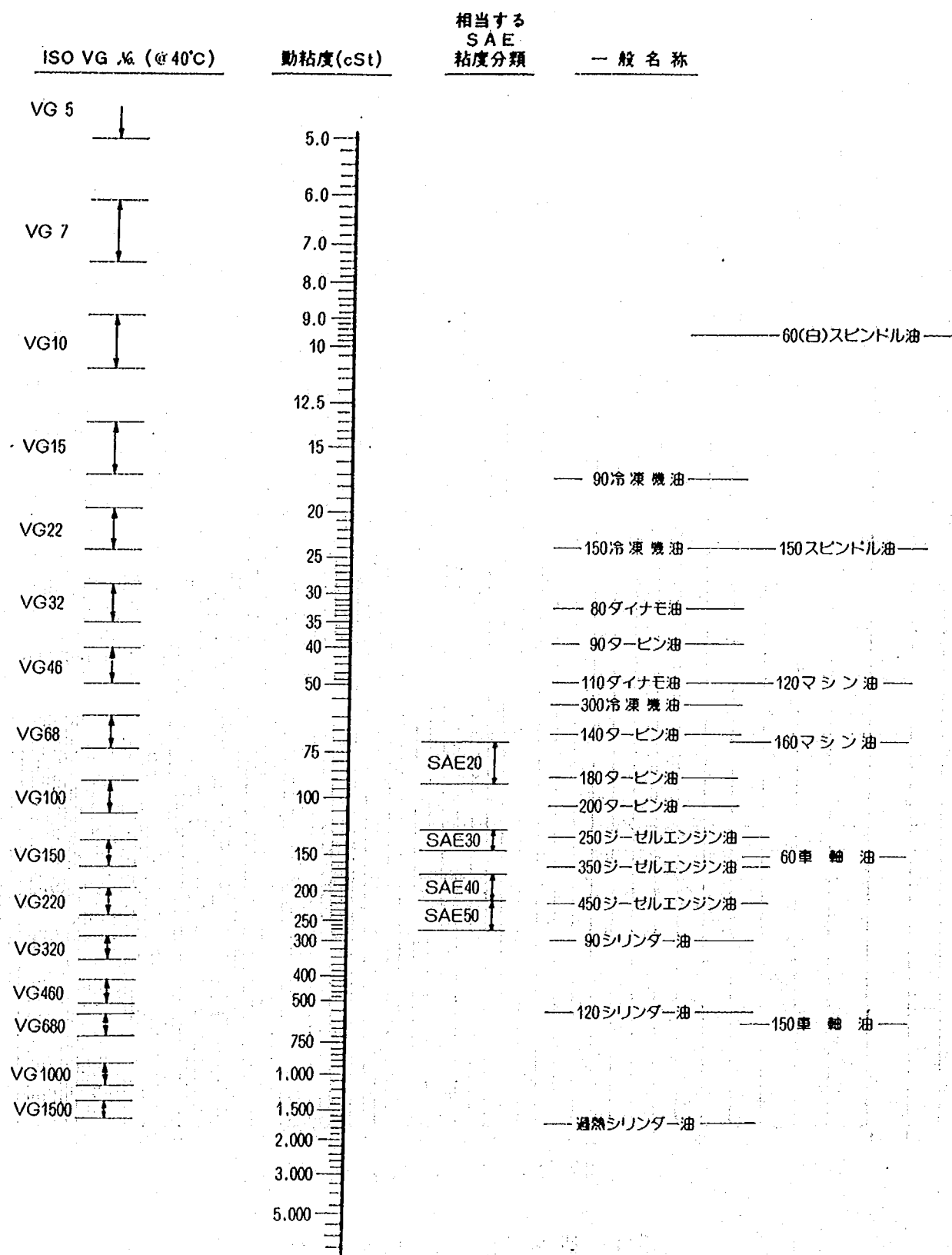


図3 潤滑油粘度グレード対称図

動 粘 度 Kinematic Viscosity

J I S K 2283 原油および石油製品の動粘度試験方法 ならびに石油製品粘度指数算出方法

1. 定 義

動粘度とは、絶対粘度をこれと同一状態（温度、圧力）の液体の密度で割った値をいい、ストークス (St) で表わす。一般の石油製品には単位としてストークスの1/100のセンチストークス (cSt) を用いる。

2. 装 置

- (1) 粘度計 ガラス製毛管式粘度計
- (2) 温度計 J I S B 7410 (石油類試験用ガラス製温度計) に規定のもの。
- (3) 恒温槽 15～100℃の場合は±0.01℃、それ以外の温度の場合は±0.03℃に保つ。
- (4) 秒時計 0.2秒以下の目盛りを有し、15分間の試験において、誤差が±0.05%以内であること。

3. 試験方法の概要

試料温度を20～30℃とし、試料を粘度計球部に満たし、恒温槽中に静置、10分間以上に放置する。試料温度が試験温度に達したら、一端より吸引し、試験の液面を標線（スタートマーク）よりわずかに上部まで引上げる。次に流出時間を測定し後述の計算方法により算出する。不透明試料の場合、逆流形粘度計を用い同様の操作で算出する。

4. 計算および報告書

動粘度は次の式により算出し、試験温度 (℃) を付記する。

$$\nu = C \times t$$

ν : 動粘度 (cSt) {mm²/s}

C : 粘度計定数 (cSt) {mm²/s²}

t : 流出時間 (s)

5. 精 度

精度は15℃を超え100℃以下の温度で試験された透明な試料の動粘度に適用する。

(1) 繰り返し精度

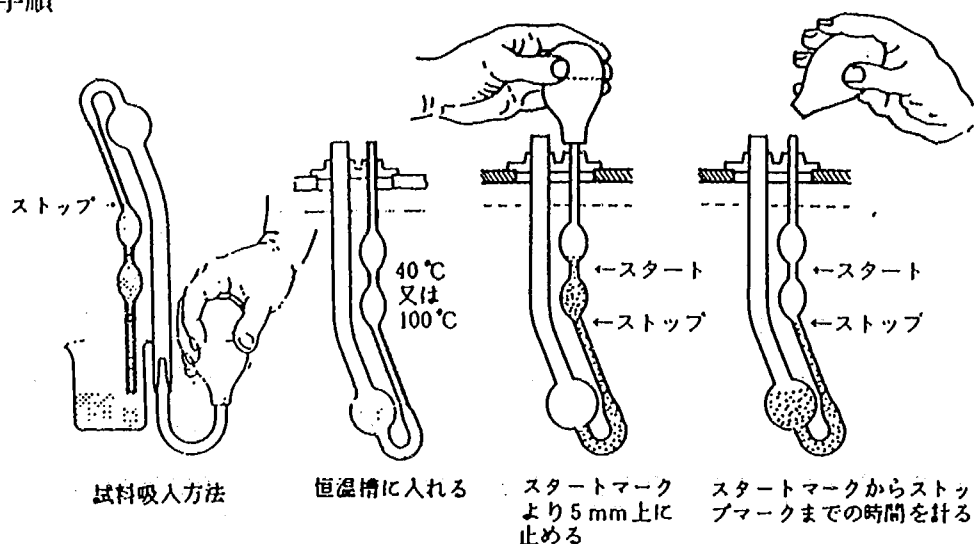
同一試験室において、同一人が同一試験器で日または時間をかえて同一試料を2回試験したとき、試験結果の差は、平均値の0.35%を超えてはならない。

(2) 再現精度

異なる2試験室において、同一試料を別人が別の試験器でそれぞれ1回ずつ試験して求めた2個の試験結果の差は、平均値の0.7%を超えてはならない。

6. 参 考

(1) 操作手順



(2) 粘度計の種類

	動粘度範囲cSt (mm ² /s)
A. 懸垂液面形粘度計 (透明液体用)	
1. ウベローデ粘度計	0.5~100000
2. キャノソーウベローデ粘度計	0.8~100000
3. キャノソーウベローデセミマイクロ粘度計	0.4~ 20000
4. BS/IP小型懸垂液面粘度計	0.6~ 3000
5. アトランティック粘度計	1.4~ 5000
B. 改良オストワルド形粘度計 (透明液体用)	
1. キャノソーフェンスケ粘度計	0.9~ 20000
2. キャノソーマニングセミマイクロ粘度計	0.4~ 20000
3. ツァイトフックス粘度計	1.1~ 3000
C. 逆流形粘度計 (不透明液体用)	
1. キャノソーフェンスケ不透明液用粘度計	0.6~ 20000
2. ツァイトフックスクロスムーア粘度計	0.6~100000
3. ランツーツァイトフックス粘度計	60 ~100000
4. BS/IP逆流U字管粘度計	1.1~300000

現在一般的に使用されているものは、ウベローデ粘度計、キャノソーフェンスケ粘度計およびキャノソーフェンスケ不透明液用粘度計である。

- (3) 関 連
- ① セイボルト粘度
 - ② レッドウッド粘度
 - ③ 低温粘度

イ コールドクランキングシュミレータ法 J I S K 2215

ロ ブルックフィールド粘度 A S T M D 2983

粘 度 指 数

粘度は温度により変化をする。潤滑油の場合、経験的に次の式で表わされる。

$$\log \log (\nu + k) = A \log T + B \quad (\nu : \text{動粘度}, \quad T : \text{絶対温度})$$

潤滑油の温度による粘度の変化率を表わす数値として粘度指数 (V I) が一般的に用いられる。これは、粘度変化の少ないペンシルバニア産油を粘度指数100、粘度変化の大きいガルフコースト産油を粘度指数0とする尺度に基づいて定めている。

(1) 試 験 法 J I S K 2283

- ① A法：粘度指数が100以下の石油製品に適用する。(V. I.)
- ② B法：粘度指数が100以上の石油製品に適用する。(V. I. E)

(2) 意 義

- ① V I が高いほど温度による動粘度の変化が少ない。
- ② 基油の判定 (パラフィン基はV I が高く、ナフテン基は低い。)
- ③ 粘度選定の目安

(3) 関 連

- ① マルチグレードオイルはV I が高い。

粘 度 指 数

V. I. (Viscosity Index) V. I. E. (Viscosity Index Extention)

J I S K 2283 原油および石油製品の動粘度試験方法
ならびに石油製品粘度指数算出方法

1. 粘度指数

石油製品の温度による動粘度の変化の度合を表わす数値をいい、粘度指数が高いほど、温度による動粘度変化が小さいことを意味する。粘度指数の算出は、粘度指数の大きさによって分け、次のA法またはB法による。

A法：粘度指数が100以下の石油製品に適用する。Viscosity Index (V.I.)

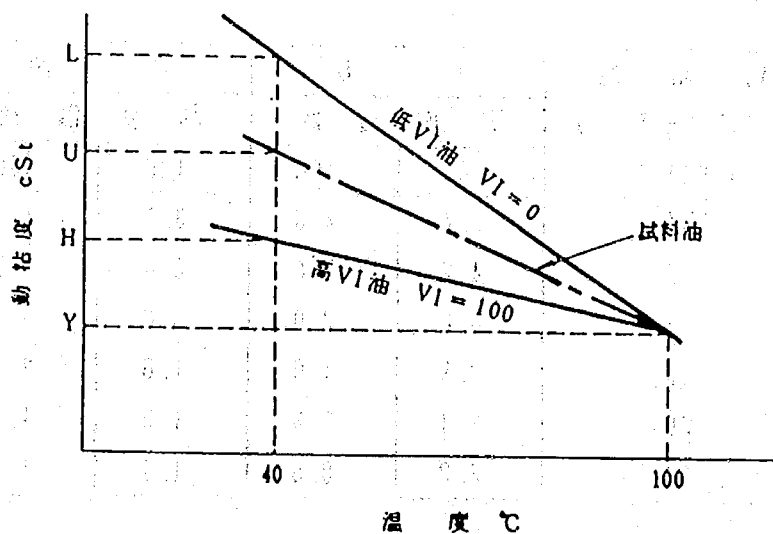
B法：粘度指数が100以上の石油製品に適用する。Viscosity Index Extention (V.I.E.)

2. 求め方

$$V.I. = \frac{L - U}{L - H} \times 100 \quad (\text{J I S K 2283 A法})$$

$$V.I.E. = \frac{10^N - 1}{0.00715} + 100 \quad (\text{J I S K 2283 B法})$$

$$N = \frac{\log H - \log U}{\log Y}$$



L：基準低VI油（VI=0）の40℃における動粘度（cSt）

H：基準高VI油（VI=100）の40℃における動粘度（cSt）

U：試料油の40℃における動粘度（cSt）

Y：試料油の100℃における動粘度（cSt）

3. 精 度

(1) 繰返し精度

同一試験室において、同一人が同一試験器で同一試料を日または時間を変えて試験して求めた2組の40℃および100℃における動粘度から算出した二つの粘度指数の差は、次の許容差を超えてはならない。

動 粘 度 (cSt) (mm ² /s) (100℃)	A 法		B 法	
	粘 度 指 数		粘 度 指 数	
	0	100	100	200
4	3.2	2.4	1.5	2.4
6	2.1	1.3	1.2	1.8
8	1.8	1.0	1.0	1.6
15	1.4	0.5	0.8	1.2
30	1.2	0.4	0.6	1.0
50	1.1	0.3	0.5	0.8

(注) 表に記載されていない動粘度値、粘度指数値およびそれに対応する許容差値は補間法によって求める。

(2) 再現精度

異なる2試験室において、別人が別の試験器で同一試料をそれぞれ試験して求めた40℃および100℃における動粘度から算出した粘度指数の差は、次の許容差を超えてはならない。

動 粘 度 (cSt) (mm ² /s) (100℃)	A 法		B 法	
	粘 度 指 数		粘 度 指 数	
	0	100	100	200
4	6.4	4.8	3.1	4.7
6	4.2	2.6	2.4	3.7
8	3.6	2.0	2.0	3.1
15	2.8	1.0	1.6	2.4
30	2.4	0.8	1.3	1.9
50	2.2	0.6	1.1	1.7

水 分

(1) 試験法 J I S K 2275

① 蒸留法

② 微量水分試験法（カールフィッシャー法）

イ 冷凍機油 J I S K 2211

ロ 電気絶縁油 J I S K 2101

(2) 方法概要 ① 蒸留法

試料を等容の溶剤と共沸し、留出・凝縮した水の量を求めて容量百分率（または質量％）で報告する。

② カールフィッシャー法

イ 適用範囲：10～1,000ppmの水分を含む石油製品中の水分を定量する方法について適用する。

カールフィッシャー試薬との反応が考えられる潤滑油は蒸留法との組合せによる蒸留カールフィッシャー法によって測定する。

ロ 試験方法の概要：混合溶剤に溶かした試料をカールフィッシャー試薬で滴定する。メチルアルコールおよびピリジンの存在下で水がヨウ素および亜硫酸ガスと反応することを利用し、電気滴定法により滴定して水分を算出する。

ハ 関 連：試料油の採取、保存には細心な注意が必要。

(3) 単 位 容量％，微量水分ppm

(4) 意 義 ① 水分の存在は油の劣化，乳化を促進する。

② 油の電気絶縁耐圧を低下させる。

③ 金属腐食の一因

(5) 関 連 ① 絶縁油，冷凍機油は水分をきらう。

水分 Water Content

J I S K 2275 原油および石油製品水分試験方法（蒸留法）

1. 適用範囲

この規格は、原油および石油製品の水分を蒸留法により試験する方法について規定する。

2. 装 置

図1に示すような蒸留フラスコ加熱器、冷却器、検水管よりなる。

3. 溶 剤

J I S K 2435（ベンゼン類）に規定するキシレン。

4. 試験方法の概要

試料に水不溶性溶剤を加えて加熱蒸留し、発生蒸気をリービッヒ冷却器で凝縮させ、凝縮溶剤は蒸留フラスコに還流させる。凝縮水を検水管に捕集して試料中の水分を算出する。

5. 報 告

試料の水分は、次式により算出し、少数点以下第1位に丸め容量％または質量％として表す。ただし、0を超え0.05容量％または質量％以下のものはこん跡とする。

$$P = \frac{w}{W} \times 100$$

ここに P：水分（容量％または質量％）

w：捕集水量（ml）

W：試料の容量（ml）または質量（g）

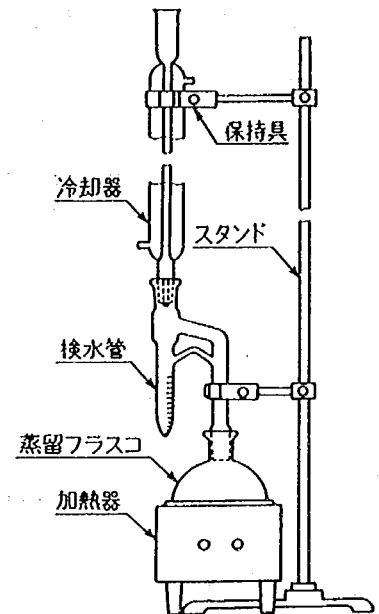


図1 蒸留法水分試験器（電熱式の一例）

6. 精 度

(1) 繰り返し精度：同一試験室において、同一人が同一試験器で日または時間を変えて同一試料を同一採取量で2回試験したとき捕集水量の差は、下表の許容差を超えてはならない。

(2) 再現精度：異なる2試験室において、別人が別の試験器で同一試料を同一採取量でそれぞれ1回ずつ試験して求めた2個の捕集水量の差は、下表の許容差を超えてはならない。

捕集水量(ml)	繰り返し許容差	再現許容差
0～1.0	0.1	0.2
1.1～25.0	0.1または平均値の2％のうち大きい方	0.2または平均値の10％のうち大きい方

中 和 価

石油製品のような非水系では水の場合の酸性・アルカリ性とは異なってくる。中和といっても、ある種の酸（ HCl 、 HClO_4 など）、ある種の塩基（ KOH ）と反応する量として塩基、酸がとらえられている。潤滑油中に含まれる添加剤には、反応性の高いものが多く、また石油製品でいう酸・塩基が共存している場合も少なくない。

(1) 試験法 J I S K 2501

- ① 全酸価および強酸価 イ 指示薬滴定法
 ロ 電位差滴定法
- ② 全塩基価および強塩基価 イ 指示薬滴定法
 ロ 電位差滴定法（塩酸法）
 ハ 電位差滴定法（過塩素酸法）

(2) 方法概要 規定量の試料を精秤し、溶剤に希釈したのち、全酸価について KOH 液で、全塩基価について HCl 液で滴定し、電位差あるいは指示薬で中和点をみつける。中和に要した KOH あるいは HCl の量を KOH の mg 数に換算し、試料1 g 当りの値で表わす。

(3) 単 位 mgKOH/g

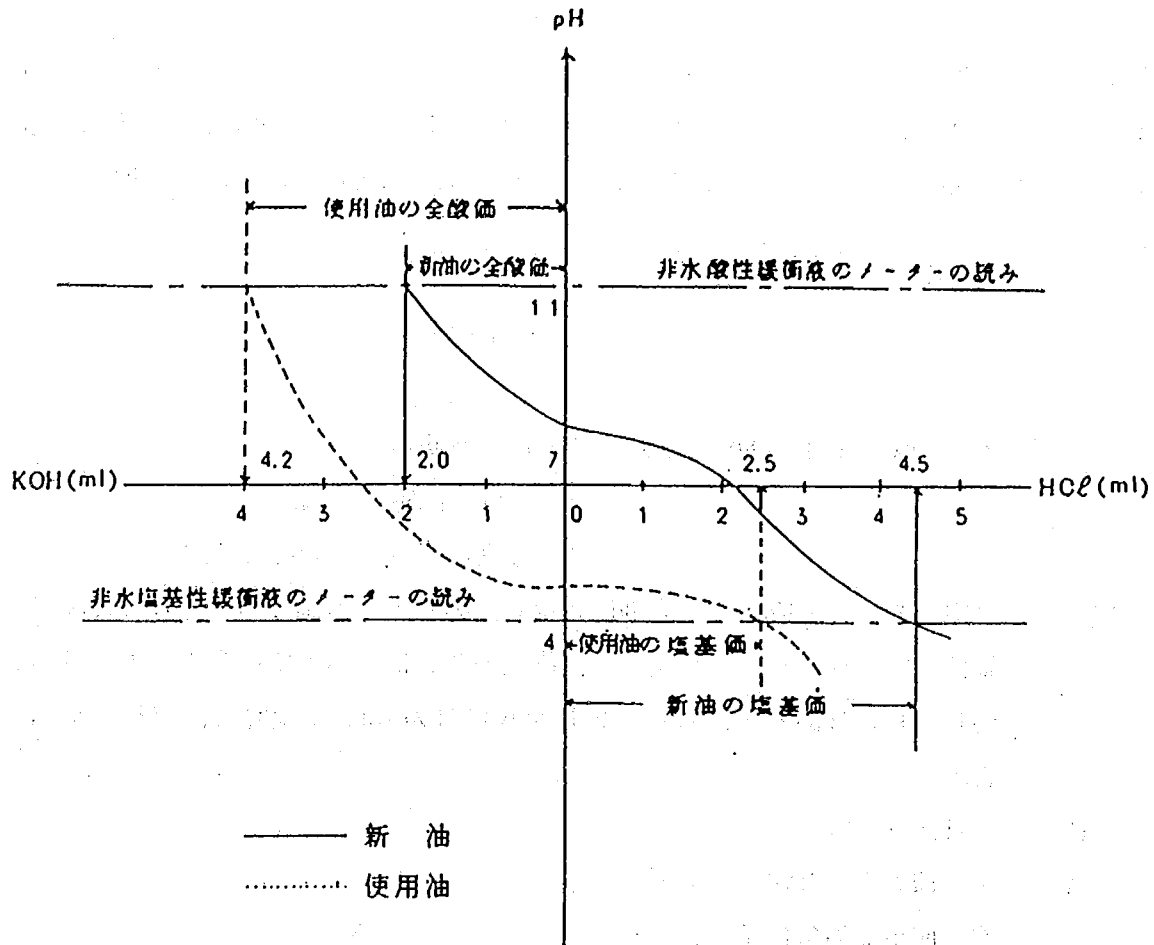
(4) 意 義 ① 精製度の目安（一般油）
 ② 使用油の劣化予測の一法
 ③ 添加剤の残存状態を推定

(5) 関 連 ① エンジンオイルの使用油等黒色の油は、J I S 電位差滴定法を採用しなければ正確な値は出ない。
 ② 過塩素酸法は、塩酸の代わりに過塩素酸を用いて電位差滴定により塩基価を測定する方法である。

一般に高塩基価のディーゼルエンジンオイルに適用されるが、塩酸で滴定したときの値より、高い値を示すことがある。

(6) 備 考 ① 指示薬の種類
 イ 全酸価および塩基価…… α -ナフトールベンゼイン
 ロ 強酸価……………メチルオレンジ
 ② 同一油に全酸価と塩基価が存在する。

エンジンオイルの場合



③イ 全酸価(TAN)：ナフテン酸，添加剤中の酸性物質，使用中に生じる有機酸などの総量を対象。

一般に油の劣化につれて全酸価は増加するが，添加剤入り潤滑油のあるものは酸性添加剤の消耗のため，一時減少したり，ほとんど変化しないものもある。

ロ 強酸価：精製工程における硫酸処理後の残存硫酸を示す。またディーゼルエンジン使用油では燃料中のいおうに起因する硫酸が混入し，強酸価として測定される場合もある。

ハ 塩基価(TBN)：生成酸を中和する目的で潤滑油に加えられた添加剤の量を知る一つの目安として，エンジン油の評価やエンジン使用油試験に用いる。

中和価（指示薬滴定法）

Neutralization Number

J I S K 2501 石油製品中和価試験方法

1. 適用範囲

石油製品の中和価のうち、全酸価、強酸価及び強塩基価を指示薬滴定法により測定する方法である。

2. 定 義

- (1) 中和価 (Neutralization Number) 酸価および塩基価を総称して中和価という。
- (2) 全酸価 (Total Acid Number) 試料 1 g 中の全酸性成分を中和するに要する水酸化カリウムのmg数をいう。
- (3) 強酸価 (Strong Acid Number) 試料 1 g 中の強酸性成分を中和するに要する水酸化カリウムのmg数をいう。
- (4) 強塩基価 (Strong Base Number) 試料 1 g 中の強塩基性成分を中和するに要する塩酸と当量の水酸化カリウムのmg数をいう。

3. 試験方法の概要

全酸価または強塩基価を測定するには、試料をトルエンおよびイソプロピルアルコールおよび少量の水の混合溶剤に溶かし、 α -ナフトールベンゼインを指示薬として水酸化カリウムまたは塩酸標準イソプロピルアルコール液で滴定する。

強酸価を測定するには、試料中の強酸を温水で抽出し、メチルオレンジを指示薬として、水酸化カリウム標準イソプロピルアルコール液で滴定する。

4. 操 作

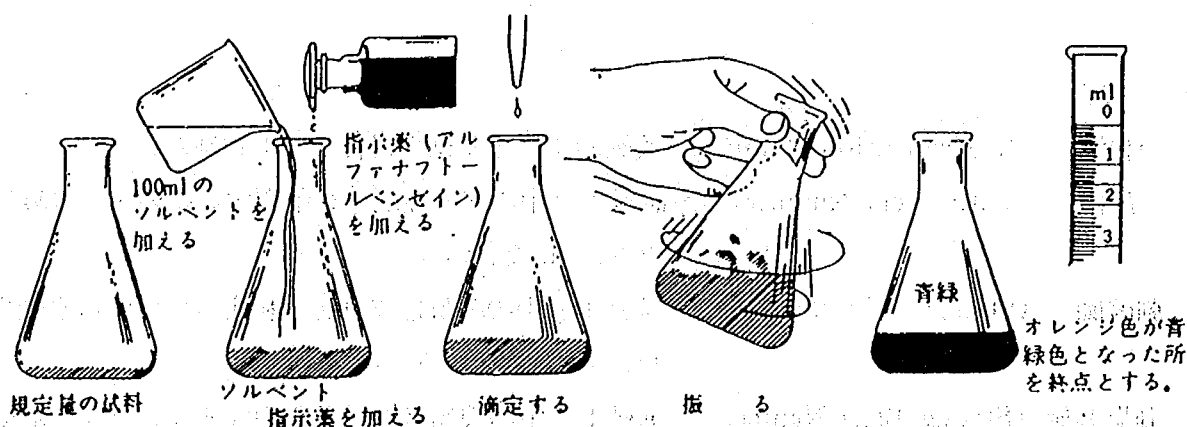
試料採取量の基準

試料の種類	全酸価または 強塩基価 (mg KOH/g)	試料採取量 (g)	はかり精度 (g)
淡色油 (主として新油)	0.01 ~ 3.0	20.0 ± 2.0	0.05
	3.0 ~ 25.0	2.0 ± 0.2	0.01
	25を超えるもの	0.2 ± 0.02	0.001
濃色油 (使用油を含む)	0.0 ~ 25.0	2.0 ± 0.2	0.01
	25を超えるもの	0.2 ± 0.02	0.001

試料を前表に示す量だけ三角フラスコにとり、100mlの溶剤と約3 mlの指示薬溶液を加え振とうする。

混合液がオレンジ色を呈したならばN/10水酸化カリウム液（以下N/10KOH液という）を使用し、緑または緑かっ色になるまで測定する。

混合液が緑または緑かっ色になったときはN/10塩酸液（以下N/10HCl液という）を用いて、溶液がオレンジ色になるまで測定する。



5. 計算および報告

$$\text{全酸価または強酸価 (mgKOH/g)} = \frac{(A - B) N \times 56.1}{W}$$

$$\text{強塩基価 (mgKOH/g)} = \frac{(C - D) n \times 56.1}{W}$$

A : 滴定に要したN/10KOH液のml数

B : 空試験に要したN/10KOH液のml数

N : N/10KOH液の規定度

C : 滴定に要したN/10HCl液のml数

D : 空試験に要したN/10HCl液のml数

n : N/10HCl液の規定度

W : 試料の採取量 (g)

0.5	0.5	0.5	0.5
1.0	1.0	1.0	1.0
1.5	1.5	1.5	1.5
2.0	2.0	2.0	2.0
2.5	2.5	2.5	2.5
3.0	3.0	3.0	3.0
3.5	3.5	3.5	3.5
4.0	4.0	4.0	4.0
4.5	4.5	4.5	4.5
5.0	5.0	5.0	5.0
5.5	5.5	5.5	5.5
6.0	6.0	6.0	6.0
6.5	6.5	6.5	6.5
7.0	7.0	7.0	7.0
7.5	7.5	7.5	7.5
8.0	8.0	8.0	8.0
8.5	8.5	8.5	8.5
9.0	9.0	9.0	9.0
9.5	9.5	9.5	9.5
10.0	10.0	10.0	10.0

6. 精 度

(1) 繰り返し精度

同一人・同一装置の2回の試験結果の差が次の許容差を超えてはならない。

試料の種類	中 和 価 (mg KOH/g)	許 容 差 (mg KOH/g)
淡 色 油 (主として新油)	0.0～ 0.5	0.1
	0.5～ 3.0	0.2
	3.0～25.0	0.6
	25を超えるもの	4.0
濃 色 油 (使用油を含む)	0.0～ 0.5	0.4
	0.5～25.0	1.0
	25を超えるもの	4.0

(2) 再現精度

別人・別装置の二つの試験結果の差が、次の許容差を超えてはならない。

試料の種類	中 和 価 (mg KOH/g)	許 容 差 (mg KOH/g)
淡 色 油 (主として新油)	0.0～ 0.5	0.2
	0.5～ 3.0	0.4
	3.0～ 25.0	1.2
	25.0～250.0	8.0
濃 色 油 (使用油を含む)	0.0～ 0.5	0.8
	0.5～ 3.0	2.0
	25.0～250.0	8.0

中和価（電位差滴定法）

Neutralization Number

J I S K 2501 石油製品中和価試験方法

1. 適用範囲

石油製品および潤滑油中の全酸価，全塩基価を電位差滴定法により測定する方法である。濃色の新油，清浄分散剤添加のエンジン油及び使用油など指示薬滴定法では明りょうな終点がわからない試料について行う。

2. 定義

- (1) 中和価 (Neutralization Number) 酸価および塩基価を総称して中和価という。
- (2) 全酸価 (Total Acid Number) 試料 1 g 中の全酸性成分を中和するに要する水酸化カリウムのmg数をいう。
- (3) 強酸価 (Strong Acid Number) 試料 1 g 中の強酸性成分を中和するに要する水酸化カリウムのmg数をいう。
- (4) 全塩基価 (Total Base Number) 試料 1 g 中の全塩基性成分を中和するに要する酸と当量の水酸化カリウムのmg数をいう。
- (5) 強塩基価 (Strong Base Number) 試料 1 g 中の強塩基性成分を中和するに要する酸と当量の水酸化カリウムのmg数をいう。

3. 装置

電位差計，ガラス電極，比較電極，かき混ぜ機，ビュレット，ピーカ

4. 試験方法の概要

試料をトルエンおよびイソプロピルアルコールおよび少量の水と混合液に溶解し，ガラス電極と比較電極とを用いて，水酸化カリウムまたは塩酸標準イソプロピルアルコール液で滴定する。

メータの読みとこれに対応する標準液の滴定量との関係を作図し，滴定曲線に得られた変曲点を終点とする。明確な変曲点が得られない場合は非水酸性または非水塩基性緩衝液で得られるメータの読みを終点とする。

5. 計算

$$\text{全酸価 (mgKOH/g)} = \frac{(A - B) \times N \times 56.1}{W}$$

$$\text{全塩基価 (mgKOH/g)} = \frac{(C - D) \times N \times 56.1}{W}$$

A：終点までの滴定に要したN/10KOH液の量 (ml)

B：空試験におけるAに相当する量 (ml)

C：終点までの滴定に要したN/10HCl液の量 (ml)

D：空試験におけるCに相当する量 (ml)

N：N/10KOH液あるいはN/10HCl液の規定度

W：試料の採取量 (g)

6. 精 度

二つの試験値の差が次表の許容差を超えてはならない。

酸価または塩基価 (mg KOH / g)	繰り返し精度 (mg KOH / g)	再現精度 (mg KOH / g)
0.05をこえ 1.0 まで	0.04	0.08
1.0 をこえ 5.0 まで	0.1	0.4
5 をこえ 20 まで	1.0	2
20 をこえ100 まで	4	8
100 をこえるもの	10	20

ただし変曲点が不明確な場合、繰り返し性および再現性は双方とも規定されていない。

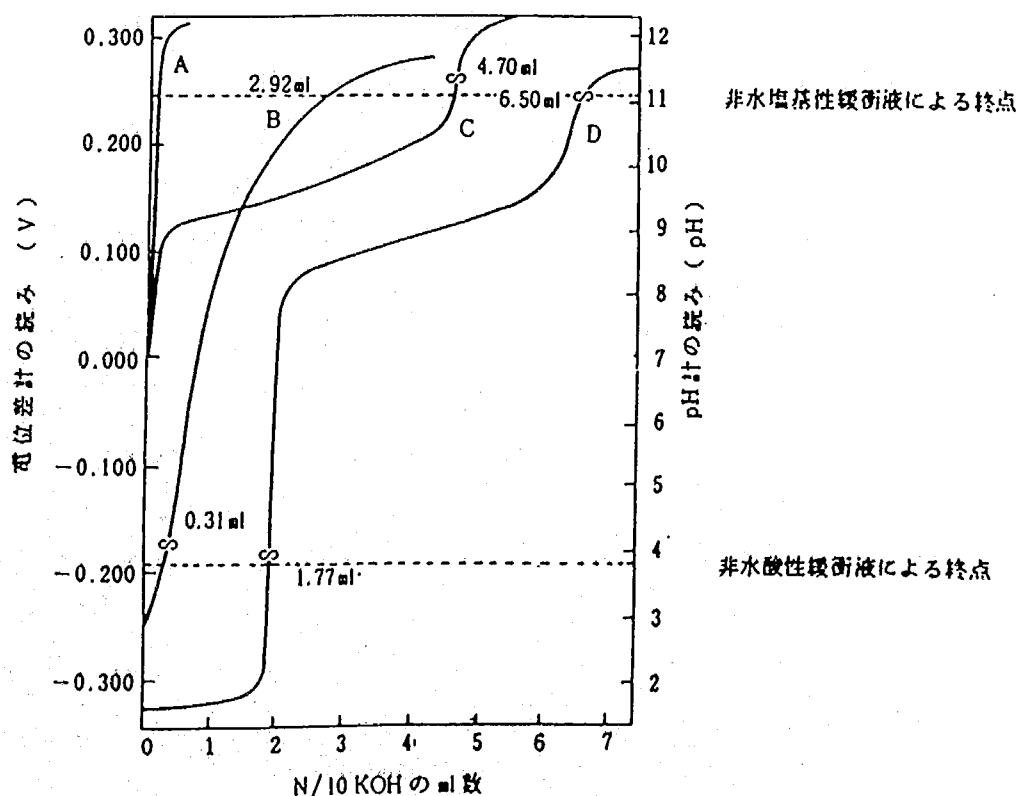


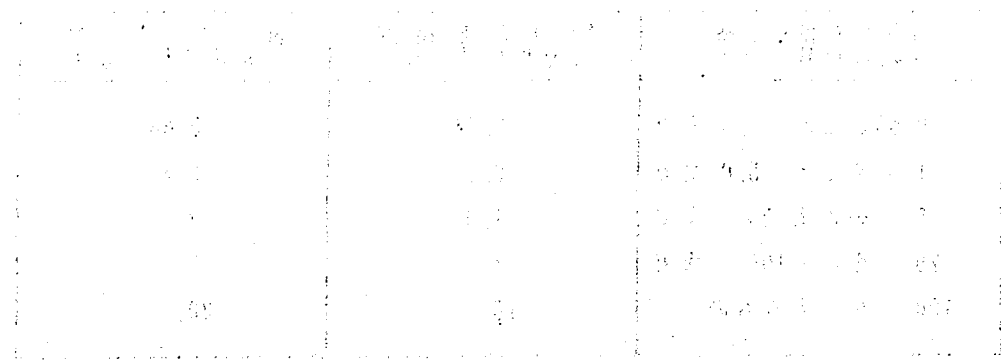
図1 滴定曲線 の一例

図中 A : 溶剤125mlについての空試験

B : 使用油10.00 g と溶剤125mlの場合、明確な変曲点を示さないから、両非水緩衝液で得られたメータの読みを終点とする。

C : 弱酸性成分を含む油10.00 g と溶剤125mlの場合、変曲部の最も垂直に近い点を終点とする。

D : 弱酸性および強酸性成分を含む油10.00 g と溶剤125mlの場合、二つの変曲部の最も垂直に近い点を終点とする。



微 粒 き ょ う 雑 物 (メルブランフィルタテスト, ミリポアフィルタテスト)

石油製品中に含まれるきょう雑物の, 特に微粒子の量を把握する。

微粒子は製造, 保管, 使用中に混入してくる。

- (1) 試 験 法 S A E A R P 785 (重量法), A S T M D 2276
- (2) 単 位 mg/100ml
- (3) 意 義 潤滑油中の異物の重量を計測して汚染度を測定する。
油圧機器, 特にサーボ弁を有するものでは汚染の少ないことが要求されている。
- (4) 関 連 ① 不溶解分値が小さい油につき試験する。(不溶解分 0.01wt%以下)
② 原則として不溶解分といっしょに試験はしない。
③ フィルタに捕捉された異物を大きさ (μ) 別個数として数え (顕微鏡で観察し
計数する), N A S 級で表わす場合がある。(S A E A R P 598)
自動計数法として
H I A C
R O Y C O
も使用されている。
試験法: 作動油中の微粒子測定方法 (計数法) J I S B 9930
④ 航空燃料微粒きょう雑物試験法 J I S K 2276
- (5) 備 考 この試験に用いる薄膜フィルタは公式にはメンブランフィルタと呼ばれている。
ミリポアフィルタとはフィルタメーカーであるミリポア社の名をとったもの。
- (6) 参考文献 片山: 出光石油技術, 16 [4] 135~142(1973)

メンブランフィルタ法（ミリポアフィルタ法）

ASTM F 313

1. 適用範囲

潤滑油中の異物に質量を計測して汚染度を測定する方法である。

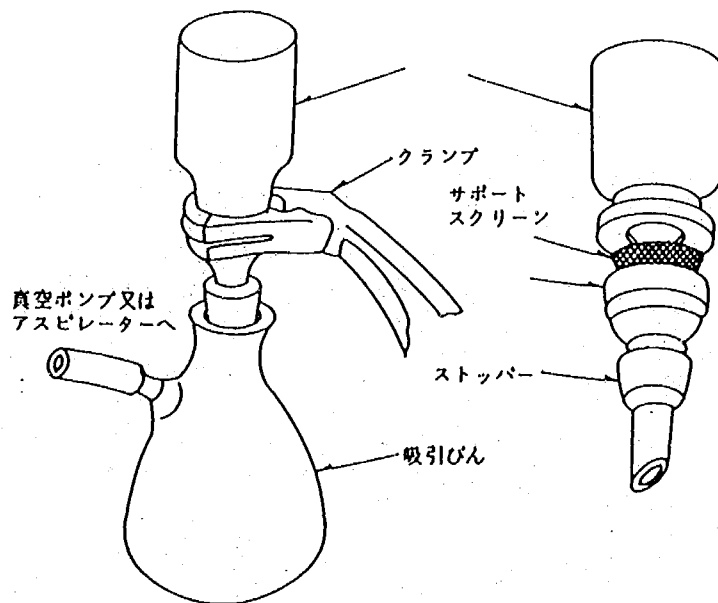
2. 試験方法の概要

試料を下图に示す装置を用い、メンブランフィルタ（以下フィルタという）で吸引ろ過し、フィルタ表面に捕集した汚染粒子を試料（ml）当りの質量（mg）で表示する。

- (1) デシケータ中で乾燥したフィルタを0.1mgまで秤量する。
- (2) フィルタをろ過器に入れ、クランプで固定する。
- (3) 試料100mlを試料容器に採り、等量の石油エーテルで希釈したのち、フィルタ上に適量注ぎアスピレータ（または真空ポンプ）で吸引する。
- (4) ろ過終了後、フィルタを外しシャーレに移してデシケータ中で乾燥する。
- (5) フィルタで捕集したろ過残渣物を0.1mgまで秤量する。
- (6) 試料ろ過前後のフィルタの質量差を求め試料容量（ml）に対するろ過残渣質量（mg）で表示する。

3. 装 置

ろ過器、フィルタ、吸引びん、乾燥器、デシケータ、アスピレータ（真空ポンプ）等によりなる。



4. 報 告

通常 0.8μ のフィルタを使用し、試料100mlに対するろ過残渣質量 (mg) で表示する。

5. 関連規格

規 格 名	気 孔 寸 法	サンプリング量	単 位
A S T M D 2276	0.8μ	100 ml	質量 (mg)
F e d . No.791a	0.45μ	100 ml	大きさ別 (μ) 個数
S A E A R P 598	0.45μ	100 ml	"
S A E A R P 785	0.8μ	100 ml	汚染指数

6. 備 考

フィルタは元来空気汚染の除去、水の汚染の細菌学的検査、液体のろ過滅菌等に利用されてきたものだが、潤滑油中に分散懸濁する混入異物を試験する目的にこの方法を応用したものである。

メンブランフィルタとはセルローズエステル等で作られた多孔性の膜で、各種のホルダに組込んで液体や気体のろ過用ろ材として使用する。

○メンブランフィルタの構造と型式

フィルタの部分的拡大模型図は図1のごとく気孔の容積が約80%を占めている。気孔の大きさは 0.025μ から 14μ まで27種類の型式がある。

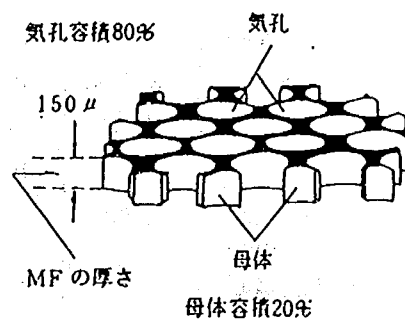


図1 ミリポアフィルタの構造模型

型式	気孔寸法	厚 さ	直径	色	気孔率%
H A	$0.8\mu + 0.02\mu$	$150\mu \pm 10\mu$	47mm	白	79

○なお、J I S K 2276（航空燃料微粒きょう雑物試験方法）にもメンブランフィルタ法が採用されている。

別添-1 潤滑油試験必要サンプル量, 所要時間一覧表 (その1)

試 験 法	S I S	標準規格	必要サンプル量	試験所要時間	備 考
(1) 一般試験					
密 度	K 001	JIS K 2249	10ml	5 min	
色 (ASTM)	K 301	JIS K 2580	10ml	5 min	
反 応	K 141	JIS K 2252	100ml	30 min	
引 火 点 (COC)	K 003	JIS K 2265	80~85ml	25 min	
動 粘 度 (含VI)	K 002	JIS K 2283	約50ml	30 min	
流動点	K 010	JIS K 2269	約25ml	3 hr	
残留炭素分	K 007	JIS K 2270	10 g	60 min	
灰 分	K 008	JIS K 2272	50 g	10 hr	
硫酸灰分	K 310	JIS K 2272	S. A 0.02~0.1 0.1~0.5 0.5~2 2 ~	20 g 10 g 5 g 1 g	7 hr
全いおう分 (メソ式)	K 005	JIS K 2541	5%以下 0.6~0.8 g 5%以上 0.3~0.4 g	6 hr 10 hr	
“ (燃焼管式)	K 006	JIS K 2541	0.1~0.3 g	2 hr	
水 分 (蒸留法)	K 009	JIS K 2275	100ml	30 min	
(カルフィッ ヤ-法)	K 020	JIS K 2211 JIS K 2101	50 g		
中 和 価 (指示薬 滴定)	K 012	JIS K 2501	新 油 使用油 2 g 20 g	15 min	7-7の値で材料 採取量を決める。 (詳細は試験法)
(電位差滴定)	—	JIS K 2501	“		
腐 食	K 013	JIS K 2513	40ml	3.5hr	試験管法
不 溶 解 分	K 360	ASTM D 893	10 g	3.5hr	
(2) 特殊試験					
タービン油サビ止め	K 315	JIS K 2510	300ml	25 hr	
ア ニ リ ン 点	K 018	JIS K 2256	10ml	40 min	
蒸 気 乳 化 度	K 309	JIS K 2520	200ml	60min	
抗 乳 化 度	K 308	JIS K 2520	4.0 or 27ml	30~90 min	
ア ワ 立 ち	—	JIS K 2518	190 + 180ml	2.5hr	
界 面 張 力	K 325	ASTM D 971	20ml	30 min	
け ん 化 価	K 307	JIS K 2503	4~20 g	1.5 hr	
絶 縁 破 壊 電 圧	—	JIS C 2101	300ml	40 min	
熱 処 理 油					
冷却性能試験方法	K 339	JIS K 2242	300ml	30 min	
熱安定度試験	K 305	JIS K 2242	20ml	12.5hr 24.5hr	

別添-1 潤滑油試験必要サンプル量、所要時間一覧表（その2）

試 験 法	S I S	準拠規格	必 要 サ ン プ ル 量	試 験 所 要 時 間	備 考
(3) 酸化安定度試験	(酸化安定度試験方法一覧表参照)				
(4) 耐荷重性試験					
ティムケンテスト	K 332	JIS K 2519	4 ℓ	5 hr	
四 球 試 験	K 331	JIS K 2519	70ml/1回	20 min	
振 子 試 験	K 330	—	10ml	15 min	
(5) 防 錆 試 験			(パネルに塗布、浸漬)		
(6) グリース					
チ ョ ウ 度	K 440	JIS K 2220	450 g	3 hr	
混 和 安 定 度	K 446	JIS K 2220	450 g	32 hr	
滴 点	K 441	JIS K 2220	6 g	1 hr	
離 油 度	K 445	JIS K 2220	10 g	31 hr	
高温ベアリング 作 動 試 験	—	Fed. 331. 1	3 g	1,000 hr	
酸化安定度 (グリース)	K 443	JIS K 2220	20 g	100~200hr	
WBグリース漏洩	—	JIS K 2220	90 g	7 hr	
水 洗 耐 水 度	K 444	JIS K 2220	4 g	17 hr	
蒸 発 量	K 449	JIS K 2220	20 g	9 hr	

別添-2 アフターサービス依頼書作成のための標準試験項目一覧表

項目		部 門		タービン油	一般減速機軸受用油メカニックスオイル	圧縮機油	* 冷凍機油	油 圧 ・ 工 作 機 械 油						鉄 鋼 ・ 圧 延 油				熱 処 理 油			熱媒体油			
		エンジン油	ギヤ油					ハイドロ	ネオフルイド	メカニックスオイル100~380	メカニックスオイル2~83	マルチウェイ	ファイヤブルーフG	軸受油	スーパーギヤ	ステンレスロールK	水溶性圧延油		非鉄冷間圧延油	コールド		ホット	焼戻油	
																	圧延油	油分						
甲 類	比重	○	△	○	○		○	○	○	○	○		○					○	○	○	○	○	△	△
	色 火 点 度 度 @ 40℃ 粘 度 @ 100℃ 粘 度 指 数	○ ○ ○ ○	△ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ △ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	△ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○	○ △ ○ △	○ △ ○ △	○ △ ○ △	
	流動全強塩残留	○ △ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ △ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	
	灰硫水不溶分	△ △ ○	△ △ ○	○ ○ ○	(△) △ ○	○ ○ △	○ ○ △	△ △ ○	△ △ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○		
	けんわ立分 pH 濃度		△ ○ ○	△ ○ ○			△ ○ ○	△ ○ ○	△ ○ ○	△ ○ ○	△ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	△ ○ ○	△ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	
	界面張力 ミリボアフィルター冷却		△ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	△ ○ ○	○ ○ ○	△ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	
乙 類	微量水 ヒドロキシ 鉄鉛			△ ○ ○				△ ○ ○	△ ○ ○	△ ○ ○	△ ○ ○			△ ○ ○	△ ○ ○	○ ○ ○	△ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○		
	振子試験 四球試験		△ △												△ ○	○ ○		○ ○						
	燃料希釈度 抗乳点 タービンさび止め塩	△ ○ ○	△ ○ ○	△ ○ ○				△ △ △	△ △ △	△ △ △	△ △ △	△ △ △			△ ○ ○									

△印は必要に応じて実施する項目

* 冷凍機油は必ず脱気処理して測定のこと

別添-3 アフターサービス試験におけるサンプリング間隔と劣化判定基準

部門	品名	サンプリング間隔	劣化判定基準							備考
			粘度 @40℃	色 ASTM	全酸価 mL KOH/%	水分 Vol%	不溶解分(A) n-ペンタン	ミリポア mg/100mL	その他	
産機・油圧・工機	Dn タービン Dn スーパータービン	試運転直後, 以後3,000Hrsごと	±10%	4.0	0.25	0.1		10	界面張力10:RBOT@150℃(必要時実施) 50	
	Dn タービンS Dn ニトロイル	試運転直後; 1,000Hrs後, 以後2,000Hrsごと	"	"	1.5	"		"	" " " "	
	Dn ロータリーコンプレッサーオイルA	充填直後, 以後500Hrsごと	40	8.0	0.5	0.5		30~40	" 100	
	Dn オイルCR	2,000Hrsごと	±15%	4.0			0.1		流動点10℃上昇	回転式のみ実施
	Dn ハイドロリックフルイド Dn ネオフルイド Dn スーパーハイドロリックフルイド	試運転直後, 1ヶ月以後6ヶ月ごと	±15%	6.0	0.25 " 1.0	0.1 " "		一般 10 高圧 5	乳化状を呈したとき " "	T/K容量1,000ℓ以上
	Dn メカニックオイル 32~83	6ヶ月ごと	±10~15%		0.5	"		10	"	T/K容量100ℓ以上
	" 100~380	試運転直後連続運転のとき 3,000Hrsごと 間けつ " 4ヶ月ごと		7.0	>1.5~ 0.2>	"		50		
	Dn ファイヤーブルーFG	3ヶ月ごと	±10%					10	pH8.5以下, 予備アルカリ価10以下 (気相防錆材コンセント添加)	
	Dn ハイドロNC-26	試運転直後: 500, 1,000Hrs後, 以後1,000Hrsごと	±15%					5		
	Dn イタニティオイル Aタイプ " B, EPタイプ	運転開始後1ヶ月, 以後2ヶ月ごと	±10%		0.5 1.0	2.0 "	(レジン)0.1 "		修正タービン油さび止め合格	
鉄鋼	Dn スーパーギヤオイル	運転開始後1ヶ月, 以後3ヶ月ごと	±15%		7.0 (1.5)	2.0	(レジン) 0.3			() 内S
	Dn オイルN (ガスホールダーシール油)	2ヶ月ごと			0.5				(COC):60℃>MAN社水分離テスト 引火点(PM):40℃>, 1Hr後油中水分7.0 Vol%	
	ステンレスロール	1ヶ月ごと	±10%					*5	けん化価: 30%減	*浄油後油
	非鉄ロール	"	"						" " , ヒドロキシル価: 30%減	
	水溶性ロール	"	"						pH6.5以下, 油分1.0%の低下, 腐敗臭いず れも毎日チェック	
熱処理体	コールドクエンチ	6ヶ月ごと	±20%			ppm500	0.5			
	ホットクエンチ	3ヶ月ごと	(@100℃) ±20%						残炭2%	
	熱媒体	6ヶ月ごと	"				0.2			

実用データ収集時のサンプリング間隔項目は別途需要家又はメーカーと打ち合わせの上決定する。

2. 參考資料

(1) 地建等への実態調査結果

平成 3 年 8 月 26 日

建設本省 建設経済局
建設機械課
機械設備係長

既設ダム主放流設備及びオリフィスゲート用油圧シリンダの実態調査について

平成 3 年 6 月 30 日にピックアップしていただいた調査対象ダムについて、下記の内容にしたがって実態調査をしていただきたいので宜しくお願い致します。また、実態調査の実施時期については、年点検と同時期に行うことが望ましいのですが今年度の年点検が完了してしまった場合には次年度に実施するものとします。提出期限については実態調査終了後速やかに提出をお願いします。

なお、記入方法については別紙－ 1 によるものとします。

記

運転・使用状況調査	様式－ 1
降下量調査	様式－ 2
外部油漏れ量調査	様式－ 3
負荷時データ及び設計改善点調査	様式－ 4
全体図、シリンダ組立図	

既設ダム 主放流設備及びオリフィスゲート用 油圧シリンダの実態調査について

1. 調査目的

ダム・堰施設技術基準（1次案）が策定され、すでに実施設計で採用されています。更に油圧式開閉装置の項を充実するために、現在各種検討調査を実施していますが、その一環として、既設ダム主放流設備、オリフィスゲートに使用されている油圧シリンダ（前回ピックアップ済み）について、次の目的で実態調査するものです。

(1) 使用パッキンによるゲート降下量の変化

（使用パッキンの統一）

(2) 使用圧力によるゲート降下量の変化

（使用油圧力の統一）

(3) 経年変化（パッキンの劣化）によるゲート降下量の変化

（パッキンの更新時期の統一）

尚、本調査結果はダム用ゲート開閉装置の設計・保全の合理化検討委員会作成の設計要領（素案）（現在報告書として意見照会中）及び点検・整備要領（素案）（今年度提案）に反映させていく予定です。

2. 調査ダムと対象ゲート

各地方建設局及び公団から提出された調査対象報告書に基づいて実施して下さい。

（調査ダムは各地方建設局・公団で昭和40年代以前、昭和50年代以降のダムを各2件、合計4件程度抽出し、調査対象ゲートはオリフィス及びコンジットで、ゲート形式はラジアルもしくはローラとします。）

3. 調査実施時期及び操作条件

点検・整備時に水圧無負荷状態にて計測

4. 調査項目及び方法

次の項目における方法に準拠して調査を行ってください。尚、現場条件及び年点検時の状況に応じて若干の変更は結構です。

1) 運転・使用状況（様式－1に記入）

2) ゲートの自重降下量（様式－2に記入）

図－1に示すように、ゲートを中間開度（荷重が最も大きくなる開度）で10時間以上保持し、その間の油圧シリンダロッドの伸量（内部リーク）をメジャーで計測。尚、油温及び気温も同時に計測願います。

3) 油圧シリンダの外部油漏れ量(様式-3に記入)

- ① ゲート全閉状態で、ピストンロッド全面の油を脱脂綿等で拭き取ります。
- ② ゲートを全閉から全開まで連続で、往復5回程度開閉します。(最低でも3回)
- ③ 乾燥した未使用の脱脂綿を計測します。
- ④ 上記脱脂綿でピストンロッド全面に付着した油を拭き取ります。
- ⑤ 拭き取り完了後、脱脂綿の計測を行います。

*脱脂綿の拭き取り前後の重量差(⑤-③)を油圧シリンダの外部油漏れ量とします。

4) 水圧負荷時のデータ及びユーザから見た設計改善等の意見(様式-4に記入)

5) その他

ゲートの全体組立図・油圧シリンダ組立図を有りましたら添付願います。

注) 調査票につきましては調査対象ゲート毎に作成することとします。

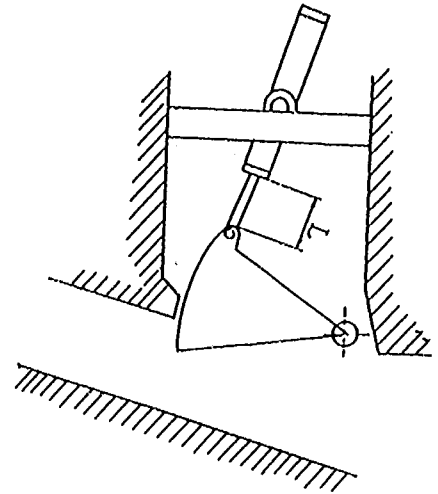


図-1 降下量調査L寸法

5. 提出期限及び提出先

内 容: 様式-1~4 及び組立図(全体図・シリンダ)

期 限: 調査完了後速やかに

提出先: 〒305 茨城県つくば市大字旭1番地

建設省土木研究所機械施工部機械研究室 茂木 宛

運転・使用状況調査表（様式－１）

調 査 対 象	事務所名	
	ダム名	
	ゲート名	(号ゲート；複数門ある場合の調査対象)
	ゲート形式	
記 入 者	所属／氏名	/
	NTT／マイク	/

項 目		使 用 状 況				備 考		
油圧力	リ-フ設定圧	kgf/cm ²				設計図から記入		
パッキ ンの使 用期間	ヒ-ストパ-ッキン	昭和 年 月 ～ 平成 年 月現在				注１参照		
	ロ-ットパ-ッキン	昭和 年 月 ～ 平成 年 月現在				注１参照		
作動油	銘 柄							
	動粘性係数	cst				油温 40℃時		
	使用期間	昭和 年 月 ～ 平成 年 月現在				注１参照		
運 転 回 数 及 び 時 間		実稼動（負荷）		点検・整備		合 計		実稼動及び点検・ 整備にある時間には 小計を記入
		回 数	時 間	回 数	時 間	回 数	時 間	
	昭和時代							昭和 63 年度以前
	平成元年度							
	平成 2 年度							
	平成 3 年度							測定日以前

注１：取替え後の使用期間。取替えていない場合は、使い初めよりの期間。

降下量調査表（様式－２）

測定日：平成：年 月 日 ～ 平成：年 月 日

項 目		開 始 時	終 了 時	差	備 考
時 刻		時 分	時 分	時間 分	
L寸法 (mm)					図1参照
保持圧 (kgf/cm ²)					ロッド側圧力計の値
油 温 (°C)					
気温	ゲート室				
	開閉装置室				

外部油漏れ量調査表（様式－３）

測定日：平成：年 月 日

行 程		一回目	二回目	三回目	四回目	五回目	平 均	備 考
最大作 動圧力 (kgf / cm ²)	上 昇 時							ロッド側圧力計の値
	全開停止時							同 上
	降 下 時							同 上
開閉速度 (m/min)	上 昇 時							(全閉～全開)平均
	降 下 時							同 上
脱脂綿重量 (g)		乾 燥 時		油拭き取り後		差 (油漏れ量)		計量は0.1g
(外部油漏れ量)								単位とすること

負荷時データ及び設計改善点調査表（様式－４）

記入日：平成 年 月 日

負荷状態下での降下量、最大作動圧、開閉速度等の記録がありましたら記入して下さい。
(別添でも可)

油圧シリンダ及び油圧ユニットで使用上不都合な箇所、不便な点等、設計上注意すべきことを自由に記入して下さい。

降下量調査表（記入例）

測定日：平成3年 月 日 ～ 平成3年 月 日

項 目		開 始 時	終 了 時	差	備 考
時 刻		17時 25分	8時 25分	15時間 0分	
L寸法 (mm)		1,205	1,217	12	図1参照
保持圧 (kgf/cm ²)		68	50	-18	ロッド側圧力計の値
油 温 (°C)		22	16	-6	
気温	ゲート室	19	16	-3	
	開閉装置室	15	15	0	

外部油漏れ量調査表（記入例）

測定日：平成3年 月 日

行 程		一回目	二回目	三回目	四回目	五回目	平 均	備 考
最大作 動圧力 (kgf /cm ²)	上 昇 時	82	81	86	83	84	83	ロッド側圧力計の値
	全開停止時	68	70	66	68	67	68	同 上
	降 下 時	59	58	60	59	59	59	同 上
開閉速度 (m/min)	上 昇 時	0.301	0.302	0.302	0.302	0.301	0.302	(全閉～全開)平均
	降 下 時	0.302	0.303	0.303	0.303	0.302	0.303	同 上
脱脂綿重量 (g)		乾 燥 時		油拭き取り後		差 (油漏れ量)		計量は0.1g
(外部油漏れ量)		250.0		255.4		5.4		単位とすること

調査対象ダム一覧表

管 轄 局 名	事 務 所 名	ダ ム 名
東北地方建設局	北上川ダム統合管理事務所	四十四田ダム
	釜房ダム管理所	釜房ダム
	玉川ダム管理所	玉川ダム
	寒河江ダム管理所	寒河江ダム
関東地方建設局	利根川ダム統合管理事務所	園原ダム
	鬼怒川ダム統合管理事務所	川俣ダム
		川治ダム
	二瀬ダム管理所	二瀬ダム
北陸地方建設局	大町ダム管理所	大町ダム
	羽越工事事務所	大川ダム
中部地方建設局	蓮ダム工事事務所	蓮ダム
	矢作ダム管理所	矢作ダム
	横山ダム管理所	横山ダム
	天竜川ダム統合管理事務所	小浜ダム
近畿地方建設局	九頭竜川統合管理事務所	真名川ダム
	淀川ダム統合管理事務所	天ヶ瀬ダム
中国地方建設局	菅沢ダム管理所	菅沢ダム
	土師ダム管理所	土師ダム
	弥栄ダム管理所	弥栄ダム
四国地方建設局	松山工事事務所 石手川ダム管理支所	石手川ダム
	野村ダム管理所	野村ダム
	大渡ダム管理所	大渡ダム
九州地方建設局	鶴田ダム管理所	鶴田ダム
	緑川ダム管理所	緑川ダム
	山国川堰統合管理事務所	耶馬溪ダム
	厳木ダム管理所	厳木ダム
北海道開発局	石狩川開発建設部 豊平川ダム統合管理事務所 定山溪ダム管理支所	定山溪ダム
	石狩川開発建設部 漁川ダム管理事務所	漁川ダム
	旭川開発建設部 大雪ダム管理所	大雪ダム
水資源開発公団	下久保ダム管理所	下久保ダム
	名張川ダム総合管理所	高山ダム
	草木ダム管理所	草木ダム
	寺内ダム管理所	寺内ダム

平成5年1月28日

建設本省 建設経済局
建設機械課
機械設備係長

既設ダム主放流設備及びオリフィスゲート用油圧シリンダ
の実態調査について（追加依頼）

現在、ダム用ゲート開閉装置（油圧式）の点検・整備要領（一次案）を作成しておりますが、その中で作動油の交換時期に関するデータが不足しておりますので、ご協力のほどお願いします。

調査対象ダムにつきましては、平成3年8月付の油圧シリンダ実態調査にてご協力いただいております対象ダムについて、追加調査という形でお願いします。

併せて、平成3年8月付の油圧シリンダ実態調査がまだ終了していない地建等につきまして報告のほどお願いします。

記

調査対象ダム：調査対象ダム一覧表――別紙1

記入様式：作動油交換実態調査表――別紙2

期限：平成5年2月26日（金） FAXでも構いません

提出先：土木研究所 機械施工部機械研究室 茂木宛

TEL 0298-64-2211 マイク 8-93-423

FAX 0298-64-0564

以上

調査対象ダム一覧表

直轄局名	事務所名	ダム名
東北地方建設局	北上川ダム統合事務所	四十四田ダム
	釜房ダム管理所	釜房ダム
	玉川ダム管理所	玉川ダム
	寒河江ダム管理所	寒河江ダム
関東地方建設局	利根川ダム統合管理事務所	園原ダム
	鬼怒川ダム統合管理事務所	川俣ダム
		川治ダム
	二瀬ダム管理所	二瀬ダム
北陸地方建設局	大町ダム管理所	大町ダム
	阿賀川工事事務所	大川ダム
中部地方建設局	蓮ダム工事事務所	蓮ダム
	矢作ダム管理所	矢作ダム
	横山ダム管理所	横山ダム
	天竜川ダム統合管理事務所	小波ダム
近畿地方建設局	九頭竜川統合管理事務所	真名川ダム
	淀川ダム統合管理事務所	天ヶ瀬ダム
中国地方建設局	菅沢ダム管理所	菅沢ダム
	土師ダム管理所	土師ダム
	弥栄ダム管理所	弥栄ダム
四国地方建設局	松山工事事務所 石手川ダム管理支所	石手川ダム
	野村ダム管理所	野村ダム
	大渡ダム管理所	大渡ダム
九州地方建設局	鶴田ダム管理所	鶴田ダム
	緑川ダム管理所	緑川ダム
	山国川堰統合管理事務所	耶馬溪ダム
	厳木ダム管理所	厳木ダム
北海道開発局	石狩川開発建設部	定山溪ダム
	豊平川ダム統合管理事務所 定山溪ダム管理支所	
	石狩川開発建設部 漁川ダム管理事務所	漁川ダム
	旭川開発建設部 大雪ダム管理所	大雪ダム
水資源開発公団	下久保ダム管理所	下久保ダム
	名張川ダム総合管理所	高山ダム
	草木ダム管理所	草木ダム
	寺内ダム管理所	寺内ダム

作動油交換実態調査表

記入機関名

ダム名： _____ 設備名： _____ ゲート形式： _____	
門数： _____ タンク容量 _____ ℓ/1門 総油量 _____ ℓ/1門	
項 目	内 容
1. 最近の交換時期はいつですか。	昭和・平成 年 月 ～ 年 月 (月)
2. 作動油交換の判断基準はなんですか。	①目視等の確認により作動油の劣化が著しかった為 ②機器の点検時に合わせて交換 ③その他 ()
3. 作動油の交換方法はどの部分について行っていますか。	①油タンク内だけ ②油タンク内と配管だけ ③油タンク、配管、油圧シリンダすべて ④その他 ()
作動油の交換	4. 作動油の交換はどのように行っていますか。 配管、油圧シリンダの給排油方法 (上項で①の回答の場合記入不要です。)
	①配管を外して給排油している ②配管を外さずに給排油している ③その他 () ----- 具体的な給排油方法を記入願います _____ _____ _____ _____ _____
5. 作動油交換時に専用の交換装置を使用していますか。	①使用していない ②使用している 交換装置の説明： _____ _____ _____ _____
6. フィルターは作動油交換と同時期に交換していますか。	①はい ②いいえ 理由： _____ _____ _____

油圧シリンダ実態調査結果

直轄局名	局窓口者	マイクロ	調査対象事務所名	ダム名
東北地方建設局	業1係－布宮	8-82-1-4476	北上川ダム統合管理事務所	四十四田ダム
			釜房ダム管理所	釜房ダム
			玉川ダム管理所	玉川ダム
			寒河江ダム管理所	寒河江ダム
関東地方建設局	整備係－吉永	8-83-1-4477	鬼怒川ダム統合管理事務所	川治ダム 川俣ダム
			二瀬ダム管理所	二瀬ダム
			利根川ダム統合管理事務所	関原ダム
北陸地方建設局	整備係－渡辺	8-84-1-4476	大町ダム管理所	大町ダム
			羽越工事事務所	大川ダム
中部地方建設局	業1係－永江	8-85-1-4466	蓮ダム工事事務所	蓮ダム
			矢作ダム管理所	矢作ダム
			横山ダム管理所	横山ダム
			天竜川ダム統合管理事務所	小沢ダム
近畿地方建設局	整備係－松本	8-86-1-4476	九頭竜川統合管理事務所	真名川ダム
			淀川ダム統合管理事務所	天ヶ瀬ダム
中国地方建設局	業1係－大石	8-85-1-4466	菅沢ダム管理所	菅沢ダム
			土師ダム管理所	土師ダム
			弥栄ダム管理所	弥栄ダム
四国地方建設局	整備係－小松	8-88-1-4476	石手川ダム管理支所	石手川ダム
			野村ダム管理所	野村ダム
			大渡ダム管理所	大渡ダム
九州地方建設局	整備係－福留	8-89-1-4477	鶴田ダム管理所	鶴田ダム
			緑川ダム管理所	緑川ダム
			山国川堰統合管理事務所	耶馬溪ダム
			厳木ダム管理所	厳木ダム
北海道開発局	設計係－牧野	8-81-5388	定山溪ダム管理支所	定山溪ダム
			漁川ダム管理事務所	漁川ダム
			大雪ダム管理所	大雪ダム
水資源開発公団	機械課－山本	8-91-4912	下久保ダム管理所	下久保ダム
			名張川ダム総合管理所	高山ダム
			草木ダム管理所	草木ダム
			寺内ダム管理所	寺内ダム

油圧シリンダ実態調査結果

ゲート名	ゲート形式	担当者 氏名	マイクロ
オリフィスゲート 1号	高圧ラジアルゲート	機械係 山尾	8-82-32-492
コンジットゲート 1号	高圧ラジアルゲート	電気通信係 武藤	8-82-44-53
コンジットゲート 1号	高圧ラジアルゲート	電気通信係 土肥	8-82-54-493
オリフィスゲート 1号	高圧ラジアルゲート	電気通信係 佐々木	8-82-65-493
主放流ゲート 2号	高圧ローラゲート	電気通信係 大澤	8-83-761-492
主放流ゲート 1号	高圧ローラゲート		
主放流ゲート 2号	高圧ローラゲート		
主放流ゲート 1号	高圧ラジアルゲート	電気通信係 氣田	8-83-714-393
主放流ゲート 2号	高圧ラジアルゲート	機械課 鎌形	8-83-761-472
コンジットゲート 1号	高圧ラジアルゲート		
コンジットゲート 2号	高圧ラジアルゲート		
コンジットゲート 3号	高圧ラジアルゲート	電気通信係 藤巻	8-84-43-492
コンジットゲート 1・2号	高圧ラジアルゲート	工務課 松崎	8-84-29-492
コンジットゲート 2号	高圧ラジアルゲート	機電係 岡	8-85-43-496
コンジットゲート 2号	ローラゲート	電気通信係 小田	8-85-33-395
オリフィスゲート 2号	テントゲート	機械整備係 田中	8-85-51-497
コンジットゲート 1号	高圧ローラゲート	管理第一係 北原	8-85-75-333
コンジットゲート 2号	高圧ローラゲート	管理第一係 北原	8-85-75-333
コンジットゲート 1～3号	ローラゲート	機械係 系川	8-86-22-492
コンジットゲート 1～2号	ローラゲート	電気通信係	8-86-51-531
コンジットゲート 1号	高圧ラジアルゲート	管理係 双岡	8-85-821-332
コンジットゲート 1号	高圧ラジアルゲート	管理係 畑	8-85-853-332
コンジットゲート 1号	高圧ラジアルゲート	電気係 馬場	8-85-871-394
オリフィスゲート 1号	高圧ラジアルゲート	管理係 増田	8-88-54-625
コンジットゲート 1号	高圧ラジアルゲート	管理係 岡	8-88-58-332
オリフィスゲート 5号	高圧ラジアルゲート	電気通信係 松浦	8-88-66-392
コンジットゲート 1号	ラジアルゲート	電気通信係 渡部	8-89-73-493
コンジットゲート 3号	ラジアルゲート	電気通信係 渡部	8-89-73-493
コンジットゲート 1号	ラジアルゲート	電気通信係 河上	8-89-44-493
コンジットゲート 1号	ラジアルゲート	電気通信係 河上	8-89-44-493
コンジットゲート 1号	ラジアルゲート	電気通信係 河上	8-89-44-493
コンジットゲート 1号	ラジアルゲート	電気通信係 上原	8-89-52-61-493
コンジットゲート 1号	高圧ラジアルゲート	電気通信係 伴	8-89-37-493
コンジットゲート 2号	高圧ラジアルゲート	電気通信係 伴	8-89-37-493
オリフィスゲート	高圧ラジアルゲート	電気通信係 伴	8-89-37-493
コンジットゲート	ラジアルゲート	機械通信課 藤谷	8-81-61-3330
オリフィスゲート	ラジアルゲート	機械通信課 藤谷	8-81-61-3330
オリフィスゲート	高圧ラジアルゲート	機電係 渡辺	8-81-70-71-26
コンジットゲート 1号	高圧ラジアルゲート	管理課 増田	8-91-753-36
コンジットゲート 1号	高圧ラジアルゲート	電気通信係 上東	8-91-72-493
コンジットゲート 2号	高圧ラジアルゲート	電気通信係 上東	8-91-72-493
コンジットゲート 3号	高圧ラジアルゲート	電気通信係 上東	8-91-72-493
コンジットゲート 4号	高圧ラジアルゲート	電気通信係 上東	8-91-72-493
コンジットゲート 1号	高圧ラジアルゲート	管理課 田村	8-91-754-493
コンジットゲート	高圧ラジアルゲート	管理課 中嶋	8-91-65-493

油圧シリンダ実態調査結果

調査実施日	リリース設定圧 (kgf/cm ²)	パッキンの使用期間	
		ピストンパッキン	ロッドパッキン
平成3年7月末日			
平成3年8月中旬			
平成3年9月			
平成3年9月	140	S 58.11～H3.9現在	S 58.11～H3.9現在
平成4年8月	56	H3.6～H4.8現在	H3.6～H4.8現在
平成4年10月	42.4	不明～H4.10現在	不明～H4.10現在
平成4年10月	42.4	H3.3～H4.10現在	H3.3～H4.10現在
平成4年6月	140	H2.3～H4.6現在	H2.3～H4.6現在
平成4年6月	140	H2.3～H4.6現在	H2.3～H4.6現在
平成4年8月	125	S 61.～H4.8現在	S 61.～H4.8現在
平成4年8月	125	S 61.～H4.8現在	S 61.～H4.8現在
平成4年8月	125	S 61.～H4.8現在	S 61.～H4.8現在
平成3年10月後半	98	S 57.3～H3.11現在	S 57.3～H3.11現在
平成3年10月後半	140	S 58.12～H3.10現在	S 58.12～H3.10現在
平成3年6月12日			
平成3年7月上旬	140	S 56.11～H3.11現在	S 56.11～H3.10現在
平成3年10月中旬			
平成3年10月中旬	110	H3.11～H3.11現在	H3.11～H3.11現在
	110	H3.11～H3.11現在	H3.11～H3.11現在
平成3年10月～			
平成3年10月15日以降			
平成3年			
平成3年			
平成3年			
平成3年			
平成3年			
平成3年			
平成4年5月20日～21日	140	S 40.5～H4.5現在	S 40.5～H4.5現在
平成4年5月	140	S 40.5～H4.5現在	S 40.5～H4.5現在
平成4年5月1日頃	110	S 62.3～H4.6現在	S 45.11～H4.6現在
平成4年5月1日頃	110	S 62.3～H4.6現在	S 45.11～H4.6現在
平成4年5月1日頃	110	S 62.3～H4.6現在	S 45.11～H4.6現在
平成4年5月1日頃			
平成4年5月1日頃	70	S 62.5～H4.5現在	S 62.5～H4.5現在
平成4年5月1日頃	70	S 62.5～H4.5現在	S 62.5～H4.5現在
平成4年5月1日頃	140	S 62.5～H4.5現在	S 62.5～H4.5現在
平成4年8月	150	H2.5～H4.8現在	H2.5～H4.8現在
平成4年9月	70	S 63.12～H4.9現在	S 63.12～H4.9現在
平成3年8月30日頃			
平成3年10月頃～			
平成4年7月	70	S 60.6～H4.7現在	S 60.6～H4.7現在
平成4年7月	70	S 59.6～H4.7現在	S 59.6～H4.7現在
平成4年7月	70	S 60.6～H4.7現在	S 60.6～H4.7現在
平成4年7月	70	S 59.2～H4.7現在	S 59.2～H4.7現在
平成3年	140	S 51.3～H3.10現在	S 51.3～H3.10現在
平成3年10月頃～			

油圧シリンダ実態調査結果

作 動 油			運 転 回 数
銘 柄	動 粘 性 係 数 cst	使 用 期 間	平成元年度
出光ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	32	S 58.11～H3.9現在	271
出光ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	21.17	S 56.3～H4.8現在	10
出光ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	21.17	H3.3～H4.10現在	6
出光ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	21.17	H3.3～H4.10現在	6
出光ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	22	H2.3～H4.6現在	114
出光ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	22	H2.3～H4.6現在	46
出光ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	22	S 60.～H4.8現在	80
出光ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	22	S 59.～H4.8現在	147
出光ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	22	S 59.～H4.8現在	72
共石ไฮドラックス32	29.8	S 63.10～H3.11現在	
ダフニ・スーパー・ไฮドロリックフルイド 22WR	21.37	H2.11～H3.10現在	7
ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	22	H3.2～H3.10現在	10
共石ไฮドラックス E S 22	140	H3.11～H3.11	
共石ไฮドラックス E S 22	140	H3.11～H3.11	
	32	S 40.5～H4.5現在	16
	32	S 40.5～H4.5現在	18
ダフニ・スーパー・ไฮドロ 32LW	33.31	H2.3～H4.6現在	
ダフニ・スーパー・ไฮドロ 32LW	33.31	H2.3～H4.6現在	
ダフニ・スーパー・ไฮドロ 32LW	33.31	H2.3～H4.6現在	
ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	2200	S 62.5～H4.5現在	13
ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	2200	S 62.5～H4.5現在	12
ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	2200	S 62.5～H4.5現在	15
ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	2258	H2.5～H4.8現在	0
ダフニ・スーパー・ไฮドロ 22WR	2173	S 62.1～H4.9現在	6
出光ダフニスーパー・ไฮドロ 22WR	22	S 63.7～H4.7現在	
出光ダフニスーパー・ไฮドロ 22WR	22	S 63.7～H4.7現在	
出光ダフニスーパー・ไฮドロ 22WR	22	S 63.7～H4.7現在	
出光ダフニスーパー・ไฮドロ 22WR	22	S 63.7～H4.7現在	
コスモไฮドロ HV22	22.7	S 63.6～H3.10現在	9

油圧シリンダ実態調査結果

運 転 回 数		運 転 時 間			降下量調査 (内部リーク)		
平成 2 年度	平成 3 年度	平成元年度	平成 2 年度	平成 3 年度	L 寸 法		
					開始時	終了時	差
1223	256	21	14.3	6	2760	2785	25
8	6	97	45	98	1000	986	+14
5	7	25	0	37	1000	985	+15
5	7	25	0	37	1000	995	+5
93	127	14	11.7	13.6			3
35	28	7	5.9	3.7			5
61	59	3.43	0.49	0.44	50	41	+9
148	137	9.3	6.28	9.18	50	41	+9
44	47	0.42	0.21	0.24	50	40	+10
		1.8	2.8		30	29	-10
9	9	1.9	1.7	2.1	500	500	0
11	8	11.5	13	9	200	203	3
	2			1	2000	2011	11
	2			1	2000	2009	9
26	25	234.94	476.01	1208.47	106	22.2	-83.8
20	22	245.76	459.08	417.65	2800	2731	-68.6
		181.9	409.61	898.5	6020	6020	0
		181.9	409.61	898.5	6022	6025	3
		181.9	409.61	898.5	6018	6023	5
14	16	9	18.5	48	600	612	12
14	16	5	18.5	48	600	605	5
18	20	30.5	44	60	4982	4987	5
1	21	0	10	411	1930	1935	5
5	6	206	162	192	2650	2680	30
				81	2800	2800	0
				417.8	2800	2802	2
				445.2	2820	2825	5
				54.3	2800	2814	14
7	7	255	139	222			

油圧シリンダ実態調査結果

降下量調査（内部リーク）

保 持 圧 (kgf/cm ²)			油 温 (℃)			気 温 (℃)					
						ゲ ー ト 室			開 閉 装 置 室		
開始時	終了時	差	開始時	終了時	差	開始時	終了時	差	開始時	終了時	差
50	40	-10	40	26	-14	21	19	-2	21.5	20	-1.5
58	32	-26	32	28	-4	22	21	-1	22	21	-1
23	22	-1	30	14	-16	11	12	1	11	12	1
25	23	-2	28	26	-2	15	14	-1	15	14	-1
55	36	-19	16	16	0	14	14	0	15	15	0
55	32	-23	18	18	0	14	14	0	15	15	0
13	10	-3	23	21	-2	25	24	-1	27	26	-1
4	3.5	-0.5	21	20	-1	25	24	-1	27	26	-1
6	5.5	-0.5	22	20	-2	25	24	-1	27	26	-1
16	16	0	25	19.5	-5.5	8	7	-1	8	7	-1
49	49	0	21	20	-1	19	17	-2	19	17	-2
65	64	-1	23	21	-2						
58	53	-5	9	8	-1	12	10	-2	12	10	-2
58	52	-6	10	8	-2	12	10	-2	12	10	-2
64	60	-4	32	20	-12	16	14	-2	18	18	0
63	61	-2	45	15	-30	9	5	-4	17	18	1
55	55	0	30	22	-8	22	20	-2	22	20	-2
55	25	-30	30	22	-8	21	19	-3	21	19	-3
55	25	-30	25	20	-5	23	20	-3	23	20	-3
14	13	-1	30	21	-9	18	17.5	-0.5	22	20	-2
14	13	-1	28	21	-7	18	17.5	-0.5	22	20	-2
41	43	2	20	18	-2	18	18	0	21	21	0
63	34	-29	26	22	-4	20	15	-5	19	17	-2
30	20	-10	25	20	-5	16	17	1	17	18	1
20	14	-6	22	22	0	21	19	-2	20	20	0
20	16	-4	23	22	-1	22	18	-4	22	20	-2
21	14	-7	24	22	-2	22	18	-4	24	20	-4
24	13	-11	31	22	-9	22	16	-6	24	18	-6

油圧シリンダ実態調査結果

外部油漏れ量調査（外部リーク）									
最大作動圧力（kgf/cm ² ）									
上昇時						全開停止時			
1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均	1回目	2回目	3回目	4回目
82	82	82	82	82	82	70	68	65	66
62	63	62	63	64	62.8	49	46	47	46
66	66	67	67	67	66.6	69	68	69	69
66	66	67	67	66	66.4	68	69	69	69
60	59	58	60	61	59.6	59	60	59	58
57	58	59	60	58	58.4	59	60	59	58
123	123	123	123	123	123	13	23	12	12
122	122	122.5	123	123	122.5	4	4	4	3.5
118.5	118.5	118.5	119	119	118.7	6	5.5	5	5
55	35	33	33	33	37.8	34	34	32	32
139					139	23			
90	90	90	90	90	90	60	59	59	59
85	85	86	86	86	85.6	62	62	60	60
78	76	75	75	74	75.6	72	70	69	69
75	74	74	74	75	74.4	69	68	67	69
67	65	66			66	50	51	50	
66	66	65			66	50	50	50	
62	60	62			61	50	50	50	
20	20	20	19	19	19.6	14	14	14	15
18	18	18	18	18	18	14	14	14	14
48	48	48	48	48	48	41	41	41	41
38	38	37	37	37	37.4	43	50	48	47
40	38	37	38	37	38	37	37	36	36
41	41	40	40	40	40.4	40	39	39	39
42	41	41	41	41	41.2	40	40	40	40
43	42	42	42	42	42.2	40	40	40	40
42	41	40	40	40	40.6	40	39	39	39
99	94				96.5				

油圧シリンダ実態調査結果

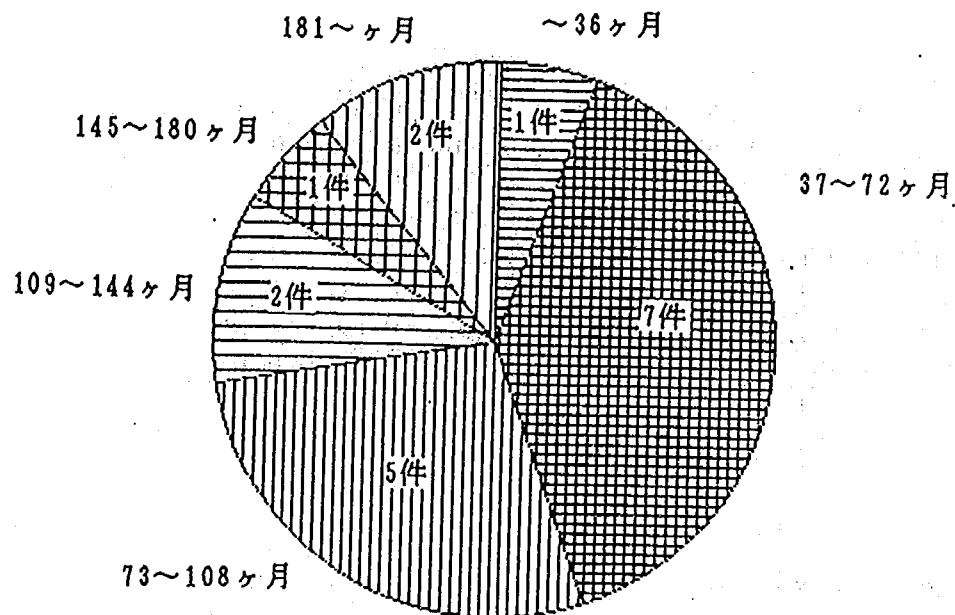
外部油漏れ量調査（外部リーク）										
最大作動圧力（kgf/cm ² ）								開閉速度（m/min）		
全開停止時		降下時						上昇時		
5回目	平均	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均	1回目	2回目	3回目
68	67.4	57	56	55	56	56	56	0.315	0.317	0.316
46	46.8	24	24	24	24	24	24	0.298	0.298	0.298
69	68.8	28	28	28	28	28	28	0.301	0.3	0.3
69	68.8	27	27	27	27	27	27	0.301	0.301	0.3
60	59.2	65	66	64	65	66	65.2	0.298	0.3	0.302
60	59.2	75	73	72	70	72	72.4	0.312	0.311	0.312
12	12.6	121	121	121	121	121	121	0.208	0.206	0.204
3.5	3.8	120	120	120	120	120	120	0.207	0.206	0.204
5	5.3	114	114	114	114	114	114	0.202	0.198	0.197
32	32.8	30	30	30	29	29	29.6			
	23	137					137	0.265		
59	59	95	95	95	95	95	95	0.32	0.32	0.32
60	60.8	92	92	92	92	92	92	0.3	0.3	0.3
68	69.6	74	73	74	73	73	73.4	0.305	0.306	0.306
71	68.8	73	73	73	73	73	73	0.313	0.313	0.313
	50	95	96	96			96	0.3	0.3	0.3
	50	92	94	93			93	0.31	0.31	0.31
	50	94	92	92			93	0.31	0.31	0.31
14	14.2	44	44	43	43	44	43.6	0.27	0.27	0.27
14	14	43	43	43	43	43	43	0.24	0.24	0.24
41	41	40	40	40	39	39	39.6	0.316	0.321	0.316
48	47.2	33	32	32	31	30	31.6	0.301	0.302	0.304
36	36.4	47	49	49	47	47	47.8	0.324	0.324	0.324
39	39.2	39	39	40	39	39	39.2	0.493	0.493	0.493
39	39.8	41	41	41	41	40	40.8	0.484	0.485	0.485
39	39.8	34	37	35	36	35	35.4	0.485	0.485	0.485
39	39.2	42	42	40	41	41	41.2	0.487	0.487	0.487
		26	39				32.5	0.29	0.3	

油圧シリンダ実態調査結果

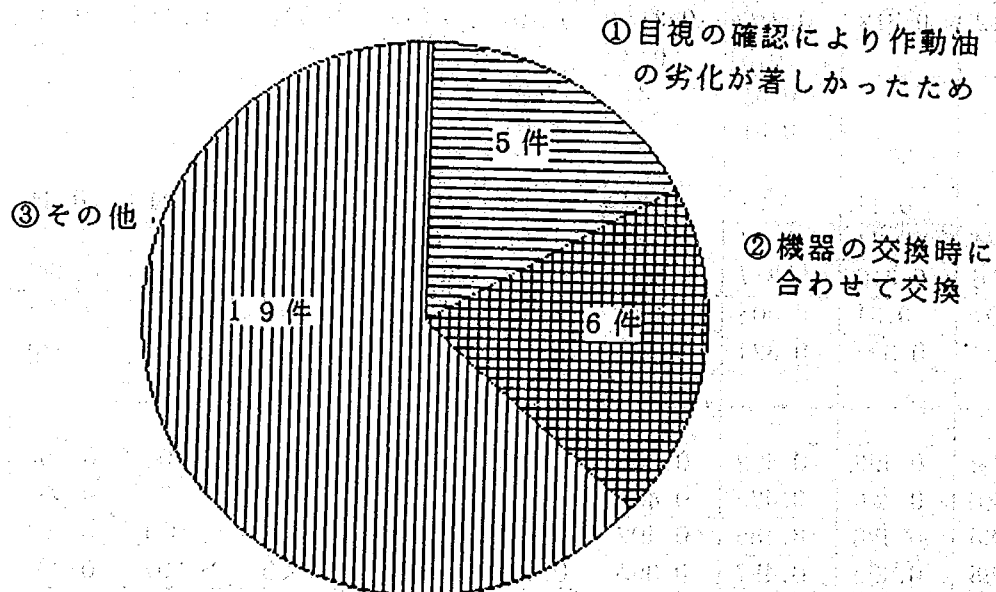
外部油漏れ量調査（外部リーク）									外部油漏れ量 (g)
開 閉 速 度（m / min）									
上 昇 時			降 下 時						
4 回 目	5 回 目	平 均	1 回 目	2 回 目	3 回 目	4 回 目	5 回 目	平 均	
0.3	0.32	0.313	0.344	0.341	0.341	0.341	0.341	0.341	1.5
0.298	0.298	0.298	0.304	0.305	0.305	0.305	0.304	0.304	0.4
0.3	0.3	0.3	0.305	0.306	0.306	0.305	0.307	0.305	2.1
0.3	0.299	0.300	0.3	0.3	0.299	0.299	0.299	0.299	3.65
0.303	0.305	0.301	0.3	0.312	0.315	0.317	0.319	0.312	1.5
0.312	0.312	0.311	0.319	0.321	0.321	0.322	0.325	0.321	2.3
0.202	0.201	0.204	0.2	0.198	0.197	0.195	0.194	0.197	0.01
0.202	0.201	0.204	0.193	0.192	0.191	0.189	0.188	0.191	0.07
0.195	0.194	0.197	0.197	0.196	0.194	0.193	0.192	0.194	0.03
		0.4						0.48	0
		0.265	0.245					0.245	
0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0
0.3	0.3	0.3	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0
0.304	0.306	0.305	0.303	0.305	0.306	0.306	0.308	0.306	18.1
0.312	0.312	0.312	0.315	0.316	0.323	0.327	0.33	0.32	21.8
		0.3	0.3	0.3	0.3			0.3	3
		0.31	0.31	0.31	0.31			0.31	3
		0.31	0.31	0.31	0.31			0.31	2
0.24	0.24	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	1
0.24	0.24	0.24	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5
0.316	0.316	0.317	0.291	0.291	0.291	0.294	0.294	0.292	0.2
0.307	0.31	0.305	0.299	0.302	0.304	0.307	0.309	0.305	0.3
0.324	0.324	0.324	0.329	0.33	0.329	0.33	0.329	0.329	2.5
0.493	0.492	0.492	0.405	0.405	0.405	0.404	0.404	0.405	3
0.486	0.486	0.485	0.401	0.4	0.399	0.398	0.397	0.399	0.5
0.485	0.486	0.485	0.402	0.401	0.401	0.4	0.4	0.401	2
0.488	0.488	0.487	0.395	0.395	0.395	0.396	0.397	0.395	2.5
		0.295	0.29	0.29				0.29	

作動油交換実態調査結果（その1）

項目1：最近の作動油交換時期はいつですか？（調査件数18件）

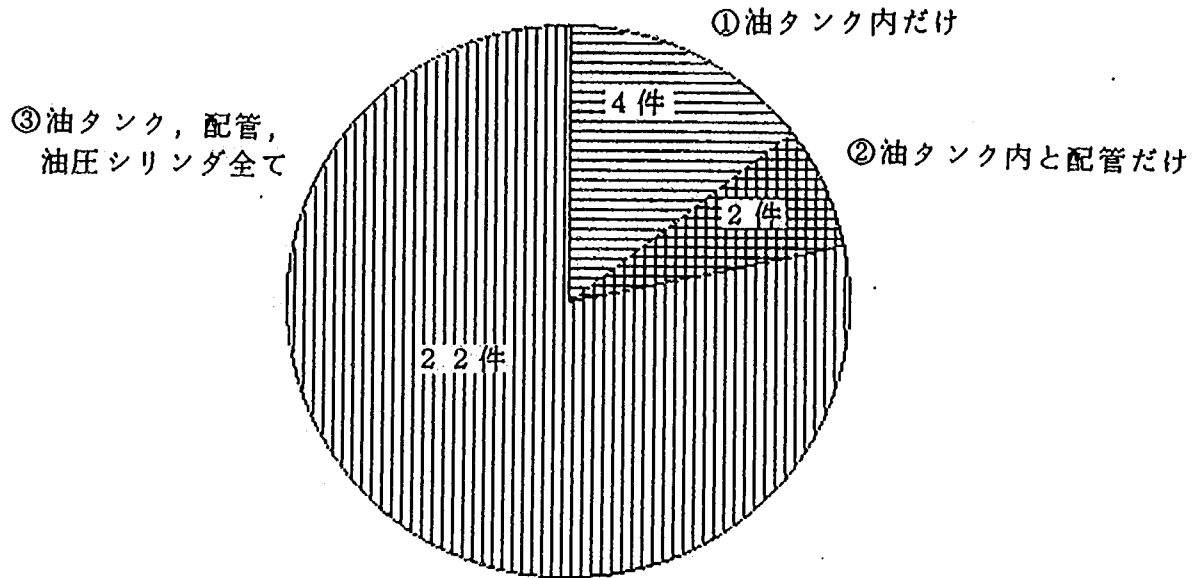


項目2：作動油交換の判断基準はなんですか？（調査件数30件）

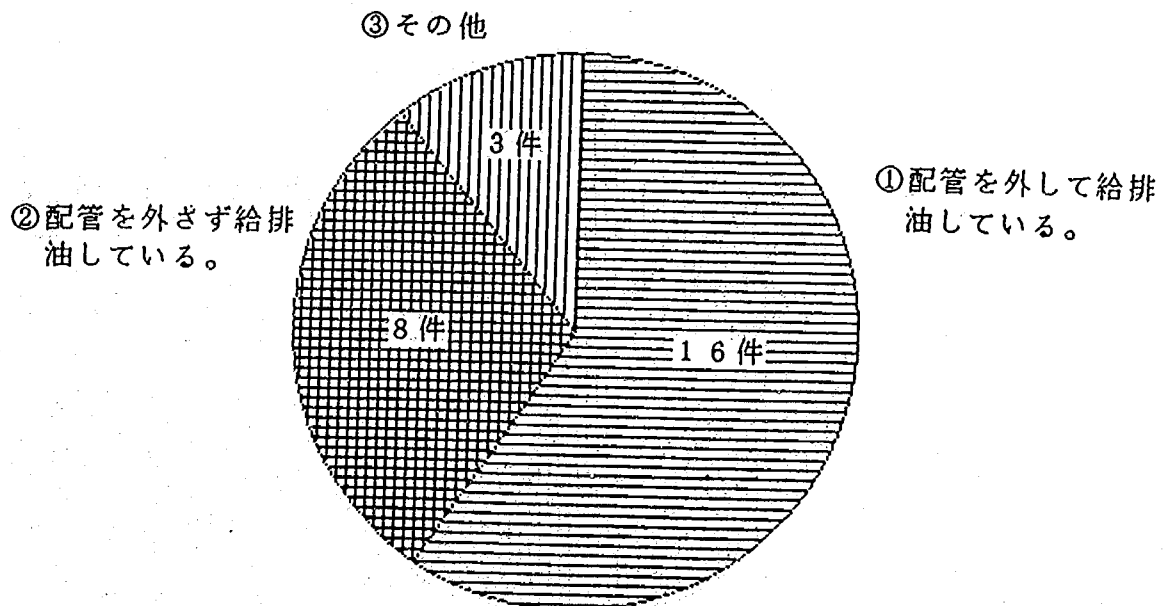


作動油交換実態調査結果（その1）

項目3：作動油の交換方法はどの部分について行っていますか？（調査件数28件）

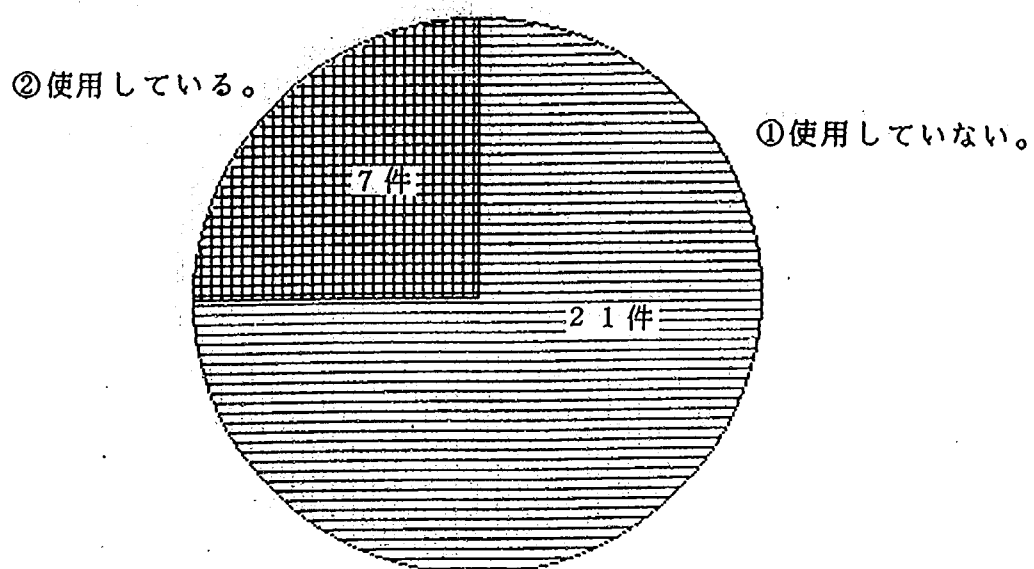


項目4：作動油の交換はどのように行っていますか？（調査件数27件）

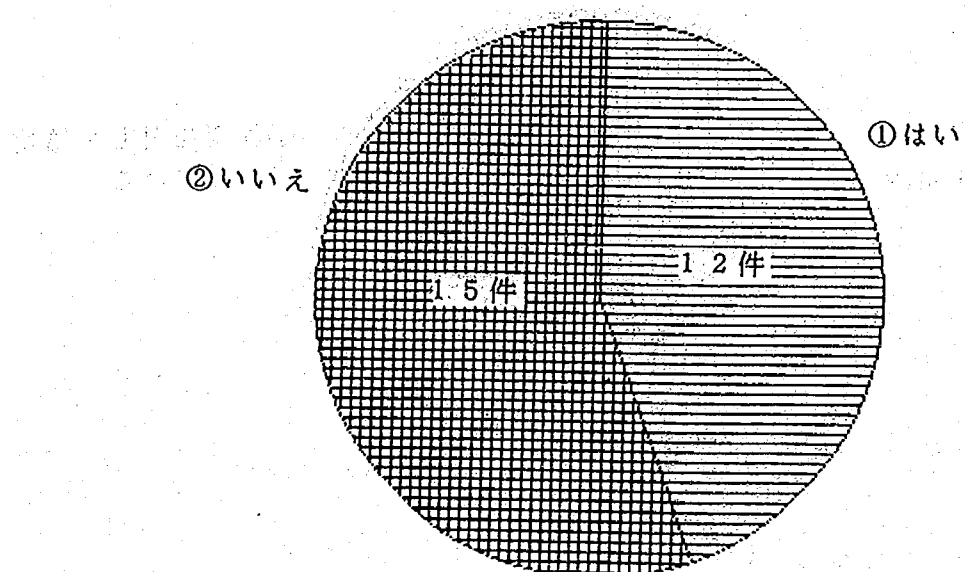


作動油交換実態調査結果（その1）

項目5：作動油交換時に専用の交換装置を使用していますか？（調査件数28件）

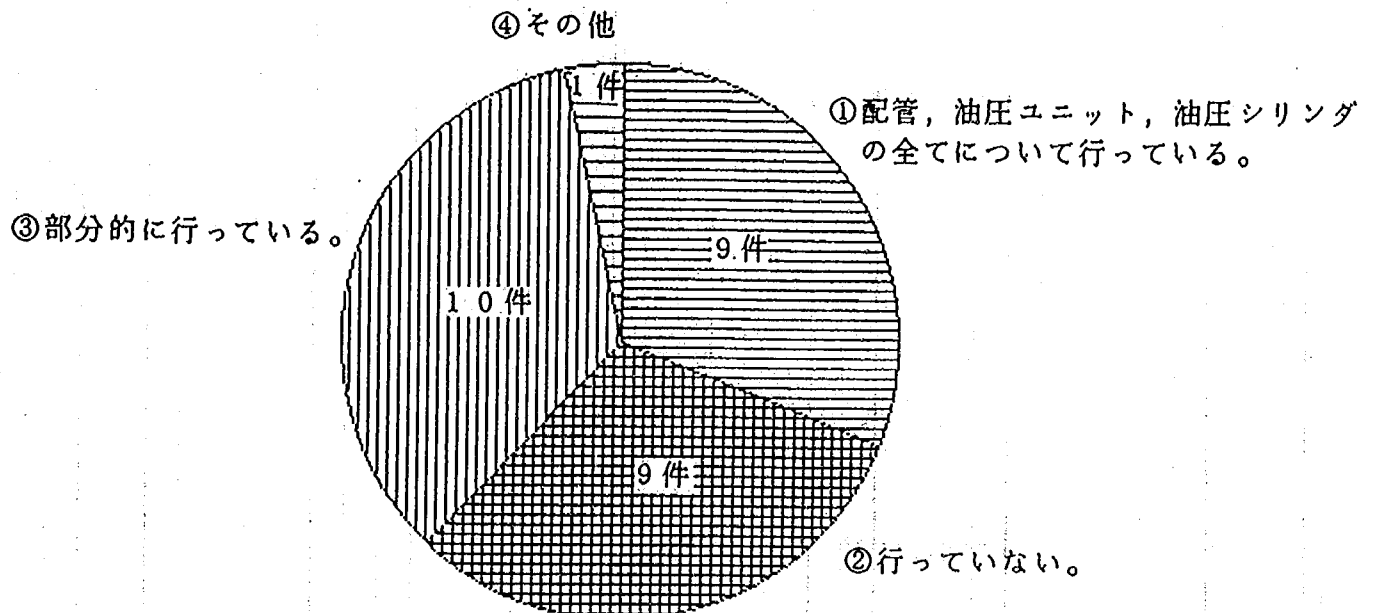


項目6：フィルターは作動油交換と同時期に交換していますか？（調査件数27件）

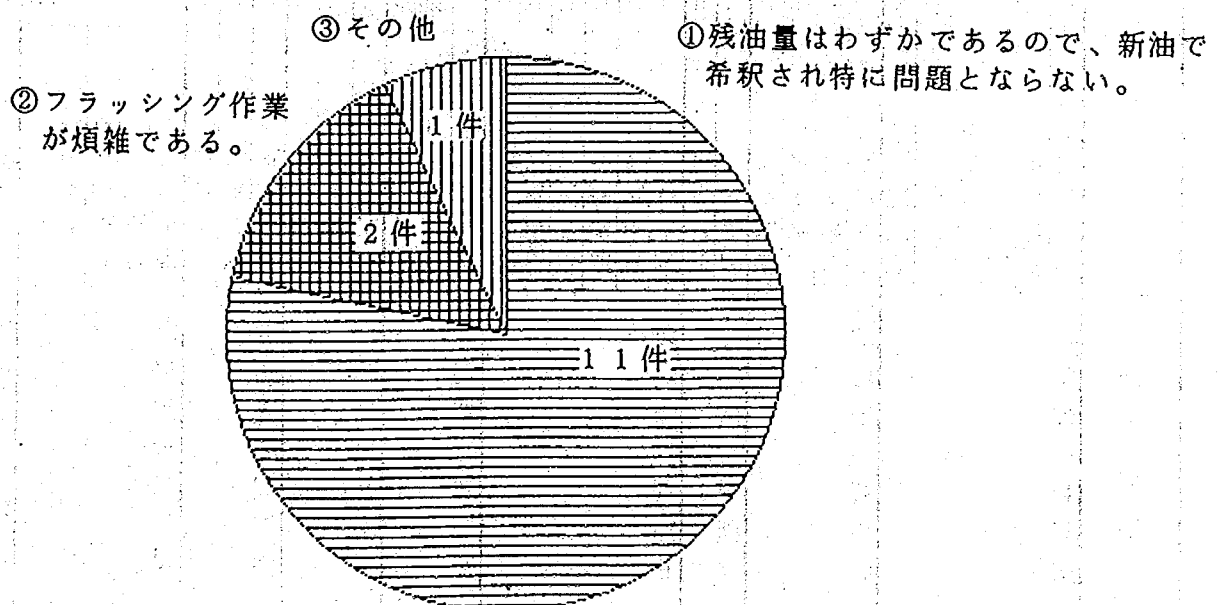


作動油交換実態調査結果（その1）

項目7：作動油交換時にはフラッシングを行っていますか？（調査件数28件）



項目8：フラッシングを行っていない場合の回答（調査件数14件）



作動油交換実態調査結果（その2）

直轄局名	ダム名	ゲート名	作 動 油 の 交 換					
			交換時期	判 断 基 準			交 換 部 分	
				①	②	③	①	②
東北地方建設局	四十四田ダム	オリフィスゲート	132	0	0	1	0	0
	釜房ダム	コンジットゲート	77	0	1	0	0	1
	玉川ダム	コンジットゲート						
	浅瀬石川ダム	コンジットゲート	69	0	0	1	1	0
		オリフィスゲート	54	0	0	1	1	0
	寒河江ダム	オリフィスゲート	110	1	0	1	0	0
関東地方建設局	五十里ダム	主放流ゲート	203	0	0	1	0	0
	川俣ダム	主放流ゲート		0	0	1	0	0
	二瀬ダム	主放流ゲート						
	園原ダム	コンジットゲート	192	1	0	0	0	0
北陸地方建設局	大町ダム	コンジットゲート	60	0	0	1	0	0
	大川ダム	コンジットゲート	12	0	0	1	0	0
中部地方建設局	蓮ダム	コンジットゲート						
	矢作ダム	コンジットゲート		0	0	1	0	0
	新豊根ダム	コンジットゲート		0	0	1	0	0
	横山ダム	オリフィスゲート		0	0	1	0	0
	小沢ダム	コンジットゲート	60	0	1	0	0	0
		クレストゲート	48	0	1	0	0	0
近畿地方建設局	真名川ダム	コンジットゲート	100	0	0	1	0	0
	天ヶ瀬ダム	油圧操作圧着式ローラゲート	108	0	1	0	0	0
		コンジットゲート	90	0	0	1	1	0
中国地方建設局	菅沢ダム	コンジットゲート						
	土師ダム	コンジットゲート						
	弥栄ダム	コンジットゲート						
四国地方建設局	石手川ダム	コンジットゲート		0	0	1	0	0
	野村ダム	コンジットゲート	72	1	0	0	0	0
	大渡ダム	ラジアルゲート		0	0	1	0	0
九州地方建設局	鶴田ダム	主放流設備	168	0	0	1	0	0
	緑川ダム	オリフィスゲート		1	0	0	0	0
	耶馬溪ダム	オリフィスゲート		1	0	0	0	0
	岐木ダム	コンジットゲート						
		オリフィスゲート						
北海道開発局	漁川ダム	常用放流設備		0	0	1	0	0
	大雪ダム	オリフィスゲート		0	0	1	0	1
水資源開発公団	高山ダム	主放流設備	56	0	0	1	0	0
	草木ダム	主放流設備	75	0	1	0	0	0
	寺内ダム	主放流設備		0	1	0	1	0

作動油交換実態調査結果（その2）

作 動 油 の 交 換										フ ラ ッ シ ン グ						
交 換 部 分		交 換 方 法			交 換 装 置		フ ィ ル タ 交 換			フ ラ ッ シ ン グ 時 期				し て い な い 場 合		
③	④	①	②	③	①	②	①	②		①	②	③	④	①	②	③
1	0	1	0	0	1	0	1	0		1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1	0		0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1		0	1	0	0	1	1	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1		0	1	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0	0	1		0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	0	0	1	0	1	0		0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	1	0		0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	1		0	0	1	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	1		0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	1	0		0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0	1	0		1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	1		1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0	1		0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	1		0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	0	1	0	1		1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0	1		0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1	1	0		0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	1		0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	1		0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	1	0		1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1	1	0		1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1	1	0		1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0	1		0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	1	0		0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	0	1	0	1		1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1	1	0		1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0		0	0	1	0	0	0	0

作動油交換実態調査結果（その3）

東北地方建設局						
ダム名	四十四田	釜房	寒河江	浅瀬石 1	浅瀬石 2	関東地方建設局
設備名	オリフィス	コンジット	オリフィス	コンジット	オリフィス	園原
ゲート形式	高圧ラジアル	高圧ラジアル	高圧ラジアル	高圧ラジアル	高圧ラジアル	主放流設備
門数	2	3	2	2	1	3
タンク容量 (1/1 門)	800	400	1200	1400	1700	1000
総油量 (1/1 門)	1200	600	1200	1400	1700	1470
項目 1 (ヶ月)	132	77	110	69	54	192
項目 2	③ 油圧ユニット更新時	②	①③ 作動油分析結果	③ 作動油分析結果	③ 作動油分析結果	①
項目 3	③	②	③	①	①	③
項目 4	①	①	②			①
項目 5	①	①	① 外付のろ過装置にて給排油	① 外付のろ過装置を使用	① 外付のろ過装置を使用	①
項目 6	① 油圧ユニット更新に合せて	①	② 汚れていないと判断した	② 目詰り等汚れがないと判断	② 目詰り等汚れがないと判断	②清掃して再使用している
項目 7	①	③ 配管、油圧ユニット	②④ タンク内の清掃のみ	②	②	③ 配管、油圧ユニット
項目 8			①③ 新油を押し出し式に給油し、 排油を外に出せるようにしたため	①②	①②	①

作動油交換実態調査結果（その3）

関東地方建設局		北陸地方建設局				
川俣	五十里	大町	大川	矢作	横山	小波1
主放流設備	主放流設備	主放流設備	主放流設備	コンジットゲート	オリフィスゲート	ダム放流
高圧ローラ	高圧スライド	揺動式高圧ラジアルゲート	高圧ラジアル	バーチカルリフト型ローラゲート	ラジアルゲート	クレスト
2	1	2	5	3	3	5
630	1255	1300	900	400	1650	400
730	1400	2600	2300	1000	3000	630
	203	60	12			48
③ 油圧ユニットの交換に合せて	③ 油圧ユニットの交換に合せて	③ 成分検査の結果より判断	③ 成分検査の結果より判断	③ 油圧開閉装置更新時に合せて	③ 作動油の分析結果	②
③	③	③	③	③	③	③
①	①	① 汎用の小型ポンプで交換	①	①	③ 1. シリンダヘッドに圧力が回らないようにゲートを自重降下 2. シリンダ内オイル抜取後タンク内部油抜取り 3. 配管を取外し配管のみフラッシング 4. フラッシング後配管を取付け新油を注入 5. エアを抜きながら開閉を繰り返す	② 1. タンクドレン抜き 2. タンク内フィルタ清掃 3. 新油給油 4. 油圧シリンダ上下運転 1～4の繰返し3回
①	①	①	① 専用ではないが、汎用の小型油圧ポンプを使用	①	①	①
①	① 油圧ユニット交換を行ったため	② 交換は行わず清掃のみ	①	①	② フィルタ目詰りがなければ交換しない。交換は指示による	② 洗浄している
③ 配管、油圧ユニット	③ 配管、油圧ユニット	③ 油圧ユニット	②	②	③ 配管	
			①	①		①

作動油交換実態調査結果（その3）

中部地方建設局		近畿地方建設局			四国地方建設局	
小沢2	新豊根	真名川	天ヶ瀬1	天ヶ瀬2	石手川	野村
ダム放流	コンジットゲート	コンジットゲート	クレストゲート	主ゲート	コンジットゲート	コンジットゲート
コンジットゲート	高圧ローラゲート		ラジアルゲート	油圧操作圧着式ローラゲート	摺動式ラジアルゲート	摺動式高圧ラジアルゲート
2	1	2	4	3	1	1
	1000	1300	1400	700	1200	1000
	600	2170	1600	1100	2100	1700
60		100	90	108		72
②	③ 設備修繕	③ 成分検査	③ 油圧ユニットO/H時	②	③ 点検時の化学分析の結果による	①
③	③	③	①	③	③	③
② 1.タンクドレン抜き 2.タンク内フィルタ清掃 3.新油給油 4.油圧シリンダ上下運転 1～4の繰返し3回	② フラッシング後、交換	①	② 全てのゲートを全開とし、 できるだけ作動油を油タンクに戻して交換	③ ヘッド側配管のみ取外し 1.油圧タンク内排油 2.タンク内清掃 3.新油注入 4.油圧ユニットによりシリンダを動かし、外したヘッド側配管よりシリンダ内油を排出し、タンク内に新油を補給しながら全ストローク作動させる	①	② シリンダヘッドに圧力がかからないようにして、ゲートを自重降下させてタンクにオイルを戻してタンクオイルを抜いた
①	①	② 給排油及びフラッシングで オイルギヤポンプを使用	② 専用の給排油装置を使用	①	①	①
② 洗浄している	② 清掃	② 年点検時に汚れがある場合 O/H時に交換	①	② 点検時に清掃を行っている	② 清掃	② フィルタがない
	①	①	②	③ 油圧ユニット	②	③ 配管
①			①		①	

作動油交換実態調査結果（その3）

四国地方建設局	九州地方建設局			北海道開発局		水資源開発公団
大渡	鶴田	緑川	耶馬溪	漁川	大雪	高山
主放水設備	主放水設備	オリフィスゲート	オリフィスゲート	常用放流設備	オリフィスゲート	主放水設備
ラジアルゲート	高圧ラジアルゲート	高圧ラジアルゲート	ラジアルゲート	摺動式高圧ラジアルゲート	摺動式高圧ラジアルゲート	高圧ラジアルゲート
5	3	3	1	1	1	4
1000	300	630	310	1500	500	800
	800	1250	540	2200	908	1450
交換実績なし	168	6				56
	③ 補修工事時に取替え、ほぼ 5年程度	①	①	③ 目視と成分検査を合せた	③ 作動油の成分分析による	③ 定期的4～5年
	③	③	③	③	② シリンダは内部の油量が少 なくなる位置に移動してい る	③
	①	①	①	③ ゲート自重により降下させ 排油を行う。 エア抜きをしながら開閉を 繰り返す	①	①
	①	② オイル圧入ポンプ	② 油タンクから油を抜くとき に小型のギヤポンプを使用	①	② フィルタ交換用ポンプ	② 200Vオイルポンプ
	①	①	①	② フィルタの目詰りが確認さ れた時に交換	①	② 洗浄油による清掃で交換不 要
	①	①	①	③ 配管	②	①
					①	

作動油交換実態調査結果（その3）

水資源開発公団		
草木1	草木2	寺内
主放水設備	利水放流設備	放流設備
圧着式高圧ラジアルゲート	ホロージェットバルブ	高圧ラジアルゲート
2	1	1
800	800	1200
1350	2100	
75	72	
②	①	②
③	③	①
① 外した配管に直接装置を取付けてフラッシングを行っている	① 作動油の抜取り フラッシング油の張込み ハンマリング、フィルタチェック（数回） フラッシング油抜取り 作動油の張込み	
② ポンプ等	② ギヤポンプ、トロッコイドポンプ、ダイヤフラムポンプ、バキュームポンプ、静電浄油機、フランツろ過機、試料油簡易試験器	①
①	② 作業工程上何回もチェックしているのでその都度清掃を行っており最終的には交換はしていない	② 作動油洗浄機ポータブルフィルタで点検時に油タンク内を洗浄している
①	①	③

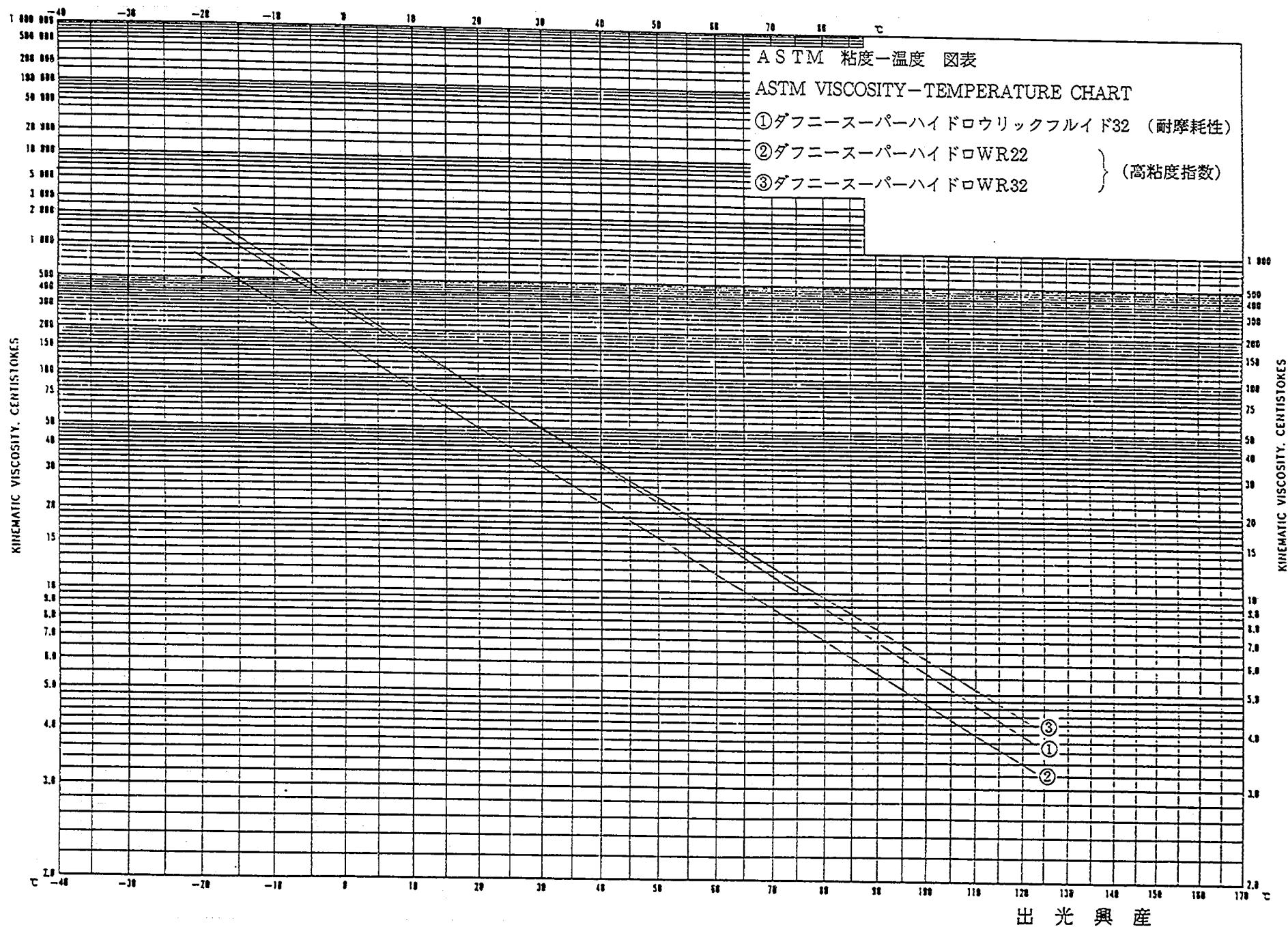
(2) 作動油の性状 (例)

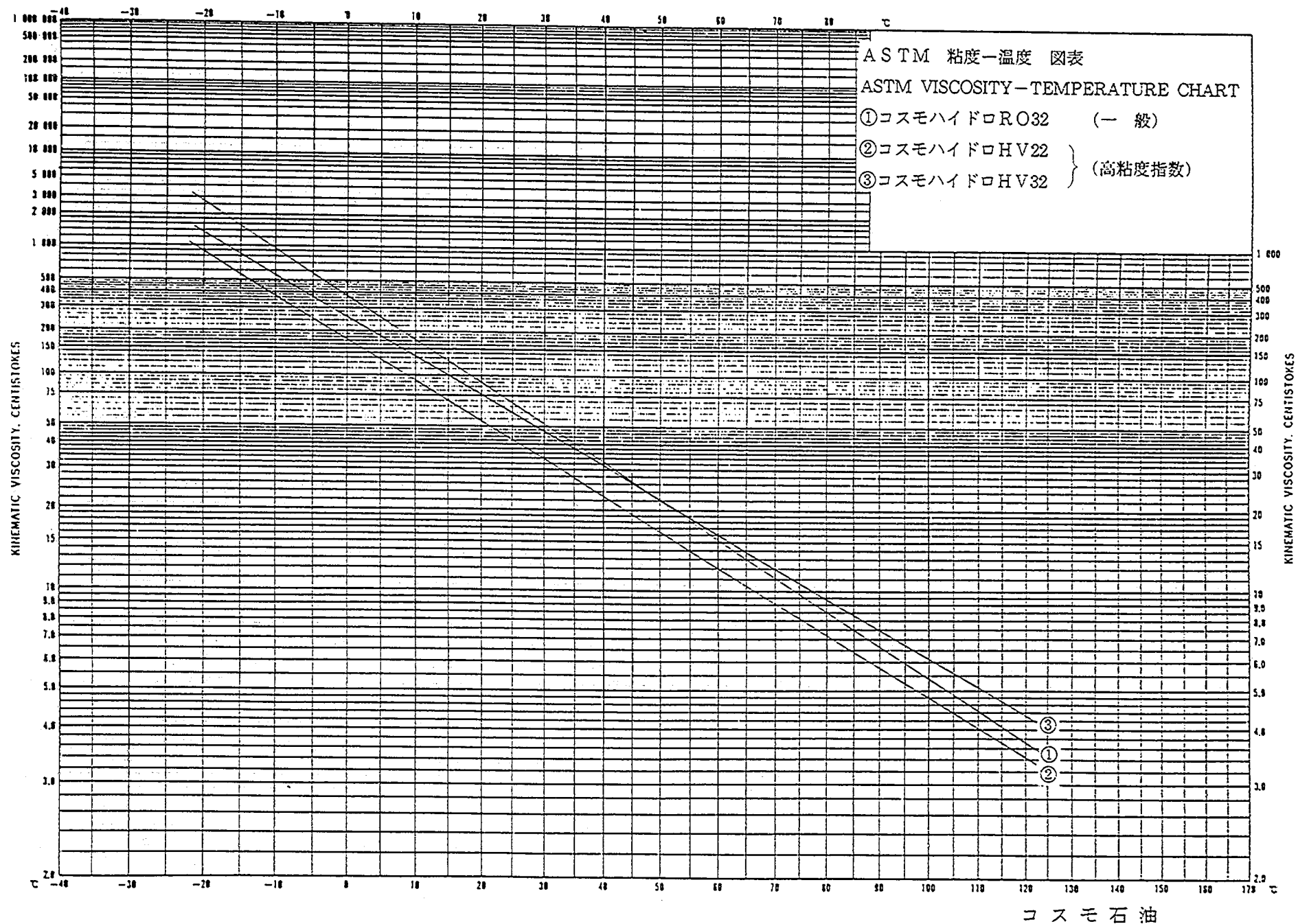
表1 各社作動油の性状(例)<その1>

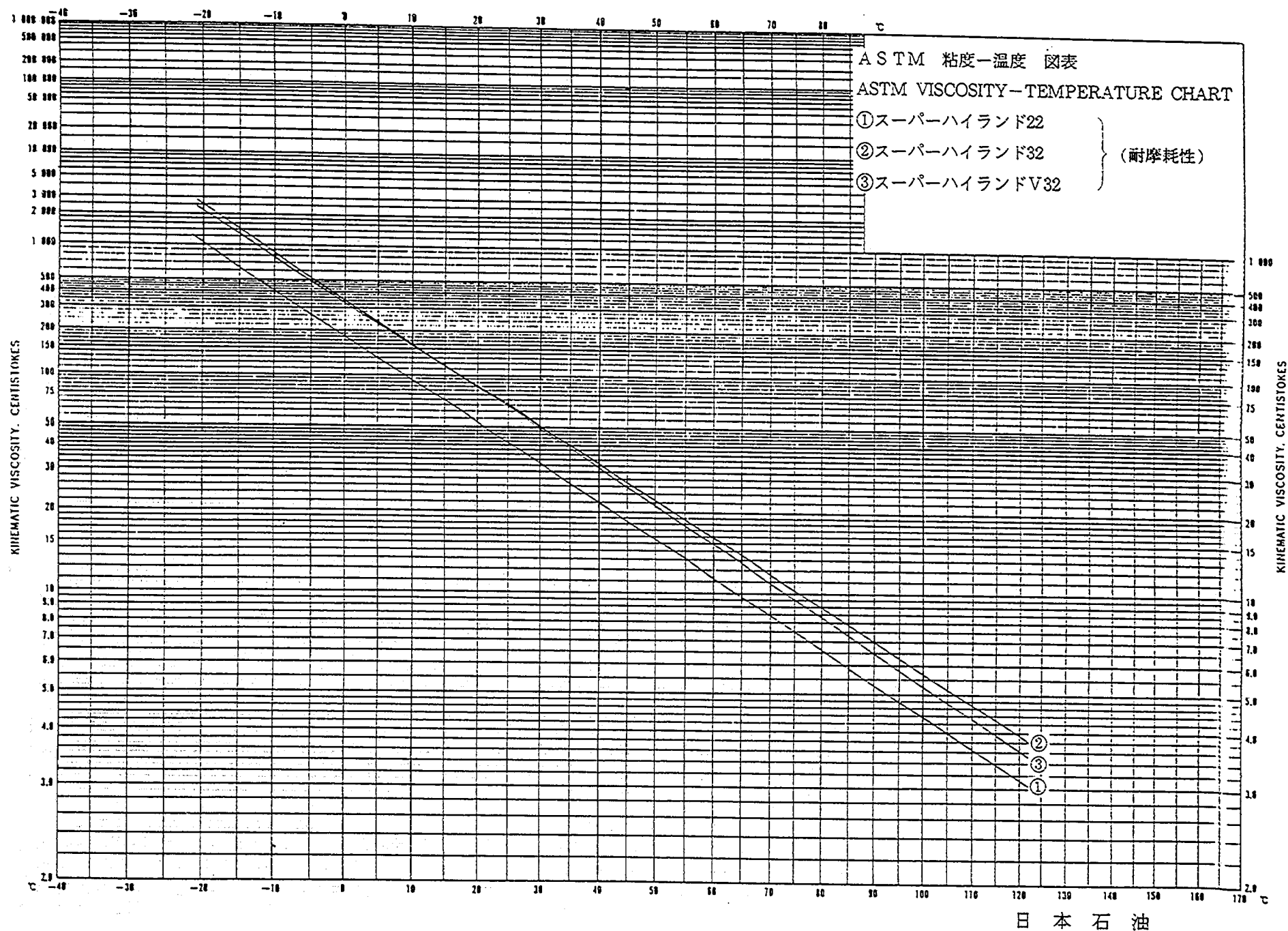
銘 柄 項 目		出 光 興 産 (ダフニー)			コ ス モ 石 油			日 本 石 油		
		ス-ハ-ハイロ V17741F32	ス-ハ'-ハイ'ロ WR 22	ス-ハ'-ハイ'ロ WR 32	ス-ハ-ハイ'ロ RO 32	ス-ハ-ハイ'ロ HV 22	ス-ハ-ハイ'ロ HV 32	ス-ハ'- ハイロ' 22	ス-ハ'- ハイロ' 32	ス-ハ'- ハイロ' V32
種 類		耐摩耗性	高粘度指数	高粘度指数	一 般	高粘度指数	高粘度指数	耐摩耗性	耐摩耗性	耐摩耗性
比 重 15/4℃		0.8621	0.8781	0.8669	0.865	0.863	0.865	—	—	—
色 ASTM		L0.5	L1.0	0.5	L0.5	—	—	—	—	—
引 火 点 (COC)℃		216	172	196	210	194	214	216	226	230
粘 度 cSt	@ 40℃	31.96	22.00	33.31	32.29	22.7	31.7	22.0	32.5	31.36
	@100℃	5.62	4.68	6.22	5.41	4.81	6.07	4.35	5.68	5.23
粘度指数		115	143	138	112	141	141	105	107	136
流 動 点 ℃		-35.0	-40以下	-40以下	-35	-40	-40	-35	-32.5	-30
全 酸 価 mgKOH/g		0.94	0.94	0.94	0.08	0.78	0.78	—	—	—

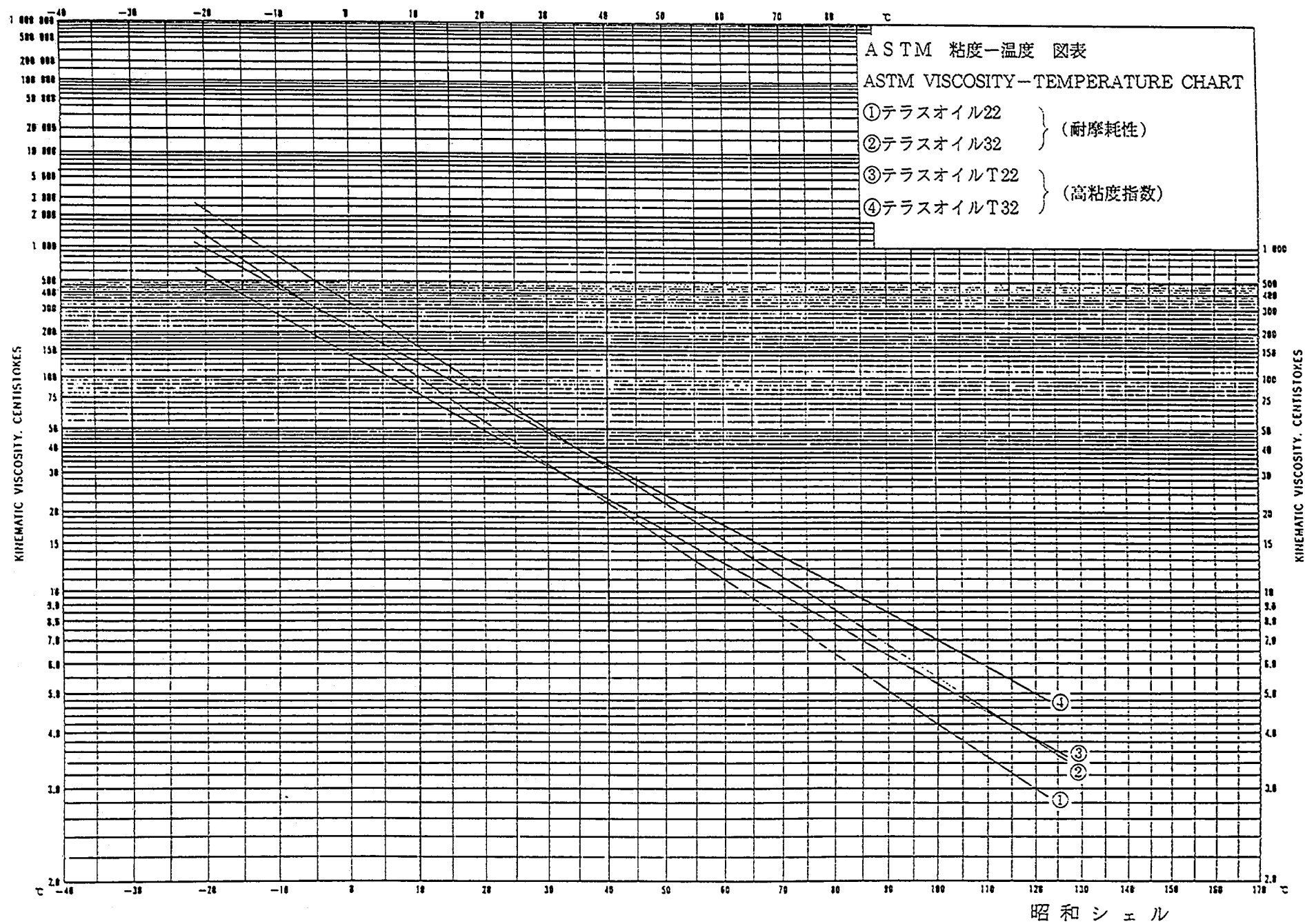
表2 各社作動油の性状(例)<その2>

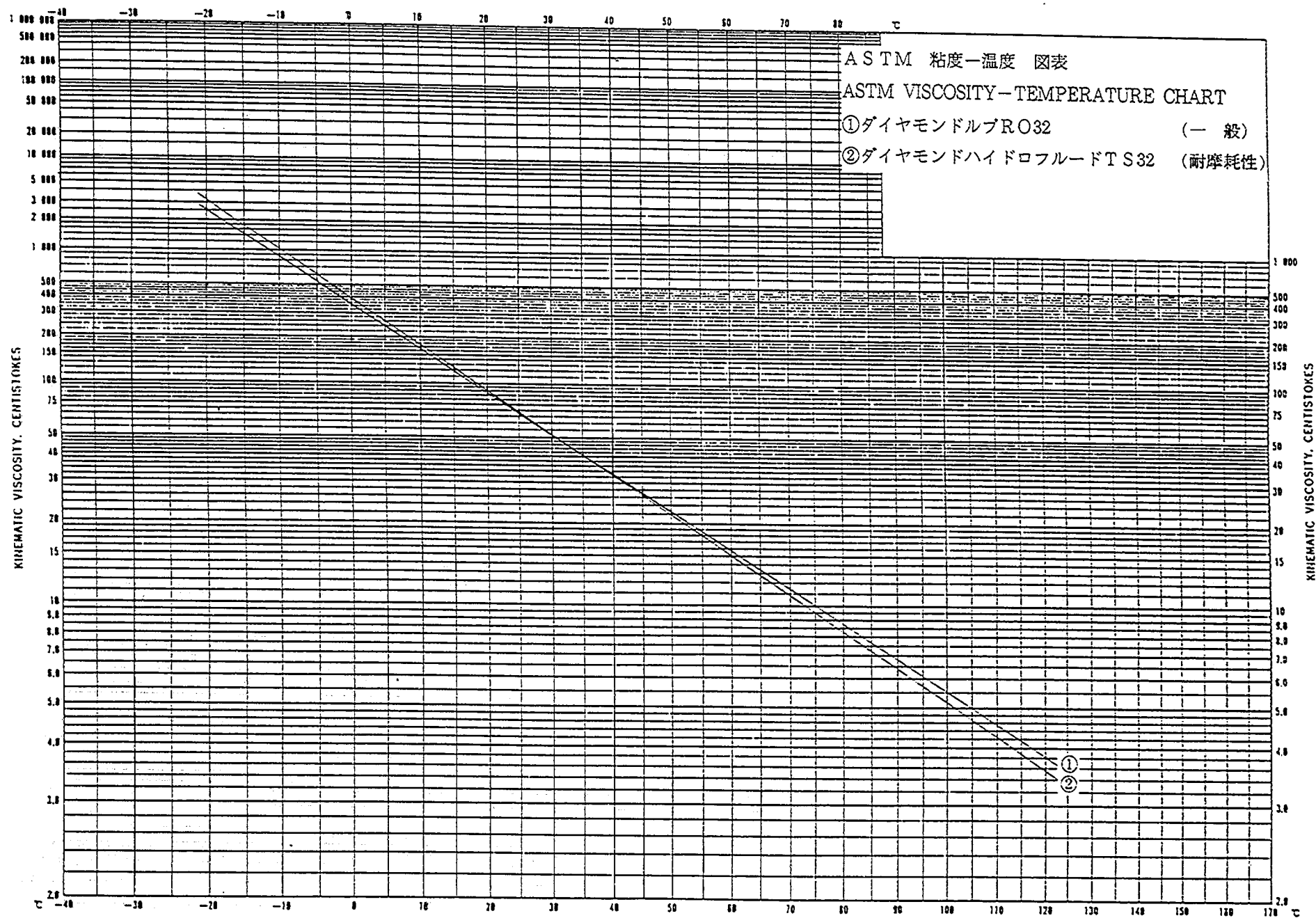
銘 柄 項 目		昭 和 シ ャ ル 石 油				三 菱 石 油 (ダ イメ ッ ト)		日 鉱 共 石		
		アイソ 22	アイソ 32	アイソ T 22	アイソ T 32	ア RO 32	アイソ TS 32	アイソ 32	アイソ ES 22	アイソ ES 32
種 類		耐摩耗性	耐摩耗性	高粘度指数	高粘度指数	一 般	耐摩耗性	耐摩耗性	高粘度指数	高粘度指数
比 重 15/4℃		0.868	0.874	0.872	0.872	0.869	—	0.8651	0.8647	0.8672
色 ASTM		L0.5	0.5	L0.5	0.5	L0.5	L1.0	L0.5	L0.5	L0.5
引 火 点 (COC)℃		200	226	176	170	228	220	216	182	210
粘 度 cSt	@ 40℃	22.0	32.0	22.6	32.8	32.4	32.2	29.82	20.77	32.99
	@100℃	4.2	5.5	5.28	6.96	5.5	5.2	5.421	4.618	6.330
粘度指数		90	110	178	181	108	112	114	144	146
流 動 点 ℃		-32.5	-32.5	-42.5以下	-42.5以下	-15	-30	-32.5	-47.5	-42.5
全 酸 価 mgKOH/g		0.60	0.60	0.60	0.60	0.2	—	0.71	0.75	0.75



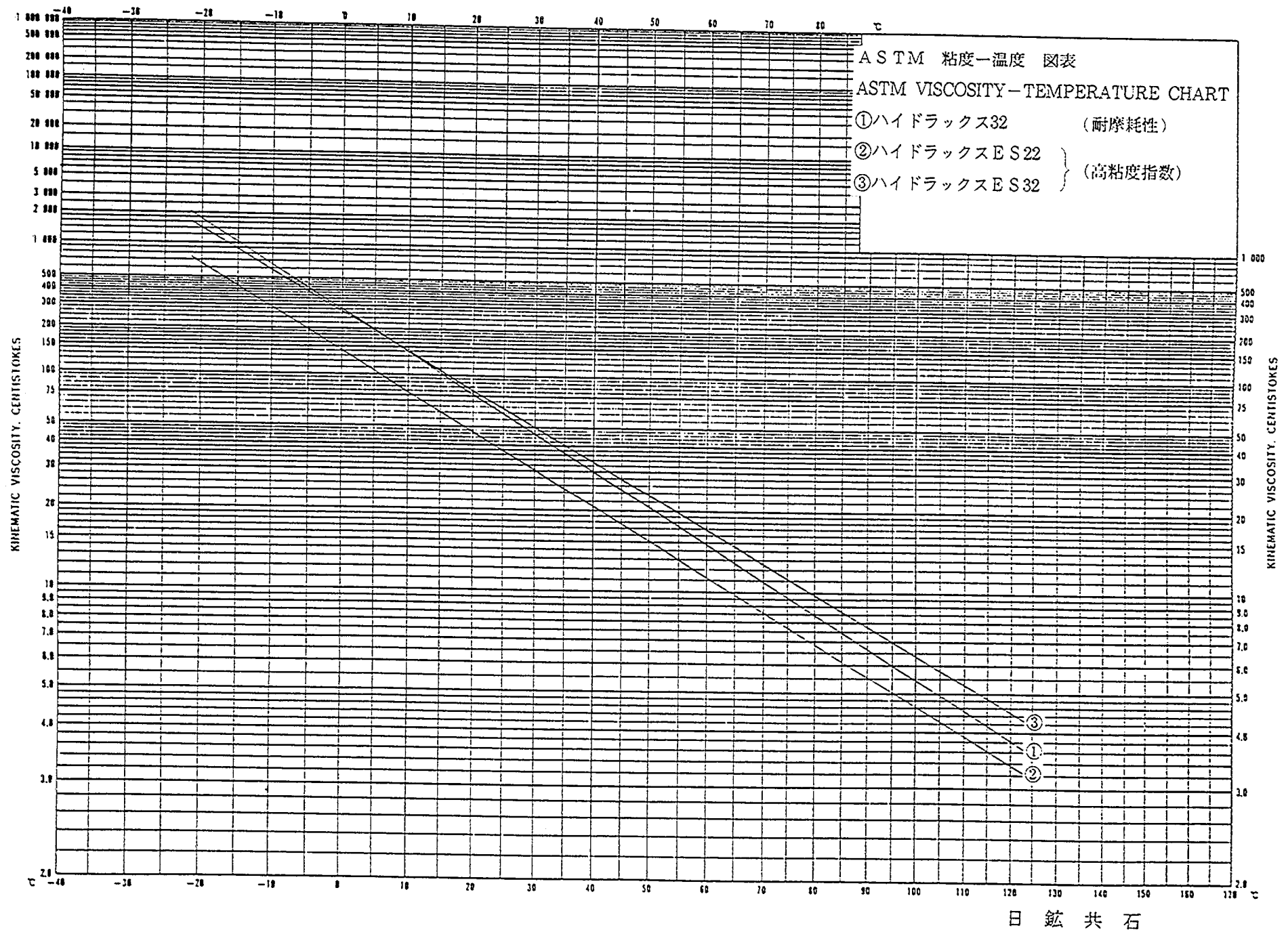








三菱石油



3. 参考文献

3. 参考文献

- 「機械設備診断システムの技術開発」平成2年4月，東北地方建設局東北技術事務所
- 「油圧作動油の管理方法」日本石油
- 「潤滑油の正しい使い方」出光興産
- 「油圧作動油の正しい選び方・使い方」出光興産
- 「人にやさしい油圧」平成4年8月，早川脩（油圧と空気圧）
- 「機械保全技能ハンドブック（油圧装置編）」日本プラントメンテナンス協会
- 「疑問にこたえる機械の油圧」ダイキン工業油機技術グループ，技術評論社
- 「Biodegradable Hydraulic Lubricant an Overview of Current Developments in Central Europe」Hans P.Eichenberger, Caterpillar Overseas S.A
- 「Biodegradable Fluids for Axial Piston Pumps & Motors - Application Considerations」Stanley D Scott, The Rexroth Corp
- 「Biodegradable and Nontoxic Hydraulic Oils」V.M.Cheng, A.A.Wessol, P.Baudouin, M.T.Benkinney, and N.J.Novick, Mobil Oil Corp

4. 作成協力者一覧

4. 作成協力者一覧

本報告書作成にあたってご協力いただいた方々

深堀哲男	建設省東北地方建設局 東北技術事務所 副所長
布宮明道	建設省東北地方建設局 道路部 機械課
山本晃生	水資源開発公団 第一工務部 機械課長補佐
谷口勉	水資源開発公団 埼玉合口二期建設所 機械係長
小野功	(株)田原製作所 技術部 課長
小林徹也	石川島播磨重工業(株) 鉄構設計部 課長補佐
西田恒夫	川崎重工業(株) 水門鉄管技術部 第二課長
塩原貞二	(株)栗本鐵工所 水門設計部 東京水門技術課長
山田英一郎	日立造船(株) 鉄構設計部 主管技師
原口俊蔵	三菱重工業(株) 鉄構技術部 課長

(順不同)

ダム用ゲート開閉装置
油圧作動油に関する調査報告書

ISSN 0386-5878

土木研究所資料第3213号

平成5年9月(1993)

機械研究室 吉田 正, 杉山 篤, 茂木正晴
佐藤邦人, 賀谷丈茂

要 旨 ダム用ゲートの油圧式開閉装置の稼働の可否を大きく左右する要素として作動油がある。作動油の成分の良否によって油圧装置の稼働に支障を来すことがあるため、日頃の維持管理において注意を払う必要がある。また、水門用油圧装置の故障のうち作動油に起因するものは故障原因全体の約70%を占めるという調査報告もあり、適切な作動油の交換もしくは適切な保全管理が油圧装置の信頼性向上において不可欠となる。しかし、油圧式開閉装置の機能を低下させないための作動油の維持管理・更新の実施については、設備の仕様、環境条件、現場担当者の判断により実施されているものであるため、点検・整備の期間、手法等に統一された基準がないのが現状である。本報告書は、ダム用ゲート開閉装置(油圧式)点検・整備要領(案)に作動油の点検・整備手法、交換時期、維持管理における対応策等を反映させるため、調査・検討を行い作動油の考え方について取りまとめを行ったものである。

キーワード: 作動油、油圧式開閉装置、維持管理・更新、作動油の汚染・劣化、作動油の性状、性状管理、鉱油系作動油、フィルタ



郵便はがき

いは50
はって円
て下手
下さ

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

材料施工部機械研究室 御中

No. 53

No. 53

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第3213号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印

土木研究所資料第3213号